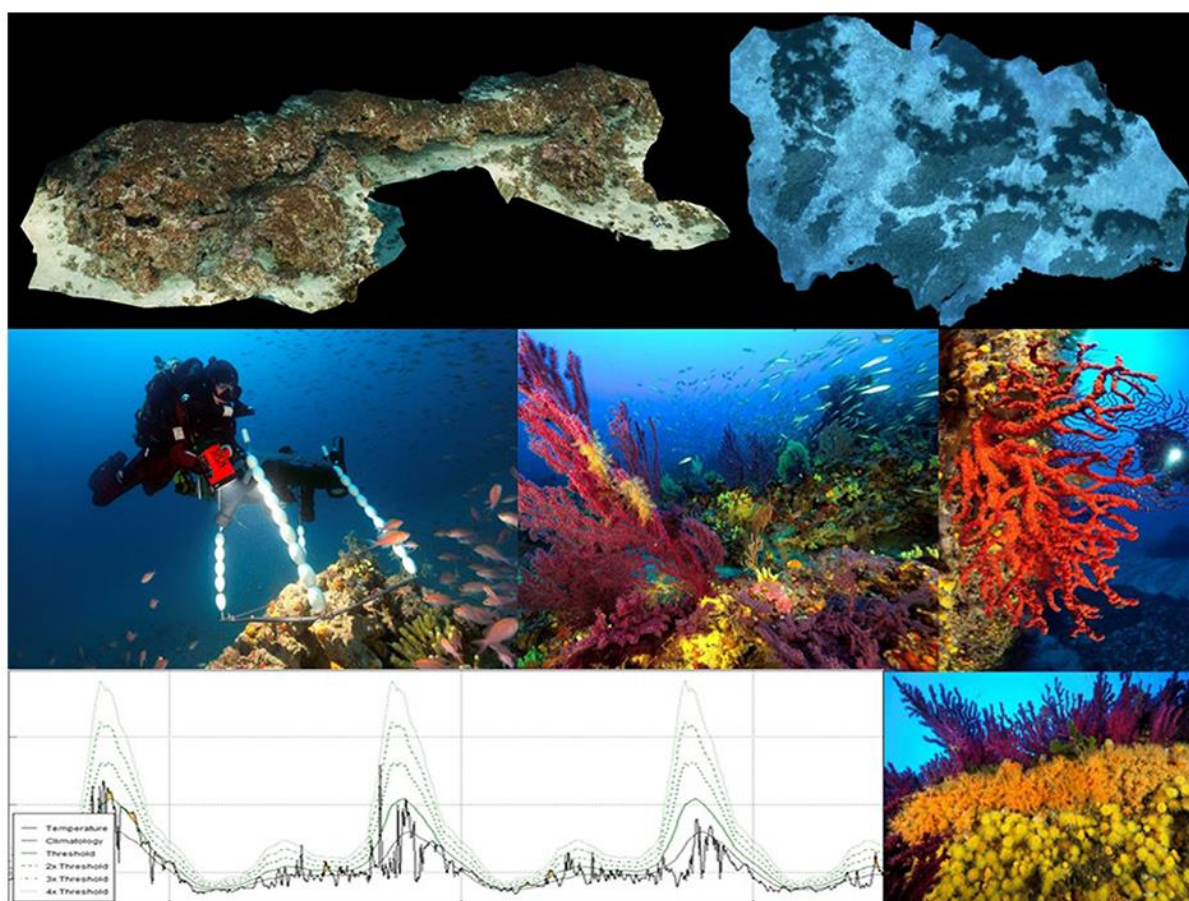


Compléments à la surveillance biologique 2022-2023

Acquisitions 3D, quadrats complémentaires RECOR, analyses d'indicateurs coralligène,
analyse de la température de fond et mise à jour de l'atlas cartographique




ANDROMÈDE
OCÉANOLOGIE

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

Coordination Andromède :

HOLON Florian, florian.holon@andromede-ocean.com



Analyses, rédaction :

MARRE Guilhem, guilhem.marre@andromede-ocean.com



Coordination Agence de l'Eau RMC :

BOISSERY Pierre, Pierre.BOISSERY@eaurmc.fr

Participants aux missions de terrain :

Voir les rapports des réseaux TEMPO et RECOR disponibles sur Medtrix :

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

ANDROMEDE Océanologie, 2024. Compléments à la surveillance biologique 2022-2023 : Acquisitions 3D, quadrats complémentaires RECOR, analyses d'indicateurs coralligène, analyse de la température de fond et mise à jour de l'atlas cartographique. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 288 pages.

Édito

Depuis l'entrée en vigueur de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau 2000/60/CE (DCE), les États membres se sont engagés à atteindre un bon état écologique des masses d'eau d'ici 2020 (Parlement Européen, 2000).



La Directive cadre Stratégie pour le Milieu Marin 2008/56/CE (DCSMM) a renforcé cette volonté pour le milieu marin. Pour cela, il s'agit de suivre l'état des écosystèmes marins, mesurer les impacts liés aux pressions des activités humaines et mettre en œuvre une gestion intégrée permettant une utilisation durable des ressources.

C'est dans ce contexte réglementaire que la société Andromède Océanologie a développé depuis 2010, en partenariat avec l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, des réseaux de surveillance axés sur des thématiques variées tels que TEMPO (Herbier de posidonie), RECOR (Récifs coralligènes), CALME (bruit acoustique en collaboration avec société Chorus), CALOR (Température de fond), PISCIS (suivi des Poissons par ADNe).

Ces réseaux permettent de suivre des descripteurs à différentes échelles (individus, populations, communautés, paysages) et mettent en commun leur logistique de terrain afin d'en diminuer les coûts. Les suivis sur les mêmes sites facilitent la corrélation des données entre elles.

Ce document présente les résultats, suites aux acquisitions en 2022 et 2023, des compléments à la surveillance biologique sur les sites TEMPO et RECOR :

- **Application de la photogrammétrie à la surveillance biologique sur les sites TEMPO en limite inférieure et les stations RECOR ;**
- **Analyses des quadrats photographiques des stations complémentaires RECOR par le réseau de neurones entraîné sur la base de données RECOR 2010-2023 ;**
- **Comparaison de différents indicateurs de l'état écologique du coralligène et liens avec les pressions anthropiques sur toute la base de données RECOR ;**
- **Analyse de la température de fond dans le cadre du réseau CALOR et en lien avec les observations RECOR ;**

La mise à jour de l'atlas cartographique fait l'objet d'un document à part.

Les résultats de ces développements et des réseaux de surveillance sont consultables sur la plateforme en ligne MEDTRIX (<http://plateforme.medtrix.fr>) dans les projets dédiés.

Sommaire

I.	APPLICATION DE LA PHOTOGRAMMETRIE A LA SURVEILLANCE BIOLOGIQUE	9
I.A.	Modélisation 3D des sites RECOR – Année 2022	9
I.A.1.	Balise Levant 35 m	11
I.A.2.	Balise Rabiou 50 m	12
I.A.3.	Bonneau 36 m	13
I.A.4.	Cap d’Armes 55 m	14
I.A.5.	Cap Lardier 70 m	15
I.A.6.	Cap Martin Ouest b 48 m	16
I.A.7.	Carqueiranne 37 m	17
I.A.8.	Epave 43 m	18
I.A.9.	Esterel 55 m	19
I.A.10.	Giens 35 m	20
I.A.11.	La Sèche Saint Pierre 40 m	21
I.A.12.	Large Cap Roux 37 m	22
I.A.13.	Les Ancres 40 m	23
I.A.14.	Lion de Mer 38 m	24
I.A.15.	Port de Nice 30 m	25
I.A.16.	Rade de Bormes 37 m	26
I.A.17.	Raventurier 55 m	27
I.A.18.	Sec Sarranier 47 m	28
I.A.19.	Saint Tropez 40 m	29
I.A.20.	Sud Ribaud 45 m	30
I.A.21.	Tombant des Américains N 35 m	31
I.A.22.	Tombant des Américains W 45 m	32
I.A.23.	Villefranche Est 35 m	33
I.B.	Modélisation 3D des sites TEMPO – Année 2022	34
I.B.1.	Bregançon Est	36
I.B.2.	Cap Ail Ouest	37
I.B.3.	Cap Carqueiranne	38
I.B.4.	Cap Gros Nord	39
I.B.5.	Cap Roux	40
I.B.6.	Cap d’Agde Est	41
I.B.7.	Juan	42
I.B.8.	Lion de Mer	43
I.B.9.	Pampelonne	44
I.B.10.	Plage Suveret	45
I.B.11.	Pointe Andati	46
I.B.12.	Pointe Rube	47
I.B.13.	Pointe Sardinaux	48
I.B.14.	Pointe Veille Est	49
I.B.15.	Presqu’île de Giens	50
I.C.	Modélisation 3D des sites RECOR – Année 2023	51
I.C.1.	Agriates 60 m	53
I.C.2.	Bastia 60 m	54
I.C.3.	Canari 70 m	55
I.C.4.	Capodimuro 60 m	56
I.C.5.	Cappu-Rosso 65 m	57
I.C.6.	Cargèse 60 m	58
I.C.7.	Centuri 65 m	59
I.C.8.	Corailleurs 55 m	60
I.C.9.	Lavezzi 50 m	61
I.C.10.	Macinaggio 65 m	62
I.C.11.	Mortoli 50 m	63
I.C.12.	Parata 60 m	64

I.C.13.	Revelatta 55 m	65
I.C.14.	Scandola-4 60 m.....	66
I.C.15.	Saint Florent 60 m.....	67
I.C.16.	Tarco 50 m	68
I.C.17.	Vacca 45 m.....	69
I.D.	Modélisation 3D des sites TEMPO – Année 2023	70
I.D.1.	Agriates	72
I.D.2.	Baie Tamarone Large	73
I.D.3.	Capo Rosso	74
I.D.4.	Fautea	75
I.D.5.	Focolara.....	76
I.D.6.	Giraglia.....	77
I.D.7.	Isolella	78
I.D.8.	Murtoli.....	79
I.D.9.	Plage Trottel.....	80
I.D.10.	Punta di Canella	81
I.D.11.	Punta Mortella	82
I.D.12.	Punta Vaccaja	83
I.D.13.	Rondinara.....	84
II.	ACQUISITION ET ANALYSE DE QUADRATS PHOTOGRAPHIQUES SUR LES STATIONS RECOR COMPLEMENTAIRES	85
II.A.	Objectifs	85
II.B.	Méthodologie	85
II.B.1.	Stations échantillonnées	85
II.B.2.	Identification automatique	86
II.B.3.	Calcul des indicateurs.....	87
II.C.	Résultats.....	88
III.	COMPARAISON DES INDICATEURS DE L'ETAT ECOLOGIQUE DU CORALLIGENE ET LIENS AVEC LES PRESSIONS ANTHROPIQUES ..	90
III.A.	Objectifs	90
III.B.	Méthodologie	90
III.C.	Synthèse bibliographique sur les indicateurs existants	91
III.C.1.	CAI : Coralligenous Assemblage Index	91
III.C.2.	CAI2 : Coralligenous Assemblage Index 2	93
III.C.3.	INDEX-COR	95
III.C.4.	ESCA : Ecological Status of Coralligenous Assemblages.....	98
III.C.5.	MACS : Mesophotic Assemblages Conservation Status	101
III.C.6.	COARSE : COralligenous Assessment by ReefScape Estimate	105
III.C.7.	ISLA : Integrated Sensitivity Level of coralligenous Assemblages	109
III.C.8.	3D C-index : index of the coralligenous structural complexity	112
III.C.9.	CBQI : Coralligenous Bioconstruction Quality Index.....	114
III.C.10.	STAR : STAndarRdized coralligenous evaluation procedure.....	117
III.C.11.	Autres indices.....	117
III.D.	Tableau récapitulatif des indicateurs	118
III.E.	Comparaison des indicateurs d'état écologique	120
III.E.1.	Evolution temporelle des indicateurs.....	120
III.E.2.	Corrélations entre indicateurs écologiques.....	125
III.E.3.	Corrélations entre indicateurs écologiques et pressions anthropiques.....	127
III.F.	Conclusions et perspectives.....	129
IV.	SUIVI DE LA TEMPERATURE DE FOND ET DE SES EFFETS SUR LES ASSEMBLAGES CORALLIGENES	130
IV.A.	Contexte	130
IV.B.	Historique	130
IV.C.	Matériel utilisé	132
IV.D.	Cartographie de la température de fond	132
IV.E.	Analyse des séries de données de température	133
IV.E.1.	Descripteurs statistiques de la série de données	133
IV.E.2.	Décomposition de la série de données.....	134
IV.E.3.	Détection de vagues de chaleur	136
IV.F.	Fiches descriptives des capteurs relevés en 2022 en région PACA	138

IV.F.1.	Agay – 40 m RECOR	138
IV.F.2.	Agay Ouest – 24 m TEMPO	139
IV.F.3.	Agay Ouest PI – 15 m TEMPO	140
IV.F.4.	Balise Levant – 34 m RECOR	141
IV.F.5.	Balise Rabiou – 40 m RECOR	142
IV.F.6.	Balise Rabiou – 46 m RECOR	143
IV.F.7.	Banc de vieilles – 55 m RECOR	144
IV.F.8.	Banc de vieilles – 67 m RECOR	145
IV.F.9.	Bonneau – 35 m RECOR	146
IV.F.10.	Cap Ail – 45 m RECOR	147
IV.F.11.	Cap Carqueiranne – 29 m TEMPO	148
IV.F.12.	Cap Carqueiranne PI – 15 m TEMPO	149
IV.F.13.	Cap dArmes – 47 m RECOR	150
IV.F.14.	Cap dArmes – 55 m RECOR	151
IV.F.15.	Cap des Medes PI – 15 m TEMPO	152
IV.F.16.	Cap Ferrat – 40 m RECOR	153
IV.F.17.	Cap Gros Nord – 21 m TEMPO	154
IV.F.18.	Cap Gros Nord PI – 15 m TEMPO	155
IV.F.19.	Cap Lardier – 67 m RECOR	156
IV.F.20.	Cap Martin Est – 57 m RECOR	157
IV.F.21.	Cap Martin Ouest b – 48 m RECOR	158
IV.F.22.	Cap Nice Est – 29 m TEMPO	159
IV.F.23.	Cap Nice Est PI – 15 m TEMPO	160
IV.F.24.	Cap Roux – 29 m TEMPO	161
IV.F.25.	Cap Roux PI – 15 m TEMPO	162
IV.F.26.	Carqueiranne – 35 m RECOR	163
IV.F.27.	Emissaire St Tropez 1 – 21 m RECOR	164
IV.F.28.	Emissaire St Tropez 2 – 27 m RECOR	165
IV.F.29.	Epave – 42 m RECOR	166
IV.F.30.	Esterel – 58 m RECOR	167
IV.F.31.	Fort Bregancon PI – 15 m TEMPO	168
IV.F.32.	Gabiniere – 47 m RECOR	169
IV.F.33.	Giens – 35 m RECOR	170
IV.F.34.	Juan – 28 m TEMPO	171
IV.F.35.	Juan PI – 15 m TEMPO	172
IV.F.36.	La Seche St Pierre – 40 m RECOR	173
IV.F.37.	Large Cap Roux – 35 m RECOR	174
IV.F.38.	Les Ancres – 30 m RECOR	175
IV.F.39.	Les Ancres - 38 m RECOR	176
IV.F.40.	Lion De Mer - 38 m RECOR	177
IV.F.41.	Lion de Mer PI - 15 m TEMPO	178
IV.F.42.	Plage Suveret - 13 m TEMPO	179
IV.F.43.	Pointe Andati - 34 m TEMPO	180
IV.F.44.	Pointe Andati PI - 15 m TEMPO	181
IV.F.45.	Pointe Bacon - 18 m TEMPO	182
IV.F.46.	Pointe Bacon - 30 m RECOR	183
IV.F.47.	Pointe Bacon PI - 15 m TEMPO	184
IV.F.48.	Pointe de la Calle - 24 m TEMPO	185
IV.F.49.	Pointe dragon - 70 m RECOR	186
IV.F.50.	Pointe Esquillette PI - 15 m TEMPO	187
IV.F.51.	Pointe Langoustier - 33 m RECOR	188
IV.F.52.	Pointe Langoustier - 37 m RECOR	189
IV.F.53.	Pointe Sardinaux - 28 m TEMPO	190
IV.F.54.	Pointe Sardinaux PI - 16 m TEMPO	191
IV.F.55.	Pointe Veille Est - 25 m TEMPO	192
IV.F.56.	Port de Nice - 30 m RECOR	193
IV.F.57.	Rade Cannes - 33 m RECOR	194

IV.F.58.	Rade Cannes - 40 m RECOR.....	195
IV.F.59.	Rade de Bormes - 37 m RECOR	196
IV.F.60.	Rade Villefranche - 42 m RECOR	197
IV.F.61.	Raventurier - 55 m RECOR.....	198
IV.F.62.	Raventurier - 65 m RECOR.....	199
IV.F.63.	Sec Sarranier - 39 m RECOR	200
IV.F.64.	Sec Sarranier - 47 m RECOR	201
IV.F.65.	St Tropez - 40 m RECOR	202
IV.F.66.	Sud Ribaud - 45 m RECOR	203
IV.F.67.	Taillat - 65 m RECOR	204
IV.F.68.	Tombant des americains W - 45 m RECOR.....	205
IV.G.	Fiches descriptives des capteurs relevés en 2023 en région Corse	206
IV.G.1.	Agriates - 37 m TEMPO.....	206
IV.G.2.	Agriates - 60 m RECOR.....	207
IV.G.3.	Agriates - 70 m RECOR.....	208
IV.G.4.	Agriates PI - 14 m TEMPO.....	209
IV.G.5.	Aleria PI - 15 m TEMPO.....	210
IV.G.6.	Anse Cola - 37 m TEMPO.....	211
IV.G.7.	Baie Tamarone Large - 40 m TEMPO.....	212
IV.G.8.	Baie Tamarone Large PI - 15 m TEMPO.....	213
IV.G.9.	Bastia - 62 m RECOR	214
IV.G.10.	Biguglia - 37 m TEMPO	215
IV.G.11.	Biguglia PI - 18 m TEMPO	216
IV.G.12.	Bruzzi PI - 15 m TEMPO.....	217
IV.G.13.	Canari - 67 m RECOR.....	218
IV.G.14.	Canari - 80 m RECOR.....	219
IV.G.15.	Capodimuro - 57 m RECOR.....	220
IV.G.16.	Cappu-Rosso - 56 m RECOR.....	221
IV.G.17.	Cargese PI - 14 m TEMPO.....	222
IV.G.18.	Centuri - 68 m RECOR.....	223
IV.G.19.	Centuri - 72 m RECOR.....	224
IV.G.20.	Corailleurs - 57 m RECOR	225
IV.G.21.	Corailleurs - 66 m RECOR	226
IV.G.22.	Corailleurs - 70 m RECOR	227
IV.G.23.	Fautea - 36 m TEMPO	228
IV.G.24.	Fautea PI - 16 m TEMPO	229
IV.G.25.	Focolara - 36 m TEMPO	230
IV.G.26.	Focolara PI - 15 m TEMPO.....	231
IV.G.27.	Ghisonacia - 32 m TEMPO.....	232
IV.G.28.	Giraglia - 33 m TEMPO.....	233
IV.G.29.	Girolata - 30 m TEMPO	234
IV.G.30.	Golfe Santa Manza - 32 m TEMPO.....	235
IV.G.31.	Isolella - 26 m TEMPO	236
IV.G.32.	Lavezzi - 50 m RECOR.....	237
IV.G.33.	Lupino - 28 m TEMPO.....	238
IV.G.34.	Lupino PI - 15 m TEMPO.....	239
IV.G.35.	Mortoli - 47 m RECOR	240
IV.G.36.	Murtoli - 30 m TEMPO	241
IV.G.37.	Murtoli PI - 13 m TEMPO	242
IV.G.38.	Parata - 40 m RECOR	243
IV.G.39.	Parata - 59 m RECOR	244
IV.G.40.	Parata - 72 m RECOR	245
IV.G.41.	Plage Trottet - 23 m TEMPO.....	246
IV.G.42.	Plage Trottet PI - 16 m TEMPO.....	247
IV.G.43.	Porto sud - 65 m RECOR	248
IV.G.44.	Punta di Canella - 35 m TEMPO	249
IV.G.45.	Punta Mortella - 34 m TEMPO	250

IV.G.46.	<i>Punta Vaccaja - 33 m TEMPO</i>	251
IV.G.47.	<i>Revelatta - 47 m RECOR</i>	252
IV.G.48.	<i>Rondinara - 35 m TEMPO</i>	253
IV.G.49.	<i>Rondinara PI - 15 m TEMPO</i>	254
IV.G.50.	<i>Sanguinaires - 40 m RECOR</i>	255
IV.G.51.	<i>Sanguinaires - 50 m RECOR</i>	256
IV.G.52.	<i>Sanguinaires - 60 m RECOR</i>	257
IV.G.53.	<i>Sanguinaires - 70 m RECOR</i>	258
IV.G.54.	<i>Scandola-4 - 50 m RECOR</i>	259
IV.G.55.	<i>Scandola-4 - 59 m RECOR</i>	260
IV.G.56.	<i>Senetosa - 57 m RECOR</i>	261
IV.G.57.	<i>Senetosa - 65 m RECOR</i>	262
IV.G.58.	<i>Senetosa - 67 m RECOR</i>	263
IV.G.59.	<i>St Florent - 60 m RECOR</i>	264
IV.G.60.	<i>Stareso - 37 m TEMPO</i>	265
IV.G.61.	<i>Sud solenzara - 33 m TEMPO</i>	266
IV.G.62.	<i>Sud solenzara PI - 15 m TEMPO</i>	267
IV.G.63.	<i>Tabernacle - 40 m RECOR</i>	268
IV.G.64.	<i>Tabernacle - 50 m RECOR</i>	269
IV.G.65.	<i>Tabernacle - 70 m RECOR</i>	270
IV.G.66.	<i>Tarco - 52 m RECOR</i>	271
IV.G.67.	<i>Vacca - 44 m RECOR</i>	272
IV.H.	<i>Analyse du lien entre température et données biologiques</i>	273
IV.H.1.	<i>Anomalies thermiques et vagues de chaleur</i>	273
IV.H.2.	<i>Nécroses des algues rouges encroûtantes</i>	277
IV.H.3.	<i>Nécroses des gorgones</i>	279
IV.H.4.	<i>Apparition d'algues filamenteuses</i>	284
IV.I.	<i>Conclusions et perspectives</i>	286
V.	MISE A JOUR DE L'ATLAS CARTOGRAPHIQUE	286
	BIBLIOGRAPHIE	287

I. Application de la photogrammétrie à la surveillance biologique

La **photogrammétrie** est une technique permettant de reconstruire un objet ou un paysage en trois dimensions à partir de **nombreuses photos** prises sous **différents angles**. Elle permet de figer l'état d'un habitat marin benthique à un instant t, de réaliser des micro-cartographies... L'objectif de ce chapitre est de poursuivre en **2022** et **2023** l'étude menée sur l'application de la photogrammétrie à la surveillance des récifs coralligènes et des herbiers de posidonie (Andromède Océanologie, 2023a), avec notamment **l'acquisition de données** sur les sites **RECOR** et **TEMPO** de la **région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (PACA) Est** (en 2022) et de la région **Corse** (2023) échantillonnés dans le cadre du marché « Surveillance des eaux côtières des bassins Rhône Méditerranée et Corse - Lot 1 : Surveillance des herbiers de posidonie et pose de thermomètre et Lot 2 : Surveillance des peuplements de coralligène et pose de thermomètres » (*Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau RMC – Années 2021-2023*).

I.A. Modélisation 3D des sites RECOR – Année 2022

Le réseau de surveillance **RECOR**, initié en 2010, concerne le **suivi des assemblages coralligènes**. Il est opéré par Andromède Océanologie avec le soutien de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. Il s'étend sur **l'ensemble de la façade méditerranéenne française** bordée par les trois régions : Corse, PACA, et Occitanie. Les objectifs de ce réseau sont de recueillir des données descriptives de **l'état et du fonctionnement des assemblages coralligènes** selon une méthodologie adaptée et standardisée et de suivre leur **évolution dans le temps et dans l'espace**. Sur la façade méditerranéenne française (soit entre Banyuls et Menton, hors Monaco), RECOR comprend actuellement **124 sites qui correspondent à 206 stations** (une station = une profondeur) réparties entre **17 et 120 mètres de profondeur** (chiffre de janvier 2024). Ce réseau s'étend également dans les eaux périphériques comme **Monaco** et la **Sardaigne** (Italie). Au total, **606 suivis** de récifs coralligènes ont été réalisés entre **2010 et 2023**. Chaque année, une région française est suivie à la fin du printemps (mai-juin) afin de couvrir **l'ensemble de la façade tous les trois ans**. En **2023**, ces acquisitions ont concerné la **région PACA Est**, voir le rapport sur Medtrix :

https://medtrix.fr/wp-content/uploads/2022/12/LOT2_Surveillance-biologique-PACA-2022_08122022.pdf

En complément du protocole RECOR, nous avons réalisé des **acquisitions photogrammétriques** sur **23 sites coralligènes** en **2022** (carte ci-dessous) afin de réaliser un archivage de l'état de ces récifs et de permettre leur visualisation :

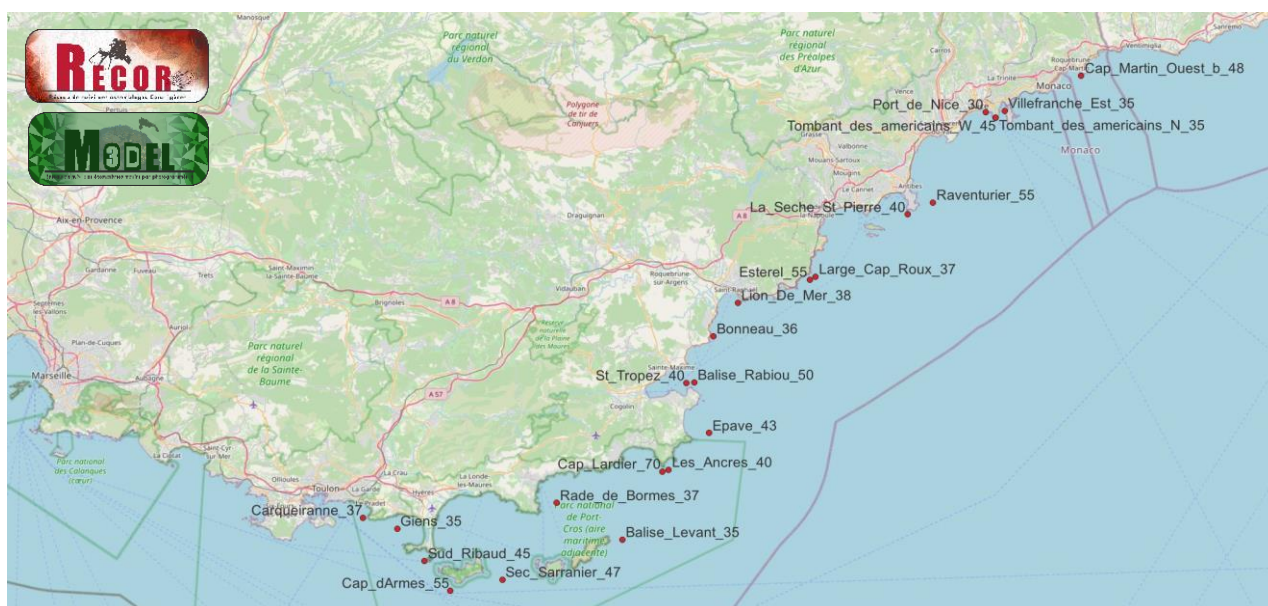


FIGURE 1 : LOCALISATION DES MODELES PHOTOGRAMMETRIQUES RECOR REALISES EN 2022 EN REGION PACA EST (INTEGRES SUR MEDTRIX DANS LES PROJETS MODEL ET RECOR).

Le tableau ci-dessous synthétise, pour chacune des stations **RECOR** modélisées en 3D, le nombre de photos, la surface ainsi que l'adresse URL permettant de visualiser le modèle.

TABEAU 1 : ADRESSES URL DES MODELES 3D DES SITES RECOR 2022.

Nom de Station (Site_profondeur)	Nb photos	Surface (m ²)	URL
Balise_Levant_35	642	89	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Balise_Levant_35/App
Balise_Rabiou_50	799	237	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Balise_Rabiou_50/App
Bonneau_36	949	324	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Bonneau_36/App
Cap_dArmes_55	758	373	(modèle existant mais indisponible au format web)
Cap_Lardier_70	510	163	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Cap_Lardier_70/App
Cap_Martin_Ouest_b_48	1042	275	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Cap_Martin_Ouest_b_48/App
Carqueiranne_37	1493	498	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Carqueiranne_37/App
Epave_43	1351	520	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Epave_43/App
Esterel_55	448	102	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Esterel_55/App
Giens_35	880	154	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Giens_35/App
La_Seche_St_Pierre_40	1254	202	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/La_Seche_St_Pierre_40/App
Large_Cap_Roux_37	1066	249	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Large_Cap_Roux_37/App
Les_Ancres_40	969	181	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Les_Ancres_40/App
Lion_De_Mer_38	875	412	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Lion_De_Mer_38/App
Port_de_Nice_30	1229	221	(modèle existant mais indisponible au format web)
Rade_de_Bormes_37	1238	188	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Rade_de_Bormes_37/App
Raventurier_55	733	135	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Raventurier_55/App
Sec_Sarranier_47	1245	440	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Sec_Sarranier_47/App
St_Tropez_40	548	111	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/St_Tropez_40/App
Sud_Ribaud_45	804	327	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Sud_Ribaud_45/App
Tombant_des_americains_N_35	1768	209	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Tombant_des_americains_N_35/App
Tombant_des_americains_W_45	924	190	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Tombant_des_americains_W_45/App
Villefranche_Est_35	775	206	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2022/Villefranche_Est_35/App

Tous les modèles sont disponibles sur la plateforme [MEDTRIX](#) dans les projets **RECOR** et **MODEL**. Les pages suivantes présentent pour chaque modèle 3D le **nombre de photographies**, la **surface couverte** (en m²), une **vue d'ensemble** du site et **deux zooms** sur une portion du modèle.

I.A.1. Balise Levant 35 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Balise_Levant_35 » a été construit à partir de **642 photos**, pour une surface totale modélisée de **89 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

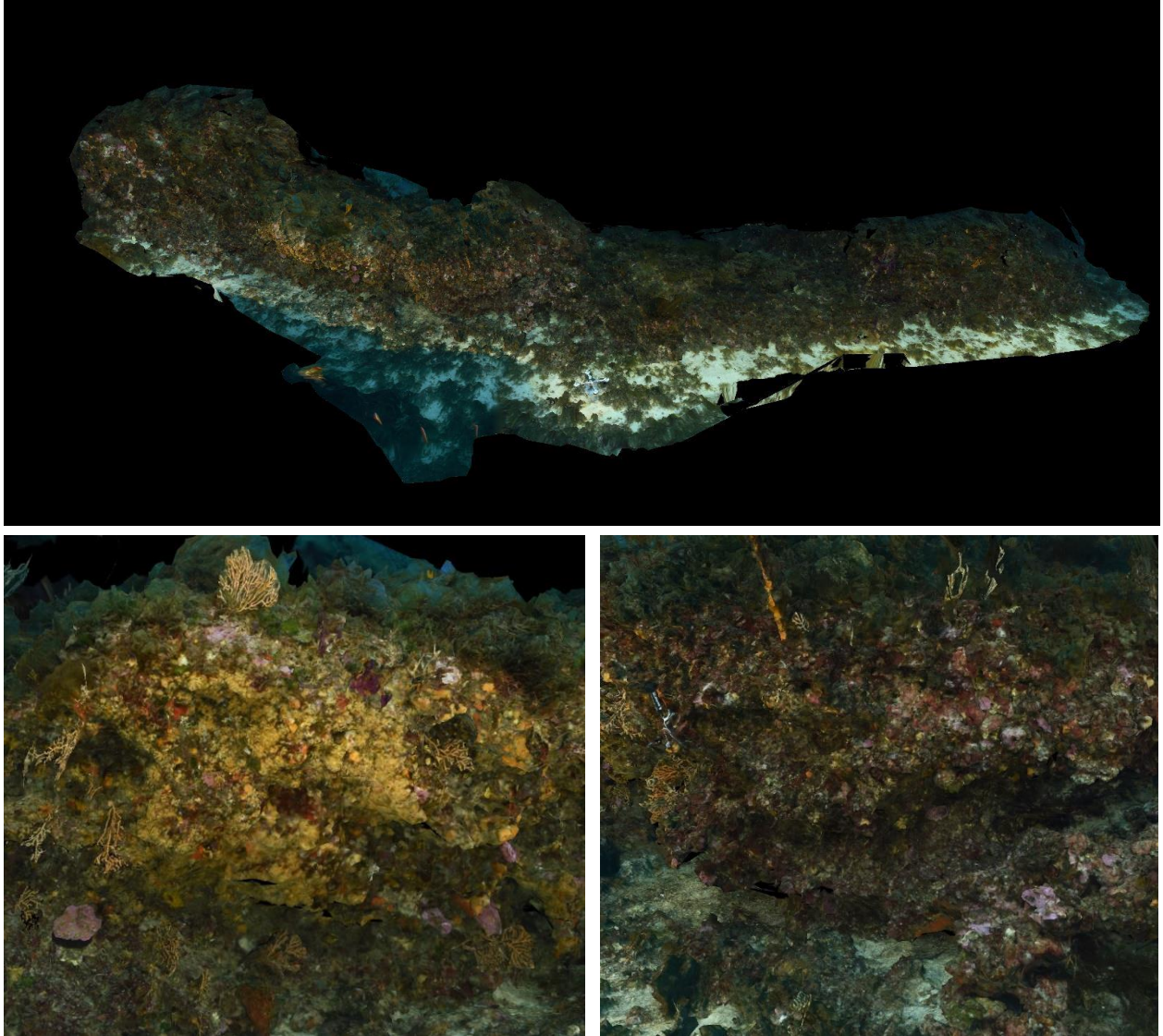


FIGURE 2 : MODELE DE LA STATION RECOR « BALISE_LEVANT_35 »

I.A.2. Balise Rabiou 50 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Balise_Rabiou_50 » a été construit à partir de **799 photos**, pour une surface totale modélisée de **237 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

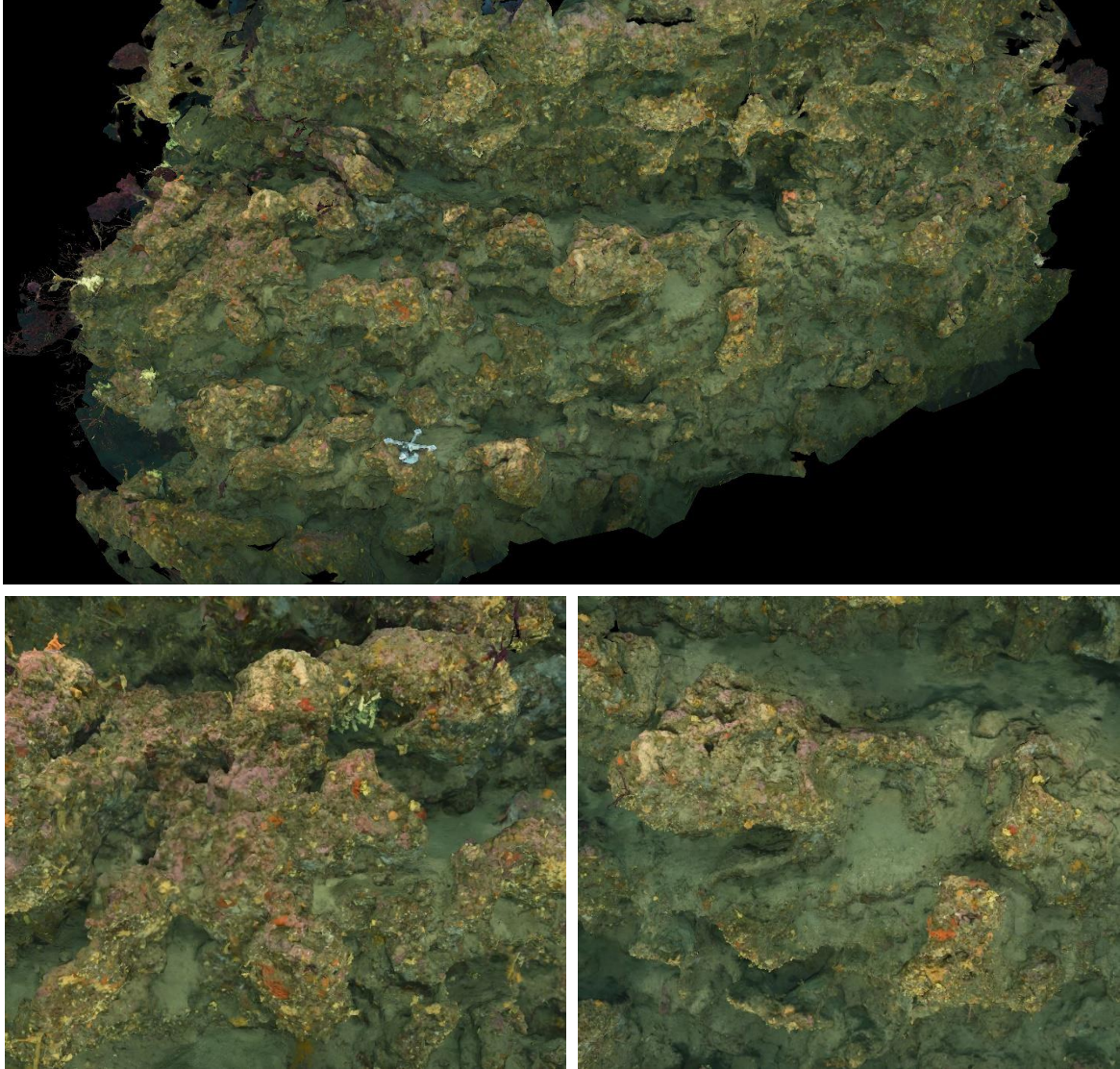


FIGURE 3 : MODELE DE LA STATION RECOR « BALISE_RABIOU_50 »

I.A.3. Bonneau 36 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Bonneau_36 » a été construit à partir de **949 photos**, pour une surface totale modélisée de **324 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

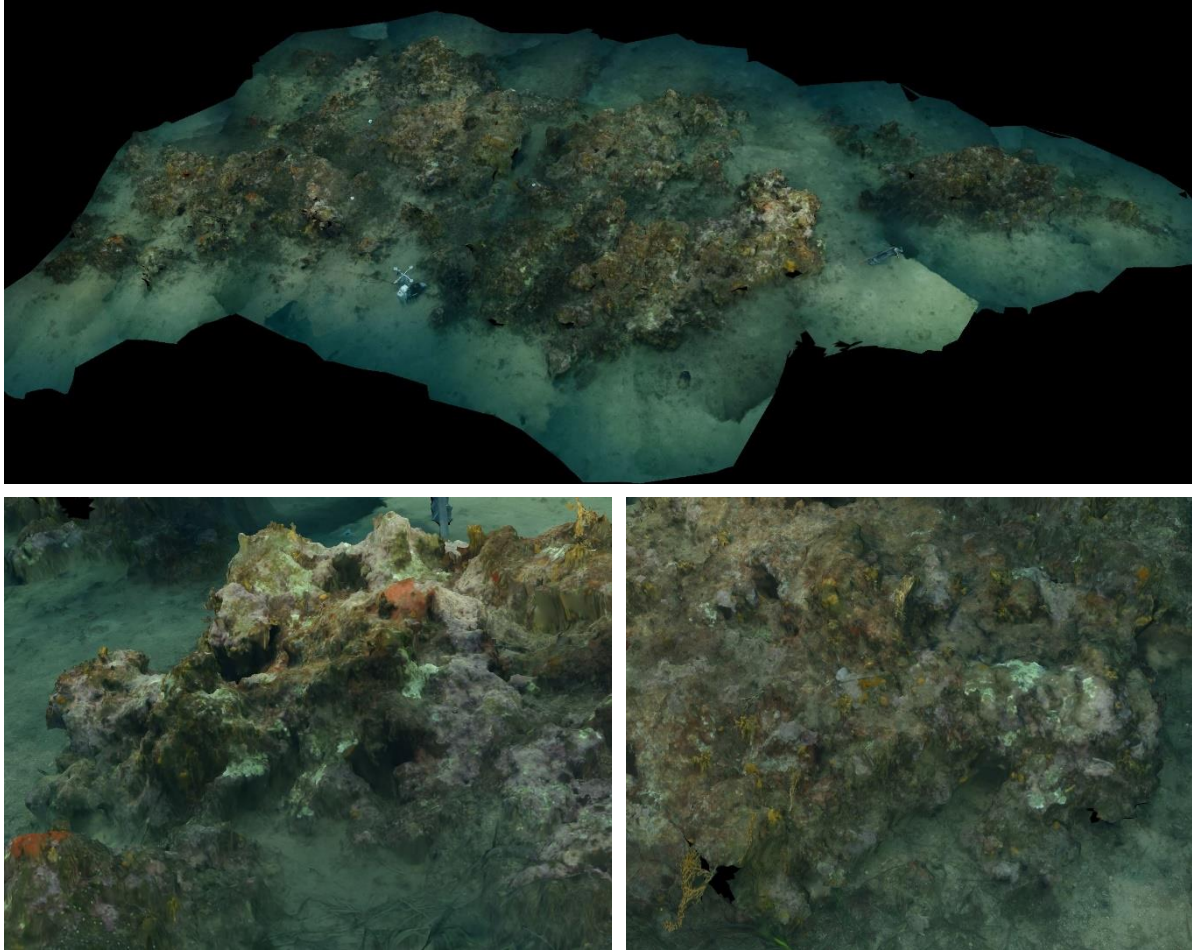


FIGURE 4 : MODELE DE LA STATION RECOR « BONNEAU_36 »

I.A.4. Cap d'Armes 55 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Cap_dArmes_55 » a été construit à partir de **758 photos**, pour une surface totale modélisée de **373 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

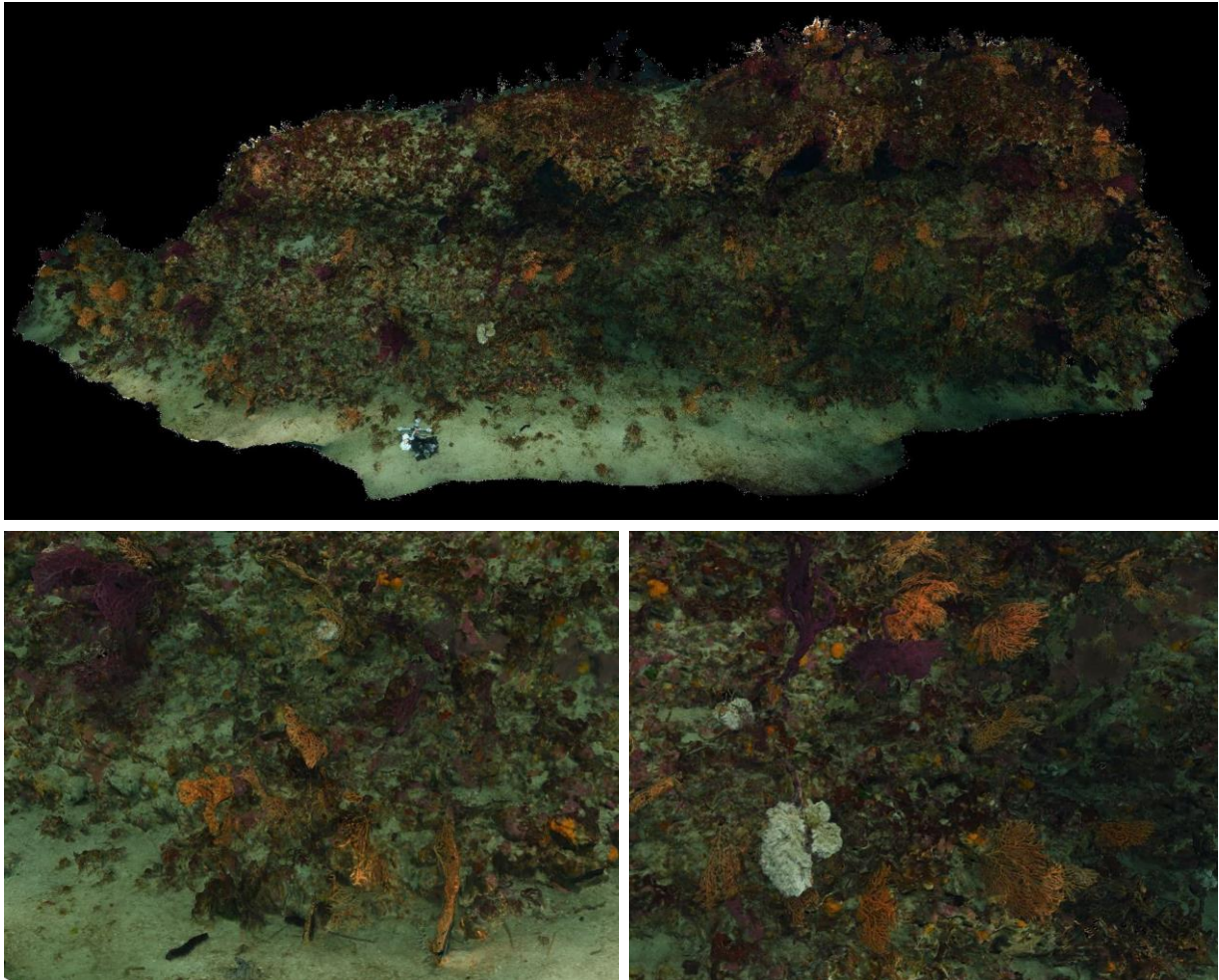


FIGURE 5 : MODELE DE LA STATION RECOR « CAP_DARMES_55 »

I.A.5. Cap Lardier 70 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Cap_Lardier_70 » a été construit à partir de **510 photos**, pour une surface totale modélisée de **163 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

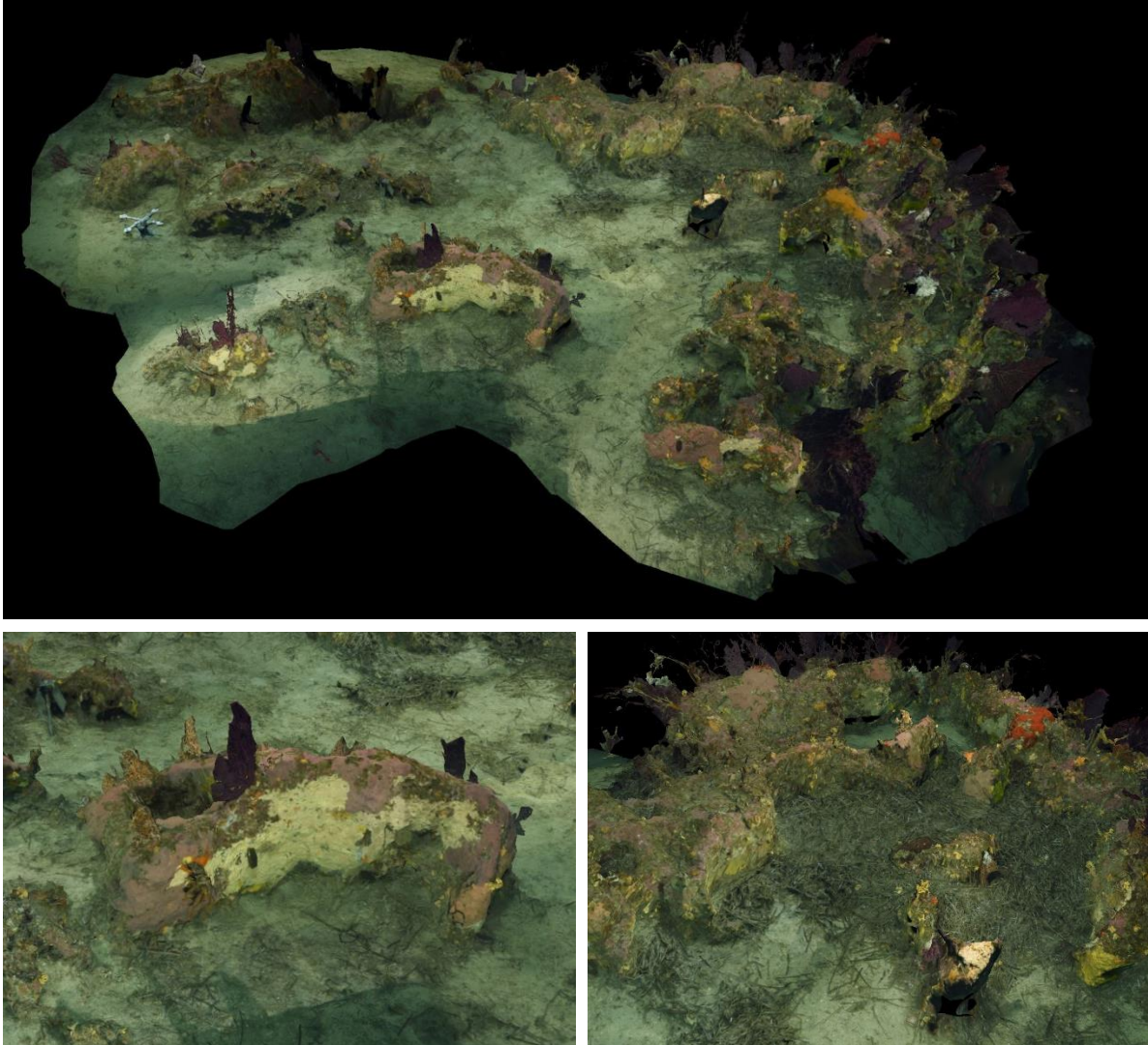


FIGURE 6 : MODELE DE LA STATION RECOR « CAP_LARDIER_70 »

I.A.6. Cap Martin Ouest b 48 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Cap_Martin_Ouest_b_48 » a été construit à partir de **1042 photos**, pour une surface totale modélisée de **275 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

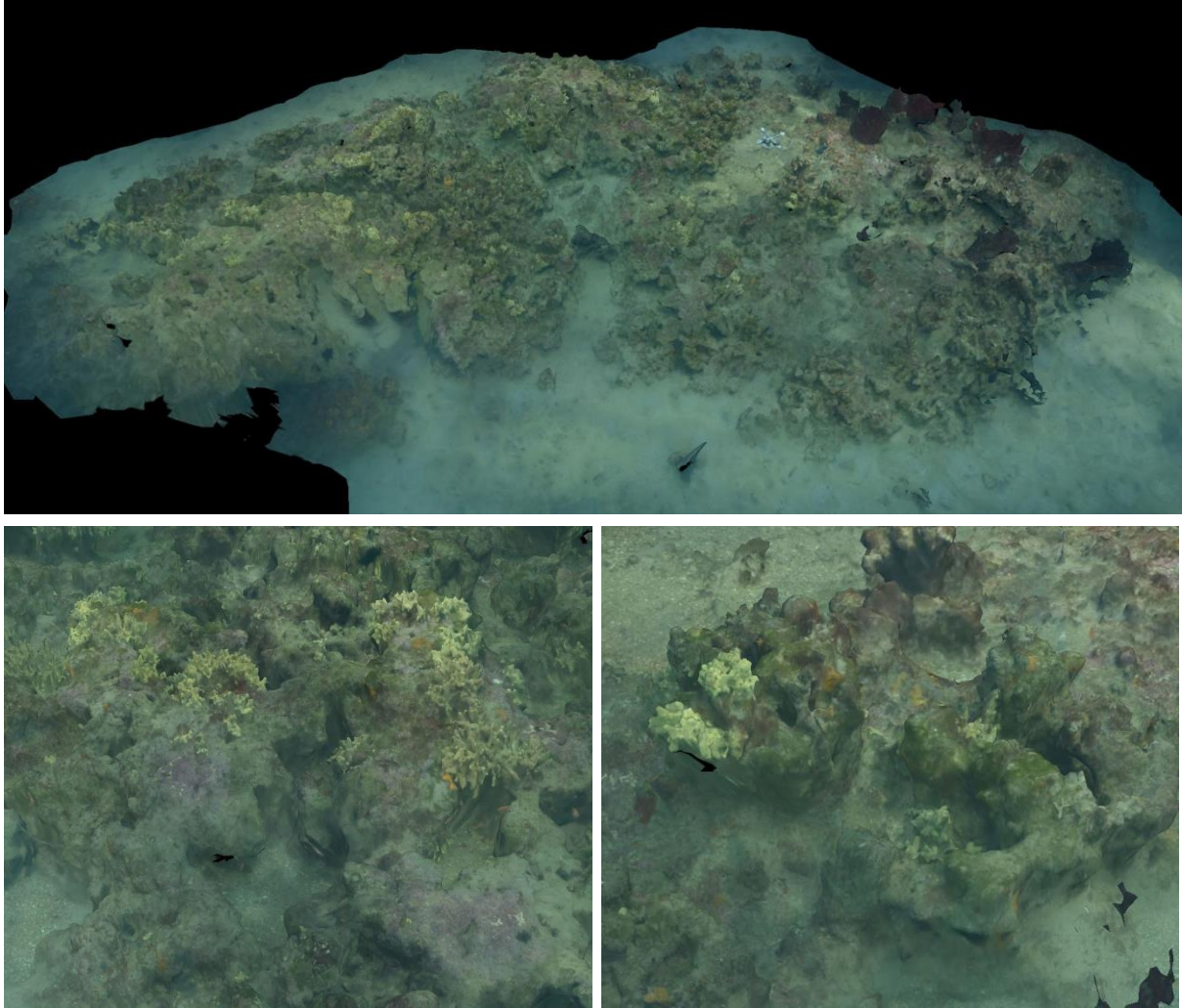


FIGURE 7 : MODELE DE LA STATION RECOR « CAP_MARTIN_OUEST_B_48 »

I.A.7. Carqueiranne 37 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Carqueiranne_37 » a été construit à partir de **1493 photos**, pour une surface totale modélisée de **498 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

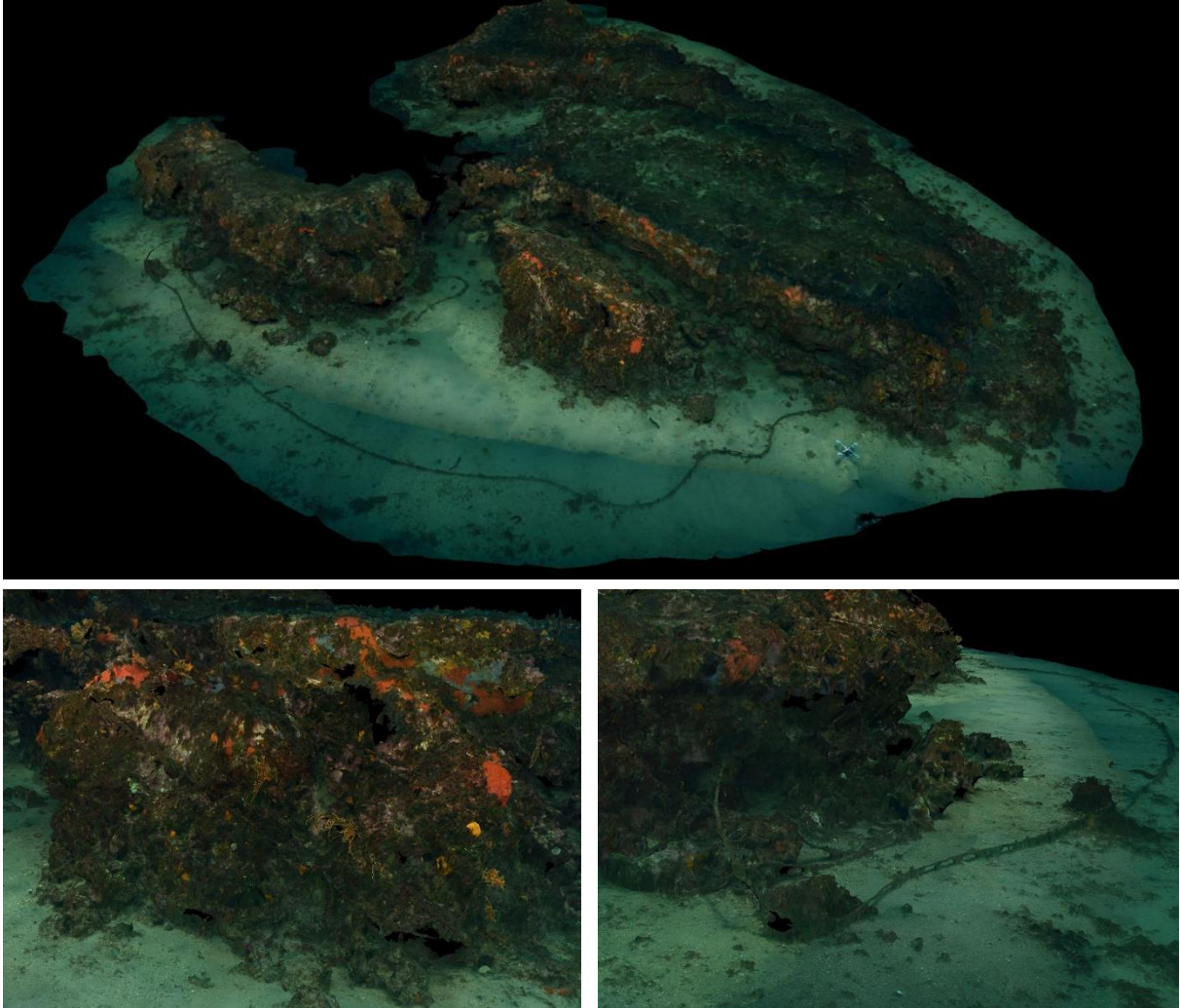


FIGURE 8 : MODELE DE LA STATION RECOR « CARQUEIRANNE_37 »

I.A.8. Epave 43 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Epave_43 » a été construit à partir de **1351 photos**, pour une surface totale modélisée de **520 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

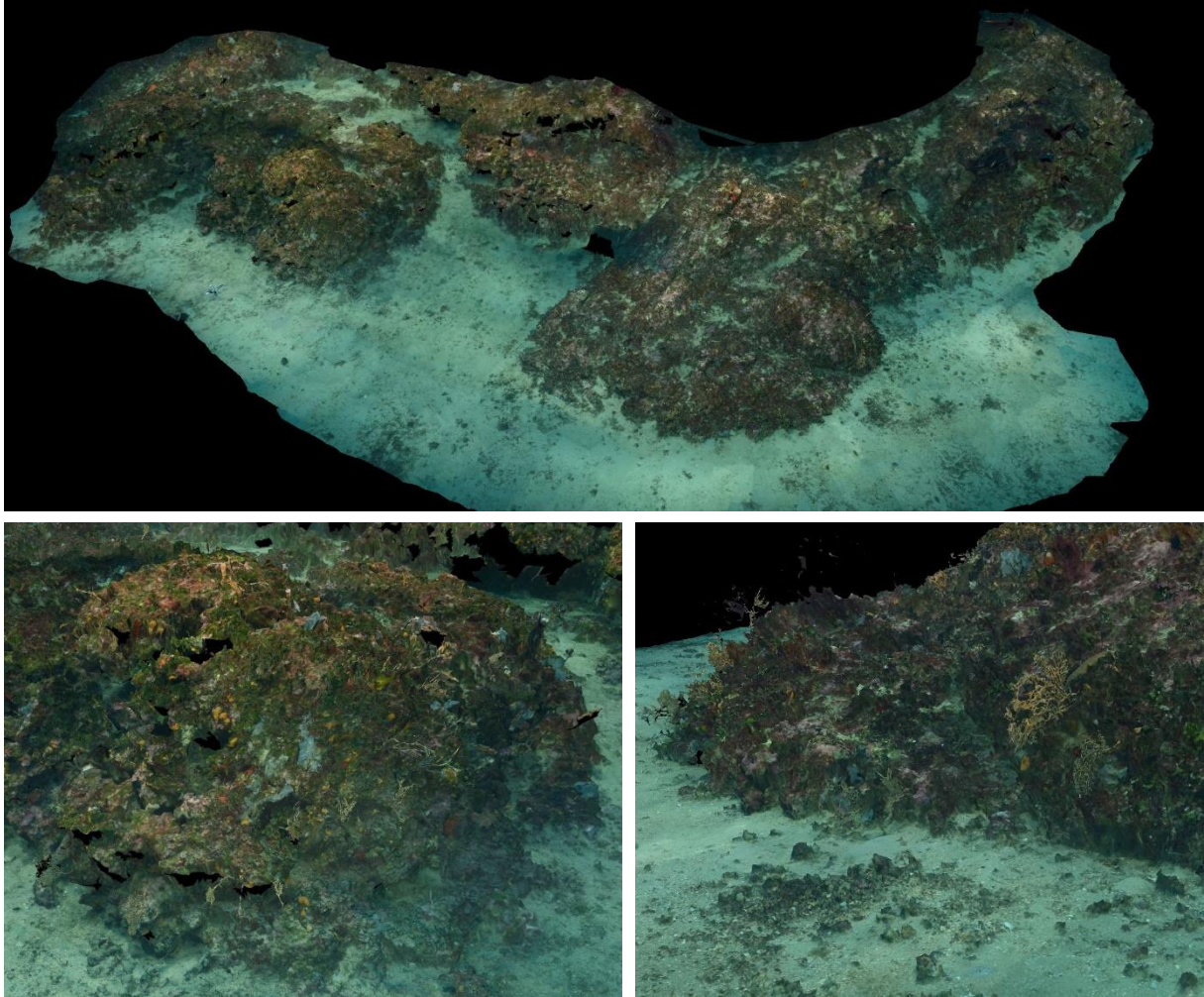


FIGURE 9 : MODELE DE LA STATION RECOR « EPAVE_43 »

I.A.9. Esterel 55 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Esterel_55 » a été construit à partir de **448 photos**, pour une surface totale modélisée de **102 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

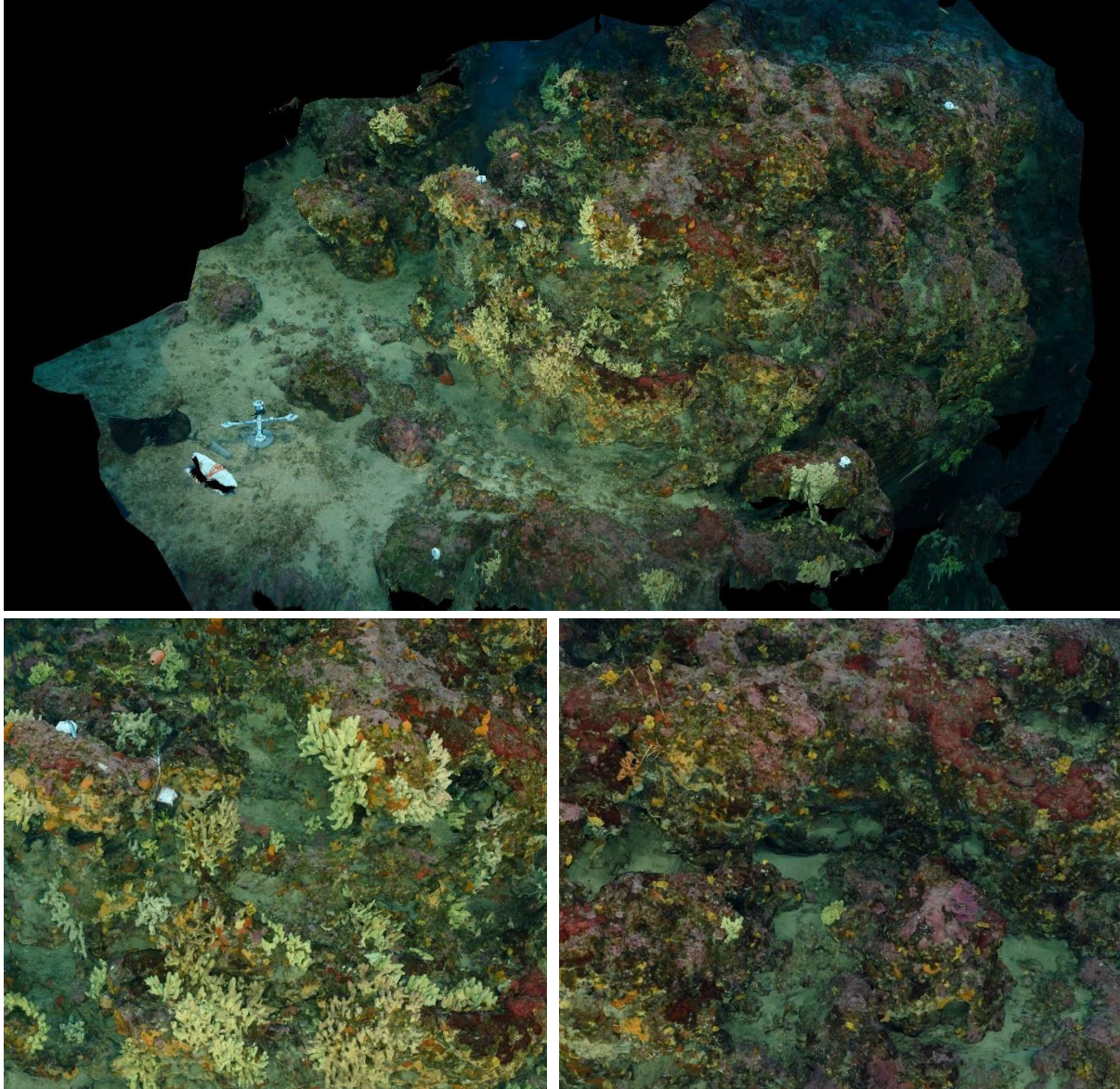


FIGURE 10 : MODELE DE LA STATION RECOR « ESTEREL_55 »

I.A.10. Giens 35 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Giens_35 » a été construit à partir de **880 photos**, pour une surface totale modélisée de **154 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

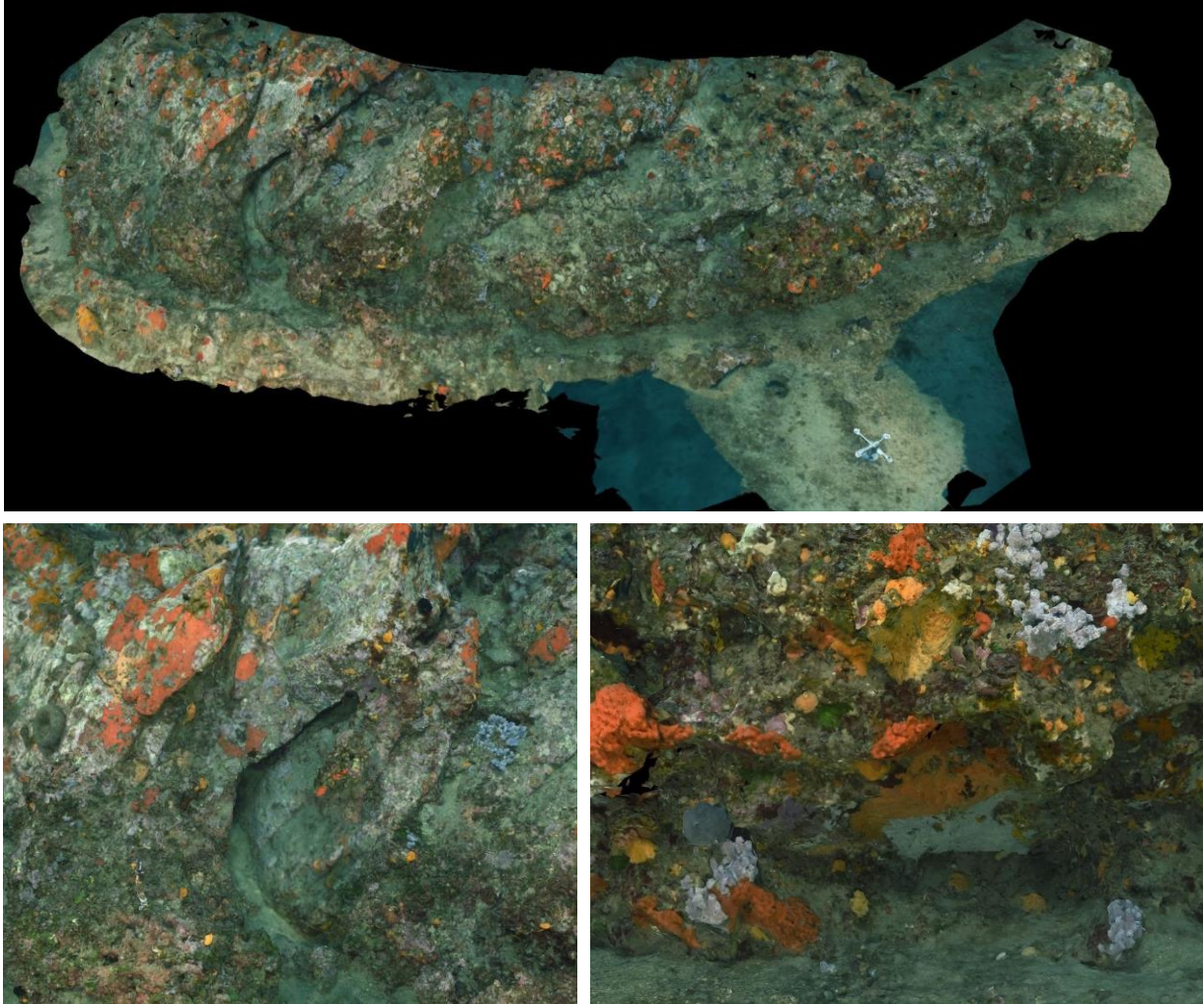


FIGURE 11 : MODELE DE LA STATION RECOR « GIENS_35 »

I.A.11. La Sèche Saint Pierre 40 m

Le modèle 3D de la station RECOR « La_Sèche_St_Pierre_40 » a été construit à partir de **1254 photos**, pour une surface totale modélisée de **202 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

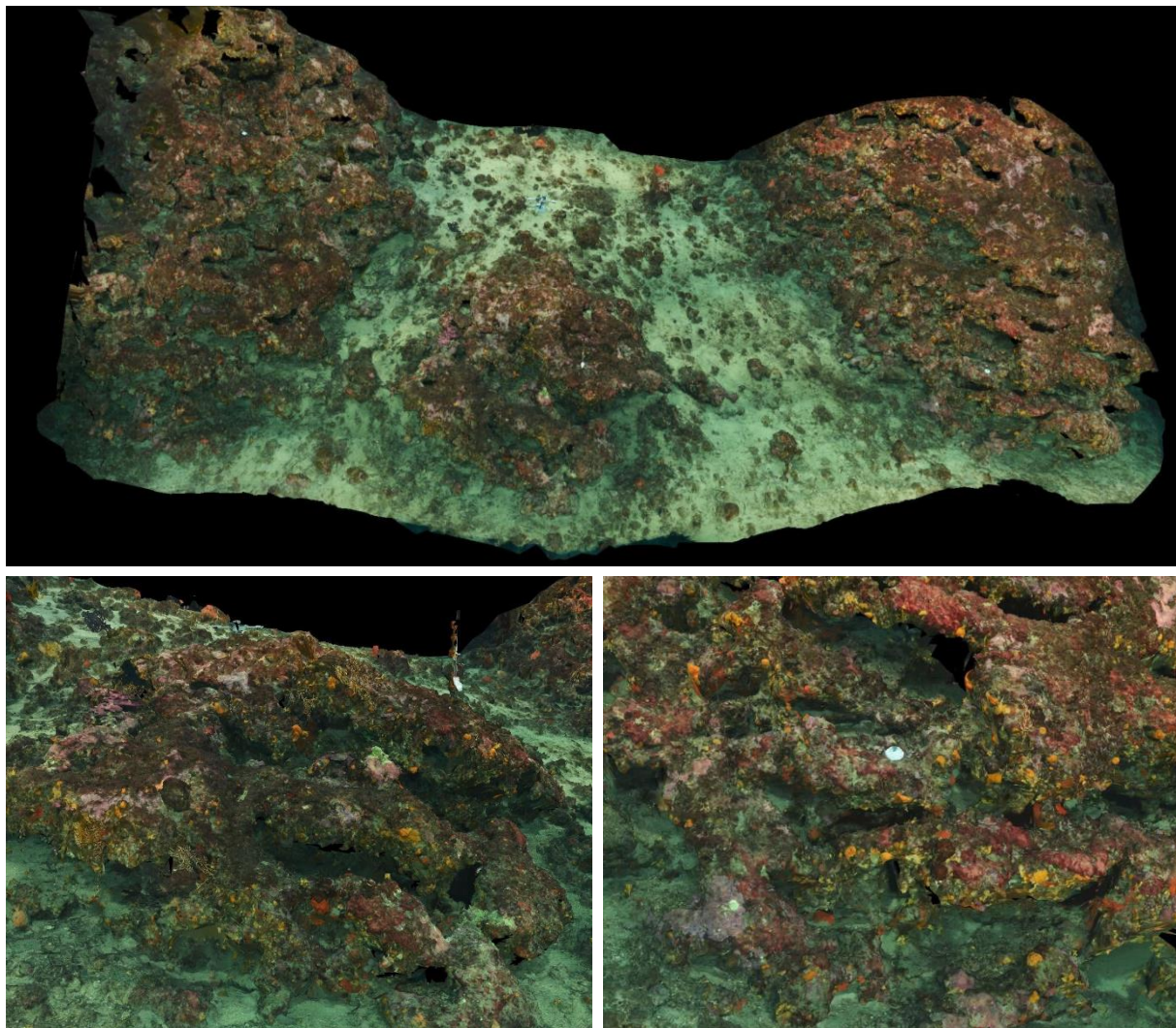


FIGURE 12 : MODELE DE LA STATION RECOR « LA_SECHE_ST_PIERRE_40 »

I.A.12. Large Cap Roux 37 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Large_Cap_Roux_37 » a été construit à partir de **1066 photos**, pour une surface totale modélisée de **249 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

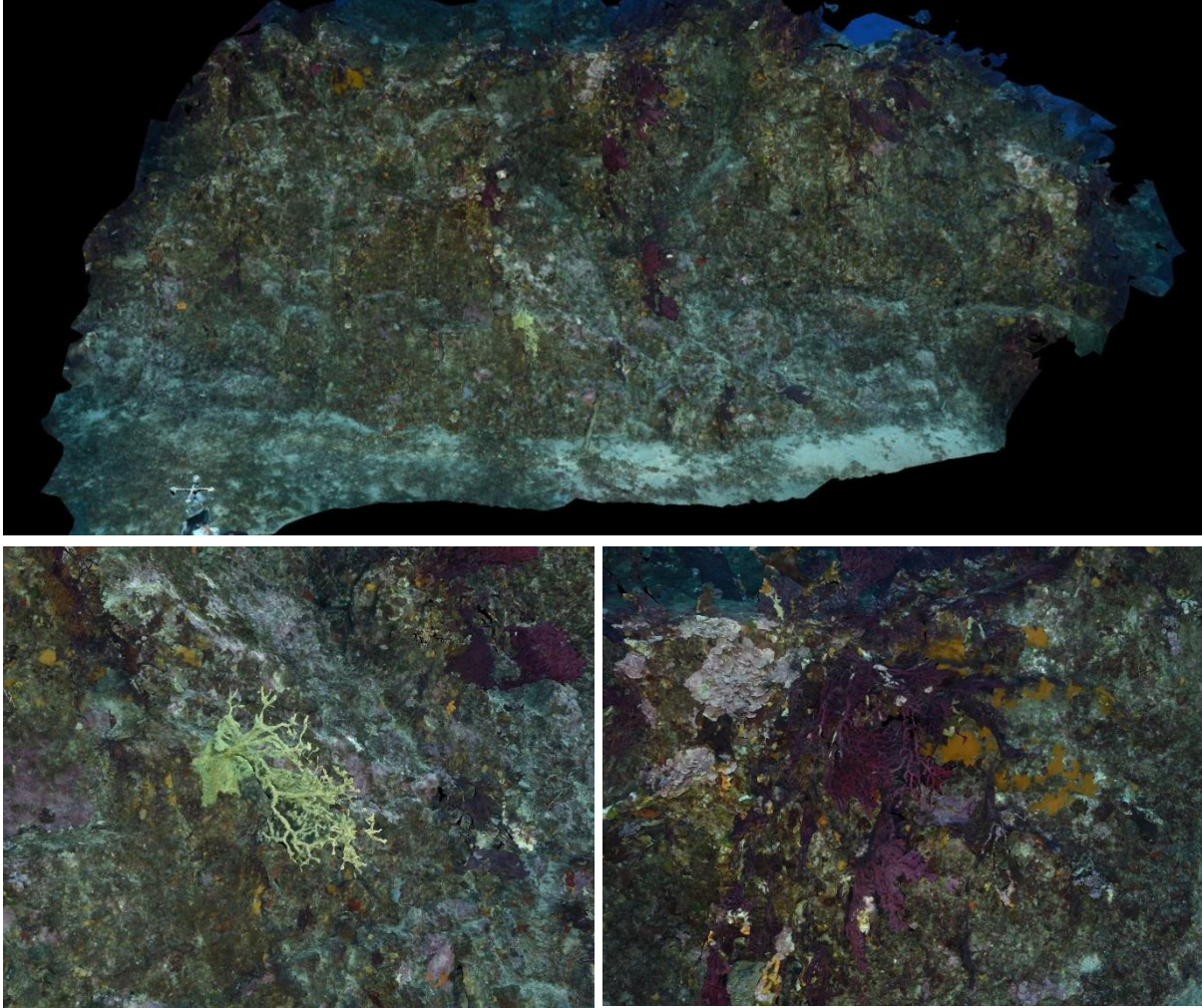


FIGURE 13 : MODELE DE LA STATION RECOR « LARGE_CAP_ROUX_37 »

I.A.13. Les Ancres 40 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Les_Ancres_40 » a été construit à partir de **969 photos**, pour une surface totale modélisée de **181 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

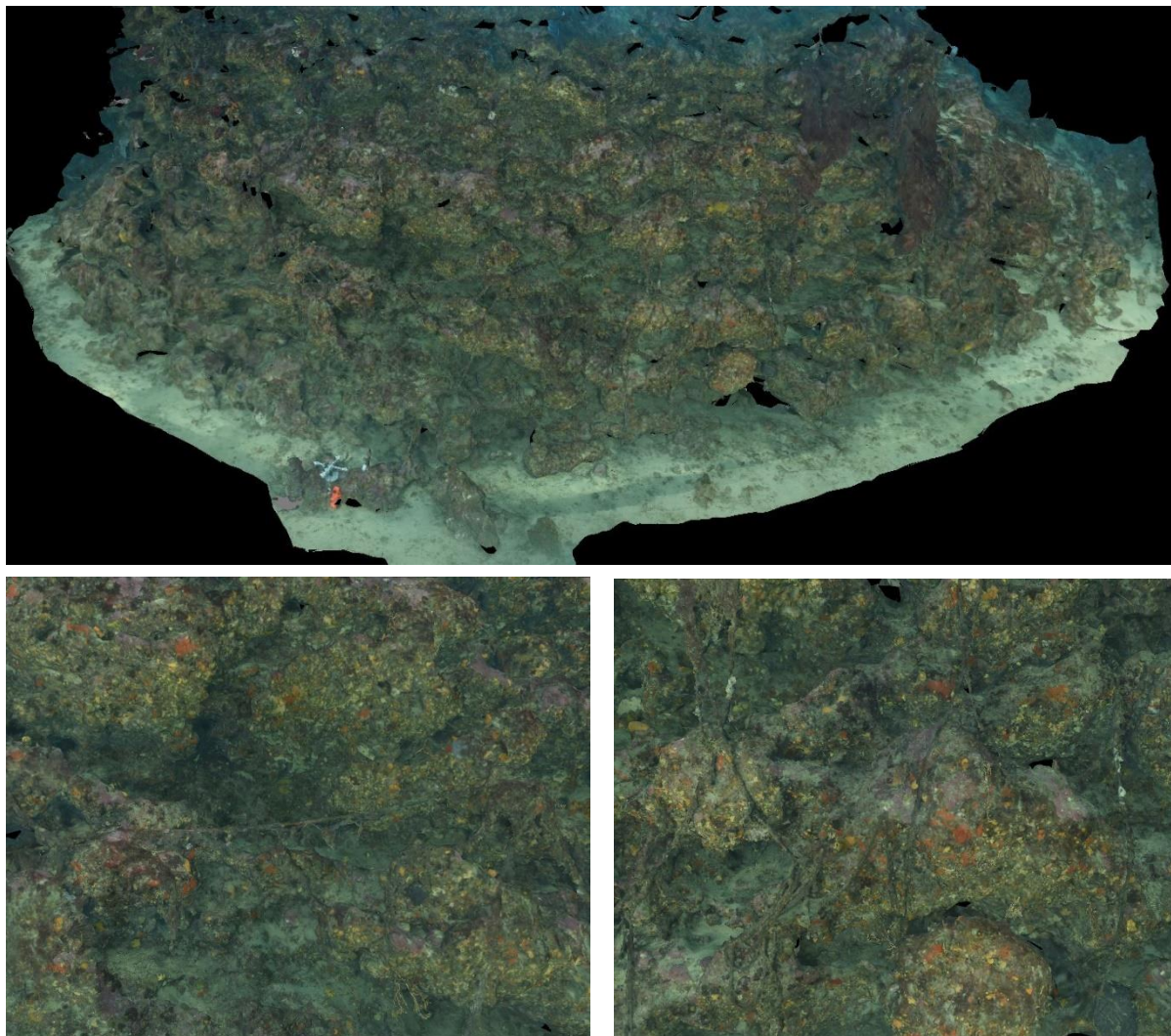


FIGURE 14 : MODELE DE LA STATION RECOR « LES_ANCRES_40 »

I.A.14. Lion de Mer 38 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Lion_De_Mer_38 » a été construit à partir de **875 photos**, pour une surface totale modélisée de **412 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

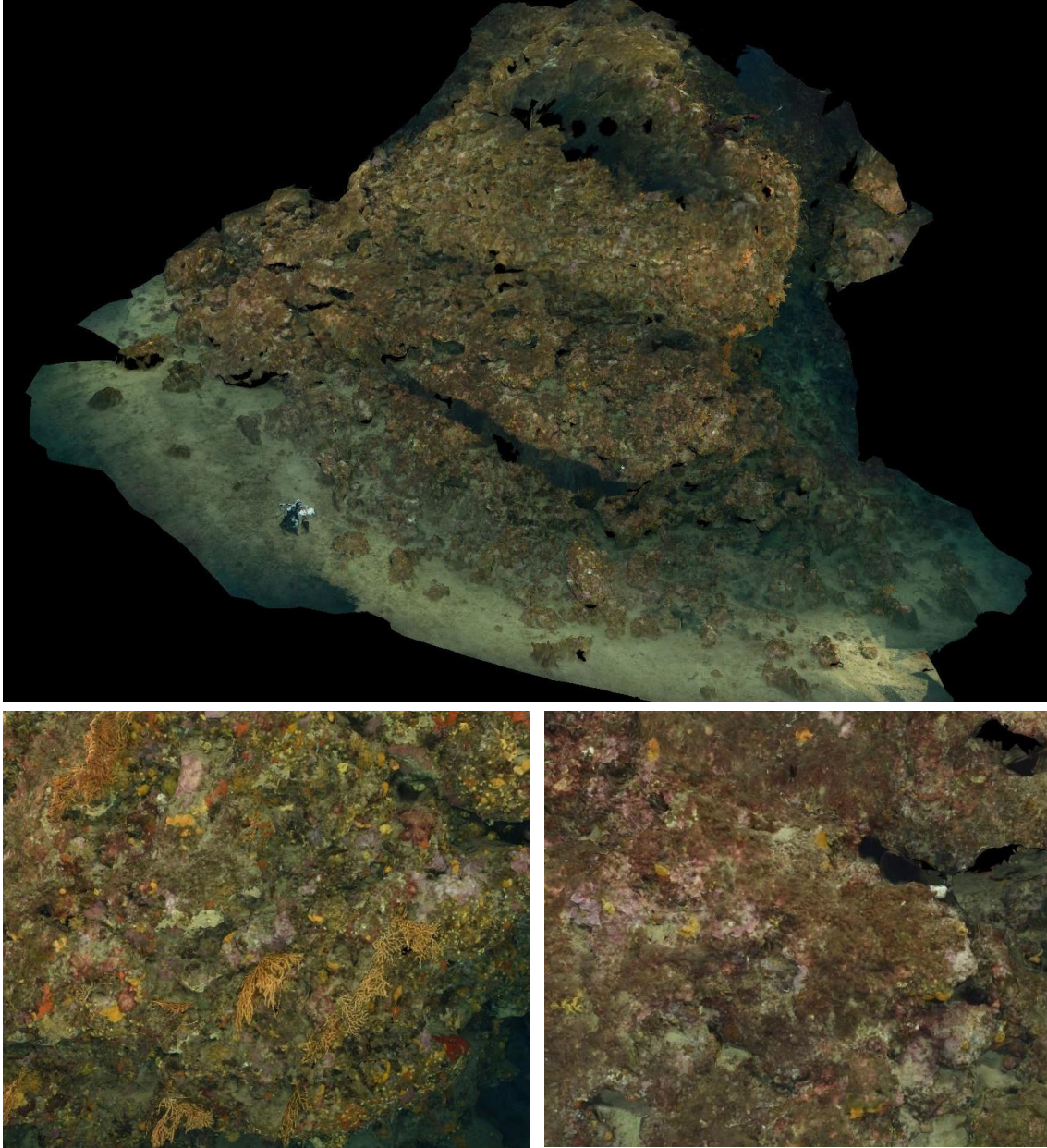


FIGURE 15 : MODELE DE LA STATION RECOR « LION_DE_MER_38 »

I.A.15. Port de Nice 30 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Port_de_Nice_30 » a été construit à partir de **1229 photos**, pour une surface totale modélisée de **221 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

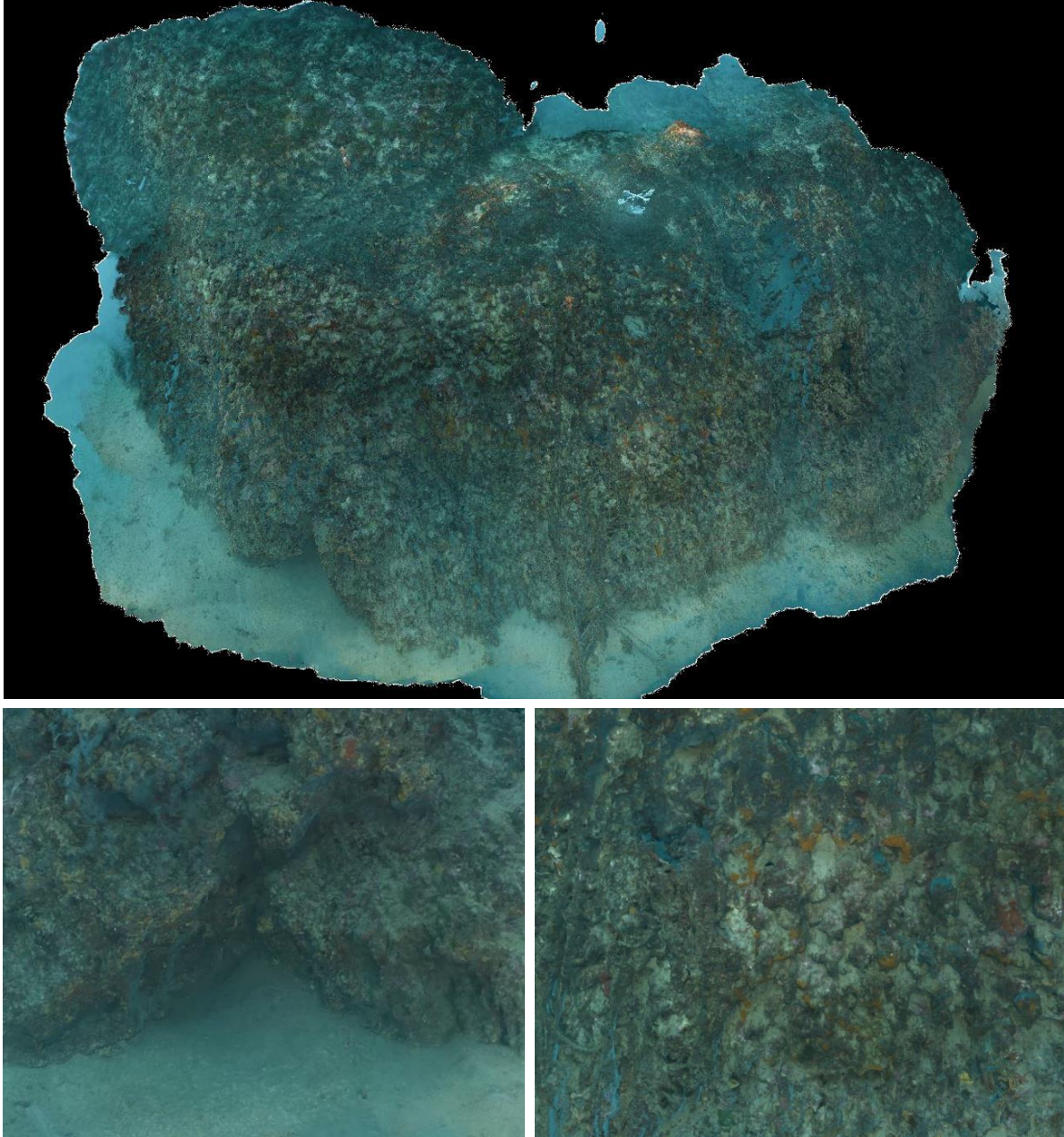


FIGURE 16 : MODELE DE LA STATION RECOR « PORT_DE_NICE_30 »

I.A.16. Rade de Bormes 37 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Rade_de_Bormes_37 » a été construit à partir de **1238 photos**, pour une surface totale modélisée de **188 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

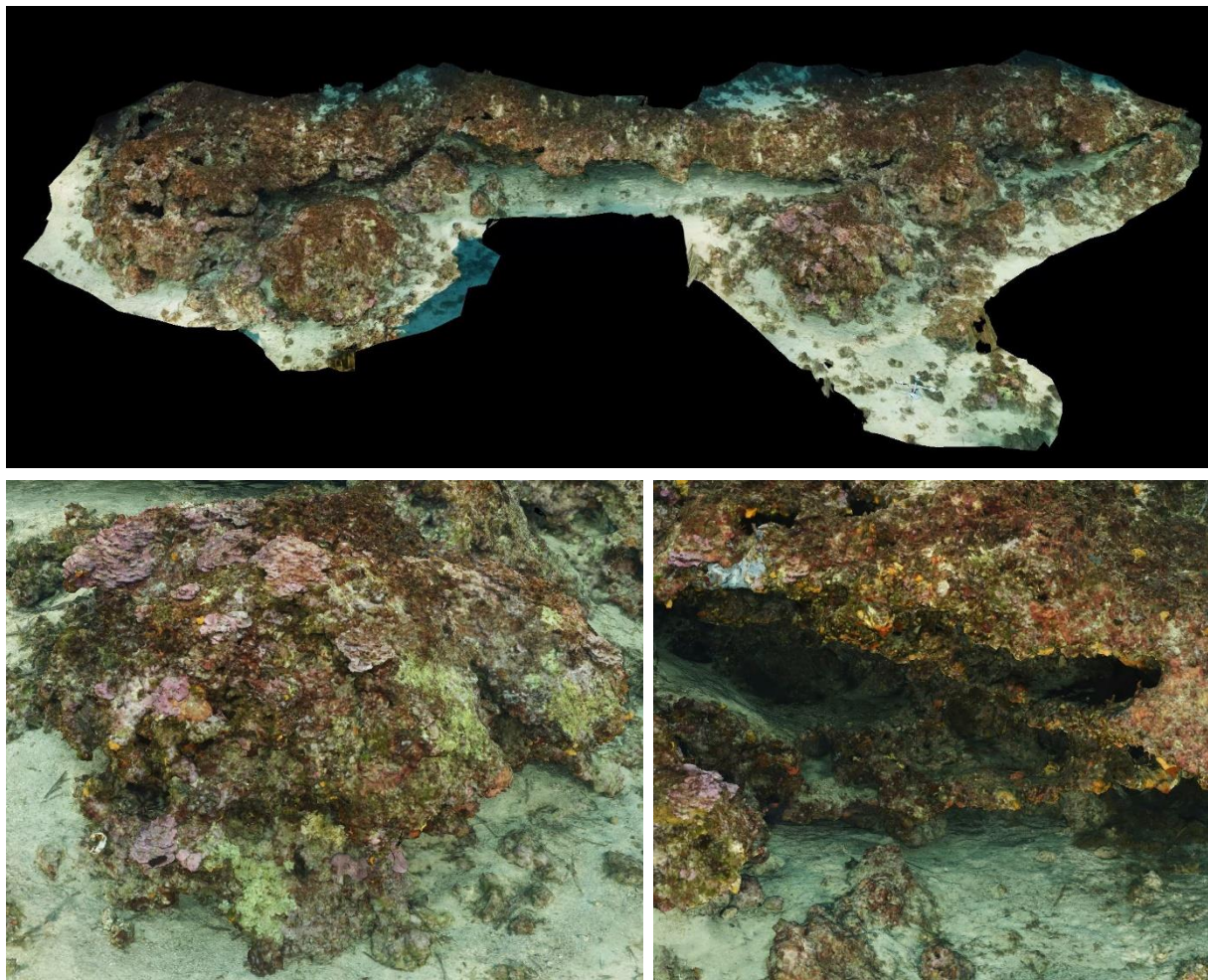


FIGURE 17 : MODELE DE LA STATION RECOR « RADE_DE_BORMES_37 »

I.A.17. Raventurier 55 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Raventurier_55 » a été construit à partir de **733 photos**, pour une surface totale modélisée de **135 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

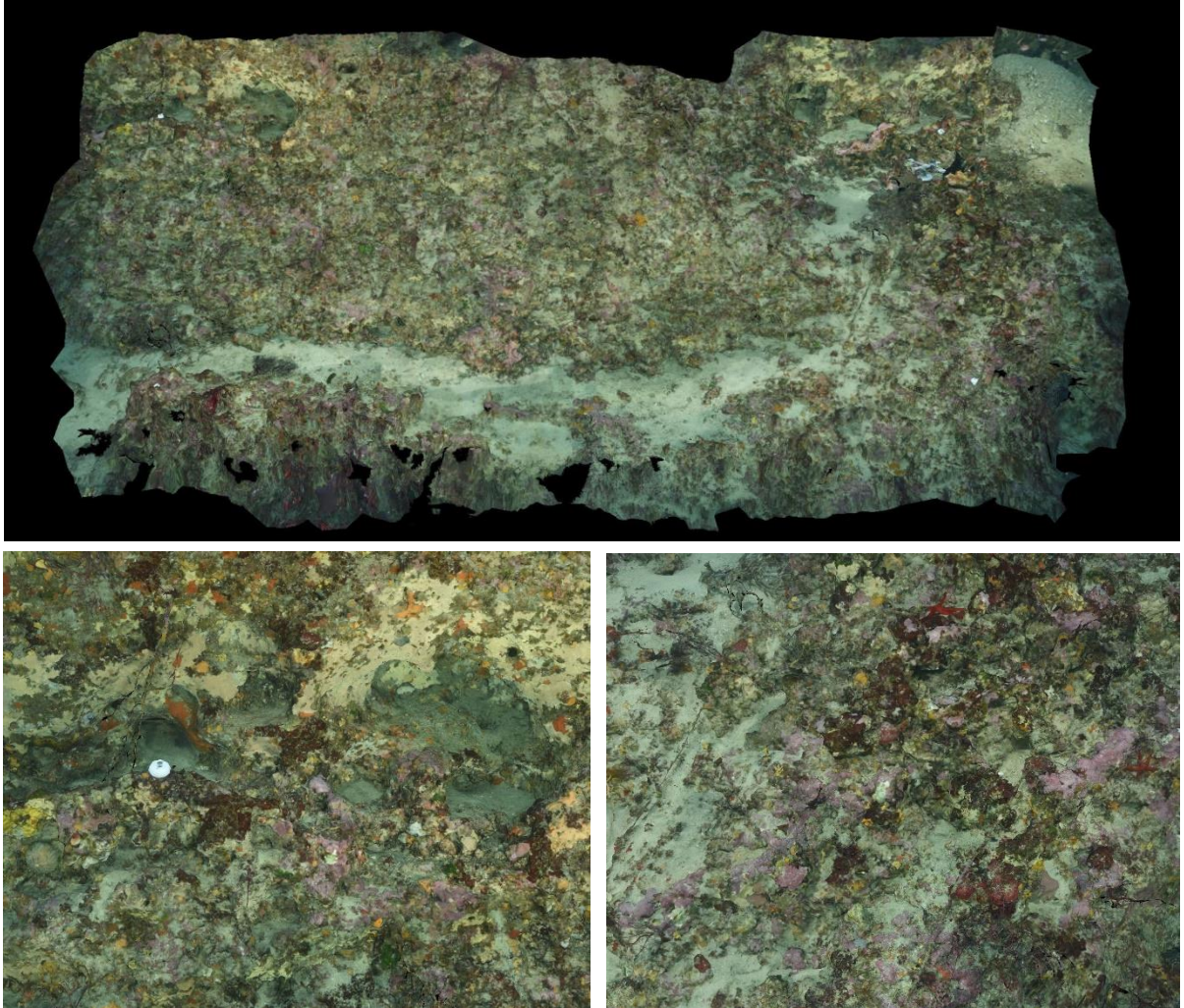


FIGURE 18 : MODELE DE LA STATION RECOR « RAVENTURIER_55 »

I.A.18. Sec Sarranier 47 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Sec_Sarranier_47 » a été construit à partir de **1245 photos**, pour une surface totale modélisée de **440 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

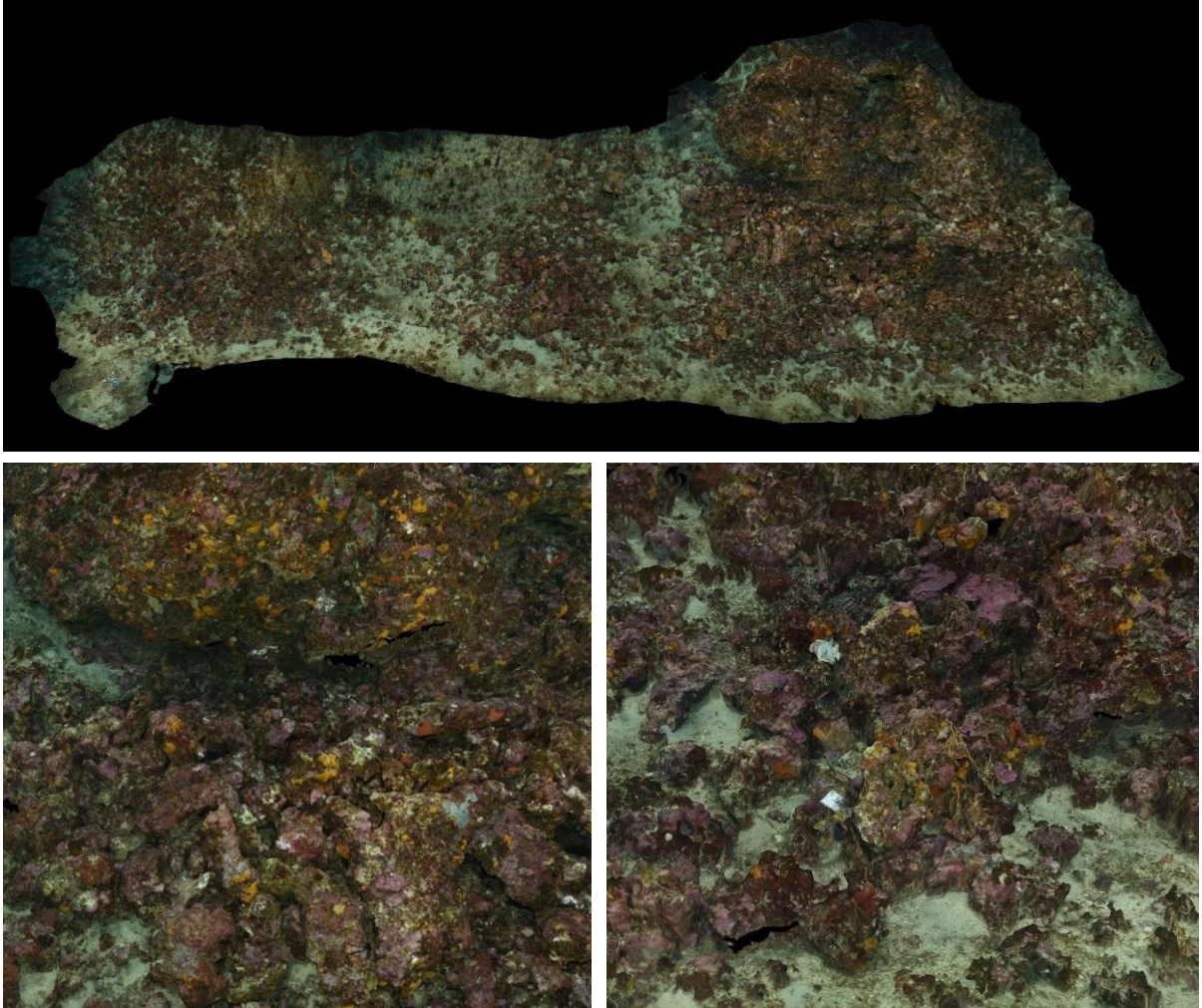


FIGURE 19 : MODELE DE LA STATION RECOR « SEC_SARRANIER_47 »

I.A.19. Saint Tropez 40 m

Le modèle 3D de la station RECOR « St_Tropez_40 » a été construit à partir de **548 photos**, pour une surface totale modélisée de **111 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

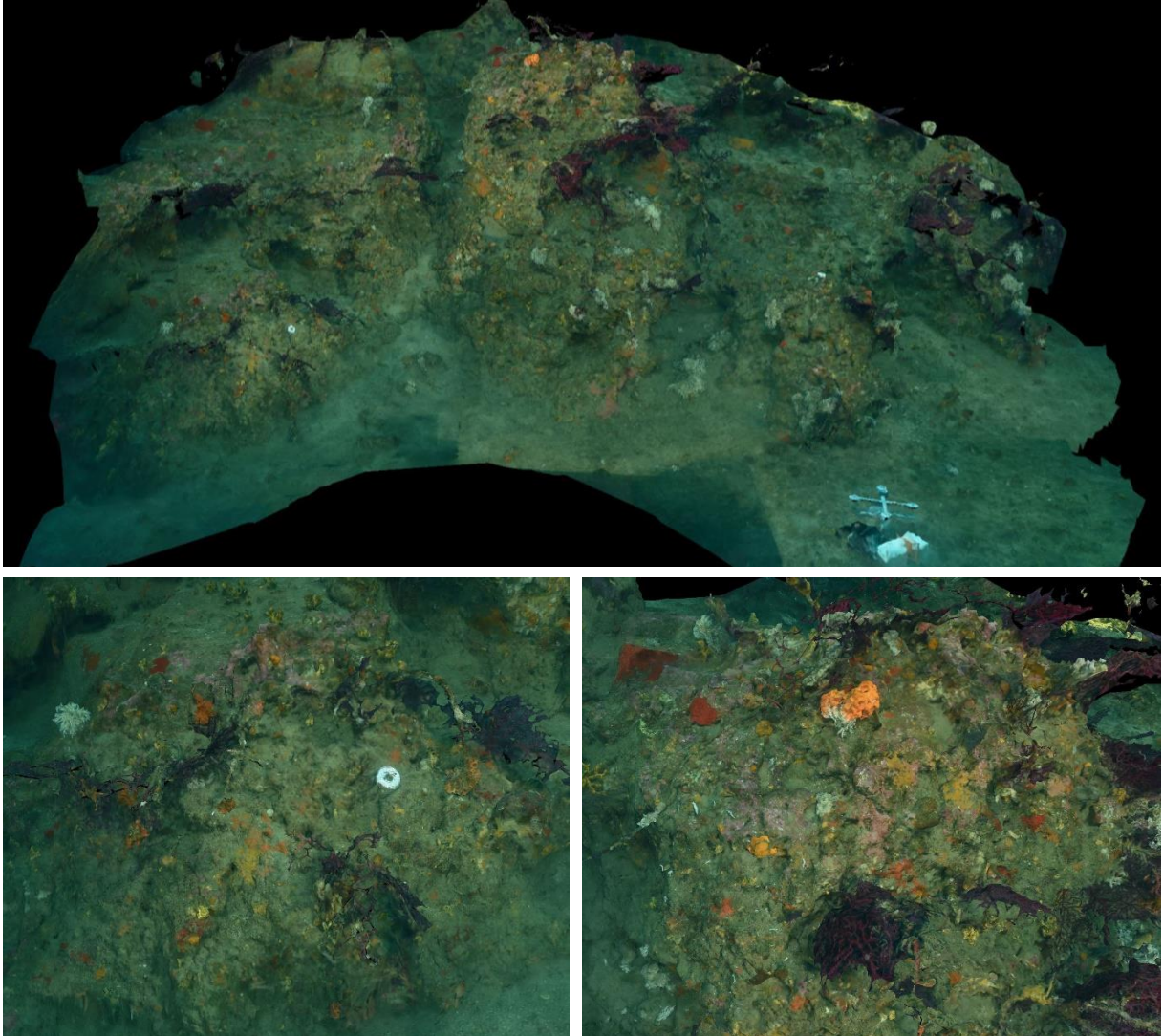


FIGURE 20 : MODELE DE LA STATION RECOR « ST_TROPEZ_40 »

I.A.20. Sud Ribaud 45 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Sud_Ribaud_45 » a été construit à partir de **804 photos**, pour une surface totale modélisée de **327 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

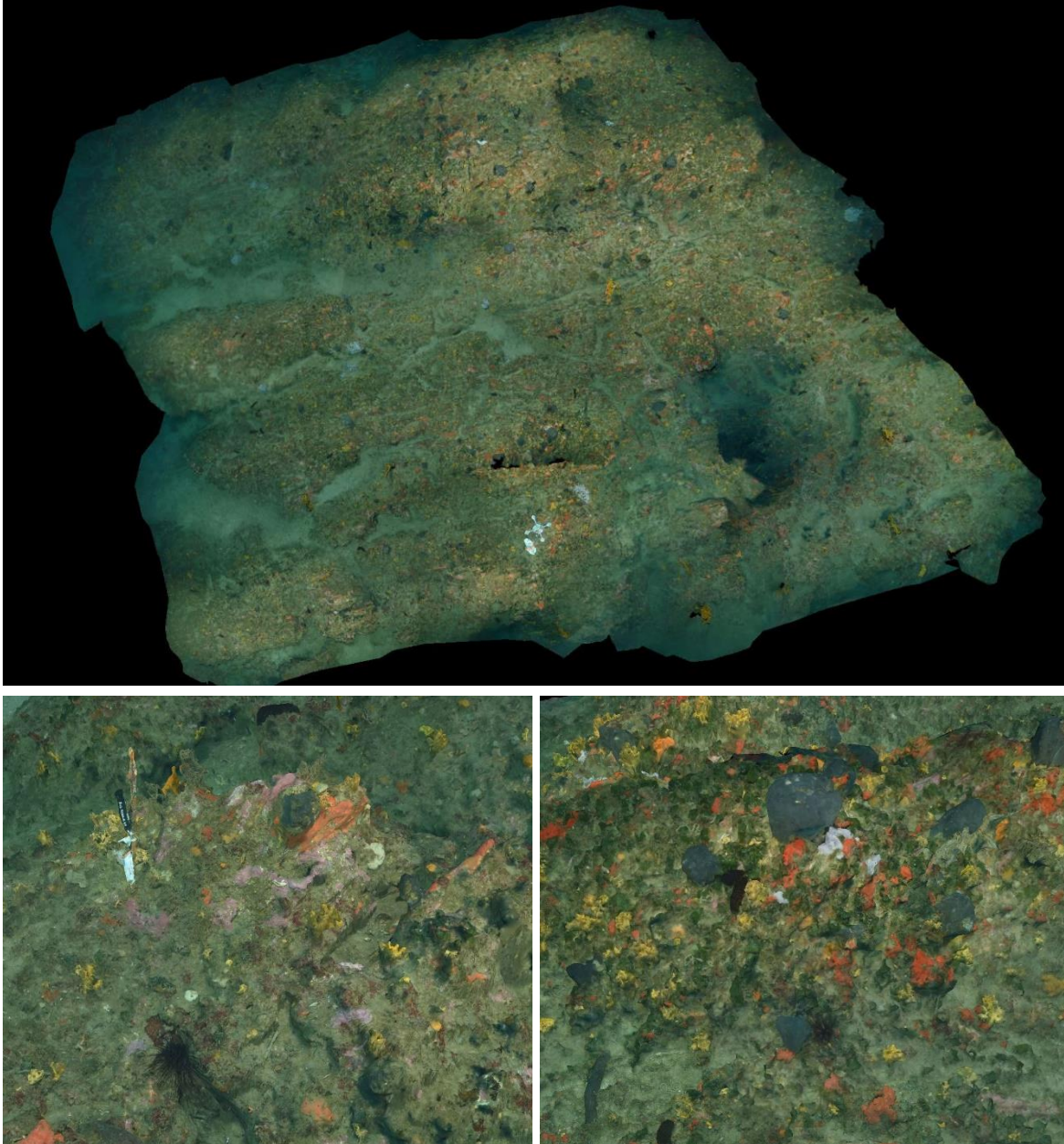


FIGURE 21 : MODELE DE LA STATION RECOR « SUD_RIBAUD_45 »

I.A.21. Tombant des Américains N 35 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Tombant_des_americains_N_35 » a été construit à partir de **1768 photos**, pour une surface totale modélisée de **209 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

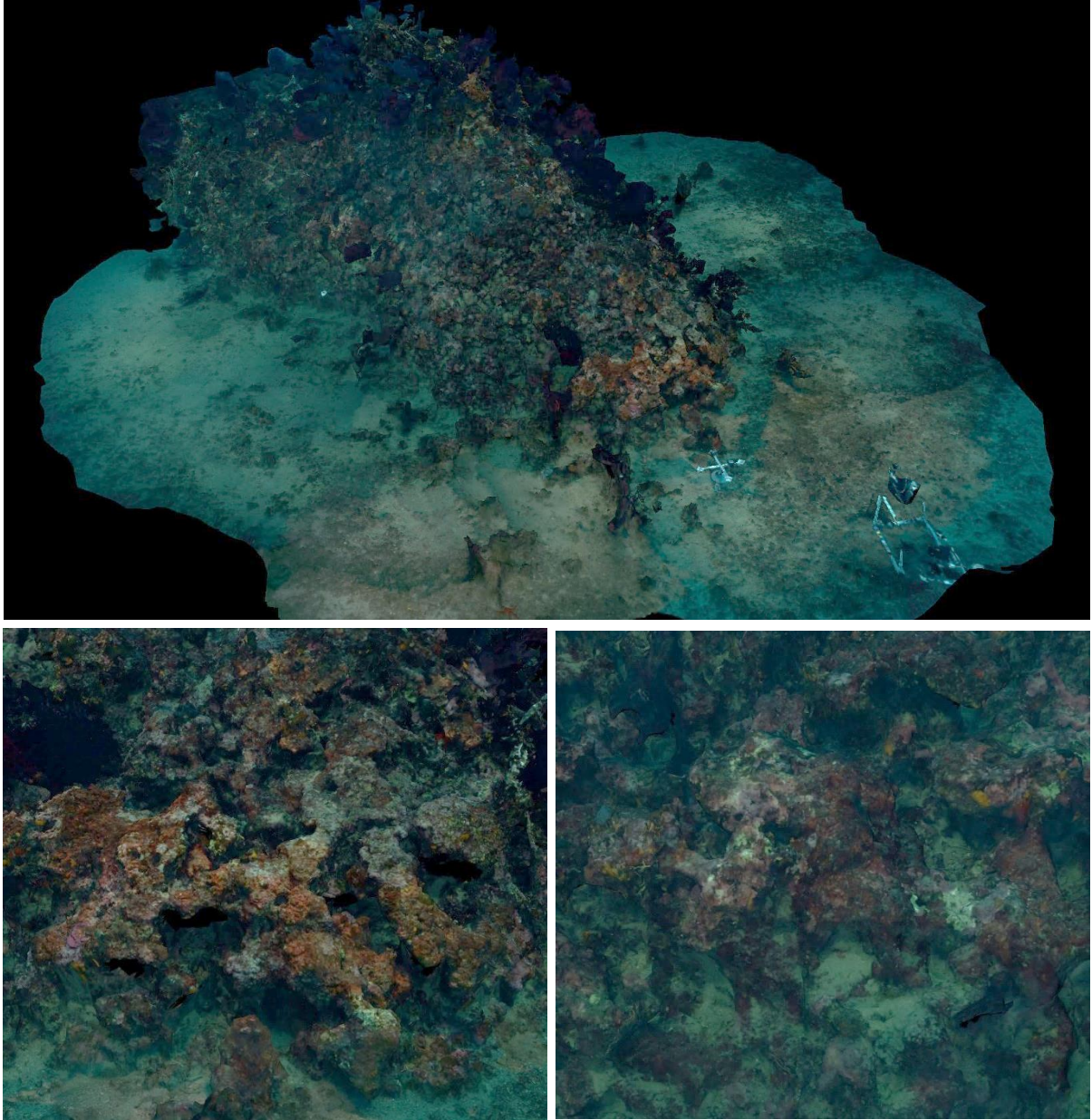


FIGURE 22 : MODELE DE LA STATION RECOR « TOMBANT_DES_AMERICAINS_N_35 »

I.A.22. Tombant des Américains W 45 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Tombant_des_americains_W_45 » a été construit à partir de **924 photos**, pour une surface totale modélisée de **190 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

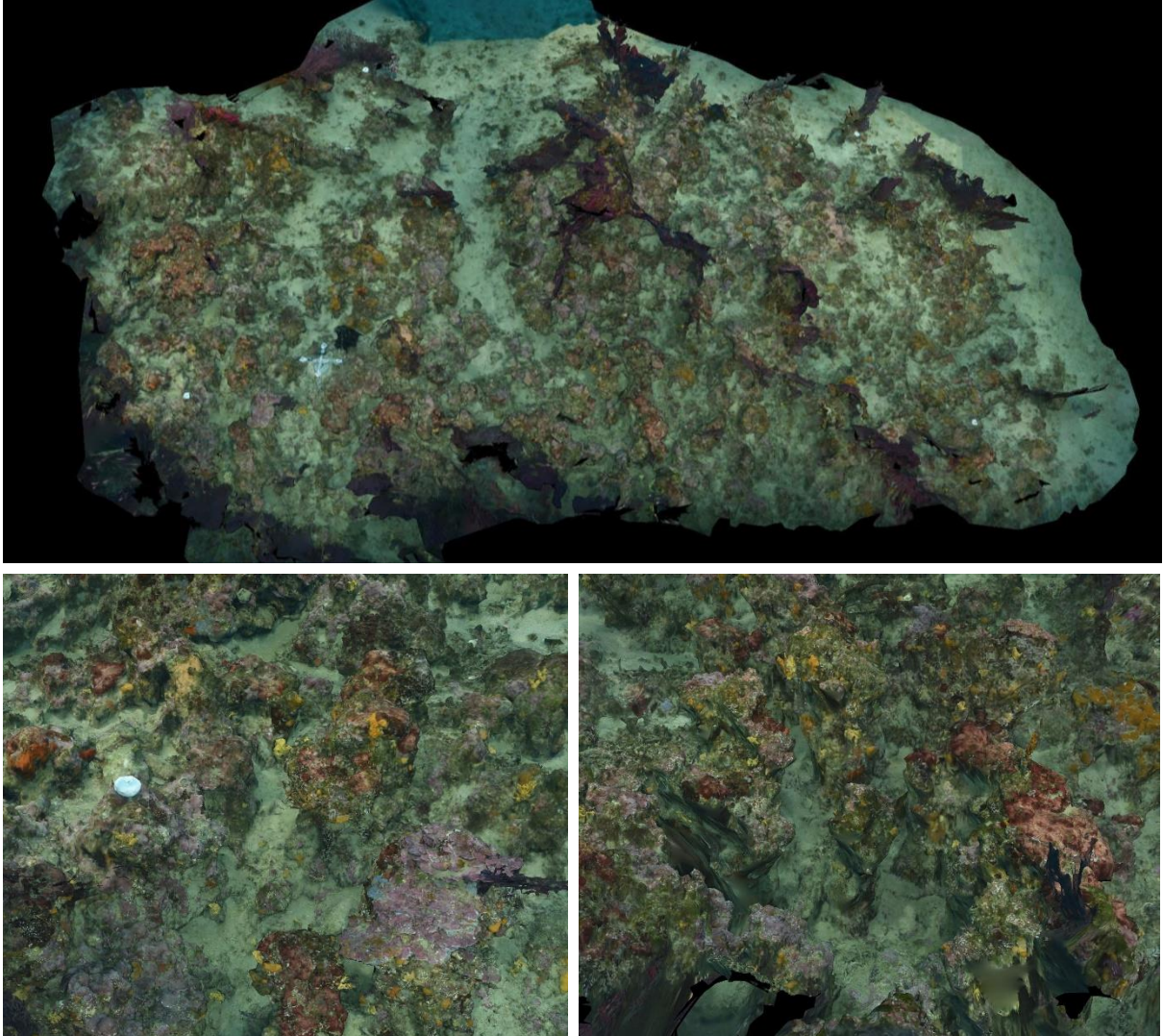


FIGURE 23 : MODELE DE LA STATION RECOR « TOMBANT_DES_AMERICAINS_W_45 »

I.A.23. Villefranche Est 35 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Villefranche_Est_35 » a été construit à partir de **775 photos**, pour une surface totale modélisée de **206 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

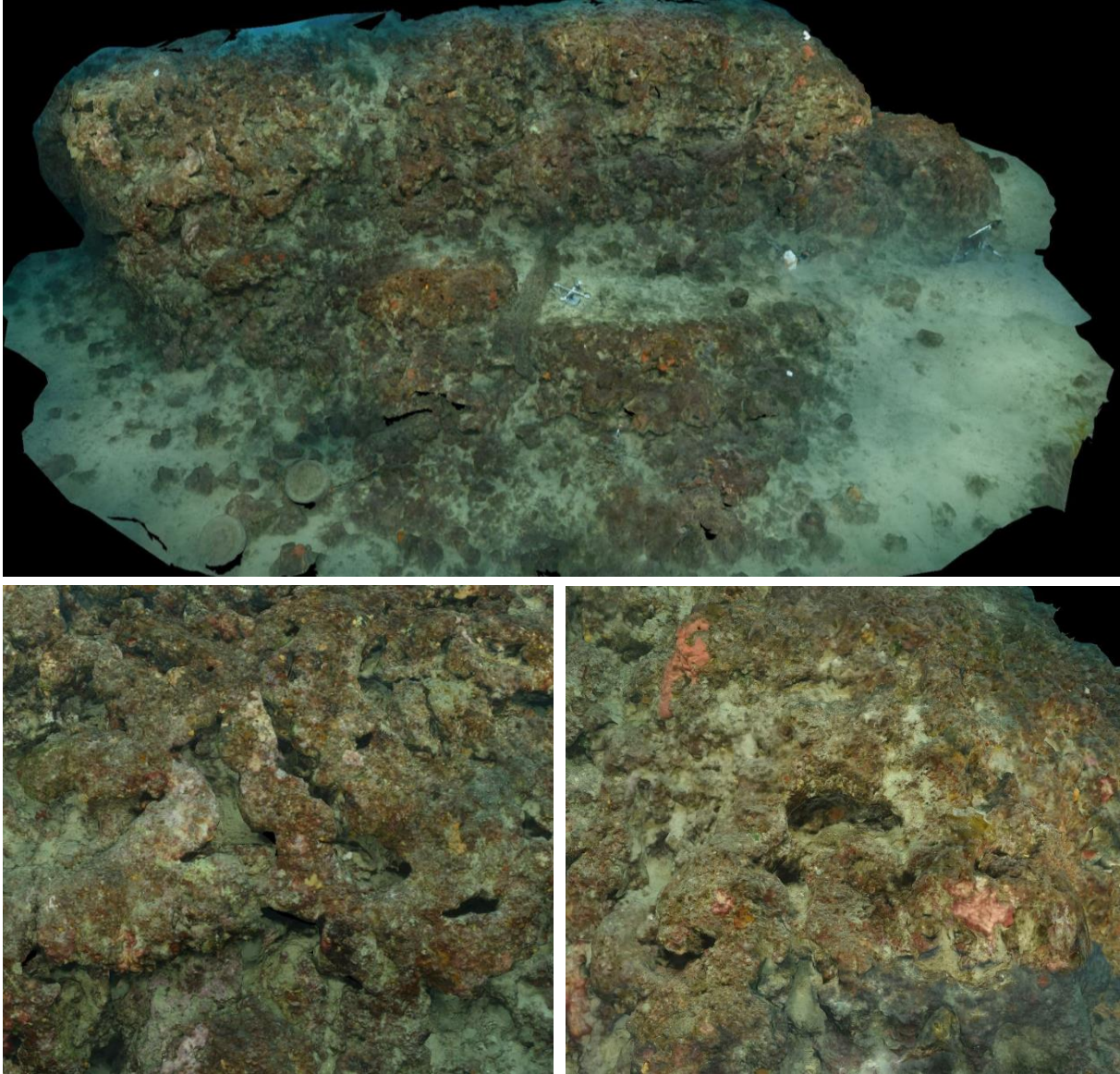


FIGURE 24 : MODELE DE LA STATION RECOR « VILLEFRANCHE_EST_35 »

I.B. Modélisation 3D des sites TEMPO – Année 2022

TEMPO est le réseau de suivi de l'état écologique des herbiers de Posidonie sur deux secteurs caractéristiques de cet écosystème clé de Méditerranée : la **limite inférieure** (limite d'extension la plus profonde) et la **profondeur intermédiaire** (-15 mètres ; profondeur représentative de l'herbier en Méditerranée). Ce réseau est opéré depuis **2011** par Andromède Océanologie avec le soutien de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse. Il s'étend sur l'ensemble de la **façade méditerranéenne française** bordée par les trois régions : Corse, PACA, et Occitanie. Les objectifs sont de recueillir des données descriptives de l'état et du fonctionnement des herbiers à Posidonie et de suivre leurs évolutions dans le temps et dans l'espace.

TEMPO comprend actuellement **73 sites** localisés en **limite inférieure** d'herbiers entre **5 et 40 m** et **52 sites** localisés à la **profondeur intermédiaire** (autour de -15 m). Chaque année, une région est suivie à la fin du printemps (mai-juin) afin de couvrir l'ensemble de la façade tous les trois ans. En **2022**, la campagne de suivi a concerné la région PACA Est (et compléments en Occitanie). Nous y avons réalisé des **acquisitions photogrammétriques** sur **15 sites d'herbier de posidonie en limite inférieure** (figure suivante). Ces acquisitions permettent de **cartographier** précisément la limite de l'herbier de mesurer sa **progression / régression** entre les suivis et évaluer son **état de santé**. Le rapport TEMPO est disponible sur Medtrix :

https://medtrix.fr/wp-content/uploads/2023/01/LOT1_Surveillance-biologique-2022_22122022.pdf

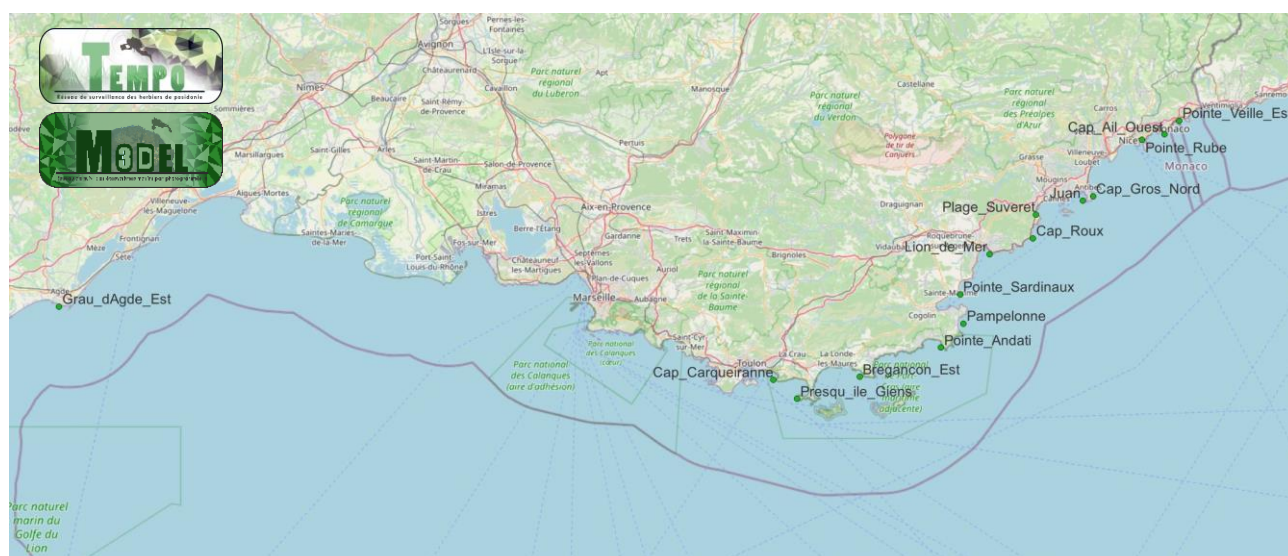


FIGURE 25 : LOCALISATION DES MODELES PHOTOGRAMMETRIQUES TEMPO REALISES EN 2022 EN REGION PACA EST (ET COMPLEMENTES EN OCCITANIE) (INTEGRES SUR MEDTRIX DANS LES PROJETS MODEL ET TEMPO).

Le tableau ci-dessous synthétise, pour chaque site **TEMPO** modélisé, le nombre de photos, la surface ainsi que l'adresse URL du modèle.

TABLEAU 2 : ADRESSES URL DES MODELES 3D DES SITES TEMPO 2022.

Site	Nb photos	Surface (m ²)	URL
Bregancon_Est	1456	492	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Bregancon_Est/App
Cap_Ail_Ouest	1150	279	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Cap_Ail_Ouest/App
Cap_Carqueiranne	1303	584	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Cap_Carqueiranne/App
Cap_Gros_Nord	1308	273	(modèle indisponible au format web mais fichier « .obj » disponible sur demande)
Cap_Roux	2436	552	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Cap_Roux/App
Grau_dAgde_Est	1176	194	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Grau_dAgde_Est/App
Juan	990	202	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Juan/App
Lion_de_Mer	1072	238	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Lion_de_Mer/App
Pampelonne	1266	308	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Pampelonne/App
Plage_Suveret	1092	157	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Plage_Suveret/App
Pointe_Andati	1548	632	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Pointe_Andati/App
Pointe_Rube	1462	220	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Pointe_Rube/App
Pointe_Sardinaux	1442	427	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Pointe_Sardinaux/App
Pointe_Veille_Est	1458	262	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Pointe_Veille_Est/App
Presqu_ile_Giens	1333	537	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2022/Presqu_ile_Giens/App

Toutes les URL des modèles du tableau précédent sont disponibles sur la plateforme [MEDTRIX](#) dans les **projets TEMPO et MODEL**.

Les pages suivantes présentent pour chaque modèle 3D le **nombre de photographies**, la **surface couverte** (en m²) et une **vue d'ensemble** du site et **deux zooms** sur une portion du modèle.

I.B.1. Bregançon Est

Le modèle 3D du site TEMPO « Bregançon Est » a été construit à partir de **1456 photos**, pour une surface totale modélisée de **492 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

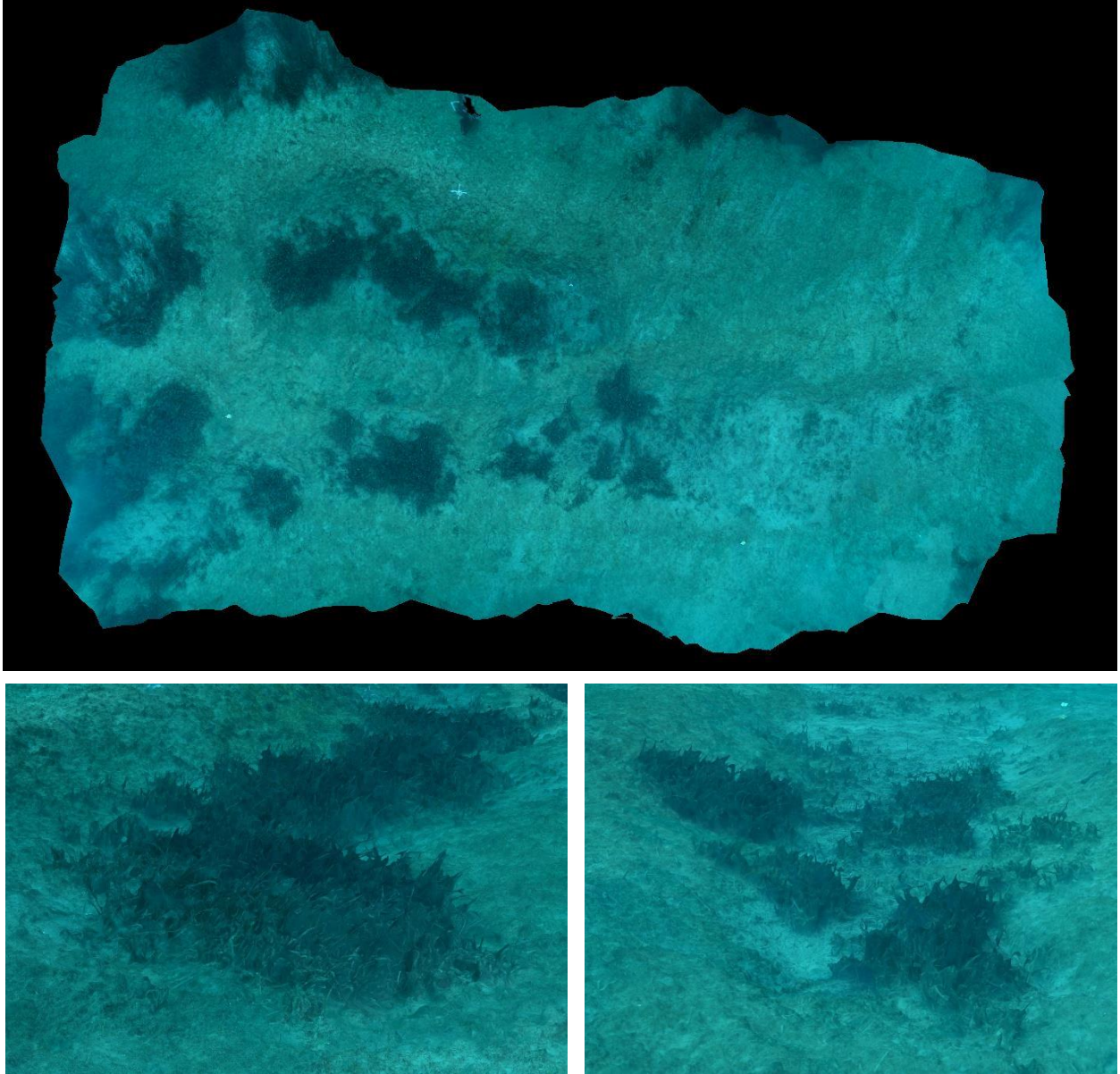


FIGURE 26 : MODELE DE LA STATION TEMPO « BREGANÇON EST »

I.B.2. Cap Ail Ouest

Le modèle 3D du site TEMPO « Cap Ail Ouest » a été construit à partir de **1150 photos**, pour une surface totale modélisée de **279 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

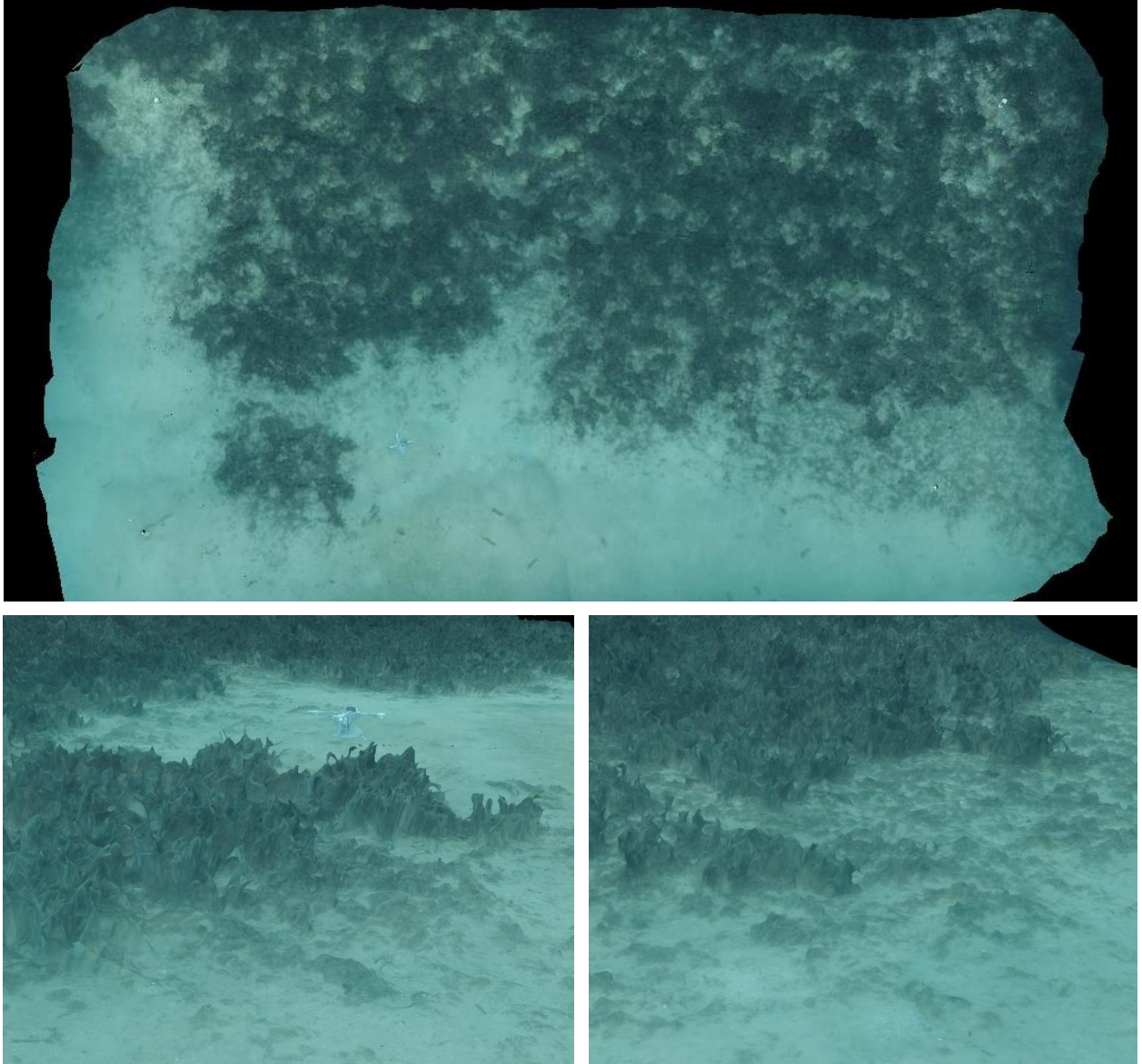


FIGURE 27 : MODELE DE LA STATION TEMPO « CAP AIL OUEST »

I.B.3. Cap Carqueiranne

Le modèle 3D du site TEMPO « Cap Carqueiranne » a été construit à partir de **1303 photos**, pour une surface totale modélisée de **584 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

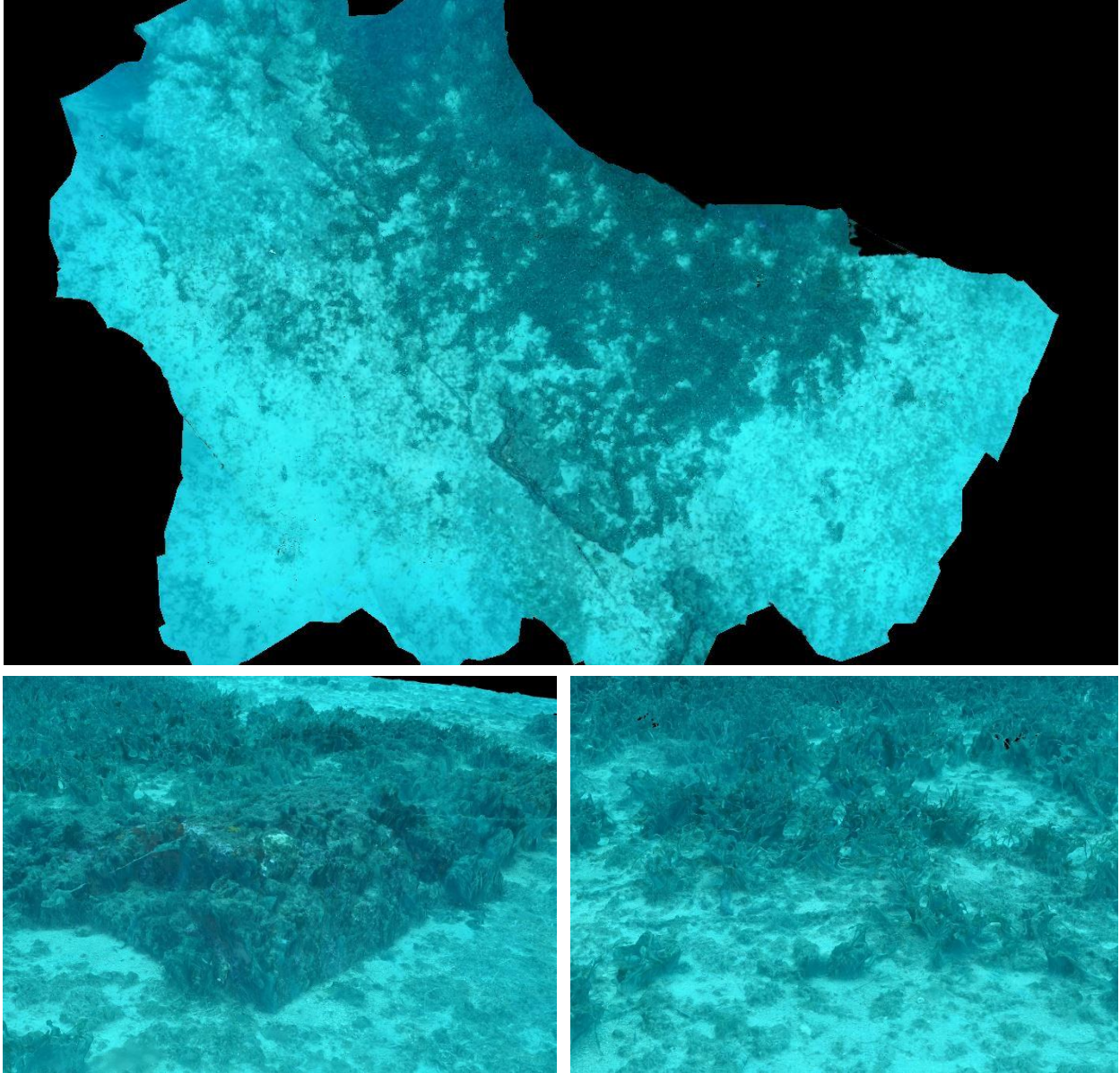


FIGURE 28 : MODELE DE LA STATION TEMPO « CAP CARQUEIRANNE »

I.B.4. Cap Gros Nord

Le modèle 3D du site TEMPO « Cap Gros Nord » a été construit à partir de **1308 photos**, pour une surface totale modélisée de **273 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

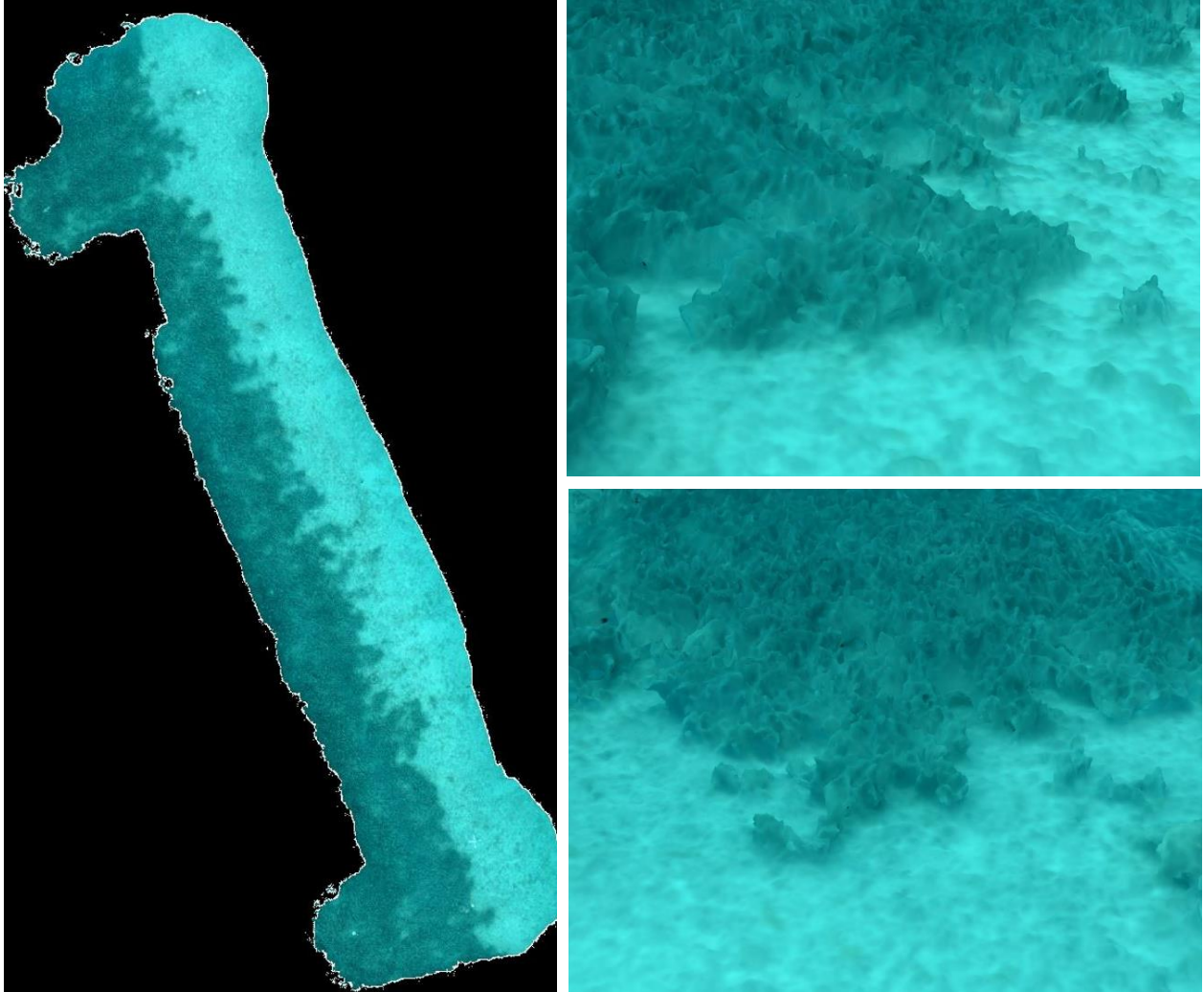


FIGURE 29 : MODELE DE LA STATION TEMPO « CAP GROS NORD »

I.B.5. Cap Roux

Le modèle 3D du site TEMPO « Cap Roux » a été construit à partir de **2436 photos**, pour une surface totale modélisée de **552 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

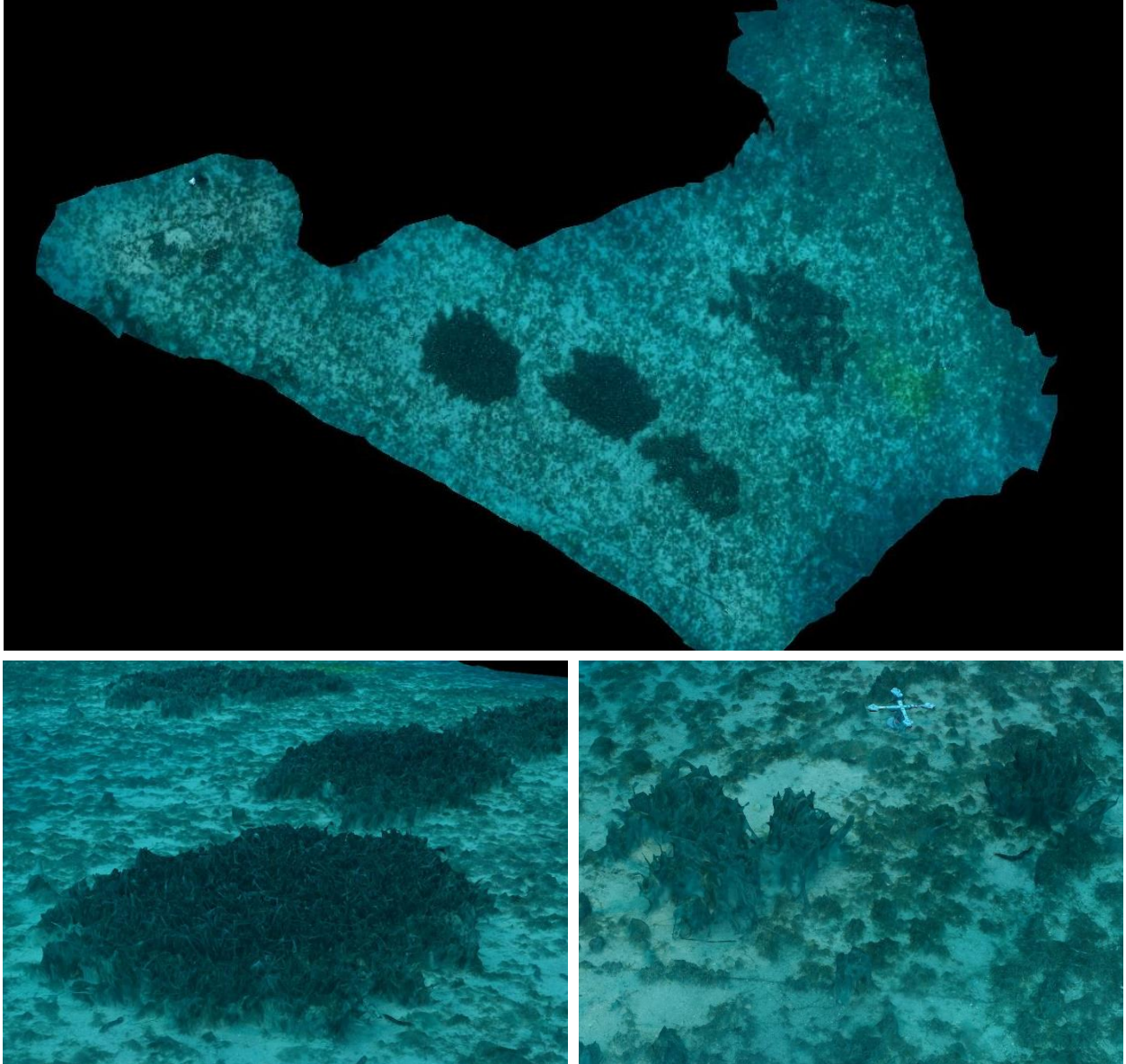


FIGURE 30 : MODELE DE LA STATION TEMPO « CAP ROUX »

I.B.6. Cap d'Agde Est

Le modèle 3D du site TEMPO « Cap d'Agde Est » a été construit à partir de **1176 photos**, pour une surface totale modélisée de **194 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

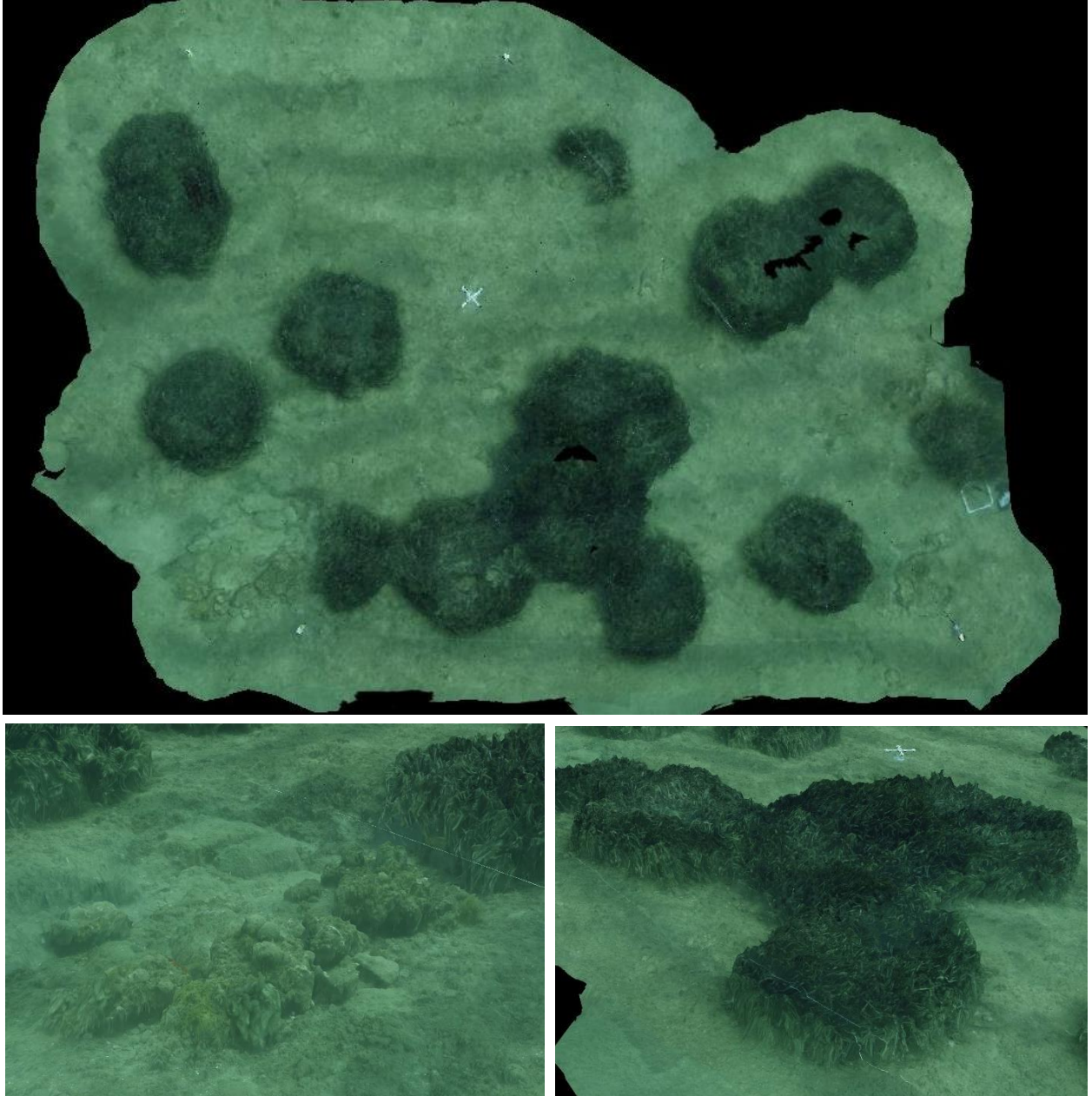


FIGURE 31 : MODELE DE LA STATION TEMPO « CAP D'AGDE EST »

I.B.7. Juan

Le modèle 3D du site TEMPO « Juan » a été construit à partir de **990 photos**, pour une surface totale modélisée de **202 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

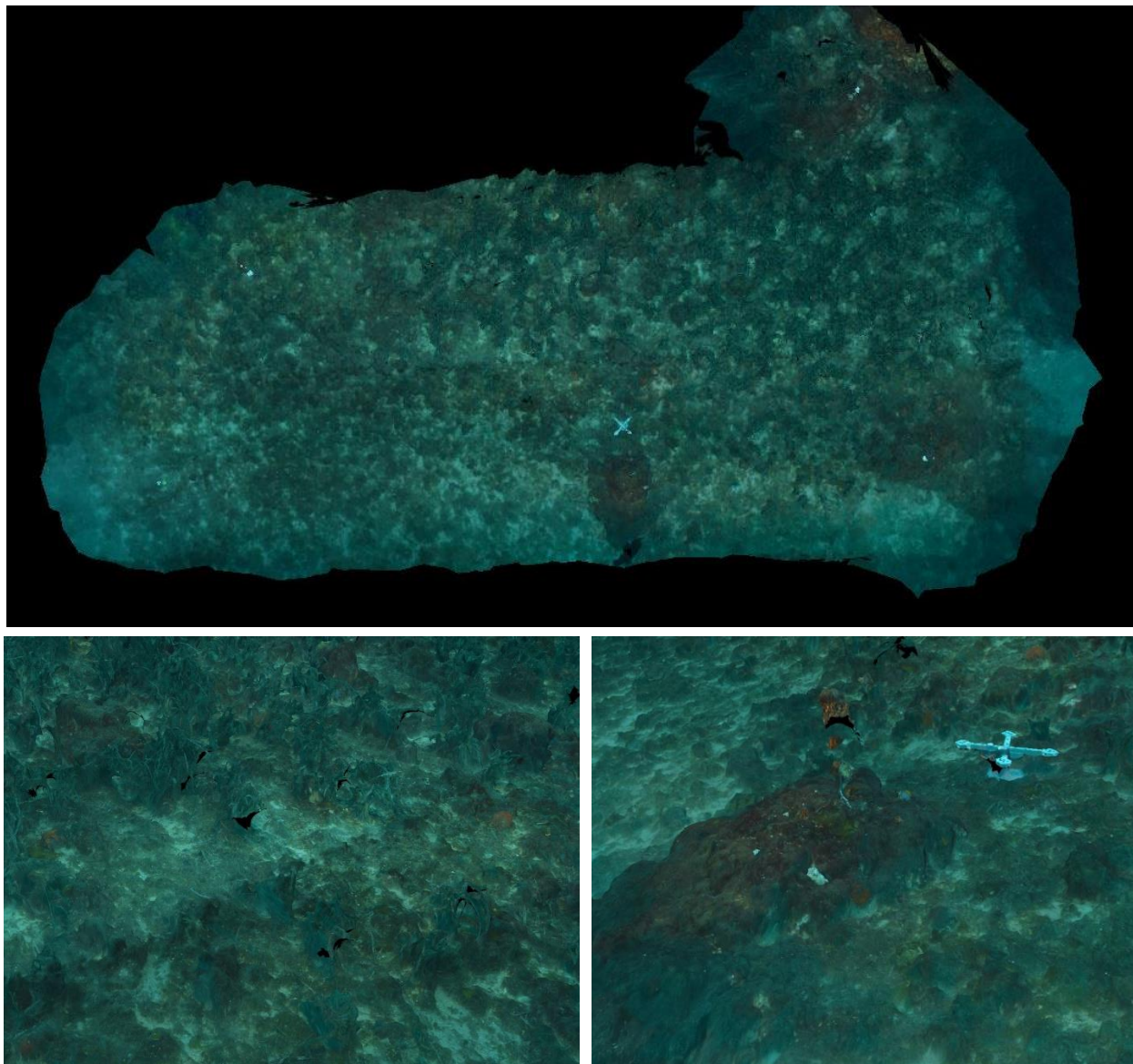


FIGURE 32 : MODELE DE LA STATION TEMPO « JUAN »

I.B.8. Lion de Mer

Le modèle 3D du site TEMPO « Lion de Mer » a été construit à partir de **1072 photos**, pour une surface totale modélisée de **238 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

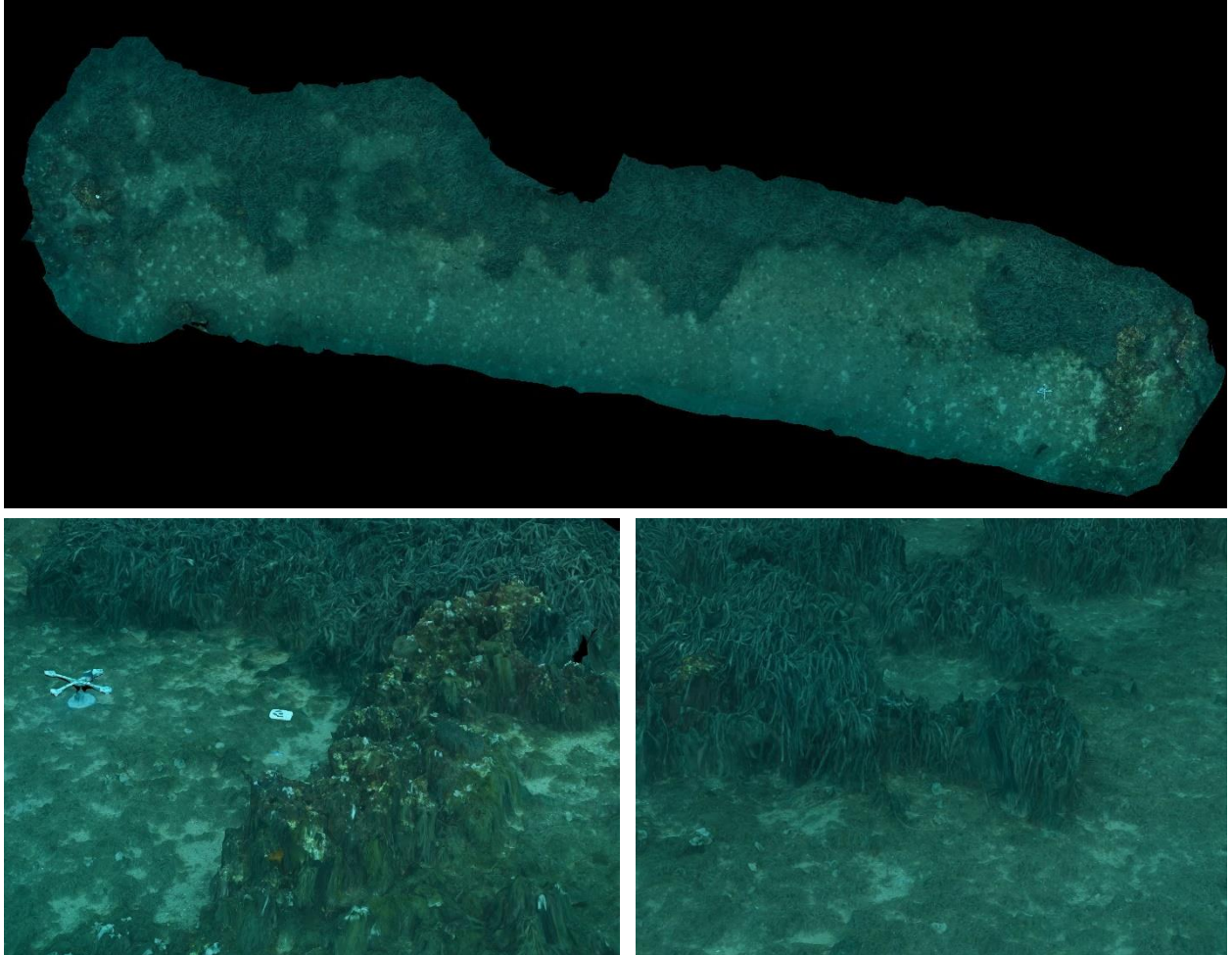


FIGURE 33 : MODELE DE LA STATION TEMPO « LION DE MER »

I.B.9. Pampelonne

Le modèle 3D du site TEMPO « Pampelonne » a été construit à partir de **1266 photos**, pour une surface totale modélisée de **308 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

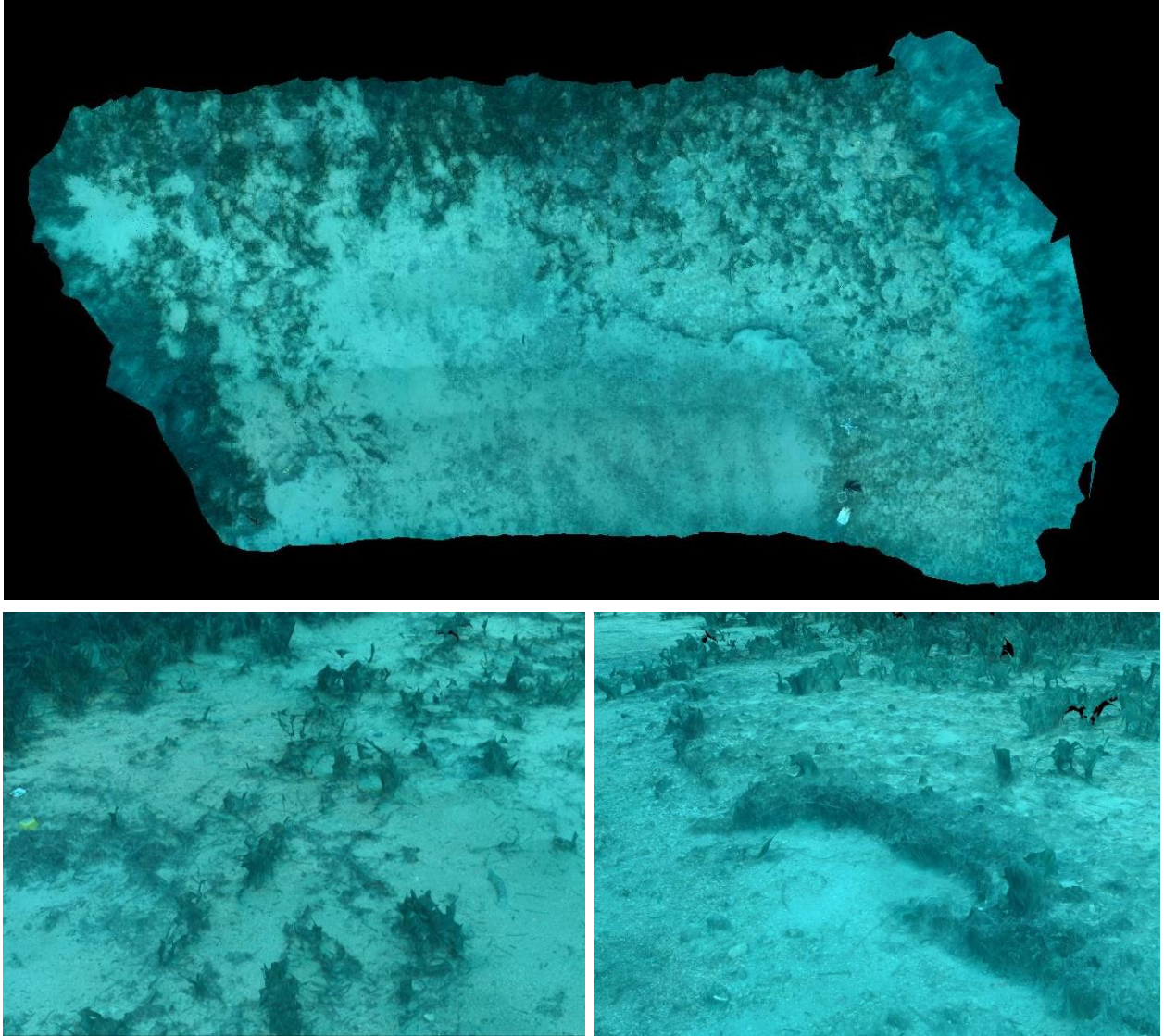


FIGURE 34 : MODELE DE LA STATION TEMPO « PAMPELONNE »

I.B.10. Plage Suveret

Le modèle 3D du site TEMPO « Plage Suveret » a été construit à partir de **1092 photos**, pour une surface totale modélisée de **157 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

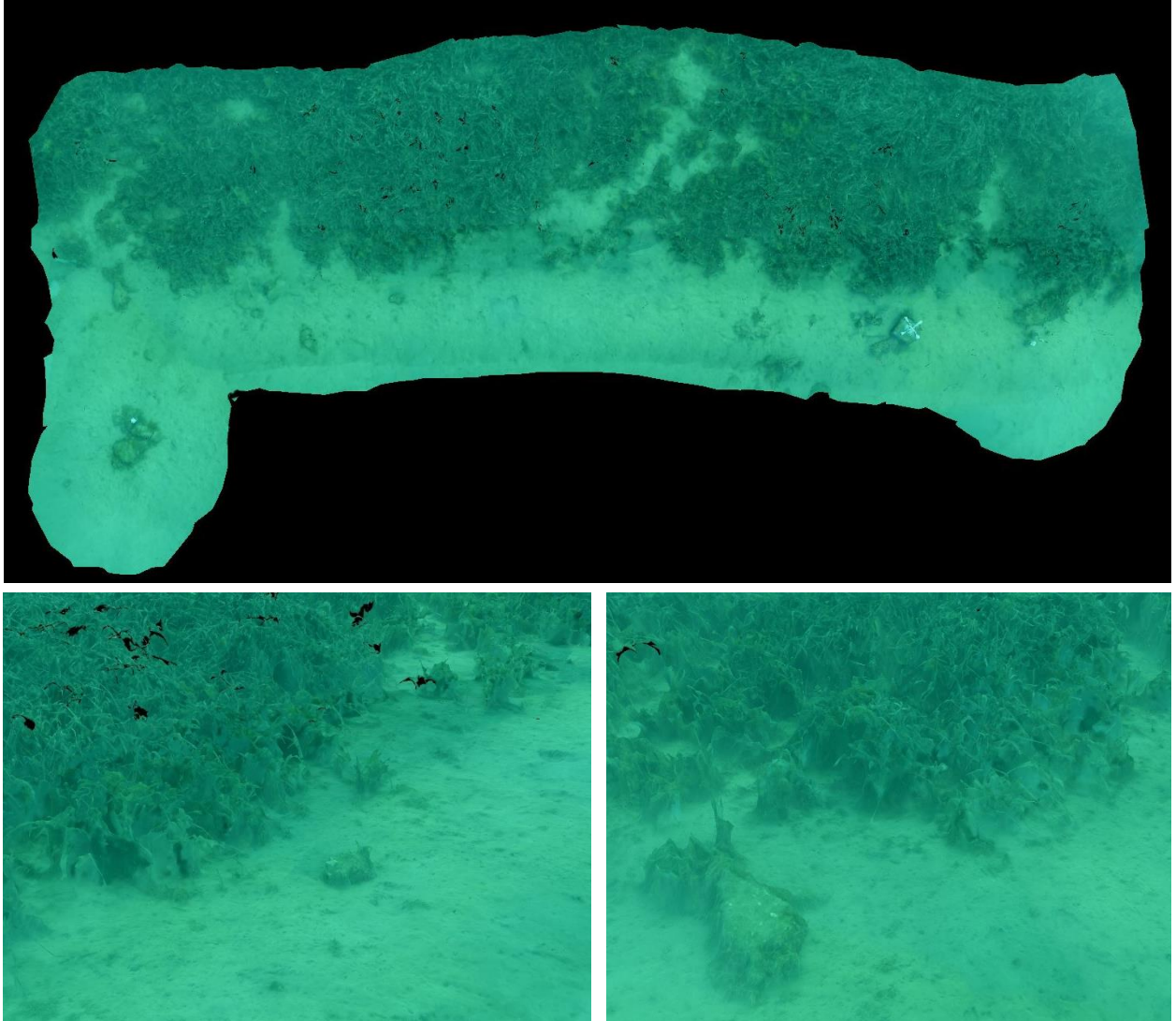


FIGURE 35 : MODELE DE LA STATION TEMPO « PLAGE SUVERET »

I.B.11. Pointe Andati

Le modèle 3D du site TEMPO « Pointe Andati » a été construit à partir de **1548 photos**, pour une surface totale modélisée de **632 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

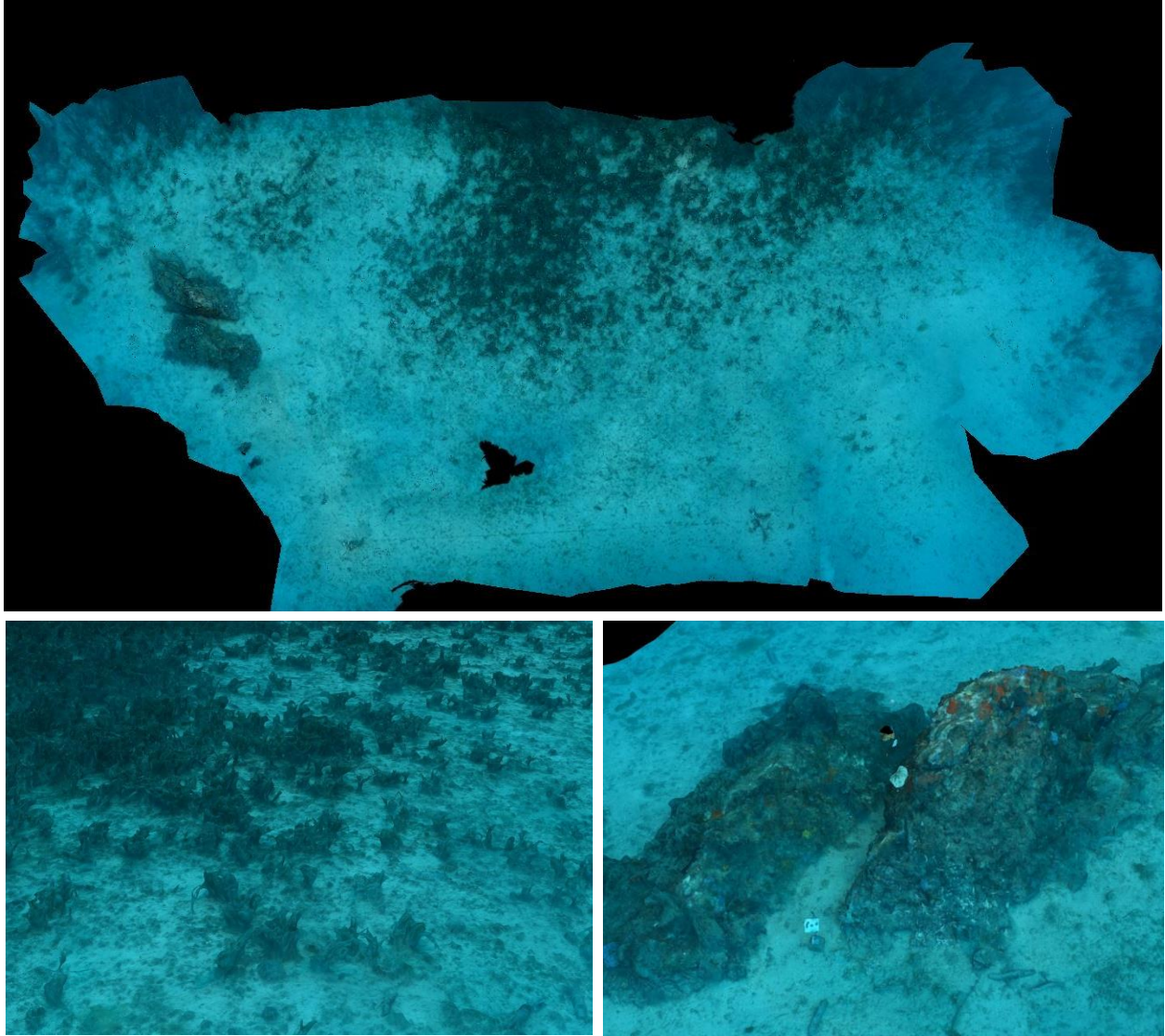


FIGURE 36 : MODELE DE LA STATION TEMPO « POINTE ANDATI »

I.B.12. Pointe Rube

Le modèle 3D du site TEMPO « Pointe Rube » a été construit à partir de **1462 photos**, pour une surface totale modélisée de **220 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

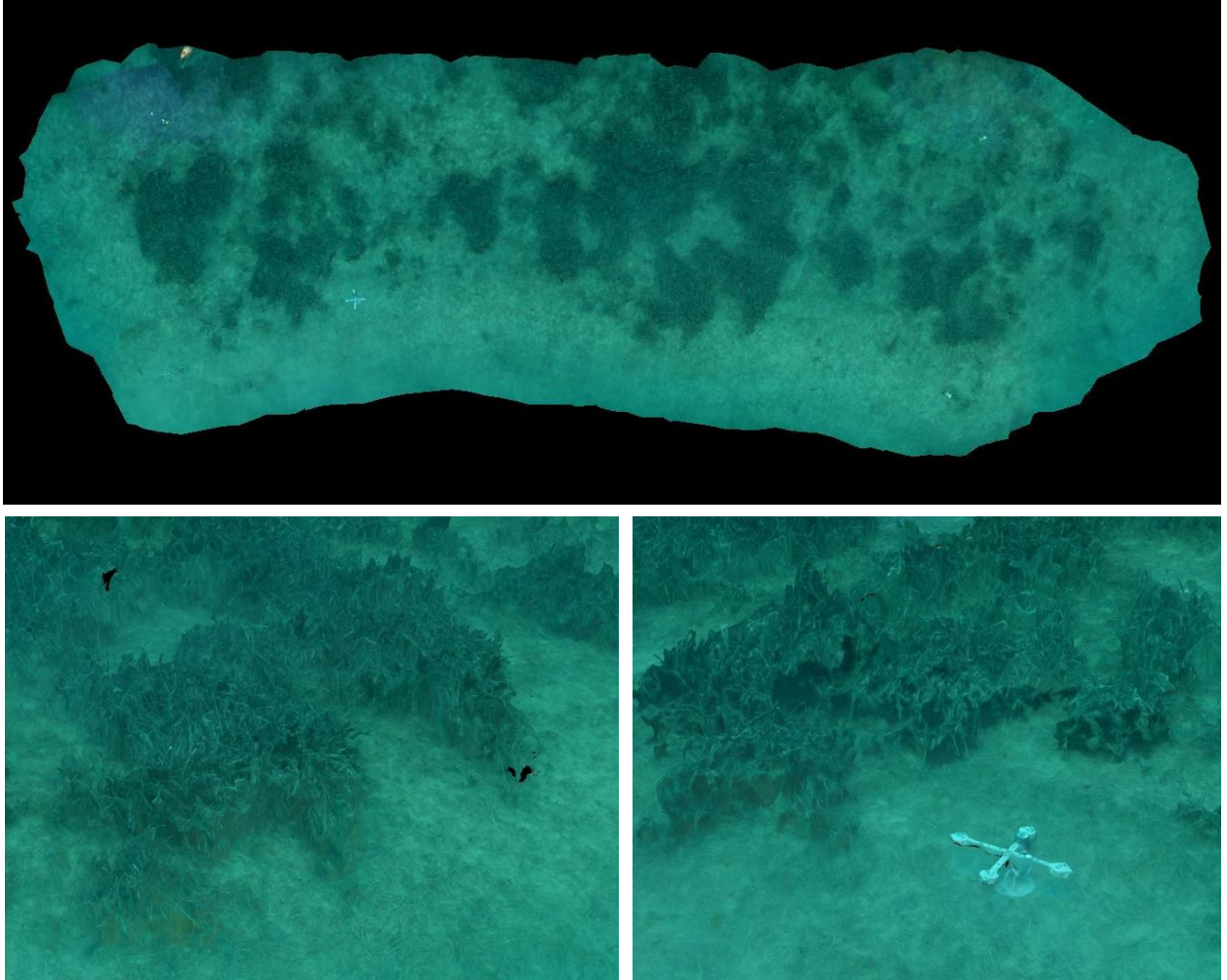


FIGURE 37 : MODELE DE LA STATION TEMPO « POINTE RUBE »

I.B.13. Pointe Sardinaux

Le modèle 3D du site TEMPO « Pointe Sardinaux » a été construit à partir de **1442 photos**, pour une surface totale modélisée de **427 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

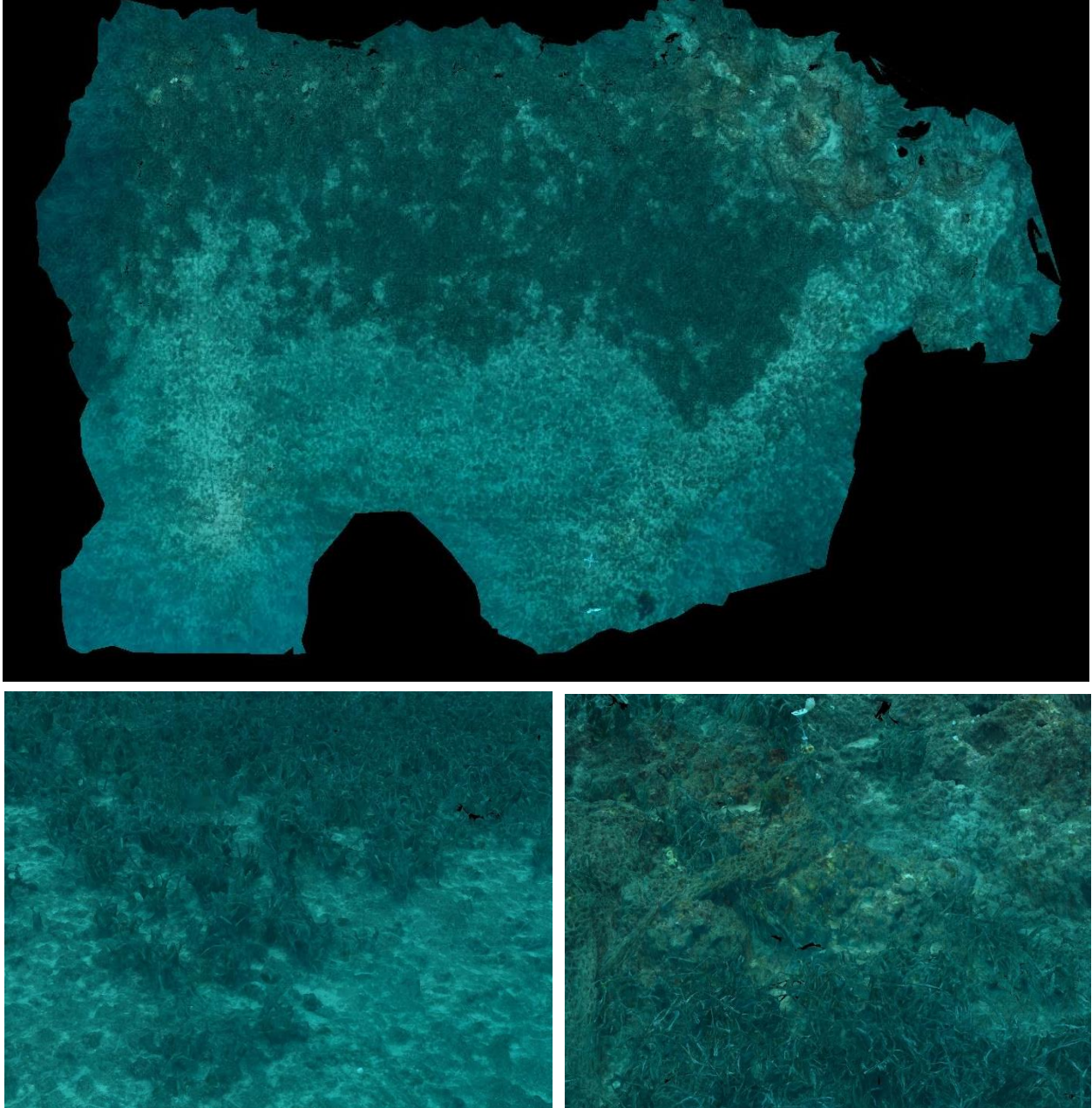


FIGURE 38 : MODELE DE LA STATION TEMPO « POINTE SARDINAUX »

I.B.14. Pointe Veille Est

Le modèle 3D du site TEMPO « Pointe Veille Est » a été construit à partir de **1458 photos**, pour une surface totale modélisée de **262 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

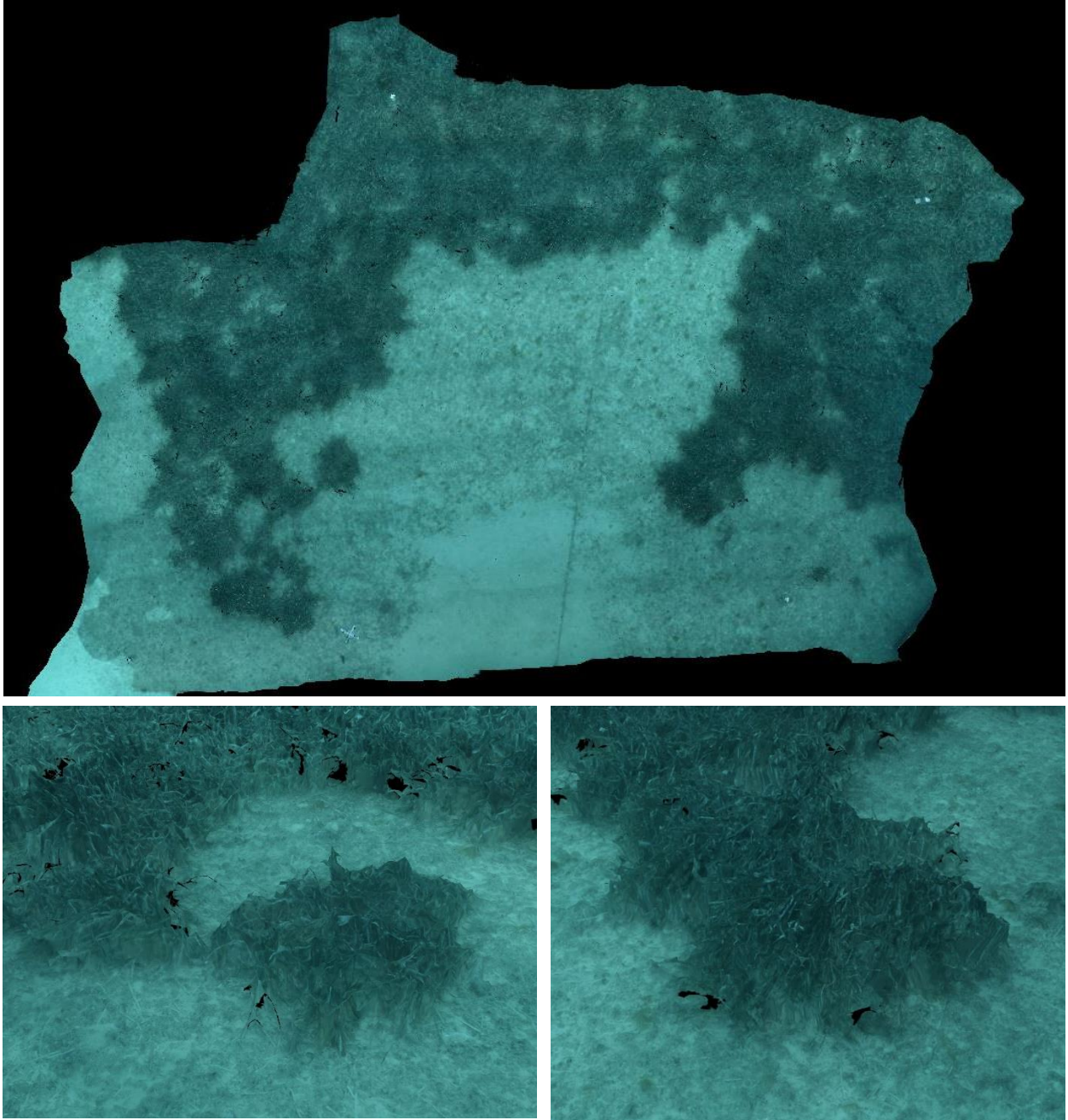


FIGURE 39 : MODELE DE LA STATION TEMPO « POINTE VEILLE EST »

I.B.15. Presqu'île de Giens

Le modèle 3D du site TEMPO « Presqu'île de Giens » a été construit à partir de **1333 photos**, pour une surface totale modélisée de **537 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

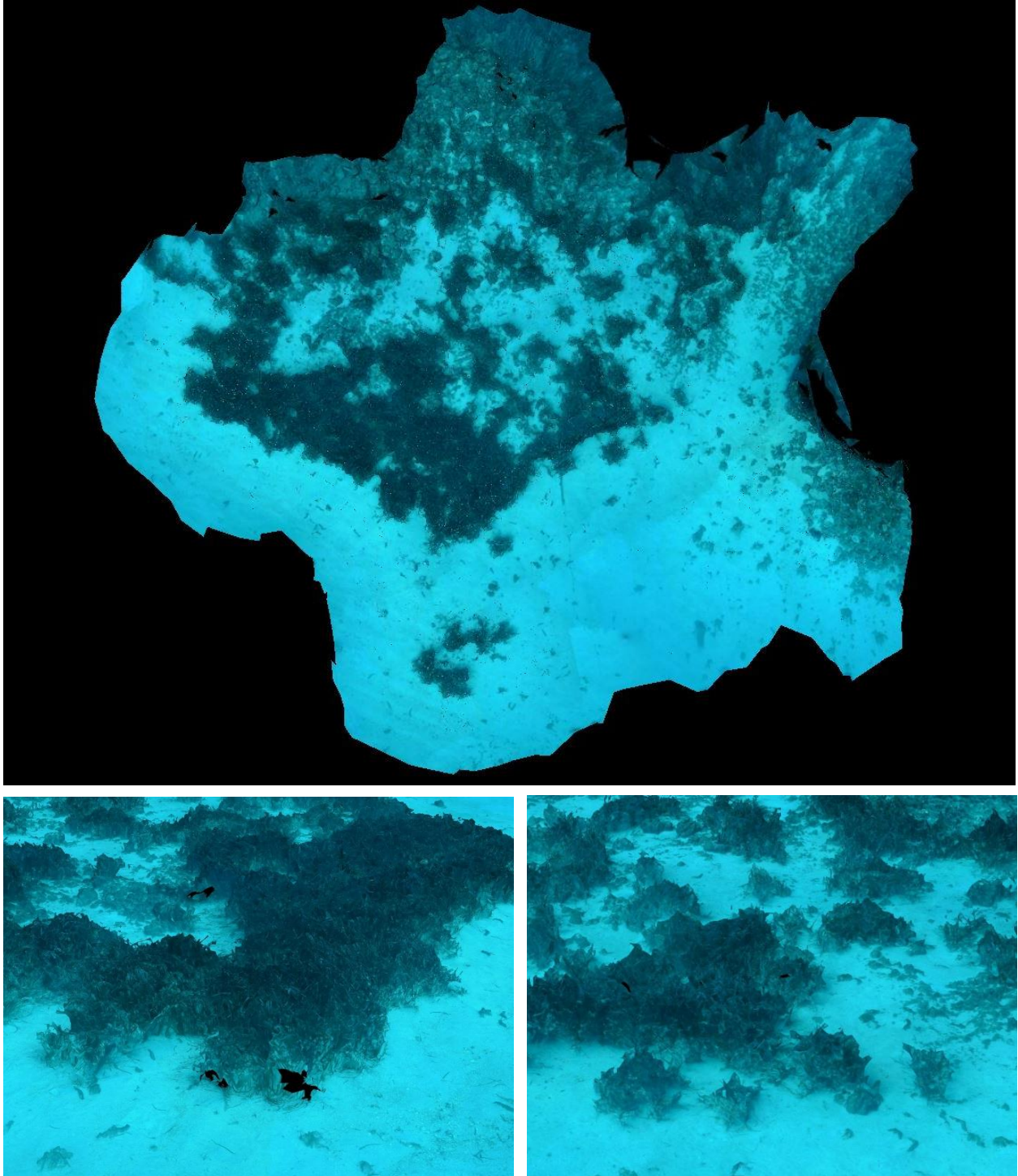


FIGURE 40 : MODELE DE LA STATION TEMPO « PRESQU'ILE DE GIENS »

I.C. Modélisation 3D des sites RECOR – Année 2023

En **2023**, les acquisitions RECOR ont concerné la **région Corse**, voir le rapport sur Medtrix :

https://medtrix.fr/wp-content/uploads/2023/12/LOT2_Surveillance-biologique-Corse-2023_07122023.pdf

En complément au protocole RECOR, nous avons réalisé des **acquisitions photogrammétriques** sur **17 stations coralligène** en **2023** (carte ci-dessous) afin de réaliser un archivage de l'état de ces récifs et de permettre leur visualisation :

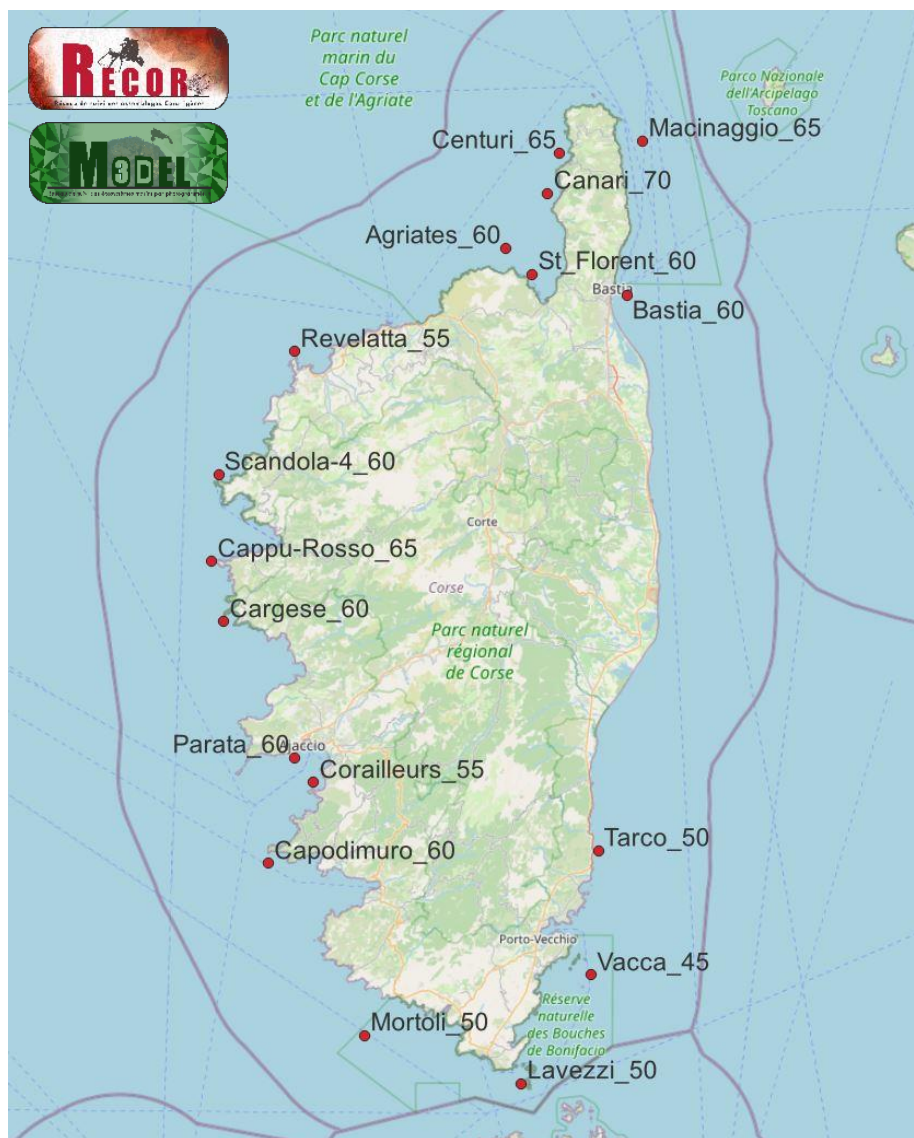


FIGURE 41 : LOCALISATION DES MODELES PHOTOGRAMMETRIQUES RECOR REALISES EN 2023 EN REGION CORSE (INTEGRES SUR MEDTRIX DANS LES PROJETS MODEL ET RECOR).

Le tableau ci-dessous synthétise, pour chaque station **RECOR** modélisé, le nombre de photos, la surface ainsi que l'adresse URL du modèle.

TABLEAU 3 : ADRESSES URL DES MODELES 3D DES SITES RECOR 2023.

Nom de Station (Site_profondeur)	Nb photos	Surface (m ²)	URL
Agriates_60	856	54	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Agriates_60/App
Bastia_60	1116	136	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Bastia_60/App
Canari_70	663	83	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Canari_70/App
Capodimuro_60	1407	226	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Capodimuro_60/App
Cappu-Rosso_65	945	158	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Cappu-Rosso_65/App
Cargese_60	620	81	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Cargese_60/App
Centuri_65	1178	123	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Centuri_65/App
Corailleurs_55	476	114	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Corailleurs_55/App
Lavezzi_50	649	271	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Lavezzi_50/App
Macinaggio_65	1047	105	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Macinaggio_65/App
Mortoli_50	1474	194	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Mortoli_50/App
Parata_60	1183	127	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Parata_60/App
Revelatta_55	1086	177	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Revelatta_55/App
Scandola-4_60	825	66	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Scandola-4_60/App
St_Florent_60	1018	89	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/St_Florent_60/App
Tarco_50	916	104	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Tarco_50/App
Vacca_45	1459	140	https://www.andromede-ocean3d.com/RECOR/2023/Vacca_45/App

Toutes les URL des modèles du tableau précédent sont disponibles sur la plateforme [MEDTRIX](#) dans les **projets RECOR et MODEL**.

Les pages suivantes présentent pour chaque modèle 3D le **nombre de photographies**, la **surface couverte** (en m²) et une **vue d'ensemble** du site et **deux zooms** sur une portion du modèle.

I.C.1. Agriates 60 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Agriates_60 » a été construit à partir de **856 photos**, pour une surface totale modélisée de **54 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

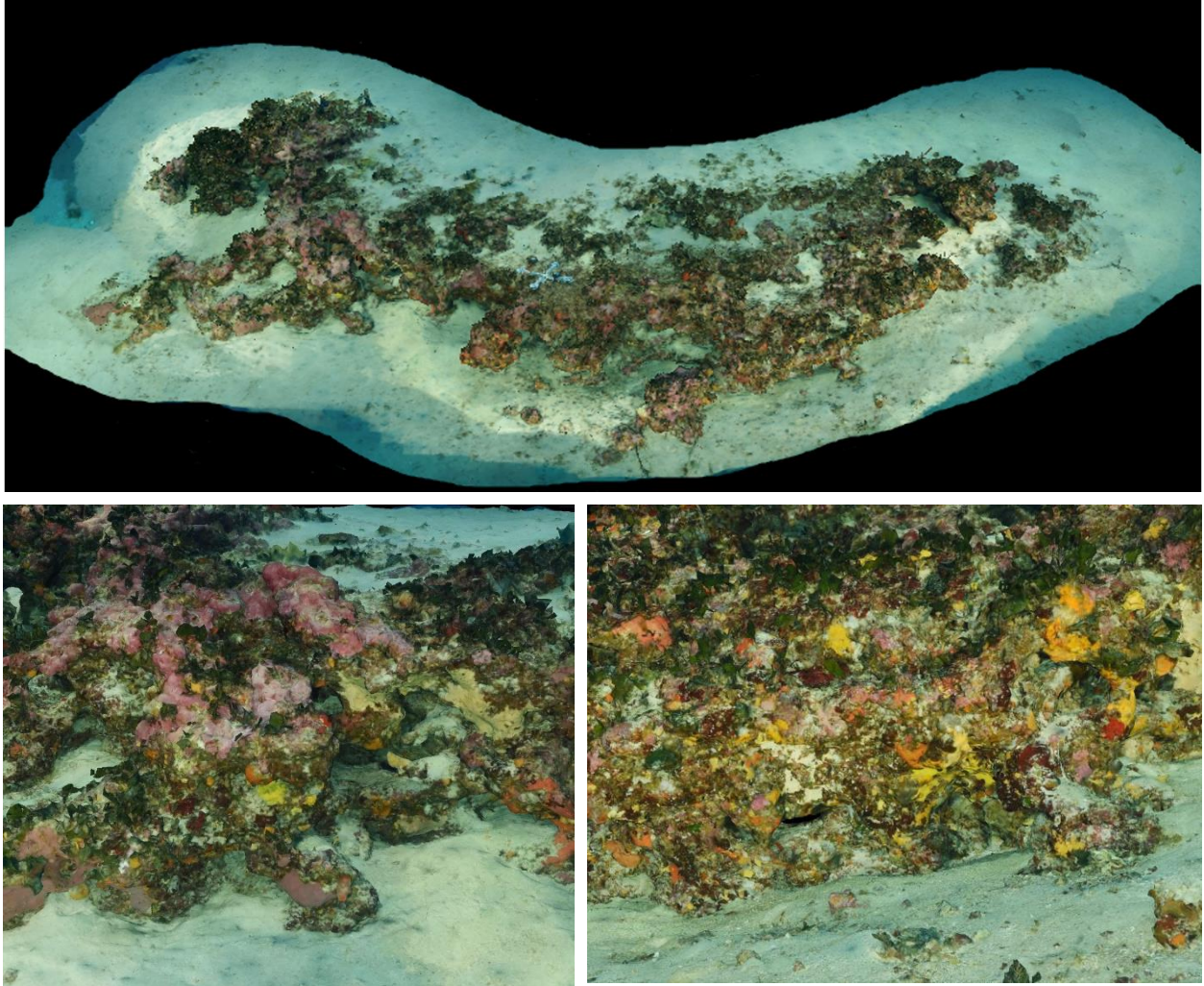


FIGURE 42 : MODELE DE LA STATION RECOR « AGRIATES_60 »

I.C.2. Bastia 60 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Bastia_60 » a été construit à partir de **1116 photos**, pour une surface totale modélisée de **136 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

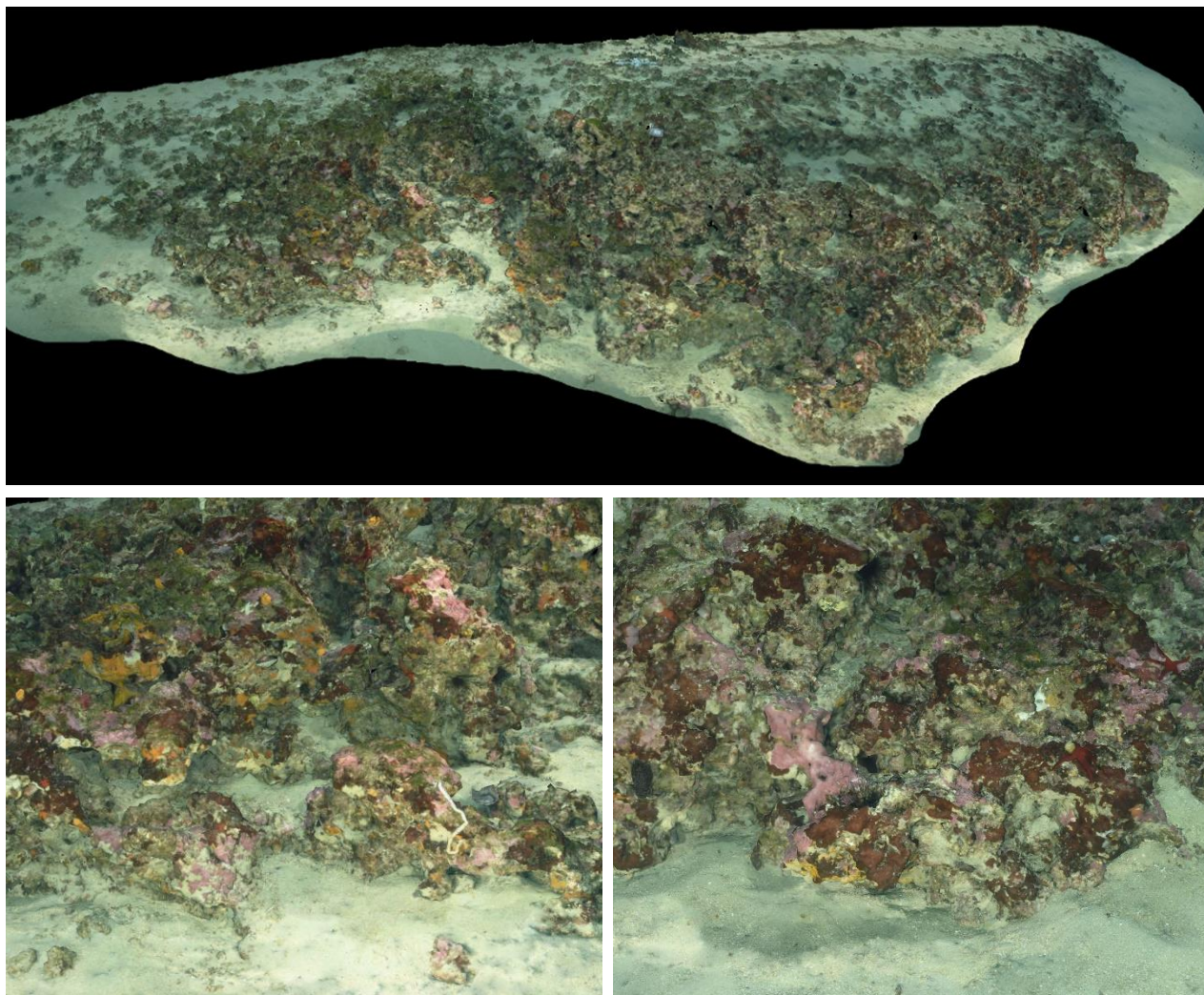


FIGURE 43 : MODELE DE LA STATION RECOR « BASTIA_60 »

I.C.3. Canari 70 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Canari_70 » a été construit à partir de **663 photos**, pour une surface totale modélisée de **83 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

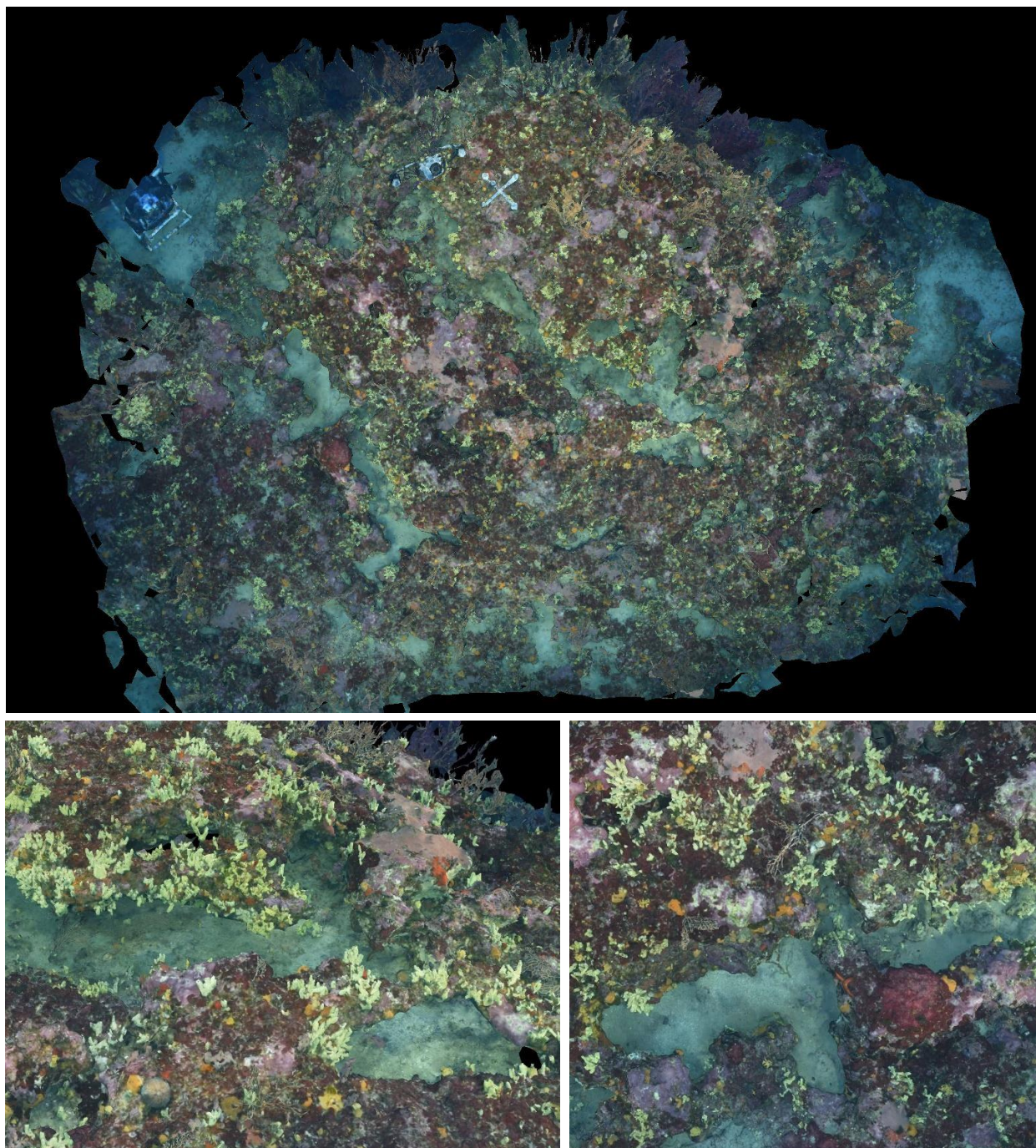


FIGURE 44 : MODELE DE LA STATION RECOR « CANARI_70 »

I.C.4. Capodimuro 60 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Capodimuro_60 » a été construit à partir de **1407 photos**, pour une surface totale modélisée de **226 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

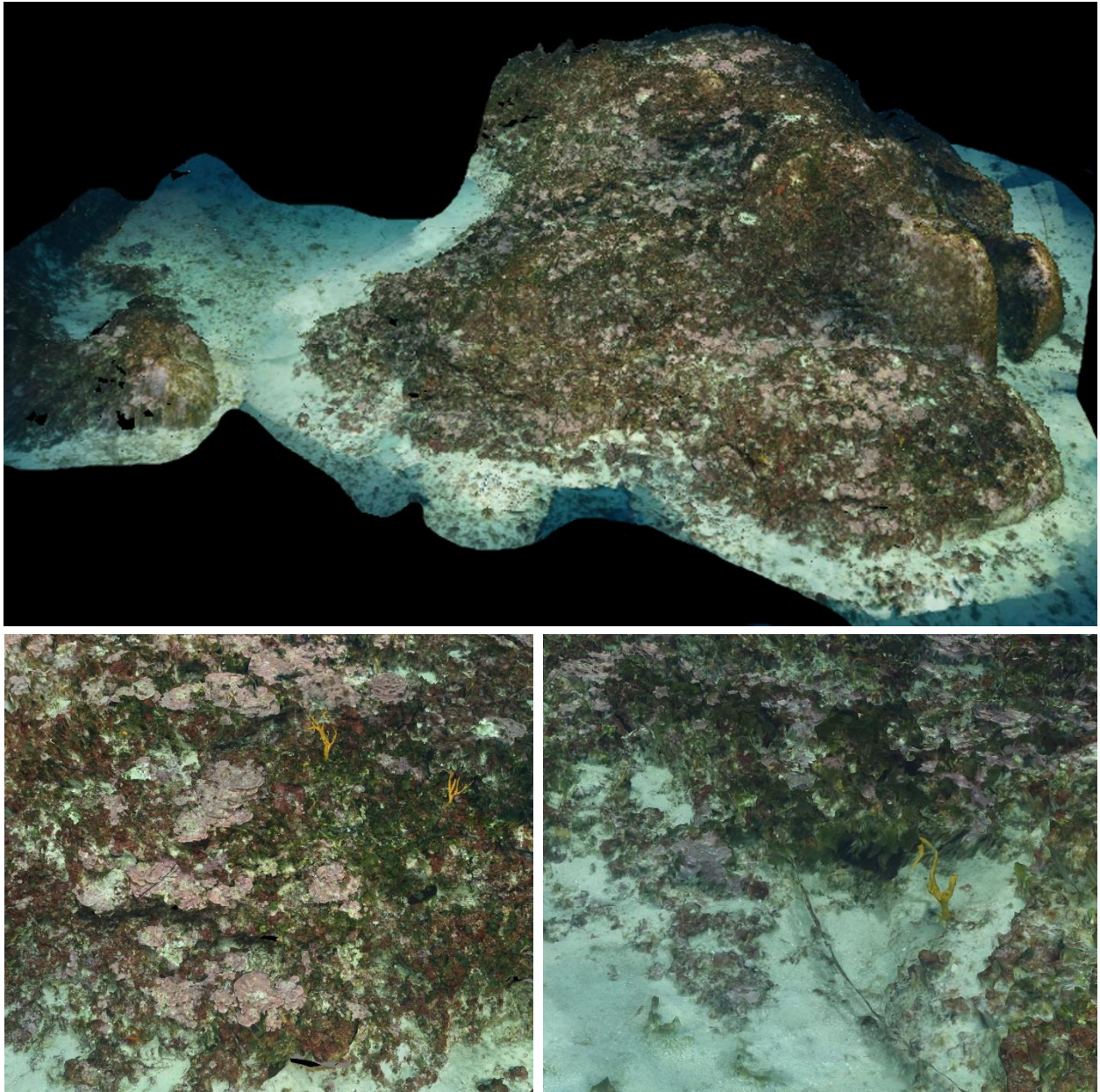


FIGURE 45 : MODELE DE LA STATION RECOR « CAPODIMURO_60 »

I.C.5. Cappu-Rosso 65 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Cappu-Rosso_65 » a été construit à partir de **945 photos**, pour une surface totale modélisée de **158 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

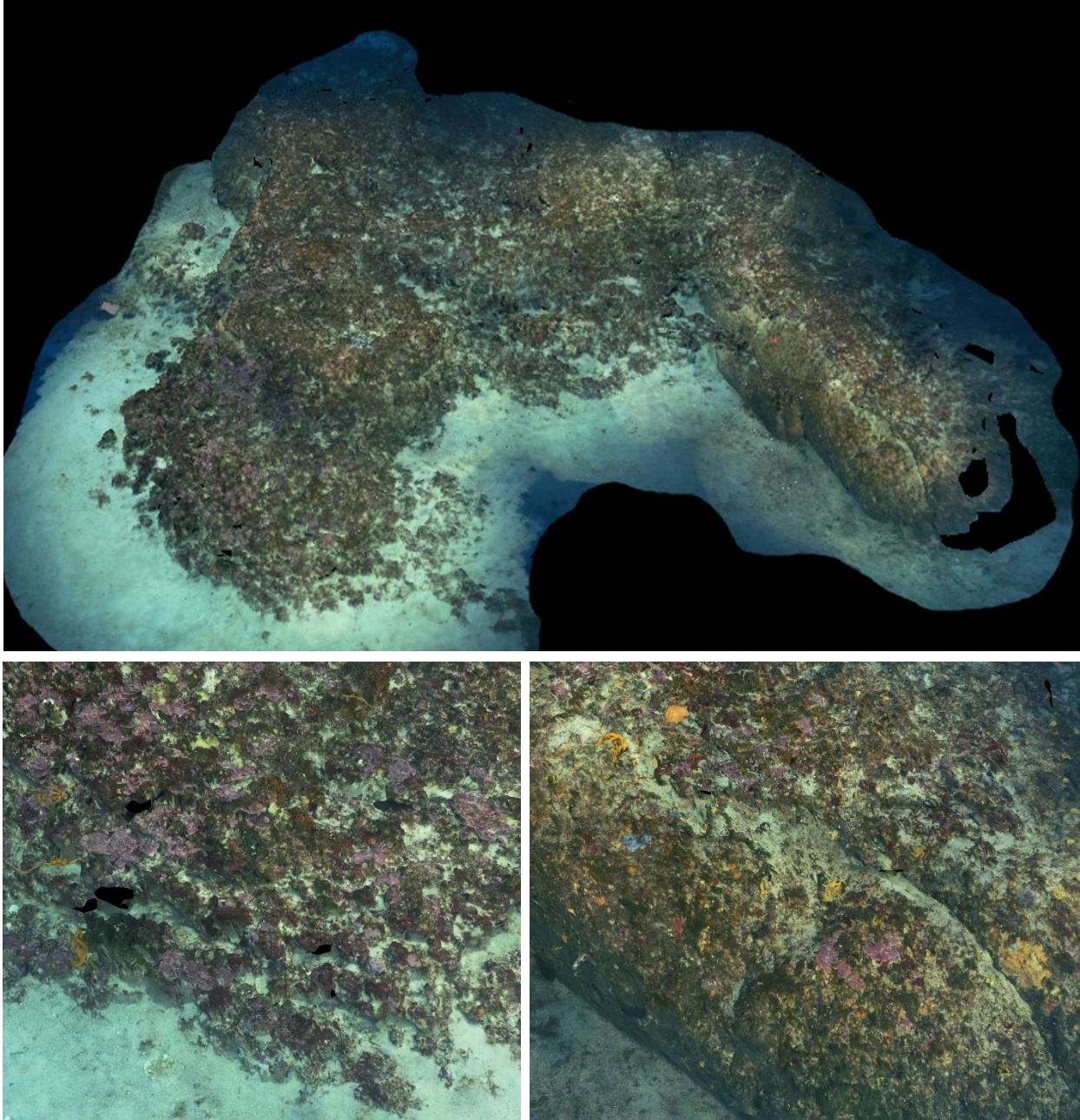


FIGURE 46 : MODELE DE LA STATION RECOR « CAPPU-ROSSO_65 »

I.C.6. Cargèse 60 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Cargese_60 » a été construit à partir de **620 photos**, pour une surface totale modélisée de **81 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

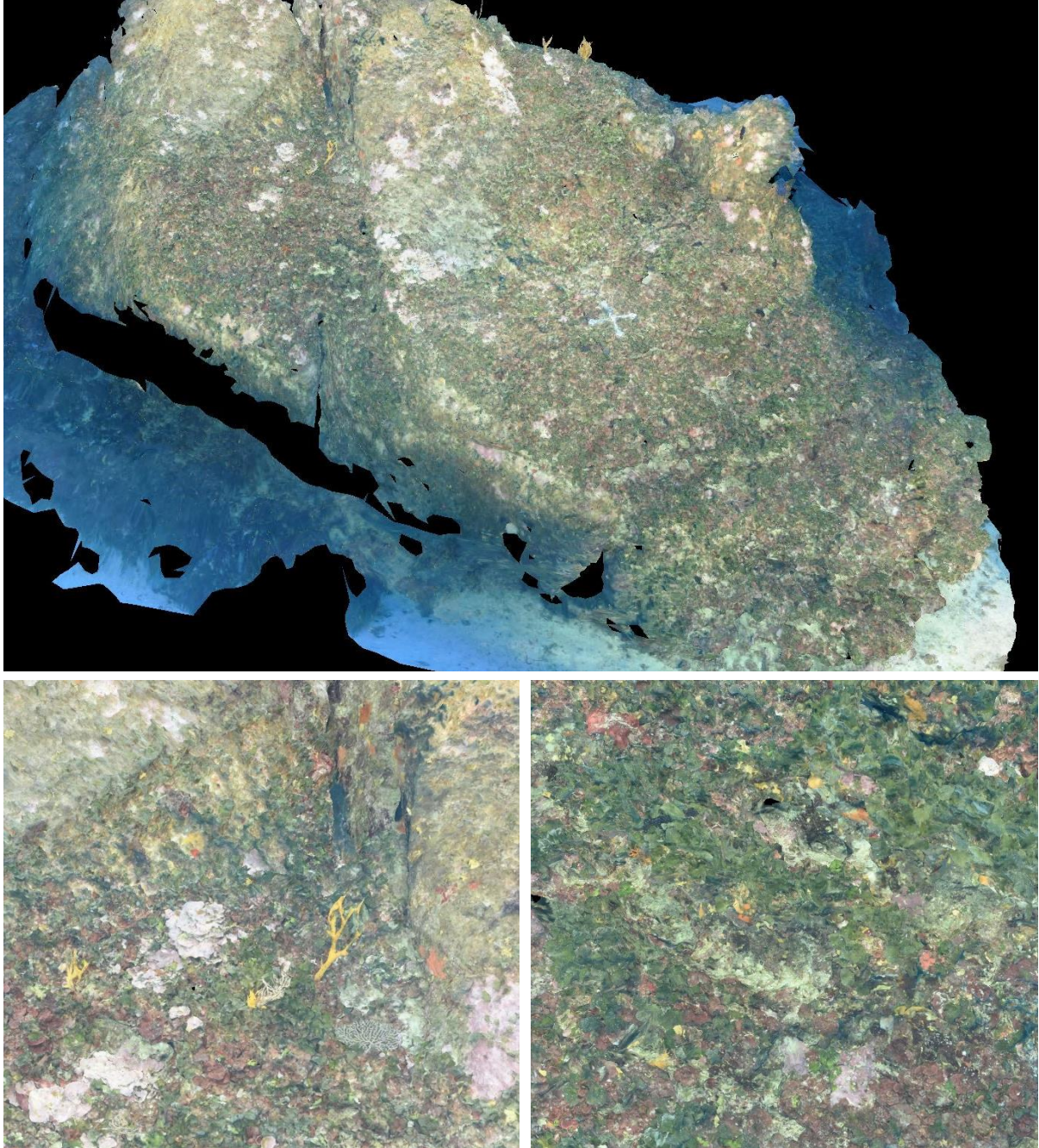


FIGURE 47 : MODELE DE LA STATION RECOR « CARGESE_60 »

I.C.7. Centuri 65 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Centuri_65 » a été construit à partir de **1178 photos**, pour une surface totale modélisée de **123 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

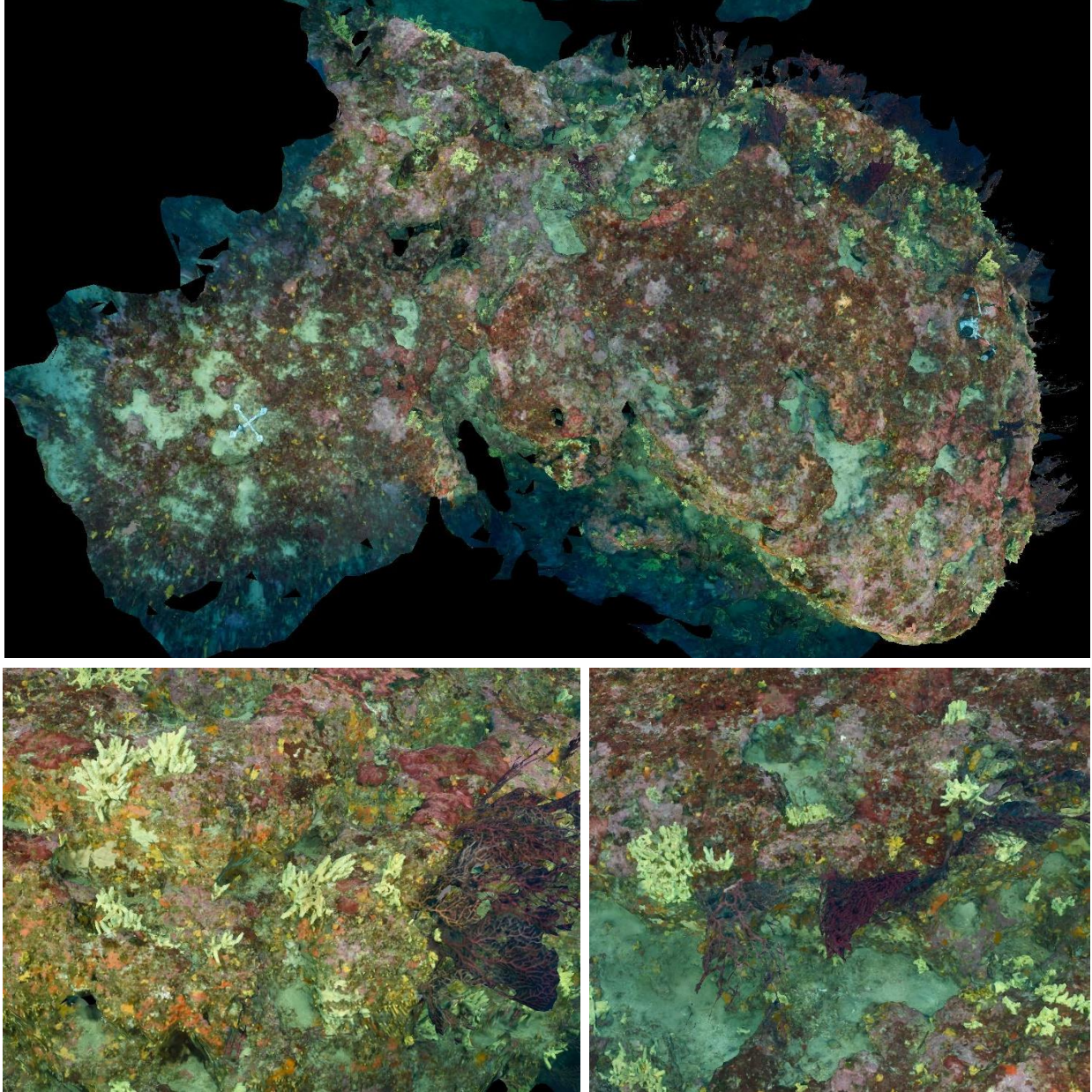


FIGURE 48 : MODELE DE LA STATION RECOR « CENTURI_65 »

I.C.8. Corailleurs 55 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Corailleurs_55 » a été construit à partir de **476 photos**, pour une surface totale modélisée de **114 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

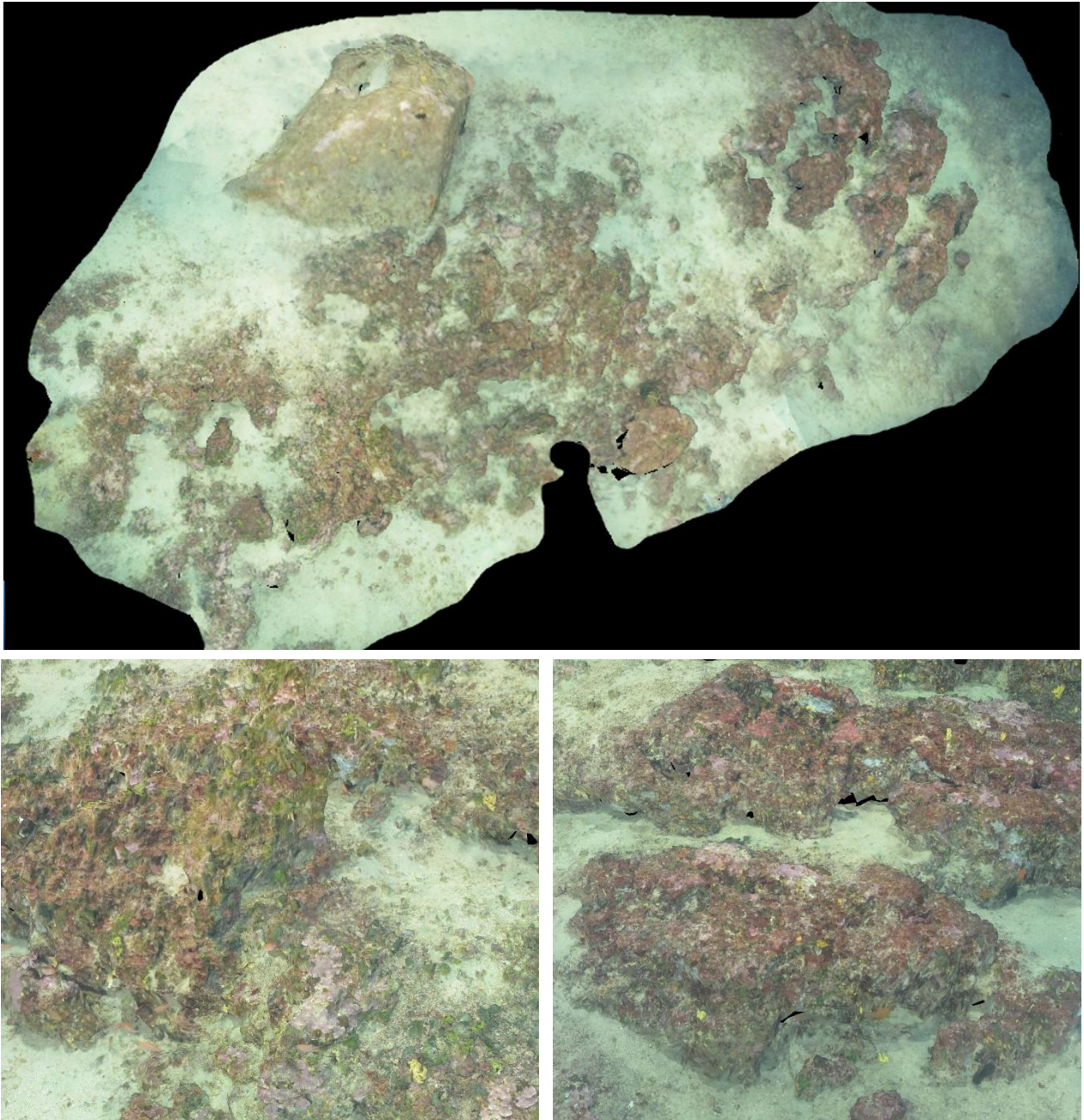


FIGURE 49 : MODELE DE LA STATION RECOR « CORAILLEURS_55 »

I.C.9. Lavezzi 50 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Lavezzi_50 » a été construit à partir de **649 photos**, pour une surface totale modélisée de **271 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

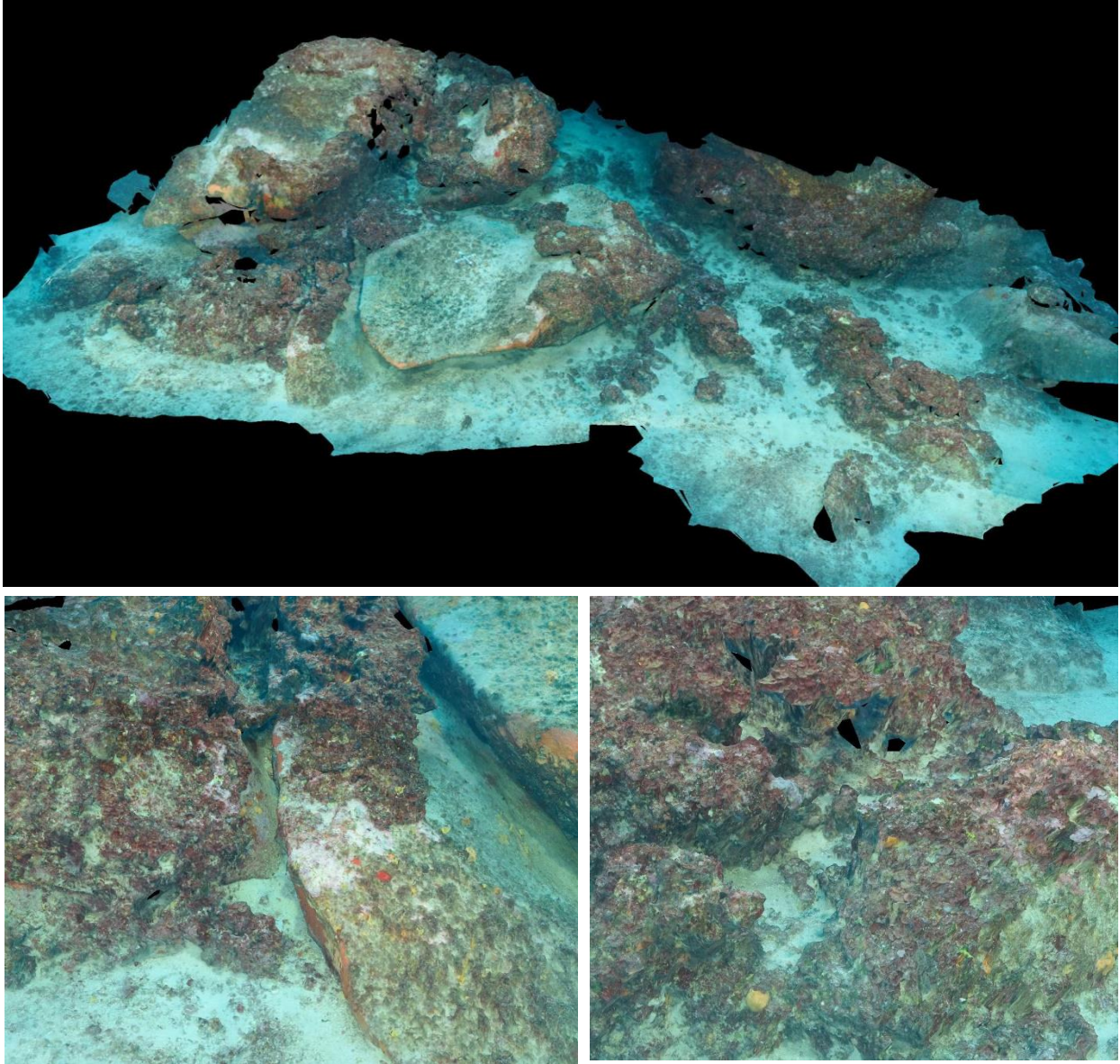


FIGURE 50 : MODELE DE LA STATION RECOR « LAVEZZI_50 »

I.C.10. Macinaggio 65 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Macinaggio_65 » a été construit à partir de **1047 photos**, pour une surface totale modélisée de **105 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

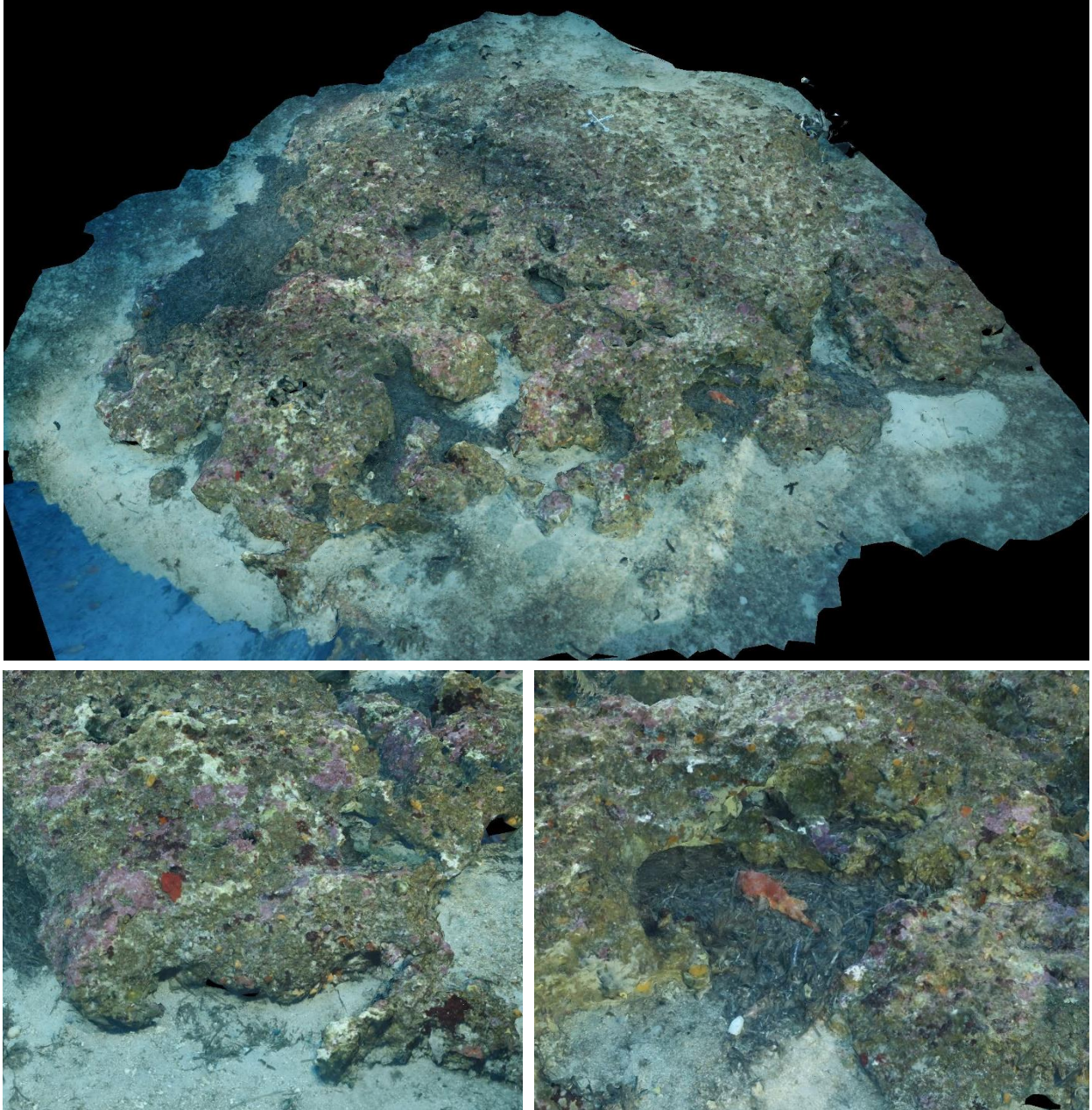


FIGURE 51 : MODELE DE LA STATION RECOR « MACINAGGIO_65 »

I.C.11. Mortoli 50 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Mortoli_50 » a été construit à partir de **1474 photos**, pour une surface totale modélisée de **194 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

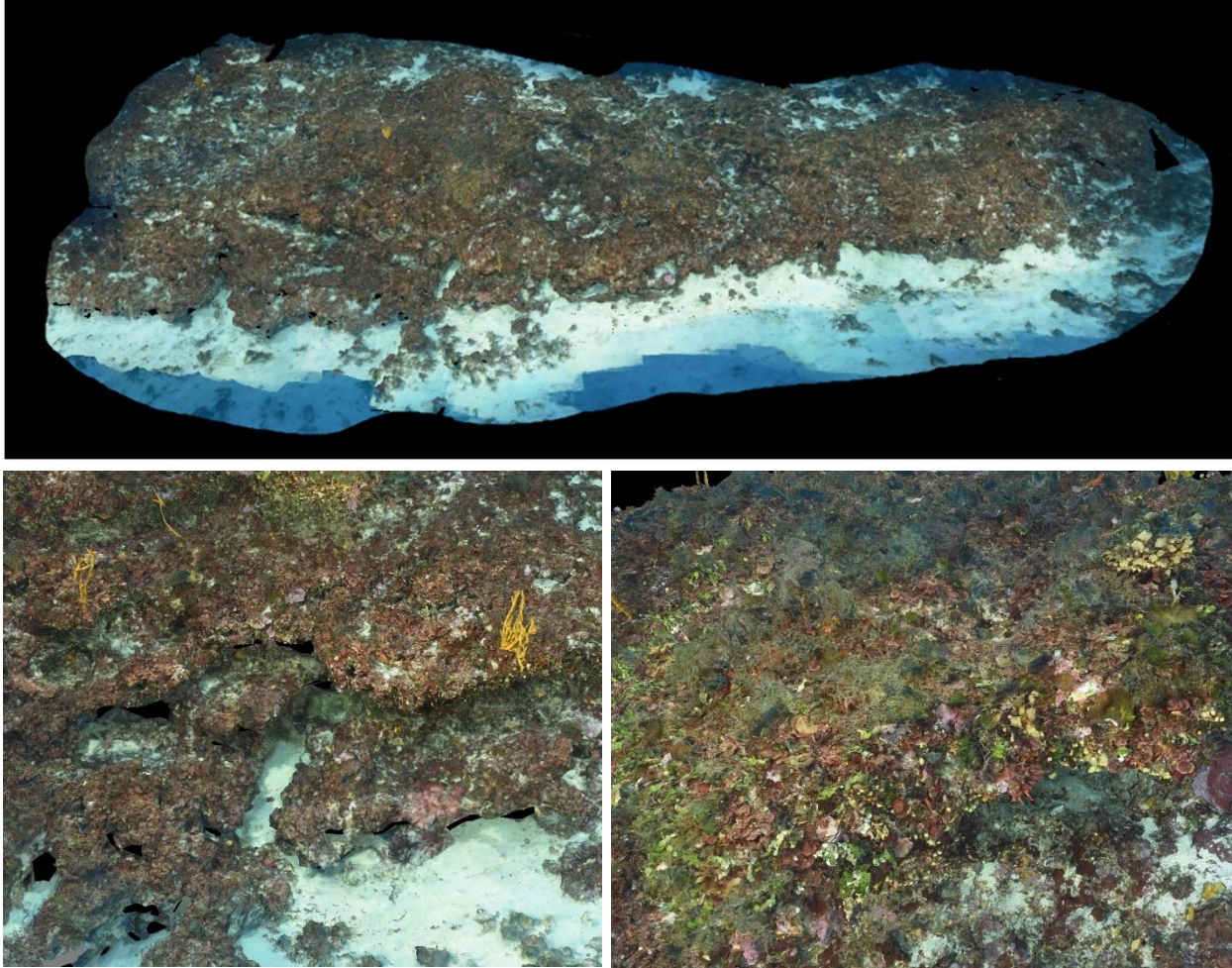


FIGURE 52 : MODELE DE LA STATION RECOR « MORTOLI_50 »

I.C.12. Parata 60 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Parata_60 » a été construit à partir de **1183 photos**, pour une surface totale modélisée de **127 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

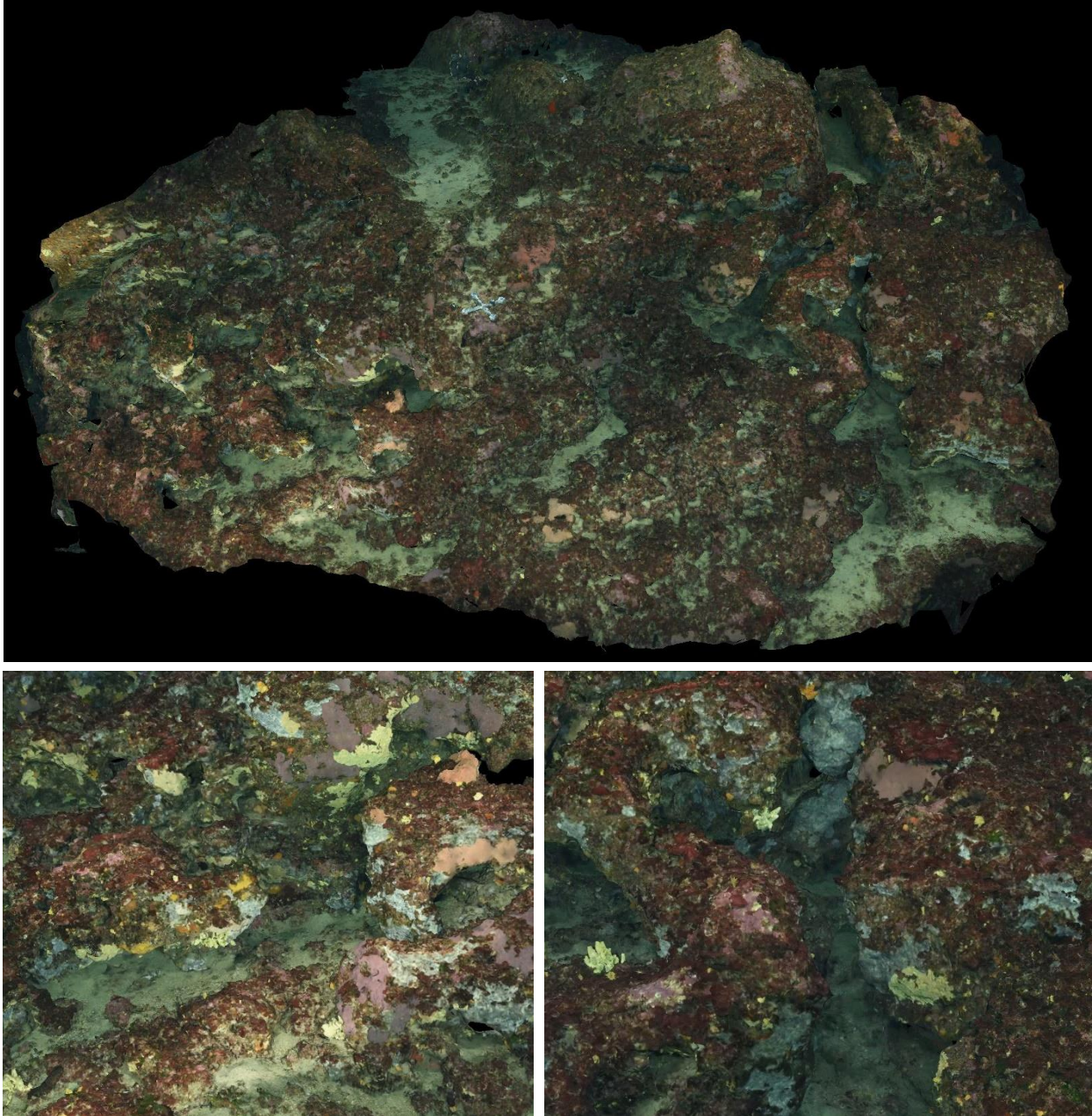


FIGURE 53 : MODELE DE LA STATION RECOR « PARATA_60 »

I.C.13. Revelatta 55 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Revelatta_55 » a été construit à partir de **1086 photos**, pour une surface totale modélisée de **177 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

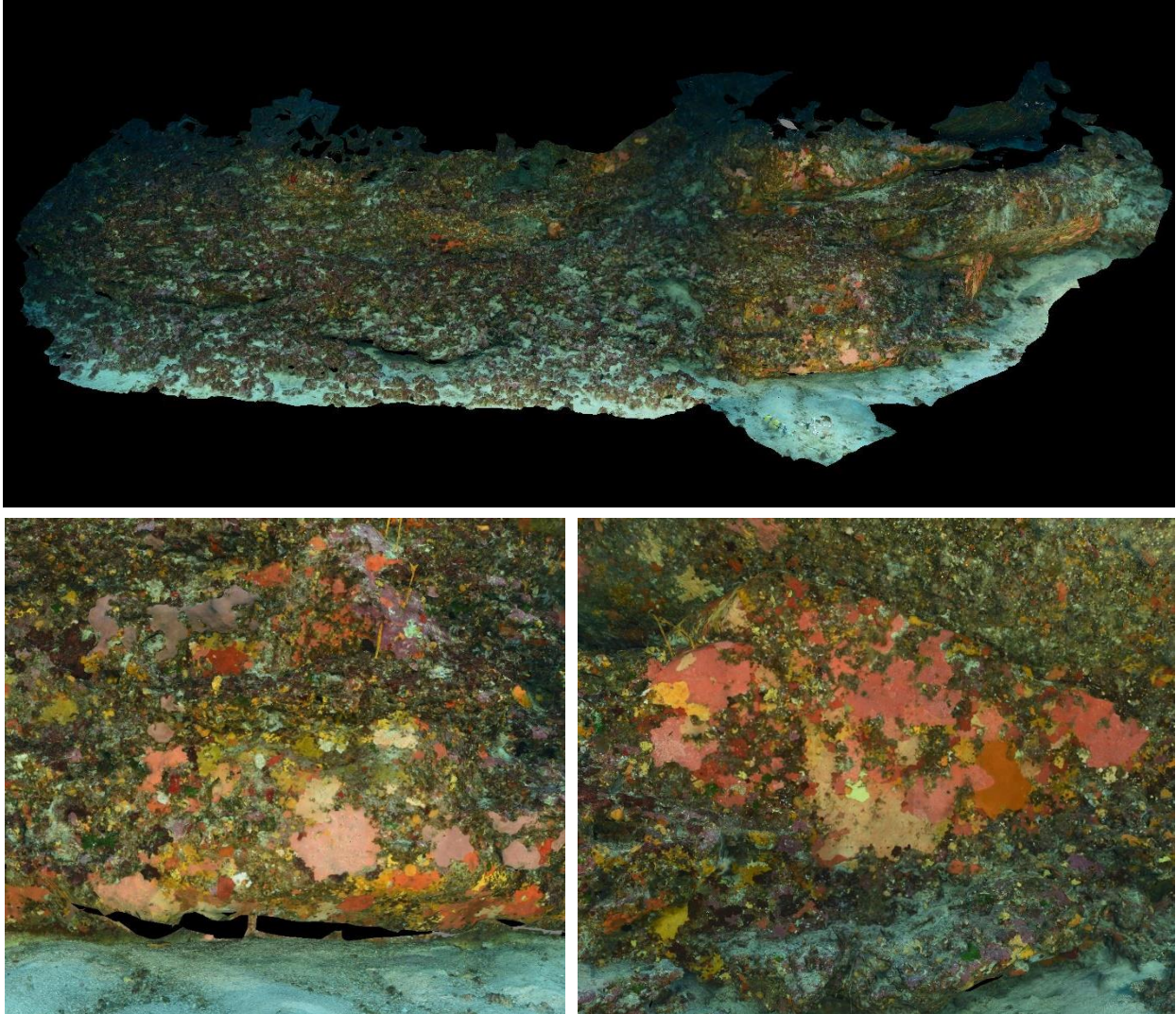


FIGURE 54 : MODELE DE LA STATION RECOR « REVELATTA_55 »

I.C.14. Scandola-4 60 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Scandola-4_60 » a été construit à partir de **825 photos**, pour une surface totale modélisée de **66 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

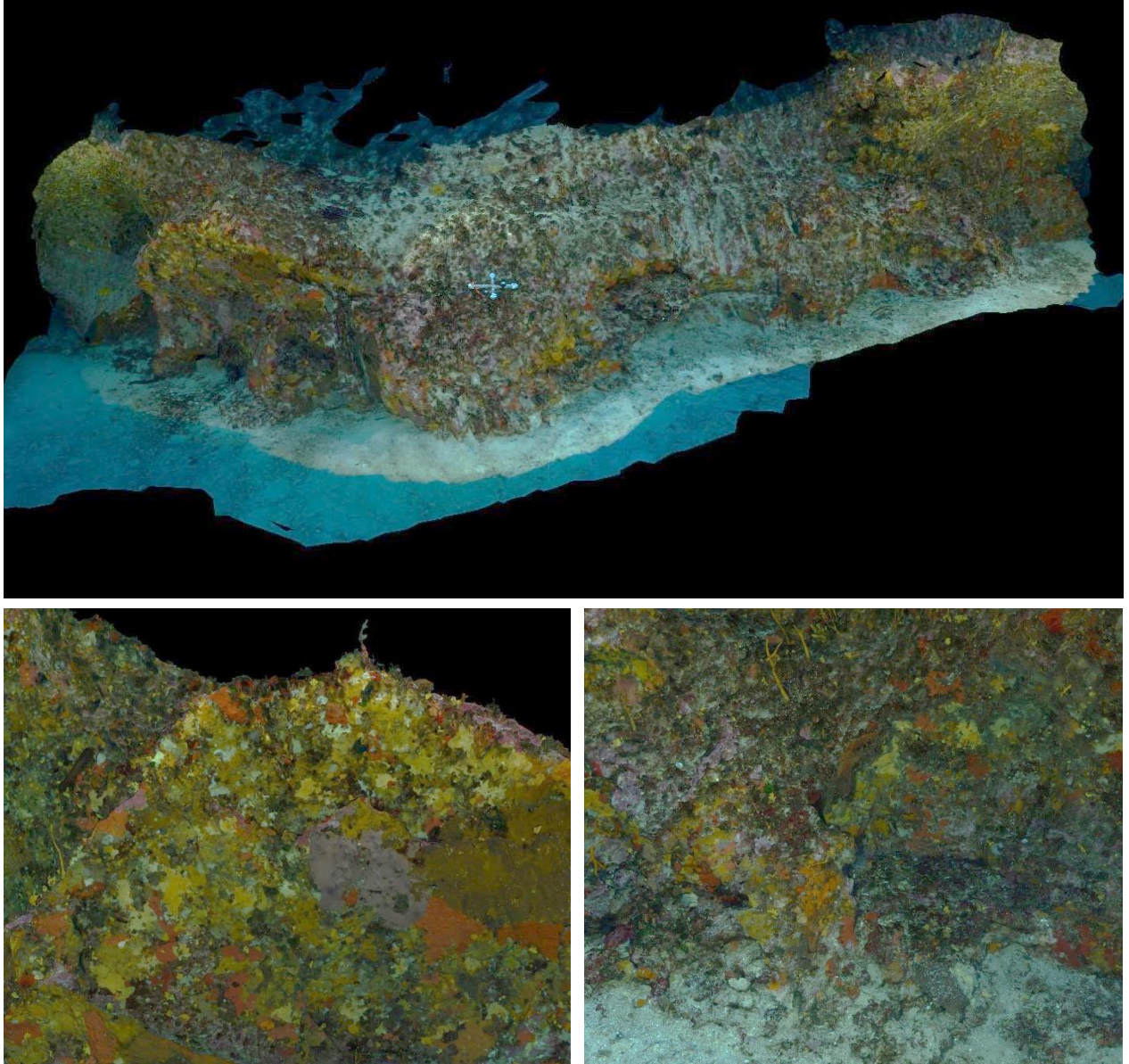


FIGURE 55 : MODELE DE LA STATION RECOR « SCANDOLA-4_60 »

I.C.15. Saint Florent 60 m

Le modèle 3D de la station RECOR « St_Florent_60 » a été construit à partir de **1018 photos**, pour une surface totale modélisée de **89 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

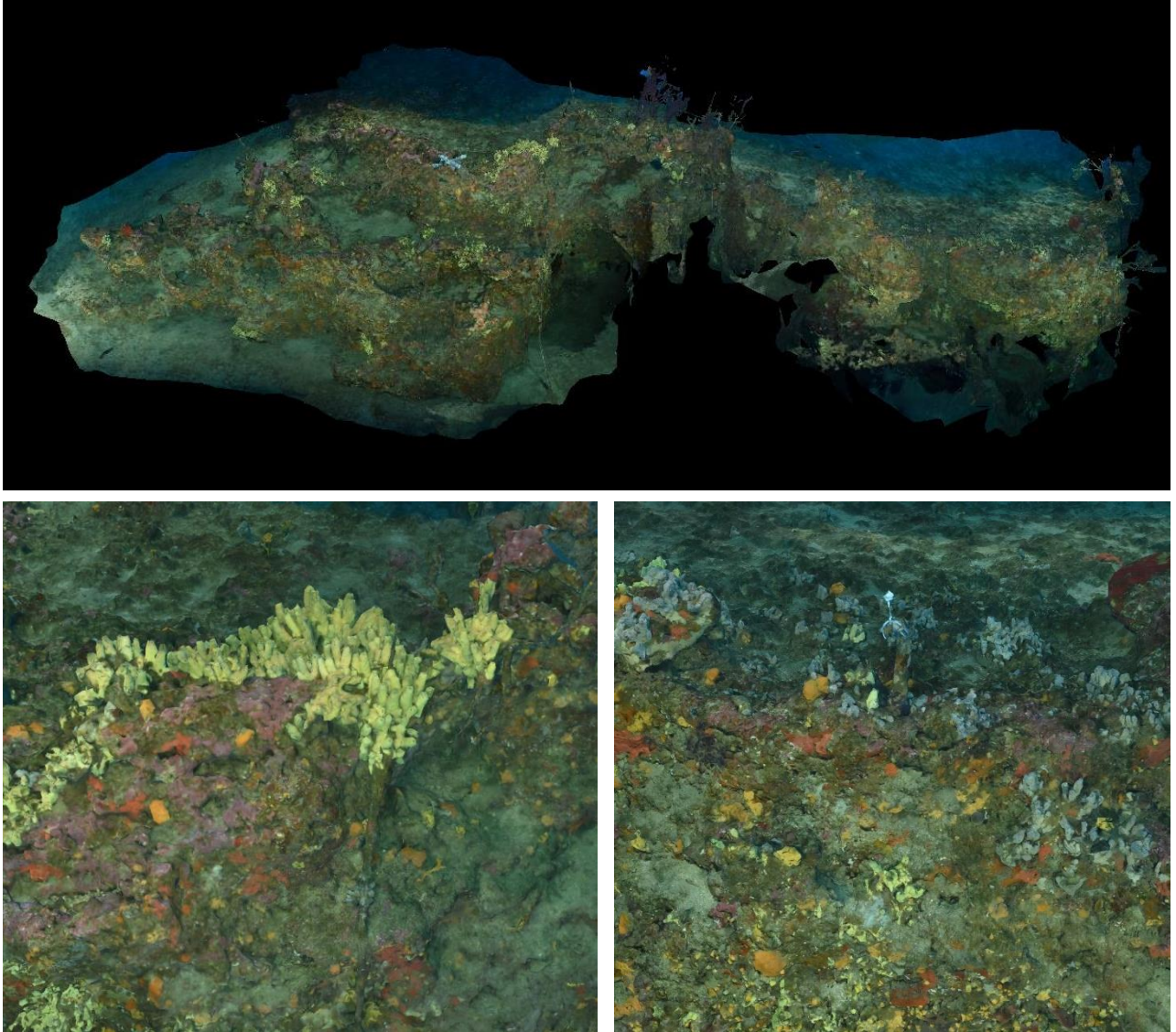


FIGURE 56 : MODELE DE LA STATION RECOR « ST_FLORENT_60 »

I.C.16. Tarco 50 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Tarco_50 » a été construit à partir de **916 photos**, pour une surface totale modélisée de **104 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

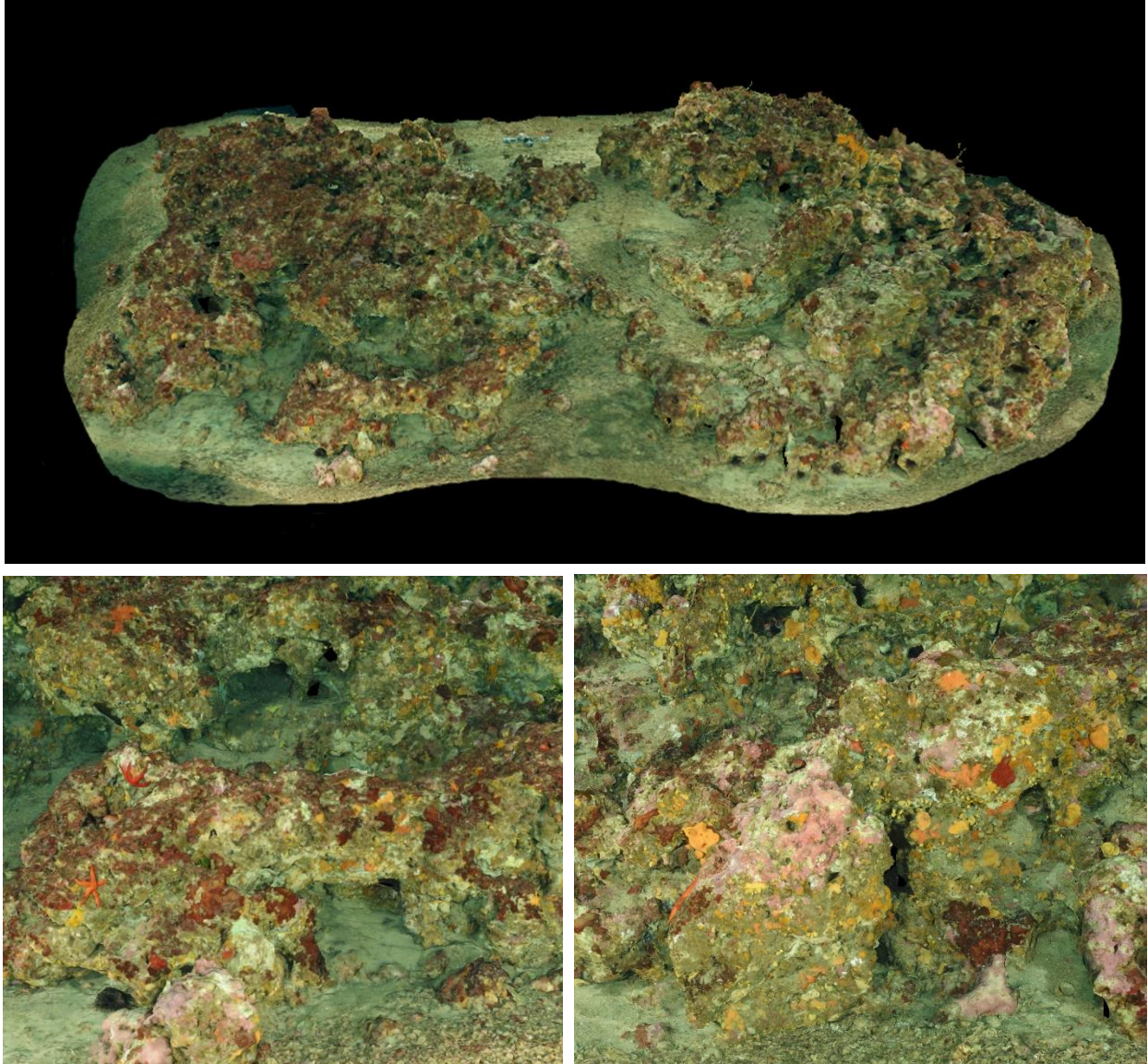


FIGURE 57 : MODELE DE LA STATION RECOR « TARCO_50 »

I.C.17. Vacca 45 m

Le modèle 3D de la station RECOR « Vacca_45 » a été construit à partir de **1459 photos**, pour une surface totale modélisée de **140 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

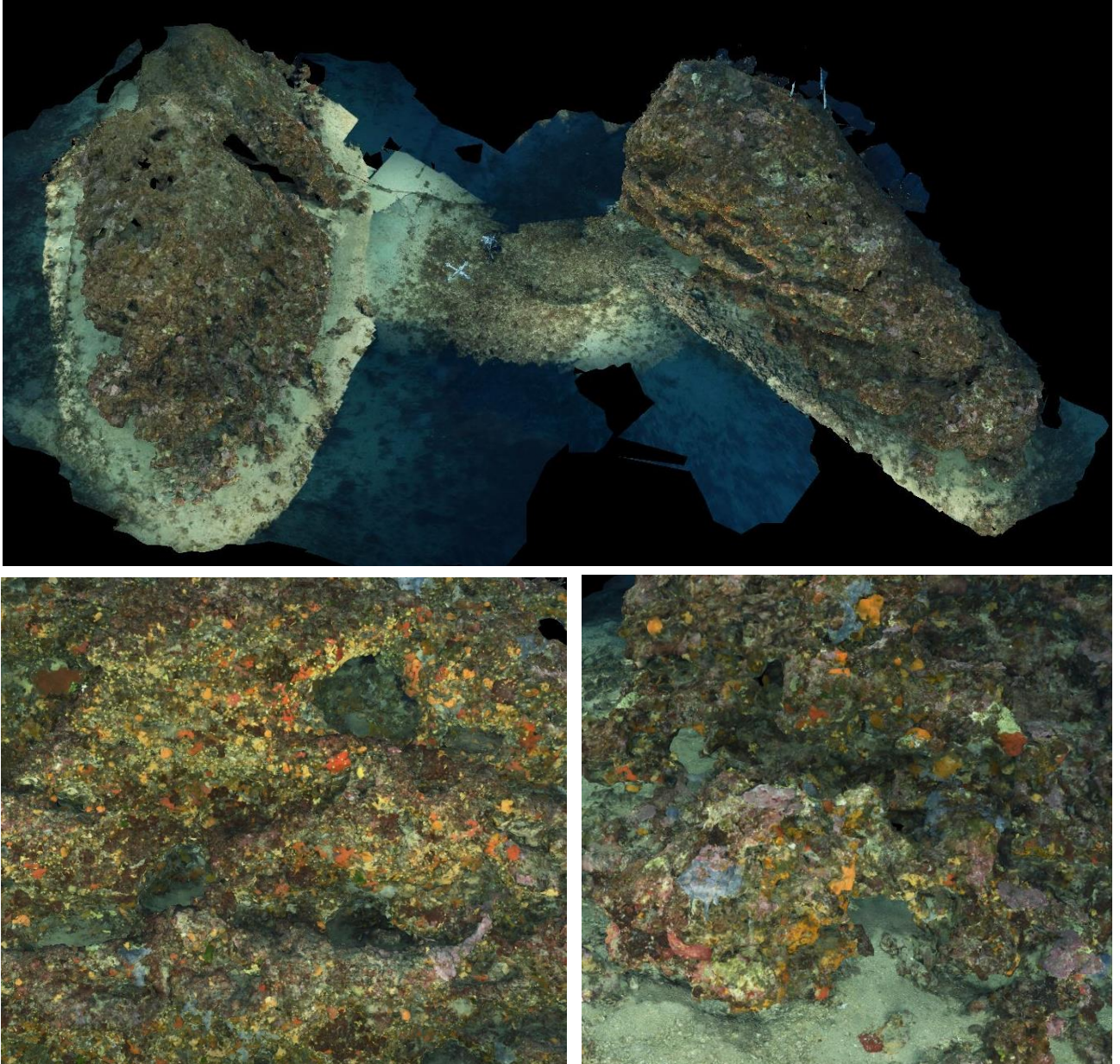


FIGURE 58 : MODELE DE LA STATION RECOR « VACCA_45 »

I.D. Modélisation 3D des sites TEMPO – Année 2023

En **2023**, la campagne de suivi TEMPO a concerné la région Corse. Nous y avons réalisé des **acquisitions photogrammétriques** sur **13 sites d'herbier de posidonie en limite inférieure** (figure suivante). Le rapport TEMPO est disponible sur Medtrix :

https://medtrix.fr/wp-content/uploads/2023/12/LOT1_Surveillance-biologique-Corse-2023_08122023.pdf



FIGURE 59 : LOCALISATION DES MODELES PHOTOGRAMMETRIQUES TEMPO REALISES EN 2023 EN REGION CORSE (INTEGRES SUR MEDTRIX DANS LES PROJETS MODEL ET TEMPO).

Le tableau ci-dessous synthétise, pour chaque site **TEMPO** modélisé, le nombre de photos, la surface ainsi que l'adresse URL du modèle.

TABLEAU 4 : ADRESSES URL DES MODELES 3D DES SITES TEMPO 2023.

Site	Nb photos	Surface (m ²)	URL
Agriates	1444	686	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Agriates/App
Baie Tamarone Large	924	633	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Baie_Tamarone_Large/App
Capo Rosso	1858	787	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Capo_Rosso/App
Fautea	1243	566	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Fautea/App
Focolara	1353	1272	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Focolara/App
Giraglia	1524	656	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Giraglia/App
Isolella	1873	315	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Isolella/App
Murtoli	1183	583	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Murtoli/App
Plage Trottet	2451	895	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Plage_Trottet/App
Punta di Canella	1317	825	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Punta_di_Canella/App
Punta Mortella	1515	1022	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Punta_Mortella/App
Punta Vaccaja	842	493	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Punta_Vaccaja/App
Rondinara	1246	508	https://www.andromede-ocean3d.com/TEMPO/2023/Rondinara/App

Toutes les URL des modèles du tableau précédent sont disponibles sur la plateforme [MEDTRIX](#) dans les **projets TEMPO et MODEL**.

Les pages suivantes présentent pour chaque modèle 3D le **nombre de photographies**, la **surface couverte** (en m²) et une **vue d'ensemble** du site et **deux zooms** sur une portion du modèle.

I.D.1. Agriates

Le modèle 3D du site TEMPO « Agriates » a été construit à partir de **1444 photos**, pour une surface totale modélisée de **686 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

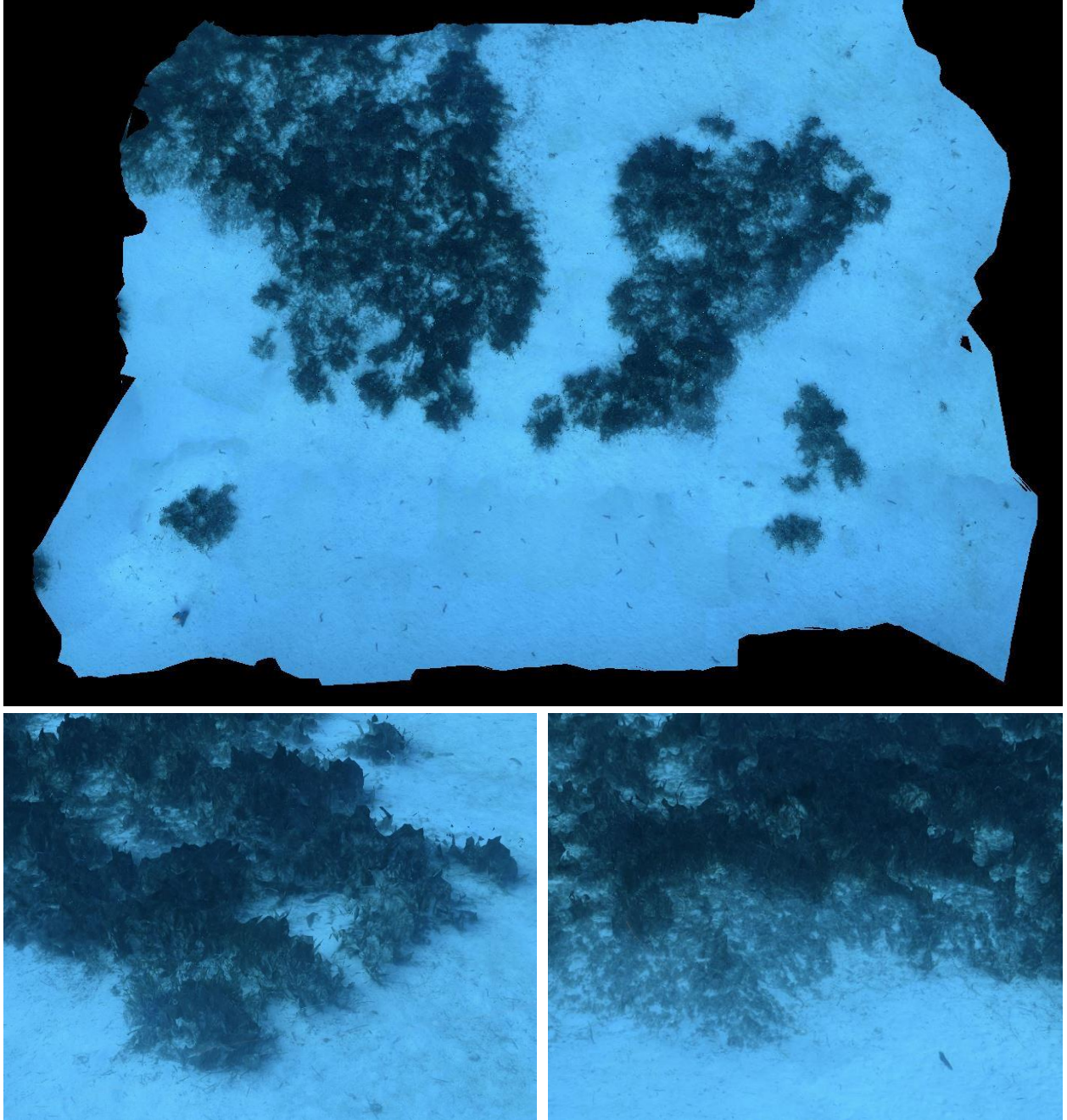


FIGURE 60 : MODELE DE LA STATION TEMPO « AGRIATES »

I.D.2. Baie Tamarone Large

Le modèle 3D du site TEMPO « Baie_Tamarone_Large » a été construit à partir de **924 photos**, pour une surface totale modélisée de **633 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

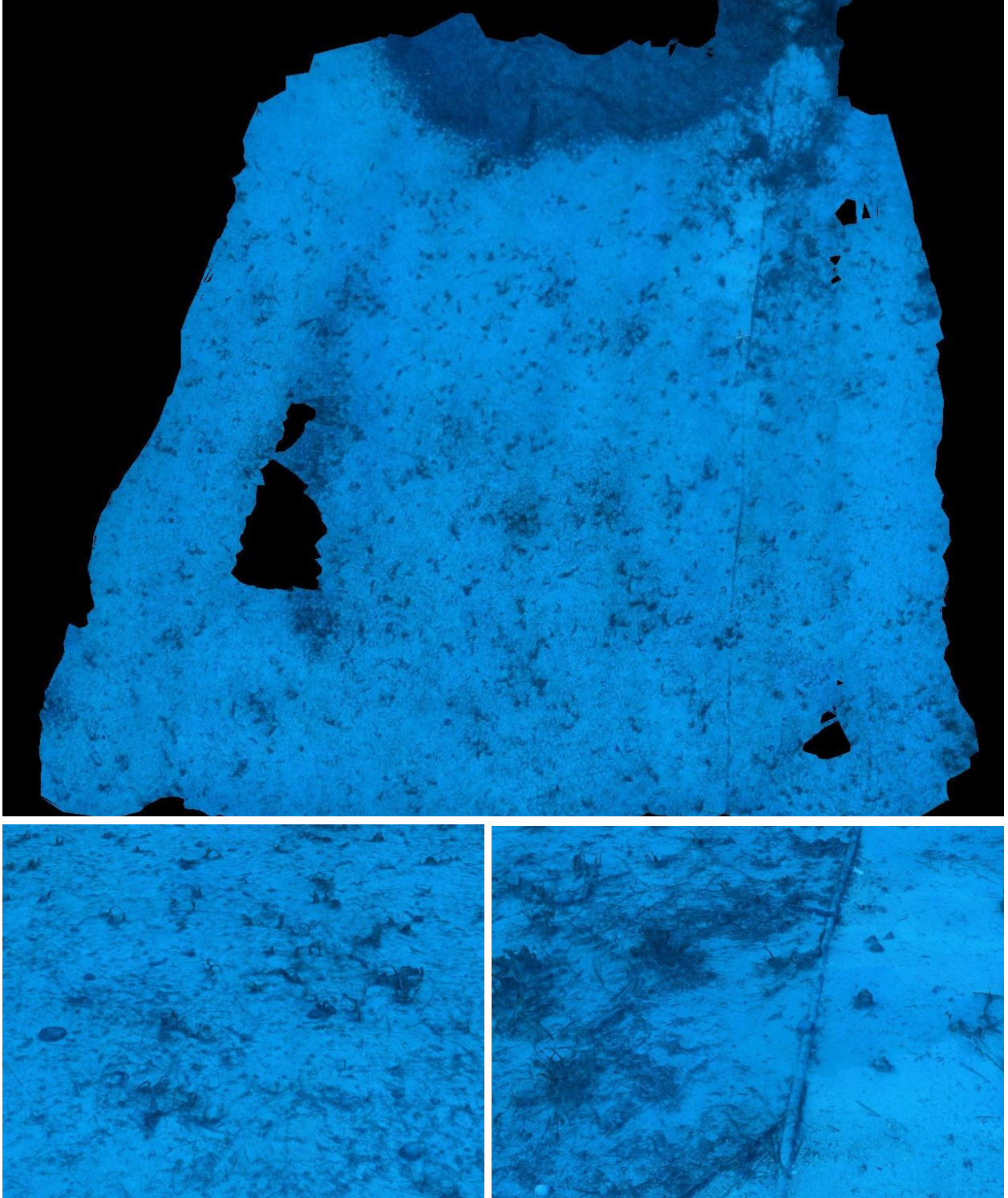


FIGURE 61 : MODELE DE LA STATION TEMPO « BAIE_TAMARONE_LARGE »

I.D.3. Capo Rosso

Le modèle 3D du site TEMPO « Capo_Rosso » a été construit à partir de **1858 photos**, pour une surface totale modélisée de **787 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

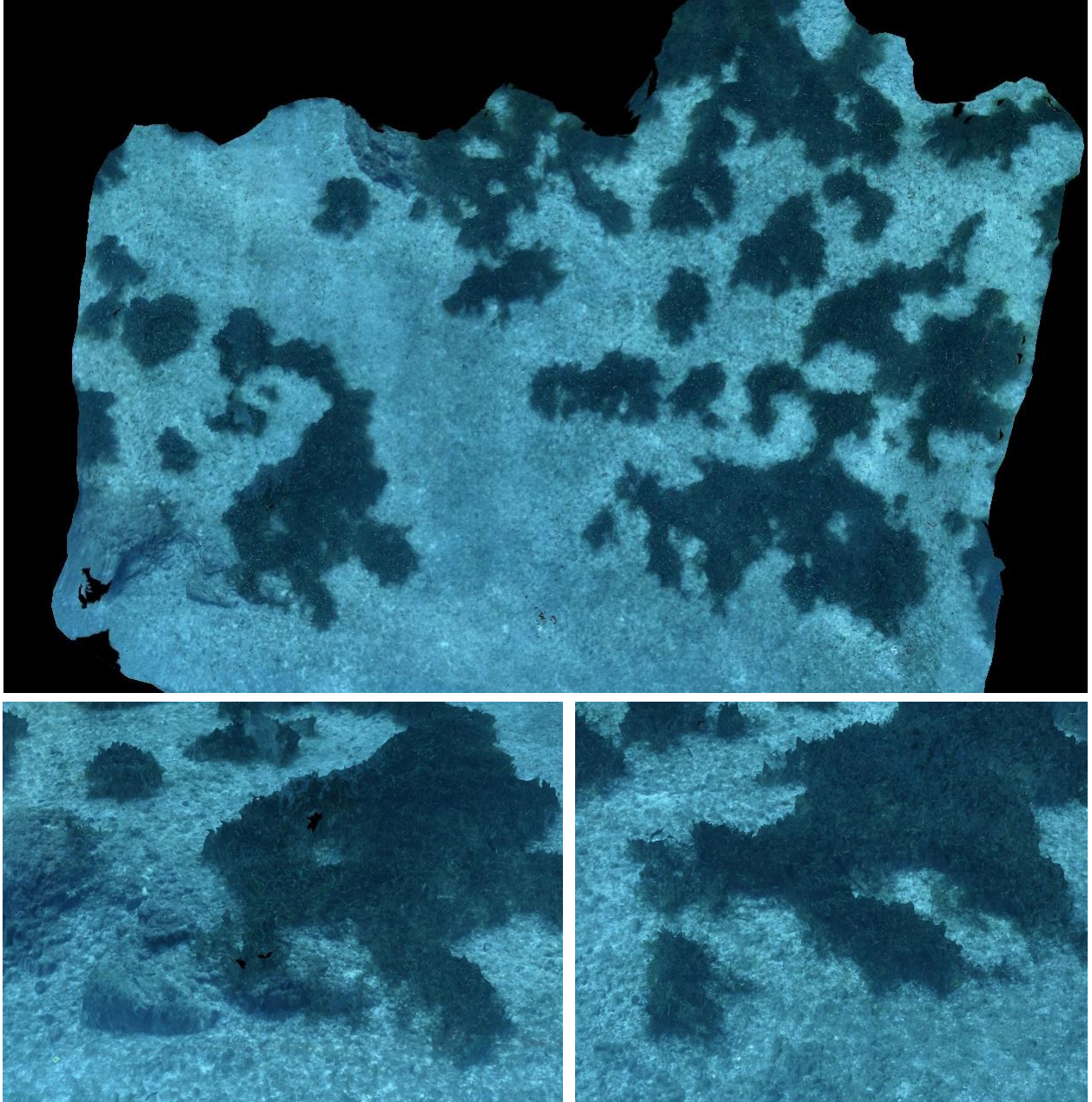


FIGURE 62 : MODELE DE LA STATION TEMPO « CAPO_ROSSO »

I.D.4. Fautea

Le modèle 3D du site TEMPO « Fautea » a été construit à partir de **1243 photos**, pour une surface totale modélisée de **566 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

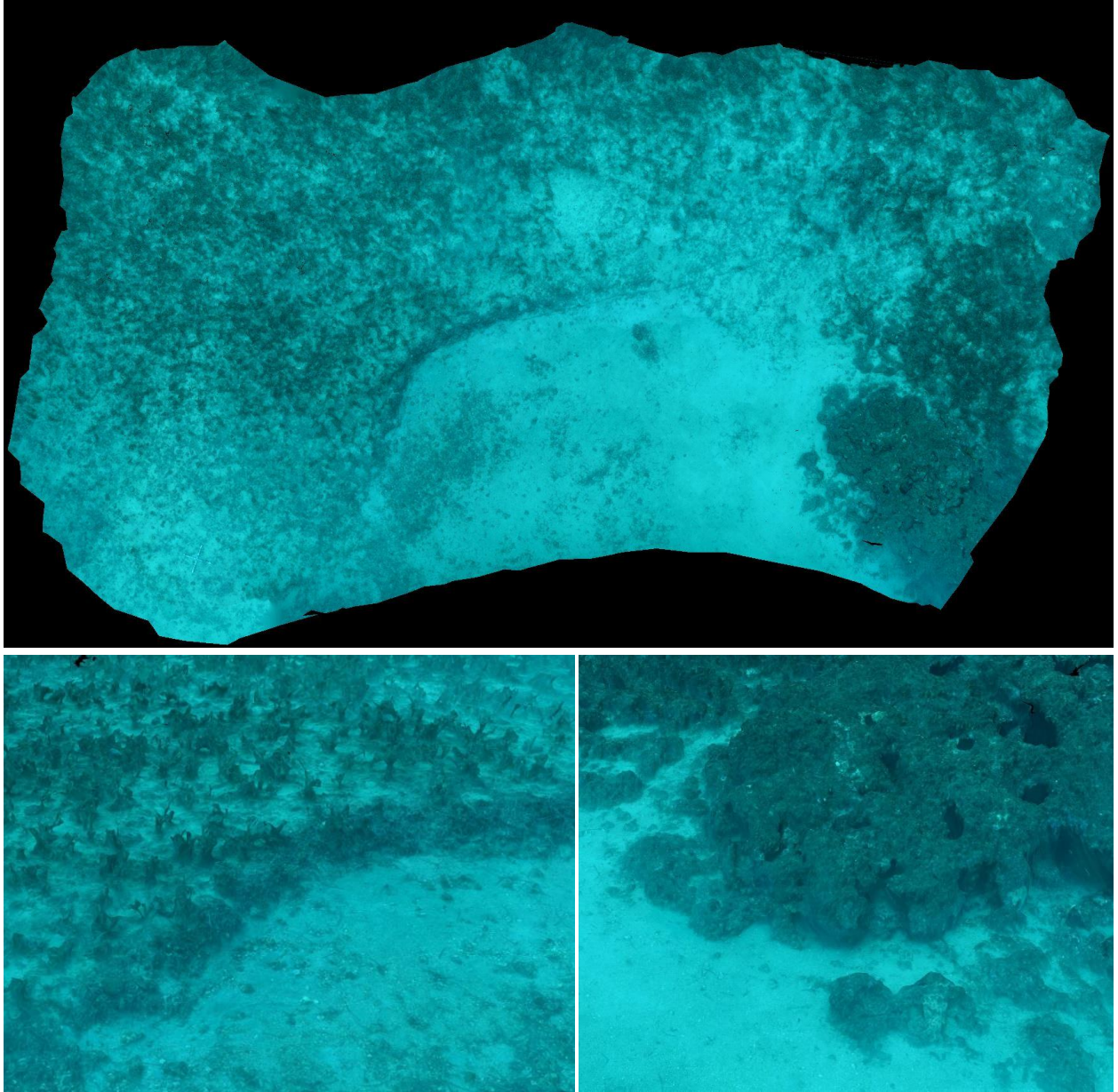


FIGURE 63 : MODELE DE LA STATION TEMPO « FAUTEA »

I.D.5. Focolara

Le modèle 3D du site TEMPO « Focolara » a été construit à partir de **1353 photos**, pour une surface totale modélisée de **1272 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

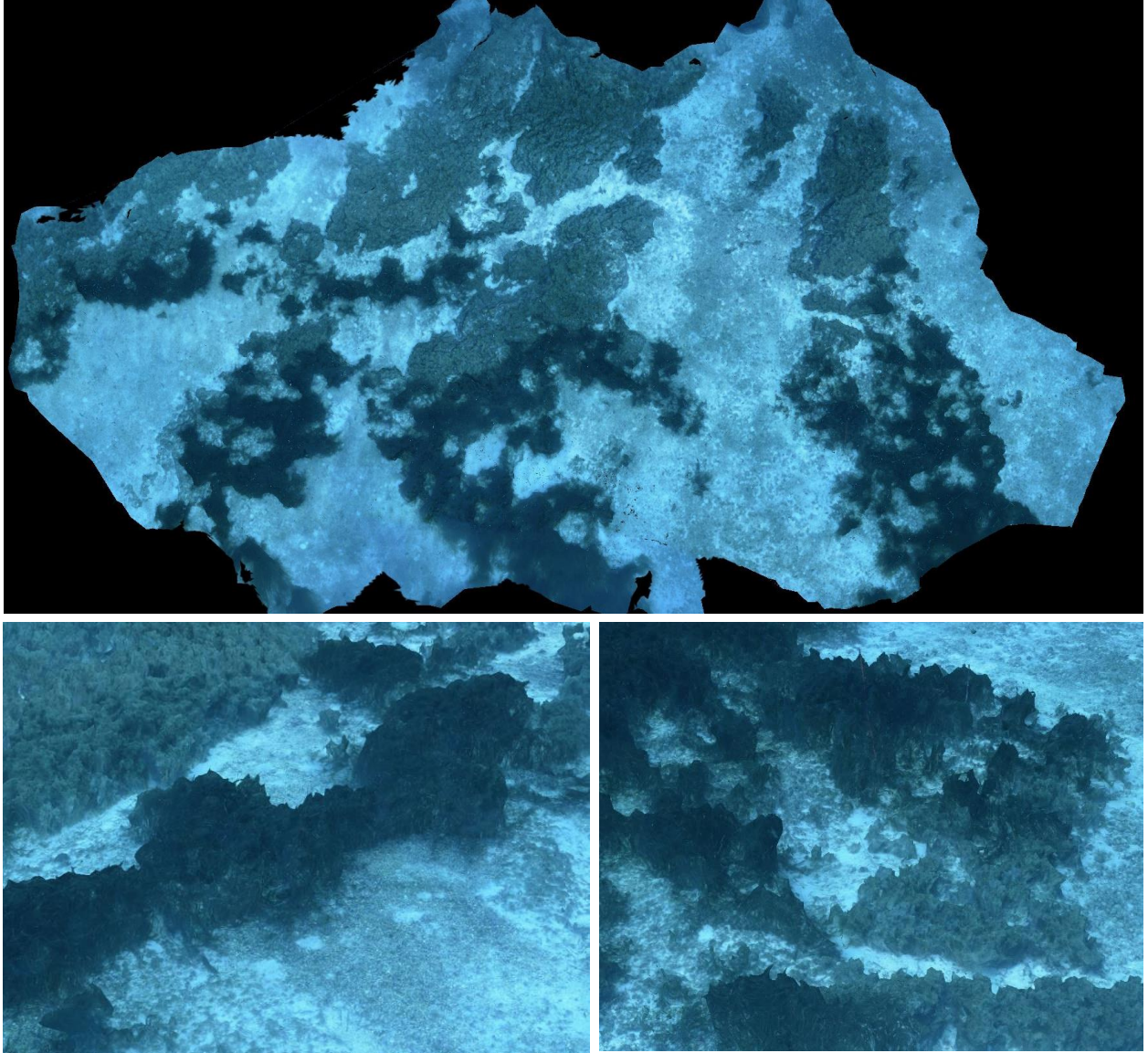


FIGURE 64 : MODELE DE LA STATION TEMPO « FOCOLARA »

I.D.6. Giraglia

Le modèle 3D du site TEMPO « Giraglia » a été construit à partir de **1524 photos**, pour une surface totale modélisée de **656 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

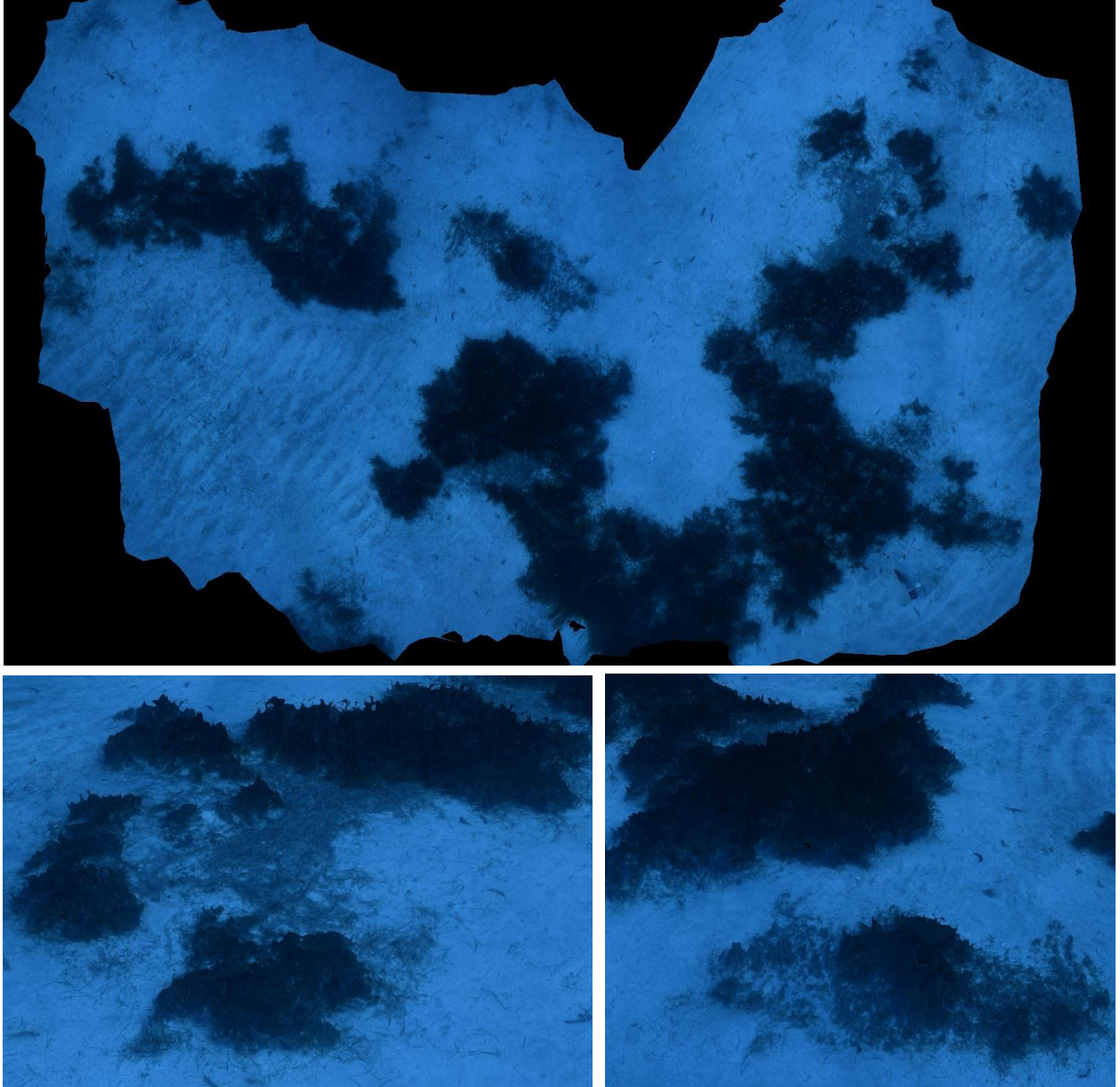


FIGURE 65 : MODELE DE LA STATION TEMPO « GIRAGLIA »

I.D.7. Isolella

Le modèle 3D du site TEMPO « Isolella » a été construit à partir de **1873 photos**, pour une surface totale modélisée de **315 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

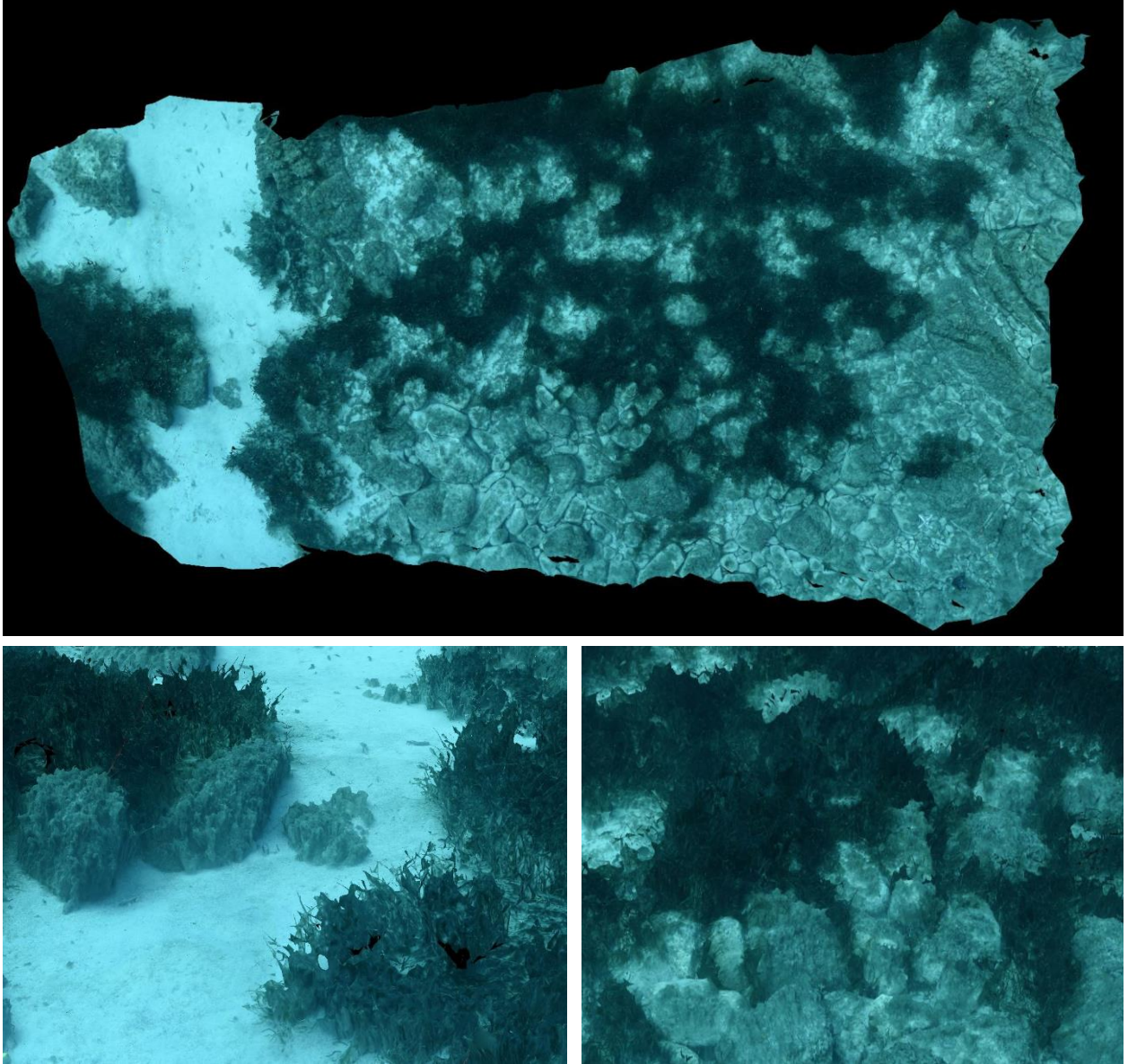


FIGURE 66 : MODELE DE LA STATION TEMPO « ISOLELLA »

I.D.8. Murtoli

Le modèle 3D du site TEMPO « Murtoli » a été construit à partir de **1183 photos**, pour une surface totale modélisée de **583 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

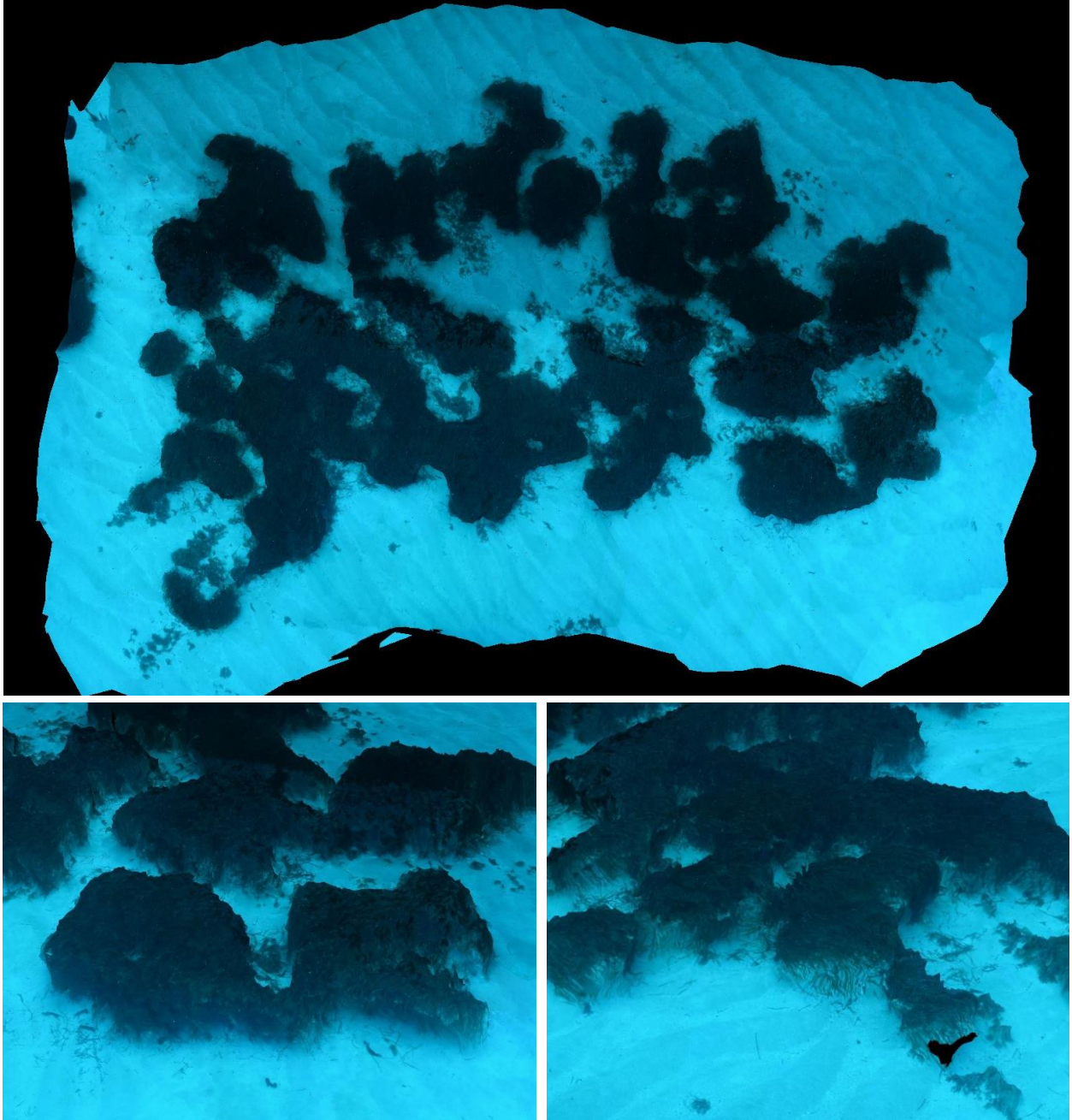


FIGURE 67 : MODELE DE LA STATION TEMPO « MURTOLI »

I.D.9. Plage Trottel

Le modèle 3D du site TEMPO « Plage Trottel » a été construit à partir de **2451 photos**, pour une surface totale modélisée de **895 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

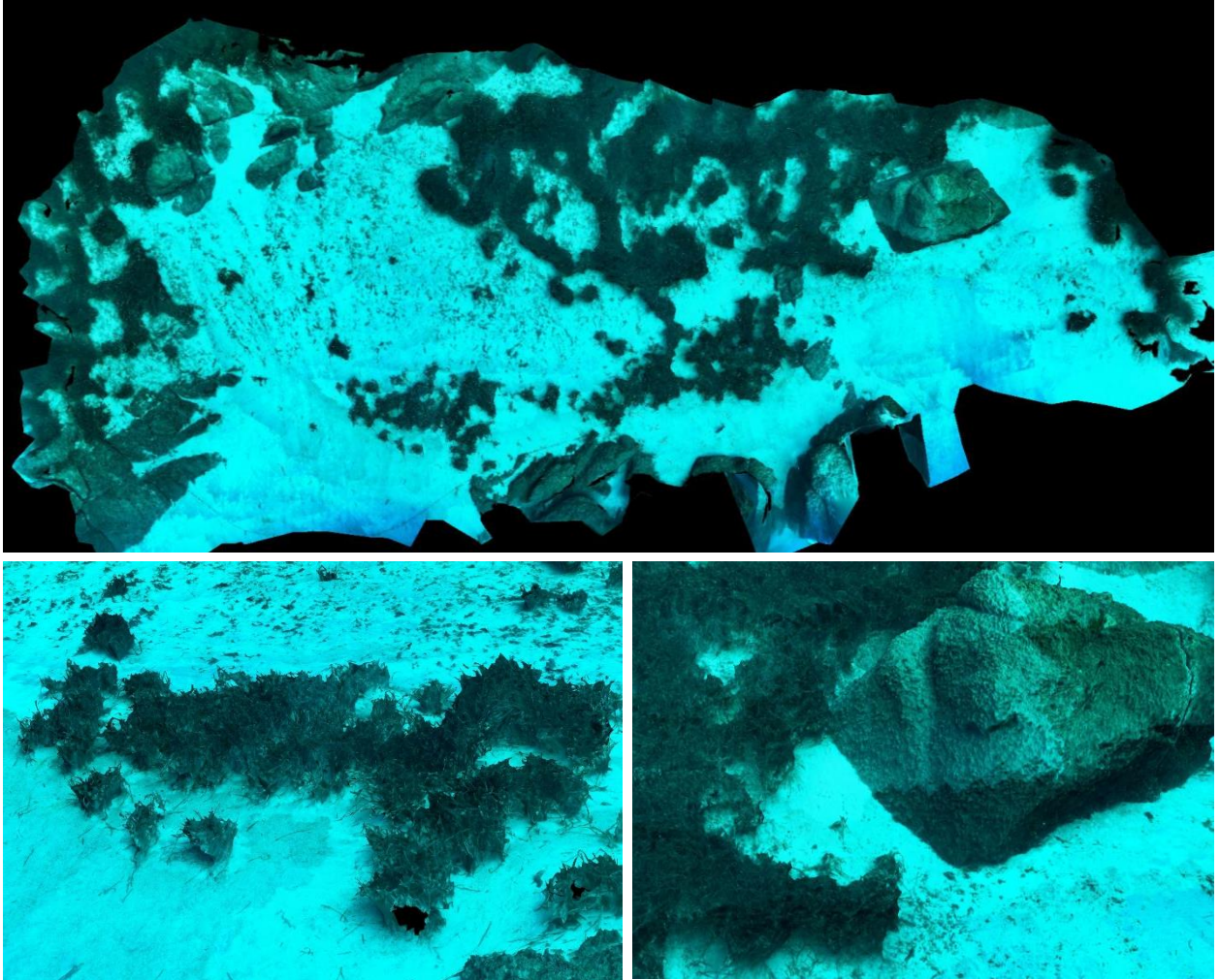


FIGURE 68 : MODELE DE LA STATION TEMPO « PLAGE TROTTTEL »

I.D.10. Punta di Canella

Le modèle 3D du site TEMPO « Punta_di_Canella » a été construit à partir de **1317 photos**, pour une surface totale modélisée de **825 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

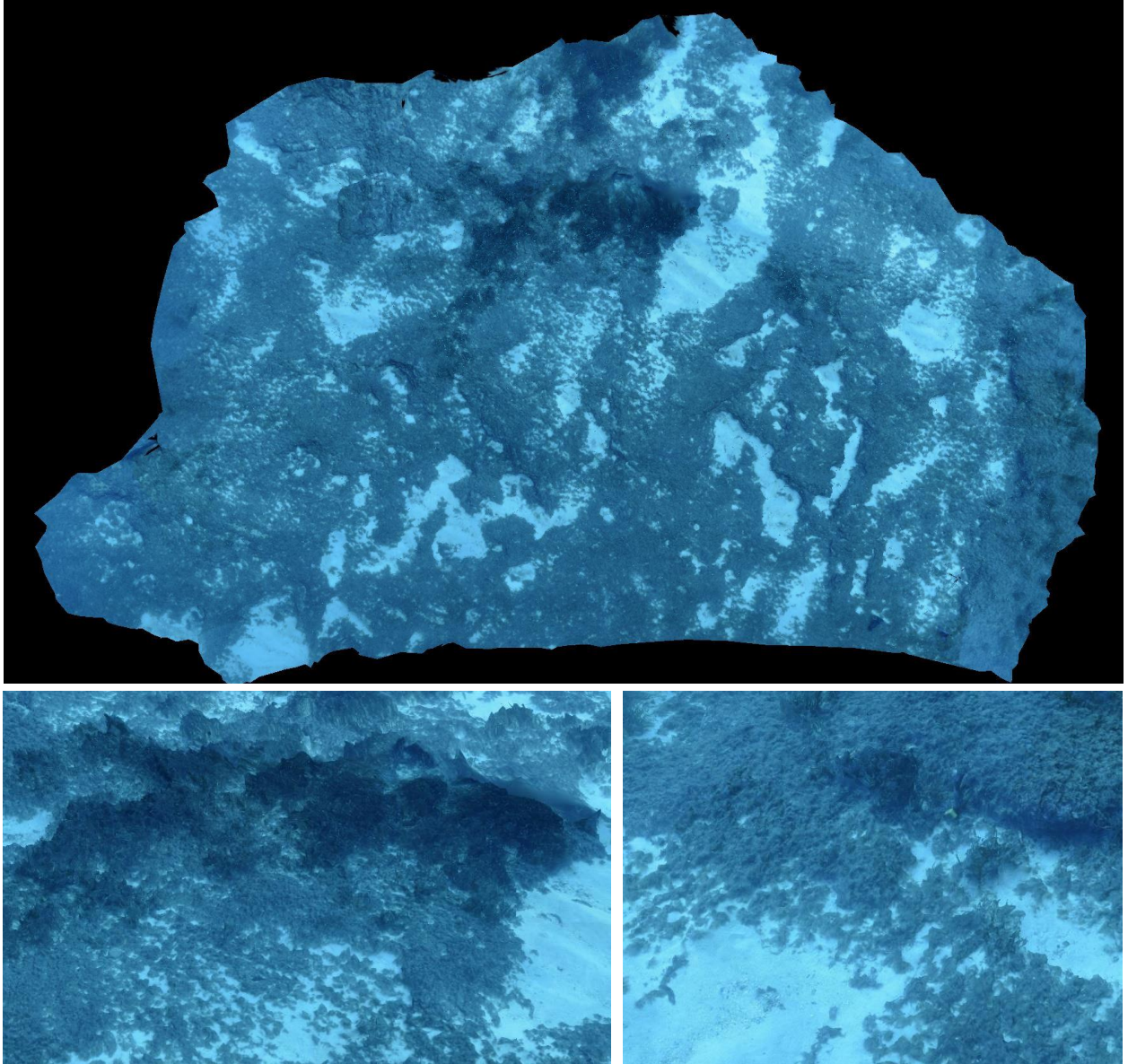


FIGURE 69 : MODELE DE LA STATION TEMPO « PUNTA_DI_CANELLA »

I.D.11. Punta Mortella

Le modèle 3D du site TEMPO « Punta_Mortella » a été construit à partir de **1515 photos**, pour une surface totale modélisée de **1022 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

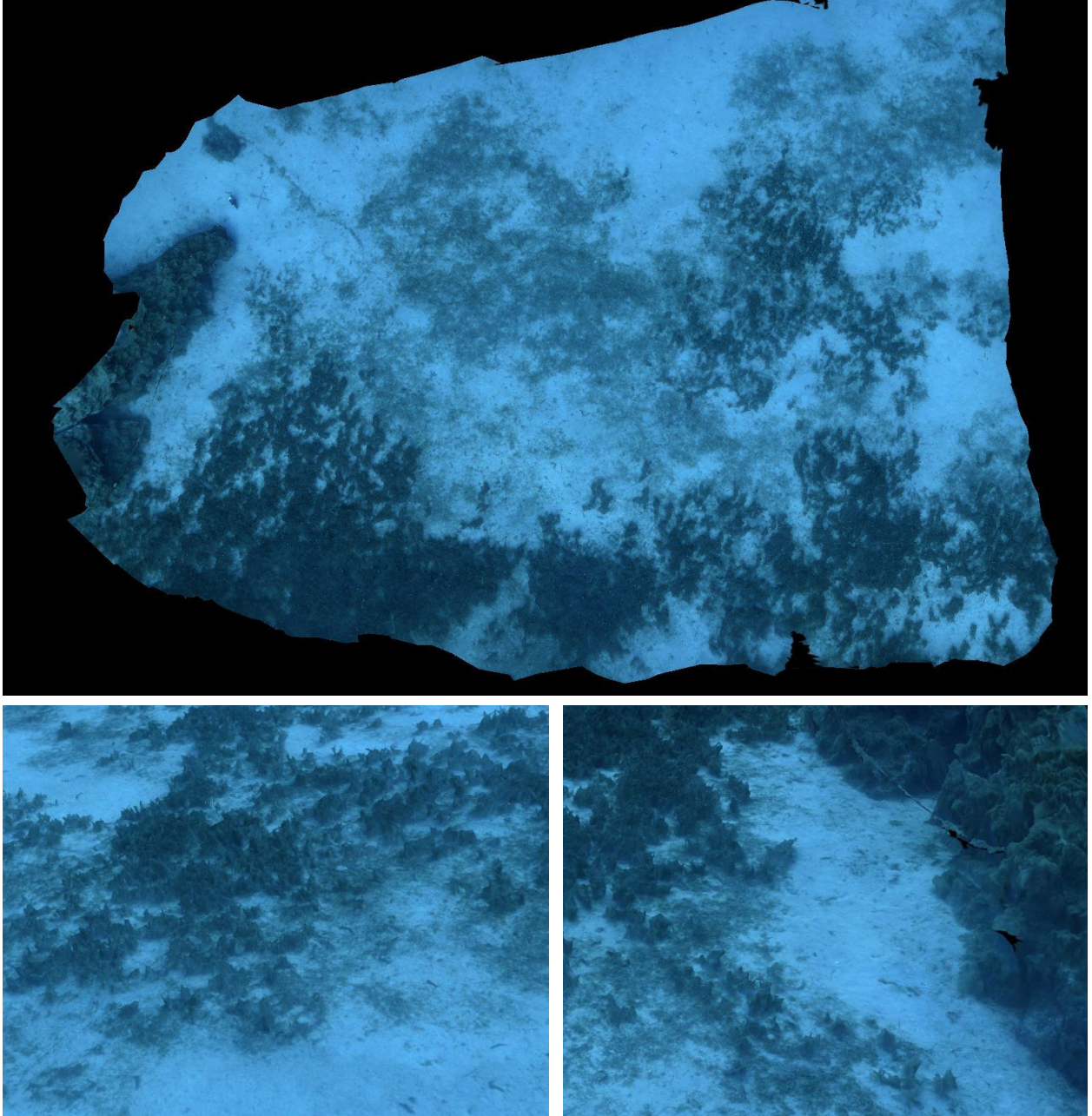


FIGURE 70 : MODELE DE LA STATION TEMPO « PUNTA_MORTELLA »

I.D.12. Punta Vaccaja

Le modèle 3D du site TEMPO « Punta_Vaccaja » a été construit à partir de **842 photos**, pour une surface totale modélisée de **493 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

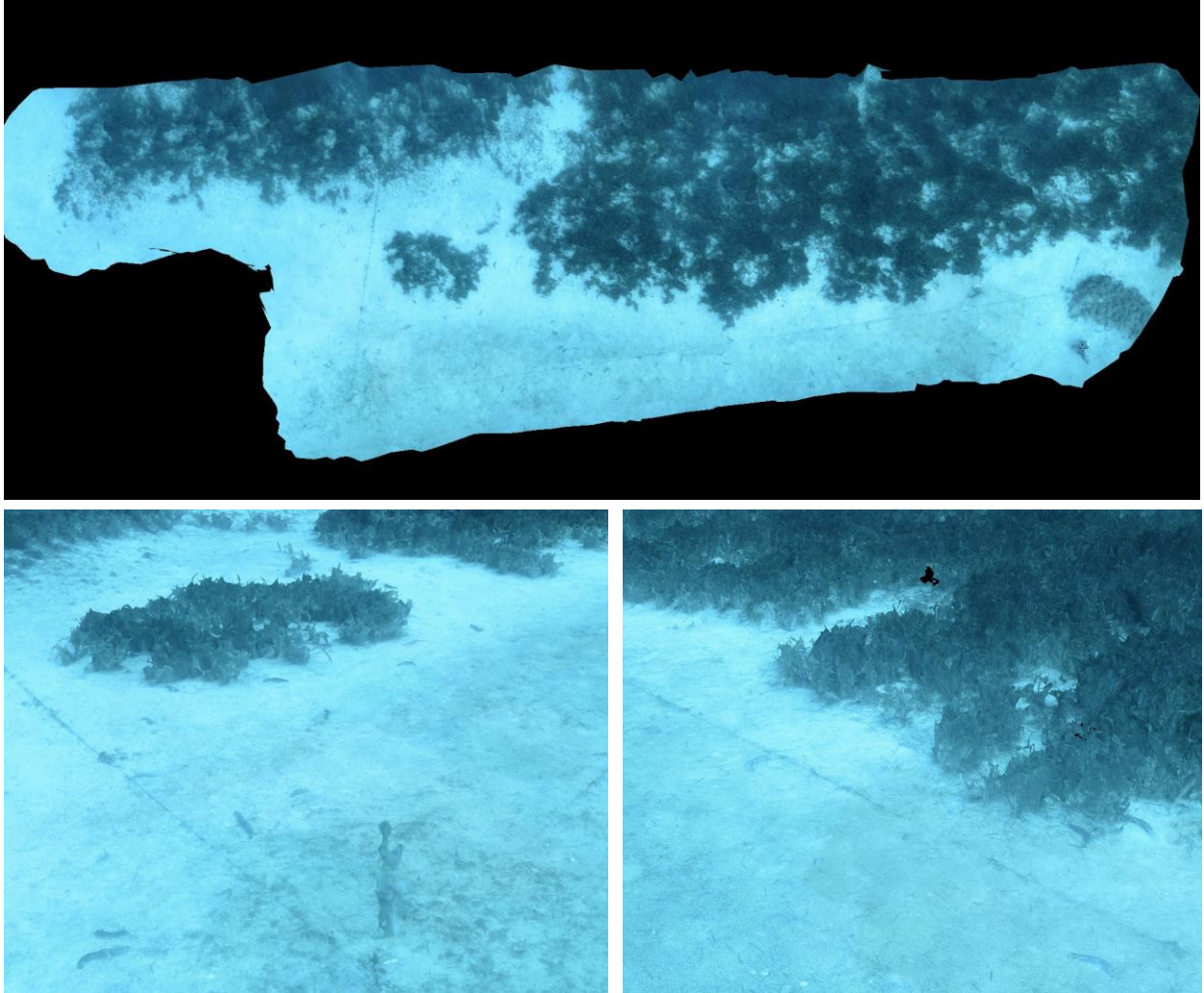


FIGURE 71 : MODELE DE LA STATION TEMPO « PUNTA_VACCAJA »

I.D.13. Rondinara

Le modèle 3D du site TEMPO « Rondinara » a été construit à partir de **1246 photos**, pour une surface totale modélisée de **508 m²**. La figure ci-après montre une vue d'ensemble du site ainsi que deux zooms sur une portion du modèle.

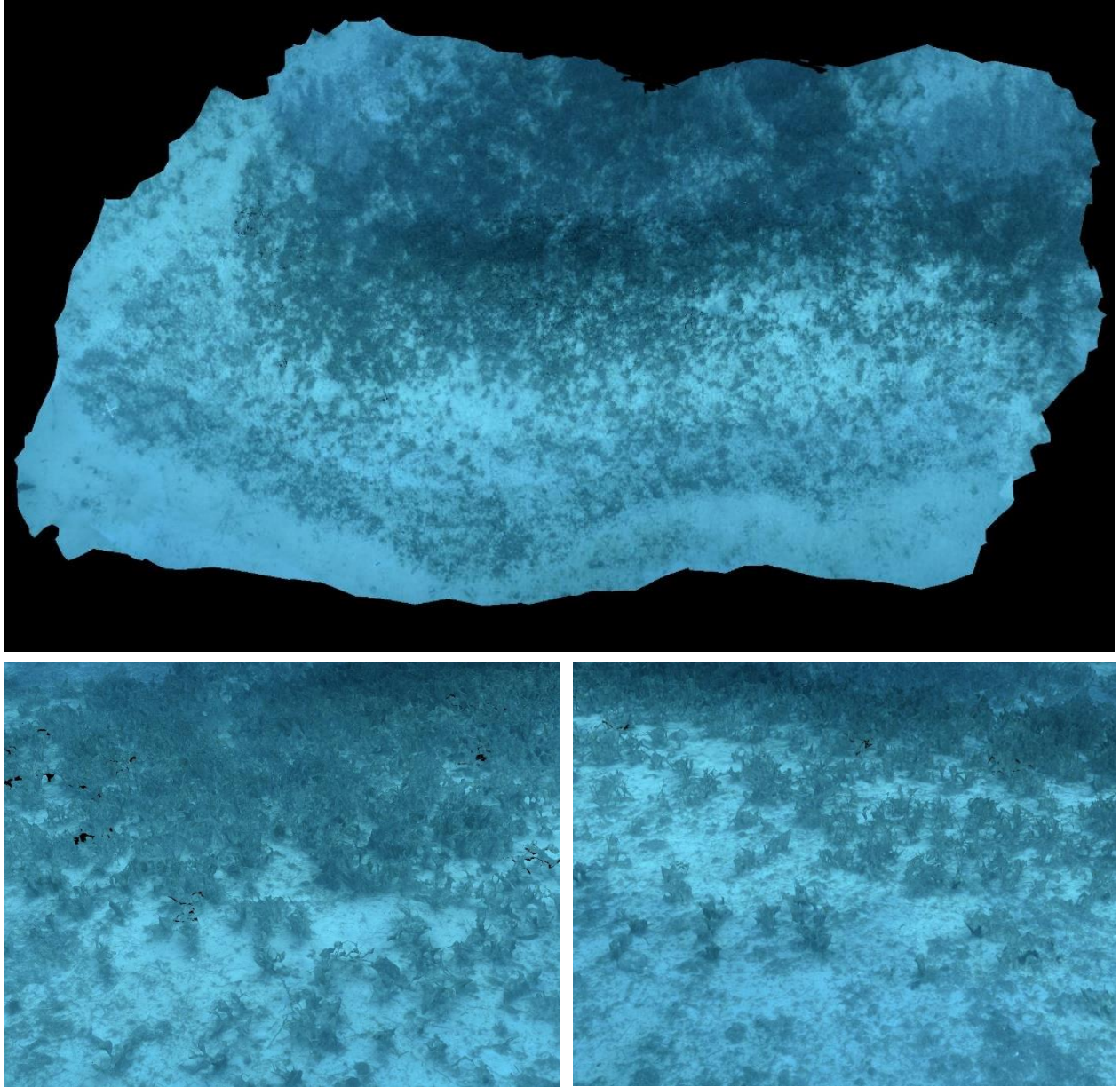


FIGURE 72 : MODELE DE LA STATION TEMPO « RONDINARA »

II. Acquisition et analyse de quadrats photographiques sur les stations RECOR complémentaires

II.A. Objectifs

Certaines **stations** faisant historiquement partie du réseau de surveillance des récifs coralligènes (RECOR) sont maintenant dites **secondaires**, c'est-à-dire **suivies à un pas de temps supérieur à trois ans**, afin d'optimiser le réseau et de focaliser l'effort d'échantillonnage sur les sites les plus importants (**sites prioritaires**) et les plus vulnérables aux pressions anthropiques. Pour autant, nous continuons le **suivi de la température de fond** pour ces stations (réseau CALOR), ce qui implique de plonger sur ces sites. C'est pourquoi nous avons continué l'acquisition de **quadrats photographiques** afin de **bancaiser l'état de ces récifs** dans le temps et pouvoir revenir plus tard sur leur **trajectoire écologique** et l'étude de phénomènes exceptionnels (apparition d'algues filamenteuses, nécroses...). Nous avons donc réalisé des quadrats photographiques sur ces **stations RECOR secondaires** dites « **complémentaires** » sur les années **2022** et **2023**.

L'objectif de cette étude est l'**analyse automatique** de ces quadrats complémentaires par l'**algorithme de reconnaissance automatique d'espèces** (réseau de neurones convolutifs) préalablement entraîné sur la base de données RECOR (Marre et al., 2020).

II.B. Méthodologie

II.B.1. Stations échantillonnées

Pour chacune des stations complémentaires, nous avons réalisé **30 quadrats photographiques** à la profondeur correspondante, en suivant le protocole RECOR. La carte suivante illustre les **stations complémentaires** pour 2022 en PACA Est (**32 stations sur 23 sites**) et pour 2023 en Corse (**14 stations sur 12 sites**) :

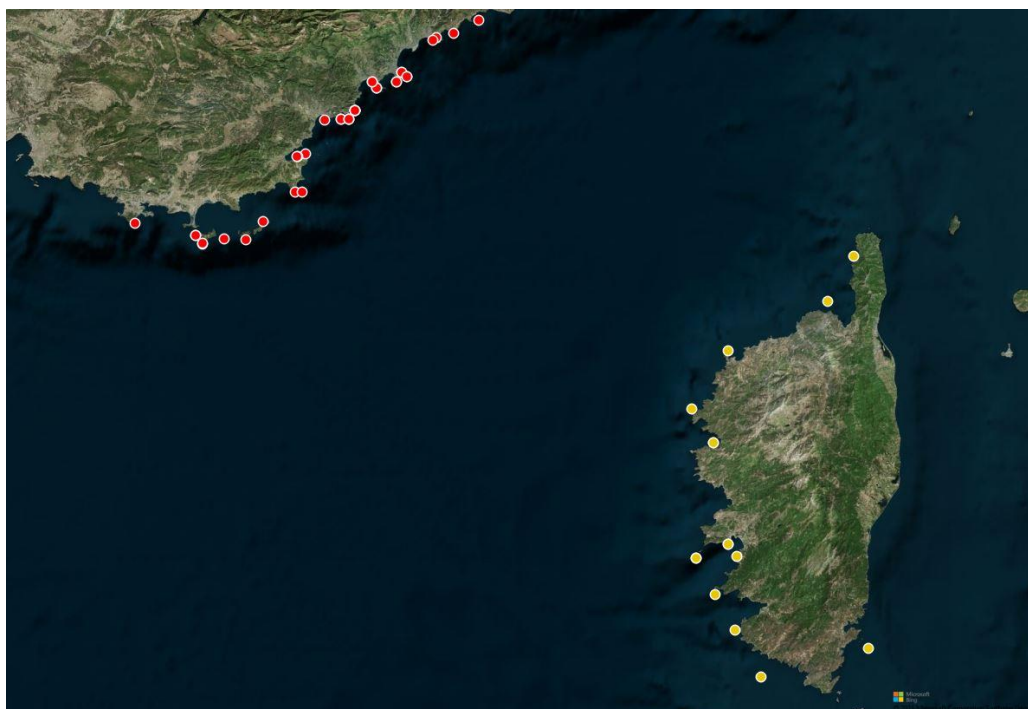


FIGURE 73 : LOCALISATION DES STATIONS COMPLEMENTAIRES POUR L'ACQUISITION DE QUADRATS PHOTOGRAPHIQUES EN 2022 (ROUGE) ET 2023 (JAUNE)

II.B.2. Identification automatique

Nous avons codé une **routine en langage Python** (van Rossum, 2023) permettant, pour chaque quadrat de :

- Choisir aléatoirement **64 couples de coordonnées XY** dans l'image au sein d'une **fenêtre d'échantillonnage** (définie à la main au préalable pour l'ensemble des quadrats, de sorte à exclure la structure du quadrat photographique et standardiser la zone échantillonnée) ;
- **Extraire** pour chaque couple XY la **vignette de 224 x 224 pixels** centrée sur ce point ;
- **Evaluer** chacune des vignettes par le **réseau de neurones** ;
- **Exporter** les coordonnées des **couples XY** et les **identifications** faites au **format « .cpc »** afin de pouvoir explorer manuellement les résultats ;
- **Compiler** toutes les identifications dans un fichier unique permettant ensuite le calcul des indicateurs.

La figure suivante montre un quadrat d'une station complémentaire avec la fenêtre d'échantillonnage (en jaune) et les 64 points aléatoires (en rouge) :

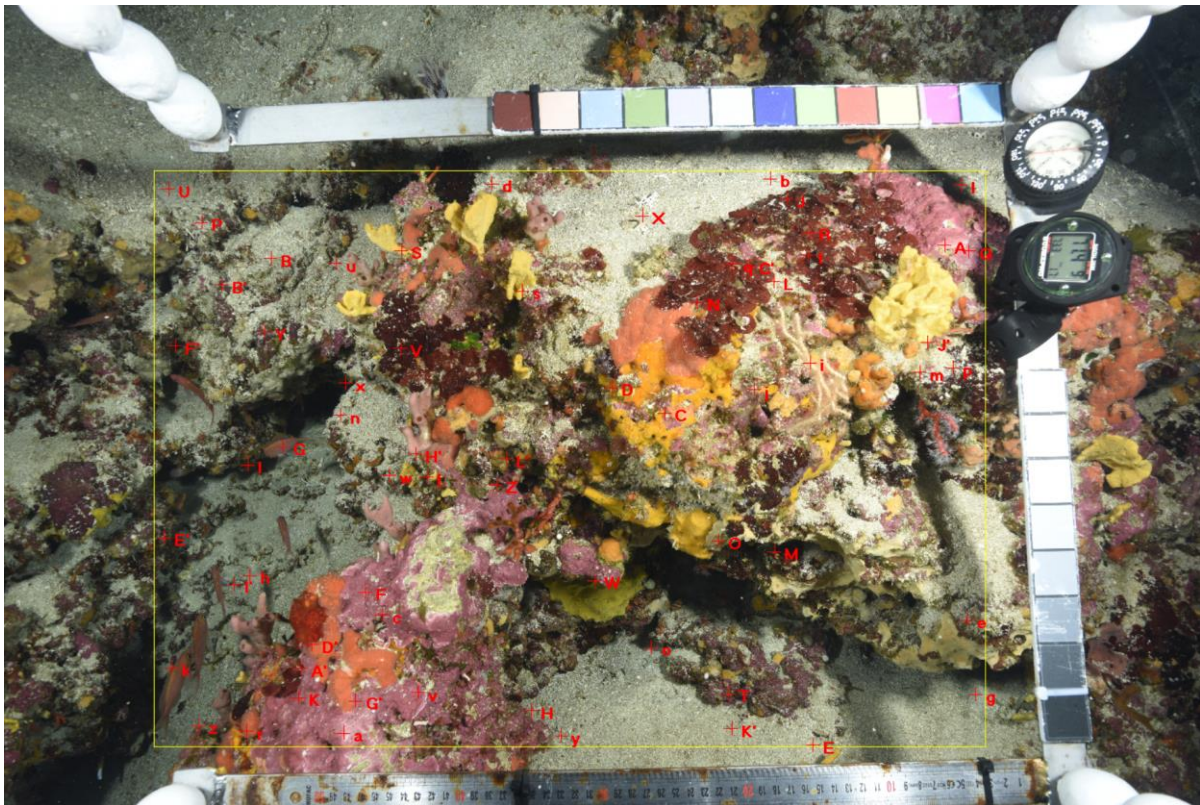


FIGURE 74 : EXEMPLE DE QUADRAT PHOTOGRAPHIQUE AVEC LA FENETRE D'ECHANTILLONNAGE (EN JAUNE) ET LES 64 POINTS ALEATOIRES (EN ROUGE)

Afin de pouvoir **comparer les résultats avec les suivis antérieurs**, nous avons appliqué la **même procédure d'identification automatique** pour le dernier suivi réalisé sur **chaque station complémentaire**.

II.B.3. Calcul des indicateurs

Après identification automatique de **176 640 points** sur les **1380 quadrats complémentaires** 2022-2023 et les **1380 quadrats du dernier suivi** pour chaque station, nous avons calculé **l'ensemble des indicateurs** RECOR accessibles sur Medtrix (www.medtrix.fr, projet RECOR) pour chaque station (à partir des 1920 annotations par station). Il a cependant fallu **adapter les calculs** afin de prendre en compte les **regroupements de classes** faits pour entraîner le réseau de neurones :

TABEAU 5 : REGROUPEMENTS DE CLASSES RECOR UTILISEES POUR L'ENTRAINEMENT DU RESEAU DE NEURONES

Groupes de l'identification automatique	Classes RECOR	Major category RECOR
Peyssonnelia	PESQ, PESP	Encrusting red macroalgae
Aplidium	DIRO, APLI	Actiniaria / Ascidians
Encrusting_Peyssonnelia	PERO, PEPO, PCSP	Encrusting red macroalgae
Cystoseira	CYZO, CYSP	Brown macroalgae
Cliona	CLCE, CLVI, CLIO	Sponge
Crambe_crambe_like	SPCU, ANIN, CRAM	Sponge
Filamentous_red_algae	WOSE, FILR	Encrusting red macroalgae

Ces adaptations **n'affectent pas les indicateurs** travaillant sur des groupes d'espèces comme le **Coralligenous Assemblage Index** (CAI ; (Deter et al., 2012)), avec les espèces **bioconstructrices** ou les **bryozoaires**, car ces regroupements ont un sens taxonomique. En revanche, ils **affectent nécessairement la diversité taxonomique** étant donné qu'ils réduisent potentiellement le nombre d'espèces réellement observées en les regroupant en une seule classe.

Par ailleurs, les nécroses ne sont pas détaillées au niveau de la classe par l'algorithme, mais uniquement en deux catégories « **nécroses encroustantes** » (NECencrusted) et « **nécroses érigées** » (NECerected). Les nécroses encroustantes correspondant **majoritairement à des algues rouges encroustantes**, nous avons considéré qu'elles correspondaient aux nécroses d'algues rouges encroustantes pour les indicateurs correspondants.

L'**état écologique** global est évalué pour chaque station complémentaire avec le **CAI** (Deter et al., 2012). Cet indicateur a été développé et testé en région PACA et combine les **EQR'** (Ecological Quality Ratio) de trois paramètres mesurés à partir des quadrats photographiques : les **pourcentages de recouvrement** par les **bryozoaires**, par les espèces **bioconstructrices** et par la **vase**. Il est calculé de la manière suivante :

$$CAI = \frac{1}{3} \times \left(\frac{100 - \% \text{ envasement}}{100 - \% \text{ envasement min}} + \frac{\% \text{ bioconstructeurs}}{\% \text{ bioconstructeurs max}} + \frac{\% \text{ bryozoaires}}{\% \text{ bryozoaires max}} \right)$$

En utilisant les **valeurs de références du réseau RECOR** pour chaque région (Andromède Océanologie, 2023c) (valeurs maximales observées de taux d'envasement, proportion d'espèces bioconstructrices et de bryozoaires pour chaque région, tous suivis confondus) suivantes :

TABEAU 6 : VALEURS DE REFERENCE POUR LE CALCUL DU CAI (MISE A JOUR 2023)

Paramètre	PACA Est	Corse
Envasement min	2,19 %	0,37 %
Bioconstructeurs max	79,58 %	77,51 %
Bryozoaires max	14,15 %	29,26 %

Nous avons calculé le **CAI pour les stations complémentaires suivies en 2022 et 2023** ainsi que le CAI pour le suivi antérieur pour chaque station, et mesuré son **évolution** entre les deux dates.

II.C. Résultats

L'ensemble des indicateurs calculés pour ces stations complémentaires seront rendus accessibles dans un fichier dédié sur la plateforme Medtrix. Cependant, les **tableaux suivants** permettent d'apprécier l'évolution de l'état écologique des stations sur les deux derniers suivis sur la base du CAI (Deter et al., 2012).

TABLEAU 7 : EVOLUTION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DES STATIONS COMPLEMENTAIRES SUIVIES EN 2022 EN REGION PACA
(CAI : ROUGE = MAUVAIS ETAT, ORANGE = MEDIOCRE, JAUNE = MOYEN, VERT CLAIR = BON ET VERT FONCE = TRES BON ;
EVOLUTION : ROUGE A JAUNE DU MINIMUM A 0, VERT CLAIR A VERT FONCE POUR 0 AU MAXIMUM)

Station	CAI (2022)	CAI (dernier suivi)	Evolution
2freres_35	0,638	0,551 (2020)	0,09
Agay_30	0,542	0,687 (2019)	-0,14
Agay_40	0,605	0,659 (2019)	-0,05
Balise_Rabiou_30	0,597	0,621 (2019)	-0,02
Banc_de_vieilles_50	0,563	0,573 (2019)	-0,01
Banc_de_vieilles_60	0,440	0,502 (2019)	-0,06
Banc_de_vieilles_70	0,388	0,388 (2019)	0,00
Cap_Ail_45	0,592	0,593 (2019)	0,00
Cap_dArmes_50	0,558	0,536 (2019)	0,02
Cap_dArmes_55	0,575	0,549 (2019)	0,03
Cap_Martin_Est_55	0,500	0,495 (2019)	0,01
Emissaire_St_Tropez_1_22	0,467	0,426 (2019)	0,04
Emissaire_St_Tropez_2_28	0,422	0,413 (2019)	0,01
Esterel_65	0,417	0,481 (2019)	-0,06
Gabiniere_41	0,402	0,410 (2019)	-0,01
La_Seche_St_Pierre_30	0,506	0,577 (2016)	-0,07
La_Seche_St_Pierre_37	0,510	0,577 (2016)	-0,07
Les_Ancre_30	0,510	0,524 (2019)	-0,01
Lion_De_Mer_30	0,543	0,577 (2019)	-0,03
Pointe_Bacon_30	0,599	0,567 (2019)	0,03
Pointe_Bacon_36	0,520	0,567 (2019)	-0,05
Pointe_dragon_63	0,408	0,442 (2019)	-0,03
Pointe_dragon_70	0,344	0,405 (2019)	-0,06
Pointe_Langoustier_37	0,492	0,474 (2019)	0,02
Rade_Cannes_33	0,604	0,608 (2019)	0,00
Rade_Cannes_40	0,570	0,555 (2019)	0,02
Rade_Villefranche_36	0,454	0,429 (2010)	0,02
Raventurier_55	0,498	0,465 (2019)	0,03
Raventurier_65	0,423	0,404 (2019)	0,02
Sec_Sarranier_41	0,624	0,574 (2019)	0,05
Taillat_65	0,486	0,442 (2019)	0,04
Tombant_des_americains_W_55	0,414	0,355 (2019)	0,06

TABLEAU 8 : EVOLUTION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DES STATIONS COMPLEMENTAIRES SUIVIES EN 2023 EN CORSE (CAI : ROUGE = MAUVAIS ETAT, ORANGE = MEDIOCRE, JAUNE = MOYEN, VERT CLAIR = BON ET VERT FONCE = TRES BON ; EVOLUTION : ROUGE A JAUNE DU MINIMUM A 0, VERT CLAIR A VERT FONCE POUR 0 AU MAXIMUM)

Station	CAI 2023	CAI (dernier suivi)	Evolution
Agriates_70	0,514	0,504 (2020)	0,01
Capodimuro_50	0,515	0,477 (2020)	0,04
Centuri_70	0,497	0,451 (2020)	0,05
Corailleurs_70	0,485	0,571 (2020)	-0,09
Mortoli_40	0,486	0,466 (2020)	0,02
Parata_40	0,448	0,553 (2020)	-0,11
Parata_70	0,636	0,570 (2020)	0,07
Porto_sud_70	0,591	0,606 (2020)	-0,02
Porto_sud_75	0,546	0,636 (2020)	-0,09
Revelatta_55	0,611	0,590 (2020)	0,02
Sanguinaires_60	0,674	0,636 (2020)	0,04
Scandola-4_50	0,528	0,465 (2020)	0,06
Senetosa_70	0,598	0,528 (2020)	0,07
Vacca_45	0,591	0,600 (2020)	-0,01

La grande majorité des **stations complémentaires** connaissent un **état écologique stable** (même catégorie d'état sur les deux suivis), mais plusieurs stations sont en **amélioration** (Cap_dArmes_50, Cap_dArmes_55, Senetosa_70) et d'autres en **dégradation** (Agay_30, La_Seche_St_Pierre_30, La_Seche_St_Pierre_37, Lion_De_Mer_30, Pointe_Bacon_36, Corailleurs_70, Parata_40, Porto_sud_75). Pour autant, la **plupart des évolutions sont faibles** (<= +/- 0,05).

III. Comparaison des indicateurs de l'état écologique du coralligène et liens avec les pressions anthropiques

III.A. Objectifs

Le réseau **RECOR** existe depuis **2010** et consiste à réaliser **30 quadrats photographiques** de 2500 cm² (50 x 50 cm) pour analyser les communautés coralligènes. Sur chaque quadrat, un expert taxonomiste identifie **64 points** aléatoirement distribués, soit un total de **1920 points par station** de suivi. A partir de ces identifications, nous calculons le **Coralligenous Assemblage Index (CAI)**, (Deter et al., 2012)) qui a été défini pour renseigner sur l'**état écologique** des assemblages coralligènes, ainsi que le **CAI2** ajouté récemment à l'atlas cartographique (Andromède Océanologie, 2020). Pour autant, il existe une **diversité d'indicateurs** d'état écologique du coralligène (Di Camillo et al., 2023). Ainsi, depuis 2012, de nombreux indices multi-métriques sont apparus pour **évaluer l'état de santé** de l'habitat coralligène. Tous se basent majoritairement sur des **analyses photographiques** (quadrats photographiques ou extractions de transects vidéo) pour identifier une liste plus ou moins grande **d'espèces/taxa/groupes morphologiques** et calculer des pourcentages de couverture et/ou des **abondances** et autres indices de **diversité**. Des valeurs de **sensibilité** ou de **stratification** (hauteur) sont parfois associées à ces espèces/groupes. Certains indices considèrent dans leur calcul des paramètres liés aux **pressions** (engins de pêche), leurs **impacts** (nécroses, épibioses) et/ou des facteurs **abiotiques**. Enfin, certains incluent également certaines mesures *in-situ* (taille espèces érigées, épaisseur du coralligène...).

L'objectif de cette partie est de réaliser une **revue bibliographique** des indices existants et d'implémenter leur calcul sur les **606** suivis du réseau RECOR réalisées entre 2010 et 2023 sur **238 stations** (PACA, Occitanie, Corse, Monaco et Sardaigne), afin de les **comparer** et d'étudier les **liens entre eux** et avec les **pressions anthropiques** issues du réseau IMPACT.

III.B. Méthodologie

Nous avons utilisé la **revue bibliographique** réalisée récemment par Di Camillo et al. (2023), listant l'**ensemble des indicateurs** développés par la communauté scientifique afin d'évaluer la **qualité écologique** des récifs coralligènes. Pour les **14 indicateurs** listés (STAR (Piazzi et al., 2018) n'étant pas un indicateur mais une méthode standardisée d'acquisition de données), nous avons **détaillé la publication de référence** afin de comprendre la méthode de calcul et de l'implémenter sur notre base de données.

Si toutes ces méthodes se basent majoritairement sur une **évaluation visuelle** à partir de **photographies** ou de transects vidéo, certaines prennent également en compte des **mesures in-situ** (dimensions des espèces érigées, coefficient de pénétration du calcaire...). Par ailleurs, la **surface échantillonnée** (nombre de quadrats x surface d'un quadrat) n'est pas toujours comparable aux 7,5 m² du CAI (30 x 0,5 x 0,5). Enfin, les **listes d'espèces ou groupes taxonomiques / morphologiques** décrits et quantifiés ne sont pas toujours transposables à ceux de la base RECOR, aussi nous avons fait au mieux pour **adapter chacun des indicateurs** (lorsqu'il était possible de le calculer) afin de le **calculer sur l'ensemble des stations** de la base RECOR, sans pour autant le vider de sa substance. Pour chaque indicateur, nous avons détaillé notre **compréhension de la méthodologie** ainsi que les **hypothèses** ou **adaptations** lorsque c'était nécessaire (voir section suivante).

Après avoir **implémenté** un maximum d'indicateurs, nous avons calculé leurs valeurs sur les **606 stations** de la base RECOR, et **analysé les liens entre eux** et avec les **pressions anthropiques** du réseau IMPACT (Andromède Océanologie, 2023b) à l'aide d'Analyses en Composantes Principales (**ACP**) après standardisation. N'ayant à disposition qu'une **modélisation en 2021** de l'ensemble des 13 pressions anthropiques considérées dans le **projet IMPACT** (agriculture, aménagements côtiers, aquaculture, cours d'eau, érosion côtière, industries, mouillage petite et grande plaisance, pêche, population côtière, rejets urbains, tourisme et trafic maritime sur une résolution spatiale de 20 x 20 m) ainsi que la pression cumulée, nous avons restreint l'étude des liens entre état écologique et pressions aux années **2021-2022-2023** pour ne garder qu'une occurrence par station. Pour ce faire, nous avons **extraît** les valeurs des pressions pour chaque coordonnée géographique des stations RECOR.

III.C. Synthèse bibliographique sur les indicateurs existants

III.C.1. CAI : Coralligenous Assemblage Index

L'indice **CAI** (Coralligenous Assemblage Index) a été développé par Deter et al. (2012) afin d'évaluer l'**état écologique des récifs coralligènes** à partir de l'analyse de 30 quadrats photographiques de 50 x 50 cm, soit une **surface totale échantillonnée de 7,5 m²**. Il se focalise sur trois composantes :

- Le pourcentage de recouvrement par les **bioconstructeurs principaux** ;
- Le pourcentage de recouvrement par les **bryozoaires** ;
- Le **taux d'envasement**.

C'est l'**indicateur actuellement utilisé** dans les analyses du **réseau RECOR**, il prend ses valeurs entre 0 et 1 et se calcule de la manière suivante :

$$CAI = \frac{1}{3} \times \left(\frac{100 - \% \text{ envasement}}{100 - \% \text{ envasement max}} + \frac{\% \text{ bioconstructeurs}}{\% \text{ bioconstructeurs max}} + \frac{\% \text{ bryozoaires}}{\% \text{ bryozoaires max}} \right)$$

(avec pour chaque indicateur en dénominateur la valeur maximale observée sur la région d'étude : Occitanie, PACA et Corse dans le cas du réseau RECOR)

Le tableau suivant fournit les équivalences entre valeur de l'**indice CAI** et l'**état écologique** :

TABLEAU 9 : CORRESPONDANCE ENTRE INDICE CAI ET ETAT ECOLOGIQUE

Valeur	Etat écologique
CAI < 0.1	Mauvais
0.1 ≤ CAI < 0.325	Médiocre
0.325 ≤ CAI < 0.55	Moyen
0.55 ≤ CAI < 0.775	Bon
CAI ≥ 0.775	Très bon

Nous avons ainsi calculé l'**indice CAI** sur l'ensemble des **606 stations RECOR** étudiées entre 2010 et 2023. La figure suivante montre l'**histogramme** des valeurs de CAI :

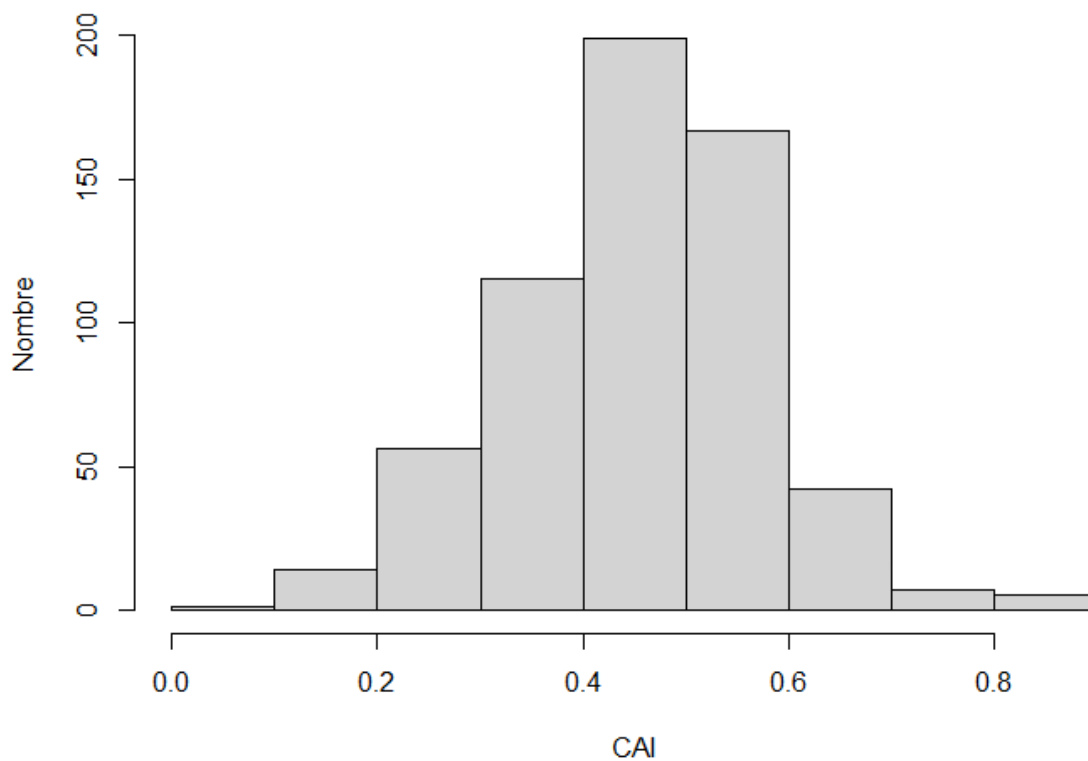


FIGURE 75 : HISTOGRAMME DES VALEURS DE CAI POUR LES 606 STATIONS RECOR ENTRE 2010 ET 2023

D'après l'indicateur CAI, sur les 606 valeurs calculées pour les 238 stations suivies entre 2010 et 2023 :

- 1 est en **mauvais** état écologique (Pointe_dragon_70 en 2019) ;
- 94 sont en état écologique **médiocre** ;
- 387 sont en état écologique **moyen** ;
- 118 sont en **bon** état écologique ;
- 6 sont en état écologique **très bon**.

La figure suivante montre l'évolution des valeurs de CAI pour les stations en Méditerranée française :

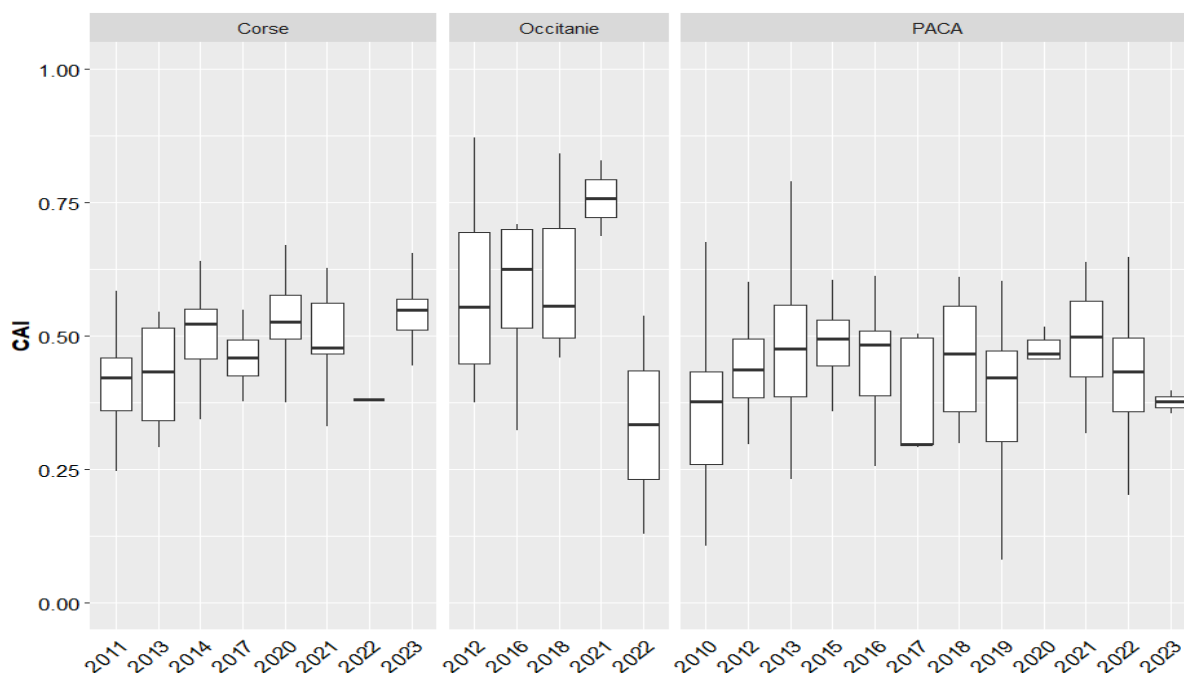


FIGURE 76 : EVOLUTION DU CAI AU COURS DU TEMPS POUR LES STATIONS EN MEDITERRANEE FRANÇAISE

III.C.2. CAI2 : Coralligenous Assemblage Index 2

Le **CAI2** (Coralligenous Assemblage Index 2) a été développé dans le cadre de l’atlas 2020 (Andromède Océanologie, 2020) en cherchant à mieux prendre en compte la **diversité taxonomique observée** en incluant une composante basée sur l’**indice de Simpson**, et s’affranchir de la standardisation par le maximum observé sur une aire géographique administrative. Il prend ses valeurs entre 0 et 100 et se calcule de la manière suivante :

$$CAI2 = \frac{Simpson \times 100 + \% \text{ bioconstructeurs} + (100 - \% \text{ envasement})}{3}$$

Le tableau suivant fournit les équivalences entre valeur de l’**indice CAI2** et l’**état écologique** :

TABLEAU 10 : CORRESPONDANCE ENTRE INDICE CAI2 ET ETAT ECOLOGIQUE

Valeur	Etat écologique
CAI2 < 40	Mauvais
40 ≤ CAI2 < 60	Médiocre
60 ≤ CAI2 < 70	Moyen
70 ≤ CAI2 < 80	Bon
CAI2 ≥ 80	Très bon

Nous avons ainsi calculé l’**indice CAI2** sur l’ensemble des **606 stations RECOR** étudiées entre 2010 et 2023. La figure suivante montre l’**histogramme** des valeurs de CAI2 :

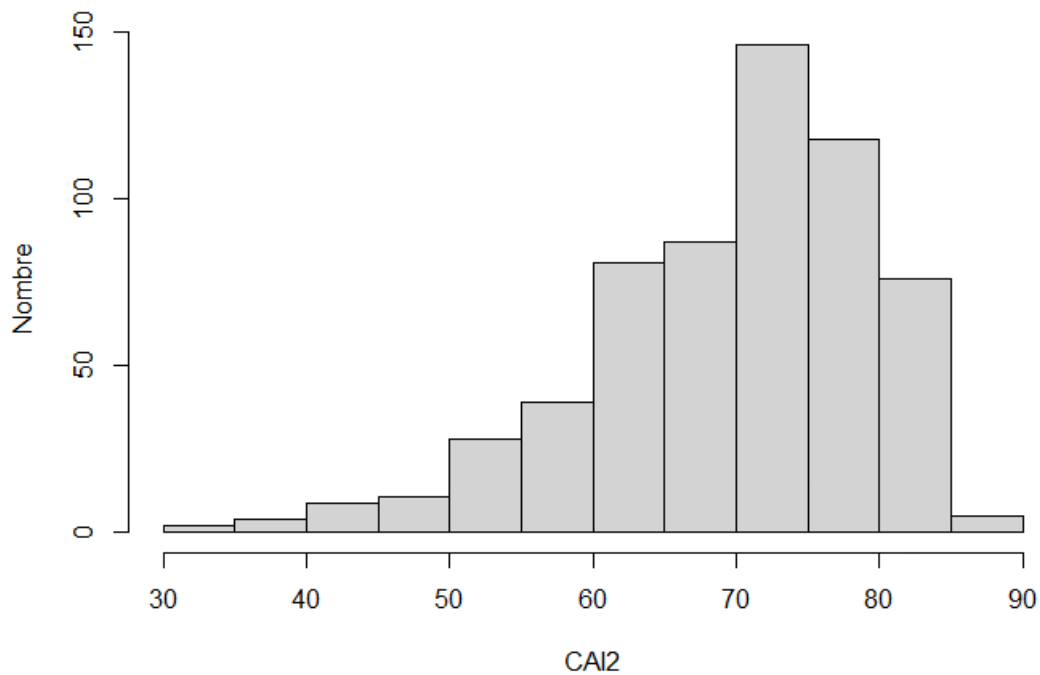


FIGURE 77 : HISTOGRAMME DES VALEURS DE CAI2 POUR LES 606 STATIONS RECOR ENTRE 2010 ET 2023

D'après l'indicateur CAI2, sur les 606 valeurs calculées pour les 238 stations suivies entre 2010 et 2023 :

- 6 sont en **mauvais** état écologique ;
- 87 sont en état écologique **médiocre** ;
- 168 sont en état écologique **moyen** ;
- 264 sont en **bon** état écologique ;
- 81 sont en état écologique **très bon**.

La figure suivante montre l'évolution des valeurs de CAI pour les stations en Méditerranée française :

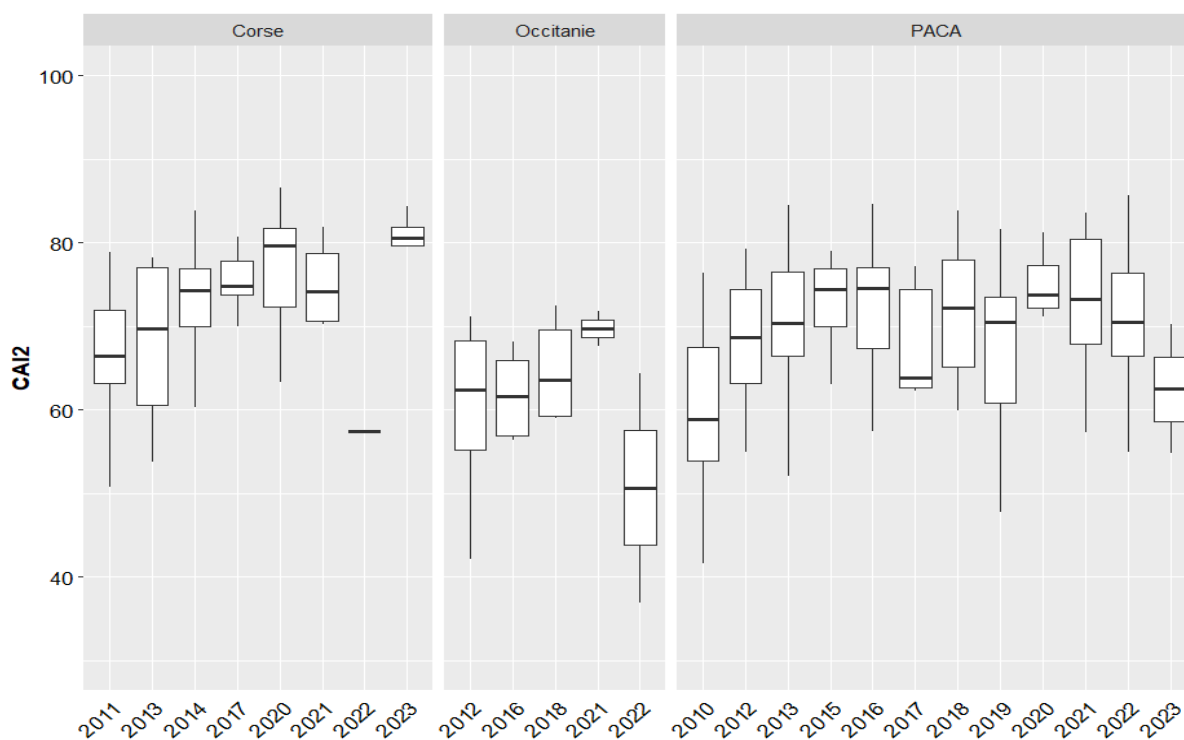


FIGURE 78 : EVOLUTION DU CAI2 AU COURS DU TEMPS POUR LES STATIONS EN MEDITERRANEE FRANÇAISE

III.C.3. INDEX-COR

L'indice **INDEX-COR** a été développé par Sartoretto et al. (2017) afin d'évaluer l'état de conservation des récifs coralligènes. Il est calculé à partir d'observations réalisées sur **15 photos quadrats de 60 x 40 cm** le long d'un transect de 15m (soit **3,6 m² échantillonnés**) et synthétise trois composantes :

- **Taxa Sensitivity (TS)** : sensibilité des espèces à la **matière organique** et **dépôts sédimentaires** ;
- **Observable Taxonomic Richness (OTR)** : nombre d'espèces identifiées sur les quadrats (**biodiversité**) ;
- **Structural Complexity (SC)** : considère la **structure du coralligène** en espèces basales (< 5 cm), intermédiaires (5 – 15 cm) et hautes (> 15 cm).

Le calcul de la **composante TS** prend en compte les **abondances relatives** des espèces divisées en **4 groupes de sensibilité** (voir tableau suivant) :

TABLEAU 11 : LISTE DES ESPECES CONSIDEREES PAR NIVEAU DE SENSIBILITE POUR LE CALCUL DE LA COMPOSANTE « TAXA SENSITIVITY » (TS) (SARTORETTO ET AL., 2017)

Table 2

List of the species and higher taxa ordered alphabetically within their sensitivity group. Group I (GI): taxa indifferent to organic matter and sediment input; Group II (GII): opportunistic taxa; Group III (GIII): tolerant taxa; Group IV (GIV): sensitive taxa.

Sensitivity group	Taxon	Sensitivity group	Taxon	
GI	<i>Cacospongia</i> spp. Schmidt, 1862	GIII	<i>Crambe crambe</i> (Schmidt, 1862)	
	<i>Chondrosia reniformis</i> Nardo, 1847		<i>Flabellia petiolata</i> Nizamuddin, 1987	
	<i>Cliona</i> spp. Grant, 1826		<i>Hoplania durotrix</i> Gosse, 1860	
	Encrusting calcareous rhodophyta		<i>Leptosammia pruvoti</i> Lacaze-Duthiers, 1897	
	<i>Dysidea</i> spp. Johnston, 1842		Leafy <i>Lithophyllum</i> spp. Philippi, 1837	
	<i>Froncipora verrucosa</i> (Lamouroux, 1821)		Leafy <i>Mesophyllum</i> spp. Me. Lemoine, 1928	
	<i>Myriapora truncata</i> (Pallas, 1766)		<i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst, 1868	
	<i>Zanardinia typus</i> (Nardo) P.C. Silva, 2000		Leafy <i>Peyssonnelia</i> spp. Decaisne, 1841	
	GII		<i>Alcyonium</i> spp. Pallas, 1766	<i>Sarcotragus</i> spp. Schmidt, 1862
			<i>Axinella damicornis</i> (Esper, 1794)	<i>Scalariispongia</i> spp. Cook & Bergquist, 2000
<i>Axinella verrucosa</i> Brønsted, 1924		<i>Spirastrella cunctatrix</i> Schmidt, 1868		
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)		Encrusting <i>Peyssonnelia</i> spp. Decaisne, 1841		
<i>Caryophyllia smithii</i> Stokes & Broderip, 1828		<i>Petrosia ficiformis</i> (Poirer, 1789)		
<i>Corallium rubrum</i> (Linnaeus, 1758)		GIV	<i>Acanthella acuta</i> Schmidt, 1862	
<i>Eunicella cavolini</i> (Koch, 1887)			<i>Adeonella calveti</i> (Canu & Bassler, 1930)	
<i>Haliclona fulva</i> (Topsent, 1893)			<i>Aplidium undulatum</i> Monniot & Gaill, 1978	
<i>Halimeda tuna</i> (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux, 1816			<i>Aplysilla sulfurea</i> Schälze, 1878	
<i>Hemimycale columella</i> (Bossertbank, 1874)			<i>Aplysina cavernicola</i> (Vacelet, 1959)	
<i>Ircinia</i> spp. Nardo, 1833	<i>Clavelina</i> spp. Savigny, 1816			
<i>Leptogorgia sarmentosa</i> Mille Edwards, 1857	<i>Crella pulvinar</i> (Schmidt, 1868)			
<i>Paramuricea clavata</i> (Risso, 1826)	<i>Dentiporella sardonica</i> (Waters, 1879)			
<i>Phorbas tenacior</i> (Topsent, 1925)	<i>Halocynthia papillosa</i> (Linnaeus, 1767)			
<i>Reteporella</i> spp. Busk, 1884	<i>Hexadella</i> spp. Topsent, 1896			
<i>Rhynchozoon</i> spp. Hincks, 1895	<i>Oscarella</i> spp. Vosmaer, 1884			
<i>Schizomavella</i> spp. Canu & Bassier, 1917	<i>Pleraplypsilla spinifera</i> (Schulze, 1879)			
GIII	<i>Agelas oroides</i> (Schmidt, 1864)	<i>Polyclinum aurantium</i> Milne Edwards, 1841		
	<i>Codium coralloides</i> (Kützting) P.C. Silva, 1960	<i>Pycnoclavella</i> spp. Garstang, 1891		
	<i>Codium effusum</i> (Rafinesque) Delle Chiaje, 1829	<i>Smittina cervicornis</i> (Pallas, 1766)		

Puis TS est calculé avec la formule suivante :

$$TS = 0.25 \times \% \text{ Group 1} + 0.5 \times \% \text{ Group 2} + 1 \times \% \text{ Group 3} + 2 \times \% \text{ Group 4}$$

La **composante OTR** correspond au **nombre de taxons identifiés sur les quadrats** (certaines espèces ne sont pas facilement distinguables à l'œil nu et nécessitent des analyses microscopiques pour observer des différences morphologiques).

Le calcul de la **composante SC** prend en compte l'**abondance relative** des 3 strates **basse** (< 5 cm), **intermédiaire** (5-15 cm) et **haute** (> 15 cm). A partir d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) sur leurs données, les auteurs ont défini les deux premiers axes par les formules suivantes :

$$C1 = (-0.15 \times B + 1.416) + (0.0296 \times I - 0.253) + (-0.0251 \times H + 0.945)$$

$$C2 = (-0.0574 \times B + 0.54) + (-0.1728 \times I + 1.477) + (0.000984 \times H - 0.037)$$

Avec B, I et H les abondances relatives des strates basse, intermédiaire et haute d'après la publication.

Les auteurs ont défini les **coordonnées** sur le premier plan de l'ACP d'une **station de référence hypothétique** ayant des **scores nul pour chaque strate** : $C1_{ref} = 2.108$ et $C2_{ref} = 1.98$. Le calcul de la composante SC correspond à la distance à cette station de référence :

$$SC = \sqrt{(2.108 - C1)^2 + (1.980 - C2)^2}$$

L'indice INDEX-COR est ensuite calculé de la manière suivante à partir des valeurs des trois composantes :

$$IC = 0.62 \times TS + 0.6 \times TR + 1.7 \times SC$$

Puis l'**état écologique** est évalué à partir de la grille de correspondance suivante :

TABLEAU 12 : CORRESPONDANCE ENTRE INDICE INDEX-COR (IC) ET ETAT ECOLOGIQUE

Valeur	Etat écologique
IC < 20	Mauvais
20 ≤ IC < 40	Faible
40 ≤ IC < 60	Moyen
60 ≤ IC < 80	Bon
IC ≥ 80	Excellent

Nous avons ainsi calculé l'indice IC sur l'ensemble des 606 stations RECOR étudiées entre 2010 et 2023. La figure suivante montre l'histogramme des valeurs de IC :

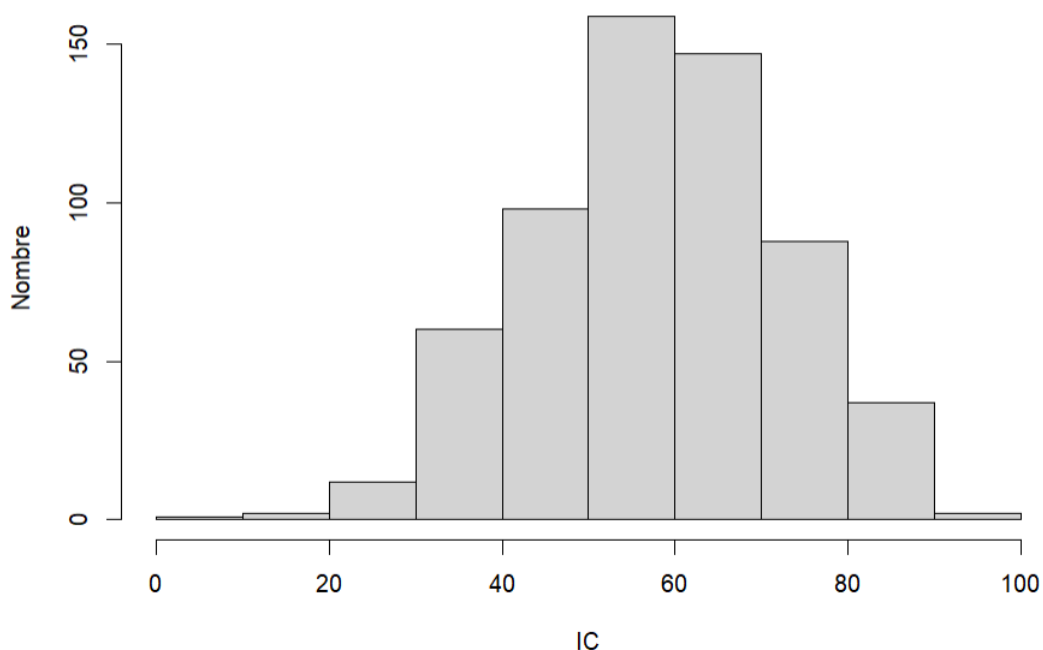


FIGURE 79 : HISTOGRAMME DES VALEURS DE IC POUR LES 606 STATIONS RECOR ENTRE 2010 ET 2023

D'après l'indicateur INDEX-COR, sur les 606 valeurs calculées pour les 238 stations suivies entre 2010 et 2023 :

- 3 sont en mauvais état écologique ;
- 72 sont en état écologique faible ;
- 257 sont en état écologique moyen ;
- 235 sont en bon état écologique ;
- 39 sont en état écologique excellent.

La figure suivante montre l'évolution des valeurs de IC pour les stations en Méditerranée française :

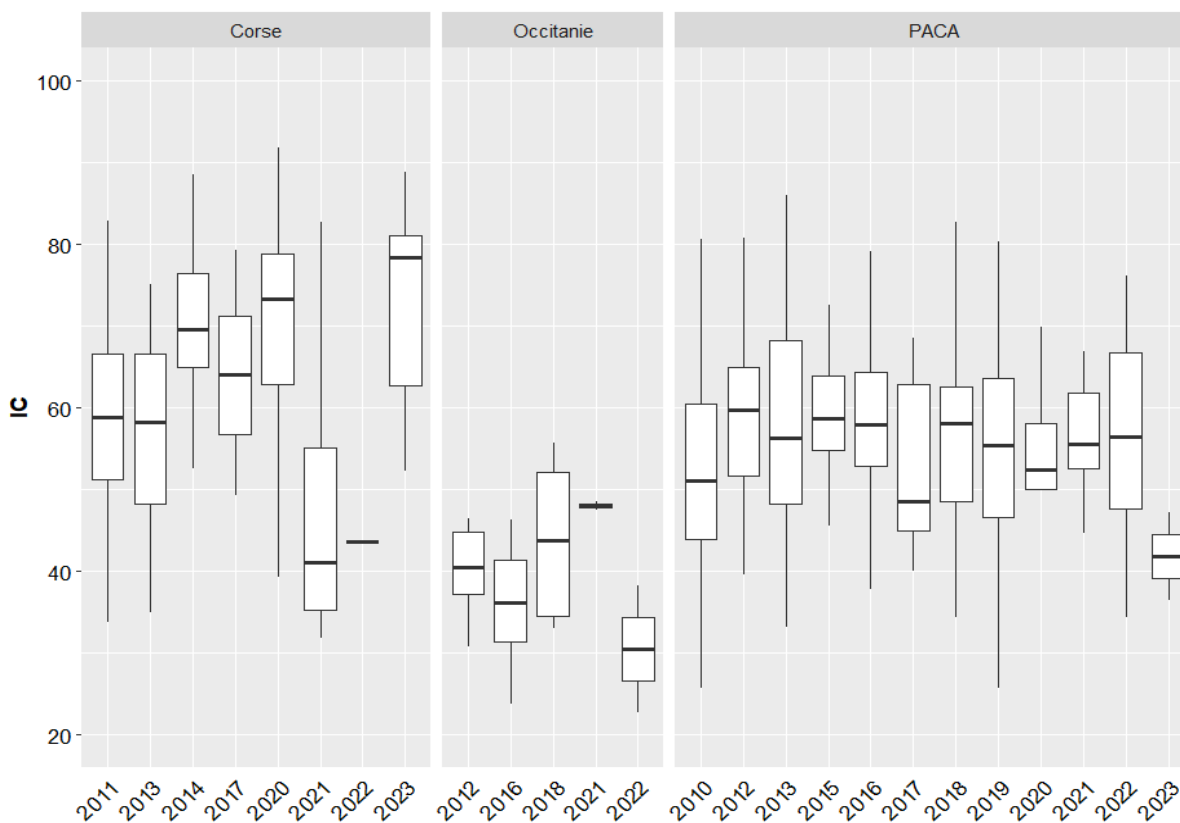


FIGURE 80 : EVOLUTION DU IC AU COURS DU TEMPS POUR LES STATIONS EN MEDITERRANEE FRANÇAISE

III.C.4. ESCA : Ecological Status of Coralligenous Assemblages

L'indice **ESCA** (Ecological Status of Coralligenous Assemblages) a été développé par Cecchi et al. (2014) afin d'évaluer **l'état écologique des récifs coralligènes** à partir de l'analyse de 30 quadrats photographiques de 50 x 37.5 cm correspondant à **5,6 m² échantillonnés**. L'analyse vise les **macro-algues sensibles à la qualité de l'eau**, et la construction de l'indice permet de prendre en compte plusieurs **pressions** : espèces exotiques envahissantes, envasement et concentration en nutriments. L'indice ESCA se subdivise en trois composantes :

- **Overall Sensitivity Level (SL)** : valeur représentative de la **sensibilité de l'assemblage** aux impacts anthropiques ;
- **Alpha diversity (α)** : nombre de taxons observés (~richesse spécifique) ;
- **Beta diversity (β)** : valeur représentative de **l'hétérogénéité** d'un assemblage (plus un assemblage varie d'un quadrat à l'autre, plus la note du site est élevée).

La **composante SL** est similaire à l'approche utilisée dans l'évaluation des assemblages infralittoraux avec l'indice CARLIT (Ballesteros et al., 2007) : une **valeur de sensibilité** est affectée à chaque **taxon / groupe** principal par **classe d'abondance** (l'abondance pouvant varier en fonction du niveau de pression). La valeur de SL est définie comme la **somme des valeurs de sensibilité** pour chaque taxon / groupe observé en fonction de sa classe d'abondance. Le tableau suivant donne les **valeurs de sensibilité** par **taxon / groupe** et par **abondance relative** :

TABLEAU 13 : NIVEAU DE SENSIBILITE POUR LES PRINCIPAUX TAXONS / GROUPES EN FONCTION DE LEUR ABONDANCE RELATIVE (CECCHI ET AL., 2014)

Taxa/group	Mean per cent cover	SL			
<i>Halimeda tuna</i>	>5	6	<i>Halimeda tuna</i>	0-0.01	1
<i>Halimeda tuna</i>	2.5-5	5	Flattened Rhodophyta with cortication	0-0.01	1
Flattened Rhodophyta with cortication	>0.1	5	Erect corticated terete algae	0-0.05	1
Erect corticated terete algae	>1	5	<i>Palmophyllum crassum</i>	0-0.05	1
<i>Halimeda tuna</i>	1-2.5	4	<i>Flabellia petiolata</i>	0-10	1
Flattened Rhodophyta with cortication	0.05-0.1	4	<i>Zanardinia typus</i>	0-0.05	1
Erect corticated terete algae	0.5-1	4	<i>Peyssonnelia</i> spp.	0-10	1
<i>Palmophyllum crassum</i>	>0.2	4	Encrusting Corallinales	>0	1
<i>Halimeda tuna</i>	0.1-1	3	Algal turf (Filamentous uniseriate or pluriseriate algae)	10-20	-1
Flattened Rhodophyta with cortication	0.02-0.05	3	Introduced species (<i>Caulerpa racemosa</i>)	0.01-0.05	-1
Erect corticated terete algae	0.1-0.5	3	<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	0.1-0.5	-1
<i>Palmophyllum crassum</i>	0.1-0.2	3	Algal turf (Filamentous uniseriate or pluriseriate algae)	20-40	-2
<i>Zanardinia typus</i>	>1	3	Introduced species (<i>Caulerpa racemosa</i>)	0.05-0.2	-2
<i>Halimeda tuna</i>	0.01-0.1	2	<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	0.5-1	-2
Flattened Rhodophyta with cortication	0.01-0.02	2	Algal turf (Filamentous uniseriate or pluriseriate algae)	40-60	-3
Erect corticated terete algae	0.05-0.1	2	Introduced species (<i>Caulerpa racemosa</i>)	>0.2	-3
<i>Palmophyllum crassum</i>	0.05-0.1	2	<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	>1	-3
<i>Flabellia petiolata</i>	>10	2	Algal turf (Filamentous uniseriate or pluriseriate algae)	>60	-4
<i>Zanardinia typus</i>	0.05-1	2			
<i>Peyssonnelia</i> spp.	>10	2			

NB : *Pseudochlorodesmis furcellata* n'a pas été comptée car appartient aux algues filamenteuses vertes, déjà comptabilisées dans « Turf ».

La **composante α** est définie comme le **nombre moyen** de principaux taxons / groupes observés sur les quadrats photographiques.

La **composante β** est définie comme la **distance moyenne** des quadrats photographiques au **centroïde du groupe** de quadrats dans une **analyse PERMDISP** (réalisée avec la fonction « betadisper » du package « vegan » sous R (R Core Team, 2020)).

Pour chaque composante, un **Ecological Quality Ratio (EQR)** est calculé en divisant par la valeur obtenue pour un **site de référence** : Montecristo dans la publication. N'ayant pas accès aux valeurs des trois composantes pour ce site, nous avons **standardisé par le maximum observé par région** pour chaque composante, à la manière du CAI (Deter et al., 2012). Enfin, l'indice ESCA est calculé de la manière suivante :

$$ESCA = \frac{EQR_{SL} + EQR_{\alpha} + EQR_{\beta}}{3}$$

Puis l'**état écologique** est évalué à partir de la grille de correspondance suivante :

TABLEAU 14 : CORRESPONDANCE ENTRE INDICE ESCA ET ETAT ECOLOGIQUE

Valeur	Etat écologique
ESCA < 0.35	Mauvais
0.36 ≤ ESCA < 0.50	Faible
0.51 ≤ ESCA < 0.65	Moyen
0.66 ≤ ESCA < 0.80	Bon
ESCA ≥ 0.81	Excellent

Nous avons ainsi calculé l'**indice ESCA** sur l'ensemble des **606 stations RECOR** étudiées entre 2010 et 2023. La figure suivante montre l'**histogramme** des valeurs de **ESCA** :

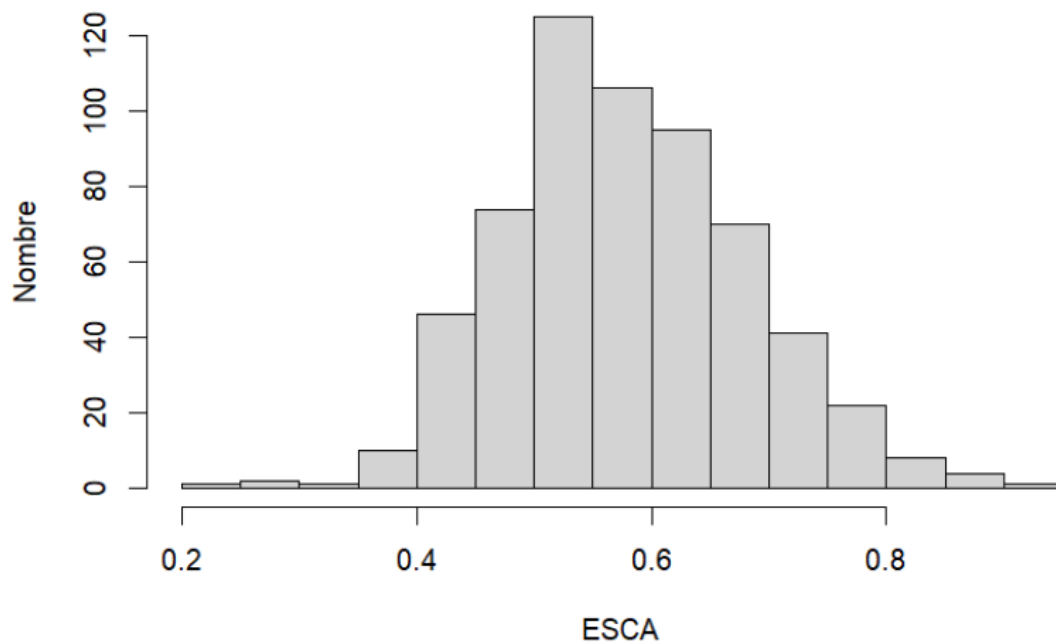


FIGURE 81 : HISTOGRAMME DES VALEURS DE ESCA POUR LES 606 STATIONS RECOR ENTRE 2010 ET 2023

D'après l'indicateur ESCA, sur les 606 valeurs calculées pour les 238 stations suivies entre 2010 et 2023 :

- 2 sont en **mauvais** état écologique ;
- 26 sont en état écologique **faible** ;
- 352 sont en état écologique **moyen** ;
- 209 sont en **bon** état écologique ;
- 17 sont en état écologique **excellent**.

La figure suivante montre l'évolution des valeurs de ESCA pour les stations en Méditerranée française :

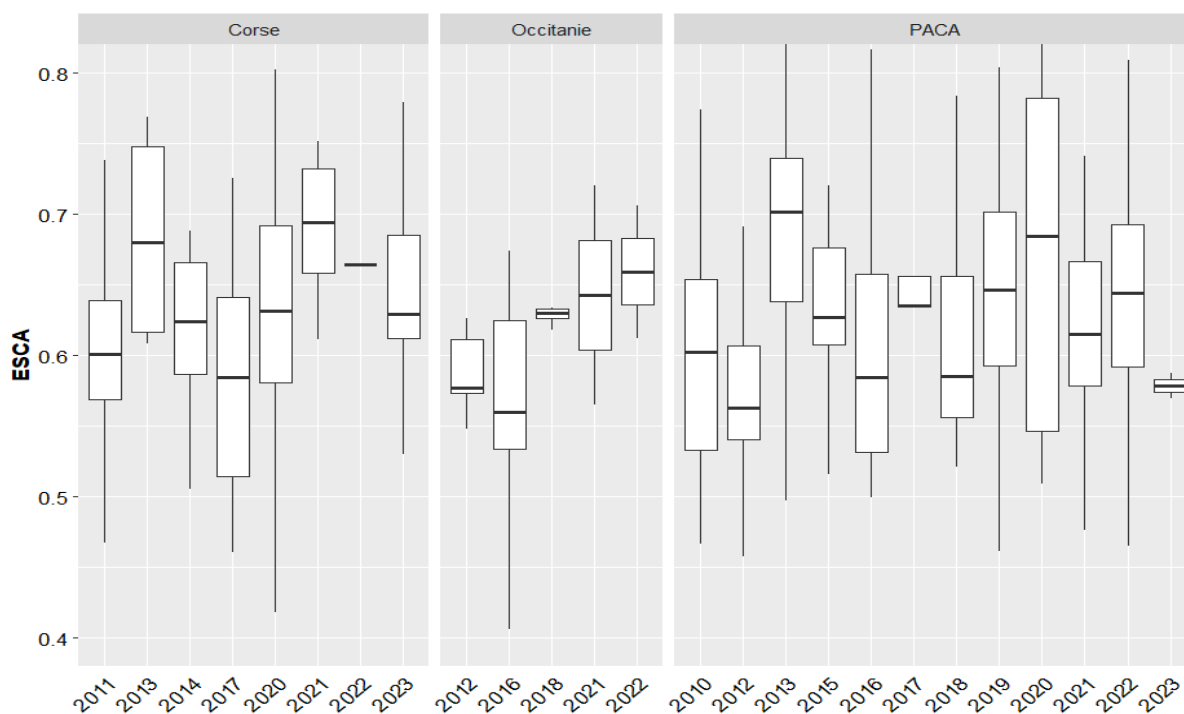


FIGURE 82 : EVOLUTION DU ESCA AU COURS DU TEMPS POUR LES STATIONS EN MEDITERRANEE FRANÇAISE

III.C.5. MACS : Mesophotic Assemblages Conservation Status

L'indice **MACS** (Mesophotic Assemblages Conservation Status) a été développé par Enrichetti et al. (2019) afin d'évaluer et de suivre **l'état écologique des récifs mésophotiques tempérés**. Il est calculé à partir des observations réalisées sur des **transects vidéo ROV** correspondant à **100 m² échantillonnés** (200 x 0.5 m) et se subdivise en deux sous-indices :

- **Index of status (Is)** = moyenne de **6 composantes** concernant la **biodiversité** ;
- **Index of impact (Ii)** = moyenne de **6 composantes** concernant les **pressions** (voir schéma conceptuel figure suivante).

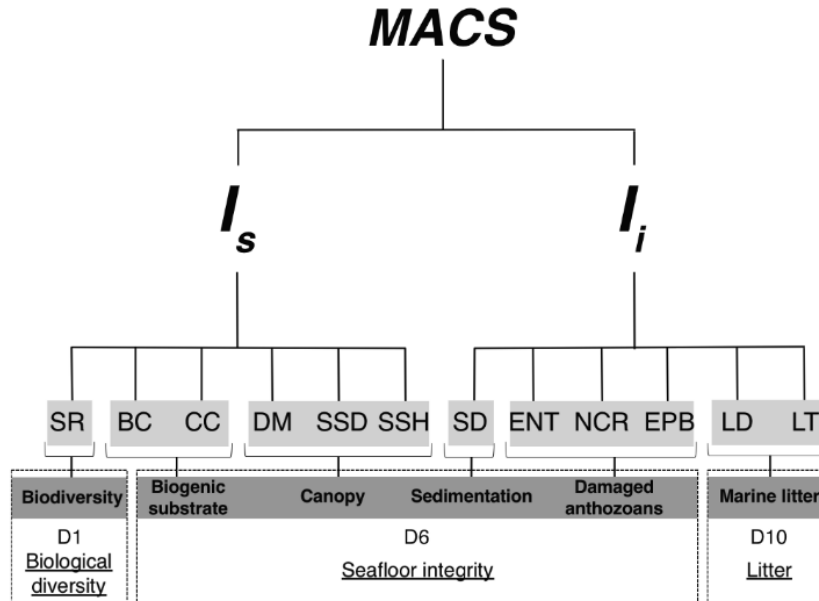


FIGURE 83 : SCHEMA CONCEPTUEL DE L'INDICE MACS (ENRICHETTI, 2019)

Les 12 composantes qui permettent de calculer I_s et I_i sont les suivantes :

- **SR = Species Richness** = nombre d'espèces observées ;
- **BC = Basal living Cover** = pourcentage de recouvrement par des organismes encroûtants et de tailles intermédiaires (< 10 cm) ;
- **CC = Coralline algae Cover** = pourcentage des corallines encroûtantes parmi les organismes encroûtants ;
- **DM = Dominance of structuring species** = nombre d'espèces structurantes observées parmi la liste de 13 espèces détaillée en tableau 3 de l'article d'Enrichetti (2019) ;
- **SSD = Structuring Species Density** = densité d'espèces structurantes parmi la liste de 13 espèces ;
- **SSH = mean Structuring Species Height** = hauteur moyenne des espèces structurantes observées ;
- **SD = Sedimentation** = pourcentage d'observations couvertes par du sédiment ;
- **ENT = Percentage of entangled species** = pourcentage d'espèces prises dans des macrodéchets et filets ;
- **NCR = Percentage of necrotic colonies** = pourcentage de colonies présentant des nécroses ;
- **EPB = Percentage of epibionted species** = pourcentage de colonies présentant des épibiontes ;
- **LD = Litter Density** = densité de macrodéchets ;
- **LT = Litter Typology** = typologie de déchets

Le tableau suivant donne le détail du **score** attribué à chaque composante **en fonction de sa valeur** :

TABLEAU 15 : DETAIL DES SCORES PAR COMPOSANTE (EN ROUGE LES COMPOSANTES NE POUVANT ETRE CALCULEES A PARTIR DE LA BASE DE DONNEES RECOR COMPTE TENU DU PROTOCOLE ACTUEL)

	Nom	Unité	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3
Is	SR	Nb	SR = 0	SR ≤ 20	20 < SR ≤ 40	SR > 40
	BC	%	BC = 0	BC ≤ 30	30 < BC ≤ 60	BC > 60
	CC	%	CC = 0	CC ≤ 30	30 < CC ≤ 60	CC > 60
	DM	Nb	DM = 0	DM = 1	DM = 2	DM ≥ 3
	<i>SSD</i>	<i>Nb / m²</i>	<i>SSD ≤ 0.5</i>	<i>0.5 < SSD ≤ 2</i>	<i>2 < SSD ≤ 5</i>	<i>SSD > 5</i>
	<i>SSH</i>	<i>m</i>	<i>Score spécifique à chaque espèce</i>			
Ii	SD	%	SD = 0	SD ≤ 30	30 < SD ≤ 60	SD > 60
	<i>ENT</i>	<i>%</i>	<i>ENT = 0</i>	<i>ENT ≤ 20</i>	<i>20 < ENT ≤ 40</i>	<i>ENT > 40</i>
	NCR	%	NCR = 0	NCR ≤ 20	20 < NCR ≤ 40	NCR > 40
	<i>EPB</i>	<i>%</i>	<i>EPB = 0</i>	<i>EPB ≤ 20</i>	<i>20 < EPB ≤ 40</i>	<i>EPB > 40</i>
	LD	Nb / m ²				
	<i>LT</i>	<i>Type</i>	<i>Absence</i>	<i>Présence de macrodéchets</i>	<i>Présence de filets fantômes</i>	<i>Présence de filets fantômes + macrodéchets</i>

NB : compte tenu d'imprécisions dans la publication d'Enrichetti (2019), les seuils concernant la composante CC ont été déterminés par homologie avec BC et SD. Le pourcentage de colonies affectées de nécroses a été assimilé au pourcentage d'observations de nécroses RECOR. NCR a été assimilé à l'abondance relative de nécroses.

Le score de chaque composante est ensuite **divisé par 3 et multiplié par 100** pour avoir un **EQR** (Ecological Quality Ratio). Les EQR de chaque composante sont ensuite combinés en faisant la **moyenne** :

$$Is = (EQR_{SR} + EQR_{BC} + EQR_{CC} + EQR_{DM} + EQR_{SSD} + EQR_{SSH}) / 6$$

$$Ii = (EQR_{SD} + EQR_{ENT} + EQR_{NCR} + EQR_{EPB} + EQR_{LD} + EQR_{LT}) / 6$$

Nous avons ainsi calculé les deux indices Is et Ii comme étant la **moyenne des EQR des composantes** que nous avons pu étudier (SR, BC, CC et DM pour Is et SD, NCR et LD pour Ii), puis l'indice MACS final est calculé comme suit :

$$MACS = (Is + 100 - Ii) / 2$$

Le tableau suivant fournit les équivalences entre valeur de l'indice MACS et l'état écologique :

TABLEAU 16 : CORRESPONDANCE ENTRE INDICE MACS ET ETAT ECOLOGIQUE

Index of Status (I _s)	Index of Impact (I _i)	MACS
≤ 35 = Bad	≤ 35 = Very low	≤ 35 = Bad
36–45 = Poor	36–45 = Low	36–45 = Poor
46–55 = Moderate	46–55 = Moderate	46–55 = Moderate
56–65 = Good	56–65 = High	56–65 = Good
≥ 66 = High	≥ 66 = Very high	≥ 66 = High

Nous avons ainsi calculé l'**indice MACS** sur l'ensemble des **606 stations RECOR** étudiées entre 2010 et 2023. La figure suivante montre l'**histogramme** des valeurs de MACS :

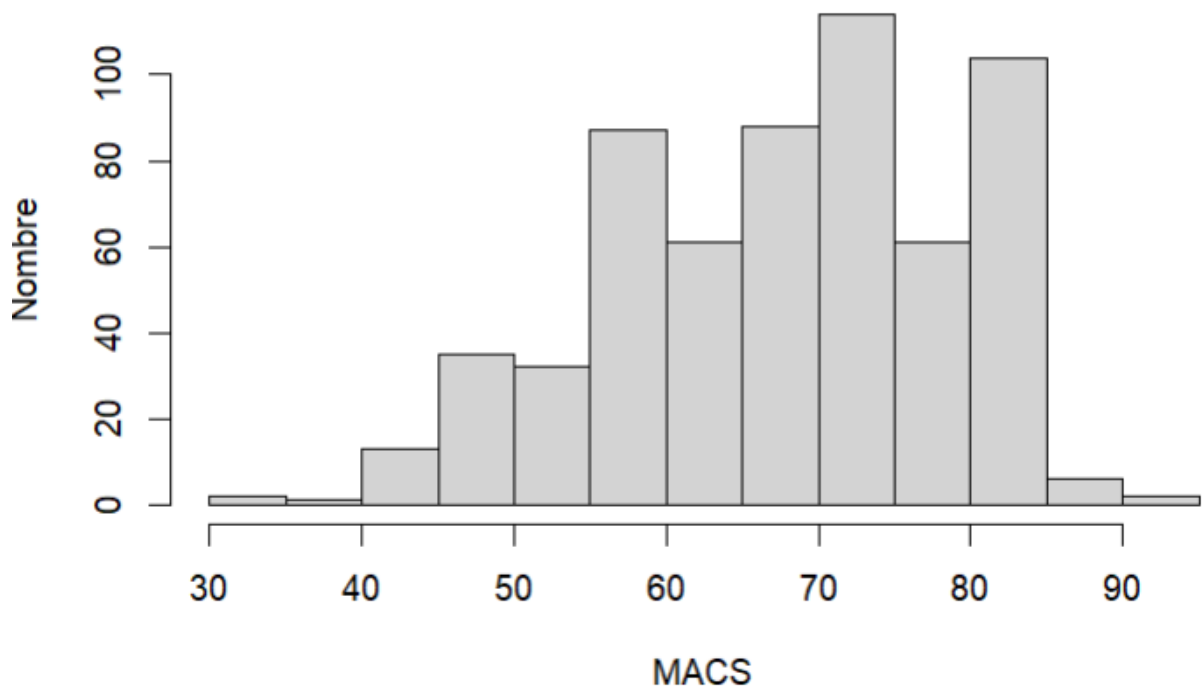


FIGURE 84 : HISTOGRAMME DES VALEURS DE MACS POUR LES 606 STATIONS RECOR ENTRE 2010 ET 2023

NB : l'indice MACS est normalement calculé sur la base de **transects vidéo de 200 m de long x 0.5 m de large, soit 100 m² échantillonnés**. Les données de la base RECOR correspondent pour chaque station à **30 quadrats de 0.5 x 0.5 m², soit 7,5 m² échantillonnés**.

D'après l'indicateur MACS, sur les 606 valeurs calculées pour les 238 stations suivies entre 2010 et 2023 :

- 2 sont en **mauvais** état écologique ;
- 14 sont en état écologique **faible** ;
- 67 sont en état écologique **moyen** ;
- 148 sont en **bon** état écologique ;
- 375 sont en état écologique **excellent**.

La figure suivante montre l'**évolution des valeurs de MACS** pour les stations en Méditerranée française :

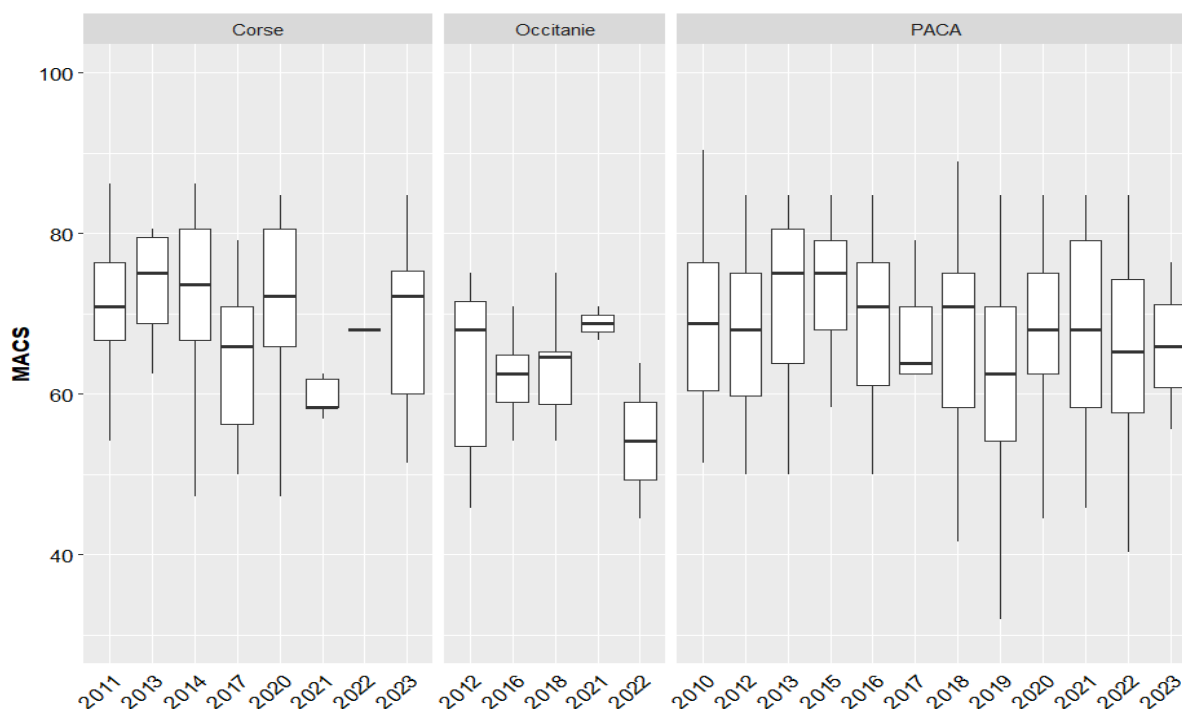


FIGURE 85 : EVOLUTION DU MACS AU COURS DU TEMPS POUR LES STATIONS EN MEDITERRANEE FRANÇAISE

III.C.6. COARSE : COralligenous Assessment by ReefScape Estimate

L'indice **COARSE** (COralligenous Assessment by ReefScape Estimate) a été développé par Gatti et al. (2015) afin de **caractériser l'intégrité** des **structures coralligènes** stratifiées en **trois couches** : basse, intermédiaire et haute. Il est calculé à partir d'observations réalisées sur **trois réplicats de 1,5 m²** chacun, soit **4,5 m² échantillonnés**. Pour chaque réplica, les indicateurs suivants (notes de 0 à 3) sont calculés pour chaque strate :

- **Strate basse (< 1 cm) :**
 1. **Percent cover of Benthic Categories (BC)** = qualité de la strate basse basée sur le pourcentage de couverture de :
 - **Turf/Sed : Strate gazonnante** (FILR, FILG, FILB, WOSE) + **sédiments** (S, D, R) ;
 - **NCEA/AN : algues encroûtantes non-calcifiantes** (*Faucheia repens*, *Halymenia latifolia*, *Kallymenia patens*) + **animaux encroûtants** (sclérectiniaires, foraminifères, vers sédentaires et bryozoaires encroûtants) ;
 - **ECR** : rhodophytes encroûtants calcifiants (= algues rouges encroûtantes) ;
 - **Score = 1 x Turf/Sed + 2 x NCEA/AN + 3 x ECR**
 2. **Epaisseur de la couche calcaire :**
 - 1 si pénétration nulle (pas de bioconstruction active) ;
 - 2 si pénétration > 1cm (bioconstruction non consolidée) ;
 - 3 si pénétration < 1cm (bioconstruction active avec une couche calcaire compacte) ;

3. Marques d'espèces qui creusent le coralligène (ex : bivalves) :

- 1 si fréquentes ;
- 2 si rares ;
- 3 si absentes ;

• **Strate intermédiaire (1 – 10 cm) :**

1. Richesse spécifique (SR) : nombre d'espèces observées dans la strate intermédiaire :

- 1 si $SR < 5$;
- 2 si $5 \leq SR \leq 8$;
- 3 si $SR > 8$;

2. Organismes calcifiants érigés (ECO) : nombre d'espèces d'ECO observées :

- 1 si $ECO \leq 1$;
- 2 si $1 < ECO \leq 3$;
- 3 si $ECO > 3$;

3. Sensibilité des bryozoaires présents :

- 0 si aucun bryzoaire sensible parmi les espèces ci-dessous ;
- 1 si présence de *Myriapora truncata* ;
- 2 si présence de *Pentapora fascialis* et / ou *Adeonella calveti* ;
- 3 si présence de *Smittina cervicornis* et / ou *Reteporella grimaldii* ;

• **Strate haute (> 10 cm) :**

1. Pourcentage de couverture par les espèces érigées :

- 1 si couverture $< 5\%$;
- 2 si $5\% \leq$ couverture $\leq 25\%$;
- 3 si couverture $> 25\%$;

2. Hauteur maximale des individus (individu le plus grand retenu pour chaque espèce) :

- 1 si hauteur $< 0.3 \times$ LMH (Literature Maximum Height) ;
- 2 si $0.3 \times$ LMH \leq hauteur $\leq 0.6 \times$ LMH ;
- 3 si hauteur $> 0.6 \times$ LMH ;
- Score = valeur moyenne toutes espèces confondues ;

3. Nécroses de la strate haute (N) :

- 1 si $N > 75\%$;

- 2 si $10 \% \leq N \leq 75 \%$;
- 3 si $N < 10 \%$.

Pour chaque strate, l'**indice de qualité** est ensuite calculé avec la formule suivante :

$$Q_{strate} = \prod_{i=1}^n Score_i \times k^{(1-n)}$$

Avec $k = 3$ (valeur maximale pour chaque score) et n le nombre de scores différents (chaque score correspondant à la moyenne des scores mesurés sur les 3 réplicats).

Finalement, l'**indicateur COARSE** est calculé de la manière suivante :

$$COARSE = \frac{3}{\left(\frac{1}{Q_{Basse}} + \frac{1}{Q_{Intermédiaire}} + \frac{1}{Q_{Haute}}\right)}$$

Pour les **indices de qualité** par strate comme pour l'**indicateur COARSE**, l'**état écologique** peut être interprété à partir de la grille suivante (Gatti et al., 2015) :

TABLEAU 17 : CORRESPONDANCE ENTRE INDICE COARSE ET ETAT ECOLOGIQUE

Valeur	Etat écologique
$COARSE \leq 1$	Mauvais
$1 < COARSE \leq 2$	Moyen
$COARSE > 2$	Bon

Compte tenu de la **nature** de la base de données **RECOR**, nous avons **adapté le calcul** de la manière suivante :

- Nous avons séparé les **30 quadrats en 3 lots de 10** afin d'avoir **3 réplicas** correspondant à $\sim 2.5 \text{ m}^2$ chacun ($10 \times 0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$) ;
- Strate basse : seul le score de qualité de la strate basse basée sur le pourcentage de recouvrement de certaines espèces a pu être calculé ;
- Strate haute : seul le score de couverture par la strate haute a pu être calculé.

Nous avons ainsi calculé l'**indice COARSE** sur l'ensemble des **606 stations RECOR** étudiées entre 2010 et 2023. La figure suivante montre l'**histogramme** des valeurs de COARSE :

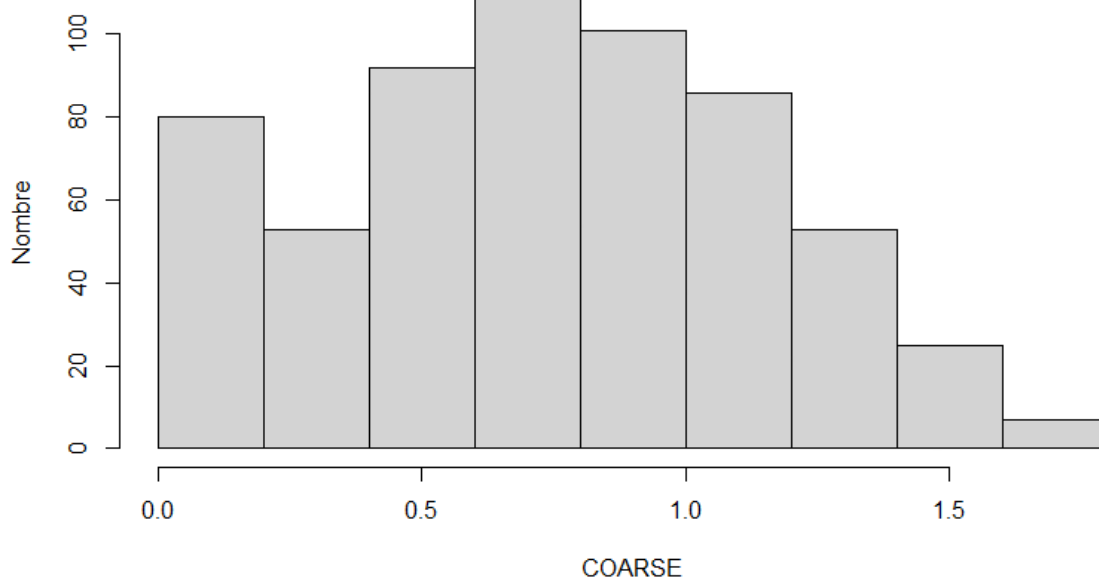


FIGURE 86 : HISTOGRAMME DES VALEURS DE COARSE POUR LES 606 STATIONS RECOR ENTRE 2010 ET 2023

D'après l'indicateur COARSE, sur les 606 valeurs calculées pour les 238 stations suivies entre 2010 et 2023 :

- **435** sont en **mauvais** état écologique ;
- **171** sont en état écologique **moyen** ;
- **0** sont en bon état écologique.

La figure suivante montre l'évolution des valeurs de COARSE pour les stations en Méditerranée française :

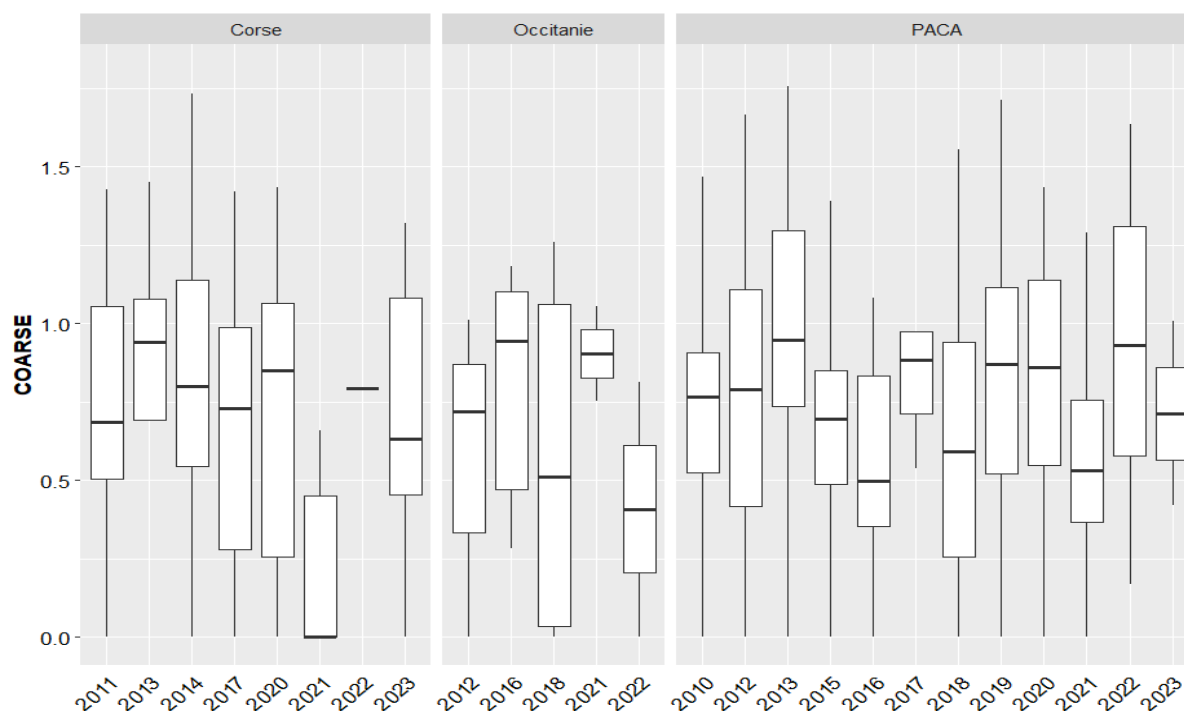


FIGURE 87 : EVOLUTION DU COARSE AU COURS DU TEMPS POUR LES STATIONS EN MEDITERRANEE FRANÇAISE

III.C.7. ISLA : Integrated Sensitivity Level of coralligenous Assemblages

L'indice ISLA (Integrated Sensitivity Level of coralligenous Assemblages) a été développé par Montefalcone et al. (2017) afin de caractériser le niveau de sensibilité des assemblages coralligènes. Il est calculé à partir d'observations réalisées sur 30 photos de 0,2 m² chacune, soit 6 m² échantillonnés. Le pourcentage de recouvrement de 51 taxons / groupes est calculé sur l'ensemble des images (voir tableau suivant) :

TABEAU 18 : TAXONS / GROUPES ÉTUDIÉS POUR L'INDICE ISLA (DSL = DISTURBANCE SENSITIVITY LEVEL ; SSL = STRESS SENSITIVITY LEVEL ; ISL = INTEGRATED SENSITIVITY LEVEL)

Taxa/groups	DSL	SSL	ISL			
Alien species (e.g. <i>Caulerpa cylindracea</i> , <i>Womersleyella setacea</i>)	na	na	-1	Azooxantellate solitary scleractinians (e.g. <i>Leptopsammia pruvoti</i>)	15	4 5
Algal turf	6	0	0	Bivalve molluscs	15	5 5
Small hydroids	7	1	0	Large serpulids (e.g. <i>Protula tubularia</i> , <i>Serpula vermicularis</i>)	14	5 5
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	8	1	1	<i>Salmacina-Filograna</i> complex	13	6 5
Siphonous with vesicle-like thallus (<i>Valonia</i> spp., <i>Codium</i> spp.)	8	2	1	Ramified bryozoans (e.g. <i>Caberea boryi</i> , <i>Cellaria fistulosa</i>)	14	5 5
Encrusting sponges	8	3	1	Fucales (e.g. <i>Sargassum</i> spp., <i>Cystoseira</i> spp.)	10	11 6
Dyctiotaes	8	3	2	Arborescent and massive sponges (e.g. <i>Axinella polypoides</i> , <i>Sarcotragus foetidus</i>)	16	6 6
Encrusting Corallinales	8	4	2	Actinians	15	7 6
Encrusting Ochrophyta (e.g. <i>Zanardinia typus</i>)	6	6	2	<i>Eumicella cavolini</i>	16	7 6
<i>Peyssonnelia</i> spp.	8	4	2	Azooxantellate colonial scleractinians (e.g. <i>Phyllangia americana mouchezi</i>)	16	5 6
Perforating sponges (e.g. <i>Cliona</i> spp.)	9	2	2	Vermetids	16	5 6
Large hydroids (e.g. <i>Eudendrium</i> spp.)	11	1	2	Erect ascidians	15	7 6
Encrusting bryozoans	11	2	2	<i>Alcyonium acaule</i>	16	8 7
Encrusting ascidians (also epibiontic)	10	2	2	<i>Alcyonium coralloides</i>	16	9 7
Erect corticated Ochrophyta (e.g. <i>Nereia filiformis</i> , <i>Sporochmus pedunculatus</i>)	9	6	3	<i>Corallium rubrum</i>	17	8 7
<i>Flabellia petiolata</i>	8	6	3	<i>Eumicella verrucosa</i>	16	7 7
<i>Palmophyllum crassum</i>	7	8	3	<i>Paramuricea clavata</i>	16	8 7
Erect corticated Rhodophyta (e.g. <i>Botryocladia</i> spp., <i>Osmundea pelagosae</i>)	9	9	4	Zooxantellate individual scleractinians (e.g. <i>Balanophyllia europaea</i>)	15	9 7
Macroforaminifera (e.g. <i>Miniacina miniacea</i>)	11	6	4	<i>Myriapora truncata</i>	17	6 7
Sponges prostrate (e.g. <i>Chondrosia reniformis</i> , <i>Petrosia ficiformis</i>)	12	4	4	<i>Pentapora fascialis</i>	17	8 7
<i>Parazoanthus axinellae</i>	12	4	4	<i>Savalia savaglia</i>	16	11 8
Stolonifera (e.g. <i>Cornularia cornucopiae</i>)	12	6	4	Zooxantellate colonial scleractinians (e.g. <i>Cladocora caespitosa</i>)	17	9 8
Flattened Rhodophyta with cortication (<i>Kallymenia</i> spp., <i>Acrodiscus vidovichii</i>)	9	10	5	<i>Eumicella singularis</i>	16	12 9
<i>Halimeda tuna</i>	9	10	5	<i>Aedonella calveti</i> , <i>Reteporella grimaldii</i> , <i>Smittina cervicornis</i> , <i>Turbicellepora avicularis</i>	17	12 9
Laminariales (e.g. <i>Phyllariopsis brevipes</i>)	10	10	5			
Bushy sponges (e.g. <i>Axinella damicornis</i> , <i>Acanthella acuta</i>)	13	7	5			
<i>Leptogorgia sarmentosa</i>	16	4	5			

Pour chaque taxon / groupe, les auteurs ont calculé un score de **sensibilité aux perturbations environnementales** (DSL = Disturbance Sensitivity Level) entre 6 et 18 (sur la base de **6 traits d'histoire** de vie notés chacun de 1 à 3 selon le niveau de sensibilité correspondant), et un score de **sensibilité au stress** (SSL = Stress Sensitivity Level) entre 0 et 12 défini par des experts. Le **score DSL** reflète la **susceptibilité des organismes** à être **physiquement affectés ou tués** par une exposition à certains facteurs externes (impacts mécaniques, anomalies thermiques...), et le **score SSL** fait référence à la **capacité d'un organisme à tolérer** et éventuellement à **s'adapter** à un **environnement dégradé** (pollution, turbidité...). Ces deux approches étant très proches, ils ont **intégré ces deux scores** en un seul, l'**Integrated Sensitivity Level** (ISL) calculé de la manière suivante :

$$ISL = \sqrt{DSL^2 + SSL^2}$$

Avec **DSL** et **SSL** au préalable standardisés entre 0 et 1 ; ISL prend ses valeurs entre 0 et $\sqrt{2}$, mais est ensuite étendu pour prendre ses valeurs entre 0 et 9 (voir tableau précédent). La valeur de -1 est attribuée aux espèces envahissantes car elles sont nuisibles au reste de l'assemblage.

Pour calculer l'indicateur **ISLA**, les **pourcentages de recouvrement** de chaque **taxon / groupe** sont mesurés sur les images et classés en **8 classes d'abondance** :

1. % < 0.01 ;
2. $0.01 \leq \% < 0.1$;
3. $0.1 \leq \% < 1$;
4. $1 \leq \% < 5$;
5. $5 \leq \% < 25$;
6. $25 \leq \% < 50$;
7. $50 \leq \% < 75$;
8. $75 \leq \% < 100$.

L'ISLA est ensuite calculé de la manière suivante :

$$ISLA = \sum_t Classe\ abondance_t \times ISL_t$$

Avec t le taxon / groupe parmi la liste du tableau précédent.

La valeur de l'indicateur est ensuite **normalisée** (pour obtenir un EQR = Ecological Quality Ratio) en divisant par la **valeur obtenue pour le site de référence de Montecristo en 1961** (441), considéré comme le plus vierge (« pristine ») des assemblages coralligènes dans la région de l'étude. L'**état écologique** peut être interprété à partir de la grille suivante (Gatti et al., 2015) :

TABEAU 19 : CORRESPONDANCE ENTRE INDICE ISLA ET ETAT ECOLOGIQUE

Valeur	Etat écologique
ISLA < 0.2	Mauvais
$0.2 \leq ISLA < 0.4$	Faible
$0.4 \leq ISLA < 0.6$	Moyen
$0.6 \leq ISLA < 0.8$	Bon
ISLA ≥ 0.8	Excellent

Nous avons ainsi calculé l'indice ISLA sur l'ensemble des **606 stations RECOR** étudiées entre 2010 et 2023. La figure suivante montre l'**histogramme** des valeurs de ISLA :

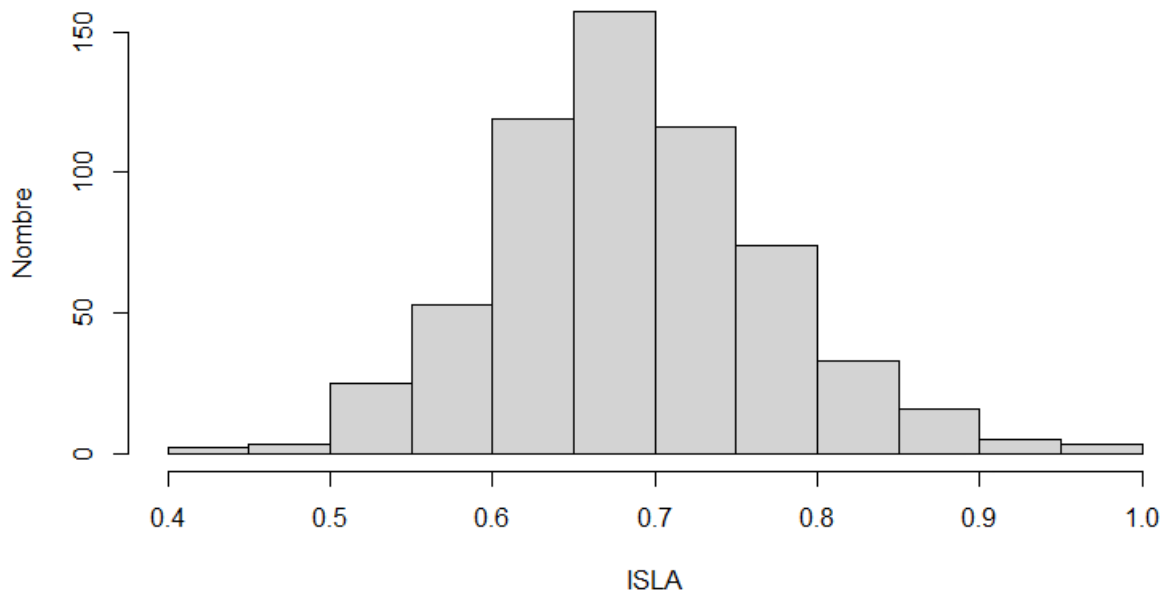


FIGURE 88 : HISTOGRAMME DES VALEURS D'ISLA POUR LES 606 STATIONS RECOR ENTRE 2010 ET 2023

D'après l'indicateur ISLA, sur les 606 valeurs calculées pour les 238 stations suivies entre 2010 et 2023 :

- 0 sont en **mauvais** état écologique ;
- 0 sont en état écologique **faible** ;
- 83 sont en état écologique **moyen** ;
- 466 sont en **bon** état écologique ;
- 57 sont en **très bon** état écologique.

La figure suivante montre l'**évolution des valeurs de ISLA** pour les stations en Méditerranée française :

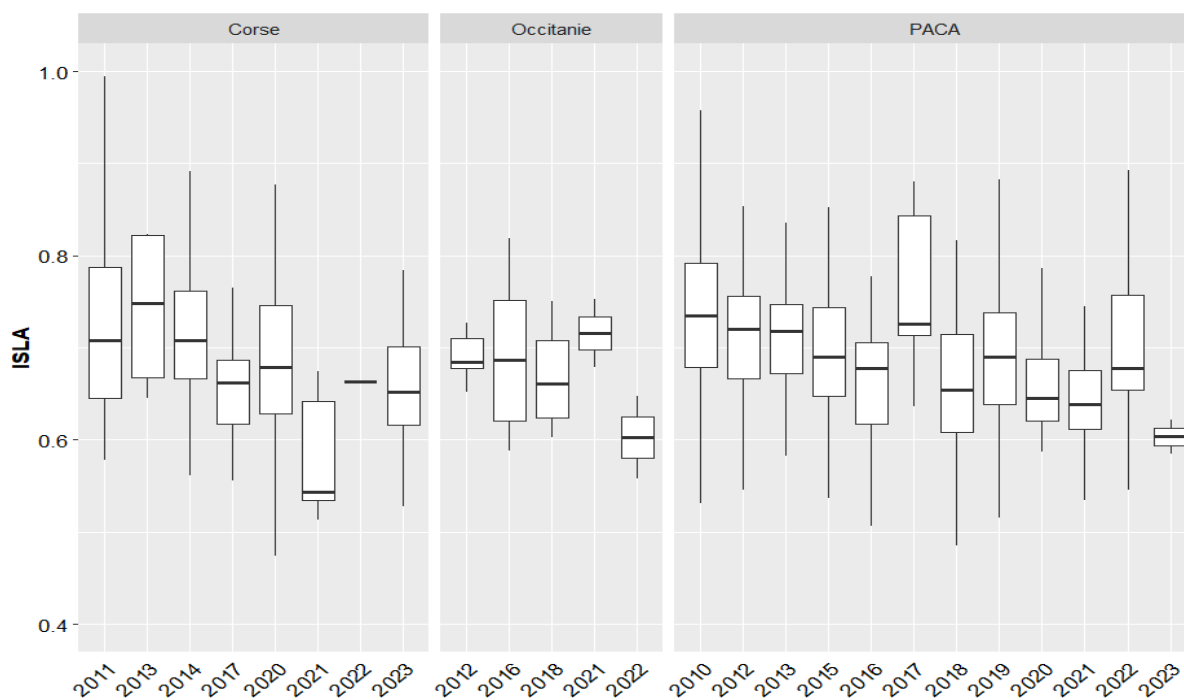


FIGURE 89 : EVOLUTION DU ISLA AU COURS DU TEMPS POUR LES STATIONS EN MEDITERRANEE FRANÇAISE

III.C.8. 3D C-index : index of the coralligenous structural complexity

L'indice **3D C-index** a été développé par Valisano et al. (2019) afin de **caractériser l'intégrité physique** en se basant sur le niveau de **complexité structurale des assemblages**. Il est calculé à partir d'observations réalisées sur des **transects vidéo de 10 x 1 m**. Le **pourcentage de recouvrement de 28 taxons phytobenthiques et 97 taxons zoobenthiques** est calculé sur des images fixes extraites des transects vidéo, en les **regroupant en plusieurs catégories** :

- Substrat nu (NS) ;
- Algues corallines non encroûtantes (nCCA) ;
- Algues corallines encroûtantes (CCA) ;
- Faune encroûtante (EPI I) ;
- Faune épibenthique massive (EPI II) ;
- Faune épibenthique branchue (EPI III).

Le **pourcentage de recouvrement** de chaque catégorie est mesuré, et divisé ensuite en **6 classes** :

- % = 0 => **score = 0** ;
- % < 0.2 => **score = 1** ;
- $0.2 \leq \% < 0.4$ => **score = 2** ;

- $0.4 \leq \% < 0.6 \Rightarrow \text{score} = 3$;
- $0.6 \leq \% < 0.8 \Rightarrow \text{score} = 4$;
- $0.8 \leq \% < 1 \Rightarrow \text{score} = 5$.

Puis l'indice 3D C-index est calculé de la manière suivante :

$$3D\ C - index = \sum_{i=0}^5 \frac{6^i \times d_i}{\sum_{i=0}^5 5 \times 6^i}$$

Avec d_i le score obtenu pour le descripteur i .

La publication ne fait **pas de lien entre l'indicateur 3D C-index et l'état écologique** de l'assemblage, donc il n'existe pas de table d'équivalence entre l'indicateur et l'état écologique.

Nous avons ainsi calculé l'**indice 3D C-index** sur l'ensemble des **606 stations RECOR** étudiées entre 2010 et 2023. La figure suivante montre l'**histogramme** des valeurs de **3D C-index** :

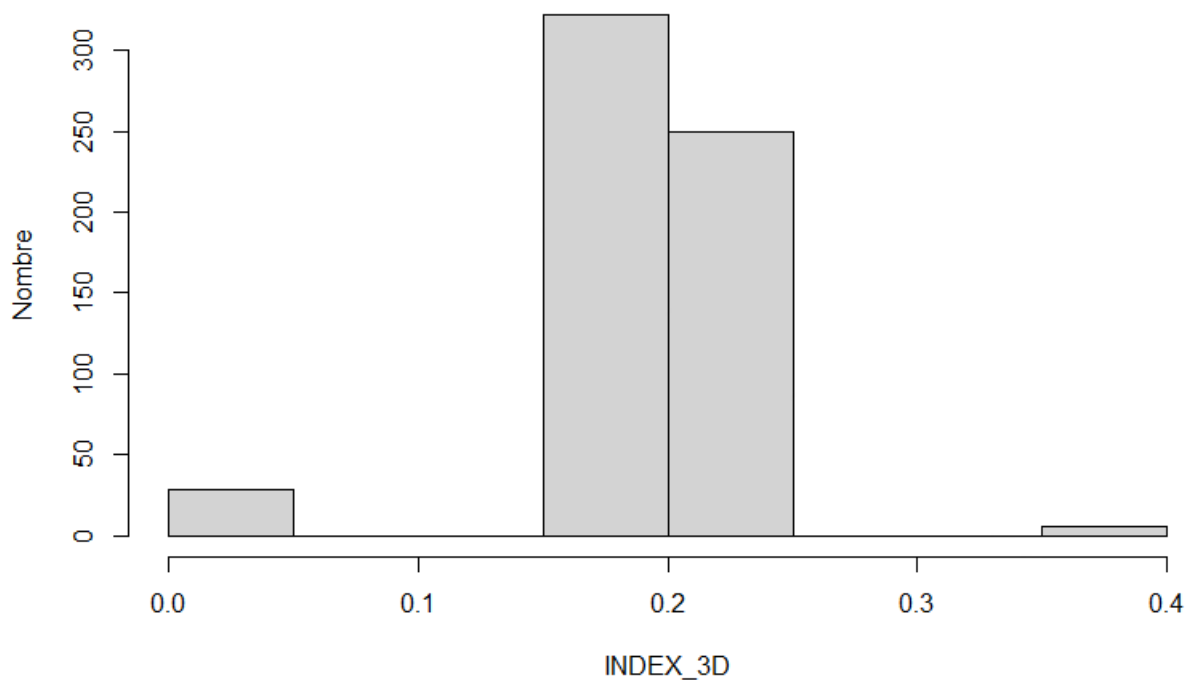


FIGURE 90 : HISTOGRAMME DES VALEURS DE 3D-C INDEX POUR LES 606 STATIONS RECOR ENTRE 2010 ET 2023

La figure suivante montre l'**évolution des valeurs de 3D-C** pour les stations en Méditerranée française :

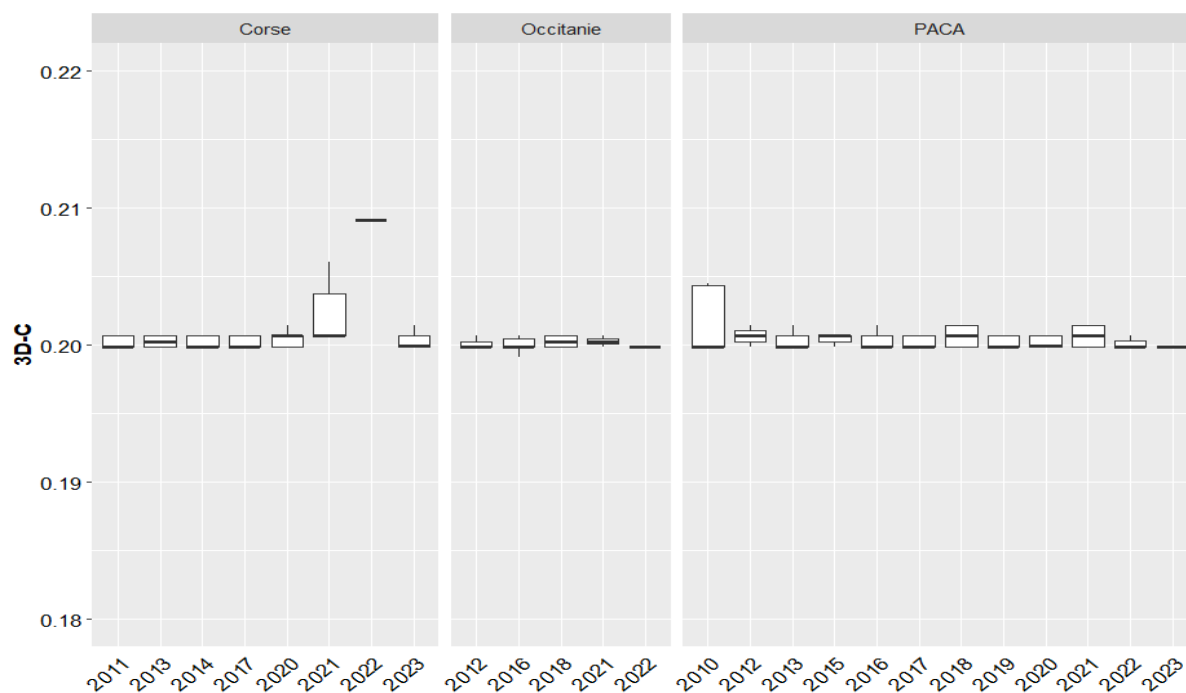


FIGURE 91 : EVOLUTION DU 3D-C AU COURS DU TEMPS POUR LES STATIONS EN MEDITERRANEE FRANÇAISE

III.C.9. CBQI : Coralligenous Bioconstruction Quality Index

L'indice **CBQI** (Coralligenous Bioconstruction Quality Index) a été développé par Ferrigno et al. (2017) afin de **caractériser l'état écologique des bioconstructions coralligènes**. Il est calculé à partir d'observations réalisées sur des **transects vidéo** faites par ROV. L'analyse de **20 images** extraites des vidéos permet de calculer le **pourcentage de recouvrement** de **32 groupes morphologiques** (voir tableau suivant), et l'analyse de **~200 images** permettent de quantifier la **pression de pêche** (présence de filets ou macrodéchets) et le taux de nécrose d'espèces érigées.

TABEAU 20 : GROUPES MORPHOLOGIQUES ANALYSES DANS LES IMAGES

Phylum	Morphological group	Phylum	Morphological group
Annelida	serpulids	Cnidaria	solitary madrepores
Arthropoda	crustacea	Cnidaria	tube anemones
Bryozoa	encrusting bryozoans	Echinodermata	sea cucumbers
Bryozoa	erect bryozoans	Echinodermata	sea stars
Chlorophyta	erect algae	Echinodermata	sea urchins
Chlorophyta	encrusting algae	Mollusca	encrusting bivalves
Chlorophyta	filamentous algae	Mollusca	gastropods
Chordata	colonial ascidians	Mollusca	nudibranchs
Chordata	solitary ascidians	Porifera	encrusting sponges
Chordata	fishes	Porifera	erect sponges
Cnidaria	actinias	Porifera	massive sponges
Cnidaria	colonial madrepores	Rhodophyta	crustose coralline algae
Cnidaria	corals	Rhodophyta	erect algae
Cnidaria	fan corals	Rhodophyta	filamentous algae
Cnidaria	hydroids		algal turf
Cnidaria	soft corals		other

A partir des **taux de recouvrement** mesurés sur les **20 images**, **trois notes de 0 à 2** sont attribuées concernant le pourcentage de recouvrement par le coralligène, le nombre de groupes morphologiques observés ainsi que la densité de gorgones. Ces trois **notes sont additionnées** en une **note entre 0 et 6** appelée « **Groupe A** ».

A partir des analyses des **~200 images** de pression de pêche, trois notes de 0 à 2 sont attribuées concernant le **taux de nécroses**, les **espèces érigées prises dans des filets** et les **engins de pêche**. Ces trois **notes sont additionnées** en une **note entre 0 et 6** appelée « **Groupe B** ».

Enfin, un troisième groupe prend en compte les **facteurs abiotiques**, et intègre **3 notes de 0 à 2** concernant la profondeur, la pente et le type de substrat. Ces trois **notes sont additionnées** en une **note entre 0 et 6** appelée « **Groupe C** ».

TABEAU 21 : ATTRIBUTION DES SCORES POUR CHAQUE CRITERE DE CHAQUE GROUPE POUR LE CALCUL DU CBQI

Group	Variable	Category	Score
A (coralligenous structuring)	coralligenous cover (%)	< 35	0
		35 < x < 70	1
		> 70	2
	morphological groups (n)	< 10	0
		10 < x < 15	1
		> 15	2
	fan corals density (n/m ²)	< 3	0
		3 < x < 9	1
		> 9	2
B (coralligenous stress)	necrosis/epibiosis (%)	> 10	0
		5 < x < 10	1
		< 5	2
	covered/entangled (%)	> 30	0
		10 < x < 30	1
		< 10	2
C (bottom abiotic factors)	depth (m)	> 30	0
		10 < x < 30	1
		< 10	2
	slope (degree)	> 75	0
		75 < x < 45	1
		< 45	2
substrate type	rocky cliff	0	
	boulders/debris	1	
	sand/mud	2	

Le **CBQI** est ensuite calculé de la manière suivante :

$$CBQI = \frac{Groupe_A \times 3 + Groupe_B \times 2 + Groupe_C \times 1}{3}$$

Il prend ses valeurs entre 0 et 12, avec un **état écologique** défini de la manière suivante :

TABLEAU 22 : CORRESPONDANCE ENTRE INDICE CBQI ET ETAT ECOLOGIQUE

Valeur	Etat écologique
$0 \leq \text{CBQI} \leq 3$	Mauvais
$4 \leq \text{CBQI} \leq 6$	Moyen
$7 \leq \text{CBQI} \leq 9$	Bon
$10 \leq \text{CBQI} \leq 12$	Optimal

La **base de données RECOR** n'ayant **pas toutes les données** nécessaires au calcul du CBQI *stricto sensu*, nous avons fait les **hypothèses / choix** suivant :

- **Couverture par le coralligène** = pourcentage de recouvrement par tout sauf du substrat meuble (sable, vase, détritique) ;
- **Densité de gorgones** : n'ayant pas le nombre de colonies par image mais uniquement le pourcentage de recouvrement, nous avons défini les bornes au **tiers** et **deux tiers** de la **valeur maximale observée** toutes stations confondues ;
- **Groupe B** : nous n'avons pu calculer aucun de ces scores ;
- **Groupe C** : seule la profondeur a pu être utilisée, n'ayant pas d'informations sur la pente ni le type de substrat dans la base de données RECOR.
- La formule du **CBQI** a été adaptée de la manière suivante afin de scorer entre 0 et 12 comme l'original :

$$\text{CBQI} = \frac{\text{Groupe}_A \times 3 + \text{Score}_{\text{Profondeur}} \times 1}{20} \times 12$$

Nous avons ainsi calculé l'**indice CBQI adapté** sur l'ensemble des **606 stations RECOR** étudiées entre 2010 et 2023. La figure suivante montre l'**histogramme** des valeurs de **CBQI adapté** :

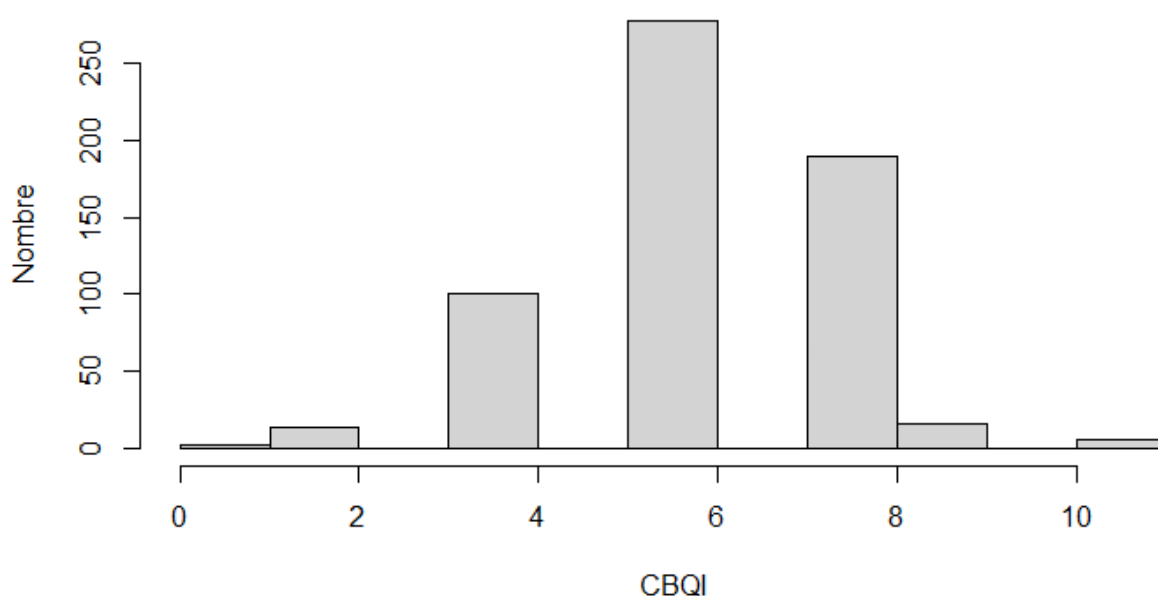


FIGURE 92 : HISTOGRAMME DES VALEURS DE CBQI ADAPTE POUR LES 606 STATIONS RECOR ENTRE 2010 ET 2023

D'après l'indicateur **CBQI**, sur les 606 valeurs calculées pour les 238 stations suivies entre 2010 et 2023 :

- **16** sont en **mauvais** état écologique ;
- **378** sont en état écologique **moyen** ;
- **190** sont en **bon** état écologique ;
- **22** sont en état écologique **optimal**.

III.C.10. STAR : STAndarDized coralligenous evaluation procedure

L'approche **STAR** (STAndarDized coralligenous evaluation procedure) a été conduite par Piazzi et al. (2018) afin d'utiliser des **indices pré-existants** de manière **standardisée** pour évaluer l'**état écologique des récifs coralligènes**. Dans leur publication, les auteurs ont fait une revue bibliographique des méthodes d'échantillonnage et d'analyse des données collectées afin de déterminer une **méthode standardisée** qui évalue **plusieurs composantes** : diversité **alpha** et **beta** observées, épaisseur de la **couche calcaire** biogénique, **nécroses** des anthozoaires érigés, pourcentage de recouvrement par les **sédiments** ainsi que le **niveau de sensibilité** des assemblages. Mais cette approche **ne proposant pas un indicateur** intégrant toutes ces composantes, elle n'a pas été retenue pour la suite des analyses.

III.C.11. Autres indices

D'autres indices existent mais ne sont pas pertinents ou ne peuvent pas être appliqués / adaptés à la base de données RECOR compte tenu des différences méthodologiques :

- **STVI** (Scuba Trail Vulnerability Index) (Di Franco et al., 2009) ;
- **CavEBQI** (Cave Ecosystem-Based Quality Index) (Rastorgueff et al., 2015) ;
- **MAES** (Mesophotic Assemblages Ecological Status) and **q-MAES** (quick MAES) (Cánovas-Molina et al., 2016) ;
- **OCI** (Overall Complexity Index) (Paoli et al., 2016) ;
- **MedSens** sensitivity index (Turicchia et al., 2021) ;
- **NAMBER** (Piazzi et al., 2023) ;

III.D. Tableau récapitulatif des indicateurs

TABLEAU 23 : TABLEAU RECAPITULATIF DES INDICATEURS CORALLIGENE CALCULES DANS CETTE ETUDE (* = INDICATEUR ADAPTE POUR ETRE CALCULE A PARTIR DE LA BASE RECOR)

Indicateur	Espèces / groupes ciblés	Métriques	Méthode d'échantillonnage	Grille d'état écologique	Publication
CAI	Bryozoaires et bioconstructeurs	% bryozoaires % bioconstructeurs % envasement	Quadrats photographiques 30 x (50 x 50 cm) = 7.5 m ²	CAI < 0.1 : Mauvais 0.1 ≤ CAI < 0.325 : Médiocre 0.325 ≤ CAI < 0.55 : Moyen 0.55 ≤ CAI < 0.775 : Bon CAI ≥ 0.775 : Très bon	(Deter et al., 2012)
CAI2	Bioconstructeurs	Indice de Simpson % bioconstructeurs % envasement	Quadrats photographiques 30 x (50 x 50 cm) = 7.5 m ²	CAI2 < 40 : Mauvais 40 ≤ CAI2 < 60 : Médiocre 60 ≤ CAI2 < 70 : Moyen 70 ≤ CAI2 < 80 : Bon CAI2 ≥ 80 : Très bon	(Andromède Océanologie, 2021)
INDEX-COR	160 espèces sessiles et vagiles	Ratio espèces sensibles / tolérantes Richesse taxonomique Complexité structurale	Quadrats photographiques 15 x (60 x 40 cm) = 3.6 m ²	IC < 20 : Mauvais 20 ≤ IC < 40 : Médiocre 40 ≤ IC < 60 : Moyen 60 ≤ IC < 80 : Bon IC ≥ 80 : Très bon	(Sartoretto et al., 2017)
ESCA	Macroalgues	Diversité alpha Diversité beta Sensibilité	Quadrats photographiques 30 x (50 x 37.5 cm) = 5.6 m ²	ESCA < 0.35 : Mauvais 0.36 ≤ ESCA < 0.5 : Médiocre 0.51 ≤ ESCA < 0.65 : Moyen 0.66 ≤ ESCA < 0.80 : Bon ESCA ≥ 0.81 : Très bon	(Cecchi et al., 2014)
MACS*	13 taxons	Indice de statut (Is) : richesse spécifique, % strate basse, % algues, densité et hauteur d'espèces structurantes Indice d'impact (Ii) : sédimentation, nécroses, épibioses, densité et type de litière	Transect vidéo ROV 200 m x 0.5 m = 100 m ²	MACS < 35 : Mauvais 35 ≤ MACS < 45 : Médiocre 45 ≤ MACS < 55 : Moyen 55 ≤ MACS < 65 : Bon MACS ≥ 65 : Très bon	(Enrichetti, 2019)

Indicateur	Espèces / groupes ciblés	Métriques	Méthode d'échantillonnage	Grille d'état écologique	Publication
COARSE*	Strates basse, intermédiaire, haute	Géomorphologie (profondeur, pente...), Strate basse (%), présence d'espèces foreuses, épaisseur de la croûte calcaire) Strate intermédiaire (%), Strate haute (%), hauteur des individus, % de nécroses)	Evaluation visuelle sur 3 répliques de 1.5 m ² = 4.5 m ²	COARSE < 1 : Mauvais 1 ≤ COARSE < 2 : Moyen COARSE ≥ 2 : Bon	(Gatti et al., 2015)
ISLA	51 taxa / groupes	Indice de sensibilité par groupe Pourcentage de recouvrement par groupe	Quadrats photographiques 30 x 0.2 m ² = 6 m ²	IC < 0.2 : Mauvais 0.2 ≤ IC < 0.4 : Médiocre 0.4 ≤ IC < 0.6 : Moyen 0.6 ≤ IC < 0.8 : Bon IC ≥ 0.8 : Très bon	(Montefalcone et al., 2017)
3D-C	28 taxons phytobenthiques 97 taxons zoobenthiques	% substrat nu % Algues corallines non encroûtantes % Algues corallines encroûtantes % Faune encroûtante % Faune épibenthique massive % Faune épibenthique branchue	Transect vidéo 10 x 1 m = 10 m ²	Pas de grille d'état écologique	(Valisano et al., 2019)
CBQI*	32 groupes morphologiques	Structure de la communauté (% coralligène, % groupes morphologiques, densité d'espèces érigées), indicateurs de stress (nécroses / épibioses, engins de pêche), facteurs abiotiques (profondeur, pente, type de substrat)	<u>Transects vidéo ROV :</u> 20 images pour l'analyse des communautés 200 images pour les marqueurs de stress	0 ≤ CBQI ≤ 3 : Mauvais 3 ≤ CBQI ≤ 6 : Moyen 7 ≤ CBQI ≤ 9 : Bon 10 ≤ CBQI ≤ 12 : Optimal	(Ferrigno et al., 2017)

III.E. Comparaison des indicateurs d'état écologique

III.E.1. Evolution temporelle des indicateurs

III.E.1.a. Analyses globales

Nous avons **dans un premier temps** mesuré les **changements de classes d'état écologique** entre deux suivis d'une même station pour l'ensemble des indicateurs sauf le 3D-C (qui n'a pas de correspondance avec un état écologique) et toutes les stations RECOR ; cela correspond à **355 changements d'état** (entre deux suivis d'une même station). Chaque changement a ensuite été catégorisé en 3 classes : **dégradation, stabilité** ou **amélioration**.

Nous avons ainsi **comparé les évolutions entre indicateurs** deux par deux, en comparant chaque indicateur au CAI pour avoir une vision bidimensionnelle. Pour chaque couple d'indicateurs, nous calculons le nombre de cas où les **deux indicateurs reflètent une même évolution** (somme de la diagonale de chaque tableau), le nombre de cas où ils **divergent légèrement** (stable vs amélioration ou dégradation) et le nombre de cas où ils **divergent fortement** (amélioration vs dégradation).

Le tableau suivant fournit les résultats pour le **CAI vs CAI2** :

TABLEAU 24 : COMPARAISON DES EVOLUTIONS DU CAI2 PAR RAPPORT AUX EVOLUTIONS DU CAI

	CAI2 : Dégradation	CAI2 : Stabilité	CAI2 : Amélioration
CAI : Dégradation	28	22	3
CAI : Stabilité	23	141	64
CAI : Amélioration	2	23	49

Sur 355 évolutions, CAI et le CAI2 reflètent la **même évolution dans 218 cas**, **divergent légèrement dans 132 cas** et **divergent radicalement dans 5 cas**.

Le tableau suivant fournit les résultats pour le **CAI vs INDEX-COR** :

TABLEAU 25 : COMPARAISON DES EVOLUTIONS DU INDEX-COR (IC) PAR RAPPORT AUX EVOLUTIONS DU CAI

	IC : Dégradation	IC : Stabilité	IC : Amélioration
CAI : Dégradation	25	27	1
CAI : Stabilité	34	143	51
CAI : Amélioration	4	33	37

Sur 355 évolutions, CAI et INDEX-COR reflètent la **même évolution dans 205 cas**, **divergent légèrement dans 145 cas** et **divergent radicalement dans 5 cas**.

Le tableau suivant fournit les résultats pour le **CAI vs ESCA** :

TABLEAU 26 : COMPARAISON DES EVOLUTIONS DU ESCA PAR RAPPORT AUX EVOLUTIONS DU CAI

	ESCA : Dégradation	ESCA : Stabilité	ESCA : Amélioration
CAI : Dégradation	15	19	19
CAI : Stabilité	70	86	72
CAI : Amélioration	16	34	24

Sur 355 évolutions, CAI et ESCA reflètent la **même évolution dans 125 cas**, **divergent légèrement dans 195 cas** et **divergent radicalement dans 35 cas**.

Le tableau suivant fournit les résultats pour le **CAI** vs **MACS** :

TABLEAU 27 : COMPARAISON DES EVOLUTIONS DU MACS PAR RAPPORT AUX EVOLUTIONS DU CAI

	MACS : Dégradation	MACS : Stabilité	MACS : Amélioration
CAI : Dégradation	17	27	9
CAI : Stabilité	55	133	40
CAI : Amélioration	14	39	21

Sur 355 évolutions, CAI et MACS reflètent la **même évolution dans 171 cas**, **divergent légèrement dans 161 cas** et **divergent radicalement dans 23 cas**.

Le tableau suivant fournit les résultats pour le **CAI** vs **COARSE** :

TABLEAU 28 : COMPARAISON DES EVOLUTIONS DU COARSE PAR RAPPORT AUX EVOLUTIONS DU CAI

	COARSE : Dégradation	COARSE : Stabilité	COARSE : Amélioration
CAI : Dégradation	9	40	4
CAI : Stabilité	32	161	35
CAI : Amélioration	7	54	13

Sur 355 évolutions, CAI et COARSE reflètent la **même évolution dans 183 cas**, **divergent légèrement dans 161 cas** et **divergent radicalement dans 11 cas**.

Le tableau suivant fournit les résultats pour le **CAI** vs **CBQI** :

TABLEAU 29 : COMPARAISON DES EVOLUTIONS DU CBQI PAR RAPPORT AUX EVOLUTIONS DU CAI

	CBQI : Dégradation	CBQI : Stabilité	CBQI : Amélioration
CAI : Dégradation	14	37	2
CAI : Stabilité	39	156	33
CAI : Amélioration	9	50	15

Sur 355 évolutions, CAI et CBQI reflètent la **même évolution dans 185 cas**, **divergent légèrement dans 159 cas** et **divergent radicalement dans 11 cas**.

Le tableau suivant fournit les résultats pour le **CAI** vs **ISLA** :

TABLEAU 30 : COMPARAISON DES EVOLUTIONS DU ISLA PAR RAPPORT AUX EVOLUTIONS DU CAI

	ISLA : Dégradation	ISLA : Stabilité	ISLA : Amélioration
CAI : Dégradation	7	40	6
CAI : Stabilité	33	179	16
CAI : Amélioration	9	59	6

Sur 355 évolutions, CAI et ISLA reflètent la **même évolution dans 192 cas**, **divergent légèrement dans 148 cas** et **divergent radicalement dans 15 cas**.

III.E.1.b. Cas singuliers

Dans un **deuxième temps**, nous avons regardé de plus près **quelques cas singuliers** ayant subi des **modifications notables** ces dernières années, ou étant connu au contraire pour leur **stabilité**, afin d'analyser les évolutions des indicateurs au regard de nos connaissances de ces stations.

Saint Florent – 60m

- **Point de vue expert** : cette station a récemment connu une augmentation des nécroses d'algues rouges encroûtantes en 2023, un envasement plus important, et des nécroses de gorgones dues à des engins de pêche ;
- **Analyse des indicateurs** : tous les indicateurs sont **stables** entre 2014 et 2023, sauf le **CAI2** qui indique une amélioration puis une dégradation, **ESCA** et **MACS** qui indiquent une amélioration sur le dernier suivi ;
- **Conclusion** : dans ce cas, **CAI2** semble le plus pertinent pour refléter l'évolution observée.

Macinaggio – 65m

- **Point de vue expert** : cette station a récemment connu un envasement plus important, et surtout une très forte augmentation des nécroses entre 2020 et 2023 ;
- **Analyse des indicateurs** : tous les indicateurs indiquent une **dégradation de l'état écologique** de cette station, à l'exception de **ESCA** qui indique une **amélioration** et de **CBQI** qui indique une **stabilité** ;
- **Conclusion** : ESCA et CBQI ne semblent pas bien refléter cette perte de qualité écologique.

Bastia – 60m

- **Point de vue expert** : augmentation des nécroses entre 2017 et 2020, plus de débris biologiques ;
- **Analyse des indicateurs** : tous les indicateurs indiquent une **stabilité de l'état écologique** entre 2017 et 2020, à l'exception de **CAI2** et **ESCA** qui indiquent une **amélioration** ;
- **Conclusion** : dans ce cas, **CAI2** et **CBQI** ne semblent pas bien refléter cette perte de qualité écologique.

Balise Rabiou – 50m

- **Point de vue expert** : état des gorgones qui se dégradent et évolution des taxons représentés sur le dernier suivi en 2022 ;
- **Analyse des indicateurs** : tous les indicateurs indiquent une **stabilité de l'état écologique** entre 2019 et 2022, à l'exception de **INDEX-COR** et **ESCA** qui indiquent une **dégradation** et **MACS** une **amélioration** ;
- **Conclusion** : dans ce cas, seuls **INDEX-COR**, **ESCA** et **MACS** indiquent une évolution.

Saint Tropez – 40m

- **Point de vue expert** : changement du cortège d'espèces avec développement **d'espèces érigées**, apparition **d'hydrides** et de vers **sédentaires** entre 2019 et 2022 ;
- **Analyse des indicateurs** : **CAI**, **CAI2**, **INDEX-COR** et **COARSE** indiquent une **stabilité de l'état écologique** entre 2019 et 2022, tandis que **ESCA** et **MACS** indiquent une **dégradation** et **CBQI** et **ISLA** une **amélioration** ;
- **Conclusion** : dans ce cas, il s'agit plus d'une modification de la structure de l'assemblage que d'une variation de l'état écologique.

Planier – 45m

- **Point de vue expert** : changement de stratification (espèce dominante pour chaque strate), prolifération d'algues filamenteuses et augmentation des nécroses entre 2018 et 2021 ;
- **Analyse des indicateurs** : tous les indicateurs indiquent une **dégradation** sauf **COARSE** et **ISLA** qui n'indiquent aucun changement d'état ;
- **Conclusion** : le consensus d'indicateur semble juste, sauf pour **COARSE** et **ISLA**.

Planier – 50m

- **Point de vue expert** : changement de stratification (espèce dominante pour chaque strate), prolifération d'algues filamenteuses et augmentation des nécroses entre 2018 et 2021 ;
- **Analyse des indicateurs** : tous les indicateurs indiquent une stabilité de l'état écologique, seuls **CAI**, **INDEX-COR** et **ESCA** indiquent une dégradation de l'état écologique ;
- **Conclusion** : seuls **CAI**, **INDEX-COR** et **ESCA** sont pertinents dans ce cas.

Canari – 67m

- **Point de vue expert** : station très stable au cours du temps, avec toutefois une augmentation du pourcentage de nécroses entre 2020 et 2023 ;
- **Analyse des indicateurs** : les indicateurs convergent globalement vers une **stabilité de l'état écologique** entre 2020 et 2023, mais seul **INDEX-COR** indique une **dégradation** et **CBQI** une **amélioration** ;
- **Conclusion** : dans ce cas, l'ensemble des indicateurs reflètent plutôt bien la stabilité du site, mais seul **INDEX-COR** montre une dégradation sur le dernier suivi, bien qu'il ne prenne pas en compte directement les nécroses.

Scandola-4 – 60m

- **Point de vue expert** : station très stable au cours du temps ;
- **Analyse des indicateurs** : les indicateurs convergent globalement vers une **stabilité de l'état écologique** entre 2020 et 2023, mais seul **CAI2** indique une **amélioration** de l'état entre 2020 et 2023. **INDEX-COR**, **MACS** et **COARSE** n'indiquent aucune évolution depuis 2014 ;
- **Conclusion** : dans ce cas, l'ensemble des indicateurs reflètent plutôt bien la stabilité du site.

Sec Sarranier – 47m

- **Point de vue expert** : station stable mais présence de gorgones arrachées en 2022 ;
- **Analyse des indicateurs** : les indicateurs convergent globalement vers une **stabilité de l'état écologique** de la station (notamment **CAI**, **CAI2**, **INDEX-COR**, **MACS**, **COARSE** et **ISLA** n'indiquent aucune évolution entre 2013 et 2022). En revanche **ESCA** et **CBQI** indiquent une amélioration entre 2019 et 2022 ;
- **Conclusion** : dans ce cas, l'ensemble des indicateurs reflètent plutôt bien la stabilité du site, sauf **ESCA** et **CBQI** qui indiquent une amélioration quand les espèces érigées semblent avoir subi une dégradation.

Le tableau suivant permet de **synthétiser l'évolution des différents indicateurs d'état écologique** au regard de **l'avis expert** sur ces quelques stations : une valeur -1 est donnée si l'indicateur évolue dans le sens contraire de l'avis expert, +1 s'il évolue dans le même sens, et 0 si au moins un des deux ne montre pas d'évolution.

TABLEAU 31 : SYNTHÈSE DU SENS D'ÉVOLUTION DE CHAQUE INDICATEUR PAR RAPPORT À L'ÉVALUATION EXPERTE (-1 = ÉVOLUTION CONTRAIRE ; 1 = ÉVOLUTION DANS LE MÊME SENS ; 0 = AU MOINS UN DES DEUX N'INDIQUE PAS D'ÉVOLUTION)

Station	CAI	CAI2	IC	ESCA	MACS	COARSE	ISLA	CBQI
Saint Florent – 60m	0	1	0	-1	0	0	0	0
Macinaggio – 65m	1	1	1	-1	1	1	1	0
Bastia – 60m	0	1	0	1	0	0	0	-1
Balise Rabiou – 50m	0	0	1	1	-1	0	0	0
Planier – 45m	1	1	1	1	1	0	0	1
Planier – 50m	1	0	1	1	0	0	0	0
Canari – 67m	0	-1	1	0	0	0	0	-1
Scandola-4 – 60m	1	-1	1	1	1	1	1	1
Sec Sarranier – 47m	1	1	1	-1	1	1	1	-1
TOTAL	5	2	7	2	3	3	3	-1

Au regard de ces stations, l'indicateur **renseignant le mieux l'évolution** de l'état écologique est **INDEX-COR**.

III.E.2. Corrélations entre indicateurs écologiques

Dans un premier temps, nous avons analysé les liens entre les différents indicateurs écologiques à l'aide d'une ACP sans prendre en compte les pressions anthropiques mais en gardant l'ensemble des 606 stations depuis 2010 (voir le premier plan de l'ACP figure suivante). Sur le premier plan de l'ACP (qui synthétise 57,8 % de la variance), nous pouvons observer plusieurs choses :

- Les indices de **Simpson** et **Shannon** sont sans surprise très corrélés ; ils sont deux variantes de la **diversité taxonomique** ;
- Le **CAI** et le **CAI2** sont extrêmement corrélés et sont assez décorrélés de **Simpson** et **Shannon** qui représentent des formes de **diversité taxonomique**. Cette observation est bien sûr **cohérente pour le CAI** car il ne prend **pas en compte la diversité** d'espèces, et s'explique pour le **CAI2** car il se base sur Simpson, le pourcentage de bioconstructeurs principaux et le taux d'envasement, mais ces deux derniers ont une bien **plus grande variabilité que Simpson** sur notre jeu de données ;
- **ESCA** apparaît très **décorrélé de l'ensemble des autres indicateurs**, bien qu'il prenne en compte la diversité alpha (richesse spécifique). La variabilité de la **diversité beta** et de la composante de **sensibilité de l'assemblage** doivent donc prendre le dessus sur celle de la **diversité alpha** ;
- Les **autres indicateurs** se distribuent dans un « éventail de corrélation » entre le CAI et Shannon.

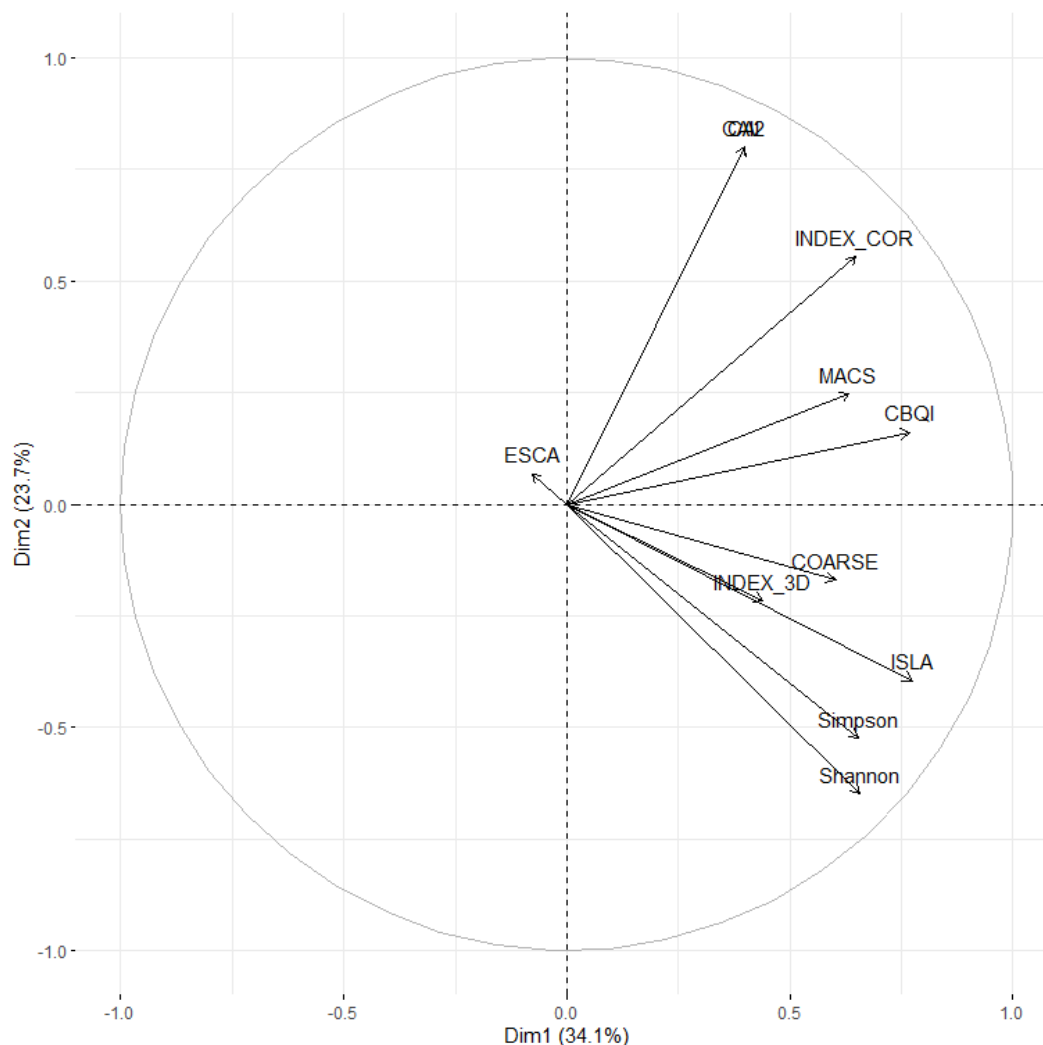


FIGURE 93 : PREMIER PLAN DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES SUR LES INDICATEURS ECOLOGIQUES

La figure suivante permet de visualiser autrement les relations entre indicateurs, en affichant les **corrélations deux à deux** entre les indicateurs (indice de corrélation de Spearman). Les variables sont **groupées automatiquement** par un algorithme (« ward.D » ; groupes visibles par les encadrés verts sur la figure). Nous retrouvons bien **ESCA** qui semble très peu lié aux autres indicateurs écologiques.

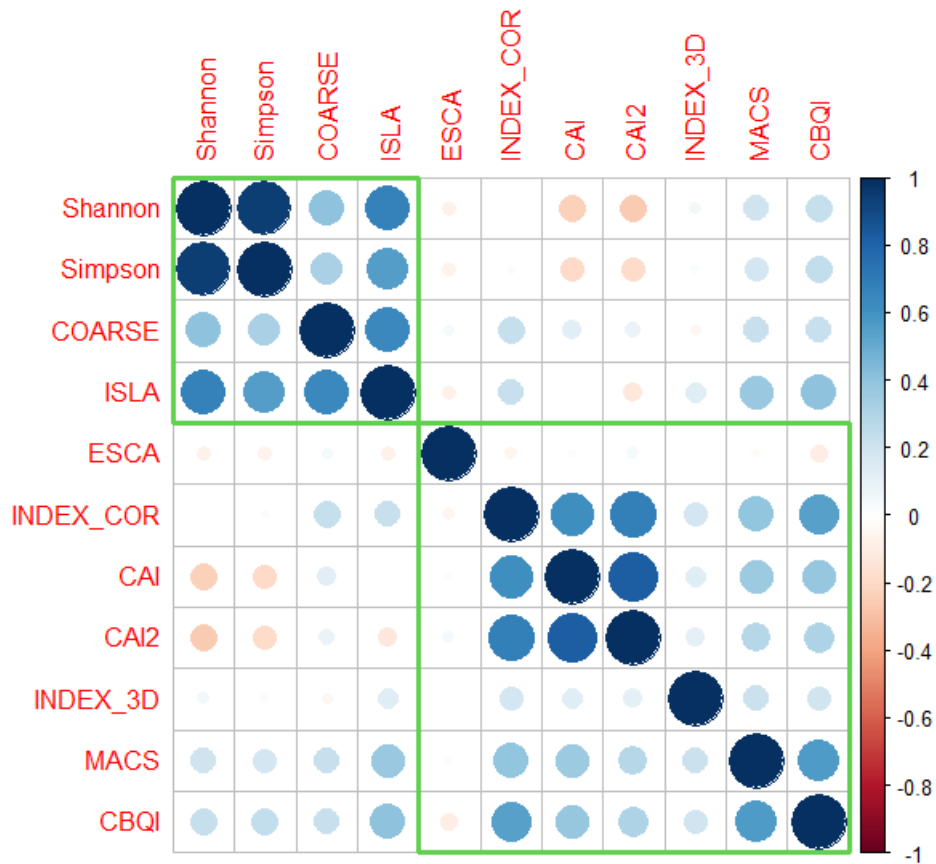


FIGURE 94 : MATRICE DE CORRELATION ENTRE LES INDICATEURS ECOLOGIQUES (COEFFICIENT DE SPEARMAN ; REGROUPEMENT AUTOMATIQUE DES VARIABLES ENTRE ELLES (CARRES VERTS))

III.E.3. Corrélations entre indicateurs écologiques et pressions anthropiques

Nous avons ensuite réalisé les **mêmes analyses** en intégrant à la fois les **indicateurs écologiques** et les **pressions anthropiques (réseau IMPACT)**, uniquement pour les stations 2021-2022-2023 (94 stations sur les 606 de la base de données RECOR). Nous avons **supprimé** les pressions **agriculture, aménagements côtiers, aquaculture, apports des cours d'eau et érosion côtière** des analyses, car elles sont par construction égales à 0 pour l'ensemble des stations RECOR. En effet il s'agit de **pressions localisées** (côte, parcs aquacoles) et sont très rapidement dissipées par la **distance** et la **profondeur** (lors de leur modélisation). Nous avons par ailleurs ajouté une **pression totale** en sommant toutes les pressions (ci-après dénommé « TOTAL »). Sur le **premier plan de l'ACP** (voir figure suivante), qui synthétise **36,9 %** de la variance, nous pouvons observer que :

- Les **pressions** semblent prendre **moins de poids** que les **indicateurs écologiques** dans la définition de ce **premier plan** de l'ACP, avec des vecteurs globalement courts, indiquant une faible corrélation à ce premier plan ;
- **L'ensemble des pressions** occupent la même **demi-sphère gauche**, opposée à celle de droite occupée majoritairement par les indicateurs écologiques (à l'exception d'ESCA). Les **indicateurs** sont donc globalement (faiblement) anti-corrélés aux pressions, ce qui est cohérent car ils ont tous été construits avec l'objectif de représenter l'état écologique au vu des pressions subies par les récifs coralligènes.

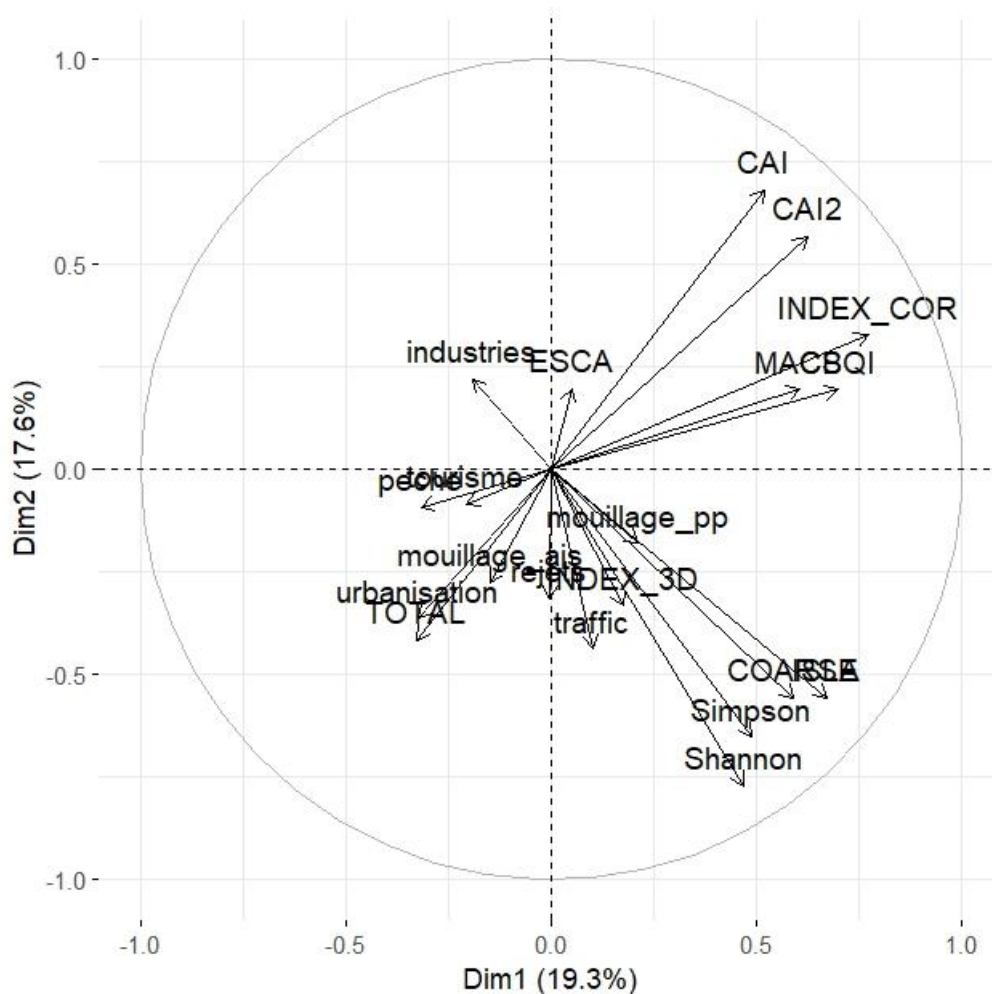


FIGURE 95 : PREMIER PLAN DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES SUR LES INDICATEURS ECOLOGIQUES ET LES PRESSIONS ANTHROPIQUES

La figure suivante permet de visualiser autrement les relations entre indicateurs, en affichant les **corrélations deux à deux** entre les indicateurs (indice de corrélation de Spearman). Les variables sont **groupées automatiquement** par un algorithme (« ward.D »; groupes visibles par les encadrés verts sur la figure). Nous retrouvons globalement **l'ensemble des pressions d'un côté** (carré vert en bas à droite) et les **indicateurs écologiques de l'autre** (carré vert en haut à gauche), à l'exception de **COARSE, ISLA, Shannon et Simpson** qui sont groupés avec les pressions.

La **pression** qui semble être la **mieux représentée** par l'ensemble du corpus d'indicateurs est la pression **d'urbanisation**, qui reflète la densité et la taille des populations urbaines. A l'inverse, le **mouillage de la petite plaisance** n'a **aucune corrélation** avec les **indicateurs écologiques** sauf légère corrélation négative avec le **CBQI**, ce qui fait sens puisque l'ensemble des sites RECOR étudiés sont **hors de portée des ancres** de la petite plaisance. La pression **TOTALE** est également bien représentée par les indicateurs, mais fortement corrélée à l'urbanisation.

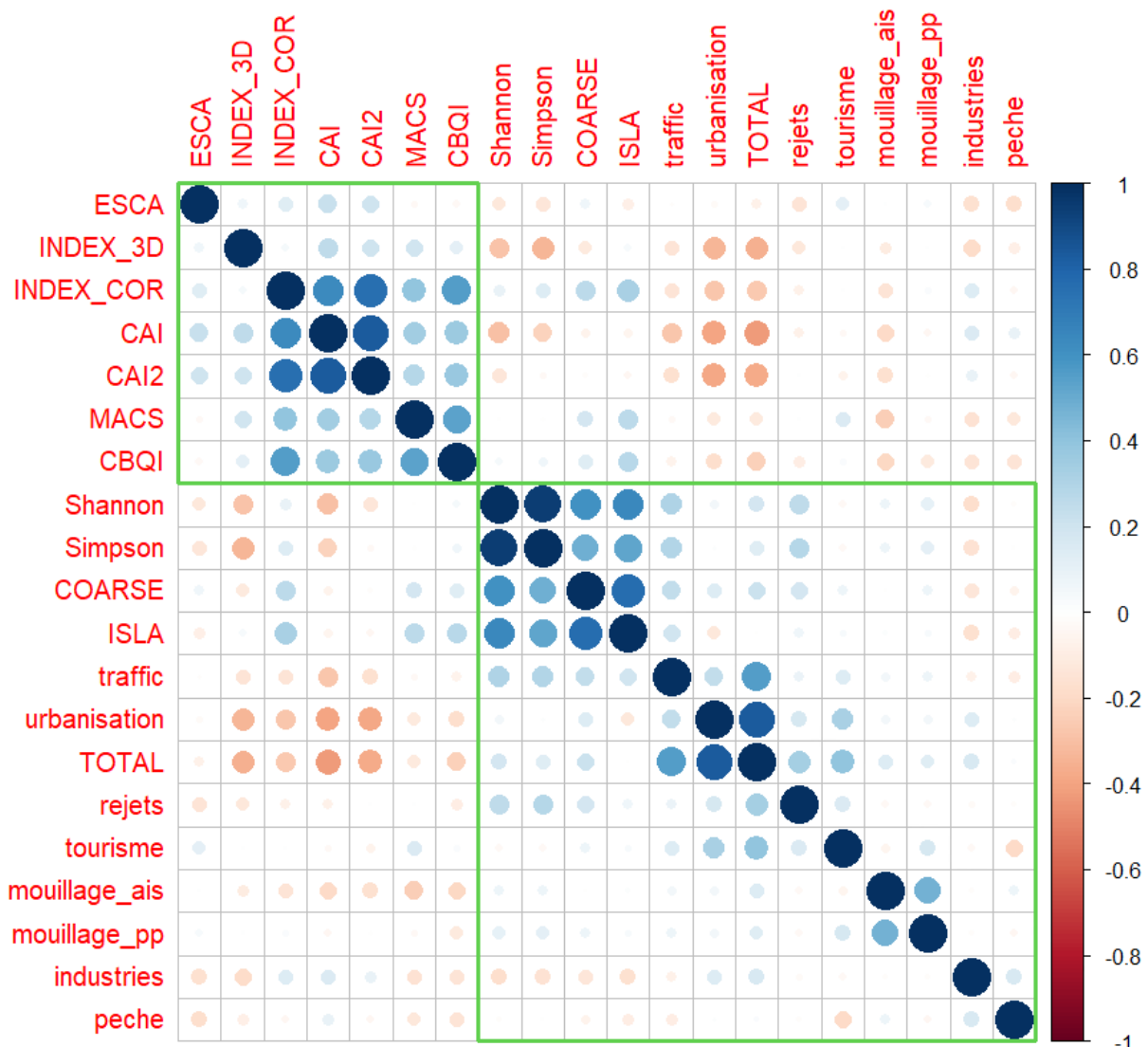


FIGURE 96 : MATRICE DE CORRELATION ENTRE LES INDICATEURS ECOLOGIQUES ET PRESSIONS ANTHROPIQUES (COEFFICIENT DE SPEARMAN ; REGROUPEMENT AUTOMATIQUE DES VARIABLES ENTRE ELLES (CARRES VERTS))

III.F. Conclusions et perspectives

Ces **analyses exploratoires** permettent de **compléter** et **étoffer** les **analyses RECOR** réalisées chaque année, en prenant en compte d'autres indicateurs développés par d'autres équipes. Avant de chercher à interpréter davantage les résultats et tirer des conclusions sur les indicateurs, il est impératif de rappeler plusieurs choses :

- Nous avons dû **adapter** la plupart des indicateurs afin de permettre leur calcul à partir des **catégories distinguées** dans le protocole RECOR. Certains indicateurs ont été **significativement modifiés** pour permettre leur calcul (CBQI, COARSE, MACS), n'ayant **pas toutes les données nécessaires** (autres sources de données que les quadrats photographiques...);
- A défaut d'avoir accès aux **pressions modélisées pour chaque année**, nous n'avons conservé que les années **2021-2022-2023** pour analyser les relations entre indicateurs et pressions anthropiques. Il serait bien entendu plus puissant d'analyser le jeu de données contenant les **14 années de suivi** ;
- Quand bien même nous aurions accès aux pressions modélisées ou même mesurées pour chaque année, il est extrêmement **difficile d'établir un lien précis et direct** entre **pressions** et **état écologique** des récifs. En effet, il existe des phénomènes de latence, de résilience, d'accumulation et de seuil, qui font par exemple qu'un **récif soumis à une forte pression récente peut ne pas avoir encore subi d'altération** (selon la nature de la pression), et à l'inverse une décision politique ayant un **effet significatif rapide sur une pression peut mettre du temps à se faire ressentir** en termes d'état écologique des récifs soumis à pression. Encore, une pression modérée peut ne pas avoir d'effets à court terme, mais avoir des impacts à long terme...

Cela étant rappelé, nous pouvons dire d'après les résultats précédents que :

- Les **pressions** globalement les **mieux représentées** à travers les différents indicateurs écologiques calculés sont, par ordre décroissant : urbanisation, mouillage grande plaisance, industries, pêche et trafic maritime ;
- Les **pressions** globalement les **moins bien représentées** à travers les différents indicateurs écologiques calculés sont, par ordre décroissant : mouillage petite plaisance et le tourisme ;
- Les indices de **Shannon** et **Simpson** sont **positivement fortement corrélés** entre eux, et positivement corrélés à COARSE et ISLA ;
- **MACS** et **CBQI** sont **positivement corrélés** entre eux, et modérément positivement corrélés aux autres indicateurs ;
- **ESCA** est très **faiblement corrélé aux pressions** et aux **autres indicateurs** écologiques ;
- **INDEX-3D** est faiblement positivement corrélé à plusieurs indicateurs ;
- **INDEX-COR**, **CAI** et **CAI2** forment un groupe d'indicateurs **positivement corrélés** entre eux, et **négativement corrélés** aux **pressions anthropiques**. Ce sont donc les indicateurs les plus pertinents pour décrire l'état écologique des assemblages coralligènes.

Si travail de **modélisation des principales pressions anthropiques** sur toute la façade méditerranéenne a déjà été conduit (projet IMPACT, www.medtrix.fr), il ne prend pas en compte l'évolution de ces pressions dans le temps. Un travail complémentaire de **modélisation de chacune des pressions pour chaque année depuis 2010**, en utilisant rigoureusement la même méthodologie, est **indispensable** afin d'aller plus loin dans l'analyse des indicateurs RECOR. Sans ces données de pressions, il est impossible de se servir des 606 stations RECOR échantillonnées depuis 2010, mais seulement des 94 stations échantillonnées entre 2021 et 2023. Ces données permettraient en outre de définir un **nouvel indicateur d'état écologique** basé sur **l'analyse des relations statistiques** entre descripteurs RECOR et les pressions anthropiques.

IV. Suivi de la température de fond et de ses effets sur les assemblages coralligènes

IV.A. Contexte

Depuis 2013, Andromède Océanologie (en partenariat avec l'AERMC) équipe les sites de surveillance RECOR et TEMPO avec des capteurs de température. (HOBO Water Temp Pro v2, www.onsetcomp.com). Chaque site est relevé en mai-juin tous les trois ans avec un décalage d'un an d'une région à une autre : Occitanie/PACA Ouest, PACA Est et Corse).



Les objectifs de ce réseau de surveillance sont de :

1. Réaliser une **modélisation de la température de fond** sur le littoral méditerranéen français à partir des capteurs récupérés suite aux campagnes RECOR et TEMPO ;
2. Pérenniser la **mise en place de capteurs de température**, pour un suivi à long terme ;
3. Permettre la calibration de modèles physiques de température en **fournissant des données fiables in-situ haute fréquence** sur tout le littoral méditerranéen français ;
4. Affiner les modèles physiques de température, isoler les séquences d'**anomalies thermiques**, définir des **descripteurs de ces anomalies** en lien avec les données de la surveillance biologique TEMPO et RECOR.

Ces données de température, affinées tous les ans et disponibles tout le long des côtes méditerranéennes françaises, sont essentielles pour **comprendre les effets du changement climatique** sur les écosystèmes marins, en utilisant les données collectées dans les autres réseaux de surveillance.

IV.B. Historique

L'installation des capteurs de température a débuté en **2013** sur **26** sites RECOR (PACA Est), puis a été complétée peu à peu les années suivantes lors des campagnes RECOR et TEMPO (à partir de 2015). A chaque retour sur un site équipé, l'ancien capteur est relevé et un nouveau est posé. Par ailleurs, d'autres campagnes de terrain ponctuelles / spécifiques permettent d'élargir le réseau CALOR, comme par exemple la campagne dans le Parc Naturel Marin du Cap Corse et de l'Agriate (PNMCCA) en juillet **2020**, qui a permis d'installer **14** capteurs sur des récifs coralligènes profonds, entre 47 et 115 mètres dans le parc.

En **2022 et 2023**, nous avons **relevé et reposé** des capteurs de température sur **l'ensemble des stations de référence** pendant les campagnes de surveillance. Cela correspond à la pose de **97 capteurs RECOR** (80 relevés) et **81 capteurs TEMPO** (59 relevés).

Le tableau suivant résume **l'historique des mises en place et relèves** de capteurs depuis 2013 :

TABLEAU 32 : HISTORIQUE DE MISE EN PLACE ET DE RELEVÉ DES CAPTEURS DE TEMPÉRATURE DANS LE CADRE DES SUIVIS RECOR ET TEMPO

Année	Capteurs mis en place (RECOR)	Capteurs mis en place (TEMPO)	Capteurs relevés RECOR / TEMPO (dont illisibles)	Capteurs non retrouvés RECOR / TEMPO
2013	25	1	-	-
2014	18	-		
2015	32	61	12 / 0	6 / 0
2016	18	17	11 (2) / 0	6 / 0
2017	17	31	12 / 16	6 / 4
2018	37	25	17 / 20	3 / 1
2019	58	34	16 / 28 (1)	2 / 4
2020	40 (+14 PNMCCA)	33	14 / 15	4 / 5
2021	22 (+8 Gombessa & Cladocores)	25 (+6 REPIC & Ange de mer)	16 / 19	9 / 3
2022	61	40	44 / 26 (1)	13 / 8
2023	36	41	37 (1) / 34	3 / 5

NB : chaque capteur relevé est systématiquement remplacé par un nouveau capteur. Un ancien capteur a été retrouvé sur Cap_Ail_45 en 2022 mais n'a pas été comptabilisé dans ce tableau.

Au total, **262** capteurs de fond (**130** capteurs RECOR, **103** capteurs TEMPO et **29** capteurs d'autres réseaux) sont actuellement en cours d'acquisition de données entre **3 et 115 mètres** de fond en Méditerranée française. La carte figure suivante montre leur localisation (en vert les herbiers, en violet les récifs coralligènes) :

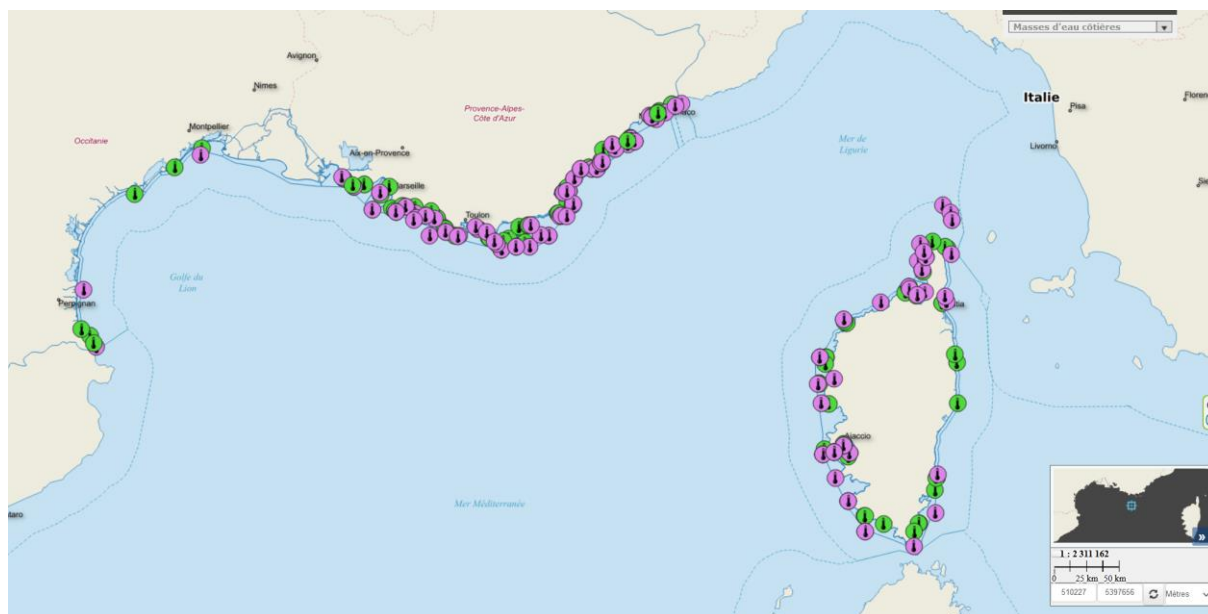


FIGURE 97 : LOCALISATION DES CAPTEURS DE TEMPÉRATURE INSTALLES ENTRE 2013 ET 2023 (WWW.MEDTRIX.FR)

Ces capteurs permettent de réaliser une mesure toutes les demi-heures pendant cinq ans. Leur répartition ainsi que la fréquence élevée des mesures nous permettent de produire des **cartographies de température de fond** et de **corrélés nos observations biologiques** sur les sites RECOR aux **variations de ce paramètre abiotique**.

IV.C. Matériel utilisé

Andromède Océanologie équipe tous les sites de surveillance avec des capteurs [HOBO Water Temp Pro v2](#). Chaque capteur relevé est systématiquement remplacé par un nouveau capteur. Le capteur relevé est déchargé, sa pile changée (durée de vie maximale cinq ans) et il peut ensuite être réutilisé lors d'une prochaine campagne.


ENREGISTREUR	HOBO WATER TEMP PRO V2 ETANCHE
	<p>L'enregistreur HOBO Water Temp Pro v2 a été conçu pour des campagnes de mesures de longues durées dans des cours d'eau ou dans l'eau de mer. L'enregistreur Water Temp Pro v2 est doté d'une interface optique afin de récupérer facilement les données même quand l'enregistreur est encore humide.</p> <p>Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none">- Des mesures pour des recherches scientifiques à un prix abordable- Etanche jusqu'à 120 mètres- Lecture rapide des données en moins de 30 secondes grâce à l'interface optique USB



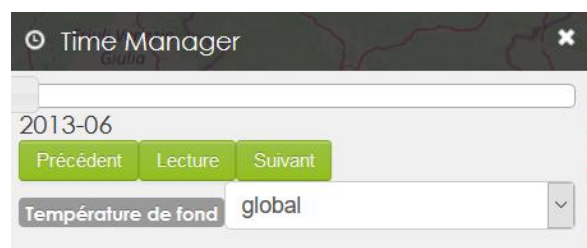
FIGURE 98 : MODELE DE CAPTEUR DE TEMPERATURE UTILISE DANS LE CADRE DU RESEAU CALOR

IV.D. Cartographie de la température de fond

Le réseau CALOR fournit des données de température de fond à haute résolution temporelle pour des sites ponctuels le long du littoral méditerranéen français. Afin d'obtenir une cartographie de la température de fond, il faut procéder à une interpolation de ces données dans l'espace. Par ailleurs, la mer est un milieu fortement anisotrope : la température de l'eau est très corrélée à la profondeur et varie beaucoup plus le long de l'axe vertical que sur le plan horizontal.

Pour établir les cartes de la température de fond, nous avons utilisé une méthode de géostatistique répandue, le krigeage, avec prise en compte de la corrélation entre la température et la profondeur. La résolution de la couche bathymétrique utilisée pour le krigeage est de 20 m x 20 m.

Ces cartes sont disponibles sur la plateforme [MEDTRIX](#) dans le projet CALOR (https://medtrix.fr/portfolio_page/calor/). L'outil « Time manager » permet d'accéder aux cartes de la température de fond sur le littoral méditerranéen français, mois par mois. L'utilisateur peut suivre l'évolution de la température dans le temps et l'espace, en fixant l'échelle ou en l'adaptant au mois en cours pour étendre au plus la palette de couleurs.



Ce travail est complété chaque année grâce à la **densification du réseau de capteurs** qui permet d'affiner l'interpolation de la température de fond.

IV.E. Analyse des séries de données de température

Après récupération du capteur, nous disposons pour chaque station de mesure d'une **série de données horaire de températures** sur toute la période d'immersion (classiquement trois ans depuis la dernière campagne pour la même région). Ci-dessous un exemple de série de données pour le site Mimosa (-60 m) sur la période de juin 2018 à juin 2021 :

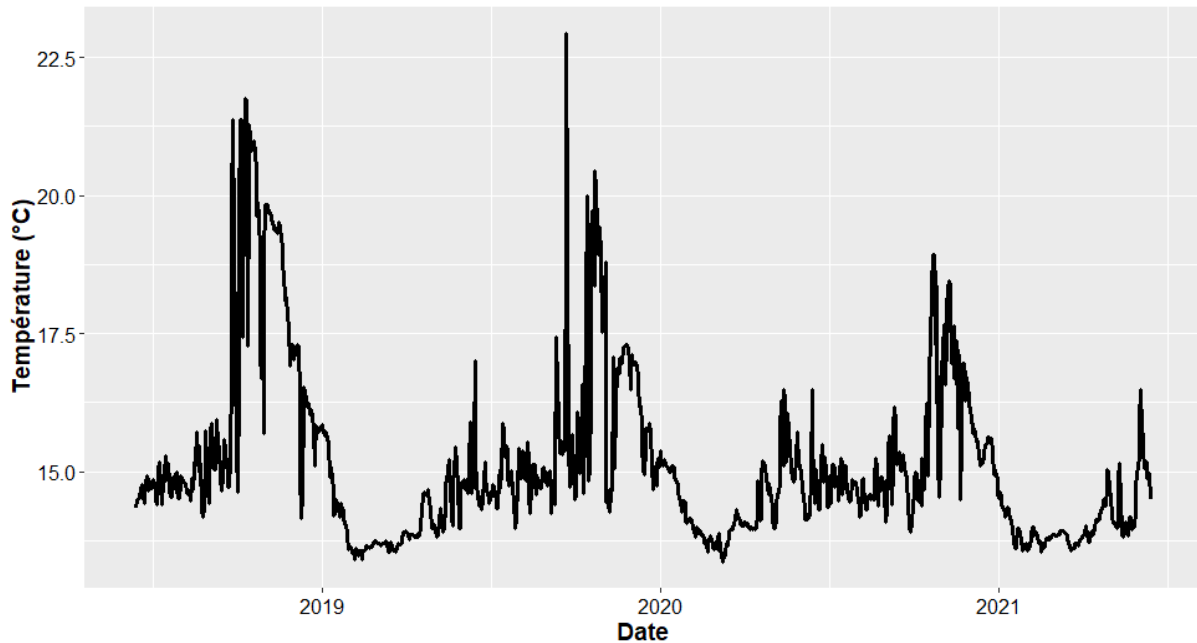


FIGURE 99 : EXEMPLE DE SERIE TEMPORELLE DE LA TEMPERATURE DE FOND (SITE DE MIMOSA – 60M ENTRE JUIN 2018 ET JUIN 2021).

Chaque série de données peut être analysée indépendamment des autres, afin **d'extraire des descripteurs statistiques, décomposer** la série en **plusieurs signaux** ou encore **détecter** ce qui correspond à des **vagues de chaleur marines (VCM)**.

IV.E.1. Descripteurs statistiques de la série de données

Chaque série de données peut faire l'objet d'une caractérisation par des **descripteurs statistiques** classiques, qui rendent compte de la **distribution** des valeurs observées (voir figure suivante **l'histogramme des températures** mesurées pour le même site de Mimosa (-60 m) entre juin 2018 et juin 2019). Les descripteurs classiques comprennent la valeur **moyenne**, **l'écart-type** (variabilité de la valeur), la valeur **médiane** (50 % des valeurs y sont inférieures, 50 % supérieures, soit le quantile Q50) et les autres **quantiles** classiques (Q5, Q10, Q25, Q75, Q90, Q95).

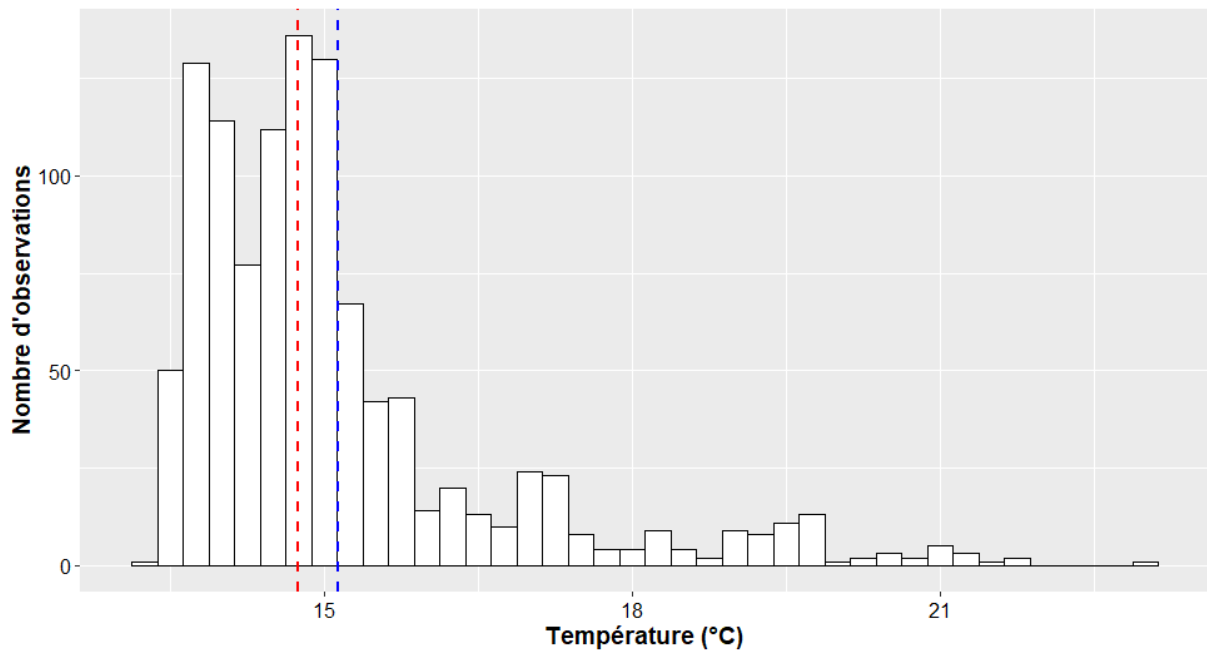


FIGURE 100 : HISTOGRAMME DES TEMPERATURES JOURNALIERES MESUREES POUR LE SITE DE MIMOSA – 60M ENTRE JUIIN 2018 ET JUIIN 2021. EN POINTILLES BLEUS LA MOYENNE DES OBSERVATIONS, EN POINTILLES ROUGES LA MEDIANE.

On constate **visuellement** sur la figure précédente la **non-normalité** de la distribution des valeurs de température, avec une **distribution asymétrique** des valeurs autour de la moyenne (en pointillés bleus) et un écart entre la médiane (pointillés rouges) et la moyenne dû aux valeurs élevées mais peu fréquentes.

Ces différents descripteurs peuvent être calculés sur plusieurs **fenêtres de temps** (sur les 12 derniers mois par exemple) pour mesurer l'évolution de la distribution des valeurs de température.

IV.E.2. Décomposition de la série de données

La température est une **variable climatique** qui fluctue naturellement au gré des **saisons** : elle suit un patron de variation qui se répète **chaque année**. Pour autant, il existe une **variabilité interannuelle** avec des années où l'été est **plus chaud**, d'autres où l'hiver est plus long... Cette **variation irrégulière** de la température correspond à la **tendance moyenne** de la température pour chaque pas de temps. C'est l'étude de cette tendance à **long terme** qui permet de quantifier **l'augmentation de la température** due aux **changements climatiques** d'origine anthropique (mais à court terme, cette tendance est davantage affectée par des **accidents climatiques intra et interannuels**). Enfin, les **fluctuations à très fine échelle de temps** inexpliquées par ces deux composantes (la tendance et l'effet saisonnier), sont considérées comme un **bruit de fond aléatoire** du signal, mais correspondent à des événements climatiques eux aussi à très fine échelle de temps : un coup de vent de terre générant un upwelling faisant chuter la température, quelques jours ensoleillés sans vent permettant un enfoncement de la thermocline, etc.

Le calcul de ces trois composantes est fait comme suit (à partir des moyennes journalières) :

- La **tendance** est extraite du signal en appliquant une **moyenne mobile** à la série de données : pour chaque jour, la valeur de la tendance est égale à une moyenne pondérée des jours environnants (en affectant généralement plus de poids aux jours « limitrophes » et moins aux jours « distants ») ;
- Après **soustraction de la tendance** à la série de données, on détermine la **saisonnalité** en moyennant les températures pour chaque jour Julien (i.e. la valeur « saisonnière » pour le 15 mars sera égale à la moyenne des valeurs mesurées pour tous les 15 mars de la série de données) ;
- Après **soustraction de la saisonnalité**, il reste les fluctuations inexplicées, considérées comme le **bruit aléatoire**.

La figure suivante illustre la **décomposition du signal observé** en tendance, saisonnalité et effet aléatoire :

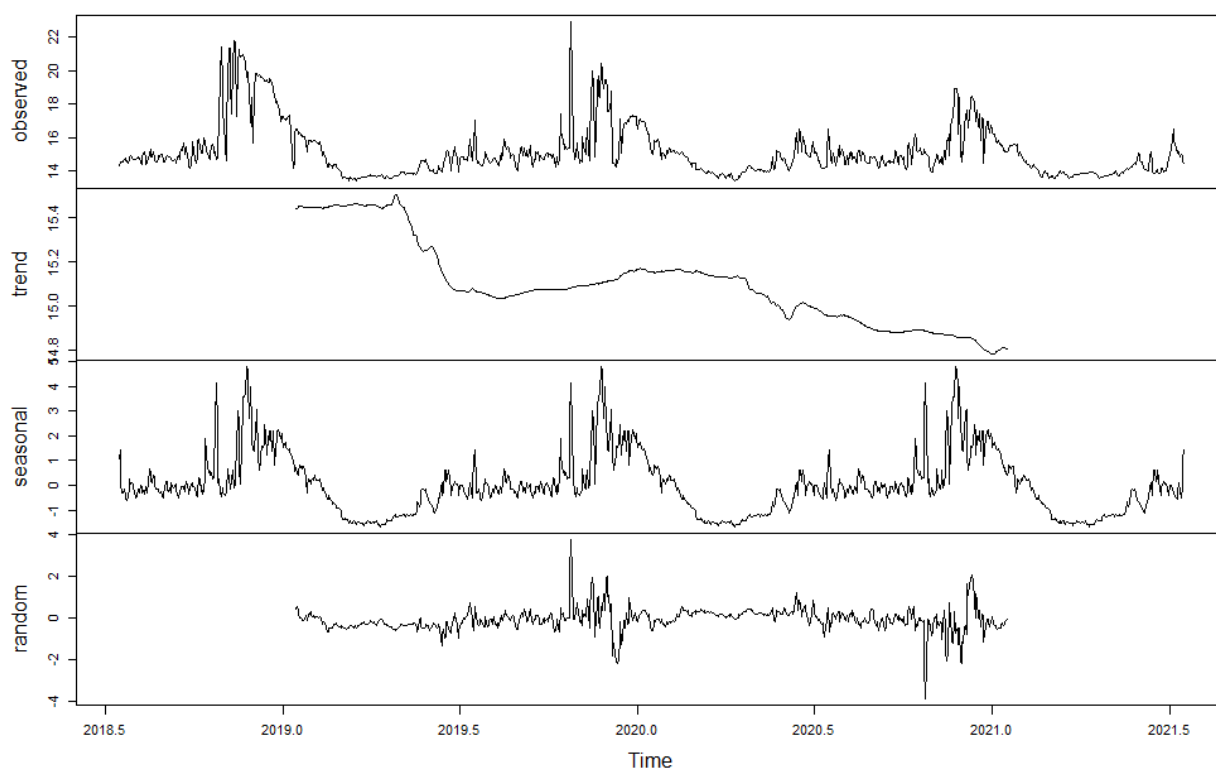


FIGURE 101 : DECOMPOSITION DE LA SERIE TEMPORELLE OBSERVEE (MIMOSA -60 M) EN TENDANCE (TREND), EFFET SAISONNIER (SEASONAL) ET EFFET ALEATOIRE (RANDOM).

Le problème de cette approche est qu'elle nécessite normalement de **longues séries de données de plusieurs décennies** pour estimer précisément les trois composantes. Dans notre cas nous disposons de séries de données allant de **1 à 9 ans**, il est donc difficile d'appliquer cette approche pour l'instant.

IV.E.3. Détection de vagues de chaleur

La température est un des **principaux facteurs environnementaux** régissant la distribution et l'écologie des espèces, puisqu'elle influe directement sur le **métabolisme** et donc la physiologie de chaque espèce (Clarke, 2006). Autrement dit, chaque espèce possède une **tolérance thermique** qui lui est propre, au sein de laquelle elle se développe normalement (mais il y a bien souvent des adaptations locales). Des **effets délétères** peuvent se produire en cas **d'exposition prolongée** à des valeurs anormalement basses ou hautes. Les **espèces fixées** sont particulièrement sensibles puisqu'elles ne peuvent pas migrer par définition, et ne peuvent donc que **subir les variations de température**, particulièrement les épisodes **d'anomalies positives** appelés « **vague de chaleur marine** » (VCM).

Une autre approche consiste à **détecter** et **quantifier** ces **Vagues de Chaleur Marines** (VCM, ou « marine heatwaves ») dans une série de données de température (Hobday et al., 2016). La méthode employée par Hobday et al. (2016) est la suivante (voir illustration figure suivante) :

- Calcul de la **courbe de référence** (ou courbe **climatologique**) par l'application d'une **moyenne mobile** avec une fenêtre de 11 jours sur l'ensemble des années : la valeur pour un jour donné de l'année est égale à la moyenne des valeurs depuis J-5 jusqu'à J+5 pour toutes les années confondues (sur une série de données de 10 ans, la valeur de chaque jour de l'année sera égal à la moyenne de $5 \times 11 = 55$ valeurs de températures) ;
- Calcul de la **courbe critique** de la même manière que la courbe de référence mais en retenant le **90^{ème} percentile** de la distribution des températures pour chaque jour ;
- Calcul des courbes pour **2, 3 et 4 fois** la courbe critique ($T_{ref} + (T_{crit} - T_{réf}) \times N$ avec $N = \{2,3,4\}$) ;
- Détection des **vagues de chaleur** : épisodes dépassant la courbe seuil pendant **au moins 5 jours** consécutifs. Le **qualificatif d'intensité** dépend de la valeur de la température maximale, définie par $I_{max} = T_{max} - T_{réf}$:
 - **Modérée** si : $I_{max} < 2 \times T_{crit}$
 - **Forte** si : $2 \times T_{crit} \leq I_{max} \leq 3 \times T_{crit}$
 - **Sévère** si : $3 \times T_{crit} \leq I_{max} \leq 4 \times T_{crit}$
 - **Extrême** si : $4 \times T_{crit} \leq I_{max}$

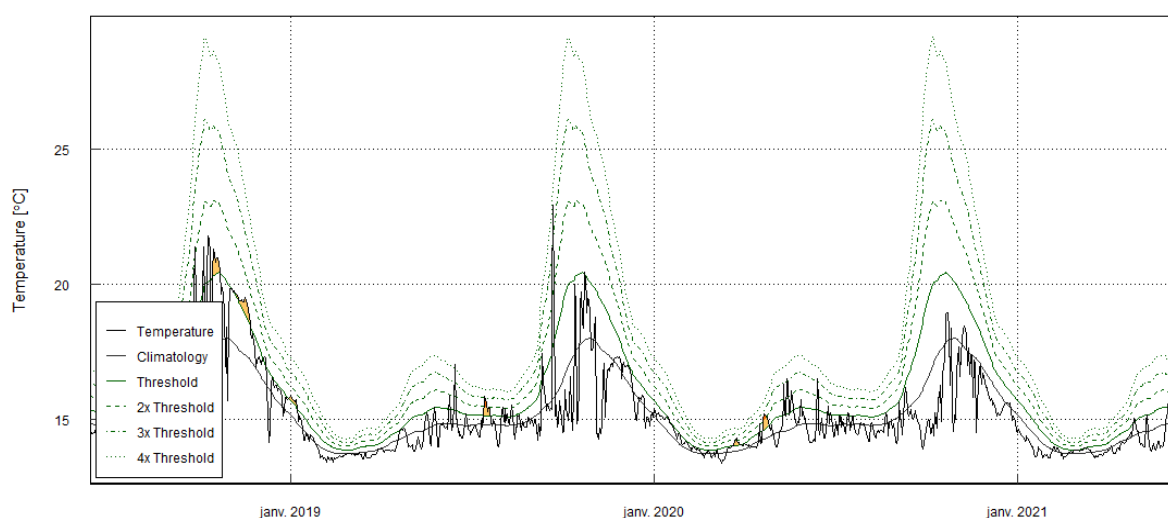


FIGURE 102 : DETECTION DE VAGUES DE CHALEUR MARINE POUR LE SITE MIMOSA -60 M.

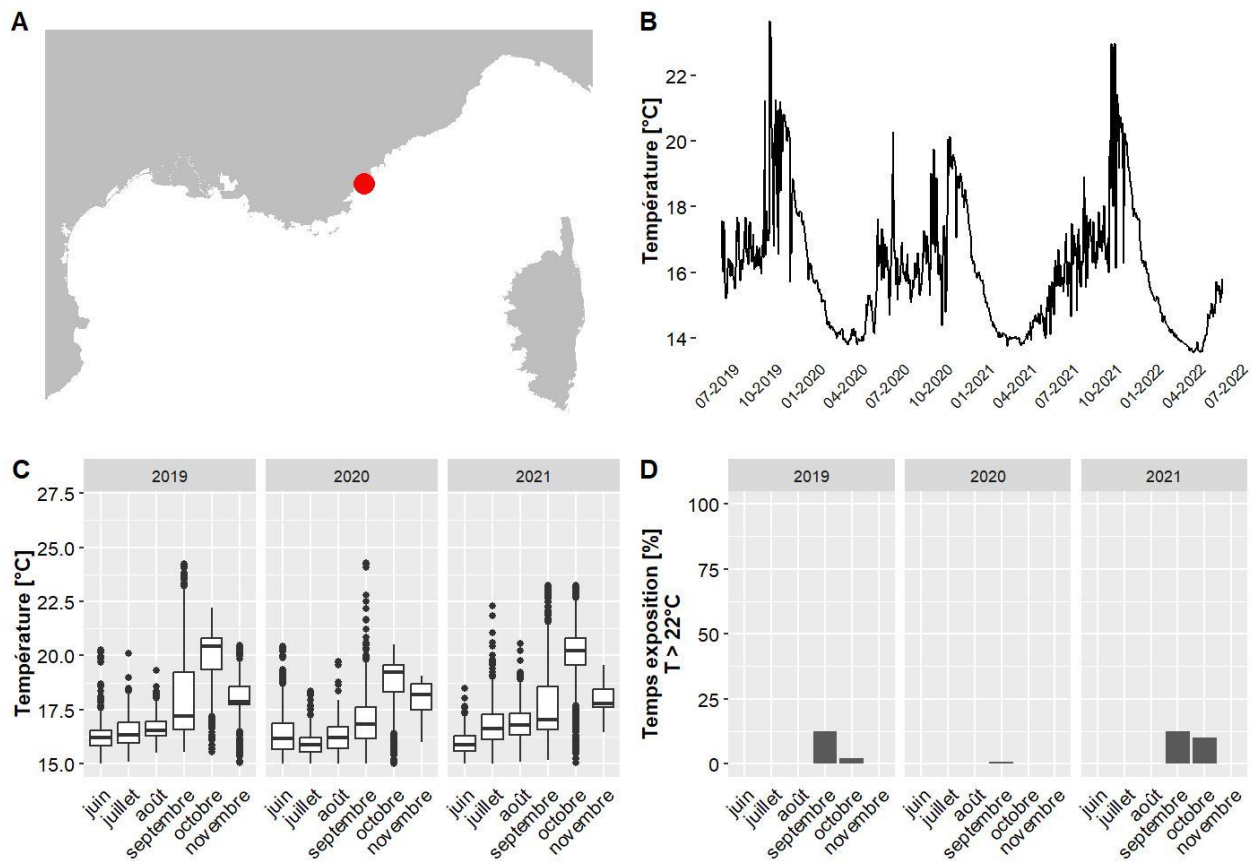
Cette méthode permet de **détecter** des épisodes **d'anomalies thermiques positives** potentiellement **néfastes** pour les espèces fixées, et permet de **calculer des indicateurs basés sur ces évènements**, comme par exemple : le nombre d'évènements sur une période, la durée cumulée des évènements sur une période, avec ou sans pondération par la sévérité de chaque vague de chaleur, etc.

Si la philosophie de cette approche diffère de la décomposition de la série de donnée, il faudrait là encore des séries de données **d'au moins 30 ans** pour interpréter correctement la courbe de référence (« normale saisonnière » pour chaque jour de l'année) et détecter / quantifier précisément les vagues de chaleur. L'approche étant intéressante et tout de même applicable sur quelques années seulement (avec une **courbe de référence imprécise**), nous l'utiliserons par la suite dans ce rapport pour les séries de données **d'au moins trois ans** pour tenter d'expliquer les observations biologiques.

IV.F. Fiches descriptives des capteurs relevés en 2022 en région PACA

IV.F.1. Agay – 40 m RECOR

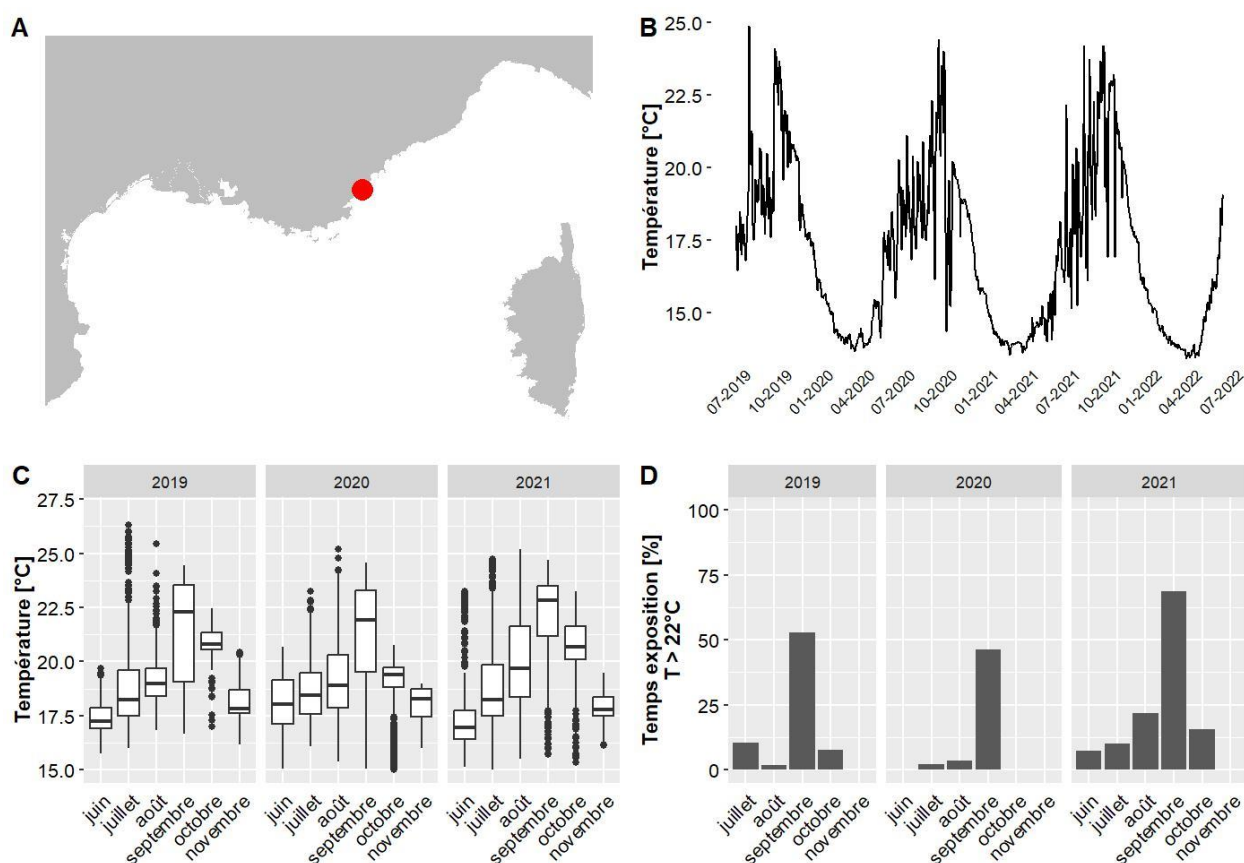
Les données de température pour le site Agay situé à 40 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 20 °C et 10 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.3 °C, en septembre 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.2. Agay Ouest – 24 m TEMPO

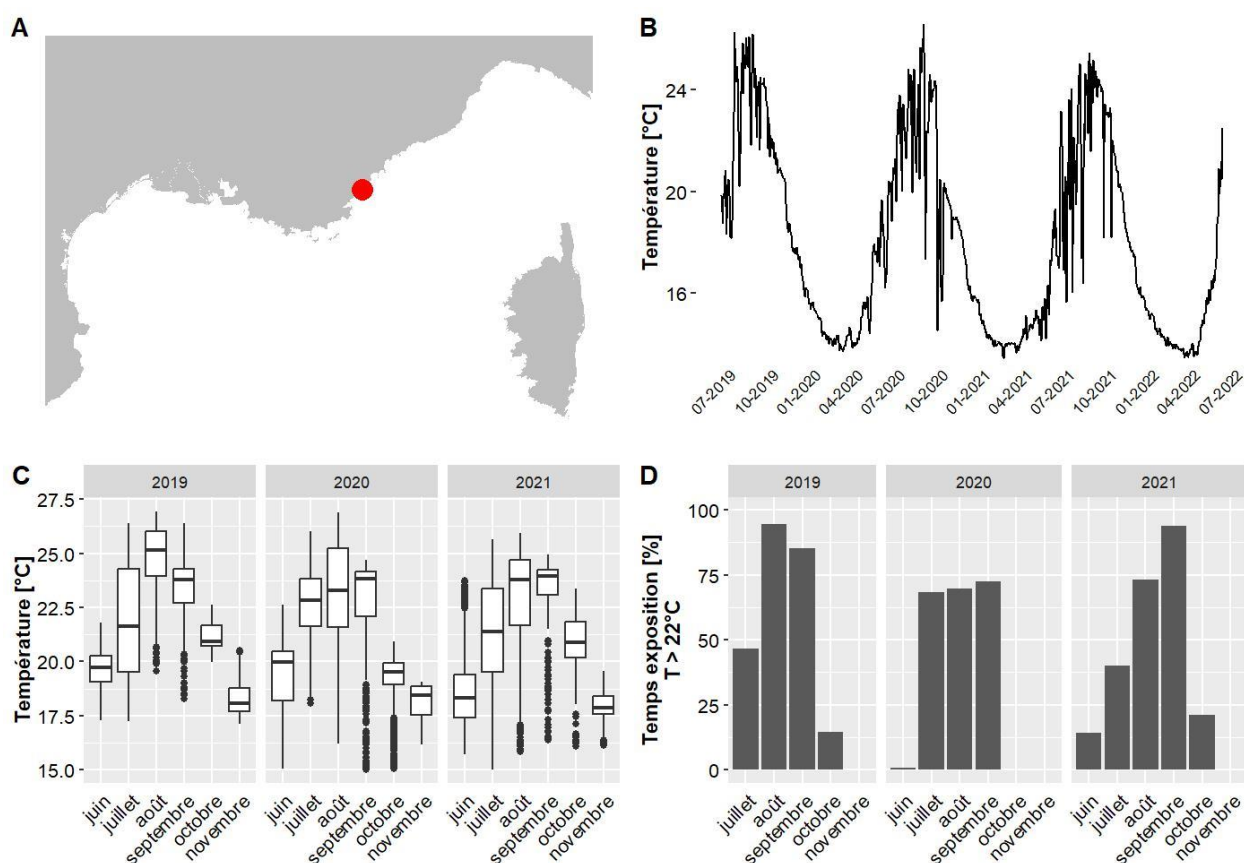
Les données de température pour le site Agay Ouest situé à 24 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 22.1 °C et 69 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.3 °C, en juillet 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.3. Agay Ouest PI – 15 m TEMPO

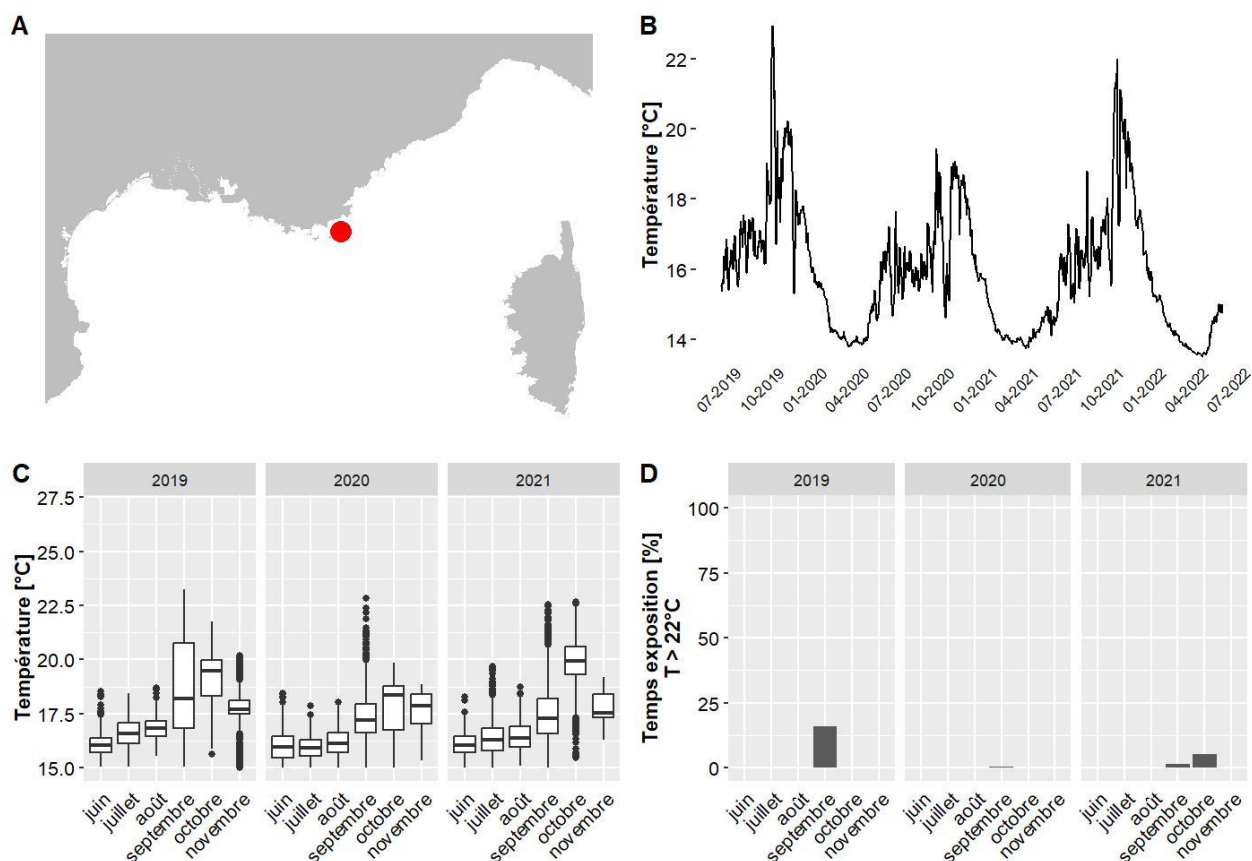
Les données de température pour le site Agay Ouest PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 24.8 °C et 94 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.9 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.4. Balise Levant – 34 m RECOR

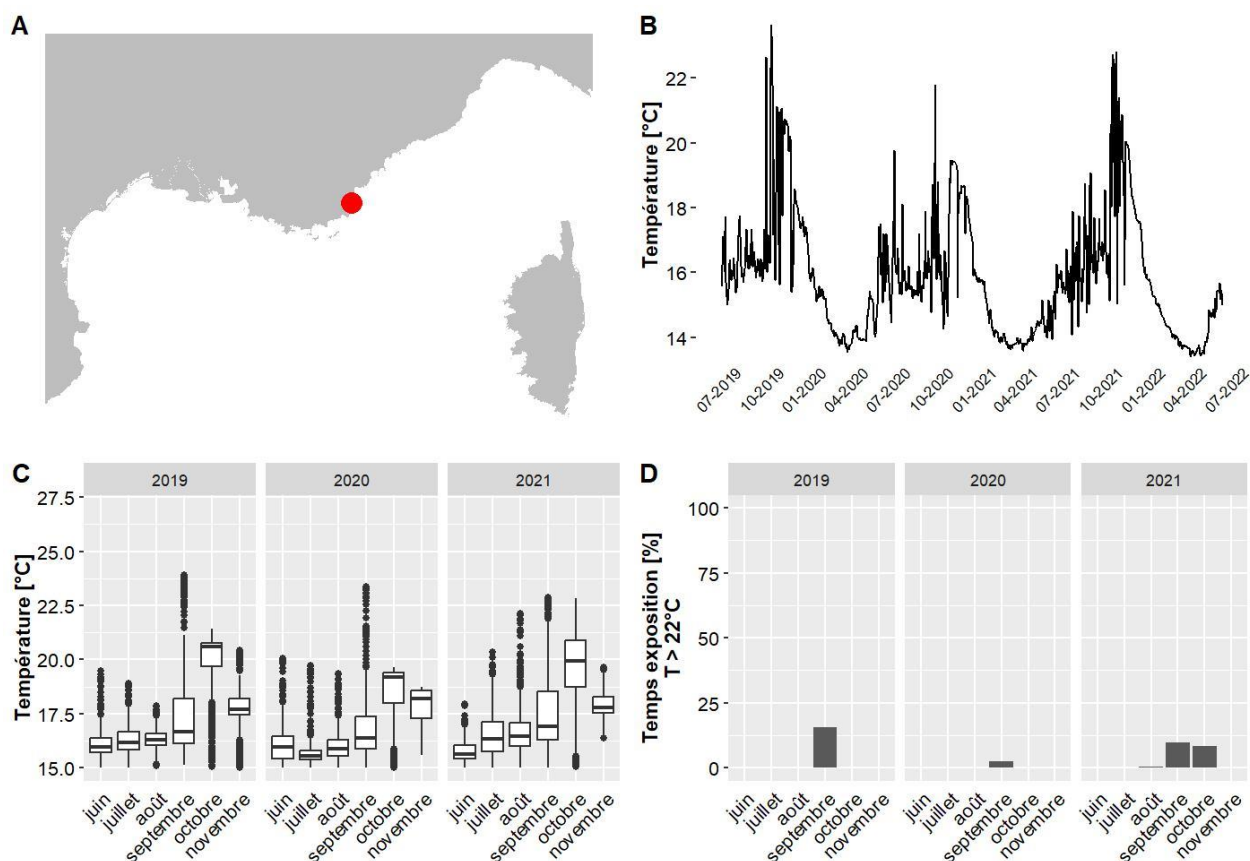
Les données de température pour le site Balise Levant situé à 34 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 19.8 °C et 5 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.3 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.5. Balise Rabiou – 40 m RECOR

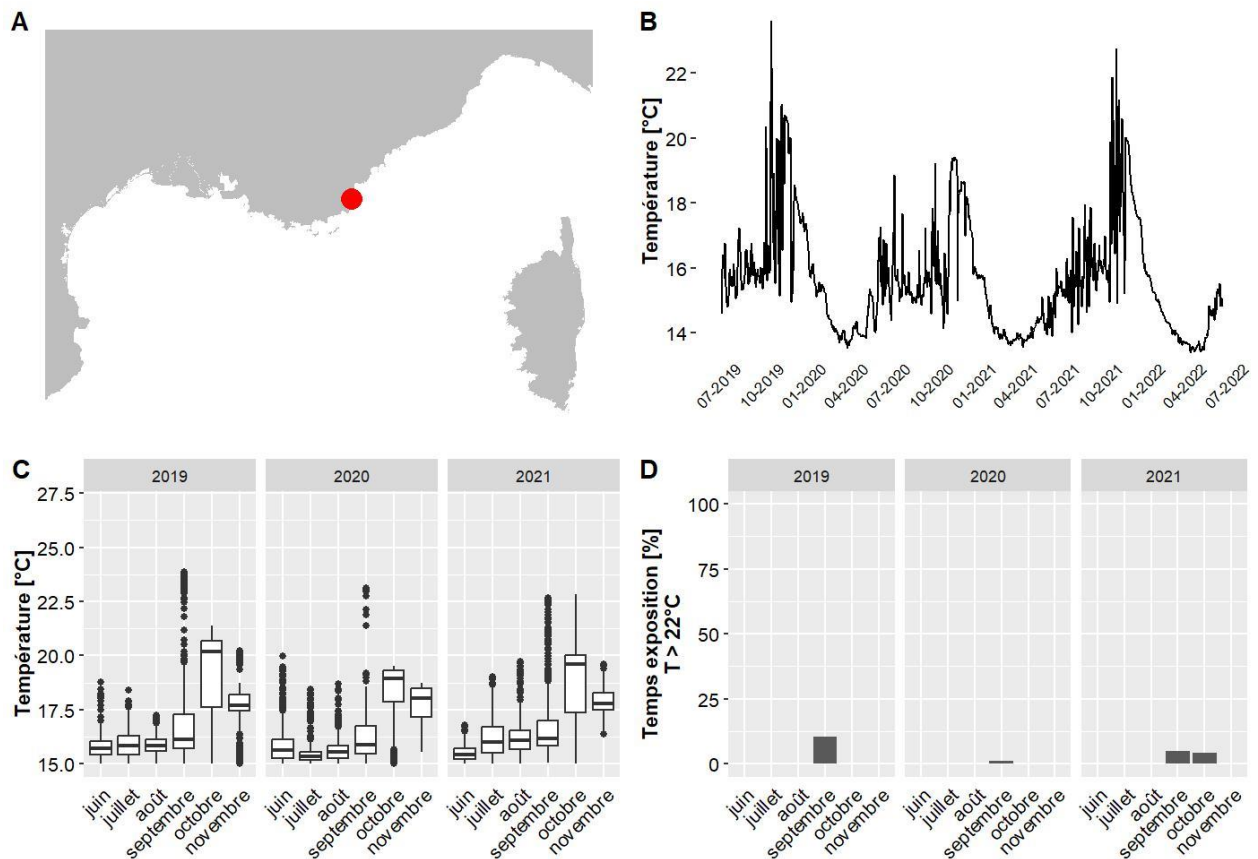
Les données de température pour le site Balise Rabiou situé à 40 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.8 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.9 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.6. Balise Rabiou – 46 m RECOR

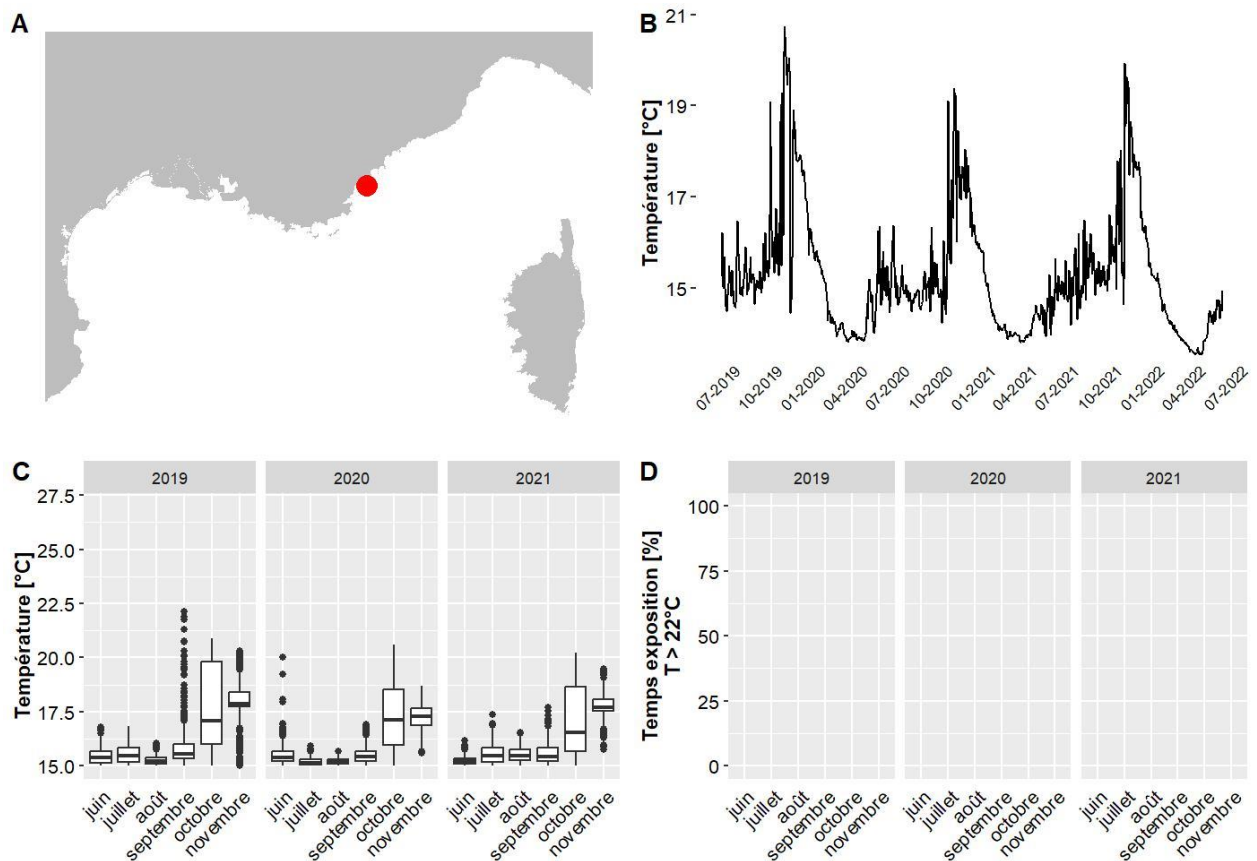
Les données de température pour le site Balise Rabiou situé à 46 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.2 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.9 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.7. Banc de vieilles – 55 m RECOR

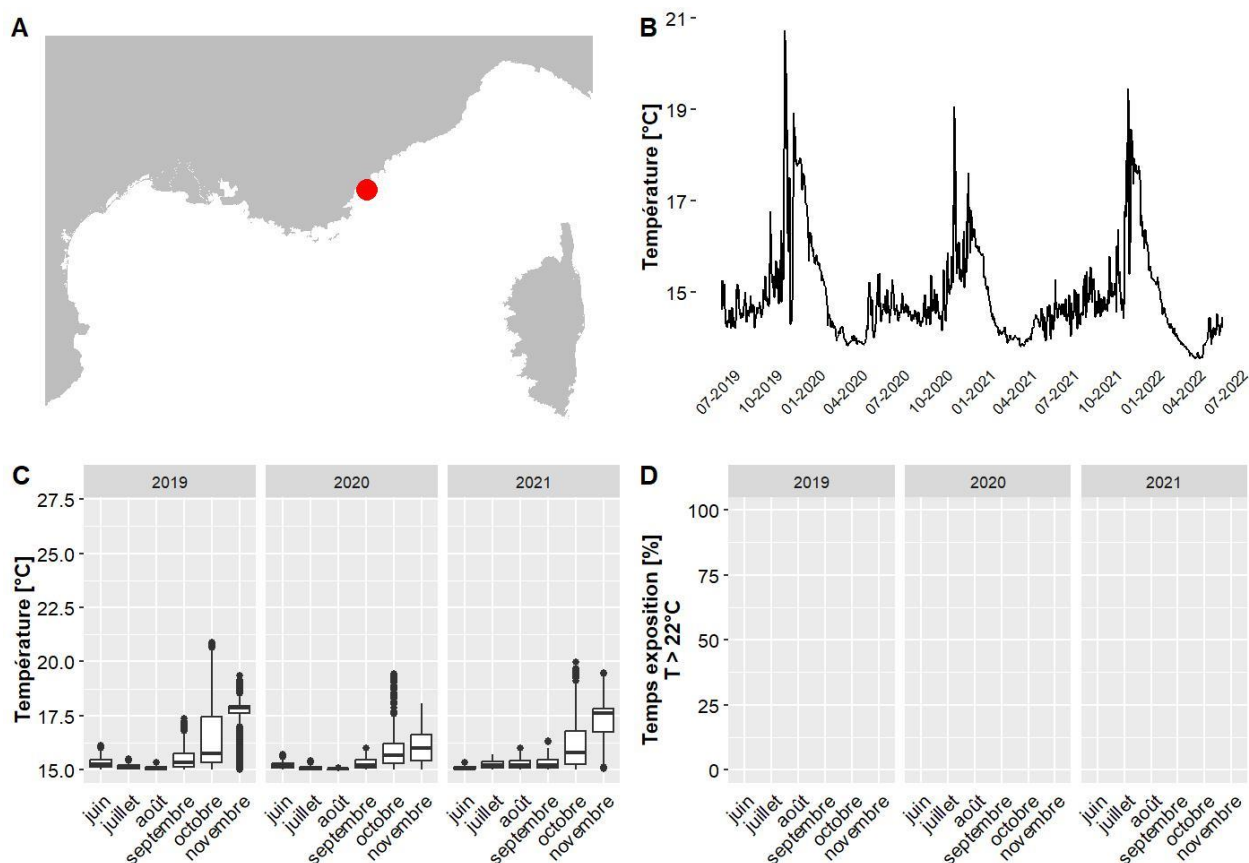
Les données de température pour le site Banc de vieilles situé à 55 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 17.8 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 22.1 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.8. Banc de vieilles – 67 m RECOR

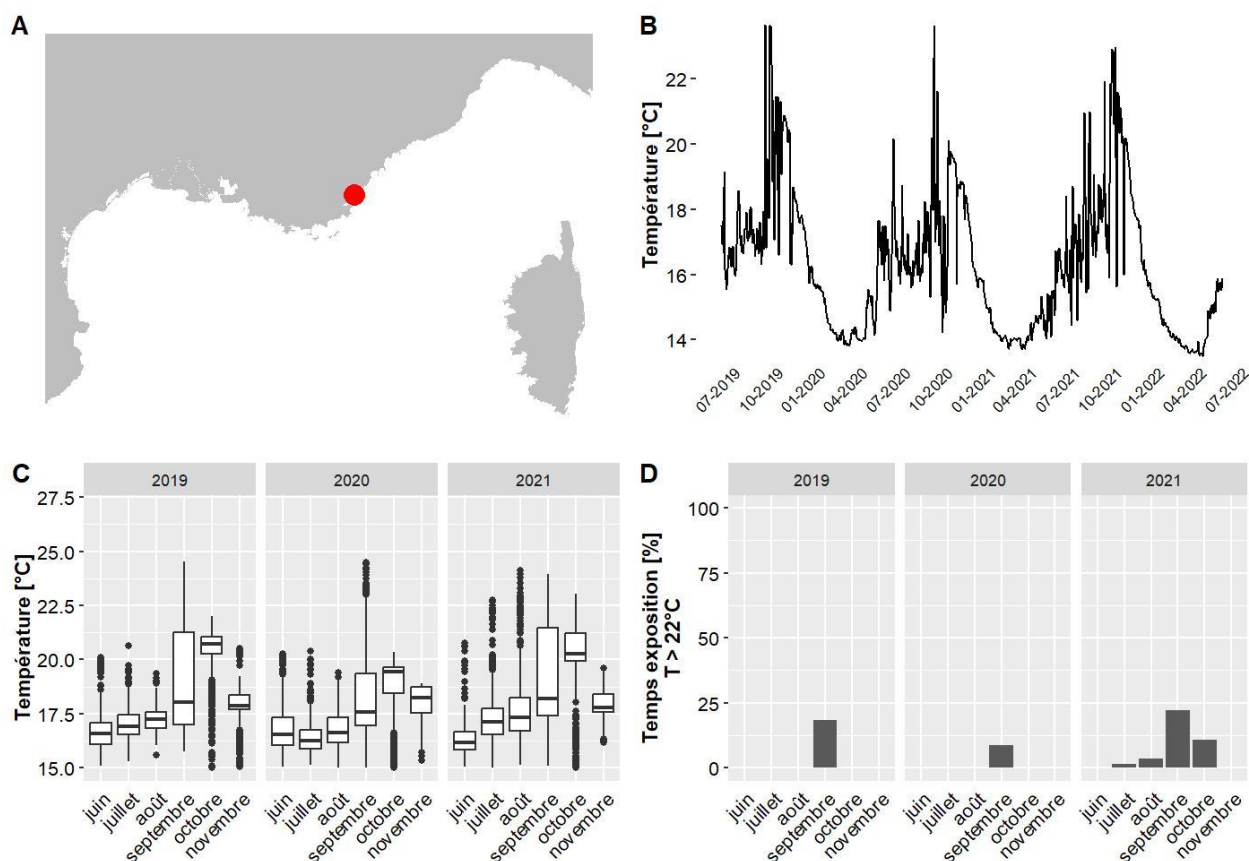
Les données de température pour le site Banc de vieilles situé à 67 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 17.4 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 20.9 °C, en octobre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.9. Bonneau – 35 m RECOR

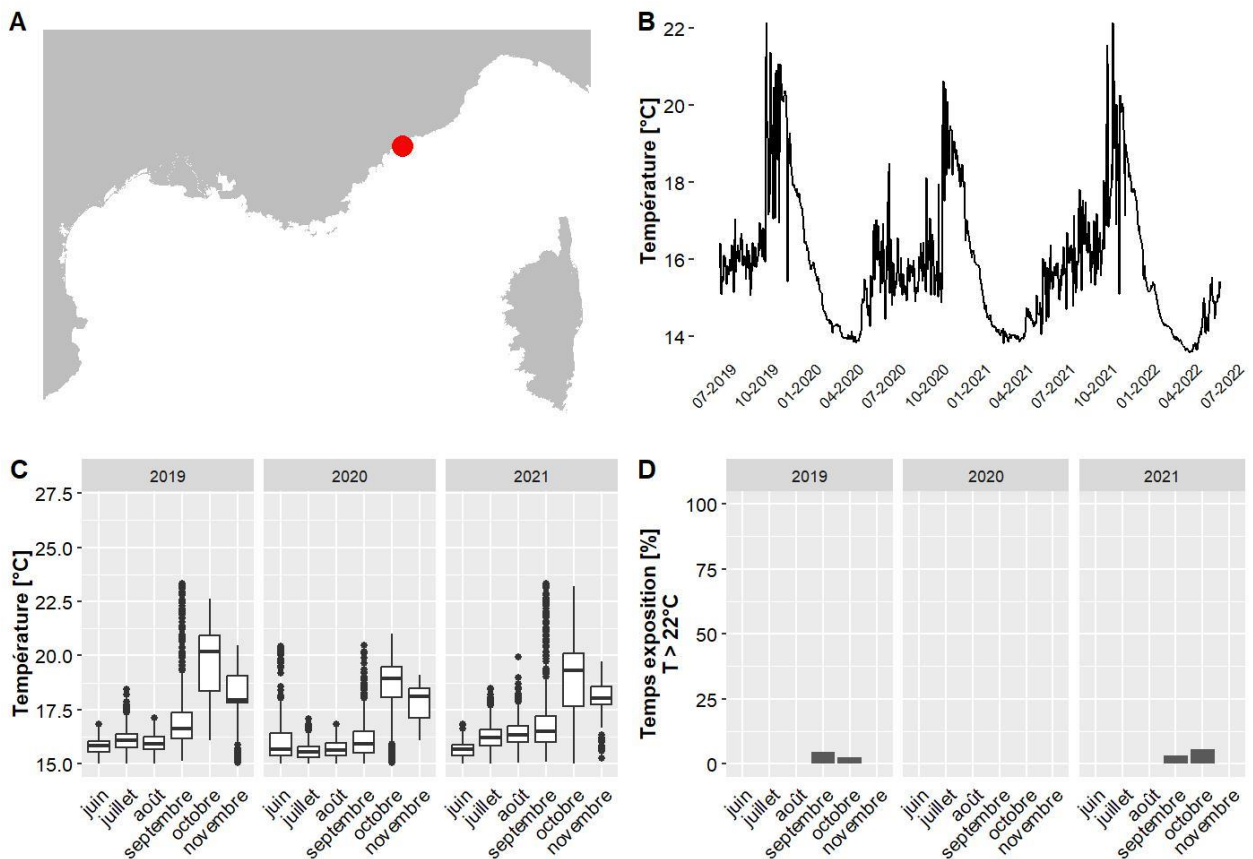
Les données de température pour le site Bonneau situé à 35 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 20.4 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.5 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.10. Cap Ail – 45 m RECOR

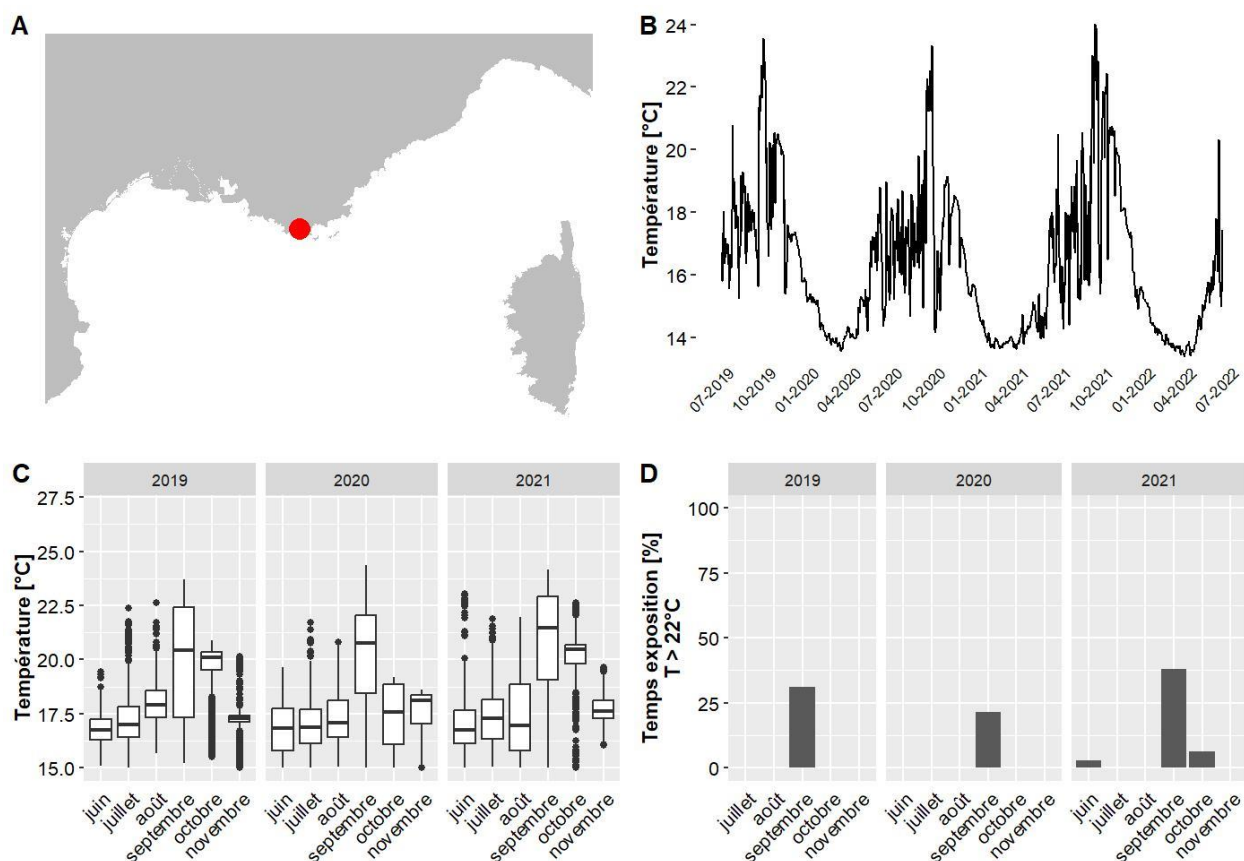
Les données de température pour le site Cap Ail situé à 45 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.7 °C et 2 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.3 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.11. Cap Carqueiranne – 29 m TEMPO

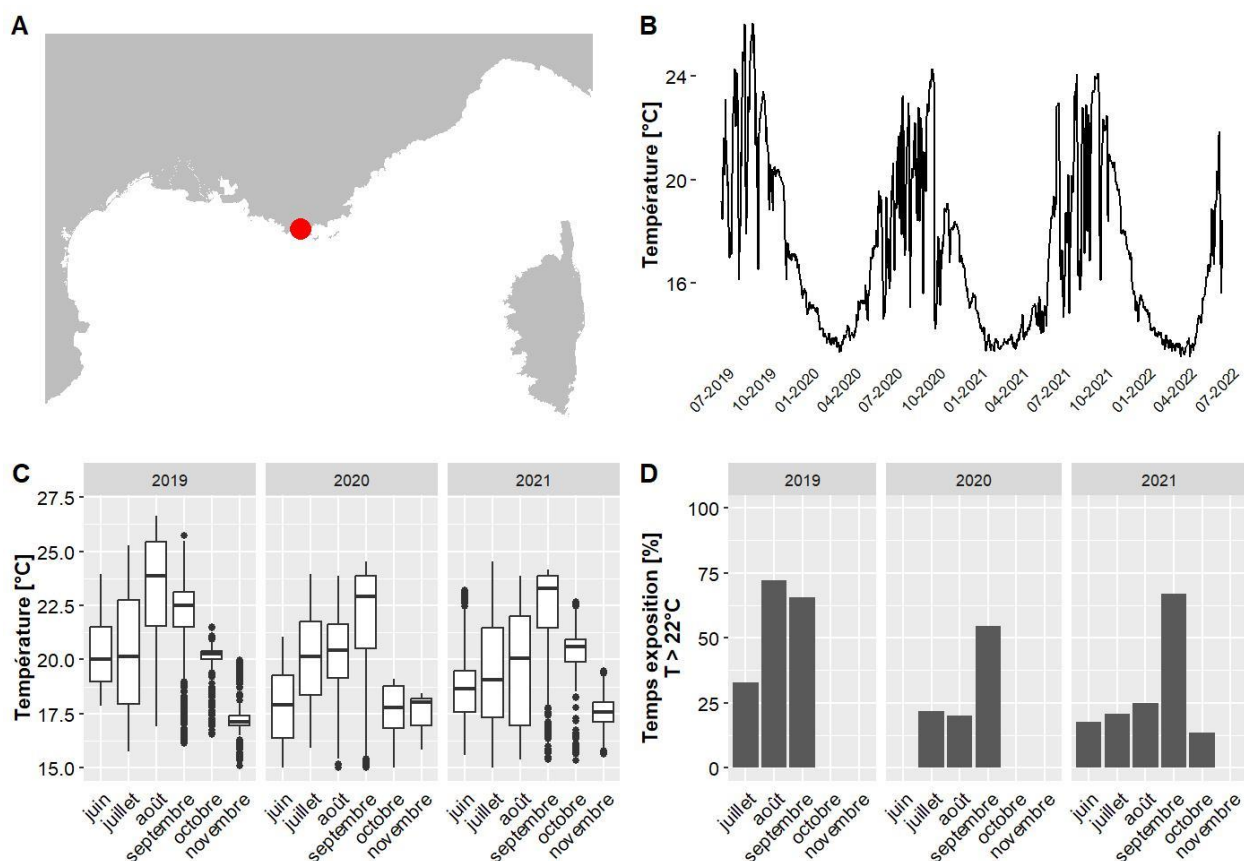
Les données de température pour le site Cap Carqueiranne situé à 29 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 20.7 °C et 38 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.4 °C, en septembre 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.12. Cap Carqueiranne PI – 15 m TEMPO

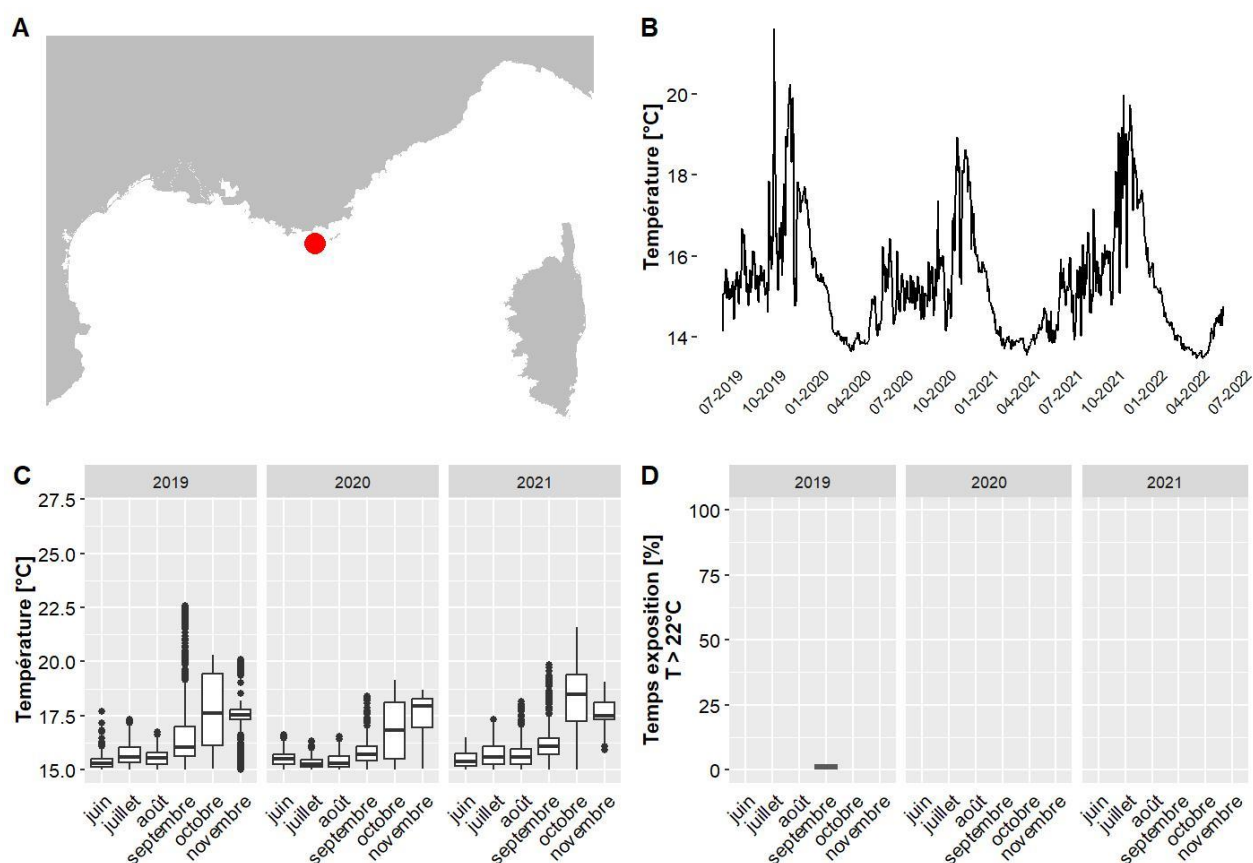
Les données de température pour le site Cap Carqueiranne PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 23.2 °C et 72 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.6 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.13. Cap dArmes – 47 m RECOR

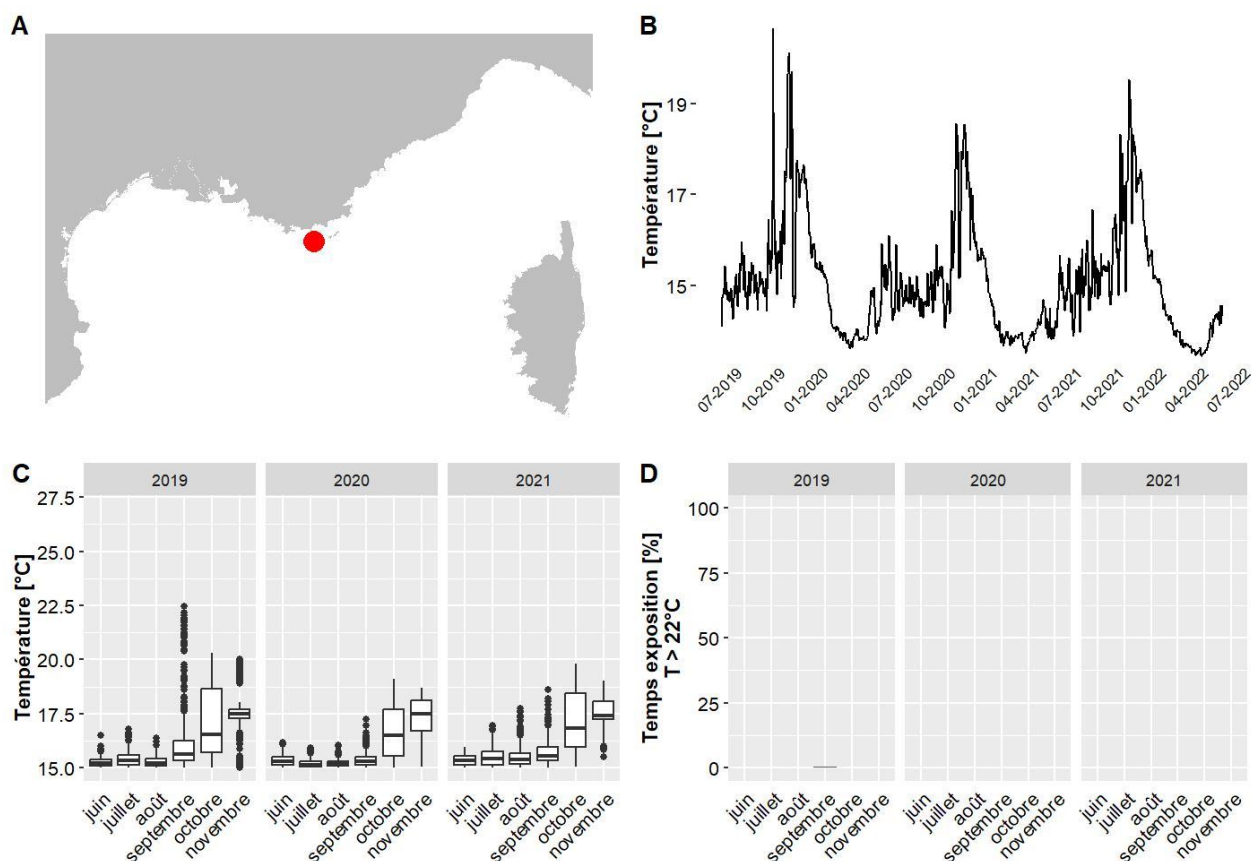
Les données de température pour le site Cap dArmes situé à 47 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 18.1 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 22.6 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.14. Cap dArmes – 55 m RECOR

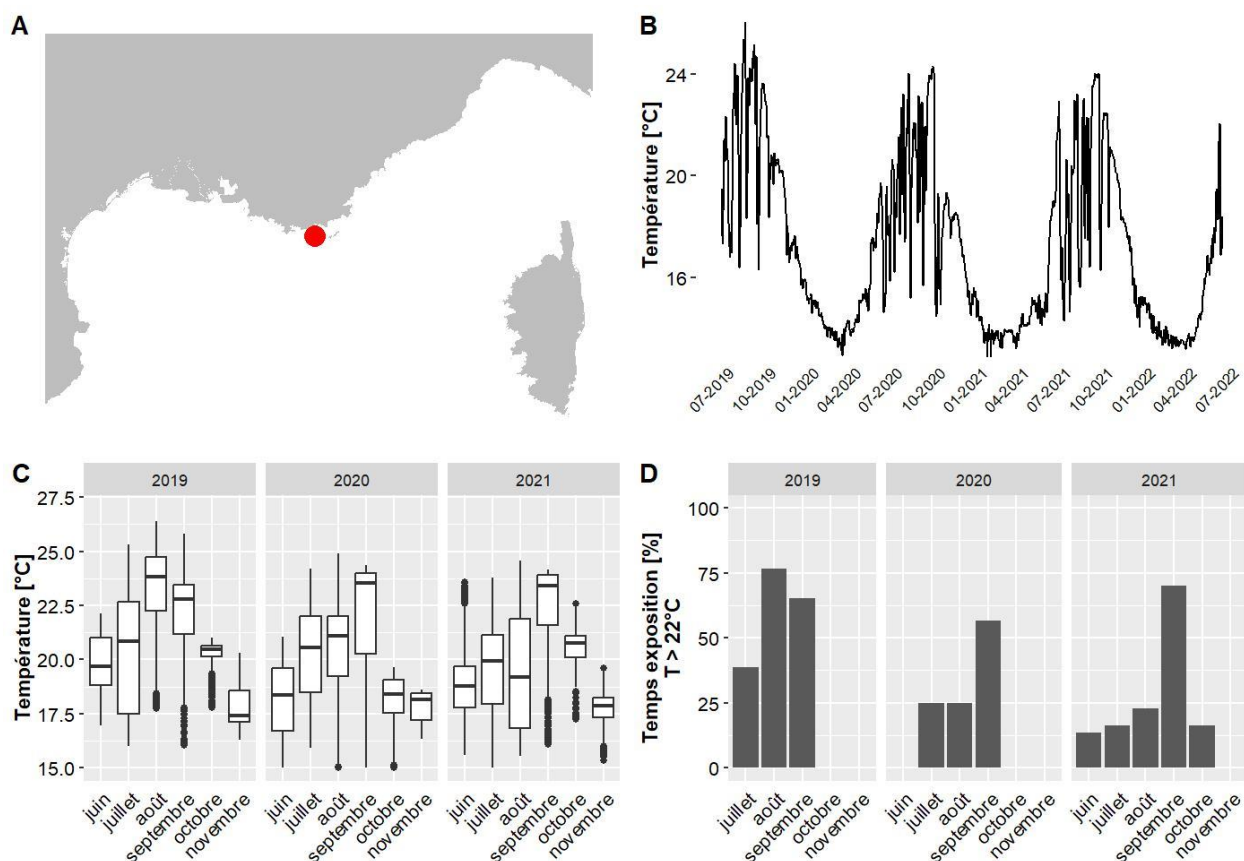
Les données de température pour le site Cap dArmes situé à 55 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 17.5 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 22.4 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.15. Cap des Medes PI – 15 m TEMPO

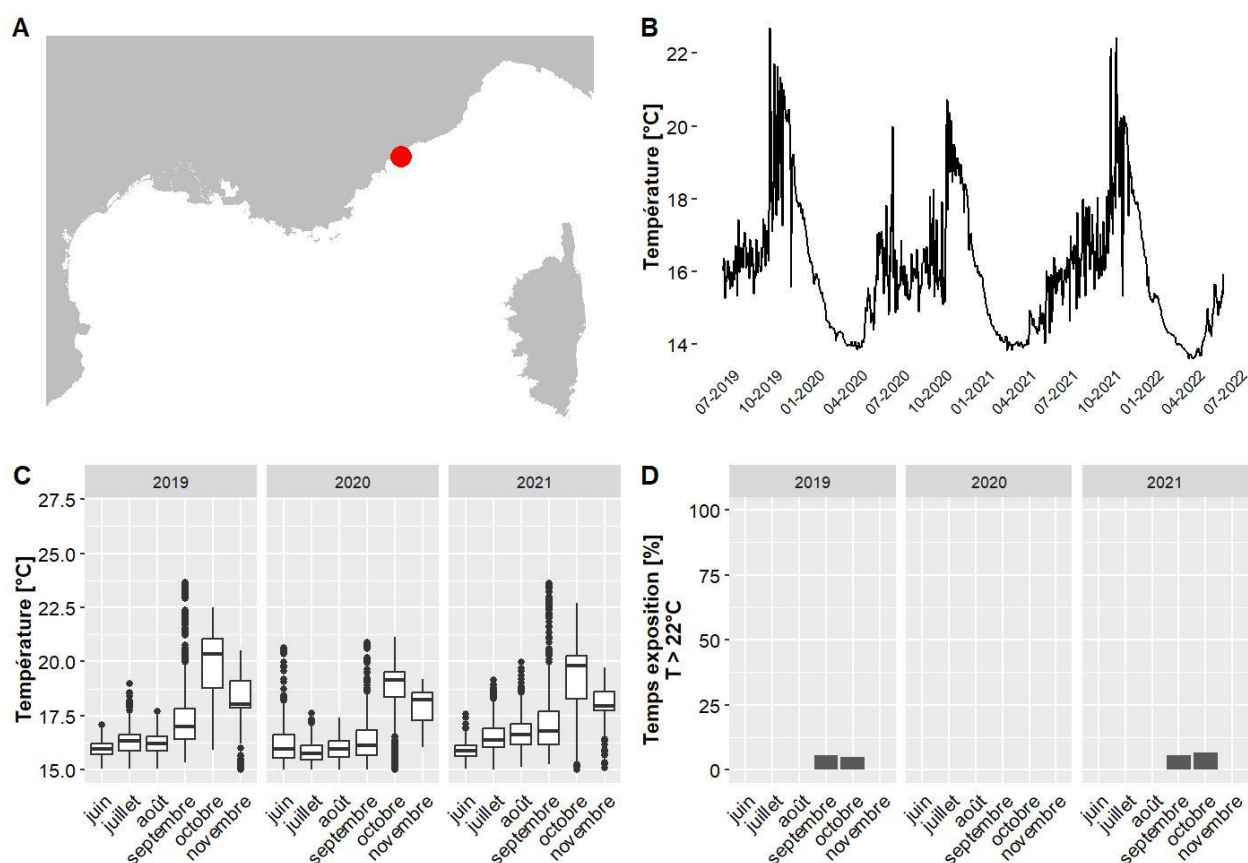
Les données de température pour le site Cap des Medes PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 23.1 °C et 77 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.4 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.16. Cap Ferrat – 40 m RECOR

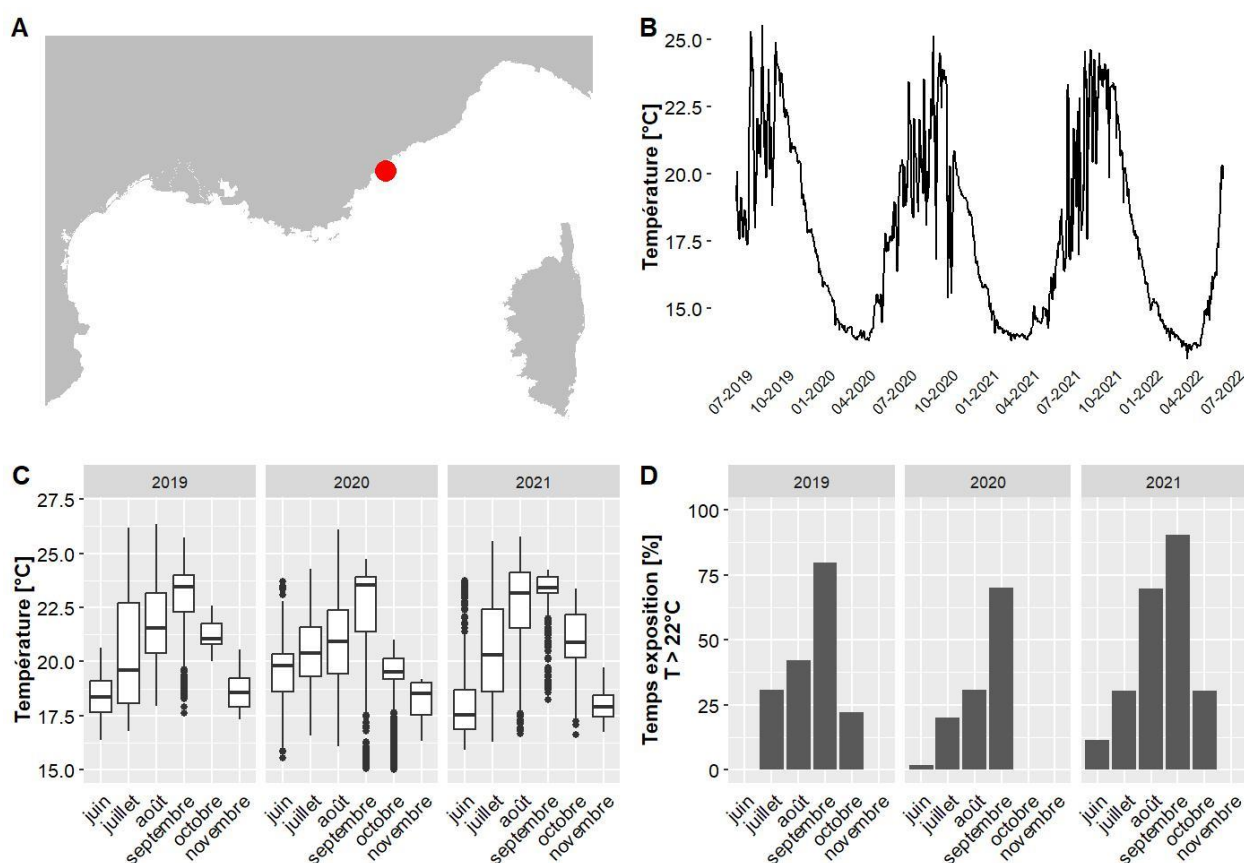
Les données de température pour le site Cap Ferrat situé à 40 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.9 °C et 5 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.7 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.17. Cap Gros Nord – 21 m TEMPO

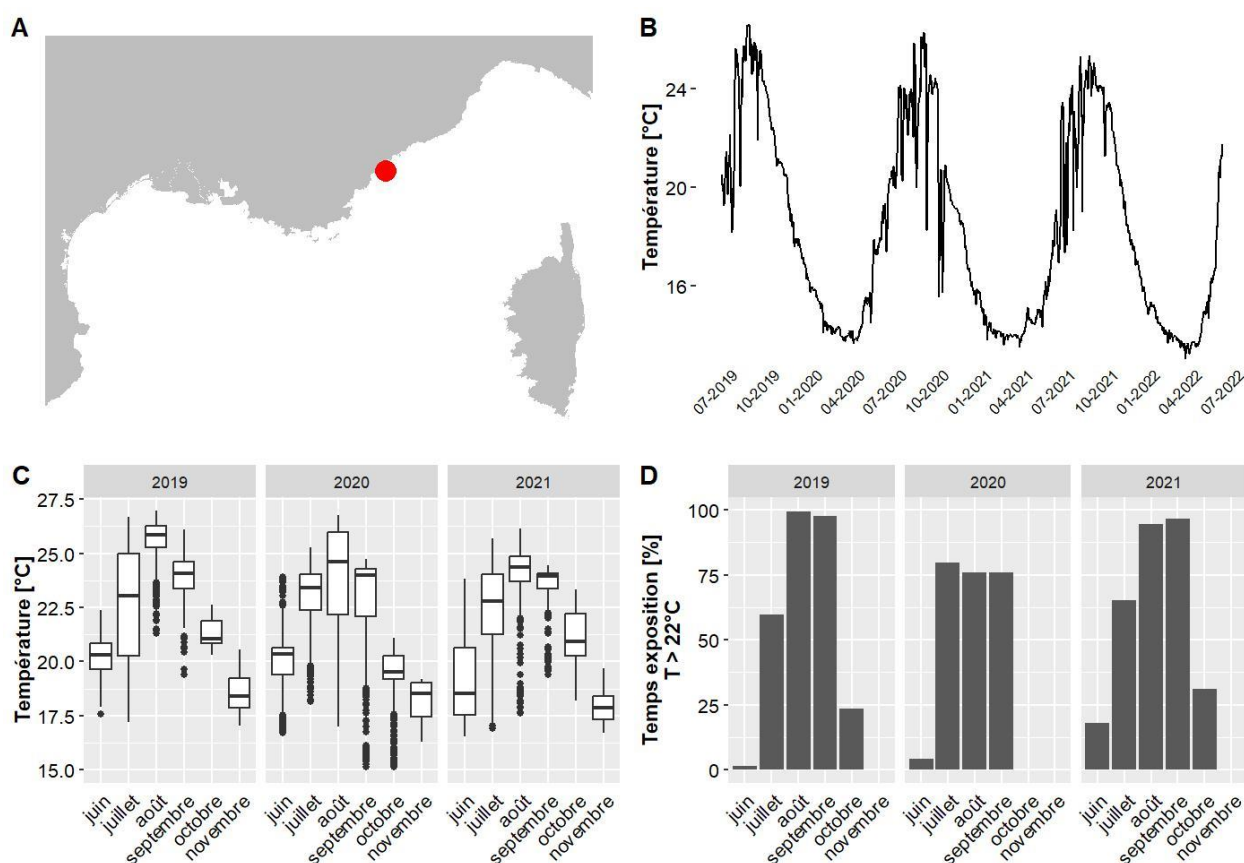
Les données de température pour le site Cap Gros Nord situé à 21 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 23.2 °C et 91 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.3 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.18. Cap Gros Nord PI – 15 m TEMPO

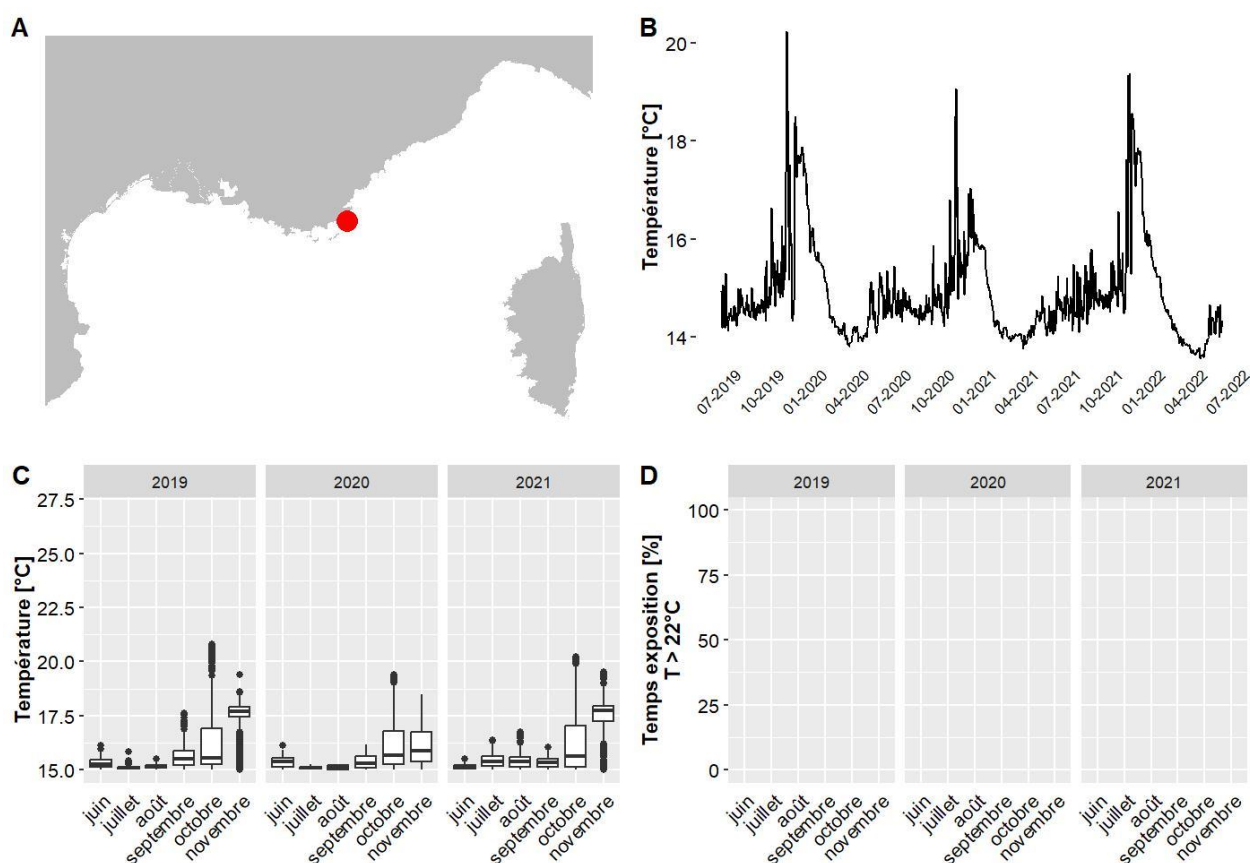
Les données de température pour le site Cap Gros Nord PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 25.6 °C et 99 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.1 °C, en août 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.19. Cap Lardier – 67 m RECOR

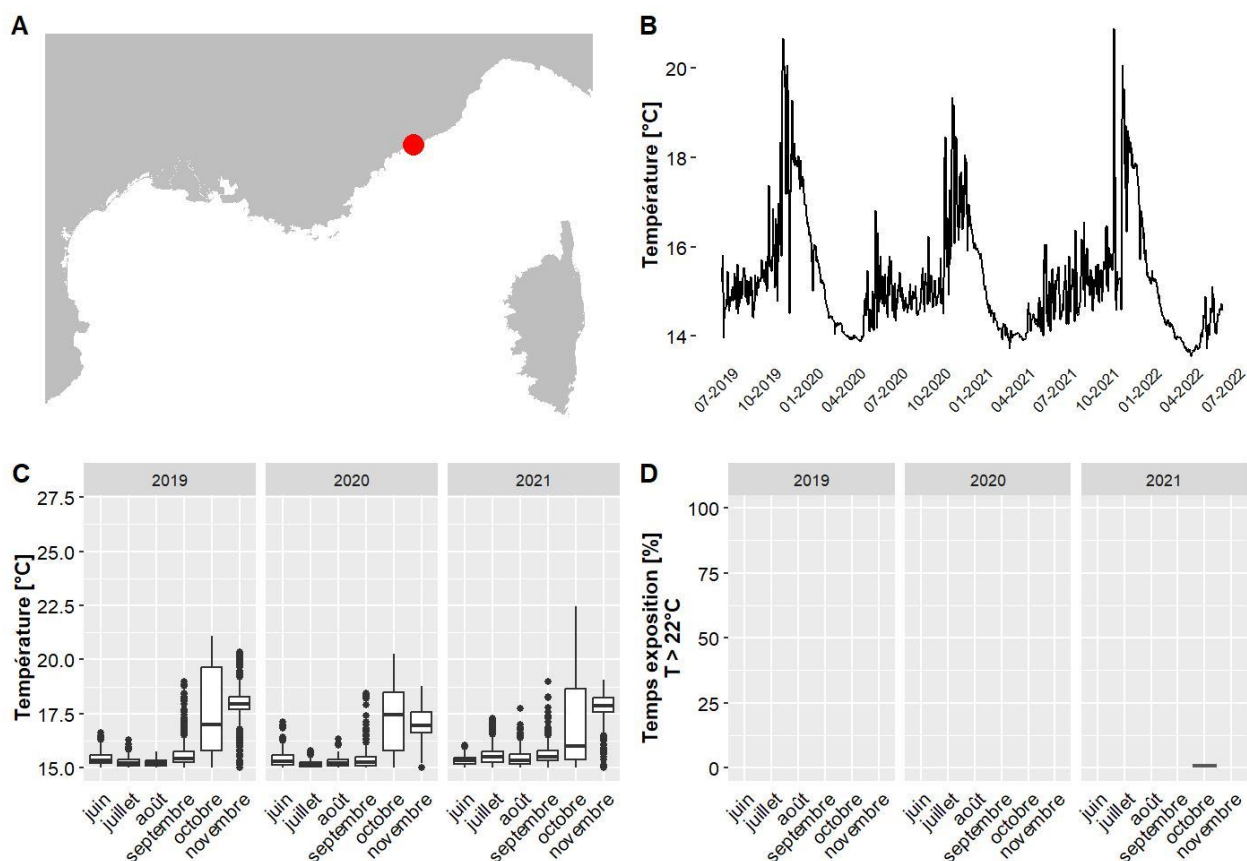
Les données de température pour le site Cap Lardier situé à 67 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 17.6 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 20.8 °C, en octobre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.20. Cap Martin Est – 57 m RECOR

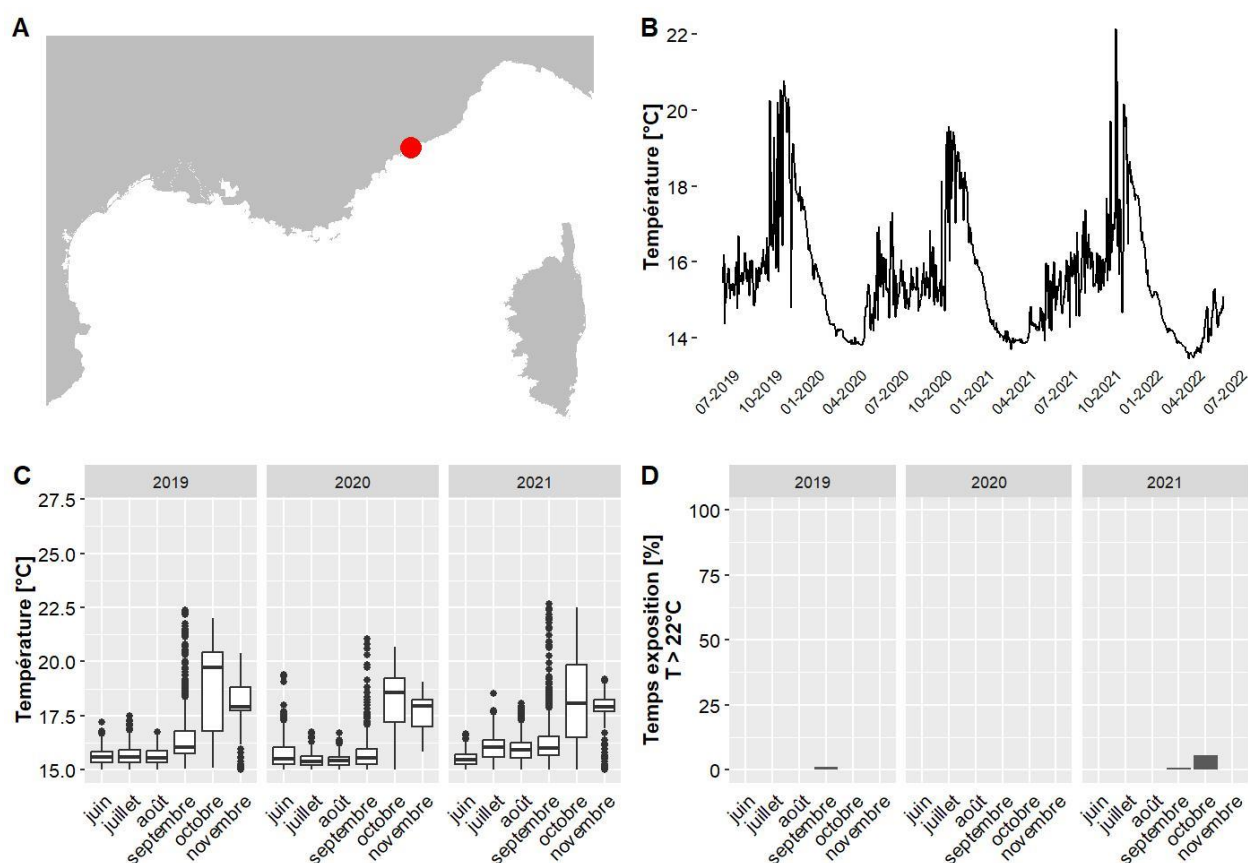
Les données de température pour le site Cap Martin Est situé à 57 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2019 avec une température moyenne de 17.9 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 22.4 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.21. Cap Martin Ouest b – 48 m RECOR

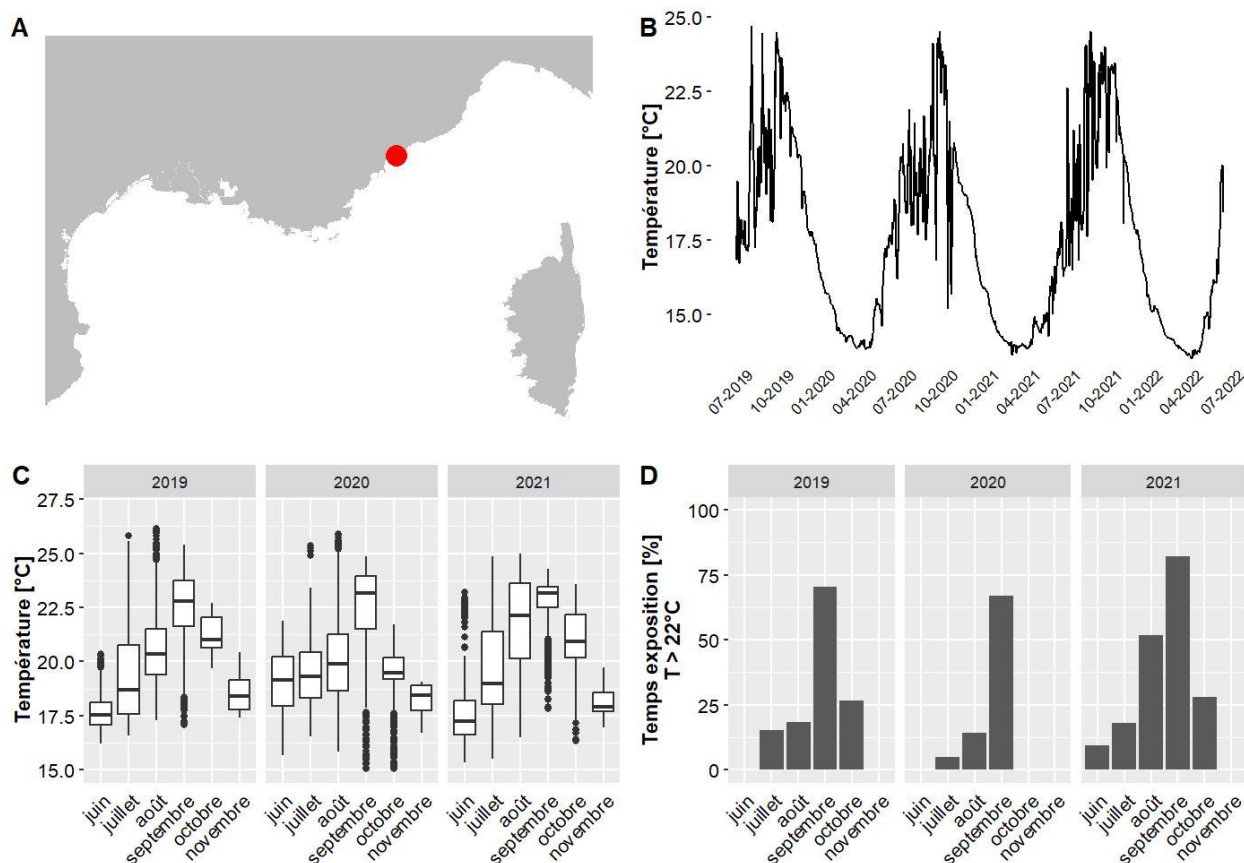
Les données de température pour le site Cap Martin Ouest b situé à 48 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 18.8 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 22.7 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.22. Cap Nice Est – 29 m TEMPO

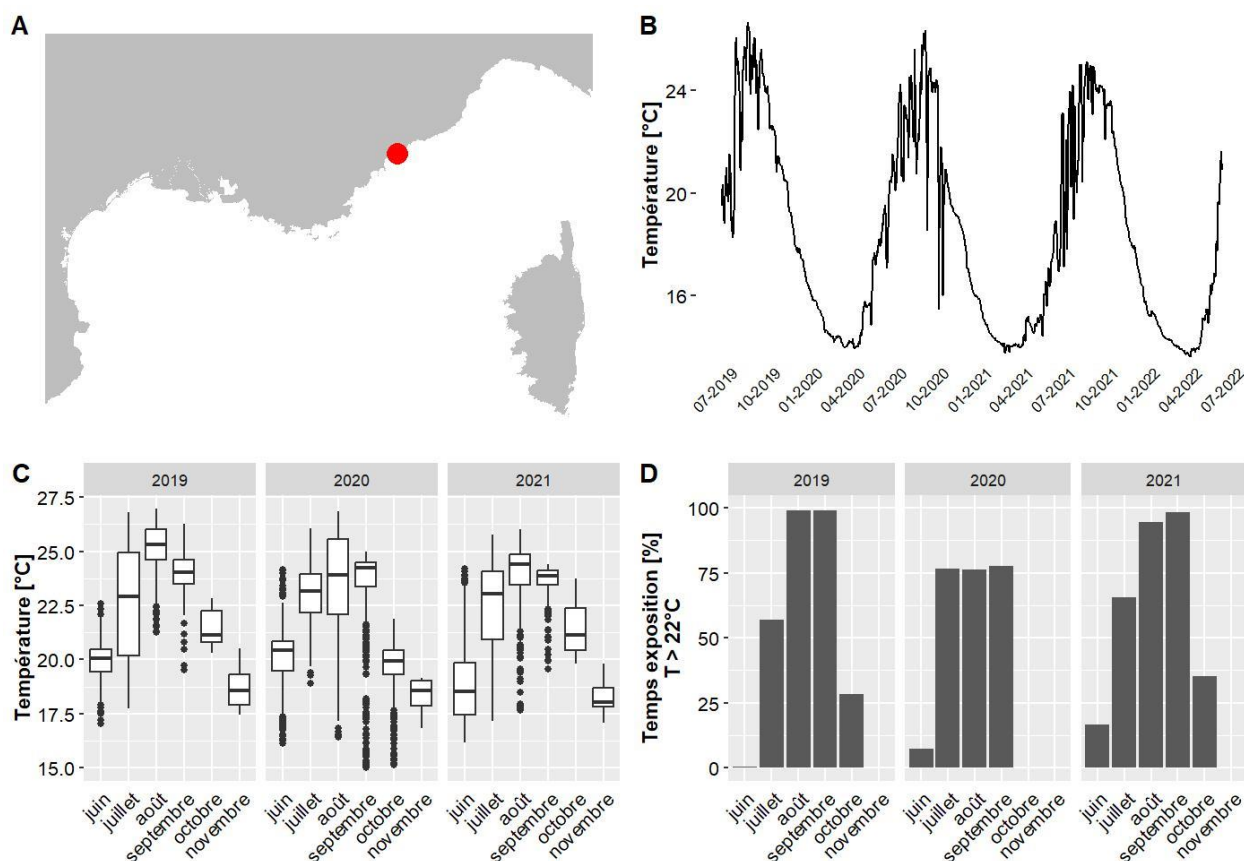
Les données de température pour le site Cap Nice Est situé à 29 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 22.7 °C et 82 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.2 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.23. Cap Nice Est PI – 15 m TEMPO

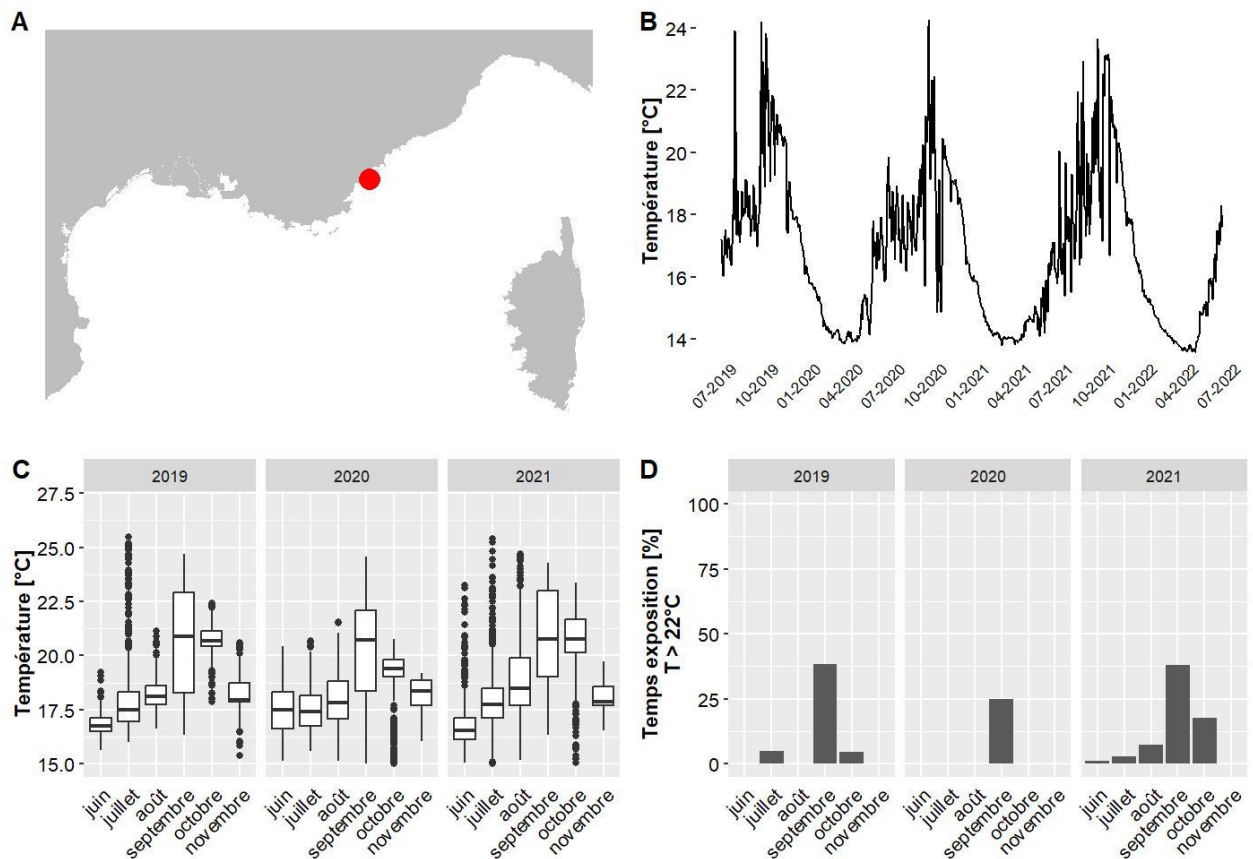
Les données de température pour le site Cap Nice Est PI situé à 15.5 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 25.2 °C et 99 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.1 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.24. Cap Roux – 29 m TEMPO

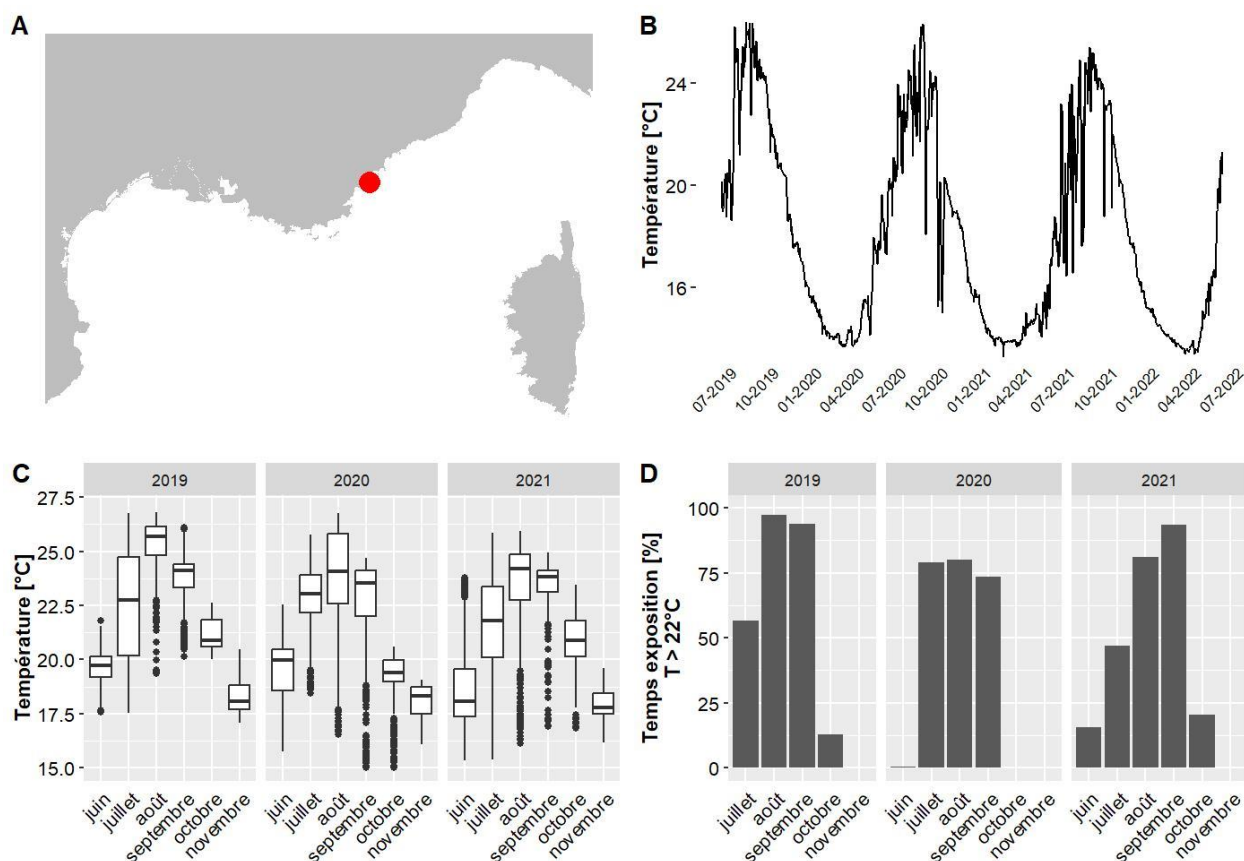
Les données de température pour le site Cap Roux situé à 29.2 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 20.8 °C et 18 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.5 °C, en juillet 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.25. Cap Roux PI – 15 m TEMPO

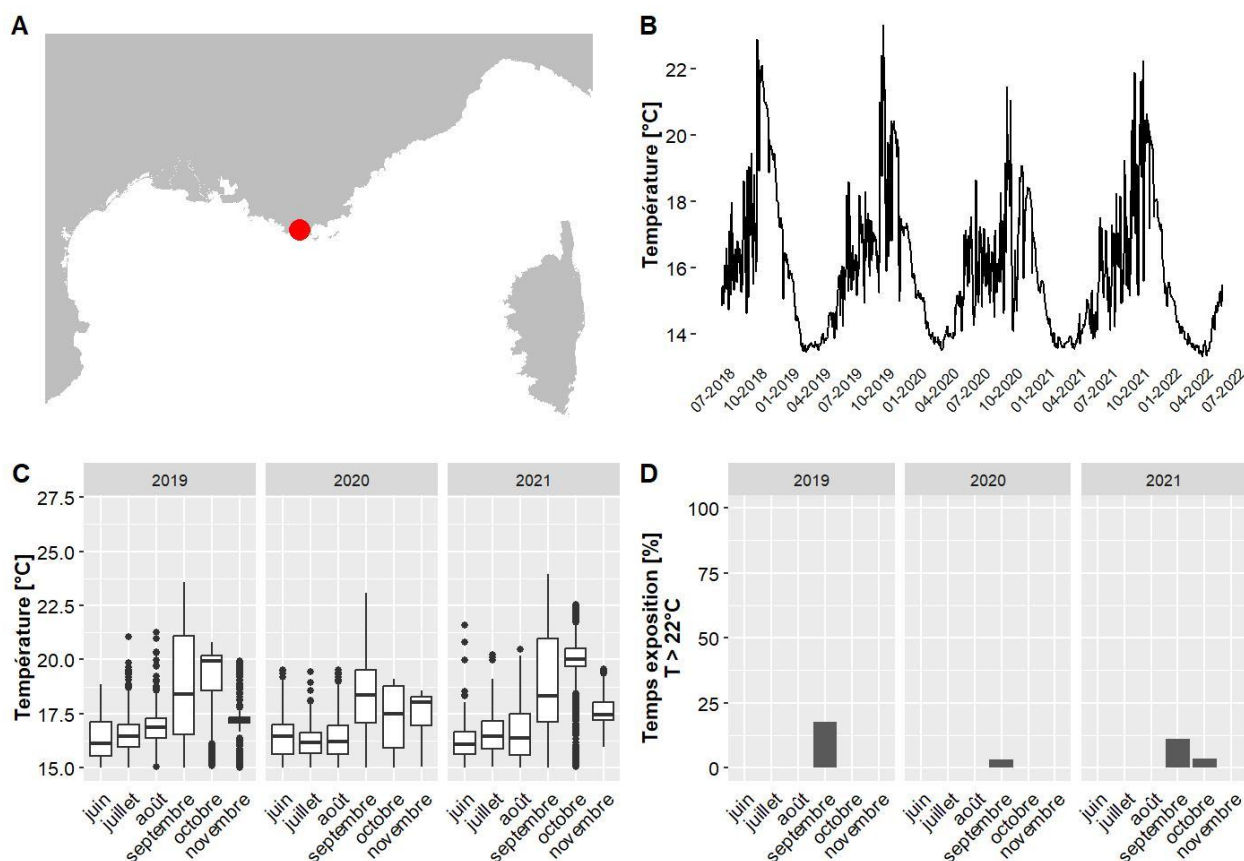
Les données de température pour le site Cap Roux PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 25.3 °C et 97 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.26. Carqueiranne – 35 m RECOR

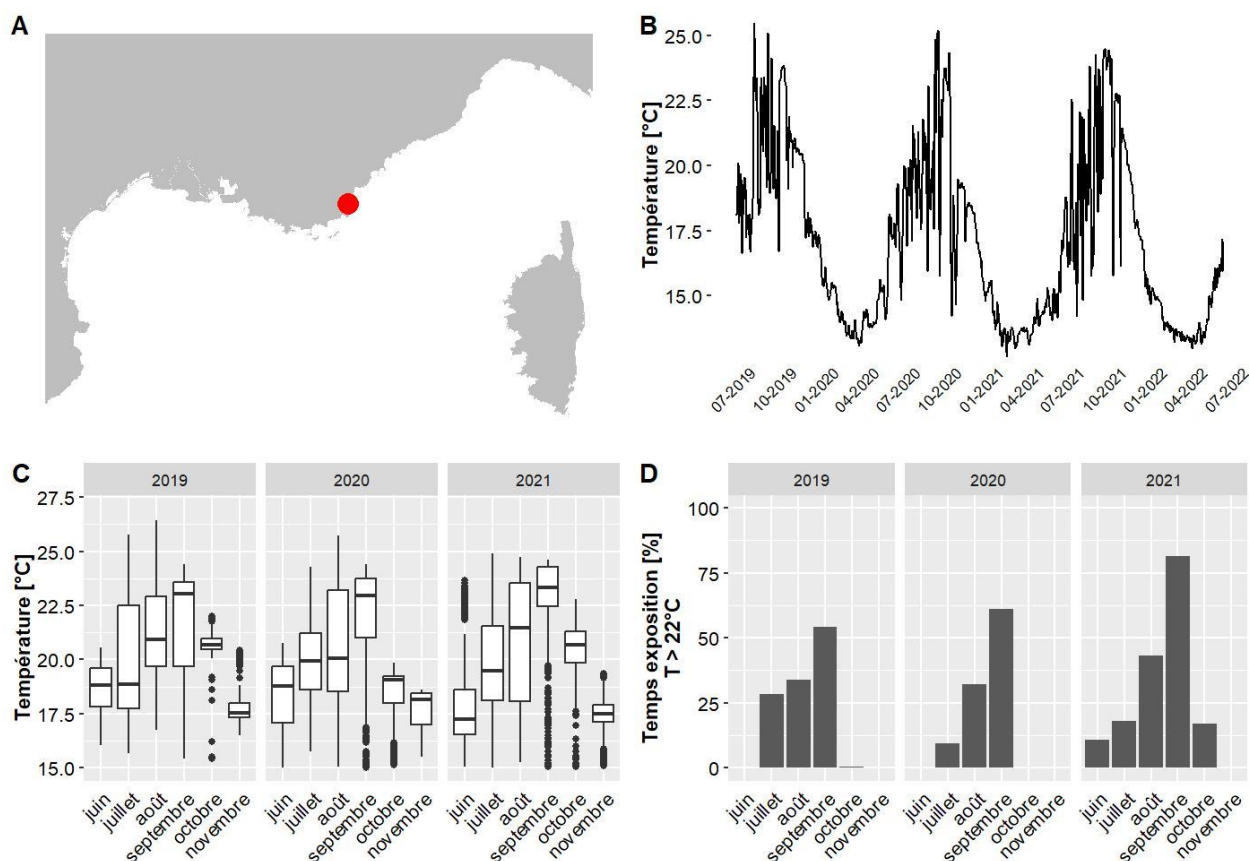
Les données de température pour le site Carqueiranne situé à 35 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2018 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2018 avec une température moyenne de 21 °C et 12 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.9 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28.6 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.27. Emissaire St Tropez 1 – 21 m RECOR

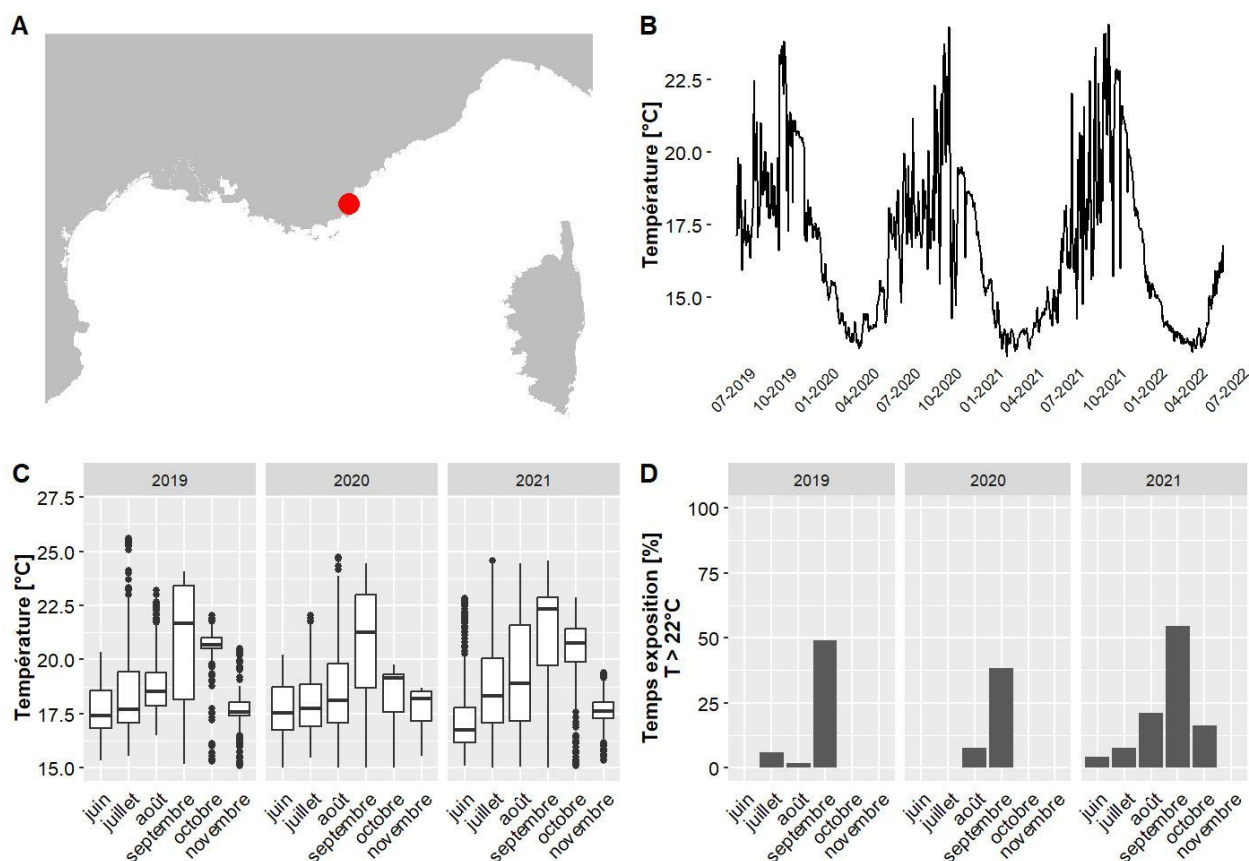
Les données de température pour le site Emissaire St Tropez 1 situé à 21 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 22.7 °C et 82 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.5 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.28. Emissaire St Tropez 2 – 27 m RECOR

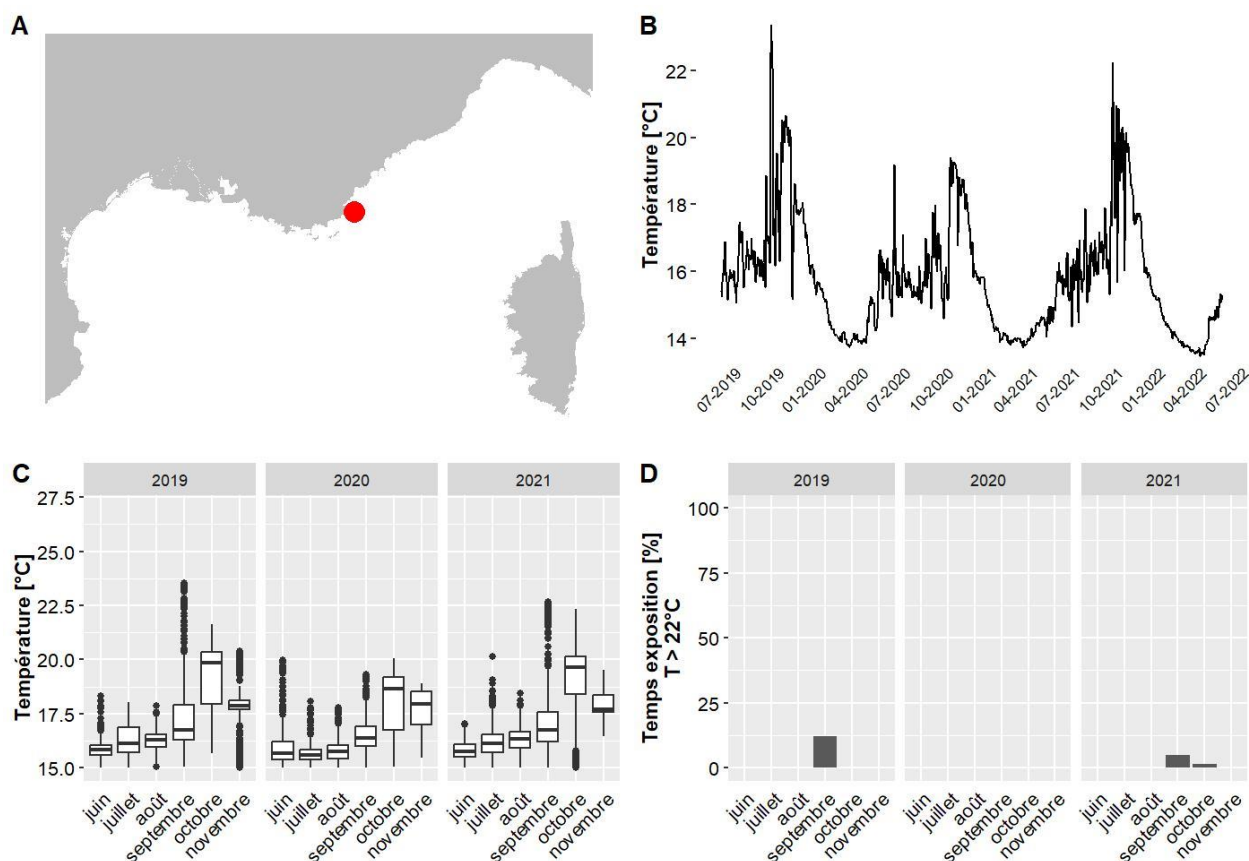
Les données de température pour le site Emissaire St Tropez 2 situé à 27 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 21.4 °C et 55 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.6 °C, en juillet 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.29. Epave – 42 m RECOR

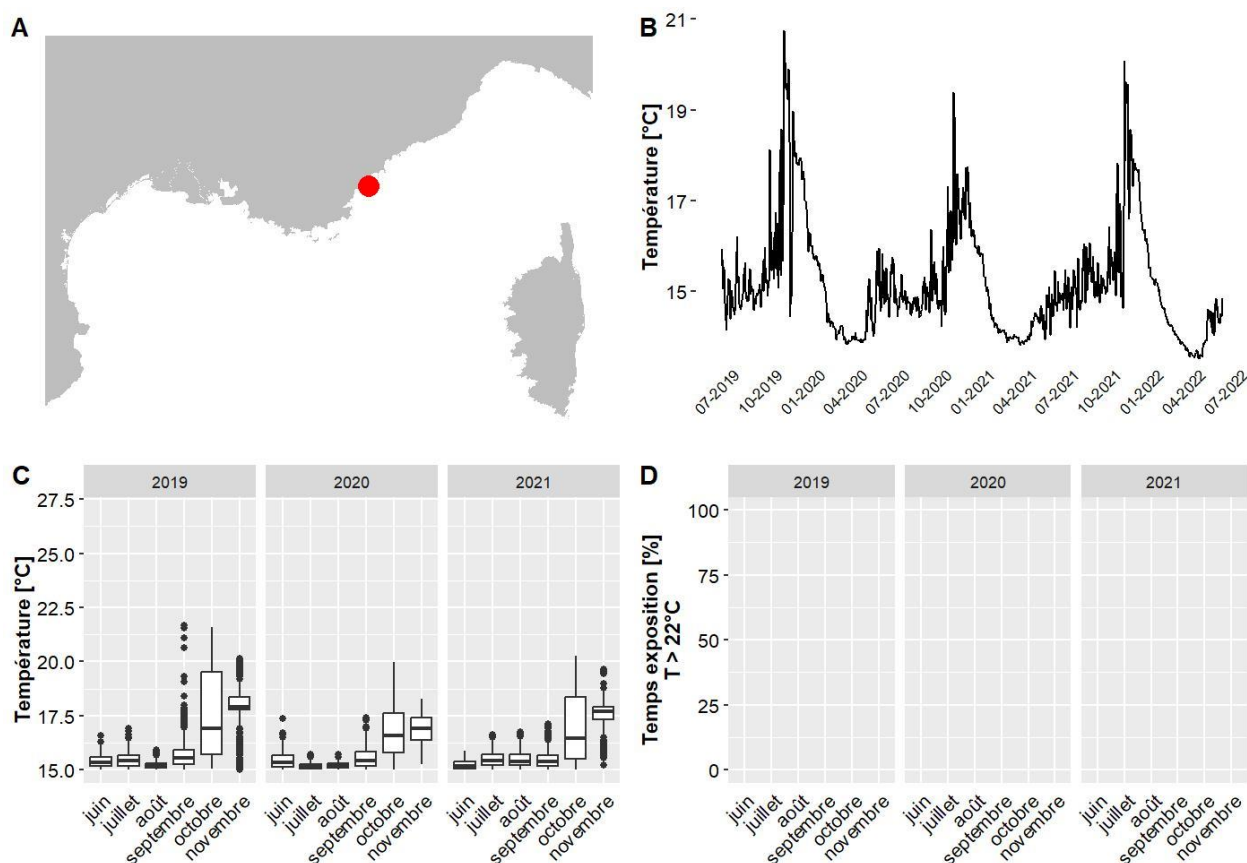
Les données de température pour le site Epave situé à 42 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.2 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.5 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.30. Esterel – 58 m RECOR

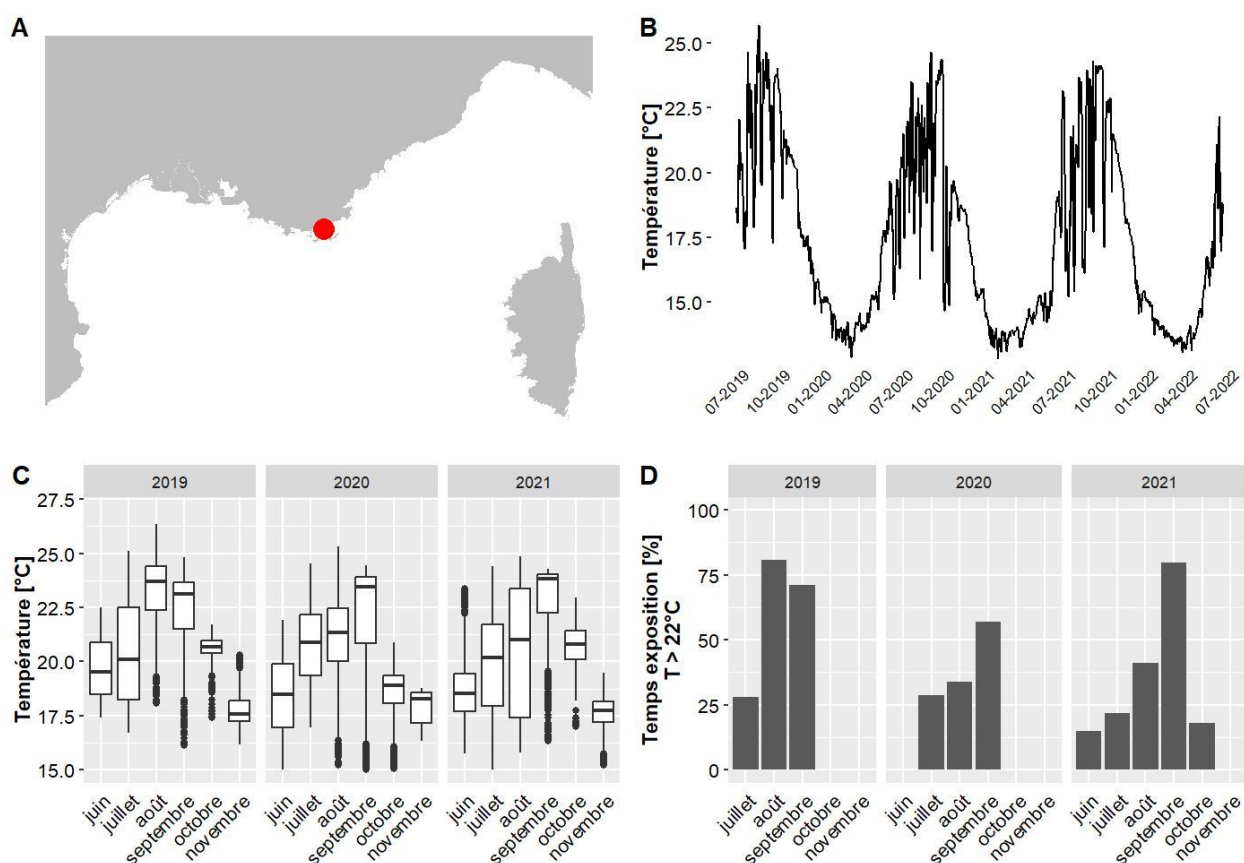
Les données de température pour le site Esterel situé à 58 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 17.7 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21.7 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.31. Fort Bregancon PI – 15 m TEMPO

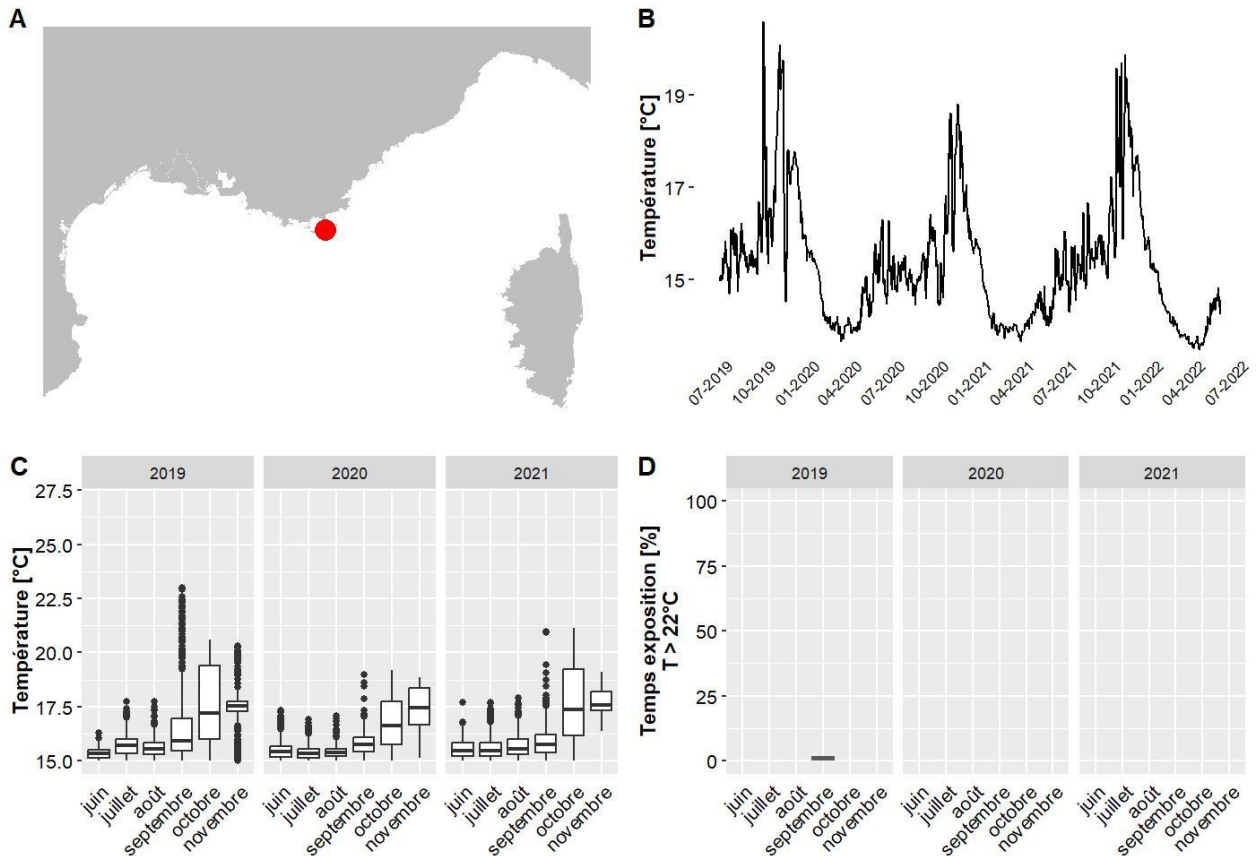
Les données de température pour le site Fort Bregancon PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 23.2 °C et 81 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.4 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.32. Gabiniere – 47 m RECOR

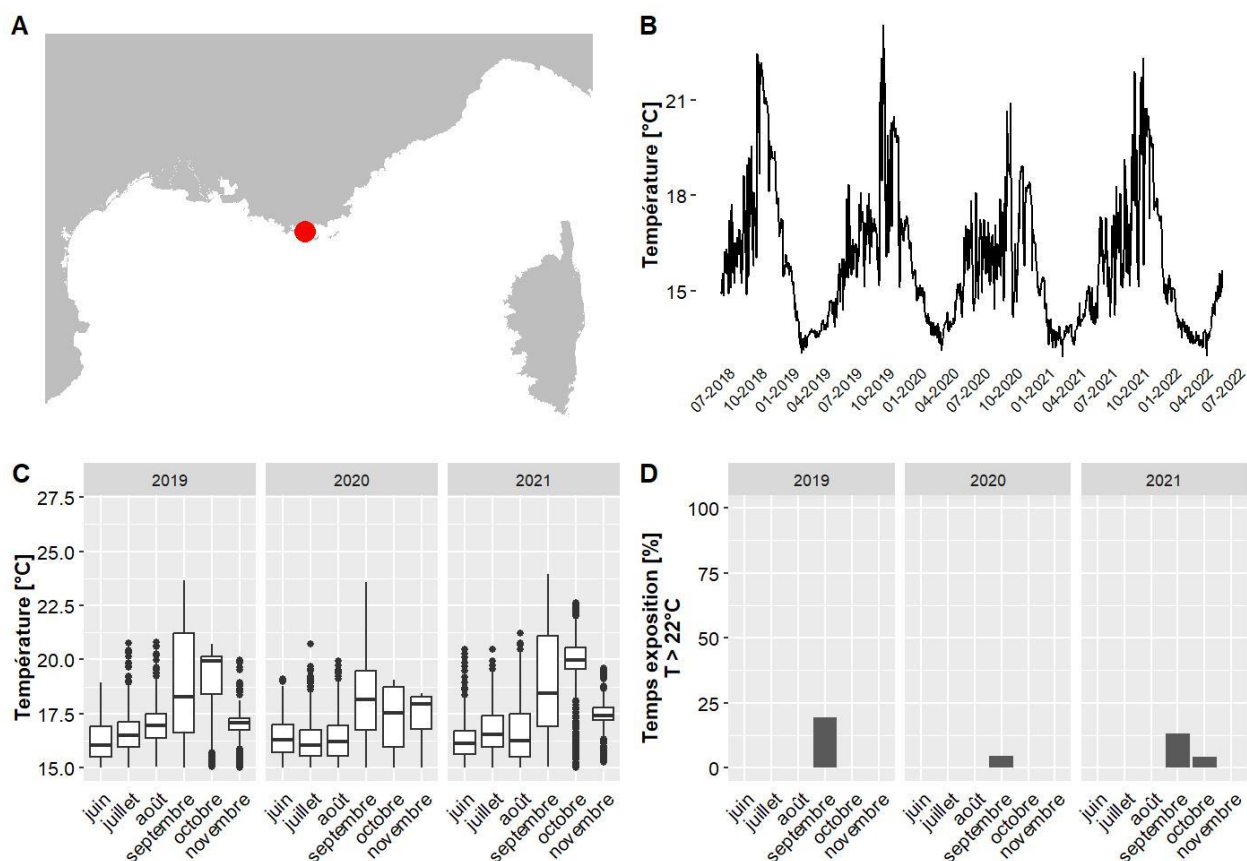
Les données de température pour le site Gabiniere situé à 47 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 17.7 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.33. Giens – 35 m RECOR

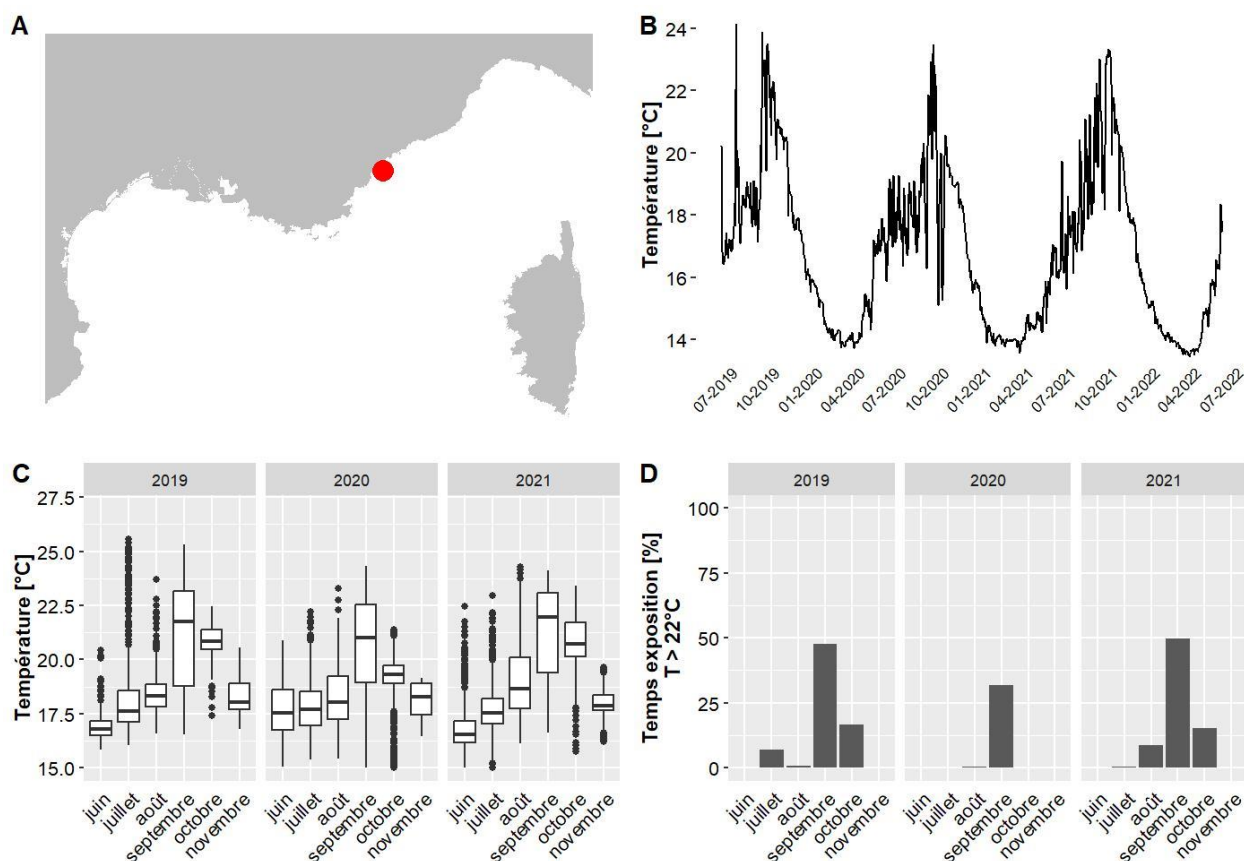
Les données de température pour le site Giens situé à 35 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2018 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2018 avec une température moyenne de 21 °C et 13 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.9 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28.6 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.34. Juan – 28 m TEMPO

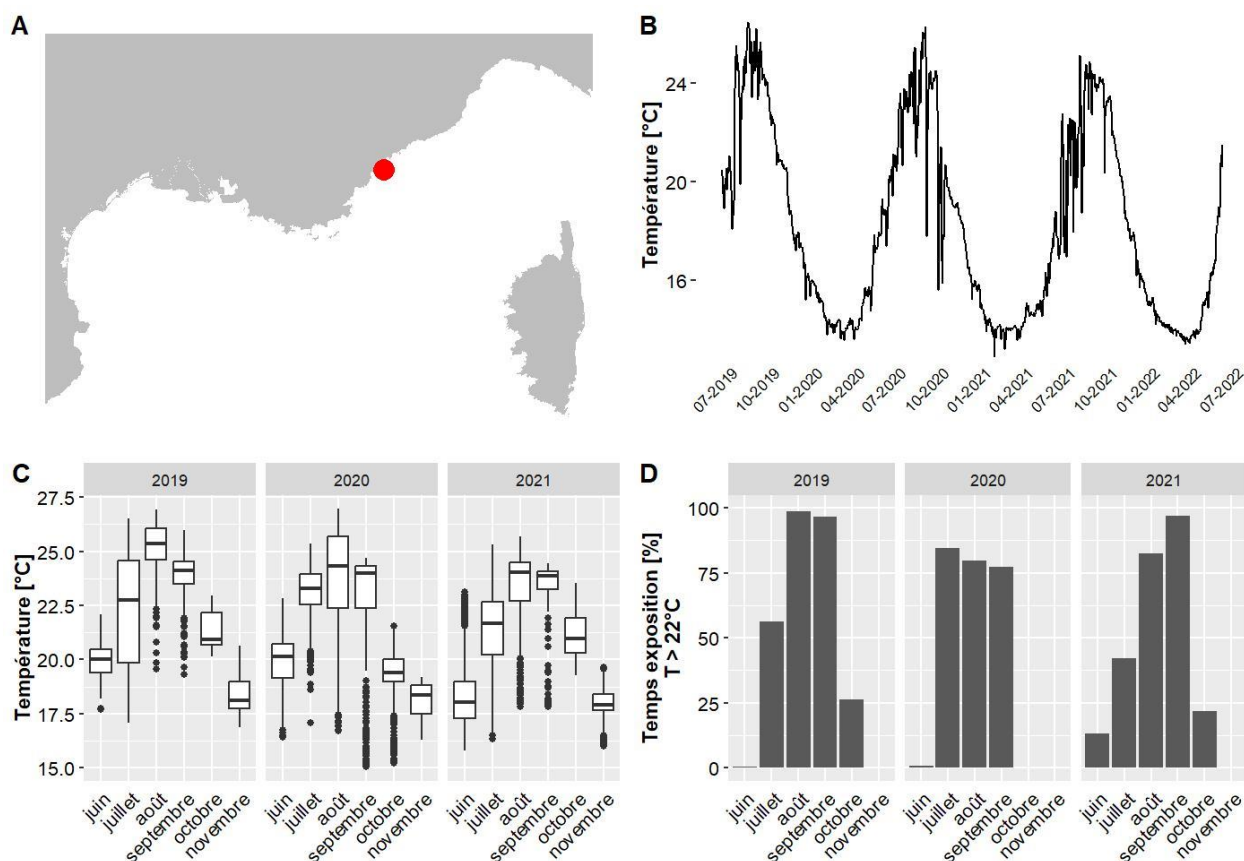
Les données de température pour le site Juan situé à 28 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 21.2 °C et 50 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.6 °C, en juillet 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.35. Juan PI – 15 m TEMPO

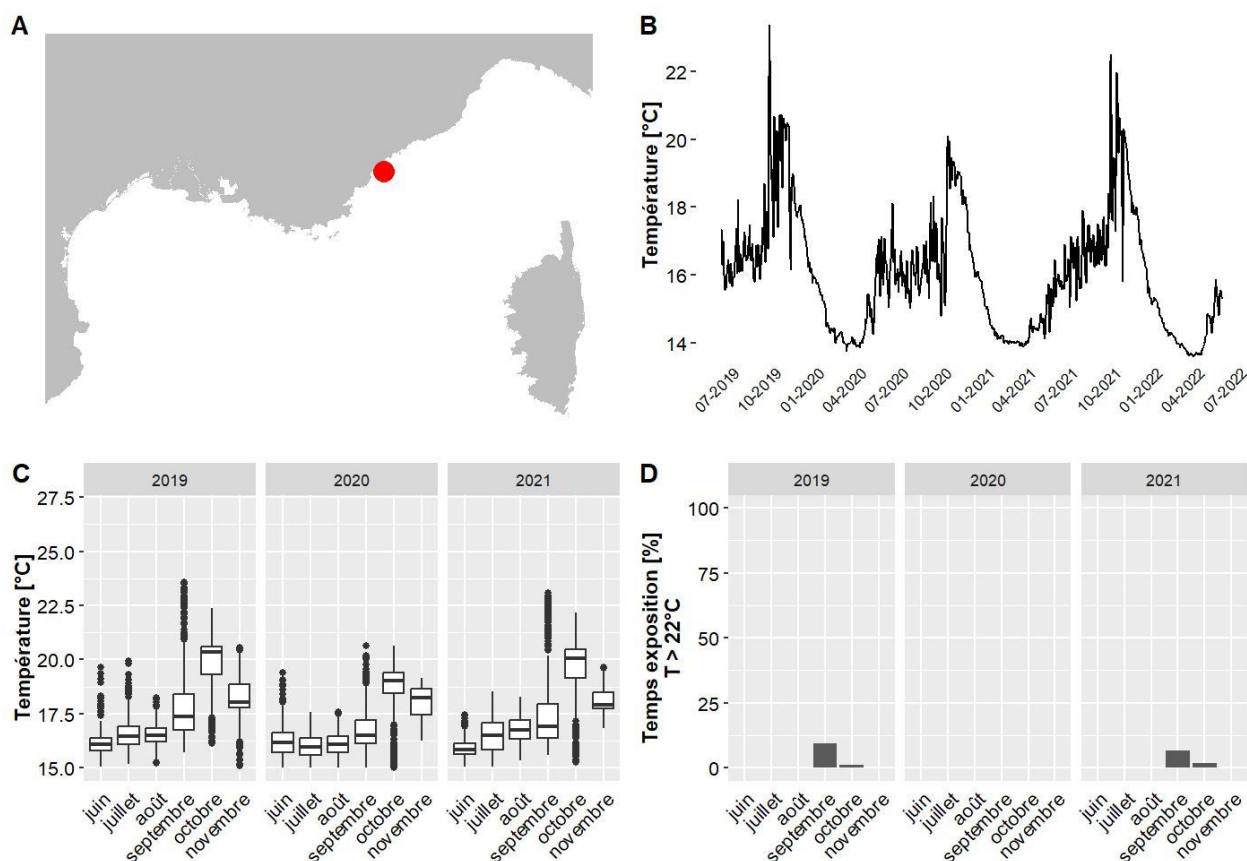
Les données de température pour le site Juan PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 25.2 °C et 99 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.1 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.36. La Seche St Pierre – 40 m RECOR

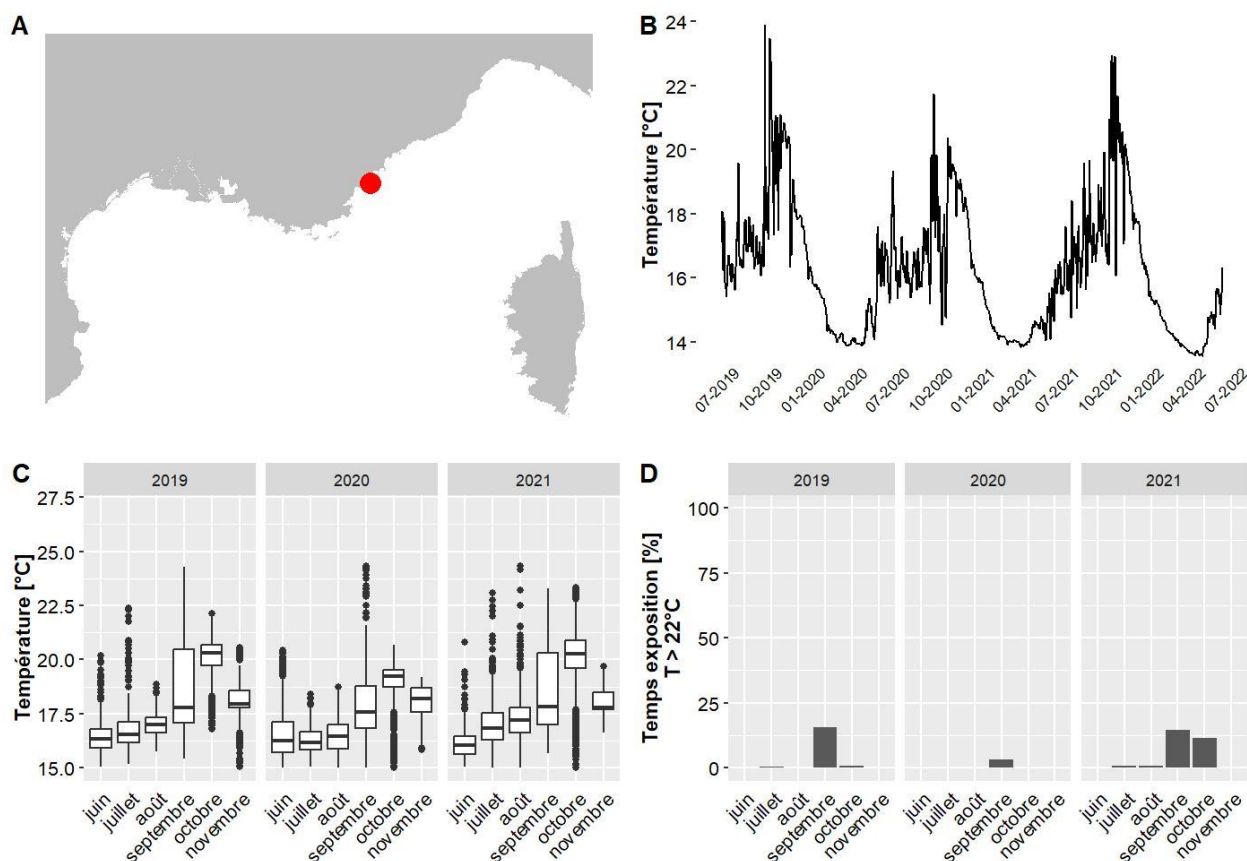
Les données de température pour le site La Seche St Pierre situé à 40 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.9 °C et 1 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.6 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.37. Large Cap Roux – 35 m RECOR

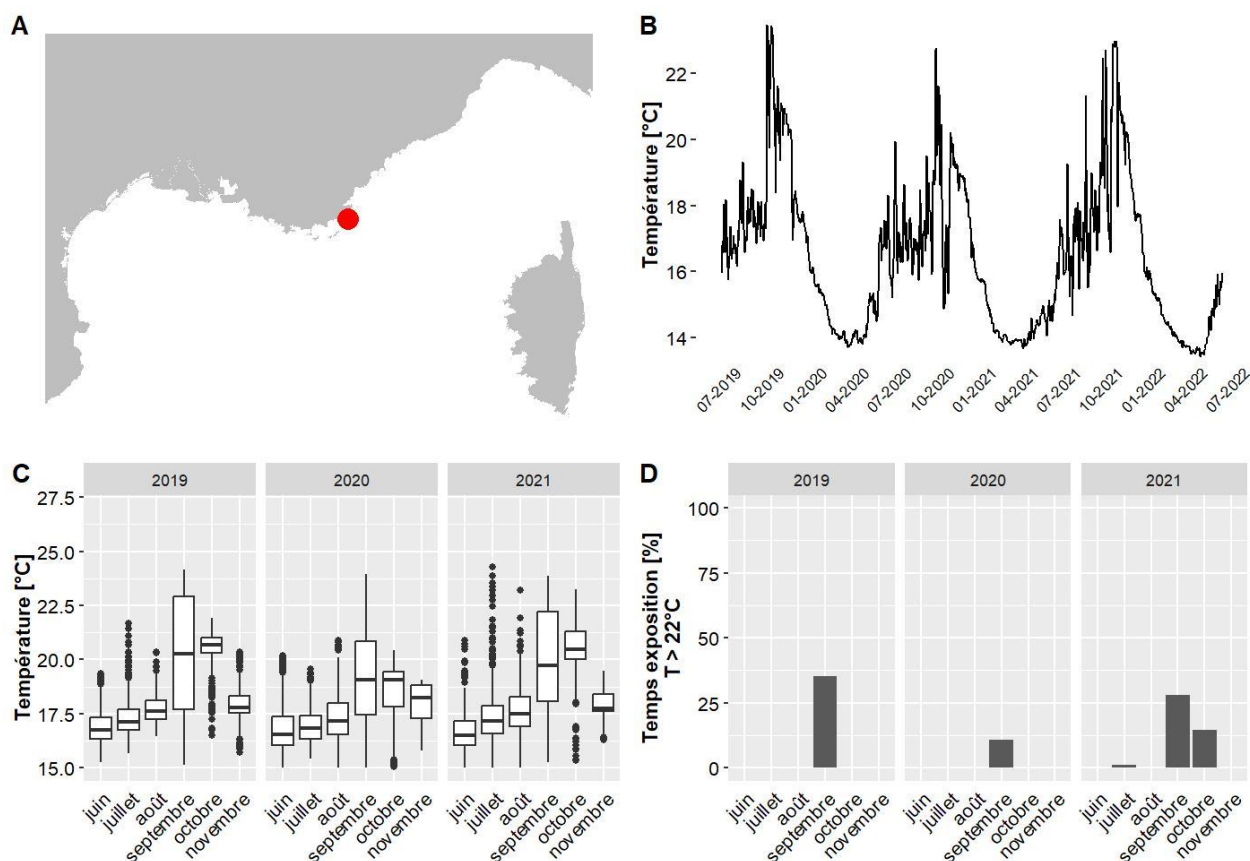
Les données de température pour le site Large Cap Roux situé à 35 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 20.1 °C et 12 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.3 °C, en septembre 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.38. Les Ancres – 30 m RECOR

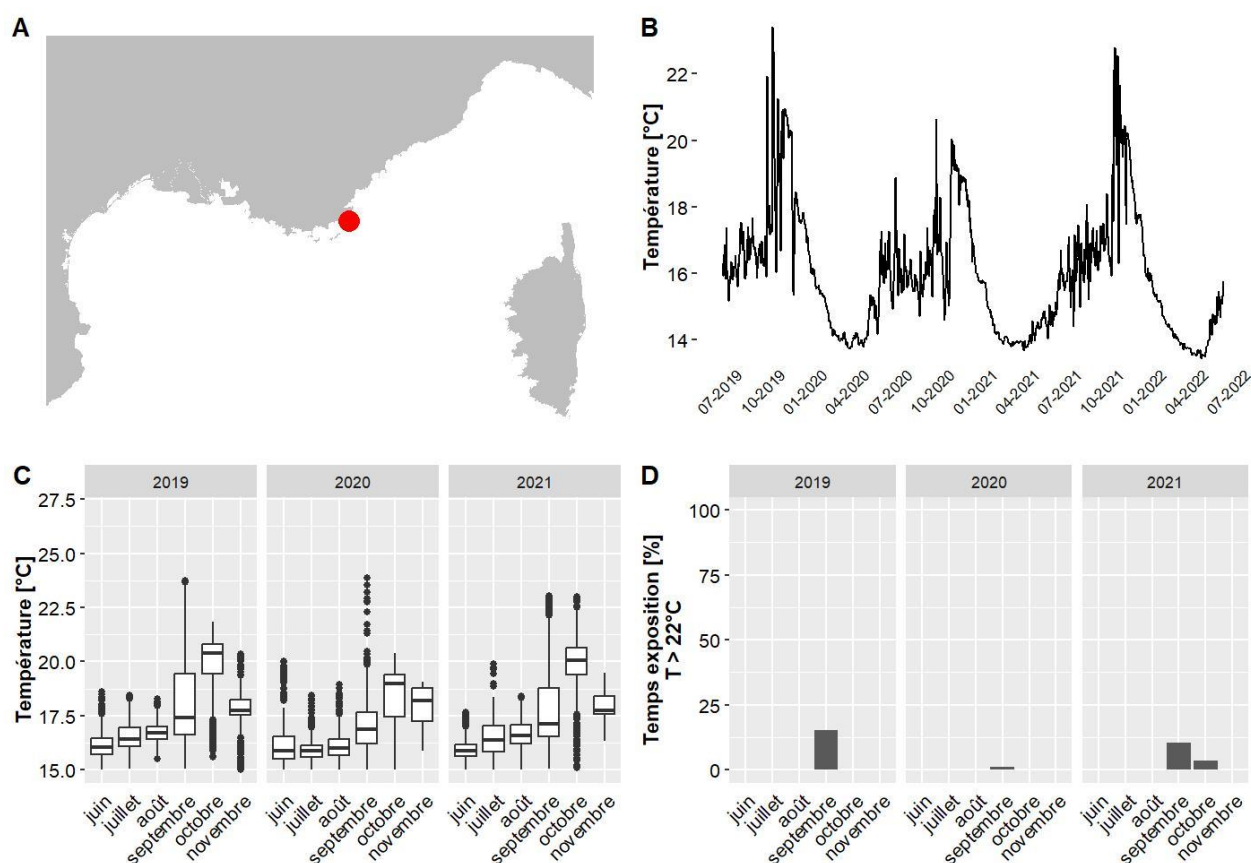
Les données de température pour le site Les Ancres situé à 30 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 20.7 °C et 15 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.3 °C, en juillet 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.39. Les Ancres - 38 m RECOR

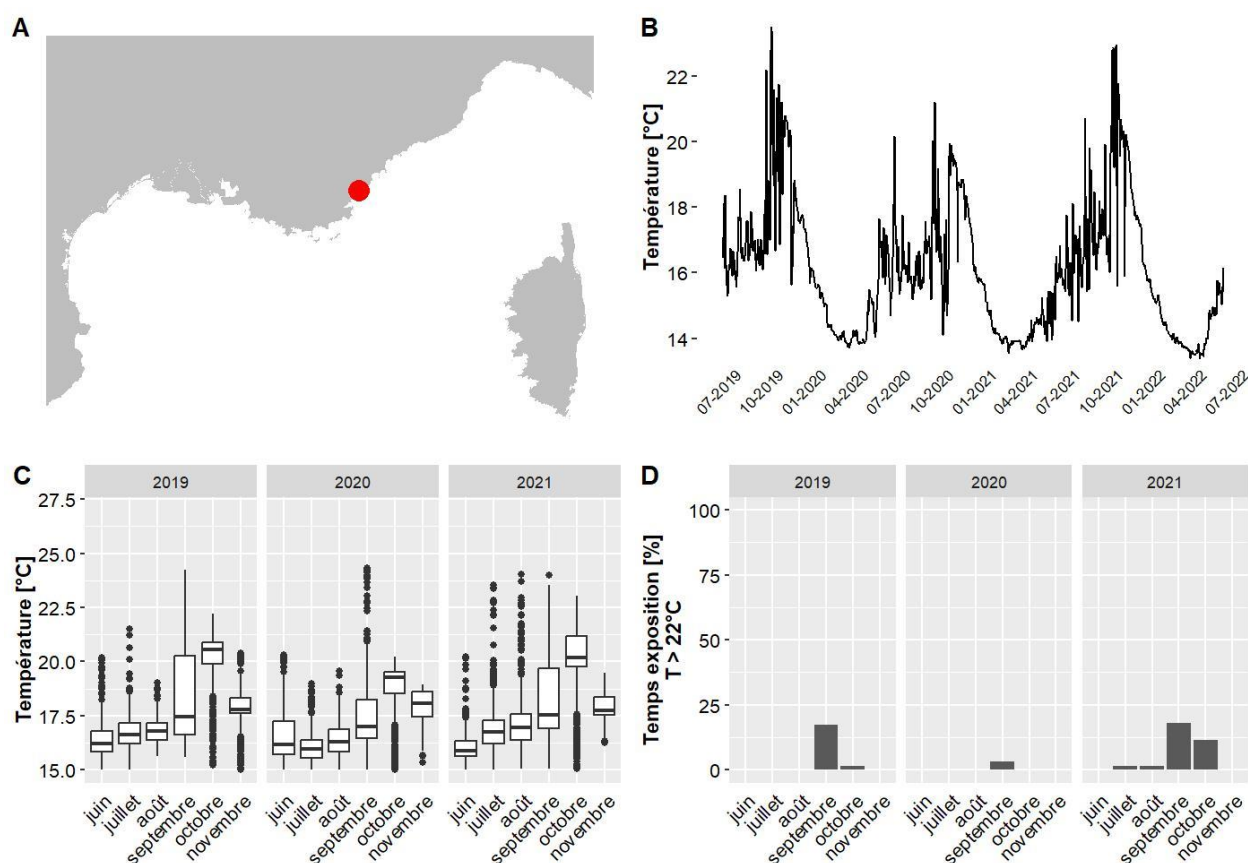
Les données de température pour le site Les Ancres situé à 38 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.9 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.9 °C, en septembre 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.40. Lion De Mer - 38 m RECOR

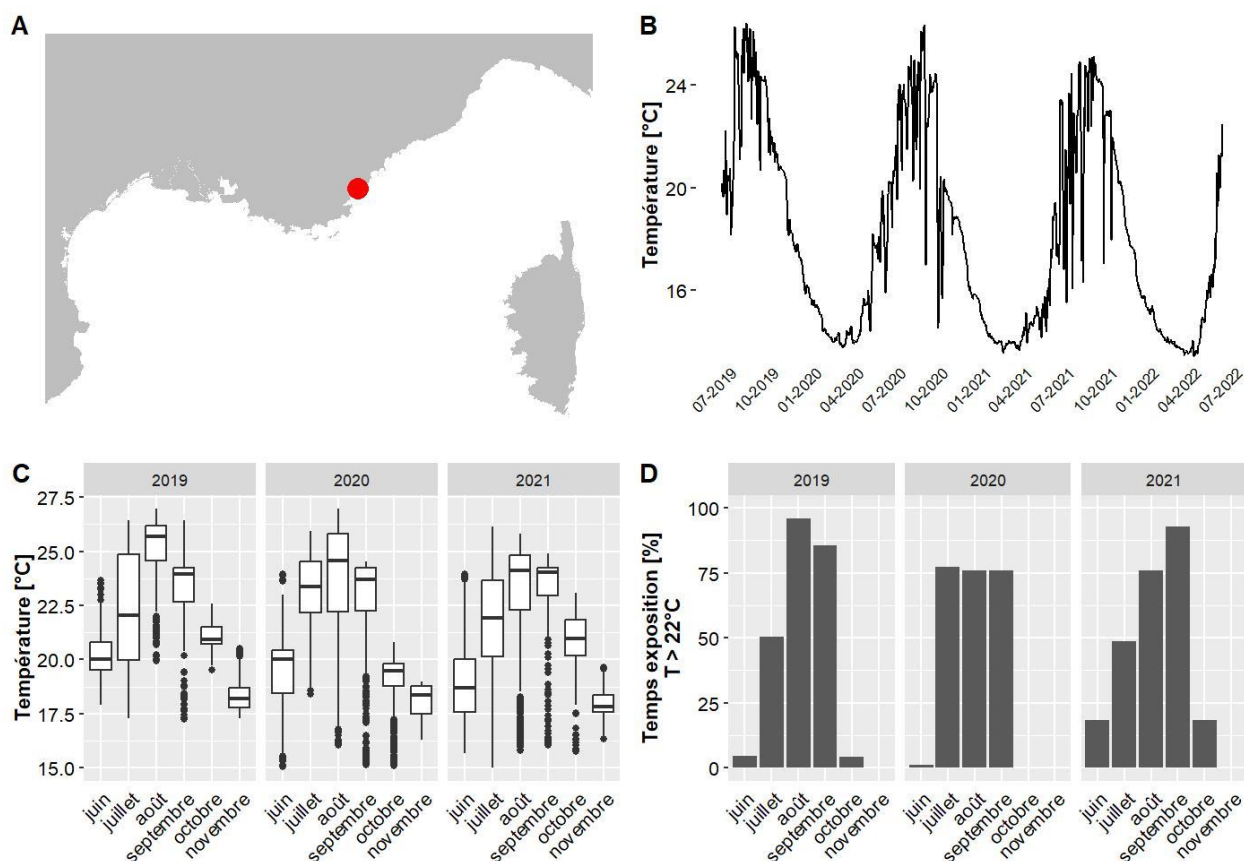
Les données de température pour le site Lion De Mer situé à 38 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 20.2 °C et 1 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.3 °C, en septembre 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.41. Lion de Mer PI - 15 m TEMPO

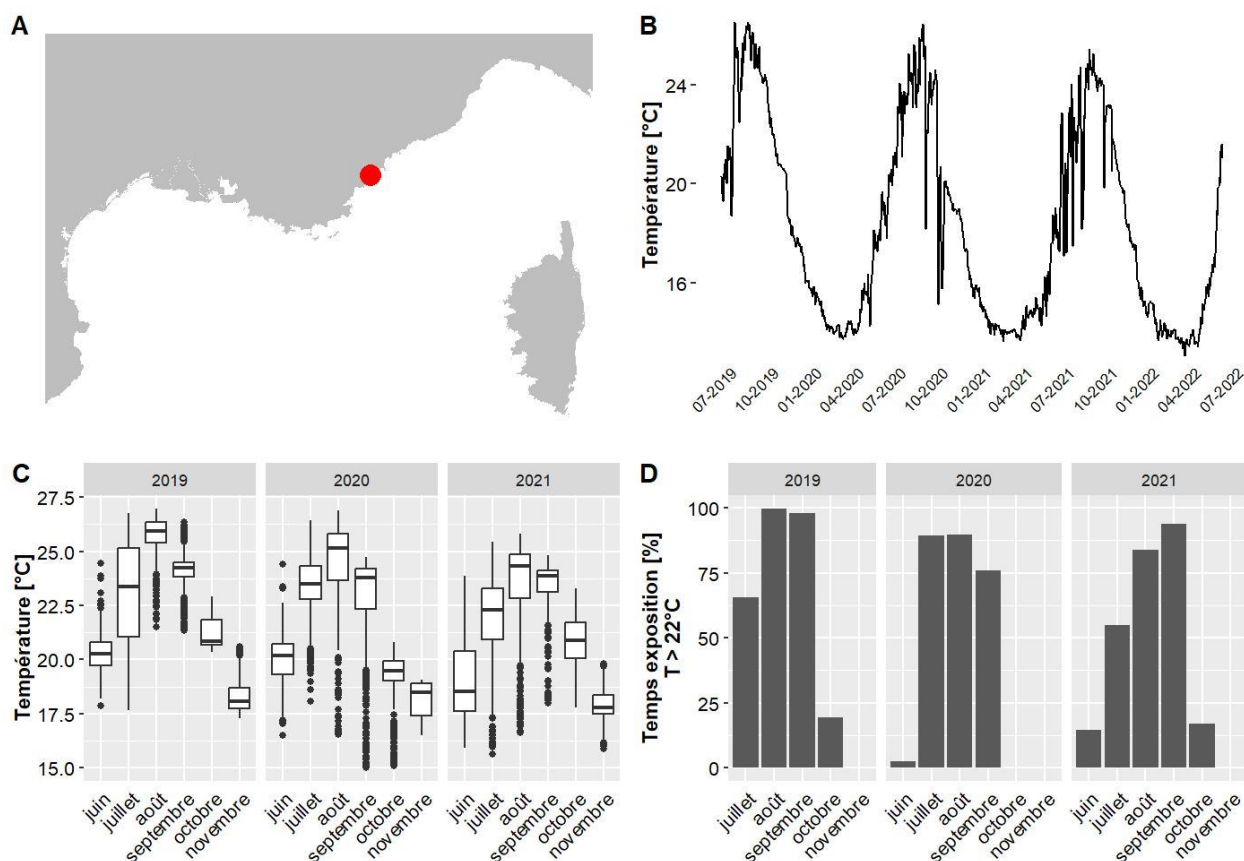
Les données de température pour le site Lion de Mer PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 25.2 °C et 96 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.3 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.42. Plage Suveret - 13 m TEMPO

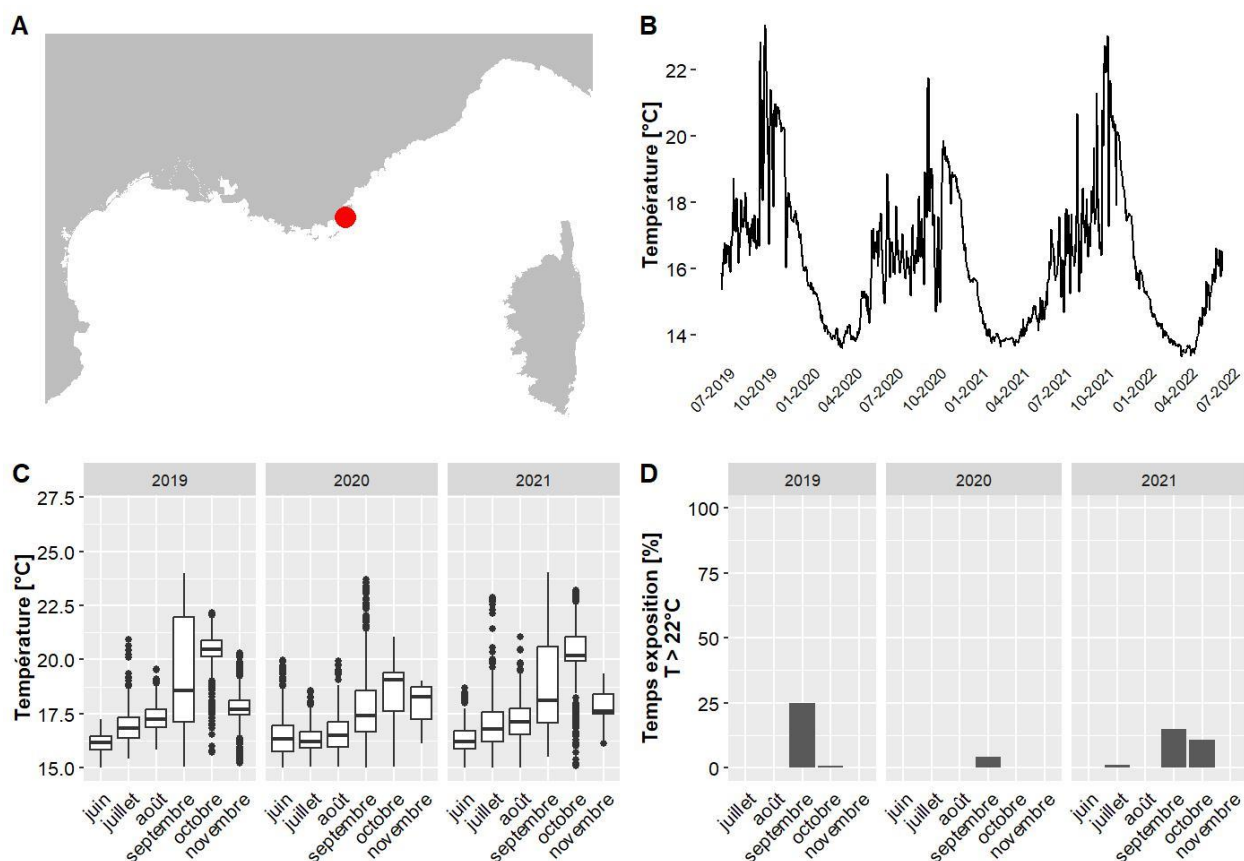
Les données de température pour le site Plage Suveret situé à 13 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 25.8 °C et 100 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.3 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.43. Pointe Andati - 34 m TEMPO

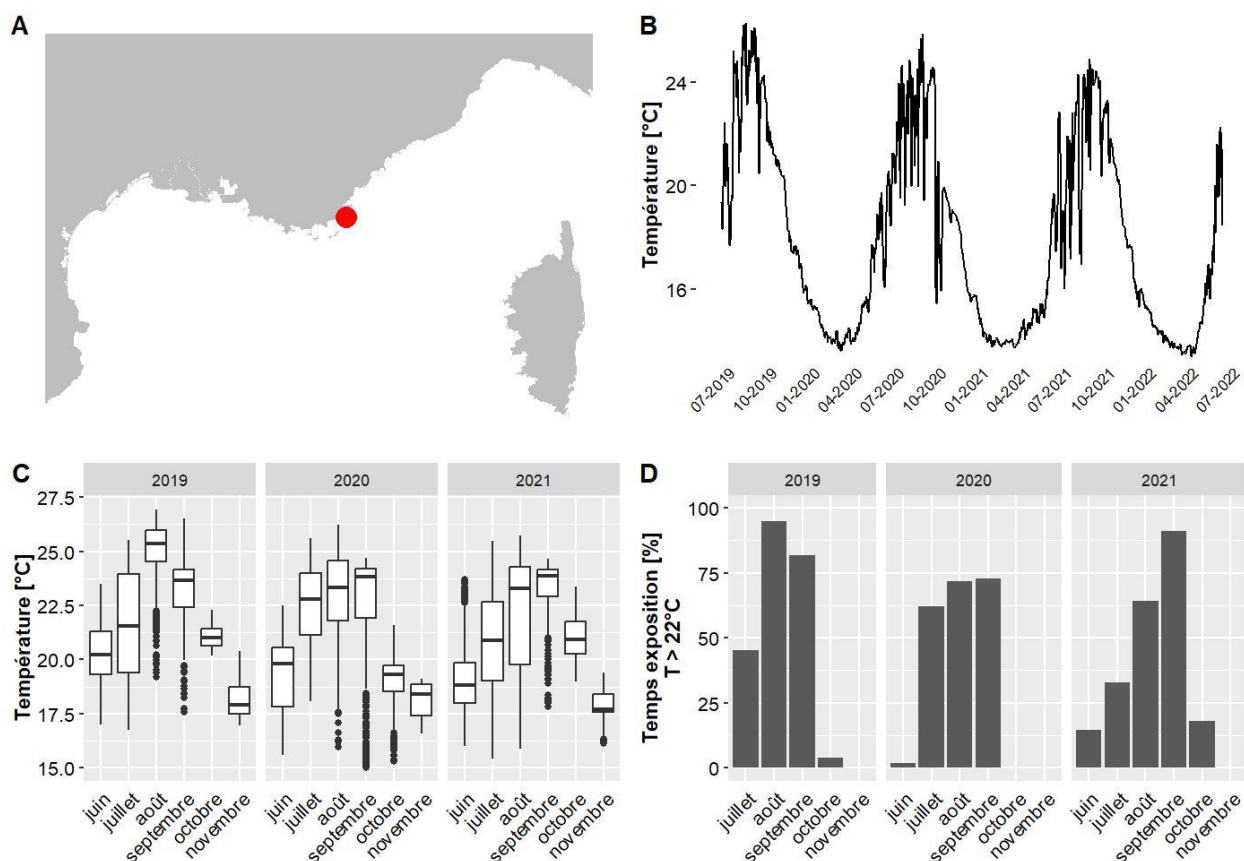
Les données de température pour le site Pointe Andati situé à 34 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 20.4 °C et 11 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.44. Pointe Andati PI - 15 m TEMPO

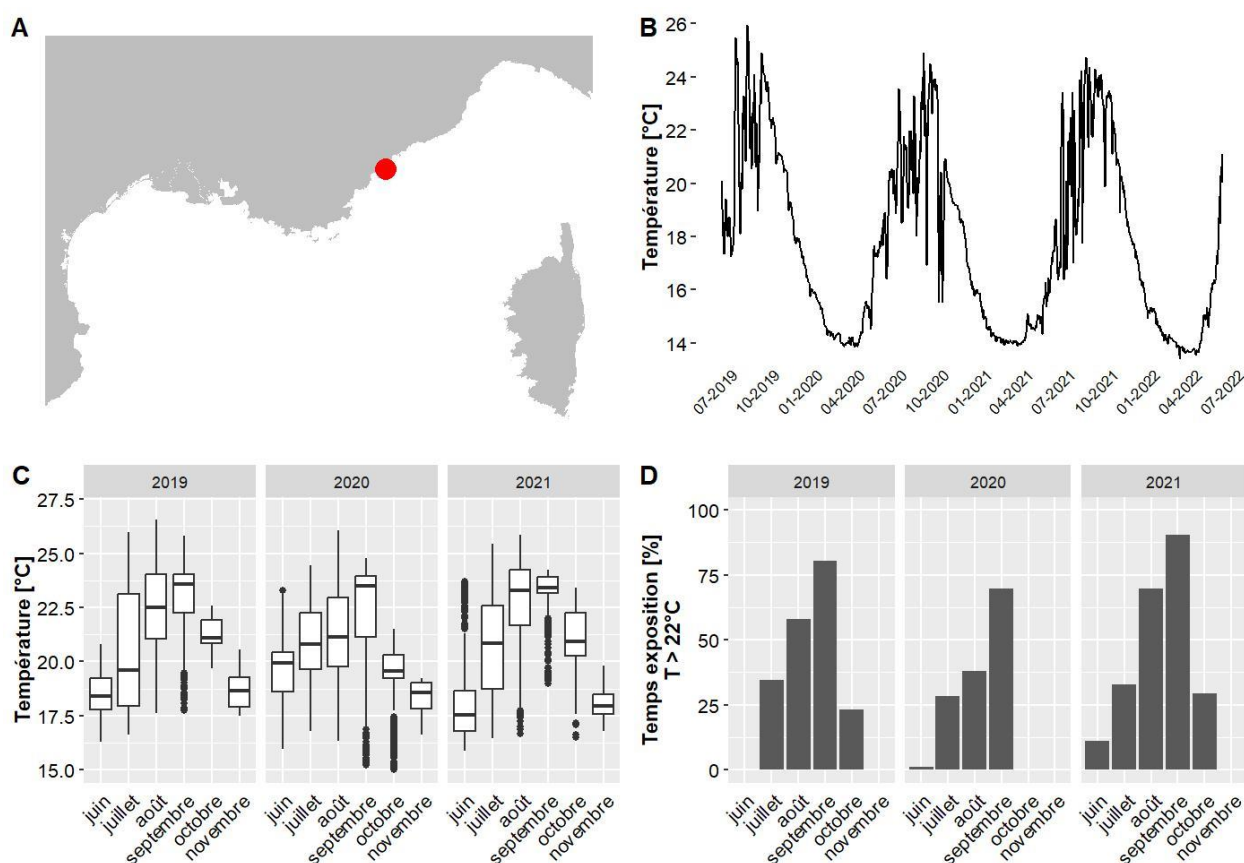
Les données de température pour le site Pointe Andati PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 25 °C et 95 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.9 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.45. Pointe Bacon - 18 m TEMPO

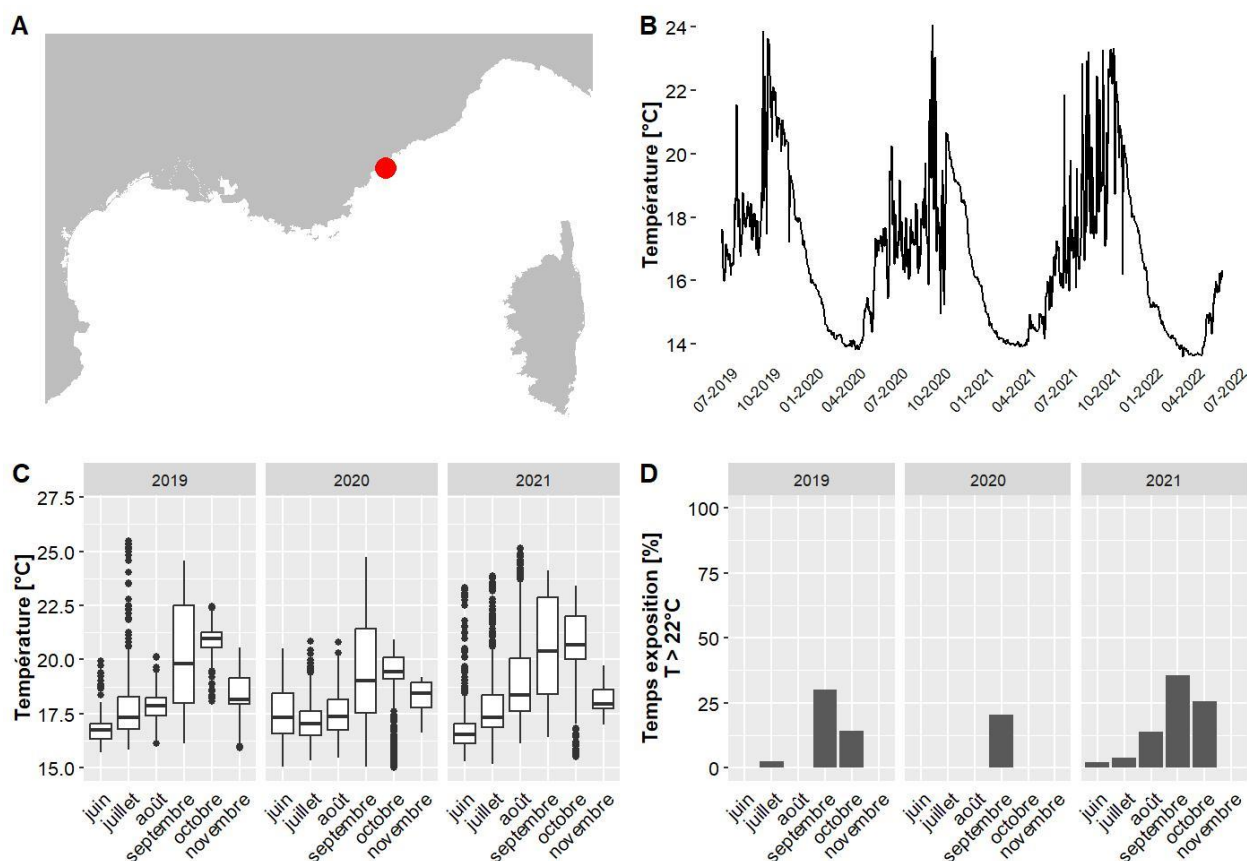
Les données de température pour le site Pointe Bacon situé à 18 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 23.2 °C et 90 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.5 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.46. Pointe Bacon - 30 m RECOR

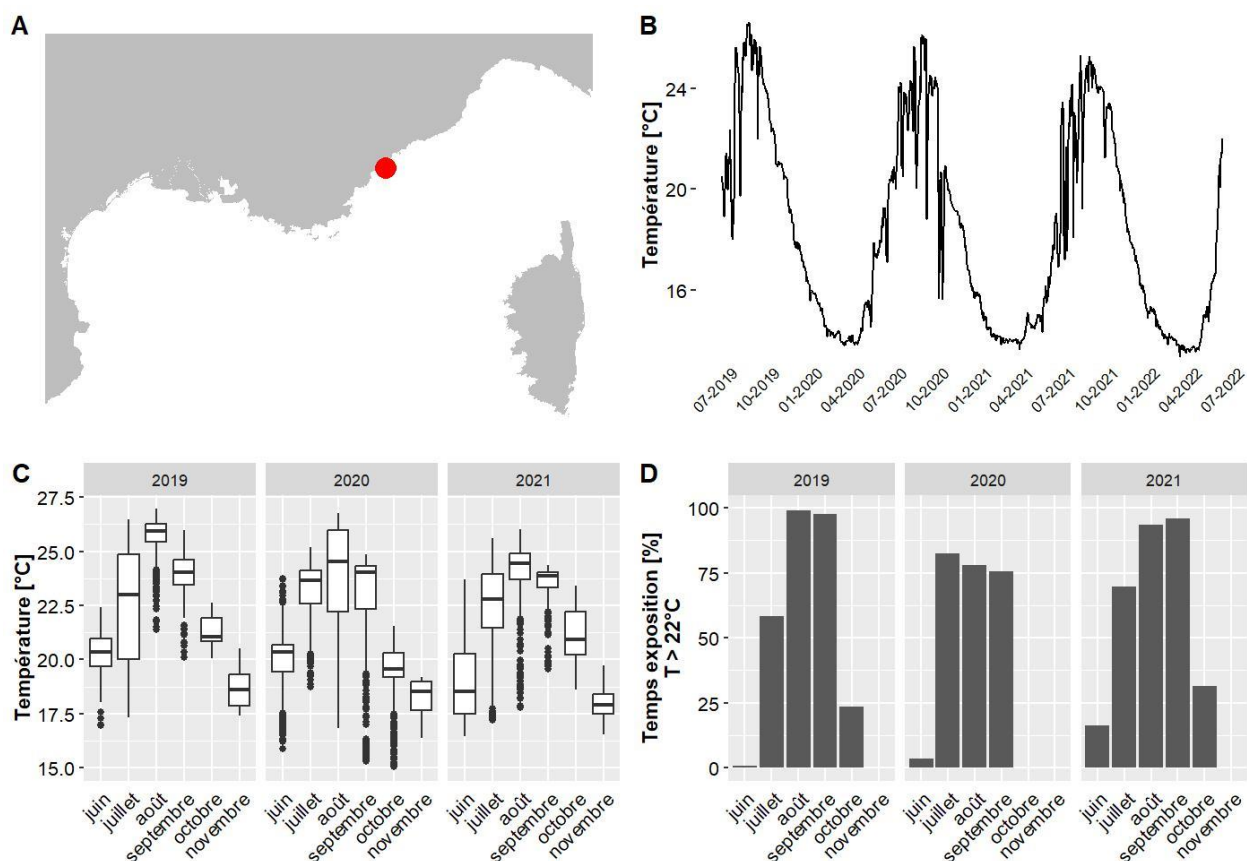
Les données de température pour le site Pointe Bacon situé à 30 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 21 °C et 14 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.5 °C, en juillet 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.47. Pointe Bacon PI - 15 m TEMPO

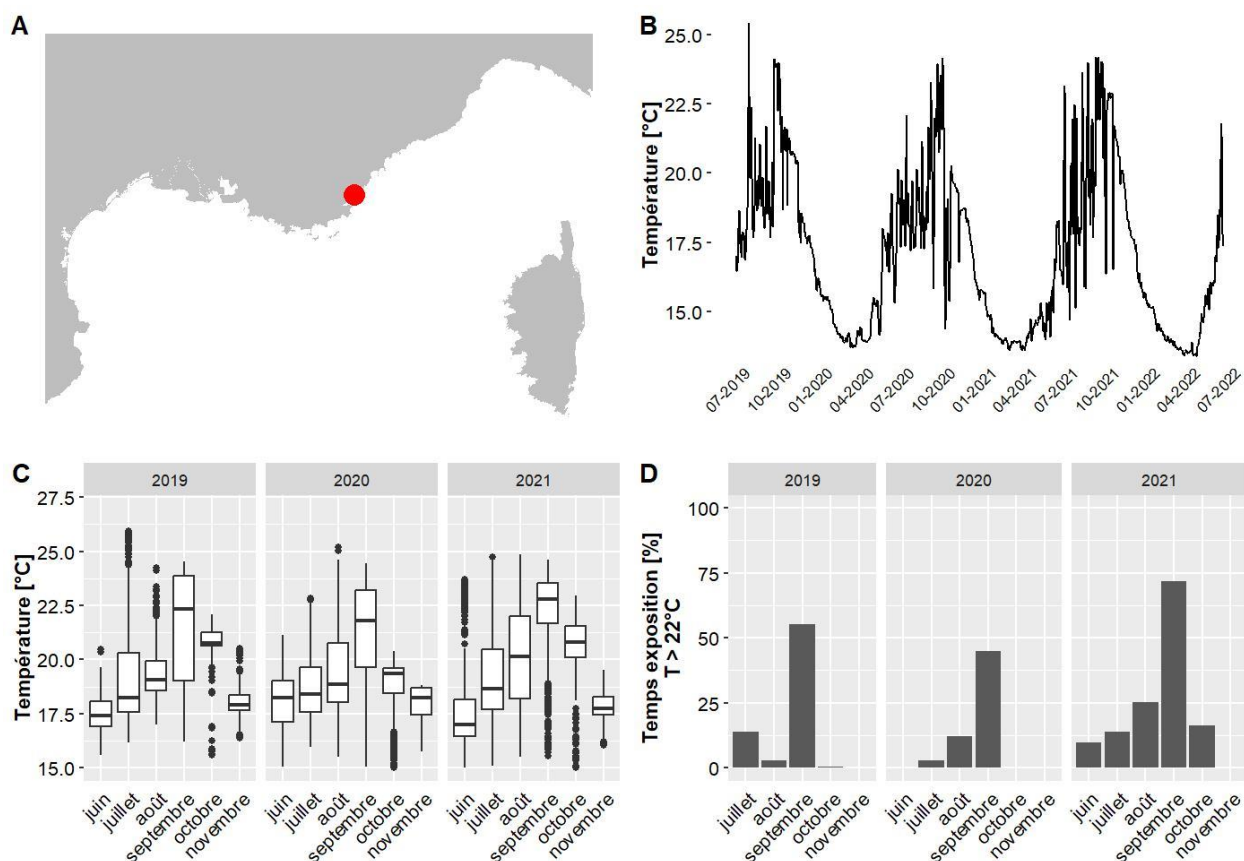
Les données de température pour le site Pointe Bacon PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 25.7 °C et 99 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.48. Pointe de la Calle - 24 m TEMPO

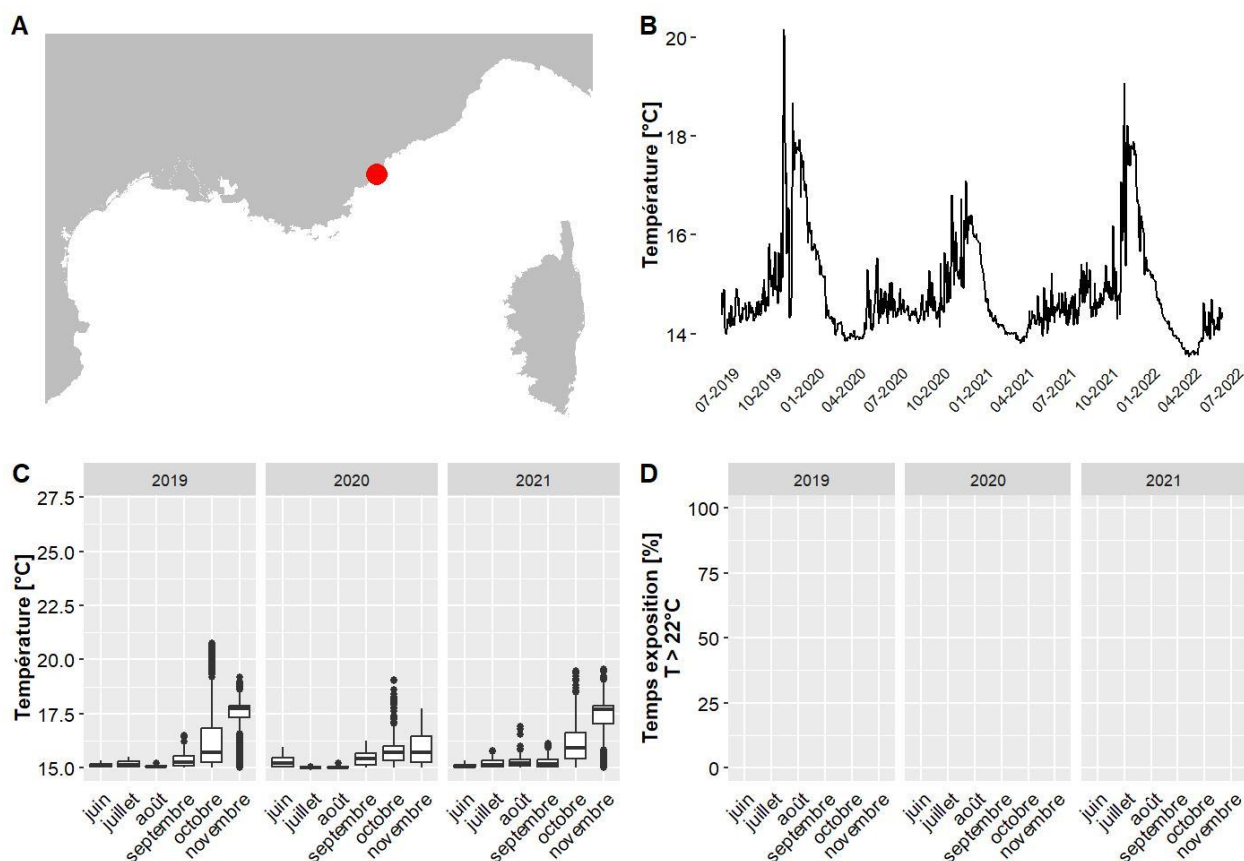
Les données de température pour le site Pointe de la Calle situé à 24 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 22.2 °C et 72 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.9 °C, en juillet 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.49. Pointe dragon - 70 m RECOR

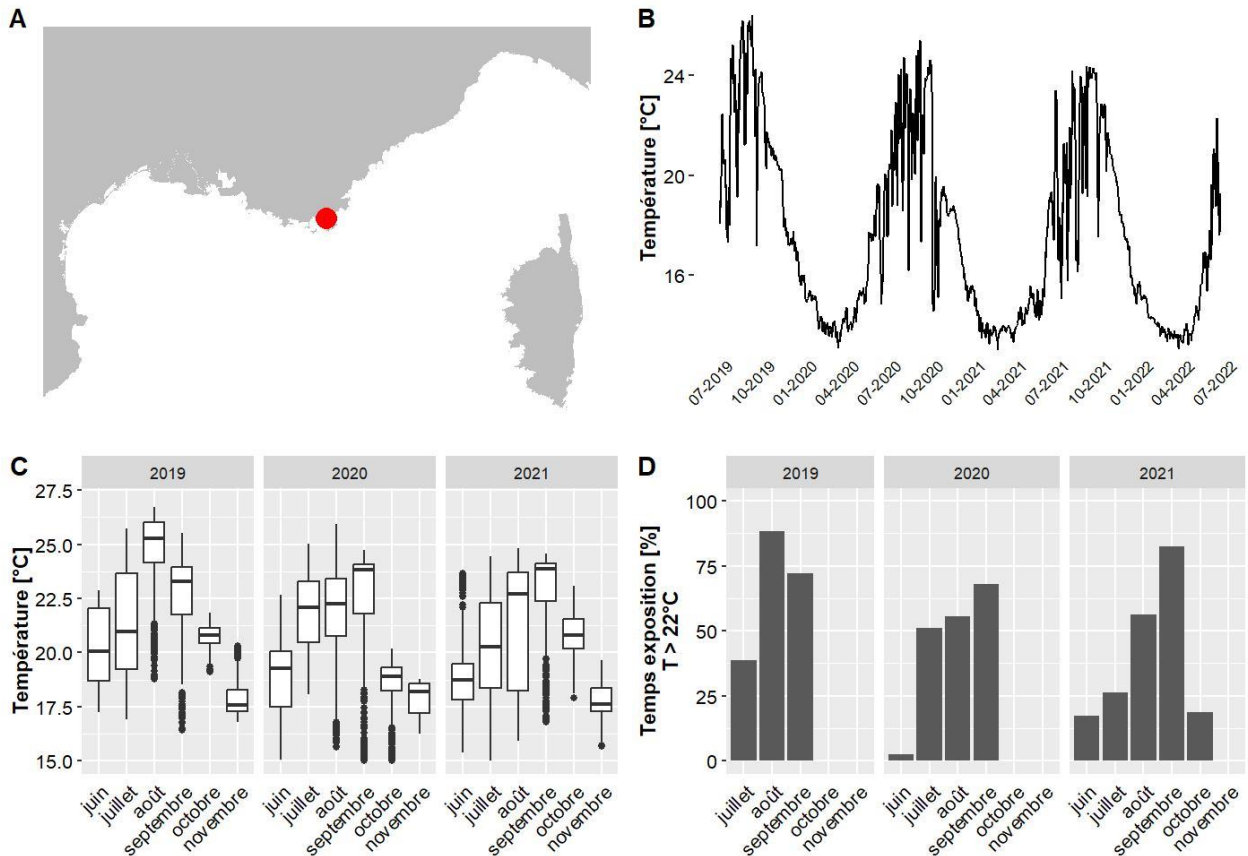
Les données de température pour le site Pointe dragon situé à 70 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 17.4 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 20.8 °C, en octobre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.50. Pointe Esquillette PI - 15 m TEMPO

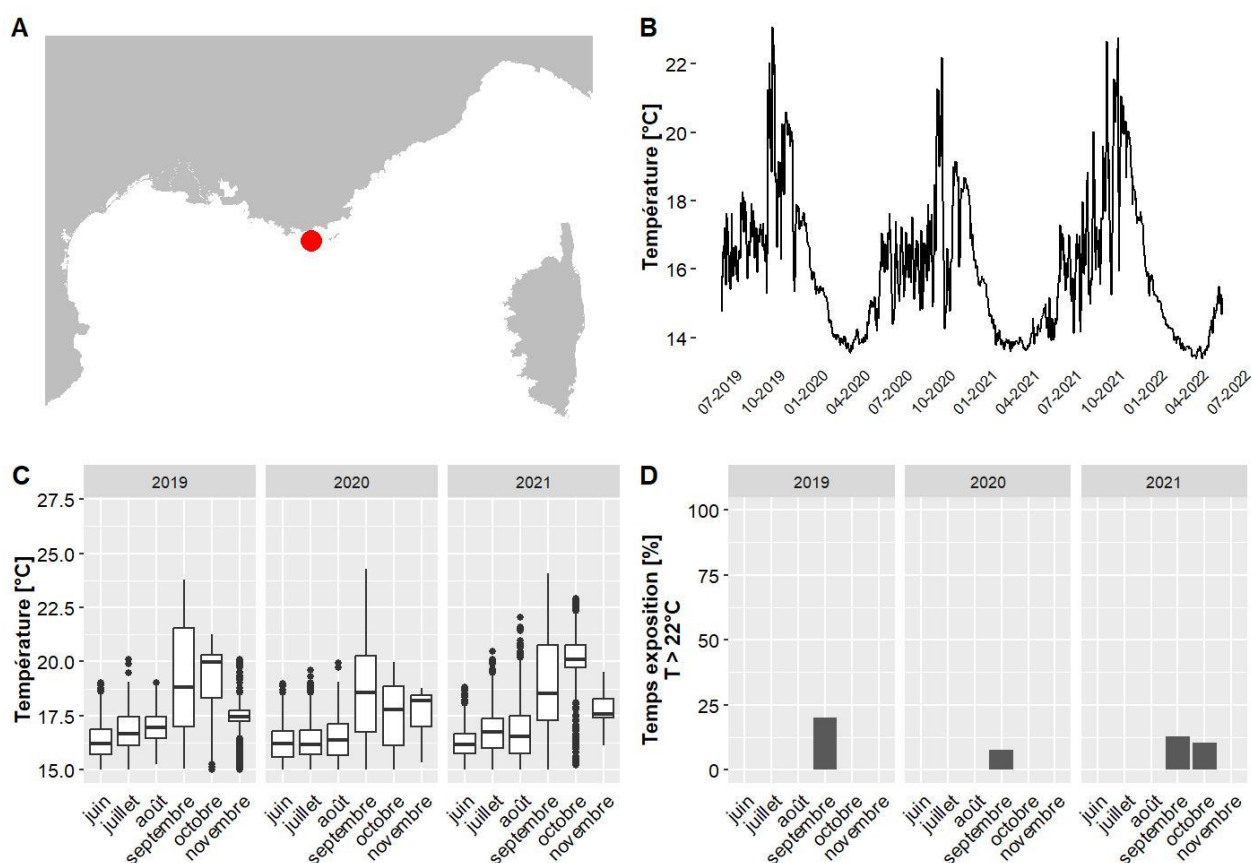
Les données de température pour le site Pointe Esquillette PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 24.7 °C et 88 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.7 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.51. Pointe Langoustier - 33 m RECOR

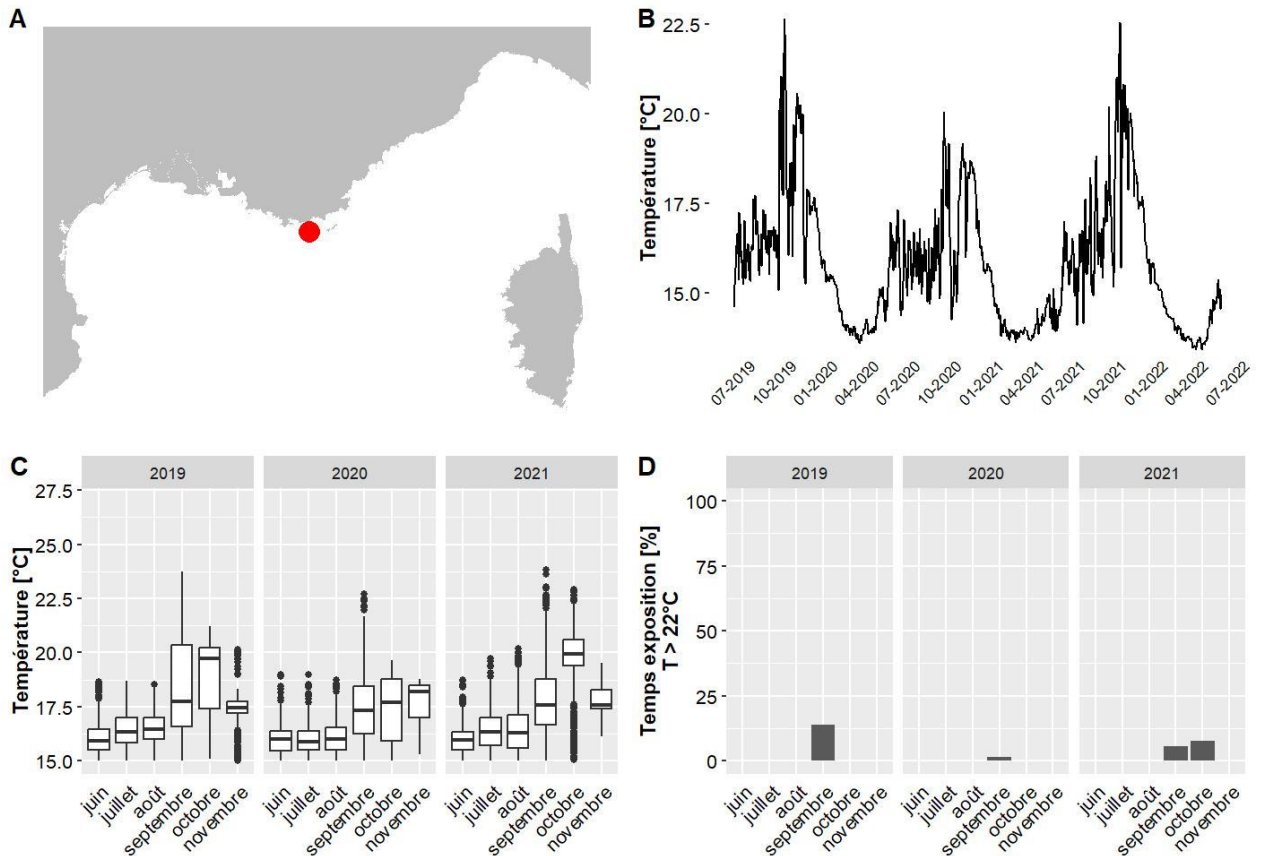
Les données de température pour le site Pointe Langoustier situé à 33 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 20 °C et 10 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.3 °C, en septembre 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.52. Pointe Langoustier - 37 m RECOR

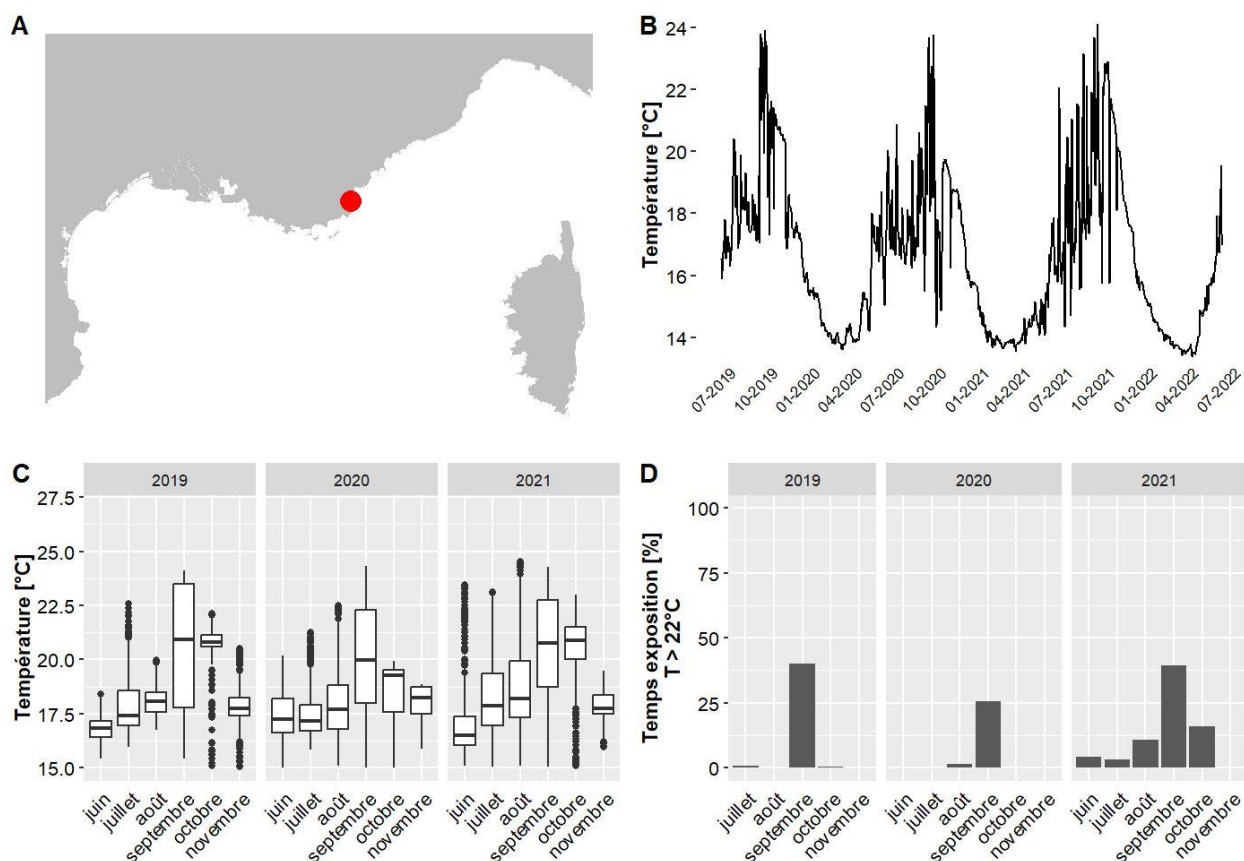
Les données de température pour le site Pointe Langoustier situé à 37 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 19.7 °C et 8 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.8 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.53. Pointe Sardinaux - 28 m TEMPO

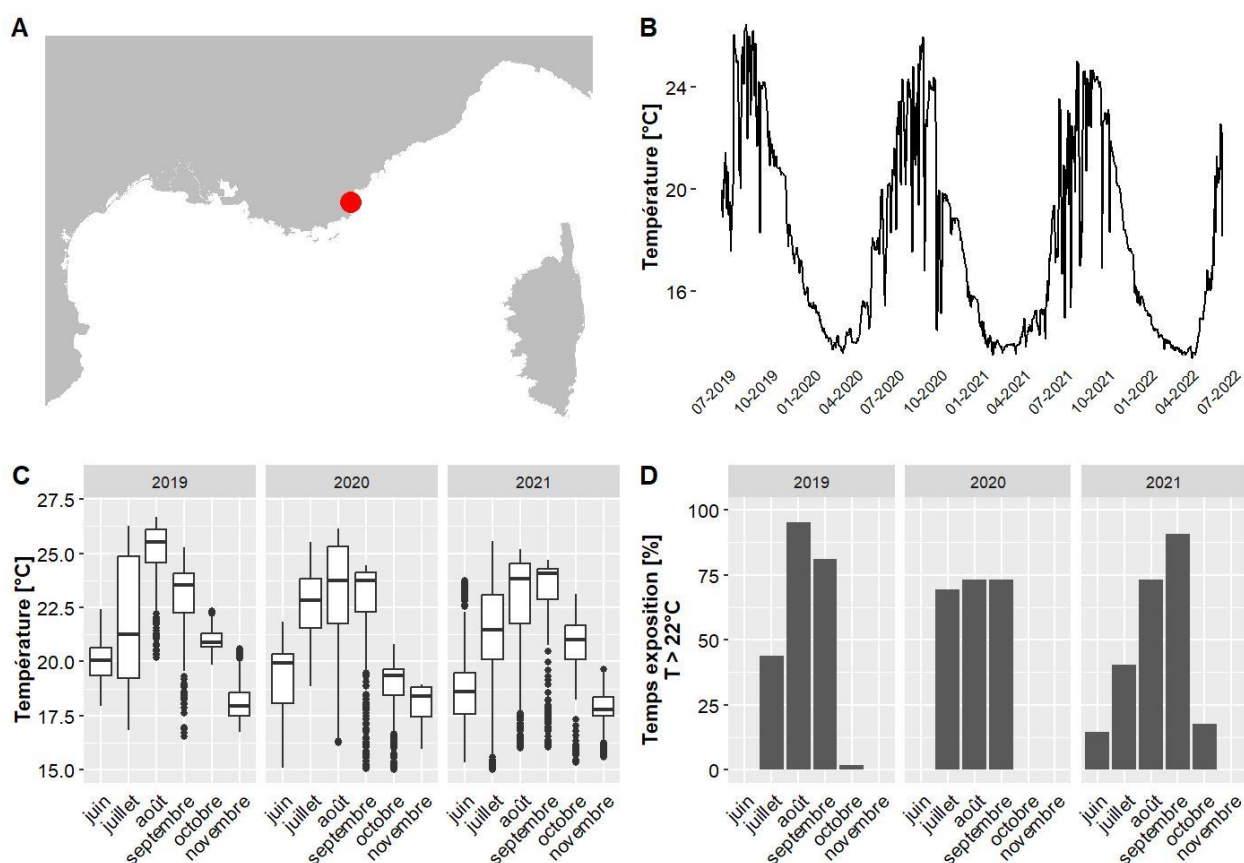
Les données de température pour le site Pointe Sardinaux situé à 28.4 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 20.7 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.5 °C, en août 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.54. Pointe Sardinaux PI - 16 m TEMPO

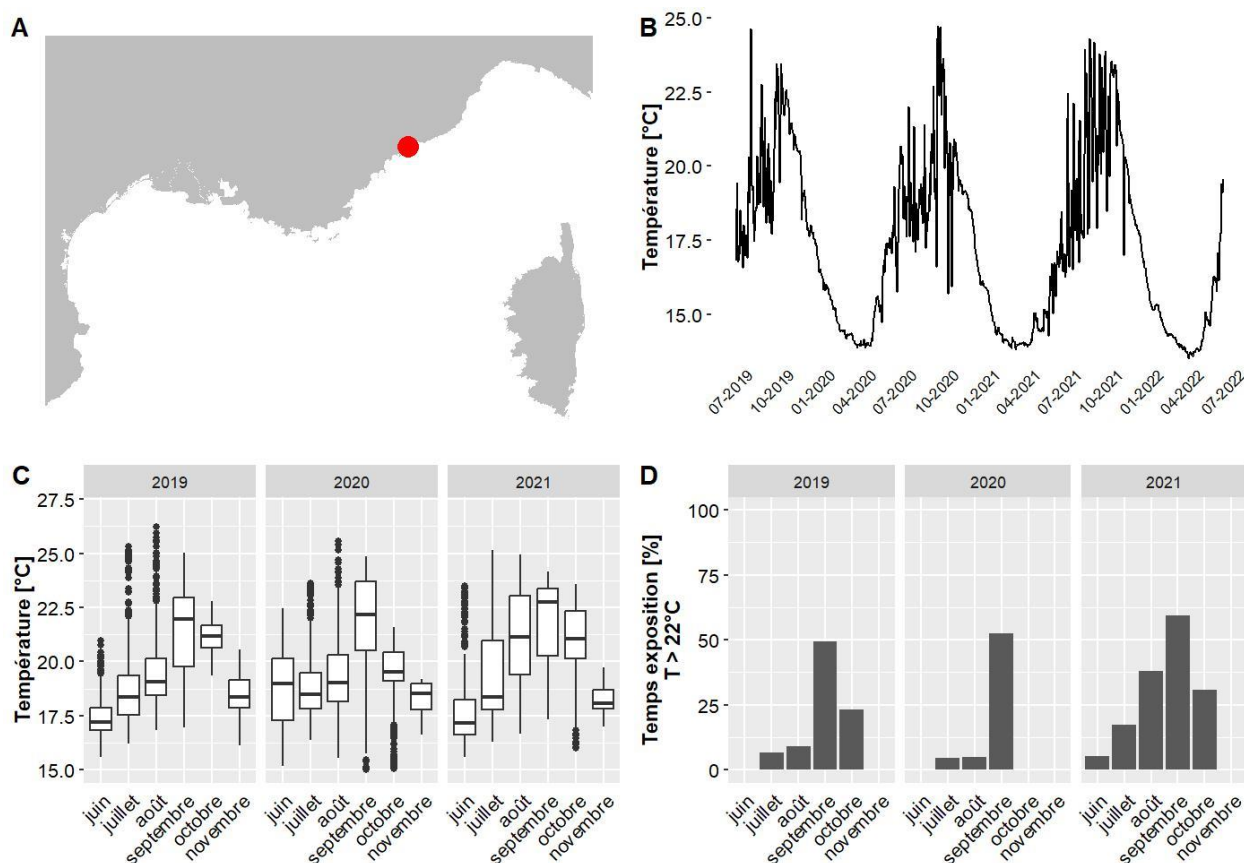
Les données de température pour le site Pointe Sardinaux PI situé à 16.5 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à juin 2022. Le mois globalement le plus chaud est août 2019 avec une température moyenne de 25.1 °C et 95 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.7 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.55. Pointe Veille Est - 25 m TEMPO

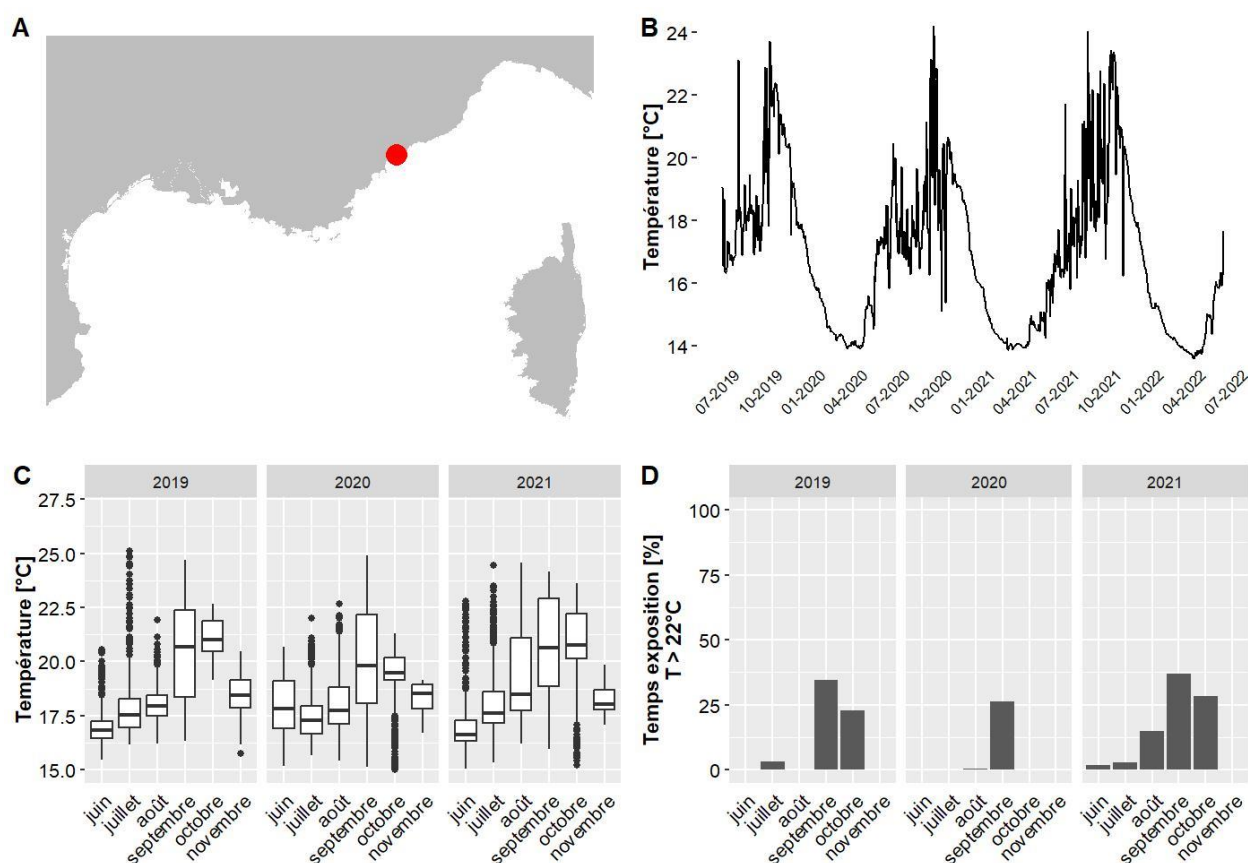
Les données de température pour le site Pointe Veille Est situé à 25 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 21.9 °C et 59 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.2 °C, en août 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.56. Port de Nice - 30 m RECOR

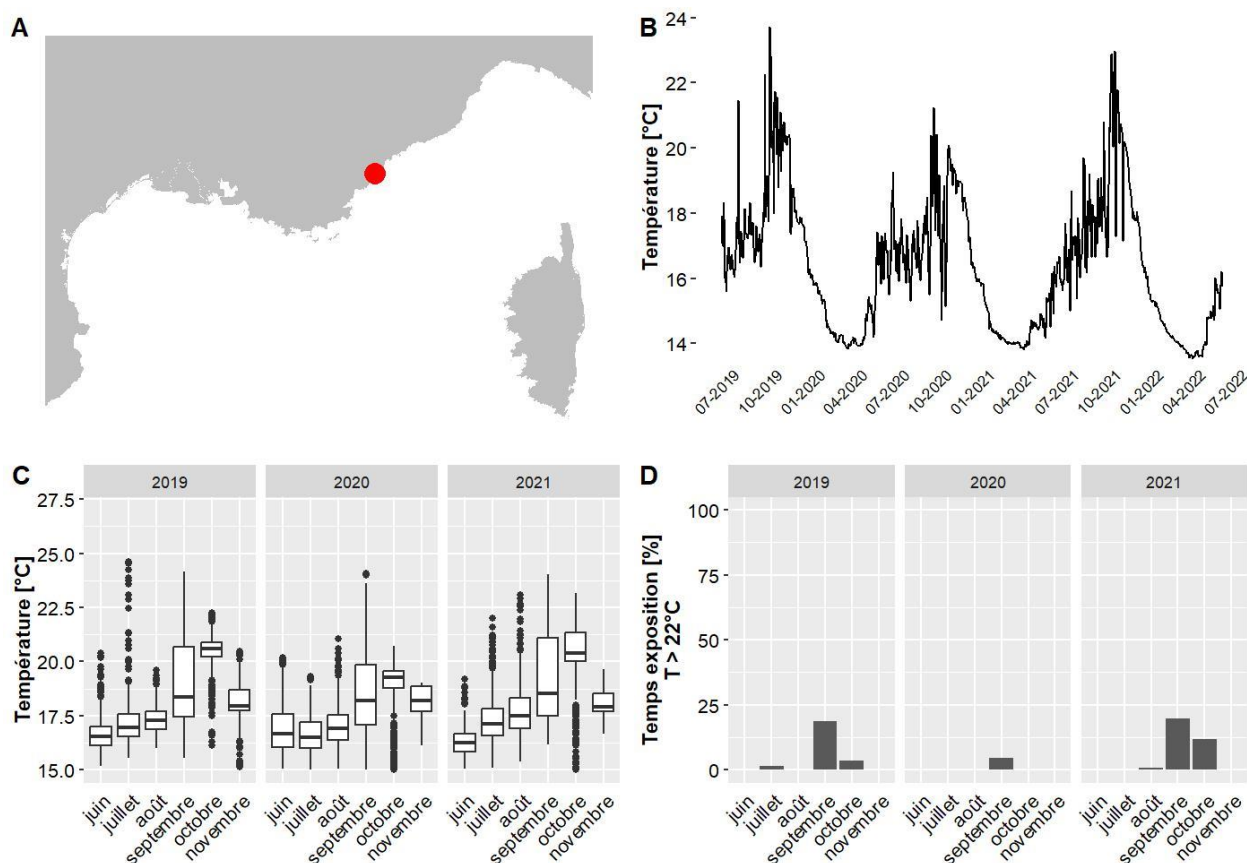
Les données de température pour le site Port de Nice situé à 30 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 21.2 °C et 23 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.1 °C, en juillet 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.57. Rade Cannes - 33 m RECOR

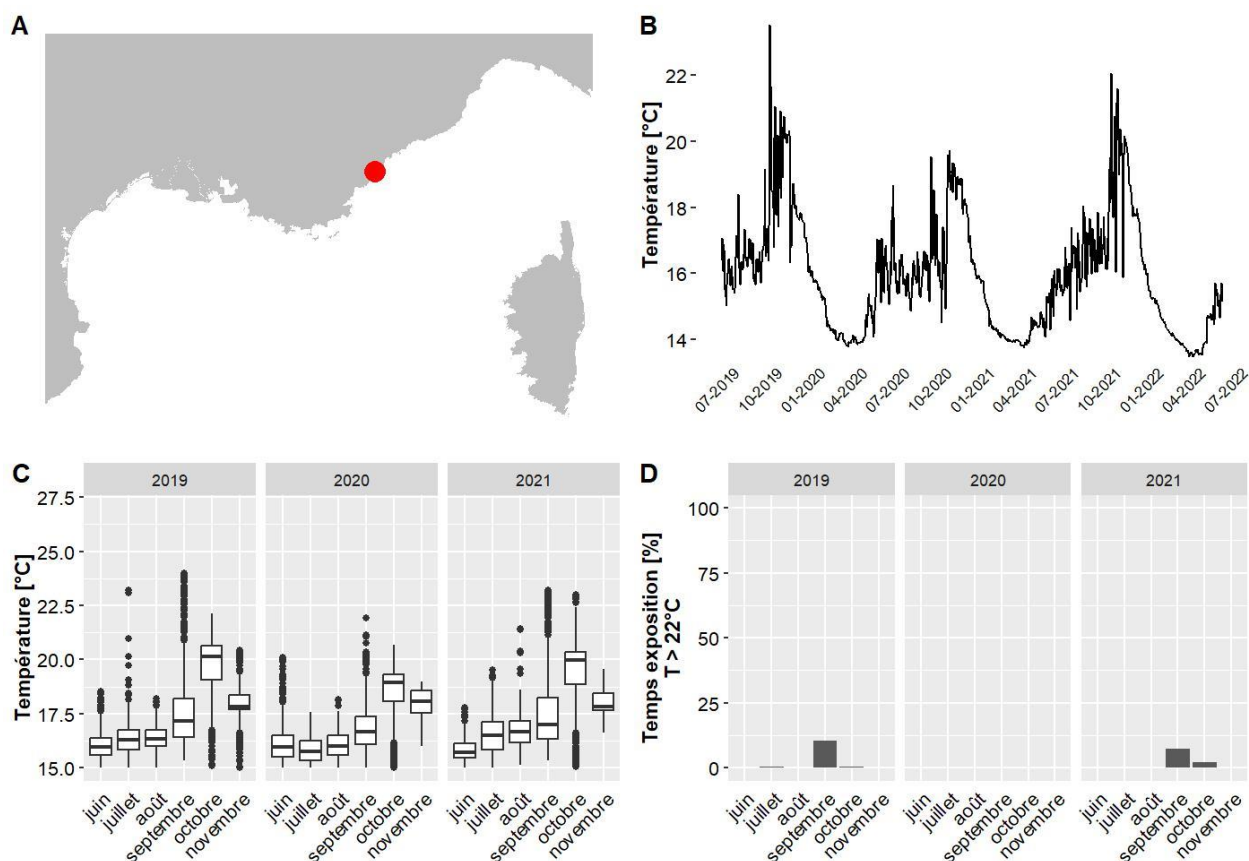
Les données de température pour le site Rade Cannes situé à 33 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 20.5 °C et 4 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.6 °C, en juillet 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.58. Rade Cannes - 40 m RECOR

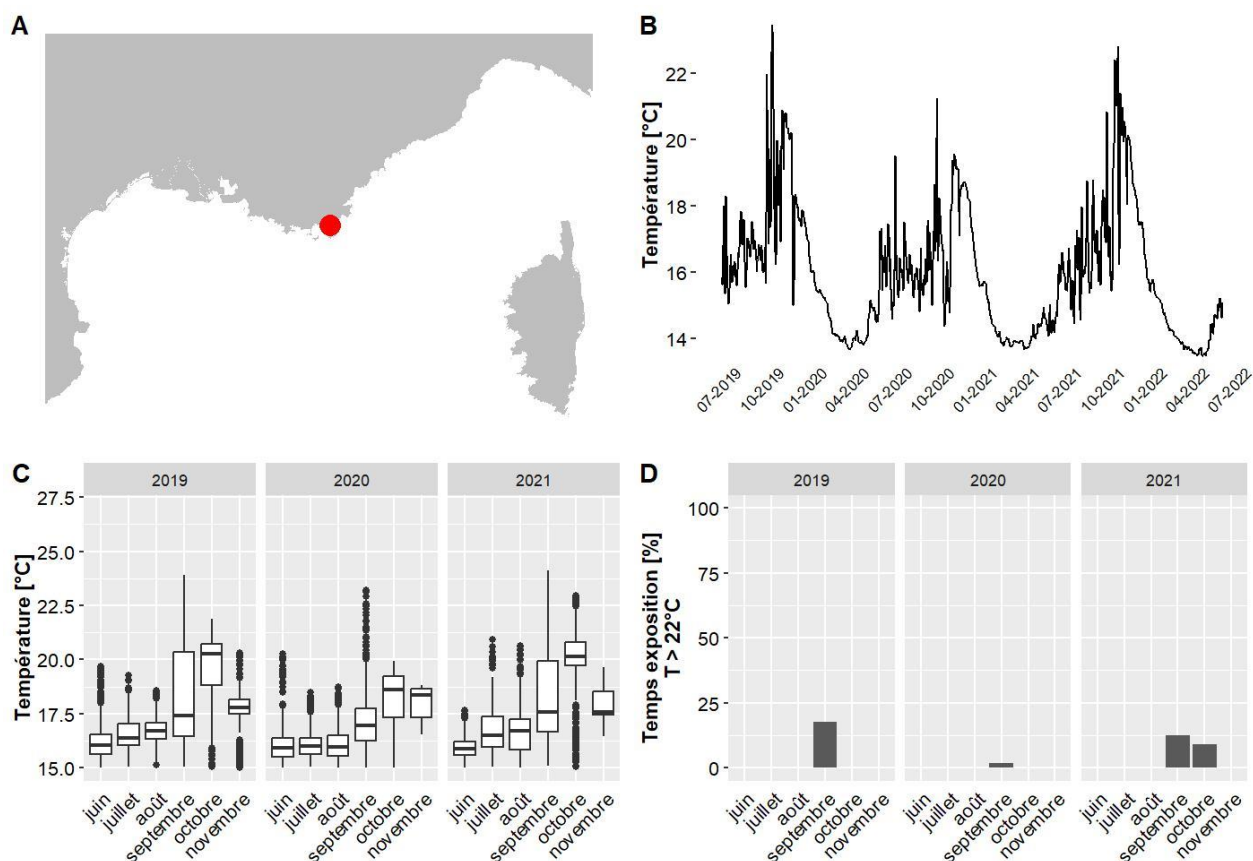
Les données de température pour le site Rade Cannes situé à 40 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.7 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.59. Rade de Bormes - 37 m RECOR

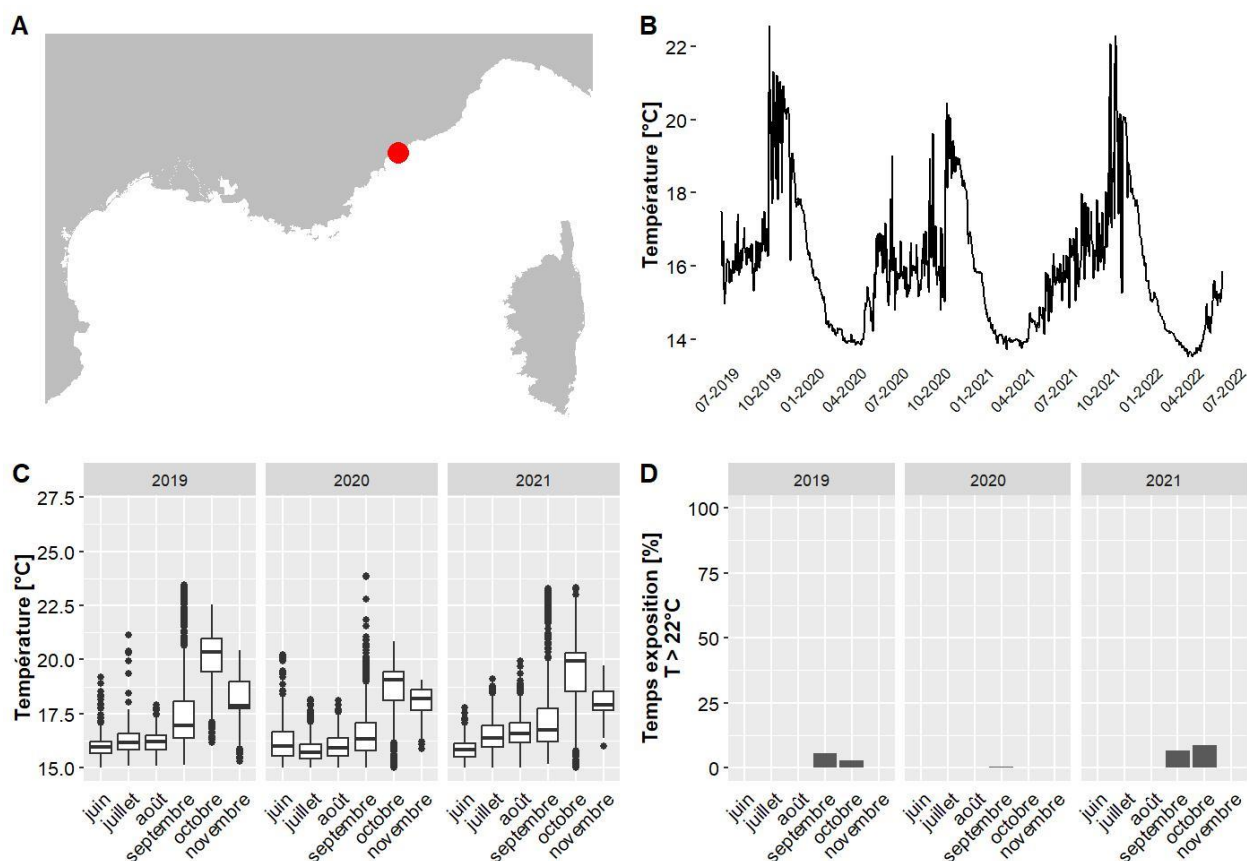
Les données de température pour le site Rade de Bormes situé à 37 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 20 °C et 9 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.1 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.60. Rade Villefranche - 42 m RECOR

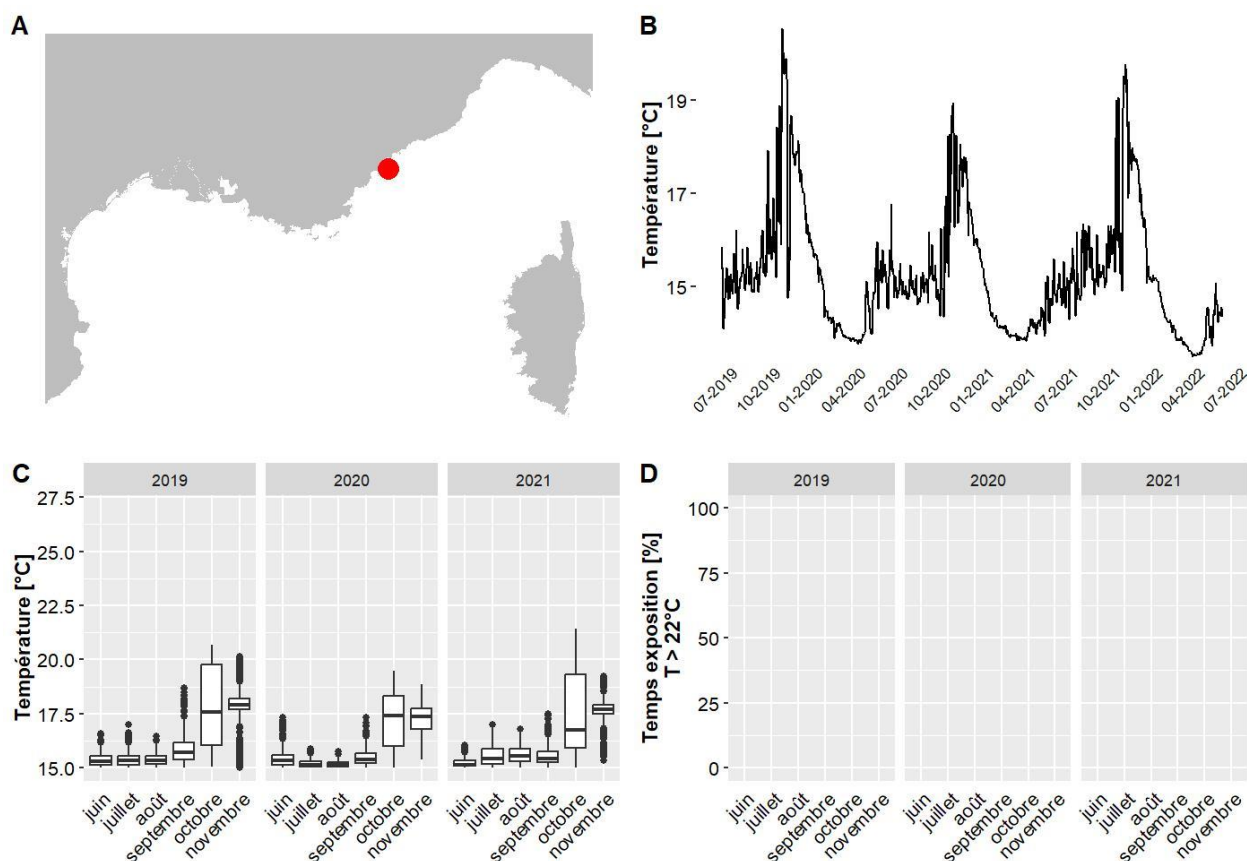
Les données de température pour le site Rade Villefranche situé à 42 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 20 °C et 3 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.9 °C, en septembre 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.61. Raventurier - 55 m RECOR

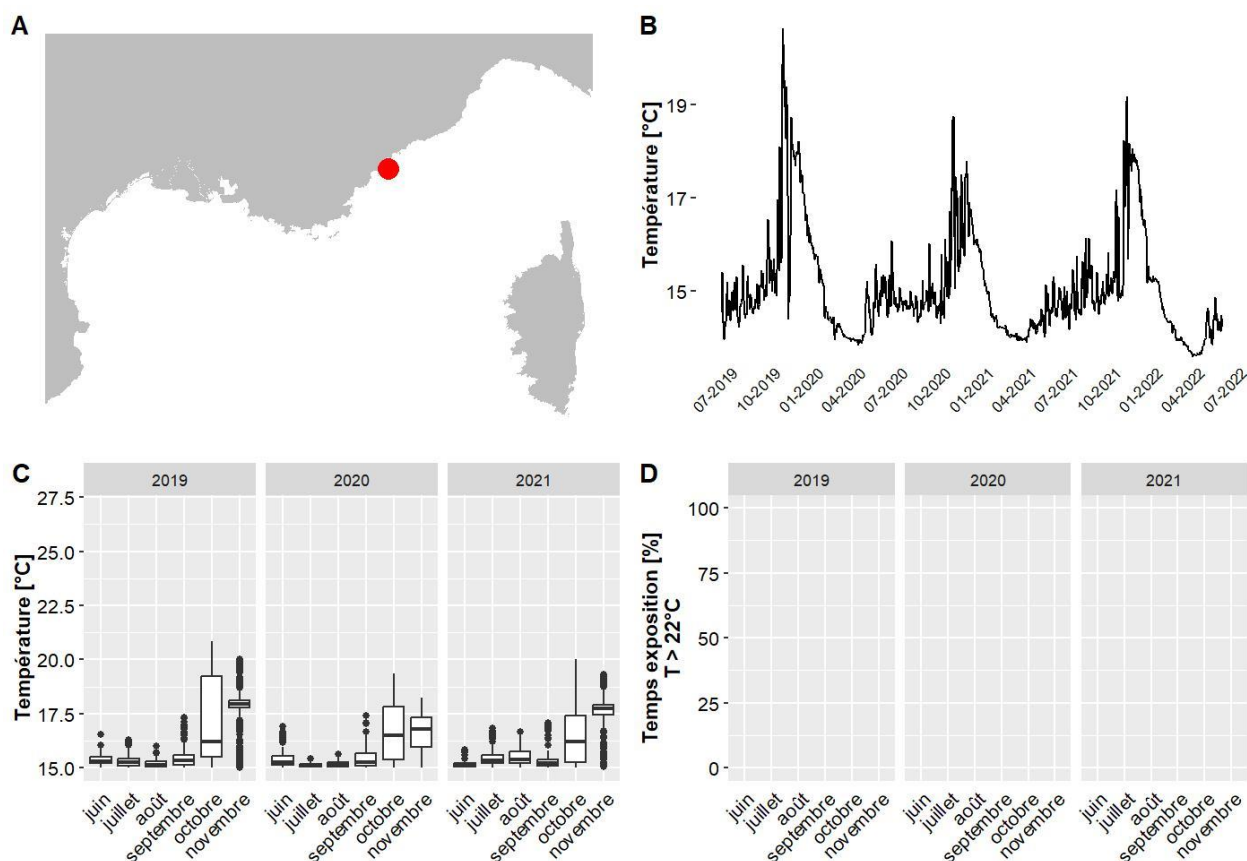
Les données de température pour le site Raventurier situé à 55 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 17.8 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21.4 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.62. Raventurier - 65 m RECOR

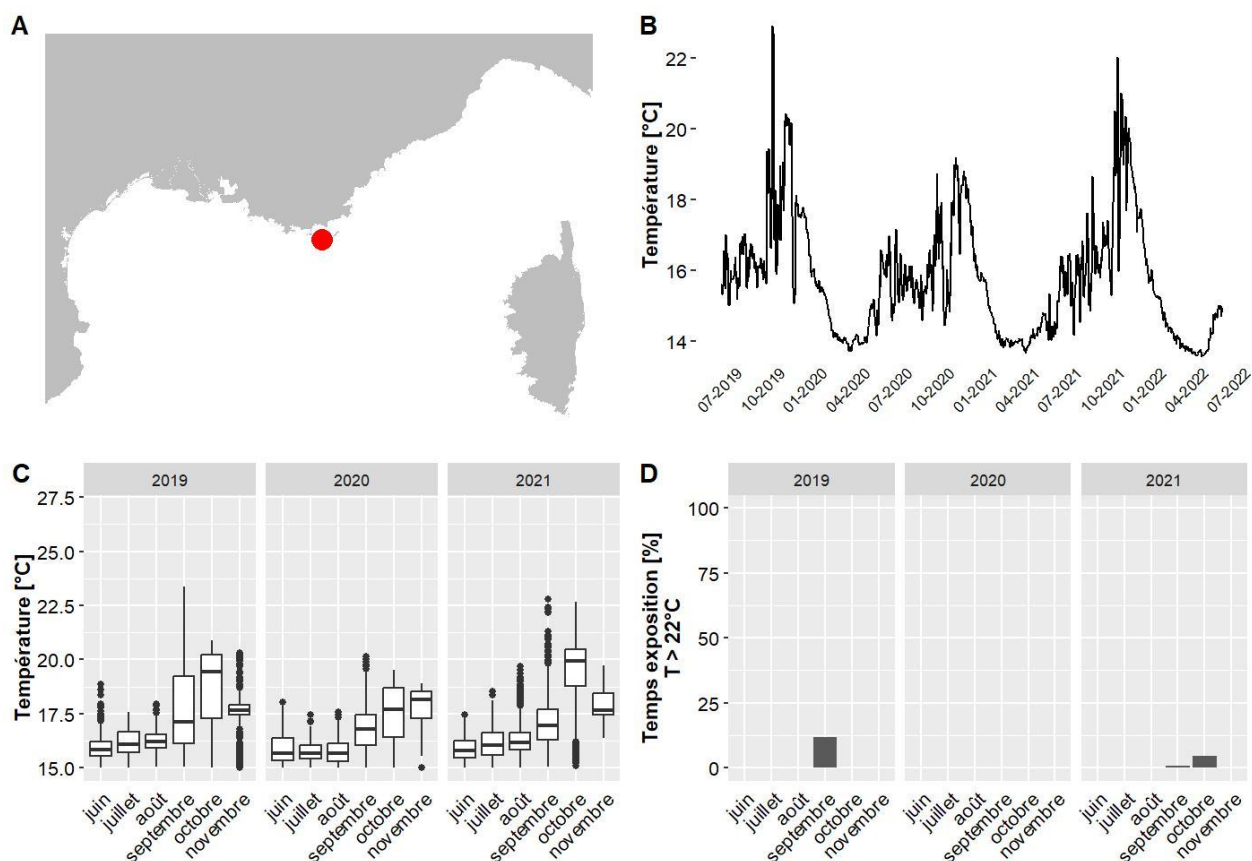
Les données de température pour le site Raventurier situé à 65 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 17.6 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 20.8 °C, en octobre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.63. Sec Sarranier - 39 m RECOR

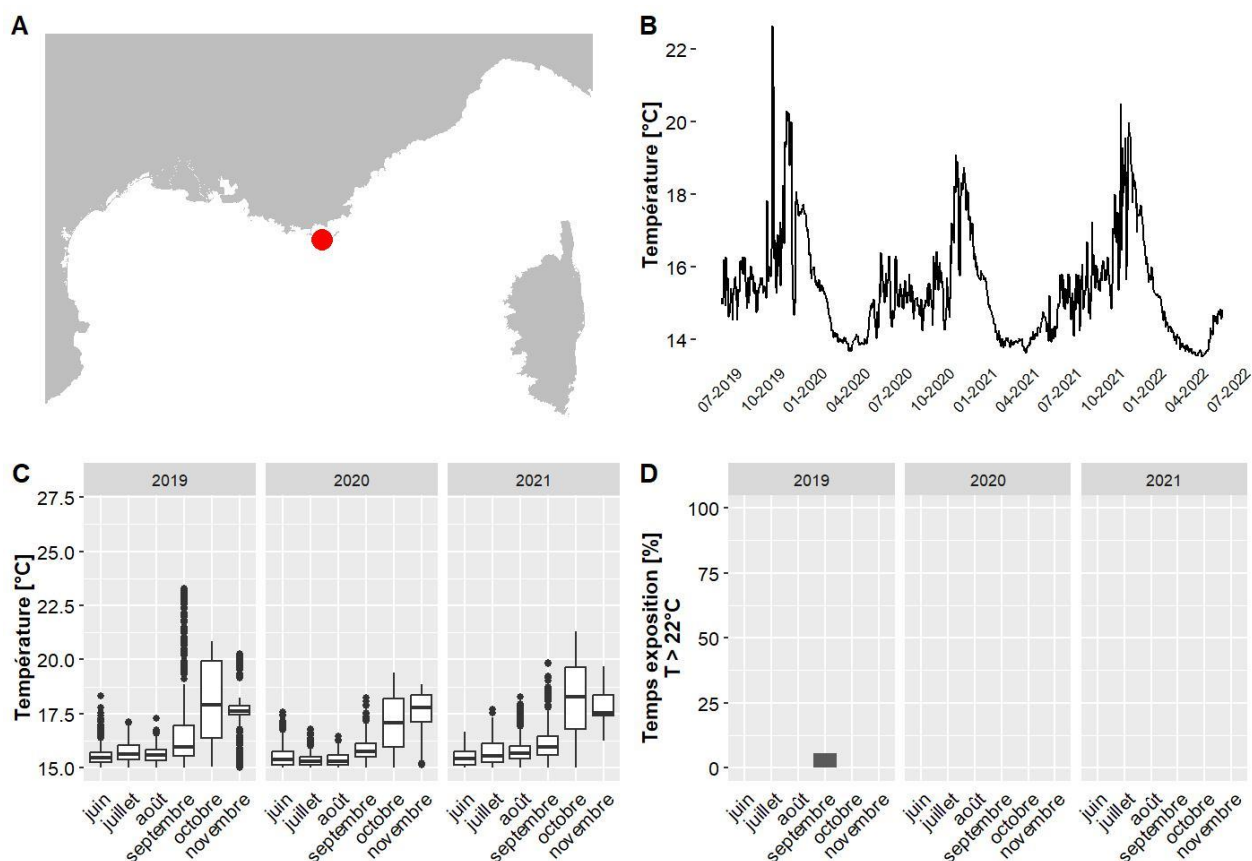
Les données de température pour le site Sec Sarranier situé à 39 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 19.5 °C et 5 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.4 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.64. Sec Sarranier - 47 m RECOR

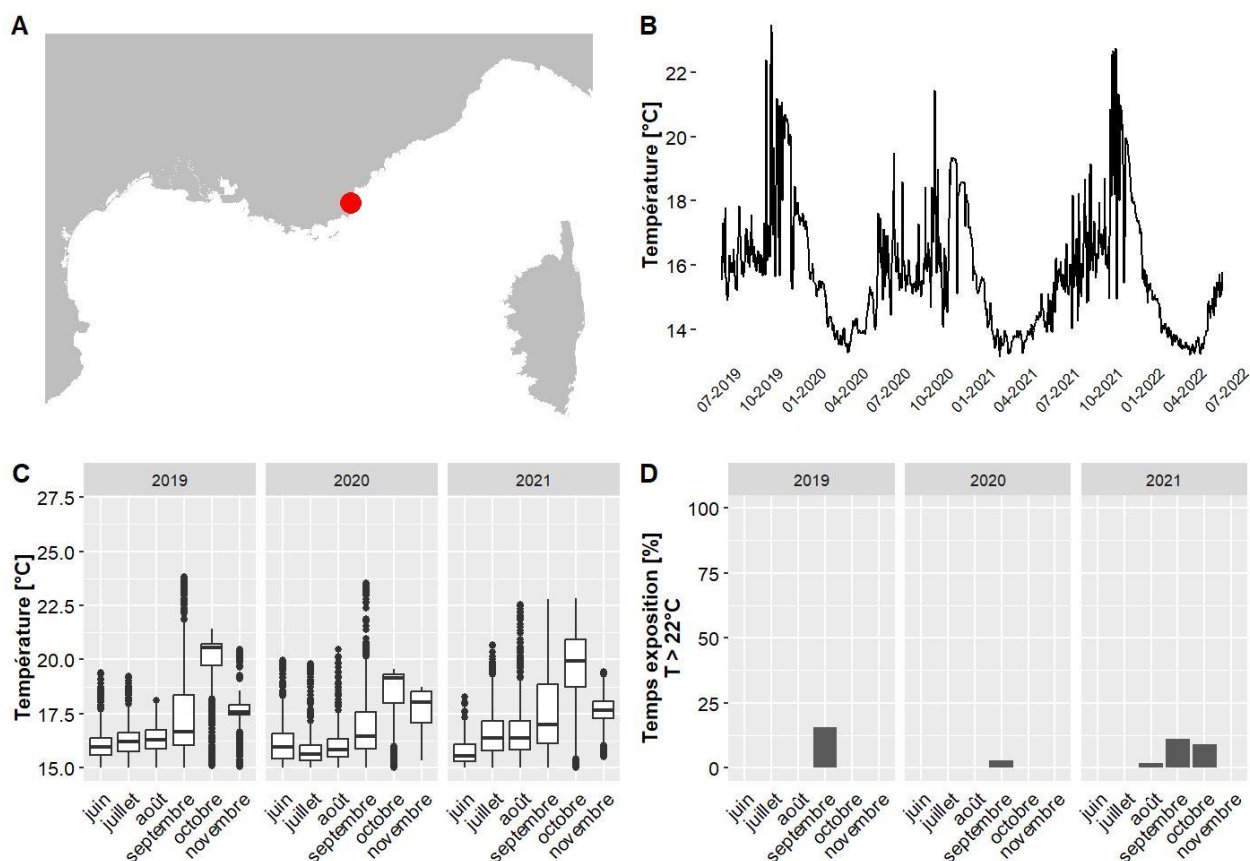
Les données de température pour le site Sec Sarranier situé à 47 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 18 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.3 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.65. St Tropez - 40 m RECOR

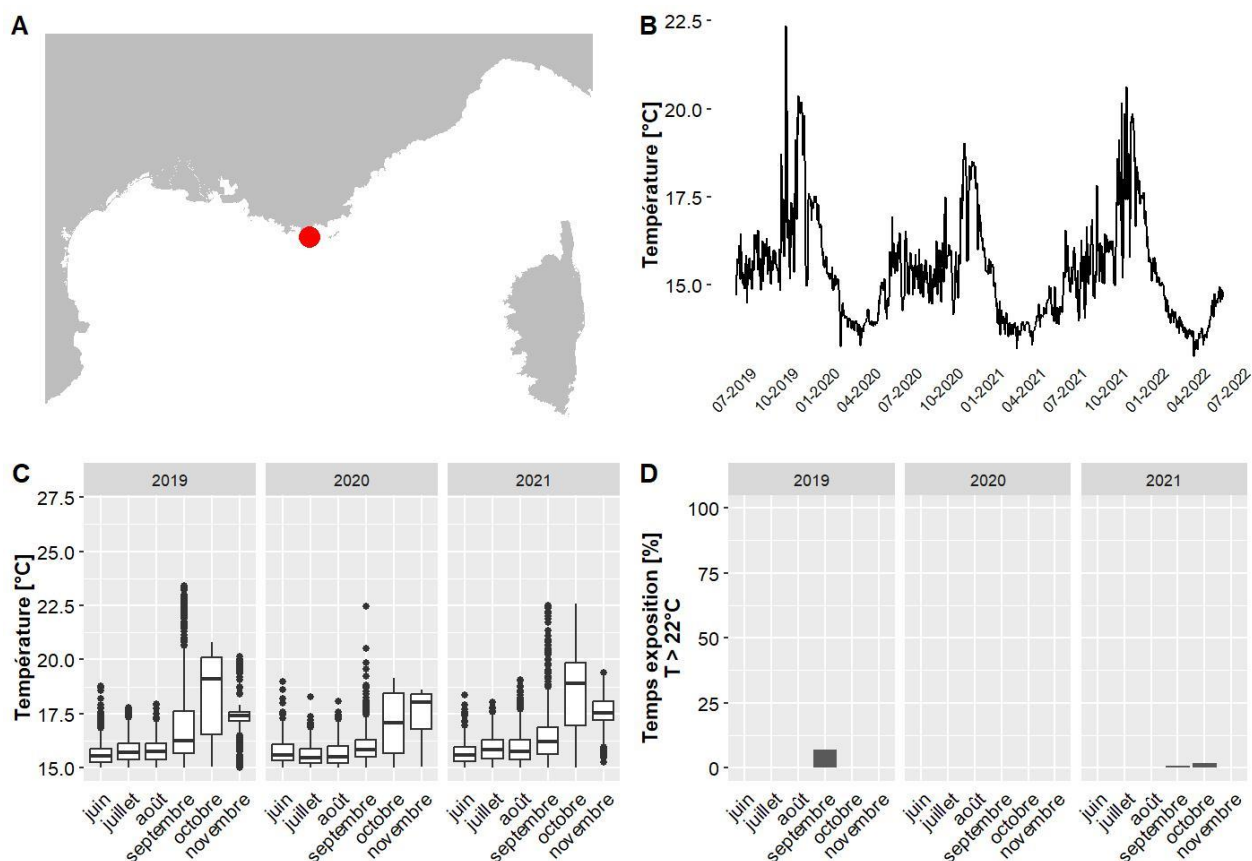
Les données de température pour le site St Tropez situé à 40 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.8 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.8 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.F.66. Sud Ribaud - 45 m RECOR

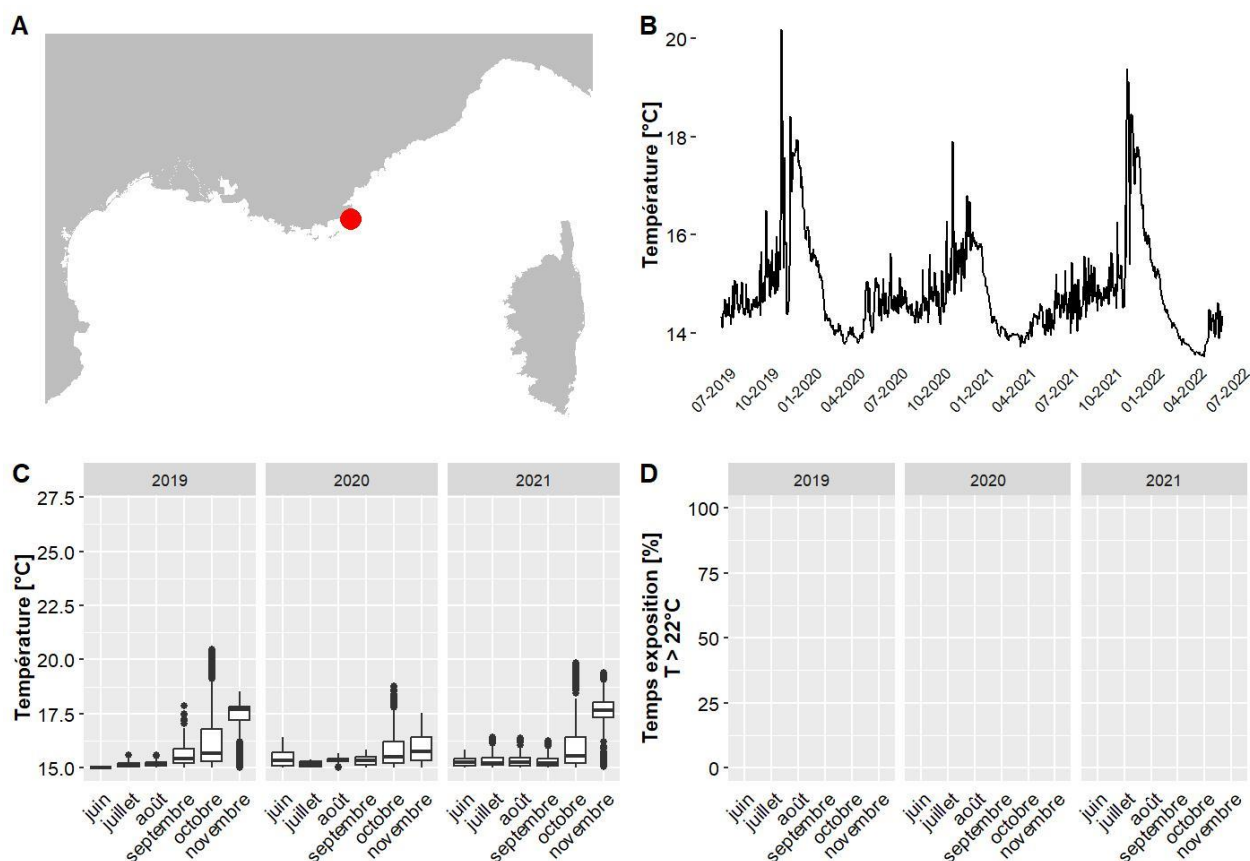
Les données de température pour le site Sud Ribaud situé à 45 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 18.3 °C et 2 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.4 °C, en septembre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.67. Taillat - 65 m RECOR

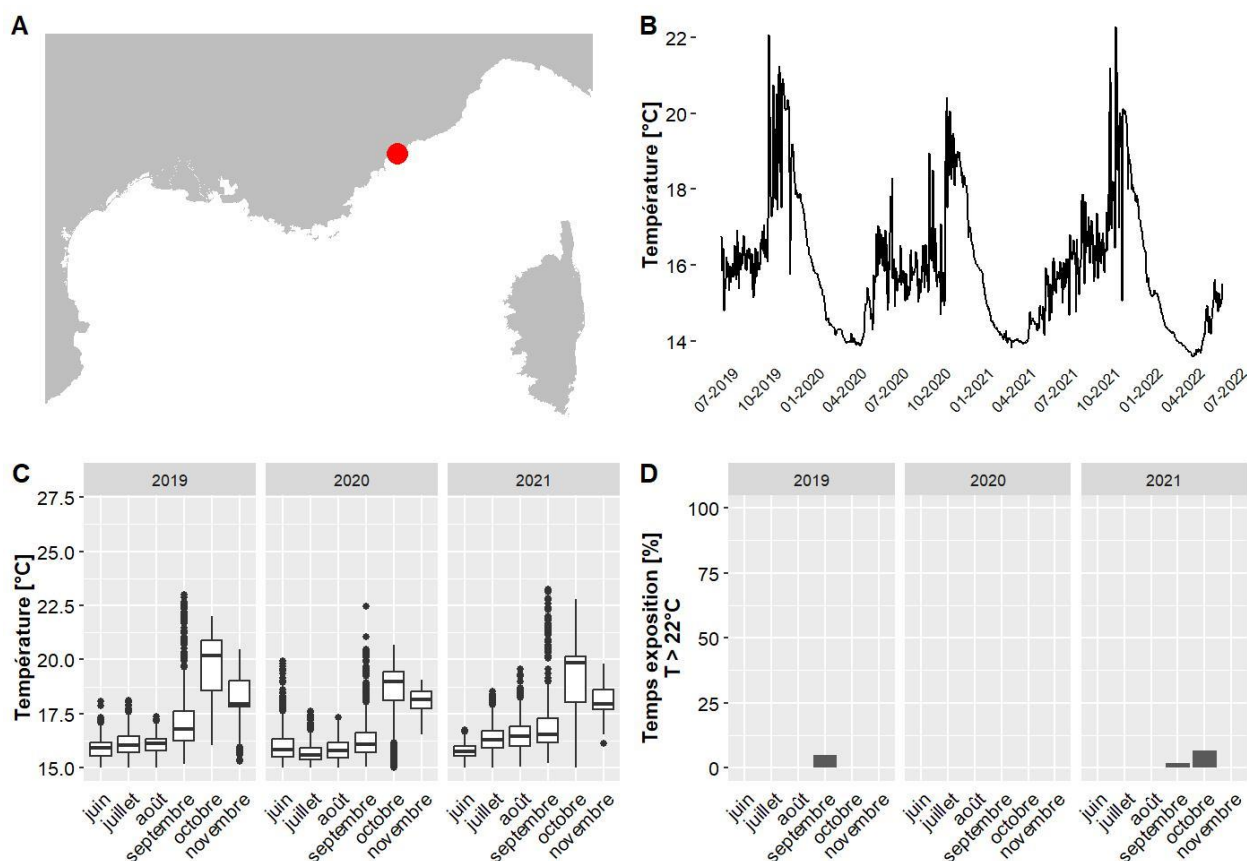
Les données de température pour le site Taillat situé à 65 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 17.6 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 20.5 °C, en octobre 2019 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.F.68. Tombant des americains W - 45 m RECOR

Les données de température pour le site Tombant des americains W situé à 45 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2019 à mai 2022. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2019 avec une température moyenne de 19.7 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.3 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 28 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).

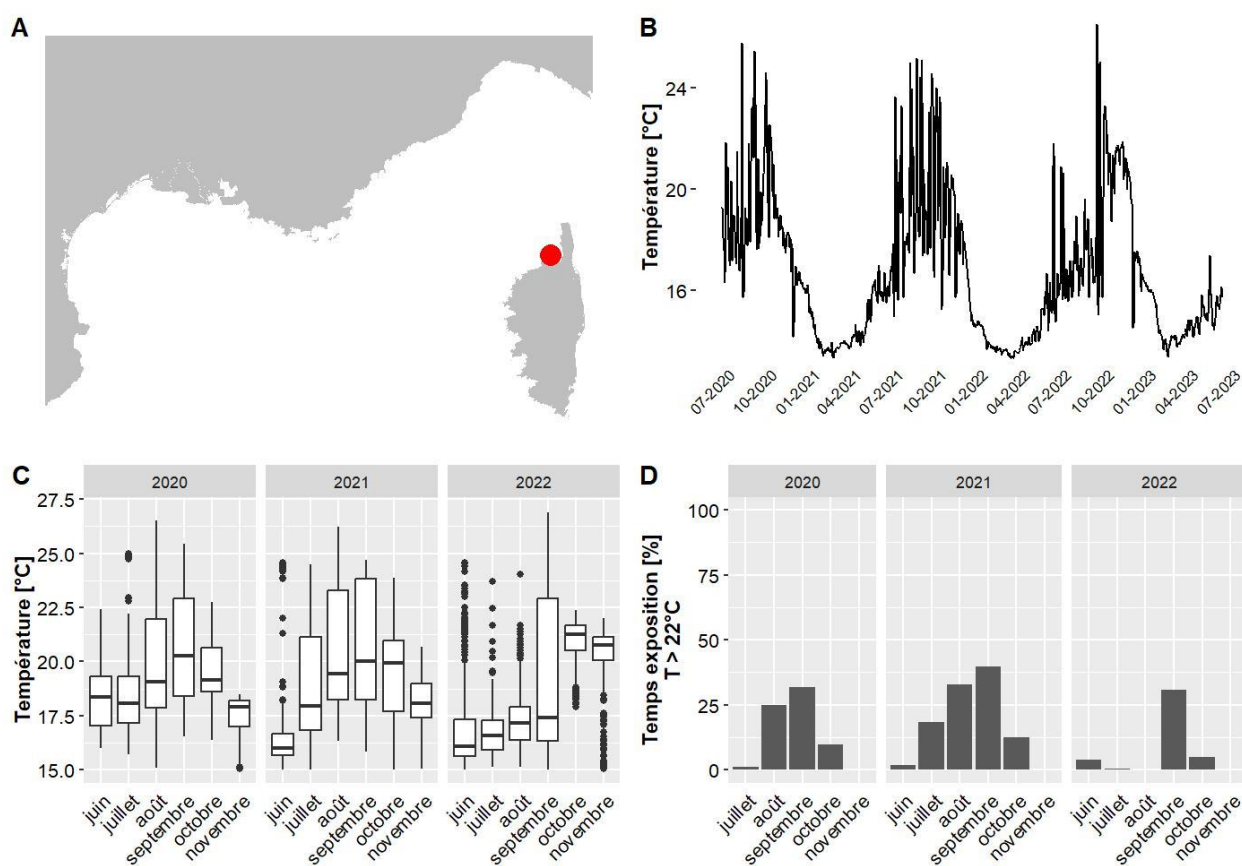


A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G. Fiches descriptives des capteurs relevés en 2023 en région Corse

IV.G.1. Agriates - 37 m TEMPO

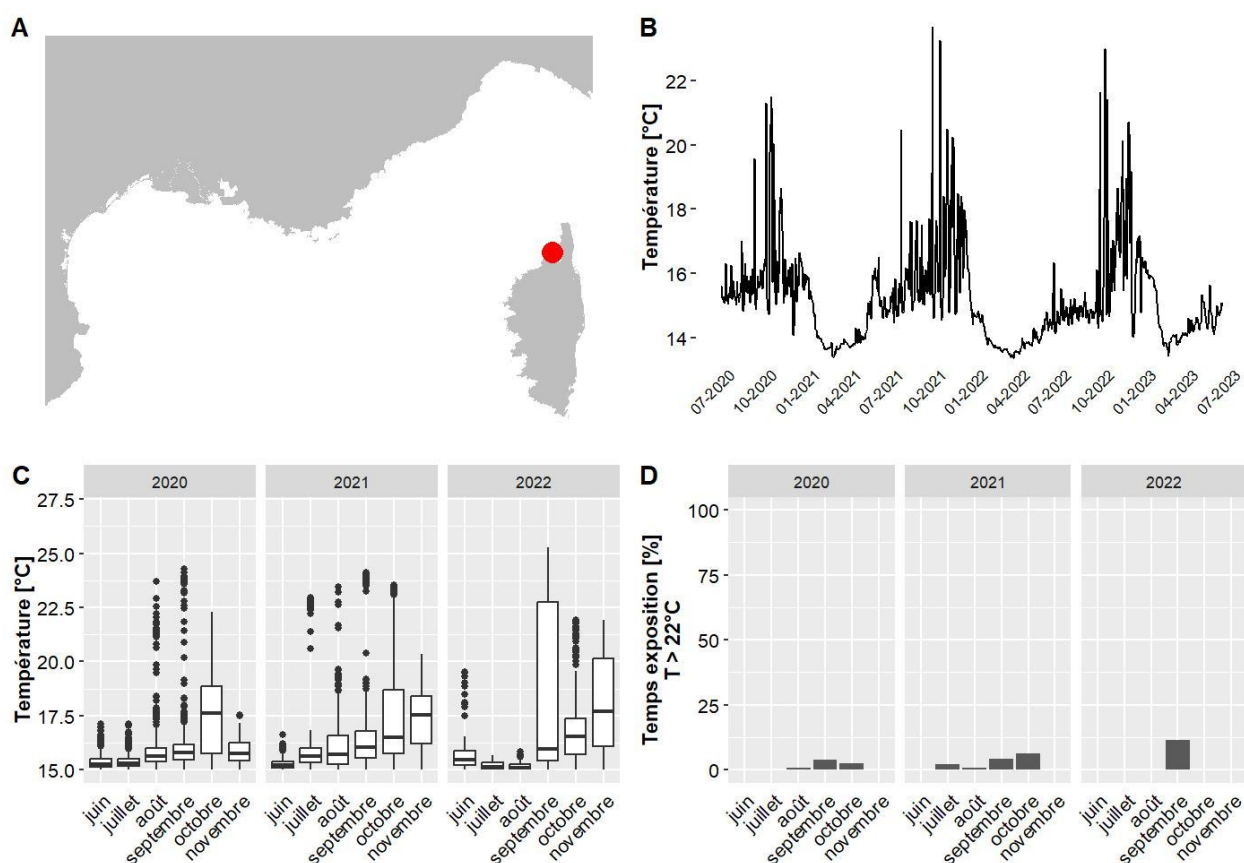
Les données de température pour le site Agriates situé à 37 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2022 avec une température moyenne de 21 °C et 5 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.9 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.2. Agriates - 60 m RECOR

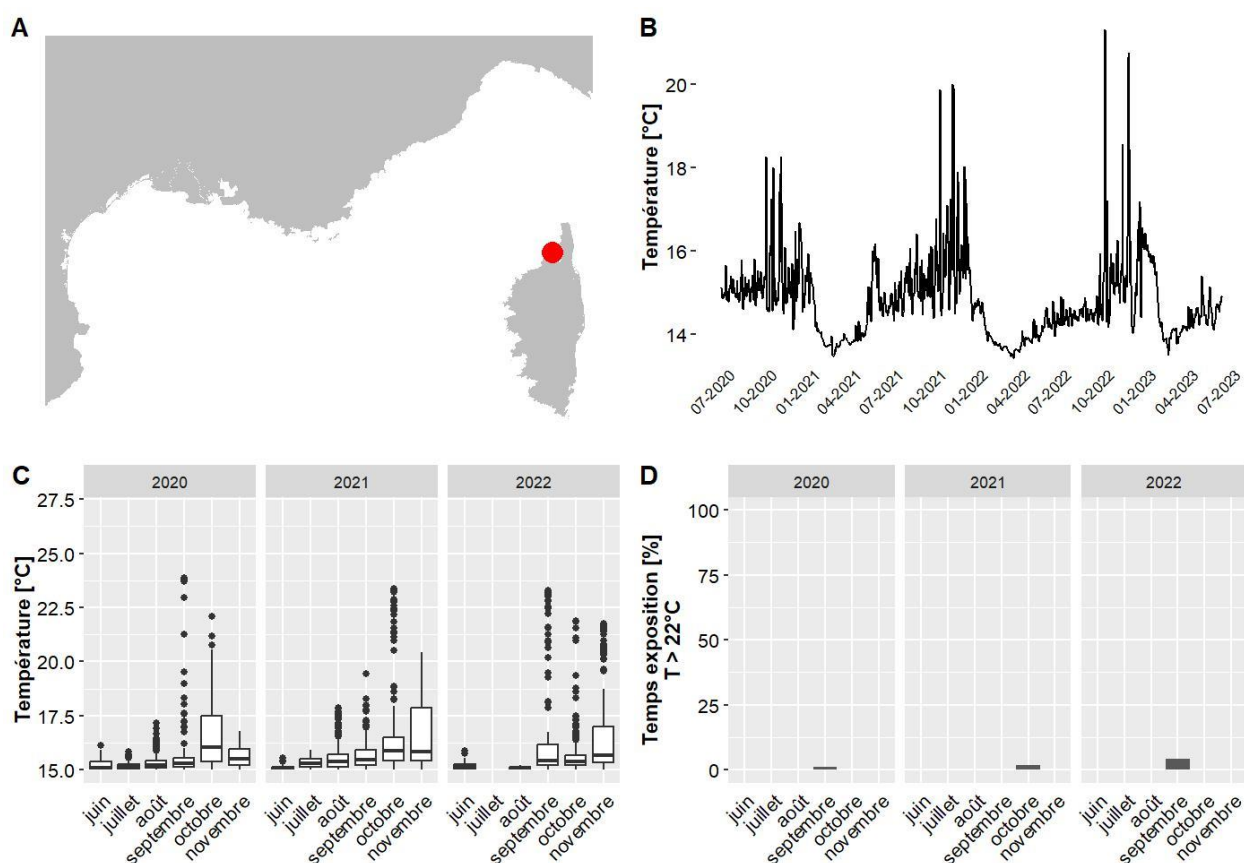
Les données de température pour le site Agriates situé à 60 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2020 avec une température moyenne de 17.4 °C et 2 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.3 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.3. Agriates - 70 m RECOR

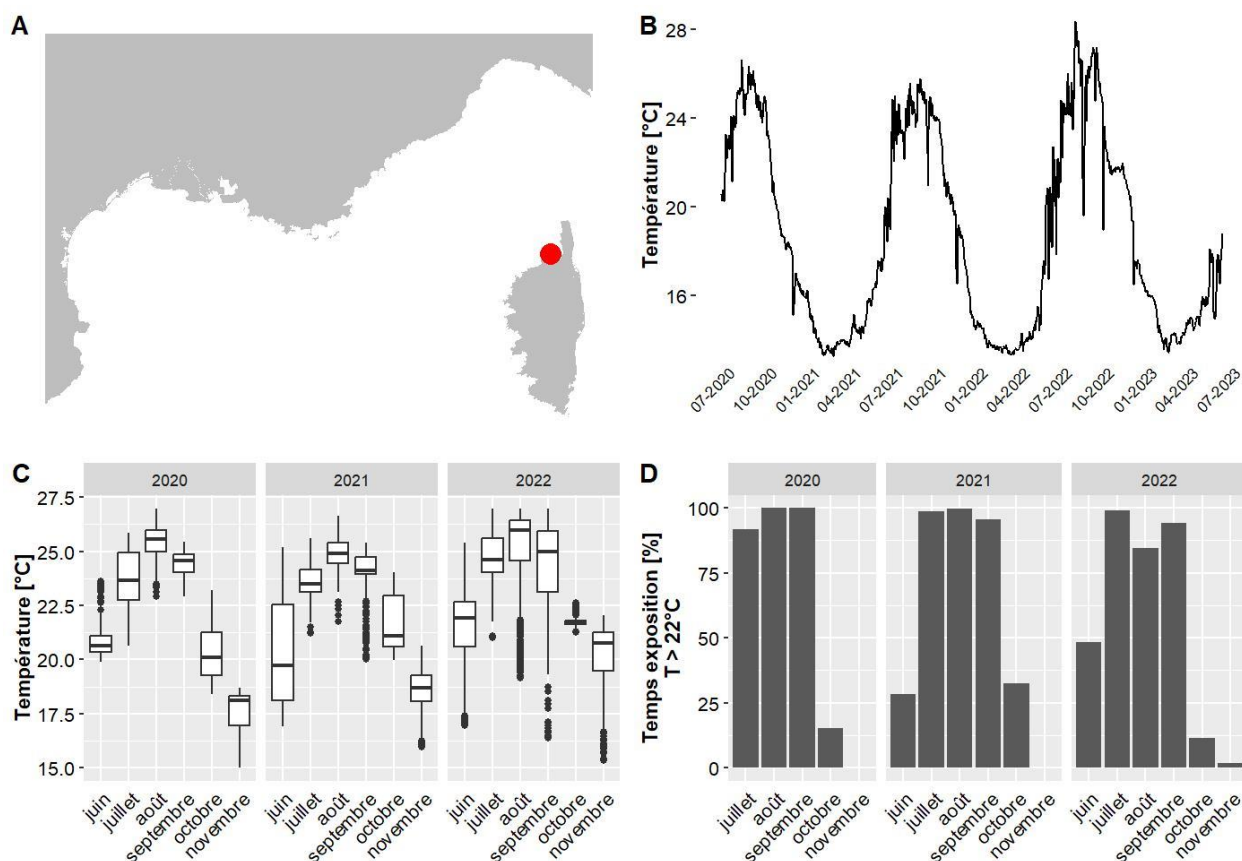
Les données de température pour le site Agriates situé à 70 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 16.3 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.9 °C, en septembre 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.4. Agriates PI - 14 m TEMPO

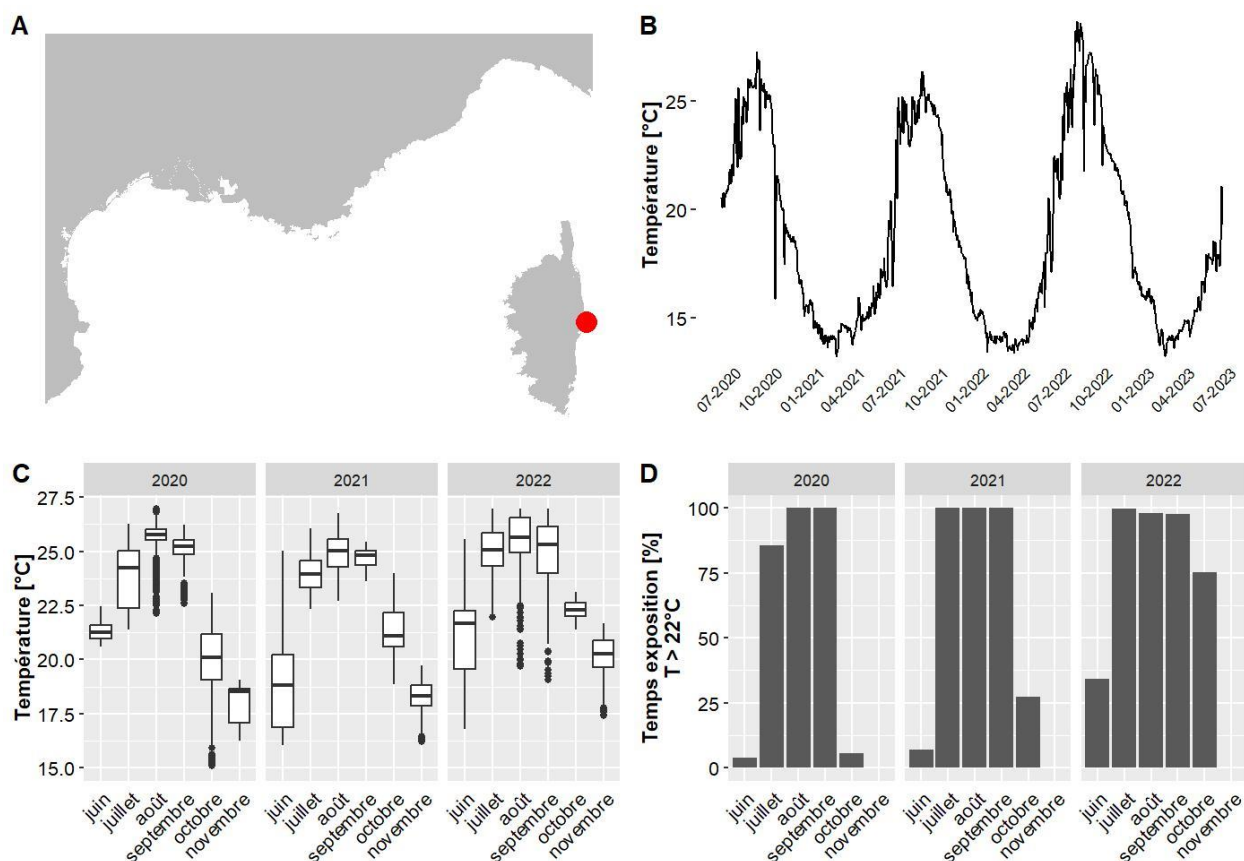
Les données de température pour le site Agriates PI situé à 14 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est juillet 2022 avec une température moyenne de 25.6 °C et 99 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 28.5 °C, en juillet 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.5. Aleria PI - 15 m TEMPO

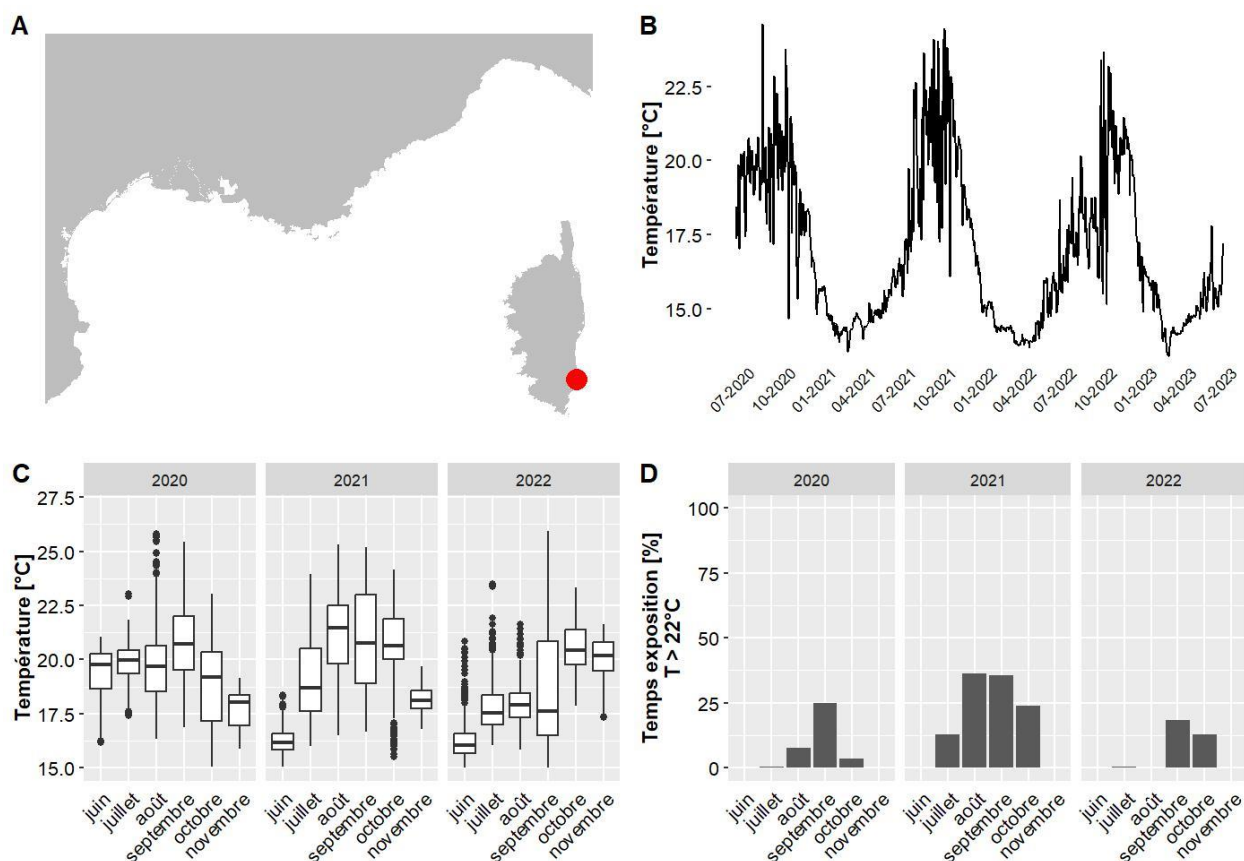
Les données de température pour le site Aleria PI situé à 14.8 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2022 avec une température moyenne de 27 °C et 98 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 29.1 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.6. Anse Cola - 37 m TEMPO

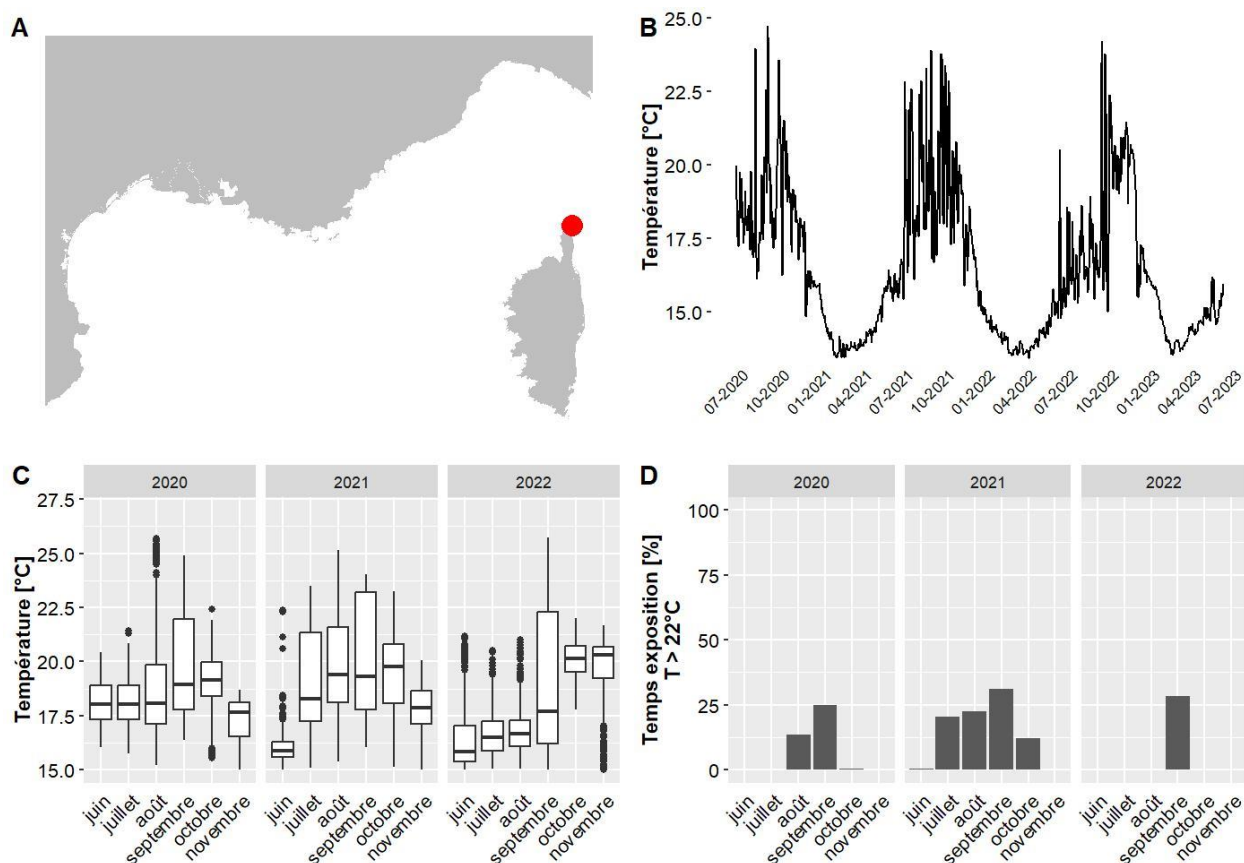
Les données de température pour le site Anse Cola situé à 37.5 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2021 avec une température moyenne de 21.1 °C et 36 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.9 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.7. Baie Tamarone Large - 40 m TEMPO

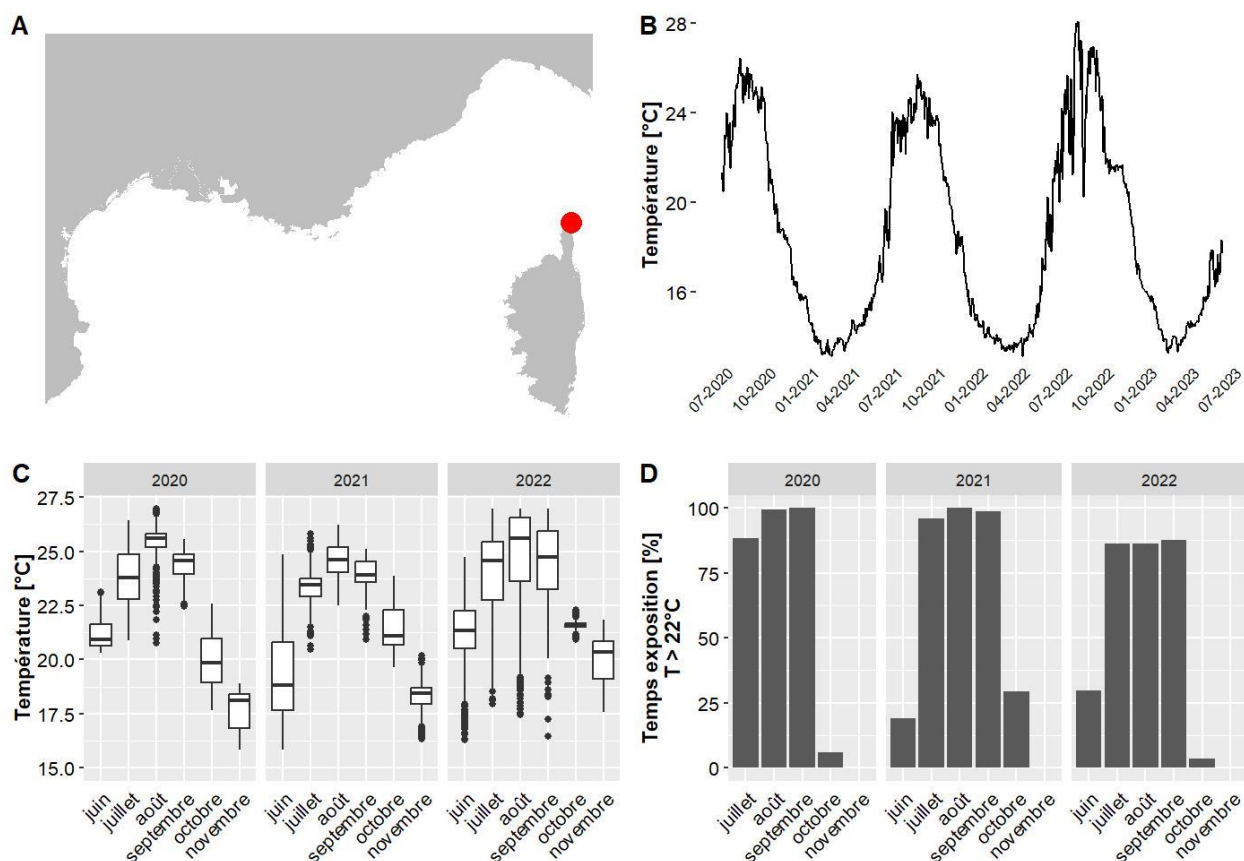
Les données de température pour le site Baie Tamarone Large situé à 39.7 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2022 avec une température moyenne de 20.1 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.7 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.8. Baie Tamarone Large PI - 15 m TEMPO

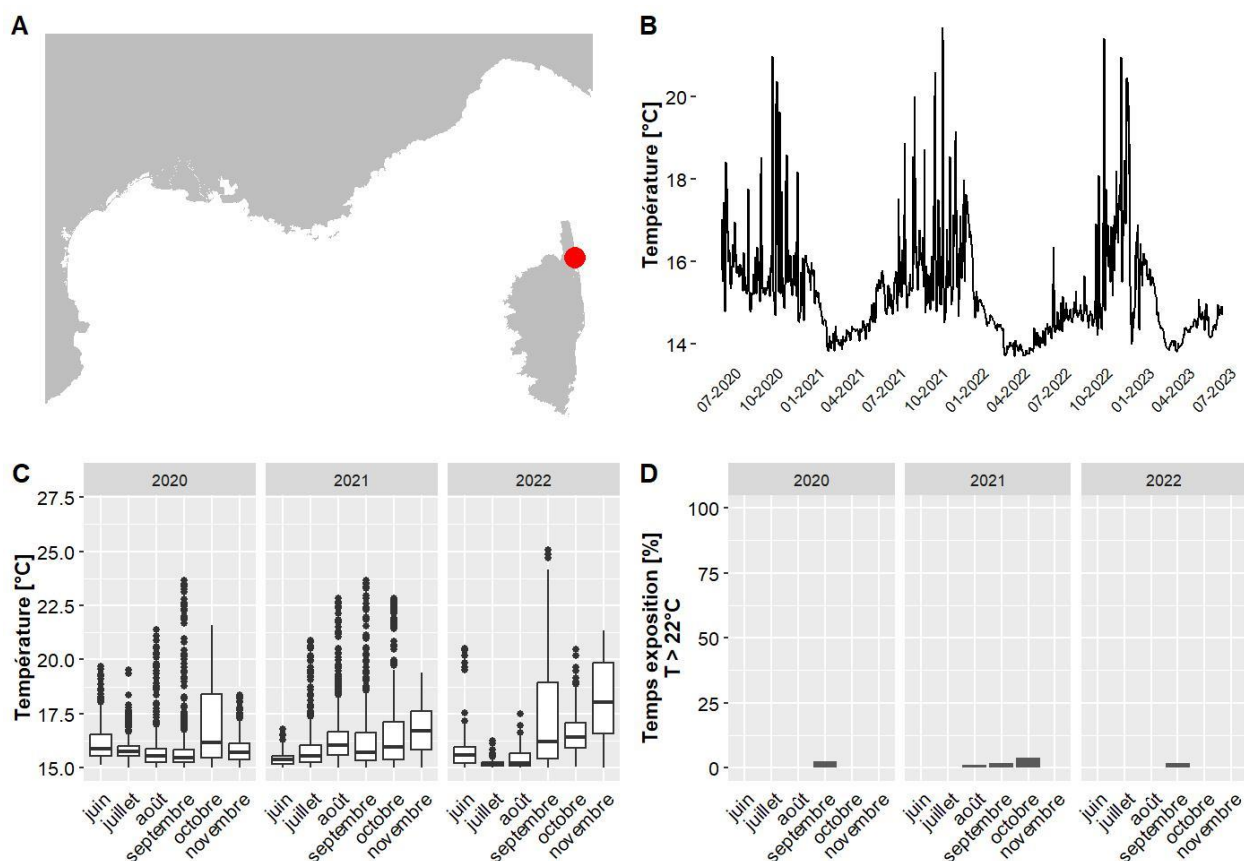
Les données de température pour le site Baie Tamarone Large PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2020 avec une température moyenne de 25.4 °C et 99 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 28.7 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.9. Bastia - 62 m RECOR

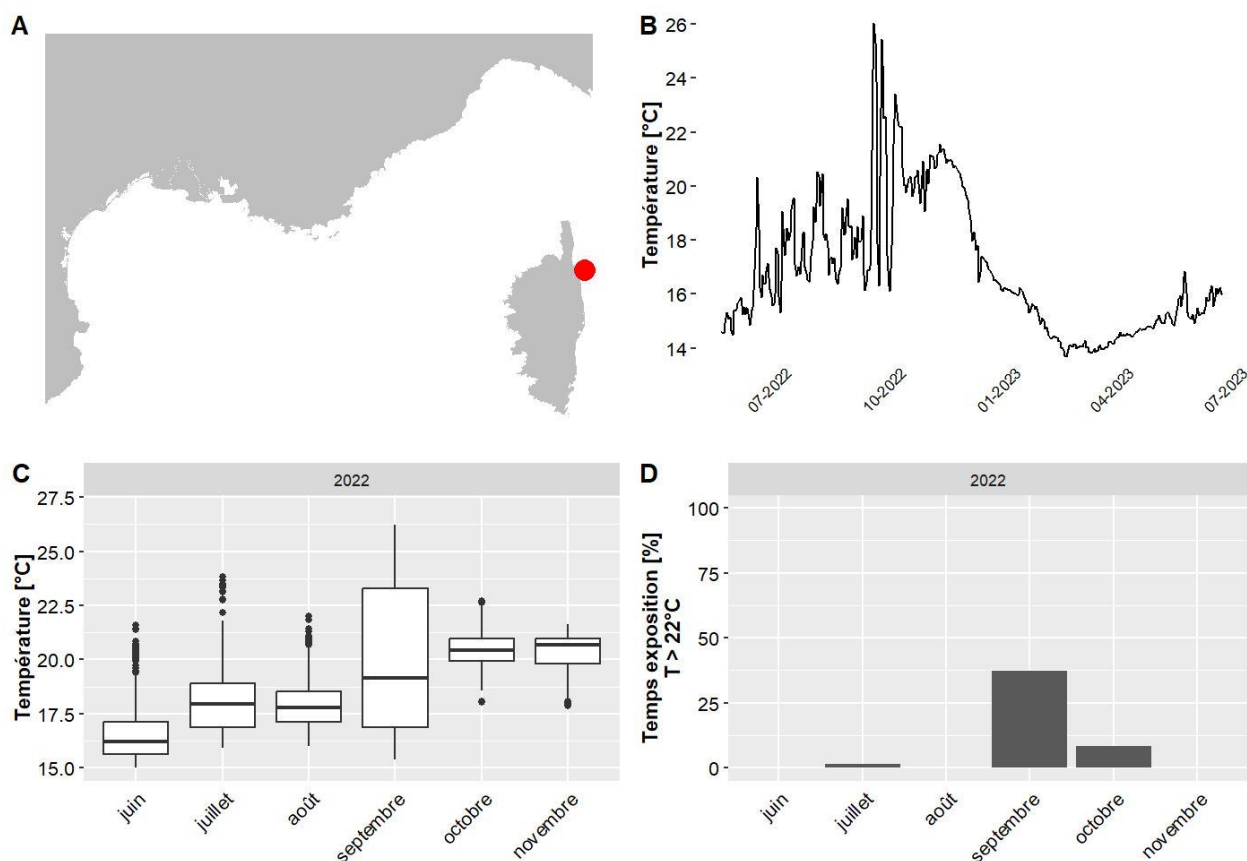
Les données de température pour le site Bastia situé à 62 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2022 avec une température moyenne de 17.5 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.1 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.10. Biguglia - 37 m TEMPO

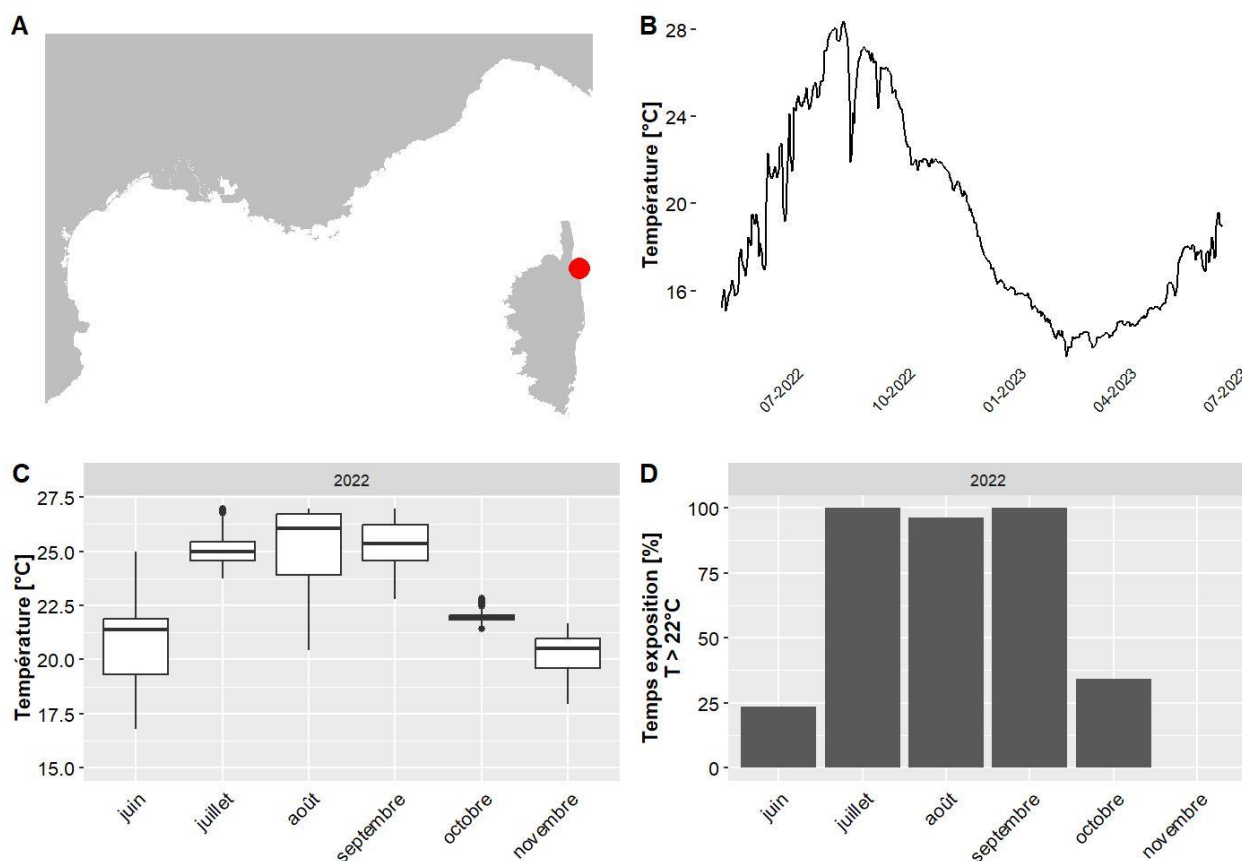
Les données de température pour le site Biguglia situé à 37.2 m de profondeur couvrent la période allant de mai 2022 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2022 avec une température moyenne de 20.5 °C et 8 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.2 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 14.6 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.11. Biguglia PI - 18 m TEMPO

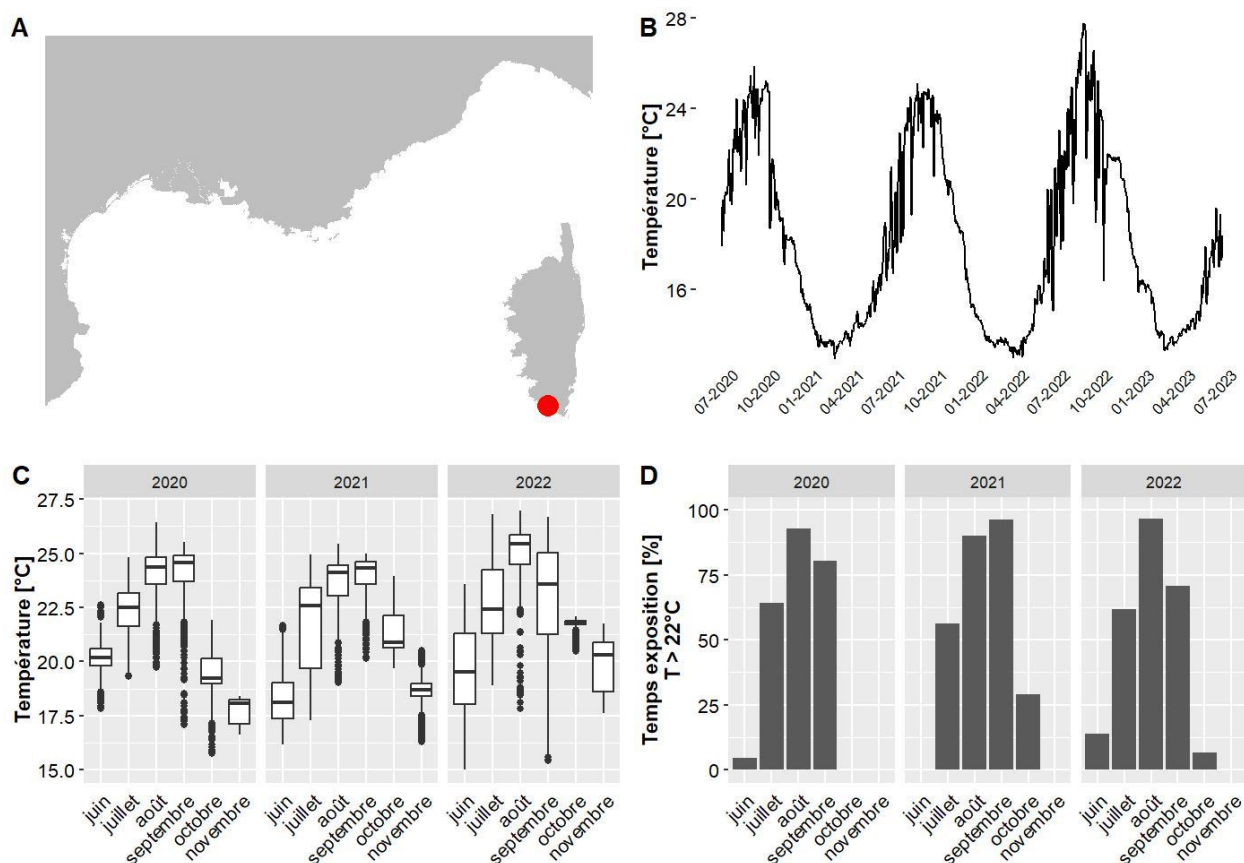
Les données de température pour le site Biguglia PI situé à 17.5 m de profondeur couvrent la période allant de mai 2022 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2022 avec une température moyenne de 26.6 °C et 96 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 28.6 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 14.6 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.12. Bruzzi PI - 15 m TEMPO

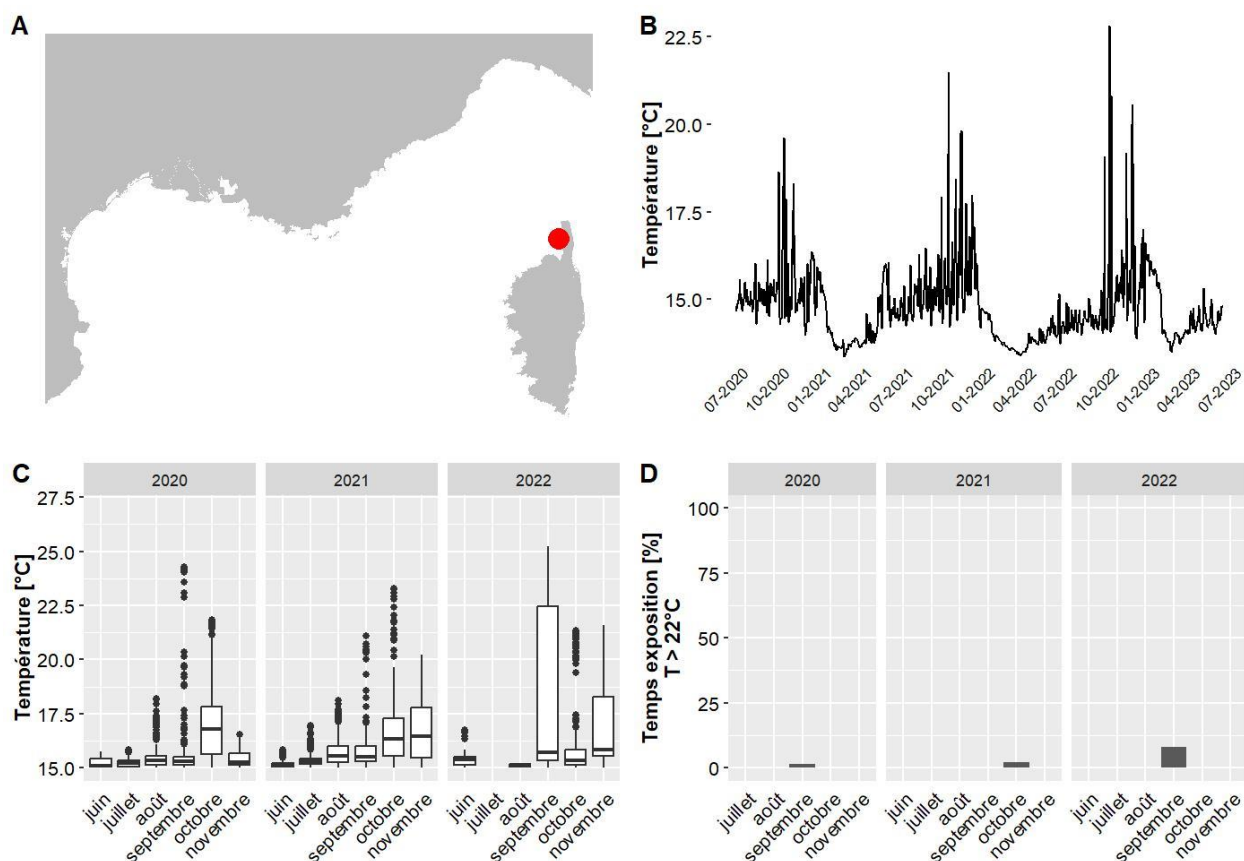
Les données de température pour le site Bruzzi PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2022 avec une température moyenne de 25.7 °C et 97 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 28.4 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.13. Canari - 67 m RECOR

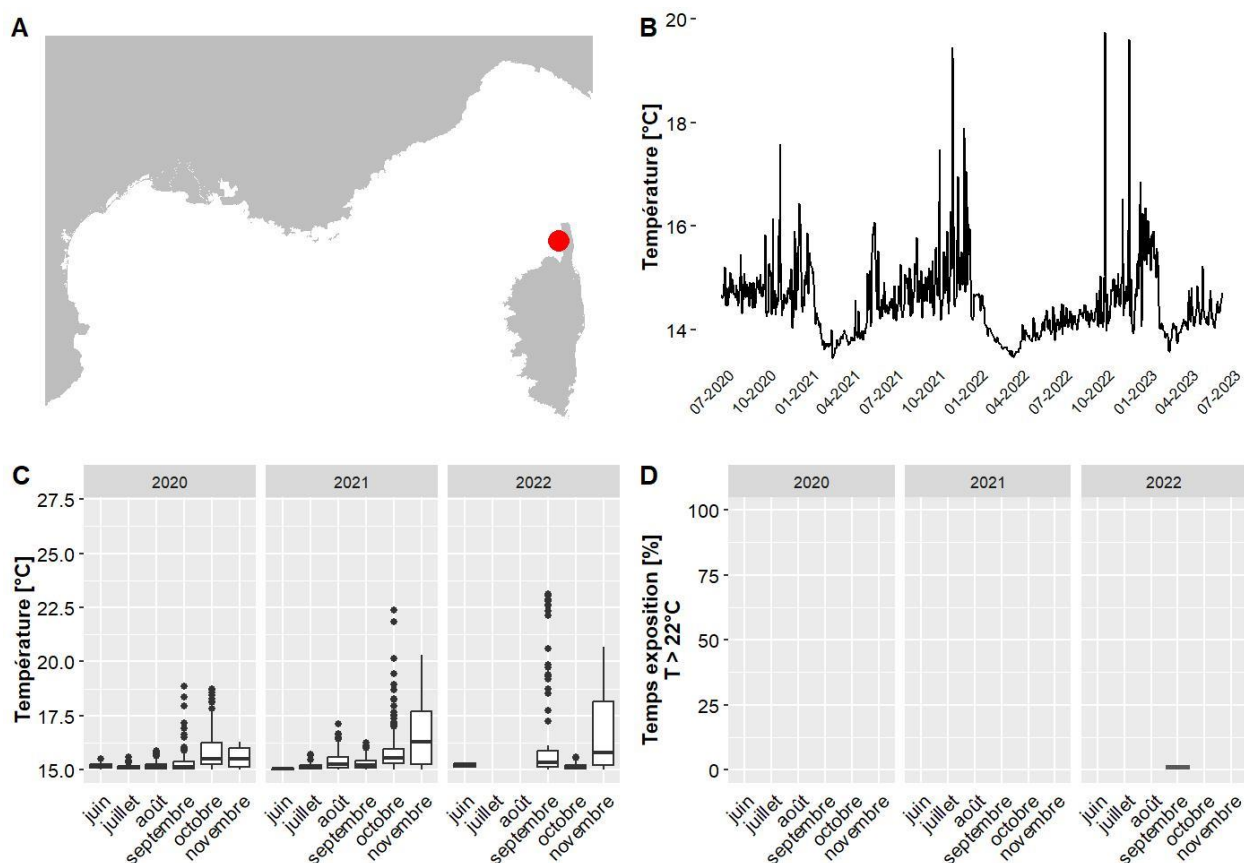
Les données de température pour le site Canari situé à 67 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 16.4 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.2 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.14. Canari - 80 m RECOR

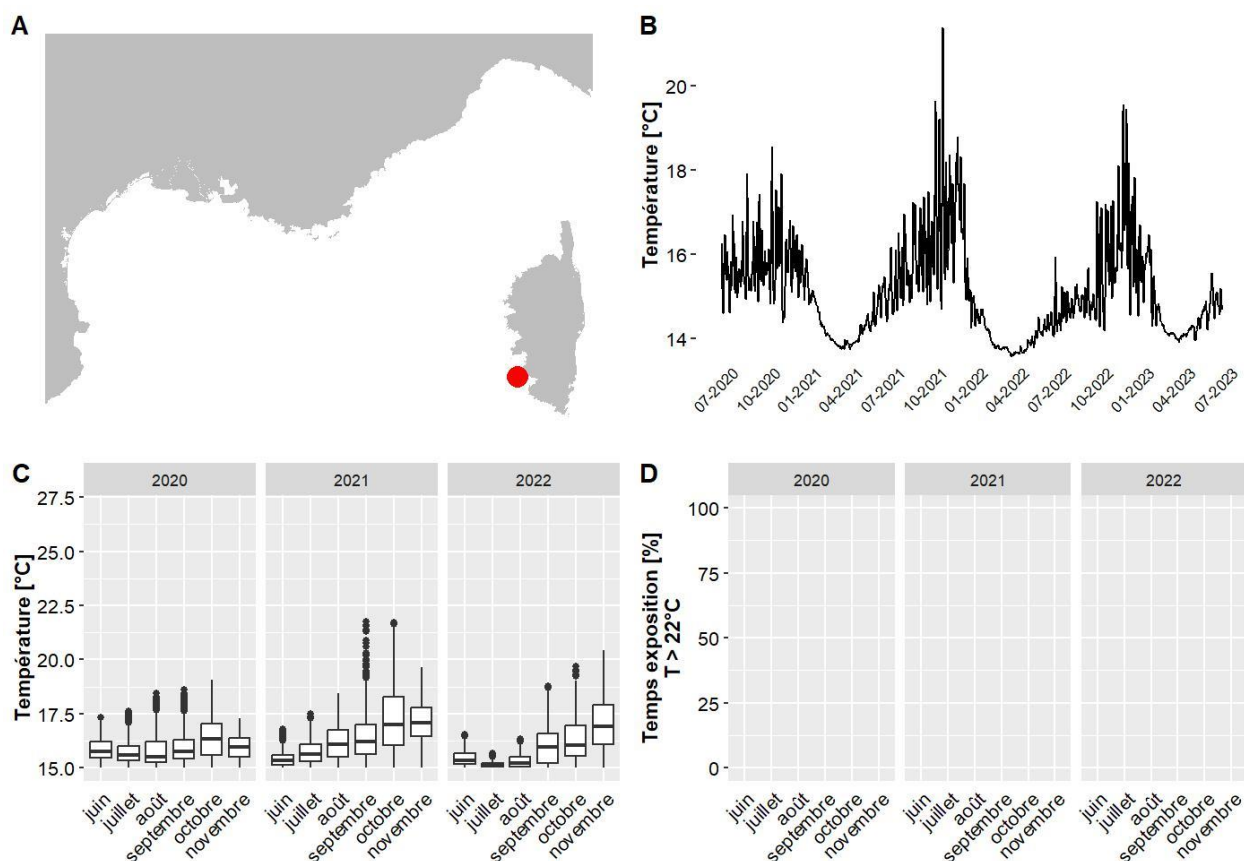
Les données de température pour le site Canari situé à 80 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 15.8 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.1 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.15. Capodimuro - 57 m RECOR

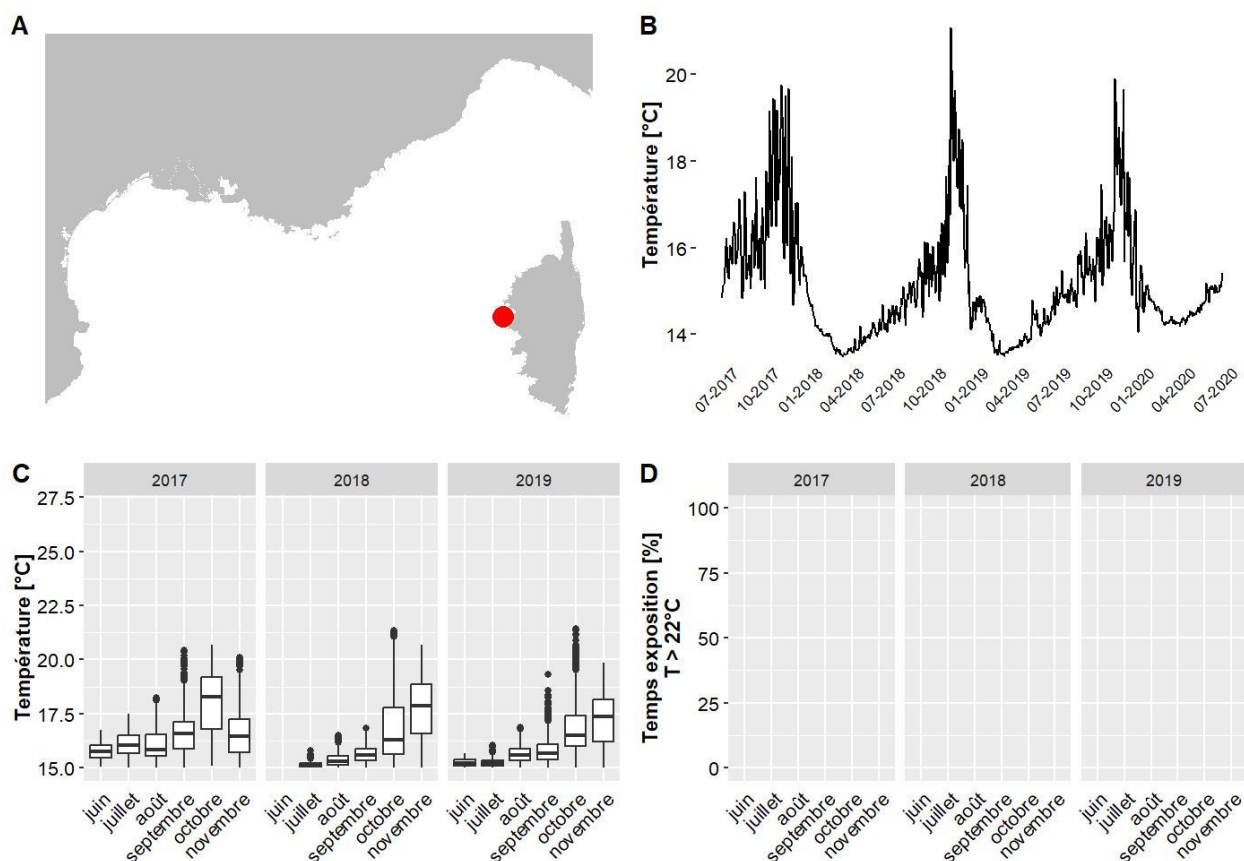
Les données de température pour le site Capodimuro situé à 57 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 17.2 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21.7 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.16. Cappu-Rosso - 56 m RECOR

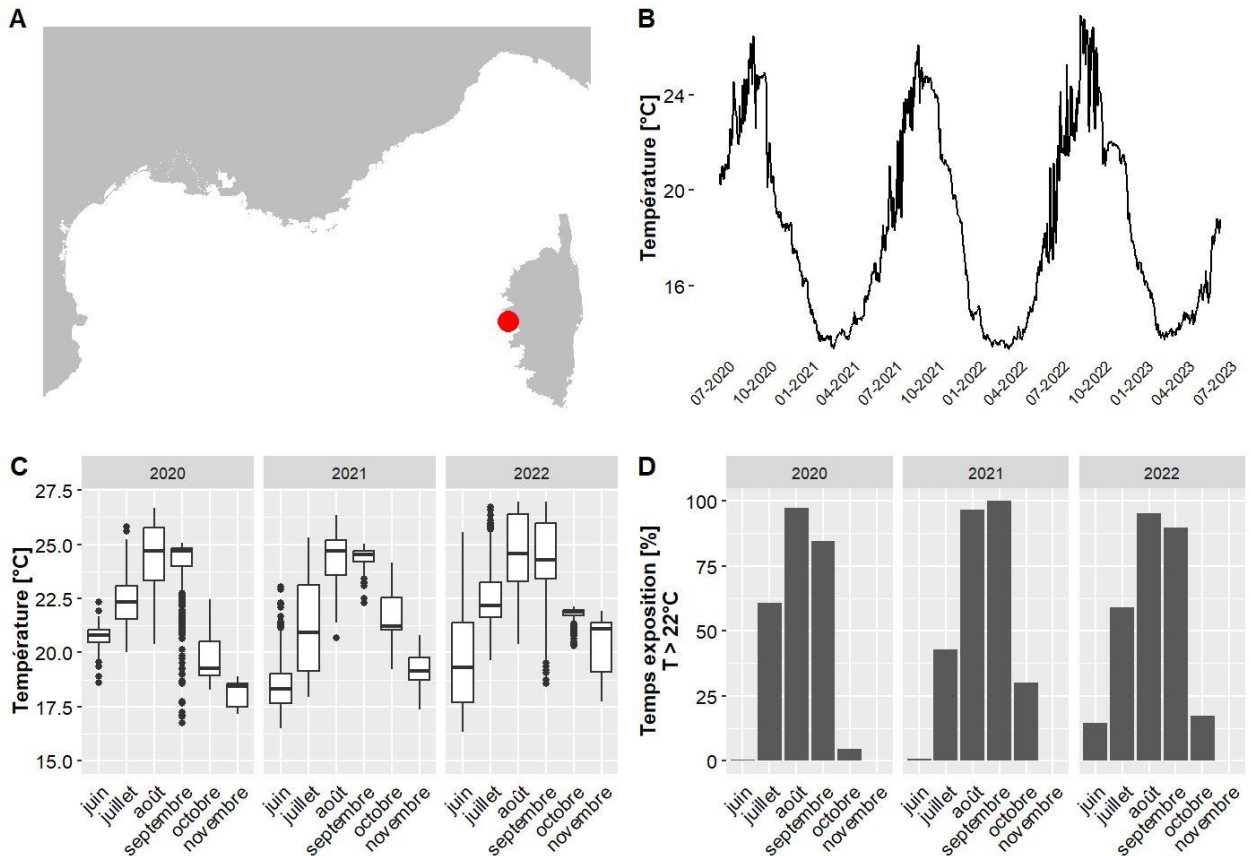
Les données de température pour le site Cappu-Rosso situé à 56 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2017 à juin 2020. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2017 avec une température moyenne de 18 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21.4 °C, en octobre 2019 (valeurs maximales observées entre 15.3 °C et 28.6 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.17. Cargese PI - 14 m TEMPO

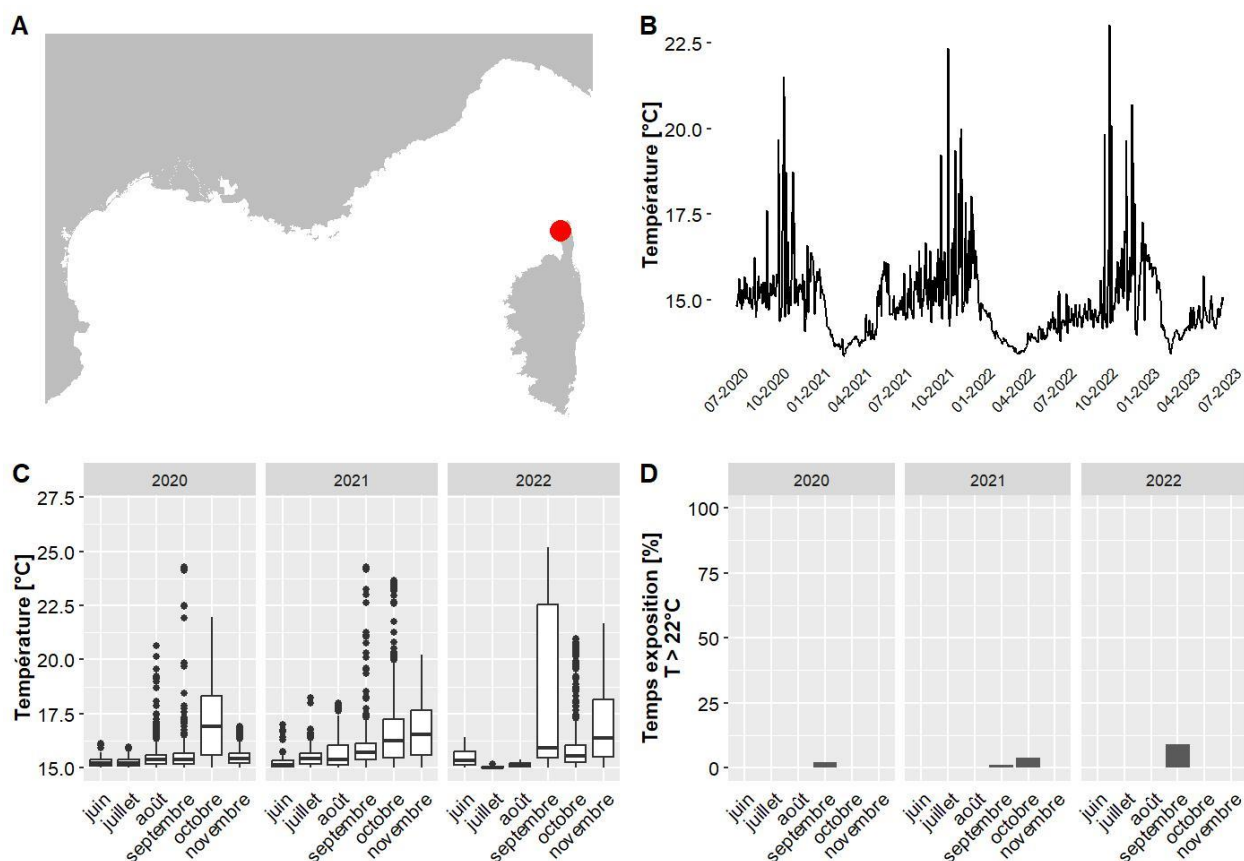
Les données de température pour le site Cargese PI situé à 14 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2022 avec une température moyenne de 25.2 °C et 95 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.8 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.18. Centuri - 68 m RECOR

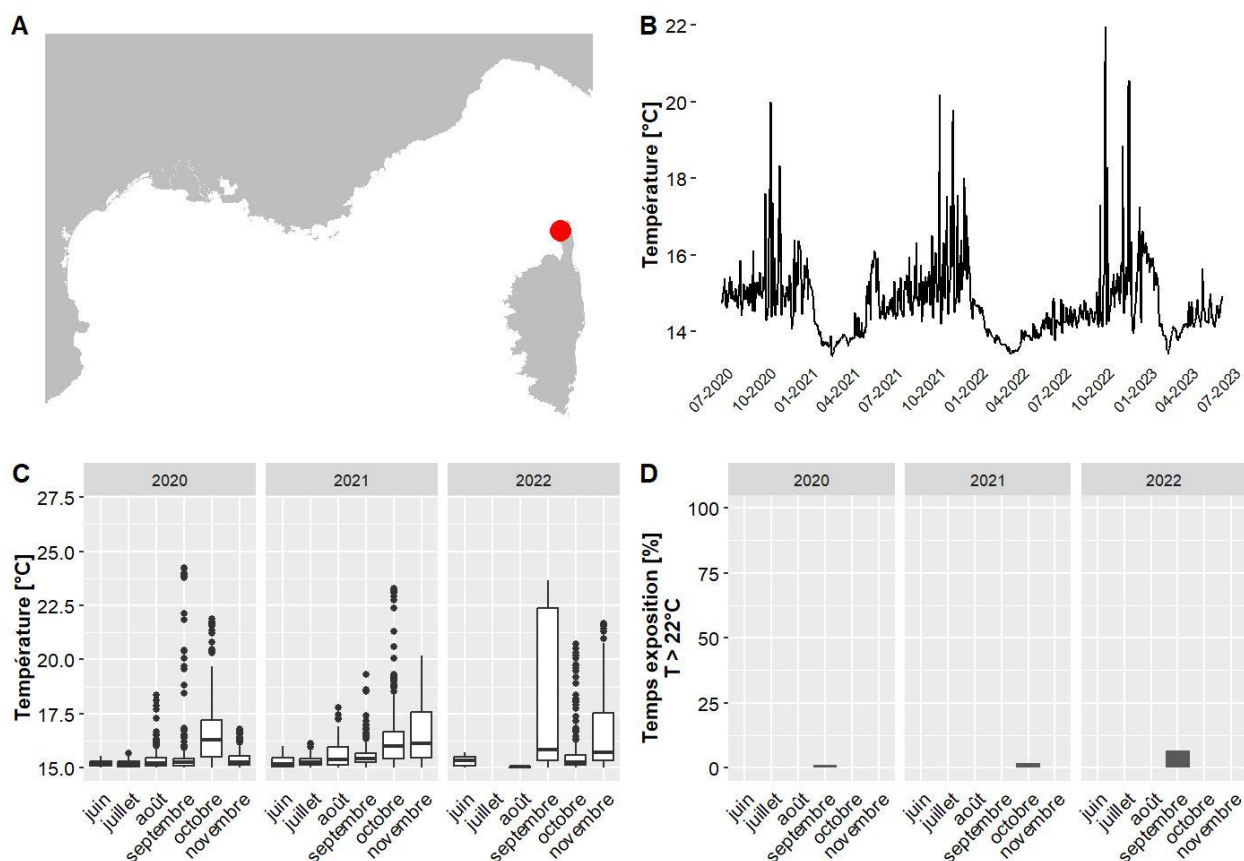
Les données de température pour le site Centuri situé à 68 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2020 avec une température moyenne de 16.5 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.2 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.19. Centuri - 72 m RECOR

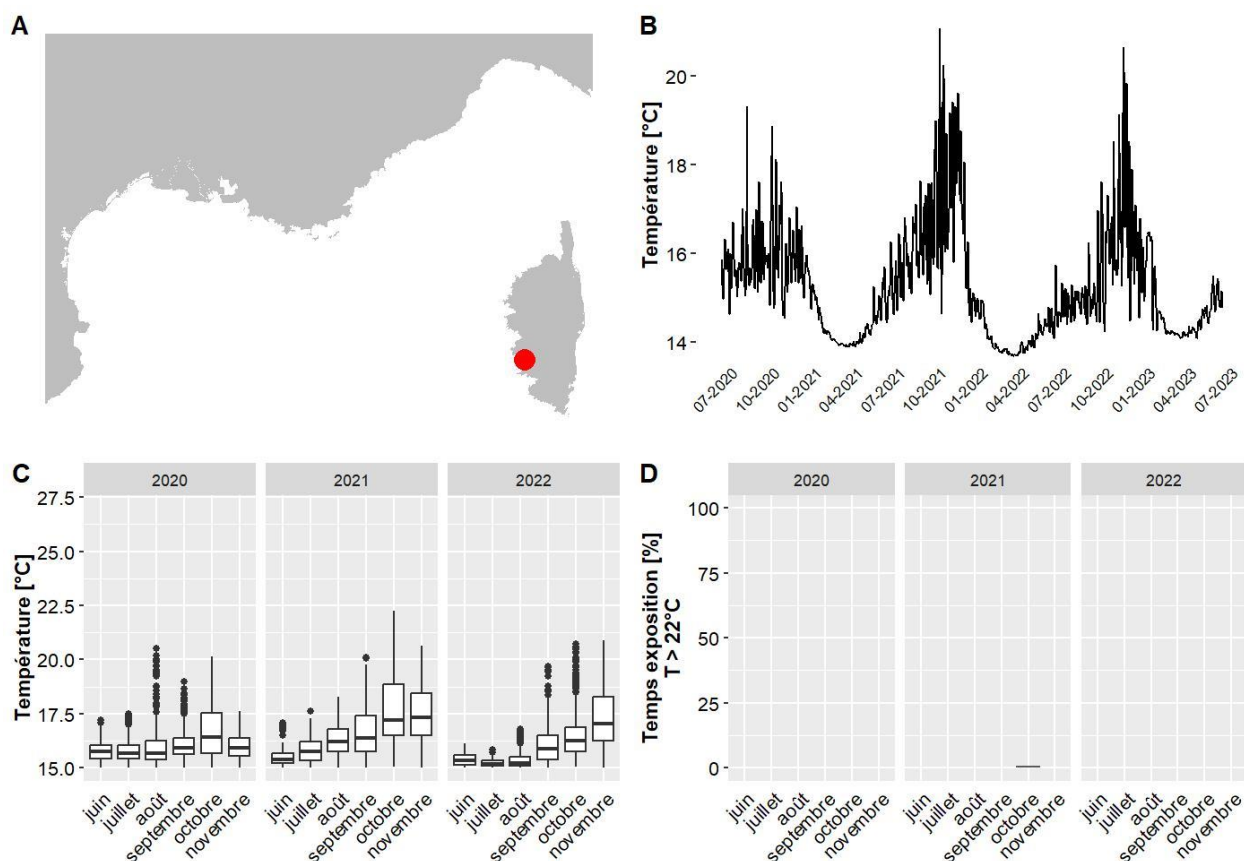
Les données de température pour le site Centuri situé à 72 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 16.1 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.2 °C, en septembre 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.20. Corailleurs - 57 m RECOR

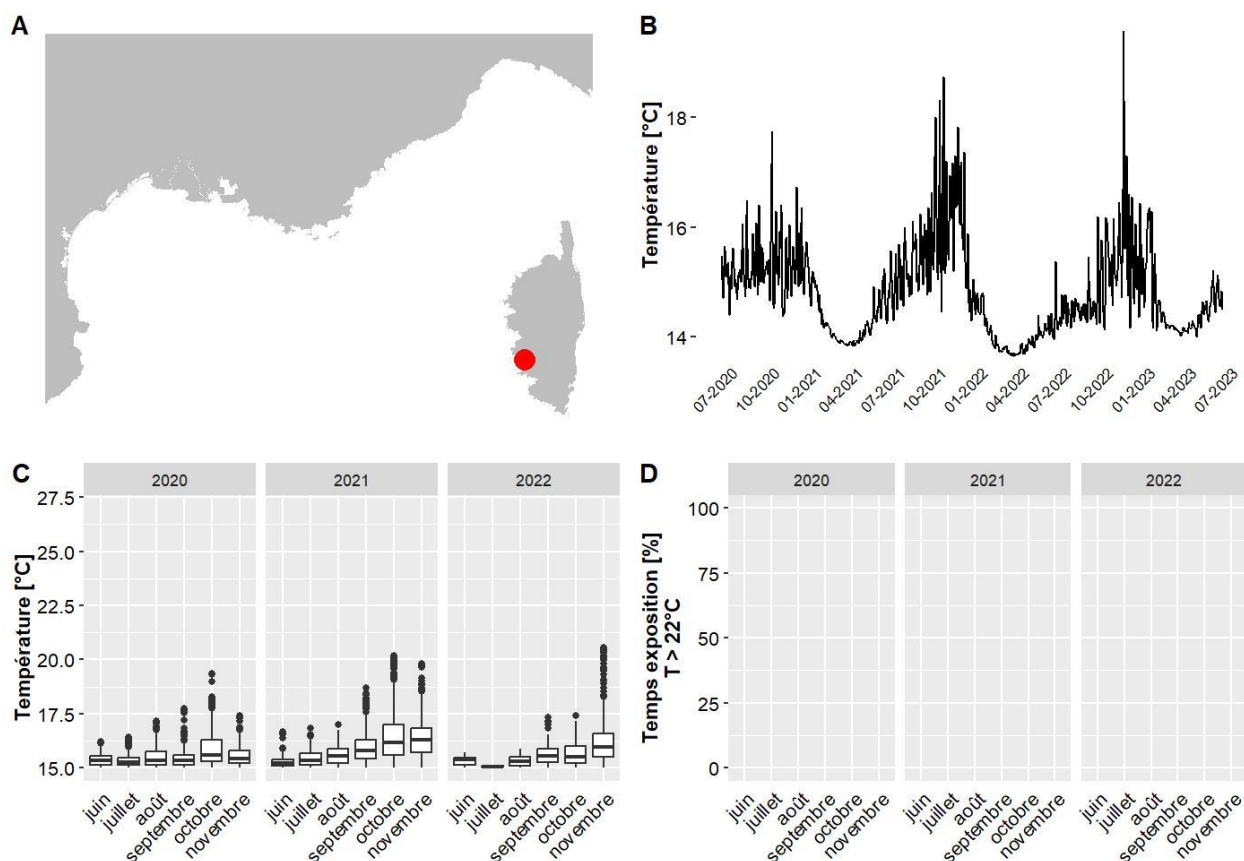
Les données de température pour le site Corailleurs situé à 56.8 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 17.6 °C et 1 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 22.2 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.21. Corailleurs - 66 m RECOR

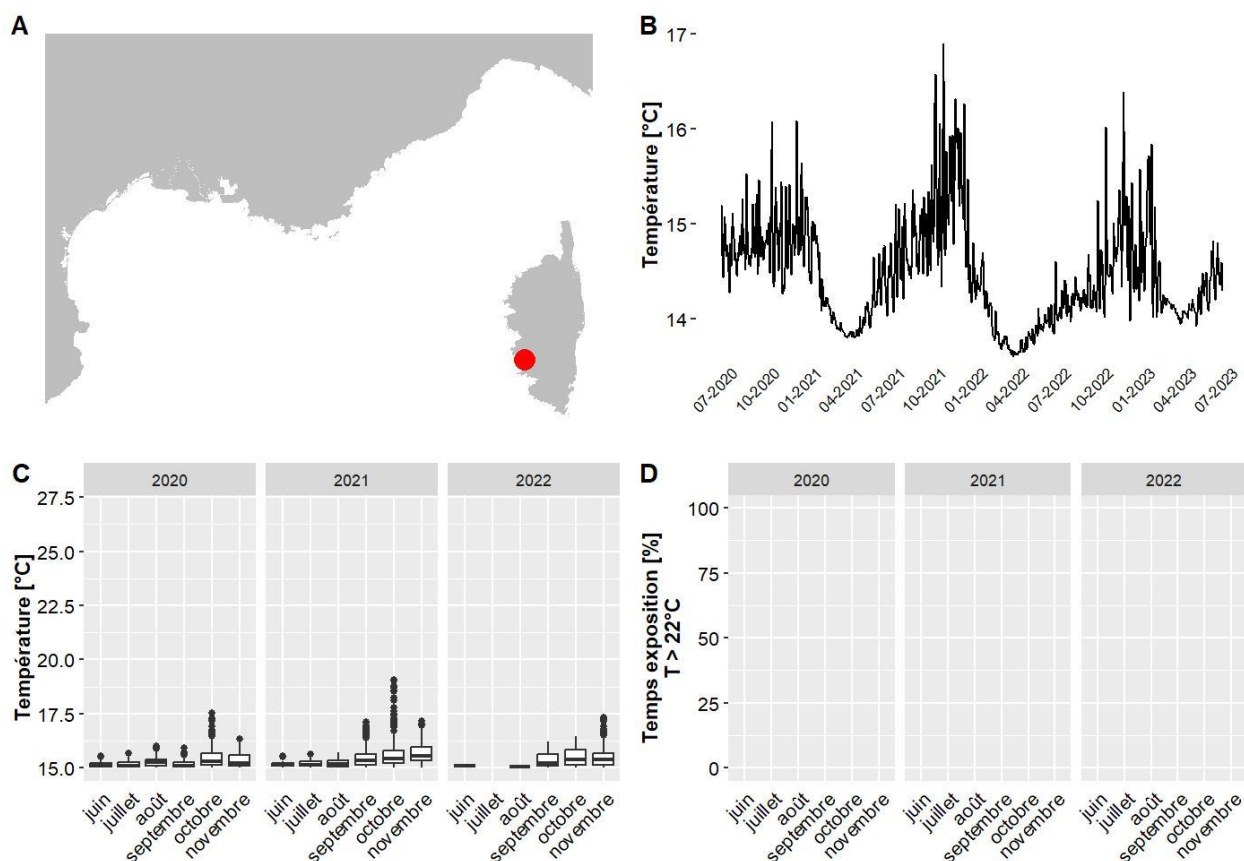
Les données de température pour le site Corailleurs situé à 66.2 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 16.3 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 20.6 °C, en novembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.22. Corailleurs - 70 m RECOR

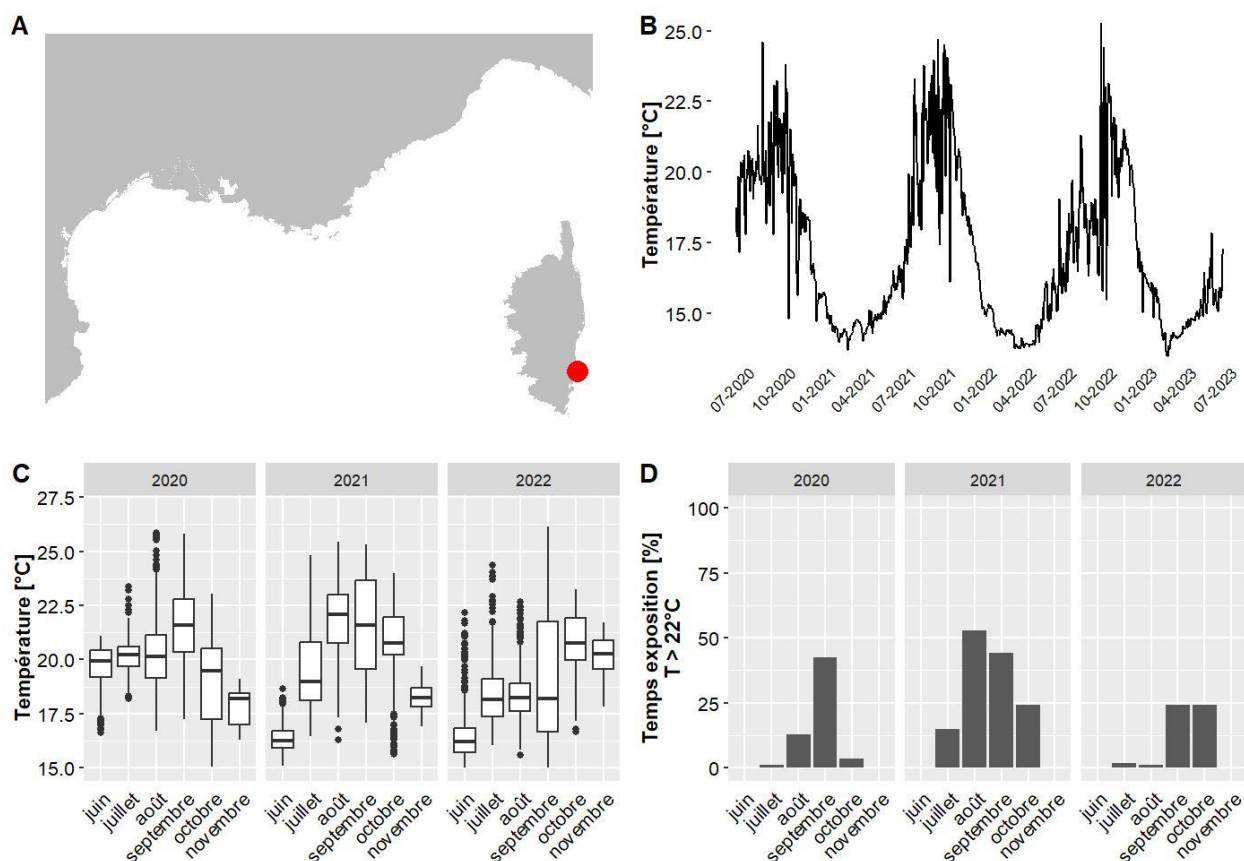
Les données de température pour le site Corailleurs situé à 70 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 15.5 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 19.1 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.23. Fautea - 36 m TEMPO

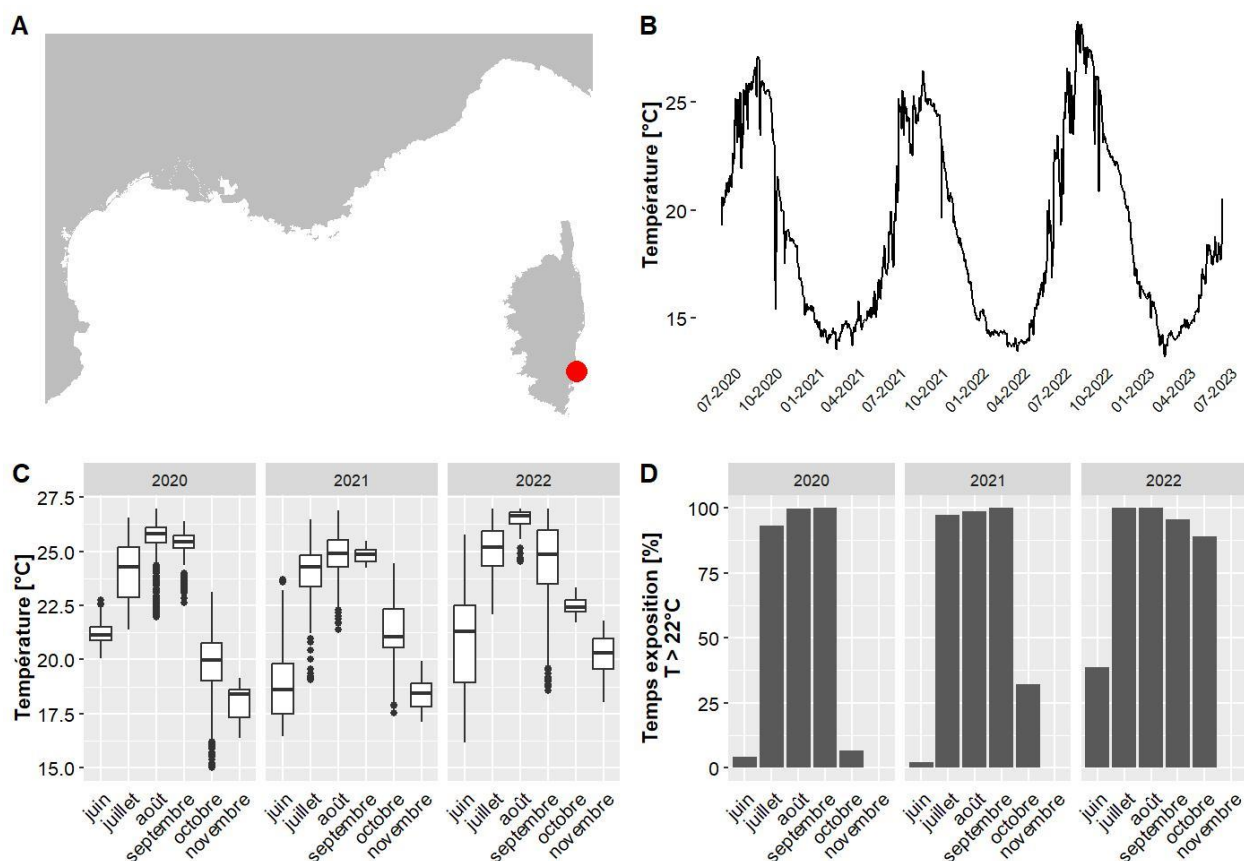
Les données de température pour le site Fautea situé à 35.8 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2021 avec une température moyenne de 21.7 °C et 53 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.2 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.24. Fautea PI - 16 m TEMPO

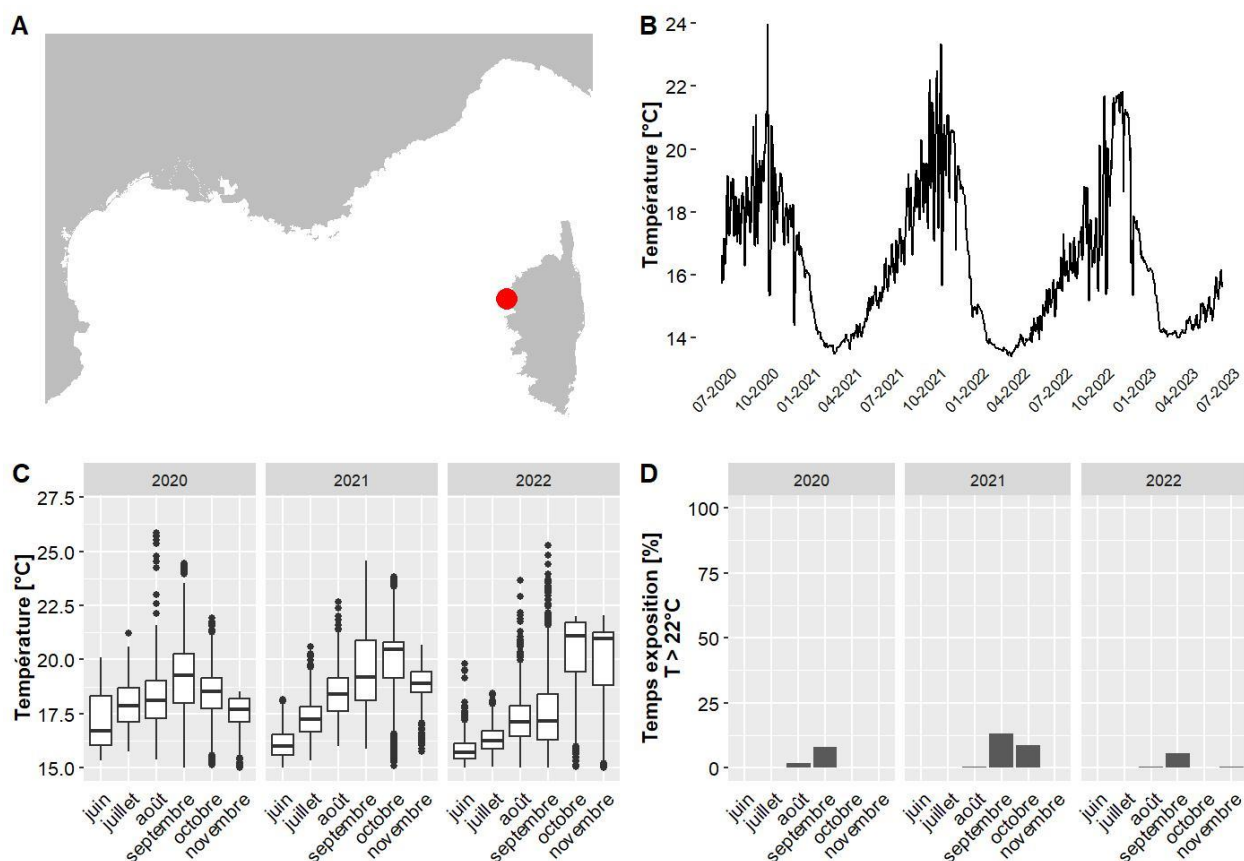
Les données de température pour le site Fautea PI situé à 16.3 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2022 avec une température moyenne de 27.6 °C et 100 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 29.4 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.25. Focolara - 36 m TEMPO

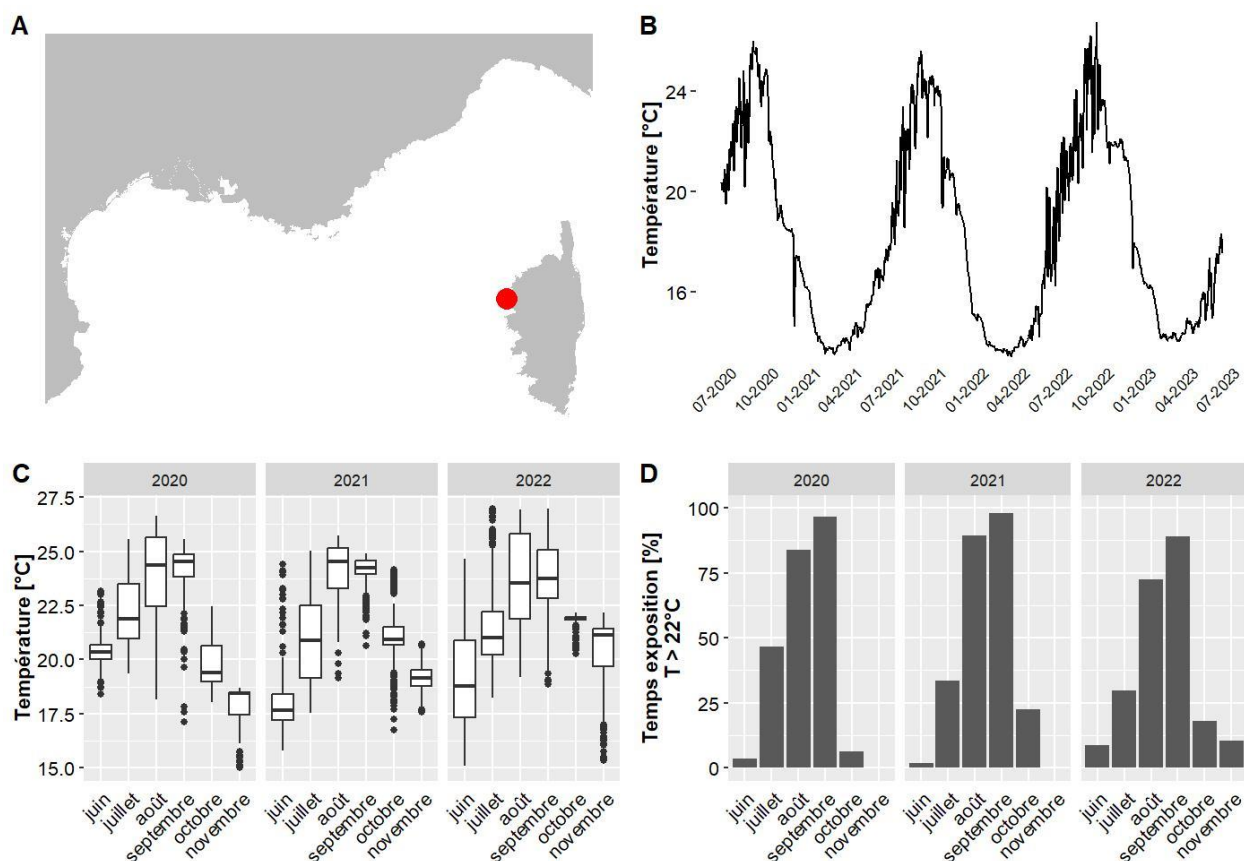
Les données de température pour le site Focolara situé à 36.2 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2022 avec une température moyenne de 20.3 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.9 °C, en août 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.26. Focolara PI - 15 m TEMPO

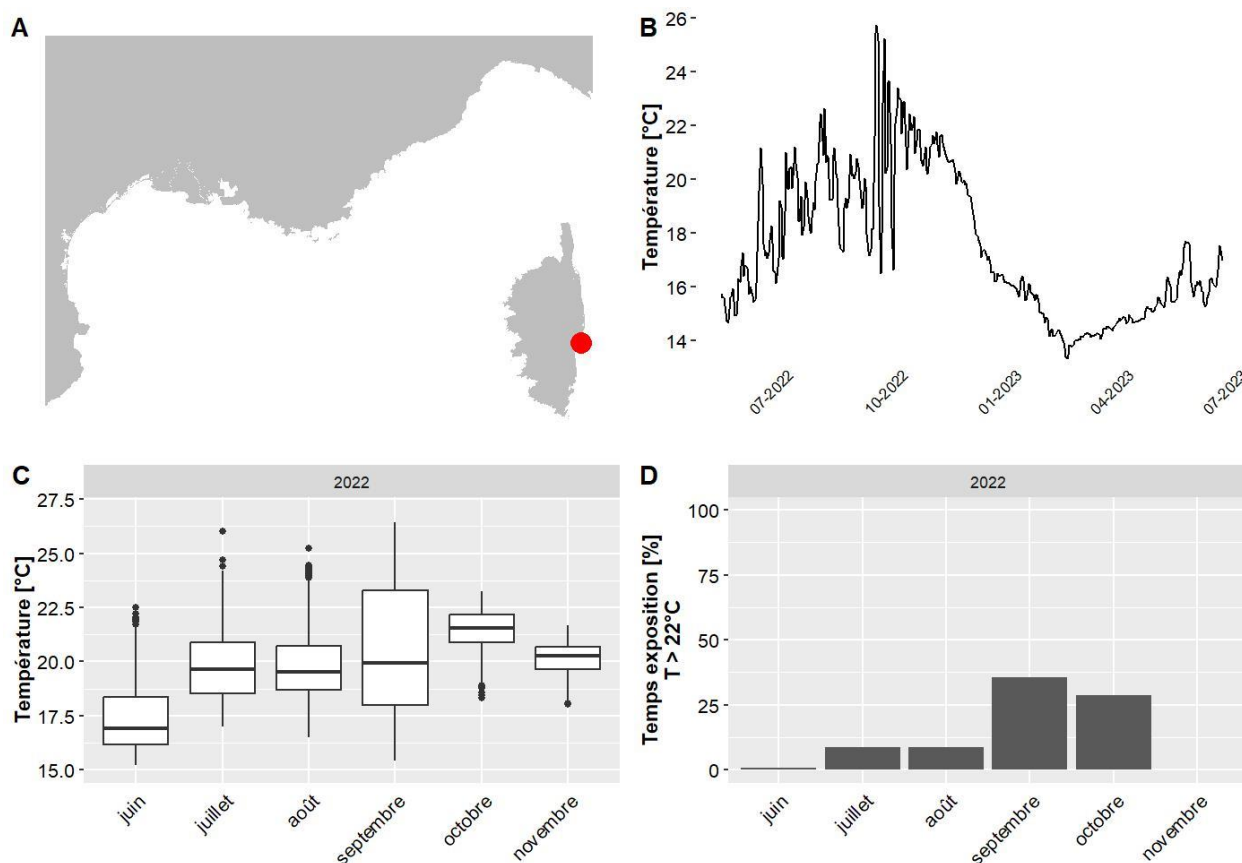
Les données de température pour le site Focolara PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2020 avec une température moyenne de 24.2 °C et 97 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.5 °C, en juillet 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.27. Ghisonacia - 32 m TEMPO

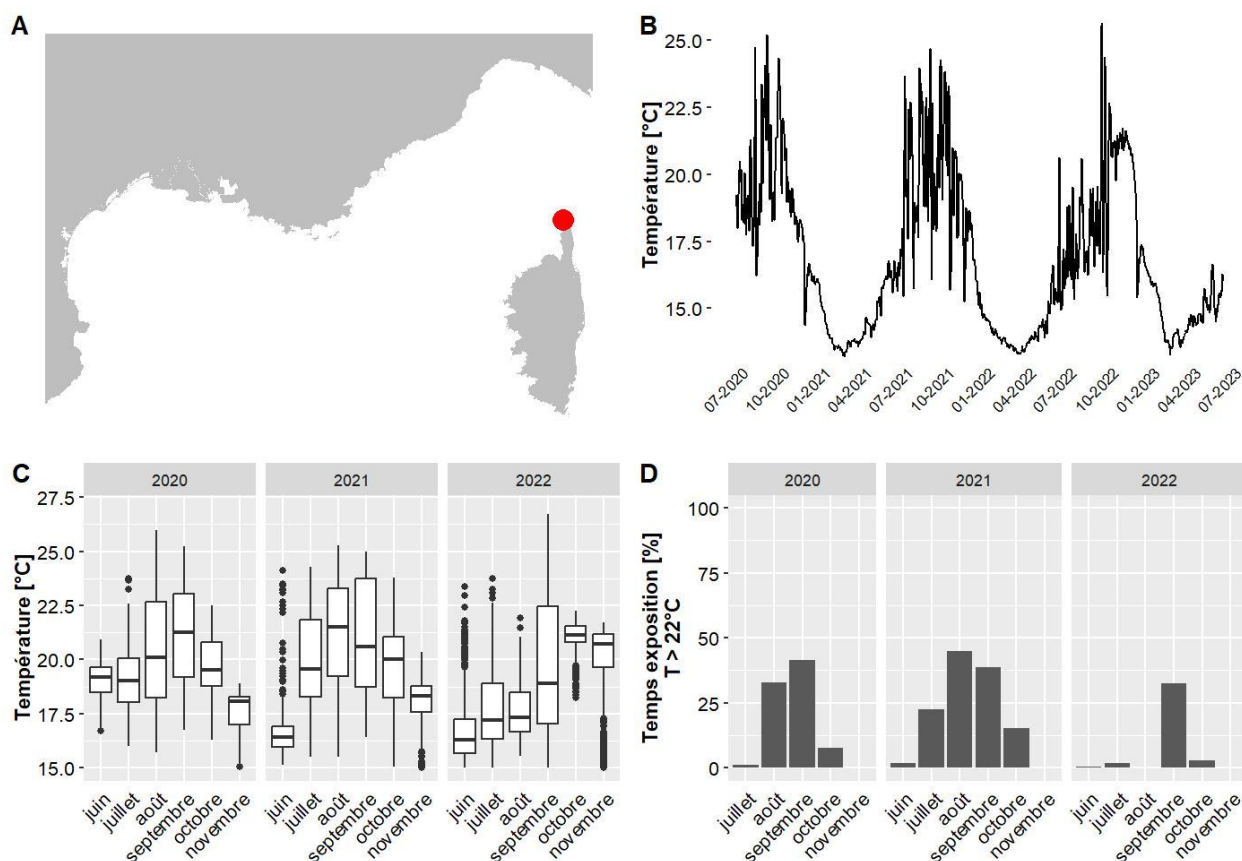
Les données de température pour le site Ghisonacia situé à 32 m de profondeur couvrent la période allant de mai 2022 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2022 avec une température moyenne de 21.5 °C et 29 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.4 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 14.6 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.28. Giraglia - 33 m TEMPO

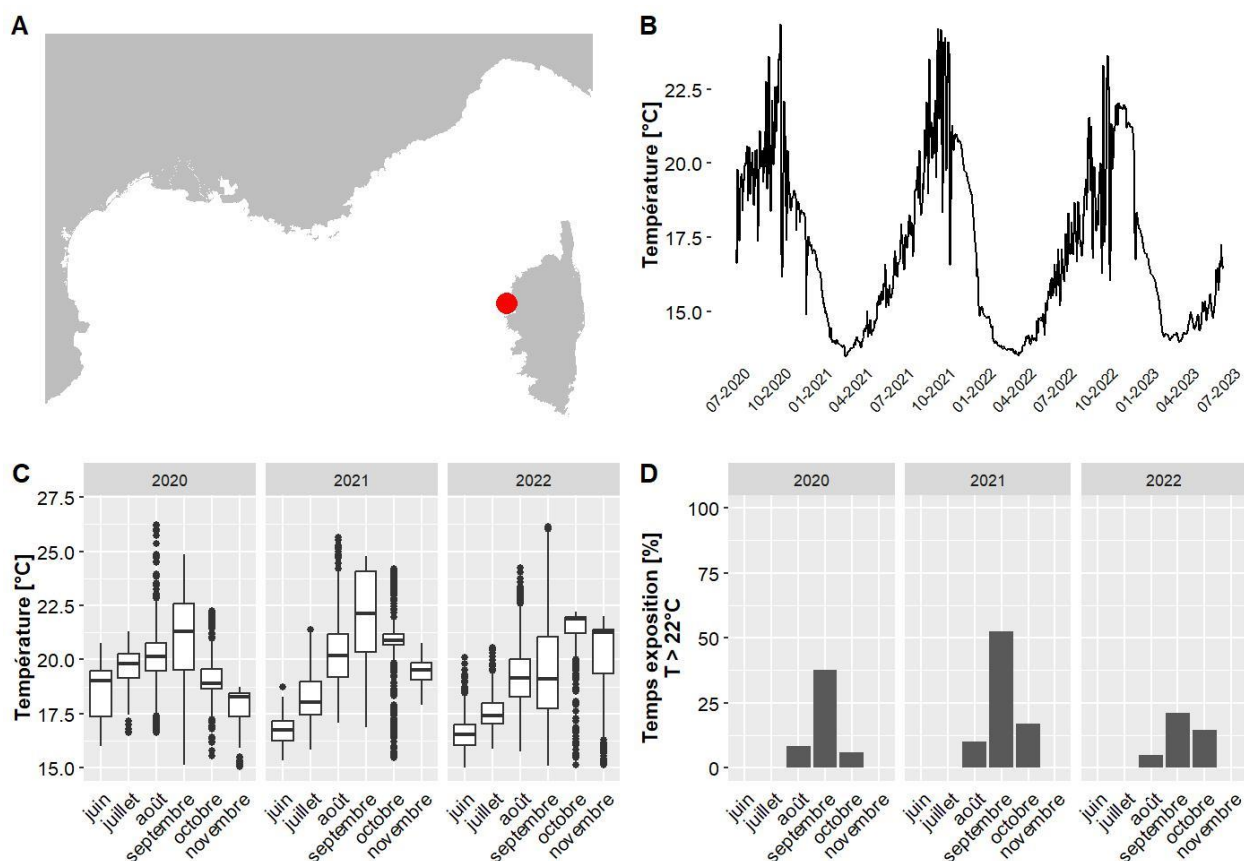
Les données de température pour le site Giraglia situé à 32.6 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2021 avec une température moyenne de 21.2 °C et 45 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.7 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.29. Girolata - 30 m TEMPO

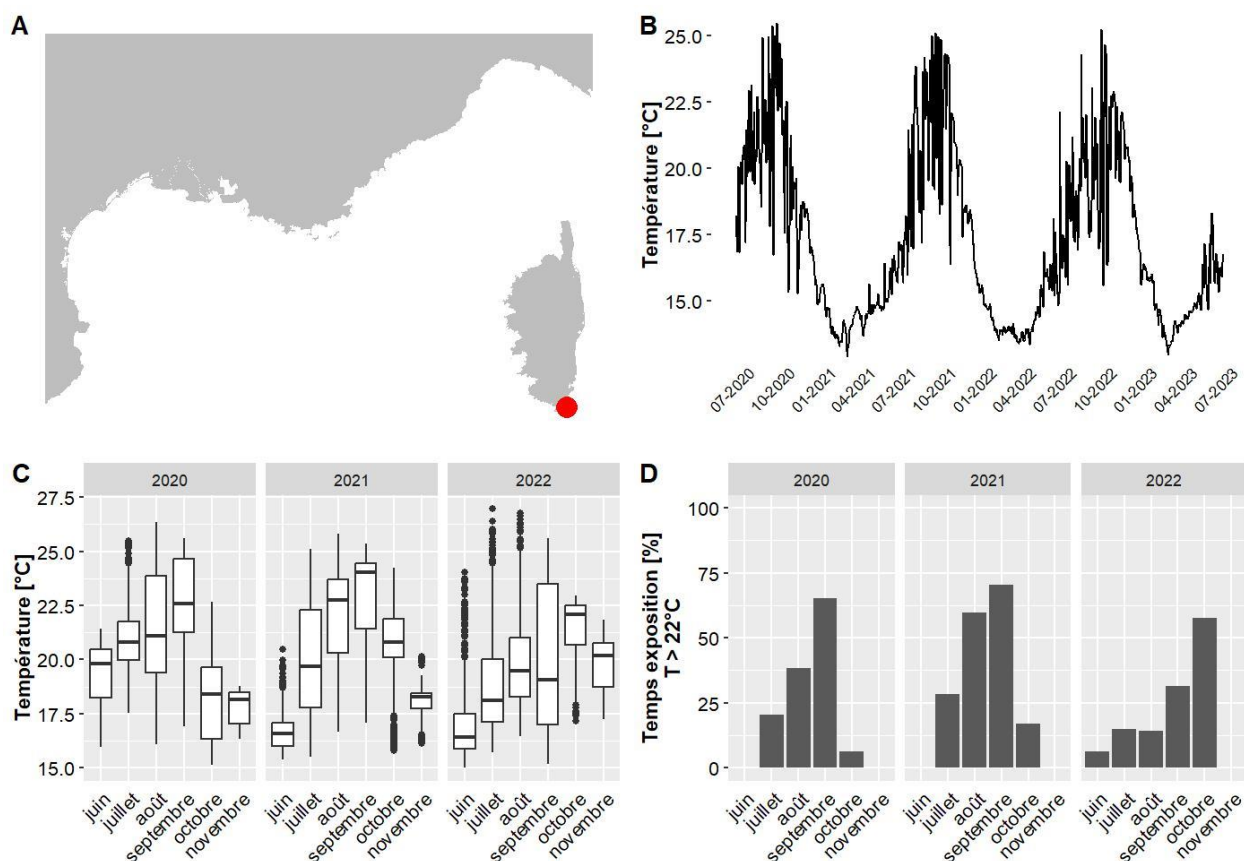
Les données de température pour le site Girolata situé à 30 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 22.1 °C et 52 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.2 °C, en août 2020 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.30. Golfe Santa Manza - 32 m TEMPO

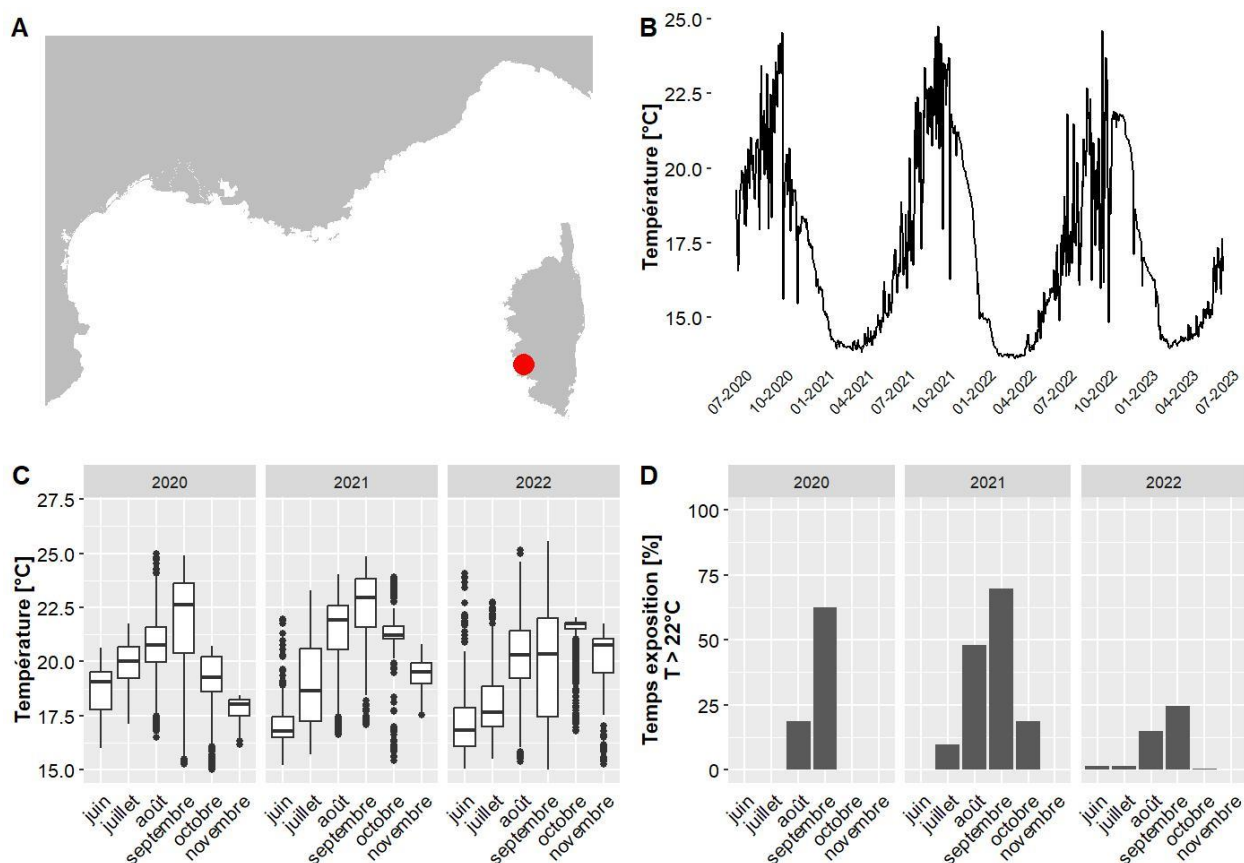
Les données de température pour le site Golfe Santa Manza situé à 32 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 22.8 °C et 71 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.3 °C, en juillet 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.31. Isolella - 26 m TEMPO

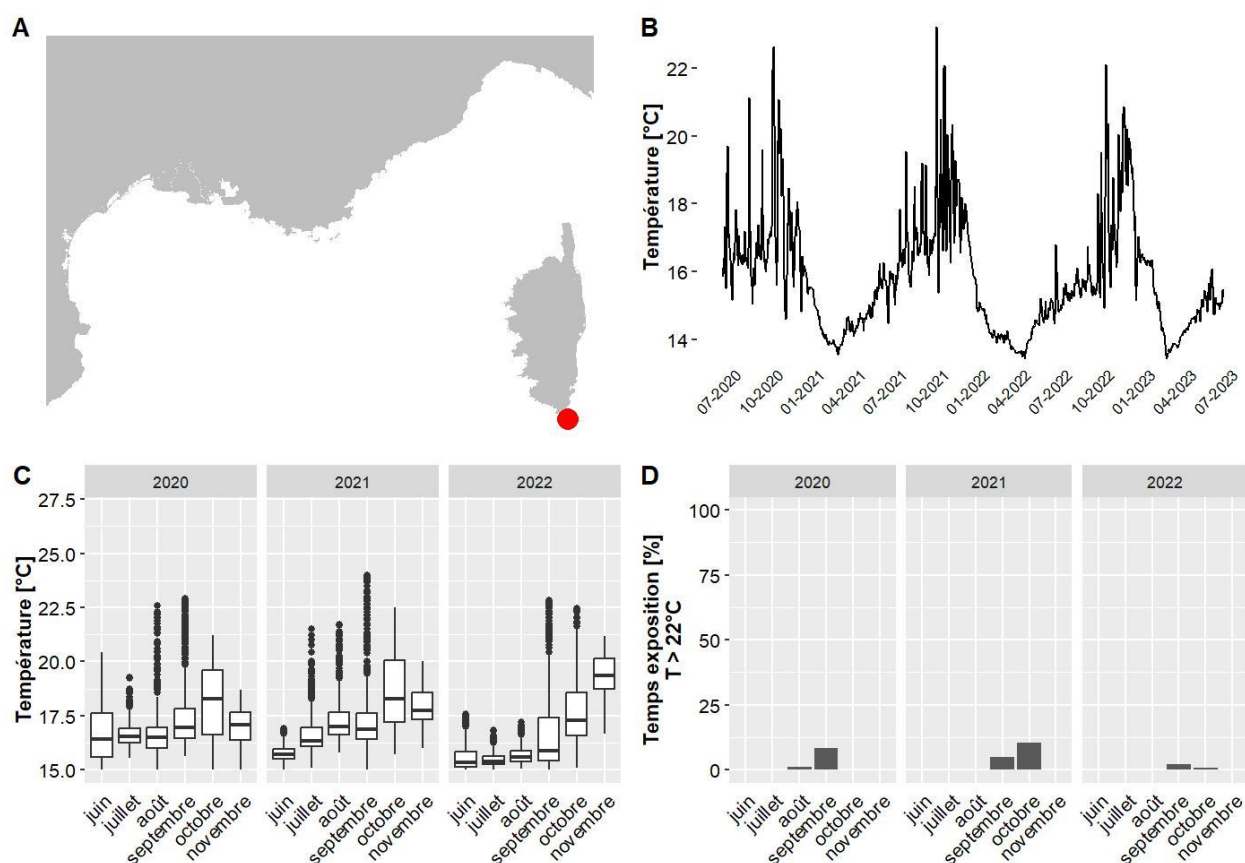
Les données de température pour le site Isolella situé à 25.6 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 22.5 °C et 70 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.6 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.32. Lavezzi - 50 m RECOR

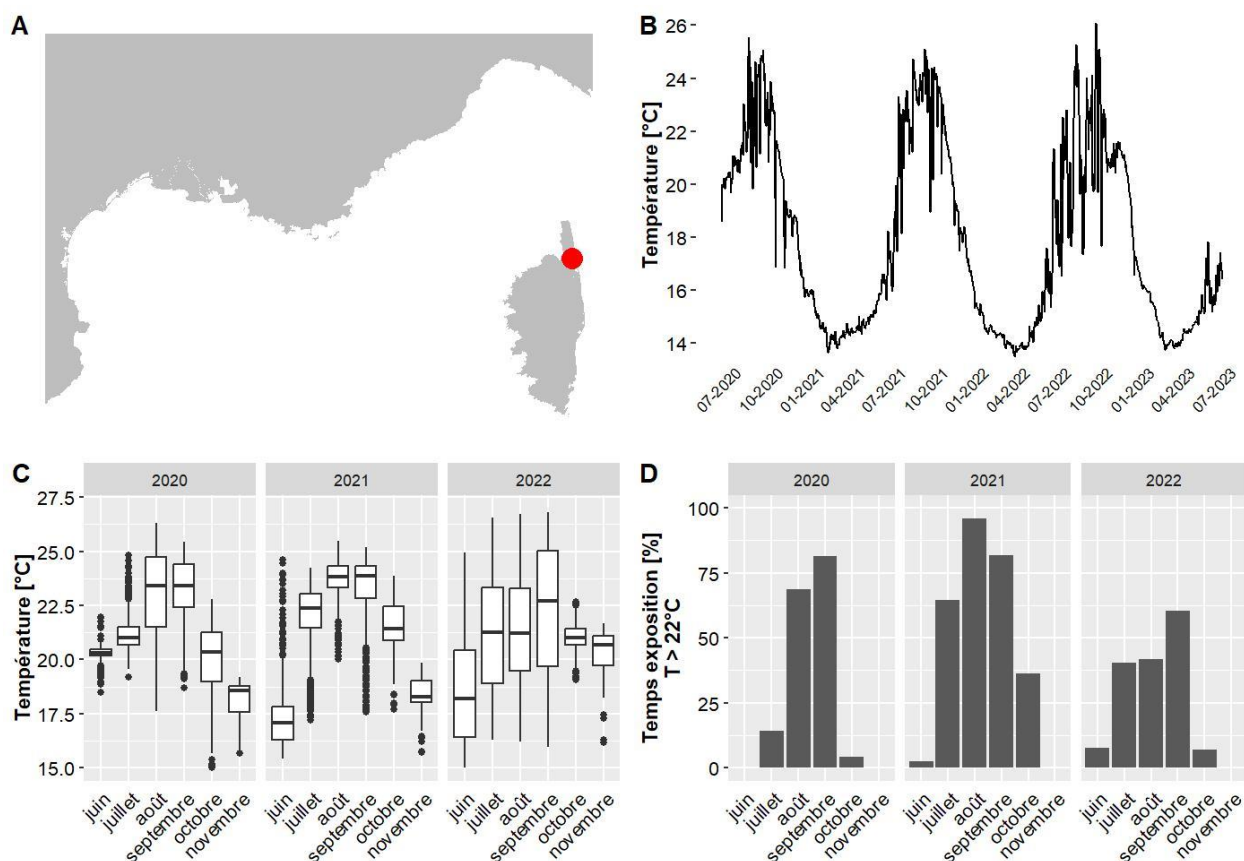
Les données de température pour le site Lavezzi situé à 50 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2022 avec une température moyenne de 19.4 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.33. Lupino - 28 m TEMPO

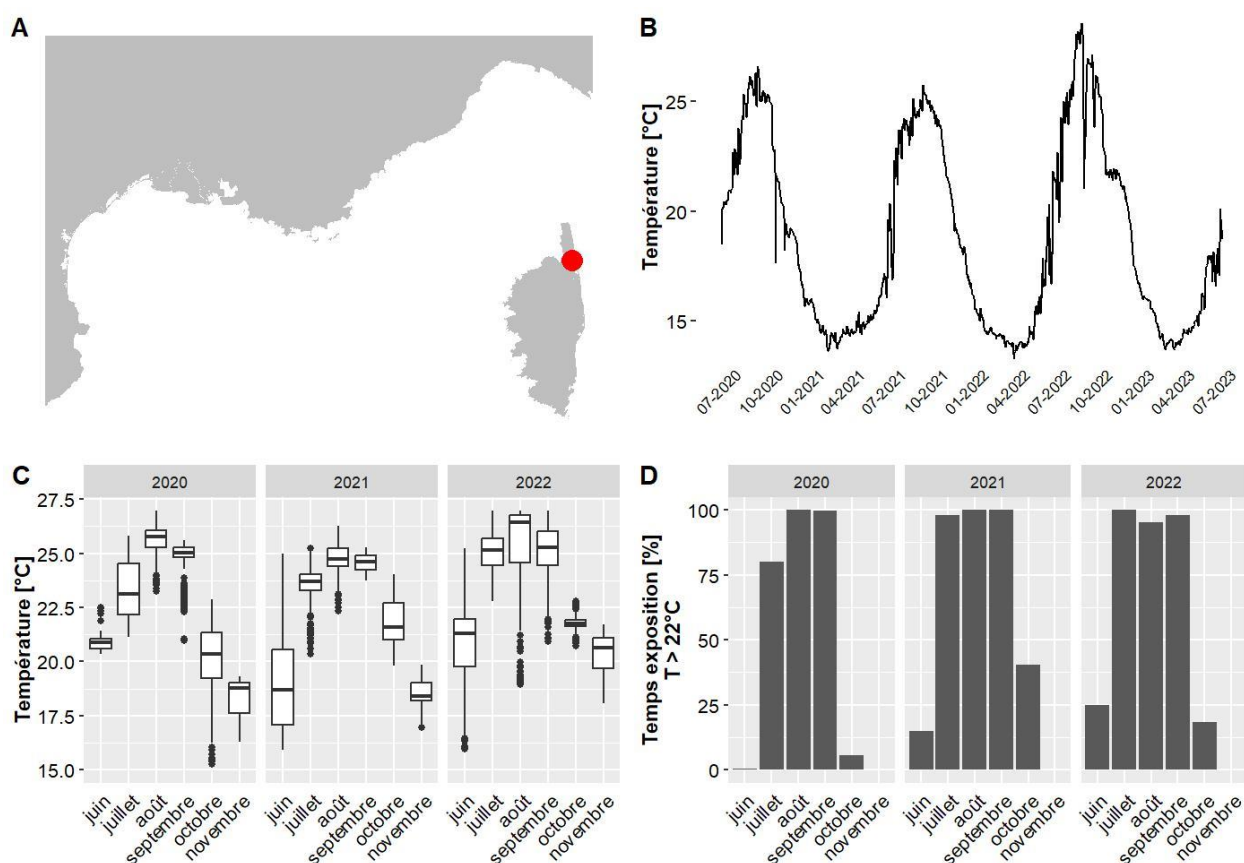
Les données de température pour le site Lupino situé à 27.6 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2021 avec une température moyenne de 23.7 °C et 96 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.3 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.34. Lupino PI - 15 m TEMPO

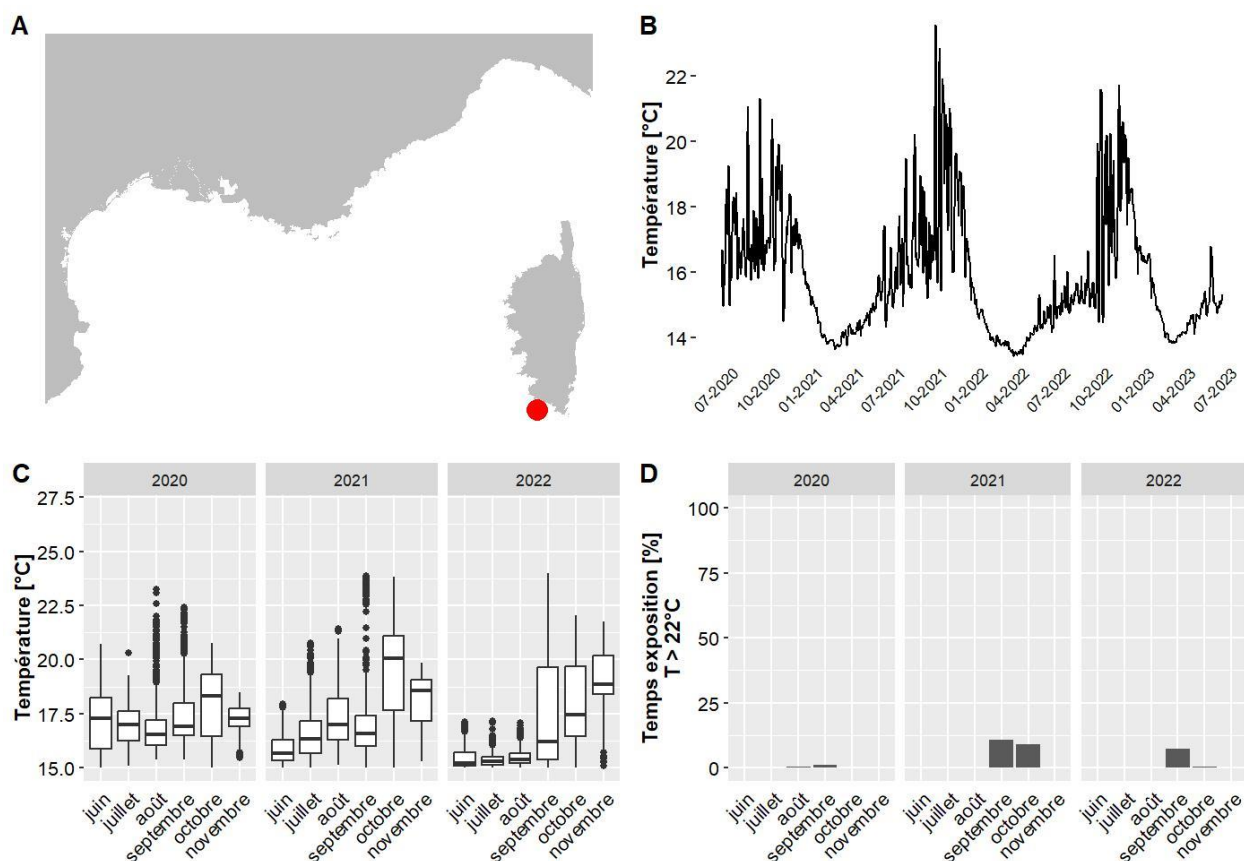
Les données de température pour le site Lupino PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2022 avec une température moyenne de 26.6 °C et 95 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 28.9 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.35. Mortoli - 47 m RECOR

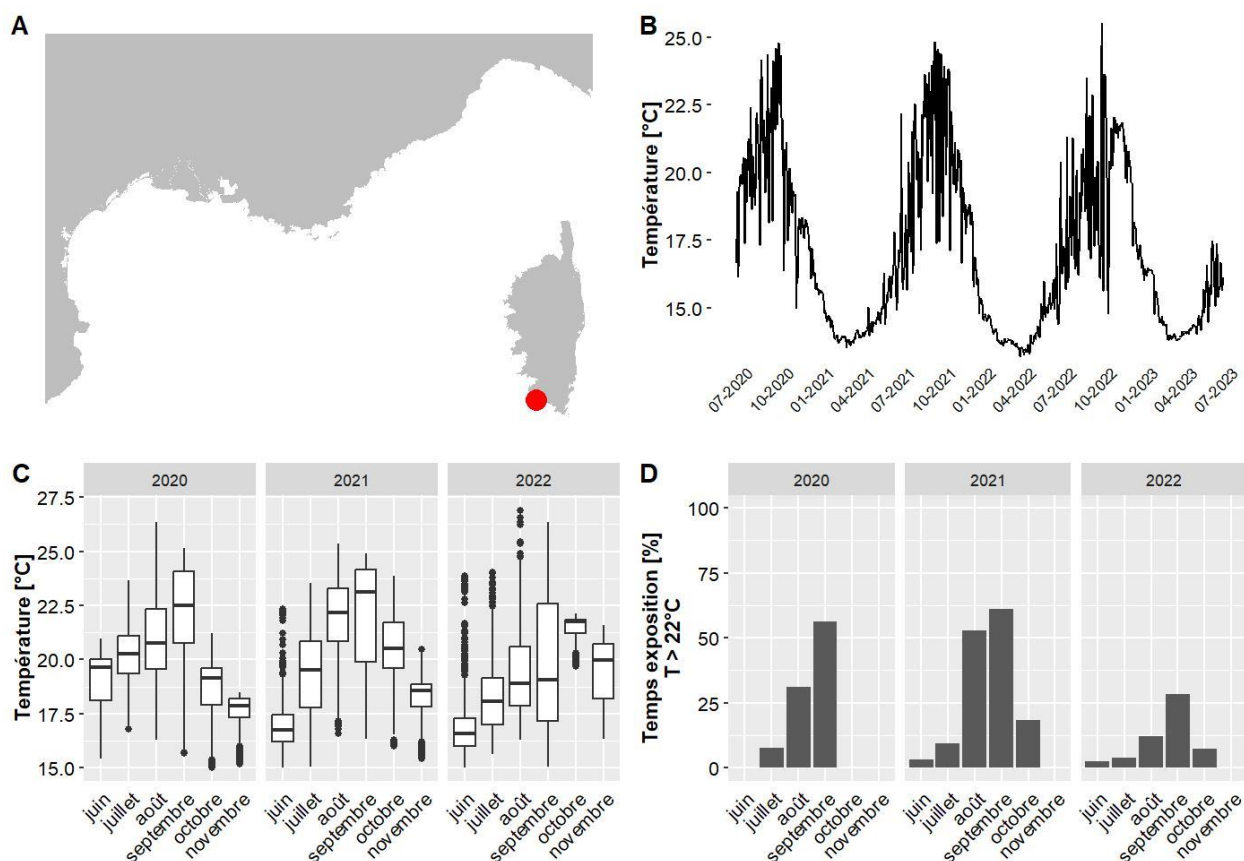
Les données de température pour le site Mortoli situé à 47 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 19.5 °C et 9 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.36. Murtoli - 30 m TEMPO

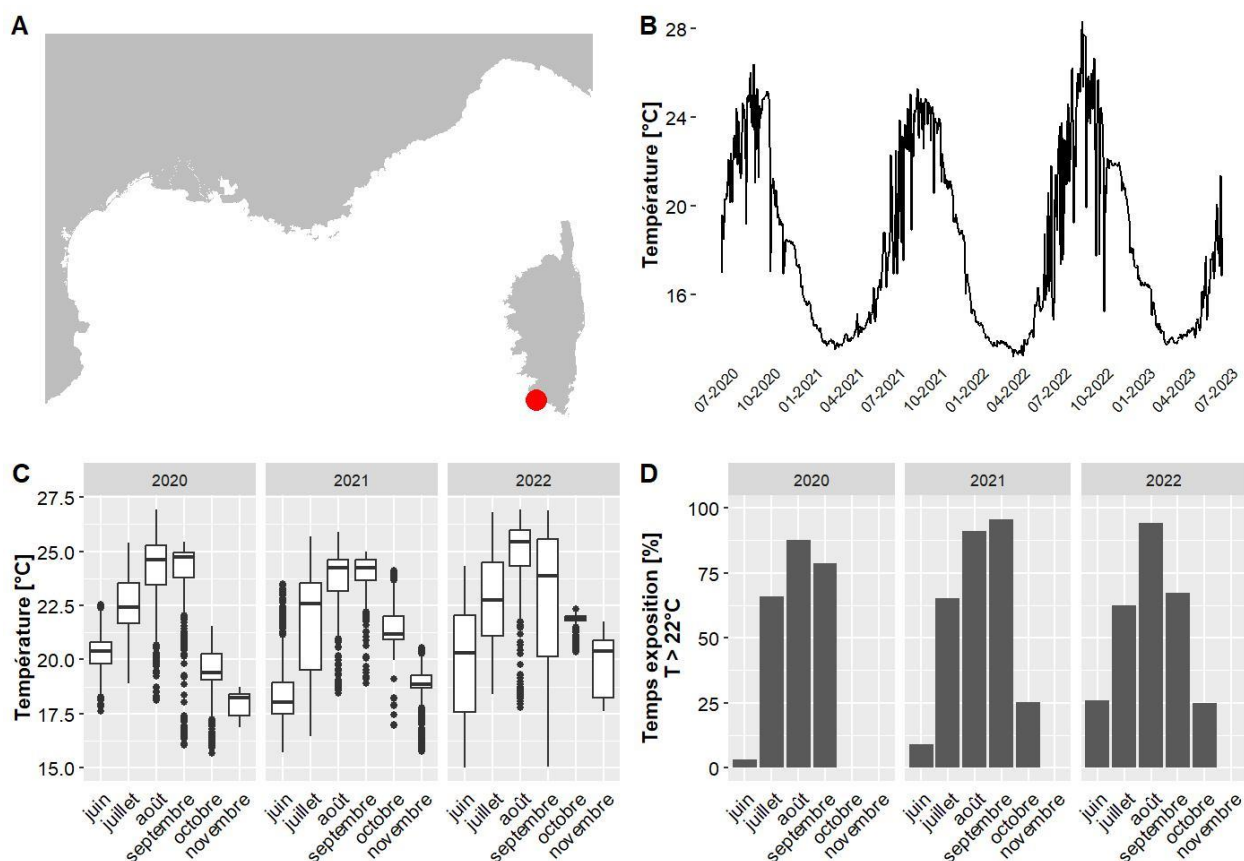
Les données de température pour le site Murtoli situé à 30 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2020 avec une température moyenne de 22.1 °C et 56 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.6 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.37. Murtoli PI - 13 m TEMPO

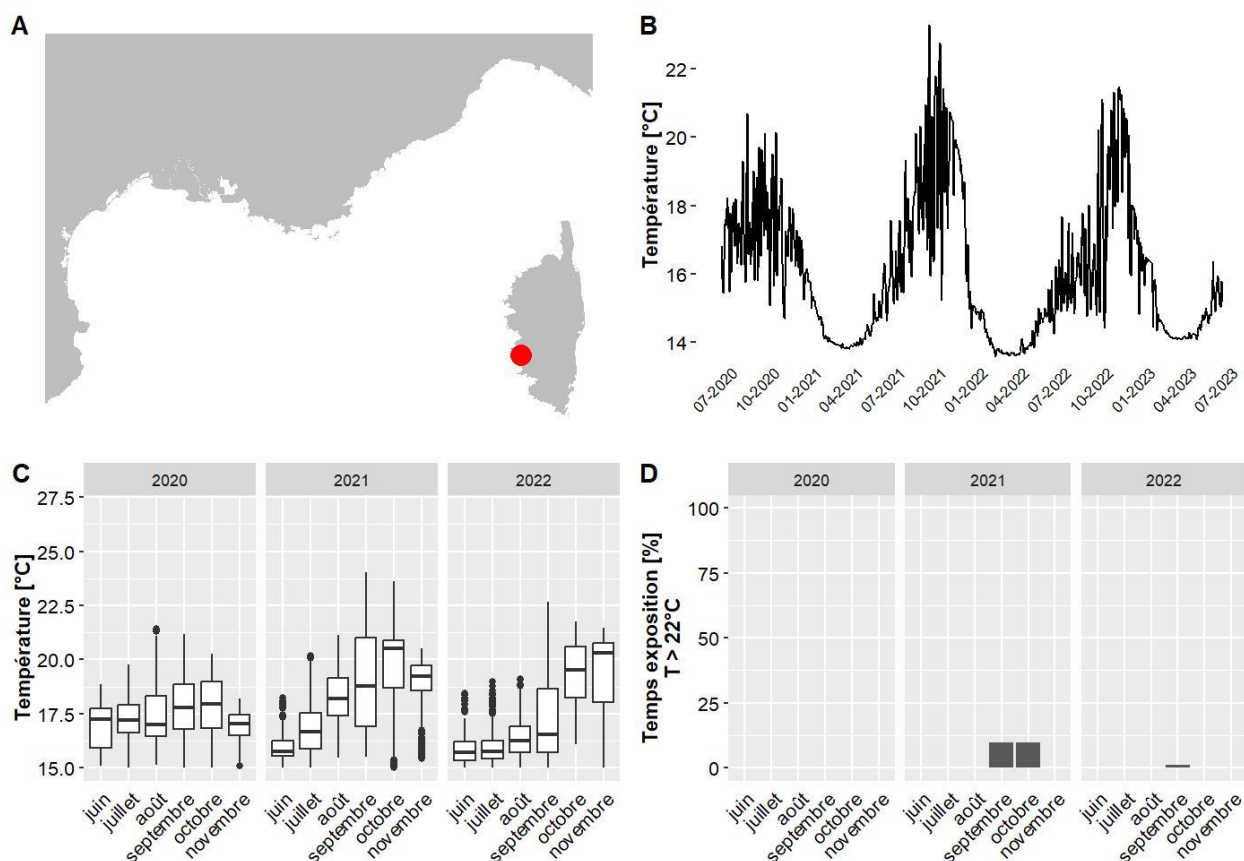
Les données de température pour le site Murtoli PI situé à 13 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2022 avec une température moyenne de 25.6 °C et 94 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 28.8 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.38. Parata - 40 m RECOR

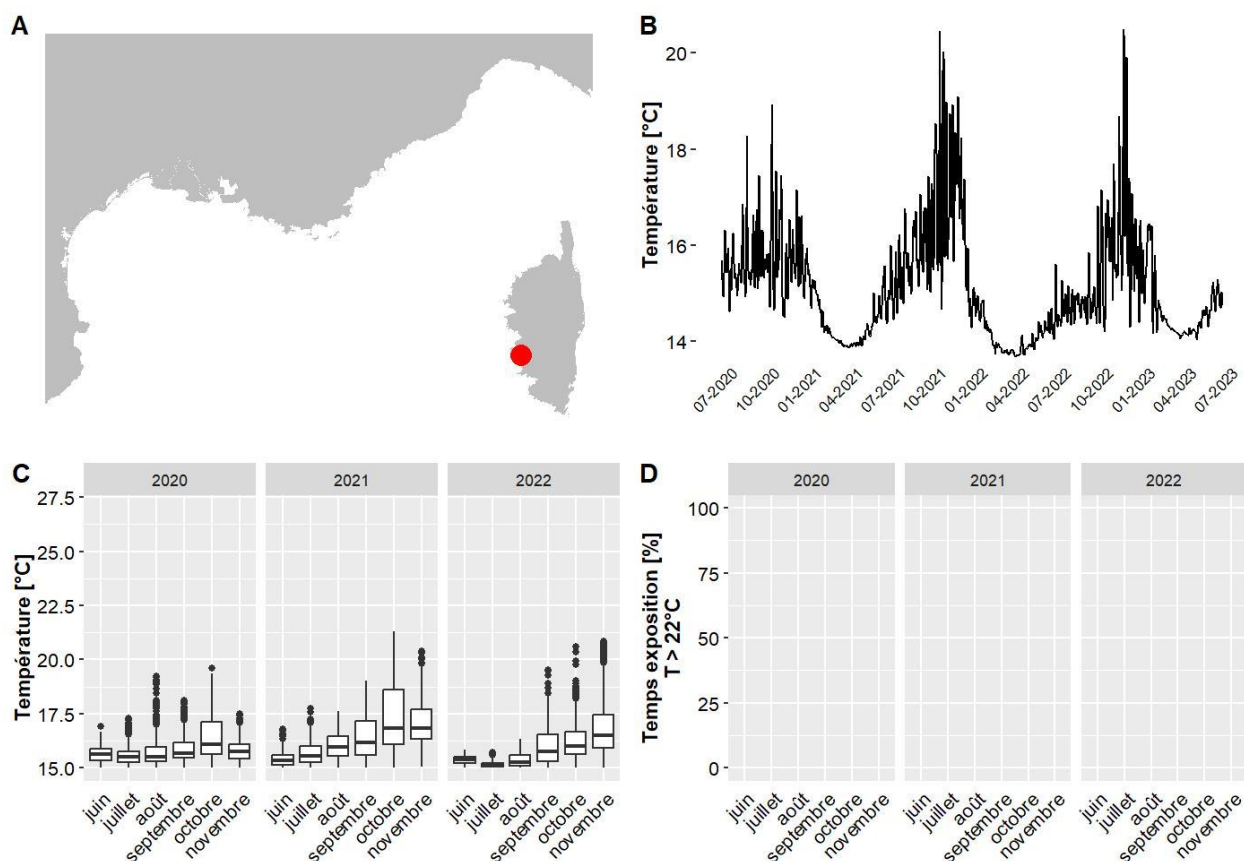
Les données de température pour le site Parata situé à 40 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 19.8 °C et 10 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.39. Parata - 59 m RECOR

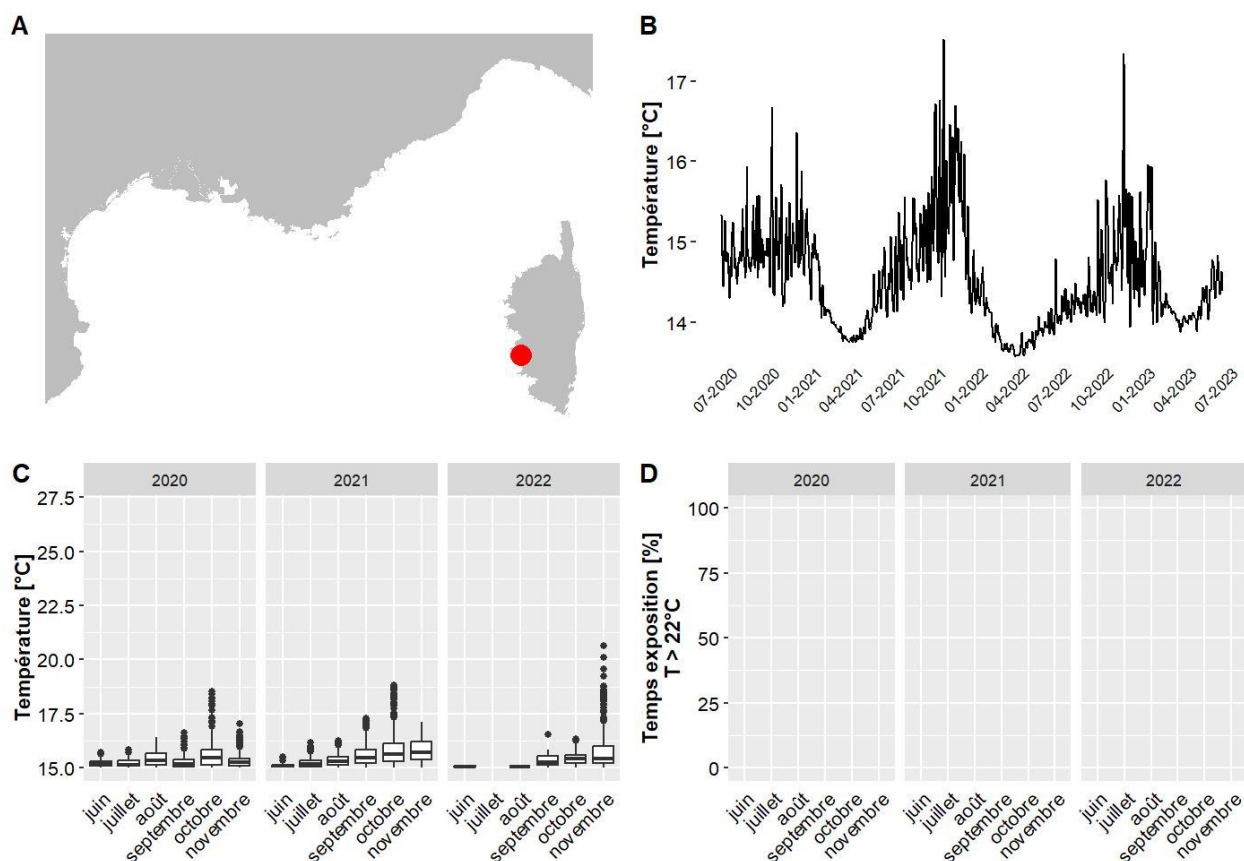
Les données de température pour le site Parata situé à 58.5 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 17.2 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21.3 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.40. Parata - 72 m RECOR

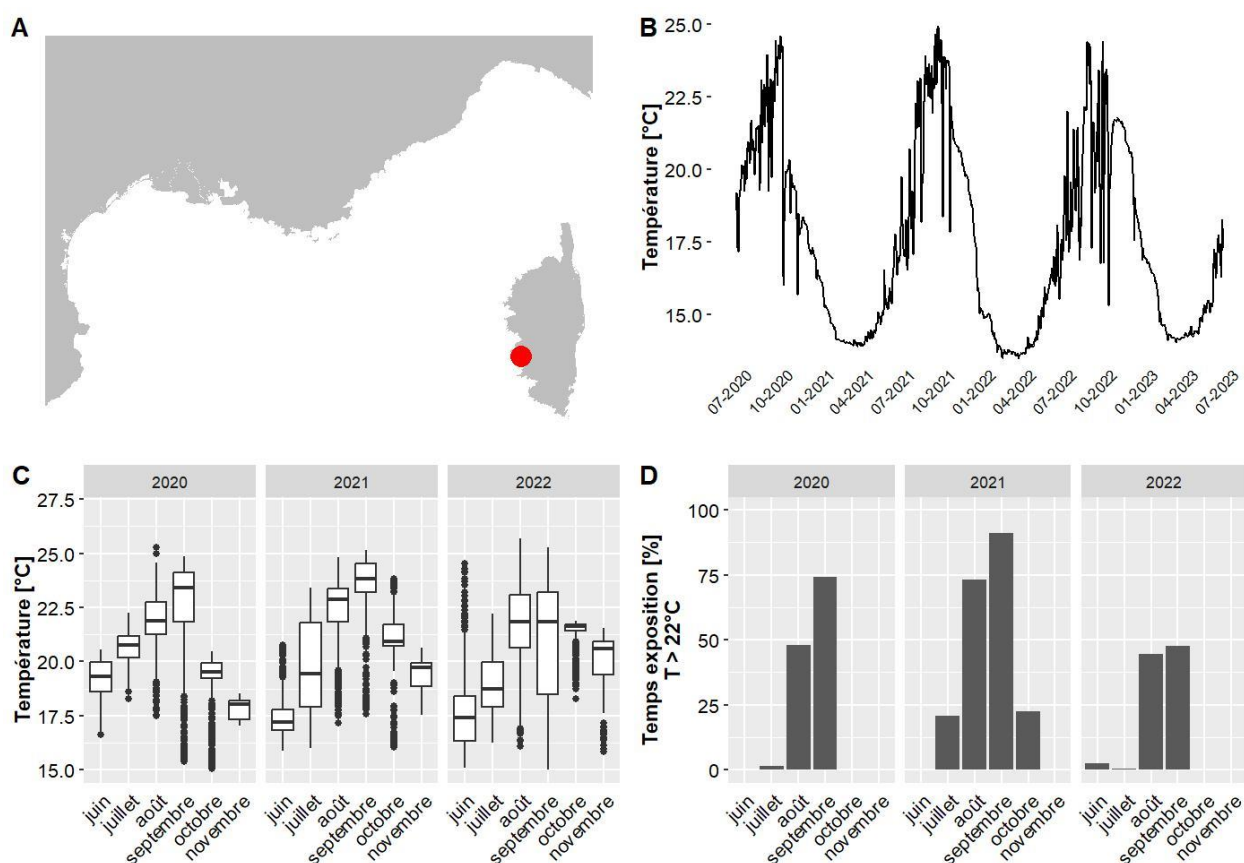
Les données de température pour le site Parata situé à 72.4 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 15.7 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 20.6 °C, en novembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.41. Plage Trottet - 23 m TEMPO

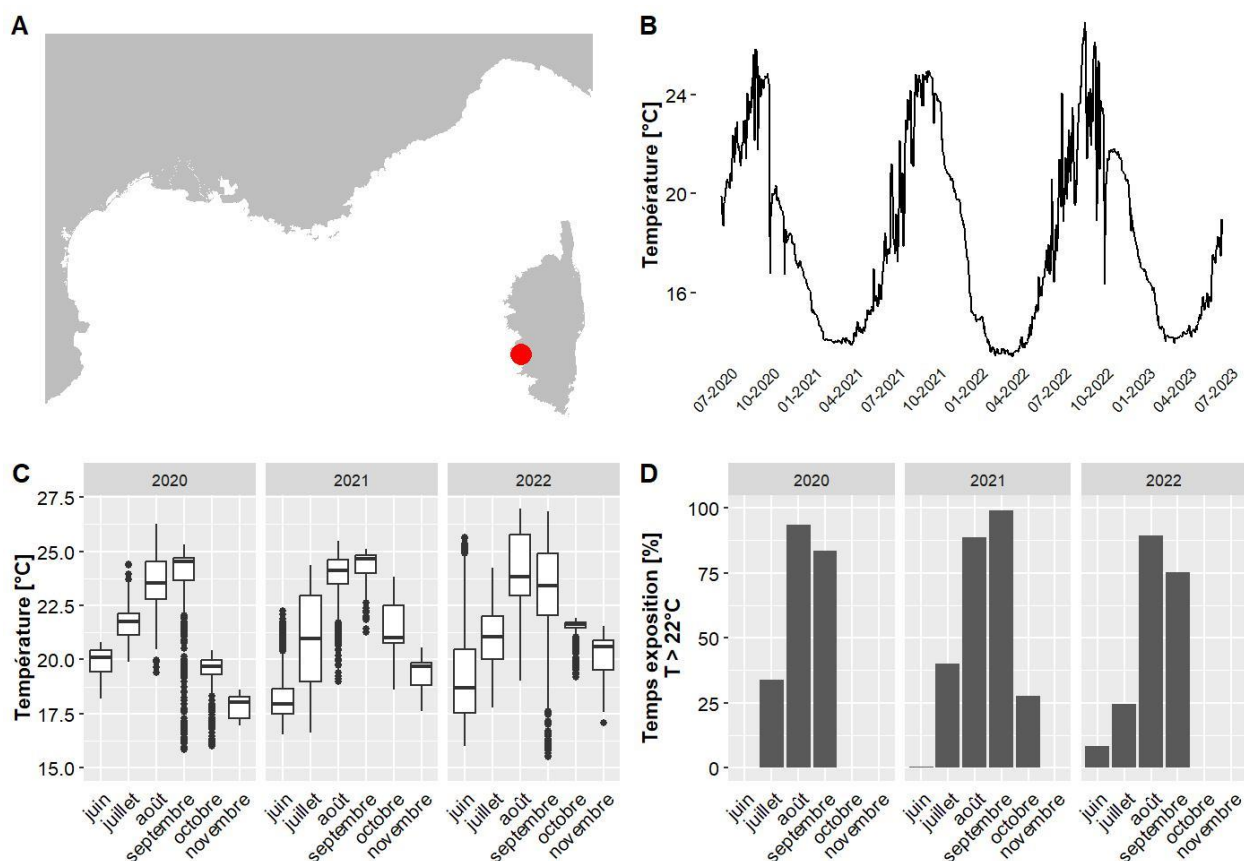
Les données de température pour le site Plage Trottet situé à 23 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 23.5 °C et 91 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.7 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.42. Plage Trottet PI - 16 m TEMPO

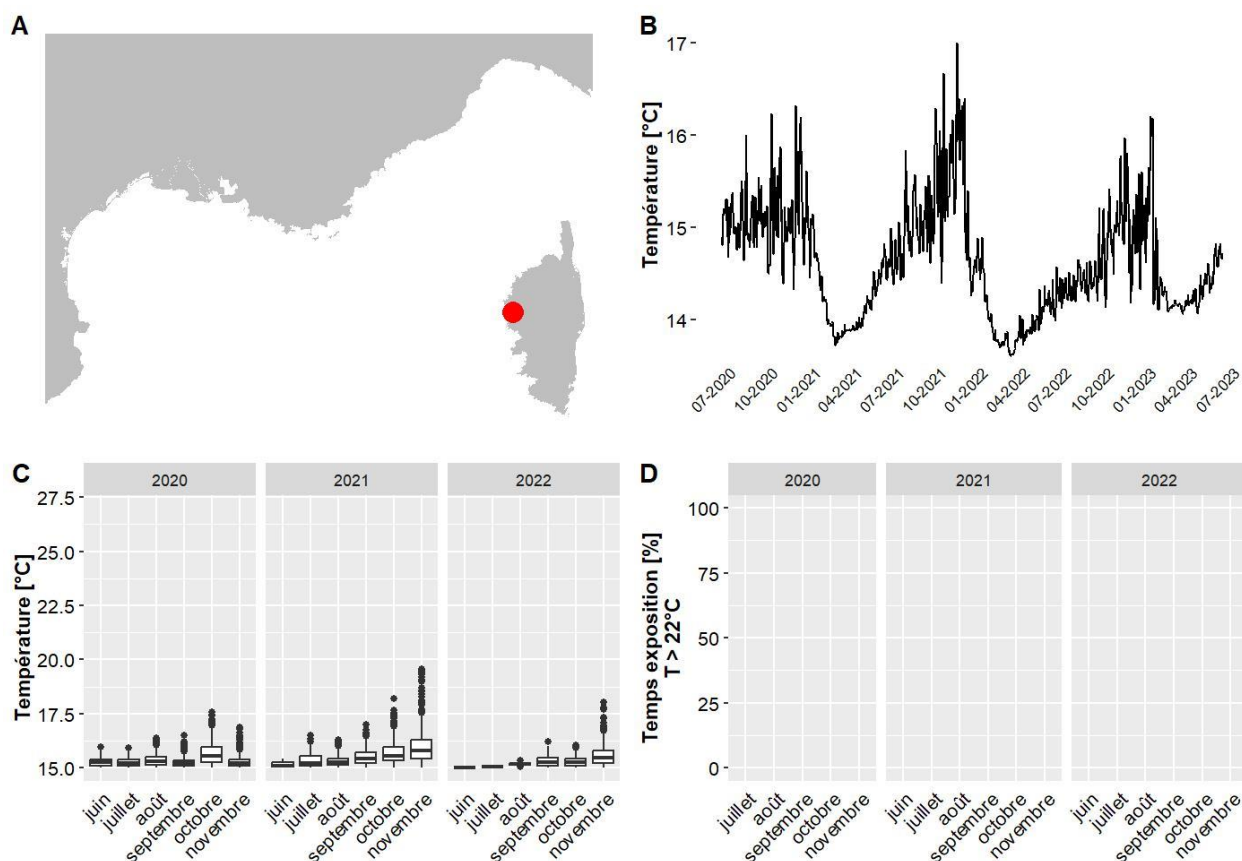
Les données de température pour le site Plage Trottet PI situé à 16 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 24.4 °C et 99 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27.6 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.43. Porto sud - 65 m RECOR

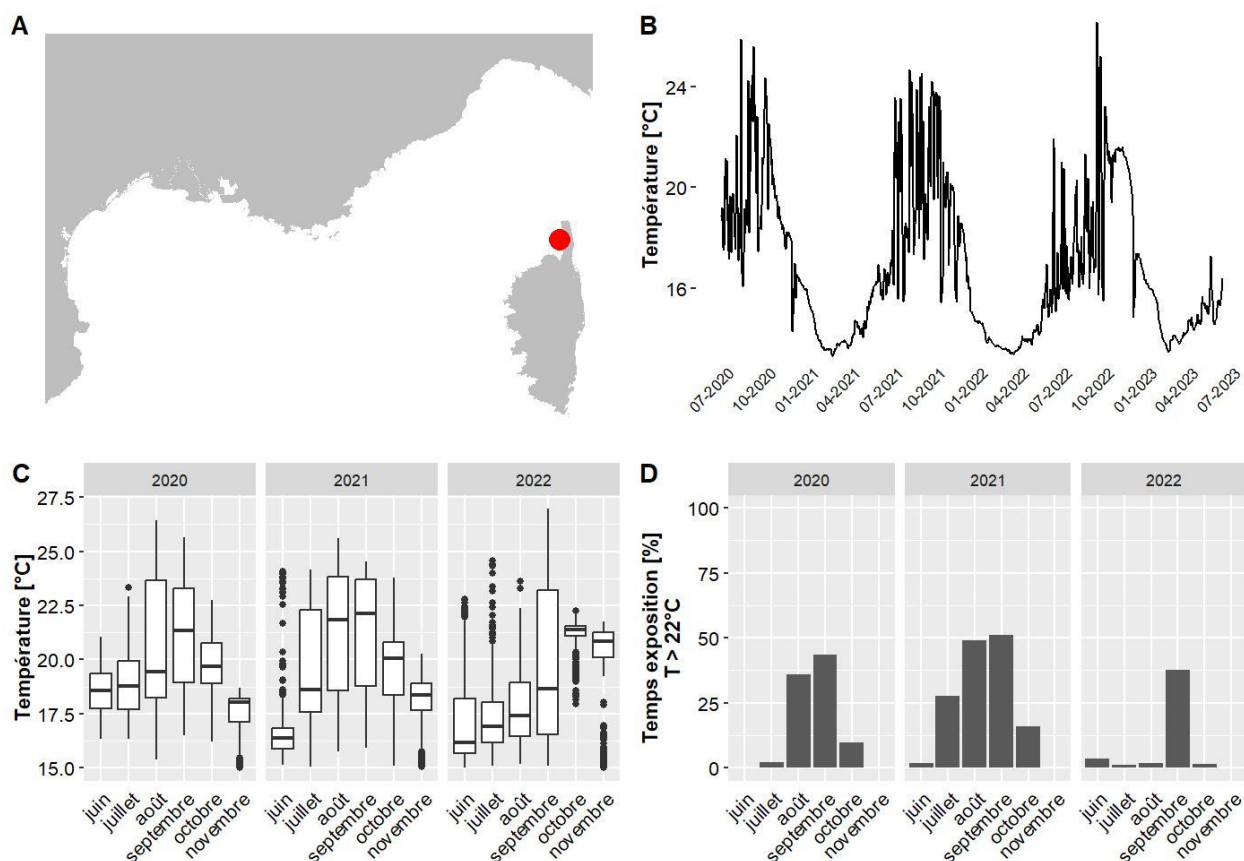
Les données de température pour le site Porto sud situé à 65 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 15.9 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 19.6 °C, en novembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.44. Punta di Canella - 35 m TEMPO

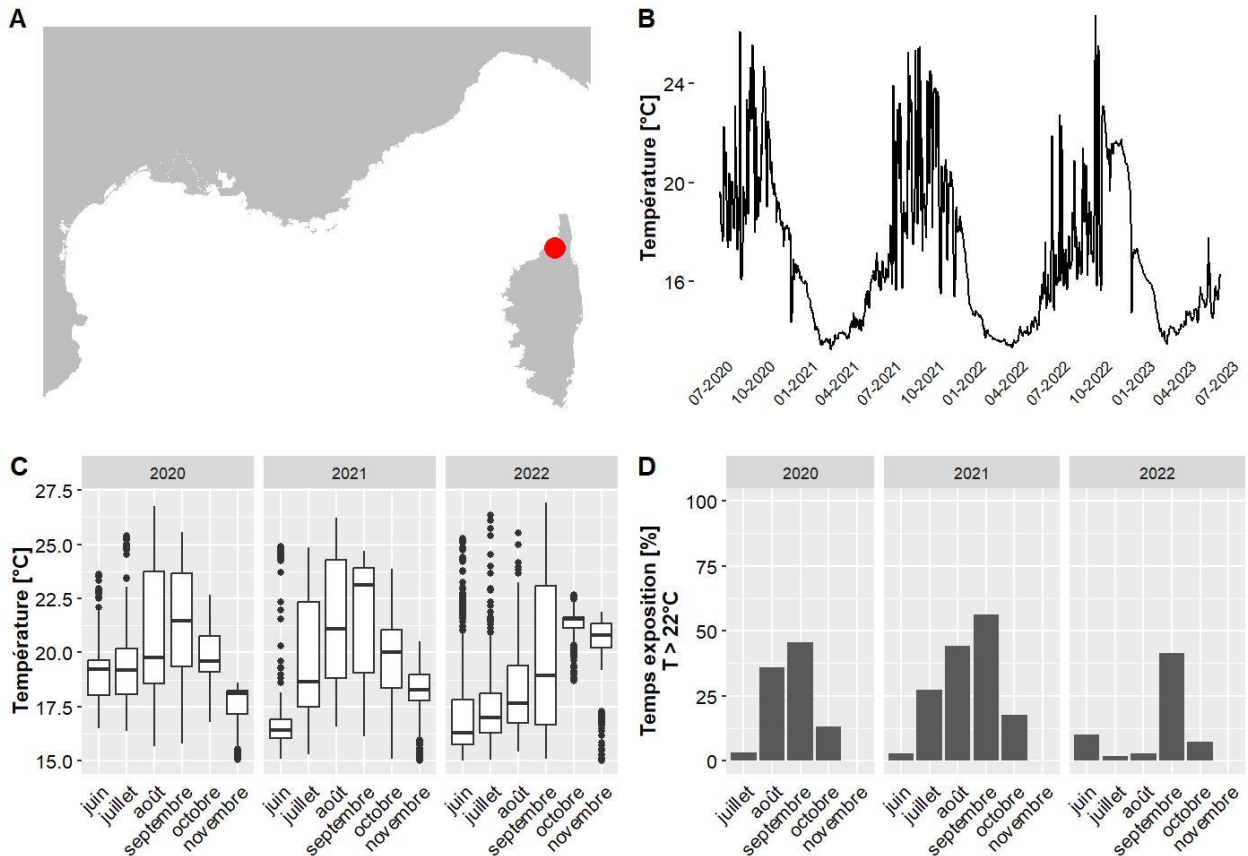
Les données de température pour le site Punta di Canella situé à 34.6 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 21.3 °C et 51 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 27 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.45. Punta Mortella - 34 m TEMPO

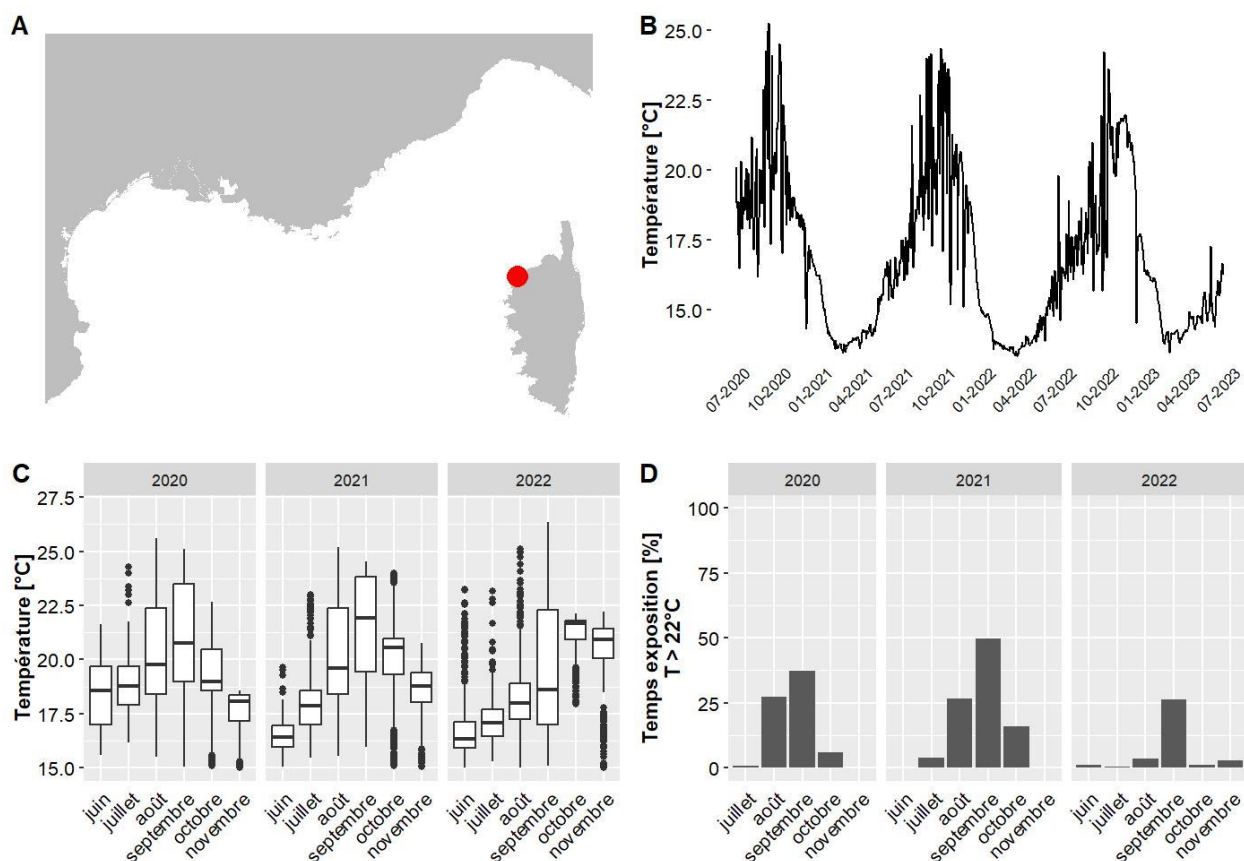
Les données de température pour le site Punta Mortella situé à 33.8 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 21.7 °C et 56 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.9 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.46. Punta Vaccaja - 33 m TEMPO

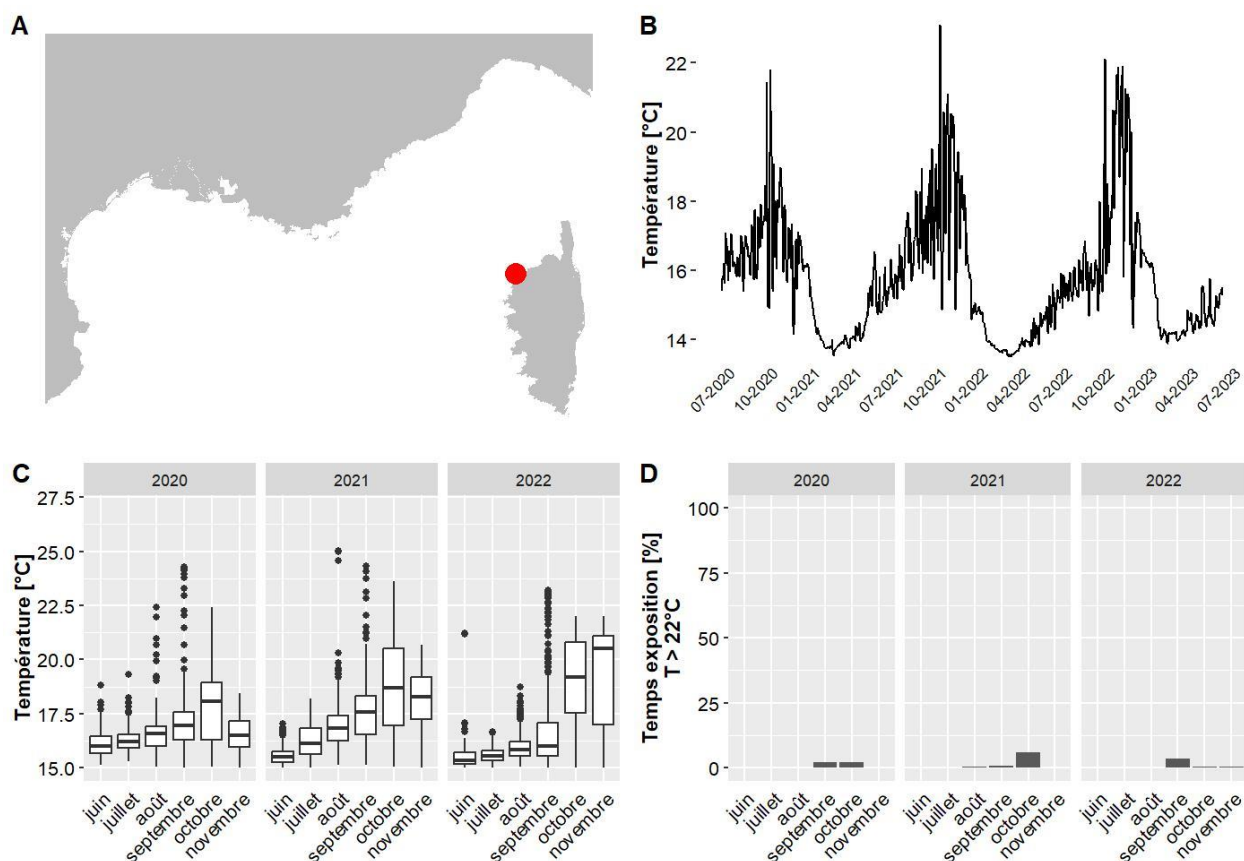
Les données de température pour le site Punta Vaccaja situé à 33.4 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 21.5 °C et 50 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.4 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.47. Revelatta - 47 m RECOR

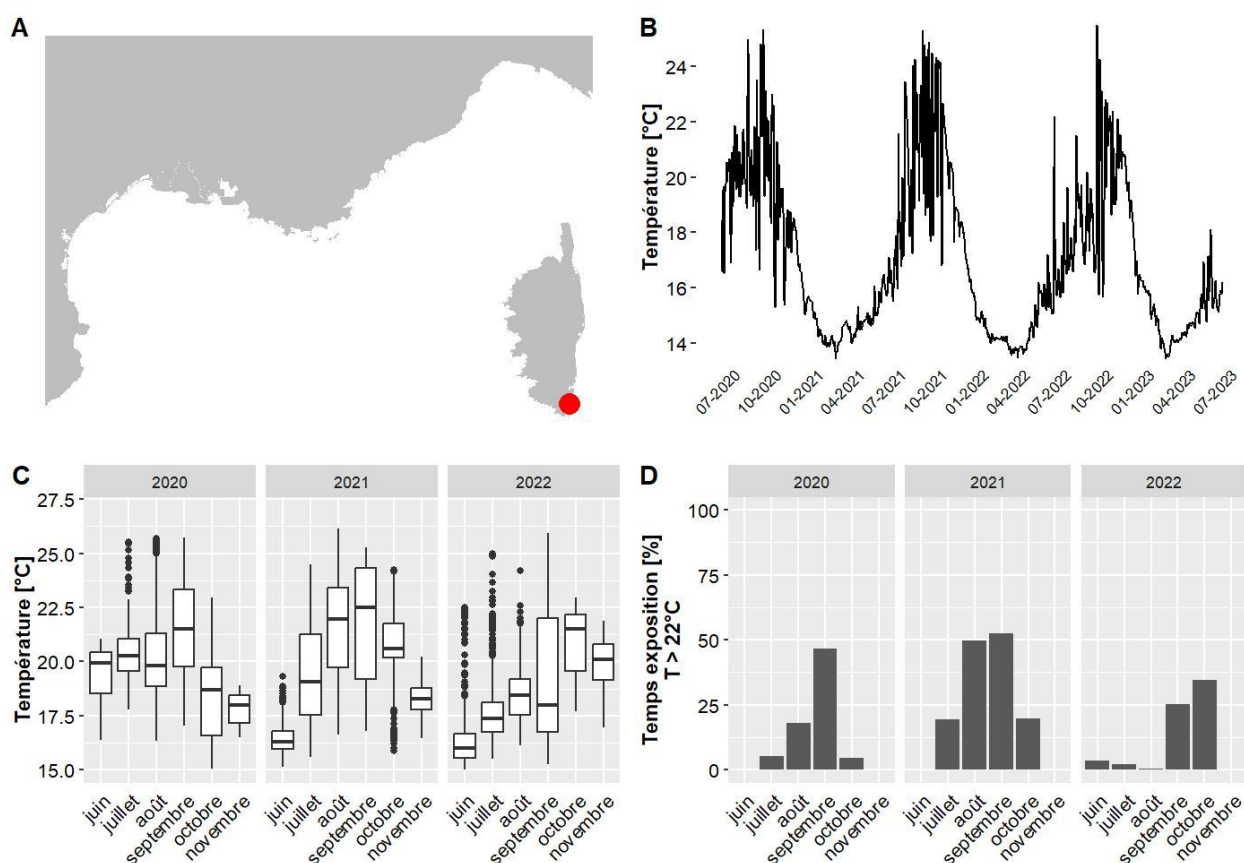
Les données de température pour le site Revelatta situé à 46.7 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2022 avec une température moyenne de 19 °C et 1 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25 °C, en août 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.48. Rondinara - 35 m TEMPO

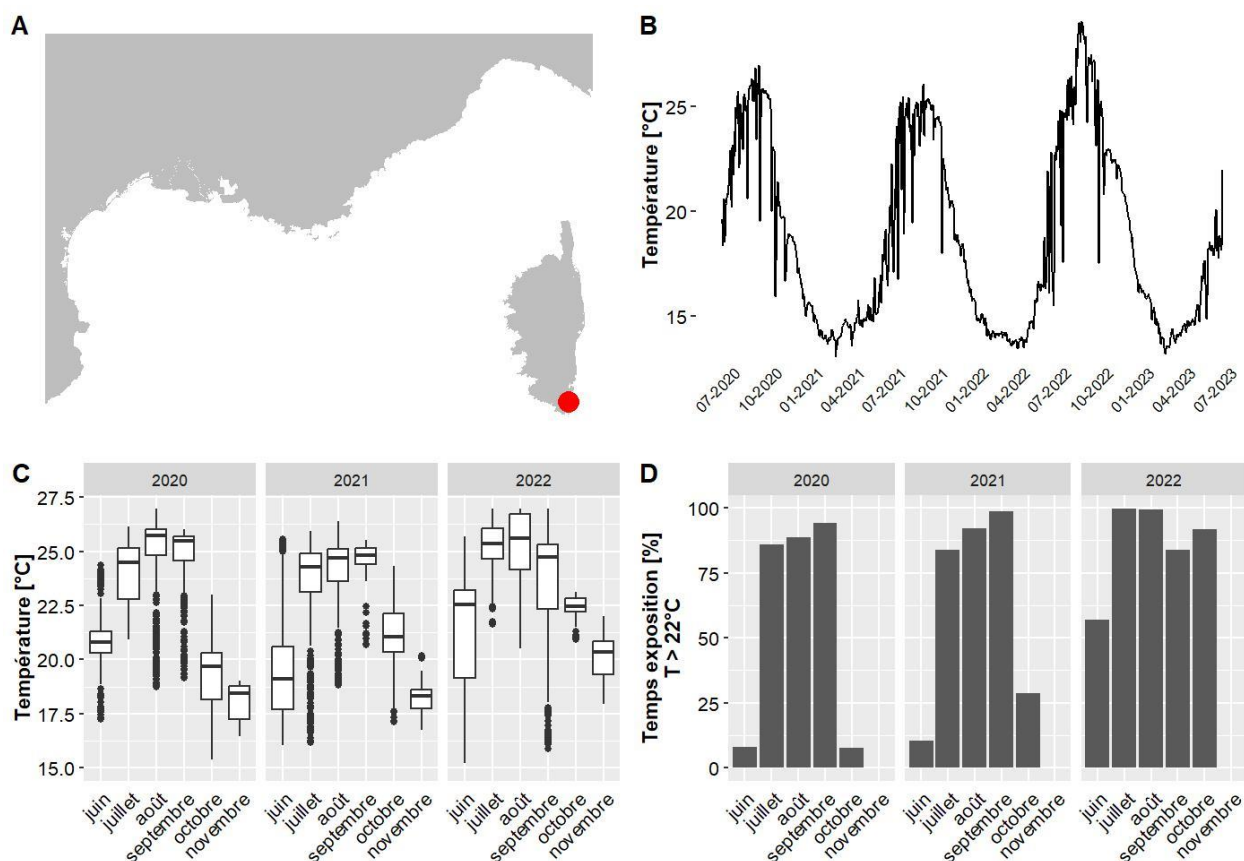
Les données de température pour le site Rondinara situé à 35 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est septembre 2021 avec une température moyenne de 21.8 °C et 53 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.1 °C, en août 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.49. Rondinara PI - 15 m TEMPO

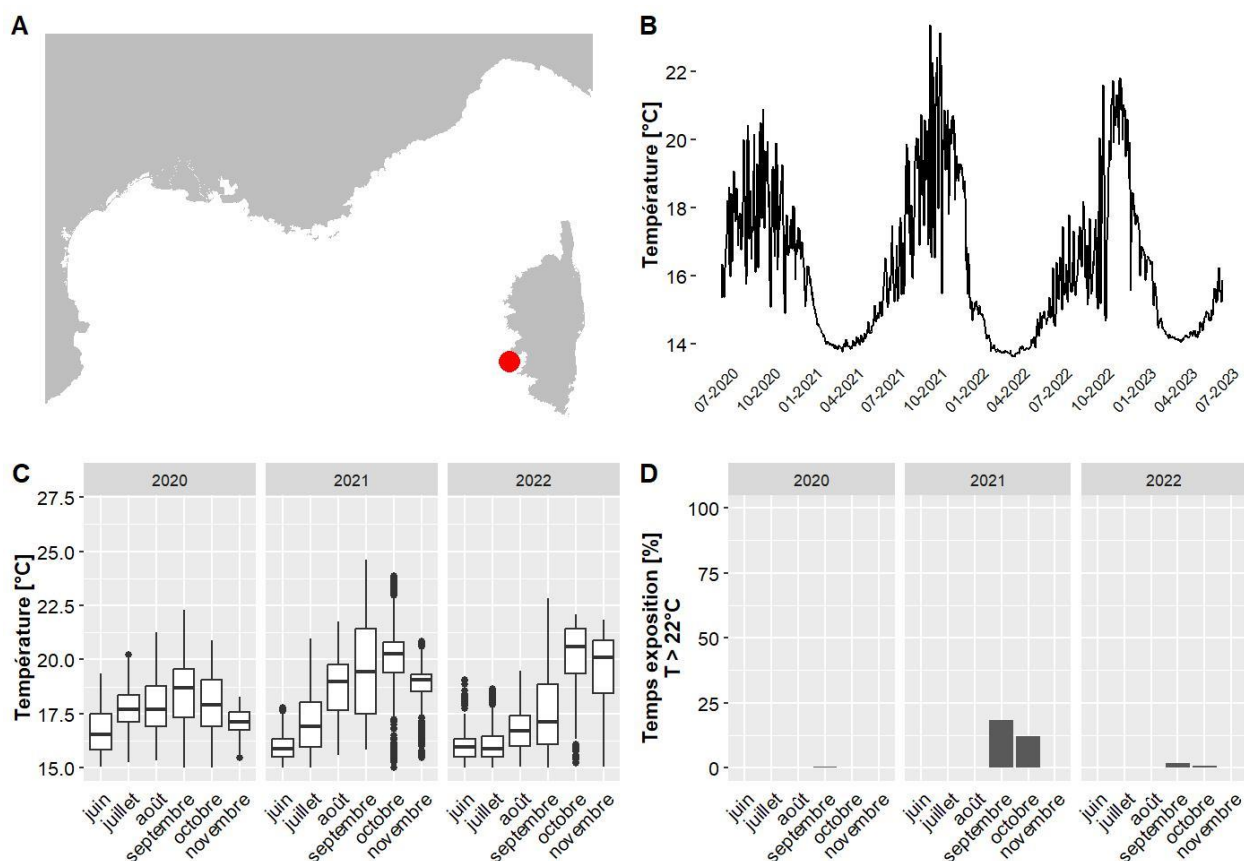
Les données de température pour le site Rondinara PI situé à 15 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2022 avec une température moyenne de 27.7 °C et 99 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 29.2 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.50. Sanguinaires - 40 m RECOR

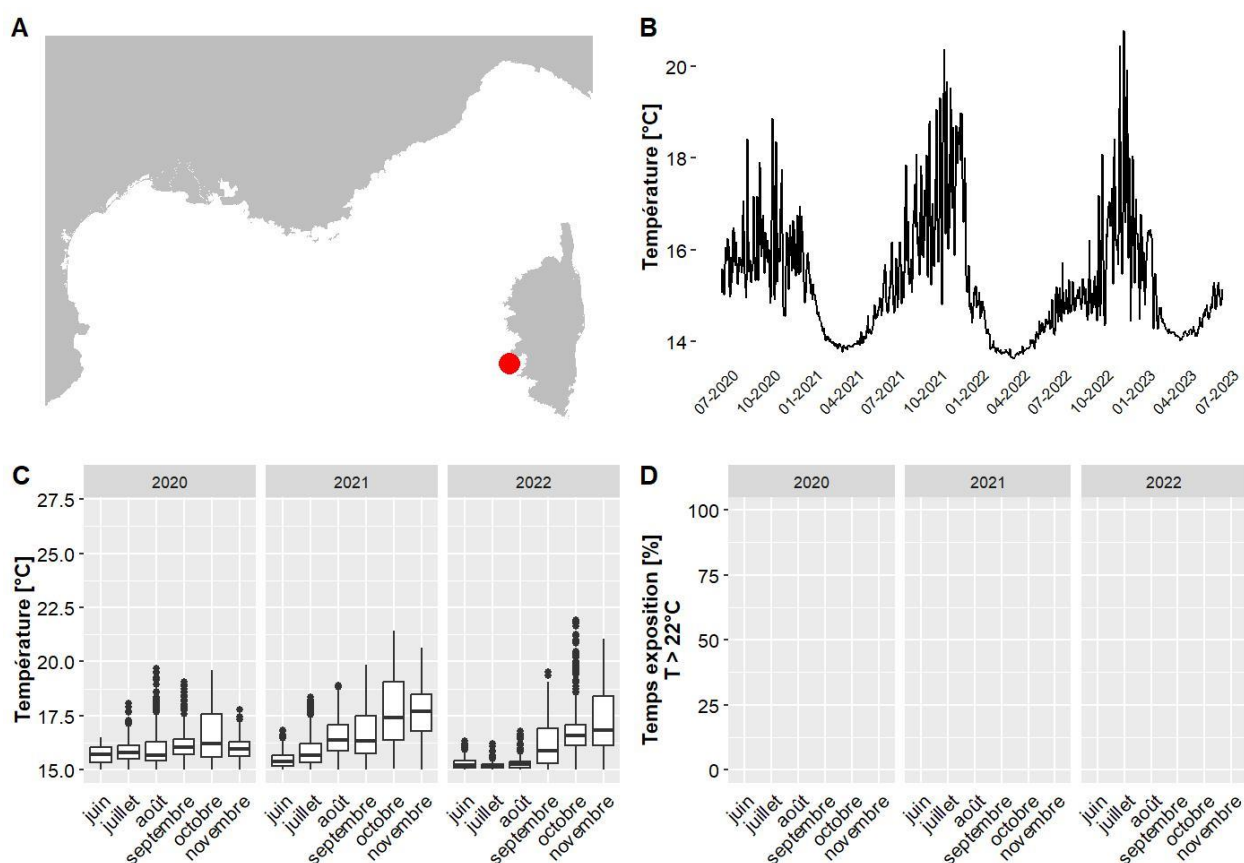
Les données de température pour le site Sanguinaires situé à 40 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2022 avec une température moyenne de 20.1 °C et 1 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.6 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.51. Sanguinaires - 50 m RECOR

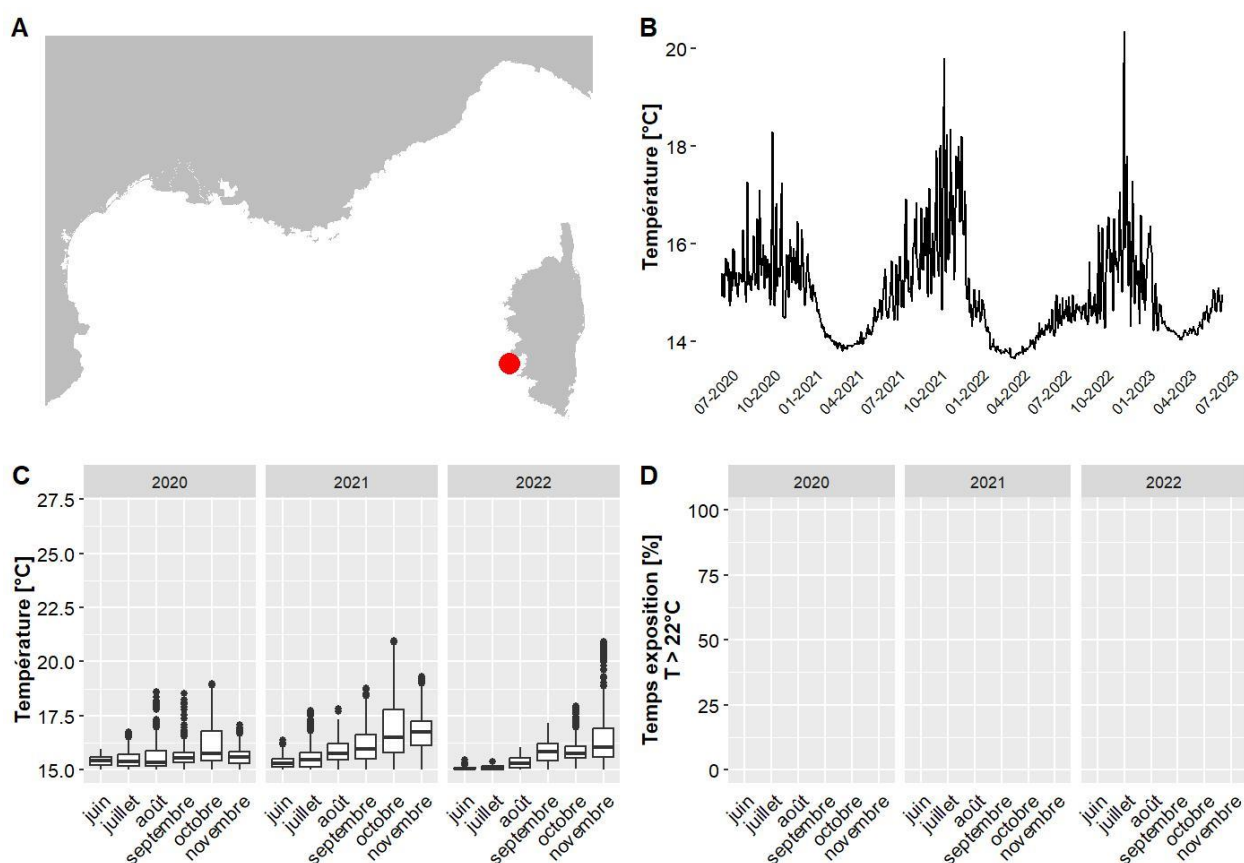
Les données de température pour le site Sanguinaires situé à 50 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 17.6 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21.9 °C, en octobre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.52. Sanguinaires - 60 m RECOR

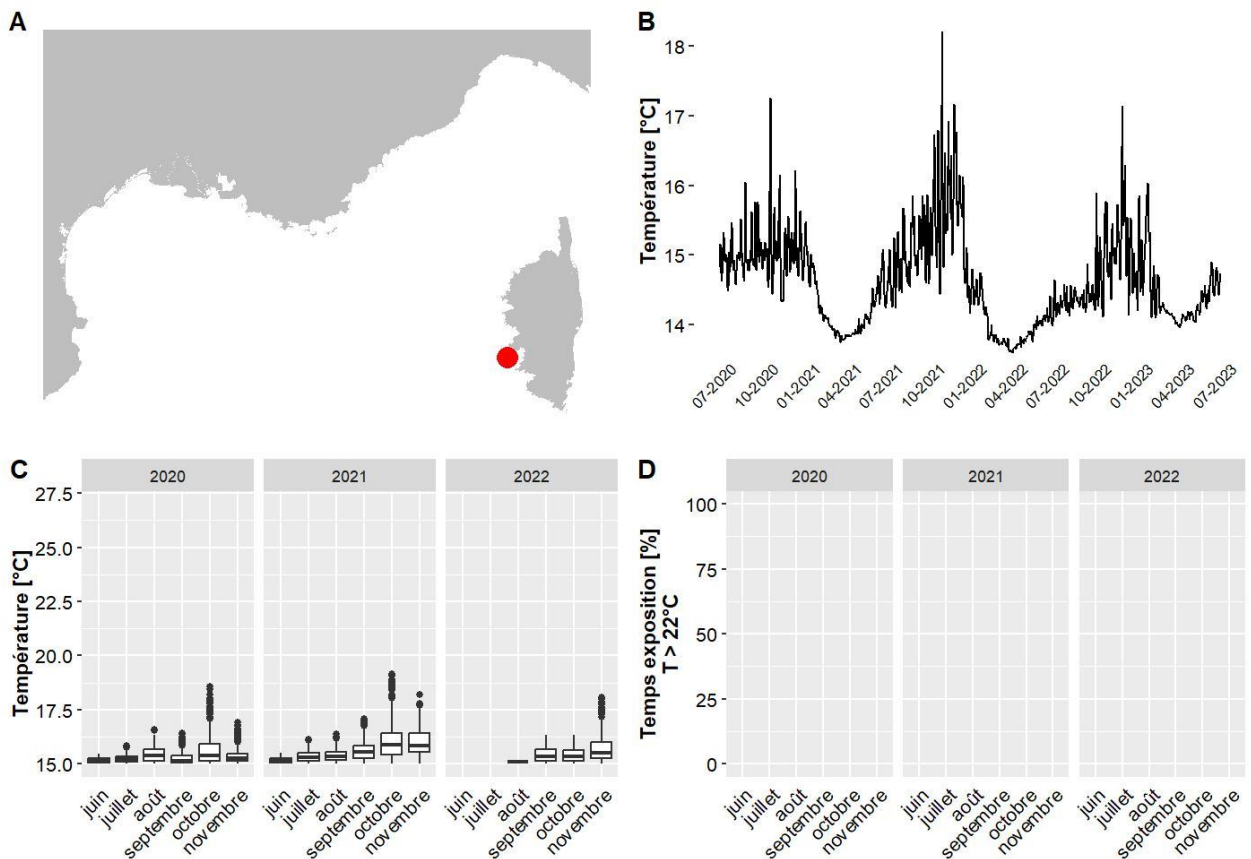
Les données de température pour le site Sanguinaires situé à 60 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 16.7 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.53. Sanguinaires - 70 m RECOR

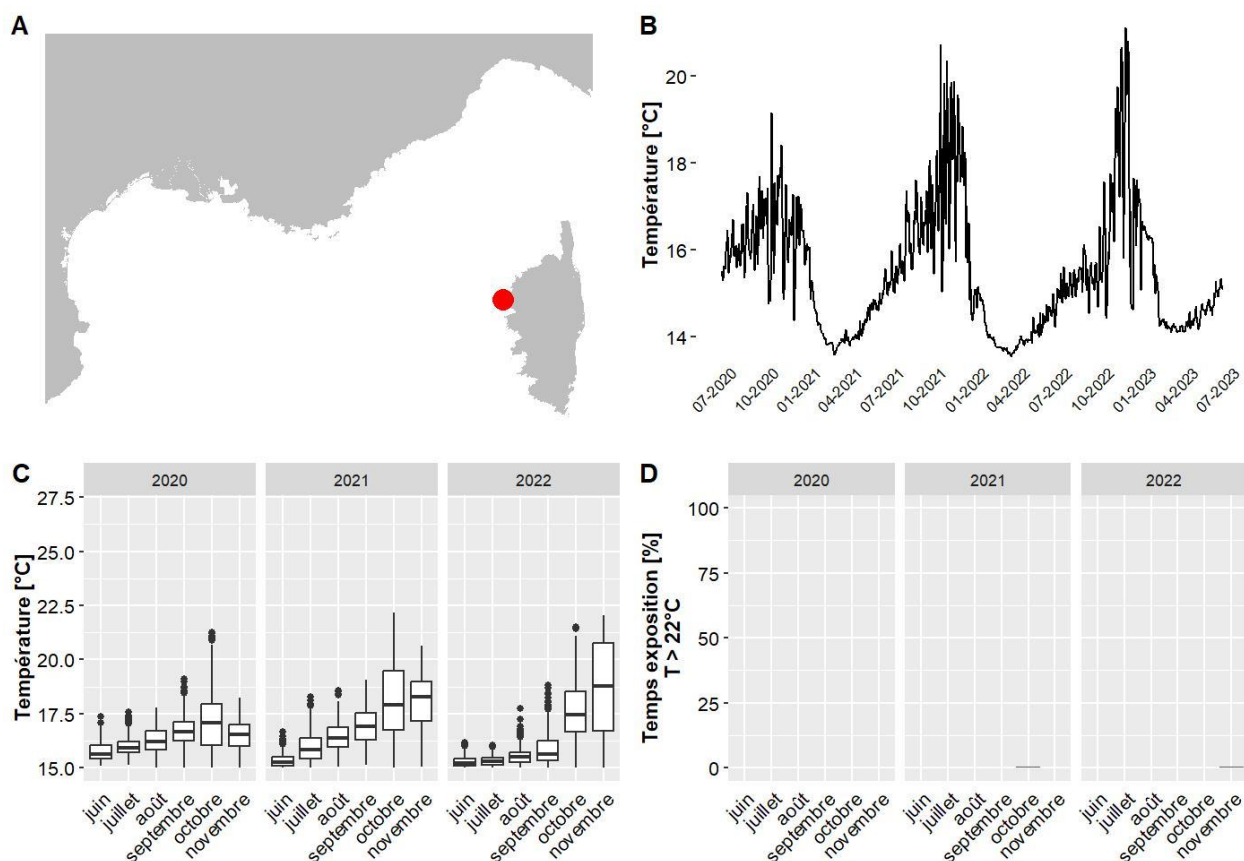
Les données de température pour le site Sanguinaires situé à 70 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 15.8 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 19.2 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.54. Scandola-4 - 50 m RECOR

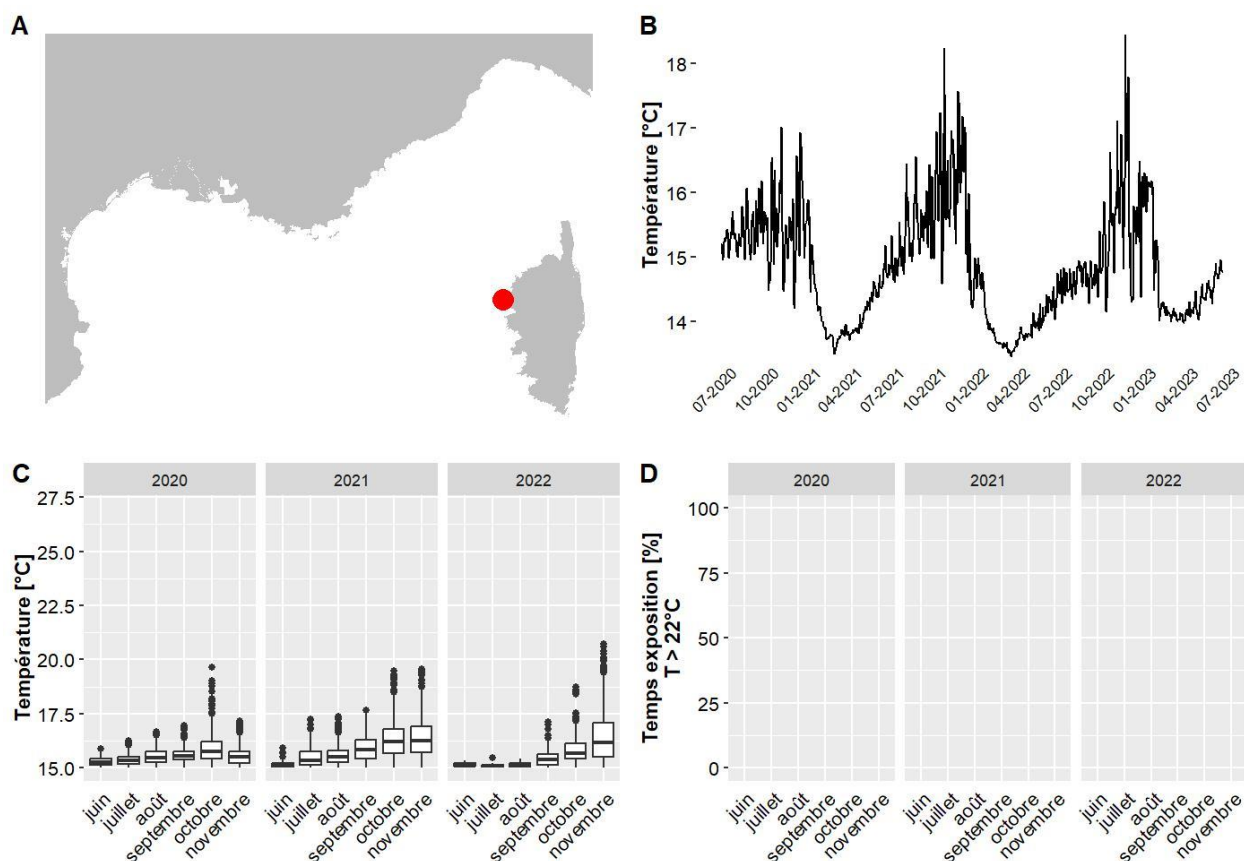
Les données de température pour le site Scandola-4 situé à 50 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2022 avec une température moyenne de 18.1 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 22.2 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.55. Scandola-4 - 59 m RECOR

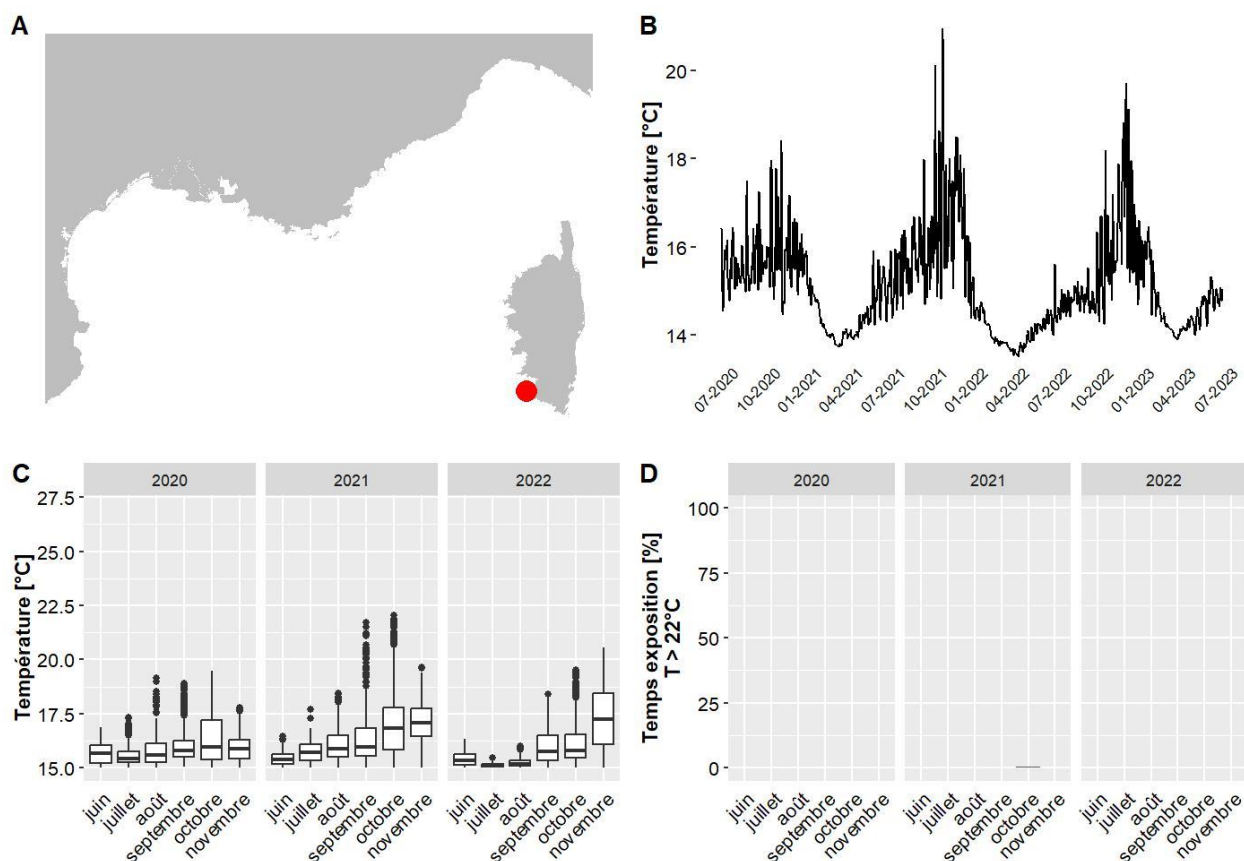
Les données de température pour le site Scandola-4 situé à 59 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 16.4 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 20.7 °C, en novembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.56. Senetosa - 57 m RECOR

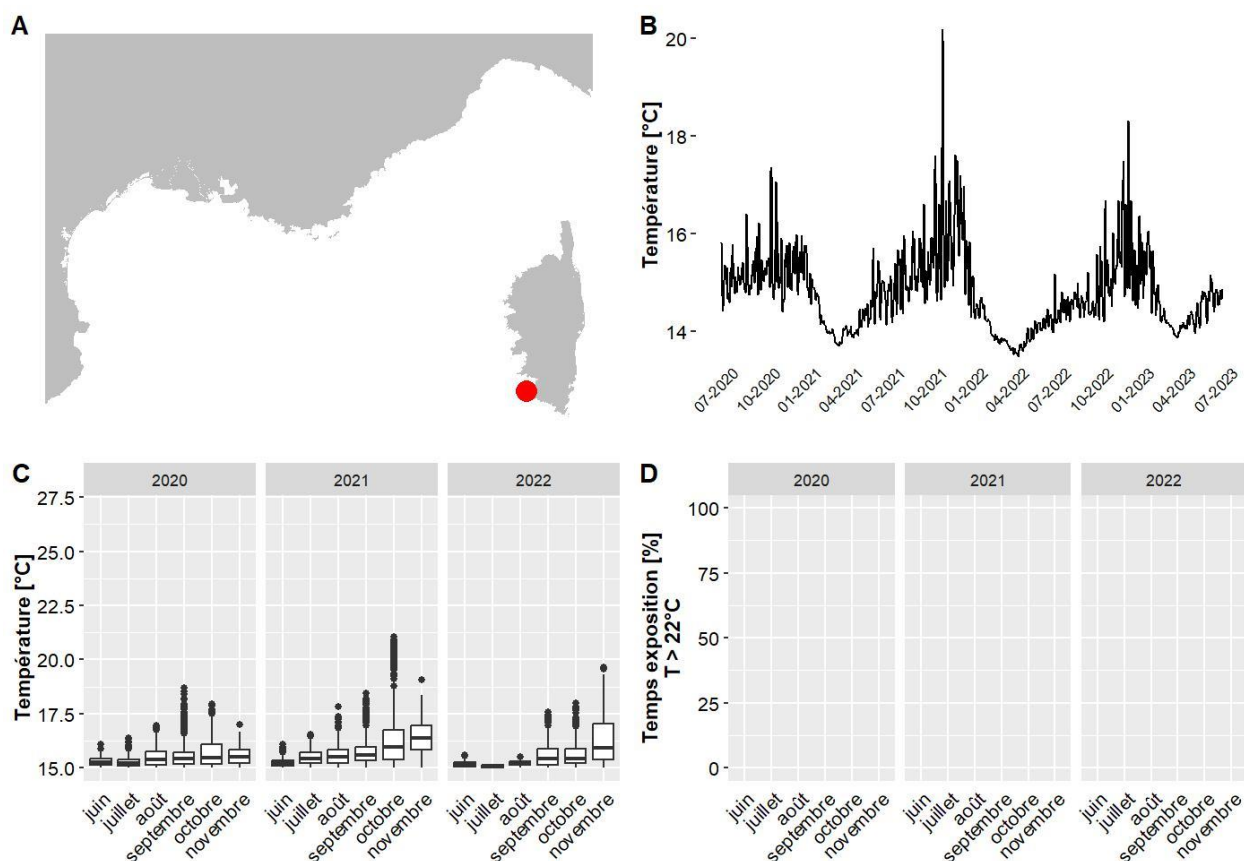
Les données de température pour le site Senetosa situé à 57.1 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2022 avec une température moyenne de 17.2 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 22.1 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.57. Senetosa - 65 m RECOR

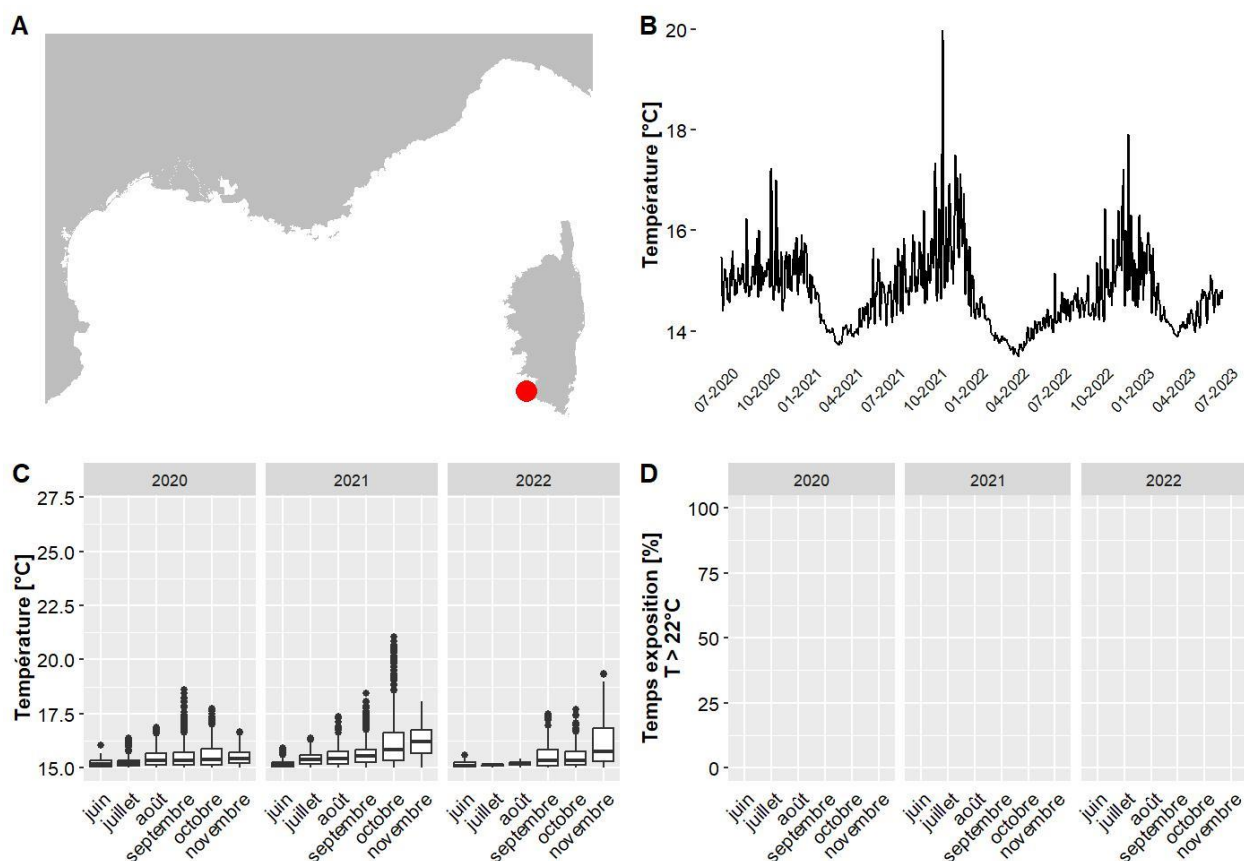
Les données de température pour le site Senetosa situé à 65.5 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 16.2 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.58. Senetosa - 67 m RECOR

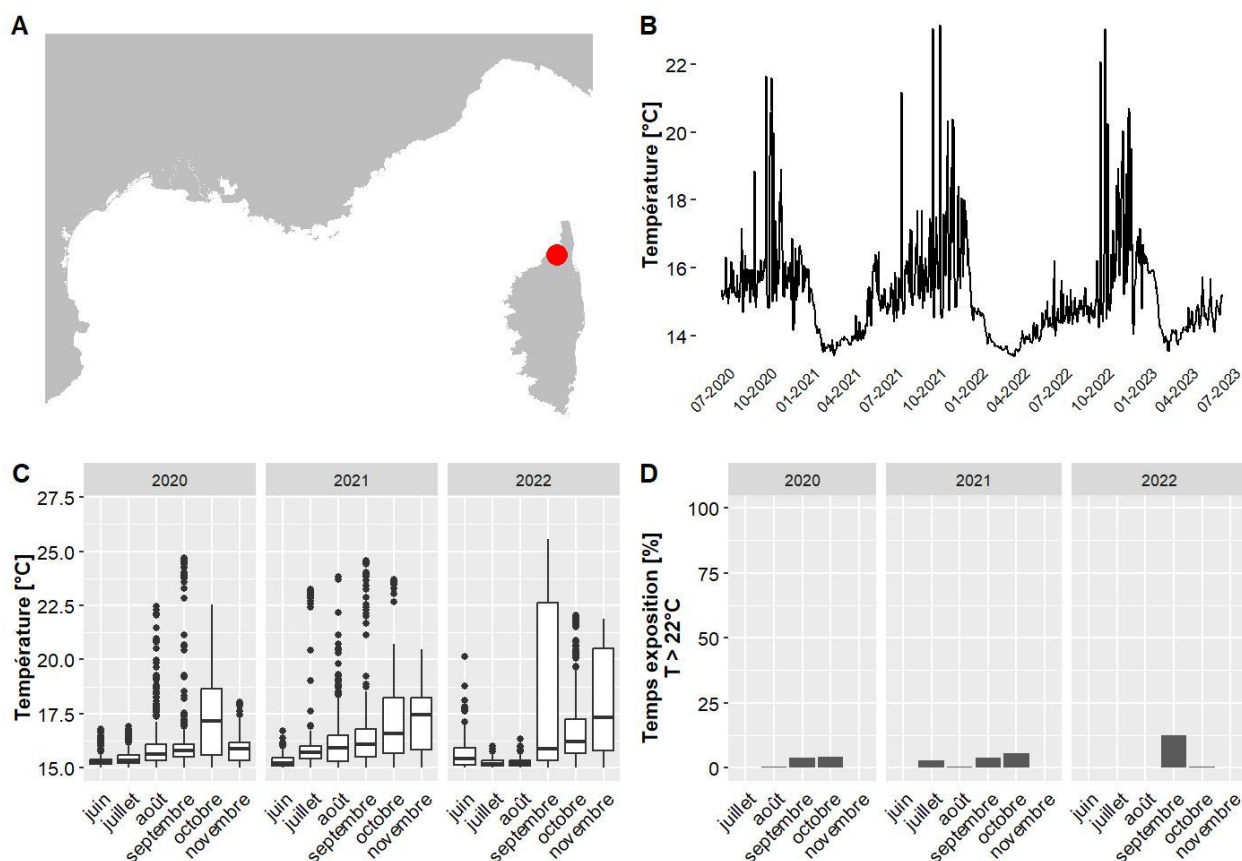
Les données de température pour le site Senetosa situé à 67.5 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 16.1 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.59. St Florent - 60 m RECOR

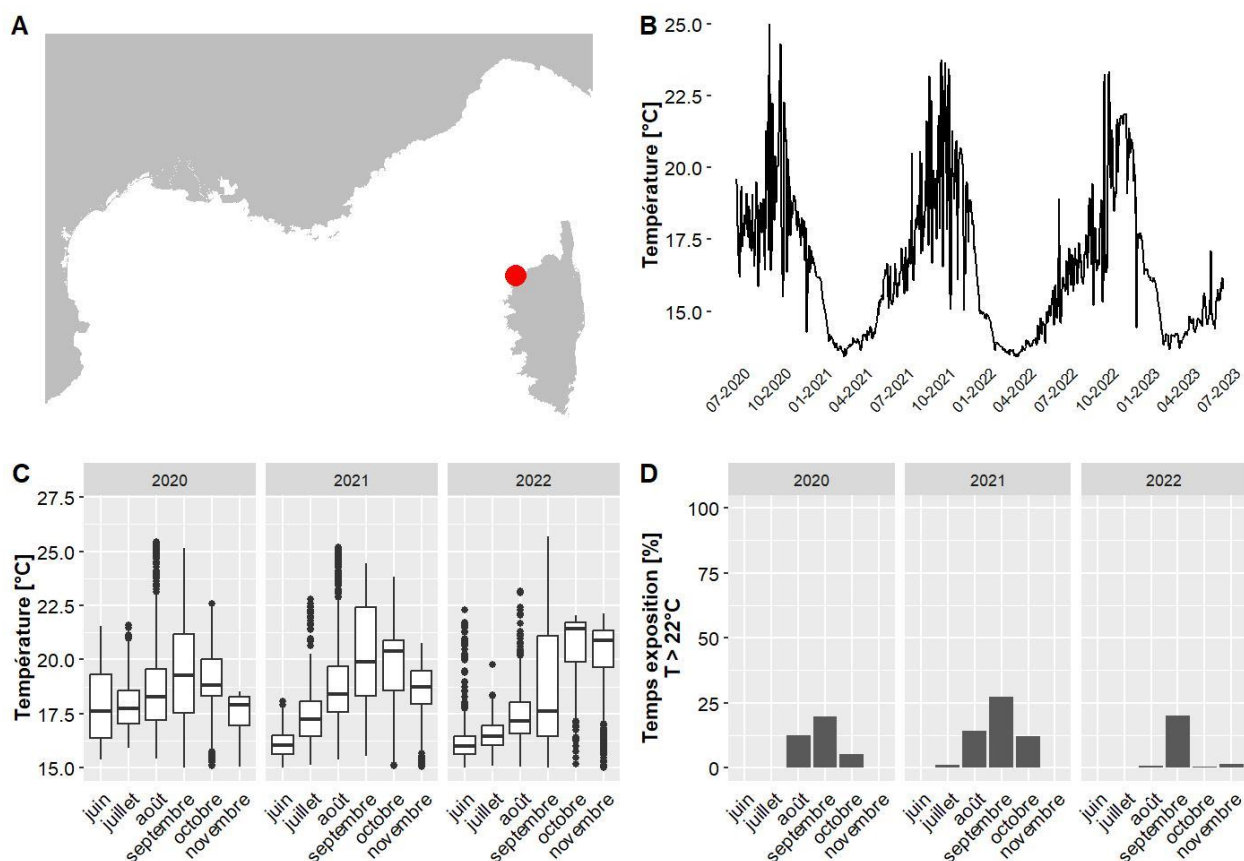
Les données de température pour le site St Florent situé à 59.6 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2022 avec une température moyenne de 17.3 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.6 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.60. Stareso - 37 m TEMPO

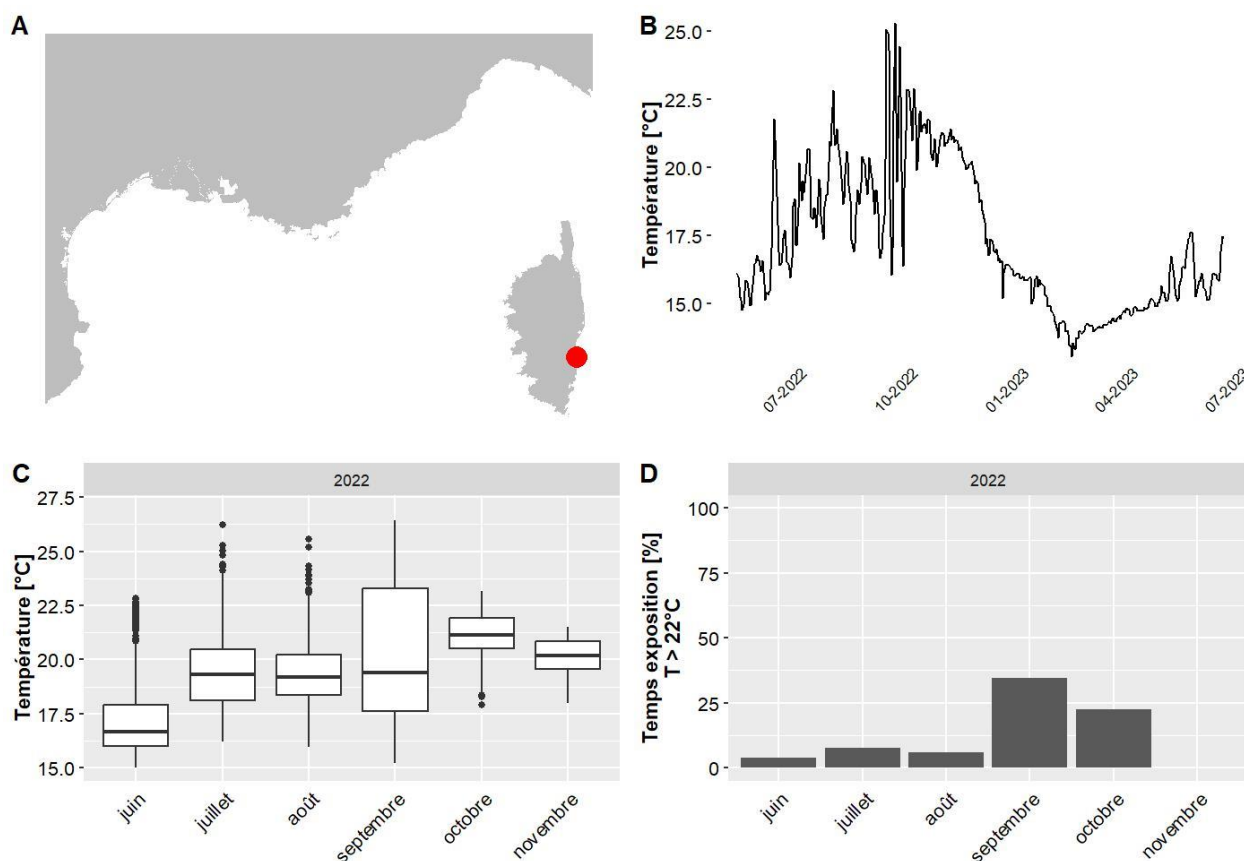
Les données de température pour le site Stareso situé à 36.5 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2022 avec une température moyenne de 20.7 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 25.7 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.61. Sud solenzara - 33 m TEMPO

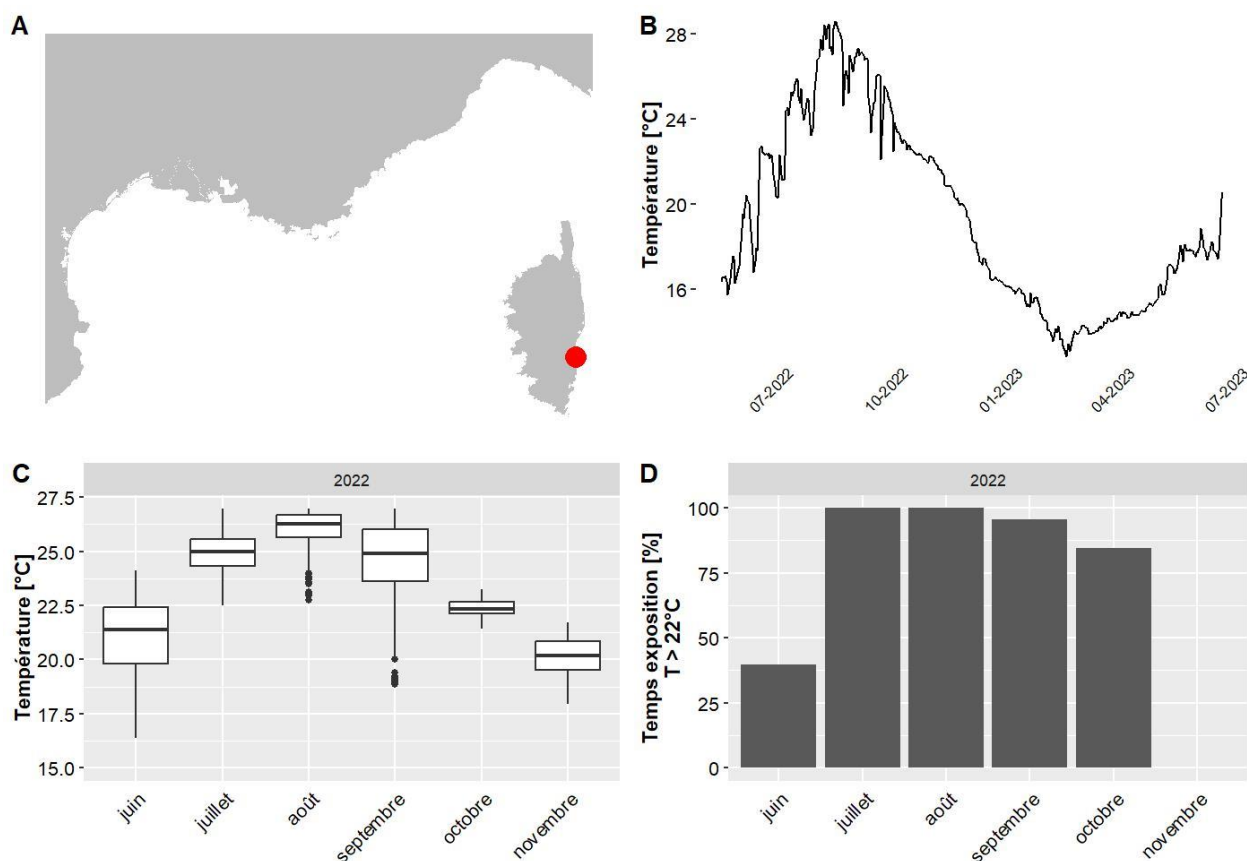
Les données de température pour le site Sud solenzara situé à 33 m de profondeur couvrent la période allant de mai 2022 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2022 avec une température moyenne de 21.2 °C et 22 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 26.5 °C, en septembre 2022 (valeurs maximales observées entre 14.6 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.62. Sud solenzara PI - 15 m TEMPO

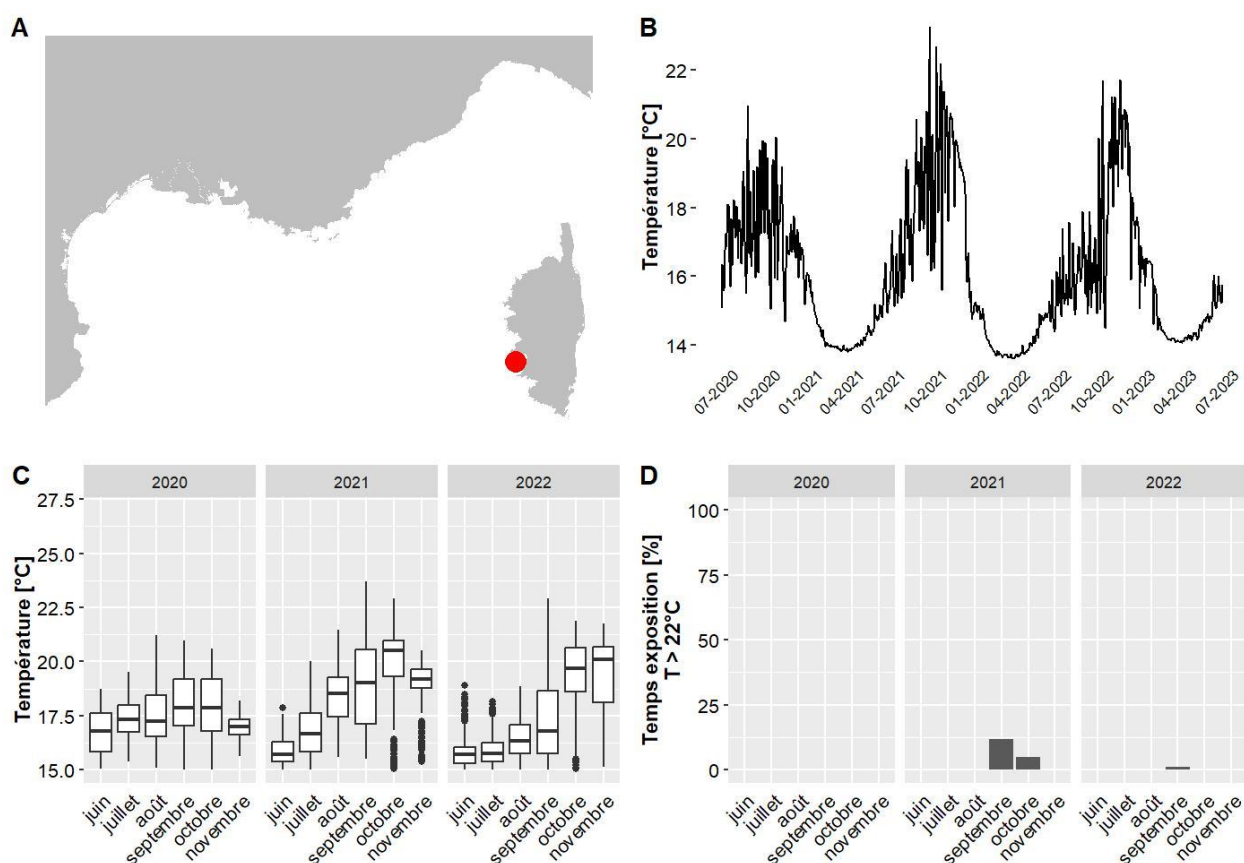
Les données de température pour le site Sud solenzara PI situé à 15.2 m de profondeur couvrent la période allant de mai 2022 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est août 2022 avec une température moyenne de 27.2 °C et 100 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 29.1 °C, en août 2022 (valeurs maximales observées entre 14.6 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.63. Tabernacle - 40 m RECOR

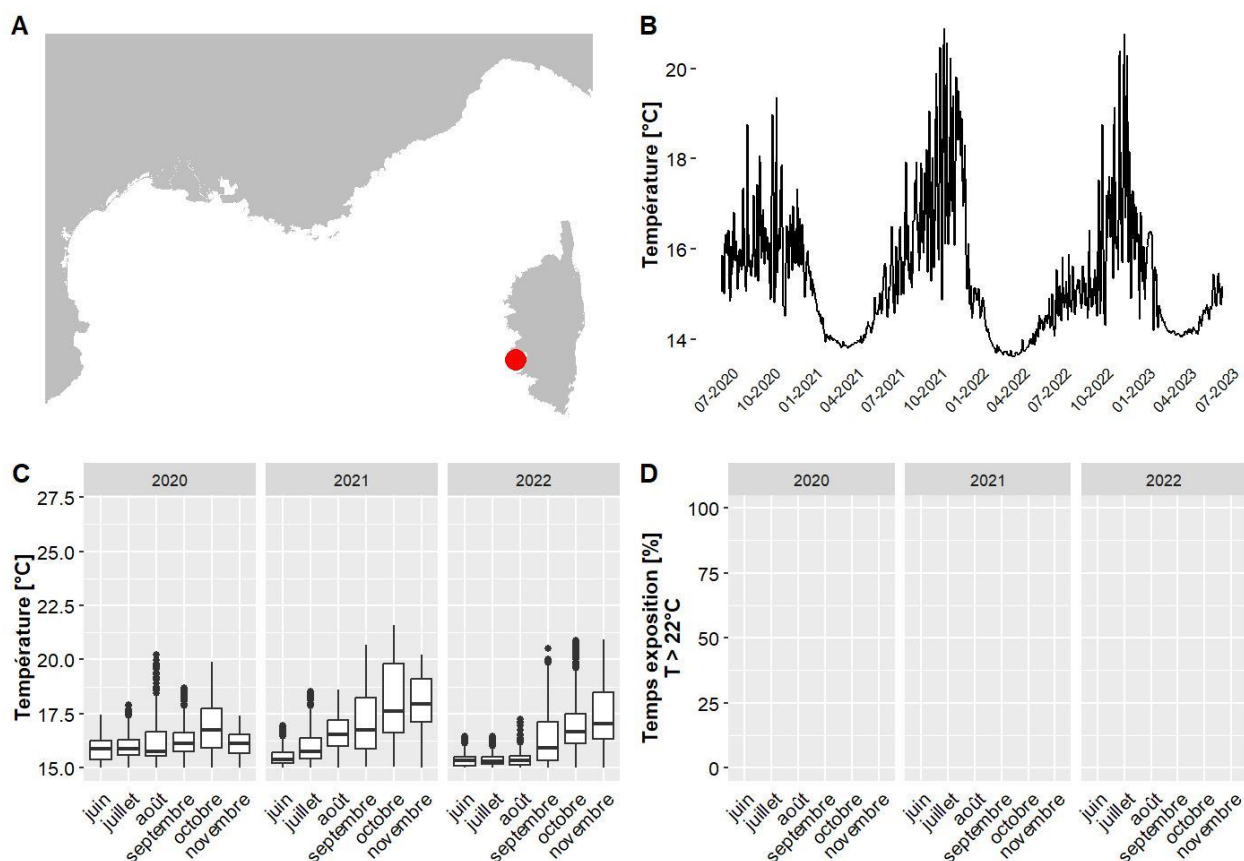
Les données de température pour le site Tabernacle situé à 40 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 20 °C et 5 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 23.7 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.64. Tabernacle - 50 m RECOR

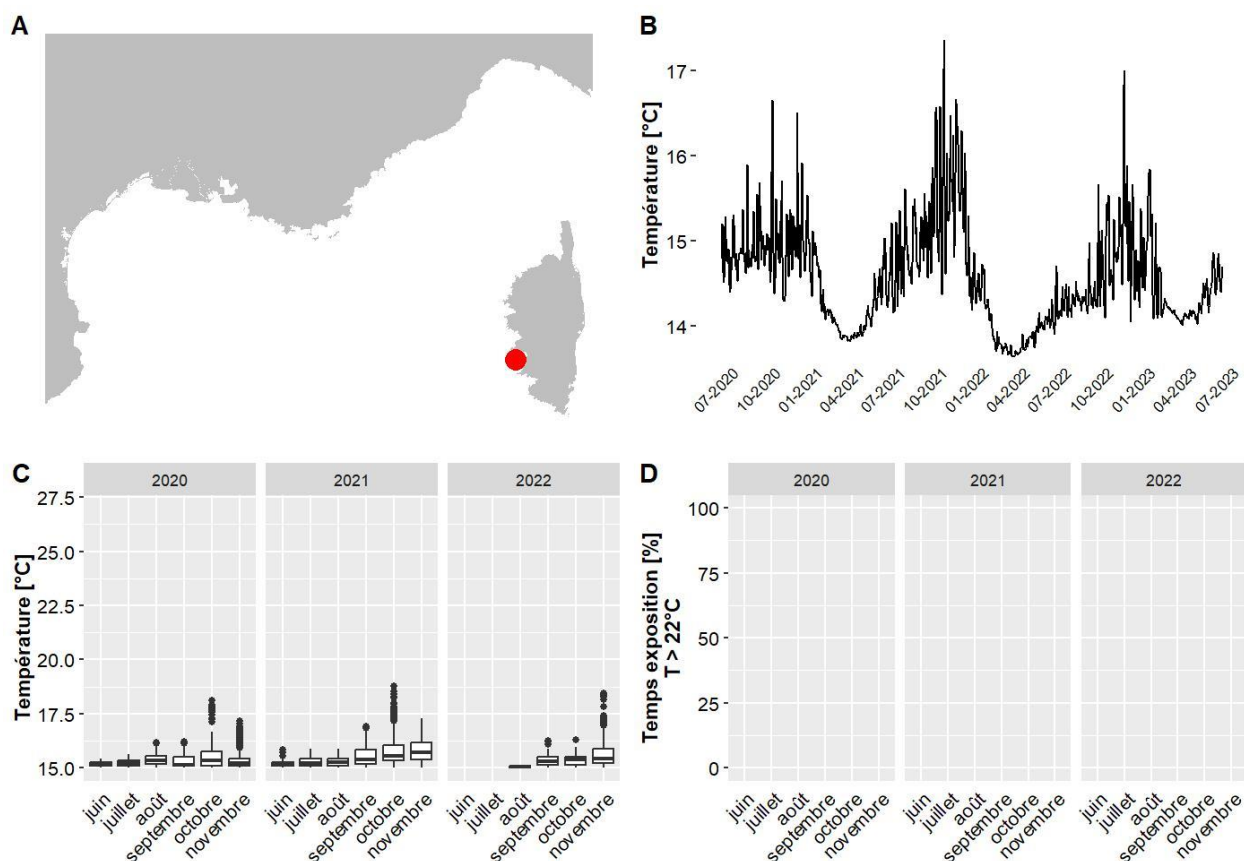
Les données de température pour le site Tabernacle situé à 50 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 18 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 21.6 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.G.65. Tabernacle - 70 m RECOR

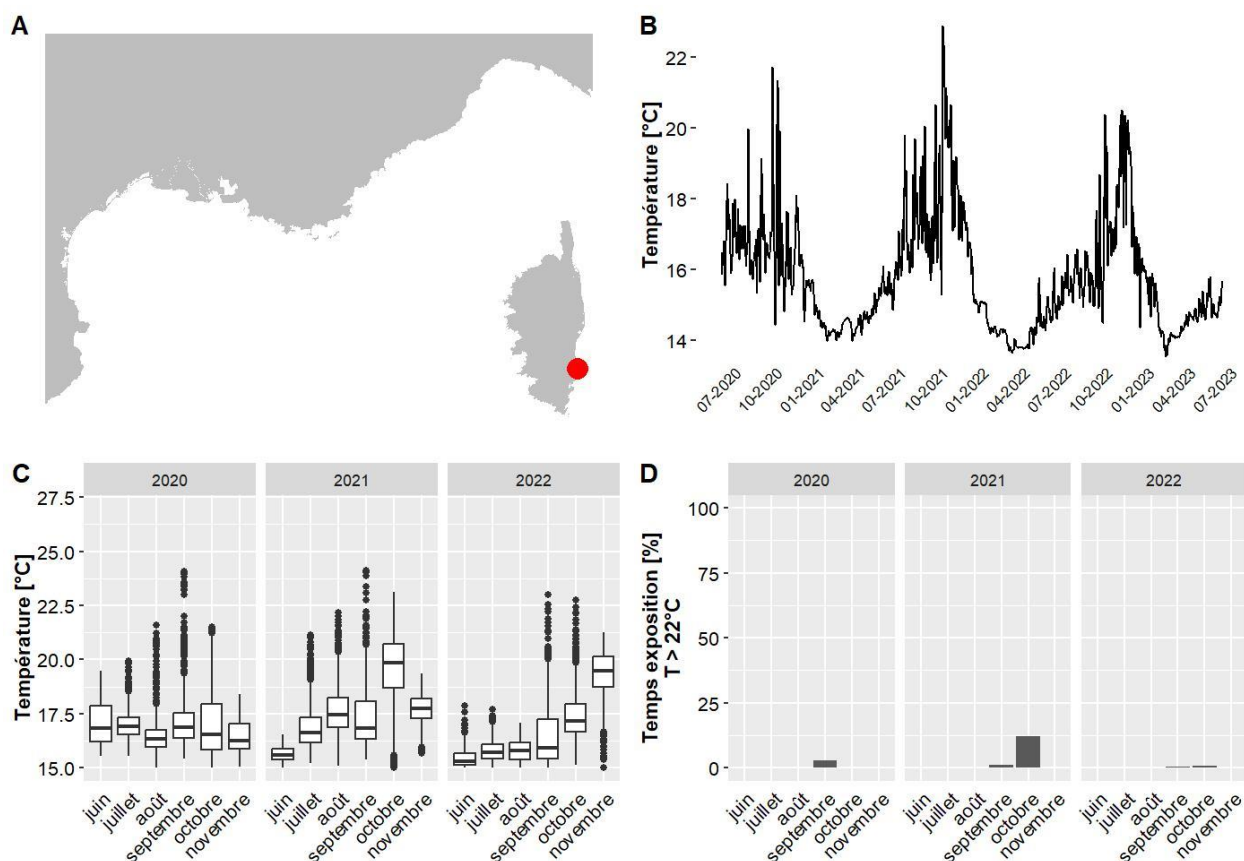
Les données de température pour le site Tabernacle situé à 70 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est novembre 2021 avec une température moyenne de 15.6 °C et 0 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 18.8 °C, en octobre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.66. Tarco - 52 m RECOR

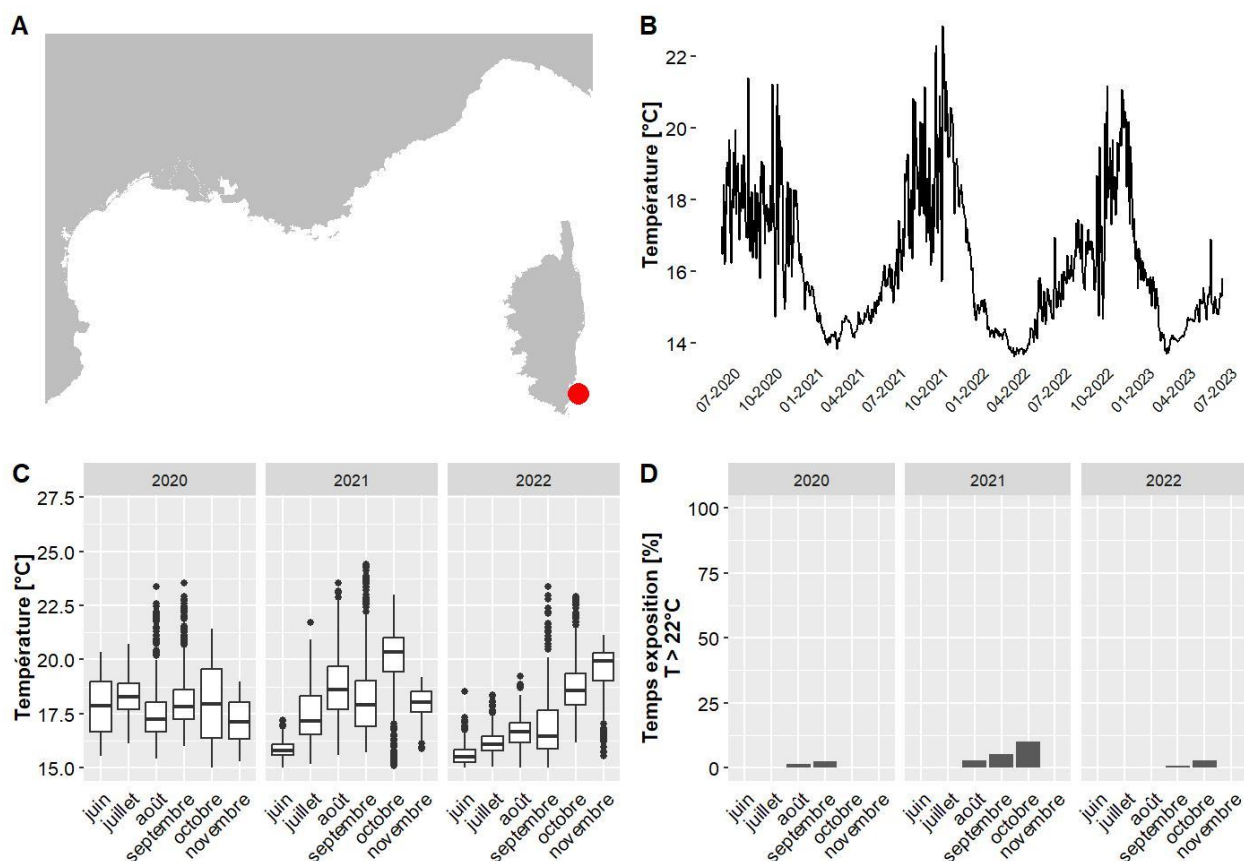
Les données de température pour le site Tarco situé à 52 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 19.6 °C et 12 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.1 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPERATURES MOYENNES JOURNALIERES, C. DISTRIBUTION DES TEMPERATURES DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN A NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIERES ANNEES.

IV.G.67. Vacca - 44 m RECOR

Les données de température pour le site Vacca situé à 44 m de profondeur couvrent la période allant de juin 2020 à juin 2023. Le mois globalement le plus chaud est octobre 2021 avec une température moyenne de 20.1 °C et 10 % du temps passé au-dessus de 22°C. La température maximale jamais observée sur ce site est de 24.4 °C, en septembre 2021 (valeurs maximales observées entre 13.9 °C et 29.4 °C selon les sites pour l'ensemble des données du réseau CALOR sur la même période).



A. LOCALISATION DE LA STATION, B. TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES, C. DISTRIBUTION DES TEMPÉRATURES DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES, D. POURCENTAGE DU TEMPS PASSE AU-DESSUS DE 22 °C DE JUIN À NOVEMBRE, SUR LES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.

IV.H. Analyse du lien entre température et données biologiques

Les réseaux TEMPO et RECOR permettent d'acquérir de nombreuses données biologiques sur les herbiers et les récifs coralligènes. Parmi les variations observées entre les différents suivis ces dernières années, on peut citer **l'apparition et/ou le développement d'algues filamenteuses** (mucilage), de **nécroses des Algues Rouges Encroutantes (ARE)** et **des gorgones**.

Nous avons extrait les **séries temporelles de température** correspondant à des **stations RECOR** (même site, et profondeur du capteur de température à moins de 3 m de différence avec celle de la station RECOR) pour les années 2013 à 2023 afin d'analyser les relations avec les observations biologiques RECOR. Pour chaque relevé RECOR, nous avons calculé **l'anomalie thermique moyenne** (écart à la température saisonnière) ainsi que la durée des vagues de chaleur marine (VCM) sur la période Juin-Juillet-Août-Septembre-Octobre-Novembre (**JJASON**) (Garrabou et al., 2022) de l'année précédant la campagne RECOR, celle-ci ayant lieu chaque année courant mai – début juin, soit juste avant la période sensible de JJASON (donc toute observation de mortalité est à corrélérer avec les anomalies thermiques de la période estivale précédente).

IV.H.1. Anomalies thermiques et vagues de chaleur

Les **anomalies thermiques** ont été calculées sur la **période JJASON** pour toutes les stations CALOR depuis les premières mises en place en 2013 et jusqu'à 2022 (afin d'avoir la saison JJASON complète). Il existe une **relation négative significative** entre **anomalie moyenne** et **profondeur** (t-test ; p-value < 0.001 ; $R^2 = 0.12$), voir figure suivante :

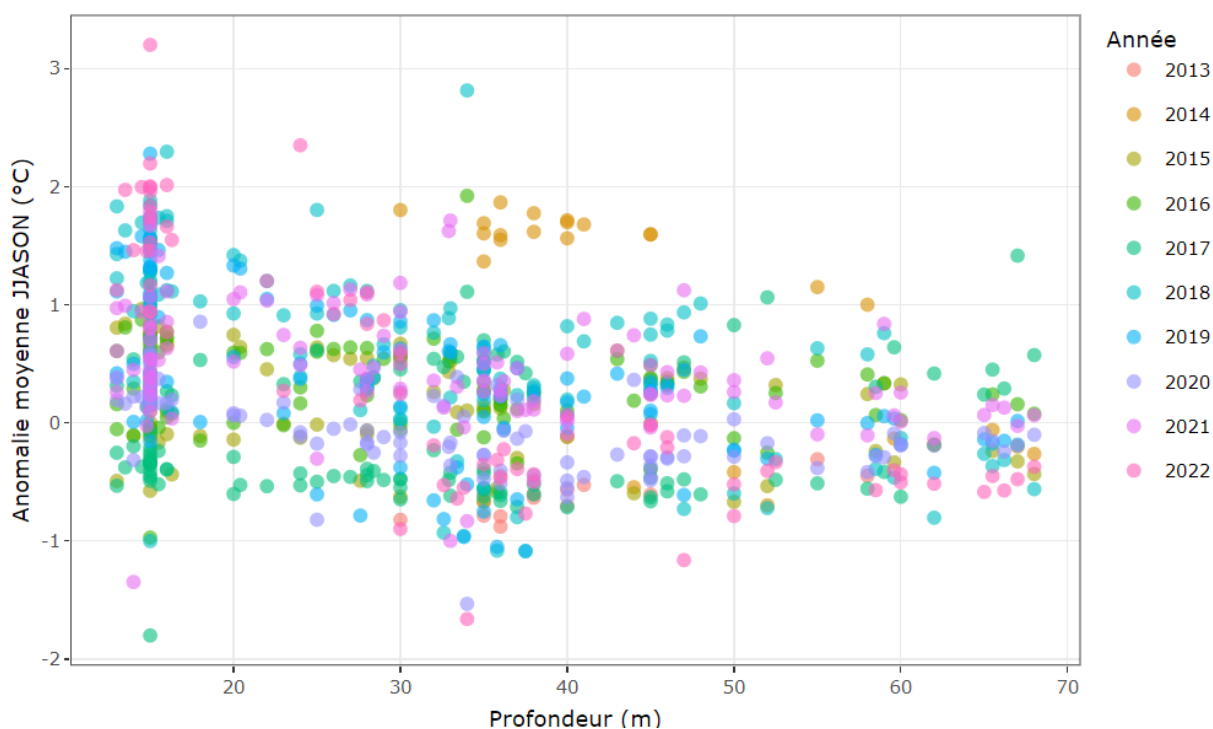


FIGURE 103 : ANOMALIES THERMIQUES MOYENNES SUR LA PERIODE JJASON POUR LES STATIONS CALOR EN FONCTION DE LA PROFONDEUR, PAR ANNEE

La **durée totale des VCM** détectées pour les mêmes séries de données (période JJASON) est également **négativement corrélée à la profondeur** (t-test ; p-value < 0.001 ; $R^2 = 0.05$), voir figure suivante :

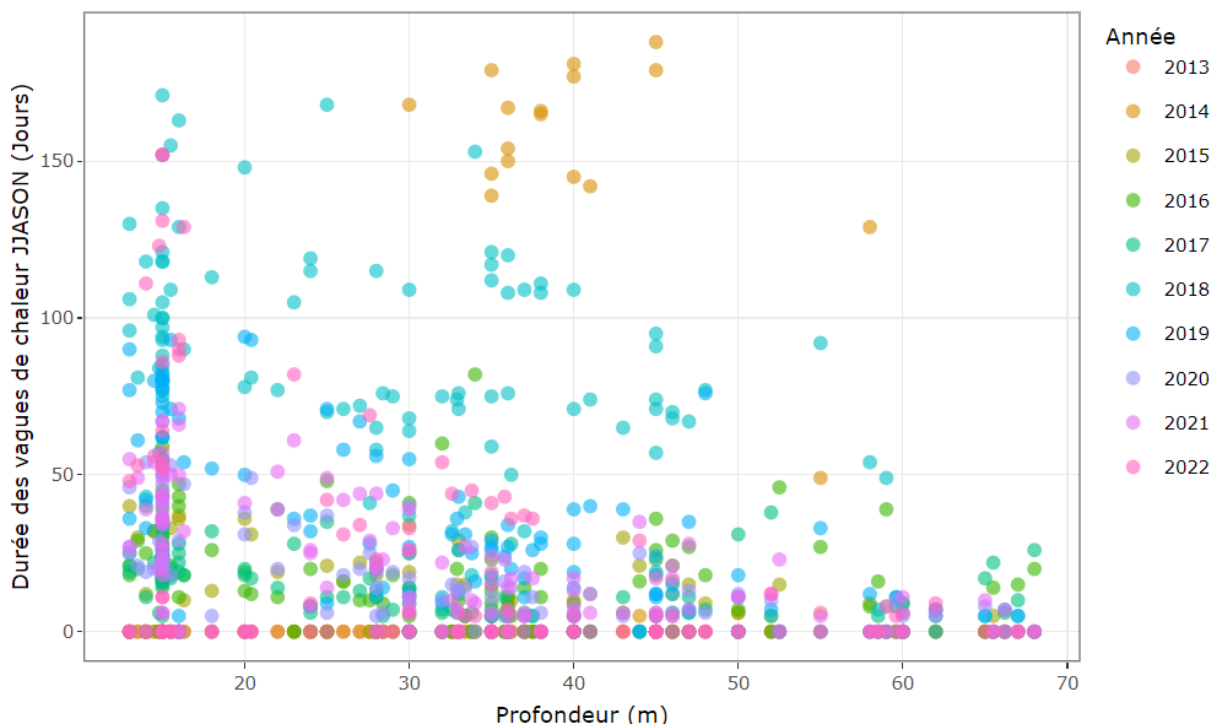


FIGURE 104 : DUREE DES VCM SUR LA PERIODE JJASON POUR LES ANNEES 2013-2023 EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

Ces résultats confortent l'idée que les **sites profonds** sont **moins soumis** aux anomalies et VCM que les sites proches de la surface, mais la **tendance reste faible** et la **variabilité non expliquée grande**. Comme précisé plus haut, le problème principal est que le réseau CALOR est jeune, et que les années d'acquisitions correspondent **majoritairement à des années « anormales »**, donc la calibration de la saisonnalité des stations CALOR s'en retrouve faussée et la détection des VCM potentiellement erronée. En effet, si l'on analyse les données de **température de surface** mesurées par satellite depuis 1982 (données Copernicus) et que l'on calcule l'**anomalie moyenne** ainsi que la **durée totale des VCM sur la période JJASON pour l'ensemble des stations CALOR** (positions géographiques) on obtient les graphiques suivants :

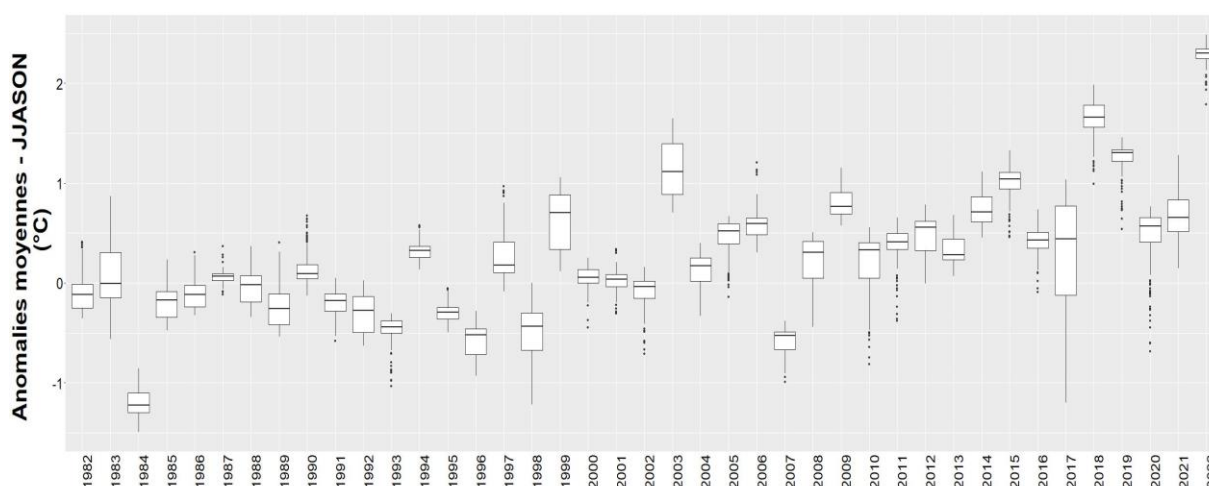


FIGURE 105 : ANOMALIES MOYENNES DE TEMPERATURE DE SURFACE SUR LA PERIODE JJASON POUR LES STATIONS CALOR, PAR ANNEE

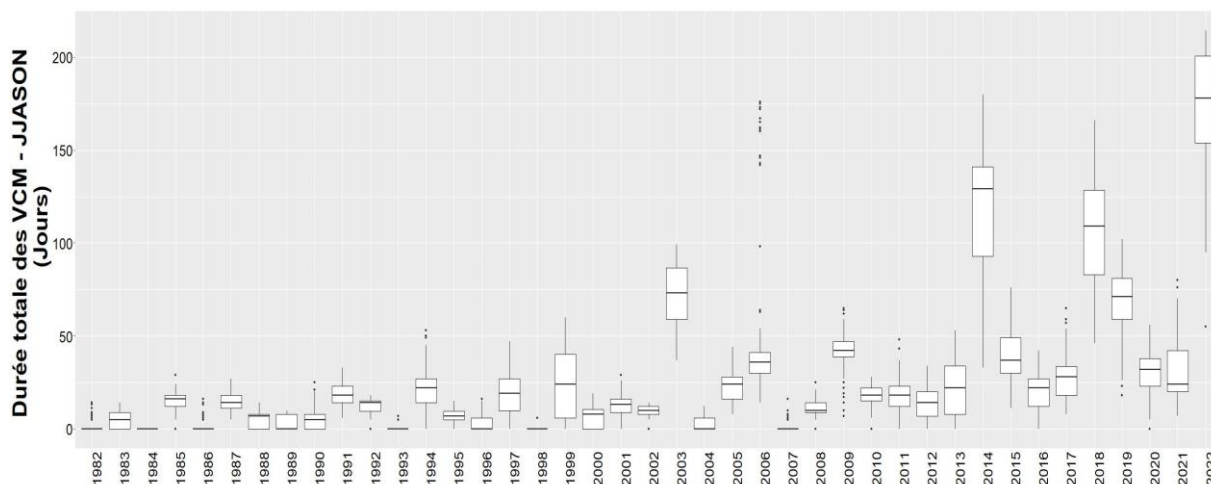


FIGURE 106 : DUREE TOTALE DES VCM DE SURFACE SUR LA PERIODE JJASON POUR LES STATIONS CALOR, PAR ANNEE

Si les années 1980 et 1990 tournent autour d’une anomalie moyenne nulle, on voit apparaître des premières années avec fortes anomalies et VCM dans les années 2000, comme la **canicule de 2003** qui ressort clairement. Une **accélération a lieu à la fin des années 2000**, et sur la **dernière décennie** (période couverte par le réseau CALOR) il y a une anomalie moyenne toujours supérieure à 0,5°C, avec **4 années de canicule** : 2014, 2018, 2019 et 2022.

En produisant les mêmes graphiques à partir des données CALOR, on retrouve les **mêmes tendances** pour 2014, 2018 et 2019 mais **moins marquées que pour la température de surface**, et 2022 ne semble clairement pas extraordinaire contrairement à l’anomalie de température de surface qui traduit bien la forte canicule de 2022.

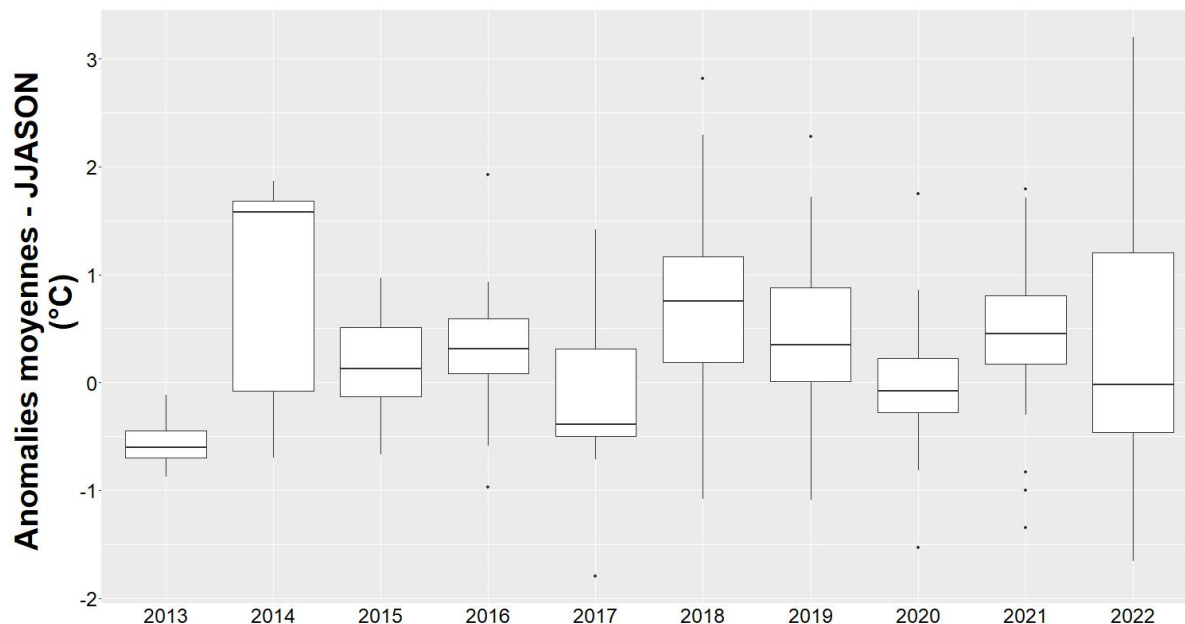


FIGURE 107 : ANOMALIES MOYENNES DE TEMPERATURE DE FOND (CALOR) SUR LA PERIODE JJASON POUR LES STATIONS CALOR, PAR ANNEE

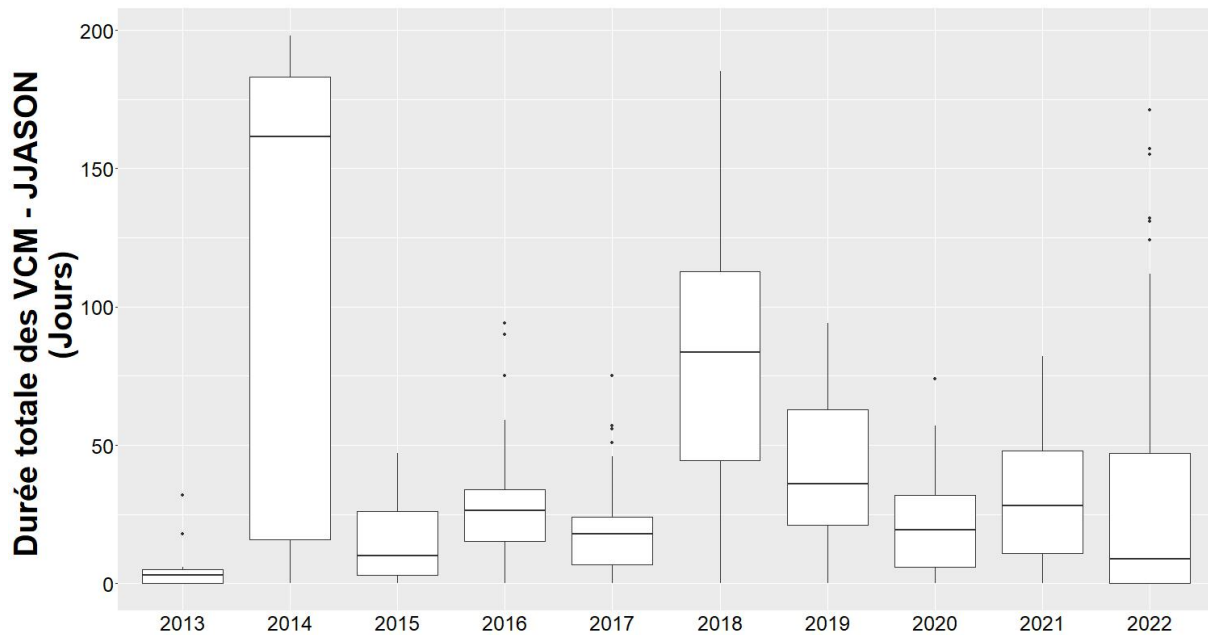


FIGURE 108 : DUREE TOTALE DES VCM DE FOND (CALOR) SUR LA PERIODE JJASON POUR LES STATIONS CALOR, PAR ANNEE

Cependant, contrairement aux graphiques basés sur la **température de surface satellite** qui montrent pour chaque année la **distribution des valeurs sur l'ensemble des localisations des stations CALOR**, celles issues du **réseau CALOR** sont **dépendantes de l'état de développement** du réseau chaque année. Ainsi, les premières années il existait encore peu de stations équipées, le temps que le réseau se développe et se généralise à toutes les stations RECOR et TEMPO. Par ailleurs, les **valeurs correspondant à l'année 2022 sont incomplètes**, car les capteurs déposés en mai / juin 2021 ne seront relevés qu'en 2024, et ceux de 2022 qu'en 2025.

IV.H.2. Nécroses des algues rouges encroûtantes

En 2023, la base de données RECOR dénombre **20 254 observations de nécroses** du coralligène, parmi lesquelles 19 936 touchent les **ARE** (la majorité étant non identifiées, avec 16 169 enregistrements ou *Mesophyllum alternans*, avec 3 592 enregistrements). Nous nous intéressons donc par la suite aux **nécroses des ARE** dans leur ensemble, exprimé en proportion des algues rouges encroûtantes observées.

La figure suivante montre le pourcentage de **nécroses** par **région** et par **année**. La tendance est à **l'augmentation exponentielle** avec le temps (t-test, p-value < 0.001 ; $R^2 = 0.46$), avec des valeurs particulièrement élevées à partir de 2020.

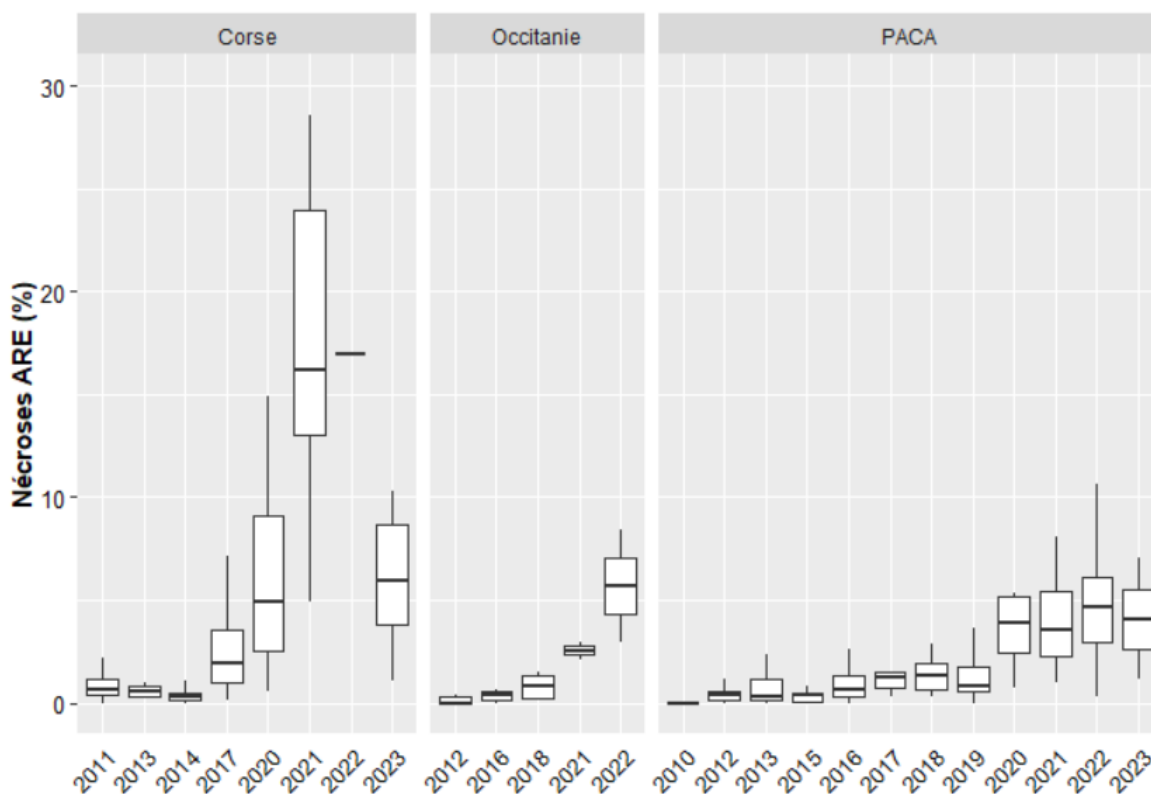


FIGURE 109 : DISTRIBUTION DES NECROSES DES ALGUES ROUGES ENCROUTANTES OBSERVEES PAR REGION ET PAR ANNEE

Ce résultat est cependant à **interpréter avec précaution**, car **l'amplitude bathymétrique des stations** change d'une région à l'autre, et toutes les stations ne sont pas échantillonnées pour chaque année pour chaque région.

Des nécroses sont **observées à toutes les profondeurs**, mais elles sont particulièrement **élevées sur les sites profonds ces dernières années (2020-2023)**. En effet, il existe une **relation positive** entre la **profondeur** et le **taux de nécrose** des ARE (t-test ; p-value < 0.001 ; $R^2 = 0.15$), voir figure suivante :

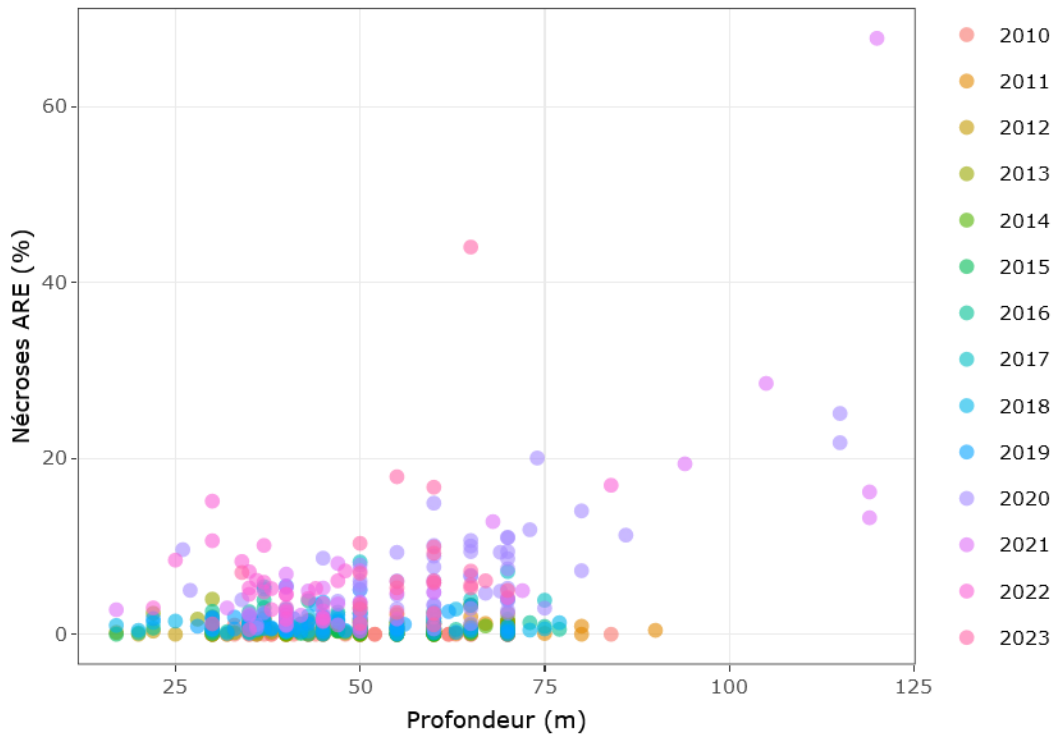


FIGURE 110 : DISTRIBUTION DES NECROSES DES ALGUES ROUGES ENCROUTANTES EN PROFONDEUR, PAR ANNEE

Pourtant, les **anomalies thermiques** et **VCM** sont **moins importantes en profondeur** d’après les résultats ci-dessus. Mais on retrouve bien une **faible relation négative significative** entre le **pourcentage de nécrose des ARE** et **l’anomalie thermique moyenne** sur la période JJASON de l’année précédant le suivi RECOR (t-test-, p-value < 0.05 ; $R^2 = 0.03$) :

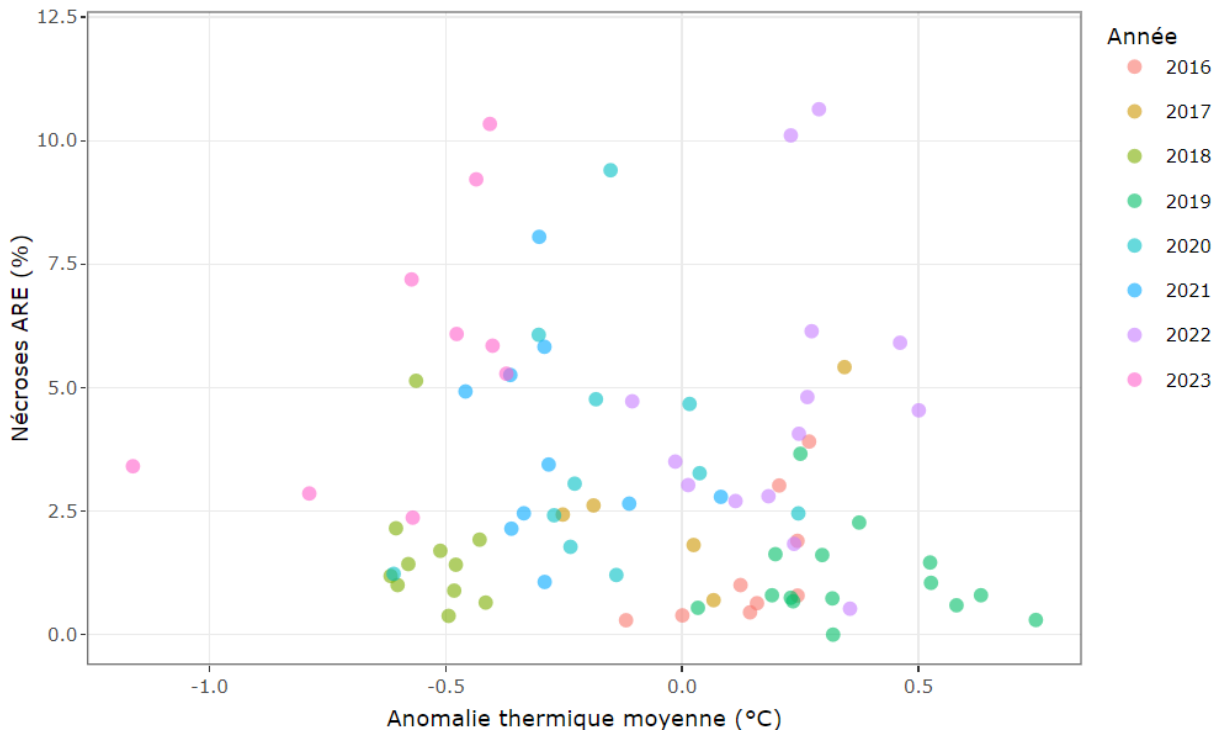


FIGURE 111 : POURCENTAGE DE NECROSES D’ALGUES ROUGES ENCROUTANTES EN FONCTION DE L’ANOMALIE THERMIQUE SUR LA PERIODE JJASON DE L’ANNEE PRECEDANT LE SUIVI RECOR

NB : ce graphique représente seulement **86 observations** de nécroses des ARE, car la représentation en fonction de l'**anomalie thermique moyenne** l'année précédant le suivi **implique d'avoir de la donnée de température sur cette période** (donc pas de points les premières années RECOR). Par ailleurs, toutes les stations suivies ne sont pas systématiquement équipées de capteurs.

Pourtant, il existe une **relation positive significative** entre le **taux de nécroses d'ARE** et l'**anomalie thermique moyenne de la température de surface** (t-test ; $p < 0.001$; $R^2 = 0.07$) :

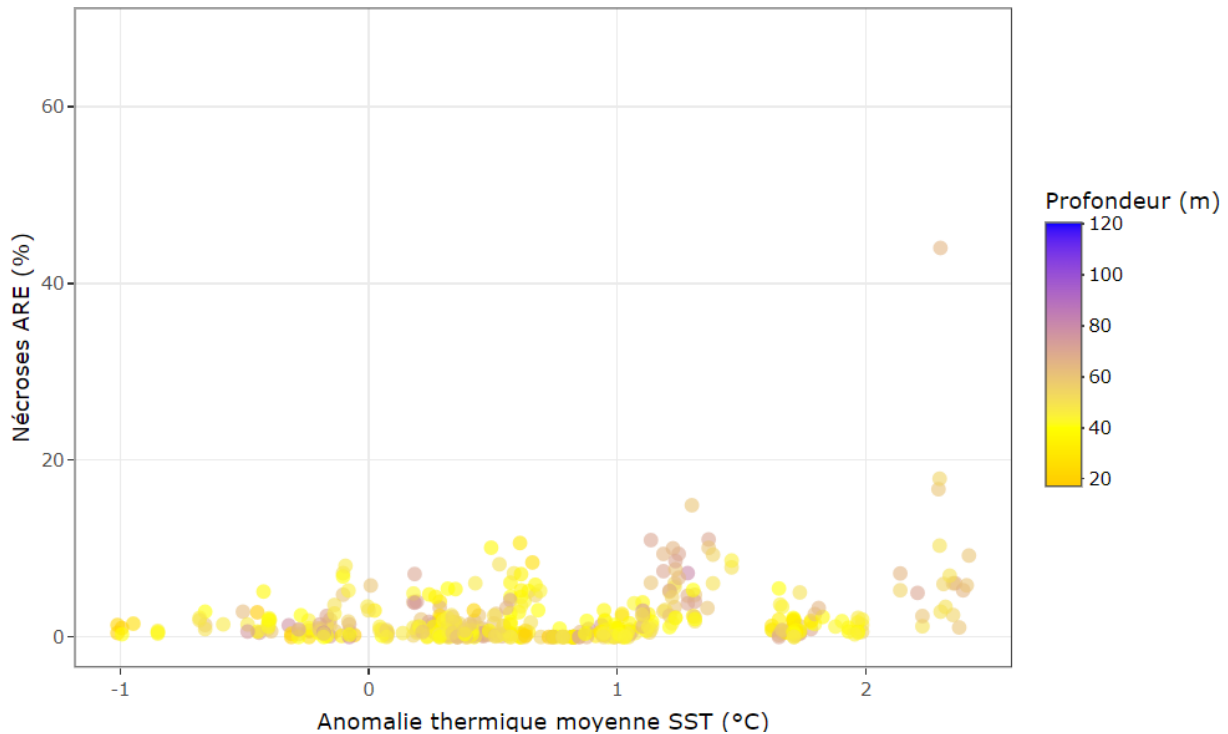


FIGURE 112 : POURCENTAGE DE NECROSES DES ALGUES ROUGES ENCROUTANTES (ARE) EN FONCTION DE L'ANOMALIE THERMIQUE MOYENNE DE SST SUR LA PERIODE JJASON DE L'ANNEE PRECEDANT LE SUIVI RECOR ET DE LA PROFONDEUR

L'interprétation des données de **nécroses des ARE** au regard des **anomalies thermiques in-situ** (capteurs CALOR) ne donne pas de relation aussi forte que celle avec les **anomalies de la température de surface**. La **difficulté à modéliser la saisonnalité** des températures de fond ainsi que le nombre de points (plus faible que pour la température de surface qui permet de couvrir tout le jeu de données RECOR) pourraient être en cause.

IV.H.3. Nécroses des gorgones

Certaines stations RECOR sont peuplées d'importantes **populations de gorgones** et font l'objet d'un suivi particulier. Un **protocole** de suivi permet de collecter des données de **dynamique de population** et de **croissance**, ainsi que le **taux de nécrose** de la population. Nous nous intéressons par la suite au **taux de nécroses des gorgones**, exprimé comme le pourcentage moyen de tissus nécrosés par colonie.

La figure suivante montre le **pourcentage de nécroses** par année (trop peu de données pour distinguer par région et par année). Il existe une **augmentation significative des nécroses de *Paramuricea clavata*** avec le temps (t-test, p-value < 0.001 ; $R^2 = 0.11$), mais cet effet est accentué par le suivi intermédiaire réalisé en octobre 2022 suite à la canicule, pour lequel nous avons observé des fortes valeurs de mortalité de gorgones. En revanche, il ne se dégage **pas de tendance d'évolution** du taux de mortalité d'*Eunicella cavolini* avec le temps (t-test, p-value > 0.05).

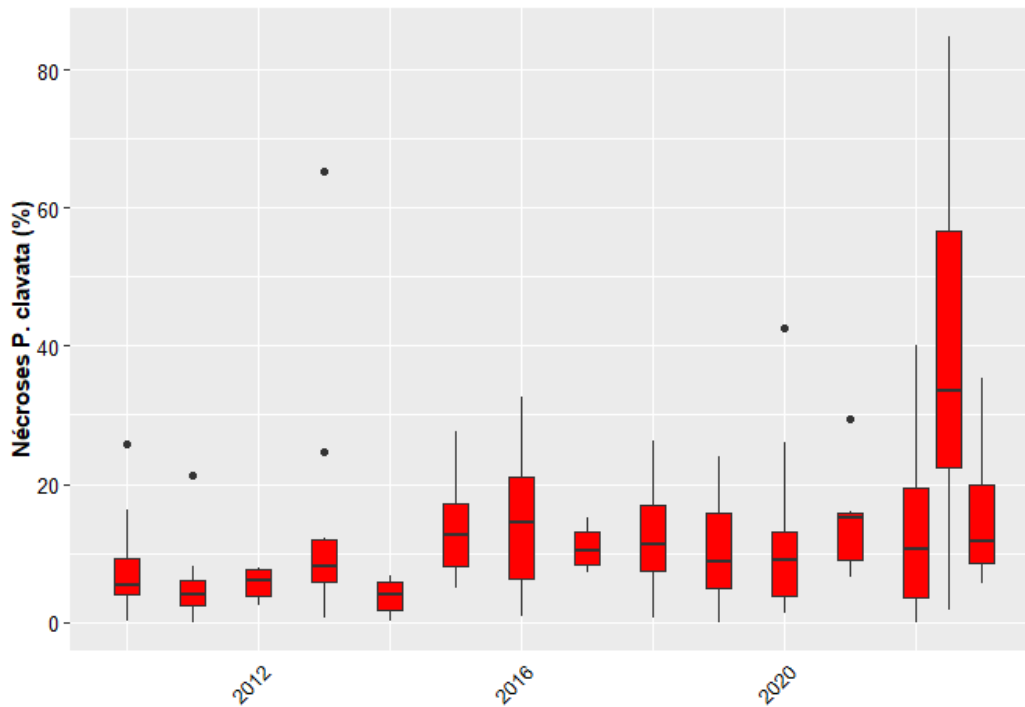


FIGURE 113 : TAUX DE NECROSE DES PARAMURICEA CLAVATA SELON L'ANNEE

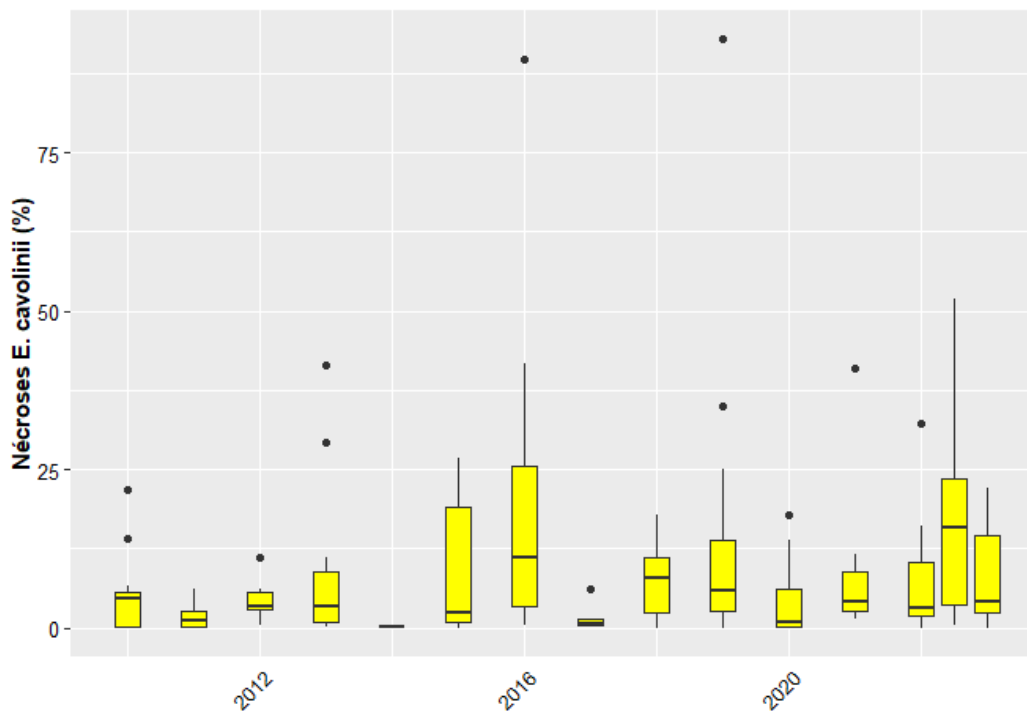


FIGURE 114 : TAUX DE NECROSE DES EUNICEALA CAVOLINI SELON L'ANNEE

Des nécroses sont observées à toutes les profondeurs, mais il existe une **relation négative** entre la **profondeur** et le **taux de nécrose** de *Paramuricea clavata* (log-transformation : t-test ; p-value < 0.001 ; $R^2 = 0.16$). **Même relation mais plus faible** pour *Eunicella cavolinii* (log-transformation : t-test ; p-value < 0.01 ; $R^2 = 0.05$).

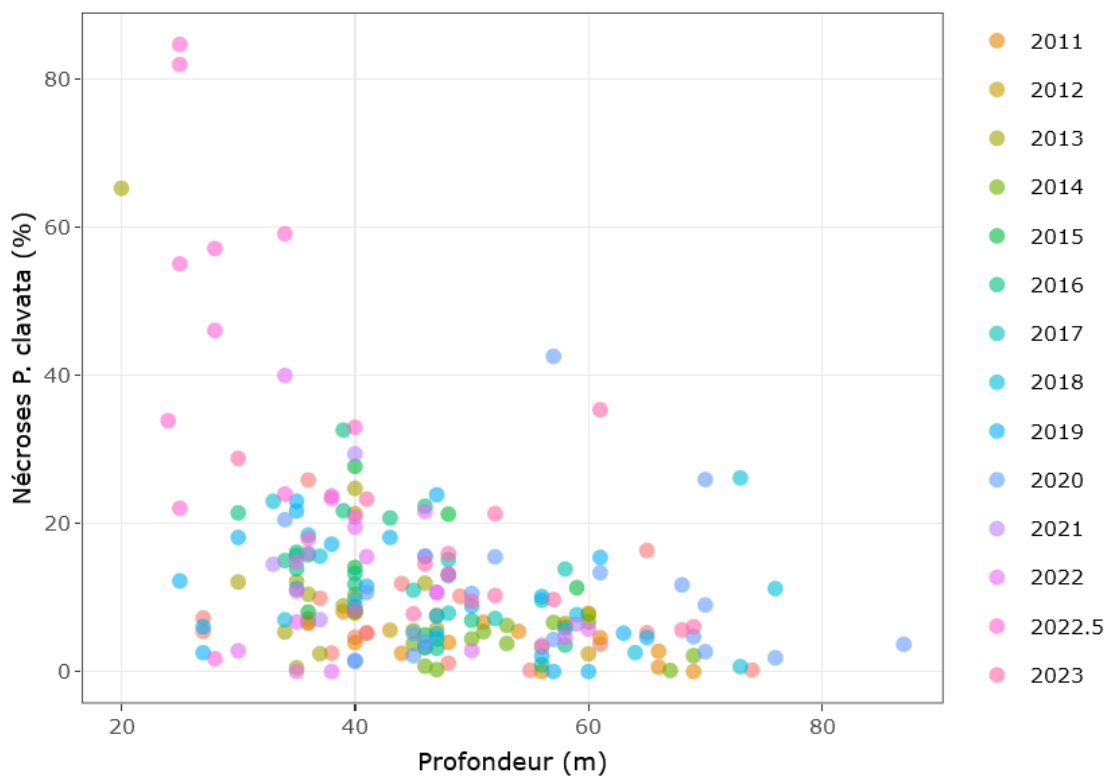


FIGURE 115 : TAUX DE NECROSE DES PARAMURICEA CLAVATA EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

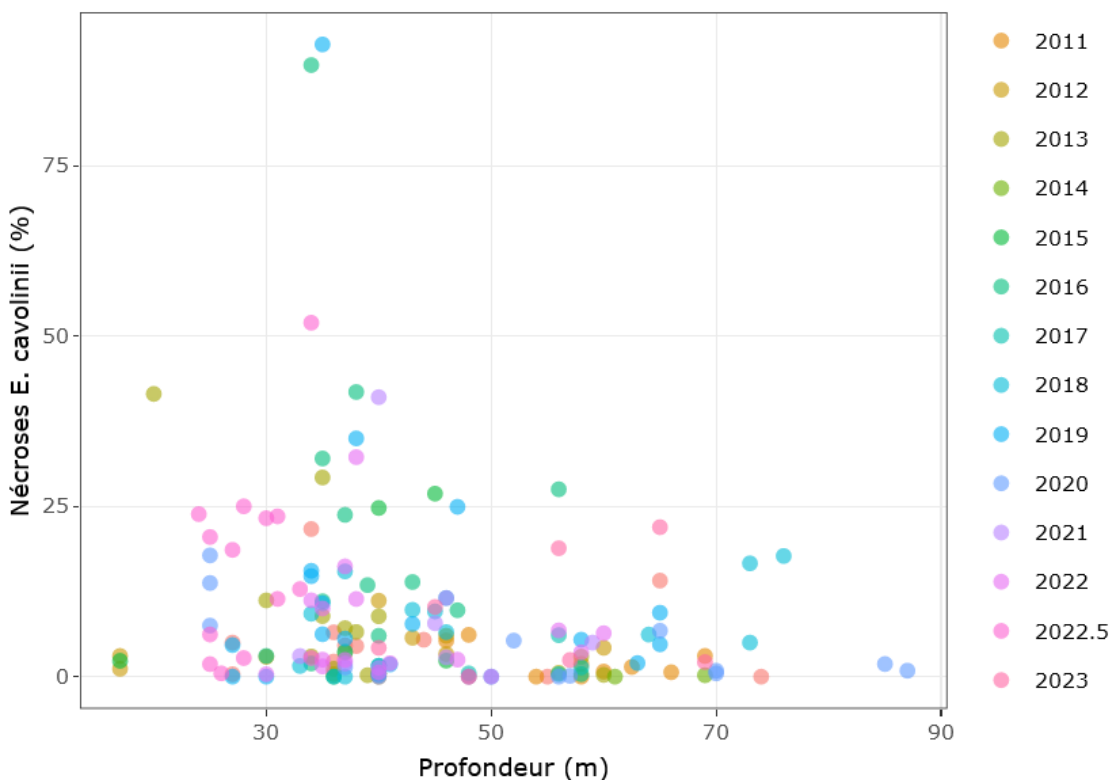


FIGURE 116 : TAUX DE NECROSE DES EUNICELLA CAVOLINI EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

Il n'existe **pas de relation significative** entre le **pourcentage de nécroses** de *Paramuricea clavata* ou *Eunicella cavolini* et **l'anomalie thermique moyenne** sur la période JJASON de l'année précédant le suivi RECOR (t-test ; p-value > 0.05).

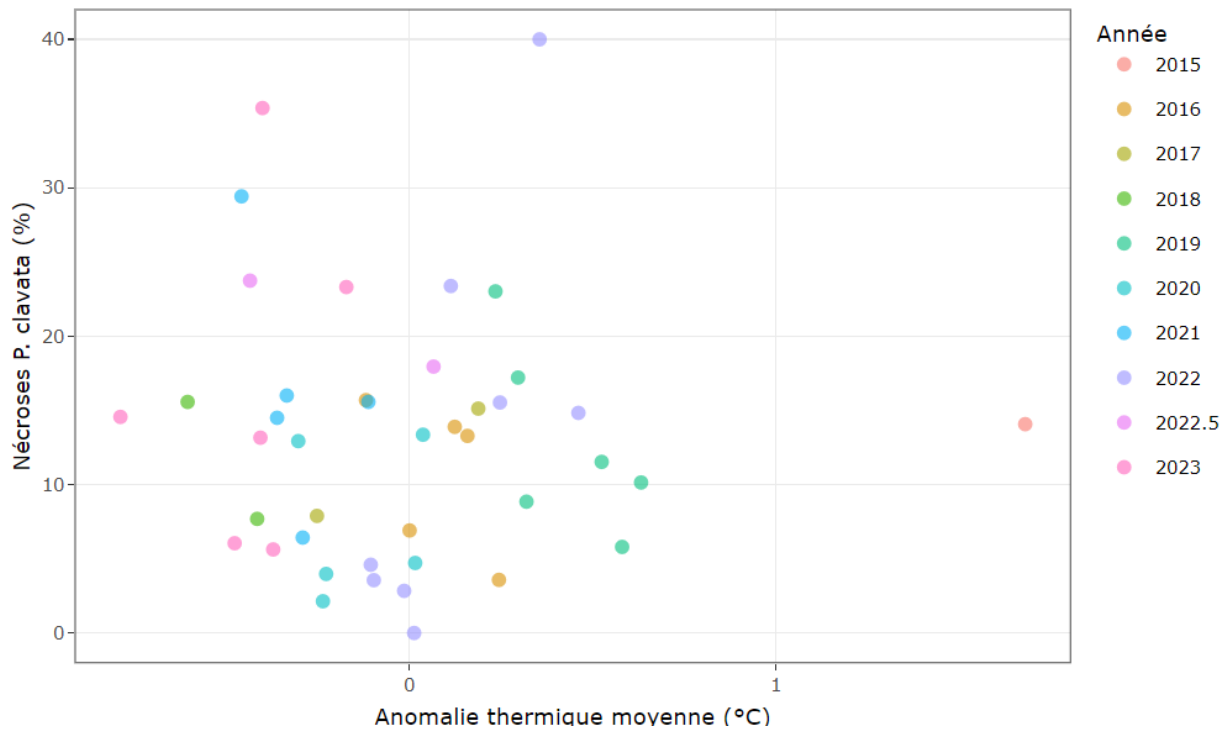


FIGURE 117 : POURCENTAGE DE NECROSES DE *PARAMURICEA CLAVATA* EN FONCTION DE L'ANOMALIE MOYENNE SUR LA PERIODE JJASON DE L'ANNEE PRECEDANT LE SUIVI RECOR

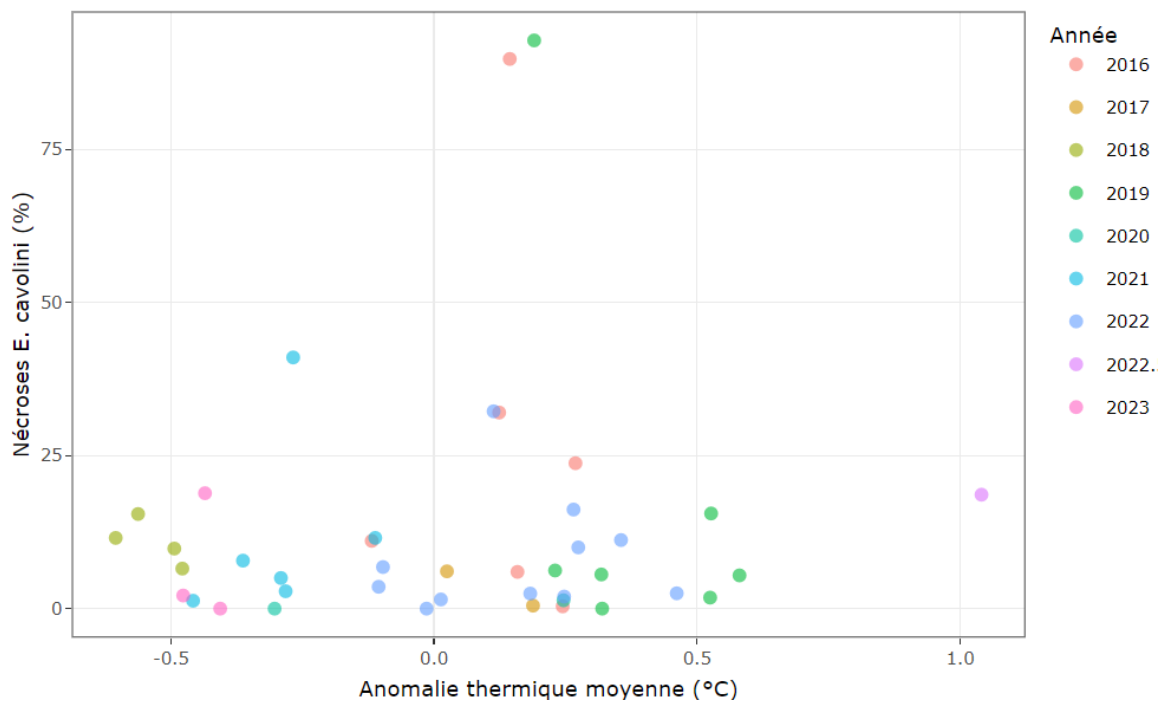


FIGURE 118 : POURCENTAGE DE NECROSES DE *EUNICELLA CAVOLINI* EN FONCTION DE L'ANOMALIE MOYENNE SUR LA PERIODE JJASON DE L'ANNEE PRECEDANT LE SUIVI RECOR

Même observation sur la relation entre **pourcentage de nécroses** des gorgones et la **durée totale des VCM** (t-test ; p-value > 0.05). Pourtant il existe bien une **relation positive significative** entre le **taux de nécroses de *Paramuricea clavata*** et les **anomalies de température de surface** (t-test ; p < 0.001 ; $R^2 = 0.09$) et **négative avec la profondeur** (t-test ; p < 0.001 ; $R^2 = 0.17$). L'ensemble des deux facteurs explique **24 % de la variance** ($R^2 = 0.24$) :

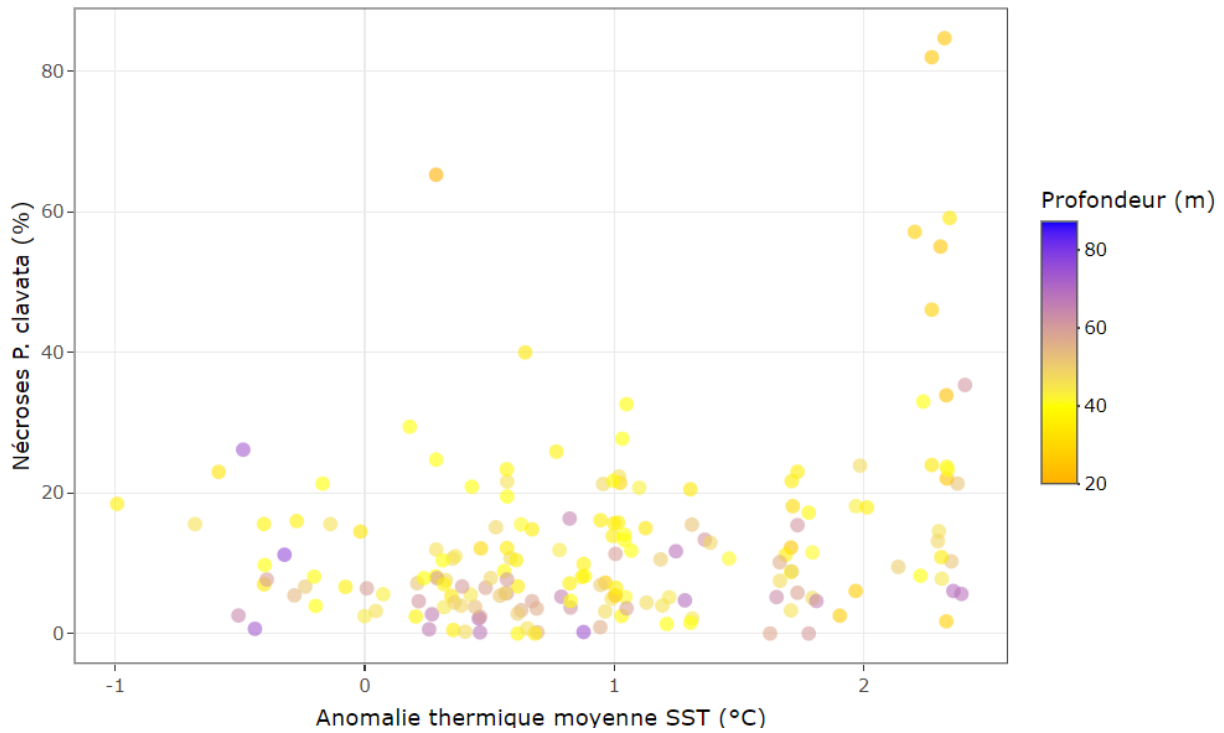


FIGURE 119 : POURCENTAGE DE NECROSES DE *PARAMURICEA CLAVATA* EN FONCTION DE L'ANOMALIE THERMIQUE MOYENNE DE SST SUR LA PERIODE JJASON DE L'ANNEE PRECEDANT LE SUIVI RECOR ET DE LA PROFONDEUR

Dans le cas de *Eunicella cavolini*, la relation est **significative mais moins forte** entre **taux de nécroses et anomalie moyenne** de température de surface (t-test ; $p < 0.05$; $R^2 = 0.03$) :

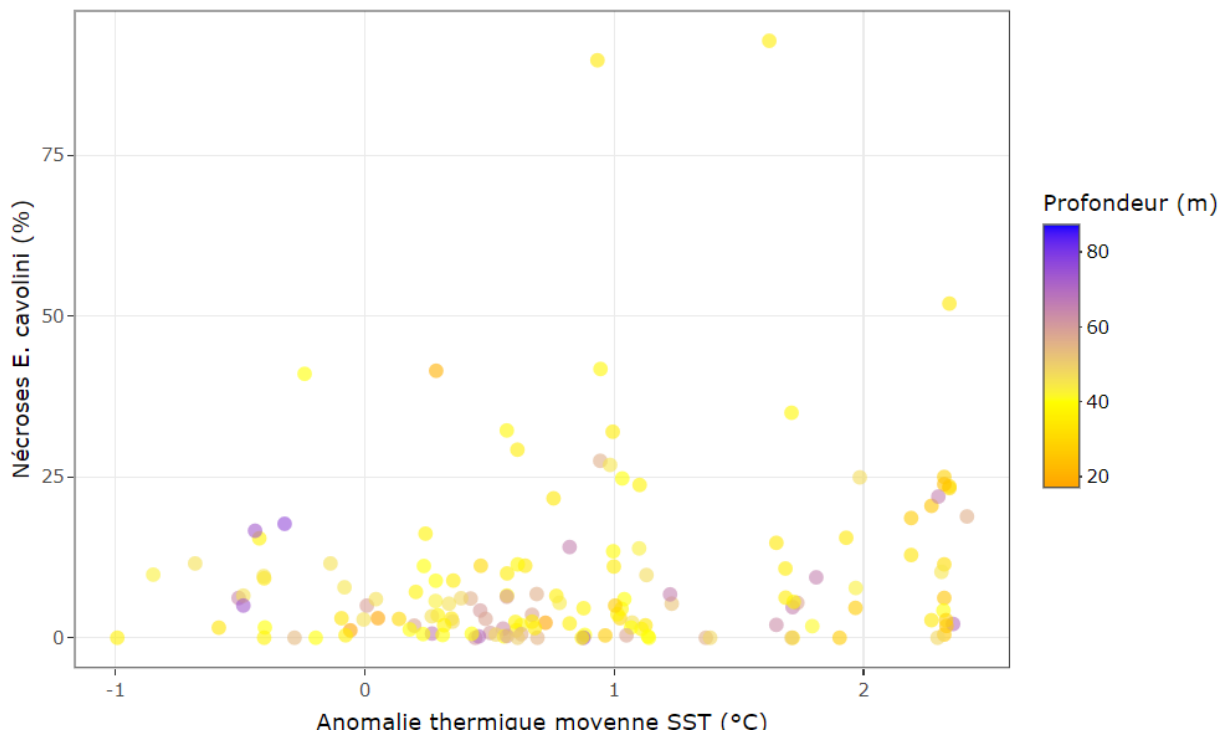


FIGURE 120 : POURCENTAGE DE NECROSES DE *EUNICELLA CAVOLINI* EN FONCTION DE L'ANOMALIE THERMIQUE MOYENNE DE SST SUR LA PERIODE JJASON DE L'ANNEE PRECEDANT LE SUIVI RECOR ET DE LA PROFONDEUR

Bien que plus marqué pour *Paramuricea clavata*, les **deux espèces de gorgones** semblent bien **protégées par la profondeur** avec des nécroses plus faibles sur les stations les plus profondes. Là encore, il n'existe **pas de lien significatif avec les anomalies thermiques in-situ**, alors qu'il existe un **lien très significatif avec les anomalies de température de surface**. La **difficulté à modéliser la saisonnalité** des températures de fond ainsi que le nombre de points (plus faible que pour la température de surface qui permet de couvrir tout le jeu de données RECOR) pourraient être en cause.

IV.H.4. Apparition d'algues filamenteuses

Les **algues filamenteuses** correspondent à un vaste **ensemble d'espèces autotrophes** (qui synthétisent leur propre matière organique grâce à la photosynthèse) classés dans **plusieurs embranchements** (algues, bactéries...) et forment des filaments, généralement en surface ou sur le fond en saison **chaude** et par **forte luminosité**. Comme il est impossible de décrire visuellement l'ensemble des espèces qui composent ces assemblages complexes, les observations RECOR se distinguent en trois catégories : algues filamenteuses vertes, brunes et rouges. Pour la suite des analyses, nous définissons **l'abondance relative d'algues filamenteuses** comme la proportion de ces trois catégories parmi le vivant (en excluant les observations de substrat ou de macrodéchets).

La figure suivante montre **l'abondance relative d'algues filamenteuses** en fonction de la **région** et de **l'année**. Le phénomène ne semble pas toucher les stations localisées en Occitanie, mais concerner plutôt les régions PACA et Corse, avec une période semble-t-il plus importante entre 2013 et 2015 pour les deux régions, et des valeurs particulièrement fortes en PACA depuis 2020.

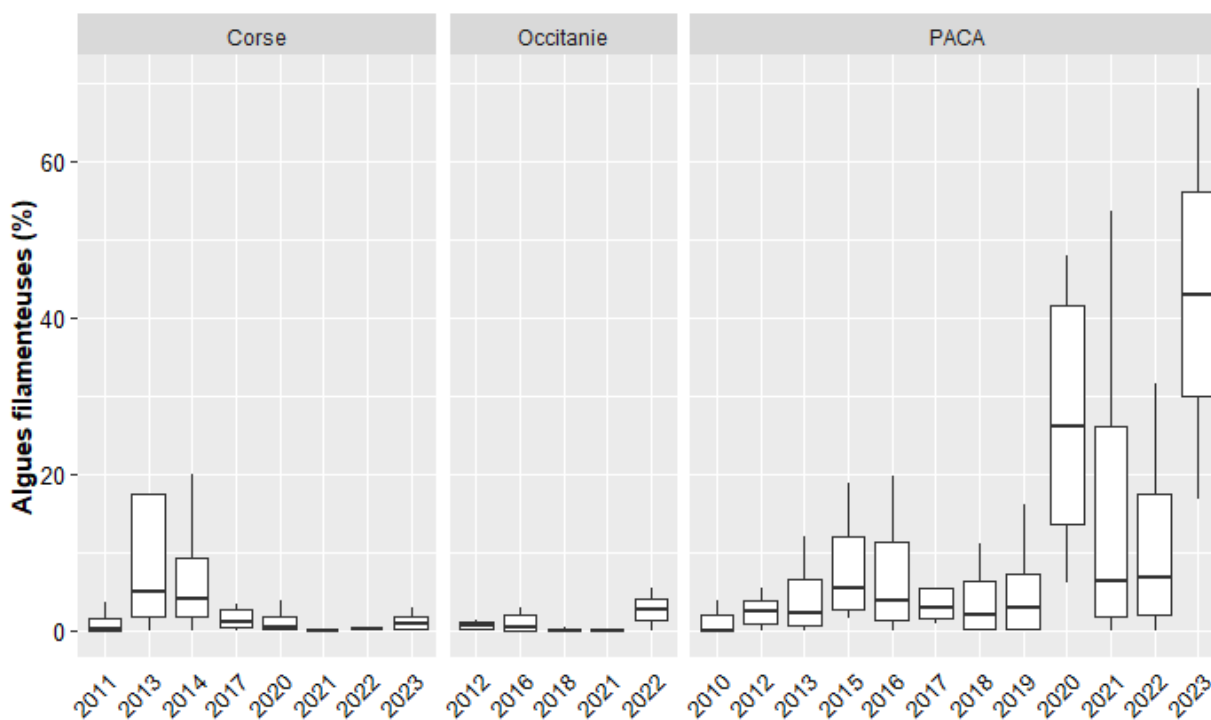


FIGURE 121 : ABONDANCES RELATIVES D'ALGUES FILAMENTEUSES OBSERVEES PAR REGION ET PAR ANNEE

Les algues filamenteuses semblent toucher particulièrement la **zone des 30 – 50m** (voir figure suivante), ce qui est cohérent avec les besoins en **lumière** et **chaleur** pour leur prolifération.

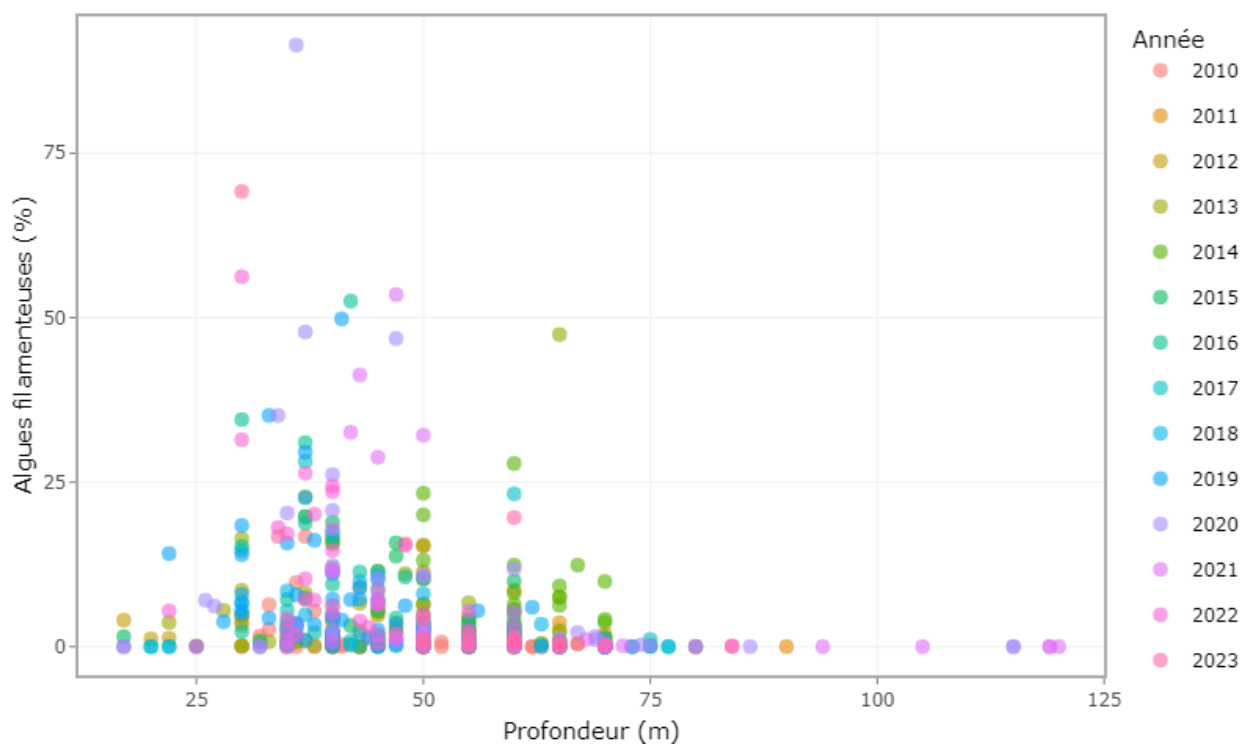


FIGURE 122 : ABONDANCE RELATIVE D'ALGUES FILAMENTEUSES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR, PAR ANNEE.

Les **algues filamenteuses** étant plus vraisemblablement influencées par la **température récente** avant l'observation, nous avons cherché à corréler leur abondance avec la température moyenne l'automne, l'hiver et le printemps précédant le suivi RECOR. Il existe une **relation positive faible mais significative** entre la **température moyenne au printemps** et le **pourcentage d'algues filamenteuses** (t-test ; p-value < 0.05 ; $R^2 = 0.04$) :

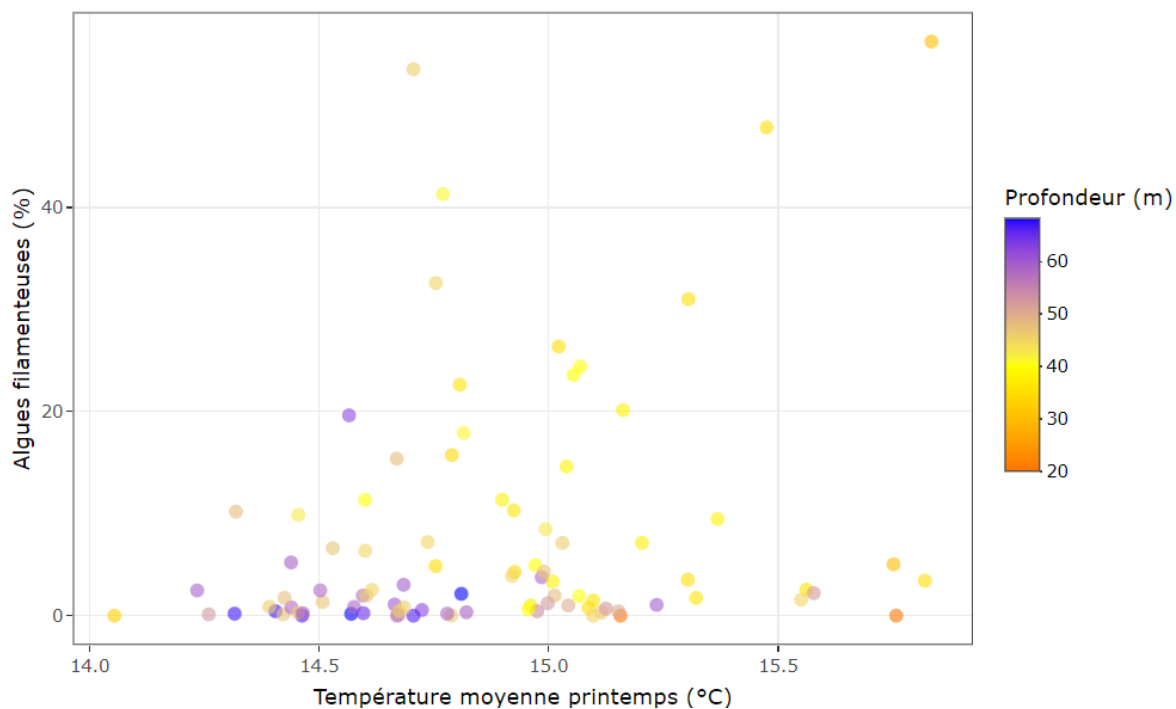


FIGURE 123 : POURCENTAGE D'ALGUES FILAMENTEUSES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE MOYENNE AU PRINTEMPS PRECEDANT LE SUIVI RECOR ET DE LA PROFONDEUR

IV.I. Conclusions et perspectives

Les analyses réalisées dans le cadre de cette étude semblent indiquer que les **anomalies thermiques et VCM** sont **amoindries par la profondeur**, avec des sites **peu profonds plus exposés** et des **sites profonds plus protégés**. Cependant, les années caniculaires (notamment 2022) ne ressortent pas aussi clairement avec les données du réseau CALOR qu'avec les données de température de surface satellite. Est-ce dû à **l'effet refuge lié à la profondeur** ou bien une **mauvaise détection des anomalies thermiques in-situ** liée au manque de données ? En effet, la **climatologie** est une science complexe basée sur **l'analyse statistique d'importants volumes de données**. Le calcul des **anomalies** et des **VCM** nécessite théoriquement une longue **période de référence** (idéalement > 30 ans) afin de calibrer correctement la **saisonnalité d'une station**. Dans le cas du réseau CALOR, nous disposons au **maximum de 9 ans** de données, dont majoritairement des années « anormales » si l'on se base sur l'analyse de **longues séries de données de température de surface** par satellite. La normale saisonnière s'en retrouve faussée, ainsi que le calcul de l'anomalie thermique et la détection des vagues de chaleur marine. Il est probable que nous **sous-estimons les anomalies** et **l'intensité des VCM** pour les stations CALOR du fait des **températures globalement anormales** sur une partie non négligeable du jeu de données qui sert de calibration de la saisonnalité.

Le **taux de nécroses** des **gorgones** (*Paramuricea clavata* comme *Eunicella cavolini*) est **inversement lié à la profondeur**, indiquant un **effet refuge de la profondeur**. Par ailleurs, **l'anomalie thermique in-situ** elle aussi **inversement liée à la profondeur** ne permet **pas d'expliquer le taux de nécrose** de manière significative. Pourtant, le lien entre **taux de nécroses** et anomalies de **température de surface** est significatif. Le calcul des anomalies in-situ, basé sur des **séries temporelles CALOR courtes** et incluant **plusieurs années très anormales** serait probablement la cause principale de cette incapacité à expliquer les nécroses par la température. Un certain **nombre de stations de gorgones n'étant pas équipées de capteur** (à moins de 3 m de différence de profondeur), la **puissance statistique se retrouve amoindrie** pour l'analyse (contrairement aux liens avec la SST qui permet de prendre en compte l'intégralité des données RECOR depuis 2010).

Par ailleurs les **observations de nécroses de gorgones et d'ARE** sont réalisées dans le cadre du réseau de surveillance RECOR tous les ans **fin mai début juin**. Ces observations ont donc lieu **au début de la période JJASON** qui est la plus sensible concernant les VCM, et ne permettent **pas d'observer l'effet « immédiat »** des éventuelles VCM « estivales » sur les nécroses de gorgones et d'ARE. Nous avons associé chaque observation aux anomalies calculées sur la saison JJASON précédente, mais il serait clairement **préférable** d'avoir les observations **immédiates après la saison JJASON**.

Avec **davantage de données CALOR** à l'avenir, et en utilisant les données de température de surface satellite afin de déterminer les années et mois « normaux », nous chercherons à **mieux calibrer la température saisonnière** pour chaque station de suivi et **améliorer notre capacité à interpréter** les données RECOR au regard de la température de fond.

V. Mise à jour de l'atlas cartographique

Cette partie fait l'objet d'un **rapport spécifique** intitulé :

« Atlas de synthèse – Année 2024. Surveillance biologique et qualité des eaux de Méditerranée. Edition Andromède Océanologie & Agence de l'eau RMC. 159 p. »

Bibliographie

- Andromède Océanologie (2020). Atlas de synthèse – Année 2020. Surveillance biologique et qualité des eaux de Méditerranée. Edition Andromède Océanologie & Agence de l'eau RMC.
- Andromède Océanologie (2021). Surveillance biologique 2020 : Acquisitions photogrammétriques sur les sites TEMPO et RECOR, suivi des opulations de poissons, modélisation des données de température. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau.
- Andromède Océanologie (2023a). Développement de la surveillance biologique en Méditerranée française - Année 2021 : Application de la photogrammétrie à la surveillance et compléments à la surveillance biologique.
- Andromède Océanologie (2023b). Suivi des pressions anthropiques en Méditerranée française – Réseau IMPACT 2021. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau.
- Andromède Océanologie (2023c). Surveillance biologique dans la région Corse – Analyse des données 2023 – Réseau RECOR de suivi des récifs coralligènes. Available at: https://medtrix.fr/wp-content/uploads/2023/12/LOT2_Surveillance-biologique-Corse-2023_07122023.pdf
- Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., García, M., Mangialajo, L., and de Torres, M. (2007). A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55, 172–180. doi: 10.1016/j.marpolbul.2006.08.038
- Cánovas-Molina, A., Montefalcone, M., Bavestrello, G., Cau, A., Bianchi, C. N., Morri, C., et al. (2016). A new ecological index for the status of mesophotic megabenthic assemblages in the mediterranean based on ROV photography and video footage. *Continental Shelf Research* 121, 13–20. doi: 10.1016/j.csr.2016.01.008
- Cecchi, E., Gennaro, P., Piazzì, L., Ricevuto, E., and Serena, F. (2014). Development of a new biotic index for ecological status assessment of Italian coastal waters based on coralligenous macroalgal assemblages. *European Journal of Phycology* 49, 298–312. doi: 10.1080/09670262.2014.918657
- Clarke, A. (2006). Temperature and the metabolic theory of ecology. *Funct Ecology* 20, 405–412. doi: 10.1111/j.1365-2435.2006.01109.x
- Deter, J., Descamp, P., Ballesta, L., Boissery, P., and Holon, F. (2012). 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. doi: 10.1016/j.ecolind.2012.03.001
- Di Camillo, C. G., Ponti, M., Storari, A., Scarpa, C., Roveta, C., Pulido Mantas, T., et al. (2023). Review of the indexes to assess the ecological quality of coralligenous reefs: towards a unified approach. *Front. Mar. Sci.* 10, 1252969. doi: 10.3389/fmars.2023.1252969
- Di Franco, A., Milazzo, M., Baiata, P., Tomasello, A., and Chemello, R. (2009). Scuba diver behaviour and its effects on the biota of a Mediterranean marine protected area. *Envir. Conserv.* 36, 32. doi: 10.1017/S0376892909005426
- Enrichetti, F. (2019). Assessing the environmental status of temperate mesophotic reefs_ A new, integrated methodological approach. *Ecological Indicators*.
- Ferrigno, F., Russo, G. F., and Sandulli, R. (2017). Coralligenous Bioconstructions Quality Index (CBQI): a synthetic indicator to assess the status of different types of coralligenous habitats. *Ecological Indicators* 82, 271–279. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.07.020

- Garrabou, J., Gómez-Gras, D., Medrano, A., Cerrano, C., Ponti, M., Schlegel, R., et al. (2022). Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. *Global Change Biology* 28, 5708–5725. doi: 10.1111/gcb.16301
- Gatti, G., Bianchi, C. N., Morri, C., Montefalcone, M., and Sartoretto, S. (2015). Coralligenous reefs state along anthropized coasts: Application and validation of the COARSE index, based on a rapid visual assessment (RVA) approach. *Ecological Indicators* 52, 567–576. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.12.026
- Hobday, A. J., Alexander, L. V., Perkins, S. E., Smale, D. A., Straub, S. C., Oliver, E. C. J., et al. (2016). A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography* 141, 227–238. doi: 10.1016/j.pocean.2015.12.014
- Marre, G., De Almeida Braga, C., Ienco, D., Luque, S., Holon, F., and Deter, J. (2020). Deep convolutional neural networks to monitor coralligenous reefs: Operationalizing biodiversity and ecological assessment. *Ecological Informatics* 59, 101110. doi: 10.1016/j.ecoinf.2020.101110
- Montefalcone, M., Morri, C., Bianchi, C. N., Bavestrello, G., and Piazzzi, L. (2017). The two facets of species sensitivity: Stress and disturbance on coralligenous assemblages in space and time. *Marine Pollution Bulletin* 117, 229–238. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.072
- Paoli, C., Morten, A., Bianchi, C. N., Morri, C., Fabiano, M., and Vassallo, P. (2016). Capturing ecological complexity: OCI, a novel combination of ecological indices as applied to benthic marine habitats. *Ecological Indicators* 66, 86–102. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.01.029
- Piazzzi, L., Gennaro, P., Montefalcone, M., Bianchi, C. N., Cecchi, E., Morri, C., et al. (2018). STAR: An integrated and standardized procedure to evaluate the ecological status of coralligenous reefs. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.*, 1–13. doi: <https://doi.org/10.1002/aqc.2983>
- Piazzzi, L., Turicchia, E., Rindi, F., Falace, A., Gennaro, P., Abbiati, M., et al. (2023). NUMBER : A biotic index for assessing the ecological quality of mesophotic biogenic reefs in the northern Adriatic Sea. *Aquatic Conservation* 33, 298–311. doi: 10.1002/aqc.3922
- R Core Team (2020). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Available at: <http://www.R-project.org/>
- Rastorgueff, P.-A., Bellan-Santini, D., Bianchi, C. N., Bussotti, S., Chevaldonné, P., Guidetti, P., et al. (2015). An ecosystem-based approach to evaluate the ecological quality of Mediterranean undersea caves. *Ecological Indicators* 54, 137–152. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.02.014
- Sartoretto, S., Schohn, T., Bianchi, C. N., Morri, C., Garrabou, J., Ballesteros, E., et al. (2017). An integrated method to evaluate and monitor the conservation state of coralligenous habitats: The INDEX-COR approach. *Marine Pollution Bulletin* 120, 222–231. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.05.020
- Turicchia, E., Cerrano, C., Ghetta, M., Abbiati, M., and Ponti, M. (2021). MedSens index: The bridge between marine citizen science and coastal management. *Ecological Indicators* 122, 107296. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.107296
- Valisano, L., Palma, M., Pantaleo, U., Calcinaï, B., and Cerrano, C. (2019). Characterization of North–Western Mediterranean coralligenous assemblages by video surveys and evaluation of their structural complexity. *Marine Pollution Bulletin* 148, 134–148. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.012>
- van Rossum, G. (2023). The Python Library Reference.