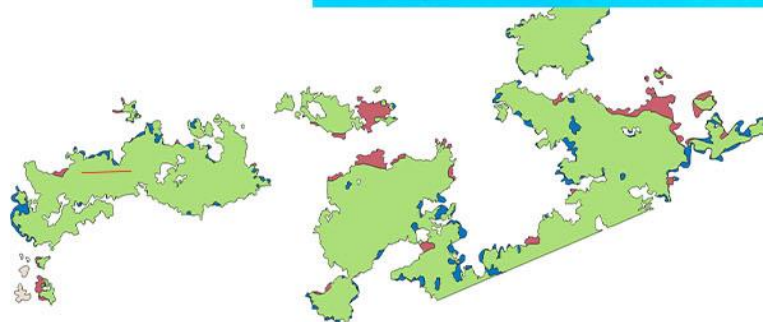
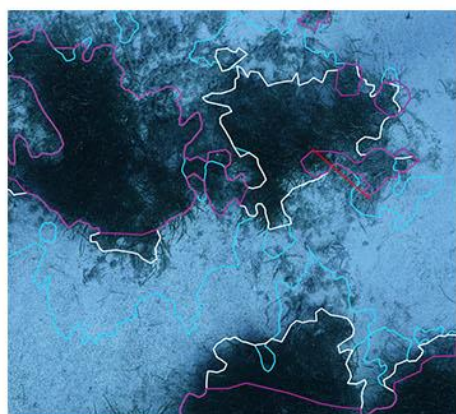
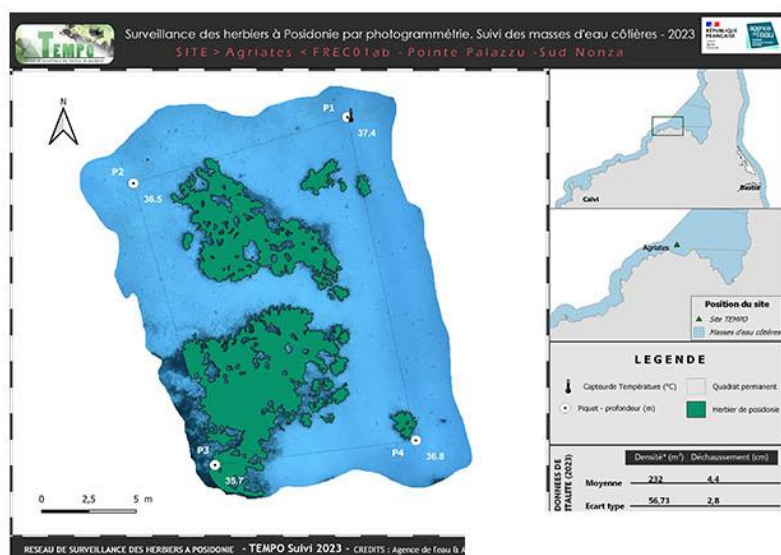


SURVEILLANCE DES EAUX COTIÈRES DES BASSINS RHÔNE MÉDITERRANÉE ET CORSE - **LOT 1** : Analyse des données de surveillance des herbiers de posidonie et pose de thermomètres, Année 2023



Coordination Andromède :

HOLON Florian

florian.holon@andromede-ocean.com



Coordination Agence de l'Eau RMC :

BOISSERY Pierre

Pierre.BOISSERY@eurmc.fr



Participants aux missions de terrain :

BARROIL Adèle, BLANDIN Agathe, DETER Julie, GINS Niels, HOLON Florian, LE BRAS Steven, LEDUC Michèle, MAURON Stephen, PAVY Thomas, RAUBY Thibault.

Traitement des données :

AGEL Noémie, DELARUELLE Gwenaëlle, MARRE Guilhem, TIBEUF Lolita.

Rédaction :

AGEL Noémie, DELARUELLE Gwenaëlle, TIBEUF Lolita.

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

ANDROMEDE, 2023. Surveillance biologique dans la région Corse – Analyse des données 2023 – Réseau TEMPO de suivi des herbiers de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 192 pages.

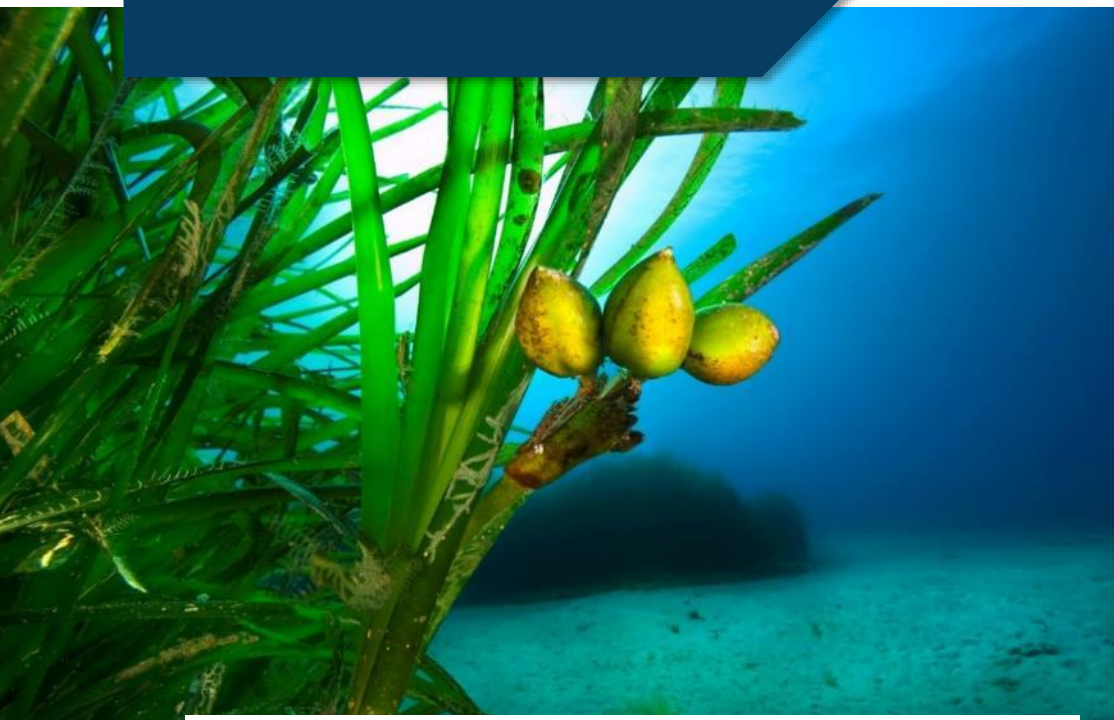


Sommaire

I.	CONTEXTE.....	1
	<i>I.A. Biologie de Posidonia oceanica (L) Delile</i>	<i>1</i>
	<i>I.B. Rôles écologiques et économiques des herbiers à Posidonie</i>	<i>2</i>
	<i>I.C. Conservation et déclin des herbiers : les pressions mises en jeu</i>	<i>3</i>
	<i>I.D. La surveillance des herbiers à Posidonie</i>	<i>4</i>
II.	OBJECTIFS DE TEMPO.....	5
III.	EVALUATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DES HERBIERS DE POSIDONIE	6
	<i>III.A. Localisation des sites.....</i>	<i>6</i>
	<i>III.B. Méthodes et paramètres d'analyse sur les sites TEMPO localisés en limite inférieure d'herbier</i>	<i>8</i>
	<i>III.C. Méthodes et paramètres d'analyse sur les sites TEMPO localisés à la profondeur intermédiaire</i>	<i>16</i>
	<i>III.D. Présentation des résultats.....</i>	<i>20</i>
IV.	POSE DE THERMOMETRES.....	22
	<i>IV.A. Contexte</i>	<i>22</i>
	<i>IV.B. Matériel utilisé</i>	<i>22</i>
V.	RESULTATS.....	23
	<i>V.A. Masse d'eau FRDC01c.....</i>	<i>24</i>
	<i>V.B. Masse d'eau FRECO1ab</i>	<i>33</i>
	<i>V.C. Masse d'eau FRECO4ac.....</i>	<i>65</i>
	<i>V.D. Masse d'eau FRECO4b</i>	<i>76</i>
	<i>V.E. Masse d'eau FRECO3eg</i>	<i>97</i>
	<i>V.F. Masse d'eau FRECO3ad</i>	<i>108</i>
	<i>V.G. Masse d'eau FRECO2d</i>	<i>119</i>
	<i>V.H. Masse d'eau FRECO2c.....</i>	<i>132</i>
	<i>V.I. Masse d'eau FRECO2ab</i>	<i>135</i>

<i>V.J. Masse d'eau FRECO1e</i>	<i>146</i>
<i>V.K. Masse d'eau FRECO1d</i>	<i>155</i>

VI.	SYNTHESE.....	164
	<i>VI.A. Difficultés rencontrées et points remarquables</i>	<i>164</i>
	<i>VI.B. Sites à la profondeur intermédiaire de -15m</i>	<i>164</i>
	<i>VI.C. Sites en limite inférieure</i>	<i>169</i>
	<i>VI.D. Pose de thermomètres.....</i>	<i>178</i>
VII.	DIFFUSION DES DONNEES A TRAVERS LA PLATEFORME MEDTRIX	180
VIII.	ANNEXE : FICHIERS DE BANCARISATION	181
IX.	BIBLIOGRAPHIE	183



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 Occitanie. Les objectifs sont de recueillir des données descriptives sur la dynamique des herbiers à Posidonie et de surveiller à long terme 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.

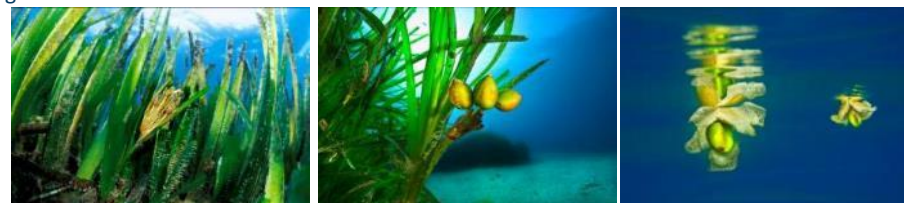


Figure 1:[1] La fleur de *Posidonia oceanica* ; [2] Trois fruits dans l'herbier ; [3] Graine et fruits de *Posidonia oceanica* en train de flotter.

On nomme « matre » l'ensemble constitué par les rhizomes, les écailles (gainnes 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 matre (Boudouresque et al., 2006). La matre 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 m de profondeur.



Figure 2 : *Aplysina punctata* sur feuille de *Posidonia oceanica*

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).

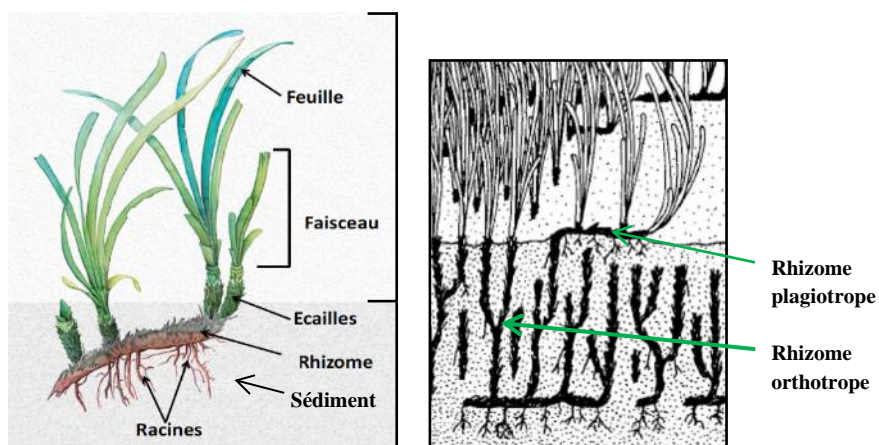


Figure 3: Représentation schématique d'un herbier à *Posidonia* et sa matre modifié d'après Abadie *et al.* (2016) ; (b) Différenciation des rhizomes plagiotropes et orthotropes, modifié d'après Boudouresque et Meinesz (1982).

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 CO₂ 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 Jedy 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., 2012a; Campagne et al., 2015).

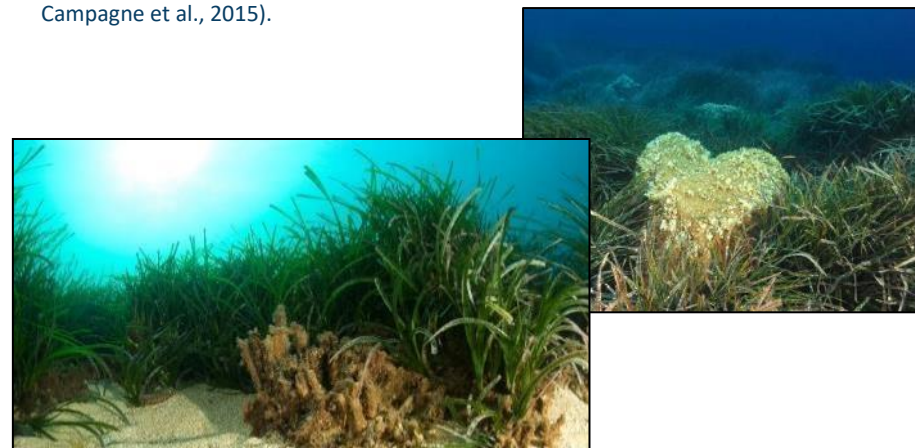


Figure 4 : Herbier à *Posidonia oceanica* (source : Andromède océanologie).

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

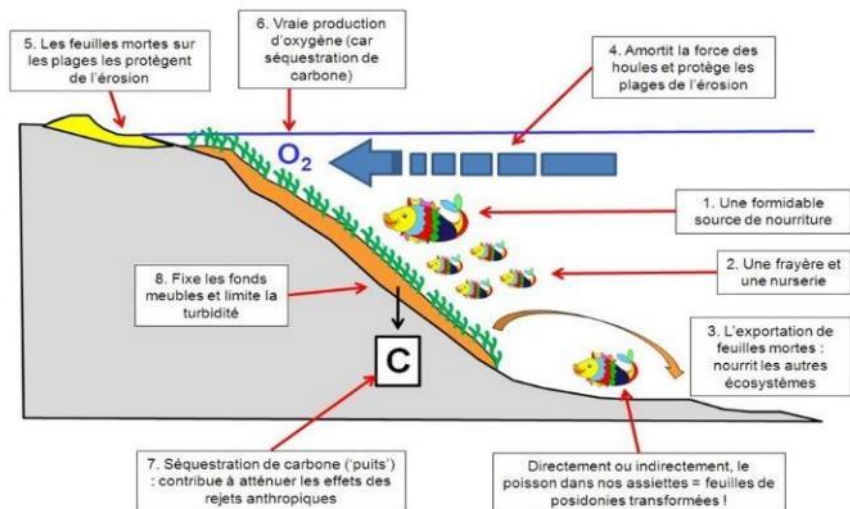


Figure 5: Rôles écologiques de l'herbier à *P. oceanica* dans le fonctionnement des systèmes littoraux en Méditerranée (GIS Posidonie, 2009 ; modifié d'après la figure originale de Charles F. Boudouresque).

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., 2012b). 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).

Par ailleurs, depuis juin 2019, la préfecture maritime française renforce la réglementation sur la protection des habitats naturels sur l'ensemble des eaux territoriales de la façade méditerranéenne, au travers d'un **cadre réglementaire définissant les conditions du mouillage et l'arrêt des navires (arrêté-cadre du préfet maritime n°123/2019)**. Les arrêtés départementaux mis en place en 2020/2021 constituent des outils réglementaires de protection des herbiers face à la pression d'ancrage de la grande plaisance.

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. **Plusieurs activités humaines** sont sources de perturbations et responsables de la régression des herbiers. Certaines d'entre elles mènent à la création de patches 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 : le chalutage, les bombardements de la seconde guerre mondiale, l'ancrage (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.

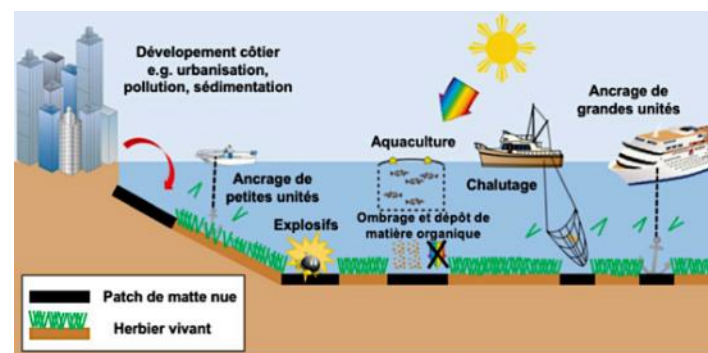


Figure 6: Impact des activités anthropiques générant des intermattes au sein des paysages sous-marins à *Posidonia oceanica* (Abadie, 2016).

I.D. La surveillance des herbiers à Posidonie

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 à 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. La caractérisation de l'état écologique de l'herbier est réalisée **par campagne régionale annuelle effectuée à la fin du printemps (mai-juin)**.

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).

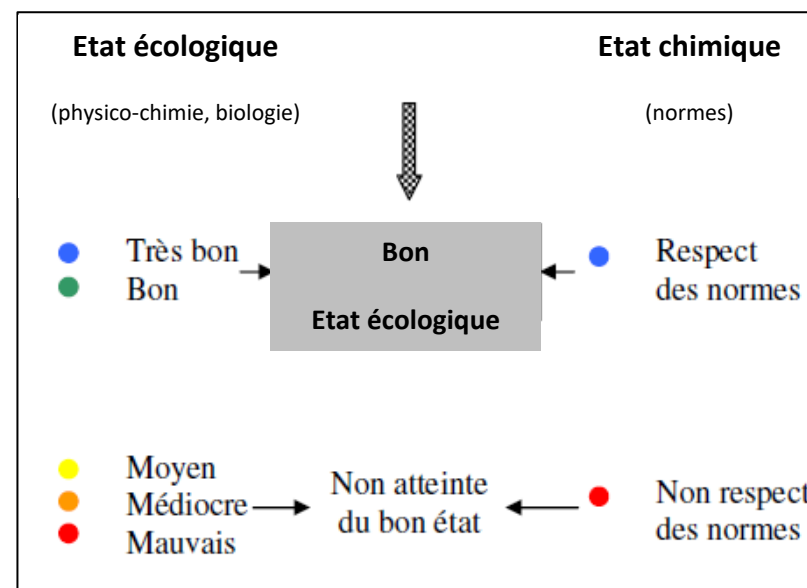


Figure 7: Définition et évaluation de l'état des masses d'eau (Source : Agence de l'eau, 2016).

Plus précisément, la DCE impose pour évaluer l'état écologique des masses d'eau 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 mesurées 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, (Gobert et al., 2009a) permet de surveiller l'état de santé de la posidonie *Posidonia oceanica* L. Delile.

II. Objectifs de TEMPO

Le réseau TEMPO s'étend sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française bordée par les trois régions Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA (région Sud)) et Occitanie. TEMPO a pour missions de recueillir des données descriptives sur la dynamique des herbiers à Posidonie et de suivre leurs évolutions dans le temps et dans l'espace.

Des protocoles différents sont appliqués sur les sites d'herbier localisés en limite inférieure et ceux à la profondeur intermédiaire, à partir desquels des indicateurs distincts sont calculés pour évaluer l'état général 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 **microcartographie de la limite inférieure de l'herbier à posidonie**, et des **mesures de vitalité** de l'herbier. Depuis 2014 un autre objectif a été ajouté au réseau TEMPO : caractériser les herbiers à *Posidonia oceanica* à la **profondeur intermédiaire de -15 m** (profondeur représentative de l'herbier en Méditerranée (Gobert et al., 2009b)) selon des protocoles standardisés :

- **PREI (Gobert et al., 2009a)** : Il est calculé depuis 2014 par Andromède sur 18 sites de la façade méditerranéenne française (suivi antérieur réalisé par IFREMER lors des campagnes DCE).

- **BiPo (Biotic Index using *Posidonia oceanica*)** (Lopez y Royo et al., 2010) : Il est calculé depuis 2015 par Andromède sur tous les sites à -15 m.

- **EBQI (Ecosystem-Based Quality Index)** (Personnic et al., 2014) : Il a été mis en place par Andromède entre 2015 et 2019 sur tous les sites localisés à -15 m, puis ponctuellement sur des suivis postérieurs (en dehors du marché de la surveillance).

Le schéma ci-dessous synthétise les données relevées sur l'herbier dans le cadre de TEMPO.

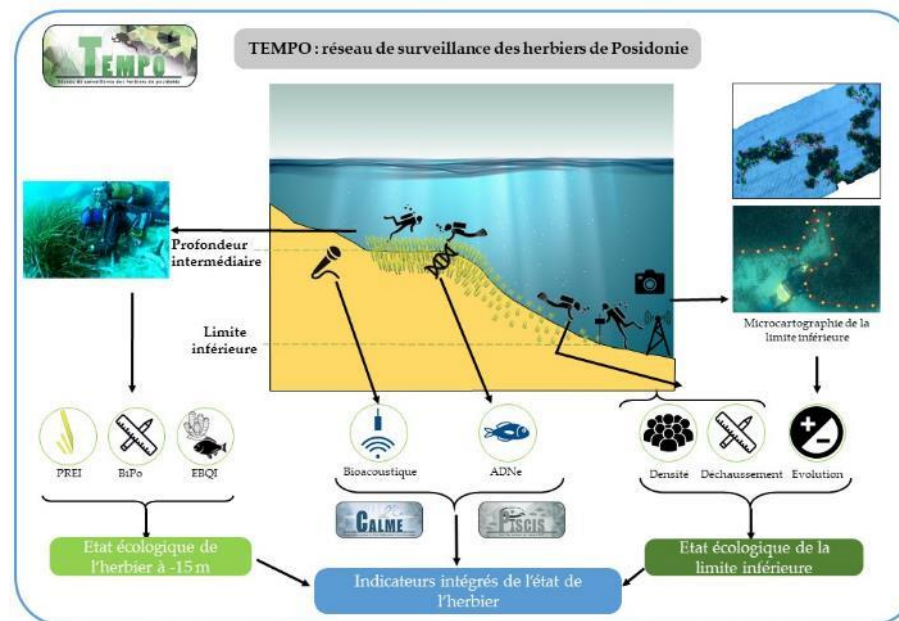


Figure 8 : Présentation générale des protocoles appliqués dans le cadre de TEMPO.

Le protocole TEMPO est réalisé en **plongée sous-marine**. Seuls des prélèvements de faisceaux ou de feuilles sont analysés **au laboratoire d'Andromède Océanologie**, à Mauguio (Hérault) pour certains indicateurs. Andromède Océanologie se charge chaque année d'effectuer les demandes de dérogation auprès des DREAL pour prélever les faisceaux d'herbier.

Toutes 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 contribuent également à l'évaluation DCSMM. L'évaluation de l'atteinte du bon état écologique pour la composante « Habitats benthiques » repose sur deux critères : le critère D6C4 qui évalue "l'étendue de la perte du type d'habitat résultant de pressions anthropiques", et le critère D6C5 qui renseigne "l'étendue des effets néfastes liés aux pressions anthropiques sur l'état du type d'habitat, notamment l'altération de sa structure biotique et abiotique et de ses fonctions" par sous-région marine et par grand type d'habitat.

Toutes les mesures ensuite analysées à la lumière des autres suivis (comparaison spatio-temporelle) et de la littérature disponible. 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.

III. Evaluation de l'état écologique des herbiers de posidonie

III.A. Localisation des sites

La base de données du réseau TEMPO (en date de novembre 2023) comprend **73 sites d'herbier localisés en limite inférieure** (243 suivis réalisés entre 2006 et 2023) (Figure 9) et **53 sites d'herbier localisés à la profondeur intermédiaire** (139 suivis entre 2014 et 2023) (Figure 10).

Les sites TEMPO prioritaires sont suivis à la fin du printemps (mai-juin) tous les trois ans avec un décalage d'un an d'une région à une autre, les sites secondaires tous les six ans. Le choix de ces points respecte 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. Ce point est particulièrement important. Il ne s'agit pas dans ce réseau de suivre l'impact d'une activité précise car c'est le rôle des suivis spécifiques ou des études d'impacts. Il s'agit d'évaluer un état général à l'échelle d'une masse d'eau, le référentiel DCE d'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique.

En 2023, pour la région Corse, 25 sites d'herbier prioritaires dont 12 sites avec le protocole établi pour la profondeur intermédiaire et 13 sites avec le protocole pour le suivi des sites en limite inférieure ont été caractérisés.



Figure 9 : Localisation des sites géographiques suivis selon le protocole TEMPO en limite inférieure (source : <https://plateforme.medtrix.fr/> - projet TEMPO – échelle : 1/ 2 800 000).

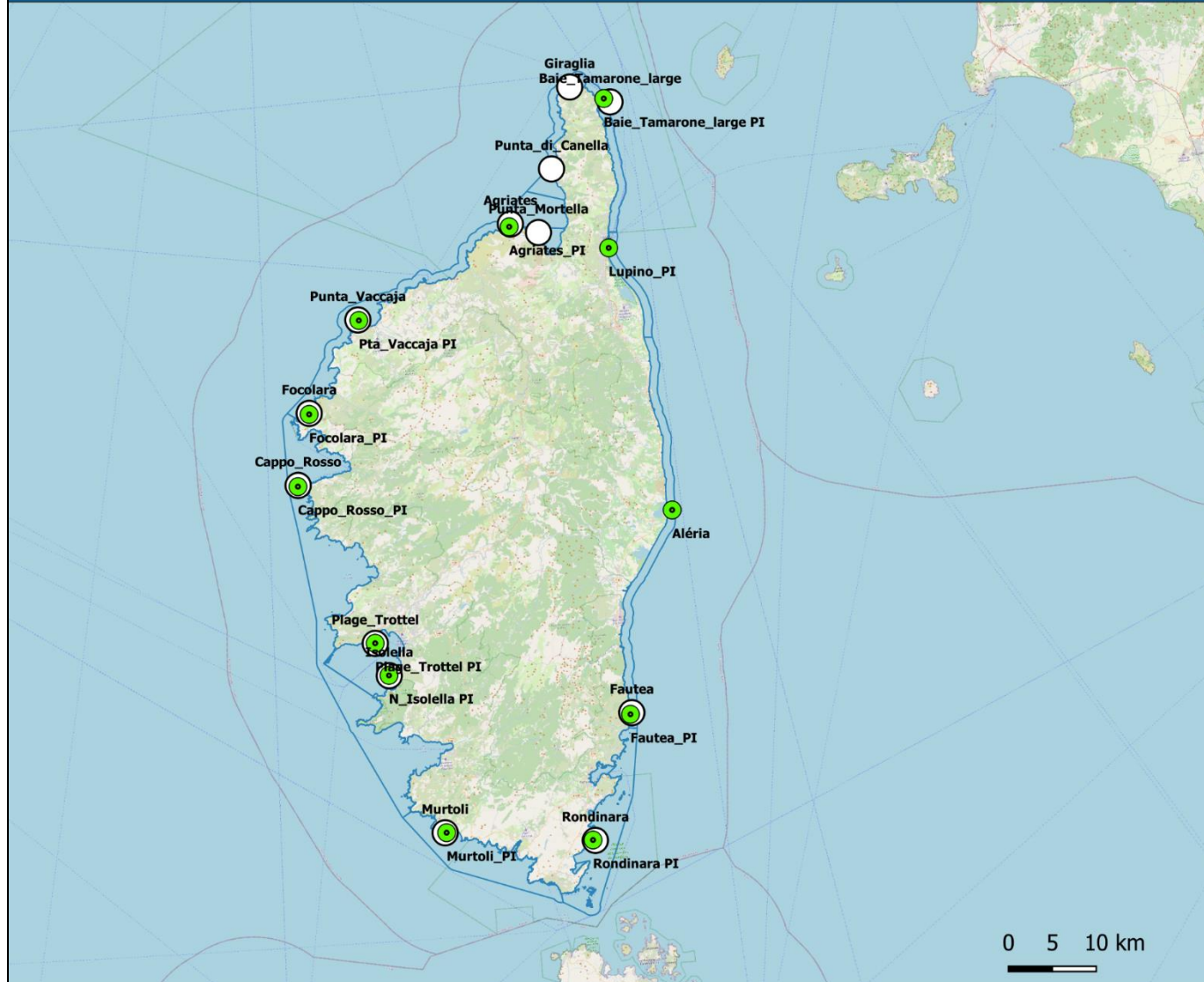


Figure 10 : Localisation des sites géographiques suivis selon le protocole TEMPO à la profondeur intermédiaire (source : <https://plateforme.medtrix.fr/> - projet TEMPO – échelle : 1/ 2 800 000).

Les cartes suivantes présentent la **localisation des sites du réseau TEMPO échantillonnés en limite inférieure et à -15 mètres en 2023.**



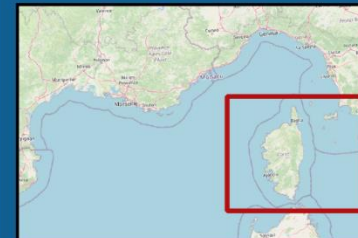
Surveillance des herbiers de posidonie en Corse - Année 2023 -



LEGENDE

- Masse d'eau côtière
- Herbier_15 m
- Herbier_Limite inférieure

1:1 200 000
EPSG : 3857 - WGS84
Spherical Mercator
Datum : World Geodetic System 1984
<https://plateforme.medtrix.fr>
www.andromede-ocean.com






III.B. Méthodes et paramètres d'analyse sur les sites TEMPO localisés en limite inférieure d'herbier




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 (au sein duquel est effectué le suivi de l'herbier). 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) Des **mesures de vitalité** (état de santé) de l'herbier à Posidonie :

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

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

-  Perturbations physiques
-  Perturbations biologiques
-  Pollutions

iii) Une **micro-cartographie** de la limite inférieure (limite d'extension la plus profonde) de l'herbier à Posidonie par photogrammétrie (tous les sites) et télémétrie acoustique (quelques sites) ;



Figure 11 : Prises de mesures de vitalité dans l'herbier.

III.B.1. Mesures de vitalité et échelles d'évaluation

- Type et profondeur de la limite inférieure : La profondeur de la limite d'extension la plus profonde est mesurée par les plongeurs à l'aide d'un profondimètre (une dizaine de mesures espacées de 1 à 5 m sont réalisées au sein du quadrat balisé). Cinq types de limite sont considérés : progressive (P), franche – fort recouvrement (F+), franche – faible recouvrement (F-), clairsemée (C), Régressive (R).

Publication(s) scientifique(s) associée(s) :

Meinesz, A., & Laurent, R. (1978). Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de Posidonia oceanica dans les Alpes-Maritimes (France)– Campagne Poséidon 1976.

- Densité de faisceaux : 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. Deux classifications de l'herbier (état mauvais à excellent) en fonction de la profondeur et des mesures de densité sont utilisées (tableaux suivants).

Publication(s) scientifique(s) associée(s) :

Pergent, G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : Etat des connaissances. Mésogée 54, 3-29.

Pergent-Martini, C., Pergent, G., 2010. Propositions de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des Magnoliophytes marines en Méditerranée (No. 72, pp. 1-70). PNUF-PAM-CAR/ASP 17–20.

Tableau 1 : 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 2 : Classification de l'herbier en fonction de la profondeur (Prof. en m). DA = densité anormale, DSI = Densité sub-normale inférieure, DN = Densité normale et DSS = Densité sub-normale supérieure (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	→

- **Déchaussement des rhizomes** : 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. 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.

Dix mesures de déchaussement (x3 répliques) soit un total de 30 mesures sont relevées en limite d'herbier. Une échelle d'évaluation du déchaussement (faible, moyen, important) est utilisée en fonction des valeurs moyennes mesurées (tableau ci-dessous).

Tableau 3: 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

Publication(s) scientifique(s) associée(s) :

Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Kruczek R., Cottalorda J.M., Bertrand M.C., Foret P., Ragazzi M., Le Direac'h L., 2000b. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : présentation et guide méthodologique. Année 2000. Région PACA, Agence de l'Eau RMC, GIS Posidonie, CQEL 13, CQEL 83, Conseil Général 06, GIS Posidonie publ. : 1-76.

III.B.2. Relevés des pressions



Figure 12 : Ancre dans l'herbier, ©Laurent Ballesta. 2018.

Sous l'eau, les plongeurs notent les observations suivantes :

- Perturbations physiques : Artificialisation du milieu (structures artificialisées (endiguements, enrochements, bétonnages, épis, canalisations, passages de câbles, installations portuaires, etc.)), blocs de matre arrachés, engins de pêche, traces de mouillages.

- Perturbations biologiques : Les espèces exotiques envahissantes (*Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa cylindracea*, *Womersleyella setacea*, algues filamenteuses. Une estimation du pourcentage de recouvrement est donnée : très faible (<20 %), faible (20-40 %), moyen (40-60 %), fort (60-80 %) ou très fort (>80 %) (ces données sont ajoutées dans [FILAMED](#)).

- Pollutions et nuisances : sources potentielles de nuisance proches (ports, rejet de station d'épuration, ...), macrodéchets (type, nombre), sédiments oxydés, traces d'hydrocarbures.

III.B.3. Micro-cartographie de la limite inférieure

Chaque site géographique TEMPO correspond à un quadrat de plusieurs dizaines ou centaine de mètres carrés balisé au sein duquel une **micro-cartographie fine** de la limite inférieure de l'herbier est réalisée, soit par télémétrie acoustique, soit par photogrammétrie.

De 2006 à 2015, toutes les micro-cartographies d'herbier ont été réalisées par **télémétrie acoustique**. Basé sur un principe d'interférométrie acoustique 3D, le positionnement acoustique est une méthode alternative aux balises physiques qui permet de multiplier facilement le nombre de points cartographiés (un point tous les 30 à 50 cm).

Publication(s) scientifique(s) associée(s) :

Descamp, P., Pergent, G., Ballesta, L., Foulquie, M., 2005. Underwater acoustic positioning systems as tool for *Posidonia oceanica* beds survey. *Comptes rendus biologies*, 328 : 75-80.

Descamp, P., Holon, F., Ballesta, L., Guilbert, A., Guillot, M., Boissery, P., Raimondino, V., Deter, J., 2011. Fast and easy method for seagrass monitoring: Application of acoustic telemetry to precision mapping of *Posidonia oceanica* beds. *Marine Pollution Bulletin*, 62 : 284-292

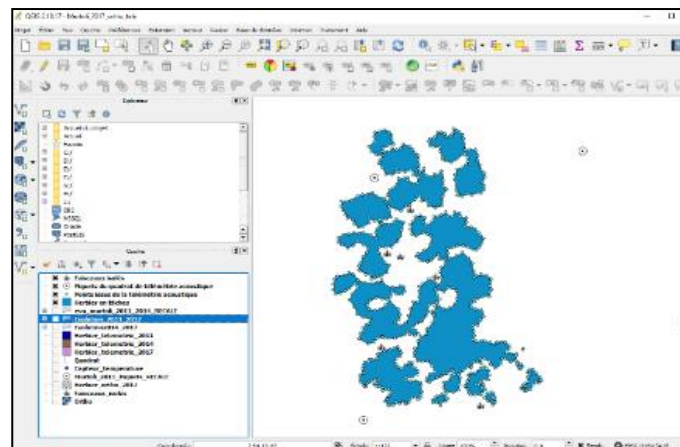


Figure 13 : [1] Plongeur équipé de l'Aquamètre D100 permettant de cartographier la limite inférieure de l'herbier par télémétrie acoustique ; [2] Exploitation des données de télémétrie acoustique sous le logiciel QGIS : délimitation de l'herbier cartographié en bleu et visualisation des piquets du quadrat en blanc.

De 2016 à 2020, les micro-cartographies d'herbier ont été réalisées par **téléométrie acoustique et par photogrammétrie**. La photogrammétrie, ou « science de la mesure sur photos » (Linder, 2016), est une technique permettant aujourd'hui de reconstruire en 3D un objet ou une scène à partir d'un grand nombre de photos prises sous différents angles de vue. Son principe de fonctionnement se base sur la vision stéréoscopique dont nous sommes nous-mêmes dotés : si nous disposons de deux (ou plus) images d'un même objet prises en différents points de vue, il est possible de calculer les coordonnées 3D de tout point de l'objet qui est visible sur les deux images. 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). L'ensemble du processus photogramétrique suit un enchaînement de traitements numériques pour passer des images 2D au modèle 3D.

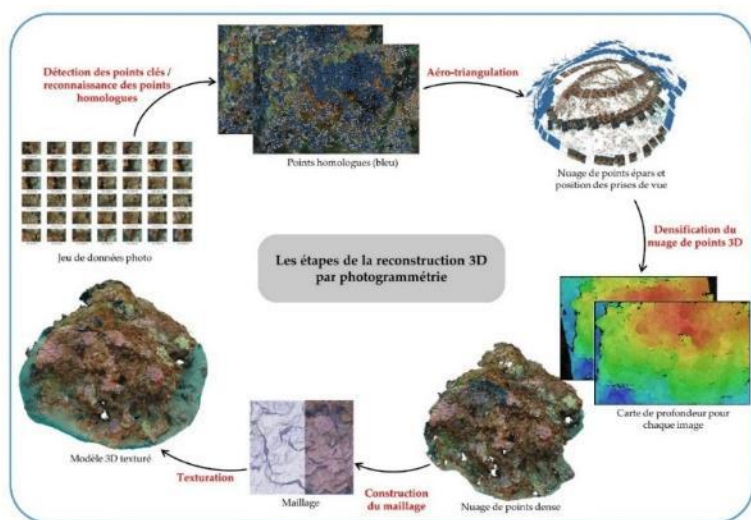


Figure 14: Les étapes de la reconstruction 3D par photogrammétrie – ici appliqué à un modèle de coralligène.

La photogrammétrie a d'abord été développée pour des applications terrestres, mais elle a été introduite en milieu sous-marin par les archéologues dans les années 1970 (Drap, 2012; Pollio, 1968). Cette technique a également démontré qu'elle pouvait servir à l'étude et au suivi de perturbations naturelles et anthropiques et leurs effets sur les écosystème marins (Burns et al., 2016). Depuis quelques années, elle est de plus en plus utilisée en écologie marine, notamment pour étudier les relations entre la structure 3D de l'habitat et la composition des assemblages (Agudo-Adriani et al., 2016; Burns et al., 2019; Carlot et al., 2020; Darling et al., 2017; Price et al., 2019), mesurer la taille et la croissance d'organismes sessiles (Abdo et al., 2006; Figueira et al., 2015; Gutiérrez-Heredia et al., 2015; Holmes, 2008; Lavy et al., 2015) ou encore **cartographier à fine échelle les habitats marins** (Casella et al., 2017; Mizuno et al., 2017).

Entre 2016 et 2022, **121 modèles photogramétriques correspondant à 61 sites géographiques** ont été réalisés dans le cadre du réseau TEMPO. Ces modèles 3D sont consultables en ligne via la plateforme cartographique MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr/>) dans les projets « TEMPO » (modèles des sites d'herbier) et « MODEL » (celui-ci permet de visualiser l'ensemble des sites modélisés en 3D par Andromède Océanologie (épave, coralligène, herbier, récifs artificiels)).

D'après notre étude de comparaison entre les méthodes de téléométrie acoustique et de photogrammétrie réalisée sur les données 2016-2020 (Andromède, 2020¹), la photogrammétrie semble la méthode à privilégier pour la cartographie des limites inférieures d'herbiers car elle est adaptée à quasiment toutes les typologies de limites inférieures, à toutes les natures de substrat et tailles de zone d'étude.

Publication(s) scientifique(s) associée(s) :

Marre, G., Holon, F., Luque, S., Boissery, P., & Deter, J., 2019. Monitoring marine habitats with photogrammetry: a cost-effective, accurate, precise and high-resolution reconstruction method. *Frontiers in Marine Science*, 6, 276.

Marre, G., Deter, J., Holon, F., Boissery, P., & Luque, S., 2020. Fine-scale automatic mapping of living *Posidonia oceanica* seagrass beds with underwater photogrammetry. *Marine Ecology Progress Series*, 643, 63-74.

¹ ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2020. Acquisitions photogramétriques 2018 – 2019 et développements méthodologiques. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 136 p.

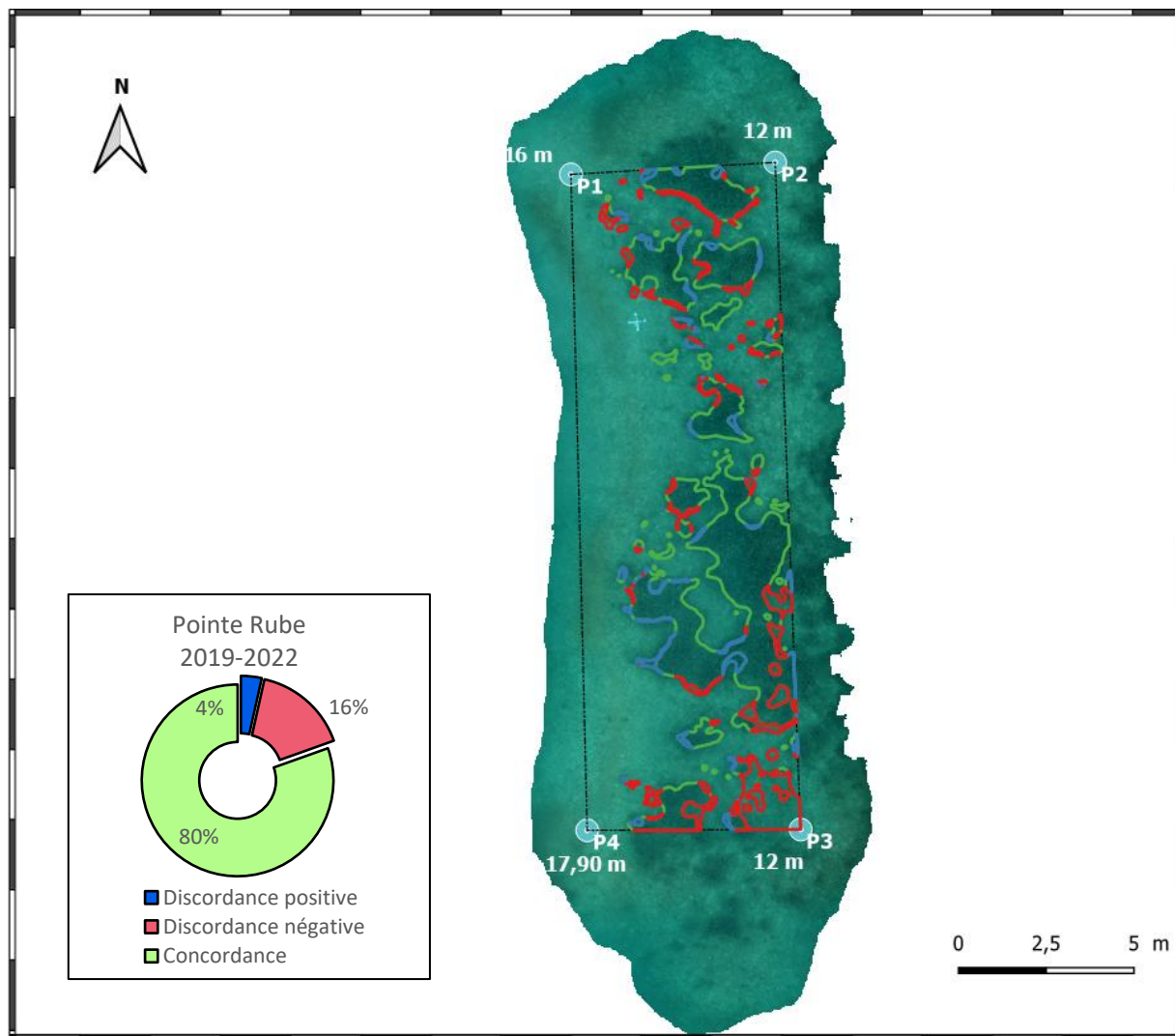
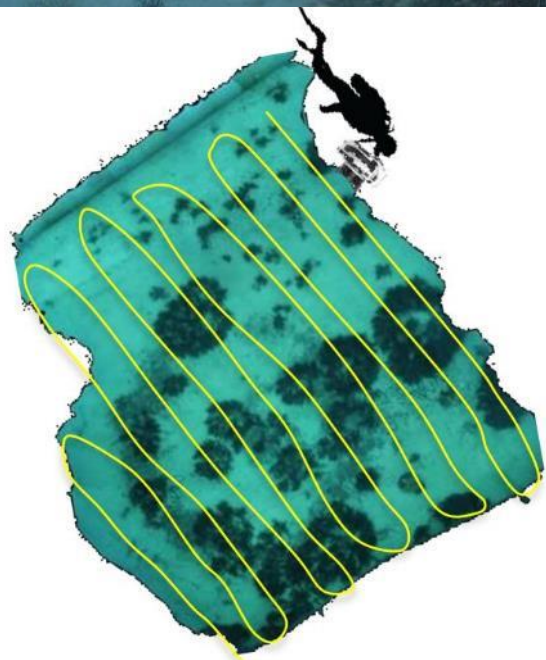
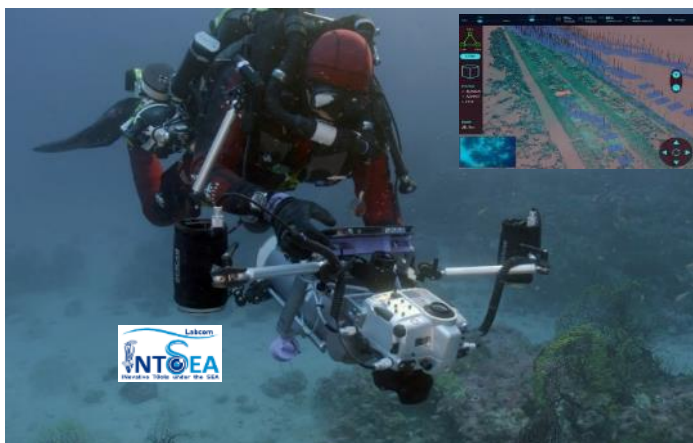


Figure 15: [1] Appareil d'acquisition photogrammétrique ; [2] Exemple de trajectoires d'acquisition des photos sur un herbier ; [3] Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2020 et 2023 sur un site cartographié à partir de la photogrammétrie.

A partir des données surfaciques issues des micro-cartographies, un indice d'évolution surfacique de l'herbier (IE) est calculé pour chaque site de la manière suivante :

$$IE = (\text{Surface de discordance positive} - \text{Surface de discordance négative}) / (\text{Surface de discordance positive} + \text{Surface de discordance négative})$$

Cet indice varie entre -1 (régression) et 1 (progression) et permet d'appréhender la dynamique évolutive de l'herbier sur le site :



III.B.1. EQR (Ecological Quality Ratio) en limite inférieure

Les données issues des mesures de vitalité de l'herbier permettent de calculer des EQR' = Ecological Quality Ratio :

- EQR' typologie qui correspond au type de limite inférieure
- EQR' profondeur qui correspond à la profondeur de la limite inférieure
- EQR' densité de faisceaux relevée en limite inférieure.

Les valeurs de référence utilisées pour calculer ces EQR' sont issues du **BiPo (Biotic Index using Posidonia Oceanica)** (Lopez y Royo et al., 2010) (tableau 9). 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.

La moyenne de ces trois EQR' permet de calculer un **EQR Site**.

Pour chaque EQR' et l'EQR Site, la valeur calculée est associée à un curseur imagé remplaçant cette valeur dans le contexte régional (valeurs minimale, maximale et moyenne observées en Méditerranée sur tous les sites TEMPO échantillonnés entre 2011-2022 pour la limite inférieure).

III.B.2. Indicateur développé pour évaluer l'état écologique des sites en limite inférieure

Grâce aux données micro surfaciques et ponctuelles (mesures de vitalité) nous calculons pour chaque site un **indicateur de dynamique évolutive de l'herbier en limite inférieure** qui prend en compte l'évolution de la densité de faisceaux (en %) et la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de régression et/ou de progression) entre chaque suivi sur un même site. Il est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Indicateur de dynamique évolutive de l'herbier en limite inférieure} = (\text{EQR'dens} + \text{EQR'prog} + \text{EQR'reg}) / 3$$

Avec :

EQR'dens = (100 - % baisse de densité) ou (% augmentation de densité / Ref dens*100) ;

EQR'prog = (% progression / Ref prog*100) ;

EQR'reg = (100 - % régression)

% correspond au pourcentage d'augmentation ou de baisse de la densité de faisceaux et au pourcentage de surface d'herbier en progression ou en régression (sur la base de la cartographie fine), obtenus sur le site entre deux suivis.

Ref correspond à la valeur de référence soit la valeur maximale pour le pourcentage d'augmentation de densité de faisceaux (Ref dens) et pour le pourcentage de progression (Ref prog) observée dans les données TEMPO en limite inférieure, tous suivis confondus depuis 2011 (Ref dens = 70 % et Ref prog = 55 %) (A la date du 31 Août 2020).

Pour les sites où certaines données sont manquantes car non acquises (ex : sur les sites secondaires dont le suivi temporel est de six ans) ou non comparables (ex : faisceaux isolés ne permettant pas d'évaluer un % de régression ou un % de progression), l'état de la dynamique évolutive de l'herbier sur le site est évalué sur la base de notre expertise. Pour ne pas dévaluer les scores des limites inférieures en très faible progression et/ou stables, seules les valeurs d'augmentation de densité > à 15 % sont considérées pour les herbiers en progression de densité. En dessous de cette valeur, l'herbier est considéré comme stable et la formule liée à la baisse densité est appliquée (valeur de 0 dans ce cas). Autrement dit, une valeur de hausse de densité comprise entre 0 et 15 équivaut à une valeur de baisse de densité égale à 0. **En 2023, les sites Fautea et Plage Trottet sont dans ce cas.**

Pour les sites où certaines données sont manquantes car non acquises, l'état de la dynamique évolutive de l'herbier sur le site est évalué sur la base de notre expertise. Ainsi, lors de la campagne 2017, plusieurs sites étaient qualifiés de **secondaires** c'est à dire qu'aucune acquisition en photogrammétrie ou télémétrie acoustique n'a été réalisée (Punta

Mortella, Punta di Canelle, Giraglia, Baie Tamarone large, Lupino, Rondinara, Golfe Santa Manza, Sanguinaires). De plus, trois sites étaient formés majoritairement de **faisceaux isolés** (Fautea, Anse Cola, Côte orientale). Ainsi sur tous ces sites (secondaires ou constitués de faisceaux isolés) aucune donnée surfacique n'est disponible en 2017 et donc l'indicateur de dynamique évolutive sur la période 2017-2020 est évalué à dire d'expert. **Sur la période 2020-2023, l'état de la dynamique évolutive de l'herbier est évalué à dire d'expert pour le site Baie Tamarone large (faisceaux isolés).**

L'indicateur de dynamique évolutive de l'herbier (relevé en limite inférieure) est un des trois indicateurs avec l'indicateur de vitalité (relevé à la profondeur intermédiaire) et l'indicateur surfacique à l'échelle de la masse d'eau, qui permet d'évaluer l'état écologique de l'herbier. Cet état écologique, combiné à un état de fonctionnement et à un état pressions, permet d'évaluer la qualité de l'écosystème herbier de posidonie dans une masse d'eau côtière. Cette méthodologie a été développée par Andromède Océanologie, en partenariat avec l'Agence de l'eau, lors de l'élaboration de l'Atlas de synthèse 2020 sur la Surveillance biologique et la qualité des eaux de Méditerranée.²

Une première grille d'interprétation de l'état écologique de l'herbier en fonction de la valeur de l'indicateur de dynamique évolutive de l'herbier en limite inférieure a été proposée par Andromède Océanologie en 2020 pour l'[atlas cartographique](#) et est utilisée dans ce rapport :

Tableau 4 : Grille d'interprétation de l'état écologique de l'herbier en fonction de la valeur de l'indicateur de dynamique évolutive de l'herbier en limite inférieure.

Indicateur de dynamique évolutive de l'herbier en limite inférieure	Etat de l'herbier	Score
80-100	Très bon	5
61-80	Bon	4
41-60	Moyen	3
21-40	Médiocre	2
0-20	Mauvais	1

Remarque 1 : pour faciliter la comparaison avec les suivis antérieurs, nous conservons les valeurs de référence *Ref dens* et *Ref prog* utilisées pour l'[atlas cartographique](#) (*Ref dens* =

70 % et *Ref prog* = 55 %). Elles seront mises à jour lors de la prochaine édition de l'atlas prévue en 2023.

Remarque 2 : La grille d'interprétation de l'état écologique de l'herbier en fonction de la valeur de l'indicateur de dynamique évolutive de l'herbier en limite inférieure évoluera dans le temps au fur et à mesure de l'amélioration des connaissances et de l'acquisition de nouvelles données. Elle sera mise à jour lors de la prochaine édition de l'[atlas cartographique](#) prévue en 2023.

² « Atlas de synthèse – Année 2020. Surveillance biologique et qualité des eaux de Méditerranée. Edition Andromède Océanologie & Agence de l'eau RMC. 120 p. »

III.C.Méthodes et paramètres d'analyse sur les sites TEMPO localisés à la profondeur intermédiaire

Sur chaque site localisé à la profondeur intermédiaire, les coordonnées GPS sont relevées à partir du bateau. Elles correspondent à celles du thermomètre posé simultanément que le relevé des informations liées à la caractérisation de l'état écologique de l'herbier. 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. **En 2023, les protocoles PREI et BiPo ont été appliqués.**

III.C.1. Indice PREI

En France, l'**indice PREI** (*Posidonia Oceanica* Rapid Easy Index, Gobert et al., 2009b) est utilisé pour surveiller l'état de santé de la posidonie *Posidonia oceanica* selon les exigences imposées par la DCE. Il est 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.

Publication(s) scientifique(s) associée(s) :

Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., Boissery, P., 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica*. *Marine Pollution Bulletin* 58, 1727–1733.

Gobert, S., Lefebvre, L., Boissery, P., & Richir, J. 2020. A non-destructive method to assess the status of *Posidonia oceanica* meadows. *Ecological Indicators*, 119, 106838.

Sartoretto Stéphane. 2007. Soutien méthodologique à la mise en œuvre de la Directive Cadre Eau (item Posidonie) : Validation du protocole de calcul de l'EQR dans les écorégions Languedoc-Roussillon et Provence Côte d'Azur.

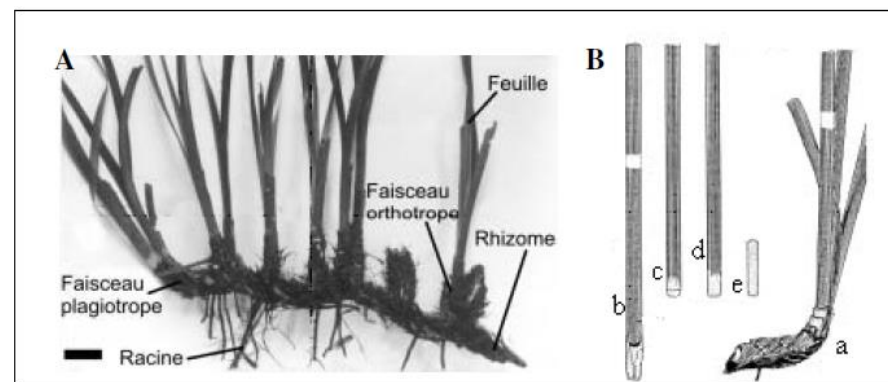


Figure 16: Illustration (A) de rhizomes et faisceaux de posidonie d'après Boudouresque et Meinesz (1982) et (B) de différents types de feuilles : (a) faisceau entier, (b) et (c) feuille adulte, (d) feuille intermédiaire et (e) feuille juvénile d'après Boudouresque (original).

Selon ce protocole, cinq métriques sont mesurées au niveau de deux secteurs caractéristiques de l'herbier : la limite inférieure (site TEMPO existant) et la profondeur intermédiaire :

- Type et profondeur de la limite inférieure : La profondeur de la limite d'extension la plus profonde est mesurée par les plongeurs à l'aide d'un profondimètre (une dizaine de mesures espacées de 1 à 5 m sont réalisées). Cinq types de limite sont considérés : progressive (P), franche – fort recouvrement (F+), franche – faible recouvrement (F-), clairsemée (C), Régressive (R).

Ces données sont recueillies sur les sites TEMPO localisés en limite inférieure au droit de ceux à la profondeur intermédiaire.

- 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, les feuilles sont dénombrées, classées en fonction de leur âge pour chaque faisceau, et mesurées (longueur totale, largeur). On distingue trois âges :

— 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.

Sur la base de ces données biométriques, la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².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)

Ces données sont recueillies sur les sites TEMPO localisés à la profondeur intermédiaire.

- 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). Au laboratoire, chaque feuille est grattée 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

Ces données sont recueillies sur les sites TEMPO localisés à la profondeur intermédiaire.

- Densité de faisceaux : La densité des faisceaux (nombre de faisceaux de feuilles vivantes par m²) est calculée dans 20 quadrats de 40 x 40 cm jetés au hasard d'une hauteur de 1,5 m sans éviter les taches de sable. Une grille de lecture simplifiée intégrant la profondeur a été proposée (Pergent-Martini and Pergent, 2010) Tableau 1). Nous complétons également avec une autre grille d'interprétation (G. Pergent et al., 1995).


Ces données sont recueillies sur les sites TEMPO localisés à la profondeur intermédiaire.




Figure 17 : [1] Plongeur prélevant des faisceaux à -15m ; [2-4] Analyse des faisceaux au laboratoire.


- Indice de qualité écologique : Le protocole PREI permet de calculer un indice de qualité écologique EQR (Ecological Quality Ratio) basé sur les cinq paramètres définis précédemment ; il se calcule de la manière suivante : $EQR = (EQR' + 0.11) / (1 + 0.1)$

Avec $EQR' = (N \text{ densité} + N \text{ surface foliaire} + N (E/L) + N \text{ limite inférieure}) / 3.5$

 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 mesurée sous l'eau si la limite est stable.

Tableau 5 : Valeurs de référence des paramètres pour les régions Corse et PACA (Gobert et al., 2009a) et Valeurs de la classe rouge des paramètres pour ces régions (Gobert, 2013). Les valeurs de Languedoc proviennent de la campagne DCE 2009 (Ifremer/AERMC) et du rapport de Sartoretto, 2007³

Région	Valeurs limites	Profondeur	Densité	Surface fol
PACA	Référence	34	675	465
	Classe Rouge	12	0	0
CORSE	Référence	41	483	546
	Classe Rouge	17	0	0
OCCITANIE	Référence	15	983	295
	Classe Rouge	1	0	0

3 Sartoretto Stéphane. 2007. Soutien méthodologique à la mise en œuvre de la Directive Cadre Eau (item Posidonie) : Validation du protocole de calcul de l'EQR dans les écorégions Languedoc-Roussillon et Provence Côte d'Azur

L'interprétation des valeurs des EQR issues de l'indice **BiPo** est réalisée d'après la grille de diagnostic suivante.

Tableau 6 : 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.

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

III.C.2. Indice BiPo

L'**indice BiPo** a été développé par Lopez y Royo (2010) sur la base de l'ensemble des données de surveillance de *P. oceanica* disponibles en Méditerranée occidentale et sur la base d'une évaluation homogène des pressions anthropiques. Le BiPo permet de déterminer le statut écologique de chaque site en prenant en compte quatre paramètres basés sur la santé de la plante *P. oceanica* elle-même :

Publication(s) scientifique(s) associée(s) :

Lopez y Royo, C., Casazza, G., Pergent-Martini, C., Pergent, G., 2010. A biotic index using the seagrass *Posidonia oceanica* (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. *Ecological Indicators* 10, 380–389.

- Type et profondeur de la limite inférieure : La profondeur de la limite d'extension la plus profonde est mesurée par les plongeurs à l'aide d'un profondimètre (une dizaine de mesures espacées de 1 à 5 m). Cinq types de limite sont considérés : progressive (P), franche – fort recouvrement (F+), franche – faible recouvrement (F-), clairsemée (C), Régressive (R).

Ces données sont recueillies sur les sites TEMPO localisés en limite inférieure au droit de ceux à la profondeur intermédiaire.

- Densité de faisceaux : La densité des faisceaux (nombre de faisceaux de feuilles vivantes par m²) est calculée dans 20 quadrats de 40 x 40 cm.

Ces données sont recueillies sur les sites TEMPO localisés à la profondeur intermédiaire.

- Longueur des feuilles : 20 mesures espacées de 1 à 5 m sont réalisées sur l'herbier.

Ces données sont recueillies sur les sites TEMPO localisés à la profondeur intermédiaire.

Tableau 7 : Type de limite inférieure 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



Figure 18 : [1] Plongeur mesurant la longueur des feuilles ; [2] Plongeur évaluant la densité de faisceaux dans un quadrat de 40 x 40 cm

- Indice de qualité écologique : Basé sur les quatre paramètres précédents, le protocole BiPo permet de calculer un indice de qualité écologique EQR (Ecological Quality Ratio) interprété selon une **grille de diagnostic** (Figure 3, Lopez y Royo, 2010) qui est identique à celle utilisée pour le PREI :

Tableau 8 : 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.

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

Tableau 9 : Paramètres et valeurs de référence utilisées pour l'indice BiPo. 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 ⁽¹⁾
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
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. Présentation des résultats

Ce présent rapport détaille **une fiche par masse d'eau** comprenant la description du (des) site(s) TEMPO échantillonné(s) en limite inférieure puis du (des) site(s) TEMPO échantillonné(s) à la profondeur intermédiaire de – 15 m.

Ces fiches intègrent les éléments suivants :

-  Des photographies de l'**herbier** ;
-  Des photographies du **capteur de température** ;
-  Les photographie **d'espèces** particulières observées, de **pressions** ou tout autre élément remarquable ;
-  Une carte présentant la **cartographie du site d'herbier** réalisée en 2022 par photogrammétrie (pour les sites en limite inférieure d'herbier) ;
-  Une carte intégrant la **dynamique évolutive de l'herbier sur le site** entre 2019 et 2022 réalisée à partir des données photogrammétriques (pour les sites en limite inférieure d'herbier) ;

Des **tableaux** détaillant les valeurs des paramètres et les indices écologiques calculés. Chacun de ces paramètres est associé à un curseur imagé remplaçant la valeur observée dans le contexte national (valeurs minimale, maximale et moyenne observées en Méditerranée sur tous les sites TEMPO échantillonnés entre 2011-2023 pour la limite inférieure & entre 2014-2023 pour la profondeur intermédiaire). A savoir qu'à partir de quatre valeurs, le curseur correspondant à la valeur (pour un paramètre souhaité) n'apparaît plus sur le tableau de comparaison.



Figure 19 : 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 du BiPo peuvent être sous-estimées. Si des données ne sont pas acquises (=NA) elles se changent automatiquement en 0 dans le tableau de comparaison (voir tableau ci-contre).

Valeur BiPo (PI)	0	0.6	0.62	0	0.84
				0.56	
Valeur PREI (PI)	0.66	0.63	0.57	0	0.84
				0.27	

Tableau 10: Tableau de synthèse disponible pour chaque site en limite inférieure.

Valeur EQR LI	EQR du site en limite
Type de limite inférieure	Type : 1 : régressive ; 2 : clairsemée ; 3 : franche - ; 4 : franche + ; 5 : progressive
EQR' Type de limite inférieure	EQR' Type de limite inférieure
Profondeur de la limite inférieure	Profondeur maximale de la limite inférieure (en m)
EQR' Profondeur de la limite inférieure	EQR' Profondeur de la limite inférieure
Densité de faisceaux (faisceaux/m ²)	Densité de faisceaux (nb / m ²)
EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure	EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure
Déchaussement de l'herbier (cm)	Déchaussement de l'herbier en limite inférieure (en cm)

Tableau 11: Synthèse disponible pour chaque site à la profondeur intermédiaire.

Valeur EQR (LI)	EQR du site en limite inférieure
Valeur BiPo (PI)	Valeur EQR BiPo
Valeur PREI (PI)	Valeur EQR PREI
Profondeur intermédiaire du site (m)	Profondeur maximale de la limite inférieure (en m)
Profondeur de la limite inférieure (m)	Profondeur de la limite inférieure (en m)
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	Densité de faisceaux à -15m (nb / m ²)
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	Densité de faisceaux en limite inférieure (nb / m ²)
Type de limite inférieure	Type : 1 : Régressive ; 2 : clairsemée ; 3: franche - ; 4: franche + ; 5: progressive
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	Déchaussement de l'herbier en limite inférieure (en cm)
Longueur des feuilles à la PI (mm)	Longueur moyenne des feuilles à -15m
Surface foliaire à la PI (cm ² /faisceaux)	Surface foliaire à -15m (cm ² /faisceaux)
Charge épiphytaire à la PI	Charge épiphytaire à -15m

IV. Pose de thermomètres

IV.A. Contexte

Depuis 2013, Andromède Océanologie, avec le soutien de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, équipe les sites de surveillance du coralligène (réseau RECOR) et des herbiers à Posidonie (réseau TEMPO) avec des capteurs de température HOBO Water Temp Pro v2. **248 capteurs** (143 capteurs RECOR et 97 capteurs TEMPO) sont en cours d'acquisition de données entre 3 et 115 mètres de fond en Méditerranée française. Ces capteurs permettent de réaliser **une mesure toutes les 30 minutes** pendant 5 ans. Leur répartition ainsi que la fréquence élevée des mesures nous permettront de produire des cartographies de température de fond et de corrélérer nos observations biologiques sur les sites TEMPO et RECOR aux variations de ce paramètre abiotique.

Ces données de température sont essentielles pour comprendre, au regard du changement climatique, les données de diversité, de répartition et d'état de santé des herbiers de Posidonie et des assemblages coralligènes observées. En effet, s'il existe plusieurs modèles prédictifs de circulation régionale (NEMOMED8 (Sevault et al., 2009), MARS3D (Lazure et al. 2008)) et des capteurs de température embarqués sur des flotteurs mobiles (www.argo.ucsd.edu), les capteurs permanents mesurant la température de fond sont encore rares (www.tmednet.org) et aucun réseau de mesure dense n'existait sur le littoral méditerranéen français avant la mise en place de [CALOR](#).

IV.B. Matériel utilisé



Les capteurs de température utilisés correspondent au modèle HOBO Water TEMP Pro v2 (figure ci-contre). Ces enregistreurs de température, étanches jusqu'à 120 mètres et immergeables, ont été paramétrés pour permettre de prendre une mesure toutes les 30 minutes.

Figure 20 : Capteur de température HOBO Water TEMP Pro v2.

Ces enregistreurs ont une résolution de 12-bit (42000 mesures), disposent d'une sonde de précision de +/-0,2 °C sur une large échelle de mesure (-20 °C à +50°C dans l'eau) et une mémoire non volatile (conserve les données en cas de pile usée). Ce matériel permet ainsi de garantir la collecte des données dans les meilleures conditions, notamment de précision de fiabilité et de durée de vie.

Chaque capteur porte une étiquette de référence incitant tout éventuel plongeur à ne pas le relever. Un étiquetage spécifique a été effectué sur ces capteurs de température : l'étiquette plastifiée mentionne le réseau de surveillance, l'année de mise en place du capteur, un numéro de téléphone et un mail de contact, et une mention « Merci de ne pas toucher au capteur ».



Figure 21 : Etiquette mise en place sur les capteurs de température posés en 2023.

V. Résultats

Dans le cadre du marché de la surveillance, la campagne TEMPO de l'année 2023 a été menée en région Corse sur 25 sites d'herbier prioritaires dont 12 sites avec le protocole établi pour la profondeur intermédiaire et 13 sites avec le protocole pour le suivi des 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) en limite inférieure en 2011, 2014, 2017, 2020 et actualisé(s) par les données 2023 ; puis (2) du (des) site(s) TEMPO échantillonné(s) à la profondeur intermédiaire de – 15 m en 2014, 2017, 2020 et 2023 selon les sites PREI et BiPo.



Figure 22 : Herbier de posidonie ©Laurent Ballesta.

Le format des fichiers de bancarisation, rendus à part de ce rapport, est présenté en annexe.

V.A. Masse d'eau FRDC01c

La masse d'eau FRDC01c comprend le site TEMPO **Punta Mortella** échantillonné en limite inférieure, située à l'ouest du golfe de St-Florent.



V.A.1. Punta Mortella (masse d'eau FREC01c) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	20				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input checked="" type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Mérou brun (<i>Epinephelus marginatus</i>), Picarels (<i>Spicara smaris</i>), Eponge bleue encroutante (<i>Phorbas tenacior</i>), Eponge orange encroutante (<i>Crambe crambe</i>), Gorgone jaune (<i>Eunicella cavolini</i>)				



Figure 23 : Illustration du site Punta Mortella en limite inférieure de l'herbier (2023).

A proximité de la ville de St Florent, le site 'Punta Mortella' se situe dans la masse d'eau 'Golfe de Saint-Florent' (FREC01c). L'herbier se développe sur du **sable grossier**. Il est assez **clairsemé** et de nombreux **faisceaux épars** sont observés.

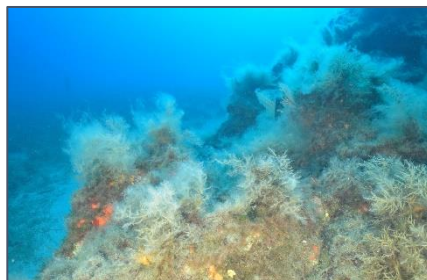


Figure 24 : Limite inférieure de l'herbier du site Punta Mortella (2023).

Présence sur le site d'un petit massif rocheux avec des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*). En 2023, les espèces remarquables observées sont le **mérou brun** (*Epinephelus marginatus*), des **picarels** (*Spicara smaris*).

On note également la présence d'algues du genre *Cystoseira*, et des spongiaires comme l'**éponge encroûtante bleuâtre** (*Phorbas tenacior*) et l'**éponge encroûtante orange-rouge** (*Crambe crambe*).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	42 43,289
Longitude :	9 15,657
Date de pose	07/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10950634
Profondeur du capteur (m)	33,30
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur le le piquet 1 dans le sable à côté de la roche



Figure 25 : Données et photo du capteur de température en limite inférieure (2023).

c. 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.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01c	FREC01c	FREC01c	FREC01c	FREC01c	
Nom du site	Punta Mortella	Punta Mortella	Punta Mortella	Punta Mortella	Punta Mortella	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.54	0.56	0.54	0.53	0.53	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	2	2	2	2	2	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	127	163	121	91	109	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.27	0.31	0.26	0.22	0.24	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1	3	3	4	2	-2 - 7 1.07

La limite inférieure est de type **clairsemé**, mais on note une **limite franche à fort recouvrement** sur certaines zones de l'herbier. Elle se situe à **-35,6 m de profondeur**.

En 2023, la densité moyenne est de **109 ± 30,06 faisceaux/m²** (91 faisceaux/m² en 2020 ; 121 faisceaux/m² en 2017 ; 163 faisceaux/m² en 2014 et 127 faisceaux/m² en 2011). Malgré une tendance à la diminution de la densité de faisceaux/m² observée depuis 2014, celle-ci augmente entre 2020 et 2023.

Selon la classification de Pergent *et al.*, (2008) et Pergent-Martini *et al.*, (2010), l'herbier est en **bon état en 2023** par rapport à sa profondeur et sa densité de faisceaux. Celui-ci était classé comme état normal en 2020 (l'herbier était en bon état en 2017 et en excellent état en 2014). Selon la classification Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995), la densité est **normale** en 2023.

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

La valeur de l'EQR Site en 2023 (0,533), en 2020 (0,527), en 2017 (0,540), en 2014 (0,557) et en 2011 (0,543) est inférieure à la moyenne régionale observée en Corse. Le site est en **état écologique moyen**, sauf en 2014 où celui-ci était classé en bon état écologique grâce à une densité de faisceaux plus importante. Néanmoins, **cet état moyen est stable au cours des différents suivis**.

d. Perturbations observées

La station se situe à 1 km au Nord Est de l'embouchure d'un cours d'eau temporaire qui draine un bassin versant couvert de maquis et l'étang de Loro. Aucune construction n'est comptée à proximité à l'exception de deux groupes de bâtiments visibles sur photos aériennes dans le domaine de Fonaverte et au-dessus de la Punta di Cepo. La zone peut être utilisée pour le mouillage forain mais elle se trouve surtout encadrée à 500 m au Nord et au Sud par des zones fortement utilisées pour le mouillage forain (Saleccia et anse de Fornali).

De plus, cette station se situe à 5 km au Nord de la Ville de St Florent (1 634 habitants en 2014, *source : INSEE, consultée en novembre 2023*) et de son port de 920 places annuelles et de passages (*source : www.portsaintflorent.com, consultée en novembre 2023*). Des bateaux de croisière font régulièrement escale dans le Golfe de St Florent (*source : port de St Florent, consultée en novembre 2023*).

En 2023, l'on note la présence **d'algues filamenteuses** sur le site.



Figure 26 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Punta Mortella (Source : Google Earth)

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés**.



Figure 27 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. *Données historiques*

La limite supérieure d'un herbier situé près de St Florent (sur la plate-forme récifale) a été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, le piétinement et l'échouage fréquent de bateaux constituent les perturbations les plus importantes pour l'herbier. Néanmoins, la densité de faisceaux était bonne (710/m² à 4,9 m) et le déchaussement moyen (4 cm) (Pergent et al., 2008). Aucune autre donnée historique n'a été transmise depuis.

f. *Cartographie des herbiers par photogrammétrie*

Le quadrat de délimitation de l'herbier à posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans la roche et le sable entre -30,6 et -35,8 m.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 13 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01c	FREC01c	FREC01c	
Nom du site	Punta Mortella	Punta Mortella	Punta Mortella	
Période d'évolution	2011-2014	2017-2020	2020-2023	
% Discordance positive	6	2	4.8	
% Discordance négative	5.8	2.5	2.2	
Concordance	88.2	95.5	93	
Surface comparée (m ²)	245	54	56	

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 4,79 % de discordance positive, 2,24 % de discordance positive et 92,97 % de concordance. L'indice d'évolution pour cette période (0,36) indique un **herbier stable mais à tendance légèrement progressive qui sera à confirmer lors du prochain suivi**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe sur ce site 2,02 % de discordance positive, 2,46 % de discordance négative et 95,53 % de concordance. L'indice d'évolution (0,10) indique un **herbier stable**.

L'indice d'évolution indique un herbier stable depuis 2017 avec une tendance progressive lors du dernier suivi qui sera à confirmer.

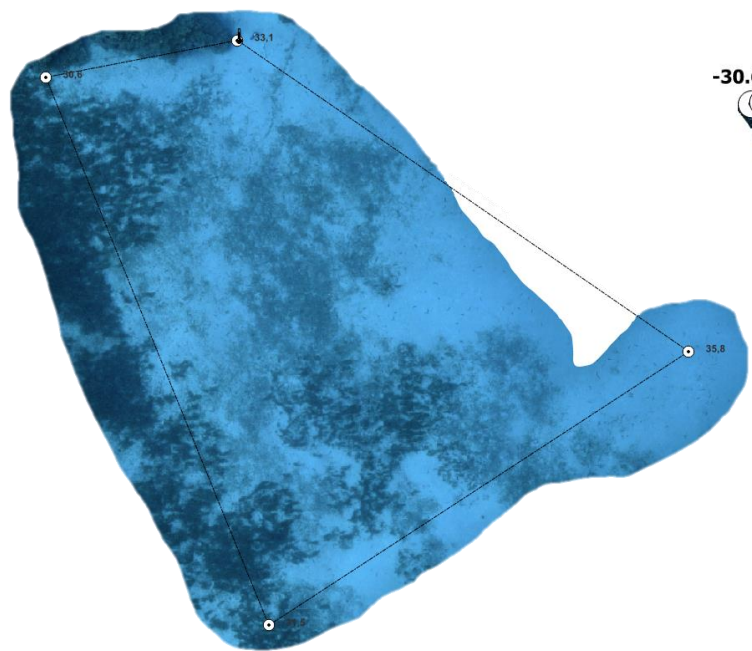
L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** depuis 2011.

Ce site, qualifié de secondaire en 2017, n'avait pas été cartographié par télémétrie acoustique mais avait fait l'objet d'acquisitions photogrammétriques. La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

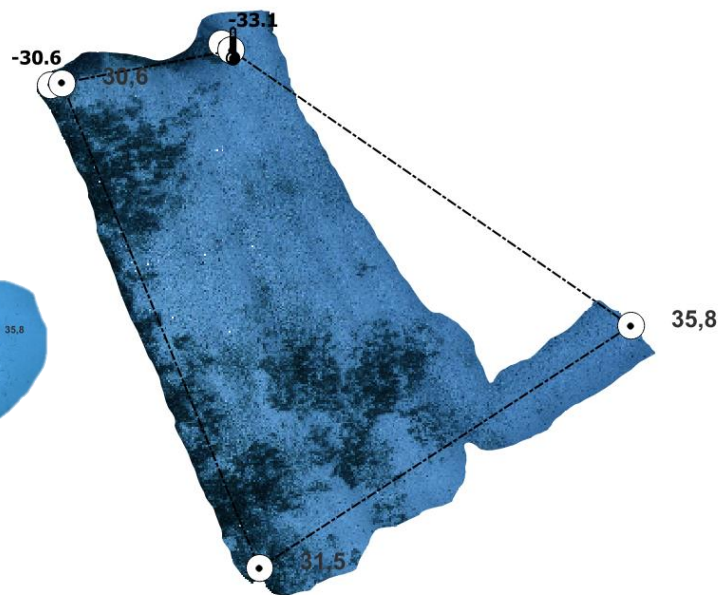
Le modèle 3D du site Punta Mortella en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **1 515 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

2023



2020



2017

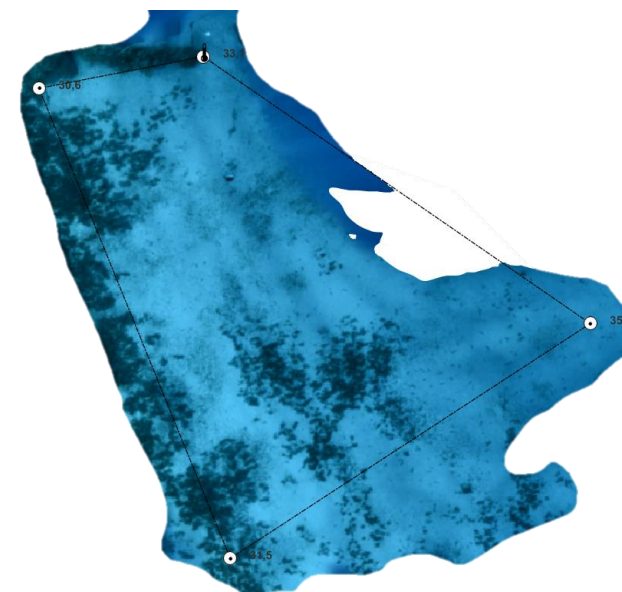


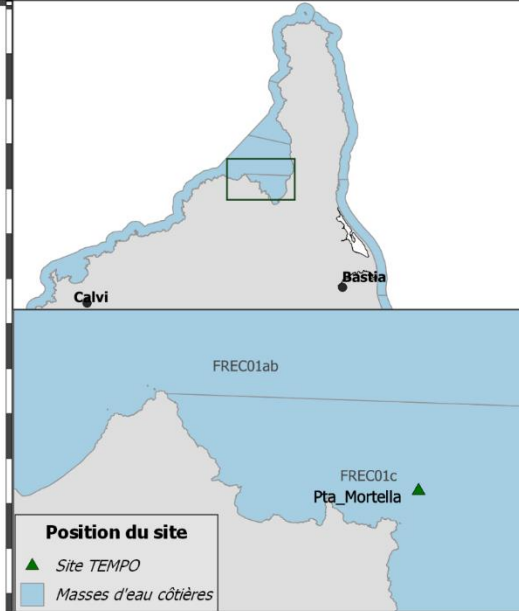
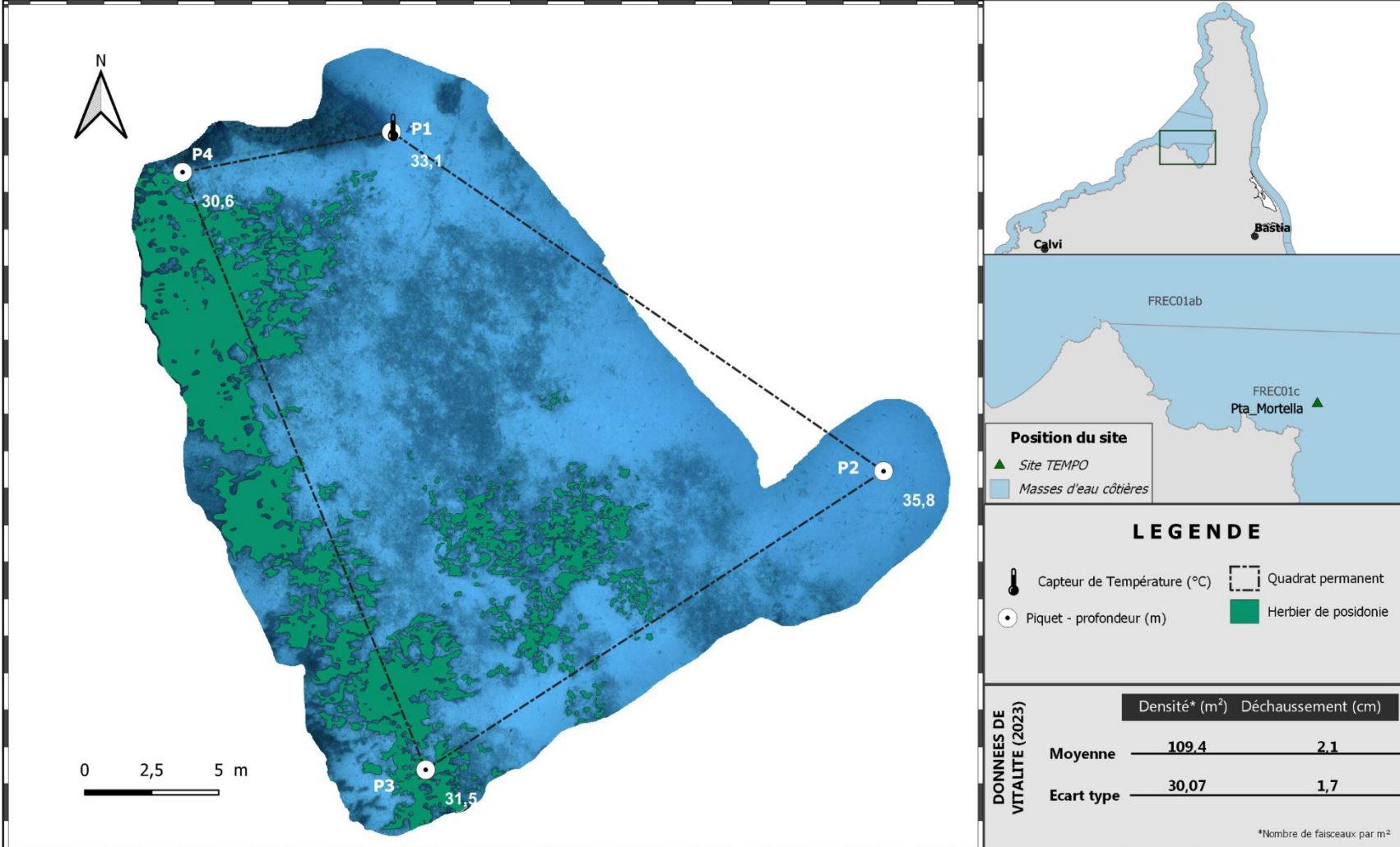
Figure 28 : Vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), 2020 (au milieu) et 2017 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023

SITE > Pta Mortella < FREC01c - Baie Saint Florent



Position du site

- ▲ Site TEMPO
- Masses d'eau côtières

LEGENDE

- 🌡️ Capteur de Température (°C)
- ⊞ Quadrat permanent
- ⊙ Piquet - profondeur (m)
- Herbier de posidonie

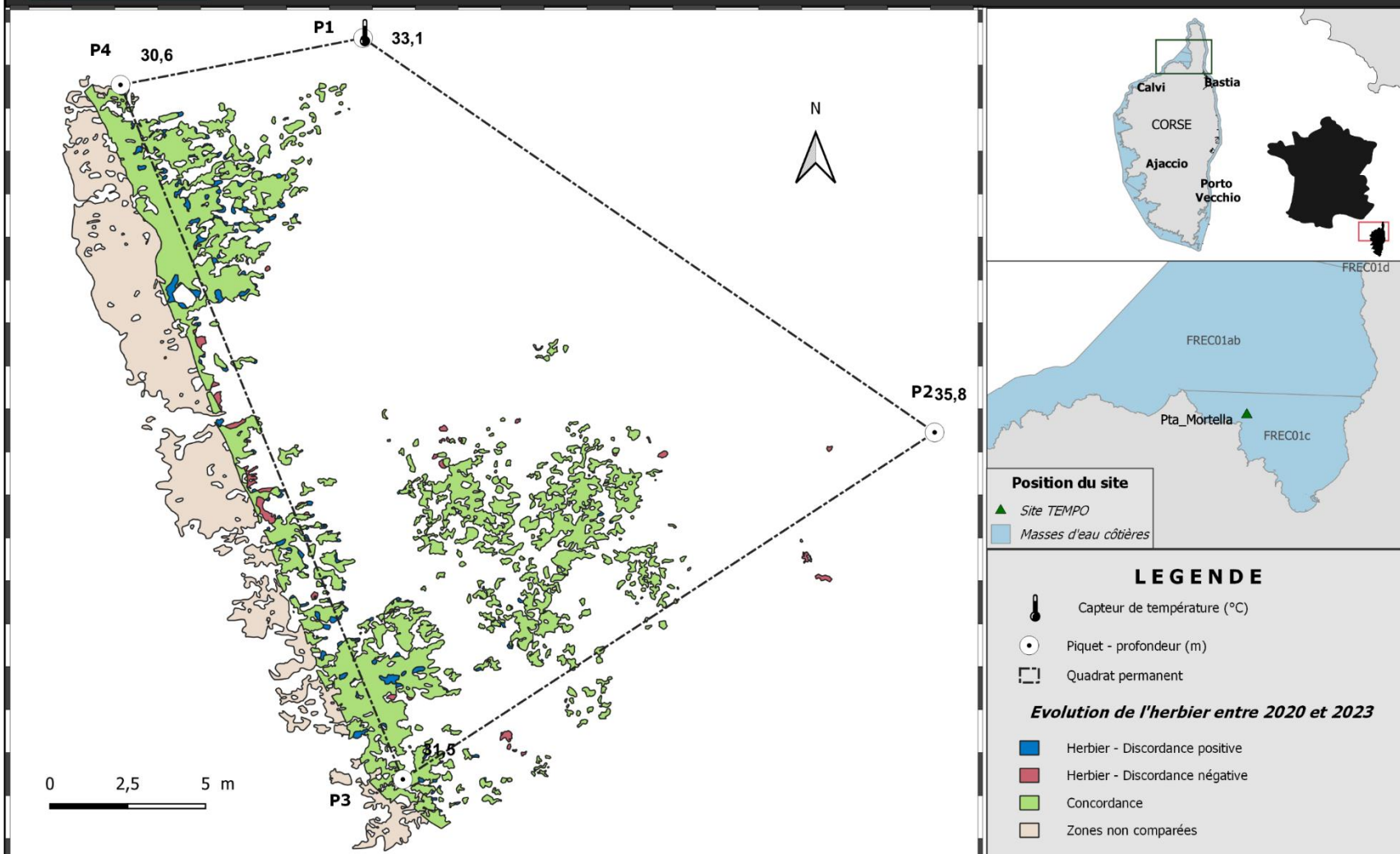
DONNÉES DE VITALITÉ (2023)	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)	
	Moyenne	109,4	2,1
	Ecart type	30,07	1,7

*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.

SITE > Pta Mortella < FREC01c - Baie Saint Florent



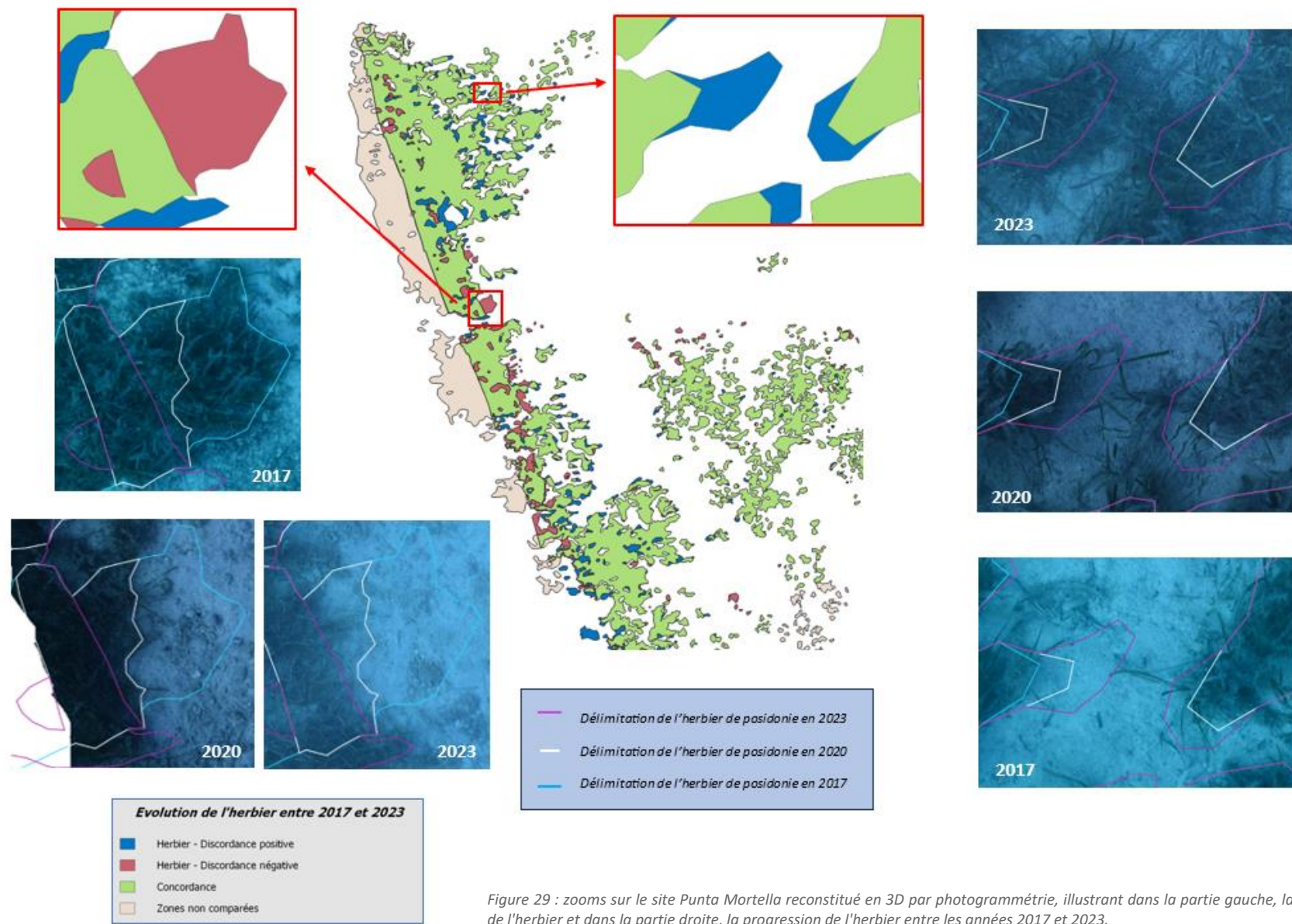


Figure 29 : zooms sur le site Punta Mortella reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustrant dans la partie gauche, la régression de l'herbier et dans la partie droite, la progression de l'herbier entre les années 2017 et 2023.

V.B. Masse d'eau FREC01ab

La masse d'eau FREC01ab comprend trois sites TEMPO en limite inférieure : **Agriates, Punta Vaccaja, Focolara**. A -15 m, il y a les sites **Agriates PI, Punta Vaccaja PI et Focolara PI**.



V.B.1. Agriates (masse d'eau FREC01ab) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> <i>Caulerpa cylindracea</i>	<input type="checkbox"/> <i>Caulerpa taxifolia</i>	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> <i>Womersleyella setacea</i>	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Peu de poissons sur le site (uniquement des girelles (<i>Coris julis</i>) ont été observées dans l'herbier). Présence d'oursins granuleux (<i>Sphaerechinus granularis</i>)				

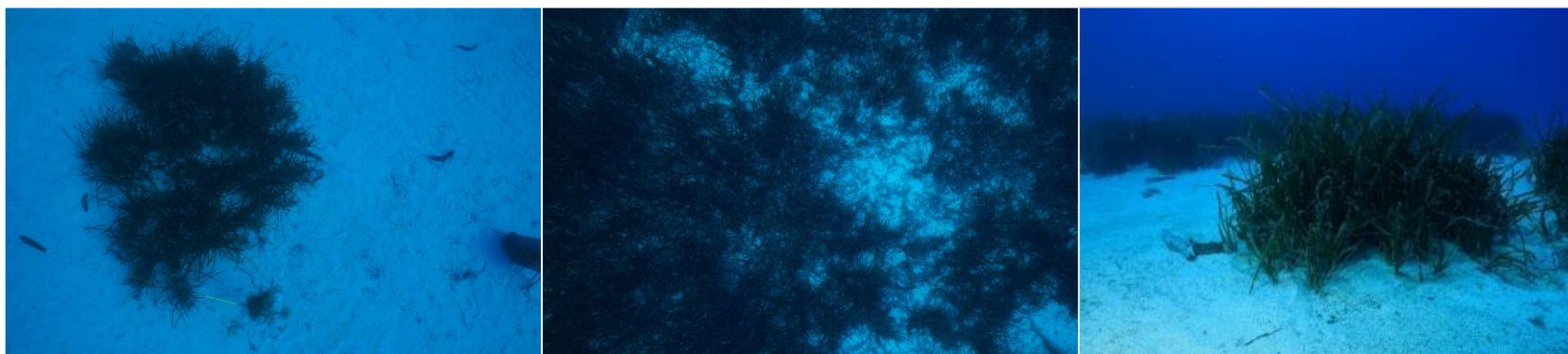


Figure 30 : Illustrations du site Agriates en limite inférieure de l'herbier en 2023(à gauche et au centre) et 2020 (à droite).

Le site 'Agriates' est situé au Nord de la Corse, au sein de la masse d'eau 'Pointe Palazzu - Sud Nonza' (FREC01ab). L'herbier se développe sur du **sable grossier**. On observe des marques d'hydrodynamisme et l'herbier s'alterne en petites et grosses tâches denses.



Figure 31 : Limite inférieure de l'herbier du site Agriates (2023).

Des nacres ont été observées sur le site en 2014 et 2017 et tous les individus observés depuis 2020 sont morts.

Les espèces observées sur le site en 2023 sont des **girelles** (*Coris julis*) et des **oursins granuleux** (*Sphaerechinus granularis*).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	42 44,603
Longitude :	9 11,100
Date de pose	08/06/2023
Heure de lancement	20h00
N° capteur	20586634
Profondeur du capteur (m)	36,60
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Piquet dans sable

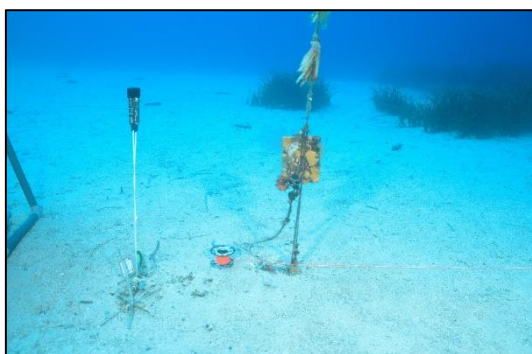


Figure 32 : Données et photo du capteur de température posé en limite inférieure de l'herbier (2023).

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

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

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Agriates	Agriates	Agriates	Agriates	Agriates	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.8	0.75	0.72	0.74	0.72	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	3	3	3	3	3	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	36.5	37.5	37.5	37.5	37.5	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.95	0.98	0.98	0.98	0.98	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	347	263	233	251	232	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.78	0.6	0.53	0.58	0.53	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	3	4	5	5	4	-2 - 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **franche à faible recouvrement** et se situe à **-37,5 m de profondeur**.

La densité moyenne est de **232 ± 56,73 faisceaux/m²** en 2023 (251 faisceaux/m² en 2020 ; 233 faisceaux/m² en 2017 ; 263 faisceaux/m² en 2014 ; 347 faisceaux/m² en 2011). La densité est faisceaux est relativement stable même si une faible tendance à la diminution est observée. L'herbier est en **excellent état** compte tenu de sa profondeur et de la densité de ces faisceaux (Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010). Cette densité est considérée comme **normale** en 2023 selon la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) (densité normale en 2017). Cette régression d'une densité sub-normale en 2020 (également 2014 et 2011) à normale en 2023 est liée à la diminution de la densité.

En 2023, le déchaussement de l'herbier est **faible** (< 5cm). Celui-ci était classé comme moyen en 2020 et 2017 et le déchaussement était faible en 2014 et 2011.

La valeur de l'EQR Site en 2023 (0,723), en 2020 (0,740), en 2017 (0,723), et 2014 (0,747) est supérieure à la moyenne régionale de la Corse. Depuis 2014, l'herbier du site Agriates est en **bon état écologique** (très bon état écologique en 2011).

d. Perturbations observées

Aucune habitation n'est visible à proximité de cette station (voir image aérienne ci-dessous). En revanche, la limite inférieure de l'herbier est située en aval d'un cours d'eau temporaire, ce qui expose l'herbier à Posidonie à des perturbations provoquées par les mouillages forains de la baie de Saleccia. Aucune perturbation (biologique, physique ou pollution) n'a été recensée en 2023.



Figure 34 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Agriates (Source : Google Earth).

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés**.



Figure 33 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans du substrat meuble entre -35,7 et -37,4 m.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique microsurfactive de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 15 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Agriates	Agriates	Agriates	Agriates	
Période d'évolution	2011-2014	2014-2017	2017-2020	2020-2023	
% Discordance positive	4.1	8.5	5.9	7	0 23.1 6.09
% Discordance négative	10.2	6.5	7.1	3.6	0 20.9 5.58
Concordance	85.7	85	87	89.4	0 99.6 85.3
Surface comparée (m²)	167	164	64	64	0 465 103.62

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe 6,98 % de discordance positive, 3,61 % de discordance négative et 89,41 % de concordance. L'indice d'évolution de l'herbier (0,32) indique un **herbier stable mais à tendance légèrement progressive qui sera à confirmer lors du prochain suivi**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe 5,91 % de discordance positive, 7,06 % de discordance négative ainsi que 87,04 % de concordance. L'indice d'évolution de l'herbier (-0,09) indique un **herbier stable**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2014-2017**, on observe 8,53 % de discordance positive, 6,52 % de discordance négative ainsi que 84,95 % de concordance. L'indice de l'évolution de l'herbier (0,13) indique un **herbier stable**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2011-2014**, on observe 4,14 % de discordance positive, 10,21 % de discordance négative ainsi que 85,65 % de

concordance. L'indice de l'évolution de l'herbier (-0,42) indique un **herbier stable à tendance légèrement régressive**.

De manière générale, l'indice d'évolution indique un herbier qui est passé d'un état légèrement régressif en 2011 à un herbier stable jusqu'en 2023. Les derniers paramètres indiquent une tendance légèrement progressive de l'herbier qui sera à confirmer lors du prochain suivi.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un **bon état écologique** de l'herbier depuis 2014 à 2023 (moyen état de 2011 à 2014).

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site d'Agriates en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **1 444 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

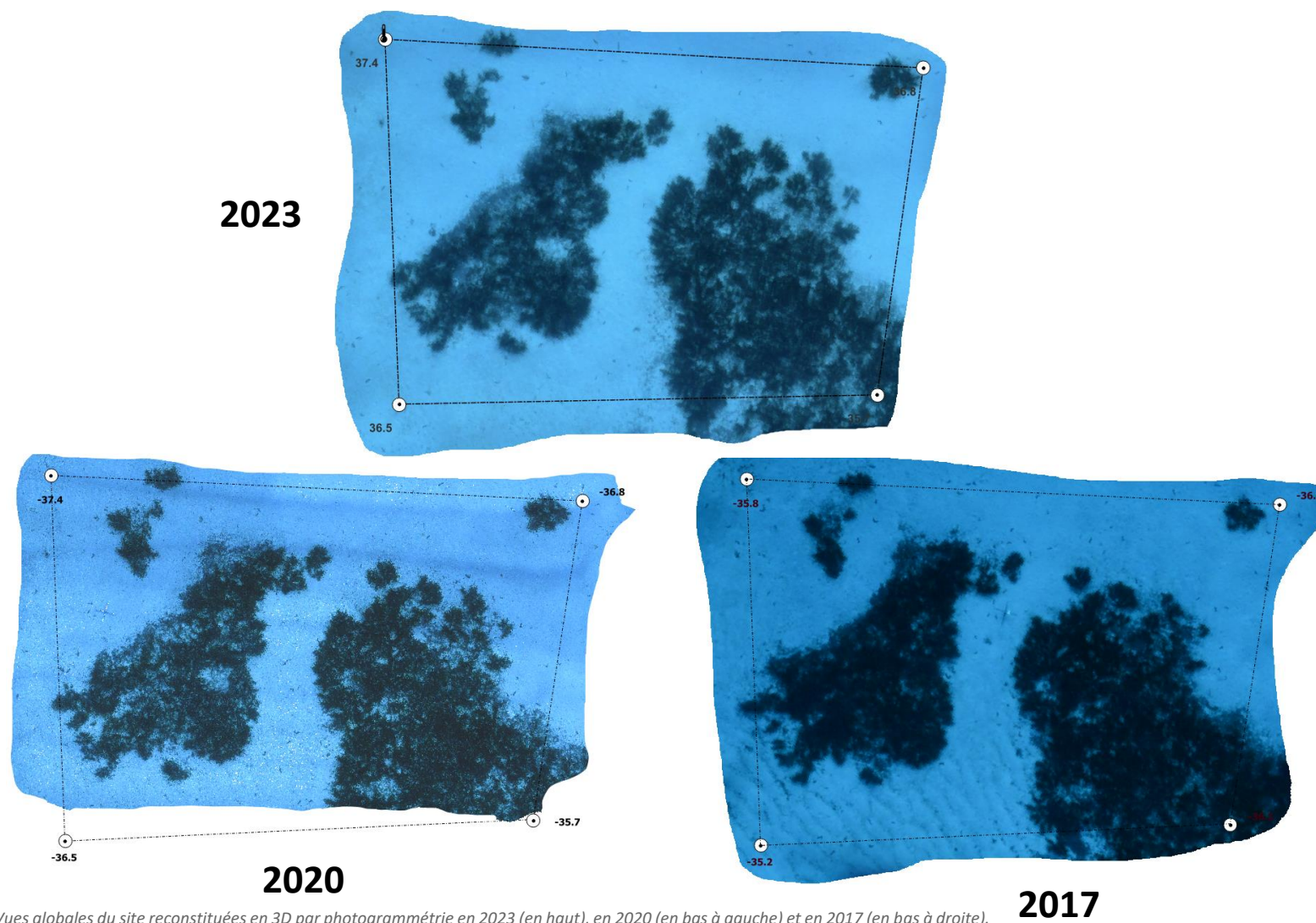


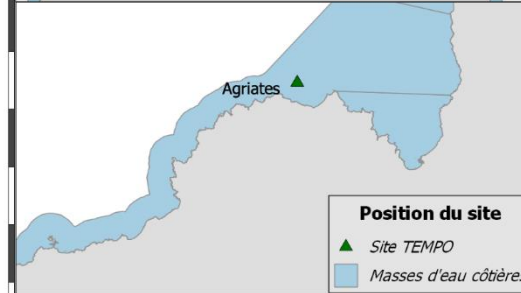
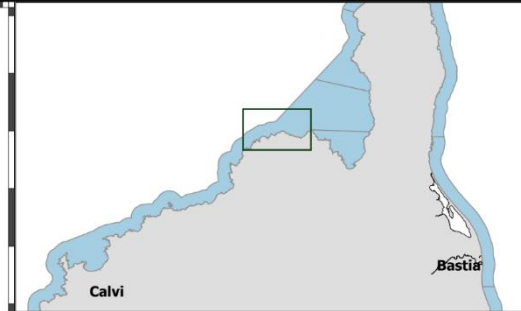
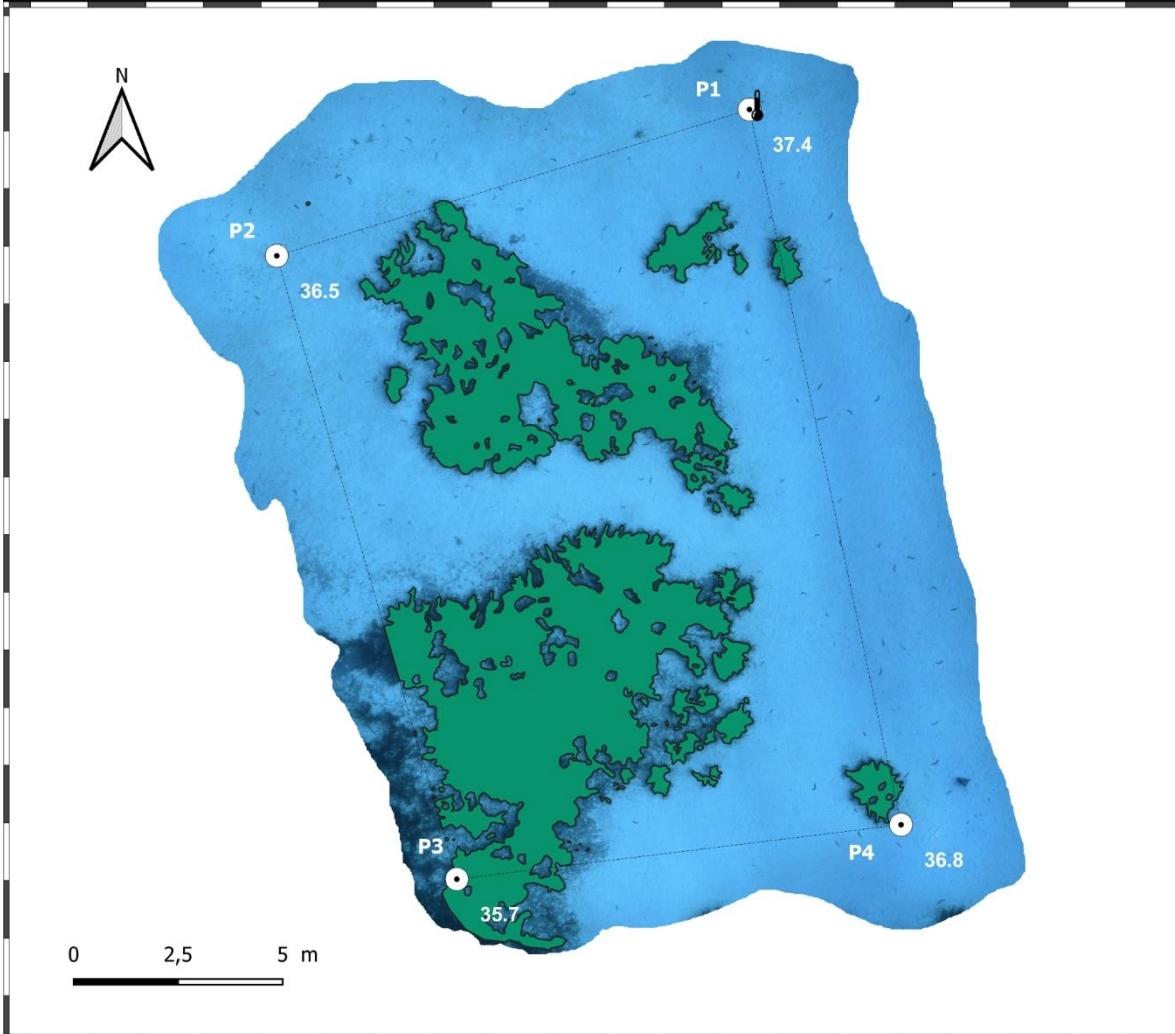
Figure 35 : Vues globales du site reconstituées en 3D par photogrammétrie en 2023 (en haut), en 2020 (en bas à gauche) et en 2017 (en bas à droite).

2017

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023
 SITE > Agriates < FREC0lab - Pointe Palazzu - Sud Nonza



LEGENDE

- 📍 Capteur de Température (°C)
- ⊙ Piquet - profondeur (m)
- ▭ Quadrat permanent
- Herbière de posidonie

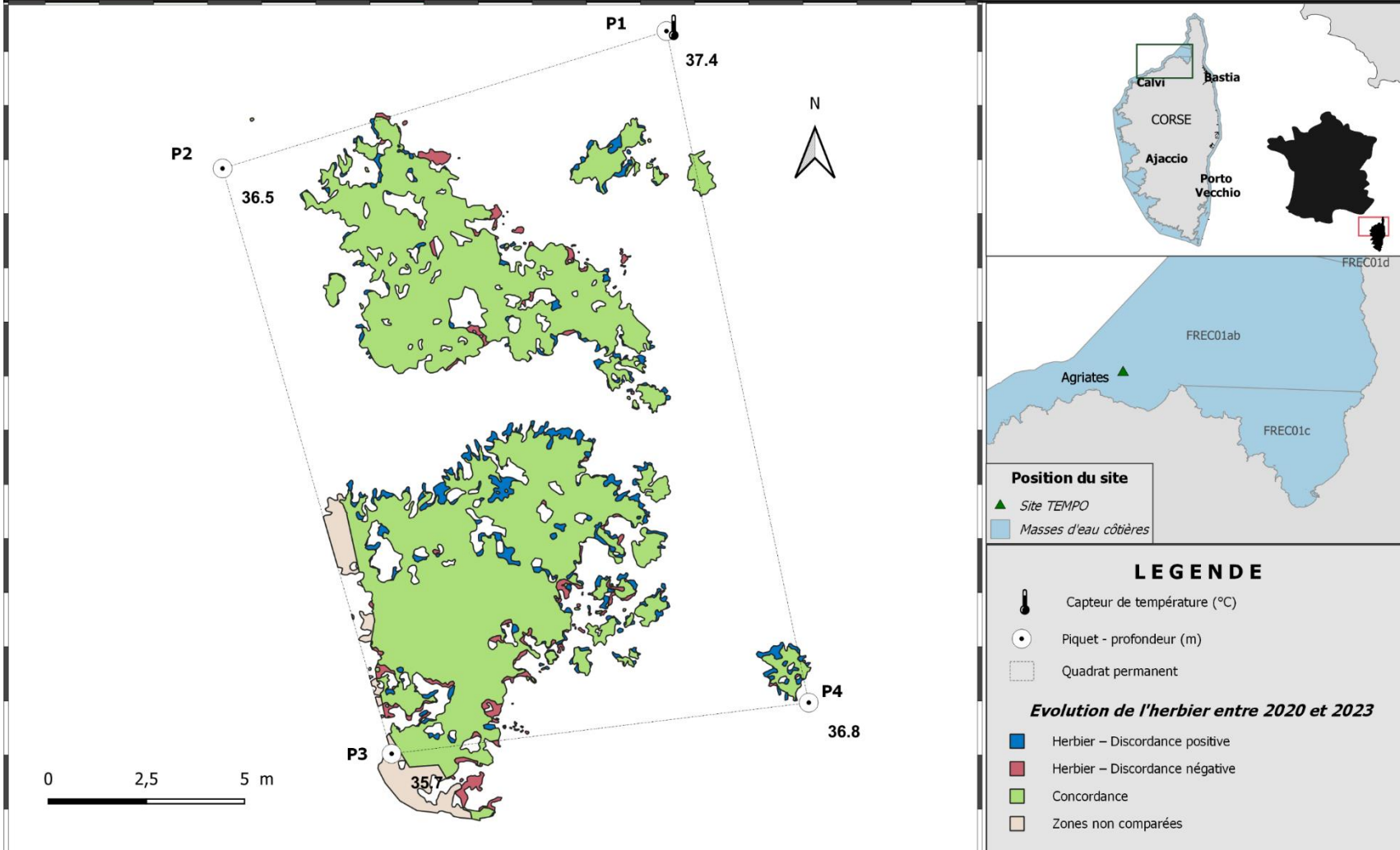
DONNÉES DE VITALITÉ (2023)	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)	
	Moyenne	232	4,4
	Ecart type	56,73	2,8

*Nombre de faisceaux par m²





Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.
SITE > Agriates < FREC01ab - Pointe Palazzu - Sud Nonza



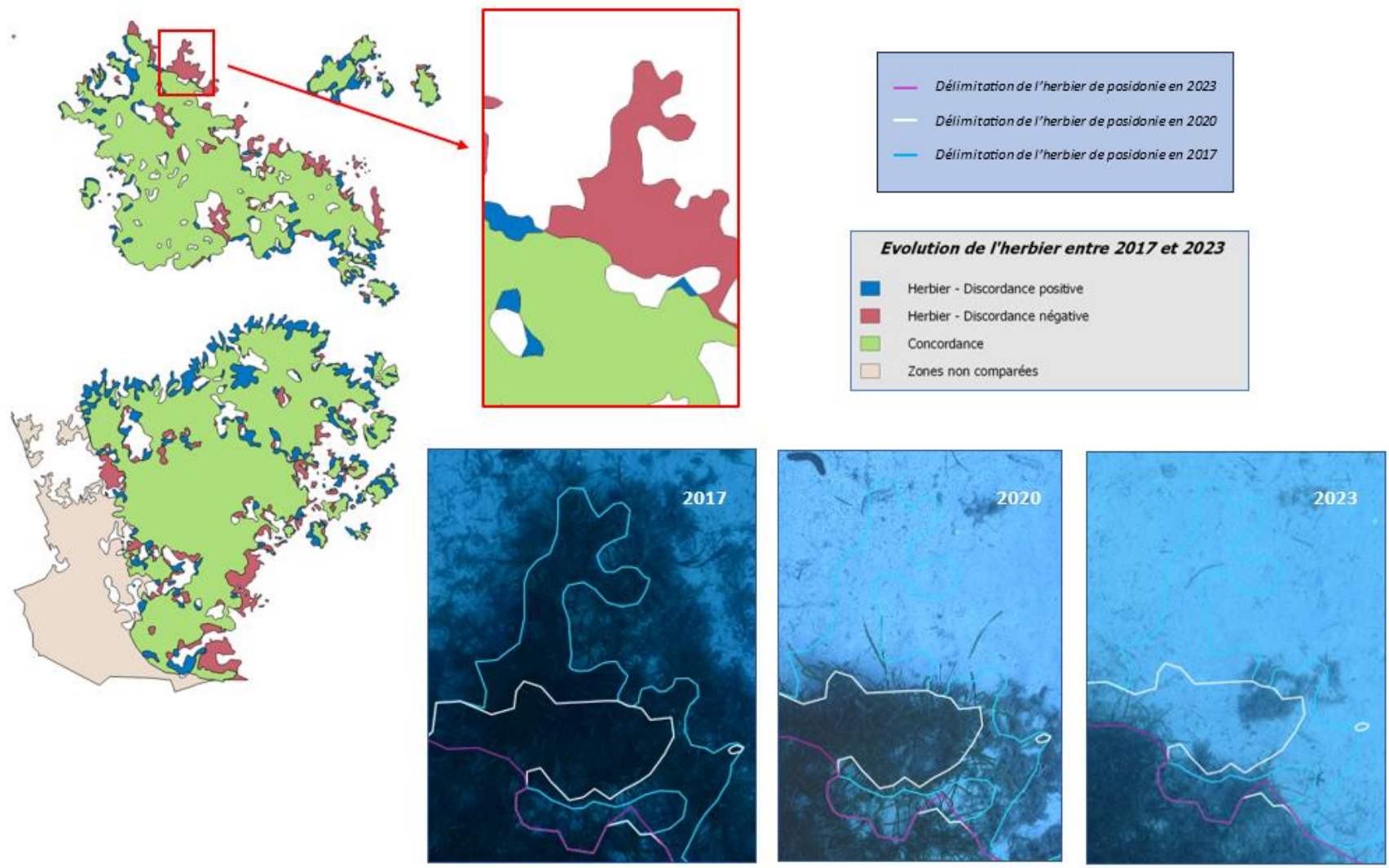


Figure 36 : zooms sur le site Agriates reconstitué en 3D par photogrammétrie, en 2017 (en bas à gauche) et en 2023 (à droite), illustrant la régression de l'herbier entre les suivis.

V.B.2. Agriates PI (masse d'eau FREC01ab) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale				
Température de l'eau (°C)	18			
Visibilité (m)	15			
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux
Remarques	Bel herbier sur roche			
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea
Remarques				
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché
Remarques				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques				
Espèces particulières				
Remarques générales	Castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), Girelles (<i>Coris julis</i>), Serran écriture (<i>Serranus scriba</i>), Labres non identifiés, Coquette (<i>Labrus mixtus</i>), Labre vert (<i>Labrus viridis</i>), Sparailleurs (<i>Diplodus annularis</i>), Sars à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), Bugule brune (<i>Bugula neritina</i>), <i>Peyssonnelia sp.</i>			



Figure 37 : illustrations de l'herbier du site Agriates à la profondeur intermédiaire (-15 m) 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	42 44.276
Longitude :	9 10.862
Date de pose	07/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330673
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Herbier sur roche continu



Figure 38 : Données et photo du capteur de température à -15 m (2023).

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,747), en 2020 (0,695) et 2017 (0,790) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. Il indique un **bon état de l'herbier** en 2023 et 2020 ; le site était classé en très bon état en 2017.

En 2023, la densité moyenne des faisceaux à la profondeur intermédiaire (-15 m) sur ce site est la plus importante enregistrée au cours des suivis (528 faisceaux/m²).

Tableau 16 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Agriates PI	Agriates PI	Agriates PI	
Année	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.72	0.74	0.72	0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	0.79	0.7	0.75	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	NA			0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	15	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	37.5	37.5	37.5	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	371	308	528	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	233	251	232	0 116.37 418
Type de limite inférieure	3	3	3	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	5.4	5.9	4.4	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	467	560	541	0 481.69 970

V.B.3. Punta Vaccaja (masse d'eau FREC01ab) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	15				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input checked="" type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Caulerpa cylindracea</i>	<input type="checkbox"/> <i>Caulerpa taxifolia</i>	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> <i>Womersleyella setacea</i>	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Remarques					
Espèces particulières	<i>Girelles (Coris julis)</i> , <i>Picarels (Spicara smaris)</i> , <i>Oursins (Sphaerechinus granularis)</i> , <i>Holothuries</i>				



Figure 39 : Illustrations du site Punta Vaccaja en limite inférieure de l'herbier en 2023 (à gauche et au milieu) et en 2020 (à droite)

A proximité de la ville de Calvi, le site 'Punta Vaccaja' se situe dans la masse d'eau 'Pointe Palazzu - Sud Nonza' (FREC01ab). L'herbier se développe sur du **sable blanc fin**. Il continue à bien recouvrir le substrat malgré une limite franche et localement régressive. Des herbiers en patchs sur sable fin sont aussi observés.



Figure 40 : Limite inférieure de l'herbier Punta Vaccaja (2023).

Les espèces observées sur le site en 2023 sont : des **girelles** (*Coris julis*), des **picarels** (*Spicara smaris*), des **oursins granuleux** (*Sphaerechinus granularis*) et des **holothuries** (*Holothuria tubulosa*).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	42 34,244
Longitude :	8 44,489
Date de pose	08/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20106012
Profondeur du capteur (m)	33,00
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sable fin



Figure 41 : Données et photo du capteur de température en limite inférieure (2023).

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 17 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.56	0.51	0.5	0.45	0.5	0.33 — 0.8 0.58
Type de limite inférieure	1	1	1	1	1	1 — 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21 — 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	34	34	34	34	34	24.8 — 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.54 — 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	262	213	205	131	203	4 — 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.6	0.46	0.43	0.27	0.43	0.11 — 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	7	5	3	3	3	-2 — 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **régressive** avec une tendance franche à fort recouvrement localement et se situe à **-34 m de profondeur**.

En 2023, la densité moyenne est de **203 ± 54,58 faisceaux/m²** (131 faisceaux/m² en 2020 ; 205 faisceaux/m² en 2017 ; 213 faisceaux/m² en 2014 ; 262 faisceaux/m² en 2011). Le site est classé **excellent** en 2023 (Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010) comme en 2017, 2014 et 2011. L'état du site est stable. En 2020, le site était classé bon car la méthode utilisée était différente. La densité de l'herbier est considérée comme **normale** et ceci est stable au cours des différents suivis (cinq années) d'après la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995).

Le déchaussement de l'herbier est **faible** (< 5 cm) sur ce site excepté en 2011 où le déchaussement était moyen.

La valeur de l'EQR Site en 2023 (0,503), en 2020 (0,450), en 2017 (0,503), en 2014 (0,513) et en 2011 (0,560) est inférieure à la moyenne régionale de la Corse. Le site de Punta Vaccaja en limite inférieure de l'herbier est en **état écologique moyen** depuis 2014 à 2023 sauf en 2011 où le site était en bon état écologique.

d. Perturbations observées

La zone longe la périphérie Nord-Ouest de Calvi (5410 habitants en 2014, *source : INSEE, consultée en novembre 2023*) et se trouve à 1,5 km à l'Ouest du littoral bordant directement le centre la ville (voir image aérienne ci-dessous). L'endroit est préservé des ancrs de bateau préférant mouiller dans l'anse se trouvant 1,5 km plus à l'Ouest.

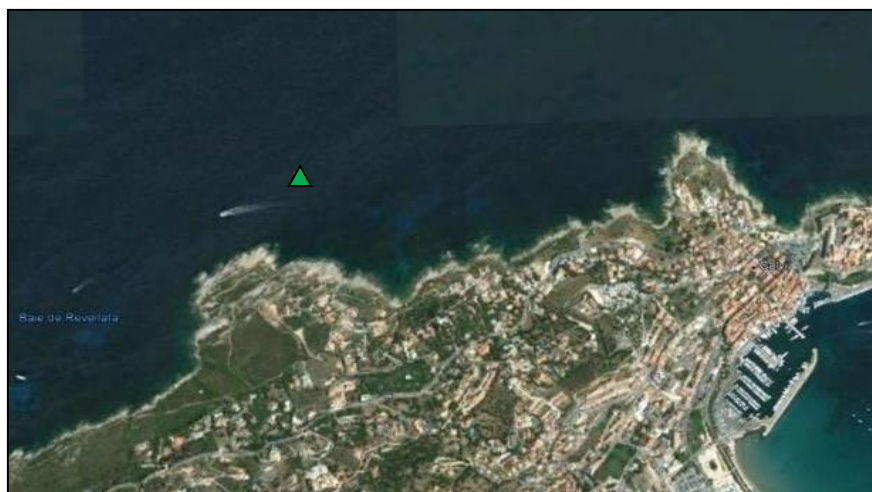


Figure 42 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Punta Vaccaja (Source : Google Earth)

L'algue *Caulerpa cylindracea* (**très faible recouvrement**) est présente sur le fond meuble en 2023.

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés**.

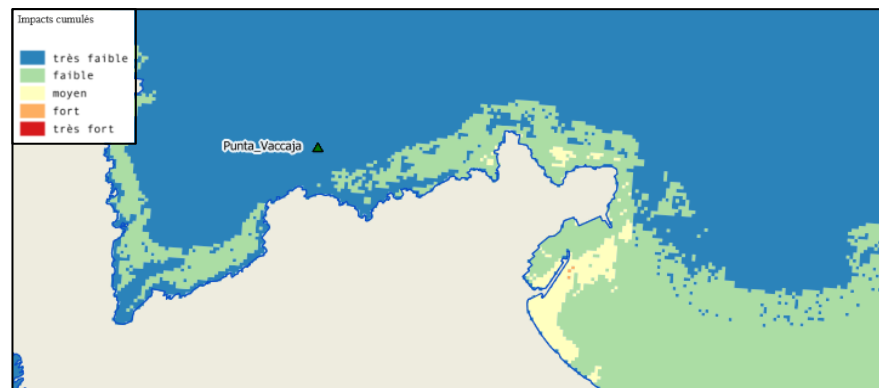


Figure 43 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. Données historiques

La limite inférieure d'un herbier situé près du centre Stareso (4 km à l'Ouest de Calvi) a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, la limite inférieure en 2006 était clairsemée, franche à faible recouvrement voire régressive. Le déchaussement était moyen (4 cm) (Pergent *et al.*, 2008). La surface de l'herbier situé entre Punta Reveletta et Calvi dont fait partie le site est de 1 656 482 m² avec une matre dont le volume est de 3 108 454 m³ (Leduc *et al.*, 2023).

f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier de posidonie est caractérisé par quatre piquets permanents ancrés dans le sable entre -32,2 et -33,8 m.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 18 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de la surface comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2011 à 2023).

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	
Période d'évolution	2011-2014	2014-2017	2017-2020	2020-2023	
% Discordance positive	0.6	2.6	0.3	10.4	0 23.1 6.09
% Discordance négative	0.1	1.6	0.1	8.6	0 20.9 5.58
Concordance	99.3	95.8	99.6	81	0 99.6 85.3
Surface comparée (m ²)	433	465	62	63	0 465 103.62

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe 10,40 % de discordance positive, 8,57 % de discordance négative et 81,02 % de concordance. L'indice de l'évolution de l'herbier (0,10) indique un **herbier stable**.

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe 0,32 % de discordance positive, 0,05 % de discordance négative et 99,63 % de concordance. L'indicateur de l'évolution de l'herbier (0,70) indique un **herbier en progression**.

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période **2014-2017**, on observe 2,63 % de discordance positive, 1,60 % de discordance négative et 95,77 % de concordance. L'indice de l'évolution de l'herbier (0,24) indique un **herbier stable**.

Au niveau de la surface comparable du quadrat pour la période **2011-2014**, on observe 0,63 % de discordance positive, 0,10 % de discordance négative et 99,27 % de concordance. L'indice de l'évolution de l'herbier (0,73) indique un **herbier en progression**.

De manière générale, l'indice d'évolution indique un herbier qui alterne entre des phrases de progression et de stabilité depuis 2011.

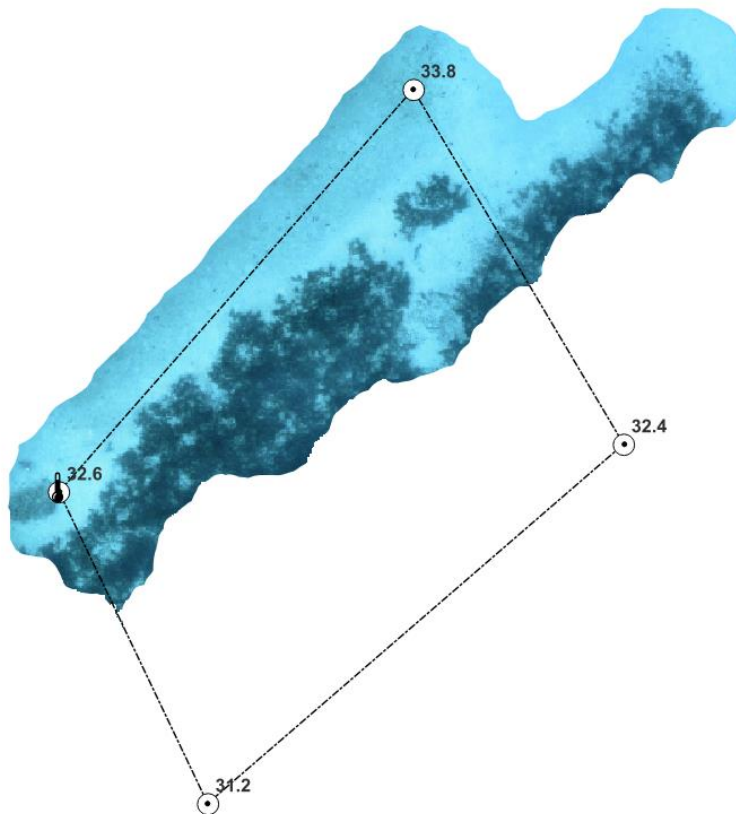
L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** sur la période 2020-2023. Ainsi que pour les périodes 2014-2017 et 2011-2014. C'est une amélioration de son état car sur l'intervalle de temps 2017-2020 l'herbier était caractérisé en **état écologique moyen**.

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

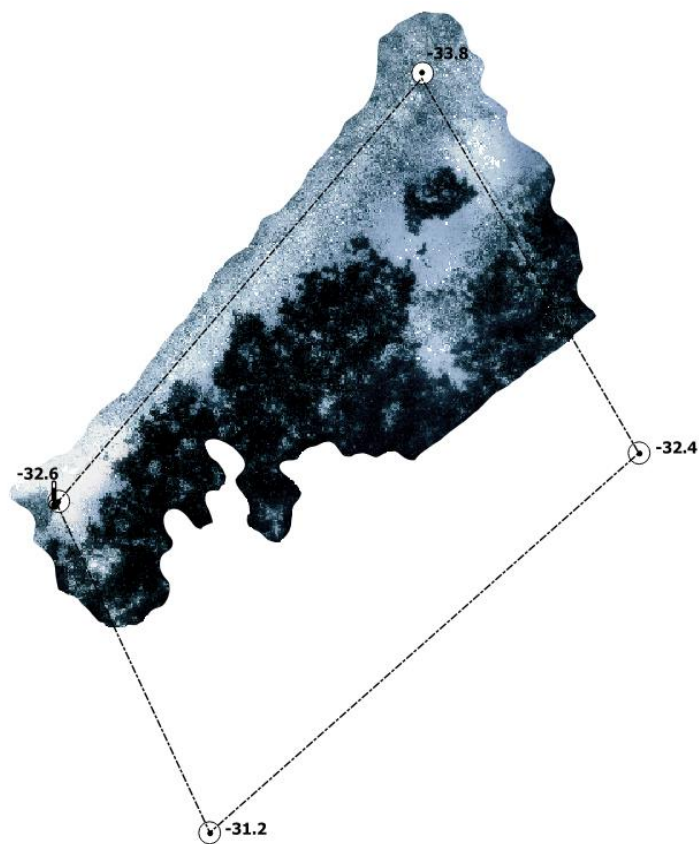
Le modèle 3D du site Punta Vaccaja en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **842photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

2023



2020



2017

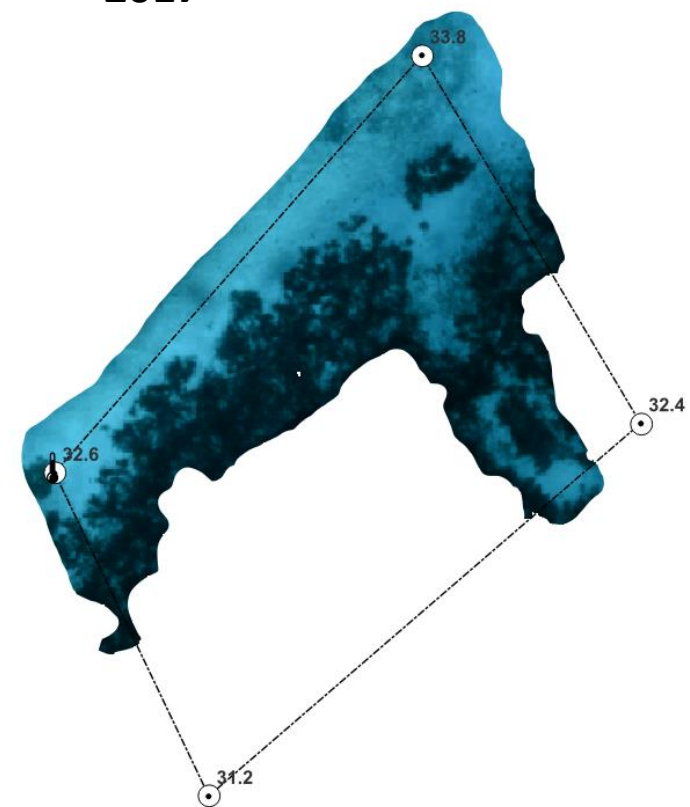


Figure 44 : Vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), 2020 (au milieu) et 2017 (à droite).

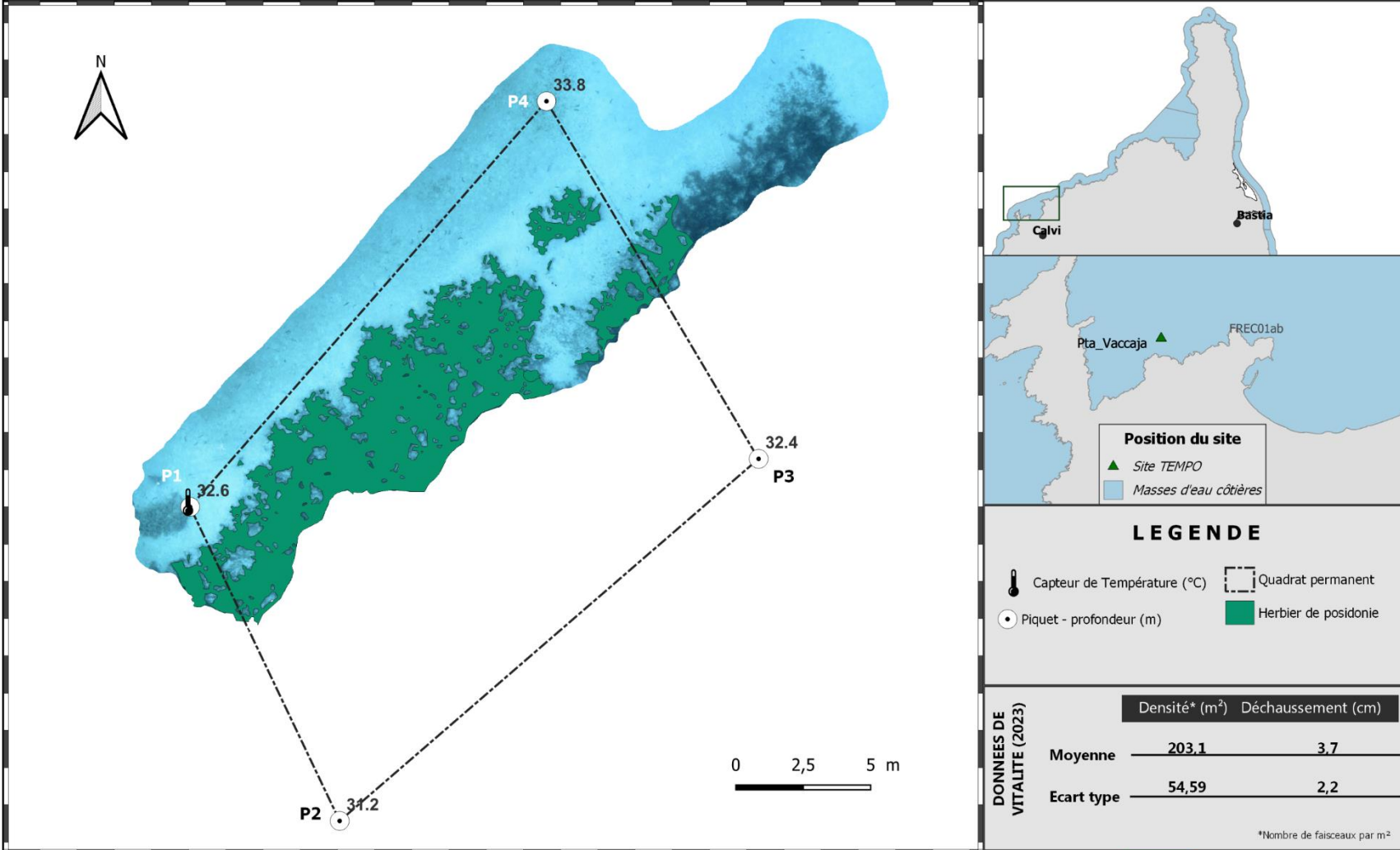
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023



SITE > Pta Vaccaja < FREC01ab - Pointe Palazzu - Sud Nonza



Position du site

- ▲ Site TEMPO
- Masses d'eau côtières

LEGENDE

- 🌡️ Capteur de Température (°C)
- ⊙ Piquet - profondeur (m)
- ⬜️ Quadrat permanent
- Herbière de posidonie

DONNÉES DE VITALITÉ (2023)

	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)
Moyenne	203,1	3,7
Ecart type	54,59	2,2

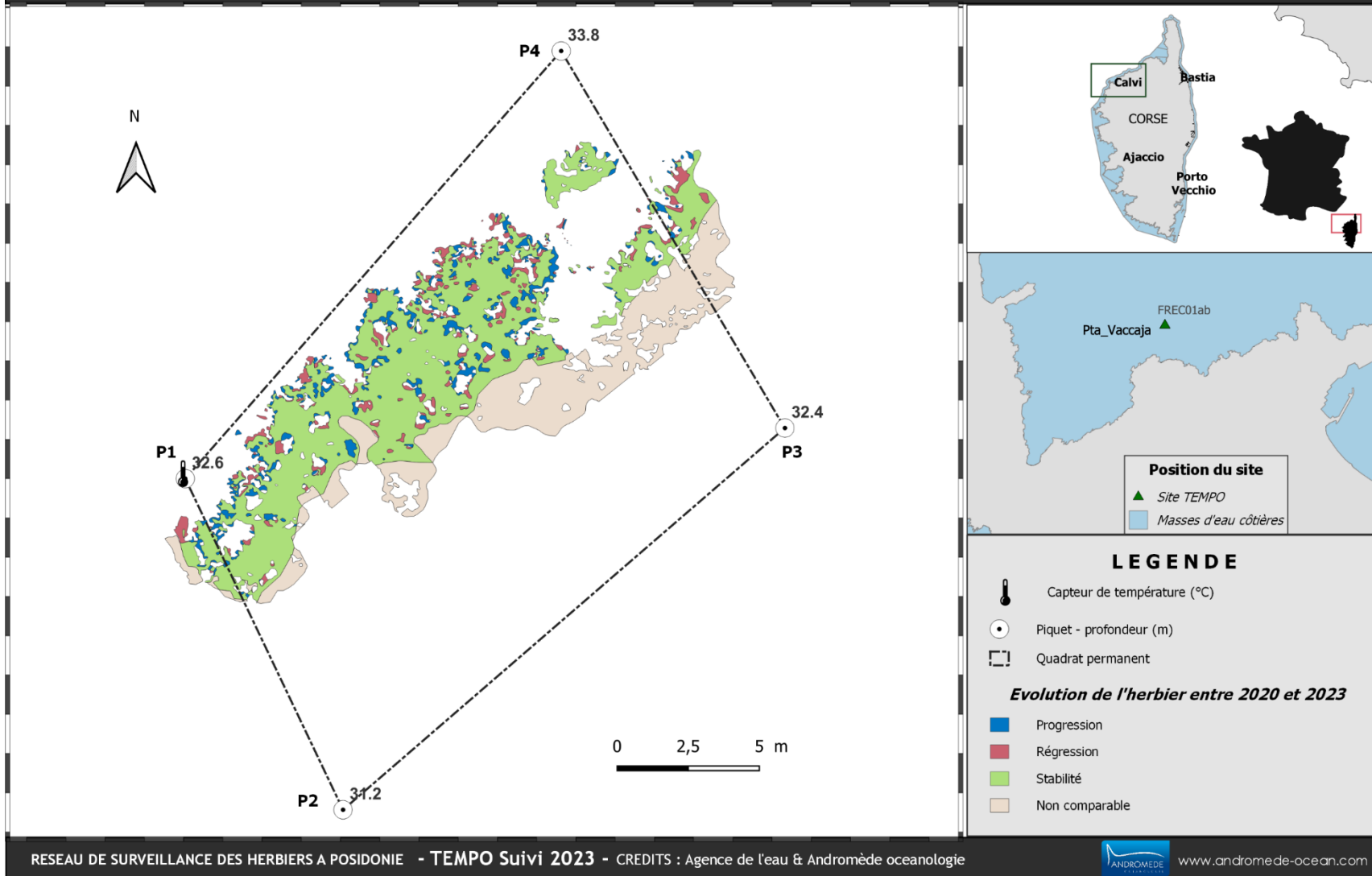
*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.



SITE > Pta Vaccaja < FREC01ab - Pointe Palazzu - Sud Nonza



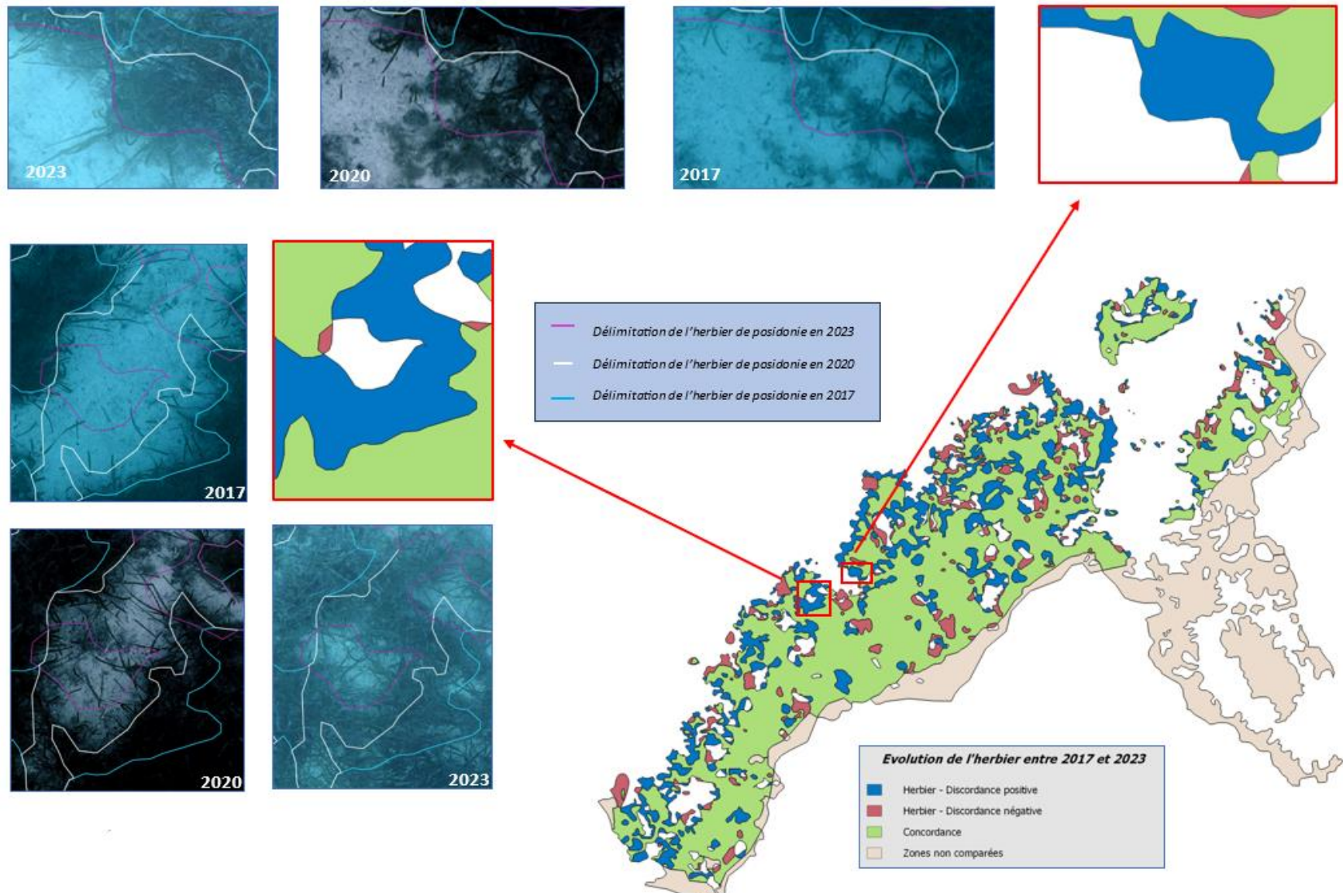


Figure 45 : zooms sur le site Punta Vaccaja reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustrant la progression de l'herbier entre les années 2017 et 2023.

V.B.4. Punta Vaccaja PI (masse d'eau FREC01ab) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale	
Température de l'eau (°C)	19
Visibilité (m)	20
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier <input type="checkbox"/> Sable fin <input checked="" type="checkbox"/> Matte morte <input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Gros massif rocheux avec plein de petites failles, herbier au pied du massif à moitié sur roche et sable, herbier en taches
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea <input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia <input type="checkbox"/> Algues filamenteuses <input type="checkbox"/> Womersleyella setacea <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche <input type="checkbox"/> Traces de mouillage <input type="checkbox"/> Structures artificielles <input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés <input type="checkbox"/> Macrodéchets <input type="checkbox"/> Hydrocarbures <input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques	
Espèces particulières	
Remarques générales	serran ecriture (<i>Serranus scriba</i>), Serran chèvre (<i>Serranus cabrilla</i>), cérianthe (<i>Cerianthus sp.</i>), castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), Sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), girelles (<i>Coris julis</i>), holothuries, crabe non identifié, crénilabres (<i>Symphodus sp.</i>), apogon, rougets (<i>Mullus sp.</i>); dentelle de neptune, peyssonellia sur rhizomes dans petites taches d'herbier



Figure 46 : illustration de l'herbier du site de Punta Vaccaja à la profondeur intermédiaire (-19 m) 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	42 34.167
Longitude :	8 44.617
Date de pose	08/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20447017
Profondeur du capteur (m)	19
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Ancien capteur non trouvé; Nouveau capteur posé sur pied de paraosl dans la matre sableuse dans petite tache d'herbier isolée au pied d'un gros massif rocheux au "début" de l'herbier (en ayant le massif à sa droite)

Les coordonnées GPS du capteur de température ont été mises à jour par rapport au suivi précédent.



Figure 47 : Données et photo du capteur de température à -19 m (2023)

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

La valeur de l'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2023 (0,661), en 2020 (0,648), en 2017 (0,622) est **supérieure à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse et indique un **état bon de l'herbier sur tous les suivis**.

La valeur du BiPo semble indiquer une tendance à l'accroissement depuis 2017. En 2023, la densité moyenne des faisceaux à la profondeur intermédiaire de -18 m est très élevée avec 406 faisceaux/m² par rapport aux suivis antérieurs.

La valeur du PREI en 2023 sur ce site (0,746) indique un **bon état écologique** et ce depuis 2014. Sa valeur est plus élevée en 2023 par rapport aux suivis en 2020 et 2017 où celle-ci était stable.

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

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Punta Vaccaja PI	Punta Vaccaja PI	Punta Vaccaja PI	Punta Vaccaja PI	
Année	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.51	0.5	0.45	0.5	0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	NA	0.63	0.65	0.66	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	0.59	0.63	0.62	0.75	0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	16	16	16	18	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	34	34	34	34	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	211	328	228	406	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	213	205	131	203	0 116.37 418
Type de limite inférieure	1	1	1	1	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	5.1	3.8	3.3	3.7	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	NA	445	950	475	0 481.69 970
Surface foliaire (cm ² /faisceau)	216	185	264	316	0 98.98 375
Charge épiphytaire à la PI	0.09	0.08	0.11	0.03	0 0.03 0.13

V.B.5. Focolara (masse d'eau FREC01ab) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	15				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input checked="" type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Présence de rhodolithes				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Picarels (<i>Spicara smaris</i>), Mendole (<i>Spicara maena</i>), Girelles (<i>Coris julis</i>), Crénilabre paon (<i>Symphodus tinca</i>), Crénilabre à queue noire (<i>Symphodus melanocernus</i>), Serran chèvre (<i>Serranus cabrilla</i>), Castagnoles (<i>Chromis chromis</i>)				



Figure 48 : Illustrations du site Focolara en limite inférieure de l'herbier en 2023 (à gauche et au centre) et 2020 (à droite).

Au Nord de la réserve naturelle de Scandola, la baie de 'Focolara' se situe dans la masse d'eau 'Pointe Palazzu - Sud Nonza' (FREC01ab). Ce site a été mis en place lors de la mission de surveillance de 2014. L'herbier se développe sur du **détritique côtier** entre les roches couvertes de quelques concrétions coralligènes comme des rhodolithes.

Les espèces observées sur le site en 2023 sont : le **picarel** (*Spicara smaris*), la **mendole** (*Spicara maena*), la **girelle** (*Coris julis*), le **crénilabre paon** (*Symphodus tinca*), le **crénilabre à queue noire** (*Symphodus melanocernus*), le **serran-chevette** (*Serranus cabrilla*) et la **castagnole** (*Chromis chromis*).



Figure 49 : Limite inférieure de l'herbier site Focolara (2023).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	42 23,204
Longitude :	8 35,293
Date de pose	09/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20447018
Profondeur du capteur (m)	36,00
N° de piquet du quadrat	2
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	piquet planté dans le sable à côté du piquet 2



Figure 50 : Données et photo du site en limite inférieure d'herbier (2023).

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 20 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau côtière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Focolara	Focolara	Focolara	Focolara	
Année	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.64	0.64	0.61	0.67	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	3	3	3	3	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	36	36	36	36	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.94	0.94	0.94	0.94	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	168	160	93	197	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.32	0.31	0.22	0.41	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1	1	-1	2	-2 - 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **franche à faible recouvrement** et se situe à **-36 m de profondeur**.

En 2023, la densité moyenne est de **197 ± 30,98 faisceaux/m²** (93 faisceaux/m² en 2020 ; 160 faisceaux/m² en 2017 ; 168 faisceaux/m² en 2014). On note une amélioration de l'état de l'herbier qui est **excellent** en 2023 alors que son état était considéré comme normal en 2020 (Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010). Ceci est lié à l'augmentation de la densité de faisceaux observée et le niveau de profondeur. La densité est caractérisée comme **normale** selon Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995). Ce statut de la densité est stable au cours des quatre années de suivis.

Le déchaussement observé sur le site est **faible** (< 5 cm) au cours des différents suivis.

L'EQR Site en 2023 (0,670), en 2020 (0,607), en 2017 (0,637) et en 2014 (0,640) présente des valeurs supérieures à la moyenne régionale de la Corse. L'état écologique du site de Focolara en limite inférieure de l'herbier est **bon** depuis 2014.

d. Perturbations observées

Les perturbations anthropiques sont assez réduites à proximité de ce site assez éloigné du littoral urbanisé (voir image aérienne ci-dessous) Aucune perturbation (biologique, physique ou pollution) n'a été recensée en 2020. L'algue *Caulerpa cylindracea* présente en 2017 n'est plus observée sur le site depuis 2020.



Figure 52 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Focolara (Source : Google Earth)

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés**.

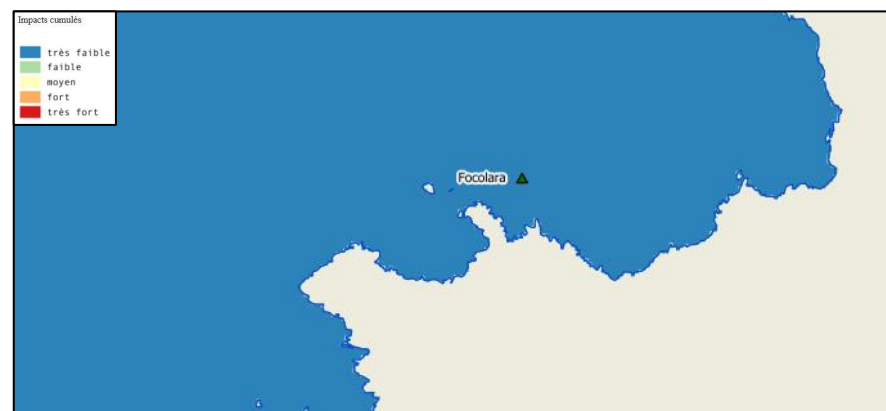


Figure 51 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés entre l'herbier et la roche situés entre -33,8 m et -35,5 m.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier

Tableau 21 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de la surface comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2011 à 2023).

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Focolara	Focolara	Focolara	
Période d'évolution	2014-2017	2017-2020	2020-2023	
% Discordance positive	15.5	3	11.1	0 6.09 23.1
% Discordance négative	15.2	1.5	2.6	0 5.58 20.9
Concordance	69.3	95.6	86.3	0 85.3 99.6
Surface comparée (m²)	65	20	22	0 103.62 465

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 11,11 % de discordance positive, 2,57 % de discordance négative et 86,32 % de concordance. L'indice d'évolution sur la période (0,62) indique un **herbier en progression**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe sur ce site 2,98 % de discordance positive, 1,46 % de discordance négative et 86,32 % de concordance. L'indice d'évolution sur la période (0,34) indique un **herbier stable**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2014-2017**, on observe sur ce site 15,49 % de discordance positive, 15,19 % de discordance négative et 69,32 % de concordance. L'indice d'évolution sur la période (0,01) indique un **herbier stable**.

L'indice d'évolution indique un herbier stable depuis 2014 avec, lors du dernier suivi, des paramètres qui indiquent un herbier en progression qui sera à confirmer lors du prochain suivi.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** de 2020 à 2023 (ainsi que de 2014 à 2017). C'est une amélioration car l'indicateur de dynamique évolutive témoignait d'un herbier **état écologique moyen** sur la période 2017 à 2020.

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Focolara en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **1 353 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

Par ailleurs, nous proposons de déplacer les piquets P3 et P4 plus à l'ouest lors du prochain suivi afin d'obtenir une orthographie avec une emprise comparable à celle de 2020 et ainsi caractériser la dynamique évolutive de l'herbier à plus large échelle. En 2023, on observe une perte sédimentaire par l'absence des ripple-marks témoins de l'hydrodynamisme du site.

En 2023, l'acquisition photogrammétrique du site est réalisée sur une surface plus importante que lors des suivis antérieurs. En conséquence, les piquets seront repositionnés lors du prochain suivi afin de rendre les surfaces comparables et améliorer l'analyse du site.

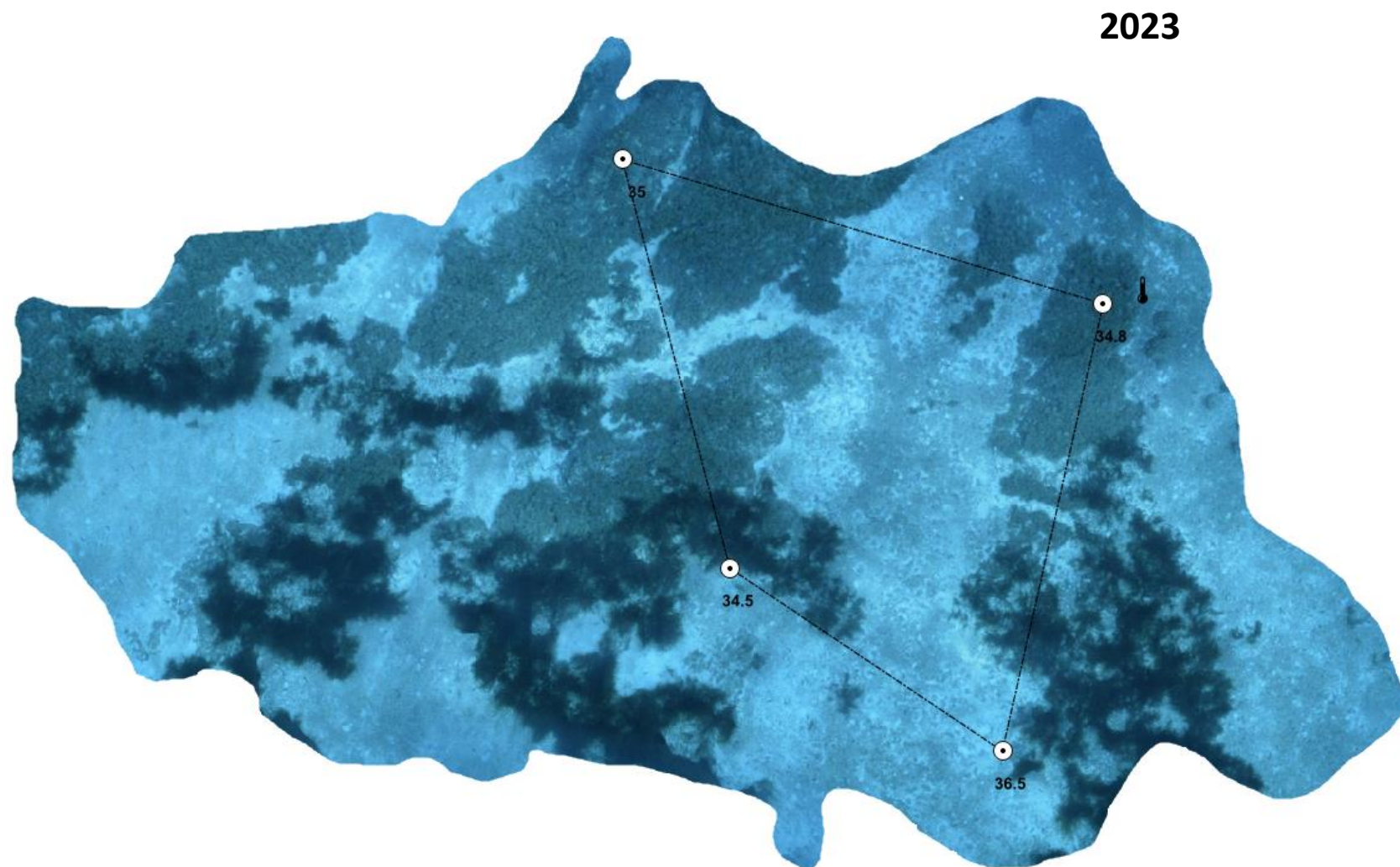
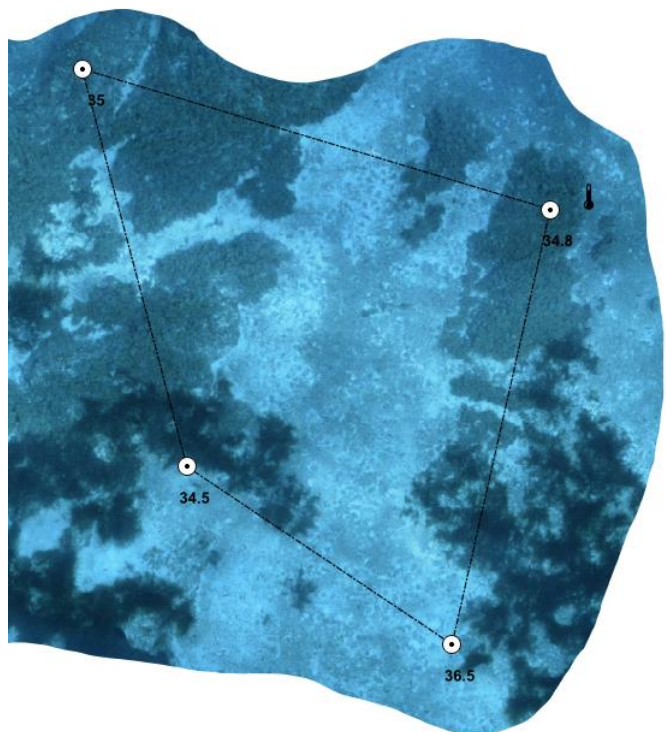
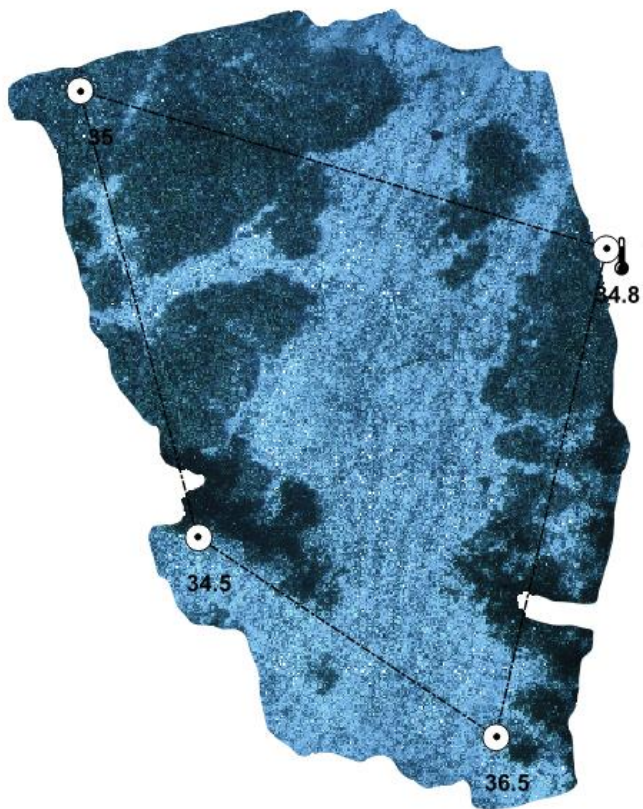


Figure 53 : site Focolara reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023.

2023



2020



2017

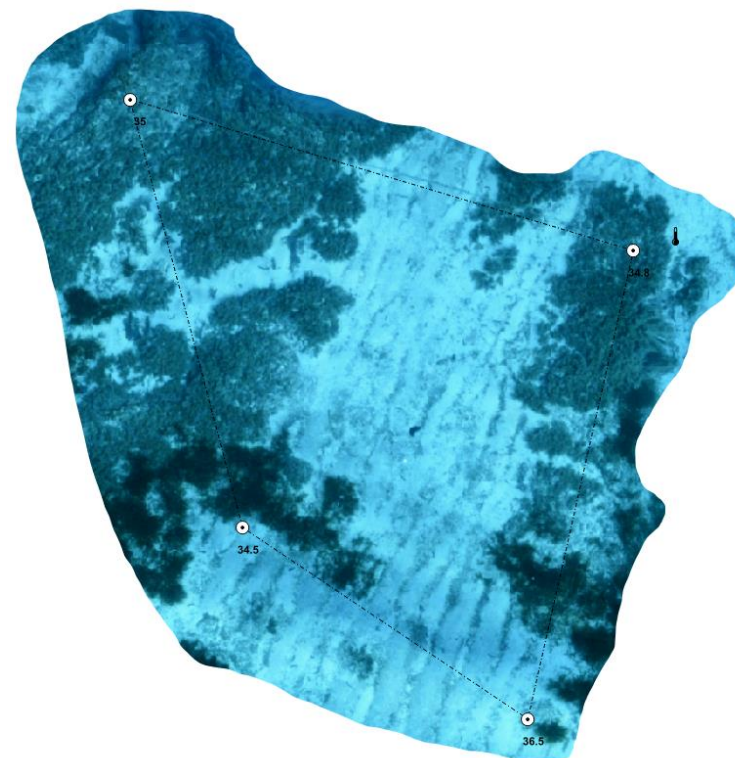


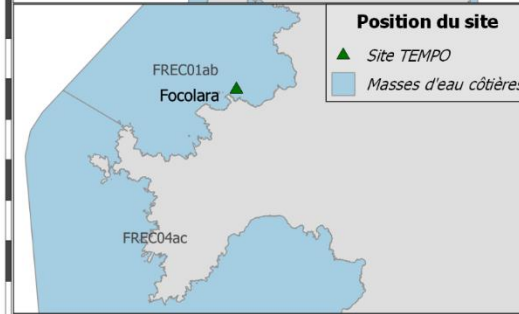
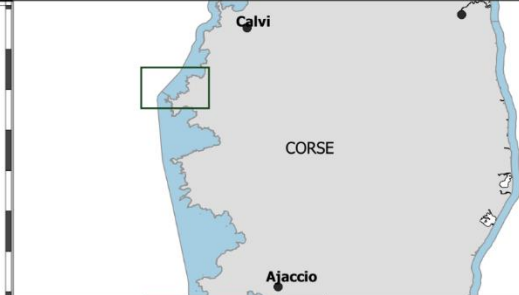
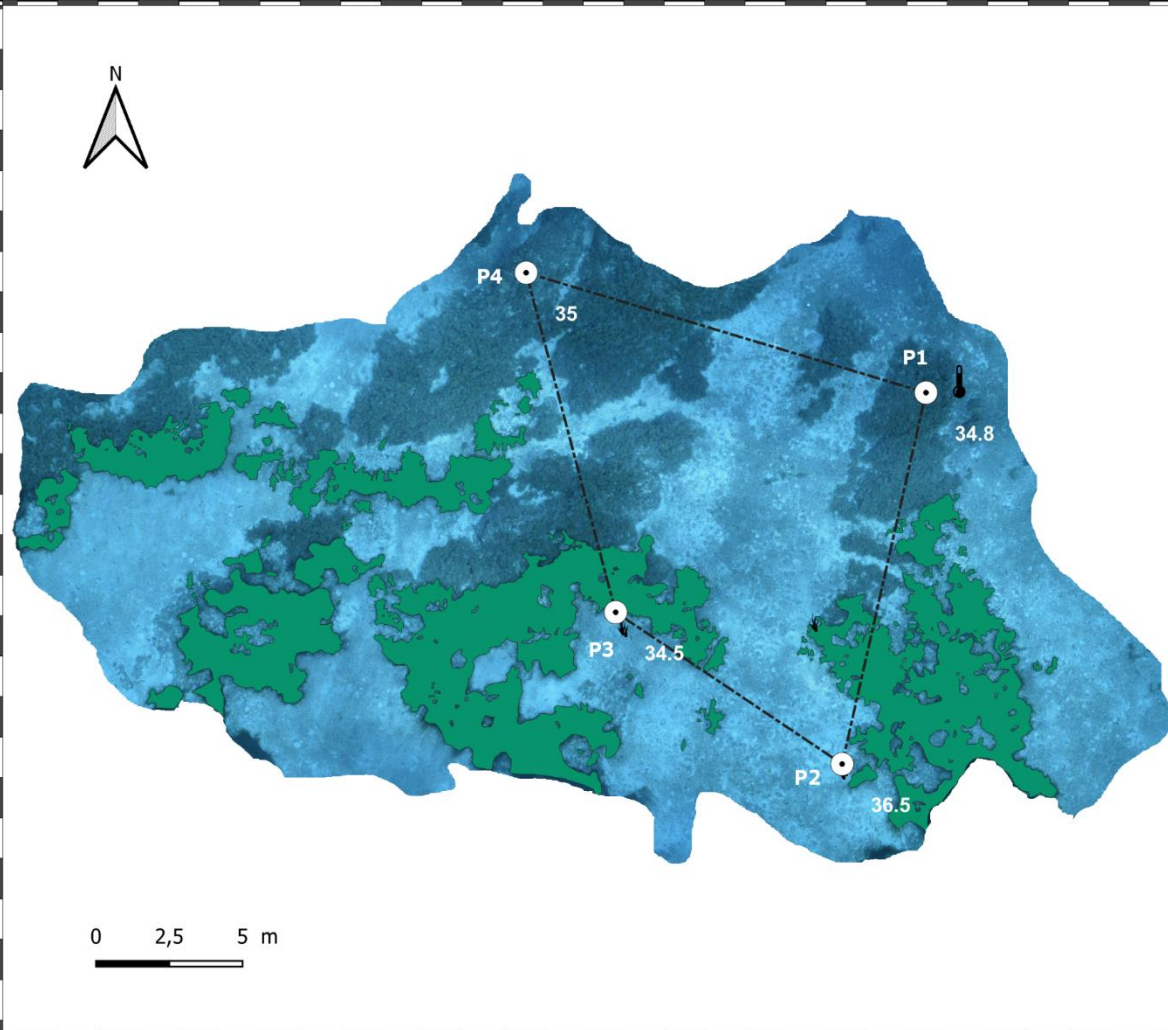
Figure 54 : vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), 2020 (au milieu) et 2017 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023

SITE > Focolara < FREC01 ab - Pointe Palazzu - Sud Nonza



Position du site
 ▲ Site TEMPO
 ■ Masses d'eau côtières

LEGENDE

- 📍 Capteur de Température (°C)
- ⊙ Piquet - profondeur (m)
- ⚓ Faisceaux isolés
- ⬡ Quadrat permanent
- Herbière de posidonie

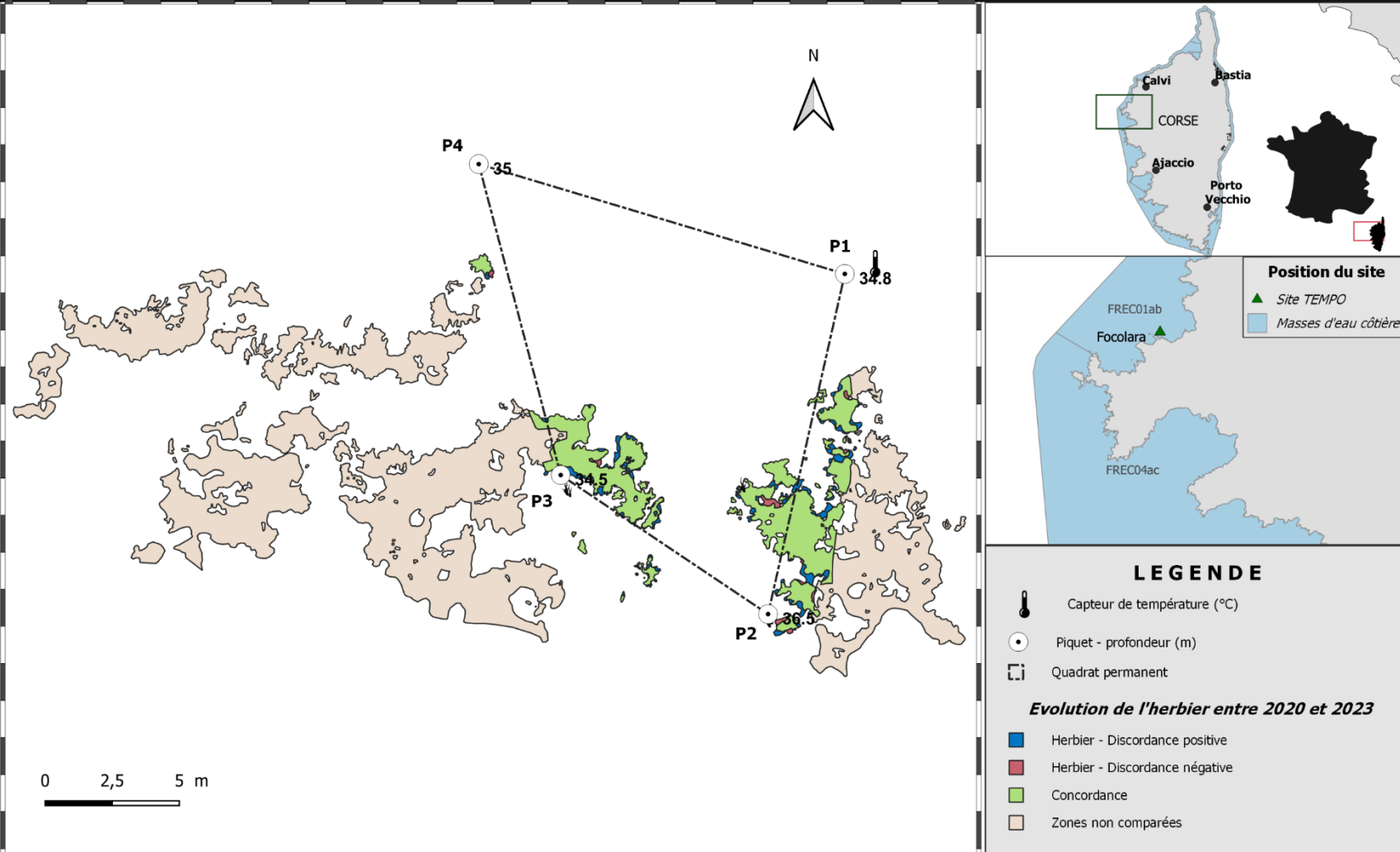
DONNÉES DE VITALITÉ (2023)	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)	
	Moyenne	196,9	2,04
	Ecart type	30,98	2,48

*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie.
Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.

SITE > Focolara < FREC01 ab - Pointe Palazzu - Sud Nonza



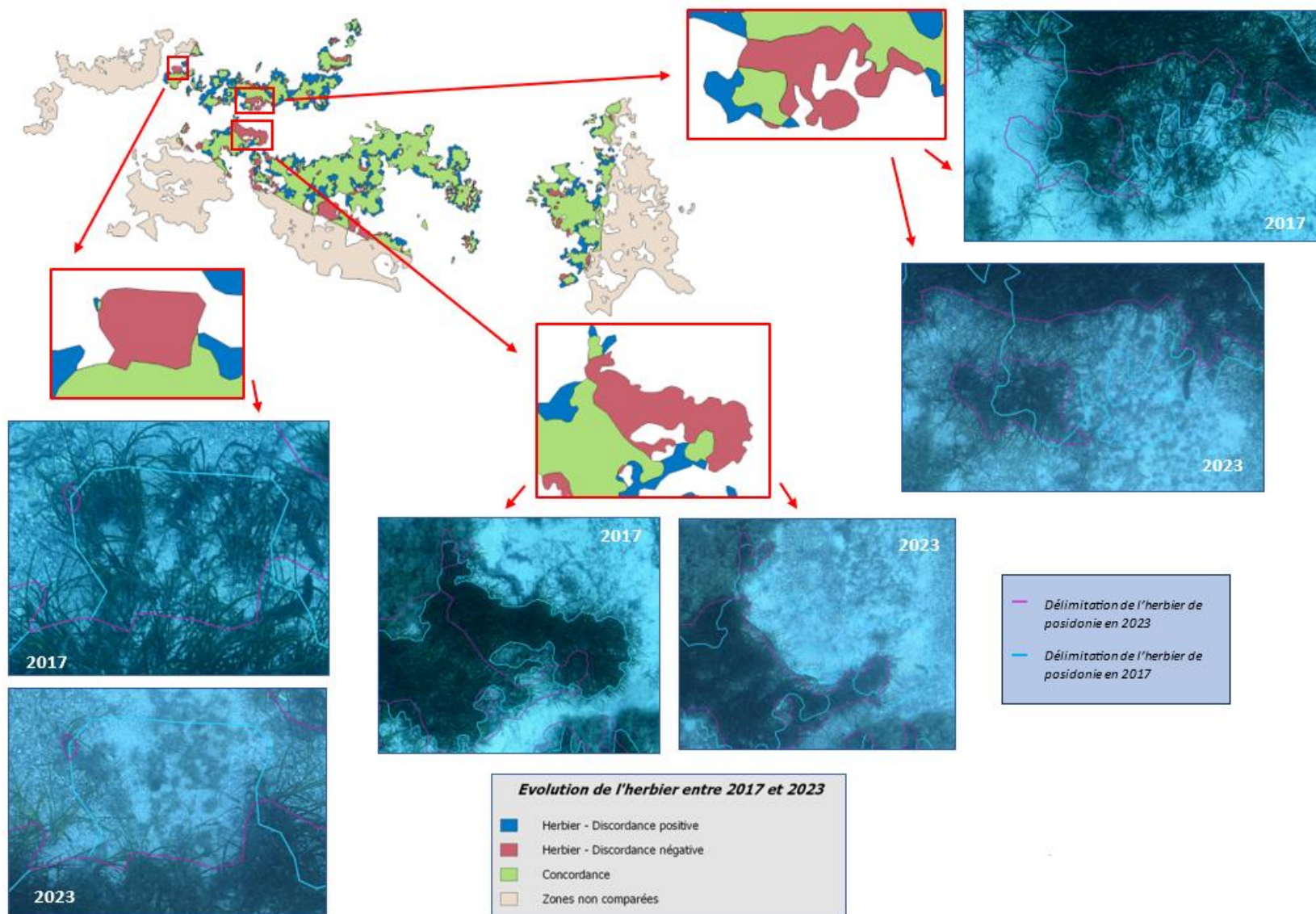


Figure 55 : zooms sur le site Focolara reconstitué en 3D par photogrammétrie montrant la régression de l'herbier sur certains secteurs entre 2017 et 2020.

V.B.6. Focolara PI (masse d'eau FREC01ab) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale				
Température de l'eau (°C)	19			
Visibilité (m)				
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux
Remarques	sable grossier et galets			
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea
Remarques				
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché
Remarques				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques				
Espèces particulières	Site au niveau de l'éboulis rocheux au pied de la falaise mais capteur beaucoup plus à gauche à -18 m presque à l'angle de la paroi rocheuse ; bel herbier sur roche et petits galets, algues rouges au pied des faisceaux, peu d'épiphytes.			
Remarques générales	Rouget barbet de roche (<i>Mullus surmuletus</i>), castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), Picarels (<i>Spicara sp.</i>), Sar tambour (<i>Diplodus servinus</i>), girelles (<i>Coris julis</i>), labres non identifiés, Sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), Serran écriture (<i>Serranus scriba</i>), 2 denti (<i>Dentex dentex</i>), sparaillons (<i>Diplodus annularis</i>), crénilabres non identifiés, 5 saupes (<i>Sarpa salpa</i>), 2 apogons (<i>Apogon imberbis</i>)			



Figure 56 : illustrations de l'herbier du site Focolara à la profondeur intermédiaire (-15 m) 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	42 23.081
Longitude :	8 35.273
Date de pose	09/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20586610
Profondeur du capteur (m)	17,6
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur posé sur une ancre au pied de l'herbier et de la paroi rocheuse à 18 m dans un renforcement (localisation bien plus à gauche de l'éboulis rocheux), juste avant l'angle de la paroi



Figure 57 : données et photo du capteur de température (-15 m) en 2023.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2023 (0,746), en 2020 (0,739) et 2017 (0,702) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse et indique un **état bon de l'herbier sur tous les suivis**.

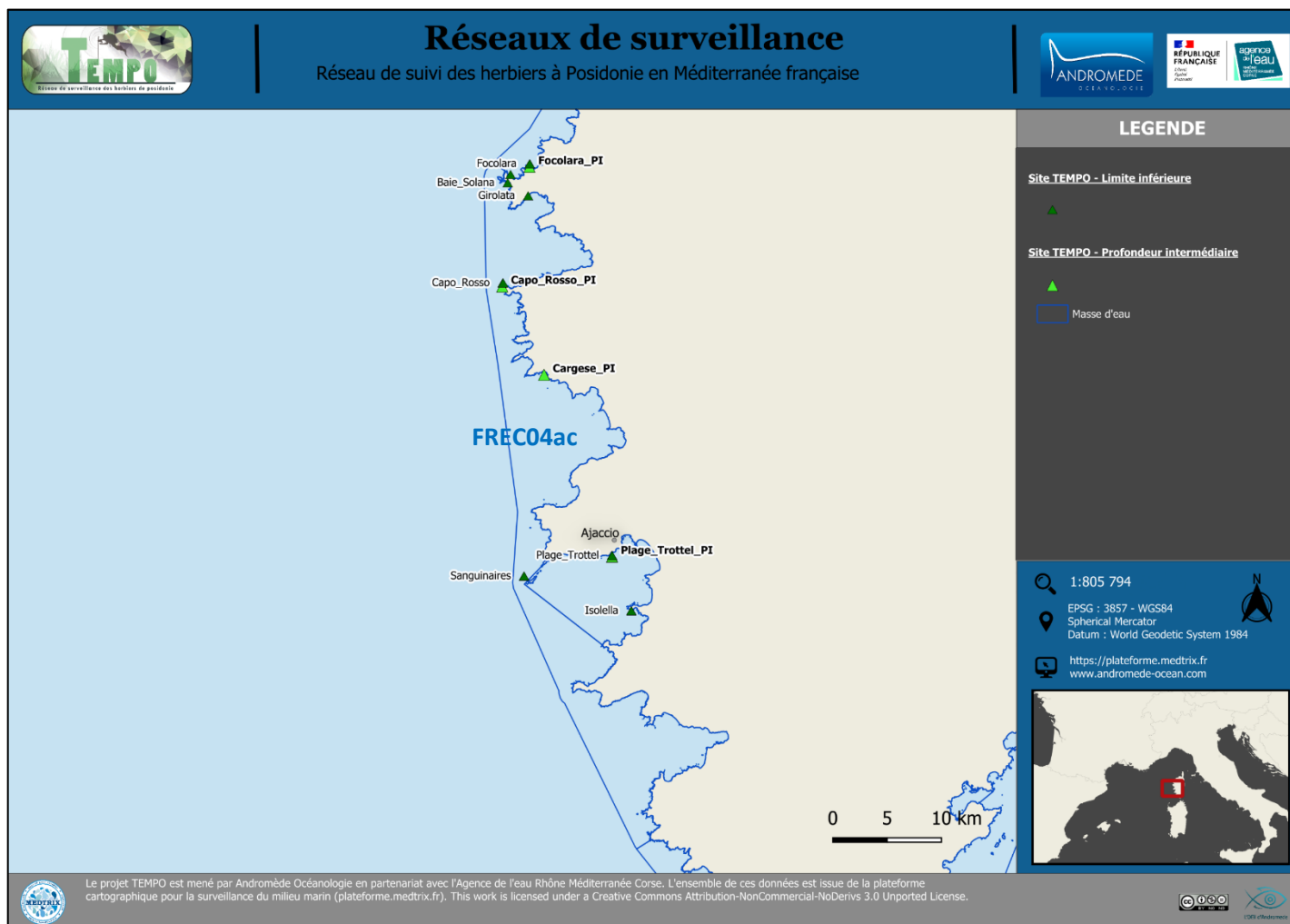
Le site présente une densité moyenne à la profondeur intermédiaire de -15 m de 383 faisceaux/m² en 2023 ce qui est élevé par rapport aux suivis antérieurs.

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

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Focolara PI	Focolara PI	Focolara PI	
Année	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.64	0.61	0.67	0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	0.7	0.74	0.75	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	NA			0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	16	16	15	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	36	36	36	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	307	198	383	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	160	93	197	0 116.37 418
Type de limite inférieure	3	3	3	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1.5	-1.2	2	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	616	920	670	0 481.69 970

V.C. Masse d'eau FREC04ac

La masse d'eau FREC04ac comprend le site TEMPO **Capo-Rosso** et **Capo-Rosso PI**.



V.C.1. Cappo Rosso (masse d'eau FREC04ac) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	15				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Remarques					
Espèces particulières	<i>Picarels (Spicara smaris), Serran chèvre (Serranus cabrilla), Sars à tête noire (Diplodus vulgaris), Bogues (Boops boops)</i>				



Figure 58 : Illustrations du site Cappel-Rosso en limite inférieure d'herbier en 2023 (à gauche et au centre) et en 2020 (à droite).

A proximité des calanques de Piana, au Nord-ouest de la Corse, le site de 'Capo Rosso' se situe dans la masse d'eau 'Pointe Senetosa - Pointe Palazzu' (FREC04ac). L'herbier se développe sur du **substrat meuble** (sable très grossier) avec rhodolithes. Des patches d'herbiers sont aussi observés.

Les deux grandes nacres (*Pinna nobilis*), observées en 2011, 2014, 2017 n'ont pas été retrouvées depuis. En 2023, d'autres espèces sont observées sur le site comme les **picarels** (*Spicara smaris*), le **serran-chevette** (*Serranus cabrilla*), le **sar à tête noire** (*Diplodus vulgaris*) et le **bogue** (*Boops boops*).



Figure 59 : Limite inférieure de l'herbier de Capo-Rosso (2023).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	42 14,468
Longitude :	8 32,652
Date de pose	10/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20447020
Profondeur du capteur (m)	33,80
N° de piquet du quadrat	Au pied de parasol avec flotteur proche de la balise feno 3 de la PG
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Piquet de l'ancien capteur (2020) dans la faille sur le rocher bien retrouvé mais sans capteur. Nouveau capteur posé sur pied de parasol dans tache d'herbier non loin de la balise feno 3.



Figure 60 : Données et photo du capteur de température posé en limite d'herbier inférieur (2023).

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.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC04ac	FREC04ac	FREC04ac	FREC04ac	FREC04ac	
Nom du site	Capo Rosso	Capo Rosso	Capo Rosso	Capo Rosso	Capo Rosso	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.74	0.63	0.62	0.65	0.74	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	3	3	3	3	3	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	34	34	34	34	34	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	295	183	177	204	301	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.68	0.36	0.34	0.43	0.69	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1	-1	1	2	0	-2 - 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **franche à faible recouvrement** et se situe à **-34 m de profondeur**.

En 2023, la densité moyenne est de **301 ± 67,74 faisceaux/m²** (204 faisceaux/m² en 2020 ; 177 faisceaux/m² en 2017 ; 183 faisceaux/m² en 2014 et 295 faisceaux/m² en 2011). L'herbier est considéré comme en **excellent état** (Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010). Cet état stable est lié à sa densité de faisceaux importante et le niveau de profondeur. En 2023, la densité est considérée comme **subnormale supérieure** d'après la classification Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995). La densité était également classée comme subnormale supérieure en 2011, et avant 2023 elle était normale.

Le déchaussement est très **faible** (< 5 cm) au cours des années de suivis.

L'EQR Site en 2023 (0,740) en 2020 (0,653), en 2017 (0,623), en 2014 (0,630) et en 2011 (0,673) présente des valeurs supérieures à la moyenne régionale de la Corse. L'état écologique du site Cappel Rosso en limite inférieure de l'herbier est **bon** depuis 2011.

d. Perturbations observées

Les perturbations anthropiques terrestres sont absentes à proximité directe de ce site assez éloigné du littoral urbanisé (voir image aérienne ci-dessous). Toutefois, il se trouve à proximité de deux anses très régulièrement utilisées comme zones de mouillage forain.



Figure 61 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Capo Rosso (Source : Google Earth).

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de très faible impacts cumulés**.



Figure 62 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. Données historiques

L'herbier le plus proche du site de Capo Rosso suivi par le GIS posidonie antenne Corse dans la masse d'eau FRECO4ac est celui de Porto (Au Sud du Golfe de Porto, environ 8 km du site de Capo Rosso). Suivie en 2007, la limite inférieure (-26,8 m) de l'herbier de Porto était franche, ponctuellement progressive. De par son développement sur la roche, l'herbier apparaissait clairsemé. Il présentait un déchaussement faible (1,9 cm) et une très bonne densité moyenne (122 faisceaux / m²) (Pergent *et al.*, 2008). Aucune autre donnée historique n'a été transmise depuis.

f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le substrat meuble et très grossier entre -32,6 m et -35,7 m.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 24 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC04ac	FREC04ac	FREC04ac	FREC04ac	
Nom du site	Capo Rosso	Capo Rosso	Capo Rosso	Capo Rosso	
Période d'évolution	2011-2014	2014-2017	2017-2020	2020-2023	
% Discordance positive	3.6	14.2	19.7	7.3	
% Discordance négative	14.1	10.6	5.6	1.7	
Concordance	82.4	75.2	74.7	91	
Surface comparée (m²)	80	135	56	65	

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 7,27 % de discordance positive, 1,72 % de discordance négative et 91,01 % de concordance. L'indice d'évolution sur la période (0,62) indique un **herbier en progression**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe sur ce site 19,73 % de discordance positive, 5,57 % de discordance négative et 74,70 % de concordance. L'indice d'évolution sur la période (1,00) indique un **herbier en progression**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2014-2017**, on observe sur ce site 14,23 % de discordance positive, 10,56 % de discordance négative et 75,21 % de concordance. L'indice d'évolution sur la période (0,15) indique un **herbier stable**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2011-2014**, on observe sur ce site 3,55 % de discordance positive, 14,07 % de discordance négative et 82,37 % de concordance. L'indice d'évolution sur la période (-0,60) indique un **herbier en régression**.

De manière générale, l'indice d'évolution de l'herbier indiquait un herbier en régression dont l'état s'est ensuite stabilisé en 2014. Et depuis l'année de ce suivi, l'indice d'évolution indique un herbier en progression.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** depuis 2017 à 2023. L'indicateur de dynamique évolutive témoignait d'un herbier en **très bon état écologique** sur la période 2014-2017. L'indicateur de dynamique évolutive témoignait d'un herbier **état écologique moyen** sur la période 2011-2014.

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Cappo-Rosso en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **787 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

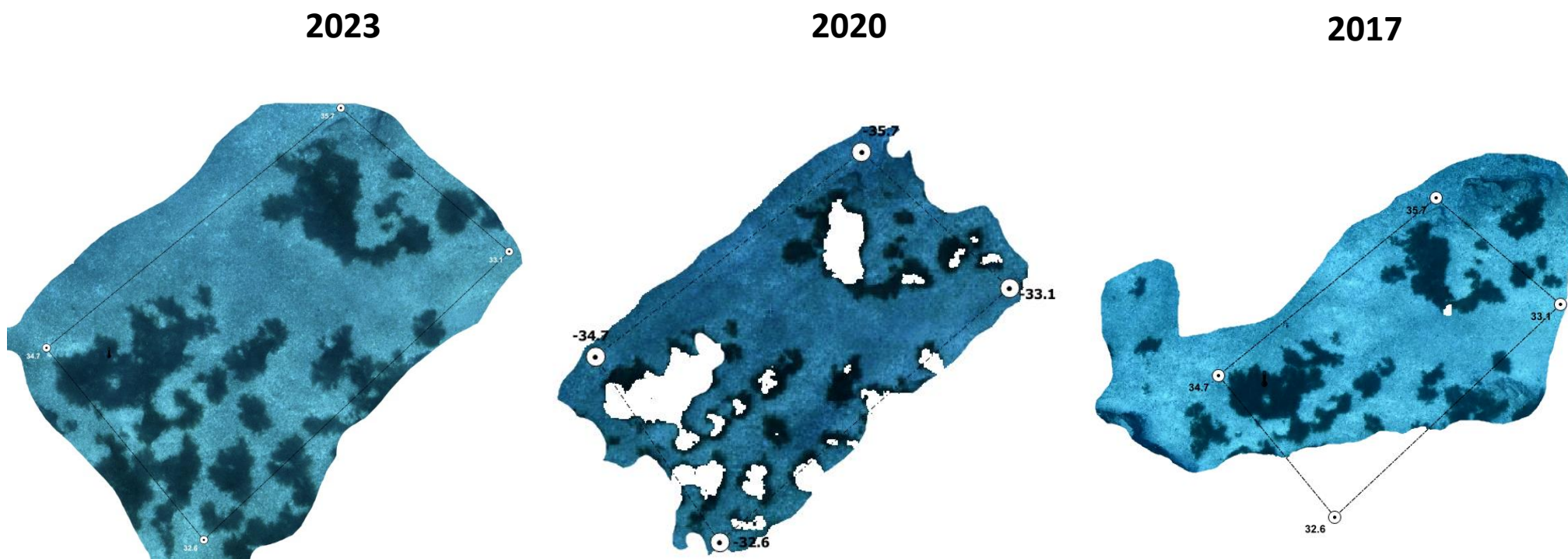


Figure 63 : vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), en 2020 (au milieu) et 2017 (à droite).

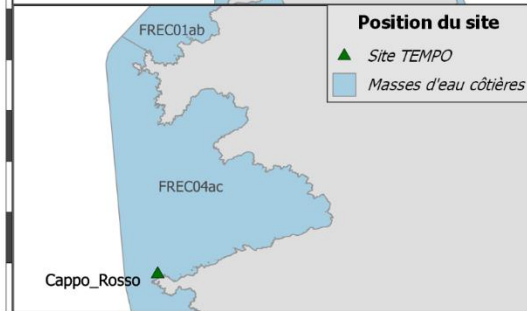
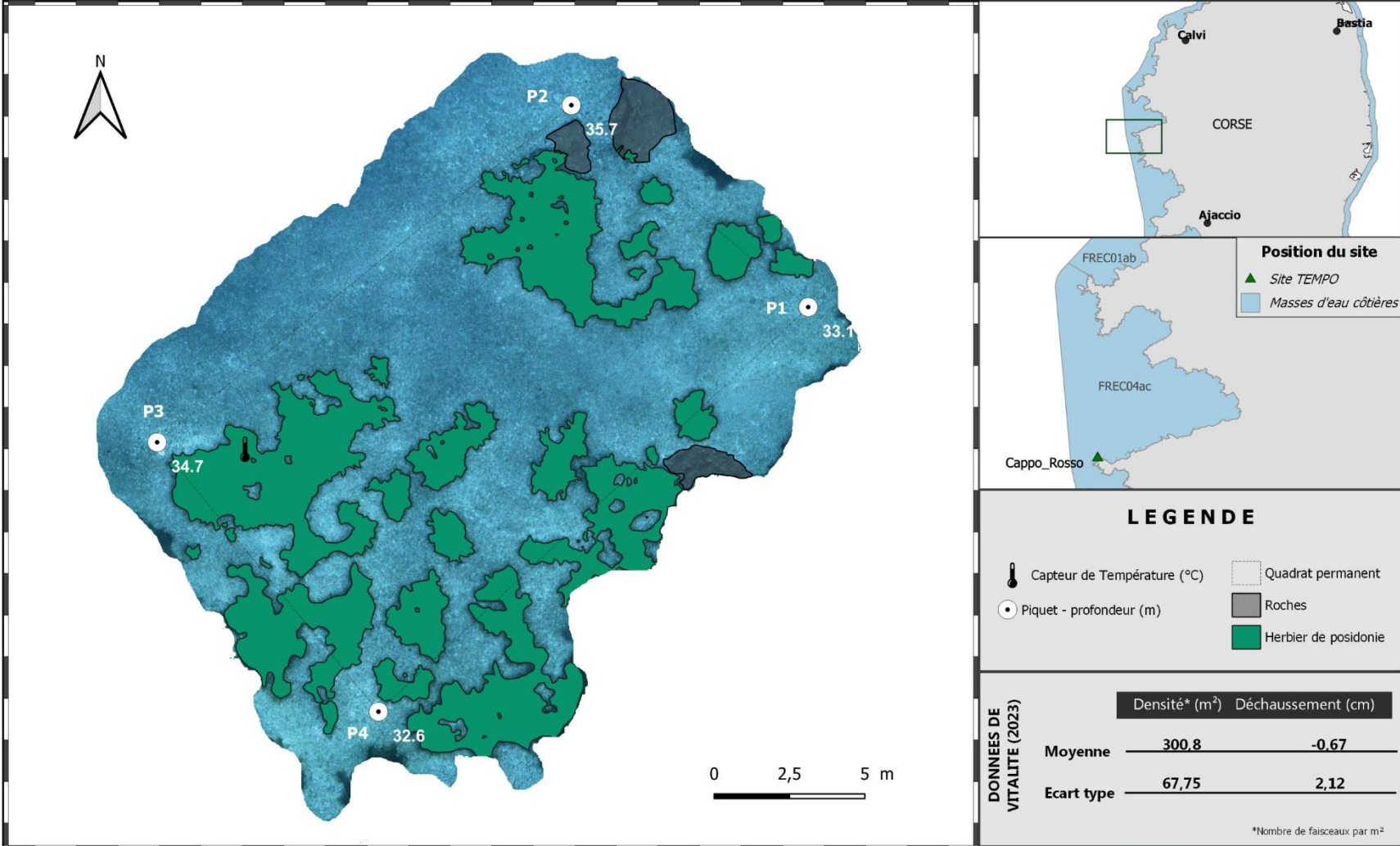
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023



SITE > Cappel Rosso < FREC04ac - Pointe Senetosa - Pointe Palazzu



LEGENDE

- Capteur de Température (°C)
- Piquet - profondeur (m)
- Quadrat permanent
- Roches
- Herbier de posidonie

DONNEES DE VITALITE (2023)

	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)
Moyenne	300,8	-0,67
Ecart type	67,75	2,12

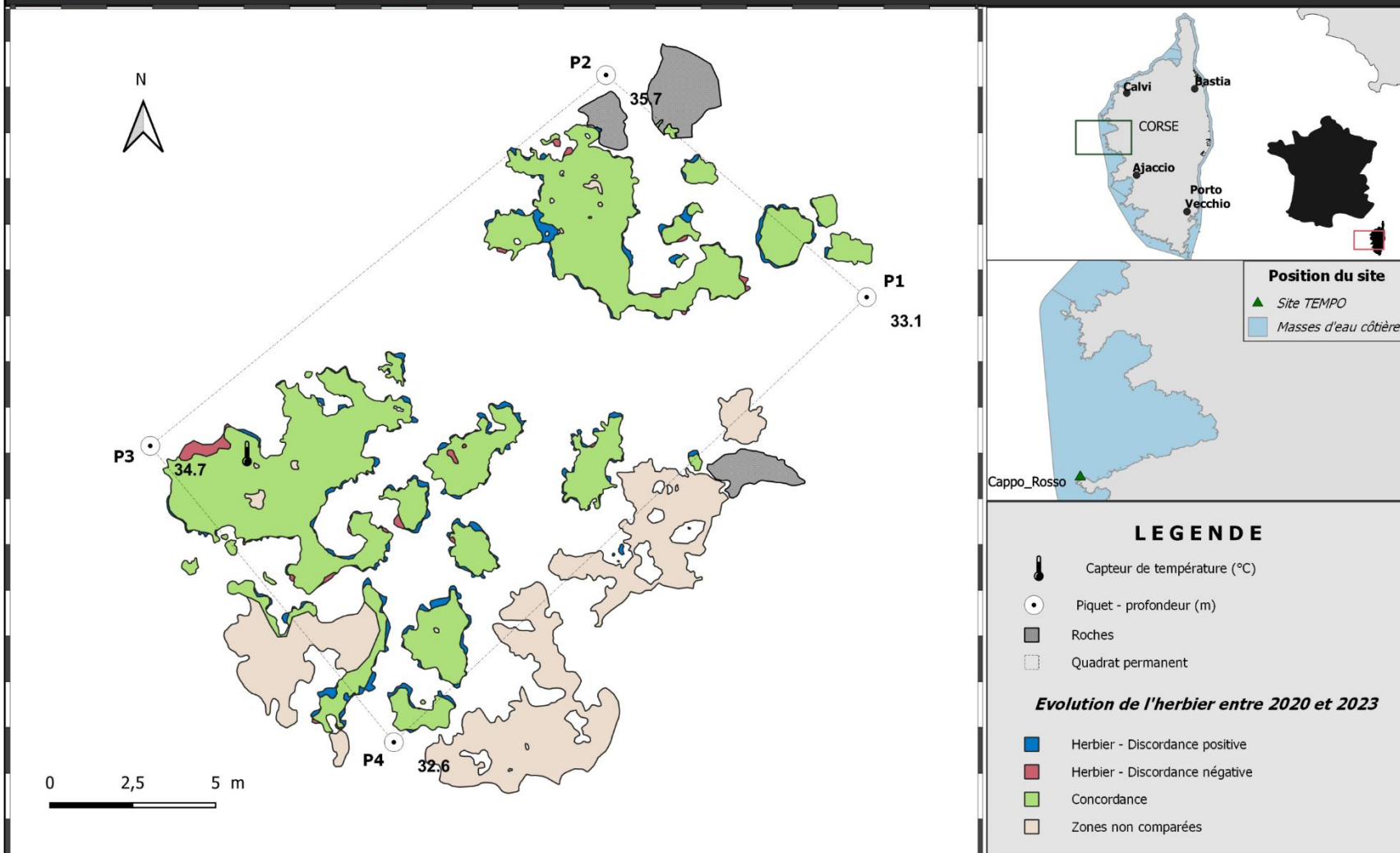
*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.



SITE > Cappo Rosso < FREC04ac - Pointe Senetosà - Pointe Palazzu



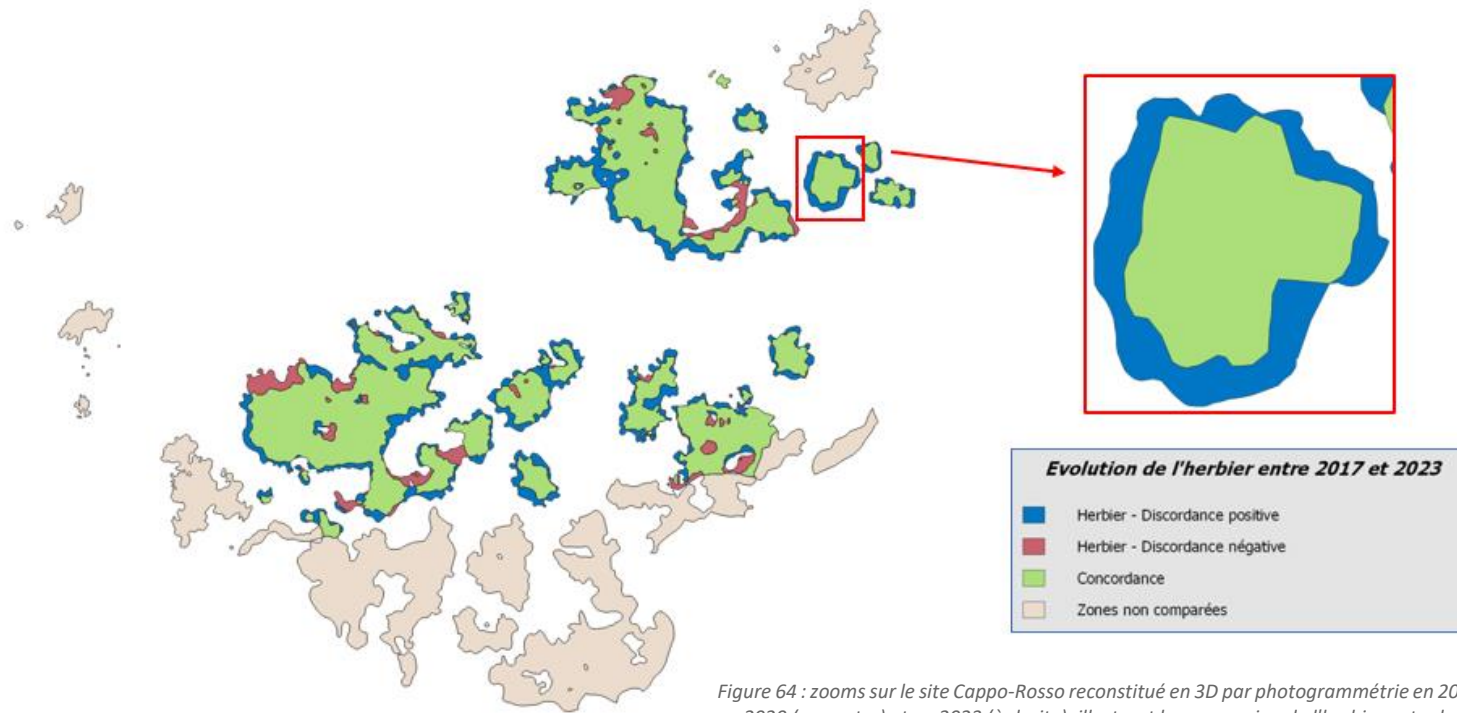
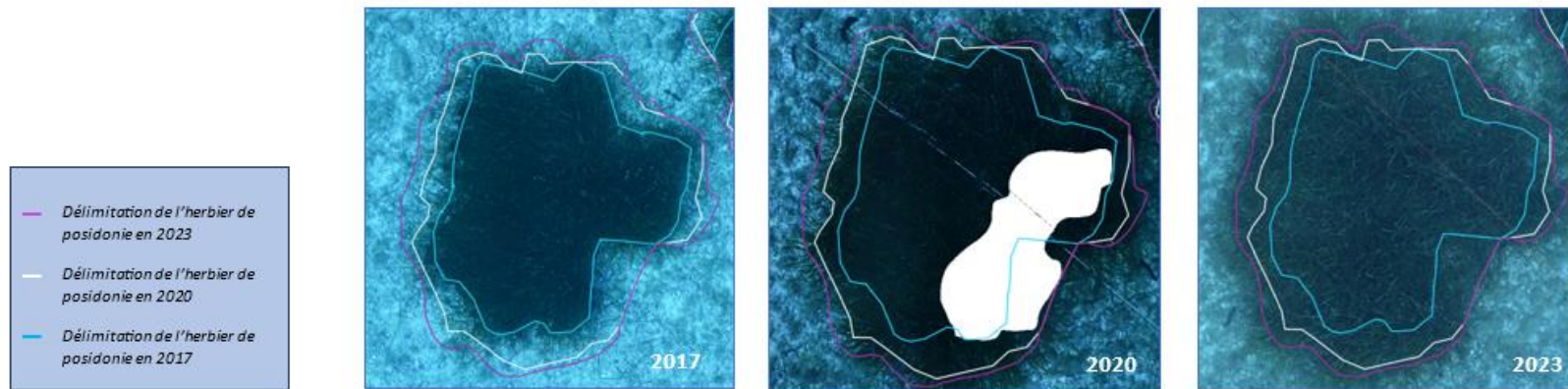


Figure 64 : zooms sur le site Capo-Rosso reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2017 (en haut à gauche), en 2020 (au centre) et en 2023 (à droite), illustrant la progression de l'herbier entre les suivis.

V.C.2. Capro Rosso PI (masse d'eau FREC04ac) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale	
Température de l'eau (°C)	18
Visibilité (m)	20
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier <input type="checkbox"/> Sable fin <input type="checkbox"/> Matte morte <input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux <input type="checkbox"/> Autres :...
Remarques	Touffes d'herbier entre les blocs éboulés, en colonisation (faisceaux plagiotropes abondants) et peu épiphytés.
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea <input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia <input checked="" type="checkbox"/> Algues filamenteuses <input type="checkbox"/> Womersleyella setacea <input type="checkbox"/> Autres :...
Remarques	
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche <input type="checkbox"/> Traces de mouillage <input type="checkbox"/> Structures artificielles <input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché <input type="checkbox"/> Autres :...
Remarques	
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés <input type="checkbox"/> Macrodéchets <input type="checkbox"/> Hydrocarbures <input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques	
Espèces particulières	
Remarques générales	<p>Girelles communes (<i>Coris julis</i>) et girelle paon (<i>Thalassoma pavo</i>), Sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), Serran écriture (<i>Serranus scriba</i>), Serran chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), Apogon (<i>Apogon imberbis</i>), Castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), Oblades (<i>Oblada melanura</i>), Sar commun (<i>Diplodus sargus</i>), Mendole (<i>Spicara maena</i>), banc de picarels (<i>Spicara sp.</i>) en pleine eau, Saupes (<i>Sarpa salpa</i>), Rouget de roche (<i>Mullus surmuletus</i>), Crénilabre à cinq tâches (<i>Symphodus roissali</i>), Dorade grise (<i>Spondylisoma cantharus</i>), Nacre épineuse (<i>Pinna rudis</i>), Anémones vertes (<i>Anemonia viridis</i>)</p>



Figure 65 : illustrations de l'herbier du site Capro-Rosso à la profondeur intermédiaire (-15 m) en 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	42 14.307
Longitude :	8 32.567
Date de pose	10/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10767993
Profondeur du capteur (m)	21
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Au pied de la falaise avec éboulis rocheux, en contrebas d'une petite faille bordée de Crambe crambe où était positionné l'ancien capteur. Grosse roche à droite du capteur quand on est face à la paroi.



Figure 66 : données et photo du capteur de température (-15 m) en 2023.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,778), en 2020 (0,686) et en 2017 (0,672) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. Cette valeur présente une amélioration car l'état de l'herbier qui était bon en 2020 et 2017 est **très bon** en 2023.

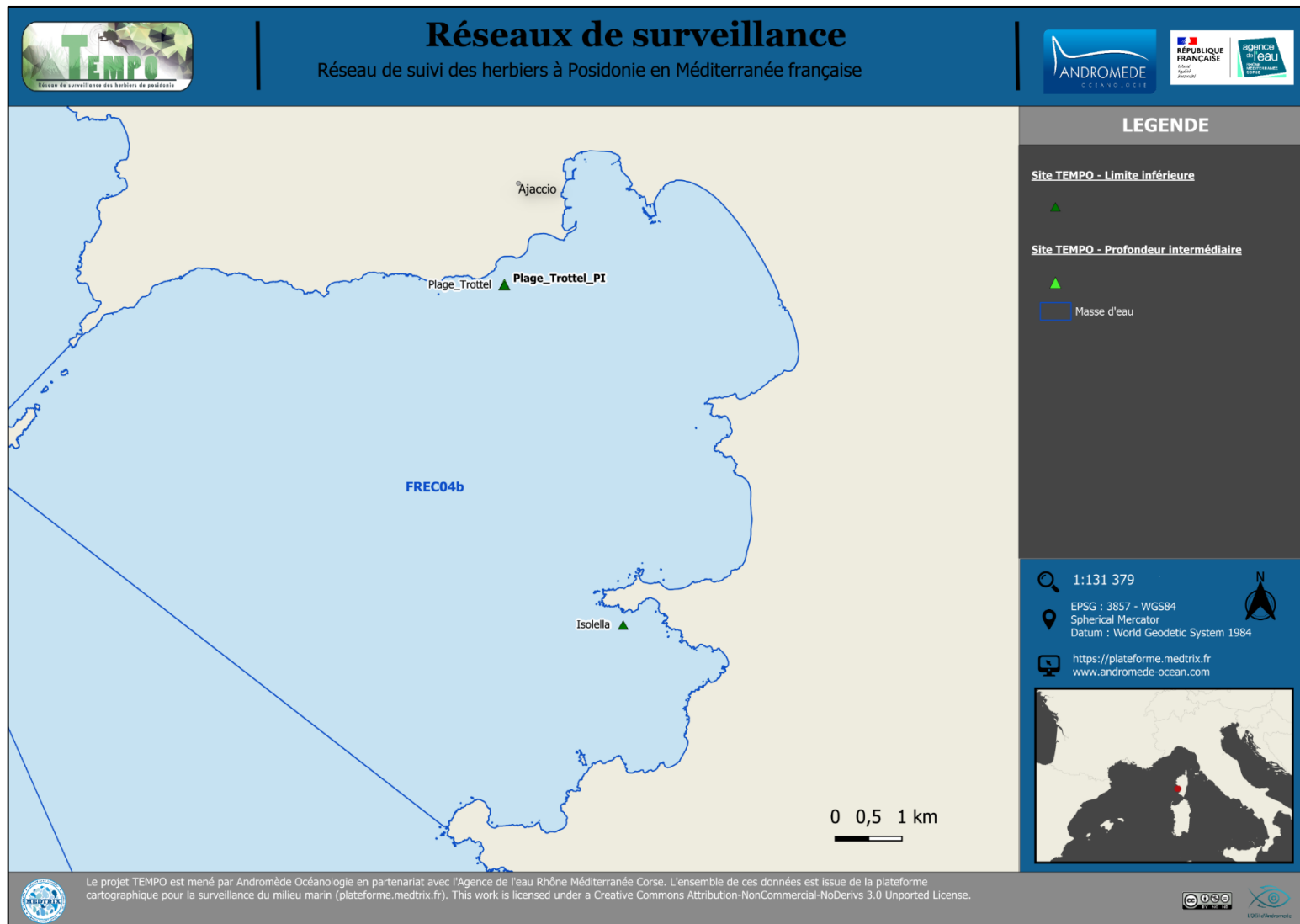
Ceci est lié à la densité moyenne des faisceaux de l'herbier qui est très élevée avec 455 faisceaux/m² à la profondeur intermédiaire de -16 m par rapport aux suivis antérieurs.

Tableau 25 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC04ac	FREC04ac	FREC04ac	
Nom du site	Capo Rosso PI	Capo Rosso PI	Cappo Rosso PI	
Année	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.62	0.65	0.74	0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	0.67	0.69	0.78	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	NA			0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	16	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	34	34	34	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	331	241	455	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	177	204	301	0 116.37 418
Type de limite inférieure	3	3	3	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1.2	2.1	-0.7	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	227	730	459	0 481.69 970

V.D.Masse d'eau FREC04b

La masse d'eau FREC04b comprend le site TEMPO **Plate Trottel, Plage Trottel PI, Isollela et Isolella PI.**



V.D.1. Plage Trottet (masse d'eau FREC04b) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input checked="" type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), Crénilabre sp (<i>Symphodus sp</i>), Serran écriture et chevrette (<i>Serranus scriba</i> et <i>Serranus cabrilla</i>), rougets (<i>Mullus sp.</i>),				



Figure 67 : Illustrations du site Plage Trottet situé en limite inférieure d'herbier (2023).

Au sein du golfe d'Ajaccio, l'herbier situé au large de la plage, le site Trottet appartient à la masse d'eau 'Golfe d'Ajaccio' (FRECO4b). Il se développe sur du **sable fin**.



Figure 68 : Limite inférieure de l'herbier du site Plage Trottet (2023).

Les espèces observées sur le site en 2023 sont : le **sar à tête noire** (*Diplodus vulgaris*), le **crénilabre** sp (*Symphodus* sp), le **serran-écriture** (*Serranus scriba*), le **serran-chevette** (*Serranus cabrilla*), et des **rougets** (*Mullus* sp).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	41 54,385
Longitude :	8 43,470
Date de pose	13/06/2023
Heure de lancement	20/00
N° capteur	21550705
Profondeur du capteur (m)	23,00
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur sur une vis à sable, dans le sable à 12m du piquet 1 au nord est. A côté d'un petit patch d'herbier



Figure 69 : Données et photo du capteur de température posé en limite inférieure de l'herbier (2023).

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 26 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FRECO4b	FRECO4b	FRECO4b	FRECO4b	FRECO4b	
Nom du site	Plage Trottet	Plage Trottet	Plage Trottet	Plage Trottet	Plage Trottet	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.49	0.48	0.47	0.49	0.5	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	3	3	3	3	3	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	122	115	93	134	142	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.26	0.25	0.22	0.28	0.29	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1	0	2	1	1	-2 - 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **franche à faible recouvrement** et se situe à **-24,8 m de profondeur**.

La densité moyenne est de **142 ± 40,47 faisceaux/m²** en 2023 (134 faisceaux/m² en 2020 ; 93 faisceaux/m² en 2017 ; 115 faisceaux/m² en 2014 et 122 faisceaux/m² en 2011). L'état de l'herbier est classé **normal** en fonction de la densité de ses faisceaux et le niveau de profondeur (Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010). Les paramètres de l'herbier indiquent une tendance à l'amélioration et/ou à la stabilisation depuis 2020 (l'herbier était classé médiocre en 2017) qui sera à confirmer lors du prochain suivi. La densité est caractérisée comme **normale** en 2023 selon la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995). Cet état normal est le même que celui observé en 2020 (la densité était subnormale inférieure en 2017 et 2014).

Le déchaussement est **faible** (< 5 cm) et stable au cours des différentes années de suivis.

L'EQR Site en 2023 (0,497), en 2020 (0,493), en 2017 (0,473), en 2014 (0,483) et en 2011 (0,487) indique des valeurs qui sont toutes inférieures à la moyenne régionale de Corse. L'état écologique du site reste stable et **moyen**.

d. Perturbations observées

Cette station se situe au bord du littoral urbanisé d'Ajaccio (69 378 habitants en 2014, source : INSEE, consultée en novembre 2023) voir image aérienne ci-dessous). On y trouve une forte activité balnéaire le long de la plage de sable et quelques mouillages forains.

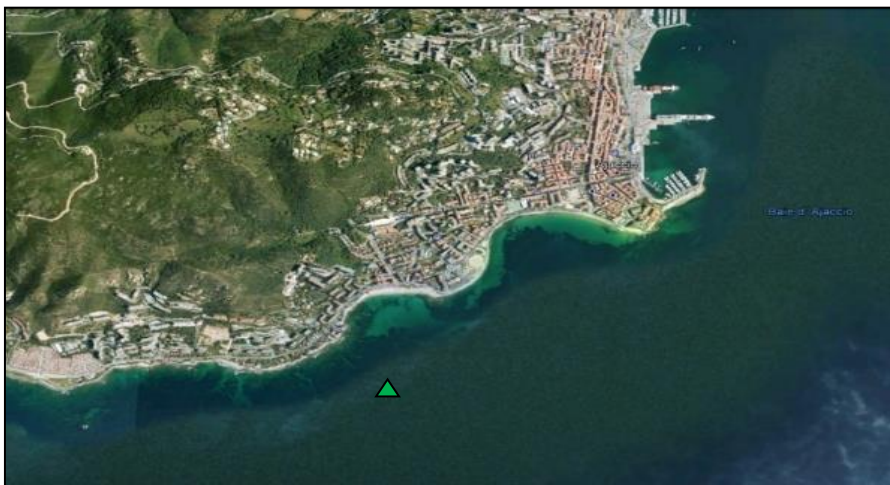


Figure 70 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Plage Trottel (Source : Google Earth).

On l'a trouvée entre les aménagements d'Ajaccio, les installations aquacoles (7 km à l'Est), la route maritime allant d'Ajaccio vers le continent (à 400 m au Sud) et l'entrée du port d'Ajaccio (1,5 km à l'Est). Aucune perturbation (biologique, physique ou pollution) n'a été recensée en 2023.

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés**.

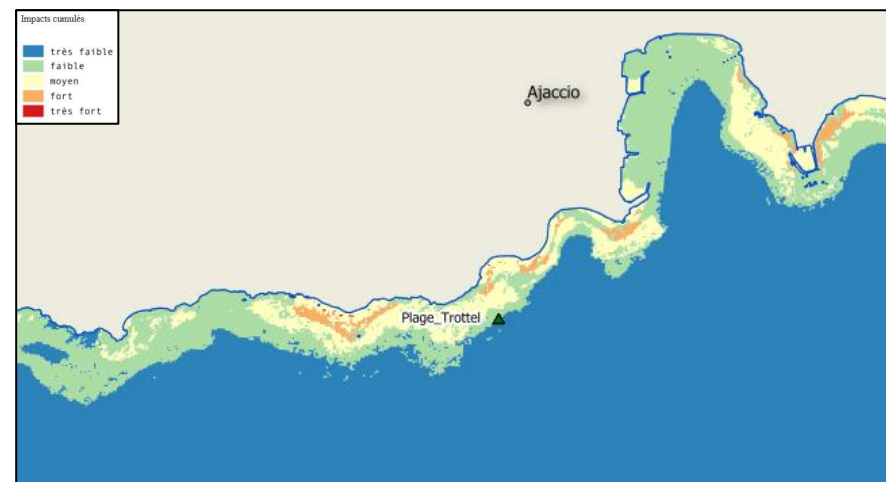


Figure 71 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. Données historiques

L'herbier le plus proche du site Plage Trottel suivi par le Gis Posidonie antenne Corse dans la masse d'eau FRECO4b est celui de Parata (500 au Sud-Ouest des installations aquacoles, environ 7 km du site d'Ajaccio). Suivie en 2005, la limite inférieure (-35,7 m) de l'herbier de La Parata était clairsemée ou régressive et présentait un déchaussement faible (2,9 cm) et une densité moyenne normale (80 faisceaux / m²) (Pergent *et al.*, 2008). Aucune autre donnée historique n'a été transmise depuis.

f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable à -19,2 et -26,2 mètres de profondeur.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 27 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC04b	FREC04b	FREC04b	
Nom du site	Plage Trottel	Plage Trottel	Plage Trottel	
Période d'évolution	2011-2014	2014-2017	2017-2020	
% Discordance positive	3	7.9	0.2	
% Discordance négative	10.7	12.4	1.9	0 20.9 5.58
Concordance	86.3	79.7	97.8	0 99.6 85.3
Surface comparée (m ²)	191	186	165	0 465 103.62

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe sur ce site 0,25 % de discordance positive, 1,94 % de discordance négative et 97,81 % de concordance. L'indice d'évolution pour cette période (-0,77) indique un herbier en **régression**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2014-2017**, on observe sur ce site 7,91 % de discordance positive, 12,39 % de discordance négative et 79,70 % de concordance. L'indice d'évolution pour cette période (-0,22) indique un herbier **stable**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2011-2014**, on observe sur ce site 3,04 % de discordance positive, 10,65 % de discordance négative et 86,32 % de concordance. L'indice d'évolution pour cette période (-0,56) indique un herbier en **régression**.

De manière générale, l'indice d'évolution indique un herbier qui alterne entre un état régressif et un état stable entre 2014 et 2017.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** sur la période 2020-2023 ainsi que 2014-2017 et 2011-2014. C'est une amélioration de son état car en 2017-2020, l'herbier était en **état écologique moyen**.

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Plage Trottel en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **2 451 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

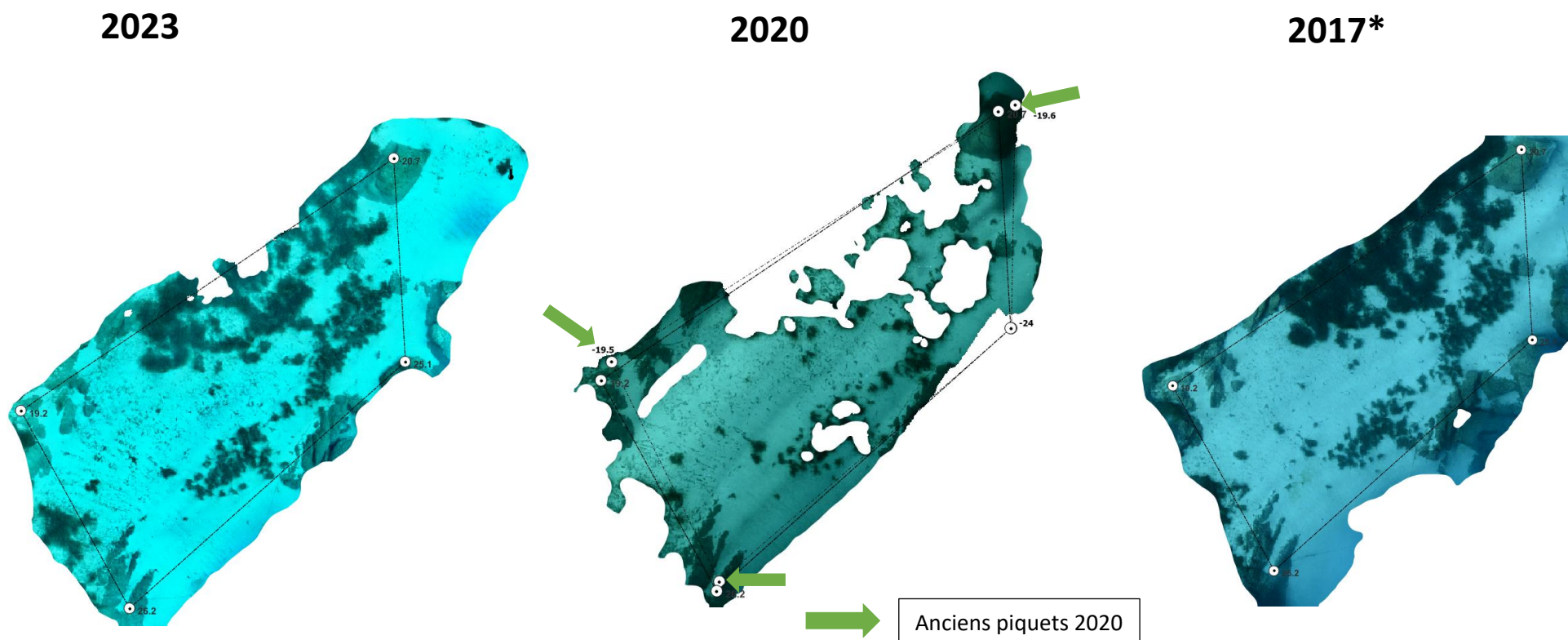


Figure 72 : vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), 2020 (au milieu) et 2017 (à droite).

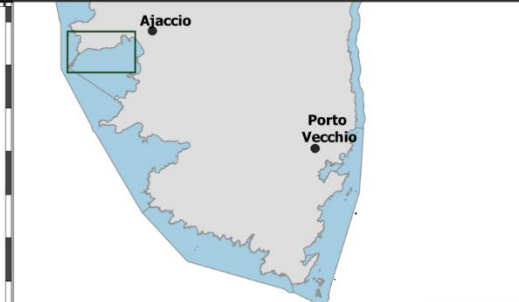
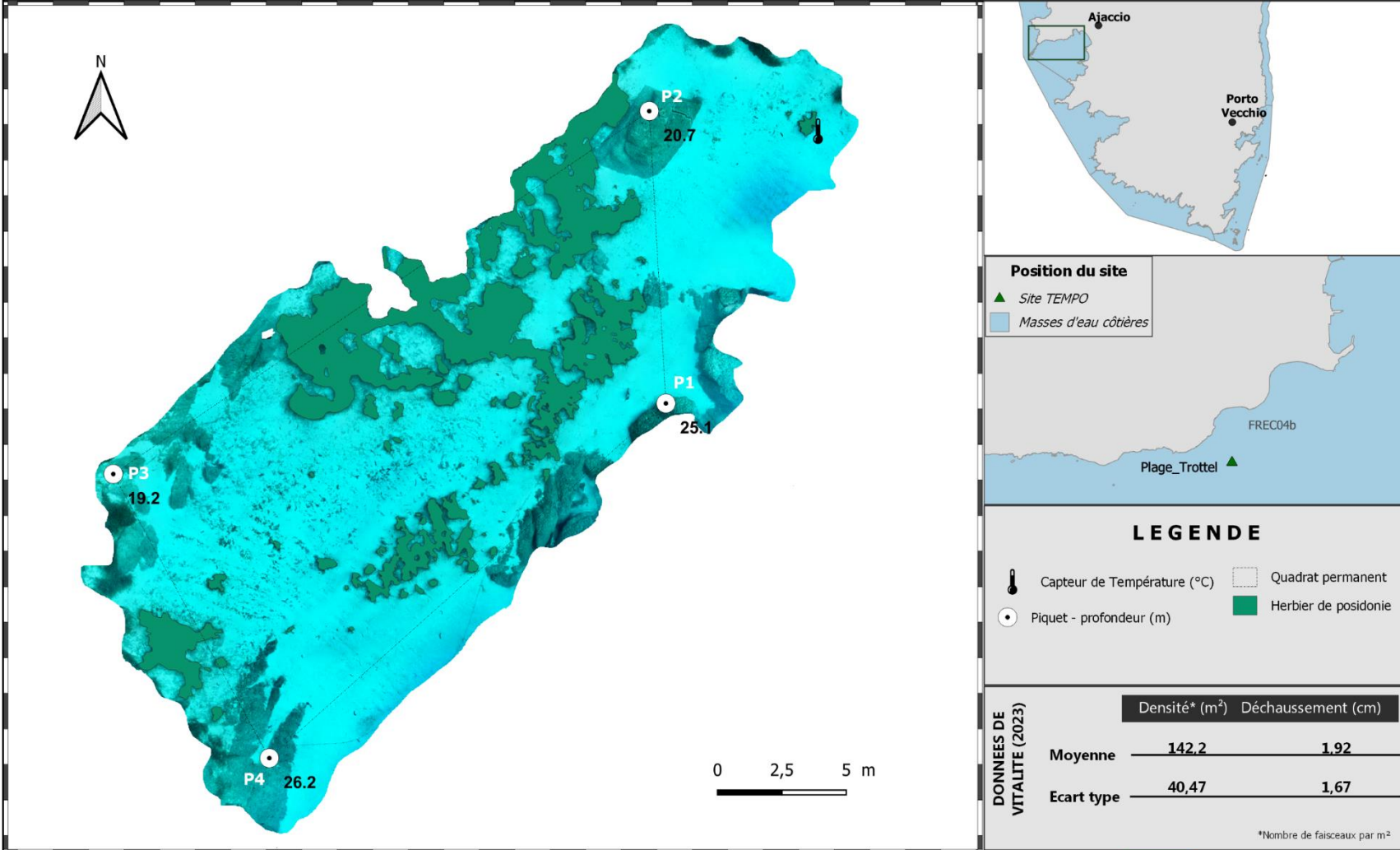
2017*: Emprise du modèle avec la délimitation de la zone de 2023.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023

SITE > Plage Trottet < FREC04b - Golfe d'Ajaccio



LEGENDE

- 🌡️ Capteur de Température (°C)
- ◉ Piquet - profondeur (m)
- ▭ Quadrat permanent
- Herbier de posidonie

DONNEES DE VITALITE (2023)

	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)
Moyenne	142,2	1,92
Ecart type	40,47	1,67

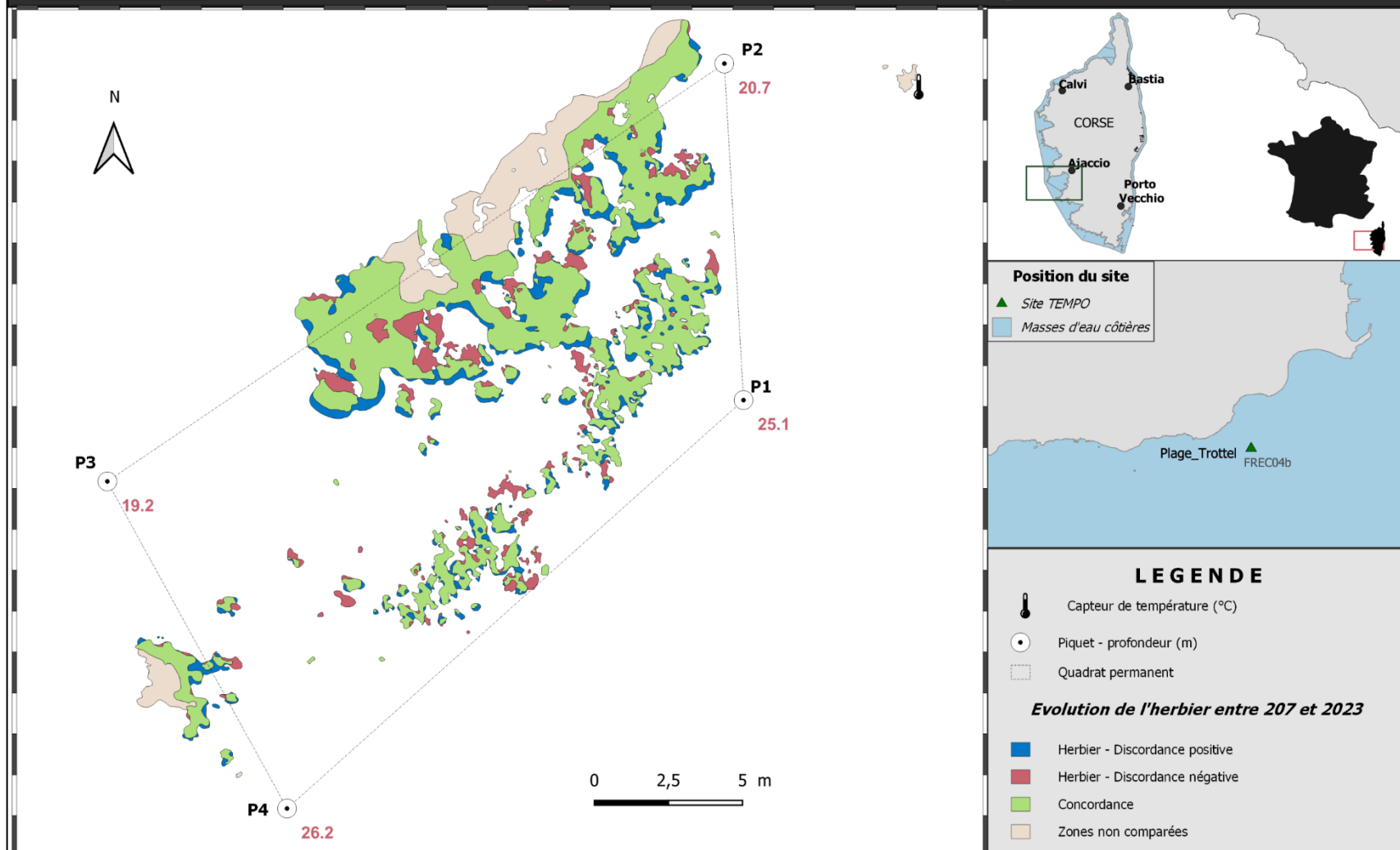
*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.



SITE > Plage Trottel < FREC04b - Golfe d'Ajaccio



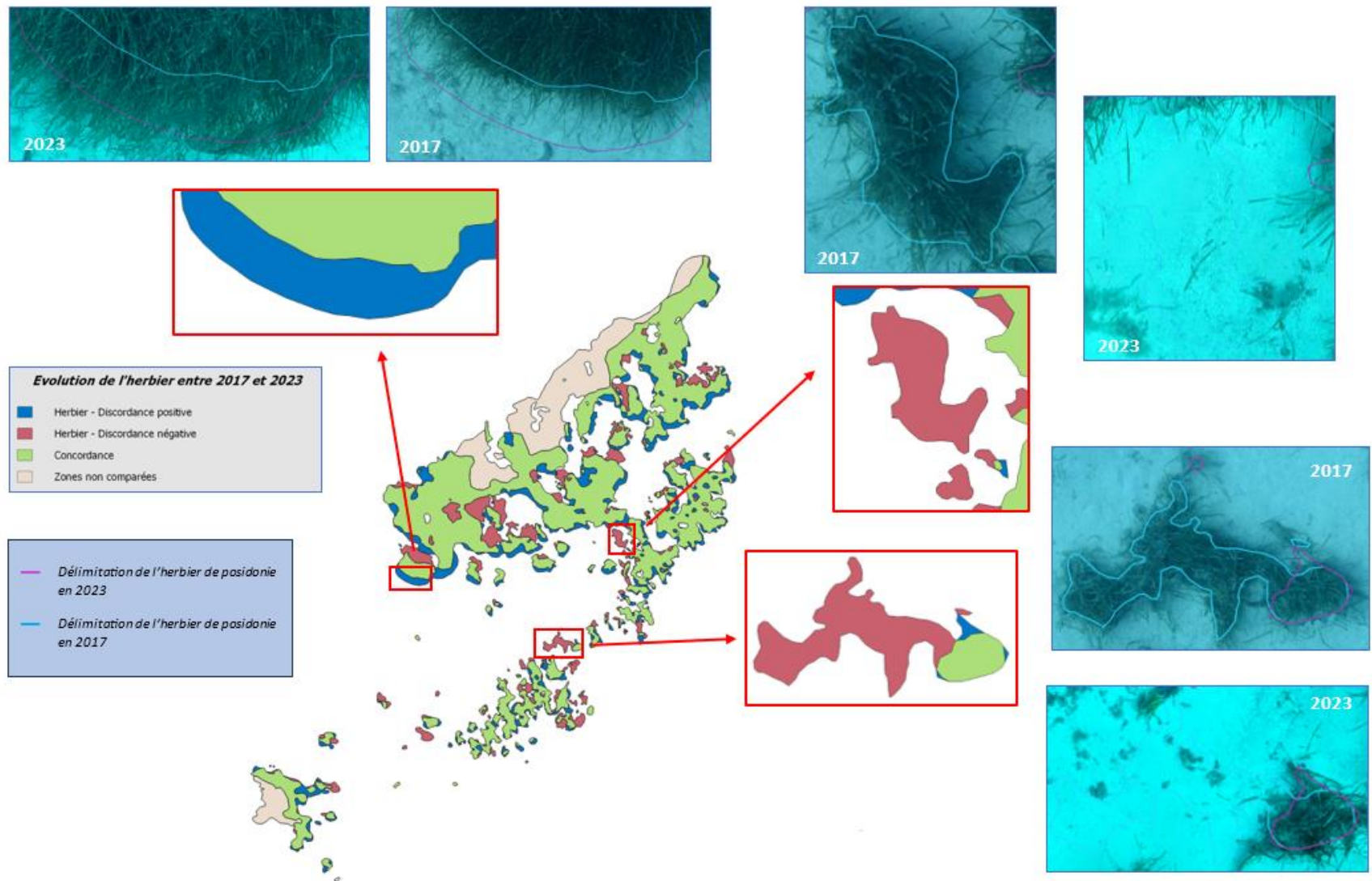


Figure 73 : zooms sur le site Plage Trottet reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustration la progression de l'herbier en 2017 et 2023.

V.D.2. Plage Trottet PI (masse d'eau FREC04b) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input checked="" type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Marques de broutage, épiphytes, déchaussement assez élevé dans les quadrats, visibilité moyenne.				
Remarques générales	<i>Cladocora sp.</i> , <i>Peyssonellia</i> à la base des faisceaux, <i>Flabellia petiolata</i> , sporaillons (<i>Diplodus vulgaris</i>), une saupe (<i>Sarpa salpa</i>), serrans chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), nuages d'alevins, rouget barbet de roche (<i>Mullus surmuletus</i>), castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), girelles (<i>Coris julis</i>), girelle paon (<i>Thalassoma pavo</i>)				



Figure 74 : illustrations de l'herbier du site Plage Trottet en profondeur intermédiaire (-15 m) en 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	41 54.408
Longitude :	8 43.470
Date de pose	13/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330587
Profondeur du capteur (m)	16
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur attaché à une vieille ancre (seule la tige est visible) entre des rochers entouré de patches d'herbier



Figure 75 : données et photo du capteur de température (-15 m) en 2023.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,592), en 2020 (0,543), et 2017 (0,540) est **dans la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse et indique un **état bon** de l'herbier en 2023 et un état moyen de l'herbier en 2020 et 2017.

L'état écologique semble s'améliorer depuis 2017 notamment grâce à une densité de faisceaux qui augmente.

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

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC04b	FREC04b	FREC04b	
Nom du site	Plage Trottel PI	Plage Trottel PI	Plage Trottel PI	
Année	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.47	0.49	0.5	0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	0.54	0.54	0.59	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	NA			0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	15	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	24.8	24.8	24.8	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	201	224	280	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	93	134	142	0 116.37 418
Type de limite inférieure	3	3	3	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	2.1	1.7	-6	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	641	590	631	0 481.69 970

V.D.3. Isolella (masse d'eau FREC04b) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input checked="" type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input checked="" type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques :					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Remarques :					
Espèces particulières	<i>Sars (Diplodus sp), Apogon imberbis, langouste (Palinurus elephas), Crénilabres (Symphodus sp), girelles (Coris julis),</i>				



Figure 76 : Illustrations du site Isolella en limite inférieure de l'herbier (2023).

Au sein du Golfe d'Ajaccio, le site 'Isolella' se situe dans la masse d'eau 'Golfe d'Ajaccio' (FRECO4b). Cette zone est complexe car il s'agit d'une alternance de zones sableuses (rivières de sable) et de roches de toutes tailles dont des falaises de plusieurs mètres de haut et remontent près de la surface. On note la présence de rhizomes plagiotropes.

L'emprise du site suivi en 2014 et 2017 n'est pas le même que celui suivi en 2020 et 2023.

Les espèces observées sur le site en 2023 sont : des sars (*Diplodus sp*), des apogons (*Apogon imberbis*), des langoustes (*Palinurus elephas*), des crénilabres (*Symphodus sp*), et des girelles (*Coris julis*).



Figure 77 : Limite inférieure de l'herbier du site Isolella (2023).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	41 50 299
Longitude :	8 45 389
Date de pose	13/06/2023
Heure de lancement	20/00
N° capteur	10710144
Profondeur du capteur (m)	28,20
N° de piquet du quadrat	
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	/



Figure 78 : Données et photo du capteur de température sur le site en limite inférieure de l'herbier (2023).

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.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FRECO4b	FRECO4b	FRECO4b	FRECO4b	FRECO4b	
Nom du site	Isolella	Isolella	Isolella	Isolella	Isolella	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.53	0.6	0.63	0.67	0.71	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	3	3	3	3	3	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	27.7	29	29	29	29	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.65	0.7	0.7	0.7	0.7	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	137	203	229	280	331	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.28	0.43	0.52	0.64	0.76	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	6	0	-1	2	5	-2 - 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **franche à faible recouvrement** et se situe à **-29 m de profondeur**.

La densité moyenne est de **331 ± 69,38 faisceaux/m²** en 2023 (280 faisceaux/m² en 2020 ; 229 faisceaux/m² en 2017 ; 203 faisceaux/m² en 2014 et 137 faisceaux/m² en 2011). Compte tenu de sa densité et le niveau de profondeur, l'herbier est en **excellent** état (Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010). Cet état est stable depuis 2017 (il était en bon état en 2014). D'après la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité est classée **subnormale supérieure** en 2023 alors qu'elle était considérée normale depuis 2017. Cette amélioration est liée à la forte densité observée sur le site d'Isolella en limite inférieure.

En 2023, le déchaussement est **moyen** (compris entre 5 et 10 cm) alors qu'il était faible depuis 2014 (également classé moyen en 2011). Cette observation sera à surveiller lors du prochain suivi.

L'EQR Site en 2023 (0,707), en 2020 (0,667), en 2017 (0,627), en 2014 (0,597) indique des valeurs supérieures à la moyenne régionale de la Corse (sauf en 2011 - 0,530). L'état écologique du site est **bon** depuis 2014. De plus, cet état semble s'améliorer au cours du temps.

d. Perturbations observées

La limite inférieure étudiée se trouve globalement assez en retrait des perturbations agissant sur l'anse d'Isolella.



Figure 79 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Isolella (Source : Google Earth).

De nombreuses villas avec parcs arborés longent le littoral de cette anse qui reste néanmoins assez peu artificialisée (voir image aérienne page précédente). En se rapprochant du littoral vers le cœur de l'anse, la limite supérieure de l'herbier suivi est une zone très utilisée pour l'abri des bateaux. Il y existe un mouillage organisé interdisant le mouillage sauvage. Cette zone a une capacité d'accueil de 118 navires face à une plage touristique. Une zone de mise à l'eau pour les bateaux et jet-skis est présente.



Figure 80 : zone de mouillage de Médéa (Isolella) (source : Google Earth, 2020).

En 2023, des **algues filamenteuses sont observées** sur le site. Ces algues n'avaient pas été relevées depuis 2014.

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés**.



Figure 81 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. *Données historiques*

L’herbier le plus proche d’Isolella suivi par le Gis Posidonie antenne Corse dans la masse d’eau FREC04b est celui de Porticcio (environ 4 km plus au Nord d’Isolella). Suivie en 2005, la limite supérieure (-14 m) de l’herbier de Porticcio est située à proximité du rejet d’un centre de thalassothérapie et était en bon état (Pergent *et al.*, 2008). La densité de faisceaux était moyenne (286/m² à -14,4 m) et le déchaussement faible (4,3 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

Un herbier a également été étudié pour son PREI à Ajaccio Sud et était classé en moyen état (PREI = 0,495) (Gobert *et al.*, 2009). Aucune autre donnée historique n’a été transmise depuis.

f. *Cartographie des herbiers par photogrammétrie*

Le quadrat de délimitation de l’herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable entre -23,7 m et -28,2 m de profondeur.

L’évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l’herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l’herbier.

Tableau 30: Comparaison, pour les différentes périodes d’évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l’emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC04b	FREC04b	
Nom du site	Isolella	Isolella	
Période d'évolution	2014-2017	2020-2023	
% Discordance positive	12.5	4.2	0 23.1 6.09
% Discordance négative	8.1	2.3	0 20.9 5.58
Concordance	79.4	93.5	0 99.6 85.3
Surface comparée (m ²)	27	45	0 465 103.62

Au niveau de l’emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 4,19 % de discordance positive, 2,32 % de discordance négative et 93,49 % de concordance. L’indice d’évolution sur cette période (0,29) indique un **herbier stable à très légère tendance progressive**.

Au niveau de l’emprise comparable du quadrat pour la période **2014-2017**, on observe sur ce site 12,50 % de discordance positive, 8,13 % de discordance négative et 79,38 % de concordance. L’indice d’évolution sur cette période (0,21) indique un **herbier stable**.

L’indice d’évolution indique un herbier stable depuis 2014 avec des paramètres récents qui montrent une tendance progressive qui sera à confirmer lors du prochain suivi.

L’indicateur de dynamique évolutive témoigne d’un herbier en **état écologique moyen** sur la période de 2020 à 2023. C’est une régression de la dynamique évolutive de l’herbier qui présentait un **bon état écologique** sur la période 2014 à 2017.

La 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 Isolella en limite inférieure de l’herbier en 2023 a été généré à la suite de l’acquisition de **1 873 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l’emplacement des piquets et du quadrat.

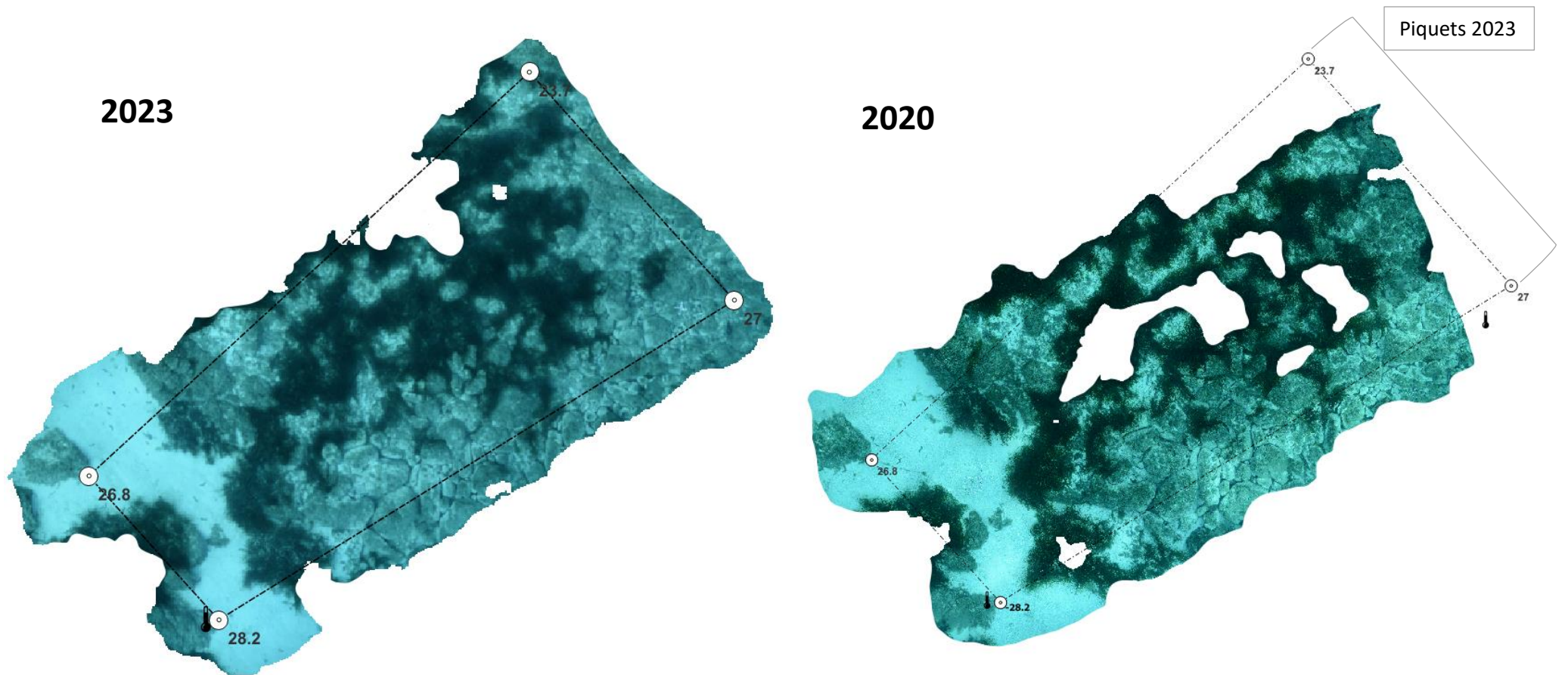


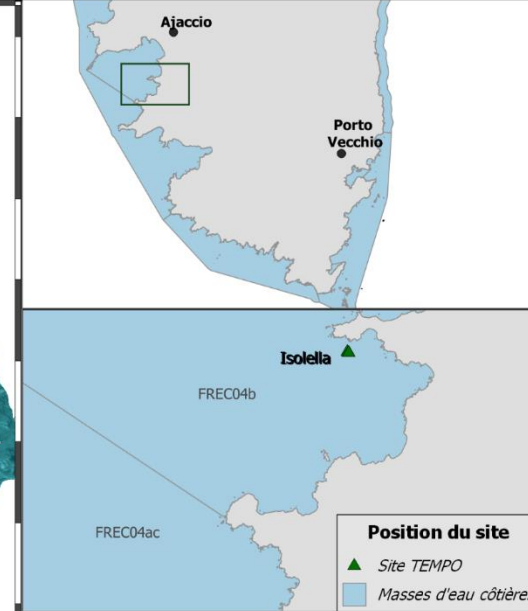
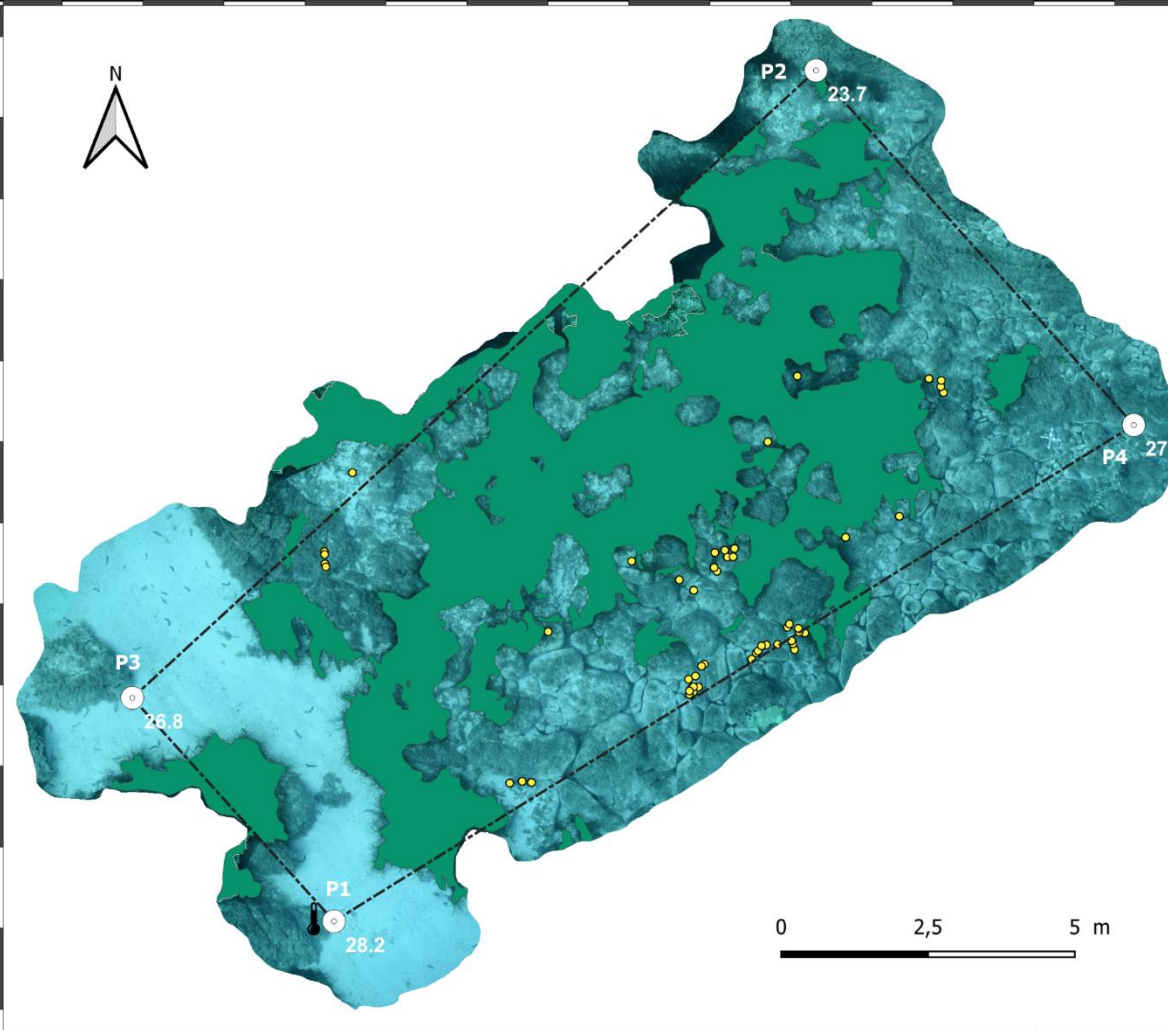
Figure 82 : Vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche) et en 2020 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023

SITE > Isolella < FREC04 b - Golfe d'Ajaccio



Position du site
 ▲ Site TEMPO
 ■ Masses d'eau côtières

LEGENDE

- 🌡️ Capteur de Température (°C)
- Piquet - profondeur (m)
- Faisceaux isolés
- ▭ Quadrat permanent
- Herbier de posidonie

DONNÉES DE VITALITÉ (2023)	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)	
	Moyenne	330,8	5,6
	Ecart type	69,38	4,6

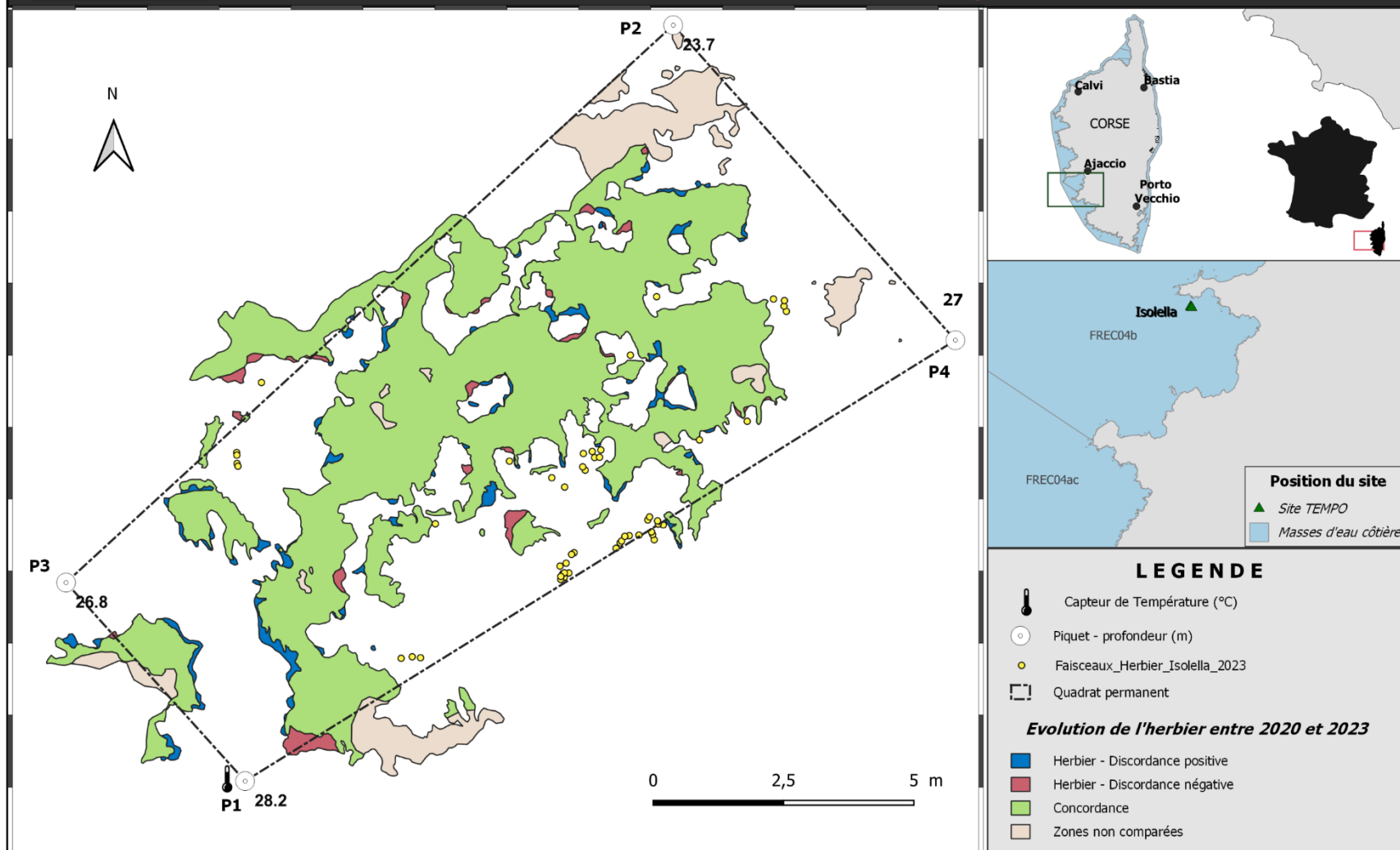
*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.



SITE > Isolella < FREC04 b - Golfe d'Ajaccio



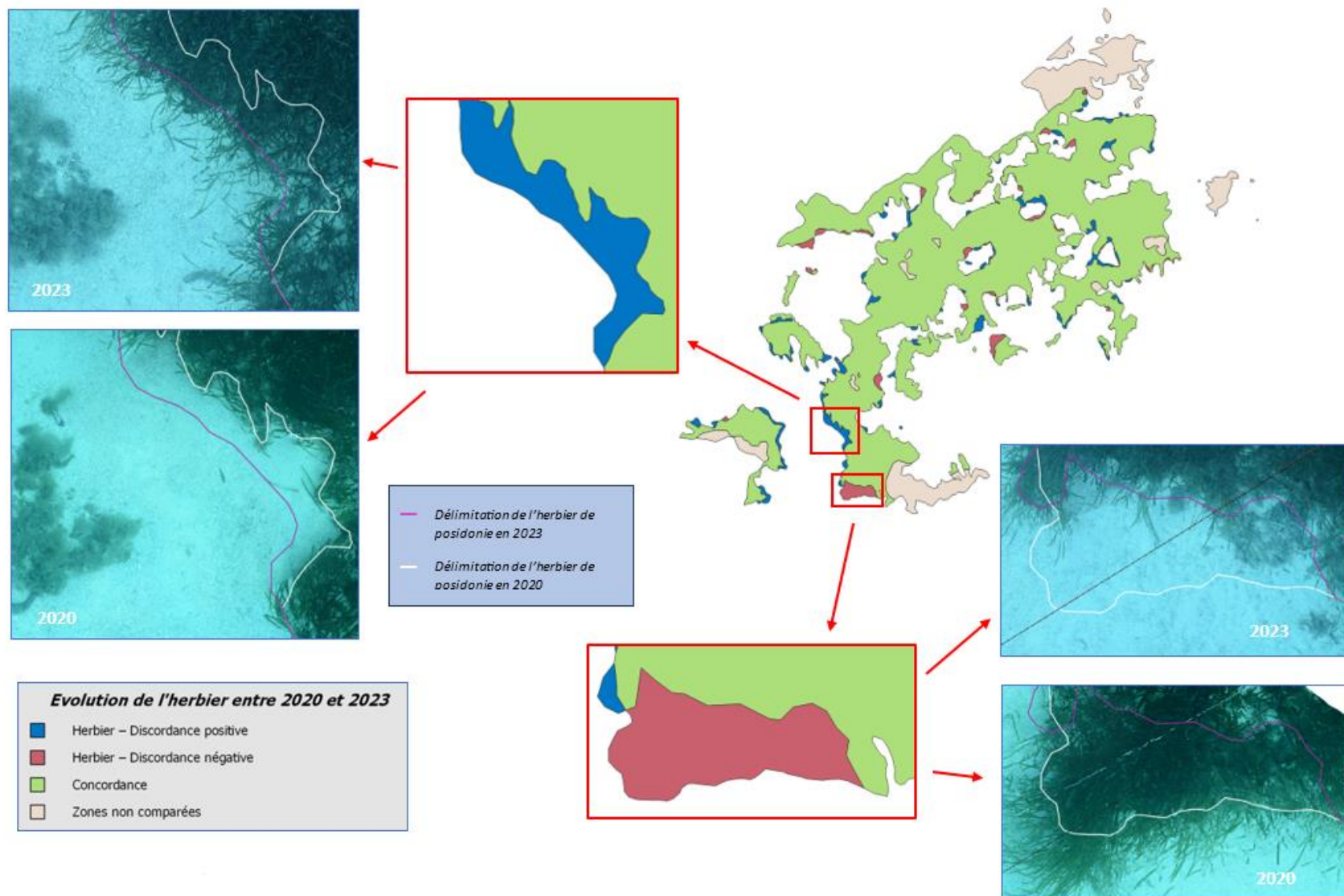


Figure 83 : zooms sur le site Isolella, reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustrant la régression de l'herbier en 2017 et 2020.

V.D.4. Isolella PI (masse d'eau FREC04b) – Profondeur intermédiaire – nouveau site en 2023

a. Présentation du site

Description générale				
Température de l'eau (°C)	17			
Visibilité (m)	10			
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input checked="" type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques				
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques				
Espèces particulières	Visibilité moyenne, herbier sur roche épiphyté et peu épiphyté en fonction des endroits, plutôt à 13 m sur l'ensemble du secteur mais site du capteur dans un creux à -15 m avec un peu d'herbier autour. Algues filamenteuses sur toutes les roches également. <i>Peyssonellia</i> au pied des faisceaux quand déchaussement important.			
Remarques générales	A certains endroits déchaussement important ou ensablement élevé. Au moins 6 colonies de <i>Cladocora</i> sp. dont 1 faisant la taille d'un quadrat de 40x40cm. Saupe (<i>Sarpa salpa</i>), castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), 3 apogons (<i>Apogon imberbis</i>), girelles (<i>Coris julis</i>), serrans chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), 1 congre (<i>Conger conger</i>) près du capteur, sars à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), Crénilabre à queue noire (<i>Symphodus melanocercus</i>) en robe nuptiale			



Figure 84 : illustrations du site Isolella à la profondeur intermédiaire (-15 m) en 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	41 50.342
Longitude :	8 45.349
Date de pose	13/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	21550708
Profondeur du capteur (m)	15,8
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Site dans une cuvette de prof max 16m au milieu des rochers. Capteur posé sur un pied de parasol enfoncé dans un creux entre deux rochers au pied d'un petit patch d'herbier. De gros cailloux ont été posés sur le pied de parasol pour le bloquer dans le creux.

Nouveau site suivi en 2023.



Figure 85 : données et photo du capteur de température (-15 m) en 2023.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,608) est supérieur à la moyenne observée à l'échelle des sites TEMPO sur la région Corse. Ce site est nouveau en 2023 ce qui explique une seule valeur de l'indice BiPo. Celle-ci indique un état de l'herbier qui est **bon** et sera à comparer avec les paramètres relevés lors du prochain suivi (2026).

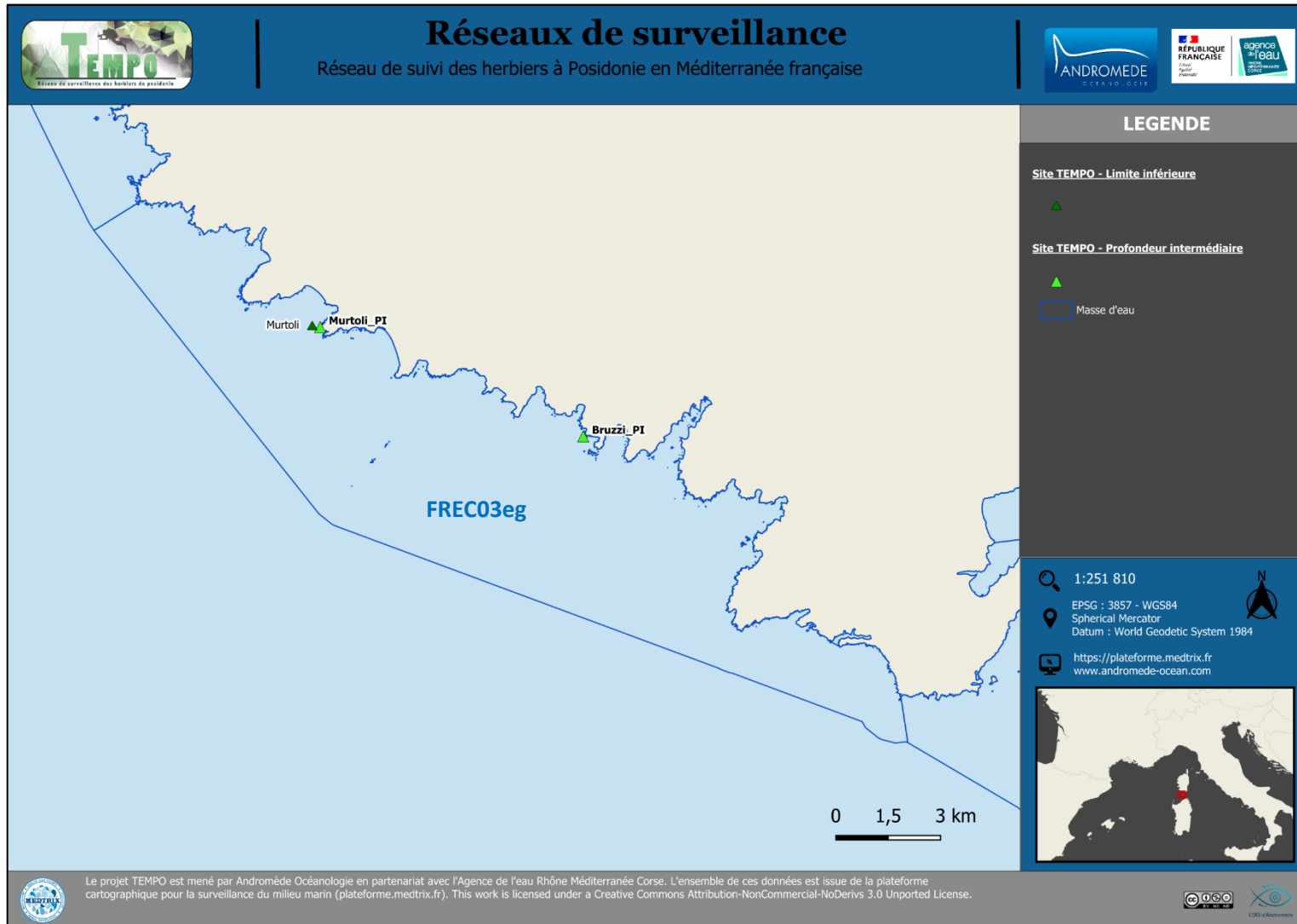
La valeur du **PREI** (0,641) indique un **bon état écologique** du site en 2023, qui sera à confirmer lors du prochain suivi (2026).

Tableau 31 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende	
Masse d'eau cotière	FREC04b		
Nom du site	Isolella PI		
Année	2023		
Valeur EQR (LI)	0.71	0	0.79 0.43
Valeur BiPo (PI)	0.61	0	0.84 0.59
Valeur PREI (PI)	0.64	0	0.84 0.31
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	14.5	18 15.19
Profondeur de la limite inférieure (m)	29	24.8	40 34.5
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	296	179	528 313.12
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	331	0	418 116.37
Type de limite inférieure	3	1	5 2.61
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	5.6	-6	5.9 1.05
Longueur des feuilles à la PI (mm)	534	0	970 481.69
Surface foliaire (cm ² /faisceau)	265	0	375 98.98
Charge épiphytaire à la PI	0.03	0	0.13 0.03

V.E. Masse d'eau FREC03eg

Masse d'eau FRDC09a comprend le site TEMPO Murtoli et Murtoli PI.



V.E.1. Murtoli (masse d'eau FRECO3eg) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	14				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	<i>Girelles (Coris julis), Crénilabre à queue noire (Symphodus melanocernus), Serran chèvre (Serranus cabrilla)</i>				



Figure 86 : Illustrations du site Murtoli situé en limite inférieure de l'herbier (2023).

Dans la baie de Murtoli (commune de Sartène), le site 'Murtoli' est situé dans la masse d'eau 'Littoral Sud-Ouest de la Corse' (FREC03eg).

L'herbier présente un fort recouvrement, de longues feuilles et des limites bien nettes. Il se développe sur du sable grossier. On note la présence de ripple-marks (indication d'un fort hydrodynamisme).



Figure 87 : Limite inférieure de l'herbier du site Murtoli (2023).

Les espèces observées sur le site en 2023 sont : la **girelle** (*Coris julis*), le **crénilabre à queue noire** (*Symphodus melanocernus*) et le **serran-chevette** (*Serranus cabrilla*)

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	41 30,528
Longitude :	8 52,650
Date de pose	14/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	21550716
Profondeur du capteur (m)	30,20
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur mis sur le piquet 1 qui est dans du sable



Figure 88 : Données et photo du capteur de température en limite inférieure de l'herbier (2023).

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 32 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC03eg	FREC03eg	FREC03eg	FREC03eg	FREC03eg	
Nom du site	Murtoli	Murtoli	Murtoli	Murtoli	Murtoli	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.75	0.69	0.67	0.75	0.71	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	3	3	3	3	3	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	400	278	261	418	307	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.83	0.64	0.6	0.84	0.7	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	3	0	0	1	4	-2 - 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **franche à faible recouvrement** et se situe à **-30,5 m de profondeur**.

La densité moyenne observée est de **307 ± 86,58 faisceaux/m²** en 2023 (418 faisceaux/m² en 2020 ; 261 faisceaux/m² en 2017 ; 278 faisceaux/m² en 2015 et 400 faisceaux/m² en 2011). L'état de l'herbier caractérisé comme **excellent** se conserve au cours des différents suivis de (Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010). On note une diminution de la densité en 2023 par rapport à 2020. Néanmoins, celle-ci reste **subnormale supérieure** d'après la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995). La densité était subnormale supérieure pour l'année 2020 et 2011. En revanche, elle était normale pour les années de suivis 2014 et 2017.

Le déchaussement de l'herbier est **faible** (< 5 cm) en 2023. Néanmoins on observe une tendance qui semble indiquer une augmentation du déchaussement qui sera à surveiller avec une attention particulière lors du prochain suivi.

L'EQR Site en 2023 (0,707), en 2020 (0,753), en 2017 (0,673), en 2014 (0,687) et en 2011 (0,750) indique des valeurs qui sont toutes supérieures à la moyennner régionale de la Corse. L'état écologique du site est **bon** depuis 2011.

d. Perturbations observées

Aucune pression anthropique n'est visible sur ce secteur assez préservé et couvert de végétation sauvage (maquis) (voir image aérienne ci-dessous). Néanmoins, le golfe de Murtoli peut être utilisé comme zone de mouillage forain. Aucune perturbation (biologique, physique ou pollution) n'a été recensée en 2023.

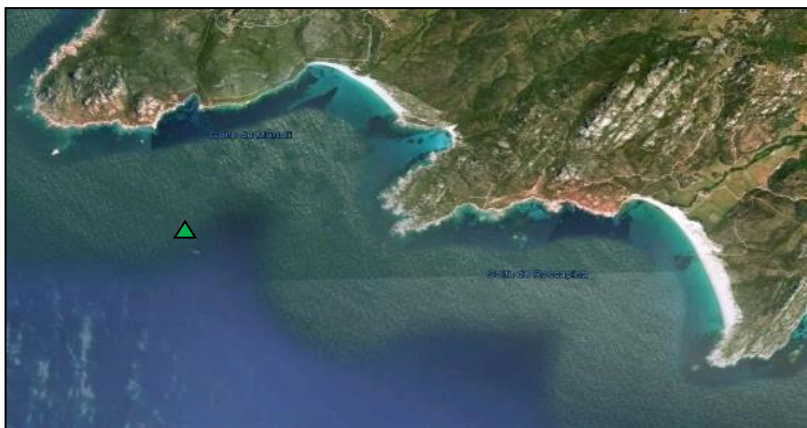


Figure 89: Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Murtoli (Source : Google Earth)

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés**.

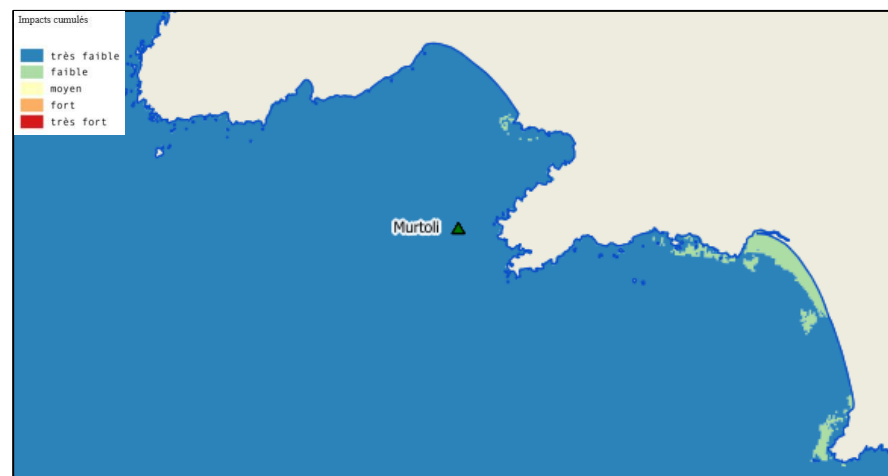


Figure 90 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable entre -30,3 m et -30,9 m.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 33 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC03eg	FREC03eg	FREC03eg	FREC03eg	
Nom du site	Murtoli	Murtoli	Murtoli	Murtoli	
Période d'évolution	2011-2014	2014-2017	2017-2020	2020-2023	
% Discordance positive	0	7.4	1.9	4.5	0 23.1 6.09
% Discordance négative	4.4	20.9	2.1	2.6	0 20.9 5.58
Concordance	95.6	71.7	96	93	0 99.6 85.3
Surface comparée (m ²)	146	152	80	76	0 465 103.62

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 4,46 % de discordance positive, 2,59 % de discordance négative et 92,95 % de concordance. L'indice d'évolution sur cette période (0,26) indique un **herbier stable**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe sur ce site 1,91 % de discordance positive, 2,14 % de discordance négative et 95,95 % de concordance. L'indice d'évolution sur cette période (-0,06) indique un **herbier stable**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2014-2017**, on observe sur ce site 7,03 % de discordance positive, 21,38 % de discordance négative et 71,59 % de concordance. L'indice d'évolution sur cette période (-0,51) indique un **herbier en régression**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2011-2014**, on observe sur ce site aucune discordance positive, 4,43 % de discordance négative et 95,57 % de concordance. L'indice d'évolution sur cette période (-1,00) indique un **herbier en régression**.

L'indice d'évolution caractérise un herbier en régression de 2011 à 2017, puis qui se stabilise entre 2017 et 2023 avec une tendance à la progression sur le dernier suivi.

L'indicateur de dynamique évolutive de l'herbier témoignait d'un **état écologique moyen** sur la période de 2011-2014. Depuis 2014, il indique un herbier en **bon état écologique**.

La 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 Murtoli en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **583 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

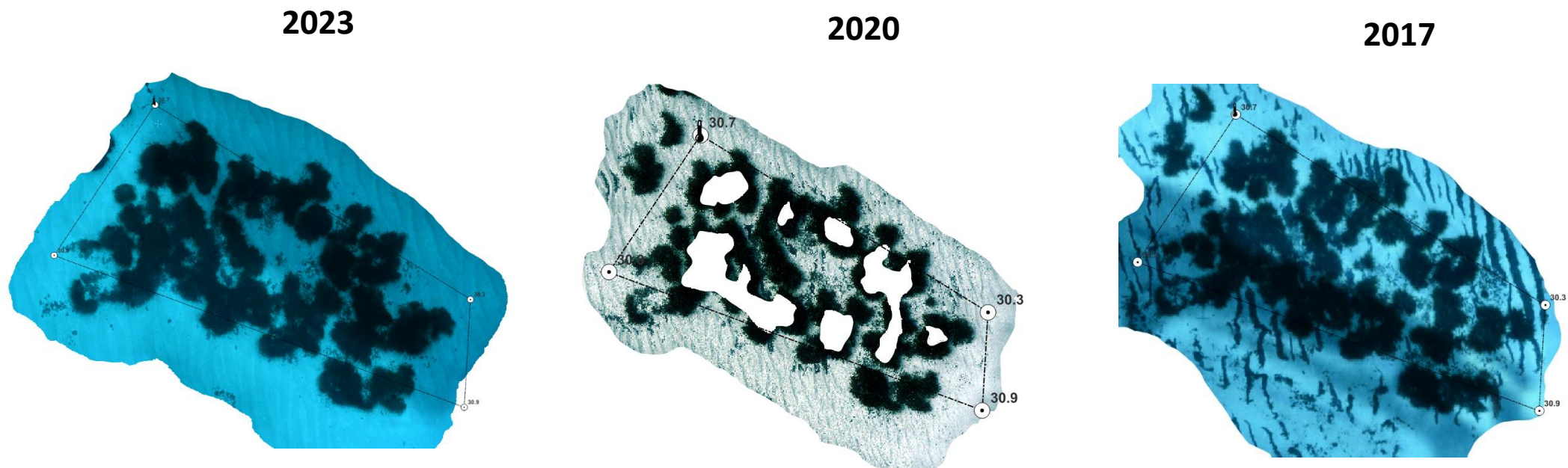


Figure 91 : Vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), en 2020 (au milieu) et 2017 (à droite).

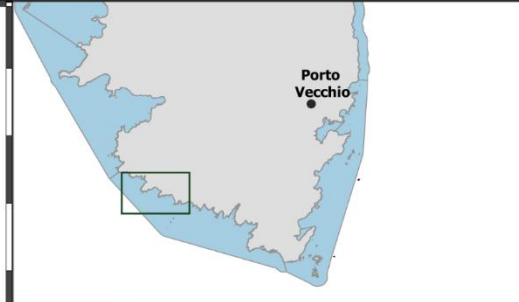
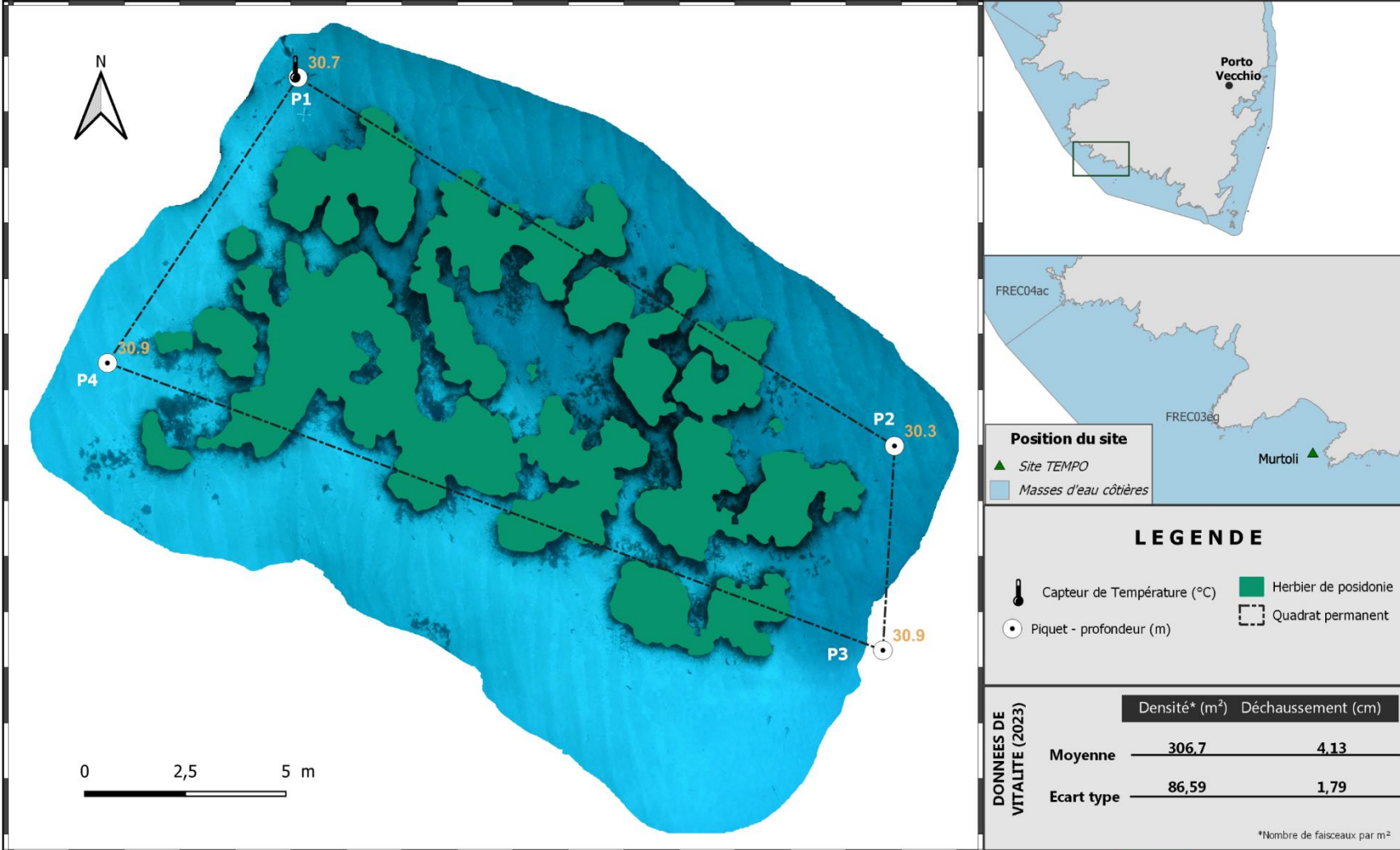
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive..



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023



SITE > Murtoli < FREC03eg - Littoral Sud Ouest de la Corse



Position du site

- ▲ Site TEMPO
- Masses d'eau côtières

LEGENDE

- 🌡️ Capteur de Température (°C)
- 📍 Piquet - profondeur (m)
- 🟩 Herbier de posidonie
- ⬜️ Quadrat permanent

DONNEES DE VITALITE (2023)	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)
	Moyenne	306,7
Ecart type	86,59	1,79

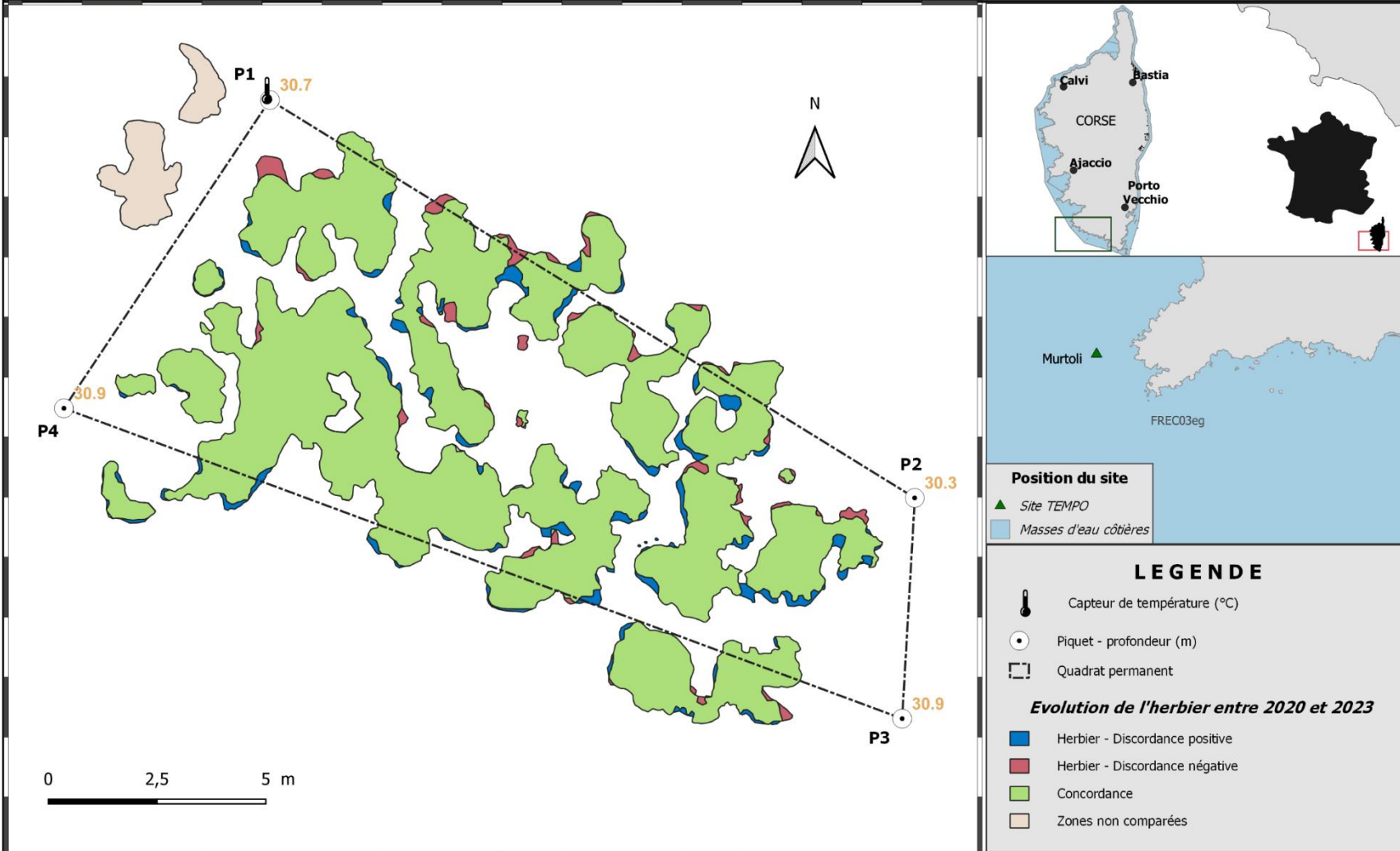
*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.



SITE > Murtoli < FREC03eg - Littoral Sud Ouest de la Corse



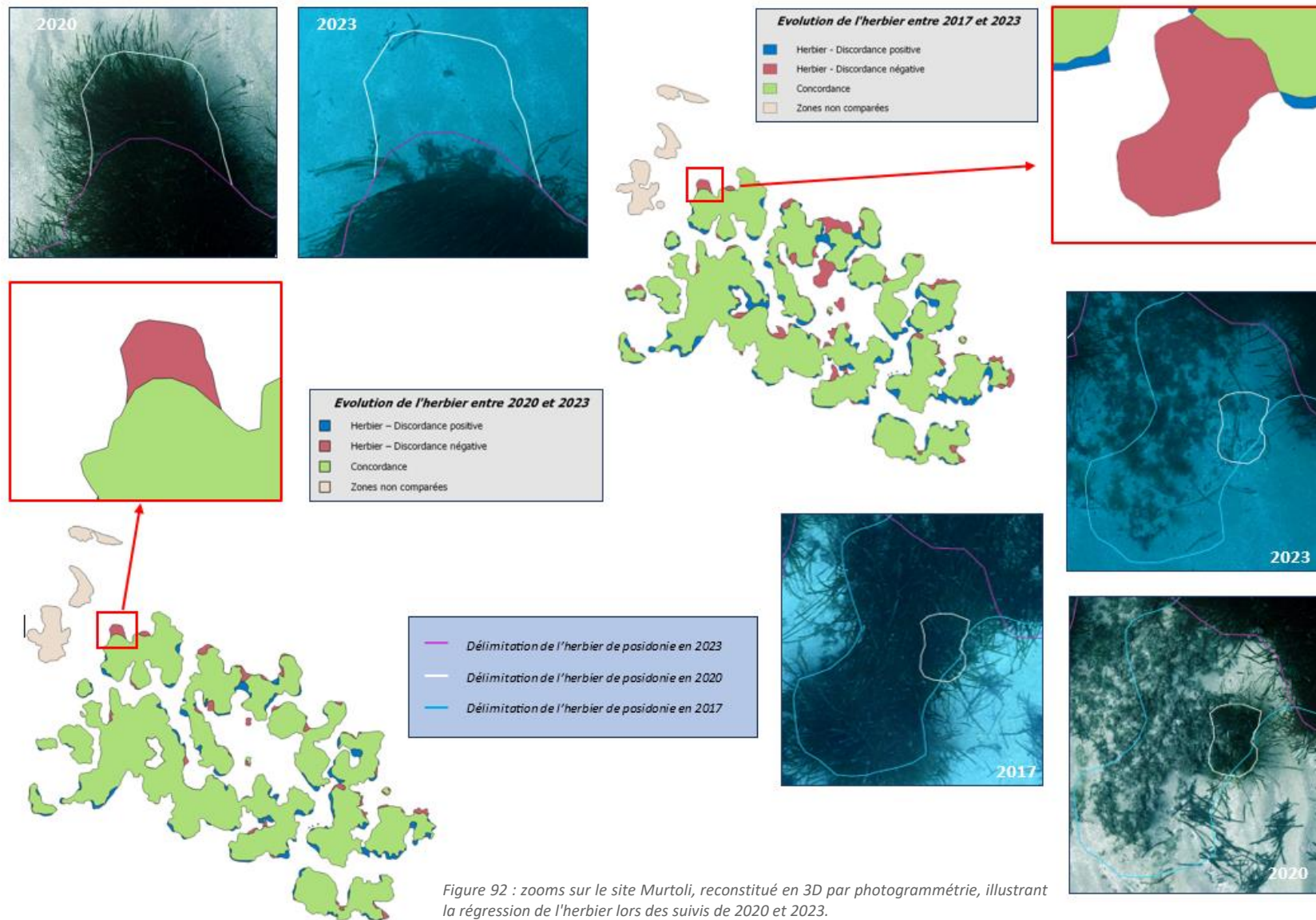


Figure 92 : zooms sur le site Murtoli, reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustrant la régression de l'herbier lors des suivis de 2020 et 2023.

V.E.2. Murtoli PI (masse d'eau FREC03eg) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale				
Température de l'eau (°C)	20			
Visibilité (m)	20			
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input checked="" type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques				
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques				
Espèces particulières	Herbier sur roche avec faible recouvrement sur l'ensemble du site, beaucoup épiphyté à certains endroits. Un peu d'algues filamenteuses sur la roche infralittorale. Pelottes de posidonie au pied des faisceaux. Déchaussement élevé à certains endroits mais bien accroché. Quelques monnaie de Poséidon (<i>Halimeda tuna</i>) dans les cavités.			
Remarques générales	Castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), serrans chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), serrans écriture (<i>Serranus scriba</i>), sars à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), sar commun (<i>Diplodus sargus</i>), girelles (<i>Coris julis</i>), saupes (<i>Sarpa salpa</i>), crénilabres à queue noire (<i>Symphodus melanocercus</i>), apogons (<i>Apogon imberbis</i>), rouget barbet de roche (<i>Mullus surmuletus</i>)			



Figure 93 : illustrations de l'herbier du site Murtoli à la profondeur intermédiaire -15 m en 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	41 30.523
Longitude :	8 52.892
Date de pose	14/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20586651
Profondeur du capteur (m)	15,5
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur posé sur un bout avec flotteur entre les rochers



Figure 94 : données et photo du capteur de température à -15 m (2023).

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

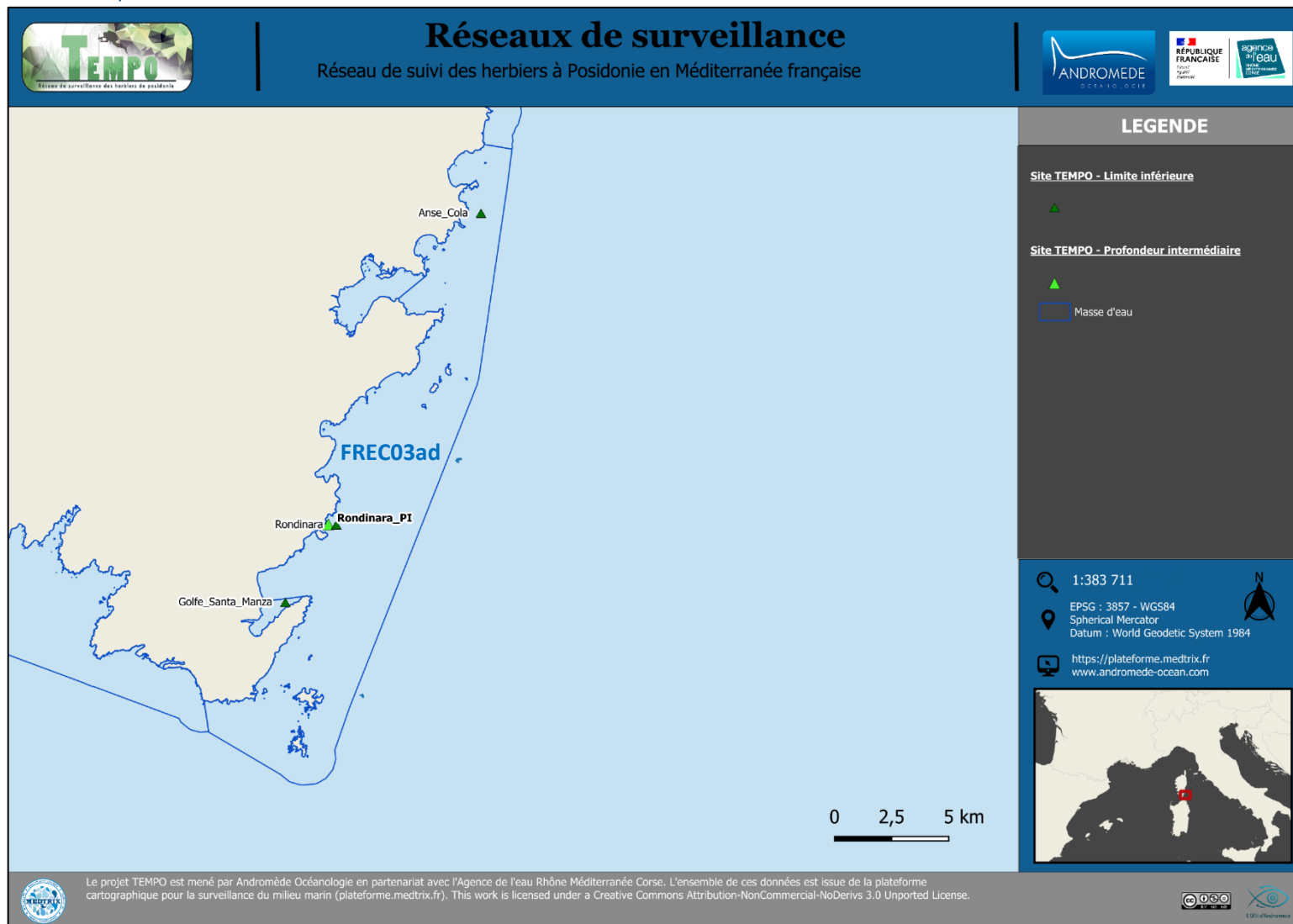
L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,650), en 2020 (0,649), et 2017 (0,731) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse et indique un **état bon de l'herbier sur tous les suivis**.

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

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC03eg	FREC03eg	FREC03eg	
Nom du site	Murtoli PI	Murtoli PI	Murtoli PI	
Année	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.67	0.75	0.71	0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	0.73	0.65	0.65	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	NA			0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	15	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	30.5	30.5	30.5	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	370	323	360	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	261	418	307	0 116.37 418
Type de limite inférieure	3	3	3	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	-0.9	1.5	4.1	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	456	570	530	0 481.69 970

V.F. Masse d'eau FREC03ad

La masse d'eau FRDC08e comprend les sites TEMPO Rondinara et Rondinara PI.



V.F.1. Rondinara (masse d'eau FRECO3ad) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	15				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input checked="" type="checkbox"/> Sable fin	<input checked="" type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	un peu en vasé				
Perturbations biologiques	<input checked="" type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macro-déchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Remarques					
Espèces particulières	Girelles (<i>Coris julis</i>), Holothuries				



Figure 95 : Illustrations du site Rondinara en limite inférieure de l'herbier en 2023 (à gauche et au centre) et en 2020 (à droite).

Le site 'Rondinara' se situe dans le golfe de Rondinara, au Nord du golfe de Sant'Amanza, dans la masse d'eau 'Littoral Sud-Est de la Corse' (FREC03ad). L'herbier se développe sur du **sable fin** qui semble envasé. Sa limite est clairsemée et l'on note aussi un fort hydrodynamisme.



Figure 96 : Limite inférieure de l'herbier du site Rondinara (2023).

Les espèces observées sur le site en 2023 sont : les **girelles** (*Coris julis*) et les **holothuries** (*Holothuria tubulosa*).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	41 28,174
Longitude :	9 17,073
Date de pose	15/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330383
Profondeur du capteur (m)	34,80
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Posé sur piquet dans le sable



Figure 97 : Données et photo du capteur de température en limite inférieure de l'herbier (2023).

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

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 2022).

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad	
Nom du site	Rondinara	Rondinara	Rondinara	Rondinara	Rondinara	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.44	0.46	0.43	0.46	0.51	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	1	1	1	1	2	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.21	0.21	0.21	0.21	0.44	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	102	138	77	127	88	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.23	0.28	0.2	0.27	0.21	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	3	2	2	1	2	-2 - 7 1.07

En 2020, la limite inférieure de l'herbier était régressive. En 2023, celle-ci est **clairsemée** et se situe à **-34,6 m de profondeur**.

La densité moyenne est de **88 ± 15,66 faisceaux/m²** en 2023 (127 faisceaux/m² en 2020 ; 77 faisceaux/m² en 2017 ; 138 faisceaux/m² en 2014 et 102 faisceaux/m² en 2011). Compte-tenu de sa profondeur et de la densité de ces faisceaux, l'herbier est en état **normal** selon la classification de Pergent *et al.*, (2008) et Pergent-Martini *et al.*, (2010). C'est une régression d'état pour l'herbier qui était caractérisé comme bon en 2020 (il était aussi classé comme normal en 2017). La densité est caractérisée comme **normale** selon Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995). Cette classification de la densité est stable au cours des différents suivis.

Le déchaussement est **faible** pour chaque année de suivi (< 5 cm).

L'EQR Site en 2023 (0,517) en 2020 (0,457), en 2017 (0,433), en 2014 (0,460) et en 2011 (0,443) indique des valeurs qui sont toutes inférieures à la moyenne régionale de la Corse. Ces valeurs semblent indiquer une tendance à l'amélioration car la valeur EQR Site augmente depuis 2017. Cependant, celui-ci est en état écologique **moyen**.

b. Perturbations observées

Le littoral de Rondinara est relativement peu aménagé ; seul un camping et quelques autres bâtiments sont visibles (voir image aérienne ci-dessous). Le secteur est très utilisé pour les activités balnéaires et la plaisance (mouillage forain). Un cours d'eau temporaire et le grau de l'étang de Prisarella se jettent dans l'anse de Rondinara.



Figure 98 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Rondinara (Source : Google Earth)

L'algue *Caulerpa cylindracea* (disparue en 2014) est de nouveau présente sur le site depuis 2020.

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site en limite inférieure se trouve dans une **zone d'impacts cumulés qualifiés de très faibles**.



Figure 99 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

c. Données historiques

A notre connaissance, aucun herbier n'a été suivi précédemment dans cette zone. L'herbier étudié le plus proche de Rondinara est celui de La Chiappa (20 km au Nord de Rondinara). La limite inférieure de cet herbier situé à la pointe de la Chiappa, au Sud du golfe de Porto Vecchio a été suivie par le GIS POSIDONIE Antenne Corse en 2005. La limite était franche. La densité de faisceaux était bonne (112/m² à 35,3 m) et le déchaussement faible (entre 1 et 3 cm) (Pergent *et al.*, 2008). De très nombreux oursins irréguliers *Spatangus purpureus* ainsi que des faisceaux de *Cymodocea nodosa* avaient été observés. Aucune autre donnée historique n'a été transmise depuis.

a. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable entre -34 et -35,5m de profondeur

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 36 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad	
Nom du site	Rondinara	Rondinara	Rondinara	
Période d'évolution	2011-2014	2017-2020	2020-2023	
% Discordance positive	0.6	3	2.9	0 6.09 23.1
% Discordance négative	1.3	1	0	0 5.58 20.9
Concordance	98.1	96	97	0 85.3 99.6
Surface comparée (m²)	250	51	47	0 103.62 465

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 2,92 % de discordance positive, 0,05 % de discordance négative et 97,03 % de concordance. L'indice d'évolution sur cette période (0,97) indique un **herbier en progression**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe sur ce site 3,03 % de discordance positive, 1,01 % de discordance négative et 95,96 % de concordance. L'indice d'évolution sur cette période (0,50) indique un **herbier stable à tendance progressive**.

L'indice d'évolution indique un herbier stable avec une tendance progressive en 2017 qui s'est confirmé en 2013 où l'herbier est en progression.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** sur la période 2020-2023, tout comme sur les périodes de 2014-2017 et 2011-2014. Par contre il indiquait un **bon état écologique** sur la période 2017-2020.

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Rondinara en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **1 246 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

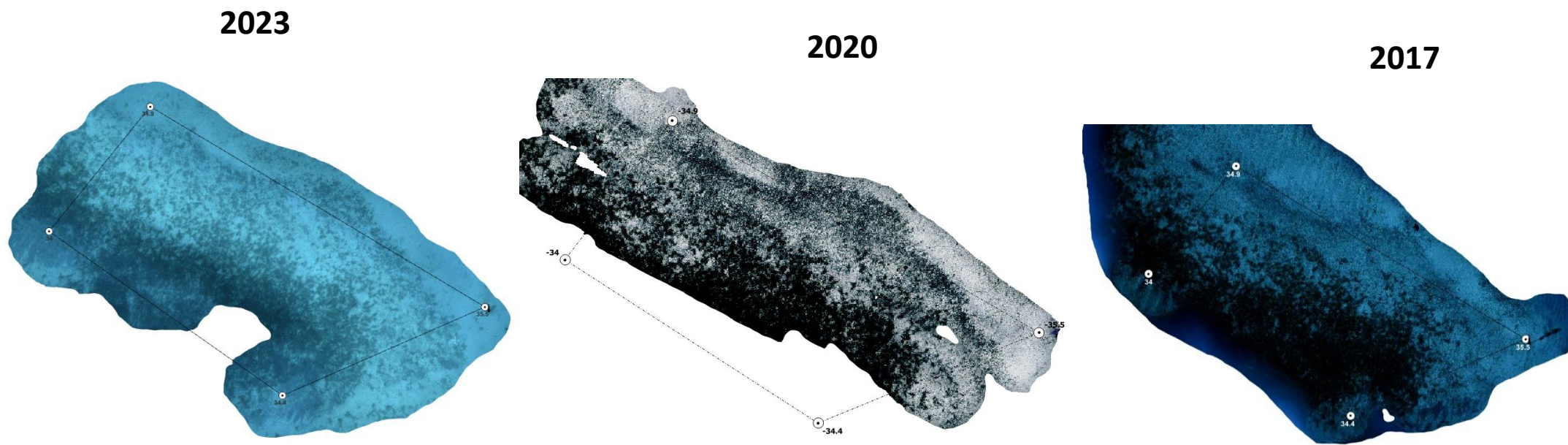


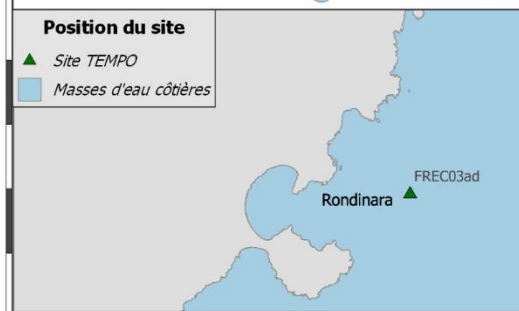
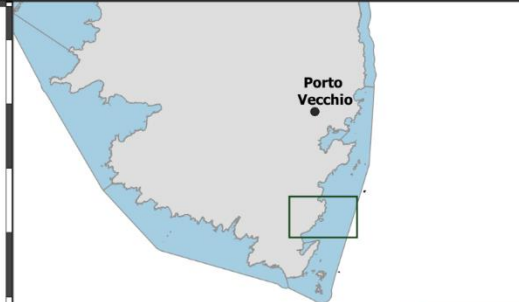
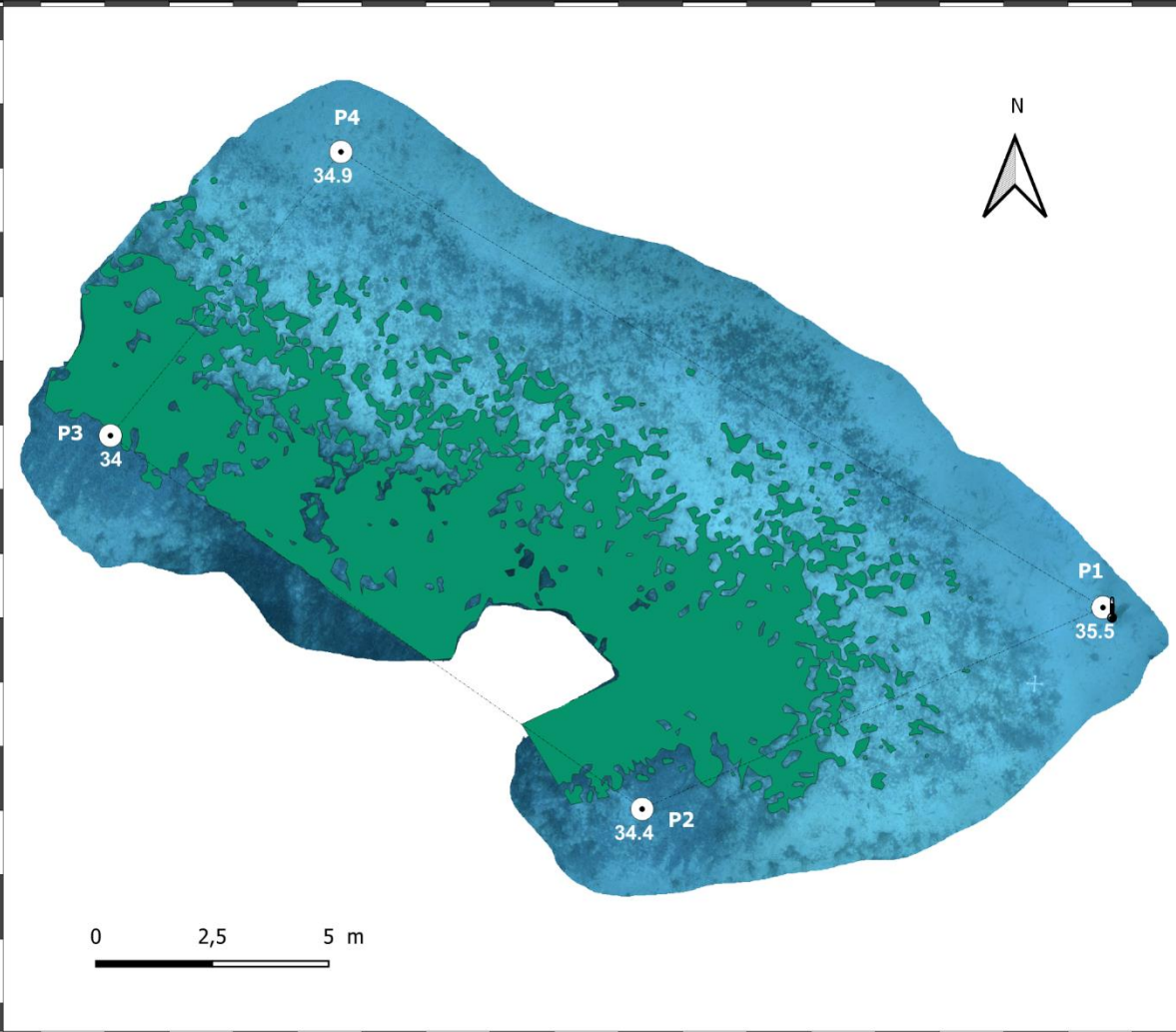
Figure 100 : Vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), en 2020 (au milieu) et en 2017 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023

SITE > Rondinara < FREC03ad - Littoral Sud Est de la Corse



LEGENDE

- 📍 Capteur de Température (°C)
- ⊙ Piquet - profondeur (m)
- ▭ Quadrat permanent
- Herbier de posidonie

DONNEES DE VITALITE (2023)

	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)
Moyenne	87,5	1,0
Ecart type	15,7	0,98

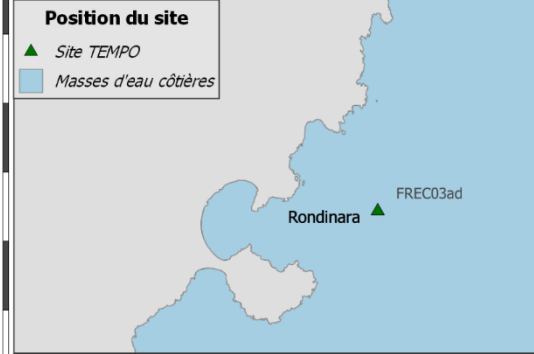
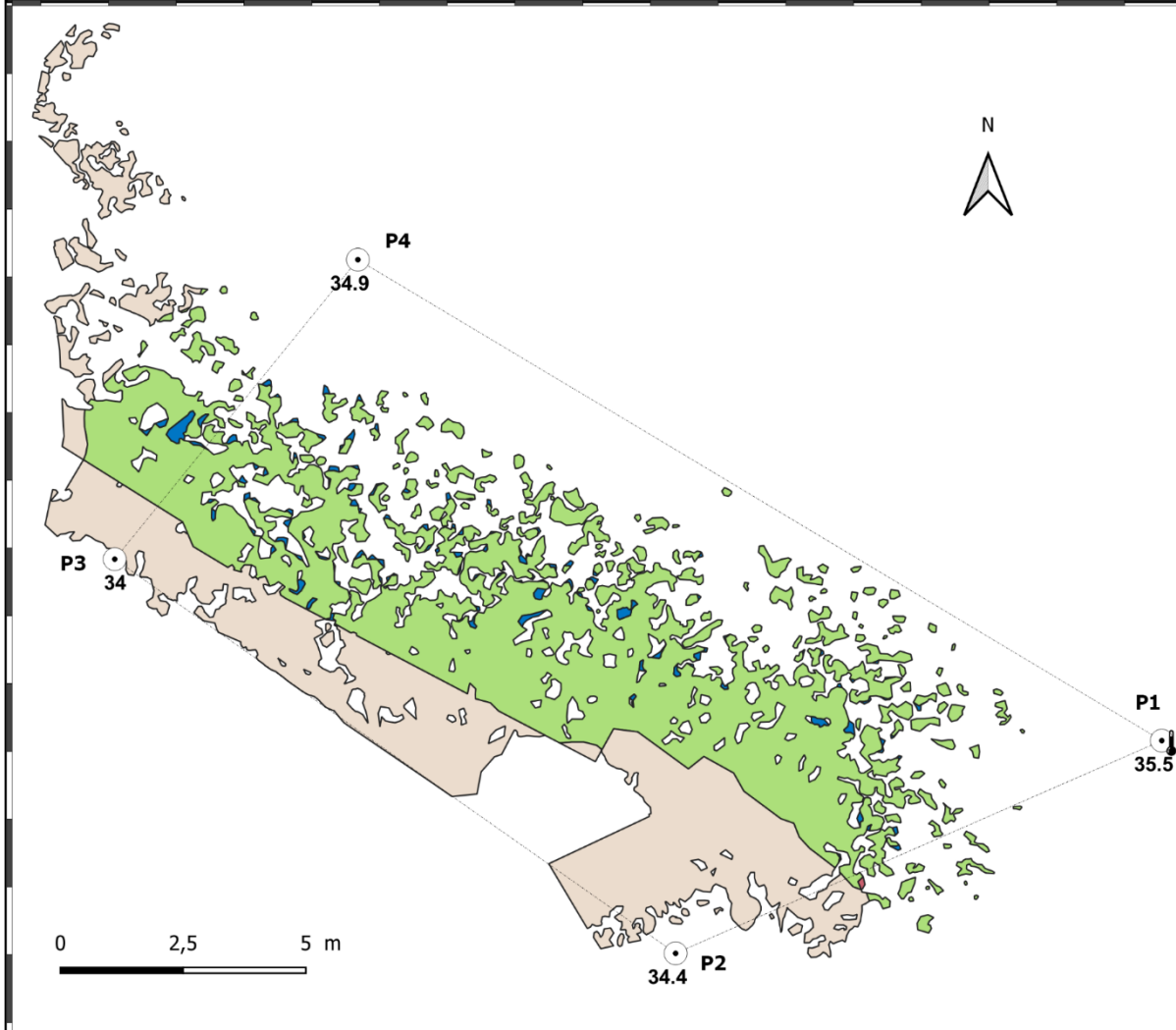
*Nombre de faisceaux par m²





Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.

SITE > Rondinara < FREC03ad - Littoral Sud Est de la Corse



LEGENDE

- Capteur de température (°C)
- Piquet - profondeur (m)
- Quadrat permanent

Evolution de l'herbier entre 2020 et 2023

- Herbier - Discordance positive
- Herbier - Discordance négative
- Concordance
- Zones non comparées

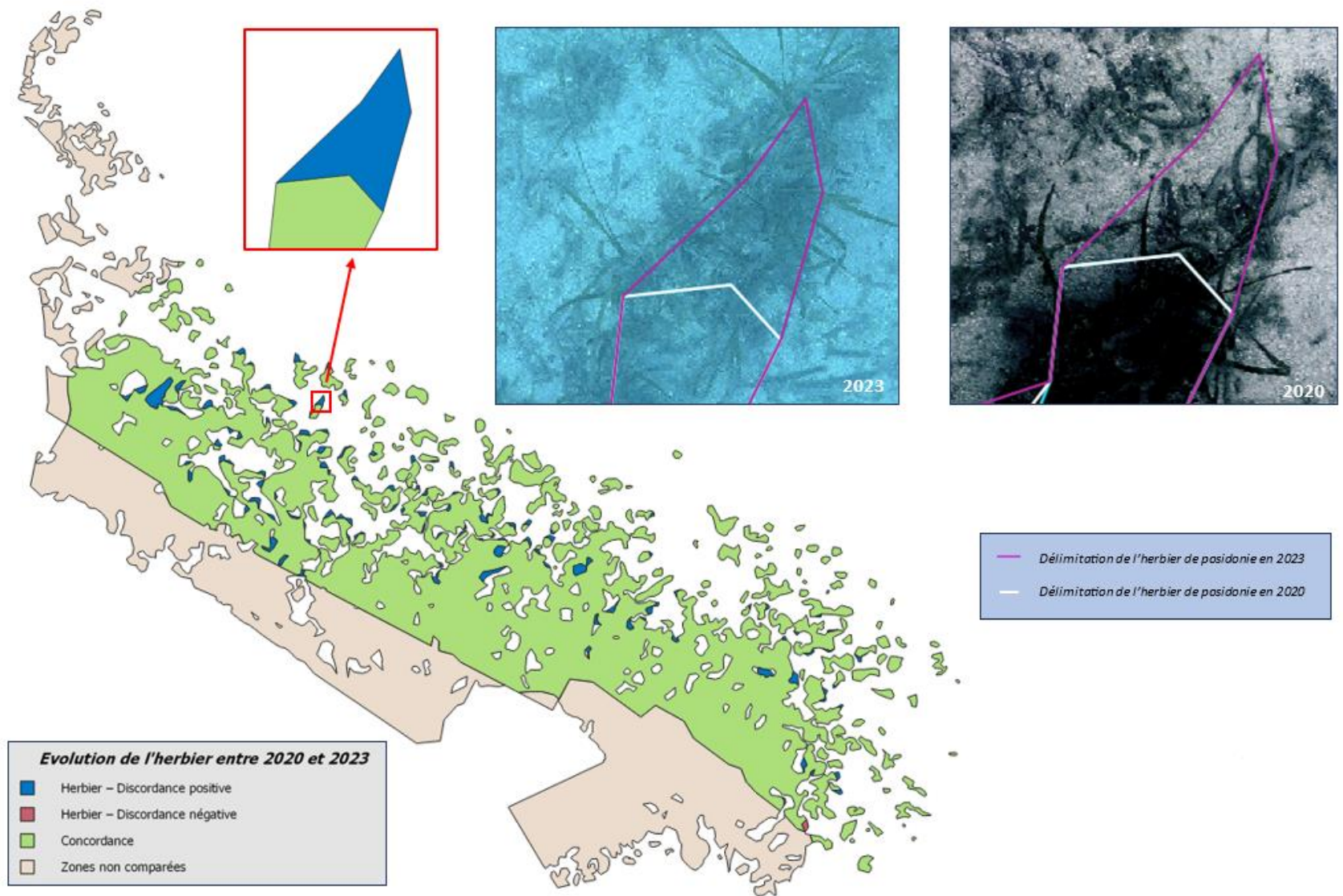


Figure 101 : zooms sur le site Rondinara, reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustrant la progression de l'herbier lors des suivis de 2020 et 2023.

V.F.2. Rondinara PI (masse d'eau FREC03ad) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	21				
Visibilité (m)	1				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input checked="" type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Bel herbier, présence de taches de sable grossier à très grossier avec ripplemarks, quelques faisceaux de posidonie libres observés dans le sable. Déchaussement très élevé dans certains quadrats. Visibilité très moyenne. Herbier assez épiphyté.				
Remarques générales	Petit banc de saupes (<i>Sarpa salpa</i>), sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), Castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), une grande nacre morte (<i>Pinna nobilis</i>), serrans écriture (<i>Serranus scriba</i>), girelles (<i>Coris julis</i>), sparailleurs (<i>Diplodus sargus</i>)				



Figure 102 : illustrations du site Rondinara à la profondeur intermédiaire (-15 m) en 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	41 43.282
Longitude :	9 24.473
Date de pose	16/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	21550706
Profondeur du capteur (m)	16
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	



Figure 103 : données et photo du capteur de température à -15 m en 2023.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,615), en 2020 (0,622), et en 2017 (0,598) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. Ceci indique que l'état de l'herbier est **bon**.

La valeur du **PREI** sur le site (0,616) indique un **bon état écologique** en 2023. Cet état est stable depuis 2014.

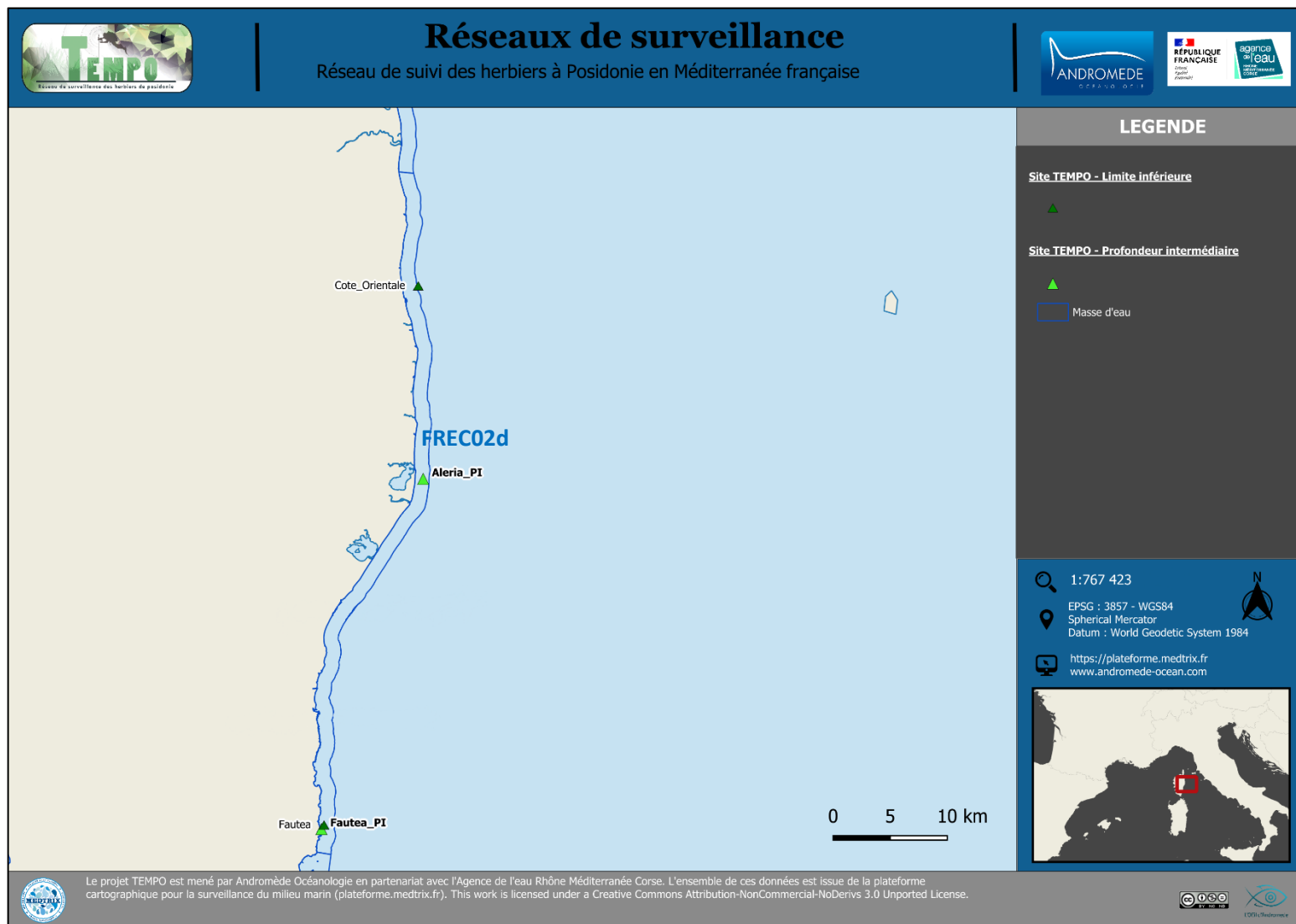
La densité moyenne des faisceaux à la profondeur intermédiaire semble indiquer une tendance à diminuer. Ceci sera à reconformer lors du prochain suivi (2026).

Tableau 37 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad	
Nom du site	Rondinara PI	Rondinara PI	Rondinara PI	Rondinara PI	
Année	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.46	0.43	0.46	0.51	0 0.79 0.43
Valeur BiPo (PI)	NA	0.6	0.62	0.62	0 0.84 0.59
Valeur PREI (PI)	0.68	0.63	0.57	0.62	0 0.84 0.31
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	15	15	14.5 18 15.19
Profondeur de la limite inférieure (m)	34.6	34.6	34.6	34.6	24.8 40 34.5
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m2)	360	341	291	261	179 528 313.12
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	138	77	127	88	0 418 116.37
Type de limite inférieure	1	1	1	2	1 5 2.61
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	2.8	2.4	1.1	2.1	-6 5.9 1.05
Longueur des feuilles à la PI (mm)	NA	313	470	325	0 970 481.69
Surface foliaire (cm²/faisceau)	190	136	90	129	0 375 98.98
Charge épiphytaire à la PI	0.06	0.06	0.13	0.05	0 0.13 0.03

V.G.Masse d'eau FREC02d

La masse d'eau FREC02d comprend le site TEMPO **Fautea et Fautea PI, et Aléria.**



V.G.1. Fautea (masse d'eau FREC02d) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	15				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input checked="" type="checkbox"/> Sable fin	<input checked="" type="checkbox"/> Matte morte	<input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input checked="" type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Remarques					
Espèces particulières	<i>Girelle (Coris julis), Grandes nacre morte (Pinna nobilis), Barbiers (Anthias anthias)</i>				



Figure 104 : Illustrations du site Fautea en limite inférieure d'herbier (2023).

A proximité de la pointe de Fautea (commune de Nonza), le site 'Fautea' se situe dans la masse d'eau 'Plaine Orientale' (FREC02d). L'herbier se situe sur du **sable fin** à tendance envasé avec un long tombant de matre morte dans la partie la plus concave de la limite cartographique. Quelques rhizomes plagiotropes sont observés.



Figure 105 : Limite inférieure de l'herbier du site Fautea (2023).

Les espèces observées sur le site en 2023 sont : des **grandes nacres** (*Pina nobilis*) mortes, des **girelles** (*Coris julis*) et des **barbiers communs** (*Anthias anthias*).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	41 43,469
Longitude :	9 24,718
Date de pose	16/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20586650
Profondeur du capteur (m)	36,2
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur piquet 1 sur roche



Figure 106 : Données et photo du capteur de température en limite inférieure de l'herbier (2023).

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 38 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données 2022).

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC02d	FREC02d	FREC02d	FREC02d	FREC02d	
Nom du site	Fautea	Fautea	Fautea	Fautea	Fautea	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.55	0.55	0.52	0.54	0.54	0.33 — 0.8 0.58
Type de limite inférieure	2	2	2	2	2	1 — 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.21 — 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	24.8 — 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.54 — 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	107	106	35	82	84	4 — 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.24	0.24	0.15	0.21	0.21	0.11 — 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0	-1	0	1	0	-2 — 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **clairsemée** et se situe à **-37,5 m de profondeur**.

La densité moyenne est de **84 ± 22,64 faisceaux/m²** en 2023 (82 faisceaux/m² en 2020 ; 35 faisceaux/m² en 2017 ; 106 faisceaux/m² en 2014 et 107 faisceaux/m² en 2011). D'après la classification de Pergent *et al.*, (2008) et Pergent-Martini *et al.*, (2010), compte tenu de la densité de ces faisceaux et de sa profondeur, l'herbier est en état **normal**. De plus, d'après la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale**

en 2023. L'état de l'herbier semble se stabiliser depuis 2020 car l'herbier a eu une importante diminution de sa densité en 2017.

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

L'EQR Site en 2023 (0,543), en 2020 (0,543), en 2017 (0,523), en 2014 (0,553) et en 2011 (0,553) présente des valeurs qui sont dans la moyenne régionale de la Corse. L'état écologique du site de Fautea en limite inférieure est **moyen** depuis 2017. En 2014 et 2011, l'état écologique du site était considéré comme bon.

b. Perturbations observées

Cet herbier se situe dans un secteur peu impacté par l'humain ; seule une route passe au niveau du littoral couvert de maquis (voir image aérienne ci-dessous). La station se situe à 800 m au Nord Est de l'anse de Fautea utilisée pour la plaisance (mouillage forain) et les activités balnéaires (plage, parking, paillote). Cette anse reçoit également l'embouchure d'un cours d'eau temporaire. Un peu plus loin, on trouve à 5 km au Sud la ville de Sainte Lucie de Porto-Vecchio et à 15 km au Nord l'aéroport de Solenzara.

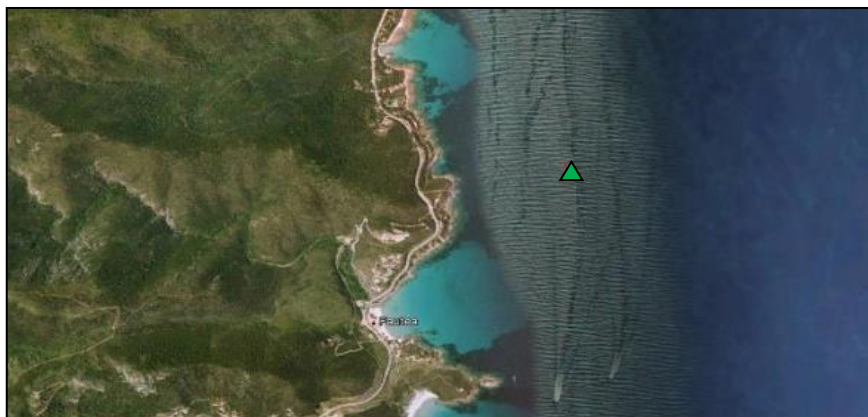


Figure 107 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Fautea (Source : Google Earth)

Du **fil du pêche** a été observé sur le site en 2020. On note la présence de l'espèce invasive *Caulerpa cylindracea* dans tout l'herbier, observée depuis 2008 à 2023.

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site en limite inférieure se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés**.

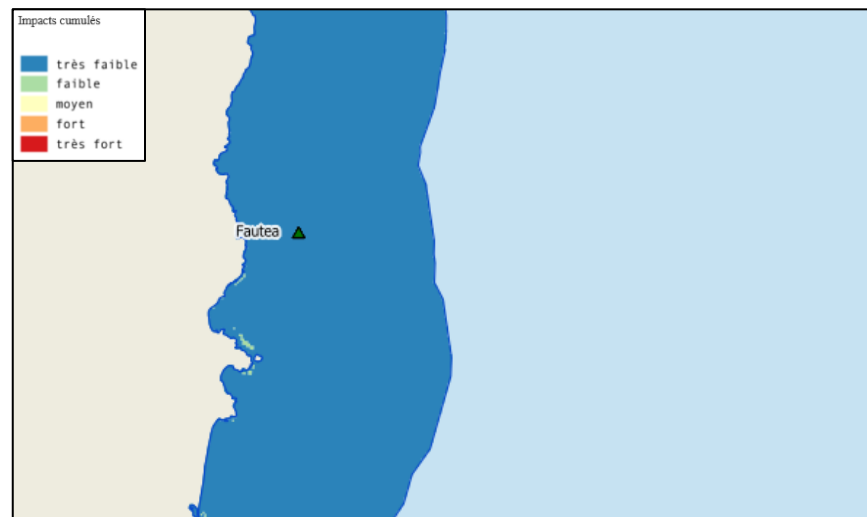


Figure 108 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

c. Données historiques




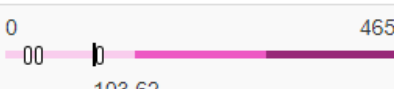
La limite inférieure d'un herbier (appelé « secteur Est ») enclavé entre deux barres rocheuses et situé à 2 km au Nord de la pointe de Fautea a été suivie par le GIS POSIDONIE Antenne Corse en 2005. Pratiquement exempt de pressions anthropiques, ce site était considéré comme un site dit « de référence » par Pergent et ses collaborateurs (Pergent *et al.*, 2008). Néanmoins, la limite était clairsemée/morcelée avec quelques zones de matte morte. La densité de faisceaux était moyenne (75/m² à 36,9m) et le déchaussement quasi nul (entre 0 et 1 cm) (Pergent *et al.*, 2008). Aucune autre donnée historique n'a été transmise depuis.

d. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre -34,6 et -36,7 m de profondeur.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 39 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC02d	FREC02d	FREC02d	
Nom du site	Fautea	Fautea	Fautea	
Période d'évolution	2011-2014	2017-2020	2020-2023	
% Discordance positive	4.3	0.7	5.7	
% Discordance négative	8.2	1.6	0.6	
Concordance	87.5	97.7	93.6	
Surface comparée (m²)	107	23	35	

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 5,73 % de discordance positive, 0,62 % de discordance négative et 93,65 % de

concordance. L'indice d'évolution sur cette période (0,80) indique un **herbier en progression**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe sur ce site 0,74 % de discordance positive, 1,60 % de discordance négative et 97,66 % de concordance. L'indice d'évolution sur cette période (-0,37) indique un **herbier stable**.

L'indice d'évolution indique un herbier stable en 2017 qui est en progression lors du dernier suivi en 2023.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** depuis 2011 jusqu'en 2020. Sur la période de 2020-2023, l'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un **bon état écologique** de l'herbier du site Fautea en limite inférieure.

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Fautea en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **1 243 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

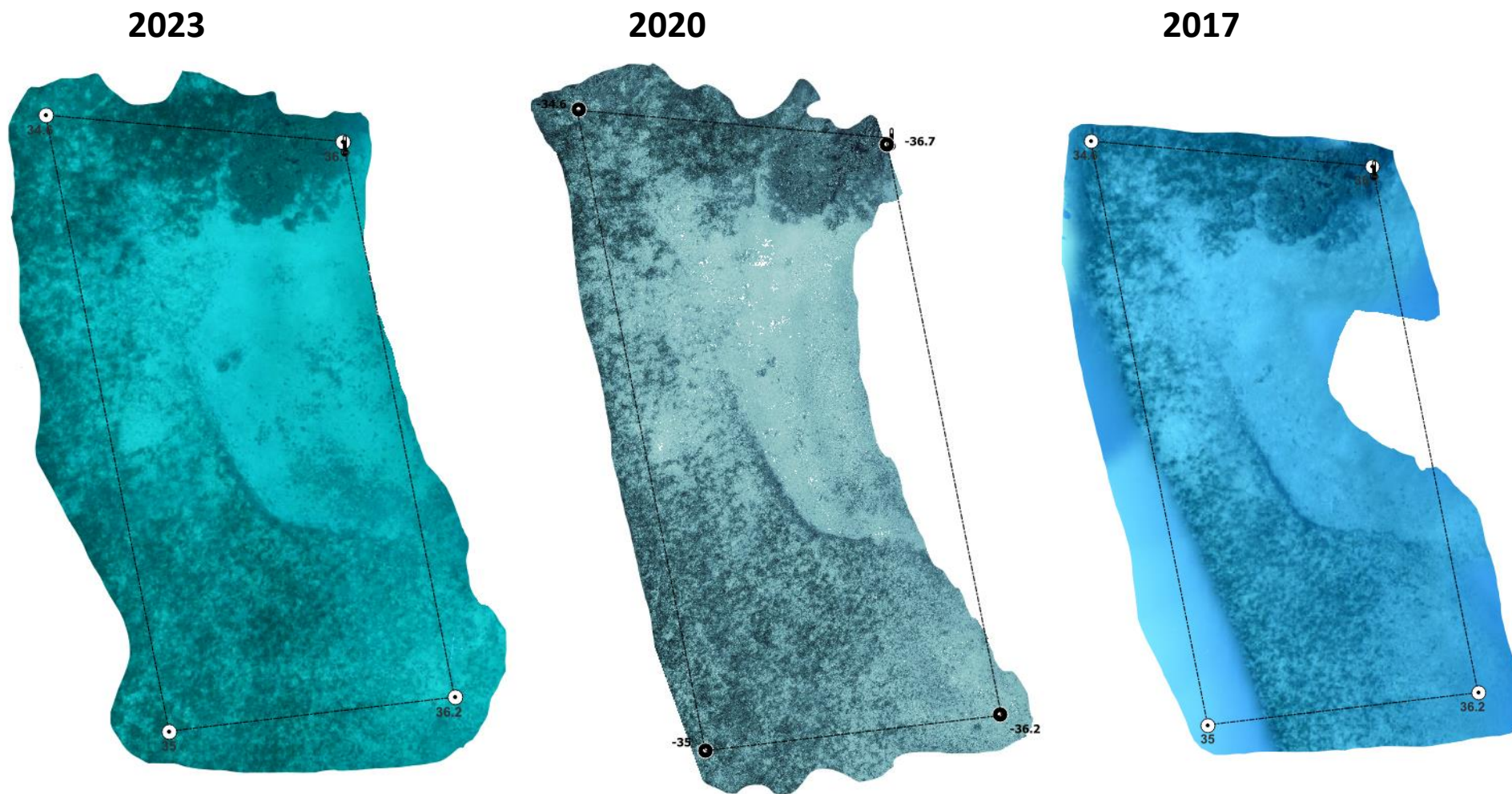


Figure 109 : Vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), 2020 (au milieu) et 2017 (à droite).

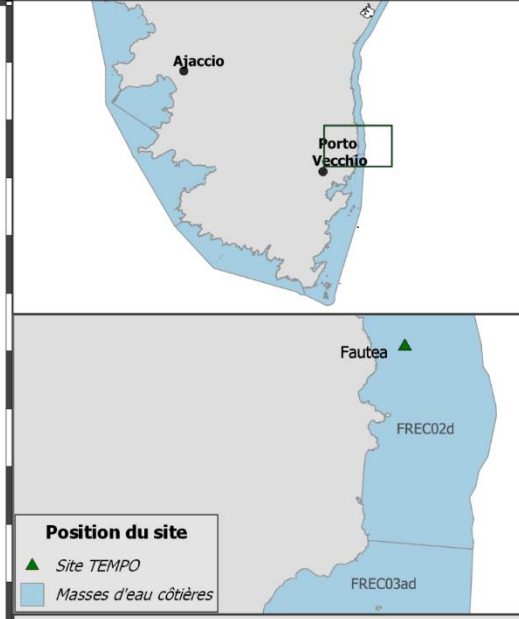
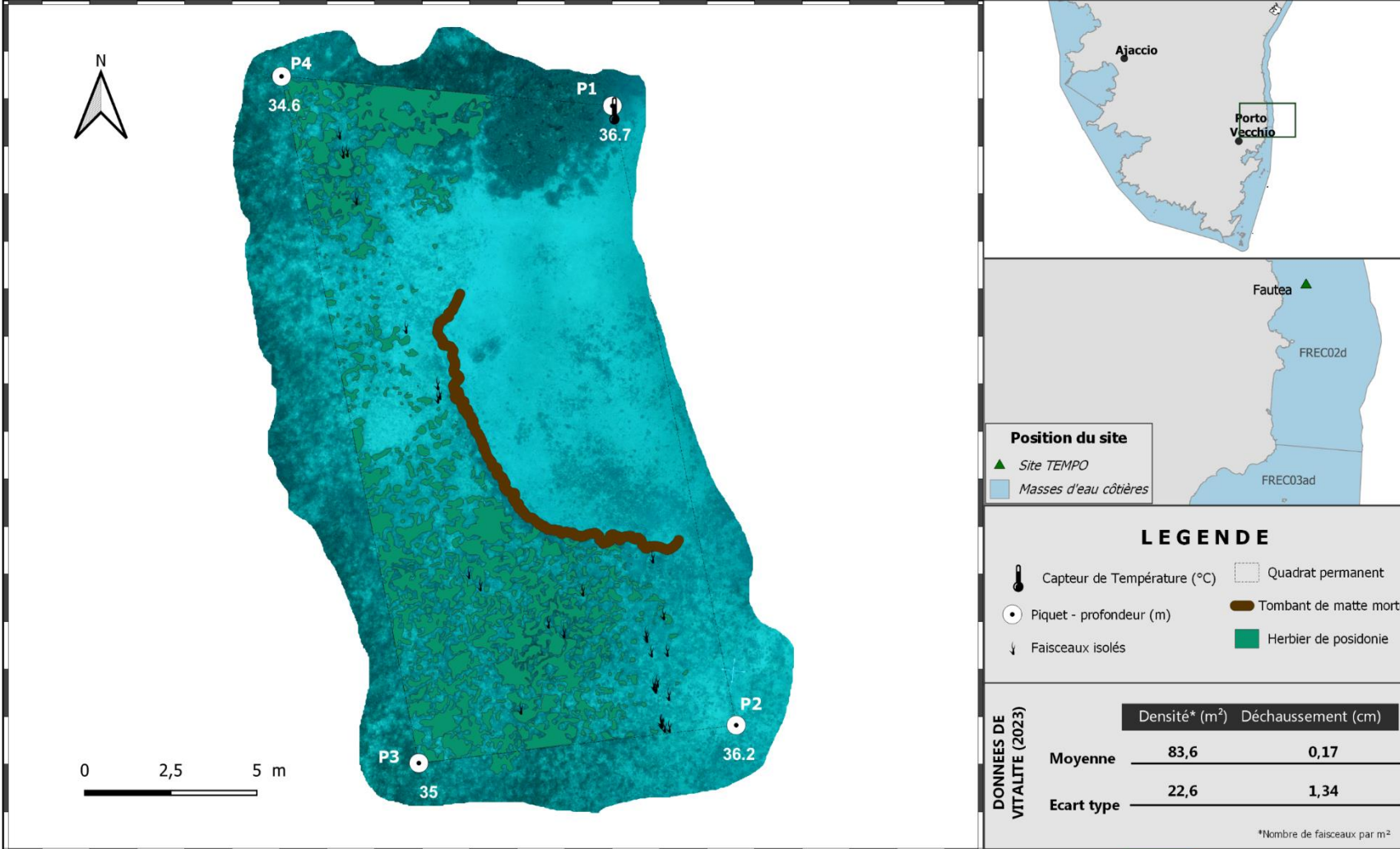
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023



SITE > Fautea < FREC02d - Plaine orientale



Position du site
 ▲ Site TEMPO
 ■ Masses d'eau côtières

LEGENDE

- 🌡️ Capteur de Température (°C)
- ◉ Piquet - profondeur (m)
- ⚓ Faisceaux isolés
- ▭ Quadrat permanent
- 🟫 Tombant de matte morte
- 🟩 Herbier de posidonie

DONNEES DE VITALITE (2023)

	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)
Moyenne	83,6	0,17
Ecart type	22,6	1,34

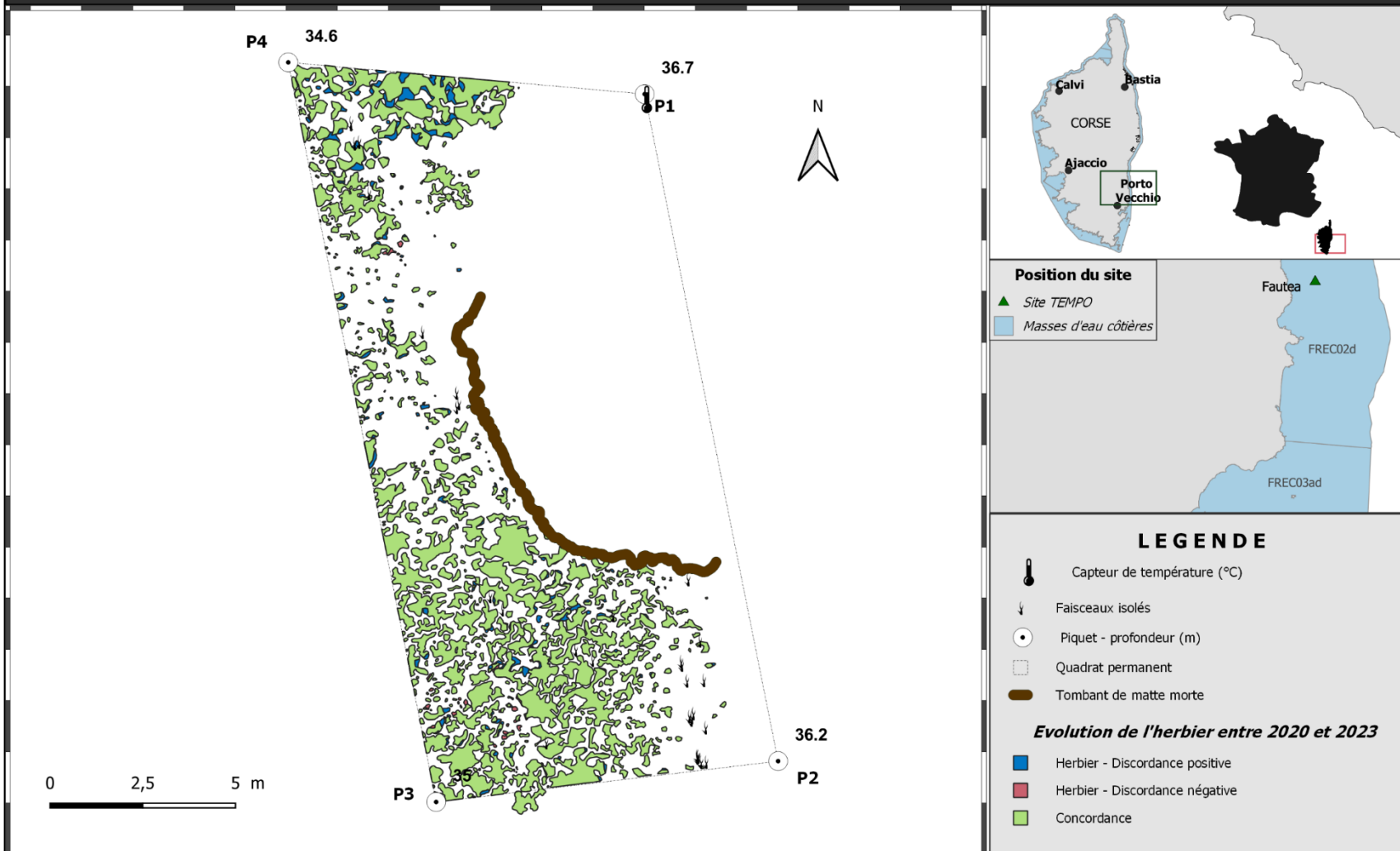
*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.



SITE > Fautea < FREC02d - Plaine orientale



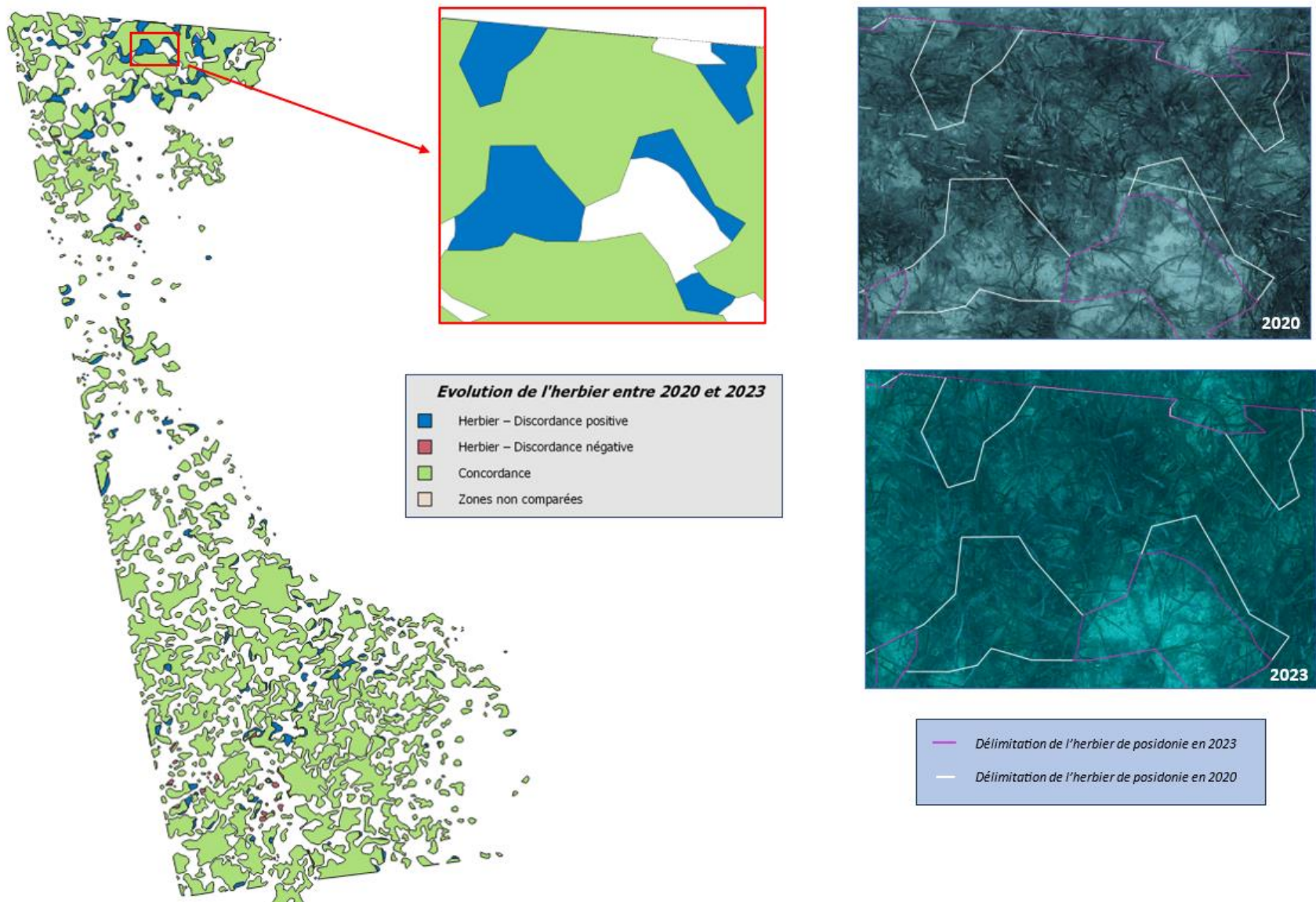


Figure 110 : zooms sur le site Fautea reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustrant la progression de l'herbier lors des suivis de 2020 et 2023.

V.G.2. Fautea PI (masse d'eau FREC02d) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale	
Température de l'eau (°C)	21
Visibilité (m)	1
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier <input type="checkbox"/> Sable fin <input checked="" type="checkbox"/> Matte morte <input type="checkbox"/> Substrat rocheux <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea <input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia <input type="checkbox"/> Algues filamenteuses <input type="checkbox"/> Womersleyella setacea <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche <input type="checkbox"/> Traces de mouillage <input type="checkbox"/> Structures artificielles <input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés <input type="checkbox"/> Macrodéchets <input type="checkbox"/> Hydrocarbures <input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques	
Espèces particulières	Bel herbier, présence de taches de sable grossier à très grossier avec ripplemarks, quelques faisceaux de posidonie libres observés dans le sable. Déchaussement très élevé dans certains quadrats. Visibilité très moyenne. Herbier assez épiphyté. Petit banc de saupes (<i>Sarpa salpa</i>), sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), Castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), une grande nacre morte (<i>Pinna nobilis</i>), serrans écriture (<i>Serranus scriba</i>), girelles (<i>Coris julis</i>), sparailleurs (<i>Diplodus sargus</i>)
Remarques générales	



Figure 111 : illustrations de l'herbier du site de Fautea en profondeur intermédiaire (-15 m) en 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	41 43.282
Longitude :	9 24.473
Date de pose	16/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	21550706
Profondeur du capteur (m)	16
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	



Figure 112 : données et photo du capteur de température à -15 m en 2023.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,671), en 2020 (0,566) et 2017 (0,625) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. Ceci indique un **bon état** de l'herbier.

En 2023, la densité moyenne des faisceaux de l'herbier à la profondeur intermédiaire (-15 m) est très élevée par rapport aux suivis précédents avec 380 faisceaux/m².

Tableau 40 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC02d	FREC02d	FREC02d	
Nom du site	Fautea PI	Fautea PI	Fautea PI	
Année	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.52	0.54	0.54	0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	0.63	0.57	0.67	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	NA			0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	15	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	37.5	37.5	37.5	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	312	228	380	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	35	82	84	0 116.37 418
Type de limite inférieure	2	2	2	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0.7	1.9	0.2	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	512	484	576	0 481.69 970

V.G.3. Aléria PI (masse d'eau FREC02d) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale				
Température de l'eau (°C)	19			
Visibilité (m)	8			
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input checked="" type="checkbox"/> Sable fin	<input checked="" type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Herbier de plaine à perte de vue, un peu vaseux, beaucoup de litière au pied des faisceaux et déchaussement moyen à élevé. Apex des feuilles nécrosés et quasi pas d'épiphytes. Eau chargée.			
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques				
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques				
Espèces particulières				
Remarques générales	Deux girelles observées (<i>Coris julis</i>), 1 axinelle (<i>Axinella damicornis</i> ou <i>verrucosa</i>), des picarels (<i>Spicara sp.</i>)			



Figure 113 : illustrations de l'herbier du site Aléria en profondeur intermédiaire (-15 m) en 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	42 07.915
Longitude :	9 34.091
Date de pose	17/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	21155664
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur vis à sable dans l'herbier



Figure 114 : données et photo du capteur de température à -15 m en 2023.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,672), en 2020 (0,728), en 2017 (0,678) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. Cet indice est relativement stable et indique un **bon état** de l'herbier en 2023.

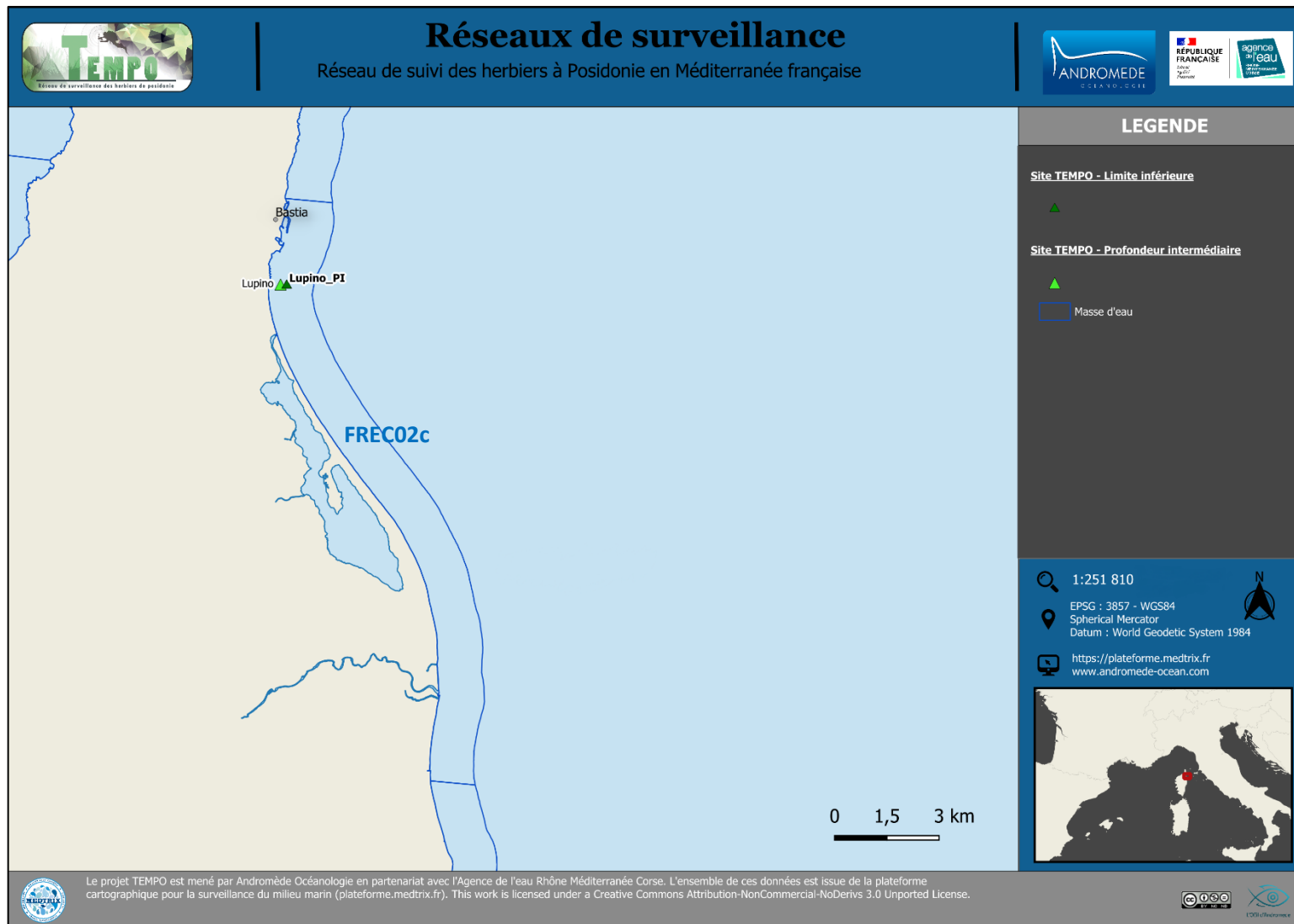
La densité moyenne des faisceaux de l'herbier à la profondeur intermédiaire (-15 m) est élevée avec 330 faisceaux/m² par rapport aux suivis antérieurs.

Tableau 41 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC02d	FREC02d	FREC02d	FREC02d	
Nom du site	Aleria PI	Aleria PI	Aleria PI	Aleria PI	
Année	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	NA				0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	NA	0.68	0.73	0.67	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	0.7	0.64	0.61	NA	0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	15	15	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	36	36	36	36	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	298.9	278	279	330	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	0	0	0	0	0 116.37 418
Type de limite inférieure	3	3	3	3	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0	0	0	0	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	NA	287	430	489	0 481.69 970
Surface foliaire (cm ² /faisceau)	216	129	75	0	0 98.98 375
Charge épiphytaire à la PI	0.01	0.03	0.05	NA	0 0.03 0.13

V.H.Masse d'eau FREC02c

La masse d'eau FREC02c comprend le site TEMPO **Lupino** qui est classé secondaire et non suivi en 2023, et **Lupino PI**.



V.H.1. Lupino PI (masse d'eau FREC02c) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale	
Température de l'eau (°C)	19
Visibilité (m)	12
Nature du fond	<input type="checkbox"/> Sable grossier <input checked="" type="checkbox"/> Sable fin <input checked="" type="checkbox"/> Matte morte <input type="checkbox"/> Substrat rocheux <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	sable vaseux
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea <input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia <input type="checkbox"/> Algues filamenteuses <input type="checkbox"/> Womersleyella setacea <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche <input checked="" type="checkbox"/> Traces de mouillage <input checked="" type="checkbox"/> Structures artificielles <input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	gangui ? Traces parallèles
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés <input type="checkbox"/> Macrodéchets <input type="checkbox"/> Hydrocarbures <input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	
Espèces particulières	Herbier de plaine, quelques traces de mouillage (gangui), feuilles épiphytées et présence de litière et de <i>Peyssonellia sp.</i> au pied des faisceaux. Beaucoup de faisceaux morts, déchaussement élevé.
Remarques générales	Banc de bogues (<i>Boops boops</i>), sparailleurs (<i>Diplodus sargus</i>), sars à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), Girelles (<i>Coris julis</i>), castagnoles (<i>Chromis chromis</i>), picarels (<i>Spicara smaris</i>), <i>Flabellia petiolata</i> , deux fleurs de <i>Posidonia oceanica</i> fanées



Figure 115 : illustrations de l'herbier du site Lupino à la profondeur intermédiaire (-15 m) en 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	42 40.709
Longitude :	9 27.154
Date de pose	17/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	21636669
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Herbier de plaine, sur vis à sable avec flotteur



Figure 116 : Données et photo du capteur de température à -15 m en 2023.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,573), en 2020 (0,541) et 2017 (0,515) est **inférieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. Il augmente au cours des suivis et indique **une amélioration de l'état écologique de l'herbier qui est classé bon depuis 2017**.

De plus, la densité moyenne des faisceaux de l'herbier est élevée à la profondeur intermédiaire (-15 m) avec 304 faisceaux/m² en 2023 par rapport aux suivi précédents.

Tableau 42 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Masse d'eau cotière	FREC02c	FREC02c	FREC02c	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Nom du site	Lupino PI	Lupino PI	Lupino PI	
Année	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.34	0.33	NA	0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	0.52	0.54	0.57	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	NA			0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	15.5	15.5	15	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	28.5	28.5	28.5	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	245	282	304	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	32	4	NA	0 116.37 418
Type de limite inférieure	1	1	1	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0.4	0.2	0	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	384	400	458	0 481.69 970

V.I. Masse d'eau FREC02ab

La masse d'eau FREC02ab comprend le site TEMPO Baie Tamarone large et Baie Tamarone large PI.



V.I.1. Baie Tamarone large (masse d'eau FRECO2ab) – limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16				
Visibilité (m)	10m				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Sable blanc avec un peu d'envasement et quelques amas de maerl				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Remarques					
Espèces particulières	Une seiche (<i>Sepia officinalis</i>), ascidie rouge (<i>Halocynthia papillosa</i>), <i>Codium bursa</i> , rhodolithes et des holothuries				

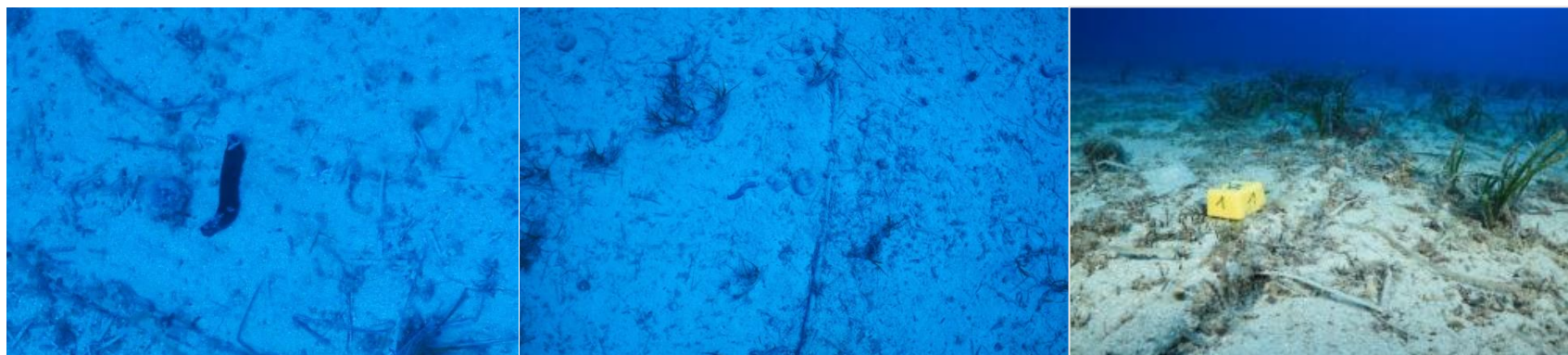


Figure 117 : Illustrations du site de la Baie de Tamarone en limite inférieure de l'herbier en 2023 (à gauche et au centre) et en 2020 (à droite).

Au Nord Est de la ville de Macinaggio, le site 'Baie Tamarone large' se situe dans la masse d'eau 'Cap Est de la Corse' (FREC02ab). Le quadrat mis en place en 2011 et 2014 n'a pas été retrouvé lors de la campagne de 2017, par conséquent un nouveau balisage avait été réalisé aux mêmes coordonnées géographiques. L'algue rouge *Osmundaria volubilis* observée en 2014 n'est plus visible sur le site.

L'herbier se développe sur du **sable grossier** à tendance envasé avec présence de rhodolithes. Observation de la forte présence de litière sur le site.

Les espèces suivantes sont observées : la **seiche** (*Sepia officinalis*), les **holothuries** (*Holothuria tubulosa*) ainsi que l'**ascidie rouge** (*Halocynthia papillosa*) et le **béret basque** (*Codium bursa*).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	42 58,610
Longitude :	9 29,371
Date de pose	06/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330393
Profondeur du capteur (m)	39,00
N° de piquet du quadrat	conduite
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 min
Description de la zone	

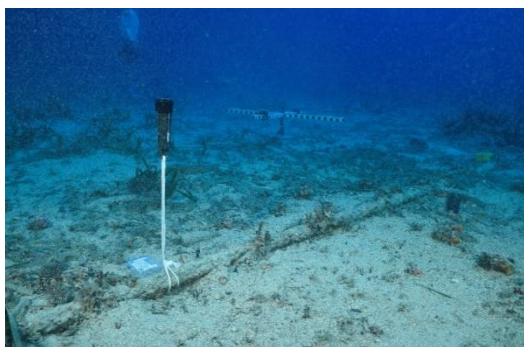


Figure 118 : Données et photo du capteur de température posé en limite inférieure de l'herbier (2023).

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 43 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC02ab	FREC02ab	FREC02ab	FREC02ab	FREC02ab	
Nom du site	Baie Tamarone Large	Baie Tamarone Large	Baie Tamarone Large	Baie Tamarone Large	Baie Tamarone Large	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.54	0.55	0.52	0.55	0.55	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	2	2	2	2	2	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	40	40	40	40	40	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	1	1	1	1	1	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	53	88	25	75	90	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.17	0.22	0.13	0.2	0.22	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	-2	-1	0	0	-1	-2 - 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **clairsemée** et se situe à **-40 m de profondeur**.

La densité moyenne est de **90 ± 36,31 faisceaux/m²** en 2023 (75 faisceaux/m² en 2020 ; 25 faisceaux/m² en 2017 ; 88 faisceaux/m² en 2014 et 53 faisceaux/m² en 2011). D'après la classification de Pergent *et al.*, (2008) et Pergent-Martini *et al.*, (2010) l'herbier est en **bon état** pour l'année 2023 de par sa profondeur et la densité de ces faisceaux. L'état de l'herbier semble s'améliorer depuis 2017 où il était médiocre et en 2020 il était normal. D'après la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995), la densité est **normale** pour les cinq années de suivis.

Le déchaussement de l'herbier est **faible** (< 5 cm) voire nul depuis 2011.

L'EQR Site en 2023 (0,553), en 2020 (0,547), en 2017 (0,523), en 2014 (0,553), en 2011 (0,537) présente des valeurs dans la moyenne régionale de la Corse. En 2023, le site en limite inférieure de l'herbier de la Baie de Tamarone large retrouve un **bon état écologique** après avoir été caractérisé comme en état écologique moyen lors des suivis des années 2020, 2017 et 2011 (en 2014 le site est en bon état écologique).

d. Perturbations observées

La station étudiée se situe à 2 km au Nord Est du port de Macinaggio, plus grand port de plaisance du cap Corse, et au large de plusieurs anses très utilisées pour le mouillage forain. Le passage fréquent d'engins de pêche (chaluts) était noté par Pergent *et al.* (2008). Le littoral est bordé au-dessus des plages de champs cultivés puis de maquis sauvage (voir image aérienne ci-dessous).



Tableau 44 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Baie Tamarone large (Source : Google Earth)

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés**.

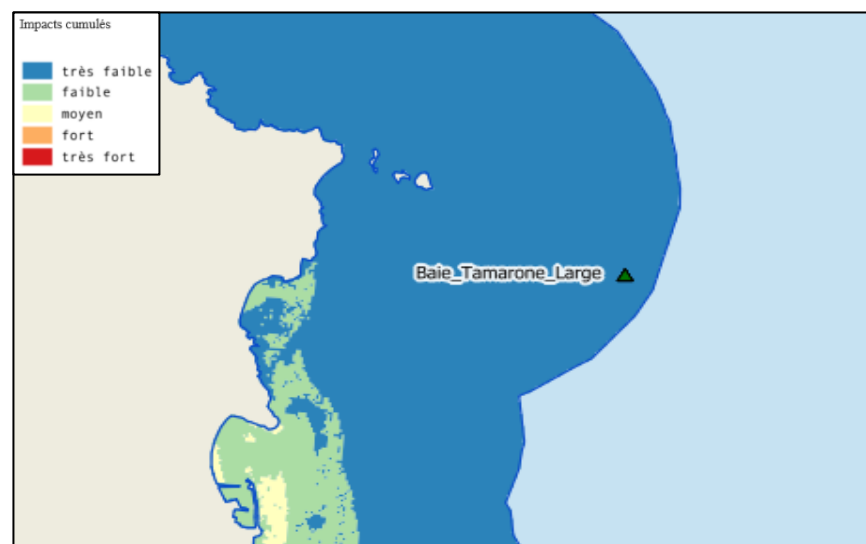


Figure 119 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. Données historiques

Une zone très proche (1 km) de notre zone d'étude été suivie par le GIS POSIDONIE ANTENNE Corse en 2004 ; la limite inférieure suivie était traversée par un câble sous-marin. Soumis à l'action d'engins de pêche (chaluts), la limite était érosive sur sa plus grande partie. Néanmoins, une partie de la limite était progressive avec présence de faisceaux plagiotropes. La densité de faisceaux était excellente (150/m² à 38 m) et le déchaussement moyen (5,5 cm). La taille moyenne de sédiment élevée était témoin d'un fort hydrodynamisme (Pergent *et al.*, 2008). Aucune autre donnée historique n'a été transmise depuis.

f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de deux piquets permanents ancrés dans le sable à droite de la conduite à -40 et -40,4 m de profondeur.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier

Tableau 45 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC02ab	FREC02ab	
Nom du site	Baie Tamarone Large	Baie Tamarone Large	
Période d'évolution	2011-2014	2020-2023	
% Discordance positive	1.3	2.6	0 23.1 6.09
% Discordance négative	2.4	12.1	0 20.9 5.58
Concordance	96.4	85.3	0 99.6 85.3
Surface comparée (m²)	250	3	0 465 103.62

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 2,64% de discordance positive, 12,08 % de discordance négative et 85,29 % de concordance. L'indice d'évolution sur cette période (-0,64) indique un **herbier en régression**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2011-2014**, on observe sur ce site 1,25 % de discordance positive, 2,38 % de discordance négative et 96,37 % de concordance. L'indice d'évolution sur cette période (-0,31) indique un **herbier en régression**.

L'indice d'évolution du site semble indiquer que l'herbier est en régression. Cependant, ce site étant formé de faisceaux isolés en grande majorité, peu de taches peuvent être comparées au niveau surfacique.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** depuis 2011. Rappelons que pour les sites formés majoritairement de **faisceaux isolés**, l'état de la dynamique évolutive de l'herbier est évalué à dire d'expert.

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Baie Tamarone Large en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **924 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

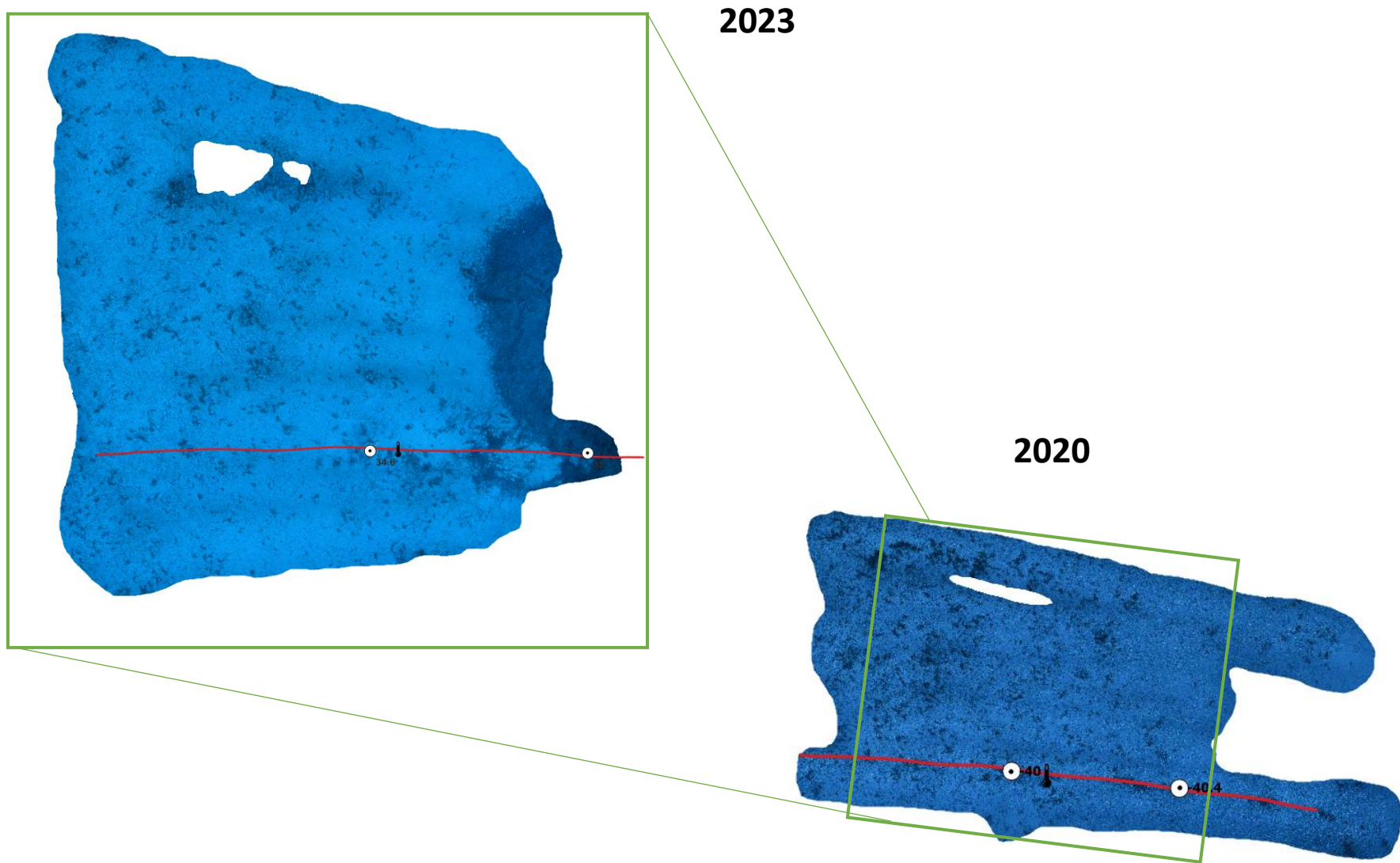


Figure 120 : Vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (en haut) et en 2020 (en bas).

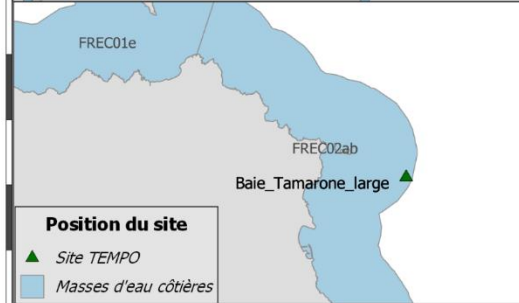
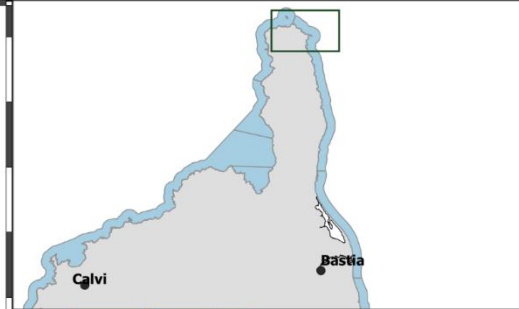
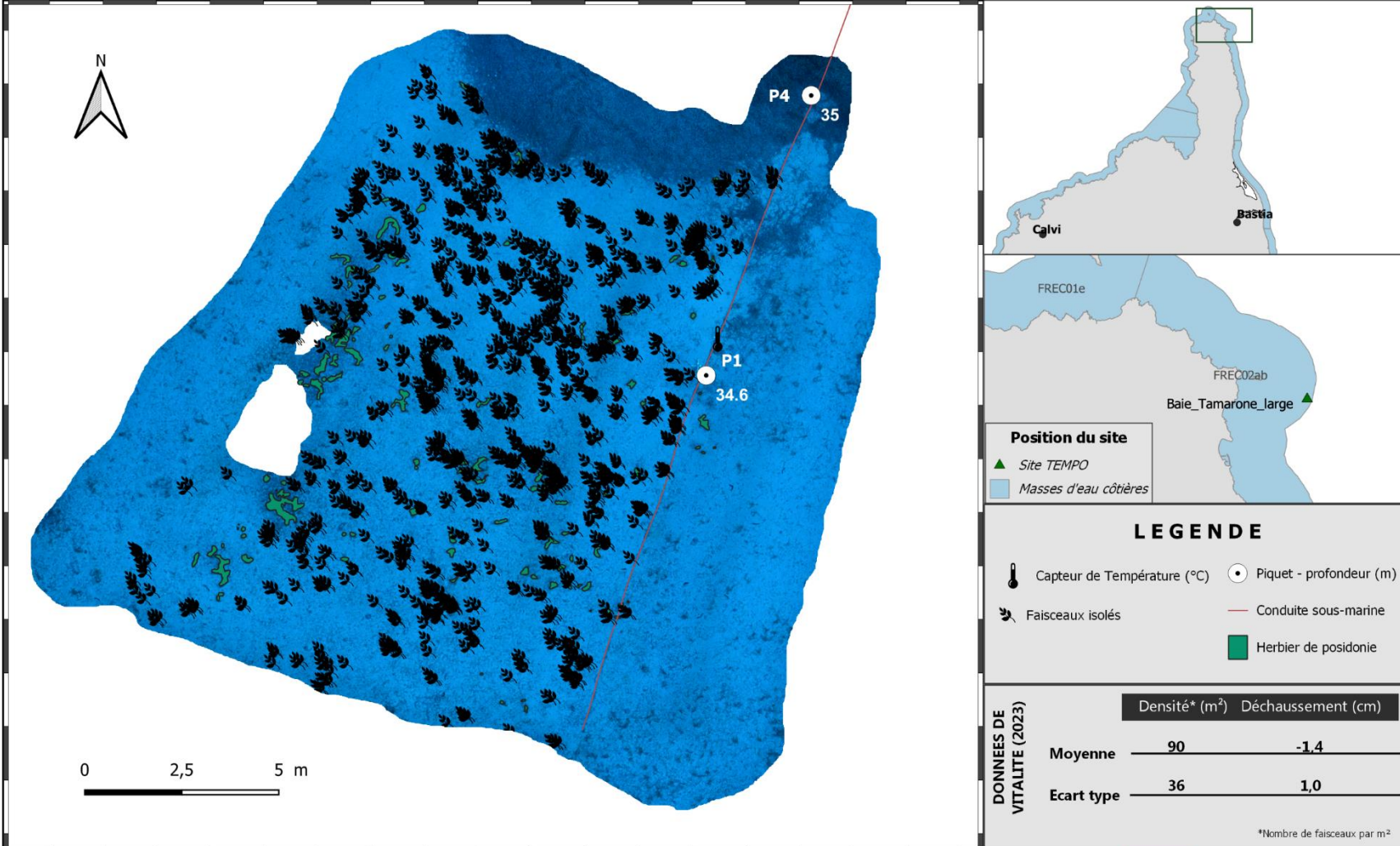
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023



SITE > Baie Tamarone large < FREC02ab - Cap Est Corse



Position du site

- ▲ Site TEMPO
- Masses d'eau côtières

LEGENDE

- 🌡️ Capteur de Température (°C)
- 📍 Piquet - profondeur (m)
- 🌿 Faisceaux isolés
- Conduite sous-marine
- 🟩 Herbier de posidonie

DONNÉES DE VITALITÉ (2023)	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)	
	Moyenne	90	-1.4
	Ecart type	36	1.0

*Nombre de faisceaux par m²

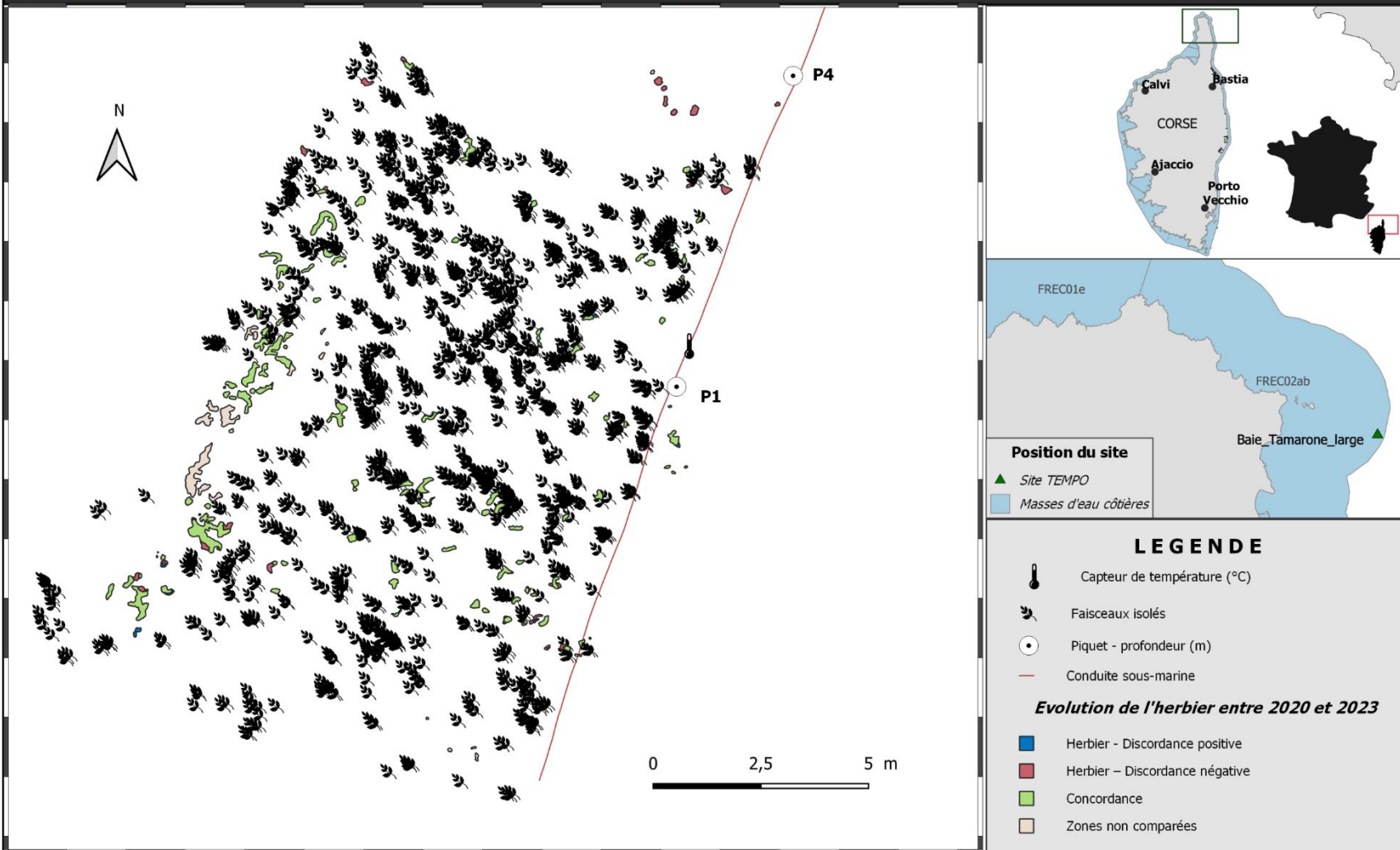




Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.



SITE > Baie Tamarone large < FREC02ab - Cap Est Corse



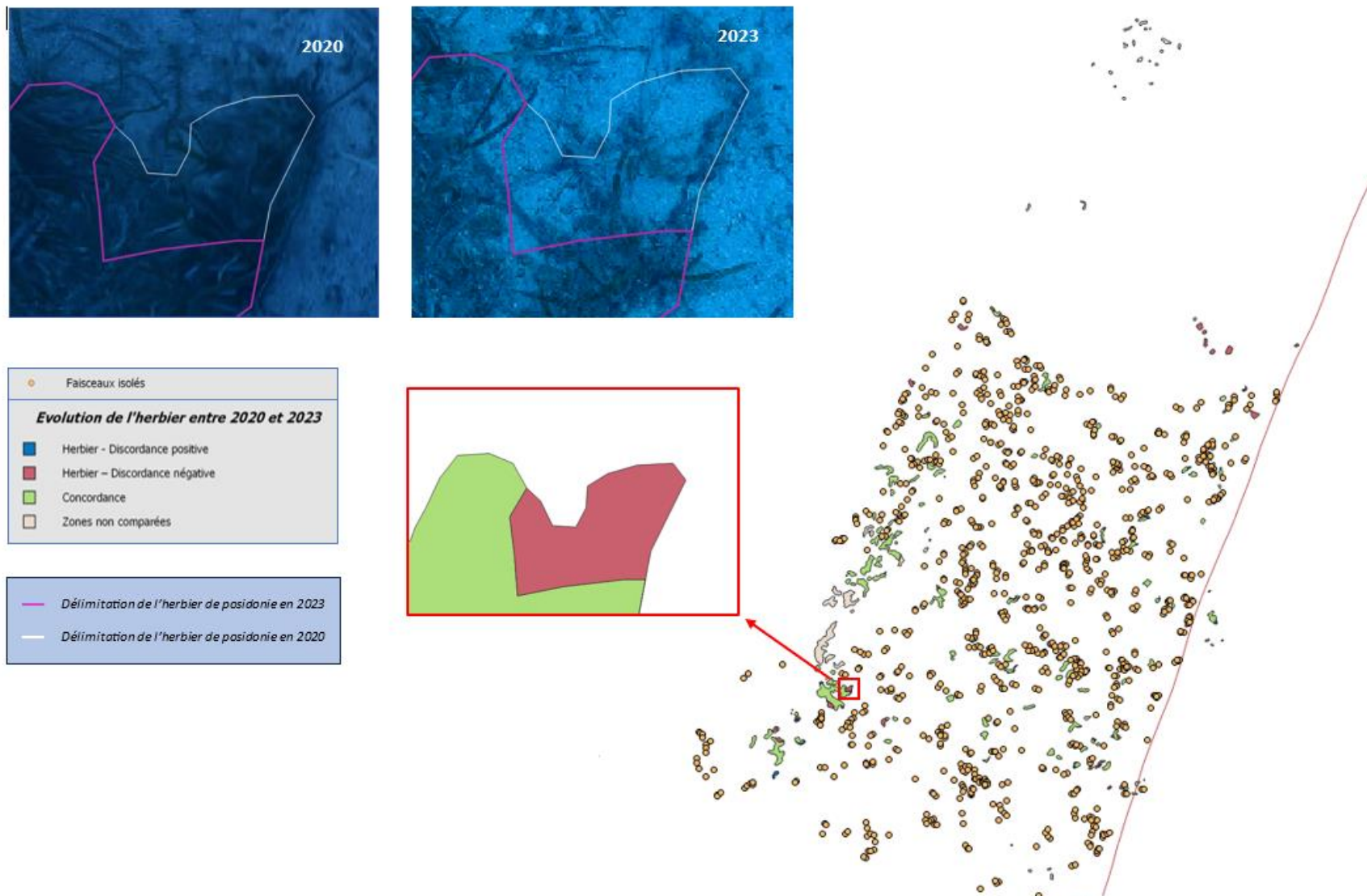


Figure 121 : zooms sur le site de Baie Tamarone Large, reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustrant la régression de l'herbier lors des suivis de 2020 et 2023.

V.I.2. Baie Tamarone large PI (masse d'eau FRECO2ab) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
Visibilité (m)	30 m				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	ripple marks				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input checked="" type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	quelques traces de mouillage, quelques faisceaux arrachés provenant du tombant de matte ou des traces de mouillage ?				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Girelles (<i>Coris julis</i>), castagnoles (<i>Chromis chromis</i>) au dessus de l'herbier. Holothuries sur les taches de sable. Ascidies (<i>Halocynthia papillosa</i>), nombreux divers bryozoaires dans l'herbier				
Remarques générales	Herbier autour d'une grande tache de sable grossier, une partie avec tombant de matte (démarrage au capteur, hauteur de 50 cm jusqu'à plus d'1 m de hauteur de l'autre côté) et autre partie qui s'ensable.				



Figure 122 : illustrations de l'herbier du site de la Baie de Tamarone Large en profondeur intermédiaire (-15 m) en 2023.

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	42 59.088
Longitude :	9 28.377
Date de pose	06/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330370
Profondeur du capteur (m)	14,5
Paramétrage	1 mesure toutes les HEURES
Description de la zone	en bordure du petit tombant de matte entre herbier et tache de sable, coté est de la tache



Figure 123 : données et photo du capteur de température à -15 m en 2023.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2023 (0,693), en 2020 (0,713) et 2017 (0,523) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Corse. L'herbier est en **bon état** en 2023 comme les suivis précédents.

La valeur du **PREI** (0,819) en 2023 sur ce site indique un **très bon état écologique**. Cet état est stable car il était également très bon en 2020. C'est une amélioration, car en 2017 et 2014 l'état du site est classé comme bon.

La densité moyenne des faisceaux de l'herbier en 2023 est très élevée par rapport aux suivis précédents avec 410 faisceaux/m² à la profondeur intermédiaire de -15 m.

Tableau 46 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC02ab	FREC02ab	FREC02ab	FREC02ab	
Nom du site	Baie Tamarone Large PI	Baie Tamarone Large PI	Baie Tamarone Large PI	Baie Tamarone Large PI	
Année	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR (LI)	0.55	0.52	0.55	0.55	0 0.43 0.79
Valeur BiPo (PI)	0	0.72	0.71	0.69	0 0.59 0.84
Valeur PREI (PI)	0.68	0.75	0.81	0.82	0 0.31 0.84
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	15	15	14.5 15.19 18
Profondeur de la limite inférieure (m)	40	40	40	40	24.8 34.5 40
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m ²)	240	330	371	410	179 313.12 528
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m ²)	88	25	75	90	0 116.37 418
Type de limite inférieure	2	2	2	2	1 2.61 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	-1.8	0	0	-1.4	-6 1.05 5.9
Longueur des feuilles à la PI (mm)	NA	432	690	609	0 481.69 970
Surface foliaire (cm ² /faisceau)	187	207	291	257	0 98.98 375
Charge épiphytaire à la PI	0.09	0.07	0.02	0.02	0 0.03 0.13

V.J. Masse d'eau FREC01e

La masse d'eau FREC01e comprend le site TEMPO Giraglia.



V.J.1. Giraglia (masse d'eau FREC01e) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale				
Température de l'eau (°C)	15			
Visibilité (m)	20			
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux
Remarques	<input checked="" type="checkbox"/> Autres : ...			
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea
Remarques	<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input checked="" type="checkbox"/> Bloc de matte arraché
Remarques	<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques				
Espèces particulières	Seiche (<i>Sepia officinalis</i>), Ascidie, Spirographe (<i>Sabella spallanzanii</i>), cymodocée (<i>Cymodocea nodosa</i>), Bogues (<i>Boops boops</i>), beaucoup d'holoturies sur le sédiment			



Figure 124 : illustrations du site Giraglia en limite inférieure de l'herbier en 2023 (les deux photos à gauche) et en 2020 (les deux photos à droite).

A proximité de la ville de Centuri, le site 'Giraglia' se situe dans la masse d'eau 'Cap Ouest de la Corse' (FREC01e). L'herbier présente une limite franche où quelques rhizomes plagiotropes sont observés sur du **sable grossier**. En 2023, l'on peut noter l'observation d'une zone d'érosion du sable en bord de limite qui forme un petit talus de 20 cm. De nombreuses ripple-marks sont observées, témoignant d'un fort hydrodynamisme du site.

La grande nacre (*Pinna nobilis*) observée lors des suivis de 2014 et 2017 n'est plus visible. En revanche, les espèces suivantes sont observées en 2023 : la **seiche** (*Sepia officinalis*), le **spirographe** (*Sabella spallanzanii*), le **bogue** (*Boops boops*), des **holothuries** (*Holothuria tubulosa*) ainsi que la présence de **cymodocées** (*Cymodocea nodosa*).

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 00,843
Longitude :	9 22,823
Date de pose	06/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330364
Profondeur du capteur (m)	34,00
N° de piquet du quadrat	Dans l'herbier, accroché sur une vis à sable séparée du piquet 3
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	



Figure 125 : Données et photo du capteur de température en limite inférieure de l'herbier (2023).

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 47 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01e	FREC01e	FREC01e	FREC01e	FREC01e	
Nom du site	Giraglia	Giraglia	Giraglia	Giraglia	Giraglia	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.66	0.67	0.67	0.71	0.68	0.33 — 0.8 0.58
Type de limite inférieure	3	3	3	3	3	1 — 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 — 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	34.9	34.9	34.9	35.5	35.5	24.8 — 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.9	0.9	0.9	0.92	0.92	0.54 — 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	200	206	206	236	214	4 — 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.42	0.44	0.44	0.54	0.47	0.11 — 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1	2	2	3	2	-2 — 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **franche à faible recouvrement** et se situe à **-35,5 m de profondeur**.

La densité moyenne est de **214 ± 69,69 faisceaux/m²** en 2023 (236 faisceaux/m² en 2020 ; 206 faisceaux/m² en 2017 ; 2016 faisceaux/m² en 2014 et 200 faisceaux/m² en 2011). D'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010, l'herbier est en **excellent état** en 2023. Ceci est liée à sa densité de faisceaux et le niveau de profondeur. De plus, d'après Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** au cours des cinq années de suivis différentes.

Le déchaussement de l'herbier est **faible** depuis les cinq années de suivis (< 5 cm).

L'EQR Site en 2023 (0,683), en 2020 (0,707), en 2017 (0,667), en 2014 (0,667) et en 2011 (0,660) présente des valeurs supérieures à la moyenne régionale de la Corse. Le site de Giraglia est classé en **bon état écologique** depuis 2011.

d. Perturbations observées

La station suivie se situe à 400m au Nord-Ouest de Tollare et ses aménagements (quai, embarcadère, mise à l'eau, quelques habitations et bâtiments) et à 1km à l'Ouest du port de Barcaggio (voir image aérienne ci-dessous). Le reste du littoral est assez préservé de tout aménagement et reste couvert de maquis. En 2023, un bloc de matre arraché est observé sur le site ainsi que la présence d'une zone d'érosion du sable en bord de tâche d'herbier formant un petit talus de 20 cm.



Figure 126 : : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Giraglia (Source : Google Earth)

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés** :



Figure 127 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé 2 km au Sud de Centuri été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2006. Pratiquement exempt de pressions anthropiques, ce site (Centuri) était considéré comme un site dit « de référence ». La densité de faisceaux était excellente (1048/m² à 8,8 m) et le déchaussement faible (2,4 cm) (Pergent *et al.*, 2008). Aucune autre données historiques n'a été transmises depuis.

f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 34,4 et 35,3 mètres de profondeur.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 48 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01e	FREC01e	FREC01e	
Nom du site	Giraglia	Giraglia	Giraglia	
Période d'évolution	2011-2014	2017-2020	2020-2023	
% Discordance positive	1.1	3.8	5.2	
% Discordance négative	1.9	9.1	5.1	
Concordance	97	87.1	89.6	
Surface comparée (m²)	103	62	60	

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 5,24 % de discordance positive, 5,12 % de discordance négative et 89,65 % de concordance. L'indice de l'évolution pour cette période (0,01) indique **un herbier stable**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2017-2020**, on observe sur ce site 3,79 % de discordance positive, 0,09 % de discordance négative et 87,12 % de concordance. L'indice d'évolution pour cette période (-0,60) indique un **herbier en régression**.

L'indice d'évolution de l'herbier indique un herbier en régression en 2017 dont l'état se stabilise lors du dernier suivi en 2023.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** depuis 2011.

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Giraglia en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **1 524 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

2023

2020

2017

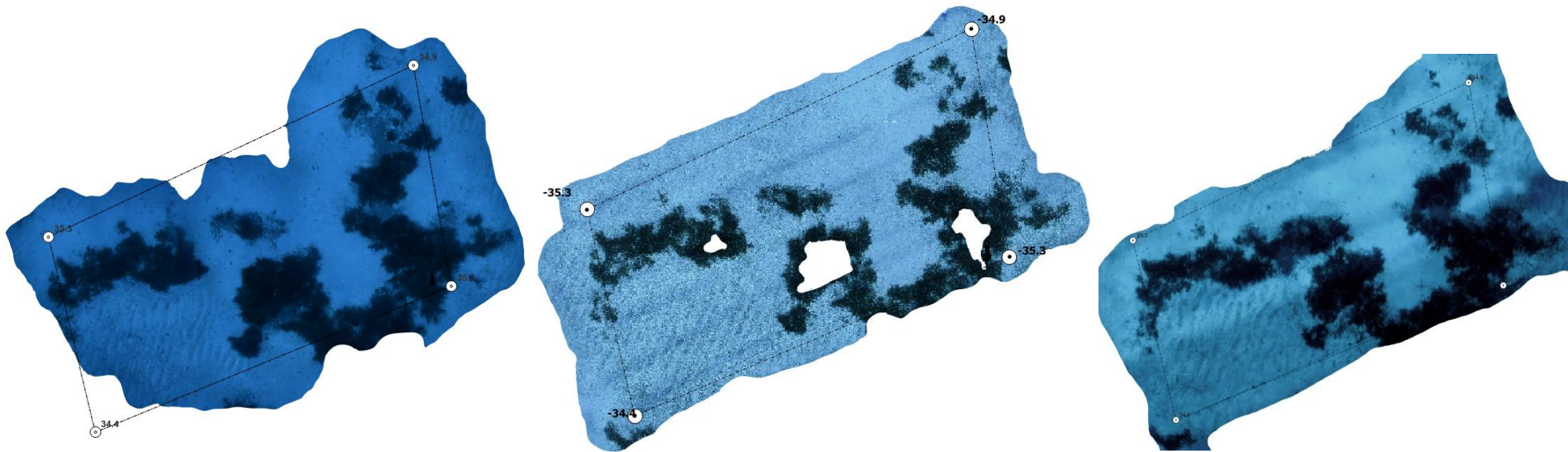


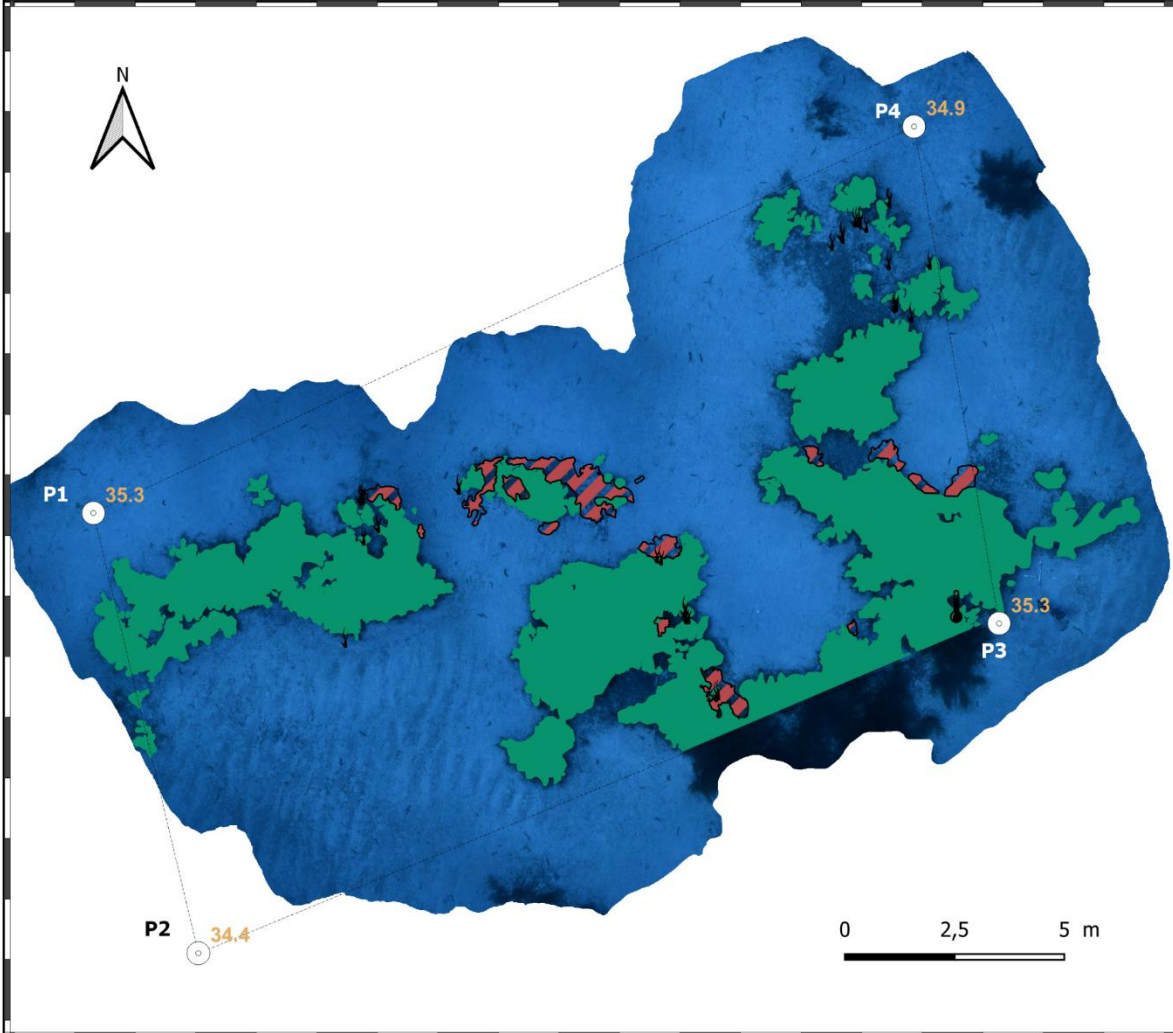
Figure 128 : Vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), en 2020 (au milieu) et en 2017 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023

SITE > Giraglia < FREC01e - Cap Ouest



Position du site

- ▲ Site TEMPO
- Masses d'eau côtières

LEGENDE

- 🌡️ Capteur de Température (°C)
- Faisceaux isolés
- ⊙ Piquet - profondeur (m)
- ▭ Quadrat permanent
- ▨ Matte morte
- Herbière de posidonie

DONNÉES DE VITALITÉ (2023)

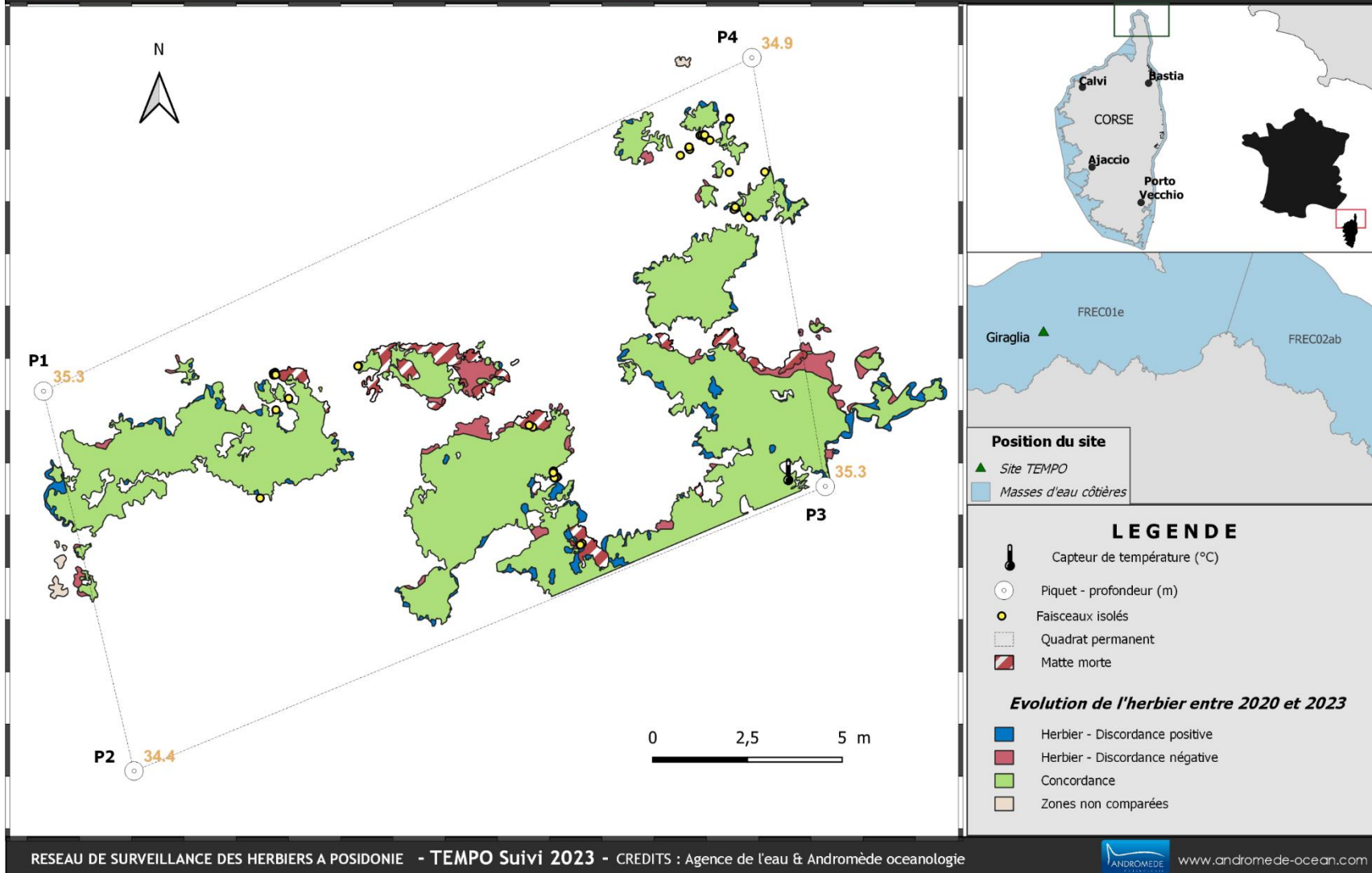
	Densité* (m ²)	Déchaussement (cm)
Moyenne	214,2	2,5
Ecart type	69,69	2,01

*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.

SITE > Giraglia < FREC01e - Cap Ouest



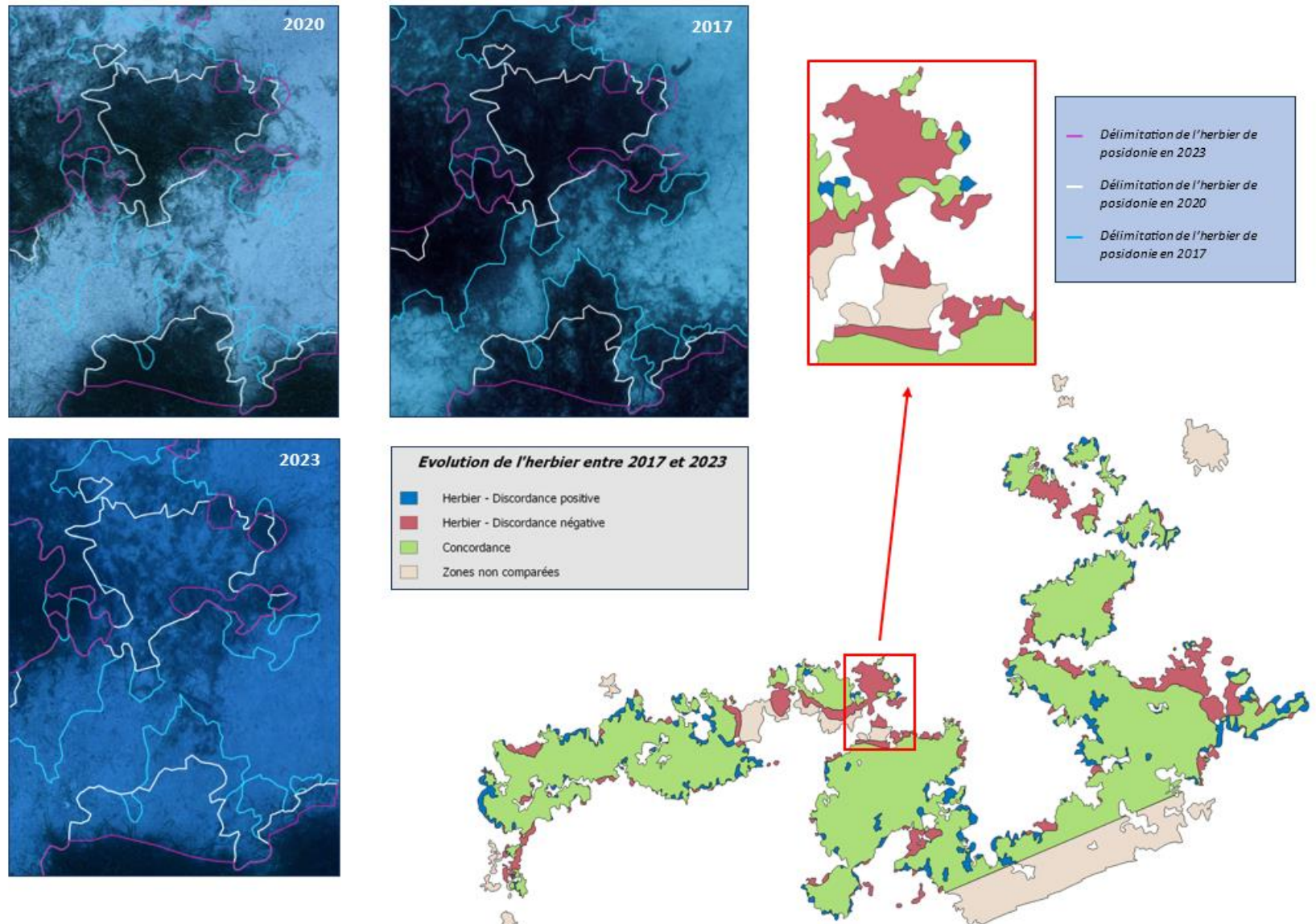


Figure 129 : zooms sur le site Giraglia reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustrant la régression de l'herbier lors des suivis de 2017 et 2023.

V.K. Masse d'eau FREC01d

La masse d'eau FREC01d comprend le site TEMPO **Punta di Canella**.



V.K.1. Punta di Canella (masse d'eau FRECO1d) – Limite inférieure

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	15				
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input checked="" type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Grande nacre (<i>Pinna nobilis</i>) morte, algue écouvillon (<i>Osmundaria volubilis</i>), Gorgone blanche (<i>Eunicella singularis</i>)				



Figure 130 : Illustrations du site Punta di Canella situé en limite inférieure de l'herbier (2023).

A proximité du village de Canari, le site 'Punta di Canella' se situe dans la masse d'eau Canari (FREC01d). L'herbier se développe sur du **sable grossier coquillé** ainsi que sur un **substrat rocheux** avec des algues écouvillon (*Osmundaria volubilis*).



Figure 131 : Gorgone blanche (*Eunicella singularis*).

Quelques **gorgones blanches** *Eunicella singularis* et des assemblages coralligènes sont observés sur le substrat.

L'on note la présence d'algues filamenteuses ainsi que de **grandes nacres** (*Pinna nobilis*) mortes.

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	42 50,970
Longitude :	9 18,687
Date de pose	07/06/2023
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20586608
Profondeur du capteur (m)	34,40
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Mis sur le bout du piquet 1



Figure 132 : Données et photo du capteur de température en limite inférieure de l'herbier (2023).

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 49 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01d	FREC01d	FREC01d	FREC01d	FREC01d	
Nom du site	Punta di Canella	Punta di Canella	Punta di Canella	Punta di Canella	Punta di Canella	
Année	2011	2014	2018	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.7	0.69	0.64	0.75	0.71	0.33 - 0.8 0.58
Type de limite inférieure	3	3	3	3	3	1 - 5 2.3
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21 - 1 0.5
Profondeur de la limite inférieure	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	24.8 - 40 34.02
Valeur EQR de la profondeur	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.54 - 1 0.86
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	230	223	177	286	243	4 - 418 160.35
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.52	0.5	0.34	0.66	0.56	0.11 - 0.84 0.36
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	-1	0	0	3	0	-2 - 7 1.07

La limite inférieure de l'herbier est **franche à faible recouvrement** et se situe à **-35,6 m de profondeur**.

En 2023, la densité moyenne est de **243 ± 84,57 faisceaux/m²** (286 faisceaux/m² en 2020 ; 177 faisceaux/m² en 2018 ; 223 faisceaux/m² en 2014 et 230 faisceaux/m² en 2011).

Pour rappel, pour des raisons techniques le site a été échantillonné en 2018 et non en 2017.

Selon la classification de Pergent *et al.*, (2008) et Pergent-Martini *et al.*, (2010) l'herbier est en **excellent état** en 2023 par rapport à la densité de ces faisceaux et de sa profondeur. De plus, sa densité est **subnormale supérieure** en 2023 (Pergent-Martini 1994 et Pergent *et al.*, 1995). Malgré une diminution de la densité de faisceaux observé en 2020, l'état de l'herbier excellent se conserve avec une densité de faisceaux la plus importante enregistrée pour ce site au cours des différents suivis.

Le déchaussement de l'herbier est **faible** voire nul pour les cinq années de suivis (< 5 cm).

L'EQR Site en 2023 (0,713), en 2020 (0,747), en 2017 (0,640), 2014 (0,693) et 2011 (0,700) présente des valeurs supérieures à la moyenne régionale de la Corse. L'état écologique du site Punta di Canella en limite inférieure de l'herbier est **bon** depuis 2011.

d. Perturbations observées

Cette station se situe en contrebas du village de Canari, le long d'un littoral assez sauvage et préservé (voir image aérienne ci-dessous). Une mine est à signaler à 5 km au Sud. Des algues filamenteuses sont observées sur ce site.

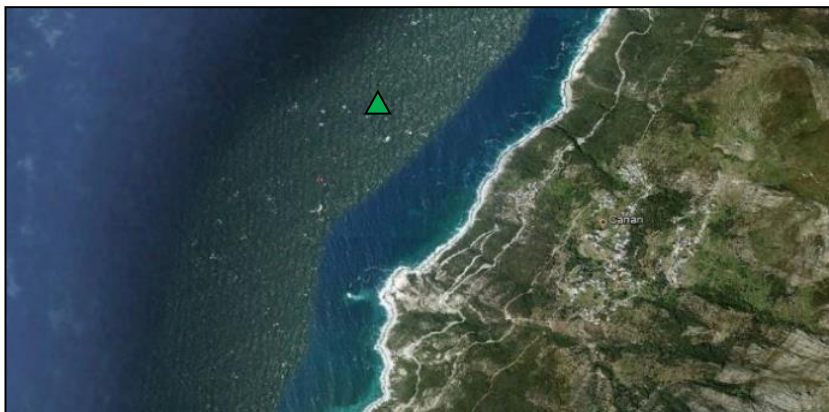


Figure 133 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site Punta di Canella (Source : Google Earth)

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés** :



Figure 134 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en novembre 2023 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

e. Données historiques

La limite inférieure d'un herbier situé près de Canari été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2007 et 2008. Ce site appelé Canari, est soumis à des rejets solides en provenance d'une mine d'amiante, entraînant une remontée de la limite inférieure à 27,4 m de profondeur. La limite était franche à régressive avec un fort recouvrement. La densité de faisceaux était moyenne (128/m² à 4,9 m) et le déchaussement moyen (3,7 cm) (Pergent *et al.*, 2008). Aucune autre donnée historique n'a été transmise depuis.

f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre -33,7 et -35,5 m de profondeur.

L'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique micro surfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, nous permet de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

Tableau 50 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.

Région	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01d	FREC01d	FREC01d	
Nom du site	Punta di Canella	Punta di Canella	Punta di Canella	
Période d'évolution	2011-2014	2018-2020	2020-2023	
% Discordance positive	2.1	0.6	9.6	
% Discordance négative	0.7	5.1	1.3	
Concordance	97.2	94.3	89.1	
Surface comparée (m²)	27	14	19	

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2020-2023**, on observe sur ce site 9,59 % de discordance positive, 1,26 % de discordance négative et 89,15 % de concordance. L'indice d'évolution pour cette période (0,77) indique un **herbier en progression**.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2018-2020**, on observe sur ce site 0,64 % de discordance positive, 5,07 % de discordance négative et 94,30 % de concordance. L'indice d'évolution pour cette période (-0,78) indique un **herbier en régression**.

L'indice d'évolution indiquait un herbier en régression en 2018 dont l'état est en progression en 2023. Ce changement sera à confirmer lors du prochain suivi.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** depuis 2011.

La 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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Punta di Canella en limite inférieure de l'herbier en 2023 a été généré à la suite de l'acquisition de **1 317 photographies**.

La figure suivante présente les différentes orthographies réalisées par photogrammétrie depuis 2017 avec l'emplacement des piquets et du quadrat.

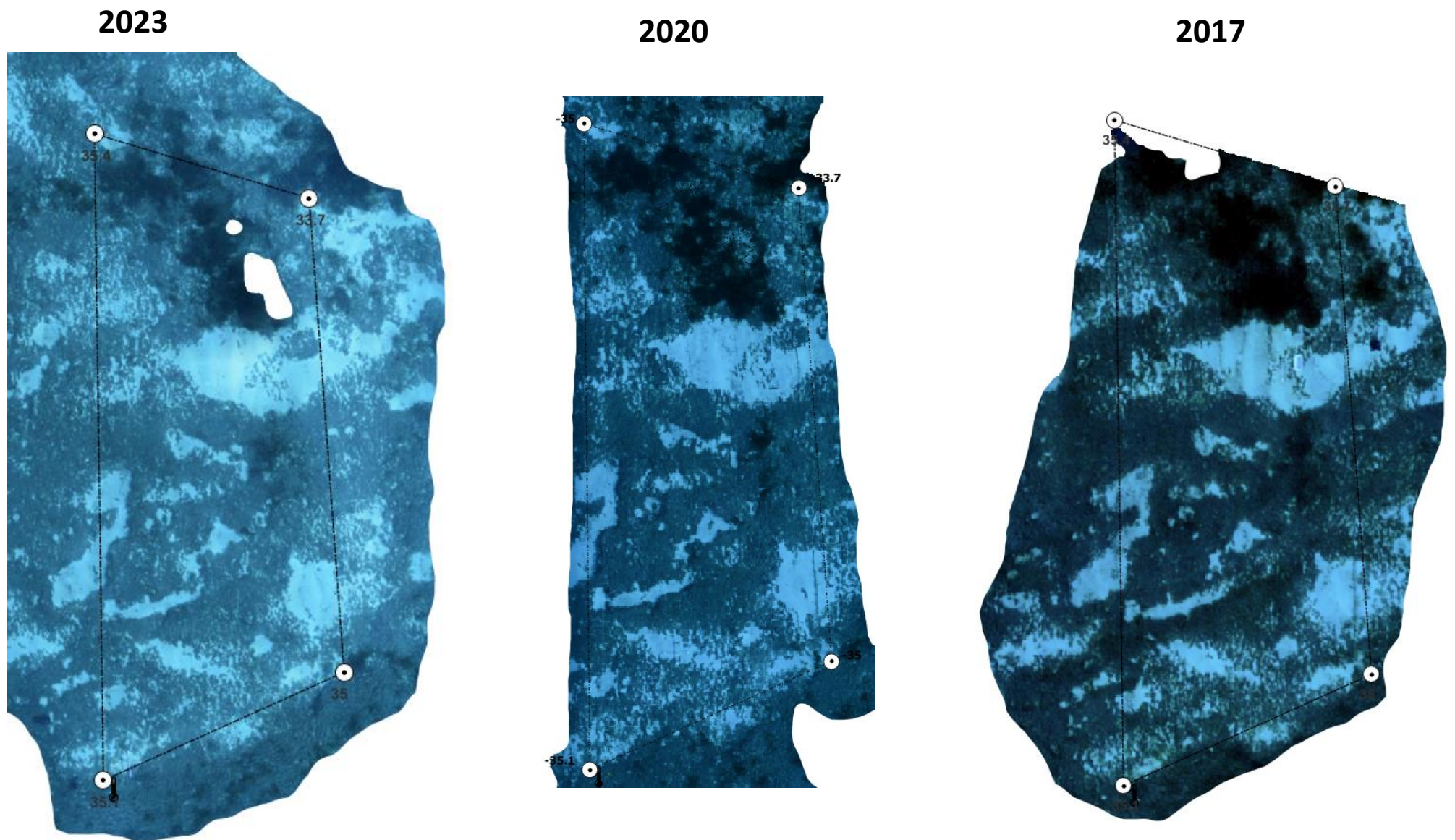


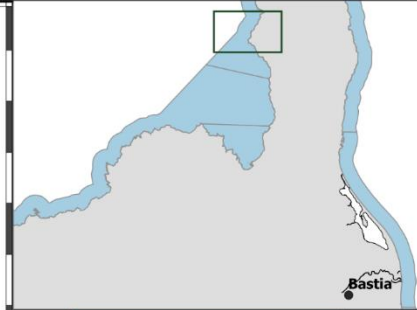
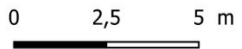
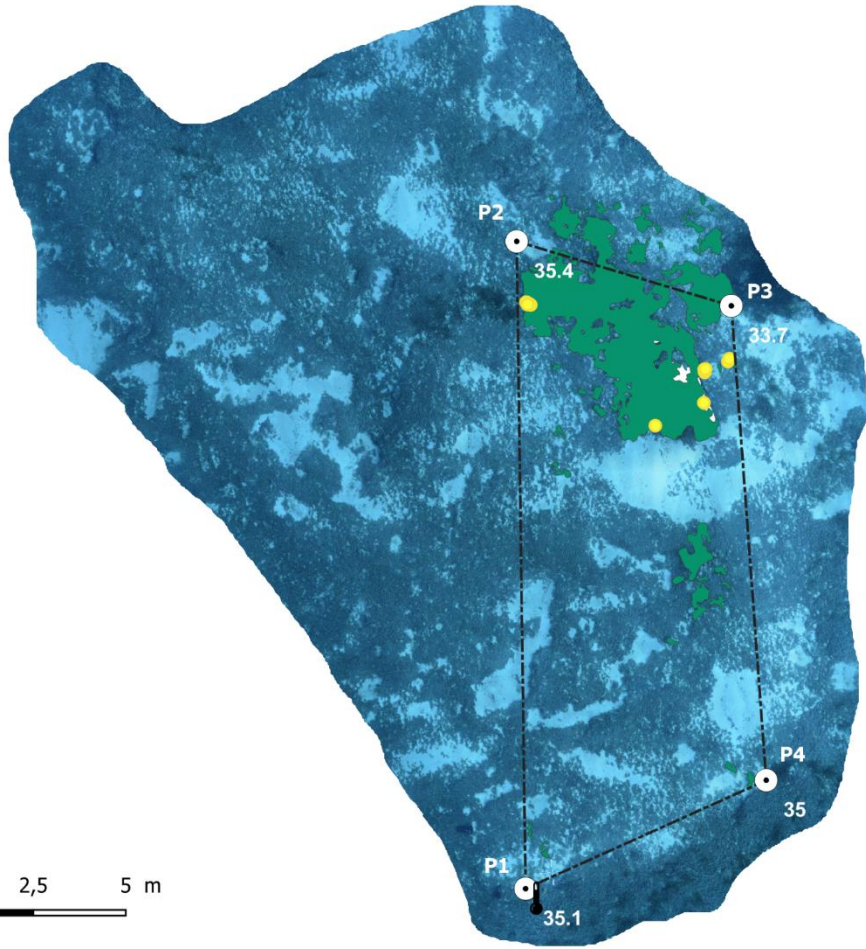
Figure 135 : Vues globales du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2023 (à gauche), en 2020 (au milieu) et en 2017 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2023 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Suivi des masses d'eau côtières - 2023

SITE > Punta di Canelia < FREC01d - Canari



Position du site
 ▲ Site TEMPO
 ■ Masses d'eau côtières

LEGENDE

- 🌡️ Capteur de Température (°C)
- Piquet - profondeur (m)
- Faisceaux isolés
- ▭ Quadrat permanent
- Herbier de posidonie

DONNEES DE VITALITE (2023)	Densité* (m ²) Déchaussement (cm)		
	Moyenne	243,3	0,5
	Ecart type	84,57	1,22

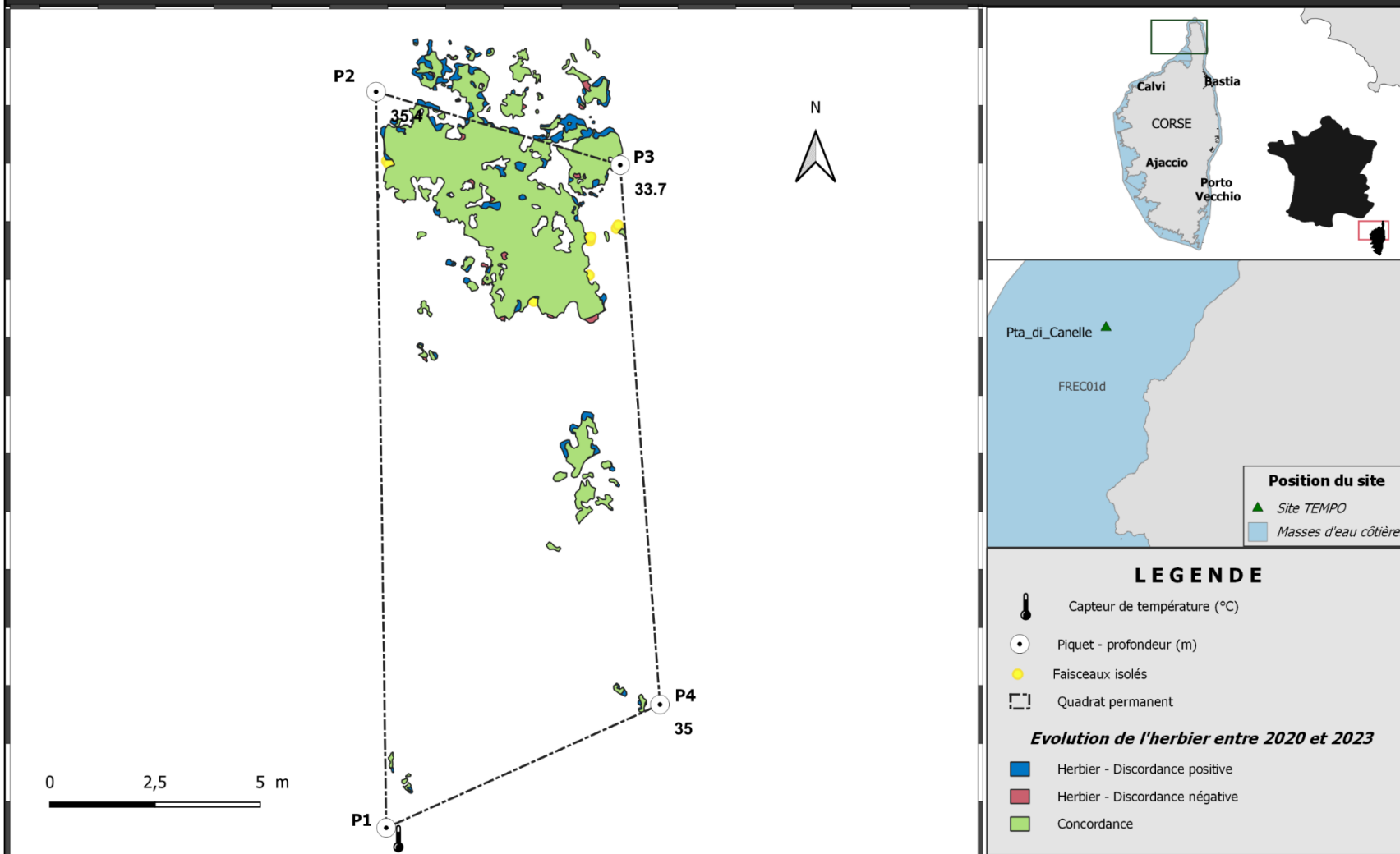
*Nombre de faisceaux par m²



Surveillance des herbiers à Posidonie par photogrammétrie. Dynamique évolutive de l'herbier à Posidonie entre 2020 et 2023.



SITE > Punta di Canelle < FREC01d - Canari



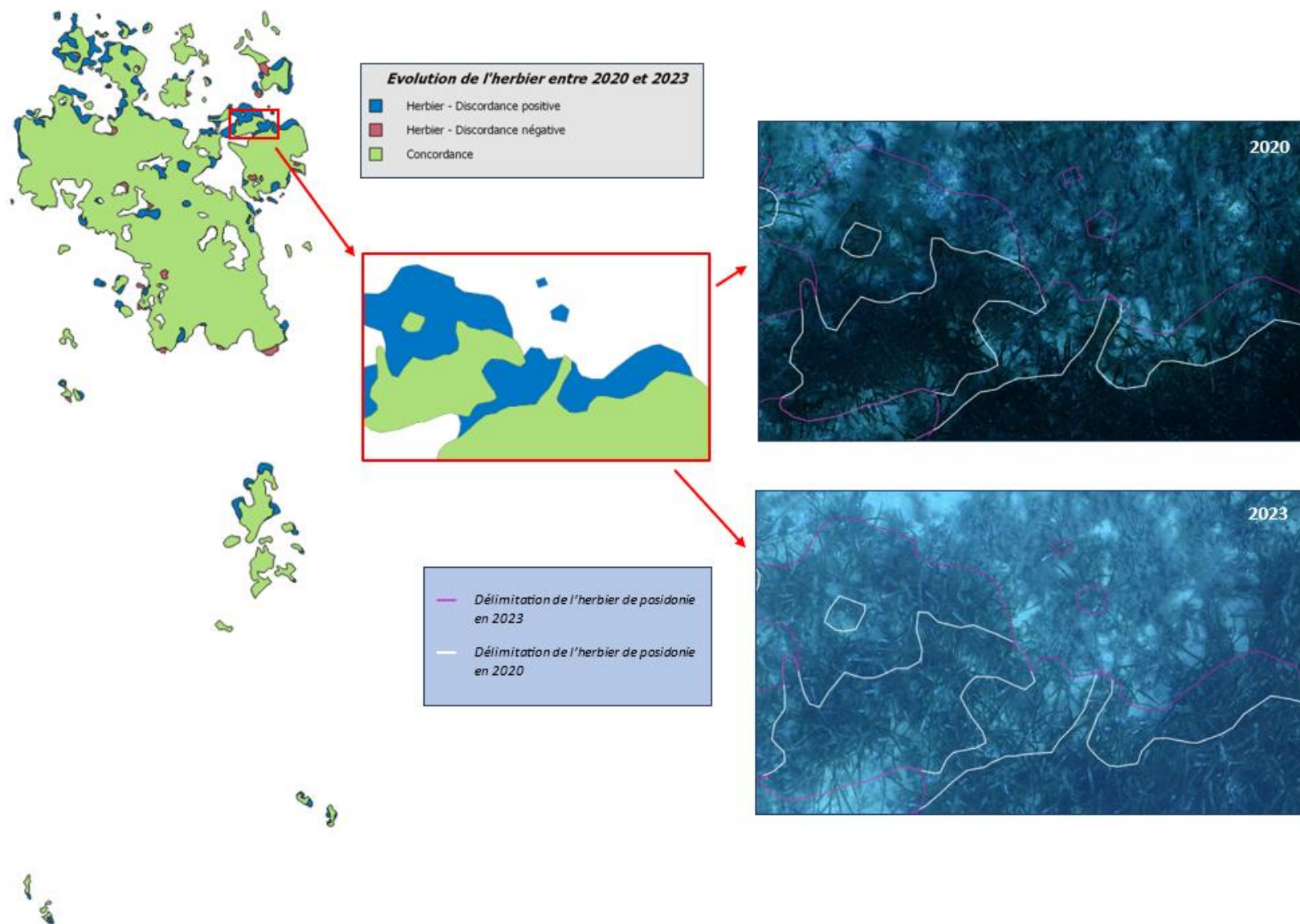


Figure 136 : zooms sur le site Punta di Canella reconstitué en 3D par photogrammétrie, illustrant la progression de l'herbier lors des suivis de 2020 et 2023.

VI. Synthèse

VI.A. Difficultés rencontrées et points remarquables

Tous les protocoles ont pu être réalisés conformément au CCTP.

Quelques perturbations biologiques, physiques et pollutions impactant les herbiers suivis (ou les alentours du site TEMPO) ont été relevées en 2023 :

- ✓ **Traces de mouillage** (Baie Tamarone Large PI, Lupino PI).
- ✓ **Blocs de matte arrachés** (Giraglia).
- ✓ **Macro-déchets** (Rondinara PI).
- ✓ **Espèces exotiques envahissantes** : *Caulerpa cylindracea* (Fautea, Rondinara)
- ✓ **Algues filamenteuses** (Punta Mortella, Punta di Canella, Isolella, Punta Vaccaja, Murtoli PI, Plage Trottel PI, Isolella PI et Cappel Rosso PI)

VI.B. Sites à la profondeur intermédiaire de -15m

Nous synthétisons ci-dessous pour chaque site les tendances évolutives et points remarquables concernant l'état de l'herbier en mixant les différents indices calculés :

- **Agriates PI** : L'état écologique du site est **bon**. La densité moyenne des faisceaux de l'herbier sur ce site à la profondeur intermédiaire présente, en 2023, la valeur la plus élevée de tous les suivis.
- **Punta Vaccaja PI** : L'état écologique du site reste **bon** mais la valeur de l'indice BiPo augmente au cours des suivis.

- **Focolara PI** : L'état écologique du site est **bon**. La densité moyenne des faisceaux de l'herbier sur ce site à la profondeur intermédiaire présente une valeur maximale surpassant toutes les données recueillies lors des suivis antérieurs.

- **Cappo-Rosso PI** : L'état écologique du site est **très bon**. C'est une amélioration de l'état qui était bon en 2020. Ceci est liée à la très forte densité de faisceaux du site.

- **Plage Trottel** : L'état écologique du site reste **bon** et la valeur de l'indice BiPo augmente au cours des suivis. On observe une densité de faisceaux qui augmente depuis 2017.

- **Isolella PI** : L'état écologique de ce nouveau site défini en 2023 est **bon**. Celui-ci sera à confirmer lors du prochain suivi (2026).

- **Murtoli PI** : L'état écologique du site est **bon**. Cet état est relativement stable car l'indice de qualité écologique est bon sur tous les suivis depuis 2017.

- **Rondinara PI** : L'état écologique du site est **bon** en 2023. Cet état défini par les indices de qualité écologique est stable depuis 2014.

- **Fautea PI** : L'état écologique du site est **bon**. La densité moyenne des faisceaux de l'herbier sur ce site à la profondeur intermédiaire présente une valeur maximale surpassant toutes les données recueillies lors des suivis antérieurs.

- **Aléria PI** : L'état écologique du site est **bon**. Les indices de qualité écologique sont stables par rapport à 2020.

- **Lupino PI** : L'état écologique du site est **bon** depuis 2017. La densité enregistrée sur le site en 2023 est la plus importante par rapport aux suivis antérieurs.

- **Baie Tamarone Large PI** : L'état écologique du site est **très bon**. Cet état est stable par rapport à 2020.

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 TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire (en 2017 ; en 2020 et en 2023) et suivis selon le protocole PREI. On y trouve 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 m), ainsi que les paramètres de profondeur et type de limite inférieure associés ;

Dans le second tableau, le classement de l'ensemble des sites TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire en 2014, 2017, 2020 et 2023 selon l'indice BiPo.

Globalement l'état écologique des sites à -15 m est bon pour tous les sites et un site présente un état écologique de l'herbier qui est très bon. Le site Isolella PI est un nouveau site.

VI.B.1. INDICE PREI

D'après la carte et le tableau suivant, on constate que le statut des sites est stable depuis 2014 pour les sites Rondinara PI et Punta Vaccaja PI. Ces deux sites présentent un **bon état de l'herbier**.

Le site Baie Tamarone Large PI est stable en 2023 par rapport à 2020 et il présente un herbier en **très bon état**.

Enfin, Isolella PI est un nouveau site 2023 et son **bon état** sera à comparer avec les futurs paramètres lors du prochain suivi en 2026.

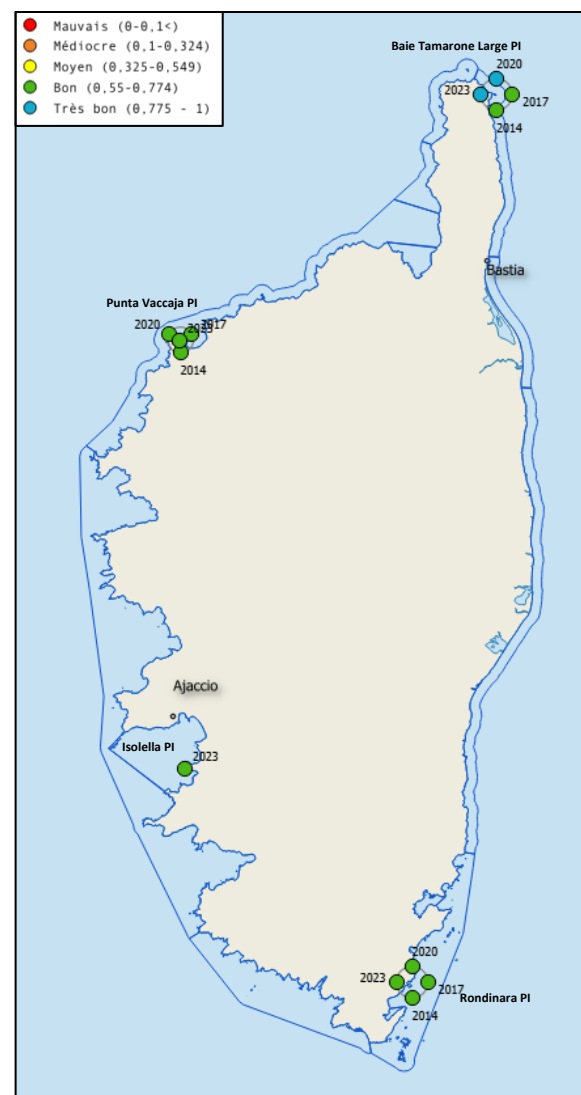


Figure 138 : Etat des sites TEMPO à -15 m selon l'indice PREI de la région Corse.

Tableau 51 : Valeurs brutes des paramètres de densité, surface foliaire et charge épiphytaire mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 m), des paramètres de profondeur et type de limite inférieure associés et l'EQR global de ces sites TEMPO échantillonnés en 2014, 2017, en 2020 et en 2023 – suivis selon le protocole PREI.

SITE	ANNEE	Profondeur intermédiaire (-15m)						Limite inférieure			EQR (PREI)	Classe
		Densité (faisceaux/m ²)	N_DENS	Surface foliaire (cm ² /faisceaux)	N_SF	Charge épiphytaire (g/g)	N_EL	Prof. (m)	Type de limite	N_LIM_INF		
Punta_Vaccaja_PI (=Calvi)	2009	297	0,61	304	0,56	0,11	0,44	37,0	Franche	0,83	0,736	Bon
Punta_Vaccaja_PI	2014	211	0,44	216	0,40	0,09	0,46	34,0	Régressive	0,58	0,586	Bon
Punta_Vaccaja_PI	2017	328	0,68	185	0,34	0,08	0,46	34,0	Régressive	0,58	0,634	Bon
Punta_Vaccaja_PI	2020	228	0,47	264	0,48	0,11	0,44	34,0	Régressive	0,58	0,615	Bon
Punta_Vaccaja_PI	2023	405	0,84	316	0,58	0,03	0,48	34,0	Régressive	0,58	0,746	Bon
Rondinara_PI	2009	395	0,82	224	0,41	0,04	0,48	36	Franche	0,80	0,749	Bon
Rondinara_PI	2014	360	0,75	190	0,35	0,06	0,47	34,6	Régressive	0,61	0,663	Bon
Rondinara_PI	2017	341	0,71	136	0,25	0,06	0,47	34,6	Régressive	0,61	0,629	Bon
Rondinara_PI	2020	291	0,60	90	0,17	0,13	0,44	34,6	Régressive	0,61	0,570	Bon
Rondinara_PI	2023	261	0,54	129	0,24	0,05	0,48	34,6	Clairsemée	0,73	0,616	Bon
Isolella_PI	2023	296	0,61	265	0,49	0,03	0,49	29,0	Franche	0,50	0,641	Bon
Baie_Tamarone_Large_PI (=Rogliano)	2009	368	0,76	214	0,39	0,05	0,47	37,8	Franche	0,86	0,748	Bon
Baie_Tamarone_Large_PI	2014	240	0,50	187	0,34	0,09	0,45	40,0	Clairsemée	0,96	0,684	Bon
Baie_Tamarone_Large_PI	2017	330	0,68	207	0,38	0,07	0,47	40,0	Clairsemée	0,96	0,745	Bon
Baie_Tamarone_Large_PI	2020	371	0,77	291	0,53	0,02	0,49	40,0	Clairsemée	0,96	0,814	Très bon
Baie_Tamarone_Large_PI	2023	410	0,85	257	0,47	0,02	0,49	40,0	Clairsemée	0,96	0,819	Très bon

VI.B.2. INDICE BiPo

D'après la carte et le tableau suivant, on constate **que la quasi-totalité des sites a conservé le même statut entre 2017, 2020 et 2023.**

Les sites Agriates PI, Aléria PI, Baie Tamarone Large PI, Fautea PI, Focolara PI, Murtoli PI, Punta Vaccaja PI et Rondinara PI conservent un « bon état écologique ».

Les sites Lupino PI et Plage Trottet PI présentent une amélioration dans leur d'état : car il est qualifié de bon en 2023 par rapport à 2020 où leur état était qualifié de moyen.

Le site Capo-Rosso PI présente une amélioration d'état puisqu'il passe de bon état en 2020 à très bon état en 2023.

Le nouveau site Isolella PI est caractérisé en bon état. Celui-ci sera à comparer avec le prochain suivi (2026).

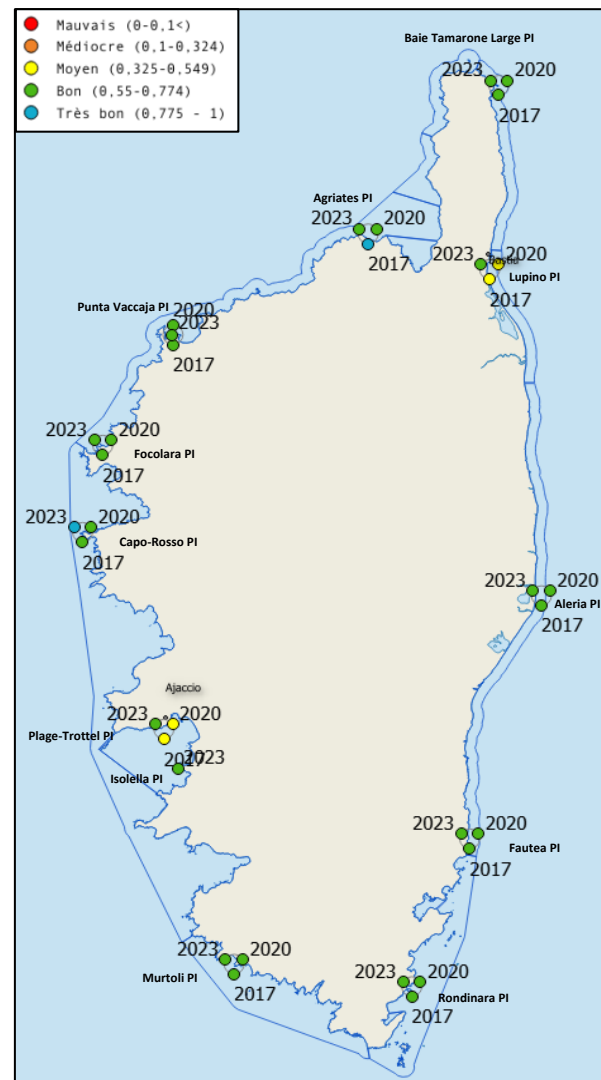


Figure 139 : Etat des sites TEMPO à -15 m selon l'indice BiPo en région Corse.

Tableau 52 : Valeurs des paramètres de profondeur et type de limite inférieure, densité et longueur des feuilles mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 m), et l'EQR global de ces sites TEMPO échantillonnés en 2017, 2020 et 2023 - suivis selon le protocole BiPo.

SITE	ANNEE	Densité (faisceaux/m ²)	DENS_EQR'	Longueur des feuilles (mm)	LONG_F_EQR'	Prof. (m)	PROF_EQR'	Type de limite	TYP_EQR'	Valeur (BiPo2)	Classe
Agriates_PI	2017	371	0,80	467	0,72	37,5	0,98	F-	0,66	0,790	Très Bon
Agriates_PI	2020	308	0,71	560	0,43	37,5	0,98	F-	0,66	0,695	Bon
Agriates_PI	2023	528	0,94	541	0,40	37,5	0,984	F-	0,66	0,747	Bon
Aleria_PI	2017	278	0,64	287	0,48	36,0	0,94	F-	0,66	0,678	Bon
Aleria_PI	2020	279	0,64	430	0,68	36,0	0,94	F-	0,66	0,728	Bon
Aléria_PI	2023	330	0,76	489	0,34	36	0,936	F-	0,66	0,672	Bon
Baie_Tamarone_Large_PI	2017	330	0,75	432	0,67	40,0	1,00	C	0,44	0,717	Bon
Baie_Tamarone_Large_PI	2020	371	0,80	690	0,61	40,0	1,00	C	0,44	0,713	Bon
Baie_Tamarone_Large_PI	2023	410	0,84	609	0,49	40	1	C	0,44	0,693	Bon
Bruzzi_PI	2017	328	0,75	619	0,51	37,0	0,97	P	1,00	0,806	Très Bon
Bruzzi_PI	2020	227	0,51	730	0,67	37,0	0,97	P	1,00	0,786	Très bon
Capo_Rosso_PI	2017	331	0,76	227	0,40	34,0	0,87	F-	0,66	0,672	Bon
Capo_Rosso_PI	2020	241	0,56	730	0,66	34,0	0,87	F-	0,66	0,686	Bon
Cappo_Rosso_PI	2023	455	0,88	459	0,71	34	0,871	F-	0,66	0,778	Très Bon
Cargese_PI	2017	336	0,77	700	0,62	37,0	0,97	P	1,00	0,838	Très bon
Cargese_PI	2020	363	0,80	570	0,44	37,0	0,97	P	1,00	0,801	Très bon
Fautea_PI	2017	312	0,71	512	0,37	37,5	0,98	C	0,44	0,625	Bon
Fautea_PI	2020	228	0,51	484	0,33	37,5	0,98	C	0,44	0,566	Bon
Fautea_PI	2023	380	0,81	576	0,45	37,5	0,984	C	0,44	0,671	Bon
Focolara_PI	2017	307	0,70	616	0,50	36,0	0,94	F-	0,66	0,702	Bon
Focolara_PI	2020	198	0,41	920	0,95	36,0	0,94	F-	0,66	0,739	Bon
Focolara_PI	2023	383	0,81	670	0,58	36	0,936	F-	0,66	0,746	Bon
Isolella_PI	2023	296	0,68	534	0,39	29	0,7	F-	0,66	0,608	Bon
Lupino_PI	2017	245	0,56	384	0,61	28,5	0,68	R	0,21	0,515	Moyen
Lupino_PI	2020	282	0,65	400	0,63	28,5	0,68	R	0,21	0,541	Moyen
Lupino_PI	2023	304	0,70	458	0,71	28,5	0,681	R	0,21	0,573	Bon
Murtoli_PI	2017	370	0,80	456	0,70	30,5	0,76	F-	0,66	0,731	Bon
Murtoli_PI	2020	323	0,74	570	0,44	30,5	0,76	F-	0,66	0,649	Bon
Murtoli_PI	2023	360	0,79	530	0,39	30,5	0,756	F-	0,66	0,65	Bon
Plage_Trottel_PI	2017	201	0,42	641	0,54	24,8	0,54	F-	0,66	0,540	Moyen
Plage_Trottel_PI	2020	224	0,50	590	0,47	24,8	0,54	F-	0,66	0,543	Moyen
Plage_Trottel_PI	2023	280	0,64	631	0,52	24,8	0,542	F-	0,66	0,592	Bon
Punta_Vaccaja_PI	2017	328	0,75	445	0,69	34,0	0,87	R	0,21	0,630	Bon
Punta_Vaccaja_PI	2020	228	0,52	950	1,00	34,0	0,87	R	0,21	0,648	Bon
Punta_Vaccaja_PI	2023	406	0,83	475	0,73	34	0,871	R	0,21	0,661	Bon
Rondinara_PI	2017	341	0,78	313	0,51	34,6	0,89	R	0,21	0,598	Bon
Rondinara_PI	2020	291	0,67	470	0,72	34,6	0,89	R	0,21	0,623	Bon
Rondinara_PI	2023	261	0,60	325	0,53	34,6	0,891	C	0,44	0,615	Bon

VI.C. Sites en limite inférieure

Nous synthétisons ci-dessous pour chaque site les tendances évolutives et points remarquables et l'état de l'herbier (en prenant en compte l'indicateur de dynamique évolutive et l'EQR Site calculé – cartes & tableaux ci-dessous) :

- **Punta Mortella** : La dynamique évolutive de l'herbier par photogrammétrie montre un **herbier stable** mais à tendance légèrement progressive qui sera à confirmer lors du prochain suivi (2026). L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen**. Cet état est relativement stable depuis 2011. En 2023, l'on note la présence d'algues filamenteuses sur ce site. Bien que l'EQR Site soit inférieur à la moyenne régionale de la Corse, il est relativement stable au cours des différents suivis.
- **Agriates** : La dynamique évolutive de l'herbier par photogrammétrie montre un **herbier stable** à tendance légèrement progressive qui sera à confirmer lors du prochain suivi (2026). L'analyse des données 2023 indique que l'herbier est en **bon état écologique**. Cet état est stable depuis 2014. Bien que l'on observe une diminution mineure de la densité de ces faisceaux, l'herbier reste en excellent état compte tenu de la densité de ces faisceaux et de la profondeur. La valeur de l'EQR Site est supérieure à la moyenne régionale de la Corse et cette valeur est stable au cours des années.
- **Punta Vaccaja** : La dynamique évolutive de l'herbier analysée par photogrammétrie montre un **herbier stable** en 2023. L'indicateur de dynamique évolutive indique une amélioration de l'herbier qui est caractérisé en **bon état écologique** en 2023 par rapport à 2020. L'herbier est classé en excellent état compte tenu de sa profondeur et de la densité de ces faisceaux. Cependant, l'EQR Site est inférieur à la moyenne régionale observée à l'échelle de la Corse. Des algues filamenteuses sont observées sur le site.
- **Focolara** : La dynamique évolutive de l'herbier analysée par photogrammétrie en 2023 indique un **herbier en progression**. L'analyse des données indique que le site est en **bon état écologique** en 2023 alors qu'il était en moyen état écologique en 2020. On note une importante augmentation de la densité des faisceaux compte tenu de sa profondeur classant l'herbier comme excellent. L'EQR Site est supérieur à la moyenne régionale de la Corse.
- **Cappo-Rosso** : La dynamique évolutive de l'herbier analysée par photogrammétrie indique un **herbier en progression** en 2023. L'indicateur de dynamique évolutive indique un herbier en **bon état écologique** depuis 2017. L'herbier est classé en excellent état en 2023 par

rapport à la densité de ces faisceaux qui est subnormale supérieure et de sa profondeur. La valeur de l'EQR Site est supérieure à la moyenne régionale observée à l'échelle de la Corse.

- **Plage Trottel**: La dynamique évolutive de l'herbier réalisée par photogrammétrie indique un **herbier en régression en 2020**. Pour des raisons techniques la dynamique évolutive de l'herbier n'a pas pu être définie en 2023. L'indicateur de dynamique évolutive indique un herbier en **bon état écologique** en 2023 par rapport à 2020. On note une amélioration de l'état de l'herbier depuis 2017 où celui-ci était classé médiocre par une faible densité de faisceaux. En 2023, sa densité est normale et son état aussi. La valeur de son EQR Site est inférieure à la moyenne régionale de la Corse.
- **Isolella**: La dynamique évolutive de l'herbier analysée par photogrammétrie indique un **herbier stable** à très légère tendance progressive. De plus, l'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un **état écologique moyen** en 2023. Sa densité est subnormale supérieure et son état compte tenu de celle-ci et de la profondeur est excellent. Cependant, le déchaussement de l'herbier est moyen. L'EQR Site est supérieur à la moyenne régionale de la Corse. En 2023, des algues filamenteuses sont observées.
- **Murtoli** : La dynamique évolutive de l'herbier analysée par photogrammétrie indique un **herbier stable** en 2023. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un **bon état écologique** du site depuis 2014. Malgré une diminution de la densité de ces faisceaux, l'état excellent de l'herbier se conserve ainsi qu'une densité caractérisée comme subnormale supérieure. La valeur de l'EQR Site est supérieure à la moyenne observée à l'échelle de la Corse.
- **Rondinara** : La dynamique évolutive de l'herbier analysée par photogrammétrie indique un **herbier en progression** en 2023. L'indicateur de dynamique évolutive du site passe d'un bon état écologique en 2020 à un **état écologique moyen**. Cette régression est liée à la diminution de la densité des faisceaux qui classe l'herbier en état normal alors qu'en 2020 celui était en bon état. L'EQR Site est inférieure à la moyenne observée à l'échelle de la Corse. L'espèce envahissante *Caulerpa cylindracea* est observée sur le site.
- **Fautea** : La dynamique évolutive de l'herbier analysée par photogrammétrie indique un **herbier en progression** en 2023. L'indicateur de dynamique évolutive du site est en **bon état écologique** en 2023 pour la première fois depuis 2011. L'état du site s'améliore au cours des années car celui-ci était en état médiocre en 2017. L'EQR Site présente des valeurs qui sont dans la moyenne régionale de la Corse. L'espèce envahissante *Caulerpa cylindracea* est observée sur le site.

• **Baie Tamarone Large** : La dynamique évolutive de l'herbier analysée par photogrammétrie indique un **herbier en régression**. L'indicateur de dynamique évolutive du site est en **état écologique moyen** en 2023. L'état de ce site semble indiquer une tendance à l'amélioration car sa densité moyenne n'a jamais été aussi élevée, classant l'herbier en bon état contrairement aux suivis précédents. La valeur de l'EQR Site est dans la moyenne régionale observée en Corse.

• **Giraglia** : L'analyse des données 2023 par photogrammétrie indiquent un **herbier stable** en 2023. L'indicateur de dynamique évolutive du site indique un **bon état écologique**. Cet état est stable depuis 2011. L'herbier est en excellent état avec une densité normale par rapport à la profondeur de la posidonie. La valeur de l'EQR Site est supérieure à la moyenne régionale de la Corse. Un bloc de matre arraché est observé en 2023.

• **Punta di Canella** : La dynamique évolutive de l'herbier analysée par photogrammétrie indique un **herbier en progression**. L'indicateur de dynamique évolutive indique un site en **bon état écologique** en 2023. Cet état est stable depuis 2011. Sa densité subnormale supérieure et la profondeur du site classe l'herbier en excellent état. La valeur de l'EQR Site est supérieure à la moyenne régionale de la Corse. En 2023, des algues filamenteuses sont observées sur le site.

Les sites situés en limite inférieure au droit des deux sites Lupino PI et Aléria PI n'ont pas été échantillonnés en la limite inférieure : Lupino est classé en site secondaire en raison des faisceaux isolés et de sa limite compliquée à suivre. Aléria n'est plus suivi en limite inférieure.

En considérant les mesures de vitalité (déchaussement, densité de faisceaux) et les données sur la limite inférieure (profondeur, type de limite, données surfaciques) nous constatons que :

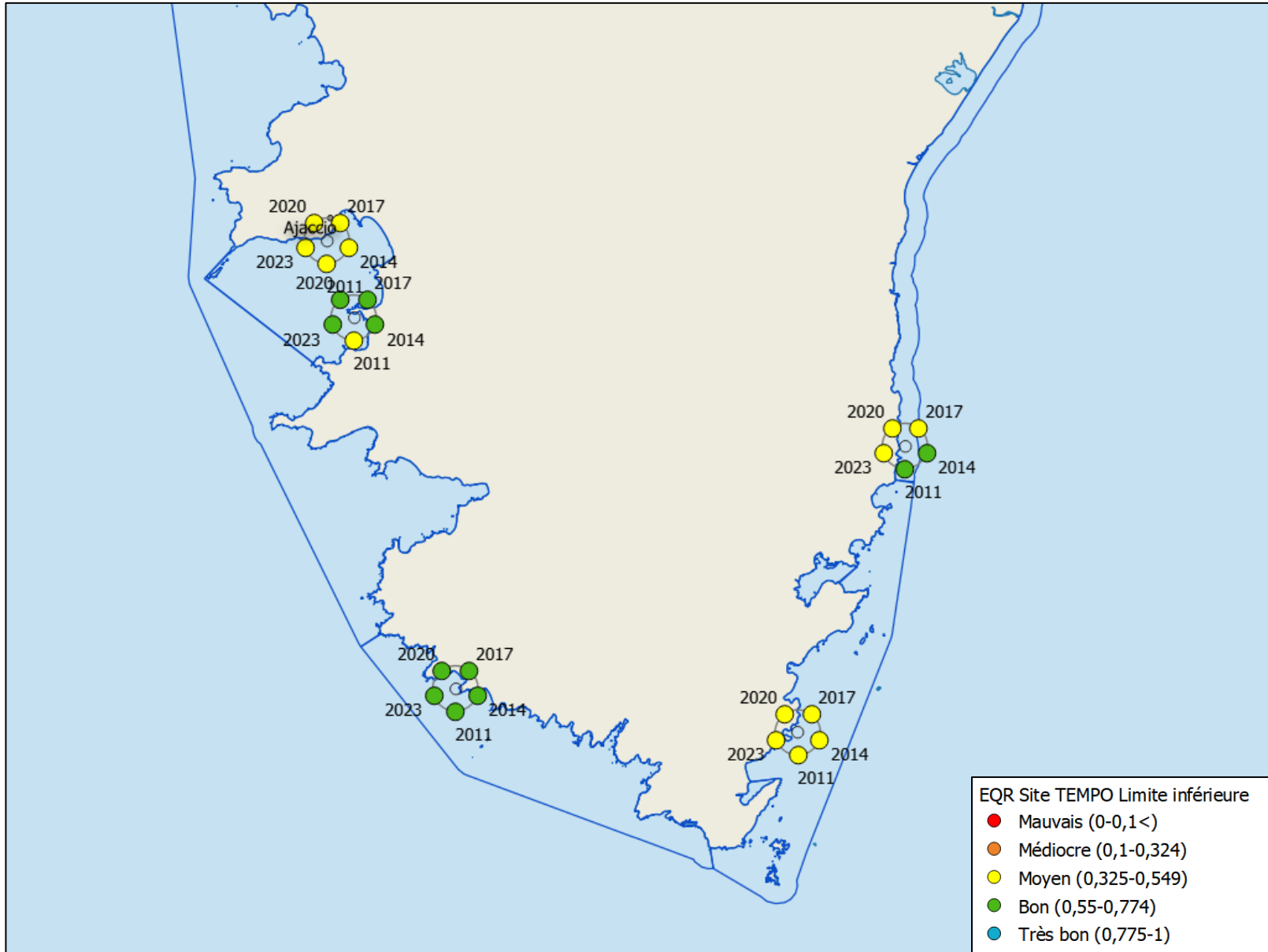
- Sur la majorité des sites TEMPO, l'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique entre 2020 et 2023**, à l'exception de cinq sites que sont : Fautea, Plage Trottel, Punta Mortella, Punta Vaccaja et Rondinara qui sont en état écologique moyen.

- Le suivi a permis de déterminer la dynamique évolutive de l'herbier sur tous les sites en limite inférieure à l'exception du site 'Plage Trottel'.

- La majorité des sites ont une dynamique évolutive **stable** au cours de la période **2020-2023** (Agriates, Giraglia, Isolella, Murtoli, Punta Mortella, Punta Vaccaja) ou une **tendance progressive** de l'herbier (Capo-Rosso, Fautea, Punta di Canella, Focolara et Rondinara).

Seulement un seul site présente **des faisceaux isolés** -selon dire expert - de l'herbier (Baie Tamarone Large).

Les cartes ci-après montrent la localisation et le statut écologique des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure d'après l'EQR Site (sites en région Corse).



Le tableau de synthèse suivant présente pour chaque **site TEMPO échantillonné en limite inférieure en 2023 et lors des suivis précédents** les valeurs des différents paramètres et EQR'.

Tableau 53: Indices et paramètres mesurés sur chaque site TEMPO échantillonné en 2023 en limite inférieure et données des suivis antérieurs (comparaison avec la région Corse).

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende	
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC02ab	FREC02ab	FREC02ab	FREC02ab	FREC02ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01e	FREC01e	FREC01e	FREC01e	FREC01e	FREC02c	FREC02c	FREC02c	FREC02c		
Nom du site	Agriates	Agriates	Agriates	Agriates	Agriates	Baie Taronone Large	Baie Taronone Large	Baie Taronone Large	Baie Taronone Large	Baie Taronone Large	Focolara	Focolara	Focolara	Focolara	Giraglia	Giraglia	Giraglia	Giraglia	Giraglia	Lupino	Lupino	Lupino	Lupino		
Année	2011	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020	2023	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020		
Valeur EQR de la limite inférieure	0.8	0.75	0.72	0.74	0.72	0.54	0.55	0.52	0.55	0.55	0.64	0.64	0.61	0.67	0.66	0.67	0.67	0.67	0.71	0.68	0.38	0.37	0.34	0.33	
Type de limite inférieure	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1		
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21	0.21	0.21	0.21		
Profondeur de la limite inférieure	36.5	37.5	37.5	37.5	37.5	40	40	40	40	40	36	36	36	36	34.9	34.9	34.9	35.5	35.5	28.5	28.5	28.5	28.5		
Valeur EQR de la profondeur	0.95	0.98	0.98	0.98	0.98	1	1	1	1	1	0.94	0.94	0.94	0.94	0.9	0.9	0.9	0.92	0.92	0.68	0.68	0.68	0.68		
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	347	263	233	251	232	53	88	25	75	90	168	160	93	197	200	206	206	236	214	105	99	32	4		
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.78	0.8	0.53	0.58	0.53	0.17	0.22	0.13	0.2	0.22	0.32	0.31	0.22	0.41	0.42	0.44	0.44	0.54	0.47	0.24	0.23	0.14	0.11		
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	3	4	5	5	4	-2	-1	0	0	-1	1	1	-1	2	1	2	2	3	2	-1	1	0	0		

Légende du curseur imagé associé à chaque paramètre détaillé :
Sont affichées les valeurs minimale, maximale et moyenne observées pour chaque paramètre sur tous les éléments Réseaux de surveillance échantillonnés en Méditerranée. Chaque couleur correspond à un cinquième de l'étendue des valeurs observées à l'échelle de comparaison voulue, c'est à dire celle de la masse d'eau, de la région (Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Corse, Languedoc-Roussillon (LR)) ou de la Méditerranée pour le paramètre concerné.

Min. Valeur Max.
Moyenne

Tableau 54: Indices et paramètres mesurés sur chaque site TEMPO échantillonné en 2023 en limite inférieure et données des suivis antérieurs (comparaison avec la région Corse).

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC04ac	FREC04ac	FREC04ac	FREC04ac	FREC04ac	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC01c	FREC01c	FREC01c	FREC01c	FREC01c	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	FREC01ab	
Nom du site	Capo Rosso	Capo Rosso	Capo Rosso	Capo Rosso	Capo Rosso	Plage Trottel	Plage Trottel	Plage Trottel	Plage Trottel	Plage Trottel	Punta Mortella	Punta Mortella	Punta Mortella	Punta Mortella	Punta Mortella	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	Punta Vaccaja	
Année	2011	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020	2023	
Valeur EQR de la limite inférieure	0.74	0.63	0.62	0.65	0.74	0.49	0.48	0.47	0.49	0.5	0.54	0.56	0.54	0.53	0.53	0.56	0.51	0.5	0.45	0.5	
Type de limite inférieure	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	
Profondeur de la limite inférieure	34	34	34	34	34	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	34	34	34	34	34	
Valeur EQR de la profondeur	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	295	183	177	204	301	122	115	93	134	142	127	163	121	91	109	262	213	205	131	203	
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.68	0.36	0.34	0.43	0.69	0.26	0.25	0.22	0.28	0.29	0.27	0.31	0.26	0.22	0.24	0.6	0.46	0.43	0.27	0.43	
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	1	-1	1	2	0	1	0	2	1	1	1	3	3	4	2	7	5	3	3	3	

Légende du curseur imagé associé à chaque paramètre détaillé :
 Sont affichées les valeurs minimale, maximale et moyenne observées pour chaque paramètre sur tous les éléments Réseaux de surveillance échantillonnés en Méditerranée. Chaque couleur correspond à un cinquième de l'étendue des valeurs observées à l'échelle de comparaison voulue, c'est à dire celle de la masse d'eau, de la région (Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Corse, Languedoc-Roussillon (LR)) ou de la Méditerranée pour le paramètre concerné.

Min. Valeur Max.

 Moyenne

Tableau 55: Indices et paramètres mesurés sur chaque site TEMPO échantillonné en 2023 en limite inférieure et données des suivis antérieurs (comparaison avec la région Corse).

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende	
Masse d'eau cotière	FREC02d	FREC02d	FREC02d	FREC02d	FREC02d	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC03eg	FREC03eg	FREC03eg	FREC03eg	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC04b	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad	FREC03ad		
Nom du site	Fautea	Fautea	Fautea	Fautea	Fautea	Isolella	Isolella	Isolella	Isolella	Isolella	Murtoli	Murtoli	Murtoli	Murtoli	Murtoli	Plage Trottel	Plage Trottel	Plage Trottel	Plage Trottel	Plage Trottel	Rondinara	Rondinara	Rondinara	Rondinara	Rondinara		
Année	2011	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020	2023	2011	2014	2017	2020	2023		
Valeur EQR de la limite inférieure	0.55	0.55	0.52	0.54	0.54	0.53	0.6	0.63	0.67	0.71	0.75	0.69	0.67	0.75	0.71	0.49	0.48	0.47	0.49	0.5	0.44	0.46	0.43	0.46	0.51		
Type de limite inférieure	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	2		
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21	0.21	0.21	0.21	0.44		
Profondeur de la limite inférieure	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	27.7	29	29	29	29	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6		
Valeur EQR de la profondeur	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.65	0.7	0.7	0.7	0.7	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89		
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m2)	107	106	35	82	84	137	203	229	280	331	400	278	261	418	307	122	115	93	134	142	102	138	77	127	88		
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.24	0.24	0.15	0.21	0.21	0.28	0.43	0.52	0.64	0.75	0.83	0.64	0.6	0.84	0.7	0.26	0.25	0.22	0.28	0.29	0.23	0.28	0.2	0.27	0.21		
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0	-1	0	1	0	6	0	-1	2	5	3	0	0	1	4	1	0	2	1	1	3	2	2	1	2		

Légende du curseur imagé associé à chaque paramètre détaillé :
 Sont affichées les valeurs minimale, maximale et moyenne observées pour chaque paramètre sur tous les éléments Réseaux de surveillance échantillonnés en Méditerranée. Chaque couleur correspond à un cinquième de l'étendue des valeurs observées à l'échelle de comparaison voulue, c'est à dire celle de la masse d'eau, de la région (Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Corse, Languedoc-Roussillon (LR)) ou de la Méditerranée pour le paramètre concerné.

Min. Valeur Max.
 Moyenne

Tableau 56 : Pourcentages de discordance positive, de discordance négative et de concordance de l'herbier et surface comparée (m²) pour chaque site sur la dernière période d'évolution (comparaison avec la région Corse).

Région	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	CORSE	Échelle de comparaison Région CORSE Légende
Masse d'eau cotière	FREC01ab	FREC02ab	FREC04ac	FREC02d	FREC01ab	FREC01e	FREC04b	FREC03eg	FREC04b	FREC01d	FREC01c	FREC01ab	FREC03ad	
Nom du site	Agriates	Baie Tamarone Large	Capo Rosso	Fautea	Focolara	Giraglia	Isolella	Murtoli	Plage Trottel	Punta di Canella	Punta Mortella	Punta Vaccaja	Rondinara	
Période d'évolution	2020-2023	2020-2023	2020-2023	2020-2023	2020-2023	2020-2023	2020-2023	2020-2023	2017-2023	2020-2023	2020-2023	2020-2023	2020-2023	
% Discordance positive	7	2.6	7.3	5.7	11.1	5.2	4.2	4.5	14.9	9.6	4.8	10.4	2.9	0 23.1 6.09
% Discordance négative	3.6	12.1	1.7	0.6	2.6	5.1	2.3	2.6	12.2	1.3	2.2	8.6	0	0 20.9 5.58
Concordance	89.4	85.3	91	93.6	86.3	89.6	93.5	93	72.8	89.1	93	81	97	0 99.6 85.3
Surface comparée (m ²)	64	3	65	35	22	60	45	76	74	19	56	63	47	0 465 103.62

Légende du curseur imagé associé à chaque paramètre détaillé :
 Sont affichées les valeurs minimale, maximale et moyenne observées pour chaque paramètre sur tous les éléments Réseaux de surveillance échantillonnés en Méditerranée. Chaque couleur correspond à un cinquième de l'étendue des valeurs observées à l'échelle de comparaison voulue, c'est à dire celle de la masse d'eau, de la région (Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Corse, Languedoc-Roussillon (LR)) ou de la Méditerranée pour le paramètre concerné.

Min. Valeur Max.
 0 Moyenne

Tableau 57 : Etat de l'herbier en fonction de l'indicateur de dynamique évolutive pour chaque période d'évolution (2011-2024/2014-2017/2017-2020/2020-2023). NB : Pour ne pas dévaluer les scores des limites inférieures en très faible progression et/ou stables, seules les valeurs d'augmentation de densité $\geq 15\%$ sont considérées pour les herbiers en progression de densité. En dessous de cette valeur, l'herbier est considéré comme stable et la formule correspondante à la baisse de densité est appliquée (valeur de 0 dans ce cas). Autrement dit, une valeur de hausse densité comprise entre 0 et 15 % équivaut à une valeur de baisse de densité égale à 0%.

Sites TEMPO	Note globale suivi 1 (2011-2014)	Note globale suivi 2 (2014-2017)	Note globale suivi 3 (2017-2020)	Note globale suivi 4 (2020-2023)
Agriates	Moyen état	Bon état	Bon état	Bon état
Punta_Vaccaja	Bon état	Bon état	Moyen état	Bon état
Punta_Mortella	Moyen état	Moyen état	Moyen état	Moyen état
Punta_di_Canella	Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Giraglia	Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Baie_Tamarone_Large*	Moyen état	Moyen état	Moyen état	Moyen état
Fautea	Moyen état	Moyen état	Moyen état	Bon état
Rondinara	Moyen état	Moyen état	Bon état	Moyen état
Murtoli	Moyen état	Bon état	Bon état	Bon état
Capo_Rosso	Moyen état	Très bon état	Bon état	Bon état
Plage_Trottell	Bon état	Bon état	Moyen état	Bon état
Focolara		Bon état	Moyen état	Bon état
Isolella	Autre site	Bon état	Autre site	Moyen état

* dire d'expert car faisceaux isolés

VI.D. Pose de thermomètres

Des thermomètres ont été positionnés sur 13 sites prioritaires situés en limite inférieure de l'herbier et 12 sites situés à la profondeur intermédiaire (-15 m) dont un nouveau site : Isolella PI. Des plongées pour récupérer les capteurs de température sur les sites secondaires ont été effectuées.

Le tableau suivant liste les **34 capteurs de température** récupérés en 2023 (**un nouveau site donc pas de capteur récupéré**) dont **5 n'ont pas été retrouvés** (Capo-Rosso, Capo-Rosso PI, Cote-Orientale, Punta-Vaccaja-PI et Sanguinaires). Ils sont localisés sur la figure suivante.

Tableau 58 : Liste des capteurs récupérés sur de l'herbier de posidonie en 2023.

Site	Profondeur	Date_releve
Agriates	37	08/06/2023
Agriates_PI	14	07/06/2023
Aleria_PI	14,8	17/06/2023
Anse_Cola	37,5	16/06/2023
Baie_Tamarone_Large	39,7	06/06/2023
Baie_Tamarone_Large_PI	15	06/06/2023
Bruzzi_PI	15	15/06/2023
Capo_Rosso	34,2	NA
Capo_Rosso_PI	20	NA
Cargese_PI	14	12/06/2023
Cote_Orientale	35,3	NA
Fautea	35,8	16/06/2023
Fautea_PI	16,3	16/06/2023
Focolara	36,2	09/06/2023
Focolara_PI	15	09/06/2023
Giraglia	32,6	06/06/2023
Girolata	30	09/06/2023
Isolella	25,6	13/06/2023
Lupino	27,6	17/06/2023
Lupino_PI	15	17/06/2023
Murtoli	30	14/06/2023
Murtoli_PI	13	14/06/2023
Plage_Trottet	23	13/06/2023
Plage_Trottet_PI	16	13/06/2023
Punta_Mortella	33,8	07/06/2023
Punta_Vaccaja	33,4	08/06/2023
Punta_Vaccaja_PI	18	NA
Punta_di_Canella	34,6	07/06/2023

Rondinara	35	15/06/2023
Rondinara_PI	15	15/06/2023
Sanguinaires	35	NA
Stareso	36,5	08/06/2023
Golfe_Santa_Manza	32	15/06/2023

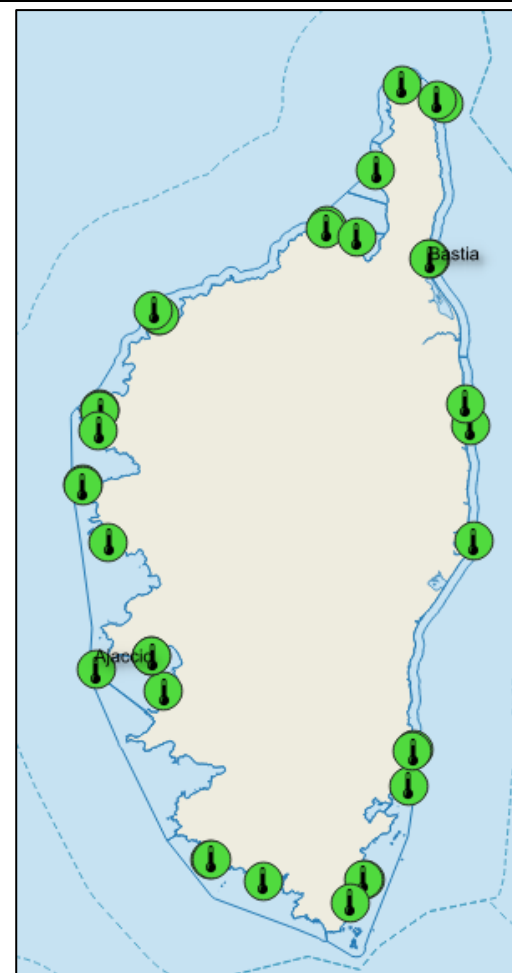


Figure 140 : localisation des capteurs de température récupérés sur les sites d'herbiers de posidonie en 2023.

Le tableau suivant liste les **42 capteurs** de température **posés en 2023**. Ils sont localisés sur la figure suivante.

Tableau 59 : Liste des capteurs posés sur de l'herbier de posidonie en 2023.

Site	Profondeur	Date_pose
Baie_Tamarone_Large	39,7	06/06/2023
Baie_Tamarone_Large_PI	14,5	06/06/2023
Giraglia	32,6	06/06/2023
Punta_di_Canella	34,6	07/06/2023
Agriates_PI	14	07/06/2023
Punta_Mortella	33,8	07/06/2023
Agriates	37	08/06/2023
N_Desert_Agriates	34	08/06/2023
Punta_Vaccaja	33,4	08/06/2023
Punta_Vaccaja_PI	19	08/06/2023
Stareso	36,5	08/06/2023
Focolara	36,2	09/06/2023
Focolara_PI	15	09/06/2023
Girolata	29	09/06/2023
Capo_Rosso	34,2	10/06/2023
Capo_Rosso_PI	21	10/06/2023
Cargese_PI	14	12/06/2023
Sanguinaires	35	12/06/2023
Plage_Trottel	23	13/06/2023
Plage_Trottel_PI	16	13/06/2023
Isolella	25,6	13/06/2023
Isolella_PI	15,8	13/06/2023
Murtoli	30	14/06/2023
Murtoli_PI	13	14/06/2023
Bruzzi_PI	15	15/06/2023
Rondinara	35	15/06/2023
Rondinara_PI	14,5	15/06/2023
Golfe_Santa_Manza	32	15/06/2023
Anse_Cola	37,5	16/06/2023
Fautea	35,8	16/06/2023
Fautea_PI	15	16/06/2023
Sud_solenzara	33	16/06/2023
Sud_solenzara_PI	15,2	16/06/2023
Ghisonacia	32	17/06/2023
Ghisonacia_PI	15,4	17/06/2023
Aleria_PI	14,8	17/06/2023
Cote_Orientale	35,3	17/06/2023

Biguglia	37,2	17/06/2023
Biguglia_PI	17,5	17/06/2023
Lupino	27,6	17/06/2023
Lupino_PI	15	17/06/2023

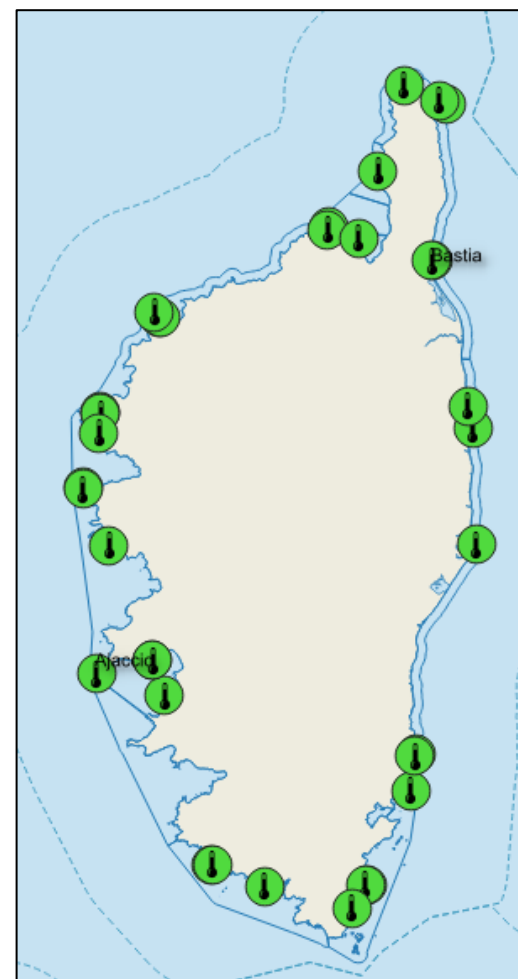


Figure 141 : localisation des capteurs de température posés sur les sites d'herbiers de posidonie en 2023.

VII. Diffusion des données à travers la plateforme MEDTRIX

L'ensemble des résultats issus du réseau [TEMPO](https://tempo.fr) sont consultables en ligne via la plateforme cartographique MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr/>).



Les projets cartographiques suivants ont été mis à jour :

TEMPO : Les couches herbiers 15m, herbier limite inférieure et tous les indicateurs ont été mis à jour. Les fiches par station, les photos, les modèles 3D ont été ajoutés.



CALOR : Les données des capteurs de température seront mises à jour.



MODEL : Les modèles photogrammétriques des sites d'herbier ont été ajoutés au projet.



FILAM'ED : Les observations d'algues filamenteuses ont été intégrées dans ce projet.



VIII. Annexe : Fichiers de bancarisation

Notice descriptive des fichiers de bancarisation – lot1

Deux fichiers Excel de bancarisation des données sont fournis avec ce rapport 2023 : 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_2023.xlsx**

REGION	Nom de la région
NOM_ME	Nom de la masse d'eau côtière
CODE_ME	Code de la masse d'eau côtière
SITE	Nom du site
LONG_DMS	Longitude (degré minute décimale)
LAT_DMS	Latitude (degré minute décimale)
PROF	Profondeur (mètre)
ANNEE	Année
EQR_PREI	Valeur de l'indice PREI
Classe_PREI	Classe du PREI
DENS_M²	Densité de faisceaux/m ² à -15m
N_DENS	N densité
SURF_FOLIA	Surface foliaire (cm ² /faisceau)
N_SF	N Surface foliaire
CHARGE_EPI	Charge épiphytaire
N_EL	N Epiphytes/feuilles
PROF_LIM	Profondeur (mètre) de la limite inférieure
TYP_LIMITE	Typologie de la limite inférieure
N_LIM_INF	N limite inférieure
EQR_BIPO	Valeur de l'indice BIPO2
Classe_BIPO	Classe du BIPO2
LONG_FEUILLES_PI	Longueur des feuilles à la PI (mm)
AUTEUR	Auteur de la table

➤ **Lot1_LimiteInférieure_2023.xlsx**

REGION	Nom de la Région
NOM_ME	Nom de la masse d'eau côtière
CODE_ME	Code de la masse d'eau côtière
SITE	Nom du site
LONG_DMS	Longitude (degré minute décimale)
LAT_DMS	Latitude (degré minute décimale)
ANNEE	Année
DATE	Date du terrain
EQR_Site	EQR Site en limite inférieure
CLASSE_SITE	Classe du site selon EQR
TYPE_LIM_LI	Type de limite inférieure
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)
DENSITE_LI_ECARTYPE	Ecartype des valeurs de densité de faisceaux
STAT_DENS	Statut de la densité
EQR'_DENSITE	EQR' Densité de faisceaux en limite inférieure
DECH_LI	Déchaussement de l'herbier en limite inférieure (cm)
DECH_ECARTYP	Ecartype des valeurs de déchaussement
METHODE	Photogrammétrie et/ou Télémétrie acoustique
Auteur	Auteur de la donnée

Deux fichiers Excel de bancarisation des données Température sont fournis avec le rapport annuel 2023.

 **TEMPO_capteurs_poses_2023.csv**

 **TEMPO_capteurs_relevés_2023.csv**

Les métadonnées de ces fichiers sont indiqués dans ce tableau :

Reseau	Réseau de surveillance
Habitat	Habitat
Site	Nom du site
Station	Nom de la station
Profondeur	Profondeur
Annee	Année de suivi
Date_pose	Date de pose du capteur
Date_releve	Date de relève du capteur
ID	Identifiant du capteur
Region	Région
Longitude	Longitude (WGS84, Degré minute décimale)
Latitude	Latitude (WGS84, Degré minute décimale)

IX. Bibliographie

- Abadie, A., 2016. Etude des intermattes des herbiers à *Posidonia oceanica*. Analyse à différentes échelles spatiales de la structure des paysages sous-marins. Thèse de doctorat en cotutelle internationale France / Belgique. 342p.
- Abdo, D.A., Seager, J.W., Harvey, E.S., McDonald, J.I., Kendrick, G.A., Shortis, M.R., 2006. Efficiently measuring complex sessile epibenthic organisms using a novel photogrammetric technique. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 339, 120–133. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2006.07.015>
- Agudo-Adriani, E.A., Cappelletto, J., Cavada-Blanco, F., Croquer, A., 2016. Colony geometry and structural complexity of the endangered species *Acropora cervicornis* partly explains the structure of their associated fish assemblage. *PeerJ* 4, e1861. <https://doi.org/10.7717/peerj.1861>
- ANDROMEDE, 2019. Surveillance de l'herbier de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez. 56p.
- ANDROMEDE, 2018. Surveillance de l'herbier de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Communautés de communes Golfe de Saint Tropez. 87p.
- Bay, D., 1978. Etude in situ de la production primaire d'un herbier de posidonies (*Posidonia oceanica* (L.) Delile) de la Baie de Calvi, Corse. Thèse Faculté des Sciences, Université de Liège : 1-251.
- Bedhomme, A.L., Thélin, I., Boudouresque, C.F., 1983. Mesure de la production primaire des feuilles de *Posidonia oceanica*: modifications de la méthode de Zieman. *Botanica Marina* 26, 1983. <https://doi.org/10.1515/botm.1983.26.1.35>
- Blanc, J.J., Jedy De Grissac, A., 2011. Erosions sous-marines des herbiers à *Posidonia oceanica* Méditerranée. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, BOUDOURESQUE C. F., JEUDY BLOUET S., LENFANT P., DUPUY DE LA GRANDRIVE R., LAFFON J-F, CHERE E., COURP T., GRUSELLE MC., FERRARI B., PAYROT J.
- Borum, J., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D., Greve, T.M., 2004. European seagrasses : an introduction to monitoring and management. The M&MS project., Management. <https://doi.org/EVK3-CT-2000-00044>
- Boudouresque, C.-F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S., Tunesi, L., 2012a. Protection and conservation of *Posidonia oceanica* meadow. Ramoge and RAC/SPA publisher, Tunis.
- Boudouresque, C.-F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S., Tunesi, L., 2012b. Protection and conservation of *Posidonia oceanica* meadow. Ramoge and RAC/SPA publisher, Tunis.
- Boudouresque, C.-F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S., Tunesi, L., 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*.
- Boudouresque, Charles F, Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Le Dieréach, L., Ruitton, S., 2007. Monitoring methods for *Posidonia oceanica* seagrass meadows in Provence and the French Riviera. *Environment* 38, 17–38.
- Boudouresque, C. F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Le Diréach, L., Ruitton, S., 2007. Monitoring methods for *Posidonia oceanica* seagrass meadows in Provence and the french riviera. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park, Fr.* 22, 17–38.
- Boudouresque, C.F., Bernard, G., Pergent, G., Shili, A., Verlaque, M., 2009. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina* 52, 395–418. <https://doi.org/10.1515/BOT.2009.057>
- Boudouresque, C.-F., Meinesz, A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cahier du Parc national de Port Cros*, 4: 1-79.
- Boudouresque, C.-F., Pergent, G., 1992. The *Posidonia* programme, in: B.F. Keegan (Ed.), COST 647 – Coastal Benthic Ecology Activity. Report EUR 13984 EN, Environmental Research Programme of the Commission of the European Communities, Directorate-General for Science, Research and Development pub.
- Bowens, A., 2009. Underwater Archeology. The NAS Guide to Principles and Practice, 2nd edn. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Hoboken, New Jersey, USA. p. 272.

Burns, J., Delparte, D., Kapon, L., Belt, M., Gates, R.D., Takabayashi, M., 2016. Assessing the impact of acute disturbances on the structure and composition of a coral community using innovative 3D reconstruction techniques. *Methods in Oceanography* 15–16, 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.mio.2016.04.001>

Burns, J.H.R., Fukunaga, A., Pascoe, K.H., Runyan, A., Craig, B.K., Talbot, J., Pugh, A., Kosaki, R.K., 2019. 3D Habitat Complexity of Coral Reefs in the Northwestern Hawaiian Islands is Driven by Coral Assemblage Structure. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* XLII-2/W10, 61–67. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W10-61-2019>

Campagne, C.S., Salles, J.-M., Boissery, P., Deter, J., 2015. The seagrass *Posidonia oceanica*: Ecosystem services identification and economic evaluation of goods and benefits. *Marine Pollution Bulletin.* <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.05.061>

Carlot, J., Rovère, A., Casella, E., Harris, D., Grellet-Muñoz, C., Chancerelle, Y., Dormy, E., Hedouin, L., Parravicini, V., 2020. Community composition predicts photogrammetry-based structural complexity on coral reefs. *Coral Reefs.* <https://doi.org/10.1007/s00338-020-01916-8>

Casella, E., Collin, A., Harris, D., Ferse, S., Bejarano, S., Parravicini, V., Hench, J.L., Rovere, A., 2017. Mapping coral reefs using consumer-grade drones and structure from motion photogrammetry techniques. *Coral Reefs* 36, 269–275. <https://doi.org/10.1007/s00338-016-1522-0>

Caye, G., 1980. Sur la morphogenese et le cycle vegetatif de *Posidonia oceanica* (L. Delile). Thèse doctorat 3^e cycle, Université Aix-Marseille II, Fr. : 1-121.

Cinelli, F., Colantoni, P., Fresi, E., Solani, P., 1974. La prateria sommersa. *Subacqueo*. 1 (9) : 19-21.

Darling, E.S., Graham, N.A.J., Januchowski-Hartley, F.A., Nash, K.L., Pratchett, M.S., Wilson, S.K., 2017. Relationships between structural complexity, coral traits, and reef fish assemblages. *Coral Reefs* 36, 561–575. <https://doi.org/10.1007/s00338-017-1539-z>

Dauby, P., Poulicek, M., 1995. Methods for removing epiphytes from seagrasses: SEM observations on treated leaves. *Aquatic Botany* 52, 217–228. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(95\)00500-5](https://doi.org/10.1016/0304-3770(95)00500-5)

Drap, P., 2012. Underwater Photogrammetry for Archaeology, in: Da Silva, D.C. (Ed.), *Special Applications of Photogrammetry*. InTech. <https://doi.org/10.5772/33999>

Drew, E.A., Jupp, B.P., 1976. Some aspects of the growth of *Posidonia oceanica* in Malta. *Underwater Research*, Academic Press 357–365.

Elkalay, K., Frangoulis, C., Skliris, N., Goffart, A., Gobert, S., Lepoint, G., Hecq, J.H., 2003. A model of the seasonal dynamics of biomass and production of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Bay of Calvi (Northwestern Mediterranean). *Ecological Modelling* 167, 1–18. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(03\)00074-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(03)00074-7)

Fernández-Torquemada, Y., Sánchez-Lizaso, J.L., 2005. Effects of salinity on leaf growth and survival of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 320, 57–63.

Fernández-Torquemada, Y., Sánchez-Lizaso, J.L., 2003. Efecto de una posible interacción entre el pH y la salinidad sobre el crecimiento de *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 19, 247–252.

Figueira, W., Ferrari, R., Weatherby, E., Porter, A., Hawes, S., Byrne, M., 2015. Accuracy and Precision of Habitat Structural Complexity Metrics Derived from Underwater Photogrammetry. *Remote Sensing* 7, 16883–16900. <https://doi.org/10.3390/rs71215859>

Giakoumi, S., Halpern, B.S., Michel, L.N., Gobert, S., Sini, M., Boudouresque, C.-F., Gambi, M.-C., Katsanevakis, S., Lejeune, P., Montefalcone, M., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Sanchez-Jerez, P., Velimirov, B., Vizzini, S., Abadie, A., Coll, M., Guidetti, P., Micheli, F., Possingham, H.P., 2015. Towards a framework for assessment and management of cumulative human impacts on marine food webs. *Conservation Biology* 29, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/cobi.12468>

Gobert, S., 2013. Indicateur Angiospermes/Herbiers de Posidonies PREI (Facade Méditerranée, Masses d’eaux Côtières. Guide relatif aux règles d’évaluation de l’état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) en vue de la mise à jour de l’état des lieux 2013. 128.

Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., Boissery, P., 2009a. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica*. *Marine Pollution Bulletin* 58, 1727–1733.

Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., Boissery, P., 2009b. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Marine Pollution Bulletin* 58, 1727–1733.

Gutiérrez-Heredia, L., D’Helft, C., Reynaud, E.G., 2015. Simple methods for interactive 3D modeling, measurements, and digital databases of coral skeletons: Simple methods of coral skeletons. *Limnology and Oceanography: Methods* 13, e10017. <https://doi.org/10.1002/lom3.10017>

Holmes, G., 2008. Estimating three-dimensional surface areas on coral reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 365, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.07.045>

Holon, F., Delaruelle, G., Boissery, P., Descamp, P., Deter, J., 2013. TEMPO : Réseau de surveillance des herbiers à Posidonie par télémétrie acoustique, Observatoire de la mer: www.observatoire-mer.fr.

Lavy, A., Eyal, G., Neal, B., Keren, R., Loya, Y., Ilan, M., 2015. A quick, easy and non-intrusive method for underwater volume and surface area evaluation of benthic organisms by 3D computer modelling. *Methods in Ecology and Evolution* 6, 521–531. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12331>

Lawton, J.H., 1994. What do species do in ecosystems ? *Oikos* 71, 367–374. <https://doi.org/10.2307/3545824>

Leduc, M., Abadie, A., Viala, C., Bouchard, A., Iborra, L., Fontaine, Q., Lepoint, G., Marengo, M., Pergent, G., Gobert, S., Lejeune, P., & Monnier, B. (2023). A multi-approach inventory of the blue carbon stocks of *Posidonia oceanica* seagrass meadows: Large scale application in Calvi Bay (Corsica, NW Mediterranean). *Marine Environmental Research*, 183. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105847>

Linder, W., 2016. Digital Photogrammetry. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-50463-5>

Lopez y Royo, C., Casazza, G., Pergent-Martini, C., Pergent, G., 2010. A biotic index using the seagrass *Posidonia oceanica* (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. *Ecological Indicators* 10, 380–389.

Mizuno, K., Asada, A., Matsumoto, Y., Sugimoto, K., Fujii, T., Yamamuro, M., Fortes, M.D., Sarceda, M., Jimenez, L.A., 2017. A simple and efficient method for making a high-resolution seagrass map and quantification of dugong feeding trail distribution: A field test at Mayo Bay, Philippines. *Ecological Informatics* 38, 89–94. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2017.02.003>

Molinier, R., Picard, J., 1952. Recherches sur les herbiers de phanérogames marins du littoral méditerranéen français. *Annales de l’Institut Oceanographique* 27, 157–234.

Orth, R.J., Carruthers, T.J.B., Dennison, W.C., Duarte, C.M., Fourqurean, J.W., Heck, K.L., Hughes, a. R., Kendrick, G. a., Kenworthy, W.J., Olyarnik, S., Short, F.T., Waycott, M., Williams, S.L., 2006. A Global Crisis for Seagrass Ecosystems. *BioScience* 56, 987. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[987:AGCFSE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[987:AGCFSE]2.0.CO;2)

Pasqualini, V., 1997. Caractérisation des peuplements et types de fonds le long du littoral Corse (Méditerranée, France) 190 p.

Peres, J.M., Picard, J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Station marine Endoume. Fr., 31 (47): 5-137.

Pergent, G., Barbier, J.C., Pergent-martini, C., Soullard, M., 1995. Microstructure de l’herbier à *Posidonia oceanica* de la baie de Calvi (Corse). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 34.

Pergent, G., Pergent-Martini, C., Bein, A., Dedeken, M., Oberti, P., Orsini, A., Santucci, J.-F., Short, F., 2015. Dynamic of *Posidonia oceanica* seagrass meadows in the northwestern Mediterranean: Could climate change be to blame? *Comptes Rendus Biologies* 338, 484–493.

Pergent, G., Semroud, R., Djellouli, A., Langar, H., Duarte, C., 2010. *Posidonia oceanica* [WWW Document]. IUCN Red List Threat. Species. Version 2015.2. URL www.iucnredlist.org.

Pergent, Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.-F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée* 54: 3–27.

Pergent-Martini, C., Pergent, G., 2010. Propositions de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des magnoliophytes marines en Méditerranée (No. 72, pp. 1-70). PNU-E-PAM-CAR/ASP 17–20.

Personnic, S., Boudouresque, C.F., Astruch, P., Ballesteros, E., Blouet, S., Bellan-Santini, D., Bonhomme, P., Thibault-Botha, D., Feunteun, E., Harmelin-Vivien, M., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Pastor, J., Poggiale, J.C., Renaud, F., Thibaut, T., Ruitton, S., 2014. An ecosystem-based approach to assess the status of a mediterranean ecosystem, the *Posidonia oceanica* seagrass meadow. *PLoS ONE* 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098994>

Pollio, J., 1968. Applications of Underwater Photogrammetry. Naval Oceanographic Office 47.

Por, F.D., 1978. Lessepsian migration. The influx of Red Sea biota into the Mediterranean by way of the Suez Canal. Springer Verlag publ., Berlin 3, 1–128. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(79\)90119-4](https://doi.org/10.1016/0160-9327(79)90119-4)

Price, D.M., Robert, K., Callaway, A., Lo Iacono, C., Hall, R.A., Huvenne, V.A.I., 2019. Using 3D photogrammetry from ROV video to quantify cold-water coral reef structural complexity and investigate its influence on biodiversity and community assemblage. *Coral Reefs* 38, 1007–1021. <https://doi.org/10.1007/s00338-019-01827-3>

Rico-Raimondino, V., Pergent, G., 1995. Contribution à l'étude des stocks et flux d'éléments dans les herbiers à *Posidonia oceanica*. Thèse Doctorat d'Ecologie, Université Aix-Marseille II. Fr. : 1-248.

Romero, J., 2004. Las praderas de Fanerogamas marinas . La producción primaria y su destino . Características de los restos de la planta . (A.A. Luque and J. Templado, eds) Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla. 74–81.

Sánchez-Lizaso, J.L., Romero, J., Ruiz, J., Gacia, E., Buceta, J.L., Invers, O., Fernández Torquemada, Y., Mas, J., Ruiz-Mateo, A., Manzanera, M., 2008. Salinity tolerance of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: recommendations to minimize the impact of brine discharges from desalination plants. *Desalination* 221, 602–607. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.01.119>

Selig, E.R., Turner, W.R., Troëng, S., Wallace, B.P., Halpern, B.S., Kaschner, K., Lascelles, B.G., Carpenter, K.E., Mittermeier, R. a., 2014. Global priorities for marine biodiversity conservation. *PLoS ONE* 9, 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082898>

Sevault, F., Somot, S., Beuvier, J., 2009. A regional version of the NEMO ocean engine on the Mediterranean Sea: NEMOMED8 user's guide. Note de centre 1–39.

Short, F.T., Wyllie-Echeverria, S., 1996. Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environmental Conservation* 23, 17. <https://doi.org/10.1017/S0376892900038212>

Spalding, M., Taylor, M., Ravilious, C., Short, F., Green, E., 2003. The distribution and status of seagrasses. *World atlas of seagrasses*. 5–26.

Telesca, L., Belluscio, A., Criscoli, A., Ardizzone, G., Apostolaki, E.T., Fraschetti, S., Gristina, M., Knittweis, L., Martin, C.S., Pergent, G., Alagna, A., Badalamenti, F., Garofalo, G., Gerakaris, V., Louise Pace, M., Pergent-Martini, C., Salomidi, M., 2015. Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. *Scientific Reports* 5, 12505.

Velimirov, B., 1984. Grazing of *Sarpa salpa* (L.) on *Posidonia oceanica* and utilization of soluble compounds . 1: 381-387. In: International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., OLIVIER J., (éds.), GIS Posidonie publ., Fr.

Waycott, M., Duarte, C.M., Carruthers, T.J.B., Orth, R.J., Dennison, W.C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J.W., Heck, K.L., Hughes, a R., Kendrick, G. a, Kenworthy, W.J., Short, F.T., Williams, S.L., 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106, 12377–12381. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905620106>

Westoby, M.J., Brasington, J., Glasser, N.F., Hambrey, M.J., Reynolds, J.M., 2012. “Structure-from-Motion” photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology* 179, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.08.021>

Zalokar, M., 1942. Les associations sous-marines de la côte adriatique au dessous de Velebit. Bull.Soc.Bot.Gen've 33, 172–195.

Contact

7, place Cassan – Carnon-Plage

34 130 Manguio - France

Tél. : 04.67.66.32.48 - contact@andromede-ocean.com

www.andromede-ocean.com