

TEMPO: réseau de surveillance des herbiers de Posidonie par télémétrie acoustique



Réseau TEMPO – Surveillance des herbiers de Posidonie par télémétrie acoustique –



TEMPO, LE RESEAU DE SURVEILLANCE DES HERBIERS DE POSIDONIE PAR TELEMETRIE ACOUSTIQUE EN MER MEDITERRANEE.



Le réseau TEMPO a été mis en place à l'initiative de l'Agence de l'eau RMC dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau.

Coordinateur - Pierre BOISSERY, Chargé de mission « littoral ».

Coordination Andromède océanologie:

Florian Holon, Co-gérant - contact mail : florian.holon@andromede-ocean.com



Contact Andromède

Andromède Océanologie 7 place Cassan

34280 Carnon

Tél: +33 4 67 66 32 48

E-mail: www.andromede-ocean.com

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

Delaruelle G., Deter J., Holon F., Boissery P. 2013. TEMPO, le réseau de surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique en mer Méditerranée - Analyse des données 2011 mises à jour en 2013. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 108p.



Réseau TEMPO – Surveillance des herbiers de Posidonie par télémétrie acoustique –

Sommaire

Ι	Int	troduct	tion: l'herbier à posidonie	1
II	Со	ontexte	legislatif	2
II	I	Object	tifs du réseau TEMPO	3
I٧	′ Mé	éthodol	logie	4
	IV.1	Loc	calisation des sites TEMPO	5
	IV.2	Car	tographie par télémétrie acoustique	1
	IV.3	Mes	sures de vitalité (état de santé) de l'herbier de posidonie	3
	IV	.3.1	Type et profondeur de la limite inférieure	3
	IV	.3.2	Densité des faisceaux de posidonie (en limite inférieure)	4
	IV	'.3.3	Déchaussement des rhizomes de posidonie (en limite inférieure)	6
	IV.4	Rele	evés des perturbations observées sur les sites de terrain	9
	a)	Les	perturbations physiques	9
	b)	Les	perturbations biologiques	9
	c)	Les	s pollutions et nuisances	LO
V	Ré	ésultats	51	LO
	V.1	Des	scription générale des sites	LO
	V.2	Isol	lella (masse d'eau FREC04b)	١6
	V.3	Plag	ge Trottel (masse d'eau FREC04b)2	20
	V.4	San	nguinaires (masse d'eau FREC04ac)	24
	V.5	Cap	opo Rossu (masse d'eau FREC04ac)	28
	V.6	Bai	e Solana (masse d'eau FREC04ac)	32
	V.7	Bai	e Elbo (masse d'eau FREC01ab)	36
	V.8	Pta	vaccaja (masse d'eau FREC01ab)	10
	V.9	Agr	riates (masse d'eau FREC01ab)	14
	V.10	Pta	mortella (masse d'eau FREC01C)	18
	V.11	Pta	di cannelle (masse d'eau FREC01d)	52
	V.12	Gira	aglia (masse d'eau FREC01e)	56
	V.13	Bai	e Tamarone large (masse d'eau FREC02ab)6	50
	V.14	Lup	oîno (masse d'eau FREC02C)6	54
	V.15	Côt	te orientale (masse d'eau FREC02d)6	58
	V.16	Fau	utea (masse d'eau FREC02d)	1
	V.17	Ans	se Cola (masse d'eau FREC03AD)	75
	V.18	Ror	ndinara (masse d'eau FREC03Ad)	79
	V.19	Gol	lfe Santa manza (masse d'eau FREC03c)	33
	V.20	Mur	rtoli (masse d'eau FREC03eg)	38

Réseau	TEMPO -	- Surveillance	des herhiers	de Posidonie	par télémétrie	acoustique -

VI Références bibliographiques......92

I INTRODUCTION: L'HERBIER A POSIDONIE

La Posidonie *Posidonia oceanica* (L.) Delile est une phanérogame endémique de la mer Méditerranée qui peut constituer de véritables prairies sous marines. Cette plante angiosperme est constituée de faisceaux de feuilles (40 à 80 cm de long), de racines et de rhizomes, qui sont des tiges rampantes ou dressées, généralement enfouies dans le sédiment.



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

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

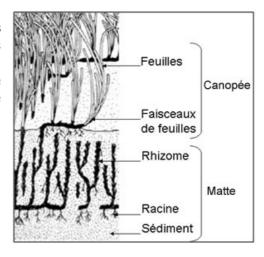


Figure 2 : Représentation schématique d'un herbier de posidonie et sa matte. Modifié d'après Boudouresque et Meinesz (1982).



Figure 3 : Lièvre de mer Aplysina parvula ou Aplysina punctata sur feuille de posidonie

Les herbiers à *Posidonia oceanica* occupent une surface restreinte (1 et 2 % des fonds de la Méditerranée soit 3.5 à 3.7 millions d'hectares (Rico-Raimondino,1995; Pasqualini, 1997) mais constituent la biocénose la plus complexe de Méditerranée (Molinier et Picard, 1952; Pérès et Picard, 1964; Boudouresque et Meinesz, 1982) et sont à la base de la richesse de ses eaux littorales (Molinier et Picard, 1952; Cinelli *et al.*, 1974; Boudouresque et Meinesz, 1982). Leur rôle écologique est majeur: production primaire benthique, production d'oxygène (Drew et Jupp, 1976; Caye, 1980; Bedhomme *et al.*, 1983; Libes *et al.*, 1983; Bay, 1978; Giorgi et Thelin, 1983), transparence des eaux par le piégeage des particules en suspension (Blanc et Jeudy

De Grissac, 1984), base de nombreuses chaînes alimentaires (Vélimirov, 1984), lieu de frayère, nurserie, abris vis-à-vis des prédateurs ou habitat permanent pour des milliers d'espèces animales et végétales (Boudouresque *et al.*, 2006).

La matte héberge une faune particulièrement riche et variée (Wilsie, 1987). Par son action au niveau des équilibres littoraux la matte souterraine stabilise les fonds meubles en agissant comme

un piège à sédiments (Molinier et Picard, 1952), atténuant ainsi l'effet érosif des courants et des vagues sur les littoraux sableux (Blanc et Jeudy De Grissac, 1984 ; Jeudy de Grissac et Boudouresque, 1985 ; Gambi *et al.*, 1989).

L'herbier de Posidonie est considéré comme un écosystème pivot du littoral méditerranéen (Boudouresque et Meinesz, 1982) abritant de divers nombreuses espèces à stades développement. Elle est sensible aux variations de luminosité (turbidité, niveau de l'eau), craint la dessalure, les températures extrêmes (hautes comme basses) ainsi qu'un hydrodynamisme trop intense. Son importance et ses exigences écologiques en font une espèce bio-indicatrice couramment utilisée pour le suivi de la qualité de l'eau.



Figure 4: Herbier à Posidonia oceanica.

Malheureusement, dans de nombreux secteurs du littoral méditerranéen, les herbiers de Posidonie connaissent de fortes régressions. Les facteurs d'impact avancés sont divers : aménagements côtiers (emprises directes, modifications de l'hydrodynamisme et de la sédimentation), pollutions (hydrocarbures, pesticides, métaux lourds, matière organique, matières en suspension, macro déchets), ancrages, etc. (Boudouresque et al., 2009). Pour l'ensemble de ces raisons, en France, la Posidonie est une espèce protégée depuis 1976 (loi sur la protection de la nature, arrêté du 19.07.1988). Les herbiers de Posidonie sont également préservés par le décret du 20.09.89 et sont identifiés au niveau européen comme des « habitats prioritaires» dans la liste des «habitats naturels d'intérêt communautaire» de l'annexe I de la Directive Habitat (Directive 92/43, CEE).

II CONTEXTE LEGISLATIF

La Directive-Cadre Eau (DCE) Européenne (2000/60/CE du 23 octobre 2000) est effective en droit Français depuis le 4 Avril 2004. Elle définit, pour les états membres, un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen. Elle fixe des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces, eaux côtières et eaux souterraines). Elle demande que tous les milieux aquatiques soient dans un bon état écologique d'ici 2015 sauf si des raisons d'ordre technique ou économique justifient que cet objectif ne soit pas atteint.

La DCE conforte les actions menées jusqu'ici par l'Agence de l'Eau *via* le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) : gestion par bassin versant, gestion équilibrée de la gestion en eau et participation des acteurs. Néanmoins, elle va plus loin en introduisant trois innovations majeures :

- la fixation d'objectifs environnementaux (bon état écologique des masses d'eau) ;
- la prise en compte des conséquences environnementales des activités socio-économiques ;
- la participation de tout public.

Pour les eaux superficielles, le « bon état écologique » (figure suivante) est défini par :

- un bon état chimique de l'eau, ce dernier étant apprécié au regard des normes d'usage ;
- un bon ou très bon état écologique apprécié selon un panel d'indicateurs biologiques.

NB: Le statut de « bon état » n'est obtenu que si l'état écologique (et donc physico-chimique et biologique) et l'état chimique sont « bons » ou « très bons ». C'est le paramètre le plus déclassant qui détermine le « bon état » de la masse d'eau. Modifié d'après http://www.ifremer.fr/lareunion/Les-projets/DCE

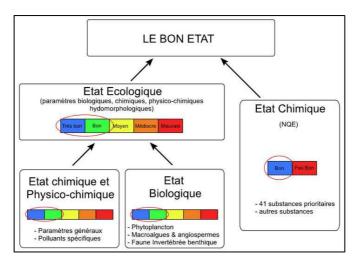


Figure 5 : Définition et évaluation de l'état des masses d'eaux.

Différents éléments biologiques ont ainsi été définis pour mesurer l'état écologique des masses d'eaux côtières¹ :

- le phytoplancton;
- les macro-algues ;
- Les angiospermes dont l'herbier de Posidonies en mer méditerranée ;
- le benthos (de substrat meuble ou rocheux).

Concernant l'herbier de Posidonies, l'indice global reflétant l'état de santé générale de cette phanérogame prend en compte :

- la densité des faisceaux ;
- la couverture épiphytique ;
- la biométrie et la structure de la matte ;
- la profondeur et la dynamique de la limite inférieure.

Densité de faisceaux et profondeur/dynamique de la limite inférieure sont les paramètres plus particulièrement visés pour la surveillance des herbiers par le réseau TEMPO.

III OBJECTIFS DU RESEAU TEMPO

Soutenu par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, le réseau TEMPO a été créé en 2011 en Corse. Il s'étend sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française bordée par les trois régions Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) et Languedoc-Roussillon (LR).



TEMPO a pour missions de promouvoir l'habitat des herbiers de posidonie et de surveiller à long terme l'évolution de son état. La dynamique des herbiers est suivie par la mesure de densités et de

^{1 «} Unité hydrographique » (eau de surface) cohérente, présentant des caractéristiques assez homogènes et pour laquelle, on peut définir un même objectif. Les masses d'eau constituent le référentiel cartographique élémentaire de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

déchaussement de faisceaux ajoutée à une cartographie par télémétrie acoustique de la limite inférieure.

Ces données descriptives et leurs évolutions dans le temps (période de trois ans) et l'espace (minimum d'un site par masse d'eau) complètent l'estimation de la qualité écologique des masses d'eaux côtières demandée par la Directive-Cadre Eau (2000/60/CE du 23 octobre 2000, DCE) et

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

Les données issues de TEMPO permettent également de répondre aux objectifs environnementaux de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (2008/56/CE du 17 juin 2008, DCSMM) comme par exemple le maintien ou le rétablissement de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes des fonds côtiers, le renforcement et la conservation des zones de d'herbiers ou l'identification des sites présentant des habitats naturels dégradés.



Figure 6 : Plongeur cartographiant une limite d'herbier de posidonie par télémétrie

IV METHODOLOGIE

La méthode choisie pour la surveillance de l'herbier à posidonie est non destructive, précise, et utilise de nombreux points de référence. Elle prend en compte trois types de mesures : une description générale du site, une cartographie de la limite inférieure de l'herbier à posidonie par télémétrie acoustique, et des mesures de vitalité de l'herbier en limite inférieure.

Ainsi, sur chaque localité, les coordonnées GPS sont relevées à partir du bateau. Elles correspondent à la localisation des balises permanentes type « géomètre » ancrées dans le sol et marquant les angles du quadrat permanent de télémétrie. Le plongeur note alors la date d'acquisition des données, la température de l'eau, la visibilité, la nature du fond, et la profondeur. et relève les pressions observées sur le site.

L'herbier est ensuite cartographié et son état de vitalité est estimé *via* la mesure de différents paramètres. Brièvement, la méthode appliquée consiste en :

- i) La cartographie de la limite inférieure (limite d'extension la plus profonde) de l'herbier de posidonie par télémétrie acoustique ;
 - ii) Des mesures de vitalité (état de santé) de l'herbier de posidonie en limite inférieure :
 - Type et profondeur de la limite inférieure
 - Densité de faisceaux
 - Déchaussement des rhizomes
 - iii) Des relevés des pressions observées :
 - Perturbations physiques
 - Perturbations biologiques
 - Pollutions

Des données historiques sont recherchées pour comparaison et analyse de l'évolution de l'état des herbiers lorsque cela est possible.

IV.1 LOCALISATION DES SITES TEMPO

Chaque site TEMPO est suivi à la fin du printemps (mai-juin) tous les trois ans avec un décalage d'un an d'une région à une autre. Les missions de terrain sont réalisées afin d'avoir au minimum un site par masse d'eau côtière.

La première campagne de terrain a été menée en région Corse en 2011 sur 19 stations réparties entre 22 et 40 mètres de fond. En 2012, ce réseau a été complété par 13 sites principalement localisés en région Languedoc-Roussillon répartis entre 5 et 33 mètres de profondeur. La mission TEMPO 2013 a permis de compléter le réseau en Provence-Alpes-Côte-D'azur (PACA) par 21 stations situées entre 14 et 36 mètres de fond.

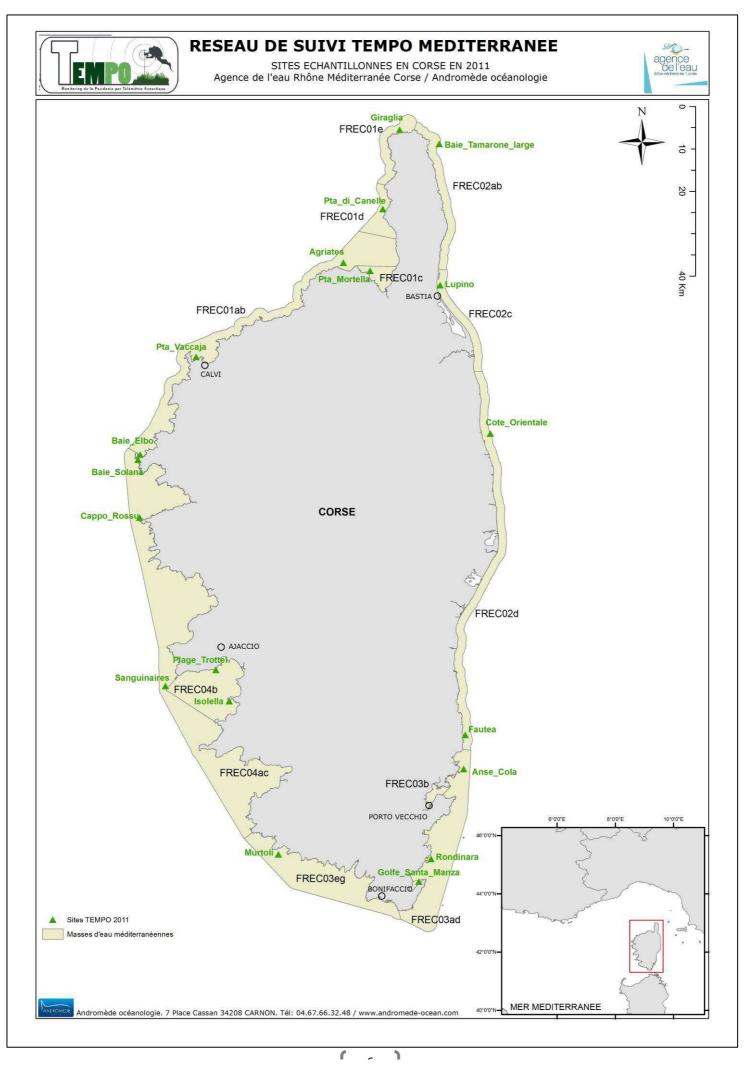
Toutes ces mesures sont ensuite analysées à la lumière des autres suivis (comparaison spatiotemporelle) et de la littérature disponible.

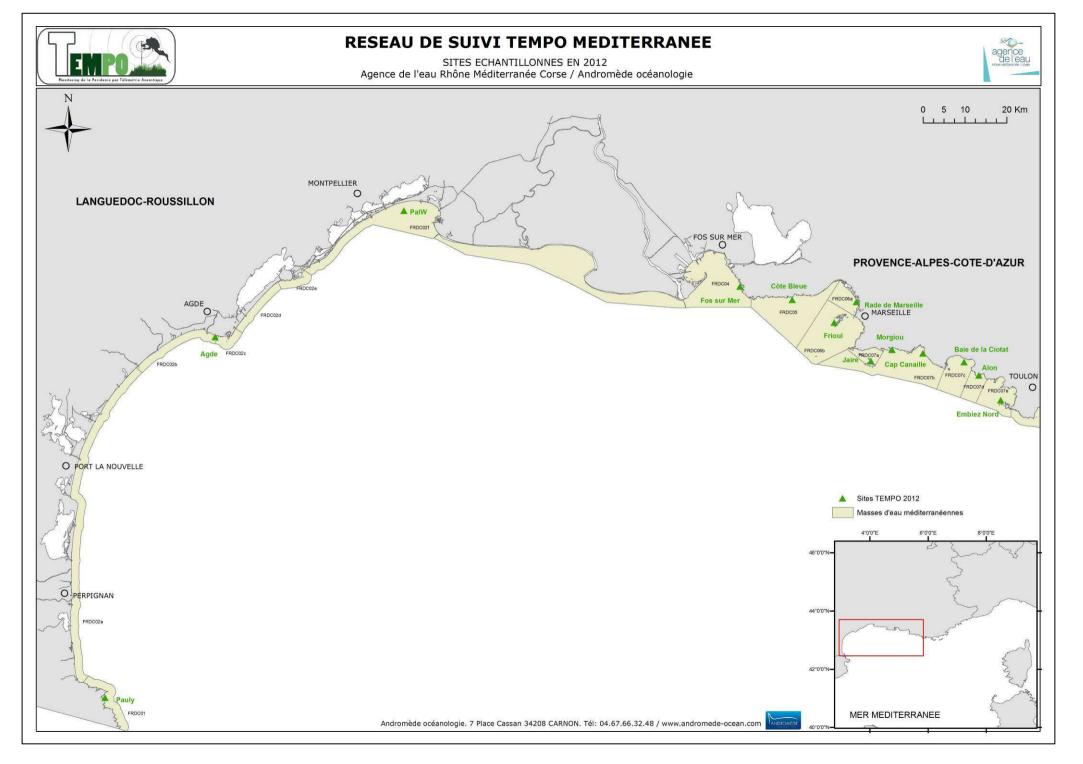
Le choix de ces points respecte à la fois une couverture géographique homogène entre points le long du littoral et une répartition équitable, à la fois dans des zones sensibles, des zones intermédiaires et des zones de référence, selon une influence anthropique variable.

La méthodologie suivie est affinée et améliorée au cours des suivis successifs en fonction de l'expérience acquise par les équipes de terrain et des avancées de la législation et de la recherche.

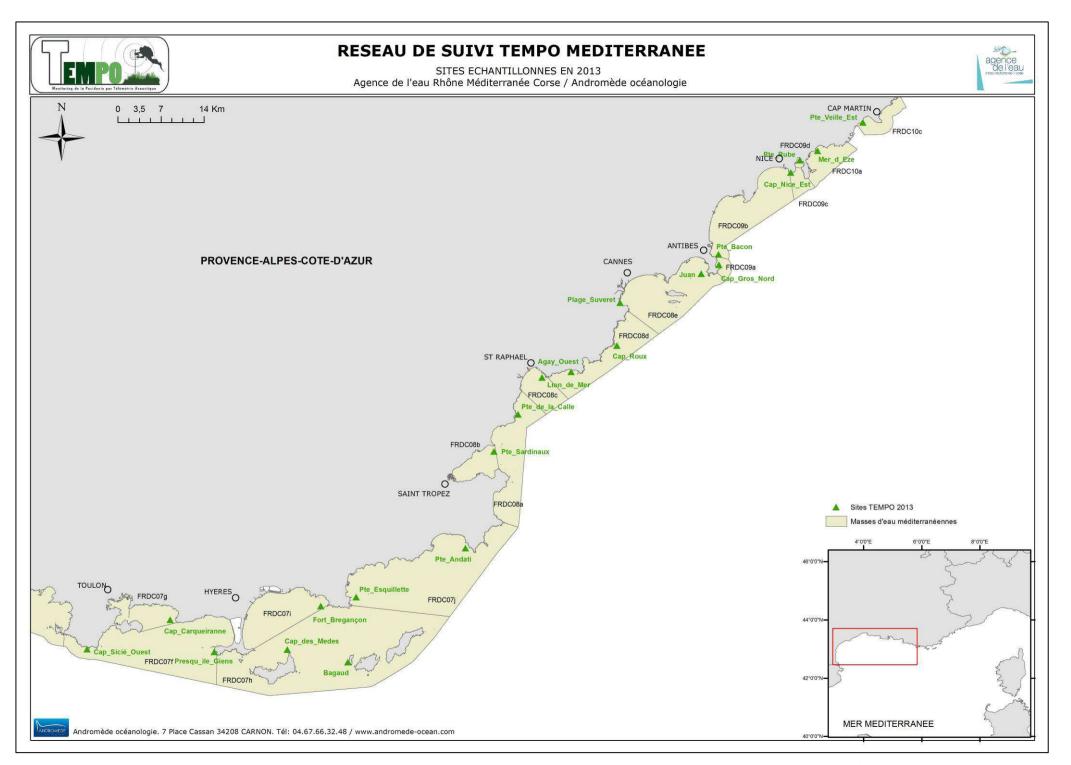
Ce document présente les résultats de la campagne de terrain TEMPO menée en 2011 mais intègre les données de 2011 à 2013 pour les comparaisons entre sites.

L'ensemble des sites TEMPO sont localisés sur les cartes suivantes.





Carte 2 : Localisation des 13 stations suivies en 2012 dans le cadre de TEMPO et emplacement des masses d'eau côtière.



Carte 3 : Localisation des 21 stations suivies en 2013 dans le cadre de TEMPO et emplacement des masses d'eau côtière.

IV.2 CARTOGRAPHIE PAR TELEMETRIE ACOUSTIQUE

Basée sur un principe d'interférométrie acoustique 3D, la télémétrie acoustique permet le positionnement centimétrique d'objets situés à plusieurs dizaines de mètres d'une antenne immergée à chaque plongée. Le positionnement acoustique est une méthode alternative au balisage classique (type RSP, Charbonnel et al., 2000) qui permet de multiplier facilement le nombre de points cartographiés (300 points minimum au lieu d'une dizaine avec la méthode RSP), tout en évitant la pose de nombreuses balises pouvant endommager l'herbier ou être perdues (Descamp et al., 2005, Descamp et al., 2011). De nombreuses limites inférieures d'herbiers ont d'ores et déjà été cartographiées selon cette méthode (Descamp et al., 2007, Descamp et al., 2009, Deter et al., 2010 et 2011, Descamp et al., 2011). Des suivis temporels ont montré sa capacité à mettre en avant



Figure 7 : Plongeur pointant la posidonie

progressions ou régressions locales d'herbiers (Deter et al., 2010, Descamp et al., 2011).



Figure 8 : Plongeur cartographiant la limite inférieure de la posidonie à l'aide du pointeur de l'aquamètre.

Un pointeur mobile et sa canne standard confèrent à l'ensemble une longueur d'un mètre permettant un dégagement par rapport au fond, afin d'éviter les problèmes de réflexions et/ou masquages des ondes acoustiques. Léger et portable, le pointeur est muni d'un mini clavier et d'un écran à cristaux liquides, permettant au plongeur de pointer les limites de l'herbier à positionner et de les stocker en mémoire (la capacité mémoire du pointeur est supérieure à 1500 points). Le pointeur a la capacité d'effectuer 10 relevés par point pour en faire une moyenne afin d'en augmenter la précision. La base accepte jusqu'à huit pointeurs (soit huit plongeurs) simultanément, permettant ainsi d'augmenter la rapidité des relevés.

La limite inférieure de l'herbier située dans ce quadrat permanent est cartographiée très précisément par télémétrie acoustique avec un minimum d'un point tous les 50 cm. La présence et la position de grandes nacres *Pinna nobilis*, espèce protégée, sont également relevées et cartographiées.

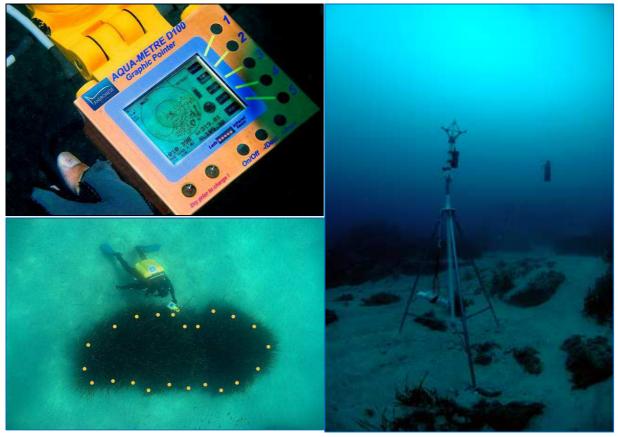


Figure 10 : [1] Mini-clavier et écran à cristaux relié au pointeur de l'aquamètre D100 ; [2] Herbier en tâche en cours de cartographie par un plongeur ; [3] Antenne immergée à chaque plongée et servant au positionnement par télémétrie acoustique.

Les données recueillies sont récupérées du pointeur sur ordinateur via une interface infrarouge, et traitées par le logiciel de préparation et exploitation des mesures Aqualog de PLSM. Les données sont ensuite importées sous un Système d'Information Géographique (SIG) au format dxf. Chaque type de point relevé (herbier en tâche, faisceau isolé, piquet repère, balise existante) fait l'objet d'une couche spécifique. Le contour des herbiers en tâche ou des limites d'herbiers est réalisé en joignant les points de proche en proche. Le logiciel de SIG permet ensuite de calculer des surfaces et donc de suivre l'évolution de l'herbier en position et en surface.

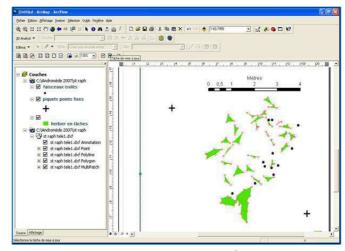


Figure 9 : Exploitation des données sous SIG.

IV.3 MESURES DE VITALITE (ETAT DE SANTE) DE L'HERBIER DE POSIDONIE

La posidonie étant une espèce protégée, tout prélèvement est soumis à autorisation. Compte tenu de l'état général des herbiers sur le littoral français, nous avons privilégié les mesures non destructives. Les mesures de vitalité sont donc toutes effectuées in situ par des plongeurs en limite inférieure.

IV.3.1 Type et profondeur de la limite inférieure

La limite d'extension la plus profonde (limite inférieure) de l'herbier est relevée par les plongeurs à l'aide d'un profondimètre électronique. Les profondeurs de limite inférieure considérées comme références sont de 15 m en Languedoc, 22 m en Roussillon, 37 m en PACA (Ifremer 2010) et 40 m en Corse (Pergent et al., 2008). Le type de limite est répertorié selon la classification classique de Meinesz et Laurent (1978) et une classification plus récente (Montefalcone 2009).

D'après Montefalcone (2009), neuf types de limites sont dénombrés: une limite clairsemée, franche ou érosive avec pour chacune l'appellation naturelle ou érosive selon la présence ou non de matte morte, une limite régressive avec patchs, régressive avec bandes de posidonies vivantes ou mortes (figure suivante).

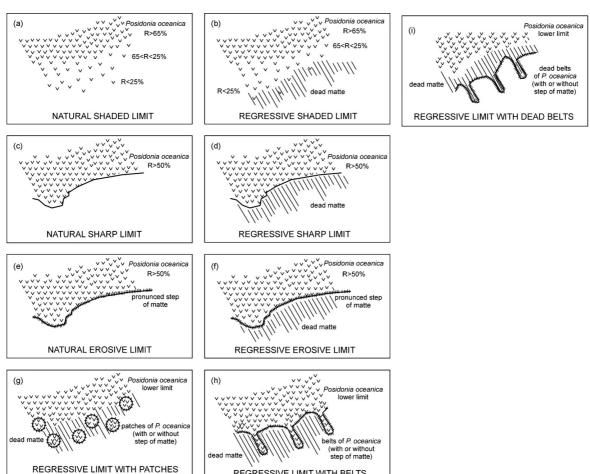


Figure 11 : Illustration des différentes typologies de limite inférieure d'herbier d'après Montefalcone (2009) : Limites inférieures naturelles (a, c, e) et régressive (b, d, f, g, h, i) avec R le pourcentage de recouvrement par P. oceanica vivantes.

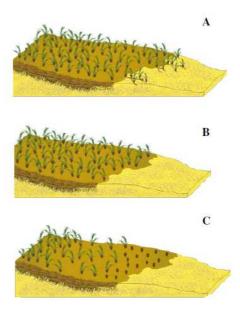
REGRESSIVE LIMIT WITH BELTS

D'après Meinesz et Laurent (1978), une limite progressive est caractérisée par la présence de rhizomes plagiotropes disposés parallèlement dans le sens de la pente sans édification de matte (bon état de santé de l'herbier).

La limite franche est brusque, nette sans matte morte en aval de la limite (stabilité de l'écosystème).

La limite régressive présente une étendue de matte morte recouverte ou non par le sédiment en aval de la limite proprement dite. Quelques faisceaux de feuilles subsistent en aval de la limite actuelle (perturbation et régression de l'herbier).

Figure 12 : Illustration des différentes typologies de limite inférieure d'herbier d'après Meinesz et Laurent (1978) (Limite progressive = A°, franche = B et régressive = C)



IV.3.2 Densité des faisceaux de posidonie (en limite inférieure)

La densité varie en fonction de la profondeur et des conditions du milieu (lumière, type de substrat où l'herbier est implanté). Du fait de l'intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présente des valeurs de densité très élevées dans des secteurs superficiels, alors qu'elles sont beaucoup plus faibles en profondeur (limite inférieure) ou dans des zones présentant une turbidité élevée (Pergent *et al.*, 1995).

Une grille de lecture simplifiée intégrant la profondeur a été proposée (Pergent *et al.*, 2008 ; Pergent-Martini *et al.*, 2010) et classe l'herbier en quatre catégories, selon les valeurs de densité mesurées en fonction de la



Figure 13 : Plongeur en cours de comptage pour l'estimation de la densité.

profondeur : excellent état, bon état, état normal, état médiocre et mauvais état (tableau suivant).

Dans le cadre du réseau TEMPO, la densité des faisceaux (nombre de faisceaux de feuilles vivantes par m²) est calculée dans 30 quadrats de 20 x 20 cm en limite inférieure (Pergent-Martini et Pergent 1996, Charbonnel *et al.* 2000a, b) pour les années 2011 et 2012. Ces quadrats sont jetés au hasard d'une hauteur de 1,5 m sans éviter les tâches de sable (sauf si elles sont très étendues).

A partir de 2013, le protocole a évolué et la densité de faisceaux est alors mesurée dans 25 quadrats de 20 \times 20 cm orientés dans l'herbier et dans 3 quadrats permanents de 40 \times 40 cm localisés dans l'herbier à posidonies du site.

Tableau 1 : Classification de l'état de l'herbier selon les densités (/ m²) de faisceaux observées et le niveau de profondeur (m) d'après Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010.

Profondeur (m)	Excellent			Bon			Norma	al	M	lédioc	re	M	auvais
1	>	1133	1133	à	930	930	à	727	727	à	524	<	524
2	>	1067	1067	à	863	863	à	659	659	à	456	<	456
3	>	1005	1005	à	808	808	à	612	612	à	415	<	415
4	>	947	947	à	757	757	à	567	567	à	377	<	377
5	>	892	892	à	709	709	à	526	526	à	343	<	343
6	>	841	841	à	665	665	à	489	489	à	312	<	312
7	>	792	792	à	623	623	à	454	454	à	284	<	284
8	>	746	746	à	584	584	à	421	421	à	259	<	259
9	>	703	703	à	547	547	à	391	391	à	235	<	235
10	>	662	662	à	513	513	à	364	364	à	214	<	214
11	>	624	624	à	481	481	à	338	338	à	195	<	195
12	>	588	588	à	451	451	à	314	314	à	177	<	177
13	>	554	554	à	423	423	à	292	292	à	161	<	161
14	>	522	522	à	397	397	à	272	272	à	147	<	147
15	>	492	492	à	372	372	à	253	253	à	134	<	134
16	>	463	463	à	349	349	à	236	236	à	122	<	122
17	>	436	436	à	328	328	à	219	219	à	111	<	111
18	>	411	411	à	308	308	à	204	204	à	101	<	101
19	>	387	387	à	289	289	à	190	190	à	92	<	92
20	>	365	365	à	271	271	à	177	177	à	83	<	83
21	>	344	344	à	255	255	à	165	165	à	76	<	76
22	>	324	324	à	239	239	à	154	154	à	69	<	69
23	>	305	305	à	224	224	à	144	144	à	63	<	63
24	>	288	288	à	211	211	à	134	134	à	57	<	57
25	>	271	271	à	198	198	à	125	125	à	52	<	52
26	>	255	255	à	186	186	à	117	117	à	47	<	47
27	>	240	240	à	175	175	à	109	109	à	43	<	43
28	>	227	227	à	164	164	à	102	102	à	39	<	39
29	>	213	213	à	154	154	à	95	95	à	36	<	36
30	>	201	201	à ,	145	145	à 、	89	89	à 、	32	<	32
31	>	189	189	à 、	136	136	à	83	83	à 、	30	<	30
32	>	179	179	à 、	128	128	à 、	77	77	à 、	27	<	27
33	>	168	168	à 、	120	120	à 、	72	72	à 、	24	<	24
34	>	158	158	à 、	113	113	à 、	68	68	à 、	22	<	22
35	>	149	149	à 、	106	106	à 、	63	63	à 、	20	<	20
36	>	141	141	à	100	100	à	59	59	à	18	<	18
37	>	133	133	à	94	94	à	55 53	55 53	à	17	<	17
38	>	125	125	à	88	88	à	52	52	à	15	<	15
39	>	118	118	à	83	83	à	48 45	48 45	à	14	<	14
40	>	111	111	à	78	78	à	45	45	à	13	<	13

IV.3.3 Déchaussement des rhizomes de posidonie (en limite inférieure)

Les rhizomes de Posidonie sont caractérisés par une croissance horizontale (rhizomes plagiotropes) et/ou verticale (rhizomes orthotropes). La croissance verticale est à l'origine de l'édification des mattes et permet à la plante de lutter contre l'enfouissement, lié à la sédimentation.

Le déchaussement des rhizomes traduit généralement l'existence d'un déficit sédimentaire de l'herbier. L'observation de ce paramètre permet donc d'apprécier rapidement et assez précisément l'hydrodynamisme d'une zone et les déplacements sédimentaires qui y ont lieu. En outre, un déchaussement important entraîne une fragilisation de l'herbier, ce qui accroît sa vulnérabilité vis à vis des actions de mouillage et de



Figure 14 : Faisceaux de posidonie avec rhizomes non déchaussés

chalutage. La mesure du déchaussement des rhizomes est réalisée selon les conventions définies par Boudouresque *et al.* (1980) dans Boudouresque *et al.* (2006) :

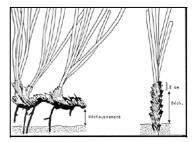
- Pour les rhizomes plagiotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la partie inférieure des rhizomes ;
- Pour les rhizomes orthotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la base des feuilles, distance à laquelle on soustrait 2 cm.

Dans le cadre du réseau TEMPO dix mesures (x3 réplicats) espacées d'environ 5m sont effectuées le long de la limite de l'herbier en 2011 et 2012. A partir de la mission de 2013 trois mesures de déchaussement (x3 réplicats) sont effectuées au sein des 3 quadrats permanents localisés dans l'herbier.

Une échelle d'évaluation du déchaussement (faible, moyen, important) est proposée, en fonction des valeurs moyennes mesurées le long des balisages (voir figure ci-dessous).

Figure 15 : Echelle d'évaluation du déchaussement en fonction des valeurs moyennes mesurées le long du balisage (d'après le RSP Charbonnel et al., 2000 et Boudouresque et al., 1980)

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



IV.3.3.1 Analyse de l'évolution temporelle

Avec un retour sur site tous les trois ans, TEMPO a parmi ses objectifs le suivi de l'évolution de l'état des herbiers de posidonies dans le temps. Pour les trois premières campagnes (2011-2013), nous comparons les résultats obtenus aux données existantes dans la littérature pour des herbiers proches spatialement. La majeure partie de ces données provient du Réseau de Surveillance Posidonie (RSP). Ainsi, 15 limites supérieures et 15 limites inférieures sont suivies en Corse au moins une fois entre 2004 et 2008 (Pergent *et al.*, 2008). 33 points de surveillance sont disposés sur l'ensemble du littoral de la région PACA : 24 sites de surveillance sélectionnés entre 1984 et 1987 et 9 autres sites installés entre 1994 et 1996.

IV.3.3.2 Calcul d'un indice de qualité écologique

Au moins deux indicateurs existent en France pour estimer la qualité écologique des masses d'eaux à partir de mesures sur posidonies à – 15 m.

Le premier est le **PREI** (*Posidonia oceanica* **Rapid Easy Index**; Gobert et al. 2008, 2009), reconnu comme index de référence dans l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement paru au journal officiel du 24 février 2010. Son calcul prend en compte le type de limite inférieure, la densité des faisceaux, mais aussi deux paramètres à mesure destructive : la surface foliaire par faisceau (cm²/faisceau) et la charge en épibiontes sur les feuilles (poids sec des épibiontes/poids sec des feuilles). Une évolution de cet indicateur vers une démarche non destructive (en cours de test en 2012, Gobert Comm. Pers.) est en cours.

Le second indicateur est le **BiPo (Biotic Index using** *Posidonia Oceanica*; Lopez y Royo *et al.* 2010). Les résultats issus de cet indice en inter-calibration sont comparables à ceux issus du POMI utilisé en Espagne (Lopez Y Royo *et al.* 2011). Le BiPO prend en compte la profondeur de limite inférieure (en m), le type de limite inférieure, la densité de faisceaux (à – 15 m) et la longueur des faisceaux (à – 15 m) (Tableau suivant). L'EQR (Ecological Quality Ratio) est ensuite calculé en faisant la moyenne des quatre EQR' (un EQR' par paramètre mesuré). Il permet de déterminer le statut écologique de chaque site d'après la classification de la DCE.

Dans le cadre de TEMPO, aucun paramètre n'est généralement mesuré à – 15 m car la limite inférieure est plus profonde. Cependant, nous comparons les données du réseau pour les profondeurs et les types de limite inférieure aux valeurs de référence du BiPo en calculant les EQR' correspondant à ces deux paramètres. Même si le paramètre « densité de faisceaux » n'est pas mesuré à -15 mètres mais toujours en limite inférieure nous calculons un EQR' pour ce paramètre.

Tableau 2 : Paramètres mesurés et valeurs de références utilisées pour le calcul du BiPo pour des mesures en Aout-Septembre. Densités et longueurs de feuilles sont mesurées à – 15 m. D'après Lopez Y Royo et al. 2010

Class		RC	High	Good	Moderate	Poor	Bad ⁽⁸
Lower Limit	Values (m)	38	> 31	31 – 25	25 – 19	< 19	n/a
Depth	EQR'	1	((X - 31)/7) *0.225)+0.775	((X - 25)/6) *0.225)+0.55	((X - 19)/6) *0.225)+0.325	((X /19) *0.225)+0.1	0.05
	Values	n/a	progressive & erosive limits	sharp limits	sparse limits	Regressive limits	n/a
Lower Limit Type	Supporting parameters (1)		>70%cover or >70%plagio	<70% cover & <70% plagio	<15% cover, %plagio n/a	recent dead matte	n/a
	EQR'	1	0.89	0.66	0.44	0.21	0.05
Shoot	Values (shoots.m²)	599	> 339	339 – 239	239 – 172	< 172	n/a
Density	EQR'	1	((X-339)/260) *0.225)+0.775	((X-239)/100) *0.225)+0.55	((X- 172)/87) *0.225)+0.325	((X /172) *0.225)+0.1	0.05
Shoot	Values	955	>812	812 - 651	651 – 481	<481	n/a
length ⁽²⁾	EQR'	1	((X-812)/143) *0.225)+0.775	((X-651)/161) *0.225)+0.55	((X-481)/170) *0.225)+0.325	((X /170) *0.225)+0.1	0.05

(RC: reference conditions)

Tableau 3 : Valeur de l'EQR (Ecological Quality Ratio) pour le BiPo et son niveau de qualité écologique correspondant tel que préconisé par la DCE.

EQR	Statut écologique
<0,75-1	Très bon
>0 ,60-0,75	Bon
>0,40-0,60	Moyen
>0,25-0,40	Médiocre
0-0,25	Mauvais

Un tableau regroupe pour chaque site TEMPO l'EQR du site, l'EQR' Profondeur, l'EQR' densité, EQR' typologie. Pour chacun de ces paramètres est associé à un curseur imagé replaçant la valeur observée dans le contexte national (valeurs minimale, maximale et moyenne observées en Méditerranée sur tous les sites TEMPO échantillonnés entre 2008 et 2013).

Légende du curseur imagé associé à chaque paramètre détaillé:

Sont affichées les valeurs minimale, maximale et moyenne observées pour chaque paramètre sur tous les sites Les réseaux échantillonnés en Méditerranée. Chaque couleur correspond à un cinquième de l'étendue des valeurs observées à l'échelle de comparaison voulue, c'est à dire celle de la masse d'eau, de la région (Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Corse, Languedoc-Roussillon (LR)) ou de la Méditerranée pour la paramètre concerné.



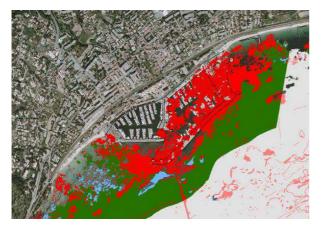
^{((1) %} cover and % plagiotropic rhizomes (plagio) are used to support characterisation of lower limit types)

⁽⁽²⁾ in cases of sampling constraints or historical data, boundary values determined for the late summer can be adapted to early summer or spring, by normalising them against shoot length reference conditions. Reference conditions for shoot length are 890mm for spring (April-May), 996mm for early summer (June), and 1102mm for full summer (July)).

⁽⁽³⁾ Bad Status corresponds to a recorded recent die-off of the meadow (< 5 years)).

IV.4 RELEVES DES PERTURBATIONS OBSERVEES SUR LES SITES DE TERRAIN

Le choix des paramètres de perturbations relevés suit les préconisations du document de mise en cohérence des méthodes de suivis des herbiers de posidonies des sites Natura 2000 du Languedoc-Roussillon (Blouet *et al.* 2011) et le guide méthodologique d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins Natura 2000 (Lepareur, 2011). Ces informations sont obtenues sur la base d'analyse bibliographique, de photographies aériennes et des observations sur le terrain.





Régressions (en rouge) de l'herbier (en vert) au niveau du port Camille Rayon depuis 1924.

Régressions de l'herbier liées directement à l'aménagement sur l'herbier du port Camille Rayon en 1989 (en marron).

Figure 16 : Perturbation sur un herbier de posidonie - Exemple de l'agrandissement du port de Golfe Juan (région PACA) à l'origine d'une régression de l'herbier de posidonie (Source : étude comparative de photographies aériennes de 1924 et 2011 (Andromède, 2011)).

a) Les perturbations physiques

- Artificialisation du milieu. La présence ou absence de structures artificialisées (endiguements, enrochements, bétonnages, épis, canalisations, passages de câbles, installations portuaires, etc.) est notée sur la base d'analyses bibliographiques, de photographies aériennes et d'observations sur le terrain (Figure 7).
- Action anthropique sur les mattes. Observation et recensement des blocs de matte arrachés, des traces et sillons dus à l'action des chaluts et des ancres, des trous, etc. Il s'agit de déterminer leur nombre sur le site et le pourcentage de surface détruite.



Figure 17: Ancre

Figure 18 : Caulerpa taxifolia

b) Les perturbations biologiques

La présence des **caulerpes invasives** (*Caulerpa taxifolia, Caulerpa racemosa*) et des **rhodobiontes** est notée et la superficie couverte par ces espèces est estimée.

c) Les pollutions et nuisances

Les diverses sources de pollution observées (sur photographies aériennes et *in situ* par les plongeurs) à proximité des sites sont notées :

- Sources potentielles de nuisance proches: Les cours d'eau et leur exutoire, émissaires d'ouvrages épuratoires, ports, enrochements, rejets de dragages, etc. sont identifiés.
- Epaisseur, couleur, odeur de la **couche oxydée pour les sédiments vaseux.**



Figure 19 : Macrodéchets en limite inférieure d'herbier à posidonie.

- **Macrodéchets**, filets et autres engins de pêche, mouillages perdus, corps morts sont évalués en volume et pour leur dangerosité.
- Traces d'hydrocarbures le cas échéant

V RESULTATS

V.1 DESCRIPTION GENERALE DES SITES

En mai 2011, 19 sites ont été échantillonnés en région Corse. Les limites inférieures des herbiers à posidonie se situent entre 22 et 40,4 m de profondeur. Ce réseau a été complété en mai 2012 par 13 sites répartis entre 5 et 33 mètres de profondeur. La mission de juin 2013 a complété le réseau par 21 stations situées entre 14 et 36 mètres de fond.

A ces sites échantillonnés spécifiquement dans le cadre du réseau TEMPO sont ajoutés dans ce présent rapport des stations suivies par Andromède par télémétrie acoustique dans le cadre d'autres études et qui serviront d'éléments de référence.

Les principales informations sur les sites TEMPO sont décrites dans le tableau suivant. **S'ensuit une fiche par site TEMPO échantillonné en 2011**, qui sera actualisée tous les trois ans.

Tableau 4 : Description générale des sites TEMPO (2011-2013)

Site	es	Isolella	Plage_Trottel	Sanguinaires	Murtoli	Golfe Santa Manza	Rondinara	Anse Cola	Fautea	Côte Orientale	Lupino	Baie Tamarone Iarge	Giraglia
Masse	d'eau	FREC04b	FREC04b	FREC04ac	FREC03eg	FRE03c	FREC03ad	FREC03ad	FREC02d	FREC02d	FREC02c	FREC02ab	FREC01e
Date échan TEM	-	02/05/2011	03/05/2011	04/05/2011	05/05/2011	06/05/2011	07/05/2011	08/05/2011	08/05/2011	09/05/2011	10/05/2011	11/05/2011	11/05/2011
Comme	ntaires												
Type de	e limite	Franche en tâches	Franche en tâches	Clairsemée naturelle sur roche	Franche en tâches	Clairsemée régressive	Erosive et clairsemée régressive	Erosive et clairsemée régressive	Clairsemée et érosive naturelle	Clairsemée naturelle	Clairsemée régressive	Très clairsemée naturelle	Franche en tâches, régressive ponctuelle
Coordonnées GPS (WGS	Latitude	41*50.306N	41*54.390N	41*52.865N	41*30.392N	41*25.433N	41*28.174N	41*39.176N	41*43.469N	42*21.323N	42*40.688N	42*58.582N	43*00.843N
84)	Longitude	8*45.326E	8*43.480E	8*34.731E	8*51.491E	9*14.670E	9*17.073E	9*23.907E	9*24.718E	9*33.624E	9*27.344E	9*29.405E	9*22.823E
	Profondeur	27.7	24	34.3	30,5	31.7	34.8	36.5	36.7	34.8	27.9	40.4	34.9
Piquet 1 du quadrat permanent	Substrat	Roche	Roche	Roche	Roche	Corps morts	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Vase	Substrat meuble	Substrat meuble
	Profondeur	26.2	25.6	34.7	30,5	31.4	34.8	36.9	37.2	34.6	29.1	39.7	34.9
Piquet 2 du quadrat permanent	Substrat	Roche	Roche	Roche	Roche, sable	Corps morts	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Corps mort	Substrat meuble	Substrat meuble
	Profondeur	26	19.5	35.7	30	28.5	33.8	36.1	34.9	33.9	27.2	39.5	35.3
Piquet 3 du quadrat permanent	Substrat	Roche	Roche	Roche	Substrat meuble	Vase	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Vase	Substrat meuble	Substrat meuble
	Profondeur	23	19.6	35.7	30	29.2	33.8	35.2	34.6	34.7	27.2	40.2	34.4
Piquet 4 du quadrat permanent	Substrat	Roche	Roche	Roche	Substrat meuble	Vase	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Vase	Substrat meuble	Substrat meuble

		Pta di								Bonnieu			Digue
Site	es	Cannelle	Agriates	Pta Mortella	Pta Vaccaja	Cappo Rossu	Baie Solana	Baie Elbo	Alon	Nord	Cap Canaille	Carry	Marseille
Masse	d'eau	FREC01d	FREC01ab	FREC01c	FREC01ab	FREC04ac	FREC04ac	FREC01ab	FRDC07d	FRDC04	FRDC07b	FRDC05	FRDC06a
Date échantillo	nnage TEMPO	12/05/2011	12/05/2011	13/05/2011	14/05/2011	16/05/2011	17/05/2011	17/05/2011	23/05/2012	27/05/2012	24/05/2012	31/05/2012	26/05/2012
Comme	ntaires											Site Andromède (2008)	Site Andromède (2008)
Type de limite		Franche en tâches, régressive ponctuelle	Franche en tâches, régressive ponctuelle	Clairsemée naturelle	Régressive avec tâches	Franche en tâches	Franche en tâches, régressive ponctuelle	Clairsemée naturelle	Franche en tâches	Franche en tâches	Régressive	Régressive	Franche en tâches
Coordonnées	Latitude	42*50.970N	42*44.603N	42*43.294N	42*34.244N	42*14.456N	42*21.806N	42*22.422N	43°08,605N	43°21,238N	43°11,753N	43°19,285N	43°18,717N
GPS (WGS 84)	Longitude	9*18.687E	9*11.100E	9*15.571E	8*44.489E	8*32.619E	8*33.108E	8*33.390E	5°42,307E	5°00,872E	5°32,658E	5°10,010E	5°21,280E
	Profondeur	34.4	36.8	33.1	32.6	34	35.4	36.3	22,5	10,5	34	Pas de piquets mais balises RSP	21,5
Piquet 1 du quadrat permanent	Substrat	Roche	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Sable + Granulats grossiers	Roche	Coralligène	Substrat meuble		Parpaing
	Profondeur	34.3	36.1	35.8	33.8	33.4	32.4	37.7	22,9	11,2	33,7	Pas de piquets mais balises RSP	20,6
Piquet 2 du quadrat permanent	Substrat	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Sable + Granulats grossiers	Substrat meuble	Substrat meuble	Coralligène	Substrat meuble		Bloc rocheux
	Profondeur	33.7	35.8	31.5	32.4	32	31.8	36.6	22	13,1	32,6	Pas de piquets mais balises RSP	21,8
Piquet 3 du quadrat permanent	Substrat	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Coralligène	Herbier		Substrat meuble/ Roche
	Profondeur	34.5	35.2	30.6	31.2	31.9	34.1	35.4	22	/	32,9	Pas de piquets mais balises RSP	21,4
Piquet 4 du quadrat permanent	Substrat	Roche	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Coralligène	Herbier		Substrat meuble/ Roche

				Grand	Grau Agde						_	Сар	Cap des
Site		Embiez Nord	Frioul	travers	Est	Ile Plane	Liouquet	Morgiou	Paulilles	Agay Ouest	Bagaud	Carqueiranne	Medès
Masse		FRDC07e	FRDC06b	FRDC02f	FRDC02b	FRDC07a	FRDC07c	FRDC07b	FRDC01	FRDC08d	FRDC07h	FRDC07g	FRDC07h
Date échantillo	nnage TEMPO	23/05/2012	25/05/2012	03/07/2012	04/07/2012	25/05/2012	22/05/2012	24/05/2012	03/07/2012	07/06/2013	09/06/2013	12/06/2013	10/06/2013
Comme	ntaires	Ancien site RSP					Site Andromède (2008)				Site Andromède (2008)		
Type de	limite	Clairsemée naturelle	Franche naturelle	Franche en tâches	Franche en tâches	Progressive	Clairsemée naturelle	Clairsemée naturelle	Franche en tâches	Franche naturelle	Franche naturelle	Franche en tâches	Clairsemée naturelle
Coordonnées	Latitude	43°05,303N	43°16,161N	43°31,101N	43°16"21'9N	43°11,024N	43°10,397N	43°12,358N	42°30,133N	42°24,847N	43°00,490N	43°04,970N	43°01,871N
GPS (WGS 84)	Longitude	5°45,973E	5°17,269E	3°57,843E	3°28''04'2E	5°23,463E	5°39,814E	5°27,242E	3°08,004E	6°50,039E	6°21,384E	6°00,439E	6°14,257E
	Profondeur	29,9	26	8	5	26,4	32,9	28,1	14	25,5	30,1	29,3	29,5
Piquet 1 du quadrat permanent	Substrat	Balise RSP	Substrat meuble	Petits blocs rocheux	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Substrat meuble	Tombant matte	Substrat meuble	Substrat meuble
	Profondeur	30,1	25	8	5	26,9	32,6	28,1	14	24,4	32,9	29,7	29,1
Piquet 2 du quadrat permanent	Substrat	Balise RSP	Substrat meuble	Petits blocs rocheux	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Roche	Roche	Herbier	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble
	Profondeur	/	23,5	8	5	24,7	32,2	28	14	22,9	?	28,6	29,1
Piquet 3 du quadrat permanent	Substrat		Herbier	Petits blocs rocheux	Substrat meuble	Substrat meuble	Roche	Substrat meuble	Roche	Herbier	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble
	D. C. d.	,	24.5		_	24.6	,	20	44	24	22.6	20.4	20.5
	Profondeur	/	24,5	8	5	24,6	/	28	14	24	33,6	28,4	29,5
Piquet 4 du quadrat permanent	Substrat		Herbier	Petits blocs rocheux	Substrat meuble	Substrat meuble		Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble

Site	as.	Cap Gros Nord	Cap Nice Est	Cap Roux	Cap Sicié Ouest	Fort Brégançon	Juan	Lion de mer	Mer d'Eze	Plage Suveret	Presqu'ile Giens	Pte Andati	Pte Bacon
Masse		FRDC09a	FRDC09c	FRDC08d	FRDC07f	FRDC07i	FRDC08e	FRDC08c	FRDC10a	FRDC08e	FRDC07f	FRDC07j	FRDC09b
Date échantillo		05/06/2013	05/06/2013	07/06/2013	12/06/2013	09/06/2013	06/06/2013	08/06/2013	04/06/2013	06/06/2013	12/06/2013	09/06/2013	05/06/2013
Comme	entaires	Ancien site RSP	, ,	Site Andromède (2008)	Site Andromède (2009)		Site Andromède (2008)	, ,	Ancien site RSP	Ancien site RSP	, ,		
Type de	Type de limite		Franche en tâches	Franches en tâches	Franche en tâches	Régressive	Franche en tâches	Franche à tendance régressive	Régressive	Franche en tâches	Franche en tâches	Clairsemée naturelle	Franche en tâches
Coordonnées	Latitude	43°33,442N	43°41,108N	43°26,899N	43°02,697N	43°05,527N	43°32,743N	43°24,489N	43°42,860N	43°30,630N	43°01,974N	43°09,934N	43°34,345N
GPS (WGS 84)	Longitude	7°08,573E	7°17,800E	6°55,741E	5°50,384E	6°18,522E	7°06,360E	6°46,507E	7°21,3127E	6°56,387E	6°05,520E	6°36,184E	7°08,587E
	Profondeur	20,6	/	27,2	30,5	27,4	/	15	?	/	32,6	34,3	19,2
Piquet 1 du quadrat permanent	Substrat	Balise RSP		Roche	Substrat meuble	Matte morte	Substrat meuble	Roche	Balise RSP		Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble
	Profondeur	21,3	/	27	28,4	27,5	/	11,8	30,6	/	30,1	32,7	14
Piquet 2 du quadrat permanent	Substrat	Balise RSP		Substrat meuble	Substrat meuble	Matte morte	Substrat meuble	Roche	Balise RSP		Coralligène	Coralligène	Herbier
	Profondeur	/	25,4	27	28	27,1	27,7	13,5	/	12,4	30,3	33,5	15
Piquet 3 du quadrat permanent	Substrat		Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Matte morte	Substrat meuble	Substrat meuble		Balise RSP	Coralligène	Substrat meuble	Herbier
	Profondeur	/	23,3	29,2	30,7	26,8	29,3	16	/	12,8	32,4	34,2	19,4
Piquet 4 du quadrat permanent	Substrat		Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Matte morte	Substrat meuble	Substrat meuble		Corps mort	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble

Sit	es	Pte de la Calle	Pte Esquillette	Pte Rube	Pte Sardinaux	Pte Veille Est
Masse	d'eau	FRDC08a	FRDC07j	FRDC09d	FRDC08b	FRDC10c
Date échantille	onnage TEMPO	08/06/2013	09/06/2013	04/06/2013	08/06/2013	03/06/2013
Comme	entaires		Proximité ancien site RSP			
Type de	e limite	Clairsemée	Clairsemée	Franche en tâches	Franche naturelle	Franche en tâches
Coordonnées	Latitude	43°21,370N	43°06,145N	43°42,129N	43°18,246N	43°45,084N
GPS (WGS 84)	Longitude	6°43,371E	6°22,799E	7°19,114E	6°40,236E	7°27,019E
	Profondeur	23,5	36,1	?	29,3	25,1
Piquet 1 du quadrat permanent	Substrat	Coralligène	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble
	Profondeur	21,3	35,8	12	26,4	24,7
Piquet 2 du quadrat permanent	Substrat	Coralligène	Substrat meuble	Herbier	Coralligène	Herbier
	Profondeur	22,5	35,4	12	27,8	25
Piquet 3 du quadrat permanent	Substrat	Herbier	Substrat meuble	Herbier	Herbier	Corps mort
	Profondeur	24,8	35,6	17,9	29,6	25,4
Piquet 4 du quadrat permanent	Substrat	Proche tombant matte morte	Roche	Substrat meuble	Substrat meuble	Substrat meuble

V.2 ISOLELLA (MASSE D'EAU FREC04B)

a) Description et cartographie

Le site d'Isolella se trouve dans le golfe d'Ajaccio, dans la masse d'eau FREC04b. L'herbier cartographié (23,49 m²) est morcelé dans sa limite inférieure.

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre 23 et 27,7 m de profondeur. Seules deux balises sont visibles sur la carte car les deux dernières sont positionnées trop loin de la limite de l'herbier; deux piquets fictifs sont donc utilisés pour délimiter le quadrat permanent sur la carte.

Figure 20 : Balise du quadrat permanent ancrée sur roche

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches (ou « natural sharp limit »)** se situe à 27,7 m de profondeur. De nombreux rhizomes plagiotropes sont observés.

La densité en 2011 varie de 25 à 250 faisceaux/ m^2 pour une **densité moyenne de 137 ±68 faisceaux /m^2**; l'herbier est en **bon état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement** varie de 0 à 18 cm pour une valeur moyenne de $8,4\pm8,3$ cm; le déchaussement est dit « moyen ».

Tableau 5 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site Annee	Corse FREC04b Isolella 2011	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
		0.3 0.8
EQR Site TEMPO	0.53	0.52
EOD! Typologic	0.66	0.21 0.89
EQR' Typologie	0.66	0.51
EODI Drofondour	0.65	0.16
EQR' Profondeur	0.65	0.65
EODI Donoité	0.20	0.15
EQR' Densité	0.28	0.38

c) Perturbations observées

La limite inférieure étudiée se trouve globalement assez en retrait des perturbations agissant sur l'anse d'Isolella. De nombreuses villas avec parcs arborés longent le littoral de cette anse qui reste néanmoins assez peu artificialisée (voir image aérienne page suivante).

En se rapprochant du littoral vers le cœur de l'anse, la limite supérieure de l'herbier suivi est une zone très utilisée pour l'abri des bateaux. Il y existe un mouillage organisé limitant l'abrasion de l'herbier par le mouillage forain ou des mises à l'eau de corps morts sauvages. On y trouve une cinquantaine de petites embarcations, face à une plage touristique et une zone de mise à l'eau utilisée pour les bateaux et jet skis.

Aucun macrodéchet n'a été relevé au niveau de la limite inférieure de cet herbier ni aucune algue invasive *Caulerpa* sp. Il n'a pas été observé de dégradation mécanique de l'herbier à proximité de la limite suivie.



Figure 21 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier d'Isolella (Source : Google Earth).

d) Données historiques

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

Un herbier a également été étudié pour son PREI à Ajaccio Sud et était classé en état moyen (PREI = 0,495) (Gobert *et al.*, 2009).



Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.



SITE > Isolella < FRECO4b - Golfe d'Ajaccio

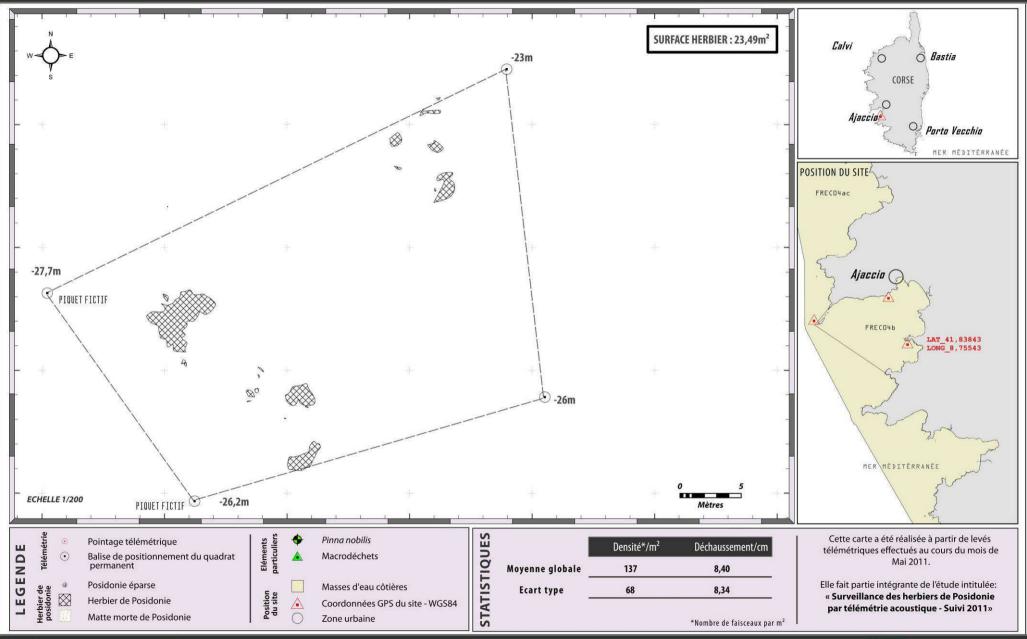




Figure 22 : Vue générale de la limite inférieure de l'herbier de posidonie d'Isolella, emplacement des balises (cercles rouges) et plongeur cartographiant la limite d'herbier par télémétrie acoustique (2011).

V.3 PLAGE TROTTEL (MASSE D'EAU FREC04B)

a) Description et cartographie

Au sein du golfe d'Ajaccio, l'herbier situé au large de la plage Trottel appartient à la masse d'eau FREC04b. L'herbier cartographié (**186,67 m²**) est morcelé dans sa limite inférieure.

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre 19,5 et 25,6 mètres de profondeur.



Figure 23 : Ajaccio vu de la mer.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches (ou « natural sharp limit »)** se situe à **24,8 m** de profondeur. De nombreux rhizomes plagiotropes sont observés.

La densité varie de 25 à 175 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 122,5 ±48 faisceaux** /m² ; l'herbier est en **état médiocre** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement** est faible ; il varie de 0 à 8 cm pour une valeur moyenne de **3,43 ±2,87 cm**.

Tableau 6 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région	Corse	Échelle de comparaison Méditerranée Légende			
Masse d'eau Nom_site Annee	Plage Trottel 2011				
			EQR Site TEMPO	0.49	0.3 0.8
					0.52
EQR' Typologie	0.66	0.21 0.89			
		0.51			
EQR' Profondeur	0.54	0.16			
		0.65			
EQR' Densité	0.27	0.15			
		0.38			

c) Perturbations observées

Cette station se situe au bord du littoral urbanisé d'Ajaccio (63723 habitants en 2006, +20,5%

depuis 1999 ; source : www.annuaire-mairie.fr). On y trouve une forte activité balnéaire le long de la plage de sable et quelques mouillages forains.

Cette station se situe entre les aménagements d'Ajaccio, les installations aquacoles (7 km à l'Est), la route maritime allant d'Ajaccio vers le continent (à 400 m au Sud) et l'entrée du port d'Ajaccio (1,5 km à l'Est).



Figure 24 : Installations aquacoles le long du littoral entre les Sanguinaires et Ajaccio.

d) Données historiques

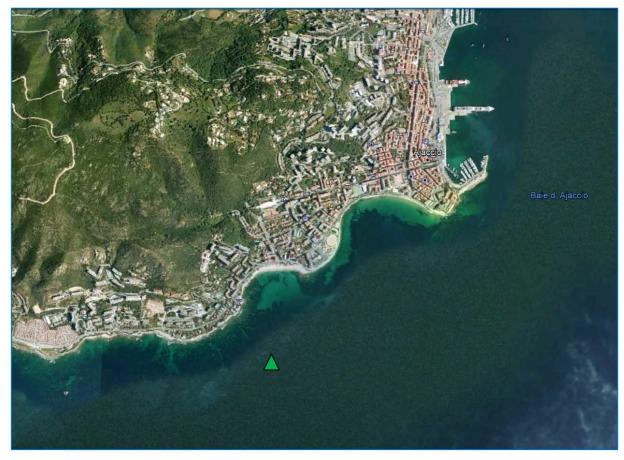


Figure 25 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la Plage Trottel (Source : Google Earth).

L'herbier le plus proche du site Plage Trottel suivi par le Gis Posidonie antenne Corse dans la masse d'eau FREC04b est celui de Parata (500 au Sud Ouest des installations aquacoles, environ 7 km du site d'Ajaccio). Suivie en 2005, la limite inférieure (-35,7 m) de l'herbier de La Parata était clairsemée ou régressive et présentait un déchaussement faible (2,9 cm) et une densité moyenne normale (80/m²) (Pergent *et al.*, 2008). Un herbier a également été étudié pour son PREI à Ajaccio Nord était classé en bon état (PREI =0,564) (Gobert *et al.*, 2009).



Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.



SITE > Plage Trottel < FRECO4b - Golf d'Ajaccio

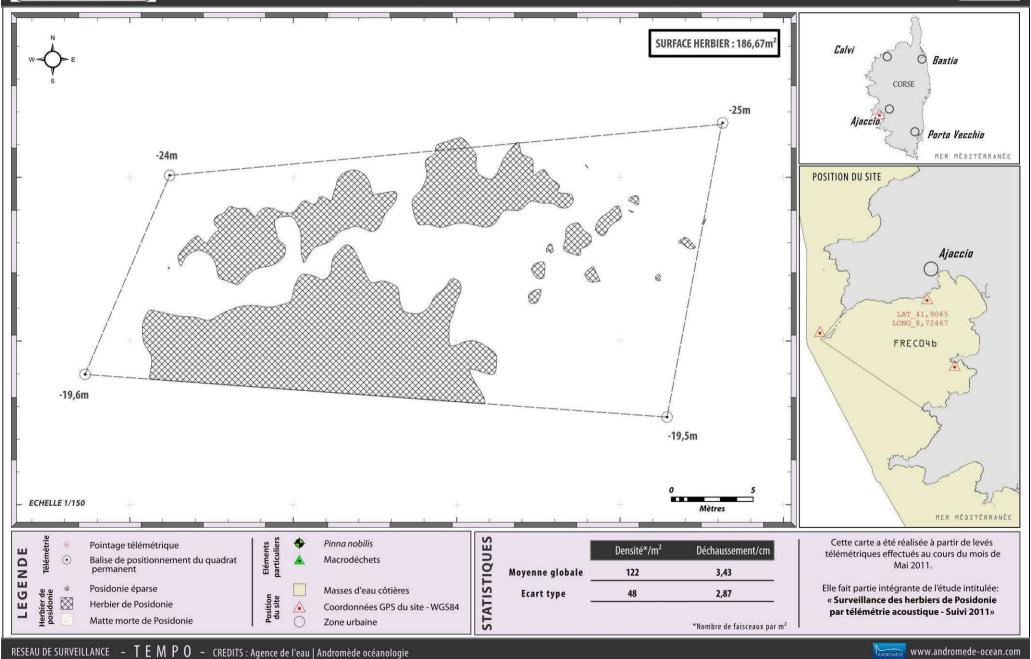




Figure 26 : Vues générales de la limite inférieure de l'herbier de posidonie de la plage Trottel et emplacement des balises (cercles rouges) (2011).

V.4 SANGUINAIRES (MASSE D'EAU FREC04AC)

a) Description et cartographie

En limite du golfe d'Ajaccio, le site TEMPO des Sanguinaires se situe au bord des iles Sanguinaires dans la masse d'eau FREC04ac. Les différentes tâches d'herbier cartographiées représentent une **surface totale de 18,99 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre 34,3 et 35,7 m de profondeur.



Figure 27: Iles sanguinaires.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure (sur roche) de type clairsemée naturelle (natural shaded limit) se situe à 35,3 m de profondeur.

La densité varie de 50 à 300 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 122,5 ±48 faisceaux** /m²; l'herbier est en **excellent état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 8 cm pour une valeur moyenne de $\mathbf{3,28}\ \pm\mathbf{3,16}$ cm.

Tableau 7 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site	Corse FREC04ac Sanguinaires	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Annee	2011	
FOR CITY TEMPO	0.54	0.3
EQR Site TEMPO	0.54	0.52
FORI Tomologic	0.44	0.21 0.89
EQR' Typologie	0.44	0.51
EQR'	0.91	0.16
Profondeur		0.65
EQR' Densité	0.00	0.15
	0.26	0.38

Les perturbations anthropiques terrestres sont quasiment inexistantes à proximité immédiate de cette station assez éloignée du littoral urbanisé (voir photo aérienne page suivante). De par son exposition Nord et Ouest, ce site est très peu utilisé comme zone de mouillage. Cette station se situe à 7 km au Sud Ouest d'installations aquacoles, à 3 km au Nord de la route maritime des ferries Ajaccio-continent et à 15 km à l'Est du port d'Ajaccio.

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



Figure 28 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier des Sanguinaires (Source : Google Earth).

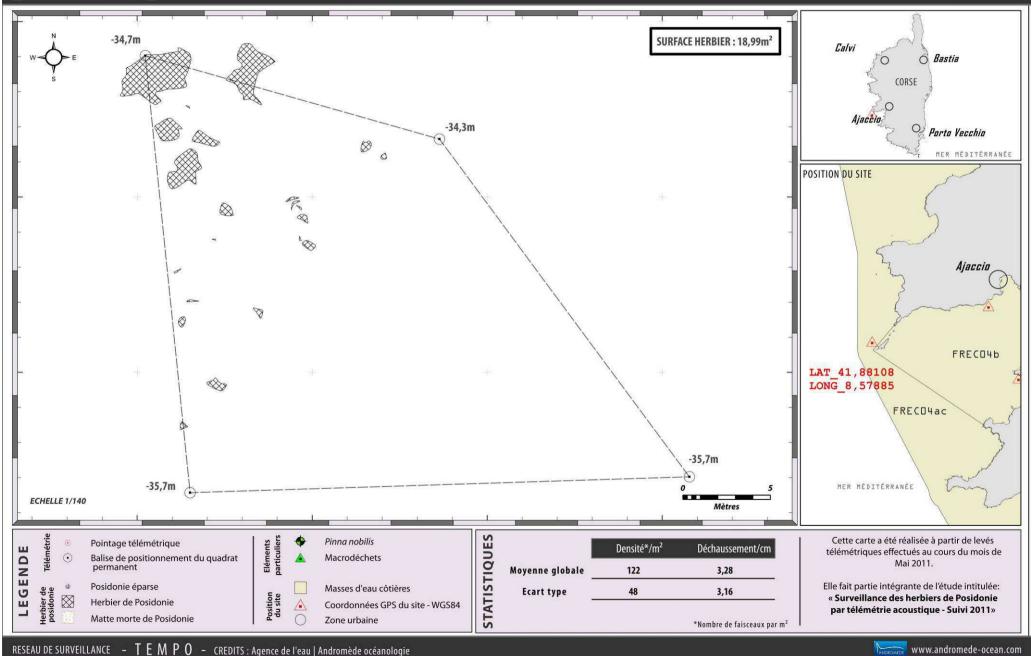
d) Données historiques

L'herbier le plus proche du site des Sanguinaires suivi par le GIS posidonie antenne Corse dans la masse d'eau FREC04b est celui de Parata (500 au Sud Ouest des installations aquacoles, environ 4 km du site des Sanguinaires). Suivie en 2005, la limite inférieure (-35,7 m) de l'herbier de La Parata était clairsemée ou régressive et présentait un déchaussement faible (2,9 cm) et une densité moyenne normale (80/m²) (Pergent et al., 2008).





SITE > Sanguinaires < FRECO4ac - Pointe Senetosa - Pointe Palazu



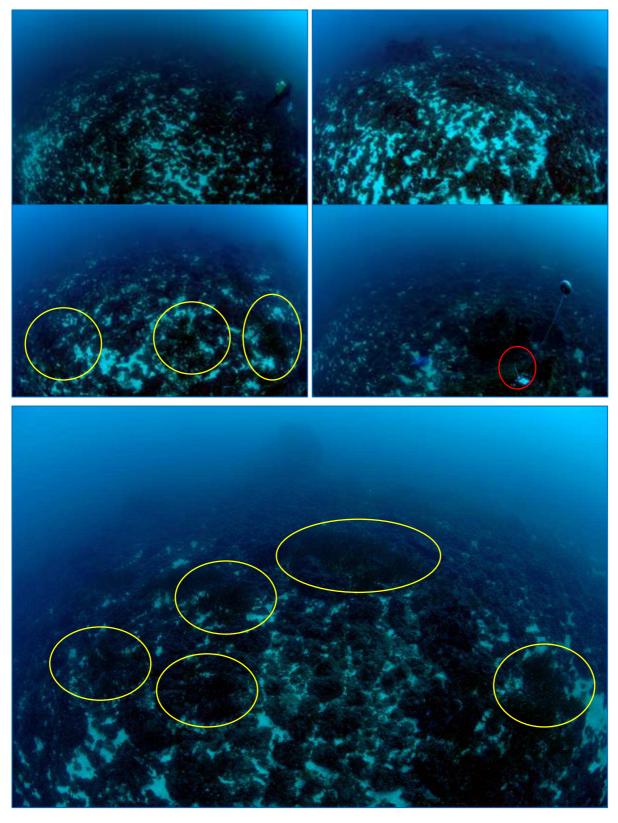


Figure 29 : Vues générales de la limite inférieure de l'herbier de posidonie des Sanguinaires (patchs d'herbier les plus grands encerclés en jaune) et emplacement des balises (cercles rouges) (2011).

V.5 CAPPO ROSSU (MASSE D'EAU FREC04AC)

a) Description et cartographie

A proximité des calanques de Piana, le site de Cappo Rossu se situe dans la masse d'eau FREC04ac. Les différentes tâches d'herbier cartographiées représentent une surface totale de **73,17 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre 31,9 et 34 m de profondeur.

Quatre grandes nacres *Pinna nobilis* sont aussi positionnées sur la carte.



Figure 30 : Petite anse à proximité de Cappo Rossu.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **franche en tâches (natural sharp limit)** se situe à **34,0 m** de profondeur.

La densité varie de 200 à 375 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 295 ±60 faisceaux** /m²; l'herbier est en **excellent état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 8 cm pour une valeur moyenne de **3,3 ±5,09 cm**.

Tableau 8 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau	Corse FREC04ac	Échelle de comparaison Méditerranée
Nom_site	Cappo Rosso	Légende
Annee	2011	
FOR City TEMPO	0.74	0.3
EQR Site TEMPO	0.74	0.52
FOR! Tomologic	0.66	0.21 0.89
EQR' Typologie	0.66	0.51
EQR'	0.07	0.16 1
Profondeur	0.87	0.65
FORI Damaité	0.60	0.15
EQR' Densité	0.68	0.38

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

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



Figure 31 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier étudiée (Source : Google Earth).

d) Données historiques

L'herbier le plus proche du site de Cappo Rossu suivi par le GIS posidonie antenne Corse dans la masse d'eau FREC04ac est celui de Porto (Au Sud du Golfe de Porto, environ 8 km du site de Cappo Rossu). Suivie en 2007, la limite inférieure (-26,8 m) de l'herbier de Porto était franche, ponctuellement progressive. De par son développement sur la roche, l'herbier apparaissait clairsemé. Il présentait un déchaussement faible (1,9 cm) et une très bonne densité moyenne (122/m²) (Pergent et al., 2008).

Un herbier a également été étudié pour son PREI à Tiucca et était classé en bon état (PREI =0,630) (Gobert et al., 2009).



agence del'eau nouveldarance : come

SITE > Cappo Rossu < FRECO4ac - Pointe Senetosa - Pointe Palazzu

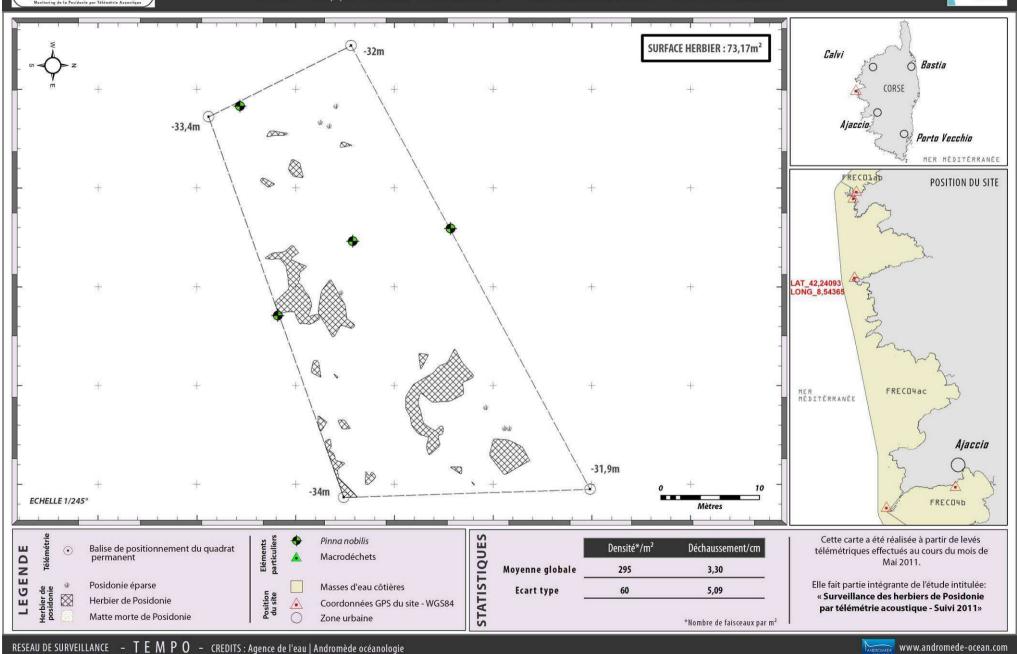




Figure 32 : Vues générales de l'herbier du site Cappo Rossu et emplacement des balises (cercle rouge) marquant le quadrat permanent (2011).

V.6 BAIE SOLANA (MASSE D'EAU FRECO4AC)

a) Description et cartographie

A proximité de la Réserve Naturelle intégrale de Scandola et de la pointe de Girolata, la baie de Solana se situe dans la masse d'eau FREC04ac. Les différentes tâches d'herbier cartographiées représentent une surface totale de **111,39 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans la roche, du sable et des granulats grossiers entre 31,8 et 35,4 m de profondeur.



Figure 33 : Plongeur délimitant le quadrat permanent (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type franche en tâches avec des tendances régressives ponctuelles (regressive limit with patches) se situe à 35,7 m de profondeur. De la matte morte est observée entre les patchs d'herbier.

La densité varie de 100 à 300 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 200 ±54 faisceaux** /m²; l'herbier est en **excellent état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 5 cm pour une valeur moyenne de 0.86 ± 1.72 cm.

Tableau 9 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site	Corse FREC04ac Baie Solana	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Annee	2011	
EQR Site TEMPO	0.67	0.3 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.93	0.16 1
EQR' Densité	0.42	0.15 1

Les perturbations anthropiques sont assez réduites à proximité de ce site assez éloigné du littoral urbanisé (voir image aérienne ci-dessous). Néanmoins, on y trouve régulièrement des embarcations ancrées plus à l'intérieur de l'anse.

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



Figure 34 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la baie de Solana (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé près de Girolata (3 km au Sud de Solana) a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2008. Sur ce site, de nombreuses mattes mortes avaient été observées. La densité de faisceaux était bonne (660/m² à 9,1 m) et le déchaussement faible (1,9 cm) (Pergent et al., 2008).





SITE > Baie Solana < FRECO4ac - Pointe Senetosa

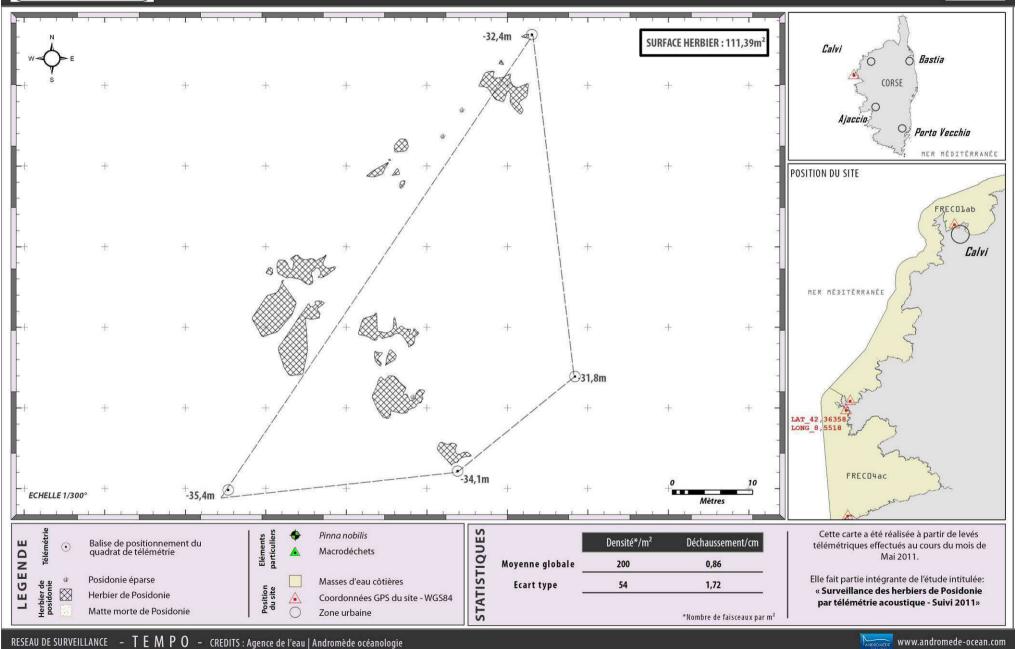




Figure 35 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site de la baie de Solana (2011).

V.7 BAIE ELBO (MASSE D'EAU FREC01AB)

a) Description et cartographie

A proximité de la réserve naturelle de Scandola et de la pointe de Girolata, la baie d'Elbo se situe dans la masse d'eau FREC01ab. Les différentes tâches d'herbier cartographiées représentent une surface totale de **213,3 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans du sable et des granulats grossiers entre 35,4 et 37,7m de profondeur.

L'emplacement d'une grande nacre *Pinna nobilis* a été noté à l'intérieur du quadrat.



Figure 36 : Vue générale du site de la baie d'Elbo (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type clairsemée naturelle (natural shaded limit) se situe à 38 m de profondeur. De la matte morte est observée entre les patchs d'herbier.

La densité varie de 100 à 225 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 145 ±39 faisceaux** /m² ; l'herbier est en **excellent état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 4 cm pour une valeur moyenne de $1,03 \pm 1,49$ cm.

Tableau 10 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau	Corse FREC01ab	Échelle de comparaison Méditerranée
Nom_site	Baie Elbo 2011	Légende
Annee		
EQR Site TEMPO		0.3 0.8
	0.58	0.52
EQR' Typologie	W. Wall	0.21 0.89
	0.44	0.51
EQR' Profondeur		0.16
	1	0.65
EQR' Densité		0.15
	0.29	0.38



Figure 37 : Rhodolithes et sable à proximité de la limite inférieure de l'herbier (2011).

Les perturbations anthropiques sont assez réduites à proximité de ce site assez éloigné du littoral urbanisé (voir image aérienne ci-dessous). L'herbier se trouve toutefois au carrefour de nombreuses petites anses toutes utilisées pour le mouillage forain.

Aucun macro-déchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



Figure 38 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site de la baie d'Elbo (Source : Google Earth)

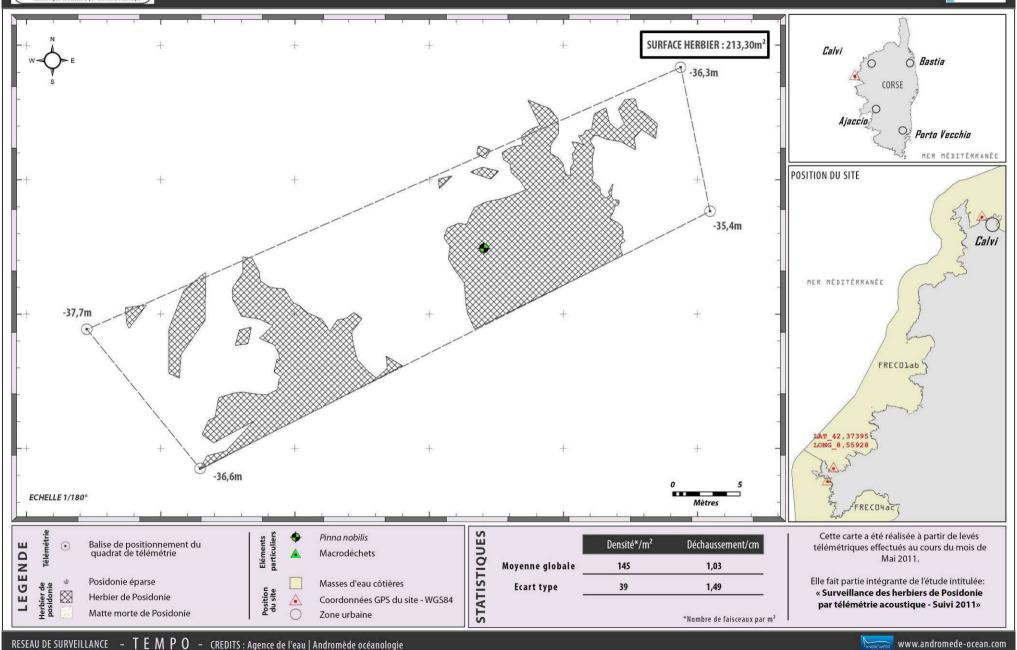
d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé près de Girolata a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2008. Sur ce site, de nombreuses mattes mortes avaient été observées. La densité de faisceaux était bonne (660/m² à 9,1 m) et le déchaussement faible (1,9 cm) (Pergent *et al.*, 2008).





SITE > Baie Elbo < FRECOlab - Pointe Palazzu - Sud Nonza



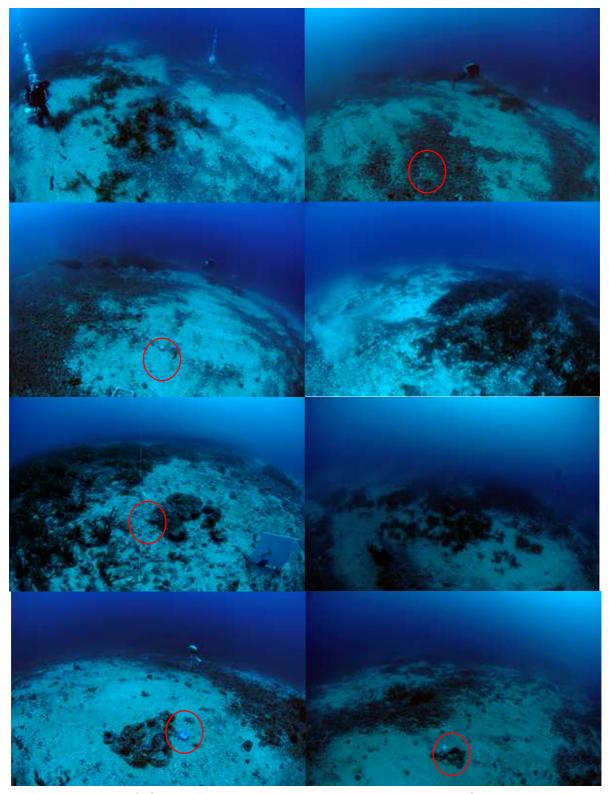


Figure 39 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent (2011).

V.8 PTA VACCAJA (MASSE D'EAU FREC01AB)

a) Description et cartographie

A proximité de la ville de Calvi, ce site se situe dans la masse d'eau FREC01ab. En sa limite inférieure, l'herbier continue à bien recouvrir le substrat malgré quelques tâches de matte morte. La surface totale d'herbier cartographié est de **431,37 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans du sable entre 31,2 et 33,8 m de profondeur.

Une grande nacre *Pinna nobilis* est observée à l'intérieur du quadrat et quatre autres sont présentes à l'extérieur.

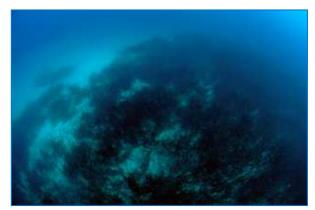


Figure 40 : Vue générale de l'herbier à Pta Veccaja (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **régressive avec tâches (regressive limit with patches)** se situe à **33,6 m** de profondeur. De la matte morte s'insère de temps à autre au sein de l'herbier de posidonie. Des cystoseires sont observées en bordure Est du quadrat.

La densité varie de 125 à 375 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 262,5 ±80 faisceaux /m²** ; l'herbier est en **excellent état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le déchaussement est fort ; il varie de 1 à 20 cm pour une valeur moyenne de 9,1 ±5,31 cm.

Tableau 11 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site Annee	Corse FREC01ab Pta Vaccaja 2011	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
EQR Site TEMPO	0.56	0.3 0.8
EQR' Typologie	0.21	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.86	0.16 1
EQR' Densité	0.6	0.15 1

La zone longe la périphérie Nord Ouest de Calvi (5477 habitants en 2006, +7,5 % depuis 1999. Source : www.annuaire-mairie.fr) et se trouve à 1,5 km à l'Ouest du littoral bordant directement le centre la ville (voir image aérienne ci-dessous). L'endroit est préservé des ancres de bateau préférant mouiller dans l'anse se trouvant 1,5 km plus à l'Ouest.

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



Figure 41 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la Pta Vaccaja (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé près de Calvi a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, l'embouchure d'un petit fleuve côtier limite l'extension de l'herbier mais la densité de faisceaux était bonne (484/m² à 12,3 m) et le recouvrement très bon (100 %). Le déchaussement fort (10,7 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

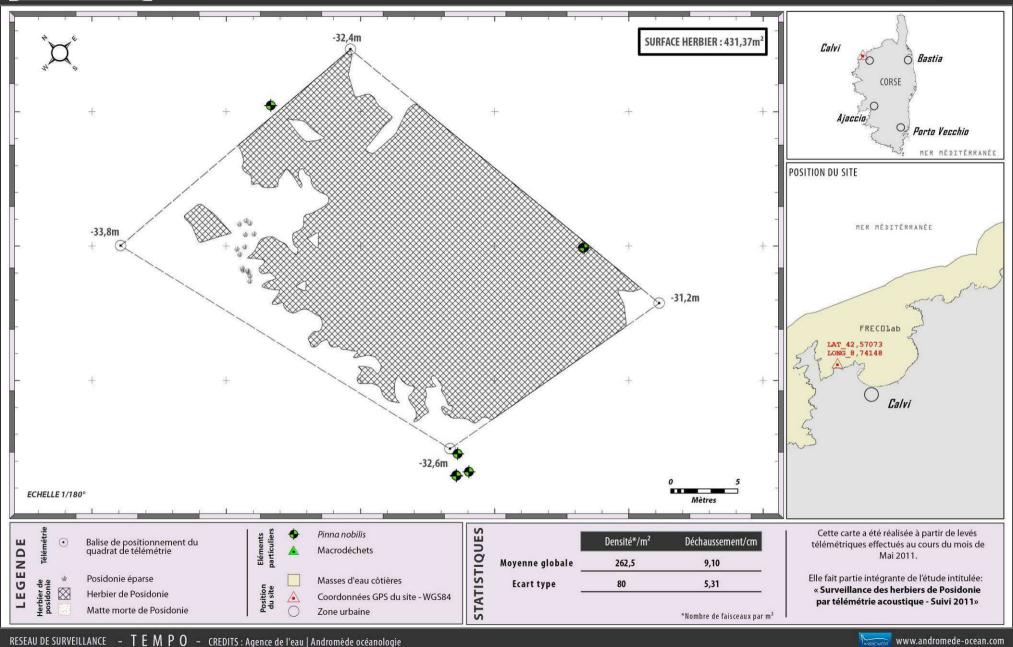
La limite inférieure d'un herbier situé près du centre Stareso (4 km à l'Ouest de Calvi) a été suivie par le GIS posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, la proximité d'un canyon sous-marin crée une zone d'upwelling permettant un bon développement de l'herbier à 39 m de profondeur. La limite inférieure en 2006 était clairsemée, franche à faible recouvrement voire régressive. Le déchaussement était moyen (4 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

Un herbier a été également étudié pour son PREI et était classé en bon état (PREI = 0,724) en 2007 (Gobert *et al.*, 2009).



agence de l'eau

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



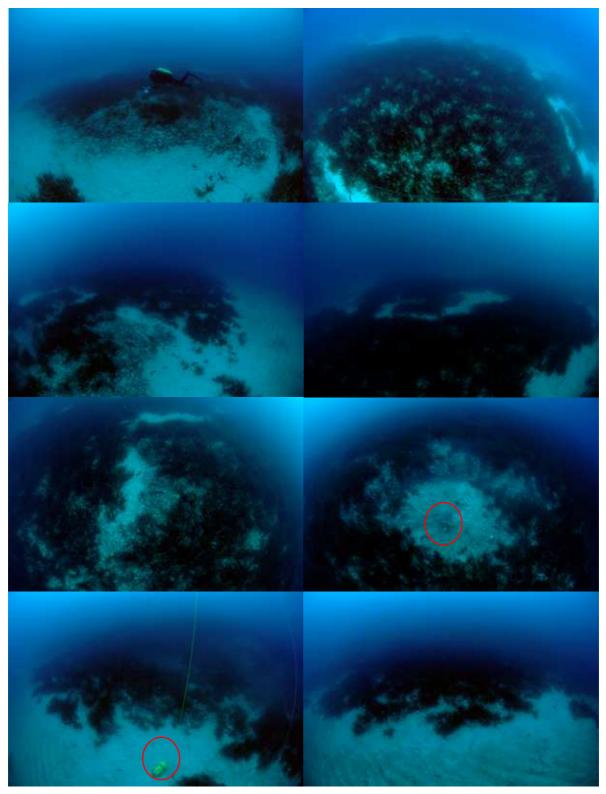


Figure 42 : Vues générales du site de la Pta Vaccaja et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent (2011).

V.9 AGRIATES (MASSE D'EAU FREC01AB)

a) Description et cartographie

Au niveau des Agriates, ce site se situe dans la masse d'eau FREC01ab. En sa limite inférieure, l'herbier est assez clairsemé et de nombreux faisceaux épars sont observés. La surface totale d'herbier cartographié est de **159,66 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans du sable entre 35,2 et 36,8 m de profondeur.

Quatre grandes nacres *Pinna nobilis* sont observées au sein du quadrat permanent.



Figure 43 : Limite inférieure de l'herbier des Agriates (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type franche en tâches avec des tendances régressive ponctuelles (regressive limit with patches) se situe à 36,5 m de profondeur.

La densité varie de 250 à 400 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 347 ±64 faisceaux** /m² ; l'herbier est en **excellent état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est moyen** ; il varie de 0 à 15 cm pour une valeur moyenne de $5,06 \pm 4,8$ cm.

Tableau 12 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site	Corse FREC01ab Agriates	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Annee	2011	
		0.3
EQR Site TEMPO	0.8	0.52
FOR! To make the	0.66	0.21 0.89
EQR' Typologie	0.66	0.51
		0.16
EQR' Profondeur	0.95	0.65
EQR' Densité	0.70	0.15
	0.78	0.38

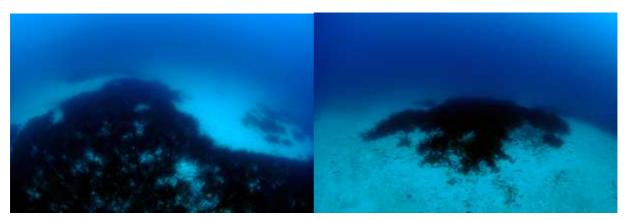


Figure 44 : Vues générales de la limite inférieure de l'herbier des Agriates (2011).

Aucune habitation n'est visible à proximité de cette station (voir image aérienne ci-dessous). Par contre, il s'agit de la limite inférieure d'un herbier situé en aval d'un cours d'eau temporaire et très perturbé par les mouillages forains de la baie de Saleccia. Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



Figure 45 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier d'Agriates (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé au niveau des Agriates (15 km à l'Ouest du port de St Florent) a été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, le piétinement et

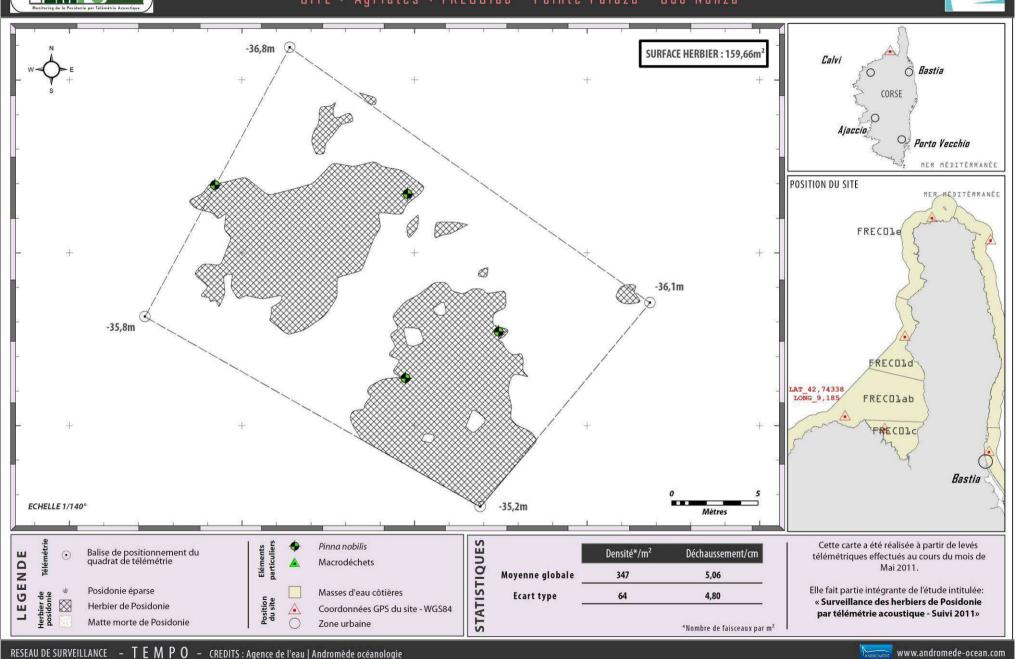
l'échouage fréquent de bateaux constituent les perturbations les plus importantes pour l'herbier. Néanmoins, la densité de faisceaux était bonne (646/m² à 8,4 m) et le déchaussement moyen (5 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

Un herbier a également été étudié pour son PREI en 2007 à Aregno ; il était classé en excellent état (PREI = 0.784) (Gobert *et al.*, 2009).





SITE > Agriates < FRECOlab - Pointe Palazu - Sud Nonza



V.10 PTA MORTELLA (MASSE D'EAU FREC01C)

a) Description et cartographie

A proximité de la ville de St Florent, ce site se situe dans la masse d'eau FREC01c. En sa limite inférieure, l'herbier est assez clairsemé et de nombreux faisceaux épars sont observés. La surface totale d'herbier cartographié est de **161,81 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans de la roche et du sable entre 30,6 et 35,8 m de profondeur.

Cinq grandes nacres *Pinna nobilis* sont observées au sein du quadrat permanent.



Figure 46 : Limite inférieure de l'herbier de Pta Mortella (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type clairsemée naturelle (natural shaded limit) se situe à 35,6 m de profondeur.

La densité varie de 100 à 175 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 127 ±38 faisceaux** /m²; l'herbier est en **bon état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est moyen** ; il varie de 0 à 11 cm pour une valeur moyenne de $3,68 \pm 3,98$ cm.

Tableau 13 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau	Corse FREC01c	Échelle de comparaison Méditerranée
Nom_site	Pta Mortella	Légende
Annee	2011	
		0.3
EQR Site TEMPO	0.54	0.52
		0.52
5001 T	0.44	0.21 0.89
EQR' Typologie	0.44	0.51
		0.16
FORI Professional	0.02	0.16
EQR' Profondeur	0.92	0.65
EQR' Densité		0.15
	0.27	0.38

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

Cette station se situe à 5 km au Nord de la Ville de st Florent (1614 habitants en 2006, + 9,5 % depuis 1999. Source : www.annuaire-mairie.fr) et de son port de 750 places. Des bateaux de croisière font régulièrement escale dans le Golfe de St Florent (Source : port de St Florent).

Un macrodéchet de type pneu est visible au sein du quadrat. Aucune caulerpe n'a été observée.

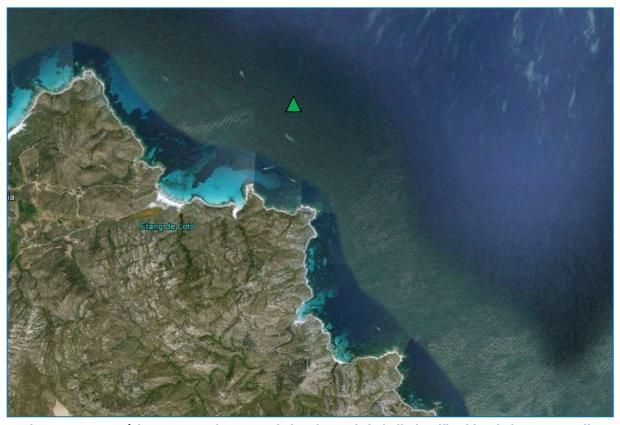


Figure 47 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la Pta Mortella (Source : Google Earth)

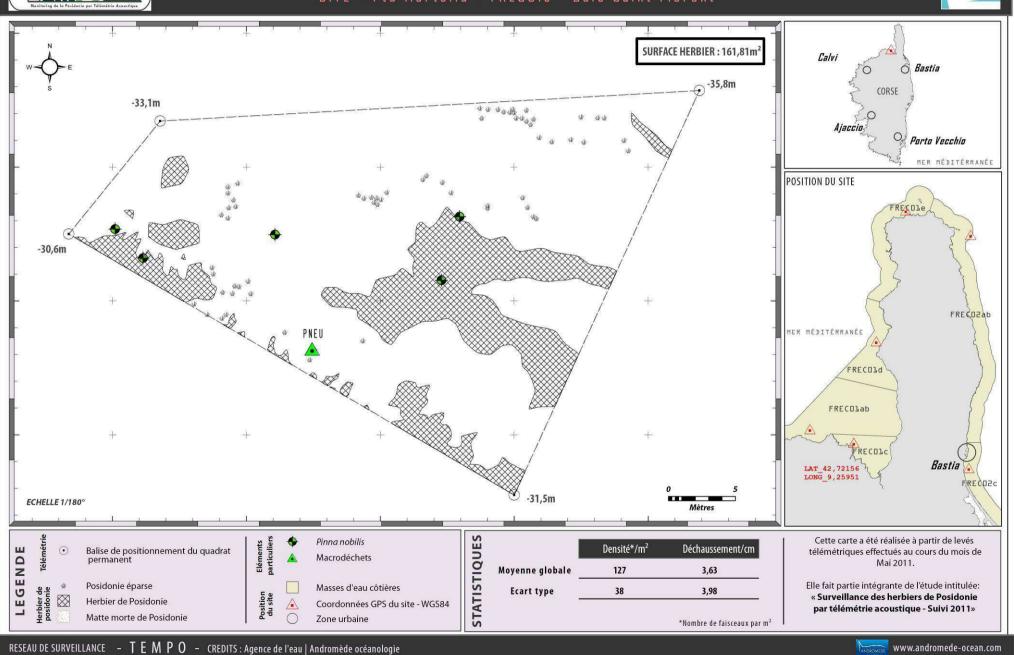
d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé près de St Florent (sur la plate-forme récifale) a été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2006. Sur ce site, le piétinement et l'échouage fréquent de bateaux constituent les perturbations les plus importantes pour l'herbier. Néanmoins, la densité de faisceaux était bonne $(710/m^2 à 4,9 m)$ et le déchaussement moyen (4 cm) (Pergent et al., 2008).





SITE > Pta Mortella < FRECOIc - Baie Saint Florent



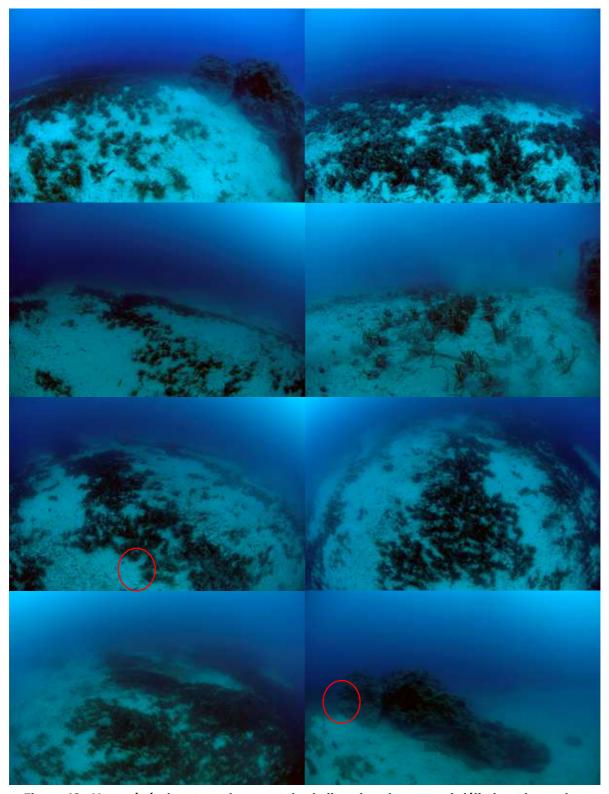


Figure 48 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site de la Punta Mortella (2011).

V.11 PTA DI CANNELLE (MASSE D'EAU FREC01D)

a) Description et cartographie

A proximité du village de Canari, ce site se situe dans la masse d'eau FREC01d. En sa limite inférieure, l'herbier est assez clairsemé et de nombreux faisceaux épars sont observés. La surface totale d'herbier cartographié est de $26,85 \text{ m}^2$.

Quatre balises sont ancrées dans de la roche entre 33,7 et 34,5 m de profondeur.

Une grande nacre Pinna nobilis est observée au sein du quadrat.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type franche en tâches avec des tendances régressives ponctuelles (regressive limit with patches) se situe à 35,6 m de profondeur.

La densité varie de 125 à 375 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 230 ±88 faisceaux** /m²; l'herbier est en **excellent état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 1,3 cm pour une valeur moyenne de $0,27 \pm 0,56$ cm.

Tableau 14 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau	Corse FREC01d	Échelle de comparaison Méditerranée
Nom_site	Pta di Canelle	Légende
Annee	2011	
EQR Site	0.7	0.3 0.8
ТЕМРО	0.7	0.52
EODI Timelerie	0.66	0.21 0.89
EQR' Typologie	0.66	0.51
EQR'		0.16 1
Profondeur	0.92	0.65
=0010 U/	0.53	0.15
EQR' Densité	0.52	0.38

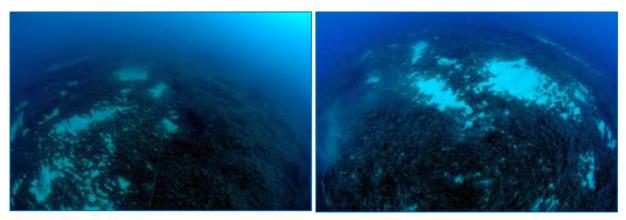


Figure 49 : Limite inférieure de l'herbier de Pta di Cannelle (2011)

Cette station se situe en contrebas du village de Canari, le long d'un littoral assez sauvage et préservé (voir image aérienne ci-dessous). Une mine est à signaler à 5 km au Sud. Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

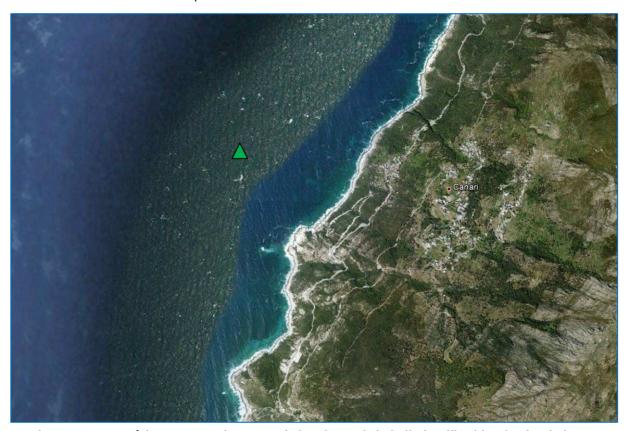
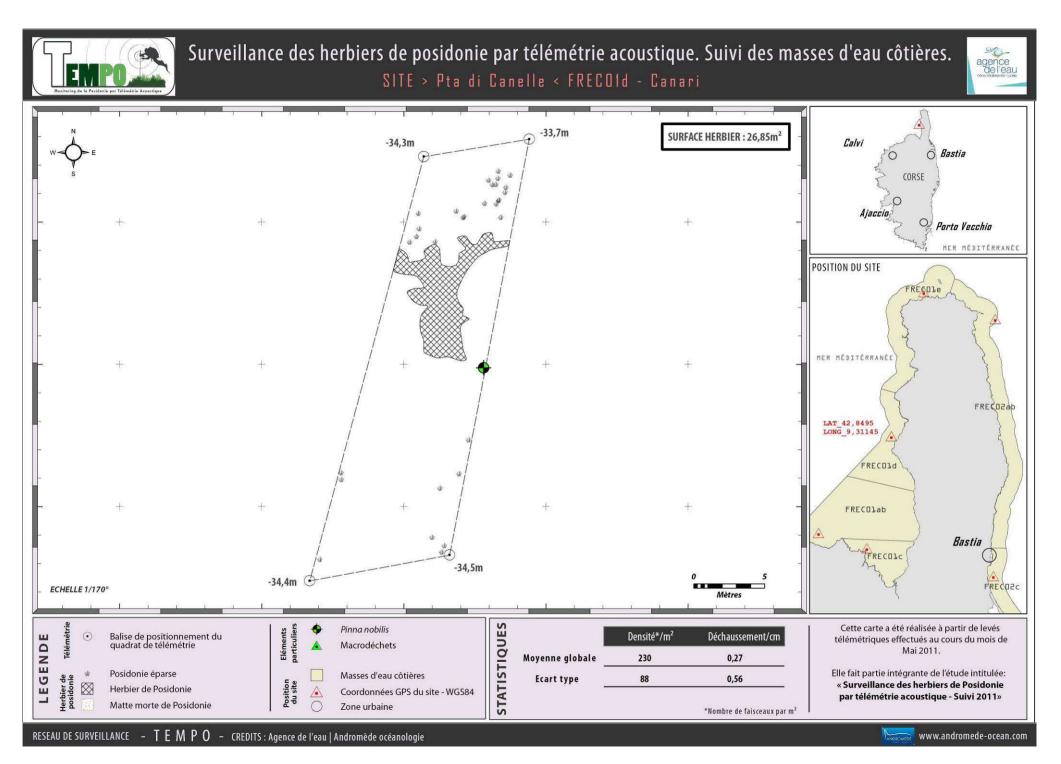


Figure 50 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du site de la Pta Cannelle (Source : Google Earth)

d) Données historiques

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



Carte 13 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Pta di Cannelle (2011).



Figure 51 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site de la Pta di Canelle. (2011).

V.12 GIRAGLIA (MASSE D'EAU FREC01E)

a) Description et cartographie

A proximité de la ville de Centuri, ce site se localise dans la masse d'eau FREC01e. En sa limite inférieure, l'herbier forme de grandes tâches avec quelques faisceaux isolés. La surface totale d'herbier cartographié est de **102,50 m²**. Quatre balises sont ancrées dans du sable entre 34,4 et 35,3 m de profondeur. Une grande nacre *Pinna nobilis* est visible au sein du quadrat et localisée sur la carte suivante.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type franche en tâches avec des tendances régressives ponctuelles (regressive limit with patches) se situe à 34,9 m de profondeur.

La densité varie de 100 à 300 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 200 ±58 faisceaux** /m²; l'herbier est en **excellent état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 10 cm pour une valeur moyenne de $3,13 \pm 3,54$ cm.

Tableau 15 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site Annee	Corse FREC01e Giraglia 2011	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
EQR Site TEMPO	0.66	0.3 0.8
EQR' Typologie	0.66	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.9	0.16 1
EQR' Densité	0.42	0.15 1

c) Perturbations observées

La station suivie se situe à 400 m au Nord Ouest de Tollare et ses aménagements (quai, embarcadère, mise à l'eau, quelques habitations et bâtiments) et à 1 km à l'Ouest du port de Barcaggio. Le reste du littoral est assez préservé de tout aménagement et reste couvert de maquis.

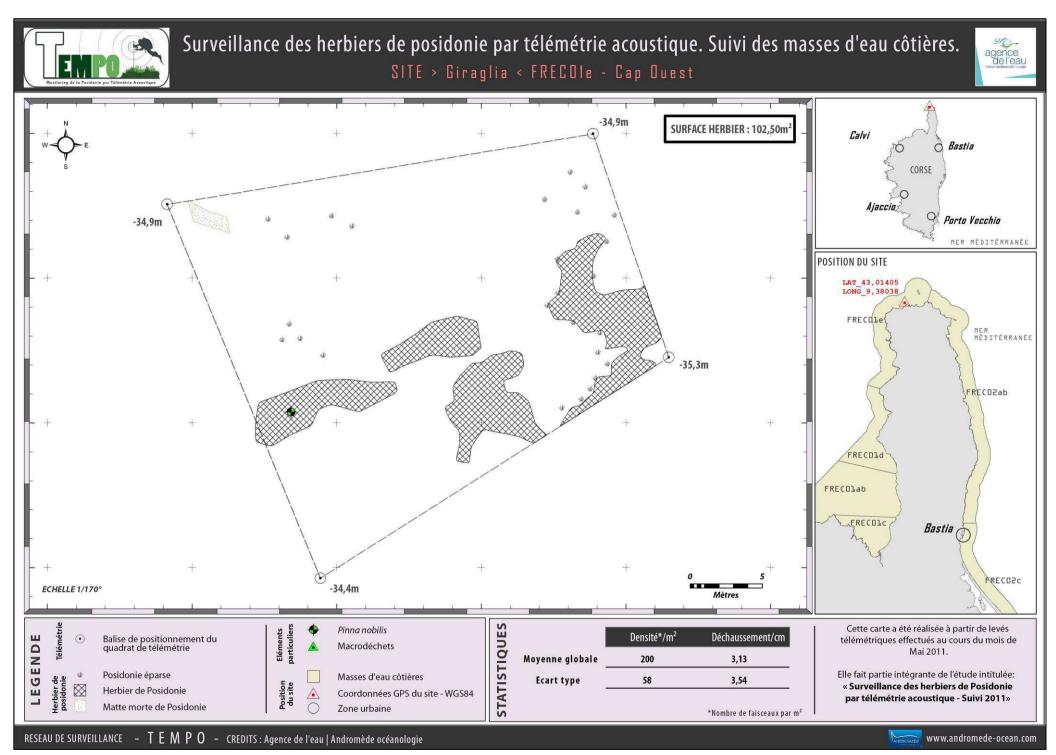
Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



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

d) Données historiques

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



Carte 14 : Cartographie de l'herbier du site TEMPO Giraglia (2011).



Figure 53 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site de Giraglia (2011).

V.13 BAIE TAMARONE LARGE (MASSE D'EAU FREC02AB)

a) Description et cartographie

Au Nord Est de la ville de Macinaggio, ce site se situe dans la masse d'eau FREC02ab. En sa limite inférieure, l'herbier se présente sous forme d'une grande étendue à limites nettes avec quelques faisceaux isolés. La surface totale d'herbier cartographié est de **247,43 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans du sable et sur un câble sous-marin entre 39,5 et 40,4 m de profondeur.



Figure 54 : Côte de Macinaggio vue de la surface de l'eau après la plongée

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **très clairsemée naturelle (natural shaded limit)** se situe à **34,9 m** de profondeur.

La densité varie de 0 à 125 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 53 ±42 faisceaux** /m²; l'herbier est en **médiocre état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le déchaussement est nul (0 ±0 cm).

Tableau 16 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région	Corse	
Masse d'eau	FREC02ab	Échelle de comparaison Méditerranée
Nom_site	Baie Tamarone large	Légende
Annee	2011	
EQR Site	0.59	0.3
TEMPO		0.52
EQR'		0.21 0.89
Typologie	0.44	0.51
EQR'	1	0.16
Profondeur	1	0.65
EQR' Densité		0.15
	0.26	0.38

c) Perturbations observées

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

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

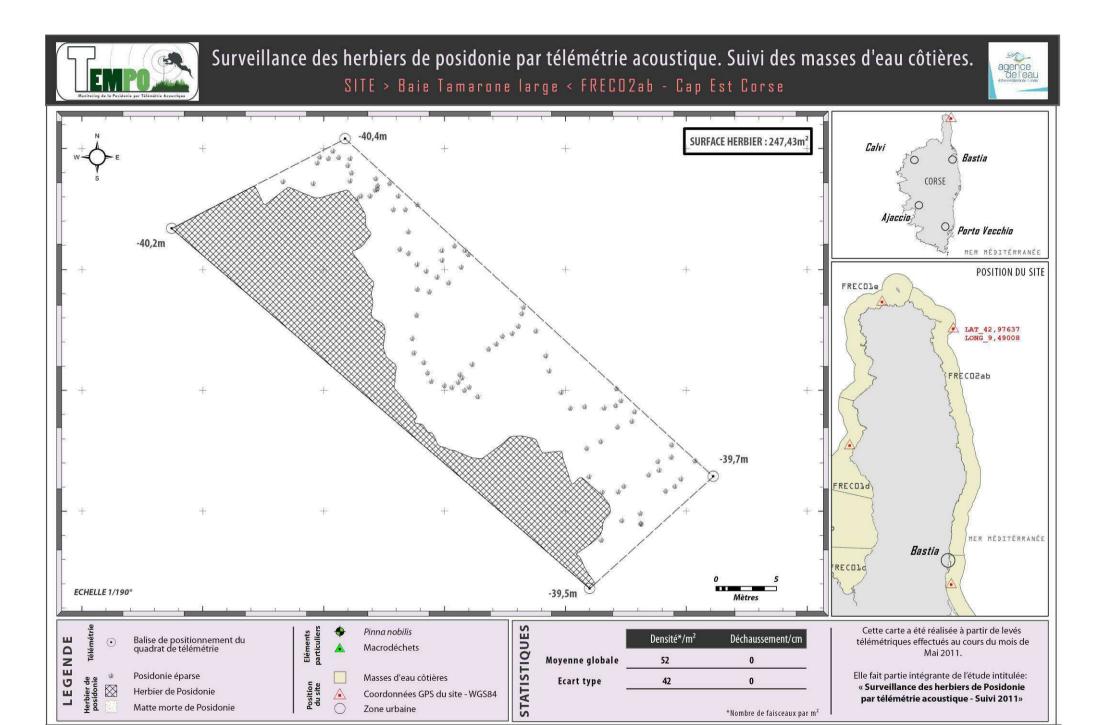


Figure 55 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la baie de Tamarone large (Source : Google Earth)

d) Données historiques

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

Un herbier a également été étudié pour son PREI en 2007 à Macinaggio et était classé en bon état (PREI = 0,650) (Gobert *et al.*, 2009).



www.andromede-ocean.com

RESEAU DE SURVEILLANCE - TEMPO - CREDITS : Agence de l'eau | Andromède océanologie

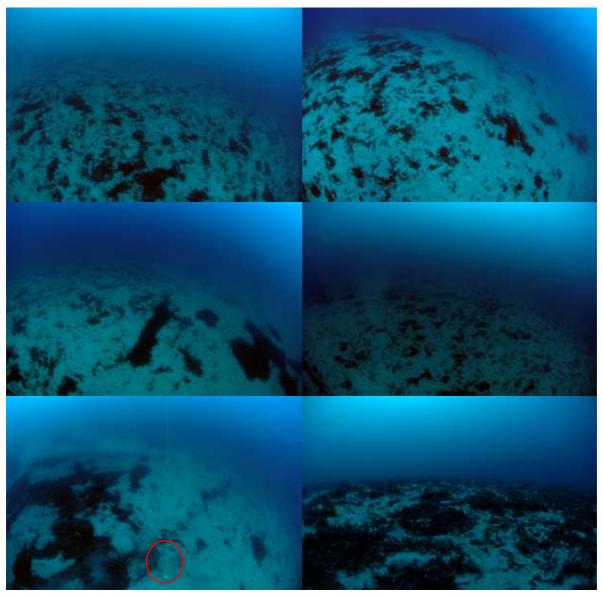


Figure 56 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent de la baie de Tamarone large (2011).

V.14 LUPINO (MASSE D'EAU FREC02C)

a) Description et cartographie

A proximité de la ville de Bastia, ce site se situe dans la masse d'eau FREC02c. En sa limite inférieure, l'herbier présente un faible recouvrement sur toute son étendue, avec des contours nets. La surface totale d'herbier cartographié est de **284,81 m²**.

Quatre balises sont ancrées dans de la vase et sur un corps mort entre 27,2 et 29,1 m de profondeur.

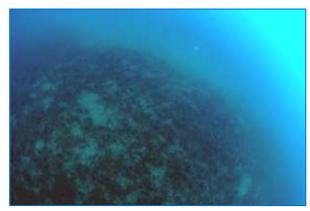


Figure 57 : Vue générale du site de Lupino (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type clairsemée régressive (regressive shaded limit) se situe à 28,5 m de profondeur.

La densité varie de 75 à 150 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 105 ±33 faisceaux** /m² ; l'herbier est en **état moyen** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le déchaussement est faible ; il varie de 0 à 2 cm pour une valeur moyenne de 0,81±0,93 cm.

Tableau 17 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site	Corse FREC02c Lupino	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Annee	2011	
EQR Site TEMPO	0.38	0.3 0.8
EQR' Typologie	0.21	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.68	0.16 1
EQR' Densité	0.24	0.15 1

c) Perturbations observées

L'herbier étudié se trouve le long du littoral très urbanisé de Bastia (43577 habitants en 2006, +15% depuis 1999. Source : www.annuaire-mairie.fr). La station de situe face à des brise-lames,

à 1 km au Sud Ouest de la route maritime des ferries Corse-continent et à 800 m au Sud du port de Bastia (2,53 millions de passagers/an, 515 anneaux (vieux port + port de plaisance de Toga).

Plusieurs macrodéchets sont visibles (exemple : serviette hygiénique sur photo ci-contre) ainsi qu'un corps mort abandonné sur lequel une balise a été posée.

Aucune caulerpe n'a été observée.

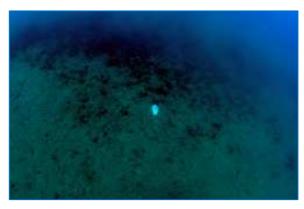


Figure 58 : Exemple de macrodéchet trouvé sur site

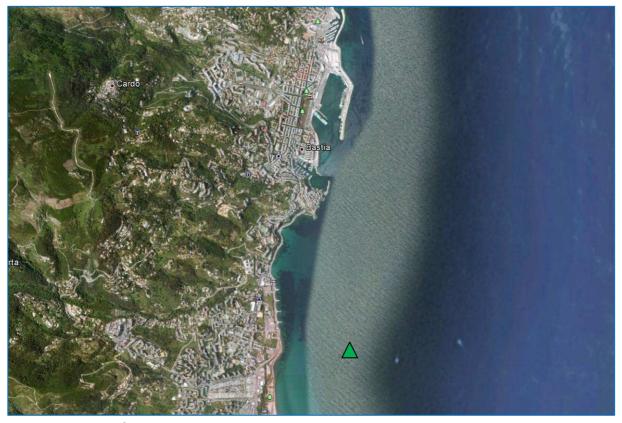


Figure 59 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de Lupino (Source : Google Earth)

d) Données historiques

La limite inférieure d'un herbier (station appelée Toga) situé entre sable et vase, à 3 km au Sud de la ville de Bastia, donc très proche du site étudié ici, a été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2004. Soumise à des rejets urbains, la limite était considérée comme franche avec quelques zones érosives (matte morte présente). La densité de faisceaux était bonne (261/m² à 24,2 m) et le déchaussement moyen (3 cm) (Pergent *et al.*, 2008).

Un herbier au large de Biguglia, près de Bastia a également été étudié en 2007 ; il était classé en bon état (PREI = 0,721) (Gobert *et al.*, 2009).



agence de l'eau nocembalisade l'age

SITE > Lupino < FRECO2c - Littoral Bastiais

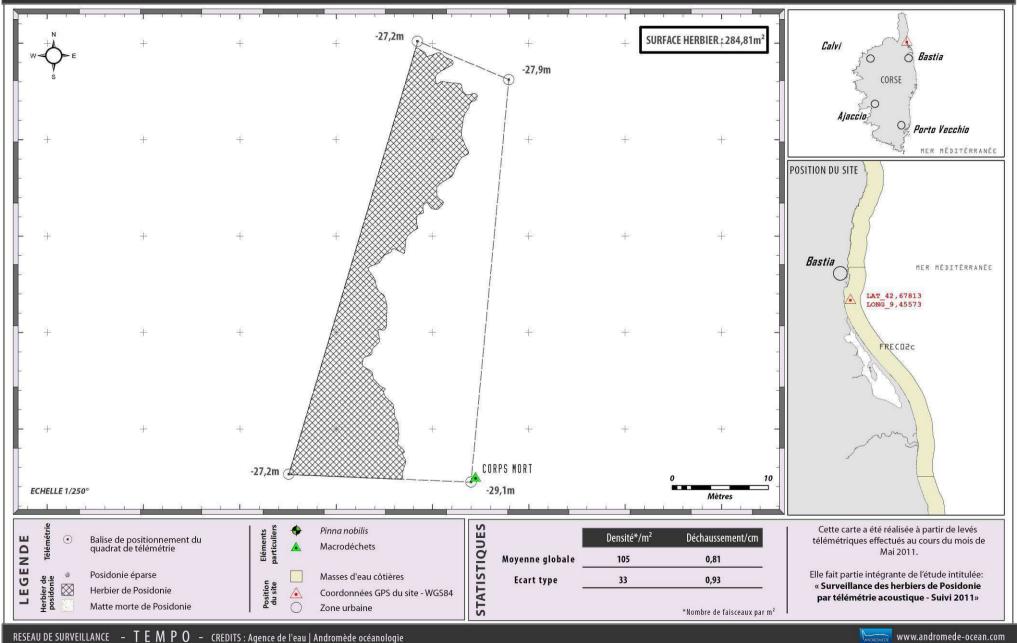




Figure 60 : Vues générales et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site de Lupino (2011).

V.15 COTE ORIENTALE (MASSE D'EAU FREC02D)

a) Description et cartographie

A proximité de Campoloro (Cervione), ce site se localise dans la masse d'eau FREC02d. En sa limite inférieure, l'herbier présente un très faible recouvrement. Etant donné l'éparpillement des faisceaux, la surface totale d'herbier cartographié ne peut pas être calculée.

Quatre balises sont ancrées dans du sable entre 33,9 et 34,8 m de profondeur.

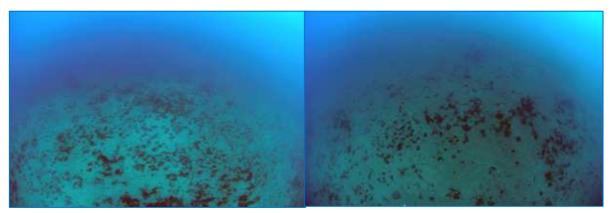


Figure 61 : Vues générales du site de la côte orientale (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

Tableau 18 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région	Corse			
Masse d'eau	FREC02d	Échelle de comparaison		
Nom_site	Cote orientale	Méditerranée Légende		
Annee	2011			
EQR Site	0.50	0.3		
ТЕМРО	0.52	0.52		
EQR' Typologie		0.21 0.89		
	0.44	0.51		
EQR' Profondeur		0.16		
	0.92	0.65		
EQR' Densité		0.15		
	0.2	0.38		

La limite inférieure de type clairsemée naturelle (natural shaded limit) se situe à 35,4 m de profondeur.

La densité varie de 0 à 150 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 77 ±56 faisceaux** /m²; l'herbier est en **état moyen** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 0,33 cm pour une valeur moyenne de $0,04\pm0,12$ cm.

c) Perturbations observées

La limite inférieure suivie se situe à 2 km au Nord Est du port de Taverna et au large de la ville de Cervione (1605 habitants en 2006, +10,5% depuis 1999. Source : www.annuaire-mairie.fr) et ses hameaux. Le littoral est partagé entre tourisme (campings, activités balnéaires), habitations et agriculture. Une zone de lagunage est également observée à 200 m au Nord Ouest du port (voir image aérienne ci-dessous).

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

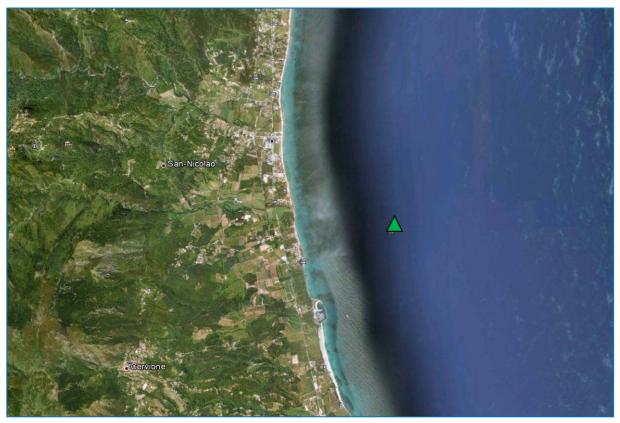


Figure 62 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de la côte orientale (Source : Google Earth)

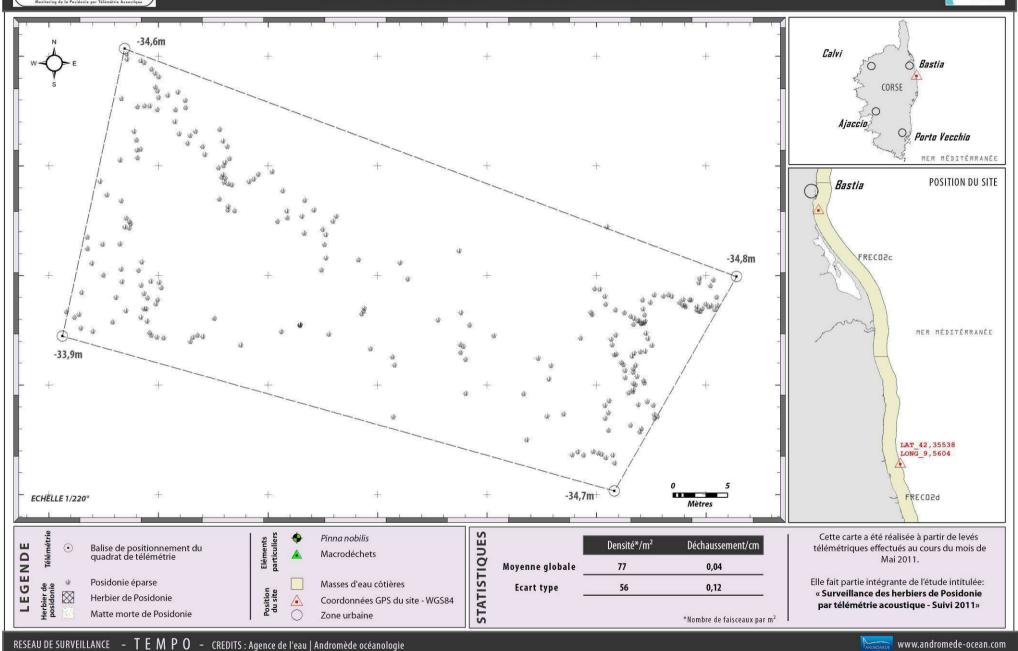
d) Données historiques

La limite supérieure d'un herbier situé à 400 m de la sortie du port de Campoloro a été suivie par le GIS Posidonie antenne Corse en 2004. Soumis à des aménagements littoraux (port, rejets de dragage), l'herbier se développait sur une matte surélevée par rapport au sédiment et présentait de nombreuses zones de matte morte. La densité de faisceaux était bonne (602/m² à 7,8 m) et le déchaussement moyen (4,5 cm) (Pergent *et al.*, 2008).



SITE > Cote Orientale < FRECO2d - Plaine Orientale





V.16 FAUTEA (MASSE D'EAU FREC02D)

a) Description et cartographie

A proximité de la pointe de Fautea (commune de Nonza), ce site se situe dans la masse d'eau FREC02d.

En sa limite inférieure, l'herbier présente un faible recouvrement sur toute son étendue, avec un long banc de matte morte dans la partie la plus concave de la limite cartographiée. La surface totale d'herbier cartographié est de **302,14 m²**.

Une partie de l'herbier se développe entre deux bancs de roches bien visibles en bordure du quadrat permanent.

Quatre balises sont ancrées dans du sable et de la roche entre 34,6 et 37,2 m de profondeur.



Figure 63 : Herbier entre bancs rocheux (site de Fautea, 2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type clairsemée régressive (regressive shaded limit) se situe à 37,5 m de profondeur.

La densité varie de 0 à 175 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 107 ±55 faisceaux** /m²; l'herbier est en **bon état** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 6 cm pour une valeur moyenne de $1,41 \pm 1,93$ cm

Tableau 19 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site	Corse FREC02d Fautea	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Annee	2011	
EQR Site TEMPO	0.55	0.3 0.8
EQR' Typologie	0.44	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.98	0.16 1
EQR' Densité	0.24	0.15 1

c) Perturbations observées

Cet herbier se situe dans un secteur peu impacté par l'Homme ; seule une route passe au niveau du littoral couvert de maquis (voir image aérienne ci-dessous). La station se situe à 800 m au Nord Est de l'anse de Fautea utilisée pour la plaisance (mouillage forain) et les activités balnéaires (plage, parking, paillote). Cette anse reçoit également l'embouchure d'un cours d'eau temporaire.

Un peu plus loin, on trouve à 5 km au Sud la ville de Sainte Lucie de Porto-Vecchio et à 15 km au Nord l'aéroport de Solenzara.

Aucune caulerpe ni aucun macro-déchet n'ont été observés.

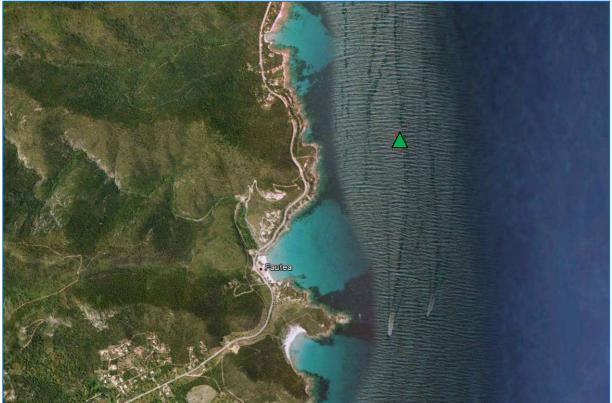


Figure 64 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de Fautea (Source : Google Earth)

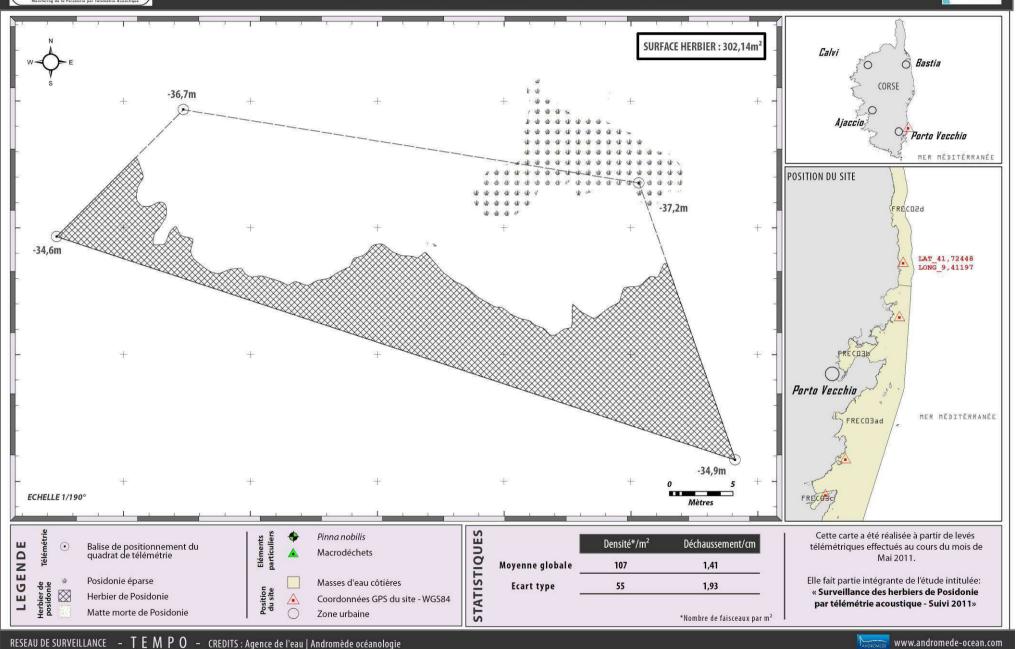
d) Données historiques

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



agence de l'eau novemblemade l'oran

SITE > Fautea < FRECO2d - Plaine Orientale



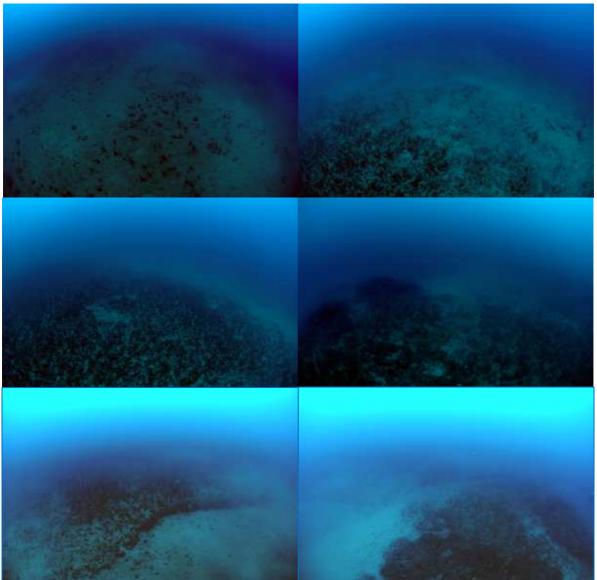


Figure 65 : Vues générales de l'herbier dans le quadrat permanent du site de Fautea (2011).

V.17 ANSE COLA (MASSE D'EAU FRECO3AD)

a) Description et cartographie

Ce site se situe dans la masse d'eau FREC03ad. En sa limite inférieure, l'herbier présente un très faible. La surface totale d'herbier cartographié est de **343,69 m²**. L'herbier se développe entre sable et rochers bien visibles à l'intérieur mais surtout en bordure du quadrat permanent.

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre 35,2 et 36,9 m de profondeur.



Figure 66 : Herbier et matte morte entre bancs rocheux et sable

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **érosive et clairsemée régressive (regressive shaded limit)** se situe à **37,4 m** de profondeur.

La densité varie de 0 à 125 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 47 ±46 faisceaux** /m²; l'herbier est en **état médiocre** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est faible** ; il varie de 0 à 2,7 cm pour une valeur moyenne de **1,08±1,27** cm.

Tableau 20 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site	Corse FREC03ad Anse Cola	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
Annee	2011	
EQR Site TEMPO	0.45	0.3 0.8
EQR' Typologie	0.21	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.98	0.16 1
EQR' Densité	0.16	0.15 1

c) Perturbations observées

La station étudiée se situe à la sortie du Golfe de Porto-Vecchio qui draine ferrys Corse-continent et autres plus petites embarcations du port (380 places). Le littoral directement en amont de la station reste sauvage et couvert de maquis entre les centres urbains plus développés de Sainte Lucie de Porto-Vecchio (3 km au Nord) et la périphérie de Porto-Vecchio (centre à environ 8 km au Sud Ouest).

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

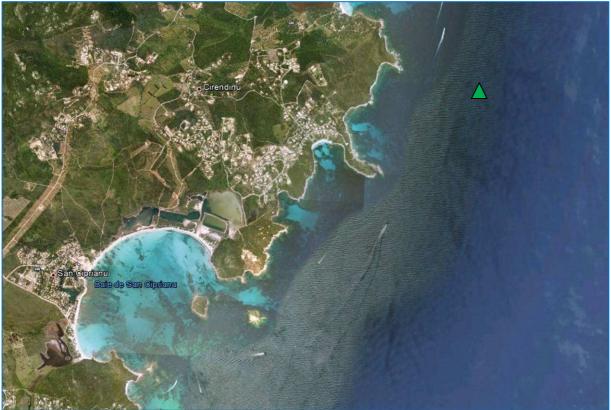


Figure 67 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de l'anse Cola (Source : Google Earth)

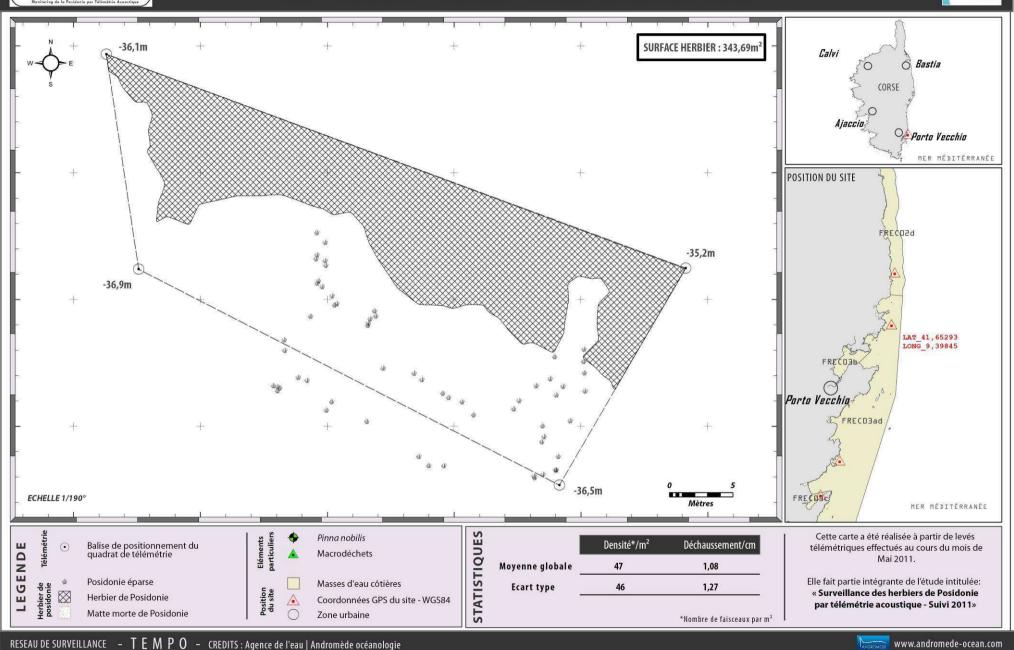
d) Données historiques

A notre connaissance, aucun herbier n'a été précédemment étudié dans cette zone.





SITE > Anse Cola < FRECO3ad - Littoral Sud Est de la Corse



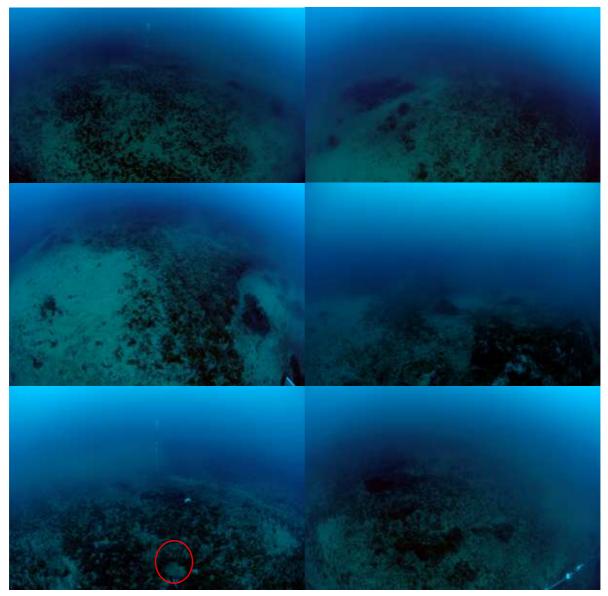


Figure 68 : Vues générales de l'herbier et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent de l'anse Cola (2011).

V.18 RONDINARA (MASSE D'EAU FRECO3AD)

a) Description et cartographie

Ce site se situe dans la masse d'eau FREC03ad. En sa limite inférieure, l'herbier qui se développe sur du sable présente un faible recouvrement. La surface totale d'herbier cartographié est de **249,54 m²** (voir carte 20). Une longue bande de matte morte est visible en arrière de l'herbier.

Quatre balises sont ancrées dans le sable entre 33,8 et 34,8 m de profondeur.

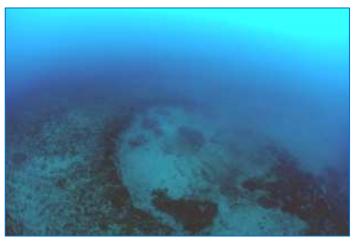


Figure 69 : Herbier et matte morte entre bancs rocheux et sable. Site de Rondinara (2011).

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

La limite inférieure de type **érosive et clairsemée régressive (regressive shaded limit)** se situe à **34,6 m** de profondeur.

La densité varie de 50 à 175 faisceaux/m² pour une **densité moyenne de 102±40 faisceaux** /m² ; l'herbier est en **état moyenne** compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est moyen** ; il varie de 0 à 13 cm pour une valeur moyenne de $5,70\pm4,48$ cm.

Tableau 21 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau Nom_site Annee	Corse FREC03ad Rondinara 2011	Échelle de comparaison Méditerranée Légende
EQR Site TEMPO	0.44	0.3 0.8
EQR' Typologie	0.21	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.89	0.16 1
EQR' Densité	0.23	0.15 1

c) Perturbations observées

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

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.

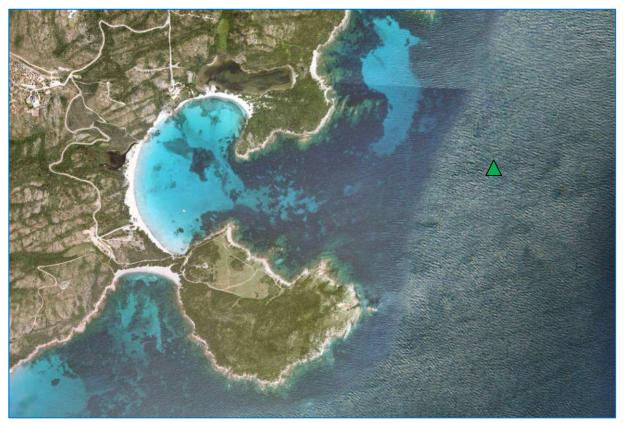


Figure 70 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier de Rondinara (Source : Google Earth)

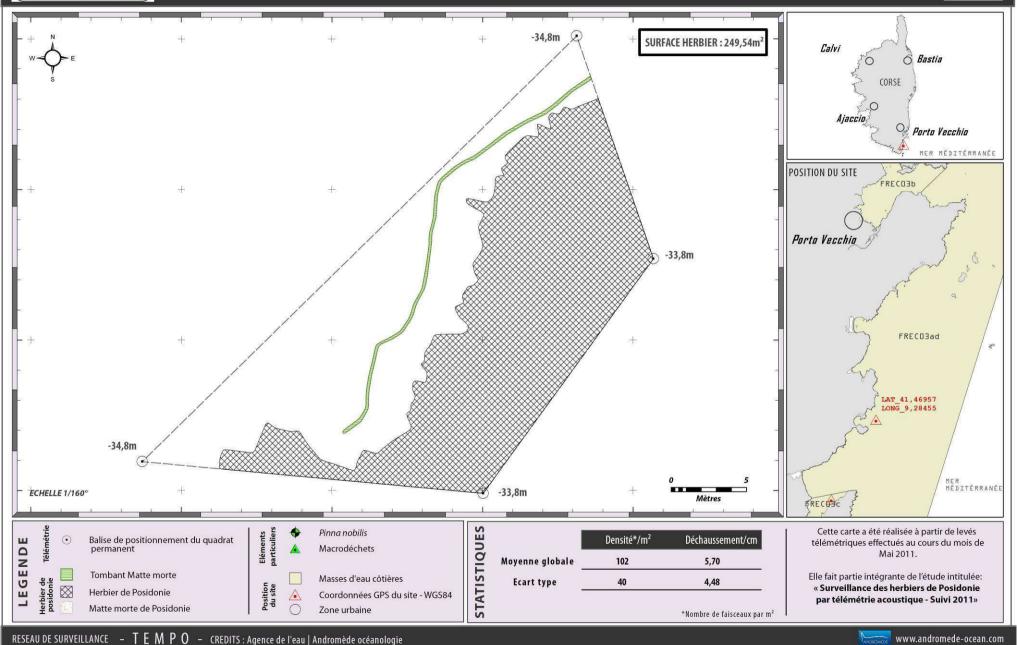
d) Données historiques

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





SITE > Rondinara < FRECO3ad - Littoral Sud Est de la Corse



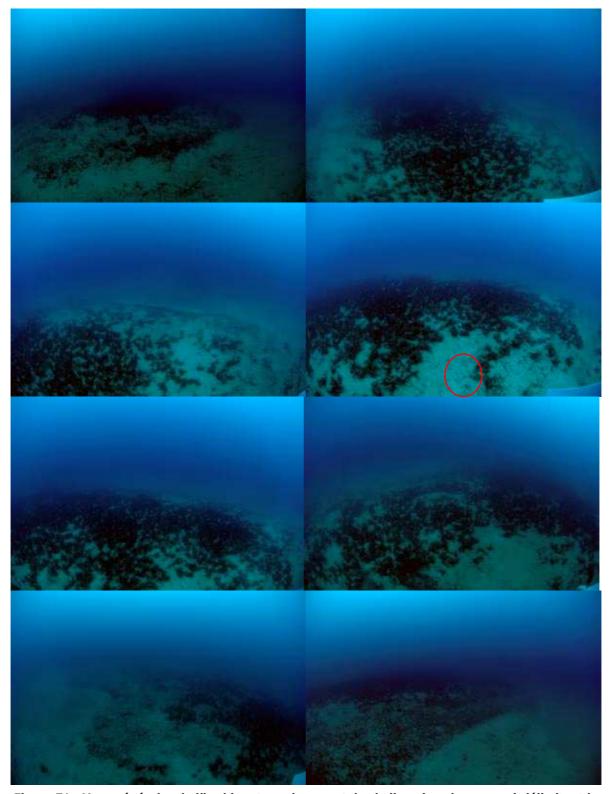


Figure 71 : Vues générales de l'herbier et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent de Rondinara

V.19 GOLFE SANTA MANZA (MASSE D'EAU FRECO3C)

a) Description et cartographie

Au sein du Golfe de Santa Manza (commune de Bonifacio), ce site se situe dans la masse d'eau FREC03c. En sa limite inférieure, l'herbier qui se développe sur du sable présente un faible recouvrement. La surface totale d'herbier cartographié est de **418,73 m²**.

De nombreux corps morts sont visibles entourés de matte morte et de faisceaux isolés. Quatre balises sont ancrées dans le sable et sur les corps morts entre 28,5 et 31,7 m de profondeur. Plusieurs grandes nacres *Pinna nobilis* sont observées à l'extérieur du quadrat permanent.



Figure 72 : Grande nacre (Pinna nobilis) à proximité du site du golfe de Santa Manza.

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

Tableau 22 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région	Corse			
Masse d'eau	FREC03c	Échelle de comparaison		
Nom_site	Golfe Santa Manza	Méditerranée Légende		
Annee	2011			
EQR Site	0.4	0.3 0.8		
ТЕМРО	0.4	0.52		
EQR'	0.01	0.21 0.89		
Typologie	0.21	0.51		
EQR'	0.70	0.16		
Profondeur	0.78	0.65		
EQR' Densité	0.21	0.15		
	0.21	0.38		

La limite inférieure de type clairsemée régressive (regressive shaded limit) se situe à 31,2 m de profondeur.

La densité varie de 0 à 150 faisceaux/m² pour une densité moyenne de 85 ±49 faisceaux /m²; l'herbier est en état moyen compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est moyen** ; il varie de 0 à 6 cm pour une valeur moyenne de **2,20±2,11** cm.



Figure 73 : Quadrat de comptage de faisceaux au sein de l'herbier de posidonie

c) Perturbations observées

La station se situe à la sortie de la baie de Gurgazu (commune de Bonifacio) fréquemment utilisée pour les activités balnéaires et la plaisance (mouillages forains). Des installations aquacoles sont également visibles au Sud Est de la baie. Cette baie est modérément aménagée, on y trouve principalement de la végétation (maquis), des habitations, quelques cultures et l'embouchure d'un cours d'eau (au Sud Ouest) (voir l'image aérienne ci-dessous).



Figure 74 : Vue aérienne et emplacement (triangle vert) de la limite d'herbier du golfe de Santa Manza (Source : Google Earth)

De nombreux corps morts sont visibles en limite inférieure de l'herbier et des algues vertes Caulerpa racemosa sont observées.



Figure 75 : Les algues invasives *Caulerpa racemosa* et corps morts au niveau de l'herbier de posidonie du Golfe de Santa Manza.

d) Données historiques

Deux herbiers suivis dans le golfe de Santa Manza étaient classés en état moyen (EQR = 0,542) et bon (EQR = 0,671) d'après de PREI (Gobert *et al*, 2009). A notre connaissance, le GIS Podisonie antenne Corse n'a suivi aucun herbier pour sa vitalité dans ce secteur.



agence de l'eau

SITE > Golfe Santa Manza < FRECO3c - Golfe Santa Manza

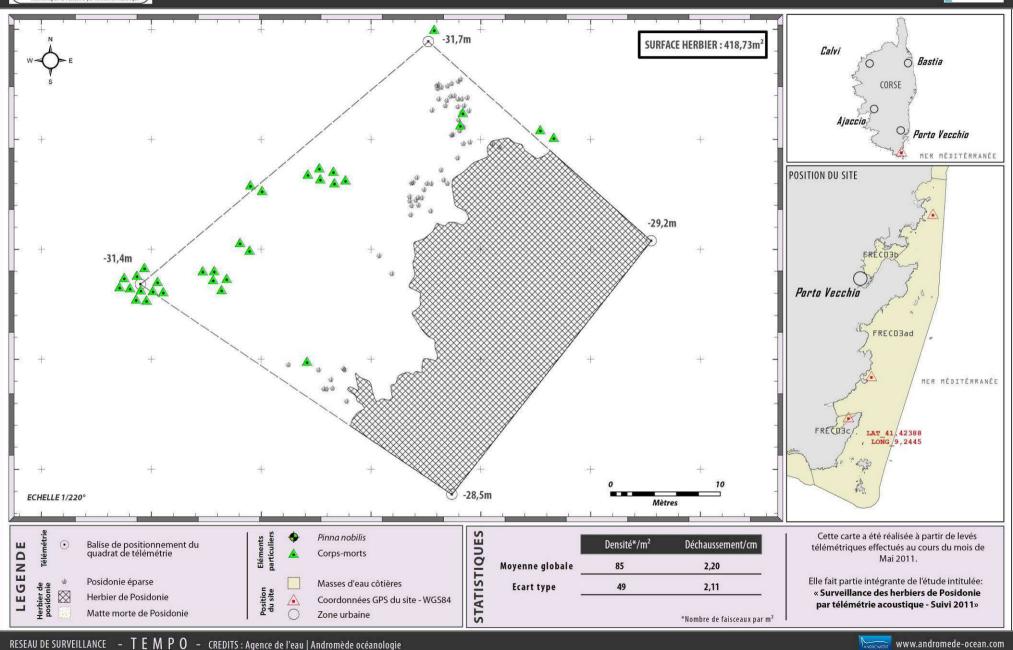




Figure 76 : Vues générales de l'herbier et emplacement des balises (cercles rouges) délimitant le quadrat permanent du site du golfe de Santa Manza (2011).

V.20 MURTOLI (MASSE D'EAU FREC03EG)

a) Description et cartographie

Dans la baie de Murtoli (commune de Sartène), ce site se localise dans la masse d'eau FREC03eg. En sa limite inférieure, l'herbier qui se développe sur du sable présente un fort recouvrement, de longues feuilles et des limites bien nettes. La surface totale d'herbier cartographié est de 145,12 m².

Quatre balises sont ancrées dans le sable et de la roche entre 30 et 30,5 m de profondeur.



Figure 77 : Vue générale de l'herbier de Murtoli

b) Mesures de vitalité et comparaison nationale

Tableau 23 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2013).

Région Masse d'eau	Corse FREC03eg	Échelle de comparaison Méditerranée
Nom_site	Murtoli	Légende
Annee	2011	
EQR Site TEMPO	0.75	0.3
		0.52
EQR' Typologie	0.66	0.21 0.89
		0.51
EQR' Profondeur	0.74	0.16 1
	0.76	0.65
EQR' Densité		0.15
	0.83	0.38

La limite inférieure de type **franche en tâches (natural sharp limit)** se situe à **30,5 m** de profondeur.

La densité est uniformément de 400 faisceaux/m² pour une densité moyenne de 400 faisceaux /m²; l'herbier est en excellent état compte tenu de sa densité de faisceaux.

Le **déchaussement est moyen** ; il varie de 4 à 7 cm pour une valeur moyenne de $5,44 \pm 0,69$ cm.

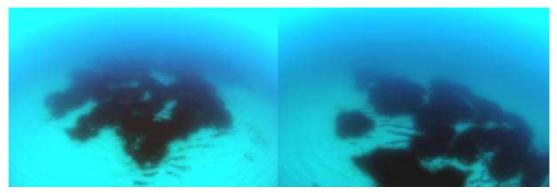


Figure 78 : Vues générales de l'herbier de Murtoli.

c) Perturbations observées

Aucune pression anthropique n'est visible sur ce secteur assez préservé et couvert de végétation sauvage (maquis) (voir image aérienne ci-dessous). Néanmoins, le golfe de Murtoli peut être utilisé comme zone de mouillage forain. Aucun macrodéchet et aucune algue verte de type Caulerpa n'ont été observés.



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

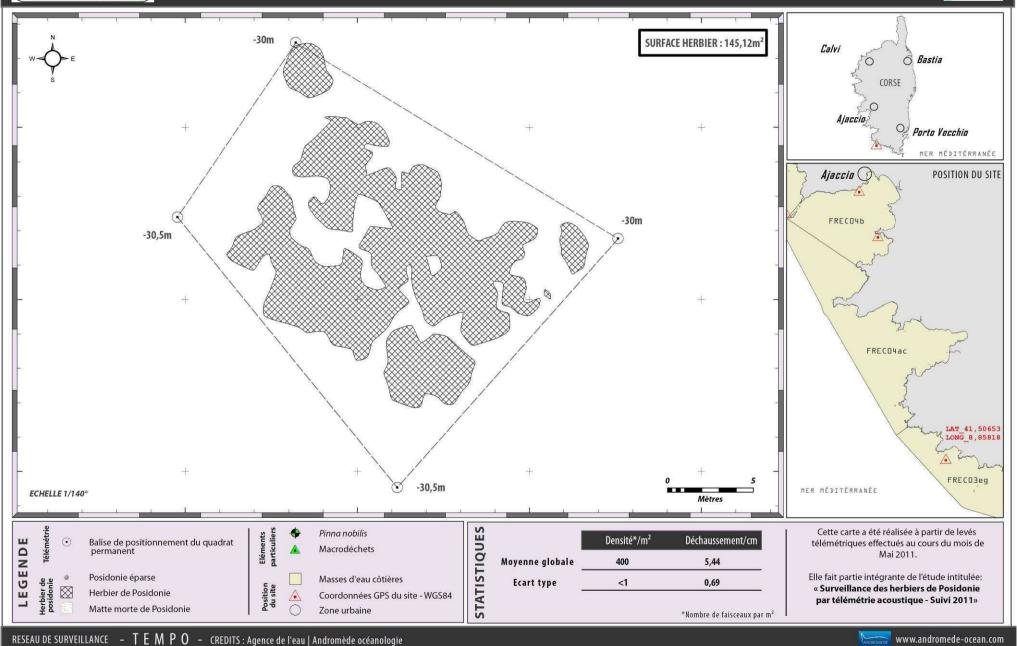
d) Données historiques

A notre connaissance, aucun herbier n'a été suivi pour sa vitalité dans la baie de Murtoli. L'herbier étudié le plus proche de Murtoli est celui de Roccapina (2 km au Sud de Murtoli). La limite supérieure de cet herbier identifié comme un herbier de référence et cela même si de nombreux mouillages forains sont observés en saison estivale, a été suivie par le GIS POSIDONIE ANTENNE Corse en 2005. Quelques zones de matte morte étaient observées certainement dues à l'hydrodynamisme ou aux mouillages forains). La densité de faisceaux était médiocre (506/m² à 5,2 m) et le déchaussement faible (1,4 cm) (Pergent et al., 2008). Des faisceaux de Cymodocea nodosa étaient observés.





SITE > Murtoli < FRECO3eg - Littoral Sud Ouest de la Corse



Réseau TEMPO - Surveillance des herbiers de Posidonie par télémétrie acoustique -

VI REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2009. Etude et cartographie des biocénoses marines de la rade de Toulon. Evolutions 2009/2001. Contrat ANDROMEDE OCEANOLOGIE / Communauté d'agglomération *Toulon Provence Méditerranée*. 173pp.
- BAY D., 1978. Etude in situ de la production primaire d'un herbier de posidonie, Posidonia oceanica (L.) Delile, dans la baie de Calvi, Corse. Thèse Fac. Sci., univ. Liège: 1-251.
- BEDHOMME, A.L., THELIN, I. BOUDOURESQUE, C.F., 1983. Mesure de la production primaire des feuilles de *Posidonia oceanica*: modification de la méthode de ZIEMAN. Bot. mar., Dtsch, 26: 35-43.
- BLANC J.J., JEUDY DE GRISSAC A., 1984. Erosions sous-marines des herbiers à Posidonia oceanica (Méditerranée). International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, BOUDOURESQUE C. F., JEUDY BLOUET S., LENFANT P., DUPUY DE LA GRANDRIVE R., LAFFON J-F, CHERE E., COURP T., GRUSELLE MC., FERRARI B., PAYROT J, 2011. Mise en cohérence des méthodes de suivis des herbiers de posidonies des sites Natura 2000 marins du Languedoc-Roussillon. Rapport ADENA-CNRS/EPHE/UPVD/CEFREM-CG66-AAMP,Fr 48p.
- BOUDOURESQUE C.F., GIRAUD G., PANAYOTIDIS P., 1980. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc national). XIX : Mise en place d'un transect permanent. *Travaux Scientifiques du Parc National de Port-Cros*, 6 : 207-221.
- BOUDOURESQUE C.-F., MEINESZ A. 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cahier du Parc national de Port Cros*, 4: 1-79.
- BOUDOURESQUE C.-F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L., 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica. RAMOGE pub.* Fr: 1-202
- BOUDOURESQUE C.-F., BERNARD G., PERGENT G., SHILI A., VERLAQUE M., 2009. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina* 52: 395–418
- CAYE G. 1980.- Sur la morphogenèse et le cycle végétatif de *Posidonia oceanica* (L. Delile). Thèse doctorat 3° cycle, Univ. Aix-Marseille II, Fr. : 1-121.
- CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., BERNARD G., BONHOMME P., PATRONE J., KRUCZEK R., COTTALORDA J.M., BERTRANDY M.C., FORET P., RAGAZZI M.., LE DIREAC'H L., 2000a. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence- Alpes-Côte d'Azur. Première partie : présentation et guide méthodologique. Année 2000. Région PACA, Agence de l'Eau RMC, GIS Posidonie, CQEL 13, CQEL 83, Conseil Général 06, GIS Posidonie publ. : 1-76.
- CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., BONHOMME P., BERNARD G., PATRONE J., KRUCZEK R., COTTALORDA J.M., BERTRANDY M.C., FORET P., BRICOUT P., RAGAZZI M., CADIOU G., LE DIREAC'H L., 2000b.Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Seconde partie: résultats du suivi 1999. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr.: 1-142.
- CINELLI F., COLANTONI P., FRESI E., SOLAINI P., 1974. La prateria sommersa. Subacqueo. 1 (9): 19-21.
- DESCAMP P., PERGENT G., BALLESTA L., FOULQUIE M., 2005. Underwater acoustic positioning systems as tool for *Posidonia oceanica* beds survey. Compte Rendus Biologies de l'Académie des Sciences. C.R. Biologies 328 : 75-80.
- DESCAMP P., BALLESTA L. HOLON F., 2007. SUIVI DE DEUX HERBIERS DE POSIDONIE DANS LA RESERVE MARINE DE CERBERE BANYULS : *BAIE DE TANCADE ET ANSE DU PIN PARASOL.* Contrat Conseil Général des Pyrénées Orientales. L'OEil d'Andromède publ.
- DESCAMP P., HOLON F., BALLESTA L., 2009. Microcartographie par télémétrie acoustique de 9 herbiers de posidonie pour le suivi de la qualité des masses d'eau côtières méditerranéennes françaises dans le cadre de la DCE. Contrat L'Œil Andromède/Agence de l'Eau, CRLR, CRPACA. Andromède publ., Montpellier, Fr. :1-59pp. + annexes
- DESCAMP P., HOLON F., BALLESTA L., GUILBERT A., GUILLOT M., BOISSERY P., RAIMONDINO V., DETER J., 2010. Fast and easy method for seagrass monitoring: Application of acoustic

- telemetry to precision mapping of *Posidonia oceanica* beds. Marine Pollution Bulletin 62: 284–292
- DETER J., HOLON F., DESCAMP P., 2010. Surveillance de l'herbier de posidonie Année 2010. Evaluation de l'évolution de l'herbier de Posidonie entre 2000 et 2010 sur le littoral des Maures dans le cadre de l'observatoire marin du SIVOM. Rapport Final. Contrat SIVOM du littoral des Maures et Andromède Océanologie publ. : 67 p.
- DREW E.A., JUPP B.P., 1976. Some aspects of the growth of Posidonia oceanica in Malta. Underwater Research, Academic Press, London, p. 357-367.
- GAMBI M.C., BUIA M.C., CASOLA E., SCARDI M., 1989. Estimates of water movement in *Posidonia oceanica* beds: a first approach. International Workshop on Posidonia Beds, BOUDOURESQUE C.F.,
- LEPAREUR F., 2011. Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 Guide méthodologique Version 1. Février 2011. Rapport SPN 2011 / 3, MNHN, Paris, 55 pages.
- PERGENT G., LEONARDINI R., LOPEZ Y ROYO C., MIMAULT B., PERGENT-MARTINI C., 2008. Mise en œuvre d'un Réseau de Surveillance Posidonies le long du littoral de la Corse Rapport de synthèse 2004-2008. Contrat Office de l'Environnement de la Corse et GIS Posidonie Centre de Corse, GIS Posidonie Publ., Corte: 1 273
- LOPEZ Y ROYO C., CASAZZA G., PERGENT-MARTINI, C., PERGENT G. 2010. A biotic index using the seagrass *Posidonia oceanica* (BiPo), to evaluate ecological status of coastal waters. Ecological Indicators, 10: 380–389
- LOPEZ Y ROYO C., PERGENT G., ALCOVERROE T., BUIAC M.C., CASAZZAD G., MARTÍNEZ-CREGOE B., PÉREZ M., SILVESTRE F., ROMERO J.2011. The seagrass *Posidonia oceanica* as indicator of coastal water quality: Experimental intercalibration of classification systems. Ecological Indicators 11: 557–563
- GOBERT S., SARTORETTO, S., RICO-RAIMONDINO V., ANDRAL B., CHERY A., LEJEUNE P., BOISSERY P. 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. Marine Pollution Bulletin 58: 1727–1733
- GOBERT S., ANDRAL B., BOISSERY P., CHERY A., LEJEUNE P., PELAPRAT C., RICO-RAIMONDINO V. et SARTORETTO S. 2008. Soutien méthodologique à la mise en œuvre de la Directive Cadre Eau item : Herbier de posidonie : validation du protocole de calcul de l'EQR. Ifremer-Université de Liège-STARESO-Agence de l'eau. 55 pp.
- GIORGI J., THELIN I., 1983. Phénologie, biomasse et production primaire de *Posidonia oceanica* (feuilles et épiphytes) dans la baie de Port-Cros. Lab. Ecol. Benthos, Fac. Sci. Luminy, Univ. Aix-
- IFREMER, 2010. Contrôle de surveillance/opérationnel Campagne DCE 2009. District "RHONE ET COTIERS MEDITERRANEENS". Convention Agence de l'Eau RM&C/Ifremer n°20090108 & 20090109. Rapport définitif de 129 p
- JEUDY DE GRISSAC A., BOUDOURESQUE C.F., 1985. Rôle des herbiers de phanérogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers : les herbiers à *Posidonia oceanica*. Colloq. Frjap. Oceanogr., Marseille 16-21 Sept., 1 : 143-151. Marseille II et Parc nation. Port-Cros, France, 126 p.
- MEINESZ A., LAURENT R., 1978, Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-Maritimes (France) - Campagne Poseïdon 1976. Botanica Marina, Vol. XXI, pp. 513-526.
- MONTEFALCONE M., 2009 Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: A review. Ecol. Indic., 9: 595-604.
- MOLINIER R., PICARD J., 1952. Recherches sur les herbiers de phanérogames marines sur le littoral méditerranéen français. Ann. Inst. Océanogr., Paris, 27 (3): 157-234.
- PASQUALINI V., 1997. Caractérisation des peuplements et types de fonds le long du littoral Corse (Méditerranée, France). Thèse Doctorat, Univ. Corse : 1-190.

- PERES J.M., PICARD J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, Fr., 31 (47): 5-137.
- PERGENT G., LEONARDINI R., LOPEZ Y ROYO C., MIMAULT B., PERGENT-MARTINI C., 2008. Mise en œuvre d'un réseau de surveillance Posidonies le long du littoral de la Corse Rapport de synthèse. Contrat Office de l'Environnement de la Corse et GIS Posidonie Centre de Corse, GIS Posidonie Publ., Corte : 1-273 & Cd Rom.
- PERGENT-MARTINI C., PERGENT G., 1996. Spatio-temporal dynamics of *Posidonia oceanica* beds near a sewage outfall (Mediterranean France). *In*: Kuo J., Phillips R.C., Walker D.I., Kirkman H. edits. *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop*. Univ. Western Australia publ.: 299-306.
- Pergent-Martini C., Pergent G., 2010. Propositions de lignes directrices pour la standardisation des méthodes de cartographie et de surveillance des magnoliophytes marines en Méditerranée. PNUE-PAM-CAR/ASP, Contrat N°72/2009, Tunis :1 66
- RICO-RAIMONDINO V., 1995. Contribution à l'étude des stocks et flux d'éléments dans les herbiers à *Posidonia oceanica*. Thèse Doctorat d'Ecologie, Univ. Aix-Marseille II, Fr. : 1-248.
- SOULLARD, M., BOURGE, I., FOGEL, J., LARDINOIS, D., MATHIEU, T., VEESCHENS, C., BAY, D., DAUBY, P., BOUQUEGNEAU, J.M., 1994. Evolution de la densité de l'herbier de Posidonie de la baie de Calvi (Corse). Vie Milieu 44, 199–201.
- VELIMOROV B., 1984. Grazing of Sarpa salpa L. on *Posidonia oceanica* and utilization of soluble compounds. 1: 381-387. In: International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., OLIVIER J., (éds.), GIS Posidonie publ., Fr.
- WILLSIE A., 1987. Structure et fonctionnement de la macrofaune associée à la matte morte et d'herbier vivant de *Posidonia oceanica* (L.) Delile : influence des facteurs abiotiques et biotiques. Thèse Doctorat oceanographie, Univ. Aix-Marseille II, Fr., 647 p.