

Caractérisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* dans le cadre du suivi du milieu récepteur

Station d'épuration intercommunale de Pardigon
Communes de Cavalaire-sur-Mer et La Croix Valmer

Campagne 2023



Rapport d'étude – Service Espaces maritimes – Juin 2023

SOMMAIRE

1. Participants à la mission de terrain	1
2. Mission	1
3. Sites de suivi	1
4. Méthode	3
4.1. Mesure de la densité	3
4.2. Pourcentage de rhizomes plagiotropes	6
4.3. Mesure du déchaussement	6
4.4. Mesure du taux de recouvrement	7
5. Résultats	8
5.1. Synthèse des données	8
5.2. Evolution de la Zone A	8
5.2.1. Densité	
5.2.2. Recouvrement	
5.2.3. Déchaussement	
5.2.4. Pourcentage de rhizomes plagiotropes	
5.2.5. Synthèse	
5.3. Evolution de la Zone B	10
5.3.1. Densité	
5.3.2. Recouvrement	
5.3.3. Déchaussement	
5.3.4. Pourcentage de rhizomes plagiotropes	
5.3.5. Synthèse	
5.4. Evolution de la Zone D	12
5.4.1. Densité	
5.4.2. Recouvrement	
5.4.3. Déchaussement	
5.4.4. Pourcentage de rhizomes plagiotropes	
5.4.5. Synthèse	
Annexes	16

1. Participants à la mission de terrain

Service Espaces maritimes de la communauté de communes du golfe de Saint-Tropez :

Bérangère CASALTA – Chargée de mission coordinateur et plongeur professionnel Cl. II B

Frédéric THIEBAUT – Chargé de mission et plongeur professionnel Cl. II B

Marion THOMASSIN – Chargée de mission et plongeur professionnel Cl. II B

2. Mission

Cette mission s'inscrit dans le cadre du suivi du milieu récepteur dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent de la station d'épuration de Pardigon et fait l'objet d'une convention de mutualisation relative au suivi de l'herbier de posidonie de trois zones.

La mission s'est déroulée en juin 2023 sur les zones A, B et D, dont le balisage et le suivi initial ont été réalisés en 2019 par Creoccean. Deux suivis ont été réalisés depuis : un en 2021 par le services Espaces maritimes, un en 2022 par Creoccean.

Ce suivi, qui correspond à la Tâche 9 du guide méthodologique « Surveillance des rejets urbains et des systèmes d'assainissement en Méditerranée – 2^{nde} édition 2011 » (Andral *et al.*, 2011 – Guide) édité en 2011 par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, a pour objectif d'évaluer l'état de santé de l'herbier sous l'influence du rejet.

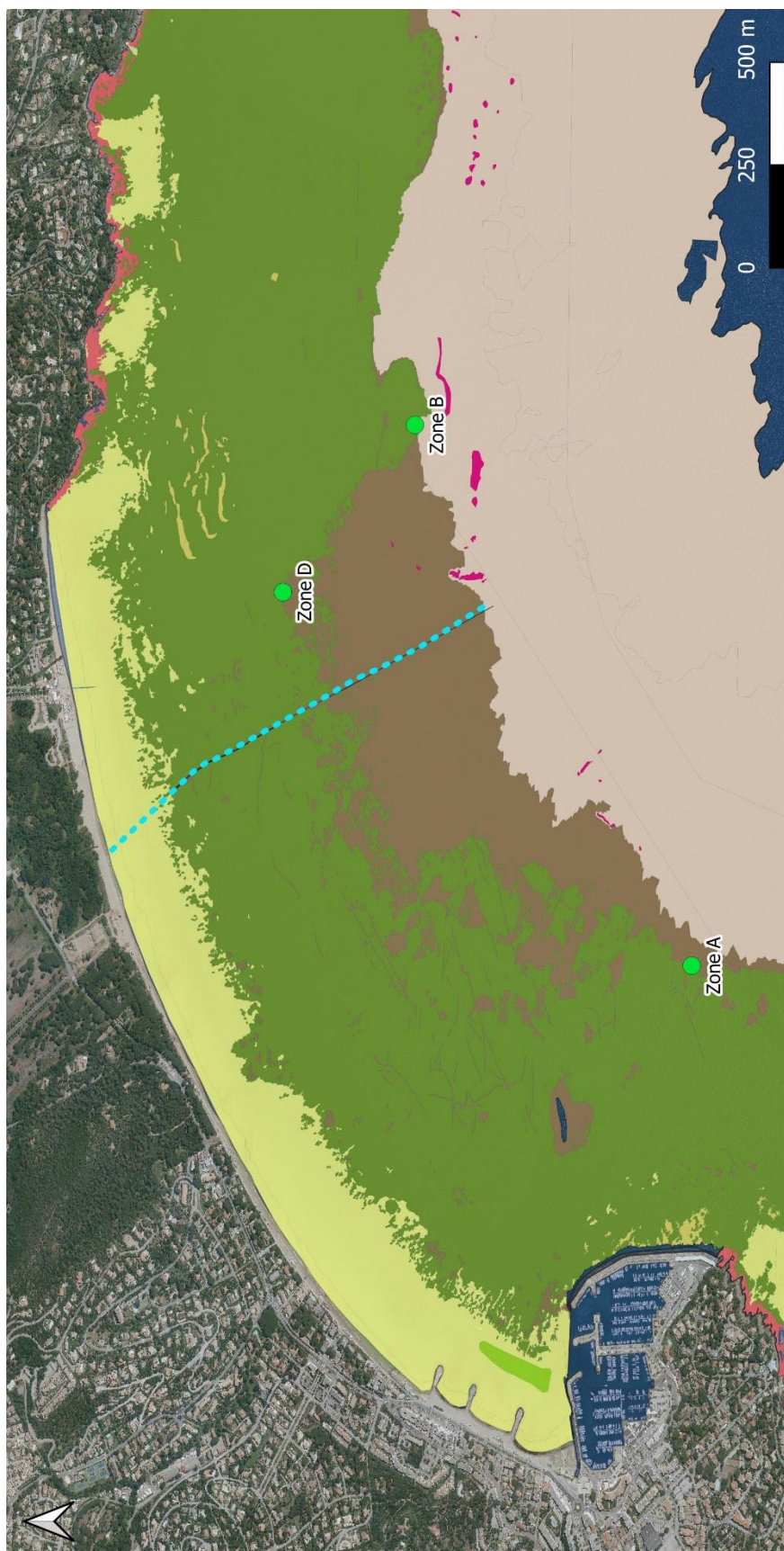
Quatre paramètres sont mesurés en plongée sous-marine sur les 3 zones afin d'évaluer l'état de santé de l'herbier de posidonie :

- Densité de faisceaux,
- Recouvrement,
- Déchaussement,
- Ratio rhizomes orthotropes/plagiotropes.

3. Sites de suivi

2021	Coordonnées géographiques (WGS84)	Profondeur (m)
Zone A	43° 10' 11.30'' N / 6° 32' 55.30'' E	31,6
Zone B	43° 10' 41.10'' N / 6° 33' 53.49'' E	31,0
Zone D	43° 10' 55.30'' N / 6° 33' 35.50'' E	20,0

La zone C n'a pas été suivie conformément aux préconisations du suivi initial.



Localisation des stations de suivi de l'herbier à *Posidonia oceanica*

Biocénoses	Matte morte de <i>Posidonia oceanica</i>	Fonds meubles infralittoraux
■ Herbier à <i>Posidonia oceanica</i>	■ Roche infralittorale à algues photophiles	● Station de suivi Herbier de posidonie
■ Herbier à <i>Cymodocea nodosa</i>	■ Coralligène	- - Emissaires
	■ Fonds meubles circalittoraux	

Source : BD ORTHO © IGN, 2020; Biocénoses © Cartham, 2012; Emissaires te suivis © CCGST, 2023
Conception : B.Casalta - Service Espaces maritimes - CCGST 2023

4. Méthode

Afin d'évaluer la vitalité de l'herbier, 4 paramètres sont relevés :

- La densité des faisceaux,
- Le taux de recouvrement,
- La proportion de rhizomes plagiotropes,
- Le déchaussement.

Les limites d'herbier de chaque zone ont été bornées à l'aide de bornes de géomètres numérotées de 1 à 10 sur un linéaire de 50 mètres.

Pour chacune des 11 bornes de chaque station, 3 quadrats de 20x20 cm sont utilisés pour mesurer la densité, le déchaussement et le pourcentage de rhizomes plagiotropes, ce qui représente 33 quadrats par zone. Pour l'évaluation du recouvrement, un quadrat de 1x1 m est utilisé 3 fois par balise, ce qui représente 33 quadrats par zone.

4.1. Mesure de la densité

La densité correspond au nombre de faisceaux de posidonie par unité de surface. Le faisceau est défini comme un ensemble de feuilles de posidonie regroupées autour d'un même centre de croissance.

Les faisceaux sont dénombrés à l'intérieur de quadrats de 0,2 x 0,2 m (0,04 m²). Un quadrat est placé derrière la balise, à son contact, les autres sont placés de part et d'autre de la balise dans une bande d'un mètre.

Une classification intégrant la profondeur a été proposée par Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.* (1995), et remise à jour en 2010 (PNUE and CAR/ASP - Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées, 2011). La variabilité du facteur densité est expliquée à 54% par la profondeur, ce qui intègre également la pénétration de la lumière.

La grille de lecture simplifiée ainsi proposée classe l'herbier en quatre catégories : densité anormale, sub-normale inférieure, normale et sub-normale supérieure (tableaux 1 et 2).

Tableau 1 : Classification de l'herbier en fonction de la densité (/m²) et de la profondeur (m). DA = densité anormale, DSI = densité sub-normale inférieure, DN = densité normale, DSS = densité sub-normale supérieure (Pergent-Martini, 1994; Pergent *et al.*, 1995).

Prof.	DA	DSI	DN	DSS
1	← 822	↔	934↔1158	→
2	← 646	↔	758↔982	→
3	← 543	↔	655↔879	→
4	← 470	↔	582↔806	→
5	← 413	↔	525↔749	→
6	← 367	↔	479↔703	→
7	← 327	↔	439↔663	→
8	← 294	↔	406↔630	→
9	← 264	↔	376↔600	→
10	← 237	↔	349↔573	→
11	← 213	↔	325↔549	→
12	← 191	↔	303↔527	→
13	← 170	↔	282↔506	→
14	← 151	↔	263↔487	→
15	← 134	↔	246↔470	→
16	← 117	↔	229↔453	→
17	← 102	↔	214↔438	→
18	← 88	↔	200↔424	→
19	← 74	↔	186↔410	→
20	← 61	↔	173↔397	→

Prof.	DA	DSI	DN	DSS
21	← 48	↔	160↔384	→
22	← 37	↔	149↔373	→
23	← 25	↔	137↔361	→
24	← 14	↔	126↔350	→
25	← 4	↔	116↔340	→
26		↔	106↔330	→
27		↔	96↔320	→
28		↔	87↔311	→
29		↔	78↔302	→
30		↔	70↔294	→
31		↔	61↔285	→
32		↔	53↔277	→
33		↔	46↔270	→
34		↔	38↔262	→
35		↔	31↔255	→
36		↔	23↔247	→
37		↔	16↔240	→
38		↔	10↔234	→
39		↔	3↔227	→
40		↔	↔221	→

Tableau 2 : Propositions de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des magnoliophytes marines en Méditerranée (Pergent-Martini C. et Pergent G., 2010. PNUE and CAR-ASP / Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées, 2011).

Profondeur (en m)	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
1	> 1133	1133 à 930	930 à 727	727 à 524	< 524
2	> 1067	1067 à 863	863 à 659	659 à 456	< 456
3	> 1005	1005 à 808	808 à 612	612 à 415	< 415
4	> 947	947 à 757	757 à 567	567 à 377	< 377
5	> 892	892 à 709	709 à 526	526 à 343	< 343
6	> 841	841 à 665	665 à 489	489 à 312	< 312
7	> 792	792 à 623	623 à 454	454 à 284	< 284
8	> 746	746 à 584	584 à 421	421 à 259	< 259
9	> 703	703 à 547	547 à 391	391 à 235	< 235
10	> 662	662 à 513	513 à 364	364 à 214	< 214
11	> 624	624 à 481	481 à 338	338 à 195	< 195
12	> 588	588 à 451	451 à 314	314 à 177	< 177
13	> 554	554 à 423	423 à 292	292 à 161	< 161
14	> 522	522 à 397	397 à 272	272 à 147	< 147
15	> 492	492 à 372	372 à 253	253 à 134	< 134
16	> 463	463 à 349	349 à 236	236 à 122	< 122
17	> 436	436 à 328	328 à 219	219 à 111	< 111
18	> 411	411 à 308	308 à 204	204 à 101	< 101
19	> 387	387 à 289	289 à 190	190 à 92	< 92
20	> 365	365 à 271	271 à 177	177 à 83	< 83
21	> 344	344 à 255	255 à 165	165 à 76	< 76
22	> 324	324 à 239	239 à 154	154 à 69	< 69
23	> 305	305 à 224	224 à 144	144 à 63	< 63
24	> 288	288 à 211	211 à 134	134 à 57	< 57
25	> 271	271 à 198	198 à 125	125 à 52	< 52
26	> 255	255 à 186	186 à 117	117 à 47	< 47
27	> 240	240 à 175	175 à 109	109 à 43	< 43
28	> 227	227 à 164	164 à 102	102 à 39	< 39
29	> 213	213 à 154	154 à 95	95 à 36	< 36
30	> 201	201 à 145	145 à 89	89 à 32	< 32
31	> 189	189 à 136	136 à 83	83 à 30	< 30
32	> 179	179 à 128	128 à 77	77 à 27	< 27
33	> 168	168 à 120	120 à 72	72 à 24	< 24
34	> 158	158 à 113	113 à 68	68 à 22	< 22
35	> 149	149 à 106	106 à 63	< 63	
36	> 141	141 à 100	100 à 59	< 59	
37	> 133	133 à 94	94 à 55	< 55	
38	> 125	125 à 88	88 à 52	< 52	
39	> 118	118 à 83	83 à 48	< 48	
40	> 111	111 à 78	78 à 45	< 45	

4.2. Pourcentage de rhizomes plagiotropes

L'herbier de posidonie se présente sous la forme de faisceaux de feuilles, fixés au substrat par des rhizomes. Les rhizomes croissent verticalement (rhizomes dits orthotropes) ou horizontalement (rhizomes dits plagiotropes) en fonction de différents facteurs (lumière, espace disponible, apports sédimentaires).

En limite ou en bordure des taches et îlots de posidonie, la présence de nombreux rhizomes plagiotropes est un indice de bonne vitalité de l'herbier, car elle traduit une tendance à la progression.

Ce pourcentage est évalué au niveau de la limite d'herbier, simultanément aux mesures de densité dans les quadrats.

Selon les pourcentages de rhizomes plagiotropes obtenus, une échelle d'interprétation est proposée (cf. tableau ci-dessous, Charbonnel *et al.*, 2000).

Tableau 3 : Interprétation de la vitalité de l'herbier de Posidonie en fonction du pourcentage de rhizomes plagiotropes (Charbonnel *et al.* 2000)

Pourcentage de rhizomes plagiotropes	Interprétation
Inférieur à 30%	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression
30% à 70%	Légère tendance à la progression
Supérieur à 70%	Nette tendance à la progression

4.3. Mesure du déchaussement

Les rhizomes de posidonie peuvent croître soit horizontalement, ce qui permet à l'herbier d'étendre sa surface de recouvrement, soit verticalement pour lutter contre l'enfouissement. Aussi, le déchaussement des rhizomes permet d'apprécier l'hydrodynamisme et les déplacements sédimentaires d'une zone. Pour les mesures de déchaussement, on distingue les rhizomes plagiotropes (horizontaux) et les rhizomes orthotropes (verticaux).

La mesure de ce paramètre doit être réalisée selon les conventions décrites par Boudouresque *et al.* (1980) :

- Le déchaussement d'un rhizome orthotrope correspond à la distance entre la base des feuilles et la surface du sédiment, moins deux centimètres,
- Le déchaussement d'un rhizome plagiotrope correspond à la distance entre la partie inférieure des rhizomes et la surface du sédiment.

Trois mesures sont effectuées au sein de chaque quadrat.

Les résultats sont interprétés à l'aide de l'échelle de classification définie par Charbonnel *et al.* (2000).

Tableau 4 : Grille d'évaluation du déchaussement des rhizomes (Charbonnel *et al.* 2000)

Déchaussement (valeurs seuil)	Interprétation
Inférieur à 5 cm	Déchaussement faible
5 à 15 cm	Déchaussement moyen
Supérieur à 15 cm	Déchaussement important

4.4. Mesure du taux de recouvrement

Le recouvrement donne une indication sur la proportion de substrat occupé par l'herbier, et donc sur sa vitalité. Trois photographies sont réalisées derrière chaque balise à l'aide de quadrat 1 m x 1 m, puis analysées ultérieurement au bureau pour déterminer le recouvrement. Au vu de la longueur parfois conséquente des feuilles et de la présence de feuilles mortes, le recouvrement est donné à 10% près. La vitalité de l'herbier est évaluée à partir du taux de recouvrement selon les classifications de Charbonnel *et al.* (2000) et Pergent *et al.* (1995).

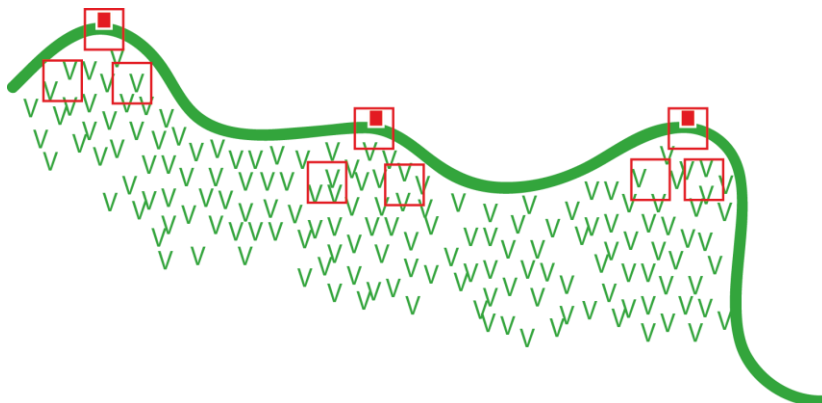


Figure 2 : Méthode de mesure du recouvrement, le point rouge représente la borne et le carré le quadrat de 1m²

Tableau 5 : Classification de la vitalité de l'herbier de Posidonie en fonction du taux de recouvrement (Charbonnel *et al.* 2000)

Limite supérieure (% de recouvrement)	Interprétation vitalité	Limite inférieure (% de recouvrement)
Supérieur à 80 %	Fort recouvrement	Supérieur à 50 %
Compris entre 40 % et 80 %	Recouvrement moyen	Compris entre 20 % et 50 %
Inférieur à 40 %	Faible recouvrement	Inférieur à 20 %

Tableau 6 : Classification de la vitalité de l'herbier de Posidonie en fonction du taux de recouvrement (Pergent *et al.* 1995)

Limite supérieure (% de recouvrement)	Interprétation vitalité	Limite inférieure (% de recouvrement)
> 90 %	Très bonne	> 35 %
80 % ≤ x ≤ 90 %	Bonne	25 % ≤ x ≤ 35 %
70 % ≤ x ≤ 80 %	Normale	15 % ≤ x ≤ 25 %
60 % ≤ x ≤ 70 %	Médiocre	5 % ≤ x ≤ 15 %
< 60 %	Mauvaise	< 5 %

5. Résultats

5.1. Synthèse des données

Tableau 7 : Synthèses des données brutes

2023	Profondeur	Densité (/m ²)		Recouvrement (%)		Déchaussement (cm)		Tx plagio (%)	
Zone A	31,6	142,5	± 41,6	52,3	± 35,2	1,6	± 1,3	67	± 12
Zone B	31	166,7	± 67,6	85,3	± 9,2	4,2	± 1,5	46	± 32
Zone D	20	218,2	± 67,7	98,9	± 1,1	7,7	± 2,7	23	± 18

5.2. Evolution de la Zone A

La zone A est implantée à 1000 mètres à l'ouest de l'exutoire à une profondeur moyenne de 31,6 mètres.

5.2.1. Densité

La densité moyenne sur cette zone est de $142,5 \pm 41,6$ faisceaux/m². D'après la classification de Pergent *et al.* (2010), la densité moyenne est bonne (comprise entre 128 et 179 faisceaux/m²). La densité selon les bornes varie de 92 à 183 faisceaux/m².

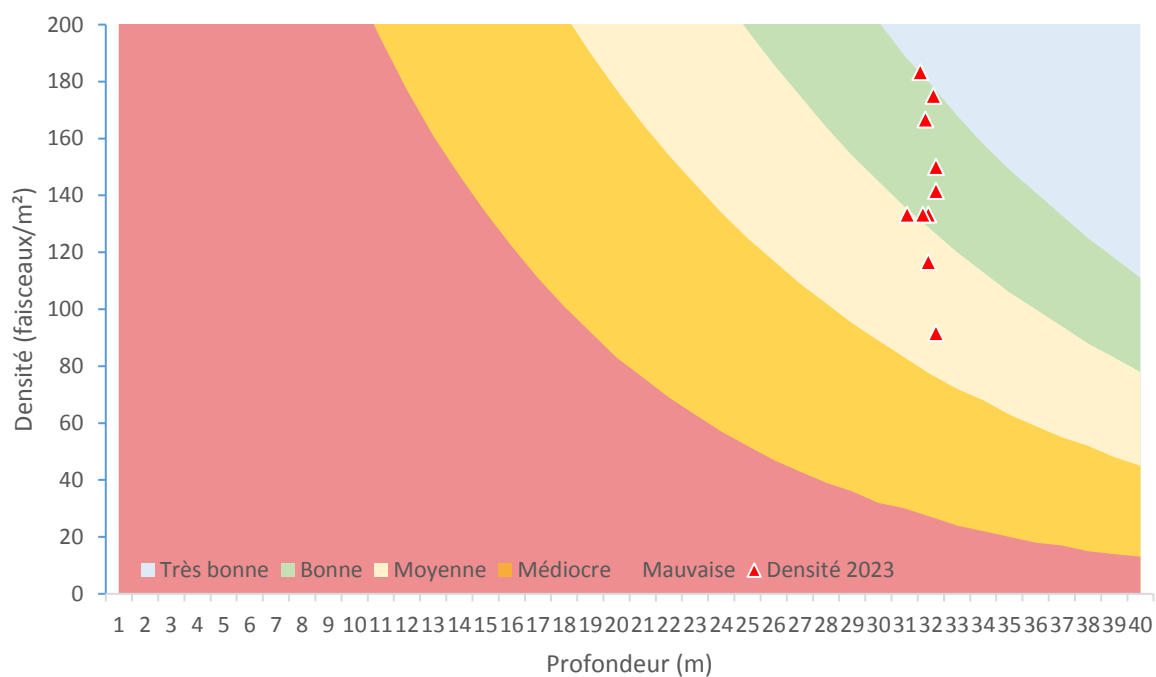


Figure 3 : Classification de l'herbier de Posidonie en Zone A

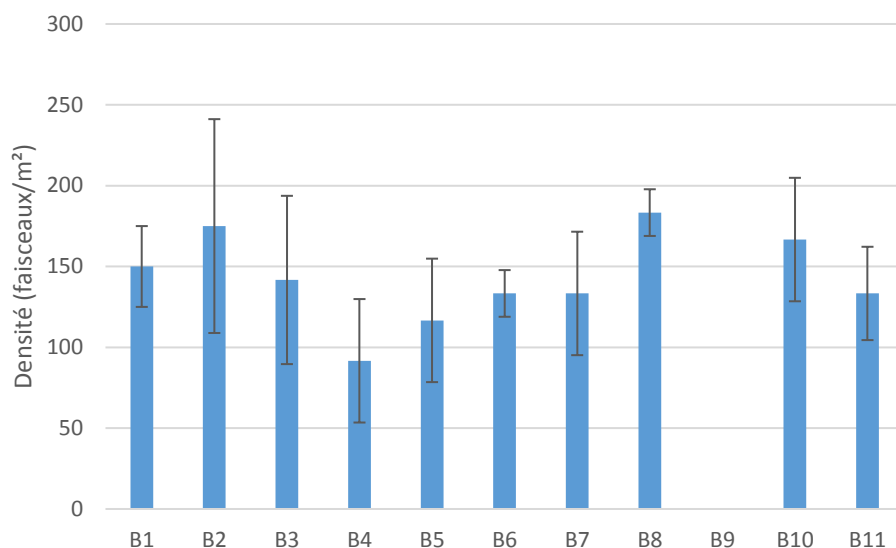


Figure 4 : Densité de l'herbier de Posidonie en Zone A

5.2.2. Recouvrement

Le recouvrement moyen le long de cette limite inférieure est de 52 %. D'après la classification de Charbonnel *et al.* (2000), le recouvrement est fort.

La matre morte est toujours très présente en limite d'herbier, les précédentes observations concernant des dégradations linéaires qui laissent penser à des traces de mouillage sont toujours présentes.

5.2.3. Déchaussement

L'herbier présente un déchaussement faible avec une moyenne de $1,6 \text{ cm} \pm 1,3 \text{ cm}$. L'herbier est donc peu fragilisé.

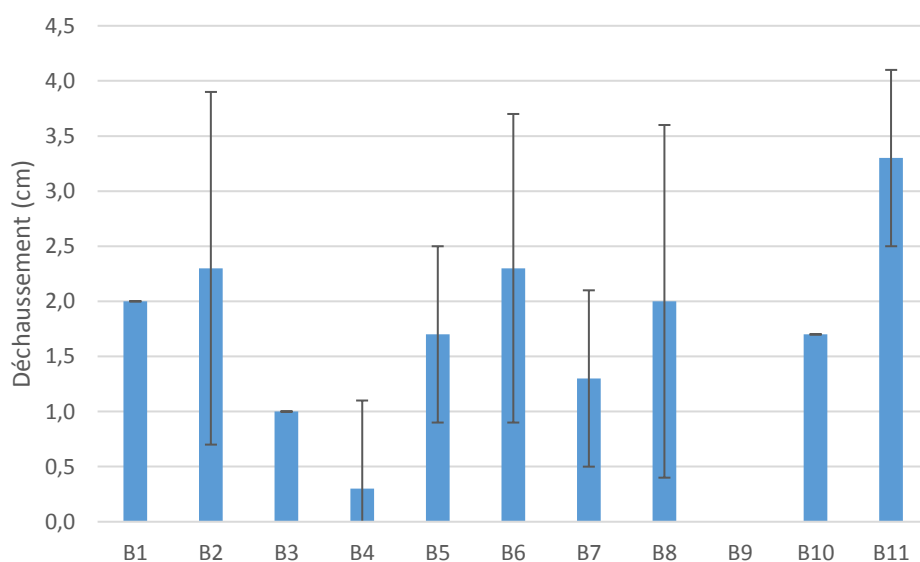


Figure 5 : Déchaussement de l'herbier de Posidonie en Zone A

5.2.4. Ratio rhizomes orthotropes / plagiotropes

Le pourcentage moyen de rhizomes plagiotropes est de 67 % \pm 12 % sur cette limite. Selon la classification de Charbonnel *et al.* (2000), l'herbier présente une légère tendance à la progression.

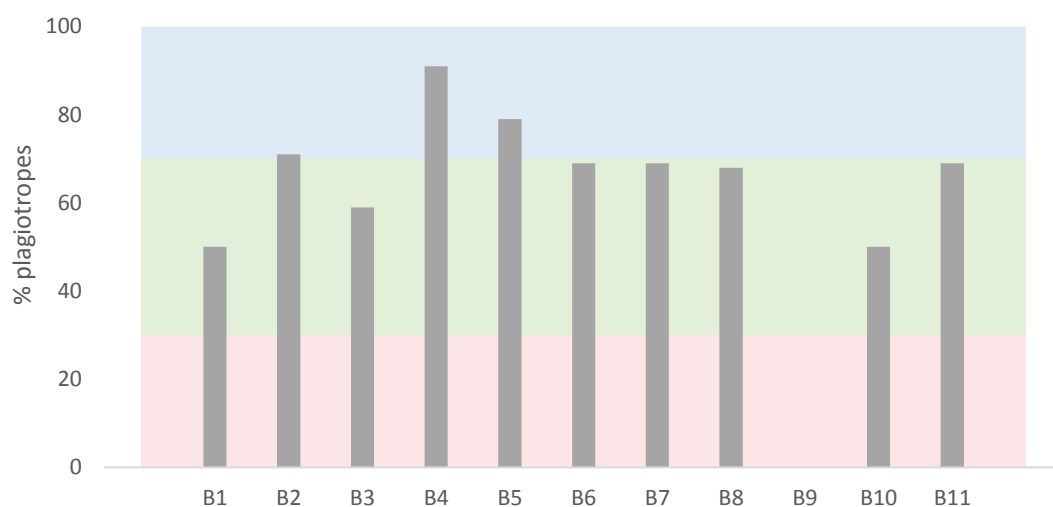


Figure 6 : Pourcentage de de rhizomes plagiotropes en Zone A

5.2.5. Synthèse

L'herbier présente globalement une bonne vitalité au niveau de la limite inférieure de la zone A, avec une stabilité au regard des données de recouvrement, de déchaussement et du ratio plagiotropes/orthotropes obtenues, même entre les opérateurs.

Les données varient sensiblement d'une année à l'autre, cette variation peut être liée à l'opérateur, au placement du quadrat... mais les valeurs sont toutefois globalement homogènes.

5.3. Evolution de la Zone B

La zone B est implantée à 500 mètres à l'est de l'exutoire à une profondeur moyenne de 31 mètres.

5.3.1. Densité

La densité moyenne sur cette zone est de $166,7 \pm 68$ faisceaux/m². D'après la classification de Pergent *et al.* (2010), la densité est bonne (comprise entre 136 et 189 faisceaux/m²). La densité selon les bornes varie de 133 à 225 faisceaux/m².

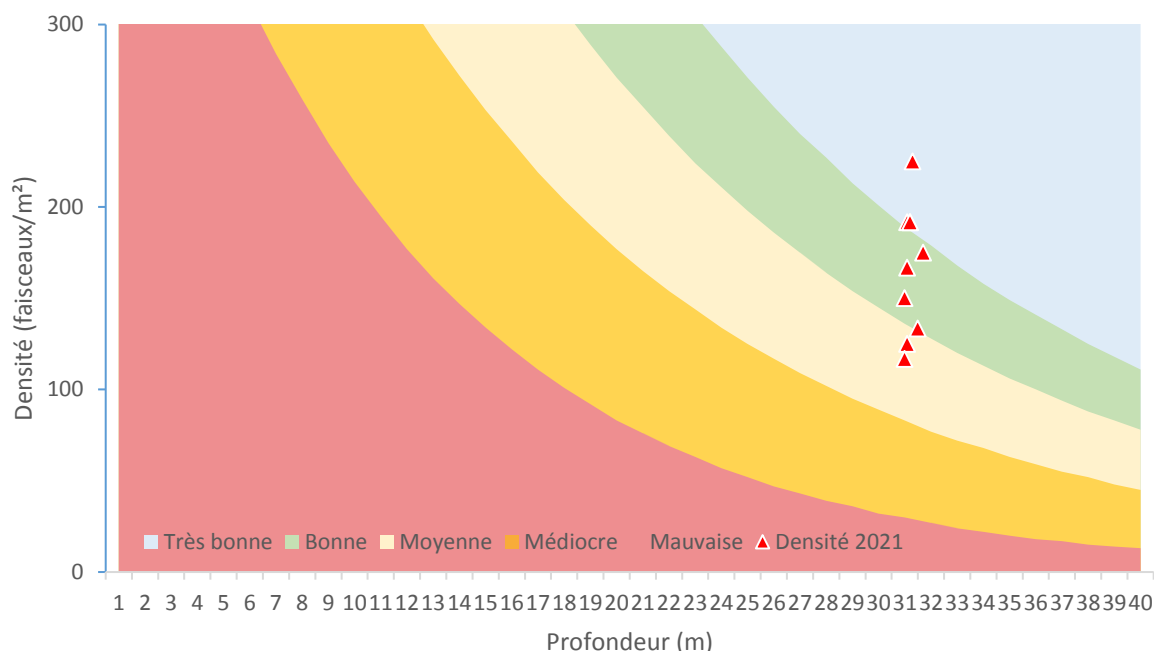


Figure 7 : Classification de l'herbier de Posidonie en Zone B

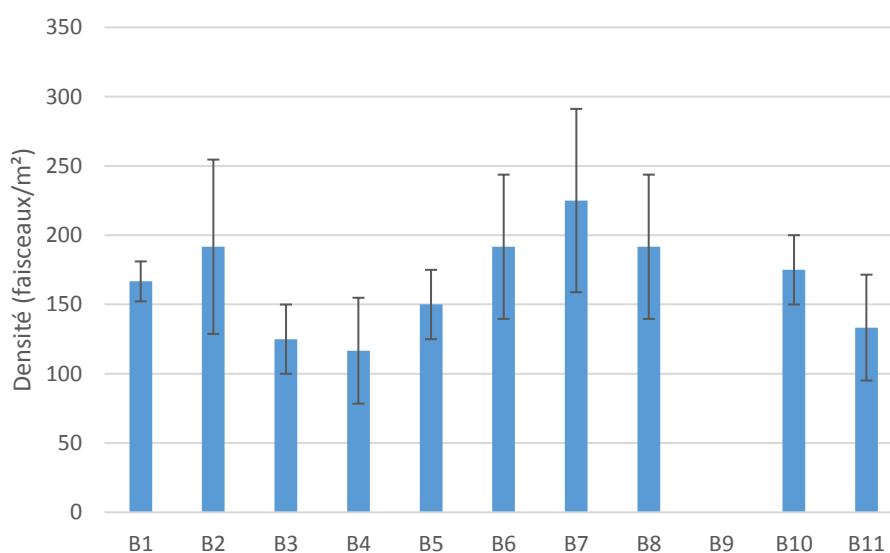


Figure 8 : Densité de l'herbier de Posidonie en Zone B

5.3.2. Recouvrement

Le recouvrement moyen le long de cette limite inférieure est de 85 %. D'après la classification de Charbonnel *et al.* (2000), le recouvrement est fort. Cette mesure est similaire depuis 2021.

5.3.3. Déchaussement

L'herbier présente un déchaussement faible avec une moyenne de $4,2 \text{ cm} \pm 1,5 \text{ cm}$. L'herbier est donc peu fragilisé.

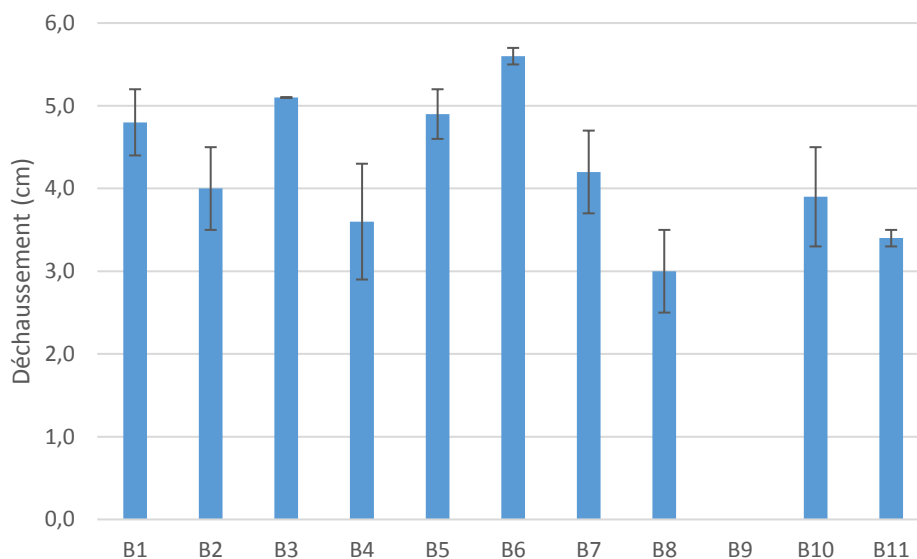


Figure 9 : Déchaussement de l'herbier de Posidonie en Zone B

5.3.4. Ratio rhizomes plagiotropes/orthotropes

Le pourcentage moyen de rhizomes plagiotropes est de $46 \% \pm 32 \%$ sur cette limite. Selon la classification de Charbonnel *et al.* (2000), l'herbier présente une légère tendance à la progression. A noter toutefois une forte variabilité entre les bornes, le pourcentage sur les bornes 5 à 11 présente plutôt un herbier stable avec peu ou pas de progression.

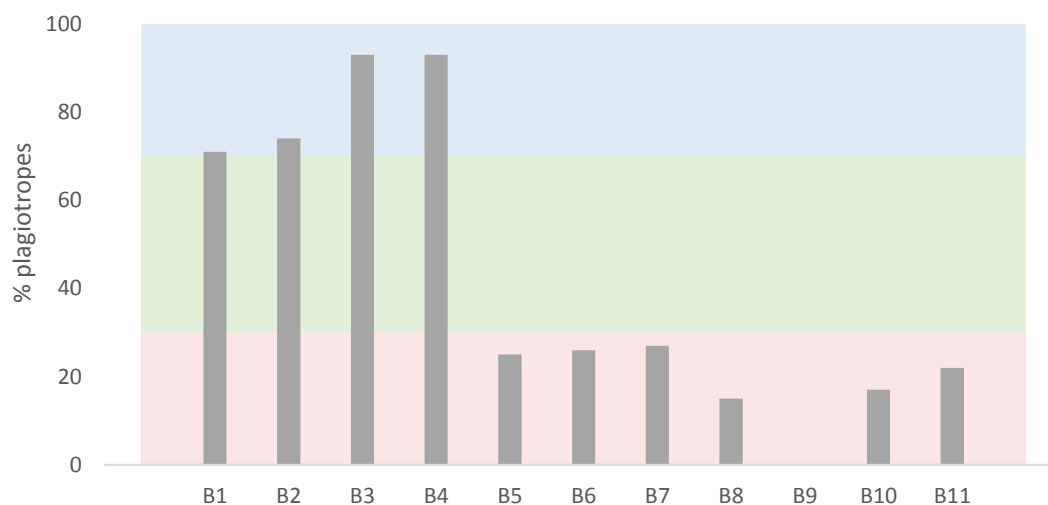


Figure 10 : Pourcentage de de rhizomes plagiotropes en Zone B

5.3.5. Synthèse

L'herbier présente une bonne vitalité au niveau de la limite inférieure de la zone B, avec une densité bonne pour la profondeur considérée. Le fort recouvrement traduit également un herbier en bonne santé, et le pourcentage de rhizomes plagiotropes traduit un herbier stable avec une légère tendance à la progression sur la partie ouest. Le taux de plagiotropes est en augmentation depuis 2019, mais l'écart-type est également très conséquent, ce qui ne permet pas de tirer de conclusion à ce jour.

5.4. Evolution spatio-temporelle de la Zone D

La zone D est implantée à 650 mètres au nord-est de l'exutoire à une profondeur moyenne de 20 mètres.

5.4.1. Densité

La densité moyenne sur cette zone est de $218,2 \pm 68$ faisceaux/m². D'après la classification de Pergent *et al.* (2010), la densité est moyenne (comprise entre 177 à 271 faisceaux/m²). La densité selon les bornes varie de 158 à 283 faisceaux/m².

Les valeurs obtenues sont cohérentes avec les valeurs obtenues précédemment.

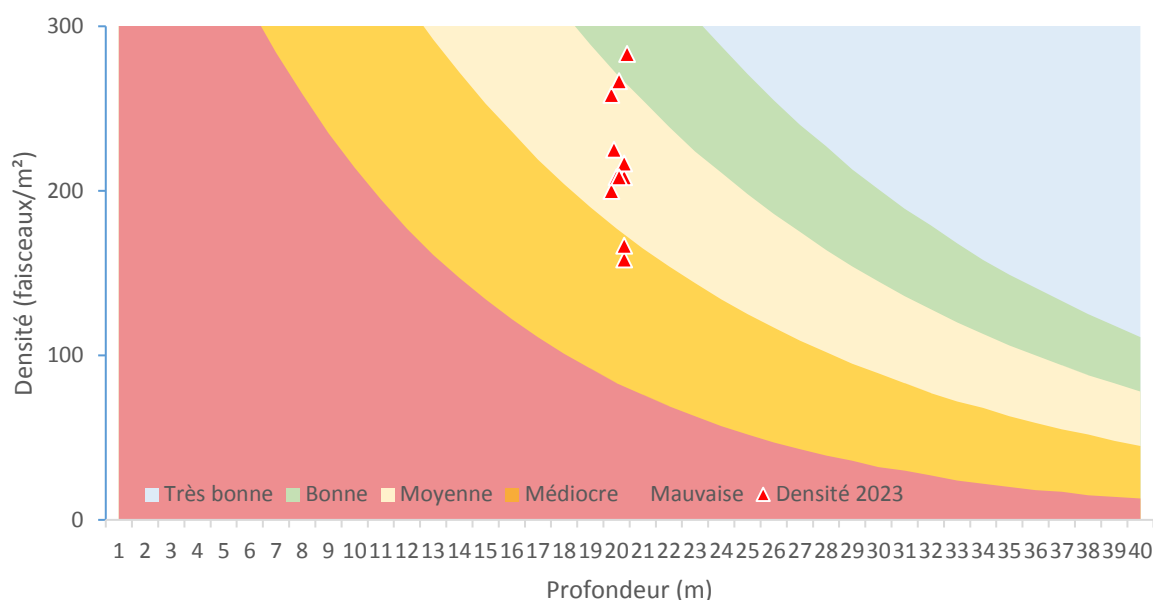


Figure 11 : Classification de l'herbier de Posidonie en Zone D

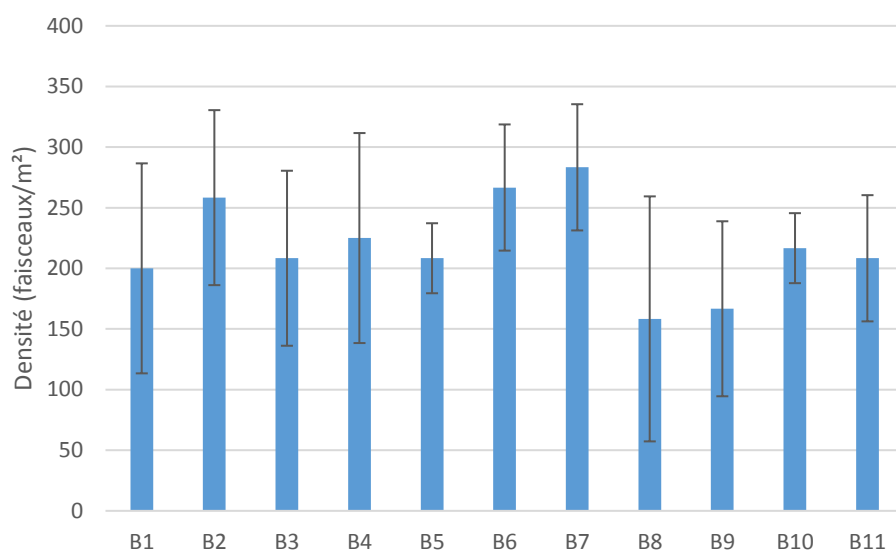


Figure 12 : Densité de l'herbier de Posidonie en Zone D

5.4.2. Recouvrement

Le recouvrement moyen le long de cette limite est de 98,9 %. D'après la classification de Charbonnel *et al.* (2000), le recouvrement est fort.

Le recouvrement est homogène sur toute la limite et comparable aux données antérieures.

5.4.3. Déchaussement

L'herbier présente un déchaussement moyen avec une moyenne de 7,7 cm \pm 2,7 cm. Le déchaussement est toutefois hétérogène le long de la limite allant de 4,7 cm (\pm 0,3 cm) à 11,3 cm (\pm 0,3 cm).

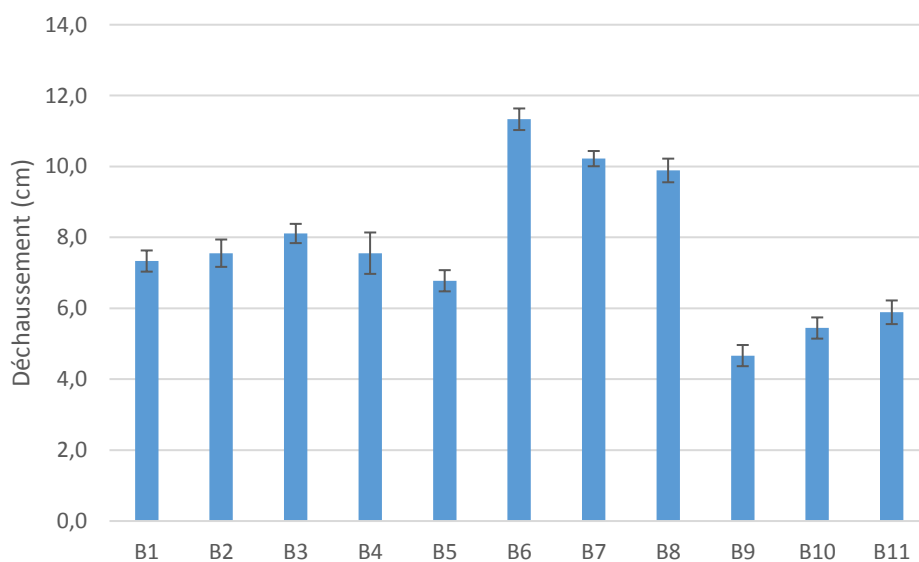


Figure 13 : Déchaussement de l'herbier de Posidonie en Zone D

5.4.4. Ratio rhizomes plagiotropes/orthotropes

Le pourcentage moyen de rhizomes plagiotropes est de 23 % \pm 18 % sur cette limite. Selon la classification de Charbonnel *et al.* (2000), l'herbier est globalement stable, avec peu ou pas de progression.

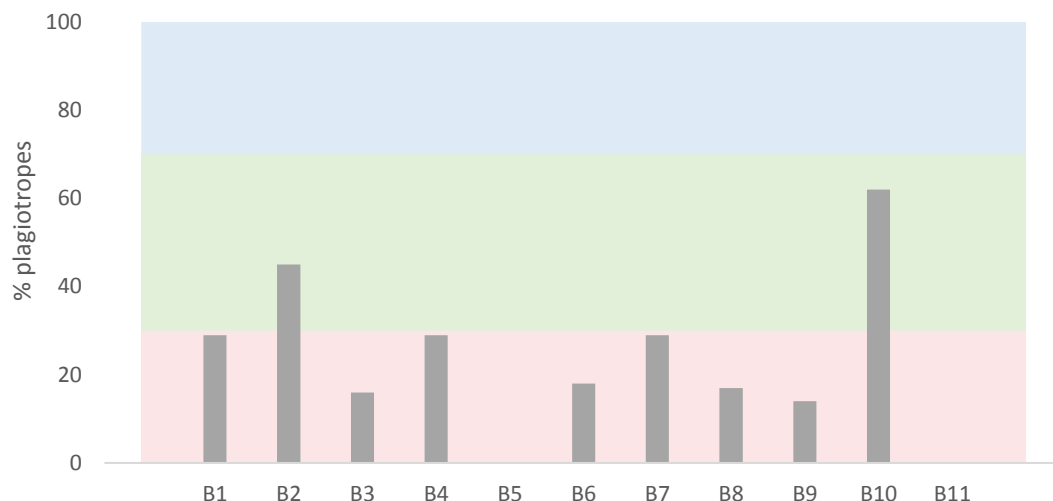


Figure 14 : Pourcentage de de rhizomes plagiotropes en Zone D

5.4.5. Synthèse

La densité de l'herbier est moyenne sur cette limite. Toutefois, les autres mesures témoignent d'un herbier globalement en bon état, avec des résultats équivalents à ceux obtenus les années précédentes sur cette station et les stations à proximité.

5.5. Analyse temporelle

L'évolution des différents paramètres sur les 4 années de suivi réalisées par Créocéan (2019 et 2022) et le service Espaces maritimes (2021 et 2023) est présentée ci-après

5.5.1. Densité

Tableau 8 : Mesures de densité de 2019 à 2023 sur les Zones A, B et D

Densité	Profondeur	2019		2021		2022		2023	
		Densité	Ecart-type	Densité	Ecart-type	Densité	Ecart-type	Densité	Ecart-type
ZONE A	31,6	189,4	30	96,2	33,7	160	45,6	142,5	41,6
ZONE B	31	228,0	33,6	200,8	73	179,6	33,7	166,7	67,6
ZONE D	20	264,8	45,8	146,2	49,3	267	39,3	218,2	67,7

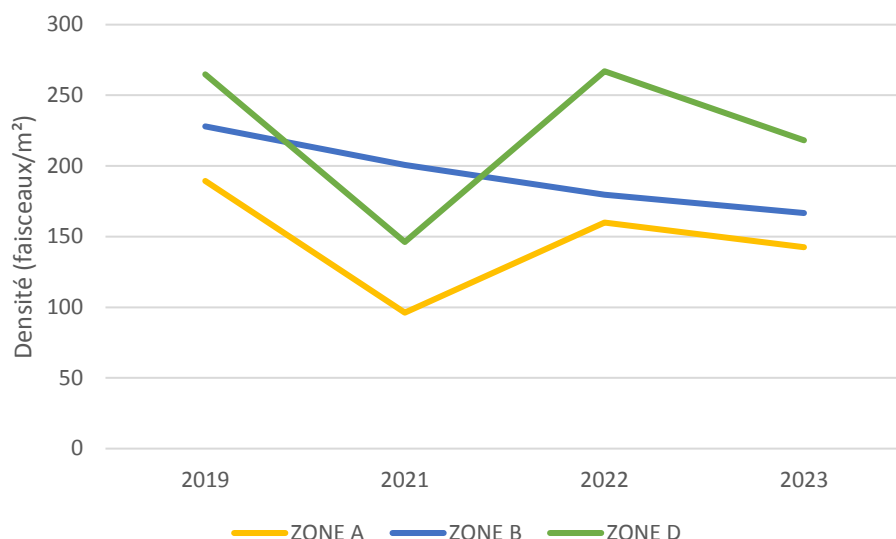


Figure 15 : Evolution de la densité sur les zones de suivi entre 2019 et 2023

Les données sur les quatre années de suivi ne permettent pas de dégager une tendance significative. La densité au regard de la profondeur de la zone (Pergent *et al.*, 2010) est globalement bonne à très bonne sur les zones A et B plus profondes, alors qu'elle est médiocre à moyenne sur la zone D située à 20 m de profondeur.

5.5.2. Recouvrement

Tableau 9 : Mesures de recouvrement de 2019 à 2023 sur les Zones A, B et D

Recouvrement	Profondeur	2019		2021		2022		2023	
		Recou- vrement	Ecart- type	Recou- vrement	Ecart- type	Recou- vrement	Ecart- type	Recou- vrement	Ecart- type
ZONE A	31,6	62	3	52,4	26,5	65,6	22,7	52,3	35,2
ZONE B	31	49	31,3	81	10,3	90,9	4,2	85,3	9,2
ZONE D	20	100	0	99,4	1,6	100	0	98,9	1,1

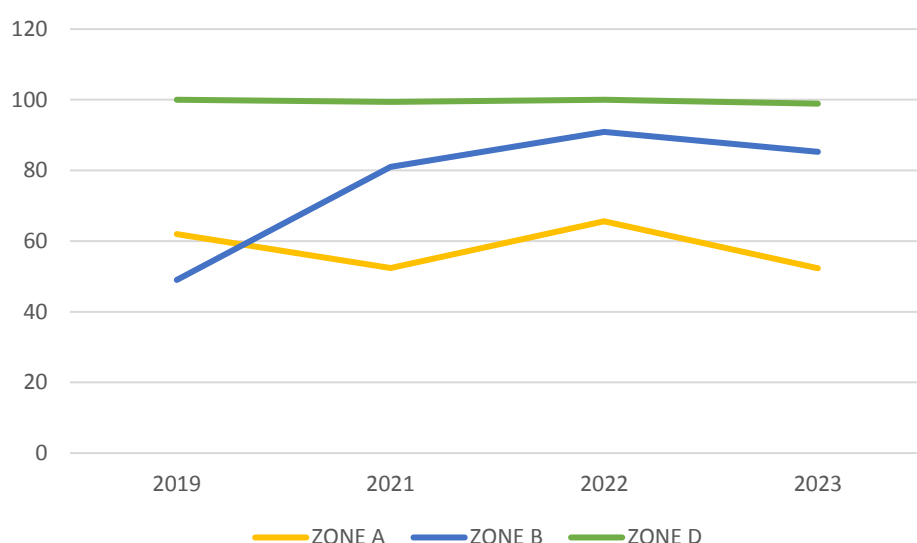


Figure 16 : Evolution du recouvrement sur les zones de suivi entre 2019 et 2023

Le recouvrement est constant depuis 4 ans et considéré comme très bon aux profondeurs de suivi.

5.5.3. Déchaussement

Tableau 9 : Mesures de déchaussement de 2019 à 2023 sur les Zones A, B et D

Déchaussement	Profondeur	2019		2021		2022		2023	
		Déchaussement	Ecart-type	Déchaussement	Ecart-type	Déchaussement	Ecart-type	Déchaussement	Ecart-type
ZONE A	31,6	0,1	0,6	0,6	0,9	0,6	0,6	1,6	1,3
ZONE B	31	0,6	0,5	3,2	1,7	-0,02	1	4,2	1,5
ZONE D	20	6,1	2,2	3,5	2,5	1,3	1	7,7	2,7

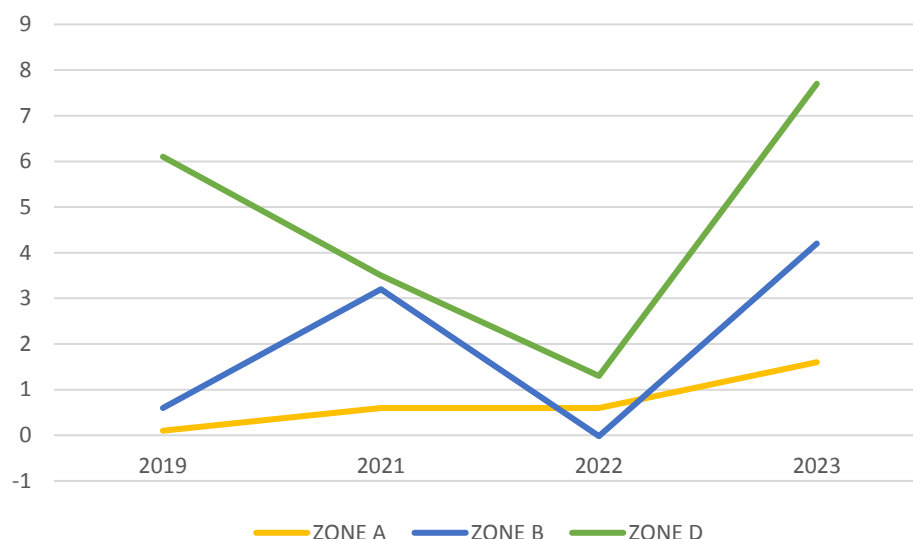


Figure 17 : Evolution du déchaussement sur les zones de suivi entre 2019 et 2023

Le déchaussement est très variable entre les sites situés à l'ouest de l'émissaire (déchaussement faible à moyen), alors qu'il est constant sur le site le plus profond situé à l'est (déchaussement faible).

5.5.4. Pourcentage de rhizomes plagiotropes

Tableau 10 : Mesures de déchaussement de 2019 à 2023 sur les Zones A, B et D

% Plagiotropes	Profondeur	2019		2021		2022		2023	
		Plagiotropes	Ecart-type	Plagiotropes	Ecart-type	Plagiotropes	Ecart-type	Plagiotropes	Ecart-type
ZONE A	31,6	0	0	5	12	24,3	13,5	67	12
ZONE B	31	4,7	5,7	19	8	28,4	14,7	46	32
ZONE D	20	0,6	0,8	14	11	25,3	10,9	23	18

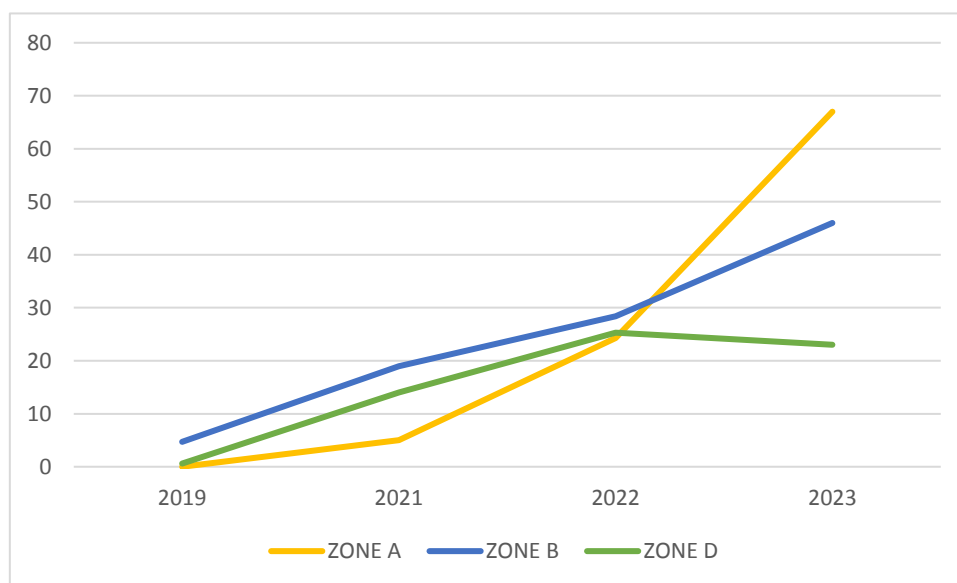


Figure 18 : Evolution du pourcentage de rhizomes plagiotropes sur les zones de suivi entre 2019 et 2023

Une augmentation du pourcentage de rhizomes plagiotropes est observée sur les 3 sites étudiés, ce qui traduit une légère tendance à la progression.

6. Synthèse

Les données obtenues sur les trois zones semblent montrer un herbier stable, avec globalement une bonne vitalité.

La lente dynamique de l'herbier ne permet pas de conclure à une quelconque tendance évolutive au vu des mesures de densité sur les 4 années de suivi. En revanche, les données de plagiotropes montrent des zones avec une légère tendance à la progression (pourcentage de rhizomes plagiotropes croissant).

L'impact du rejet, au vu des résultats obtenus lors des suivis antérieurs et par la présente étude, n'est pas visible sur l'herbier de posidonie.

Au regard de ces résultats, et des suivis équivalents menés dans le secteur, un suivi tous les trois ans semble suffisant pour évaluer l'état de santé de l'herbier de posidonie. Ainsi, ce suivi pourrait être couplé avec les autres suivis du milieu récepteur à savoir : sédiments (physico-chimie et benthos) et matière vivante, qui sont mis en place tous les 3 ans. Cela permettrait une vision complète du milieu à un temps T.

Annexe 1 – ZONE A

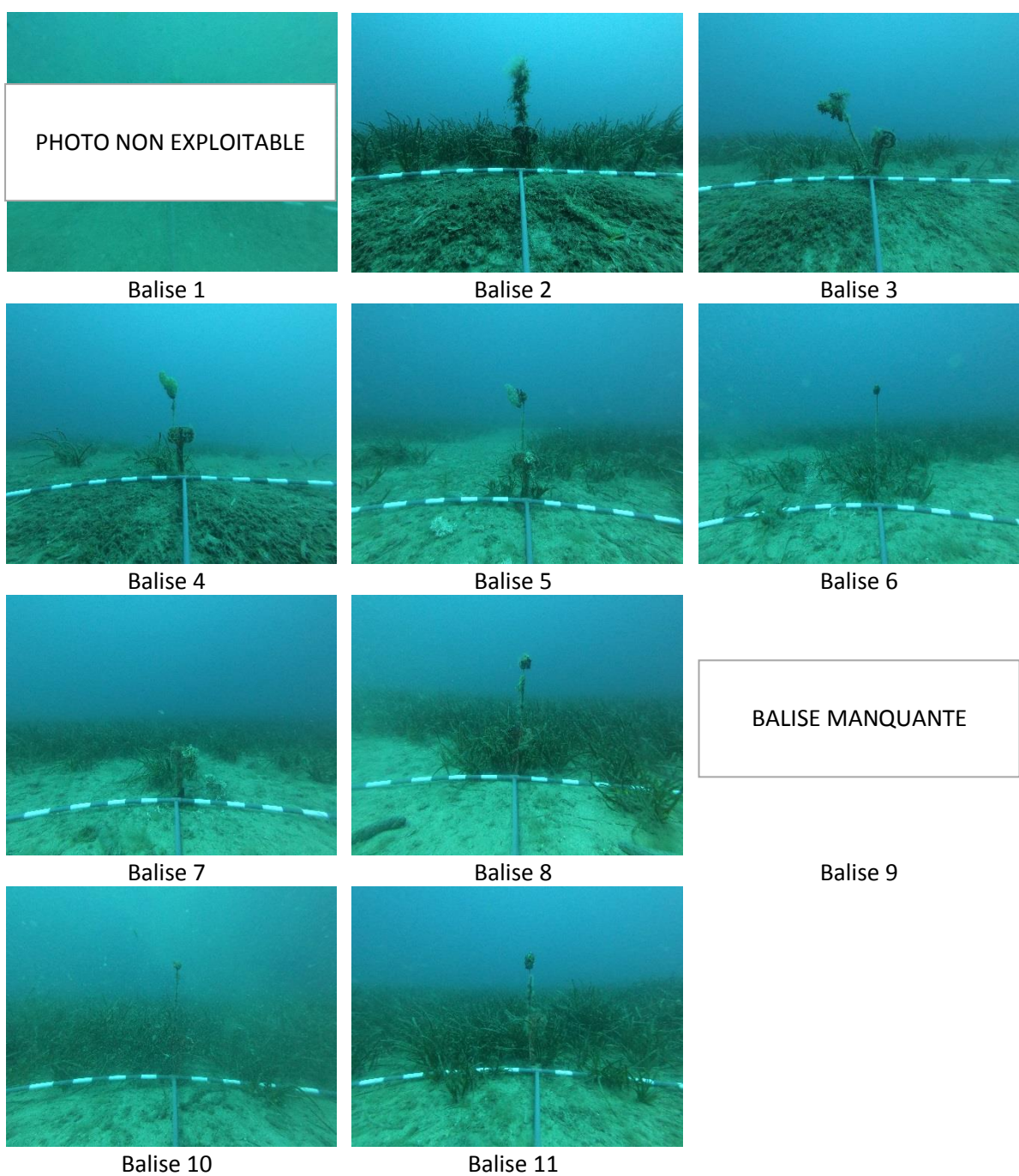


Figure 15 : Prises de vue centrées des balises de la zone A à l'aide d'un repère photo

Annexe 2 – ZONE B

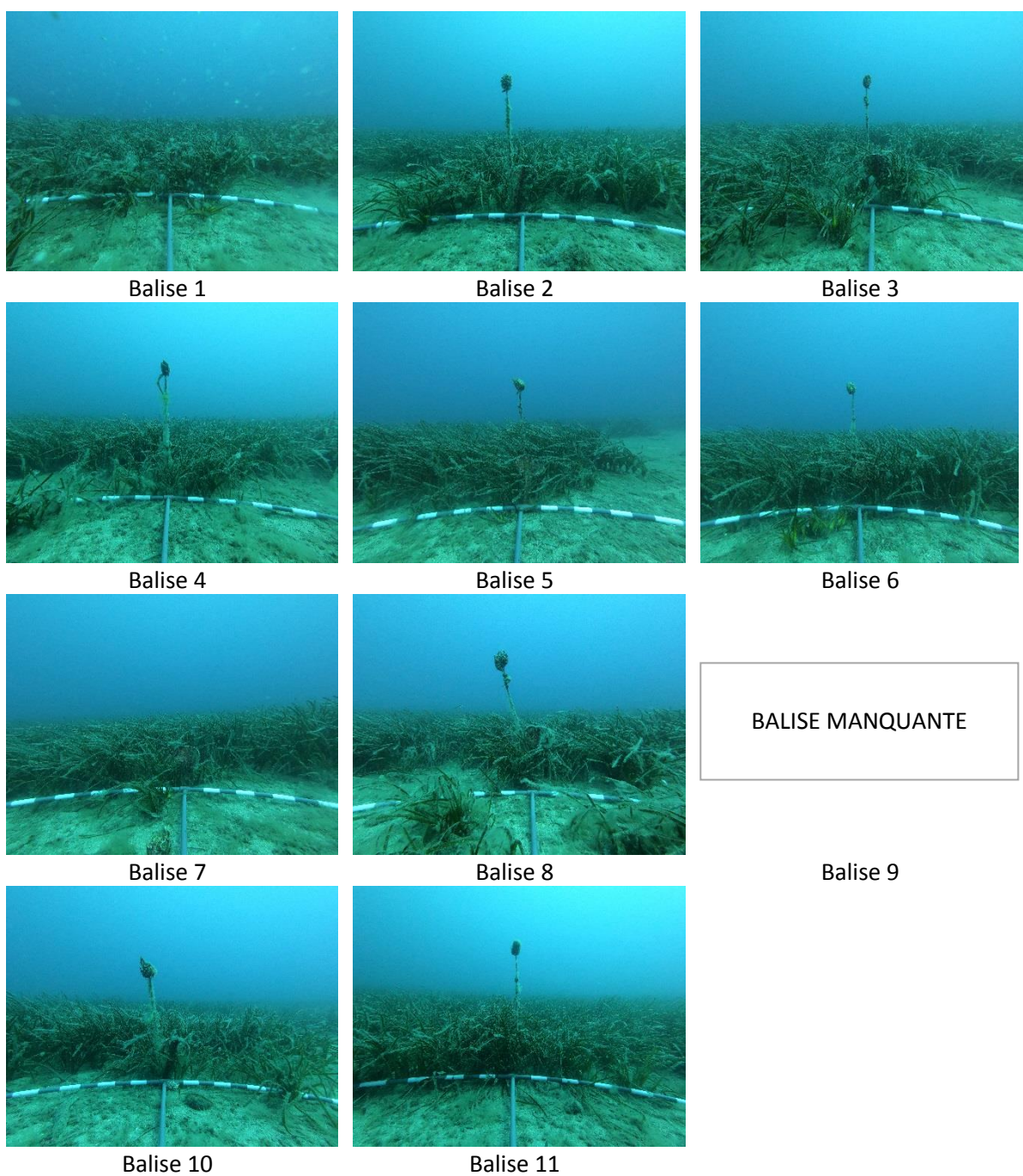


Figure 16 : Prises de vue centrées des balises de la zone B à l'aide d'un repère photo

Annexe 3 – ZONE D

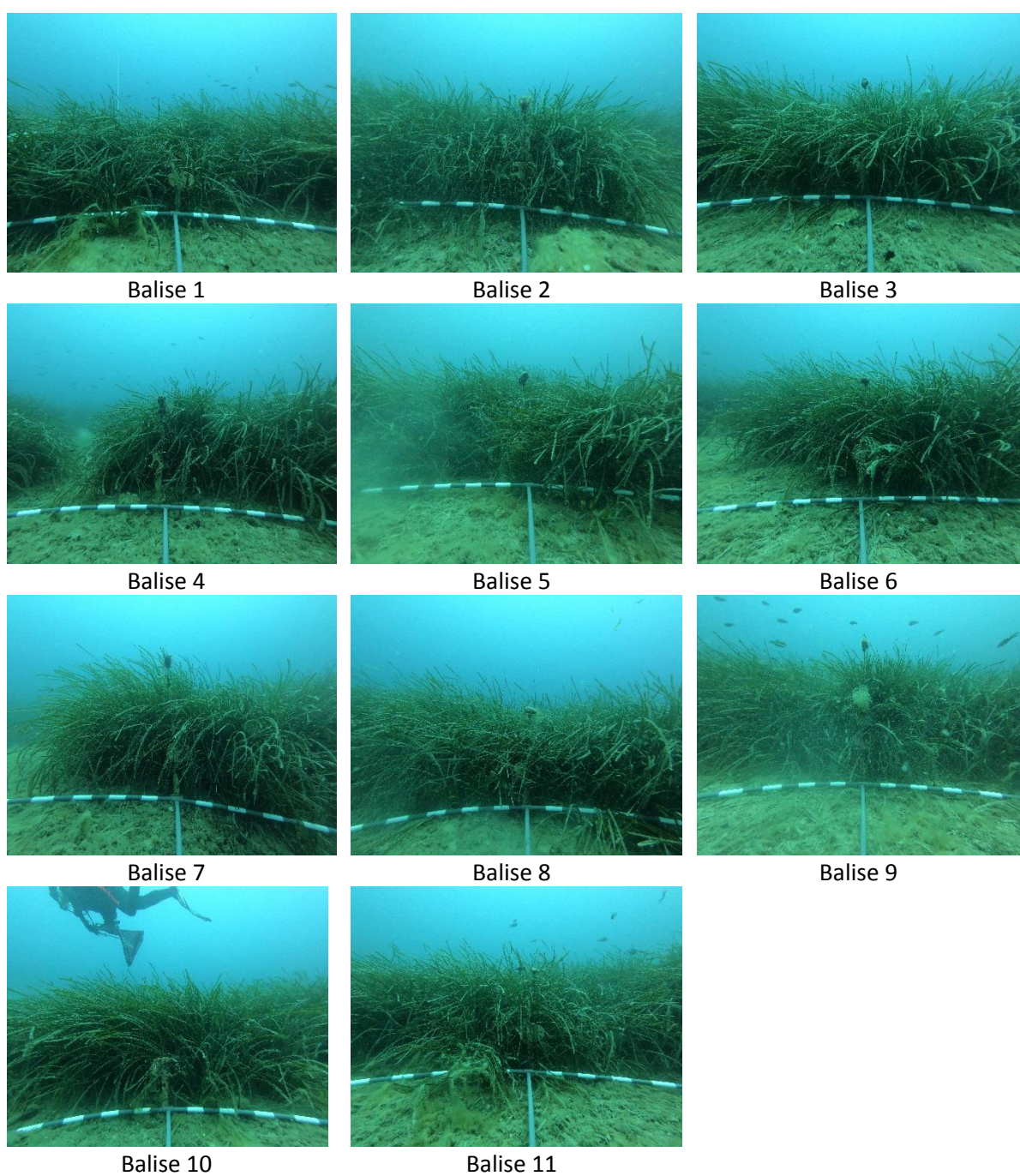


Figure 17 : Prises de vue centrées des balises de la zone D à l'aide d'un repère photo

Annexe 4 – ZONE A – Comparaison 2021/2023


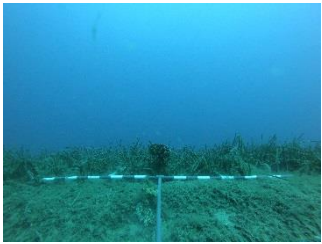





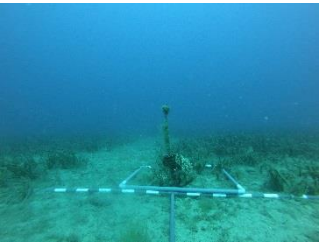

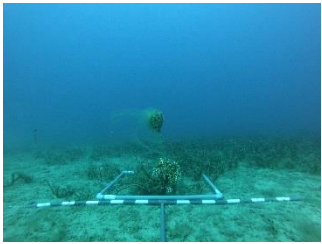





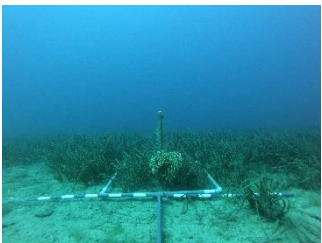
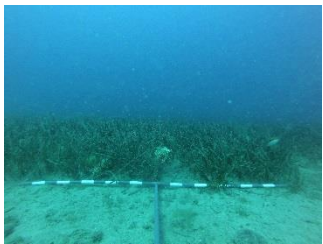

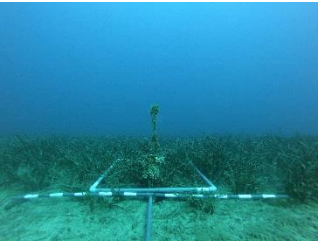

2021	2023	2021	2023	2021	2023
	PHOTO NON EXPLOITABLE				
Balise 1		Balise 2		Balise 3	
					
Balise 4		Balise 5		Balise 6	
					BALISE MANQUANTE
Balise 7		Balise 8		Balise 9	
					
Balise 10		Balise 11			

Figure 15 : Prises de vue centrées des balises de la zone A à l'aide d'un repère photo

Annexe 5 – ZONE B – Comparaison 2021/2023


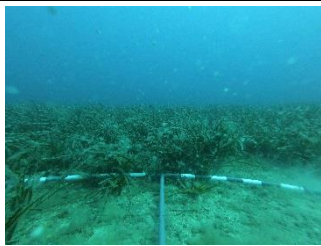




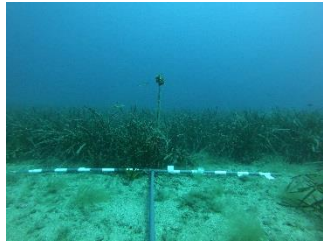

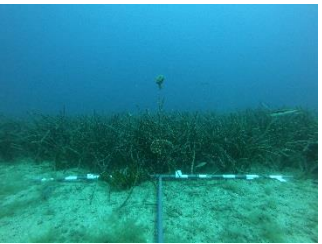



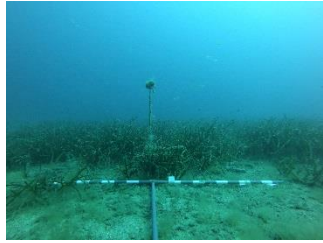



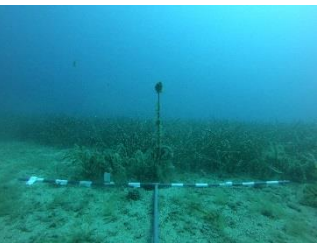
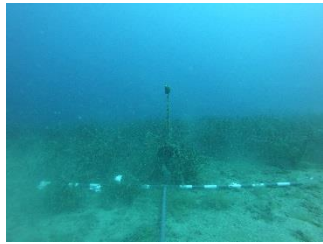



2021		2023		2021		2023	
							
Balise 1		Balise 2		Balise 3			
							
Balise 4		Balise 5		Balise 6			
					BALISE MANQUANTE		
Balise 7		Balise 8		Balise 9			
							
Balise 10		Balise 11					

Figure 15 : Prises de vue centrées des balises de la zone B à l'aide d'un repère photo

Annexe 6 – ZONE D – Comparaison 2021/2023

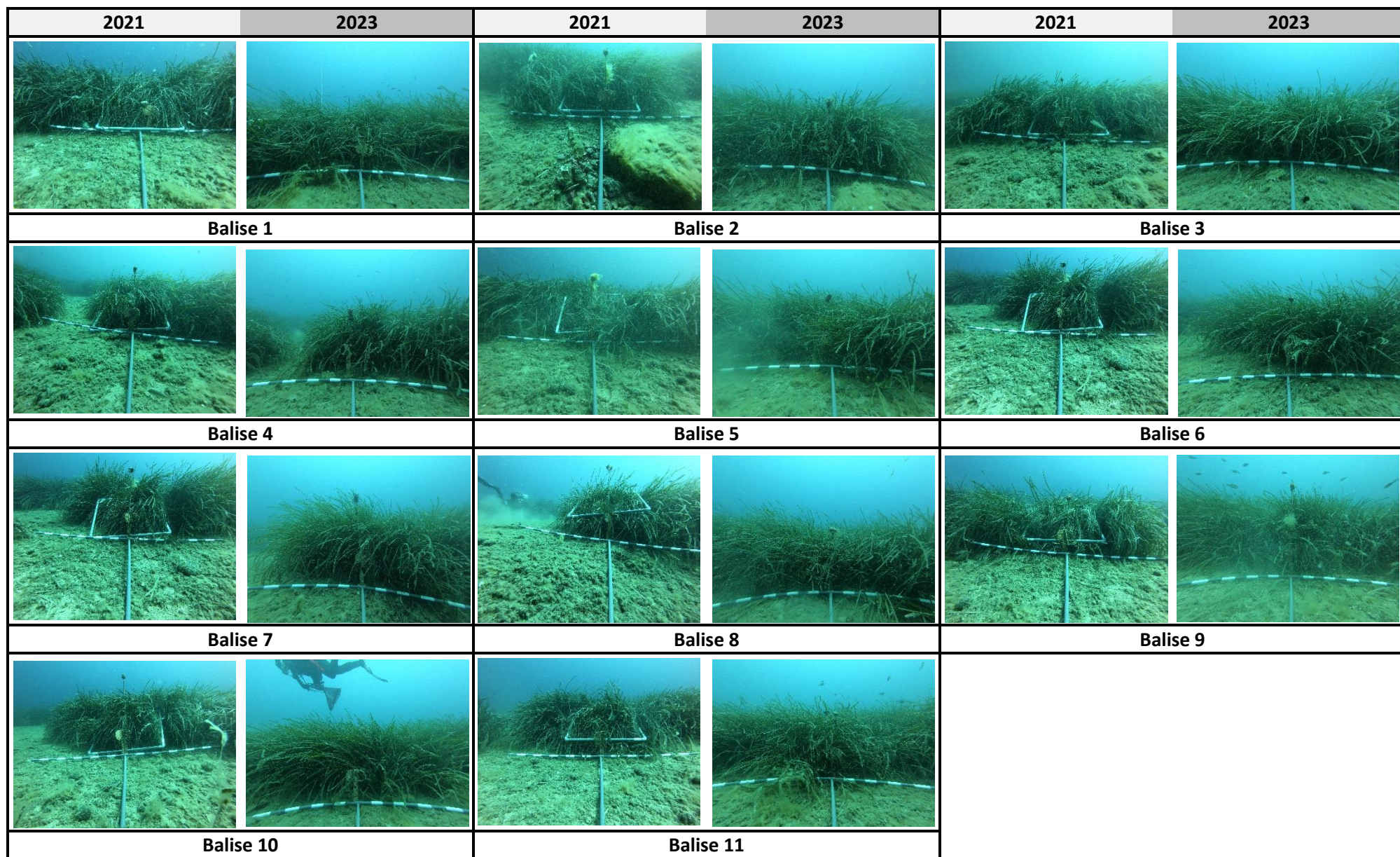
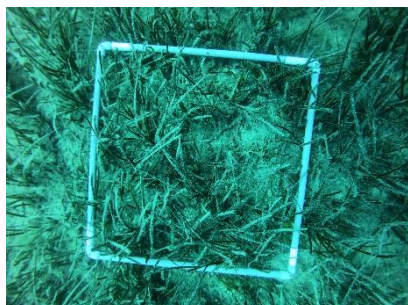


Figure 15 : Prises de vue centrées des balises de la zone D à l'aide d'un repère photo

Annexe 7 – Comparaison du recouvrement au niveau de 3 balises par zone entre 2021 et 2023

ZONE A

Balise 1



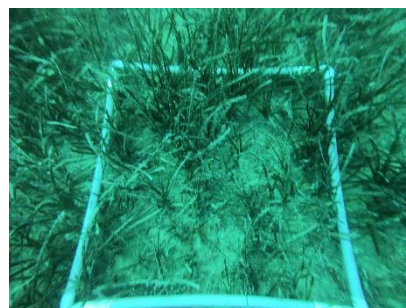
Balise 6



Balise 11



2021



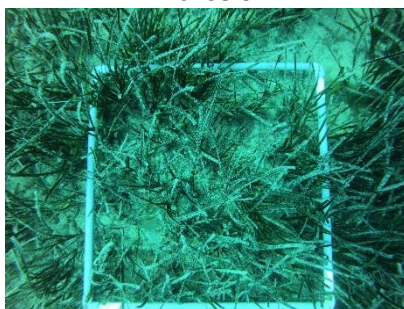
2023

ZONE B

Balise 1



Balise 6



Balise 11



2021



2023

ZONE D

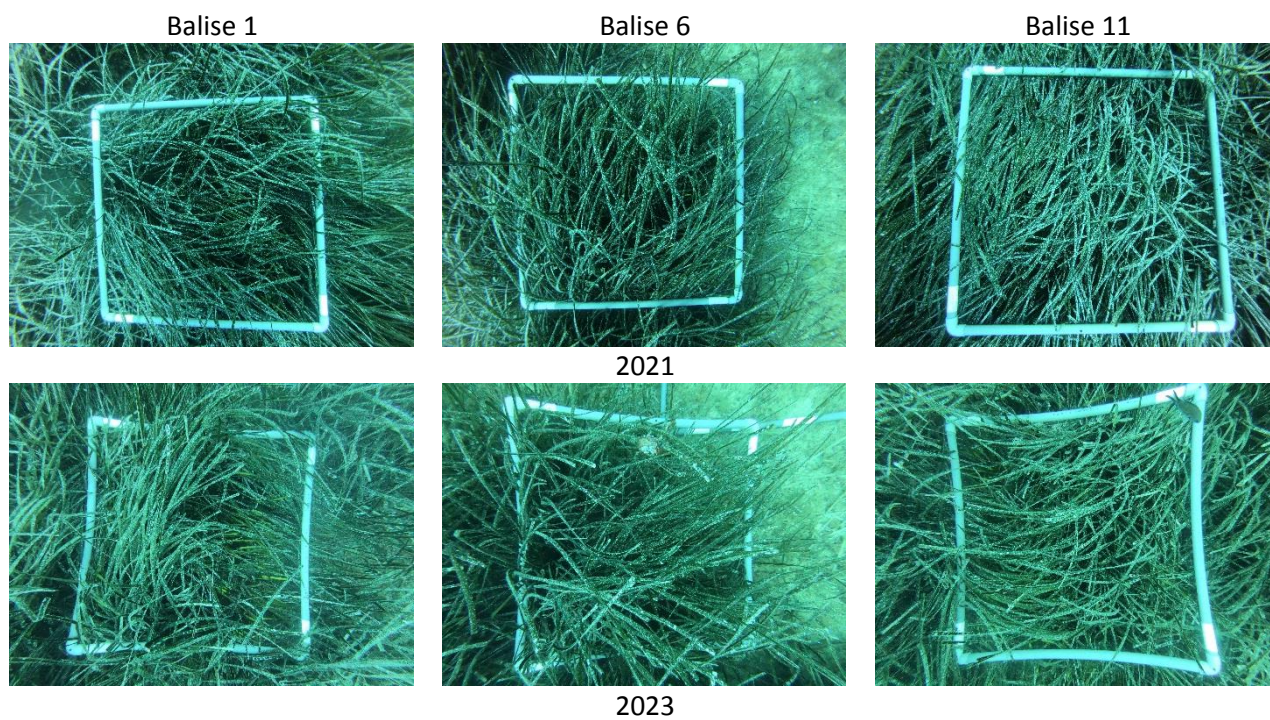


Figure 18 : Quadrats photos de 1m² des balises 1, 6 et 11 sur chaque zone de 2021 et 2023