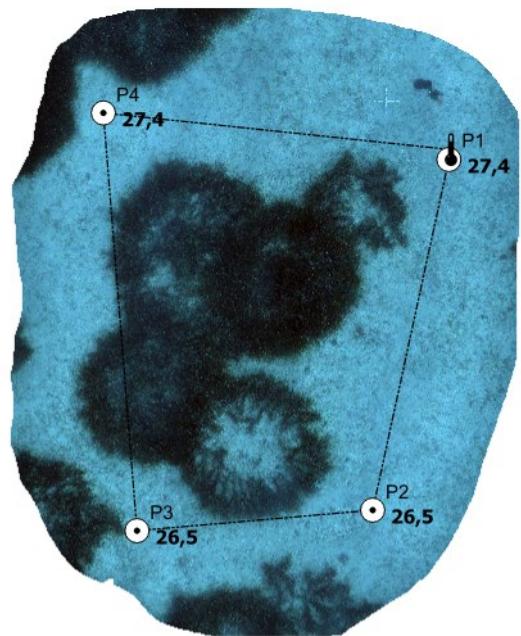
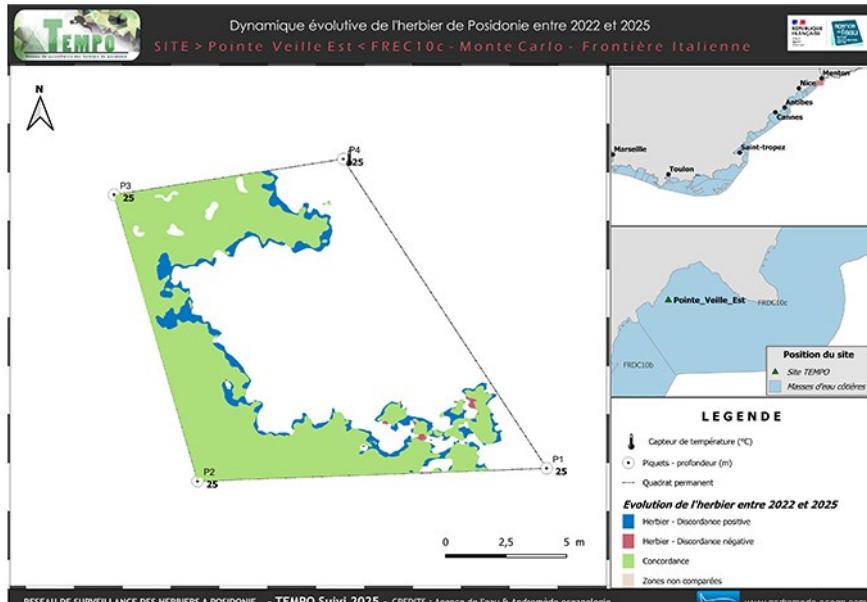


## SURVEILLANCE DES EAUX COTIERES DES BASSINS RHÔNE MÉDITERRANÉE ET CORSE

### Lot 1 : Surveillance biologique des herbiers de Posidonie - Année 2025

#### Analyse des données à l'est de la région Sud



Novembre 2025



ANDROMÈDE  
OCÉANOLOGIE

7, place Cassan - Carnon Plage  
34 130 Mauguio - France  
Tél. : 04.67.66.32.48  
contact@andromede-ocean.com

**Coordination Andromède :**

HOLON Florian & DELARUELLE Gwenaëlle

[florian.holon@andromede-ocean.com](mailto:florian.holon@andromede-ocean.com)

[gwenaelle.delaruelle@andromede-ocean.com](mailto:gwenaelle.delaruelle@andromede-ocean.com)

**Coordination Agence de l'Eau RMC :**

BOISSERY Pierre

[Pierre.BOISSERY@eaurmfc.fr](mailto:Pierre.BOISSERY@eaurmfc.fr)

**Participants aux missions de terrain :**

BARROIL Adèle, BLANDIN Agathe, HAURIE Axel, LEDUC Michèle, MAURON Stéphen, ODY Anouck, PAVY Thomas, PERSONNIC Sébastien, ROBERT Matthieu, SHIES Jo-Ann.

**Traitement des données :**

BOCKEL Thomas, DELARUELLE Gwenaëlle, MARRE Guilhem, SPYGEN.

**Rédaction :**

DELARUELLE Gwenaëlle.

**Ce document doit être cité sous la forme suivante :**

*ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2025. Surveillance biologique des herbiers de posidonie à l'est de la région Sud (lot 1) – Analyse des données 2025. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 274 pages.*



# Sommaire

RESEAU DE SURVEILLANCE TEMPO .....	1
<b>I. CONTEXTE.....</b>	<b>1</b>
I.A. <i>Biologie de Posidonia oceanica (L) Delile .....</i>	1
I.B. <i>Rôles écologiques et économiques des herbiers à Posidonie.....</i>	2
I.C. <i>Conservation et déclin des herbiers : les pressions mises en jeu .....</i>	3
I.D. <i>La surveillance des herbiers à Posidonie .....</i>	4
<b>II. OBJECTIFS DE TEMPO .....</b>	<b>5</b>
<b>III. EVALUATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DES HERBIERS DE POSIDONIE .....</b>	<b>6</b>
III.A. <i>Localisation des sites .....</i>	6
III.B. <i>Méthodes et paramètres d'analyse sur les sites TEMPO localisés en limite inférieure d'herbier .....</i>	9
III.C. <i>Méthodes et paramètres d'analyse sur les sites TEMPO localisés à la profondeur intermédiaire .....</i>	15
III.D. <i>Présentation des résultats.....</i>	18
<b>IV. POSE D'ENREGISTREURS DE TEMPERATURE .....</b>	<b>20</b>
IV.A. <i>Contexte .....</i>	20
IV.B. <i>Matériel utilisé .....</i>	20
<b>V. SUIVI DE LA FONCTION ECOLOGIQUE HABITAT PAR ADN ENVIRONNEMENTAL.....</b>	<b>21</b>
V.A. <i>Introduction.....</i>	21
V.B. <i>Localisation des sites.....</i>	21
V.C. <i>Méthodologie.....</i>	23
<b>VI. RESULTATS .....</b>	<b>26</b>
VI.A. <i>Masse d'eau FRDC10c .....</i>	27
VI.B. <i>Masse d'eau FRDC10a.....</i>	48
VI.C. <i>Masse d'eau FRDC09d.....</i>	61
VI.D. <i>Masse d'eau FRDC09c .....</i>	72
VI.E. <i>Masse d'eau FRDC09b.....</i>	77
VI.F. <i>Masse d'eau FRDC09a.....</i>	80
VI.G. <i>Masse d'eau FRDC08e.....</i>	93
VI.H. <i>Masse d'eau FRDC08d.....</i>	115
VI.I. <i>Masse d'eau FRDC08c.....</i>	134
VI.J. <i>Masse d'eau FRDC08b.....</i>	146
VI.K. <i>Masse d'eau FRDC08a.....</i>	159
VI.L. <i>Masse d'eau FRDC07.....</i>	169
<b>VI.M. <i>Masse d'eau FRDC07i.....</i></b>	<b>197</b>
<b>VI.N. <i>Masse d'eau FRDC07h .....</i></b>	<b>210</b>
<b>VI.O. <i>Masse d'eau FRDC07f .....</i></b>	<b>213</b>
<b>VI.P. <i>Masse d'eau FRDC07g .....</i></b>	<b>227</b>
<b>VII. SYNTHESE .....</b>	<b>243</b>
VII.A. <i>Difficultés rencontrées et points remarquables .....</i>	243
VII.B. <i>Sites à la profondeur intermédiaire de -15m .....</i>	243
VII.C. <i>Sites en limite inférieure.....</i>	253
VII.D. <i>Pose de thermomètres (enregistreurs de température).....</i>	259
<b>VIII. DIFFUSION DES DONNEES A TRAVERS LA PLATEFORME MEDTRIX .....</b>	<b>261</b>
<b>IX. BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>262</b>
<b>X. ANNEXE 1 : FICHIERS DE BANCARISATION .....</b>	<b>265</b>
I.E. <i>Bancarisation des données herbier .....</i>	265
I.F. <i>Bancarisation des données température .....</i>	266
I.G. <i>Bancarisation des données ADNe .....</i>	267
<b>XI. ANNEXE 2 : PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES ASSOCIEES AUX METHODES DE SUIVI.....</b>	<b>268</b>
	270





# TEMPO, Réseau de suivi des herbiers à Posidonie



Soutenu par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, le réseau TEMPO a été créé en 2011 et s'étend sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française bordée par les trois régions Corse, Sud 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 posidonie en train de flotter.

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



Figure 2 : *Aplysina punctata* sur feuille de posidonie



Ils occupent donc une surface totale restreinte (1 à 2 %) (Pasqualini, 1997; Rico-Raimondino and Pergent, 1995). La zone totale connue des herbiers à *Posidonia oceanica* dans la mer Méditerranée a été estimée à 1 224 707 ha (12 247 km<sup>2</sup>), 510 715 ha dans la partie ouest du bassin et 713 992 ha dans la partie orientale (Telesca et al., 2015).

Depuis 2014, la localisation des herbiers en Méditerranée française est connue tout le long du littoral. Principalement présents entre 0 et 40 mètres de profondeur, ils occupent 78 934 ha (soit 7,5 fois la superficie de Paris) avec une forte disparité régionale due aux conditions locales (turbidité, luminosité, topologie des fonds) (MEDTRIX, 2024)<sup>1</sup>.

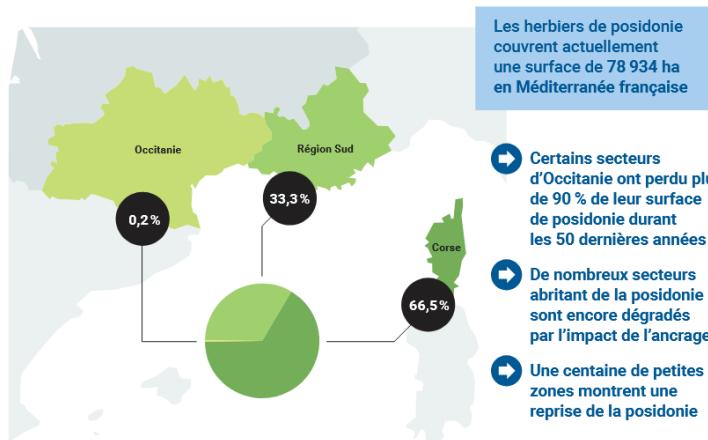


Figure 3 : Recouvrement (%) des fonds sous-marins entre 0 et 40 mètres par l'herbier de posidonie dans chaque région de Méditerranée française (MEDTRIX, 2024).

Cette plante marine est sensible à la salinité et ne se développe que dans des milieux de salinité moyenne (Fernández-Torquemada and Sánchez-Lizaso, 2005, 2003; Sánchez-Lizaso et al., 2008). Son absence, dans certaines zones, peut être liée aux concentrations en CO<sub>2</sub> trop faibles pour la réalisation de la photosynthèse, nécessaire à son développement (Romero, 2004). La lumière est aussi un facteur très important qui limite sa répartition en profondeur (Elkalay et al., 2003). Les exigences écologiques importantes de *P. oceanica* en font une espèce sentinelle : tout changement de sa répartition spatiale (par exemple une

réduction de la limite maximale de profondeur ou une perte de zones couvertes), traduit un changement de l'état de l'environnement (Orth et al., 2006).

## I.B. Rôles écologiques et économiques des herbiers à Posidonie

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

### Les rôles écologiques irremplaçables de la posidonie

Les scientifiques attribuent à la posidonie **25 rôles écologiques**, dont :

- **Production de l'oxygène**, au point d'être surnommée «le poumon de la Méditerranée»
- **Stockage du carbone**, ainsi «évacué» de l'atmosphère →
- **Purification de l'eau** par filtration
- **Habitat** pour des milliers d'espèces
- **Contribution au cycle des nutriments**
- **Stabilisation** des fonds marins
- **Frein à l'érosion** du littoral, ...

Figure 4 : Vingt-cinq rôles écologiques sont attribués à la posidonie.

On appelle «carbone bleu» le carbone capturé durablement (séquestré) par les écosystèmes marins côtiers (mangrove, marais salés et herbiers). C'est autant de carbone en moins dans notre atmosphère, ce qui ralentit le dérèglement climatique. Dans ce rôle, *Posidonia oceanica* est la plus efficace des 64 espèces formant des herbiers marins.

<sup>1</sup> MEDTRIX - Cahier de la Surveillance. Edition spéciale : Posidonie, la forêt endémique de Méditerranée, 2024. Edition L'Œil d'Andromède / Agence de l'Eau rhône Méditerranée Corse. 19 p.

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

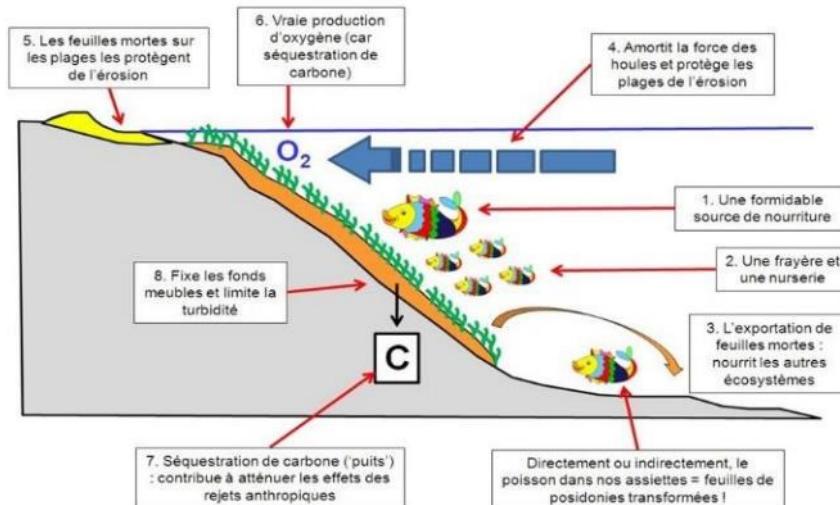


Figure 5: Rôles écologiques de l'herbier à *P. oceanica* dans le fonctionnement des systèmes littoraux en Méditerranée (GIS Posidonie, 2009 ; modifié d'après la figure originale de Charles F. Boudouresque).

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., 2012). C'est pourquoi *P. oceanica* et l'habitat qu'elle constitue sont protégés par la législation européenne (Directive Habitats, 92/93/CEE), par les conventions de Berne et Barcelone, par la législation nationale (Loi du 10 juillet 1976 et son décret d'application du 25 novembre 1977 (officialisée par l'arrêté interministériel du 19 juillet 1988 renseignant la liste des espèces végétales marines protégées)). *P. oceanica* est classée en préoccupation mineure sur la Liste rouge de l'IUCN (Pergent et al., 2010).

Sur la base de ces enjeux de protection de la biodiversité et particulièrement des habitats sensibles de la Méditerranée ainsi que des obligations internationales et européennes de la France dans le domaine de l'environnement, l'**arrêté préfectoral (n°123/2019)** a été élaboré afin de fixer le cadre général du mouillage et l'arrêt des navires dans les eaux intérieures et territoriales françaises de Méditerranée. Ainsi, depuis octobre 2020, **17 arrêtés préfectoraux** réglementent l'ancrage des navires de plus de 20 et 24 mètres le long du littoral méditerranéen français.

La mise en place de ces arrêtés a permis une **diminution globale du nombre d'ancrage dans les herbiers de posidonie** : la **superficie d'herbier impactée** par l'ancrage des navires de plaisance > 24 m passe de **plus de 450 hectares en 2020 à moins de 100 hectares en 2024**. Cette nouvelle réglementation est une réussite. Elle a engendré une **réduction de plus de 20 % du nombre d'ancrages dans l'herbier** par les navires de plaisance de plus de 24 m à partir de 2021 (MEDTRIX, 2024).

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), la **perte de ces herbiers marins**, sur des **échelles de temps relativement courtes**, a été signalée dans le monde entier, y compris dans la mer Méditerranée (Marbà et al., 2005 ; Waycott et al., 2009). Même si une diminution de ces régressions est documentée en Europe, avec un taux de perte de surface des herbiers de 27 % par décennie observé dans les années 1980, et seulement 8,3% par décennie dans les années 2000 (De los Santos et al., 2019), des régressions localisées étendues peuvent être observées, en particulier en ce qui concerne les herbiers de *P. oceanica* (Medtrix, 2019 ; Pergent-Martini et al., 2022).

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 patchs à moyen et long terme ; d'autres, entraînent une destruction mécanique de la strate foliaire créant immédiatement des intermatte 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 recharge 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.



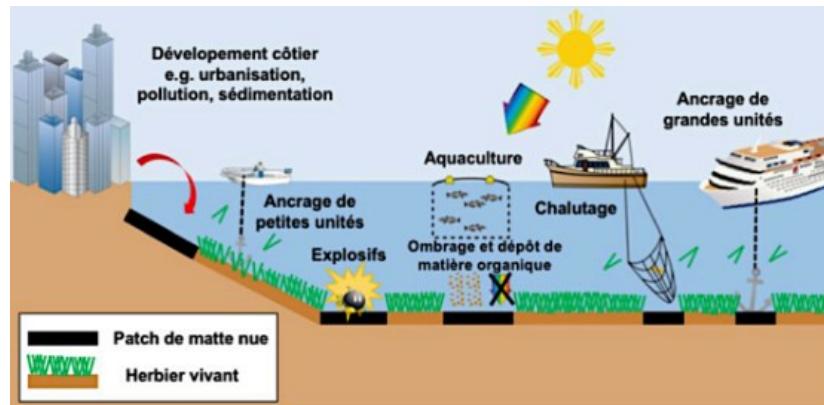


Figure 6: Impact des activités anthropiques générant des intermatte au sein des paysages sous-marins à *Posidonia oceanica* ((Abadie, 2016).

## I.D. La surveillance des herbiers à Posidonie

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

En France, le « Réseau de Surveillance Posidonies » (RSP) a été mis en place en 1984 en région PACA (C. F. Boudouresque et al., 2007) et, depuis 2008, le **réseau de suivi des herbiers 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)**. 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.

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 biologique (espèces végétales et animales) mais aussi des éléments hydromorphologiques et physico-chimiques (turbidité, température, oxygène, concentration en nutriment, salinité). L'état de chacun de ces éléments de qualité biologiques est mesuré par un rapport de qualité écologique (Ecological Quality Ratio, EQR) : l'écart entre la valeur observée de l'indicateur suivi pour l'élément de qualité et la valeur de référence attendue en situation naturelle pas ou très peu influencée par les activités humaines. La valeur de cet état varie entre 0 (très mauvais) et 1 (très bon).

Plus précisément, la DCE impose pour évaluer l'état écologique des masses d'eau côtières le suivi de trois types d'éléments de qualité biologique : 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.

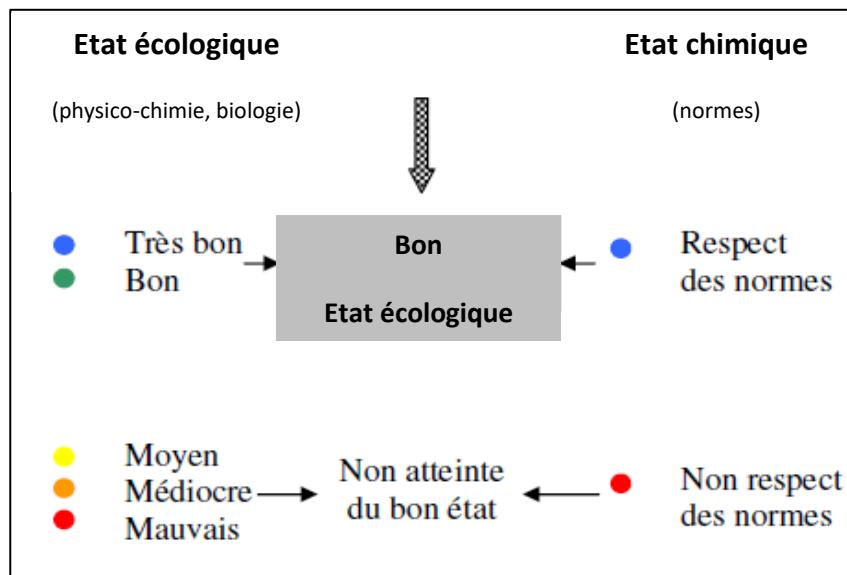


Figure 7: Définition et évaluation de l'état des masses d'eau (Source : Agence de l'eau, 2016).

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-régions marines et par grands types d'habitat.

## 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 plusieurs 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).

Pour chacun de ces protocoles, le suivi de l'état de santé des herbiers à *P. oceanica* à -15m se fait au moins en **plongée sous-marine**. Pour le PREI et l'EBQI, des prélèvements de faisceaux ou de feuilles sont analysés au **laboratoire d'Andromède Océanologie**, à Mauguio (Hérault). Andromède Océanologie se charge chaque année d'effectuer les demandes de dérogation auprès des DREAL pour prélever les faisceaux d'herbier.



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

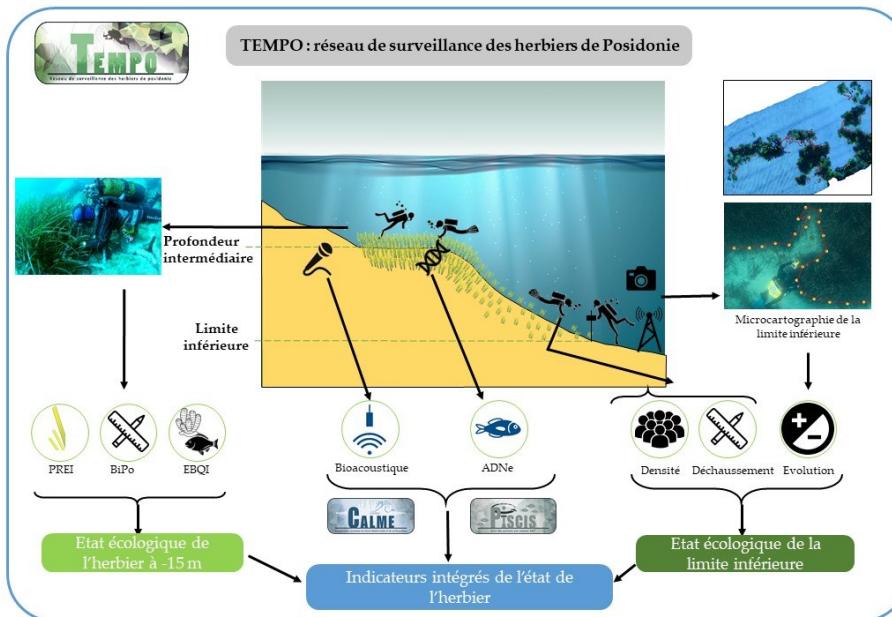


Figure 8 : Présentation générale des protocoles appliqués dans le cadre de TEMPO.

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.

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.

En 2025, sont intégrées dans ce rapport les données sur l'évaluation de l'état écologique des herbiers (limite inférieure et -15m) et le suivi de la fonction écologique habitat par ADN environnemental.

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

#### III.A. Localisation des sites

La base de données de surveillance des herbiers de posidonie suivis selon le protocole TEMPO (en date de novembre 2025) comprend **83 sites d'herbier localisés en limite inférieure** (289 suivis réalisés entre 2006 et 2025) et **63 sites d'herbier localisés à la profondeur intermédiaire** (192 suivis entre 2014 et 2025).

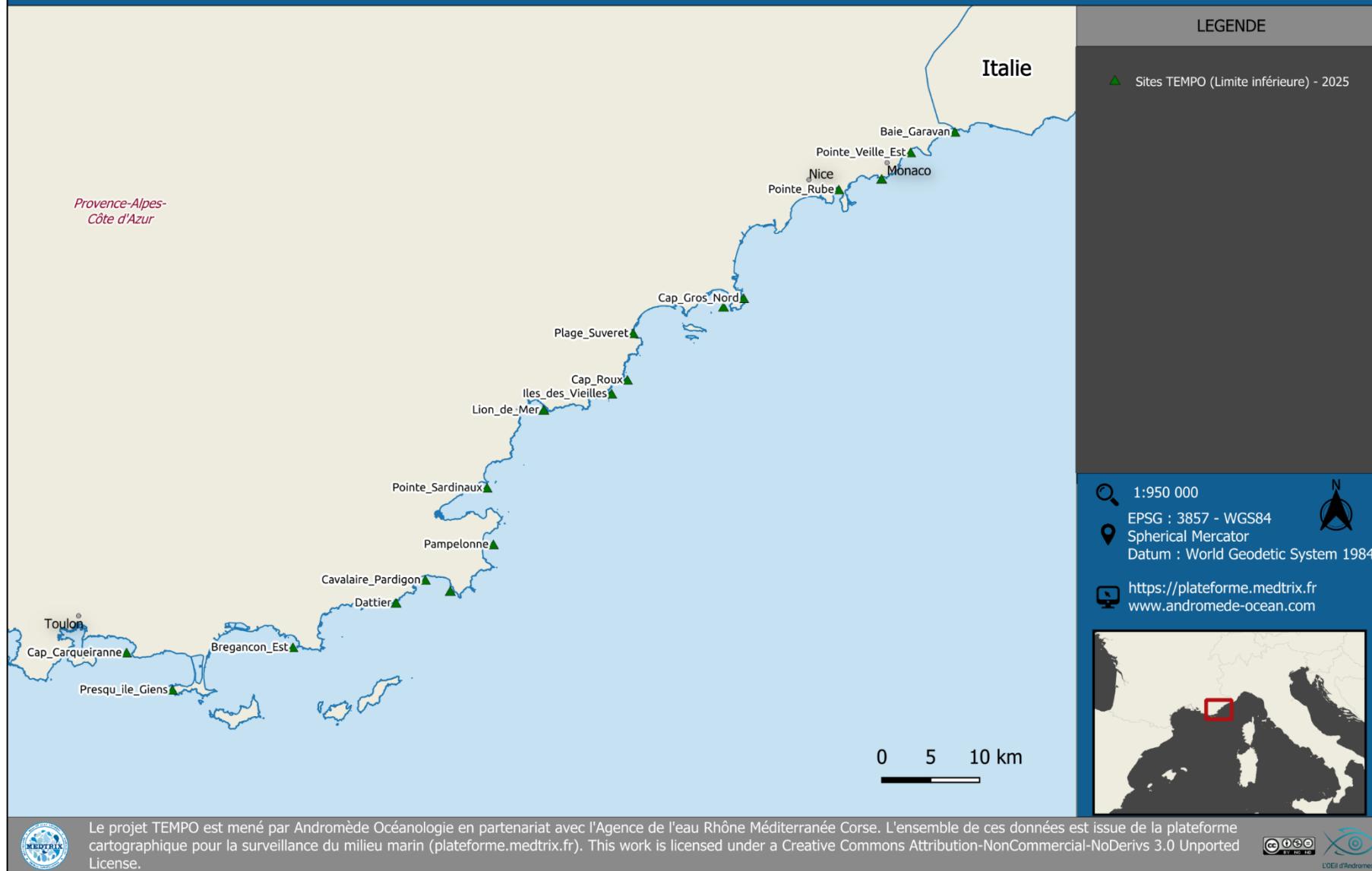
Les sites TEMPO prioritaires sont suivis à la fin du printemps (mai-juin) tous les trois ans avec un décalage d'un an d'une région à une autre, les sites secondaires tous les six ans. Le choix de ces points respecte une couverture géographique homogène entre points le long du littoral et une répartition 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.

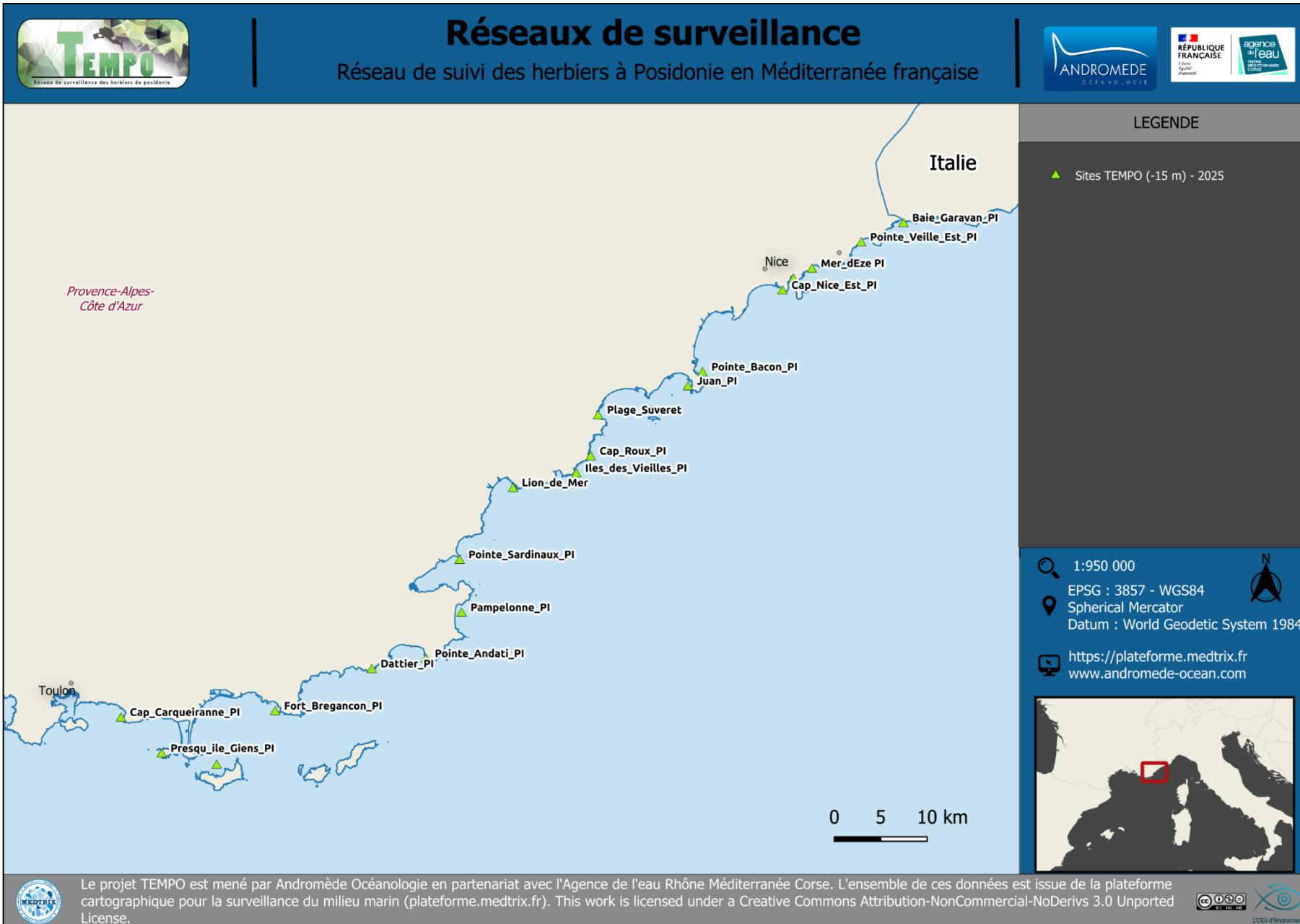
En 2025, pour l'est de la région Sud, 38 sites d'herbier prioritaires ont été caractérisés dont 20 sites avec le protocole établi pour la profondeur intermédiaire et 18 sites avec le protocole pour le suivi des sites en limite inférieure. Les cartes suivantes présentent la localisation de ces sites TEMPO échantillonnes en limite inférieure et à -15 mètres en 2025.



# Réseaux de surveillance

Réseau de suivi des herbiers à Posidonie en Méditerranée française





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

Sur chaque localité, les coordonnées GPS du site (en Lambert 93) sont relevées à partir du bateau. Pour les sites en limite inférieure, ces coordonnées correspondent à la localisation des balises permanentes type « géomètre » qui sont ancrées dans le sol et qui marquent les angles du quadrat permanent au sein duquel sera effectué le suivi. Les plongeurs notent différents paramètres tels que la température de l'eau, la visibilité, la nature du fond, etc. ainsi que les pressions. L'herbier est ensuite cartographié et son état de vitalité est estimé *via* la mesure de différents paramètres.

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

Les publications associées aux méthodes de suivi sont détaillées en Annexe XI : **Publications scientifiques associées aux méthodes de suivi**



Figure 9 : Prises de mesures de vitalité dans l'herbier.

#### 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).

- **Densité de faisceaux** : La densité des faisceaux (nombre de faisceaux de feuilles vivantes par m<sup>2</sup>) 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 seront utilisées (tableaux suivants).

- **Déchaussement des rhizomes** : 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.

- **Taux de rhizomes plagiotropes** : Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué simultanément aux mesures de densité dans les **30 quadrats**. Une échelle d'évaluation du taux de rhizomes plagiotropes (faible, moyen, important) est utilisée en fonction des valeurs moyennes mesurées.

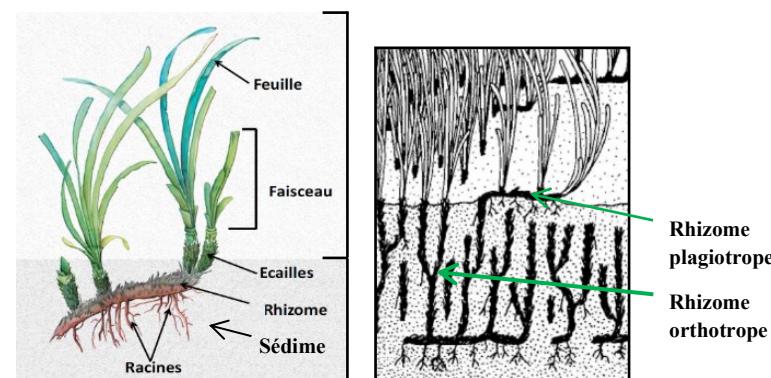


Figure 10 : Représentation schématique d'un herbier à Posidonie et sa matte modifiée d'après Abadie *et al.* (2016) ; (b) Différenciation des rhizomes plagiotropes et orthotropes, modifié d'après Boudouresque et Meinesz (1982).



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

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

Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Kruczak 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.

## Relevés des pressions

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 matte arrachés, engins de pêche, traces de mouillages.



Figure 11 : Ancre dans l'herbier, ©Laurent Ballesta, 2018.

- Perturbations biologiques : Caulerpes 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.

## Microcartographie de la limite inférieure

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

De 2006 à 2015, toutes les microcartographies 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., Foulquier, 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

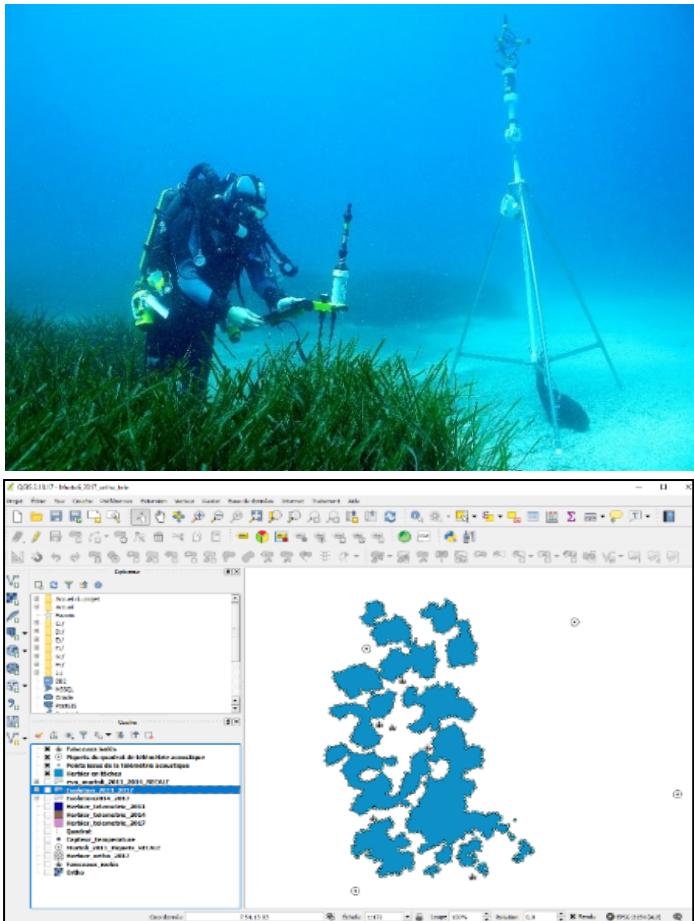


Figure 12 : [1] Plongeur équipé de l'Aquamètre D100 permettant de cartographier la limite inférieure de l'herbier par télémétrie acoustique ; [2] Exploitation des données de télémétrie acoustique sous le logiciel QGIS : délimitation de l'herbier cartographié en bleu et visualisation des piquets du quadrat en blanc.

De 2016 à 2020, les microcartographies d'herbier ont été réalisées par **télémétrie 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 photogrammétrique suit un enchaînement de traitements numériques pour passer des images 2D au modèle 3D.

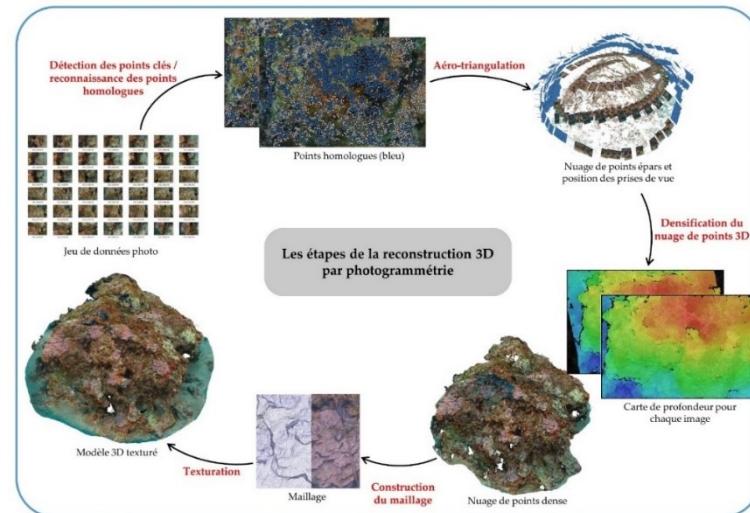


Figure 13 : Les étapes de la reconstruction 3D par photogrammétrie – ici appliquée à un modèle de coralligène.

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 (Pollio, 1968; Drap, 2012). 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; Darling et al., 2017b; Burns et al., 2019; Price et al., 2019; Carlot et al., 2020), mesurer la taille et la croissance d'organismes sessiles (Abdo et al., 2006; Holmes, 2008; Figueira et al., 2015; Gutiérrez-Heredia et al., 2015; Lavy et al., 2015) ou encore cartographier à fine échelle les habitats marins (Casella et al., 2017; Mizuno et al., 2017).

Entre 2016 et 2025, 195 modèles photogrammétriques ont été réalisés dans le cadre de la surveillance de sites d'herbier de posidonie. 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 télémétrie acoustique et de photogrammétrie réalisée sur les données 2016-2020 (Andromède, 2020<sup>2</sup>), 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.

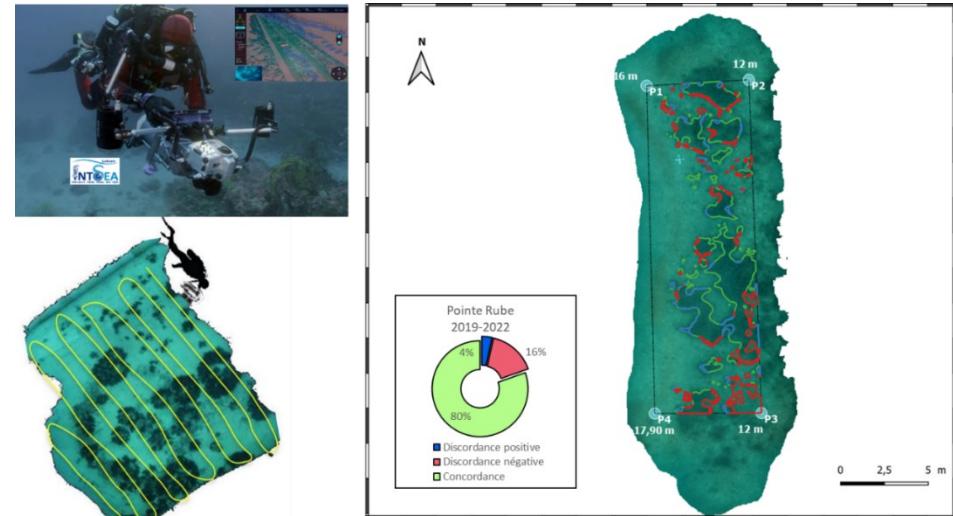


Figure 14 : [1] Appareil d'acquisition photogrammétrique ; [2] Exemple de trajectoires d'acquisition des photos sur un herbier ; [3] Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2017 et 2020 sur un site cartographié à partir de la photogrammétrie.

Tableau 3 : Comparaison des surfaces d'herbier.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Méditerranée
Massé d'eau côtière	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	Légende
Nom du site	Presqu'ile Giens	Presqu'ile Giens	Presqu'ile Giens	Presqu'ile Giens	
Période d'évolution	2013-2016	2016-2019	2019-2022	2022-2025	
% Discordance positive	3.18	6.81	5.14	25.71	0   69.07 10.3
% Discordance négative	3.1	3.7	2.68	2.81	0   51.43 6.33
% Concordance	93.71	89.5	92.18	71.47	26.09   100 83.36
Surface comparée (m <sup>2</sup> )	99.56	107.39	89.61	128.87	3.3   466.21 82.86

**La comparaison de la cartographie de l'herbier réalisée par photogrammétrie** dans l'emprise comparable du quadrat permettra de calculer, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (exemple dans le tableau ci-contre).

<sup>2</sup> ANDROMÈDE OCEANOLOGIE, 2020. Acquisitions photogrammétriques 2018 – 2019 et développements méthodologiques. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 136 p.



### Evaluation de l'état des sites en limite inférieure

Les données recueillies en limite inférieure (surfacingues et vitalité) permettent de calculer trois indices : **l'indice d'évolution surfacique de l'herbier, un EQR Site (Ecological Quality Ratio), et l'indicateur de dynamique évolutive de l'herbier**

- Indice d'évolution surfacique de l'herbier :

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 :



- EQR Site (Ecological Quality Ratio)

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). Même si le paramètre « densité de faisceaux » n'est alors pas mesuré à -15 mètres mais toujours en limite inférieure, nous calculerons 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 replaçant cette valeur dans le **contexte régional** (valeurs minimale, maximale et moyenne observées

en Méditerranée sur tous les sites TEMPO échantillonés depuis 2011 pour la limite inférieure).

- Indicateur de dynamique évolutive de l'herbier

Cet indicateur a été développé dans le cadre de **l'atlas de synthèse de surveillance biologique et de qualité des eaux de Méditerranée (atlas 2020, atlas 2024)** et intègre les mesures de vitalité et l'évolution de la microcartographie de l'herbier qui sont effectuées sur chaque site de surveillance TEMPO en limite inférieure d'herbier. Plus de détails sur les méthodes de suivi et les résultats sont disponibles sur la [plaquette descriptive](#) ainsi que sur les rapports annuels de surveillance disponibles sur MEDTRIX/[Projet TEMPO](#) depuis 2011.

Cet indicateur prend en compte l'évolution de la densité de faisceaux (en %) et la dynamique microsurfacique de l'herbier (% de régression et/ou de progression) entre chaque suivi sur un même site TEMPO. Il est calculé selon la formule suivante :

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

Avec :

$$EQR'\text{dens} = (100 - \% \text{ baisse de densité}) \text{ ou } (\% \text{ augmentation de densité} / \text{Ref dens} * 100) ;$$

$$EQR'\text{prog} = (\% \text{ progression} / \text{Ref prog} * 100) ;$$

$$EQR'\text{reg} = (100 - \% \text{ régression})$$

**% correspond au pourcentage d'augmentation ou de baisse de la densité de faisceaux (mesurée dans 30 quadrats de 20\*20 cm en limite inférieure) et au pourcentage de surface d'herbier en progression ou en régression (sur la base de la cartographie fine de l'herbier réalisée par photogrammétrie), obtenus sur la station d'étude 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 (en 2024, Ref dens = 130 % et Ref prog = 55 %). En 2019 (pour la précédente version de l'atlas), Ref dens = 70 % et Ref prog = 55 %.

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.

La grille d'interprétation de l'état écologique de l'herbier en fonction de la valeur de l'indicateur de dynamique évolutive a été proposée par Andromède en 2020 pour l'atlas cartographique. Elle a été conservée pour la seconde édition de l'atlas<sup>3</sup> est indiquée ci-dessous :

Tableau 4 : Grille d'évaluation de l'indicateur de dynamique évolutive de l'herbier

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

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

Sur chaque site 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.

Selon les années et les sites, différents protocoles seront appliqués sur les sites géographiques afin de caractériser les herbiers à *Posidonia oceanica* à la profondeur intermédiaire :



**PREI (Posidonia oceanica Rapid Easy Index)** (Gobert et al., 2009a)



**BiPo (Biotic Index using Posidonia oceanica)** (Lopez y Royo et al., 2010)

Pour chacun de ces protocoles, le suivi de l'état de santé des herbiers à *P. oceanica* à -15m se fait au moins en **plongée sous-marine**. Pour le PREI, des prélevements de faisceaux ou de feuilles sont analysés au **laboratoire d'Andromède Océanologie**, à Mauguio (Hérault). A noter que la technique de prélèvement classique (arrachage des faisceaux à mesurer) est remplacée par la « **Non Destructive Shoot Method : NDSM** » qui consiste en plongée, à couper les faisceaux avec une paire de ciseau juste au-dessus de l'écailler visible à l'extérieur du faisceau. Les feuilles peuvent être groupées par faisceau grâce à un clips de fermeture pour sachet (style Bevara Ikéa) (Gobert et al. 2012 ; de los santos et al, 2016). Les faisceaux coupés repoussent, la méthode est non destructive.

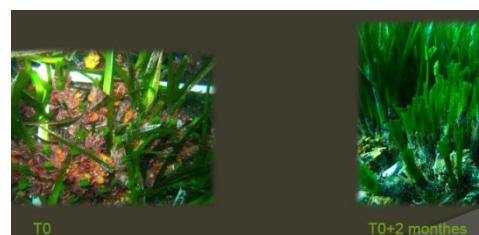


Figure 15 : L'herbier repousse Gobert et al. (2012) - <http://hdl.handle.net/2268/124326>

Andromède Océanologie se charge chaque année d'effectuer les demandes de dérogation auprès des DREAL pour prélever les faisceaux d'herbier. **Les arrêtés préfectoraux portant dérogation à la réglementation relative aux espèces protégées ont été signés le 16 avril 2024 (département 83), le 23 avril 2024 (département 13), le 12 avril 2024 (département 06).**

<sup>3</sup> Atlas de synthèse – Année 2024. Surveillance biologique et qualité des eaux de Méditerranée. Edition Andromède Océanologie & Agence de l'eau RMC. 160 p.



### Indice PREI

Afin d'évaluer l'état écologique des masses d'eau côtières, la DCE impose notamment le suivi des éléments de qualité biologique « macrophytes » (algues macroscopiques et angiospermes) à travers l'**indice PREI** (Gobert et al., 2009) (sur 13 sites : 5 en 2021, 4 en 2022 et 4 en 2023). Le PREI est un indice 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.

Selon ce protocole, **cinq métriques** seront mesurées au niveau de deux secteurs caractéristiques de l'herbier : **la limite inférieure 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  $\text{cm}^2/\text{faisceau}$ , est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{SF} = (\Sigma \text{ des longueurs des feuilles intermédiaires} \times \text{moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires}) + (\Sigma \text{ des longueurs des feuilles adultes} \times \text{moyenne des largeurs des feuilles adultes}).$$

*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 Poulichek, 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  $\text{m}^2$ ) 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.

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



Figure 16 : [1] Plongeur prélevement des faisceaux à -15m ; [2-4] Analyse des faisceaux au laboratoire.

Basé sur les cinq paramètres précédents, le protocole PREI permet de calculer un **indice de qualité écologique EQR** (Ecological Quality Ratio) :  $EQR = (EQR' + 0.11) / (1 + 0.1)$

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

- $N \text{ densité} = \text{valeur mesurée} - \text{valeur de la classe rouge} / \text{valeur de référence} - \text{valeur de la classe rouge} ;$
- $N \text{ surface foliaire} = \text{valeur mesurée} - \text{valeur de la classe rouge} / \text{valeur de référence} - \text{valeur de la classe rouge} ;$
- $N(E/L) = [1 - (E/L)] * 0,5$

- $N \text{ limite inférieure} = (\text{valeur mesurée} - \text{valeur de la classe rouge}) / (\text{valeur de référence} - \text{valeur de la classe rouge})$  (Annexe 0) ;

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

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

Tableau 5 : Grille de diagnostic pour l'herbier de posidonie en fonction de l'EQR (Ecological Quality Ratio).

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

Toutes les données PREI relevées au titre de la DCE sont bancarisées chaque année dans **QUADRIGE**.

## 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 :

Le BiPo prend en compte :

- 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 seront recueillies sur les sites 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 m<sup>2</sup>) est calculée dans **20 quadrats de 40 x 40 cm**. *Ces données seront recueillies sur les sites localisés à la profondeur intermédiaire.*

- Longueur des feuilles : **20 mesures** espacées de 1 à 5 m sont réalisées sur l'herbier. *Ces données seront recueillies sur les sites localisés à la profondeur intermédiaire.*

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** qui est identique à celle utilisée pour le PREI

L'EQR global du site selon l'indice PREI et selon l'indice BIPO, ainsi que les paramètres nécessaires à leur calcul, sont ensuite regroupés dans un tableau et associés à un curseur imagé replaçant la valeur observée dans le contexte régional.



### 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 :

- Une carte présentant la localisation du site dans la **masse d'eau côtière** et par rapport aux **pressions anthropiques** (issues du projet IMPACT) ;
- Des photographies de **l'herbier** ;
- Des photographies du **capteur de température** ;
- Des photographies **d'espèces** particulières observées, de **pressions** ou tout autre élément remarquable ;



Figure 17 : Exemples de photographies d'herbier de posidonie et d'un capteur de température, ainsi que d'une carte des impacts cumulés par rapport à un site de surveillance issue du projet IMPACT (plateforme de surveillance [MEDTRIX](#)).

— Une carte présentant la **cartographie du site d'herbier** réalisée à partir des relevés en photogrammétrie (pour les sites en limite inférieure d'herbier) ;

— Une carte intégrant la **dynamique évolutive de l'herbier sur le site** et réalisée à partir des données des précédents suivis réalisés dans le cadre du réseau TEMPO (pour les sites en limite inférieure d'herbier) ;

— Les **tableaux et des cartes** détaillant les valeurs des paramètres et EQR issus des indices BiPO et PREI pour les sites localisés à la profondeur intermédiaire et l'EQR Site en limite inférieure ainsi que leur indicateur de dynamique évolutive. Pour les tableaux, chaque paramètre détaillé par un **curseur imagé** replace la **valeur observée dans le contexte régional** (valeurs minimale, maximale et moyenne observées sur tous les sites échantillonnés).



Figure 18 : 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-dessous).

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

Tableau 6: 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 <sup>2</sup> )	Densité de faisceaux (nb / m <sup>2</sup> )
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 7: Tableau de synthèse disponible pour chaque site à la profondeur intermédiaire.

Valeur EQR (LI)	EQR du site en limite
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 <sup>2</sup> )	Densité de faisceaux à -15m (nb / m <sup>2</sup> )
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m <sup>2</sup> )	Densité de faisceaux en limite inférieure (nb / m <sup>2</sup> )
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 <sup>2</sup> /faisceaux)	Surface foliaire à -15m (cm <sup>2</sup> /faisceaux)
Charge épiphytaire à la PI	Charge épiphytaire à -15m



## IV. Pose d'enregistreurs de température

### 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). **266 capteurs (132 capteurs RECOR et 107 capteurs TEMPO) sont en cours d'acquisition de données entre 4 et 115 mètres de fond en Méditerranée française.** 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](http://www.argo.ucsd.edu)), les capteurs permanents mesurant la température de fond sont encore rares ([www.tmednet.org](http://www.tmednet.org)) et aucun réseau de mesure dense n'existeait sur le littoral méditerranéen français avant la mise en place de CALOR.

### IV.B. Matériel utilisé

Les enregistreurs de température **HOBO Water Temp Pro v2** sont étanches jusqu'à 120 mètres et immergables. Ils sont paramétrés pour permettre de prendre **une mesure toutes les 30 minutes** (pendant cinq ans maximum).

Ces enregistreurs ont une résolution de 12-bit (42000 mesures), disposent d'une sonde de précision de  $+/-0,2^{\circ}\text{C}$  sur une large échelle de mesure ( $-20^{\circ}\text{C}$  à  $+50^{\circ}\text{C}$  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 19 : Etiquette mise en place sur les capteurs de température posés en 2025.

## V. Suivi de la fonction écologique habitat par ADN environnemental

### V.A. Introduction

La Méditerranée est considérée comme un haut-lieu de biodiversité au vu du nombre et de la diversité d'espèces qu'elle accueille (Myers et al., 2000). On dénombre à ce jour plus de **600 espèces de poissons marins en mer Méditerranée**, dont une partie majoritaire provient de l'Atlantique (Quignard and Tomasini, 2000). La partie orientale abrite plus de 66 % de cette diversité en raison du gradient thermo halin allant d'Est en Ouest (Malak et al., 2012). De même que l'Atlantique a approvisionné la partie occidentale de la Méditerranée, la partie orientale a été alimentée en espèces d'origine indopacifique par le canal de Suez (George and Athanassiou, 1967; Golani, 2005, 2000). Parmi les 600 espèces de poissons de la mer Méditerranée, **74 sont considérées comme endémiques**. Ces dernières peuplent en majorité la partie occidentale de la Méditerranée, notamment le long des côtes liguriennes, tyrrhénienes et tunisiennes (Malak et al., 2012). La situation géographique de la Méditerranée, localisée entre l'Atlantique et la mer Rouge, lui octroie un flux d'espèces exotiques agissant comme une « pompe à diversité » (Quignard and Tomasini, 2000).

Le suivi des peuplements ichtyologiques nécessite de disposer d'une **méthode non destructive, utilisable à large échelle et dans différentes situations, sur une gamme de profondeurs recouvrant une part importante de la zone côtière**. Cette méthode doit être **peu perturbatrice** et sa mise en œuvre ne doit pas engendrer de coûts prohibitifs.

Andromède Océanologie a démarré en 2015, en partenariat avec l'Agence de l'eau RMC, un **réseau de surveillance des assemblages ichtyologiques marins côtiers de Méditerranée française** (réseau **PISCIS**). La caractérisation des peuplements de poissons est réalisée **par campagne régionale annuelle effectuée à la fin du printemps (mai-juin)**, en même temps que les missions **RECOR** (suivi des récifs coralligènes – Lot 2 du marché de surveillance) et **TEMPO** (surveillance des herbiers de posidonie – Lot 1 du marché de surveillance). La première campagne océanographique du réseau PISCIS, réalisée en 2015, a permis une évaluation globale des cortèges piscicoles, entre le delta du Rhône et la frontière maritime italienne, incluant la Corse, grâce à un vaste **programme d'acquisition vidéo**. Lors des campagnes successives (2015-2019), des évolutions méthodologiques ont été apportées et une amélioration du protocole d'acquisition de données a été mise en place. Entre 2015 et 2019, le réseau PISCIS a ainsi permis l'échantillonnage de **120 sites par vidéo**, situées sur des récifs coralligènes (sites RECOR) et sur l'herbier de posidonie (sites TEMPO localisés en limite inférieure de l'herbier et à la profondeur intermédiaire). **A partir de 2020, la**

**technique d'échantillonnage a évolué de la vidéo vers l'ADN environnemental en partenariat avec l'Université de Montpellier (UMR MARBEC) et Spygen**. En effet, nous avons récemment publiés des preuves que l'ADN environnemental (ADNe) est capable d'analyser la biodiversité des vertébrés en milieu marin, y compris des espèces rares (Giraud et al., 2024). La méthode de recherche de traces d'ADNe que nous avons développée en partenariat avec l'Université de Montpellier et Spygen est **innovante, non invasive** (prélèvement d'eau) et **exhaustive** (elle cible l'ensemble des espèces d'un groupe taxonomique donné) (Boulanger et al., 2021) et permet d'améliorer **le suivi d'espèces rares ou discrètes, et le suivi d'espèces cibles**.



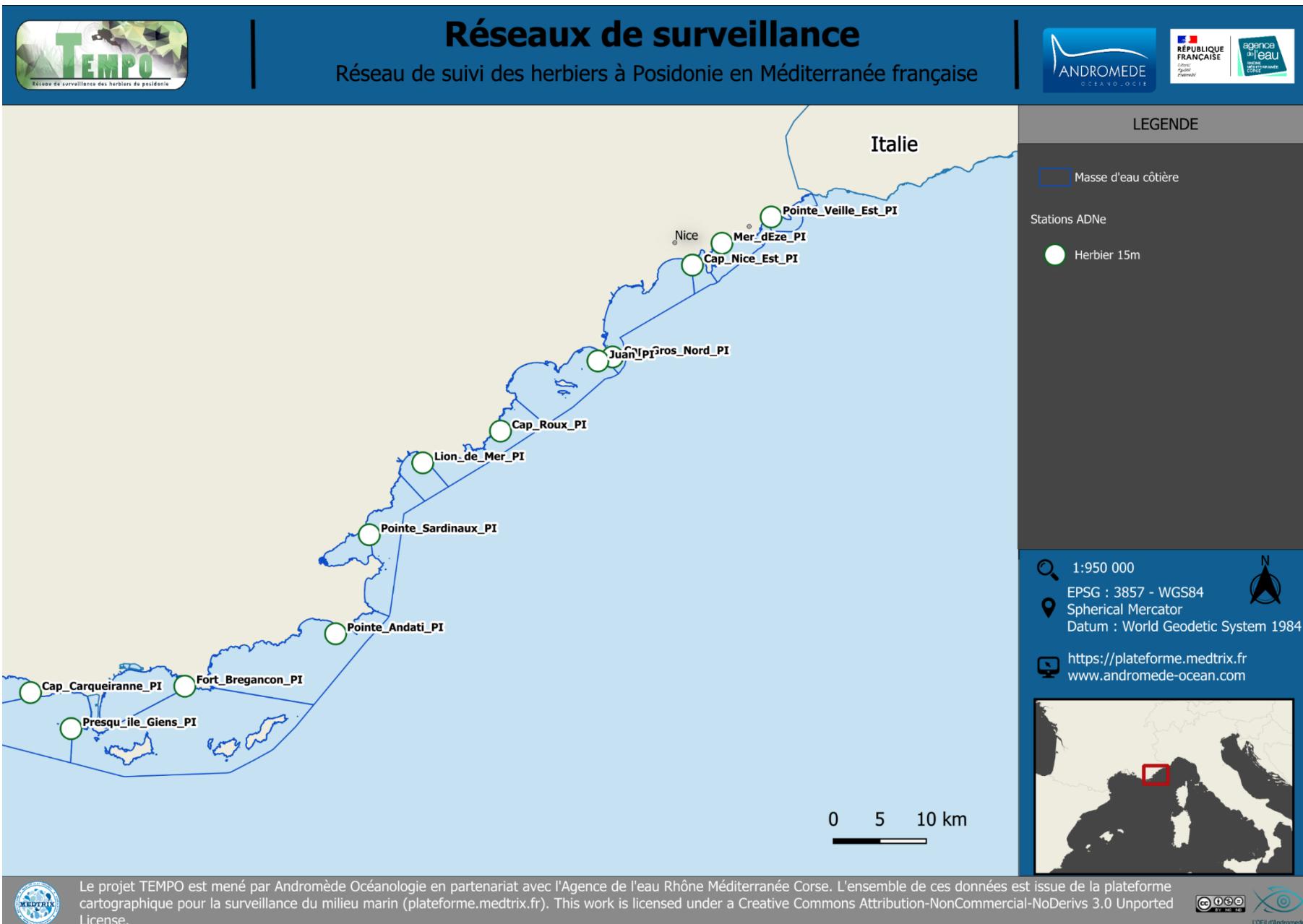
Figure 20 : Picarels dans un herbier de posidonie ©Laurent Ballesta

### V.B. Localisation des sites

La caractérisation des peuplements de poissons par ADNe est réalisée **par campagne régionale annuelle**, en même temps que la surveillance de l'écosystème herbier de posidonie.

Pour l'année **2025**, **douze sites de surveillance d'herbier de posidonie localisés à la profondeur intermédiaire** ont été échantillonnés sur l'est de la région Sud. Ils sont indiqués sur la carte suivante.





## V.C. Méthodologie

Chaque échantillonnage est fait *in situ* en statique (soit 30 litres d'eau filtrée par échantillonnage).

### Kits de filtration

De nombreux articles scientifiques montrent que la **détection est bien meilleure lorsque de grandes quantités d'eau sont filtrées** sur chaque site d'échantillonnage. La solution technique de SPYGEN s'appuie sur des **kits de filtration dédiés**, spécifiquement développés pour **augmenter la détection des espèces rares** grâce à une large membrane de filtration (500 cm<sup>2</sup>) permettant la filtration d'un grand volume d'eau, et une stérilité des équipements de filtration afin d'**éviter la contamination** de l'échantillon par de l'ADN extérieur.

Dans le cadre de ce marché, la collecte des échantillons d'ADN environnemental est réalisée à l'aide d'une technique permettant la filtration de **30 litres d'eau** à travers une capsule de filtration à pores de 0,2 µm. Pour cela, le temps de la filtration d'eau effectuée par pompe est de **30 minutes avec une vitesse de 1 L/min**. Ainsi, les **kits VigiDNA DW2**, intégrant les consommables nécessaires pour l'échantillonnage et notamment un tuyau muni d'une crêpine, une capsule de filtration à très faible porosité (0,2 µm) et un tampon de conservation de l'ADN (CL1), seront utilisés. Ces kits sont **stériles** afin de prévenir toute contamination par de l'ADN humain ou autres ADN. **Pour chaque site de surveillance deux kits seront utilisés (soit deux échantillons par site).**

### Pompe étanche pour la filtration d'ADNe *in situ*

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'une **pompe étanche** déposée au fond. Cette pompe sera descendue soit depuis la surface soit par un plongeur. Ainsi, l'échantillonnage se fait par filtration de 30 litres d'eau de mer 1 m au-dessus du fond (compromis entre proximité du fond pour optimiser les chances de détecter les espèces et distance pour éviter d'obstruer le filtre par le pompage de sédiment).

Notre système étanche de filtration de l'eau de mer (pour directement recueillir l'ADNe au plus près de l'habitat à partir de la technique VigiDNA) a été **développé conjointement par l'Université de Montpellier et les entreprises Andromède Océanologie, Spygen et Subspace**.

Cette méthode maximise notre **efficacité de détection** de l'ADNe potentiellement rare en mer et **évite les contaminations** liées à l'usage de multiples contenants (sacs ou bouteilles niskin) obligeant une filtration en surface après la plongée (Deter et al, 2023, Giraud et al., 2024)).



Figure 21 : Pompe étanche conçue par Andromède Océanologie et l'Université de Montpellier.



### Traitement des échantillons

Les laboratoires SPYGEN ont été créés spécifiquement pour traiter des échantillons environnementaux contenant de l'ADN rare ou dégradé. Ils offrent un environnement de type « salle blanche » permettant d'éviter les **contaminations extérieures et entre échantillons**, grâce à l'utilisation de pressions différentielles, sens de circulation et traitement UVs. La plateforme SPYGEN est composée de 5 salles d'analyses correspondant chacune à un niveau de rareté d'ADN différent. Ces salles sont réparties en 3 blocs : **ADN rare** (équipé d'un sas d'entrée – préparation des kits d'échantillonnage, extraction à partir d'échantillons d'eau, de sol ou de fèces), **ADN classique** (extraction à partir de tissus) et **ADN amplifié** (réalisation des PCR et du séquençage).

Lors de l'extraction, les échantillons sont centrifugés à 15 000 g durant 15 min, à 6°C, après quoi le surnageant soit éliminé et 360 µL de tampon ATL sont ajoutés. L'extraction est réalisée avec le kit d'extraction DNeasy Blood and Tissue (Qiagen). Un fragment d'ADN spécifique au groupe taxonomique étudié, appelé « marqueur génétique », est ensuite amplifié par PCR (Polymeric Chain Reaction) afin d'en créer des millions de copie. Pour cette étude, nous utiliserons le marqueur génétique **teleo** (Valentini et al, 2016) situé sur le gène mitochondrial 12S et ciblant les poissons (téléostéens et élastomorphes), afin de pouvoir identifier toutes les espèces de poissons dont l'ADN est présent dans les échantillons. Cette technique est appelée **métabarcoding de l'ADN environnemental**. Après l'amplification, l'ADN amplifié est titré par électrophorèse et purifié. Le séquençage est réalisé avec un séquenceur Illumina Highseq. 12 PCR sont réalisées sur chaque échantillon pour plus de robustesse, et des contrôles positifs et négatifs sont réalisés à chaque étape du protocole d'extraction et d'amplification afin d'identifier d'éventuelles contaminations.

Afin de pouvoir assigner un taxon aux séquences génétiques amplifiées dans nos échantillons ADN, il est nécessaire de construire une base de référence répertoriant les séquences ADN des espèces connues pour le marqueur génétique utilisé (gène mitochondrial 12S). SPYGEN est actuellement en mesure d'**identifier plus de 90 % des espèces des côtes méditerranéennes occidentales françaises**. Pour cette étude, la **base de référence la plus récente** est utilisée (**Med-2023**). La base de référence est mise à jour régulièrement avec l'ajout de nouvelles séquences, et la base de référence internationale publique GenBank est utilisée en complément pour les assignations taxonomiques. **Toutes les données ADN acquises dans le cadre de PISCIS utilisent cette base de référence MED-2023** ce qui facilite les comparaisons entre les années (base aussi appliquée sur les anciennes données) et évite un biais lié à l'amélioration des identifications dans le temps.

Le traitement bio-informatique des séquences issues du séquençage permet de trier et nettoyer les séquences, puis l'étape d'assignation taxonomique les compare à la base de référence afin d'identifier l'espèce à laquelle chaque séquence appartient. Le traitement

bio-informatique est réalisé à l'aide du logiciel Wingy : les séquences seront alignées puis regroupées par similarité, et des filtres sont appliqués pour éliminer les erreurs de séquençage.

L'assignation taxonomique sera réalisée avec le logiciel Wingy optimisé pour le traitement des données de séquençage de poissons Méditerranéens (Mouillet et al., en révision). Le programme utilise trois entrées : les séquences devant être assignées, une base de données taxonomique renseignant les relations entre taxons, et la base de référence des poissons de Méditerranée, dont l'identifiant unique permet de les relier à la taxonomie. Chaque séquence est comparée à la base de référence et assigné au taxon correspondant lorsqu'elle présente une similarité d'au moins 98%.

Les résultats obtenus sont une **liste des espèces** détectées dans chaque échantillon, avec le nombre de séquences ADN et le nombre de réplicats PCR positif correspondants. Pour chaque espèce, nous renseignons son statut de conservation IUCN, son habitat et sa provenance (native, endémique, introduite).

Les différentes étapes du traitement de l'ADN environnemental sont présentées sur la figure ci-dessous :

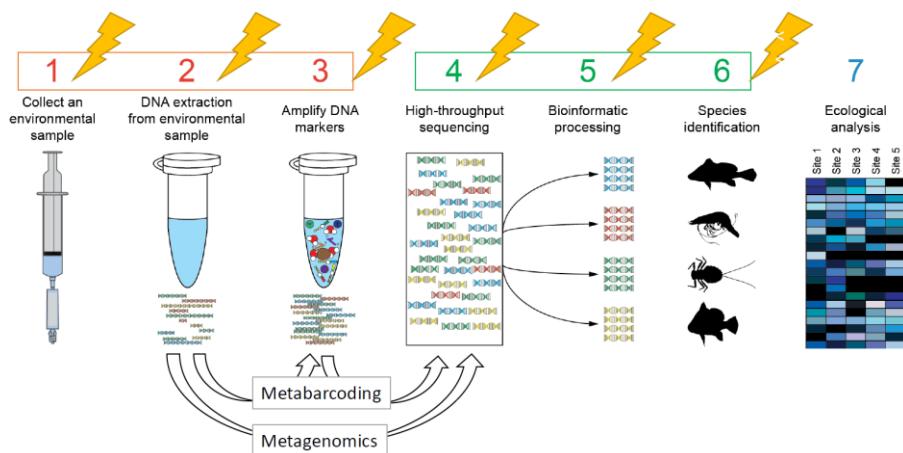


Figure 22 : Schéma récapitulatif de la chaîne de traitement des échantillons d'ADN.

## Analyse des données

Pour chaque échantillon et site de surveillance (**deux échantillons/site**), nous établissons une **liste des espèces marines** recensées par ADNe. La base de données est manipulée et analysée avec le **logiciel R** (R Core Team, 2016). Nous calculons plusieurs **descripteurs et indices de diversité** (Dalongeville et al., 2022) dont la définition est indiquée dans le tableau suivant. Chaque site étant échantillonné par deux filtres à ADN, les deux filtres sont combinés en une seule liste d'espèces avant le calcul des indicateurs.

Tableau 8 : Descripteurs des assemblages ichtyologiques

Descripteurs	Description
Richesse spécifique	nombre d'espèces comptées sur un point d'échantillonnage
Indicateur de diversité fonctionnelle	diversité des traits écologiques (régime alimentaire, croissance, reproduction, taille etc..) au sein d'un site
Large Reef Fish Indicator	nombre d'espèces de poissons de récif de grande taille (20 cm ou plus à l'âge adulte)
Indicateur crypto-benthique	nombre d'espèces de poissons de récif de petite taille (10 cm ou moins à l'âge adulte)
Indicateur UICN	Nombre d'espèces présentes sur la liste rouge de l'UICN pondéré par catégorie UICN <sup>4</sup>
Indicateur non indigène	Nombre d'espèces invasives ou exotiques présentes sur le site échantillonné
Indicateur thermique	température "préférée" des espèces de poissons sur un site
Indicateur démerso-pélagique/benthique	Ratio du nombre d'espèces démerso-pélagiques sur le nombre d'espèces benthiques

Ces indicateurs sont calculés à différentes échelles :

- Site (tous habitats confondus) ;
- Site-Habitat (habitat pour chaque site) ;
- Habitat (tous sites confondus des lots 1 et 2 du marché).

Remarque : Comme tout inventaire faunistique, un inventaire ichtyologique fait face à un défi majeur : la mobilité des espèces observées. Au-delà des caractéristiques de l'habitat et de la méthode de comptage employée, les espèces identifiées peuvent varier significativement en fonction de la saison, de l'heure, des conditions météorologiques, ... C'est pourquoi aucun inventaire, sauf cas très particulier (zone isolée et délimitée), ne peut se prétendre complètement exhaustif. Idéalement, il faudrait répéter ce type d'inventaire plusieurs fois, à différentes dates, à différents moments de la journée, dans différentes conditions météorologiques, afin de consolider le jeu de données et de s'assurer qu'il soit bien représentatif des cortèges qui peuplent chacun des sites. Les résultats qui suivent représentent la diversité détectée au moment de l'échantillonnage mais pas forcément du site sur l'année.

## Présentation des résultats

Pour chaque site de surveillance est rendue une fiche descriptive avec les résultats, appelée fiche d'identité du site. Les informations sont comparées à celles de nos précédents suivis réalisés depuis 2020. Ces fiches d'identité contiennent les éléments suivants :

- La liste des espèces recensées par ADNe ;
- Des tableaux détaillant les valeurs des indicateurs ;

Chaque indicateur est détaillé par un **curseur imagé qui replace la valeur observée dans le contexte régional** (valeurs minimale, maximale et moyenne observées sur tous les sites échantillonnés) obtenu à partir de la plateforme MEDTRIX.

<sup>4</sup> Indicateur UICN = indicators[i,"RedList"] <- 0 + VU + EN\*2 + CR\*3



## VI. Résultats

Dans le cadre du marché de la surveillance, la campagne TEMPO de l'année 2025 a été menée à l'est de la région Sud sur 38 sites d'herbier prioritaires.

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 2013, 2016, 2019, 2022 et actualisé(s) par les données 2025 ; puis (2) du (des) site(s) TEMPO échantillonné(s) à la profondeur intermédiaire de – 15 m depuis 2015 selon les sites PREI et BiPo.



Figure 23 : Herbier de posidonie ©Laurent Ballesta.

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



Figure 24 : L'herbier joue un rôle économique par la gestion des ressources vivantes (forte production biologique, protection des jeunes (nurserie), frayère des espèces commerciales), ©Laurent Ballesta.

## VI.A. Masse d'eau FRDC10c

La masse d'eau FRDC10c comprend les sites TEMPO **Pointe Veille Est** échantillonné depuis 2013 et **Pointe Veille Est PI**. Les sites **Baie Garavan** et **Baie Garavan PI** intègrent le marché de la surveillance des herbiers (lot 1) en 2025 (nouveau site interdirective).



## Baie Garavan (masse d'eau FREC10c) – 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	Sable envasé avec nombreux trous				
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	NA				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières	Castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), Etoile de mer rouge ( <i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), Rouget-barbet ( <i>Mullus surmuletus</i> ), holothuries				

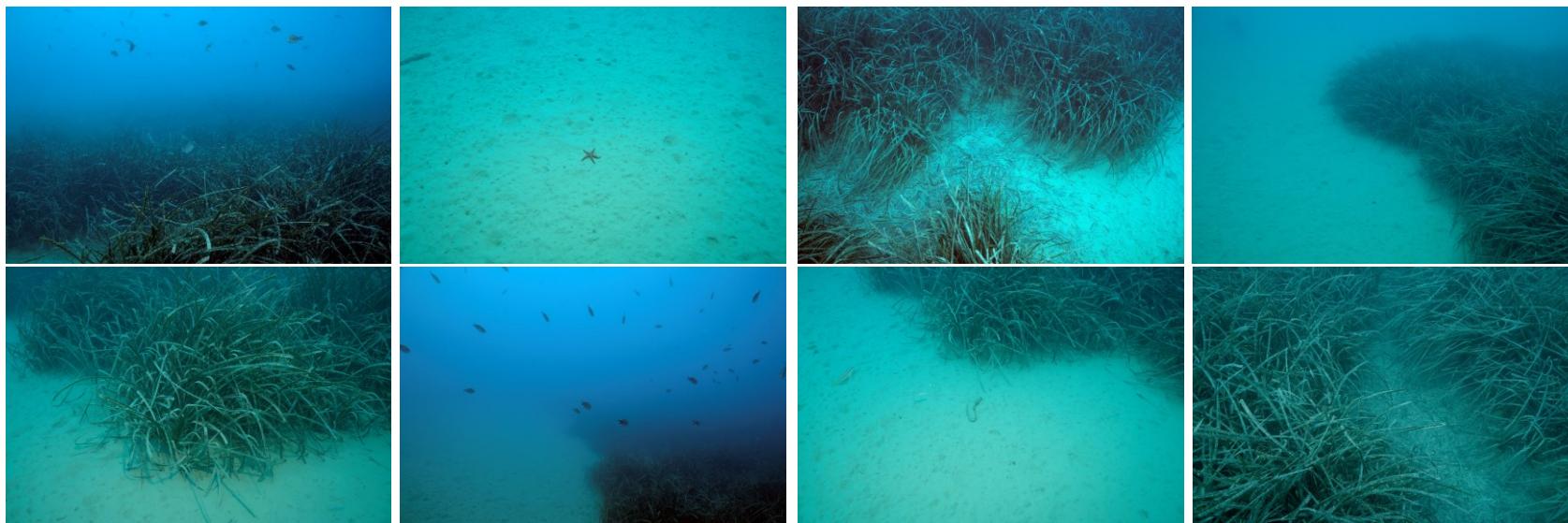


Figure 25 : Illustrations du site Baie Garavan en limite inférieure (2025)

Le site « **Baie Garavan** » se situe dans la masse d'eau 'Monte Carlo- Frontière italienne '(FREC10c), à la limite avec la frontière italienne. Ce site, proposé par le gestionnaire Natura 2000 comme nouveau site interdictive, constitue pour la Communauté d'Agglomération de la Riviera Française une réelle opportunité de coopération transfrontalière.

#### b. Capteur de Température

Comme tous les sites de surveillance du réseau TEMPO, un capteur de température a été positionné en limite inférieure d'herbier à -21,9 m.

Capteur de température	
Latitude :	43 46.722
Longitude :	7 31.904
Date de pose	13/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	22331500
Profondeur du capteur (m)	21,90
N° de piquet du quadrat	Piquet 1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur vis a sable à côté de la balise 1 en limite d'herbier.



Figure 26 : Données et photo du capteur de température positionné en limite inférieure en 2025.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 9 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.

Région	PACA	Échelle de comparaison		
		Masse d'eau cotière	Région PACA	
			FRDC10c	Légende
Nom du site	Baie Garavan			
Année	2025			
Valeur EQR de la limite inférieure	0.61	0.26	0	0.82
Type de limite inférieure	4	1	0	5
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.89	0.21	0	1
Profondeur de la limite inférieure	21.7	12	0	36
Valeur EQR de la profondeur	0.43	0.24	0	0.94
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m <sup>2</sup> )	226	23	0	419
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.51	0.13	0	0.84
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	2.9	-2	0	10.5
Rhizomes plagiotropes (%)	31.6	0	0	54.1
		4.19		

La limite inférieure franche (à fort recouvrement) se situe à **21,7 mètres de profondeur**.

La densité moyenne en 2025 est de **225,8 ± 77,5 faisceaux /m<sup>2</sup>**. L'herbier est donc en **état normal** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale**.

Le déchaussement de l'herbier est **faible** (<5 cm).

Le taux de rhizomes **plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 31,6 % traduisant un **herbier en légère progression**.

La valeur de l'EQR Site en 2025 (0,61) est supérieur à la moyenne régionale, indiquant un **état écologique « bon »**.

#### d. Perturbations observées

Aucune perturbation (biologique ou pollution) n'a été recensée en 2025. 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**.

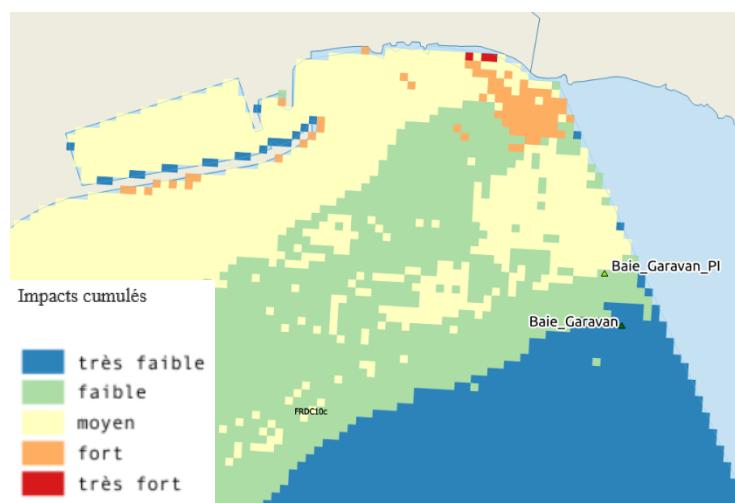


Figure 27 :  
Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

#### e. Données historiques

Il n'existe pas de sites historiques d'herbiers au sein la masse d'eau en dehors du site TEMPO 'Pointe Veille Est'. En revanche, une étude est actuellement menée par Andromède Océanologie et le Département des Alpes Maritimes pour évaluer l'état écologique de l'herbier au sein de la Zone Marine Protégée de Roquebrune Cap Martin. Les résultats seront disponibles en 2026.

#### 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 envasé et l'herbier entre 20,8 et 22,5 mètres de profondeur. **La surface couverte par l'herbier dans le quadrat est de 107 m<sup>2</sup>**. Ce site ayant été balisé en 2025, la dynamique évolutive de l'herbier sera évaluée lors du prochain suivi TEMPO, en 2028.

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 Garavan en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **761 photographies**. **La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de 354 m<sup>2</sup>** (Figure 28).

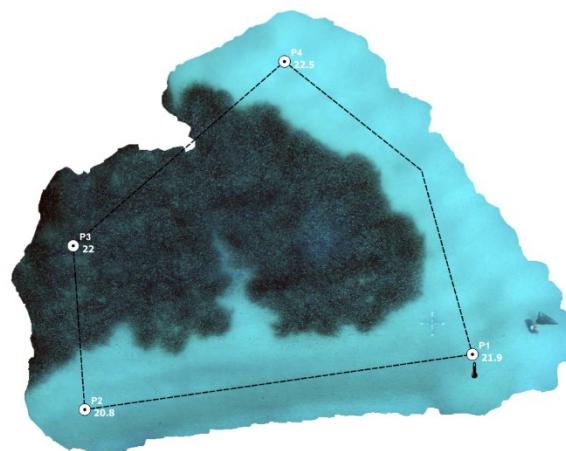
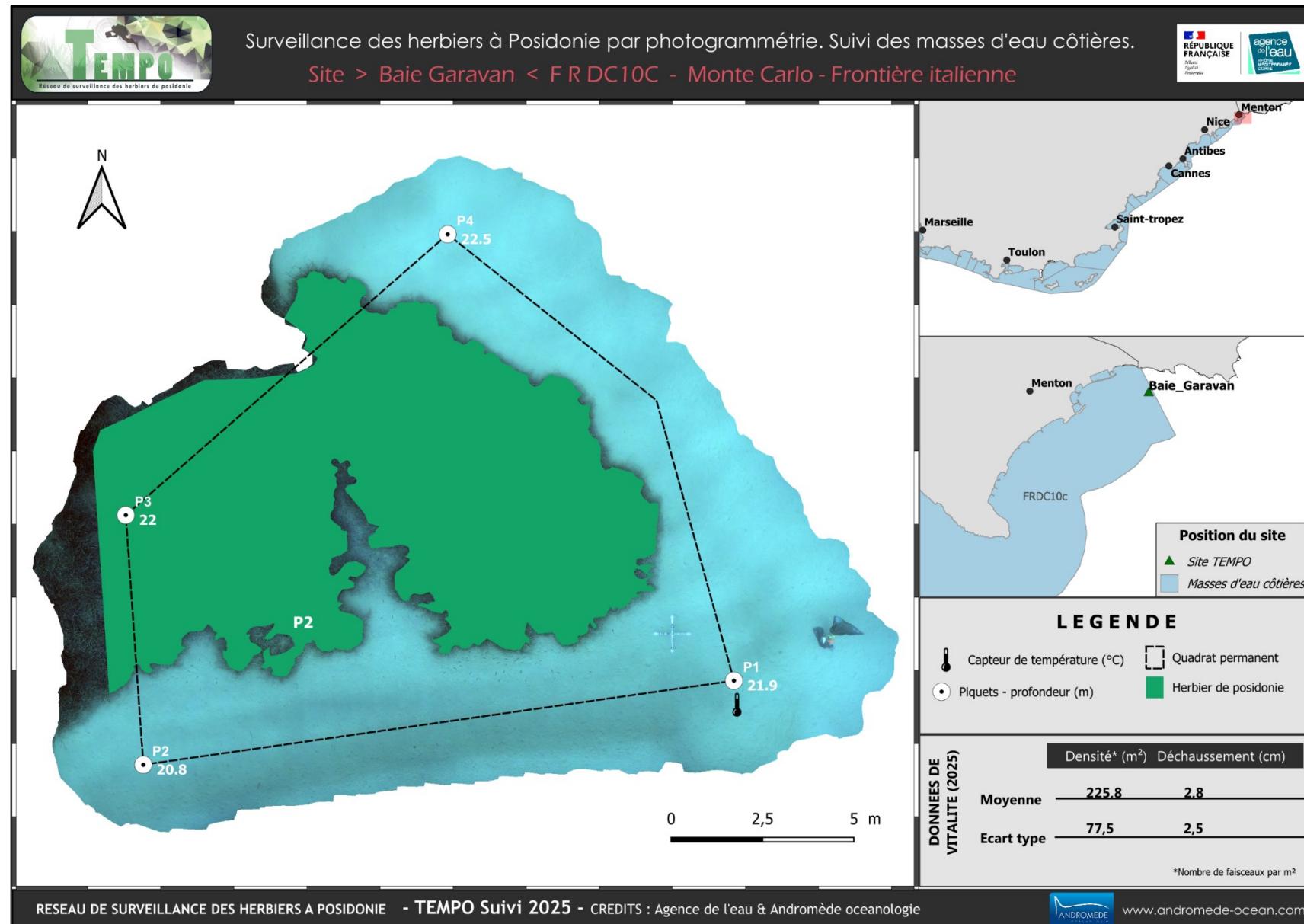


Figure 28 : Vue globale du site reconstitué en 3D en 2025.

La carte suivante montre la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie.



## Baie Garavan PI (masse d'eau FREC10c) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
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	NA				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières	Girelles ( <i>Coris julis</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), sars à tête noire ( <i>Diplodus vulgaris</i> ), banc de chincharts ( <i>Trachurus mediterraneus</i> )				
Remarques générales					



Figure 29 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025) et des espèces associées (exemple du banc de chinchart en photo 3)..

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 46.792
Longitude :	7 31.872
Date de pose	13/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	22331482
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur vis à sable au milieu de l'herbier de posidonie.

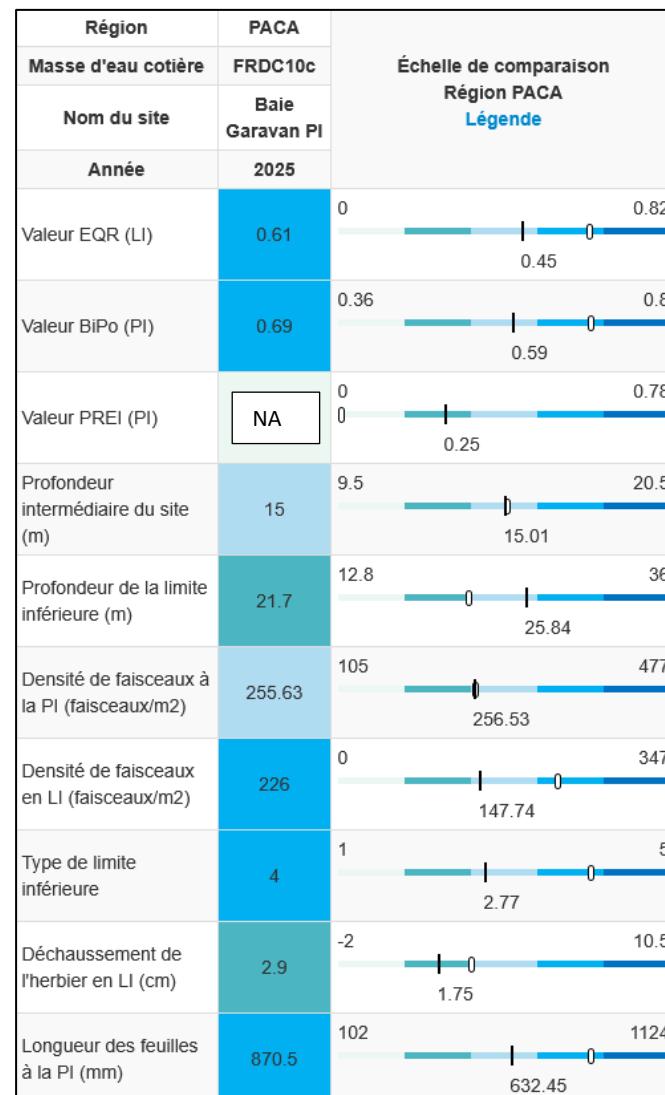


Figure 30 : Données et photo du capteur posé en 2025 à -15 m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2025 (0,693) est supérieur à la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique un **bon état de l'herbier**.

Tableau 10 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



## Pointe Veille Est (masse d'eau FREC10c) – Limite inférieure

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)					
Visibilité (m)					
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	Sable fin envasé				
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	Petit développement d'algues filamenteuses dans le sédiment (recouvrement 1 %)				
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input checked="" type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Récifs artificiels. Présence d'une garcette qui part des récifs et qui rentre dans l'herbier.				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Rougets <i>Mullus surmuletus</i> , Sars <i>Diplodus sargus</i> et <i>D. vulgaris</i> , Serran chevrette <i>Serranus cabrilla</i> , Castagnoles <i>Chromis chromis</i>				
Remarques générales					



Figure 31 : Illustrations de l'herbier de posidonie et des récifs artificiels observés sur le site Pointe Veille Est en limite inférieure (2025).

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

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



Figure 32 : Récifs artificiels du site Pointe Veille Est (2025)

#### b. Capteur de Température

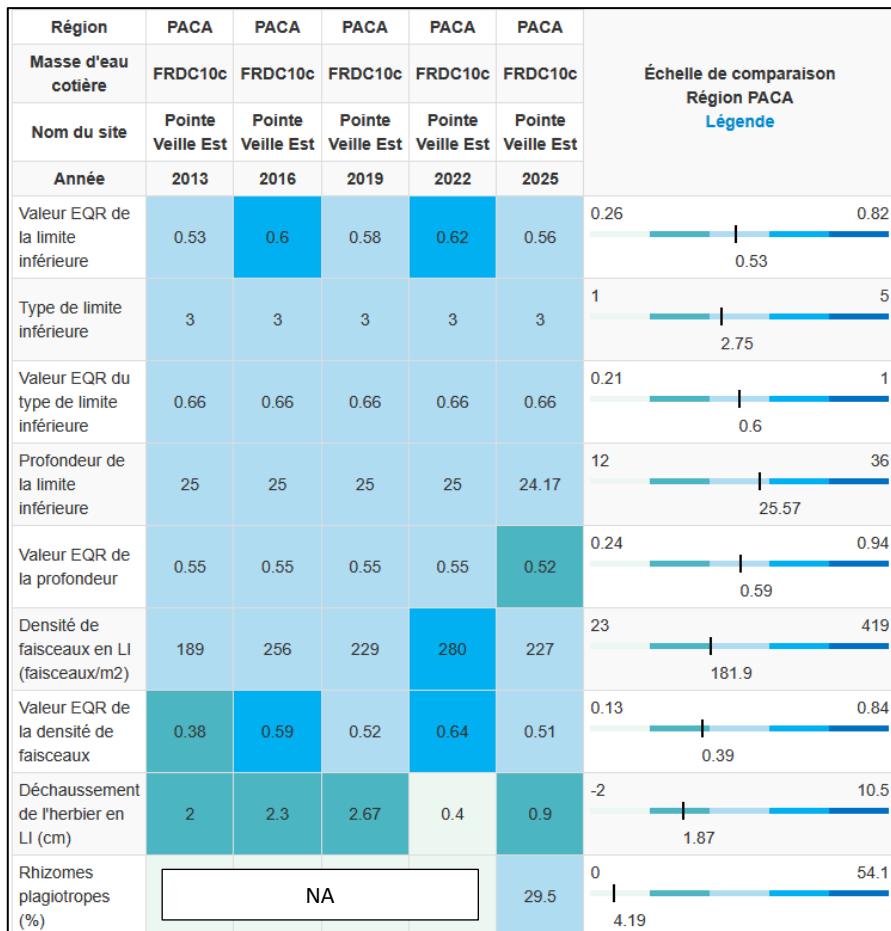
Capteur de température	
Latitude :	43 45.084
Longitude :	7 27.019
Date de pose	12/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	22331503
Profondeur du capteur (m)	25
N° de piquet du quadrat	4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	à proximité des récifs artificiels



Figure 33 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 en limite inférieure.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 11: Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



La limite inférieure franche en taches (à faible recouvrement) se situe à **24,2 mètres de profondeur** d'après les derniers relevés de 2025. On observe la présence de matte morte en aval de l'herbier, mais pas de faisceaux isolés vivants de posidonie.

La densité moyenne en 2025 est de **227 ± 60,5 faisceaux /m<sup>2</sup>** (280 ± 96,58 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022, 229 ± 64,3 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019 ; 256 ± 117 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016 ; 189 ± 52,4 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013). L'herbier est donc en **bon état en 2025** comme en 2019 (excellent état en 2016 et 2022) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité est **normale**.

Le **déchassement de l'herbier est faible pour tous les suivis (< 5 cm)**.

Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 29,5 % traduisant un **herbier stable** mais très proche d'un herbier en progression (recouvrement >30 %).

L'EQR Site en 2013 (0,530), 2016 (0,600), 2019 (0,577), 2022 (0,617) et 2025 (0,563) présente des valeurs supérieures à la moyenne régionale. Les variations des EQR sont liées à celles de la densité de faisceaux. Le statut du site Pointe Veille Est conserve depuis 2016 un **bon état écologique** (état qualifié de moyen en 2013).

#### d. Perturbations observées

Aucune perturbation (biologique ou pollution) n'a été recensée en 2025 à part, comme en 2022, la présence d'un **petit développement d'algues filamenteuses** dans le sédiment (1 % de recouvrement).

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

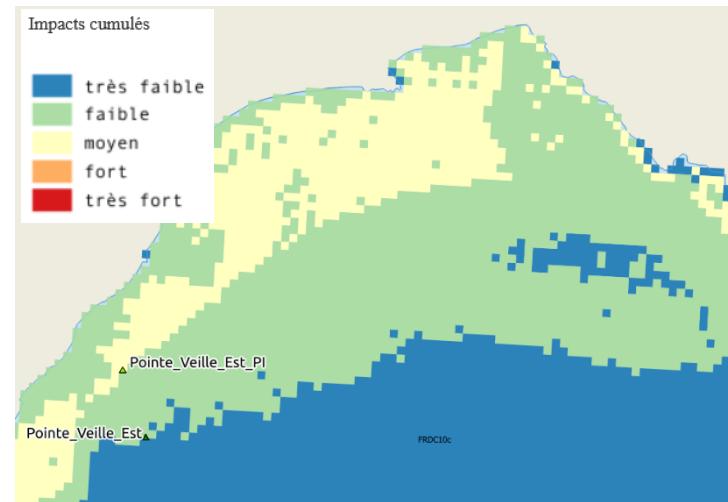


Figure 34 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

A notre connaissance il n'existe pas de sites historiques d'herbiers au sein la masse d'eau en dehors du nouveau site TEMPO 'Baie Garavan' balisé en 2025.

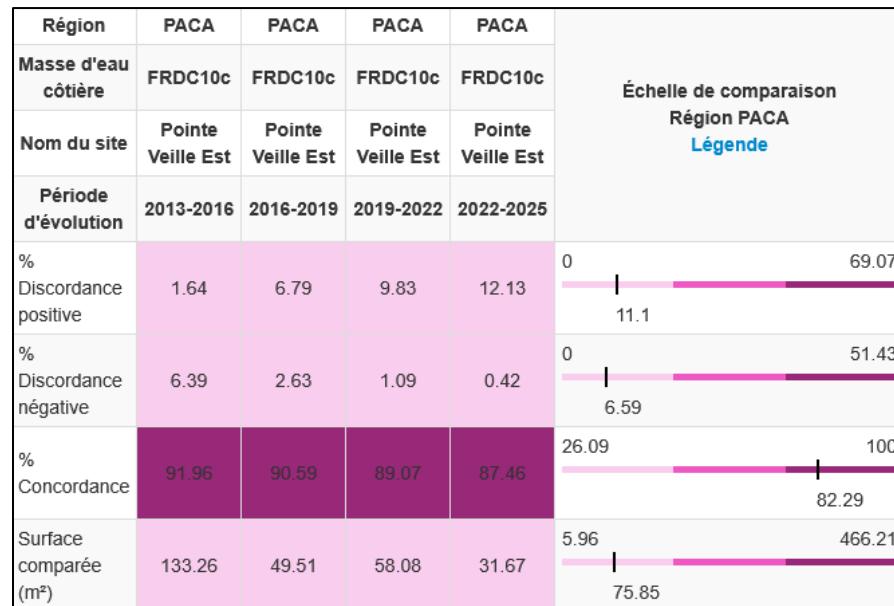
En revanche, une étude est actuellement menée par Andromède Océanologie et le Département des Alpes Maritimes pour évaluer l'état écologique de l'herbier au sein de la Zone Marine Protégée de Roquebrune Cap Martin. Les résultats seront disponibles en 2026.

#### 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 25 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 12 : 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.



Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2022-2025**, on observe sur ce site 12,13 % de discordance positive, 0,42 % de discordance négative et 87,46 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,930) indique que l'herbier est en très forte progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2019-2022**, on observe sur ce site 9,83 % de discordance positive, 1,09 % de discordance négative et 89,07 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,80) indique que l'herbier est en très forte progression, confirmant la tendance observée au précédent suivi.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2016-2019**, on observe sur ce site 6,79 % de discordance positive, 2,63 % de discordance négative et 90,59 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,44) indique un herbier en progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2013-2016**, on observe sur ce site 1,64 % de discordance positive, 6,39 % de discordance négative et 91,96 % de concordance. **L'indice d'évolution (-0,59) indique un herbier avec une tendance régressive.**

**Les paramètres de vitalité tout comme la dynamique évolutive de l'herbier montrent un herbier à tendance régressive jusqu'en 2016, dont la dynamique s'est stabilisée en 2019, et qui présente depuis 2022 une tendance très progressive.**

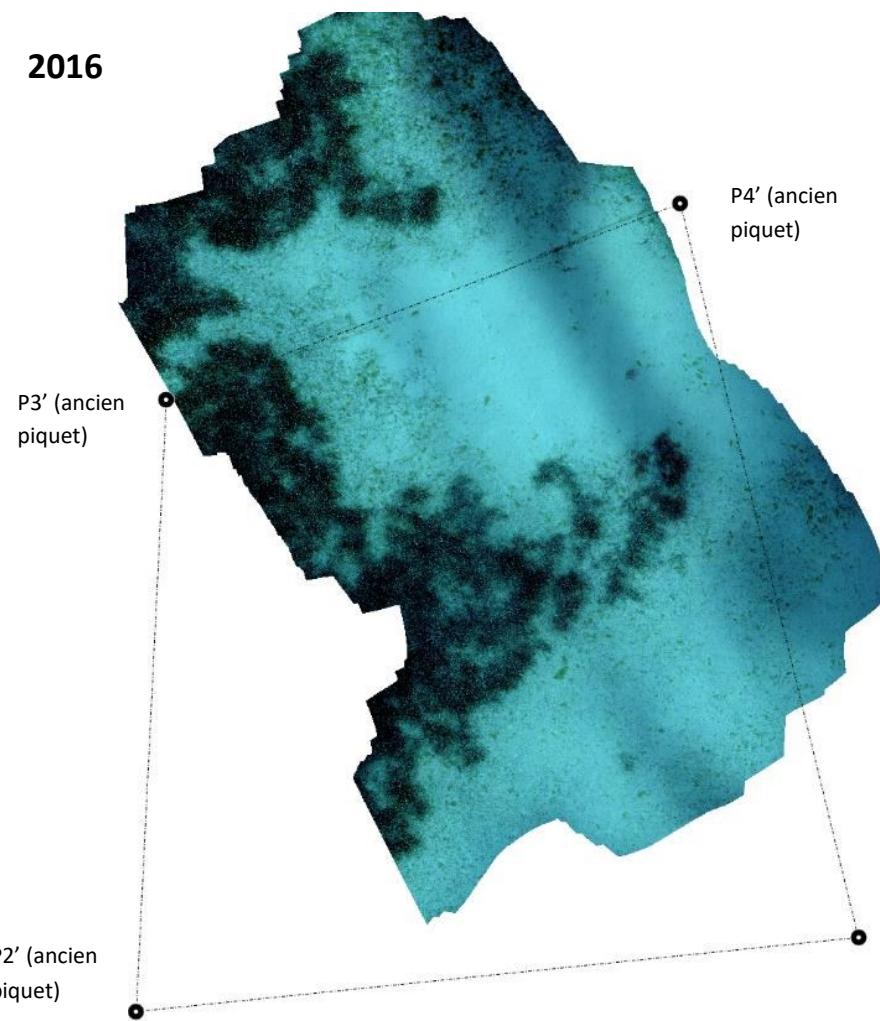
On note une différence de surface d'emprise comparable entre les suivis. La diminution de cette surface entre 2016 (133 m<sup>2</sup> - suivi réalisé par télémétrie acoustique, complété par une reconstitution partielle du site en 3D) et 2019 (49 m<sup>2</sup>) est liée à la re-délimitation du quadrat d'étude (Figure 35 Erreur ! Source du renvoi introuvable., piquets 1 à 4 replacés en 2019). En 2022, la surface comparée dans le quadrat augmente par rapport à 2019 car l'ensemble de l'herbier au sein du quadrat a pu être modélisé. En 2025, elle diminue car nous avons privilégié l'extension de la modélisation de la limite inférieure de l'herbier de part et d'autre du quadrat (Figure 36).

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique médiocre** entre 2013 et 2016, qui s'est amélioré entre 2016 et 2019 (herbier en **bon état écologique**), qui baisse légèrement et classe l'herbier en **état écologique moyen** entre 2019 et 2022. Au dernier suivi (2022-2025) l'herbier retrouve un **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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Pointe Veille Est en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **724 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **380 m<sup>2</sup>**.

2016



2019

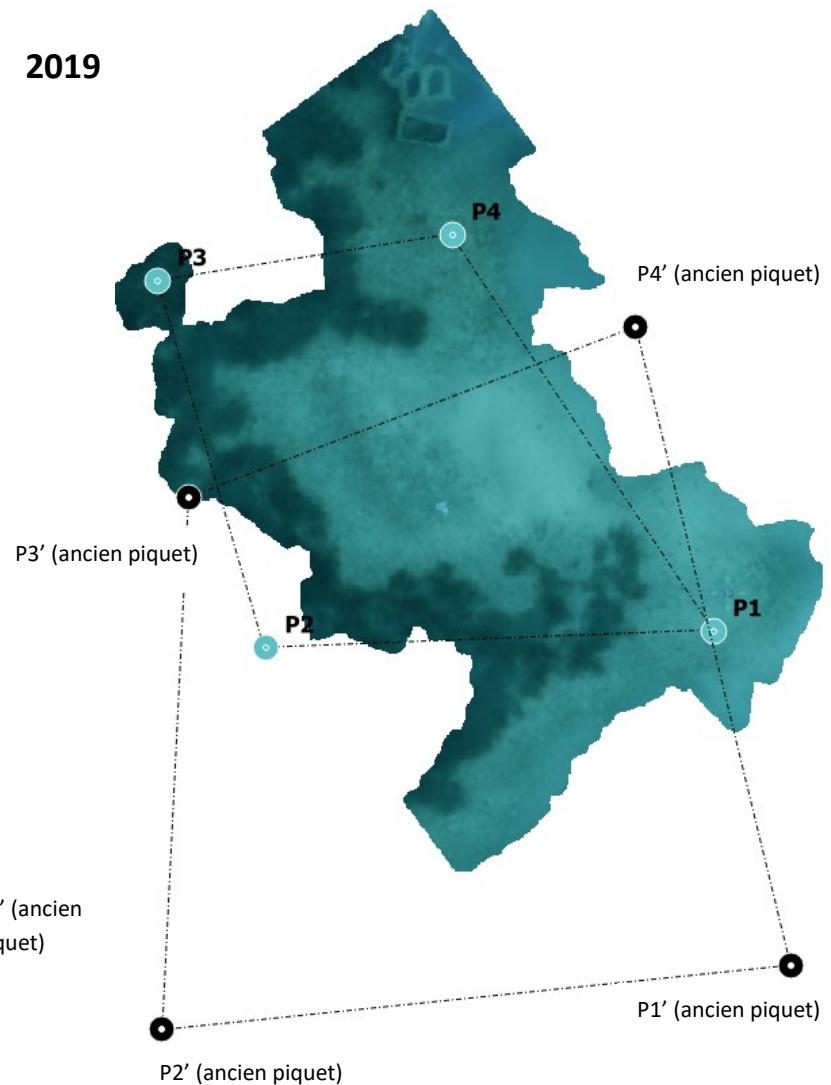
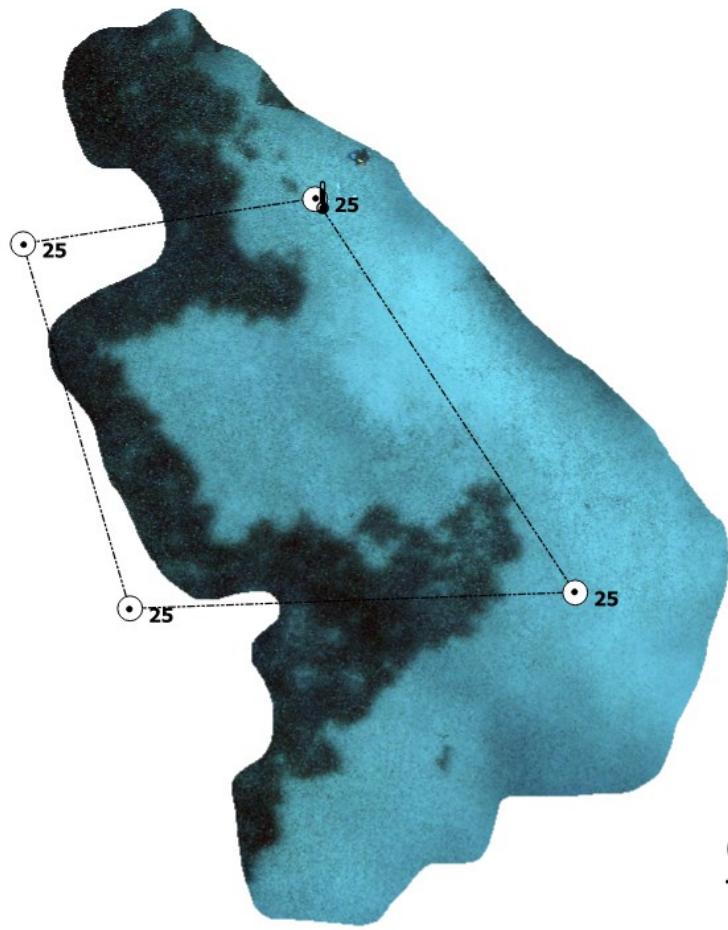


Figure 35 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant le changement d'emplacement des piquets effectué en 2019.

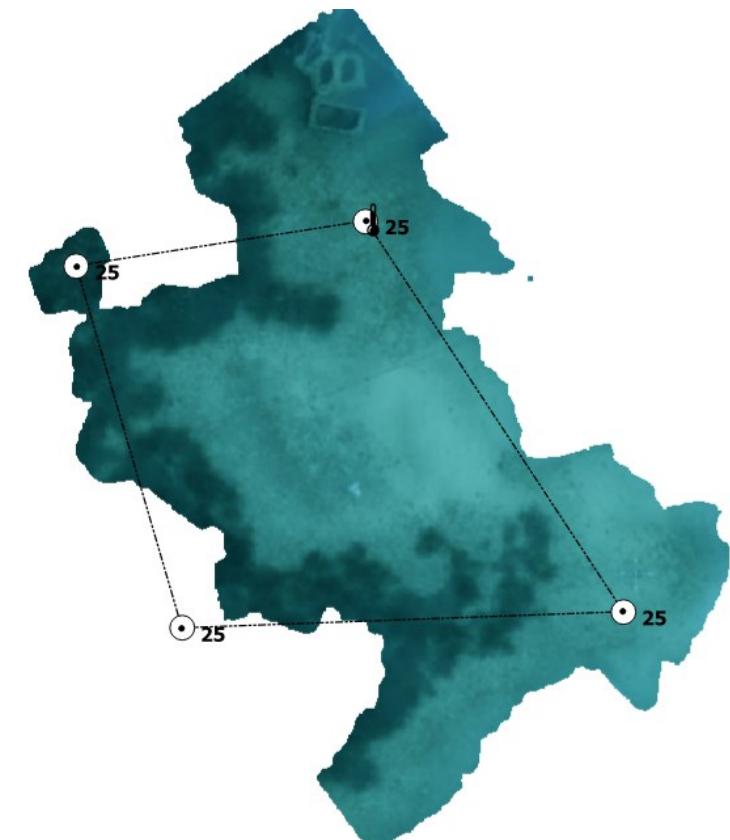
2025



2022



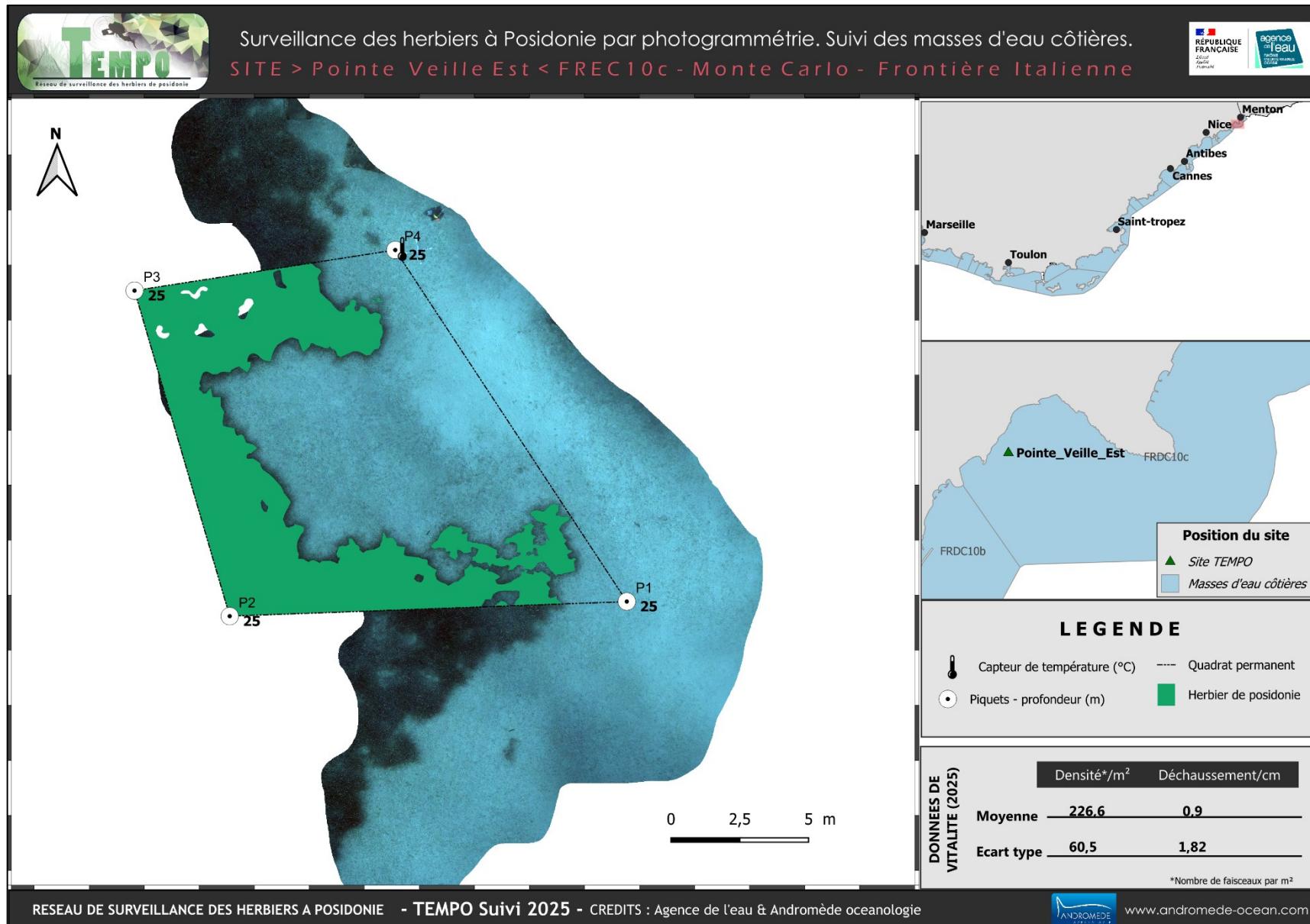
2019

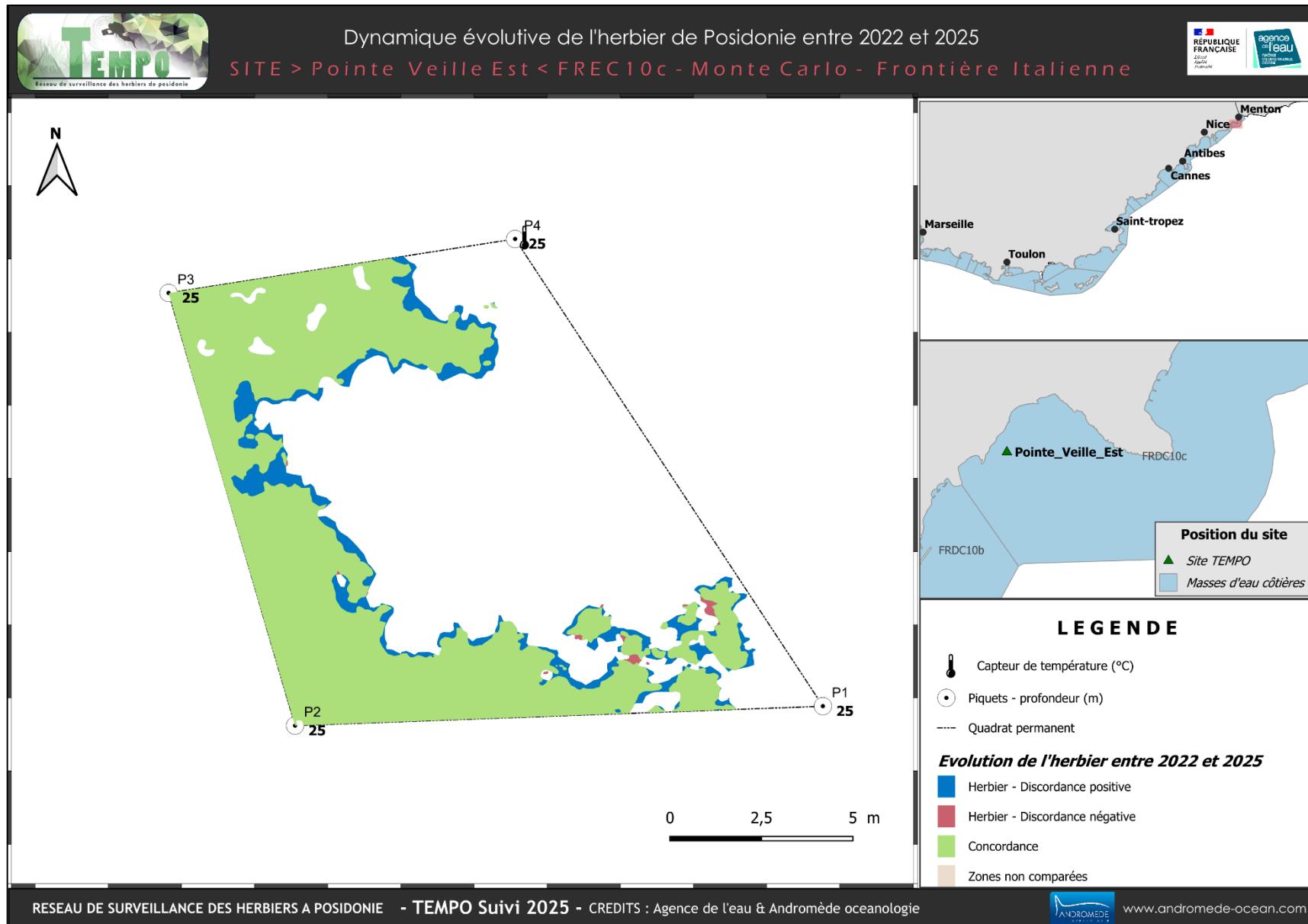


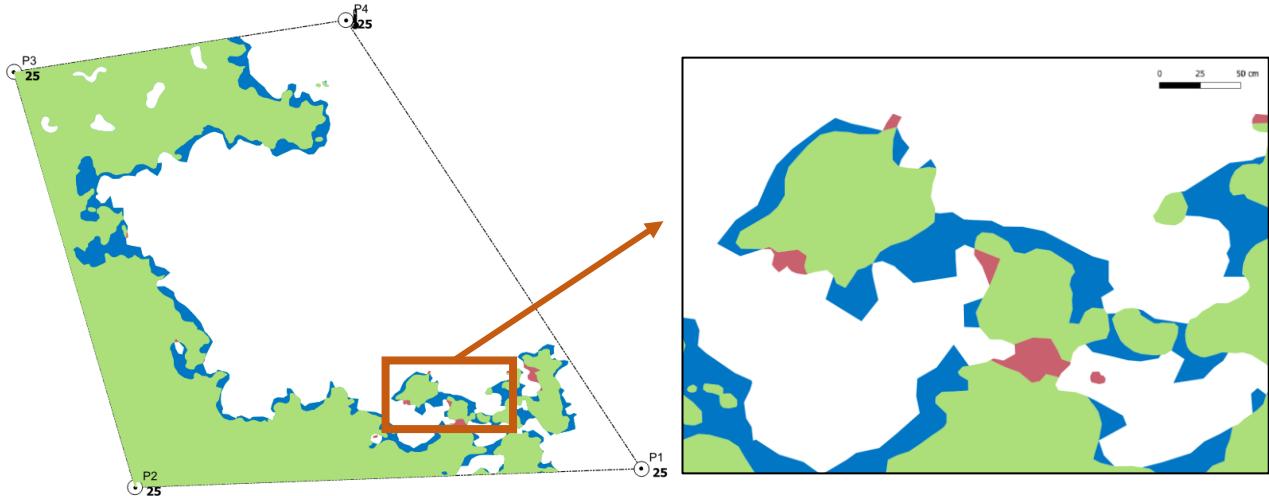
● Piquets  
- - Quadrat permanent

Figure 36 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 (au milieu), 2019 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.

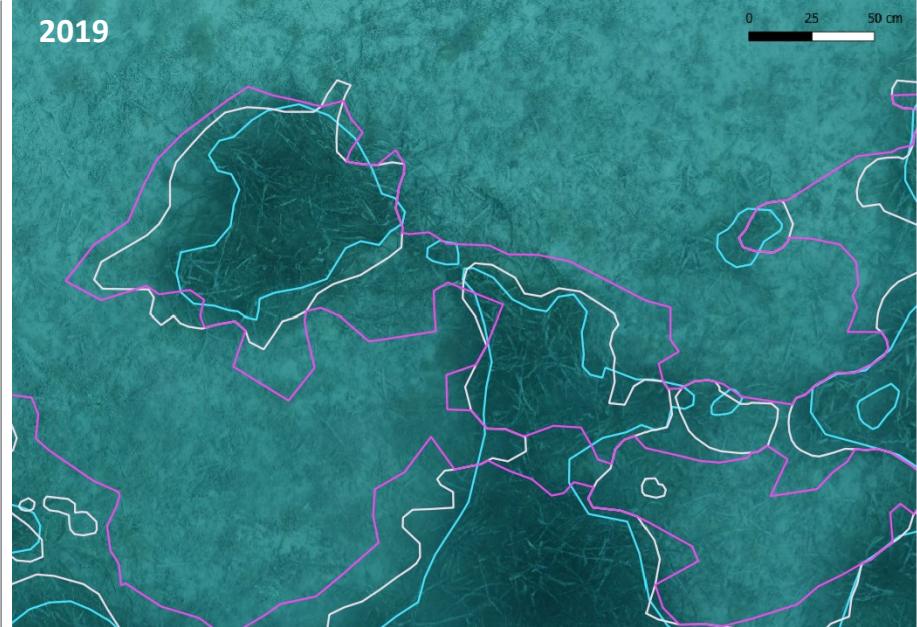
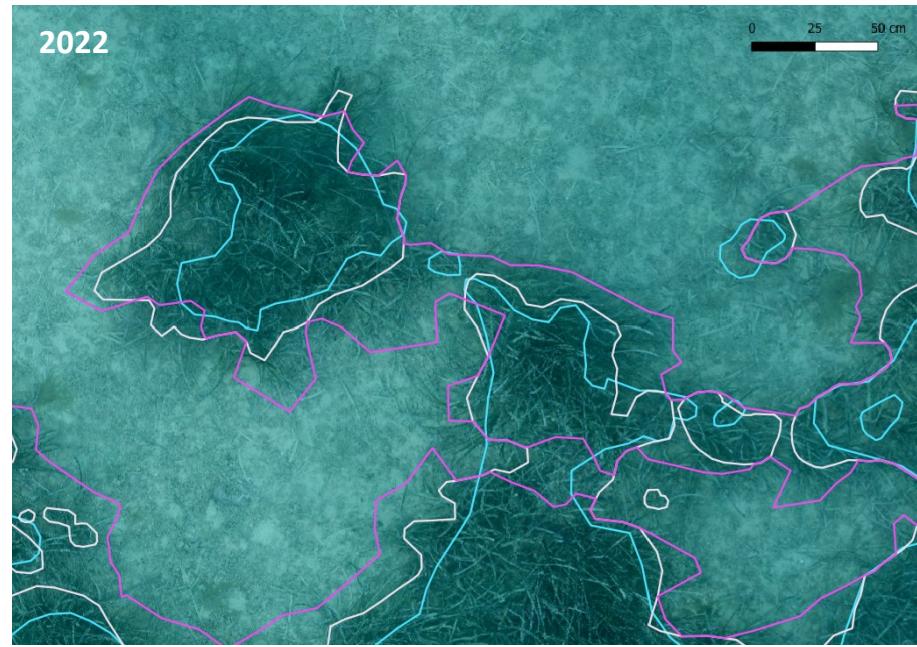






#### Evolution de l'herbier entre 2022 et 2025

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



- Délimitation Herbier 2025
- Délimitation Herbier 2022
- Délimitation Herbier 2019

Figure 37 : Zooms sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la progression de l'herbier entre 2019 et 2025.

Le recul des sables fins en limite inférieure entre 2019 et 2022 a permis de mettre à jour une zone plus étendue de matte morte. Celle-ci était jusqu'alors enfouie sous ces sables fins. Cette évolution pourrait témoigner d'une diminution des apports sédimentaires ou d'une modification de l'hydrodynamisme local. En 2025, nous ne notons pas d'apports ou de retraits de sédiments supplémentaires par rapport à 2022.



Figure 38 : Zoom sur le modèle 3D du site Pointe Vieille Est en 2019 (à gauche) et 2022 (au milieu) illustrant le retrait des sédiments entre ces deux suivis. Entre 2022 et 2025 (à droite) on ne note pas d'apports ou de retraits de sédiments. On observe bien la progression des taches d'herbier sur ces trois vues de dessus du site.

## Pointe Veille Est (masse d'eau FREC10c) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	21				
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"/> <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	Corbs ( <i>Sciaena umbra</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), sars ( <i>Diplodus spp</i> ), dorade grise ( <i>Spondyliosoma cantharus</i> ), dentelles de Neptune ( <i>Reteporella grimaldii</i> )				
Remarques générales					



Figure 39 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 45.175
Longitude :	7 26.977
Date de pose	12/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	22331483
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Nouveau capteur placé sur vis à sable avec flotteur au milieu de l'herbier.



Figure 40 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 à -15 m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

Les EQR de l'indice PREI calculés en 2016 (0,702), 2019 (0,629), 2022 (0,680), 2025 (0,680) sur la station indiquent un **bon état écologique de l'herbier**.

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,578) et 2022 (0,596) est proche de la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique un bon état de l'herbier. En 2025, la valeur de l'EQR est supérieure au précédent suivi (0,649) et indique toujours un **bon état écologique de l'herbier**. Le site présentait en 2019 un EQR légèrement inférieur déclassant l'herbier en état écologique moyen.

A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est bon, et continue de s'améliorer au cours des suivis depuis 2019**. La diminution de ces deux indices (PREI et BiPo) en 2019 s'explique principalement par une baisse de la densité de faisceaux mesurés.



Figure 41 : Etat du site TEMPO à -15m selon les indices BIPO (à gauche) et PREI (à droite) au cours des suivis

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



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 14 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
<b>Nom du site / station</b>	Pointe_Vieille_Est_PI
<b>Date</b>	12/06/2025
<b>Heure</b>	15:20
<b>Latitude</b>	43 45.175
<b>Longitude</b>	7 26.977
<b>Habitat</b>	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
<b>Profondeur du site (m)</b>	15
<b>Espèces remarquables</b>	Corbs ( <i>Sciaena umbra</i> ), dorade grise ( <i>Spondyliosoma cantharus</i> )
<b>Perturbations observées</b>	NA
<b>Température de l'eau (°C)</b>	21
<b>Nom des plongeurs</b>	Barroil, Pavy
Caractéristiques prélèvements ADNe	
<b>Profondeur ADN (m)</b>	15
<b>Durée de filtration</b>	30 min
<b>Type de filtre ADN</b>	0,2 µm
<b>Kit</b>	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
<b>Nom de la pompe</b>	Andro 1
<b>N° filtre ADN - 1</b>	<b>N° filtre ADN - 2</b>
SPY2401990	SPY2401991
<b>Méthode de filtration</b>	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **20 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 15 : Liste d'espèces de poissons inventoriées par ADNe.

Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
pointe_vieille_est_pi	Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>	Bogue
pointe_vieille_est_pi	Bothidae	<i>Bothus</i>	<i>podas</i>	Rombou
pointe_vieille_est_pi	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>	Castagnole
pointe_vieille_est_pi	Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>	Girelle commune
pointe_vieille_est_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>	Sparaillon
pointe_vieille_est_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>	Sar commun
pointe_vieille_est_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>	Sar à tête noire
pointe_vieille_est_pi	Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasiculus</i>	Anchois commun
pointe_vieille_est_pi	Sparidae	<i>Lithognathus</i>	<i>mormyrus</i>	Marbré
pointe_vieille_est_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche
pointe_vieille_est_pi	Gobiidae	<i>Odondebuenia</i>	<i>balearica</i>	Gobie des Baléares
pointe_vieille_est_pi	Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde
pointe_vieille_est_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>	Serran-chèvre
pointe_vieille_est_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
pointe_vieille_est_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
pointe_vieille_est_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
pointe_vieille_est_pi	Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
pointe_vieille_est_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
pointe_vieille_est_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon
pointe_vieille_est_pi	Labridae	<i>Thalassoma</i>	<i>pavo</i>	Girelle-paon

Valeurs des indicateurs

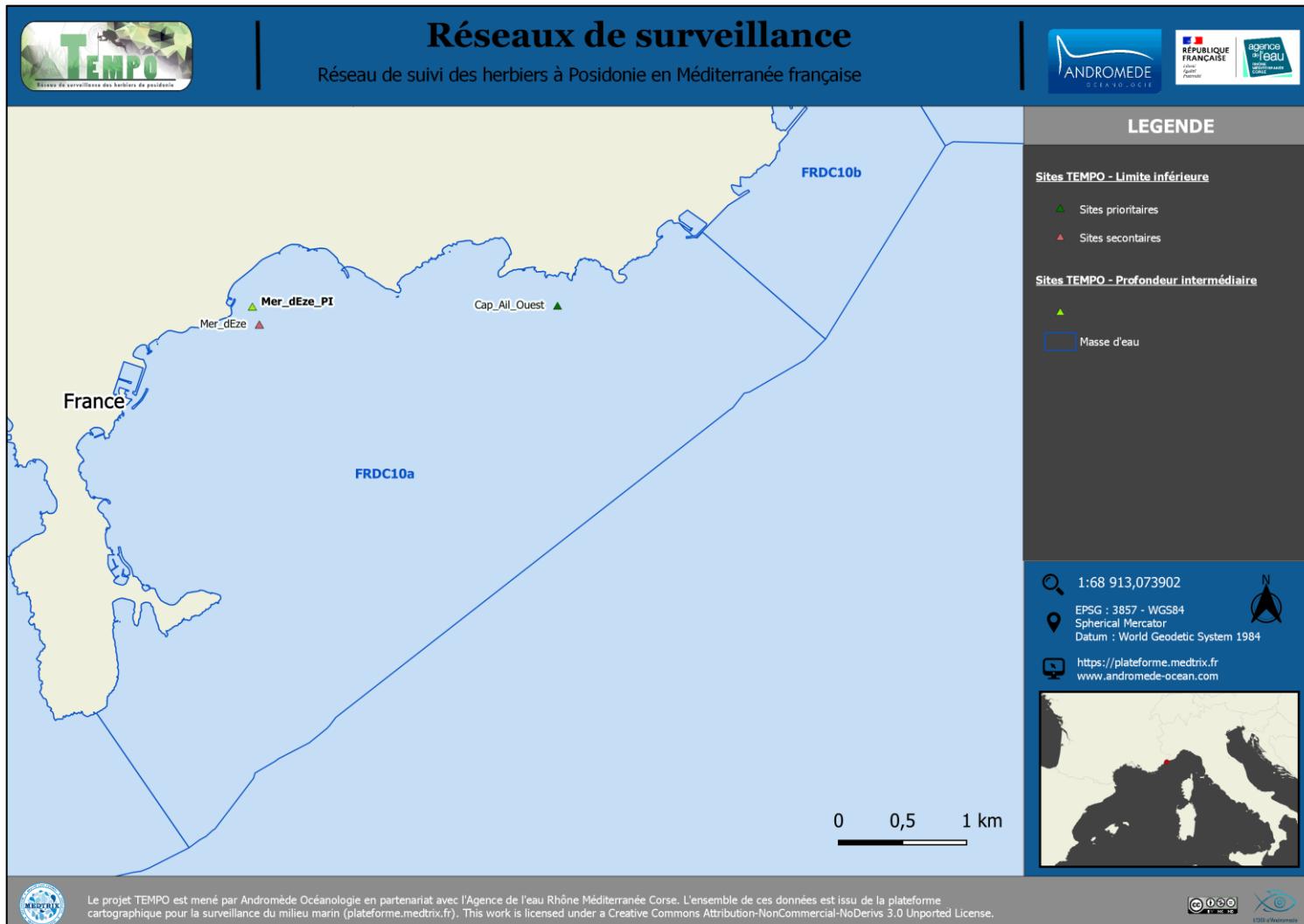
La majorité des indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022 et sont en-dessous de la moyenne régionale** sauf l'indicateur thermique qui est dans la moyenne de la région Sud.

Tableau 16 : Comparaison régionale des indicateurs



## VI.B. Masse d'eau FRDC10a

La masse d'eau FRDC10a comprend deux sites TEMPO en limite inférieure : **Cap d'Ail Ouest** et **Mer d'Eze** (site secondaire non suivi en 2025). A -15 m, le site **Mer d'Eze PI** est suivi depuis 2016.



## Cap d'Ail Ouest (masse d'eau FRDC10a) – Limite inférieure

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17				
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	Substrat légèrement envasé				
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	sur le sable fin				
Perturbations physiques	<input checked="" 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	Grand filet maillant actif				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Holothuries, grande nacre morte, mendoles ( <i>Spicara maena</i> ), colonie de <i>Cladocora caespitosa</i>				
Remarques générales					



Figure 42 : Illustrations du site Cap d'Ail Ouest en limite inférieure (2025) et du grand filet maillant actif.

Le site « **Cap d'Ail Ouest** » se situe dans la masse d'eau 'Cap Ferrat - Cap d'Ail' (FREC10a), au nord du golfe de St Hospice face au Cap d'Ail. L'herbier se développe sur un fond meuble sablo-vaseux. On note la présence de matte morte sur l'ensemble du site.



Figure 43 : Massif de cladocores (*Cladocora caespitosa*) sur le site en 2022 (à gauche) et 2025 (à droite).

#### b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43°42.975
Longitude :	7°23.824
Date de pose	12/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	22331491
Profondeur du capteur (m)	30,00
N° de piquet du quadrat	Piquet 1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Piquet 1, avec balise géomètre jaune

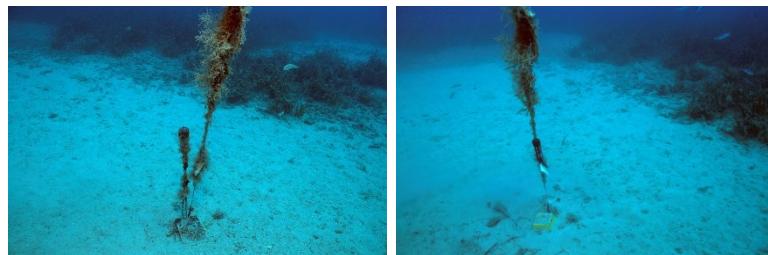


Figure 44 : Capteur de température relevé et posé en limite inférieure en 2025.

#### 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	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA	
Masse d'eau cotière	FRDC10a	FRDC10a	Légende	
Nom du site	Cap Ail Ouest	Cap Ail Ouest		
Année	2022	2025		
Valeur EQR de la limite inférieure	0.51	0.48	0.26	0.82
Type de limite inférieure	1	1	1	5
Valeur EQR du type de limite inférieure	0.21	0.21	0.21	1
Profondeur de la limite inférieure	30	30.5	12	36
Valeur EQR de la profondeur	0.74	0.76	0.24	0.94
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m <sup>2</sup> )	253	213	23	419
Valeur EQR de la densité de faisceaux	0.58	0.46	0.13	0.84
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0.1	0	-2	10.5
Rhizomes plagiotropes (%)	NA	48.6	0	54.1
			4.19	

La limite inférieure régressive se situe à **30,5 mètres de profondeur** d'après les derniers relevés de 2025. La densité moyenne en 2025 est de **212,5 ± 49,5 faisceaux /m<sup>2</sup>** (252,5 ± 86,44 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022). A tous les suivis, l'herbier est donc en **excellent état** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale**.

Le **déchaussement de l'herbier est nul** (<5 cm).

Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 48,6 % traduisant un **herbier en légère progression** (recouvrement >30 %).

La valeur de l'EQR Site en 2022 (0,510) et 2025 (0,477) est inférieur à la moyenne régionale, indiquant un **état écologique « moyen » de l'herbier**.

#### d. Perturbations observées

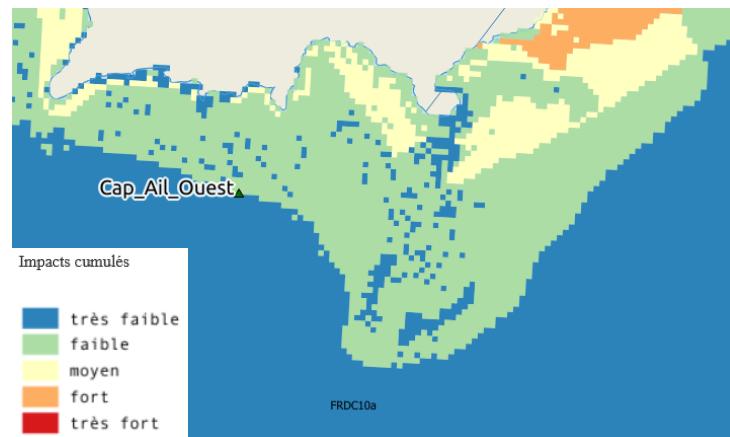


Figure 45 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

Quelques algues filamentées ont été observées en 2025 sur le sédiment ainsi qu'un **filet maillant actif**. En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés**.

#### e. Données historiques

Un site RSP « Eze » a été mis en place en 1995 et sa limite inférieure de l'herbier était située à une profondeur moyenne de -32,1 mètres. Jusqu'en 2002 le site RSP montrait une tendance à la régression avec, à partir de 2004, un herbier qui tendait à se stabiliser. En 2013, le site **Mer d'Eze** a été ajouté au réseau TEMPO et a été suivi en 2013, 2016 et 2019. Or en 2019 (Andromède, 2019<sup>5</sup>), le site était difficilement reconnaissable car **fortement endommagé par des traces d'ancrage ou de chalutage** qui ont retourné les balises RSP et deux des quatre piquets de télémétrie positionnés lors des suivis antérieurs. Ce site étant constitué par des faisceaux et petites taches isolés d'herbier, la dynamique évolutive a été évaluée suivant l'évolution du linéaire de la limite inférieure et non des surfaces. Nous avons constaté au dernier suivi que la limite de l'herbier était assez stable depuis 2013, avec quelques taches et faisceaux isolés qui ont régressé entre 2016 et 2019. A proximité il a été observé des traces d'ancrage ou de chalutage qui ont provoqué un arrachage de l'herbier sur une surface importante. Ce site, à cause du balisage arraché, était difficile à suivre c'est pourquoi ce nouveau site a été mis en place en 2022 dans la même masse d'eau : Cap d'Ail ouest.

#### f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

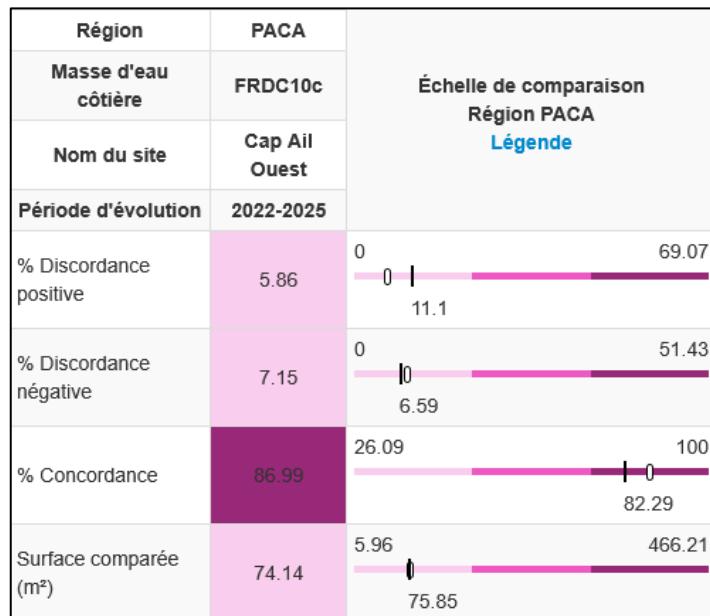
Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable envasé et l'herbier entre 30 et 31 mètres de profondeur.

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.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2022-2025**, on observe sur ce site 5,86 % de discordance positive, 7,15 % de discordance négative et 86,99 % de concordance. **L'indice d'évolution (-0,10) indique un herbier stable.**

<sup>5</sup> ANDROMÈDE, 2019. Surveillance biologique dans la partie Est de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur – Analyse des données 2019 – TEMPO, réseau de suivi des herbiers de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 262 p.

Tableau 18 : 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.



Les paramètres de vitalité tout comme la dynamique évolutive de l'herbier montrent un herbier stable avec, le long de la limite inférieure, une tendance progressive (rhizomes plagiotropes, discordance positive de l'herbier) qui sera à confirmer au prochain suivi. En revanche, on observe une zone de régression de l'herbier au centre du quadrat qui est à surveiller.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** entre 2022 et 2025.

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 Cap Ail Ouest en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de 580 photographies. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de 564 m<sup>2</sup>. Les vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie sont visibles en page suivante. Les cartes montrent ensuite la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.

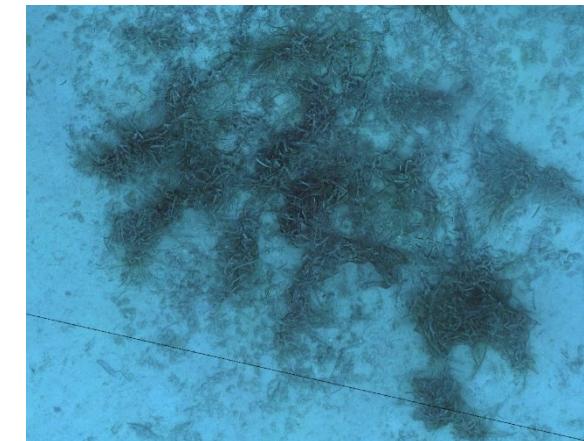
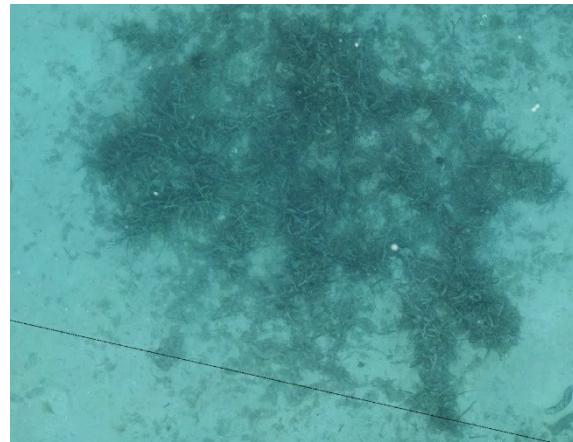


Figure 46 : Zooms en 2022 (en haut) et 2025 (en bas) sur la petite tache d'herbier au sud-ouest du quadrat montrant la progression de l'herbier.

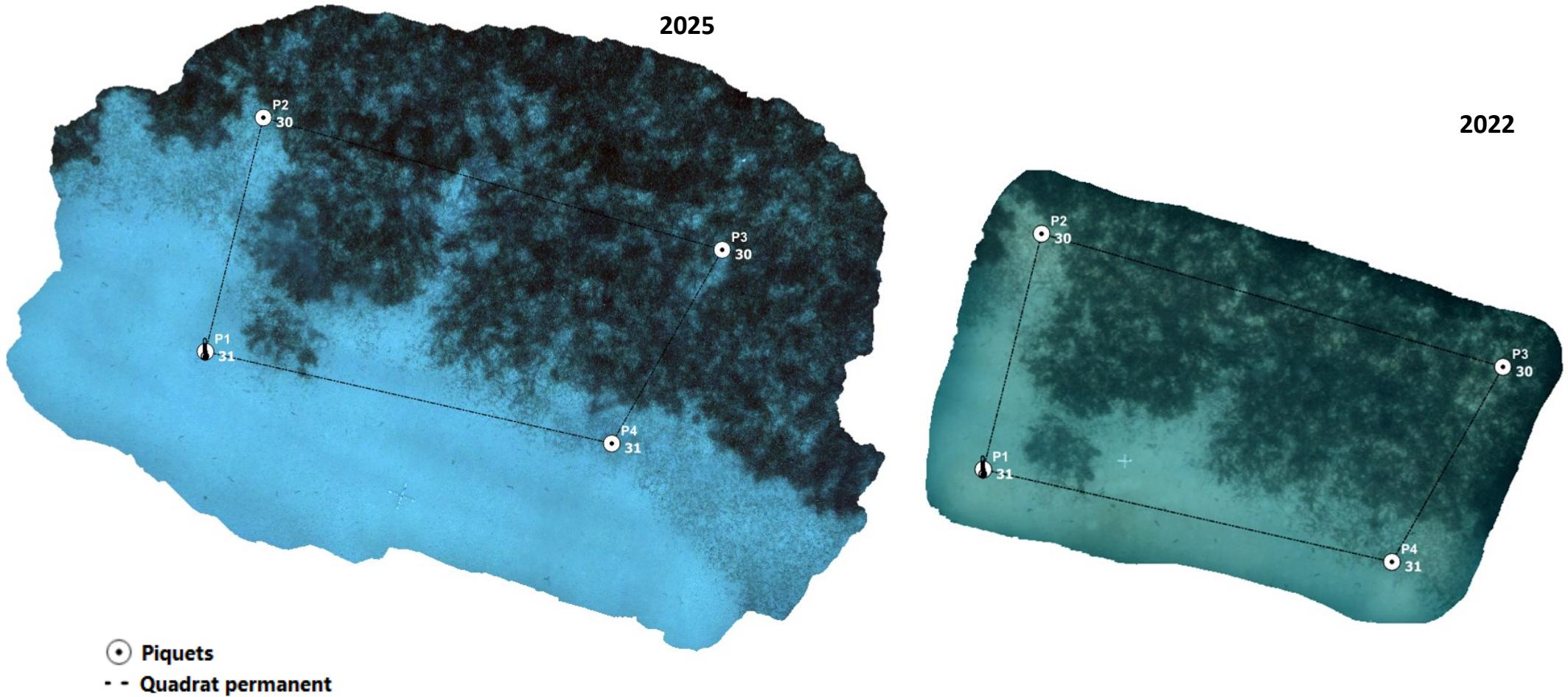
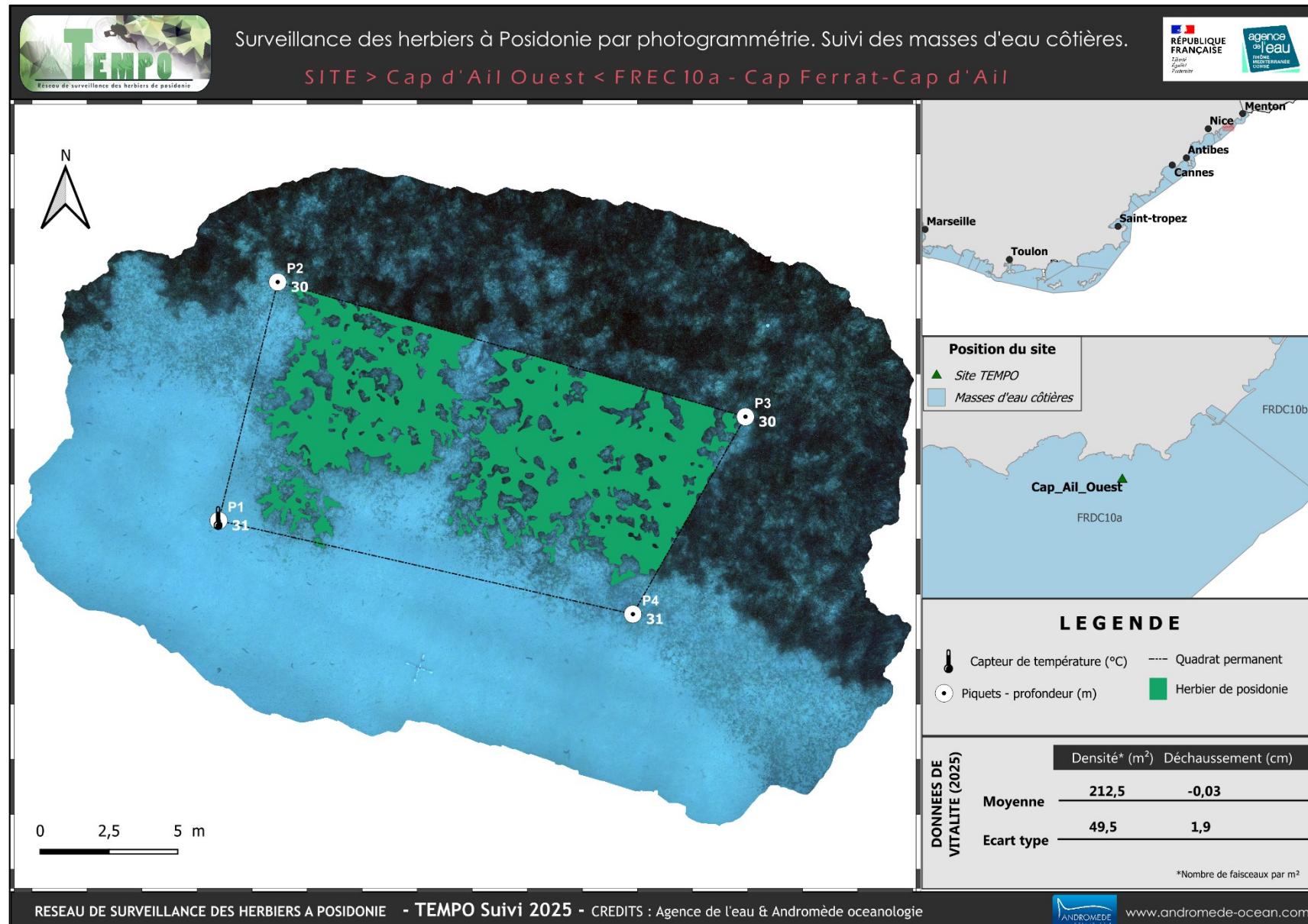
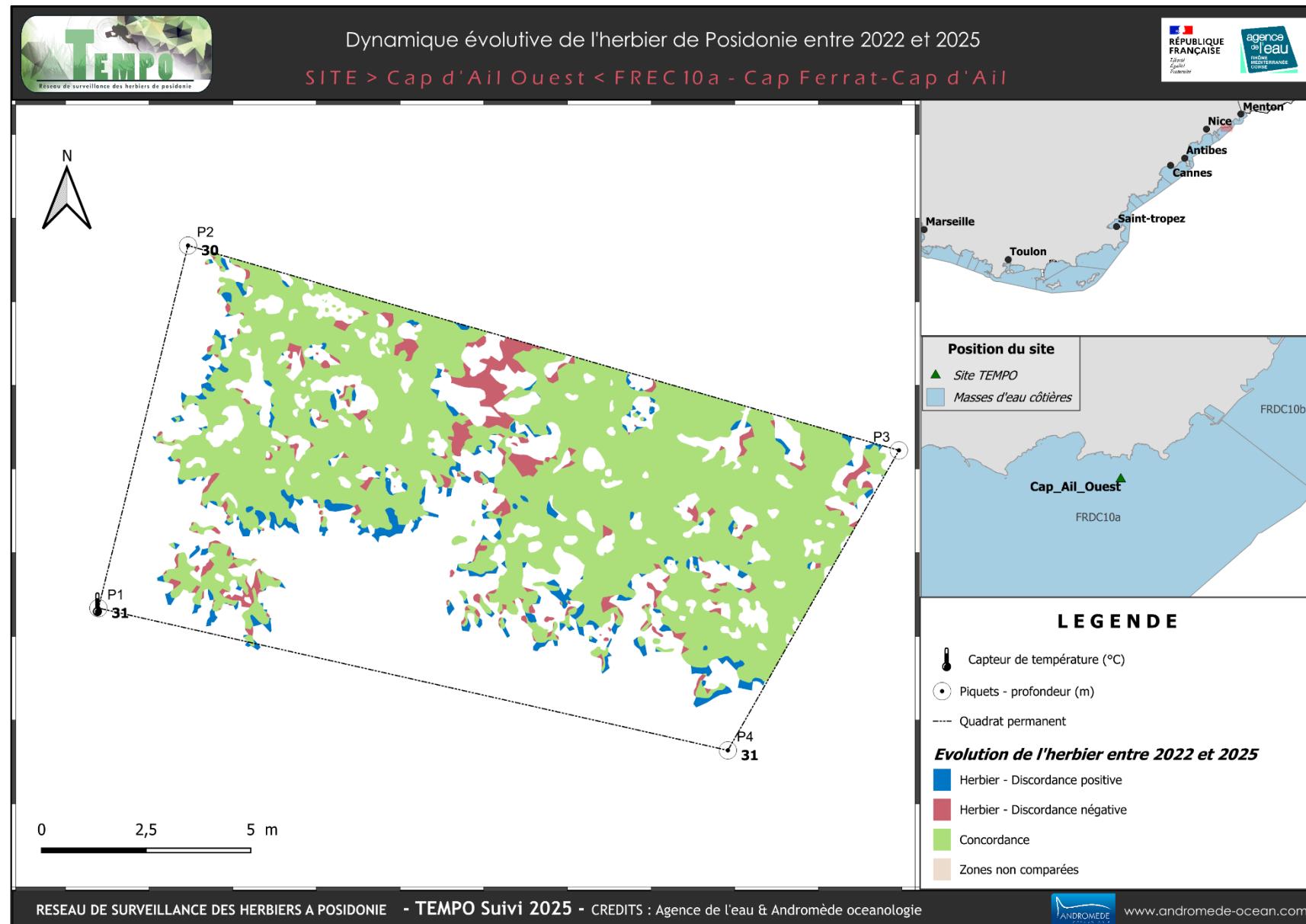
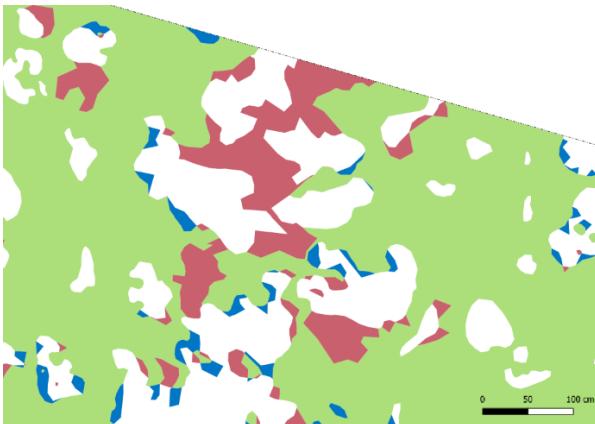


Figure 47 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche) et 2022 (à droite).



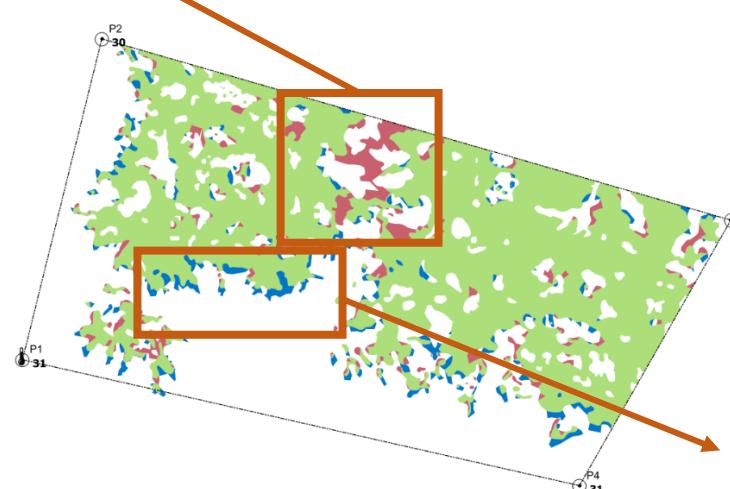
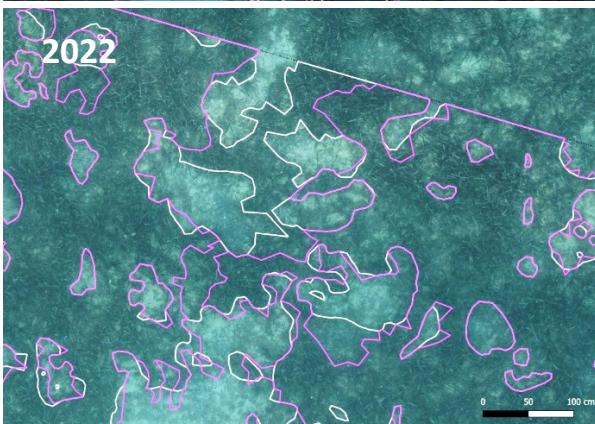
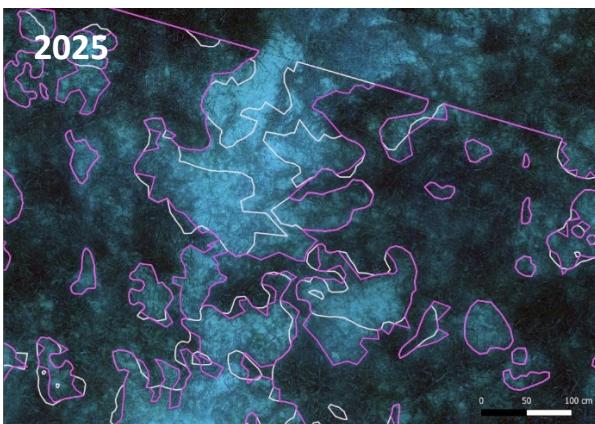
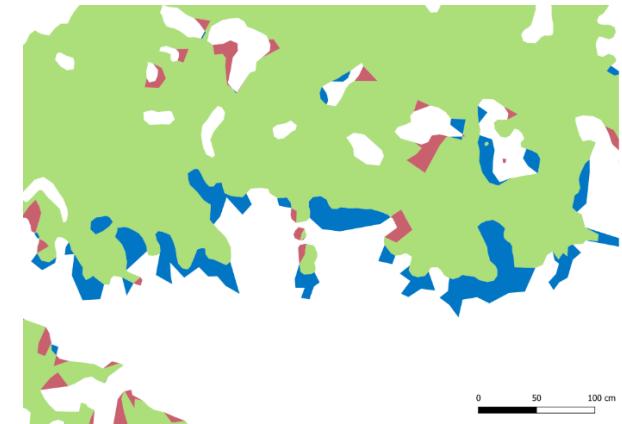


2022-2025

*Evolution de l'herbier entre 2022 et 2025*

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

2022-2025



- Délimitation Herbier 2025
- Délimitation Herbier 2022

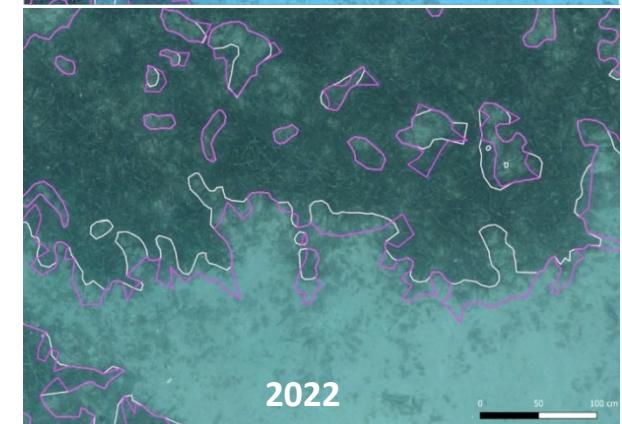
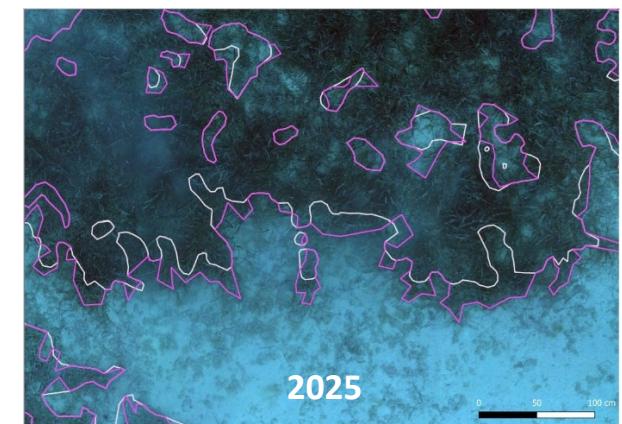


Figure 48 : ZOOMS sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la vaste zone de régression centrale (à gauche) et la progression en limite inférieure d'herbier (à droite) entre 2022 et 2025.

## Mer d'Eze PI (masse d'eau FREC10a) -- Profondeur

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 type="checkbox"/> Substrat rocheux
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 checked="" type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché
Remarques	Nombreuses traces de mouillage				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés		<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques					
Espèces particulières					
Remarques générales	Nombreux crénilabres ( <i>Syphodus spp</i> ), Castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), sars ( <i>Diplodus spp</i> )				



Figure 49 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 42.969
Longitude :	7 21.254
Date de pose	12/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	22331480
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Nouveau capteur sur ancre à vis avec balise feno et un flotteur à -15 m au milieu de l'herbier



Figure 50 : Données et photo du capteur posé en 2025 à -15 m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,508), 2019 (0,476), 2022 (0,515), 2025 (0,554) est **inférieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique un état **bon de l'herbier en 2025 qui s'est amélioré** puisqu'il était qualifié d'état moyen sur les suivis antérieurs.



Figure 51 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis

Le site présentait en 2019 un EQR légèrement inférieur à 2016 lié à une baisse de la densité de faisceaux – valeur qui s'est stabilisée en 2022 et qui a augmenté en 2025.

A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est moyen/bon, et continue de s'améliorer en 2025**.

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



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 20 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
<b>Nom du site / station</b>	Mer_dEze_Pl
<b>Date</b>	12/06/2025
<b>Heure</b>	10:10
<b>Latitude</b>	43 42.969
<b>Longitude</b>	7 21.254
<b>Habitat</b>	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
<b>Profondeur du site (m)</b>	15
<b>Espèces remarquables</b>	NA
<b>Perturbations observées</b>	Traces de mouillage
<b>Température de l'eau (°C)</b>	20
<b>Nom des plongeurs</b>	Barroil, Schies
Caractéristiques prélèvements ADNe	
<b>Profondeur ADN (m)</b>	15
<b>Durée de filtration</b>	30 min
<b>Type de filtre ADN</b>	0,2 µm
<b>Kit</b>	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
<b>Nom de la pompe</b>	Andro 1
<b>N° filtre ADN - 1</b>	<b>N° filtre ADN - 2</b>
SPY2402042	SPY2402043
<b>Méthode de filtration</b>	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **23 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 21 : Liste d'espèces de poissons inventoriées par ADNe

Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
mer_deze_pi	Serranidae	<i>Anthias</i>	<i>anthias</i>	Babier commun
mer_deze_pi	Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>	Bogue
mer_deze_pi	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>	Castagnole
mer_deze_pi	Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>	Girelle commune
mer_deze_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>	Sparaillon
mer_deze_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>	Sar commun
mer_deze_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>	Sar à tête noire
mer_deze_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>	Rouget de vase
mer_deze_pi	Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>	Murène commune
mer_deze_pi	Gobiidae	<i>Odontebuenia</i>	<i>balearica</i>	Gobie des Baléares
mer_deze_pi	Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>	Pageot commun
mer_deze_pi	Blenniidae	<i>Parablennius</i>	<i>gattorugine</i>	Blennie gattorugine
mer_deze_pi	Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>	Sardine
mer_deze_pi	Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde
mer_deze_pi	Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>	Saupe
mer_deze_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i>	Rascasse brune
mer_deze_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
mer_deze_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
mer_deze_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
mer_deze_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>smaris</i>	Picarel
mer_deze_pi	Sparidae	<i>Spondylisoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
mer_deze_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
mer_deze_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon

### Valeurs des indicateurs

La majorité des indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022 et sont en-dessous de la moyenne régionale** sauf l'indicateur thermique qui est proche de la moyenne de la région Sud.

Tableau 22 : Comparaison régionale des indicateurs



## VI.C. Masse d'eau FRDC09d

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



## Pointe Rube (masse d'eau FRDC09d) – Limite inférieure = Profondeur intermédiaire

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	20				
Visibilité (m)	10				
Nature du fond	<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. Débris de feuilles mortes dans l'herbier.				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input checked="" type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input checked="" type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques :	<i>Caulerpa taxifolia</i> . <i>Caulerpa prolifera</i> observées sur la matte de manière ponctuelle (R< 20 %). Acétabulaires.				
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input checked="" type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input checked="" type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques :					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :	Bouteilles en verre, câble électrique, vaisselle, pagaille				
Espèces particulières	<i>poisson lézard (Synodus saurus)</i> , <i>Scorpaena sp.</i> , <i>Syphodus sp.</i> , <i>Pagellus erythrinus</i>				



Figure 52 : Illustrations du site Pointe Rube (2025).



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

Figure 53: Pointe Rube vue de la mer.

L'herbier se développe sur un fond meuble, de sable fin et de matte morte. Trois grandes nacres (*Pinna nobilis*) mortes d'environ 20 cm ont été observées sur le site en 2022 (figure ci-contre). Elles n'ont pas été vues en 2025.



Figure 54: Grande nacre morte (2022).

#### b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 42.124
Longitude :	7 19.090
Date de pose	16/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10710133
Profondeur du capteur (m)	15
N° de piquet du quadrat	4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur mis sur le piquet 4. Limite d'herbier, herbier dense avec des tâches d'herbier dans le sable

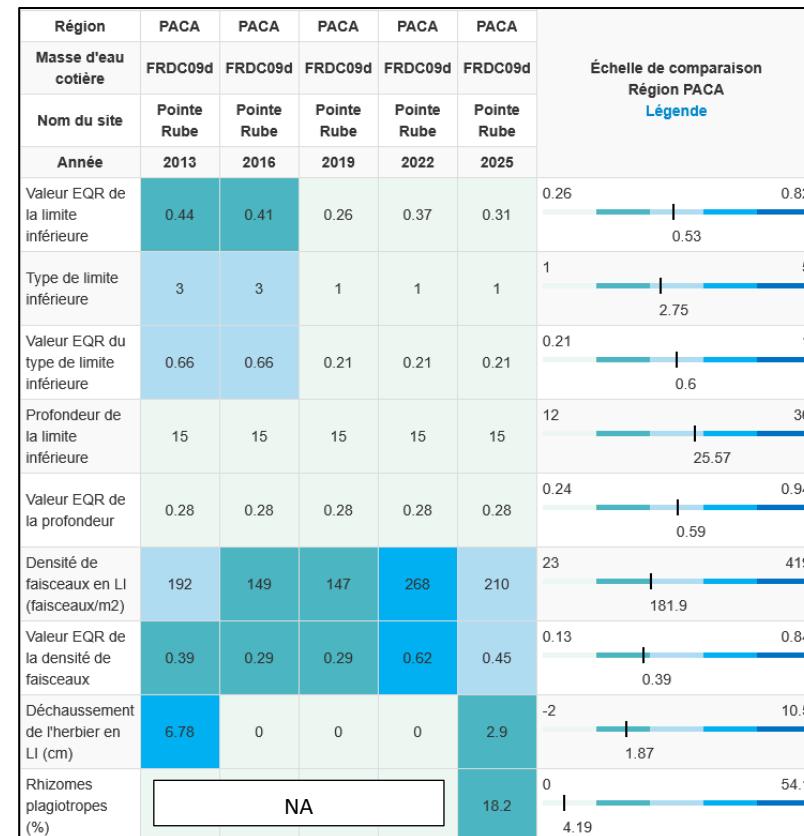


Figure 55 : Données et photo du capteur de température posé en 2025.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

La limite inférieure était qualifiée de franche en taches (à faible recouvrement) jusqu'en 2016, et qualifiée depuis 2019 en **limite régressive** ; Elle se situe à **15 mètres de profondeur**.

Tableau 23 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



La densité moyenne en 2025 est de **210 ± 66 faisceaux /m<sup>2</sup>** ( $268 \pm 60$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022,  $147 \pm 83.5$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019,  $145 \pm 35.5$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016,  $192 \pm 81.65$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013). A part en 2022 où l'herbier était en état normal compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010), l'herbier est en état médiocre sur tous les autres suivis. La densité est sub-normale inférieure (sauf en 2022, densité normale) (Pergent et al., 1995).

Le déchaussement de l'herbier est faible depuis 2016 (< 5 cm), contrairement à 2013 où le déchaussement était moyen (> 5 cm) (site géographique différent).

A noter une légère augmentation en 2025. **Le taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 18,2 % traduisant un **herbier stable** (recouvrement <30 %).

L'EQR Site en 2013 (0,443), 2016 (0,410), 2019 (0,260), 2022 (0,367), 2025 (0,313) présente des valeurs inférieures à la moyenne régionale. **Le statut de l'herbier du site Pointe Rube est médiocre en 2025 et en 2019**. Sur les autres suivis l'herbier était qualifié en état écologique moyen.

#### d. Perturbations observées

De nombreuses **traces de mouillage et plusieurs macrodéchets** sont observés sur le site depuis 2019, à chaque suivi. L'algue *Caulerpa taxifolia*, déjà présente en 2019 sur le site, a de nouveau été observée en 2022 et 2025 dans le sable et dans l'herbier, ainsi que *Caulerpa prolifera* (<20 %). En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés, mais à proximité d'une zone de niveau moyen**.

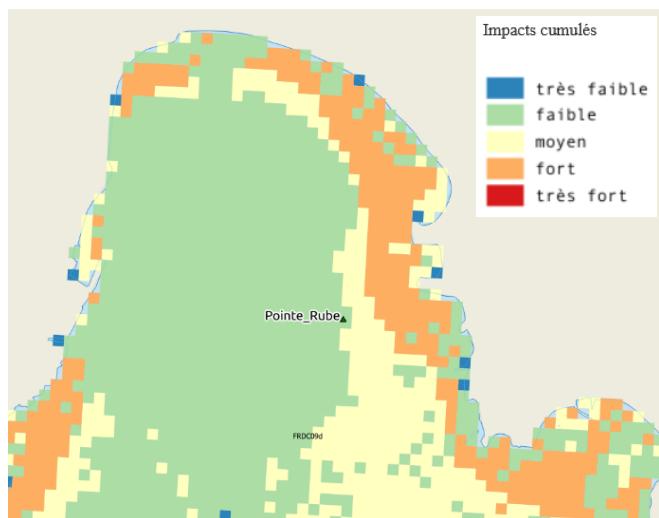


Figure 58 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).



Figure 57 : Illustrations des espèces invasives du site Pointe Rube (2022).

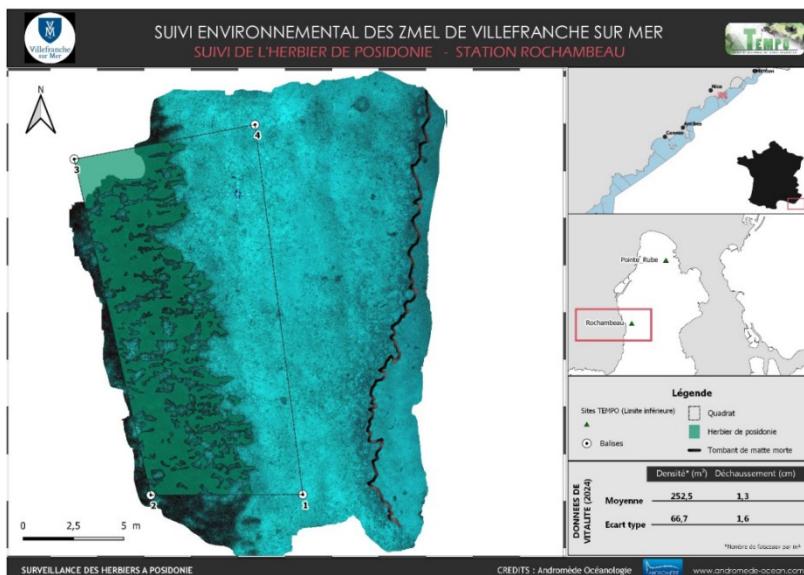


Figure 57 : Illustrations des macrodéchets du site Pointe Rube (2022).

### e. Données historiques

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

En revanche, deux sites de suivi de l'herbier ont été mis en place en **2024** par Andromède Océanologie dans le cadre d'une étude financée par la mairie de Villefranche sur Mer<sup>6</sup> : **Rochambeau et Rochambeau PI**. Le protocole TEMPO y a été appliqué.



Sur la station localisée en limite inférieure (Rochambeau, figure ci-dessus), l'herbier de posidonie présente un bon état écologique (densité de faisceaux normale, présence de rhizomes plagiotropes, faible déchaussement). De même sur la station localisée à la profondeur intermédiaire (Rochambeau PI) l'herbier présente un bon état écologique

d'après l'indice BIPO et son recouvrement est fort. La modélisation par photogrammétrie de la limite inférieure de l'herbier de la station Rochambeau a permis une cartographie très fine de l'herbier de posidonie. **L'orthophotographie illustre le recul de l'herbier de posidonie de cinq à dix mètres dans le passé** (présence d'un tombant de matte morte en aval de la limite franche de l'herbier). Depuis, la limite inférieure de l'herbier semble être stabilisée et montre même des **signes de progression**, qui seraient à confirmer lors d'un suivi postérieur.

### 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 et la matte morte à 15 et 16 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 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	PACA			Échelle de comparaison Région PACA Légende
	FRDC09d	FRDC09d	FRDC09d	
Nom du site	Pointe Rube	Pointe Rube	Pointe Rube	
Période d'évolution	2016-2019	2019-2022	2022-2025	
%				0 69.07
Discordance positive	0.8	12.91	14.85	0   00 11.1
%				0 51.43
Discordance négative	18.32	16.57	9.84	0   0 00 6.59
%				26.09 100
Concordance	80.88	70.52	75.32	0   0 0 82.29
Surface comparée (m <sup>2</sup> )	51.2	38.23	37.46	5.96   466.21 75.85

<sup>6</sup> ANDROMEDE, 2024. Suivi environnemental autour des ZMEL de Villefranche-sur-Mer – Année 2024. Contrat Ville de Villefranche-sur-Mer / Andromède Océanologie. 53 pages.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la **période 2022-2025**, on observe sur ce site 14,85 % de discordance positive, 9,84 % de discordance négative et 75,32 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,20) indique que l'herbier est stable.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la **période 2019-2022**, on observe sur ce site 12,91 % de discordance positive, 16,57 % de discordance négative et 70,42 % de concordance. **L'indice d'évolution (-0,12) indique que l'herbier est stable.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la **période 2016-2019**, on observe sur ce site 0,80 % de discordance positive, 18,32 % de discordance négative et 80,88 % de concordance. **L'indice d'évolution est de -0,92, signifiant que l'herbier est en forte régression.**

**Les paramètres de vitalité tout comme la dynamique évolutive de l'herbier montrent un herbier qui a très fortement régressé depuis 2016.** Depuis 2021, le site est localisé dans une **zone d'interdiction au mouillage des navires** de plus de 20 m (Arrêté n°204/2020). Il est également localisé à moins de cinq mètres de la limite d'une **ZMEL** (Arrêté inter-préfectoral n°263/2020). Ces réglementations sont bénéfiques à l'herbier de posidonie de la rade de Villefranche puisque **depuis 2022, l'herbier semble s'être stabilisé (densité de faisceaux, indice d'évolution)**. Cette tendance sera à confirmer au prochain suivi. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** depuis 2013.

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 Pointe Rube en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **1166 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **332 m<sup>2</sup>**.

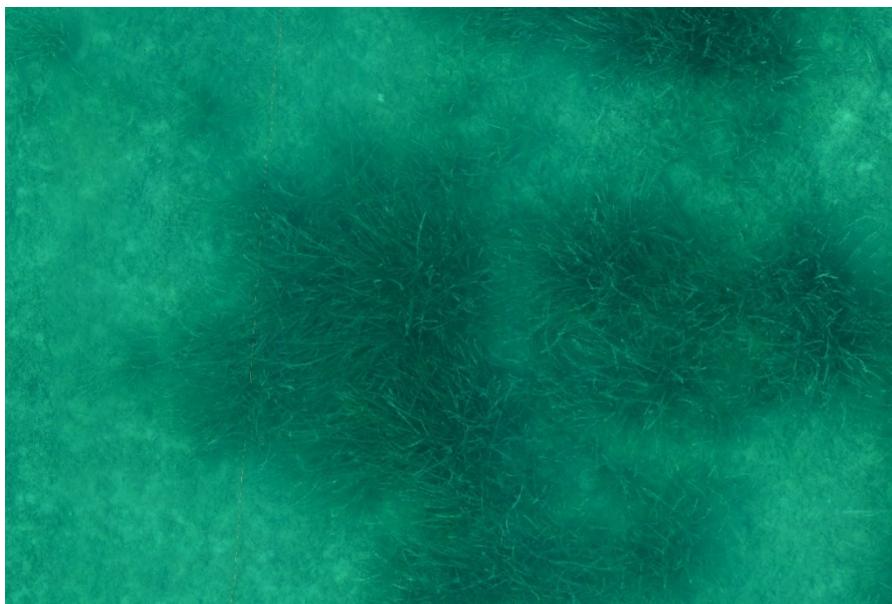
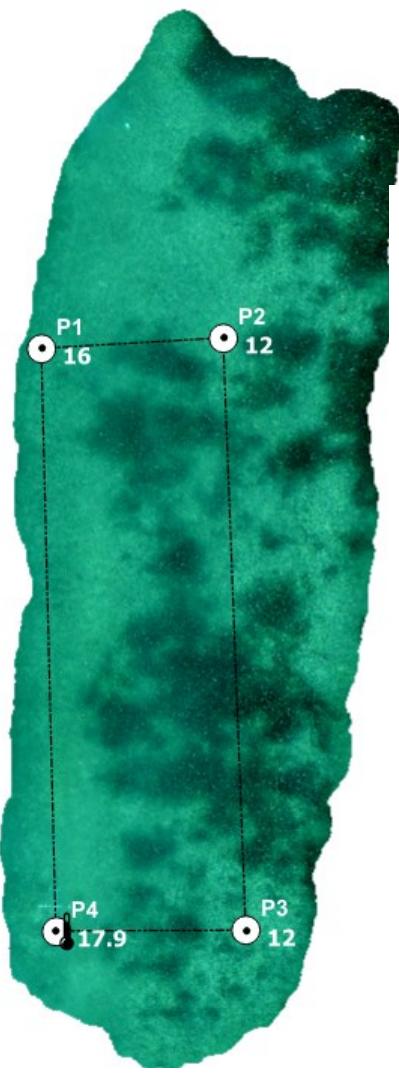


Figure 59 : Zooms sur l'herbier du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025.

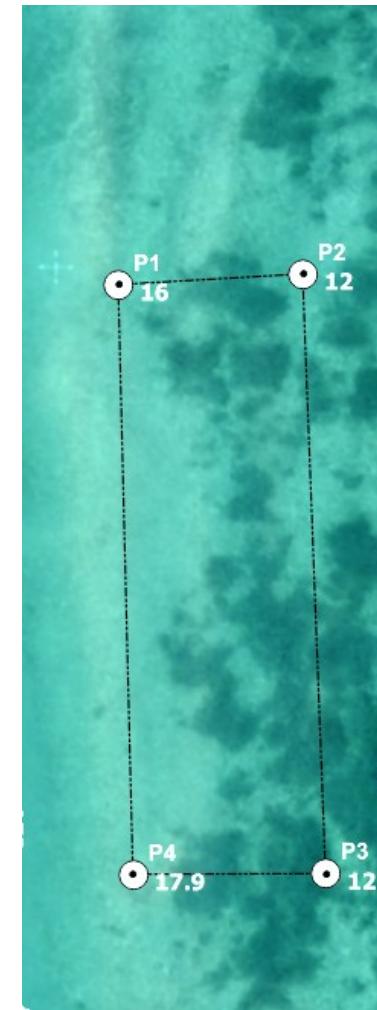
2025



2022



2019



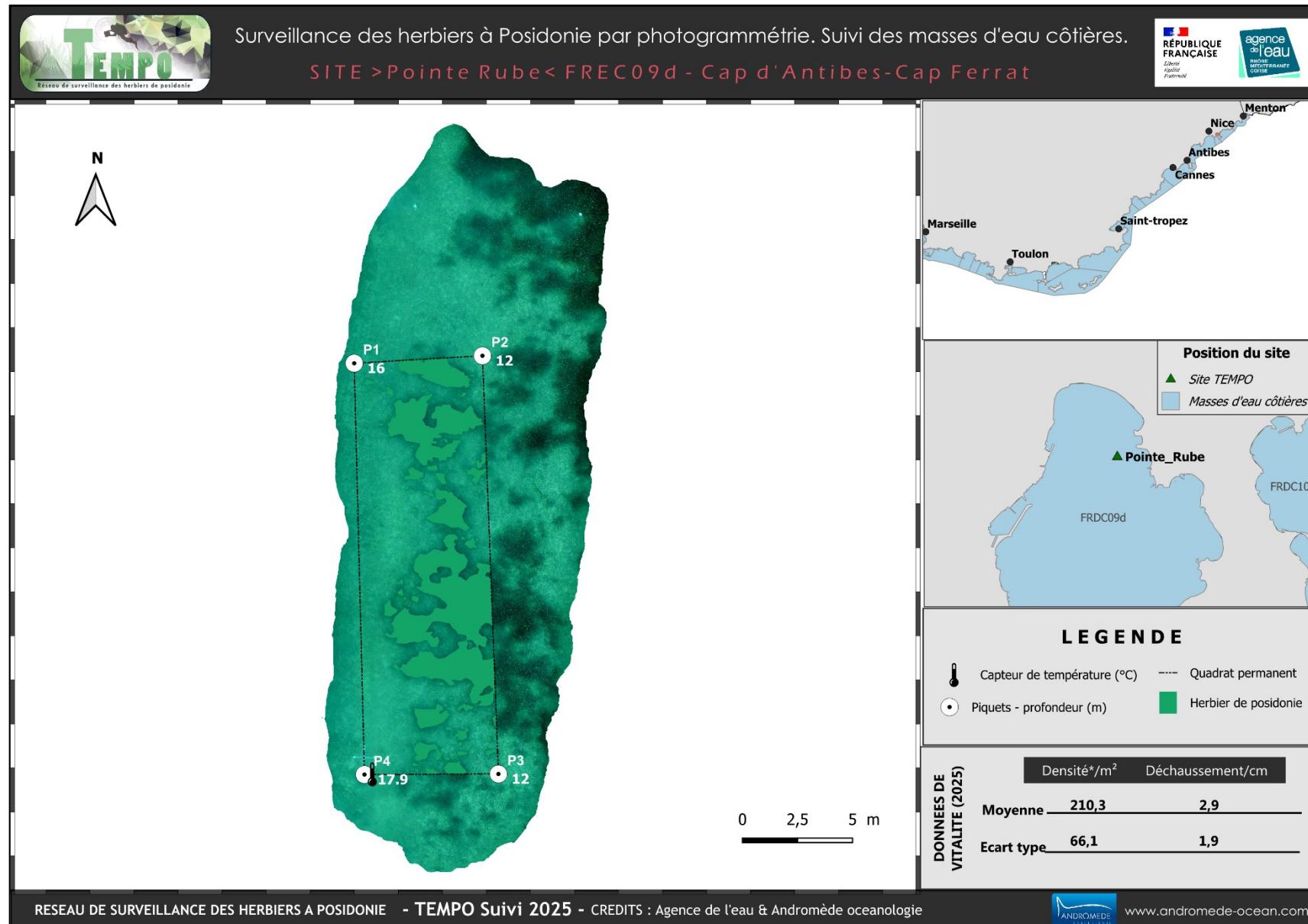
2016

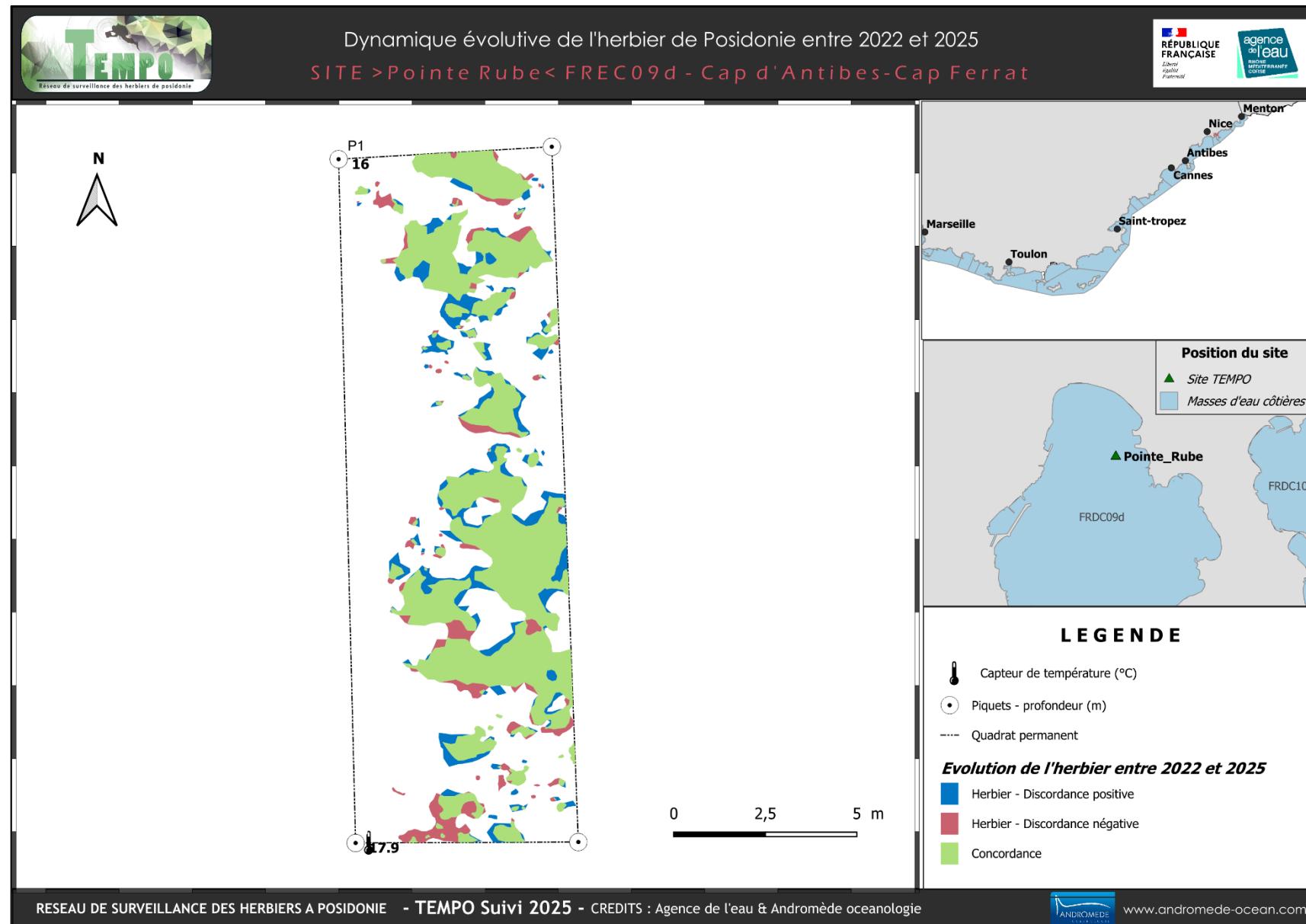


● Piquets  
- - Quadrat permanent

Figure 60 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 et 2019 (au milieu), 2016 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.





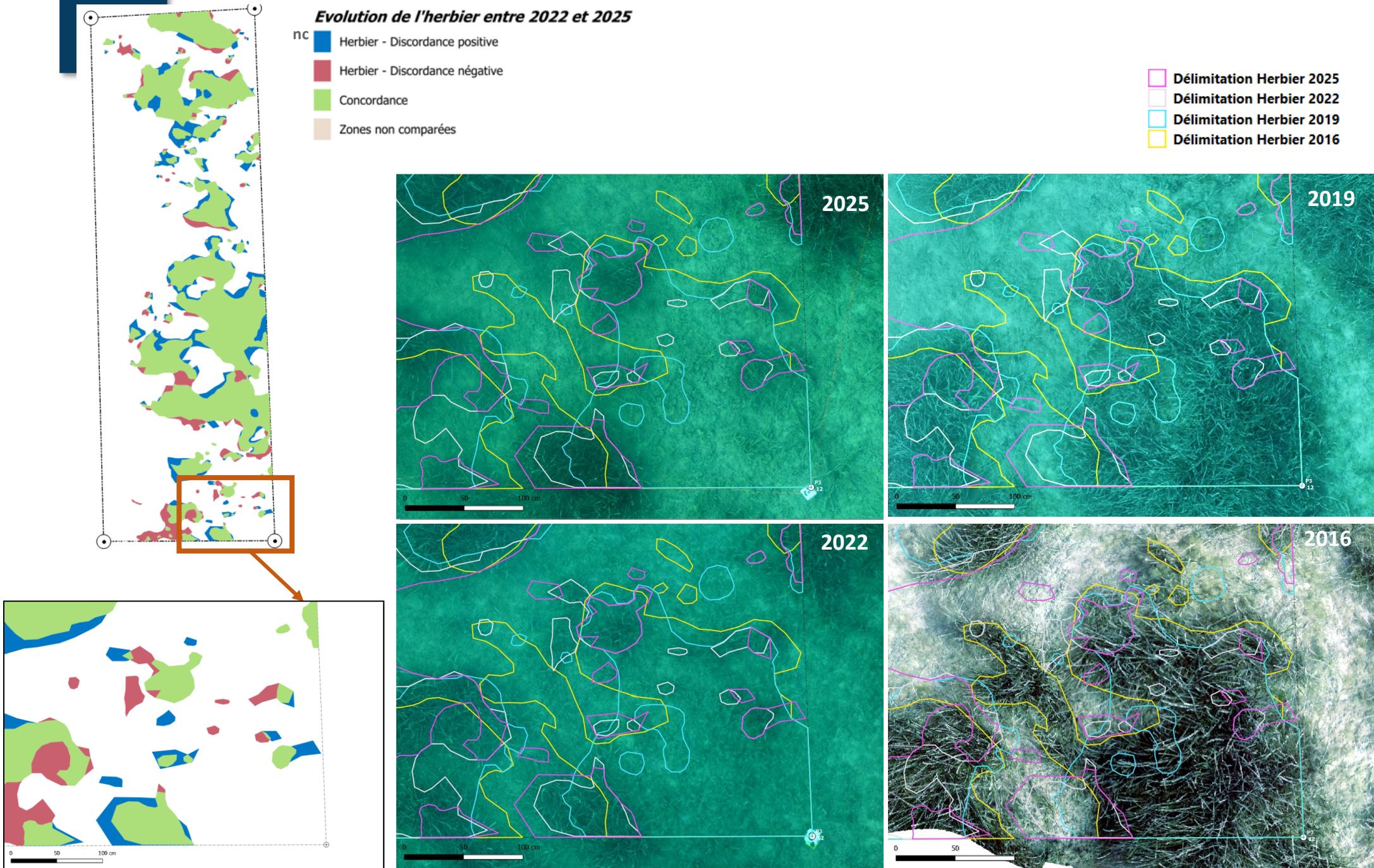


Figure 61 : Zooms sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la forte régression de l'herbier entre 2016 et 2022, avec des taches encore en régression et des taches en progression entre 2022 et 2025.

## g. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2016 (0,435), 2019 (0,470), 2022 (0,411), 2025 (0,387) baisse et est largement inférieur à la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud. Il indique un état moyen de l'herbier sur tous les suivis.



La valeur du **PREI** augmente légèrement entre 2016 (0,394) et 2019 (0,429) et indique une **stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est moyen**. Cet indice n'est plus calculé depuis 2019.

A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est moyen**.

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

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC09d	FRDC09d	FRDC09d	FRDC09d	
Nom du site	Pointe Rube	Pointe Rube	Pointe Rube	Pointe Rube	
Année	2016	2019	2022	2025	
Valeur EQR (LI)	0.41	0.41	0.37	0.31	0 0.82 0.46
Valeur BiPo (PI)	0.44	0.47	0.41	0.39	0.36 0.8 0.59
Valeur PREI (PI)	0.39	0.43	NA		0 0.78 0.25
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	15	15	9.5 20.5 15.01
Profondeur de la limite inférieure (m)	15	15	15	15	12.8 36 25.85
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m <sup>2</sup> )	149	147	268	210.31	105 477 256.53
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m <sup>2</sup> )	149	147	268	210	0 347 149.35
Type de limite inférieure	3	3	1	1	1 5 2.77
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	0	0	0	2.9	-2 10.5 1.75
Longueur des feuilles à la PI (mm)	309	414	644	692	102 1124 632.45
Surface foliaire (cm <sup>2</sup> /faisceau)	160	227	NA		0 426 101.7
Charge épiphytique à la PI	0.13	0.15	NA		0 0.56 0.05

## VI.D. Masse d'eau FRDC09c

La masse d'eau FRDC09c comprend le site TEMPO Cap Nice Est PI, et un site secondaire en limite inférieure (Cap Nice Est).



## Cap Nice Est PI (masse d'eau FRDC9c) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale							
Température de l'eau (°C)	17						
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	Herbier avec nombreux épiphytes et très brouté						
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> <i>Caulerpa taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Algues filamenteuses <input type="checkbox"/> <i>Womersleyella setacea</i> <input type="checkbox"/> Autres : ... <input type="checkbox"/> <i>Caulerpa cylindracea</i>						
Remarques	NA						
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	NA						
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés <input type="checkbox"/> Macrodéchets <input type="checkbox"/> Hydrocarbures <input type="checkbox"/> Autres : ...						
Remarques	NA						
Espèces particulières							
Remarques générales	Beaucoup de <i>Codium bursa</i> , castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), sar à tête noire ( <i>Diplodus vulgaris</i> ).						



Figure 63 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2022 et 2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 41.135
Longitude :	7 17.825
Date de pose	16/06/2025
Heure de lancement	8:00
N° capteur	22331492
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Piquet localisé à mi distance entre le très gros massif rocheux et un massif isolé au sein de l'herbier. Piquet au milieu de l'herbier avec flotteur.



Figure 64 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 à -15 m.

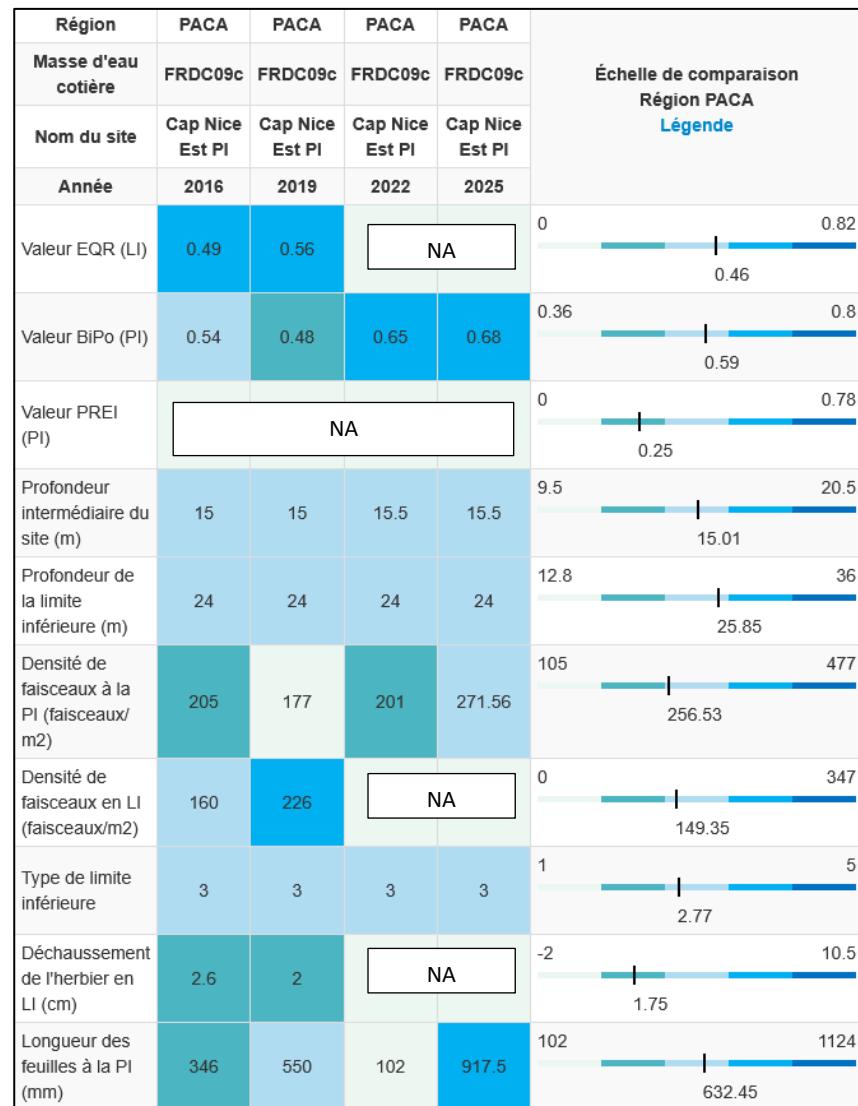
c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,543), 2019 (0,482) est inférieur à la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique un état moyen de l'herbier. En 2022 et 2025, l'EQR (respectivement 0,648 et 0,684) indique un bon état de l'herbier. A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est bon et s'améliore au cours des suivis.



Figure 65 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis

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



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 27 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Cap_Nice_Est_PI
Date	16/06/2025
Heure	10:34:00
Latitude	43 41.135
Longitude	7 17.825
Habitat	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	17
Espèces remarquables	NA
Perturbations observées	NA
Température de l'eau (°C)	17
Nom des plongeurs	Barroil, Leduc
Caractéristiques prélèvements ADNe	
Profondeur ADN (m)	15
Durée de filtration	30 min
Type de filtre ADN	0,2 µm
Kit	Tuya DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
Nom de la pompe	Andro 1
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2402007	SPY2402008
Méthode de filtration	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **10 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

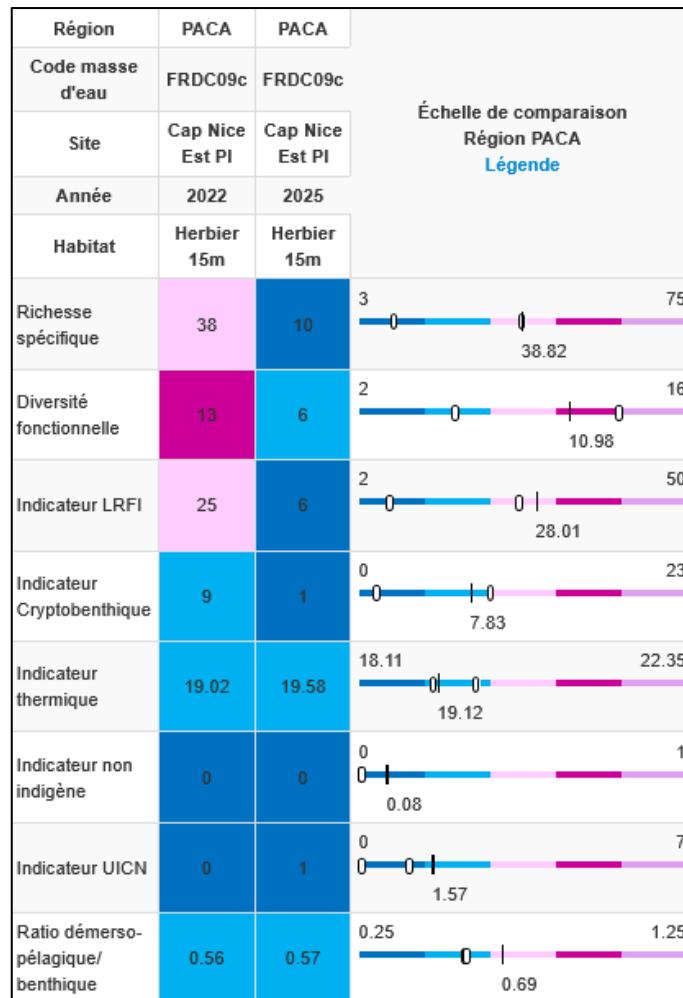
Tableau 28 : Liste d'espèces de poissons inventoriées par ADNe

Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
cap_nice_est_pi	Apogonidae	Apogon	imberbis	Apogon
cap_nice_est_pi	Sparidae	Boops	boops	Bogue
cap_nice_est_pi	Pomacentridae	Chromis	chromis	Castagnole
cap_nice_est_pi	Sparidae	Diplodus	annularis	Sparaillon
cap_nice_est_pi	Molidae	Mola	mola	Poisson lune
cap_nice_est_pi	Muraenidae	Muraena	helena	Murène commune
cap_nice_est_pi	Scorpaenidae	Scorpaena	notata	Petite rascasse rouge
cap_nice_est_pi	Scorpaenidae	Scorpaena	porcus	Rascasse brune
cap_nice_est_pi	Centracanthidae	Spicara	maena	Mendole
cap_nice_est_pi	Labridae	Syphodus	ocellatus	Crénilabre ocellé

Valeurs des indicateurs

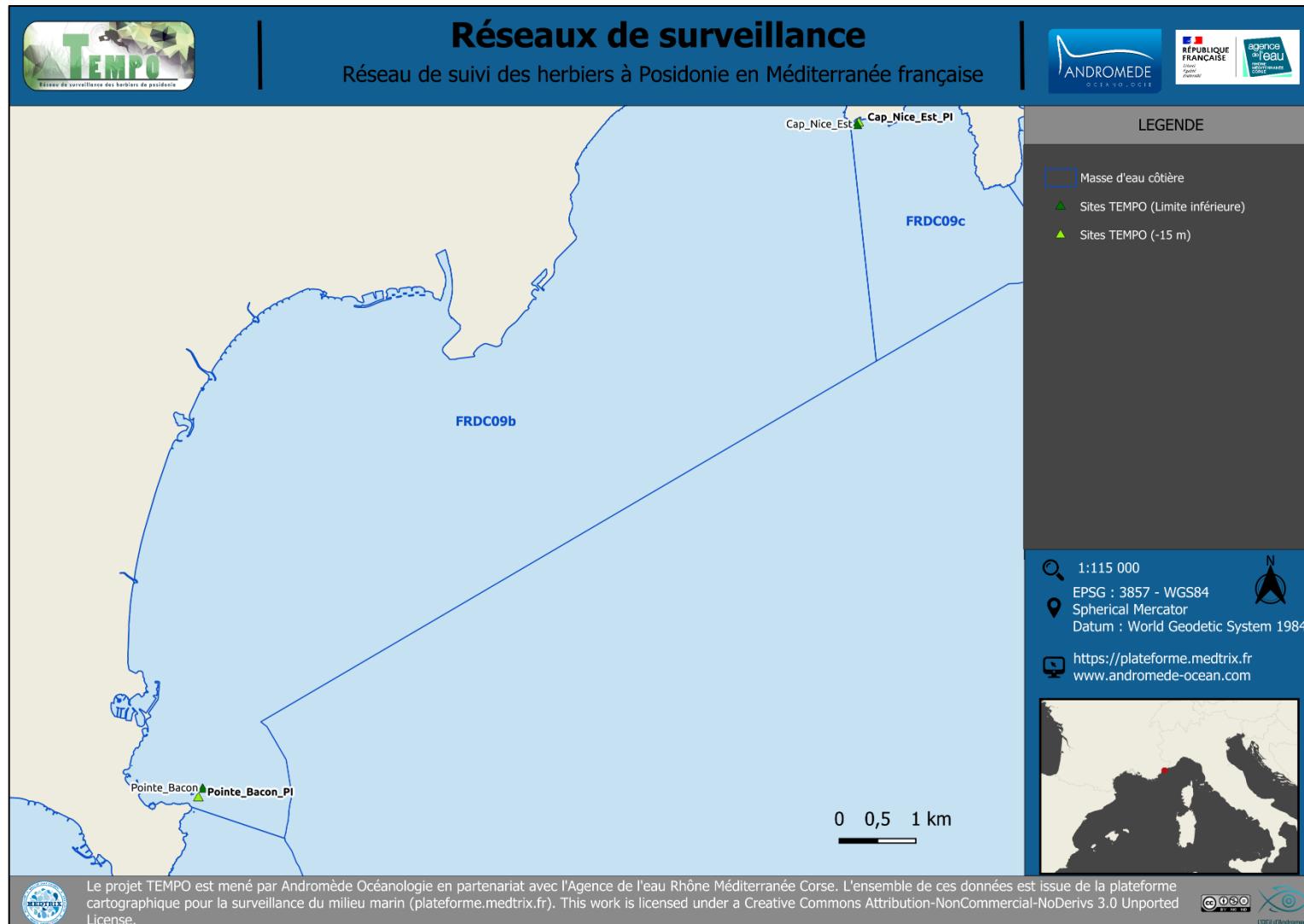
La majorité des indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022 et sont en-dessous de la moyenne régionale** sauf l'indicateur thermique qui est proche de la moyenne de la région Sud.

Tableau 29 : Comparaison régionale des indicateurs



## VI.E. Masse d'eau FRDC09b

La masse d'eau FRDC09b comprend le site TEMPO Pointe Bacon PI (site prioritaire) échantillonné depuis 2016. Le site en limite inférieure (site secondaire) n'est plus suivi depuis 2019.



## Pointe Bacon PI (masse d'eau FRDC9b) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	Eau turbide - 10m				
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 : ...
<b>Remarques</b>					
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 : ...
<b>Remarques</b>					
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 : ...
<b>Remarques</b>					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
<b>Remarques</b>					
Espèces particulières					
Remarques générales	Pas d'espèces particulières observées mais l'eau était turbide				



Figure 66 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 34.257
Longitude :	7 08.526
Date de pose	10/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	22331489
Profondeur du capteur (m)	17
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Ancien capteur non retrouvé (-14,6 m), un nouveau a été posé le 10/06/25 à 17 m, au pied d'un massif rocheux surplombant l'herbier de Posidonie. L'ancien se trouvait au pied d'un massif rocheux sur une zone plate au milieu de l'herbier

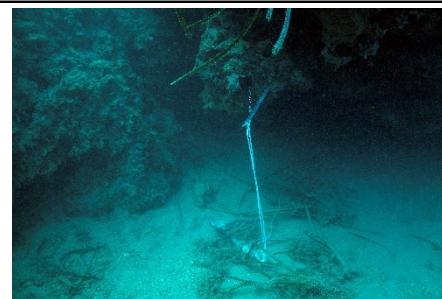


Figure 67 : Données et photo du capteur posé en 2025 à -15 m.

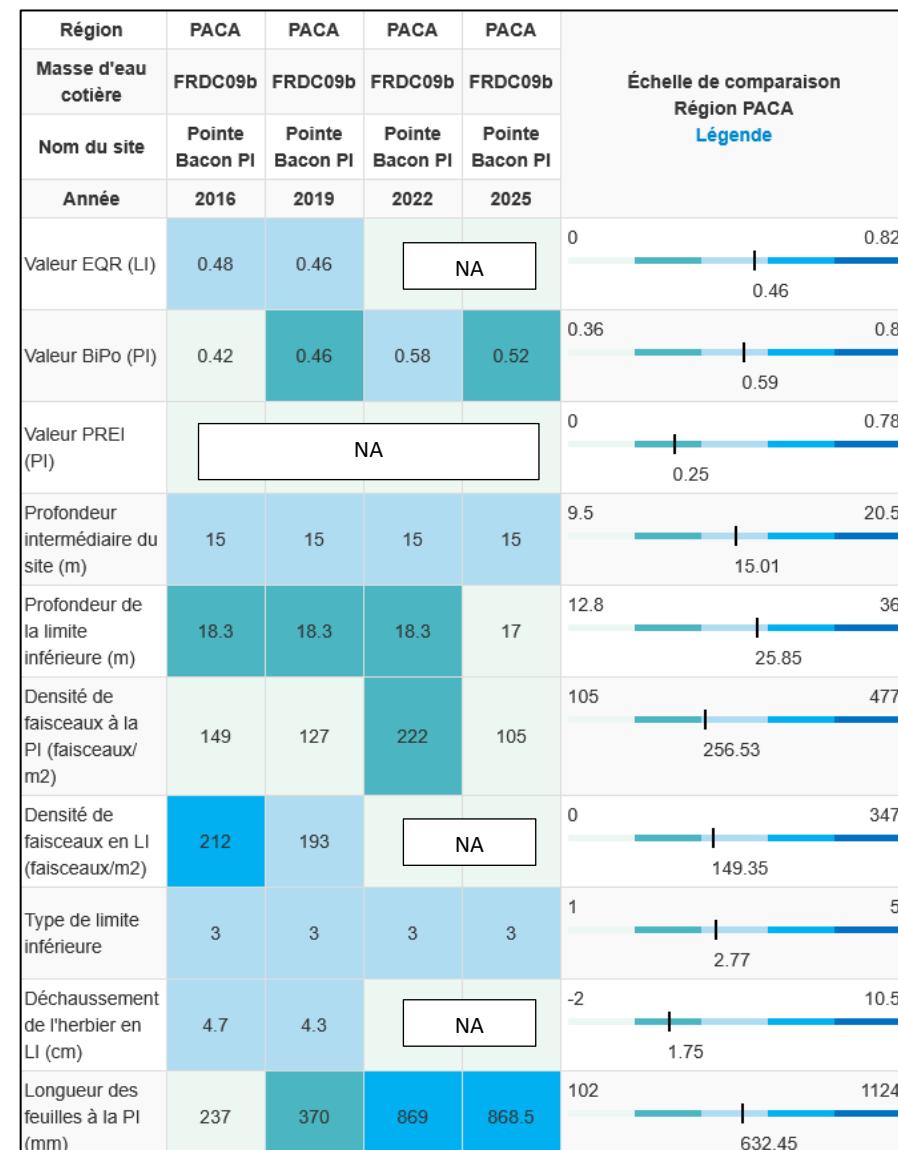
c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,420), 2019 (0,458), 2025 (0,516) est **inférieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique un **état moyen de l'herbier** sauf en 2022 (EQR=0,584 ; bon état). Ces variations entre les suivis sont liées à celles de la densité de faisceaux à -15m et au fait qu'il n'existe plus de site suivi en limite inférieure depuis 2019 (Pointe Bacon).



Figure 68 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis

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



## VI.F.Masse d'eau FRDC09a

La masse d'eau FRDC09a comprend le site TEMPO Cap Gros Nord (site prioritaire) échantillonné depuis 2013.



## Cap Gros Nord (masse d'eau FRDC09a) – 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	Substrat sablo vaseux				
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	Des blocs bétons				
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input checked="" type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Des blocs bétons				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Holothurie ( <i>Holothuria tubulosa</i> ), picarels ( <i>Spicara smaris</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), serran écriture ( <i>Serranus scriba</i> ), serran chevrette ( <i>Serranus cabrilla</i> ), rougets ( <i>Mullus surmuletus</i> ), œufs de calamars, flabelline ( <i>Flabellina affinis</i> ), <i>Ericaria zosteroides</i> , <i>Filograna implexa</i> , <i>Halocynthia papillosa</i> , <i>Smittina cervicornis</i>				
Remarques générales					

Figure 69 : Illustrations du site Cap Gros Nord (2025) avec la présence des algues *Ericaria zosteroides* (photo 2).



Figure 70 : Cap Gros Nord vu de la mer (2013)

b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 33.442
Longitude :	7 08.573
Date de pose	11/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	22331487
Profondeur du capteur (m)	20
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	sur piquet 1



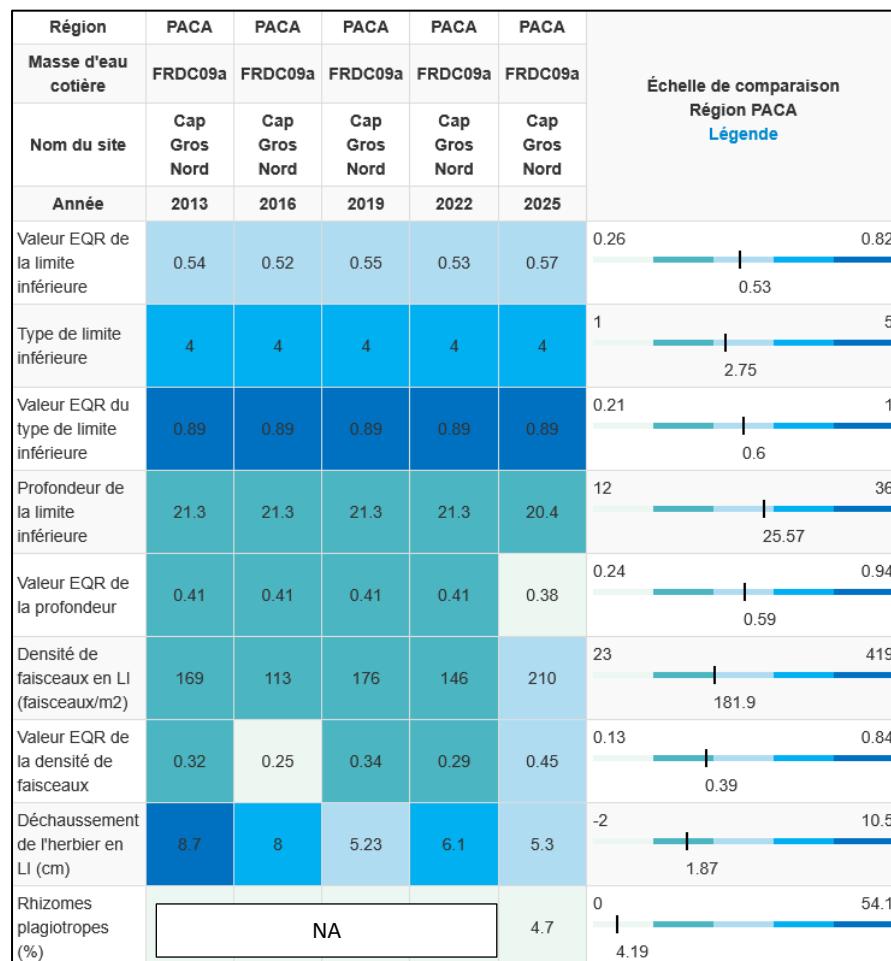
Figure 71 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 en limite inférieure.

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

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

c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

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



La limite inférieure **franche naturelle** (à fort recouvrement) se situe à **20,4 mètres** de profondeur d'après les relevés effectués en 2025.

La densité moyenne est de **210 ± 64,5 faisceaux /m<sup>2</sup>** (146 ± 57,3 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022, 176 ± 55,9 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019, 113 ± 31,6 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016). L'herbier est en **état normal en 2025** (médiocre en 2016 et 2022, normal en 2019) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** en 2025 (sub-normale inférieure en 2016 et 2022, normale en 2013).

Le **déchassement de l'herbier est moyen sur tous les suivis** (5-10 cm).

Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 4,7 % traduisant un **herbier stable** (recouvrement <30 %).

L'EQR site en 2013 (0,540), 2016 (0,517), 2019 (0,547), 2022 (0,530), est légèrement au-dessus de la moyenne régionale et indique un état écologique « moyen ». En 2025, l'EQR (0,573) augmente et indique un **bon état de l'herbier**.

#### d. Perturbations observées

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



Figure 72 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

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

#### f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

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

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 32 : 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	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC09a	FRDC09a	FRDC09a	FRDC09a	
Nom du site	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	
Période d'évolution	2013-2016	2016-2019	2019-2022	2022-2025	
% Discordance positive	2.35	3.9	4.02	4.72	0 11.1 69.07
% Discordance négative	3.39	1.13	0.17	0.36	0 6.59 51.43
% Concordance	94.26	94.98	95.81	94.93	26.09 82.29 100
Surface comparée (m <sup>2</sup> )	110.55	161.67	154.26	161.51	5.96 75.85 466.21

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la **période 2022-2025**, on observe sur ce site 4,72 % de discordance positive, 0,36 % de discordance négative et 94,93 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,86) indique un herbier en forte progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la **période 2019-2022**, on observe sur ce site 4,02 % de discordance positive, 0,17 % de discordance négative et 95,81 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,92) indique un herbier en forte progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la **période 2016-2019**, on observe sur ce site 3,90 % de discordance positive, 1,13 % de discordance négative et 94,98 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,55) indique un herbier à tendance progressive.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la **période 2013-2016**, on observe sur ce site 2,35 % de discordance positive, 3,39 % de discordance négative et 94,26 % de concordance. **L'indice d'évolution (-0,18) indique un herbier stable.**

**Les paramètres de vitalité (EQR Site) tout comme la dynamique évolutive de l'herbier montrent un herbier globalement stable entre 2013 et 2016, à tendance progressive entre 2016 et 2019, et en forte progression depuis 2019.**

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** entre 2013 et 2016, qui s'est nettement amélioré depuis 2016 et classe l'herbier **bon état écologique** sur toutes les périodes de suivi postérieures à 2016.

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 Cap Gros Nord en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **746 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **377 m<sup>2</sup>**.

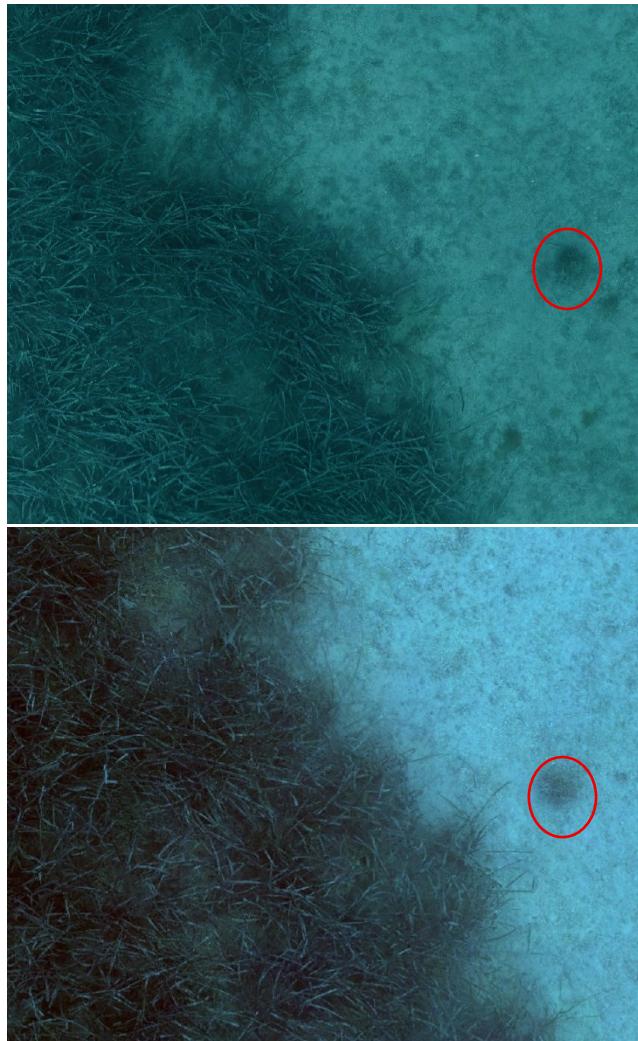
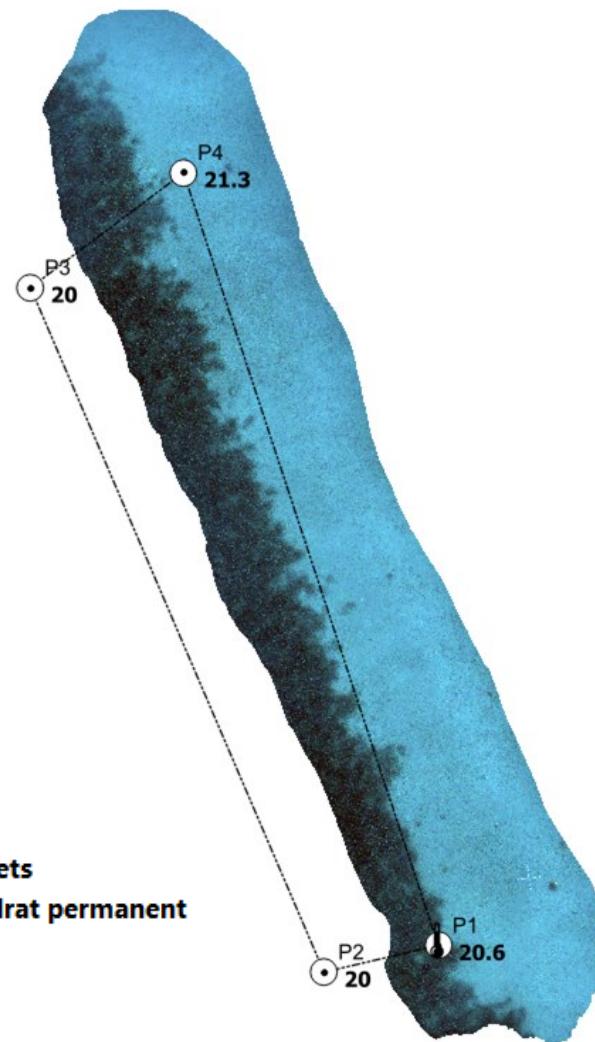
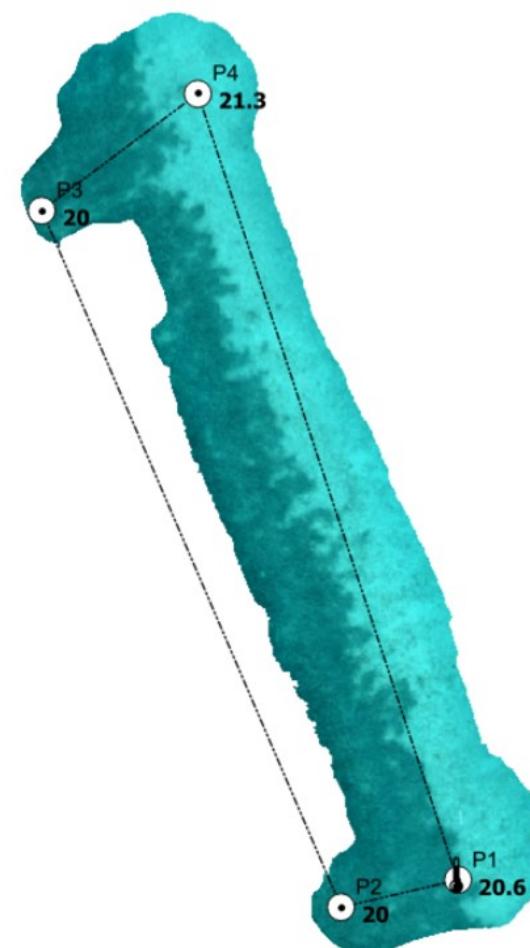


Figure 73: Vues zoomées du site reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2019 (en haut) et 2025 (en bas) montrant la progression de l'herbier (voir distance entre limite de l'herbier et massif rocheux avec cystoseires ( cercle rouge).

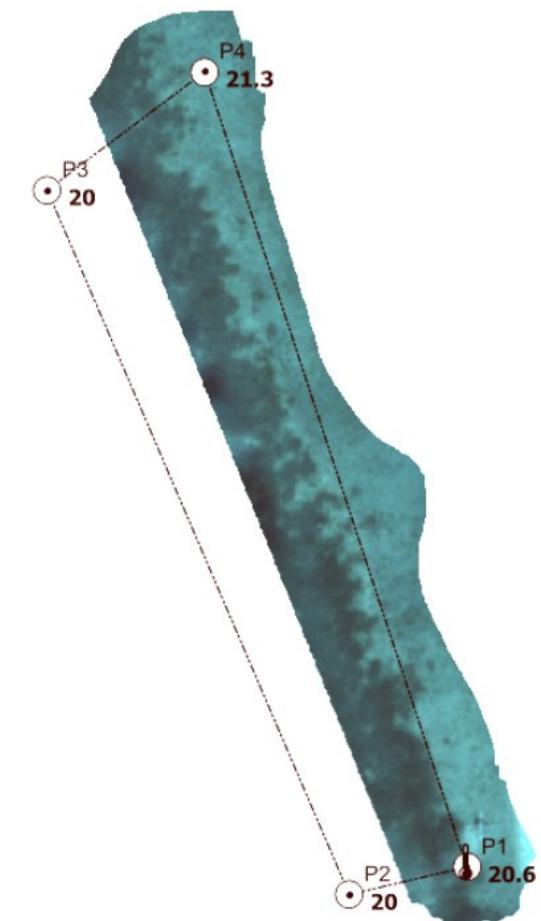
2025



2022



2019

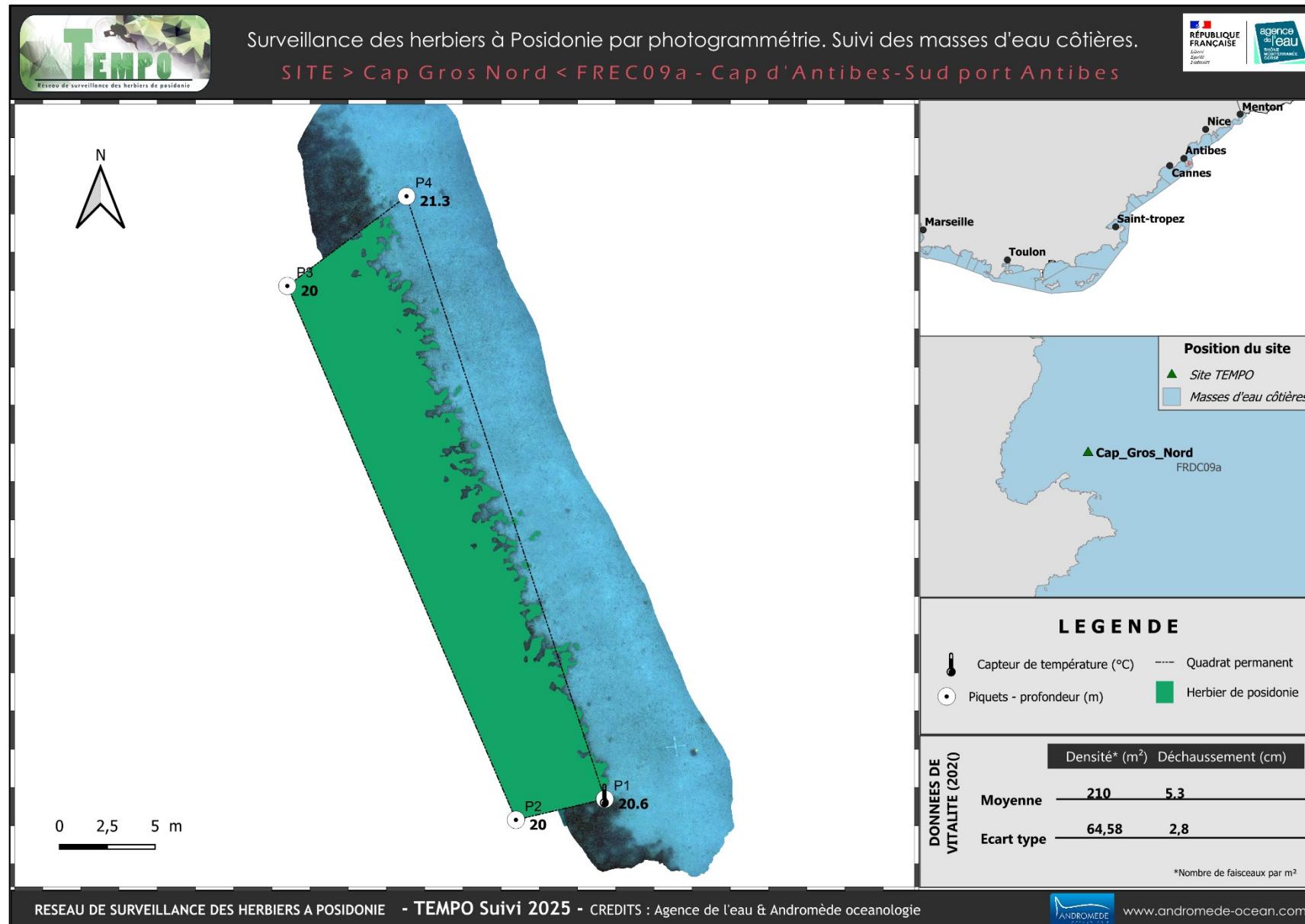


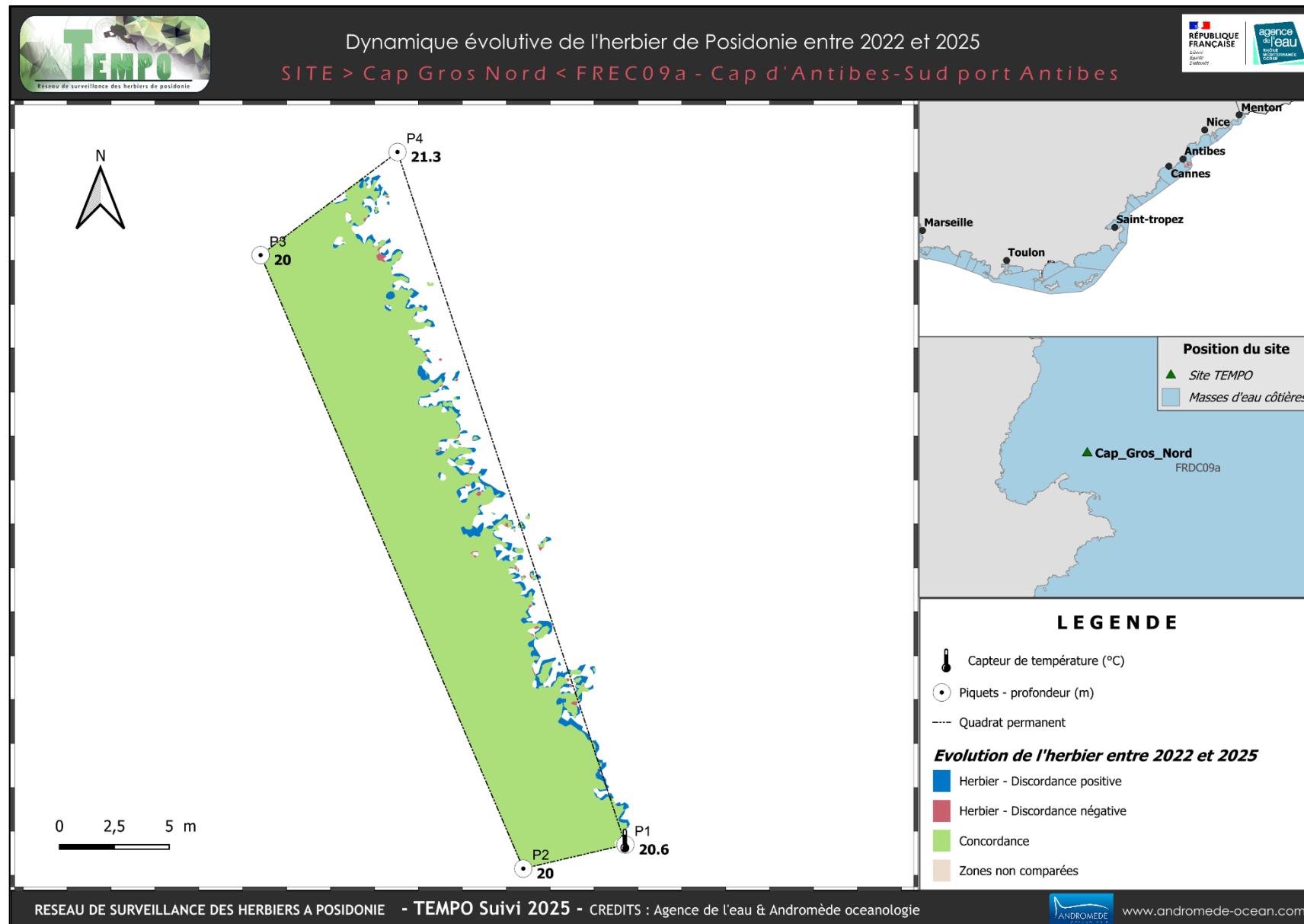
Piquets

Quadrat permanent

Figure 74 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 (au milieu), 2019 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.





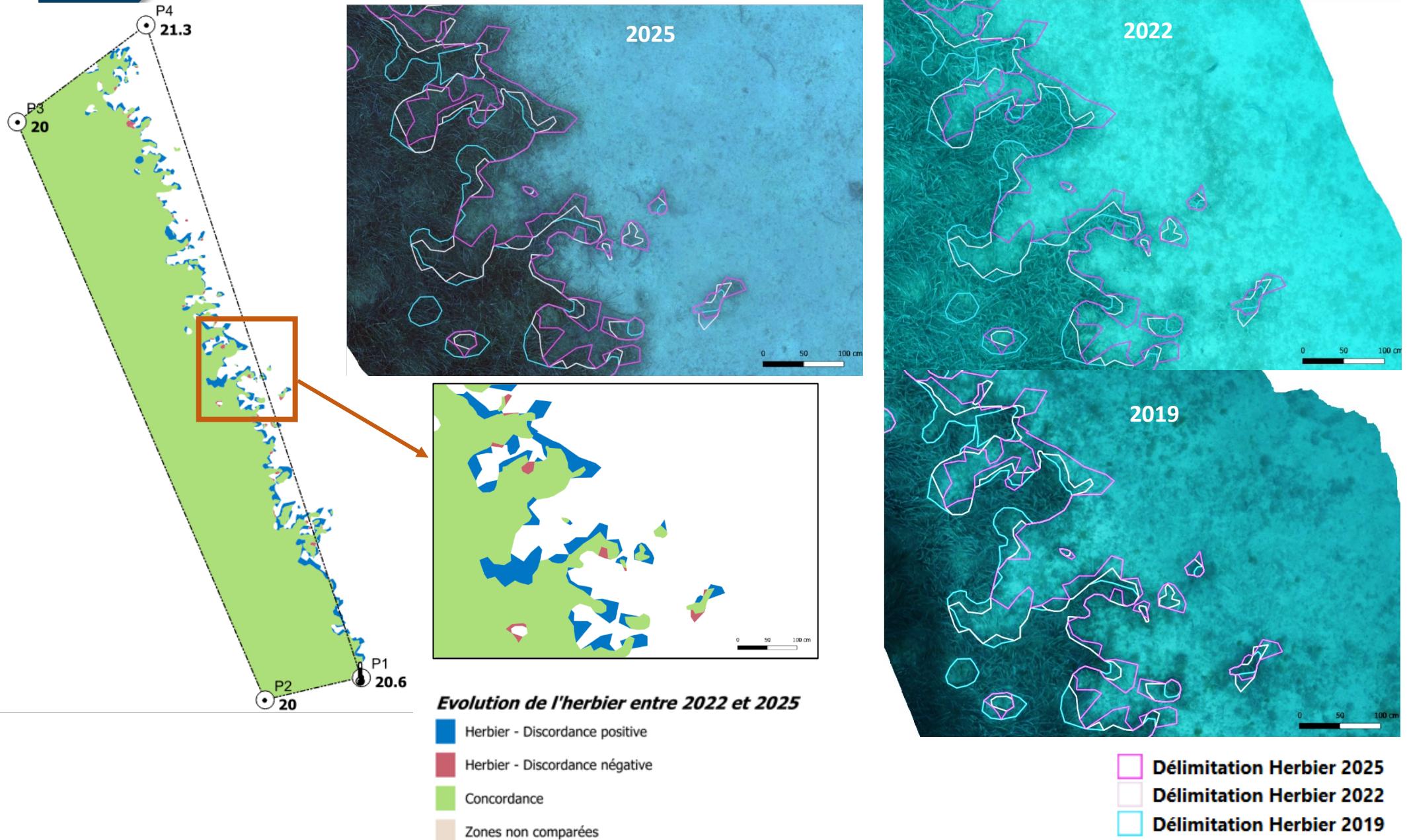


Figure 75 : ZOOMS sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la progression en limite inférieure d'herbier entre 2019 et 2025.

## Cap Gros Nord PI (masse d'eau FREC09a) -- Profondeur intermédiaire

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	substrat légèrement envasé				
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 checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières					
Remarques générales	Nudibranche (a priori <i>Flabellina affinis</i> )				



Figure 76 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 33.415
Longitude :	7 08.550
Date de pose	10/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	22331490
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur une vis à sable à -14,6 m avec flotteur, au milieu de l'herbier



Figure 77 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 à -15 m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,573), 2019 (0,637), 2022 (0,641), 2025 (0,596) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique un **état bon de l'herbier sur tous les suivis**.

L'EQR de l'indice PREI sur le site prospecté en 2016 (0,571) et 2022 (0,581) indique un bon état de l'herbier. En 2019, l'EQR PREI était de 0,535, il avait légèrement diminué depuis 2016 et l'état écologique de l'herbier était alors qualifié de moyen. **En 2025, l'EQR (0,505) a également diminué par rapport à 2022 et indique un état moyen de l'herbier.**



Figure 78 : Etat du site TEMPO à -15m selon les indices BIPO (à gauche) et PREI (à droite) au cours des suivis

A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est bon et relativement stable même si l'évolution de la densité de faisceaux à -15m est à surveiller.**

Tableau 33 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 34 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
<b>Nom du site / station</b>	Cap_Gros_Nord_Pl
<b>Date</b>	10/06/2025
<b>Heure</b>	16:50:00
<b>Latitude</b>	43 33.415
<b>Longitude</b>	7 08.550
<b>Habitat</b>	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
<b>Profondeur du site (m)</b>	15
<b>Espèces remarquables</b>	NA
<b>Perturbations observées</b>	Macrodéchets
<b>Température de l'eau (°C)</b>	16
<b>Nom des plongeurs</b>	Barroil, Schies
Caractéristiques prélèvements ADNe	
<b>Profondeur ADN (m)</b>	14
<b>Durée de filtration</b>	30 min
<b>Type de filtre ADN</b>	0,2 µm
<b>Kit</b>	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
<b>Nom de la pompe</b>	Andro 2
<b>N° filtre ADN - 1</b>	<b>N° filtre ADN - 2</b>
SPY2402036	SPY2402037
<b>Méthode de filtration</b>	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **25 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 35 : Liste d'espèces de poissons inventoriées par ADNe

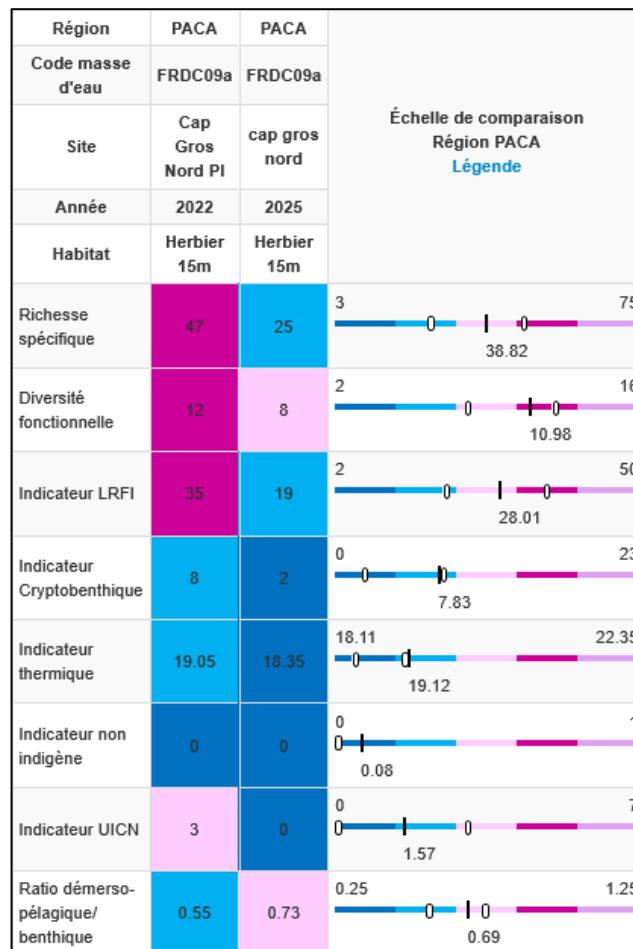
Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
cap_gros_nord_pi	Serranidae	<i>Anthias</i>	<i>anthias</i>	Babier commun
cap_gros_nord_pi	Gobiidae	<i>Aphia</i>	<i>minuta</i>	Gobie transparent
cap_gros_nord_pi	Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>	Bogue
cap_gros_nord_pi	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>	Castagnole
cap_gros_nord_pi	Congridae	<i>Conger</i>	<i>conger</i>	Congre commun
cap_gros_nord_pi	Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>	Girelle commune
cap_gros_nord_pi	Moronidae	<i>Dicentrarchus</i>	<i>labrax</i>	Bar commun
cap_gros_nord_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>	Sparaillon
cap_gros_nord_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>	Sar à tête noire
cap_gros_nord_pi	Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasicolus</i>	Anchois commun
cap_gros_nord_pi	Gobiidae	<i>Lesueurigobius</i>	<i>suerii</i>	Gobie de Lesueur
cap_gros_nord_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>	Rouget de vase
cap_gros_nord_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche
cap_gros_nord_pi	Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>	Murène commune
cap_gros_nord_pi	Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>	Sardine
cap_gros_nord_pi	Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde
cap_gros_nord_pi	Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>colias</i>	Maquereau espagnol
cap_gros_nord_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i>	Petite rascasse rouge
cap_gros_nord_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i>	Rascasse brune
cap_gros_nord_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>scrofa</i>	Rascasse rouge
cap_gros_nord_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
cap_gros_nord_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
cap_gros_nord_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole

cap_gros_nord_pi	Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
cap_gros_nord_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé

#### Valeurs des indicateurs

La majorité des indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022** et sont **en-dessous de la moyenne régionale** sauf l'indicateur thermique qui est proche de la moyenne de la région Sud.

Tableau 36 : Comparaison régionale des indicateurs



## VI.G. Masse d'eau FRDC08e

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



## Juan (masse d'eau FRDC08e) – Limite inférieure

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16				
Visibilité (m)	8				
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	Envassé				
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 checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Algues vertes type <i>Ulve</i> sur le substrat rocheux, autour de l'herbier				
Perturbations physiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input checked="" type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Piquet avec une bouteille à l'envers dessus colonisé				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Peyssonnelia, udotée, girelles ( <i>Coris julis</i> ), <i>Myriapora truncata</i> , éponges diverses --> sur les massifs rocheux. Chapon ( <i>Scorpaena scrofa</i> ), gobie ( <i>Gobius sp.</i> ), bancs de sars à tête noire ( <i>Diplodus vulgaris</i> ), barbiers ( <i>Anthias anthias</i> ),				



Figure 79 : Illustrations du site Juan en limite inférieure (2025).

Le site « Juan » est présent dans la masse d'eau 'Pointe de la Galère - Cap d'Antibes' (FREC08e), à l'Est du golfe Juan. L'herbier se développe sur un fond sablo-vaseux.

### b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 32.743
Longitude :	7 06.360
Date de pose	11/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10950616
Profondeur du capteur (m)	28,00
N° de piquet du quadrat	aucun
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 min
Description de la zone	Le capteur se trouve au centre de la PG sur un piquet avec flotteur




Figure 80 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 en limite inférieure.

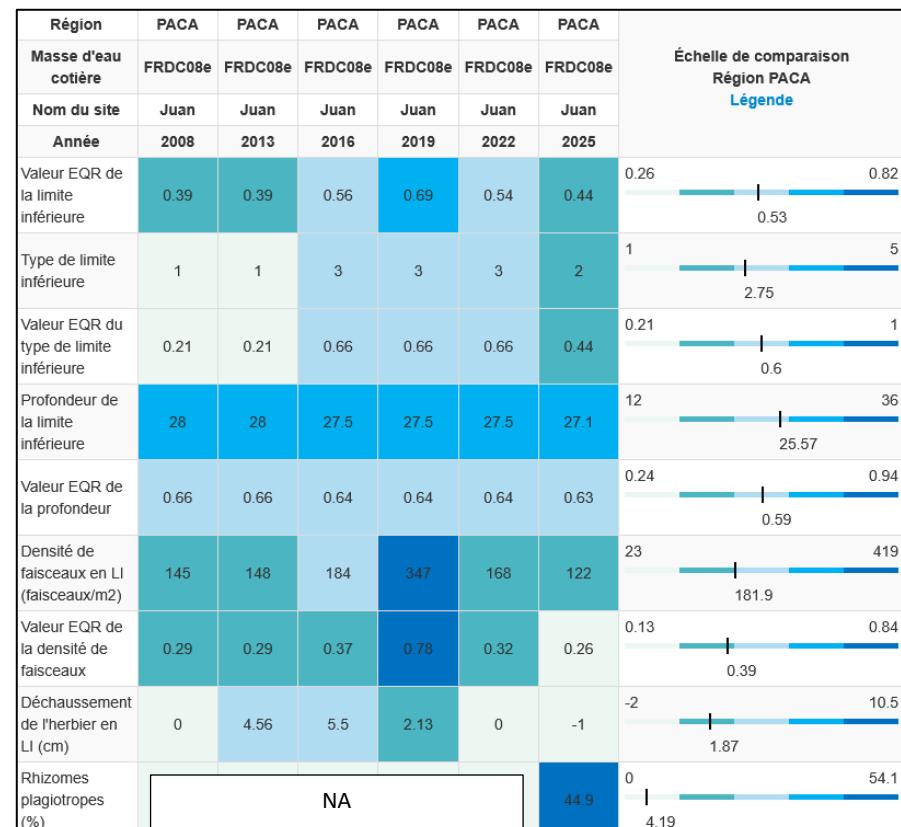
### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

La limite inférieure est qualifiée en 2025 de **clairsemée** (anciennement franche en tâches (à faible recouvrement)). Elle se situe à **27,1 mètres de profondeur** d'après les derniers relevés de 2025. Elle est prolongée d'une étendue de matte morte et de sable avec de nombreux faisceaux isolés.

La densité moyenne en 2025 est de **121,6 ± 42,9 faisceaux /m<sup>2</sup>** ( $168 \pm 67,9$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022,  $347 \pm 68,1$  faisceaux/m<sup>2</sup> en 2019 ;  $184 \pm 52,2$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016 ;  $148 \pm 44,2$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013 et  $145$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2008). L'herbier est donc en **état normal en 2025** (état excellent en 2019 et bon en 2016 et 2022 ; normal en 2013 et 2008) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini

*et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est normale en 2025 (comme tous les suivis à part en 2019 où elle est subnormale supérieure).

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



Le déchaussement de l'herbier est faible pour les différentes années de suivi (<5 cm) sauf en 2016 (>5 cm).

Le taux de rhizomes plagiotropes, mesuré en 2025, est de 44,9 % traduisant un **herbier en légère progression**.

L'EQR Site en 2016 (0,557), 2019 (0,693), 2022 (0,540), est au-dessus de la moyenne régionale Sud alors qu'en 2008, 2013 et 2025 (0,443) l'EQR Site est en dessous de la moyenne régionale. De 2013 à 2019 on observe une augmentation de la valeur de l'EQR Site lié à une augmentation de la densité de faisceaux notamment. Néanmoins, en 2022, l'EQR Site est en baisse et continu de baisser en 2025. Le site Juan conserve un **état écologique « moyen » en 2025** (comme en 2022).

#### d. Perturbations observées

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** :

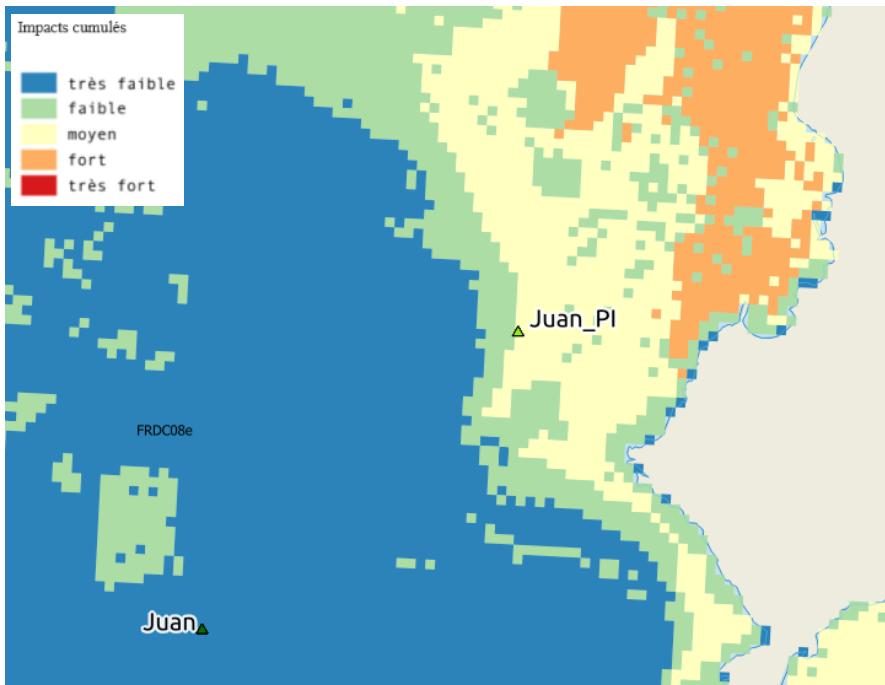


Figure 81 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

A proximité du site, des zones de dégradation très importantes ont été relevées dans l'herbier (**traces liées au mouillage forain**).

Sur le site, *Caulerpa cylindracea* est rencontrée depuis 2019 sur le sable parmi l'herbier. On note en 2022 la présence **d'algues filamentueuses**. Des **macrodéchets** (piquet avec bouteille à l'envers dessus) sont observés depuis 2022. En 2025, des **algues vertes type ulves** sont observées (signe d'une pollution ? Lien avec le mouillage des grandes unités ?).



Figure 82 : Algues vertes type ulves observées en 2025.

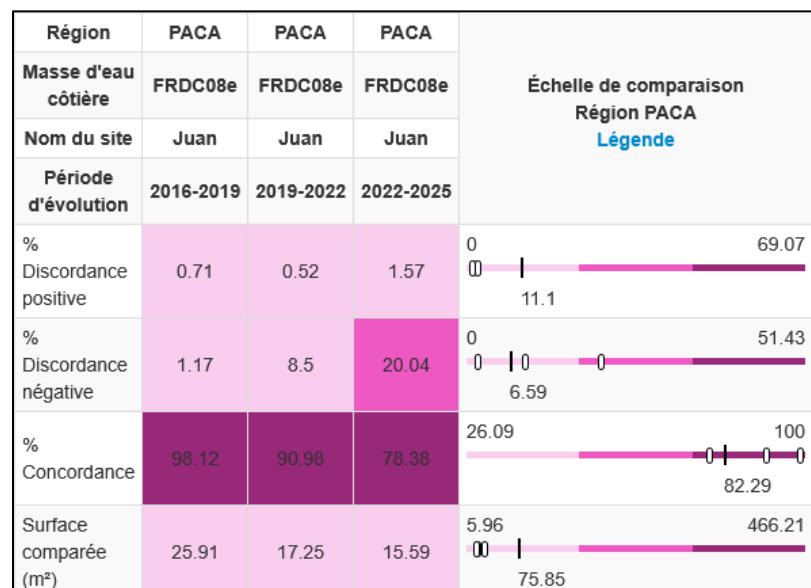
#### e. Données historiques

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

#### f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Ce site est suivi depuis 2008 (Descamp *et al.*, 2011). 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 38 : 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.



Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2022-2025, on observe sur ce site 1,57 % de discordance positive, 20,04 % de discordance négative et 78,38 % de concordance. L'indice d'évolution (-0,85) indique un herbier en forte régression.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2019-2022, on observe sur ce site 0,52 % de discordance positive, 8,50 % de discordance négative et 90,98 % de concordance. L'indice d'évolution (-0,89) indique un herbier en forte régression.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 0,71 % de discordance positive, 1,17 % de discordance négative et 98,12 % de concordance. L'indice d'évolution (-0,24) indique un herbier stable.

Des valeurs similaires au suivi 2016-2019 sont relevées sur les années antérieures. On note une différence au niveau des surfaces comparées entre les différentes années de suivi. Entre 2019 et 2022, une balise a été arrachée (ancrage ?) donc une délimitation de la zone a été effectuée de nouveau. De nombreuses algues sont présentes en 2022 (voir figures suivantes) sur le substrat, donnant une impression visuelle de progression d'herbier sur les orthophotographies mais ce sont seulement des algues.

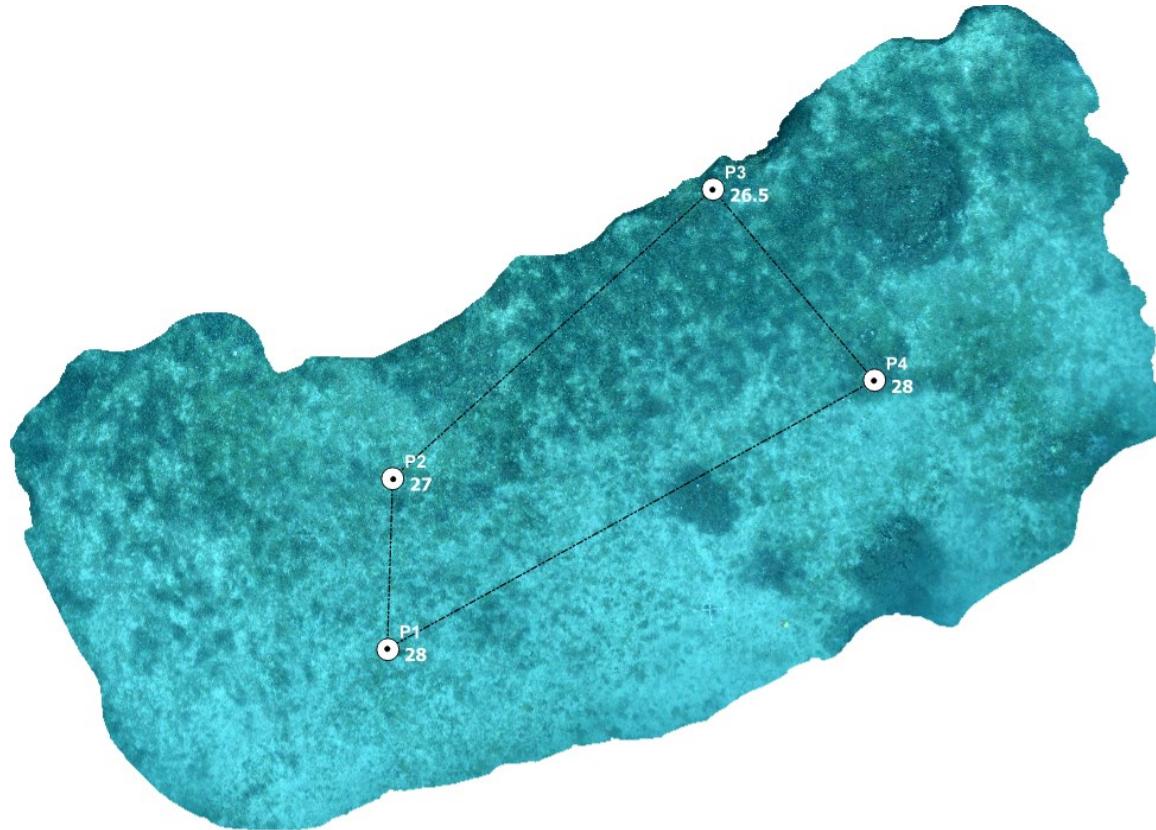
La dynamique évolutive de l'herbier montre un herbier globalement stable entre 2008 et 2019, et depuis 2019 une tendance à très fortement régresser. Cette régression peut s'expliquer par la localisation du site dans une zone de mouillage obligatoire pour les navires d'une longueur hors-tout supérieure ou égale à 80 m ([Arrêté 131/2022](#)). En 2025, les paramètres de vitalité sont en faveur d'un herbier qui se dégrade (baisse de la densité de faisceaux, profondeur de la limite inférieure qui remonte) mais le taux de rhizomes plagiotropes montre la capacité de recolonisation de l'herbier.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en état écologique médiocre entre 2008 et 2013, et classe entre 2013 et 2016 l'herbier en état écologique moyen mais qui s'est nettement amélioré entre 2016 et 2019 (herbier en bon état écologique) et qui, depuis est en état écologique moyen.

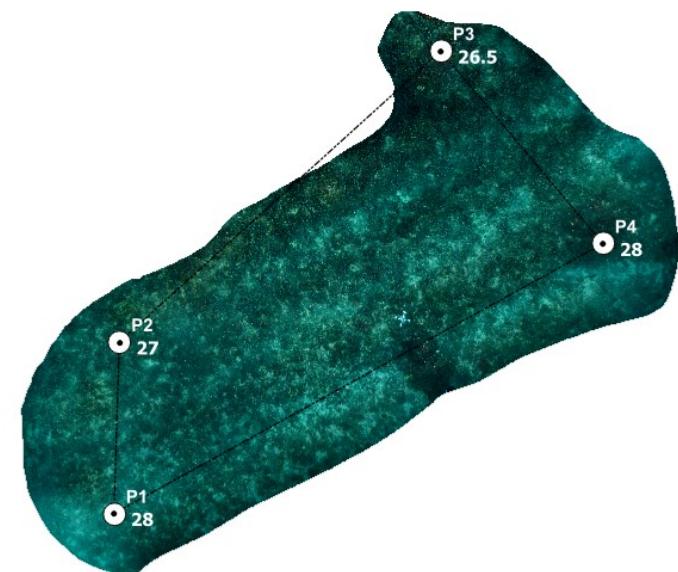
La photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D seront bientôt disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Juan en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de 800 photographies. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de 514 m<sup>2</sup>.

2025



2022



2019

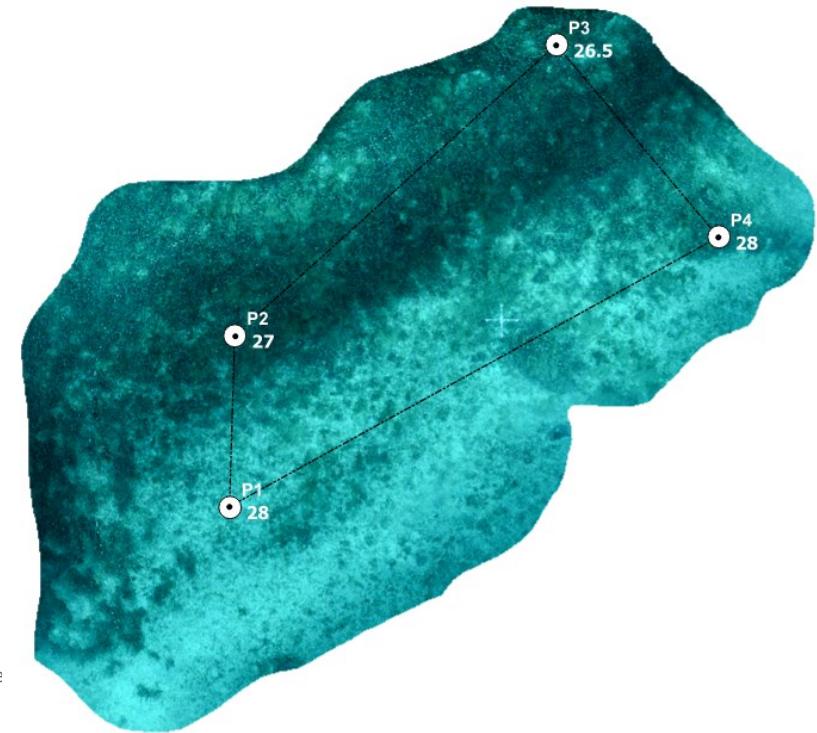
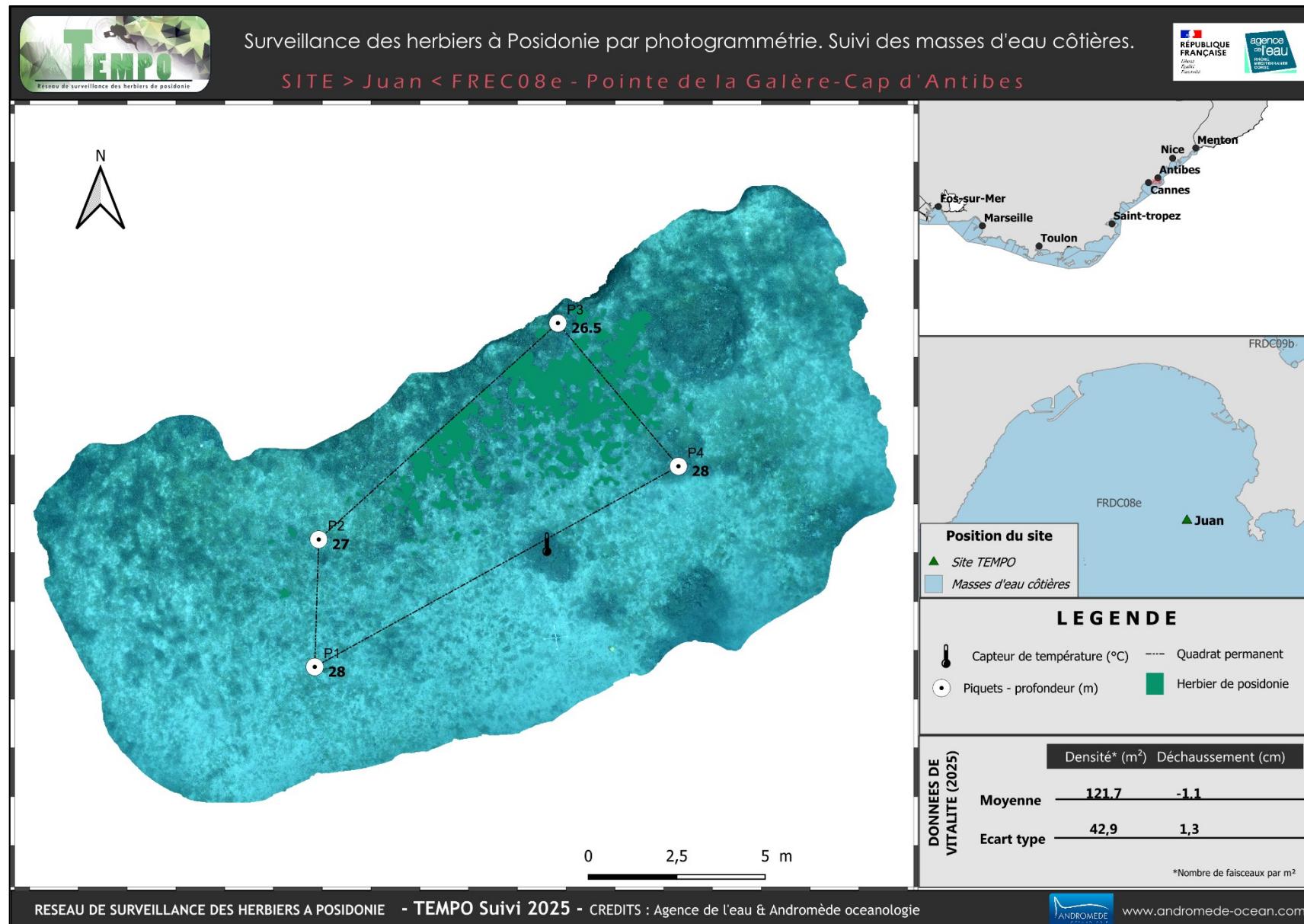
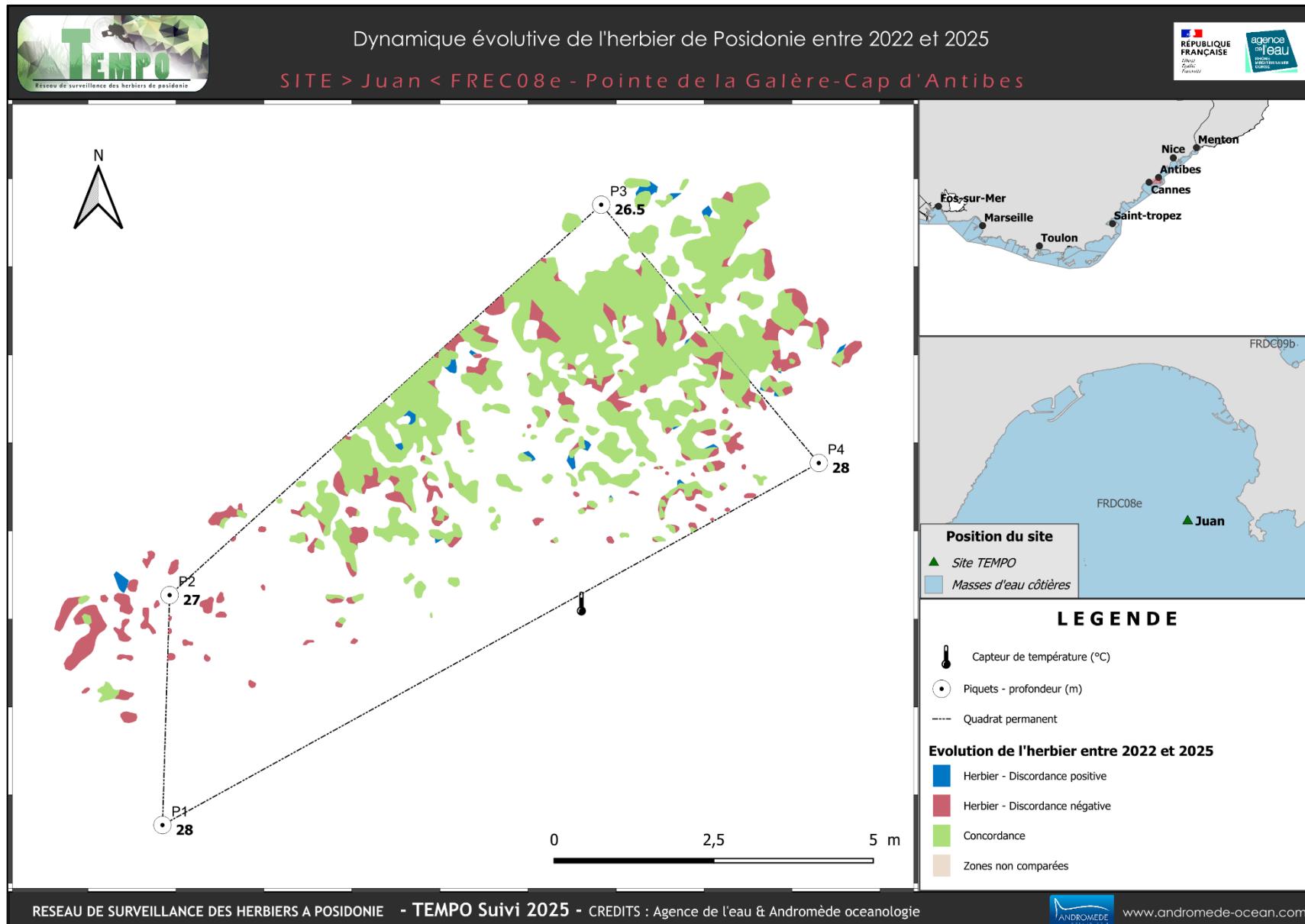
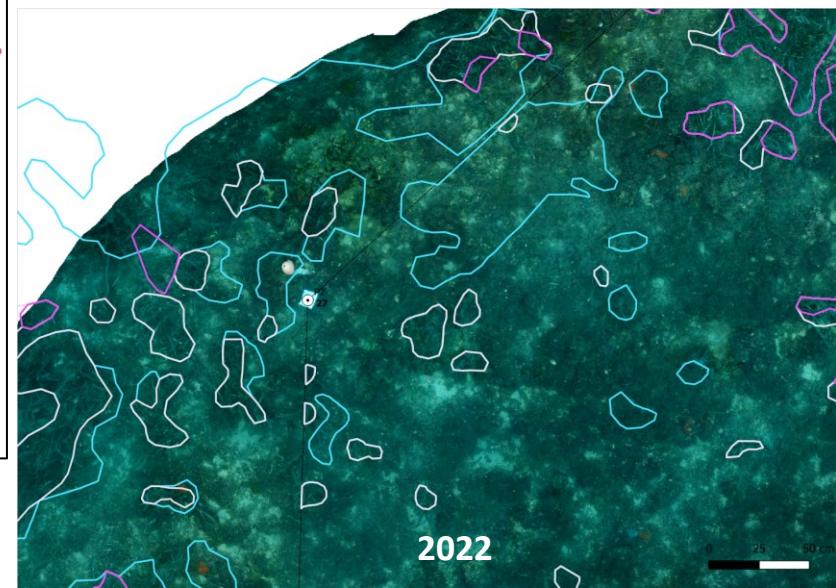
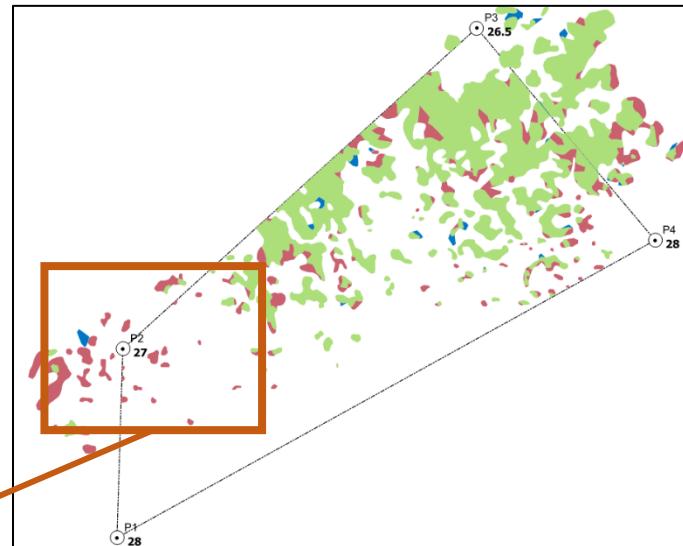
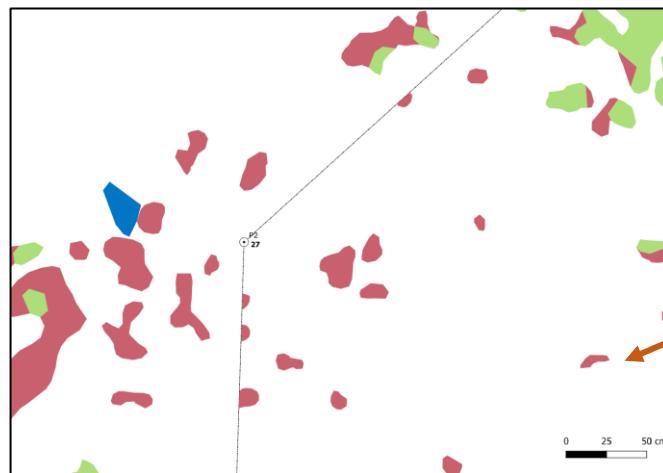


Figure 83 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 et 2019 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.







#### Evolution de l'herbier entre 2022 et 2025

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

- Délimitation Herbier 2025
- Délimitation Herbier 2022
- Délimitation Herbier 2019

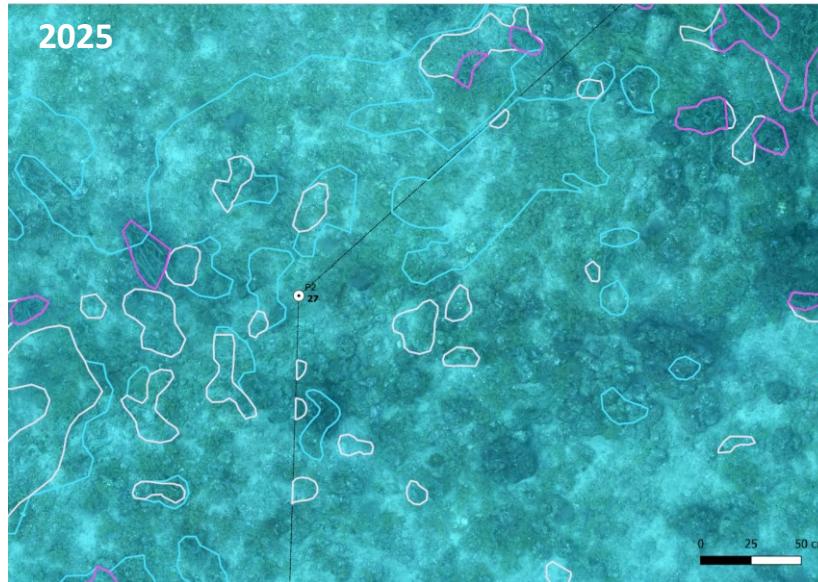


Figure 84 : ZOOMS à l'extrême ouest du site TEMPO reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la forte régression d'herbier entre 2019 et 2025.

## Juan PI (masse d'eau FREC08e) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16				
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	Beaucoup de rhizomes plagiotropes				
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	NA				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières					
Remarques générales	Girelles ( <i>Coris julis</i> ), sars à tête noire ( <i>Diplodus vulgaris</i> ), serran écriture ( <i>Serranus scriba</i> )				



Figure 85 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 33.074
Longitude :	7 06.845
Date de pose	11/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	21155662
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur dans l'herbier dans tache de sable grossier



Figure 86 : Données et photo du capteur posé en 2022 à -15 m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

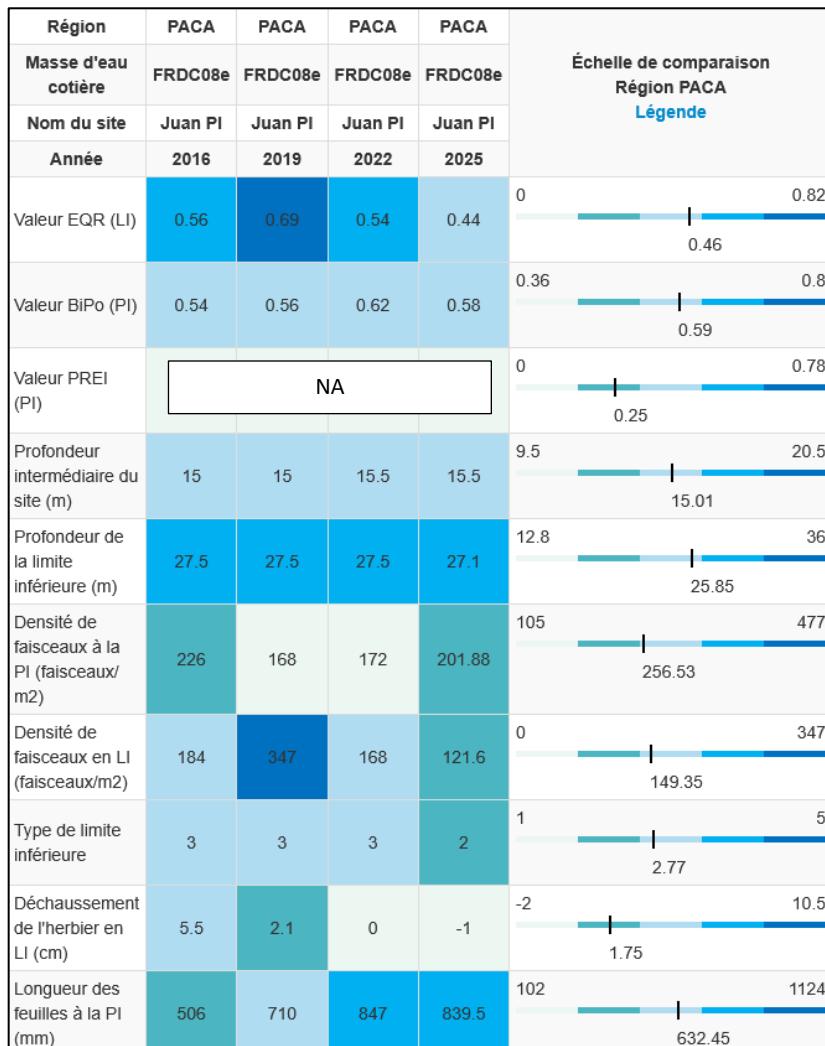
L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,543), 2019 (0,564), 2022 (0,615), 2025 (0,578) est **proche de la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud. Il augmente très légèrement au cours des suivis jusqu'en 2022 puis baisse en 2025. Il indique **un état écologique bon de l'herbier depuis 2019** (moyen en 2016).

A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est bon même s'il se détériore légèrement en 2025** en lien avec la baisse de densité de faisceaux en limite inférieure et du type de limite.



Figure 87 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis.

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



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 40 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Juan_Pl
Date	11/06/2025
Heure	16:02
Latitude	43 33.074
Longitude	7 06.845
Habitat	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	15
Espèces remarquables	NA
Perturbations observées	Traces de mouillage
Température de l'eau (°C)	16
Nom des plongeurs	Barroil, Personnic
Caractéristiques prélèvements ADNe	
Profondeur ADN (m)	15
Durée de filtration	30 min
Type de filtre ADN	0,2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
Nom de la pompe	Andro 1
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2402040	SPY2402041
Méthode de filtration	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **29 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 41 : Liste d'espèces de poissons inventoriées par ADNe

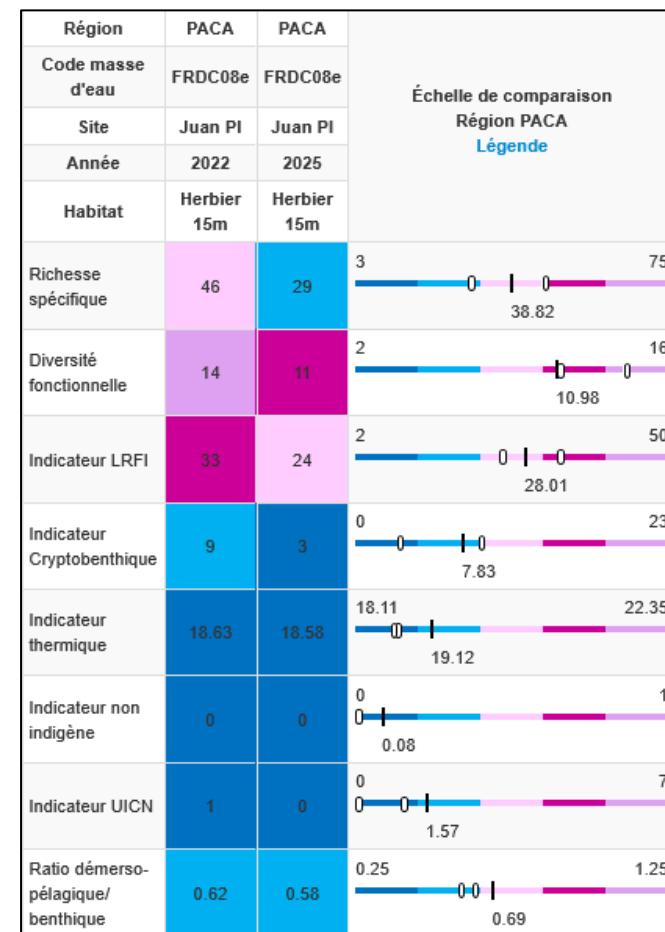
Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
juan_pi	Serranidae	<i>Anthias</i>	<i>anthias</i>	Babier commun
juan_pi	Bothidae	<i>Arnoglossus</i>	<i>thori</i>	Arnoglosse de Thor
juan_pi	Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>	Bogue
juan_pi	Mugilidae	<i>Chelon</i>	<i>auratus</i>	Mulet doré
juan_pi	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>	Castagnole
juan_pi	Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>	Girelle commune
juan_pi	Moronidae	<i>Dicentrarchus</i>	<i>labrax</i>	Bar commun
juan_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>	Sparaillon
juan_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>	Sar commun
juan_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>	Sar à tête noire
juan_pi	Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>cruentatus</i>	Gobie à bouche rouge
juan_pi	Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>xanthocephalus</i>	Gobie à tête jaune
juan_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>	Rouget de vase
juan_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche
juan_pi	Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>	Murène commune
juan_pi	Gobiidae	<i>Odondebuenia</i>	<i>balearica</i>	Gobie des Baléares
juan_pi	Mugilidae	<i>Oedalechilus</i>	<i>labeo</i>	Mulet labéon
juan_pi	Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>	Sardine
juan_pi	Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>	Saupe
juan_pi	Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>colias</i>	Maquereau espagnol
juan_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i>	Rascasse brune
juan_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>	Serran-chèvre
juan_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
juan_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale

juan_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
juan_pi	Sparidae	<i>Spondylisoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
juan_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
juan_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon
juan_pi	Uranoscopidae	<i>Uranoscopus</i>	<i>scaber</i>	Uranoscope

### Valeurs des indicateurs

Tous les indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022** et sont **en-dessous de la moyenne régionale** sauf l'indicateur thermique de diversité fonctionnelle qui est proche de la moyenne de la région Sud.

Tableau 42 : Comparaison régionale des indicateurs



## Plage Suveret (masse d'eau FRDC08e) – Limite inférieure = Profondeur intermédiaire

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19				
Visibilité (m)	5				
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 :	Sable fin très envasé				
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 checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :	Nombreux macrodéchets (pneu, bouteille en verre, plot, ...)				
Espèces particulières	Castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), Holothuries ( <i>Holothuria tubulosa</i> ), sar commun ( <i>Diplodus sargus</i> ), Crénilabre à queue noire ( <i>Syphodus melanocerca</i> ), Serran chèvre ( <i>Serranus cabrilla</i> ), Serran écriture ( <i>Serranus scriba</i> )				

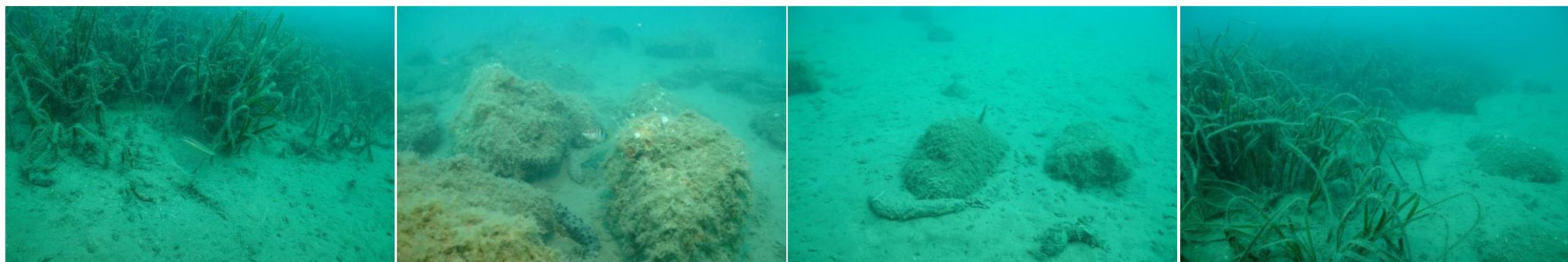


Figure 88 : Illustrations du site Plage Suveret (2025)

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



Figure 89 : Site plage Suveret, face à Théoule sur mer (2013).

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

#### b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 30.630
Longitude :	6 56.387
Date de pose	10/06/2025
Heure de lancement	20h00
N° capteur	10827969
Profondeur du capteur (m)	13
N° de piquet du quadrat	Piquet 1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Vis à sable au niveau du piquet 1, au niveau d'un rocher

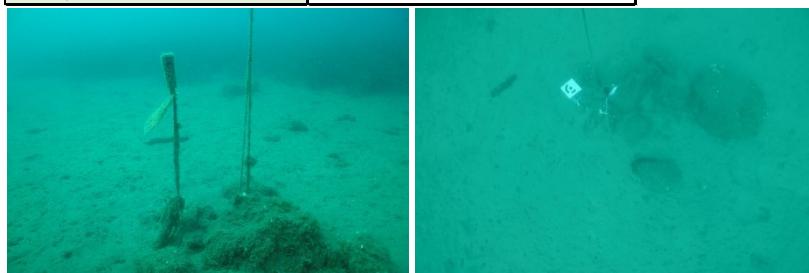
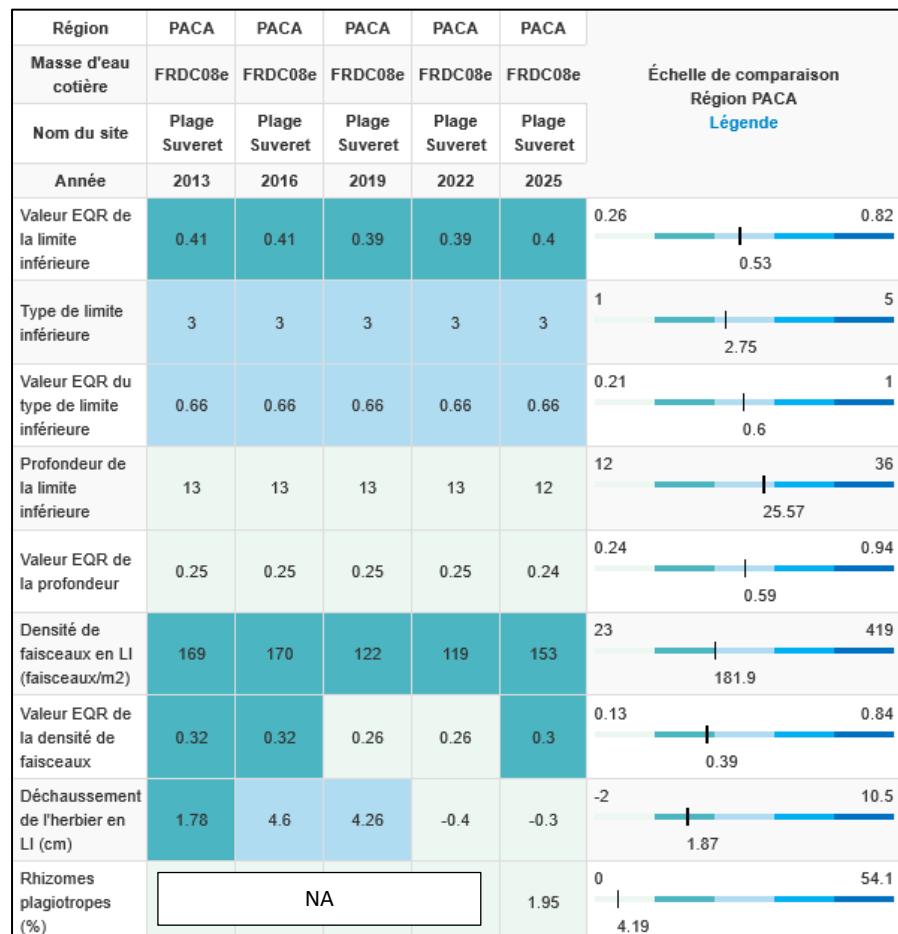


Figure 90 : Données et photos du capteur récupéré (à gauche) et posé (à droite) en 2025.

#### 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.



La limite inférieure est peu profonde (située à **11,8 mètres de profondeur** d'après les derniers relevés de 2025), **franche en tâches (faible recouvrement)**. On observe la présence de matte morte et de faisceaux isolés.

La densité moyenne en 2025 est de **152,5 ± 61,7 faisceaux /m<sup>2</sup>** (119,3 ± 33 faisceaux/m<sup>2</sup> en 2022, 122 ± 38,28 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019, 170 ± 40,1 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016, 169 ± 50,4 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013). L'herbier en 2025 est donc en **état mauvais** (comme en 2019 et 2022, état médiocre en 2013 et 2016) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **anormale** (comme en 2019 et 2022, sub-normale inférieure en 2013 et 2016).

**Le déchaussement de l'herbier est très faible pour les différentes années de suivi (<5 cm).** **Le taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 1,95 % traduisant un **herbier stable** (<30 % de recouvrement).

L'EQR Site en 2013 et 2016 (0,410), en 2019 et 2022 (0,390), en 2025 (0,400) est en dessous de la moyenne régionale. On observe une chute de la densité de faisceaux en 2019 par rapport aux suivis antérieurs, qui entraîne une petite baisse de la valeur de l'EQR. La densité semble s'être stabilisée entre 2019 et 2022 puis augmente légèrement en 2025. Le statut du site Plage Suveret conserve en 2025 un **état écologique moyen**.

#### d. Perturbations observées

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

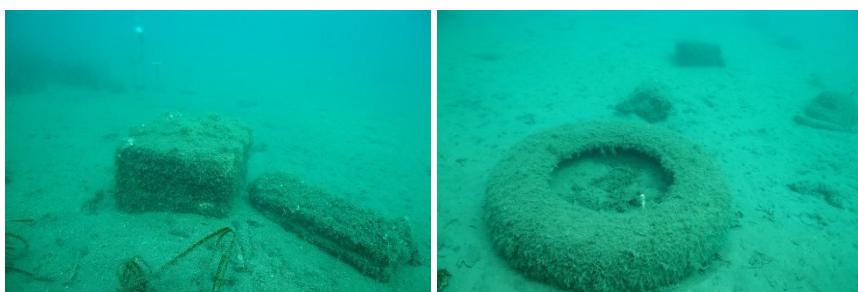


Figure 91 : Macrodéchets observés en 2025 sur le site.

En cumulant les pressions anthropiques à la cartographie des biocénoses, nous constatons que le site se trouve en **zone de faibles impacts cumulés** mais en limite d'une **zone de forts impacts cumulés** :

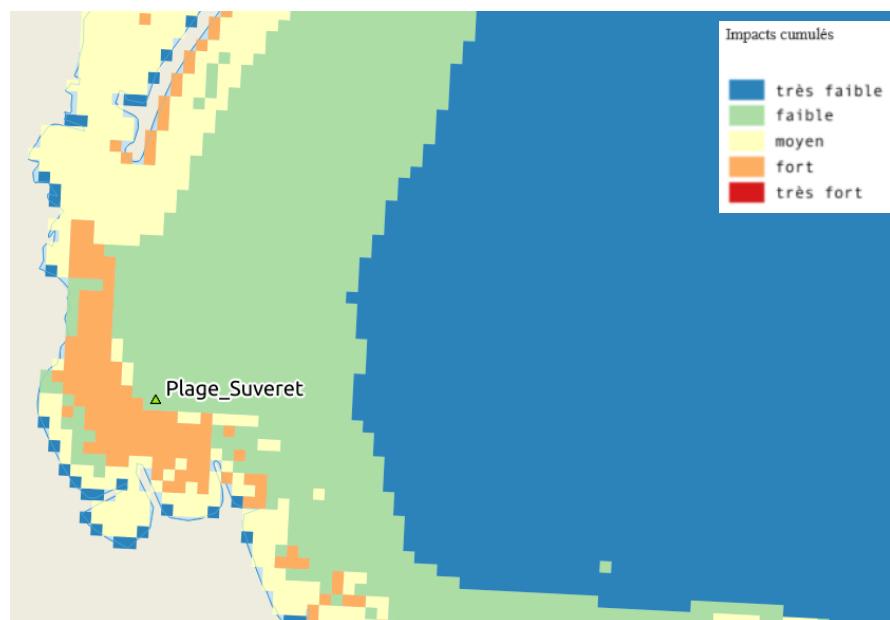


Figure 92 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

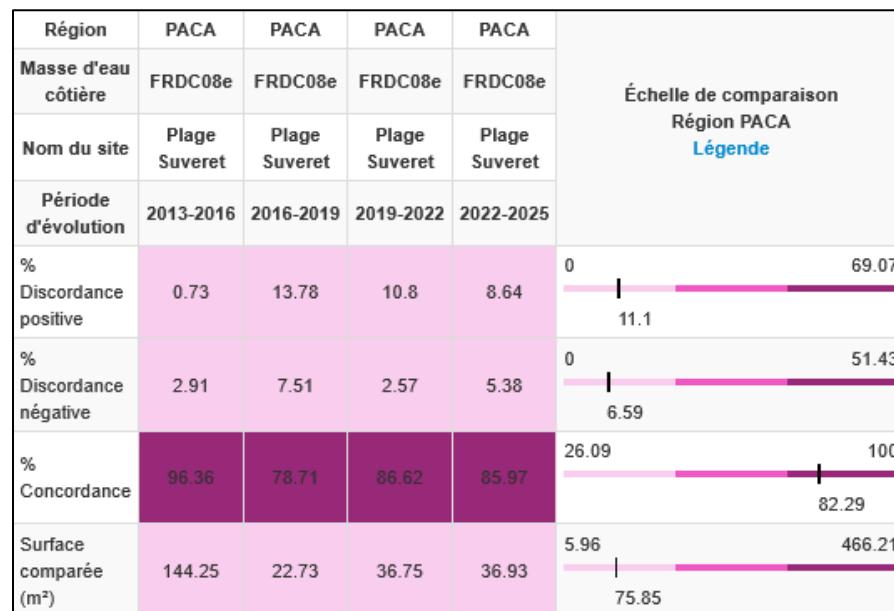
Le site RSP « Théoule sur Mer » a été mis en place en 1995. Le balisage est situé à moins de 30 mètres du site TEMPO sur une profondeur moyenne de -13,1 mètres. En 2004, l'herbier semblait continuer sa régression avec une limite irrégulière présentant de nombreuses indentations. Son état était jugé mauvais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

#### f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

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

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 44 : 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



Ainsi, au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2022-2025**, on observe sur ce site 8,64 % de discordance positive, 5,38 % de discordance négative et 85,97 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,23) indique un herbier stable.**

Ainsi, au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2019-2022**, on observe sur ce site 10,8 % de discordance positive, 2,57 % de discordance négative et 86,62 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,62) indique un herbier en progression.**

Cependant, en raison **d'une mauvaise visibilité** et **d'une importante turbidité sous l'eau**, les acquisitions de télémétrie acoustique et photogrammétrie en 2019 n'ont pas pu être réalisées dans l'ensemble du quadrat et la surface comparable entre 2019 et 2022 concerne

principalement l'herbier continu et pas la limite, expliquant cet indice d'évolution (voir figure suivante).

Les paramètres de vitalité (densité, taux de rhizomes plagiotropes, déchaussement) ainsi que la dynamique évolutive de l'herbier montrent un **herbier en régression jusqu'en 2016, qui s'est stabilisé depuis**.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'une amélioration de l'état de l'herbier, entre 2013 et 2019 passant d'un état écologique médiocre entre 2013 et 2016, à un état écologique moyen entre 2016 et 2019, puis à un bon état écologique entre 2019 et 2022. Entre 2022 et 2025, l'indicateur de dynamique évolutive montre un herbier en état écologique moyen (moins de progression qu'au suivi précédent). Cependant, en raison d'une mauvaise visibilité et d'une importante turbidité sous l'eau en 2019 la microcartographie a principalement concerné la zone d'herbier continu d'où un meilleur indice d'évolution en 2019 et un bon état écologique global calculé par l'indicateur de dynamique évolutive entre 2019 et 2022.

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 Plage Suveret en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de 679 photographies. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de 244 m<sup>2</sup>.

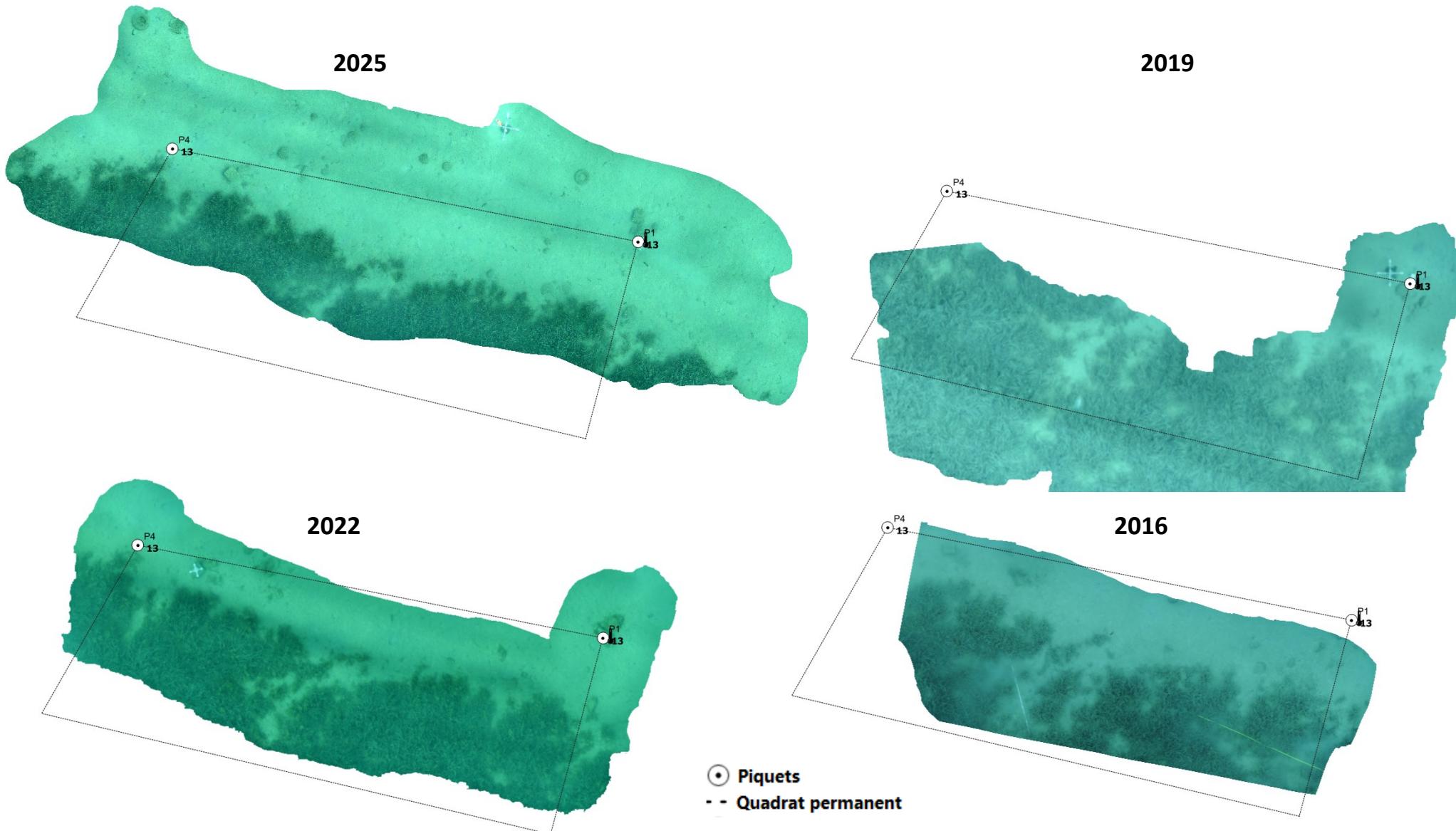
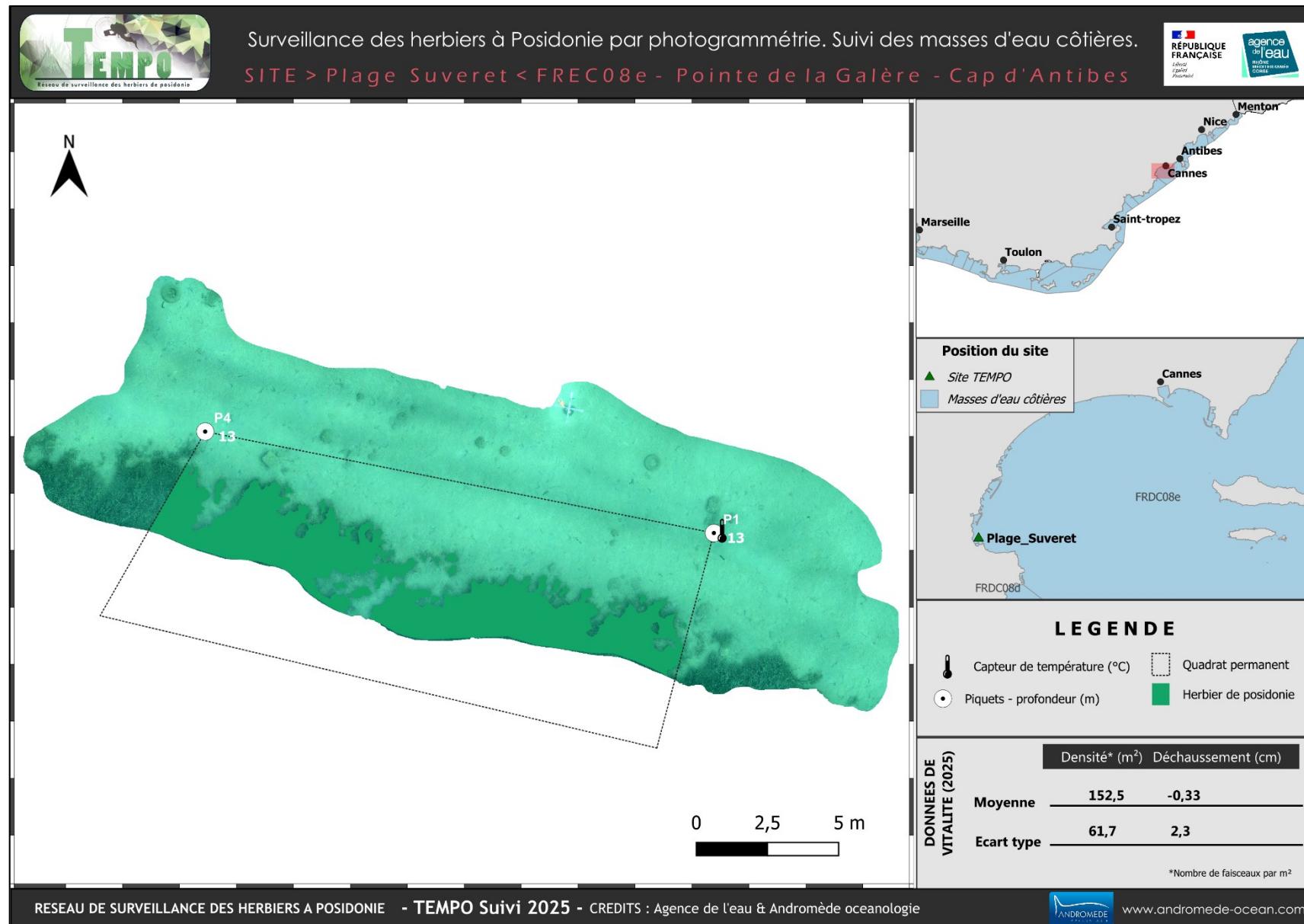
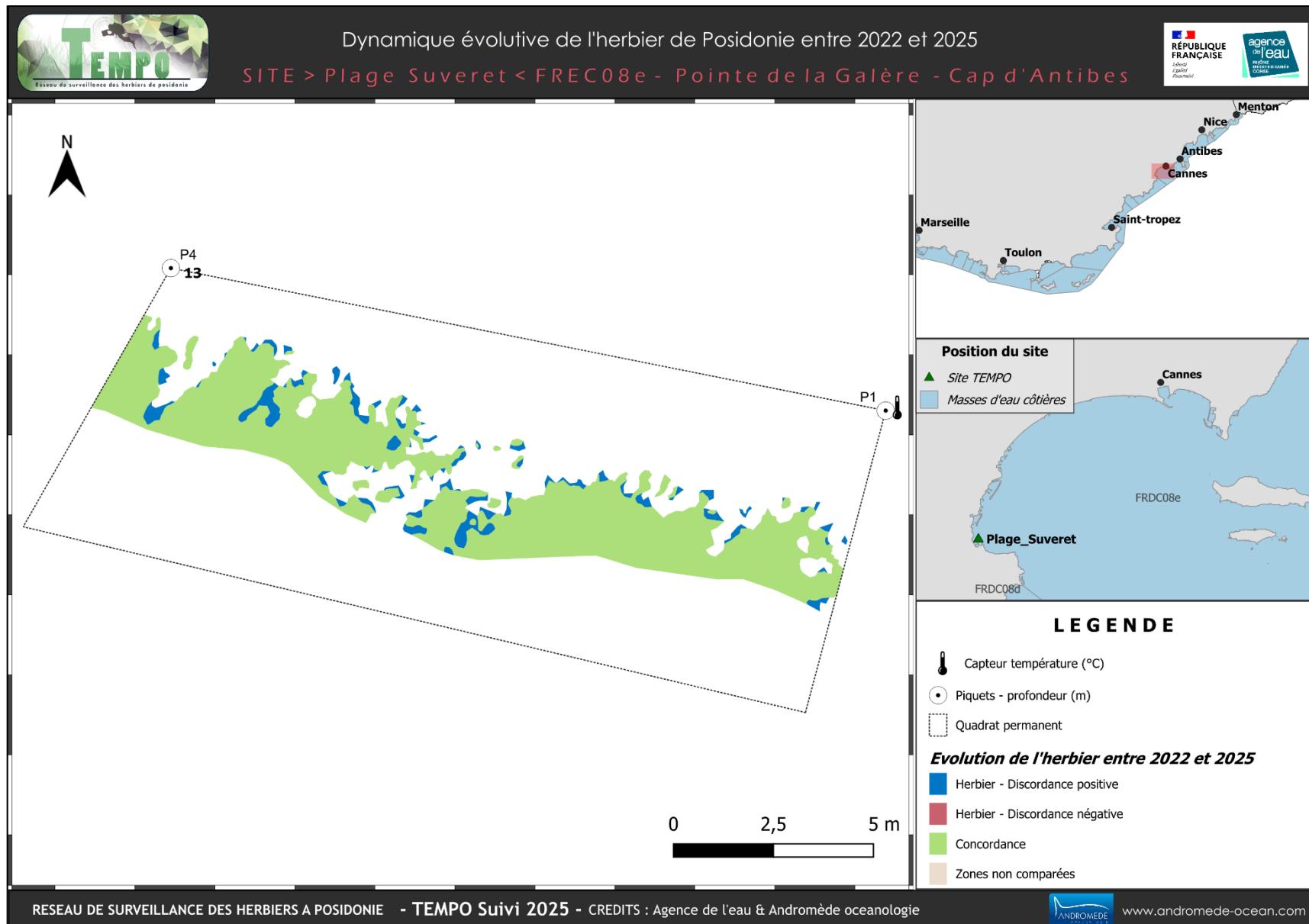


Figure 93 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 et 2022 (à gauche), en 2019 et 2016 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.





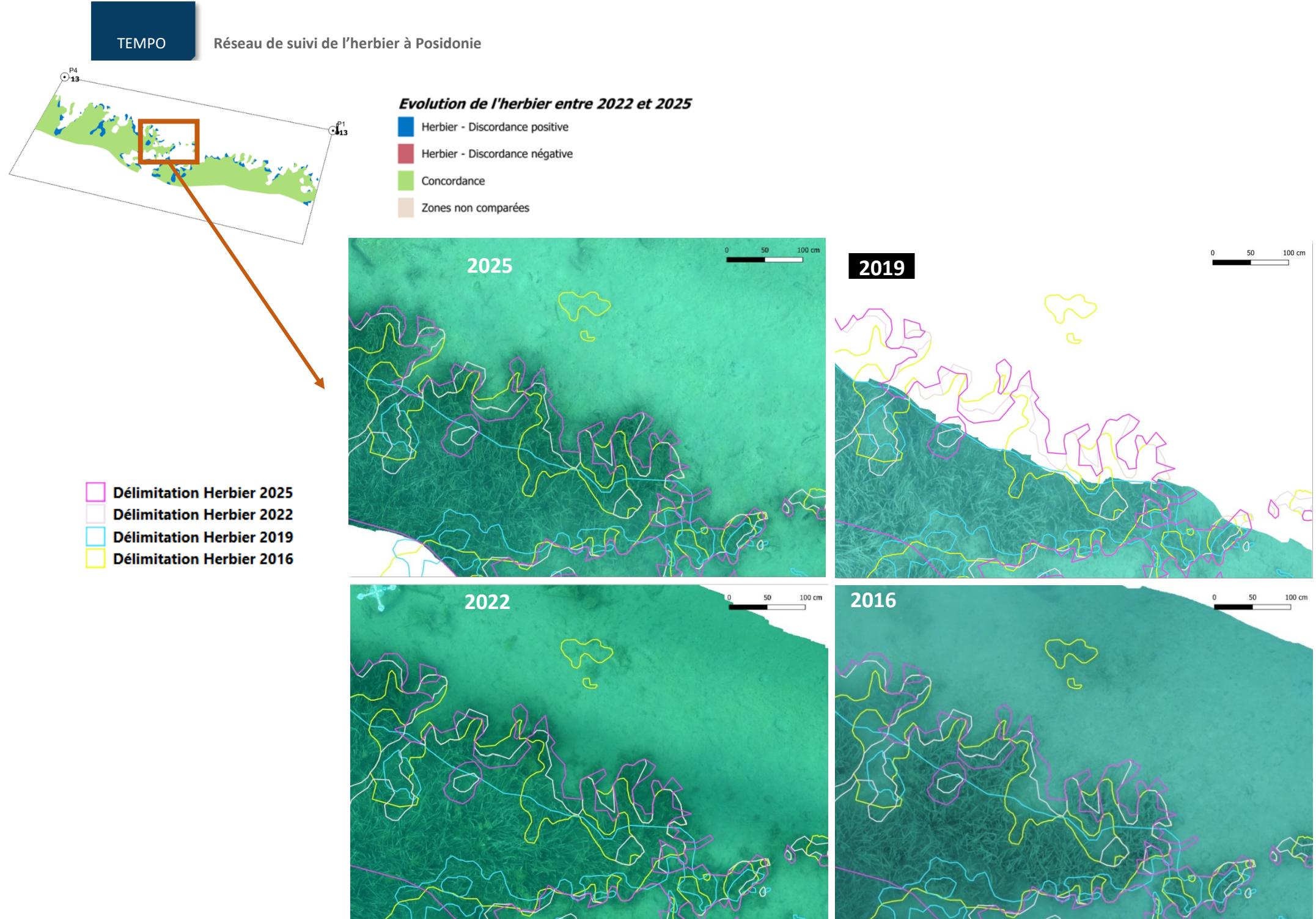


Figure 94 : Zooms sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la stabilité de l'herbier avec quelques zones de progressions, entre 2016 et 2025.

### g. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,438), en 2019 (0,441), en 2025 (0,513) est **inférieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud. En 2022, l'EQR (0,543) augmente (lié à la longueur des feuilles). Sur tous les suivis, cet indice indique un **état moyen de l'herbier**.



Figure 95 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis.

A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est moyen. Il semble s'améliorer entre 2019 et 2022 puis se stabiliser.**



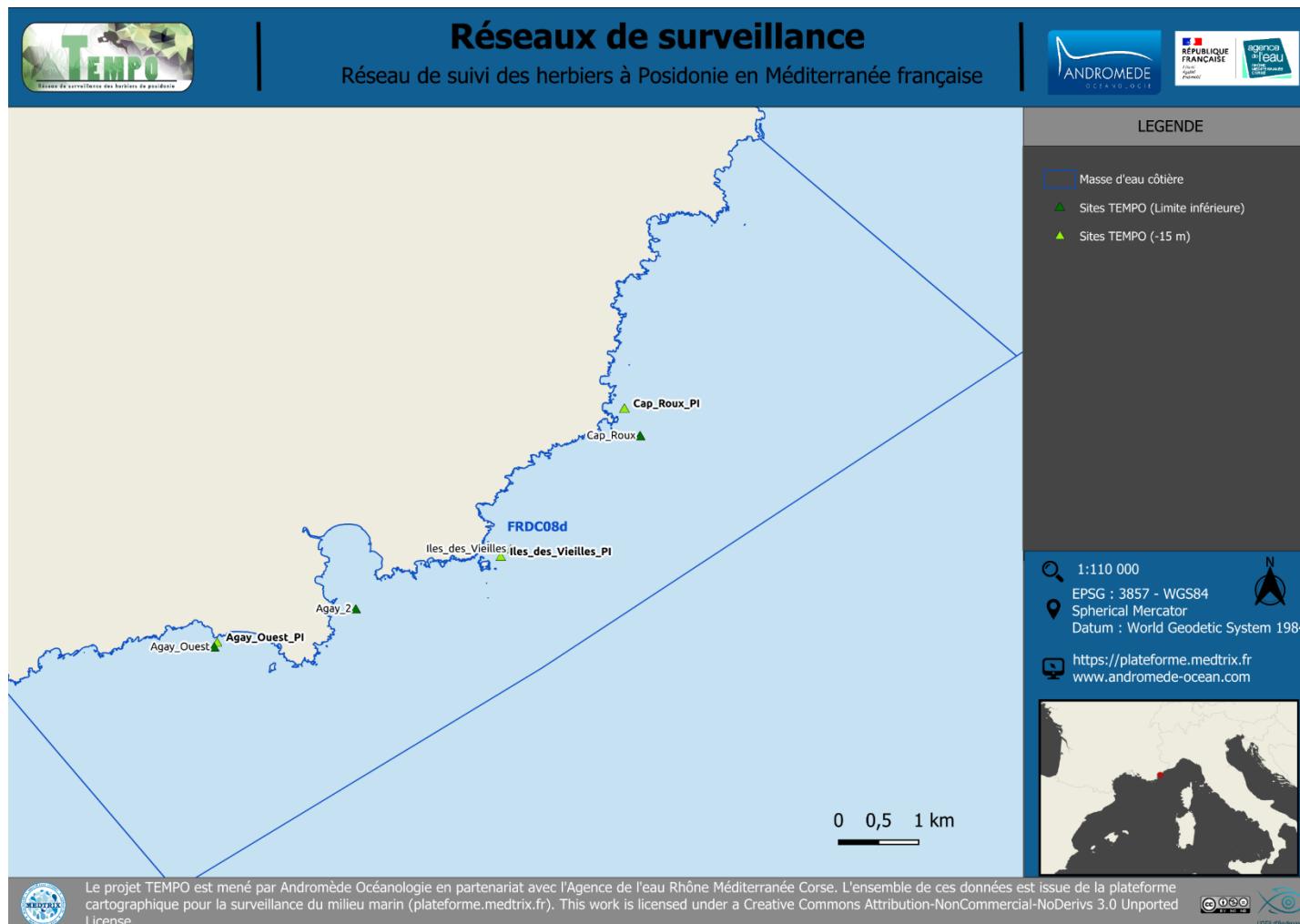
Figure 96 : Illustrations du site Plage Suveret (2025).

Tableau 45 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	
Nom du site	Plage Suveret	Plage Suveret	Plage Suveret	Plage Suveret	
Année	2016	2019	2022	2025	
Valeur EQR (LI)	0.41	0.39	0.39	0.4	0 0.46 0.82
Valeur BiPo (PI)	0.44	0.44	0.54	0.51	0.36 0.59 0.8
Valeur PREI (PI)	NA				0 0.25 0.78
Profondeur intermédiaire du site (m)	13	13	13	13	9.5 15.01 20.5
Profondeur de la limite inférieure (m)	13	13	13	13	12.8 25.85 36
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m <sup>2</sup> )	170	122	119	152.5	105 256.53 477
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m <sup>2</sup> )	170	122	119	152.5	0 149.35 347
Type de limite inférieure	3	3	3	3	1 2.77 5
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	4.6	4.3	-0.4	-0.3	-2 1.75 10.5
Longueur des feuilles à la PI (mm)	632	680	999	852	102 632.45 1124

## VI.H. Masse d'eau FRDC08d

La masse d'eau FRDC08d comprend le site TEMPO Cap Roux (site prioritaire) échantillonné depuis 2008. Les sites Iles des Vieilles et Iles des Vieilles PI intègrent le marché de la surveillance des herbiers (lot 1) en 2025 (nouveau site interdirective). Le site Agay Ouest est un site TEMPO secondaire (non suivi en 2025). Le site Agay\_2 est suivi dans le cadre de l'étude de la qualité du milieu récepteur des systèmes d'assainissement d'Estérel Côte d'Azur Agglomération (suivi prévu en 2026).



**Cap Roux (masse d'eau FRDC08d) – Limite inférieure***a. Présentation du site*

Description générale					
Température de l'eau (°C)	15				
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	Sable assez envasé. Matte morte sous le sable grossier.				
Perturbations biologiques	<input checked="" 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	Recouvrement fort (>80 %) de <i>Caulerpa cylindracea</i> mais faible densité. Algues filamenteuses sur l'herbier.				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières	Girelles ( <i>Coris julis</i> ), mérou ( <i>Epinephelus marginatus</i> ), chapon ( <i>Scorpaena scrofa</i> ), picarels ( <i>Spicara smaris</i> ), ponte de calamar ( <i>Loligo vulgaris</i> ), serrat chevrette ( <i>Serranus cabrilla</i> ), Spirographe ( <i>Sabella spalanzanii</i> ),				



Figure 97: Illustrations du site Cap Roux en limite inférieure (2025).



Figure 98 : Cap Roux vu de la mer (2013)

Le site « **Cap Roux** » appartient à la masse d'eau 'Ouest Fréjus - Pointe de la Galère' (FRDC08d). Il a été mis en place en 2008 à l'Est du massif de l'Estérel. L'herbier se développe sur un fond de sable grossier (avec présence de matte morte sous le sable). De nombreuses grandes nacres *Pinna nobilis*, des bancs de picarels (*Spicara smaris*) et des murènes (*Muraena helena*) avaient été rencontrées lors des précédents suivis. En 2019, d'autres espèces ont été relevées : ascidies, cérianthes, sargasses et cystoseires. En 2022 d'autres espèces ont été observées comme de nombreux picarels (*Spicara sp.*) ainsi que de très nombreuses méduses et un poisson lune (*Mola mola*), mais aucune grande nacre vivante. De nombreux poissons étaient présents en 2025 (voir fiche précédente).

#### b. Capteur de Température

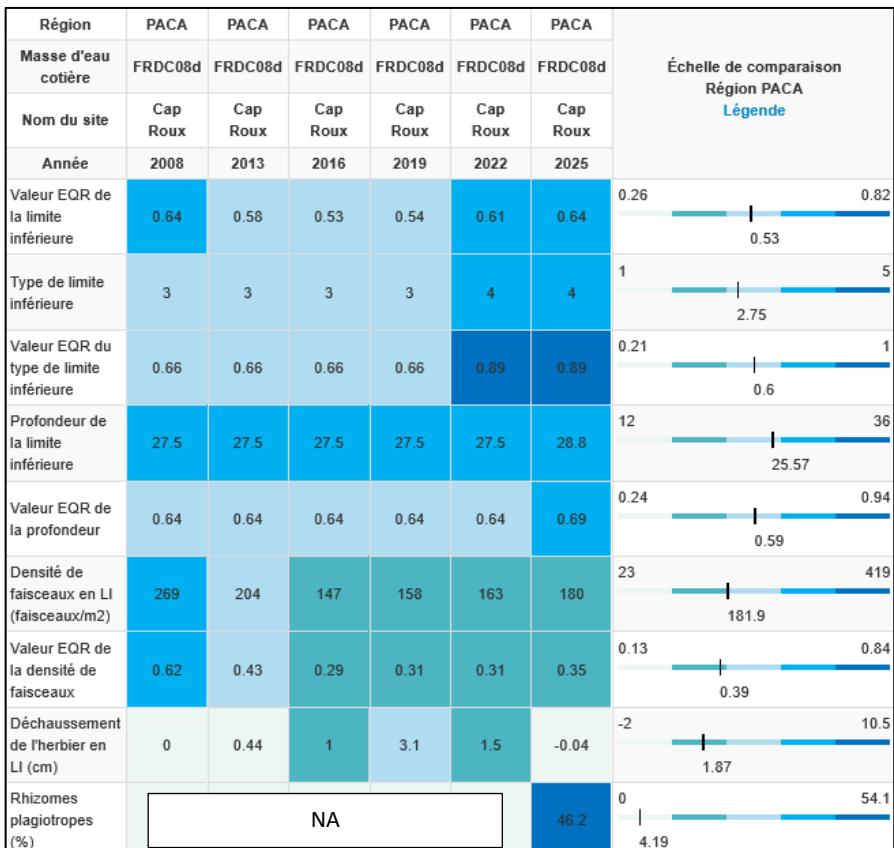
Capteur de température	
Latitude :	43 26.899
Longitude :	6 55.741
Date de pose	09/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20125772
Profondeur du capteur (m)	29,20
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	plaine de sable grossier et herbier en patch; capteur sur petit massif rocheux à côté du piquet 1



Figure 99 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 en limite inférieure.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 46 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



La limite inférieure franche en taches (à faible recouvrement) se situe à **28,8 mètres** de profondeur d'après les derniers relevés de 2025. Depuis 2022, **cette limite est qualifiée de franche en taches (à fort recouvrement)**.

La densité moyenne en 2025 est de **180 ± 50,9 faisceaux /m<sup>2</sup>** (163 ± 55,22 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022, 158 ± 87,7 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019, 147 ± 64,4 faisceaux /m<sup>2</sup> pour 2016, 204 ± 71,22 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013 & 269 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2008). L'herbier est donc en **bon état** en 2025

(comme en 2016, 2019, 2022 (excellent en 2008 et 2013)) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité est **normale** pour toutes les années de suivi.

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

**Le taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 46,2 % traduisant un **herbier en légère progression**.

L'EQR Site en 2008 (0,640), en 2013 (0,577), en 2016 (0,530), en 2019 (0,537), en 2022 (0,613), en 2025 (0,643) est au-dessus de la moyenne régionale. En 2025, l'herbier est en **bon état écologique** (même statut qu'en 2008 et 2013 et 2022) alors qu'on notait un déclassement en 2016 et en 2019 (EQR<0,55) lié à une diminution du nombre de faisceaux (état qualifié de moyen).

#### d. Perturbations observées

L'herbier est situé dans une zone exempte de tout impact anthropique majeur où les **impacts cumulés sont qualifiés de très faibles** (voir figure suivante) et également dans une zone de **cantonnement de pêche**.

On note la présence de l'espèce invasive *Caulerpa cylindracea*, observée dès 2008 et lors des suivis postérieurs. En 2025, de nombreuses algues filamenteuses sont présentes sur l'herbier.



Figure 100 : *Caulerpa cylindracea* et algues filamenteuses observées en 2025.

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 101 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2022 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

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

Le site Agay Ouest est un site TEMPO secondaire (non suivi en 2025). La dynamique évolutive de l'herbier montrait un herbier avec une forte tendance progressive (2013-2016) puis une stabilité au dernier suivi (2016-2019). Les paramètres de vitalité traduisent un herbier en bon état écologique. Plus de détails dans la [fiche du site](#).

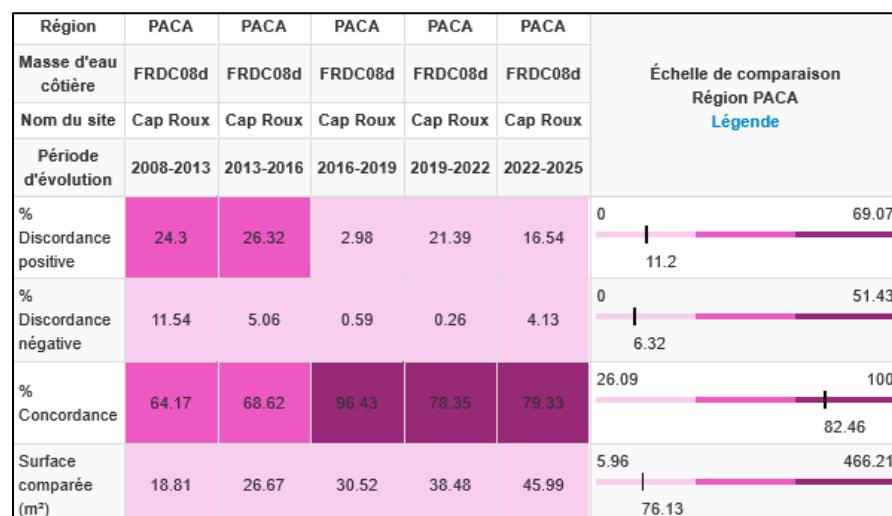
Le site Agay\_2 est suivi dans le cadre de l'étude de la qualité du milieu récepteur des systèmes d'assainissement d'Estérel Côte d'Azur Agglomération. Le prochain suivi sera réalisé en 2026 et les résultats seront disponibles en 2027.

#### f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le site est suivi depuis 2008 (Descamp *et al.*, 2009). Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans le sable et la roche entre 27 et 29,2 mètres de profondeur.

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 47 : 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.



Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2022-2025**, on observe sur ce site 16,54 % de discordance positive, 4,13 % de discordance négative et 79,33 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,60) indique un herbier en progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2019-2022**, on observe sur ce site 21,39 % de discordance positive, 0,26 % de discordance négative et 78,35 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,98) indique un herbier en forte progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2016-2019**, on observe sur ce site 2,98 % de discordance positive, 0,59 % de discordance négative et 96,43 % de concordance. **L'indice d'évolution est de 0,67 et indique un herbier en progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2013-2016**, on observe sur ce site 26,32 % de discordance positive, 5,06 % de discordance négative et 68,62 % de concordance. **L'indice d'évolution est de 0,68 et indique un herbier en progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2008-2013**, on observe sur ce site 24,3 % de discordance positive, 11,54 % de discordance négative et 64,17 % de concordance. **L'indice d'évolution est de 0,36 et indique un herbier stable à tendance progressive.**

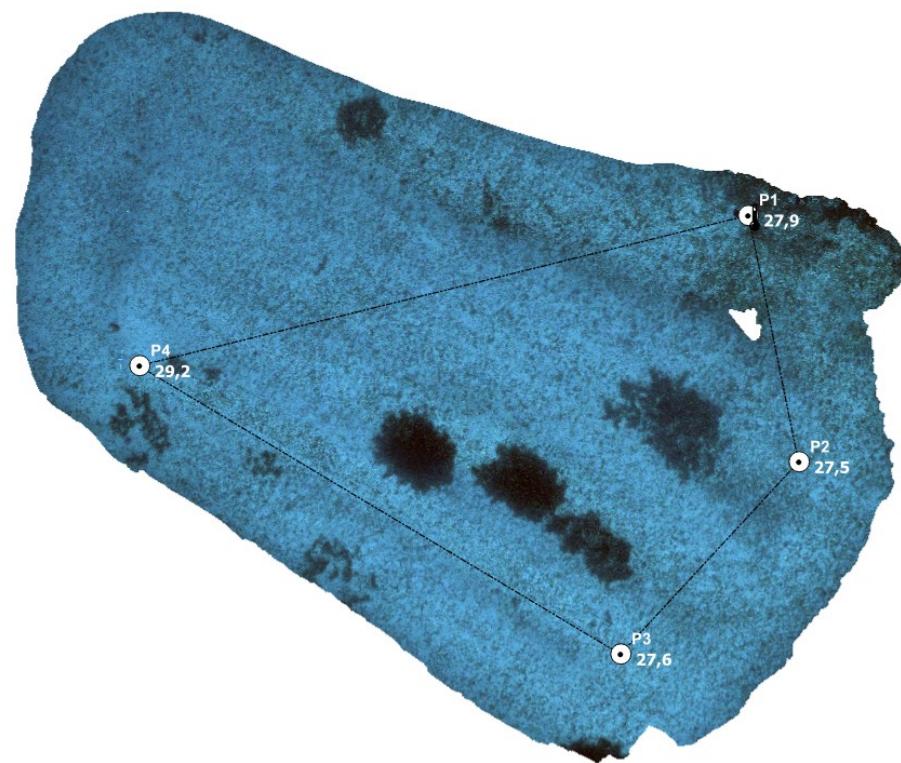
**Les paramètres de vitalité (taux de rhizomes plagiotropes, densité) et la dynamique évolutive de l'herbier montrent un herbier en progression.**

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** depuis 2008.

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 Cap Roux en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **715 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **1203 m<sup>2</sup>**.

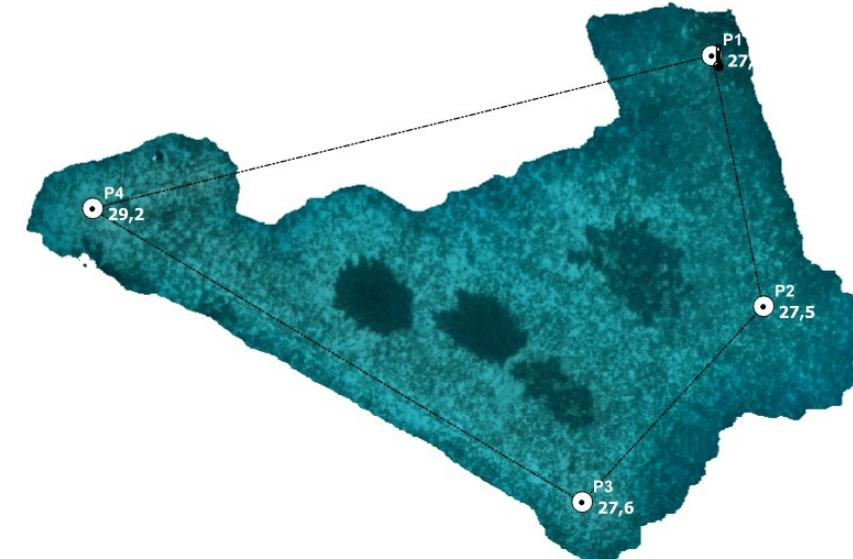
2025



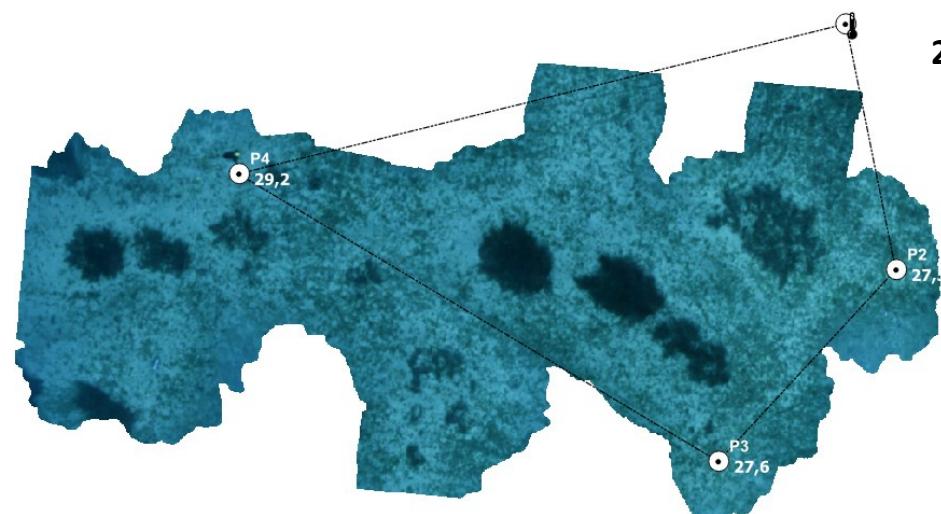
- **Piquets**
- - **Quadrat permanent**

Figure 102 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 et 2019 (à droite).

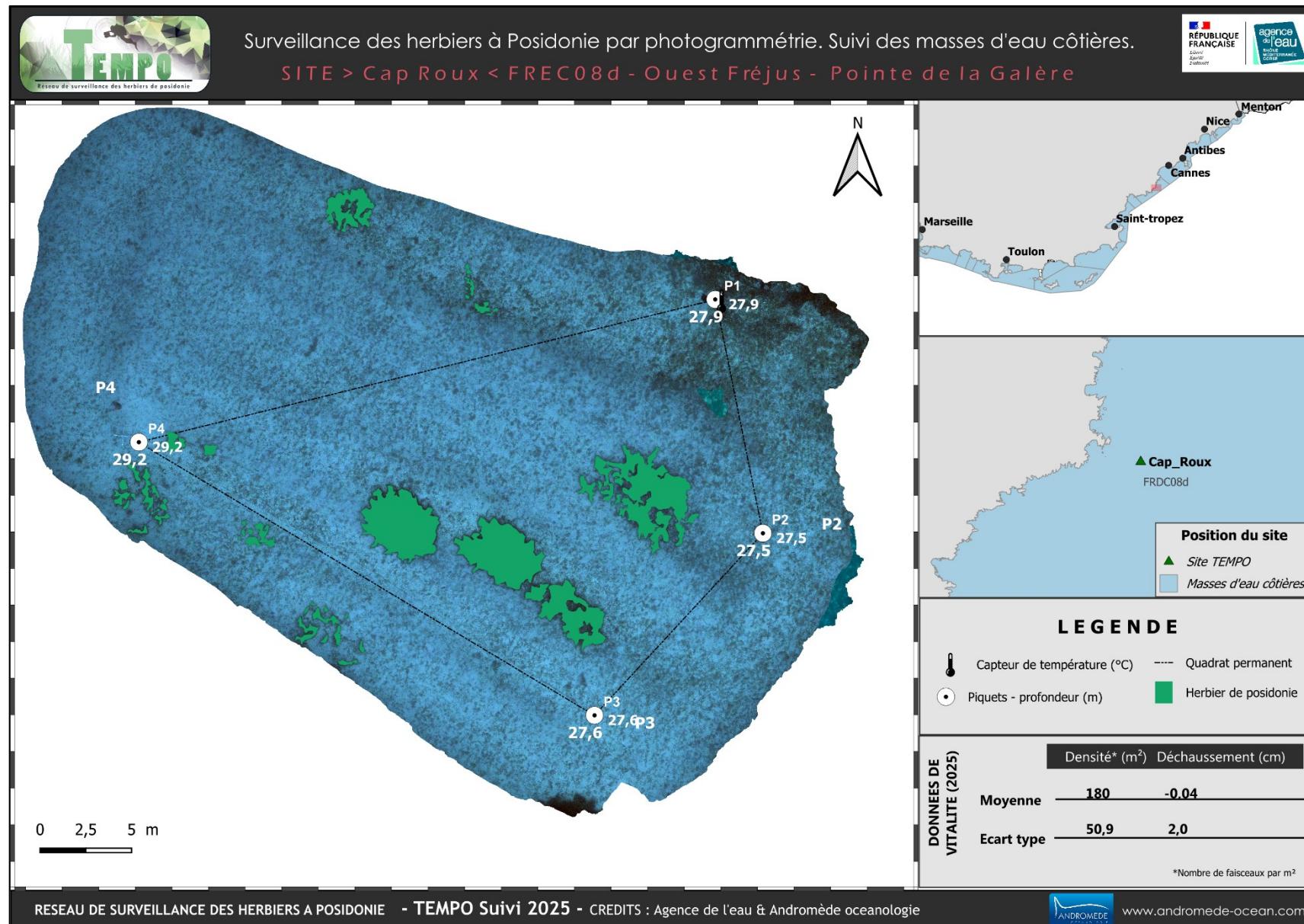
2022

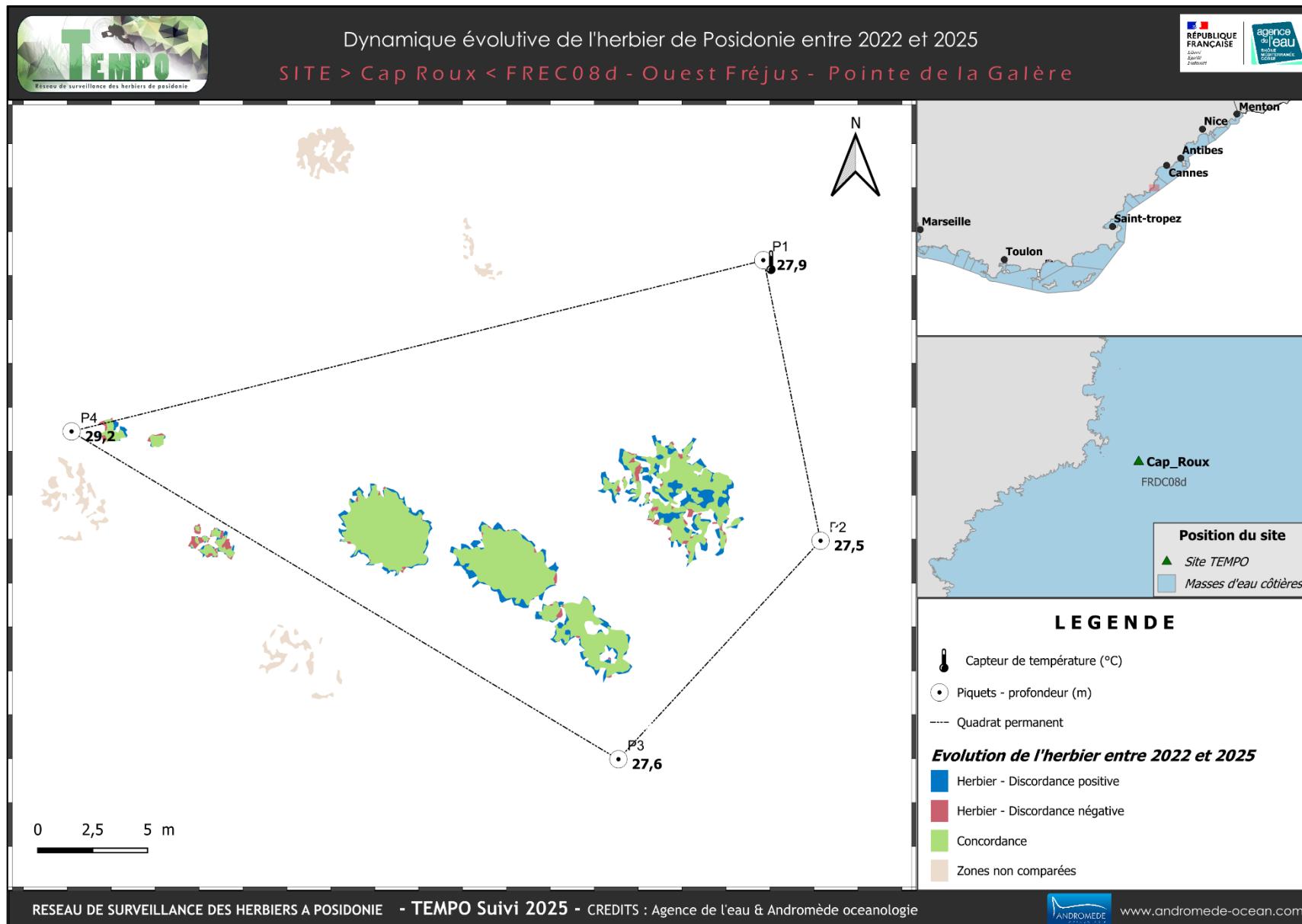


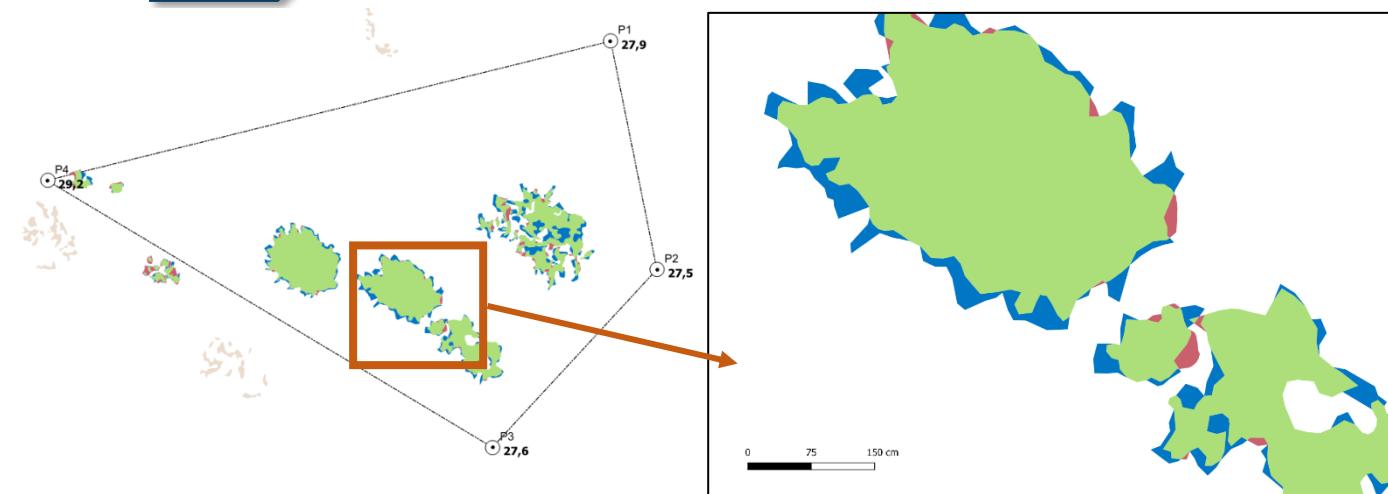
2019



Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.







#### Evolution de l'herbier entre 2022 et 2025

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

- Délimitation Herbier 2025
- Délimitation Herbier 2022
- Délimitation Herbier 2019

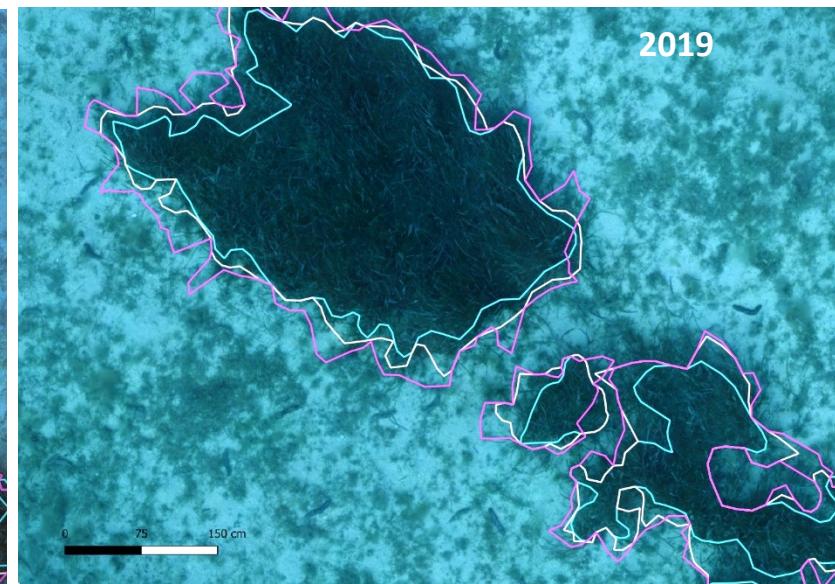
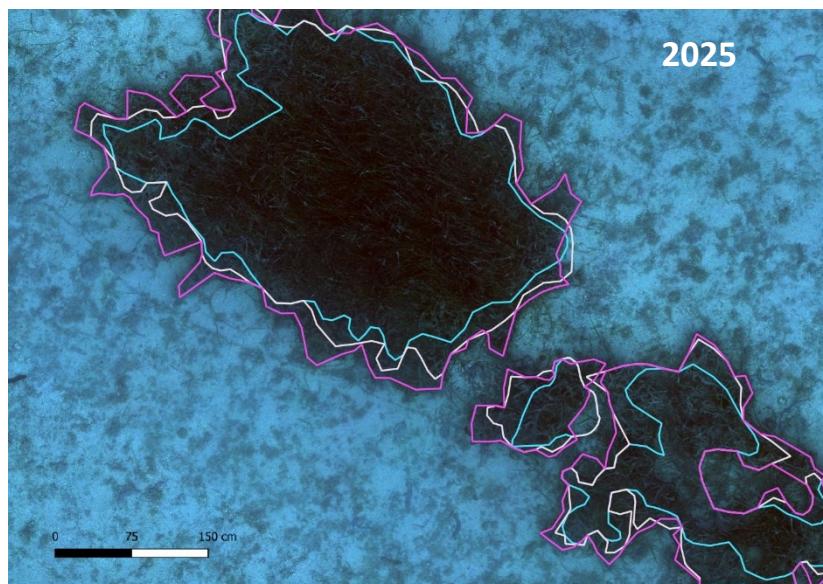
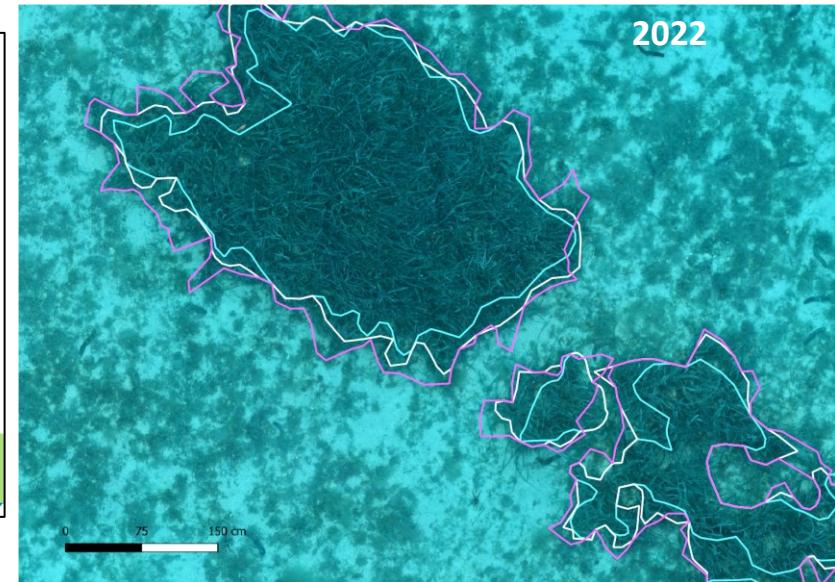


Figure 103 : Zooms sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la progression en limite inférieure d'herbier entre 2019 et 2025.

## Cap Roux PI (masse d'eau FREC08d) -- Profondeur intermédiaire

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	Herbier de posidonie avec beaucoup d'épiphytes sur les feuilles				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières					
Remarques générales	Castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), oblades ( <i>Oblada melanura</i> ), serrat écriture ( <i>Serranus scriba</i> ), crénilabre-paon ( <i>Syphodus tinca</i> )				



Figure 104 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

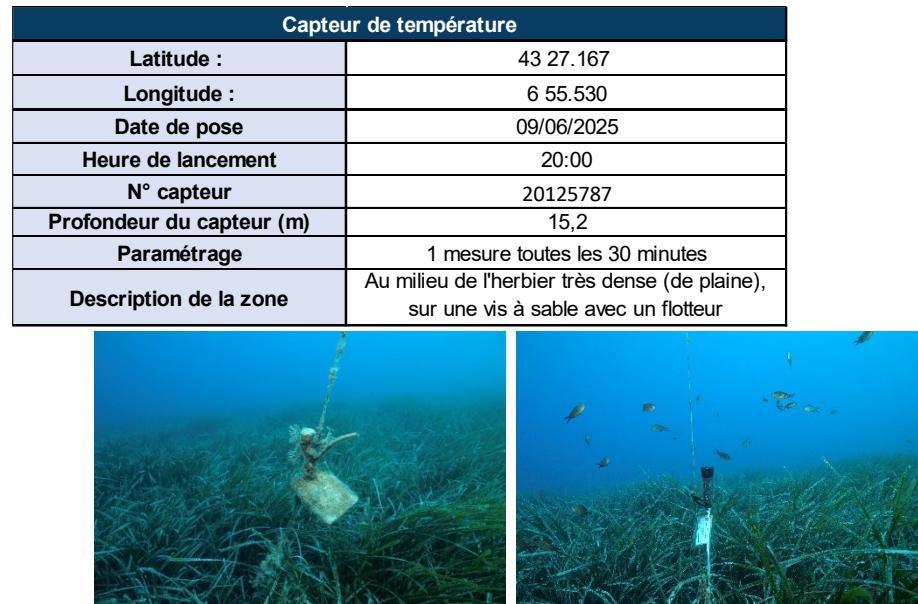
**b. Capteur de température**

Figure 105 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 à -15 m.

**c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale**

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2016 (0,658), 2019 (0,677), 2022 (0,737), 2025 (0,718) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud. Il augmente au cours des trois premiers suivis puis se stabilise. Il indique un état écologique bon de l'herbier.

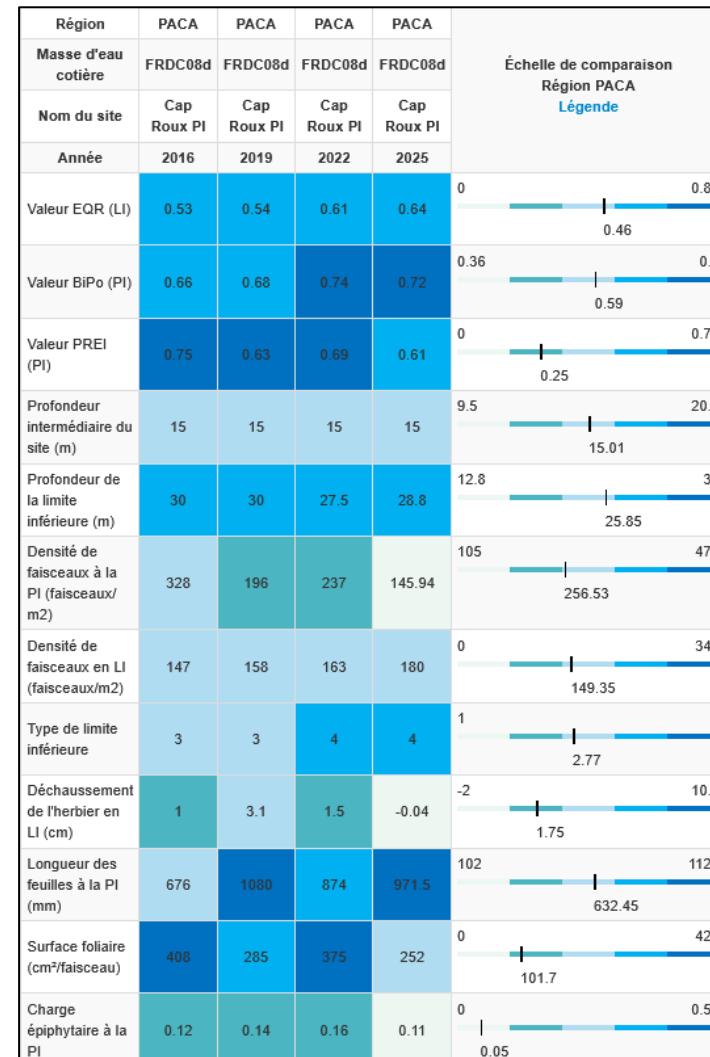


L'EQR de l'indice **PREI** sur le site prospecté en 2016 (0,750), 2019 (0,629), 2022 (0,692), 2025 (0,612) **diminue en 2025** (baisse de densité de faisceaux) mais indique une stabilité de l'état écologique de l'herbier qui est classé **bon** au cours des suivis.

Figure 106 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO et l'indice PREI au cours des suivis.

A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est bon**.

Tableau 48 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 49 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Cap_Roux_PI
Date	09/06/2025
Heure	17:25
Latitude	43 27.167
Longitude	6 55.530
Habitat	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	15
Espèces remarquables	NA
Perturbations observées	NA
Température de l'eau (°C)	15
Nom des plongeurs	Personnic, Schies
Caractéristiques prélèvements ADNe	
Profondeur ADN (m)	15
Durée de filtration	30 min
Type de filtre ADN	0,2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
Nom de la pompe	Andro 2
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2402028	SPY2402029
Méthode de filtration	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **14 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

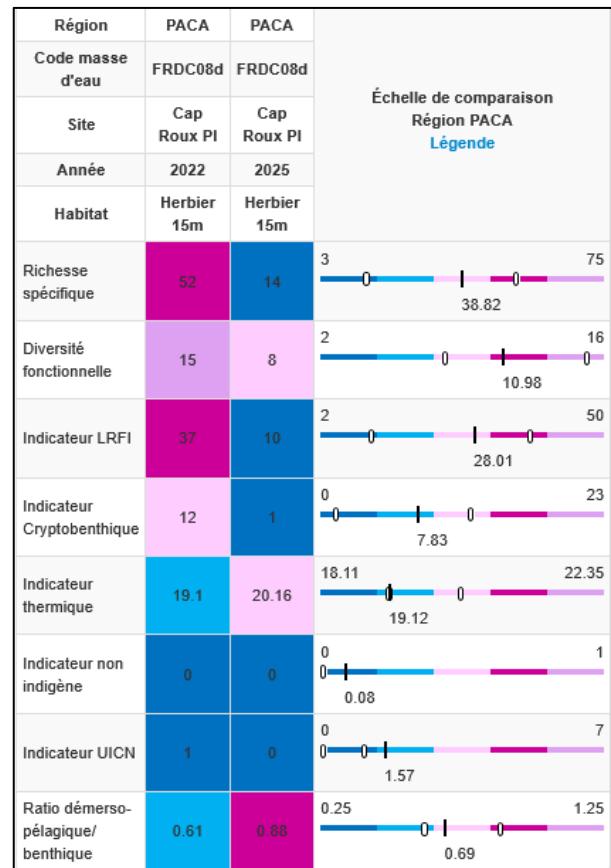
Tableau 50 : Liste d'espèces de poissons inventoriées par ADNe

Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
cap_roux_pi	Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>	Bogue
cap_roux_pi	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>	Castagnole
cap_roux_pi	Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>	Girelle commune
cap_roux_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>	Sparailion
cap_roux_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>puntazzo</i>	Sar à museau pointu
cap_roux_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>	Sar commun
cap_roux_pi	Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasicolus</i>	Anchois commun
cap_roux_pi	Gobiidae	<i>Odondebuenia</i>	<i>balearica</i>	Gobie des Baléares
cap_roux_pi	Scombridae	<i>Sarda</i>	<i>sarda</i>	Bonite à dos rayé
cap_roux_pi	Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde
cap_roux_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
cap_roux_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
cap_roux_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
cap_roux_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon

Valeurs des indicateurs

La majorité des indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022** et sont **en-dessous de la moyenne régionale** sauf le ratio démerso pélagique/benthique (présence de bancs de bogues et de sars communs) et l'indicateur thermique qui sont supérieurs à la moyenne de la région Sud.

Tableau 51 : Comparaison régionale des indicateurs



## Îles des Vieilles (masse d'eau FREC08d) – Limite inférieure

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	15				
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 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	Castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), oblades ( <i>Spicara maena</i> ), Saupes ( <i>Sarpa salpa</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), holothuries				



Figure 107 : Illustrations du site en limite inférieure (2025)

Le site « **Iles des Vieilles** » se situe dans la masse d'eau 'FRDC08d - Ouest Fréjus - Pointe de la Galère'. C'est un nouveau site mis en place en 2025.

### b. Capteur de Température

Comme tous les sites de surveillance du réseau TEMPO, un capteur de température a été positionné en limite inférieure d'herbier à -27,9 m.

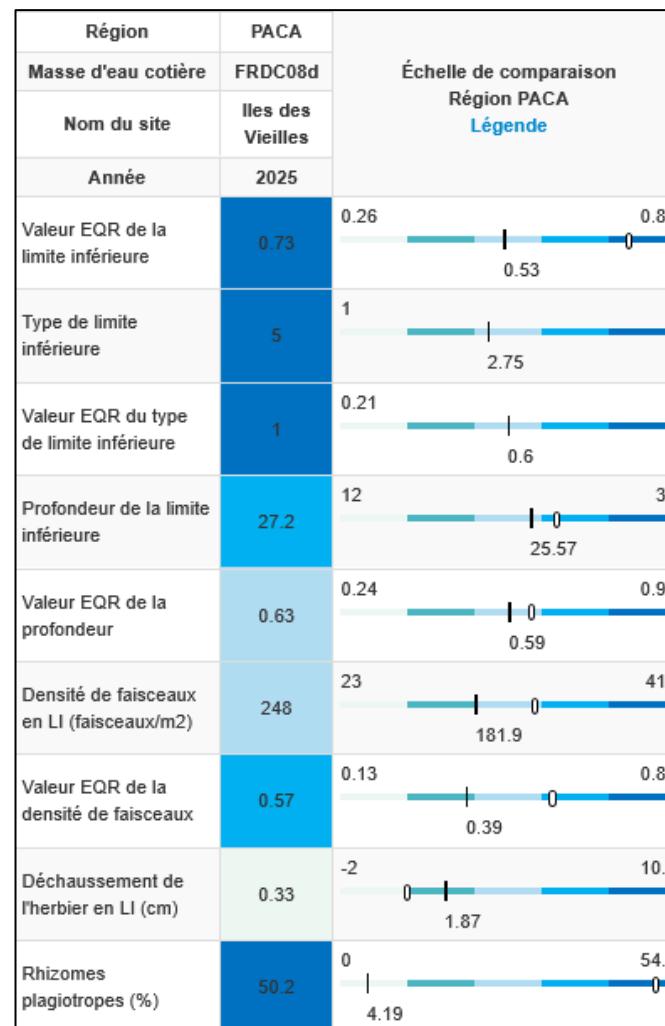
Capteur de température	
Latitude :	43 25.791
Longitude :	6 53.999
Date de pose	09/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20586639
Profondeur du capteur (m)	27,40
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Deux grandes tâches de sable avec trois îlots de posidonie au nord de la zone et herbier en continu derrière (de plaine).



Figure 108 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 en limite inférieure.

### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 52 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



La limite inférieure progressive se situe à **27,2 mètres de profondeur**.

La densité moyenne en 2025 est de **247,5 ± 64 faisceaux /m<sup>2</sup>**. L'herbier est donc en **état excellent** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale**.

Le **déchaussement de l'herbier est faible** (<5 cm). Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 50,2 % traduisant un **herbier en légère progression**.

La valeur de l'EQR Site en 2025 (0,733) est supérieur à la moyenne régionale, indiquant un **état écologique « bon » de l'herbier**.

#### d. Perturbations observées

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

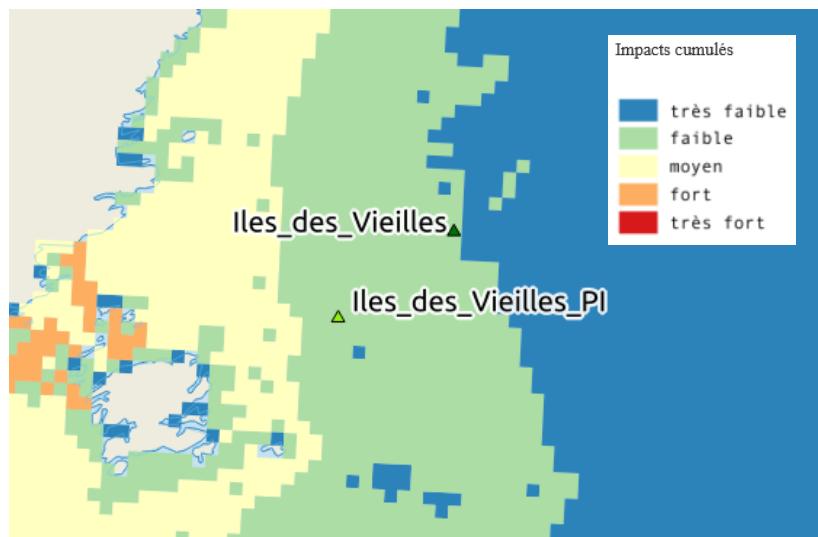


Figure 109 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

Aucune perturbation (biologique ou pollution) n'a été recensée en 2025.

#### e. Données historiques

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

Le site Agay Ouest est un site TEMPO secondaire (non suivi en 2025). La dynamique évolutive de l'herbier montrait un herbier avec une forte tendance progressive (2013-2016) puis une stabilité au dernier suivi (2016-2019). Les paramètres de vitalité traduisent un herbier en bon état écologique. Plus de détails dans la [fiche du site](#).

Le site Agay\_2 est suivi dans le cadre de l'étude de la qualité du milieu récepteur des systèmes d'assainissement d'Estérel Côte d'Azur Agglomération. Le prochain suivi sera réalisé en 2026 et les résultats seront disponibles en 2027.

#### 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 26,5 et 27,4 mètres de profondeur.

La surface couverte par l'herbier dans le quadrat est de **85,8 m<sup>2</sup>**. Ce site ayant été balisé en 2025, la **dynamique évolutive de l'herbier sera évaluée lors du prochain suivi TEMPO, en 2028**.

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 Iles des Vieilles en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **535 photographies**. La **surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de 630 m<sup>2</sup>**. La carte suivante montre la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie.

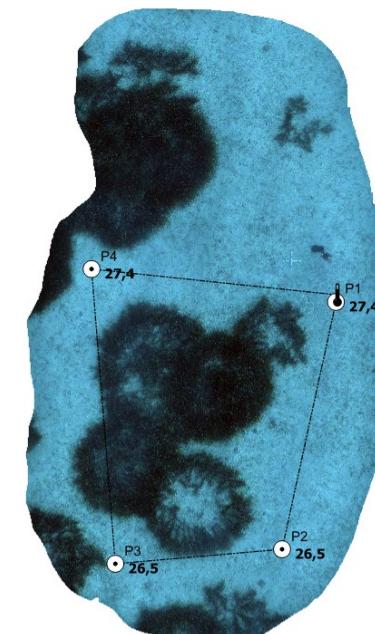
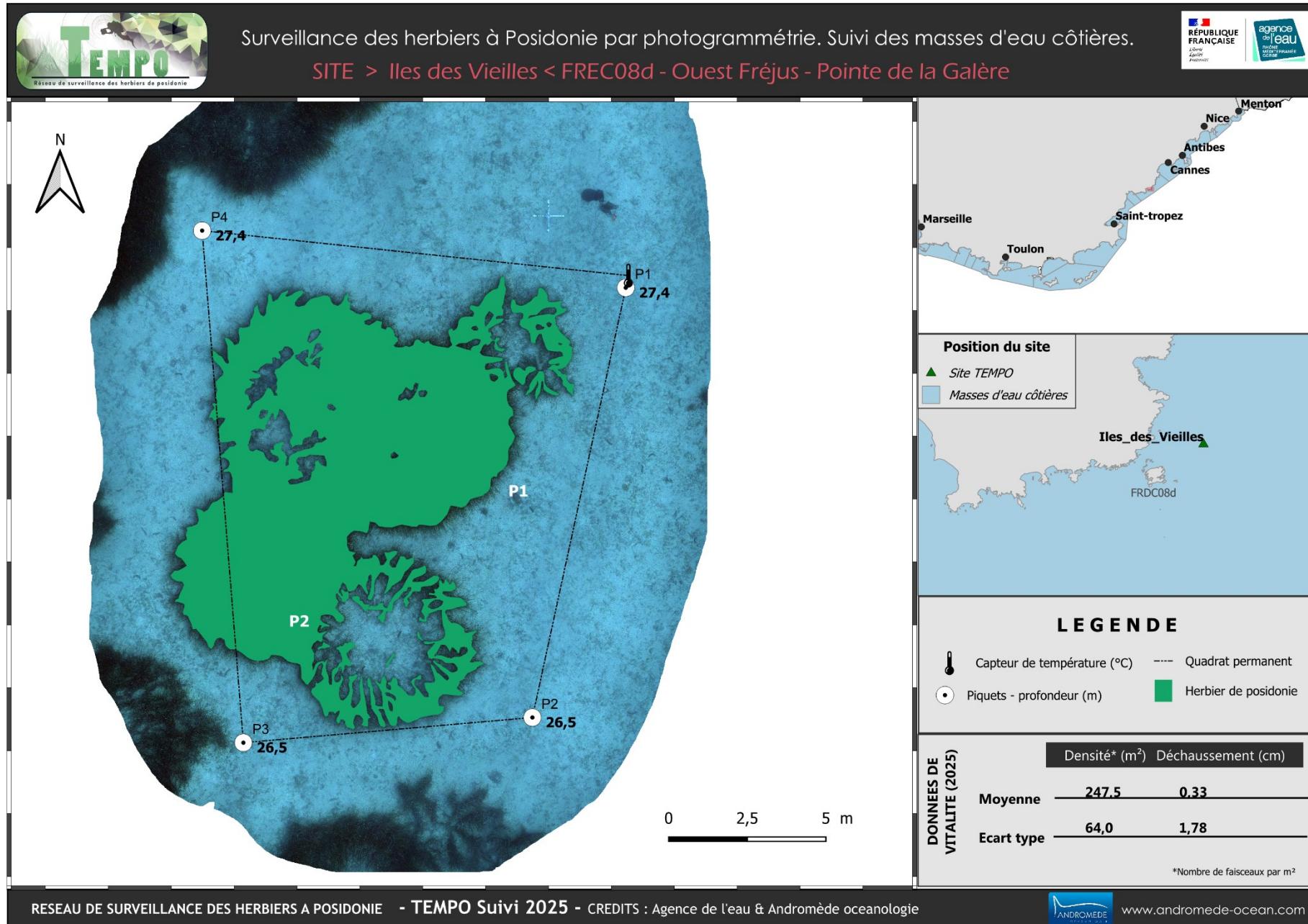


Figure 110 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025.



## Îles des Vieilles PI (masse d'eau FREC08d) -- Profondeur intermédiaire

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 checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Herbier en tâches avec des zones de sable et quelques taches d'herbier sur roche. Herbier dense.				
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	NA				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières					
Remarques générales	Castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), oblades ( <i>Oblada melanura</i> ), serran écriture ( <i>Serranus scriba</i> ), crénilabre-paon ( <i>Sympodus tinca</i> )				



Figure 111 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 25.719
Longitude :	6 53.866
Date de pose	09/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20987415
Profondeur du capteur (m)	17,4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur mis sur une vis à sable proche de l'herbier au point GPS.

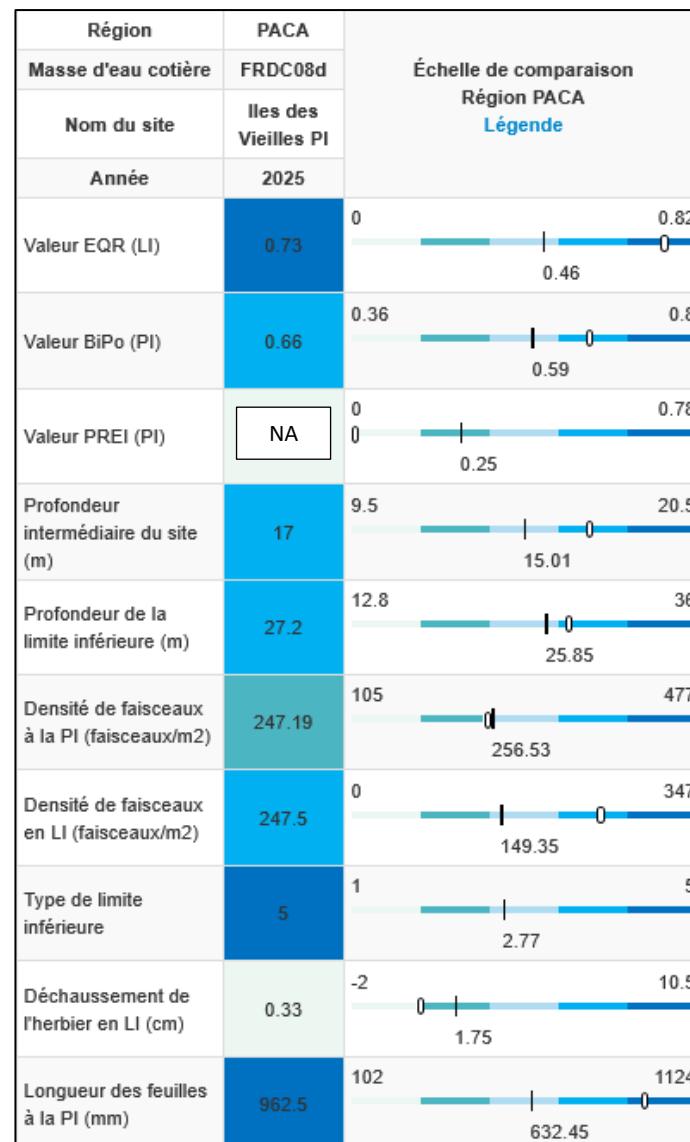


Figure 112 : Données (en haut) et photo (en bas) du capteur posé en 2025 à -15 m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

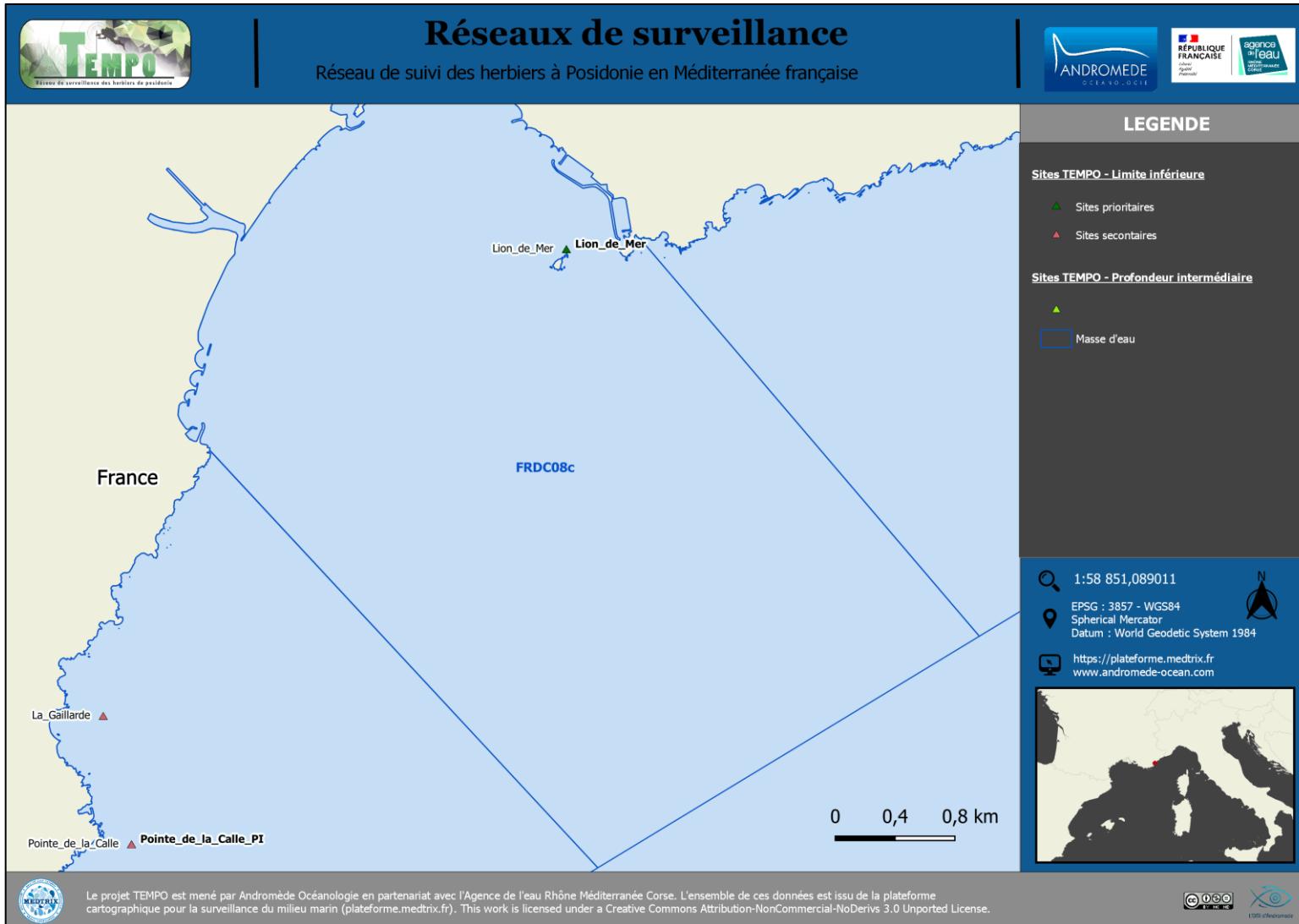
L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2025 (0,660) est **supérieur à la moyenne régionale** comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud. Il indique un état écologique bon de l'herbier.

Tableau 53 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



## VI.I. Masse d'eau FRDC08c

La masse d'eau FRDC08c comprend le site TEMPO Lion de mer (site prioritaire) échantillonné depuis 2013.



## Lion de mer (masse d'eau FRDC08c) – Limite inférieure = Profondeur intermédiaire

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)		Site envasé, présence de roches pré-coralligènes en limite inférieure. Feuilles très épiphytées.			
Visibilité (m)	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux <input type="checkbox"/> Autres : ...
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 type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Algues rouges encroutantes nécrosées (blanches) sur les roches				
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 checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	Bouteille en plastique				
Espèces particulières	Grandes nacres mortes ( <i>Pinna nobilis</i> ), colonies de <i>Cladocora</i> sp. , girelles ( <i>Coris julis</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), sar à museau pointu ( <i>Diplodus puntazzo</i> ) et sar à tête noire ( <i>Diplodus vulgaris</i> ), daurade royale ( <i>Sparus aurata</i> ), sériole ( <i>Seriola dumerillii</i> ), holothuries ( <i>Holothuria</i> sp.), labre merle ( <i>Labrus merula</i> ), crénilabre-paon ( <i>Syphodus tinca</i> ), gorgones jaunes ( <i>Eunicella cavallini</i> ), serrat écriture ( <i>Serranus scriba</i> )				
Remarques générales	Herbier avec longues feuilles très épiphytées, herbier déchaussé. Envasement assez important (beaucoup de dépôts sur les feuilles).				

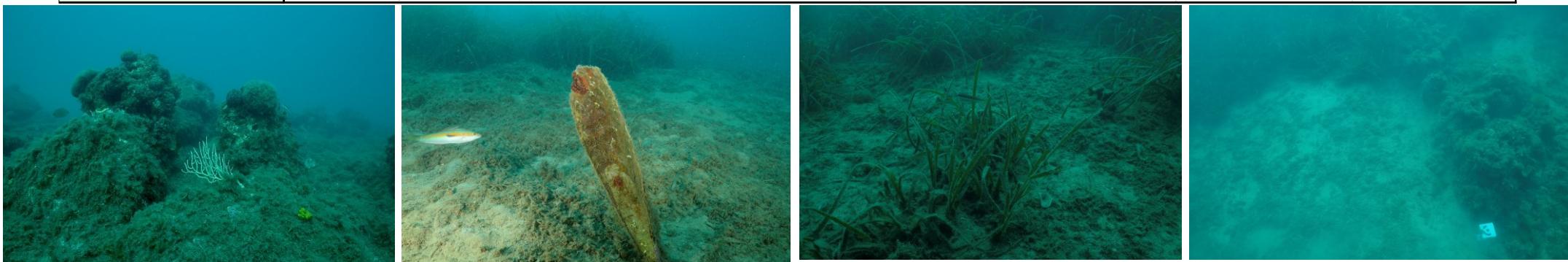


Figure 113 : Illustrations du site Lion de mer en limite inférieure (2025)



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

Le fond est constitué de substrat meuble (sable grossier) et rocheux.

Figure 114 : Site Lion de mer (2013).

#### b. Capteur de Température

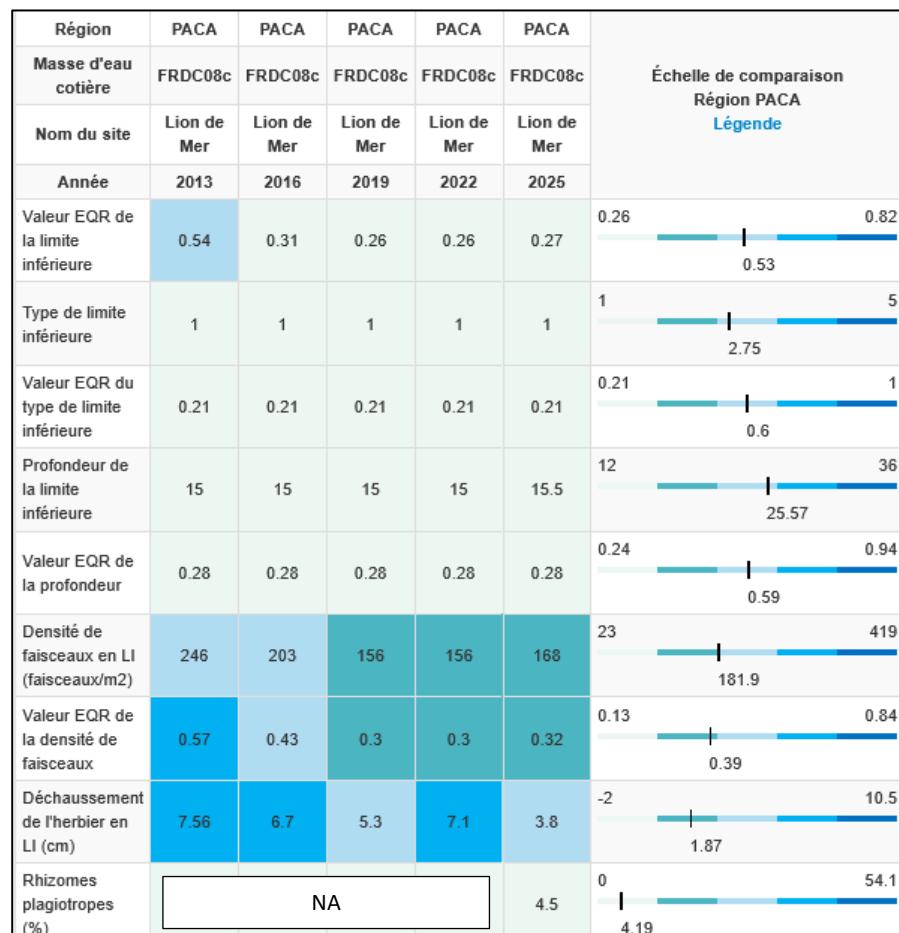
Capteur de température	
Latitude :	43 24.489
Longitude :	6 46.507
Date de pose	27/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10710116
Profondeur du capteur (m)	19.8
N° de piquet du quadrat	Capteur déplacé car sur le piquet d'origine trop de passages de plongeurs, (capteur jamais retrouvé). Il a été posé sur une vis à sable près de 2 pneus situés dans le sable à 19,8 mètres. Pour y accéder, prendre une orientation 270° à partir du piquet (ancien capteur) et parcourir 20-30 mètres.
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 min
Description de la zone	Lors de la première plongée, des plongeurs loisir sont venus toucher le capteur tout juste positionné. Il a été décidé de récupérer le capteur et de le poser le 9/06/25 en dehors du site



Figure 115 : Données et photo du capteur posé en 2025 en limite inférieure.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 54 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



La limite inférieure **régressive** se situe à **15,5 mètres de profondeur** d'après les derniers relevés en 2025.

La densité moyenne en 2025 est de **167,5 ± 54,8 faisceaux /m<sup>2</sup>** (156 ± 35,4 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022, 156 ± 62,2 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019, 203 ± 54,2 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016, 246 ± 78,9 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013). L'herbier est donc en **état médiocre pour tous les suivis** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **sub-normale inférieure** depuis 2016 (densité normale en 2013).

Le **déchaussement de l'herbier est moyen** (>5 cm) à part en 2025 où il est qualifié de **faible** (<5 cm).

Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 4,5 % traduisant un **herbier en stable** (<30 % de recouvrement).

L'EQR Site en 2013 (0,353), 2016 (0,307), 2019 (0,263), 2022 (0,263), 2025 (0,270) est bien en dessous de la moyenne régionale, après avoir diminué il semble stable depuis 2019. Le statut du site Lion de mer conserve en 2025 un **état écologique « médiocre »** (déclassement depuis 2013, le site était auparavant en état écologique moyen).

#### d. Perturbations observées

L'eau est turbide, du dépôt sédimentaire est observés sur les feuilles d'herbier qui sont très épiphytées. Le site est localisé à proximité du port de St Raphaël et est très fréquenté par les plongeurs.

Au niveau perturbations biologiques, des **algues filamenteuses** étaient présentes en 2016 sur l'ensemble du site. **On notait leur présence en 2019 avec un recouvrement de 80-90 % mais pas sur les suivis postérieurs.** Des **nécroses d'algues rouges encroutantes** ont été observées en 2025 sur les roches.

Des **macrodéchets** ont été vus en 2025.

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 de niveau moyen**.



Figure 116 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

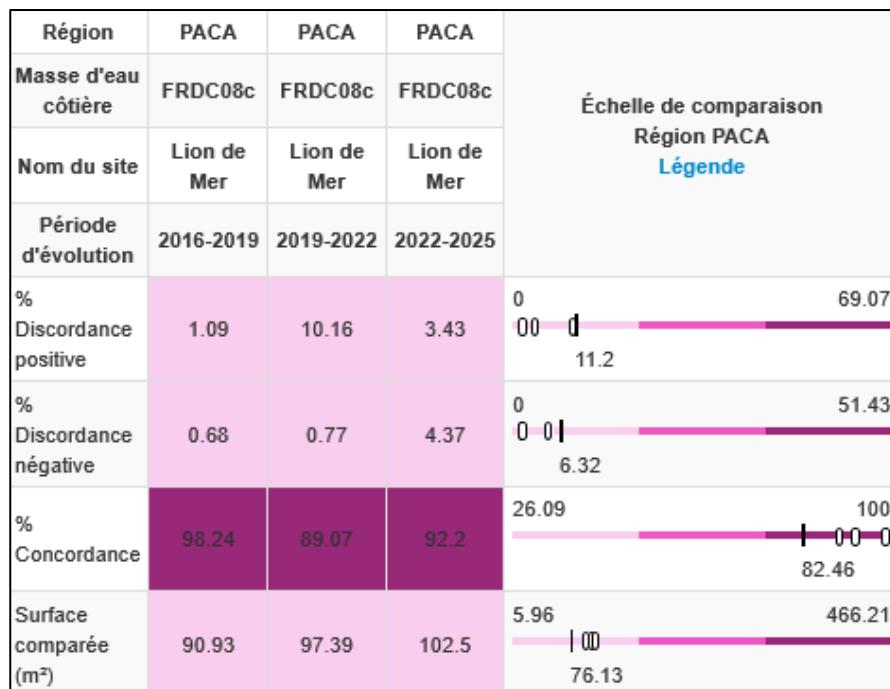
Aucun herbier n'a été suivi dans cette masse d'eau par le RSP.

#### 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 11,8 et 16 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 55 : 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.



Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2022-2025**, on observe sur ce site 3,43 % de discordance positive, 4,37 % de discordance négative et 92,2 % de concordance. **L'indice d'évolution (-0,12) indique un herbier stable.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2019-2022**, on observe sur ce site 10,16 % de discordance positive, 0,77 % de discordance négative et 89,07 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,86) indique un herbier en forte progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2016-2019**, on observe sur ce site 1,09 % de discordance positive, 0,68 % de discordance négative et 98,24 % de concordance. **L'indice d'évolution est de 0,23 indiquant un herbier stable.**

Les paramètres de vitalité indiquent un herbier en état écologique médiocre et la dynamique évolutive montre un herbier stable avec une tendance progressive entre 2019 et 2022. Cependant, il est à noter que le fort recouvrement des algues filamentueuses en 2019 sur le site (>80 %) rendait l'interprétation cartographique difficile cette année-là.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** entre 2013 et 2016 et entre 2016 et 2019, mais qui tend à s'améliorer et classe ainsi l'herbier en **bon état écologique** entre 2019 et 2022, puis 2022 et 2025.

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 ».

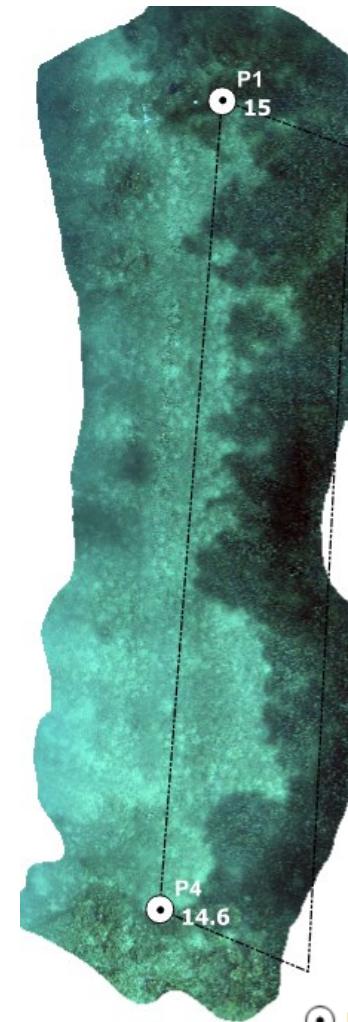
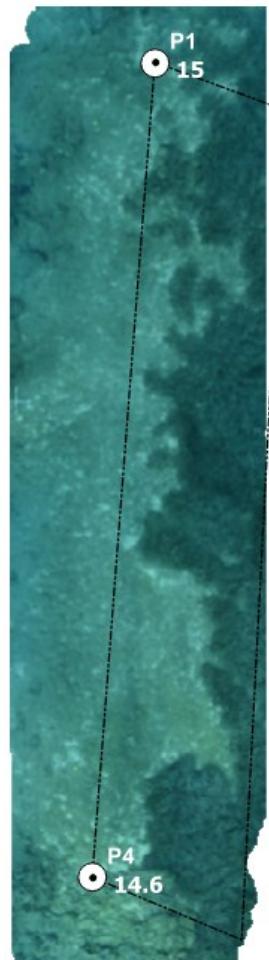
Le modèle 3D du site Lion de mer en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **1199 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **439 m<sup>2</sup>**.

2016

2019

2022

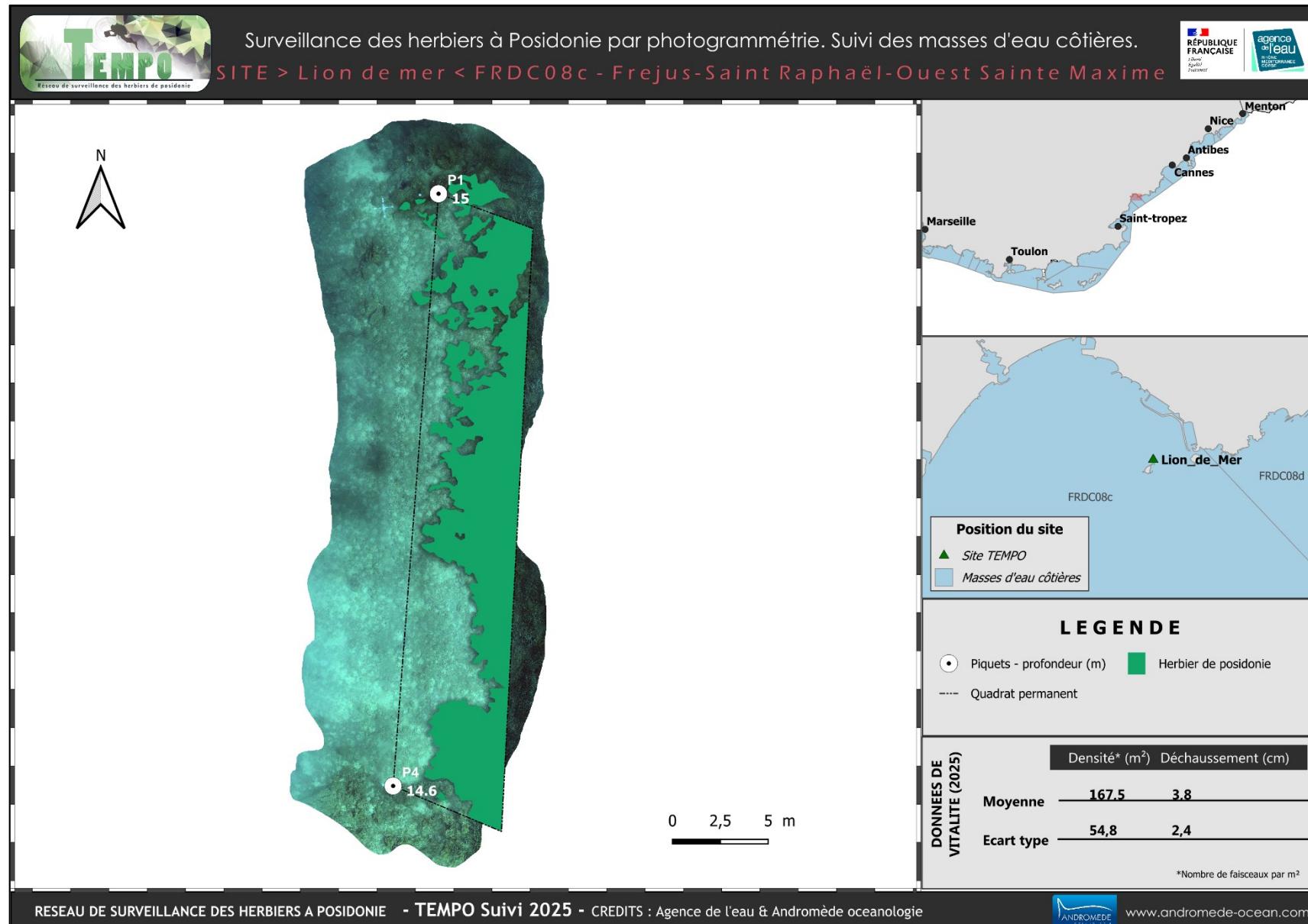
2025

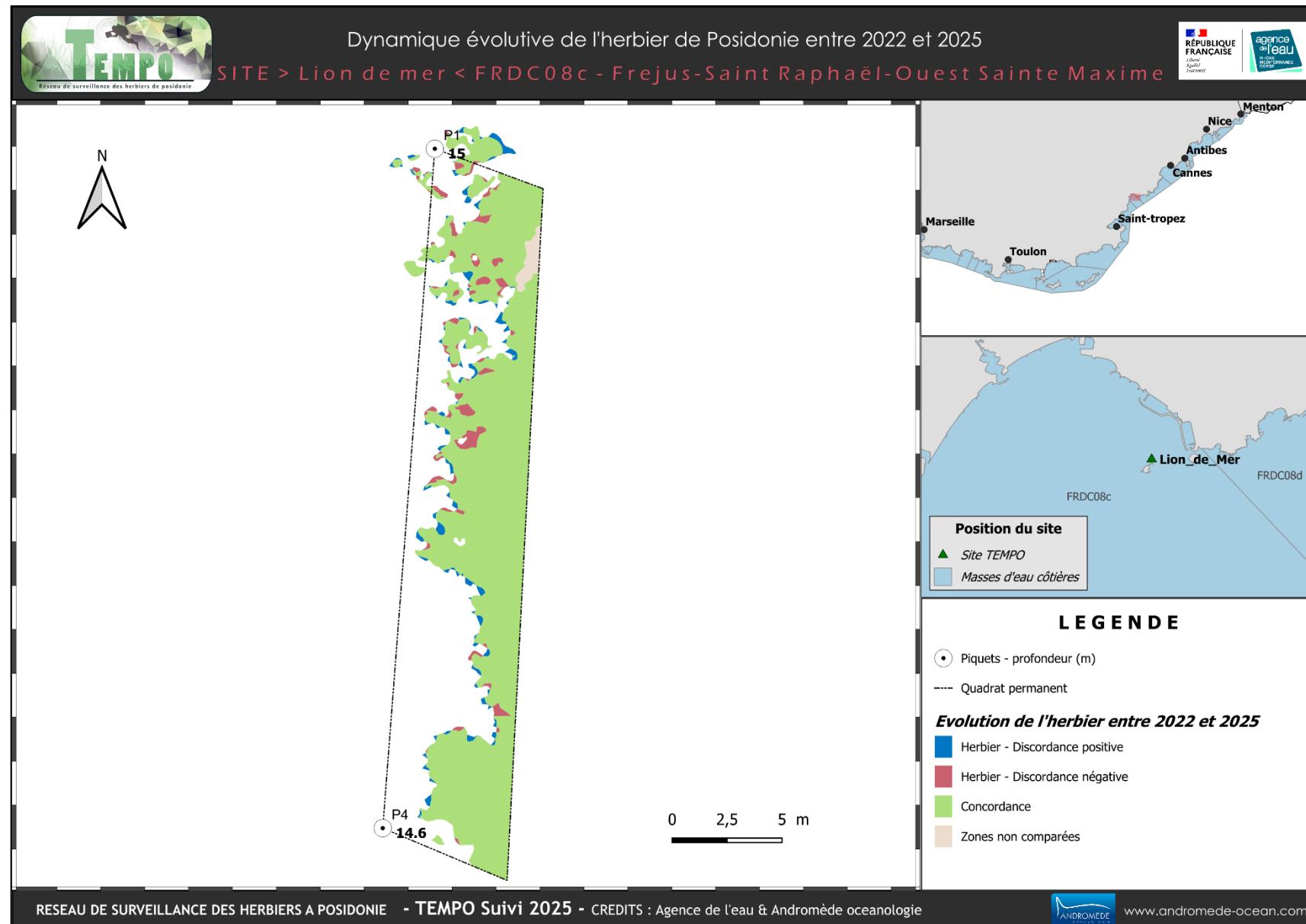


- Piquets
- - Quadrat permanent

Figure 117 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à droite), 2022 et 2019 (au milieu), 2016 (à gauche).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.





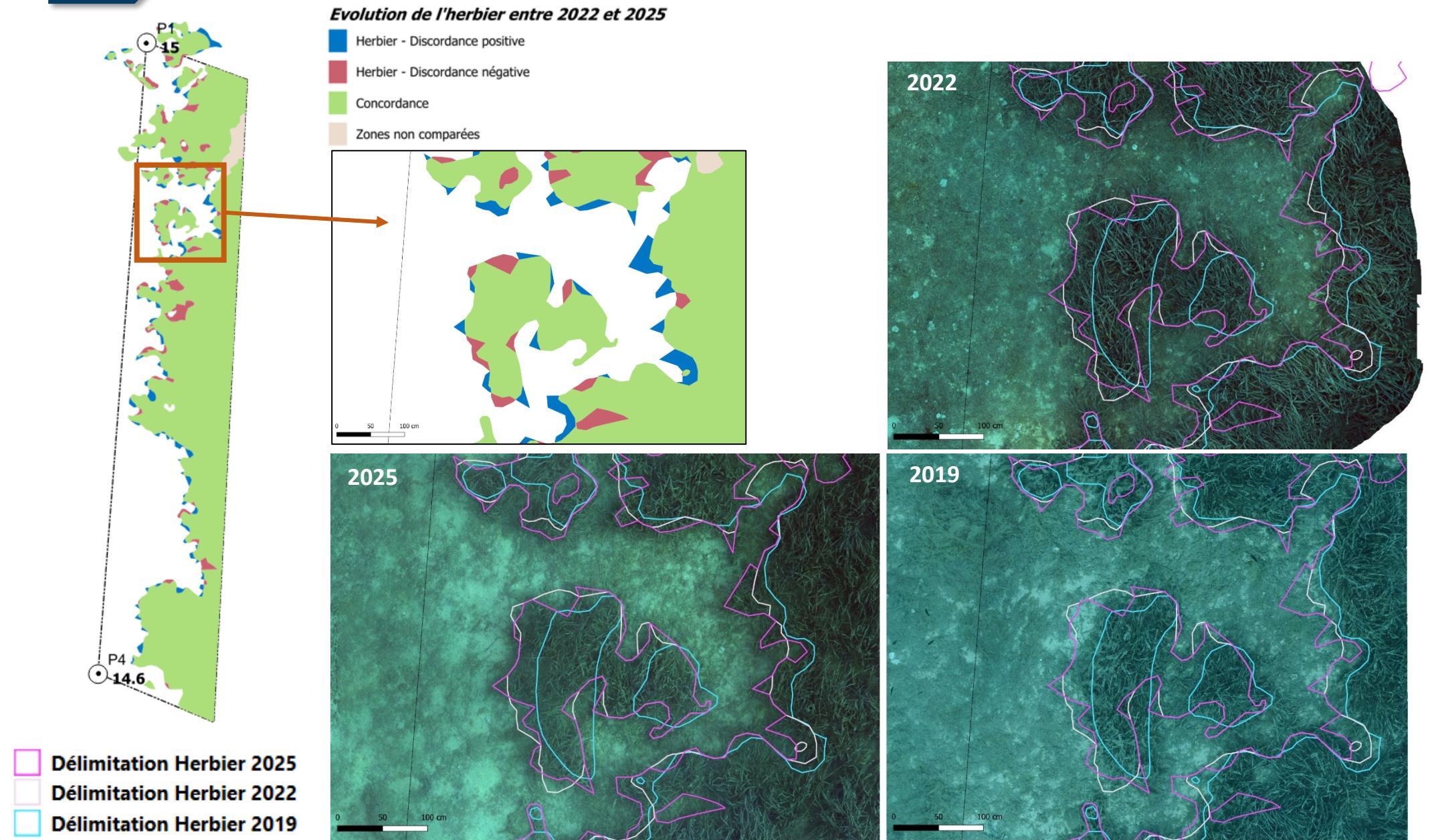


Figure 118 : ZOOMS sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la progression en limite inférieure d'herbier entre 2019 et 2022, puis la stabilité voir localement des petites régressions, entre 2022 et 2025.

### g. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,370), en 2019 (0,379), en 2022 (0,448), en 2025 (0,358) est largement inférieur à la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud. Sur tous les suivis cet indice indique un état moyen de l'herbier.



Figure 119 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis.

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est moyen et stable au cours du temps, sauf en 2022 où une légère amélioration était relevée (liée à la longueur des feuilles).



Figure 120 : Illustrations du site Lion de Mer (2022).

Tableau 56 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau cotière	FRDC08c	FRDC08c	FRDC08c	FRDC08c	
Nom du site	Lion de Mer	Lion de Mer	Lion de Mer	Lion de Mer	
Année	2016	2019	2022	2025	
Valeur EQR (LI)	0.31	0.26	0.26	0.27	0 0.82 0.46
Valeur BiPo (PI)	0.37	0.38	0.45	0.36	0.36 0.8 0.59
Valeur PREI (PI)	NA				0 0.78 0.25
Profondeur intermédiaire du site (m)	15	15	15	15.5	9.5 20.5 15.01
Profondeur de la limite inférieure (m)	15	15	15	15.5	12.8 36 25.85
Densité de faisceaux à la PI (faisceaux/m <sup>2</sup> )	203	156	156	167.5	105 477 256.53
Densité de faisceaux en LI (faisceaux/m <sup>2</sup> )	203	156	156	167.5	0 347 149.35
Type de limite inférieure	1	1	1	1	1 5 2.77
Déchaussement de l'herbier en LI (cm)	6.7	5.3	7.1	3.8	-2 10.5 1.75
Longueur des feuilles à la PI (mm)	655	780	1061	700.5	102 1124 632.45

#### h. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 57 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Lion_de_Mer
Date	27/05/2025
Heure	09:00:00
Latitude	43 24.489
Longitude	6 46.507
Habitat	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	17
Espèces remarquables	Grandes nacres mortes ( <i>Pinna nobilis</i> ), colonies de <i>Cladocora</i> sp., sar à museau pointu ( <i>Diplodus puntazzo</i> ), sérioles ( <i>Seriola dumerilii</i> ), labre merle ( <i>Labrus merula</i> )
Perturbations observées	Macrodéchets
Température de l'eau (°C)	15
Nom des plongeurs	Blandin, Ody, Personnic
Caractéristiques prélèvements ADNe	
Profondeur ADN (m)	15
Durée de filtration	30 min
Type de filtre ADN	0,2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
Nom de la pompe	Andro 2
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2401970	SPY2401952
Méthode de filtration	descendue depuis la surface

#### Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, 44 espèces ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 58 : Liste d'espèces de poissons inventoriées par ADNe

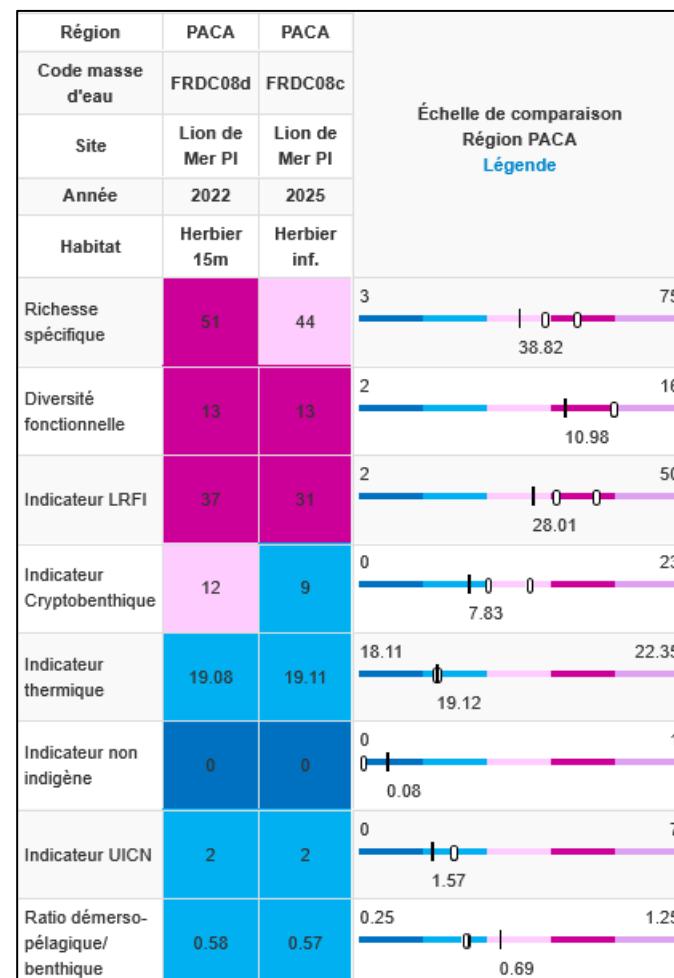
Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
lion_de_mer_pi	Apogonidae	<i>Apogon</i>	<i>imberbis</i>	Apogon
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>	Bogue
lion_de_mer_pi	Mugilidae	<i>Chelon</i>	<i>auratus</i>	Mulet doré
lion_de_mer_pi	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>	Castagnole
lion_de_mer_pi	Congridae	<i>Conger</i>	<i>conger</i>	Congre commun
lion_de_mer_pi	Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>	Girelle commune
lion_de_mer_pi	Moronidae	<i>Dicentrarchus</i>	<i>labrax</i>	Bar commun
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>	Sparaillon
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>	Sar commun
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>	Sar à tête noire
lion_de_mer_pi	Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasicolus</i>	Anchois commun
lion_de_mer_pi	Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>cruentatus</i>	Gobie à bouche rouge
lion_de_mer_pi	Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>xanthocephalus</i>	Gobie à tête jaune
lion_de_mer_pi	Gobiidae	<i>Lesueurigobius</i>	<i>suerii</i>	Gobie de Lesueur
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Lithognathus</i>	<i>mormyrus</i>	Marbré
lion_de_mer_pi	Myliobatidae	<i>Mobula</i>	<i>mobular</i>	Diable de mer méditerranéen
lion_de_mer_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>	Rouget de vase
lion_de_mer_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche
lion_de_mer_pi	Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>	Murène commune
lion_de_mer_pi	Syngnathidae	<i>Nerophis</i>	<i>maculatus</i>	Nérophis tacheté
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Oblada</i>	<i>melanura</i>	Oblade
lion_de_mer_pi	Gobiidae	<i>Odontebuenia</i>	<i>balearica</i>	Gobie des Baléares
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>	Pageot commun

lion_de_mer_pi	Scombridae	<i>Sarda</i>	<i>sarda</i>	Bonite à dos rayé
lion_de_mer_pi	Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>	Sardine
lion_de_mer_pi	Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>	Saupe
lion_de_mer_pi	Sciaenidae	<i>Sciaena</i>	<i>umbra</i>	Corb
lion_de_mer_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i>	Petite rascasse rouge
lion_de_mer_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i>	Rascasse brune
lion_de_mer_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>scrofa</i>	Rascasse rouge
lion_de_mer_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>	Serran-chèvre
lion_de_mer_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
lion_de_mer_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
lion_de_mer_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>smaris</i>	Picarel
lion_de_mer_pi	Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
lion_de_mer_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>melanocercus</i>	Crénilabre à queue noire
lion_de_mer_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
lion_de_mer_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon
lion_de_mer_pi	Labridae	<i>Thalassoma</i>	<i>pavo</i>	Girelle-paon
lion_de_mer_pi	Tripterygiidae	<i>Tripterygion</i>	<i>delaisi</i>	Triptérygion jaune
lion_de_mer_pi	Tripterygiidae	<i>Tripterygion</i>	<i>tripteronotum</i>	Triptérygion rouge

#### Valeurs des indicateurs

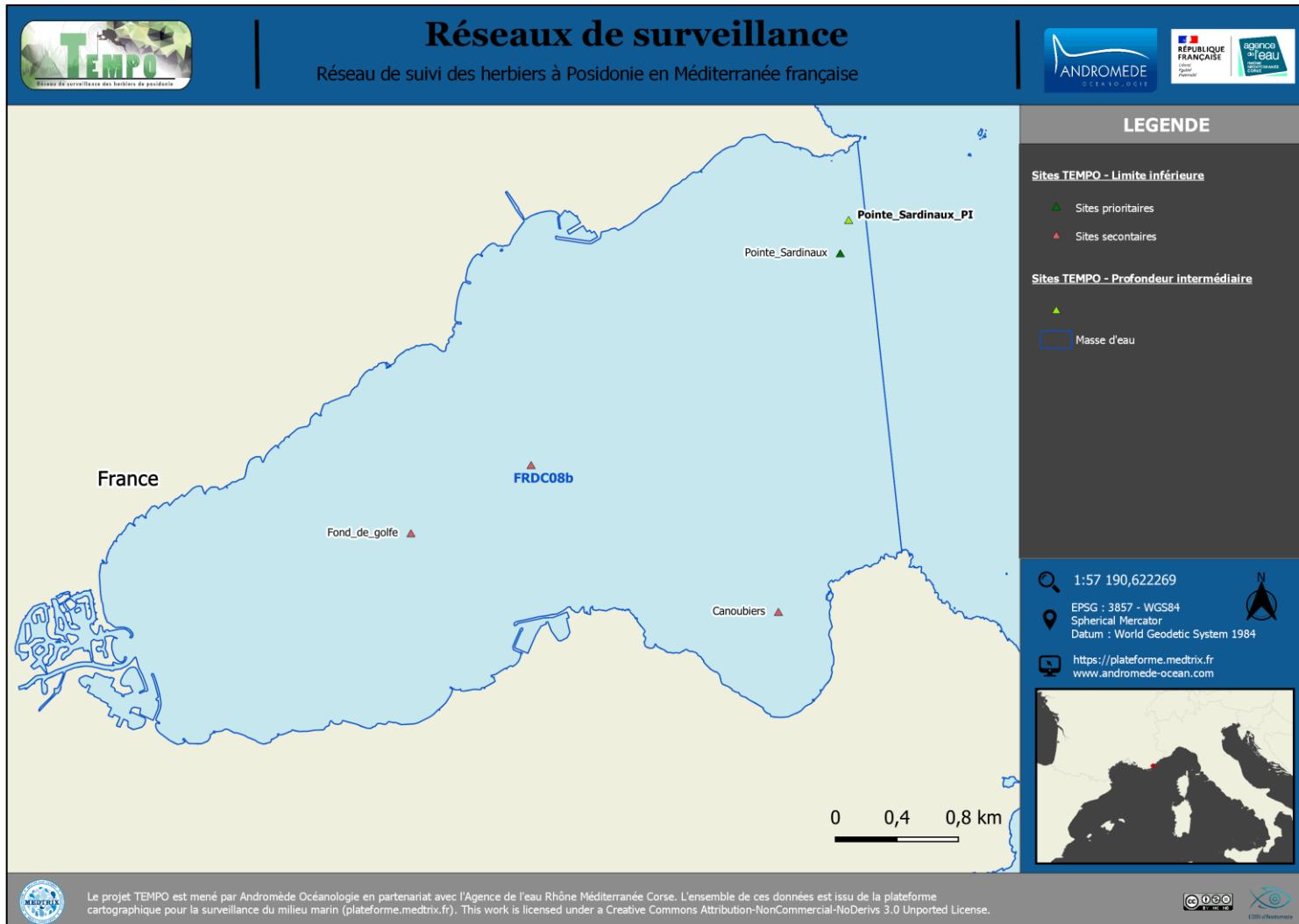
La majorité des indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs très légèrement inférieures aux valeurs de 2022** et sont **supérieures à la moyenne régionale**. Deux espèces sont classées sur la liste rouge IUCN : le **Diable de mer méditerranéen** (*Mobular mobular*) et le **corb** (*Sciaena umbra*).

Tableau 59 : Comparaison régionale des indicateurs



## VI.J. Masse d'eau FRDC08b

La masse d'eau FRDC08b comprend le site TEMPO Pointe Sardinaux (site prioritaire) échantillonné depuis 2013. Les trois autres sites présents dans le golfe de Saint Tropez ne sont pas suivis dans le cadre du réseau de surveillance TEMPO mais l'ont été par le passé (2015) pour la Communauté de communes du golfe de Saint Tropez.



## Pointe Sardinaux (masse d'eau FRDC08b) – limite inférieure

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18	Herbier épiphyté, épars, feuilles moyennes. Limite diffuse. Site assez envasé			
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	Légèrement envasé, présence de rhodolithes (boxwork ou grosses pralines et un peu de maërl) dans l'herbier				
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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	fils de pêche concrétionnés dans l'herbier				
Espèces particulières	Ver plat noir ( <i>Pseudobiceros splendidus</i> ), Mérou brun ( <i>Epinephelus marginatus</i> ), Rhodolithes (boxwork, maërl), <i>Syphodus tinca</i> , <i>Serranus scriba</i> , <i>Coris julis</i> , <i>Spicara</i> sp., <i>Chromis chromis</i> , <i>Displodus sargus</i>				

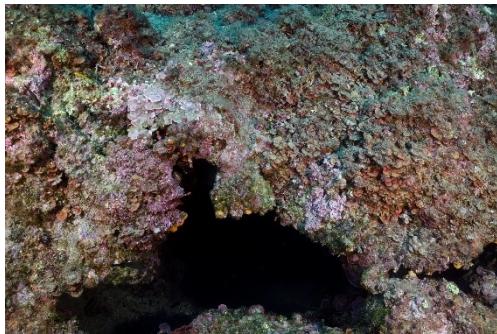


Figure 121 : Illustrations du site Pointe Sardinaux en limite inférieure (2025).

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



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

Figure 122 : Site de la pointe Sardinaux, au Nord du golfe de St Tropez (2013).

#### b. Capteur de Température

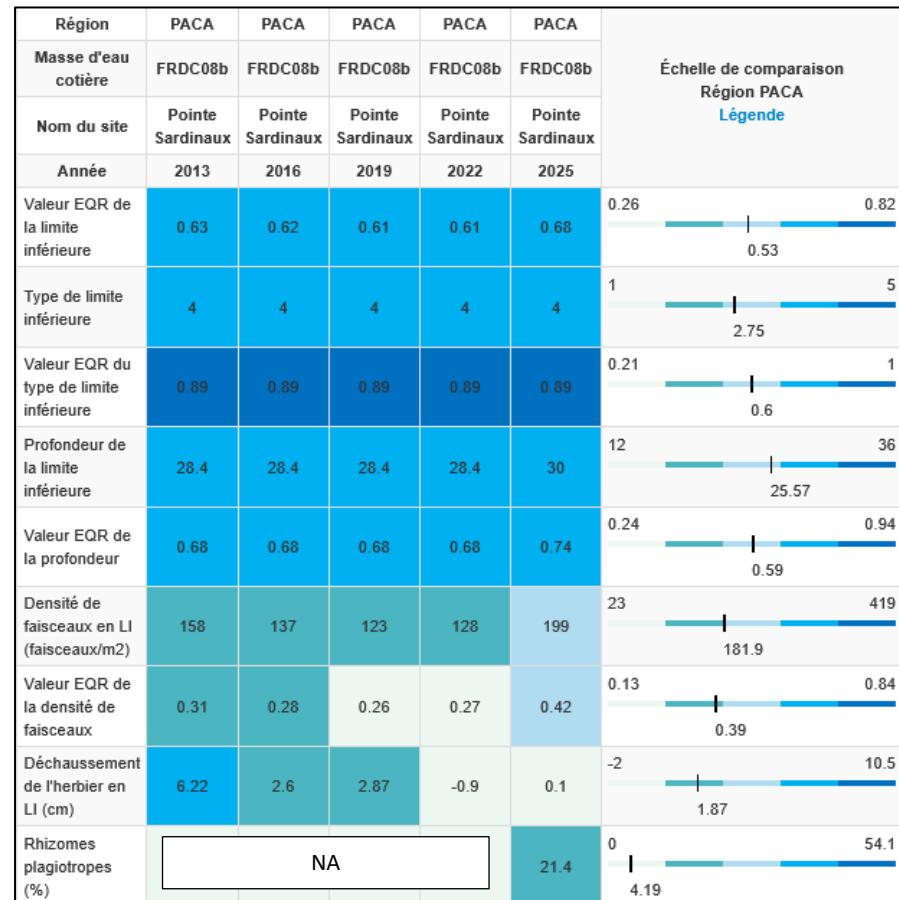
Capteur de température	
Latitude :	43 18.246
Longitude :	6 40.236
Date de pose	27/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20101051
Profondeur du capteur (m)	29.6
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur posé sur piquet 1



Figure 123 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 en limite inférieure.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 60 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



La limite inférieure **franche naturelle (à fort recouvrement)** se situe à **30 mètres de profondeur** d'après les derniers relevés de 2025 (elle est plus profonde que précédemment).

La densité moyenne en 2025 est de **199 ± 61,0 faisceaux /m<sup>2</sup>** (128 ± 44,9 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022, 123 ± 47,5 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019, 137 ± 43,9 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016, 158 ± 37,8 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013). L'herbier est donc en **état normal entre 2013 et 2022 et état bon en 2025** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** pour les différentes années de suivi.

Le **déchaussement de l'herbier est faible (<5 cm)** sur tous les suivis sauf en 2013 (déchaussement moyen avec une valeur de 6,22 cm).

Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 21,4 % traduisant un **herbier stable (<30 % de recouvrement)**.

L'EQR Site en 2013 (0,627), 2016 (0,617), 2019 (0,610), 2022 (0,613), 2025 (0,683) est bien au-dessus de la moyenne régionale. Avec une valeur d'EQR très proche sur les quatre années de suivi, le **site Pointe Sardinaux conserve un « bon » état écologique**.

#### d. Perturbations observées

Des perturbations sont présentes sur le site. Ainsi, des **engins de pêche** sont observés à chaque suivi (par exemple : ligne de pêche abandonnée en 2013, filet pris dans la roche et présent sur une partie de l'herbier du site en 2022 et 2025) ainsi que des **traces de mouillage** en 2019. En 2022, nous constatons la présence de la ***Caulerpa cylindracea*** (recouvrement <30 %), non observée en 2025.



Figure 124 : Filet concrétionné sur l'herbier en 2025.

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

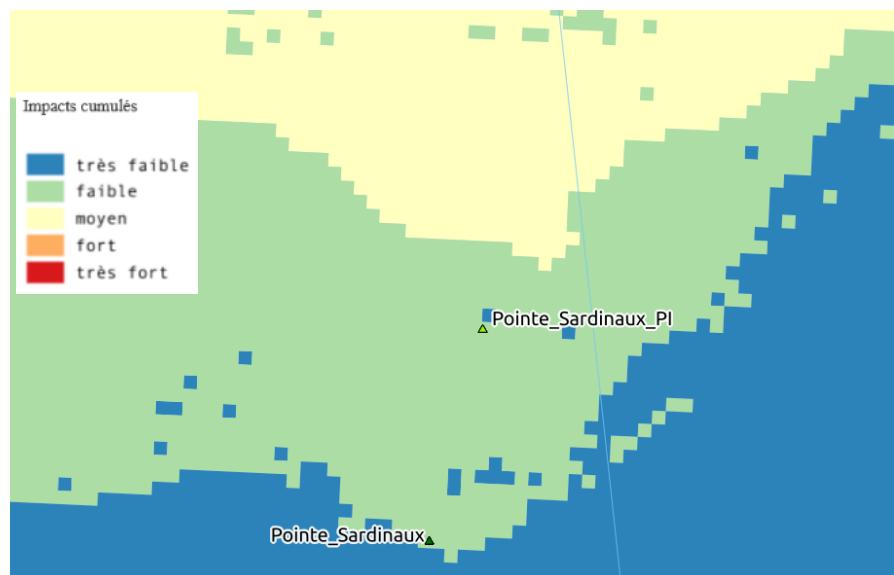


Figure 125 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

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

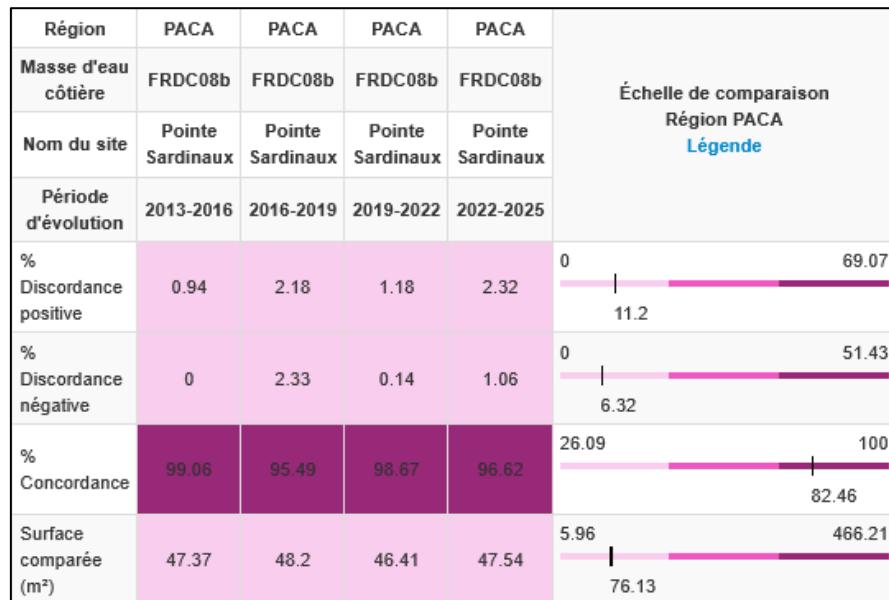
Trois autres sites sont présents dans le golfe de Saint Tropez, ils ne sont pas suivis dans le cadre du réseau de surveillance TEMPO mais l'ont été par le passé (2015) pour la Communauté de communes du golfe de Saint Tropez.

#### 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 26.4 et 29.6 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 61 : 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.



Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2022-2025, on observe sur ce site 2,32 % de discordance positive, 1,06 % de discordance négative et 98,62 % de concordance. L'indice d'évolution (0,37) indique un herbier en progression.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2019-2022, on observe sur ce site 1,18 % de discordance positive, 0,14 % de discordance négative et 98,67 % de concordance. L'indice d'évolution (0,79) indique un herbier en progression.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 2,18 % de discordance positive, 2,33 % de discordance négative et 95,49 % de concordance. L'indice d'évolution (-0,03) indique un herbier stable.

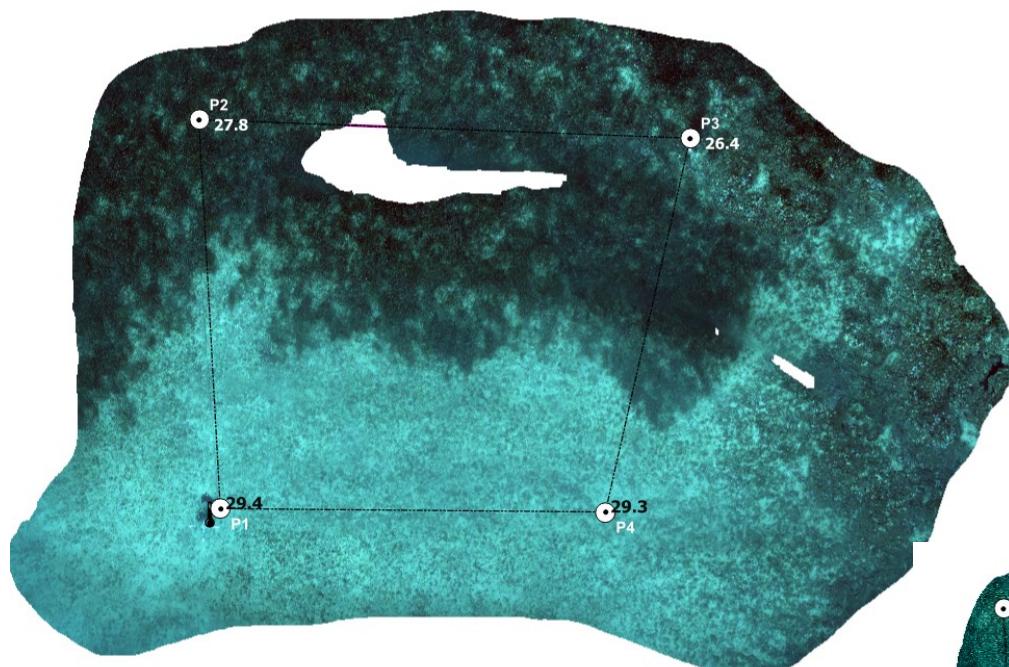
Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2013-2016, on observe sur ce site 0,94 % de discordance positive, pas de discordance négative et 99,06 % de concordance.

La dynamique évolutive de l'herbier et les paramètres de vitalité montrent un herbier à tendance stable (avec quelques zones de progression) depuis 2013. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en bon état écologique entre 2013 et 2022, qui passe en état écologique moyen au dernier suivi (moins de progression).

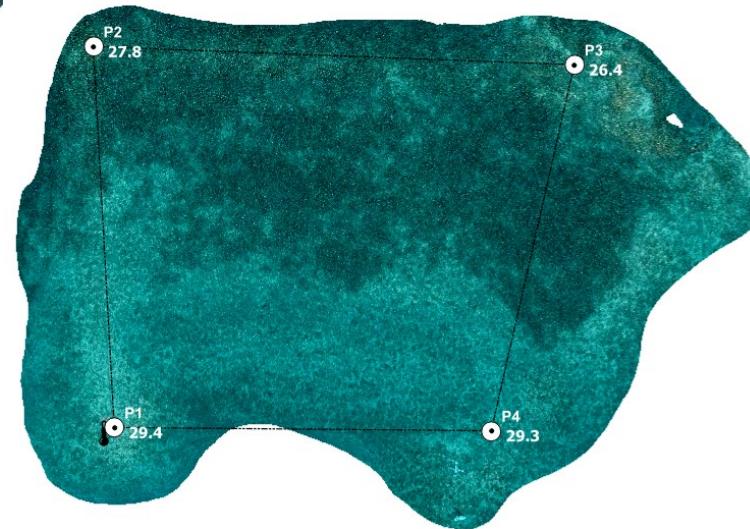
La photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Pointe Sardinaux en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de 765 photographies. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de 645 m<sup>2</sup>.

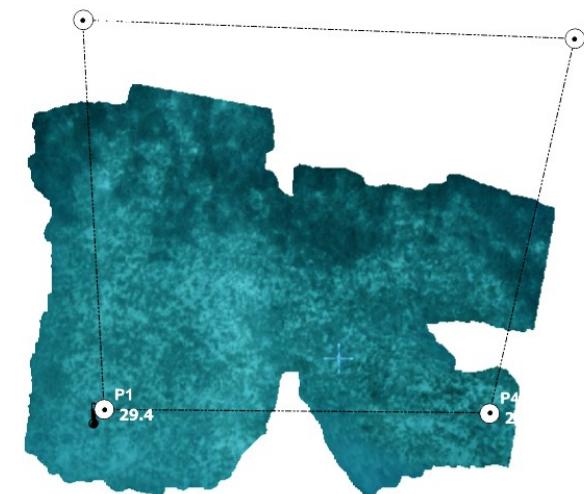
2025



2022



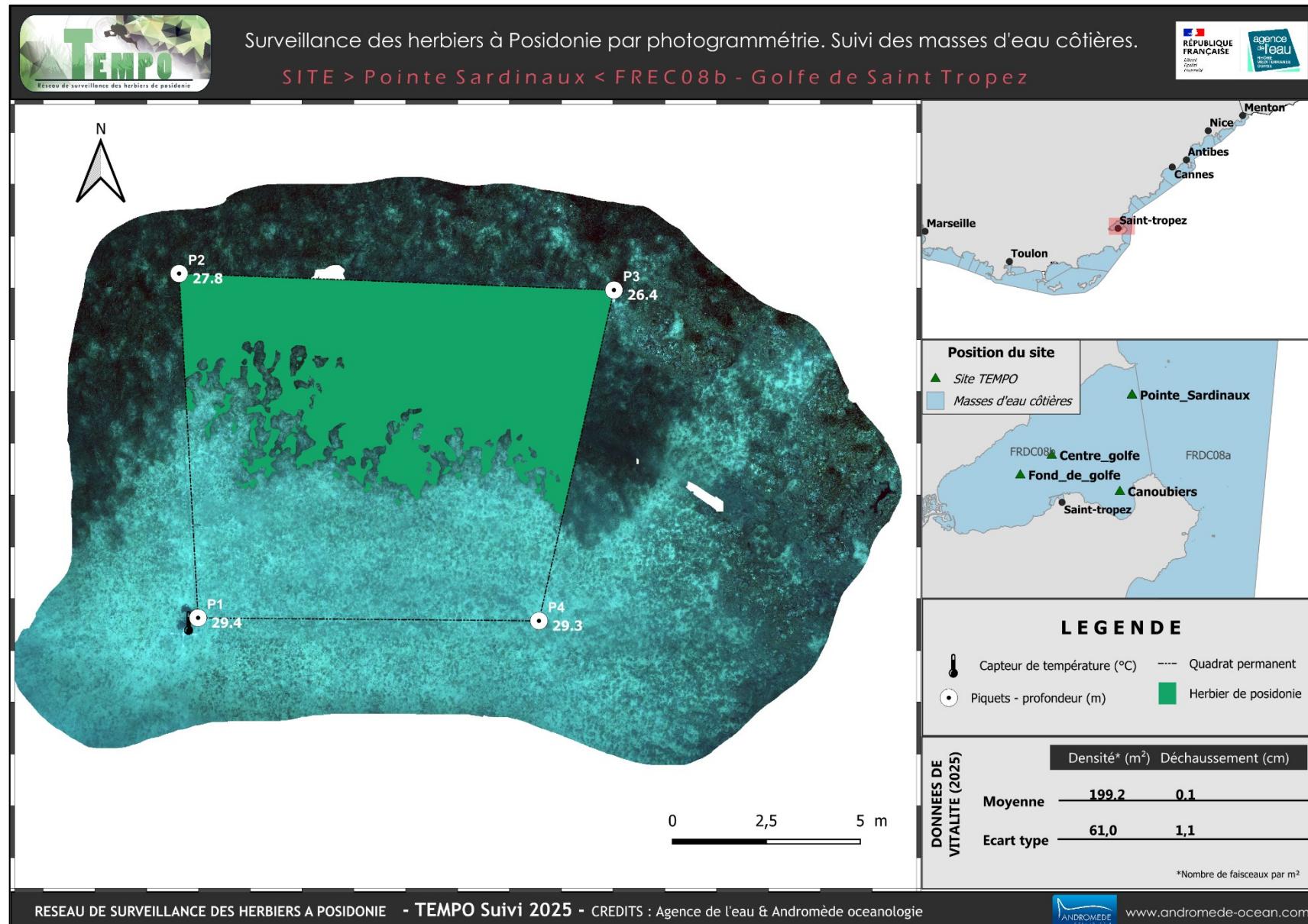
2019

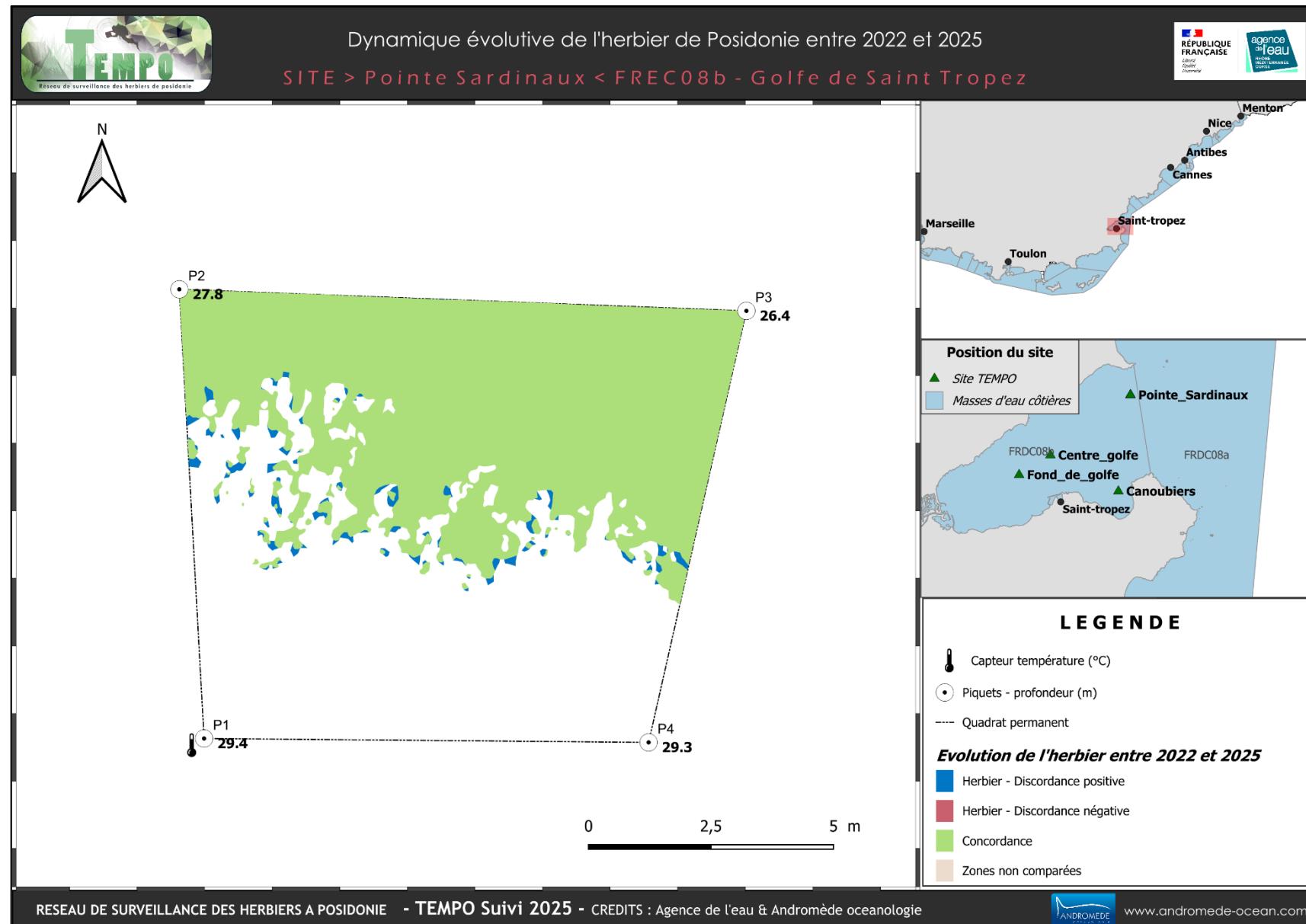


● Piquets  
- - Quadrat permanent

Figure 126 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 (au milieu), 2019 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.





**Evolution de l'herbier entre 2022 et 2025**

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

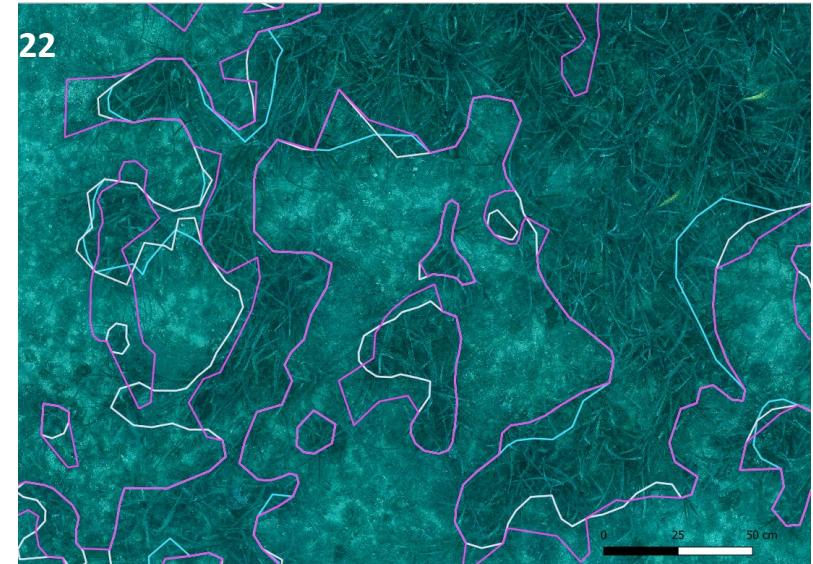
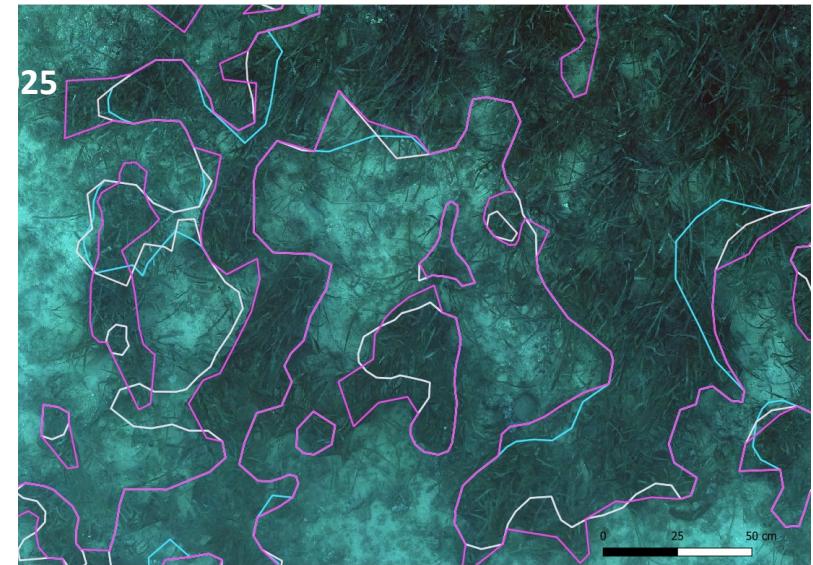
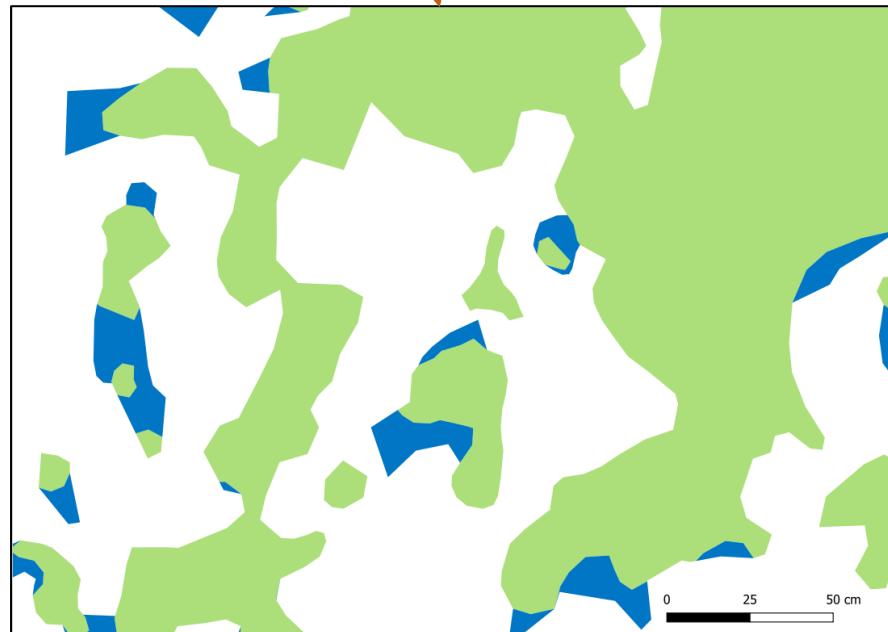
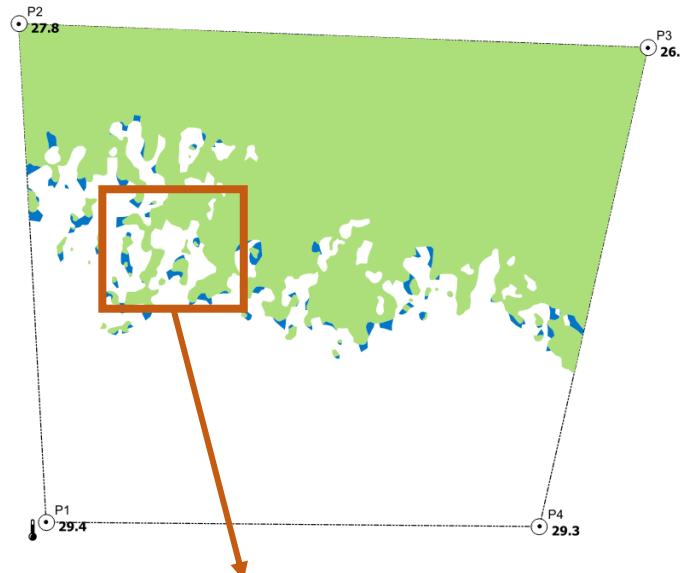


Figure 127 : ZOOMS sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la stabilité de l'herbier entre 2019 et 2025, avec quelques taches en progression entre 2022 et 2025.

## Pointe Sardinaux PI (masse d'eau FREC08b) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)		Herbier sur roche avec quelques taches de sable, présence de patchs d'herbier			
Visibilité (m)	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
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 checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	beaucoup d'algues brunes et algues calcaires sur la roche, un peu de pralines (rhodolithes) dans les creux des ripplemarks				
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 checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input checked="" type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Canalisation (10/15 cm de diamètre), fil de pêche				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Murène ( <i>Muraena helena</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), serrans ( <i>Serranus spp.</i> ), crénilabres ( <i>Syphodus spp.</i> ), sars ( <i>Diplodus spp.</i> ), <i>Flabellina sp.</i> , <i>Codium sp.</i>				
Remarques générales					



Figure 128 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 18.416
Longitude :	6 40.295
Date de pose	27/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20125791
Profondeur du capteur (m)	16.5
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	sur la canalisation (sans flotteur)



Figure 129 : Données et photo du capteur posé en 2025 sur la canalisation.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,673), 2019 (0,605), 2022 (0,691), 2025 (0,704) est largement supérieur à la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud.

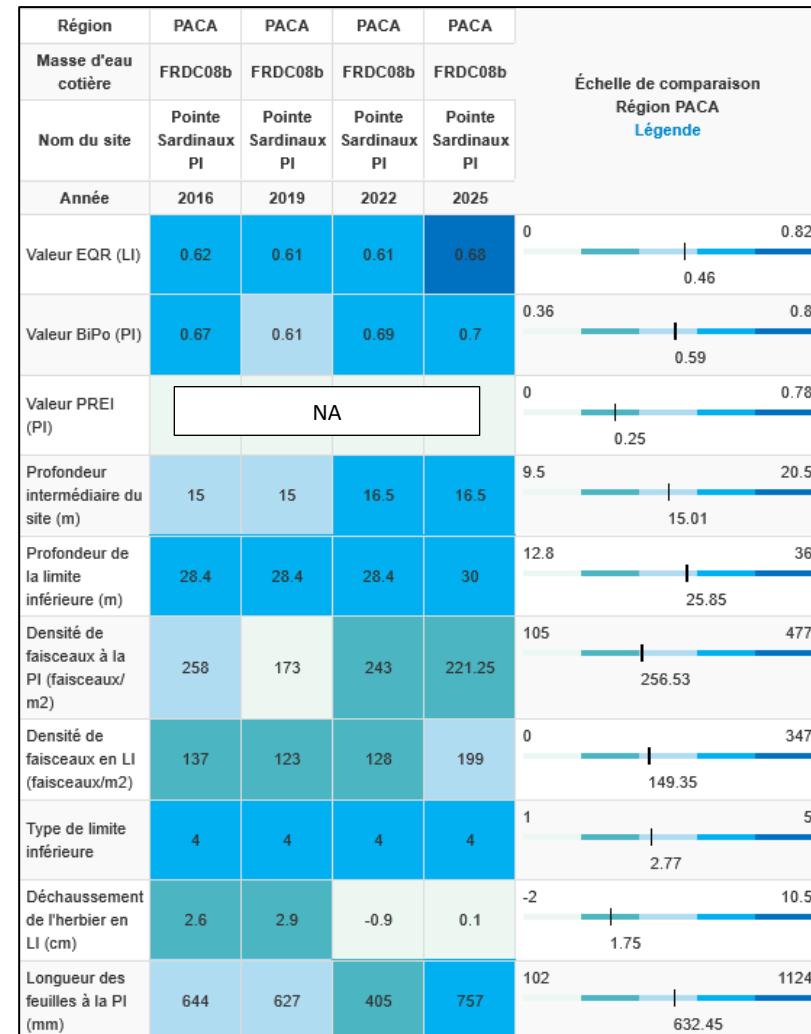


Il augmente depuis 2022 (meilleure densité à -15m, et meilleure état en limite inférieure) et indique une amélioration de l'état écologique de l'herbier qui est bon depuis 2016.

Figure 130 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis.

A la vue de ces éléments on peut considérer que l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est bon et s'améliore au cours du temps.

Tableau 62 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 63 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Pointe_Sardinaux_PI
Date	27/05/2025
Heure	16:09:00
Latitude	43 18.416
Longitude	6 40.295
Habitat	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	15
Espèces remarquables	Murène ( <i>Muraena helena</i> )
Perturbations observées	Engins de pêche et macrodéchets
Température de l'eau (°C)	18
Nom des plongeurs	Ody, Personnic
Caractéristiques prélèvements ADNe	
Profondeur ADN (m)	15
Durée de filtration	30 min
Type de filtre ADN	0,2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
Nom de la pompe	Andro 2
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2401950	SPY2401968
Méthode de filtration	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **36 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 64 : Liste d'espèces de poissons inventoriées par ADNe

Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
pointe_sardinaux_pi	Apogonidae	Apogon	<i>imberbis</i>	Apogon
pointe_sardinaux_pi	Sparidae	Boops	<i>boops</i>	Bogue
pointe_sardinaux_pi	Pomacentridae	Chromis	<i>chromis</i>	Castagnole
pointe_sardinaux_pi	Congridae	Conger	<i>conger</i>	Congre commun
pointe_sardinaux_pi	Gobiidae	<i>Corcyrogobius</i>	<i>liechtensteini</i>	Gobie corail nain
pointe_sardinaux_pi	Labridae	Coris	<i>julis</i>	Girelle commune
pointe_sardinaux_pi	Sparidae	Diplodus	<i>annularis</i>	Spaillaon
pointe_sardinaux_pi	Sparidae	Diplodus	<i>sargus</i>	Sar commun
pointe_sardinaux_pi	Sparidae	Diplodus	<i>vulgaris</i>	Sar à tête noire
pointe_sardinaux_pi	Gobiidae	Gobius	<i>cruentatus</i>	Gobie à bouche rouge
pointe_sardinaux_pi	Gobiidae	Gobius	<i>geniporus</i>	Gobie à joues poreuses
pointe_sardinaux_pi	Gobiidae	Gobius	<i>xanthocephalus</i>	Gobie à tête jaune
pointe_sardinaux_pi	Myliobatidae	Mobula	<i>mobular</i>	Diable de mer méditerranéen
pointe_sardinaux_pi	Molidae	Mola	<i>mola</i>	Poisson lune
pointe_sardinaux_pi	Muraenidae	Muraena	<i>helena</i>	Murène commune
pointe_sardinaux_pi	Triakidae	Mustelus	<i>mustelus</i>	Emissole lisse
pointe_sardinaux_pi	Gobiidae	<i>Odondebuenia</i>	<i>balearica</i>	Gobie des Baléares
pointe_sardinaux_pi	Sparidae	Pagellus	<i>erythrinus</i>	Pageot commun
pointe_sardinaux_pi	Blenniidae	Parablennius	<i>gattorugine</i>	Blennie gattorugine
pointe_sardinaux_pi	Clupeidae	Sardina	<i>pilchardus</i>	Sardine
pointe_sardinaux_pi	Clupeidae	Sardinella	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde
pointe_sardinaux_pi	Sparidae	Sarpa	<i>salpa</i>	Saupe
pointe_sardinaux_pi	Sciaenidae	Sciaena	<i>umbra</i>	Corb

pointe_sardinaux_pi	Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>colias</i>	Maquereau espagnol
pointe_sardinaux_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i>	Petite rascasse rouge
pointe_sardinaux_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i>	Rascasse brune
pointe_sardinaux_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
pointe_sardinaux_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
pointe_sardinaux_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
pointe_sardinaux_pi	Sparidae	<i>Spondylisoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
pointe_sardinaux_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>melanocercus</i>	Crénilabre à queue noire
pointe_sardinaux_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
pointe_sardinaux_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon
pointe_sardinaux_pi	Synodontidae	<i>Synodus</i>	<i>saurus</i>	Poisson-lézard rayé
pointe_sardinaux_pi	Labridae	<i>Thalassoma</i>	<i>pavo</i>	Girelle-paon
pointe_sardinaux_pi	Scombridae	<i>Thunnus</i>	<i>thynnus</i>	Thon rouge

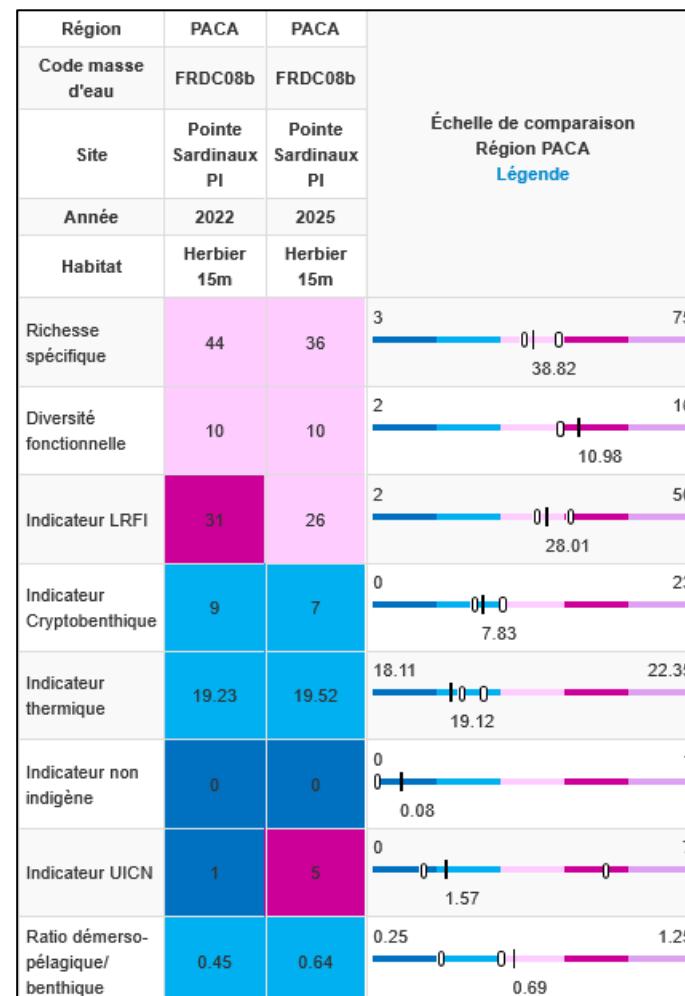
#### Valeurs des indicateurs

Plusieurs indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022** (richesse spécifique, indicateur LRFI, indicateur cryptobenthique) tout en restant proches de la moyenne régionale.

La particularité de cette station d'herbier est la détection, en 2025, d'**espèces menacées classées sur la liste rouge IUCN** : le diable de mer méditerranéen (*Mobular mobular*), le corb (*Sciaena umbra*), le poisson lune (*Mola mola*), l'émissole lisse (*Mustelus mustelus*).

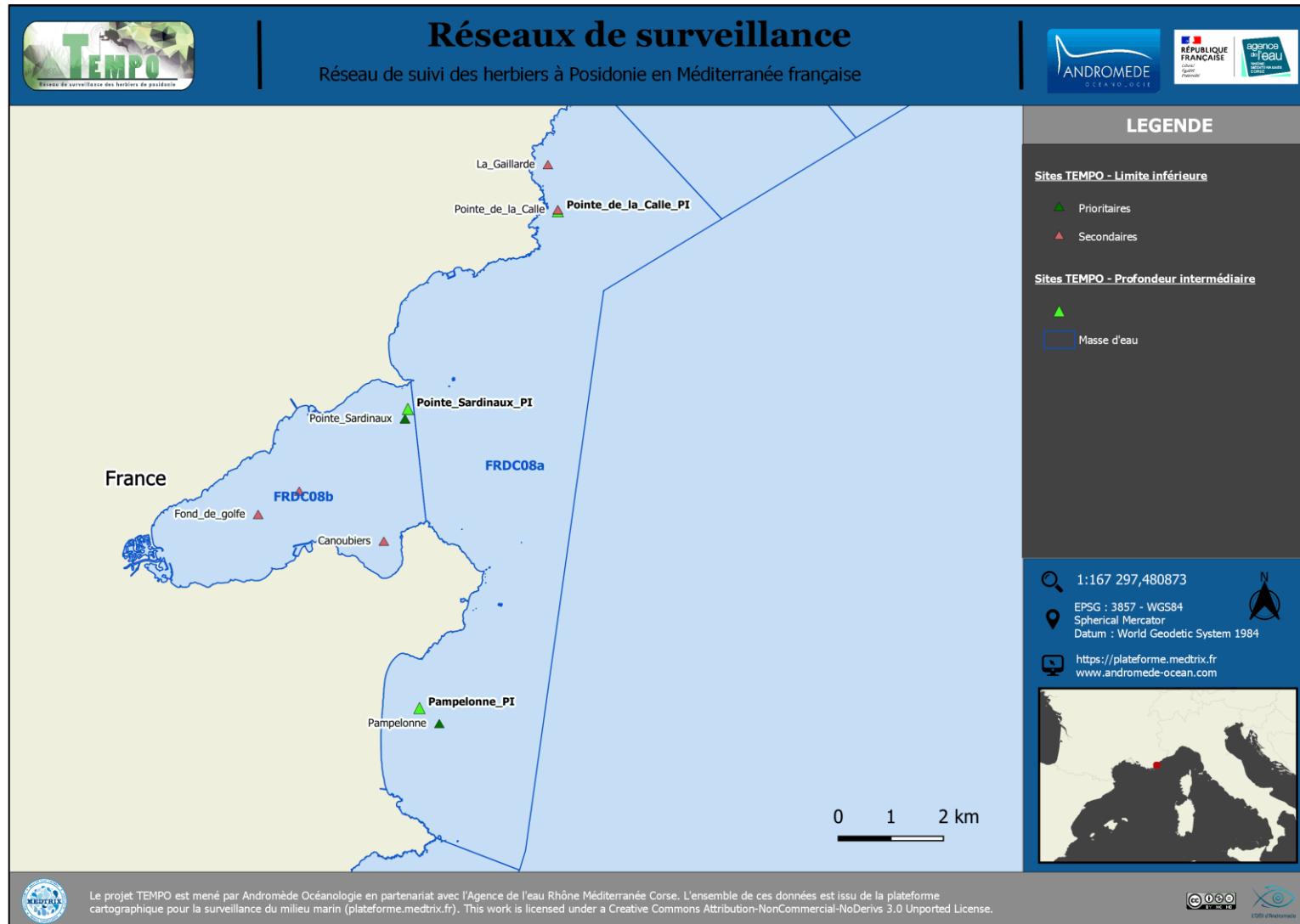
Le ratio démerso pélagique/benthique est plus élevé en 2025 en raison de l'observation de **bancs de mendoles, sardines, bogues, et sars communs et à tête noire**.

Tableau 65 : Comparaison régionale des indicateurs



## VI.K. Masse d'eau FRDC08a

La masse d'eau FRDC08a comprend un nouveau site TEMPO Pampelonne (site prioritaire mis en place en 2022).



**Pampelonne (masse d'eau FRDC08a) – Limite inférieure***a. Présentation du site*

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17	Herbier sur sable, limite diffuse en petites touffes, feuilles assez courtes.			
Visibilité (m)	10				
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 checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Rhodolithes				
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	Girelles ( <i>Coris julis</i> ), Holothuries, pontes de calamars sur le piquet du capteur de température, huîtres				
Remarques générales	Site assez pauvre en poissons				



Figure 131 : Illustrations du site Pampelonne en limite inférieure (2025 et 2022).

Le site « **Pampelonne** » est présent dans la partie Sud de la masse d'eau 'Pointe des Issambres - Ouest Fréjus' (FREC08a). Le site est situé en face de la grande plage de Pampelonne au Sud de l'entrée du Golfe de Saint Tropez.

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

#### b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 13,690
Longitude :	6 40,940
Date de pose	28/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20987457
Profondeur du capteur (m)	33.5
N° de piquet du quadrat	4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 min
Description de la zone	Sur le piquet 4 dans la matte morte



Figure 132 : Données (en haut) et photo du capteur récupéré (à gauche) et posé (à droite) en 2025 en limite inférieure.

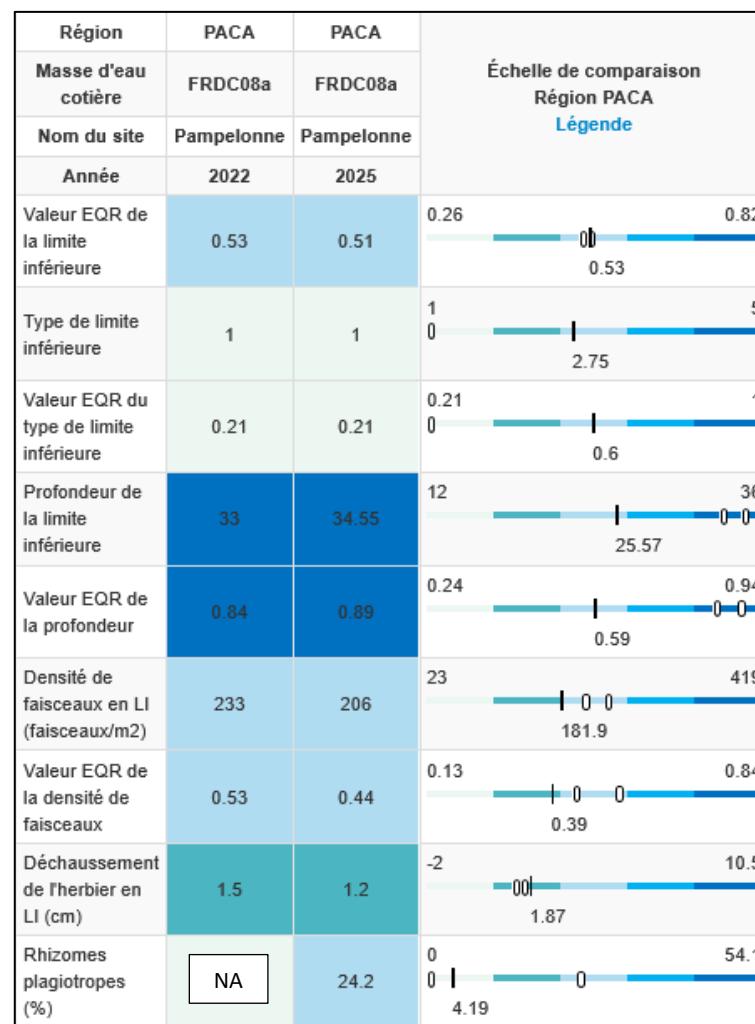
#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

La **limite inférieure à tendance progressive au centre du site** se situe à **-34,55 mètres** d'après les derniers relevés 2025.

La densité moyenne en 2025 est de **205,8 ± 66,2 faisceaux /m<sup>2</sup>** ( $233,3 \pm 50,1$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022). L'herbier est donc en **excellent état** à tous les suivis compte tenu de sa densité de

faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** pour cette année de suivi.

Tableau 66 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



Le déchaussement de l'herbier est faible (<5 cm). Le taux de rhizomes plagiotropes, mesuré en 2025, est de 24,2 % traduisant un **herbier en légère progression**.

L'EQR Site en 2022 (0,527) et 2025 (0,513) est légèrement au-dessus de la moyenne régionale. Le site Pampelonne est classé en **état écologique moyen**.

#### d. Perturbations observées

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** :

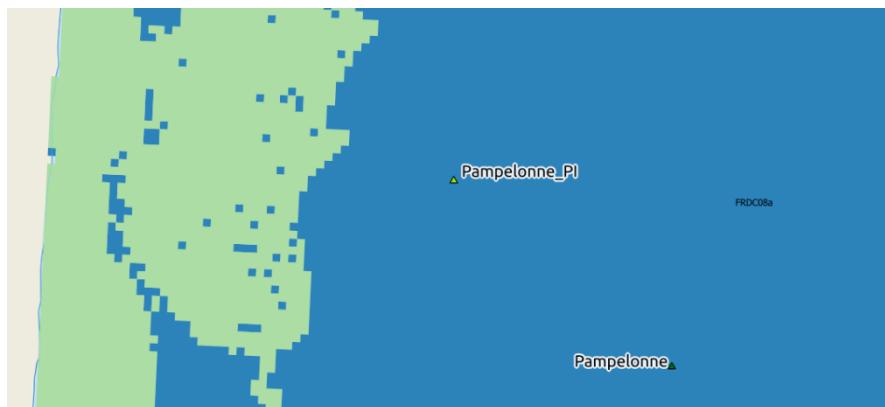


Figure 133 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

Un **rejet urbain** (Bonne Terrasse) se trouve à proximité du site TEMPO, dans la zone sud. Aucune perturbation biologique, physique ou pollution n'a été relevée en 2025.

#### e. Données historiques

Cette limite a été suivie selon le protocole RSP en 2000, 2002, 2004 par le GIS Posidonie, puis en 2006 par EOL, puis en 2008 et 2010 par Andromède, par Asconit en 2014, et enfin

Andromède en 2018. Un suivi a été réalisé en 2022 par Creocean dans le cadre du suivi du milieu récepteur du rejet de Bonne Terrasse.

Les observations du suivi de 2018<sup>7</sup> montrent que l'herbier du site Bonne Terrasse a une limite inférieure régressive avec présence de *Caulerpa cylindracea* et de nombreuses holothuries dans le détritique. Les feuilles d'herbier sont fortement épiphytées mais non broutées. De nombreuses grandes nacres (*Pinna nobilis*) sont présentes en aval de la limite inférieure. La limite inférieure de l'herbier balisé est située dans une « zone intermédiaire », avec la proximité de l'émissaire de Bonne-Terrasse, dont les effluents se rejettent à -47m de profondeur. Le balisage est positionné le long d'une portion de limite facilement repérable. La densité moyenne relevée près des nouvelles balises à -35m en 2018 est de 87 +/- 43 faisceaux /m<sup>2</sup> (30 mesures). D'après les modèles de classification des densités, cette densité est identifiée comme normale. Le déchaussement moyen est de -0,57 +/- 1,4 cm : il est jugé faible, traduisant un bon équilibre sédimentaire au niveau de la limite inférieure de l'herbier. Le recouvrement est évalué à 16 %, donc un recouvrement faible pour une limite inférieure. En comparant la position des anciennes balises RSP photographiées avec le repère en 2018 par rapport au suivi de 2012, on constate que la régression se poursuit. De même, la comparaison entre la limite cartographiée en 2012 par télémétrie acoustique et l'actuelle limite visible sur la photogrammétrie montre une régression de la limite inférieure de l'herbier, plus importante sur la première partie (B1 à B6) qui est la plus profonde.

#### f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans la matte morte, l'herbier et dans le détritique côtier avec des rhodolithes entre 33 et 33,5 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.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2022-2025**, on observe sur ce site 9,58 % de discordance positive, 1,98 % de discordance négative et 88,44 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,66) indique un herbier en progression.**

<sup>7</sup> ANDROMÈDE, 2018. Surveillance de l'herbier de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Communautés de communes Golfe de Saint Tropez. 87p.

Tableau 67 : 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	PACA	Échelle de comparaison Région PACA
Masse d'eau côtière	FRDC08a	Région PACA
Nom du site	Pampelonne	Légende
Période d'évolution	2022-2025	
% Discordance positive	9.58	0 69.07 11.2
% Discordance négative	1.98	0 51.43 6.32
% Concordance	88.44	26.09 100 82.46
Surface comparée (m <sup>2</sup> )	26.52	5.96 466.21 76.13

La dynamique évolutive de l'herbier montre un herbier à **tendance progressive même si certains paramètres de vitalité traduisent un herbier plutôt stable**. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'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 sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Pampelonne en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **725 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **440 m<sup>2</sup>**.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.

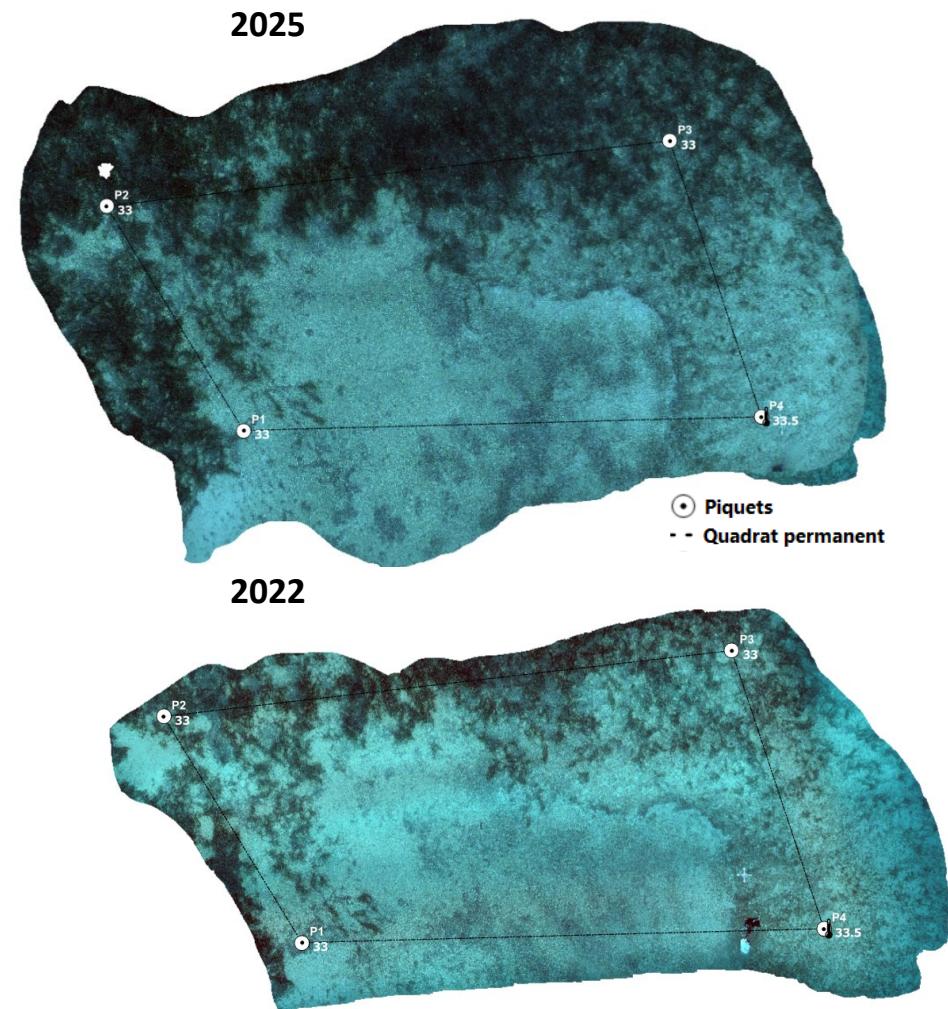
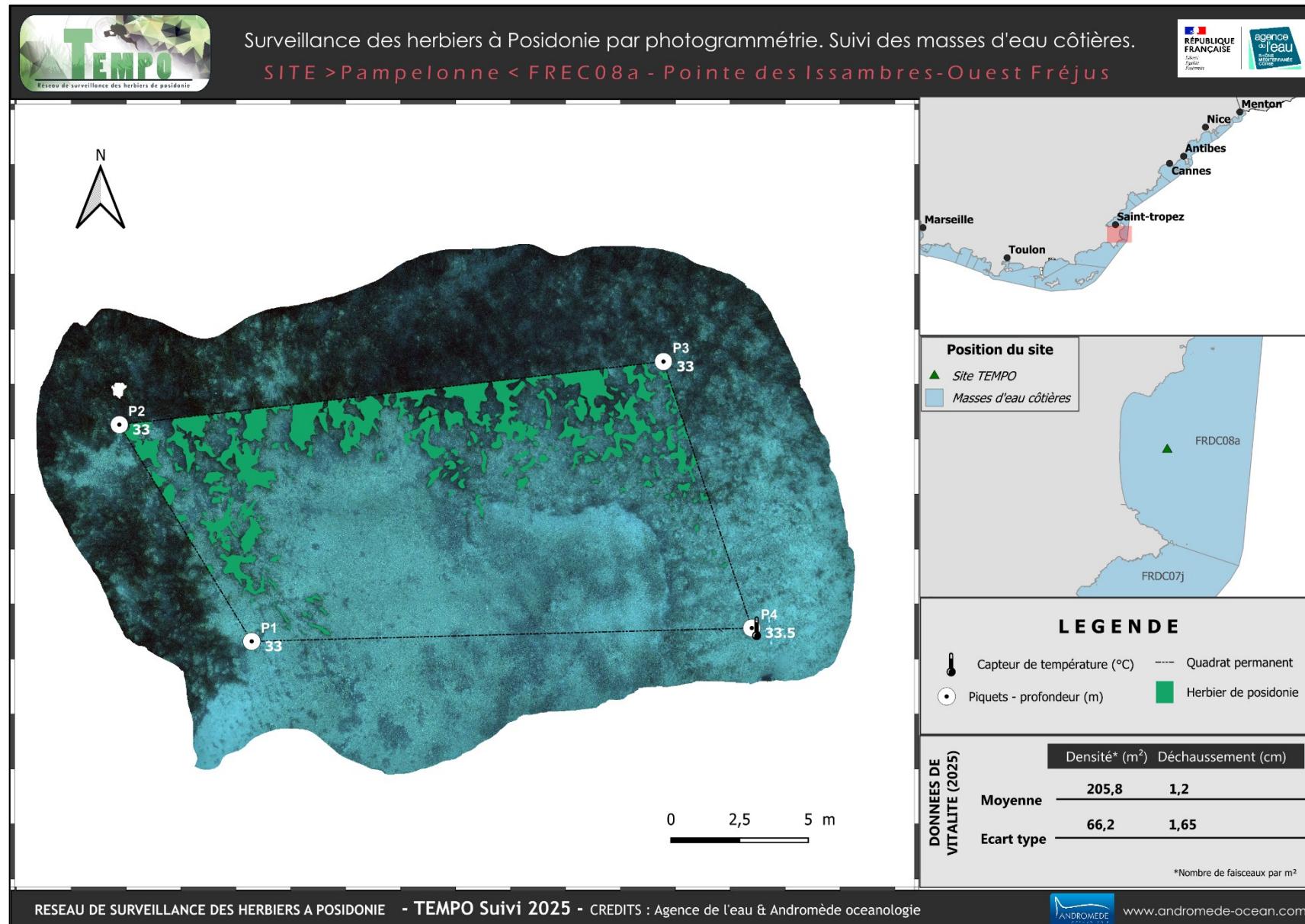
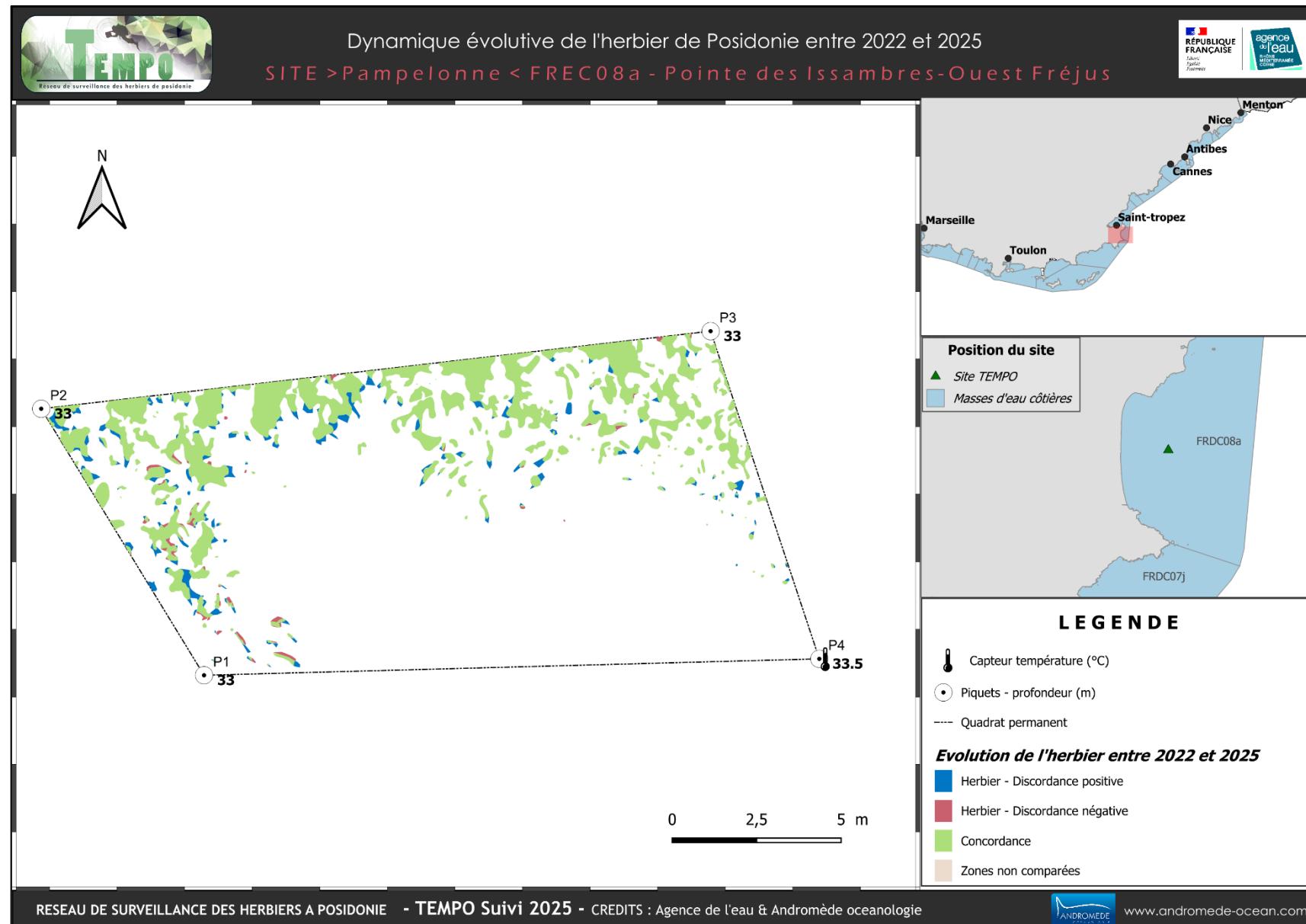


Figure 134 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 (à droite).





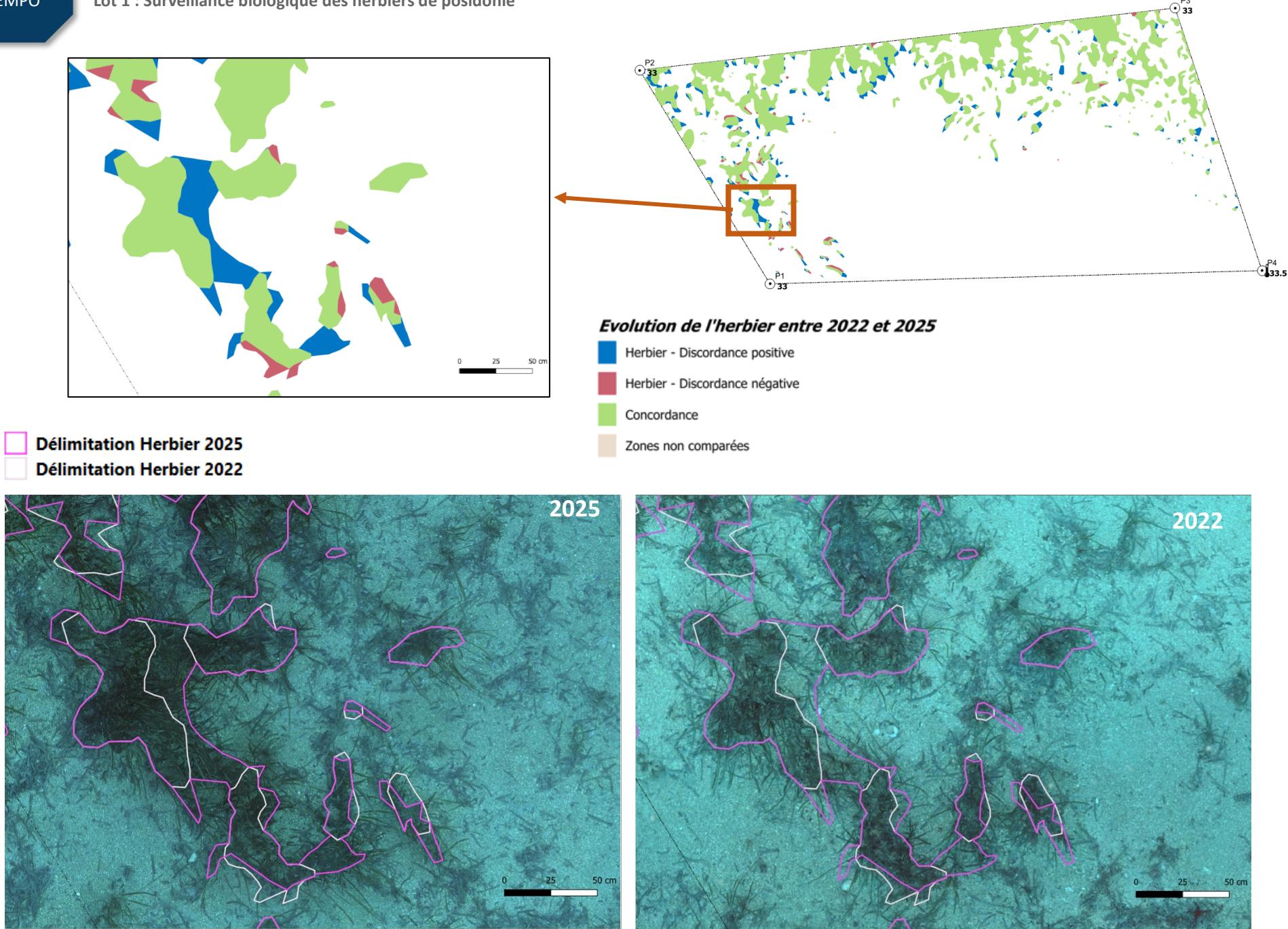


Figure 135 : Zooms sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la stabilité de l'herbier avec des zones de progressions, entre 2022 et 2025.

## Pampelonne PI (masse d'eau FREC08a) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)		Herbier sur roche avec longues feuilles épiphytées (algues calcaires), présence de petites taches de sable entre les zones rocheuses			
Visibilité (m)	15	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input checked="" type="checkbox"/> Matte morte	<input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux
Nature du fond		<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Remarques	herbier sur roche avec quelques taches de sable grossier et quelques micro zones de matte morte en bordure				
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 checked="" 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	Labre vert ( <i>Labrus viridis</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), picarels ( <i>Spicara smaris</i> ), <i>Codium sp.</i> , algues brunes, seiche ( <i>Sepia officinalis</i> )				
Remarques générales					



Figure 136 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 13.943
Longitude :	6 40.533
Date de pose	28/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20586629
Profondeur du capteur (m)	17
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur accroché à un bourrelet coralligène en bordure d'une grande tache de sable de forme allongée. A 10 m à l'est du point GPS

Figure 137 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 à -15 m.



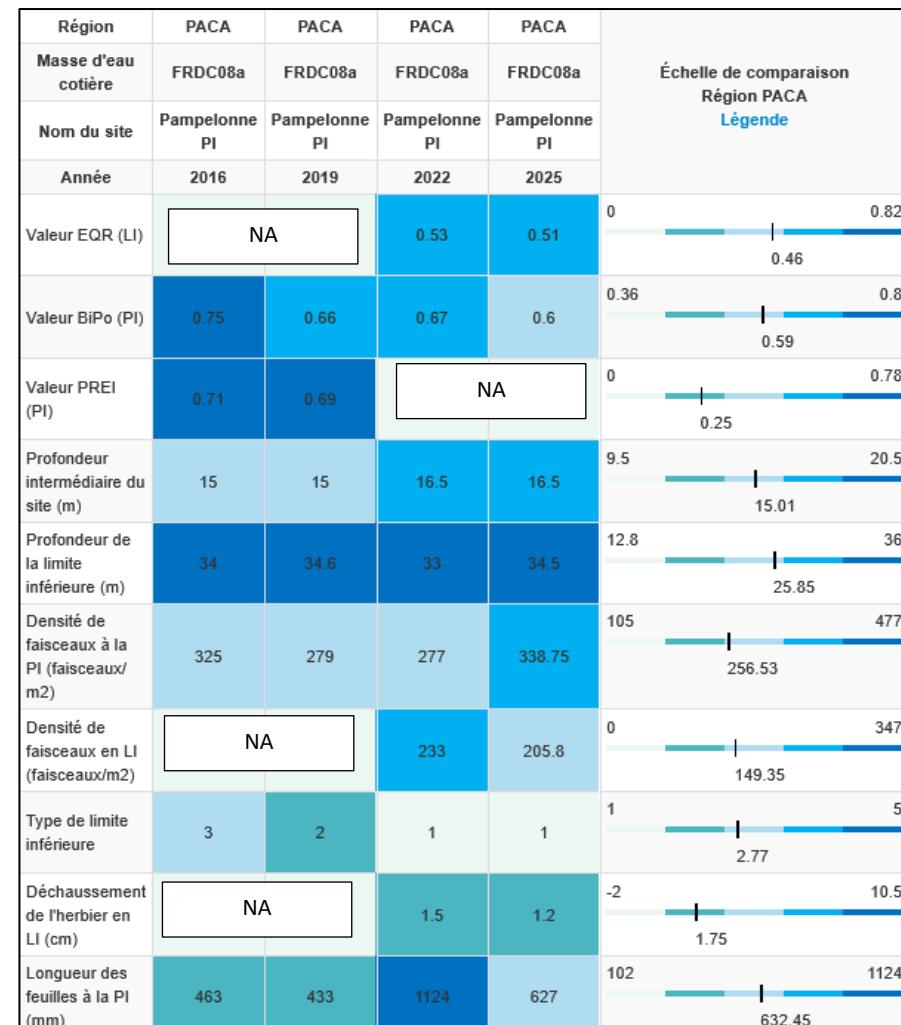
Les EQR de l'indice **PREI** calculés en 2016 (0,705) et 2019 (0,685) sur la station indiquent un **bon état écologique**. Cet indice n'est plus calculé en 2022.

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2016 (0,745), 2019 (0,660), 2022 (0,671), 2025 (0,598) est supérieur à la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique un **bon état de l'herbier**. Le site présentait en 2019 une plus faible densité de faisceaux, qui s'est stabilisée entre 2019 et 2022, et qui augmente en 2025. On observe des données de limite inférieure (profondeur et type) différentes entre 2016/2019 et 2022 car en 2022 un nouveau site a été défini au droit de ce site à 15 m : Pampelonne (données bibliographiques pour les années précédentes car pas de site TEMPO au droit de ce site en PI). A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'état écologique du site à la profondeur intermédiaire est bon**.



Figure 138 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis.

Tableau 68 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



## VI.L. Masse d'eau FRDC07j

La masse d'eau FRDC07j comprend les sites TEMPO **Pointe Andati** (site prioritaire) échantillonné depuis 2013, **Cavalaire Pardigon** échantillonné depuis 2022 dans le cadre du réseau TEMPO. Les sites **Dattier** et **Dattier PI** intègrent le marché de la surveillance des herbiers (lot 1) en 2025 (nouveau site interdirective). Les sites **Pointe Esquillette** (LI, PI) ne sont pas suivis en 2025 (sites secondaires).



## Pointe Andati (masse d'eau FRDC07j) – Limite inférieure

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17				
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"/> <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	Castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), <i>Holothuria forskali</i> , ponte calamars, <i>Balanophyllia europaea</i> , poulpe ( <i>Octopus vulgaris</i> ) caché dans la vis à sable du capteur, Cystoseires, Ascidie ( <i>Phallusia mammillata</i> )				
Remarques générales	Herbier clairsemé, léger envasement, feuilles courtes et épiphytées, peu de poissons, quelques holoturies				



Figure 139 : Illustrations du site Pointe Andati en limite inférieure (2025).



Figure 140 : Pointe d'Andati vu de la mer (2013).

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

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

#### c. Capteur de Température



Capteur de température	
Latitude :	43 09.934
Longitude :	6 36.184
Date de pose	29/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	21011534
Profondeur du capteur (m)	34,00
N° de piquet du quadrat	4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 min
Description de la zone	Sur le piquet 4



Figure 141 : Données et illustrations du capteur posé en 2025.

#### d. Mesures de vitalité et comparaison régionale

La limite inférieure **clairsemée naturelle** se situe à **33,7 mètres de profondeur** d'après les derniers relevés de 2025.

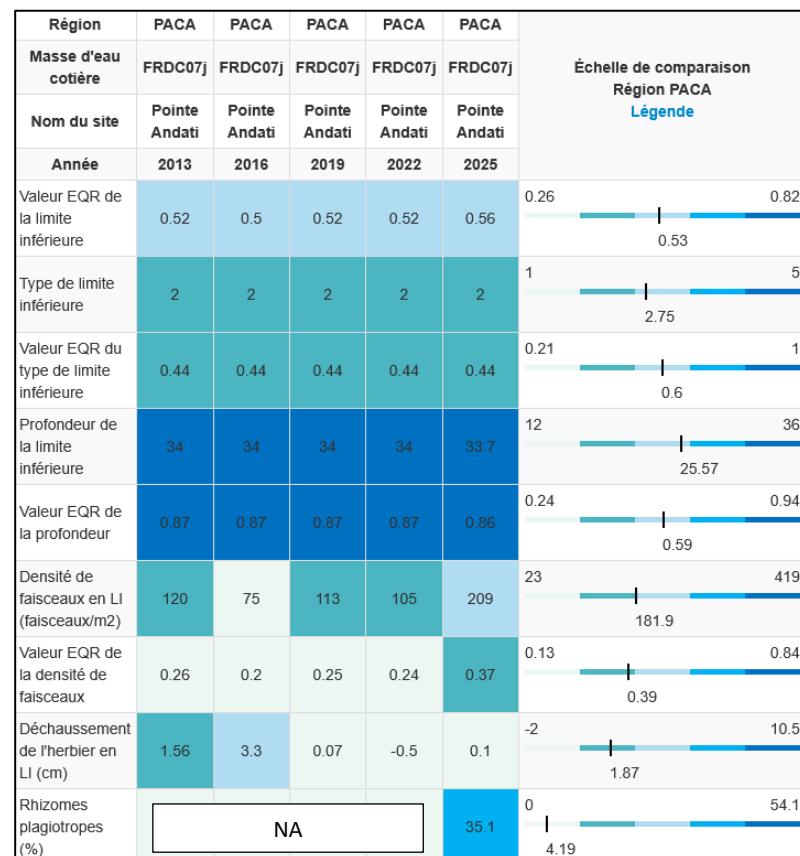
La densité moyenne en 2025 est de **209,2 ± 58,8 faisceaux /m<sup>2</sup>** ( $105 \pm 35,91$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022,  $113 \pm 33,3$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019,  $75 \pm 30,1$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016,  $120 \pm 35,3$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013). L'herbier est donc en **excellent état en 2025 (normal en 2016 et**

**2022, bon en 2013 et 2019)** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** de 2013 à 2025.

Le **déchaussement de l'herbier est faible pour tous les suivis (<5 cm)**. Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 35,1 % traduisant un **herbier en légère progression**.

L'EQR Site en 2013 (0,523), 2016 (0,503), 2019 (0,520), 2022 (0,517), est proche de la moyenne régionale alors qu'en 2025 (0,557) il est supérieur. Le statut du site Pointe Andati passe d'un état moyen à un **bon état en 2025**.

Tableau 69 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



### e. Perturbations observées

Aucune perturbation biologique, physique ou de pollution n'a été relevée en 2025.

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 142 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

*f. Données historiques*

Le site RSP « Cavalaire » est présent à 1 km au Nord-Ouest du site TEMPO « Pointe Andati », au large de la Pointe du Brouis. Le balisage RSP est situé à -35,7 mètres le long de la limite inférieure de l'herbier de posidonie de type régressif. Il a été mis en place en 1988 et le dernier suivi a été effectué en 2003. Le site montrait alors une importante régression de l'herbier, avec une forte diminution des densités.

En plus des autres sites TEMPO présents dans cette masse d'eau, Andromède Océanologie est chargée par Véolia, en 2025, d'effectuer un suivi du milieu marin au droit de la station

d'épuration intersyndicale du Batailler située à Bormes-les-Mimosas (à l'ouest de la masse d'eau). L'objectif de cette étude est de déterminer l'évolution de la qualité du milieu marin par rapport aux précédents suivis. Trois zones sont suivies au sein de l'herbier afin de caractériser de manière optimale l'effet du rejet : une station en limite supérieure de l'herbier ; une station située en profondeur intermédiaire de l'herbier ; une station située au niveau du rejet. Les résultats seront disponibles en 2026.

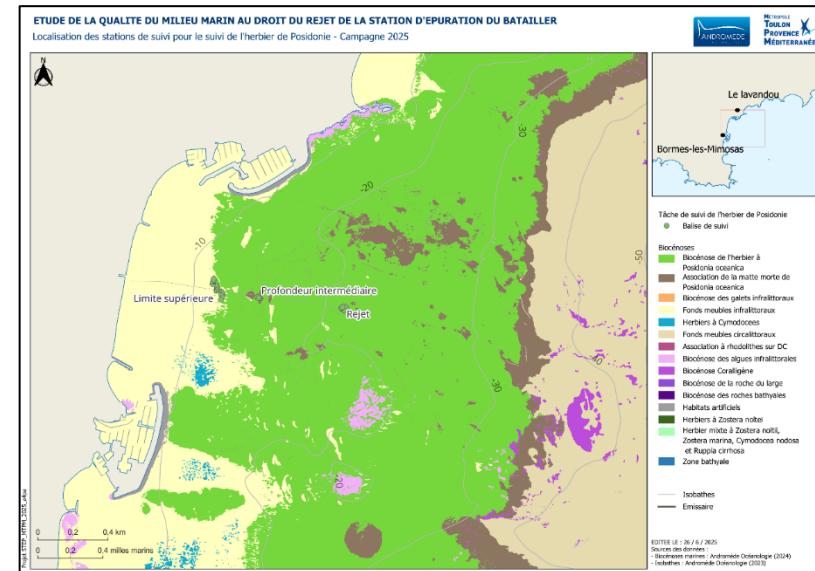


Figure 143 : Localisation des stations de suivi pour l'herbier de Posidonie de la STEP du Batailler, 2025.

g. *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 33,5 et 34,9 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.

Au niveau de l'emprise comparable du quadрат pour la période **2022-2025**, on observe sur ce site 7,87 % de discordance positive, 8,66 % de discordance négative et 83,47 % de concordance. **L'indice d'évolution (-0,05) indique un herbier stable.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2019-2022**, on observe sur ce site 2,20 % de discordance positive, aucune discordance négative et 97,80 % de concordance. **L'indice d'évolution (1) indique un herbier en progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2016-2019**, on observe sur ce site aucune discordance positive, aucune discordance négative et 100 % de concordance.

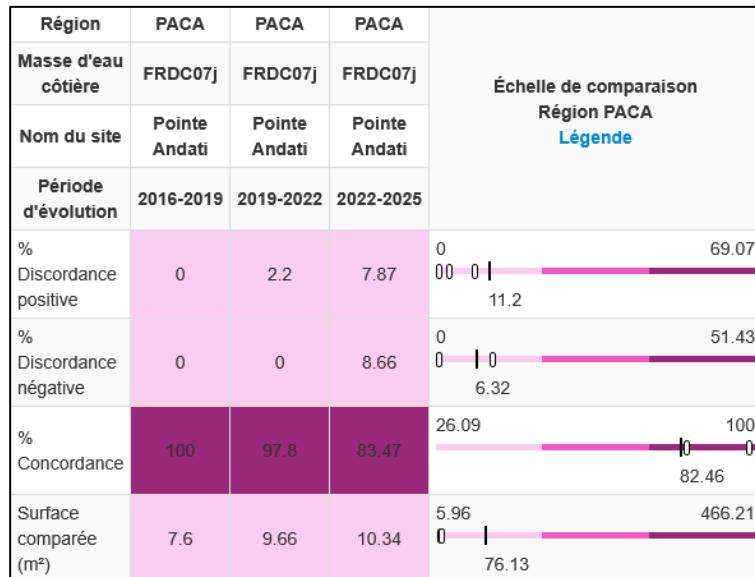
**La présence d'algues filamenteuses recouvrant quasiment 100 % de l'herbier en 2019 a fortement gêné la mise en œuvre de la télémétrie acoustique et de la photogrammétrie sous l'eau et le suivi de l'herbier. La cartographie réalisée en 2019 sur ce site est donc donnée à titre indicatif tout comme la carte d'évolution.**



Figure 144 : Vue zoomée (au-dessus) du site en 2019 avec la présence d'algues filamenteuses.

Les paramètres de vitalité ainsi que la dynamique évolutive de l'herbier montrent un **herbier stable avec une excellente vitalité**. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** depuis 2013.

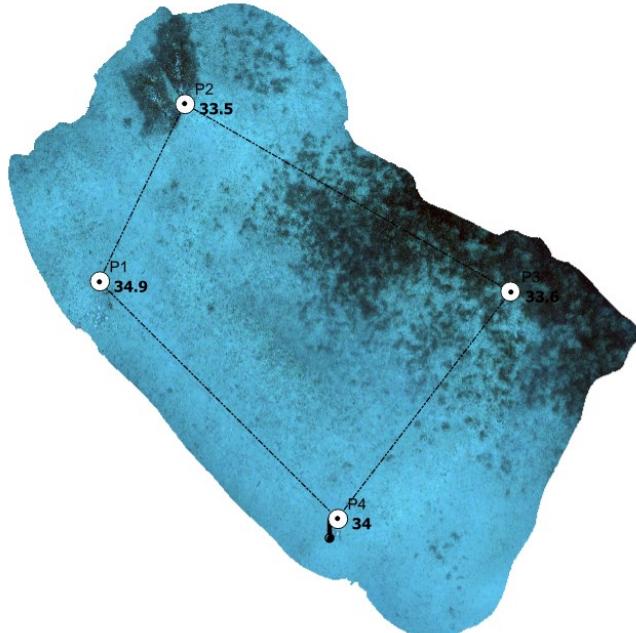
Tableau 70 : Comparaison, pour les différentes périodes d'évolution, des pourcentages de discordance positive, négative et de concordance (au niveau de l'emprise comparable du quadrat) avec les autres sites TEMPO.



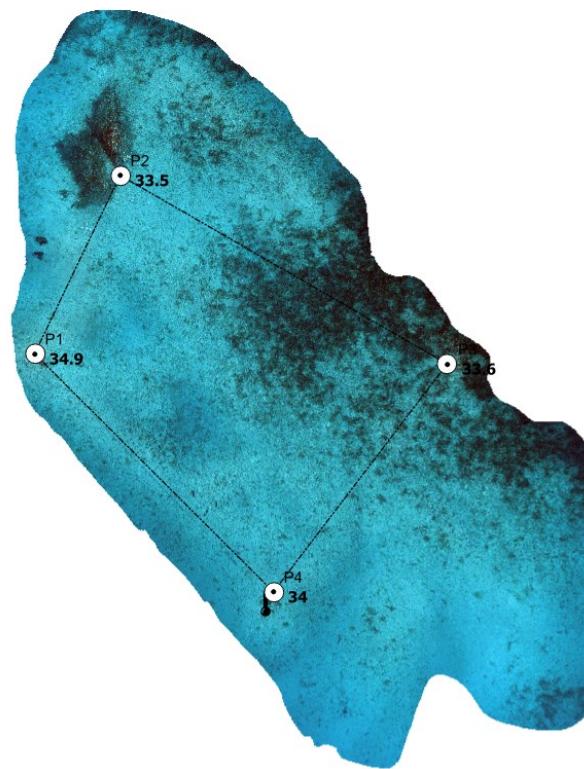
La photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Pointe Andati en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **654 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **484 m²**.

2025



2022



2019

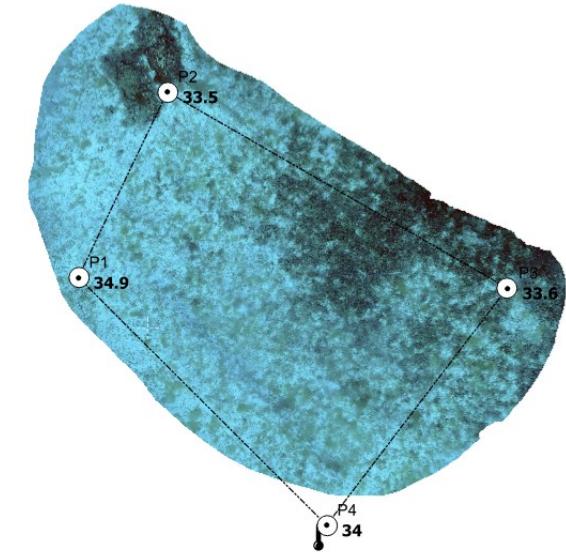
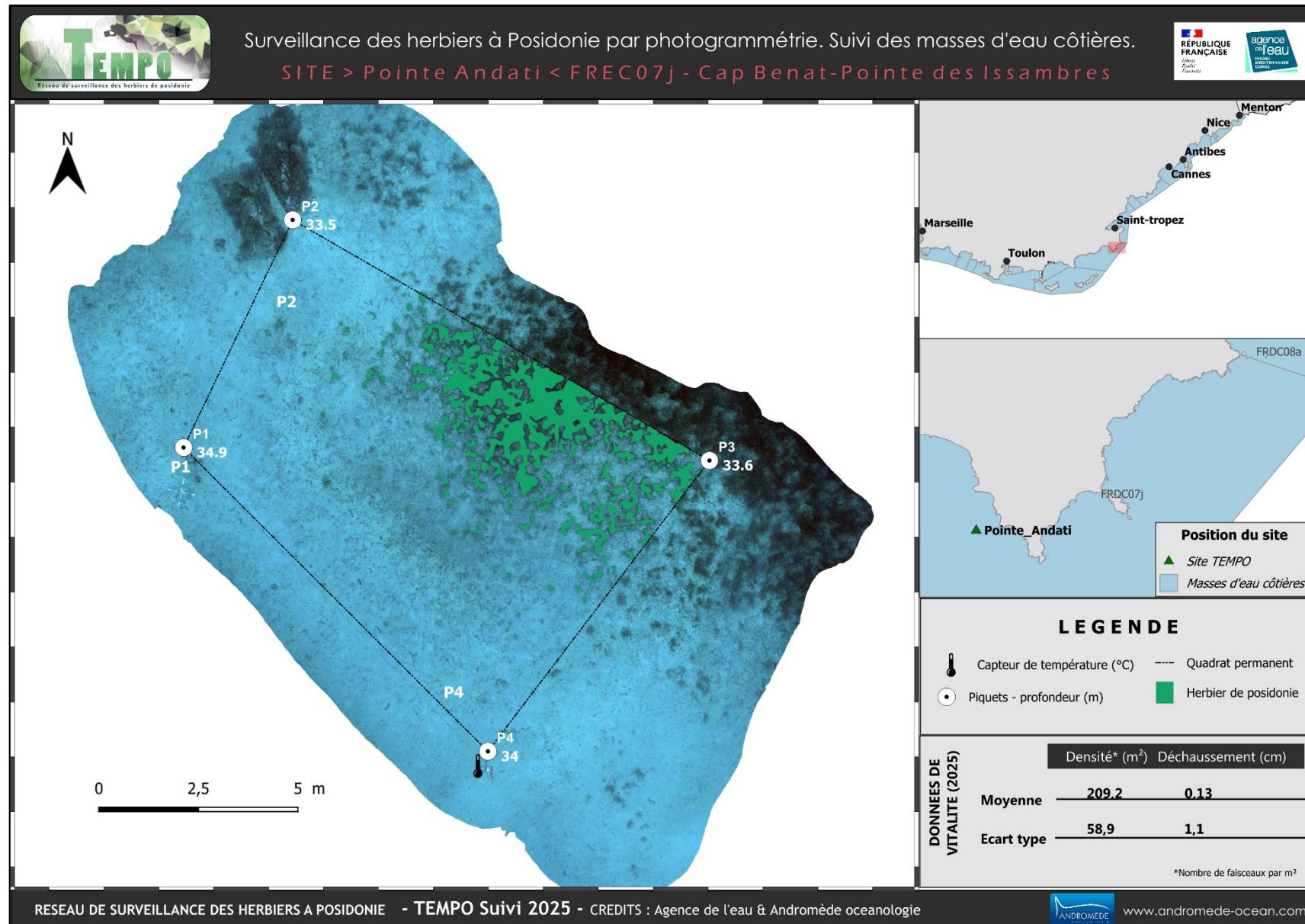
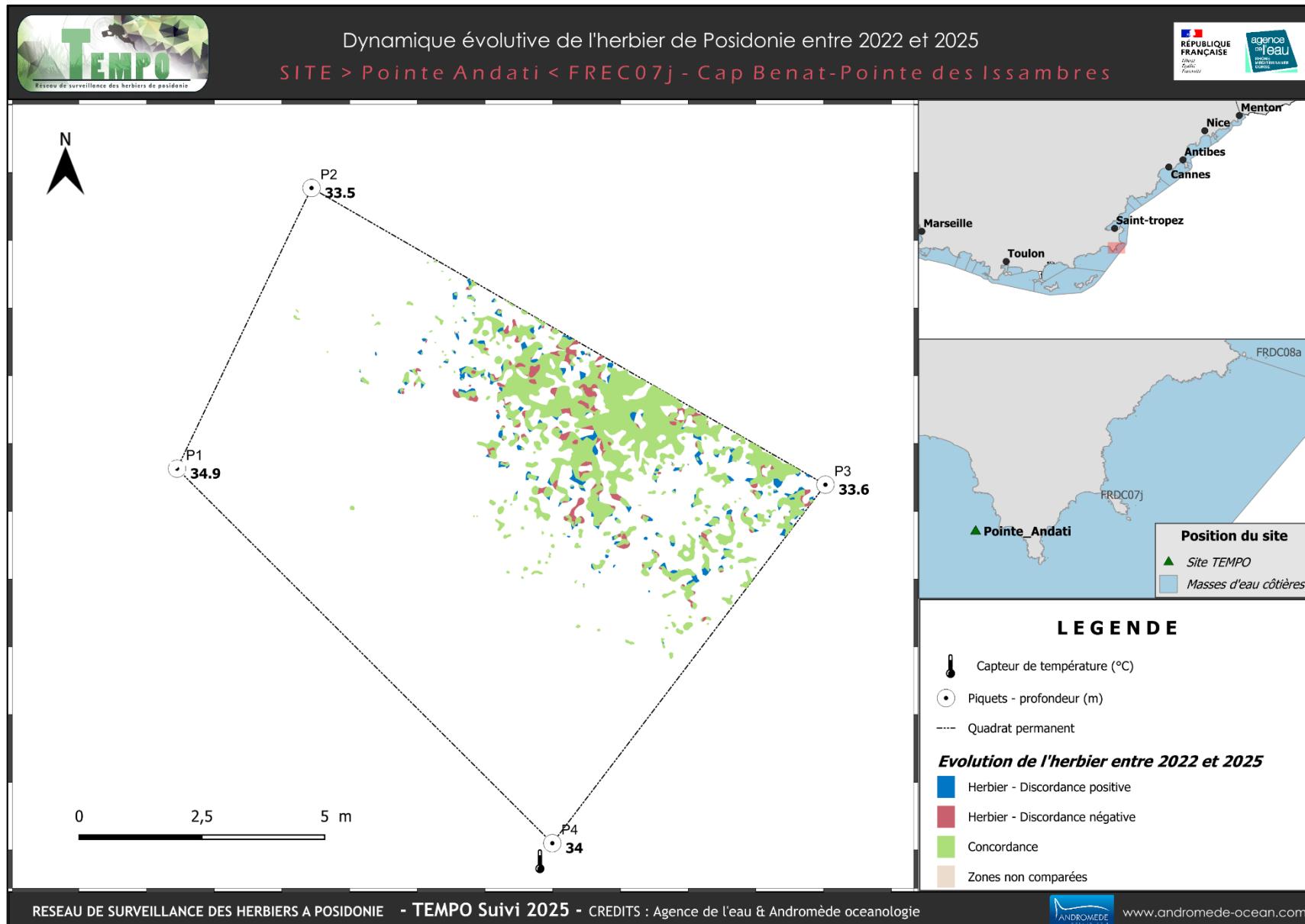
 **Piquets** **Quadrat permanent**

Figure 145 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 (au milieu), 2019 (à droite). La présence d'algues filamenteuses recouvrant quasi 100 % de l'herbier en 2019 a fortement gêné la mise en œuvre de la photogrammétrie sous l'eau et le suivi de l'herbier.

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.





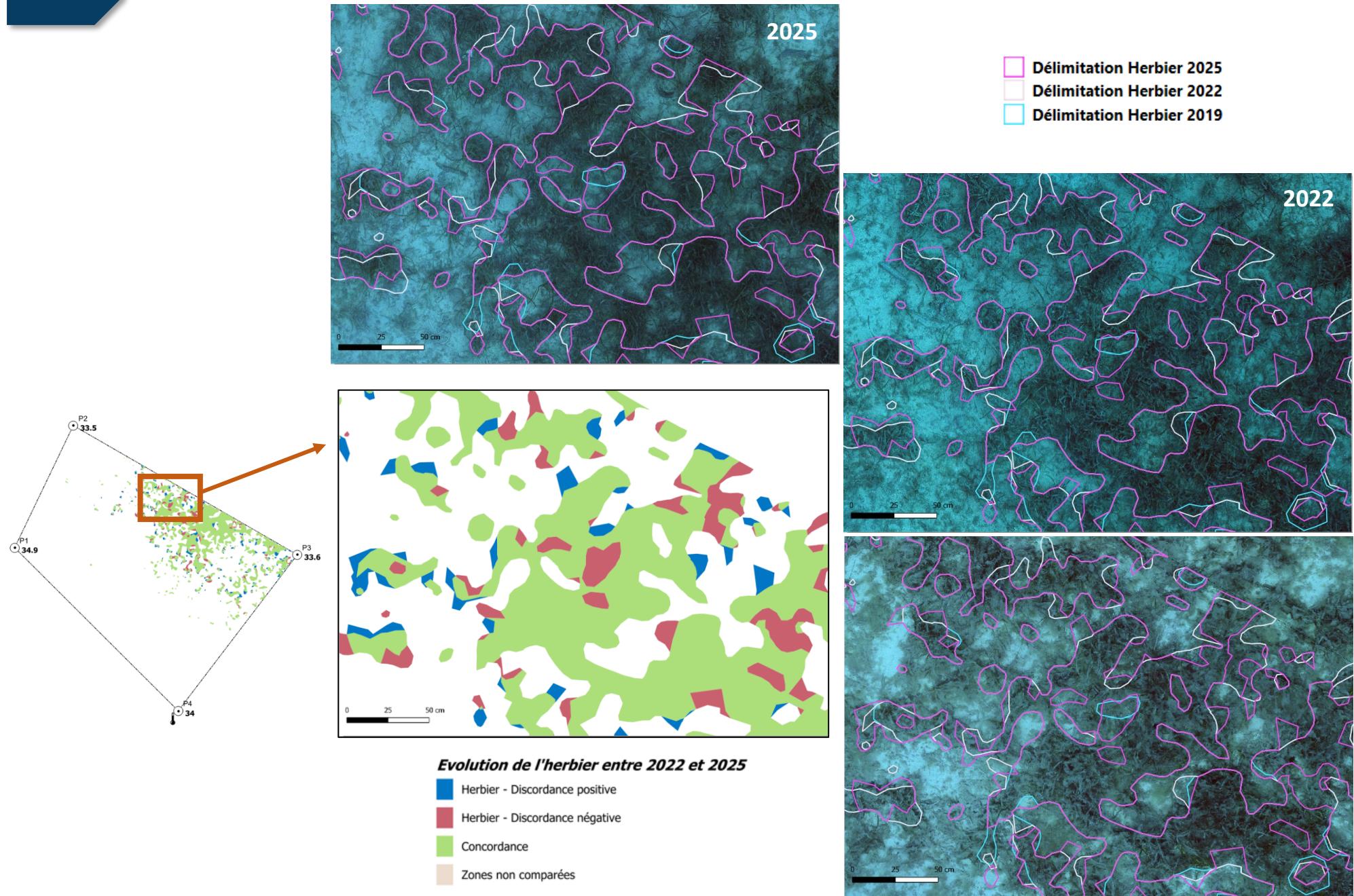


Figure 146 : Zooms sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la stabilité de l'herbier avec quelques zones de régression et de progression entre 2022 et 2025. En 2019, l'herbier était couvert d'algues filamentées rendant sa cartographie imprécise.



## Pointe Andati PI (masse d'eau FREC07j) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18	Bel herbier dense avec feuilles longues peu épiphytées, matte épaisse mais peu compacte en surface, quelques taches de sable.			
Visibilité (m)	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
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	NA				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières	Picarels ( <i>Spicara smaris</i> ), serran écriture ( <i>Serranus scriba</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), sparailon ( <i>Diplodus annularis</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), centrolabre ( <i>Syphodus melanocercus</i> ), crénilabre paon ( <i>Syphodus tinca</i> ), dorade grise ( <i>Spondyliosoma cantharus</i> ), girelles paon ( <i>Thalassoma pavo</i> )				
Remarques générales					



Figure 147 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 10.039
Longitude :	6 36.381
Date de pose	29/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	21156038
Profondeur du capteur (m)	14,4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Dans une petite tache de sable, accroché à une vis à sable avec petit flotteur



Figure 148 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 à -15 m.

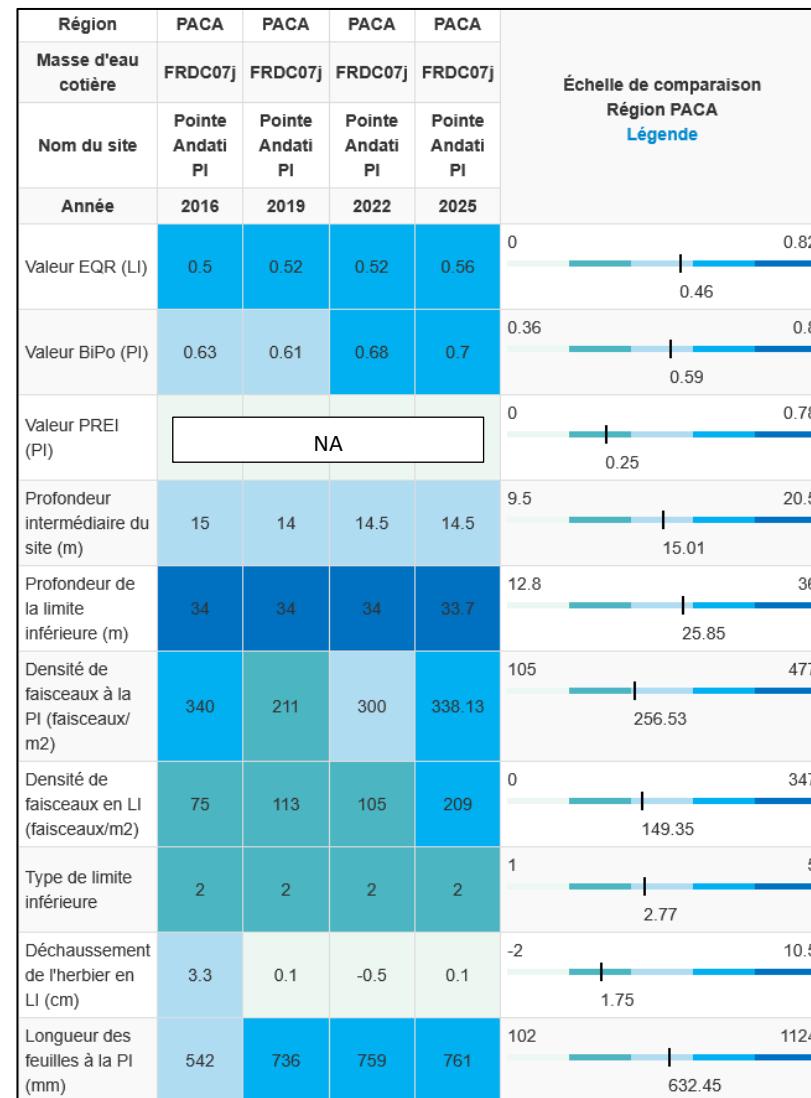
c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,625), 2019 (0,609), 2022 (0,675), 2025 (0,695) est au-dessus de la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique une amélioration de l'état écologique de l'herbier qui est bon.



Figure 149 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis.

Tableau 71 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 72 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Pointe_Andati_PI
Date	29/05/2025
Heure	14:08:00
Latitude	43 10.039
Longitude	06 36.381
Habitat	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	15
Espèces remarquables	Dorade grise ( <i>Spondyliosoma cantharus</i> )
Perturbations observées	NA
Température de l'eau (°C)	18
Nom des plongeurs	Blandin, Ody
Caractéristiques prélèvements ADNe	
Profondeur ADN (m)	15
Durée de filtration	30 min
Type de filtre ADN	0,2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
Nom de la pompe	Andro 2
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2401972	SPY2401973
Méthode de filtration	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **35 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 73 : Liste d'espèces de poissons inventoriées par ADNe

Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
pointe_andati_pi	Belonidae	<i>Belone</i>	<i>belone</i>	Orphie
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>	Bogue
pointe_andati_pi	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>	Castagnole
pointe_andati_pi	Congridae	<i>Conger</i>	<i>conger</i>	Congre commun
pointe_andati_pi	Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>	Girelle commune
pointe_andati_pi	Moronidae	<i>Dicentrarchus</i>	<i>labrax</i>	Bar commun
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>	Sparaillon
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>puntazzo</i>	Sar à museau pointu
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>	Sar commun
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>	Sar à tête noire
pointe_andati_pi	Gaidropsaridae	<i>Gaidropsarus</i>	<i>mediterraneus</i>	Motelle à trois barbillons
pointe_andati_pi	Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>xanthocephalus</i>	Gobie à tête jaune
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Lithognathus</i>	<i>mormyrus</i>	Marbré
pointe_andati_pi	Myliobatidae	<i>Mobula</i>	<i>mobular</i>	Diable de mer méditerranéen
pointe_andati_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>	Rouget de vase
pointe_andati_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche
pointe_andati_pi	Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>	Murène commune
pointe_andati_pi	Syngnathidae	<i>Nerophis</i>	<i>maculatus</i>	Nérophis tacheté
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Oblada</i>	<i>melanura</i>	Oblade
pointe_andati_pi	Mugilidae	<i>Oedalechilus</i>	<i>labeo</i>	Mulet labéon
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>	Pageot commun
pointe_andati_pi	Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>	Sardine
pointe_andati_pi	Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde

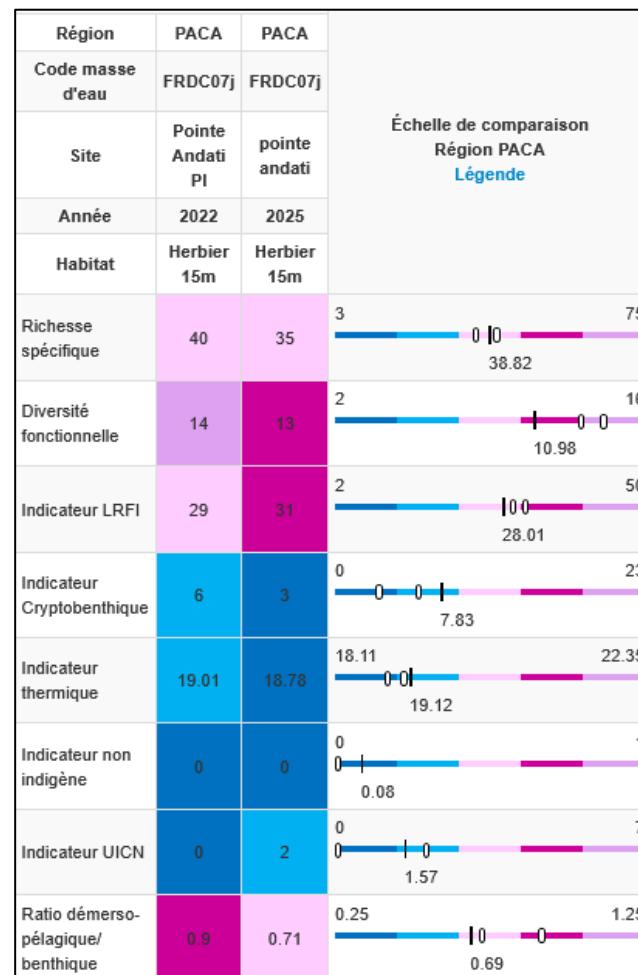
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>	Saupe
pointe_andati_pi	Sciaenidae	<i>Sciaena</i>	<i>umbra</i>	Corb
pointe_andati_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i>	Rascasse brune
pointe_andati_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
pointe_andati_pi	Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>viridensis</i>	Bécune à bec jaune
pointe_andati_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
pointe_andati_pi	Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
pointe_andati_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
pointe_andati_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon
pointe_andati_pi	Labridae	<i>Thalassoma</i>	<i>pavo</i>	Girelle-paon
pointe_andati_pi	Tripterygiidae	<i>Tripterygion</i>	<i>tripteronotum</i>	Triptérygion rouge

#### Valeurs des indicateurs

Certains indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022** (**richesse spécifique, indicateur cryptobenthique, ratio démerso-légique/benthique**), d'autres sont **proches des valeurs de 2022** (**diversité fonctionnelle, indicateur LRFI, indicateur thermique**). Globalement, les indicateurs sur cette station sont proches de la moyenne régionale.

**Deux espèces menacées classées sur la liste rouge IUCN** ont été détectées en 2025 : le **diable de mer méditerranéen** (*Mobular mobular*), le **corb** (*Sciaena umbra*).

Tableau 74 : Comparaison régionale des indicateurs



**Cavalaire Pardigon (masse d'eau FRDC07j) – Limite inférieure***a. Présentation du site*

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18				
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 : ...
<b>Remarques :</b>					
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 :	NA				
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 :	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :	NA				
Espèces particulières	Rougets de roche ( <i>Mullus surmuletus</i> ), grands bancs de castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), picarels ( <i>Spicara sp.</i> ), daurades grises ( <i>Spondyliosoma cantharus</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), flabellines ( <i>Flabellina sp.</i> ) avec pontes, crénilabre méditerranéen ( <i>Sympodus mediterraneus</i> ), sars à tête noire ( <i>Diplodus vulgaris</i> )				



Figure 150 : Illustrations du site Cavalaire Pardigon en limite inférieure (2025).

Le site « **Cavalaire Pardigon** » est situé dans la masse d'eau 'Cap Benat - Pointe des Issambres' (FREC07j), au milieu de la baie de Cavalaire, entre la plage de Cavalaire-sur-Mer et celle du Débarquement. Le site est situé le **long de l'émissaire de Pardigon**. L'herbier se développe sur un fond de matte morte et sur du sable fin.

#### b. Capteur de Température

Capteur de température	
Latitude :	43 10.831
Longitude :	6 33.426
Date de pose	30/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10710149
Profondeur du capteur (m)	22,00
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	Une mesure toutes les 30 min
Description de la zone	Piquet dans la matte à proximité du tombant

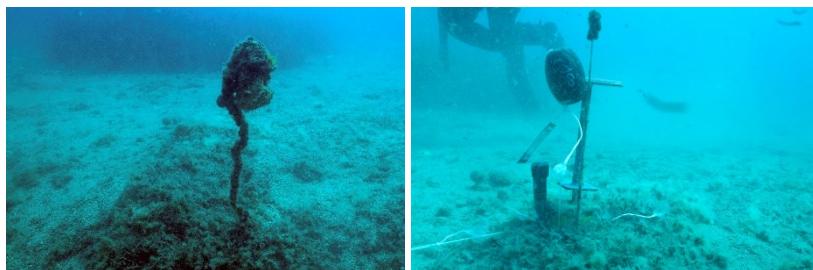


Figure 151 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 en limite inférieure.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

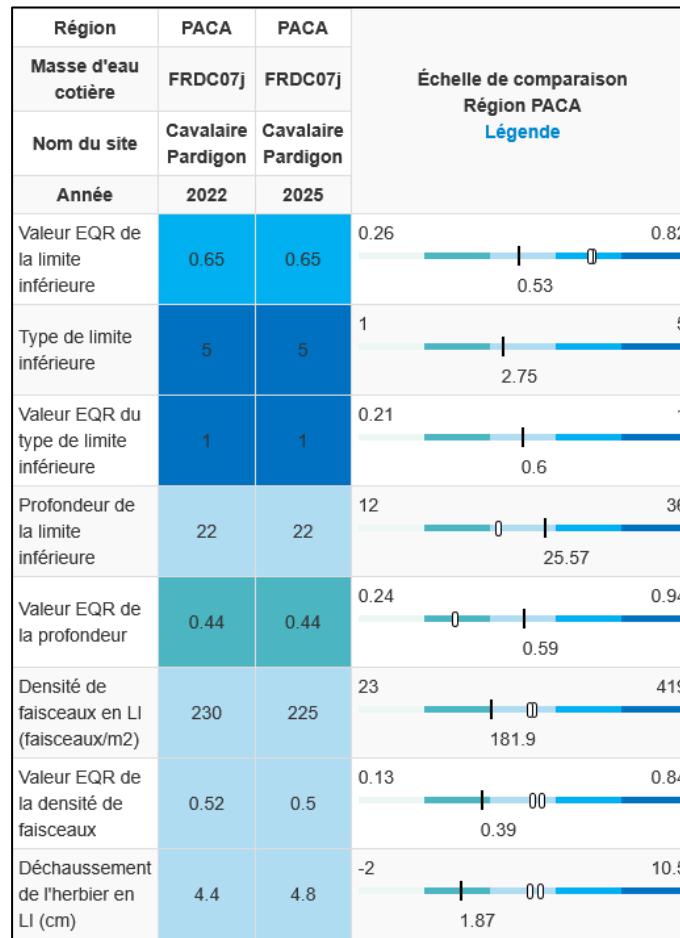
La limite inférieure **progressive** (taches circulaires d'herbier en limite inférieure le long de l'émissaire du Pardigon) se situe à **22 mètres** de profondeur.

La densité moyenne en 2025 est de  $225 \pm 73,08$  faisceaux /m<sup>2</sup> ( $230,2 \pm 64,06$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022). L'herbier est donc dans un état **normal** en 2022 et 2025 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** pour cette année de suivi.

Le **déchaussement de l'herbier est faible** (<5 cm).

L'EQR Site en 2022 (0,653), 2025 (0,647) est au-dessus de la moyenne régionale. L'herbier du site Cavalaire Pardigon est classé en « **bon** » état écologique.

Tableau 75 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



Les mesures de densité et déchaussement sont faites, à chaque suivi, en bordure des taches QA, QB, QC (quatre quadrats par tache) :

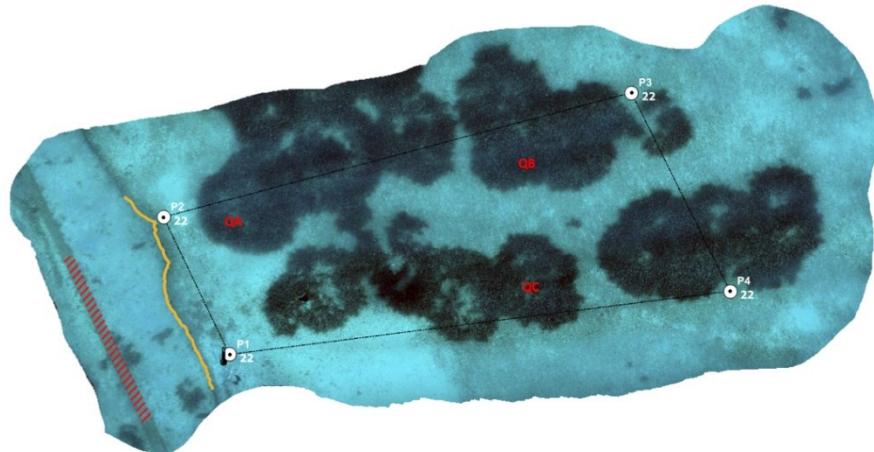


Figure 152 : Localisation des trois taches (QA, QB, QC) sur lesquelles sont faites les mesures de vitalité de l'herbier.

#### d. Perturbations observées

Le site de Cavalaire Pardigon est longé par un **émissaire**. Aucune perturbation biologique ou trace de pollution n'a été relevée en 2025 sur ce site.

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

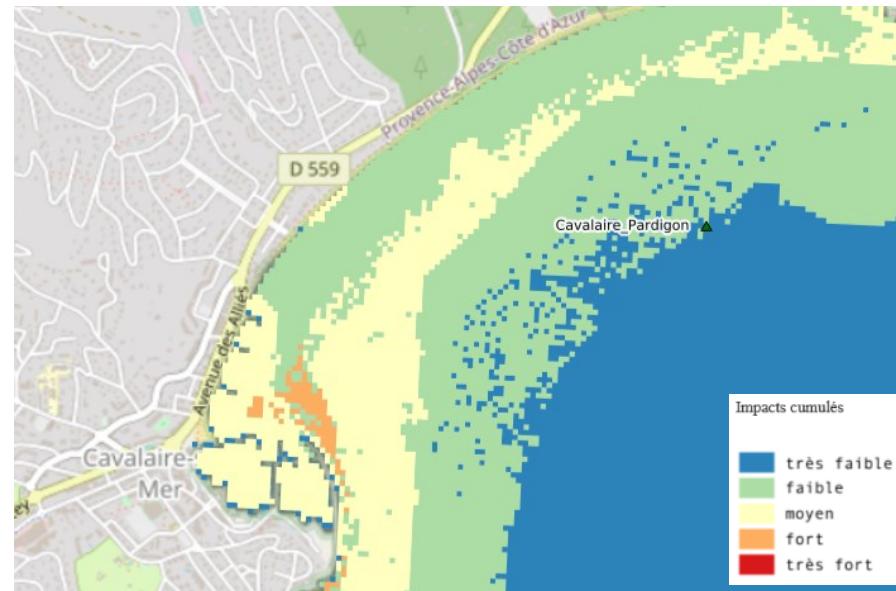


Figure 153 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

Le site Cavalaire Pardigon a été balisé pour la première fois dans le cadre de l'étude pour le SIVOM en 2019<sup>8</sup>, site qui correspond à la zone 2 (qui mesure environ 30 m de long sur 17 m de large). La surface totale de la zone 2 était en 2019 de 713 m<sup>2</sup>. Elle est représentée sur la figure qui suit.

Les balises ont été positionnées en périphérie des taches d'herbier. Des algues filamenteuses ont été observées sur les feuilles de posidonie et aux abords de la tranchée de l'émissaire. Des lignes de rhizomes plagiotropes étaient observées, signes que l'herbier était en progression.

<sup>8</sup> ANDROMÈDE, 2019. Surveillance de l'herbier de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez. 56p.

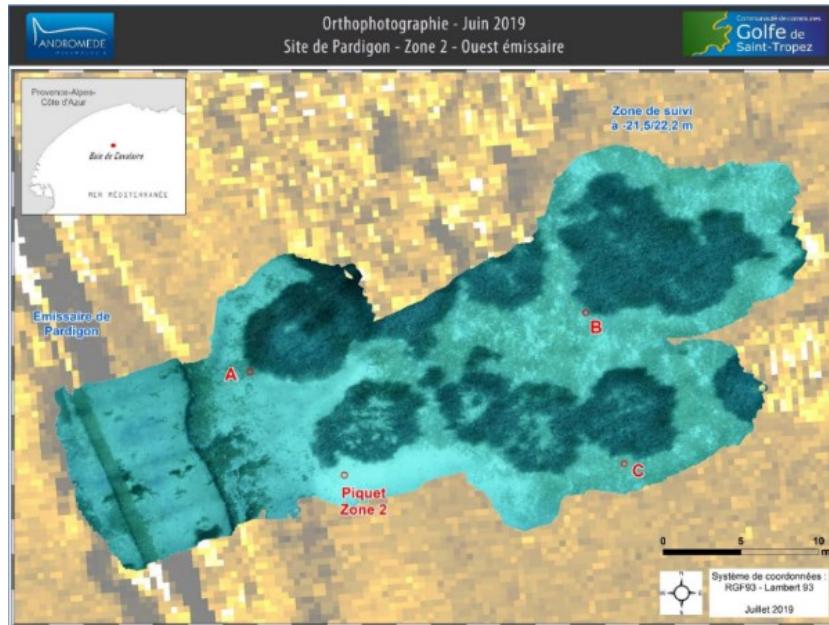


Figure 154 : Zone 2 balisée en 2019 (Andromède, 2019) et modélisée en photogrammétrie.

En plus des autres sites TEMPO présents dans cette masse d'eau, Andromède Océanologie est chargée par Véolia, en 2025, d'effectuer un suivi du milieu marin au droit de la station d'épuration intersyndicale du Batailler située à Bormes-les-Mimosas. L'objectif de cette étude est de déterminer l'évolution de la qualité du milieu marin par rapport aux précédents suivis. Trois zones sont suivies au sein de l'herbier afin de caractériser de manière optimale l'effet du rejet : une station en limite supérieure de l'herbier ; une station située en profondeur intermédiaire de l'herbier ; une station située au niveau du rejet. Les résultats seront disponibles en 2026.

#### f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de quatre piquets permanents ancrés dans la matte morte, l'herbier et dans le détritique côtier avec des rhodolithes entre 21 et 22 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.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2022-2025, on observe sur ce site 10,03 % de discordance positive, 0,97 % de discordance négative, et 89 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,82) indique un herbier en forte progression.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2019-2022, on observe sur ce site 6,98 % de discordance positive et 0,14 % de discordance négative et 92,88 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,96) indique un herbier en forte progression.**

Tableau 76 : 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.

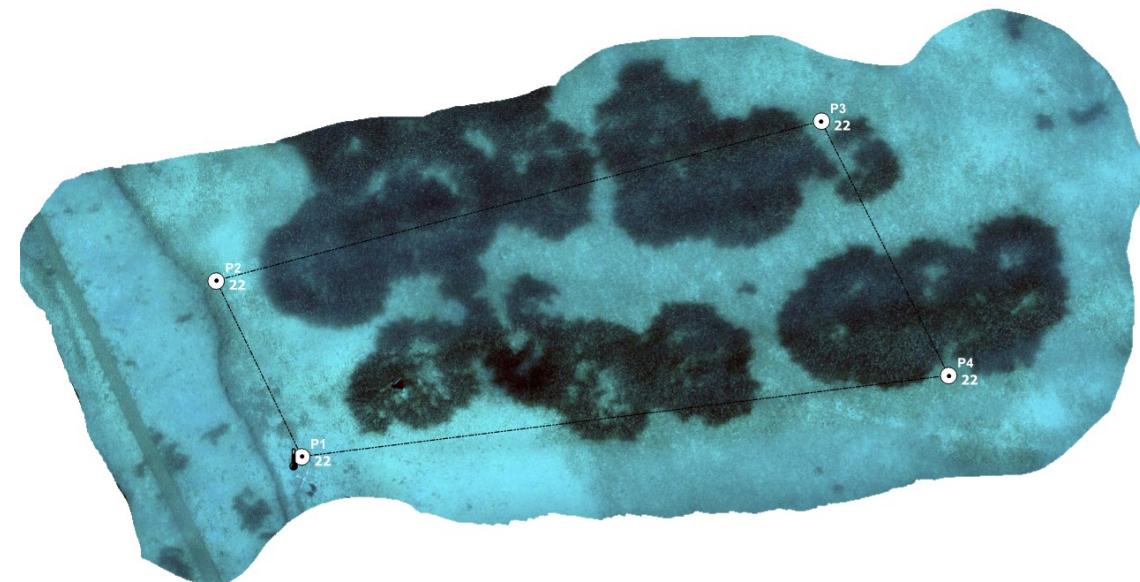
Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC07j	FRDC07j	Légende	
Nom du site	Cavalaire Pardigon	Cavalaire Pardigon		
Période d'évolution	2019-2022	2022-2025		
% Discordance positive	6.98	10.03	0	69.07
			0   11.2	
% Discordance négative	0.14	0.97	0	51.43
			0   6.32	
% Concordance	92.88	89	26.09	100
			26.09   0	82.46
Surface comparée (m <sup>2</sup> )	278.73	466.21	5.96	466.21
			5.96   76.13	

La dynamique évolutive de l'herbier montre un herbier **en progression** ; les paramètres de vitalité indiquent un herbier en bon état écologique. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier **en bon état écologique** entre 2022 et 2025.

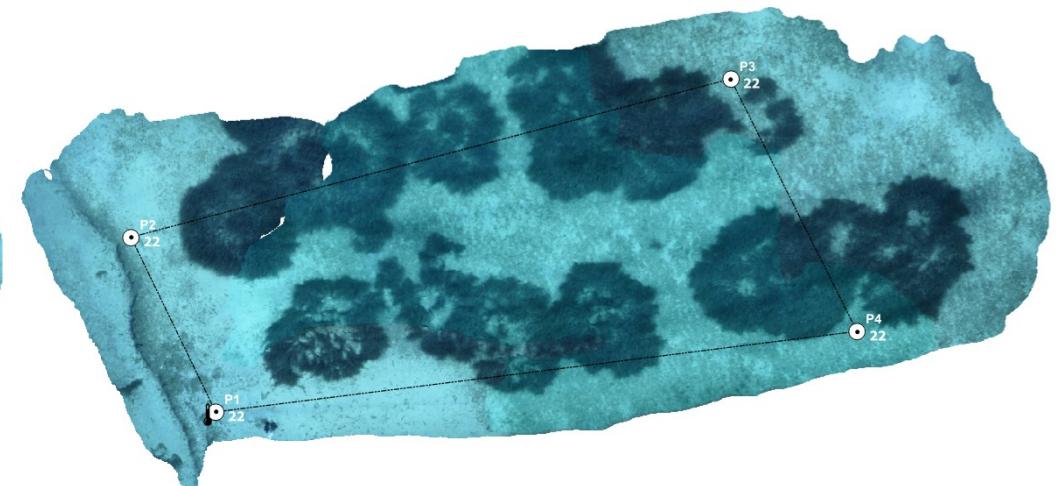
La photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site **Cavalaire Pardigon** en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **1305 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **1731 m<sup>2</sup>**.

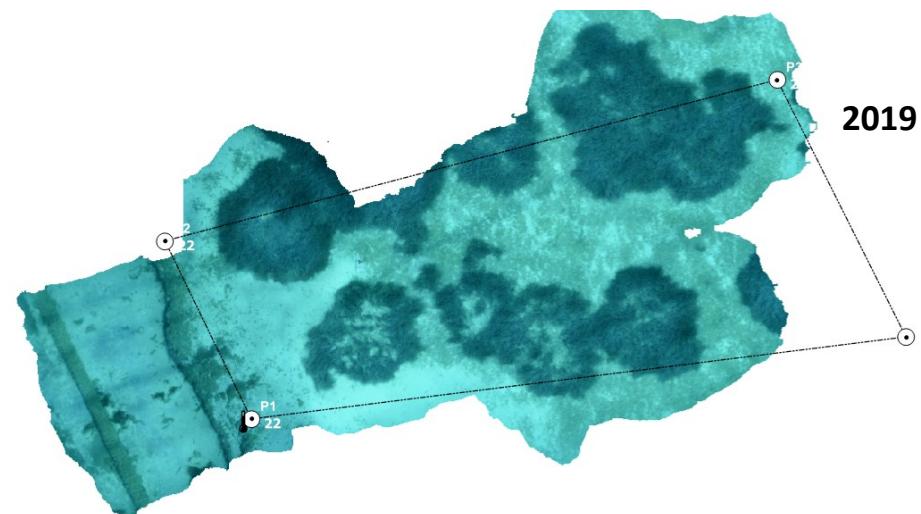
2025



2022



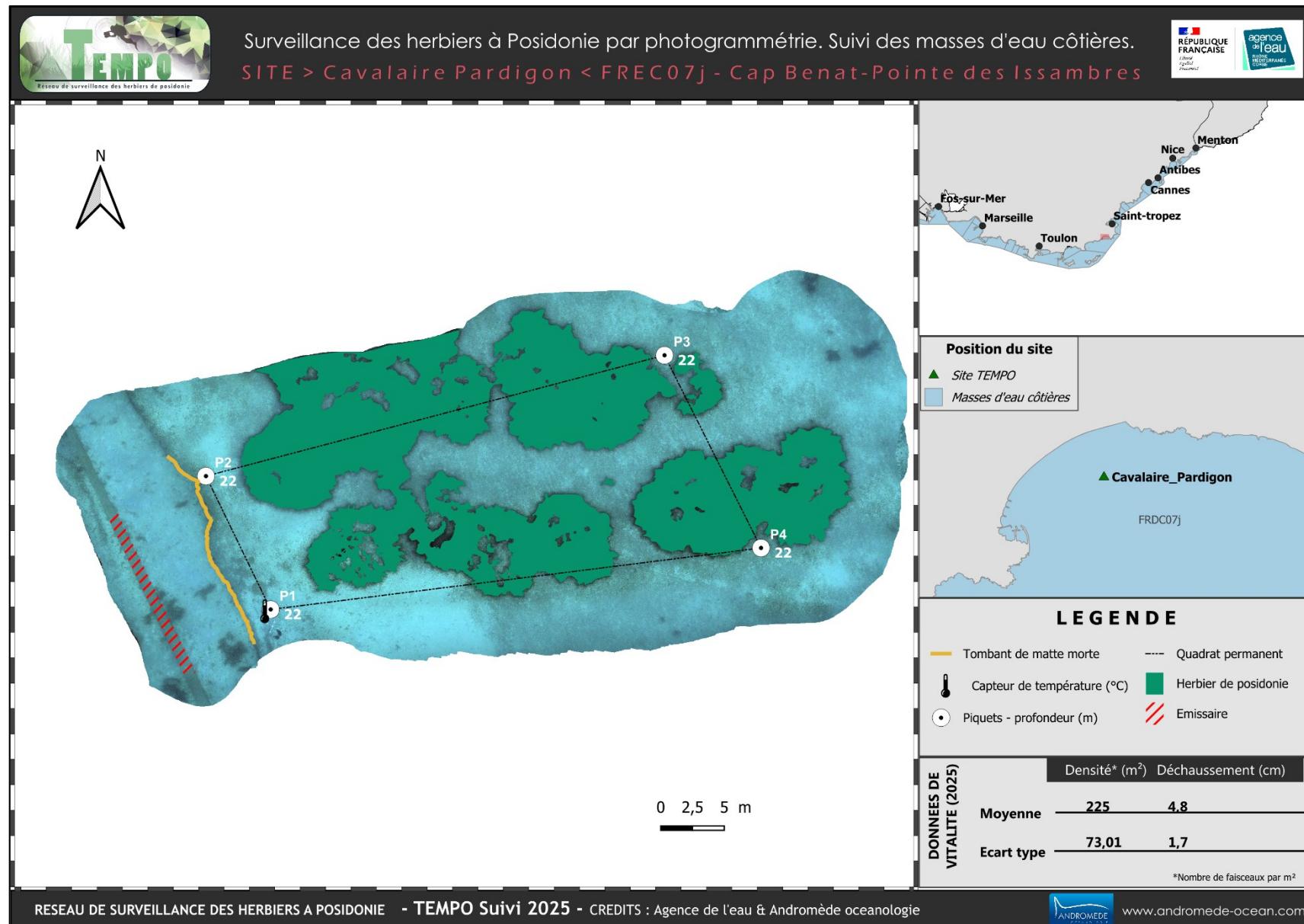
2019

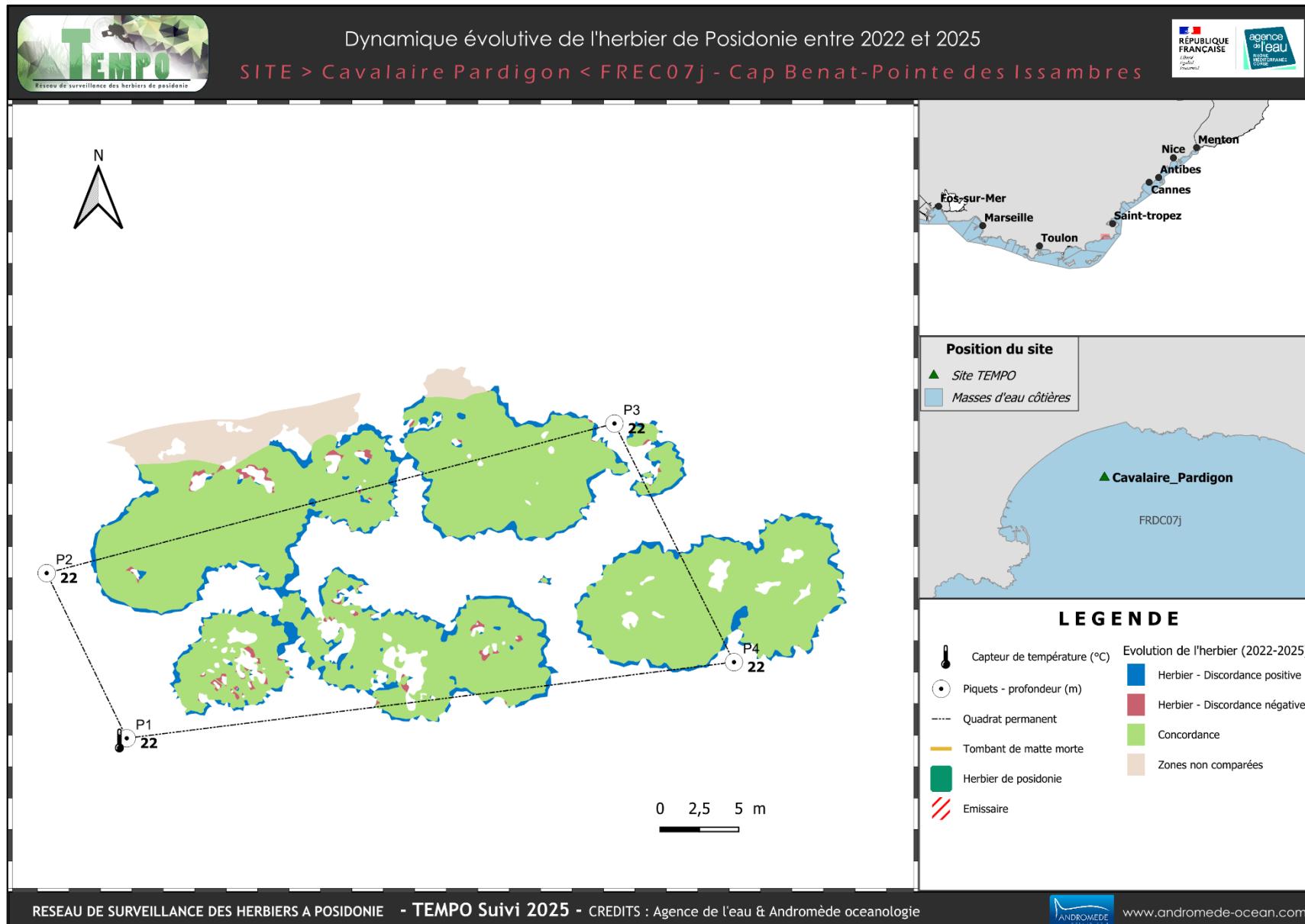


- Piquets
- - Quadrat permanent

Figure 155 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 et 2019 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.





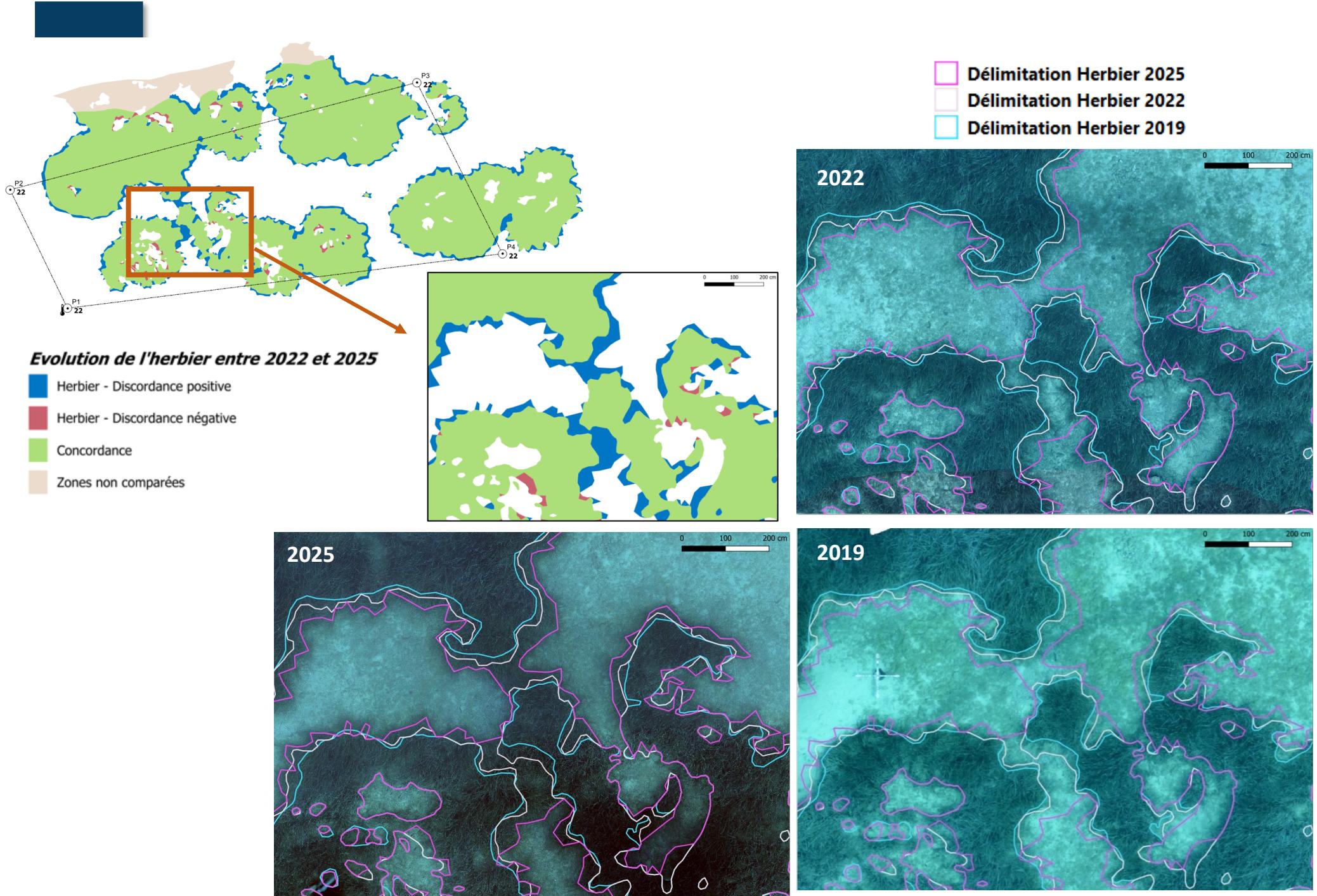


Figure 156 : ZOOMS sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la progression en limite inférieure d'herbier entre 2019 et 2025.

**Dattier (masse d'eau FREC07j) – Limite inférieure***a. Présentation du site*

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19	Site très envasé, herbier très clairsemé, feuilles courtes et très épiphytées. Pas beaucoup de poissons.			
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 checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	sablot-vaseux				
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	NA				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	morceau d'épave de bateau				
Espèces particulières	Beaucoup de codium et d'holothuries. Bogues ( <i>Boops boops</i> ), Picarels ( <i>Spicara smaris</i> ), Ascidie ( <i>Phallusia mammillata</i> ).				



Figure 157 : Illustrations du site en limite inférieure (2025).

Le site « **Dattier** » est situé dans la masse d'eau 'Cap Benat - Pointe des Issambres' (FREC07j). C'est un nouveau site mis en place en 2025.

#### b. Capteur de Température

Comme tous les sites de surveillance du réseau TEMPO, un capteur de positionné en limite inférieure d'herbier à -21,9 m.

Capteur de température	
Latitude :	43 08,983
Longitude :	6 30,195
Date de pose	07/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20987451
Profondeur du capteur (m)	34.5
N° de piquet du quadrat	1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 min
Description de la zone	Capteur sur piquet 1 dans le sable à quelques mètres de l'herbier.

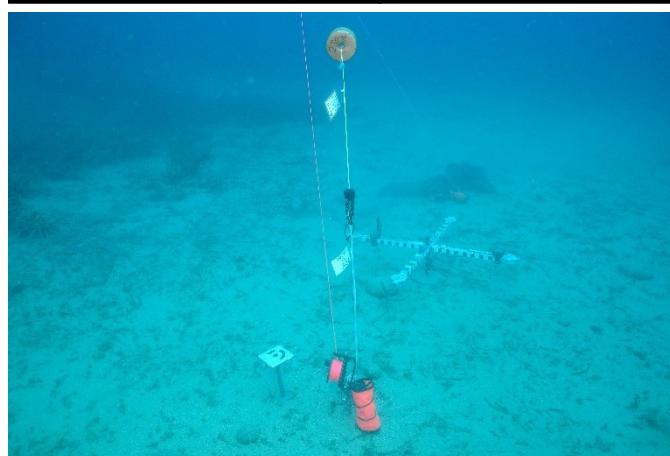
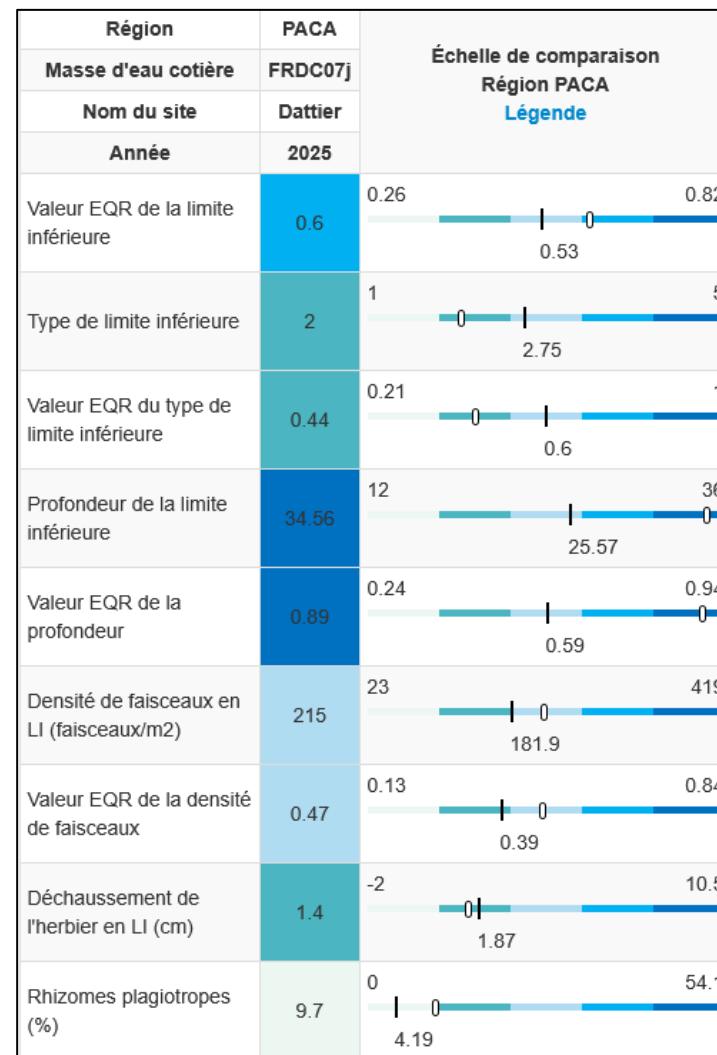


Figure 158 : Données et photo du capteur de température positionné en limite inférieure en 2025.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 77 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



La limite inférieure clairsemée se situe à **34,6 mètres de profondeur**.

La densité moyenne en 2025 est de **215 ± 51,5 faisceaux /m<sup>2</sup>**. L'herbier est donc en **état excellent** compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale**.

Le **déchaussement de l'herbier est faible** (<5 cm).

Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 9,7 % traduisant un **herbier stable**.

La valeur de l'EQR Site en 2025 (0,600) est supérieur à la moyenne régionale, indiquant un **état écologique « bon »**.

#### d. Perturbations observées

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 159 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

Aucune perturbation (biologique) n'a été recensée en 2025. Présence d'un **macrodéchet**.

#### e. Données historiques

En plus des autres sites TEMPO présents dans cette masse d'eau, Andromède Océanologie est chargée par Véolia, en 2025, d'effectuer un suivi du milieu marin au droit de la station d'épuration intersyndicale du Batailler située à Bormes-les-Mimosas. L'objectif de cette étude est de déterminer l'évolution de la qualité du milieu marin par rapport aux précédents suivis. Trois zones sont suivies au sein de l'herbier afin de caractériser de manière optimale l'effet du rejet : une station en limite supérieure de l'herbier ; une station située en profondeur intermédiaire de l'herbier ; une station située au niveau du rejet. Les résultats seront disponibles en 2026.

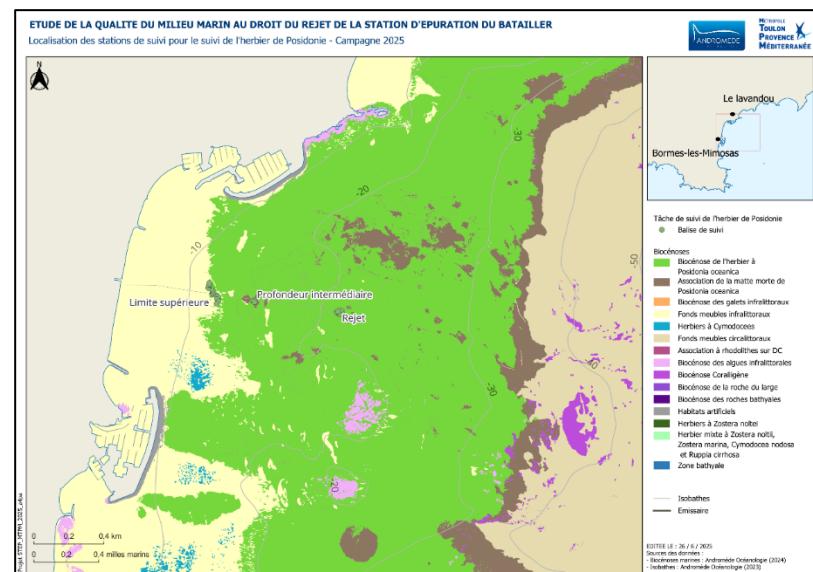


Figure 160 : Localisation des stations de suivi pour l'herbier de Posidonie de la STEP du Batailler, 2025.

#### 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 envasé et l'herbier entre 20,8 et 22,5 mètres de profondeur.

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 Dattier en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de 441 photographies. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de 417 m<sup>2</sup>.

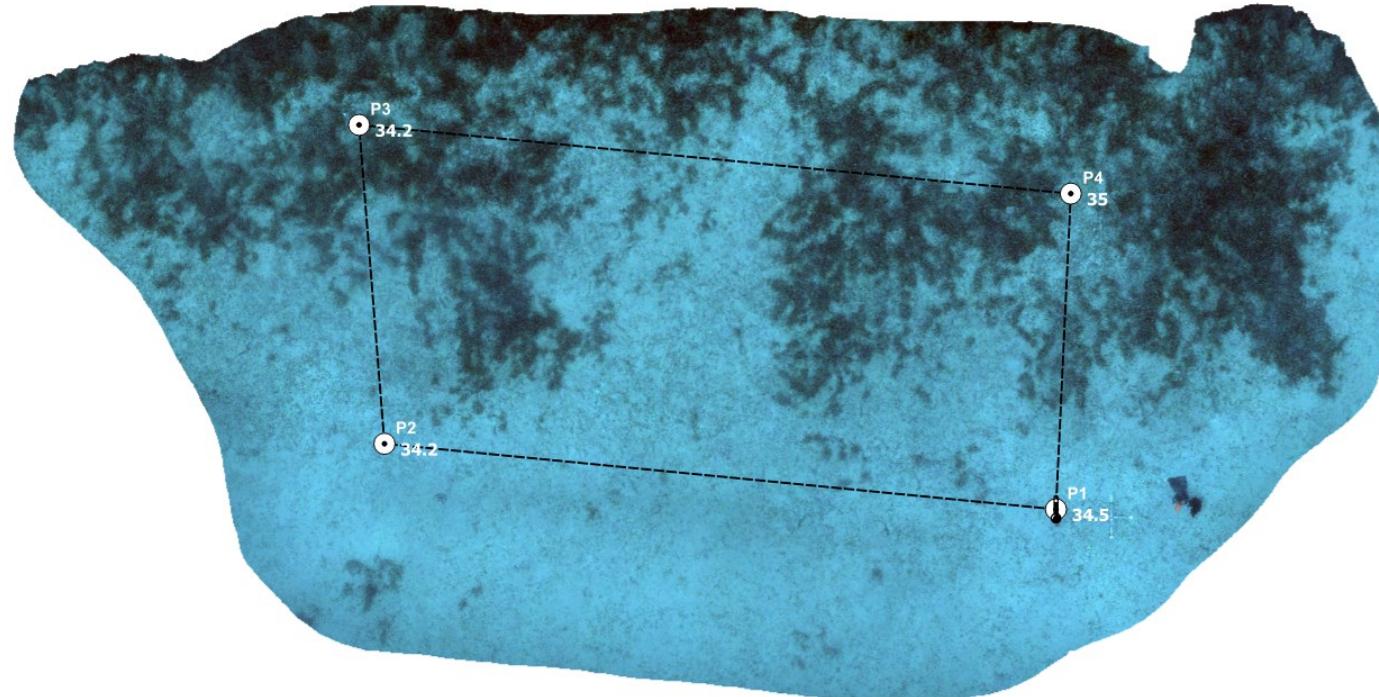
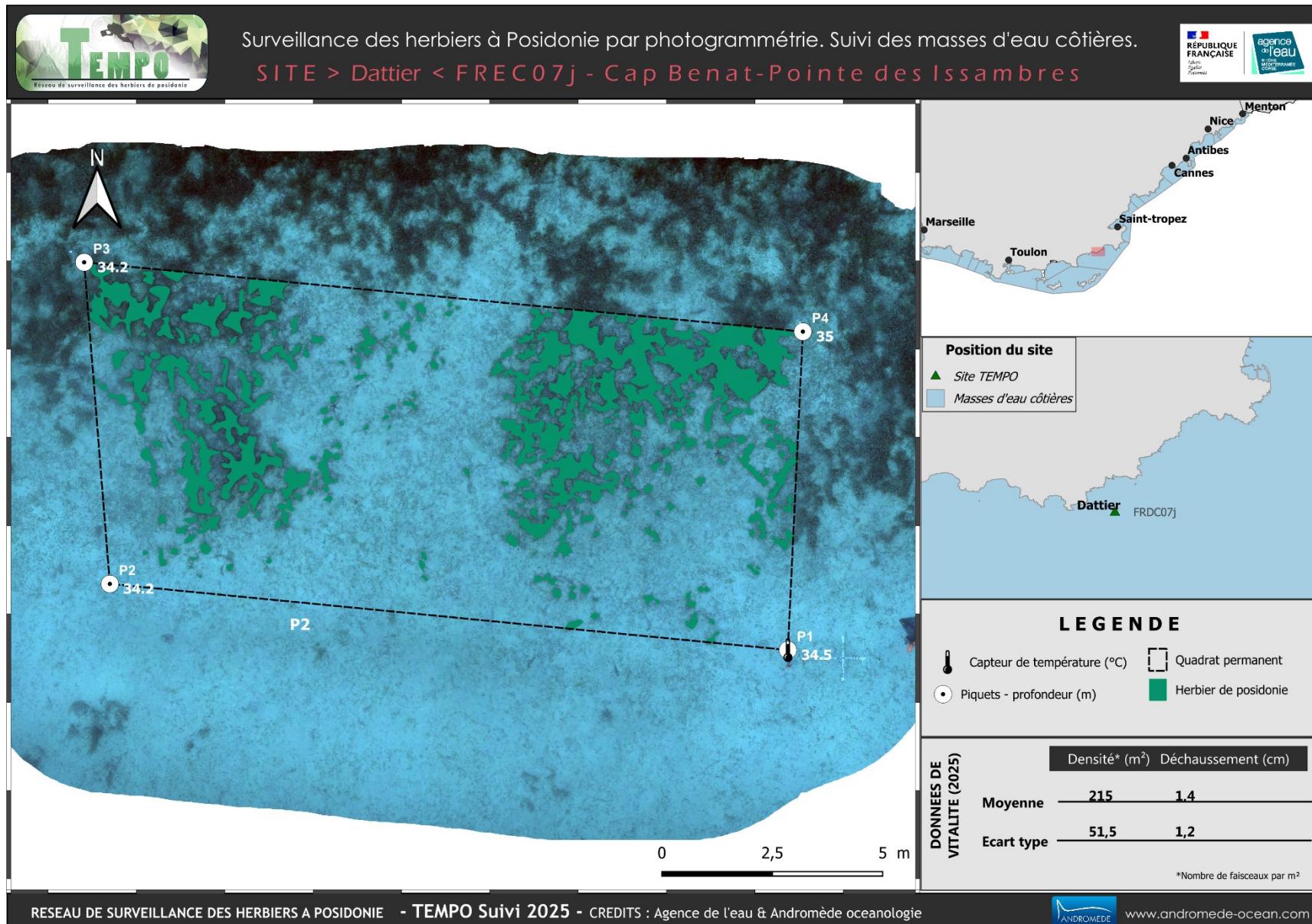


Figure 161 : Orthophotographie du site réaliséée par la méthode de photogrammétrie illustrant le balisage de ce nouveau site.

La surface couverte par l'herbier dans le quadrat est de 19,88 m<sup>2</sup>. Ce site ayant été balisé en 2025, la dynamique évolutive de l'herbier sera évaluée lors du prochain suivi TEMPO, en 2028.

La carte suivante montre la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie.



## Dattier PI (masse d'eau FRDC07j) – Profondeur intermédiaire

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	19	Herbier de plaine, recouvrement 100 %, beaucoup epiphytes, feuilles longues, très déchaussé.			
Visibilité (m)	10				
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 checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Matte morte compacte (difficultés à enfoncez la vis à sable pour le capteur).				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières	Bancs de bogues <i>Boops boops</i> , mendoles <i>Spicara smaris</i> , et des crénilabres : <i>Syphodus tinca</i> , <i>Syphodus mediterraneus</i> , <i>Syphodus melanocercus</i> .				
Remarques générales					



Figure 162 : Illustrations du site en limite inférieure (2025).

Le site « **Dattier** » est situé dans la masse d'eau 'Cap Benat - Pointe des Issambres' (FREC07j). C'est un nouveau site mis en place en 2025.

*b. Capteur de Température*

Capteur de température	
Latitude :	43 09.17
Longitude :	6 30.08
Date de pose	07/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10767997
Profondeur du capteur (m)	15
Paramétrage	1 mesures toutes les 30 min
Description de la zone	capteur posé dans toutes petite zone clairsemée avec sable apparent. Flotteur sur vis à sable et capteur T° sur ancre posée dessus

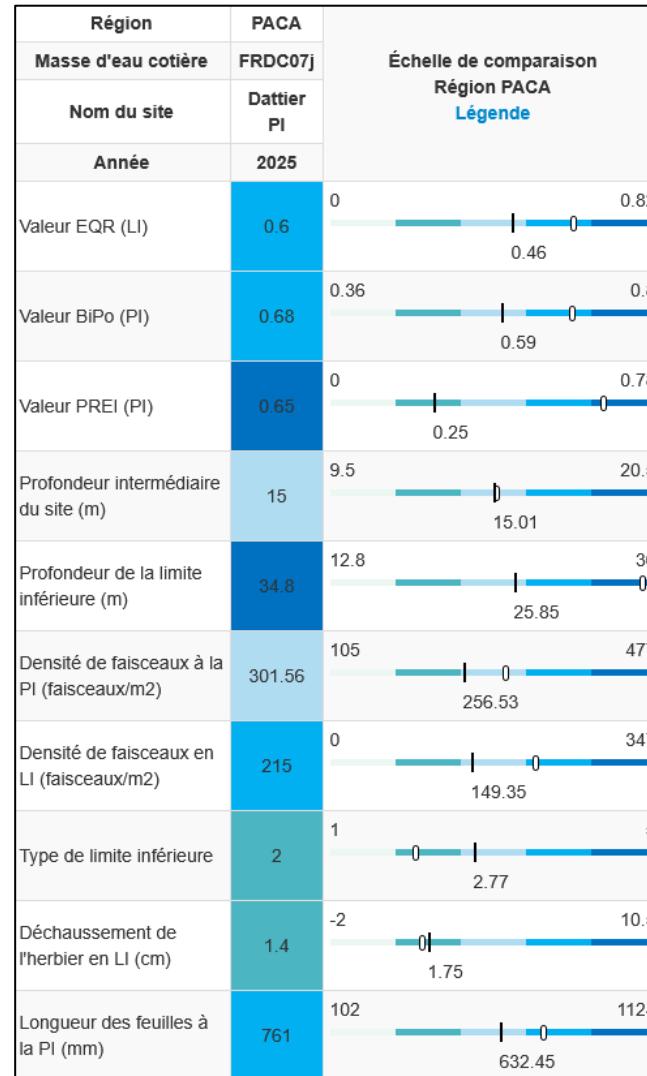


Figure 163 : Données et photo du capteur de température posé en 2025.

*c. Mesures de vitalité et comparaison régionale*

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2025 (0,683) est au-dessus de la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique **un bon état écologique de l'herbier**.

Tableau 78 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



## VI.M. Masse d'eau FRDC07i

La masse d'eau FRDC07i comprend les sites TEMPO **Brégançon Est** (échantillonné depuis 2022) et **Fort\_Bregançon PI** (échantillonné depuis 2016). Les sites **Fort Brégançon LI**, situés en limite inférieure, ne sont plus suivis car non retrouvés au cours des différents suivis. Les sites **Zone Débouché des Bormettes** et **Zone témoin des Bormettes** sont suivis dans le cadre suivi du milieu récepteur du rejet de la station d'épuration des Bormettes située à la Londe les Maures sur les années 2022 à 2027.



## Brégançon Est (masse d'eau FRDC07i – Limite inférieure)

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18	Site très envasé			
Visibilité (m)	10	<input type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input checked="" type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux
Nature du fond		<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Remarques	Matte morte envasée.				
Perturbations biologiques	<input checked="" type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea	<input checked="" type="checkbox"/> Caulerpa taxifolia	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> Womersleyella setacea	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	<i>Caulerpa taxifolia</i> et <i>Caulerpa cylindracea</i> présentes partout sur la matte				
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	Très nombreuses traces rectilignes (mouillage) dans l'herbier				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières	Beaucoup d'holothuries, serrans écriture ( <i>Serranus cabrilla</i> ), castagoles ( <i>Chromis chromis</i> )				



Figure 164 : Illustrations du site Brégançon Est en limite inférieure (2025)

Le site « Brégançon Est » se situe dans la masse d'eau 'Cap de l'Esterel - Cap de Brégançon' (FREC07i), à l'est de la Rade d'Hyères. C'est un site balisé en 2022, qui a été recherché en scooter sous-marin en nous basant sur des données sonar de 2020 acquises dans le cadre du réseau [SURFSTAT](#) (Andromède Océanologie & Agence de l'eau RMC). La zone à l'est de la rade d'Hyères est très impactée par l'ancre (très nombreuses trainées visibles au sonar) - deux sites TEMPO avaient été balisés en 2016 et 2019 et non jamais été retrouvés car les piquets ont été arrachés (Fort\_Brégançon et Fort\_Brégançon\_2 – figure ci-dessous).

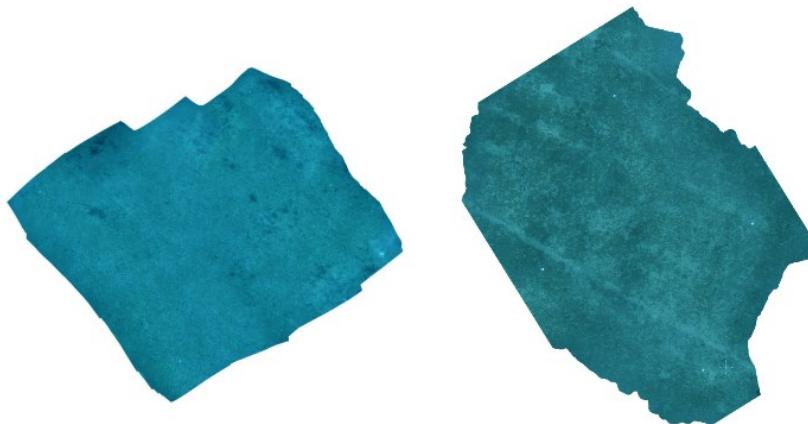


Figure 165 : Vues globales des sites Fort Brégançon reconstitués par photogrammétrie en 2016 (à gauche) et 2019 (à droite).

Le site de « Brégançon Est » correspond à un herbier impacté par ancre, pas totalement en limite inférieure. **Le site est formé par des "vallées" avec, dans leur creux, de l'herbier.** En revanche sur le dessus tout le vivant a été arraché donc plus d'herbier (uniquement de la matte morte envasée avec *Caulerpa cylindracea*).

#### b. Capteur de Température



Capteur de température	
Latitude :	43 05.398
Longitude :	6 18.806
Date de pose	30/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10710152
Profondeur du capteur (m)	24.6
N° de piquet du quadrat	sur piquet 1
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 min
Description de la zone	Capteur accroché à une vis à sable près du piquet 1

Figure 166 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 en limite inférieure.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

##### La limite inférieure clairsemée se situe à 24,3 mètres de profondeur

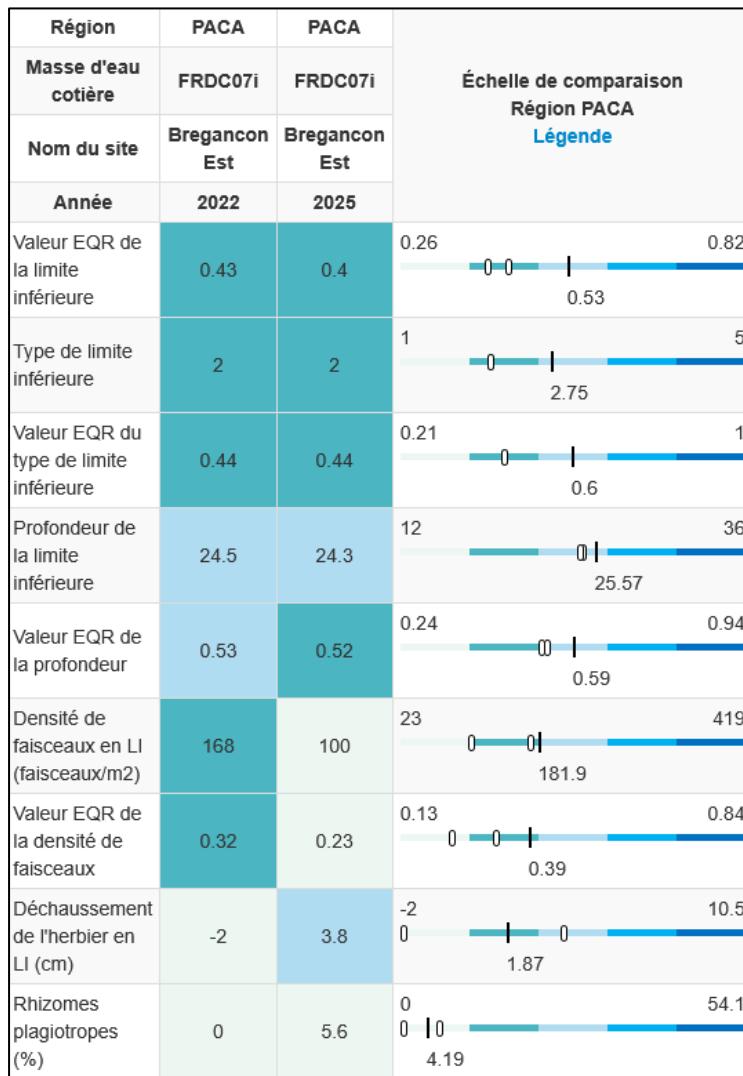
La densité moyenne en 2025 est de **100,2 ± 26,7 faisceaux /m<sup>2</sup>** (167,5 ± 70,1 faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022). L'herbier est donc en **état médiocre en 2025** alors qu'il était en état normal en 2022 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **subnormale inférieure** en 2025 (normale en 2022).

Le **déchaussement de l'herbier est faible** (<5 cm) sur les deux suivis mais augmente entre 2022 et 2025.

Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 5,6 % traduisant un **herbier stable**.

L'EQR Site en 2022 (0,430), en 2025 (0,397) est largement en-dessous de la moyenne régionale. Le statut du site Brégançon Est est qualifié d'**état écologique « moyen »**.

Tableau 79 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



#### d. Perturbations observées



L'espèce exotique invasive *Caulerpa cylindracea* recouvre l'ensemble de la matte morte (100 %). Les espèces invasives *Caulerpa taxifolia* et *C. prolifera* recouvrent la matte morte de façon plus éparses. De nombreuses **traces de mouillage** sont observés.

Figure 167: Brégançon Est (2022). Matte morte recouverte de Caulerpes.

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 168 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO

(Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

En plus des sites TEMPO présents dans cette masse d'eau, les sites **Zone Débouché des Bormettes** et **Zone témoin des Bormettes** sont suivis dans le cadre suivi du milieu récepteur du rejet de la station d'épuration des Bormettes située à la Londe les Maures sur les années 2022 à 2027. Sur les années 2022 à 2024 (Andromède Océanologie, 2024<sup>9</sup>), l'herbier de posidonie présente des valeurs de densités de faisceaux très proches entre les stations Zone Débouché et Zone Témoin, qui sont qualifiées de médiocres pour cette profondeur. Ces valeurs sont globalement stables même si on note une légère augmentation à chaque suivi. L'herbier a un recouvrement qualifié de moyen. Sur les deux stations, les EQR (Ecological Quality Ratio) des indices PREI et BiPO indiquent un état écologique bon de l'herbier à tous les suivis. La modélisation par photogrammétrie a permis une cartographie très fine de l'herbier et un calcul précis des zones de matte morte dégradées par le passé. Les résultats montrent un herbier avec une tendance progressive entre 2022 et 2023, confirmée par le suivi 2024.

#### f. Cartographie des herbiers par photogrammétrie

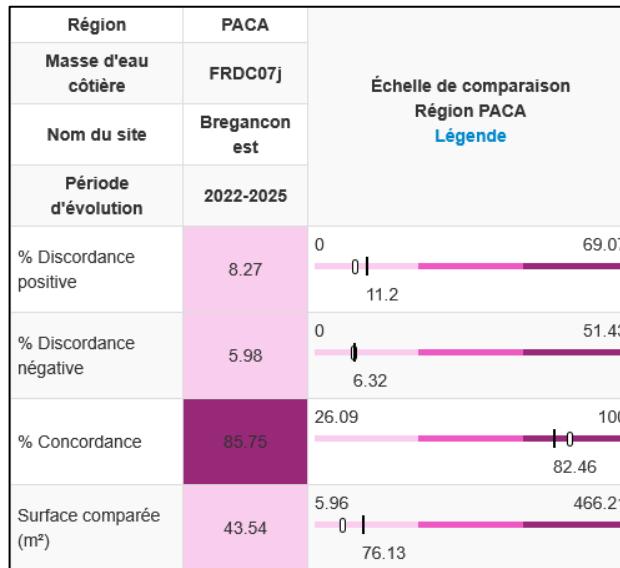
Le quadrat de délimitation de l'herbier à Posidonie est composé de trois piquets permanents ancrés dans la matte morte et la roche entre 23,5 et 24,6 mètres de profondeur.

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.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2022-2025**, on observe sur ce site 8,27 % de discordance positive, 5,98 % de discordance négative et 85,75 % de concordance. L'indice d'évolution (0,16) indique un herbier stable.

La dynamique évolutive montre un herbier stable mais les paramètres de vitalité traduisent un herbier en état écologique médiocre, qui se dégrade. La tendance évolutive sera à surveiller. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en état écologique moyen entre 2022 et 2025.

Tableau 80 : 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.

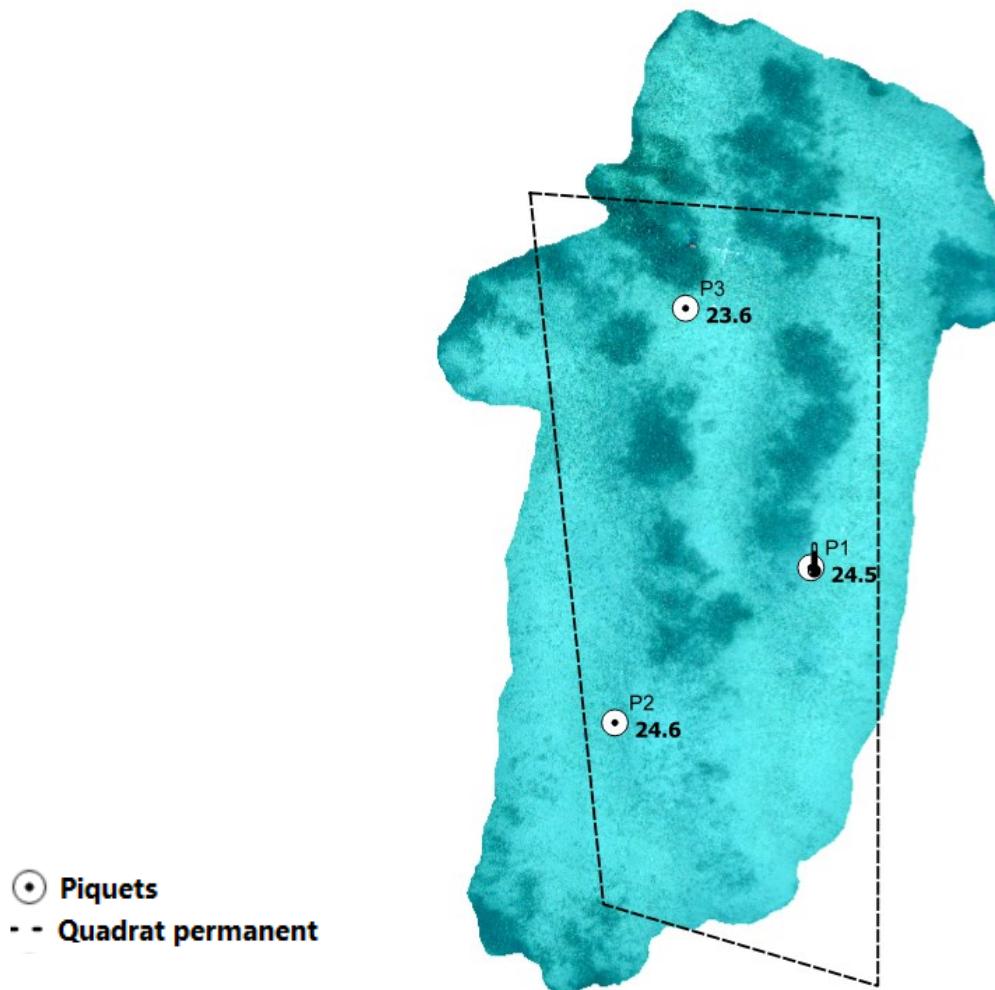


La photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Brégançon Est en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **732 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **496 m<sup>2</sup>**.

<sup>9</sup> ANDROMÈDE OCEANOLOGIE, 2024. Suivi du milieu récepteur du rejet de la station d'épuration des Bormettes à la Londe les Maures – Analyse des données Herbier 2024. Contrat Andromède Océanologie / Veolia. 37 pages.

2025



2022

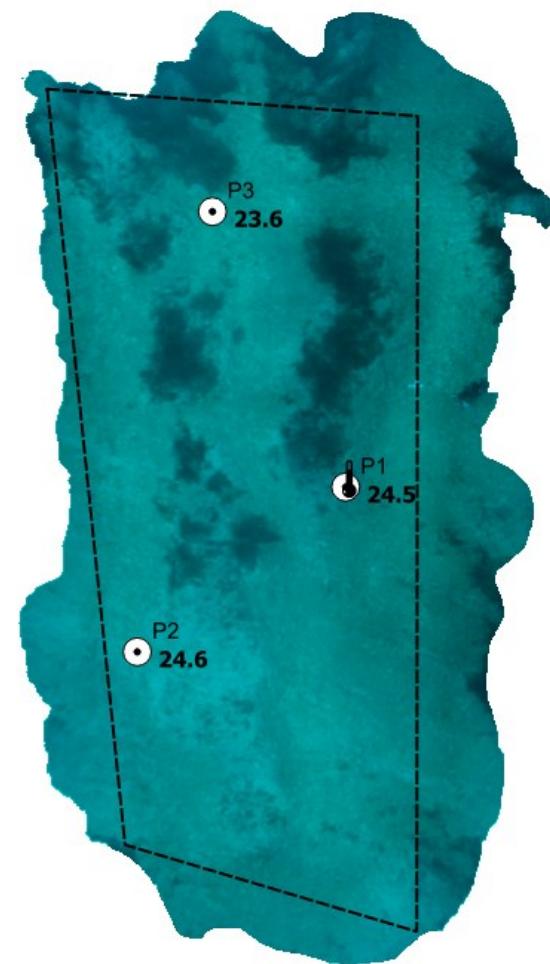
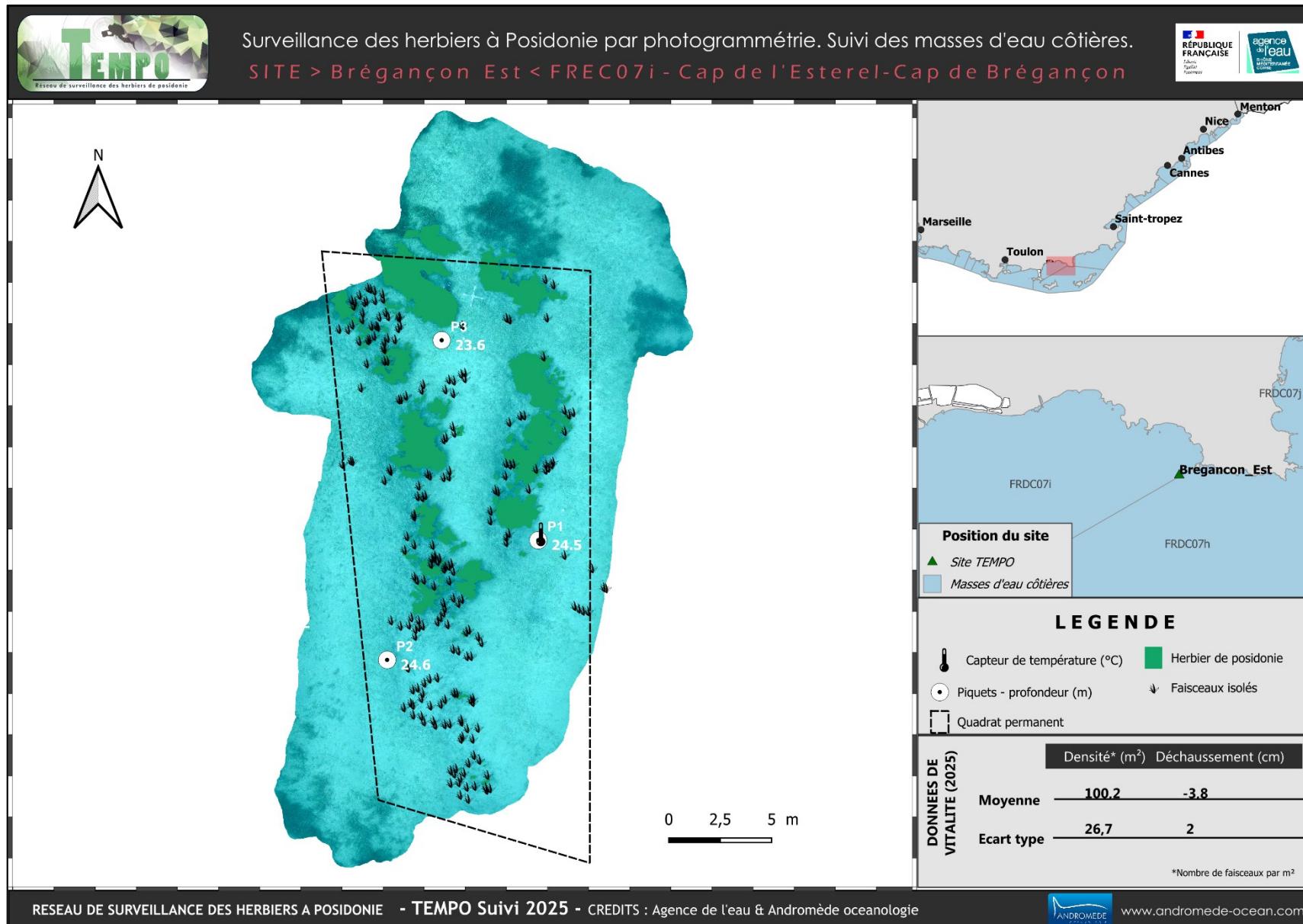
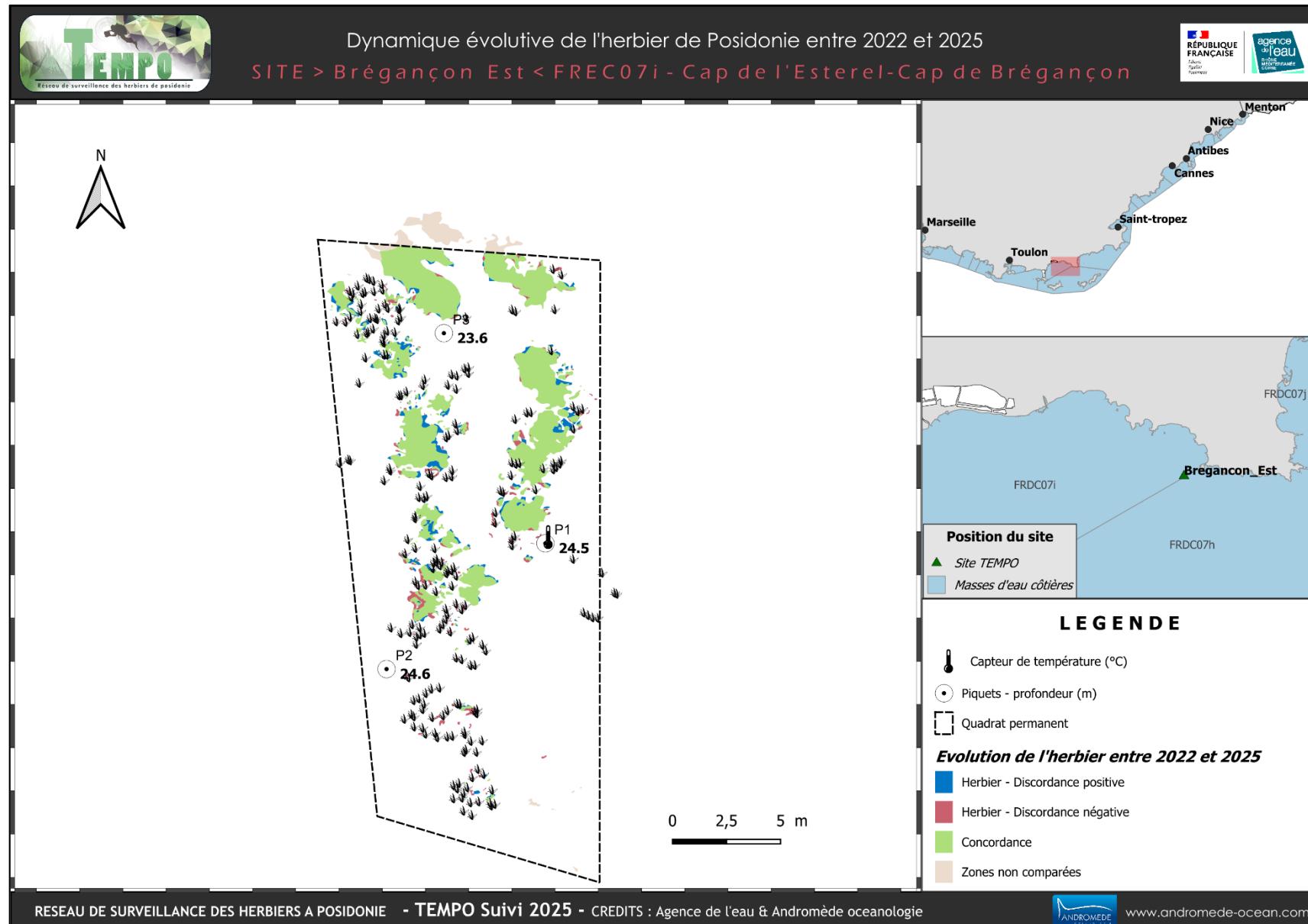


Figure 169 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche) et 2022 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



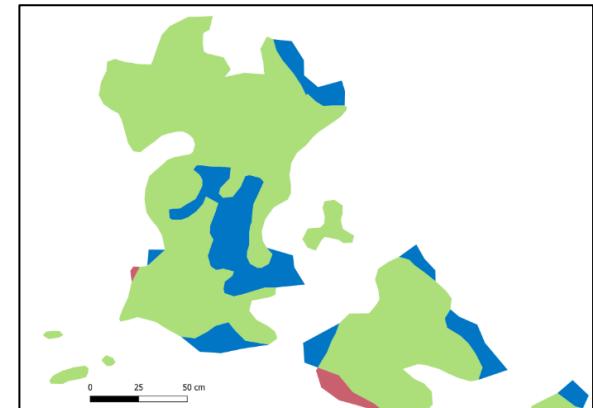


2022-2025

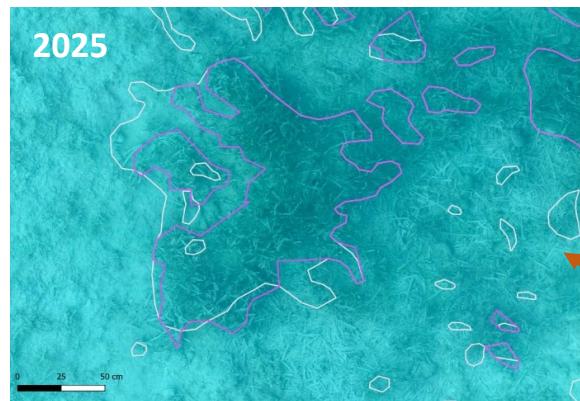
*Evolution de l'herbier entre 2022 et 2025*

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

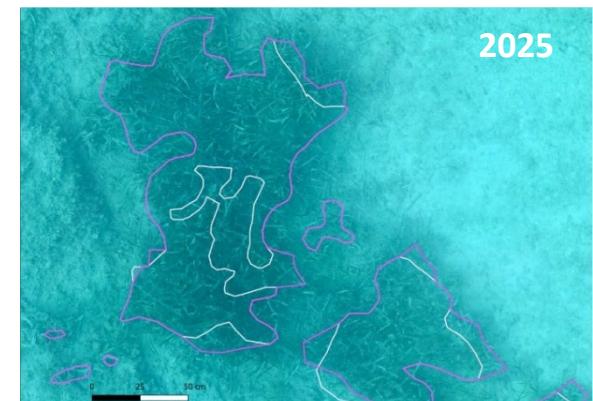
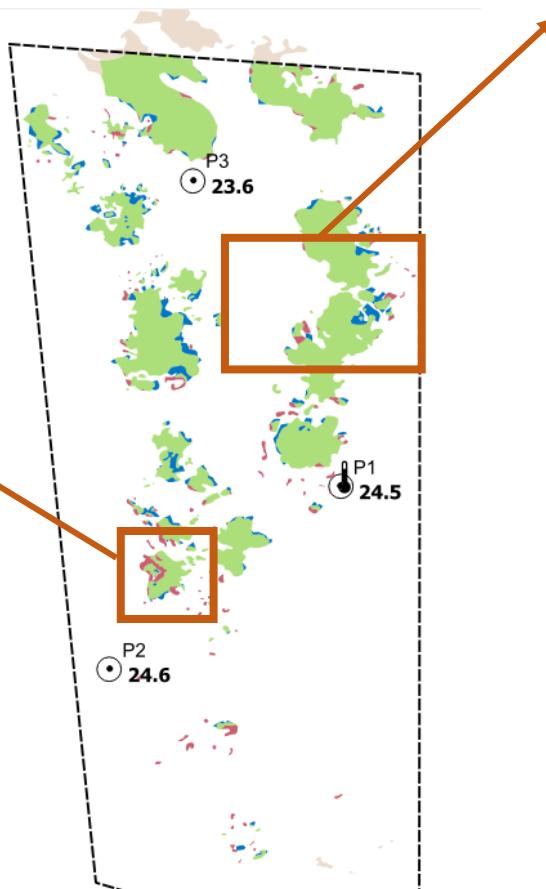
2022-2025



2025



2022



2022

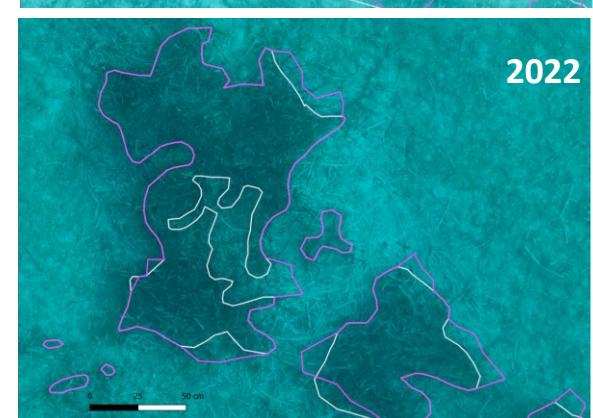


Figure 170 : ZOOMS sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la régression (à gauche) et la progression (à droite) de l'herbier entre 2022 et 2025.

## Fort Brégançon PI (masse d'eau FREC07i) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18	Herbier dense valloné, présence de taches de matte morte			
Visibilité (m)	10	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input type="checkbox"/> Sable fin	<input checked="" type="checkbox"/> Matte morte	<input type="checkbox"/> Substrat rocheux
Nature du fond		<input checked="" type="checkbox"/> Autres : ...			
Remarques	Gros reliefs de matte avec sable grossier entre les reliefs. Matte épaisse sous l'herbier				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> <i>Caulerpa cylindracea</i>	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Caulerpa taxifolia</i>	<input type="checkbox"/> Algues filamenteuses	<input type="checkbox"/> <i>Womersleyella setacea</i>	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	<10 % quand pas d'herbier				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières					
Remarques générales	Serran écriture ( <i>Serranus scriba</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), sabelles ( <i>Sabella sp.</i> ), bogues ( <i>Boops boops</i> )				



Figure 171 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 05.599
Longitude :	6 18.865
Date de pose	30/05/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20586628
Profondeur du capteur (m)	16
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	capteur dans une vallée sur du sable grossier coquillé entre deux tombants de matte.
 	

Figure 172 : Données (en haut) et photo du capteur récupéré (à gauche) et posé (à droite) en 2025 à -15 m.

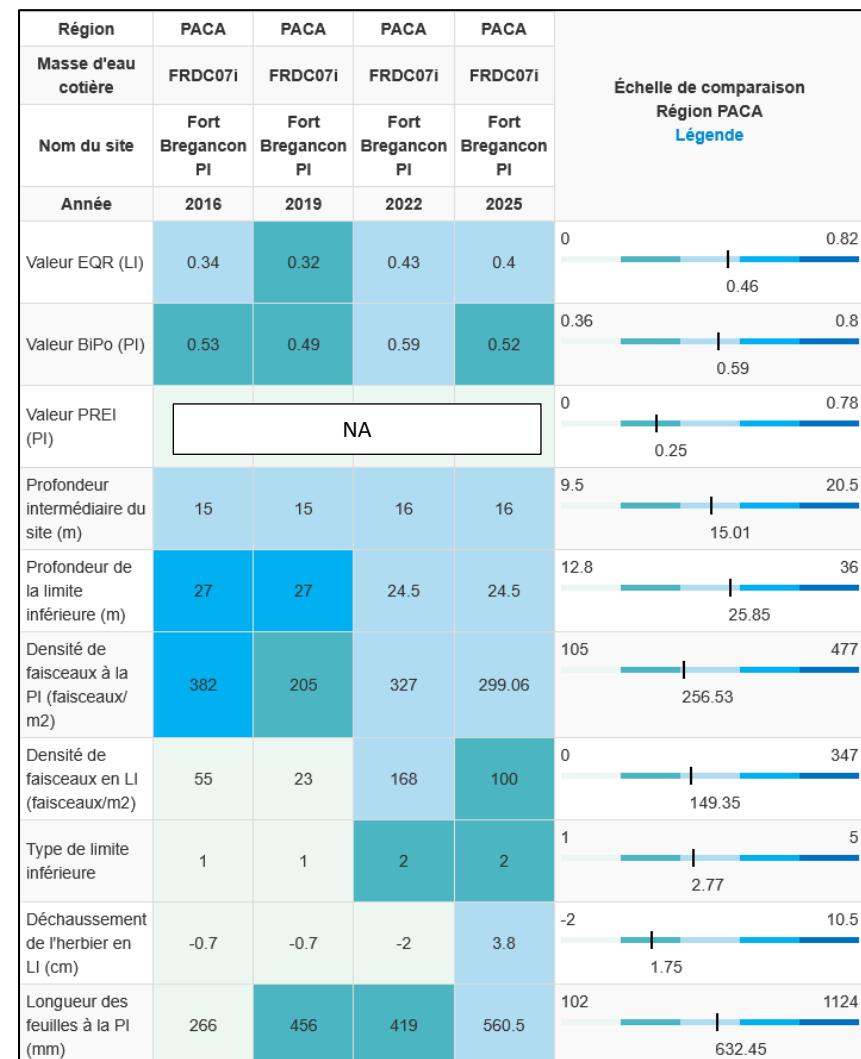
c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,525), en 2019 (0,494), en 2025 (0,522) est en-dessous de la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique un **état écologique de l'herbier moyen**. En 2022, l'EQR Site (0,594) indique un **bon état de l'herbier**, qui s'explique notamment par le changement de site en limite inférieure (nouveau site balisé en 2022 : Brégançon Est) et donc de nouveaux paramètres concernant profondeur et type de limite inférieure. Même si en 2025 c'est le même site en limite inférieure, la densité de l'herbier voit sa valeur moyenne diminuée par rapport à 2022.



Figure 173 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis.

Tableau 81 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 82 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
<b>Nom du site / station</b>	Fort_Bregançon_PI
<b>Date</b>	30/05/2025
<b>Heure</b>	18:01
<b>Latitude</b>	43 05.599
<b>Longitude</b>	6 18.865
<b>Habitat</b>	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
<b>Profondeur du site (m)</b>	16
<b>Espèces remarquables</b>	NA
<b>Perturbations observées</b>	NA
<b>Température de l'eau (°C)</b>	18
<b>Nom des plongeurs</b>	Ody, Personnic
Caractéristiques prélèvements ADNe	
<b>Profondeur ADN (m)</b>	15
<b>Durée de filtration</b>	30 min
<b>Type de filtre ADN</b>	0,2 µm
<b>Kit</b>	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
<b>Nom de la pompe</b>	Andro 2
<b>N° filtre ADN - 1</b>	<b>N° filtre ADN - 2</b>
SPY2401978	SPY2401979
<b>Méthode de filtration</b>	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, 42 espèces ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 83 : Liste d'espèces de poissons inventoriés par ADNe

Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
fort_bregançon_pi	Apogonidae	Apogon	imberbis	Apogon
fort_bregançon_pi	Sparidae	Boops	boops	Bogue
fort_bregançon_pi	(in: bony fishes)	Cepola	macrophthalma	Cépole commune
fort_bregançon_pi	Pomacentridae	Chromis	chromis	Castagnole
fort_bregançon_pi	Congridae	Conger	conger	Congre commun
fort_bregançon_pi	Labridae	Coris	julis	Girelle commune
fort_bregançon_pi	Sparidae	Diplodus	annularis	Sparaillon
fort_bregançon_pi	Sparidae	Diplodus	puntazzo	Sar à museau pointu
fort_bregançon_pi	Sparidae	Diplodus	sargus	Sar commun
fort_bregançon_pi	Sparidae	Diplodus	vulgaris	Sar à tête noire
fort_bregançon_pi	Engraulidae	Engraulis	encrasiculus	Anchois commun
fort_bregançon_pi	Gobiidae	Gobius	ater	Gobie de Bellotti
fort_bregançon_pi	Gobiidae	Gobius	cruentatus	Gobie à bouche rouge
fort_bregançon_pi	Gobiidae	Gobius	xanthocephalus	Gobie à tête jaune
fort_bregançon_pi	Sparidae	Lithognathus	mormyrus	Marbré
fort_bregançon_pi	Myliobatidae	Mobula	mobular	Diable de mer méditerranéen
fort_bregançon_pi	Mullidae	Mullus	barbatus	Rouget de vase
fort_bregançon_pi	Mullidae	Mullus	surmuletus	Rouget-barbet de roche
fort_bregançon_pi	Muraenidae	Muraena	helena	Murène commune
fort_bregançon_pi	Triakidae	Mustelus	mustelus	Emissole lisse
fort_bregançon_pi	Myliobatidae	Myliobatis	aquila	Raie aigle
fort_bregançon_pi	Sparidae	Oblada	melanura	Oblade

fort_bregançon_pi	Gobiidae	<i>Odondebuenia</i>	<i>balearica</i>	Gobie des Baléares
fort_bregançon_pi	Mugilidae	<i>Oedalechilus</i>	<i>labeo</i>	Mulet labéon
fort_bregançon_pi	Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>	Pageot commun
fort_bregançon_pi	Blenniidae	<i>Parablennius</i>	<i>gattorugine</i>	Blennie gattorugine
fort_bregançon_pi	Soleidae	<i>Pegusa</i>	<i>nasuta</i>	Sole pole sombre
fort_bregançon_pi	Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>	Sardine
fort_bregançon_pi	Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde
fort_bregançon_pi	Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>	Saupe
fort_bregançon_pi	Sciaenidae	<i>Sciaena</i>	<i>umbra</i>	Corb
fort_bregançon_pi	Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>colias</i>	Maquereau espagnol
fort_bregançon_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i>	Rascasse brune
fort_bregançon_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>scrofa</i>	Rascasse rouge
fort_bregançon_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
fort_bregançon_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
fort_bregançon_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
fort_bregançon_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>smaris</i>	Picarel
fort_bregançon_pi	Sparidae	<i>Spondylisoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
fort_bregançon_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
fort_bregançon_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon
fort_bregançon_pi	Scombridae	<i>Thunnus</i>	<i>thynnus</i>	Thon rouge

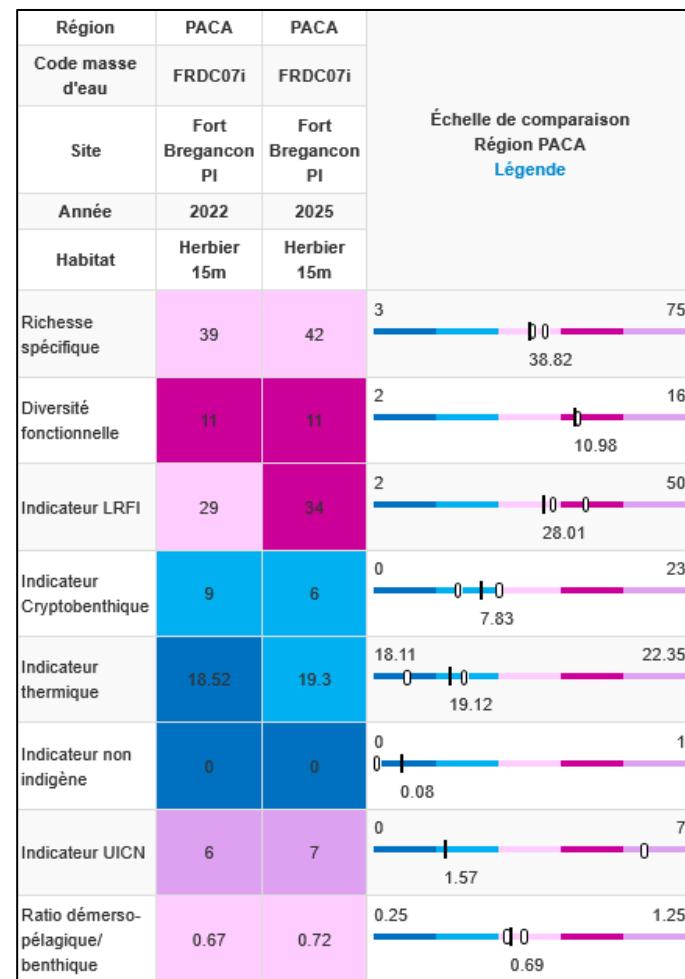
#### Valeurs des indicateurs

Tous les indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs supérieures aux valeurs de 2022** et sont **supérieures à la moyenne régionale**.

La particularité de cette station d'herbier est la détection, en 2025, d'**espèces menacées classées sur la liste rouge IUCN** (valeur correspondant à la valeur maximale observée dans la région) : le **diable de mer méditerranéen** (*Mobular mobular*), le **corb** (*Sciaena umbra*), la **raie aigle** (*Myliobatis aquila*), l'**émissole lisse** (*Mustelus mustelus*).

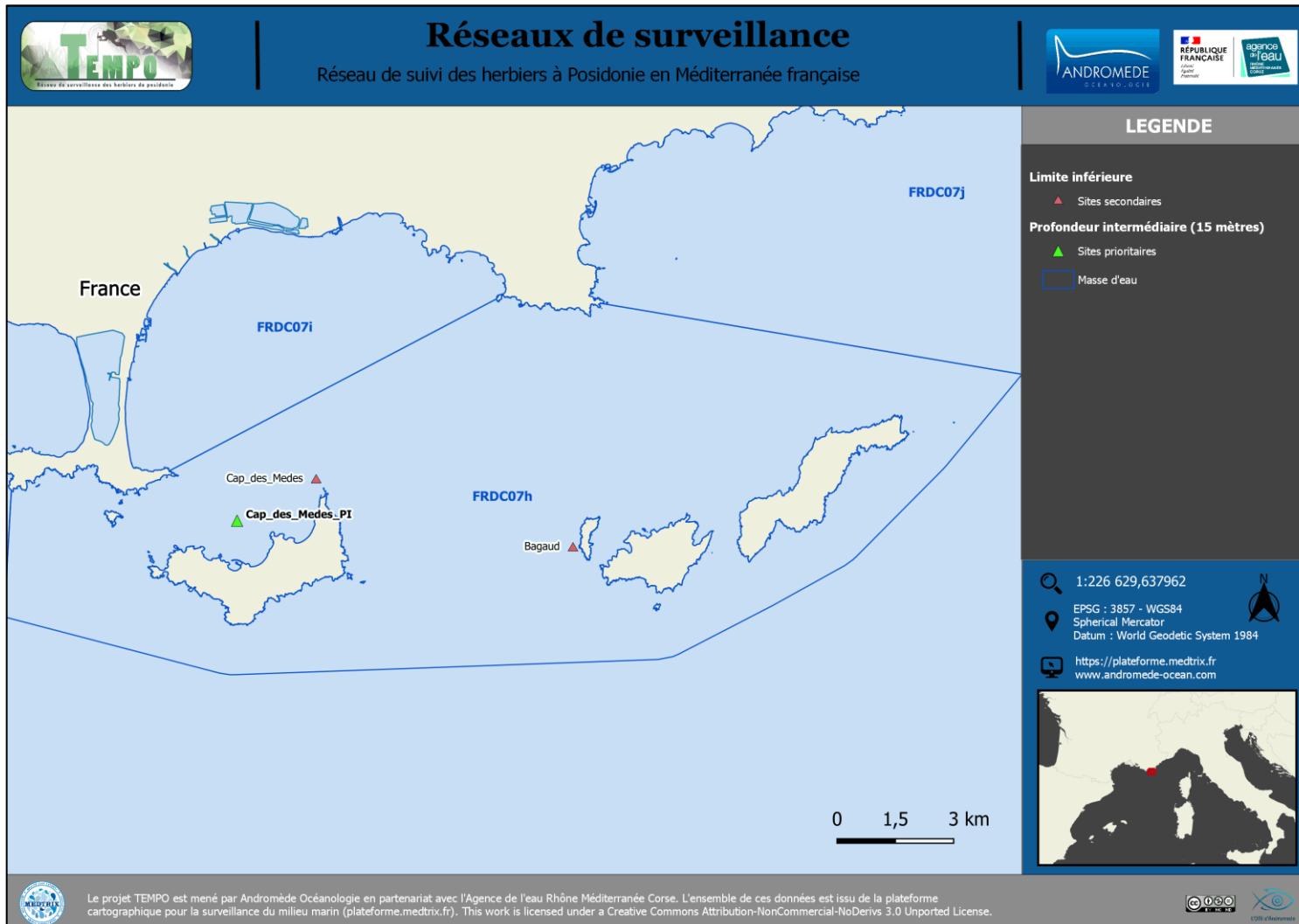
Le ratio démerso pélagique/benthique est plus élevé en 2025 en raison de l'observation de **bancs de sardines, mullets labéon, serrans, bogues, dorades grises, et sars communs et à tête noire**.

Tableau 84 : Comparaison régionale des indicateurs



## VI.N.Masse d'eau FRDC07h

La masse d'eau FRDC07h comprend le site TEMPO Cap des Mèdes PI, et deux sites secondaires en limite inférieure (Cap des Medes et Bagaud).



## Cap des Medes PI (masse d'eau FREC07h) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17				
Visibilité (m)	8				
Nature du fond	<input 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	Nombreuses feuilles mortes au pied de l'herbier				
Perturbations biologiques	<input type="checkbox"/> Caulerpa cylindracea NA	<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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés NA	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques					
Espèces particulières	Codium ( <i>Codium bursa</i> ), Holothuries ( <i>Holothuria sp</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), mendoles ( <i>Spicara smaris</i> ), bogues ( <i>Boops boops</i> ), alicia ( <i>Alicia mirabilis</i> ) sur les feuilles de posidonie et la matte morte, flabelline mauve ( <i>Flabellina affinis</i> ).				
Remarques générales					



Figure 174 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).



b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 01.047
Longitude :	6 12.064
Date de pose	05/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330680
Profondeur du capteur (m)	15,4
Paramétrage	1 mesure toutes les heures
Description de la zone	Dans grande tache de matte morte, au milieu d'un herbier de plaine, accroché à -15,4 m à une vis à sable avec flotteur.



Figure 175 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 à -15 m.

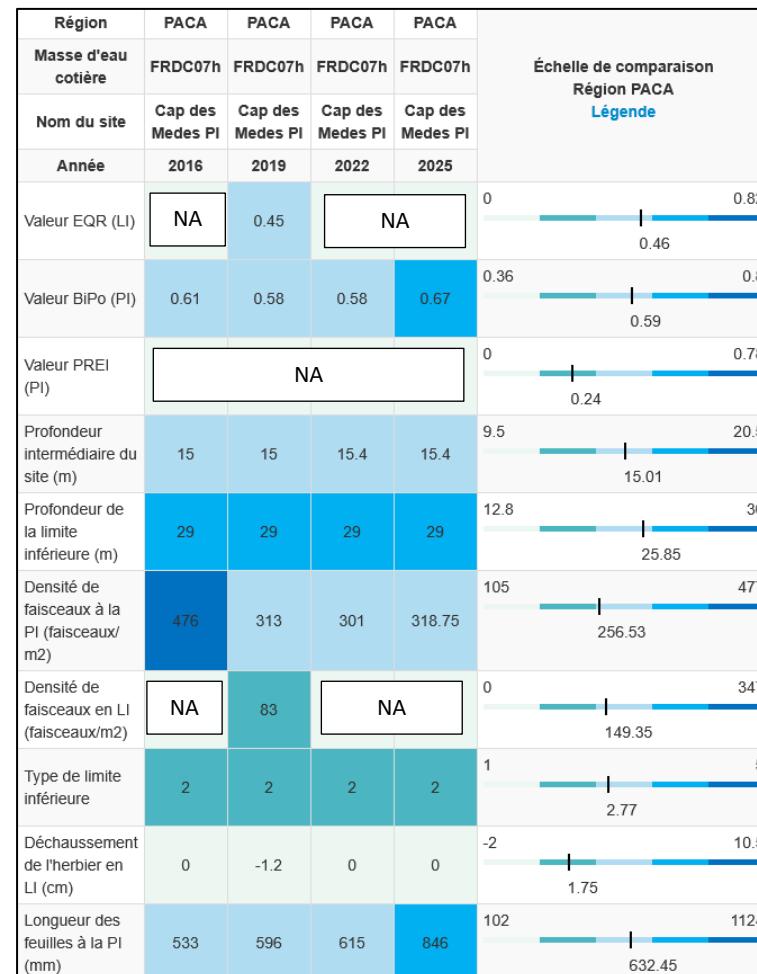
c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,605), 2019 (0,584), 2022 (0,583) est proche de la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud. En 2025 (0,674) cet EQR est largement supérieur. A tous les suivis il indique un bon état écologique qui semble s'améliorer à ce dernier suivi. A noter que les données de limite inférieure (type et profondeur) sont celles du site secondaire Cap des Medes (LI) qui n'est plus suivi.



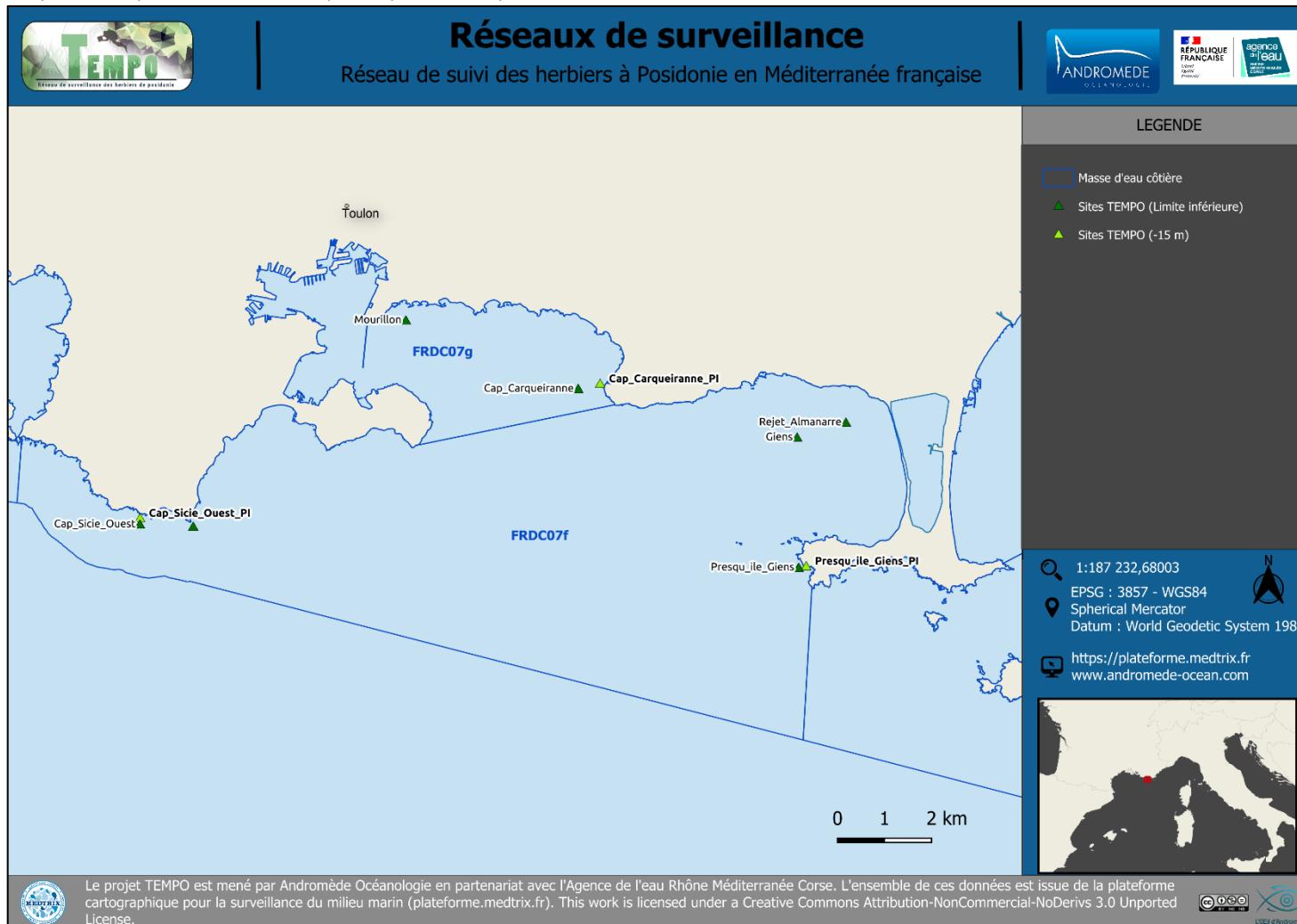
Figure 176 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis.

Tableau 85 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



## VI.O. Masse d'eau FRDC07f

La masse d'eau FRDC07f comprend les sites prioritaires TEMPO **Presqu'île de Giens** (échantillonné depuis 2013) et **Cap Sicié Ouest** (suivi depuis 2009 – ce site a été échantillonné en 2024 donc il n'est pas intégré à ce rapport 2025). Les autres sites (Cap Sicié Est, Rejet Almanarre, Giens) sont suivis dans le cadre de l'étude de la qualité du milieu marin au droit du rejet des stations d'épuration Amphitria, Amphora et L'Almanarre portée par la Métropole de Toulon Provence Méditerranée.



## Presqu'île de Giens (masse d'eau FRDC07f) – Limite inférieure

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	16	Herbier progressif en bas de falaise sur sable grossier et quelques blocs rocheux. Présence de taches de sable dans l'herbier.			
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	Limite inférieure de l'herbier sur un très beau sable grossier blanc				
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 checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Bloc de matte arraché	<input checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	Restes d'un petit filet de pêche sur massif coralligène avec cordage au pied du massif, quelques faisceaux arrachés dans l'herbier				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières	<i>Serranus scriba</i> , <i>Syphodus sp.</i> , <i>Anthias anthias</i> , <i>Coris julis</i> , <i>Chromis chromis</i> , <i>Diplodus sargus</i> , <i>Diplodus annularis</i> , <i>Anemonia viridis</i> ; sur le massif : <i>Paramuricea clavata</i> et <i>Eunicella cavallini</i>				



Figure 177 : Illustrations du site Presqu'île Giens en limite inférieure (2025)



Le site « **Presqu'île de Giens** » se situe dans la masse d'eau 'Pointe du Gaou - Pointe Escampobariou' (FREC07f), à l'Ouest de la presqu'île.

L'herbier se développe sur un substrat sableux (grossier et coquillier) au pied d'un massif de coralligène. On note la présence de matte morte et quelques ripple-marks en aval d'un mur rocheux.

#### b. Capteur de Température

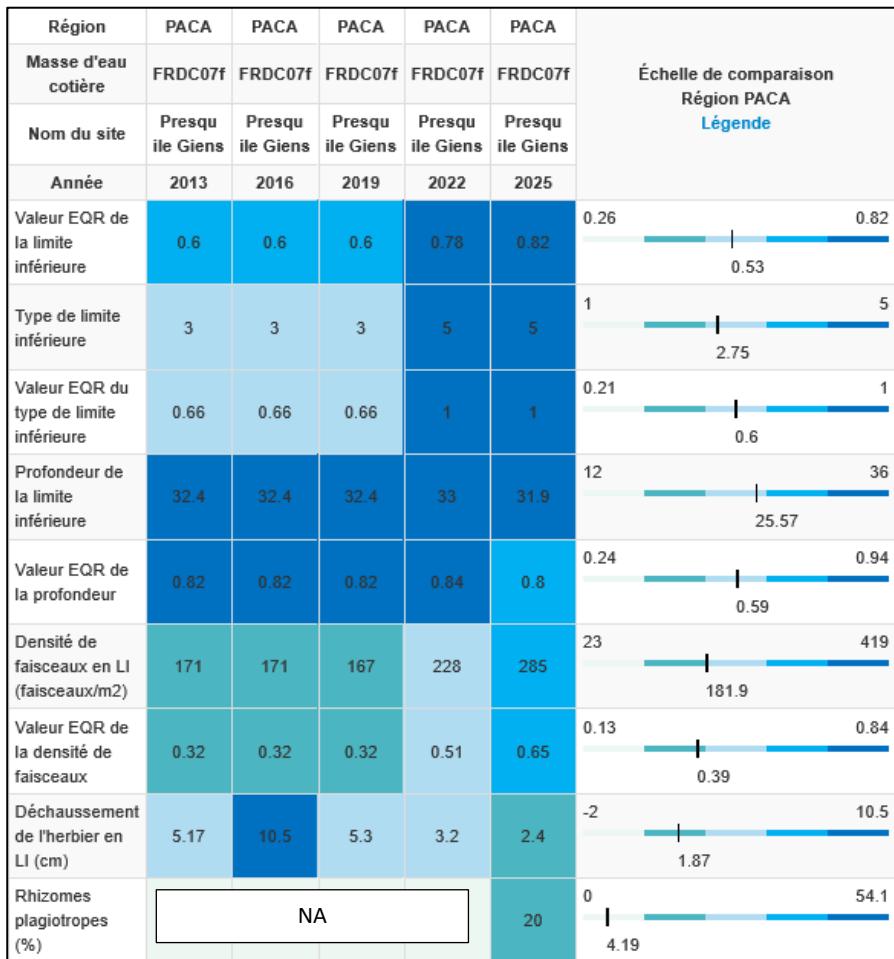
Capteur de température	
Latitude :	43 01.974
Longitude :	6 05.497
Date de pose	06/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330360
Profondeur du capteur (m)	32.4
N° de piquet du quadrat	Piquet 4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	En limite inférieure d'herbier, sur piquet dans le sable



Figure 178 : Données (en haut) et photo du capteur récupéré (à gauche) et posé (à droite) en 2025 en limite inférieure.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 86 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



La limite inférieure **progressive** se situe à **31,9 mètres de profondeur** d'après les derniers relevés de 2025. De 2013 à 2019 la limite inférieure était qualifiée de franche à faible recouvrement ; en 2022 elle passe en limite progressive. Ce changement de limite est lié à la présence de **rhizomes plagiotropes** en nombre qui s'étendent depuis les tâches ou blocs de matte sur du sable grossier.

La densité moyenne en 2025 est de **285 ± 62,1 faisceaux /m<sup>2</sup>** ( $228 \pm 97,76$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022,  $167 \pm 48,4$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019,  $170,6 \pm 44,5$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016,  $171 \pm 47$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013). L'herbier est donc en **excellent état** depuis 2022 (bon état en 2019, 2016 et 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** de 2013 à 2025 (proche de subnormale supérieure en 2025).

Le **déchaussement de l'herbier est faible depuis 2022** (<5 cm) ; il était moyen en 2013 et 2019, fort en 2016 (>10 cm).

Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 20 % traduisant un **herbier stable**.

L'EQR Site (0,600) est le même pour 2013, 2016 et 2019. Il a augmenté en 2022 (0,783) et 2025 (0,817). Il est supérieur à la moyenne régionale, et correspond à la valeur maximale régionale en 2025. Le statut du site Presqu'île de Giens est, depuis 2022, en **très bon état écologique**.

#### d. Perturbations observées

Cette zone est soumise à un **hydrodynamisme** et des **mouvements sédimentaires** importants. Un filet de pêche abandonné a été observé lors de la plongée en 2013. En 2025, un petit **filet de pêche** a été vu sur le massif coralligène (avec cordage au pied du massif) provoquant un arrachage de gorgones. De plus, quelques **faisceaux étaient arrachés** dans l'herbier.

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 179 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

Le site RSP « Giens » est présent à 1,5 km au Nord-Ouest du site TEMPO « Presqu'île de Giens », à 750 au Nord de l'îlot de la Ratonnière. Le balisage RSP est situé à une profondeur moyenne de -32 mètres en limite inférieure de l'herbier de posidonie. Il a été mis en place en 1993 et le dernier suivi a été effectué en 2004. L'herbier, avec ses densités normales et son recouvrement faible, est très fragile. La régression dont il avait fait l'objet pendant de nombreuses années ralentissait en 2004 avec une tendance à la stabilisation.

Les autres sites (Cap Sicié Est, Rejet Almanarre, Giens) sont suivis dans le cadre de l'étude de la qualité du milieu marin au droit du rejet des stations d'épuration Amphitria, Amphora et L'Almanarre portée par la Métropole de Toulon Provence Méditerranée. Le suivi a été réalisé en 2025 et les résultats seront disponibles en 2026.

#### 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 30,1 et 32,7 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 87 : 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	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Massé d'eau côtière	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Nom du site	Presqu'île Giens	Presqu'île Giens	Presqu'île Giens	Presqu'île Giens	
Période d'évolution	2013-2016	2016-2019	2019-2022	2022-2025	
%					
Discordance positive	3.18	6.81	5.14	25.71	0 11.2 69.07
%					0 6.32 51.43
Discordance négative	3.1	3.7	2.68	2.81	26.09 82.46 100
%					5.96 76.13 466.21
Concordance	93.71	89.5	92.18	71.47	
Surface comparée (m <sup>2</sup> )	99.56	107.39	89.61	128.87	

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2022-2025**, on observe sur ce site 25,71 % de discordance positive, 2,81% de discordance négative et 71,47 % de concordance. L'indice d'évolution (0,80) indique un herbier en forte progression.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2019-2022**, on observe sur ce site 5,14 % de discordance positive, 2,68 % de discordance négative et 92,18 % de concordance. L'indice d'évolution (0,31) indique un herbier stable qui tend à être progressif.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2016-2019**, on observe sur ce site 6,81 % de discordance positive, 3,7 % de discordance négative et 89,5 % de concordance. L'indice d'évolution (0,30) indique un herbier stable qui tend à être progressif.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période **2013-2016**, on observe sur ce site 3,18 % de discordance positive, 3,1 % de discordance négative et 93,71 % de concordance. L'indice d'évolution est de 0,01 et indique un herbier stable.

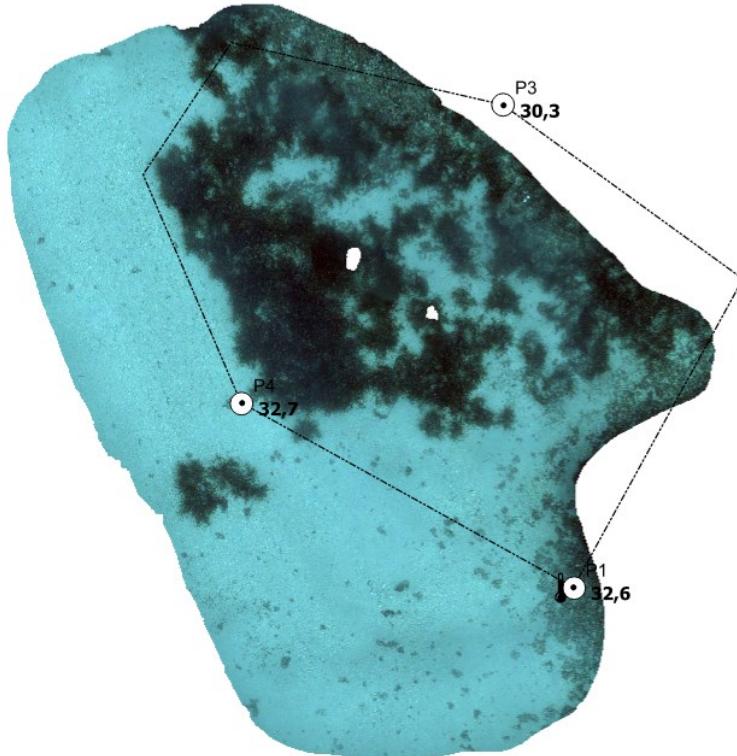
La dynamique évolutive de l'herbier montrait un herbier stable entre 2013 2022, avec une tendance progressive observée depuis 2019. En 2025, cette tendance est confirmée et l'herbier montre une forte progression. Les paramètres de vitalité montrent également un herbier avec un bon état écologique et qui s'améliore (augmentation de la densité de faisceaux, baisse du déchaussement, présence de rhizomes plagiotropes). A noter qu'en 2019, la zone suivie a été étendue vers l'ouest du site (par rapport aux suivis antérieurs de 2013 et 2016) car elle présentait une limite plus progressive qu'il nous a semblé important de suivre, d'où ce changement de type de limite en 2022.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en état écologique moyen entre 2013 et 2016, bon état écologique entre 2016 et 2019 puis de nouveau en état écologique moyen entre 2019 et 2022 et entre 2022 et 2025, ce qui s'explique par le changement de formule (en 2022 et 2025, % d'augmentation de densité observé et en 2019 c'était un % de baisse de densité observé donc formule différente pour calculer l'indicateur).

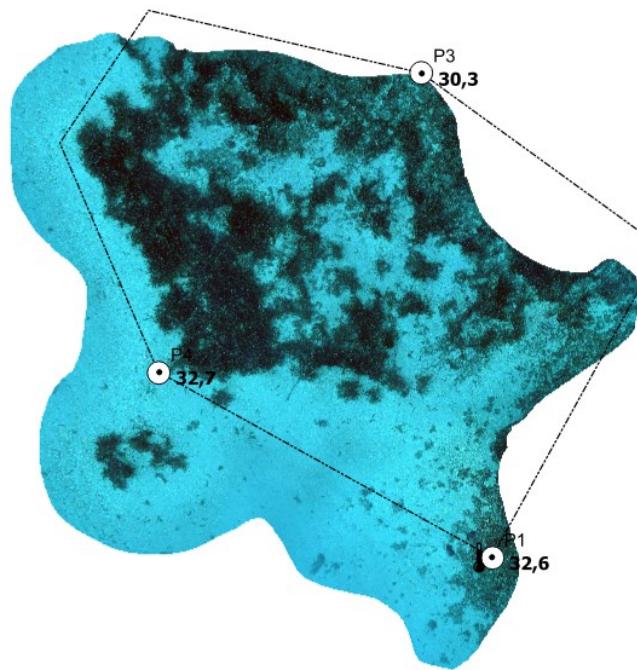
La photogrammétrie permet d'obtenir une vision d'ensemble du site (une image à un instant t), mais également une vision fine et précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme MEDTRIX dans les projets « MODEL » et « TEMPO ».

Le modèle 3D du site Presqu'île de Giens en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de 549 photographies. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de 712 m<sup>2</sup>.

2025



2022



2019

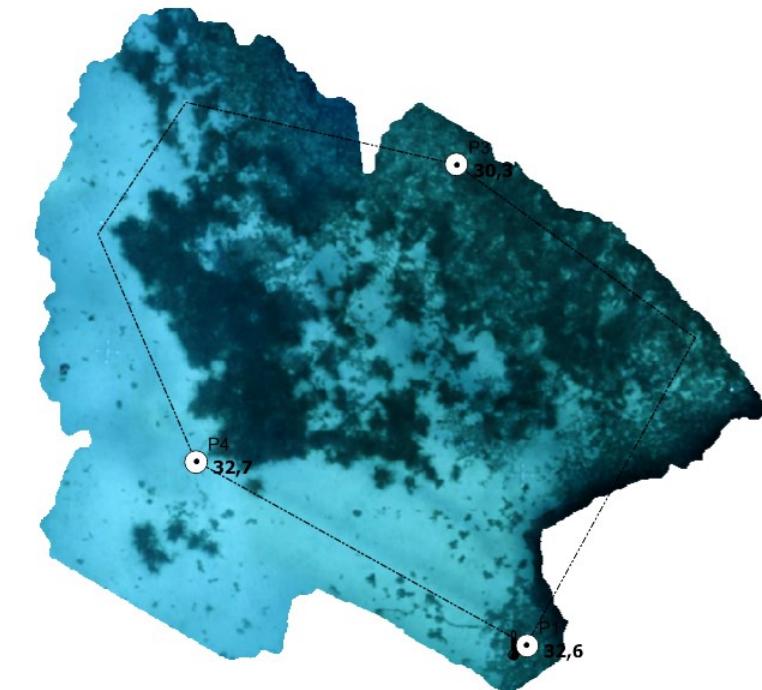
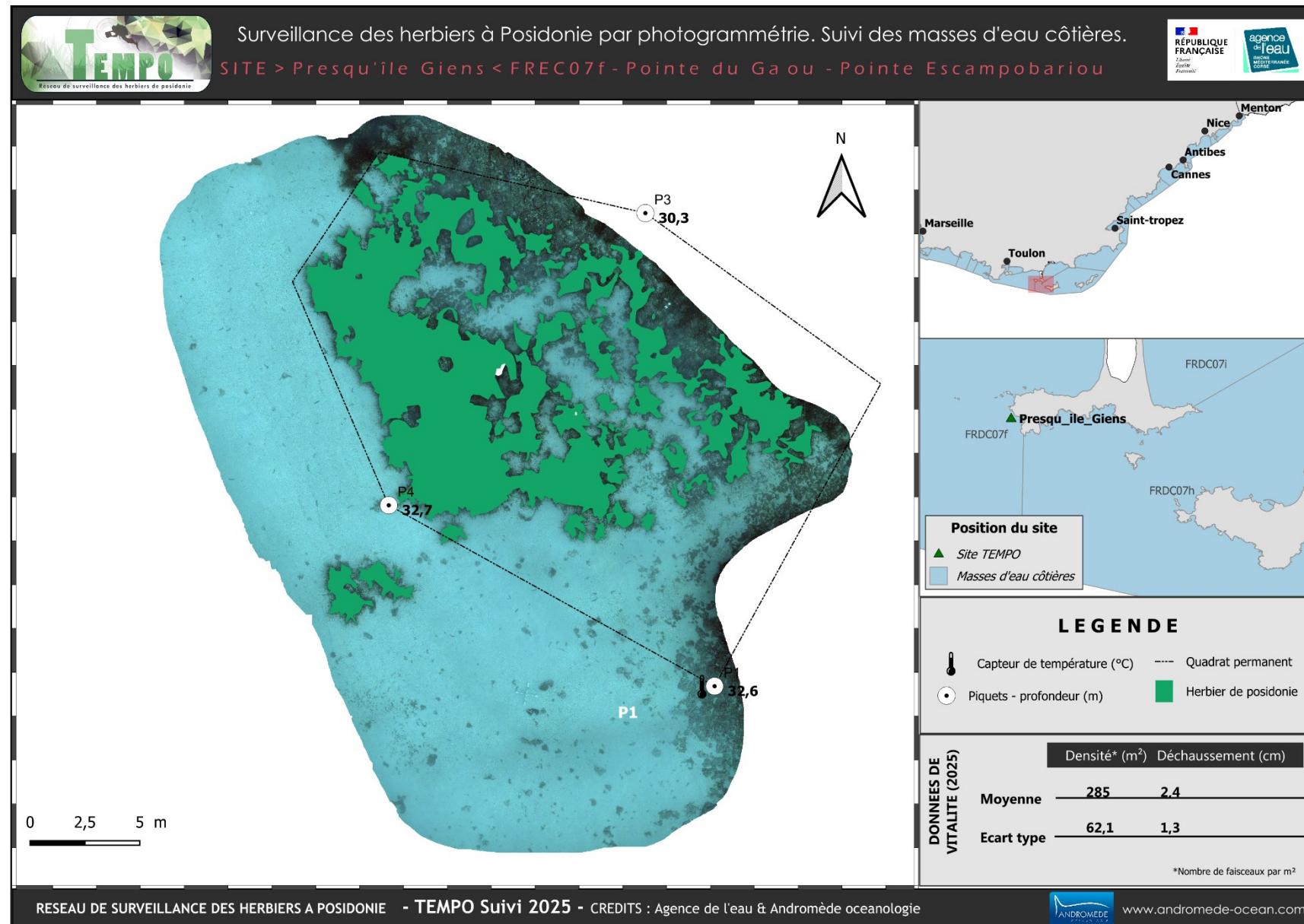
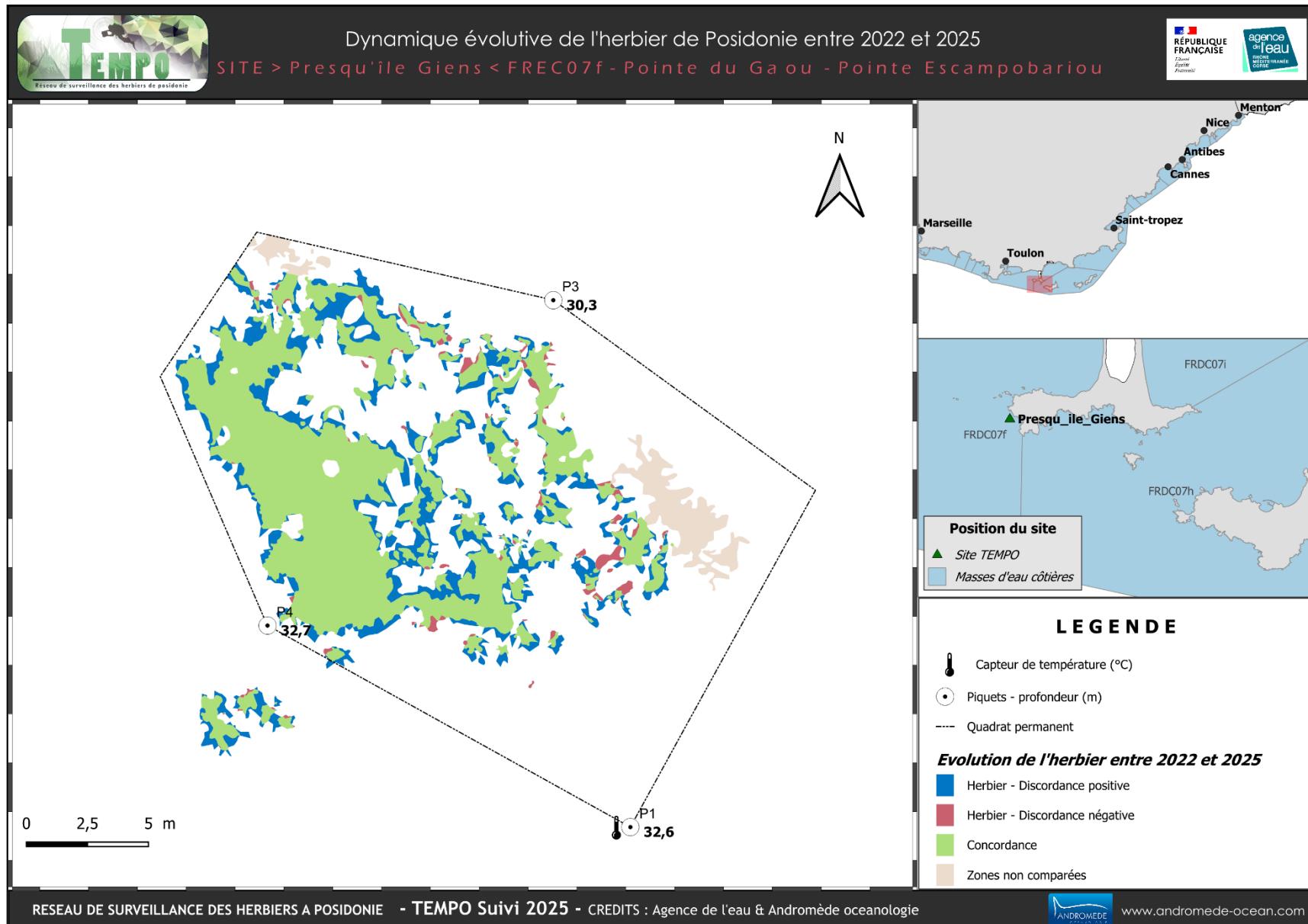
 Piquets Quadrat permanent

Figure 180 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche), 2022 (au milieu), 2019 (à droite).

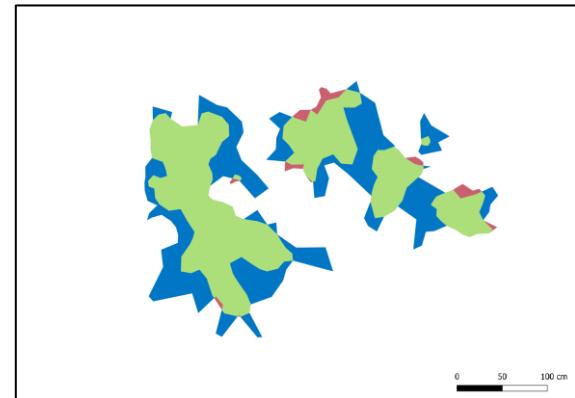
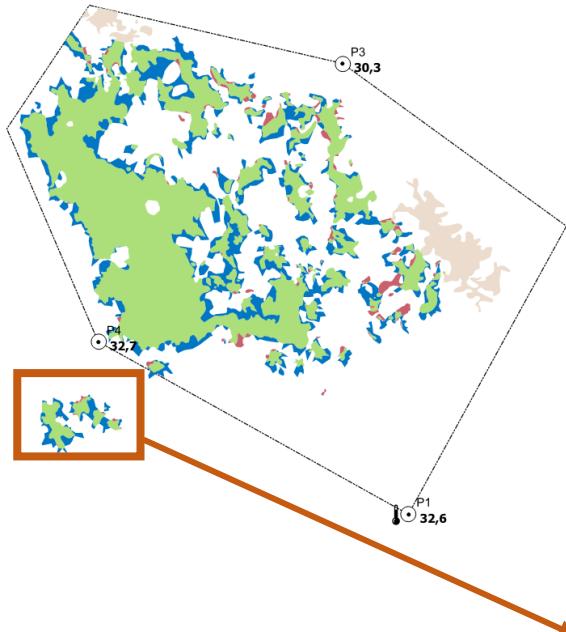
Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.



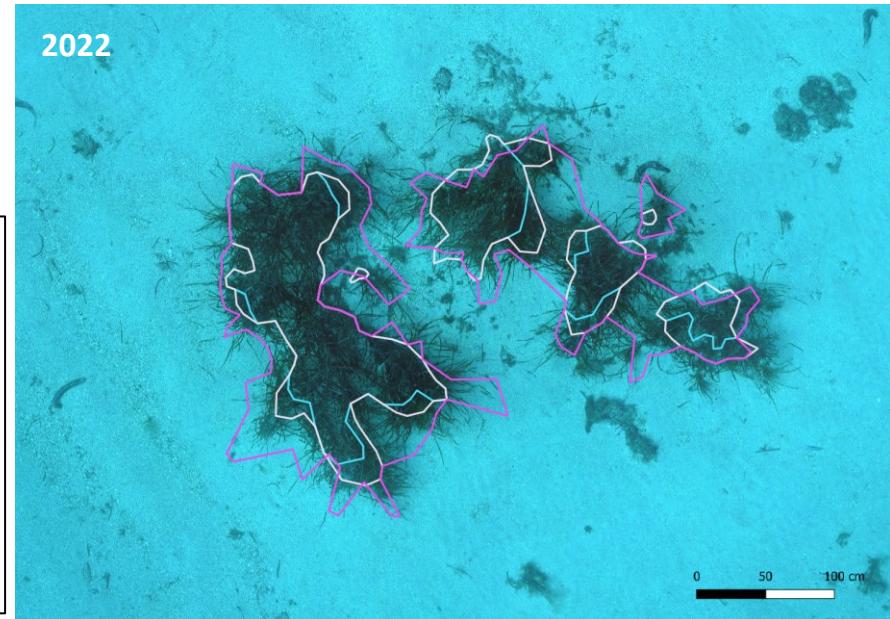


*Evolution de l'herbier entre 2022 et 2025*

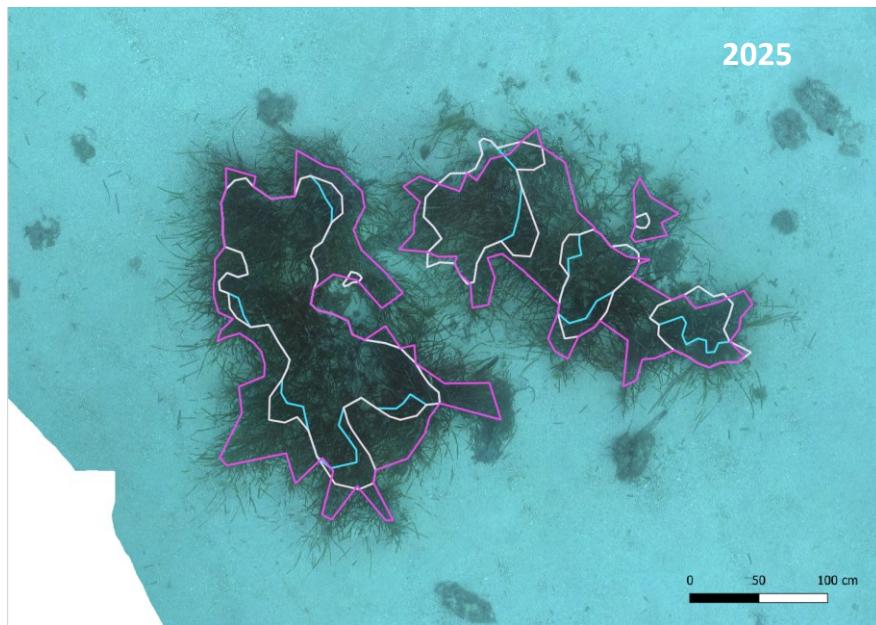
- Herbier - Discordance positive
- Herbier - Discordance négative
- Concordance
- Zones non comparées



2022



2025



- Délimitation Herbier 2025
- Délimitation Herbier 2022
- Délimitation Herbier 2019

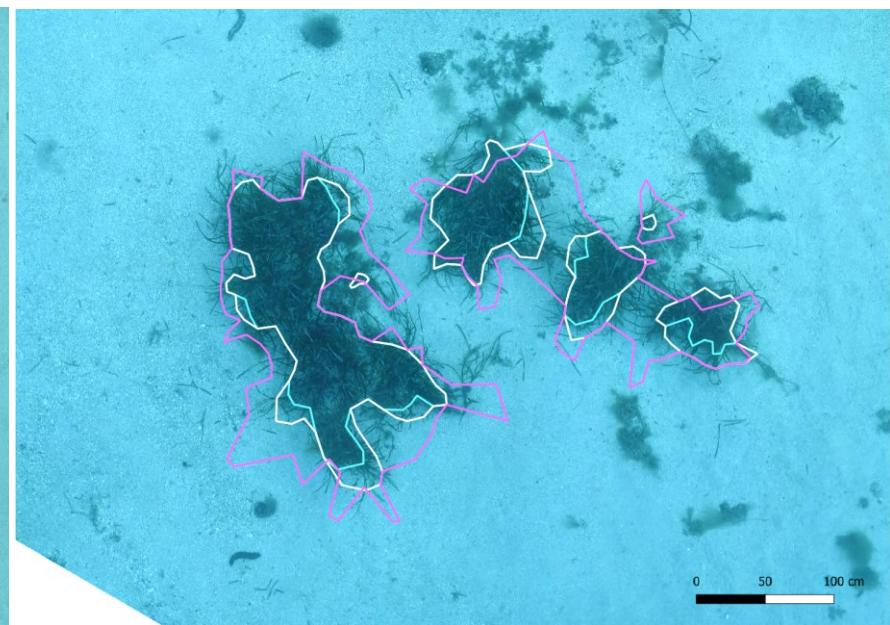


Figure 181 : ZOOMS sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la progression de l'herbier entre 2019 et 2025.



## Presqu'île Giens PI (masse d'eau FREC07f) – Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	18	Très bel herbier sur roche qui commence vers -13 m au pied de la falaise et se prolonge jusqu'à -17 m sur du sable grossier et fin			
Visibilité (m)	15				
Nature du fond	<input checked="" type="checkbox"/> Sable grossier	<input checked="" type="checkbox"/> Sable fin	<input type="checkbox"/> Matte morte	<input checked="" type="checkbox"/> Substrat rocheux	<input type="checkbox"/> Autres : ...
<b>Remarques</b>					
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 : ...
<b>Remarques</b> NA					
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 : ...
<b>Remarques</b> NA					
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
<b>Remarques</b> NA					
Espèces particulières	Saupes ( <i>Sarpa salpa</i> ), crénilabre méditerranéen ( <i>Sympodus mediterraneus</i> ), sublet ( <i>Sympodus rostratus</i> ), crénilabre paon ( <i>Sympodus tinca</i> ), serran écriture ( <i>Serranus scriba</i> ), dorade grise ( <i>Spondylosoma cantharus</i> ), picarels ( <i>Spicara smaris</i> ), girelles ( <i>Coris julis</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), <i>Anemonia viridis</i> , gorgones jaunes ( <i>Eunicella cavolini</i> ), apogon ( <i>Apogon imberbis</i> ), mullet ( <i>Mullus surmuletus</i> ), sars communs ( <i>Diplodus sargus</i> ), présence de petites clavellines non identifiées au pied des faisceaux				
Remarques générales	Broutage assez marqué sur les feuilles, feuilles non épiphytées				



Figure 182 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 01.996
Longitude :	6 05.669
Date de pose	06/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20125776
Profondeur du capteur (m)	12
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	capteur accroché à une petite arche dans une cavité de la paroi rocheuse à -13m. Il faut repérer la faille sur la paroi rocheuse externe (voir photo) et descendre au niveau de celle-ci, chercher alors le capteur dans petite faille à côté de gorgones jaunes.

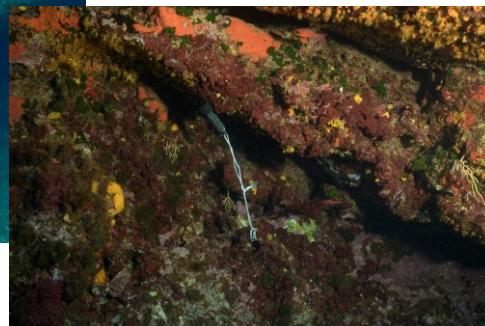
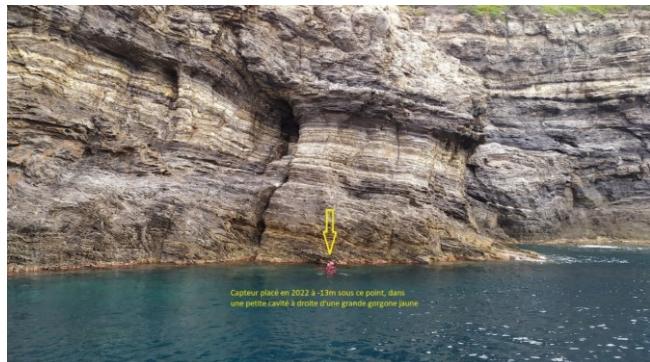


Figure 183 : Données (en haut) et photo du capteur posé en 2025 à -15 m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice **BiPo** sur le site prospecté en 2016 (0,703) et en 2019 (0,659) est largement supérieur à la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique **un bon état écologique de l'herbier**.

En 2022 (EQR = 0,792) et 2025 (EQR = 0,788) les EQR sont proches de la valeur maximale régionale et indiquent **un très bon état écologique**. Entre 2022/2025 et 2016/2019, on relève des données différentes concernant la typologie de la limite inférieure (d'abord qualifiée de limite franche en tâches puis de limite progressive) et on constate une nette augmentation de la densité de faisceaux en limite inférieure et à la profondeur intermédiaire.

A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'herbier est en très bon état écologique à la profondeur intermédiaire et qu'il s'améliore au cours du temps**.



Figure 184 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO au cours des suivis.

Tableau 88 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 89 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS :	
SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
<b>Nom du site / station</b>	Presqu'ile_Giens_PI
<b>Date</b>	06/06/2025
<b>Heure</b>	12:40
<b>Latitude</b>	43 01.996
<b>Longitude</b>	6 05.669
<b>Habitat</b>	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
<b>Profondeur du site (m)</b>	17
<b>Espèces remarquables</b>	Saupes ( <i>Sarpa salpa</i> ), dorade grise ( <i>Spondylosoma cantharus</i> ), gorgones jaunes ( <i>Eunicella cavallini</i> ), apogon ( <i>Apogon imberbis</i> )
<b>Perturbations observées</b>	NA
<b>Température de l'eau (°C)</b>	18
<b>Nom des plongeurs</b>	Blandin, Ody
Caractéristiques prélèvements ADNe	
<b>Profondeur ADN (m)</b>	17
<b>Durée de filtration</b>	30 min
<b>Type de filtre ADN</b>	0,2 µm
<b>Kit</b>	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
<b>Nom de la pompe</b>	Andro 2
<b>N° filtre ADN - 1</b>	N° filtre ADN - 2
	SPY2401984
	SPY2401985
<b>Méthode de filtration</b>	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **39 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 90 : Liste des espèces de poissons inventoriées par ADNe

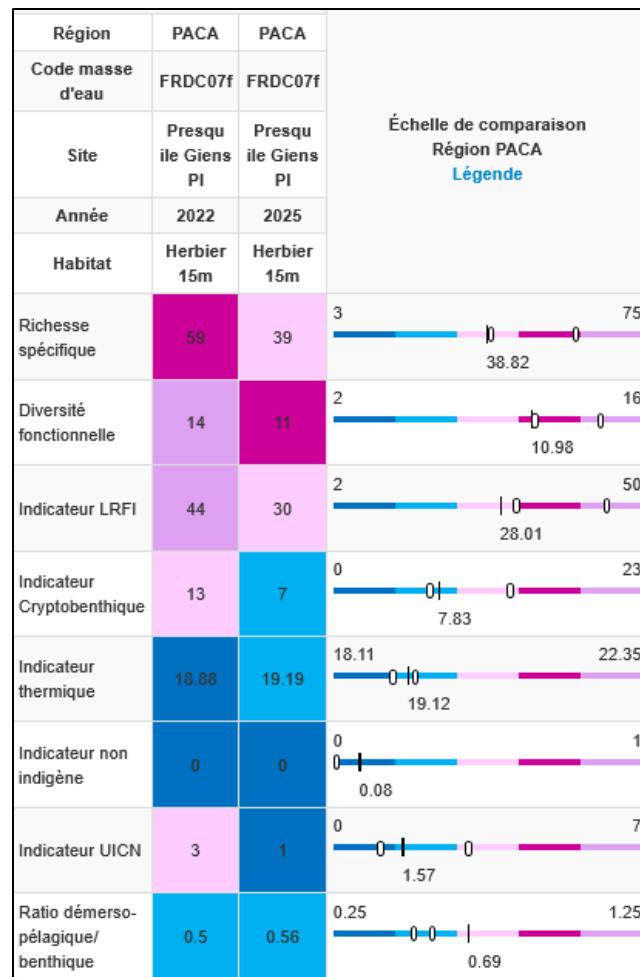
Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
presqu_ile_giens_pi	Serranidae	<i>Anthias</i>	<i>anthias</i>	Babier commun
presqu_ile_giens_pi	Apogonidae	<i>Apogon</i>	<i>imberbis</i>	Apogon
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>	Bogue
presqu_ile_giens_pi	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>	Castagnole
presqu_ile_giens_pi	Congridae	<i>Conger</i>	<i>conger</i>	Congre commun
presqu_ile_giens_pi	Gobiidae	<i>Corcyrogobius</i>	<i>liechtensteini</i>	Gobie corail nain
presqu_ile_giens_pi	Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>	Girelle commune
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>	Sparaillon
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>	Sar commun
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>	Sar à tête noire
presqu_ile_giens_pi	Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>marginatus</i>	Mérou brun
presqu_ile_giens_pi	Blenniidae	<i>Microlipophrys</i>	<i>canevae</i>	Blennie de Caneva
presqu_ile_giens_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>	Rouget de vase
presqu_ile_giens_pi	Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche
presqu_ile_giens_pi	Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>	Murène commune
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Oblada</i>	<i>melanura</i>	Oblade
presqu_ile_giens_pi	Gobiidae	<i>Odondebuenia</i>	<i>balearica</i>	Gobie des Baléares
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>acarne</i>	Pageot acarne
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>bogaraveo</i>	Pageot rose
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>	Pageot commun
presqu_ile_giens_pi	Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>	Sardine
presqu_ile_giens_pi	Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>	Saupe
presqu_ile_giens_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i>	Rascasse brune

presqu_ile_giens_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>	Serran-chèvre
presqu_ile_giens_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>hepatus</i>	Serran hépate
presqu_ile_giens_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
presqu_ile_giens_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
presqu_ile_giens_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>smaris</i>	Picarel
presqu_ile_giens_pi	Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
presqu_ile_giens_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>melanocercus</i>	Crénilabre à queue noire
presqu_ile_giens_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
presqu_ile_giens_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon
presqu_ile_giens_pi	Syngnathidae	<i>Syngnathus</i>	<i>acus</i>	Grand syngnathe
presqu_ile_giens_pi	Synodontidae	<i>Synodus</i>	<i>saurus</i>	Poisson-lézard rayé
presqu_ile_giens_pi	Labridae	<i>Thalassoma</i>	<i>pavo</i>	Girelle-paon
presqu_ile_giens_pi	Tripterygiidae	<i>Tripterygion</i>	<i>delaisi</i>	Triptérygion jaune
presqu_ile_giens_pi	Gobiidae	<i>Zebrus</i>	<i>zebrus</i>	Gobie zébré

Valeurs des indicateurs

Tous les indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022** et sont **proches de la moyenne régionale**. Une **espèce menacée classée sur la liste rouge IUCN** a été détectée en 2025 : le **mérou brun** (*Epinephelus marginatus*).

Tableau 91 : Comparaison régionale des indicateurs



## VI.P. Masse d'eau FRDC07g

La masse d'eau FRDC07g comprend le site TEMPO Cap Carqueiranne (site prioritaire) échantillonné depuis 2013. Le site Cap Carqueiranne (LI) et le site Mourillon sont suivis dans le cadre de l'étude de la qualité du milieu marin au droit du rejet des stations d'épuration Amphitria, Amphora et L'Almanarre portée par la Métropole de Toulon Provence Méditerranée.



## Cap Carqueiranne (masse d'eau FRDC07g) – Limite inférieure

## a. Présentation du site

Description générale					
Température de l'eau (°C)	17	Herbier continu avec limite franche, présence d'algues brunes sur le sable, présence d'une petite roche coralligène en limite inférieure			
Visibilité (m)	8				
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 checked="" type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques	sable grossier coquillé, quelques morceaux de rhodolithes ( <i>Spongites fruticulosus</i> )				
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 checked="" 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	Bout ou fil de pêche qui traverse la zone de PG				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input checked="" type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	obus dans l'herbier ?				
Espèces particulières	<i>Boops boops</i> , <i>Spicara smaris</i> , <i>Serranus scriba</i> , <i>Serranus cabrilla</i> , <i>Coris julis</i> , <i>Chromis chromis</i> , colonies de bryozoaires au pied des faisceaux ( <i>Shizotheca serratimargo</i> ?), <i>Crambe crambe</i> , <i>Phallusia mamillata</i>				



Figure 185 : Illustrations du site Cap Carqueiranne en limite inférieure (2025).



Le site du « **Cap Carqueiranne** » est situé dans la masse d'eau 'Cap Cépet - Cap de Carqueiranne', à l'Ouest du cap Carqueiranne à l'entrée de la grande rade de Toulon. L'herbier se développe sur un fond meuble (sable grossier) avec présence de roche et de matte morte.

Figure 186 : Site de Cap Carqueiranne vu de la mer (2013)

#### b. Capteur de Température

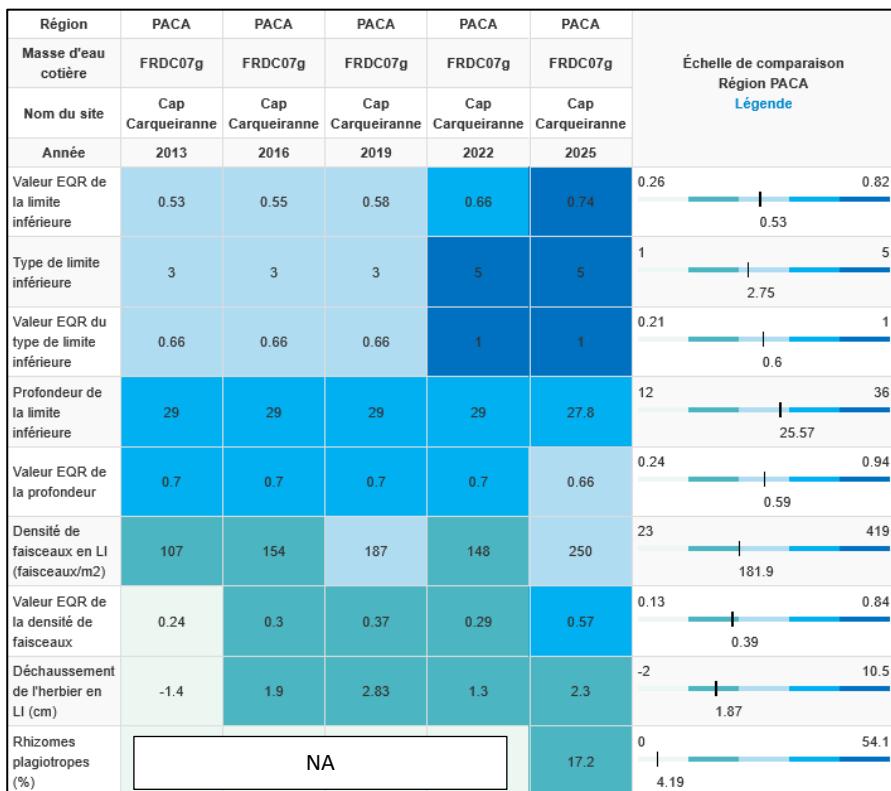
Capteur de température	
Latitude :	43 04.970
Longitude :	6 00.439
Date de pose	03/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20987413
Profondeur du capteur (m)	29.5
N° de piquet du quadrat	piquet 4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur une vis à sable au niveau du piquet 4



Figure 187 : Données (en haut) et photo du capteur de température récupéré (à gauche) et positionné (à droite) en 2025 en limite inférieure.

#### c. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 92 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO.



La limite inférieure **franche en tâches** (faible recouvrement) a été requalifiée en 2022 de **limite progressive** en raison des nombreux faisceaux plagiotropes rencontrés sur le site. Elle se situe à **27,8 mètres de profondeur** d'après les derniers relevés de 2025.

La densité moyenne en 2025 est de **250 ± 67,9 faisceaux /m<sup>2</sup>** ( $147 \pm 51,84$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2022,  $187 \pm 32,6$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2019,  $154 \pm 53$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2016,  $107 \pm 27,5$  faisceaux /m<sup>2</sup> en 2013). L'herbier est donc en **excellent état** (bon état en 2019, 2016 et normal en

2013, 2022) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent *et al.*, 2008 et Pergent-Martini *et al.*, 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.*, (1995) la densité est **normale** de 2013 à 2022

Le **déchaussement de l'herbier est faible à tous les suivis** (<5 cm).

Le **taux de rhizomes plagiotropes**, mesuré en 2025, est de 17,2 % traduisant un **herbier stable**.

L'EQR Site en 2013 (0,533), 2016 (0,553), 2019 (0,577), 2022 (0,663), 2025 (0,743) est supérieur à la moyenne régionale et augmente au cours des suivis. Le statut du site cap Carqueiranne conserve en 2025 un **bon état écologique** mais qui s'améliore au cours des suivis.

#### d. Perturbations observées

Les perturbations anthropiques terrestres sont présentes à proximité de ce site, proche de la grande rade de Toulon (aménagements littoraux principalement). *Caulerpa cylindracea* a été observée sur le site en 2022 (<10 % de recouvrement) mais pas en 2025. De même, les **algues filamenteuses** ne sont plus observées en 2025 contrairement aux suivis antérieurs : elles recouvraient 5 % de l'herbier et le substrat autour en 2022, et 100 % de l'herbier en 2019 rendant alors difficile la mise en œuvre de la photogrammétrie et le suivi de l'herbier. Un **macrodéchet** ressemblant à un obus a été vu en 2025.



Figure 188 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

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

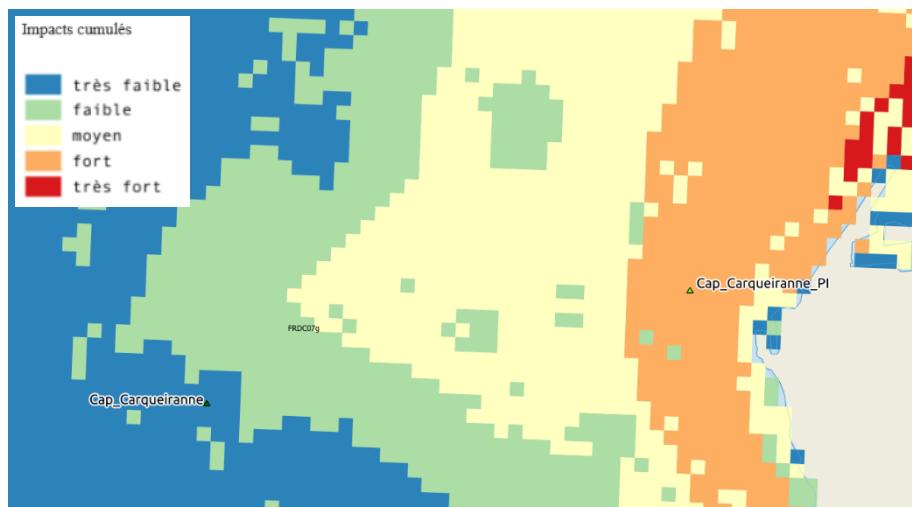


Figure 189 : Carte des impacts cumulés et localisation des sites TEMPO (Source : IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité - Données consultées en décembre 2025 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

#### e. Données historiques

Aucun herbier n'a été balisé dans cette masse d'eau par le RSP. Dans le cadre du contrat de baie de Toulon (Andromède océanologie, 2009) deux herbiers ont été suivis par télémétrie acoustique en 2009 dans cette masse d'eau. Le premier est situé à l'Ouest du cap Carqueiranne ; l'herbier à une limite inférieure régressive, à -30 mètres. Le recouvrement est d'environ 70%, la densité normale et le déchaussement fort. Le second, situé face aux plages du Mourillon, présente également une limite inférieure régressive à -17,1 mètres et une densité subnormale inférieure.

Les autres sites (Mourillon) sont suivis dans le cadre de l'étude de la qualité du milieu marin au droit du rejet des stations d'épuration Amphitria, Amphora et L'Almanarre portée par la Métropole de Toulon Provence Méditerranée. Le suivi a été réalisé en 2025 et les résultats seront disponibles en 2026.

#### 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 29 et 30,3 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 93 : 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.



La présence d'algues filamenteuses recouvrant quasiment 100 % de l'herbier en 2019 a fortement géné la mise en œuvre de la photogrammétrie sous l'eau (difficulté à distinguer l'herbier). La cartographie réalisée en 2019 sur ce site est donc donnée à titre indicatif, nous avons privilégié le suivi de la dynamique de l'herbier des années 2017, 2020 et 2022.

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2022-2025, on observe sur ce site 21,86 % de discordance positive, 1,21 % de discordance négative et 75,95 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,90) indique une forte progression de l'herbier.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2020-2022, on observe sur ce site 7,07 % de discordance positive, 0,17 % de discordance négative et 91,53 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,95) indique une forte progression de l'herbier.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2016-2019, on observe sur ce site 5,29 % de discordance positive, 2,25 % de discordance négative et 92,46 % de concordance. **L'indice d'évolution (0,40) indique une progression de l'herbier.**

Au niveau de l'emprise comparable du quadrat pour la période 2013-2016, on observe sur ce site 0,36 % de discordance positive, 4,61 % de discordance négative et 95,03 % de concordance. **L'indice d'évolution (-0,86) indique une régression de l'herbier**

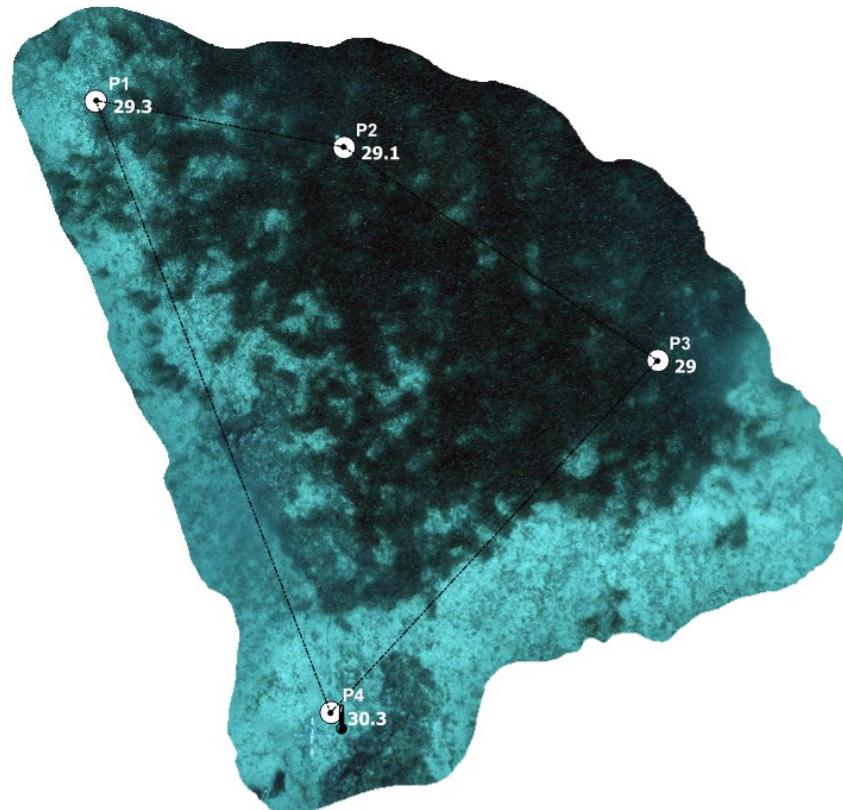
La dynamique évolutive de l'herbier montre un herbier à **tendance régressive entre 2013 et 2016, et qui progresse depuis 2016** (notamment depuis 2020). **Les paramètres de vitalité indiquent un herbier en bon état écologique**, qui s'améliore au cours des suivis.

L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** entre 2013 et 2019 mais qui s'améliore puisque l'herbier est en **bon état écologique** sur les suivis postérieurs.

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 Cap Carqueiranne en 2025 a été généré à la suite de l'acquisition de **1368 photographies**. La surface totale du modèle réalisé en photogrammétrie est de **325 m<sup>2</sup>**.

2025



2022

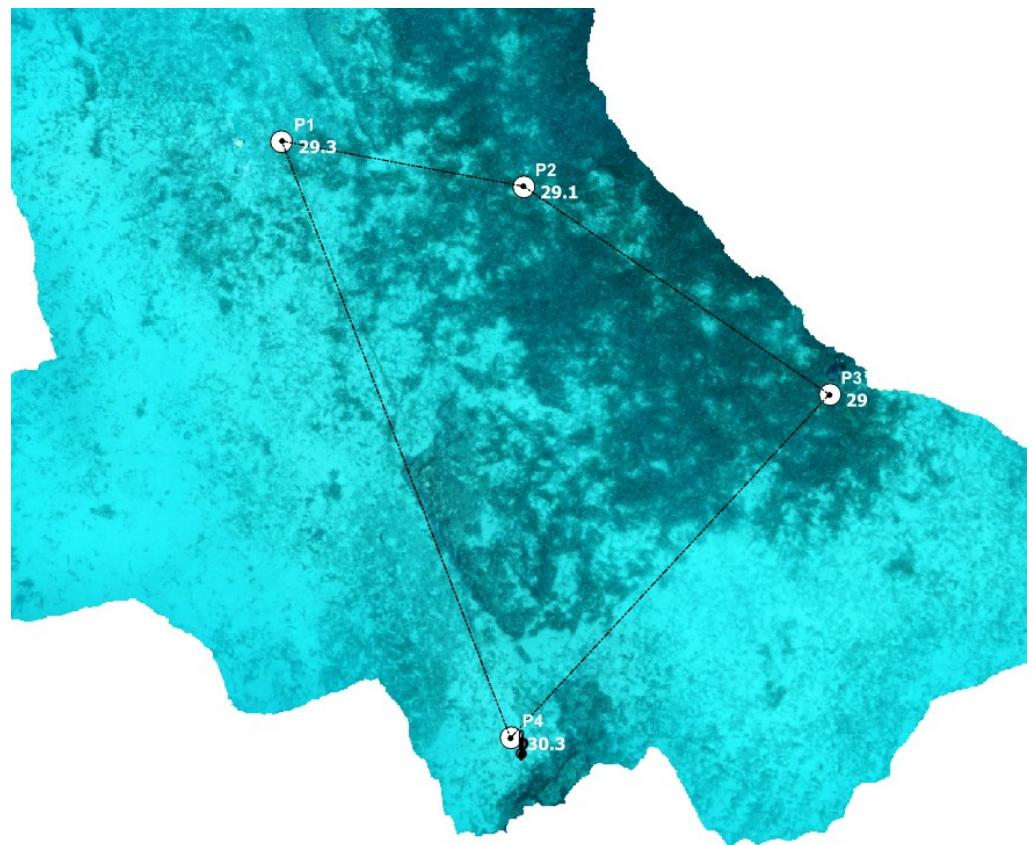
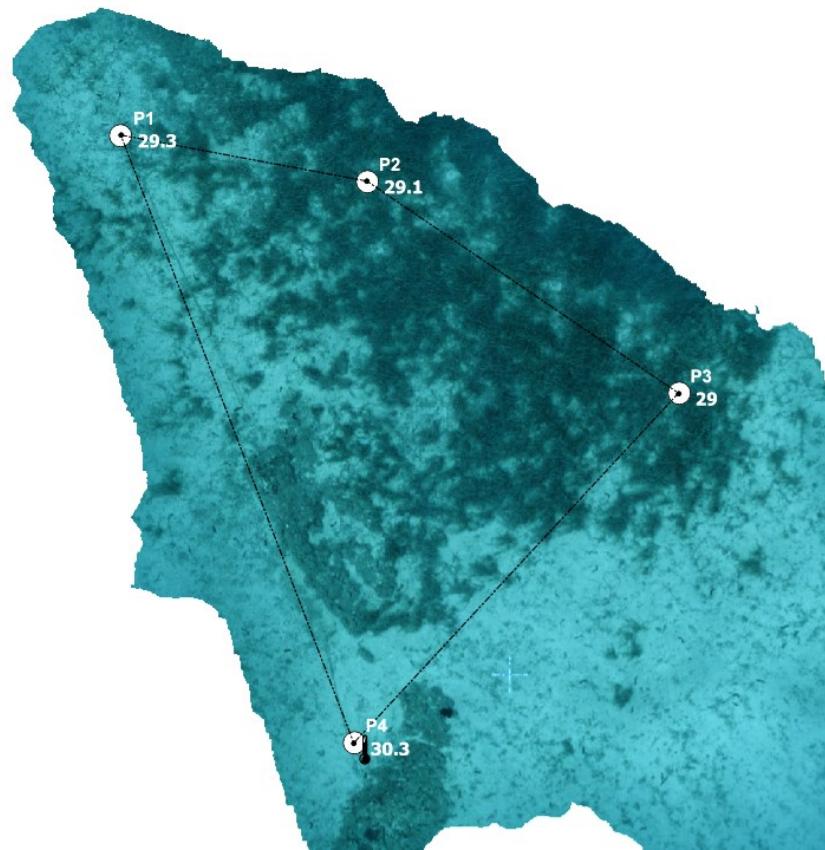
 **Piquets** **Quadrat permanent**

Figure 190 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2025 (à gauche) et 2022 (à droite).

2020



2017

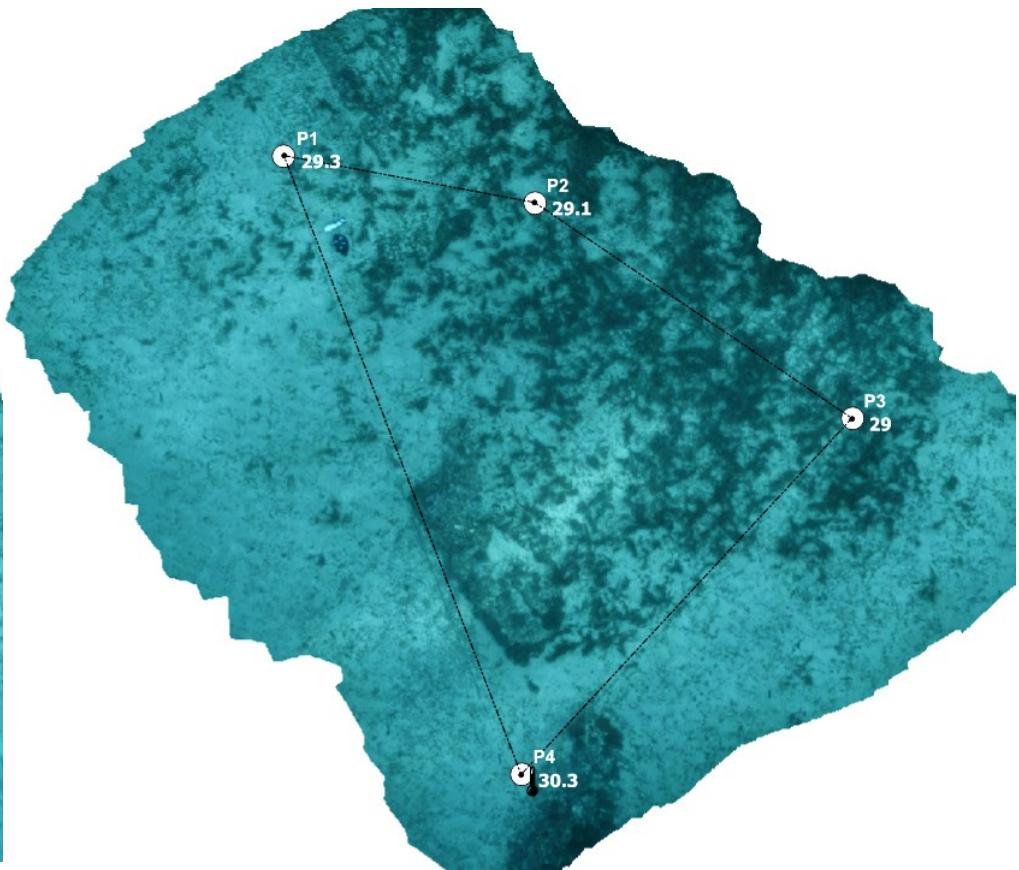
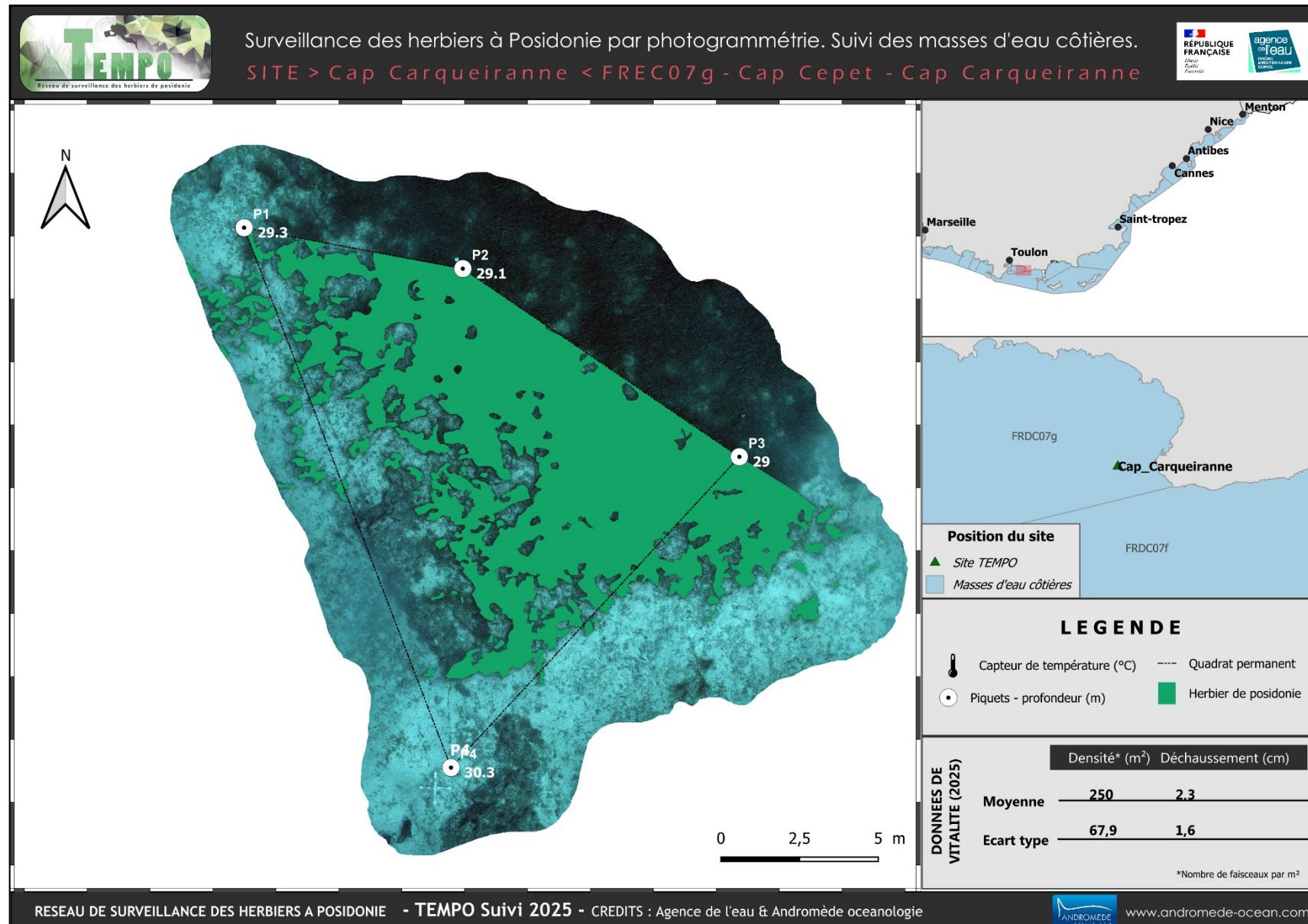
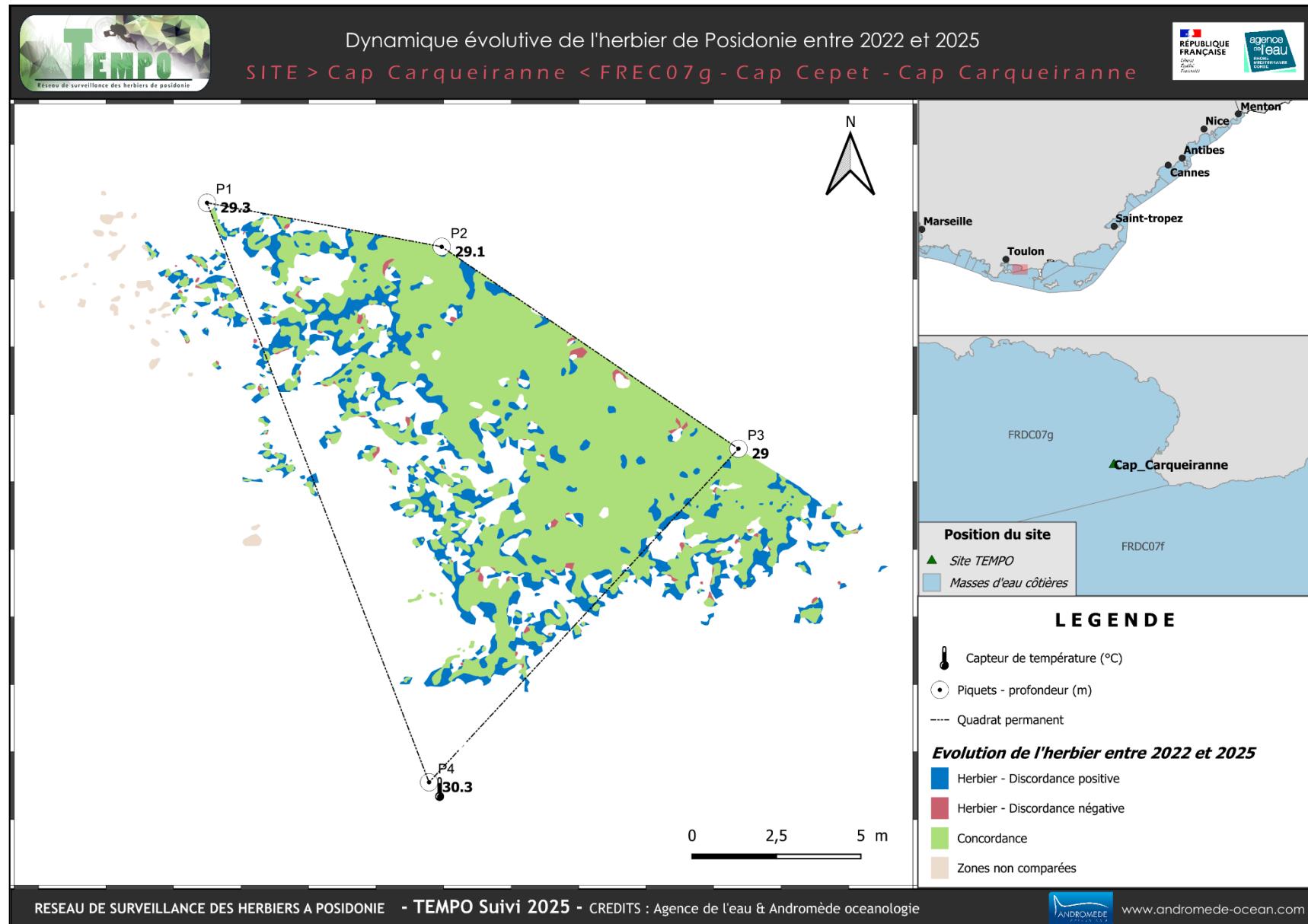
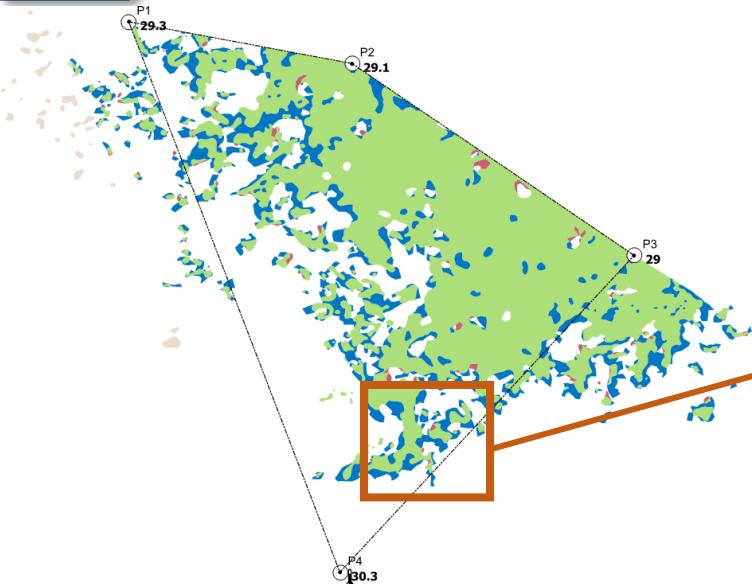
 **Piquets** **Quadrat permanent**

Figure 191 : Vues globales du site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie en 2020 (à gauche) et 2017 (à droite).

Les cartes suivantes montrent la cartographie de l'herbier en 2025 réalisée par photogrammétrie ainsi que sa dynamique évolutive.

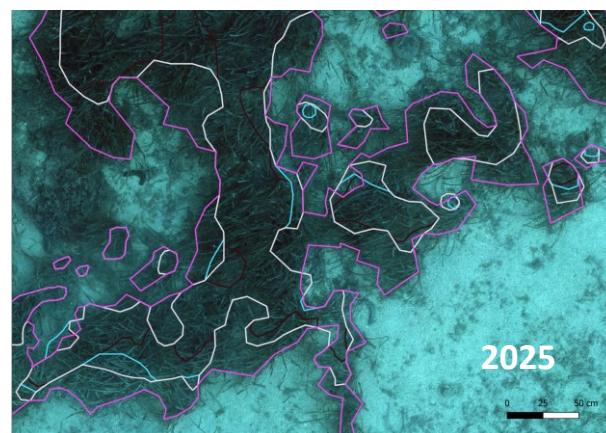
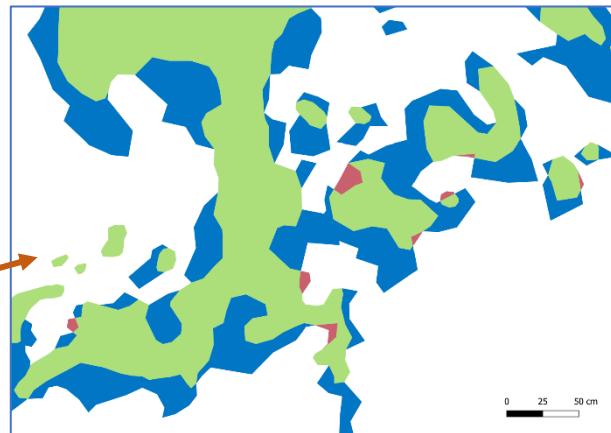






#### Evolution de l'herbier entre 2022 et 2025

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



- Délimitation Herbier 2025
- Délimitation Herbier 2022
- Délimitation Herbier 2020
- Délimitation Herbier 2017

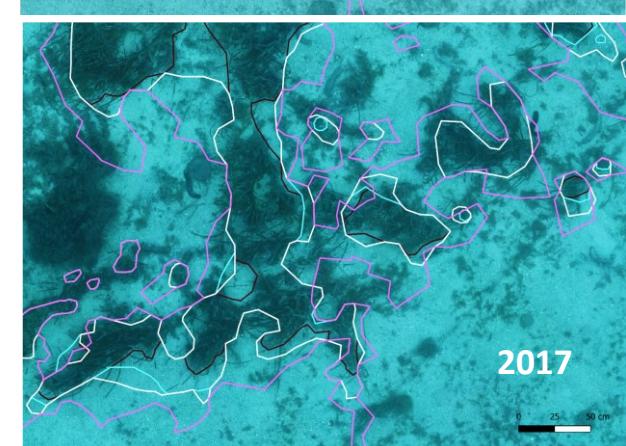
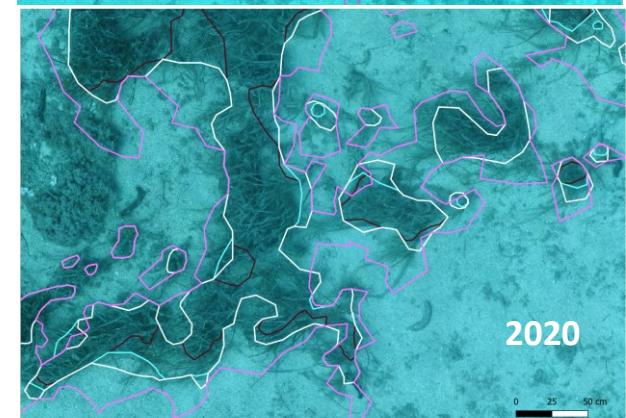
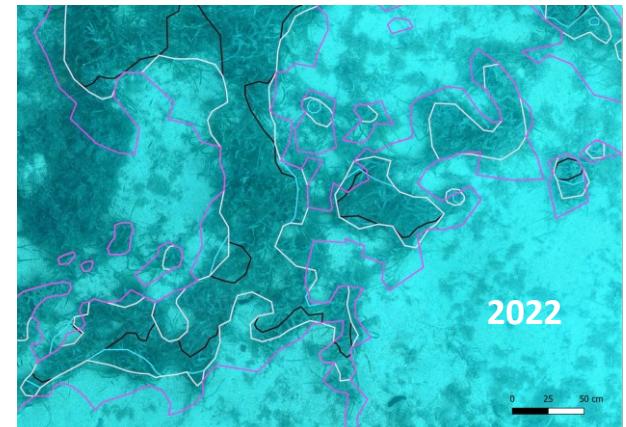
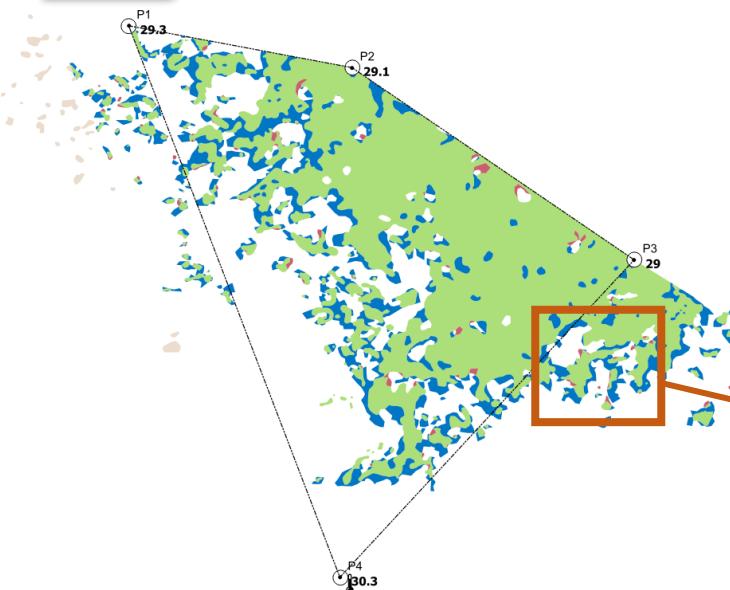
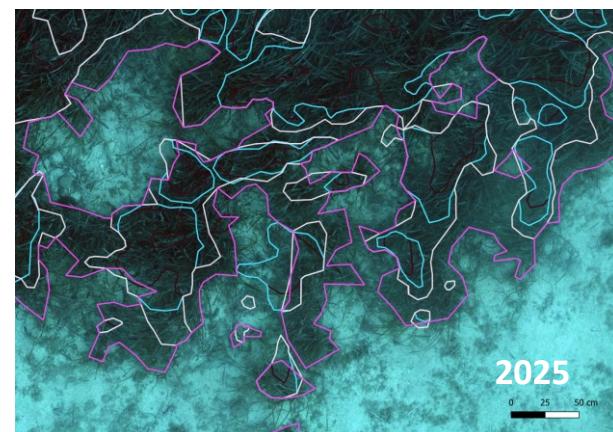
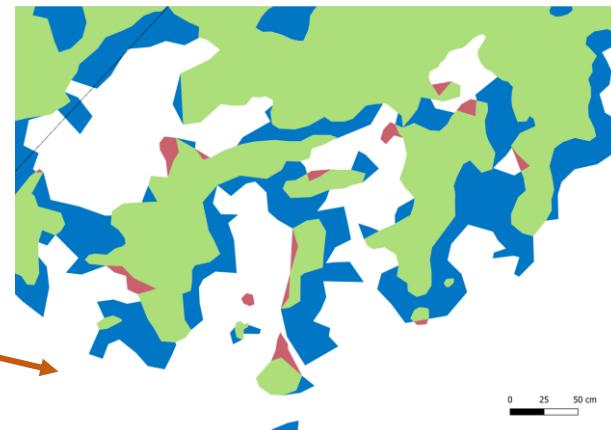


Figure 192 : ZOOMS sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la progression en limite inférieure d'herbier entre 2017 et 2025.



#### Evolution de l'herbier entre 2022 et 2025

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



- Délimitation Herbier 2025
- Délimitation Herbier 2022
- Délimitation Herbier 2020
- Délimitation Herbier 2017

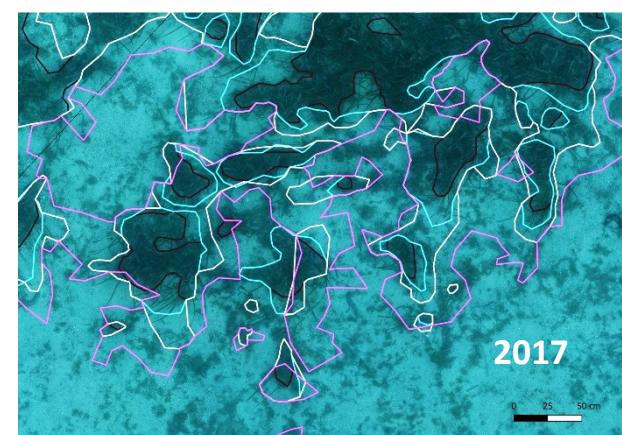
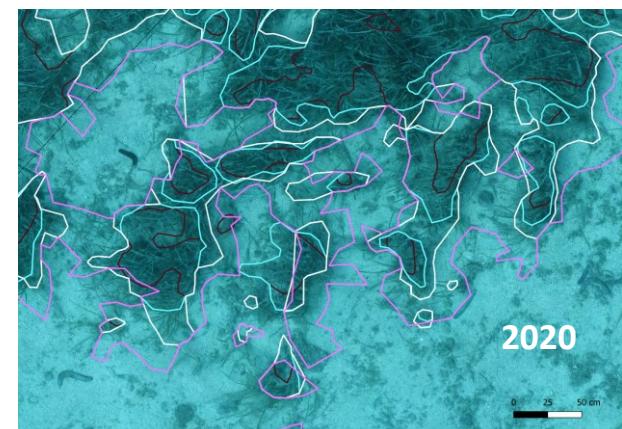
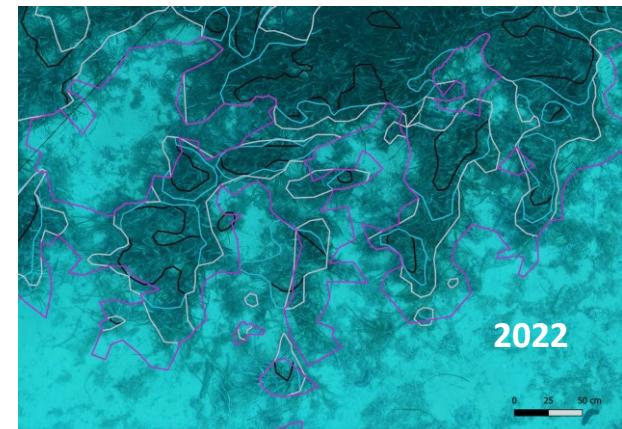


Figure 193 : ZOOMS sur le site reconstitué en 3D par la méthode de photogrammétrie illustrant la progression en limite inférieure d'herbier entre 2017 et 2025.



## Cap Carqueiranne PI (masse d'eau FREC07g) -- Profondeur intermédiaire

a. Présentation du site

Température de l'eau (°C)	18	Bel herbier de plaine avec longues feuilles un peu épiphytées, présence de matte morte dans certaines taches de sable			
Visibilité (m)	10				
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 : ...
<b>Remarques</b>					
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	NA				
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	NA				
Pollutions	<input type="checkbox"/> Sédiments oxydés	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Hydrocarbures	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques	NA				
Espèces particulières	Girelles ( <i>Coris julis</i> ), girelle paon ( <i>Thalassoma pavo</i> ), serran chevrette ( <i>Serranus cabrilla</i> ), castagnoles ( <i>Chromis chromis</i> ), bogues ( <i>Boops boops</i> ), picarels ( <i>Spicara smaris</i> ), sabelles ( <i>Sabella sp.</i> ), étoile de mer ( <i>Echinaster sepositus</i> )				
Remarques générales					



Figure 194 : Illustrations de l'herbier à -15 m (2025).

b. Capteur de température

Capteur de température	
Latitude :	43 05.056
Longitude :	6 00.942
Date de pose	05/06/2025
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20330675
Profondeur du capteur (m)	15,5
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	sur vis à sable avec flotteur dans une toute petite tache de sable parmi herbier de plaine



Figure 195 : Données et photo du capteur récupéré et posé en 2025 à -15 m.

c. Indices de qualité écologique et comparaison régionale

L'EQR de l'indice BiPo sur le site prospecté en 2016 (0,648), 2019 (0,666), 2022 (0,756), 2025 (0,803) est supérieur à la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Sud et indique **un bon état écologique de l'herbier sur les trois premières années, qui s'améliore au cours du temps, pour atteindre un très bon état en 2025**.

L'EQR de l'indice PREI sur le site prospecté en 2016 (0,712), 2019 (0,687), 2022 (0,748), 2025 (0,751) indique **un bon état écologique de l'herbier**.

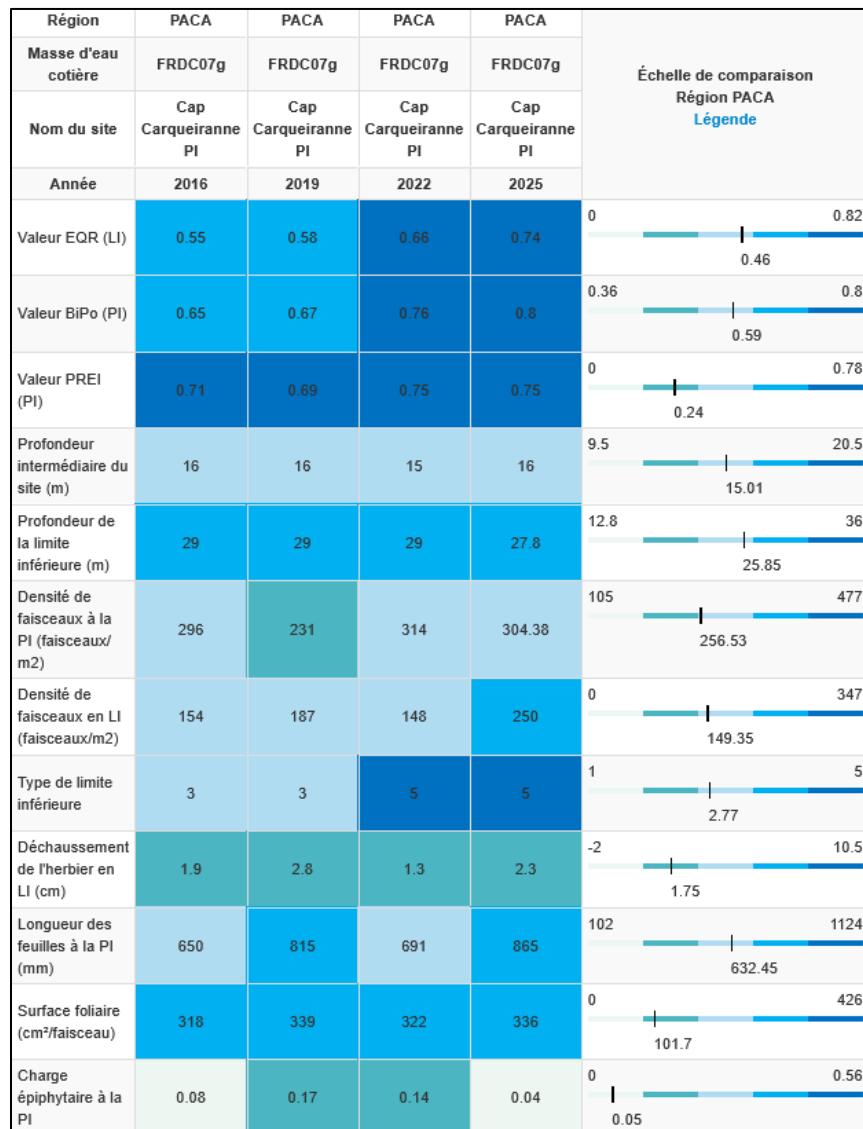
Entre 2022/2025 et 2016/2019, on relève des données différentes concernant la typologie de la limite inférieure (d'abord qualifiée de limite franche en tâches puis de limite progressive).

A la vue de ces éléments on peut considérer que **l'herbier est en bon état écologique à la profondeur intermédiaire et qu'il s'améliore au cours du temps pour atteindre un très bon état écologique au dernier suivi**.



Figure 196 : Etat du site TEMPO à -15m selon l'indice BIPO (en haut) et l'indice PREI (en bas) au cours des suivis.

Tableau 94 : Paramètres et indicateurs mesurés à la profondeur intermédiaire comparés à l'échelle régionale.



d. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2025, ce site herbier à -15 m a fait l'objet de prélèvements ADNe. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 95 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPLEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
<b>Caractéristiques du site</b>	
<b>Nom du site / station</b>	Cap_Carqueiranne_PI
<b>Date</b>	05/06/2025
<b>Heure</b>	14:59:00
<b>Latitude</b>	43 05.056
<b>Longitude</b>	06 00.942
<b>Habitat</b>	<input type="checkbox"/> Coralligène <input checked="" type="checkbox"/> Herbier
<b>Profondeur du site (m)</b>	16
<b>Espèces remarquables</b>	NA
<b>Perturbations observées</b>	NA
<b>Température de l'eau (°C)</b>	18
<b>Nom des plongeurs</b>	Blandin, Ody
<b>Caractéristiques prélèvements ADNe</b>	
<b>Profondeur ADN (m)</b>	15
<b>Durée de filtration</b>	30 min
<b>Type de filtre ADN</b>	0,2 µm
<b>Kit</b>	Tuyau DeepWater1
<b>Caractéristiques filtres ADNe</b>	
<b>Nom de la pompe</b>	Andro 2
<b>N° filtre ADN - 1</b>	N° filtre ADN - 2
SPY2401982	SPY2401983
<b>Méthode de filtration</b>	descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Au total, **33 espèces** ont été détectées sur la station en 2025.

Tableau 96 : Liste des espèces de poissons inventoriés par ADNe

Station	Famille	Genre	Espece	Nom commun
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>	Bogue
carqueiranne_pi	Mugilidae	<i>Chelon</i>	<i>labrosus</i>	Mulet lippu
carqueiranne_pi	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>	Castagnole
carqueiranne_pi	Congridae	<i>Conger</i>	<i>conger</i>	Congre commun
carqueiranne_pi	Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>	Girelle commune
carqueiranne_pi	Moronidae	<i>Dicentrarchus</i>	<i>labrax</i>	Bar commun
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>	Sparaillon
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>puntazzo</i>	Sar à museau pointu
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>	Sar commun
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>	Sar à tête noire
carqueiranne_pi	Scombridae	<i>Euthynnus</i>	<i>alletteratus</i>	Thonine commune
carqueiranne_pi	Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>xanthocephalus</i>	Gobie à tête jaune
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Lithognathus</i>	<i>mormyrus</i>	Marbré
carqueiranne_pi	Myliobatidae	<i>Mobula</i>	<i>mobular</i>	Diable de mer méditerranéen
carqueiranne_pi	Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>	Murène commune
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Oblada</i>	<i>melanura</i>	Oblade
carqueiranne_pi	Gobiidae	<i>Odontobuenia</i>	<i>balearica</i>	Gobie des Baléares
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>acarne</i>	Pageot acarne
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>	Pageot commun
carqueiranne_pi	Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>	Sardinelle ronde
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>	Saupe
carqueiranne_pi	Sciaenidae	<i>Sciaena</i>	<i>umbra</i>	Corb
carqueiranne_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i>	Petite rascasse rouge

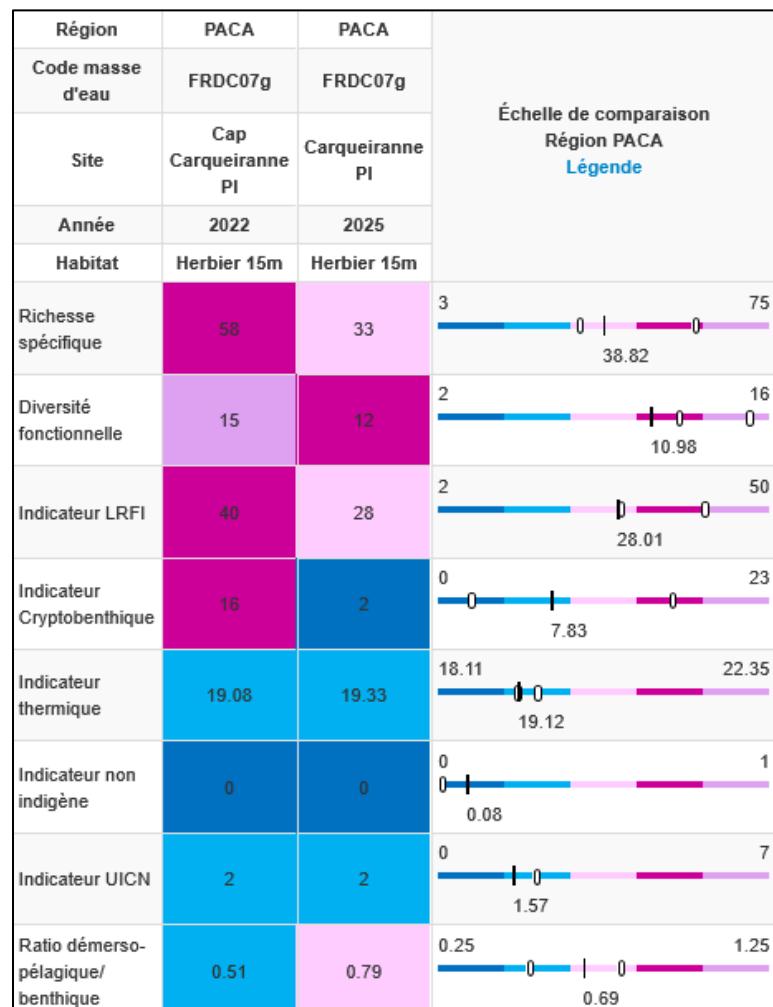
carqueiranne_pi	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>porcus</i>	Rascasse brune
carqueiranne_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>	Serran-chèvre
carqueiranne_pi	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>	Serran-écriture
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>	Daurade royale
carqueiranne_pi	Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>viridensis</i>	Bécune à bec jaune
carqueiranne_pi	Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>	Mendole
carqueiranne_pi	Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>	Dorade grise
carqueiranne_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>ocellatus</i>	Crénilabre ocellé
carqueiranne_pi	Labridae	<i>Syphodus</i>	<i>tinca</i>	Crénilabre-paon
carqueiranne_pi	Labridae	<i>Thalassoma</i>	<i>pavo</i>	Girelle-paon

Valeurs des indicateurs

La majorité des indicateurs calculés en 2025 ont des **valeurs inférieures aux valeurs de 2022 et sont dans la moyenne régionale** sauf la richesse spécifique qui est inférieure à la moyenne. Cependant, le ratio démerso pélagique/benthique est plus élevé en 2025 en raison de l'observation de **bancs de mullets, serrans, bogues, dorades grises, et sars communs et à tête noire**.

Deux espèces menacées classées sur la liste rouge IUCN ont été détectées en 2025 : le **diable de mer** méditerranéen (*Mobular mobular*) et le **corb** (*Sciaena umbra*).

Tableau 97 : Comparaison régionale des indicateurs



## VII. Synthèse

### VII.A. Difficultés rencontrées et points remarquables

Tous les protocoles ont pu être réalisés conformément au CCTP hormis plusieurs capteurs de température qui n'ont pas été retrouvés.

Quelques perturbations biologiques, physiques et pollutions impactant les herbiers suivis (ou les alentours du site TEMPO) ont été relevées en 2025 :

- ✓ **Traces de mouillage** : Mer d'Eze Pl, Juan, Pampelonne Pl, Brégançon Est.
- ✓ **Blocs de matte ou faisceaux arrachés** : Pointe Rube, Presqu'ile Giens.
- ✓ **Engins de pêche** : grand **filet maillant actif** (Cap d'Ail Ouest), **filet** (Pointe Sardinaux LI et Pl), **filet** (Presqu'ile Giens).
- ✓ **Des macrodéchets** : **bouteille** (Pointe Rube, Plage Suveret, Lion de mer), **pneu** (Plage Suveret), **plots** (Plage Suveret), **bloc béton** (Cap Gros nord), **piquet avec une bouteille à l'envers au-dessus colonisée** (Juan), **déchets divers** (Pointe Rube, Pointe Bacon Pl, Cap Carqueiranne), **morceau d'épave** (Dattier). Le site de Plage Suveret est situé au niveau d'une sortie portuaire, l'herbier y est très envasé et nombreux sont les déchets.
- ✓ **Des algues envahissantes** : **Caulerpa cylindracea** (Cap Roux LI et Pl, Brégançon Est), **Caulerpa taxifolia** (Pointe Rube, Brégançon Est, Fort Brégançon Pl), **Caulerpa prolifera** (Pointe Rube), **ulves** (Juan)
- ✓ **Des algues filamenteuses** : Pointe Veille Est et Cap d'Ail Ouest (1 % de recouvrement), Cap Roux
- ✓ **Des nécroses d'algues rouges** : sur les roches du site Lion de mer.
- ✓ **Canalisation** : Pointe Sardinaux Pl, Cavalaire Pardigon.

### VII.B. Sites à la profondeur intermédiaire de -15m

Nous présentons ci-après des tableaux et cartes de synthèse avec :

Dans le premier tableau, l'ensemble des paramètres et l'indice de qualité écologique EQR des sites TEMPO échantillonnes à la profondeur intermédiaire (en 2016, 2019, 2022 et 2025) 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 épiphytique 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 échantillonnes à la profondeur intermédiaire en 2016, 2019, 2022 et 2025 selon l'indice BiPo.

Globalement l'état écologique des sites à -15 m est majoritairement qualifié de bon état même si quelques sites sont en état moyen.

Dans le troisième tableau, les indicateurs concernant le suivi ichtyologique par ADNe (réseau PISCIS).

#### INDICE PREI

D'après la carte et le tableau suivants, on constate que le statut des sites Cap Carqueiranne Pl, Cap Roux Pl, Pointe\_Veille\_Est Pl est stable depuis 2015 et qualifié de bon état selon l'indice PREI. Le site Cap Gros Nord Pl présente un changement d'état écologique au cours du temps (état qualifié de bon en 2016 et 2022, de moyen en 2019 et 2025 – lié aux variations de densité de faisceaux).

D'après l'indice PREI, l'état écologique des herbiers en région PACA en 2025 est globalement bon.



Figure 197 : Etat des sites TEMPO à -15m selon l'indice PREI en région PACA (Toulon-Menton).

Tableau 98: 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 échantillonés en 2016, 2019, 2022 et 2025 - suivis selon le protocole PREI

SITE	ANNEE	Profondeur intermédiaire (-15m)						Limite inférieure			EQR (PREI)	Classe
		Densité (faisceaux/m <sup>2</sup> )	N_DENS	Surface foliaire (cm <sup>2</sup> /faisceaux)	N_SF	Charge épiphytaire (g/g)	N_EL	Prof. (m)	Type de limite	N_LIM_INF		
Cap_Carqueiranne_PI	2016	296	0,44	318	0,69	0,08	0,46	29	Franche	0,77	0,712	Bon
Cap_Carqueiranne_PI	2019	231	0,34	339	0,73	0,17	0,42	29	Franche	0,77	0,687	Bon
Cap_Carqueiranne_PI	2022	314	0,47	322	0,69	0,14	0,43	29	Progressive	0,91	0,748	Bon
<b>Cap_Carqueiranne_PI</b>	<b>2025</b>	<b>304</b>	<b>0,45</b>	<b>336</b>	<b>0,72</b>	<b>0,043</b>	<b>0,48</b>	<b>27,8</b>	Progressive	<b>0,85</b>	<b>0,751</b>	<b>Bon</b>
Cap_Gros_Nord_PI	2016	284	0,42	268	0,58	0,21	0,39	21,3	Franche	0,42	0,571	Bon
Cap_Gros_Nord_PI	2019	186	0,28	256	0,55	0,15	0,43	21,3	Franche	0,42	0,535	Moyen
Cap_Gros_Nord_PI	2022	212	0,31	317	0,68	0,13	0,43	21,3	Franche	0,42	0,581	Bon
<b>Cap_Gros_Nord_PI</b>	<b>2025</b>	<b>115</b>	<b>0,17</b>	<b>246</b>	<b>0,53</b>	<b>0,046</b>	<b>0,48</b>	<b>20,4</b>	Franche	<b>0,38</b>	<b>0,505</b>	<b>Moyen</b>
Cap_Roux_PI	2016	328	0,49	408	0,88	0,12	0,43	27,5	Franche	0,7	0,75	Bon
Cap_Roux_PI	2019	196	0,29	285	0,61	0,14	0,43	27,5	Franche	0,7	0,629	Bon
Cap_Roux_PI	2022	237	0,35	375	0,81	0,16	0,42	27,5	Franche	0,71	0,692	Bon
<b>Cap_Roux_PI</b>	<b>2025</b>	<b>146</b>	<b>0,22</b>	<b>252</b>	<b>0,54</b>	<b>0,105</b>	<b>0,45</b>	<b>28,8</b>	Franche	<b>0,76</b>	<b>0,612</b>	<b>Bon</b>
Pointe_Veille_Est_PI	2016	308	0,46	376	0,81	0,07	0,46	25	Franche	0,59	0,702	Bon
Pointe_Veille_Est_PI	2019	188	0,28	322	0,69	0,05	0,48	25	Franche	0,46	0,629	Bon
Pointe_Veille_Est_PI	2022	176	0,26	426	0,92	0,07	0,47	25	Franche	0,59	0,68	Bon
<b>Pointe_Veille_Est_PI</b>	<b>2025</b>	<b>232</b>	<b>0,34</b>	<b>384</b>	<b>0,83</b>	<b>0,01</b>	<b>0,49</b>	<b>24,2</b>	Franche	<b>0,56</b>	<b>0,68</b>	<b>Bon</b>

## INDICE BiPO

D'après la carte et le tableau suivant, on constate que **la presque totalité des sites a conservé le même statut entre 2016, 2019, 2022 et 2025** :

- Les sites Cap des mèdes PI, Cap Gros Nord PI, Cap Roux PI, Juan PI, Pampelonne PI, Pointe Andati PI, Pointe Sardinaux PI conservent un « bon état écologique » ;
- Les sites Pointe Rube, Lion de Mer, Mer d'Eze, et Plage Suveret conservent un « état écologique moyen ».

Le site Cap Carqueiranne PI présente un changement d'état en 2025 (état très bon) par rapport aux suivis précédents (état bon).

Le site Presqu'ile Giens PI présente un changement d'état en 2022/2025 (état très bon) par rapport aux suivis précédents (état bon).

Le site Fort Brégançon PI retrouve un état moyen en 2025 (contrairement à 2022 (état bon)) comme aux suivis précédents (état moyen). Même évolution pour le site Pointe Bacon PI.

Le site Cap Nice Est PI présentait un état écologique moyen en 2016 et 2019, qui est passé en bon état depuis.

**D'après l'indice BiPo, l'état écologique des herbiers en région Sud est stable voire présente une tendance à s'améliorer sur certains sites.**



Figure 198 : Etat des sites TEMPO à -15m selon l'indice BiPo en région en région PACA (Toulon-Menton).

Tableau 99 : 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 2016, 2019, 2022 et 2025 - suivis selon le protocole BiPo.

SITE	ANNEE	Densité (faisceaux/m <sup>2</sup> )	DENS_EQR'	Longueur des feuilles (mm)	LONG_F_EQR'	Prof, (m)	PROF_EQR'	Type de limite	TYP_EQR'	Valeur (BiPo2)	Classe
Baie_Garavan_PI	2025	256	0,587	870,5	0,867	21,7	0,426	F+	0,89	0,693	Bon
Cap_Carqueiranne_PI	2016	296	0,68	650	0,55	29	0,7	F-	0,66	0,648	Bon
Cap_Carqueiranne_PI	2019	231	0,52	815	0,78	29	0,7	F-	0,66	0,666	Bon
Cap_Carqueiranne_PI	2022	314	0,719	691	0,606	29	0,7	P	1	0,756	Bon
Cap_Carqueiranne_PI	2025	304	0,697	865	0,858	27,8	0,655	P	1	0,803	Très bon
Cap_des_Medes_PI	2016	476	0,89	533	0,39	29	0,7	C	0,44	0,605	Bon
Cap_des_Medes_PI	2019	313	0,72	596	0,48	29	0,7	C	0,44	0,584	Bon
Cap_des_Medes_PI	2022	301	0,689	615	0,503	29	0,7	C	0,44	0,583	Bon
Cap_des_Medes_PI	2025	319	0,729	846	0,828	29	0,7	C	0,44	0,674	Bon
Cap_Gros_Nord_PI	2016	284	0,65	491	0,34	21,3	0,41	F+	0,89	0,573	Bon
Cap_Gros_Nord_PI	2019	186	0,37	875	0,87	21,3	0,41	F+	0,89	0,637	Bon
Cap_Gros_Nord_PI	2022	212	0,459	830	0,803	21,3	0,411	F+	0,89	0,641	Bon
Cap_Gros_Nord_PI	2025	115	0,251	869	0,865	20,4	0,377	F+	0,89	0,596	Bon
Cap_Nice_Est_PI	2016	205	0,44	346	0,56	24	0,51	F-	0,66	0,543	Moyen
Cap_Nice_Est_PI	2019	177	0,34	550	0,42	24	0,51	F-	0,66	0,482	Moyen
Cap_Nice_Est_PI	2022	201	0,421	102	1	24	0,512	F-	0,66	0,648	Bon
Cap_Nice_Est_PI	2025	272	0,623	917,5	0,941	24	0,512	F-	0,66	0,684	Bon
Cap_Roux_PI	2016	328	0,75	676	0,58	27,5	0,64	F-	0,66	0,658	Bon
Cap_Roux_PI	2019	196	0,41	1080	1	27,5	0,64	F-	0,66	0,677	Bon
Cap_Roux_PI	2022	237	0,542	874	0,873	27,5	0,644	F+	0,89	0,737	Bon
Cap_Roux_PI	2025	146	0,291	971,5	1	28,8	0,693	F+	0,89	0,718	Bon
Dattier_PI	2025	302	0,691	761	0,704	34,8	0,897	C	0,44	0,683	Bon
Fort_Bregancon_PI	2016	382	0,81	266	0,45	27	0,63	R	0,21	0,525	Moyen
Fort_Bregancon_PI	2019	205	0,44	456	0,7	27	0,63	R	0,21	0,494	Moyen
Fort_Bregancon_PI	2022	327	0,748	419	0,655	24,5	0,531	C	0,44	0,594	Bon
Fort_Bregancon_PI	2025	299	0,685	560,5	0,43	24,5	0,531	C	0,44	0,522	Moyen
Iles_des_Vieilles_PI	2025	247	0,568	962,5	1	27,2	0,633	P	1	0,8	Très bon

Juan_Pl	2016	226	0,51	506	0,36	27,5	0,64	F-	0,66	0,543	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Juan_Pl	2019	168	0,32	710	0,63	27,5	0,64	F-	0,66	0,564	<span style="color: green;">Bon</span>
Juan_Pl	2022	172	0,326	847	0,83	27,5	0,644	F-	0,66	0,615	<span style="color: green;">Bon</span>
<b>Juan_Pl</b>	<b>2025</b>	<b>202</b>	<b>0,425</b>	<b>839,5</b>	<b>0,818</b>	<b>27,1</b>	<b>0,629</b>	<b>C</b>	<b>0,44</b>	<b>0,578</b>	<span style="color: green;">Bon</span>
Lion_de_Mer	2016	203	0,43	655	0,56	15	0,28	R	0,21	0,37	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Lion_de_Mer	2019	156	0,3	780	0,72	15	0,28	R	0,21	0,379	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Lion_de_Mer	2022	156	0,304	1061	1	15	0,278	R	0,21	0,448	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
<b>Lion_de_Mer</b>	<b>2025</b>	<b>168</b>	<b>0,319</b>	<b>700,5</b>	<b>0,619</b>	<b>15,5</b>	<b>0,284</b>	<b>R</b>	<b>0,21</b>	<b>0,358</b>	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Mer_dEze_Pl	2016	279	0,64	569	0,44	30	0,74	R	0,21	0,508	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Mer_dEze_Pl	2019	185	0,37	680	0,59	30	0,74	R	0,21	0,476	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Mer_dEze_Pl	2022	183	0,362	795	0,751	30	0,738	R	0,21	0,515	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
<b>Mer_dEze_Pl</b>	<b>2025</b>	<b>250</b>	<b>0,575</b>	<b>753,5</b>	<b>0,693</b>	<b>30</b>	<b>0,738</b>	<b>R</b>	<b>0,21</b>	<b>0,554</b>	<span style="color: green;">Bon</span>
Pampelonne_Pl	2016	325	0,74	463	0,71	34	0,87	F-	0,66	0,745	<span style="color: green;">Bon</span>
Pampelonne_Pl	2019	279	0,64	433	0,67	34,6	0,89	C	0,44	0,66	<span style="color: green;">Bon</span>
Pampelonne_Pl	2022	277	0,635	1124	1	33	0,839	R	0,21	0,671	<span style="color: green;">Bon</span>
<b>Pampelonne_Pl</b>	<b>2025</b>	<b>339</b>	<b>0,774</b>	<b>627</b>	<b>0,518</b>	<b>34,5</b>	<b>0,888</b>	<b>R</b>	<b>0,21</b>	<b>0,598</b>	<span style="color: green;">Bon</span>
Plage_Suveret	2016	170	0,32	632	0,52	13	0,25	F-	0,66	0,438	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Plage_Suveret	2019	122	0,26	680	0,59	13	0,25	F-	0,66	0,441	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Plage_Suveret	2022	119	0,256	999	1	13	0,254	F-	0,66	0,543	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
<b>Plage_Suveret</b>	<b>2025</b>	<b>153</b>	<b>0,299</b>	<b>852</b>	<b>0,838</b>	<b>13</b>	<b>0,254</b>	<b>F-</b>	<b>0,66</b>	<b>0,513</b>	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Pointe_Andati_Pl	2016	340	0,78	542	0,41	34	0,87	C	0,44	0,625	<span style="color: green;">Bon</span>
Pointe_Andati_Pl	2019	211	0,46	736	0,67	34	0,87	C	0,44	0,609	<span style="color: green;">Bon</span>
Pointe_Andati_Pl	2022	300	0,688	759	0,702	34	0,871	C	0,44	0,675	<span style="color: green;">Bon</span>
<b>Pointe_Andati_Pl</b>	<b>2025</b>	<b>338</b>	<b>0,773</b>	<b>761</b>	<b>0,704</b>	<b>33,7</b>	<b>0,862</b>	<b>C</b>	<b>0,44</b>	<b>0,695</b>	<span style="color: green;">Bon</span>
Pointe_Bacon_Pl	2016	149	0,29	237	0,41	18,3	0,32	F-	0,66	0,42	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Pointe_Bacon_Pl	2019	127	0,27	370	0,58	18,3	0,32	F-	0,66	0,458	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Pointe_Bacon_Pl	2022	222	0,494	869	0,865	18,3	0,317	F-	0,66	0,584	<span style="color: green;">Bon</span>
<b>Pointe_Bacon_Pl</b>	<b>2025</b>	<b>105</b>	<b>0,237</b>	<b>868,5</b>	<b>0,864</b>	<b>17</b>	<b>0,301</b>	<b>F-</b>	<b>0,66</b>	<b>0,516</b>	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Pointe_Rube	2016	149	0,29	309	0,51	15	0,28	F-	0,66	0,435	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Pointe_Rube	2019	147	0,29	414	0,65	15	0,28	F-	0,66	0,47	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
Pointe_Rube	2022	268	0,614	644	0,541	15	0,278	R	0,21	0,411	<span style="color: yellow;">Moyen</span>
<b>Pointe_Rube</b>	<b>2025</b>	<b>210</b>	<b>0,454</b>	<b>692</b>	<b>0,607</b>	<b>15</b>	<b>0,278</b>	<b>R</b>	<b>0,21</b>	<b>0,387</b>	<span style="color: yellow;">Moyen</span>

Pointe_Sardinaux_PI	2016	258	0,58	644	0,54	28,4	0,68	F+	0,89	0,673	Bon
Pointe_Sardinaux_PI	2019	173	0,33	627	0,52	28,4	0,68	F+	0,89	0,605	Bon
Pointe_Sardinaux_PI	2022	243	0,559	405	0,637	28,4	0,678	F+	0,89	0,691	Bon
<b>Pointe_Sardinaux_PI</b>	<b>2025</b>	<b>221</b>	<b>0,49</b>	<b>757</b>	<b>0,698</b>	<b>30</b>	<b>0,738</b>	<b>F+</b>	<b>0,89</b>	<b>0,704</b>	<b>Bon</b>
Pointe_Veille_Est_PI	2016	308	0,71	530	0,39	25	0,55	F-	0,66	0,578	Bon
Pointe_Veille_Est_PI	2019	188	0,38	650	0,55	25	0,55	F-	0,66	0,533	Moyen
Pointe_Veille_Est_PI	2022	176	0,338	850	0,836	25	0,55	F-	0,66	0,596	Bon
<b>Pointe_Veille_Est_PI</b>	<b>2025</b>	<b>232</b>	<b>0,525</b>	<b>885</b>	<b>0,89</b>	<b>24,2</b>	<b>0,52</b>	<b>F-</b>	<b>0,66</b>	<b>0,649</b>	<b>Bon</b>
Presqu_ile_Giens_PI	2016	477	0,89	568	0,44	32,4	0,82	F-	0,66	0,703	Bon
Presqu_ile_Giens_PI	2019	274	0,63	633	0,53	32,4	0,82	F-	0,66	0,659	Bon
Presqu_ile_Giens_PI	2022	418	0,843	603	0,486	33	0,839	P	1	0,792	Très bon
<b>Presqu_ile_Giens_PI</b>	<b>2025</b>	<b>360</b>	<b>0,793</b>	<b>656</b>	<b>0,557</b>	<b>31,9</b>	<b>0,804</b>	<b>P</b>	<b>1</b>	<b>0,788</b>	<b>Très bon</b>

## SUIVI DE LA FONCTION ECOLOGIQUE DE L'HERBIER PAR ADNe

Le réseau TEMPO a permis en 2025 l'échantillonnage de **12 sites d'herbier** par ADN environnemental à l'est de la région Sud. Au total, parmi les 24 échantillons analysés (2 échantillons par station), **31 familles, 56 genres et 74 espèces** différentes ont été détectés lors de cette campagne. Plusieurs indicateurs ont pu être calculés : richesse spécifique, diversité fonctionnelle, indicateur LRFI, indicateur cryptobenthique, indicateur thermique, indicateur non indigène, indicateur UICN et ratio démerso-pélagique/benthique (tableau suivant).

En 2025, la **richesse spécifique** varie avec un minimum de **10** (Cap Nice Est PI) et un maximum de **44 espèces** (Lion de Mer PI) détectées par site. Sur toutes les stations, **la richesse relevée en 2025 est inférieure à celle de 2022** (hormis Fort brégançon PI où les valeurs sont proches entre les deux suivis). Les sites présentant la plus importante baisse de richesse spécifique sont **Pointe Vieille Est PI** (-27 espèces), **Cap Nice Est PI** (-28 espèces), **Cap Roux PI** (-38 espèces), **Cap Gros Nord PI** (-22 espèces).

En 2025, **sept espèces classées sur liste rouge UICN** monde (consultée sur <https://www.fishipedia.fr/>) ont été détectées par ADN environnemental :

- **le diable de mer** (*Mobula mobular*) en **danger** inventorié sur cinq sites : Carqueiranne PI, Pointe Andati PI, Fort Brégançon PI, Pointe Sardinaux PI, Lion de Mer PI ;
- **le mérou brun** (*Epinephelus marginatus*), classé **vulnérable**, inventorié sur un site : Presqu'île Giens PI ;
- **le poisson lune** (*Mola mola*), classé **vulnérable**, inventorié sur deux sites : Cap Nice Est PI et Pointe Sardinaux PI ;
- **l'émissole lisse** (*Mustelus mustelus*), classée en **danger critique d'extinction**, inventoriée sur deux sites : Fort Brégançon PI et Pointe Sardinaux PI ;
- **la raie aigle** (*Myliobatis aquila*), classée en **danger**, inventoriée sur un site : Fort Brégançon PI ;
- **le pageot rose** (*Pagellus bogaraveo*), classé **quasi menacé**, inventorié sur un site : Fort Brégançon PI ;
- **le corb** (*Sciaena umbra* – non comptabilisé dans l'indicateur IUCN mais **quasi menacé**), inventorié sur quatre sites : Carqueiranne PI, Pointe Andati PI, Fort Brégançon PI, Pointe Sardinaux PI, Lion de Mer PI.

<sup>10</sup> Pour calculer cet indicateur, le nombre d'espèces présentes sur la liste rouge de l'IUCN est pondéré par catégorie IUCN.

**L'Indicateur UICN<sup>10</sup> est le plus élevé sur les sites Pointe Sardinaux PI** (amélioration par rapport à 2022 avec, à ce suivi antérieur, une seule espèce classée sur la liste rouge IUCN) et **Fort Brégançon PI** (ce site était celui qui présentait déjà l'indicateur IUCN maximal en 2022 tous sites d'herbier confondus).

Comme en 2022, **aucune espèce indigène n'a été détectée** en 2025 sur les sites d'herbier.

**Les sites Fort Brégançon PI et Pointe Sardinaux** (et dans une moins mesure **Lion de Mer PI, Pointe Andati PI, Carqueiranne PI**) **présentent un intérêt particulier** d'un point de vue diversité ichtyologique puisqu'ils présentent à la fois des **valeurs élevées pour les indicateurs richesse spécifique, UICN et LRFI**.

En comparant les différents indicateurs en fonction des années, on observe une **tendance à la baisse entre 2022 et 2025** pour la très grande majorité des sites pour les indicateurs **Richesse spécifique, Diversité fonctionnelle, LRFI et Crypto benthique**.

Le réseau PISCIS, avec des sites sur l'ensemble de la côte, répartis sur les deux habitats prioritaires que sont l'Herbier de posidonie et le Coralligène, représente **une base solide pour un suivi à long terme des assemblages ichtyologiques de Méditerranée française**. Les résultats complètent les données biologiques issues des réseaux de surveillance TEMPO et RECOR et fournissent des informations ponctuelles sur le fonctionnement de ces écosystèmes, c'est-à-dire sur les fonctions que ces écosystèmes assurent comme par exemple la fonction d'habitat. Depuis 2021, la méthode d'ADNe est privilégiée à la vidéo pour les campagnes de surveillance des populations de poissons. Le calcul des indicateurs est ainsi effectué sur un nombre important de points de surveillance, et à différents pas de temps. Ces nombreuses acquisitions de données sont très encourageantes et laissent présager des résultats très intéressants à moyen terme vers une meilleure compréhension de la distribution des assemblages ichtyologiques en Méditerranée française.

**Ces données 2025 seront intégrées dans le prochain atlas de la surveillance prévu en 2027.** Elles permettront aussi de mettre à jour les grilles d'interprétation des différents indicateurs de l'état écologique du coralligène et de l'herbier développés pour l'atlas cartographique grâce à l'amélioration des connaissances et à l'acquisition de nouvelles données avec les campagnes à venir. En effet, pour chaque indicateur nous avons réalisé un classement des valeurs en couvrant toute la distribution des valeurs observées pour cet indicateur sur l'ensemble des données de la surveillance. Le score attribué dépend donc de la distribution globale des valeurs sur toutes les données de surveillance.

Tableau 100 : Synthèse des indicateurs de fonctionnement écologique de l'herbier par ADNE à -15 m en 2025.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA
Code masse d'eau	FRDC08b	FRDC08c	FRDC07j	FRDC07i	FRDC07g	FRDC07f	FRDC10c	FRDC09c	FRDC08d	FRDC09a	FRDC08e	FRDC10a	
Site	Pointe Sardinaux PI	Lion de Mer PI	pointe andati	Fort Bregancon PI	Carqueiranne PI	Presqu ile Giens PI	Pointe Veille Est PI	Cap Nice Est PI	Cap Roux PI	cap gros nord	Juan PI	Mer dEze PI	Échelle de comparaison Région PACA
Année	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	2025	Région PACA
Habitat	Herbier 15m	Herbier inf.	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Herbier 15m	Légende
Richesse spécifique	36	44	35	42	33	39	20	10	14	25	29	23	3 75 38.82
Diversité fonctionnelle	10	13	13	11	12	11	8	6	8	8	11	8	2 16 10.98
Indicateur LRFI	26	31	31	34	28	30	16	6	10	19	24	20	2 50 28.01
Indicateur Cryptobenthique	7	9	3	6	2	7	1	1	1	2	3	2	0 23 7.83
Indicateur thermique	19.52	19.11	18.78	19.3	19.33	19.19	19.63	19.58	20.16	18.35	18.58	18.88	18.11 22.35 19.12
Indicateur non indigène	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 1 0.08
Indicateur UICN	5	2	2	7	2	1	0	1	0	0	0	0	0 7 1.57
Ratio démerso-pélagique/benthique	0.64	0.57	0.71	0.72	0.79	0.56	0.5	0.57	0.88	0.73	0.58	0.71	0.25 1.25 0.69

## VII.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) :

- **Baie Garavan** : Depuis 2025, ce site intègre le lot 1 du marché de la surveillance et le réseau TEMPO (site interdirective). Il se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés** et aucune perturbation (biologique ou pollution) n'a été recensée en 2025. L'herbier présente un **bon état écologique** d'après son EQR et semble en légère progression d'après ses paramètres de vitalité. Lors du prochain suivi, l'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique microsurfacique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, permettra de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.
- **Pointe vieille Est** : Le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés et aucune perturbation (biologique ou pollution)** n'a été recensée en 2025 à part, comme en 2022, la présence d'un petit développement d'**algues filamenteuses** dans le sédiment (1 % de recouvrement). Les paramètres de vitalité tout comme la dynamique évolutive de l'herbier montrent un **herbier à tendance régressive jusqu'en 2016, dont la dynamique s'est stabilisée en 2019, et qui présente depuis 2022 une tendance très progressive**. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne, entre 2022 et 2025, d'un herbier en **bon état écologique**.
- **Cap d'Ail Ouest** : Le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés**. Présence d'un petit développement d'**algues filamenteuses** dans le sédiment (1 % de recouvrement) en 2025 et d'un grand **filet maillant actif**. Les paramètres de vitalité tout comme la dynamique évolutive de l'herbier montrent (entre 2022 et 2025) un **herbier stable avec, le long de la limite inférieure, une tendance progressive (rhizomes plagiotropes, discordance positive de l'herbier)** qui sera à confirmer au prochain suivi. En revanche, on observe une **zone de régression de l'herbier au centre du quadrat** qui est à surveiller. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** entre 2022 et 2025.
- **Pointe Rube** : Le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés (en limite d'une ZMEL)**. De nombreuses **traces de mouillage** et plusieurs **macrodéchets** sont observés sur le site à chaque suivi ainsi que les algues *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa prolifera*. Les

paramètres de vitalité tout comme la dynamique évolutive de l'herbier montrent un **herbier qui a très fortement régressé depuis 2016**. Depuis 2021, le site est localisé dans une **zone d'interdiction au mouillage des navires** de plus de 20 m (Arrêté n°204/2020). Il est également localisé à moins de cinq mètres de la limite d'une **ZMEL** (Arrêté inter-préfectoral n°263/2020). Ces réglementations sont bénéfiques à l'herbier de posidonie de la rade de Villefranche puisque depuis 2022, l'herbier semble s'être stabilisé (**densité de faisceaux, indice d'évolution**). Cette tendance sera à confirmer au prochain suivi. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** depuis 2013.

- **Cap Gros Nord** : Le site se trouve dans une **zone d'impacts cumulés moyens**. Les paramètres de vitalité (EQR Site) tout comme la dynamique évolutive de l'herbier montrent un **herbier globalement stable entre 2013 et 2016, à tendance progressive entre 2016 et 2019, et en forte progression depuis 2019**. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** entre 2013 et 2016, qui s'est nettement amélioré depuis 2016 et classe l'herbier **bon état écologique** sur toutes les périodes de suivi postérieures à 2016.
- **Juan** : Le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés**. A proximité du site, des zones de dégradation très importantes ont été relevées dans l'herbier (**traces liées au mouillage forain**). Sur le site, présence de *Caulerpa cylindracea*, de **macrodéchets** et des algues vertes type **ulves** (signe d'une pollution ? Lien avec le mouillage des grandes unités ?). La dynamique évolutive de l'herbier montre un herbier **globalement stable entre 2008 et 2019, et depuis 2019 une tendance à très fortement régresser**. Cette régression peut s'expliquer par la localisation du site dans une **zone de mouillage obligatoire pour les navires d'une longueur hors-tout supérieure ou égale à 80 m (Arrêté 131/2022)**. En 2025, les paramètres de vitalité sont en faveur d'un herbier qui se dégrade (baisse de la densité de faisceaux, profondeur de la limite inférieure qui remonte) mais le taux de rhizomes plagiotropes montre la capacité de recolonisation de l'herbier. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique médiocre** entre 2008 et 2013, et classe entre 2013 et 2016 l'herbier en **état écologique moyen** mais qui s'est nettement amélioré entre 2016 et 2019 (herbier en **bon état écologique**) et qui, depuis est en **état écologique moyen**.
- **Plage Suveret** : Le site se trouve dans une **zone de forts impacts cumulés** et abrite de **nombreux macrodéchets**. De plus, l'eau y est très **turbide**. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'une amélioration de l'état de l'herbier, entre 2013 et 2019 passant d'un **état écologique médiocre** entre 2013 et 2016, à un **état écologique moyen** entre 2016 et 2019, puis à un **bon état écologique** entre 2019 et 2022. Entre 2022 et 2025, l'indicateur de dynamique évolutive montre un herbier en **état écologique moyen** (moins de progression qu'au suivi précédent). Cependant, en raison **d'une mauvaise visibilité** et d'une **importante**

**turbidité sous l'eau** en 2019 la microcartographie a principalement concerné la zone d'herbier continu d'où un meilleur indice d'évolution en 2019 et un bon état écologique global calculé par l'indicateur de dynamique évolutive entre 2019 et 2022.

• **Cap Roux** : Le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés** et dans une zone de **cantonnement de pêche**. Les paramètres de vitalité (taux de rhizomes plagiotropes, densité) et la dynamique évolutive de l'herbier montrent un **herbier en progression**. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** depuis 2008.

• **Iles des Vieilles** : Depuis 2025, ce site intègre le lot 1 du marché de la surveillance et le réseau TEMPO (site interdirective). Il se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés** et aucune perturbation (biologique ou pollution) n'a été recensée en 2025. L'herbier présente un **bon état écologique** d'après son EQR et est en progression d'après ses paramètres de vitalité. Lors du prochain suivi, l'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique microsurfique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, permettra de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

• **Lion de mer** : Le site se trouve dans une **zone d'impacts cumulés moyens** et abrite des **macrodéchets**. Il est très fréquenté par les plongeurs, ainsi que le capteur de température a été positionné en dehors du site. Les paramètres de vitalité indiquent un herbier en état écologique médiocre et la dynamique évolutive montre un herbier **stable avec une tendance progressive entre 2019 et 2022**. Cependant, il est à noter que le **fort recouvrement des algues filamentueuses en 2019 sur le site (>80 %)** rendait l'interprétation cartographique difficile cette année-là. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** entre 2013 et 2016 et entre 2016 et 2019, mais qui tend à s'améliorer et classe ainsi l'herbier en **bon état écologique** entre 2019 et 2022, puis entre 2022 et 2025.

• **Pointe Sardinaux** : Le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés** mais de nombreux **engins de pêche perdus** sont observés. La dynamique évolutive de l'herbier et les paramètres de vitalité montrent un herbier **à tendance stable (avec quelques zones de progression) depuis 2013**. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** entre 2013 et 2022, qui passe en **état écologique moyen** au dernier suivi (moins de progression).

• **Pampelonne** : Le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés** et aucune perturbation biologique, physique ou pollution n'a été relevée en 2025. La dynamique

évolutive de l'herbier montre un herbier **à tendance progressive même si certains paramètres de vitalité traduisent un herbier plutôt stable**. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique**.

• **Pointe Andati** : Le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés** et aucune perturbation biologique ou pollution n'a été relevée en 2025. Les paramètres de vitalité ainsi que la dynamique évolutive de l'herbier montrent un **herbier stable avec une excellente vitalité**. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** depuis 2013.

• **Cavalaire Pardigon** : Le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés** (mais à côté de l'émissaire du Pardigon) et aucune perturbation biologique ou pollution n'a été relevée en 2025. La dynamique évolutive de l'herbier montre un herbier **en progression** ; les paramètres de vitalité indiquent un herbier en bon état écologique. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** entre 2022 et 2025.

• **Dattier** : Depuis 2025, ce site intègre le lot 1 du marché de la surveillance et le réseau TEMPO (site interdirective). Il se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés** et aucune perturbation (biologique) n'a été recensée en 2025 mais un **macrodéchet** a été vu. L'herbier présente un **bon état écologique** d'après son EQR. Lors du prochain suivi, l'évolution de la densité de faisceaux (en %) couplée à la dynamique microsurfique de l'herbier (% de discordance négative et/ou de discordance positive) entre chaque période, permettra de suivre la dynamique évolutive de l'herbier.

• **Brégançon Est** : Le site se trouve dans une **zone de faibles impacts cumulés** mais de **nombreuses perturbations** sont observées sous l'eau : *Caulerpa cylindracea*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa prolifera* et **traces de mouillage**. La dynamique évolutive montre un herbier **stable mais les paramètres de vitalité traduisent un herbier en état écologique médiocre, qui se dégrade**. La tendance évolutive sera à surveiller. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** entre 2022 et 2025.

• **Presqu'île de Giens** : Le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés** et aucune perturbation biologique n'a été relevée en 2025. En revanche un petit **filet de pêche** a été vu sur le massif coralligène (avec cordage au pied du massif) provoquant un arrachage de gorgones en 2025. De plus, quelques **faisceaux étaient arrachés** dans l'herbier. La dynamique évolutive de l'herbier montrait un **herbier stable entre 2013 2022, avec une tendance progressive observée depuis 2019**. En 2025, cette tendance est confirmée et l'herbier montre une forte progression. Les paramètres de vitalité montrent également un herbier **avec un bon état écologique et qui s'améliore** (augmentation de la densité de

faisceaux, baisse du déchaussement, présence de rhizomes plagiotropes). L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** entre 2013 et 2016, **bon état écologique** entre 2016 et 2019 puis de nouveau en **état écologique moyen** entre 2019 et 2022 et entre 2022 et 2025, ce qui s'explique par le changement de formule (en 2022 et 2025, % d'augmentation de densité observé et en 2019 c'était un % de baisse de densité observé donc formule différente pour calculer l'indicateur).

- **Cap Carqueiranne** : Le site se trouve dans une **zone de très faibles impacts cumulés** et aucune perturbation biologique ou pollution n'a été relevée en 2025 à part un **macrodéchet**. La dynamique évolutive de l'herbier montre un herbier **à tendance régressive entre 2013 et 2016, et qui progresse depuis 2016** (notamment depuis 2020). **Les paramètres de vitalité indiquent un herbier en bon état écologique**, qui s'améliore au cours des suivis. L'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** entre 2013 et 2019 mais qui s'améliore puisque l'herbier est en **bon état écologique** sur les suivis postérieurs.

*Les cartes ci-après montrent la localisation et le statut écologique des sites TEMPO échantillonés en limite inférieure d'après l'EQR Site.*

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 60 % des sites TEMPO, l'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **bon état écologique** entre 2022 et 2025.
- Sur 40 %, l'indicateur de dynamique évolutive témoigne d'un herbier en **état écologique moyen** entre 2022 et 2025.

Trois sites présentent un changement d'état : **Plage Suveret et Pointe Sardinaux qui passent d'un bon état écologique à un moyen état, Pointe Veille Est qui passe d'un moyen état à un bon état écologique.**

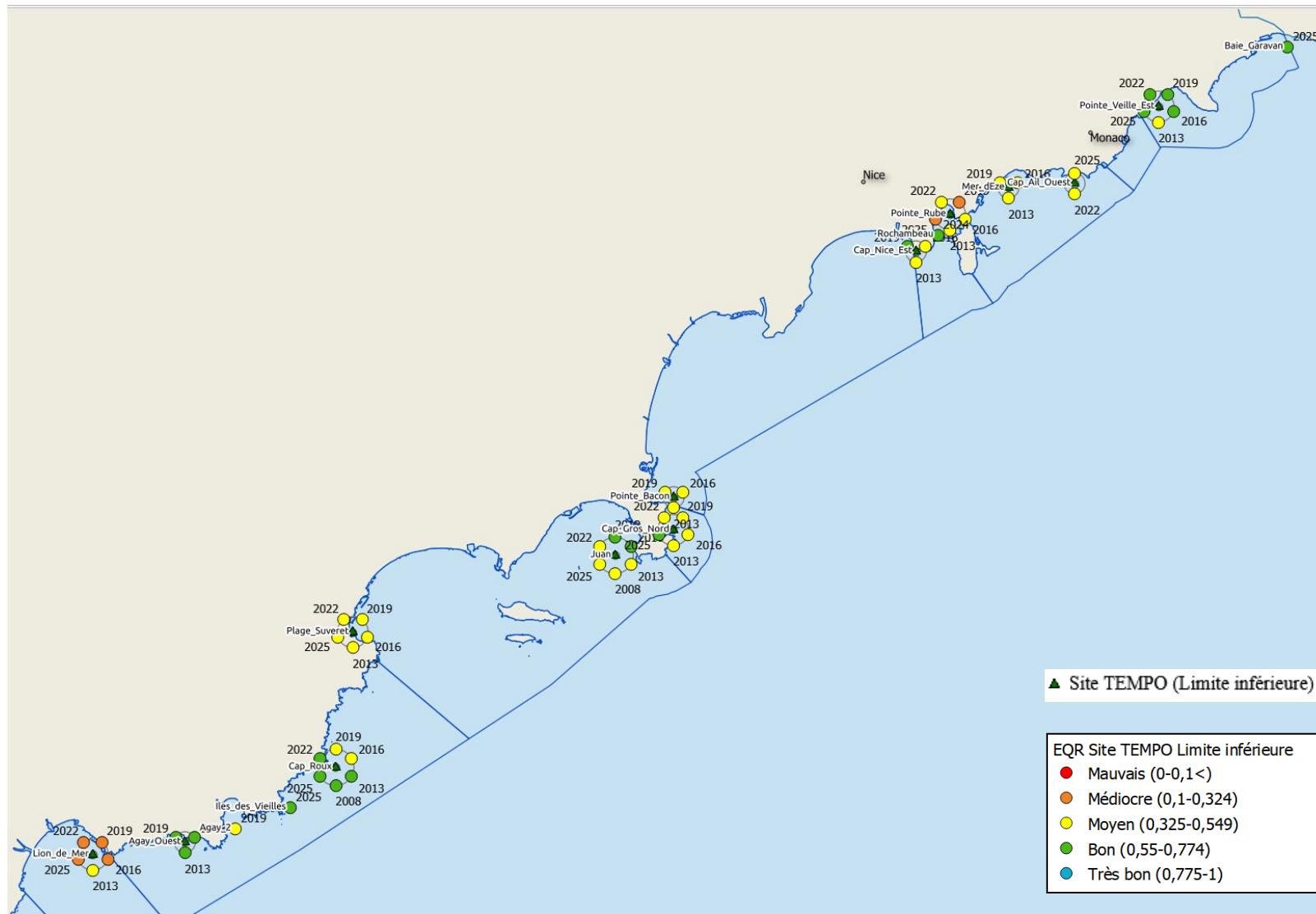


Figure 199 : Etat des sites TEMPO en limite inférieure selon l'EQR site en région Sud (Saint Raphaël-Menton)

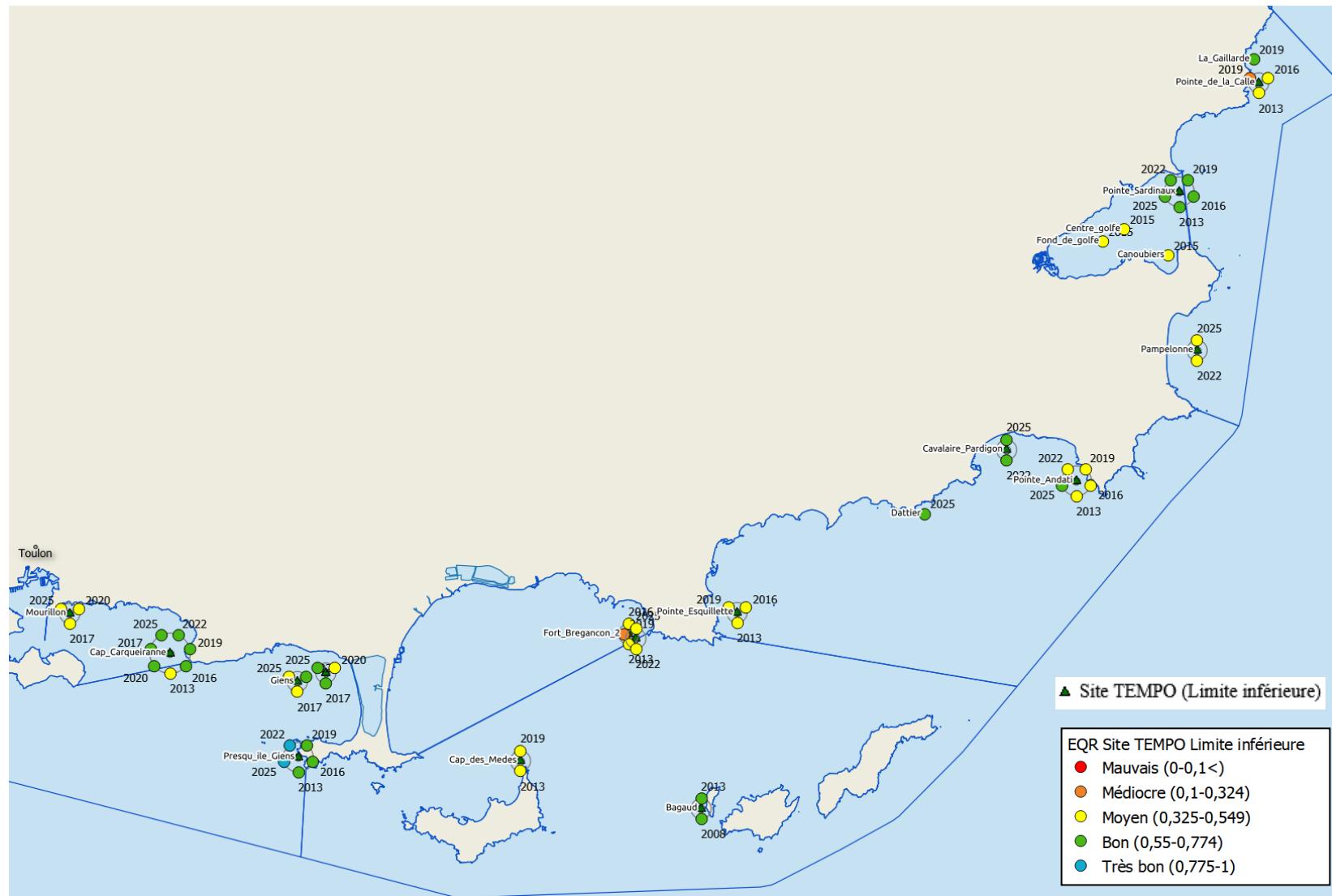


Figure 200 : Etat des sites TEMPO en limite inférieure selon l'EQR site en région Sud (Toulon-Saint Raphaël)

Tableau 101 : Etat de l'herbier en fonction de l'indicateur de dynamique évolutive pour chaque période d'évolution. 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). L'état des sites concernés est marqué par un astérisque dans le tableau. Pour les suivis 3, 4 et 5, les valeurs de référence utilisées sont Ref dens = 130 % et Ref prog = 55 % (voir atlas 2024). Pour les suivis antérieurs, les valeurs de référence utilisées sont Ref dens = 70 % et Ref prog = 55 % (voir atlas 2020).

Sites TEMPO	Note globale suivi 1 (2008-2013) - atlas 2020	Note globale suivi 2 (2013-2016) - atlas 2020	Note globale suivi 3 (2016-2019) - atlas 2024	Note globale suivi 4 (2019-2022) - atlas 2024	Note globale suivi 5 (2022-2025) - atlas 2024
Bregancon_Est					Moyen état
Cap_Carqueiranne		Moyen état	Moyen état	Bon état	Bon état
Cap_dAil_Ouest					Bon état
Cap_Gros_Nord		Moyen état	Bon état	Bon état	Bon état
Cap_Roux	Bon état	Bon état	Bon état*	Bon état*	Bon état*
Cavalaire_Pardigon					Bon état
Juan	Etat médiocre	Moyen état	Bon état	Moyen état	Moyen état
Lion_de_mer		Moyen état	Moyen état	Bon état	Bon état*
Pampelonne					Bon état
Plage_Suveret		Etat médiocre	Moyen état	Bon état	Moyen état
Pointe_Andati		Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Pointe_Rube		Moyen état	Moyen état	Moyen état	Moyen état
Pointe_Sardinaux		Bon état	Bon état	Bon état*	Moyen état
Pointe_Vieille_Est		Etat médiocre	Bon état	Moyen état	Bon état
Prequ_ile_Giens		Moyen état	Bon état	Moyen état	Moyen état

#### VII.D. Pose de thermomètres (enregistreurs de température)

Des capteurs enregistreurs de température ont été récupérés sur tous les sites d'herbier de posidonie suivis dans le cadre de ce marché. **Huit** n'ont pas été retrouvés sur les sites Cavalaira\_Pardigon, Lion\_de\_Mer\_Pl, Pampelonne\_Pl, Pointe\_Andati, Pointe\_Bacon\_Pl, Pointe\_Sardinaux\_Pl, Presqu'ile\_Giens et Presquile\_Giens\_Pl. En revanche, un capteur non retrouvé par le passé a bien été récupéré lors de cette campagne : Pampelonne\_Pl.

Le tableau suivant liste les capteurs de température **récupérés en 2025**. Ils sont localisés sur la figure suivante.

Tableau 102 : Liste des capteurs récupérés en 2025 sur des sites d'herbier de posidonie.

Réseau	Habitat	Site	Profondeur	Date_pose	Date_releve
TEMPO	Herbier de posidonie	Bregancon_est	24,6	13/06/2022	30/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Ail_Ouest	30	31/05/2022	12/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Carqueiranne_PI	15,5	12/06/2022	05/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_des_Medes_PI	15,4	20/10/2022	05/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Gros_Nord	21	01/06/2022	11/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Gros_Nord_PI	15	01/06/2022	10/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Nice_Est_PI	15,5	01/06/2022	16/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Roux	29,2	08/06/2022	09/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Roux_PI	15	02/06/2022	09/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Sicie_Ouest	30,8	13/05/2024	01/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Fort_Bregancon_PI	16	13/06/2022	30/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Gallieni_LI	27,5	14/05/2024	31/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Juan	28	02/06/2022	11/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Juan_PI	15	02/06/2022	11/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Mer_dEze_PI	15,5	31/05/2022	12/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pampelonne	33,5	09/06/2022	28/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pampelonne_PI	15	18/06/2019	28/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Plage_Suveret	13	02/06/2022	10/06/2025

TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Andati_Pl	14,5	20/10/2022	29/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Sardinaux	29,6	08/06/2022	27/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Veille_Est	25	30/05/2022	12/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Veille_Est_Pl	15	30/05/2022	12/06/2025



Figure 201 : Localisation des capteurs récupérés en 2025 sur des sites d'herbier de posidonie.

Le tableau suivant liste les capteurs de température posés en 2025. Ils sont localisés sur la figure suivante.

Tableau 103 : Liste des capteurs *posés* en 2025 sur des sites d'herbier de posidonie.

Réseau	Habitat	Site	Profondeur	Date_posé
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Sardinaux_Pl	16,5	27/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Sardinaux	29,6	27/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Lion_de_Mer_Pl	19,8	09/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pampelonne	33,5	28/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pampelonne_Pl	17	28/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Andati	34	29/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Andati_Pl	14,5	29/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cavalaire_Pardigon	22	30/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Bregancon_est	24,6	30/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Fort_Bregancon_Pl	16	30/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Gallieni_LI	27,5	31/05/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Sicie_Ouest	30,8	01/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Carqueiranne	29,5	03/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Carqueiranne_Pl	15,5	05/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_des_Medes_Pl	15,4	05/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Presqu_ile_Giens	32,4	06/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Presqu_ile_Giens_Pl	13	06/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Dattier_Pl	15	07/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Dattier_LI	34,5	07/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Iles_des_vieilles_Pl	17,4	09/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Iles_des_vieilles_LI	26,5	09/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Roux	29,2	09/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Roux_Pl	15	09/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Plage_Suveret	13	10/09/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Juan_Pl	15	11/06/2025

TEMPO	Herbier de posidonie	Juan	28	11/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Bacon_Pl	15	10/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Gros_Nord_Pl	15	10/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Gros_Nord	21	11/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Mer_dEze_Pl	15,5	12/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Ail_Ouest	30	12/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Veille_Est_Pl	15	12/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_Veille_Est	25	12/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Baie_Garavan_Pl	15	13/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Baie_Garavan_LI	22	13/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Cap_Nice_Est_Pl	15,5	16/06/2025
TEMPO	Herbier de posidonie	Pointe_rube	15	16/06/2025



Figure 202 : Localisation des capteurs *posés* en 2025 sur des sites d'herbier de posidonie.

## VIII. Diffusion des données à travers la plateforme MEDTRIX

L'ensemble des résultats issus du réseau [TEMPO](#) 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.

— **PISCIS** : Les descripteurs et données associés au suivi des populations par ADNe ont été intégrées dans ce projet.



## IX. Bibliographie

ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2024. Etude de la qualité du milieu marin au droit du rejet de la station d'épuration Sanary-Bandol – Analyse des données de la campagne 2023. Contrat Andromède Océanologie / Veolia. 94 pages.

ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2024. Atlas de synthèse – Année 2024. Surveillance biologique et qualité des eaux de Méditerranée. Edition Andromède Océanologie & Agence de l'eau RMC. 160 p.

ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2023. Etude de la qualité du milieu marin au droit du rejet de la station d'épuration Sanary-Bandol – Analyse des données de la campagne 2022. Contrat Andromède Océanologie / Veolia. 126 pages.

ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2022. Cartographie des herbiers de posidonie et évaluation de leur état de conservation au sein du site Natura 2000 « Posidonies de la côte palavasienne » - Tranche secondaire. Contrat Andromède Océanologie / OFB. 52 pages

ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2021. Suivi de l'herbier de posidonie du Pin Parasol afin de participer au réseau de surveillance de la façade méditerranéenne française. Contrat Andromède Océanologie / Réserve Naturelle Marine de Cerbères-Banyuls. 29 pages.

ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2020. Atlas de synthèse - Surveillance biologique et qualité des eaux de Méditerranée. Edition Andromède Océanologie & Agence de l'eau RMC. 120 p.

ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2020. Etude de la qualité du milieu marin au droit du rejet de la station d'épuration Amphitria. Année 2020. Tranche Conditionnelle 2 : Suivi d'espèces particulières : Herbier de posidonie – Rapport final – TPM.

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

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.

American Society of Photogrammetry, 1965. Manual of Photogrammetry. Vols 1 & 11.

Boulanger, E., Loiseau, N., Valentini, A., Arnal, V., Boissery, P., Dejean, T., Deter, J., Guellati, N., Holon, F., Juhel, J.-B., Lenfant, P., Manel, S., Mouillot, D., 2021. Environmental DNA metabarcoding reveals and unpacks a biodiversity conservation paradox in Mediterranean marine reserves. Proc. R. Soc. B. 288, rspb.2021.0112, 20210112. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0112>

Bowens, A., 2009. Underwater Archeology. The NAS Guide to Principles and Practice, 2nd edn. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Hoboken, New Jersey, USA. p. 272.

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.

Dalongeville, A., Boulanger, E., Marques, V., Charbonnel, E., Hartmann, V., Santoni, M.C., Deter, J., Valentini, A., Lenfant, P., Boissery, P., Dejean, T., Velez, L., Pichot, F., Sanchez, L., Arnal, V., Bockel, T., Delaruelle, G., Holon, F., Milhau, T., Romant, L., Manel, S., Mouillot, D., 2022. Benchmarking eleven biodiversity indicators based on environmental DNA surveys: More diverse functional traits and evolutionary lineages inside marine reserves. Journal of Applied Ecology 59, 2803–2813. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14276>

Descamp, P., Pergent, G., Ballesta, L., Foulquier, 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

Deter Julie, Agel Noémie, Bockel Thomas, Boube Tatiana, Dalongeville Alicia, Dejean Tony, Delaruelle Gwenaelle, Grondin Jonathan, Guilbert Antonin, Hocde regis, Holon Florian, Juhel Jean-Baptiste, Marques Virginie, Pichot Franck, Valentini Alice, Velez Laure et Mouillot David. 2023. eREF : État de référence de la biodiversité en vertébrés dans les masses d'eaux côtières méditerranéennes à partir d'ADN environnemental. Rapport final. 68 pages et annexes.

Fonstad, M.A., Dietrich, J.T., Courville, B.C., Jensen, J.L., Carboneau, P.E., 2013. Topographic structure from motion: A new development in photogrammetric measurement. Earth Surface Processes and Landforms 38, 421–430. <https://doi.org/10.1002/esp.3366>



George, C.J., Athanassiou, V., 1967. A two year study of the fishes appearing in the seine fishery of St George Bay, Lebanon. *Annali Del Museo Civico Di Storia Naturale de Genova* 76, 237–294.

Giraud Carolane, Boissery Pierre, Dalongeville Alicia, Dejean Tony, Deter Julie, Lacoeuilhe Aurélie et Mouillot David. 2024. Guide d'utilisation de l'ADN environnemental en milieu marin. Connaître, comprendre et utiliser l'ADNe pour préserver la biodiversité marine. 88p.

Gobert S, Lejeune P, Chery A, Boissery P, Sartoretto S, Andral B, Lepoint G, Richir J. (2012) Assessment of the ecological status of *Posidonia oceanica* meadow with a no destructive shoot method. *Proceedings 3rd Mediterranean Seagrass Workshop 2012*: 18 pGobert, S., 2013. Indicateur Angiospermes/Herbiers de Posidones PREI (Facade Méditerranée, Masses d'eaux Côtierères. 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., 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.

Golani, D., 2005. Checklist of the Mediterranean fishes of Israel. *Zootaxa* 1–90.

Golani, D., 2000. First record of the bluespotted cornetfish from the Mediterranean Sea. *Zootaxa* 947 56, 1–90.

Lange M., Blouet S., Chéré E., Duclos B., Dupuy de la Grandrive R., Gruet C., Keller F., Trougan Melissa. 2018. Suivi des herbiers à *Posidonia oceanica* dans l'Aire marine protégée de la côte agathoise, saison 2018. Site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde » FR-9101414. Ville d'Agde publ. Fr. : 63PP.

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.

Malak, D.A., Livingstone, S.R., Pollard, D., Polidoro, B.A., Cuttelod, A., Bariche, M., Bilecenoglu, M., Carpenter, K.E., Collette, B.B., Francour, P., Goren, M., Hichem Kara, M., Massuti, E., Papaconstantinou, C., Tunisi, L., 2012. Aperçu du statut de conservation des poissons marins présents en mer Méditerranée. IUCN Gland, Suisse et Málaga, Espagne.

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.

Marre, G., Braga, C. D. A., Ienco, D., Luque, S., Holon, F., & Deter, J. (2020). Deep convolutional neural networks to monitor coralligenous reefs: operationalizing biodiversity and ecological assessment. *Ecological Informatics*, 59, 101110.

Marre, G. (2020). Développement de la photogrammétrie et d'analyses d'images pour l'étude et le suivi d'habitats marins (Doctoral dissertation, Université de Montpellier).

Mouillot D., Velez L., Manel S., Marques V., Boissery P., Valentini A., Holon F., Dejean T., Boulanger E., Lenfant P., Deter J., Dalongeville A. (in revision). Rebound potential of coastal fish biodiversity revealed by the COVID-19 lockdown. *One Earth*.

Myers, N., Mittermeier, R. a., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G. a. B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>

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). PNUE-PAM-CAR/ASP 17–20.

Quignard, J.P., Tomasini, J.A., 2000. Mediterranean fish biodiversity. *Biol. Mar. Medit* 7, 1–66.

Remondino, F., El-Hakim, S., 2006. Image-Based 3D Modelling: a Review. *The Photogrammetric Record* 21, 269–291.

Rodrigues, A.S.L., Akçakaya, H.R., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T.M., Chanson, J.S., Fishpool, L.D.C., Da Fonseca, G. a. B., Gaston, K.J., Hoffmann, M., Marquet, P. a., Pilgrim, J.D., Pressey, R.L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S.N., Underhill, L.G., Waller,

R.W., Watts, M.E.J., Yan, X., 2004. Global Gap Analysis: Priority Regions for Expanding the Global Protected-Area Network. *BioScience* 54, 1092. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[1092:GGAPRF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[1092:GGAPRF]2.0.CO;2)

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.

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>



## X. Annexe 1 : Fichiers de bancarisation

### I.E. Bancarisation des données herbier

Trois fichiers de bancarisation sont fournis : deux pour les herbiers suivis en limite inférieure et un pour les herbiers suivis à -15 m.

#### ➤ Lot1\_15m\_2025.xlsx

Tableau 104: Format de la base de données pour chaque site à la profondeur intermédiaire.

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_M <sup>2</sup>	Densité de faisceaux/m <sup>2</sup> à -15m
N_DENS	N densité
SURF_FOLIA	Surface foliaire (cm <sup>2</sup> /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\_LimitelInférieure\_2025.xlsx

Tableau 105: Format de la base de données pour chaque site en limite inférieure.

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/m <sup>2</sup> )
DENSITE_LI_ECARTYPE	Ecotype 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	Ecotype des valeurs de déchaussement
METHODE	Photogrammétrie
AUTEUR	Auteur de la donnée

Tableau 106: Format de la base de données pour la cartographie surfacique

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
SURF_matte morte	Surface de matte morte
SURF_herbier vivant	Surface d'herbier vivant
ID_déclin	Indice de déclin
ID_coh	Indice de cohésion
Evol	Evolution au regard de la campagne d'acquisition précédente
Cause-reg	Identification des causes de régression possible
AUTEUR	Auteur de la table

## I.F. Bancarisation des données température

Deux fichiers Excel de bancarisation des données Température sont fournis avec le rapport:

- Lot1\_capteurs\_poses\_Année échantillonnée.csv
- Lot1\_capteurs\_releves\_Année échantillonnée.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
Année	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)

## I.G. Bancarisation des données ADNe

Un fichier de bancarisation est fourni :

Tableau 107: Format de la base de données pour l'ADN environnemental

Champs	Description
wgs84_coord_x_dd	Longitude (WGS84, Degrés minutes décimales)
wgs84_coord_y_dd	Latitude (WGS84, Degrés minutes décimales)
Région	Région
masse_eau	Masse d'eau
Année	Année de suivi
Date	Date de terrain
Site	Nom du site
Station	Nom de la station
Station_code	Code de la station
Profondeur	Profondeur (mètres)
Liste poissons	
Liste crustacés	
Liste céphalopodes	
Liste espèces invasives	
Diversité spécifique	
Large Reef Fish Indicator	
Indicateur Cryptobenthique	
Indice IUCN	
Indicateur TP	
Auteur	Auteur de la table



## XI. Annexe 2 : Publications scientifiques associées aux méthodes de suivi

Les publications associées aux méthodes de suivi sont détaillées ci-dessous.

### Photogrammétrie

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.

### Type et profondeur de la limite inférieure

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

### Densité de faisceaux

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)*. *PNUE-PAM-CAR/ASP 17–20*.

### Rhizomes

Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bernard G., Bonhomme P., Patrone J., Kruczak 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 Posidone, CQEL 13, CQEL 83, Conseil Général 06, GIS Posidone publ. : 1-76.

### Indice BiPO

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.

### Indice PREI

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*.



Tableau 108 : Valeurs de référence des paramètres pour les régions Corse et PACA (Gobert et al., 2009) 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, 2007<sup>11</sup>

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

11 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



## Contact

7, place Cassan - Quai des pêcheurs

34 280 Carnon - France

Tél. : 04.67.66.32.48 - [contact@andromede-ocean.com](mailto:contact@andromede-ocean.com)

**[www.andromede-ocean.com](http://www.andromede-ocean.com)**

