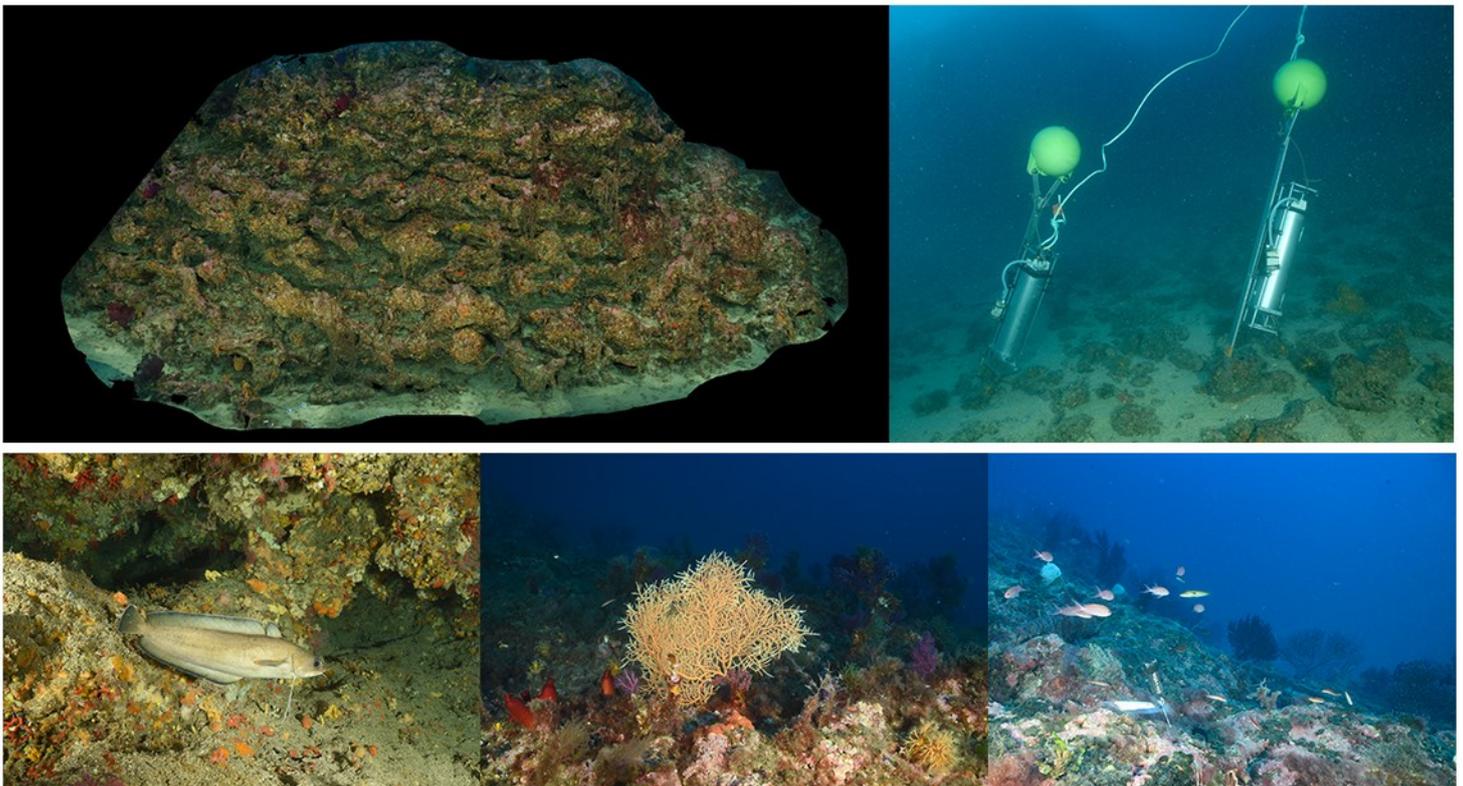


SURVEILLANCE DES EAUX COTIÈRES DES BASSINS RHÔNE MÉDITERRANÉE ET CORSE -
LOT 2 : Surveillance biologique du Coralligène - Année 2024
Analyse des données en région Occitanie et ouest de la région Sud



Novembre 2024



ANDROMÈDE
OCÉANOLOGIE

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

Coordination Andromède :
HOLON Florian & DELARUELLE Gwenaëlle

florian.holon@andromede-ocean.com

gwenaelle.delaruelle@andromede-ocean.com



Coordination Agence de l'Eau RMC :
BOISSERY Pierre

Pierre.BOISSERY@eaurmc.fr



Participants aux missions de terrain :

BLANDIN Agathe, BOCKEL Thomas, DELARUELLE Gwénaëlle, HOLON Florian, LEDUC Michèle, MARRE Guilhem, PAVY Thomas, PERSONNIC Sébastien, TIBEUF Lolita.

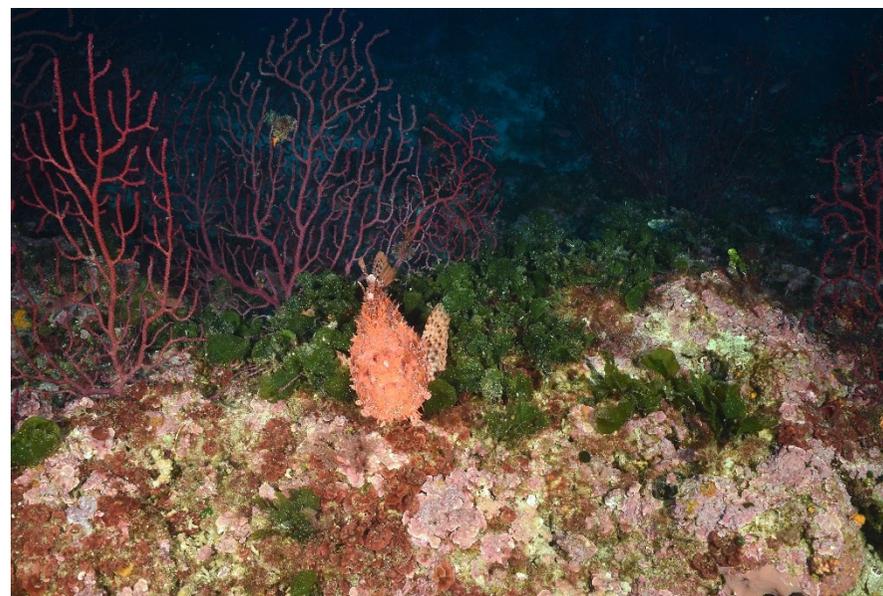
Traitement des données :

DELARUELLE Gwenaëlle, DETER Julie, MARRE Guilhem, TIBEUF Lolita, laboratoire SPYGEN.

Rédaction : DELARUELLE Gwenaëlle

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2024. Surveillance biologique du coralligène en région Occitanie et à l'ouest de la région Sud (lot 2) – Analyse des données 2024. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 258 pages



Sommaire

RESEAU DE SURVEILLANCE RECOR	1
I. CONTEXTE.....	1
II. OBJECTIFS DE RECOR.....	2
III. EVALUATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DES RECIFS CORALLIGENES	2
III.A. Localisation des sites.....	2
III.B. Choix et comparaison des méthodes.....	5
III.C. Méthodes et paramètres d'analyse sur les stations RECOR	5
III.D. Présentation des résultats.....	11
IV. POSE D'ENREGISTREURS DE TEMPERATURE	11
IV.A. Contexte	11
IV.B. Matériel utilisé	11
V. SUIVI DE LA FONCTION ECOLOGIQUE HABITAT PAR ADN ENVIRONNEMENTAL.....	12
V.A. Contexte	12
V.B. Localisation des sites.....	13
V.C. Méthodologie.....	13
VI. RESULTATS	16
VI.A. Site « Sec à Joël – Cap Cerbère »	18
VI.B. Site « Grand Roc »	31
VI.A. Site « Roc Lan »	41
VI.A. Site « Coulombray »	51
VI.B. Site « Centrale »	60
VI.C. Site « Grand Four à Chaux »	72
VI.D. Site « Tiboulén ».....	89
VI.A. Site « Planier ».....	102
VI.B. Site « Congloué ».....	114
VI.C. Site « Devenson »	130
VI.D. Site « Cassidaigne ».....	141
VI.E. Site « Rosier ».....	154
VI.A. Site « Mimosa ».....	169
VI.B. Site « Pierre à Christian »	182
VI.C. Site « Sicié ».....	197
VI.D. Site « 2frères ».....	215
VII. SYNTHESE.....	227
VII.A. Synthèse RECOR – année 2024.....	227
VII.B. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe	242
VII.C. Pose de capteurs de température	244

VIII. DIFFUSION DES DONNEES A TRAVERS LA PLATEFORME MEDTRIX	246
IX. ANNEXE : FICHIERS DE BANCARISATION.....	246
X. BIBLIOGRAPHIE	250

Réseau de surveillance RECOR

I. Contexte

En mer Méditerranée les systèmes littoraux profonds sont colonisés par des assemblages coralligènes qui débutent, selon la transparence de l'eau, entre -12/-50 mètres et s'arrêtent entre -40/-120 mètres (Ballesteros, 2006). Le coralligène se compose de blocs de concrétions organiques, principalement d'algues calcaires (Ballesteros, 2006; Laborel, 1961; Laubier, 1966; Sartoretto et al., 1996) et d'animaux bioconstructeurs comme les bryozoaires, les serpulidés, les cnidaires, les mollusques, les éponges, les crustacés et les foraminifères (Hong, 1980; Ros et al., 1985). Ces blocs représentent un substrat pour la fixation et la croissance d'autres organismes comme les colonies de corail rouge ou de gorgones.

Les assemblages coralligènes sont donc un patchwork complexe de micro-habitats et d'espèces dont la richesse, la biomasse et la productivité équivalent à celles des assemblages de récifs tropicaux (Bianchi, 2001). Le coralligène constitue, après les herbiers à posidonie, le deuxième écosystème-clé de Méditerranée en termes de biodiversité (Boudouresque, 2004).

Les concrétions coralligènes ont un taux de croissance lent (1 à 4 mm / an) mais une grande longévité (estimation de l'âge moyen entre 25–200 ans) (Garrabou and Ballesteros, 2000; Teixidó et al., 2011). Elles sont dépendantes de l'équilibre entre leur bioconstruction et la bio-érosion, équilibre lié à leur environnement et notamment aux conditions climatiques (Cerrano C, Bavestrello G., Bianchi C.N., Calcinai B., Cattaneo-Vietti R., Morri C., 2001; Sartoretto S., 1997).

Selon des estimations prudentes, plus de 1800 espèces sont associées aux communautés à coralligène (15-20 % des espèces de la Méditerranée), parmi lesquelles figurent plusieurs espèces protégées et commerciales (Ballesteros, 2006; Bianchi and Morri, 2000; Coll et al., 2010). Toutefois la diversité en espèces (diversité taxonomique) n'est pas la seule à être particulièrement élevée dans ces récifs. En effet, les diversités fonctionnelle et phylogénétique, deux autres types de diversités biologiques y sont également fortes (Holon et Deter, 2016). Sur un site donné, les diversités fonctionnelle et phylogénétique augmentent à mesure que l'on se rapproche de la surface. Toutefois, plus les sites sont profonds et plus les communautés (assemblages d'espèces) sont différentes entre elles, notamment entre -50 et -70 m où les différences sont les plus fortes (Doxa et al., 2016).

Aussi connues pour leur grande valeur esthétique, les structures à coralligène constituent des zones privilégiées pour le tourisme sous-marin et la plongée loisir.

Les préférences humaines pour certains sites sont principalement expliquées par la présence d'organismes de type arbustif, aux couleurs vives et présentant des contrastes intenses (Tribot et al., 2016). En France, ces sites sont particulièrement présents aux alentours de Marseille, Hyères et au Nord de la Corse (Tribot et al., 2016).

Les récifs coralligènes sont largement (2763 km²) présents sous formes d'îlots le long des côtes Méditerranéennes mais leur répartition exacte n'est pas encore entièrement connue (Giakoumi et al., 2013). Sur la base des données existantes (principalement au Nord du bassin), des modèles prenant en compte la bathymétrie, l'inclinaison des fonds et l'apport en nutriment prédisent une répartition plus importante en mer Egée et Adriatique (Martin et al., 2014). Depuis 2014, date de la première cartographie fine et continue (résolution de 20 m) des habitats côtiers français en Méditerranée, nous savons que les 1700 km de côtes françaises méditerranéennes abritent 2 661 ha de récifs coralligènes « aplatis » sur une carte 2D ou 2932 ha si on prend en compte la verticalité (carte 3D) de cet habitat (Holon et al., 2015). Toutefois, ce chiffre ne considère pas le volume véritablement représenté par cet habitat de par les différentes strates (encroûtante à arbustive) d'organismes qu'il fixe et l'endofaune qu'il abrite de par sa structure intra-récif complexe (réseau de galeries ; (Ballesteros, 2006)).

Les perturbations d'origine anthropique directe ou indirecte auxquelles les récifs coralligènes sont soumis comprennent principalement les **dommages mécaniques** causés par des pratiques de pêche destructrices, la **pollution**, la **sédimentation**, la **fréquentation** par les plongeurs, les **invasions biologiques**, les foyers de mortalité de masse liée à des **anomalies de température**, et les effets synergiques de ces facteurs de stress (Balata et al., 2005; Ballesteros, 2003; Cebrian et al., 2012; Piazzini et al., 2012; Teixidó et al., 2013).

Les assemblages coralligènes sont donc parmi les plus importants en mer Méditerranée en raison de divers atouts : **large distribution**, **complexité structurelle**, **diversité en espèces**, **rôle dans le flux d'énergie et le cycle du carbone**, **valeur économique** (Ballesteros, 2006; Gili and Coma, 1998). Pourtant, c'est dans un contexte de suivis spatio-temporels rares, de données au-delà de -50 m quasi inexistantes et d'une absence de méthode standardisée pour la caractérisation du coralligène qu'est né en 2010 le projet RECOR.



II. Objectifs de RECOR

Porté par l'Agence de l'eau RMC et Andromède Océanologie, le **réseau de surveillance RECOR** (réseau 2D et 3D de suivi des assemblages coralligènes) s'étend sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française bordée par les trois régions Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) et Occitanie (ex-Languedoc-Roussillon, LR). Initié en 2010, les objectifs de ce réseau sont de recueillir des données descriptives de l'état et du fonctionnement des assemblages coralligènes et de suivre leurs changements dans le temps et dans l'espace.

Des protocoles différents sont appliqués sur les récifs coralligènes, à partir desquels différents indicateurs sont calculés pour évaluer l'état général des récifs. Le protocole est réalisé en **plongée sous-marine**. Le schéma ci-dessous synthétise les données relevées sur les récifs dans le cadre de RECOR.

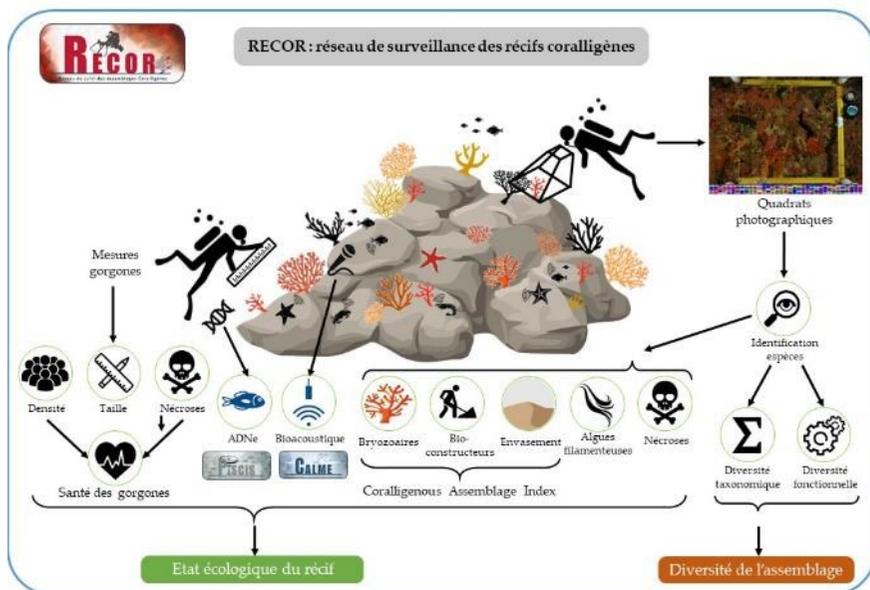


Figure 1 : Présentation générale des protocoles appliqués dans le cadre de RECOR.

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 aide à évaluer l'efficacité des mesures correctives mises en place afin d'atteindre ou maintenir le bon état visé par cette directive.

Les données issues de RECOR 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.

Toutes les mesures sont ensuite analysées à la lumière des autres suivis (comparaison spatio-temporelle) et de la littérature disponible. La méthodologie suivie est affinée et améliorée au cours des suivis successifs en fonction de l'expérience acquise par les équipes de terrain et des avancées de la législation et de la recherche.

III. Evaluation de l'état écologique des récifs coralligènes

III.A. Localisation des sites

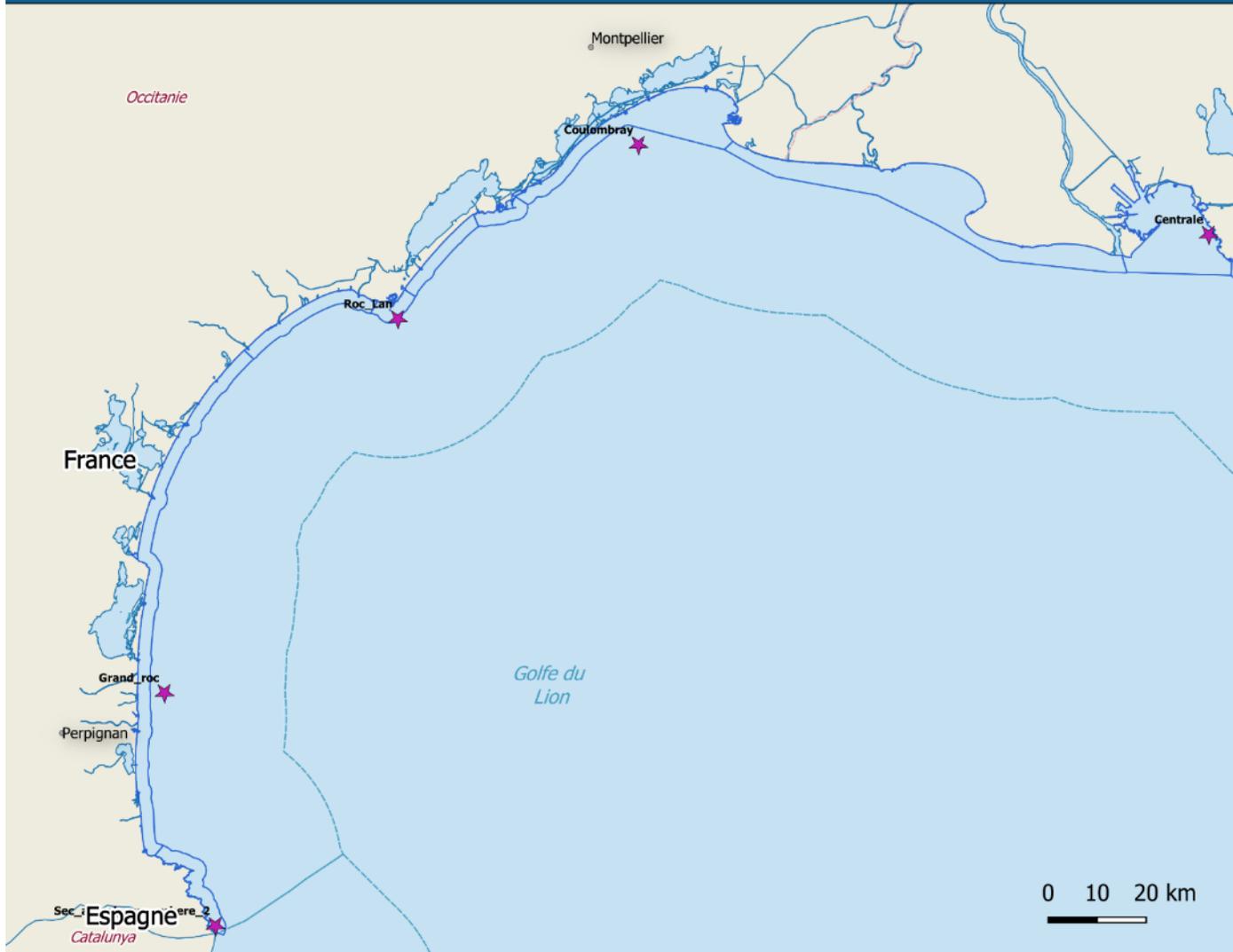
Les sites RECOR sont suivis à la fin du printemps (mai-juin) tous les trois ans avec un décalage d'un an d'une région à une autre. Le choix de ces points respecte une couverture géographique homogène entre points le long du littoral et une répartition équitable, à la fois dans des zones sensibles, des 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 2024, pour la région Occitanie et l'ouest de la région Sud, **16 sites RECOR correspondant à 23 stations** ont été caractérisés.



Réseaux de surveillance

Suivi des assemblages coralligènes en Méditerranée française



LEGENDE

Masses d'eau côtières

Sites 2024



1:1 100 000

EPSG : 3857 - WGS84
Spherical Mercator
Datum : World Geodetic System 1984



<https://plateforme.medtrix.fr>
www.andromede-ocean.com



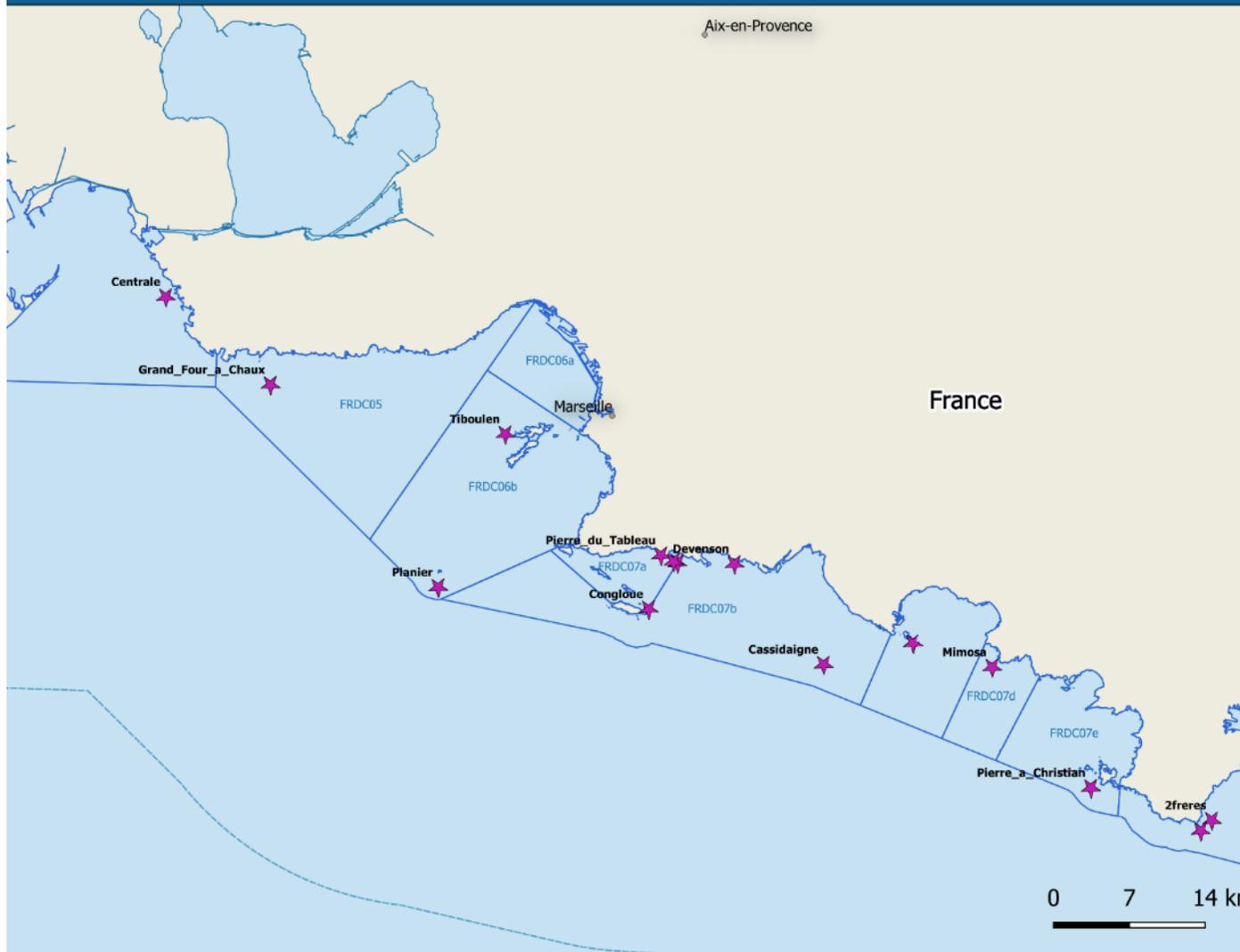
Le projet RECOR est mené par Andromède Océanologie en partenariat avec l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. L'ensemble de ces données est issue de la plateforme cartographique pour la surveillance du milieu marin (plateforme.medtrix.fr). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.





Réseaux de surveillance

Suivi des assemblages coralligènes en Méditerranée française



LEGENDE

Masses d'eau côtières

Sites 2024



1:500 000

EPSG : 3857 - WGS84
Spherical Mercator
Datum : World Geodetic System 1984

<https://plateforme.medtrix.fr>
www.andromede-ocean.com



Le projet RECOP est mené par Andromède Océanologie en partenariat avec l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. L'ensemble de ces données est issue de la plateforme cartographique pour la surveillance du milieu marin (plateforme.medtrix.fr). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.



© 2024 Andromède

III.B. Choix et comparaison des méthodes

Sur la base d'une synthèse bibliographique traitant du coralligène et d'une comparaison avec les études et les méthodologies menées en milieu corallien (plus de 70 publications internationales et rapports), nous prenons en compte trois types de descripteurs pour le suivi des communautés du coralligène : une description générale (facteurs abiotiques), les espèces visibles fixées et la démographie des espèces érigées. Concernant les espèces fixées, nous avons privilégié une approche de quadrat photographique selon (Deter et al., 2012a, 2012b) et Doxa et al (2016).

III.C.Méthodes et paramètres d'analyse sur les stations RECOR

La caractérisation des assemblages coralligènes est présentée par site sur la plateforme de la surveillance des eaux côtières et des écosystèmes de Méditerranée, [MEDTRIX](#). Le protocole comprend :

- une **description générale (facteurs abiotiques) du site** ;
- une étude des **espèces visibles fixées par quadrats géographiques** sur chaque station ;
- une étude de la **démographie des espèces érigées (gorgones) sur une ou plusieurs stations** par site, dont des sites à influence thermique ;
- une **modélisation par photogrammétrie** sur une station par site.

III.C.1. Description générale

Sur site (localité géographique), les coordonnées GPS sont relevées à partir du bateau. Le plongeur note les informations suivantes :

-  Le type physiologique (paroi, massif) du coralligène ;
-  La présence de structures particulières ;

-  La porosité, anfractuosité, complexité des concrétions ;
-  La présence, nature et hauteur des différentes strates ;
-  L'orientation géographique ainsi que l'orientation par rapport au courant ;
-  L'extension bathymétrique du coralligène et les limites d'extension bathymétrique des gorgonaires et autres espèces remarquables ;
-  Les impacts anthropiques ;
-  L'inclinaison, la température, la visibilité ;
-  Les espèces particulières observées.

Pour chaque site nous avons choisi de décliner les assemblages coralligènes en **cinq typologies**, suivant sa complexité structurale, reprises dans le schéma suivant :

Le coralligène **Typologie 0** correspond généralement à une roche nue sans aucune bioconstruction présentant néanmoins des espèces associées à l'habitat coralligène. Le coralligène Typologie 0 correspond plutôt à l'habitat de la roche du large.

Le coralligène **Typologie 1** correspond à une roche majoritairement sans bioconstruction avec, localement, des petites concrétions organiques isolées ou sous forme de « bourrelets ».

Dans le coralligène de **Typologie 2** les encroûtements coralligènes sont plus continus formant de petites cavités majoritairement centimétriques, quelques décimétriques.

Dans la **Typologie 3** le coralligène est continu avec des cavités de taille centimétrique et décimétrique.

Le coralligène de **Typologie 4** est de type "gruyère" avec présence de quelques cavités métriques.



La **Typologie 5** correspond à un coralligène très creusé avec des bioconstructions alvéolaires.

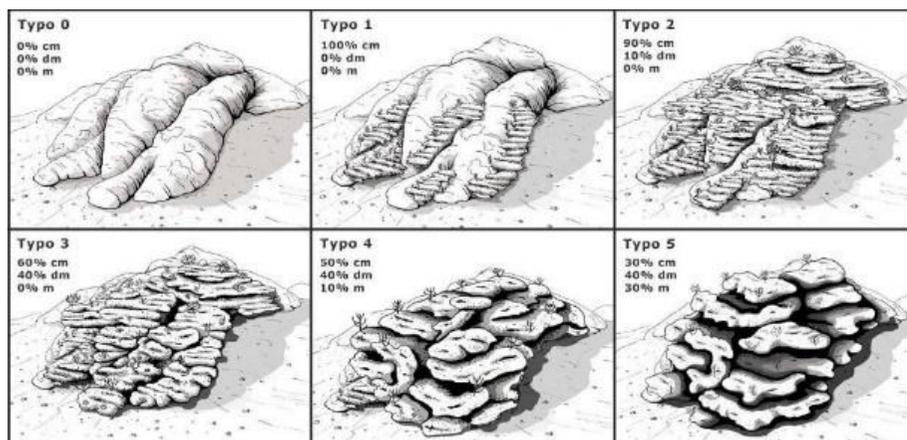


Figure 2 : Typologie des assemblages coralligènes.



Figure 3: Le quadrat photographique est non destructif, rapide et simple, et permet des analyses objectives.

III.C.2. Quadrats photographiques

III.C.2.a. Protocole

A chaque station d'échantillonnage (un site peut comprendre entre une et quatre stations), **30 photographies de quadrats de 2500 cm²** (50 x 50 cm) sont réalisées à l'aide d'un appareil Nikon D810 (capteur 24x36 mm, résolution 36,3 millions pixels) sur une même profondeur, le long d'un **transect de 20 m** (Deter et al., 2012b). Lors de l'analyse des photos, le logiciel CPCe répartit **64 points aléatoirement** sur chaque quadrat. L'identification de la nature des espèces ou substrat sur lesquels sont disposés ces points permet de calculer des **pourcentages de recouvrement ou des proportions relatives** (Deter et al., 2012a, 2012b).



Une version **CPCe 4.1 « coralligenous assemblage version »** a été spécialement conçue dans le cadre de RECOR pour la surveillance du coralligène. Développée courant 2011 en partenariat avec le National Coral Reef Institute (USA), CPCe 4.1 « coralligenous assemblage version » est **librement téléchargeable** sur www.medtrix.fr dans le projet dédié au réseau RECOR. Toutes les analyses de RECOR sont réalisées à l'aide de cette version de CPCe.

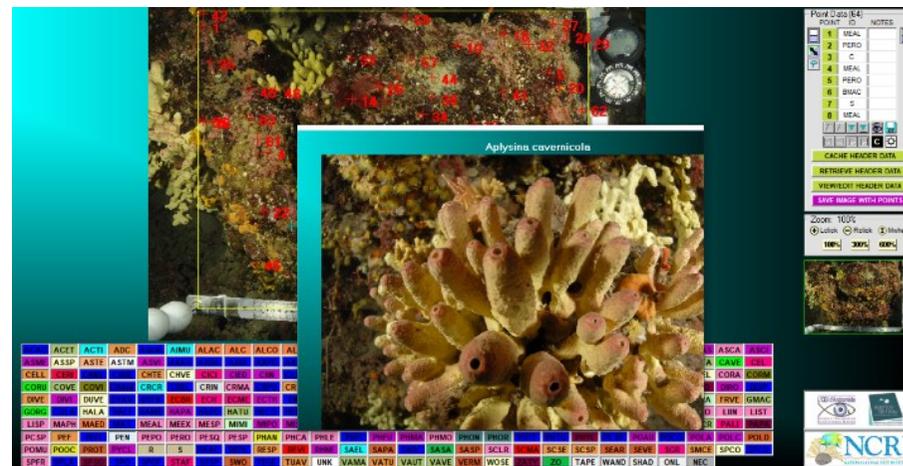


Figure 4: Quadrat photographique en cours d'analyse : 64 points sont répartis aléatoirement sur chaque quadrat avec le logiciel CPCe.

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

Deter, J., Descamp, P., Ballesta, L., Boissery, P., Holon, F., 2012a. A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. *Ecological Indicators*. 20, 345–352.

Deter, J., Descamp, P., Boissery, P., Ballesta, L., Holon, F., 2012b. A rapid photographic method detects depth gradient in coralligenous assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 418–419, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.03.006>

III.C.2.b. Variables calculées et indicateurs développés pour évaluer l'état écologique des espèces sessiles des récifs coralligènes

Variables quantitatives calculées pour chaque station RECOR

L'analyse des résultats des 1920 points (30 quadrats photographiques x 64 points) analysés par station par Julie Deter, notre **expert taxonomiste** depuis la mise en place du réseau en 2010, permet d'extraire une **centaine de variables quantitatives** :

- Les **pourcentages de recouvrement total par le non vivant** (cavités, substrats (vase, sable, roche), débris biologiques, macrodéchets) **et par le vivant**. La somme de ces deux pourcentages de recouvrement fait 100 %.

- Les **proportions relatives de différents taxons / catégories d'intérêt** parmi le vivant.

Parmi les organismes vivants, seuls les organismes sessiles et peu mobiles (oursins) sont identifiés. Les points positionnés aléatoirement sur une ombre, la règle ou le quadrat sont supprimés des analyses.

Différents **niveaux de taxons** sont identifiés : les actiniaires, les alcyonaires, les ascidies, les astérides, les algues brunes, les algues vertes, les algues rouges, les cérianthaires, les échinodermes, les bryozoaires érigés, les bryozoaires encroûtants, les grands foraminifères, les gorgonaires, les hydraires, les scléactiniaires, les vers sédentaires, les zoanthaires. **Nous évaluons la proportion relative de chacun de ces taxons parmi les organismes vivants.**

Pour chaque taxon une identification peut être réalisée au niveau du genre et/ou de l'espèce. Au total **182 espèces et 32 genres peuvent être identifiés** tels que :

- Les algues bioconstructrices *Mesophyllum sp.*, *Lithophyllum sp.* et *Peyssonnelia sp.*
- Des espèces protégées et d'intérêt commercial comme le corail rouge *Corallium rubrum*
- Des algues au potentiel envahissant comme *Caulerpa taxifolia* et *C. cylindracea*
- Des espèces sensibles à la pression « plongée sous-marine » (Sala et al., 1996) comme l'ascidie *Halocynthia papillosa*
- Des vers *Filograna sp* / *Salmacina sp* sensibles à la dégradation du milieu (Ballesteros, comm. pers.).

Parmi le vivant, des proportions classées par **catégories d'intérêt** peuvent être extraites :

- **Bioconstructeurs principaux** (les algues *Mesophyllum sp.*, *Lithophyllum sp.* et *Peyssonnelia sp.*, les algues rouges encroûtantes non identifiées, les coraux jaunes solitaires *Leptopsammia pruvoti*, les scléactiniaires *Hoplangia durotrix*, *Caryophyllia inornata* et *Caryophyllia smithii*, les foraminifères *Miniacina miniacea*) ;
- **Eponges *Cliona sp*** (bio-érosion)
- **Bryozoaires totaux** (encroûtants et érigés)
- **Espèces dressées selon les taxons** (fragilité due au port érigé) : les **gorgones** (comme *Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolinii*, *Eunicella singularis*, le corail rouge *Corallium rubrum*), les espèces de **bryozoaires** érigés, les **éponges** dressées *Axinella sp.*

Indicateurs développés pour évaluer l'état écologique des stations de coralligène

Différents indicateurs de l'état des espèces sessiles du coralligène sont disponibles pour l'ensemble des stations RECOR, toutes années confondues, dans ce rapport :

- **Indices de Simpson et de Shannon** (sur toutes les espèces du vivant en excluant les espèces indéterminées).



- **Indicateur de macrodéchets** (pourcentage de recouvrement par les déchets comme macrodéchets, engins de pêche etc.)

- **Indicateur de perturbation** (somme des abondances relatives de *Womersleyella setacea*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa cylindracea*, *Asparagopsis sp.*, et des algues filamenteuses brunes, vertes et rouges, *Codium bursa*, *Filograna / Salmacina sp.*)

- **Indicateur multimétrique CAI (Coralligenous Assemblages Index)** (Deter et al., 2012a). Cet indicateur développé et testé en région PACA combine les EQR' (Ecological Quality Ratio) de trois paramètres mesurés à partir des quadrats photographiques (pourcentage de recouvrement par les bryozoaires, par les espèces bioconstructrices et par la vase). Il est calculé selon la formule suivante :

$$\text{CAI} = (\text{EQR}'_{\text{bryo}} + \text{EQR}'_{\text{sludge}} + \text{EQR}'_{\text{build}}) / 3$$

Avec $\text{EQR}'_{\text{bryo}} = \%_{\text{bryo}} / \text{ref}_{\text{bryo}}$; $\text{EQR}'_{\text{sludge}} = (100 - \%_{\text{sludge}}) / (100 - \text{ref}_{\text{sludge}})$ et $\text{EQR}'_{\text{build}} = \%_{\text{build}} / \text{ref}_{\text{build}}$.

% correspond au pourcentage de recouvrement obtenu sur la station pour les bryozoaires (bryo), les espèces bio-constructrices (build) et la vase (sludge). **Ref** correspond à la valeur de référence soit la valeur maximale (pour les bryozoaires, bryo et les espèces bio-constructrices, build) ou minimale (pour la vase, sludge) observée dans les données RECOR de pourcentages de recouvrement pour la région. Ces valeurs de référence définies pour chaque région sont calculées à chaque nouvelle campagne régionale - elles évoluent donc dans le temps.

En **2024**, les valeurs de référence pour la région Occitanie sont les suivantes :

ref_{bryo} : 8,7
ref_{sludge} : 38,7
ref_{buil} : 42,35

En **2024**, les valeurs de référence pour la région PACA sont les suivantes :

ref_{bryo} : 18,1
ref_{sludge} : 0,43
ref_{buil} : 79,5

Le CAI, dont la valeur est comprise entre 0 et 1, permet de classer chaque station dans une des cinq classes de qualité : **mauvais, médiocre, moyen, bon, excellent.**

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

Deter, J., Descamp, P., Ballesta, L., Boissery, P., & Holon, F. (2012a). A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. *Ecological indicators*, 20, 345-352.

Deter, J., Descamp, P., Boissery, P., Ballesta, L., & Holon, F. (2012b). A rapid photographic method detects depth gradient in coralligenous assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 418, 75-82.

III.C.3. Démographie des espèces érigées (gorgones)

Outre le réchauffement progressif des océans, l'acidification, la désoxygénation et l'élévation du niveau de la mer, les activités humaines ont provoqué une augmentation rapide de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes, tels que **les vagues de chaleur marines**. Elles correspondent à des périodes prolongées d'eau marine anormalement chaude à un endroit particulier. **Au cours des 20 dernières années, la fréquence des vagues de chaleur marines a globalement doublée, et elles sont devenues plus durables, plus intenses et plus étendues.** Cette augmentation a été associée à une **rapide accélération des événements de mortalité massive, et notamment des gorgones.**

Les gorgones sont caractérisées par une **dynamique de population lente** et des **capacités de dispersion restreintes**. Elles dominent de nombreux récifs coralligènes, et sont très importantes au niveau fonctionnel, car elles fournissent un habitat en trois dimensions complexe sur le plan structurel, nécessaire au développement de nombreuses espèces associées. Leur disparition constitue une forte menace pour la santé et le fonctionnement des écosystèmes de Méditerranée.



Figure 5 : Des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) et des gorgones jaunes (*Eunicella cavolinii*) sur un site RECOR.

Dans le cadre de RECOR, notre étude est effectuée sur des **populations locales de gorgones** (définies comme un groupe de colonies/individus vivant dans un lieu géographique spécifique (= site de surveillance RECOR) identifié par des coordonnées spatiales et une gamme de profondeur) 1) à la profondeur d'étude des suivis antérieurs menés depuis 2010 et 2) sur de nouvelles populations localisées sur les mêmes sites géographiques mais à des profondeurs moins importantes. Les espèces considérées sont principalement les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) et les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*), mais des données peuvent être aussi acquises pour les gorgones blanches (*Eunicella singularis*) (notamment en Occitanie) et les gorgones *Paramuricea macrospina* (notamment en Corse).

Sur chaque station (=profondeur fixe) sont estimés la densité, la structure en taille et l'état des gorgones selon les protocoles suivants :

***Taille des colonies et densité :** Elle est évaluée dans un **quadrat permanent de 2 m²** au sein duquel la hauteur maximale (= distance entre la base de la colonie et l'extrémité de la branche apicale la plus éloignée) de chaque colonie est mesurée au centimètre près à l'aide d'une pège graduée. Nous catégorisons ensuite les gorgones en fonction de leur taille : petite (<10 cm), moyenne (10-50 cm) et grande (>50 cm).

***Le taux de nécrose** des espèces érigées (mortalité de tout ou une partie de la colonie) est estimé à partir de **30 quadrats aléatoires de 50 x 50 cm** (à une même profondeur) selon plusieurs classes :

- 1 : 0% de surface nécrosée, colonie indemne de toute marque ;
- 2 : < à 10 % de surface nécrosée ;
- 3 : 10 à 25 % de surface nécrosée ;
- 4 : 25 à 50 % de surface nécrosée ;
- 5 : 50 à 75 % de surface nécrosée ;
- 6 : 75 à 100 % de surface nécrosée ;
- 7 : 100 % de surface nécrosée, colonie entièrement morte.

L'âge des nécroses est estimé visuellement : une mortalité récente se caractérise par un axe dénudé alors qu'une mortalité ancienne se définit par une croissance excessive par d'autres organismes sur le squelette. Leur **distribution** (localisée ou diffuse) est notée.

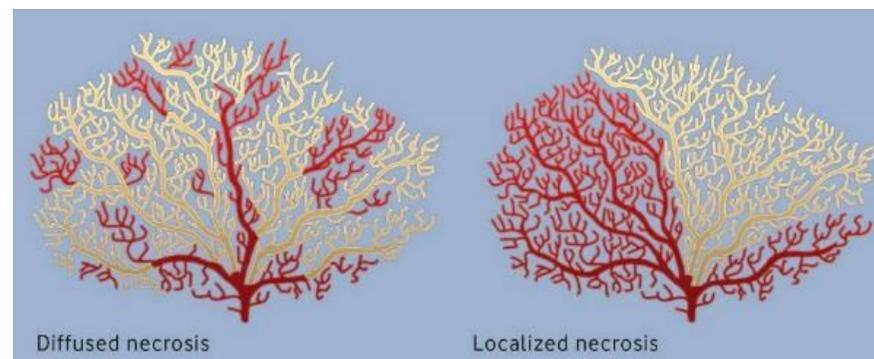


Figure 6 : Représentations des gorgones selon les types de nécrose.

III.C.4. Modélisation par photogrammétrie

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

A défaut du positionnement GPS des images sous l'eau comme c'est le cas en surface, l'orientation dans l'espace (horizontalité et direction du Nord géographique) ainsi que l'échelle du modèle doivent être contraintes par l'utilisation d'une **mire photogrammétrique** (voir figure ci-contre).



Celle-ci est disposée en début d'acquisition par le plongeur, correctement orientée dans l'espace, et les **cibles codées à ses quatre extrémités cardinales** sont reconnues par le logiciel de traitement et permettent l'orientation et la mise à l'échelle du modèle. La mire pour le coralligène mesure 50 cm de long.



La reproduction fine en 3 dimensions (3D) de paysages sous-marins est ainsi possible. Travaillant depuis 2016 sur l'utilisation de la photogrammétrie pour l'étude et le suivi d'habitats marins, Andromède Océanologie a acquis plus de **500 modèles** dans des contextes différents (profondeurs, habitats, structures artificielles...) dont **140 récifs coralligènes** dans le cadre du réseau RECOR et **140 limites inférieures** d'herbier de posidonie dans le cadre du réseau TEMPO.

Une thèse CIFRE (Guilhem Marre, 2017-2020) a notamment permis de valoriser les recherches menées sur la photogrammétrie et l'analyse d'images RECOR à travers les publications suivantes :

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).*

Modéliser en 3D un site par photogrammétrie permet également de **figer l'état de ces habitats dans le temps** et joue donc également le rôle de bancarisation du patrimoine écologique des stations suivies. Elle facilite aussi le **partage des modèles 3D** via internet. Des acquisitions photographiques ont eu lieu tous les ans par Andromède Océanologie lors des campagnes de terrain du réseau RECOR et ce depuis 2016 (sur les trois régions). Depuis 2024, des **acquisitions photogrammétriques sont effectuées sur une station de chaque site RECOR.**

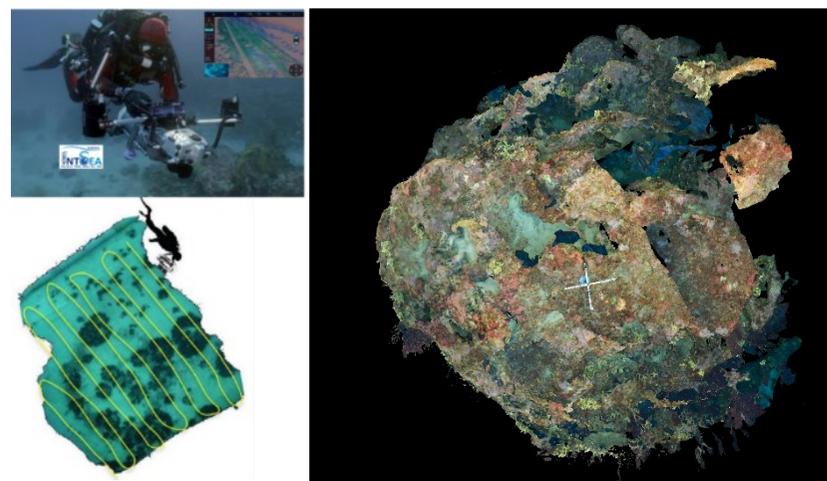


Figure 7: [1] Appareil d'acquisition photogrammétrique ; [2] Exemple de trajectoires d'acquisition des photos sur un herbier ; [3] Site RECOR reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2020.

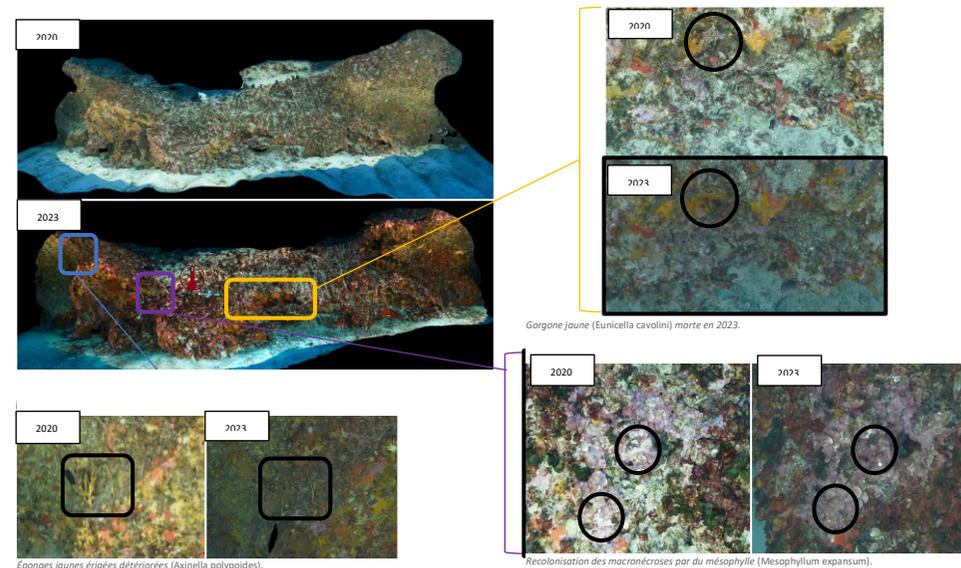


Figure 8 : Site RECOR Scandola-4, reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2020 et en 2023.

III.D. Présentation des résultats

Ce présent rapport détaille une fiche par masse d'eau comprenant la description du (des) station(s) RECOR échantillonnée(s) en 2024. Ces fiches intègrent les éléments suivants :

- ☞ La photographie haute définition (HD) du paysage général du site ;
- ☞ Les photographies haute définition **du capteur de température** ;
- ☞ Les photographie **d'espèces** particulières observées, de **pressions** ou tout autre élément remarquable, des **quadrats photographiques** ;
- ☞ Une carte présentant la localisation du site dans la masse d'eau côtière
- ☞ **Un diagramme de répartition des différents taxons parmi les organismes vivants** (abondance relative).
- ☞ Un tableau détaillant une **quarantaine de variables** issues de l'analyse de ces quadrats. Pour chaque paramètre détaillé un curseur imagé remplace la valeur observée dans le contexte régional (valeurs minimale, maximale et moyenne observées sur toutes les stations échantillonnées) (figure ci-dessous). A noter que lorsqu'il y a plus de trois stations qui sont comparées alors le curseur blanc (valeur de la station) n'est plus affichée.
- ☞ Des **graphiques de la structure démographique et des taux de nécroses** des gorgones ainsi qu'un tableau de comparaison des données avec les suivis précédents.

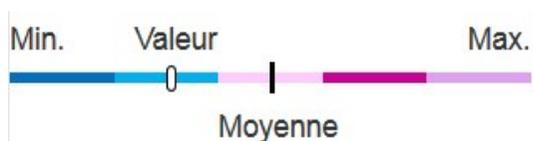


Figure 9 : Légende du curseur imagé associé à chaque paramètre détaillé. Comparaison aux valeurs minimale, moyenne et maximale calculées sur l'ensemble des stations d'une région. Chaque couleur correspond à un cinquième de l'étendue des valeurs observées pour le paramètre concerné.

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). **248 capteurs de température** (131 capteurs RECOR et 107 capteurs TEMPO) sont en cours d'enregistrement de données entre 3 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), les capteurs permanents mesurant la température de fond sont encore rares (www.tmednet.org) et aucun réseau de mesure dense n'existait sur le littoral méditerranéen français avant la mise en place de [CALOR](#).

IV.B. Matériel utilisé

Les enregistreurs de température **HOBO Water Temp Pro v2** sont étanches jusqu'à 120 mètres et immergeables. 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 °C sur une large échelle de mesure (-20 °C à +50°C dans l'eau) et une mémoire non volatile (conserve les données en cas de pile usée). Ce matériel permet ainsi de garantir la collecte des données dans les meilleures conditions, notamment de précision de fiabilité et de durée de vie.

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



Figure 10 : Etiquette mise en place sur les capteurs de température posés en 2024

V. Suivi de la fonction écologique habitat par ADN environnemental

V.A. Contexte

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, tyrrhéniennes 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**, situés 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 publié 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) (Boulangier et al., 2021) et permet d'améliorer le suivi d'espèces rares ou discrètes, et le suivi d'espèces cibles.



Figure 11 : Gobius kolombatovici dans un récif coralligène ©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 Coralligène.

Pour l'année 2024, cinq sites de surveillance de coralligène ont été échantillonnés par ADNe sur la région Occitanie et l'ouest de la région Sud. Ils sont indiqués sur la carte suivante.

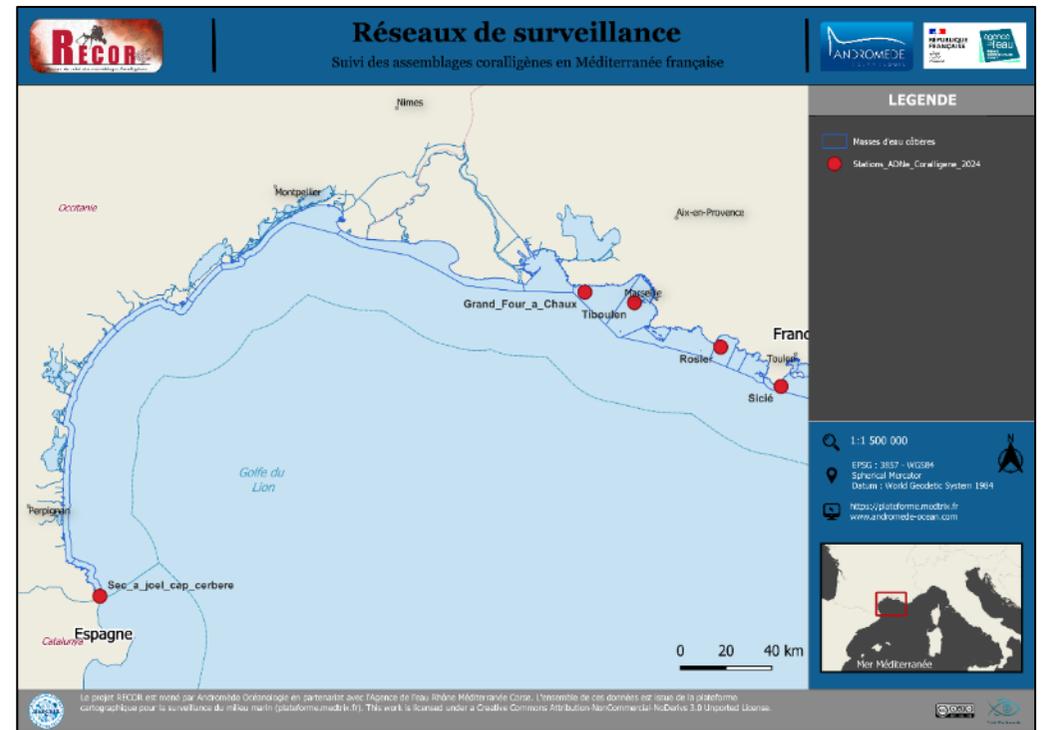


Figure 12 : Localisation des sites RECOR échantillonnés par ADNe en 2024.

V.C. Méthodologie

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

V.C.1. 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 (par exemple



Cantera *et al.* 2019 ; Bessey *et al.* 2020 ; Lyet *et al.* 2021 ; Macher *et al.* 2021). 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 cm²) 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 crépine, 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 sont utilisés (soit deux échantillons par site)**.

V.C.2. 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.*, 2023¹).

¹ 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. [Disponible ici](#)



Figure 13 : Pompe étanche conçue par Andromède Océanologie et l'Université de Montpellier.

V.C.3. 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 élasmobranches), 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 échantillons 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 chaque année 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 (Mouillot 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 :

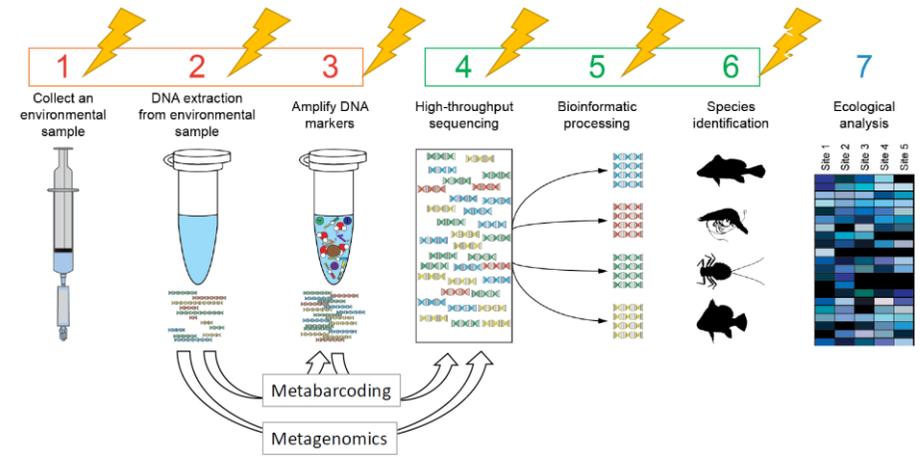


Figure 14 : Schéma récapitulatif de la chaîne de traitement des échantillons d'ADN.

V.C.4. 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 1 : 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
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.

V.C.5. 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.

-  Des **cartes de krigeage** des indicateurs.

Les indicateurs calculés donnent une valeur (par exemple de richesse spécifique) pour des sites ponctuels le long du littoral méditerranéen français. Afin d'obtenir une cartographie de ces indicateurs, il faut procéder à une interpolation de ces données dans l'espace. Pour établir ces cartes, nous utilisons une méthode de géostatistique répandue, le krigeage (R package automap), avec prise en compte de la corrélation entre l'indicateur d'intérêt, l'habitat et la profondeur.

VI. Résultats

Dans le cadre du marché de la surveillance, la campagne RECOR de l'année 2024 a été menée en région Occitanie et en région PACA Ouest sur 16 sites (=23 stations). Ce présent rapport détaille une fiche par masse d'eau comprenant la description de la (des) station(s) RECOR échantillonnée(s) en 2012, 2015, 2018, 2021 et actualisée(s) par les données 2024. Les résultats des campagnes précédentes sont consultables dans les rapports dédiés, téléchargeables sur la MEDTRIX (https://medtrix.fr/portfolio_page/recor/).

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

MASSE D'EAU FRDC01 :

FRONTIERE ESPAGNOLE – RACOU
PLAGE

La masse d'eau FRDC01 comprend deux sites RECOR : **Sec à Joel – Cap Cerbère** (site prioritaire échantillonné en 2024) et **Cap Béar** (site secondaire non suivi en 2024).



VI.A. Site « Sec à Joël – Cap Cerbère »

VI.A.1. Présentation du site

Le site **Sec à Joël**, situé dans la masse d'eau FRDC01, a été échantillonné entre 32 et 35 m au niveau de deux stations : une série (station N°2) au nord du piquet à -32/33 m en 2012, 2016, 2018 et 2021, et une **série (station N°3) autour du piquet sud** à -34/35 m en 2012, 2016, 2018, 2021 et 2024. Les stations sont localisées dans une zone de succession de tombants à l'intérieur d'un canyon de sable.

En 2024, les plongeurs ont observé comme espèces de fond une **murène** (*Muraena helena*) et un **gorgonocéphale** (*Astrospartus mediterraneus*).

Caractéristiques du site	
Nom du site	Sec_a_joel_cap_cerbere
Coordonnées (L93)	Latitude
	Longitude
Piquet:	42 26,490 3 10,869
Profondeur du piquet (m)	33
Date d'échantillonnage	08/06/2024
Profondeur des stations (m)	Sec_a_joel_cap_cerbere_35_3
Remarques sur les stations	Station localisée au Sud du canyon de sable (orienté Est - Ouest) autour du piquet dans un premier temps puis sur le petit massif en contre bas vers l'ouest. Etude des nécroses des gorgones réalisée sur le massif autour du piquet et étude de la taille effectuée au pied du piquet. Sur le dessus (à -32,7), présence d'une grande gorgone rouge <i>Paramuricea clavata</i> de 70 cm avec tout autour des gorgones blanches <i>Eunicella singularis</i> . Photogrammétrie non réalisée pour raisons techniques.
Capteur(s) de température	
Date de pose	08/06/2024
Heure de lancement	20h00
N° capteur	10827976
Profondeur du capteur (m)	33
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur sur le piquet

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**.

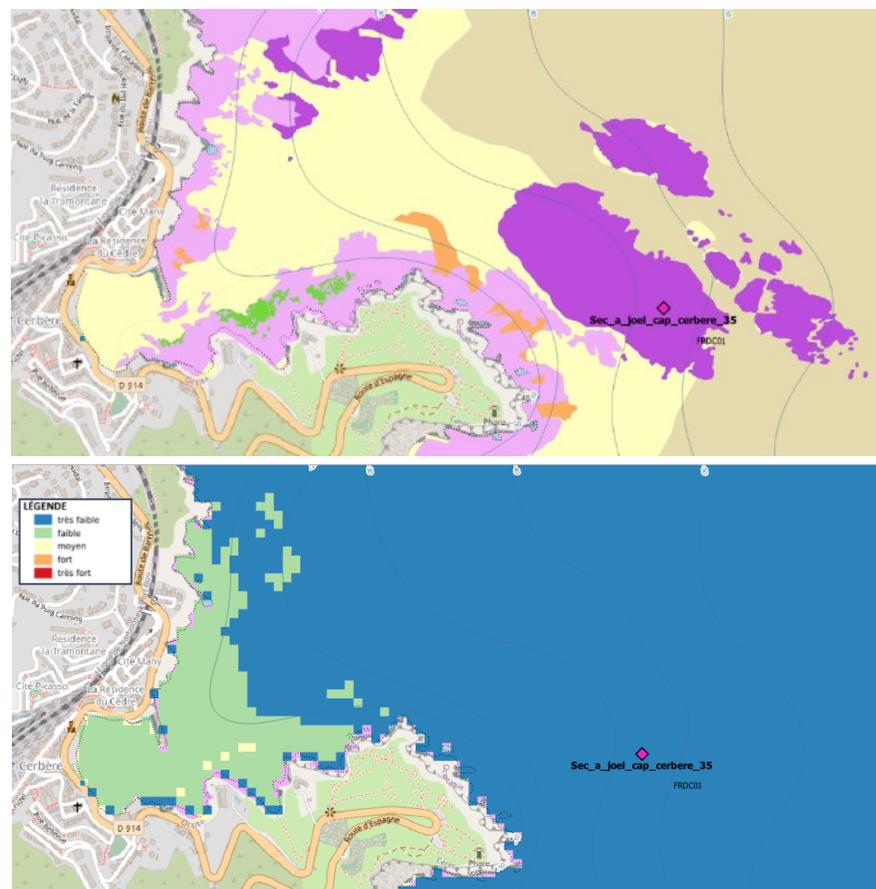


Figure 15 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr/>).

VI.A.2. Photographies du site

La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

Les modèles ont été réalisés en 2018 et 2021 sur le petit massif situé à -34 m en contrebas du massif principal. **En 2024, la photogrammétrie n'a pu être réalisée en raison d'une trop faible visibilité (<2m) et une turbidité forte.**

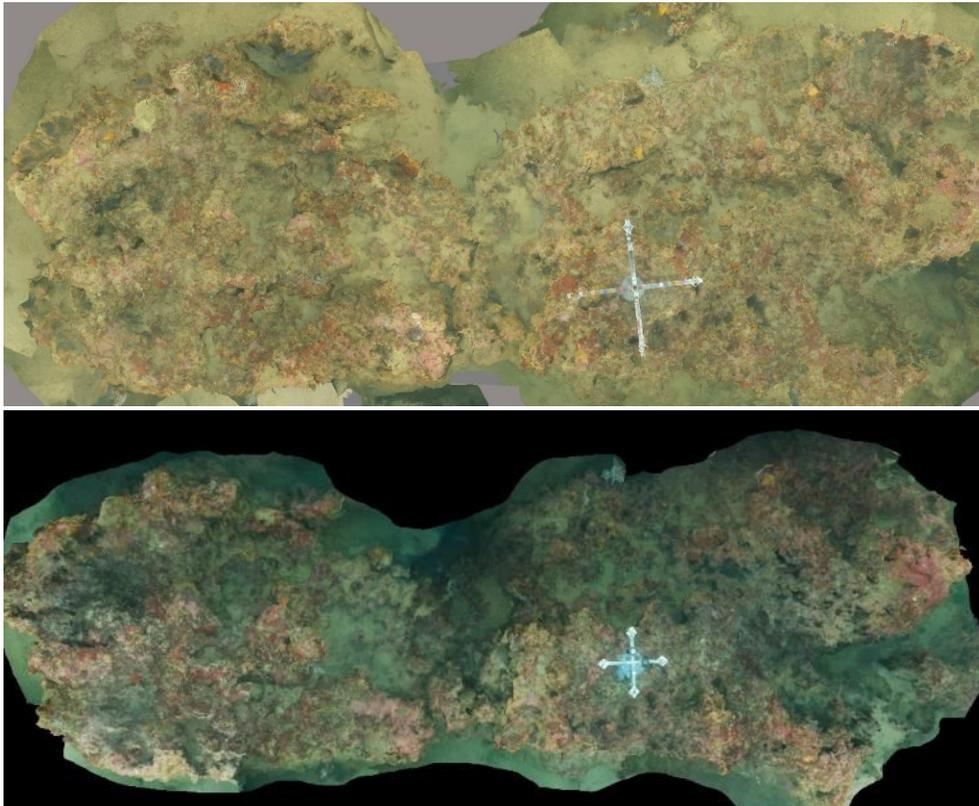


Figure 16 : Vues globales de dessus du site Sec à Joel reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2018 (en haut) et en 2021 (en bas).

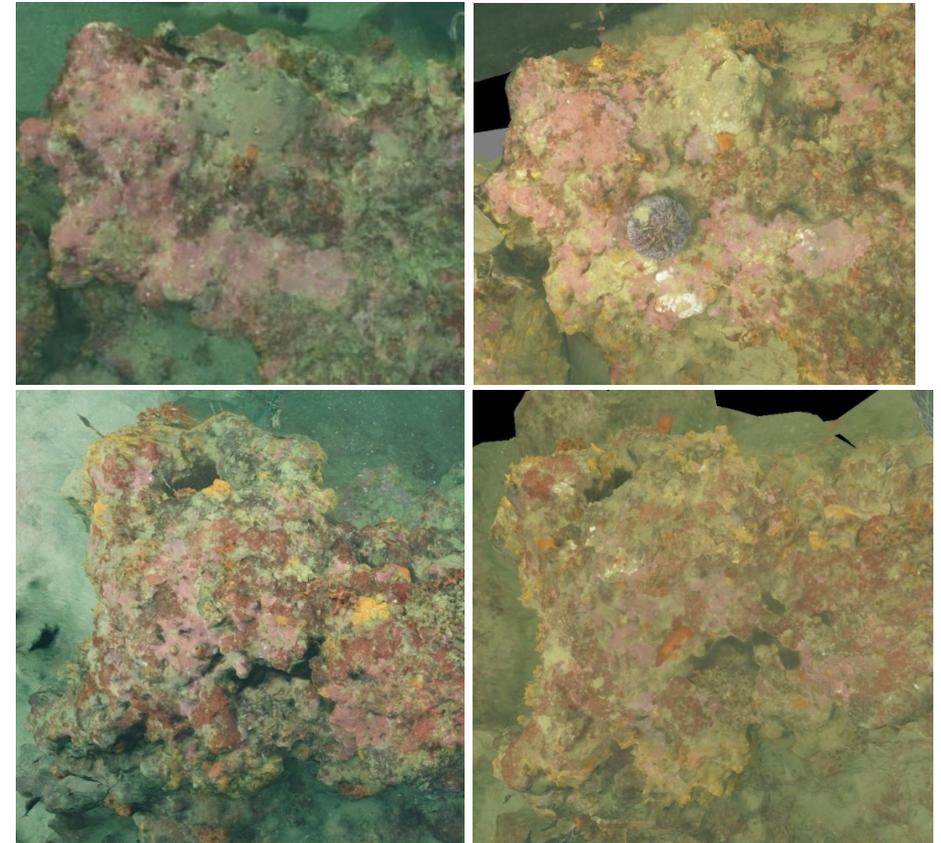


Figure 17 : Vues zoomées du site Sec à Joel reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2018 (à gauche) et en 2021 (à droite).



VI.A.1. Description générale du site

Description générale						
Type physiologique	<input type="checkbox"/> Paroi	<input checked="" type="checkbox"/> Massif	<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Structures particulières	Succession de massifs dans le canyon.					
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : <u>Sec a joel cap cerbere 35_3</u>			Profondeur (m) : 0		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	40	50	10	40	50	10
Typologie / profondeur (m)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : <u>Sec a joel cap cerbere 35_3</u>			Profondeur (m) : 0		
	Nature :		Hauteur (cm) :		Nature :	
	Gorgones blanches <i>Eunicella singularis</i>		30			
	Strate moyenne		Bryozoaires érigés, Anémones encroûtante jaunes (<i>Parazoanthus axinellae</i>)		20	
	Strate basse		Corallines et peyssonelliacées		10	
Orientation						
Géographique	Nord					
Par rapport au courant	Est					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	31	35	<i>Halimeda tuna</i>			
<i>Paramuricea clavata</i>	31	33	<i>Flabellia petiolata</i>			
<i>Eunicella singularis</i>	31	35	Algues filamenteuses			
			Autres : ...			
Impacts anthropiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Macro-déchets	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :						
Température de l'eau (°C)	16					
Inclinaison						
Visibilité (m)	2					
Profondeur thermocline	19					
Espèces particulières	Murène (<i>Muraena helena</i>), gorgonocéphale (<i>Astrospartus mediterraneus</i>)					
Démographie des espèces érigées						
Date d'échantillonnage	08/06/2024					
Quadrat de 2m ² (structure en taille et densité des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC)	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES)	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC)	<input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)		
Profondeur (m)	33					
30 quadrat de 50x50 cm (Nécrose des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC)	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES)	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC)	<input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)		
Profondeur moyenne (m)	33					

VI.A.2. Analyse des quadrats photographiques

VI.A.2.a. Sec à Joel, -35 m (2024)

Sur la station à -35 m, les quadrats sont couverts à **50,1% par des organismes vivants** (valeur inférieure à la moyenne régionale, -13 %) et à **38,8 % par du sédiment**.

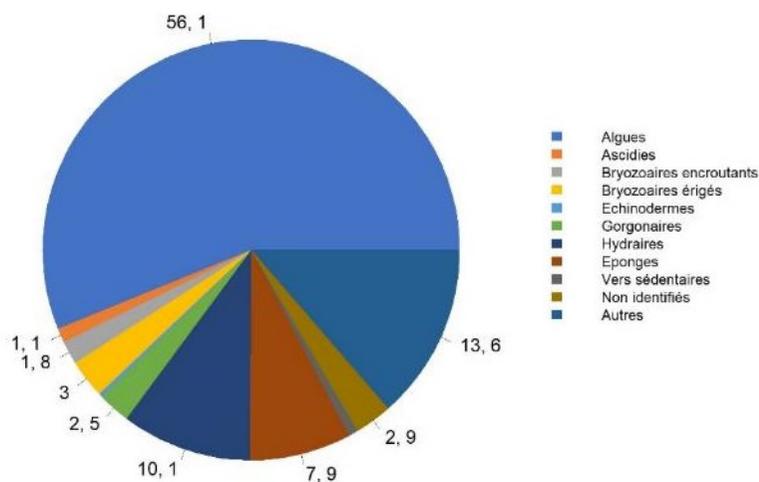


Diagramme de répartition des principaux taxons parmi les organismes vivants (%)
Sec a joel cap cerbere 2, 35 mètres (2024)

Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les algues (56,1 % des organismes vivants) avec **les algues rouges majoritairement** (55,1 % total, 1,77 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées). Elles sont représentées par les corallinacées de type encroûtant avec principalement *Mesophyllum sp.* (13,9 %) (pas de *Lithophyllum sp.* observé à ce suivi), et par les **peyssonneliacées principalement de type encroûtant** (32,6 %). **Les algues rouges encroûtantes constituent la strate basse du coralligène.**

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -35 m les **hydriaires** (10,1 % du vivant) sont les éléments les plus importants de la faune devant les **éponges** (7,8 %) principalement **encroûtantes** (6,7 % du vivant - *Cliona sp.* principalement).

Les **bryozoaires érigés** (3 % du vivant, principalement *Myriapora truncata* et *Pentapora fascialis*) **forment la strate moyenne du coralligène** avec les **zoanthaires** (10,1% du vivant, formés par les anémones encroûtantes jaunes *Parazoanthus axinellae*).

Les autres groupes du vivant représentés sur cette station sont les **gorgones** (2,5 % - *Eunicella singularis*) qui constituent la strate haute, ainsi que les **bryozoaires encroûtants** (1,8 %) et les **ascidies** (1,1 % du vivant - *Diplosoma listerianum*, *Halocynthia papillosa*).

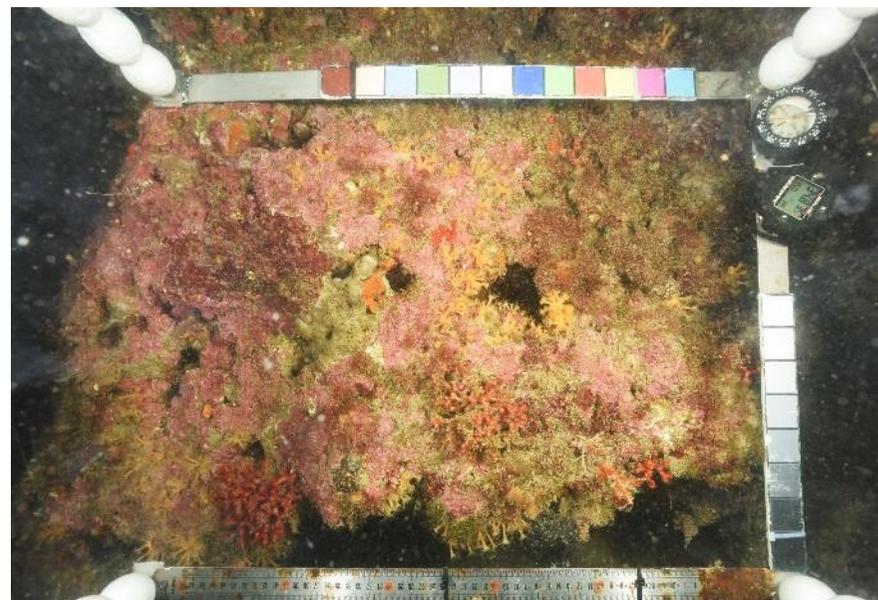


Figure 18 : Site Sec à Joel (2024). Les algues rouges encroûtantes constituent la strate basse du coralligène et les bryozoaires érigés (*Myriapora truncata*) & anémones encroûtantes (*Parazoanthus axinella*) la strate moyenne.



VI.A.3. Photographies des quadrats



Figure 19 : Site Sec à Joel – Quadrats photographiques à -35 m (2024).

VI.A.4. Analyse comparative des quadrats

Tableau 2 : Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau côtière	FRDC01	FRDC01	FRDC01	FRDC01	FRDC01	
Site	Sec a joel cap cerbere 3					
Profondeur	36	36	36	36	36	
Année	2012	2016	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	46.28	42.4	45.83	46.31	50.11	11.97 - 38.52 - 52.6
% recouvrement par le non vivant	53.72	57.6	54.17	53.69	49.89	47.4 - 61.48 - 88.03
% recouvrement par le sédiment	41.33	51.46	45.26	42.21	38.78	38.78 - 53.08 - 86.84
% recouvrement par les débris biologiques	0.06	0.21	0.42	0.37	1.67	0 - 0.73 - 4.81
% recouvrement par les cavités	11.37	5.89	8.23	10.49	6.44	0.24 - 6.36 - 12.19
% recouvrement par les macrodéchets	0.08	0.05	0	0	0	0 - 0.05 - 0.57
CAI	0.75	0.68	0.71	0.8	0.64	0.08 - 0.56 - 0.85
% recouvrement par les bryozoaires totaux	4.39	4.53	4.06	4.97	2.39	0 - 3.06 - 8.72
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	33.22	31.09	32.86	38.11	26.89	1.13 - 23.32 - 42.36
Indice de Simpson	0.83	0.83	0.85	0.75	0.83	0.35 - 0.78 - 0.91
Indice de Shannon	2.49	2.33	2.37	2.02	2.22	0.98 - 2.21 - 2.78
% Nécroses parmi le vivant	0.85	0.61	0.11	2.14	1.88	0 - 1.18 - 8.43
Indicateur de perturbation	0.73	3.44	0.57	0.13	6.43	0 - 1.2 - 6.43
% Algues filamenteuses	0.73	2.95	0.34	0	6.1	0 - 0.85 - 6.1
% Algues total	66.79	67.01	66.93	74.26	56.1	0.39 - 55.41 - 85.44
% Algues brunes	0.36	3.07	1.02	0	0.33	0 - 0.9 - 8.22
% Algues vertes	0.61	0	0	0.13	0	0 - 0.27 - 1.92
% Algues rouges	65.82	64.74	65.91	74.13	55.76	0.24 - 54.24 - 85.44
% Mesophyllum spp.	41.12	34.77	27.5	44.91	13.97	0 - 31.02 - 79.94
% Lithophyllum spp.	7.54	7.49	4.89	0.8	0	0 - 3.54 - 17.78
% Peyssonnelia sp. Érigées	9.12	4.05	11.14	7.51	0.44	0 - 2.34 - 11.14
% Peyssonnelia sp. Encroutantes	2.8	17.81	21.14	17.96	32.59	0 - 11.54 - 32.59
% Eponges	8.88	6.76	7.95	3.62	7.87	3.62 - 17.16 - 59
% Eponges massives	0	0.74	0.57	0.54	1.11	0 - 3.42 - 22.28
% Eponges encroutantes	8.88	6.02	7.39	3.08	6.76	2.38 - 13.75 - 51.34
% Axinella sp.	0	0.25	0	0.13	0.33	0 - 0.21 - 0.99
% Cliona spp.	6.33	2.83	3.07	2.28	1.11	0 - 5.59 - 17.83
% Gorgones	1.95	0.61	1.25	0.94	2.55	0 - 4.46 - 44.31
% Gorgones rouges	0.12	0	0	0	0	0 - 0.19 - 2.93
% Gorgones jaunes	0	0	0	0	0	0 - 0 - 0
% Corail rouge	0.24	0	0	0.13	0.22	0 - 0.12 - 1.73
% Bryozoaires encroutants	3.77	5.16	2.73	3.22	1.77	0 - 3.08 - 14.53
% Bryozoaires érigés	5.72	5.53	6.14	7.51	2.99	0 - 5.03 - 24.22



L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2016, 2018, 2021 et 2024 sur la station à -35 m montre que les **pourcentages de couverture par les organismes vivants sont élevés** comparés aux autres stations de la région Occitanie. Ils sont assez **stables** au cours du temps.

Le **pourcentage de sédimentation est inférieur à la moyenne régionale** comparé aux autres stations de la région. En 2018-2024 on note un pourcentage de sédimentation qui diminue pour revenir aux valeurs observées en 2012 : il continue de baisser légèrement en 2024.

L'**indicateur de perturbation** était très faible jusqu'en 2021. En 2024, celui-ci augmente fortement en raison d'algues filamenteuses. On observe en 2024 une **nette augmentation des débris biologiques** sur ce site.

La **biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, est moyenne** en comparaison des autres stations de la région et augmente en 2024.

En 2024 le **pourcentage de nécroses parmi le vivant est supérieur à la moyenne régionale** à -35 m ; il diminue très légèrement par rapport au précédent suivi.

Les valeurs du CAI indiquent un **état écologique bon** (2016 et 2024) à **très bon** (2012, 2018 et 2021). En 2024 et en 2016, les bioconstructeurs principaux présentent un plus faible recouvrement qu'aux autres suivis. En 2024 on observe également une **baisse du recouvrement par les bryozoaires totaux**. Ces pourcentages de recouvrement inférieurs en 2024 expliquent la baisse du CAI.

La stratification et l'anfractuosité n'avaient pas varié entre 2012 et 2018 : strate basse formée par les algues rouges encroûtantes, strate moyenne par les bryozoaires et les gorgones blanches, et strate haute formée par les gorgones rouges. En 2021 et 2024 on observe toujours une strate basse formée par les algues rouges encroûtantes, une strate moyenne par les bryozoaires érigés et les anémones encroûtantes, et une strate haute formée par les hydraires et les gorgones blanches (pas de gorgones rouges observées dans les quadrats depuis 2021).

Le cortège d'espèces dominantes en termes de recouvrement et la proportion relative des différents taxons identifiés sont assez similaires. Les différences relevées en 2024 concernent : une **baisse de l'abondance relative des *Mesophyllum sp.* et *Lithophyllum sp.* au profit des Peyssonneliacées encroûtantes** et un **développement des hydraires** qui sont parmi les éléments de la faune les plus importants. Des colonies de **corail rouge** sont toujours présentes sur le site.

VI.A.5. Suivi de la fonction écologique habitat par ADN

En 2024, ce site coralligène a fait l'objet de prélèvements ADN. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 3 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPELEMENTS DE POISSONS PAR ADN	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Sec_a_joel_cap_cerbere
Date	08/06/2024
Heure	17h24
Latitude :	42 26.490
Longitude :	03 10.869
Habitat	<input checked="" type="checkbox"/> Coralligène <input type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	35
Espèces remarquables	Gorgonocéphales
Perturbations observées	
Température de l'eau (°C)	
Nom des plongeurs	Agathe Blandin et Thomas Bockel
Caractéristiques prélèvements ADN	
Profondeur ADN (m)	33
Durée filtration	30 min
Type filtre ADN	0.2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADN	
Nom pompe	
Pompe 2	Pompe 1
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2402018	SPY2401957
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2
<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile	<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile
<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée	<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée
<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface	<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Sur le site Sec à Joël Cap Cerbère, l'équipe de terrain a observé de nombreux poissons lune (*Mola mola*) en surface sur cette masse d'eau. Cette espèce se retrouve sur les détections ADNe sur ce site. Un total de **60 espèces** ont été recensées par ADNe en 2024, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Liste d'espèces

Famille	Genre	Espec
Apogonidae	<i>Apogon</i>	<i>imberbis</i>
Belonidae	<i>Belone</i>	<i>belone</i>
Blenniidae	<i>Aidablennius</i>	<i>sphinx</i>
Blenniidae	<i>Blennius</i>	<i>ocellaris</i>
Blenniidae	<i>Parablennius</i>	<i>rouxi</i>
Blenniidae	<i>Parablennius</i>	<i>gattorugine</i>
Bothidae	<i>Arnoglossus</i>	<i>laterna</i>
Carangidae	<i>Seriola</i>	<i>dumerili</i>
Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>
Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>
Congridae	<i>Conger</i>	<i>conger</i>
Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasicolus</i>
Gobiesocidae	<i>Lepadogaster</i>	<i>candolii</i>
Gobiidae	<i>Aphia</i>	<i>minuta</i>
Gobiidae	<i>Buenia</i>	<i>affinis</i>
Gobiidae	<i>Crystallogobius</i>	<i>linearis</i>
Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>xanthocephalus</i>
Gobiidae	<i>Lebetus</i>	<i>guilleti</i>
Gobiidae	<i>Lesueurigobius</i>	<i>suerii</i>
Gobiidae	<i>Odondebuena</i>	<i>balearica</i>
Gobiidae	<i>Pseudaphya</i>	<i>ferreri</i>
Gobiidae	<i>Speleogobius</i>	<i>trigloides</i>
Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>
Labridae	<i>Ctenolabrus</i>	<i>rupestris</i>
Labridae	<i>Labrus</i>	<i>mixtus</i>
Molidae	<i>Mola</i>	<i>mola</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>

Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>
Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>
Rajidae	<i>Raja</i>	<i>undulata</i>
Rajidae	<i>Raja</i>	<i>brachyura</i>
Sciaenidae	<i>Sciaena</i>	<i>umbra</i>
Scombridae	<i>Sarda</i>	<i>sarda</i>
Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>scombrus</i>
Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>colias</i>
Scombridae	<i>Thunnus</i>	<i>thynnus</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>scrofa</i>
Scyliorhinidae	<i>Scyliorhinus</i>	<i>canicula</i>
Serranidae	<i>Anthias</i>	<i>anthias</i>
Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>marginatus</i>
Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>scriba</i>
Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>
Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>cervinus</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>puntazzo</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>
Sparidae	<i>Oblada</i>	<i>melanura</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>acarne</i>
Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>
Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>
Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>viridensis</i>
Trachinidae	<i>Trachinus</i>	<i>draco</i>
Tripterygiidae	<i>Tripterygion</i>	<i>delaisi</i>
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus</i>	<i>scaber</i>



Valeurs des indicateurs

L'ensemble des indicateurs calculés en 2024 (à l'exception de l'indicateur thermique et de l'indicateur non indigène) ont des valeurs supérieures ou égales aux valeurs de 2021. Ce site présente un indicateur UICN particulièrement élevé, dû à la présence des espèces suivantes : **Mérou brun** (*E. marginatus*), **poisson lune** (*M. Mola*) et **raie brunette** (*R. undulatta*).

Tableau 5 : Comparaison régionale des indicateurs

Région	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Code masse d'eau	FRDC01	FRDC01	
Site	Sec a joel cap cerbere	Sec a joel cap cerbere	
Année	2021	2024	
Habitat	Coralligène	Coralligène	
Richesse spécifique	42	60	31 70 45.44
Diversité fonctionnelle	12	12	9 14 12.22
Indicateur LRFI	29	41	21 44 31.44
Indicateur Cryptobenthique	9	16	3 21 10.11
Indicateur thermique	18.49	18.39	17.62 18.77 18.2
Indicateur non indigène	0	0	0 0 0
Indicateur UICN	3	4	0 5 1.89
Ratio démerso-pélagique/benthique	0.54	0.65	0.43 0.85 0.66

Démographie des espèces érigées

Sur le site, les **gorgones blanches** *Eunicella singularis* et les **gorgones rouges** *Paramuricea clavata* ont été échantillonnées en 2012 et 2018 à **-35 m**, et en 2021 et 2024 à **-33 m**.

VI.A.5.a. . Nécroses des peuplements

L'état de santé des colonies de gorgones rouges *Paramuricea clavata* se dégrade entre 2012 et 2021 avec une diminution du nombre de colonies saines mais **leur état semble s'améliorer entre 2021 et 2024** puisque tous les individus sont sains (le nombre d'individus échantillonnés reste inférieur à 10).

Même si en 2018 on observait 20 % de colonies mortes (totalement nécrosées) pour les gorgones blanches *Eunicella singularis*, **l'état des colonies semble s'améliorer** : en 2021, 75 % de colonies saines, un taux nettement amélioré par rapport à 2012 et à 2018, tandis qu'en 2024 ce sont 89 % des colonies qui ne présentent aucune nécrose. Les nécroses sont **anciennes** (et certaines récentes en 2024) et surtout **localisées**.

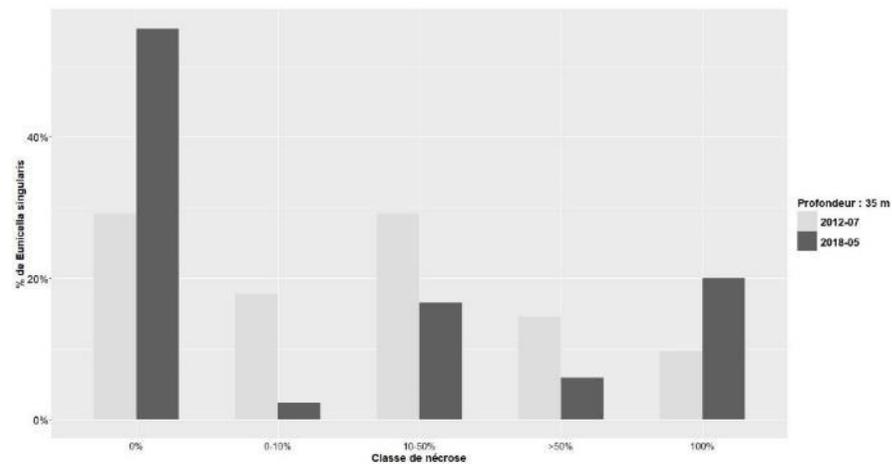
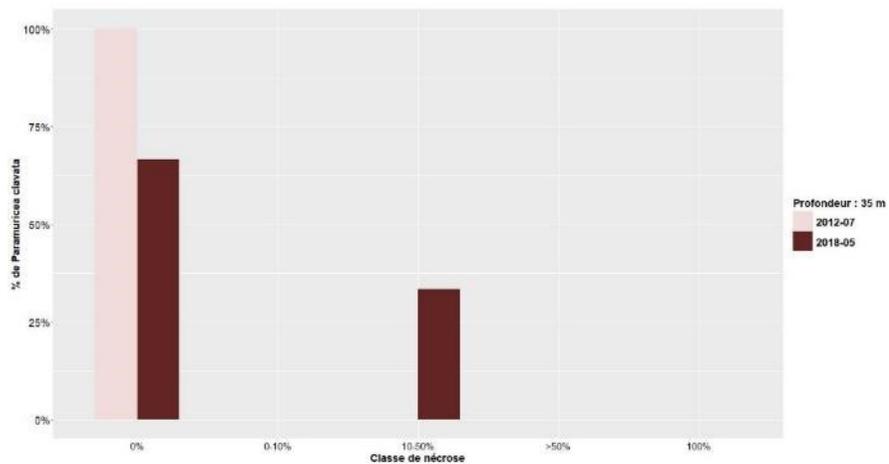
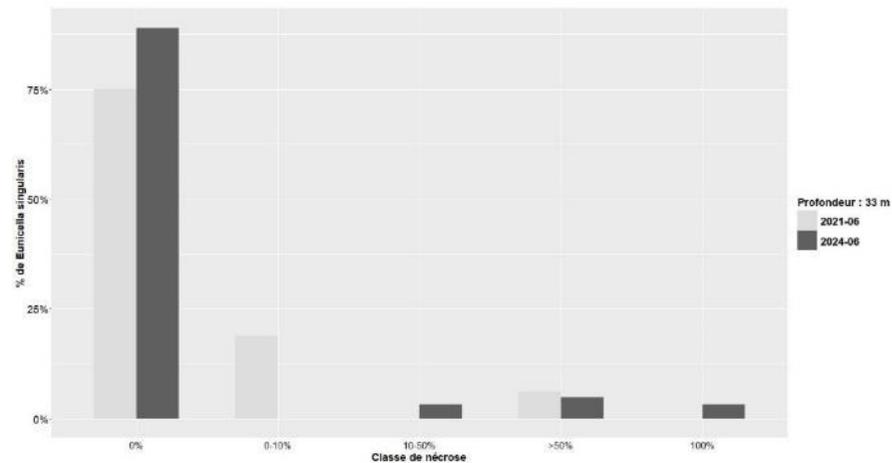
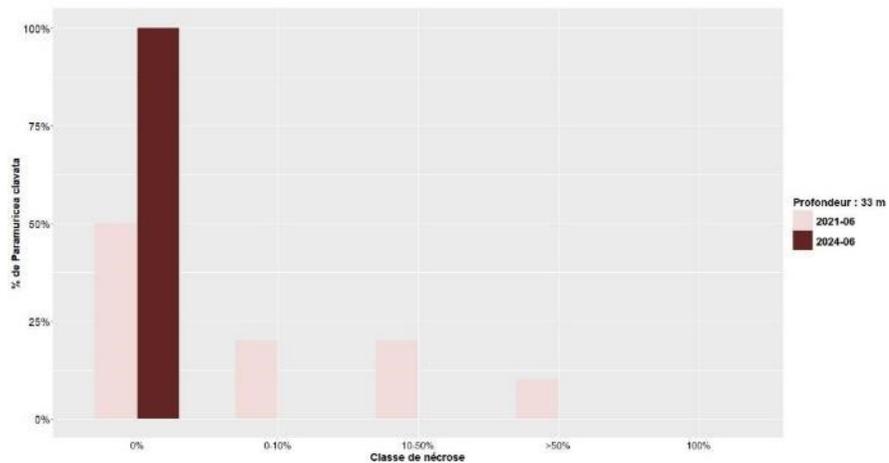


Figure 20 : Site Sec à Joel. Nécroses des peuplements de gorgones rouges *Paramuricea clavata* à -33m (en haut) et -35m (en bas).

Figure 21 : Site Sec à Joel. Nécroses des peuplements de gorgones blanches *Eunicella singularis* à -33m (en haut) et -35m (en bas).



Tableau 6 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones rouges *Paramuricea clavata* à l'échelle régionale.

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC01	FRDC01	FRDC01	FRDC01	
Site	Sec a joel cap cerbere				
Profondeur	35	35	33	33	
Année	2012	2018	2021	2024	
Espèce	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	
% nécrose:0	100	66.67	50	100	0 100 64.72
% nécrose:1-10	NA	NA	20	NA	0 95.24 18.13
% nécrose:11-50	NA	33.33	20	NA	0 33.33 10.68
% nécrose:51-99	NA	NA	10	NA	0 14.52 3.59
% nécrose:100	NA	NA	NA	NA	0 20 2.88
% nécroses anciennes	NA	100	100	NA	0 100 73.18
% nécroses récentes	NA	NA	NA	NA	0 60 10.15
% nécroses diffuses	NA	NA	NA	NA	0 27.27 4.19
% nécroses localisées	NA	100	100	NA	0 100 70.81
Nombre total	3	6	10	8	2 202 53.46

Tableau 7 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones blanches *Eunicella singularis* à l'échelle régionale.

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC01	FRDC01	FRDC01	FRDC01	
Site	Sec a joel cap cerbere				
Profondeur	35	35	33	33	
Année	2012	2018	2021	2024	
Espèce	Eunicella singularis	Eunicella singularis	Eunicella singularis	Eunicella singularis	
% nécrose:0	29.03	55.29	75	88.89	0 100 64.72
% nécrose:1-10	17.74	2.35	18.75	NA	0 95.24 18.13
% nécrose:11-50	29.03	16.47	NA	3.17	0 33.33 10.68
% nécrose:51-99	14.52	5.88	6.25	4.76	0 14.52 3.59
% nécrose:100	9.68	20	NA	3.17	0 20 2.88
% nécroses anciennes	75	100	100	71.43	0 100 73.18
% nécroses récentes	25	NA	NA	28.57	0 60 10.15
% nécroses diffuses	27.27	NA	NA	20	0 27.27 4.19
% nécroses localisées	72.73	100	100	80	0 100 70.81
Nombre total	62	85	48	63	2 202 53.46

VI.A.5.b. Structure en taille

Alors que peu de petites colonies (<10 cm) de gorgones blanches étaient présentes jusqu'en 2021, on relève une légère augmentation de leur nombre en 2024 (33 %), signe d'un possible recrutement. Cependant, elles restent majoritairement (67 %) de **taille moyenne** (taille maximale = 24 cm en 2024).

Tableau 8 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones blanches Eunicella singularis à l'échelle régionale.

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC01	FRDC01	FRDC01	FRDC01	
Site	Sec a joel cap cerbere				
Profondeur	35	35	33	33	
Année	2012	2018	2021	2024	
Espèce	Eunicella singularis	Eunicella singularis	Eunicella singularis	Eunicella singularis	
nb petits	NA	5	1	4	
% petits	NA	15.63	5.88	33.33	
nb moyens	13	27	16	8	
% moyens	100	84.38	94.12	66.67	
nb grands	NA	NA	NA	NA	
% grands	NA	NA	NA	NA	
Nombre total	13	32	17	12	
Taille max (cm)	40	30	26	24	

Peu de gorgones rouges sont échantillonnées dans le quadrat de 2 m² (1 à 4 selon les suivis). En 2024, toutes les classes de taille sont représentées (petite, moyenne, grande) et la taille maximale est de 70 cm pour les gorgones rouges.

Tableau 9 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones rouges Paramuricea clavata à l'échelle régionale.

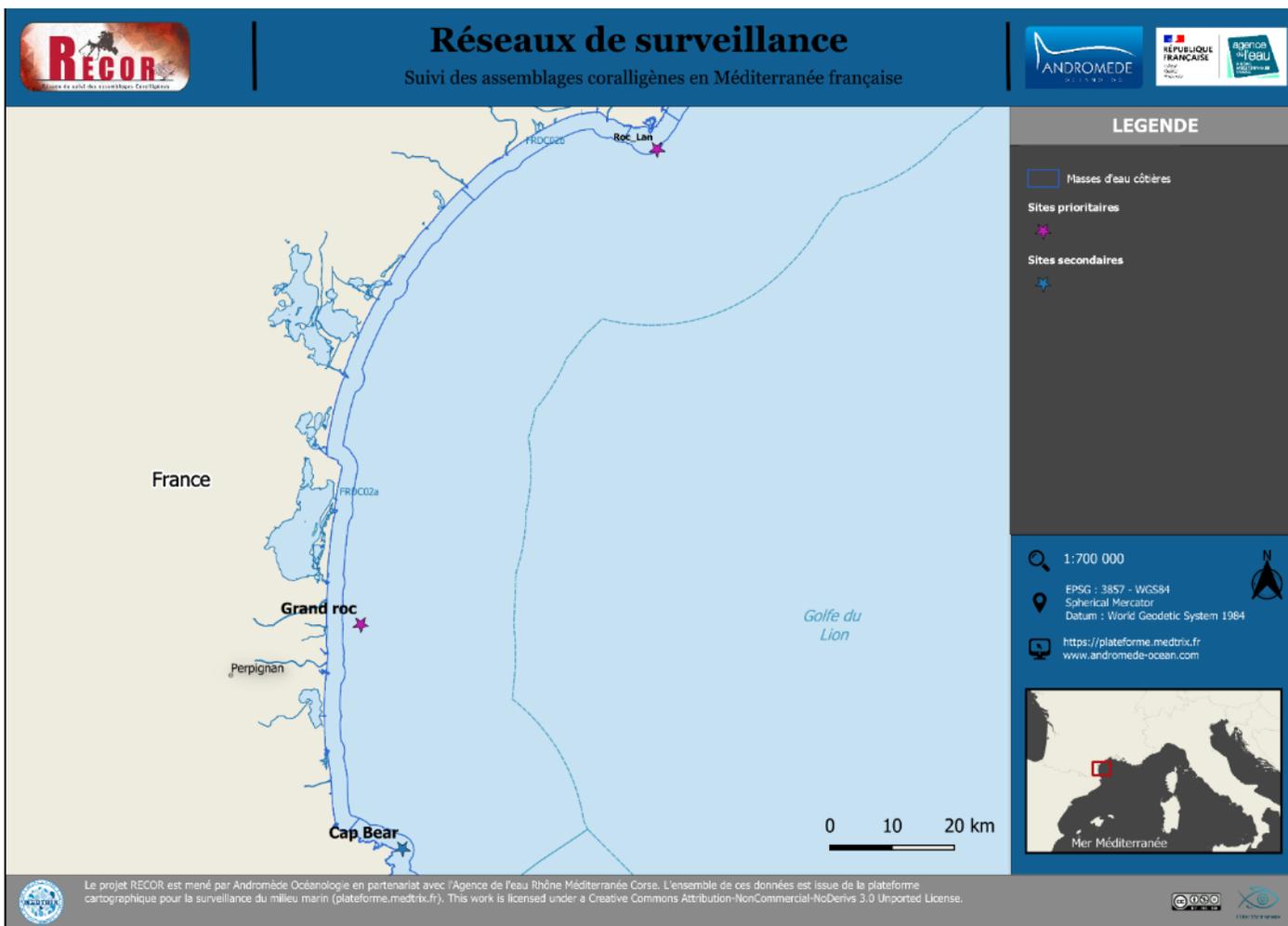
Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC01	FRDC01	FRDC01	
Site	Sec a joel cap cerbere	Sec a joel cap cerbere	Sec a joel cap cerbere	
Profondeur	35	33	33	
Année	2018	2021	2024	
Espèce	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	
nb petits	NA	NA	1	
% petits	NA	NA	25	
nb moyens	4	NA	2	
% moyens	100	NA	50	
nb grands	NA	1	1	
% grands	NA	100	25	
Nombre total	4	1	4	
Taille max (cm)	45	68	70	



MASSE D'EAU FRDC02a :

RACOU PLAGE – EMBOUCHURE DE L'AUDE

La masse d'eau FRDC02a comprend un site RECOR : **Grand Roc**.



VI.B. Site « Grand Roc »

VI.B.1. Présentation du site

Le site **Grand Roc**, situé dans la masse d'eau FRDC02a, a été échantillonné à - 32 m en 2012, 2016, 2018 et 2021. Le site est formé d'une succession de massifs à coralligène. La station, orientée Nord, se localise sur un plateau à coralligène.

En 2024, les plongeurs ont observé comme espèces de fond une **grande rascasse** (*Scorpaena scrofa*). Des **poissons lune** (*Mola mola*) ont été vus en surface. Le capteur de température a été retrouvé et changé :

Caractéristiques du site	
Nom du site	Grand roc
Coordonnées (L93)	Latitude : Longitude :
Piquet:	42 45,215 3 05,258
Profondeur du piquet (m)	31
Date d'échantillonnage	10/06/2024
Profondeur des stations (m)	Grand_roc_32
Remarques sur les stations	Succession de massifs à coralligène. La station, orientée Nord, se localise sur un plateau à coralligène. Zone de photogrammétrie à -32m. Etude nécroses des gorgones sur petit massif au Nord-Ouest du principal (près de balise PG n°2) et étude taille gorgones sur grand massif au sud-Est du massif principal (près de la balise PG n°4).
Capteur(s) de température	
Date de pose	10/06/2024
Heure de lancement	20:00
N° capteur	10710134
Profondeur du capteur (m)	30,2
Paramétrage	30 min
Description de la zone	En bordure sud-ouest du massif principal, près de la balise PG n°1

VI.B.1. Photographies du site



Figure 22 : Illustrations du site Grand Roc (2024).



Figure 23 : Capteur de température (ancien à gauche, nouveau à droite) sur le site Grand Roc.

La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

La zone de photogrammétrie se situe au même endroit que les quadrats photo. En 2024, la photogrammétrie a été réalisée à -32 m, sur une surface de 88 m². L'emprise du modèle en 2024 est supérieure à celle de 2021 (51 m²). La comparaison des modèles ne montre **pas de différence majeure** sur site Grand Roc à part une **sédimentation plus importante** en 2024 ainsi que la présence de **nombreuses holothuries**.



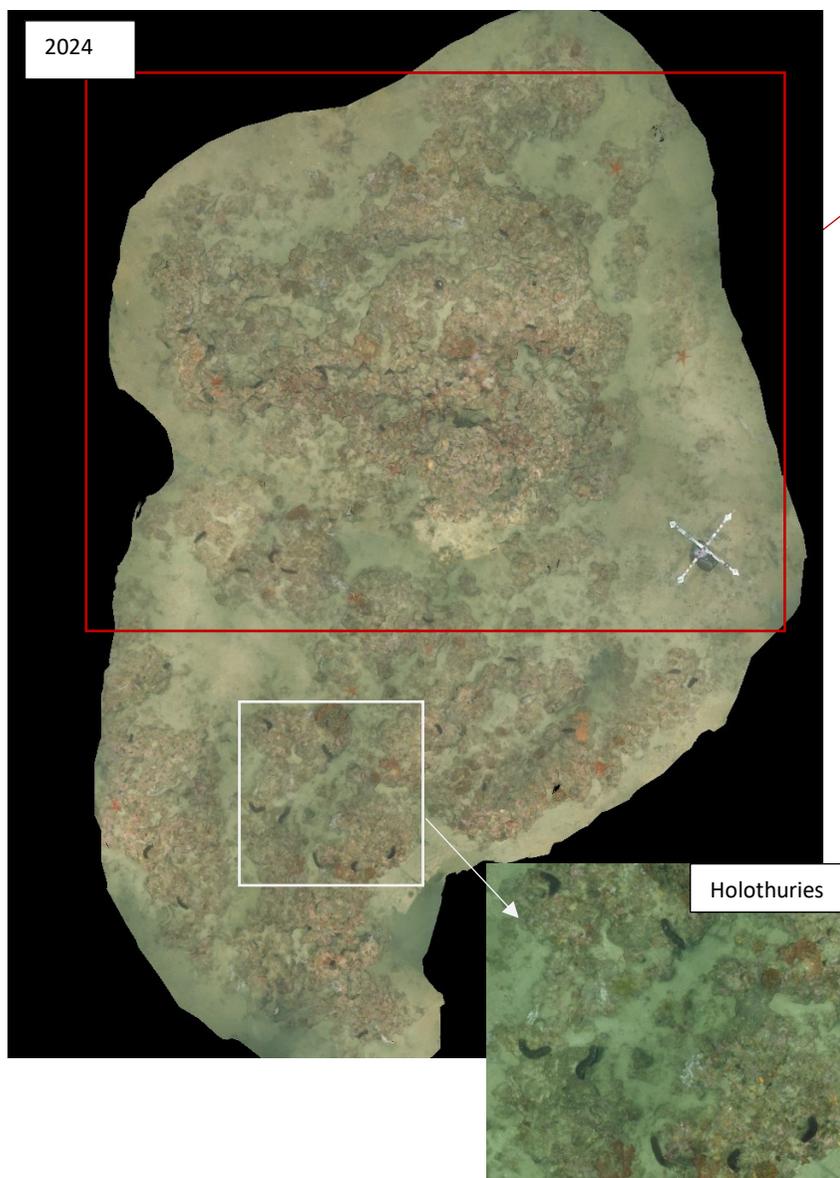


Figure 24 : Vues globales de dessus du site Grand Roc reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2024 (à gauche) et en 2021 (à droite). Le cercle rouge indique la position du capteur de température sur le modèle.

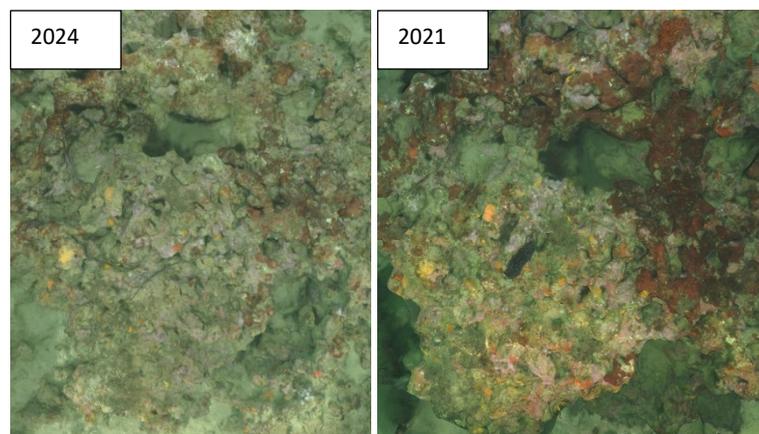


Figure 25 : La comparaison des modèles ne montre pas de différence majeure sur site Grand Roc à part une sédimentation plus importante en 2024.

VI.B.2. Description générale du site

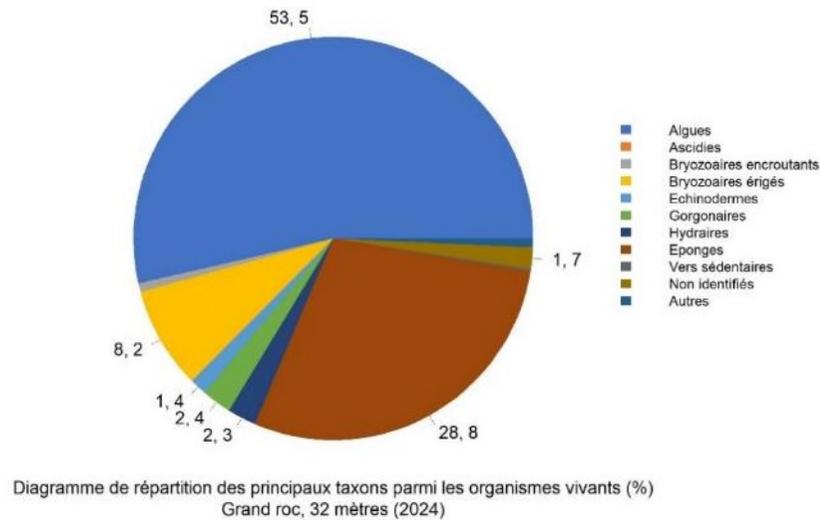
Description générale						
Type physiologique	<input type="checkbox"/> Paroi		<input checked="" type="checkbox"/> Massif		<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Structures particulières	petits massifs en plateau de 1m de haut max					
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : Grand roc 32			Profondeur (m) : 0		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	60	40				
Typologie / profondeur (m)	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5		
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : Grand roc 32			Profondeur (m) : 0		
	Nature :		Hauteur (cm) :		Nature :	
	Gorgones blanches (<i>Eunicella singularis</i>)		40			
	Strate moyenne		Bryozoaires érigés et éponges encroûtantes (<i>Pleraplysilla spinifera</i>)		10	
Strate basse		Algues rouges encroûtantes		5		
Orientation						
Géographique	Faible relief					
Par rapport au courant	Nord					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	29	31	<i>Halimeda tuna</i>			
<i>Paramuricea clavata</i>			<i>Flabellia petiolata</i>			
<i>Eunicella cavolinii</i>			Algues filamenteuses			
Autres gorgones : ...	29	31	Autres : ...			
Impacts anthropiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche		<input type="checkbox"/> Traces de mouillage		<input type="checkbox"/> Structures artificielles	
	<input type="checkbox"/> Macro-déchets		<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Remarques :						
Température de l'eau (°C)	19					
Inclinaison						
Visibilité (m)	8					
Profondeur thermocline						
Espèces particulières	Poissons lune (<i>Mola mola</i>) en surface, rascasse (<i>Scorpaena scrofa</i>), oursins <i>Spatangus purpureus</i>					
Démographie des espèces érigées						
Date d'échantillonnage	10/06/2024					
Quadrat de 2m ² (structure en taille et densité des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC)		<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES)		<input type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC) <input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)	
Profondeur (m)	31					
30 quadrat de 50x50 cm (Nécrose des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC)		<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES)		<input type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC) <input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)	
Profondeur moyenne (m)	31					



VI.B.3. Analyse des quadrats photographiques

VI.B.3.a. Grand Roc, -35 m (2024)

Sur la station à -35 m, les quadrats sont couverts à 30,6 % par des organismes vivants et à 63,7 % par du sédiment.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -35 m (53,5 % des organismes vivants) avec essentiellement les algues rouges (52,3 % total, 0,5 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées) puis les algues brunes (1,1 % - *Dictyota dichotoma*). Les **algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacées** (*Mesophyllum sp.* de type encroûtant (*M. alternans* – 22,7 %) et quelques *Lithophyllum sp.* de type encroûtant (*L. incrustans*)) et des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type encroûtant (25,2 % - *Peyssonnelia rosa-marina* et *P. polymorpha*).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -35 m le groupe dominant est celui des **éponges** (28,8 %). Elles sont représentées par des **espèces**

encroûtantes (majoritaires – 24,8 %) avec l'espèce dominante *Cliona sp.* (17,8 %). Les autres espèces rencontrées sont *Pleraplysilla spinifera* et *Spirastrella cunctatrix*.

Les éponges sont donc les éléments les plus importants de la faune devant les **bryozoaires érigés** (8,2 %, *Myriapora truncata* majoritaire) **qui constituent la strate moyenne**, puis les **gorgones** (2,4 % - *Eunicella singularis*), les **hydraires** (2,3 % - absents au suivi de 2021) et les **échinodermes** (1,4 %, majoritairement *Sphaerechinus granularis*).

Les gorgones blanches *Eunicella singularis* constituent la strate haute du coralligène.



Figure 26 : Site Grand Roc (2024). Les algues rouges encroûtantes constituent la strate basse du coralligène et les bryozoaires érigés (*Myriapora truncata*) la strate moyenne.

VI.B.4. Photographies des quadrats

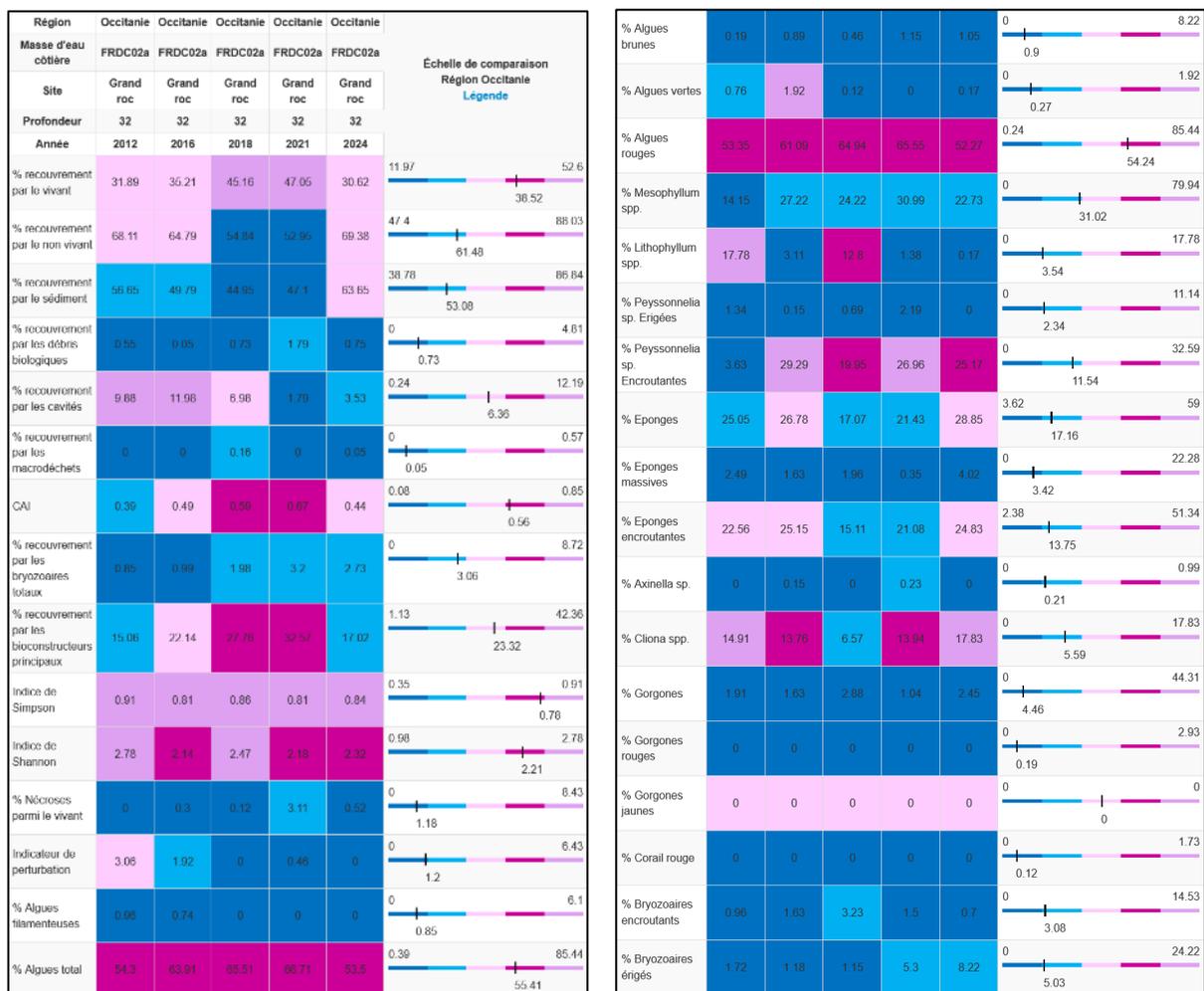


Figure 27 : Site Grand Roc– Quadrats photographiques à -32 m (2024).



VI.B.5. Analyse comparative des quadrats

Tableau 10: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).



L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2016, 2018, 2021 et 2024 sur la station à -35 m montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants augmentait au cours de suivis (2012-2021) mais chute (-17 %) en 2024**. Il passe en 2024 sous la valeur moyenne régionale.

Le pourcentage de sédimentation, relativement stable entre 2016 et 2021, **augmente en 2024 (+16 %)** ce qui explique la baisse du pourcentage de vivant.

L'indicateur de perturbation est quasi nul depuis 2018 ; il a baissé par rapport à 2016 et 2012 (présence d'algues filamenteuses et de vers *Filograna* / *Salmacina* sp à ces dates).

La biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, est supérieure à la moyenne en comparaison des autres stations de la région.

En 2024 le **pourcentage de nécroses parmi le vivant baisse légèrement par rapport au précédent suivi**. Il est **inférieur à la moyenne régionale** à -35 m.

La valeur du CAI indiquait une amélioration de l'état écologique en 2018 et 2021 (état bon) alors qu'il était moyen auparavant. **En 2024, le CAI indique de nouveau un état écologique moyen** qui s'explique par une baisse de moitié du recouvrement par les bioconstructeurs principaux, notamment *Mesophyllum* sp., et une augmentation du pourcentage de sédimentation.

La stratification du coralligène est stable au cours du temps, tout comme le cortège d'espèces : la strate haute est constituée par les gorgones blanches (*Eunicella singularis*). La strate moyenne (10 cm) est formée de bryozoaires érigés (*Myriapora truncata* en majorité) et d'éponges encroûtantes (*Pleraplysilla spinifera*), et la basse (5 cm) par des algues corallines encroûtantes. En 2024, on note un **développement des hydraires**. Il y a aussi une **baisse de l'abondance relative des *Lithophyllum* sp.** et une **augmentation des bryozoaires érigés** au cours du temps.

VI.B.6. Démographie des espèces érigées

La démographie des espèces érigées a été étudiée en 2012, 2018, 2021, 2024 à **-31 m**. En 2021, on note la présence de gorgones nécrosées sur autre massif au sud-est du principal.

Depuis 2021, l'étude des nécroses des gorgones est effectuée sur petit massif au nord-ouest du principal (près de balise photogrammétrie n°2) et l'étude de la taille gorgones est réalisée sur un grand massif au sud-est du massif principal (près de la balise photogrammétrie n°4).

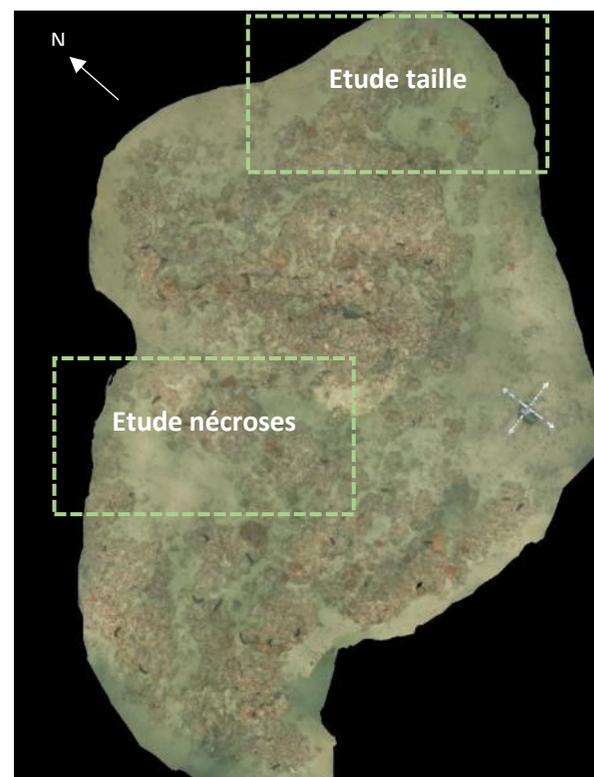


Figure 28 : Localisation des zones pour l'étude des nécroses et de la structure en taille sur le site Grand Roc.

VI.B.6.a. . Nécroses des peuplements

Les colonies de **gorgones blanches** *Eunicella singularis* sont en bon état entre 2012 et 2021 mais on note une **détérioration sur le suivi 2024** avec seulement 68 % des colonies présentant peu ou pas de nécrose. Plusieurs individus sont **morts**. Les nécroses sont plutôt **anciennes et localisées**.

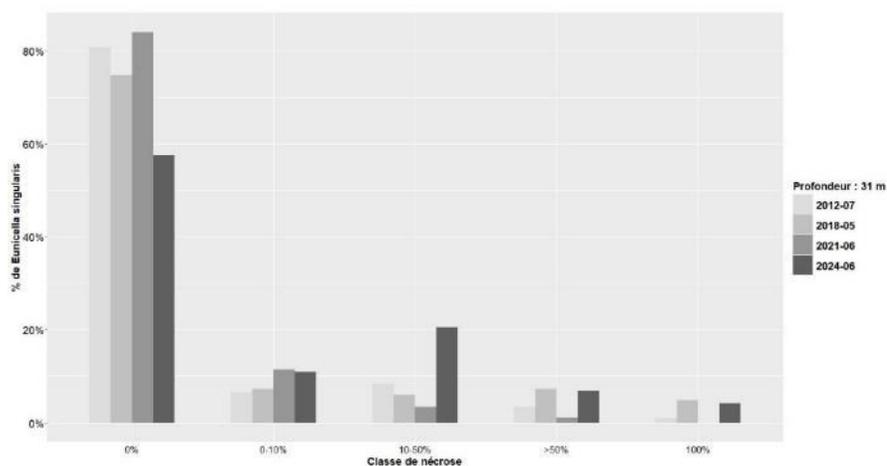


Figure 29 : Site Grand Roc. Nécroses des peuplements de gorgones blanches *Eunicella singularis*

Tableau 11 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones blanches *Eunicella singularis* à l'échelle régionale.

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC02a	FRDC02a	FRDC02a	FRDC02a	
Site	Grand roc	Grand roc	Grand roc	Grand roc	
Profondeur	31	31	31	31	
Année	2012	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	
% nécrose:0	80.69	74.7	83.91	57.53	0 ----- 100 64.72
% nécrose:1-10	6.44	7.23	11.49	10.96	0 ----- 95.24 18.13
% nécrose:11-50	8.42	6.02	3.45	20.55	0 ----- 33.33 10.68
% nécrose:51-99	3.47	7.23	1.15	6.85	0 ----- 14.52 3.59
% nécrose:100	0.99	4.82	NA	4.11	0 ----- 20 2.88
% nécroses anciennes	58.97	61.9	100	93.55	0 ----- 100 73.18
% nécroses récentes	41.03	38.1	NA	6.45	0 ----- 60 10.15
% nécroses diffuses	20.51	NA	NA	6.9	0 ----- 27.27 4.19
% nécroses localisées	79.49	100	100	93.1	0 ----- 100 70.81
Nombre total	202	83	87	73	2 ----- 202 53.46

VI.B.6.b. Structure en taille

Les colonies de gorgones blanches *Eunicella singularis* de 2012 ont grandi et sont depuis 2018 de taille moyenne, toutefois le recrutement semble peu efficace car quasiment aucune petite colonie n’a été observée depuis 2012. La taille maximale relevée est de 40 cm en 2024.

Tableau 12 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones blanches *Eunicella singularis* à l’échelle régionale.

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC02a	FRDC02a	FRDC02a	FRDC02a	
Site	Grand roc	Grand roc	Grand roc	Grand roc	
Profondeur	31	31	31	31	
Année	2012	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	
nb petits	13	NA	1	2	0 — 53 6.56
% petits	20	NA	8.33	16.67	0 — 77.94 19.31
nb moyens	52	23	10	10	0 — 52 15.78
% moyens	80	100	83.33	83.33	0 — 100 72.66
nb grands	NA	NA	1	NA	0 — 1 0.22
% grands	NA	NA	8.33	NA	0 — 100 8.02
Nombre total	65	23	12	12	1 — 68 22.56
Taille max (cm)	50	45	51	40	15 — 70 41.61



MASSE D'EAU FRDC02c :

CAP D'AGDE

La masse d'eau FRDC02c comprend un site RECOR : **Roc_Lan**.



VI.A. Site « Roc Lan »

VI.A.1.Présentation du site

Le site **Roc Lan**, situé dans la masse d'eau FRDC02c, est échantillonné à **- 20 m (station secondaire)** et **- 22 m (station prioritaire)** depuis 2012.

En 2024, aucune espèce particulière n'a été observée par les plongeurs sur ce site. L'ancien capteur de température ayant disparu du site (fil présent mais capteur absent), un nouveau a été positionné au même endroit, c'est à dire en haut du massif, attaché à une petite anse coralligène à -20m, à côté du piquet.

Caractéristiques du site		
Nom du site	Roc Lan	
Coordonnées	Latitude :	Longitude :
Piquet:	43 15,082	3 30,942
Profondeur du piquet (m)	19,4	
Date d'échantillonnage	04/06/2024	
Profondeur des stations (m)	Roc_Lan_22	
Remarques sur les stations	autour du massif	
Capteur(s) de température		
Date de pose	04/06/2024	
Heure de lancement	20h00	
N° capteur	20828946	
Profondeur du capteur (m)	19,2	
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes	
Description de la zone	<p>L'ancien capteur de température ayant disparu du site, un nouveau a été positionné au même endroit, c'est à dire en haut du massif, attaché à une petite anse coralligène à -20m, à côté du piquet.</p> <p>Photogrammétrie réalisée sur le massif et quadrats photographiques autour du massif. Le quadrat permanent gorgones se trouve au nord ouest du massif.</p>	

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**.

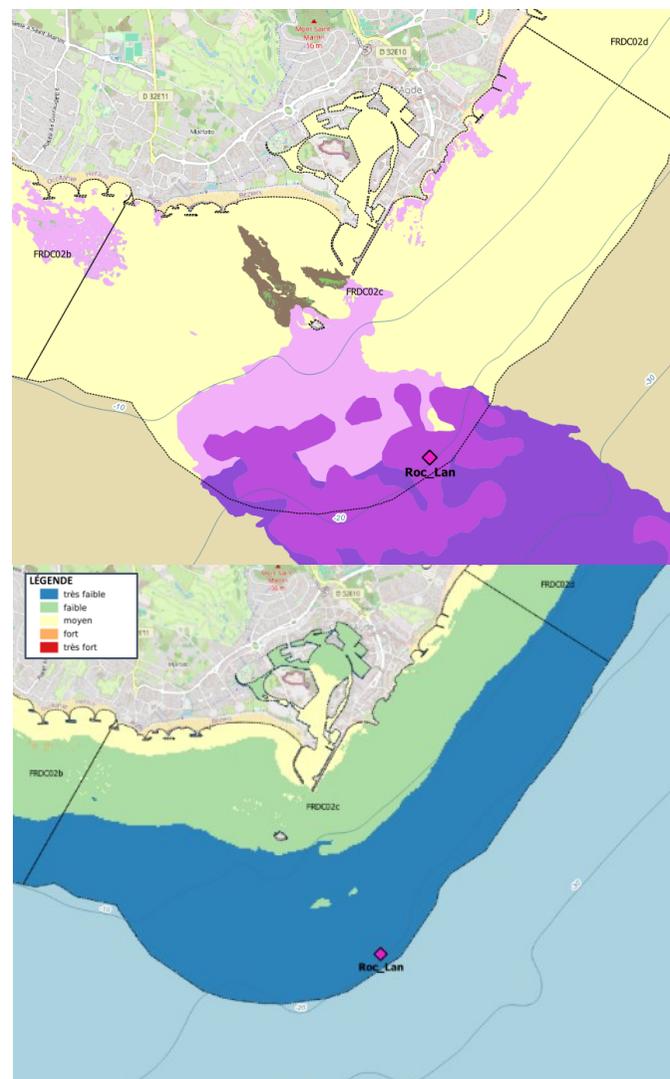


Figure 30 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).



VI.A.2. Photographies du site

La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ». Le modèle a été réalisé en 2024 sur une surface de **58 m²**, surface légèrement inférieure à celle de 2022 (79 m²). Le cercle rouge indique la localisation du capteur de température.



Figure 31 : Vues générale et zoomées du site Roc Lan reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2024 et en 2022. Le cercle rouge indique la localisation du capteur de température. Ci-contre une photo du capteur de température posé en 2024 sur le massif près du piquet.

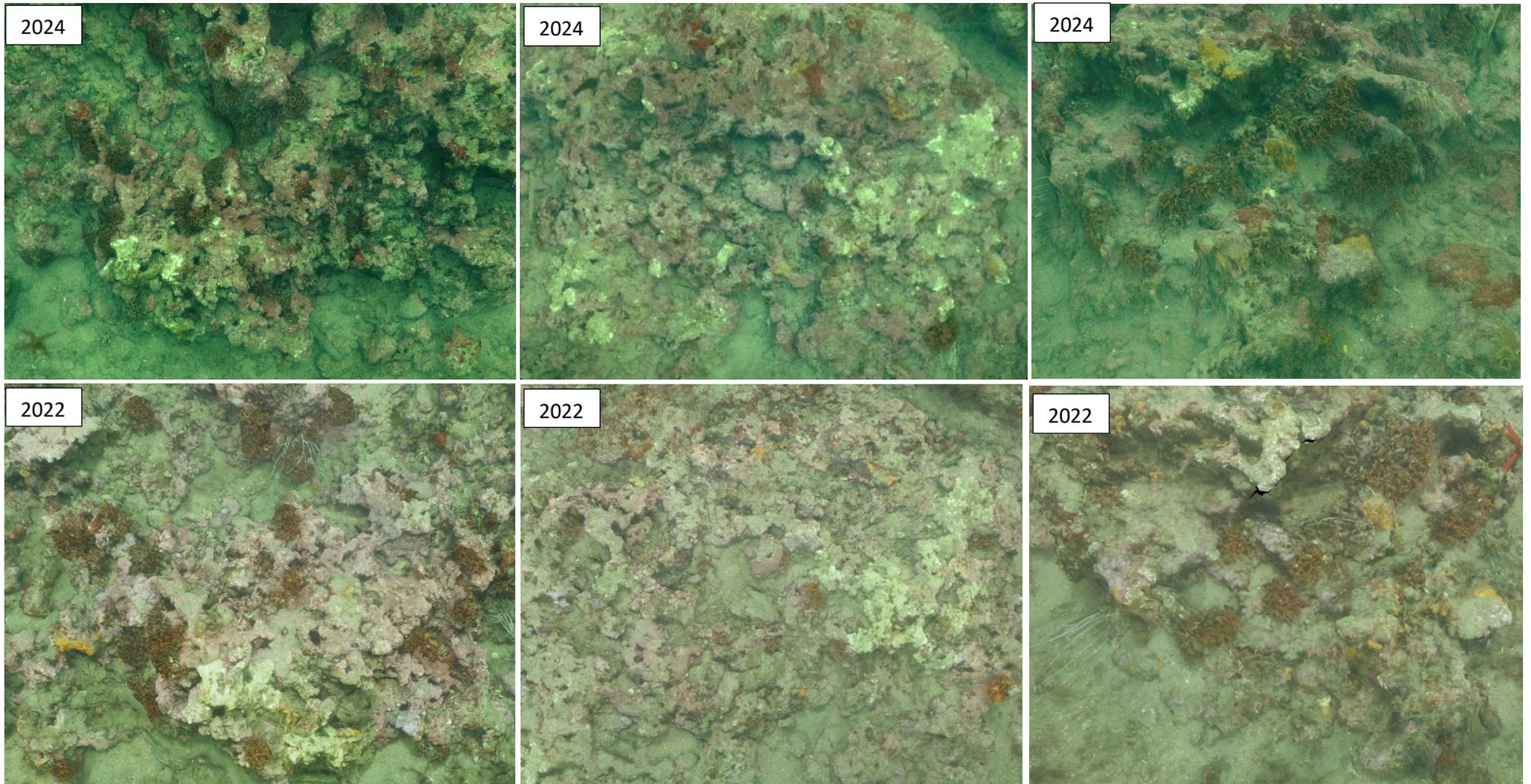


Figure 32 : La comparaison des modèles entre 2022 et 2024 ne montre pas de différence majeure sur site Roc Lan, que ce soit au niveau des espèces présentes ou de leur état.



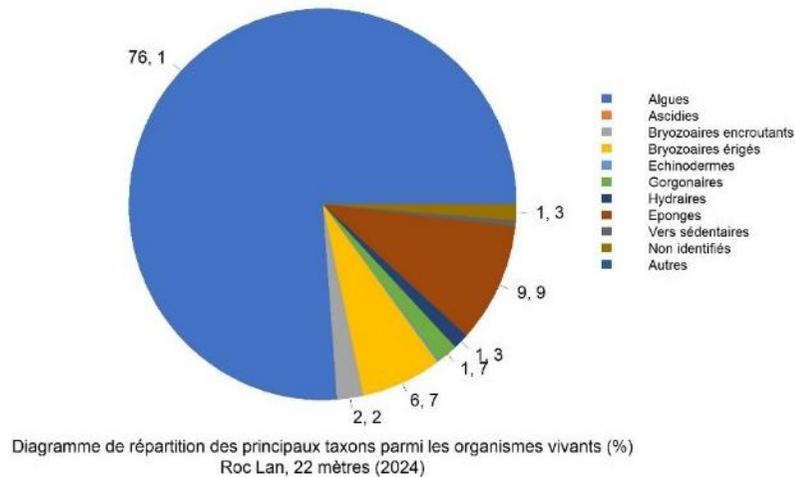
VI.A.1. Description générale du site

Description générale					
Type physiionomique	Massif				
Structures particulières	Plateau en périphérie				
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions					
Station(s)	Profondeur (m) : 20,5-22			Profondeur (m) :	
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...				
	cm	dm	m	cm	dm
	90	10			
Typologie / profondeur (m)	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Stratification					
	Profondeur (m) : 20,5-22			Profondeur (m) :	
	Nature :		Hauteur (cm) :		
Strate haute	<i>Eunicella singularis</i>		10		
Strate moyenne	Bryozoaires érigés (<i>Pentapora fascialis</i> , <i>Myriapora truncata</i> , <i>Crisia sp</i>)		5		
Strate basse	Algues rouges encroustantes		3		
Orientation					
Géographique	Nord				
Par rapport au courant	Est				
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum
Coralligène	19,5	22	<i>Halimeda tuna</i>		
<i>Paramuricea clavata</i>			<i>Flabellia petiolata</i>		
<i>Eunicella cavolinii</i>			Algues filamenteuses		
Autres gorgones : ES	19,5	22	Autres : ...		
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche <input type="checkbox"/> Traces de mouillage		<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Macro-déchets	<input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques :	ancienne corde de pêche				
Température de l'eau (°C)	15				
Inclinaison					
Visibilité (m)	2				
Profondeur thermocline	14				
Espèces particulières					
Démographie des espèces érigées					
Date d'échantillonnage	04/06/2024				
Quadrat de 2m ² (structure en taille et densité des peuplements)					
Espèces échantillonnées	<input type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC) <input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES) <input type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC) <input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)				
Profondeur (m)	22				
30 quadrat de 50x50 cm (Nécrose des peuplements)					
Espèces échantillonnées	<input type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC) <input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES) <input type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC) <input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)				
Profondeur moyenne (m)	22				

VI.A.2. Analyse des quadrats photographiques

VI.A.2.a. Roc Lan, -22 m (2024)

Sur la station à **-22 mètres**, les quadrats sont couverts à **50,3 % par des organismes vivants** (valeur supérieure à la moyenne régionale) et à **40,6 % par du sédiment** (valeur inférieure à la moyenne régionale). Sur les quadrats effectués à -22 m, les groupes du vivant les plus représentés (dont le pourcentage de recouvrement des quadrats est supérieur à 1 %) sont dans l'ordre : les algues, les éponges, bryozoaires, les gorgones, les hydraires.



Les **algues** représentent 76,1 % de la couverture par les organismes vivants principalement à travers des espèces **d'algues rouges encroûtantes** (76,1 % - 3,1 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées) de type *Mesophyllum alternans* (plus de la moitié des algues rouges encroûtantes) mais aussi des *Peyssonnelia sp* de type encroûtant (18,6 %). **Ces algues rouges encroûtantes forment la strate basse du coralligène.** Les algues brunes et vertes, observées en 2022, ne sont pas présentes en 2024.

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre que les **éponges** sont le groupe dominant (9,9 %) représentées par quelques éponges massives (1,07 %) et des **éponges encroûtantes** (8,9 %) : *Cliona sp.* est l'espèce dominante.

Les **bryozoaires** participent à 8,9 % de la couverture par les organismes vivants avec des **bryozoaires érigés** principalement (*Pentapora fascialis*, *Myriapora truncata*) qui **forment la strate moyenne.**

Les **gorgones** blanches (*Eunicella singularis*) représentent 1,7 % de la couverture par les organismes vivants et **constituent la strate haute du coralligène.**

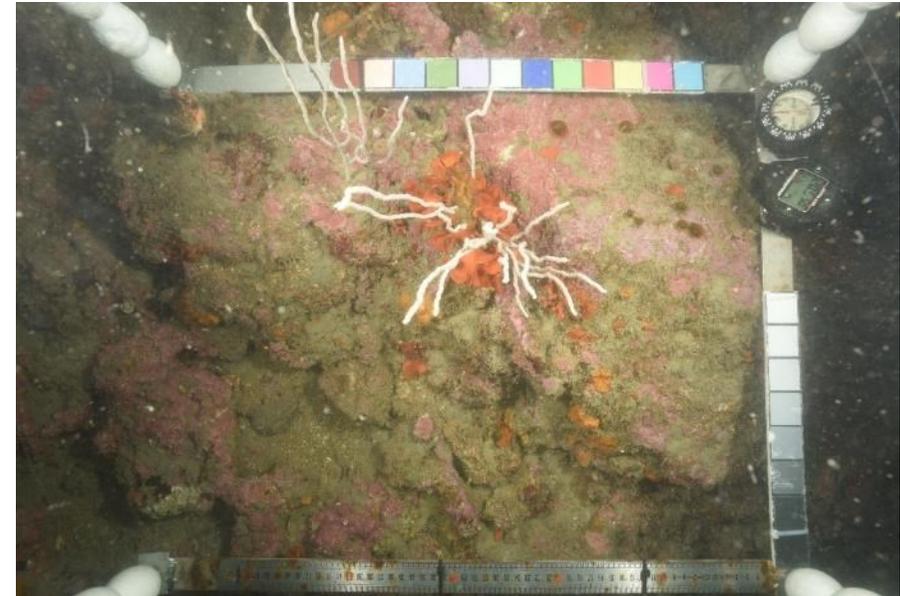


Figure 33 : Quadrat photographique sur le site Roc Lan (2024) sur lequel on voit la stratification du coralligène (algues rouges encroûtantes forment la strate basse, bryozoaires érigés la strate moyenne et gorgones blanches la strate haute).



VI.A.3. Photographies des quadrats

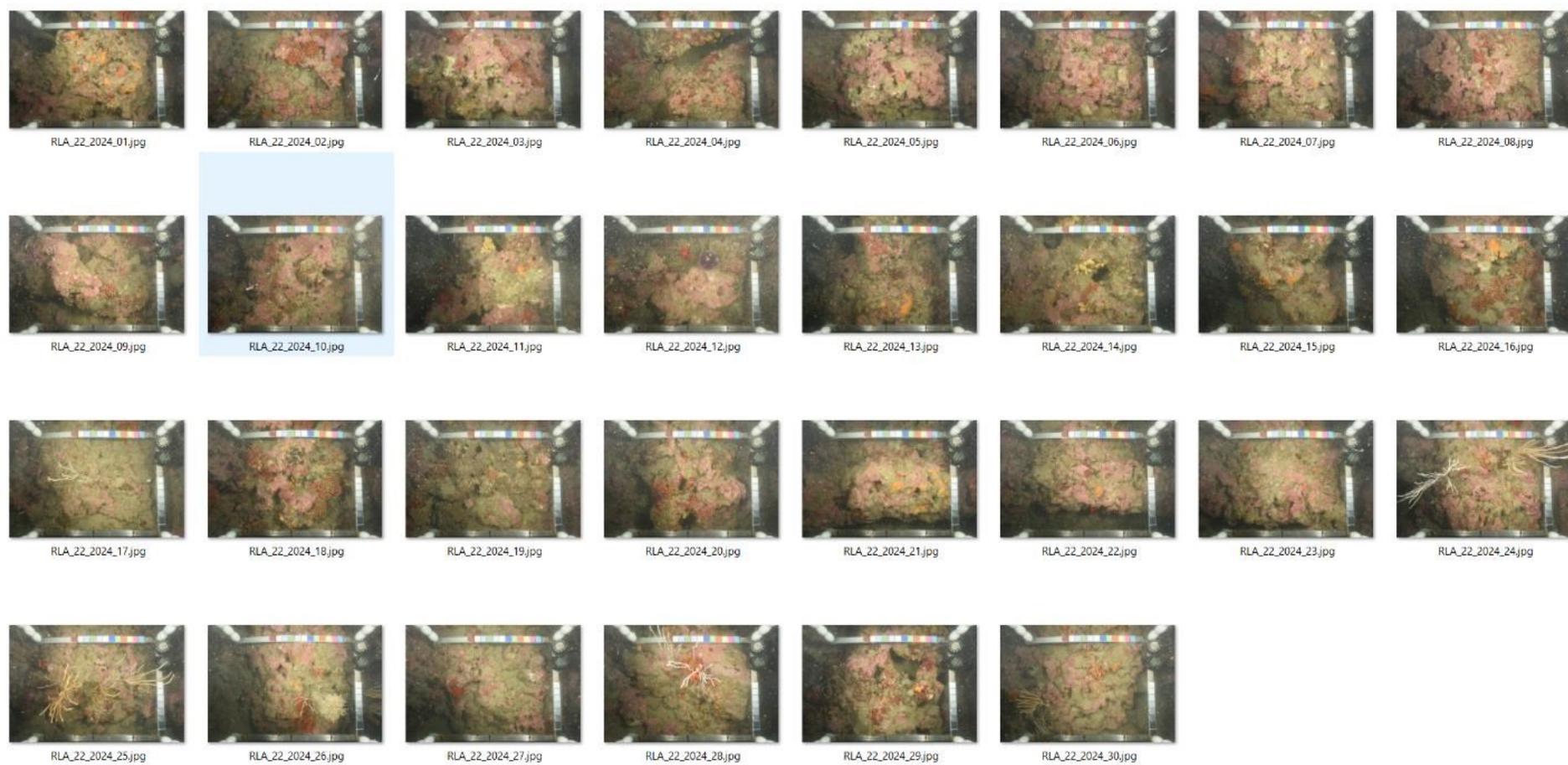


Figure 34 : Site Roc Lan – Quadrats photographiques à -22 m (2024).

VI.A.4. Analyse comparative des quadrats

Tableau 13 : Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau côtière	FRDC02c	FRDC02c	FRDC02c	FRDC02c	FRDC02c	
Site	Roc Lan					
Profondeur	22	22	22	22	22	
Année	2012	2016	2018	2022	2024	
% recouvrement par le vivant	48.86	44.84	34.74	40.08	50.27	11.97 / 38.52 / 52.6
% recouvrement par le non vivant	51.14	55.16	65.26	59.92	49.73	47.4 / 61.48 / 88.03
% recouvrement par le sédiment	44.44	49.95	53.02	47.02	40.58	38.78 / 53.08 / 86.84
% recouvrement par les débris biologiques	0.58	0.05	0.47	4.81	2.31	0 / 0.73 / 4.81
% recouvrement par les cavités	5.65	4.53	4.64	1.37	5.06	0.24 / 6.36 / 12.19
% recouvrement par les macrodéchets	0	0.1	0	0.05	0.11	0 / 0.05 / 0.57
CAI	0.54	0.69	0.48	0.52	0.83	0.08 / 0.56 / 0.85
% recouvrement par les bryozoaires totaux	2.04	2.6	0.63	1.2	4.52	0 / 3.06 / 8.72
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	20.27	39.79	25.73	23.67	42.36	1.13 / 23.32 / 42.36
Indice de Simpson	0.9	0.37	0.57	0.81	0.66	0.35 / 0.78 / 0.91
Indice de Shannon	2.73	1.01	1.49	2.27	1.64	0.98 / 2.21 / 2.78
% Nécroses parmi le vivant	0.6	0.7	1.35	3	3.1	0 / 1.18 / 8.43
Indicateur de perturbation	1.91	0	0.15	5.46	0	0 / 1.2 / 6.43
% Algues filamenteuses	1.31	0	0	5.46	0	0 / 0.85 / 6.1
% Algues total	51.85	83.39	72.56	65.76	76.12	0.39 / 55.41 / 85.44
% Algues brunes	8.22	0	0.3	2.46	0	0 / 0.9 / 8.22
% Algues vertes	0.95	0	0	0.27	0	0 / 0.27 / 1.92
% Algues rouges	42.67	83.39	72.26	63.03	76.12	0.24 / 54.24 / 85.44
% Mesophyllum spp.	26.22	78.28	64.02	38.06	53.64	0 / 31.02 / 79.94
% Lithophyllum spp.	6.08	1.51	5.55	0.68	0	0 / 3.54 / 17.78
% Peyssonnelia sp. Érigées	0.12	0.7	0.45	3.27	0	0 / 2.34 / 11.14
% Peyssonnelia sp. Encroustantes	1.07	2.56	2.25	8.19	18.63	0 / 11.54 / 32.58
% Eponges	15.85	6.62	8.6	10.23	9.95	3.62 / 17.16 / 59
% Eponges massives	0.83	0.46	1.2	0.68	1.07	0 / 3.42 / 22.28
% Eponges encroustantes	15.02	6.16	8.4	9.55	8.78	2.38 / 13.75 / 51.34
% Axinella sp.	0	0	0.45	0	0	0 / 0.21 / 0.99
% Cliona spp.	11.44	5.34	6.15	4.91	5.57	0 / 5.50 / 17.83
% Gorgones	16.57	2.21	11.24	4.64	1.71	0 / 4.46 / 44.31
% Gorgones rouges	0	0	0	0	0	0 / 0.19 / 2.93
% Gorgones jaunes	0	0	0	0	0	0 / 0 / 0
% Corail rouge	0	0	0	0	0	0 / 0.12 / 1.73
% Bryozoaires encroustants	2.03	3.25	1.65	0.55	2.25	0 / 3.08 / 14.53
% Bryozoaires érigés	2.15	2.58	0.15	2.46	6.75	0 / 5.03 / 24.22



L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2024 et les suivis antérieurs montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants augmente en 2024 par rapport aux suivis antérieurs, et il est largement au-dessus de la moyenne régionale.**

L'augmentation du pourcentage de vivant au suivi 2024 s'explique notamment par une baisse (-6,5 %) du pourcentage de sédimentation. Celui-ci est **faible à moyen** (autour de 30 %) pour la région.

Peu de macrodéchets ou de **déchets biologiques** sont identifiés (valeurs cependant supérieures aux moyennes régionales) à part en 2022 où on observe une augmentation de 4 % du recouvrement par les déchets.

La **biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, varie selon les suivis. En 2024 elle est inférieure à la moyenne régionale.**

Le **pourcentage de nécroses parmi le vivant a doublé en 2022** par rapport au précédent suivi, et se **stabilise en 2024**. Sa valeur est supérieure à la moyenne régionale. Ce sont des algues rouges nécrosées qui sont relevées.

L'indicateur de perturbation est faible à tous les suivis, hormis en 2022 (lié à la présence des algues filamenteuses).

La valeur du CAI indiquait une stabilité de l'état écologique entre 2018 et 2022, qui était moyen. **En 2024, la valeur du CAI augmente et indique un très bon état écologique.** Cette amélioration entre 2022 et 2024 s'explique par : une baisse de la sédimentation (-7 %), une augmentation du pourcentage de recouvrement par les bioconstructeurs principaux (+20 %) et notamment par les *Mesophyllum sp.* et les Peyssoneliacées encroûtantes, et une augmentation du pourcentage de recouvrement par les bryozoaires totaux (près de quatre fois plus).

La principale différence concernant la répartition des grands groupes du vivant sur les cinq années de suivi est une augmentation de la part des algues et notamment des algues rouges encroûtantes. Concernant la stratification, elle n'a pas changé : les algues rouges encroûtantes forment la strate basse, les bryozoaires érigés la strate moyenne et les gorgones blanches la strate haute.

VI.A.5. Démographie des espèces érigées

Sur le site Roc Lan, la démographie des **gorgones blanches** (*Eunicella singularis*) est étudiée depuis 2018, à **-22 mètres**.

VI.A.5.a. . Nécroses des peuplements

En 2024, les **93 colonies de gorgones blanches** *Eunicella singularis* sont en **état moyen** : 72 % des individus sont indemnes de toutes marques de nécrose, les autres présentent des taux de nécroses supérieurs à 10 % et il y a des individus morts. Les nécroses étaient récentes (60 %) en 2018, et anciennes (100 %) en 2022 et 2024, et majoritairement localisées.

La comparaison avec les suivis antérieurs montre une légère **amélioration de l'état des peuplements entre 2018 et 2022, qui reste assez stable entre 2022 et 2024**. A tous les suivis **les gorgones blanches** *Eunicella singularis* restent en **état moyen**.

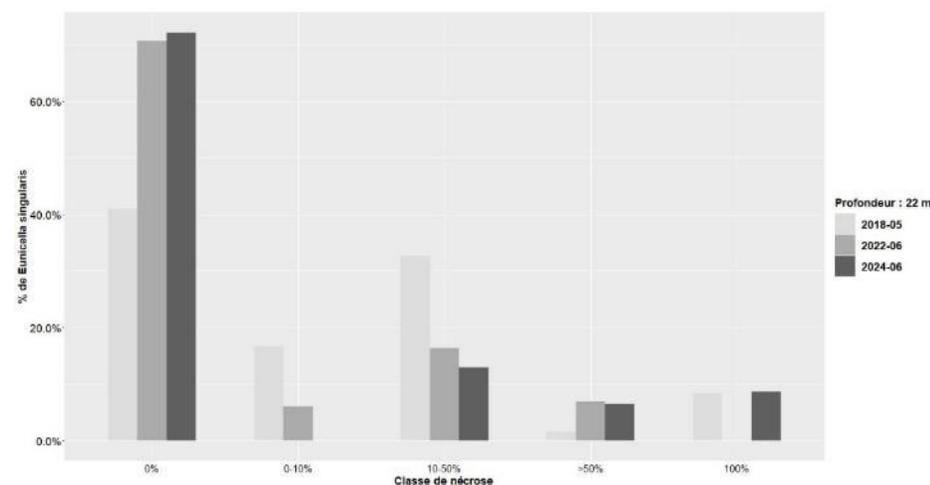


Figure 35 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones blanches *Eunicella singularis* sur le site Roc Lan.

Tableau 14 : Données de nécrose pour les gorgones blanches comparées *Eunicella singularis* à l'échelle régionale.

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC02c	FRDC02c	FRDC02c	
Site	Roc Lan	Roc Lan	Roc Lan	
Profondeur	22	22	21.22	
Année	2018	2022	2024	
Espèce	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	
% nécrose:0	40.91	70.69	72.04	0 — 64.72 — 100
% nécrose:1-10	16.67	6.03	NA	0 — 18.13 — 95.24
% nécrose:11-50	32.58	16.38	12.9	0 — 10.68 — 33.33
% nécrose:51-99	1.52	6.9	6.45	0 — 3.59 — 14.52
% nécrose:100	8.33	NA	8.6	0 — 2.88 — 20
% nécroses anciennes	40	100	100	0 — 73.18 — 100
% nécroses récentes	60	NA	NA	0 — 10.15 — 60
% nécroses diffuses	NA	14.71	11.11	0 — 4.19 — 27.27
% nécroses localisées	NA	85.29	88.89	0 — 70.81 — 100
Nombre total	132	116	93	2 — 53.46 — 202

VI.A.5.b. Structure en taille

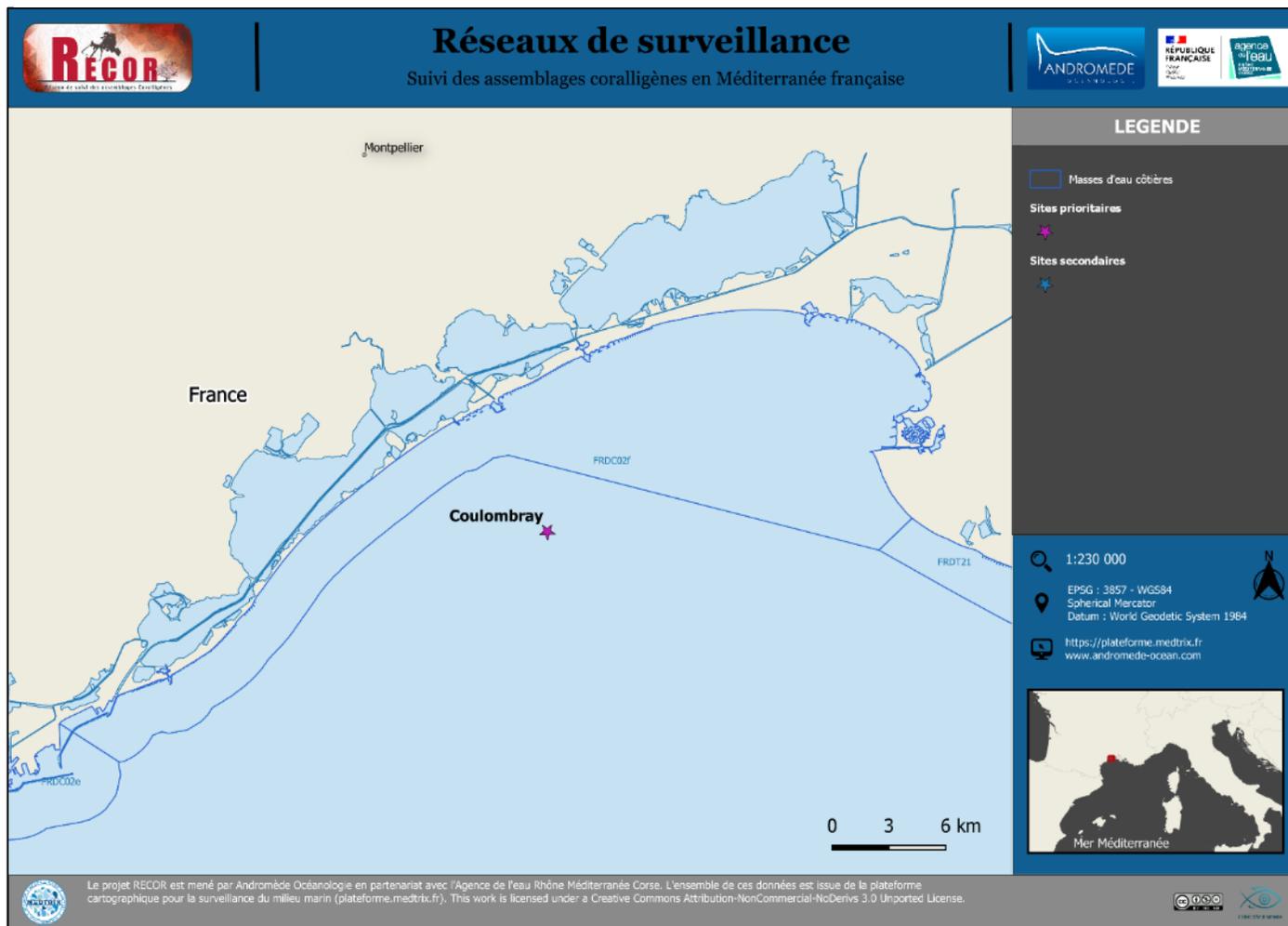
Toutes les colonies de gorgones blanches (*Eunicella singularis*) sont de **taille moyenne (10-50 cm)**. La majorité mesure 20-25 cm. La hauteur maximale est de 35 cm en 2024. L'absence de petites colonies est le signe d'un manque de recrutement.

Tableau 15 : Données de structure en taille pour les gorgones blanches *Eunicella singularis* comparées à l'échelle régionale.

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC02c	FRDC02c	FRDC02c	
Site	Roc Lan	Roc Lan	Roc Lan	
Profondeur	22	22	22	
Année	2018	2022	2024	
Espèce	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	<i>Eunicella singularis</i>	
nb petits	NA	NA	NA	0 — 6.56 — 53
% petits	NA	NA	NA	0 — 19.31 — 77.94
nb moyens	44	7	19	0 — 15.78 — 52
% moyens	100	100	100	0 — 72.66 — 100
nb grands	NA	NA	NA	0 — 0.22 — 1
% grands	NA	NA	NA	0 — 8.02 — 100
Nombre total	44	7	19	1 — 22.56 — 68
Taille max (cm)	45	45	35	15 — 41.61 — 70

MASSE D'EAU FRDC02f : FRONTIGNAN – POINTE DE L'ESPIGUETTE

La masse d'eau FRDC02f comprend un site RECOR : **Coulombray**.



VI.A. Site « Coulombray »

VI.A.1. Présentation du site

Le site **Coulombray** est un massif de coralligène de **typologie 1** situé dans la masse d'eau FRDC02f. Il est échantillonné à **- 25 mètres** depuis 2012.

En 2024, les plongeurs ont observé au fond de nombreux **alcyons**, des **rascasses** (*Scorpaena scrofa*), des **langoustes** (*Palinurus elephas*).

Présence d'une ancienne **chaîne de chalut** sur laquelle le capteur de température est fixé (près du début de la descente de la chaîne). La **visibilité était mauvaise** (< 1 mètre) rendant les observations difficiles et ne permettant pas les acquisitions pour la photogrammétrie (malgré deux tentatives sur le site à plusieurs jours d'intervalle).

Caractéristiques du site	
Nom du site	Coulombray
Coordonnées (L93)	Latitude : Longitude :
Piquet:	43 28,903 3 57,413
Profondeur du piquet (m)	19m
Date d'échantillonnage	14/06/2024
Profondeur des stations (m)	Coulombray 25
Remarques sur les stations	Station à proximité d'une chaîne traversant la zone d'étude appartenant à un ancien chalut. Même schéma qu'en 2022 pour localisation capteur, suivi gorgones et quadrats recor. Pas de photogrammétrie car visibilité très faible (<1 m)
Capteur(s) de température	
Date de pose	14/06/2024
Heure de lancement	20h00
N° capteur	20330681
Profondeur du capteur (m)	21,4
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur attaché à la chaîne, près du début de la descente de la chaîne

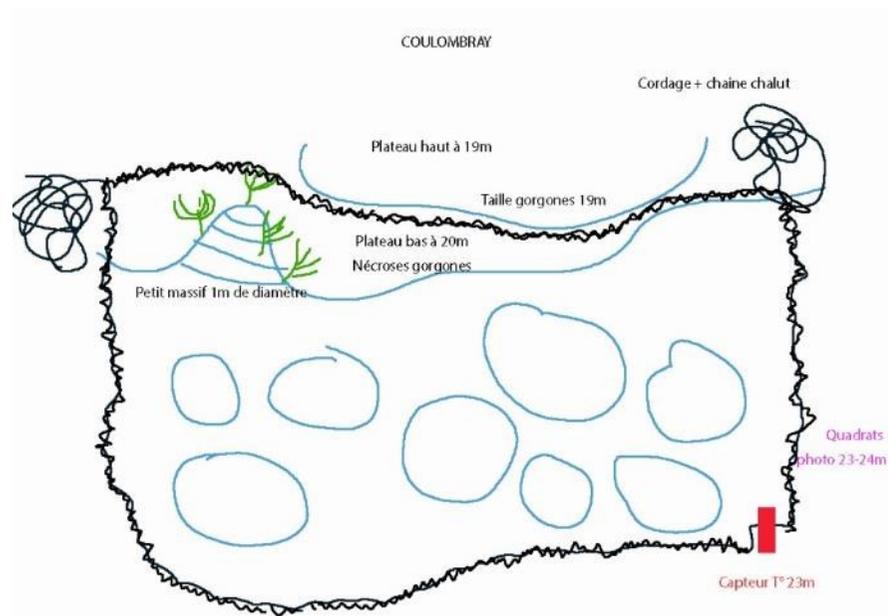


Figure 36 : Schéma du site Coulombray avec localisation des protocoles scientifiques réalisés en 2024

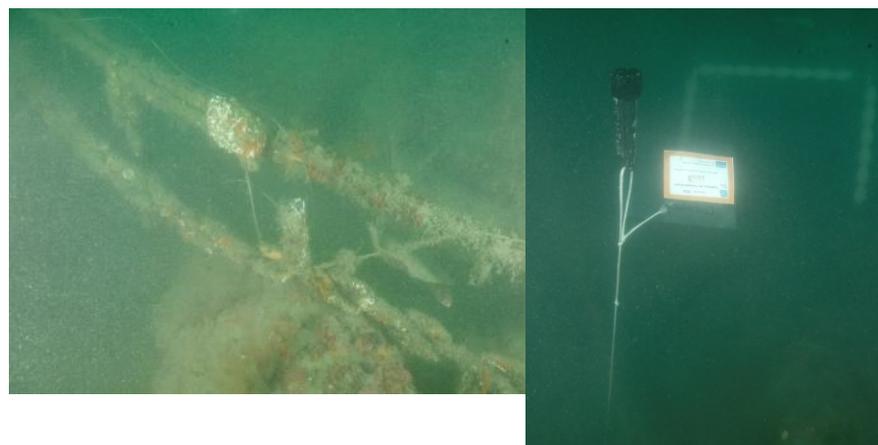


Figure 37 : Ancien capteur de température récupéré en 2024 (à gauche) et nouveau capteur posé en 2024 (à droite).



VI.A.2. Photographies du site



Figure 38 : Massif du Coulombray (photo L. Ballesta/Andromède Océanologie)



Figure 39 : Illustrations du site Coulombray (2024) : Alcyonium palmatum, Alcyonium acaule, Eunicella singularis.

VI.A.3. Description générale du site

Description générale						
Type physiologique	Massif					
Structures particulières						
Porosité, anfractuosités et						
Station(s)	Profondeur (m) : <u>Coulombay 25</u>					
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m			
	100					
Typologie / profondeur (m)	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	
Stratification						
	Profondeur (m) : <u>Coulombay 25</u>					
	Nature :			Hauteur (cm) :		
Strate haute	Eunicella singularis et alcyons			25		
Strate moyenne	Clones			10		
Strate basse	Algues rouges encroûtantes et éponges			3		
Orientation						
Géographique	Nord					
Par rapport au courant	Est					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum			Minimum	Maximum
Coralligène	19	24	Halimeda tuna			
Paramuricea clavata			Flabellia petiolata			
Eunicella cavolinii			Algues filamenteuses			
Autres gorgones : ES	19	22	Autres : ...			
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche		<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques :	chaîne, lignes de pêche, canne à pêche					
Température de l'eau (°C)	17					
Inclinaison						
Visibilité (m)	<1					
Profondeur thermocline	NA					
Espèces particulières	Sars à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), nombreux alcyons, rascasses (<i>Scorpaena scrofa</i>), langouste (<i>Palinurus elephas</i>), un crabe passé furtivement.					
Démographie des espèces érigées						
Date d'échantillonnage	14/06/2024					
Quadrat de 2m ² (structure en taille et densité des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input type="checkbox"/> Eunicella cavolinii (EC)	<input checked="" type="checkbox"/> Eunicella singularis (ES)	<input type="checkbox"/> Paramuricea clavata (PC)	<input type="checkbox"/> P. macrospina (PM)		
Profondeur (m)	19					
30 quadrat de 50x50 cm (Nécrose des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input type="checkbox"/> Eunicella cavolinii (EC)	<input checked="" type="checkbox"/> Eunicella singularis (ES)	<input type="checkbox"/> Paramuricea clavata (PC)	<input type="checkbox"/> P. macrospina (PM)		
Profondeur moyenne (m)	20					



VI.A.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.A.4.a. Coulombray, -25 m (2024)

Sur la station à **-25 mètres**, les quadrats sont couverts à **12 % par des organismes vivants** (valeur largement inférieure à la moyenne régionale) et à **86,4 % par du sédiment** (site très envasé, valeur maximale relevée dans la région Occitanie).

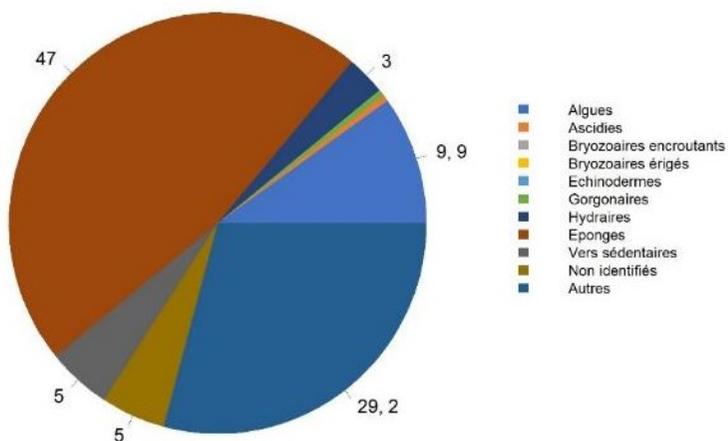


Diagramme de répartition des principaux taxons parmi les organismes vivants (%)
Coulombray, 25 mètres (2024)

Parmi le vivant ce sont **les éponges qui dominent à -25 mètres** (47 % des organismes vivants) représentées par des éponges massives (22,3 % - *Axinella sp.*, *Ircinia variabilis*, *Cliona sp*) et des éponges encroûtantes (24,7% - *Crella pulvinar*, *Spirastrella cunctatrix*, espèces non identifiées).

La seconde catégorie du vivant, « Autres » (29,2 %), regroupe principalement les **alcyonaires**, très développés sur le site en 2024 (*Alcyonium acaule*, *Alcyonium palmatum*).

On trouve ensuite des **algues** (9,9 %) avec des algues rouges (9,4 % - 1 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées). Elles sont représentées par les ***Peyssonnelia sp. de type***

encroûtant, les corallinales encroûtantes *Mesophyllum alternans* et des espèces encroûtantes non identifiées.

Ce sont les éléments les plus importants de la faune devant **vers sédentaires** (5 %), les **hydres** (3 %) et les organismes non identifiés.

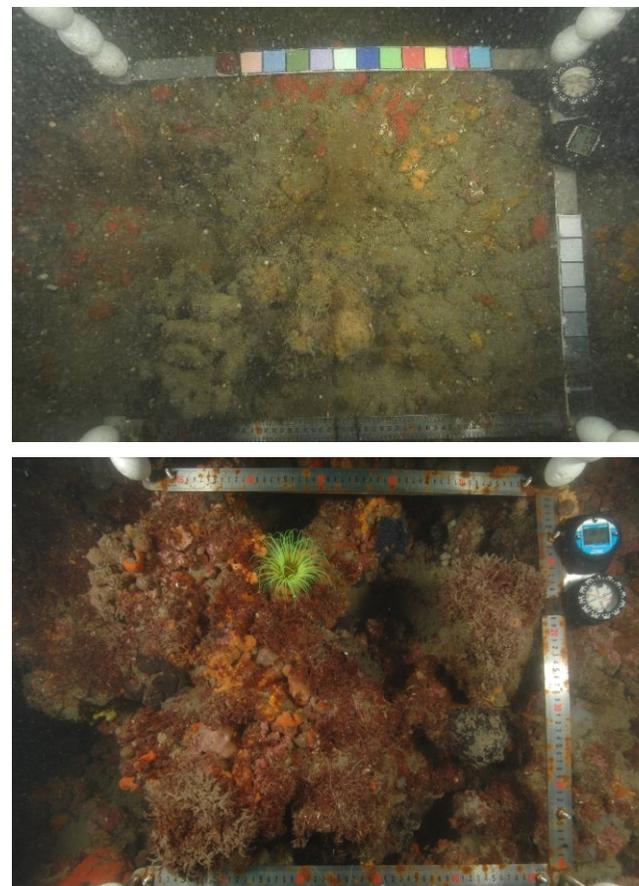


Figure 40 : Exemple de quadrat photographique sur le site Coulombray en 2024 (en haut) et en 2012 (en bas) montrant l'envasement du site, le développement des éponges et la disparition des concrétions.

VI.A.5. Photographies des quadrats

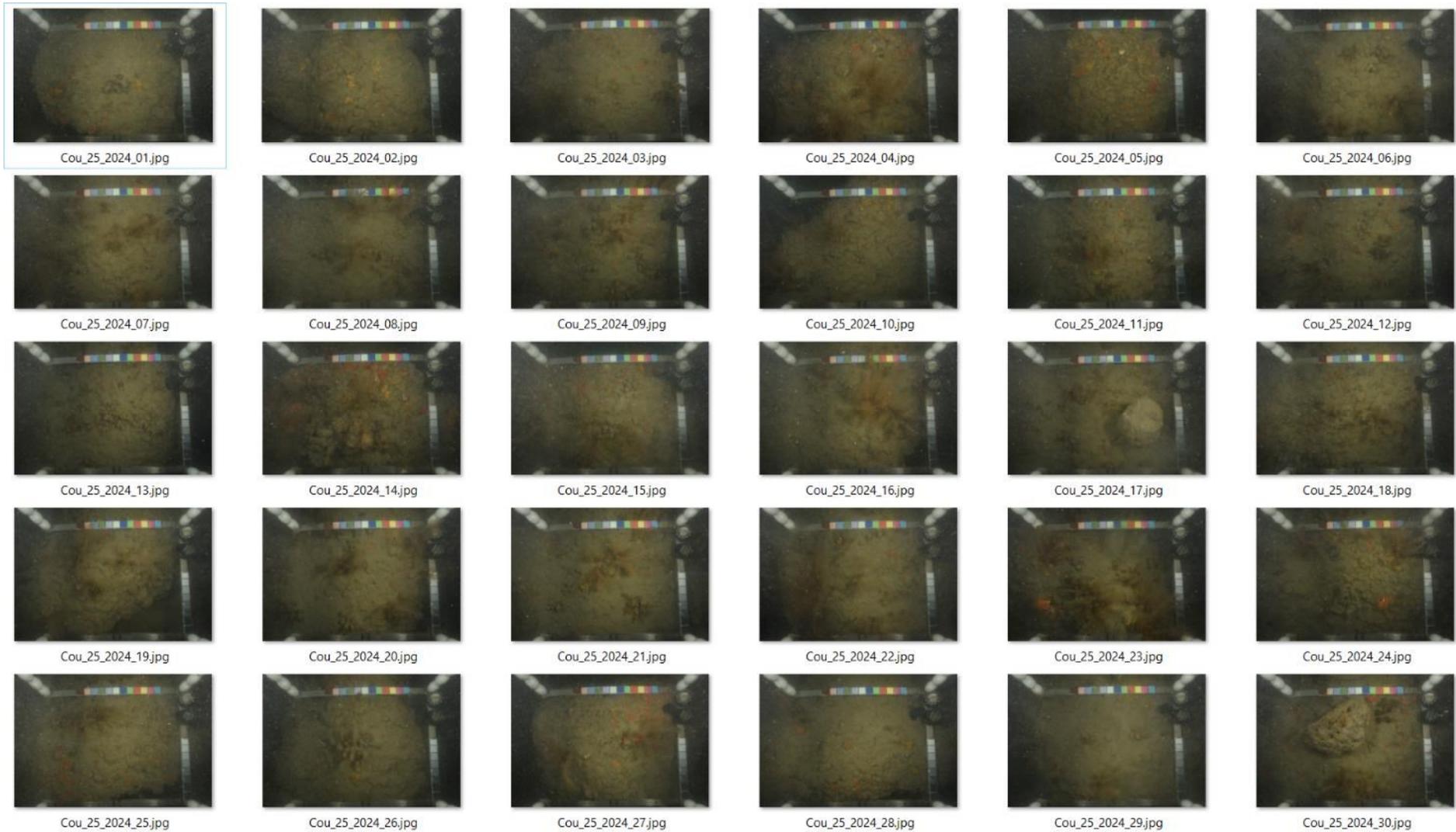


Figure 41 : Site Coulombray– Quadrats photographiques à -25 m (2024).



VI.A.6. Analyse comparative des quadrats

Tableau 16 : Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau côtière	FRDC02f	FRDC02f	FRDC02f	FRDC02f	
Site	Coulombroy	Coulombroy	Coulombroy	Coulombroy	
Profondeur	25	25	25	25	
Année	2012	2018	2022	2024	
% recouvrement par le vivant	47.48	31.15	14.02	11.97	11.97 / 57.6 / 38.52
% recouvrement par le non vivant	52.52	68.85	85.98	88.03	47.4 / 61.48 / 88.03
% recouvrement par le sédiment	46.11	59.22	84.91	86.84	38.78 / 53.08 / 86.84
% recouvrement par les débris biologiques	0	2.97	0.05	0.06	0 / 0.73 / 4.81
% recouvrement par les cavités	6.17	6.61	0.97	0.24	0.24 / 6.36 / 12.19
% recouvrement par les macrodéchets	0.06	0	0	0	0 / 0.05 / 0.57
CAI	0.37	0.45	0.13	0.08	0.08 / 0.56 / 0.85
% recouvrement par les bryozoaires totaux	0.65	2.6	0.64	0	0 / 3.06 / 8.72
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	6.23	15.94	2.58	1.13	1.13 / 23.32 / 42.36
Indice de Simpson	0.83	0.85	0.77	0.88	0.35 / 0.78 / 0.91
Indice de Shannon	2.38	2.5	2.18	2.47	0.98 / 2.21 / 2.78
% Nécroses parmi le vivant	0	1.51	8.43	0.99	0 / 1.18 / 8.43
Indicateur de perturbation	0.13	0	0	0.5	0 / 1.2 / 6.43
% Algues filamenteuses	0.13	0	0	0	0 / 0.85 / 6.1
% Algues total	64.13	46.32	15.33	9.9	0.39 / 55.41 / 85.44
% Algues brunes	0.13	0.17	0	0	0 / 0.9 / 8.22
% Algues vertes	0.13	0	0	0.5	0 / 0.27 / 1.92
% Algues rouges	63.88	46.15	15.33	9.41	0.24 / 54.24 / 85.44
% Mesophyllum spp.	6.38	32.11	4.6	2.48	0 / 31.02 / 79.94
% Lithophyllum spp.	2.5	0.17	0	0.5	0 / 3.54 / 17.78
% Peyssonnelia sp. Erigées	1.38	0.67	0	0	0 / 2.34 / 11.14
% Peyssonnelia sp. Encroutantes	0.38	11.04	2.3	5.45	0 / 11.54 / 32.59
% Eponges	10.63	32.78	59	47.03	3.62 / 17.16 / 59
% Eponges massives	2.63	5.18	7.66	22.28	0 / 3.42 / 22.28
% Eponges encroutantes	8	27.59	51.34	24.75	2.38 / 13.75 / 51.34
% Axinella sp.	0	0	0.77	0.99	0 / 0.21 / 0.99
% Clona spp.	3.88	8.36	2.3	1.49	0 / 5.59 / 17.83
% Gorgones	0	0.84	0	0.5	0 / 4.46 / 44.31
% Gorgones rouges	0	0	0	0	0 / 0.19 / 2.93
% Gorgones jaunes	0	0	0	0	0 / 0 / 0
% Corail rouge	0	0	0	0	0 / 0.12 / 1.73
% Bryozoaires encroutants	1.38	5.69	3.07	0	0 / 3.08 / 14.53
% Bryozoaires érigés	0	2.68	1.53	0	0 / 5.03 / 24.22

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2024 et les suivis antérieurs montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants est en diminution depuis 2012 et largement en dessous de la moyenne régionale.**

Le pourcentage de sédimentation est très fort (valeur maximale régionale) et augmente depuis 2012.

Les taux nécroses parmi le vivant avait augmenté en 2022, mais il baisse en 2024.

L'indicateur de perturbation est quasi nul à tous les suivis.

La **biodiversité**, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, **est stable.**

Les espèces constructrices étaient en augmentation (*Mesophyllum* sp et *Peyssonnelia* sp) ainsi que les bryozoaires encroûtants entre 2012 et 2018. **En 2022 puis en 2024, les bioconstructeurs principaux et les bryozoaires totaux diminuent fortement alors que la sédimentation augmente.**

Ainsi, la valeur du CAI diminue drastiquement en 2022 et en 2024(valeur régionale la plus faible) et indique **un état écologique mauvais en 2024.**

La répartition des grands groupes du vivant a changé entre 2012 et 2024, ainsi que les abondances relatives à l'intérieur des grands groupes. Les algues rouges encroûtantes *Mesophyllum* sp et *Peyssonnelia* sp voient leur abondance relative diminuer au cours des suivis. Les clones étaient plus présentes en 2018 qu'aux autres suivis. En 2022 se développent les hydraires, les pennatulaires, les alcyonnaires ; en 2024, les pennatulaires ne sont plus présents par contre l'abondance relative des alcyonnaires (*Alcyonium acaule*, *Alcyonium palmatum*) a fortement augmenté (second groupe faunistique du vivant après les éponges). On note surtout une **très forte augmentation des éponges depuis le début des suivis, la disparition des concrétions coralligènes et l'augmentation de l'envasement.**

La strate haute (vingtaine de centimètres) est formée par des gorgones blanches à laquelle s'ajoute les alcyons en 2024, la strate moyenne est constituée d'éponges massives (notamment clones) et la strate basse est constituée d'algues corallines encroûtantes (*Mesophyllum* sp) et d'éponges encroûtantes.

VI.A.7. Démographie des espèces érigées

Sur le site Coulombray, la démographie des **gorgones blanches** (*Eunicella singularis*) est étudiée depuis 2018, à **-19 mètres**. **Les quadrats photographiques et l'étude des gorgones n'est pas réalisée sur le même massif** (voir schéma).

VI.A.7.a. . Nécroses des peuplements

En 2024, quasiment les **54 colonies de gorgones blanches** *Eunicella singularis* sont en **excellent état** : 94,5 % des individus sont indemnes de toutes marques de nécrose ou présentent des taux de nécroses naturels (< 10 %), 5,5 % sont morts.

La comparaison avec les suivis antérieurs montre une **amélioration de l'état des peuplements entre 2018 et 2022, qui se stabilise en 2024**. A tous les suivis elles sont en **état moyen**

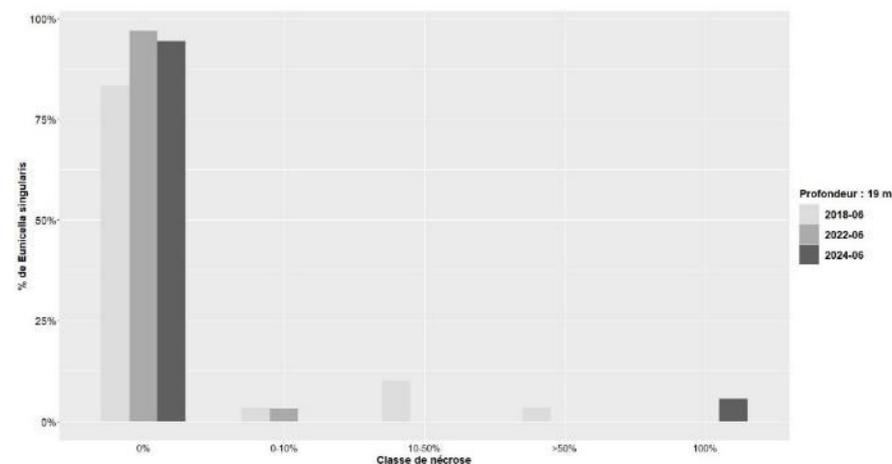


Figure 42 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones blanches *Eunicella singularis* sur le site Coulombray.

Tableau 17 : Données de nécrose pour les gorgones blanches comparées à l'échelle régionale.

Région	Occitanie	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC02f	FRDC02f	FRDC02f	
Site	Coulomb Bray	Coulomb Bray	Coulomb Bray	
Profondeur	19	19	19	
Année	2018	2022	2024	
Espèce	Eunicella singularis	Eunicella singularis	Eunicella singularis	
% nécrose:0	83.33	96.88	94.44	0 100 64.72
% nécrose:1-10	3.33	3.13	NA	0 95.24 18.13
% nécrose:11-50	10	NA	NA	0 33.33 10.68
% nécrose:51-99	3.33	NA	NA	0 14.52 3.59
% nécrose:100	NA	NA	5.56	0 20 2.88
% nécroses anciennes	100	100	100	0 100 73.18
% nécroses récentes	NA	NA	NA	0 60 10.15
% nécroses diffuses	NA	NA	NA	0 27.27 4.19
% nécroses localisées	100	100	NA	0 100 70.81
Nombre total	30	32	54	2 202 53.46

VI.A.7.b. Structure en taille

Les colonies de gorgones blanches (*Eunicella singularis*) sont de **taille moyenne (10-50 cm) et de petite taille (<10 cm)**. La hauteur maximale est de 40 cm en 2024. La présence de petites colonies (qui augmente) est le signe d'un recrutement.

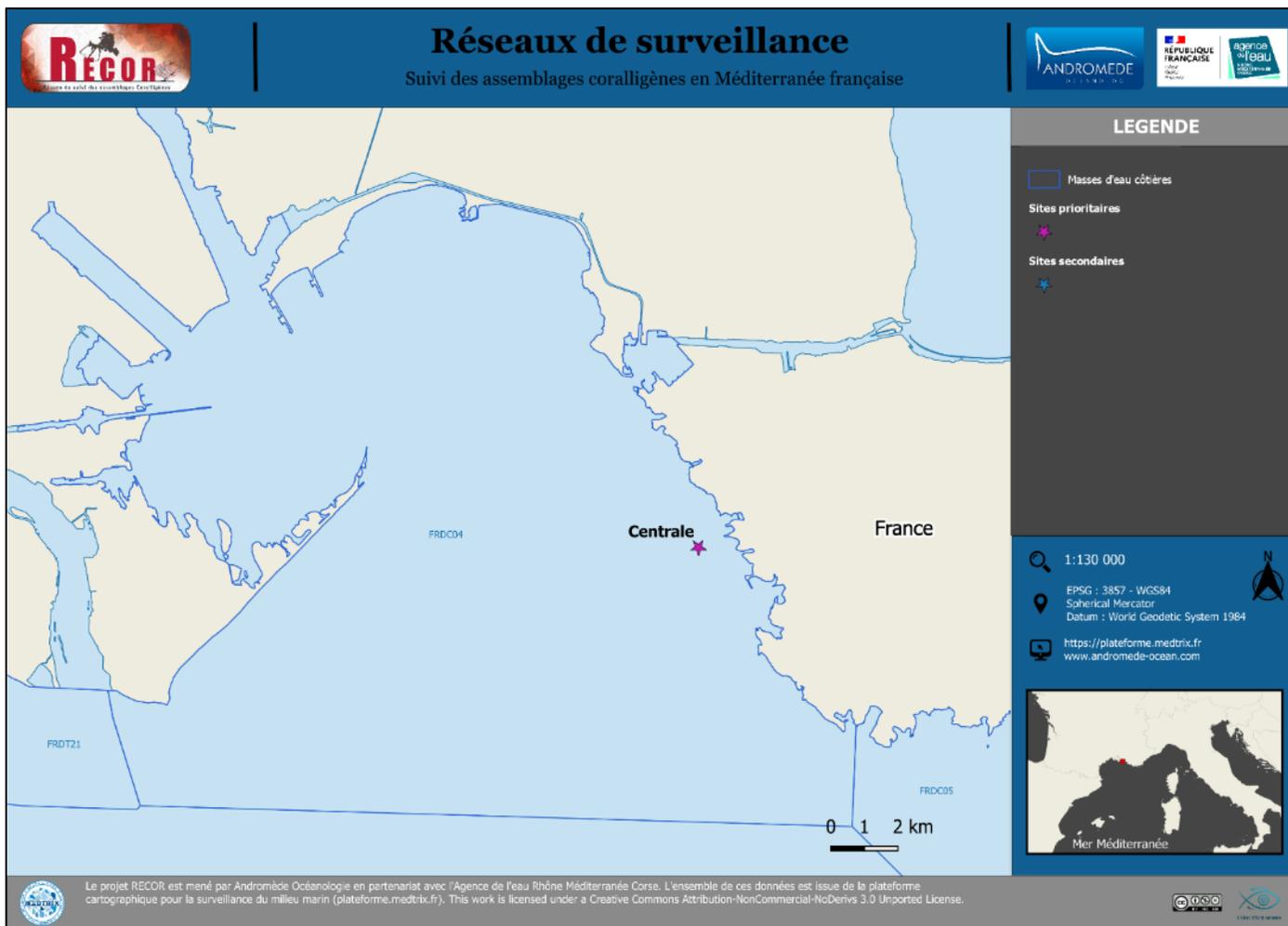
Tableau 18 : Données de structure en taille pour les gorgones blanches comparées à l'échelle régionale.

Région	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Région Occitanie Légende
Masse d'eau	FRDC02f	FRDC02f	
Site	Coulomb Bray	Coulomb Bray	
Profondeur	19	19	
Année	2022	2024	
Espèce	Eunicella singularis	Eunicella singularis	
nb petits	9	25	0 53 6.56
% petits	40.91	59.52	0 77.94 19.31
nb moyens	13	17	0 52 15.78
% moyens	59.09	40.48	0 100 72.66
nb grands	NA	NA	0 1 0.22
% grands	NA	NA	0 100 8.02
Nombre total	22	42	1 68 22.56
Taille max (cm)	25	40	15 70 41.61

MASSE D'EAU FRDC04 :

GOLFE DE FOS

La masse d'eau FRDC04 comprend un site RECOR : Centrale.



VI.B. Site « Centrale »

VI.B.1. Présentation du site

Le site **Centrale** est un massif de coralligène situé dans la masse d'eau FRDC04. Il a été échantillonné à -17 m, sur le haut du massif, en 2012, 2015, 2018, 2021, 2024.

Des **engins de pêche** (grand filet, fils de pêche, cordes) et **macrodéchets** sont présents sur le site.

Caractéristiques du site	
Nom du site	Centrale
Coordonnées (L93)	Latitude : 43 21.784 Longitude : 05 00.153
Profondeur du piquet (m)	20
Date d'échantillonnage	19/05/2024
Profondeur des stations (m)	Centrale 17
Remarques sur les stations	Le point GPS du Piquet est situé entre les tombants sur un gros éboulis. La station de quadrats se trouve à proximité Sud-Est, sur site de photogrammétrie. Les quadrats sont réalisés entre les 4 bouées de photogrammétrie. Les gorgones sont à 20 m au NE du site, et localisées à -17 m.
Capteur(s) de température	
Date de pose	19/05/2024
Heure de lancement	20h00
N° capteur	20828925
Profondeur du capteur (m)	20m
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur sur le piquet, lui-même situé sur un petit massif de 1m ² dans le détritique à proximité des plus gros massifs en bas de la photogrammétrie.

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

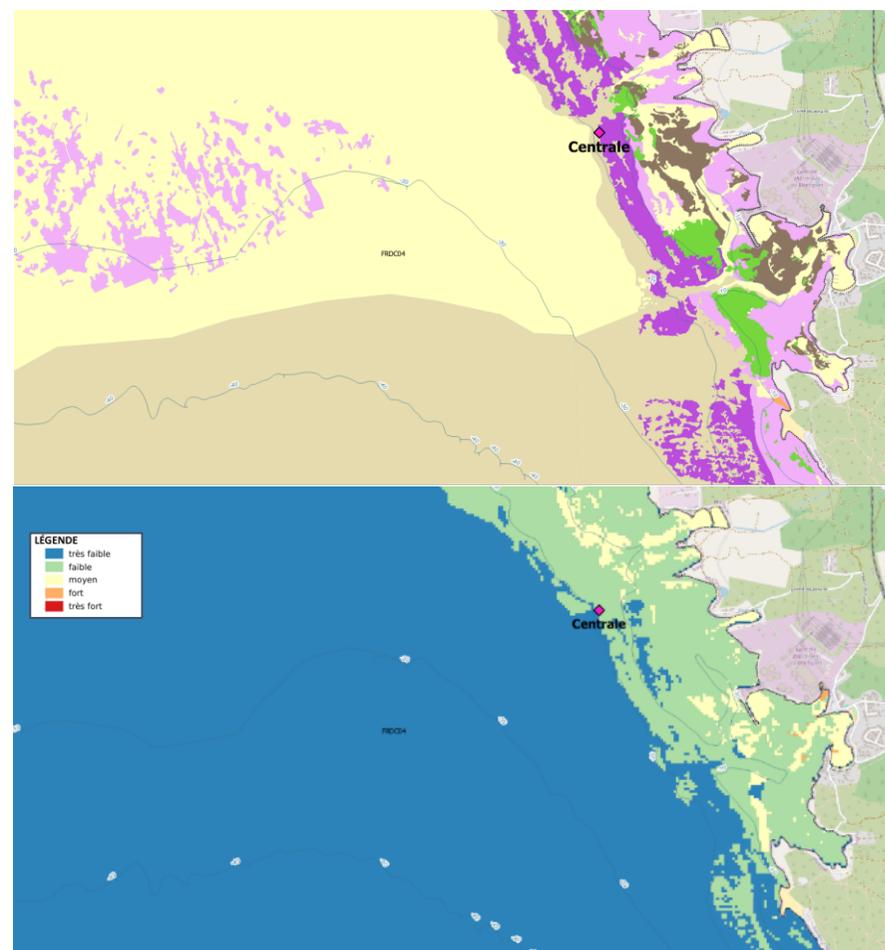


Figure 43 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECORD ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECORD.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

VI.B.1. Photographies du site

Le capteur de température a été positionné sur le piquet à -20 m.



Figure 44 : [1] Ancien capteur de température retrouvé sur le site en 2024 ; [2] Nouveau capteur de température positionné en 2024.

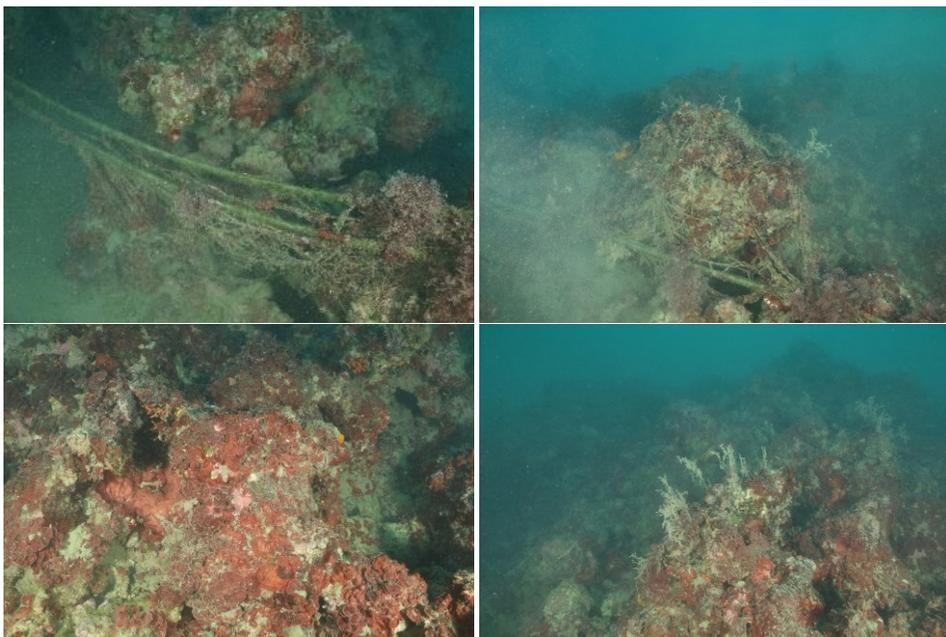


Figure 45 : Centrale (2024). [1,2] Engins de pêche perdus ; [3,4] Peyssonelia sp. forment la strate basse.

La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

Les modèles ont été réalisés en 2018, 2021 et 2024 sur l'ensemble du massif sur une surface d'environ **130 m²**. La zone de photogrammétrie se situe au même endroit que celle des quadrats photographiques. Le cercle rouge indique la localisation du capteur de température.

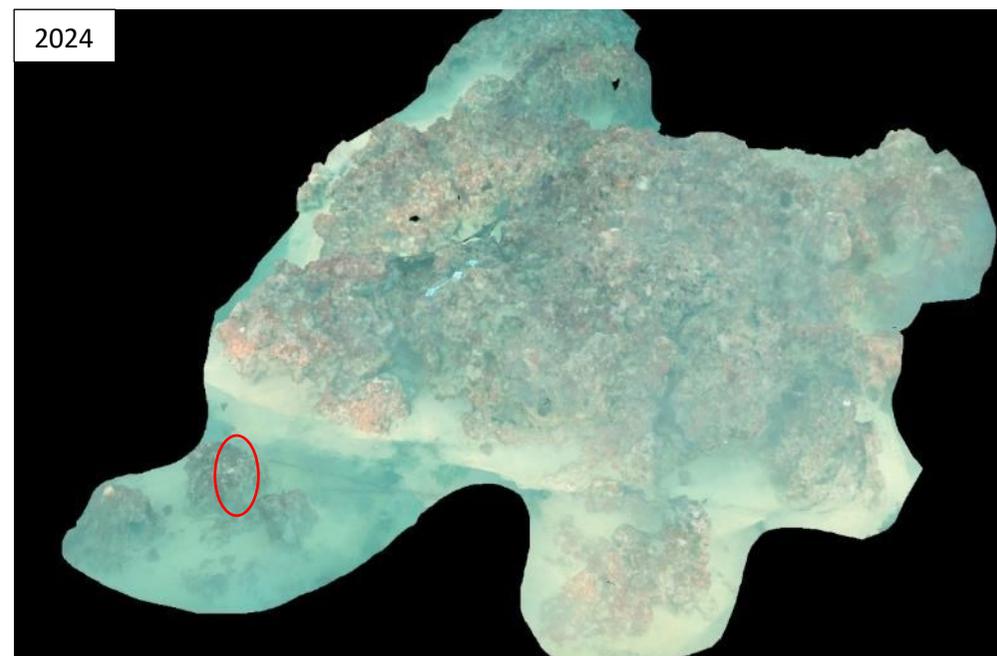


Figure 46 : Vue globale de face du site Centrale reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2024. Le cercle rouge indique la position du capteur de température situé sur un petit massif d'1 m².

La comparaison avec les modèles antérieurs ne montre **pas de différence majeure** sur ce site.



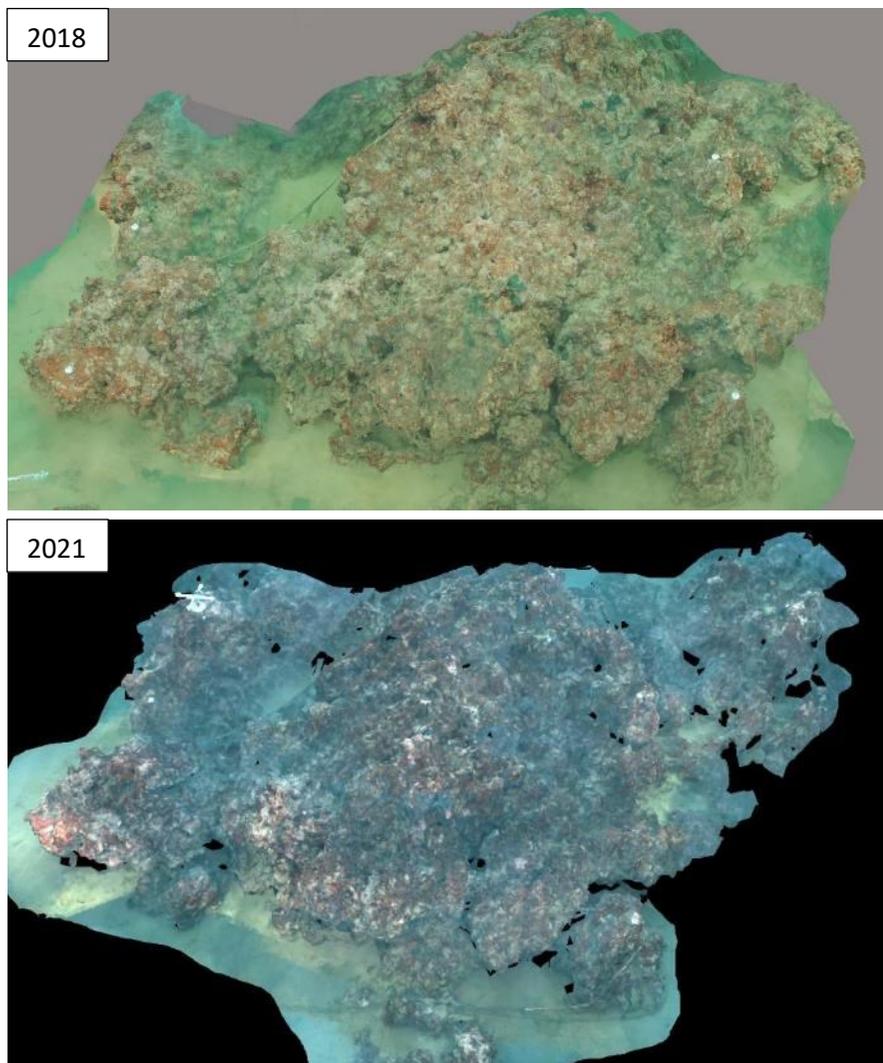


Figure 47 : Vues globales de face du site Centrale reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2018 (en haut) et en 2021 (en bas).



Figure 48 : Vues zoomées du site Centrale reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2018 (à gauche), en 2021 (milieu), en 2024 (à droite) ne montrant pas de différence majeure.

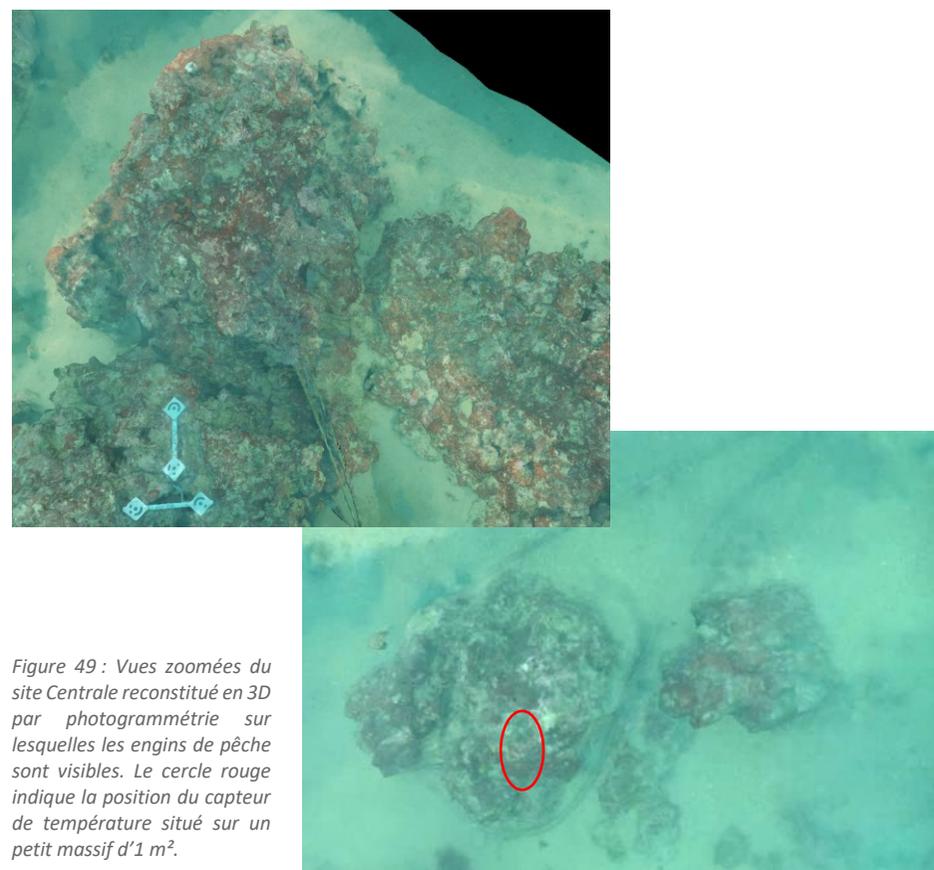


Figure 49 : Vues zoomées du site Centrale reconstitué en 3D par photogrammétrie sur lesquelles les engins de pêche sont visibles. Le cercle rouge indique la position du capteur de température situé sur un petit massif d'1 m².

VI.B.1. Description générale du site

Description générale						
Type physiologique	Massif					
Structures particulières						
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : Centrale_17					
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m			
	40	50	10			
Typologie / profondeur (m)						
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : Centrale_17					
	Nature :		Hauteur (cm) :			
	<i>Eunicella cavolini</i> , <i>Eunicella singularis</i> (rares)		20			
	Bryozoaires érigés, hydriques		5 à 10			
Strate moyenne						
Strate basse	Algues rouges encrustantes			2		
Orientation						
Géographique	Sur le haut du massif, pas d'orientation spécifique					
Par rapport au courant	Pas de courant					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	16	20	<i>Halimeda tuna</i>	16	20	
<i>Paramuricea clavata</i>	0	0	<i>Flabellia petiolata</i>	16	20	
<i>Eunicella cavolinii</i>	16	18	Algues filamenteuses	0	0	
Autres gorgones : <i>E. singularis</i>	16	18	Autres : très nombreux hydriques	16	20	
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :	corde concrétionnée, bouteille en verre, fils de pêche et un filet pris depuis longtemps dans le récif au milieu de la zone de photogrammétrie					
Température de l'eau (°C)	15					
Inclinaison	10					
Visibilité (m)	3					
Profondeur thermocline						
Espèces particulières	pas d'espèces particulières, pas de poissons					
Démographie des espèces érigées						
Date d'échantillonnage	19/05/2024					
Quadrat de 2m ² (structure en taille et densité des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC)	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES)	<input type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC)	<input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)		
Profondeur (m)	17					
30 quadrat de 50x50 cm (Nécrose des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC)	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES)	<input type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC)	<input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)		
Profondeur moyenne (m)	17					



VI.B.2. Analyse des quadrats photographiques

VI.B.2.a. Centrale, -17 m (2024)

Sur la station à -17 m, les quadrats sont couverts à **68,3 % par des organismes vivants** et à **26,3 % par du sédiment**.

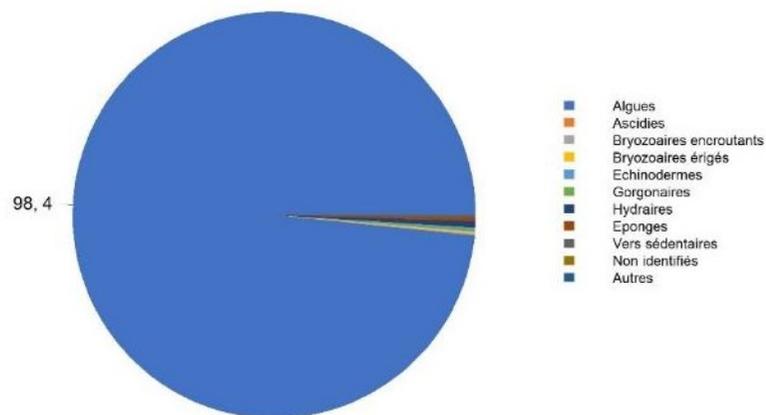


Diagramme de répartition des principaux taxons parmi les organismes vivants (%)
Centrale, 17 mètres (2024)

Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent très largement à -17 m (98,4 % des organismes vivants) avec uniquement des algues rouges (2,3 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées). **Les algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacées** (*Mesophyllum sp. de type encroûtant* (*M. alternans*) et quelques *Lithophyllum sp.*) et surtout des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type encroûtant (88,1 % - *P. polymorpha*).

Les autres groupes du vivant représentés sur le site sont les **bryozoaires érigés** (0,25 %, *Myriapora truncata*) et les **hydroides** qui constituent la strate moyenne du coralligène.

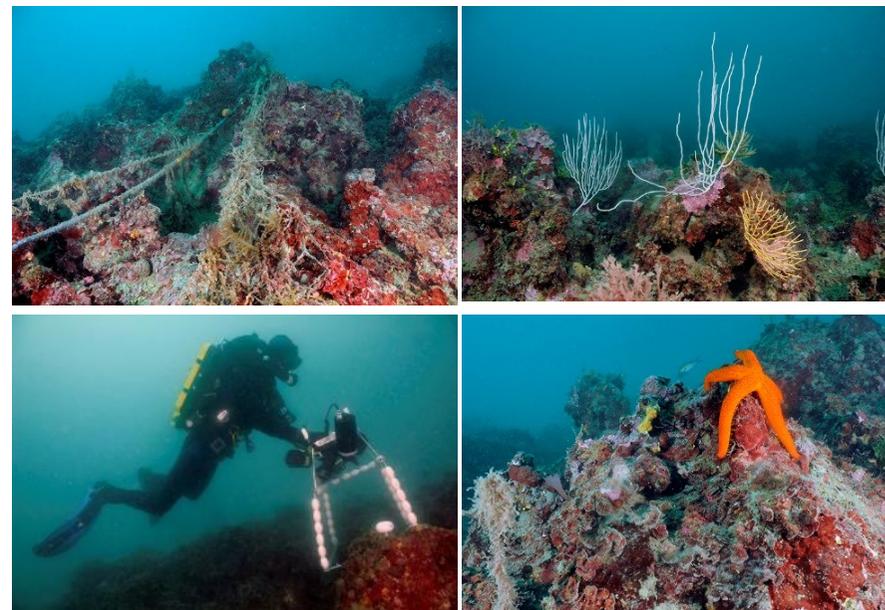


Figure 50 : Station Centrale à -17 m (2018). [1] Filet abandonné ; [2] Gorgones blanches et jaunes ; [3] quadrats photographiques en cours d'acquisition par un plongeur ; [4] étoile de mer sur algues rouges encroûtantes (*Peyssonnelia rosa-marina*).

VI.B.3. Photographies des quadrats

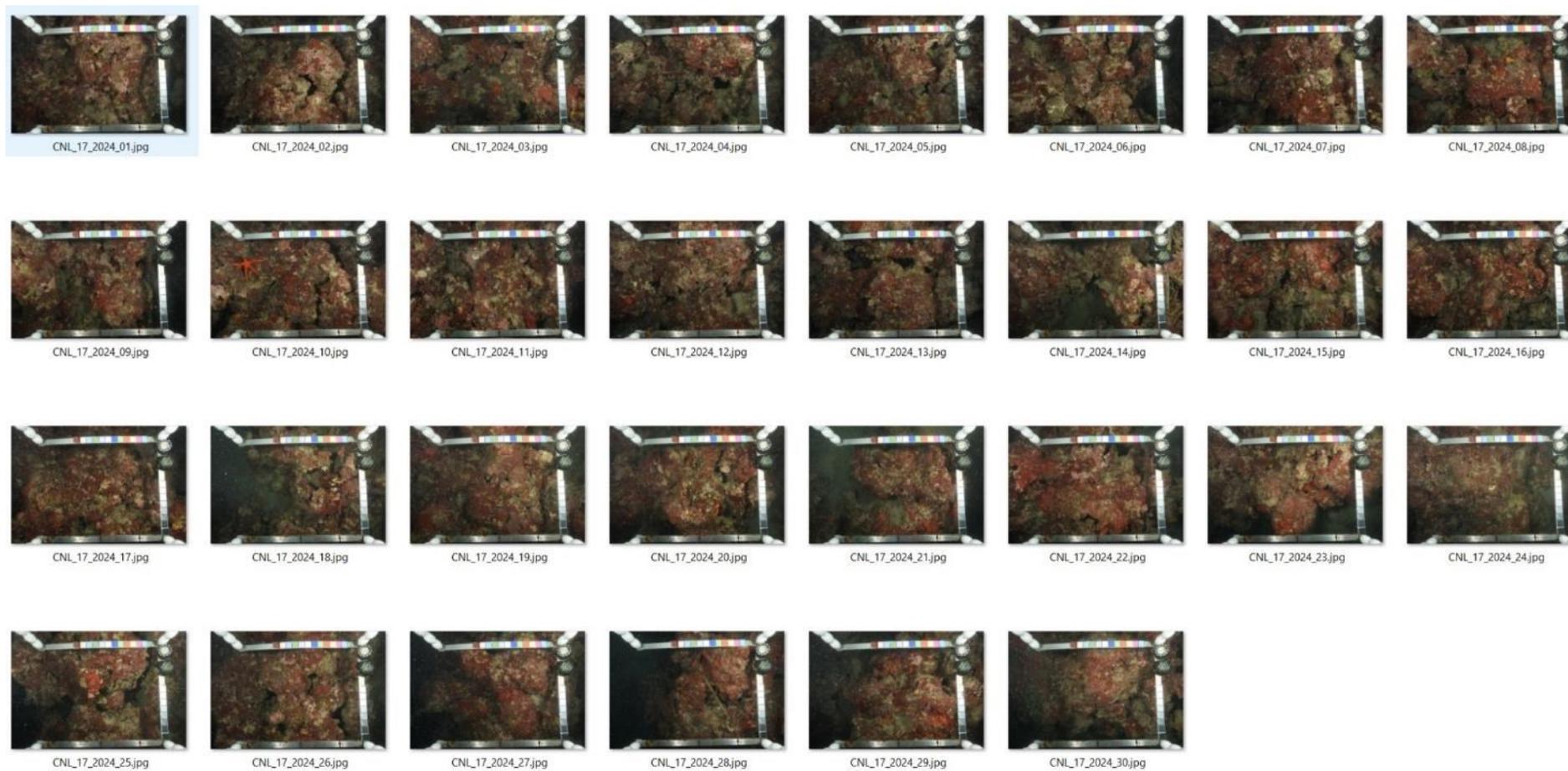


Figure 51 : Site Centrale– Quadrats photographiques à -17 m (2024).



VI.B.4. Analyse comparative des quadrats

Tableau 19: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende	
Masse d'eau côtière	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04		
Site	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale		
Profondeur	17	17	17	17	17		
Année	2012	2015	2018	2021	2024		
% recouvrement par le vivant	57.87	61.88	57.08	81.13	68.36	10.16	97.82
% recouvrement par le non vivant	42.13	38.13	42.92	18.87	31.64	2.18	89.84
% recouvrement par le sédiment	36.5	32.03	30.26	16	26.33	0.44	79.54
% recouvrement par les débris biologiques	0.12	0.05	0.1	0.22	0.28	0	14.77
% recouvrement par les cavités	5.33	5.42	11.25	2.32	3.67	0	22.21
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	1.25	0.28	0.11	0	2.34
CAI	0.45	0.45	0.49	0.62	0.53	0.08	0.78
% recouvrement par les bryozoaires totaux	2.69	0.78	1.2	0.22	0.23	0	18.15
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	43.78	50	56.25	79.58	66.89	0.57	79.58
Indice de Simpson	0.51	0.69	0.64	0.59	0.22	0.03	0.95
Indice de Shannon	1.4	1.51	1.27	1.17	0.57	0.09	3.19
% Nécroses parmi le vivant	0.21	0	1	2.79	2.23	0	97.91
Indicateur de perturbation	6.67	1.52	0.09	0	0.41	0	91.69
% Algues filamenteuses	4.02	1.52	0	0	0.41	0	91.45
% Algues total	86.14	95.79	97.26	99.18	98.43	0	99.39
% Algues brunes	0	0.25	0	0	0	0	89.74
% Algues vertes	4.13	1.01	0	0	0.58	0	91.76
% Algues rouges	82.01	94.53	97.26	99.18	97.85	0	99.25
% Mesophyllum spp.	4.97	4.55	14.23	8.23	5.62	0	70.87
% Lithophyllum spp.	2.12	1.43	2.28	1.9	0.17	0	24.22
% Peyssonnelia sp. Érigées	0.21	43.52	30.75	55.99	1.24	0	55.99
% Peyssonnelia sp. Encroutantes	65.71	30.3	48.81	29.32	88.1	0	88.1
% Eponges	0.85	1.43	0	0.2	0.33	0	91.06
% Eponges massives	0.32	0	0	0.14	0	0	32.68
% Eponges encroutantes	0.53	1.43	0	0.07	0.33	0	66.07
% Axinella sp.	0	0	0	0	0	0	9.61
% Cliona spp.	0	0.84	0	0	0	0	5.96
% Gorgones	0	0	0	0	0.08	0	37.82
% Gorgones rouges	0	0	0	0	0	0	33.68
% Gorgones jaunes	0	0	0	0	0	0	21.09
% Corail rouge	0	0	0	0	0.08	0	31.5
% Bryozoaires encroutants	0.53	0.76	1.28	0.07	0.08	0	17.98
% Bryozoaires érigés	4.13	0.51	0.82	0.2	0.25	0	19.06

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2024 et les suivis antérieurs sur la station à -17 m montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants est stable** (autour de la moyenne régionale) sauf en **2021 où celui-ci augmente fortement (+25 %) en lien avec une baisse de la sédimentation (-15 %)**.

Les taux de **débris** sont **stables** et inférieurs à la moyenne régionale.

Les **nécroses des algues rouges** sont en **augmentation** jusqu'en 2021 (0,21 % en 2012, 2,8 % en 2021) et se stabilisent en 2024 (2,3 %).

L'**indicateur de perturbation diminue au cours du temps**. Les algues filamenteuses ont disparu en 2018 après une diminution entre 2012 et 2015.

La **biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, était moyenne jusqu'en 2018** en comparaison des autres stations de la région. **En 2021, la biodiversité diminue** avec des indices de Simpson et de Shannon en-dessous de la moyenne régionale (moins d'espèces de bryozoaires observées, car couverture algale plus importante). En 2024, elle continue de diminuer – peu d'espèces différentes sont présentes sur ce site.

La **valeur du CAI** indique un **état écologique moyen** à tous les suivis sauf en 2021 où le CAI indique un état bon du site Centrale. **Cette diminution en 2024 s'explique par celle des espèces constructrices** via une diminution de la couverture par les *Peyssonnelia sp.* (surtout des espèces érigées) et par une augmentation du pourcentage de sédimentation.

La répartition des grands groupes du vivant a peu changé entre 2012 et 2024. Le site et son cortège d'espèces semblent stables à part en 2024 où on observe des *Peyssonnelia sp.* uniquement de type encroûtant (pas d'espèces de type érigé).

VI.B.5. Démographie des espèces érigées

Sur le site, les **gorgones blanches** *Eunicella singularis* et **gorgones jaunes** *Eunicella cavolinii* sont échantillonnées à **-17 m** depuis 2012. Elles sont étudiées à **20 mètres au nord-est du site**.

VI.B.5.a. . Nécroses des peuplements

Ces analyses sont données à titre indicatif car peu d'individus sont échantillonnés depuis 2018.

Jusqu'en 2018, les colonies de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* étaient en bon état (>80 % de colonies sans nécrose) même si des nécroses anciennes diffuses étaient visibles (17 % de colonies nécrosées entre 11 et 50 % en 2018). En 2021 et 2024, seuls deux individus ont été observés ; ils étaient nécrosés (Figure et tableaux suivants).

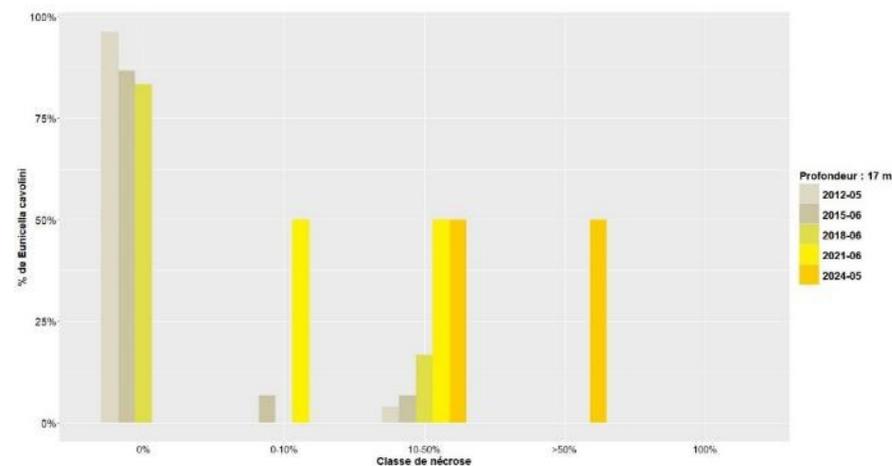


Figure 52 : Site centrale. Nécroses des peuplements de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii*.

Tableau 20 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones jaunes *Eunicella cavolini* à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	
Site	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	
Profondeur	17	17	17	17	17	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>					
% nécrose:0	96.15	86.67	83.33	NA	NA	0 100 67.47
% nécrose:1-10	NA	6.67	NA	50	NA	0 100 11.97
% nécrose:11-50	3.85	6.67	16.67	50	50	0 100 10.45
% nécrose:51-99	NA	NA	NA	NA	50	0 100 82.35 6.64
% nécrose:100	NA	NA	NA	NA	NA	0 100 3.47
% nécroses anciennes	100	100	100	50	100	0 100 69.92
% nécroses récentes	NA	NA	NA	50	NA	0 100 16.09
% nécroses diffuses	NA	NA	100	NA	50	0 100 32.58
% nécroses localisées	100	100	NA	100	50	0 100 51.35
Nombre total	26	30	6	2	2	1 213 46.64

Jusqu'en 2018, les colonies de gorgones blanches *Eunicella singularis* étaient en excellent état par contre **dès 2021 on observe une dégradation de l'état des colonies, qui s'accroît en 2024** : seuls 40 % des individus sont sains en 2021 et 11 % en 2024, 40 % présentent des nécroses dites naturelles (<10 % de nécroses) en 2021 et seulement 15 % en 2024, et le pourcentage d'individus morts augmente en 2024.

Les nécroses observées jusqu'en 2018 étaient toutes anciennes alors qu'en 2021 on observe 39 % des nécroses récentes, majoritairement localisées. En 2024 elles sont qualifiées de **anciennes** et moitié diffuse moitié localisée.

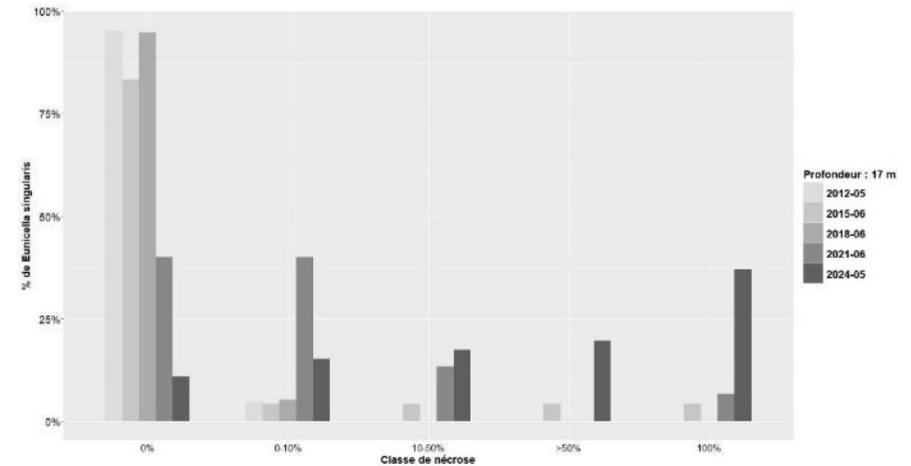


Figure 53 : Site centrale. Nécroses des peuplements de gorgones blanches *Eunicella singularis*.

Tableau 21 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones blanches *Eunicella singularis*

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	
Site	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	
Profondeur	17	17	17	17	17	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella singularis</i>					
% nécrose:0	95.24	83.33	94.87	40	10.87	0 100 67.47
% nécrose:1-10	4.76	4.17	5.13	40	15.22	0 100 11.97
% nécrose:11-50	NA	4.17	NA	13.33	17.39	0 100 10.45
% nécrose:51-99	NA	4.17	NA	NA	19.57	0 82.35 6.64
% nécrose:100	NA	4.17	NA	6.67	36.96	0 100 3.47
% nécroses anciennes	100	100	100	61.11	100	0 100 69.92
% nécroses récentes	NA	NA	NA	38.89	NA	0 100 16.09
% nécroses diffuses	NA	33.33	50	16.67	44	0 100 32.58
% nécroses localisées	100	66.67	50	83.33	56	0 100 51.35
Nombre total	21	48	39	30	46	1 213 46.64

VI.B.5.b. Structure en taille

Quelle que soit l'espèce, il n'y a plus aucune petite colonie. Cependant, peu de gorgones jaunes sont échantillonnées (4 en 2021, 1 en 2024).

Tableau 22 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones jaunes *Eunicella cavolini* à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Masse d'eau	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	
Site	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	
Profondeur	17	17	17	17	
Année	2012	2015	2018	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	
nb petits	8	1	NA	NA	0 53 2.55
% petits	44.44	11.11	NA	NA	0 100 13.72
nb moyens	10	8	4	1	0 52 11.04
% moyens	55.56	88.89	100	100	0 100 70.8
nb grands	NA	NA	NA	NA	0 24 2.8
% grands	NA	NA	NA	NA	0 100 15.48
Nombre total	18	9	4	1	1 77 16.39
Taille max (cm)	45	40	25	40	5 200 55.73



Les gorgones blanches sont toutes de **taille moyenne**, avec une taille maximale relevée variant entre 40 et 50 cm.

Il convient de surveiller ces populations de gorgones blanches qui se dégradent et ne présentent pas de recrutement.

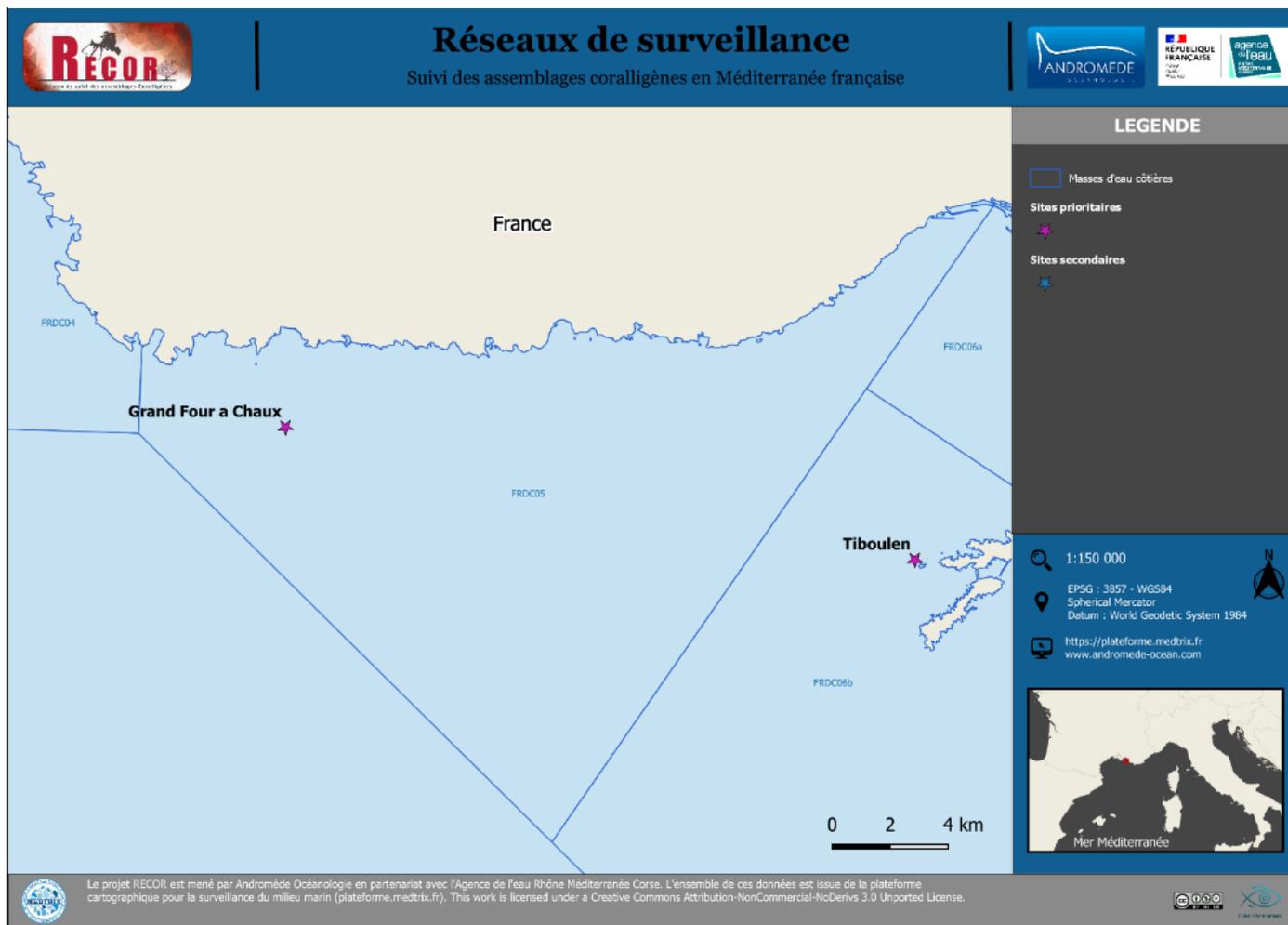
Tableau 23 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones blanches Eunicella singularis

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	FRDC04	
Site	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	
Profondeur	17	17	17	17	17	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	Eunicella singularis					
nb petits	2	NA	NA	NA	NA	0 30 2.39
% petits	16.67	NA	NA	NA	NA	0 100 12.96
nb moyens	10	7	2	4	8	0 49 10.9
% moyens	83.33	100	100	100	100	0 100 69.4
nb grands	NA	NA	NA	NA	NA	0 24 3.12
% grands	NA	NA	NA	NA	NA	0 100 17.63
Nombre total	12	7	2	4	8	1 65 16.41
Taille max (cm)	50	45	50	45	41	5 200 59.76

MASSE D'EAU FRDC05 :

CÔTE BLEUE

La masse d'eau FRDC05 comprend un site RECOR : **Grand Four à Chaux**.



VI.C. Site « Grand Four à Chaux »

VI.C.1. Présentation du site

Le site RECORD **Grand Four à Chaux** est situé au sein du Parc Marin de la Côte Bleue. Il a été échantillonné à trois profondeurs en 2012 et en 2018 (-40, -43 et -45 m), à une profondeur en 2015 (-40 m) et à deux profondeurs en 2021 et 2024 (-40, -45 m).

La station à -40 m se situe à proximité nord de l'ancien piquet de suivi (arraché) sur un massif en longueur. La série de quadrats photographiques à -45 m est réalisée sur un massif à proximité (25 m) à l'ouest du massif principal (plus au sud de la station -40 m).

En 2024, les plongeurs ont observé les espèces de fond suivantes : **poisson lune** (*Mola mola*) pendant la remontée, **thon** (*Thunnus* sp) au palier, sur site : **sars commun** (*Diplodus sargus*), **sar à museau pointu** (*Diplodus puntazzo*), **serran chevrette** (*Serranus cabrilla*), **mérou brun** (*Epinephelus marginatus*), **gorgonocéphale** (*Astrospartus mediterraneus*).

Des nombreux **engins de pêche** (deux ancres avec mouillage complet, filets / corde de pêche et fils de pêche.) sont observés en 2024, qui ont provoqué l'arrachage du piquet, abimés les gorgones et les bryozoaires érigés. A noter surtout une **grande corde de pêche** sur l'ensemble de la zone à -40m, absente lors des précédents suivis.

Caractéristiques du site		
Nom du site	Grand four à chaux	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
	43 18 625	05 05 362
Profondeur du piquet (m)	40m	
Date d'échantillonnage	19/05/2024	
Profondeur des stations (m)	Grand_Four_a_Chaux_40	Grand_Four_a_Chaux_45
	Site qui s'étend entre 40 m et 50m. Le piquet était sur le haut du tombant à l'Ouest du site à -40 m où tombe le point GPS. Il a été arraché par des engins de pêche lors du suivi 2021. L'étude des gorgones a été réalisée autour du piquet également avec démographie des gorgones jaunes à côté du piquet sur le haut du massif. Gorgones très abimées par engins de pêche ou très jolies regroupées : contrasté. Quadrats à -40m à proximité N de l'ancien piquet de suivi (arraché en 2021) sur un massif en longueur dans la zone de photogrammétrie. Quadrats à -45m sur un massif à proximité (25m) à l'Ouest du massif principal (plus au Sud de la station 40m)	
Remarques sur les stations		

Trois capteurs de température ont été récupérés et de nouveaux ont été positionnés :

Date de pose	N° capteur	Prof	Description de la zone
	20828941	40m	Sur le piquet de suivi en bordure sur le haut du tombant à proximité de la zone de PG
	20987419	45m	En partant du piquet se diriger vers le Sud, à 50m sur la droite petit massif avec le capteur fixé sur le coralligène
19/05/2024	20330667	48m	Dans le prolongement du massif principal vers le Sud, petits massifs en contrebas. Le capteur est situé à proximité du détritique, fixé dans le coralligène, à au moins 50 m de distance.



Figure 54 : Caractéristiques et illustrations des capteurs de température positionnés en 2024. Tous les capteurs posés en 2021 ont été récupérés.

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 55 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.
 Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr/>).

VI.C.2. Photographies du site

La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

Les modèles ont été réalisés en 2018, 2021 et 2024 sur les mêmes massifs, sur une surface de **140 m²** (2024). La zone de photogrammétrie se situe au même endroit qu'une partie des quadrats photographiques de la station à **-40 m**.

La principale différence entre les modèles est la présence d'une **grande corde de pêche** sur l'ensemble de la zone (indiquée par des flèches rouges ci-dessous). On observe ainsi des **déchets de bryozoaires** et des **gorgones arrachées** par cet engin de pêche perdu.

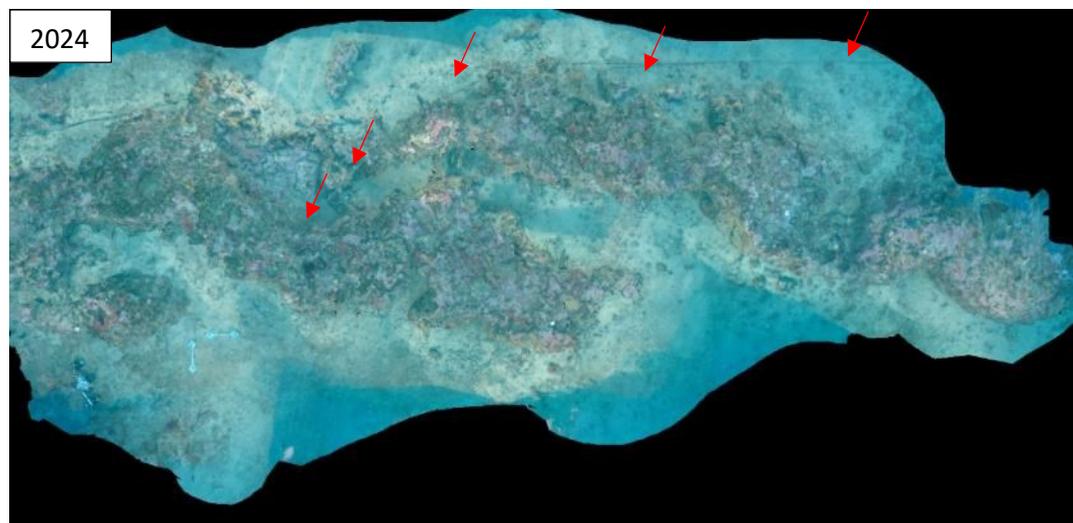


Figure 56 : Vue de-dessus du site Grand Four à Chaux reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2024. Les flèches rouges montrent la présence d'une **grande corde de pêche** sur l'ensemble du site.



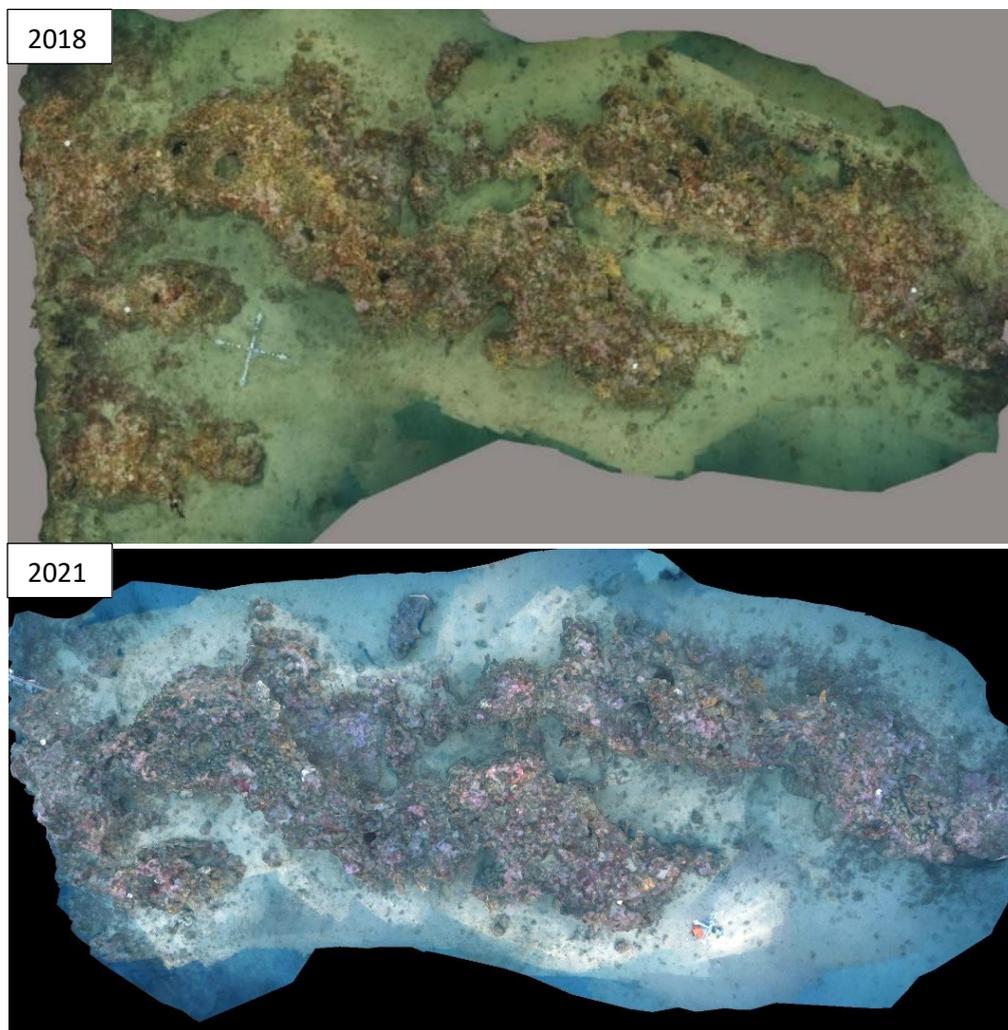


Figure 57 : Vues de-dessus du site Grand Four à Chaux reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2018 (en haut) et en 2021 (en bas).

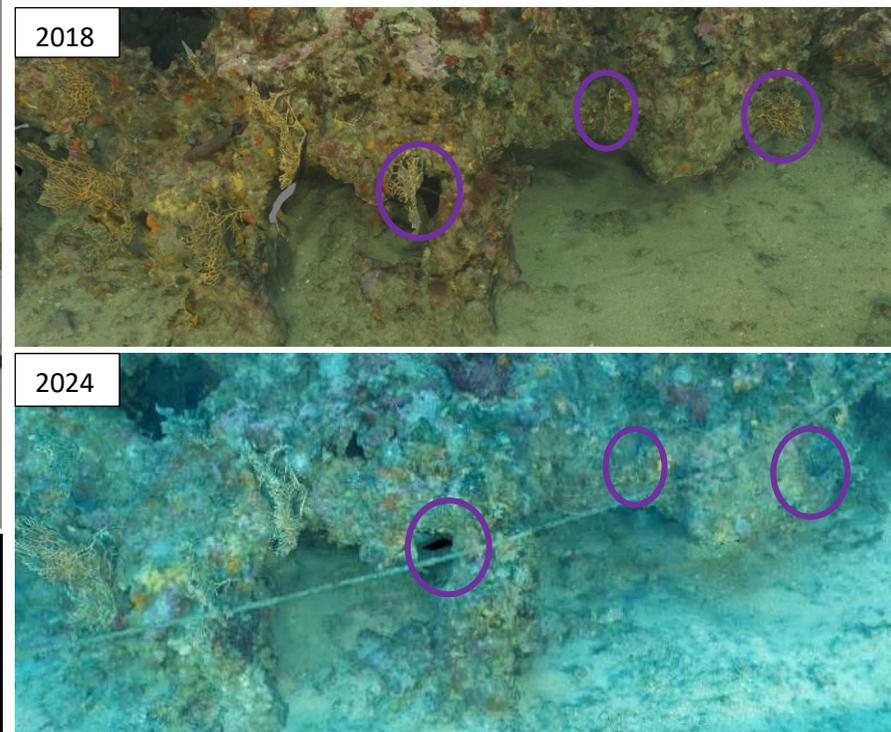
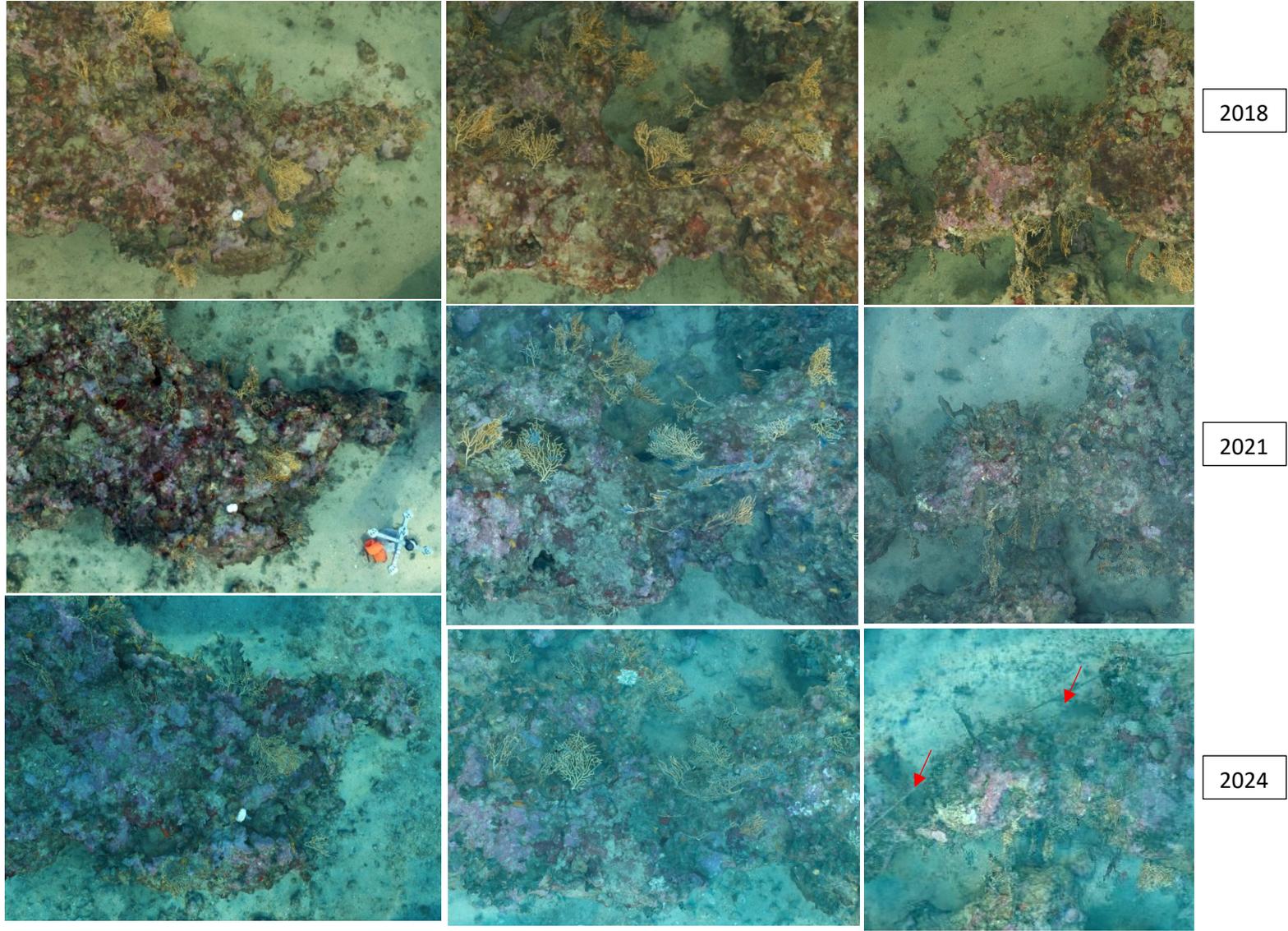


Figure 58 : Vues zoomées du site Grand Four à Chaux reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2018 (en haut) et en bas (2024), montrant la disparition de gorgones jaunes (cercles violets) à cause de l'impact d'une corde de pêche.



2018

2021

2024

Figure 59 : Vues zoomées du site Grand Four à Chaux reconstitué en 3D par photogrammétrie en 2018 (en haut), en 2021 (milieu), en bas (2024), sur trois zones différentes. On ne note pas de différence majeure dans le cortège d'espèces. Les flèches rouges montrent la présence d'une corde de pêche en 2024.





Figure 60 : Illustrations du site Grand Four à Chaux (2024). [1] Engins de pêche perdus ; [2] Débris de bryozoaires érigés (cercle orange) ; [3] Gorgone *Leptogorgia sarmentosa* ; [4] Association à *Flabellia petiolata* et *Peyssonnelia* sp. à -40 m ; [5] *Gorgonocéphale* (*Astrospartus mediterraneus*) dans une gorgone pourpre ; [6] Vers sédentaires *Filograna* sp. ; [7] Coraux jaunes solitaires *Leptopsammia pruvoti* ; [8,9] Grands hydroides parmi les algues rouges encrustantes et les bryozoaires érigés.

VI.C.3. Description générale du site

Description générale						
Type physiologique	Massif					
Structures particulières						
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : Grand_Four_a_ChauX_40			Profondeur (m) : Grand_Four_a_ChauX_45		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	90	10		90	10	
Typologie / profondeur (m)	2			2		
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : Grand_Four_a_ChauX_40			Profondeur (m) : Grand_Four_a_ChauX_45		
	Nature :		Hauteur (cm) :	Nature :		Hauteur (cm) :
	<i>Eunicella cavolinii</i>		30-40	<i>Axinella sp.</i>		10
	Strate moyenne		10	Bryozoaires érigés (<i>Crisia sp</i> (majoritaire) et <i>Myriapora truncata</i>)		5
Strate basse	<i>Flabellia petiolata</i> , bryozoaires érigés <i>Mesophyllum sp.</i>			<i>Mesophyllum sp.</i>		0
Orientation						
Géographique	Massif orienté Nord/Sud					
Par rapport au courant	Est					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	43	47	<i>Halimeda tuna</i>	0	0	
<i>Paramuricea clavata</i> (sur massif du capteur à -48m)	43	48	<i>Flabellia petiolata</i>	40	43	
<i>Eunicella cavolinii</i> (sur le site du piquet)	43	47	Algues filamenteuses	0	0	
Autres gorgones : ...			Autres : ...			
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche	<input checked="" type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input checked="" type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :	Deux ancrs avec mouillage complet, filets de pêche et fils de pêche. Débris de bryozoaires et gorgones arrachés par les engins de pêche.					
Température de l'eau (°C)	15					
Inclinaison						
Visibilité (m)	15					
Profondeur thermocline						
Espèces particulières	Poisson lune (<i>Mola mola</i>) pendant la remontée, thon (<i>Thunnus sp</i>) au palier, sur site : sars commun (<i>Diplodus sargus</i>), sar à museau pointu (<i>Diplodus puntazzo</i>), serran chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), mérour brun (<i>Epinephelus marginatus</i>), gorgonocéphale (<i>Astrospartus mediterraneus</i>)					
Démographie des espèces érigées						
Date d'échantillonnage	19/05/2024					
Quadrat de 2m ² (structure en taille et densité des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC)	<input type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES)	<input type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC)	<input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)		
Profondeur (m)	40					
30 quadrat de 50x50 cm (Nécrose des peuplements)						
Espèces échantillonnées	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Eunicella cavolinii</i> (EC)	<input type="checkbox"/> <i>Eunicella singularis</i> (ES)	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Paramuricea clavata</i> (PC)	<input type="checkbox"/> <i>P. macrospina</i> (PM)		
Profondeur moyenne (m)	40					



VI.C.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.C.4.a. Grand Four à Chaux, -40 m (2024)

Sur la station à -40 m, les quadrats sont couverts à **49,2 % par des organismes vivants** et à **32,5 % par du sédiment**.

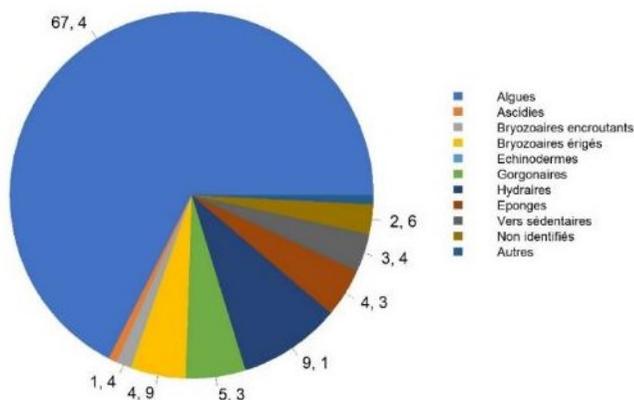


Diagramme de répartition des principaux taxons parmi les organismes vivants (%)
Grand Four à Chaux, 40 mètres (2024)

Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -40 m (67,4 % des organismes vivants) avec des algues rouges (44,1 % - 1,1 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées) et des algues vertes (23,0 % - *Flabellia petiolata*). **Les algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacés** (*Mesophyllum sp. de type encroûtant* (*M. alternans* – 30,1 %) et quelques *Lithophyllum sp.* (1,8 %)) et des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type encroûtant (10,3 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -40 m le groupe dominant est celui des **hydroides** (9,1 % - groupe absent des quadrats en 2021), suivi **bryozoaires** : 1,4 % sont encroûtants (non identifiés et *Schizomavella mamillata*) et 4,9 % sont érigés avec *Pentapora fascialis*, *Cellaria sp.*, *Crisia sp* et *Myriapora truncata*. **Les bryozoaires érigés constituent la strate moyenne du coralligène avec les algues vertes *Flabellia petiolata***. On trouve ensuite les **gorgones** (5,3 %, *Eunicella cavolinii*) qui constituent la strate haute du coralligène, les **éponges** (4,3 %, principalement encroûtantes

comme *Hemimycale columella*, *Spirastrella cunctatrix*, *Cliona sp*), des **vers sédentaires** (3,4 % - *Filograna* ou *Salmacina sp*).

VI.C.4.a. Grand Four à Chaux, -45 m (2024)

Sur la station à -45 m, les quadrats sont couverts à **35,7 % par des organismes vivants** et à **49,8 % par du sédiment**.

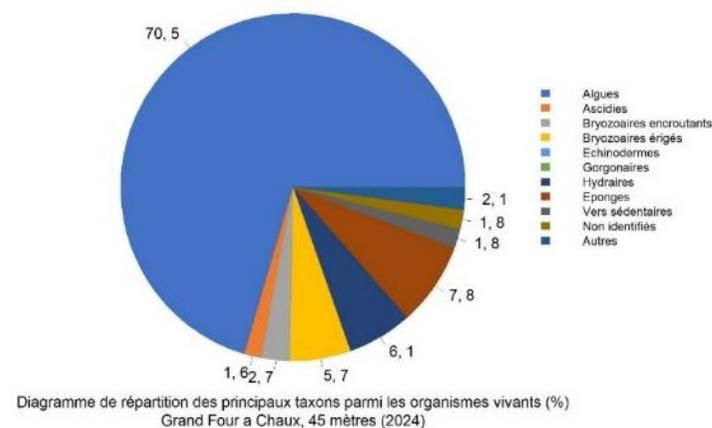


Diagramme de répartition des principaux taxons parmi les organismes vivants (%)
Grand Four à Chaux, 45 mètres (2024)

Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -45 m (70,5 % des organismes vivants) avec des algues rouges (68,3 % - 2,7 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées). **Les algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacés** (*Mesophyllum sp. (52,7 % de type encroûtant* (*M. alternans*) et quelques *Lithophyllum sp.* (0,5 %)) et des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces encroûtantes (10,8 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -45 m le groupe dominant est celui des **bryozoaires** : 2,7 % sont encroûtants (non identifiés et *Schizomavella mamillata*) et 5,7 % sont érigés avec *Crisia sp* (majoritaire) et *Myriapora truncata*. **Les bryozoaires érigés constituent la strate moyenne du coralligène**. A cette profondeur on trouve également en 2024 des **hydroides** (6,1 %).

On trouve aussi les **éponges** (7,8 %) principalement encroûtantes : *Cliona sp.*, *Spirastrella cunctatrix*, *Crella pulvinar*, espèces non identifiées. Les **vers sédentaires** sont présents sur cette station (1,8 % - *Filograna* ou *Salmacina sp*) ainsi que les **ascidies** (1,6 %).

VI.C.5. Photographies des quadrats

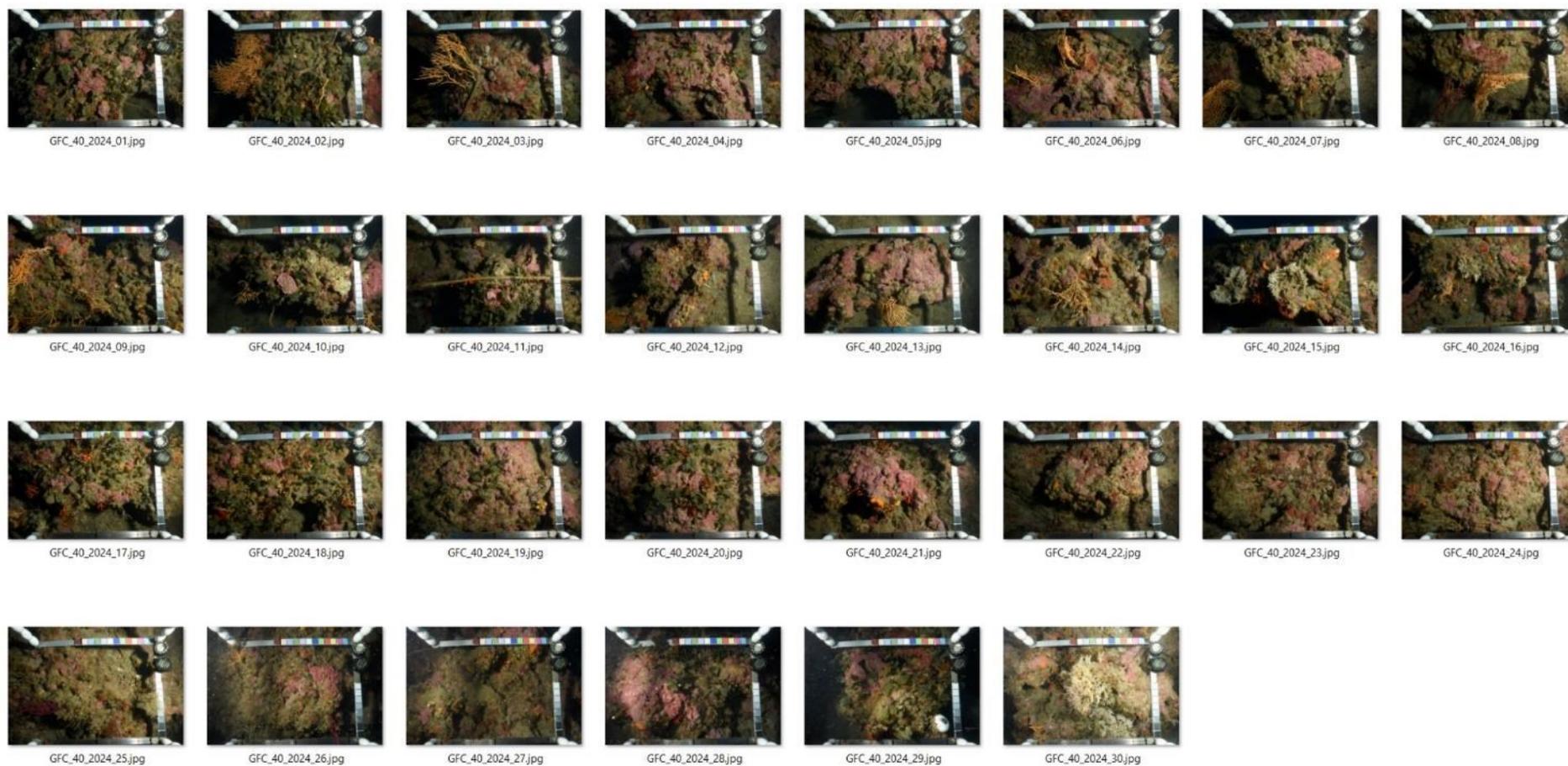


Figure 61 : Site Grand Four à Chaux– Quadrats photographiques à -40 m (2024).





Figure 62 : Site Grand Four à Chaux– Quadrats photographiques à -45 m (2024).

VI.C.6. Analyse comparative des quadrats à -40 m

Tableau 24: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC05	FRDC05	FRDC05	FRDC05	FRDC05	
Site	Grand Four a Chaux					
Profondeur	40	40	40	40	40	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	41.87	44.69	51.09	54.18	49.21	10.16 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	58.13	55.31	48.91	45.82	50.79	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	52.83	48.54	39.69	43.07	32.52	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	0.48	0.21	0.05	0.27	2.39	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	3.75	6.35	7.29	2.37	14.19	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	0	0	0.12	0 2.34 0.1
CAI	0.29	0.35	0.34	0.41	0.38	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	4.17	4.01	1.46	5.88	3.09	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	14.23	25.94	27.45	27.33	23.58	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.84	0.8	0.82	0.79	0.83	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.5	2.41	2.12	1.93	2.33	0.09 3.19 2.19
% Nécroses parmi le vivant	0.14	0.47	0.51	1	1.07	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	32.43	2.21	17.74	11.94	4.74	0 91.69 11.2
% Algues filamenteuses	1	2.21	17.02	11.34	1.42	0 91.45 10.19
% Algues total	62.3	59.67	85.73	84.38	67.38	0 99.39 71.9
% Algues brunes	2.13	1.86	0.31	0	0.24	0 89.74 11.02
% Algues vertes	1.71	2.68	16.72	23.48	23.01	0 91.76 5.16
% Algues rouges	58.46	55.13	68.71	60.9	44.13	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	18.78	42.31	32.21	33.73	30.13	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	3.7	2.68	4.18	2.49	1.78	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	0.14	0.12	0.92	0.9	0	0 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroutantes	2.56	5.36	14.07	11.74	10.32	0 88.1 17.25
% Eponges	11.95	13.4	3.57	1.49	4.27	0 91.06 12.38
% Eponges massives	1.28	5.48	0.82	0.5	0.36	0 32.68 3.13
% Eponges encroutantes	10.67	7.93	2.75	1	3.91	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	0.43	0	0.71	0.3	0.12	0 9.61 0.73
% Cliona spp.	1.85	2.91	0.92	0.1	0.59	0 5.96 0.34
% Gorgones	1.85	0.47	3.47	1.59	5.34	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	1.28	0.12	0	0	0.36	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	0.57	0.35	3.47	1.29	4.63	0 21.09 1.63
% Corail rouge	0	0	0	0	0.36	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroutants	2.84	4.55	1.63	0.5	1.42	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	7.11	4.43	1.22	10.35	4.86	0 19.06 2.14

VI.C.1. Analyse comparative des quadrats à -45 m

Tableau 25: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC05	FRDC05	FRDC05	FRDC05	
Site	Grand Four a Chaux	Grand Four a Chaux	Grand Four a Chaux	Grand Four a Chaux	
Profondeur	45	45	45	45	
Année	2012	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	45.31	37.86	45.98	35.74	10.16 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	54.69	62.14	54.02	64.26	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	46.32	52.6	49.36	49.8	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	0.22	0.57	0.91	1.14	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	7.08	7.55	2.15	11.44	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0.84	0.78	0	0	0 2.34 0.1
CAI	0.36	0.31	0.42	0.33	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	3.43	2.29	5.31	3.02	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	27.82	25.57	36.37	24.99	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.73	0.65	0.58	0.7	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.15	1.78	1.47	1.98	0.09 3.19 2.19
% Nécroses parmi le vivant	0.87	0.69	1.87	2.71	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	12.66	10.73	1.75	2.87	0 91.69 11.2
% Algues filamenteuses	0.99	10.73	1.75	1.27	0 91.45 10.19
% Algues total	69.98	74.14	79.23	70.54	0 99.39 71.9
% Algues brunes	0.87	0.28	0	1.75	0 89.74 11.02
% Algues vertes	0.74	0	0.12	0.48	0 91.76 5.16
% Algues rouges	68.36	73.87	79.11	68.31	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	47.02	57.22	63.83	52.71	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	5.09	4.95	1.4	0.48	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	0	0	0.23	0	0 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroutantes	0.62	1.24	9.92	10.83	0 88.1 17.25
% Eponges	8.31	6.6	4.78	7.8	0 91.06 12.38
% Eponges massives	0.74	1.79	0.12	0.8	0 32.68 3.13
% Eponges encroutantes	7.57	4.81	4.67	7.01	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	0.25	0.83	0.12	0.48	0 9.61 0.73
% Cliona spp.	2.98	0.41	0.82	0.96	0 5.96 0.34
% Gorgones	4.84	1.65	0	0	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	4.71	1.38	0	0	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	0.12	0.28	0	0	0 21.09 1.63
% Corail rouge	0	0	0	0	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroutants	3.23	2.89	0.93	2.71	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	4.34	3.16	10.62	5.73	0 19.06 2.14

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2024 et les suivis antérieurs montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants augmente à -40 m jusqu'en 2021 et baisse légèrement en 2024 (-5 %) (tout en restant en-dessous de la moyenne régionale)**. Sur la station à **-45 m le pourcentage de couverture par les organismes vivants diminue en 2024**.

Le **pourcentage de sédimentation diminue en 2024 à -40 m et est stable à -45 m**.

Le **pourcentage de débris augmente sur les deux stations** en 2024, notamment à -40 m. Le **pourcentage de cavités augmente aussi fortement**. On voit l'effet de la corde de pêche sur ces deux indices.

Le **pourcentage de nécroses est stable à -40 m**. Il **augmente à -45 m** et est proche de la moyenne régionale.

L'indicateur de perturbation diminue au cours du temps.

La **biodiversité**, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, était moyenne jusqu'en 2018 en comparaison des autres stations de la région. En 2021, la biodiversité diminue avec des indices de Simpson et de Shannon en-dessous de la moyenne régionale sur les deux stations. En 2024, elle retrouve des valeurs proches de celles de 2018.

La valeur du CAI était assez stable jusqu'en 2018, elle augmente en 2021 sur les deux stations et diminue en 2024. Sur tous les suivis, le CAI indique **un état écologique moyen des deux stations**, avec des valeurs inférieures à la moyenne régionale.

La répartition des grands groupes du vivant a peu changé entre 2012 et 2024 à part les bryozoaires érigés plus nombreux (*Crisia sp.*) à -40 et -45 m en 2021, **plus d'hydroides et de vers sédentaires** à -40 m et -45 m en 2024.

La stratification est assez similaire entre les stations et les années même si les surfaces couvertes par les algues diminuent avec la profondeur au profit des éponges. La strate haute (40 cm) est formée de gorgones à -40 m tandis qu'elle est formée d'éponges à -45 m (10 cm de haut). La strate moyenne est de 10 cm à -40 m et -45 m (algues et/ou bryozoaires érigés) alors que la strate basse (5 cm) est composée d'algues corallines encroûtantes partout (*Mesophyllum sp.*).

VI.C.2. Suivi de la fonction écologique habitat par ADN

En 2024, ce site coralligène a fait l'objet de prélèvements ADN. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 26 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPELEMENTS DE POISSONS PAR ADN	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Grand_Four_a_Chaux
Date	19/05/2024
Heure	12h45
Latitude :	43 18.625
Longitude :	05 05.362
Habitat	<input checked="" type="checkbox"/> Coralligène <input type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	45
Espèces remarquables	Poisson lune (<i>Mola mola</i>) pendant la remontée, thon (<i>Thunnus sp</i>) au palier, sur site : sars commun (<i>Diplodus sargus</i>), sar à museau pointu (<i>Diplodus puntazzo</i>), serran chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), girelles communes (<i>Coris julis</i>) + méréul brun (<i>Epinephelus marginatus</i>)
Perturbations observées	engins de pêche, macrodéchets
Température de l'eau (°C)	15
Nom des plongeurs	LEDUC Michèle / PAVY Thomas / PERSONNIC Sébastien
Caractéristiques prélèvements ADN	
Profondeur ADN (m)	40
Durée filtration	30 min
Type filtre ADN	0.2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADN	
Nom pompe	
Pompe 3	Pompe 2
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2402017	SPY2402026
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2
<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile	<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile
<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée	<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée
<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface	<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Sur le site Grand Four à Chaux, plusieurs espèces ont été observées par les plongeurs (Poisson lune (*Mola mola*) pendant la remontée, thon (*Thunnus* sp) au palier, sur site : sars commun (*Diplodus sargus*), sar à museau pointu (*Diplodus puntazzo*), serran chevrette (*Serranus cabrilla*), girelles communes (*Coris julis*) + mérou brun (*Epinephelus marginatus*). Toutes ces espèces ont aussi été détectées par ADNe, à l'exception du thon et du sar à museau pointu. Un total de **34 espèces** ont été recensées par ADNe en 2024, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 27 : Liste d'espèces

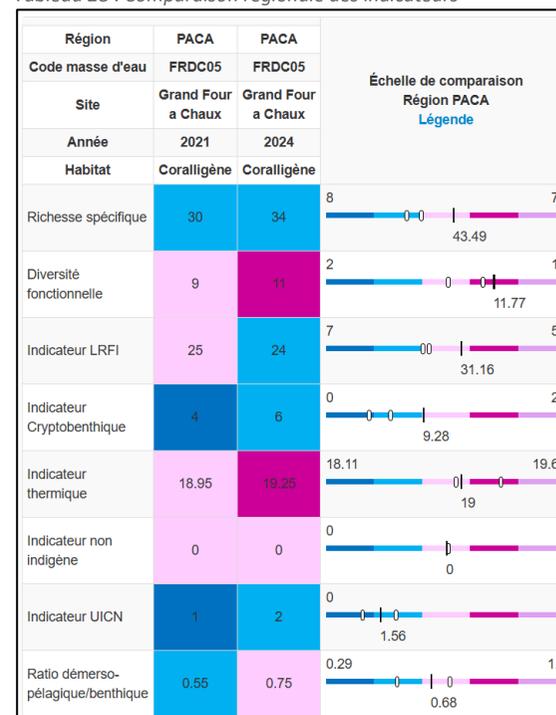
Famille	Genre	Espec
Blenniidae	<i>Parablennius</i>	<i>rouxi</i>
Caproidae	<i>Capros</i>	<i>aper</i>
Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>
Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>
Congridae	<i>Conger</i>	<i>conger</i>
Dasyatidae	<i>Pteroplatytrygon</i>	<i>violacea</i>
Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasicolus</i>
Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>niger</i>
Gobiidae	<i>Lebetus</i>	<i>guilleti</i>
Gobiidae	<i>Lesueurigobius</i>	<i>suerii</i>
Gobiidae	<i>Lesueurigobius</i>	<i>friesii</i>
Gobiidae	<i>Odondebuenia</i>	<i>balearica</i>
Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>
Labridae	<i>Symphodus</i>	<i>tinca</i>
Molidae	<i>Mola</i>	<i>mola</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>
Myctophidae	<i>Ceratoscopelus</i>	<i>maderensis</i>
Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>colias</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>scrofa</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i>
Serranidae	<i>Anthias</i>	<i>anthias</i>
Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>marginatus</i>
Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>
Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>hepatus</i>
Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>

Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>acarne</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>
Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>
Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>
Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>

Valeurs des indicateurs

L'ensemble des indicateurs calculés en 2024 (à l'exception de l'indicateurs thermique) ont des valeurs supérieures ou égales aux valeurs de 2021.

Tableau 28 : Comparaison régionale des indicateurs



VI.C.3. Démographie des espèces érigées

Sur le site, les **gorgones jaunes** *Eunicella cavolinii* et/ou les **gorgones rouges** *Paramuricea clavata* ont été échantillonnées à -17 m en 2012, **-40 m** en 2015 / 2021 / 2024, -43 m en 2018. Les espèces et les profondeurs changeant entre les premières années de suivi, les résultats sont difficilement comparables.

Depuis 2021, l'étude des gorgones est réalisée autour du piquet et également à côté du piquet sur le haut du massif. Les plongeurs ont noté un contraste de l'état des gorgones avec des gorgones très abimées par des engins de pêche ou très jolies (regroupées).

VI.C.3.a. . Nécroses des peuplements

Entre 2015 et 2021, l'état des populations de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* s'est fortement dégradé à -40 m : le pourcentage de colonies saines (<10 % de nécroses) est passé de 100 % en 2015 à 20 % en 2021 (+ des individus morts). En 2024, l'état des colonies semble en légère amélioration par rapport à 2021 (mais état qualifié de moyen) avec 33 % des gorgones présentant des nécroses naturelles. Les nécroses, récentes et diffuses en 2018, sont plutôt anciennes et localisées en 2021 et en 2024 (Figure et tableaux suivants).

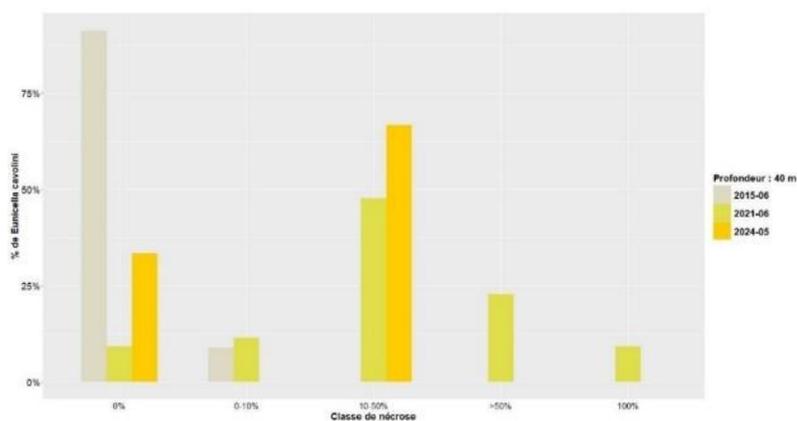


Figure 63 : Site Grand Four à Chaux. Nécroses des peuplements de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii*.

Entre 2015 et 2024, l'état des populations de gorgones rouges *Paramuricea clavata* s'est dégradé : le pourcentage de colonies saines est passé de 52 % en 2015 à 75 % en 2021 (peu d'individus comptabilisés) puis à 70 % en 2024 (sur 52 individus). Ces nécroses sont anciennes et surtout diffuses en 2024 (Figure et tableaux suivants).

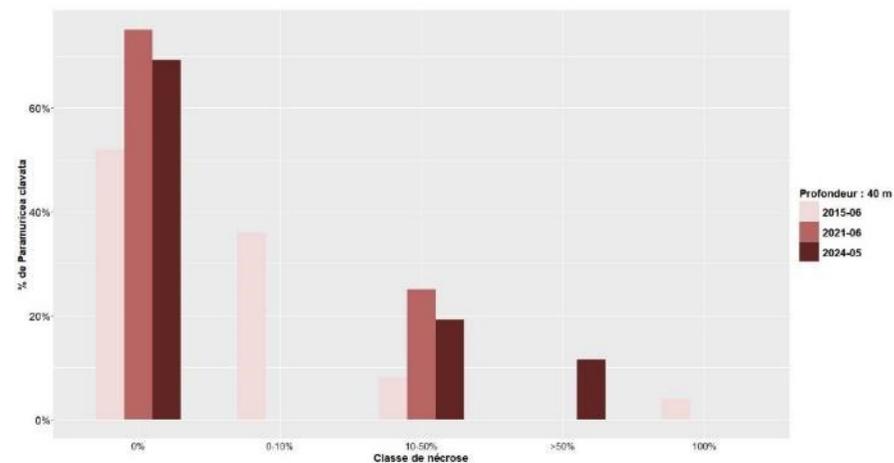


Figure 64 : Site Grand Four à Chaux. Nécroses des peuplements de gorgones rouges *Paramuricea clavata*.



Figure 65 : Site Grand Four à Chaux (2024). Une petite gorgone rouge *Paramuricea clavata*

Tableau 29 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones rouges *Paramuricea clavata* à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC05	FRDC05	FRDC05	
Site	Grand Four a Chaux	Grand Four a Chaux	Grand Four a Chaux	
Profondeur	40	40	40	
Année	2015	2021	2024	
Espèce	<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Paramuricea clavata</i>	
% nécrose:0	52	75	69.23	
% nécrose:1-10	36	NA	NA	
% nécrose:11-50	8	25	19.23	
% nécrose:51-99	NA	NA	11.54	
% nécrose:100	4	NA	NA	
% nécroses anciennes	100	100	87.5	
% nécroses récentes	NA	NA	12.5	
% nécroses diffuses	NA	NA	75	
% nécroses localisées	100	100	25	
Nombre total	25	4	52	

Tableau 30 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones jaunes *Eunicella cavolini* à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC05	FRDC05	FRDC05	FRDC05	
Site	Grand Four a Chaux				
Profondeur	40	43	40	40	
Année	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	
% nécrose:0	91.18	45.34	9.09	33.33	
% nécrose:1-10	8.82	36.65	11.36	NA	
% nécrose:11-50	NA	13.66	47.73	66.67	
% nécrose:51-99	NA	1.86	22.73	NA	
% nécrose:100	NA	2.48	9.09	NA	
% nécroses anciennes	100	21.59	87.5	100	
% nécroses récentes	NA	78.41	12.5	NA	
% nécroses diffuses	NA	82.35	27.5	100	
% nécroses localisées	100	17.65	72.5	NA	
Nombre total	34	161	44	6	

VI.C.3.b. Structure en taille

En 2018, des colonies de gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* de taille moyenne (50 cm) et de petite taille étaient présentes alors qu'en 2021 les individus étaient uniquement de taille moyenne (problème de recrutement ?). Concernant les **gorgones rouges**, les colonies étaient de toute taille en 2015. En 2024 ne sont observées que des colonies de **petite et moyenne taille** (effet des engins de pêche ?).

Tableau 31 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* (à gauche) et les gorgones rouges *Paramuricea clavata* (à droite) à l'échelle régionale.

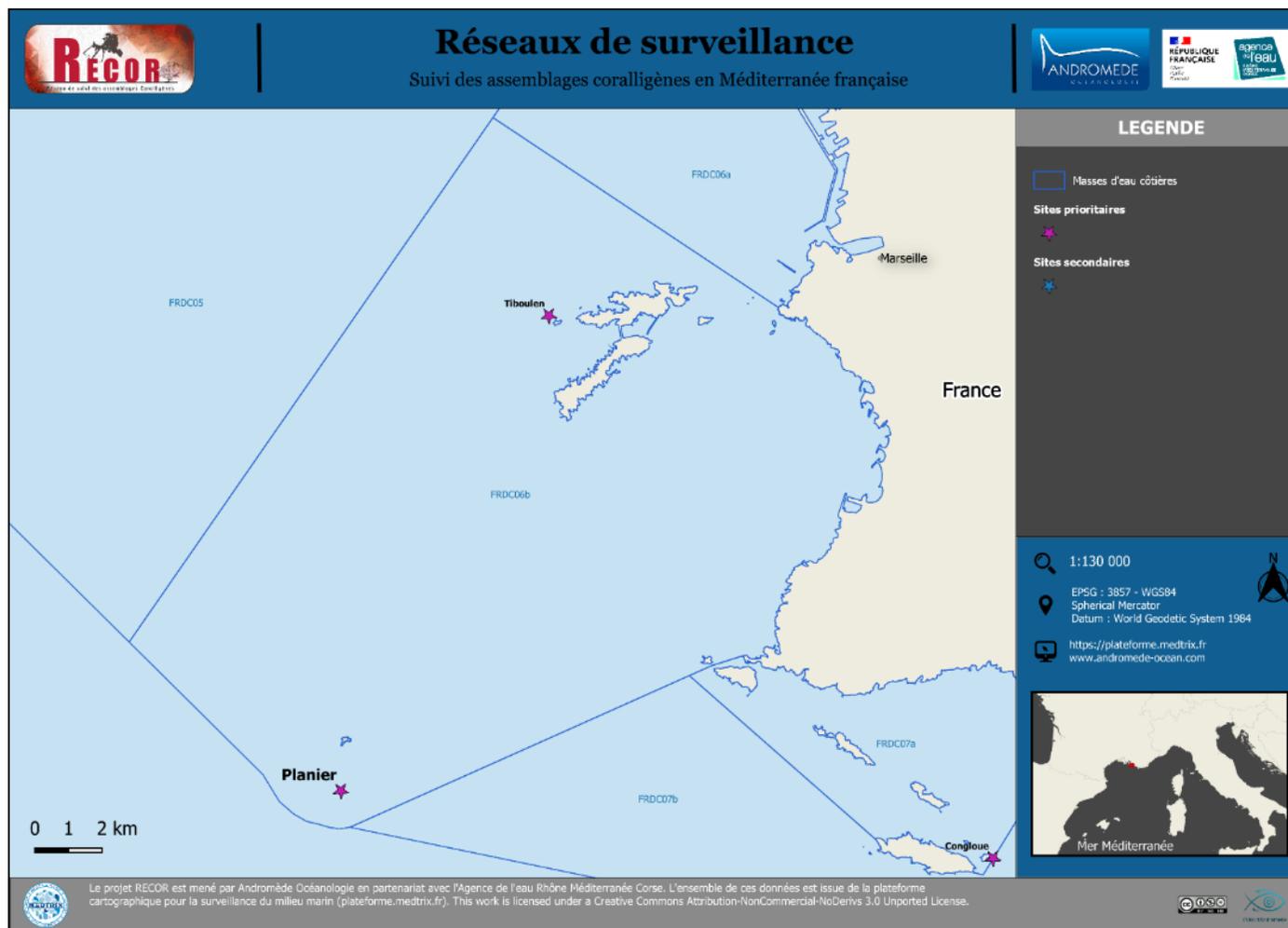
Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende	Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC05	FRDC05		Masse d'eau	FRDC05	FRDC05	
Site	Grand Four a Chaux	Grand Four a Chaux		Site	Grand Four a Chaux	Grand Four a Chaux	
Profondeur	43	40		Profondeur	40	40	
Année	2018	2021		Année	2015	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolinii</i>	<i>Eunicella cavolinii</i>	Espèce	<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Paramuricea clavata</i>		
nb petits	4	NA		nb petits	2	10	
% petits	10.53	NA		% petits	7.14	50	
nb moyens	34	9		nb moyens	23	10	
% moyens	89.47	100		% moyens	82.14	50	
nb grands	NA	NA		nb grands	3	NA	
% grands	NA	NA		% grands	10.71	NA	
Nombre total	38	9		Nombre total	28	20	
Taille max (cm)	50	50		Taille max (cm)	90	42	



MASSE D'EAU FRDC06b :

POINTE D'ENDOUME - CAP CROISSETTE
et ILES DU FRIOUL

La masse d'eau FRDC06b comprend deux sites RECOR : **Tiboulen** et **Planier**



VI.D. Site « Tiboulén »

VI.D.1. Présentation du site

Le site **Tiboulén** a été échantillonné à **-40 m** en 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024. Ce site est situé dans l'aire maritime adjacente du Parc national des Calanques. La station, orientée Sud, se localise sur un tombant de coralligène qui s'étend entre -35 et -45 m et qui est couvert de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) sur le haut.

En 2024, les plongeurs ont observé un **grand filet de pêche perdu et très concrétionné** (déjà présent aux précédents suivis) sur le tombant et les espèces de fond suivantes : **langoustes communes** (*Palinurus elephas*), un banc de **picarels** (*Spicara smaris*), du **corail rouge** (*Corallium rubrum*) et un **cérianthe** (*Cerianthus sp.*).

Caractéristiques du site		
Nom du site	Tiboulén	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
Piquet:	43 16 847	05 17 059
Profondeur du piquet (m)	40	
Date d'échantillonnage	19/05/2024	
Profondeur des stations (m)	Tiboulén 40	
Remarques sur les stations	Quadrats photos positionnés sur la droite du piquet, face au tombant dans la zone de photogrammétrie (balises PG non visibles). Quadrat permanent gorgones à la verticale du piquet sur la partie haute du site	

Un capteur de température (image ci-dessous) a été positionné à -41 m au niveau du piquet.

Capteur(s) de température	
Date de pose	19/05/2024
Heure de lancement	20h00
N° capteur	10710146
Profondeur du capteur (m)	41
Paramétrage	1 mesure toutes les 30
Description de la zone	piquet, positionné en bas du tombant sur un petit massif de 1 m ²



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**

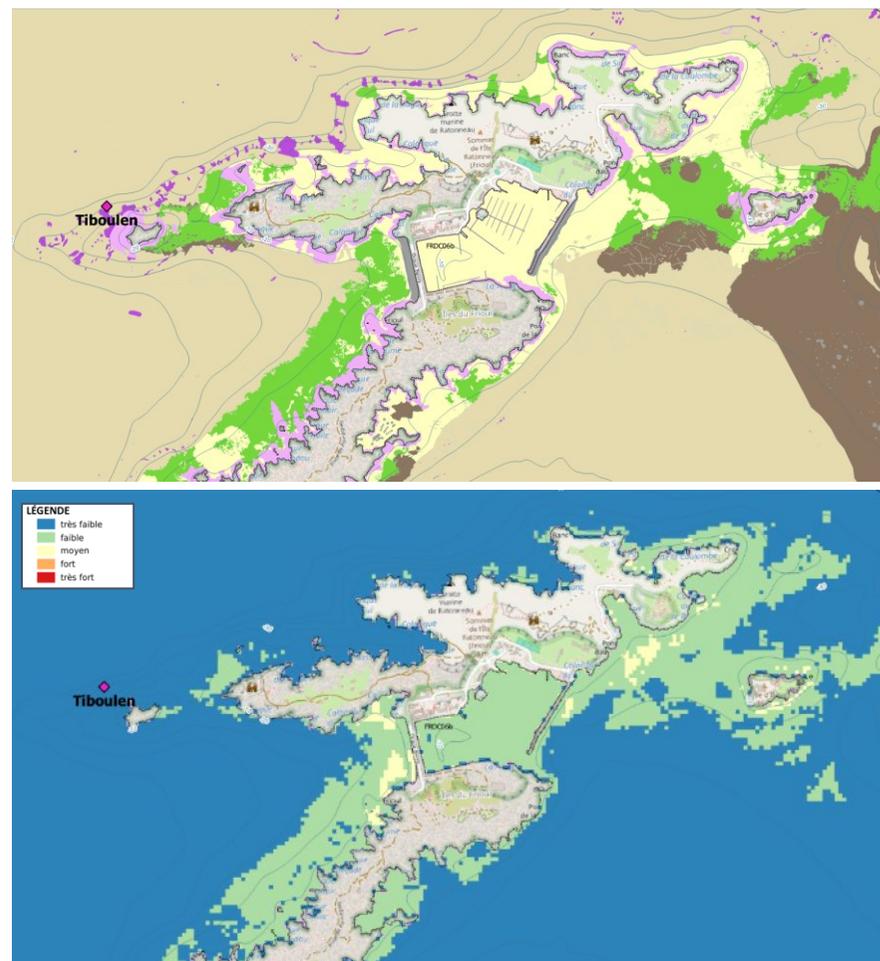


Figure 66 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

VI.D.2. Photographies du site

La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

Les modèles ont été réalisés en **2018, 2021 et 2024** sur le tombant. La surface modélisée en 2024 est de **224 m²**. De **nombreux engins de pêche perdus** déjà présents en 2021 sont toujours visibles sur le modèle 3D de 2024. Cette année, on note aussi la présence des mêmes individus de **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) déjà identifiés en 2021..

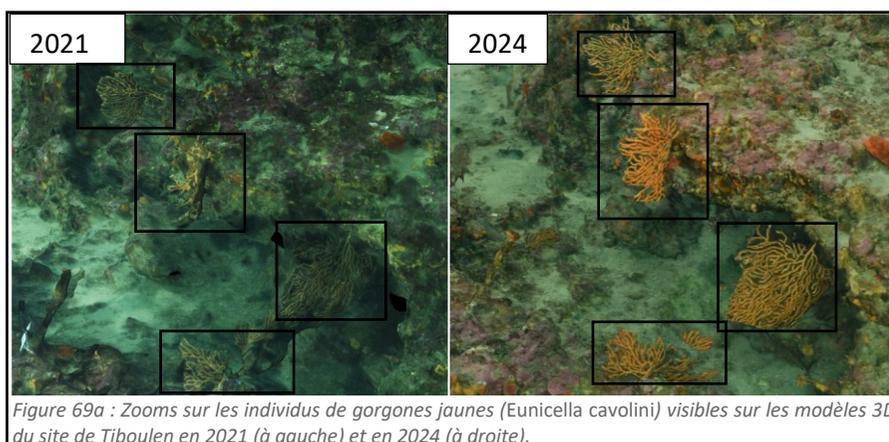


Figure 69a : Zooms sur les individus de gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) visibles sur les modèles 3D du site de Tiboulen en 2021 (à gauche) et en 2024 (à droite).

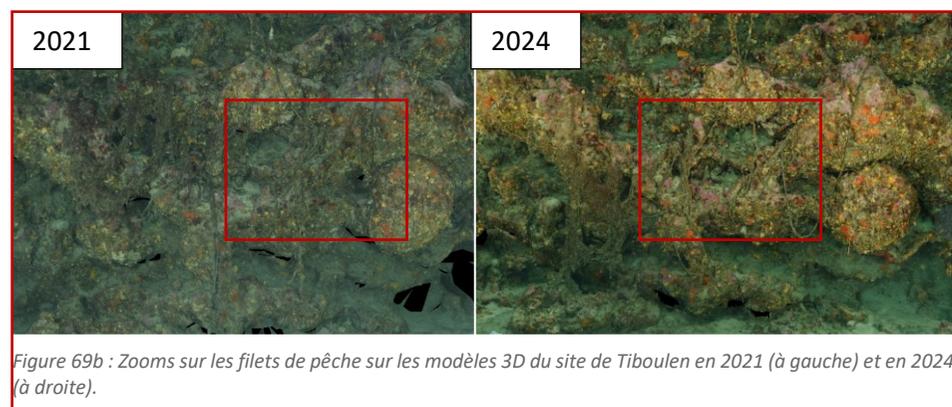


Figure 69b : Zooms sur les filets de pêche sur les modèles 3D du site de Tiboulen en 2021 (à gauche) et en 2024 (à droite).

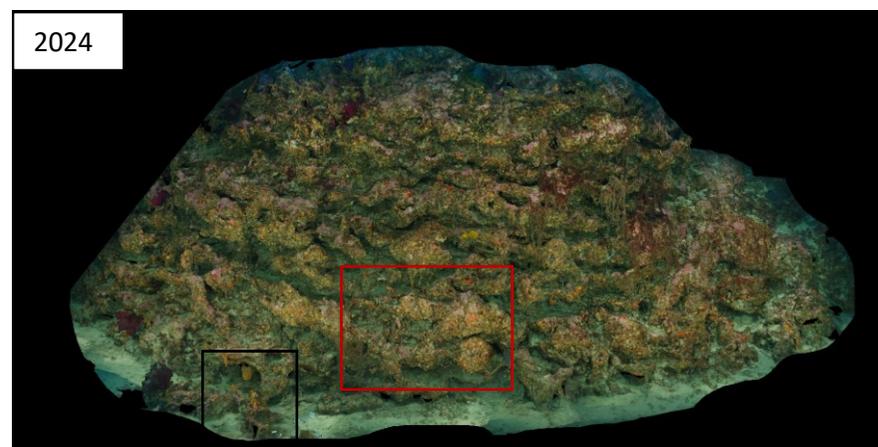
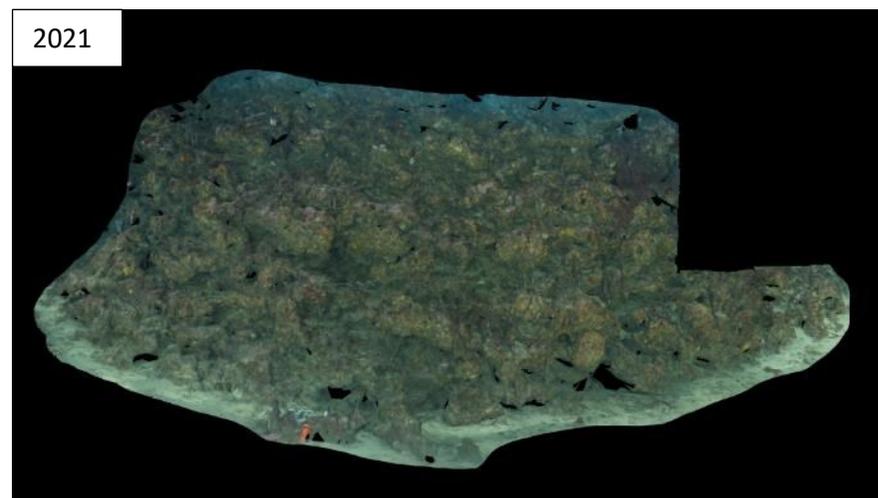


Figure 69c : Modèles 3D du site de Tiboulen en 2021 (en haut) et 2024 (en bas) reconstitués par photogrammétrie. Les carrés rouge et noir indiquent les zooms des figures de gauche.

VI.D.3. Description générale du site

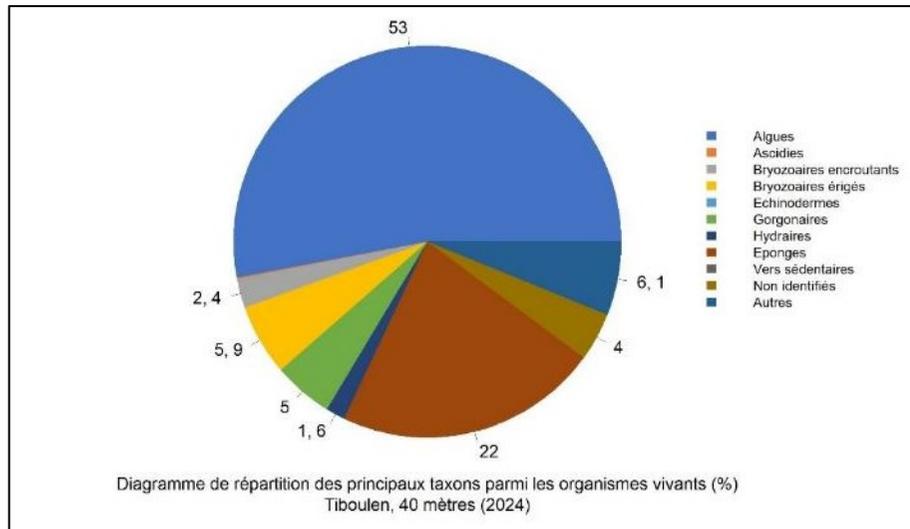
Description générale						
Type physiologique	<input type="checkbox"/> Paroi	<input checked="" type="checkbox"/> Massif	<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Structures particulières						
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : Tiboulen_40			Profondeur (m) : 0		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	50	40	10			
Typologie / profondeur (m)						
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : Tiboulen_40			Profondeur (m) : 0		
	Nature :		Hauteur (cm) :		Nature :	
	Gorgones (majorité: <i>Eunicella cavolini</i>)		40 - 90			
	Strate moyenne		10			
Strate basse		5				
		Algues rouges encroûtantes (<i>Mesophyllum sp.</i> , <i>Peyssonnelia sp.</i>)				
Orientation						
Géographique	Nord					
Par rapport au courant	absence					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	35	42	<i>Halimeda tuna</i>	0	0	
<i>Paramuricea clavata</i>	30	42	<i>Flabellia petiolata</i>	0	0	
<i>Eunicella cavolinii</i> (plus rares)	30	42	Algues filamenteuses	0	0	
Autres gorgones : ...			Autres : ...			
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Macro-déchets	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :	Grand filet de pêche sur le tombant					
Température de l'eau (°C)	16					
Inclinaison						
Visibilité (m)	10					
Profondeur thermocline						
Espèces particulières	Langoustes communes (<i>Palinurus elephas</i>), cérianthe (<i>Cerianthus sp.</i>), banc de picarels (<i>Spicara smaris</i>), corail rouge (<i>Corallium rubrum</i>)					



VI.D.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.D.4.a. Tiboulouen, -40 m (2024)

Sur la station à -40 m, les quadrats sont couverts à **51,25 % par des organismes vivants** et à **31,9 % par du sédiment**.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -40 m (52,9 % des organismes vivants) avec des algues rouges (51,3 % - 5 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées). **Les algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacées** (*Mesophyllum sp. de type encroûtant* (*M. alternans* – 22,7 %) et quelques *Lithophyllum sp.* (0,1 %)) et des **Peyssoneliacées** représentées par des espèces encroûtantes (21,2 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -40 m le groupe dominant est celui des **éponges** (22 %, principalement des espèces encroûtantes non identifiées), suivi par les **bryozoaires** (2,4 % par des espèces encroûtantes et 5,9 % par des espèces érigées *Myriapora truncata*, *Crisia sp.*), les **scléractiniaires** (6,1 %, *Leptopsammia pruvoti*), les **gorgones** (5 % - *Eunicella cavolinii*, *Corallium rubrum*).

Les gorgones constituent la strate haute du coralligène, les bryozoaires érigés et le corail rouge forment la strate moyenne.

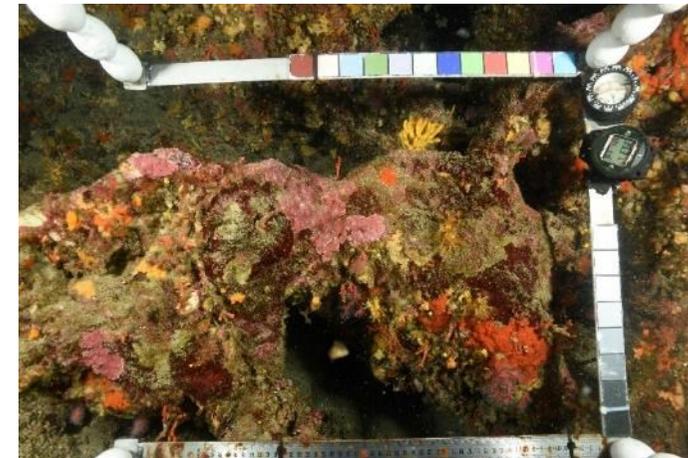


Figure 70 : Tiboulouen (2024). Les gorgones jaunes sont présentes en strate haute, du corail rouge et des bryozoaires érigés en strate moyenne, et des algues rouges encroûtantes en strate basse (5 cm).

VI.D.5. Photographies des quadrats



Figure 71 : Site Tiboulen– Quadrats photographiques à -40 m (2024).



VI.D.6. Analyse comparative des quadrats

Tableau 32: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	
Profondeur	40	40	40	40	40	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	49.13	56.41	50.57	53.53	51.25	10.18 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	50.87	43.59	49.43	46.47	48.75	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	41.39	33.23	32.97	33.26	31.93	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	0.71	0.31	2.03	1.04	1.93	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	4.51	7.71	7.97	8.38	9.55	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0.9	0.99	0.06	1.59	0.34	0 2.34 0.1
CAI	0.37	0.44	0.38	0.42	0.43	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	4.71	5	2.46	3.18	4.26	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	19.99	29.95	28.88	32.82	29.38	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.89	0.89	0.88	0.84	0.88	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.65	2.69	2.68	2.38	2.44	0.09 3.19 2.19
% Nécrose parmi le vivant	0.26	0.37	0.31	2.45	5.1	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	2.82	15.07	11.23	18.83	0.78	0 91.69 11.2
% Algues filamenteuses	2.38	16.07	11.12	17.91	0.78	0 91.45 10.19
% Algues total	39.11	64.54	63.54	71.75	52.99	0 99.39 71.9
% Algues brunes	0	2.77	4.53	0.51	1.33	0 89.74 11.02
% Algues vertes	5.12	4.34	2.16	1.02	0.33	0 91.76 5.16
% Algues rouges	33.99	57.43	56.85	70.21	51.33	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	17.98	19.11	21.73	24.38	22.73	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	0.39	4.28	2.08	0.82	0.11	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	0	0.37	0.41	0.41	0	0 56.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	14.98	19.67	22.45	24.38	21.18	0 88.1 17.25
% Eponges	30.97	16.62	19.57	13.1	21.95	0 91.06 12.38
% Eponges massives	4.33	1.11	2.99	1.43	2.77	0 32.68 3.13
% Eponges encroûtantes	26.64	15.51	16.58	11.67	19.18	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	1.84	0.37	0.72	0.51	0.22	0 9.61 0.73
% Cliona spp.	0	0.18	0	0	0	0 5.96 0.34
% Gorgones	1.57	2.49	2.16	2.65	4.99	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	0	0	0.21	0.61	0	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	1.31	1.78	1.24	1.54	3.55	0 21.09 1.63
% Corail rouge	0.26	0.74	0.82	0.51	1.44	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroûtants	2.38	4.99	3.6	3.38	2.44	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	7.22	3.88	1.24	2.55	5.88	0 19.06 2.14

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024 montre que **le pourcentage de couverture par les organismes vivants est stable** (tout en restant en-dessous de la moyenne régionale (environ -10 %)).

Le pourcentage de **sédimentation** montre plutôt une dynamique **stable**. Il est légèrement supérieur à la moyenne régionale.

Le pourcentage de débris est proche de la moyenne régionale et ne cesse d'augmenter, ainsi que celui des cavités (effet engin de pêche ?).

Le pourcentage de recouvrement par des **macrodéchets** est nettement **inférieur** par rapport aux observations de 2021 mais reste supérieur à la moyenne régionale.

Le pourcentage de recouvrement par les **bioconstructeurs principaux** est relativement inférieur en 2024 par rapport à 2021. De plus il est inférieur à la moyenne régionale.

Le pourcentage de nécroses parmi le vivant a doublé en 2024 par rapport à 2021. Il est doublement supérieur à la moyenne régionale.

L'indicateur de perturbation a drastiquement diminué pour passer d'environ 18,63 % en 2021 à 0,78 % en 2024. Il est nettement inférieur à la moyenne régionale.

La biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, est globalement **stable**, et au-dessus de la moyenne en comparaison des autres stations de la région.

La valeur du **CAI** (Coralligenous Assemblages Index) est **stable** et indique un **état écologique moyen**. Le CAI est dans la valeur de la moyenne régionale.

La répartition des grands groupes du vivant n'a pas changé entre 2015 et 2024.

La stratification est également similaire avec des gorgones jaunes (*Eunicella cavolinii*) en strate haute (40 à 90 cm), des éponges, corail rouge et bryozoaires érigés en strate moyenne (10 cm) et des algues rouges encroûtantes en strate basse (5 cm).

VI.D.7.Suivi de la fonction écologique habitat par ADN

En 2024, ce site coralligène a fait l'objet de prélèvements ADN. Les caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres sont indiquées dans la fiche terrain ci-dessous.

Tableau 33 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPELEMENTS DE POISSONS PAR ADN	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Tiboulen
Date	19/05/2024
Heure	08h17
Latitude :	43 16.847
Longitude :	05 17.059
Habitat	<input checked="" type="checkbox"/> Coralligène <input type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	40
Espèces remarquables	banc de picarels (<i>Spicara smaris</i>)
Perturbations observées	engin de pêche
Température de l'eau (°C)	15
Nom des plongeurs	BLANDIN Agathe / HOLON Florian
Caractéristiques prélèvements ADN	
Profondeur ADN (m)	40
Durée filtration	30 min
Type filtre ADN	0.2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADN	
Nom pompe	
Pompe 3	Pompe 2
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2402022	SPY2402023
Méthode filtration ADN - 1	£
<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile	<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile
<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée	<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée
<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface	<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface





Figure 72 : Pompes de filtration sur le site Tiboulen à -40 m en 2024.

Liste des espèces recensées par ADNe

Sur le site Tiboulen, les plongeurs ont observé un banc de picarels (*Spicara smaris*). Cette espèce n'a cependant pas été détectée par ADNe. Cependant, **54 espèces** ont été recensées par ADNe en 2024, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 34 : Liste d'espèces

Famille	Genre	Espèce
Apogonidae	<i>Apogon</i>	<i>imberbis</i>
Belonidae	<i>Belone</i>	<i>belone</i>
Blenniidae	<i>Blennius</i>	<i>ocellaris</i>
Blenniidae	<i>Lipophrys</i>	<i>trigloides</i>
Blenniidae	<i>Parablennius</i>	<i>rouxi</i>
Blenniidae	<i>Parablennius</i>	<i>gattorugine</i>
Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>
Cepolidae	<i>Cepola</i>	<i>macrophthalma</i>
Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>
Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>
Congridae	<i>Conger</i>	<i>conger</i>

Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasicolus</i>
Gobiidae	<i>Aphia</i>	<i>minuta</i>
Gobiidae	<i>Buenia</i>	<i>affinis</i>
Gobiidae	<i>Corcyrogobius</i>	<i>liechtensteini</i>
Gobiidae	<i>Crystallogobius</i>	<i>linearis</i>
Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>niger</i>
Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>geniporus</i>
Gobiidae	<i>Gobius</i>	<i>xanthocephalus</i>
Gobiidae	<i>Lesueurigobius</i>	<i>friesii</i>
Gobiidae	<i>Odondebuena</i>	<i>balearica</i>
Gobiidae	<i>Pseudaphya</i>	<i>ferreri</i>
Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>
Labridae	<i>Symphodus</i>	<i>tinca</i>
Lophiidae	<i>Lophius</i>	<i>budegassa</i>
Lophiidae	<i>Lophius</i>	<i>piscatorius</i>
Molidae	<i>Mola</i>	<i>mola</i>
Moronidae	<i>Dicentrarchus</i>	<i>labrax</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>
Ophidiidae	<i>Carapus</i>	<i>acus</i>
Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>
Scombridae	<i>Sarda</i>	<i>sarda</i>
Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>colias</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>scrofa</i>
Scyliorhinidae	<i>Scyliorhinus</i>	<i>canicula</i>
Serranidae	<i>Anthias</i>	<i>anthias</i>
Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>
Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>hepatus</i>
Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>cervinus</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>puntazzo</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>acarne</i>

Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>
Sparidae	<i>Sparus</i>	<i>aurata</i>
Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>
Syngnathidae	<i>Nerophis</i>	<i>maculatus</i>
Synodontidae	<i>Synodus</i>	<i>saurus</i>
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus</i>	<i>scaber</i>

Valeurs des indicateurs

L'ensemble des indicateurs calculés en 2024 (à l'exception des indicateurs thermique, UICN et ratio démerso-pélagique/benthique) ont des valeurs supérieures ou égales aux valeurs de 2021. L'indicateur UICN passe de 5 en 2021 (*A. vulpinus*, *E. marginatus*, *M. mola*, *S. stellaris*, *T. marmorata*) à 1 en 2024 (*M. mola*).

Tableau 35 Comparaison régionale des indicateurs

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Code masse d'eau	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Tiboulen	Tiboulen	
Année	2021	2024	
Habitat	Coralligène	Coralligène	
Richesse spécifique	50	54	8 / 75 43.49
Diversité fonctionnelle	12	12	2 / 16 11.77
Indicateur LRFI	33	36	7 / 50 31.16
Indicateur Cryptobenthique	13	16	0 / 23 9.28
Indicateur thermique	19.11	18.83	18.11 / 19.69 19
Indicateur non indigène	0	0	0 / 0
Indicateur UICN	5	1	0 / 7 1.56
Ratio démerso-pélagique/benthique	0.5	0.49	0.29 / 1.2 0.68

VI.D.8. Démographie des espèces érigées

Sur le site de Tiboulen, les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) et les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) ont été échantillonnées à -36 m en 2012, 2015, 2018, 2021, 2022 et 2024.

VI.D.8.a. . Nécroses des peuplements

En 2024, l'état des populations de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à -36 m est **médiocre** puisque seuls 50 % des individus échantillonnés (n =14) sont indemnes de toute marque de nécrose. **C'est le pourcentage le plus faible jamais enregistré sur le site.** Toutes les nécroses observées sont **anciennes** et couvrent majoritairement entre 11 et 50 % des individus. De plus, celles-ci sont plus **localisées** (57 %) que diffuses (42 %).

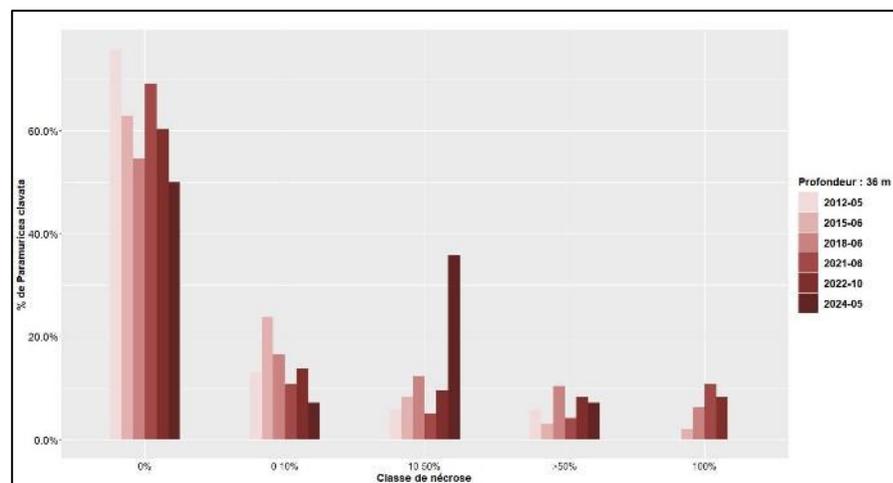


Figure 73 : Site Tiboulen. Nécroses des peuplements de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).

Tableau 36 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones rouges (Paramuricea clavata) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	
Profondeur	36	36	36	36	36	36	
Année	2012	2015	2018	2021	2022	2024	
Espèce	Paramuricea clavata						
% nécrose:0	75.71	62.89	54.64	69.17	60.27	50	0 100 67.47
% nécrose:1-10	12.86	23.71	16.49	10.83	13.7	7.14	0 100 11.97
% nécrose:11-50	5.71	8.25	12.37	5	9.59	35.71	0 100 10.45
% nécrose:51-99	5.71	3.09	10.31	4.17	8.22	7.14	0 100 82.35 6.64
% nécrose:100	NA	2.06	6.19	10.83	8.22	NA	0 100 3.47
% nécroses anciennes	58.82	83.33	100	89.19	62.07	100	0 100 69.92
% nécroses récentes	41.18	16.67	NA	10.81	37.93	NA	0 100 16.09
% nécroses diffuses	38.46	38.24	84.21	37.5	8.7	42.86	0 100 32.58
% nécroses localisées	61.54	61.76	15.79	62.5	91.3	57.14	0 100 51.35
Nombre total	70	97	97	120	73	14	1 213 46.64

En 2024, les populations de gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à -36 m sont en **très bon état** puisque 82,8 % des individus échantillés (n=35) ne présentent aucune nécrose.



Figure 74 : Tiboulen, 2024. Gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

Leur état s'est donc amélioré depuis 2021 et 2022 où seuls 50 % des gorgones ne présentaient aucune trace de nécrose. Cependant elles restent en moins état qu'aux suivis antérieurs à 2021 ou aucun individu ne présentait de nécroses.

L'ensemble des nécroses observées sur les individus sont **anciennes** et majoritairement **localisées** (80 %) puis diffuses (20 %).

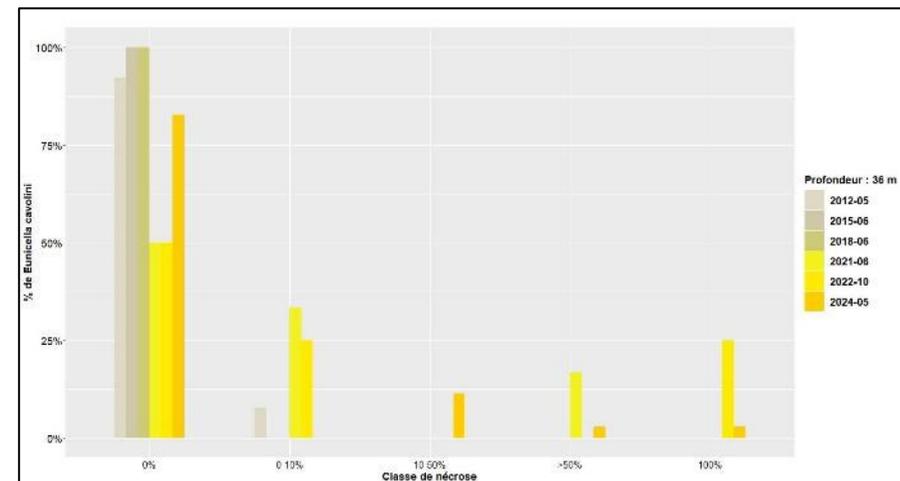


Figure 75 : Site Tiboulen. Nécroses des peuplements de gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

Tableau 37 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Tiboulén	Tiboulén	Tiboulén	Tiboulén	Tiboulén	Tiboulén	
Profondeur	36	36	36	36	36	36	
Année	2012	2015	2018	2021	2022	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>						
% nécrose:0	92.31	100	100	50	50	82.88	0 100 67.47
% nécrose:1-10	7.69	NA	NA	33.33	25	NA	0 100 11.97
% nécrose:11-50	NA	NA	NA	NA	NA	11.43	0 100 10.45
% nécrose:51-99	NA	NA	NA	16.67	NA	2.88	0 100 82.35 6.64
% nécrose:100	NA	NA	NA	NA	25	2.88	0 100 3.47
% nécroses anciennes	NA	NA	NA	86.67	50	100	0 100 89.92
% nécroses récentes	100	NA	NA	33.33	50	NA	0 100 16.09
% nécroses diffuses	100	NA	NA	NA	NA	20	0 100 32.58
% nécroses localisées	NA	NA	NA	100	100	80	0 100 51.35
Nombre total	13	10	15	6	4	35	1 213 46.64

VI.D.8.b. Structure en taille

Sur le site, les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) sont majoritairement (n=4) de **grande taille** (> 50 cm) avec une taille maximale enregistrée de 90 cm. En 2024, deux individus ont une taille moyenne, autrement-dit comprise entre 10 et 50 cm. Enfin, aucun individu de petite taille (< 10 cm) n'est observé sur le site.

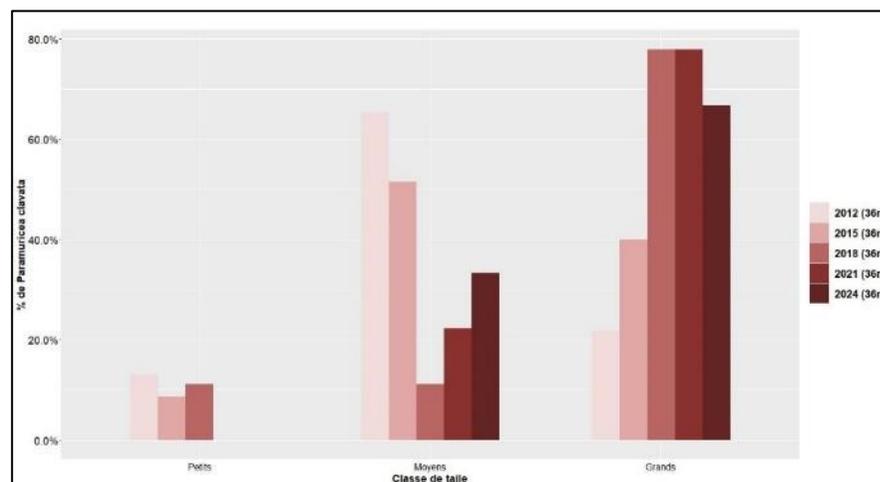


Figure 76 : Site Tiboulén. Structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).

Tableau 38 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) comparées à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	
Profondeur	36	36	36	36	36	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	Paramuricea clavata					
nb petits	3	3	1	NA	NA	0 — 30 2.39
% petits	13.04	8.57	11.11	NA	NA	0 — 100 12.98
nb moyens	15	18	1	2	2	0 — 49 10.9
% moyens	65.22	51.43	11.11	22.22	33.33	0 — 100 69.4
nb grands	6	14	7	7	4	0 — 24 3.12
% grands	21.74	40	77.78	77.78	66.67	0 — 100 17.83
Nombre total	23	35	9	9	6	1 — 65 16.41
Taille max (cm)	80	85	100	90	90	5 — 200 59.76

En 2024, sur le site de Tiboulen à -36 m, les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) sont majoritairement de **moyenne taille**, autrement-dit comprise entre 10 et 50 cm. De plus, un individu de petite taille (< 10 cm) est recensé pouvant indiquer du recrutement sur le site. La taille maximale enregistrée des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) est de 35 cm.

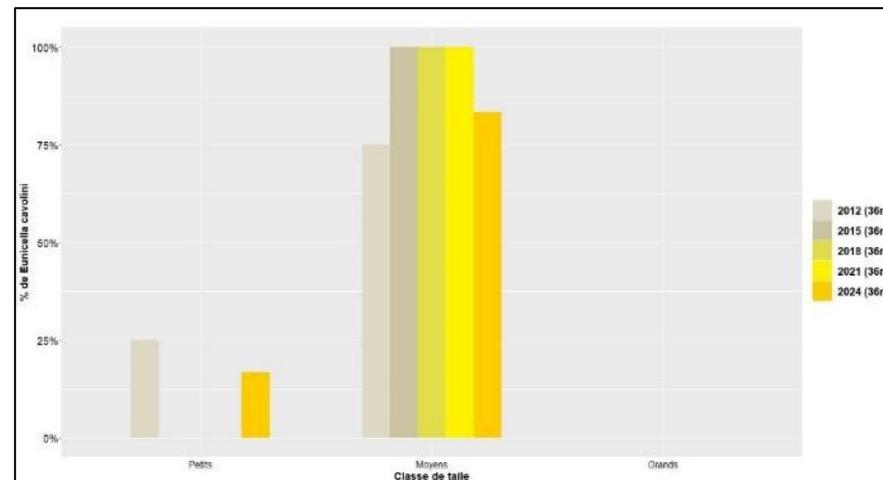


Figure 77 : Site Tiboulen. Structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

Tableau 39 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) comparés à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	Tiboulen	
Profondeur	36	36	36	36	36	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>					
nb petits	1	NA	NA	NA	1	0 — 30 2.39
% petits	25	NA	NA	NA	16.67	0 — 100 12.96
nb moyens	3	5	3	3	5	0 — 49 10.9
% moyens	75	100	100	100	83.33	0 — 100 69.4
nb grands	NA	NA	NA	NA	NA	0 — 24 3.12
% grands	NA	NA	NA	NA	NA	0 — 100 17.63
Nombre total	4	5	3	3	6	1 — 65 16.41
Taille max (cm)	35	35	25	20	35	5 — 200 59.76



VI.A. Site « Planier »

VI.A.1. Présentation du site

Le site **Planier** a été échantillonné à **-45 m** (dessus du massif) et à **-50 m** en 2012, 2015, 2018 2021 et 2024. Ce site se situe au sein du cœur marin du Parc national des Calanques, au sud de la zone de non-prélèvement. Les stations se localisent sur le tombant orienté nord.

En 2024, de très **nombreux engins de pêche perdus et en activité** sont observés (anciens et récents) sur le site **impactant les gorgones**. Les espèces suivantes sont observées sur le fond : **araignée de mer** (*Maja squinado*), **sars à tête noire** (*Diplodus vulgaris*), **sars commun** (*Diplodus sargus*), **mérou brun** (*Epinephelus marginatus*), **picarels** (*Spicara smaris*) avec des **nids** et **dentis** (*Dentex dentex*).

Caractéristiques du site		
Nom du site	Planier	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
Piquet:	43 11.329	5 13.715
Profondeur du piquet (m)	51.6m	
Date d'échantillonnage	18/05/2024	
Profondeur des stations (m)	Planier_50	Planier_45
Remarques sur les stations	Station à -50 m entre les piquets de photogrammétrie. Etude des gorgones à -46 m à droite du piquet. Photogrammétrie entre les 4 balises entre -42 et -50 m	Seconde station réalisée sur le dessus du massif

Deux capteurs de température ont été récupérés et remplacés cette année :

Capteur(s) de température		
Date de pose	18/05/2024	18/05/2024
Heure de lancement	20h00	20h00
N° capteur	21156017	10331169
Profondeur du capteur (m)	51.6m	42m
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Au pied de l'avancement	sur le dessus du massif à côté du piquet de photogrammétrie n°4

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**.

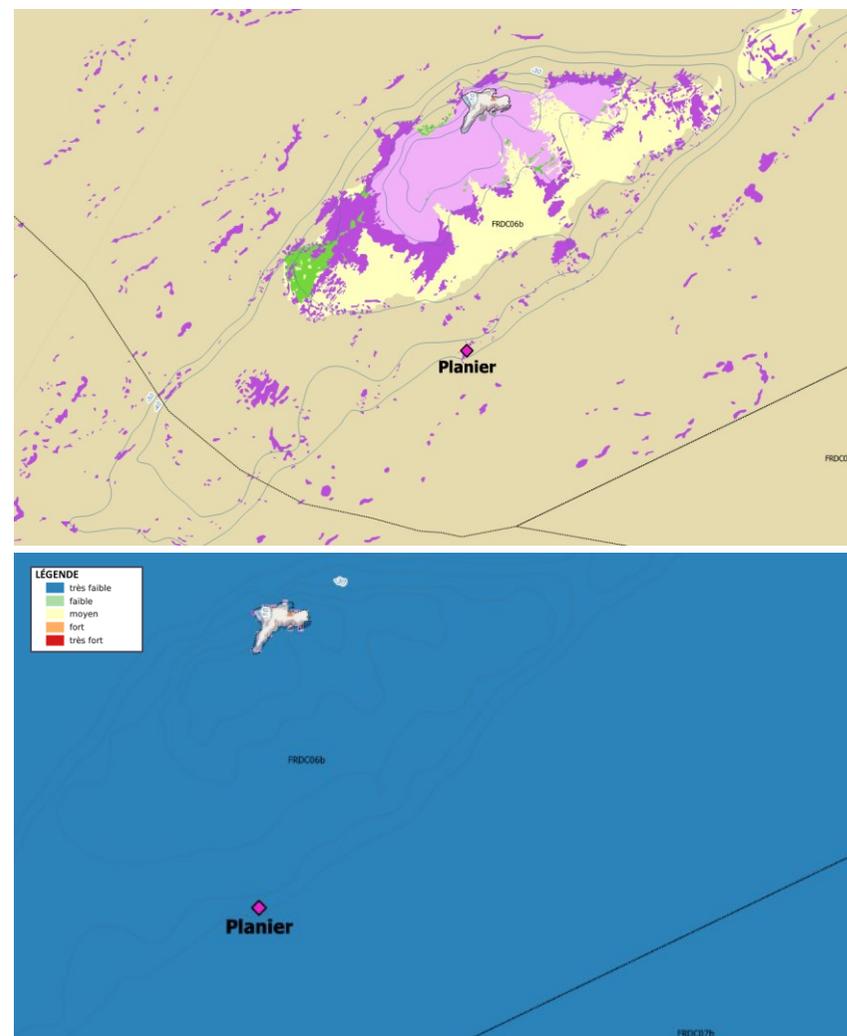


Figure 78 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECORD ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECORD.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

VI.A.2. Photographies du site



Figure 82 : Planier, 2024, -42 m. Récupération du capteur de température (à gauche) / pose du nouveau capteur de température (à droite)



Figure 82 : Planier, 2024. Nids de picarels (*Spicara smaris*) et présence de serran-chevette (*Serranus cabrilla*).



Figure 82 : Planier, 2024. Observations de nombreux anciens et nouveaux engins de pêche sur le site.



Figure 82 : Planier, 2024. Nids de picarels (*Spicara smaris*).



La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

Les modèles ont été réalisés en **2018, 2021 et 2024** sur le même massif. En 2024, le modèle couvre une surface de **164 m²**. On note une diminution apparente des débris et des gorgones arrachées par rapport à 2021.



Figure 84 : Zooms sur les modèles du site en 2021 (à gauche) et en 2024 (à droite). Le cercle blanc indique la présence d'une gorgone nécrosée observée en 2021 et pas en 2024.

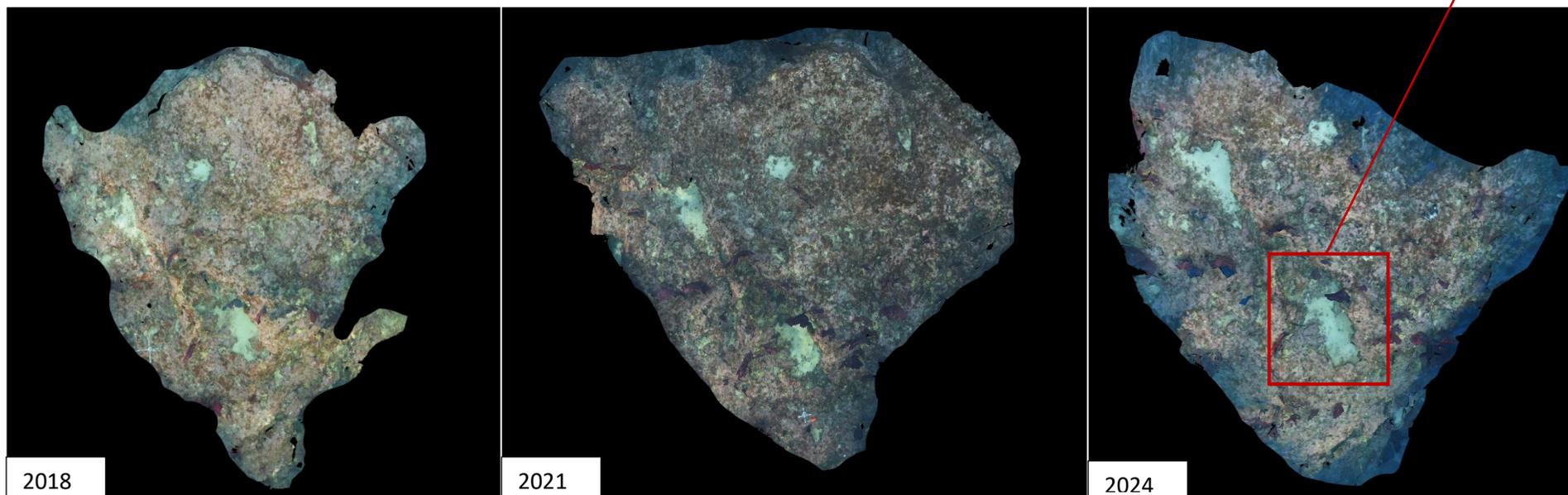


Figure 84 : Modèles 3D du site Planier en 2018 (à gauche), en 2021 (au centre) et 2024 (à droite).

VI.A.3. Description générale du site

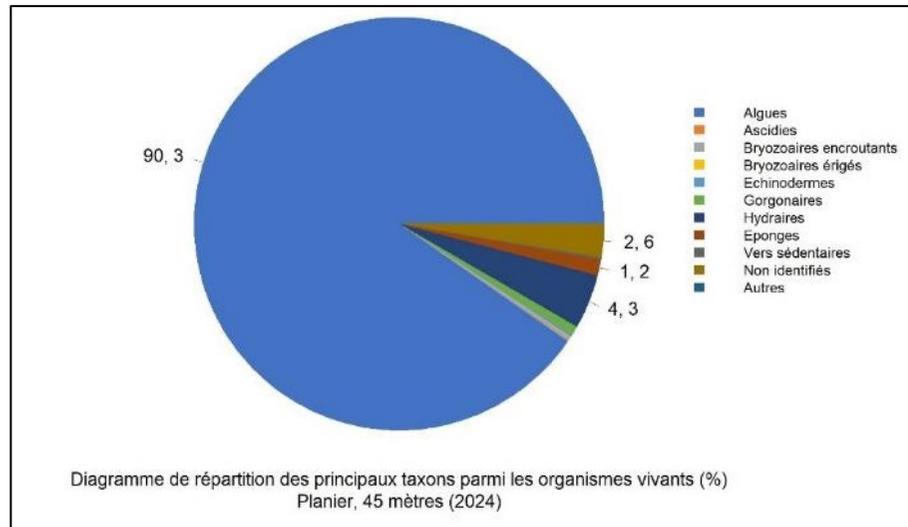
Description générale						
Type physiologique	<input type="checkbox"/> Paroi		<input checked="" type="checkbox"/> Massif		<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Structures particulières						
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : 50m			Profondeur (m) : 45m		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	20	60	20	80	20	0
Typologie / profondeur (m)						
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : 50m			Profondeur (m) : 45m		
	Nature :		Hauteur (cm) :		Nature :	
	<i>Paramuricea clavata</i>		30		<i>Paramuricea clavata</i>	
	Eponges massives, hydraires		10		Eponges massives, hydraires	
Strate moyenne						
Strate basse						
	<i>Mesophyllum sp.</i> , <i>Peyssonnelia sp.</i>		5		<i>Mesophyllum sp.</i> , <i>Zanardinia typus</i> , <i>Codium effusum</i>	
Orientation						
Géographique	Nord					
Par rapport au courant	NE					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	40	52	<i>Halimeda tuna</i>	40	43	
<i>Paramuricea clavata</i>	41	52	<i>Flabellia petiolata</i>	40	47	
<i>Eunicella cavolinii</i>	0	0	Algues filamenteuses	0	0	
Autres gorgones : ...			Autres : algues brunes	42	40	
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche		<input type="checkbox"/> Traces de mouillage		<input type="checkbox"/> Structures artificielles	
Remarques :	<input type="checkbox"/> Macrodéchets		<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Température de l'eau (°C)	filets, vieux filets, nouveaux filets					
Inclinaison						
Visibilité (m)	15					
Profondeur thermocline						
Espèces particulières	Araignée de mer (<i>Maja squinado</i>), sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), sar commun (<i>Diplodus sargus</i>), mérour brun (<i>Epinephelus marginatus</i>), picarel (<i>Spicara smaris</i>) avec des nids, denti (<i>Dentex dentex</i>), barbier commun (<i>Anthias anthias</i>), serran-chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), girelle commune (<i>Coris julis</i>), castagnole (<i>Chromis chromis</i>), rougets (<i>Mullus sp</i>)					



VI.A.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.A.4.a. Planier, -45 m (2024)

Sur la station à -45 m, les quadrats sont couverts à **91,3 % par des organismes vivants** et à **1,3 % par du sédiment**.



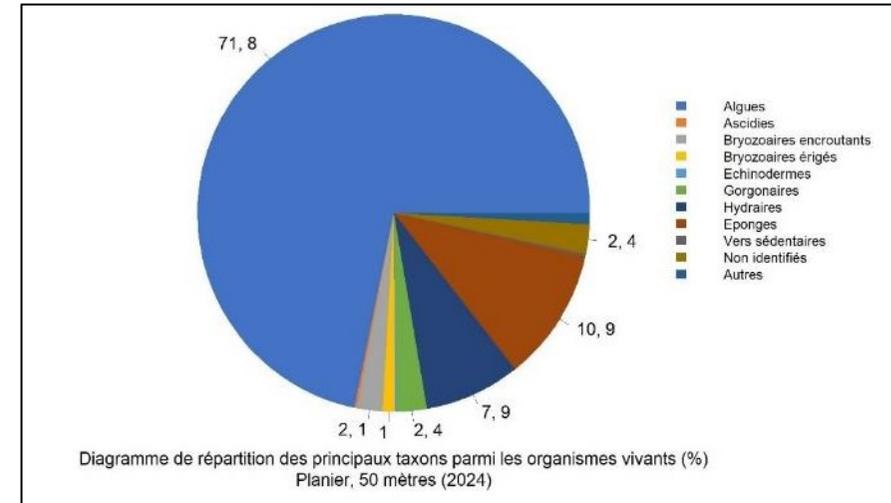
La station à -45 m est largement dominée par les **algues** (90,3 % des organismes vivants) avec des algues rouges (70,6 % - 3,4 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées et présence d'algues rouges filamenteuses), des algues brunes (8,2 % - *Zanardinia typus*, espèces non identifiées) et des algues vertes (11,5 % - *Codium effusum*, *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*).

Les algues rouges encroûtantes, avec les algues brunes, forment la strate basse. Parmi les algues rouges on observe *Mesophyllum sp.* (40,7 % - *M. alternans*, *M. expansum*), et des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type érigé (0,6 %) et encroûtant (10,6 %).

On observe cette année des **hydrides** (4,3 %) et des espèces non identifiées (2,6 %).

VI.A.4.b. Planier, -50 m (2024)

Sur la station à -50 m, les quadrats sont couverts à **69,4 % par des organismes vivants** et à **20 % par du sédiment**.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -50 m (71,8 % des organismes vivants) avec des algues rouges (70,6 % - 2,6 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées et présence d'algues rouges filamenteuses), des algues brunes (0,3 % - algues filamenteuses) et des algues vertes (0,8 % - *Codium effusum*, algues filamenteuses). **Les algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacées** (*Mesophyllum sp.* (42,8 % de type encroûtant (*M. alternans*) et quelques *Lithophyllum sp.* (0,9 %)) et des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces encroûtantes (20,4 %) et par des espèces érigées (0,6 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -50 m le groupe dominant est celui des **éponges** (10,9 %) principalement **massives** (*Aplysina cavernicola*), puis on trouve les **gorgones** (2,4 % - *Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolinii*) qui constituent la strate haute du coralligène.

Comme sur la station moins profonde, on observe cette année des **hydrides** (7,9 %) et des espèces non identifiées (2,4 %).

VI.A.5. Photographies des quadrats

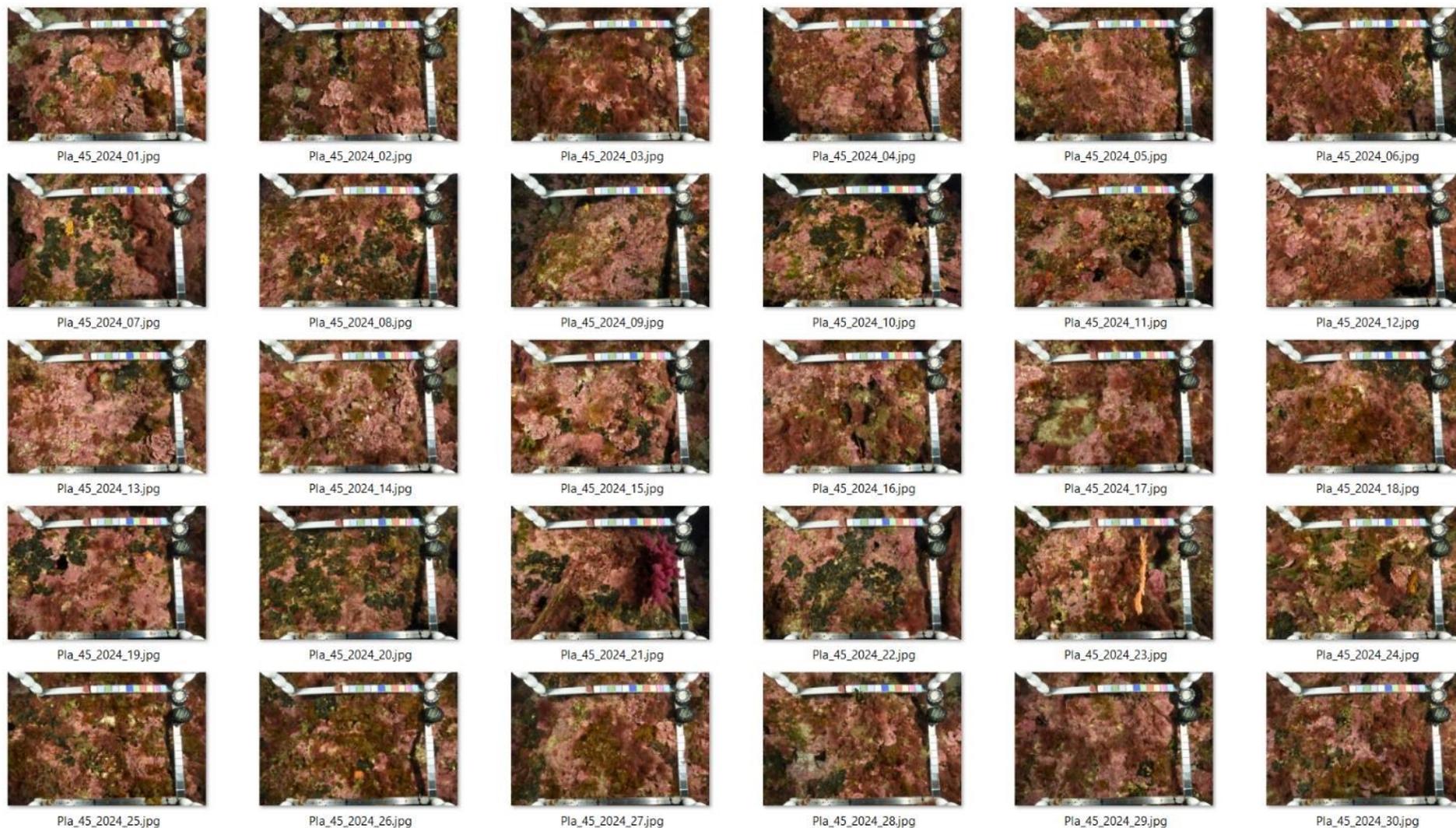


Figure 85 : Site Planier– Quadrats photographiques à -45 m (2024).



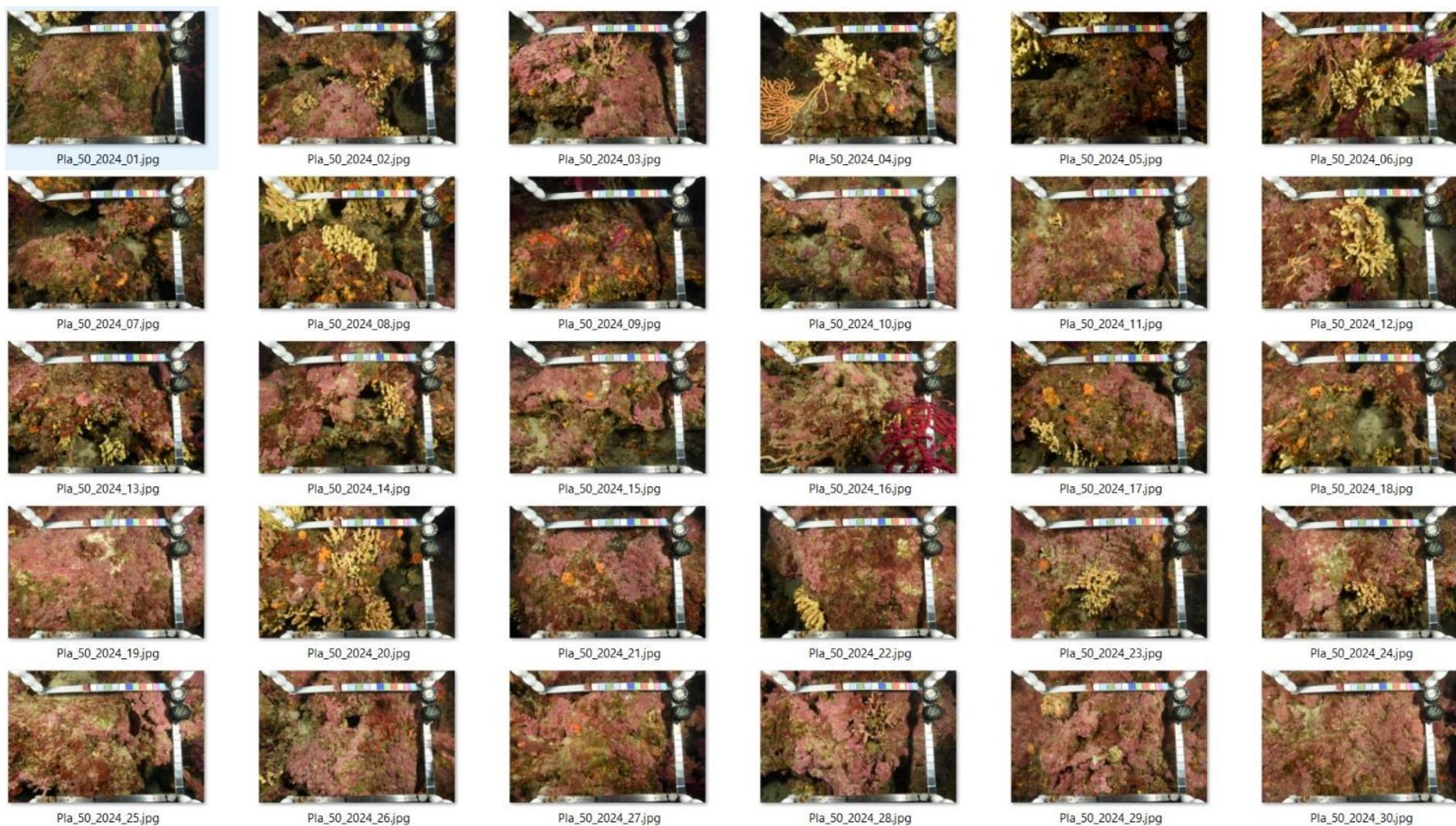


Figure 86 : Site Planier – Quadrats photographiques à -50 m (2024).

VI.A.6. Analyse comparative des quadrats à -45 m

Tableau 40: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Echelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Planier	Planier	Planier	Planier	Planier	
Profondeur	45	45	45	45	45	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	83.15	82.71	89.48	94.81	91.3	10.16 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	16.85	17.29	10.52	5.19	8.7	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	9.03	10.09	6.46	4.03	9.05	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	0.64	0.16	1.93	0.63	0.59	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	5.51	6.04	1.3	0.16	1.35	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	0	0.05	0.06	0 2.34 0.1
CAI	0.6	0.6	0.6	0.48	0.54	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	2.18	2.08	1.04	0.21	0.38	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	60.54	62.71	64.38	35.99	51.41	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.75	0.72	0.8	0.77	0.83	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.01	1.92	2.11	1.75	2.23	0.09 3.19 2.19
% Nécrosus parmi le vivant	1.16	0.82	2.15	2.65	3.37	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	5.7	5.48	10.24	28.78	14.45	0 91.69 11.2
% Algues filamenteuses	4.78	5.46	10.19	28.78	14.33	0 91.45 10.19
% Algues total	85.67	92.44	93.19	99.39	90.35	0 99.39 71.9

% Algues brunes	0.15	4.72	5.88	26.69	8.17	0 89.74 11.02
% Algues vertes	12.67	12.78	9.49	5.64	11.55	0 91.76 5.16
% Algues rouges	72.65	74.94	77.82	67.07	70.63	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	47.46	49.37	43.54	31.33	40.73	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	1.08	2.52	7.57	0.17	0.65	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	0.39	10.2	5.65	0.72	0.59	0 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroustantes	19.41	10.83	13.5	3.92	10.66	0 88.1 17.25
% Eponges	6.16	3.21	0.41	0.17	1.24	0 91.06 12.38
% Eponges massives	3.39	0.38	0.17	0	0.41	0 32.68 3.13
% Eponges encroustantes	2.77	2.83	0.23	0.17	0.83	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	0.08	0.06	0	0	0.24	0 9.61 0.73
% Clona spp.	1.31	1.26	0.12	0.06	0.24	0 5.96 0.34
% Gorgones	2.47	0.25	0	0	0.65	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	1.77	0	0	0	0.41	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	0.69	0.25	0	0	0.24	0 21.09 1.63
% Corail rouge	0	0	0	0	0	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroustants	1.93	2.33	0.99	0.17	0.3	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	0.69	0.19	0.17	0.06	0.12	0 19.06 2.14

VI.A.1. Analyse comparative des quadrats à -50 m

Tableau 41: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Planier	Planier	Planier	Planier	Planier	
Profondeur	50	50	50	50	50	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	70.15	76.77	79.74	88.21	89.41	10.16 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	29.85	23.23	20.26	11.79	30.59	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	19.26	14.58	12.81	7.56	20.05	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	0.78	1.04	1.35	1.73	1.19	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	7.29	5.47	2.97	1.05	4.82	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0.14	0	0	0.05	0.08	0 2.34 0.1
CAI	0.5	0.58	0.59	0.53	0.51	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	1.93	2.78	1.77	0.83	2.18	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	48.49	57.03	63.75	50.97	49.13	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.85	0.75	0.72	0.7	0.75	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.39	2.12	1.91	1.66	2.01	0.09 3.19 2.19
% Nécroses parmi le vivant	0.76	0.81	1.09	3.62	2.99	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	12.25	4.75	8.1	32.13	3.59	0 91.69 11.2
% Algues filamenteuses	11.37	4.75	8.03	32.13	3.59	0 91.45 10.19
% Algues total	77.16	84.12	93.27	96.02	71.75	0 99.39 71.9
% Algues brunes	0.29	3.93	1.18	1.84	0.33	0 89.74 11.02
% Algues vertes	10.88	7.28	7.05	3.74	0.82	0 91.78 5.16
% Algues rouges	85.98	72.83	85.04	90.44	70.81	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	40.49	45.88	48.79	43.94	42.88	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	1.76	2.31	9.8	1.72	0.9	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	0.1	7.6	3.2	3.5	0.57	0 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	16.87	14.72	16.13	5.7	20.41	0 88.1 17.25
% Eponges	13.93	8.89	2.81	1.9	10.88	0 91.08 12.38
% Eponges massives	6.96	2.83	1.11	1.19	7.02	0 32.68 3.13
% Eponges encroûtantes	6.67	6.04	1.7	0.71	3.94	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	0.39	0.07	0.2	0.18	0.16	0 9.61 0.73
% Clona spp.	0.78	0.88	0.07	0.12	0	0 5.96 0.34
% Gorgones	1.08	1.83	0.72	1.19	2.46	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	0.29	1.7	0.07	1.19	1.88	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	0.49	0	0.65	0	0.48	0 21.09 1.83
% Corail rouge	0.29	0.14	0	0	0.08	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroûtants	1.27	2.65	1.78	0.18	2.12	0 17.88 2.39
% Bryozoaires érigés	1.47	0.95	0.46	0.83	0.38	0 19.08 2.14

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableau ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024 sur les stations à -45 m et -50 m montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants augmente au cours du temps jusqu'en 2021 et diminue légèrement en 2024** (quelque soit l'année, cette valeur reste supérieure à la moyenne régionale). Le **pourcentage de sédimentation montre une dynamique inverse**.

Le **pourcentage de nécroses augmente entre 2018 et 2024 à -45 m** : il est supérieur à la moyenne régionale. A -50 m, le pourcentage de nécroses augmente jusqu'en 2021 mais diminue légèrement en 2024 avec une valeur proche de la moyenne régionale.

L'**indicateur de perturbation augmente fortement en 2021 sur les deux stations, en lien avec les algues filamenteuses** (développement d'algues rouges filamenteuses) mais il **diminue en 2024**.

La **biodiversité**, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, **diminue en 2021** avec des indices de Simpson et de Shannon en-dessous de la moyenne régionale sur les deux stations (lié aux algues filamenteuses). En revanche en 2024 la biodiversité retrouve une valeur dans la moyenne régionale.

La valeur du CAI était assez stable jusqu'en 2018 surtout à -45 m, elle diminue en 2021 mais augmente de nouveau en 2024. Sur les deux derniers suivis, le CAI indique **un état écologique moyen des deux stations alors qu'il était jugé bon aux suivis précédents**. Les bryozoaires totaux et les bioconstructeurs principaux ont leurs pourcentages de recouvrement qui diminuent, en lien avec le développement d'algues filamenteuses et d'algues brunes *Zanardinia typus*.

La répartition des grands groupes du vivant n'a pas changé entre 2012 et 2018 mais en 2021 on observe un seul groupe dominant sur les deux stations : les algues (plus d'algues filamenteuses et d'algues brunes *Zanardinia typus*, moins de *Lithophyllum sp.* et de *Peyssonnelia sp.*). En 2024, on observe globalement les mêmes espèces qu'en 2021 avec la présence d'**hydrides**.

La stratification est différente entre les années. Jusqu'en 2018 on trouvait des gorgones rouges (80 cm) en strate haute, des gorgones jaunes et grandes éponges axinelles (30 cm) au milieu, et en dessous des algues encroûtantes (corallines et *Peyssonnelia sp.*). En 2021 et 2024, la strate haute est identique, la strate moyenne est formée par les éponges massives, et la strate basse du coralligène est constituée par des algues rouges encroûtantes et, à -45 m, par *Zanardinia typus* et *Codium effusum*.

VI.A.2. Démographie des espèces érigées

Sur le site du Planier, les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) ont été échantillonnées à **-46 m** en 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024. Les gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) ont été échantillonnées à la même profondeur sur les mêmes années sauf en 2024.

VI.A.2.a. . Nécroses des peuplements

En 2024, les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) présentent un **état médiocre** car seuls 42 % de la population ne présente aucune trace de nécrose. Même si cela semble une amélioration par rapport à 2021, où seulement 12,7 % des individus étaient indemnes de toute nécrose, cette observation reste très inférieure comparée à l'échelle régionale. De plus, **environ 9 % des individus sont nécrosés à 100 %** ce qui est très largement supérieur aux observations faites en 2021 et 2018 où moins de 5 % des gorgones étaient entièrement nécrosées. La majorité des nécroses observées sont **anciennes** (88 %) et **diffuses** (79 %).

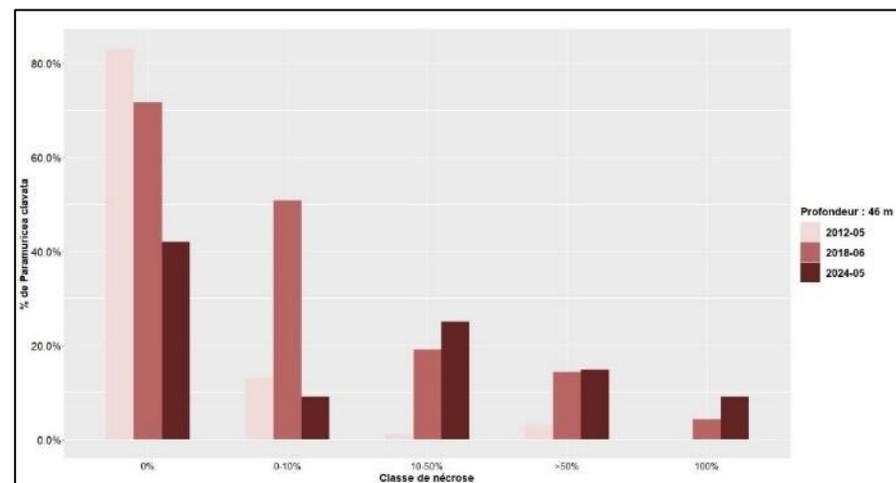


Figure 87 : Site Planier. Nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).



Tableau 42 : Comparaison des données de nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Planier	Planier	Planier	Planier	Planier	
Profondeur	46	48	46	46	46	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Paramuricea clavata</i>					
% nécrose:0	83	47.06	71.58	12.7	42.05	0 ----- 100 67.47
% nécrose:1-10	13	24.51	10.83	50.79	9.09	0 ----- 100 11.97
% nécrose:11-50	1	8.82	8.42	19.05	25	0 ----- 100 10.45
% nécrose:51-99	3	8.82	5.28	14.29	14.77	0 ----- 82.35 6.64
% nécrose:100	NA	10.78	4.21	3.17	9.09	0 ----- 100 3.47
% nécroses anciennes	52.94	77.78	60.87	38.38	86	0 ----- 100 69.92
% nécroses récentes	47.06	22.22	39.13	63.64	14	0 ----- 100 16.09
% nécroses diffuses	17.85	53.49	39.13	24.53	79.07	0 ----- 100 32.58
% nécroses localisées	82.35	48.51	60.87	75.47	20.93	0 ----- 100 51.35
Nombre total	100	102	95	63	88	1 ----- 213 46.64

VI.A.2.b. Structure en taille

En 2024, la majorité (n=9) des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) ont une **taille moyenne**, c'est-à-dire comprise entre 10 et 50 cm. Les autres (44 %) ont une grande taille (n=7) autrement dit supérieure à 50 cm avec une taille maximale enregistrée de 110 cm. Enfin, aucun individu de petite taille (< 10 cm) n'est observé.

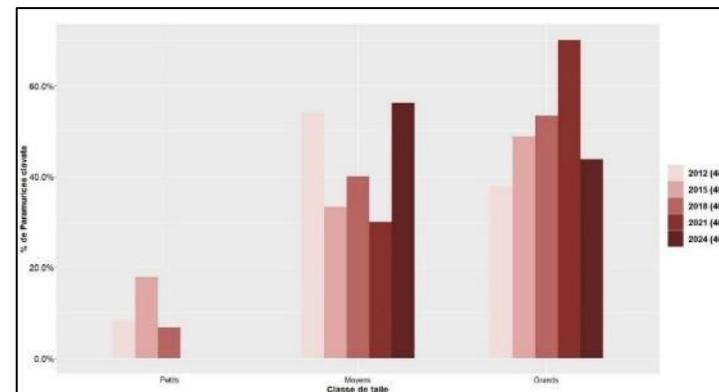


Figure 88 : Site Planier. Structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).

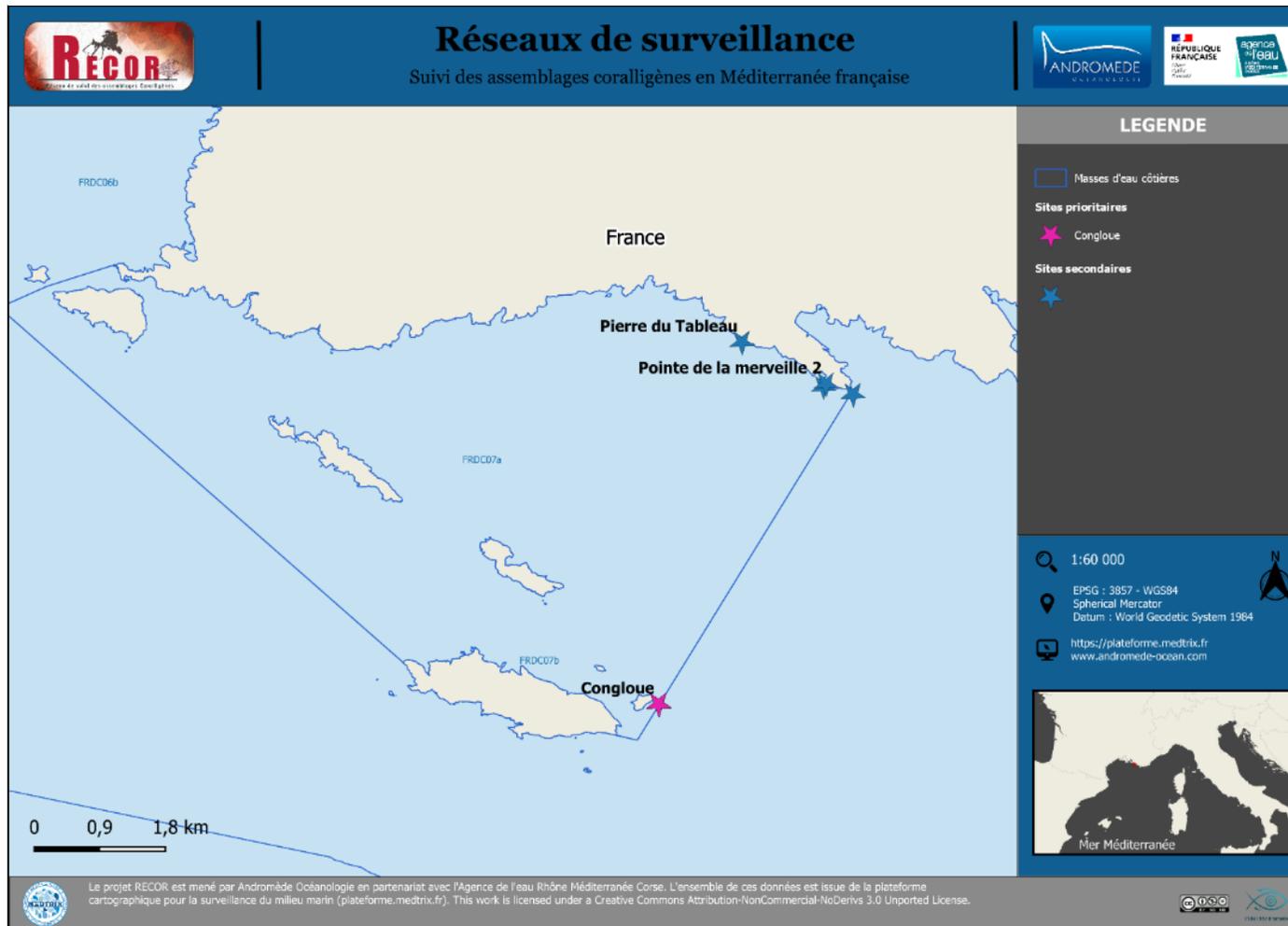
Tableau 43 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	FRDC06b	
Site	Planier	Planier	Planier	Planier	Planier	
Profondeur	46	48	46	46	46	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Paramuricea clavata</i>					
nb petits	3	7	1	NA	NA	0 ----- 30 2.39
% petits	8.11	17.95	6.67	NA	NA	0 ----- 100 12.96
nb moyens	20	13	8	3	9	0 ----- 49 10.9
% moyens	54.05	33.33	40	30	56.25	0 ----- 100 69.4
nb grands	14	19	8	7	7	0 ----- 24 3.12
% grands	37.84	48.72	53.33	70	43.75	0 ----- 100 17.63
Nombre total	37	39	15	10	16	1 ----- 85 16.41
Taille max (cm)	115	100	90	80	110	5 ----- 200 69.76

MASSE D'EAU FRDC07a :

ILES DE MARSEILLE HORS FRIOUL

La masse d'eau FRDC07a comprend un site RECOR prioritaire : **Congloué**. Trois autres sites ne sont pas suivis dans le cadre du présent marché (étude du rejet des STEP de Marseille).



VI.B. Site « Congloué »

VI.B.1. Présentation du site

Le site **Congloué** a été échantillonné à **-40, -50 et -60 m** en 2012, 2015, 2018 et 2024, à et -40 et -50 m en 2021. Le site est situé au sein du cœur marin du Parc national des Calanques, au sud de l'îlot du grand Congloué, lui-même situé à l'est de Riou. Le tombant de coralligène (typologie 3), de belle architecture, débute en surface et s'étend jusqu'à -67 m environ.

Caractéristiques du site			
Nom du site	Congloué		
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :	
Piquet:	43 10.545	5 24.198	
Profondeur du piquet (m)	61		
Date d'échantillonnage	18/05/2024		
Profondeur des stations (m)	50	40	60
	Quadrats photographiques réalisés à 50m vers la gauche du capteur, le long du « parapet ».	Quadrats photographiques réalisés à -40m en contrebas d'une plaque en métal	Quadrats photographiques réalisés à -60m autour du piquet, tout comme la photogrammétrie
Remarques sur les stations			

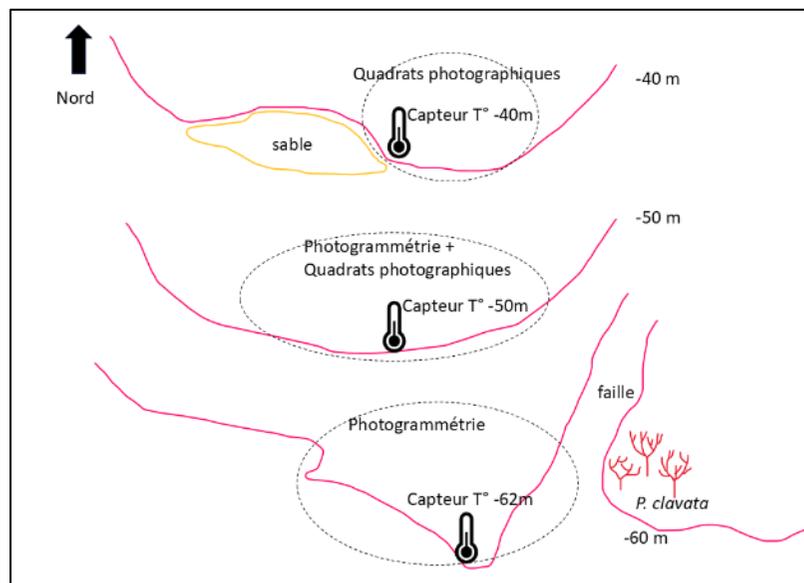


Figure 89 : Congloué, 2024. Schéma du site.

Ce site est fréquenté par les plongeurs et les pêcheurs. En effet, de nombreux **engins de pêche perdus** sont présents sur ce site, ainsi que des **macrodéchets** (emballages et morceaux de plastiques vus en 2024).

Beaucoup de poissons (espèces et abondance) étaient observés sur ce site lors des suivis antérieurs. En 2024, les espèces suivantes de fond ont été vues par les plongeurs : **mostelle de roche** (*Phycis phycis*), nombreuses **petites langoustes** (*Palinurus elephas*) (dont la taille est d'environ 15-20 cm), **chapon** (*Scorpaena scrofa*), un **poulpe** (*Octopus vulgaris*), **gorgonocéphale** (*Astrospartus mediterraneus*), et quelques colonies de **corail rouge** (*Corallium rubrum*).

Trois capteurs de température ont été récupérés et remplacés sur le site en 2024.

18/05/2024	
20h00	
20330375	
64,5	
1 mesure toutes les 30 minutes	
Piquet à 61m avec capteur de T°C.	

18/05/2024	
20h00	
10401296	
42,9	
1 mesure toutes les 30 minutes	
En contrebas d'une plaque en métal dans une petite cavité	

18/05/2024	
20h00	
20828943	
51	
1 mesure toutes les 30 minutes	
capteur droit dans l'axe de la remontée depuis le piquet. Nombreuses arches de coralligène.	

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

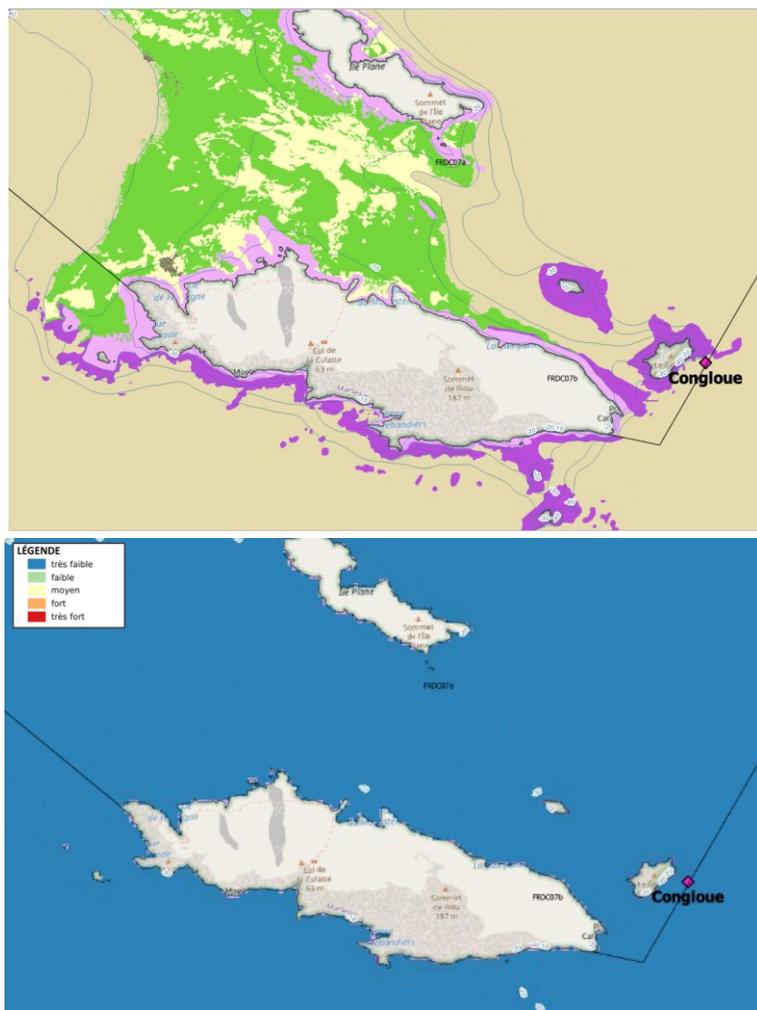


Figure 90 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

VI.B.2. Photographies du site

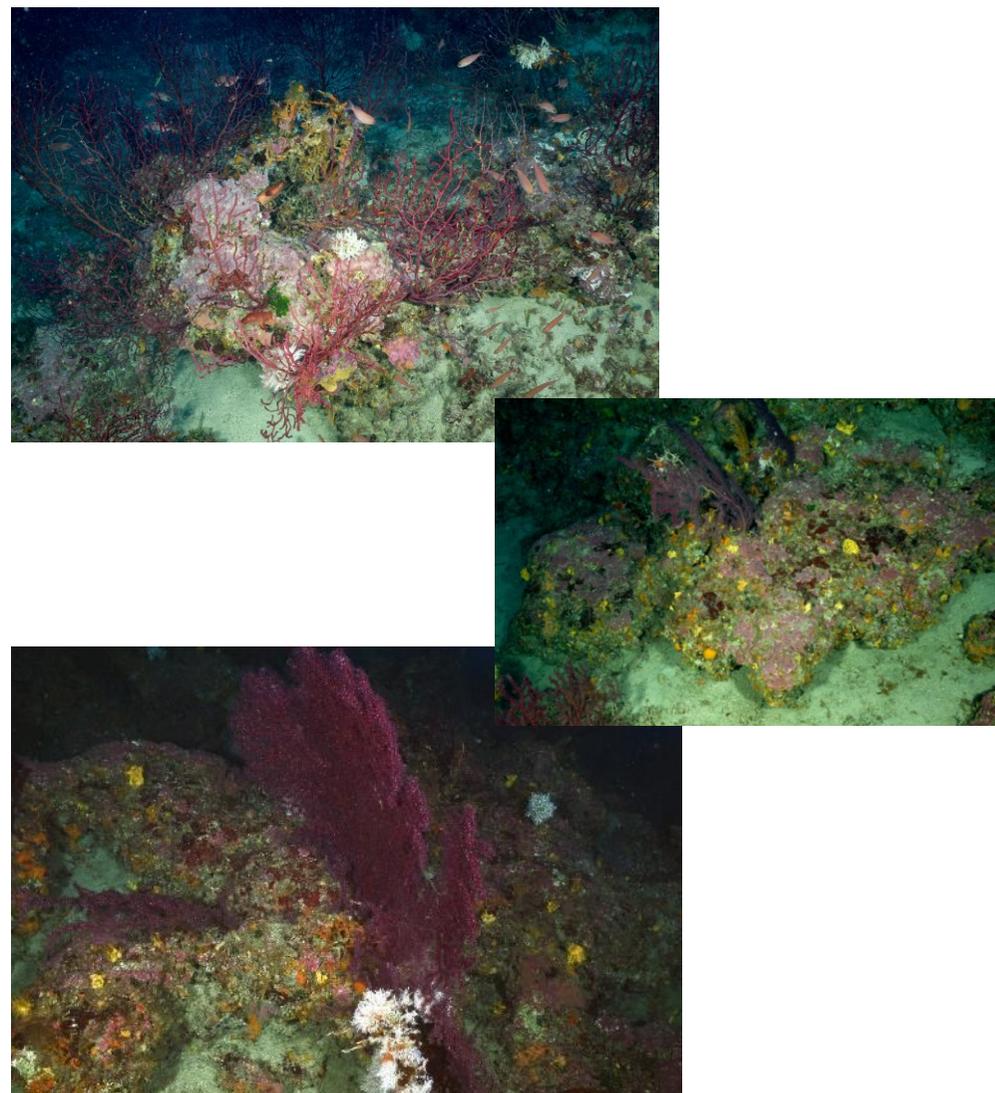
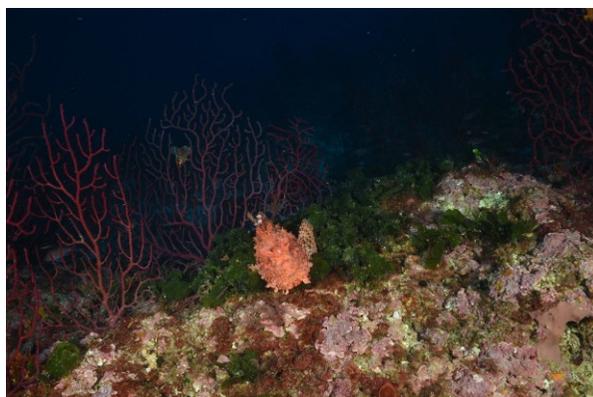


Figure 91 : Congloué, 2024 et ses magnifiques gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).





Poulpe commun (*Octopus vulgaris*).



Petite rascasse rouge (*Scorpaena notata*) et *gorgones rouges* (*Paramuricea clavata*).



Rouget barbet de roche (*Mullus barbatus*) et *sar commun* (*Diplodus sargus*).

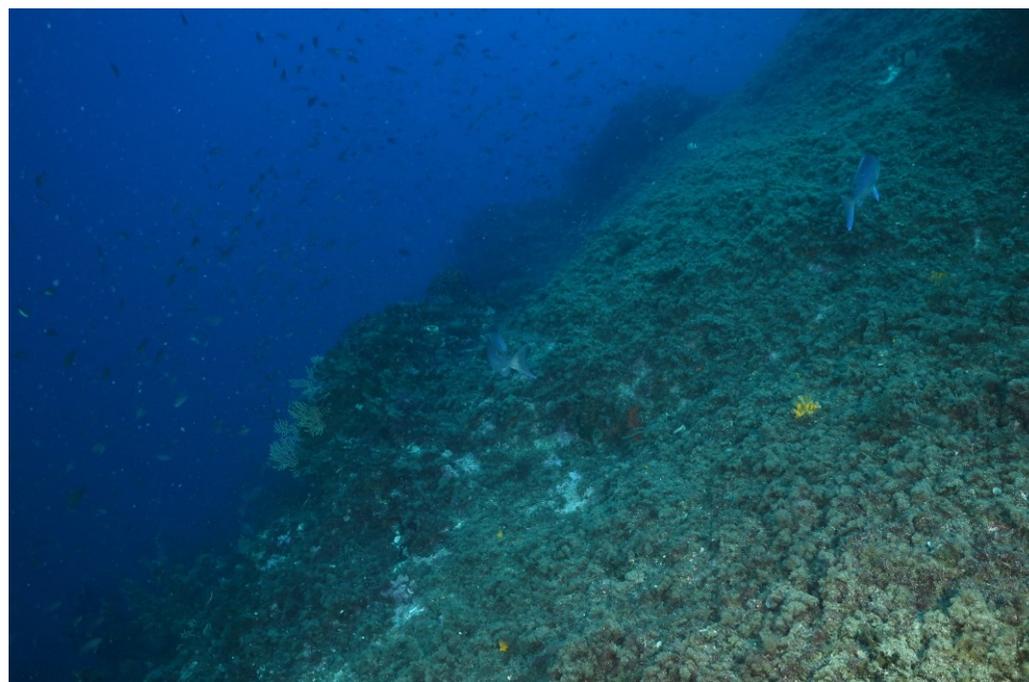


Figure 92 : Congloué, 2024. *Dentis* et *gorgone jaune* (*Eunicella cavolini*).



Mostelle de roche (*Phycis phycis*).



Filets de pêche, *gorgones rouges* (*Paramuricea clavata*) et *barbiers communs* (*Anthias anthias*).



Gorgone rouge bicolore (*Paramuricea clavata*).

La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

La station à **-60 m** a été modélisée en 2018 et 2024 sur une surface de **118 m²** (en 2024). En 2021, des acquisitions à -50 m ont été effectuées mais le modèle ne peut être comparé aux autres suivis (zone différente). A -60 m, de nombreuses **gorgones arrachées** sont retrouvées sur ce site et l'état du coralligène semble s'être dégradé avec le temps.

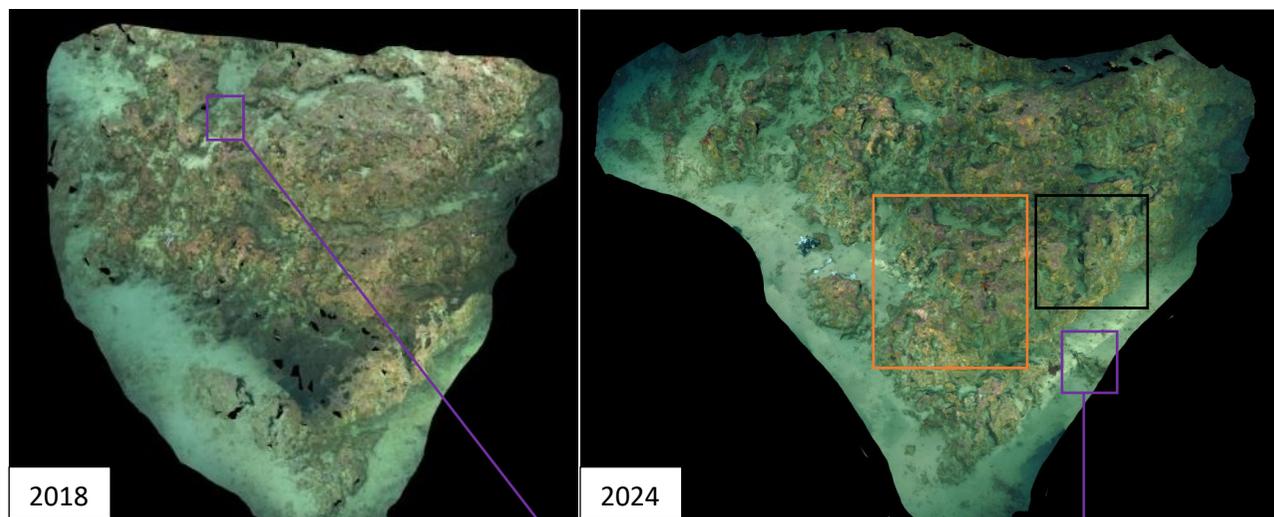
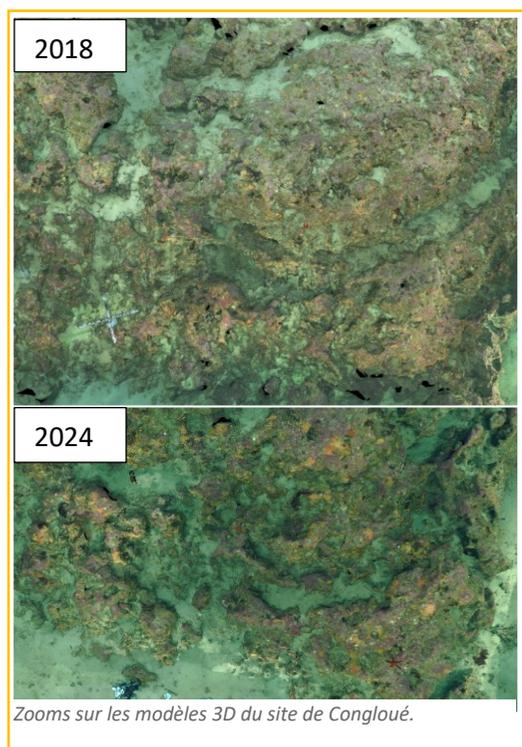
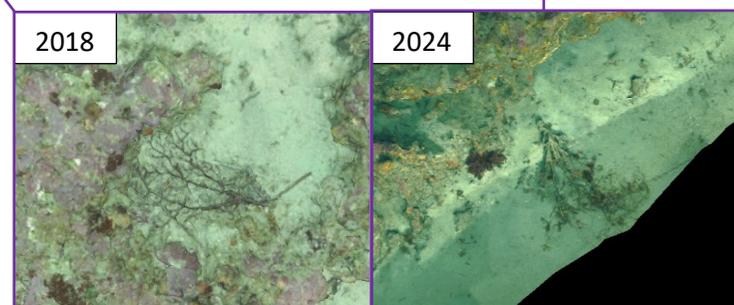
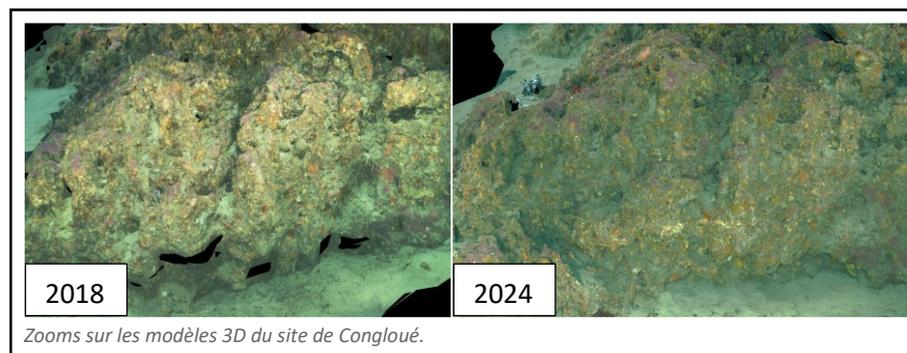


Figure 93 : Modèles 3D du site de Congloué en 2018 (à gauche) et en 2024 (à droite).



Gorgones retrouvées arrachées sur le site en 2018 (à gauche) et en 2021 (à droite).



Lors de la remontée, à quelques mètres de profondeur, plus d'une **vingtaine d'anémones buissonnantes (*Savalia savaglia*)** ont été reconstituées en 3D par la méthode de photogrammétrie. Parmi elles sont présentes des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) et des anémones encroûtantes jaunes (*Parazoanthus axinellae*). On note également la présence d'algues filamenteuses.



Gorgones rouges (Paramuricea clavata) et anémones buissonnantes (Savalia savaglia).



Gorgones rouges (Paramuricea clavata) et anémones buissonnantes (Savalia savaglia).



Gorgones rouges (Paramuricea clavata) et anémones buissonnantes (Savalia savaglia), anémone encroûtante jaunes (Parazoanthus axinellae).

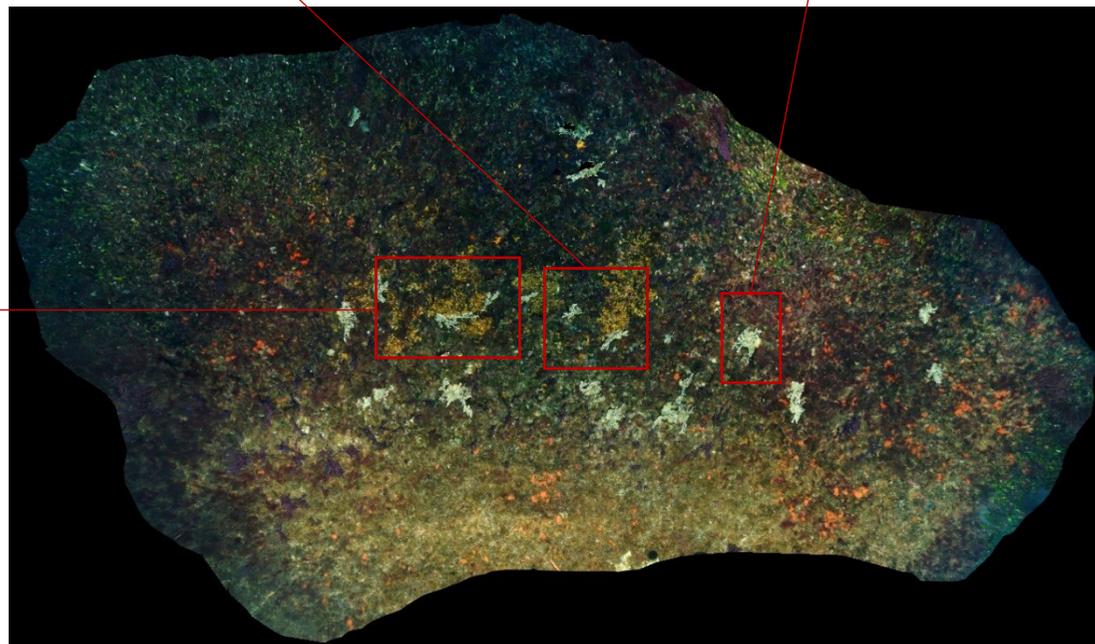


Figure 94 : Congloué, 2024, -10 m. Modèle 3D de l'ensemble de la zone reconstituée par photogrammétrie.

VI.B.3. Description générale du site

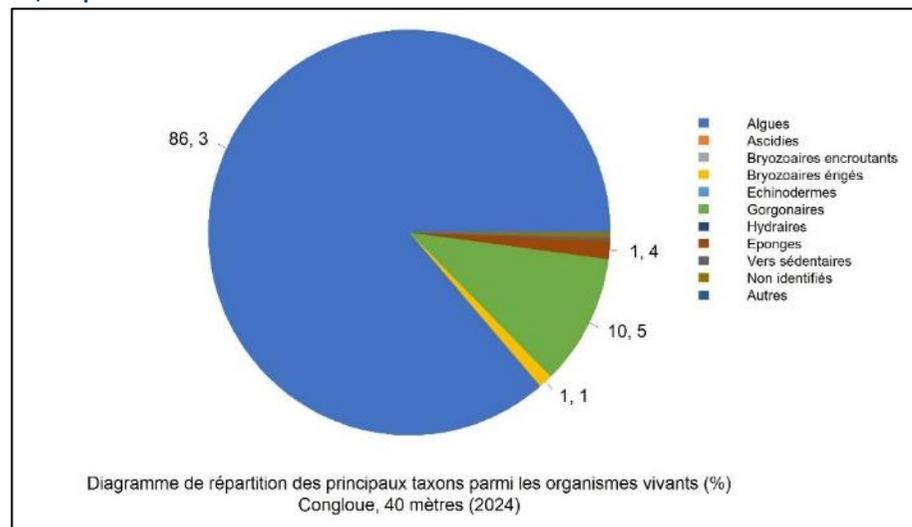
Description générale										
Type physiologique	<input checked="" type="checkbox"/> Paroi		<input type="checkbox"/> Massif		<input type="checkbox"/> Autres : ...					
Structures particulières										
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions										
Station(s)	Profondeur (m) : 40			Profondeur (m) : 50			Profondeur (m) : 60			
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...									
	cm	dm	m	cm	dm	m	cm	dm	m	
Typologie / profondeur (m)	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			
Stratification										
	Profondeur (m) : 40			Profondeur (m) : 50			Profondeur (m) : 60			
	Nature :		Hauteur (cm) :		Nature :		Hauteur (cm) :		Hauteur (cm) :	
Strate haute	Paramuricea clavata		70		Paramuricea clavata		70		Axinella damicornis	
Strate moyenne	Flabellia petiolata		10		Axinella damicornis		20		Bryozoaires érigés	
Strate basse	Mesophyllum sp., Peyssonnelia sp.		5		Mesophyllum sp., Peyssonnelia sp.		5		Mesophyllum sp., Peyssonnelia sp.	
Orientation										
Géographique	Paroi Sud Est									
Par rapport au courant	aucun courant									
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum					
Coralligène	40	67	Halimeda tuna	20	45					
Paramuricea clavata	40	60	Flabellia petiolata	25	45					
Eunicella cavolinii	40	60	Algues filamenteuses	0	0					
Autres gorgones : ...			Autres : ...							
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche		<input type="checkbox"/> Traces de mouillage		<input type="checkbox"/> Structures artificielles		<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets		<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Remarques :	Quelques fils de pêche et quelques macro déchets (emballages, morceaux de plastiques)									
Température de l'eau (°C)	15									
Inclinaison	70°									
Visibilité (m)	15									
Profondeur thermocline	9									
Espèces particulières	Mostelles de roche (<i>Phycis phycis</i>), nombreuses petites langoustes (<i>Palinurus elephas</i>) (15-20cm), chapon (<i>Scorpaena scrofa</i>), quelques branches de corail rouge (<i>Corallium rubrum</i>), gorgonocéphale (<i>Astrospartus mediterraneus</i>).									



VI.B.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.B.4.a. Congloué, -40 m (2024)

Sur la station à -40 m, les quadrats sont couverts à **66,7 % par des organismes vivants** et à **15,3 % par du sédiment**.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -40 m (86,3 % des organismes vivants) avec des algues rouges (79,6 % - 7,1 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées (photo suivante)) et des algues vertes (6,6 % - *Flabellia petiolata*). Les algues vertes *Flabellia petiolata* constituent la **strate moyenne du coralligène**.

Les **algues rouges** sont constitués par quelques algues filamenteuses et surtout par des **algues rouges encroûtantes qui, elles, forment la strate basse** avec les **corallinacées *Mesophyllum sp.* de type encroûtant** (*M. alternans* et *M. expansum* - 45,7 %) et des *Lithophyllum sp.* (2,7 %) ainsi que des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type érigé (0,2 %) et surtout encroûtant (22,6 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -40 m le groupe dominant est celui des **gorgones** (10,5 %) avec l'espèce dominante ***Paramuricea clavata* qui forme la strate haute du coralligène**.

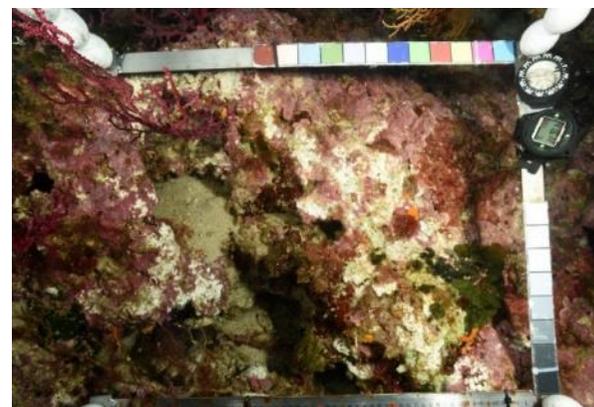


Figure 95 : Quadrat photographique à -40 m (2024) sur le site Congloué, montrant la nécrose des algues rouges encroûtantes.

VI.B.4.b. Congloué, -50 m (2024)

Sur la station à -50 m, les quadrats sont couverts à **63,8 % par des organismes vivants** et à **8,4 % par du sédiment**.

Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -50 m (73,7 % des organismes vivants) avec des algues rouges (73,3 % - 1,8 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées). **Les algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacées (*Mesophyllum sp.* (37,2 %) de type encroûtant** (*M. alternans*) et quelques *Lithophyllum sp.* (0,6 %) et des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type érigé (0,3 %) et surtout encroûtant (32,4 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -50 m le groupe dominant est celui des **gorgones** (14,8 %) avec l'espèce dominante ***Paramuricea clavata* qui forme la strate haute du coralligène**. On trouve ensuite des **éponges** (5,5 %) principalement encroûtantes : espèces non identifiées, *Axinella damicornis*, *Hexadella racovitzai*. **Les petites axinelles constituent la strate moyenne du coralligène**.

Développement sur cette station **d'hydraires** (1,9 %), non observés aux précédents suivis. Les **bryozoaires** sont formés par 0,2 % de bryozoaires encroûtants et 0,8 % de bryozoaires érigés (*Myriapora truncata*, *Turbicellepora avicularis*, *Adeonella calveti*).

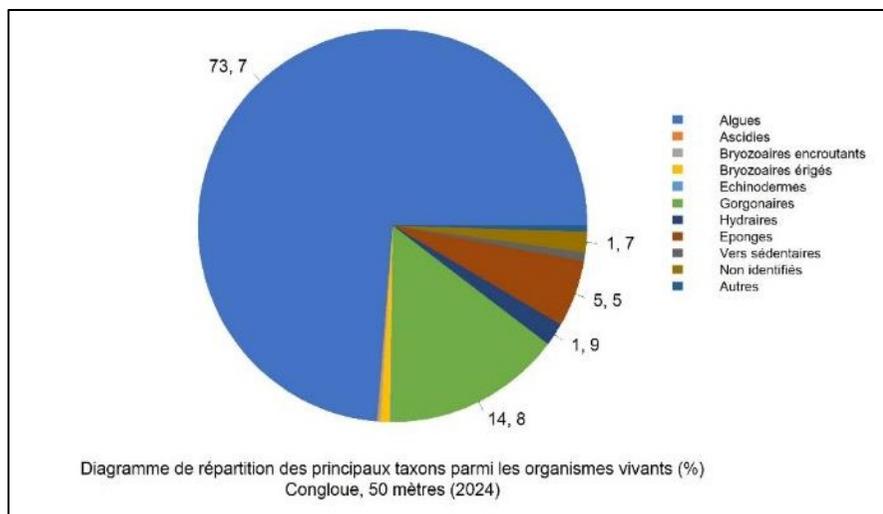


Figure 96 : Quadrat photographique à -50 m (2024) sur le site Congloué montrant une gorgone nécrosée.

VI.B.4.a. Congloué, -60 m (2024)

Sur la station à -60 m, les quadrats sont couverts à **46,2 % par des organismes vivants** et à **17,6 % par du sédiment**.

Sur les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont dans l'ordre : les **algues** (47,9 %, principalement des algues rouges encrouantes *Mesophyllum alternans* (37,9 %) mais aussi des Peyssonneliacées de type encroutant (4,4 %), et l'algue verte *Palmophyllum crassum*), **éponges** (29,8 %, principalement des éponges non identifiées et *Spirastrella cunctatrix*), des **bryozoaires** (12,6 % d'espèces érigées comme *Myriapora truncata* et *Crisia sp*) et des hydriaires (1,9 %)

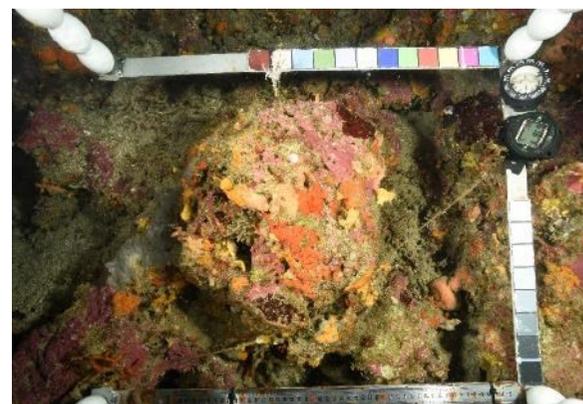
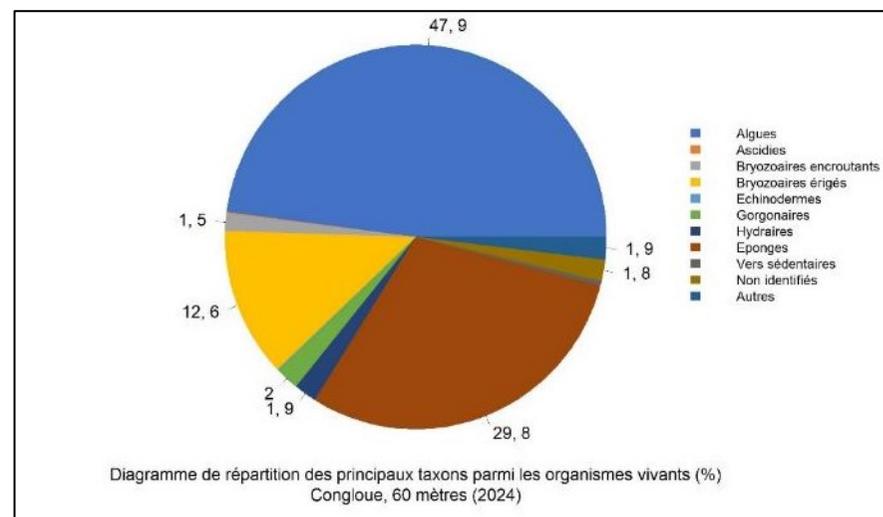


Figure 97 : Quadrat photographique à -60 m (2024) sur le site Congloué.

Figure 97 : Quadrat

VI.B.5. Photographies des quadrats



Figure 98 : Site Congloue – Quadrats photographiques à -40 m (2024).

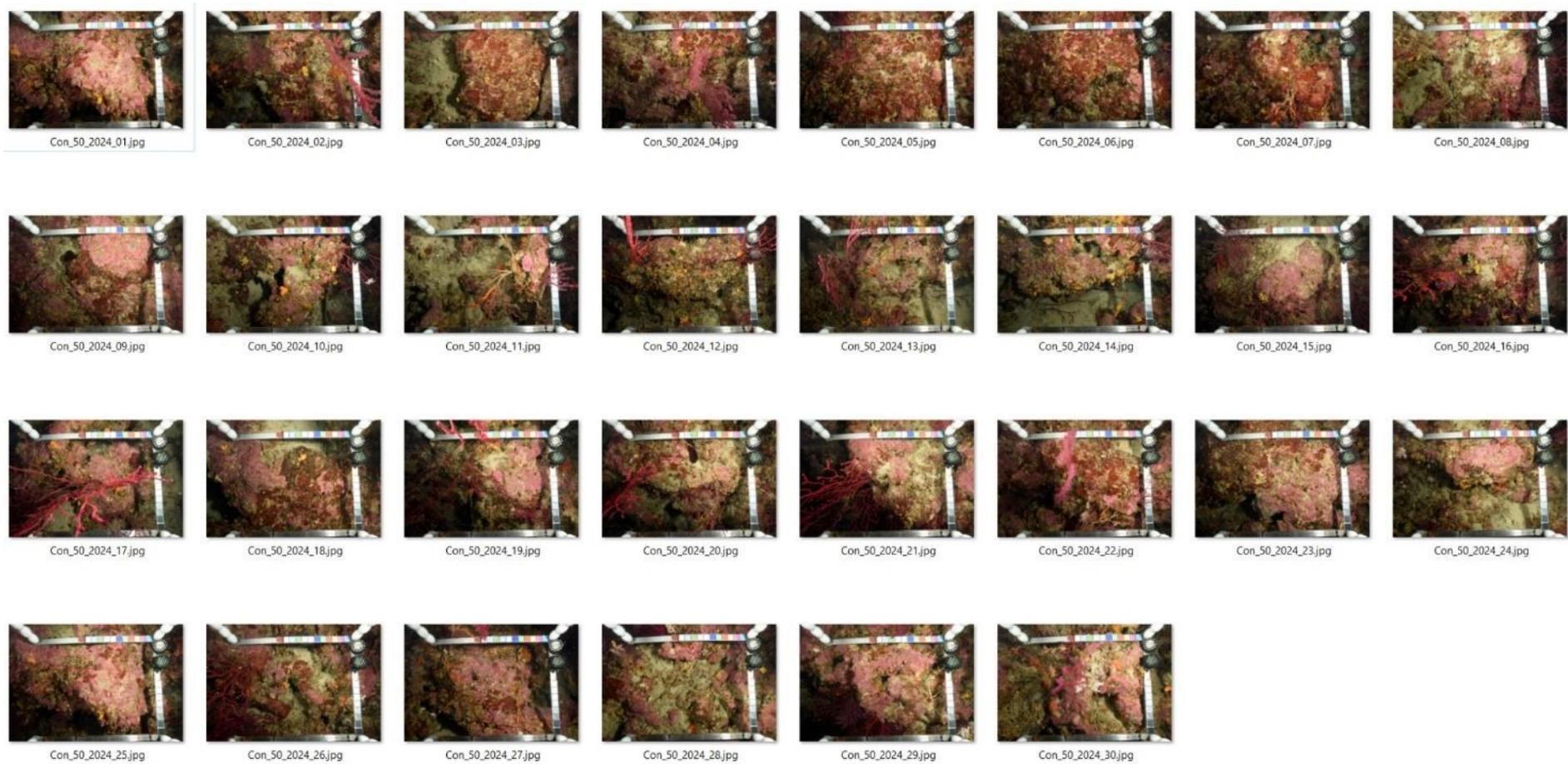


Figure 99 : Site Congloue – Quadrats photographiques à -50 m (2024).





Figure 100 : Site Congloue – Quadrats photographiques à -60 m (2024).

VI.B.6. Analyse comparative des quadrats à -40 m

Tableau 44: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07a	FRDC07a	FRDC07a	FRDC07a	FRDC07a	
Site	Congloue	Congloue	Congloue	Congloue	Congloue	
Profondeur	40	40	40	40	40	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	70.31	72.68	80.1	89.1	88.67	
% recouvrement par le non vivant	29.69	27.42	19.9	10.9	33.33	2.18 / 89.84 / 39.3
% recouvrement par le sédiment	19.61	15.22	8.8	3.4	15.3	0.44 / 79.54 / 28.88
% recouvrement par les débris biologiques	1.81	0.47	2.95	3.13	2.17	0 / 14.77 / 1.99
% recouvrement par les cavités	6.16	8.5	3.23	1.03	5.35	0 / 22.21 / 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	0	0	0	0 / 2.34 / 0.1
CAI	0.61	0.5	0.6	0.63	0.62	0.08 / 0.78 / 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	3.92	1.41	2.03	0.7	0.7	0 / 18.15 / 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	41.4	46.61	62.4	70.88	62.62	0.57 / 79.58 / 33.52
Indice de Simpson	0.9	0.82	0.79	0.72	0.74	0.03 / 0.96 / 0.79
Indice de Shannon	2.73	2.12	2.17	1.8	1.78	0.09 / 3.19 / 2.19
% Nécroses parmi le vivant	0.6	1.35	2.95	5.84	7.17	0 / 97.91 / 2.83
Indicateur de perturbation	4.98	18.89	4.83	6.24	1.63	0 / 91.69 / 11.2
% Algues filamenteuses	0.94	18.89	4.62	6.24	1.24	0 / 91.45 / 10.19
% Algues total	84.32	92.67	93.17	94.19	88.33	0 / 99.39 / 71.9
% Algues brunes	0.09	18.03	1.43	0.06	0.1	0 / 89.74 / 11.02
% Algues vertes	4.89	9.84	10.65	3.66	6.6	0 / 91.76 / 5.16
% Algues rouges	59.91	64.8	81.08	85.46	79.64	0 / 99.25 / 55.72
% Mesophyllum spp.	32.27	30.03	41.35	48.46	45.7	0 / 70.87 / 22.73
% Lithophyllum spp.	6.09	6.17	14.37	4.42	2.68	0 / 24.22 / 2.67
% Peyssonnelia sp. Érigées	0.09	3.88	0.44	4.24	0.19	0 / 55.99 / 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	16.05	22.7	13.13	15.28	22.66	0 / 88.1 / 17.25
% Eponges	13.73	1.65	1.3	0.67	1.43	0 / 91.06 / 12.38
% Eponges massives	0.43	0.14	0.13	0.08	0.48	0 / 32.68 / 3.13
% Eponges encroûtantes	13.3	1.51	1.17	0.61	0.95	0 / 66.07 / 9.24
% Axinella sp.	0.09	0	0	0	0.19	0 / 9.61 / 0.73
% Cliona spp.	0.77	0.07	0.07	0	0	0 / 5.96 / 0.34
% Gorgones	10.21	2.95	1.66	3.94	10.52	0 / 37.82 / 4.57
% Gorgones rouges	10.13	2.8	1.56	3.63	10.23	0 / 33.68 / 2.5
% Gorgones jaunes	0	0.07	0	0.3	0.1	0 / 21.09 / 1.63
% Corail rouge	0.09	0.07	0	0	0.1	0 / 31.5 / 0.37
% Bryozoaires encroûtants	2.23	1.87	1.37	0.36	0	0 / 17.98 / 2.39
% Bryozoaires érigés	3.35	0.07	1.17	0.42	1.05	0 / 19.06 / 2.14



VI.B.1. Analyse comparative des quadrats à -50 m

Tableau 45: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07a	FRDC07a	FRDC07a	FRDC07a	FRDC07a	
Site	Congloue	Congloue	Congloue	Congloue	Congloue	
Profondeur	50	50	50	50	50	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	60.24	61.54	58.59	77.32	63.66	10.16 97.82 80.7
% recouvrement par le non vivant	39.76	38.46	41.41	22.68	36.14	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	27.93	19.96	18.18	11.39	8.37	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	1.38	0.99	3.7	3.17	2.42	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	5.15	7.81	3.59	1.5	4.82	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	0	0.21	0	0 2.34 0.1
CAI	0.45	0.48	0.82	0.82	0.51	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	3.49	2.81	2.5	1.99	0.64	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	34.32	37.94	48.49	69.64	46.65	0.57 79.68 33.52
Indice de Simpson	0.88	0.8	0.77	0.69	0.73	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.65	2.22	2.07	1.6	1.72	0.09 3.19 2.19
% Nécroses parmi le vivant	0.39	0.17	1.07	7.23	2.17	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	4.62	10.33	1.89	2.22	1.27	0 91.89 11.2
% Algues filamenteuses	2.89	10.26	1.24	2.16	0.83	0 91.45 10.19
% Algues total	59.33	68.84	83.64	91.73	73.69	0 99.39 71.9
% Algues brunes	0.1	3.08	0.53	0	0	0 89.74 11.02
% Algues vertes	3.44	1.02	1.24	0.21	0.36	0 91.78 5.16
% Algues rouges	55.8	64.78	81.87	91.52	73.33	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	36.15	38.27	40.82	53.23	37.16	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	1.87	1.52	7.64	0.49	0.63	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	0.88	0.78	8.89	7.99	0.27	0 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	14.44	16.51	22.76	20.15	32.37	0 88.1 17.25
% Eponges	17.49	12.11	6.49	3.2	5.52	0 91.08 12.38
% Eponges massives	1.57	1.78	1.51	0.69	0.54	0 32.68 3.13
% Eponges encroûtantes	15.91	10.33	4.98	2.5	4.97	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	0.59	1.1	0.89	0.35	0.54	0 9.81 0.73
% Cliona spp.	0.39	0	0.09	0.07	0	0 5.96 0.34
% Gorgones	11.2	11.09	3.58	2.64	14.83	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	11.1	10.84	3.29	2.64	14.1	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	0	0	0	0	0	0 21.09 1.63
% Corail rouge	0.1	0.28	0.27	0	0.27	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroûtants	2.39	3.22	1.98	1.11	0.18	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	3.44	1.35	2.31	0.9	0.81	0 19.08 2.14

VI.B.1. Analyse comparative des quadrats à -60 m

Tableau 46: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Site	FRDC07a	FRDC07a	FRDC07a	FRDC07a	FRDC07a	
Site	Congloue	Congloue	Congloue	Congloue	Congloue	
Profondeur	60	60	60	60	60	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	57.01	54.35	49.9	50.97	48.23	10.16 60.7 97.82
% recouvrement par le non vivant	42.99	45.65	50.1	49.03	53.77	2.18 39.3 89.84
% recouvrement par le sédiment	34.99	26.52	25.78	23.73	17.6	0.44 26.88 79.54
% recouvrement par les débris biologiques	0.42	1.3	3.13	1.98	0.48	0 1.99 14.77
% recouvrement par les cavités	6.39	8.91	5.21	1.62	5.57	0 5.44 22.21
% recouvrement par les macrodéchets	0.12	0	0.1	0.22	0.05	0 0.1 2.34
CAI	0.39	0.42	0.46	0.41	0.49	0.08 0.43 0.78
% recouvrement par les bryozoaires totaux	4.12	2.81	3.07	1.52	6.56	0 2.53 18.15
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	23.88	30.48	37.66	34.04	22.3	0.57 33.52 79.58
Indice de Simpson	0.89	0.82	0.67	0.71	0.8	0.03 0.79 0.95
Indice de Shannon	2.83	2.36	1.93	1.95	2.28	0.09 2.19 3.19
% Nécroses parmi le vivant	0.42	0.1	1.38	4.78	2.98	0 2.83 97.91
Indicateur de perturbation	0.84	10.59	0.94	0.21	0.47	0 11.2 91.89
% Algues filamenteuses	0.73	9.97	0.64	0.11	0.47	0 10.19 91.45
% Algues total	39.37	65.2	77.14	65.39	47.87	0 71.9 99.39
% Algues brunes	0	9.11	1.04	0.21	1.18	0 11.02 89.74
% Algues vertes	1.78	1.63	1.88	0.21	1.42	0 5.16 91.76
% Algues rouges	37.59	54.48	74.22	64.97	45.27	0 55.72 99.25
% Mesophyllum spp.	17.7	37.78	55.32	50.21	37.94	0 22.73 70.87
% Lithophyllum spp.	0.63	1.92	4.28	0.42	0	0 2.57 24.22
% Peyssonnelia sp. Érigées	2.41	1.82	5.94	0.53	0	0 5.71 55.99
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	15.8	10.74	7.83	9.13	4.37	0 17.25 88.1
% Eponges	37.49	22.34	12.21	27.71	29.79	0 12.38 91.08
% Eponges massives	1.05	2.3	2.4	5.52	2.48	0 3.13 32.88
% Eponges encroûtantes	36.44	20.04	9.81	22.19	27.3	0 9.24 66.07
% Axinella sp.	0.73	2.01	0.84	3.29	1.77	0 0.73 9.81
% Cliona spp.	0	0.19	0.1	0.11	0	0 0.34 5.98
% Gorgones	5.24	3.55	0.84	0.53	2.01	0 4.57 37.82
% Gorgones rouges	3.87	2.68	0.53	0	0	0 2.5 33.88
% Gorgones jaunes	0.63	0.58	0	0	0.59	0 1.63 21.09
% Corail rouge	0.73	0.29	0.21	0.83	1.42	0 0.37 31.5
% Bryozoaires encroûtants	3.14	2.97	1.77	0.38	1.54	0 2.39 17.98
% Bryozoaires érigés	4.08	1.82	4.38	2.02	12.85	0 2.14 19.06

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024 sur les stations à **-40, -50 et -60 m** montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants augmente à -40 m au cours des suivis 2012 à 2021** (il est fort en comparaison avec les autres stations de la région) **mais diminue entre 2021 et 2024** (valeur proche de la moyenne régionale). Cette baisse s'explique en partie par l'augmentation du pourcentage de sédimentation en 2024. **A -50 m ce pourcentage du vivant présente moins de variabilité** avec des valeurs proches de la moyenne régionale. **A -60 m ce pourcentage présente peu de variabilité** avec des valeurs inférieures à la moyenne régionale, en lien avec des pourcentages de recouvrement par la sédimentation proche de la moyenne régionale.

Le pourcentage de débris présente des valeurs supérieures à la moyenne régionale depuis 2018 aux trois profondeurs (baisse à -60 m en 2024), **tout comme le pourcentage de nécroses** : en 2021, les valeurs sont cinq fois plus importantes qu'en 2018 à -40 m. En 2024, ce pourcentage de nécrose s'est stabilisé (valeur haute) à -40 m mais il baisse à -50 m et à -60 m.

L'indicateur de perturbation est plus élevé à -40 m qu'à -50 m, en lien avec le développement des algues filamenteuses. Il augmente en 2021 par rapport aux suivis antérieurs mais diminue en 2024. Il est faible à -60 m.

A -40 et -50 m, la biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, était stable et plutôt élevée par rapport aux autres stations de la région **jusqu'en 2018. En 2021 et 2024, la biodiversité diminue** avec des indices de Simpson et de Shannon en-dessous de la moyenne régionale sur les deux stations. A -60 m, la biodiversité augmente en 2024 et est supérieure à la moyenne régionale.

La valeur du CAI augmente au cours du temps à **-60 m** mais indique toujours un **état moyen** de la station. A **-40 et -50 m**, le CAI diminue en 2024 et indique aussi un **état moyen** de ces stations alors qu'en 2021 le CAI indiquait un état écologique bon.

La **répartition** des grands groupes du vivant **n'a pas changé** entre 2015 et 2024.

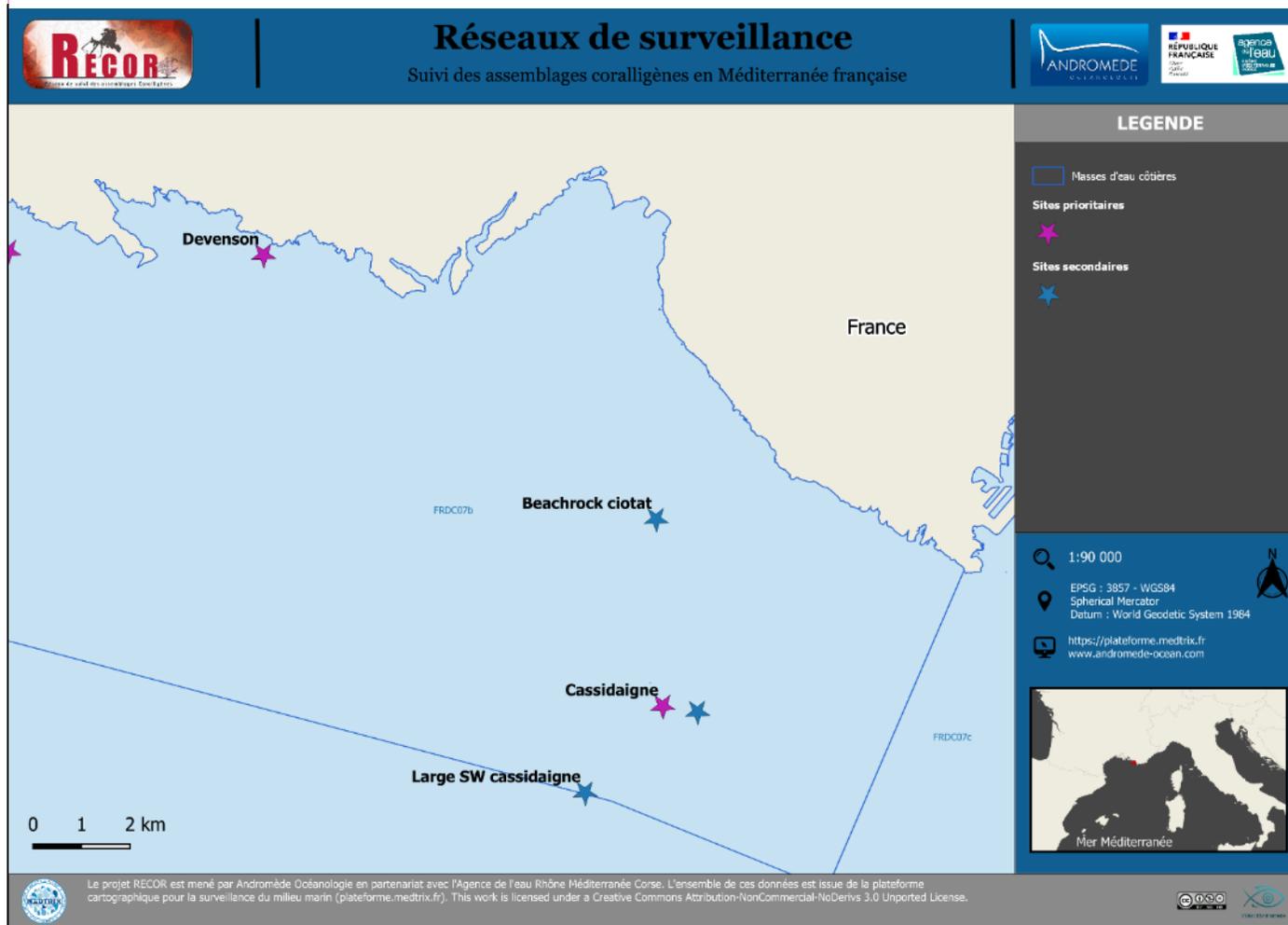
La **stratification est également similaire** selon les années avec des gorgones en strate haute (70 à 80 cm), des éponges et bryozoaires ou des algues selon la profondeur en strate moyenne (10 à 20 cm) et des algues rouges encroûtantes en strate basse (5 cm). A noter en **2024** une **baisse de l'abondance relative des peyssonneliacées** de type érigé à -40 et -50 m et le **développement d'hydraires** à -50 m et -60 m.

VI.B.2. Démographie des espèces érigées

La démographie des espèces érigées n'est plus étudiée sur ce site depuis 2015.

MASSE D'EAU FRDC07b : CAP CROISSETTE – BEC DE L'AIGLE

La masse d'eau FRDC07b se situe au cœur du Parc national des Calanques et comprend cinq sites RECOR : **Devenson** (site prioritaire), **Cassidaigne** (site prioritaire), Beachrock Ciotat / Est Cassidaigne / Large SW Cassidaigne (sites secondaires non suivis en 2024).



VI.C. Site « Devenson »

VI.C.1. Présentation du site

Le site **Devenson** se situe dans le cœur marin du Parc national des Calanques, dans les calanques de Cassis, au large de l'aiguille du Devenson. Ce tombant de **typologie 3** qui s'étend de -23 à -47 m a été échantillonné à **-47 m** en 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024.

En 2024, les espèces suivantes sont observées sur le fond : 30 **dentis** (*Dentex dentex*), **daurade grise** (*Spondyliosoma cantharus*), **sar commun** (*Diplodus sargus*), **sar à tête noire** (*Diplodus vulgaris*) et **sar à museau pointu** (*Diplodus puntazzo*), **murène** (*Muraena helena*), **girelles** commune (*Coris julis*), deux **langoustes** (*Palinurus elephas*), deux **mérous bruns** (*Epinephelus marginatus*), **barbiers** communs (*Anthias anthias*), **rougets barbet** de roche (*Mullus barbatus*), et **serran écriture** (*Serranus scriba*), **corail rouge** (*Corallium rubrum*).

Caractéristiques du site		
Nom du site	Devenson	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
Piquet:	43 12.174	5 28.474
Profondeur du piquet (m)	47	
Date d'échantillonnage	17/05/2024	
Profondeur des stations (m)	47	
Remarques sur les stations	Photos quadrats et photogrammétrie vers la droite du piquet à -47m Etude des gorgones dans la remontée entre les 2 capteurs.	



Présence aussi **d'engins de pêche perdus** (filets très anciens et fils de pêche), dont certains impactent les encorbellements.

Figure 101 : Devenson (2024). Fils de pêche réalisant une action d'abrasion des algues rouges.

Trois de capteurs de température ont été récupérés et remplacés en 2024 :

17/05/2024	
20h00	
20586617	
45,5	
1 mesure toutes les 30 minutes	
Au pied du massif sur un petit piquet, près du sable.	
17/05/2024	
20h00	
10710124	
27	
1 mesure toutes les 30 minutes	
En remontant, en haut de la cassure du tombant, en arrivant sur le plateau en pente plus douce. Matérialisé par un long flotteur.	
17/05/2024	
20h00	
10710141	
17,3	
1 mesure toutes les 30 minutes	
En remontant au plus haut, juste sous le haut du sec, sur un piquet horizontal planté dans une faille.	

Figure 102 : Caractéristiques et illustrations des trois capteurs de température.

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**.

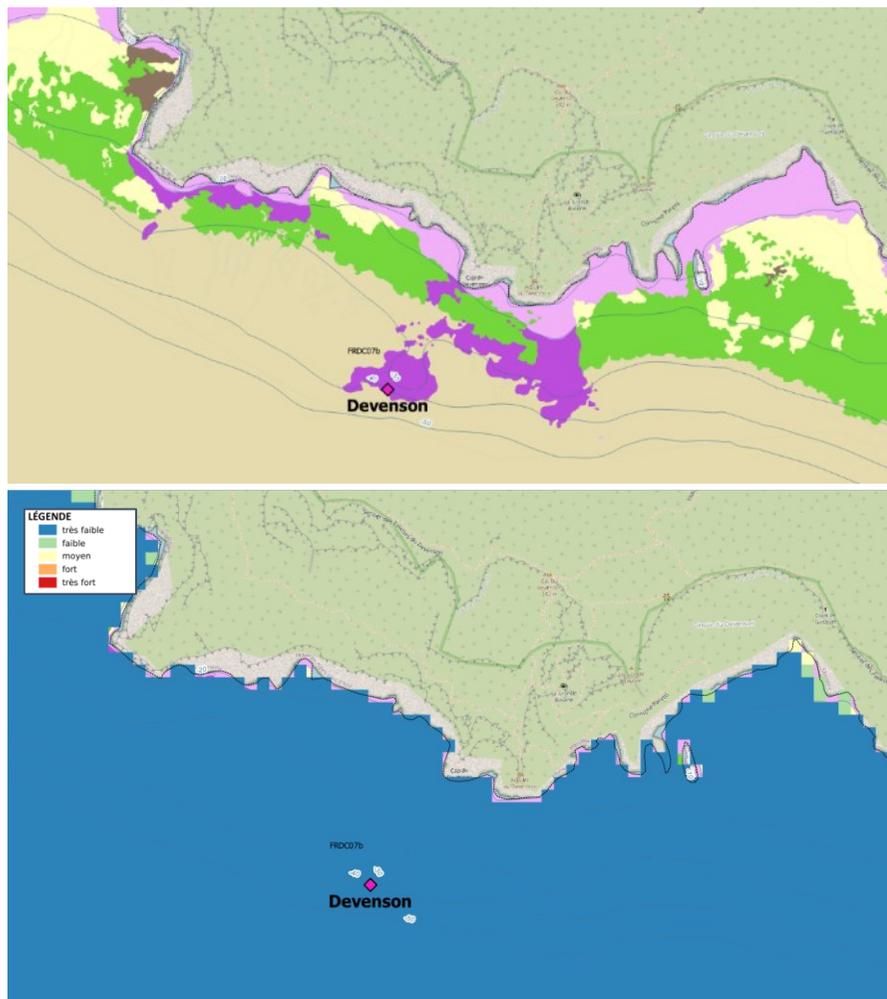


Figure 104 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.
Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>)).

VI.C.2. Photographies du site

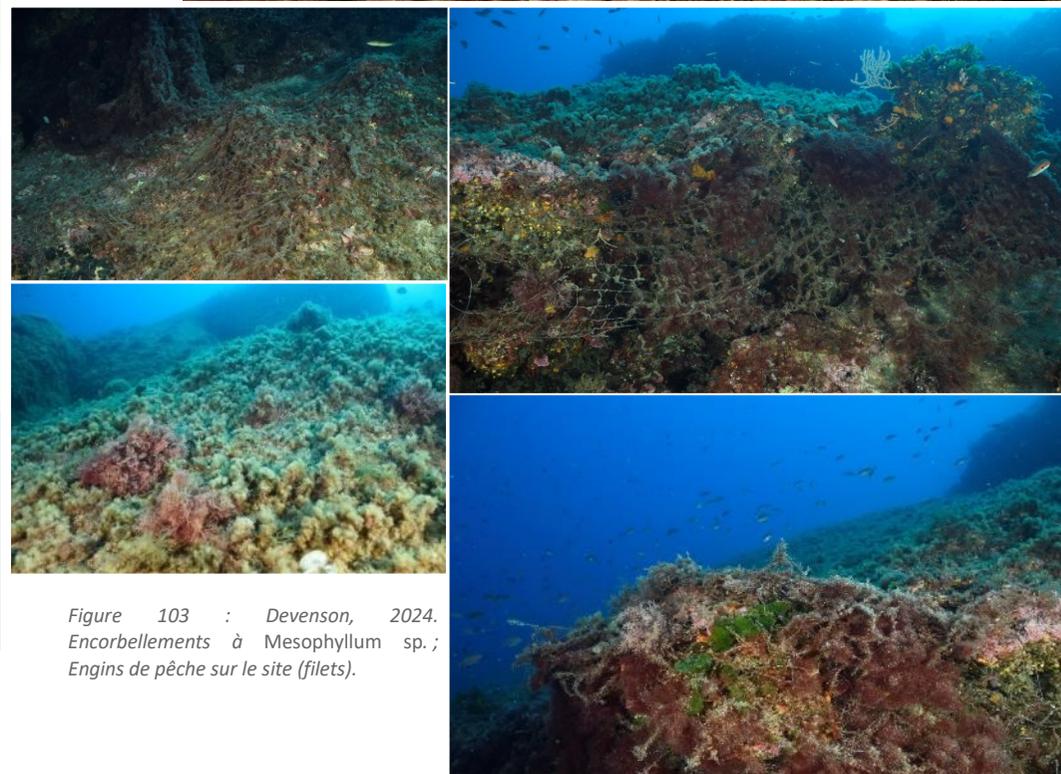


Figure 103 : Devenson, 2024.
Encorbellements à *Mesophyllum* sp. ;
Engins de pêche sur le site (filets).



La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

Les modèles ont été réalisés en **2018, 2021 et 2024 à -47 m**. En 2024, le modèle couvre une surface de **194 m²**. Sur les modèles 3D, la couverture par les algues filamenteuses relevées en 2021 semble avoir diminué en 2024. Les algues rouges encroûtantes semblent alors plus présentes. Sur certaines zones du massifs, les **nécroses** des algues rouges se sont accentuées entre 2021 et 2024, tandis que sur d'autres zones ces nécroses ont été re colonisées.

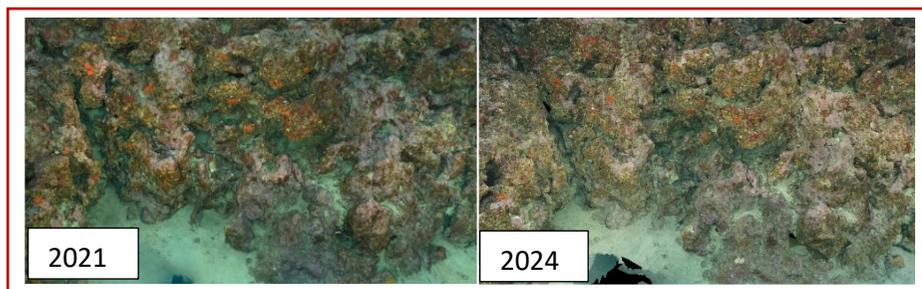


Figure 107 : Zooms sur les modèles 3D du site de Devenson en 2021 (à gauche) et en 2024 (à droite).

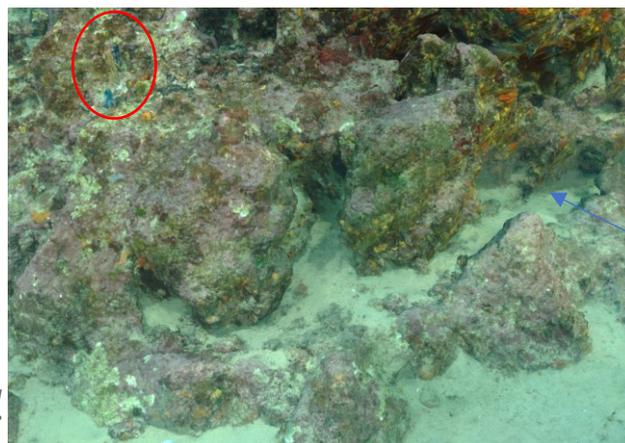


Figure 107 : Localisation du capteur de température sur le site Devenson à -47 m

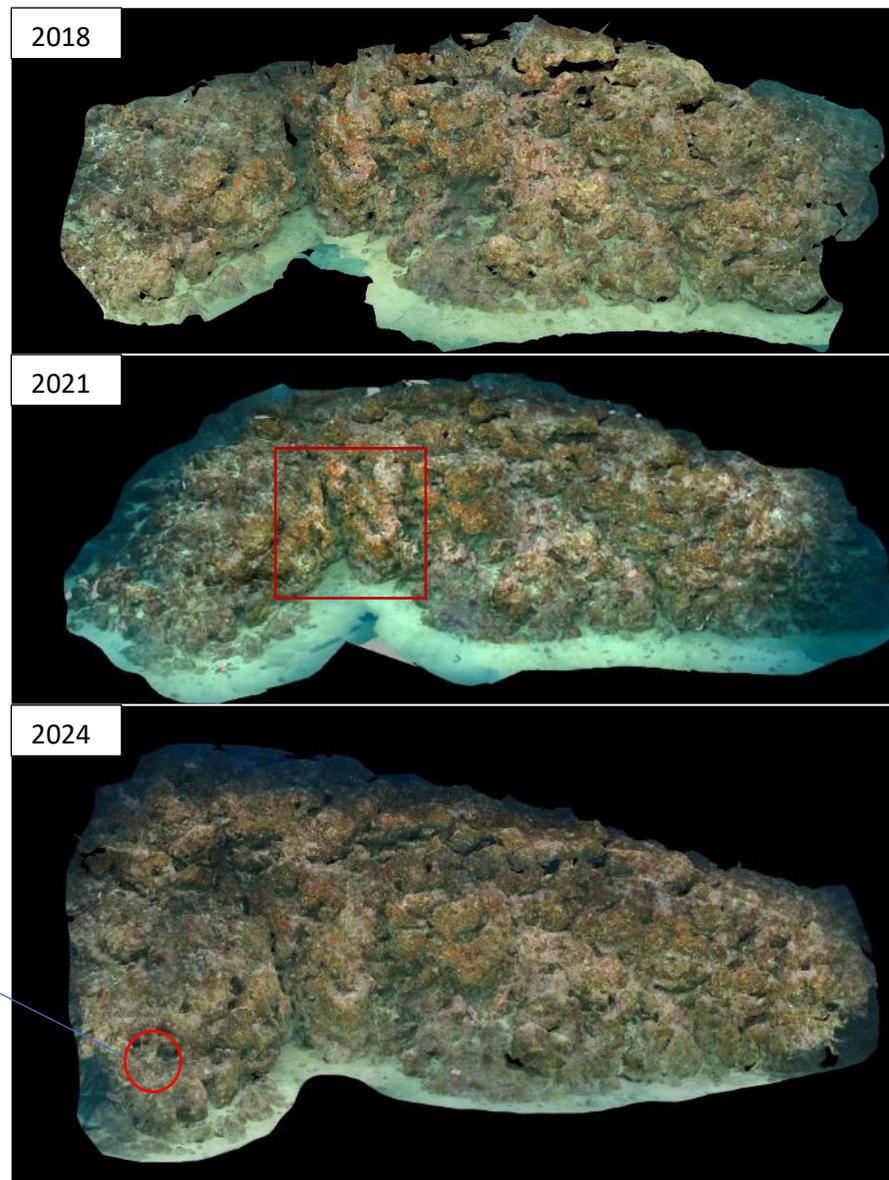


Figure 107 : modèles 3D du site Devenson, en 2018 (en haut), en 2021 (au centre) et en 2024 (en bas). Le cercle rouge indique la localisation du capteur de température.



Figure 108 : Zooms sur les modèles 3D du site de Devenson en 2018 (à gauche), 2021 (milieu) et en 2024 (à droite) ; Sur cette partie des massifs, les nécroses se développent au cours des suivis (nécroses = carré bleu ; zones sans nécroses = carré bleu en pointillé).

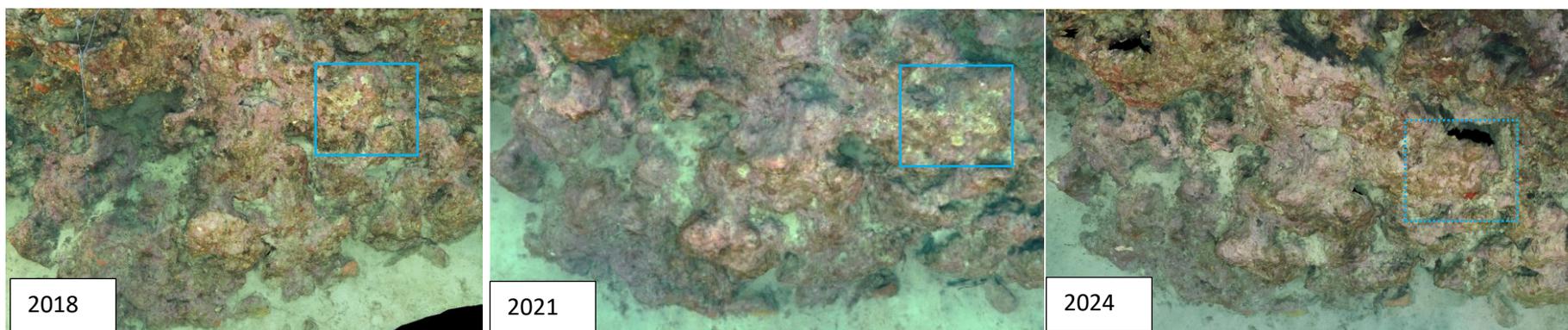


Figure 109 : Zooms sur les modèles 3D du site de Devenson en 2018 (à gauche), 2021 (milieu) et en 2024 (à droite) ; Sur cette partie des massifs, les nécroses observées en 2018 et 2021 sont colonisées en 2024 (nécroses = carré bleu ; zones sans nécroses = carré bleu en pointillé).



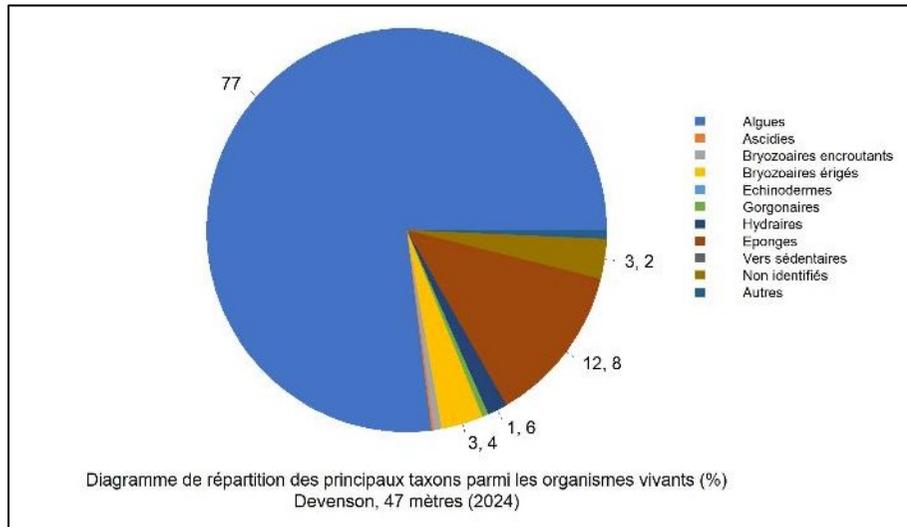
VI.C.3. Description générale du site

Description générale						
Type physiologique	<input checked="" type="checkbox"/> Paroi	<input type="checkbox"/> Massif	<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Structures particulières						
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : 47			Profondeur (m) :		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	70	30				
Typologie / profondeur (m)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Stratification						
	Profondeur (m) : 47			Profondeur (m) : 0		
	Nature :		Hauteur (cm) :		Nature :	
Strate haute	<i>Axinella damicornis</i>		10			
Strate moyenne	Bryozoaires érigés		5			
Strate basse	Algues rouges encroutantes		2			
Orientation						
Géographique	Nord					
Par rapport au courant	Est					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	26	47	<i>Halimeda tuna</i>	17	33	
<i>Paramuricea clavata</i>	0		<i>Flabellia petiolata</i>	27	47	
<i>Eunicella cavolinii</i>	21	33	Algues filamenteuses	0	0	
Autres gorgones : ...			Autres : ...			
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Macro-déchets	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :	filet très anciens et fils de pêche					
Température de l'eau (°C)	15					
Inclinaison	10					
Visibilité (m)	20					
Profondeur thermocline	NA					
Espèces particulières	30 dentis (<i>Dentex dentex</i>), daurade grise (<i>Spondyliosoma cantharus</i>), sar commun (<i>Diplodus sargus</i>), sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>) et sar à museau pointu (<i>Diplodus puntazzo</i>), murène (<i>Muraena helena</i>), girelles commune (<i>Coris julis</i>), 2 langoustes (<i>Palinurus elephas</i>), 2 mérours bruns (<i>Epinephelus marginatus</i>), barbières communs (<i>Anthias anthias</i>), rougets barbet de roche (<i>Mullus barbatus</i>), crénilabre tanche (<i>Symphodus tinca</i>), corail rouge (<i>Corallium rubrum</i>)					

VI.C.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.C.4.a. Devenson, -47 m (2024)

Sur la station à -47 m, les quadrats sont couverts à **64,6 % par des organismes vivants** et à **25,9 % par du sédiment**.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -47 m (77 % des organismes vivants) avec des algues rouges (71,9 % - 3,0 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées), des algues vertes (2,9 % - *Codium effusum*, *Flabellia petiolata*, *Palmophyllum crassum*). **Les algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacées** (*Mesophyllum sp.* (31,2 %) de type encroûtant (*M. alternans*) et des *Lithophyllum sp.* (2,6 % ; *Lithophyllum stictaeform*)), des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type érigé (0,3 %) et surtout encroûtant (33,3 %), et des algues encroûtantes non identifiées.

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -47 m le groupe dominant est celui des **éponges** (12,8 %) principalement encroûtantes : espèces non identifiées, *Axinella damicornis*, *Reniera fulva*. **Les petites axinelles constituent la strate haute du coralligène.**

On trouve ensuite des **bryozoaires**, formés par 0,6 % de bryozoaires encroûtants et 3,4 % de bryozoaires érigés (*Crisia sp.*) qui forment la strate moyenne. On observe en 2024 le développement des hydriaires (1,6 %).



Figure 110 : Devenson, 2021. Araignée de mer rouge *Lissa chiragra*.

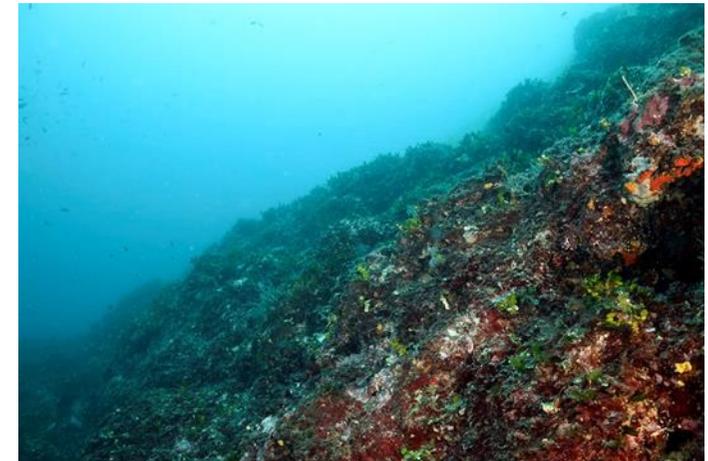


Figure 111 : Tombant coralligène du Devenson en 2018.



VI.C.5. Photographies des quadrats

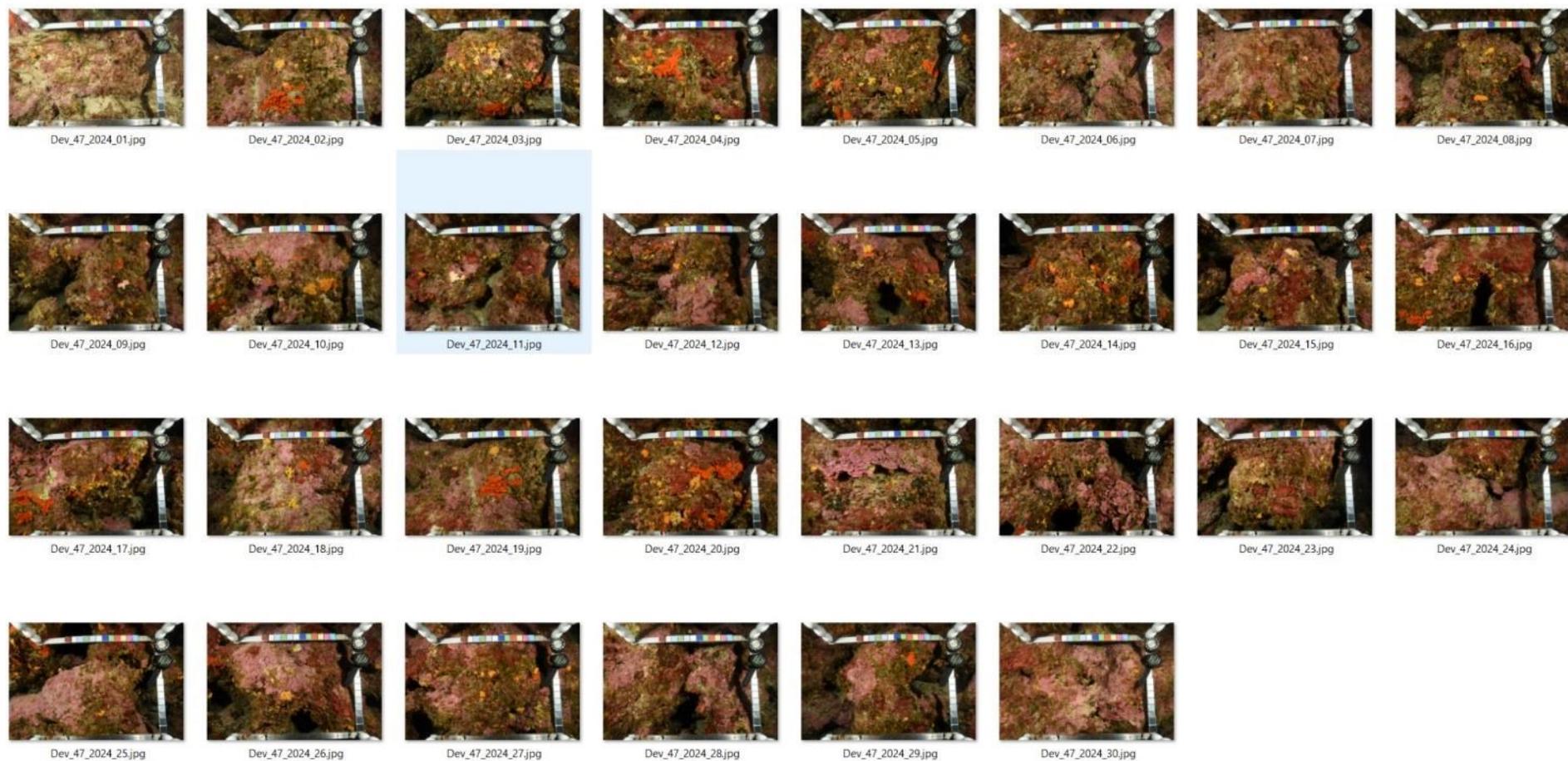


Figure 112 : Site Devenson– Quadrats photographiques à -47 m (2024).

VI.C.6. Analyse comparative des quadrats

Tableau 47: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	
Site	Devenson	Devenson	Devenson	Devenson	Devenson	
Profondeur	47	47	47	47	47	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	61.39	69.31	66.83	68.51	64.61	
% recouvrement par le non vivant	38.61	30.69	34.38	31.49	35.39	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	27.72	20.74	24.74	21.29	26.96	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	0.13	0.16	0.16	1.71	0.59	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	7.68	7.45	5	2.54	6.65	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0.13	0.31	0	0	0.42	0 2.34 0.1
CAI	0.46	0.51	0.5	0.54	0.49	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	3.41	1.93	1.04	1.27	2.81	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	37.21	51.12	56.31	60.73	46.08	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.84	0.71	0.71	0.62	0.77	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.34	1.76	1.83	1.55	2.05	0.09 3.19 2.19
% Nécroses parmi le vivant	0.44	0.53	1.43	8.06	3.03	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	4.57	16.79	0.87	0.81	1.73	0 91.69 11.2
% Algues filamenteuses	3.69	16.79	0.87	0.81	1.73	0 91.45 10.19
% Algues total	65.07	88.8	91.51	92.91	77.02	0 99.39 71.9
% Algues brunes	0.33	15.04	2.14	0.72	2.11	0 89.74 11.02
% Algues vertes	5.01	1.95	4.44	2.9	2.94	0 91.76 5.16
% Algues rouges	69.74	71.8	84.92	89.29	71.97	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	42.22	47.89	42.3	58.21	31.16	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	0.87	3.38	6.33	0.97	2.67	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	0.22	0.68	2.88	2.88	0.28	0 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	13.6	19.02	31.57	18.04	33.36	0 88.1 17.25
% Eponges	14.91	6.47	4.68	4.51	12.78	0 91.06 12.38
% Eponges massives	0.44	0.83	1.43	0.81	1.47	0 32.68 3.13
% Eponges encroûtantes	14.47	5.64	3.25	3.7	11.31	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	0	0.45	0.71	0.48	0.62	0 9.61 0.73
% Cliona spp.	0	0	0	0	0	0 5.96 0.34
% Gorgones	0.65	0.08	0	0.16	0.46	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	0	0	0	0	0	0 33.88 2.5
% Gorgones jaunes	0.22	0	0	0	0	0 21.09 1.63
% Corail rouge	0.44	0.08	0	0.16	0.46	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroûtants	2.81	2.28	0.58	0.4	0.64	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	2.84	0.53	1.03	1.46	3.4	0 19.06 2.14



L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024 sur la station à -47 m montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants varie peu au cours du temps** et présente une valeur supérieure à la moyenne régionale depuis 2015.

Le **pourcentage de sédimentation présente également peu de variations au cours des suivis**. Il augmente légèrement en 2024 expliquant alors la baisse (-4 %) du pourcentage par le vivant.

Les **pourcentages de débris comme celui des nécroses présentent un pic en 2021** : 8 % des algues rouges étaient nécrosées. En 2024, ce **pourcentage de nécroses diminue** ainsi que celui des débris biologiques, par contre on observe plus de **macrodéchets**.

L'**indicateur de perturbation a diminué** après le pic de 2015 pour revenir à une valeur plus faible qu'en 2012, stable dans le temps.

La **biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, diminue au cours des suivis 2012-2021 mais augmente en 2024**. En 2024, les indices de Simpson et de Shannon sont proches de la moyenne régionale.

La valeur du CAI diminue en 2024 en lien avec la baisse du recouvrement par les bioconstructeurs principaux (notamment *Mesophyllum sp.*). **Sur tous les suivis, le CAI indique un état écologique moyen de la station**.

La **répartition des grands groupes du vivant a peu changé** entre 2015 et 2024.

La **stratification est assez similaire** avec des éponges axinelles en strate haute (10-15 cm), des algues *Codium bursa* et *Flabellia petiolata* en strate moyenne (5-10 cm) avec le développement en 2024 des bryozoaires érigés, et des algues rouges encroûtantes en strate basse (2-5 cm). Notons la présence en 2024 des **hydrides**, non observés aux précédents suivis.

VI.C.7. Démographie des espèces érigées

Sur le site de Devenson, les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) ont été échantillonnées à **-30 m** en 2012, et **-33 m** en 2018, 2021, 2022 et 2024. Les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) ont été échantillonnées à **-36 m** en 2015 et **-33 m** en 2018. Aucune donnée récente n'a été depuis relevée.

VI.C.7.a. . Nécroses des peuplements

En 2024, la population de gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à **-33 m** est en **état moyen** car seuls 68 % des individus (n=35) ne présentent aucune nécrose. Cette observation est relativement stable par rapport à ce qui avait été observé en 2022 puisque 66 % des individus étaient indemnes de toute nécrose. De plus, en 2024, environ 2 % des individus observés sont entièrement nécrosés contre 5 % en 2022. Toutes les nécroses observées sont **anciennes** et majoritairement **localisées** (80 %) puis diffuses (20 %).

Alors que les gorgones jaunes étaient en bon état en 2018 et 2021, leur état s'est nettement dégradé en 2022 (après la vague de chaleur). Même si on observe une amélioration en 2024, les gorgones restent en état moyen avec de nombreux individus nécrosés voire morts.

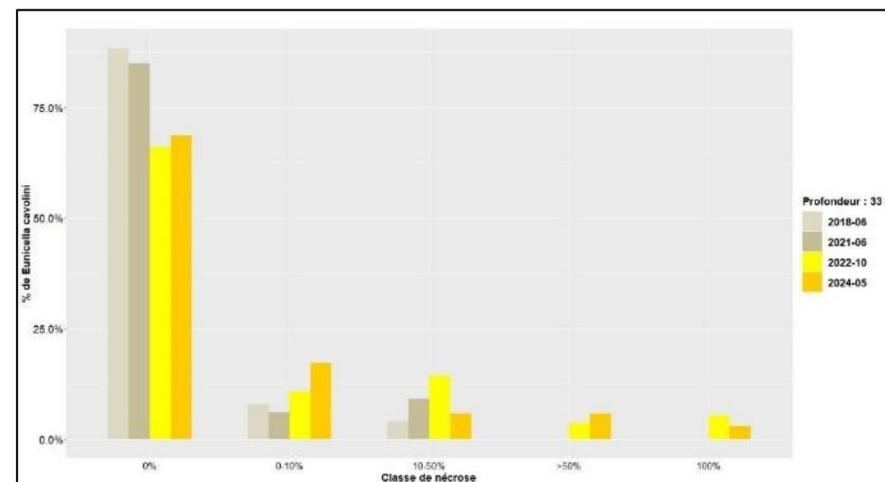


Figure 113 : Site Devenson. Nécroses des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

Tableau 48 : Comparaison des données de nécrose pour les gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	
Site	Devenson	Devenson	Devenson	Devenson	Devenson	
Profondeur	30	33	33	33	33	
Année	2012	2018	2021	2022	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>					
% nécrose:0	66.67	88.24	84.85	66.07	66.67	87.47
% nécrose:1-10	28.33	7.84	6.05	10.71	17.14	11.97
% nécrose:11-50	5	3.92	9.09	14.29	5.71	10.45
% nécrose:51-99	NA	NA	NA	3.57	5.71	6.64
% nécrose:100	NA	NA	NA	6.36	2.88	3.47
% nécroses anciennes	55	100	100	89.47	100	69.92
% nécroses récentes	45	NA	NA	10.53	NA	16.09
% nécroses diffuses	35	66.67	40	12.5	20	32.58
% nécroses localisées	65	33.33	60	87.5	80	51.35
Nombre total	60	61	33	56	35	46.64

VI.C.7.a. Structure en taille

En 2024, environ 90 % des individus observés (n=10) ont une **taille moyenne**, autrement dit comprise entre 10 et 50 cm. Aucun individu grand n'est recensé. Cependant, une observation d'un individu de petite taille (< 10 cm) est faite, indiquant un **très faible recrutement sur le site à -33 m**. La taille maximale enregistrée sur le site est de 32 cm.

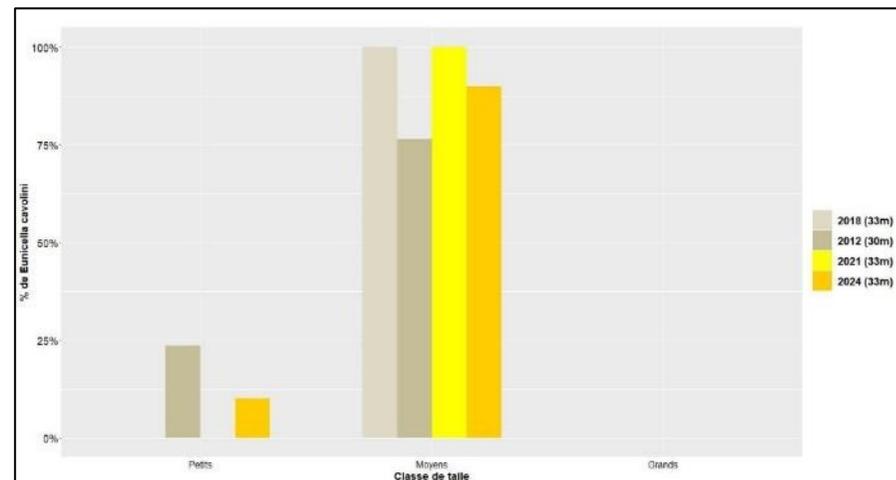


Figure 114 : Site Devenson. Structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).



Tableau 49 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	
Site	Devenson	Devenson	Devenson	Devenson	
Profondeur	30	33	33	33	
Année	2012	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	
nb petits	4	NA	NA	1	0 30 2.39
% petits	23.53	NA	NA	10	0 100 12.96
nb moyens	13	1	2	9	0 49 10.9
% moyens	78.47	100	100	90	0 100 69.4
nb grands	NA	NA	NA	NA	0 24 3.12
% grands	NA	NA	NA	NA	0 100 17.63
Nombre total	17	1	2	10	1 65 16.41
Taille max (cm)	45	20	30	32	5 200 59.76

VI.D. Site « Cassidaigne »

VI.D.1. Présentation du site

Le site **Cassidaigne** est un massif de coralligène (-36 à -47 m) de **typologie 3** situé au sein du cœur marin du Parc national des Calanques, au Sud Est du phare de Cassidaigne. Il a été échantillonné à **-47 m** sur une avancée coralligène en bordure de massif en 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024.

De **nombreux filets et fils de pêche perdus** sont observés sur le site en 2024. C'était déjà le cas en 2021. Parmi les espèces rencontrées sur le fond en 2024 on note : **daurade grise** (*Spondyliosoma cantharus*), **serran-chevrette** (*Serranus cabrilla*), **serran écriture** (*Serranus scriba*), **murène** (*Muraena helena*), deux **langoustes** (*Palinurus elephas*), **gorgonocéphales** (*Astrospartus mediterraneus*), **mostelle** (*Phycis phycis*), **mérou brun** (*Epinephelus marginatus*), **corail rouge** (*Corallum rubrum*), **petite rascasse rouge** (*Scorpaena notata*), et **rascasse rouge** (*Scorpaena scrofa*).

Un **capteur de température** a été posé à -46,4 m sur le piquet du site.

Caractéristiques du site	
Nom du site	Cassidaigne
Coordonnées (L93)	Latitude : Longitude :
Piquet:	43 08.547 5 32.913
Capteur(s) de température	43 08.547 5 32.913
Profondeur du piquet (m)	44,5 m
Date d'échantillonnage	16/05/2024
Station	Cassidaigne 47
Remarques sur les stations	Site au Sud de la balise de la Cassidaigne. Piquet sur une avancée coralligène en bordure du massif. Quadrats photographiques faits autour du piquet et sur sa droite, zone identique à la photogrammétrie. Quadrat permanent des gorgones au dessus à gauche du piquet. 2024 : Face Ouest <i>Eunicella singularis</i> , Face Est <i>Paramuricea clavata</i> et <i>Eunicella cavolini</i> . Le site se trouve sur un plateau au-dessus à la profondeur de 35 m.
Capteur(s) de température	
Date de pose	16/05/2024
Heure de lancement	20h00
N° capteur	20330361
Profondeur du capteur (m)	46.4m
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Sur le piquet de suivi Recor

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**.

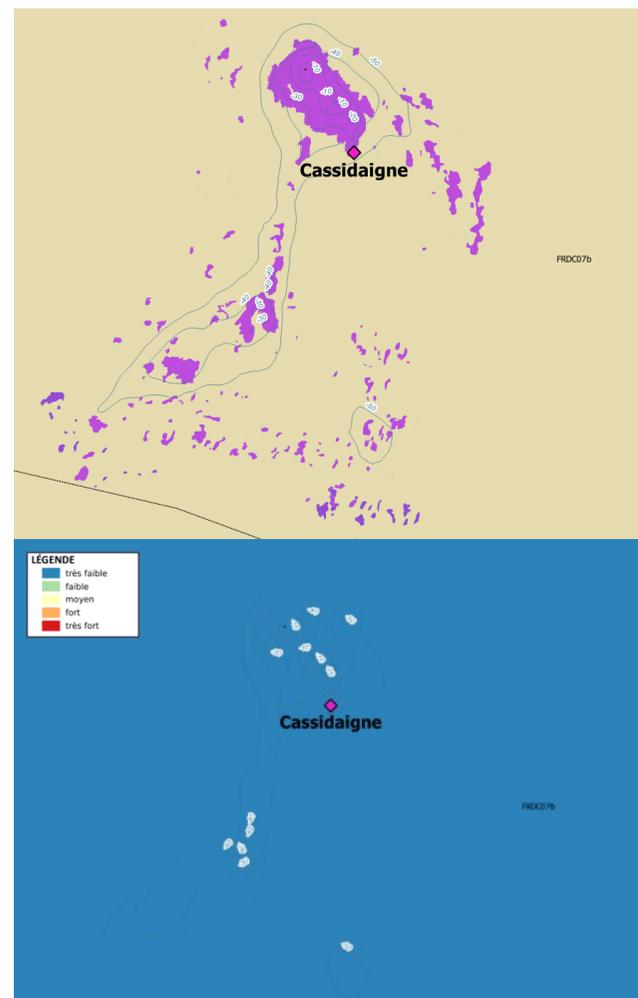


Figure 115 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.
Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

VI.D.1. Photographies du site



Figure 118 : Cassidaigne, 2024. [1,2,3] Gorgones rouges (*Paramuricea clavata*), gorgones blanches (*Eunicella singularis*), sar commun (*Diplodus sargus*) ; [4] Petite rascasse rouge (*Scorpaena notata*) par les gorgones.

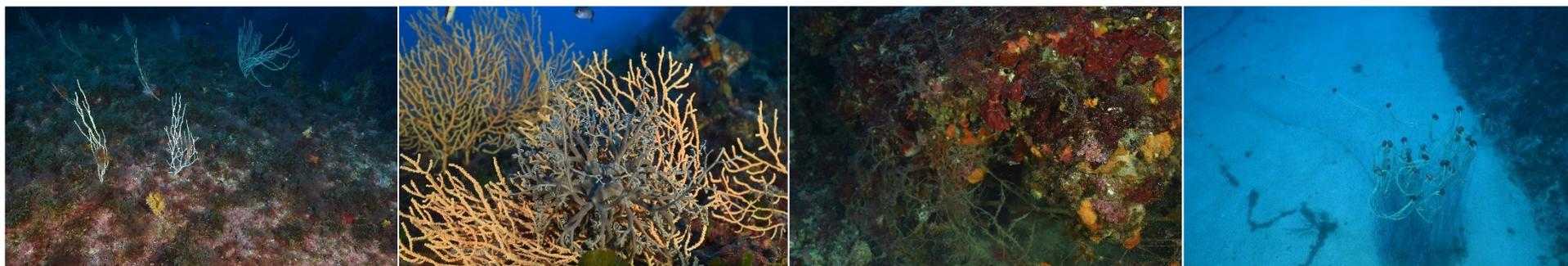


Figure 117 : Cassidaigne, 2024. [1] Gorgones blanches (*Eunicella singularis*), [2] gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*), gorgonocéphale (*Astrospartus mediterraneus*), [3] et [4] engins de pêche perdus.



Figure 117 : [1] Rascasse rouge (*Scorpaena scrofa*), [2] Serrans écriture (*Serranus scriba*), [3] Murène (*Muraena helena*), [4] *Asparagopsis* sp. dans les petits fonds lors de la remontée.

La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

Les modèles ont été réalisés en **2018, 2021 et 2024** sur le site à **-47 m**. En 2024, le modèle couvre une surface de **227 m²**, similaire à celle de 2021.

Sur les modèles 3D, les mêmes individus gorgonaires observés en 2021 sont retrouvés en 2024 indiquant leur présence conservée au cours du temps (Figure 121a). De plus, les modèles, semblent montrer un **recouvrement supérieur par les spongiaires** en 2024 par rapport en 2021 (Figure 121b).

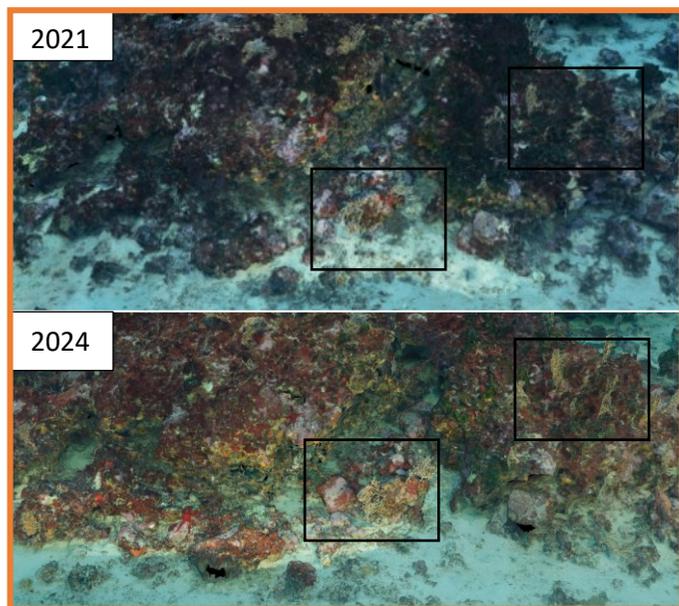


Figure 121a : Zooms sur les visuels des modèles 3D en 2021 (en haut) et en 2024 (en bas). Les carrés noirs indiquent la position de gorgones jaunes.

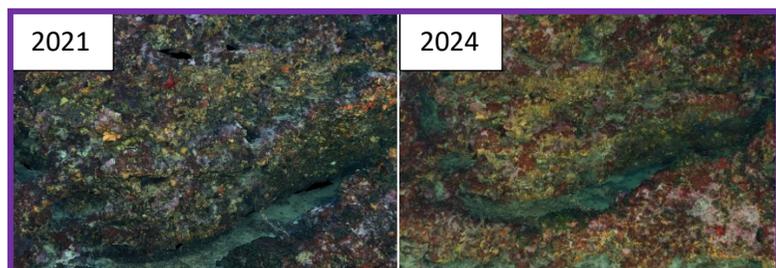


Figure 121b : : Zooms sur les visuels des modèles 3D en 2021 (à gauche) et en 2024 (à droite).

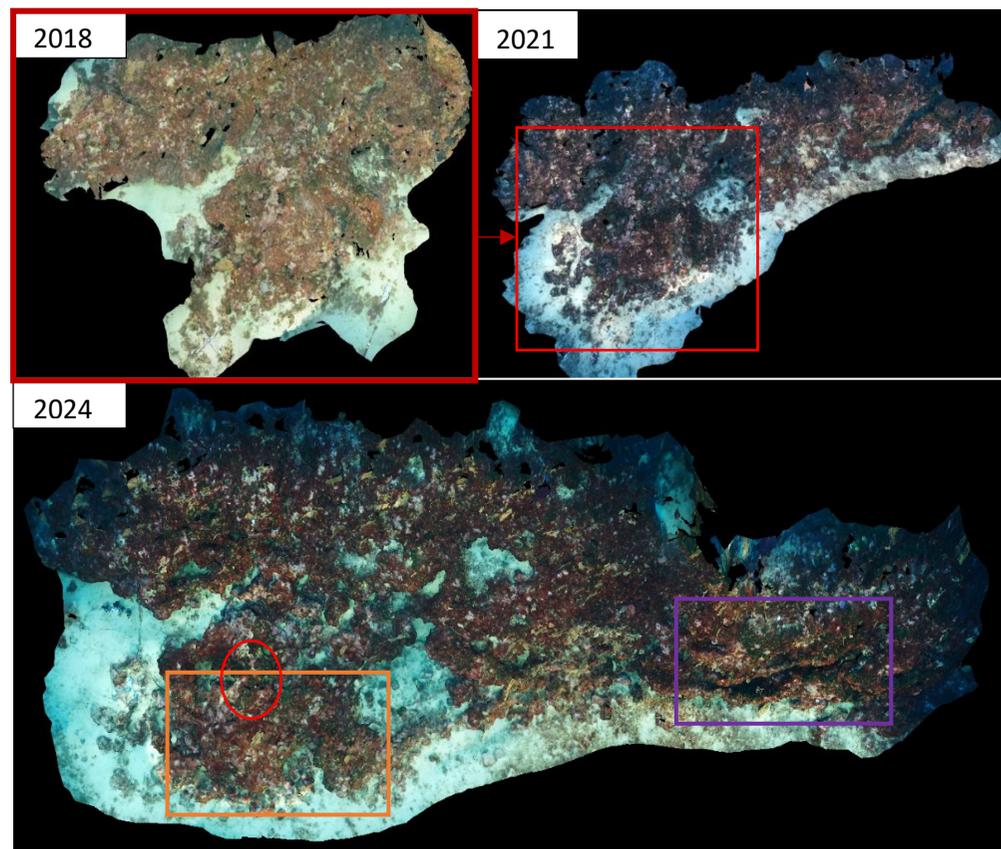


Figure 121c : Reconstitution en 3D des modèles de photogrammétrie du site de Cassidaigne en 2018 (en haut à gauche), en 2021 (en haut à droite) et en 2024 (en bas). Le cercle rouge indique la position du capteur de température.



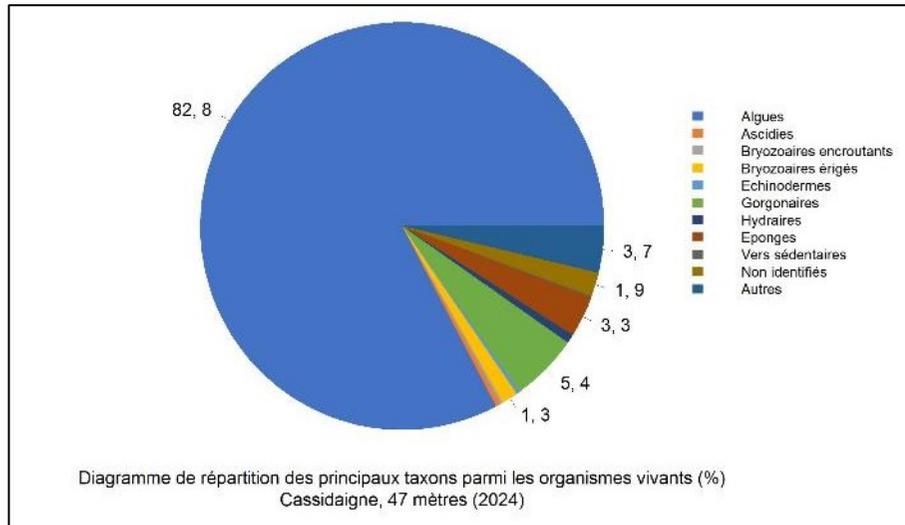
VI.D.2. Description générale du site

Description générale						
Type physiologique	<input type="checkbox"/> Paroi	<input checked="" type="checkbox"/> Massif	<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Structures particulières						
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : Cassidaigne_47			Profondeur (m) : 0		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	80	20				
Typologie / profondeur (m)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : Cassidaigne_47			Profondeur (m) : 0		
	Nature :		Hauteur (cm) :		Nature :	
	<i>Eunicella cavolinii</i>		30-40			
	Strate moyenne		5		Hauteur (cm) :	
Strate basse		3				
		<i>Flabellia petiolata (majoritaire), (+bryozoaires érigés et petites axinelles)</i>				
		<i>Algues rouges encroutantes</i>				
Orientation						
Géographique	Nord					
Par rapport au courant	Est					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	36	47 (bas du site)		24	47	
<i>Paramuricea clavata</i>	24	40		24	47	
<i>Eunicella cavolinii</i>	24	45		0	0	
Autres gorgones : ...	Eunicella singularis 24 min 35 max		Autres : peysonnelia sp.	25	47	
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :	fils de pêche, très gros filet de pêche					
Température de l'eau (°C)	15					
Inclinaison						
Visibilité (m)	20					
Profondeur thermocline						
Espèces particulières	daurade grise (<i>Spondyllosoma cantharus</i>), serran-chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), serran écriture (<i>Serranus scriba</i>), murène (<i>Muraena helena</i>), deux langoustes (<i>Palinurus elephas</i>), gorgonocéphales (<i>Astrospartus mediterraneus</i>), mostelle (<i>Phycis phycis</i>), mérrou brun (<i>Epinephelus marginatus</i>), petite rascasse rouge (<i>Scorpaena notata</i>), et rascasse rouge (<i>Scorpaena scrofa</i>), corail rouge (<i>Corallum rubrum</i>).					

VI.D.3. Analyse des quadrats photographiques

VI.D.3.a. Cassidaigne, -47 m (2024)

Sur la station à -47 m, les quadrats sont couverts à **80,1 % par des organismes vivants** et à **8,1 % par du sédiment**.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -47 m (82,8 % des organismes vivants) avec des algues rouges (69,4 % - 2,1 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées) et des algues vertes (13,4 % - *Codium effusum*, *Flabellia petiolata* (majoritaire)). **Les algues vertes *Flabellia petiolata* constituent la strate moyenne du coralligène** (avec des bryozoaires érigés et petites axinelles, moins représentés).

Les algues rouges encroûtantes forment la strate basse avec les **corallinacées (*Mesophyllum* sp. (13,3 %) de type encroûtant (*M. alternans*)** et quelques *Lithophyllum* sp. (0,5 %)), des **Peyssoneliacées** représentées par des espèces de type érigé (1,3 %) et encroûtant (46,3 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -47 m le groupe dominant est celui des **gorgones** (5,4 %) avec les **gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* qui**

constituent la strate haute du coralligène. On trouve aussi des **éponges** (3,3 %), principalement encroûtantes et des **bryozoaires érigés** (1,3 % - *Myriapora truncata*).



Figure 122 : Cassidaigne, 2024. Les gorgones jaunes forment la strate haute du coralligène.

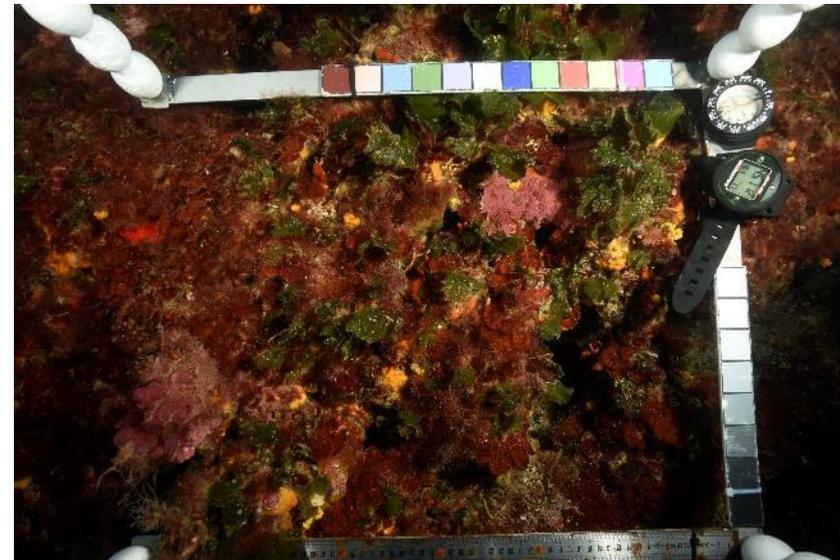


Figure 123 : Cassidaigne, 2024. Les algues vertes *Flabellia petiolata* constituent la strate moyenne.



VI.D.4. Photographies des quadrats

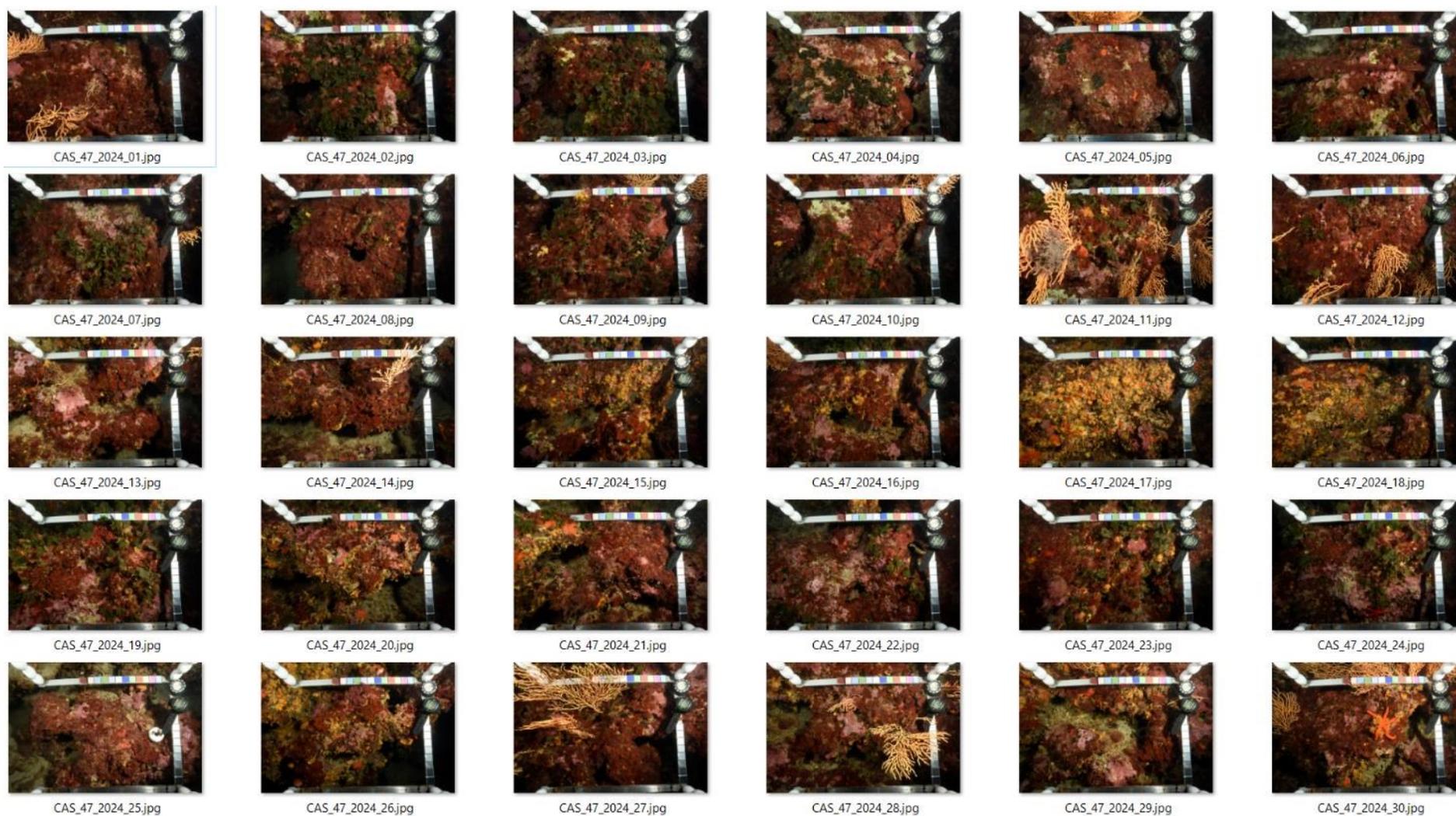


Figure 124 : Site Cassidaigne– Quadrats photographiques à -47 m (2024).

VI.D.5. Analyse comparative des quadrats

Tableau 50: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	
Site	Cassidaigne	Cassidaigne	Cassidaigne	Cassidaigne	Cassidaigne	
Profondeur	47	47	47	47	47	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	82.42	82.19	80.94	89.7	80.95	10.16 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	17.58	17.81	19.05	10.3	19.05	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	8.72	9.22	8.02	2.57	8.07	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	0.21	0.1	0.42	0.17	2.24	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	8.87	7.88	9.32	5.28	5.78	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0.07	0.05	0.42	0.8	0.07	0 2.34 0.1
CAI	0.56	0.49	0.56	0.61	0.55	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	2.27	0.94	0.93	0.89	1.15	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	50.18	40.26	55.51	65.1	53.29	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.76	0.85	0.72	0.81	0.74	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.12	2.2	1.74	1.92	1.93	0.09 3.19 2.19
% Nécroses parmi le vivant	0.43	0.44	1.42	3.51	2.51	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	0.85	13.75	0.19	1.4	4.19	0 91.89 11.2
% Algues filamenteuses	0.85	13.75	0.13	1.34	4.19	0 91.45 10.19
% Algues total	82.48	93.92	92.86	94.58	82.83	0 99.39 71.9
% Algues brunes	5.15	14.51	2.51	0.06	0	0 89.74 11.02
% Algues vertes	17.67	21.99	17.82	18.56	13.4	0 91.76 5.16
% Algues rouges	59.33	57.41	72.52	75.95	69.43	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	8.88	7.6	6.76	19.52	13.32	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	0.88	1.33	2.32	1.28	0.8	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	5.25	13.38	46.85	27.93	1.26	0 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	42.65	25.22	12.87	20.28	46.23	0 88.1 17.25
% Eponges	5.07	1.08	0.77	0.38	3.27	0 91.06 12.38
% Eponges massives	0.77	0.25	0.25	0.32	0.42	0 32.68 3.13
% Eponges encroûtantes	4.3	0.82	0.51	0.06	2.85	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	0.28	0.13	0	0.13	0.08	0 9.61 0.73
% Cliona spp.	0	0	0	0	0	0 5.96 0.34
% Gorgones	2.84	3.42	3.99	3.25	5.36	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	0.09	0	0	0	0.08	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	2.75	3.3	3.99	3.19	4.27	0 21.09 1.63
% Corail rouge	0	0.13	0	0	0.5	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroûtants	1.89	0.89	0.51	0.84	0.17	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	0.85	0.25	0.51	0.32	1.26	0 19.06 2.14



L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024 sur la station à -47 m montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants est fort, et stable au cours du temps** (valeur supérieure à la moyenne régionale).

Le **pourcentage de sédimentation est stable entre 2012 et 2024**, à part en 2021 où il diminue. Il reste toujours bien **inférieur à la moyenne régionale**.

Le **pourcentage de débris est moyen en 2024**, tandis qu'il était faible aux suivis antérieurs.

Le **pourcentage de nécroses augmente en 2021** (valeur supérieure à la moyenne régionale) et est **stable en 2024**.

L'**indicateur de perturbation a diminué** après le pic de 2015 pour revenir à une valeur proche de celle de 2012.

La **biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, oscille autour de la moyenne régionale**.

La valeur du CAI est au-dessus de la moyenne régionale à tous les suivis. Elle indique **un état écologique bon de la station à tous les suivis** (exception en 2015).

La répartition des grands groupes du vivant a peu changé entre 2012 et 2024.

La stratification est similaire entre les stations et les années : on trouve des gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* (30 cm) en strate haute, les algues vertes *Flabellia petiolata* (5 cm) au milieu et en dessous (3 cm) des algues rouges encroûtantes. Notons en 2024 une augmentation de l'abondance relative des *Peyssonnelia sp.* de type encroûtant tandis que celle des *Peyssonnelia sp.* de type érigé diminue.

VI.D.6. Démographie des espèces érigées

Sur le site, les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) ont été échantillonnées à **-46 m** en 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024. Une autre profondeur (**-35 m**) a fait l'objet d'une étude en 2024. Des **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) et des **gorgones blanches** (*Eunicella singularis*) sont également échantillonnées à **-35 m en 2024**. Le quadrat permanent se trouve au-dessus à gauche du piquet.

VI.D.6.a. . Nécroses des peuplements

En **2024**, les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) sont en **état moyen à -46 m** : 76 % des individus (n=72) ne présentent aucune nécrose. C'est une observation supérieure à la moyenne régionale, néanmoins c'est la valeur la plus faible enregistrée sur le site, ce qui indique une **détérioration de l'état des gorgones** sur le site. On relève de plus une augmentation du nombre d'individus nécrosés entre 10 et 50 % et de ceux avec des nécroses à plus de 50 %. Aucune gorgone totalement nécrosée n'est observée. L'ensemble des nécroses sont **anciennes** et **diffuses** (82 %) puis localisées (17 %).

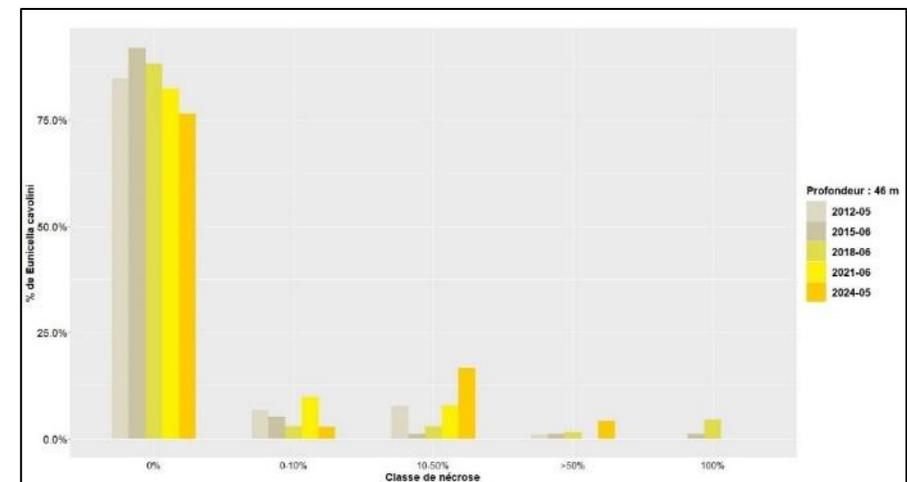


Figure 125 : Site Cassidaigne. Nécroses des gorgones jaunes (*Eunicella cavolinii*).

Tableau 51 : Comparaison des données de nécroses des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	
Site	Cassidaigne	Cassidaigne	Cassidaigne	Cassidaigne	Cassidaigne	
Profondeur	46	46	46	46	46	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>					
% nécrose:0	84.76	91.84	88.24	82.35	76.39	0 100 67.47
% nécrose:1-10	6.67	5.1	2.94	9.8	2.78	0 100 11.97
% nécrose:11-50	7.62	1.02	2.94	7.84	16.67	0 100 10.45
% nécrose:51-99	0.96	1.02	1.47	NA	4.17	0 100 6.64
% nécrose:100	NA	1.02	4.41	NA	NA	0 100 3.47
% nécroses anciennes	93.75	87.5	100	100	100	0 100 89.92
% nécroses récentes	6.26	12.6	NA	NA	NA	0 100 16.09
% nécroses diffuses	NA	28.57	20	11.11	82.35	0 100 32.58
% nécroses localisées	100	71.43	80	88.89	17.65	0 100 51.35
Nombre total	105	98	68	61	72	1 213 46.64

La population de **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) à **-46 m** sur le site est en **mauvais état** car seulement 41 % des individus ne présentent pas de nécroses. A noter que l'échantillonnage ne compte que 12 individus.

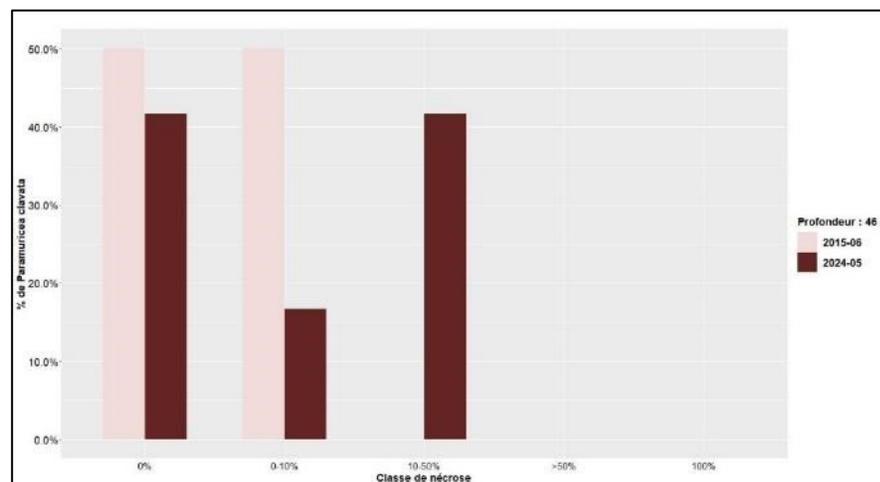


Figure 126 : Site Cassidaigne. Nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).

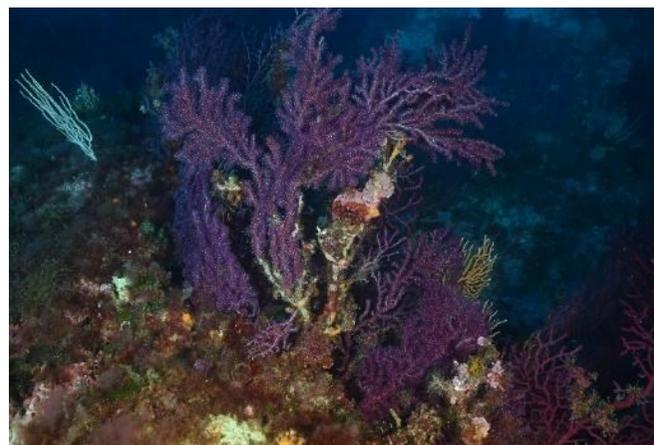


Figure 127 : Individu partiellement nécrosé à -47 m à la Cassidaigne (2024).



En 2024, trois espèces différentes ont été échantillonnées à **-35 m** : les gorgones rouges (*Paramuricea clavata*), les gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) et les gorgones blanches (*Eunicella singularis*).

Les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) échantillonnées (n=31) sont en **état moyen** puisqu'environ 61 % des individus (n=31) ne présentent pas de nécrose et aucun individu 100 % nécrosé n'est observé. Toutes les nécroses sont **anciennes** et **diffuses** (66 %) puis localisées (33 %).

Les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) échantillonnées (n=73) sont en **état moyen** car environ 68 % sont indemnes de toute nécrose. Environ 2 % d'entre elles sont complètement nécrosées. Les nécroses sont surtout caractérisées comme **anciennes** (82 %) avant récentes (17 %) et principalement **diffuses** (78 %) puis localisées (21 %).

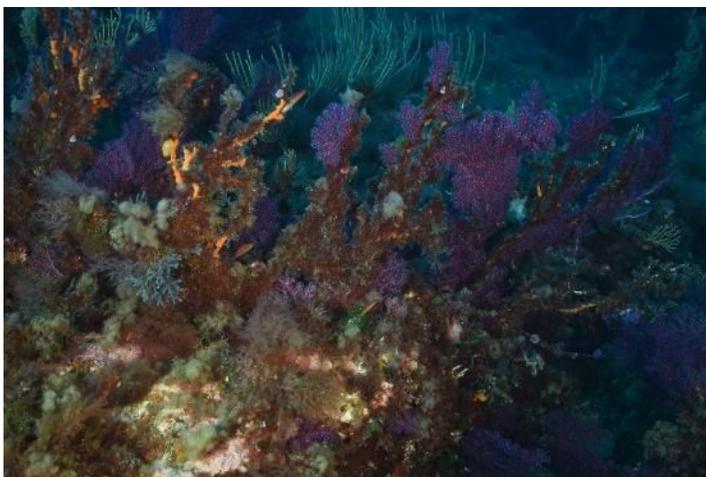


Figure 128 : Individus fortement nécrosés à -35 m à la Cassidaigne (2024).

Enfin, les **gorgones blanches** (*Eunicella singularis*) à -35 m sont en **état critique** car seulement 23 % des individus (n=13) ne présentent pas de nécrose. La majorité des individus recensés présentent des nécroses entre 51 et 91 % de leur surface et 7 % sont totalement nécrosées. Les nécroses sont toutes **anciennes** et **diffuses**. Ces données seront à comparer avec le prochain suivi.

Tableau 52 : Comparaison des données de nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*), gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) et gorgones blanches (*Eunicella singularis*) à -35 m à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	
Site	Cassidaigne	Cassidaigne	Cassidaigne	
Profondeur	35	35	35	
Année	2024	2024	2024	
Espèce	Eunicella cavolini	Eunicella singularis	Paramuricea clavata	
% nécrose:0	61.29	23.08	68.49	0 100 67.47
% nécrose:1-10	3.23	NA	4.11	0 100 11.97
% nécrose:11-50	29.03	30.77	19.18	0 100 10.45
% nécrose:51-99	6.45	38.46	5.48	0 100 82.35 6.64
% nécrose:100	NA	7.69	2.74	0 100 3.47
% nécroses anciennes	100	100	82.61	0 100 69.92
% nécroses récentes	NA	NA	17.39	0 100 16.09
% nécroses diffuses	66.67	100	78.26	0 100 32.58
% nécroses localisées	33.33	NA	21.74	0 100 51.35
Nombre total	31	13	73	1 213 46.64

VI.D.6.a. Structure en taille

Comme aux précédents suivis, la structure en taille de la population de gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à -46 m est composée en grande majorité d'individus de **moyenne taille** (comprise entre 10 et 50 cm) (n=20 en 2024). La taille maximale enregistrée est de **40 cm**.

Notons en 2024 la présence **d'un individu** (sur les 20 échantillonnés) de **petite taille** (< 10 cm), signe d'un très faible recrutement.

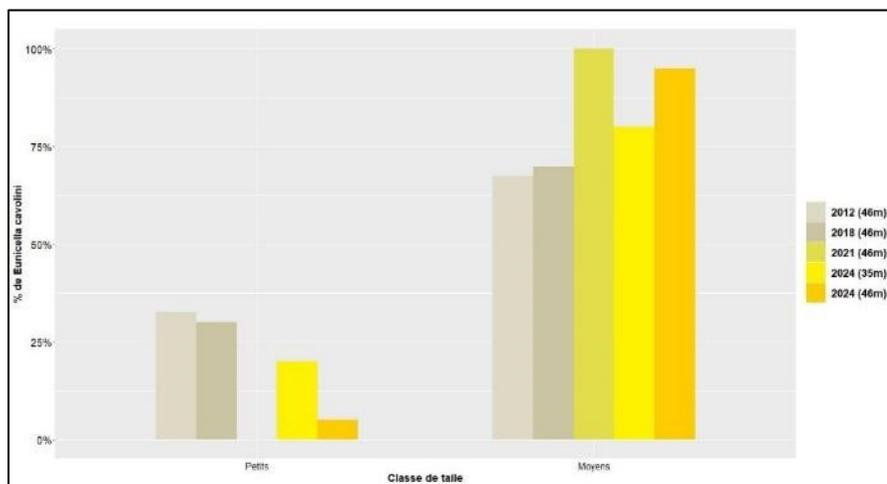


Figure 129 : Site Cassidaigne. Structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

Tableau 53 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	FRDC07b	
Site	Cassidaigne	Cassidaigne	Cassidaigne	Cassidaigne	
Profondeur	46	46	46	46	
Année	2012	2018	2021	2024	
Espèce	Eunicella cavolini	Eunicella cavolini	Eunicella cavolini	Eunicella cavolini	
nb petits	14	3	NA	1	0 30 2.39
% petits	32.56	30	NA	5	0 100 12.96
nb moyens	29	7	8	19	0 49 10.9
% moyens	67.44	70	100	95	0 100 69.4
nb grands	NA	NA	NA	NA	0 24 3.12
% grands	NA	NA	NA	NA	0 100 17.63
Nombre total	43	10	8	20	1 65 16.41
Taille max (cm)	40	50	50	40	5 200 59.76

Les gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) situées à **-35 m** sur le site de Cassidaigne sont structurées par une majorité d'**individus de petite taille** (< 10 cm) à 65 % et d'individus de taille moyenne comprise entre 10 et 50 cm à 34 %. Ces observations indiquent que le **recrutement est important** sur le site à cette profondeur. Par ailleurs, la taille maximale enregistrée est de 46 cm.

En 2024, une seule gorgone rouge (*Paramuricea clavata*) est échantillonnée à -46 m dont la taille est de 28 cm, ce qui correspond à une taille de classe moyenne.

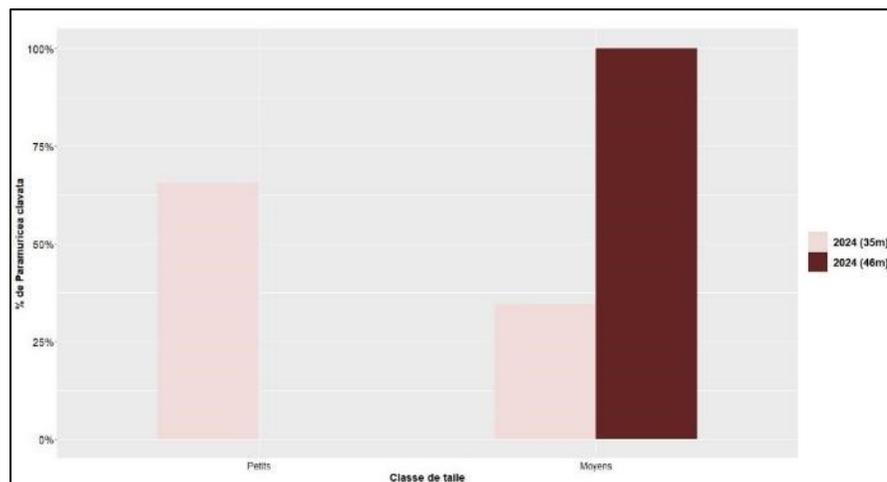


Figure 130 : Site Cassidaigne. Structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).

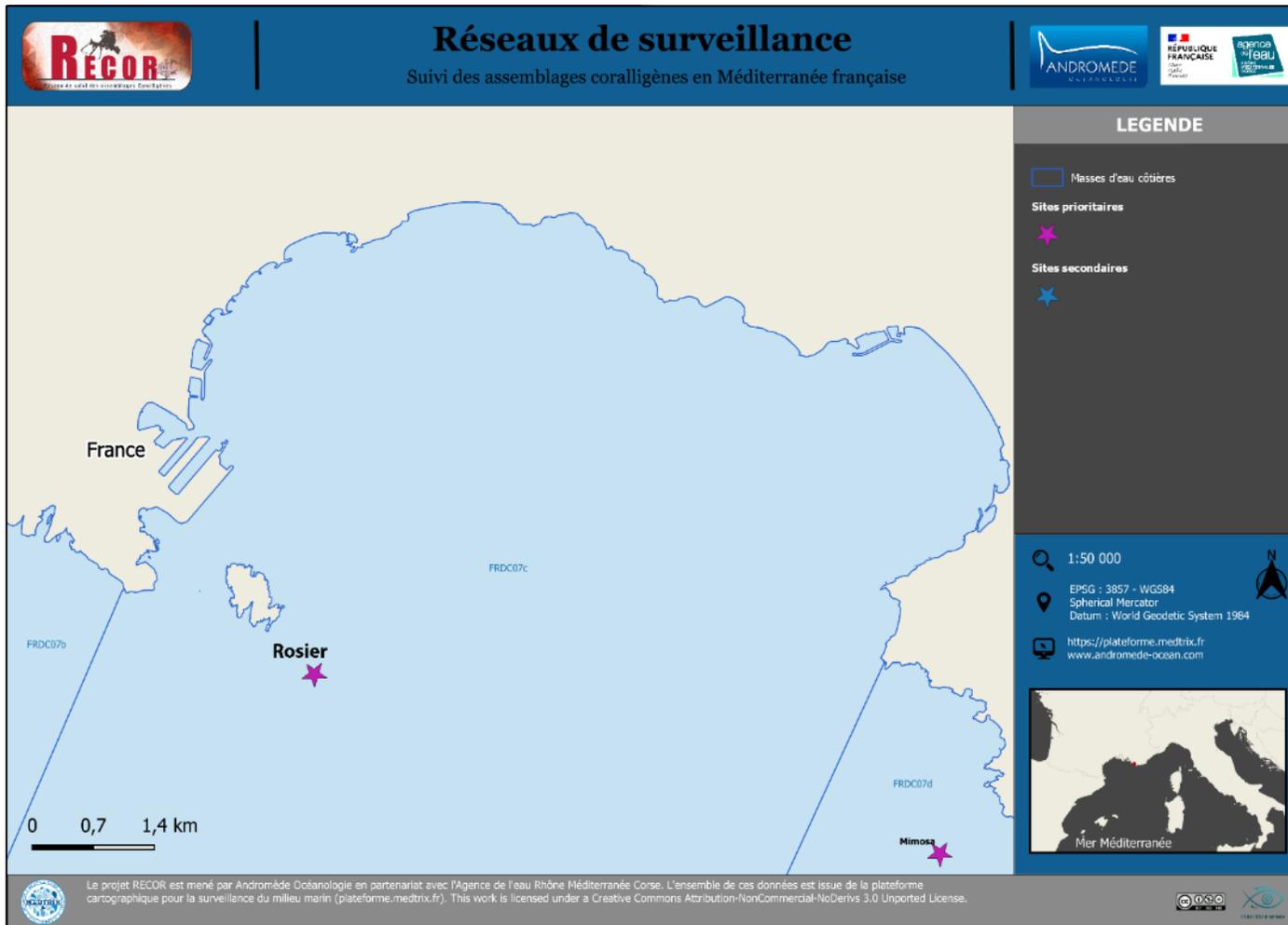
Tableau 54 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale à -35 m et -46 m.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07b	FRDC07b	
Site	Cassidaigne	Cassidaigne	
Profondeur	35	46	
Année	2024	2024	
Espèce	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	
nb petits	17	NA	0 30 2.39
% petits	65.38	NA	0 100 12.96
nb moyens	9	1	0 49 10.9
% moyens	34.62	100	0 100 69.4
nb grands	NA	NA	0 24 3.12
% grands	NA	NA	0 100 17.63
Nombre total	26	1	0 65 16.41
Taille max (cm)	46	28	0 200 59.76

MASSE D'EAU FRDC07c :

BEC DE L'AIGLE – POINTE DE LA FAUCONNIERE

La masse d'eau FRDC07c comprend un site RECOR : **Rosier**. Il se situe dans le Parc national des Calanques



VI.E. Site « Rosier »

VI.E.1. Présentation du site

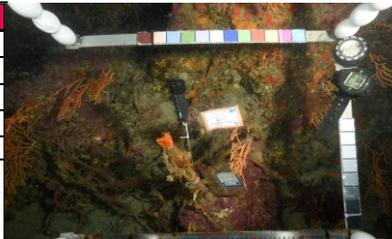
Le site **Rosier** se situe dans le cœur marin du Parc national des Calanques, dans la baie de La Ciotat, au Sud Est de l'île verte. Ce massif de **typologie 3** s'étend de -35 à -54 m. Il a été échantillonné à **-45 et -55 m** en 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024.

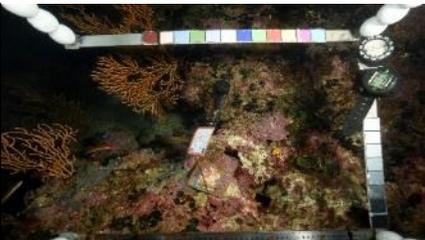
Caractéristiques du site		
Nom du site	Rosier	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
Piquet:	43 09.252	5 37.442
Profondeur du piquet (m)	52,5	
Date d'échantillonnage	16/05/2024	
Profondeur des stations (m)	Rosier_55	Rosier_45
Remarques sur les stations	Photoquadrats à -53m dans la zone de photogrammétrie, autour du piquet vers la droite quand on est face au tombant, 3 bouées blanches retrouvées en 2024, gros pneu en pied de tombant	Photoquadrats à -45m sur la marche entre la tache de sable et le tombant, en allant vers la droite du capteur

Ce site est très fréquenté par les plongeurs et les pêcheurs. A tous les suivis, plusieurs **engins de pêche perdus** sont observés (fils de pêche) mais aussi un **macrodéchet** (pneu).

Les espèces observées sur le fond en 2024 sont : un **denti** (*Dentex dentex*), **serran-chevrette** (*Serranus-cabrilla*), **sar commun** (*Diplodus sargus*), **sar à tête noire** (*Diplodus vulgaris*), **sar à museau pointu** (*Diplodus puntazzo*), **petite rascasse rouge** (*Scorpaena notata*), nombreux **chapons** (*Scorpaena scrofa*) (10 minimum), deux **murènes** (*Muraena helena*), **barbiers communs** (*Anthias anthias*), trois **gorgonocéphales** (*Astrospartus mediterraneus*), **barracudas** (*Sphyraena viridensis*), **mérous bruns** (*Epinephelus marginatu*) et **mostelle de roche** (*Phycis phycis*), **corail rouge** (*Corallium rubrum*).

Deux capteurs de température ont été récupérés et remplacés à -45 et -53 m.

16/05/2024	
20h00	
10401297	
52,5	
1 mesure toutes les 30 minutes	
Piquet à -52,5m sur petite avancée coralligène à 1m du gros pneu au pied du tombant.	

16/05/2024	
20h00	
20125773	
44,7	
1 mesure toutes les 30 minutes	
Tout au bout à droite du plateau sableux, accroché sur une petite anse coralligène	

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**.

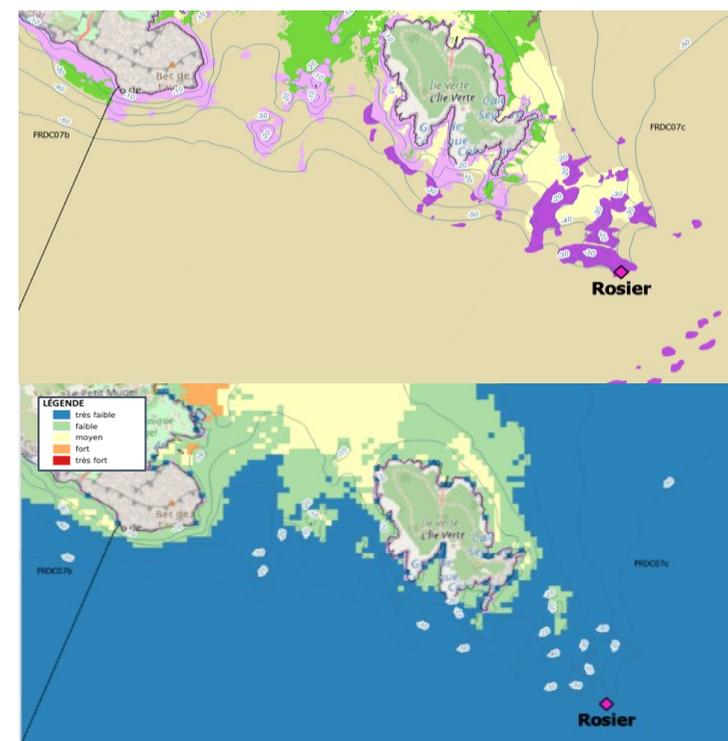


Figure 131 :[1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECORD ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECORD.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

VI.E.2. Photographies du site

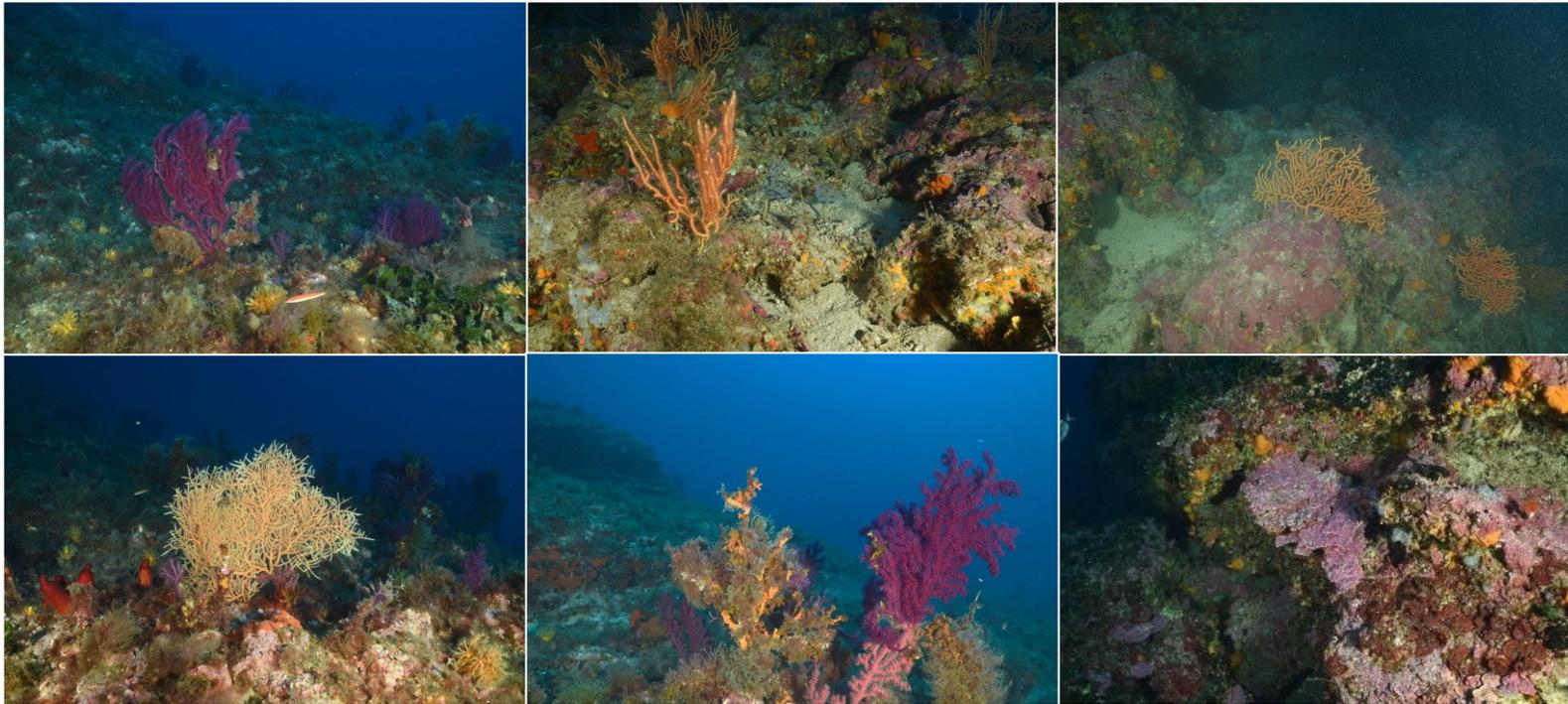


Figure 133 : Rosier, 2024 (de gauche à droite). [1] Gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) et girelles (*Coris julis*). [2,3] Gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*). [4] Gorgone orange (*Leptogorgia sarmentosa*). [5] Gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) nécrosées. [6] *Mesophyllum expansum*.



Figure 132 : Rosier, 2024. [1] Mostelle de roche (*Phycis phycis*). [2] Quelques nécroses du coralligène. [3] Barbiers communs (*Anthias anthias*). [4] macrodéchète (*pneu*).



La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

La zone a été modélisée en **2018, 2021 et 2024** à -55 m. En 2024, le modèle couvre une surface de **191 m²**. Pas de différence notable entre les suivis.

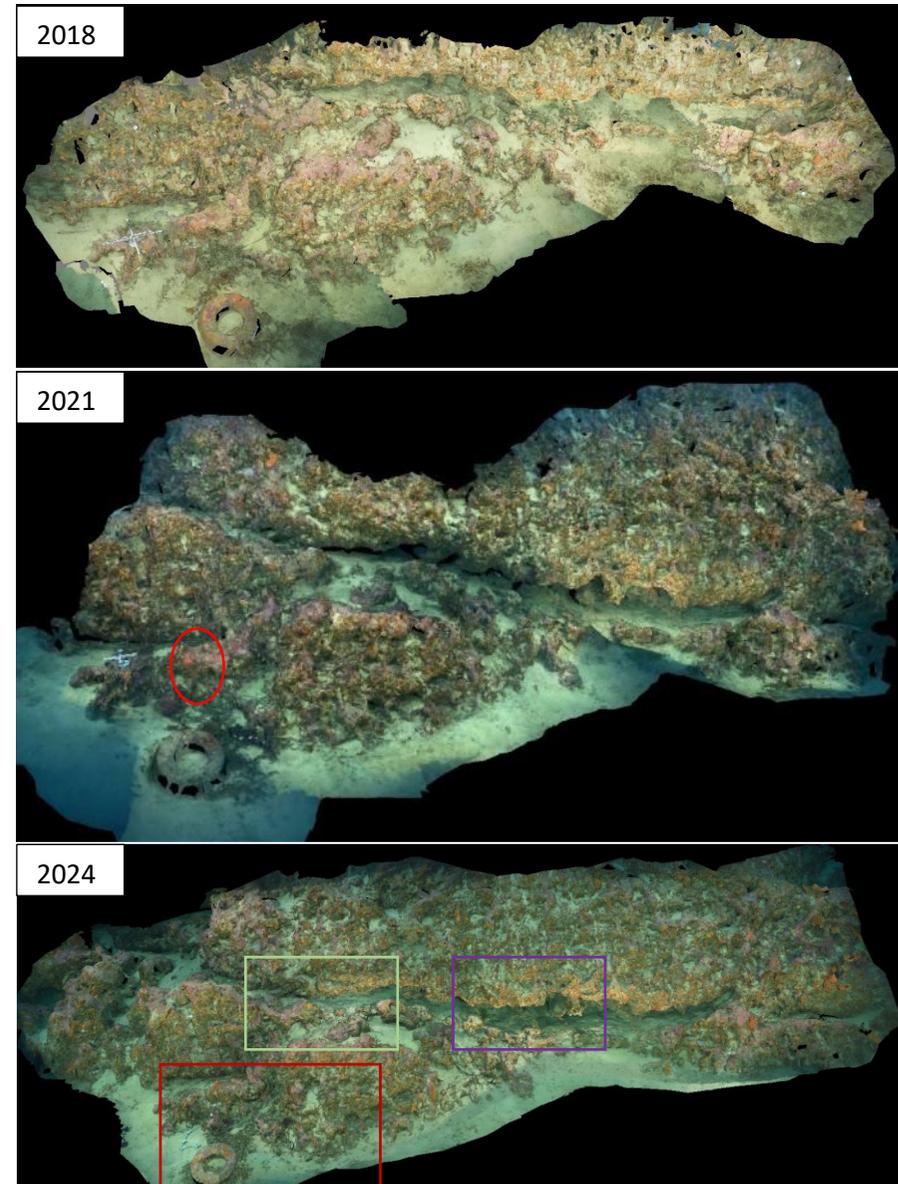
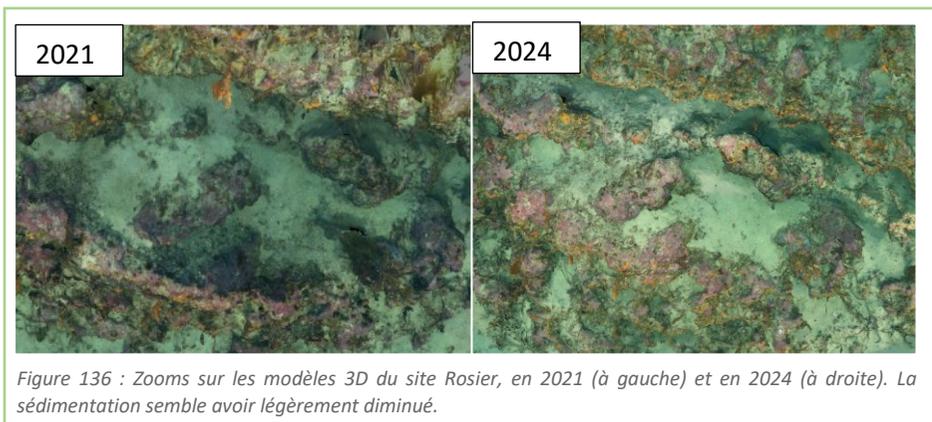
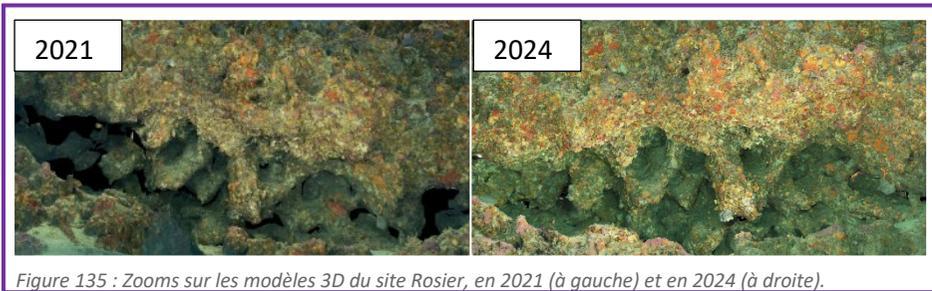


Figure 137 : Orthophotographies du site de Rosier en 2018 (en haut), 2021 (au centre) et en 2024 (en bas). Le cercle rouge indique la localisation du capteur de température.

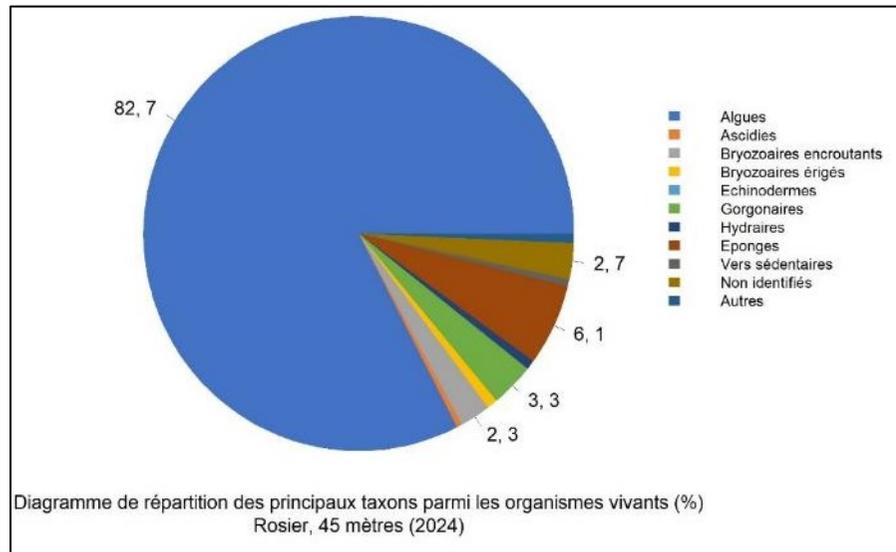
VI.E.3. Description générale du site

Description générale							
Type physiologique	<input type="checkbox"/> Paroi	<input checked="" type="checkbox"/> Massif	<input type="checkbox"/> Autres : ...				
Structures particulières							
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions							
Station(s)	Profondeur (m) : Rosier_55			Profondeur (m) : Rosier_45			
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...						
	cm	dm	m	cm	dm	m	
	70	25	5	60	30	10	
Typologie / profondeur (m)							
Stratification							
Strate haute	Profondeur (m) : Rosier_55			Profondeur (m) : Rosier_45			
	Nature :		Hauteur (cm) :		Hauteur (cm) :		
	<i>Eunicella cavolinii</i>		40		<i>Eunicella cavolinii</i>		
	30						
Strate moyenne	<i>Corallium rubrum</i>		10		<i>Flabellia petiolata</i>		
Strate basse	Algues rouges encroutantes		3		Algues rouges encroutantes, <i>Codium effusum</i>		
		3					
Orientation							
Géographique	Nord						
Par rapport au courant	Est						
Extensions bathymétriques (m)							
	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum		
Coralligène	35	54 (bas du site)	<i>Halimeda tuna</i>	38	39		
<i>Paramuricea clavata</i> (rares)	28	42	<i>Flabellia petiolata</i>	28	53		
<i>Eunicella cavolinii</i>	28	54 (bas du site)	Algues filamenteuses	0	0		
Autres gorgones : ...			Autres : ...				
Impacts anthropiques							
	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input checked="" type="checkbox"/> Macro-déchets	<input type="checkbox"/> Autres : ...		
Remarques : Pneu, fils de pêche							
Température de l'eau (°C)	15						
Inclinaison	30						
Visibilité (m)	20						
Profondeur thermocline							
Espèces particulières	1 denti (<i>Dentex dentex</i>), serran-chrevrette (<i>Serranus-cabrilla</i>), girelles communes (<i>Coris julis</i>), sar commun (<i>Diplodus sargus</i>), sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), sar à museau pointu (<i>Diplodus puntazzo</i>), petite rascasse rouge (<i>Scorpaena notata</i>), pleins de chapons (<i>Scorpaena scrofa</i>) (10 minimum), 2 murènes (<i>Muraena helena</i>), barbiers communs (<i>Anthias anthias</i>), 3 gorgonocéphales (<i>Astrospartus mediterraneus</i>), barracudas (<i>Sphyræna viridensis</i>), mérou brun (<i>Epinephelus marginatus</i>), Mostelle (<i>Phycis phycis</i>), corail rouge (<i>Corallium rubrum</i>)						

VI.E.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.E.4.a. Rosier, -45 m (2024)

Sur la station à -45 m, les quadrats sont couverts à **72,8 % par des organismes vivants** et à **13,5 % par du sédiment**.

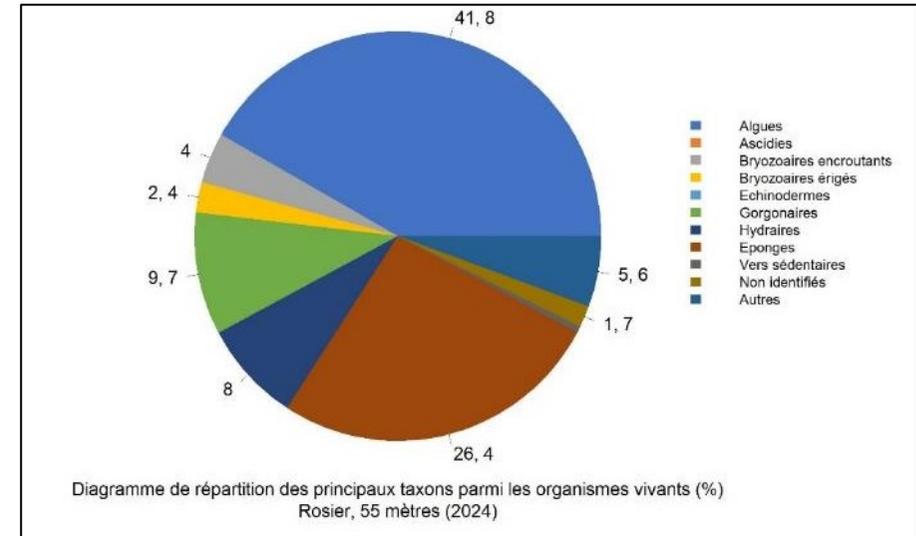


Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -45 m (82,7 % des organismes vivants) avec des algues rouges (61,1 % - 4,3 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées), des algues vertes (21,5 % - *Codium effusum*, *Flabellia petiolata*), quelques algues brunes. **Les algues vertes *Flabellia petiolata* constituent la strate moyenne du coralligène** (avec des petites axinelles). **Les algues rouges encroûtantes** (avec les algues vertes *Codium effusum*) **forment la strate basse**. On trouve des **corallinacées (*Mesophyllum sp.* (37,1 %) de type encroûtant (*M. alternans*)** et quelques *Lithophyllum sp.* (1,8 %)), des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type érigé (0,3 %) et encroûtant (17,2 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -45 m le groupe dominant est celui des **éponges** (6,1 %) surtout encroûtantes (*Phorbas tenacior*, espèces non identifiées). On trouve ensuite des **gorgones** (3,3 %) avec les **gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* qui constituent la strate haute du coralligène et du corail rouge**, et des **bryozoaires** (2,3 % d'espèces encroûtantes, 0,8 % d'espèces érigées).

VI.E.4.a. Rosier, -55 m (2024)

Sur la station à -55 m, les quadrats sont couverts à **45,3 % par des organismes vivants** et à **19,7 % par du sédiment**.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** (41,8 % des organismes vivants) avec des algues rouges (40,7 % - 0,5 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées). **Les algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacées (*Mesophyllum sp.* (28,3%) de type encroûtant (*M. alternans*)** et quelques *Lithophyllum sp.* (0,5 %)), des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type uniquement encroûtant (10,8 %) en 2024.

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -55 m le groupe dominant est celui des **éponges** (26,4 %) avec des **espèces encroûtantes** (25,4 % - *Antho inconstans*, *Crella pulvinar*, *Dictyonella sp.*, *Phorbas tenacior*, *Reniera fulva*, *Spirastrella cunctatrix*, espèces non identifiées) et des petites axinelles (*Axinella damicornis*). On trouve ensuite des **gorgones** (19,7 %) avec les **gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* qui constituent la strate haute du coralligène et le corail rouge (*Corallium rubrum*) qui forme la strate moyenne du coralligène**, des **hydraires** (8 % - non observés au précédent suivi), des **scéléractiniaires** (5,6 %- *Leptopsammia pruvoti*), puis des **bryozoaires** (4 % d'espèces encroûtantes, 2,4 % d'espèces érigées - *Crisia sp.*, *Myriapora truncata*).

VI.E.5. Photographies des quadrats

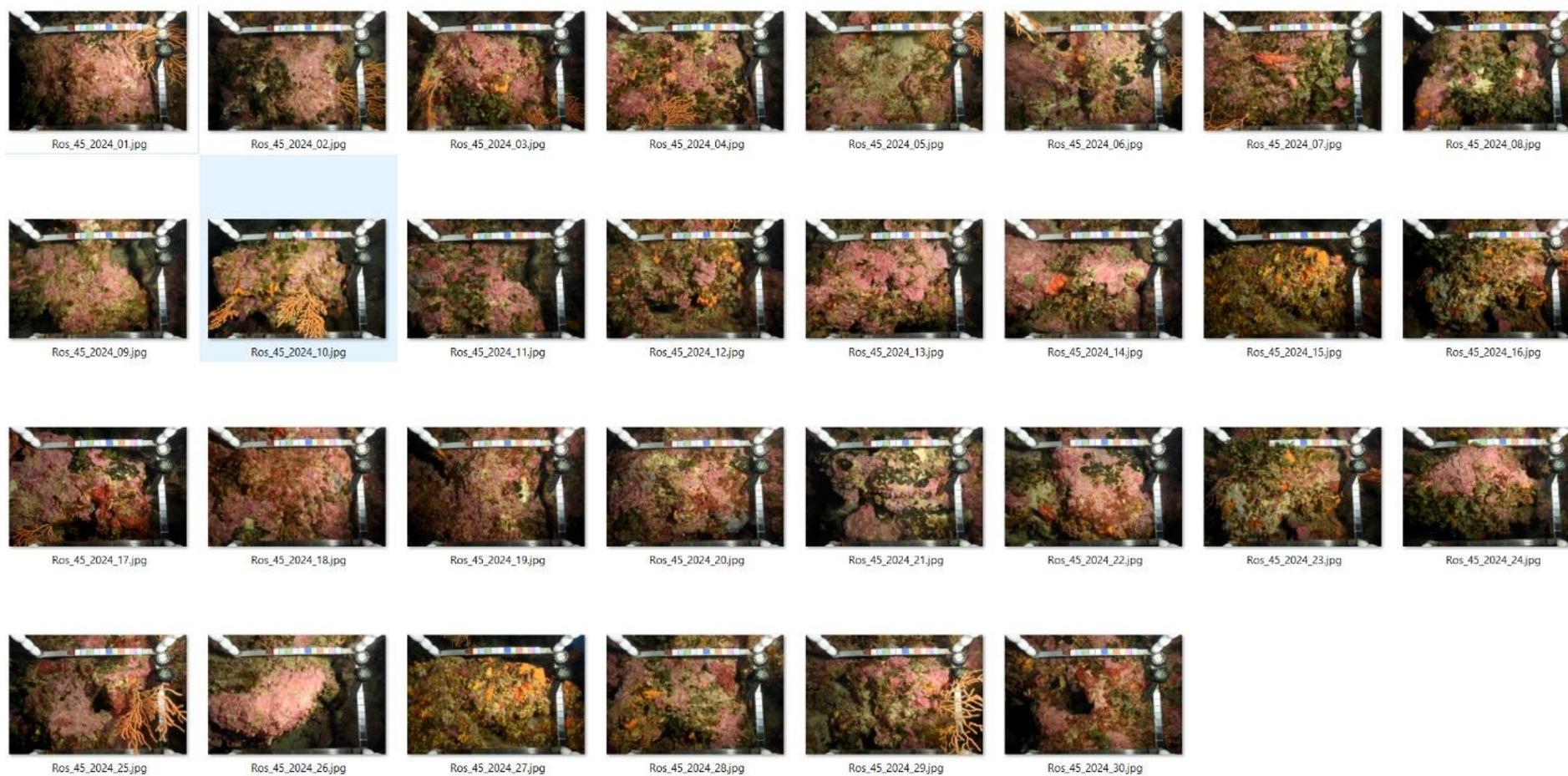


Figure 138 : Site Rosier– Quadrats photographiques à -45 m (2024).





Figure 139 : Site Rosier– Quadrats photographiques à -55 m (2024).

VI.E.6. Analyse comparative des quadrats

Tableau 55: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	
Site	Rosier	Rosier	Rosier	Rosier	Rosier	
Profondeur	45	45	45	45	45	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	85.1	58.46	65.42	79.08	72.93	10.16 80.7 97.82
% recouvrement par le non vivant	34.9	41.54	34.58	20.94	27.17	2.18 39.3 89.84
% recouvrement par le sédiment	29.51	25.21	13.54	7.78	13.45	0.44 26.88 79.54
% recouvrement par les débris biologiques	0.93	0.42	4.08	4.05	2.18	0 1.99 14.77
% recouvrement par les cavités	2.13	11.01	4.89	2.08	8.2	0 5.44 22.21
% recouvrement par les macrodéchets	0.03	0	0	0.27	0	0 0.1 2.34
CAI	0.62	0.6	0.53	0.58	0.53	0.08 0.43 0.78
% recouvrement par les bryozoaires totaux	5.64	4.99	1.67	1.64	2.27	0 2.53 18.15
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	43.38	38.67	51.25	58.97	48.71	0.57 33.52 79.58
Indice de Simpson	0.88	0.82	0.95	0.77	0.8	0.03 0.79 0.95
Indice de Shannon	2.66	2.34	1.78	2.2	2.21	0.09 2.19 3.19
% Nécroses parmi le vivant	0.19	0.09	1.81	5.26	4.41	0 2.83 97.91
Indicateur de perturbation	2.41	8.7	0.08	8.38	1.22	0 11.2 91.69
% Algues filamenteuses	1.83	8.7	0.08	8.38	1.08	0 10.19 91.45
% Algues total	80.54	88.93	90.61	90.25	82.87	0 71.9 99.39
% Algues brunes	0.29	8.43	4.78	6.38	0.08	0 11.02 89.74
% Algues vertes	5.29	5	9.18	9.47	21.5	0 5.16 91.78
% Algues rouges	54.98	57.5	78.87	74.41	61.09	0 55.72 99.25
% Mesophyllum spp.	29.07	35.63	55.89	45.57	37.08	0 22.73 70.87
% Lithophyllum spp.	1.83	4.48	3.82	3.32	1.82	0 2.57 24.22
% Peyssonnelia sp. Érigées	1.08	1.34	8.08	5.67	0.23	0 5.71 55.99
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	20.98	14.29	10.51	10.88	17.17	0 17.25 88.1
% Eponges	13.38	18.18	2.47	3.25	6.08	0 12.38 91.08
% Eponges massives	1.35	1.52	0.24	0.21	0.84	0 3.13 32.88
% Eponges encroûtantes	12.03	14.64	2.23	3.04	5.24	0 9.24 86.07
% Axinella sp.	0.77	0.45	0.08	0	0.15	0 0.73 9.81
% Cliona spp.	0.29	0	0	0	0	0 0.34 5.98
% Gorgones	3.75	2.14	2.71	3.39	3.27	0 4.57 37.82
% Gorgones rouges	0	0	0.08	0	0	0 2.5 33.88
% Gorgones jaunes	1.44	0.08	2.55	3.32	2.43	0 1.83 21.09
% Corail rouge	2.31	1.18	0.08	0.07	0.84	0 0.37 31.5
% Bryozoaires encroûtants	8.83	8.13	1.75	1.31	2.28	0 2.39 17.98
% Bryozoaires érigés	1.83	0.88	0.8	0.78	0.84	0 2.14 19.08



Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	
Site	Rosier	Rosier	Rosier	Rosier	Rosier	
Profondeur	55	55	55	55	55	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	59.79	48.77	40.89	58.06	45.29	10.16 60.7 97.82
% recouvrement par le non vivant	40.21	51.23	59.11	41.94	54.71	2.18 39.3 89.84
% recouvrement par le sédiment	29.47	32.83	23.13	23.64	19.72	0.44 26.88 79.54
% recouvrement par les débris biologiques	3.25	0.73	3.65	2.02	0.99	0 1.99 14.77
% recouvrement par les cavités	1.72	6.59	5.31	4.66	6.13	0 5.44 22.21
% recouvrement par les macrodéchets	0.09	0	0.31	0.45	0.05	0 0.1 2.34
CAI	0.43	0.41	0.45	0.49	0.42	0.08 0.43 0.78
% recouvrement par les bryozoaires totaux	5.22	3.19	3.44	4.55	2.9	0 2.53 18.15
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	22.41	30.68	31.77	37	22.34	0.57 33.52 79.58
Indice de Simpson	0.92	0.78	0.61	0.8	0.85	0.03 0.79 0.95
Indice de Shannon	2.88	2.2	1.72	2.33	2.45	0.09 2.19 3.19
% Nécroses parmi le vivant	0.1	0	0.89	1.74	0.73	0 2.83 97.91
Indicateur de perturbation	1.13	2.38	0.25	5.51	0.24	0 11.2 91.69
% Algues filamenteuses	1.13	2.38	0.13	6.42	0.12	0 10.19 91.45
% Algues total	28.44	57.98	72.36	62.77	41.84	0 71.9 99.39
% Algues brunes	0.41	2.89	0.76	1.06	0.73	0 11.02 89.74
% Algues vertes	1.44	0.11	0.38	0.19	0.36	0 5.16 91.76
% Algues rouges	26.59	54.98	71.21	61.51	40.75	0 55.72 99.25
% Mesophyllum spp.	19.61	40.94	59.75	40.52	28.78	0 22.73 70.87
% Lithophyllum spp.	0.62	3.11	2.29	1.26	0.48	0 2.57 24.22
% Peyssonnelia sp. Érigées	0.31	0.75	1.78	1.74	0	0 5.71 55.99
% Peyssonnelia sp. Encroutantes	4.93	10.08	7.39	11.41	10.88	0 17.25 88.1
% Eponges	22.79	22.83	9.94	14.12	26.36	0 12.38 91.08
% Eponges massives	1.75	1.29	0.76	1.74	0.97	0 3.13 32.68
% Eponges encroutantes	21.05	21.54	9.17	12.38	25.39	0 9.24 66.07
% Axinella sp.	0.41	0.95	0.38	1.06	0.12	0 0.73 9.61
% Cliona spp.	0.1	0	0	0	0.12	0 0.34 5.98
% Gorgones	17.35	5.35	5.66	10.64	9.67	0 4.57 37.82
% Gorgones rouges	0.51	0	0.38	0.1	0	0 2.5 33.68
% Gorgones jaunes	7.7	2.67	5.35	7.74	3.02	0 1.63 21.09
% Corail rouge	9.14	2.68	0.13	2.8	6.41	0 0.37 31.5
% Bryozoaires encroutants	5.24	5.14	5.61	3.97	3.99	0 2.39 17.98
% Bryozoaires érigés	3.49	1.39	2.8	3.87	2.42	0 2.14 19.06

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024 montre des **évolutions inverses à -45 et -55 m**.

A – **45 m**, même si on note une légère baisse en 2024, le pourcentage de couverture par les **organismes vivants tend à augmenter** (valeur au-dessus de la moyenne régionale) ainsi que les **débris biologiques** et le **pourcentage de nécroses**, alors que le **pourcentage de sédimentation** diminue (légère augmentation en 2024).

A – **55 m**, le pourcentage de couverture par les **organismes vivants tend à diminuer** sauf en 2021 où sa valeur augmente et est proche de la moyenne régionale. Les **débris biologiques diminuent** depuis 2018 et le **pourcentage de sédimentation est stable**, légèrement inférieure à la moyenne régionale.

Le **pourcentage de nécroses augmente en 2021 sur les deux stations, principalement à -45 m** (valeurs supérieures à la moyenne régionale), mais diminue en 2024.

Malgré sa nette augmentation en 2021 (algues filamenteuses), l'indicateur de perturbation diminue en 2024 sur les deux stations pour atteindre des valeurs inférieures à celles de 2012.

La biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, augmente en 2024. En effet, sur les deux stations, on trouve plus d'espèces avec l'apparition de groupe comme les hydraires.

La valeur du CAI diminue en 2024 et indique un état écologique moyen à -45 m et à -55 m.

La répartition des grands groupes du vivant a peu changé entre 2012 et 2024. On note toutefois plus d'éponges en 2024 sur les deux stations mais moins d'algues rouges constructrices. Les bryozoaires encroûtants présentent une abondance relative moins élevée depuis 2018.

La stratification est assez similaire avec des gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* en strate haute (30 à 40 cm), des algues rouges encroûtantes en strate basse (3 cm). Par contre les précédents suivis montraient plutôt des éponges *Axinella damicornis* en strate moyenne à -55m mais cette année on observe surtout du corail rouge au sein des quadrats. A -45 m ce sont toujours les algues *Flabellia petiolata*.

VI.E.7. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2024, ce site coralligène 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 56 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPELEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Rosier
Date	16/05/2024
Heure	08h52
Latitude :	43 09.252
Longitude :	05 37.442
Habitat	<input checked="" type="checkbox"/> Coralligène <input type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	55
Espèces remarquables	1 denti (<i>Dentex dentex</i>), serran-chrevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), girelles communes (<i>Coris julis</i>), sar commun (<i>Diplodus sargus</i>), sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), sar à museau pointu (<i>Diplodus puntazzo</i>), petite rascasse rouge (<i>Scorpaena notata</i>), pleins de chapons (<i>Scorpaena scrofa</i>) (10 minimum), 2 murènes (<i>Muraena helena</i>), barbiers communs (<i>Anthias anthias</i>), 3 gorgonocéphales (<i>Astrospartus mediterraneus</i>), barracudas (<i>Sphyraena viridensis</i>), <i>Epinephelus marginatus</i> , <i>Mostelle (Phycis phycis)</i>
Perturbations observées	engin de pêche, macrodéchets
Température de l'eau (°C)	15
Nom des plongeurs	LEDUC Michèle, PERSONNIC Sebastien, PAVY Thomas
Caractéristiques prélèvements ADNe	
Profondeur ADN (m)	50
Durée filtration	30 min
Type filtre ADN	0.2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
Nom pompe	
Pompe 1	Pompe 2
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2402024	SPY2402019
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2
<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile	<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile
<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée	<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée
<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface	<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Sur le site Rosier, plusieurs espèces ont été observées par les plongeurs (denti (*Dentex dentex*), serran chevrette (*Serranus cabrilla*), girelle (*Coris julis*), sar commun (*Diplodus sargus*), sar à tête noire (*Diplodus vulgaris*), sar à museau pointu (*Diplodus puntazzo*), petite rascasse rouge (*Scorpaena notata*), chapons (*Scorpaena scrofa*), barbiers communs (*Anthias anthias*), barracudas (*Sphyrna viridensis*), mérrou brun (*Epinephelus marginatus*), Mostelle (*Phycis phycis*). Toutes ces espèces ont aussi été détectées par ADNe, à l'exception du Denti, du Barracuda et de la Mostelle. Un total de **35 espèces** ont été recensées par ADNe en 2024, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 57 Liste d'espèces

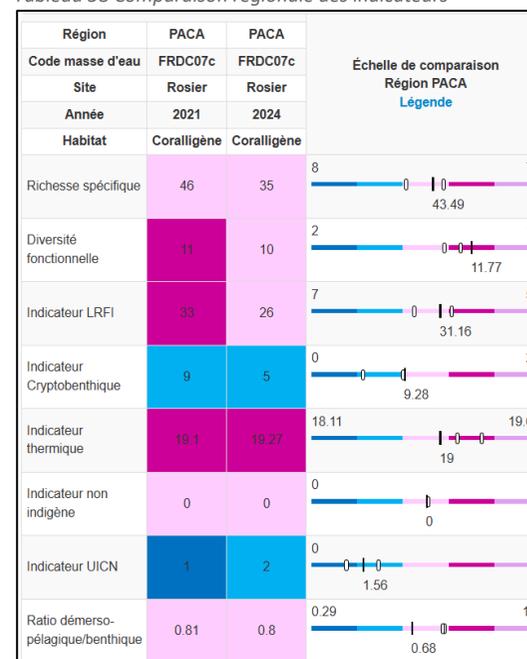
Famille	Genre	Espec
Blenniidae	<i>Parablennius</i>	<i>rouxi</i>
Carangidae	<i>Seriola</i>	<i>dumerili</i>
Centranchidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>
Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>
Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>
Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasicolus</i>
Gobiidae	<i>Buenia</i>	<i>affinis</i>
Gobiidae	<i>Crystallogobius</i>	<i>linearis</i>
Gobiidae	<i>Lebetus</i>	<i>guilleti</i>
Gobiidae	<i>Odondebuenia</i>	<i>balearica</i>
Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>
Labridae	<i>Symphodus</i>	<i>tinca</i>
Molidae	<i>Mola</i>	<i>mola</i>
Mugilidae	<i>Chelon</i>	<i>auratus</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>
Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>
Myctophidae	<i>Ceratoscopelus</i>	<i>maderensis</i>
Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>scrofa</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i>
Serranidae	<i>Anthias</i>	<i>anthias</i>
Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>marginatus</i>

Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>
Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>puntazzo</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>acarne</i>
Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>
Sparidae	<i>Spondyliosoma</i>	<i>cantharus</i>
Trachinidae	<i>Trachinus</i>	<i>draco</i>

Valeurs des indicateurs

L'ensemble des indicateurs calculés en 2024 (à l'exception des indicateurs thermique et UICN) ont des valeurs inférieures ou égales aux valeurs de 2021.

Tableau 58 Comparaison régionale des indicateurs



VI.E.8. Démographie des espèces érigées

Sur le site, les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) ont été échantillonnées à -43 m en 2012, et à **-45 m** en 2015, 2018, 2021 et 2024. Le quadrat permanent se trouve au-dessus à gauche du piquet. Les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) sont échantillonnées à **-28 m** en 2022 et 2024.

VI.E.8.a. . Nécroses des peuplements

En 2024, les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) à -45 m (n=76) sont en **très bon état** avec environ 84 % des individus indemnes de toute nécrose ce qui est largement supérieur comparé aux autres stations à l'échelle régionale. Aucune observation d'individu totalement nécrosé n'est faite. Les nécroses observées sont toutes **anciennes** et **localisées** (75 %) puis diffuses (25 %).

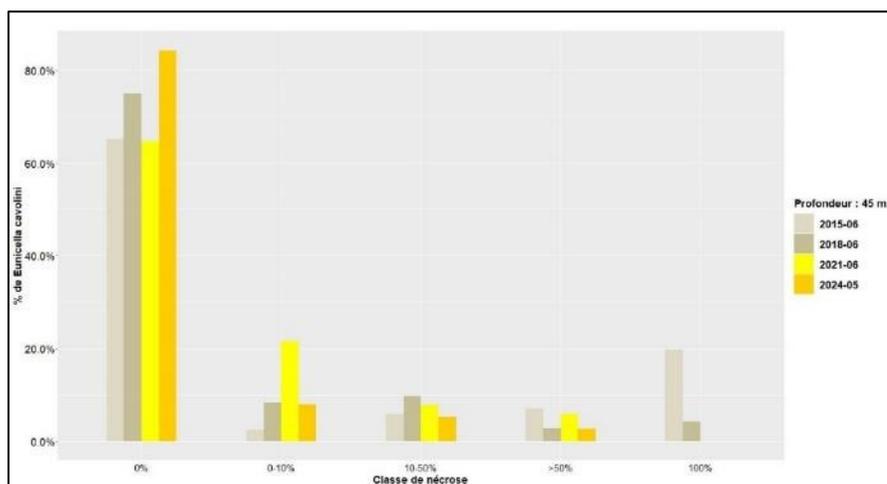


Figure 140 : Site Rosier. Nécroses des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

Tableau 59 : Comparaison des données de nécroses des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	
Site	Rosier	Rosier	Rosier	Rosier	Rosier	
Profondeur	43	45	45	45	45	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	Eunicella cavolini					
% nécrose:0	84.42	65.12	75	64.71	84.21	67.47
% nécrose:1-10	5.19	2.33	8.33	21.57	7.89	11.97
% nécrose:11-50	5.19	6.81	9.72	7.84	5.28	10.45
% nécrose:51-99	5.19	6.98	2.78	5.88	2.83	82.35
% nécrose:100	NA	19.77	4.17	NA	NA	3.47
% nécroses anciennes	100	100	88.89	94.44	100	89.92
% nécroses récentes	NA	NA	11.11	5.56	NA	16.09
% nécroses diffuses	25	46.15	13.33	33.33	25	32.58
% nécroses localisées	75	53.85	86.67	66.67	75	51.35
Nombre total	77	86	72	51	76	46.64

Les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) de Rosier (n=87) à **-28 m** sont en **état médiocre** car environ 58 % des individus ne présentent pas de nécrose. Pourtant c'est une nette amélioration par rapport aux observations faites en 2022 (après la vague de chaleur) où seulement 25 % des individus étaient indemnes de toute nécrose. Le pourcentage d'individus observés 100 % nécrosés a diminué de 32 % en 2022 à 8 % en 2024. La majorité des nécroses observées sont **anciennes** (74 %) et **diffuses** (77 %).

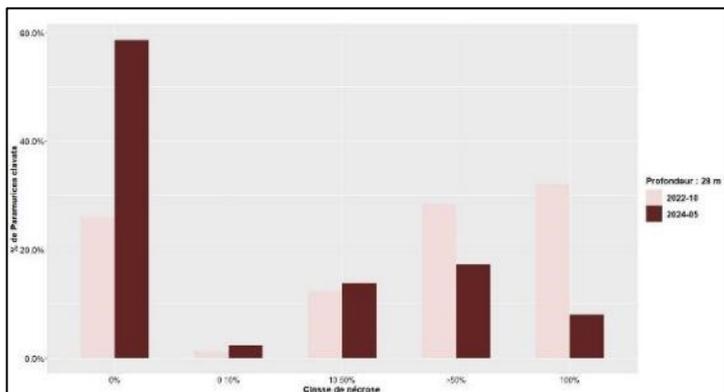


Figure 141 : Site Rosier. Nécroses des gorgones rouges (Paramuricea clavata).

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07c	FRDC07c	
Site	Rosier	Rosier	
Profondeur	28	28	
Année	2022	2024	
Espèce	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	
% nécrose:0	25.93	58.62	0 67.47 100
% nécrose:1-10	1.23	2.3	0 11.97 100
% nécrose:11-50	12.39	13.79	0 10.45 100
% nécrose:51-99	28.4	17.24	0 82.35 6.64 100
% nécrose:100	32.1	3.05	0 3.47 100
% nécroses anciennes	3.33	74.29	0 69.92 100
% nécroses récentes	98.67	25.71	0 18.09 100
% nécroses diffuses	44.12	77.14	0 32.58 100
% nécroses localisées	55.88	22.86	0 51.35 100
Nombre total	81	87	1 46.64 213

Tableau 60 : Comparaison des données de nécroses des gorgones rouges (Paramuricea clavata) à l'échelle régionale.

VI.E.8.a. Structure en taille

La structure en taille des **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) de Rosier à -45 m (n=18) est stable au cours des années et est composée d'individus de **moyenne taille** (comprise entre 10 et 50 cm). La taille maximale enregistrée est de 49 cm.

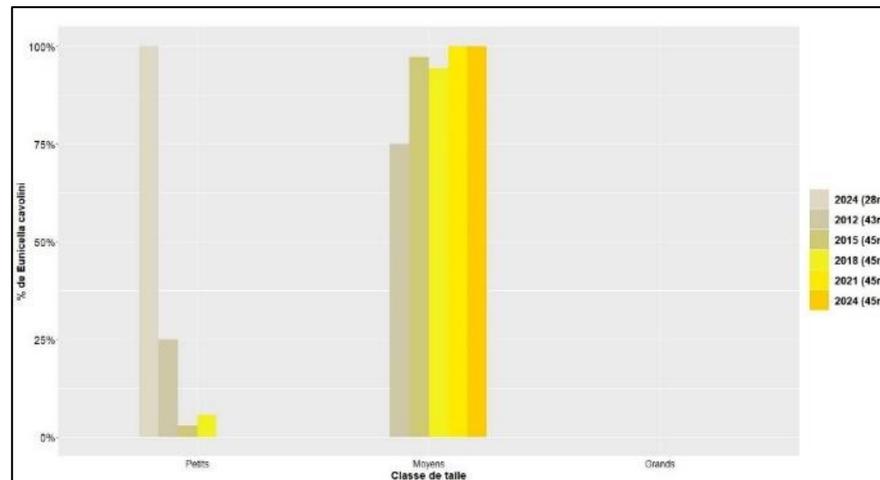


Figure 142 : Site Rosier. Structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).



Figure 143 : Rosier (2024). Gorgones jaunes de taille moyenne (10-50 cm).

Tableau 61 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	FRDC07c	
Site	Rosier	Rosier	Rosier	Rosier	Rosier	
Profondeur	43	45	45	45	45	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>					
nb petits	8	1	1	NA	NA	0 2.39 30
% petits	25	2.78	5.56	NA	NA	0 12.96 100
nb moyens	24	35	17	7	18	0 10.9 49
% moyens	75	97.22	94.44	100	100	0 69.4 100
nb grands	NA	NA	NA	NA	NA	0 3.12 24
% grands	NA	NA	NA	NA	NA	0 17.63 100
Nombre total	32	36	18	7	18	1 16.41 65
Taille max (cm)	40	40	45	40	49	5 59.76 200

A -28 m, la structure en taille a été étudiée pour les gorgones rouges (*Paramuricea clavata*). Un seul individu de gorgone jaune (*Eunicella cavolini*) est observé, dont la taille est de 6 cm.

Les gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) échantillonnées (n=23) ont une structure de taille très variée avec une majorité d'individus (52 %) de **taille moyenne** comprise entre 10 et 50 cm. Puis, d'**individus de petites tailles** (34 %) dont celle-ci n'excède pas 10 cm. Enfin, de **grands individus** (13 %) dont la taille est supérieure à 50 cm avec une taille maximale enregistrée de 60 cm. On observe donc du **recrutement pour cette espèce à -28 m**.

Tableau 62 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) et des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à -28 m à l'échelle régionale.

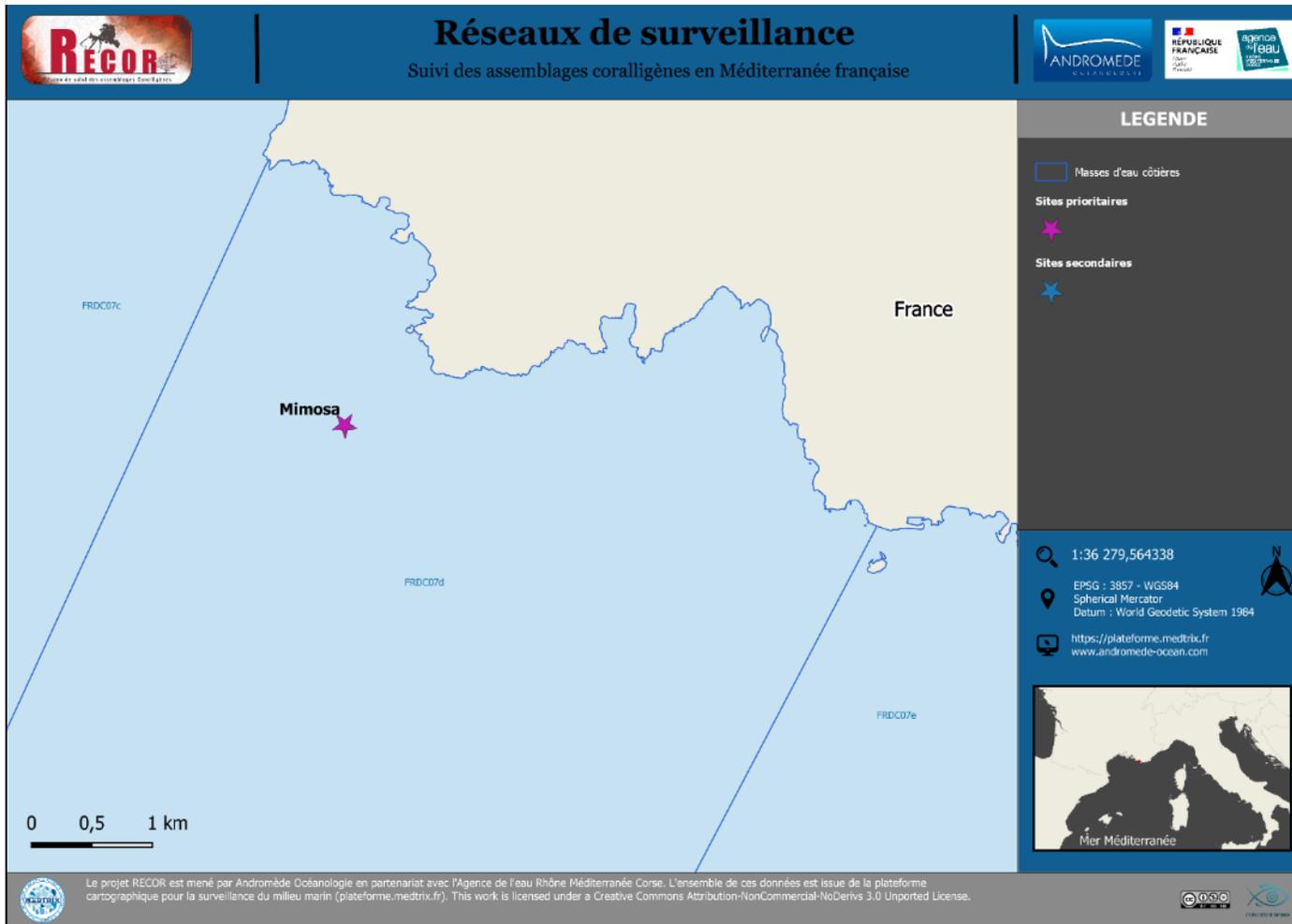
Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07c	FRDC07c	
Site	Rosier	Rosier	
Profondeur	28	28	
Année	2024	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Paramuricea clavata</i>	
nb petits	1	8	0 2.39 30
% petits	100	34.78	0 12.96 100
nb moyens	NA	12	0 10.9 49
% moyens	NA	52.17	0 69.4 100
nb grands	NA	3	0 3.12 24
% grands	NA	13.04	0 17.63 100
Nombre total	1	23	1 16.41 65
Taille max (cm)	6	60	5 59.76 200



MASSE D'EAU FRDC07d :

POINTE DE LA FAUCONNIERE – Ilot PIERRE PLANE

La masse d'eau FRDC07d comprend un site RECOR : **Mimosa**.



VI.A. Site « Mimosa »

VI.A.1. Présentation du site

Le site **Mimosa** se situe au large du domaine de Port d'Alon – Le Deffend. Ce massif de **typologie 4** s'étend sur 2 à 3 m de hauteur, il est compris entre -58 et -63 m. Il a été échantillonné à **-60 m** en 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024.

Caractéristiques du site		
Nom du site	Mimosa	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
Piquet:	43 08.449	5 41.307
Profondeur du piquet (m)	60m	
Date d'échantillonnage	15/05/2024	
Profondeur des stations (m)	Mimosa 60	
Remarques sur les stations	<p>Massif peu accentué au niveau du relief, très envasé et peu diversifié d'aspect (assez uniforme) mais suffisamment anfractueux pour les poissons qui sont bien présents. Relief entre -63m et -58m formé par un ensemble de 4-5 massifs plus ou moins proches. Piquet sur le massif principal plutôt côté Est entre les gorgones avec capteur T°.</p> <p>Quadrat et gorgones autour du piquet.</p> <p>En 2024 : le piquet est cassé et le capteur est accroché sur une arche coralligène juste à côté. Trois balises blanches retrouvées pour la photogrammétrie.</p>	
Capteur(s) de température		
Date de pose	15/05/2024	
Heure de lancement	20h00	
N° capteur	10950615	
Profondeur du capteur (m)	60m	
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes	
Description de la zone	Capteur sur une arche coralligène car piquet cassé en 2024	



Figure 144 : Mimosa, 2024. Récupération (à gauche) / pose (à droite) du capteur de température.

De nombreux **engins de pêche** sont observés en 2024 dont certains étaient déjà présents en 2021 (vieux filets, fils de pêche...) provoquant l'**arrachage de gorgones**.

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

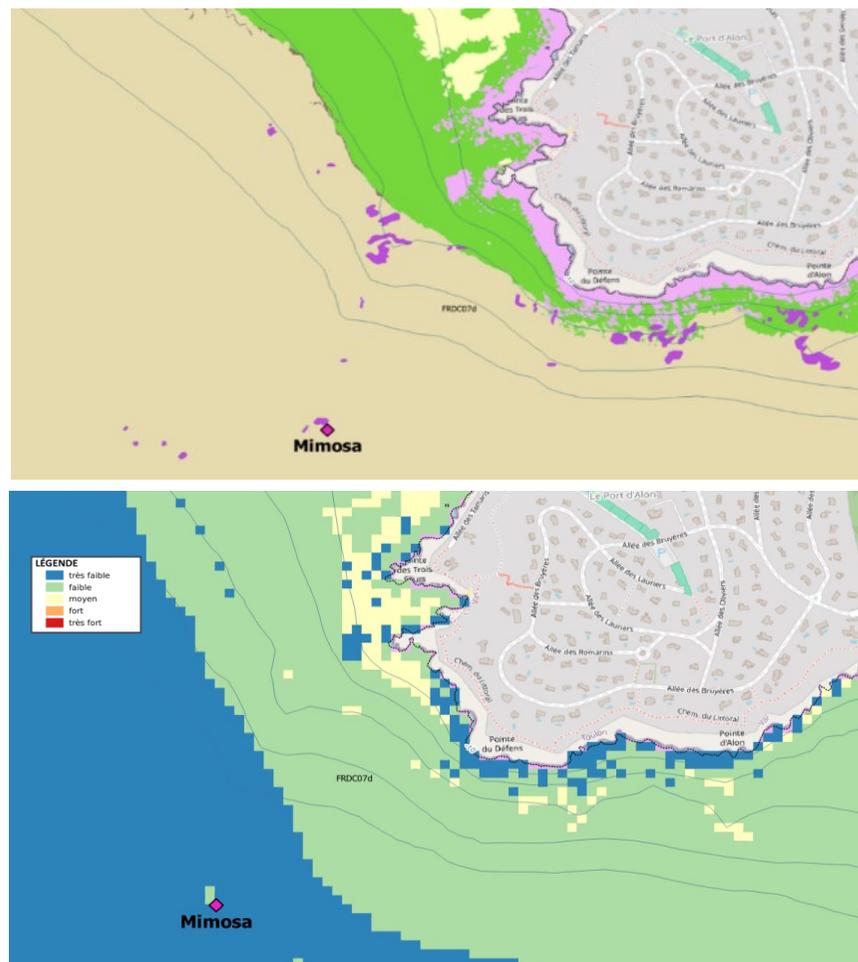


Figure 145 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

VI.A.2. Photographies du site

Plusieurs espèces remarquables sont observées sur le site en 2024 : **mostelle de roche** (*Phycis phycis*), **chapon** (*Scorpaena scrofa*), **barbiers communs** (*Anthias anthias*), **sar commun** (*Diplodus sargus*), **sar à tête noire** (*Diplodus vulgaris*), **coquette** (*Labrus mixtus*), **murène** (*Muraena helena*), **corail rouge** (*Corallium rubrum*), juvéniles de **gorgonocéphales** (*Astrospartus mediterraneus*).



Figure 146 : Mimosa, 2024. [1] gorgone orange (*Leptogorgia sarmentosa*), juvéniles de gorgonocéphales (*Astrospartus mediterraneus*) et serran-chevrette (*Serranus cabrilla*). [2] gorgone verruqueuse (*Eunicella verrucosa*). [3] gorgone rouge (*Paramuricea clavata*), gorgone verruqueuse (*Eunicella verrucosa*), gorgone jaune (*Eunicella cavolini*).



Figure 147 : Mimosa (2024). [1] Corail rouge (*Corallium rubrum*) ; [2] Murène commune (*Muraena helena*), gorgone verruqueuse (*Eunicella verrucosa*), gorgone rouge bicolore (*Paramuricea clavata*).

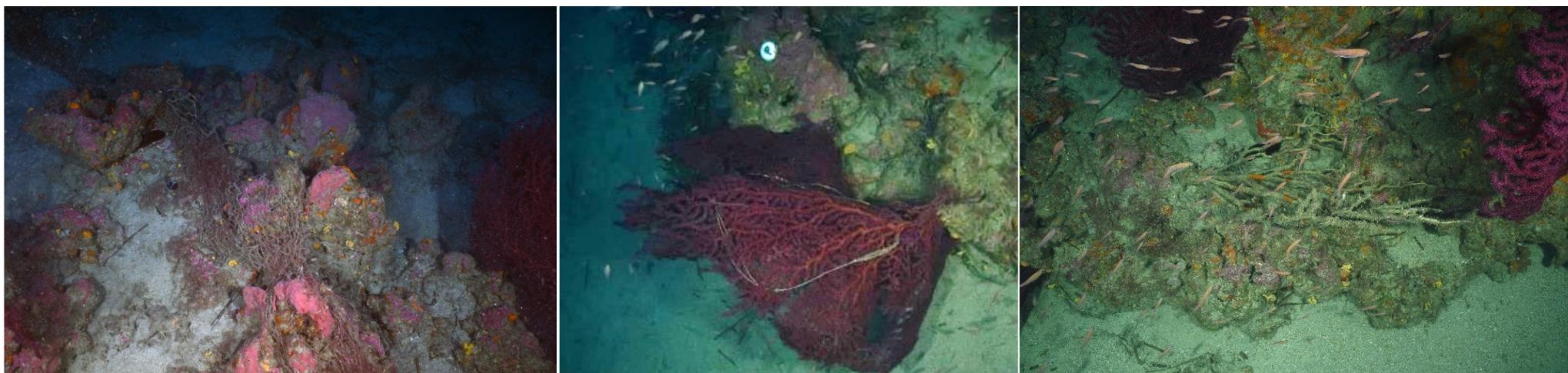
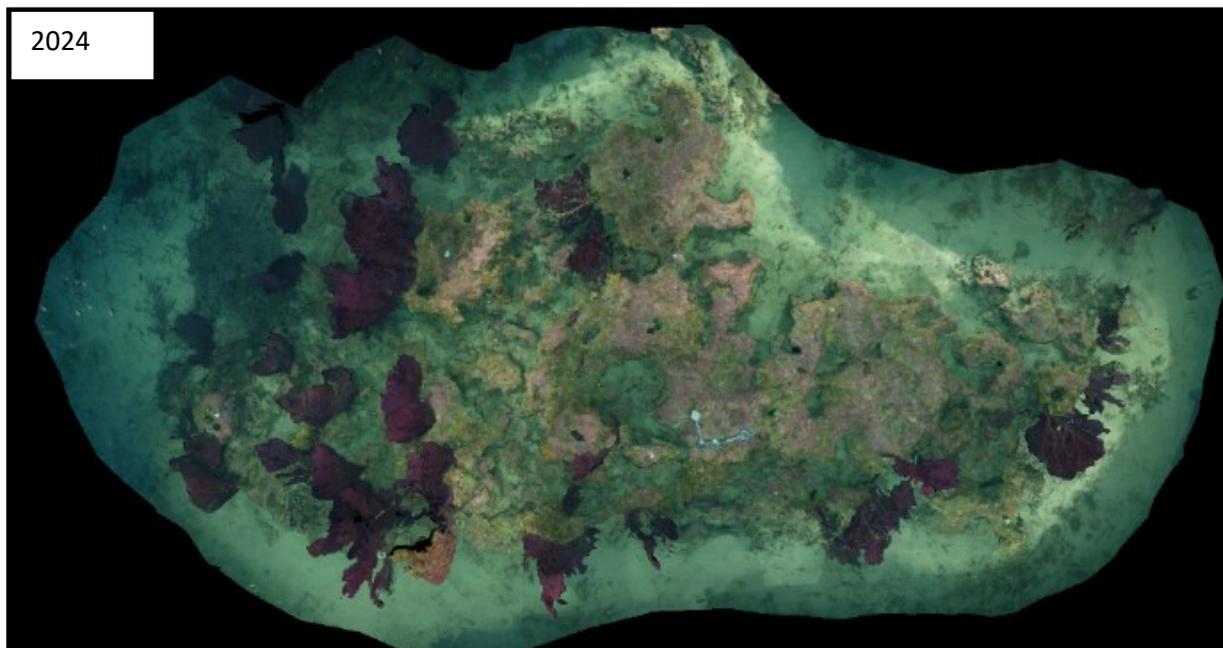


Figure 148 : Mimosas, 2024. [1] vieux filet posé sur une partie du site ; [2] fils de pêche dans une gorgone rouge (*Paramuricea clavata*) ; [3] Débris de gorgones nécrosées.



La modélisation en 3D sur le site par **photogrammétrie** permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

Les modèles ont été réalisés en **2018, 2021 et 2024** sur le **même massif à -60 m**. En 2024, le modèle couvre une surface de **133 m²**.

En 2024, on observe **moins d'algues vertes filamenteuses** qu'en 2021. De la **litière** (feuilles de posidonies mortes) est aussi observée. Tous les individus de **gorgones arrachés** et morts visibles sur le modèle de 2021 sont **toujours présents** en 2024. Aucun nouvel individu nécrosé n'a été vu.

Figure 149 : Reconstitution du modèle 3D du site de Mimosas en 2024



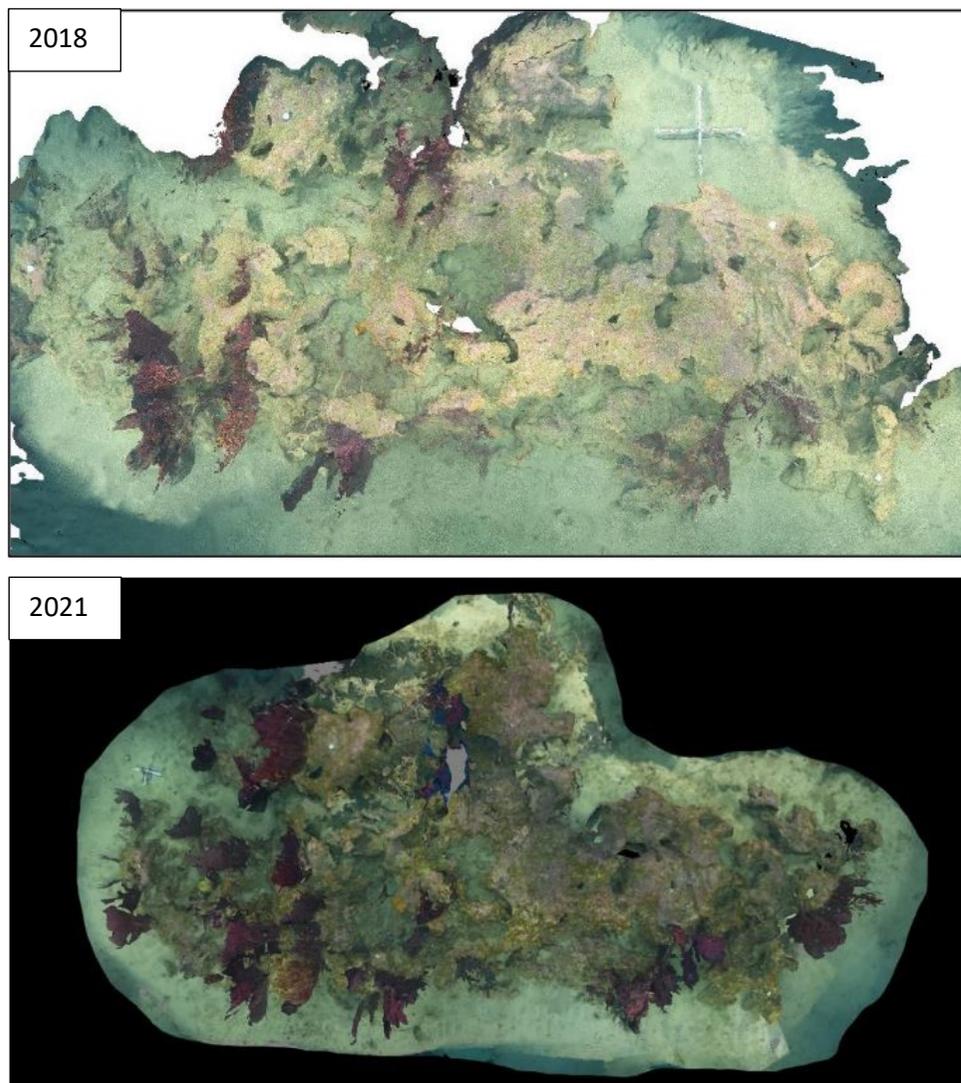


Figure 150 : Reconstitution du modèle 3D du site de Mimosa en 2018 (en haut) et en 2021 (en bas).

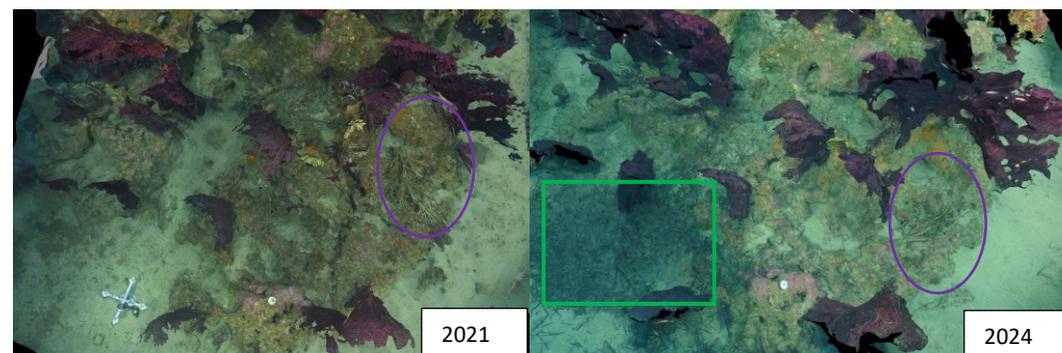


Figure 151 : Zooms sur les modèles 3D du site Mimosa en 2021 et 2024 illustrant la baisse du recouvrement par les algues vertes filamenteuses (cercles blancs), la présence de litière en 2024 (carré vert), et celle des mêmes gorgones nécrosées (cercle violet).

VI.A.3. Description générale du site

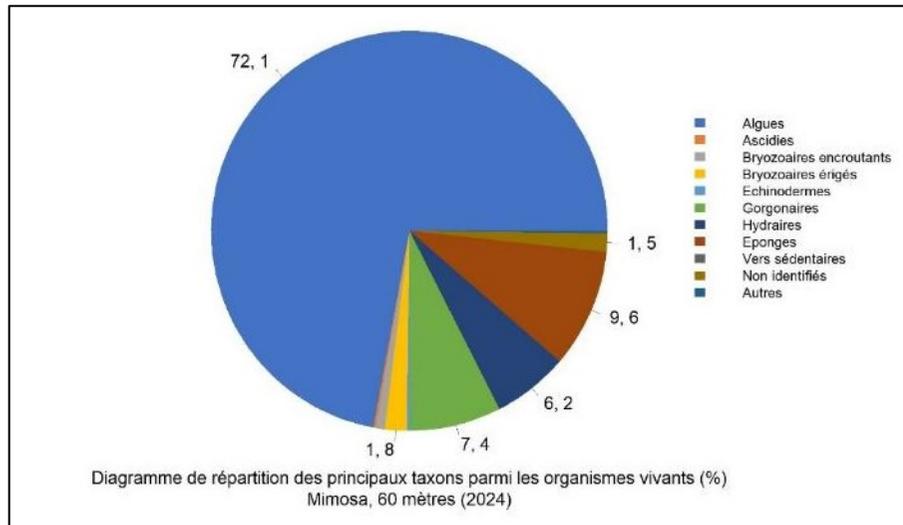
Description générale						
Type physiologique	<input type="checkbox"/> Paroi		<input checked="" type="checkbox"/> Massif		<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Structures particulières						
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : Mimosa_60			Profondeur (m) : 0		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	40	40	20			
Typologie / profondeur (m)	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5			<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5		
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : Mimosa_60			Profondeur (m) : 0		
	Nature :		Hauteur (cm) :			
	Paramuricea clavata		80			
	Strate moyenne		10			
Axinella sp.		5				
Strate basse		Mesophyllum sp.				
Orientation						
Géographique	Nord					
Par rapport au courant	Est					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	58	63	Halimeda tuna	0	0	
Paramuricea clavata	59	62	Flabellia petiolata	0	0	
Eunicella cavolinii	59	62	Algues filamenteuses	0	0	
Autres gorgones : ...	Eunicella verrucosa, Leptogorgia sarmentosa		Corallium rubrum	57	60	
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche		<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Macro-déchets	<input type="checkbox"/> Autres : ...
Remarques :	vieux filets, fils de pêche, quelques gorgones arrachées					
Température de l'eau (°C)	15					
Inclinaison	0					
Visibilité (m)	10					
Profondeur thermocline	55					
Espèces particulières	mostelle de roche (<i>Phycis phycis</i>), chapon (<i>Scorpaena scrofa</i>), barbiers communs (<i>Anthias anthias</i>), sar commun (<i>Diplodus sargus</i>), sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), coquette (<i>Labrus mixtus</i>), murène (<i>Muraena helena</i>), corail rouge (<i>Corallium rubrum</i>), juvéniles de gorgonocéphales (<i>Astrospartus mediterraneus</i>).					



VI.A.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.A.4.a. Mimosa, -60 m (2024)

Sur la station à -60 m, les quadrats sont couverts à 51,9 % par des organismes vivants et à 34,7 % par du sédiment.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -60 m (72,1 % des organismes vivants) avec des **algues rouges** (70,2 % - 1,8 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées).

Les **algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacées** (*Mesophyllum sp.* (63,2 %) de type encroûtant (*M. alternans*) et quelques *Lithophyllum sp.* (0,8 %)), et quelques **Peyssoneliacées** représentées par des espèces encroûtantes (4,1 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -60 m le groupe dominant est celui des **éponges** (9,6 %) représentées par des espèces encroûtantes (7,6 %) et massives (1,9 %) : *Axinella damicornis* (qui constitue la strate moyenne du coralligène), *Aplysina cavernicola*, *Haliclona sp.*, *Oscarella sp.*, *Spirastrella cunctatrix*.

Les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) constituent la strate haute (7,2 %). Des gorgones *Eunicella verrucosa* et *Leptoporgia sarmentosa* sont observées à côté des massifs. En 2024, le troisième groupe faunistique est celui des **hydrides** (6,2 %), espèces non observés au suivi précédent. On trouve ensuite des **bryozoaires érigés** (1,8 % - *Crisia sp.*, *Myriapora truncata*), des **bryozoaires encroûtants** (0,7 %).



Figure 152 : Mimosa, 2021. -60 m. [1,2] Des gorgones *Eunicella verrucosa* et *Leptoporgia sarmentosa* sont observées à côté des massifs (2021).



Figure 153 : Quadrat photographique sur le site Mimosa (2024). Les algues rouges *Mesophyllum sp.* constituent la strate basse du coralligène.

VI.A.5. Photographies des quadrats



Figure 154 : Site Mimosa– Quadrats photographiques à -60 m (2024).



VI.A.6. Analyse comparative des quadrats

Tableau 63: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	
Site	Mimosa	Mimosa	Mimosa	Mimosa	Mimosa	
Profondeur	60	60	60	60	60	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	61.13	54.46	40.1	61.11	51.96	10.16 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	38.87	45.54	59.9	38.89	48.04	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	30.53	31.84	46.25	32.78	34.75	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	0.13	1.35	2.29	0.46	1.55	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	7.6	7.92	7.86	3.77	7.83	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	0.63	1.01	1.16	0 2.34 0.1
CAI	0.41	0.44	0.35	0.5	0.4	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	1.66	3.07	1.77	3.24	1.32	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	35.12	36.89	31.67	50.32	37.07	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.69	0.64	0.52	0.49	0.57	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	1.94	1.77	1.34	1.38	1.59	0.09 3.19 2.19
% Nécroses parmi le vivant	0.32	0.1	0.65	5.83	1.8	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	6.82	5.07	2.6	6.22	0.63	0 91.69 11.2
% Algues filamenteuses	6.5	6.07	2.47	5.22	0.53	0 91.45 10.19
% Algues total	61.59	66.9	82.21	85.57	72.08	0 99.39 71.9
% Algues brunes	0.21	5.74	3.38	0.09	1.7	0 89.74 11.02
% Algues vertes	5.4	0.28	0	5.22	0.21	0 91.76 5.16
% Algues rouges	55.98	62.87	78.83	80.26	70.17	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	53.44	57.61	67.92	70.87	63.16	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	0	2.69	9.35	1.3	0.85	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	0	0.1	0	0	0	0 56.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroustantes	0.21	1.82	1.3	2.61	4.14	0 88.1 17.25
% Eponges	19.79	17.7	11.43	7.57	9.58	0 91.06 12.38
% Eponges massives	4.66	1.16	1.04	2.62	1.91	0 32.68 3.13
% Eponges encroustantes	15.24	16.56	10.39	5.04	7.64	0 68.07 9.24
% Axinella sp.	0.95	0.77	0.39	0.76	0.42	0 9.61 0.73
% Clona spp.	0	0	0	0	0	0 5.96 0.34
% Gorgones	3.17	2.78	0.26	0.43	7.43	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	3.17	1.91	0.26	0.43	7.22	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	0	0.88	0	0	0.21	0 21.09 1.63
% Corail rouge	0	0	0	0	0	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroustants	1.59	5.17	0.28	1.55	0.74	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	1.16	0.48	4.16	3.85	1.8	0 19.06 2.14

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024 sur la station à **-60 m** montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants est en-dessous de la moyenne régionale en 2024. Alors qu'il était assez stable au cours du temps** (excepté une baisse en 2018 liée un pic de sédimentation), **il diminue en 2024** (-10 %) pour retrouver des valeurs similaires à celles avant le pic.

Le **pourcentage de sédimentation est stable entre 2012 et 2024** (excepté un pic en 2018).

Le **pourcentage de débris est moyen** par rapport aux autres stations de la région.

Le **pourcentage de nécroses diminue en 2024** (sa valeur est en-dessous de la moyenne régionale) après son pic de 2021 où il était cinq fois plus élevé qu'en 2018.

L'**indicateur de perturbation a également diminué en 2024** après son augmentation en 2021 (lié aux algues vertes filamenteuses).

La **biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, est faible sur ce site.** A tous les suivis, les indices de Simpson et de Shannon sont inférieurs aux valeurs moyennes régionales.

La **valeur du CAI est en diminution en 2024** à cause de la baisse des bioconstructeurs principaux et des bryozoaires totaux. A tous les suivis il indique **un état écologique moyen.**

La **répartition des grands groupes du vivant a peu changé entre 2012 et 2024** hormis la présence en 2024 d'**hydrides** (3^{ème} groupe faunistique le plus présent sur cette station) et d'une abondance plus élevée des gorgones dans les quadrats.

Les gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) forment la strate haute (80 cm), les éponges *Axinella damicornis* (10 cm) la strate moyenne tandis que des algues rouges encroûtantes (*Mesophyllum sp.*) forment la strate basse (5 cm).

VI.A.7. Démographie des espèces érigées

Sur le site, les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) et les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) ont été échantillonnées à environ **-60 m** en 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024.

VI.A.7.a. . Nécroses des peuplements

Les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) présentes à **-59 m** (n=42) sont en **bon état** car 80 % des colonies ne présentent pas de nécroses (valeur supérieure à la moyenne régionale). Ce taux d'individus sans nécroses est **stable** au regard des suivis précédents. Aucune observation n'est faite d'un individu 100 % nécrosé. Toutes les nécroses observées sur le site sont **anciennes et localisées** (87 %) et un peu diffuses (12 %).

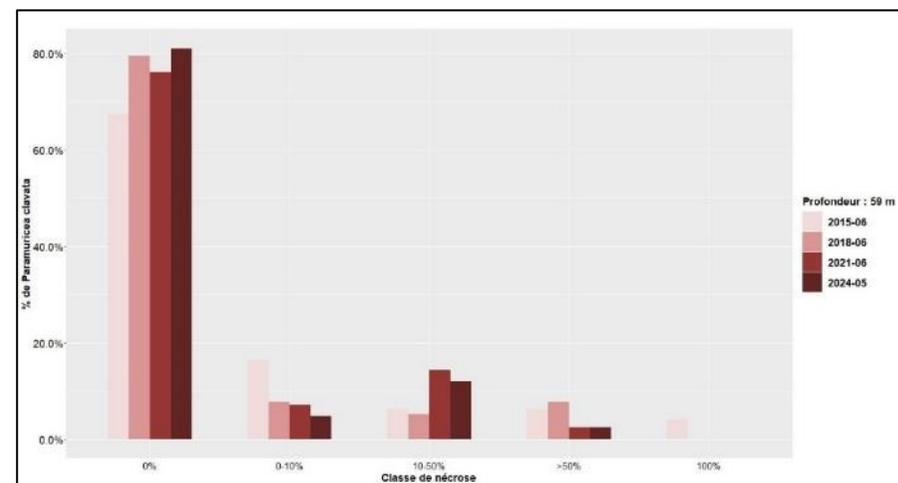


Figure 155 : Site Mimosa. Nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).



Tableau 64 : Comparaison des données de nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	
Site	Mimosa	Mimosa	Mimosa	Mimosa	Mimosa	
Profondeur	60	59	59	59	59	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Paramuricea clavata</i>					
% nécrose:0	65.96	67.35	79.49	76.19	80.95	0 67.47 100
% nécrose:1-10	17.02	16.33	7.69	7.14	4.76	0 11.97 100
% nécrose:11-50	12.77	6.12	5.13	14.29	11.9	0 10.45 100
% nécrose:51-99	4.26	6.12	7.69	2.38	2.38	0 6.64 82.35
% nécrose:100	NA	4.08	NA	NA	NA	0 3.47 100
% nécroses anciennes	87.5	25	100	100	100	0 69.92 100
% nécroses récentes	12.5	75	NA	NA	NA	0 16.09 100
% nécroses diffuses	53.13	67.86	43.75	40	12.5	0 32.58 100
% nécroses localisées	46.88	32.14	56.25	60	87.5	0 51.35 100
Nombre total	94	98	78	42	42	1 46.64 213

Les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) échantillonnées (n=3) à -59 m sont en **excellent état**. En effet, tous les individus observés sont indemnes de marques de nécroses. **Leur état s'est amélioré par rapport à 2021** où 15 % d'individus présentant plus de 10 % de nécroses.

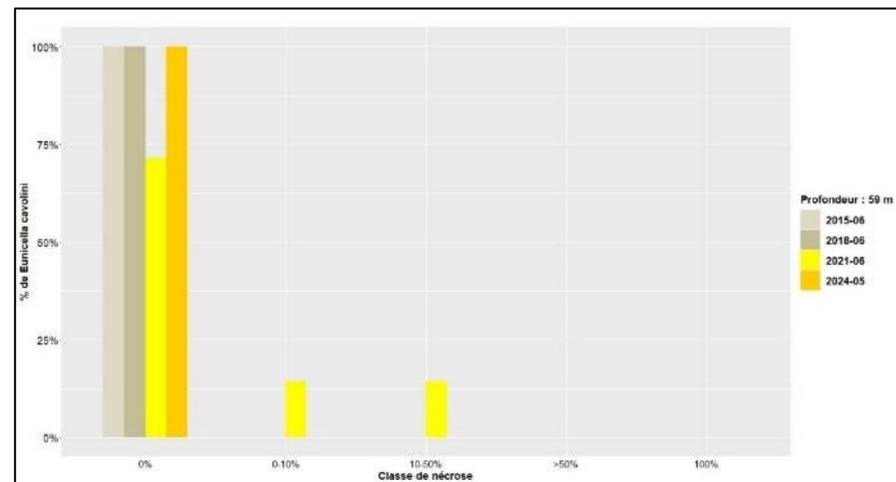


Figure 156 : Site Mimosa. Données de nécroses pour les gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

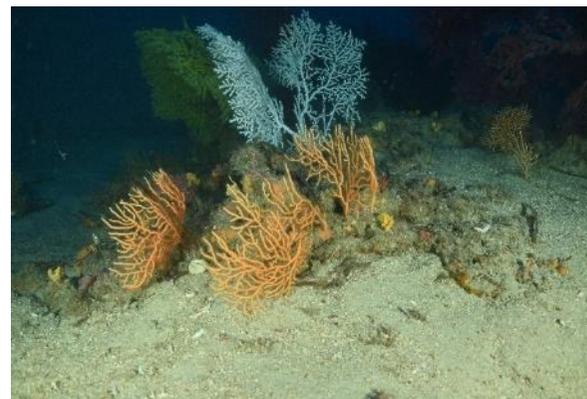


Figure 157 : Mimosa (2024). Gorgone verruqueuse (*Eunicella verrucosa*), gorgone jaune (*Eunicella cavolini*).

Tableau 65 : Comparaison des données de nécroses des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	
Site	Mimosa	Mimosa	Mimosa	Mimosa	Mimosa	
Profondeur	60	59	59	59	59	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>					
% nécrose:0	88.89	100	100	71.43	100	0 67.47 100
% nécrose:1-10	NA	NA	NA	14.29	NA	0 11.97 100
% nécrose:11-50	NA	NA	NA	14.29	NA	0 10.45 100
% nécrose:51-99	11.11	NA	NA	NA	NA	0 82.35 6.64 100
% nécrose:100	NA	NA	NA	NA	NA	0 3.47 100
% nécroses anciennes	100	NA	NA	100	NA	0 69.92 100
% nécroses récentes	NA	NA	NA	NA	NA	0 16.09 100
% nécroses diffuses	100	NA	NA	50	NA	0 32.58 100
% nécroses localisées	NA	NA	NA	50	NA	0 51.35 100
Nombre total	9	1	2	14	3	1 46.64 213

VI.A.7.a. Structure en taille

La population échantillonnée (n=13) de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) de Mimosa à -59 m est majoritairement composée d'individus de **grande taille** (> 50 cm) dont la taille maximale enregistrée est de 120 cm. Une seule observation est faite d'un individu de taille moyenne dont celle-ci est entre 10 et 50 cm. Cette structure est relativement **stable** au cours du temps bien qu'aucun individu de petite taille (< 10 cm) n'ait été observé depuis 2015.

Aucune observation n'a été faite sur la structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) depuis 2018.

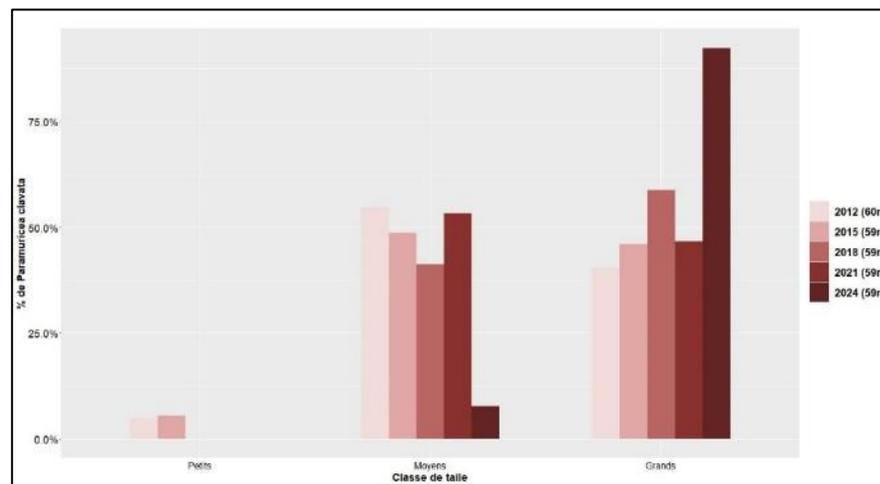


Figure 158 : Site Mimosa. Structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).



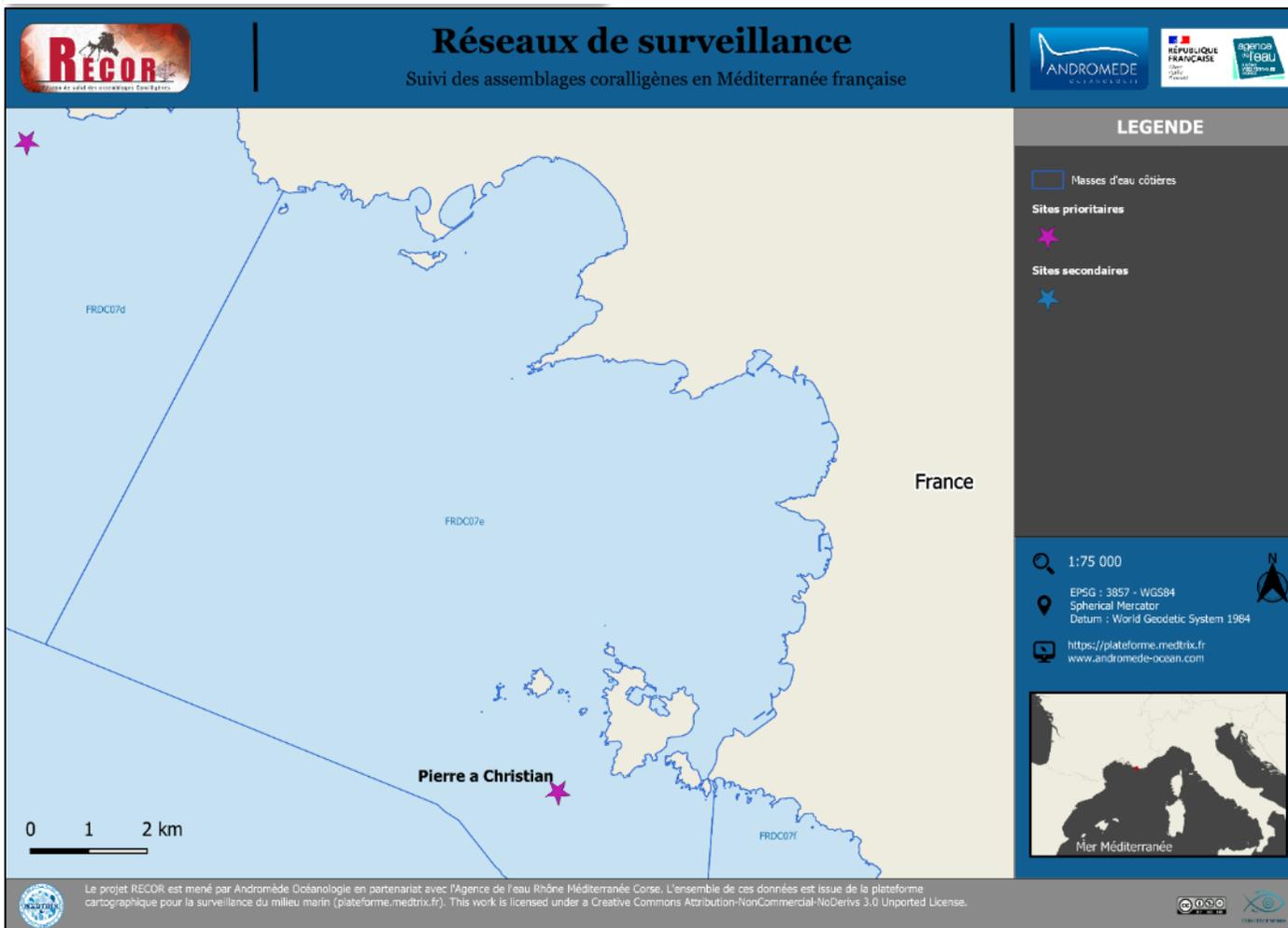
Tableau 66 : Comparaison des données de structure en taille pour les gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	FRDC07d	
Site	Mimosa	Mimosa	Mimosa	Mimosa	Mimosa	
Profondeur	60	59	59	59	59	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	Paramuricea clavata					
nb petits	2	2	NA	NA	NA	0 30 2.39
% petits	4.76	5.41	NA	NA	NA	0 100 12.96
nb moyens	23	18	7	8	1	0 49 10.9
% moyens	54.76	48.65	41.18	53.33	7.69	0 100 69.4
nb grands	17	17	10	7	12	0 24 3.12
% grands	40.48	45.95	58.82	46.67	92.31	0 100 17.63
Nombre total	42	37	17	15	13	1 65 16.41
Taille max (cm)	110	110	105	100	120	5 200 59.76

MASSE D'EAU FRDC07e :

ILOT PIERREPLANE – POINTE DU GAOU

La masse d'eau FRDC07e comprend un site RECOR : **Pierre à Christian**.



VI.B. Site « Pierre à Christian »

VI.B.1. Présentation du site

Le site **Pierre à Christian** se situe au sud-ouest au large de la pointe Coucoussa de l'île des Embiez. Plusieurs massifs de **typologie 3** s'étendent entre -36 et -47 m. Deux stations différentes sont échantillonnées selon les années, et se situent sur deux massifs différents. Celle à -47 m a été échantillonnée en 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024 ; celle à -43 m n'a pas été échantillonnée en 2015 ni en 2021.

Caractéristiques du site		
Nom du site	Pierre à Christian	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
Piquet:	43 04.095	5 46.222
Profondeur du piquet (m)	46	
Date d'échantillonnage	14/05/2024	
Profondeur des stations (m)	Pierre a Christian 47	Pierre a Christian 43
Remarques sur les stations	Station à -47m sur l'avancée de coralligène avec le piquet. Photogrammétrie réalisée en remontant, en gardant le massif main gauche jusque la petite pointe de récif	Station à -43m après la grosse faille aux gorgones sur le replat de massif en pied de paroi, autour du capteur. L'anémone <i>Savalia savaglia</i> se trouve à quelques mètres.
Capteur(s) de température		
Date de pose	14/05/2024	14/05/2024
Heure de lancement	20:00	20:00
N° capteur	20828940	10710162
Profondeur du capteur (m)	47	42
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Capteur sur le piquet sur une avancée de coralligène au sud du massif	Capteur se trouvant en remontant coté Est du massif, après la faille aux gorgones rouges, juste en contre bas du quadrat permanent gorgones

En 2024, de nombreuses espèces remarquables sont observées sur le fond : **mérous bruns** (*Epinephelus marginatus*), **grandes axinelles** (*Axinella polypoides*), **gorgonocéphales** (*Astrospartus mediterraneus*), **crabe à béret** (*Dromia personata*), deux **thazards** non identifiés (*Acanthocybium sp*), **coquette** (*Labrus mixtus*), **langouste** (*Palinurus elephas*), étoile de mer glaciaire (*Marthasterias glacialis*), **anémone buissonnante** (*Savalia savaglia*)

Deux capteurs de température ont été récupérés et remplacés sur le site à -42 et -47 m.

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**.

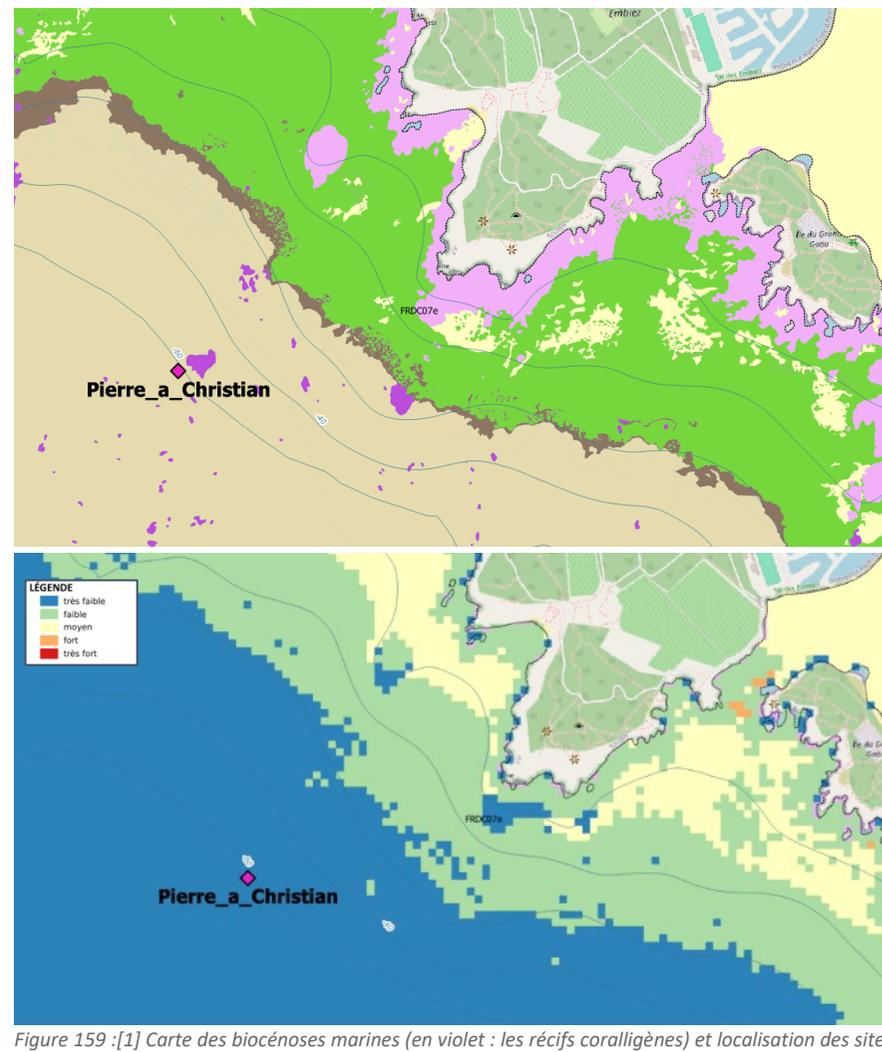


Figure 159 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).

VI.B.2. Photographies du site

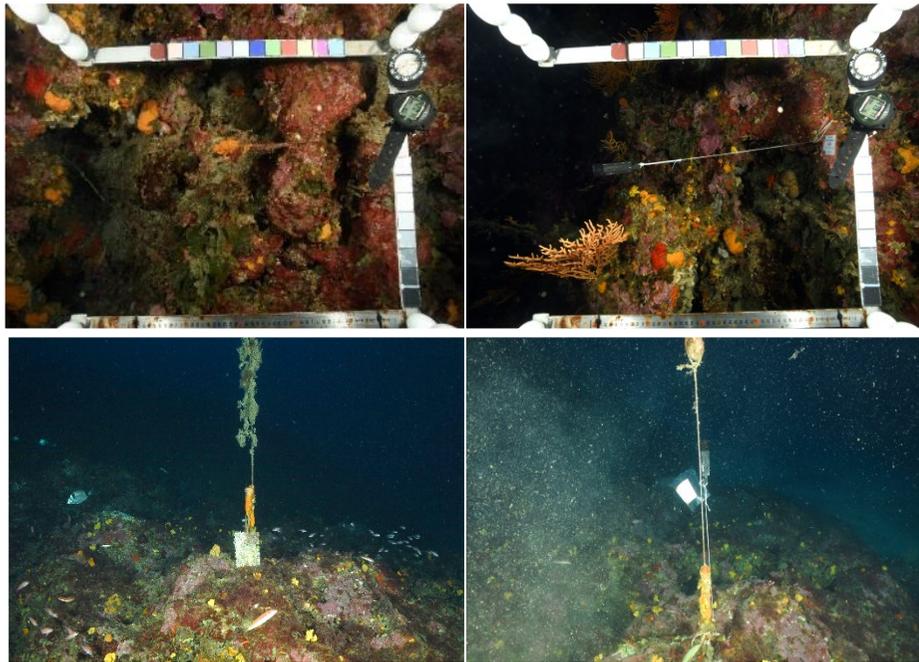


Figure 161 : Pierre à Christian, 2024. [1,2] Ancien (à gauche) et nouveau (à droite) capteur de température à -43 m ; [3,4] Ancien (à gauche) et nouveau (à droite) capteur de température à -47 m.

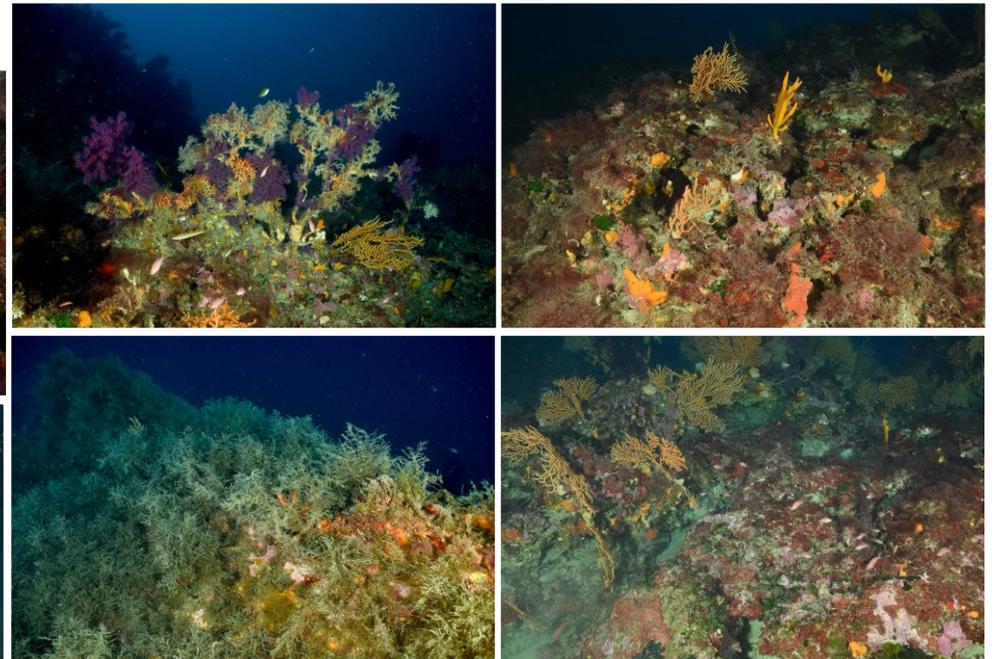


Figure 161 : Pierre à Christian, 2024. [1] Gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) avec nécroses ; [2] Gorgones jaunes (*Eunicella cavolinii*) et grande axinelle (*Axinella polypoides*) ; [3] *Eudendrium* sp. ; [4] Gorgones jaunes (*Eunicella cavolinii*) parmi les algues rouges encrustantes.



Figure 162 : Pierre à Christian, 2024. Gorgones jaunes (*Eunicella cavolinii*), gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) et anémone buissonnante (*Savalia savaglia*).



La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ». La zone a été modélisée en **2018, 2021 et 2024** à **-47 m**. En 2024, le modèle 3D couvre une surface de **198 m²**. On voit sur les modèles qu'en 2021 la partie basse du site était dominée par des **algues rouges (a priori *Womersleyella setacea*)**, absentes lors des suivis antérieurs, et qui homogénéisent le substrat. Elles sont toujours présentes en 2024 mais avec un recouvrement plus faible. Les gorgones jaunes, couvertes par des algues filamenteuses en 2021, sont en excellent état en 2024.

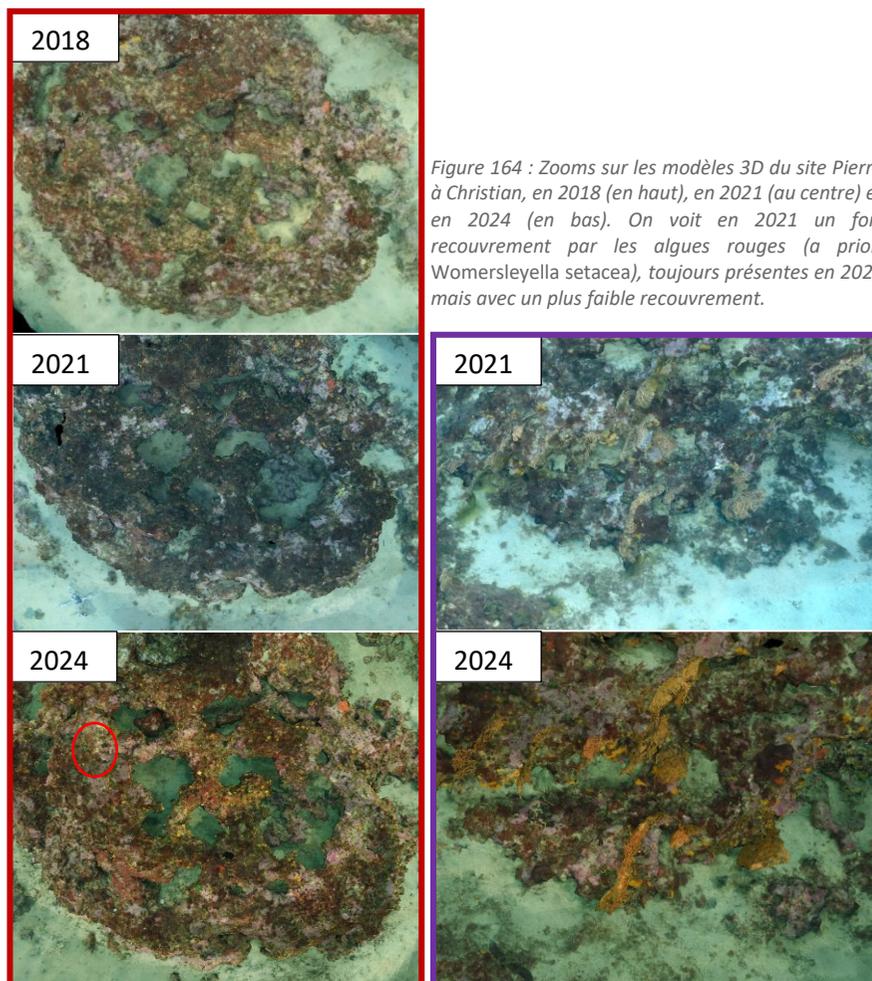


Figure 164 : Zooms sur les modèles 3D du site Pierre à Christian, en 2018 (en haut), en 2021 (au centre) et en 2024 (en bas). On voit en 2021 un fort recouvrement par les algues rouges (a priori *Womersleyella setacea*), toujours présentes en 2024 mais avec un plus faible recouvrement.

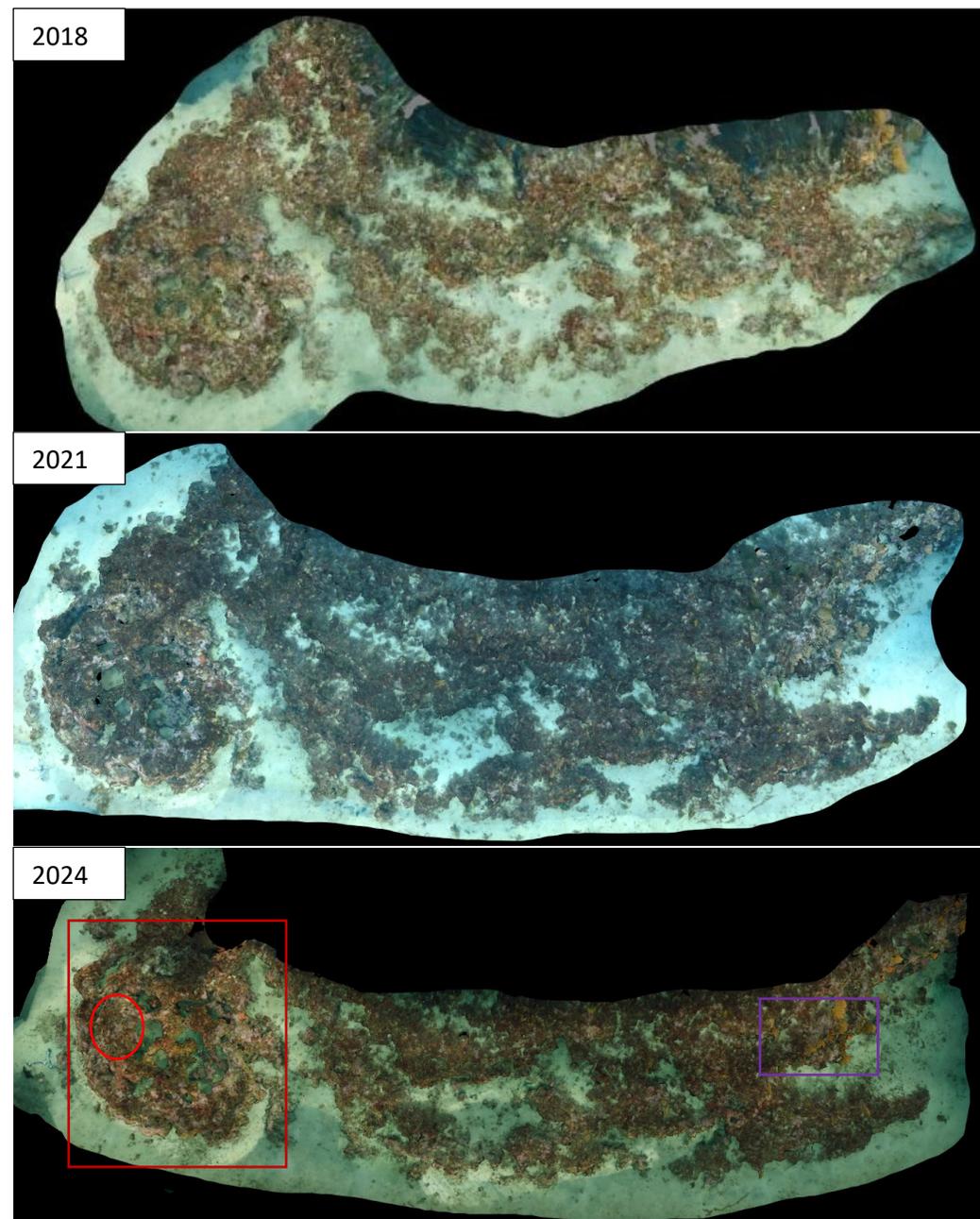


Figure 163 : Reconstitution en modèle 3D du site de Pierre à Christian, en 2018 (en haut), 2021 (au centre) et 2024 (en bas). Le cercle rouge indique la localisation du capteur de température.

VI.B.3. Description générale du site

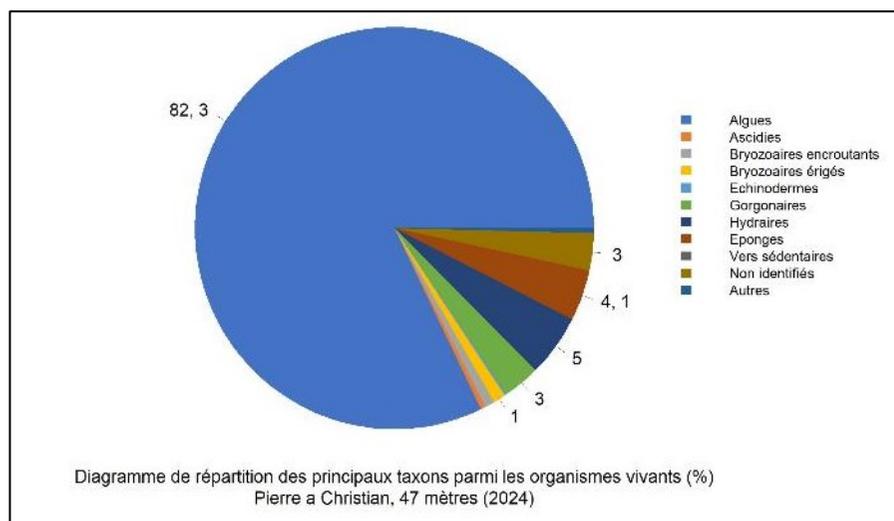
Description générale						
Type physiologique	<input type="checkbox"/> Paroi	<input checked="" type="checkbox"/> Massif	<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Structures particulières						
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : Pierre_a_Christian_47			Profondeur (m) : Pierre_a_Christian_43		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	70	20	10	70	20	10
Typologie / profondeur (m)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : Pierre_a_Christian_47			Profondeur (m) : Pierre_a_Christian_43		
	Nature :		Hauteur (cm) :		Hauteur (cm) :	
	<i>Axinella polypoides, Eunicella cavolinii</i>		30		<i>Eunicella cavolinii</i>	
	<i>Flabellia petiolata, Axinella damicornis</i>		5		<i>Flabellia petiolata</i>	
	<i>Mesophyllum sp., Peyssonnelia sp.</i>		3		<i>Mesophyllum sp., Peyssonnelia sp.</i>	
Strate moyenne						
Strate basse						
Orientation						
Géographique	Nord					
Par rapport au courant	Est					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	36	47 (bas du site)	<i>Halimeda tuna</i>	0	0	
<i>Paramuricea clavata</i>	36	45	<i>Flabellia petiolata</i>	47	40	
<i>Eunicella cavolinii</i>	37	45	Algues filamenteuses	0	0	
Autres gorgones : ...			Remarque	forte abondance de grande axinelle commune (<i>Axinella polypoides</i>) - Beaucoup d'hydrides (<i>Eudendrium</i> sp.) sur la partie supérieure du massif		
Impacts anthropiques	<input type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input type="checkbox"/> Structures artificielles	<input type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Autres: ...	
Remarques :						
Température de l'eau (°C)	16					
Inclinaison	0					
Visibilité (m)	15					
Profondeur thermocline	6					
Espèces particulières	Gorgonocéphales (<i>Astrospartus mediterraneus</i>), 2 mérous bruns (<i>Epinephelus marginatus</i>), 2 thazards non identifiés (<i>Acanthocybium</i> sp), 1 crabe à baret (<i>Dromia personata</i>), grandes axinelles (<i>Axinella polypoides</i>), coquette (<i>Labrus mixtus</i>), langouste (<i>Palinurus elephas</i>), étoile de mer glaciale (<i>Marthasterias glacialis</i>), anémone buissonnante (<i>Savalia savaglia</i>)					



VI.B.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.B.4.a. Pierre à Christian, -47 m (2024)

Sur la station à -47 m, les quadrats sont couverts à **60,2 % par des organismes vivants** et à **22,6 % par du sédiment**.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** qui dominent à -47 m (82,3 % des organismes vivants) avec des algues rouges (76,4 % - 1,5 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées), des algues vertes (5 % - *Palmophyllum crassum*, *Flabellia petiolata*), et des algues brunes (0,9 % - *Zanardinia typus*, *Spatoglossum solieri*, espèces non identifiées).

Les algues vertes *Flabellia petiolata* constituent la **strate moyenne du coralligène** (avec des petites axinelles). Les algues rouges encroûtantes forment la **strate basse** avec les corallinacées (*Mesophyllum sp.* (15,3 %) de type encroûtant (*M. alternans*) et quelques *Lithophyllum sp.* (0,9 %)), des Peyssonneliacées représentées par des espèces de type érigé (0,8 %) et encroûtant (29,8 %). Les algues rouges filamenteuses (a priori *Womersleyella setacea*), absentes lors des suivis antérieurs à 2021, dominaient le site en 2021 (53,5 % du vivant). En 2024, **les algues rouges filamenteuses ont diminué de moitié (27,7 % du vivant) mais leur abondance relative est largement supérieure à la moyenne régionale.**

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -47 m le groupe dominant est celui des **hydriaires** (5 %), espèces non observées aux suivis antérieurs, puis les **éponges** (4,1 %) encroûtantes et massives (1 %) : *Axinella polypoides* – **strate haute du coralligène**, *Axinella damicornis* – **strate moyenne du coralligène**, *Cliona sp.*, *Spirastrella cunctatrix*, espèces non identifiées. Les gorgones (3 %) sont constituées par des **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) qui forment la **strate haute**.

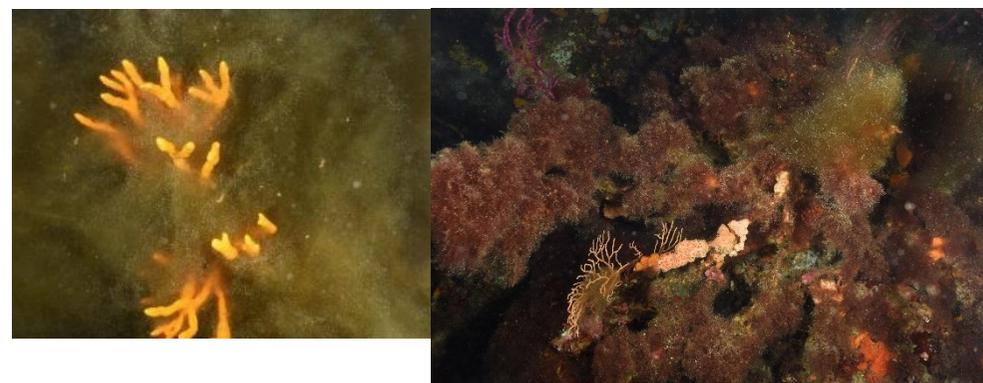


Figure 165 : Site Pierre à Christian (2021). [1] Une grande axinelle (*Axinella polypoides*) couverte d'algues filamenteuses ; [2] Les algues rouges filamenteuses, a priori *Womersleyella setacea*, couvrent plus de la moitié du vivant.

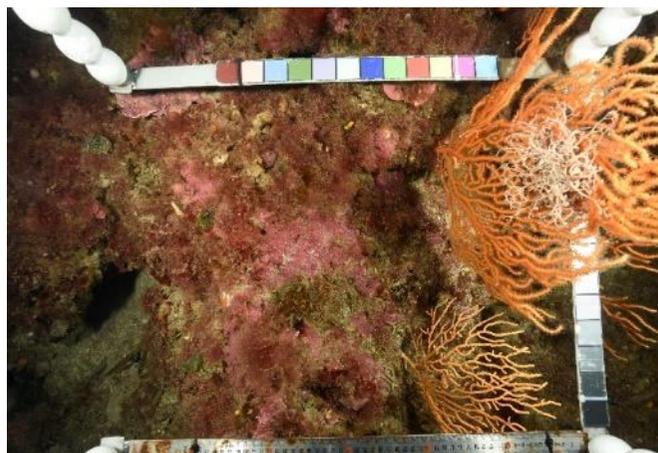
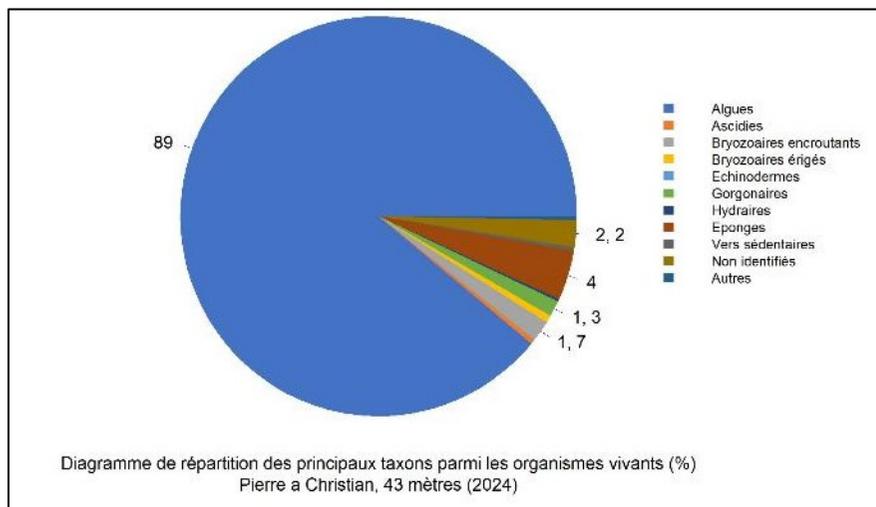


Figure 166 : Site Pierre à Christian (2024). Gorgones jaunes en strate haute, algues rouges encroûtantes en strate basse

VI.B.4.a. Pierre à Christian, -43 m (2024)

Sur la station à -43 m, les quadrats sont couverts à **82,2 %** par des **organismes vivants** et à **11,7 %** par du **sédiment**.



Sur les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont dans l'ordre : les **algues** (89 %, principalement des algues rouges encroûtantes *Mesophyllum alternans* (24,9 %), puis *Lithophyllum sp.* (2,9 %), et *Peyssonnelia sp.* de type encroûtant (*Peyssonnelia rosa-marina* et *P. polymorpha*). On trouve aussi des algues vertes (15,6 % - *Flabellia petiolata*) qui constituent la strate moyenne du coralligène. Les algues rouges filamenteuses (a priori *Womersleyella setacea*), absentes lors des suivis antérieurs à 2021, dominaient le site en 2021 (41,3 % du vivant). En 2024, **les algues rouges filamenteuses ont diminué de moitié (14,4 % du vivant) mais leur abondance relative est largement supérieure à la moyenne régionale.**

On trouve ensuite des **éponges** (4 %, principalement des formes encroûtantes non identifiées) et des **bryozoaires** encroûtants (1,7 %) et érigés (0,6 %, principalement *Crisia sp.* et *Myriapora truncata*).

Les **gorgones** (1,3 %) sont représentées par les **gorgones jaunes (*Eunicella cavolinii*)** qui forment la strate haute du coralligène.

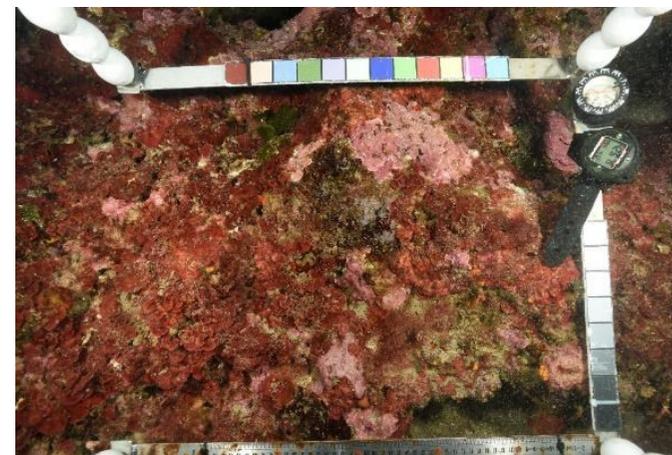


Figure 167 : Quadrats photographiques à -43 m sur le site Pierre à Christian.



VI.B.5. Photographies des quadrats



Figure 168 : Site Pierre à Christian – Quadrats photographiques à -47 m (2024).



Figure 169 : Site Pierre à Christian – Quadrats photographiques à -43 m (2024).



VI.B.6. Analyse comparative des quadrats à -47 m

Tableau 67: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	
Site	Pierre a Christian					
Profondeur	47	47	47	47	47	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	64.9	72.82	70.57	82.15	80.22	10.16 - 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	35.1	27.18	29.43	17.85	39.78	2.18 - 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	28.94	18.09	18.18	11.72	22.81	0.44 - 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	0.48	0.79	1.48	1.15	2.39	0 - 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	5.51	6.94	3.23	2.96	4.08	0 - 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	0	0	0	0 - 2.34 0.1
CAI	0.43	0.54	0.5	0.39	0.4	0.08 - 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	2.09	2.68	2.03	0.71	1.09	0 - 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	35.66	45.11	45.57	20.15	28.84	0.57 - 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.85	0.83	0.83	0.7	0.79	0.03 - 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.37	2.11	2.12	1.87	2.03	0.09 - 3.19 2.19
% Nécroses parmi le vivant	1.08	0.38	1.77	1.07	1.53	0 - 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	2.8	2.31	0.3	53.53	27.71	0 - 91.69 11.2
% Algues filamenteuses	2.8	2.31	0.3	53.53	27.82	0 - 91.45 10.19
% Algues total	83.01	90.32	93.38	98.27	82.31	0 - 99.39 71.9
% Algues brunes	0.54	1.88	0.85	6.87	0.9	0 - 89.74 11.02
% Algues vertes	28.24	23.75	23.99	11.87	4.98	0 - 91.78 5.16
% Algues rouges	56.24	64.91	68.71	77.93	76.44	0 - 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	23.76	20.14	19.11	11.4	15.25	0 - 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	0.85	2.87	4.58	1.53	0.9	0 - 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	4.84	24.62	20.37	6.2	0.81	0 - 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroutantes	22.15	14.98	18.45	3.93	29.78	0 - 88.1 17.25
% Eponges	3.98	2.31	2.44	1.53	4.08	0 - 91.08 12.38
% Eponges massives	1.18	0.22	0.74	1	1.9	0 - 32.68 3.13
% Eponges encroutantes	2.8	2.09	1.7	0.53	2.17	0 - 66.07 9.24
% Axinella sp.	1.18	0.14	0.52	0.87	1.62	0 - 9.81 0.73
% Cliona spp.	0.54	0.43	0.07	0	0.18	0 - 5.98 0.34
% Gorgones	4.62	2.89	0.22	0.27	2.98	0 - 37.82 4.57
% Gorgones rouges	0	0	0.18	0	0	0 - 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	4.62	2.89	0.07	0.27	2.98	0 - 21.09 1.63
% Corail rouge	0	0	0	0	0	0 - 31.5 0.37
% Bryozoaires encroutants	1.51	2.89	1.48	0.53	0.81	0 - 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	1.51	0.79	1.4	0.33	0.99	0 - 19.08 2.14

VI.B.1. Analyse comparative des quadrats à -43 m

Tableau 68: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	
Site	Pierre a Christian	Pierre a Christian	Pierre a Christian	Pierre a Christian	
Profondeur	43	43	43	43	
Année	2012	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	69.19	70.69	90.12	72.1	10.16 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	30.81	29.11	9.88	27.9	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	21.87	17.19	4.18	13.87	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	1.01	3.02	1.29	3.81	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	6.77	2.92	3.28	6.78	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	0	0.08	0 2.34 0.1
CAI	0.48	0.49	0.45	0.51	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	2.81	1.81	0.87	1.57	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	39.45	44.27	28.41	44.41	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.85	0.81	0.78	0.82	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.35	2.07	1.87	2.13	0.09 3.19 2.19
% Nécrosoles parmi le vivant	0.1	2.13	4.92	3.65	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	9.16	2.06	41.31	14.42	0 91.89 11.2
% Algues filamenteuses	9.05	2.06	41.31	14.34	0 91.45 10.19
% Algues total	80.85	93.88	98.32	88.97	0 99.39 71.9
% Algues brunes	0.21	2.08	0.81	0.08	0 89.74 11.02
% Algues vertes	27.05	27.33	24.88	15.57	0 91.76 5.16
% Algues rouges	53.38	64.29	70.65	73.32	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	24.45	24.03	15.14	24.98	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	4.99	5.86	2.37	2.93	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	1.25	7.84	1.25	2	0 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	20.29	23.14	7.85	26.76	0 88.1 17.25
% Eponges	6.24	2.35	1.81	4.01	0 91.08 12.38
% Eponges massives	1.25	0.51	0.89	1.39	0 32.88 3.13
% Eponges encroûtantes	4.99	1.84	1.12	2.62	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	0	0.37	0.31	0.54	0 9.61 0.73
% Cliona spp.	0.21	0	0	0	0 5.98 0.34
% Gorgones	2.29	0.88	0.89	1.31	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	0	0	0	0	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	2.29	0.88	0.89	1.31	0 21.09 1.83
% Corail rouge	0	0	0	0	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroûtants	3.12	1.54	0.19	1.7	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	0.94	0.73	0.55	0.82	0 19.08 2.14

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2012, 2015, 2018, 2021 et 2024 à -47 m et à -43 m montre un **pourcentage de couverture par les organismes vivants stable jusqu'en 2018 puis qui augmente en 2021** (valeur largement au-dessus de la moyenne régionale) **pour diminuer de nouveau en 2024**. Cette baisse du recouvrement par le vivant s'explique en partie par la diminution du recouvrement par les algues rouges filamenteuses (a priori *Womersleyella setacea*).

Le **pourcentage de sédimentation augmente en 2024** (+10 % sur les deux stations), il est faible en comparaison avec les autres stations de la région. Le **pourcentage de débris augmente** sur les deux stations aussi.

Les **pourcentages de nécroses sont assez stables** sur les deux stations tandis que celui des **débris animaux augmentent en 2024**. Alors que **l'indicateur de perturbation avait très fortement augmenté en 2021** (lié à la présence des algues rouges filamenteuses (a priori *Womersleyella setacea*) qui n'étaient pas observées lors des suivis antérieurs), **il diminue en 2024 sur les deux stations mais reste supérieure à la moyenne régionale**.

La **biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, augmente en 2024** et est proche de la moyenne régionale.

La **valeur du CAI augmente en 2024 sur les deux stations (surtout à -43 m)** et indique un **état écologique moyen**. Ceci s'explique par une forte augmentation du recouvrement par les bioconstructeurs principaux (+10 % à 15 % entre 2021 et 2024 selon les stations) et notamment des *Mesophyllum sp.* et *Peyssonnelia sp.* encroûtantes, grâce à une diminution des algues rouges filamenteuses.

La répartition des grands groupes du vivant a peu changé entre 2012 et 2024. Les différences majeures à -47 m concernent **l'augmentation (x7) de l'abondance relative des peyssonneliacées de type érigé**, un **développement des hydraires** (second groupe faunistique en 2024, absent lors des suivis antérieurs), une **diminution de moitié de l'abondance des algues rouges filamenteuses** (a priori *Womersleyella setacea*) mais qui reste largement supérieure à la moyenne régionale. **A -43 m, on observe une diminution de moitié de l'abondance des algues rouges filamenteuses** (a priori *Womersleyella setacea*) mais qui reste supérieure à la moyenne régionale. Les autres groupes du vivant sont stables.

Comme sur la plupart des sites, les gorgones jaunes (*Eunicella cavolinii*) et les grandes axinelles (*Axinella polypoides*) forment certes la strate haute (30-35 cm) mais il n'y a quasiment pas de strate moyenne puisque l'on trouve ensuite les algues vertes *Flabellia petiolata* et les petites axinelles *Axinella damicornis* (5 cm) puis les algues rouges encroûtantes (3 cm).

VI.B.2. Démographie des espèces érigées

Sur le site, les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) et les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) ont été échantillonnées à **-40 m** en 2012, 2015, 2018, 2021, 2022 et à **-42 m** en 2024.

VI.B.2.a. . Nécroses des peuplements

Les gorgones rouges étaient en **bon état entre 2012 et 2018 à -40 m**, avec 80-85 % des colonies présentant un taux de nécrose naturel (<10 %) et aucune colonie nécrosée totalement. Depuis 2021, l'état des populations se dégrade fortement : moins de 50 % d'individus sains en 2021, moins de 55 % en 2022, et 0 % en 2024 !

Ainsi, en 2024, l'état de la population de **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) à **-42 m** (n=10) est **mauvais puisqu'aucun individu indemne de toute nécrose n'est observé sur le site**. La majorité des gorgones (60 %) présentaient des nécroses entre 51 % et 99 % de leur surface. De plus, 10 % des gorgones étaient totalement nécrosées. Toutes les nécroses observées sont **anciennes et diffuses**.

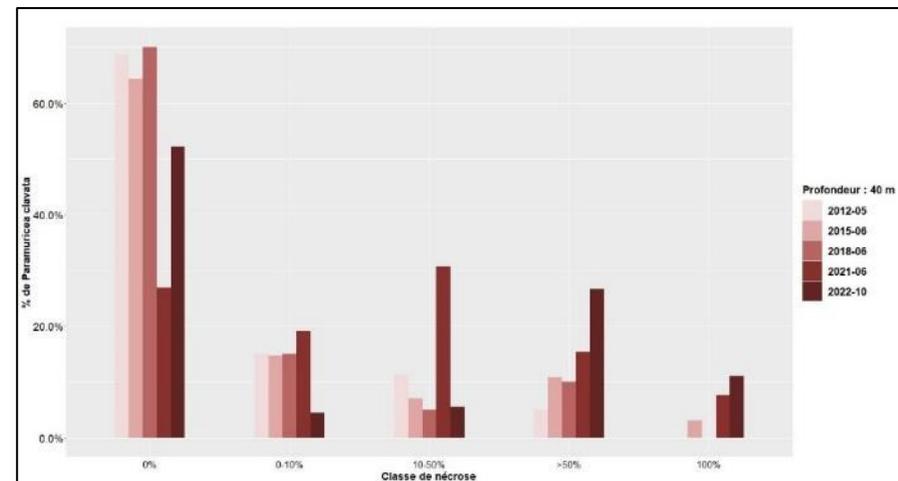


Figure 170 : Site Pierre à Christian. Nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à -40m entre 2012 et 2022.

Tableau 69 : Comparaison des données de nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	
Site	Pierre a Christian						
Profondeur	40	40	40	40	40	42	
Année	2012	2015	2018	2021	2022	2024	
Espèce	Paramuricea clavata						
% nécrose:0	68.75	64.34	70	26.92	52.22	NA	0 100 67.47
% nécrose:1-10	15	14.73	15	19.23	4.44	NA	0 100 11.97
% nécrose:11-50	11.25	6.98	5	30.77	5.56	30	0 100 10.45
% nécrose:51-99	5	10.85	10	15.38	26.67	60	0 100 6.64
% nécrose:100	NA	3.1	NA	7.69	11.11	10	0 100 3.47
% nécroses anciennes	44	65.22	100	100	90.7	100	0 100 69.92
% nécroses récentes	56	34.78	NA	NA	9.3	NA	0 100 16.09
% nécroses diffuses	71.43	67.44	50	61.11	NA	100	0 100 32.58
% nécroses localisées	28.57	32.56	50	38.89	100	NA	0 100 51.35
Nombre total	80	129	20	26	90	10	1 213 46.64

Entre 2018 et 2021, les gorgones jaunes *Eunicella cavolini* sont en **excellent état** à -40 m avec plus de 95 % des colonies présentant un taux de nécrose naturel. Les nécroses relevées étaient anciennes et localisées (figure et tableaux suivants).

En 2024, l'état de la population de **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) à -42 m se dégrade légèrement. Elles sont en **bon état** avec 78 % des colonies (n=64) ne présentant pas de nécroses. Néanmoins, comparé aux précédents suivis, cette observation indique une **détérioration de l'état des populations**. Les nécroses observées sont **anciennes, diffuses** (57 %) et localisées (42 %).

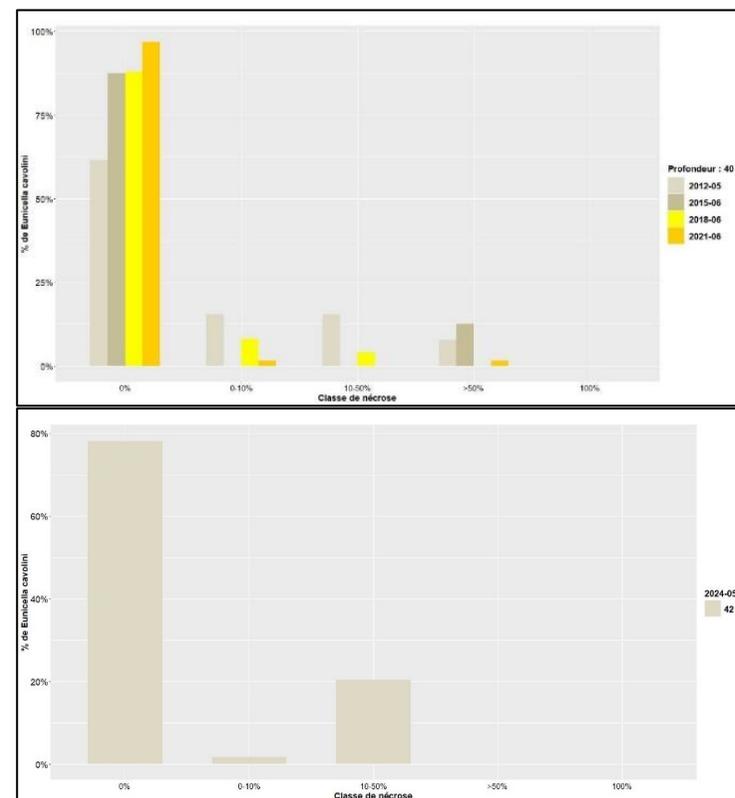


Figure 171 : Site Pierre à Christian. Structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).



Tableau 70 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	
Site	Pierre a Christian					
Profondeur	40	40	40	40	42	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>					
% nécrose:0	61.54	87.5	88	96.77	78.13	0 — 100 67.47
% nécrose:1-10	15.38	NA	8	1.61	1.56	0 — 100 11.97
% nécrose:11-50	15.38	NA	4	NA	20.31	0 — 100 10.45
% nécrose:51-99	7.69	12.5	NA	1.61	NA	0 — 100 82.35 6.64
% nécrose:100	NA	NA	NA	NA	NA	0 — 100 3.47
% nécroses anciennes	80	100	100	100	100	0 — 100 69.92
% nécroses récentes	20	NA	NA	NA	NA	0 — 100 16.09
% nécroses diffuses	50	100	33.33	NA	57.14	0 — 100 32.58
% nécroses localisées	50	NA	66.67	100	42.86	0 — 100 51.35
Nombre total	13	8	50	62	64	1 — 213 46.64

VI.B.2.b. Structure en taille

En 2024, les colonies (n=3) de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) ont majoritairement une **grande taille** (> 50 cm) puis une **moyenne taille** (comprise entre 10 et 50 cm). La taille maximale enregistrée est de 72 cm. Les observations faites en 2024 sont **stables** au regard des suivis précédents.

Tableau 71 : Comparaison des données de structure en taille de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	
Site	Pierre a Christian					
Profondeur	40	40	40	40	40	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Paramuricea clavata</i>					
nb petits	2	10	NA	NA	NA	0 — 30 2.39
% petits	7.14	16.39	NA	NA	NA	0 — 100 12.96
nb moyens	14	32	3	NA	1	0 — 49 10.9
% moyens	50	52.46	42.86	NA	33.33	0 — 100 69.4
nb grands	12	19	4	1	2	0 — 24 3.12
% grands	42.86	31.15	57.14	100	66.67	0 — 100 17.63
Nombre total	28	61	7	1	3	1 — 65 16.41
Taille max (cm)	90	95	95	75	72	5 — 200 59.76

Les colonies échantillonnées (n=9) de **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) sont majoritairement de **taille moyenne** (comprise entre 10 et 50 cm) puis de **grande taille** (> 50 cm). La taille maximale enregistrée est la plus grande au regard des années de suivis précédentes.

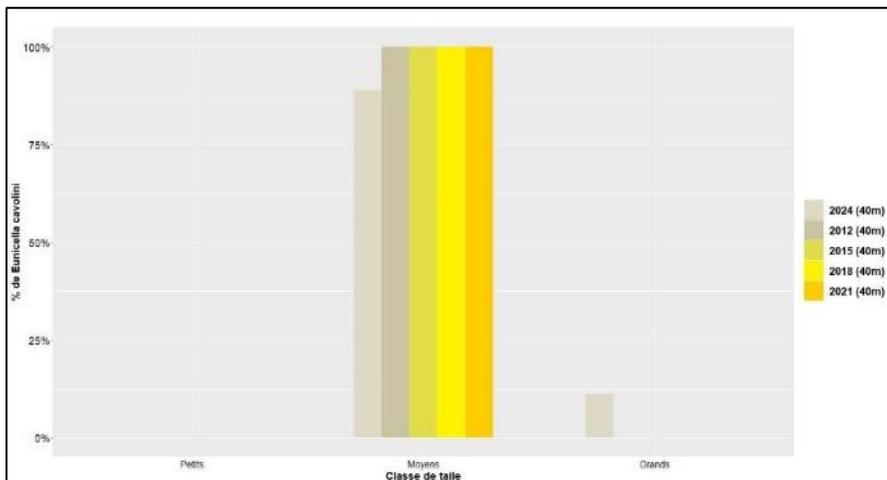


Figure 172 : Site Pierre à Christian. Structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

Chez aucune des deux espèces de gorgones échantillonnées à -40 m il ne semble y avoir du recrutement.

Tableau 72 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	FRDC07e	
Site	Pierre a Christian					
Profondeur	40	40	40	40	40	
Année	2012	2015	2018	2021	2024	
Espèce	Eunicella cavolini					
nb petits	NA	NA	NA	NA	NA	0 2.39 30
% petits	NA	NA	NA	NA	NA	0 12.96 100
nb moyens	9	5	4	7	8	0 10.9 49
% moyens	100	100	100	100	88.89	0 69.4 100
nb grands	NA	NA	NA	NA	1	0 3.12 24
% grands	NA	NA	NA	NA	11.11	0 17.63 100
Nombre total	9	5	4	7	9	1 16.41 65
Taille max (cm)	45	30	40	45	55	5 59.76 200

MASSE D'EAU FRDC07f :

POINTE DU GAOU – POINTE ESCAMPOBARIOU

La masse d'eau FRDC07f comprend quatre sites RECOR : **Sicié** (site prioritaire), **2frères** (site prioritaire), **Large Fourmigues** (site secondaire), **Giens** (site prioritaire suivi en 2025).



VI.C. Site « Sicié »

VI.C.1. Présentation du site

Le site **Sicié** se situe face à la station d'épuration et à l'est du rocher des Deux Frères. C'est un coralligène de paroi de **typologie 2**, échantillonné en 2013, 2015, 2017, 2018, 2021 et 2024 à **-42 m** en bas du tombant, et en 2017, 2018 et 2024 à **-40 m**. Le coralligène s'étend de -35 à -43 m. Un capteur de température a été récupéré et remplacé à -43,5 m.

Caractéristiques du site		
Nom du site	Sicié	
Coordonnées (L93)	Latitude :	Longitude :
Capteur(s) de température	43 02.539	05 51.691
Profondeur du piquet (m)	pas de piquet	
Date d'échantillonnage	13/05/2024	
Profondeur des stations (m)	Sicié_42	Sicié_40
Remarques sur les stations	Photoquadrats réalisés à -42m au pied de l'avancée Est, sur le bourrelet de coralligène. Photogrammétrie faite sur bourrelet coralligène entre -42 et -38m sur la face Est de l'avancée rocheuse.	Photoquadrats effectués à -38 m, au dessus de la station plus profonde, sur le sommet du coralligène.
Capteur(s) de température		
Date de pose	13/05/2024	
Heure de lancement	20h00	
N° capteur	21636674	
Profondeur du capteur (m)	43,5	
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes	
Description de la zone	Capteur -43,5 m sur un petit plot en béton de 20x20 cm cylindrique . Prévoir une vis à sable et un flotteur pour prochain suivi, difficile à retrouver.	

Les espèces remarquables observées sur le fond en 2024 sont : plusieurs **langoustes** (*Palinurus elephas*), nombreux **gorgonocéphales** (*Astrospartus mediterraneus*), une **murène** (*Muraena helena*), des **barbiers communs** (*Anthias anthias*), **sar commun** (*Diplodus sargus*), **sar à tête noire** (*Diplodus vulgaris*), **crénilabre tanche** (*Symphodus tinca*), **serran-chevette** (*Serranus cabrilla*), **corail rouge** (*Corallium rubrum*), **grande axinelle** (*Axinella polypoides*), **oursin diadème** (*Centrostephanus longispinus*)

Des **traces d'impacts anthropiques** sont observées en 2024 (engins de pêche, macrodéchet, bloc béton).

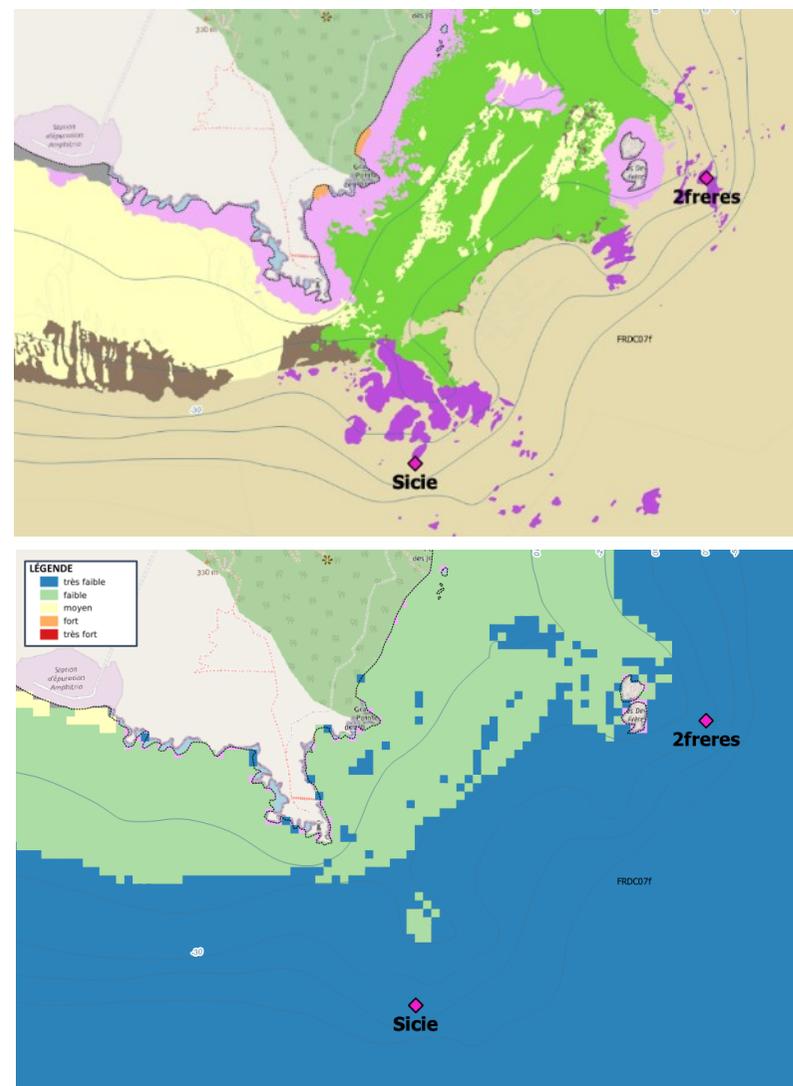


Figure 173 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.
Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).



VI.C.1. Photographies du site

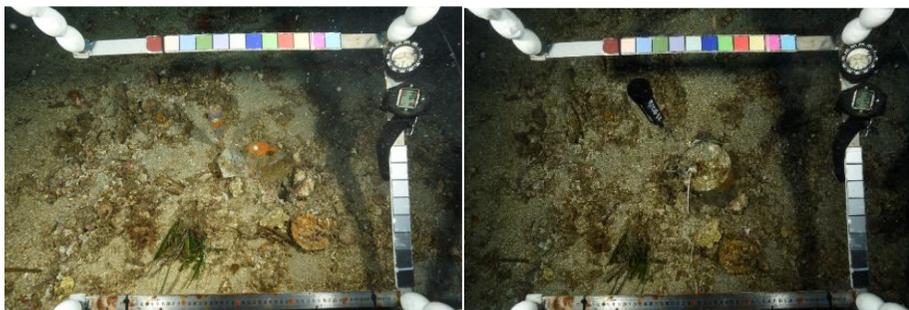


Figure 174 : Sicié, 2024, -43 m. Ancien capteur de température (à gauche) / pose du nouveau

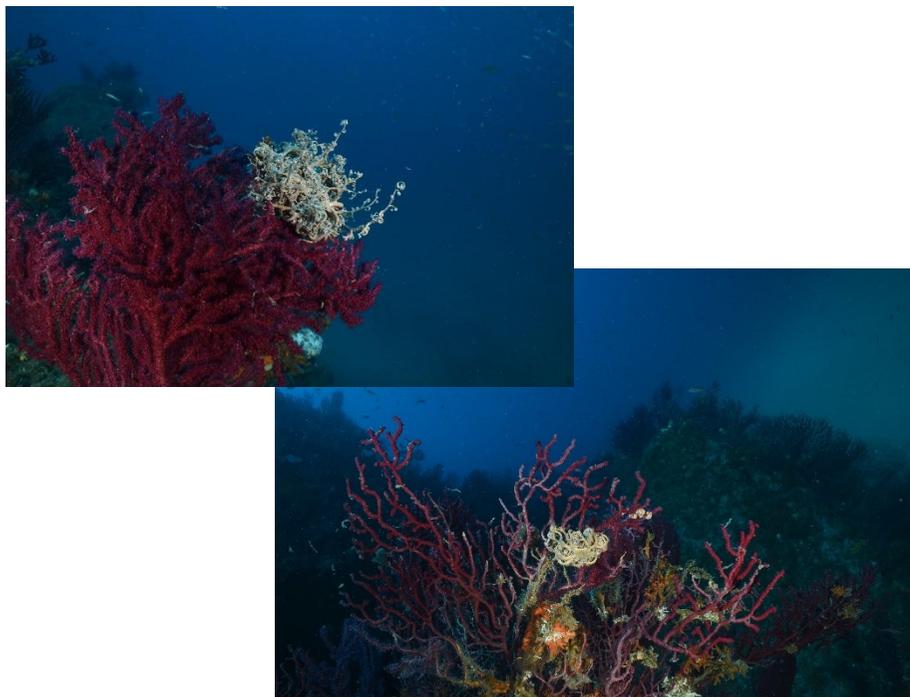


Figure 175 : Sicié, 2024. Gorgone rouge (*Paramuricea clavata*) et gorgonocéphale (*Astrospartus mediterraneus*).



Figure 176 : Sicié, 2024. [1] Vue d'ensemble du site ; [2] Corail rouge (*Corallium rubrum*), grande axinelle (*Axinella polypoides*), girelle gorgone rouge (*Paramuricea clavata*).



Oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*).



Macrodéchet observé sur le site.



Langouste commune (*Palinurus elephas*)

Figure 177 : Sicié, 2024. Gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) avec parties nécrosées / recouvertes d'algues filamenteuses parmi des colonies saines.



La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ». Les acquisitions photogrammétriques ont été faites pour la première fois sur ce site au niveau du bourrelet coralligène entre -42 et -38m sur la face Est de l'avancée rocheuse. Le site est modélisé en 2024 sur une surface de **94 m²**. Le site abrite une **forte biodiversité** : **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*), **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*), **grandes axinelles** (*Axinella polypoides*), **corail rouge** (*Corallium rubrum*) qui sont visibles sur les modèles 3D reconstitués à partir de la photogrammétrie. Un **macrodéchet** est également visible sur le modèle 3D du site, posé sur des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*). Par ailleurs, quelques **gorgones sont arrachées**.

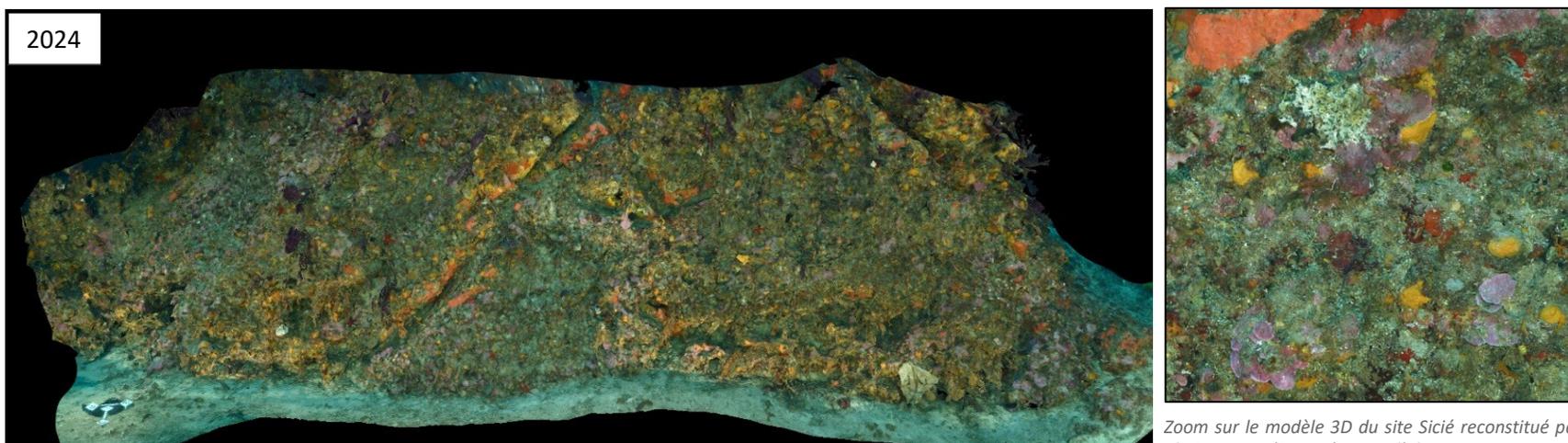


Figure 178 : Sicié, 2024. Modèle 3D du site reconstitué par photogrammétrie.

Zoom sur le modèle 3D du site Sicié reconstitué par photogrammétrie. Nécroses d'algues rouges.



Zoom sur le modèle 3D du site Sicié reconstitué par photogrammétrie. Gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*), gorgones rouges (*Paramuricea clavata*), grande axinelle (*Axinella polypoides*), corail rouge (*Corallium rubrum*).



Zoom sur le modèle 3D du site de Sicié reconstitué par photogrammétrie. Macrodéchet positionné sur des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).



Zoom sur le modèle 3D du site Sicié reconstitué par photogrammétrie. Gorgone arrachée.

VI.C.2. Description générale du site

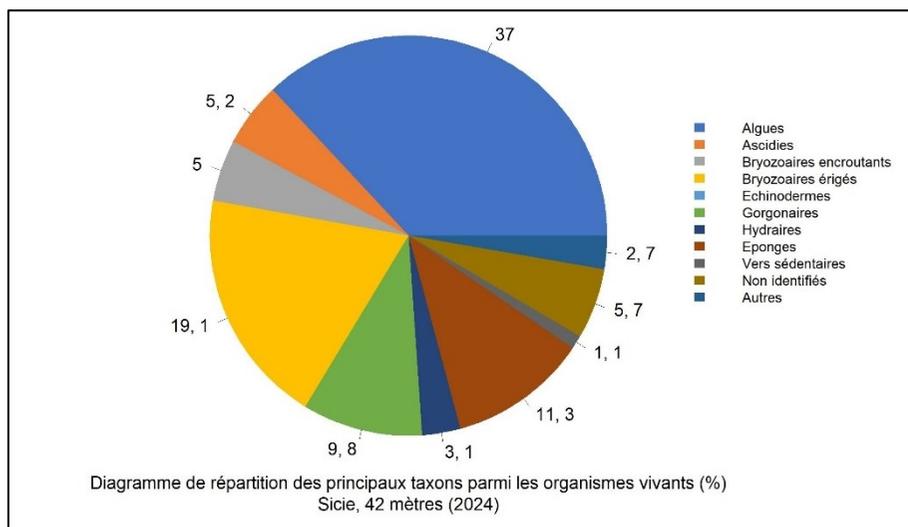
Description générale						
Type physiologique	<input checked="" type="checkbox"/> Paroi	<input type="checkbox"/> Massif	<input type="checkbox"/> Autres : ...			
Structures particulières	En forme de V avec du sable au milieu.					
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions						
Station(s)	Profondeur (m) : Sicié_42			Profondeur (m) : Sicié_40		
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...					
	cm	dm	m	cm	dm	m
	90	10	0	90	10	0
Typologie / profondeur (m)	Typologie 2					
Stratification						
Strate haute	Profondeur (m) : Sicié_42			Profondeur (m) : Sicié_40		
	Nature :			Nature :		
	<i>Eunicella cavolinii, Axinella polypoides</i>			<i>Eunicella cavolinii, Axinella polypoides</i>		
	Hauteur (cm) : 35			Hauteur (cm) : 35		
Strate moyenne	Bryozoaires érigés (<i>Crisia sp.</i>)			Bryozoaires érigés		
Strate basse	Algues rouges encroutantes			Algues rouges encroutantes		
	5			5		
Orientation						
Géographique	Nord					
Par rapport au courant	Est					
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum	
Coralligène	35	43	<i>Halimeda tuna</i>	35	43	
<i>Paramuricea clavata</i>	35	40	<i>Flabellia petiolata</i>	35	43	
<i>Eunicella cavolinii</i>	43	35	Algues filamenteuses	0	0	
Autres gorgones : ...			Autres : ...			
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche	<input type="checkbox"/> Traces de mouillage	<input checked="" type="checkbox"/> Structures artificielles	<input checked="" type="checkbox"/> Macrodéchets	<input type="checkbox"/> Autres : ...	
Remarques :	Ancre à l'Ouest, bloc béton.					
Température de l'eau (°C)	15					
Inclinaison	45					
Visibilité (m)	20					
Profondeur thermocline	20					
Espèces particulières	Plusieurs langoustes (<i>Palinurus elephas</i>), nombreux gorgonocéphales (<i>Astrospartus mediterraneus</i>), murène (<i>Muraena helena</i>), barbières communs (<i>Anthias anthias</i>), girelles commune (<i>Coris julis</i>), sars commun (<i>Diplodus sargus</i>), sars à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), crénilabres tanche (<i>Symphodus tinca</i>), serran-chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), corail rouge (<i>Corallium rubrum</i>), grande axinelle (<i>Axinella polypoides</i>), oursin diadème (<i>Centrostephanus longispinus</i>)					



VI.C.3. Analyse des quadrats photographiques

VI.C.3.a. Sicié, -42 m (2024)

Sur la station à -42 m, les quadrats sont couverts à **53,5 % par des organismes vivants** et à **18,8 % par du sédiment**.



Dans les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont les **algues** (37 % des organismes vivants) avec des algues rouges (36,1 % - 2,5 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées). Contrairement aux suivis antérieurs peu d'algues vertes (0,2 % - *Flabellia petiolata*) et d'algues brunes (0,7 % - *Spatoglossum solieri*) sont observées, alors que les algues vertes *Flabellia petiolata* constituaient la strate moyenne du coralligène aux suivis antérieurs (avec les bryozoaires érigés).

Les **algues rouges encroûtantes forment la strate basse** avec les **corallinacées** (*Mesophyllum sp.* (13,3 % de type encroûtant (*M. alternans*) et *Lithophyllum sp.* (2,1 %)), des **Peyssonneliacées** représentées par des espèces de type encroûtant (0,7 %).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -42 m le groupe dominant est celui des **bryozoaires érigés** (19,1 % - *Crisia sp.* (majoritaire), *Pentapora fascialis*, *Turbicellepora avicularis*, *Myriapora truncata*, *Cellaria sp.*, *Adeonella calveti*) puis

des **éponges** (11,3 %) surtout encroûtantes (7,4 %) et massives (3,9 %) : *Axinella polyoides* – strate haute du coralligène, *Axinella damicornis*, *Dictyonella sp.*, espèces non identifiées, *Myxilla incrustans*, *Spirastrella cunctatrix*.

Les **gorgones** (9,8 %) constituent la strate haute avec les gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* (5,7 %) mais aussi des gorgones rouges *Paramuricea clavata* (2,8 %) et du corail rouge *Corallium rubrum* (1,2 %). On trouve ensuite des **bryozoaires encroûtants** (5,2 %, *Schizomavella mamillata*), des **ascidies** (1,4 % - *Pycnoclavella sp.*), des **hydraires** (3,1 %), des **vers sédentaires** (1,1 %).



Figure 179 : Sicié, -42 m (2024). La strate basse est formée par des algues rouges encroûtantes et la strate moyenne par des bryozoaires érigés.

VI.C.3.a. Sicié, -40 m (2024)

Sur la station à -40 m, les quadrats sont couverts à 66,5 % par des organismes vivants et à 19,1 % par du sédiment.

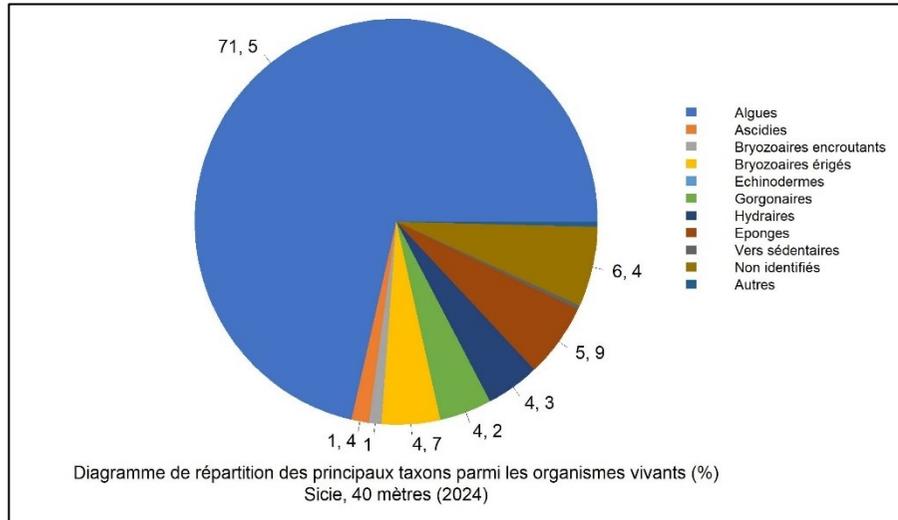


Figure 180 : Sicié, -40 m (2024).

Crisia sp. aussi se développe à -40 m en 2024.
Développement des hydriaires et des ascidies

Sur les quadrats, les groupes du vivant les plus représentés sont dans l'ordre : **les algues** (71,5 %), principalement des algues rouges encrustantes (66,4 % - 4,9 % d'algues rouges encrustantes nécrosées) avec *Mesophyllum alternans*, *Peyssonelia rosa-marina*, *P. polymorpha*, *Mesophyllum expansum*, *Lithophyllum sp.*, mais aussi des algues brunes (2,1 %) et des algues vertes (2,9 % - *Flabellia petiolata* (majoritaire)).

L'analyse de la répartition des grands groupes faunistiques montre qu'à -40 m le groupe dominant est celui des **éponges** (5,9 %, principalement des formes encrustantes non identifiées et *Dictyonella sp.*, *Crella pulvinar*, *Axinella polypoides*, *Axinella damicornis*, *Cliona sp.*, *Hexadella racovitzae*, *Spirastrella cunctatrix*), puis **des bryozoaires** (5,7 %, principalement des formes érigées comme *Crisia sp.*, *Pentapora fascialis*, *Hornera frondiculata*), des **hydriaires** (4,3 %), des **gorgonaires** (4,2 %, *Paramuricea clavata* et *Eunicella cavolinii*) et des **ascidies** (1,4 % - *Halocynthia papillosa*, *Pycnoclavella sp.*, *Rhopalaea neapolitana*).



VI.C.4. Photographies des quadrats

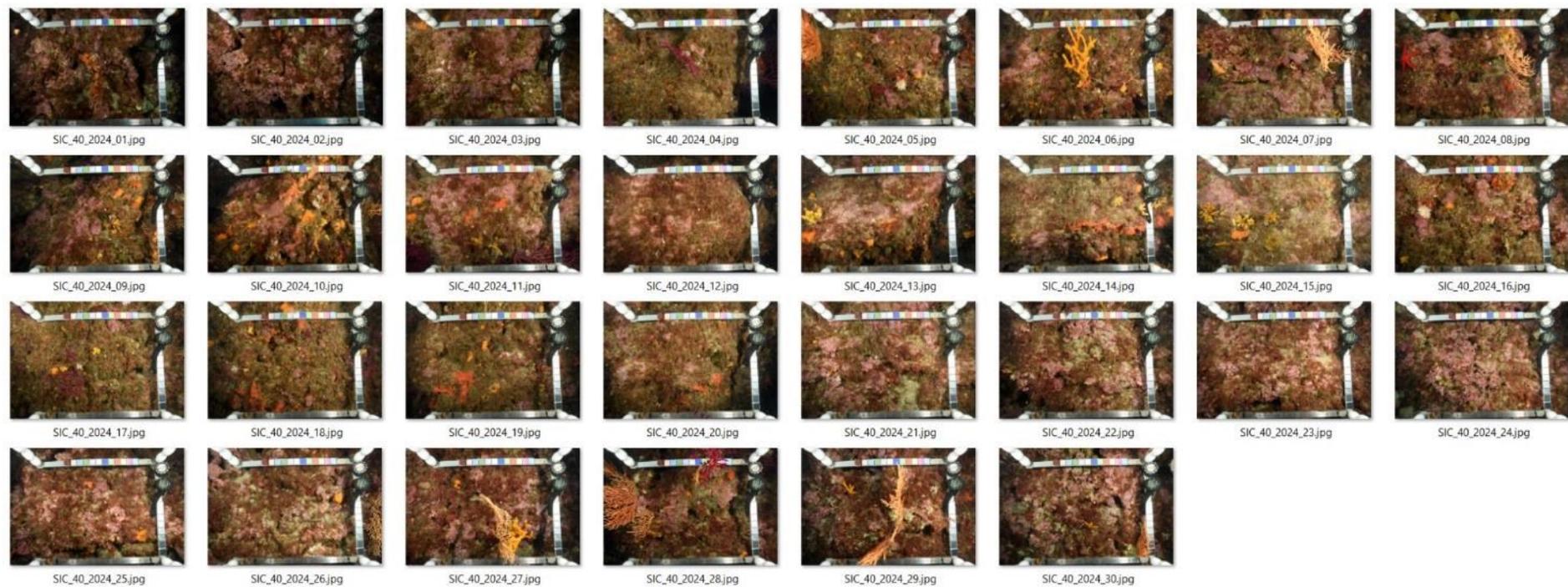


Figure 181 : Site Sicié – Quadrats photographiques à -42 m (2024).

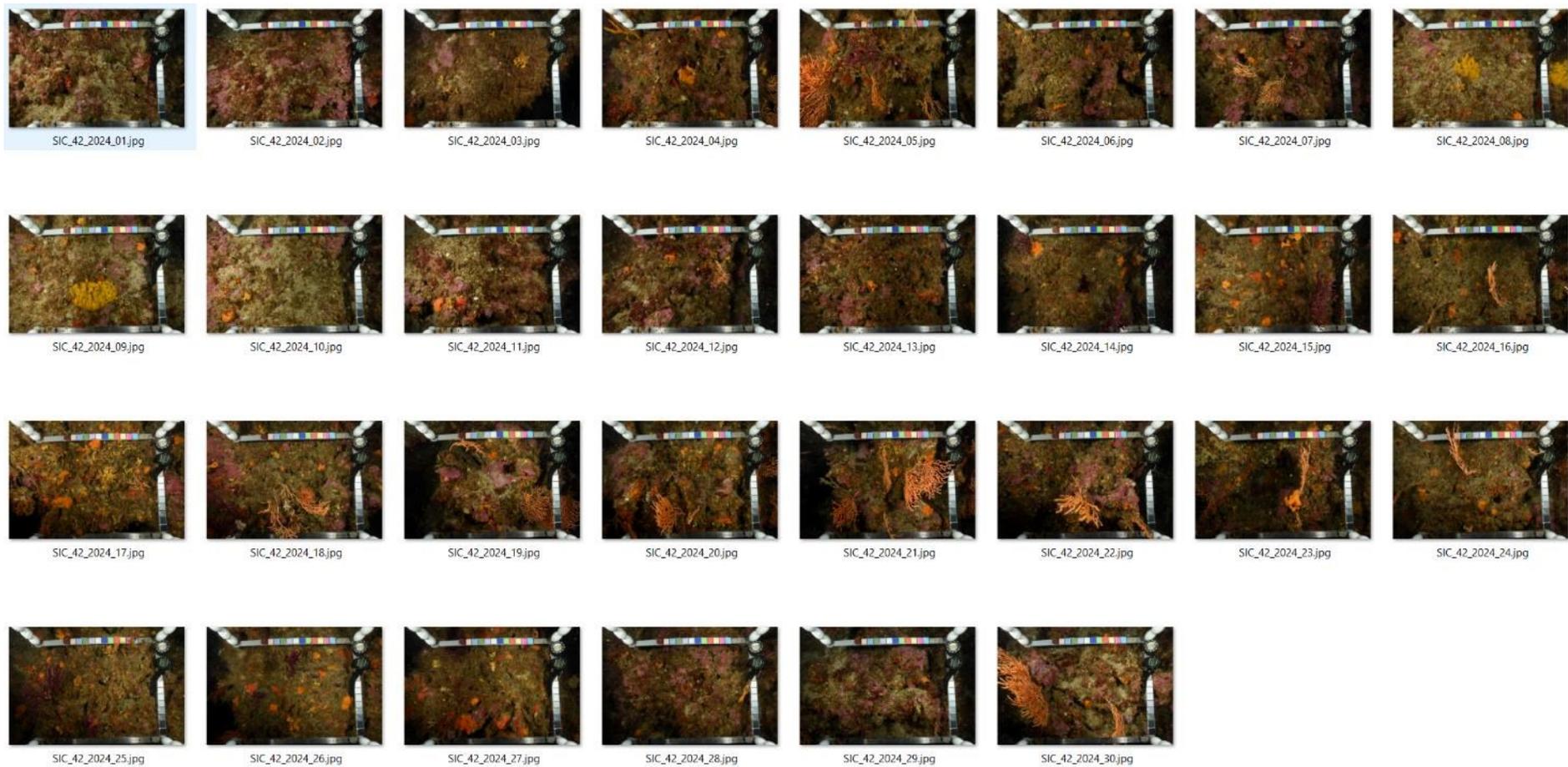


Figure 182 : Site Sicié – Quadrats photographiques à -42 m (2024).



VI.C.5. Analyse comparative des quadrats à -40 m

Tableau 73: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau oblière	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	Sicie	Sicie	Sicie	Sicie	Sicie	
Profondeur	40	40	40	40	40	
Année	2018	2021	2024	2017	2020	
% recouvrement par le vivant	61.77	72.57	66.5	56.36	52.46	
% recouvrement par le non vivant	38.23	27.43	33.5	44.64	47.54	
% recouvrement par le sédiment	12.4	12.79	19.15	17.6	15.14	
% recouvrement par les débris biologiques	4.63	3.41	4.92	2.66	2.73	
% recouvrement par les cavités	3.44	4.25	5.42	5.42	9.45	
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	0.06	0.1	0	
CAI	0.57	0.56	0.52	0.5	0.46	
% recouvrement par les bryozoaires totaux	3.85	1.94	3.79	4.38	3.99	
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	48.01	56.16	42.09	34.27	24.54	
Indice de Simpson	0.84	0.84	0.85	0.87	0.88	
Indice de Shannon	2.6	2.27	2.6	2.72	2.7	
% Nécroses parmi le vivant	2.02	6.47	5.01	0.38	5.83	
Indicateur de perturbation	2.02	11.62	6.54	1.6	26.16	
% Algues filamenteuses	1.94	11.62	8.37	1.6	26.16	
% Algues total	85.24	95.3	71.45	77.42	74.48	
% Algues brunes	2.19	12.24	2.12	9.03	4.9	
% Algues vertes	2.7	4	2.89	7.81	26.56	
% Algues rouges	80.35	79.06	66.44	60.53	43.02	
% Mesophyllum spp.	44.55	41.26	25.74	39.7	19.27	
% Lithophyllum spp.	4.89	1.85	1.95	2.63	3.02	
% Peyssonnelia sp. Érigées	15.08	8.01	0.76	8.18	3.96	
% Peyssonnelia sp. Encroûtantes	9.11	18.55	28.17	6.64	10.63	
% Eponges	2.53	0.23	5.88	4.06	5.64	
% Eponges massives	0.51	0	1.44	0.94	2.8	
% Eponges encroûtantes	2.02	0.23	4.42	3.1	3.33	
% Axinella sp.	0.34	0	1.19	0.47	2.19	
% Cliona spp.	0.08	0	0.17	0.47	0.1	
% Gorgones	4.89	1.77	4.16	3.88	9.69	
% Gorgones rouges	3.2	0.46	1.7	2.35	3.99	
% Gorgones jaunes	1.69	1.31	2.29	1.03	5.63	
% Corail rouge	0	0	0.08	0.38	0	
% Bryozoaires encroûtants	2.28	1	1.02	1.6	2.71	
% Bryozoaires érigés	3.63	1.54	4.67	6.3	4.9	

VI.C.1. Analyse comparative des quadrats à -42 m

Tableau 74: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	Sicie	Sicie	Sicie	Sicie	Sicie	
Profondeur	42	42	42	42	42	
Année	2013	2015	2018	2021	2024	
% recouvrement par le vivant	71.12	56.26	49.48	63.37	53.54	10.16 97.82 60.7
% recouvrement par le non vivant	28.88	43.74	50.52	36.63	46.46	2.18 89.84 39.3
% recouvrement par le sédiment	16.42	15.48	11.09	15.87	18.85	0.44 79.54 26.88
% recouvrement par les débris biologiques	2.76	2.01	10.1	7.91	13.27	0 14.77 1.99
% recouvrement par les cavités	4.43	15.06	5.57	5.11	7.8	0 22.21 5.44
% recouvrement par les macrodéchets	0	0.05	0	0	0	0 2.34 0.1
CAI	0.78	0.58	0.55	0.51	0.61	0.08 0.78 0.43
% recouvrement par les bryozoaires totaux	18.15	7.95	4.38	5.16	12.91	0 18.15 2.53
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	40.86	35.79	40.31	31.47	23.53	0.57 79.58 33.52
Indice de Simpson	0.88	0.83	0.81	0.85	0.92	0.03 0.95 0.79
Indice de Shannon	2.88	2.6	2.32	2.52	2.98	0.09 3.19 2.19
% Nécroses parmi le vivant	1.43	0.19	1.16	2.17	2.8	0 97.91 2.83
Indicateur de perturbation	0.51	3.2	0.32	32.58	1.57	0 91.69 11.2
% Algues filamenteuses	0.34	3.2	0.21	32.58	0.67	0 91.45 10.19
% Algues total	47.6	62.49	84.21	79.81	37	0 99.39 71.9
% Algues brunes	5.31	6.03	3.68	3.81	0.67	0 89.74 11.02
% Algues vertes	3.96	3.86	4	1.47	0.22	0 91.76 5.16
% Algues rouges	38.33	52.59	76.53	74.52	36.1	0 99.25 55.72
% Mesophyllum spp.	29.06	38.27	46.63	19.41	13.34	0 70.87 22.73
% Lithophyllum spp.	2.36	5.94	4.74	3.81	2.13	0 24.22 2.57
% Peyssonnelia sp. Érigées	2.86	1.32	12.74	4.16	0.67	0 55.99 5.71
% Peyssonnelia sp. Encroutantes	2.7	4.71	11.05	14.3	15.81	0 88.1 17.25
% Eponges	7.92	11.12	3.47	4.77	11.32	0 91.06 12.38
% Eponges massives	1.26	1.41	0.63	1.04	3.92	0 32.68 3.13
% Eponges encroutantes	6.66	9.71	2.84	3.73	7.4	0 66.07 9.24
% Axinella sp.	0.76	0.28	0.42	0.61	1.57	0 9.61 0.73
% Cliona spp.	0.17	0	0	0	0.11	0 5.96 0.34
% Gorgones	5.56	5.18	0.63	3.38	9.75	0 37.82 4.57
% Gorgones rouges	0.93	0.66	0.21	0.69	2.8	0 33.68 2.5
% Gorgones jaunes	4.3	3.58	0.42	2.51	5.72	0 21.09 1.63
% Corail rouge	0.34	0.85	0	0.17	1.23	0 31.5 0.37
% Bryozoaires encroutants	7.25	10.93	2.11	2.08	5.04	0 17.98 2.39
% Bryozoaires érigés	18.28	3.2	6.74	6.07	19.06	0 19.06 2.14



L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) à **-42 m** montre un **pourcentage de couverture par les organismes vivants globalement toujours inférieur à la moyenne régionale** sauf en 2013 et 2021. En revanche, sur la station à **-40 m**, **le pourcentage est supérieur à la moyenne régionale à tous les suivis** et la valeur la plus élevée est observée en 2021.

Le **pourcentage de sédimentation est assez stable** au cours du temps (entre 11 et 20 % sur les deux stations), il est **faible** en comparaison avec les autres stations de la région.

Depuis 2018, le pourcentage de **débris animaux et de cavités augmente** à -40 m mais surtout à -42m où, **en 2024, il est proche de la valeur maximale régionale.**

Le **pourcentage de nécroses parmi le vivant augmente jusqu'en 2021 puis se stabilise entre 2021 et 2024**, sur les deux stations.

Après le pic en 2021 de l'indicateur de perturbation sur les deux stations (lié à la présence des algues filamenteuses qui n'étaient pas observées lors des suivis antérieurs), il retrouve **en 2024 une valeur faible.**

La **biodiversité, évaluée grâce aux indices de Simpson et de Shannon, continue d'augmenter en 2024 sur les deux stations.** Elle est supérieure à la moyenne régionale.

La **valeur du CAI diminue en 2024**, et indique **un état écologique moyen à -40 m.** Cette baisse depuis 2018 s'explique par une diminution du recouvrement par les bioconstructeurs principaux et une augmentation de la sédimentation.

En revanche à -42 m la valeur du CAI augmente en 2024, et indique **un état écologique bon.** Cette amélioration s'explique par un **fort développement par les bryozoaires totaux.**

Comme sur la plupart des sites, les **gorgones** (avec de **grandes axinelles**) forment la strate haute (35 cm), les **bryozoaires érigés** la strate moyenne (10 cm) puis les **algues rouges encroûtantes** (5 cm) dans la strate basse.

La répartition des grands groupes du vivant a été peu modifiée entre 2015 et 2021 à **-42 m.** En 2024 par contre on relève plusieurs changements. Contrairement aux suivis antérieurs on observe à -42 m **peu d'algues vertes** alors que l'espèce *Flabellia petiolata* constituait la strate moyenne du coralligène aux suivis antérieurs (avec les bryozoaires érigés). De même on note une **forte diminution de l'abondance relative des *Peyssonnelia sp. érigées* et des *Mesophyllum sp.*** Les algues rouges filamenteuses observées au suivi de 2021 ne sont plus

présentes. On note aussi une **abondance relative plus élevée des gorgones.** Ainsi, la **biodiversité est plus forte** grâce à l'observation de nombreux groupes du vivant.

La répartition des grands groupes du vivant est stable entre 2018 et 2024 à **-40 m.** Cependant on relève comme à -42 m une **forte diminution de l'abondance relative des *Peyssonnelia sp. érigées* et des *Mesophyllum sp.*** Alors que l'espèce majoritaire parmi les bryozoaires érigés était *Pentapora fascialis*, le suivi 2024 met en évidence une dominance de la strate moyenne du coralligène par l'espèce *Crisia sp.*

VI.C.2. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

En 2024, ce site coralligène 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 75 : Caractéristiques du site, des prélèvements et des filtres

FICHE TERRAIN PISCIS : SUIVI DES PEUPELEMENTS DE POISSONS PAR ADNe	
Caractéristiques du site	
Nom du site / station	Sicie
Date	13/05/2024
Heure	13H42
Latitude :	43 02.539
Longitude :	05 51.691
Habitat	<input checked="" type="checkbox"/> Coralligène <input type="checkbox"/> Herbier
Profondeur du site (m)	42
Espèces remarquables	langouste (<i>Palinurus elephas</i>), nombreux gorgonocephales (<i>Astrospartus mediterraneus</i>), murène (<i>Muraena helena</i>), barbier commun (<i>Anthias anthias</i>), girelle commune (<i>Coris julis</i>), sar commun (<i>Diplodus sargus</i>), sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), crénilabre tanche (<i>Symphodus tinca</i>), serran-chevette (<i>Serranus cabrilla</i>)
Perturbations observées	engins de pêche
Température de l'eau (°C)	15
Nom des plongeurs	Thomas Pavy /Sebastien Personnic / Michèle Leduc
Caractéristiques prélèvements ADNe	
Profondeur ADN (m)	42
Durée filtration	30 min
Type filtre ADN	0.2 µm
Kit	Tuyau DeepWater1
Caractéristiques filtres ADNe	
Nom pompe	
Pompe 2	Pompe 3
N° filtre ADN - 1	N° filtre ADN - 2
SPY2401963	SPY2401962
Méthode filtration ADN - 1	Méthode filtration ADN - 2
<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile	<input type="checkbox"/> descente avec plongeur et immobile
<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée	<input type="checkbox"/> avec plongeur et baladée
<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface	<input checked="" type="checkbox"/> descendue depuis la surface

Liste des espèces recensées par ADNe

Sur le site Sicié, 45 espèces ont été recensées par ADNe en 2024, qui sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 76 Liste d'espèces

Famille	Genre	Espec
Blenniidae	<i>Parablennius</i>	<i>rouxi</i>
Carangidae	<i>Seriola</i>	<i>dumerili</i>
Centracanthidae	<i>Spicara</i>	<i>maena</i>
Clupeidae	<i>Sardina</i>	<i>pilchardus</i>
Clupeidae	<i>Sardinella</i>	<i>aurita</i>
Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>encrasicolus</i>
Gobiidae	<i>Buenia</i>	<i>affinis</i>
Gobiidae	<i>Crystallogobius</i>	<i>linearis</i>
Gobiidae	<i>Lebetus</i>	<i>guilleti</i>
Gobiidae	<i>Odondebuenia</i>	<i>balearica</i>
Labridae	<i>Coris</i>	<i>julis</i>
Labridae	<i>Symphodus</i>	<i>tinca</i>
Molidae	<i>Mola</i>	<i>mola</i>
Mugilidae	<i>Chelon</i>	<i>auratus</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>
Mullidae	<i>Mullus</i>	<i>surmuletus</i>
Muraenidae	<i>Muraena</i>	<i>helena</i>
Myctophidae	<i>Ceratoscopelus</i>	<i>maderensis</i>
Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>chromis</i>
Scombridae	<i>Thunnus</i>	<i>thynnus</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>scrofa</i>
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>notata</i>
Serranidae	<i>Anthias</i>	<i>anthias</i>
Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>marginatus</i>
Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>cabrilla</i>
Sparidae	<i>Boops</i>	<i>boops</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>sargus</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>annularis</i>
Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>vulgaris</i>



Sparidae	<i>Diplodus</i>	<i>puntazzo</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>erythrinus</i>
Sparidae	<i>Pagellus</i>	<i>acarne</i>
Sparidae	<i>Sarpa</i>	<i>salpa</i>
Sparidae	<i>Spondyllosoma</i>	<i>cantharus</i>
Trachinidae	<i>Trachinus</i>	<i>draco</i>

Valeurs des indicateurs

L'ensemble des indicateurs calculés en 2024 ont des valeurs supérieures ou égales aux valeurs de 2021. L'espèce *E. marginatus* (Mérrou brun) a été observée en 2024.

Tableau 77 Comparaison régionale des indicateurs

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Code masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	
Site	Sicié	Sicie	
Année	2021	2024	
Habitat	Coralligène	Coralligène	
Richesse spécifique	33	45	8 — 75 43.49
Diversité fonctionnelle	9	11	2 — 16 11.77
Indicateur LRFI	21	31	7 — 50 31.16
Indicateur Cryptobenthique	9	9	0 — 23 9.28
Indicateur thermique	18.36	19.11	18.11 — 19.69 19
Indicateur non indigène	0	0	0 — 0 0
Indicateur UICN	0	1	0 — 7 1.56
Ratio démerso-pélagique/benthique	0.55	0.61	0.29 — 1.2 0.68

VI.C.3. Démographie des espèces érigées

Sur le site, les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) et les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) ont été échantillonnées à **-37 m** en 2013, 2018, 2021 et 2024.

VI.C.3.a. . Nécroses des peuplements

Les colonies de **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) sont en **état moyen** car seuls 66 % des individus échantillonnés (n=83) sont indemnes de toute nécrose. Même si aucun individu n'a été observé 100 % nécrosé, on relève une **détérioration des colonies** en 2024 avec 28 % d'individus présentant des taux de nécrose supérieurs à la normale (>10%), trois fois plus qu'en 2021.

Les nécroses observées sont **anciennes** (78 %) puis récentes (21 %) et majoritairement **diffuses** (53 %) puis **localisées** (46 %).

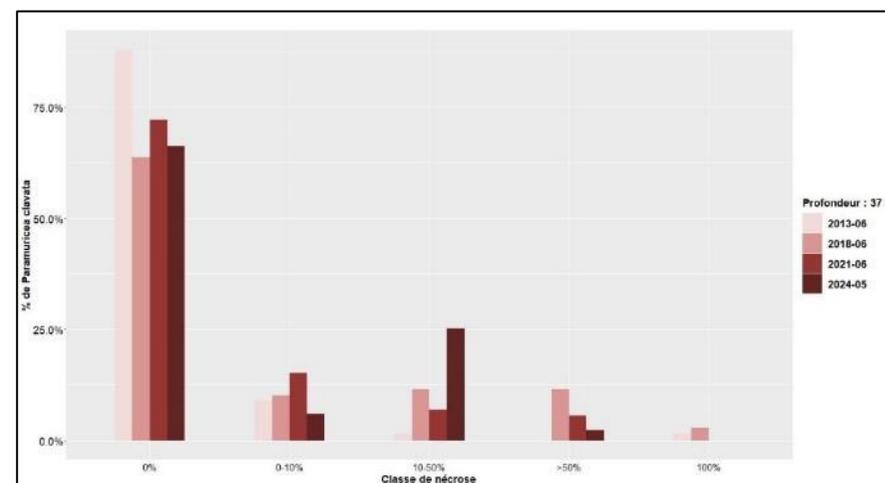


Figure 183 : Site Sicié. Nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).

Tableau 78 : Comparaison des données de nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	Sicié	Sicié	Sicié	Sicié	
Profondeur	37	37	37	37	
Année	2013	2018	2021	2024	
Espèce	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	
% nécrose:0	87.88	63.77	72.22	66.27	0 100 67.47
% nécrose:1-10	9.09	10.14	15.28	6.02	0 100 11.97
% nécrose:11-50	1.52	11.59	6.94	25.3	0 100 10.45
% nécrose:51-99	NA	11.59	5.56	2.41	0 82.35 6.64
% nécrose:100	1.52	2.9	NA	NA	0 100 3.47
% nécroses anciennes	37.5	100	85	78.57	0 100 69.92
% nécroses récentes	62.5	NA	15	21.43	0 100 16.09
% nécroses diffuses	64.29	52.17	26.32	53.57	0 100 32.58
% nécroses localisées	35.71	47.83	73.68	46.43	0 100 51.35
Nombre total	132	69	72	83	1 213 46.64

Alors que des **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) était excellent jusqu'en 2021 avec plus de 90 % des colonies présentant moins de 10 % de nécroses, les colonies échantillonnées (n=33) en 2024 sont en **état médiocre**. En effet, environ 70 % des individus présentent des taux de nécrose inférieurs à la normale (<10 %). Les nécroses couvrent entre 11 et 50 % de la surface d'un individu. Les nécroses sont toutes **anciennes** et très **localisées** (92 %).

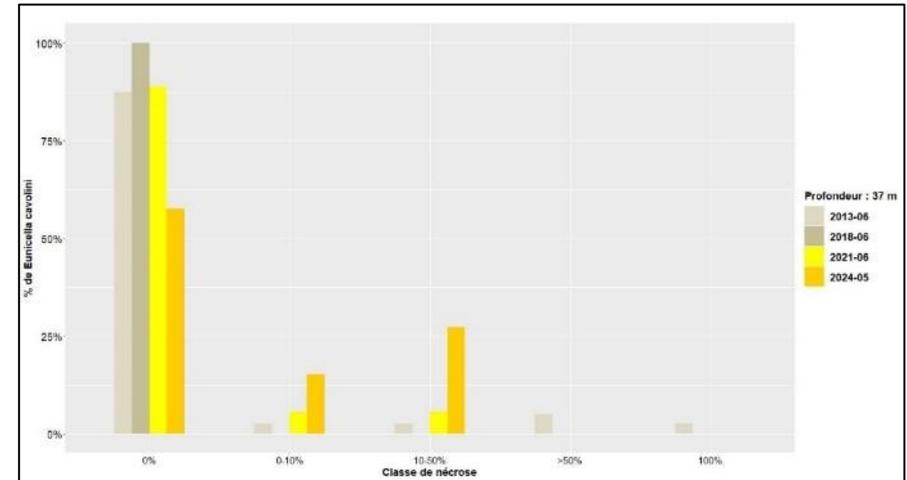


Figure 184 : Site Sicié. Nécroses des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*). **Les gorgones rouges comme les gorgones jaunes sont en état moyen/médiocre à -37 m. Leur état s'est détérioré entre 2021 et 2024, puisqu'on relève une forte augmentation des colonies présentant plus de 10 % de nécroses.**



Figure 185 : Sicié (2024). Gorgones rouges nécrosées.

Tableau 79 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	Sicie	Sicie	Sicie	Sicie	
Profondeur	37	37	37	37	
Année	2013	2018	2021	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	
% nécrose:0	87.5	100	88.89	57.58	0 — 67.47 — 100
% nécrose:1-10	2.5	NA	5.56	15.15	0 — 11.97 — 100
% nécrose:11-50	2.5	NA	5.56	27.27	0 — 10.45 — 100
% nécrose:51-99	5	NA	NA	NA	0 — 6.64 — 82.35
% nécrose:100	2.5	NA	NA	NA	0 — 3.47 — 100
% nécroses anciennes	100	NA	100	100	0 — 69.92 — 100
% nécroses récentes	NA	NA	NA	NA	0 — 16.09 — 100
% nécroses diffuses	NA	NA	100	7.14	0 — 32.58 — 100
% nécroses localisées	100	NA	NA	92.86	0 — 51.35 — 100
Nombre total	40	21	18	33	1 — 46.64 — 213

VI.C.3.a. Structure en taille

Les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) échantillonnées (n=18) à -37 m présentent une structure en taille composée majoritairement par des individus de **moyenne taille** à 55 %, autrement dit des individus qui ont une taille comprise entre 10 et 50 cm. Mais aussi, des **individus de petite taille (< 10 cm) indiquant un bon recrutement sur le site en 2024**. Aucun individu de grande taille n'a été recensé. La taille maximale enregistrée est de 30 cm.

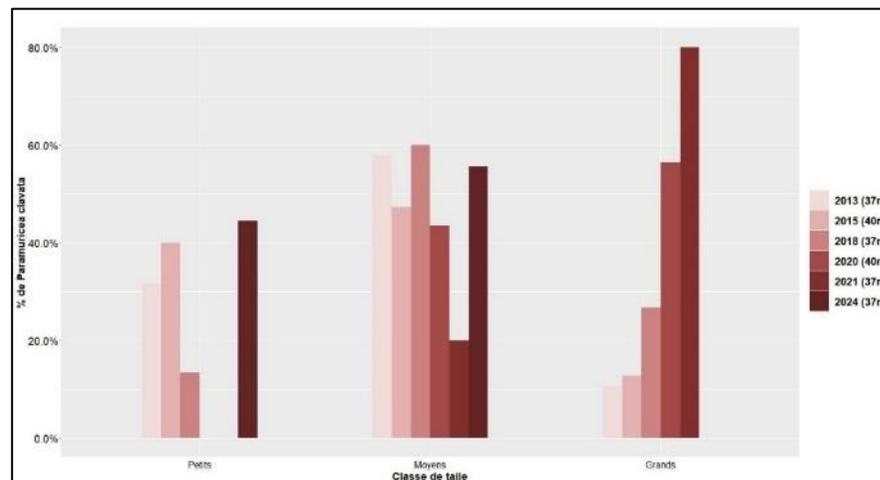


Figure 186 : Site Sicié. Structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).



Figure 187 : Sicié (2024). Juvéniles de gorgones rouges.

Tableau 80 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones rouges (Paramuricea clavata).

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	Sicie	Sicie	Sicie	Sicie	
Profondeur	37	37	37	37	
Année	2013	2018	2021	2024	
Espèce	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	
nb petits	6	2	NA	8	0 — 30 2.39
% petits	31.58	13.33	NA	44.44	0 — 100 12.96
nb moyens	11	9	1	10	0 — 49 10.9
% moyens	57.89	60	20	55.56	0 — 100 69.4
nb grands	2	4	4	NA	0 — 24 3.12
% grands	10.53	26.67	80	NA	0 — 100 17.63
Nombre total	19	15	5	18	1 — 65 16.41
Taille max (cm)	60	65	200	30	5 — 200 59.76

Les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) échantillonnées (n=7) à -37 m sont essentiellement des individus de **taille moyenne** (71 %), c'est-à-dire qu'ils possèdent une taille entre 10 et 50 cm. La taille maximale enregistrée est de 23 cm. On note aussi la présence de deux individus de petite taille (< 10 cm) indiquant du **recrutement sur le site**.

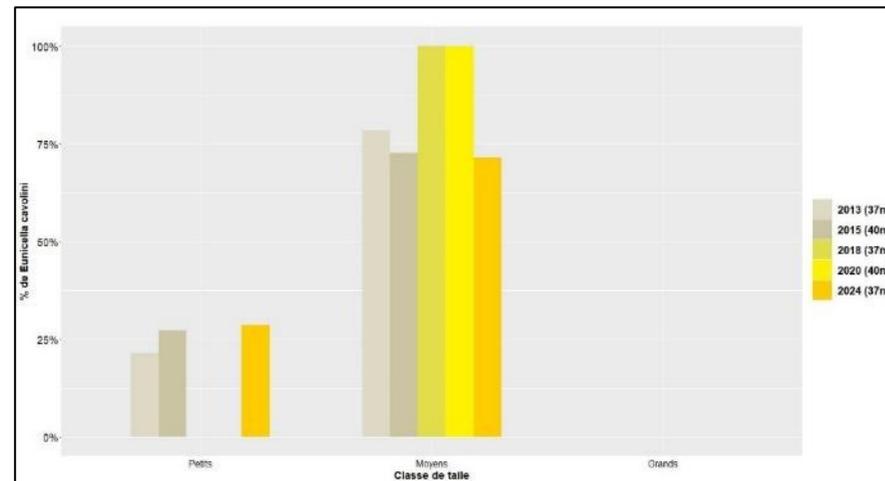


Figure 188 : Site Sicié. Structure en taille des gorgones jaunes (Eunicella cavolini).



Tableau 81 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	Sicie	Sicie	Sicie	
Profondeur	37	37	37	
Année	2013	2018	2024	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	
nb petits	3	NA	2	
% petits	21.43	NA	28.57	0 100 12.96
nb moyens	11	5	5	0 49 10.9
% moyens	78.57	100	71.43	0 100 69.4
nb grands	NA	NA	NA	0 24 3.12
% grands	NA	NA	NA	0 100 17.63
Nombre total	14	5	7	1 65 16.41
Taille max (cm)	30	40	23	5 200 59.76

VI.D. Site « 2frères »

VI.D.1.Présentation du site

Le site **2frères** se trouve à l'Est des deux îlots appelés les Deux frères situés au nord-est du Cap Sicié. Le site se présente comme un couloir de sable entre deux barres rocheuses. Les quadrats photographiques sont réalisés sur un **bourrelet de coralligène** majoritairement constitué de cavités centimétriques, sur la droite du couloir à une dizaine de mètres avant les gorgones. La paroi s'étend sur 4 m de hauteur entre -35 et -39 m.

Caractéristiques du site	
Nom du site	2freres
Coordonnées (L93)	Latitude : Longitude :
Piquet:	43 02,920 05 52,243
Profondeur du piquet (m)	Pas de piquet
Date d'échantillonnage	13/05/2024
Stations	2freres 35
Profondeur des stations (m)	38m
Remarques sur les stations	Couloir de sable entre deux barres rocheuses. Au nord du couloir à gauche, quadrat permanent gorgones. Tout au bout ancien corps mort en béton. Photogrammétrie et quadrats photographiques sur le bourrelet de coralligène au pied de la paroi coté sud de la barre rocheuse avec gorgones jaunes. Le bourrelet est la seule zone coralligène non verticale.
Capteur(s) de température	
Date de pose	13/05/2024
Heure de lancement	20:00
N° capteur	20586630
Profondeur du capteur (m)	38.4m
Paramétrage	1 mesure toutes les 30 minutes
Description de la zone	Dans l'axe du couloir de sable sur la gauche en sortant, un peu plus profond, second corps mort, le capteur de température est fixé dessus. Capteur de température (2022) non retrouvé. Présence d'un gros filet de pêche entourant le bloc béton enlevé. Dans le filet pas de capteur. Remise du nouveau capteur sur le bloc béton, sur la poignée à droite en regardant le tombant.

Ce site a été suivi à **-35 m en 2017 et 2020** dans le cadre de l'étude de la qualité du milieu marin au droit du rejet de la station d'épuration Amphitria, ainsi qu'en **2018 et 2024** dans le cadre du réseau de surveillance RECOR.

En 2024, de **nombreux engins de pêche perdus** sont observés sur le site comme des filets de pêche qui sont parfois posés sur des structures artificielles (corps-morts).

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**.

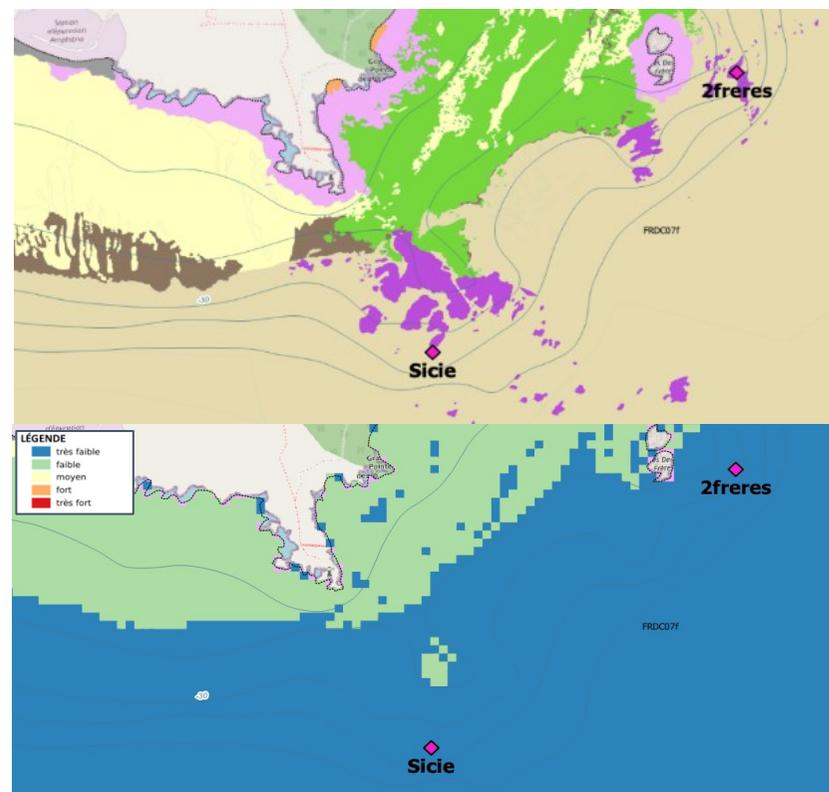


Figure 189 : [1] Carte des biocénoses marines (en violet : les récifs coralligènes) et localisation des sites RECOR ; [2] Carte des impacts cumulés et localisation des sites RECOR.

Source : projets DONIA Expert : Cartographie des biocénoses marines & IMPACT : Modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité – Données consultées en septembre 2024 sur la plateforme de surveillance MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr>).



VI.D.2. Photographies du site

Plusieurs espèces sont observées sur le fond en 2024: une **langouste** (*Palinurus elephas*), un banc de **barbiers communs** (*Anthias anthias*), **serran-chevrette** (*Serranus cabrilla*), **sars à tête noire** (*Diplodus vulgaris*), **sars à museau pointu** (*Diplodus puntazzo*), **sars communs** (*Diplodus sargus*), **crénilabre paon** (*Symphodus tinca*), **serran-écriture** (*Serranus scriba*), **petite rascasse rouge** (*Scorpaena notata*), **gorgones oranges** (*Leptogorgia sarmentosa*) et de nombreux *Filograna* sp. sur des **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) et **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*).



Figure 191 : 2frères, 2024. Engins de pêches perdus sur le site dont certains sur des gorgones jaunes



Figure 191 : 2frères, 2024. Gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) et quelques gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).



Figure 193 : 2frères, 2024. Gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) et gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) avec nécroses et colonisées par des algues filamenteuses.



Figure 193 : 2frères, 2024. Gorgone orange (*Leptogorgia sarmentosa*).

La modélisation en 3D sur le site par photogrammétrie permet une vision globale du site tout comme une vision plus précise si nécessaire à l'aide de zooms. Les modèles 3D sont disponibles sur la plateforme Medtrix dans les projets « MODEL » et « RECOR ».

Les acquisitions photogrammétriques ont été faites pour la première fois sur ce site en 2024 au niveau du bourrelet de coralligène, sur une surface de **93 m²**. Des **gorgones arrachées** sont visibles sur le modèle mais également des individus qui en bonne santé.

Quelques zones de **nécroses** d'algues rouges encrustantes sont relevées.

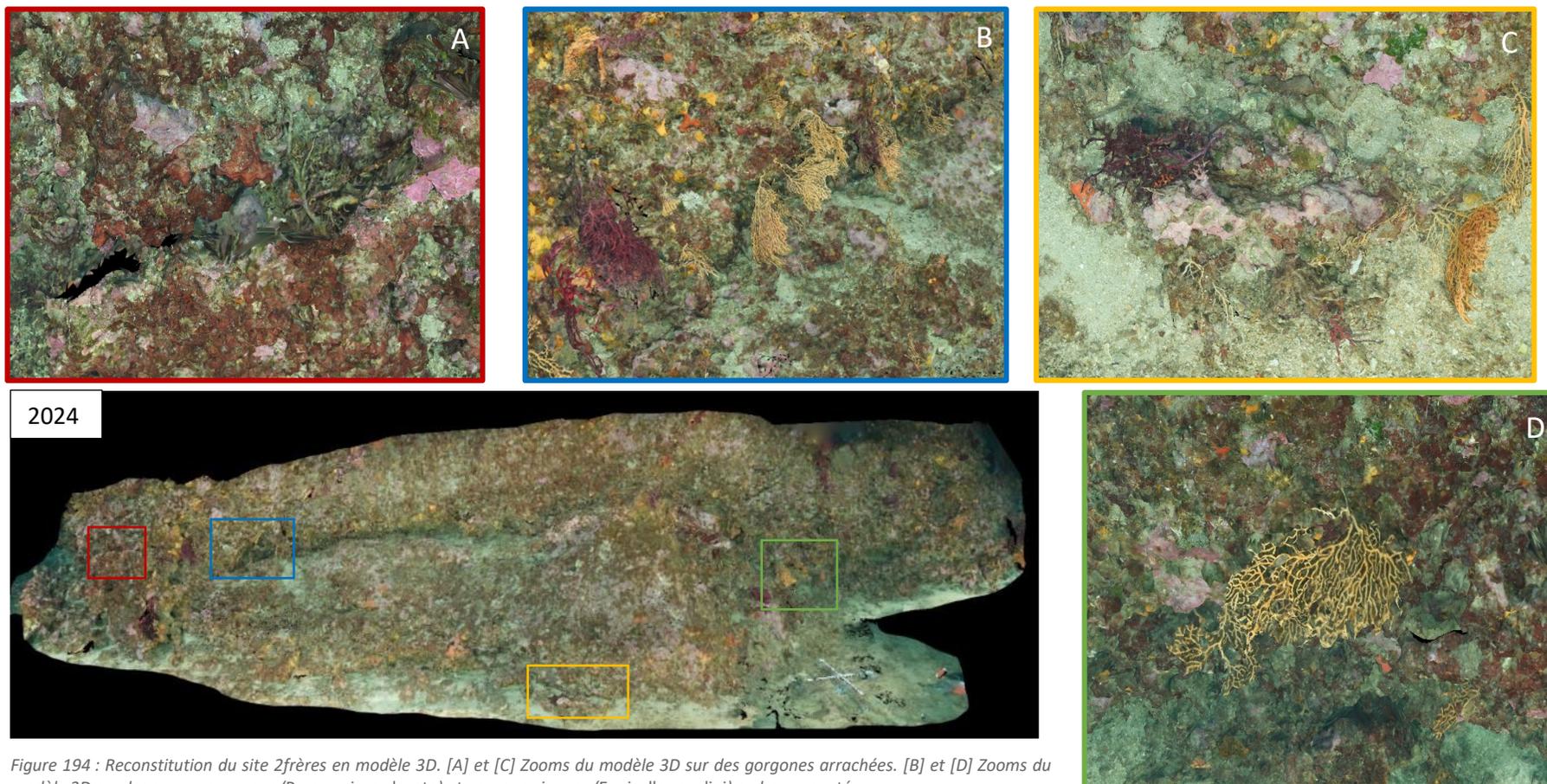


Figure 194 : Reconstitution du site 2frères en modèle 3D. [A] et [C] Zooms du modèle 3D sur des gorgones arrachées. [B] et [D] Zooms du modèle 3D sur des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) et gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) en bonne santé.

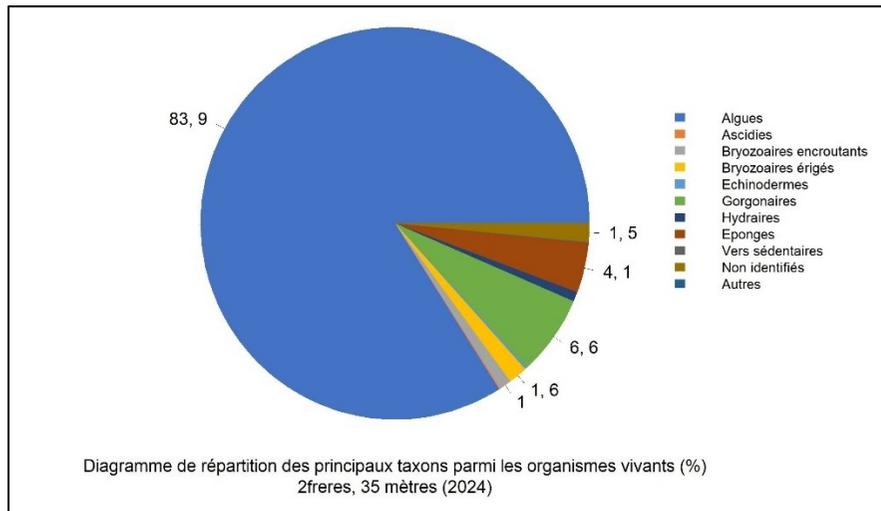
VI.D.3. Description générale du site

Description générale					
Type physiologique	Paroi				
Structures particulières	Bourrelet de coralligène				
Porosité, anfractuosités et complexité des concrétions					
Station(s)	Profondeur (m) : 38m				
	Pourcentage de cavités de taille de l'ordre du...				
	cm	dm	m		
	80	20			
Typologie / profondeur (m)	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5				
Stratification					
	Profondeur (m) : 38m				
	Nature :			Hauteur (cm) :	
Strate haute	Paramuricea clavata			85	
Strate moyenne	Eunicella cavolinii			30	
Strate basse	Algues rouges calcaires			5	
Orientation					
Géographique	Nord				
Par rapport au courant	Est				
Extensions bathymétriques (m)	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum
Coralligène	35	38	Halimeda tuna	0	0
Paramuricea clavata	25	39	Flabellia petiolata	30	38
Eunicella cavolinii	25	39	Algues filamenteuses	0	0
Autres gorgones : ...			Autres : ...		
Impacts anthropiques	<input checked="" type="checkbox"/> Engins de pêche <input type="checkbox"/> Traces de mouillage		<input checked="" type="checkbox"/> Structures artificielles <input type="checkbox"/> Macrodéchets		<input type="checkbox"/> Autres: ...
Remarques :	Corps morts, filets de pêche abandonnés sur les corps-morts				
Température de l'eau (°C)	15				
Inclinaison	45				
Visibilité (m)	30				
Profondeur thermocline					
Espèces particulières	Une langouste (<i>Palinurus elephas</i>), banc de barbières communs (<i>Anthias anthias</i>), quelques girelles (<i>Coris julis</i>), serran-chevrette (<i>Serranus cabrilla</i>), sars à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>), sars à museau pointu (<i>Diplodus puntazzo</i>), sars commun (<i>Diplodus sargus</i>), crénilabre paon (<i>Symphodus tinca</i>), petite rascasse rouge (<i>Scorpaena notata</i>), <i>Filograna implexa</i> sur gorgones rouges et jaunes, gorgones orange (<i>Leptogorgia sarmentosa</i>)				

VI.D.4. Analyse des quadrats photographiques

VI.D.4.a. 2frères, -35 m (2024)

Sur la station à -35 m, les quadrats sont couverts à **60,9 % par des organismes vivants** et à **23,1 % par du sédiment**.



Parmi le vivant ce sont **les algues qui dominent à -35 m** (83,9 % des organismes vivants).

Les algues sont constituées essentiellement par des **algues rouges** (81,5 % total, 2,4 % d'algues rouges encroûtantes nécrosées) et quelques algues vertes (2,2 % - *Flabellia petiolata*, *Halimeda tuna*, *Palmophyllum crassum*). Les algues rouges sont représentées par les **corallinacées de type encroûtant avec *Mesophyllum sp.*** (27,2 % - *M. alternans*) et quelques *Lithophyllum sp.* (1,7 % - majoritairement *L. stictaeforme* puis *L. incrustans*), et par les **peyssonneliacées de type encroûtant (dominantes) et érigé.**

Les **gorgones** (6,6 % du vivant) sont le groupe faunistique dominant et sont formées par les gorgones rouges *Paramuricea clavata* et par les gorgones jaunes *Eunicella cavolinii* (majoritaire).

On trouve ensuite les **éponges** (4,1 %) avec surtout des **espèces encroûtantes** (*Cliona sp.*, *Crella pulvinar*, *Ircinia oros*, *Spirastrella cunctatrix* ...).

Les **bryozoaires** sont de formes érigées (1,6 %) comme *Pentapora fascialis*, *Myriapora truncata*, et de formes encroûtantes (1 %).

Les **gorgones occupent la strate haute (80 cm avec les gorgones rouges) et moyenne (30 cm avec les gorgones jaunes) du site. Les algues rouges encroûtantes occupent la strate basse (3 cm).**

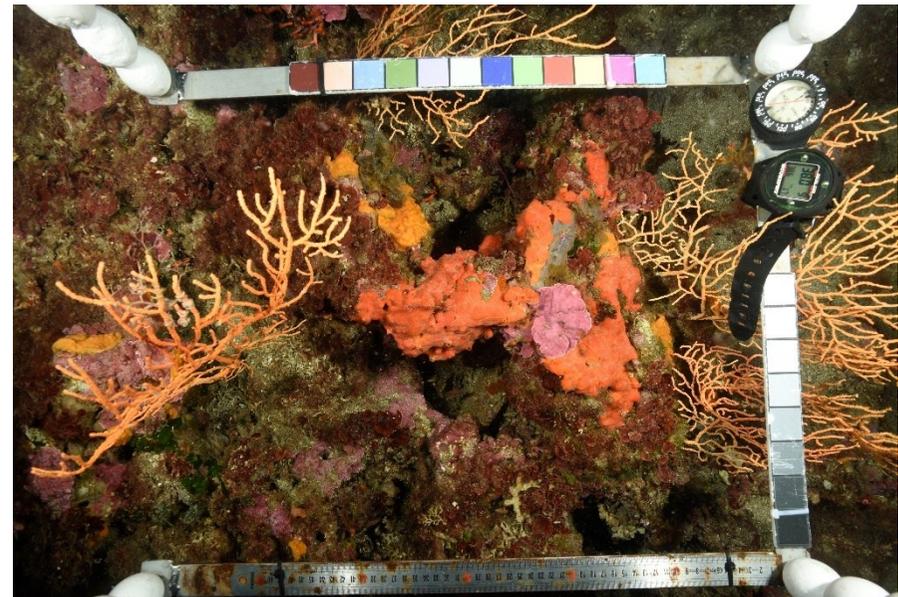


Figure 195 : Quadrat photographique du site 2frères (2024).



VI.D.5. Photographies des quadrats



Figure 196 : Site 2frères – Quadrats photographiques à -35 m (2024).

VI.D.6. Analyse comparative des quadrats

Tableau 82: Comparaison régionale de paramètres / indicateurs / taxons issus de l'analyse des quadrats RECOR sous CPCe. Les paramètres correspondant à des pourcentages de recouvrement sont notés dans l'intitulé des lignes, les autres paramètres sont des proportions relatives parmi les organismes vivants (en pourcentage).

Region	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau côtière	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	2freres	2freres	2freres	2freres	
Profondeur	35	35	35	35	
Année	2018	2024	2017	2020	
% recouvrement par le vivant	70.05	60.98	41.98	70.68	10.16 60.7 97.82
% recouvrement par le non vivant	29.95	39.02	58.02	29.32	2.18 39.3 89.84
% recouvrement par le sédiment	15.78	23.12	40.57	19.92	0.44 26.88 79.54
% recouvrement par les débris biologiques	6.2	6.1	1.67	1.62	0 1.99 14.77
% recouvrement par les cavités	3.8	3.99	5.28	5.35	0 5.44 22.21
% recouvrement par les macrodéchets	0	0	0.05	0	0 0.1 2.34
CAI	0.57	0.47	0.29	0.47	0.08 0.43 0.78
% recouvrement par les bryozoaires totaux	3.02	1.61	1.51	2.21	0 2.53 18.15
% recouvrement par les bioconstructeurs principaux	54.79	42.96	14.32	37.63	0.57 33.52 79.58
Indice de Simpson	0.84	0.79	0.93	0.88	0.03 0.79 0.95
Indice de Shannon	2.35	2.09	3.08	2.56	0.09 2.19 3.19
% Nécroses parmi le vivant	1.26	3.09	1.24	2.37	0 2.83 97.91
Indicateur de perturbation	8.48	12.73	5.48	20.63	0 11.2 91.69
% Algues filamenteuses	8.48	12.64	5.46	20.32	0 10.19 91.45
% Algues total	88.62	83.91	60.17	74.71	0 71.9 99.39
% Algues brunes	6.77	0.18	17.25	2.6	0 11.02 89.74
% Algues vertes	2.3	2.18	7.94	20.86	0 5.16 91.76
% Algues rouges	79.55	81.55	34.99	51.26	0 55.72 99.25
% Mesophyllum spp.	28.1	27.18	13.28	23.45	0 22.73 70.87
% Lithophyllum spp.	5.43	1.73	18.36	6.57	0 2.57 24.22
% Peyssonnelia sp. Engées	16.13	4.18	0.25	6.88	0 5.71 55.99
% Peyssonnelia sp. Encroulantes	24.83	33.09	0.37	11.76	0 17.25 88.1
% Eponges	2.3	4.09	29.16	6.88	0 12.38 91.06
% Eponges massives	0.52	0.27	4.09	0.76	0 3.13 32.68
% Eponges encroulantes	1.78	3.82	25.06	6.11	0 9.24 66.07
% Axinella sp.	0.15	0	0.25	0.31	0 0.73 9.61
% Clona spp.	0.22	0.18	5.96	0.08	0 0.34 5.96
% Gorgones	3.57	6.64	0.5	13.06	0 4.57 37.82
% Gorgones rouges	0.89	0.64	0.5	8.56	0 2.5 33.68
% Gorgones jaunes	2.68	6	0	4.51	0 1.63 21.09
% Corail rouge	0	0	0	0	0 0.37 31.5
% Bryozoaires encroulants	2.9	1	0.62	1.6	0 2.39 17.98
% Bryozoaires érigés	1.41	1.64	2.98	1.53	0 2.14 19.06

L'analyse comparative des 30 quadrats photographiques (tableaux ci-dessus) entre 2017, 2018, 2020 et 2024 montre que le **pourcentage de couverture par les organismes vivants augmente fortement (+28 %) entre 2017 et 2018 puis se stabilise en 2020** (valeur supérieure à la moyenne régionale) et **baisse en 2024** pour se retrouver dans la moyenne régionale.

Cette augmentation du % du vivant est en lien avec la **diminution du pourcentage de sédimentation entre 2017 et 2018, qui reste assez stable en 2020 et augmente légèrement en 2024**. La sédimentation est en-dessous de la moyenne régionale comparé aux autres stations de PACA depuis 2018.

L'indicateur de perturbation est **moyen en 2017, 2018 et 2024. Il est fort en 2020** par rapport à toutes les stations de PACA. L'augmentation de cet indice en 2020 s'explique par la présence d'algues filamenteuses (algues vertes majoritairement). Il est important de préciser que le premier suivi de ce site dans le cadre de la STEP a été réalisé en 2017 au mois de mai, le suivi RECOR 2018 a été effectué au mois de juin et le suivi 2020 a été réalisé fin juillet (décalage cette année à cause des conditions sanitaires en lien avec la pandémie du COVID-19). L'été étant une période plus propice à ces blooms, ce décalage temporel pourrait expliquer ce développement des algues filamenteuses (même si actuellement aucune corrélation directe n'est mise en évidence entre blooms algaux et pollution / température).

Le site 2frères présente une **biodiversité forte** avec des indices de Simpson et de Shannon au-dessus de la moyenne régionale.

On note en 2020 et 2024 un **pourcentage de nécroses parmi le vivant supérieur à la moyenne régionale**, qui a augmenté par rapport aux suivis antérieurs, et qui concerne les nécroses des algues rouges encroûtantes.

Depuis 2020, la valeur du CAI est dans la **moyenne régionale** et indique un **état écologique moyen du site à 35 m**. Par rapport aux suivis antérieurs, le CAI est en nette diminution par rapport à 2018 (0,57) mais toujours largement supérieur à 2017 (0,29).

La répartition des grands groupes du vivant a été peu modifiée entre 2017 et 2024 à **-35 m**. **Les gorgones occupent la strate haute (80 cm avec les gorgones rouges) et moyenne (30 cm avec les gorgones jaunes) du site. Les algues rouges encroûtantes occupent la strate basse (3 cm).**

VI.D.7. Démographie des espèces érigées

Sur le site, les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) et **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) ont été échantillonnées à **-34 m** en 2018, 2020, 2022 et 2024, à **-28 m** et à **-25 m** en 2022 suite à la vague de chaleur.

VI.D.7.a. . Nécroses des peuplements

A **-34 m**, en 2022 et en 2024, la population de **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) échantillonnées (n=144 en 2024, n=44 en 2022) est **médiocre** : plus de 50 % d'individus présentent des taux de nécrose supérieurs à la normale (>10%). **Depuis 2018 on note une dégradation des colonies de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à -34 m qui s'est accentuée en 2022.**

En 2024 on relève près de 10 % d'individus morts. Les nécroses sont **anciennes** (97 %) avec une majorité de nécroses **diffuses** (77 %) puis localisées (22 %).

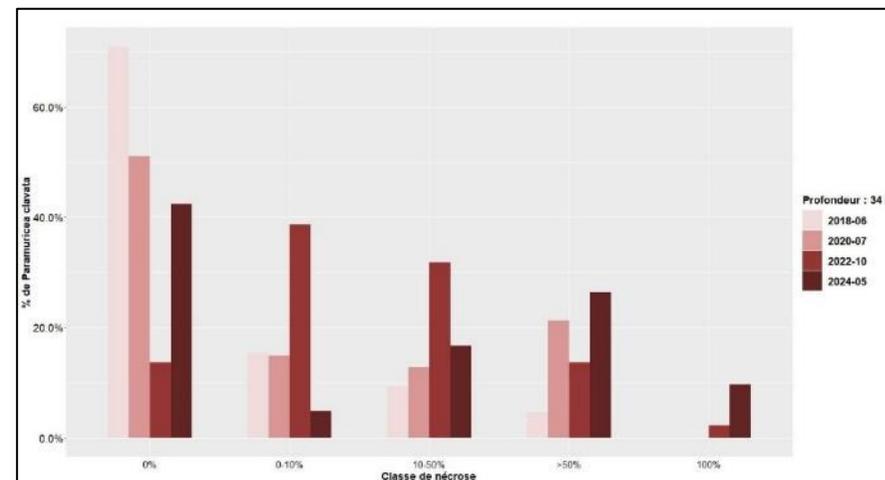


Figure 197 : Site 2frères. Nécroses des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à -34 m.

Tableau 83 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale à -34 m.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	2freres	2freres	2freres	2freres	
Profondeur	34	34	34	34	
Année	2018	2020	2022	2024	
Espèce	<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Paramuricea clavata</i>	
% nécrose:0	70.77	51.06	13.64	42.36	0 100 67.47
% nécrose:1-10	15.38	14.89	38.64	4.86	0 100 11.97
% nécrose:11-50	9.23	12.77	31.82	16.67	0 100 10.45
% nécrose:51-99	4.62	21.28	13.64	26.39	0 82.35 6.64
% nécrose:100	NA	NA	2.27	9.72	0 100 3.47
% nécroses anciennes	84.21	100	86.84	97.59	0 100 69.92
% nécroses récentes	15.79	NA	13.16	2.41	0 100 16.09
% nécroses diffuses	42.11	NA	59.46	77.11	0 100 32.58
% nécroses localisées	57.89	NA	40.54	22.89	0 100 51.35
Nombre total	65	47	44	144	1 213 46.64

A -25 m et à -28 m en 2022, la population de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) échantillonnées (n=92 à -25 m, n=46 à -28 m) est en très mauvais état, surtout à -25 m :

Tableau 84 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) à l'échelle régionale à -25 m et -28 m.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	
Site	2freres	2freres	
Profondeur	25	28	
Année	2022	2022	
Espèce	<i>Paramuricea clavata</i>	<i>Paramuricea clavata</i>	
% nécrose:0	NA	10.87	0 100 67.47
% nécrose:1-10	1.09	10.87	0 100 11.97
% nécrose:11-50	8.7	30.43	0 100 10.45
% nécrose:51-99	43.48	45.65	0 82.35 6.64
% nécroses anciennes	46.74	2.17	0 100 3.47
% nécroses récentes	NA	12.2	0 100 69.92
% nécroses diffuses	100	87.8	0 100 16.09
% nécroses localisées	71.43	10	0 100 32.58
Nombre total	92	46	1 213 46.64





Figure 198 : 2frères (2024). Gorgones nécrosées.

A -34 m, en 2024, les colonies de gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) échantillonnées (n=46 en 2024) présentent un **état moyen** de leur population : 80 % ne présentent pas de nécroses naturelles. C'est une amélioration de leur état par rapport à 2022 car sur les 11 individus échantillonnés en 2022 seulement 45 % ne présentaient pas de nécroses. En 2024 ? on retrouve des pourcentages de nécroses proches de ceux relevés en 2018. Toutes les nécroses observées sont **anciennes** et surtout **localisées** (57 %) puis diffuses (42 %).

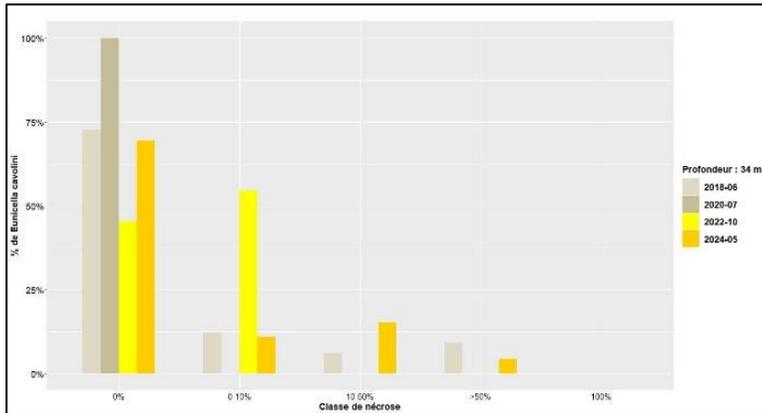


Figure 199 : Site 2frères. Nécroses des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*).

Tableau 85 : Comparaison des données de nécroses des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale à -34 m.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	2freres	2freres	2freres	2freres	
Profondeur	34	34	34	34	
Année	2018	2020	2022	2024	
Espèce	Eunicella cavolini	Eunicella cavolini	Eunicella cavolini	Eunicella cavolini	
% nécrose:0	72.73	100	45.45	69.57	0 100 67.47
% nécrose:1-10	12.12	NA	54.55	10.87	0 100 11.97
% nécrose:11-50	6.06	NA	NA	15.22	0 100 10.45
% nécrose:51-99	9.09	NA	NA	4.35	0 82.35 6.64
% nécrose:100	NA	NA	NA	NA	0 100 3.47
% nécroses anciennes	88.89	NA	100	100	0 100 69.92
% nécroses récentes	11.11	NA	NA	NA	0 100 16.09
% nécroses diffuses	55.56	NA	50	42.86	0 100 32.58
% nécroses localisées	44.44	NA	50	57.14	0 100 51.35
Nombre total	33	8	11	46	1 213 46.64

A -25 m et à -28 m en 2022, la population de **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) échantillonnées (n=10 à -25 m, n=1 à -28 m) est en **état moyen**, surtout à -25 m :

Tableau 86 : Comparaison des données de nécroses pour les gorgones jaunes (*Eunicella cavolinii*) à l'échelle régionale à -25 m et -28 m.

Région	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	
Site	2freres	2freres	
Profondeur	25	28	
Année	2022	2022	
Espèce	<i>Eunicella cavolini</i>	<i>Eunicella cavolini</i>	
% nécrose:0	70	100	0 100 67.47
% nécrose:1-10	NA	NA	0 100 11.97
% nécrose:11-50	10	NA	0 100 10.45
% nécrose:51-99	10	NA	0 100 82.35 6.64
% nécrose:100	10	NA	0 100 3.47
% nécroses anciennes	NA	NA	0 100 69.92
% nécroses récentes	100	NA	0 100 16.09
% nécroses diffuses	100	NA	0 100 32.58
% nécroses localisées	NA	NA	0 100 51.35
Nombre total	10	1	0 100 213 46.64

VI.D.7.b. Structure en taille

A tous les suivis, que ce soit à -34 m ou à -25 m, les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) échantillonnées sont en majorité des individus de **taille moyenne** (comprise entre 10 et 50 cm). **En 2024, on observe 11 % d'individus de petite taille, signe de recrutement.** La taille maximale enregistrée est de 85 cm.

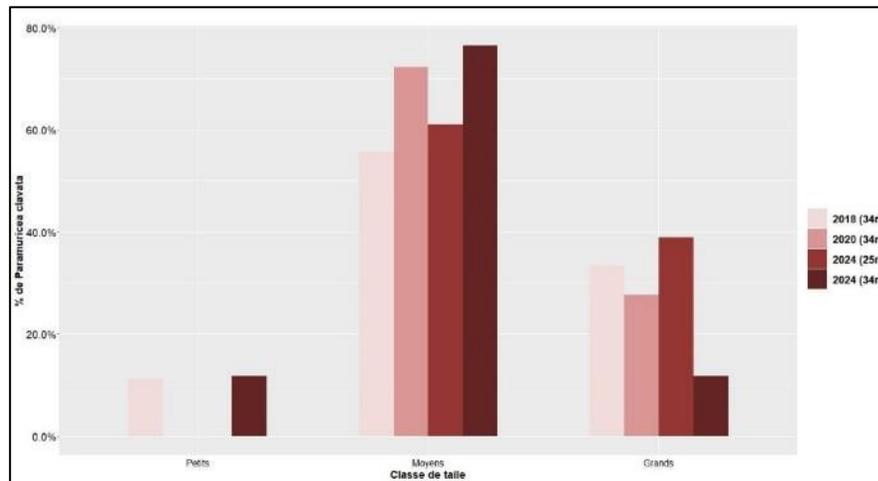


Figure 200 : Site 2frères. Structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).



Tableau 87 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*)

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	2freres	2freres	2freres	2freres	
Profondeur	34	34	25	34	
Année	2018	2020	2024	2024	
Espèce	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	Paramuricea clavata	
nb petits	2	NA	NA	2	0 2.39 30
% petits	11.11	NA	NA	11.76	0 12.96 100
nb moyens	10	34	11	13	0 10.9 49
% moyens	55.56	72.34	61.11	76.47	0 69.4 100
nb grands	6	13	7	2	0 3.12 24
% grands	33.33	27.66	38.89	11.76	0 17.63 100
Nombre total	18	47	18	17	1 16.41 65
Taille max (cm)	70	100	80	85	5 59.76 200

à -34 m à l'échelle régionale.

En 2024, les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) échantillonnées (n=9) à -34 m sont des individus de **taille moyenne** (comprise entre 10 et 50 cm) à 66 % mais aussi des individus de **petite taille** (< 10 cm) à 33 %. Ceci indique du recrutement sur le site en 2024 car aucun individu de petite taille n'avait été observé en 2020 et 2018. La taille maximale enregistrée est de 45 cm.

Tableau 88 : Comparaison des données de structure en taille des gorgones jaunes (*Eunicella cavolini*) à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Masse d'eau	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07f	
Site	2freres	2freres	2freres	
Profondeur	34	34	34	
Année	2018	2020	2024	
Espèce	Eunicella cavolini	Eunicella cavolini	Eunicella cavolini	
nb petits	NA	NA	3	0 2.39 30
% petits	NA	NA	33.33	0 12.96 100
nb moyens	6	8	6	0 10.9 49
% moyens	100	100	66.67	0 69.4 100
nb grands	NA	NA	NA	0 3.12 24
% grands	NA	NA	NA	0 17.63 100
Nombre total	6	8	9	1 16.41 65
Taille max (cm)	45	50	45	5 59.76 200

VII. Synthèse

VII.A. Synthèse RECOR – année 2024

Nous présentons ci-après des **tableaux et des cartes de synthèse du suivi RECOR 2024 en région PACA Ouest et Occitanie** en montrant divers indices basés sur l'analyse des quadrats photographiques :

— la valeur du **CAI** (Coralligenous Assemblage Index, Deter et al., 2012a) basé sur le recouvrement par le sédiment, les bryozoaires totaux et les bioconstructeurs principaux. En 2024, En 2024, les valeurs de référence pour la région Occitanie sont les suivantes :

ref_{bryo} : 8,7
ref_{sludge} : 38,7
ref_{buil} : 42,35

En 2024, les valeurs de référence pour la région PACA sont les suivantes :

ref_{bryo} : 18,1
ref_{sludge} : 0,43
ref_{buil} : 79,5

— le **pourcentage de sédimentation** ;

— le **pourcentage de recouvrement par les bioconstructeurs principaux**² ;

² les algues *Mesophyllum sp.*, *Lithophyllum sp.* et *Peyssonnelia sp.*, les algues rouges encrustantes non identifiées, les coraux jaunes solitaires *Leptopsammia pruvoti*, les scleractiniaires *Hoplangia durotrix* et *Leptopsammia pruvoti*, les madrépores *Caryophyllia inornata* et *Caryophyllia smithii*, les foraminifères *Miniacina miniacea*

— l'**indice de perturbation**³ ;

— le **pourcentage de nécroses** parmi le vivant.

Toutes les **cartes, tableaux comparatifs, données sur la démographie des gorgones** présentés dans ce présent rapport sont disponibles sur la plateforme cartographique MEDTRIX (<https://plateforme.medtrix.fr/>) dans le projet **RECOR**. L'accès est gratuit après inscription.

Les **modèles 3D** des sites sont disponibles sur MEDTRIX dans le projet **MODEL** et dans le projet **RECOR**.

Les **données température** des sites sont disponibles sur MEDTRIX dans le projet **CALOR**.

Les **valeurs par station des différents indices sont reportées dans le tableau suivant pour l'année 2024**. Les couleurs indiquent l'état écologique du site selon la valeur du CAI :

- Mauvais (0-0,1)
- Médiocre (>0,1-0,325)
- Moyen (>0,325-0,55)
- Bon (>0,55-0,775)
- Très bon (>0,775-1)

Figure 201 : Etat écologique selon la valeur du CAI.

En plus des cartes sont présentées des tableaux reprennent, pour chaque indice, les valeurs calculées sur tous les suivis RECOR antérieurs. Une comparaison de l'évolution de chaque indice est réalisée pour le dernier suivi (**2021-2024**).

³ somme des proportions relatives de *Womersleyella setacea*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa cylindracea*, *Asparagopsis sp.*, et des algues filamenteuses brunes, vertes et rouges, *Codium bursa*, *Filograna sp.* et/ou *Salmacina sp.*

Tableau 89 : Indices basés sur l'analyse des quadrats photographiques – Région PACA Ouest et Occitanie, Année 2024. Les couleurs indiquent l'état écologique du site selon la valeur du CAI (orange = médiocre ; jaune = moyen ; vert = bon ; bleu = excellent).

Station	Profondeur	CAI (Coralligenous Assemblages Index)	% recouvrement par le sédiment	Indicateur de nécroses parmi le vivant	Indicateur de perturbation	% recouvrement par bioconstructeurs principaux
2freres_35	35	0,467	23,1	3,1	12,7	43,0
Cassidaigne_47	47	0,552	8,1	2,5	4,2	53,3
Centrale_17	17	0,531	26,3	2,2	0,4	66,9
Congloue_40	40	0,516	15,3	7,2	1,5	52,5
Congloue_50	50	0,514	8,4	2,2	1,3	46,7
Congloue_60	60	0,490	17,6	3,0	0,5	22,3
Coulombray_25	25	0,081	86,8	1,0	0,5	1,1
Devenson_47	47	0,489	26,0	3,0	1,7	46,1
Grand_Four_a_Chaux_40	40	0,382	32,5	1,1	4,7	23,6
Grand_Four_a_Chaux_45	45	0,328	49,8	2,7	2,9	25,0
Grand_roc_32	32	0,436	63,7	0,5	0,0	17,0
Mimosa_60	60	0,398	34,7	1,8	0,5	37,1
Pierre_a_Christian_43	43	0,506	13,7	3,5	14,4	44,4
Pierre_a_Christian_47	47	0,404	22,6	1,5	27,7	29,8
Planier_45	45	0,537	6,1	3,4	14,4	51,4
Planier_50	50	0,513	20,1	2,7	3,6	49,2
Roc_Lan_22	22	0,830	40,6	3,1	0,0	42,4
Rosier_45	45	0,527	13,4	4,4	1,2	46,7
Rosier_55	55	0,416	19,7	0,7	0,2	22,3
Sec_a_joel_cap_cerbere_35	35	0,636	38,8	1,9	6,4	26,9
Sicie_40	40	0,516	19,2	5,0	6,5	42,1
Sicie_42	42	0,607	18,8	2,8	1,6	23,5
Tiboulén_40	40	0,429	31,9	5,1	0,8	29,4

VII.A.1. Indice CAI

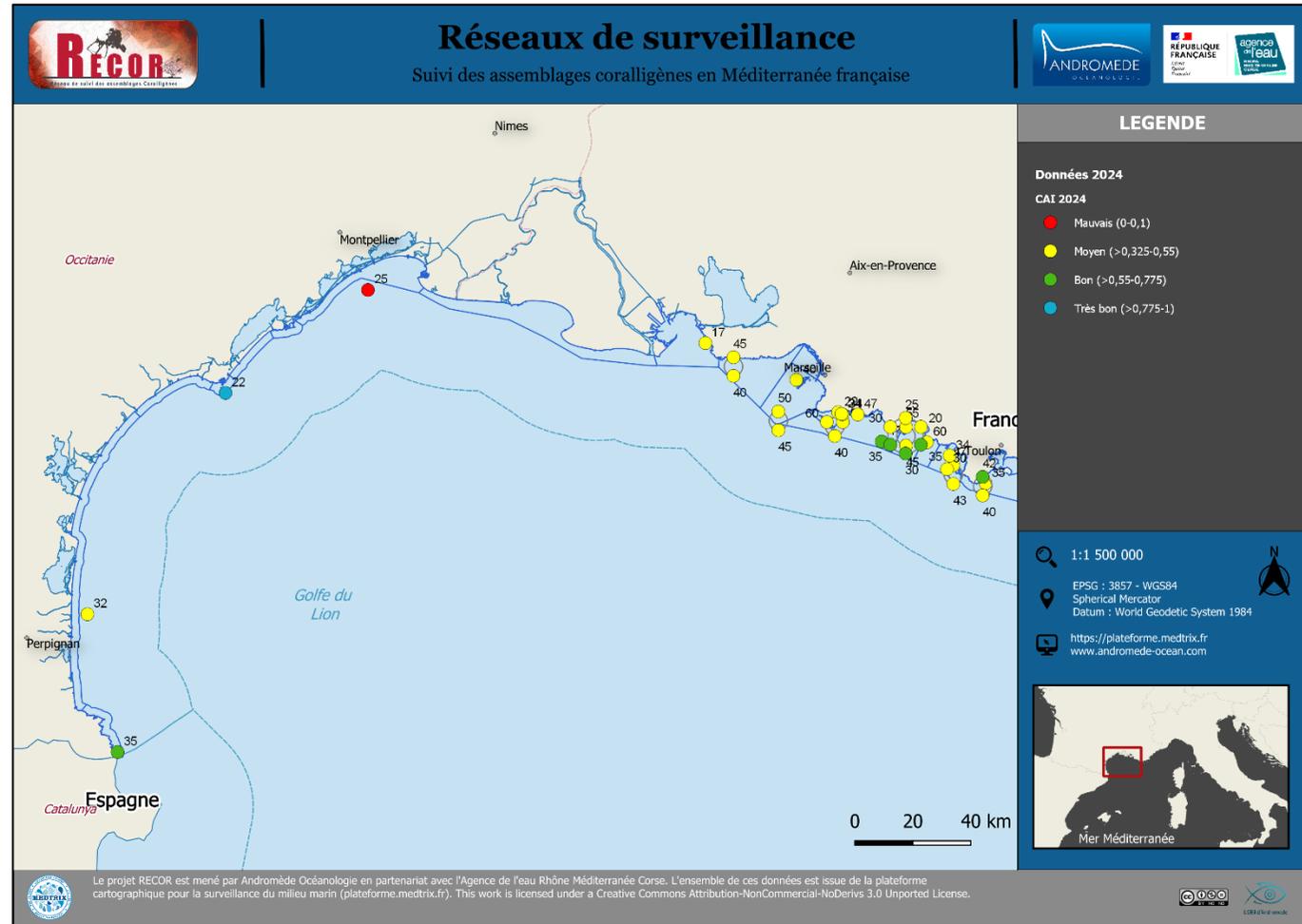
Le CAI (Coralligenous Assemblage Index) calculé sur chaque station échantillonnée en 2024 montre que :

4 % des stations échantillonnées (n = 1) présentent un **état écologique excellent** d'après la valeur du CAI : cela concerne la station **Roc_Lan_22** ;

13 % des stations échantillonnées (n = 3) présentent un **état écologique bon** d'après la valeur du CAI : cela concerne les stations Cassidagine_47, Sec_a_joel_cap_cerbere_35 et Sicie_42 ;

78 % des stations échantillonnées (n = 18) présentent un **état écologique moyen** d'après la valeur du CAI ;

4 % des stations échantillonnées (n = 1) présentent un **état écologique mauvais** d'après la valeur du CAI : cela concerne la station **Coulomb Bray_25** ;



On note une grande hétérogénéité de l'état écologique du coralligène en région Occitanie, une stabilité de l'état écologique à l'ouest de la région PACA.



La comparaison avec les suivis antérieurs (tableau ci-dessous) montre :

une **stabilité de l'état écologique sur 57 % des stations échantillonnées** (n=12) avec 11 stations en état écologique moyen, une station en état écologique bon ;

Une **amélioration au suivi 2024 de l'état écologique sur 9 % des stations échantillonnées** (n=2) avec une station qui passe d'un état écologique moyen au dernier suivi à un bon état (Sicié_42) et une station qui passe d'un état écologique moyen au dernier suivi à un état excellent (Roc_Lan_22) ;

Une **détérioration au suivi 2024 de l'état écologique sur 35 % des stations échantillonnées** (n=8) avec six stations qui passent d'un bon état écologique au dernier suivi de 2021 à un état écologique moyen en 2024, une station qui passe d'un état médiocre à mauvais (Coulombray) et une station qui passe d'un état excellent à bon (Sec à Joël).

Tableau 90 : Comparaison de l'indice CAI pour chaque station échantillonnée en 2024 avec les suivis antérieurs. Les couleurs des colonnes CAI indiquent l'état écologique du site selon la valeur du CAI (orange = médiocre ; jaune = moyen ; vert = bon ; bleu = excellent).

Station	CAI (Coralligenous Assemblages Index)					Évolution de l'état écologique 2021-2024
	2012	2015	2018	2021	2024	
2freres_35			0,567	0,466	0,467	Stable
Cassidaigne_47	0,557	0,490	0,560	0,615	0,552	Stable
Centrale_17	0,445	0,451	0,491	0,619	0,531	Détérioration
Congloue_40	0,515	0,505	0,604	0,633	0,516	Détérioration
Congloue_50	0,449	0,479	0,523	0,617	0,514	Détérioration
Congloue_60	0,393	0,422	0,463	0,409	0,490	Stable
Coulombray_25	0,367		0,447	0,127	0,081	Détérioration
Devenson_47	0,460	0,515	0,503	0,541	0,489	Stable
Grand_Four_a_Chaux_40	0,294	0,355	0,344	0,413	0,382	Stable
Grand_Four_a_Chaux_45	0,359		0,308	0,419	0,328	Stable
Grand_roc_32	0,387		0,594	0,667	0,436	Détérioration
Mimosa_60	0,411	0,439	0,345	0,495	0,398	Stable
Pierre_a_Christian_43	0,479		0,492	0,452	0,506	Stable
Pierre_a_Christian_47	0,432	0,535	0,502	0,393	0,404	Stable
Planier_45	0,595	0,599	0,602	0,476	0,537	Stable
Planier_50	0,500	0,576	0,591	0,534	0,513	Stable
Roc_Lan_22	0,540		0,482		0,830	Amélioration
Rosier_45	0,521	0,503	0,535	0,578	0,527	Détérioration
Rosier_55	0,426	0,412	0,454	0,494	0,416	Stable
Sec_a_joel_cap_cerbere_35	0,749		0,710	0,804	0,636	Détérioration
Sicie_40			0,565	0,561	0,516	Détérioration
Sicie_42		0,579	0,547	0,508	0,607	Amélioration
Tiboulen_40	0,366	0,441	0,382	0,419	0,429	Stable

VII.A.2. Pourcentage de sédimentation

Le pourcentage de sédimentation calculé sur chaque station échantillonnée en 2024 montre que :

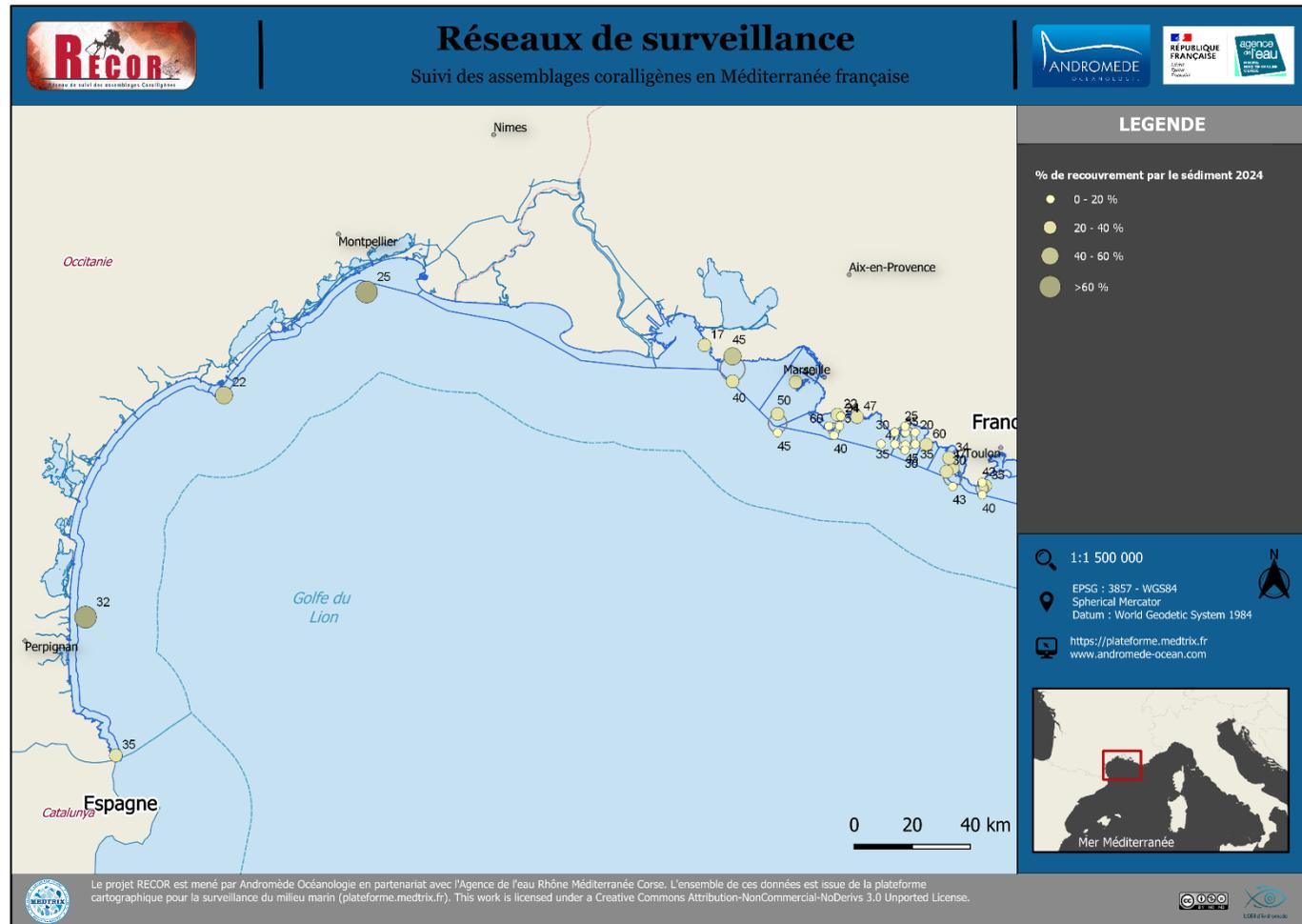
17 % des stations échantillonnées (n = 4) présentent plus de 40 % de sédimentation : **Coulombray_25** et **Grand_roc_32** (> 60 %), **Grand_Four_a_Chaux_45**, **Roc_Lan_22**

40 % des stations échantillonnées (n = 9) présentent entre 20% et 40 % de sédimentation ;

30 % des stations échantillonnées (n = 7) présentent entre 10 et 20 % de sédimentation ;

13 % des stations échantillonnées (n = 3) présentent moins de 10 % de sédimentation ;

Les stations présentant le plus sédimentation sont localisées en région Occitanie et ouest de la région Sud, subissant l'influence du Rhône.



La comparaison 2021-2024 (tableau ci-contre) pour les 23 stations montre :

- Une **forte détérioration** (en rouge) du pourcentage de sédimentation sur **22 % des stations** échantillonnées (n = 5) ;
- Une **détérioration** (en orange) du pourcentage de sédimentation sur **22 % des stations** échantillonnées (n = 5) ;
- Une **relative stabilité** (en jaune) du pourcentage de sédimentation sur **43 % des stations** échantillonnées (n = 10) ;
- Une **forte amélioration** (en bleu) du pourcentage de sédimentation sur **13 % des stations** échantillonnées (n = 3). *Elles sont toutes situées dans le Parc national des Calanques.*

Les couleurs indiquent l'état du site selon le changement de la valeur de l'indice entre 2021 et 2024 :

Mauvais	Médiocre	Stable	Bon	Très bon
>+ 10 %	+5/+10 %	+-5 %	-5 /-10 %	<- 10%

Tableau 91 : Comparaison du pourcentage de sédimentation pour chaque station échantillonnée en 2024 avec les suivis antérieurs.

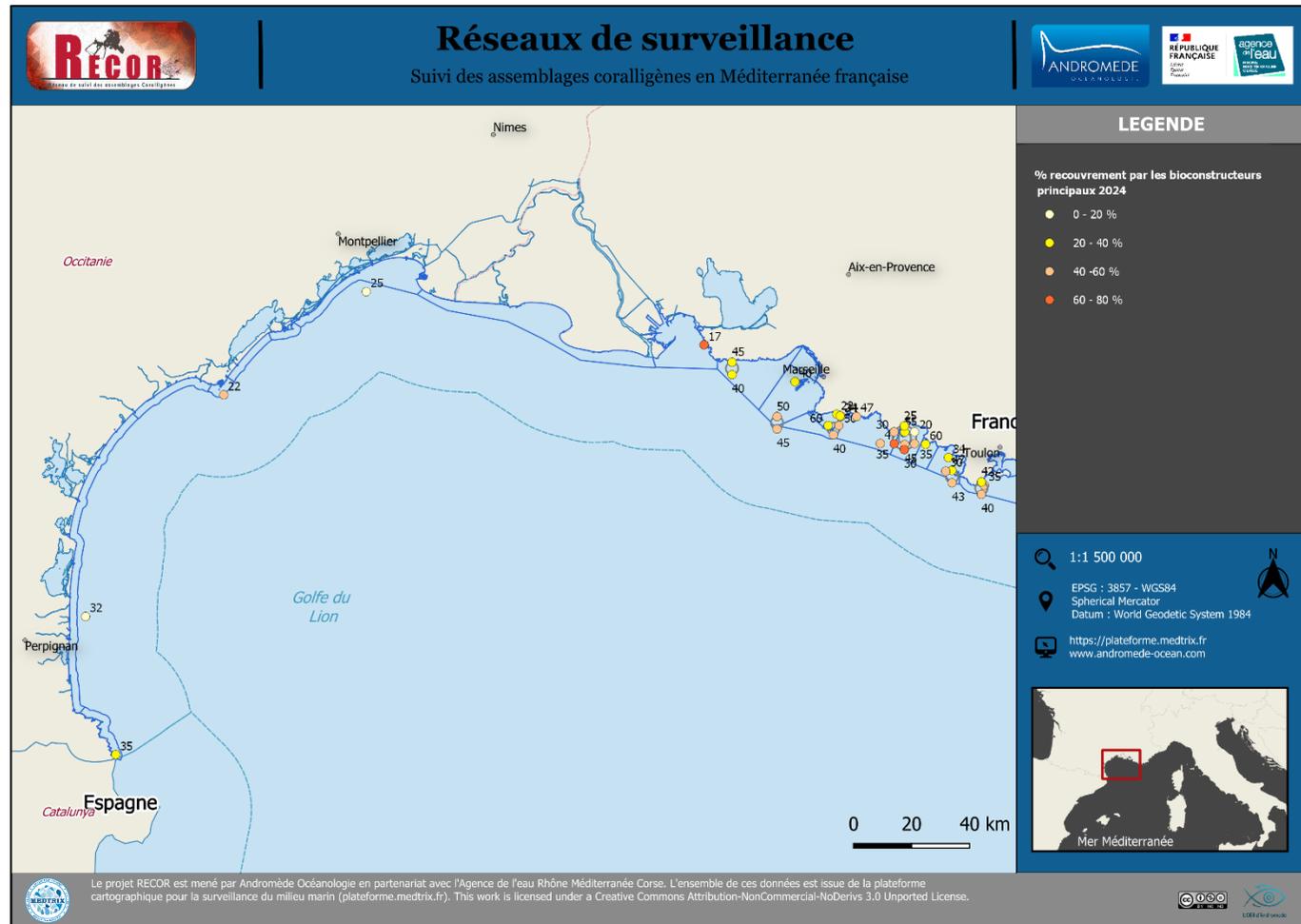
Station	% recouvrement par le sédiment					Évolution 2021-2024
	2012	2015	2018	2021	2024	
2freres_35			15,8		23,1	Médiocre
Cassidaigne_47	8,7	9,2	8,0	2,6	8,1	Médiocre
Centrale_17	36,5	32,0	30,3	16,0	26,3	Mauvais
Congloue_40	19,6	15,2	8,8	3,4	15,3	Mauvais
Congloue_50	27,9	20,0	18,2	11,4	8,4	Moyen
Congloue_60	35,0	26,5	25,8	28,7	17,6	Très bon
Coulombray_25	46,1		59,2	84,9	86,8	Moyen
Devenson_47	27,7	20,7	24,7	21,3	26,0	Moyen
Grand_Four_a_Chaux_40	52,8	48,5	39,7	43,1	32,5	Très bon
Grand_Four_a_Chaux_45	46,3		52,6	49,4	49,8	Moyen
Grand_roc_32	56,6		44,9	47,1	63,7	Mauvais
Mimosa_60	30,5	31,8	46,3	32,8	34,7	Moyen
Pierre_a_Christian_43	21,7		17,2	4,2	13,7	Médiocre
Pierre_a_Christian_47	26,9	15,1	18,2	11,7	22,6	Mauvais
Planier_45	9,9	10,9	6,5	4,0	6,1	Moyen
Planier_50	19,3	14,6	12,8	7,9	20,1	Mauvais
Roc_Lan_22	44,4		53,0	47,0	40,6	Très bon
Rosier_45	29,5	25,2	13,5	7,8	13,4	Médiocre
Rosier_55	29,5	32,8	23,1	23,6	19,7	Moyen
Sec_a_joeL_cap_cerbere_35	41,3		45,3	42,2	38,8	Moyen
Sicie_40			12,4	12,8	19,2	Médiocre
Sicie_42		15,5	11,1	15,9	18,8	Moyen
Tiboulou_40	41,4	33,2	33,0	33,3	31,9	Moyen

VII.A.3. Pourcentage de recouvrement par les bioconstructeurs principaux

Le pourcentage de bioconstructeurs principaux calculé sur chaque station échantillonnée en 2021 montre que :

Toutes les stations présentent un pourcentage de recouvrement par les bioconstructeurs principaux **supérieur à 20 %** sauf **Coulombay_25** et **Grand_roc_32**.

17 % des stations échantillonnées (n = 4) présentent **plus de 50 % de bioconstructeurs principaux**.



La comparaison 2021-2024 (tableau ci-contre) pour les 23 stations montre :

- Une **forte détérioration** (en rouge) du pourcentage de bioconstructeurs principaux sur **61 % des stations** échantillonnées (n = 14) ;
- Une **détérioration** (en orange) du pourcentage de bioconstructeurs principaux sur **4 % des stations** échantillonnées (n = 1) ;
- Une **relative stabilité** (en jaune) du pourcentage de bioconstructeurs principaux sur **17 % des stations** échantillonnées (n = 4) ;
- Une **amélioration** (en vert) du pourcentage de bioconstructeurs principaux sur **4 % des stations** échantillonnées (n = 1) ;
- Une **forte amélioration** (en bleu) du pourcentage de bioconstructeurs principaux sur **13 % des stations** échantillonnées (n = 3).

Les couleurs indiquent l'état du site selon le changement de la valeur de l'indice entre 2021 et 2024 :

Mauvais	Médiocre	Stable	Bon	Très bon
<- 10 %	-5/-10 %	+-5 %	+5 /+10 %	>+ 10%

Entre 2021 et 2024, on relève de nombreuses stations présentant une baisse de recouvrement par les bioconstructeurs principaux contrairement au suivi 2018-2021 où la plupart des stations montraient une amélioration de leur recouvrement.

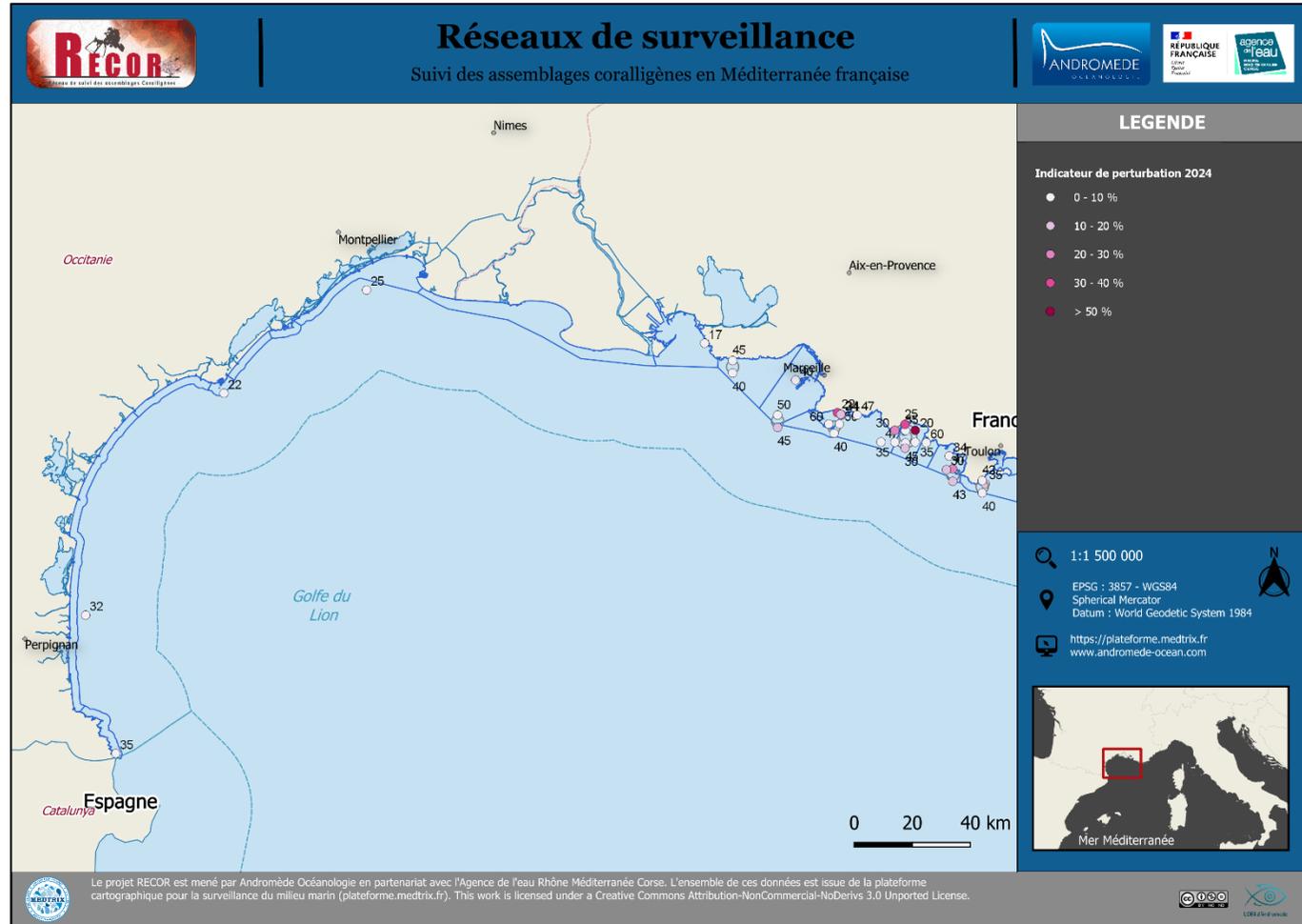
Tableau 92 : Comparaison du pourcentage de recouvrement par les bioconstructeurs principaux pour chaque station échantillonnée en 2024 avec les suivis antérieurs.

Station	% recouvrement par bioconstructeurs principaux					Évolution 2021-2024
	2012	2015	2018	2021	2024	
2freres_35			54,8		43,0	Mauvais
Cassidaigne_47	50,2	40,3	56,5	65,1	53,3	Mauvais
Centrale_17	43,8	50,0	56,3	79,6	66,9	Mauvais
Congloue_40	41,4	46,6	62,4	70,9	52,5	Mauvais
Congloue_50	34,3	37,9	48,5	69,6	46,7	Mauvais
Congloue_60	23,9	30,5	37,7	34,0	22,3	Mauvais
Coulombray_25	6,2		15,9	2,6	1,1	Moyen
Devenson_47	37,2	51,1	55,3	60,7	46,1	Mauvais
Grand_Four_a_Chaux_40	14,2	25,9	27,4	27,3	23,6	Moyen
Grand_Four_a_Chaux_45	27,8		25,6	36,4	25,0	Mauvais
Grand_roc_32	15,1		27,8	32,6	17,0	Mauvais
Mimosa_60	35,1	36,9	31,7	50,3	37,1	Mauvais
Pierre_a_Christian_43	39,5		44,3	28,4	44,4	Très bon
Pierre_a_Christian_47	35,7	48,1	45,6	20,2	29,8	Bon
Planier_45	60,5	62,7	64,4	36,0	51,4	Très bon
Planier_50	46,5	57,1	63,8	51,0	49,2	Moyen
Roc_Lan_22	20,3		25,7	23,6	42,4	Très bon
Rosier_45	43,4	38,7	51,3	57,0	46,7	Mauvais
Rosier_55	22,4	30,7	31,8	37,0	22,3	Mauvais
Sec_a_joel_cap_cerbere_35	33,2		32,7	38,1	26,9	Mauvais
Sicie_40			48,9	56,1	42,1	Mauvais
Sicie_42		35,8	40,3	31,5	23,5	Médiocre
Tiboulen_40	20,0	29,9	26,9	32,8	29,4	Moyen

VII.A.4. Indice de perturbation

L'indice de perturbation calculé sur chaque station échantillonnée en 2021 montre que :

- ↳ Toutes les stations présentent un **indice de perturbation inférieur à 50 %** ;
- ↳ **83 %** des stations échantillonnées (n = 19) présentent un **indice de perturbation inférieur à 10 %**.
- ↳ **17 %** des stations échantillonnées (n = 4) présentent un **indicateur de perturbation supérieur compris entre 10 et 50 %** : Pierre_a_Christian_43, Pierre_a_Christian_47, Planier_45, 2freres_35.



La comparaison 2021-2024 (tableau ci-contre) pour les 23 stations montre :

- ☞ Une **relative stabilité** (en jaune) de l'indice de perturbation sur **48 % des stations échantillonnées** (n = 11) ;
- ☞ Une **amélioration** (en vert) de l'indice de perturbation sur **26 % des stations échantillonnées** (n = 6).
- ☞ Une **forte amélioration** (en bleu) de l'indice de perturbation sur **26 % des stations échantillonnées** (n = 6).

Les couleurs indiquent l'état du site selon le changement de la valeur de l'indice entre 2021 et 2024 :

Mauvais	Médiocre	Stable	Bon	Très bon
>+ 10 %	+5/+10 %	+-5 %	-5 /-10 %	<- 10%

Entre 2021 et 2024, toutes les stations présentent une stabilité ou amélioration de l'indice de perturbation contrairement au suivi 2018-2021 où la plupart des stations montraient une augmentation de cet indice lié au développement des algues filamenteuses.

Tableau 93 : Comparaison de l'indice de perturbation pour chaque station échantillonnée en 2024 avec les suivis antérieurs.

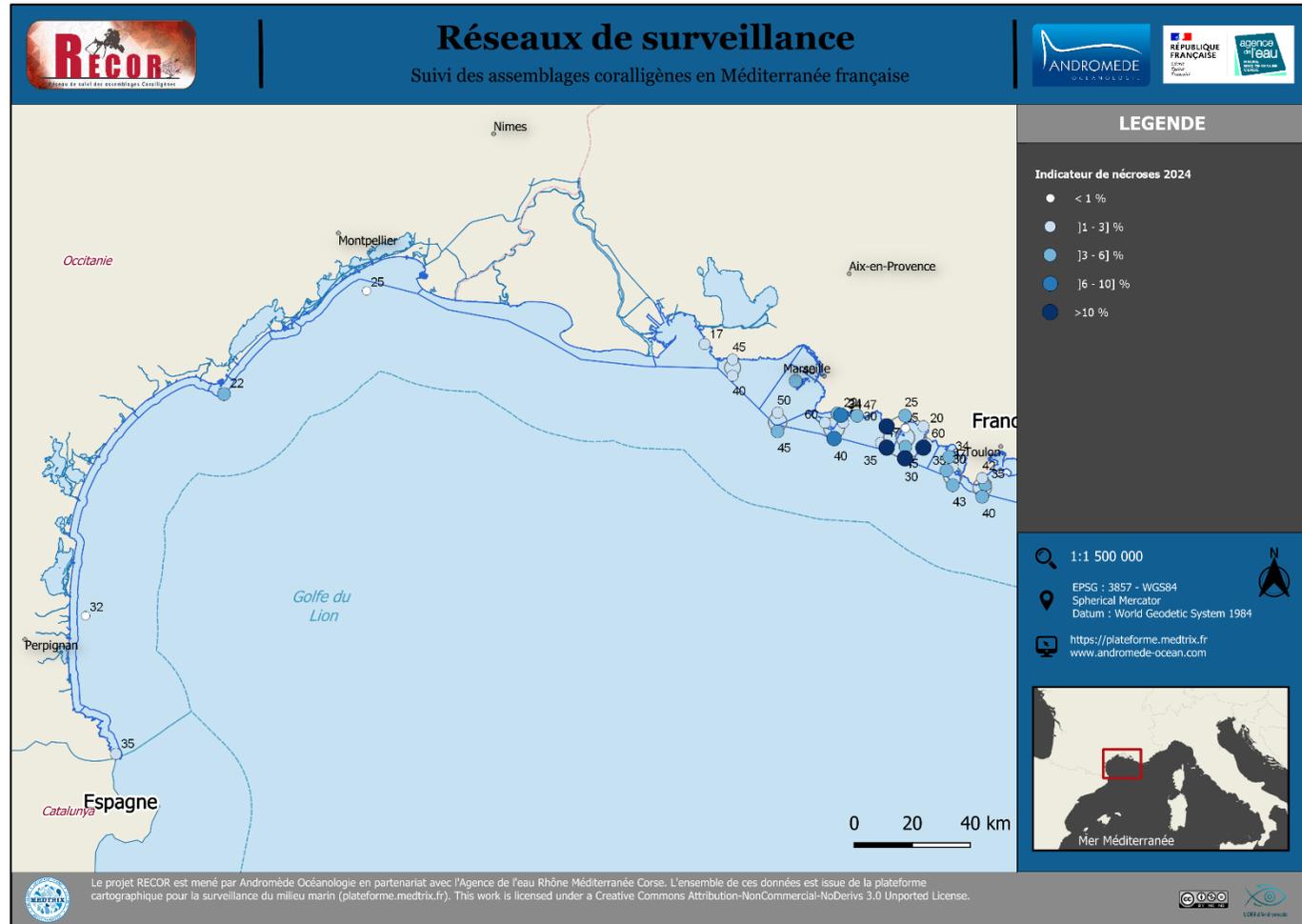
Station	Indicateur de perturbation					Évolution 2021-2024
	2012	2015	2018	2021	2024	
2freres_35			8,5		12,7	Moyen
Cassidaigne_47	0,9	13,8	0,2	1,4	4,2	Moyen
Centrale_17	6,7	1,5	0,1	0,0	0,4	Moyen
Congloue_40	5,0	18,9	4,7	6,2	1,5	Moyen
Congloue_50	4,6	10,3	1,7	2,2	1,3	Moyen
Congloue_60	0,8	10,5	0,9	0,2	0,5	Moyen
Coulombray_25	0,1		0,0	0,0	0,5	Moyen
Devenson_47	4,6	15,8	0,9	0,8	1,7	Moyen
Grand_Four_a_Chaux_40	32,4	2,2	17,7	11,9	4,7	Bon
Grand_Four_a_Chaux_45	12,7		10,7	1,8	2,9	Moyen
Grand_roc_32	3,1		0,0	0,5	0,0	Moyen
Mimosa_60	5,8	5,1	2,6	5,2	0,5	Moyen
Pierre_a_Christian_43	9,2		2,1	41,3	14,4	Très bon
Pierre_a_Christian_47	2,8	2,3	0,3	53,5	27,7	Très bon
Planier_45	5,7	5,5	10,2	28,8	14,4	Très bon
Planier_50	12,3	4,7	8,1	32,1	3,6	Très bon
Roc_Lan_22	1,9		0,1	5,4	0,0	Bon
Rosier_45	2,4	6,7	0,1	6,4	1,2	Bon
Rosier_55	1,1	2,4	0,3	5,5	0,2	Bon
Sec_a_joel_cap_cerbere_35	0,7		0,6	0,1	6,4	Bon
Sicie_40			2,0	11,6	6,5	Bon
Sicie_42		3,2	0,3	32,6	1,6	Très bon
Tiboulén_40	2,6	16,1	11,2	18,6	0,8	Très bon

VII.A.5. Indicateur de nécroses parmi le vivant

Les analyses des quadrats photographiques en 2021 ont mis en évidence l'apparition et/ou le développement de nécroses des algues rouges encroûtantes sur quasiment toutes les stations échantillonnées. **En 2024, la majorité des stations montre une stabilité ou une diminution de ces nécroses**, qui semblent recolonisées des de nouvelles algues rouges, des hydraires etc.

Andromède équipe les stations de surveillance RECOR avec des capteurs de température depuis 2013 (en partenariat avec l'AERMC). Ces capteurs réalisent une mesure toutes les 30 minutes, ils sont relevés et remplacés tous les trois ans.

Les analyses des anomalies positives de température permettront de voir s'il existe un lien entre ces anomalies de température et l'apparition des nécroses des algues rouges encroûtantes observées en 2021, puis leur baisse en 2024.



La comparaison 2021-2024 (tableau ci-contre) pour les 23 stations montre :

- Une **augmentation du pourcentage de nécroses parmi le vivant** sur 2 des stations échantillonnées (**9 %**) ;
- Une **diminution du pourcentage de nécroses parmi le vivant** sur 8 des stations échantillonnées (**35 %**) ;
- Une **stabilité du pourcentage de nécroses parmi le vivant** sur 13 des stations échantillonnées (**57 %**) ;

On parle d'augmentation de nécroses si l'écart entre le suivi actuel et le suivi précédent est supérieur ou égale à 1 %, pareil pour la diminution des nécroses.

Tableau 94 : Comparaison de du pourcentage de nécroses parmi le vivant pour chaque station échantillonnée en 2024 avec les suivis antérieurs.

Station	Indicateur de nécroses parmi le vivant					Évolution 2021-2024
	2012	2015	2018	2021	2024	
2freres_35			1,3		3,1	Augmentation
Cassidaigne_47	0,4	0,4	1,4	3,5	2,5	Diminution
Centrale_17	0,2	0,0	1,0	2,8	2,2	Stabilité
Congloue_40	0,6	1,4	2,9	6,8	7,2	Stabilité
Congloue_50	0,4	0,2	1,1	7,2	2,2	Diminution
Congloue_60	0,4	0,1	1,4	4,8	3,0	Diminution
Coulombray_25	0,0		1,5	8,4	1,0	Diminution
Devenson_47	0,4	0,5	1,4	8,1	3,0	Diminution
Grand_Four_a_Chaux_40	0,1	0,5	0,5	1,0	1,1	Stabilité
Grand_Four_a_Chaux_45	0,9		0,7	1,9	2,7	Stabilité
Grand_roc_32	0,0		0,1	3,1	0,5	Diminution
Mimosa_60	0,3	0,1	0,6	5,8	1,8	Diminution
Pierre_a_Christian_43	0,1	2,1	4,9	3,5	3,5	Stabilité
Pierre_a_Christian_47	1,1	0,4	1,8	1,1	1,5	Stabilité
Planier_45	1,2	0,8	2,2	2,7	3,4	Stabilité
Planier_50	0,8	0,6	1,9	3,6	2,7	Stabilité
Roc_Lan_22	0,6		1,3	3,0	3,1	Stabilité
Rosier_45	0,2	0,1	1,5	5,3	4,4	Stabilité
Rosier_55	0,1	0,0	0,9	1,7	0,7	Diminution
Sec_a_joel_cap_cerbere_35	0,9		0,1	2,1	1,9	Stabilité
Sicie_40			2,0	5,5	5,0	Stabilité
Sicie_42		0,2	1,2	2,2	2,8	Stabilité
Tiboulén_40	0,3	0,4	0,3	2,5	5,1	Augmentation

VII.A.6. Etat des gorgones

L'étude des nécroses des gorgones en 2024 met en évidence les résultats suivants :

-Sec à Joël Cap Cerbère :

L'état de santé des colonies de **gorgones rouges** *Paramuricea clavata* se dégrade entre 2012 et 2021 avec une diminution du nombre de colonies saines mais **leur état semble s'améliorer entre 2021 et 2024** puisque tous les individus sont sains (faible nombre d'individus échantillonnés).

L'état des colonies de **gorgones blanches** *Eunicella singularis* continue de **s'améliorer** et cette espèce présente du **recrutement** en 2024.

- Grand Roc :

Les colonies de **gorgones blanches** *Eunicella singularis* étaient en bon état entre 2012 et 2021, mais on relève une **détérioration de leur état sur le suivi 2024** (individus nécrosés dont des gorgones mortes). **Le recrutement semble peu efficace.**

- Roc Lan :

L'état des colonies de **gorgones blanches** *Eunicella singularis* s'améliore entre 2018 et 2022, puis reste **stable** entre 2022 et 2024. A tous les suivis **elles sont en état moyen** et l'absence de petites colonies est le signe d'un manque de recrutement.

- Coulombray :

L'état des colonies de **gorgones blanches** *Eunicella singularis* s'améliore entre 2018 et 2022, puis reste **stable** entre 2022 et 2024. A tous les suivis **elles sont en très bon état**. La présence de petites colonies (qui augmente) est le signe d'un recrutement.

- Centrale :

Jusqu'en 2018, les colonies de gorgones blanches *Eunicella singularis* étaient en excellent état par contre **dès 2021 on observe une dégradation de l'état des colonies, qui s'accroît en 2024** (nombreux individus morts). L'absence de petites colonies est le signe d'un manque de recrutement.

- Grand Four à Chaux :

Entre 2012 et 2021, l'état des populations de **gorgones jaunes** *Eunicella cavolinii* s'est fortement dégradé, mais en **2024 l'état des colonies semble en légère amélioration** (mais état qualifié de **moyen**).

En revanche, l'état des **gorgones rouges** *Paramuricea clavata* continue de se **dégrader** en 2024 ; la présence de petites colonies (qui augmente) est le signe d'un **recrutement**, par contre **aucune grande colonie** n'est relevée en 2024.

- Tiboulen :

Alors qu'entre 2018 et 2021, l'état des populations de **gorgones jaunes** *Eunicella cavolinii* s'était fortement dégradé (nécroses récentes et localisées (en lien avec l'observation des nombreux engins de pêche récents et anciens observés sur le site ?)), on note une **amélioration** de leur état en 2024 et un **possible recrutement**.

En revanche, les **gorgones rouges** *Paramuricea clavata* sont en état **médiocre** et **leur état s'est dégradé** en 2024 par rapport aux suivis antérieurs ; l'absence de petites colonies est le signe d'un **manque de recrutement**.

- Planier :

En 2024, les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) présentent un **état médiocre** ; on note cependant une légère amélioration par rapport à 2021. Le **recrutement semble absent** sur ce site.

- Devenson :

Alors que les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) étaient en bon état en 2018 et 2021, leur état s'est nettement dégradé en 2022 (après la vague de chaleur). Même si on observe une amélioration en 2024, les gorgones restent en état moyen avec de nombreux individus nécrosés voire morts, mais quelques petites colonies sont présentes, signes d'un possible recrutement.

- Cassidaigne :

A -46 m, les **gorgones jaunes** *Eunicella cavolinii* se dégradent en 2024 ; elles passent de bon état à un état moyen. La population de **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) est en mauvais état.

A -35 m, les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) et **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) sont en état moyen, les **gorgones blanches** (*Eunicella singularis*) à -35 m sont en état critique. En revanche on relève à cette profondeur un recrutement important pour les gorgones rouges.

- Rosier :

En 2024, l'état des **gorgones jaunes** *Eunicella cavolinii* s'améliore à -45 m mais il ne semble pas y avoir de recrutement.

Les **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) à -28 m sont en état médiocre mais on observe du recrutement pour cette espèce à -28 m.

- Mimosa :

Les **gorgones rouges** *Paramuricea clavata* sont en bon état à -59 m ; la tendance d'amélioration observée en 2018 est stable, par contre on observe pas de petites colonies.

Les **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) sont en excellent état. En effet, tous les individus observés sont indemnes de marques de nécroses. Leur état s'est amélioré par rapport à 2021

- Pierre à Christian :

Jusqu'en 2021, les **gorgones jaunes** *Eunicella cavolinii* sont en excellent état mais on observe une légère dégradation de leur état en 2024.

Par contre l'état des **gorgones rouges** *Paramuricea clavata* s'est fortement dégradé depuis 2021, et en 2024 aucun individu indemne de toute nécrose n'est observé sur le site.

Chez aucune des deux espèces de gorgones échantillonnées à -40 m il ne semble y avoir du recrutement.

- Sicié :

Les **gorgones rouges** *Paramuricea clavata* comme les **gorgones jaunes** *Eunicella cavolinii* sont en état moyen/médiocre à -37 m. Leur état s'est détérioré entre 2021 et 2024, puisqu'on relève une forte augmentation des colonies présentant plus de 10 % de nécroses. Le recrutement est par contre présent sur ce site pour les deux espèces.

-2frères :

Depuis 2018 on note une dégradation des colonies de **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) à -34 m qui s'est accentuée en 2022 – leur état est qualifié de médiocre en 2024. Par contre il y a des petites colonies, signes d'un potentiel recrutement. A -25 m et à -28 m en 2022, la population de **gorgones rouges** (*Paramuricea clavata*) échantillonnées est en très mauvais état, surtout à -25 m.

A -34 m, en 2024, les colonies de **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolini*) échantillonnées présentent un état moyen de leur population mais on relève une amélioration de leur état par rapport à 2022, après la vague de chaleur. De plus il y a des petites colonies, signes d'un potentiel recrutement. A -25 m et à -28 m en 2022, la population de **gorgones jaunes** (*Eunicella cavolinii*) échantillonnées est en état moyen, surtout à -25 m.

VII.A.7.Synthèse

Même si la vague de chaleur de 2022 a eu un impact sur l'état des populations de gorgones, et notamment des gorgones rouges (*Paramuricea clavata*), on relève en 2024 la **présence de petites colonies (signe potentiel de recrutement)** sur plusieurs sites en Occitanie (Sec à Joël Cap Cerbère, Coulombray) et à l'ouest de la région Sud : Grand Four à Chaux, Devenson, Cassidaigne à -35 m, Rosier à -28 m, Sicié, 2frères à -34 m.

Outre la température, ces espèces érigées sont souvent impactées par les engins de pêche. **Seulement 9 % des stations suivies cette année** (n = 2 ; Sec à Joël Cap Cerbère, Grand roc) **sont préservées de l'impact des engins** de pêche perdus. De **nombreux filets, lignes de pêches, anciens bouts** etc. ont été vus en plongée. Ces engins de pêche peuvent **impacter les espèces érigées** comme les gorgones ou les bryozoaires érigés en **augmentant les nécroses et les débris biologiques** (exemples à Grand Four à Chaux, Congloué, Devenson, Mimosa, 2frères). Parmi les deux sites sur lesquels aucun engin de pêche n'a été vu, le **site Sec à Joël - Cap Cerbère dévoile un intérêt particulier** d'un point de vue diversité ichtyologique puisqu'il présente à la fois des valeurs élevées pour les indicateurs richesse spécifique, LRFI et UICN.

La campagne RECOR de 2024 met en évidence la présence de **nombreuses espèces remarquables** parmi lesquelles les poissons lune, les petites et grandes rascasses, les langoustes (dont des **juvéniles de langoustes** sur le site Congloué), des dentis, des araignées de mer, des mérous bruns, des mostelles de roche, des daurades, des murènes, des barracudas, de nombreuses espèces de sars et serrans, des anémones buissonnantes, des oursins diadème, du corail rouge. A noter la présence de **gorgonocéphales** sur de nombreux sites comme Sec à Joël Cap Cerbère, Grand Four à Chaux, Congloué, Rosier, Mimosa (dont des **juvéniles**), Pierre à Christian, Sicié. Présence également de **nids de picarels en activité** (présence mâles gardant les nids) à Planier.

Parmi les particularités observées lors de cette campagne, on peut noter **une grande hétérogénéité de l'état écologique du coralligène en région Occitanie mais une stabilité de l'état écologique (moyen ou bon) à l'ouest de la région PACA.**

L'indicateur de nécroses est stable ou il diminue en 2024 (seules les stations Tiboulou_40 et 2frères_35 voient le pourcentage de nécroses des algues rouges encroûtantes augmenter). Ainsi, les nombreuses nécroses observées en 2021 semblent recolonisées, en partie par les hydraires. En effet le **groupe des hydraires se développe sur la majorité des stations** : Sec à Joël Cap Cerbère, Grand roc, Coulombray, Grand Four à Chaux, Planier, Congloué, Devenson, Mimosa, Pierre à Christian, Sicié.

Entre 2021 et 2024, toutes les stations présentent une **stabilité ou amélioration de l'indice de perturbation** contrairement au suivi 2018-2021 où la plupart des stations montraient une augmentation de cet indice lié au développement des algues filamenteuses. Par contre on relève de nombreuses stations présentant une **baisse de recouvrement par les bioconstructeurs principaux** contrairement au suivi 2018-2021 où la plupart des stations montraient une amélioration de leur recouvrement.

Les stations présentant le plus **sédimentation** sont localisées en région Occitanie et ouest de la région Sud, **subissant l'influence du Rhône.**



VII.B. Suivi de la fonction écologique habitat par ADNe

Tableau 95 : Synthèse des indicateurs de fonctionnement écologique du coralligène par ADNe

Région	Occitanie	PACA	PACA	PACA	PACA	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Code masse d'eau	FRDC01	FRDC07f	FRDC05	FRDC07c	FRDC06b	
Site	Sec a joel cap cerbere	Sicie	Grand Four a Chaux	Rosier	Tiboulén	
Année	2024	2024	2024	2024	2024	
Habitat	Coralligène	Coralligène	Coralligène	Coralligène	Coralligène	
Richesse spécifique	60	45	34	35	54	1 75 31.7
Diversité fonctionnelle	12	11	11	10	12	1 16 9.92
Indicateur LRFI	41	31	24	26	36	0 50 23.25
Indicateur Cryptobenthique	16	9	6	5	16	0 23 6.19
Indicateur thermique	18.39	19.11	19.25	19.27	18.83	17.23 22.32 18.89
Indicateur non indigène	0	0	0	0	0	0 1 0.26
Indicateur UICN	4	1	2	2	1	0 9 2.06
Ratio démerso-pélagique/benthique	0.65	0.61	0.75	0.8	0.49	0.17 7 0.8

Le réseau RECOR a permis en 2024 l'échantillonnage de **cinq sites de coralligène** par ADN environnemental en région Occitanie et à l'ouest de la région Sud. Au total, **37 familles, 65 genres et 83 espèces** différentes ont été détectés lors de cette campagne avec un minimum de 34 et un maximum de 60 espèces détectées par site. 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.

Cette étude confirme que l'ADN environnemental est une méthode efficace et rapide pour inventorier les populations de poissons et en particulier les espèces rares et peu visibles par des plongeurs.

En 2024, **six espèces classées sur liste rouge UICN** ont été détectées par ADN environnemental : le mérou brun (*Epinephelus marginatus*), le poisson lune (*Mola mola*), le pageot rose (*Pagellus bogaraveo*), la raie lisse (*Raja brachyura*), la raie brunette (*Raja undulata*) et le corb (*Sciaena umbra*).

Aucune espèce indigène n'a été détectée en 2024.

Le site Sec à Joël - Cap Cerbère présente un intérêt particulier d'un point de vue diversité ichthyologique puisqu'il présente à la fois des valeurs élevées pour les indicateurs richesse spécifique, LRFI et UICN.

En comparant les différents indicateurs en fonction des années, on observe une **tendance à la hausse entre 2021 et 2024** pour l'ensemble des sites à l'exception du site Rosier, pour les indicateurs Richesse spécifique, Diversité fonctionnelle, LRFI et Cryptobenthique.

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 ichthyologiques 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 ichthyologiques en Méditerranée française.

Ces données ont été intégrées dans l'atlas de la surveillance en 2024. Elles permettront aussi à l'avenir 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.

Figure 202 : Mérou brun (*Epinephelus marginatus*) observé à Port Cros en 2022



VII.C. Pose de capteurs de température

Des capteurs de température ont été positionnés sur les stations de récifs coralligènes suivies dans le cadre de ce marché. Des capteurs de température n'ont pas été retrouvés sur les stations suivantes : **2frères** à -35 m, **Roc Lan** à -20 m. Etant donné leur bonne fixation, il est probable qu'ils aient été arrachés par des engins de pêche ou volés.

Le tableau suivant liste les capteurs de température récupérés en 2024. Ils sont localisés sur la figure suivante.

Tableau 96 : Liste des capteurs récupérés en 2024 sur des récifs coralligènes.

Reseau	Habitat	Site	Station	Station_RECOR	Profondeur
RECOR	Recif coralligene	Cassidaigne	Cassidaigne_47	Cassidaigne_47	47
RECOR	Recif coralligene	Centrale	Centrale_20	Centrale_17	20
RECOR	Recif coralligene	Congloue	Congloue_40	Congloue_40	42.9
RECOR	Recif coralligene	Congloue	Congloue_50	Congloue_50	51
RECOR	Recif coralligene	Congloue	Congloue_60	Congloue_60	64.5
RECOR	Recif coralligene	Coulombray	Coulombray_20	Coulombray_25	22
RECOR	Recif coralligene	Devenson	Devenson_16	NA	16
RECOR	Recif coralligene	Devenson	Devenson_27	NA	27
RECOR	Recif coralligene	Devenson	Devenson_46	Devenson_47	46
RECOR	Recif coralligene	Grand_Four_a_Chaux	Grand_Four_a_Chaux_40	Grand_Four_a_Chaux_40	40
RECOR	Recif coralligene	Grand_Four_a_Chaux	Grand_Four_a_Chaux_45	Grand_Four_a_Chaux_43	45
RECOR	Recif coralligene	Grand_Four_a_Chaux	Grand_Four_a_Chaux_48	Grand_Four_a_Chaux_45	48
RECOR	Recif coralligene	Grand_roc	Grand_roc_32	Grand_roc_32	30.2
RECOR	Recif coralligene	Mimosa	Mimosa_59	Mimosa_60	59
RECOR	Recif coralligene	Pierre_a_Christian	Pierre_a_Christian_41	Pierre_a_Christian_43	41
RECOR	Recif coralligene	Pierre_a_Christian	Pierre_a_Christian_46	Pierre_a_Christian_47	46
RECOR	Recif coralligene	Planier	Planier_45	Planier_45	42
RECOR	Recif coralligene	Planier	Planier_50	Planier_50	51
RECOR	Recif coralligene	Rosier	Rosier_45	Rosier_45	44.7
RECOR	Recif coralligene	Rosier	Rosier_55	Rosier_55	52.5
RECOR	Recif coralligene	Sec_a_joel_cap_cerbere	Sec_a_joel_cap_cerbere_33	Sec_a_joel_cap_cerbere_2_35	33
RECOR	Recif coralligene	Sicie	Sicie_45	Sicie_42	45
RECOR	Recif coralligene	Tiboulen	Tiboulen_40	Tiboulen_40	41

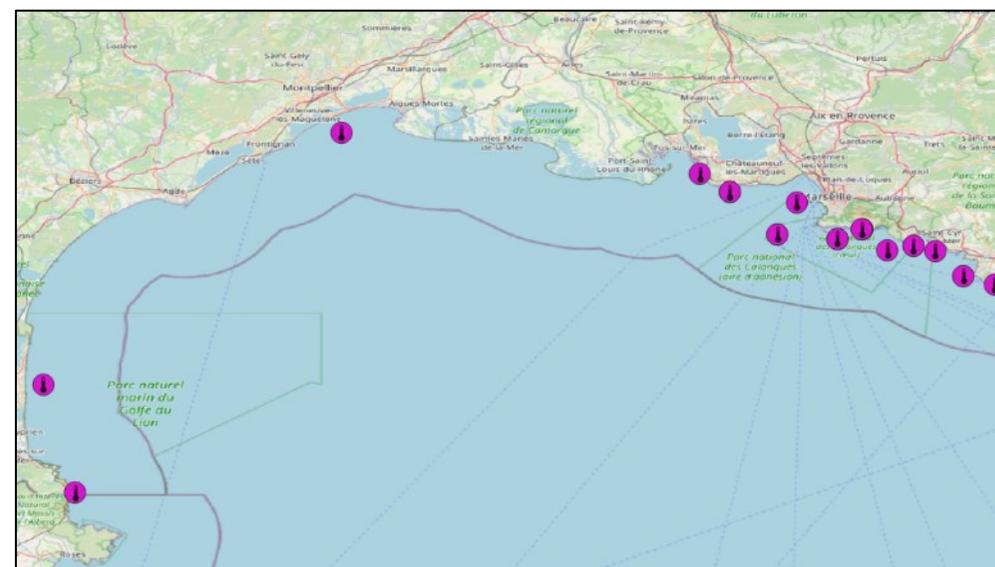


Figure 203 : Localisation des capteurs récupérés sur des stations de récifs coralligènes en 2024.

Des capteurs de température ont été positionnés sur 25 stations. Le tableau suivant liste les capteurs de température posés en 2024. Ils sont localisés sur la figure suivante.

Tableau 97 : Liste des capteurs posés en 2024 sur des récifs coralligènes.

Reseau	Habitat	Site	Station	Station_RECOR	Profondeur	Annee	Date_pose
RECOR	Recif coralligene	2freres	2freres_35	2freres_35	37	2024	13/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Cassidaigne	Cassidaigne_47	Cassidaigne_47	47	2024	16/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Centrale	Centrale_20	Centrale_17	20	2024	19/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Congloue	Congloue_40	Congloue_40	42.9	2024	18/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Congloue	Congloue_50	Congloue_50	51	2024	18/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Congloue	Congloue_60	Congloue_60	64.5	2024	18/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Coulombray	Coulombray_20	Coulombray_25	21.4	2024	14/06/2024
RECOR	Recif coralligene	Devenson	Devenson_16	NA	16	2024	17/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Devenson	Devenson_27	NA	27	2024	17/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Devenson	Devenson_46	Devenson_47	46	2024	17/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Grand_Four_a_Chaux	Grand_Four_a_Chaux_40	Grand_Four_a_Chaux_40	40	2024	19/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Grand_Four_a_Chaux	Grand_Four_a_Chaux_45	Grand_Four_a_Chaux_43	45	2024	19/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Grand_Four_a_Chaux	Grand_Four_a_Chaux_48	Grand_Four_a_Chaux_45	48	2024	19/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Grand_roc	Grand_roc_32	Grand_roc_32	30.2	2024	10/06/2024
RECOR	Recif coralligene	Mimosa	Mimosa_59	Mimosa_60	59	2024	15/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Pierre_a_Christian	Pierre_a_Christian_41	Pierre_a_Christian_43	41	2024	14/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Pierre_a_Christian	Pierre_a_Christian_46	Pierre_a_Christian_47	46	2024	14/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Planier	Planier_45	Planier_45	42	2024	18/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Planier	Planier_50	Planier_50	51	2024	18/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Roc_Lan	Roc_Lan_20	Roc_Lan_20	20	2024	04/06/2024
RECOR	Recif coralligene	Rosier	Rosier_45	Rosier_45	44.7	2024	16/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Rosier	Rosier_55	Rosier_55	52.5	2024	16/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Sec_a_joel_cap_cerbere	Sec_a_joel_cap_cerbere_33	Sec_a_joel_cap_cerbere_2_35	33	2024	08/06/2024
RECOR	Recif coralligene	Sicie	Sicie_45	Sicie_42	45	2024	13/05/2024
RECOR	Recif coralligene	Tiboulén	Tiboulén_40	Tiboulén_40	41	2024	19/05/2024

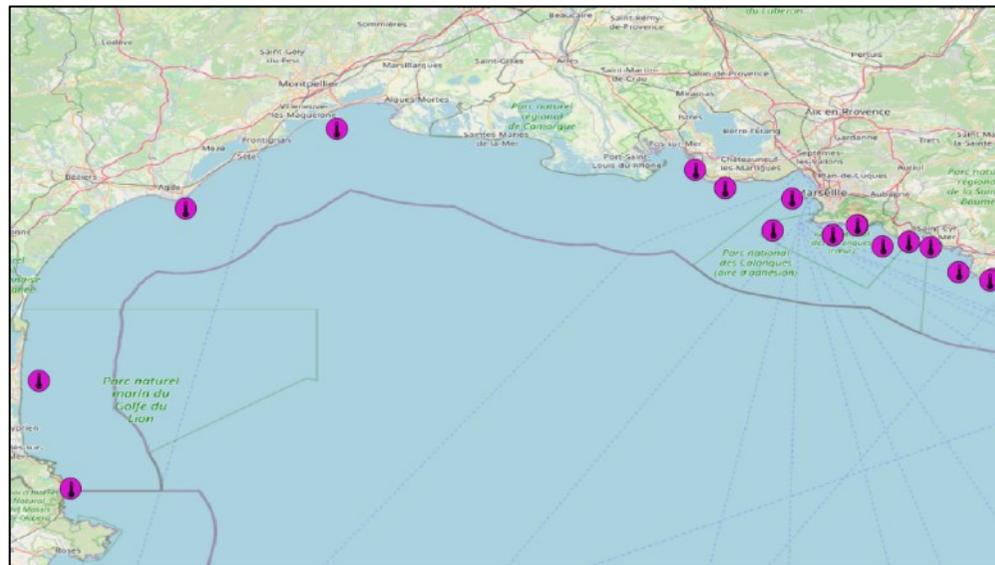


Figure 204 : Localisation des capteurs posés sur des stations de récifs coralligènes en 2024.



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 :

RECOR : 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 : La position des capteurs de température a été intégrée dans le projet.



MODEL : Les modèles photogrammétriques des sites de coralligène ont été ajoutés au projet.



FILAMED : Les observations d'algues filamenteuses ont été intégrées dans ce projet.



MER-VEILLE : l'observatoire des espèces et paysages a été mis à jour avec les nouvelles photos en haute définition des paysages sous-marins.



PISCIS : Les données ichtyologiques ont été ajoutées au projet.



IX. Annexe : Fichiers de bancarisation

Trois fichiers Excel de bancarisation des données Coralligène sont fournis avec le rapport annuel 2024 : un pour les données de classes de taille des gorgones, un pour les données de nécrose des gorgones et un pour les analyses issues des analyses des quadrats photographiques.

Lot2_Gorgones_necroses_2024.xlsx

site	Nom du site
annee	Année de suivi
wgs84_coord_x	Longitude (WGS84, Degrés décimaux)
wgs84_coord_y	Latitude (WGS84, Degrés décimaux)
region	Région
EU_CD	Code Masse d'eau

profondeur	Profondeur (m)
Espece	Espèce de gorgone
code_sp	Code Espèce
classe	Classe de nécrose
Date_necrose	Date de nécrose (récente/ancienne)
Distribution	Distribution de la nécrose (diffuse/localisée)

Lot2_Gorgones_classes_de_taille_2024.xls

site	Nom du site
annee	Année de suivi
wgs84_coord_x	Longitude (WGS84, Degré minute décimale)
wgs84_coord_y	Latitude (WGS84, Degré minute décimale)
region	Région
EU_CD	Code Masse d'eau
profondeur	Profondeur (m)
espece	Espèce de gorgone
code_sp	Code Espèce
hauteur_cm	Hauteur (cm)
Largeur_cm	Largeur (cm)

Lot2_Quadrats photographiques_2024.xlsx

WGS84_coord_x	Longitude (WGS84, Degré minute décimale)
WGS84_coord_y	Latitude (WGS84, Degré minute décimale)
Region	Region
Water_body	Masse d'eau
Year	Année de suivi
Date	Date de terrain
Site	Nom du Site
Station	Nom de la Station
Station_code	Code de la station
Depth	Profondeur (mètres)
Liv_pc	% recouvrement par le vivant
No_liv_pc	% recouvrement par le non vivant
Sludge_pc	% de recouvrement par la vase
Rubble_pc	% recouvrement par les débris biologiques
Cavity_pc	% recouvrement par les cavités / anfractuosités
Necrosis_pc	% Nécrose Algues rouges encroûtantes
CAI	Coralligenous Assemblages Index

simpson_st	Indice de Simpson		Alcyonaria	% Alcyonaires
Shannon_st	Indice de Shannon		Ascidians	% Ascidiés
Encrusting_bryozoan_pc	% de bryozoaires encrustants		Asterids	% Astéridés
Erected_bryozoan_pc	% de bryozoaires érigés		Brown macroalgae	% algues brunes
Majbui_relab	% recouvrement par les bioconstructeurs principaux		Ceriantharia	% Cérianthaires
Mesp_tot_sp	% Mesophyllum spp. parmi le vivant		Corallimorpharia	% Cnidaires
PESP	% Erected Peyssonnelia sp. parmi le vivant		Crinoidian	% Crinoides
PCSP	% Encrusting Peyssonnelia sp. parmi le vivant		Echinids	% échinodermes
LISP_relab	% Lithophyllum spp. parmi le vivant		Foraminifera	% foraminifères
AXSP_relab	% Axinella sp. parmi le vivant		Gorgonian	% de gorgones
Mas_relab	% Eponges massives parmi le vivant		Green_macroalgae	% Algues vertes
Ens_relab	% Eponges encrustantes parmi le vivant		Hydroid	% Hydraires
Fil_relab	% Algues filamenteuses parmi le vivant		Ophiuroids	% Ophiures
CARA	% Caulerpa cynlindracea		Pennatularian	% Pennatulaires
CATA	% Caulerpa taxifolia		Phanerogam	% Phanérogames
CORU	% Corail rouge parmi le vivant		Scleractinia	% Scleractiniaires
FISA	% Filograna sp.		Sedenary_worms	% Vers sédentaires
WOSE	% de Womersleyella setacea		Sponge	% Eponges
Actinaria	% Actinaires		Zoantharia	% Zoanthaires

Antipatharia	% Antipathaires
unknowns_st	% Inconnu
Auteur	Auteur de la table

Deux fichiers Excel de bancarisation des données Température seront fournis avec le rapport annuel :

 **Lot2_capteurs_poses_Année échantillonnée.csv**

 **Lot2_capteurs_relevés_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
Annee	Année de suivi
Date_pose	Date de pose du capteur
Date_releve	Date de relèvements du capteur
ID	Identifiant du capteur
Region	Région
Longitude	Longitude (WGS84, Degré minute décimale)
Latitude	Latitude (WGS84, Degré minute décimale)

 **Lot2_ADNe_coralligene_2024.xlsx**

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



X. Bibliographie

American Society of Photogrammetry, 1965. *Manual of Photogrammetry*. Vols 1 & 11.

Balata, D., Piazzì, L., Cecchi, E., Cinelli, F., 2005. Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposition. *Marine Environmental Research* 60, 403–421. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2004.12.005>

Ballesteros, E., 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 44, 123–195.

Ballesteros, E., 2003. The coralligenous in the Mediterranean Sea: Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats. Project for the preparation of a Strategic Action Plan for the Conservation of the Biodiversity in the Mediterranean Region (SAP BIO). In RAC/SPA—Regional Activity Centre for Specially Protected Areas.

Bianchi, C.N., 2001. La biocostruzione negli ecosistemi marini e la biologia marina italiana. *Biologia Marina Mediterranea* 8, 112–130.

Bianchi, N., Morri, C., 2000. Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin* 40, 367–376. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00027-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00027-8)

Boudouresque, C.F., 2004. Biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. *Scientific Reports of Port-Cros National Park*. 20, 97–146.

Bowens, A., 2009. *Underwater Archeology. The NAS Guide to Principles and Practice*, 2nd edn. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Hoboken, New Jersey, USA. p. 272.

Bythell, J., Pan, P., Lee, J., 2001. Three-dimensional morphometric measurements of reef corals using underwater photogrammetry techniques. *Coral Reefs* 20, 193–199. <https://doi.org/10.1007/s003380100157>

Cebrian, E., Linares, C., Marschal, C., Garrabou, J., 2012. Exploring the effects of invasive algae on the persistence of gorgonian populations. *Biological Invasions* 14, 2647–2656. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0261-6>

Cerrano C, Bavestrello G., Bianchi C.N., Calcinai B., Cattaneo-Vietti R., Morri C., S.M., 2001. The role of sponge bioerosion in mediterranean coralligenous accretion. *Mediterranean Ecosystems: Structures and Processes* 235–240.

Chong, a. K., Stratford, P., 2002. Underwater digital stereo-observation technique for red hydrocoral study. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 68, 745–751.

Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F.B.R., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C.N., Corbera, J., Dailianis, T., Danovaro, R., Estrada, M., Froggia, C., Galil, B.S., Gasol, J.M., Gertwage, R., Gil, J., Guilhaumon, F., Kesner-Reyes, K., Kitsos, M.S., Koukouras, A., Lampadariou, N., Laxamana, E., de la Cuadra, C.M.L.F., Lotze, H.K., Martin, D., Mouillot, D., Oro, D., Raicevich, S., Rius-Barile, J., Saiz-Salinas, J.I., Vicente, C.S., Somot, S., Templado, J., Turon, X., Vafidis, D., Villanueva, R., Voultsiadou, E., 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, patterns, and threats. *PLoS ONE* 5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>

Courtney, L.A., Fisher, W.S., Raimondo, S., Oliver, L.M., Davis, W.P., 2007. Estimating 3-dimensional colony surface area of field corals. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 351, 234–242. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.06.021>

Deter, J., Descamp, P., Ballesta, L., Boissery, P., Holon, F., 2012a. A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. *Ecological Indicators*. 20, 345–352.

Deter, J., Descamp, P., Boissery, P., Ballesta, L., Holon, F., 2012b. A rapid photographic method detects depth gradient in coralligenous assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 418–419, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.03.006>

Fonstad, M.A., Dietrich, J.T., Courville, B.C., Jensen, J.L., Carbonneau, 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>

Garrabou, J., Ballesteros, E., 2000. Growth of *Mesophyllum alternans* and *Lithophyllum frondosum* (Corallinales, Rhodophyta) in the northwestern Mediterranean. *European Journal of Phycology* 35, 1–10. <https://doi.org/10.1080/09670260010001735571>

Giakoumi, S., Sini, M., Gerovasileiou, V., Mazor, T., Beher, J., Possingham, H.P., Abdulla, A., Çinar, M.E., Dendrinou, P., Gucu, A.C., Karamanlidis, A. a., Rodic, P., Panayotidis, P., Taskin, E., Jaklin, A., Voultsiadou, E., Webster, C., Zenetos, A., Katsanevakis, S., 2013. Ecoregion-

Based Conservation Planning in the Mediterranean: Dealing with Large-Scale Heterogeneity. *PLoS ONE* 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076449>

Gili, J., Coma, R., 1998. Benthic suspension feeders in marine food webs. *Trends Ecol Evol* 13:297–337.

Giraud Carolane, Boissery Pierre, Dalongeville Alicia, Dejean Tony, Deter Julie, Lacoeyille 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.

Holmes, G., 2008. Estimating three-dimensional surface areas on coral reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 365, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.07.045>

Holmes, G., Ortiz, J., Kaniewska, P., Johnstone, R., 2008. Using three-dimensional surface area to compare the growth of two Pocilloporid coral species. *Marine Biology* 155, 421–427. <https://doi.org/10.1007/s00227-008-1040-x>

Holon, F., Mouquet, N., Boissery, P., Bouchouca, M., Delaruelle, G., Tribot, A.-S., Deter, J., 2015. Fine-Scale Cartography of Human Impacts along French Mediterranean Coasts: A Relevant Map for the Management of Marine Ecosystems. *PLoS ONE* 10, 20p.

Hong, J.-S., 1980. Etude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos). Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille II 1–268.

Laborel, J., 1961. Le concrétionnement algal "coralligène" et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*. 23, 37–60.

Laubier, L., 1966. Le coralligène des Albères: monographie biocénétique. *Annales de l'Institut Océanographique de Monaco*. 43: 139-316.

Lavy, A., Eyal, G., Neal, B., Keren, R., Loya, Y., Ilan, M., 2015. A quick, easy and non-intrusive method for underwater volume and surface area evaluation of benthic organisms by 3D computer modelling. *Methods in Ecology and Evolution* 6, 521–531. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12331>

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).

Martin, C.S., Giannoulaki, M., De Leo, F., Scardi, M., Salomidi, M., Knitweiss, L., Pace, M.L., Garofalo, G., Gristina, M., Ballesteros, E., Bavestrello, G., Belluscio, a., Cebrian, E., Gerakaris, V., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Schembri, P.J., Terribile, K., Rizzo, L., Ben Souissi, J., Bonacorsi, M., Guarnieri, G., Krzelj, M., Macic, V., Punzo, E., Valavanis, V., Fraschetti, S., 2014. Coralligenous and maërl habitats: predictive modelling to identify their spatial distributions across the Mediterranean Sea. *Scientific Reports* 4, 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep05073>

Naumann, M.S., Niggli, W., Laforsch, C., Glaser, C., Wild, C., 2009. Coral surface area quantification-evaluation of established techniques by comparison with computer tomography. *Coral Reefs* 28, 109–117. <https://doi.org/10.1007/s00338-008-0459-3>

Piazzì, L., Gennaro, P., Balata, D., 2012. Threats to macroalgal coralligenous assemblages in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 64, 2623–2629. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.027>

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)



Ros, J., Romero, J., Ballesteros, E., Gili, J., 1985. The circalittoral hard bottom communities: the coralligenous. Margalef edits. Western Mediterranean. Pergamon Press, Oxford 263–273.

Sala, E., Garrabou, J., Zabala, M., 1996. Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Marine Biology* 126, 451–459.

Sartoretto S., F.P., 1997. Quantification of bioerosion by *Sphaerechinus granularis* on Coralligène concretions of the western mediterranean. *Journal of Marine Biological Association UK* 77, 565–568.

Sartoretto, S., Verlaque, M., Laborel, J., 1996. Age of settlement and accumulation rate of submarine “coralligène” (–10 to –60 m) of the northwestern Mediterranean Sea; relation to Holocene rise in sea level. *Marine Geology* 130, 317–331. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(95\)00175-1](https://doi.org/10.1016/0025-3227(95)00175-1)

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.

Teixidó, N., Casas, E., Cebrián, E., Linares, C., Garrabou, J., 2013. Impacts on Coralligenous Outcrop Biodiversity of a Dramatic Coastal Storm. *PLoS ONE* 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053742>

Teixidó, N., Garrabou, J., Harmelin, J.G., 2011. Low dynamics, high longevity and persistence of sessile structural species dwelling on mediterranean coralligenous outcrops. *PLoS ONE* 6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023744>

Tribot, A.-S., Mouquet, N., Villéger, S., Raymond, M., Hoff, F., Boissery, P., Holon, F., Deter, J., 2016. Taxonomic and fonctionnal diversity increase the aesthetic value of coralligenous reefs. *Nature Publishing Group* 1–12. <https://doi.org/10.1038/srep34229>

Veal, C.J., Holmes, G., Nunez, M., Hoegh-Guldberg, O., Osborn, J., 2010. A comparative study of methods for surface area and three-dimensional shape measurement of coral skeletons. *Limnology and Oceanography: Methods* 8, 241–253. <https://doi.org/10.4319/lom.2010.8.241>

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>

7, place Cassan – Carnon Plage

34 130 Manguio - France

Tél. : 04.67.66.32.48 - contact@andromede-ocean.com

www.andromede-ocean.com