



TEMPO : Réseau de surveillance des herbiers de posidonie - Analyse des données 2016 -













7, place Cassan - Quai des pêcheurs 34 280 Carnon - France Tél. : 04.67.66.32.48 contact@andromede-ocean.com



Coordination Andromède:

HOLON Florian & DELARUELLE Gwénaëlle

Contact mail:

florian.holon@andromede-ocean.com

gwenaelle.delaruelle@andromede-ocean.com

Participants aux missions de terrain:

DELARUELLE Gwenaëlle, DETER Julie, GUILBERT Antonin, FAUCHET Jérémy, HOLON Florian, MARRE Guilhem, MAURON Stephen, PERSONNIC Sébastien, RAUBY Thibault, SCHOENFELDER Caroline.

Traitement des données et rédaction :

DELARUELLE Gwenaëlle.

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

ANDROMEDE, 2018. Surveillance biologique dans la région Est de la Provence-Alpes-Côte d'Azur et compléments en région Occitanie-Analyse des données 2016 – Réseau TEMPO de suivi des herbiers de posidonie. Contrat Andromède Océanologie / Agence de l'eau. 227p.

Sommaire

RESE	EAU DE S	SURVEILLANCE TEMPO1
l.	CONTEXT	r _F
	I.A.	Biologie de Posidonia oceanica (L) Delile
	I.B.	Rôles écologiques et économiques des herbiers à posidonie
	I.C.	Conservation et déclin des herbiers : les pressions mises en jeu 2
	I.D.	La surveillance des herbiers à posidonie
II.		FS DE TEMPO
Ш.		ODOLOGIE
	III.A.	Localisation des sites
	III.B.	Choix des indicateurs
	III.C.	La télémétrie acoustique
	III.D.	Indice BiPo2 (profondeur intermédiaire et adapté à la limite
	inférieu	re)11
	III.E.	Indice PREI (profondeur intermédiaire)
	III.F.	Indice EBQI (profondeur intermédiaire)
	III.G.	Interprétation des EQR
	III.H.	Indice d'évolution de l'herbier
	III.I.	Relevés des perturbations observées sur les sites de terrain 21
	III.J.	Application de la photogrammétrie à la surveillance sous-marine 23
IV.		.TS24
	IV.A.	Masse d'eau FRDC0125
	IV.B.	Masse d'eau FRDC02b
	IV.C.	Masse d'eau FRDC10c
	IV.D.	Masse d'eau FRDC10a
	IV.E.	Masse d'eau FRDC09d
	IV.F.	Masse d'eau FRDC09c
	IV.G.	Masse d'eau FRDC09b
	IV.H.	Masse d'eau FRDC09a
	IV.I.	Masse d'eau FRDC08e
	IV.J.	Masse d'eau FRDC08d
	IV.K.	Masse d'eau FRDC08c
	IV.L.	Masse d'eau FRDC08b
	IV.M.	Masse d'eau FRDC08a

IV.N.	Masse d'eau FRDC07j	146
IV.O.	Masse d'eau FRDC07i	159
IV.P.	Masse d'eau FRDC07h	166
IV.Q.	Masse d'eau FRDC07g	169
IV.R.	Masse d'eau FRDC07f	177
IV.S.	Masse d'eau FRDC06a	185
IV.T.	Masse d'eau FRDC05	194
IV.U.	Masse d'eau FRDC04	205
SYNTHE	SE	212
V.A.	Sites à la profondeur intermédiaire	212
	Sites en limite inférieure	

TEMPO. Réseau de suivi des herbiers de posidonie

Soutenu par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, le réseau TEMPO a été créé en 2011 et s'étend sur l'ensemble de la facade 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. Les objectifs sont de recueillir des données descriptives sur la dynamique des herbiers à Posidonie et de suivre leurs évolutions dans le temps et dans l'espace.

Réseau de surveillance TEMPO

Contexte

I.A. Biologie de Posidonia oceanica(L) Delile

La Posidonie Posidonia oceanica (L.) Delile est une phanérogame endémique de la mer Méditerranée qui peut constituer de véritables prairies sous-marines. Elle est présente sur toute la facade méditerranéenne, exceptée sur les côtes égyptiennes, palestiniennes, libyennes, israéliennes, et le nord de l'Adriatique (Boudouresque and Meinesz, 1982; Por, 1978; Zalokar, 1942). Cette plante angiosperme est constituée de faisceaux de feuilles (40 à 80 cm de long), de racines et de rhizomes, qui sont des tiges rampantes ou dressées, généralement enfouies dans le sédiment.

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



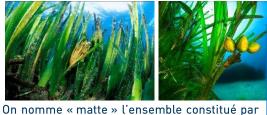




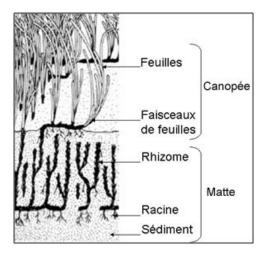
Figure 2 : Aplysina punctata sur feuille de posidonie

les rhizomes, les écailles (gaines des feuilles caduques), les racines et par le sédiment qui remplit les interstices. Exceptées les feuilles, les parties mortes de la plante sont peu putrescibles, ce qui explique leur longue conservation (plusieurs siècles ou millénaires)

à l'intérieur de la matte (Boudouresque et al., 2006).

La matte sert d'ancrage à l'herbier mais joue également un rôle important dans la stabilisation des fonds. Les herbiers àP. oceanica sont présents entre 0 et 40 mètres de profondeur.





Ils occupent donc une surface totale restreinte [1 à 2 %] [Pasqualini, 1997; Rico-Raimondino and Pergent, 1995]. La zone totale connue des herbiers à Posidonia oceanica dans la mer Méditerranée a été estimée à 1 224 707 ha [12 247 km²], 510 715 ha dans la partie ouest du bassin et 713 992 ha dans la partie orientale (Telesca et al., 2015).

Figure 3 : Représentation schématique d'un herbier de posidonie et sa matte. Modifié d'après Boudouresque et Meinesz (1982).

Cette plante marine est sensible à la salinité et ne se développe que dans des milieux de salinité moyenne (Fernández-Torquemada and Sánchez-Lizaso, 2005, 2003; Sánchez-Lizaso et al., 2008). Son absence, dans certaines zones, peut être liée aux concentrations en CQ trop faibles pour la réalisation de la photosynthèse, nécessaire à son développement (Romero, 2004). La lumière est aussi un facteur très important qui limite sa répartition en profondeur (Elkalay et al., 2003). Les exigences écologiques importantes deP. oceanica en font une espèce sentinelle : tout changement de sa répartition spatiale (par exemple une réduction de la limite maximale de profondeur ou une perte de zones couvertes), traduit un changement de l'état de l'environnement (Orth et al., 2006).

I.B. Rôles écologiques et économiques des herbiers à posidonie

Cette phanérogame constitue la biocénose la plus complexe de Méditerranée (Boudouresque and Meinesz, 1982; Molinier and Picard, 1952; Peres and Picard, 1964) et est à la base de la richesse des eaux littorales (Boudouresque and Meinesz, 1982; Cinelli et al., 1974; Molinier and Picard, 1952). Somôle écologique est majeur : production primaire benthique, production d'oxygène (Bay, 1978; Bedhomme et al., 1983; Caye, 1980; Drew and Jupp, 1976), transparence des eaux par le piégeage des particules en suspension (Blanc and Jeudy De Grissac, 2011), base de nombreuses

chaînes alimentaires (Velimirov, 1984), lieu de frayère, nurserie, abris vis-à-vis des prédateurs ou habitat permanent pour des milliers d'espèces animales et végétales (Boudouresque et al., 2006). Les herbiers à posidonie régulent, directement ou non, la disponibilité des ressources pour d'autres espèces et sont, à ce titre, qualifiés



d'ingénieurs écosystémiques (Lawton, 1994). De ces rôles écologiques découle une quantité de services dont les Hommes bénéficient: protection du littoral, piégeage des sédiments, nourriture, etc. (Borum et al., 2004; Boudouresque et al., 2012; Campagne et al., 2015).

Figure 4: Herbier à Posidonia oceanica.

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

Les préférences écologiques (eaux peu profondes et claires, courant faible) et les caractéristiques biologiques (croissance très lente de quelques centimètres par an) de P. oceanica rendent cette espèce très vulnérable aux pressions anthropiques (Boudouresque et al., 2012). C'est pourquoP. oceanica et l'habitat qu'elle constitue sont protégés par la législation européenne (Directive Habitats, 92/93/CEE), par les conventions de Berne et Barcelone, par la législation nationale (Loi du 10 juillet 1976 et son décret d'application du 25 novembre 1977 (officialisée par l'arrêté interministériel du 19 juillet 1988 renseignant la liste des espèces végétales marines protégées)). De plus, P. oceanica est classée préoccupation mineure sur la Liste rouge de l'IUCN (Pergent et al., 2010).

Comme de nombreux habitats constitués par des phanérogames marines (Selig et al., 2014; Short and Wyllie-Echeverria, 1996; Spalding et al., 2003; Waycott et al., 2009), les herbiers à P. oceanica ont connu un déclin généralisé au cours des dernières décennies (Boudouresque et al., 2009). Ce déclin est caractérisé par un recul des herbiers peu profonds et/ou par une remontée des limites plus profondes, et donc une perte de l'étendue spatiale.

Certaines activités humaines sont sources de perturbations et responsables de la régression des herbiers. Certaines activités continues mènent à la création de patchs à moyen et long terme. D'autres entraînent une destruction mécanique de la strate foliaire créant immédiatement des intermattes de matte nue au sein des paysages sous-marins (Abadie, 2016).

Le développement côtier est l'une des principales causes de la régression de la strate foliaire (Giakoumi et al., 2015). Il est source de pollution notamment par le déversement d'eaux usées qui entraînent une diminution de la croissance des rhizomes et un changement dans la structure foliaire.L'expansion des zones urbaines littorales peut également provoquer d'importantes modifications du paysage (Abadie, 2016). La construction de ports et le rechargement en sable des plages provoquent une atténuation de la lumière et une sédimentation de MES supérieure à la vitesse de croissance verticale de la plante. Les effluents d'aquaculture sont aussi responsables de disparitions de larges portions d'herbier en provoquant l'anoxie du sédiment par diminution de la pénétration de la lumière et le rejet de quantités de matière organique.

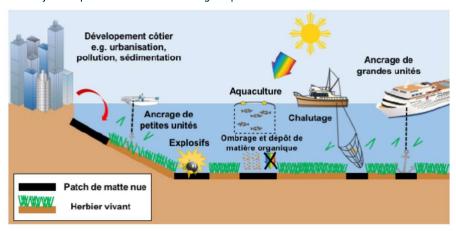


Figure 5 : Impact des activités anthropiques générant des intermattes au sein des paysages sous-marins à Posidonia oceanica ((Abadie, 2016).

Certaines activités provoquent des dommages mécaniques immédiats en générant instantanément des intermattes anthropiques : le chalutage, les bombardements de la seconde guerre mondiale, l'ancrage.

I.D. La surveillance des herbiers à posidonie

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

En France, le « Réseau de Surveillance Posidonies « (RSP) a été mis en place en 1984 en région PACA (C. F. Boudouresque et al., 2007) et, depuis 200& réseau de suivi des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique (TEMPO) (Holon et al., 2013). TEMPO a été créé de manière pérenne en 2011 et s'étend sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française. Le réseau TEMPO cartographie les limites inférieures de 58 sites en Méditerranée française et évalue leur qualité écologique. Depuis 2014, TEMPO intègre 40 sites localisés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres) sur lesquels plusieurs protocoles sont mis en place afin de calculer des indices de qualité écologique : EBQI (Ecosystem-Based Quality Index) (Personnic et al., 2014c), BiPo2 (Lopez y Royo et al., 2010), et PREI (Gobert et al., 2009a).

Au niveau législatif, la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 est effective erdroit français depuis le 4 Avril 2004. Elle définit, pour les états membres, un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen. Elle fixe des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces, eaux côtières et eaux souterraines) et demande que tous les milieux aquatiques soient dans un bon état écologique.

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

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



D'après la DCE une masse d'eau est en bon état lorsque l'état écologique et l'état chimique de celle-ci sont au moins bons.

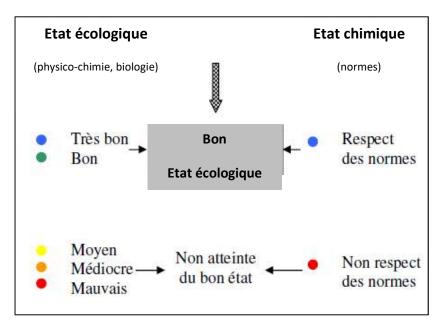


Figure 6 : Définition et évaluation de l'état des masses d'eau (Source : Agence de l'eau, 2016).

L'état écologique d'une masse d'eau est évalué à travers la structure et le fonctionnement de ses écosystèmes aquatiques. On utilise pour cela des éléments de qualité biologiques (espèces végétales et animales) mais aussi des éléments hydromorphologiques et physico-chimiques (turbidité, température, oxygène, concentration en nutriment, salinité).

L'état de chacun de ces éléments de qualité biologiques est mesuré par un rapport de qualité écologique (Ecological Quality Ratio, EQR) : l'écart entre la valeur observée de l'indicateur suivi pour l'élément de qualité et la valeur de référence attendue en situation naturelle pas ou très peu influencée par les activités humaines. La valeur de cet état varie entre 0 (très mauvais) et 1 (très bon).

Plus précisément, la DCE impose pour évaluer l'état écologique des masses d'eaux côtières le suivi de trois types d'éléments de qualité biologiques : le phytoplancton, les macrophytes (algues macroscopiques et angiospermes), et la faune benthique invertébrée. Pour chacun de ces éléments, la composition, l'abondance et la biomasse sont mesurés pour estimer la qualité écologique des eaux environnantes.

En Méditerranée, l'élément de qualité « angiospermes » développé dans le cadre de la DCE prend en compte les paramètres suivants :

La limite inférieure ;

L'état des plantes (densité des pieds, surface foliaire, épibiontes).

Pour cela, l'indice PREI Posidonia Oceanica Rapid Easy Index) permet de surveiller la posidonie Posidonia oceanica L. Delile. Il est basé sur cinq métriques mesurées in situ ou sur des prélèvements sur les sites du réseau TEMPO.

II. Objectifs de 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 Occitanie.

TEMPO a pour missions de promouvoir l'habitat des herbiers de posidonie et de surveiller à long terme l'évolution de son état. Les objectifs sont de recueillir des données descriptives sur la dynamique des herbiers à Posidonie et de suivre leurs évolutions dans le temps et dans l'espace.

La dynamique des herbiers est suivie en limite inférieure par les mesures de densité et de déchaussement des faisceaux ajoutées à une cartographie par télémétrie acoustique de la limite. Ces données descriptives et leurs évolutions dans le temps (période de trois ans) et l'espace (minimum d'un site par masse d'eau) complètent l'estimation de la qualité écologique des masses d'eau côtières demandée par la DCE et aident à évaluer l'efficacité des mesures correctives mises en place afin d'atteindre ou maintenir le bon état visé par cette directive.

Les données issues de TEMPO permettent de renseigner des descripteurs qualitatifs définis dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM, 2008/56/CE) pour évaluer le bon état écologique des eaux marines. Ainsi pour la sous-région Méditerranée occidentale certains paramètres acquis via TEMPO s'intègrent au sous-programme thématique « Etat écologique des habitats subtidaux côtiers de substrat meuble » du programme thématique de surveillance « Habitats benthiques et intégrité des fonds marins ».

Depuis 2014 un autre objectif a été ajouté au réseau TEMPO : caractériser les herbiers de Posidonia oceanica à la profondeur intermédiaire de - 15 mètres (profondeur représentative de l'herbier en Méditerranée (Gobert et al., 2009b)) selon les protocoles standardisés du PREI (Gobert et al., 2009) et de l'EBQI (Ecosystem-Based Quality Index) (Personnic et al., 2014a). Ces sites, localisés à -15 m, se situent dans l'alignement des sites TEMPO existants en limite inférieure de l'herbier.

III. Méthodologie

III.A. Localisation des sites

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 localisés en région Languedoc-Roussillon et à l'Ouest de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur (PACA), répartis entre 5 et 33 mètres de profondeur. La mission TEMPO 2013 a permis de compléter le réseau en PACA par 21 stations situées entre 14 et 36 mètres de fond dans sa partie Est. En 2014 a été effectuée la seconde campagne en Corse sur 18 sites en limite inférieure et six sites localisés à -15 mètres (application du protocole du PREI). En 2015 la seconde campagne de terrain a été menée entre Cap Sicié (Toulon) et le Grand Travers (Carnon) sur 12 sites à la profondeur intermédiaire et 11 sites en limite inférieure. Les protocoles de l'EBQI et du BiPo2 ont été appliqués sur les 12 sites à la profondeur intermédiaire et celui du PREI sur six d'entre eux.

En 2016 deux campagnes de terrain ont été menées sur 22 sites à la profondeur intermédiaire et en limite inférieure : (1) entre Cap Sicié (Toulon) et Cap Martin (frontière italienne) et (2) entre le Grand Travers (Carnon) et Paulilles (Banyuls). Les protocoles pour calculer l'EBQI et le BiPo2 ont été appliqués sur tous les sites à la profondeur intermédiaire et celui du PREI sur six d'entre eux (sites dits « DCE »). L'ensemble des sites du réseau TEMPO est localisé sur les cartes suivantes.

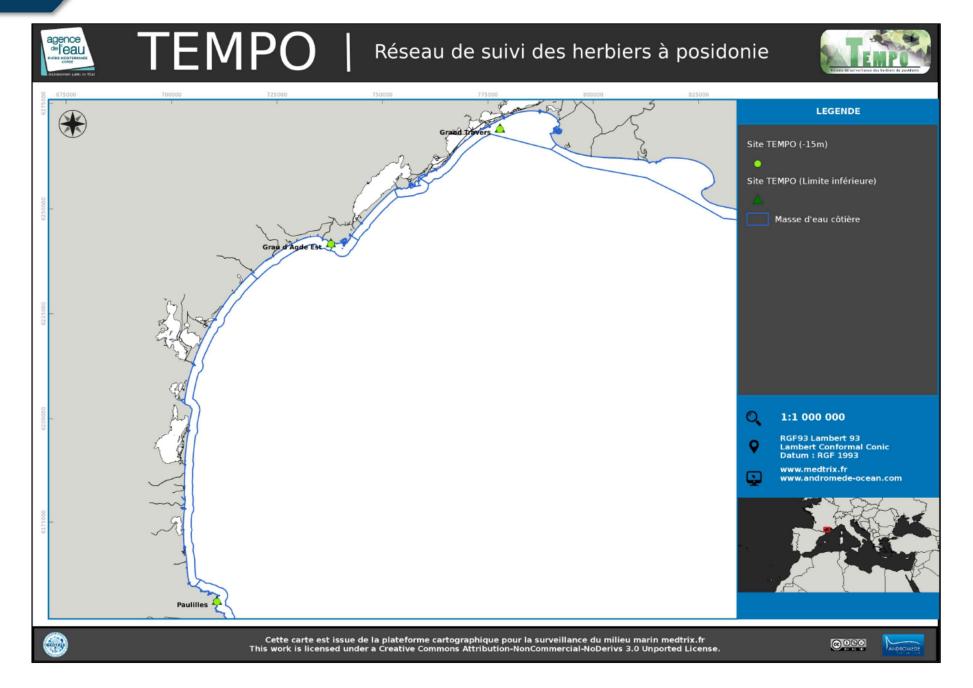
Toutes les mesures sont ensuite analysées à la lumière des autres suivis (comparaison spatio-temporelle) et de la littérature disponible. Le choix de ces points respecte à la fois une couverture géographique homogène entre points le long du littoral et une répartition équitable, à la fois dans des zones 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.

RESULTATS

Ce document présente les résultats de la campagne de terrain TEMPO menée en 2016 et intègre les données de 2013 pour les comparaisons entre sites.

Les cartes suivantes présentent la localisation des sites du réseau TEMPO échantillonnés en limite inférieure et à -15 mètres.

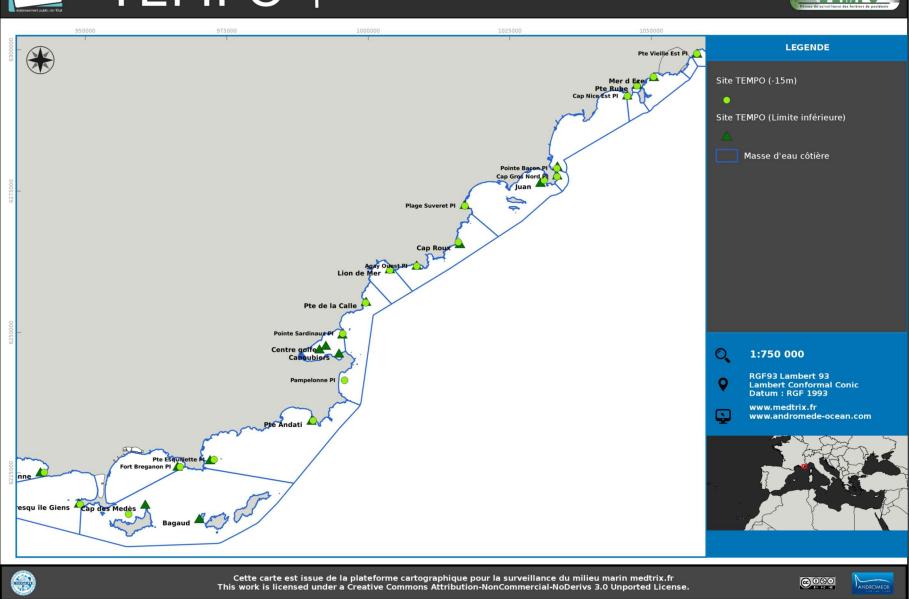




TEMPO

Réseau de suivi des herbiers à posidonie







III.B. Choix des indicateurs

III.B.1.a.Limite inférieure de l'herbier

La méthode initiale choisie pour la surveillance de l'herbier à posidonie emimite inférieure prend en compte trois types de mesures : une cartographie de la limite inférieure de l'herbier à posidonie par télémétrie acoustique, et des mesures de vitalité de l'herbier. Aucune de ces méthodes n'est destructive.

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. Il relève les pressions observées sur le site.

L'herbier est ensuite cartographié et son état de vitalité est estiméia la mesure de différents paramètres. Brièvement, la méthode appliquée en limite inférieure consiste en :

i) Une cartographie par télémétrie acoustique de la limite inférieure (limite d'extension la plus profonde) de l'herbier de posidonie ;

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

En 2016 nous avons testé une nouvelle méthode de surveillance sur les sites en limite inférieure :la photogrammétrie.

III.B.1.b.Profondeur intermédiaire

Trois indices sont appliqués à la profondeur intermédiaire : PREI (certains sites), EBQI et BiPo2 (tous les sites).

Selon le protocole PREI (Gobert et al., 2009a) deux secteurs caractéristiques de l'herbier sont suivis : lalimite inférieure (LI) (site TEMPO existant) et laprofondeur intermédiaire à -15 mètres (PI). Cinq paramètres (cf. « IV.5 Indice PREI ») sont mesurés pour chaque site (Gobert et al., 2009a). Afin d'évaluer l'état écologique des masses d'eau côtières, la DCE impose notamment le suivi des éléments de qualité biologiques « macrophytes » (algues macroscopiques et angiospermes) à travers l'indice PREI.

L'indice EBQI (Ecosystem-Based Quality Index) permet d'évaluer de façon globale la qualité de l'herbier de posidonie et de son écosystème. Il se base sur un modèle de fonctionnement de l'écosystème qui prend en compte ses différents compartiments ou boîtes (= « box »): posidonie, algues, herbivores, matière organique, petite faune, petits et grands prédateurs, oiseaux marins, et les interactions entre ces compartiments.

L'indice BiPo2 (Biotic Index using Posidonia Oceanica) (Lopez y Royo et al., 2010) permet aussi de déterminer le statut écologique de chaque site d'après la classification de la DCE en prenant en compte quatre paramètres (cf. « IV.4 Indice BiPo2 »).

III.C. La télémétrie 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 (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., 2011, 2005). De nombreuses limites inférieures d'herbiers ont d'ores et déjà été cartographiées selon cette méthode (Descamp et al., 2011, 2009; Deter et al., 2012, 2010). Des suivis temporels ont montré sa capacité à mettre en avant progressions ou régressions locales d'herbiers (Descamp et al., 2011; Deter et al., 2010).



Figure 7 : 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 nacresPinna nobilis, espèce protégée, sont également relevées et cartographiées.

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 Svstème un d'Information Géographique (SIG) au format dxf. Chaque type de point relevé (herbier en tâche, faisceau isolé,

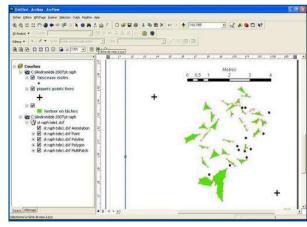


Figure 8 : Exploitation des données sous SIG.

piquet, balise existante, Pinna nobilis, ...) 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.

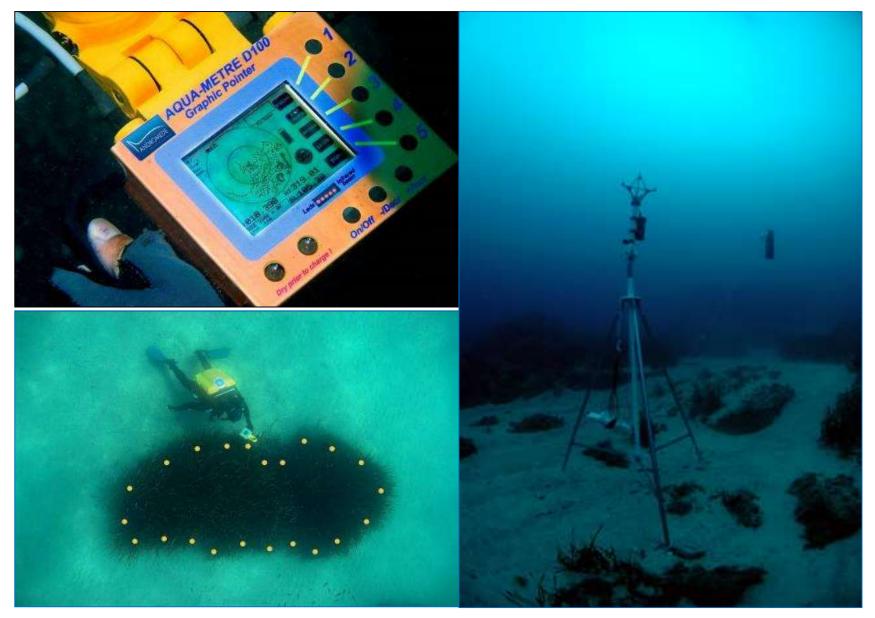


Figure 9 : [1] le pointeur est muni d'un mini clavier et d'un écran à cristaux liquides ; [2] Mat de télémétrie équipé d'une antenne

III.D. Indice BiPo2 (profondeur intermédiaire et adapté à la limite inférieure)

Un autre indicateur (outre le PREI et l'EBQI – profondeur intermédiaire, cf paragraphes suivants) pour estimer la qualité des masses d'eau (à partir de mesures sur posidonies à – 15 mètres) est leBiPo2 (Biotic Index using Posidonia Oceanica) (Lopez y Royo et al., 2010).

L'EQR (Ecological Quality Ratio) est calculé en faisant la moyenne de quatre EQR' (un EQR' par paramètre mesuré). Il permet de déterminer le statut écologique de chaque site d'après la classification de la DCE.

Tableau 1 : Paramètres et valeurs de référence utilisées pour l'indice BiPo2. 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 ⁽³⁾
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	851 – 481	<481	n/a
length ⁽²⁾	EQR'	1	((X-812)/143) *0.225)+0.775	((X-851)/161) *0.225)+0.55	((X-481)/170) *0.225)+0.325	((X /170) *0.225)+0.1	0.05

(RC: reference conditions)

((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 \$90mm 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)).

III.D.1.a. Profondeur intermédiaire

Le BiPo2 prend en compte :

La profondeur de limite inférieure (en mètre) : une dizaine de mesures espacées de 1 à 5 mètres.

type de limite	Description	EQR
Progressive (P)	Présence de rhizomes plagiotropes en avant de la limite	1,00
Franche - fort recouvrement (F+)	Limite franche avec un recouvrement > 25%	0.89
Franche - faible recouvrement (F-)	Limite franche avec un recouvrement < 25%	0.66
Clairsemée (C)	Recouvrement <15% et densité <100 faisceaux.m-2	0.44
Régressive (R)	Présence de mattes mortes en avant de la limite	0.21

Le type de limite inférieure :

La densité de faisceaux (à - 15 mètres) : Au moins dix mesures espacées de 1 à 5 mètres dans un quadrat de 35 cm de côté minimum.

La longueur des feuilles (à – 15 mètres) : 20 mesures espacées de 1 à 5 m mètres.

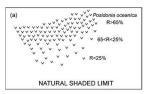


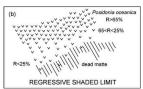
Figure 10: Plongeur mesurant la longueur des feuilles.

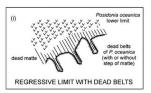


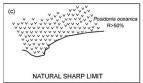
III.D.1.b.Limite inférieure

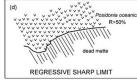
Pour les sites TEMPO situés en limite inférieure nous comparons nos données pour les profondeurs et les types de limite inférieure aux valeurs de référence du BiPo2 en calculant les EQR' correspondant. Même si le paramètre « densité de faisceaux » n'est alors pas mesuré à -15 mètres mais toujours en limite inférieure nous calculons un EQR' pour ce paramètre.

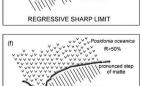


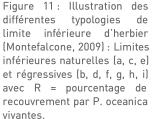


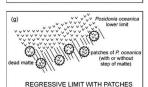




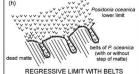








NATURAL EROSIVE LIMIT



REGRESSIVE EROSIVE LIMIT

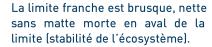
III.E. Indice PREI (profondeur intermédiaire)

III.E.1.a. 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. Le type de limite est répertorié selon la classification classique de Meinesz et Laurent (1978) et une classification plus récente (Montefalcone, 2009).

Neuf types de limites sont dénombrés (Montefalcone, 2009) : 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).

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 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).

III.E.1.b. Densité des faisceaux de posidonie

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 (Rico-Raimondino and Pergent, 1995).

Une grille de lecture simplifiée intégrant la profondeur a été proposée (Pergent-Martini and Pergent, 2010) et classe l'herbier en quatre catégories, selon les valeurs de densité mesurées en fonction de la profondeur : excellent état, bon état, état normal, état médiocre et mauvais état (tableau suivant). Nous complétons également avec une autre grille d'interprétation (G. Pergent et al., 1995).

Dans le cadre du réseau TEMPO, la densité des faisceaux (nombre de faisceaux de feuilles vivantes par m^2) est calculée dans 30 quadrats de 20 x 20 cm en limite inférieure (Pergent-Martini et Pergent 1996, Charbonne et al. 2000a, b). La densité de faisceaux est calculée dans 20 quadrats de 40 x 40 cm à la profondeur intermédiaire.

Ces quadrats sont jetés au hasard d'une hauteur de 1,5 m sans éviter les tâches de sable.



Figure 13 : Quadrat de comptage (40 x 40 cm) et plongeur en cours de comptage pour l'estimation de la densité de faisceaux de posidonie à -15 mètres.





Tableau 2 : Classification de l'état de l'herbier selon les densités (/ m²) de faisceaux observées et le niveau de profondeur (m) (Pergent-Martini and Pergent, 2010).

Profondeur (m)	Exc	ellent		Bon			Normal			Médiocre			Mauvais
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	55	à	17	<	17
38	>	125	125	à	88	88	à	52	52	à	15	<	15
39	>	118	118	à	83	83	à	48	48	à	14	<	14
40	>	111	111	à	78	78	à	45	45	à	13	<	13

III.E.1.c. Déchaussement des rhizomes de posidonie



Figure 14 : Faisceaux de posidonie avec rhizomes non déchaussés

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 chalutage.

La mesure du déchaussement des rhizomes est réalisée selon les conventions définies (Boudouresque et al., 2006; Charles F Boudouresque et al., 2007) :

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.

A chaque station, dix mesures (x3 réplicats) sont effectuées dans le secteur PI et en limite inférieure. Une échelle d'évaluation du déchaussement (faible, moyen, important) est proposée (voir tableau ci-dessous).

Tableau 3 : 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 fort

III.E.1.d. Surface foliaire

La surface foliaire (SF) est calculée sur 20 faisceaux orthotropes de posidonies prélevés à la profondeur intermédiaire.

Au laboratoire, les faisceaux sont détachés des rhizomes pour chacun des 20 faisceaux. Les feuilles sont dénombrées et classées en fonction de leur âge pour chaque faisceau :

Feuille adulte dont la longueur est supérieure à 5 cm et qui présente une ligule (marque blanche en forme de demi-lune visible entre le limbe et la gaine);

Feuille intermédiaire dont la longueur est supérieure à 5 cm ;

Feuille juvénile dont la longueur est inférieure à 5 cm.

Pour chacune d'elle on mesure ensuite au mm près la longueur totale (gaine incluse pour feuille adulte) et la largeur (mesurée à mi longueur). Sur la base de ces données biométriques, la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau, est calculée à l'aide de la formule suivante (Pergent- Martinet al., 1994):

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)



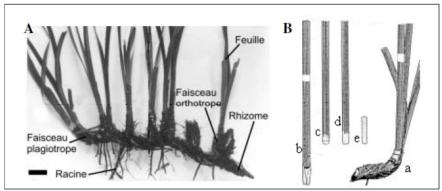


Figure 15: Illustration (A) de rhizome et faisceaux de posidonie d'après Boudouresque et Meinesz (1982) et (B) de différents types de feuilles : (a) faisceau entier, (b) et (c) feuilles adultes, (d) feuille intermédiaire et (e) feuille juvénile d'après Boudouresque (original).

III.E.1.e. Charge épiphytaire

La charge épiphytaire des feuilles est calculée sur les 20 faisceaux orthotropes de posidonies prélevés à la profondeur intermédiaire (Dauby and Poulicek, 1995) puis analysés en laboratoire.

Après les mesures de biométrie pour la surface foliaire, chaque feuille est grattée sur les deux faces avec une lame de rasoir afin de retirer l'ensemble des épiphytes. Les feuilles et les épiphytes d'un même faisceau sont mis à sécher séparément à 70°C pendant 48h puis pesés au milligramme près

Le ratio épiphytes/feuilles par faisceau est calculé de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

III.E.1.f. Qualité écologique

Le premier indicateur pour estimer la qualité des masses d'eau (à partir de mesures sur posidonies à – 15 mètres) est lePREI (Posidonia oceanica Rapid Easy Index) (Gobert et al., 2009a), 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.

Le protocole PREI sur les sites à -15 mètres permet de calculer un indice de qualité écologique EQR (Ecological Quality Ratio) basé sur les cinq paramètres définis dans la partie méthodologie ; il se calcule de la manière suivante :

$$EQR = (EQR' + 0.11) / (1 + 0.1)$$

Avec EQR'= (N densité + N surface foliaire + N (E/L) + N limite inférieure) / 3.5

N densité = valeur mesurée – valeur de la classe rouge / valeur de référence – valeur de la classe rouge ;

N surface foliaire= valeur mesurée – valeur de la classe rouge / valeur de référence – valeur de la classe rouge ;

$$N (E/L) = [1 - (E/L)] * 0,5$$

N limite inférieure = (valeur mesurée -valeur de la classe rouge) / (valeur de référence - valeur de la classe rouge) ;

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

Tableau 4 : Valeurs de référence des paramètres pour chaque région (Gobert et al., 2009a) et Valeurs de la classe rouge des paramètres pour chaque région (Gobert, 2013).

Région	Valeurs limites	Profondeur	Densité	Surface foliaire
PACA	Référence	34	675	465
	Classe Rouge	12	0	0
CORSE	Référence	41	483	546
	Classe Rouge	17	0	0

III.F. Indice EBQI (profondeur intermédiaire)

L'EBQI permet d'évaluer de façon globale la qualité, la 'naturalité' de l'herbier de posidonie et de son écosystème. Il se base sur un modèle de fonctionnement de l'écosystème qui prend en compte ses différents compartiments ou boîtes (= « box ») : posidonie, algues, herbivores, matière organique, petite faune, petits et grands prédateurs, oiseaux marins, et les interactions entre ces compartiments (Personnic et al., 2014b).

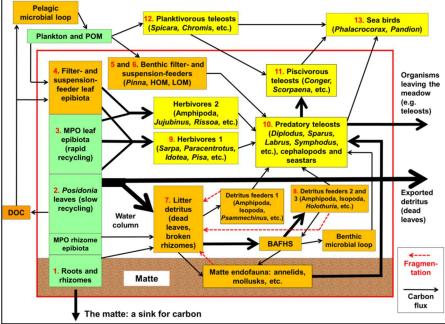


Figure 16: Modèle de fonctionnement de l'écosystème de l'herbier de Posidonia oceanica (Personnic et al., 2014b). Les producteurs primaires sont en vert. Les épibiontes benthiques suspensivores et filtreurs, les filtreurs benthiques, la litière détritique, les détritivores, la boucle microbienne benthique sont en orange. Les prédateurs (planctivores téléostéens, oiseaux, piscivores téléostéens, et prédacteurs téléostéens) sont en jaune. La largeur des flèches représente approximativement l'importance du flux de carbone. L'écosystème propre à Posidonia oceanica est inclus dans le rectangle rouge. MPO = organismes multicellulaires photosynthétiques, POM = matière organique particulaire de C.F. Boudouresque (non publié).

Cette approche nouvelle – évaluer le fonctionnement de l'ensemble d'un écosystème, au lieu de se baser sur une ou quelques espèces – semble logique mais sa mise en œuvre apparaissait jusqu'ici très complexe.

L'indice EBQI est basé sur 13 compartiments fonctionnels (box) pour lesquels différents paramètres sont mesurés. Cette mesure permet d'attribuer un statut à chaque boîte, statut noté entre 0 (mauvais) et 4 (très bon), puis de calculer l'EBQI.

L'EBQI se calcule de la manière suivante

$$EBQI = \left[\sum_{i=1}^{13} (W_i \times S_i) / \sum_{i=1}^{13} (W_i \times S_{\text{max}})\right] \times 10$$

Avec:

« Si » = statut de la boîte « i » (valeur comprise entre 0 et 4) ;

 \ll Smax \gg = 4;

« Wi » = pondération de la boîte « i » (valeur entre 1 et 5) selon l'importance du paramètre (défini par les auteurs).

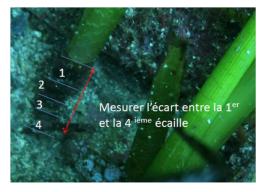
L'EBQI est noté entre 0 et 10 (10 représentant la meilleure note). La note de l'EBQI est accompagnée par un indice de confiance (IC) qui est proposé pour chaque boîte. Il est formé par 5 classes dont la note dépend de la qualité des données de terrain disponibles (anciennes / récentes, suivent / ne suivent pas les méthodes recommandées dans la publication, avis d'expert récent / ancien, etc.).

Nous décrivons ci-dessous la méthodologie pour relever les paramètres de chaque box.

III.F.1.a. Box 1 : Faisceaux et rhizomes de posidonie

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 qui permettent la séquestration de carbone (Boudouresque et al., 2012).





Un taux de croissance des rhizomes élevé, pouvant atteindre 7 cm par an, témoigne d'une accélération de croissance en réponse à un afflux trop important de sédiment (Boudouresque et al., 1984; Caye, 1980; Molinier and Picard, 1952). Cette surcharge de sédiment entraîne alors l'enfouissement des feuilles de posidonies, et potentiellement leur mort (Boudouresque et al., 1984). A

l'inverse, un faible taux de croissance des rhizomes suggère un déficit de sédiments, laissant les rhizomes non protégés et donc plus vulnérables (Boudouresque et al., 2012). La mesure du taux de croissance des rhizomes constitue donc un indicateur de l'apport sédimentaire que reçoit l'écosystème.

Les données sont relevées sous l'eau à l'aide d'une règle graduée en inox. L'écart entre les écailles 1 et 4 (correspondant aux 8 dernières bases de feuilles mortes) est mesuré 2 fois (de part et d'autre) sur 30 faisceaux (Figure ci-contre. Source : Personnic, 2014 (comm. Pers.)).

La moyenne des mesures obtenues et calculée et multipliée par 1,5 pour tenir compte de la faible croissance les deux années suivantes (Personnic et al., 2014a).

III.F.1.b. Box 2 : Feuilles de posidonie

Mesure de densité de faisceaux (Box 2a) :

La densité de faisceaux 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 ou dans des zones présentant une turbidité élevée (G. Pergent et al., 1995). La densité de faisceaux est aussi liée à la production primaire des feuilles de posidonie et nous donne une indication sur l'état de l'écosystème (Pergent-Martini et al., 1994).

La densité de faisceaux est estimée sous l'eau, à l'aide de quadrats de 40 x 40 cm (0,16 m²). Le comptage est répété 20 fois de manière aléatoire dans l'herbier (Pergent-Martini et al., 2005). La moyenne des mesures est ensuite établie est ramenée à une densité par mètre carré. Ces mesures sont aussi utilisées pour calculer les indices PREI et BiPo2.

Recouvrement (Box 2b):

L'herbier de posidonie n'est pas toujours continu est peut comporter des taches de sable, de matte morte ou encore de la roche. Cette discontinuité réduit la superficie de l'herbier et doit donc être prise en compte.

Pour mesurer le taux de recouvrement, 30 photos verticales sont prises sous

l'eau, aléatoirement au-dessus de l'herbier, sans repère particulier (Orfanidis et al., 2011). Les photos sont ensuite analysées à l'aide du logiciel Photoshop (Figure cicontre).

Un quadrillage de 100 carreaux est apposé à chaque photo. Le nombre de carrés sans posidonie est compté, ce qui donne une estimation du pourcentage de recouvrement de l'herbier.

La moyenne des indices de densité (Box 2a) et de recouvrement (Box 2b) est calculée pour obtenir l'indice global du compartiment « Feuilles de posidonie » (Box 2).

III.F.1.c. Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

Les feuilles de posidonie, notamment les plus vieilles,sont colonisées par des épibiontes. Il s'agit à la fois d'organismes animaux et végétaux (producteurs primaires) tels que des bryozoaires, crustacés ou diatomées. Ces organismes constituent une des sources d'énergie de l'écosystème. Les épibiontes présents à la surface des feuilles constituent une source d'information sur la qualité de l'eau et

plus particulièrement la concentration en nutriments (Mabrouk et al., 2013;

Pergent-Martini et al., 2005).



La quantité d'épibiontes augmentant avec l'âge des feuilles (et donc avec une position plus externe de la feuille dans le faisceau), les deux plus vieilles feuilles de 30 faisceaux sont prélevées.

Au laboratoire, chaque feuille est grattée sur les deux faces avec une lame de rasoir afin de retirer l'ensemble des épiphytes. La biomasse prélevée est mise à sécher à 70°C pendant 48h puis pesée au milligramme près.

III.F.1.d. Box 5 : Densité de Pinna nobilis



Les grandes nacres Pinna nobilis sont des bivalves endémiques de la mer Méditerranée. Ce mollusque filtre l'eau et se nourrit de plancton ou de particules mortes. Il héberge aussi de nombreux autres organismes épibiontes tels que des algues (Acetabularia acetabulum), des ascidies (Halocynthia papillosa), des huîtres plates (Ostrea

edulis), et joue un rôle clé dans l'écosystème (Urra et al., 2013). Les grandes nacres sont dénombrées le long de 20 transects de 10 m de long et 1 m de large. Ces données sont ensuite ramenées à un nombre d'individus pour 100 m².

III.F.1.e. Box 6: HOM et LOM

Les organismes marins se nourrissant de particules en suspension, autres que les Pinna nobilis, sont classés en deux groupes :

HOM : indicateurs haut niveau en matière organique (Sbella spallanzanii, Phallusia mamillata, Phallusia fumigata, Didemnidés).

LOM: indicateurs faible niveau en matière organique (Bryozoaires, éponges, Halocynthia papillosa, Antedon mediterranea).

Ces organismes témoins du niveau de matière organique dans le système sont recensés directement sur le terrain. Les individus ou colonies supérieurs à 5 cm sont dénombrés dans 30 quadras de 1 m². La moyenne des indices HOM et LOM est calculée et donne l'indice global de la Box 6.

III.F.1.f. Box 8: Holothuries



Les holothuries filtrent le sédiment et se nourrissent des détritus (matière organique) qu'ils y trouvent. Les différentes espèces d'holothuries (commeH. polii et H. tubulosa) ont été choisies pour représenter de manière plus générale le groupe d'organismes se nourrissant de détritus.

Cet animal, facile à identifier, est

recensé dans 30 quadras de 1 m² placés aléatoirement dans l'herbier.

III.F.1.g. Box 9 : Herbivores

L'oursin Paracentrotus lividus et le poisson Sarpa Salpa sont deux herbivores importants dans l'herbier. Le premier est un herbivore benthique, pouvant brouter des algues comme des posidonies. Très vorace, il est parfois à l'origine de zones désertiques. Le second, la saupe, est l'herbivore emblématique de la Méditerranée, bien que seuls les adultes se nourrissent de végétaux (algues vertes, rouges ou posidonies).

Ces deux espèces sont considérées dans cette étude comme les représentants des macro-herbivores de l'écosystème.

Oursins (Box 9a):

Les individus de Paracentrotus lividussont comptés dans 30 quadrats de 1 m². Seuls les individus ayant un test supérieur à 3 cm de diamètre sont pris en compte (car les



plus petits individus sont difficilement repérables, cachés dans l'herbier). Ces mesures sont faites à 5 m de profondeur, au droit du site à -15 m.

Saupes (Box 9b) :

L'impact de l'herbivore Sarpa salpa est quantifié via l'indice de broutage. Cet indice est calculé sur 30 faisceaux, pris aléatoirement dans l'herbier. Sur chaque faisceau, le plongeur estime le pourcentage de feuilles adultes et intermédiaires portant des cicatrices de broutage (Peirano et al., 2001).



La moyenne de l'indice de densité de Paracentrotus lividus(ind./m²) et de l'indice de broutage (% de feuilles) permet de calculer l'indice global du compartiment « Herbivores ».

III.F.1.h. Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens et le SRDI

L'écosystème étudié prend aussi en compte les poissons vivants dans l'herbier. Les poissons herbivores (commeSarpa salpa) sont exclus de ce compartiment car leur impact est déjà mesuré dans le compartiment « Herbivores » (Box 9).

Dans l'herbier évoluent des poissons aux régimes alimentaires et modes de vie différents. On distingue les Téléostéens planctonivores (Box 12), comme Chromis chromis ou Spicara maena, qui se nourrissent le jour en pleine eau et dorment la nuit dans l'herbier.

Ces poissons sont eux-mêmes la cible deTéléostéens piscivores (Box 11) présents dans l'herbier comme Scorpaena scrofa ou encore Conger conger. Ces poissons sont le plus souvent actifs de nuit.

La majorité des poissons rencontrés dans l'herbier a un régime alimentaire carnivore. Ils appartiennent au groupe desTéléostéens prédateurs (Box 10) et se nourrissent de mollusques, vers et invertébrés. C'est le cas par exemple déDiplodus annularis, Coris julis, de différentes espèces du genreSymphodus. On trouve dans

ce compartiment des céphalopodes et des étoiles de mer commeEchinaster sepositus.

Ces différentes catégories de poissons sont à l'origine d'un déplacement du carbone organique des producteurs primaires vers des niveaux plus élevés dans la chaîne alimentaire.

Les comptages sont effectués de jour (photos ci-contre), entre 8h30 et 17h30. Le plongeur est muni d'une tablette référençant les différentes espèces. Il avance le long d'un transect de 50 m (défini à l'aide d'un décamètre déroulant) d'environ 5 m

de large. Chaque poisson rencontré est identifié et calibré à l'aide d'une échelle simple : petit, moyen ou gros. 10 transects sont effectués sur chaque site, en essayant de couvrir la plus grande surface d'herbier possible.

Les poissons observés sont ensuite classés en trois catégories : carnivores, piscivores et planctonivores. La taille maximale de l'espèce est ensuite utilisée pour définir la taille de chaque classe : Gros = Tmax; Moyen = 2/3 Tmax; Petit = 1/3 Tmax.

Le poids de chaque classe est déduit de la relation taille-poids : $W = a \times L^b$ (avec W le poids, L la taille, a et b des coefficients propres à chaque espèce). Les





coefficients pour chaque espèce ont été fournis par Personnic (2015 ; comm. Pers.).

Le poids et l'abondance de chaque espèce donne alors une masse (en poids humide) pour chaque catégorie (Téléostéens carnivores, piscivores et planctonivores). Ces données sont ensuite converties en masse de poisson sur 100 m².

III.F.1.i. Box 9 à 12 : SRDI

Le Specific Relative Diversity Index(SRDI) est obtenu en calculant le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect pour chaque site.

Remarque : Les compartiments « Litière » (Box 7) et « Oiseaux marins » (Box 13) n'ont pas été réalisés.

III.G. Interprétation des EQR

L'interprétation des valeurs des EQR issues des indices PREI ou BiPo2 est réalisée d'après la grille de diagnostic suivante.

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

	Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
EQR Posidonie		0,775		0,550		0,325		0,100	

Un tableau regroupe ainsi pour chaque site TEMPO localisé en limite inférieure l'EQR du site, l'EQR' Profondeur, l'EQR' densité, et l'EQR' typologie.

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 2016.

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.



L'interprétation des valeurs de l'EBQI est réalisée d'après la grille de diagnostic suivante :



III.H. Indice d'évolution de l'herbier

Pour chaque site en limite inférieure une carte de l'évolution globale de l'herbier sur la période de trois ans a été réalisée à partir des levés en télémétrie acoustique. Un indice d'évolution (IE) de l'herbier a été calculé à partir de ces données pour chaque site de la manière suivante :

IE = (Surface de discordance positive - Surface de discordance négative) / (Surface de discordance positive + Surface de discordance négative)

Cet indice varie entre -1 (régression) et 1 (progression). Un curseur imagé associé à cet indice permet d'appréhender la dynamique évolutive de l'herbier sur le site.



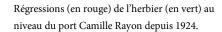
III.I.Relevés des perturbations observées sur les sites de terrain

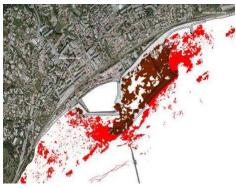
Le choix des paramètres de perturbations relevés suit les préconisations du document de mise en cohérence des méthodes de suivis des herbiers de posidonies des sites Natura 2000 du Languedoc-Roussillon (Blouetet al. 2011) et le guide méthodologique d'évaluation de l'état de conservation des habitats 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.



Figure 17 : 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)).







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

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.
- 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.



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

Les pollutions et nuisances

Les diverses sources de pollution observées (sur photographies aériennes ein 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 lacouche oxydée pour les sédiments vaseux.
- 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



Figure 18: Ancre

III.J. Application de la photogrammétrie à la surveillance sous-marine

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

La reproduction fine en 3 dimensions (3D) de paysages sous-marins est ainsi possible. Le développement de la photogrammétrie appliquée au suivi d'écosystèmes benthiques permettra d'améliorer la qualité et la quantité de données collectées in situ, et d'ouvrir la voie au développement de nouveaux indicateurs écologiques. La collaboration entre Andromède Océanologie et l'Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier a été récemment renforcée par la création d'un laboratoire commun (« LabCom »), qui a pour principal objectif le développement de méthodes d'identification et de caractérisation automatisée et à très fine échelle par photogrammétrie 3D des biocénoses benthiques. Par ailleurs, un projet de thèse CIFRE a été déposé auprès de l'ANRT (Agence Nationale de la Recherche et de la Technologie) avec pour objectif de développer la méthode d'acquisition et la production d'indicateurs écologiques innovants, avec une valorisation des résultats par la publication d'articles scientifiques dans des revues internationales (démarrage de la thèse prévu premier semestre 2017).

Bien que cette méthode ait connu un important développement récent pour des études terrestres, cette approche est encore peu répandue pour l'étude du milieu marin (Lavy et al., 2015). Les premières études de ce type ont utilisé la photogrammétrie pour la mesure de paramètres tels que la taille, la surface, le volume ou la croissance d'espèces benthiques, notamment de coraux (Bythell et al., 2001; Chong and Stratford, 2002; Courtney et al., 2007; Holmes, 2008; Holmes et al., 2008; Naumann et al., 2009; Veal et al., 2010).

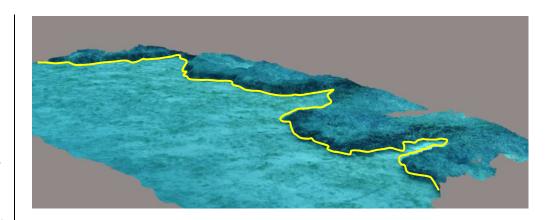


Figure 19 : Limite inférieure de l'herbier sur le site Agay Ouest (TEMPO 2016)

CALENDRIER

Le développement de la photogrammétrie et son application aux réseaux de surveillance (RECOR et TEMPO) a été testé en 2016 sur la plupart des sites TEMPO. Ainsi des acquisitions photographiques ont été réalisées sur des sites TEMPO localisés en limite inférieure. Grâce à ces données nous pourrons, en 2017, développer un protocole précis, optimisé et répétable d'acquisition photographique selon les différentes configurations possibles, et définir et développer des indicateurs écologiques sur la base des modèles 3D reconstruits. Les modèles 3D réalisés en 2016 sont présentés dans ce rapport à titre d'exemples de la méthode



IV. Résultats

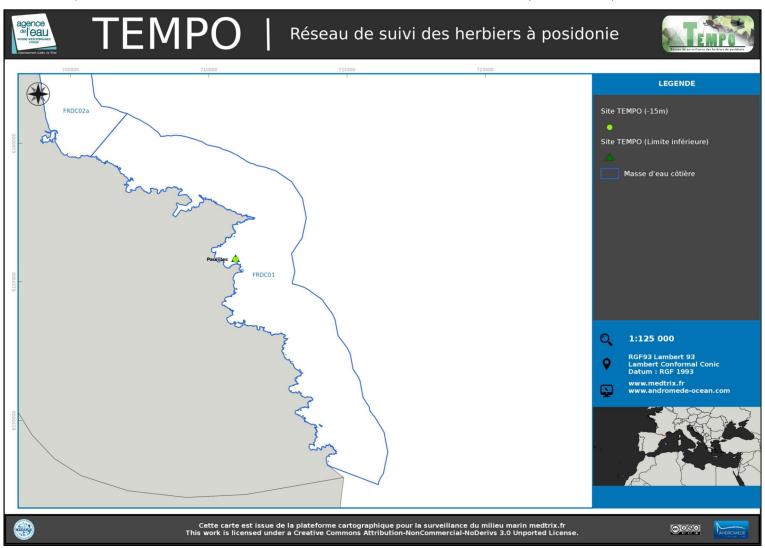
En 2016 deux campagnes de terrain ont été menées sur 22 sites à la profondeur intermédiaire et en limite inférieure : (1) entre Cap Sicié (Toulon) et Cap Martin (frontière italienne) et (2) entre le Grand Travers (Carnon) et Paulilles (Banuyls).

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.

Ce présent rapport détaille une fiche par masse d'eau comprenant la description (1) du (des) site(s) TEMPO échantillonné(s) à la profondeur intermédiaire de – 15 mètres en 2016 puis (2) du (des) site(s) TEMPO échantillonné(s) en limite inférieure en 2013 et actualisés par les données 2016.

IV.A. Masse d'eau FRDC01

La masse d'eau FRDC01 comprend le site TEMPO Paulilles échantillonné en 2016 dont la limite inférieure correspond aussi à la profondeur intermédiaire.



IV.A.1.a. Paulilles (masse d'eau FRDC01) – Limite inférieure

Le site est localisé dans la masse d'eau FRDC01, entre Port-Vendres et Banyuls sur mer, dans l'anse de Paulilles.

Le balisage du site TEMPO effectué en 2012 n'a pas été retrouvé dans son intégralité, seuls deux piquets sur les quatre ont été vus. Nous avons diminué la taille du quadrat et balisé un nouveau site. L'herbier se développe sur un fond de matte morte. On note la présence d'une barrière rocheuse hébergeant beaucoup d'algues dont des Codium. En aval des dernières tâches d'herbier, situées à -14 mètres, le fond est composé de sable grossier à ripple-marks. La limite entre matte morte et sable grossier est assez nette. La surface totale d'herbier cartographién 2016 est



Figure 20: Limite entre matte morte et sable grossier - site Paulilles (2016).

de 4,6 m².

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR sur les sites prospectés en 2012 (0,36) et en 2016 (0,47) sont proches de la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région LR. Le site balisé en 2016 présente un meilleur EQR lié à une densité de faisceaux plus élevées. Sur les deux sites les EQR indiquentun état moyen du site.

La limite inférieurefranche en tâches se situe à 14 m de profondeur.

A -14 mètres, la densité en 2016 sur la station varie de 106 à 375 faisceaux/ m^2 pour une densité moyenne de 215 ± 54,8 faisceaux / m^2 . L'herbier est enétat médiocre en 2016 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; La densité estsub-normale inférieure (Pergent et al., 1995).

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 2016).

Région	LR	LR	
Masse d'eau côtière	FRDC01 FRDC01		Échelle de comparaison Région LR
Nom Site	Paulilles	Paulilles	Légende
Année	2012	2016	
EQR Site	0.36	0.47	0.3 0.56
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.44 0.66
EQR' Profondeur	0.27	0.27	0.16 0.27
EQR' Densité	0.15	0.47	0.15 1.05 0 0.55

b. Perturbations observées

Nous n'avons pas relevé de perturbation particulière sur ce site.



Figure 21 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

c. Données historiques

Le site TEMPO « Paulilles » est proche de la réserve Naturelle Marine de Cerbère Banyuls. Créée en 1974 elle s'étend jusqu'à 1,5 milles nautiques vers le large, 6 km de rivage et sur 650 ha en mer. Elle se situe entre l'île Grosse et le Cap Peyrefite et présente une côte rocheuse à peine interrompue par quelques criques sableuses. Un suivi en limite inférieure de l'herbier de l'anse du Pin Parasol par balises type RSP y est réalisé depuis 1989.

Le site TEMPO est également présent sur le site Natura 2000 FR9101482 « Posidonie de la côte des Albères », qui a été enregistré comme SIC en janvier 2013.

d. Cartographie du site et modèle 3D

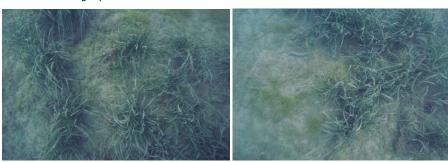




Figure 22 : Herbier en tâches - site Paulilles (2016).

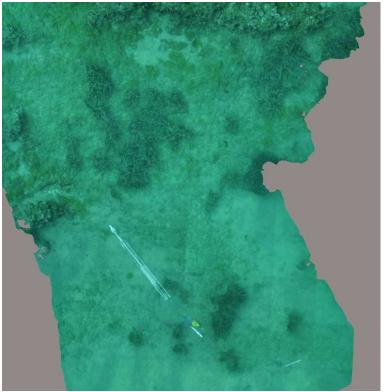
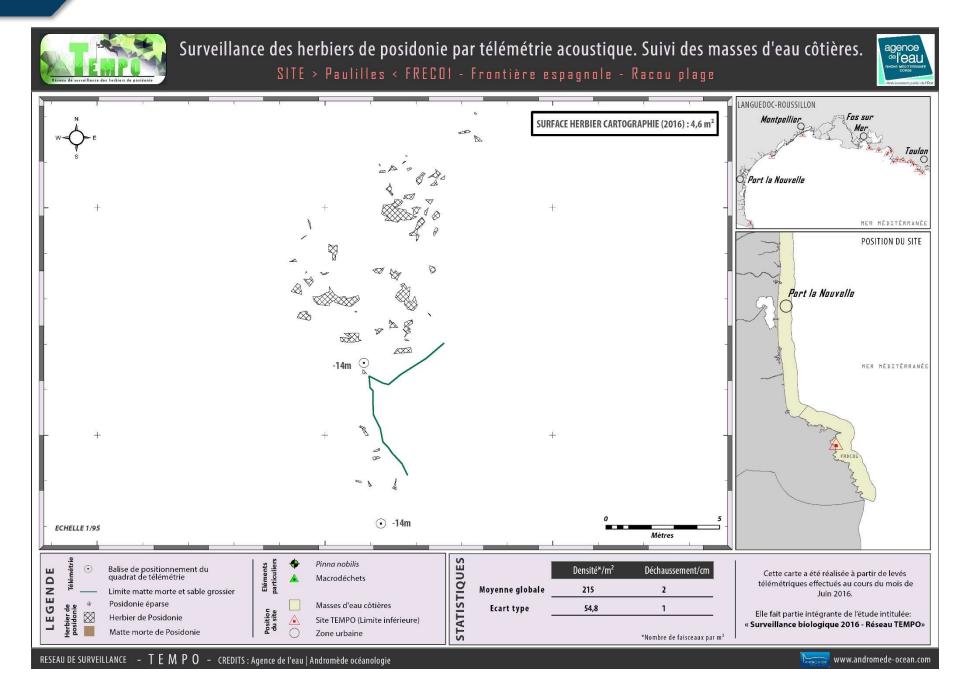


Figure 23 : Modèle en 3D - site Paulilles (2016).





IV.A.1.a. Paulilles (masse d'eau FRDC01) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -14 m, type de limite = franche, densité de l'herbier à -14 m = 215 faisceaux/ m^2 , moyenne de la longueur des feuilles à -14 m = 503 mm. L'indice BiPo2 est de 0,4375 classant le site en état moyen. Les valeurs des différents EQR sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,4375	Moyen	0,27	0,66	0,47	0,35

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -14,5 mètres sur le site Paulilles. Pour chaque box la valeur du paramètre est indiquée ainsi que la note attribuée à la box.

Note								
0	3	4						

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 215 \pm 54,8 faisceaux par m² (Note 1). Le recouvrement est de 32,8% (Note 1).

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,09 g MS / faisceau. La note attribuée à la Box 3-4 est 1.

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0 individu / 100m². La note attribuée à la Box 5 est 0.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,1 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,47. Les LOM observés sont principalement des bryozoaires entapora fascialis. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2 : selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyen.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 2 individus / 10 m². La note attribuée à la Box 8 est 4.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins n'a pas été relevée et l'indice de broutage est de 9,73% (Note 3) soit une note globale de 3 : la présence d'herbivores est jugée moyenne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens et le SRDI

Non évalué sur ce site.

EBQI : note et indice de confiance

L'EBQI est de 4,5 avec un indice de confiance de 41% classant le site en état moyen.

Le tableau suivant présente une synthèse de la note attribuée à chaque box.



Tableau 8 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Paulilles.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	1
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	0
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	4
9 - Herbivores	5	3
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 – SRDI	3	0
13 – Oiseaux	1	0

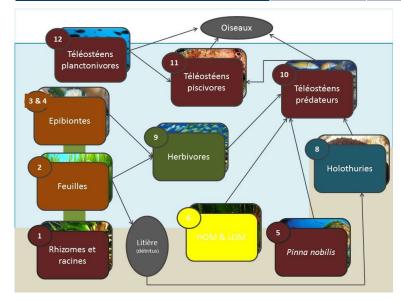
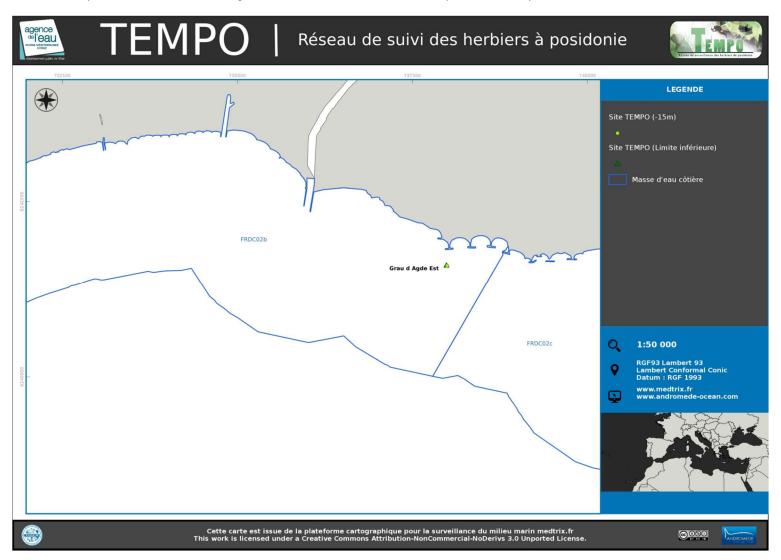


Figure 24 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.B. Masse d'eau FRDC02b

La masse d'eau FRDC02b comprend le site TEMPO Grau Agde Est dont la limite inférieure correspond aussi à la profondeur intermédiaire. Il a été échantillonné en 2008 et 2016.





IV.B.1.a. Grau Agde Est (masse d'eau FRDC02b) – Limite inférieure

Le site « Grau d'Agde Est » est localisé dans la masse d'eau FRDC02b, à l'Ouest du Cap d'Agde. L'herbier se développe à quelques dizaines de mètres de la plage sur un fond de sable et matte morte. Les balises sont positionnées à -5 mètres. De nombreuses petitesPinna rudis ont été observées en 2016.



Figure 25 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

Ce site a fait l'objet d'une cartographie par télémétrie acoustique en 2008 (Descamp. et al., 2009). La surface totale d'herbier cartographiéen 2008 était de 17,52 m².Celle en 2016 est de 22,45 m².

Au niveau de la surface comparable du quadrat et pour la période 2008-2016 on observe sur ce site 38,1% de discordance positive, 11,38% de discordance négative et 50,52% de concordance. L'indice d'évolution (0,54) indique un herbier stable avec une tendance progressive.

Un autre site localisé à proximité de celui-ci avait été balisé en 2012 mais il n'a pas été suivi en 2016. Des mesures de densité de faisceaux avaient été relevées mais avec une méthodologie différente donc nous n'intégrons pas ces données ici. En effet, en 2012, le même nombre de quadrats a été faits qu'en 2016 mais ils ont été posés aléatoirement sur l'ensemble du site de plusieurs dizaines de mètres carrés (sable/matte morte inclus) alors qu'en 2008 et 2016 les comptages de densité ont été faits au hasard aussi mais toujours en ciblant les tâches d'herbier.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

L'EQR en 2016 (0,48) est proche de la moyenne régionale, celui de 2008 (0,55) est audessus comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région Occitanie. Ils indiquentun état moyen du site en 2008 et 2016.

La limite inférieure de typeclairsemée en tâches se situe à 5 m de profondeur. La densité moyenne est de $405,6 \pm 58,2$ faisceaux $/m^2$ en 2016 et de $662 \pm 54,8$ faisceaux $/m^2$ en 2008. L'herbier est enétat médiocre 2016 mais en état bon en 2008 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010).

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 2016).

Région	Occitanie	Occitanie	Échelle de comparaison Méditerranée Légende	
Masse d'eau côtière	FRDC02b	FRDC02b		
Nom Site	Grau d Agde Est	Grau d Agde Est		
Année	2016	2008		
EQR Site TEMPO	0.48	0.55	0.27 0.8	
EQR' Typologie	0.44	0.44	0.21 0.89	
EQR' Profondeur	0.16	0.16	0.16 1 0 0.65	
EQR' Densité	0.83	1.05	0.15 1.05	

b. Perturbations observées

Nous n'avons pas relevé de perturbation particulière sur ce site.

c. Données historiques

Les trois plus grands herbiers du Cap d'Agdé à savoir l'herbier dit des Battuts, des Mattes et du Port sont suivis dans le cadre du site N2000 FR9101414 « Posidonie du cap d'Agde ».



Figure 26 : Localisation des herbiers de posidonies (Matte morte : vert pâle / Herbiers vivants : vert / Mosaïque matte morte + roche : orange) (Blouet et al., 2015).

L'herbier dit des Battuts est localisé à une trentaine de mètres du site TEMPO échantillonné en 2008 et 2016. Entre 2011 et 2013, aucune évolution majeure n'a été mise en évidence sur ce site (régression, progression, disparition de taches). Entre 2013 et 2015, en considérant les surfaces de progression (2,7m²) et de régression (3,4m²), l'herbier est resté relativement stable.

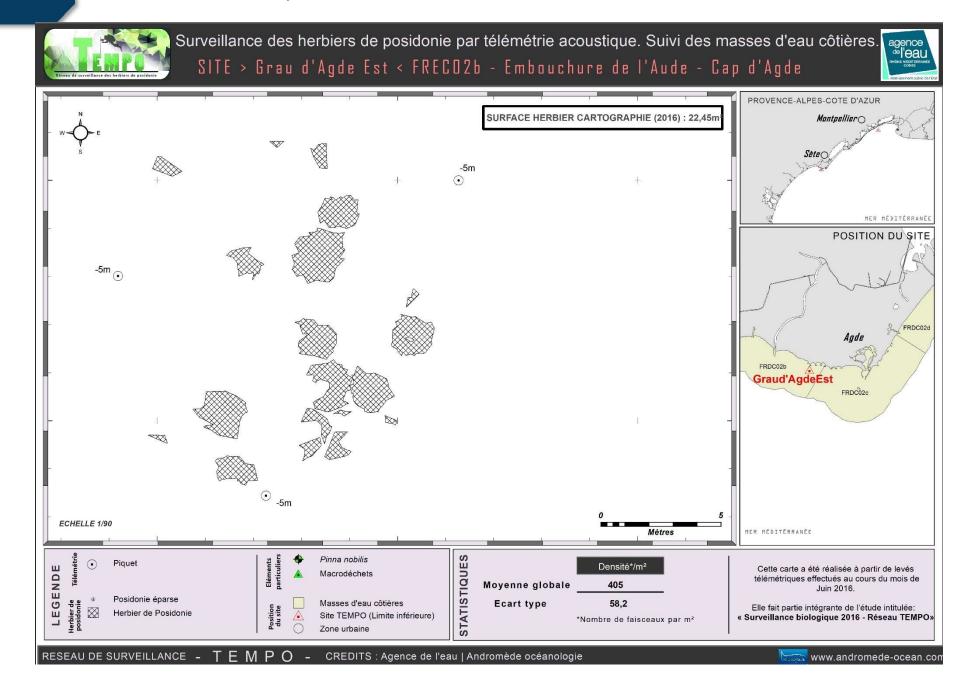
Concernant les analyses de densité de faisceaux, les valeurs de densité fluctuent depuis le premier suivi de 2001 (Blouet et al., 2015). De 2001 à 2005, la densité est

stable, puis elle augmente fortement (+142%) en 2009. Après une seconde période de stabilité entre 2009 et 2011, la densité diminue puis reste de nouveau stable de 2013 à 2015. Globalement, au cours des 15 années de suivis, la densité fluctue entre 538 faisceaux/m² et 823 faisceaux/m².

La tendance à une diminution globale du nombre de faisceaux / m² entre les suivis effectués sur le site TEMPO en 2008 et 2016 ainsi que les valeurs relevées sont en adéquation avec celles du site des Battuts. De même concernant la tendance évolutive de l'herbier, à savoir une stabilité globale, même si une légère progression est notée sur le site TEMPO entre 2008 et 2016 contrairement à celui des Battuts. Le site TEMPO sera suivi en mai 2018 par télémétrie acoustique mais aussi par la photogrammétrie.

d. Cartographie du site et Evolution

¹ Blouet S., Chéré E., Dupuy de la Grandrive R., Foulquié M., Trougan Melissa., Reboul Sébastien. 2015. Suivi des herbiers à Posidonia oceanica dans l'aire marine protégée de la côte agathoise, saison 2015. Site Natura 2000 « Posidonies du Cap d'Agde » FR-9101414. Ville d'Agde publ. Fr. : 62PP.

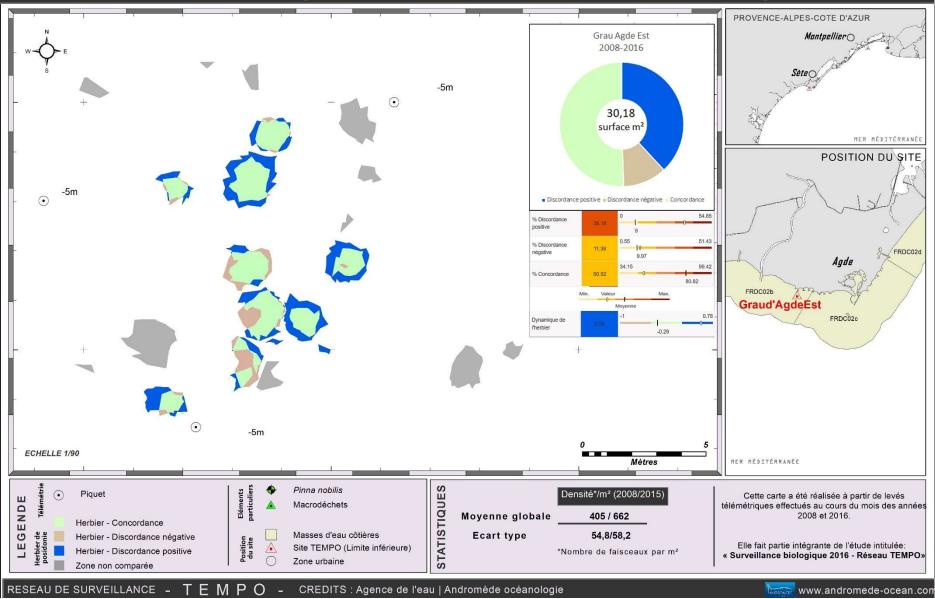


TERROU de curvalitarea des herbiers de puildonis

Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2008 et 2016.



SITE > Grau d'Agde Est < FRECO2b - Embouchure de l'Aude - Cap d'Agde



IV.B.1.b. Grau Agde Est (masse d'eau FRDC02b) – Profondeur intermédiaire

c. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -5 m, type de limite = franche faible recouvrement, densité de l'herbier = 406 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles = 177 mm. L'indice BiPo2 est de 0,44 classant le site en état moyen ; il est donné à titre indicatif sachant que les paramètres n'ont pas été relevés à -15m. Les valeurs des différents EQR sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,44	Moyen	0,16	0,44	0,83	0,33

d. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -5 mètres sur le site Grau Agde Est et sont donc donnés à titre indicatif. Pour chaque box la valeur du paramètre est indiquée ainsi que la note attribuée à la box.

Note				
0	1	2	3	4

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de $405,6 \pm 58,2$ faisceaux par m² à -5m (soit à cette profondeur une note de 1) et le recouvrement est de 50% (Note 2). La note attribuée à la Box 2 est 1.5.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,06 g MS / faisceau. La note attribuée à la Box 3-4 est de 1 : selon ce critère la qualité de l'eau est médiocre.

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0 individu / 100m². La note attribuée à la Box 5 est 0.

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,07 individus / m^2 et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 2,93. La note attribuée à la Box 6a est 4 et celle la Box 6b est 2, soit une note globale de la Box 6 de 3: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyen.

La densité d'holothuries est de 1,7 individus / 10 m². La note attribuée à la Box 8 est 4.

La densité d'oursins à -5m est de 2,3 individus / m². (Note 4) et l'indice de broutage est de 82% (Note 2) soit une note globale de 3 : la présence d'herbivores est jugée moyenne.

Non évalué sur ce site.

L'EBQI est de 5,06 avec un indice de confiance de 44% classant le site en état moyen.

Le tableau suivant présente une synthèse de la note attribuée à chaque box.

Tableau 11 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Grau Agde Est.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	1.5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	0
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	3
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	4
9 - Herbivores	5	3
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 – SRDI	3	0
13 – Oiseaux	1	0

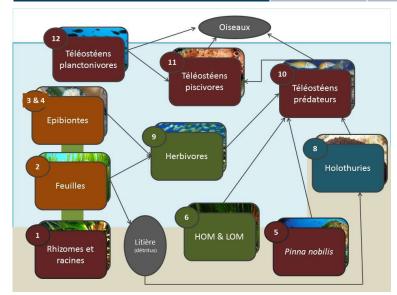
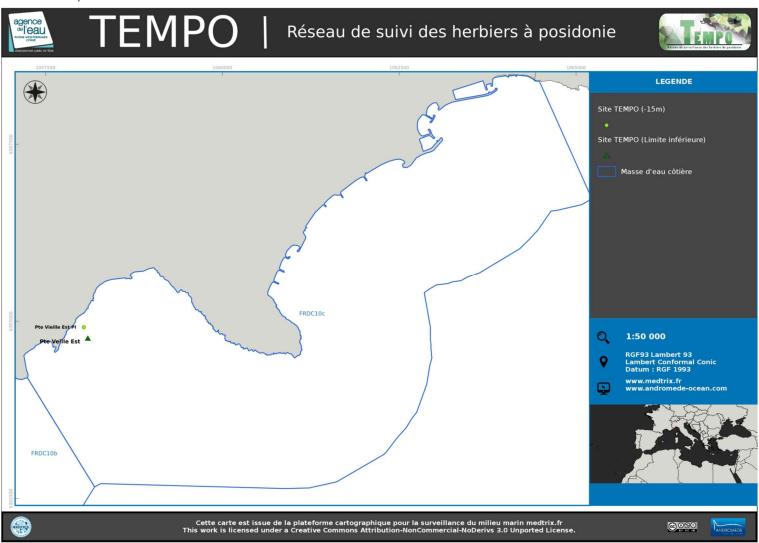


Figure 27 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.



IV.C. Masse d'eau FRDC10c

La masse d'eau FRDC10c comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Pointe Veille Est.



IV.C.1.a. Pointe Veille Est (masse d'eau FRDC10c) – Limite inférieure

Le site « Pointe Veille Est » se localise dans la masse d'eau FREC10c, à l'Est de la pointe du même nom, à l'Ouest du Cap Martin dans la baie de Roquebrune.

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



Deux piquets sont positionnés sur le détritique côtier à -24,7 et -25,4 mètres de fond, un troisième est accolé à un récif artificiel à -25,1 mètres et le dernier piquet se trouve à -25 mètres sur un corps mort. Deux piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier à -24,6 et -25,2 mètres. A proximité d'un d'eux une grande nacre (Pinna nobilis) a été observée.

Figure 28: Grande nacre (Pinna nobilis)

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 131,96 m² etcelle en 2016 est de 124,9 m². Au niveau de la surface comparable du quadrat et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 1,58% de discordance positive, 9,37% de discordance négative et 89,04% de concordance. L'indice d'évolution (-0,71) indique un herbier avec une forte tendance régressive.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,53) et 2016 (0,6) présentent des valeurs supérieures à la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. En 2013 l'EQR indiquait un état moyen du site tandis qu'en 2016 il est en bon état. Ceci est dû à une densité de faisceaux plus élevée en 2016.

La limite inférieure franche en tâches se situe à -25 mètres.

La densité en 2016 varie de 100 à 500 faisceaux/m² pour une densité moyenne de 256±117 faisceaux /m². En 2013 la densité était de 189,1±52,4 faisceaux /m².

L'herbier est donc enétat normal compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité eshormale.

Le déchaussement est faible en 2016 et 2013 : il varie en 2016 de 1 à 5 cm pour une valeur moyenne de $2,3\pm1,3$ cm et en 2013 il était de $2\pm1,3$ cm.

En 2016, la longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des quadrats permanents est de 64 ± 17 cm (47 ± 7 cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de $63\pm1,4$ cm ($40\pm11,3$ cm en 2013)Les feuilles sont de taille moyenne.

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 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC10c	FRDC10c	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Pte Veille Est	Pte Veille Est	Légende
Année	2016	2013	
EQR Site TEMPO	0.6	0.53	0.27 0.64 0 0.49
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.55	0.55	0.18 0.94 0 0.59
EQR' Densité	0.59	0.38	0.15 0.65 0.33



b. Perturbations observées

Nous n'avons pas relevé de perturbation particulière sur ce site.



Figure 29 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

c. Données historiques

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

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 2D et 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.



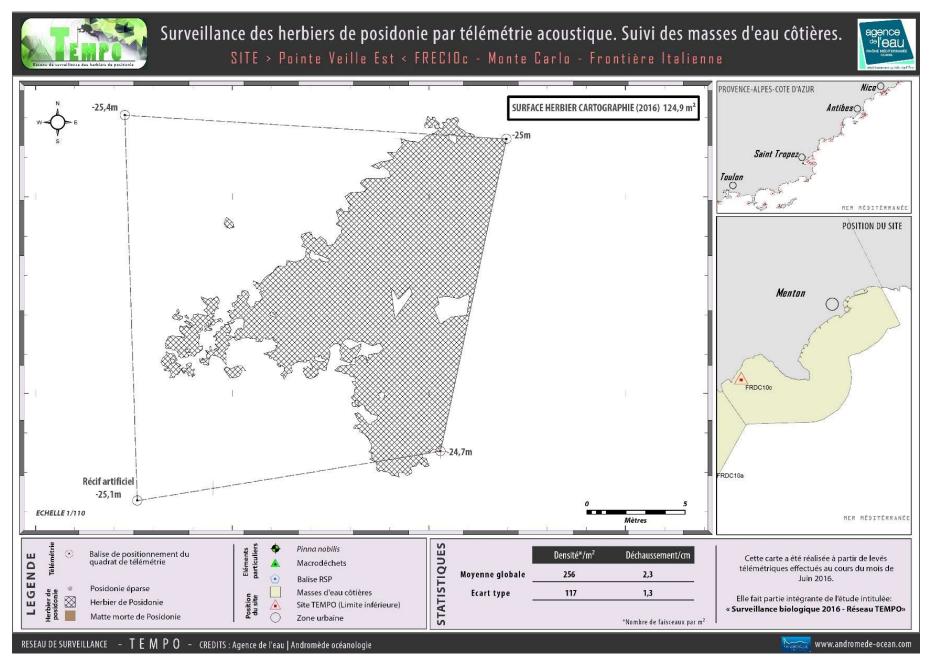
Figure 30 : Site Pointe Veille Est (2016). [1] : Piquet 1 (-25.1m) du quadrat de télémétrie ; [2] : Piquet 2 (-24.7m).

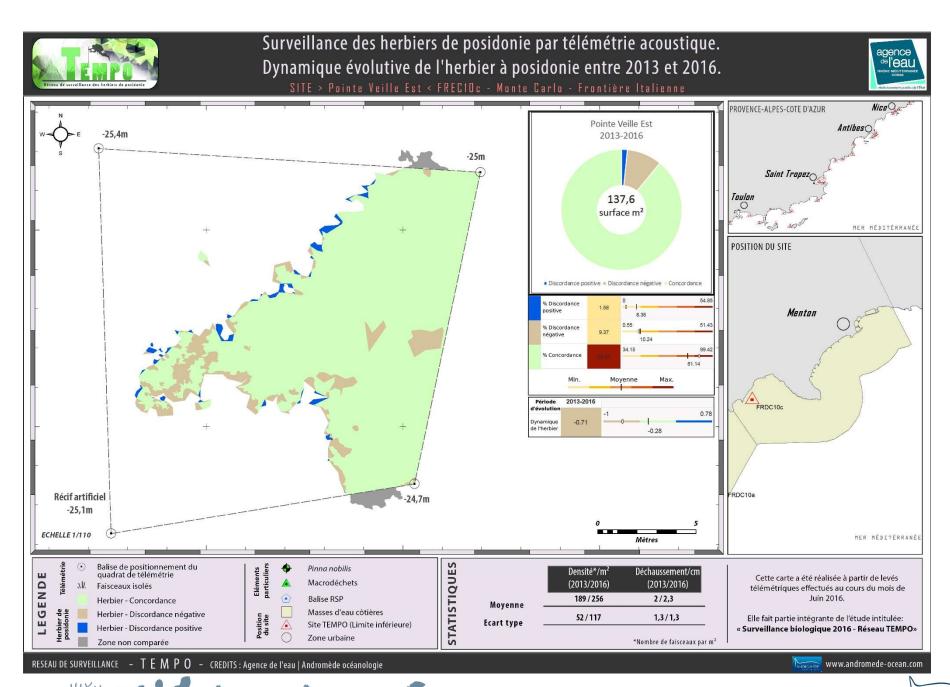


Figure 31 : Site Pointe Veille Est (2016). [1] Piquet 3 (-25m) ; [2] : Piquet 4 (-25.4m); [3] : Grande Nacre (Pinna nobilis) ; [4] : Récif artificiel ; [5,6] Limite inférieure de l'herbier à posidonie



Figure 32 : Modèle en 3D - site Pointe Veille Est (2016). On peut voir distinctement la limite de l'herbier à proximité du récif artificiel





IV.C.1.b. Pointe Veille Est PI (masse d'eau FRDC10c) – Profondeur intermédiaire

a. PREI

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur le site Pointe Veille Est lalimite inférieure franche en tâches se situe à une profondeur maximale de -25 mètres.

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15 mètres, la densité en 2016 sur la station varie de 175 à 350 faisceaux/ m^2 pour une densité moyenne de 308 \pm 51,8 faisceaux / m^2 . L'herbier est en état normal en 2016 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; La densité esthormal (Pergent et al., 1995).

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires. A -15 mètres sur la station Pointe Veille Est le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 4 à 12 pour une valeur moyenne de $7,2\pm2,1$ feuilles/faisceaux.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont des adultes (n=77 soit 53 % des feuilles) et des intermédiaires (n=67 soit 47%). Aucune feuille juvénile n'a été relevée. Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante :

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Pointe Veille Est PI: SF= 376 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Pointe Veille Est PI : E/L= 0,07

Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante EQR = [EQR'+0.11]/(1+0.1)

Sur la station Pointe Veille Est PI : EQR= 0,702 avec EQR'= 0,662

N densité = 0.456

N SF=0.809

N(E/L) = 0.463

N limite inférieure = 0,59

L'EQR (0,702) calculé sur la station Pointe Veille Est PI en juin 2016 indique un bon état écologique. En 2012 un site avait été prospecté dans la baie de Menton par l'IFREMER² et montrait un site en bon état avec des valeurs similaires à celles relevées en 2016.

² Sargian, P., Andral, B., & Derolez, V. (2013). Réseaux de surveillance DCE-Campagne 2012-District «Rhône et côtiers méditerranéens». Contrat IFREMER/STARESO/AERMC132p.

Tableau 13 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice PREI (campagne 2016 menée par Andromède et 2012 par l'IFREMER).

		Profondeur intermédiaire (-15 m)		Limite inférieure				
Station	Année	Densité (faisceaux/ m²)	Surface foliaire (cm²/faiscea u)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	EQR (PREI)	Classe
Pte_Vieille_Est PI	2016	308	376,4	0,07	25	Franche	0,702	Bon
Menton	2012	284,52	197,33	0,1726	22	Régressive	0,559	Bon

b. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -25 m, type de limite = franche en taches, densité de l'herbier à -15 m = 308 faisceaux/ m^2 , moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 530 mm. L'indice BiPo2 est de 0,577 classant le site en bon état. Les valeurs des différents EQR sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 14 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,5775	Bon	0,55	0,66	0,71	0,39

c. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Pointe Veille Est. Pour chaque box la valeur du paramètre est indiquée ainsi que la note attribuée à la box.

Note					
0	1	2	3	4	

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 308 \pm 51,8faisceaux par m^2 (Note 2). Le recouvrement est de 99% (Note 4).

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,13 g MS / faisceau. La note attribuée à la Box 3-4 est 3.

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0,5 individu / 100m². La note attribuée à la Box 5 est 1.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

Aucun HOM ou LOM n'a été observé dans les quadrats. La note attribuée à la Box 6 de 2 : selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyen.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 0 individu / 10 m². La note attribuée à la Box 8 est 1

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins n'a pas été relevée et l'indice de broutage est de 15,2% (Note 3) soit une note globale de 3 : la présence d'herbivores est jugée moyenne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de $0,045 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de $0 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de $0,32 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 4,8 (Note 2).

L'EBQI est de 3,89 avec un indice de confiance de 79,8% classant le site en état médiocre.

Le tableau suivant présente une synthèse de la note attribuée à chaque box.

Tableau 15 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2015 – Site Pointe Veille Est.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	3
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	3
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	1
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	3
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 – SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

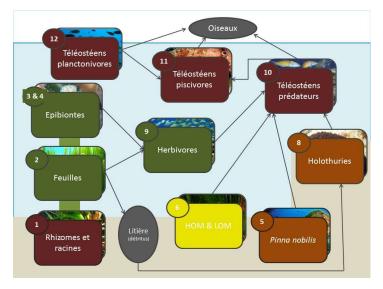
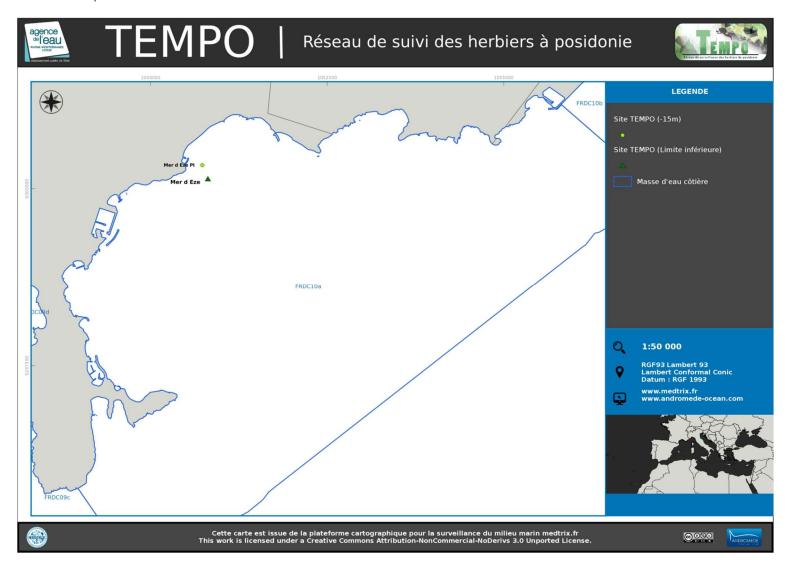


Figure 33 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI,

IV.D. Masse d'eau FRDC10a

La masse d'eau FRDC10a comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Mer d'Eze.

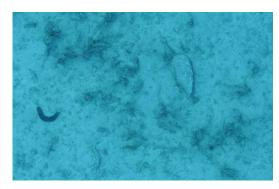




IV.D.1.a. Mer d'Eze (masse d'eau FRDC10a) – Limite inférieure

Le site « Mer d'Eze » est localisé dans la masse d'eau FREC10a, au Nord du golfe de St Hospice face au Cap Roux. C'est la limite inférieure la plus profonde du département.

L'herbier se développe sur un fond meuble. Deux piquets sont positionnés sur des balises géomètres existantes, à 30,6 et -30,3 mètres de fond. Trois piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier entre 30 et 31 mètres.



Une grande nacre morte a été observée en 2013 à proximité d'une balise, et en 2016 ce sont 3 individus supplémentaires qui ont été observés sur le site.

Figure 34: Grande nacre morte - Site Mer d'Eze.

La surface totale d'herbier cartographié en 2016 est de 7,7 m². De nombreux faisceaux isolés ont pu être cartographiés précisément grâce à la photogrammétrie en complément de la télémétrie acoustique. Pour suivre la dynamique évolutive de l'herbier de ce site nous n'avons pas comparé des surfaces d'herbier en termes de discordance positive, négative et de concordance entre les deux années (2013-2016) mais nous avons comparé le linéaire de la limite inférieure qui était plus précis. Ainsi, 87,98% du linéaire de la limite inférieure est stable (55,39 mètres) et 12,02% du linéaire présente une discordance négative (7,57 mètres). Ce suivi montre donc un herbier globalement stable avec quelques zones de régression.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,39) et 2016 (0,45) présentent des valeurs inférieures à la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Sur les deux années de suivi l'EQR indique un état moyen du site.

La limite inférieure clairse mée naturelle se situe à -30 mètres.

La densité en 2016 varie de 25 à 150 faisceaux/m² pour une densité moyenne de 64±43 faisceaux /m². En 2013 la densité était de97±48 faisceaux /m². L'herbier est donc en état médiocre en 2016 et normal en 2013 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., (1995) la densité est normale en 2013 et sub-normale inférieure en 2016.

Le déchaussement est faible en 2016 et 2013 : il varie en 2016 de -2 à 3 cm pour une valeur moyenne de $-1,5\pm0,7$ cm et en 2013 il était de $12\pm1,6$ cm.

En 2016, la longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau dans les quadrats permanents est de 30 ± 11 cm ($32,3\pm3,5$ cm en 2013). Celle de la seconde est de 22 ± 9 cm ($27,6\pm5,5$ cm en 2013).Les feuilles sont de taille moyenne.

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 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC10a	FRDC10a	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Mer d Eze	Mer d Eze	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site TEMPO	0.39	0.45	0.27 0.64 0.49
EQR' Typologie	0.21	0.44	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.74	0.74	0.18 0.94
EQR' Densité	0.23	0.18	0.15 0.65

b. Perturbations observées

Un morceau de canalisation est présent face à l'herbier de posidonie. Des traces de mouillage sont visibles.



Figure 36 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

c. Données historiques

Le site RSP « Eze » a été mis en place en 1995 et correspond au site TEMPO « Mer d'Eze ». La limite inférieure de l'herbier était située à une profondeur moyenne de - 32,1 mètres mais les 12 balises ne sont plus en contact avec l'herbier. Jusqu'en 2002 le site RSP montrait une tendance à la régression avec, à partir de 2004, un herbier qui tend à se stabiliser. L'herbier présentait des feuilles recouvertes de vase, légèrement recouvertes d'organismes épiphytes, d'une taille comprise entre 0,3 et 0,4m.

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 3D du site sont présentées sur les pages suivantes. Elles permettent d'observer distinctement l'herbier, les balises RSP et les individus de grandes nacres morts.



Figure 35 : Mer d'Eze (2013). [1] : Piquet 2 (-30.6m) du quadrat de télémétrie ; [2] : Piquet 1 ; [3] : Canalisation ; [4,5] : Vue d'ensemble de l'herbier et d'un piquet permanent ; [6] : Plongeur en train de faire la télémétrie.



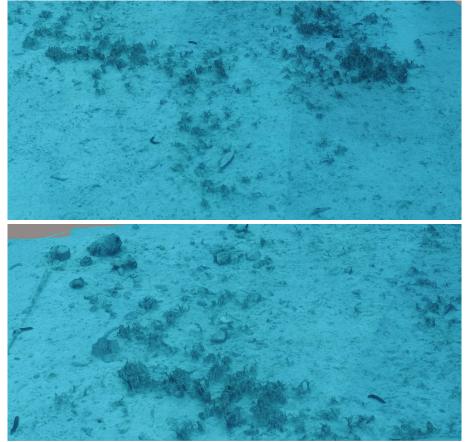


Figure 37 : Vues en 3D - site Mer d'Eze (2016). La limite inférieure de l'herbier est clairsemée. On voit distinctement les balises RSP le long du fil du quadrat et l'herbier sous forme de taches et faisceaux isolés.

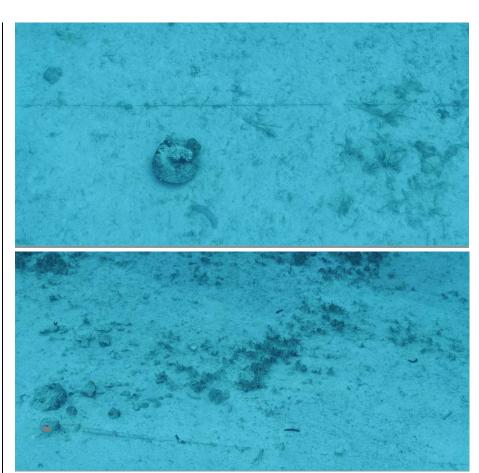


Figure 38 : Vues en 3D - site Mer d'Eze (2016).

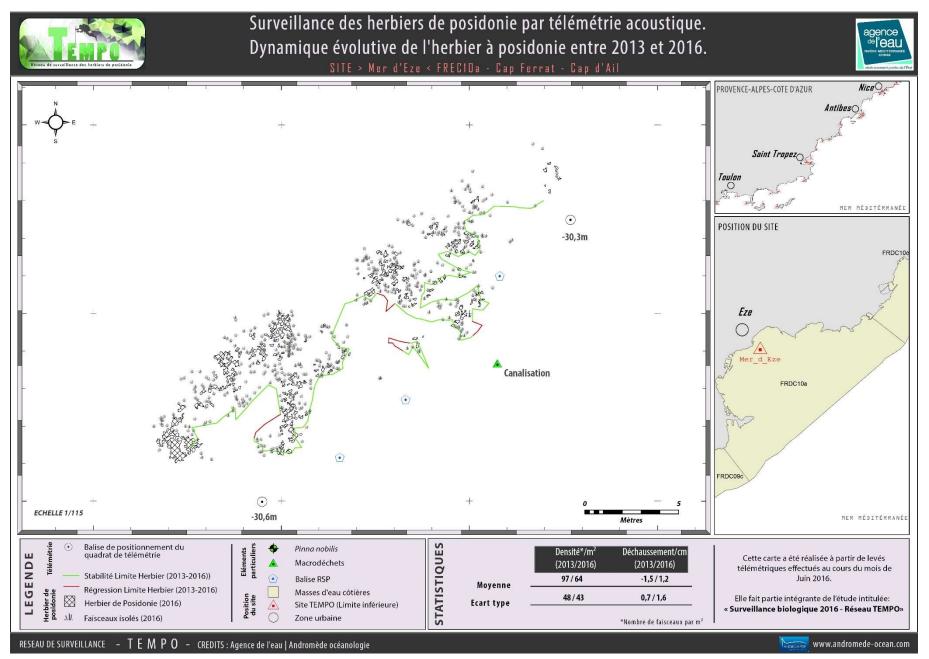
Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières. agence de l'eau SITE > Mer d'Eze < FRECIOa - Cap Ferrat - Cap d'Ail PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR SURFACE HERBIER CARTOGRAPHIE (2016): 7,7 m Saint Tropez MER MÉDITÉRRANÉE POSITION DU SITE -30,3m Eze sur Mer FRDC10a Canalisation ECHELLE 1/115 -30,6m MER MÉDITÉRRANÉE Pinna nobilis Balise de positionnement du quadrat de télémétrie Densité*/m² Déchaussement/cm Cette carte a été réalisée à partir de levés Macrodéchets télémétriques effectués au cours du mois de Moyenne globale 64 -1,5 Juin 2016. EGE Posidonie éparse Masses d'eau côtières Ecart type 43 0,7 Elle fait partie intégrante de l'étude intitulée: Herbier de Posidonie Site TEMPO (Limite inférieure) « Surveillance biologique 2016 - Réseau TEMPO»

*Nombre de faisceaux par m2

Zone urbaine

Matte morte de Posidonie

www.andromede-ocean.com



IV.D.1.b. Mer d'Eze PI (masse d'eau FRDC10a) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -30 m, type de limite = régressive, densité de l'herbier à -15 m = 279 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 569 mm. L'indice BiPo2 est de 0,507 classant le site en moyen état. Les valeurs des différents EQR sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 17 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,5075	Moyen	0,74	0,21	0,64	0,44

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15,5 mètres sur le site Mer d'Eze PI Pour chaque box la valeur du paramètre est indiquée ainsi que la note attribuée à

la box.	Note					
0	1	2	3	4		

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 278,7 ± 75,9faisceaux par m² (Note 2). Le recouvrement est de 99.8% (Note 4).



Figure 39: Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,08 g MS / faisceau. La note attribuée à la Box 3-4 est 1.

La densité de grandes nacres est estimée à 2 individus / 100m². La note attribuée à la Box 5 est 3.

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,1 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,03. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 0, soit une note globale de la Box 6 de 1,5 : selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est médiocre.

La densité d'holothuries est de 0,6 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 3.

La densité d'oursins est nulle et l'indice de broutage est de 7,3% (Note 3) soit une note globale de 2 : la présence d'herbivores est jugée moyenne.

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,045~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,47~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0.5).

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 3,9 (Note 1).

L'EBQI est de 3,37 avec un indice de confiance de 85,7% classant le site en état mauvais. Le tableau suivant présente une synthèse de la note attribuée à chaque box.

Tableau 18 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Mer d'Eze PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	3
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	3
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	1.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	3
9 - Herbivores	5	2
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	00.5
9 - 12 – SRDI	3	1
13 – Oiseaux	1	0

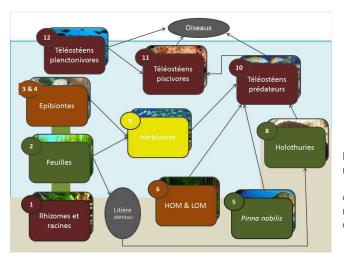
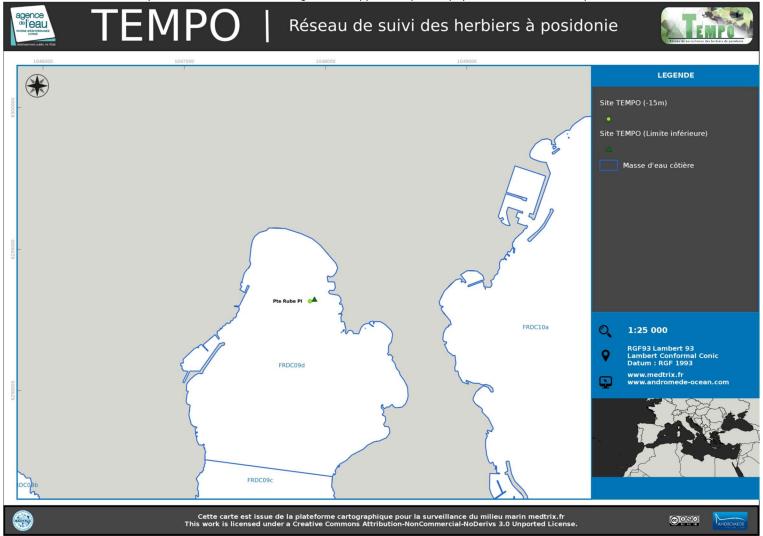


Figure 40 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI,

IV.E. Masse d'eau FRDC09d

La masse d'eau FRDC09d comprend un site TEMPO échantillonné en 2016 : Pointe Rube. Le site balisé en limite inférieure en 2013 n'a pas été retrouvé et nous avons mis en place un nouveau site. Au vu du nombre important de traces de mouillage nous supposons que les piquets ont été arrachés par les chaines des bateaux.





IV.E.1.a. Pointe Rube (masse d'eau FRDC09d) – Profondeur intermédiaire



Le site « Pointe Rube » est localisé dans la masse d'eau FREC09d, dans la Rade de Villefranche.

L'herbier se développe sur un fond de matte morte. Deux piquets sont positionnés à -15 et -16 mètres de fond.

Figure 41 : Pointe Rube vue de la mer

L'herbier cartographié en 2016

couvre une surface de 90,5 m².

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 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC09d	FRDC09d	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Nom Site	Pte Rube	Pte Rube	20301120
Année	2013	2016	
EQR Site TEMPO	0.44	0.41	0.27 0.64 0.49
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.28	0.28	0.18 0.94
EQR' Densité	0.39	0.29	0.15 0.65

L'EQR en 2016 (0,41) présente une valeur inférieure à la moyenne régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. En 2013 l'EQR calculé sur l'ancien site localisé à quelques centaines de mètres de celui de 2016 (0,44) était similaire. En 2013 et 2016 l'EQR indique un état moyen du site.

a. Perturbations observées



Figure 42 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

De nombreuses traces de mouillage, les espècesCaulerpa taxifolia et plusieurs macrodéchets ont été observés sur le site en 2016.

b. Données historiques

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

a. Cartographie du site et modèle 3D

Des vues en 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.

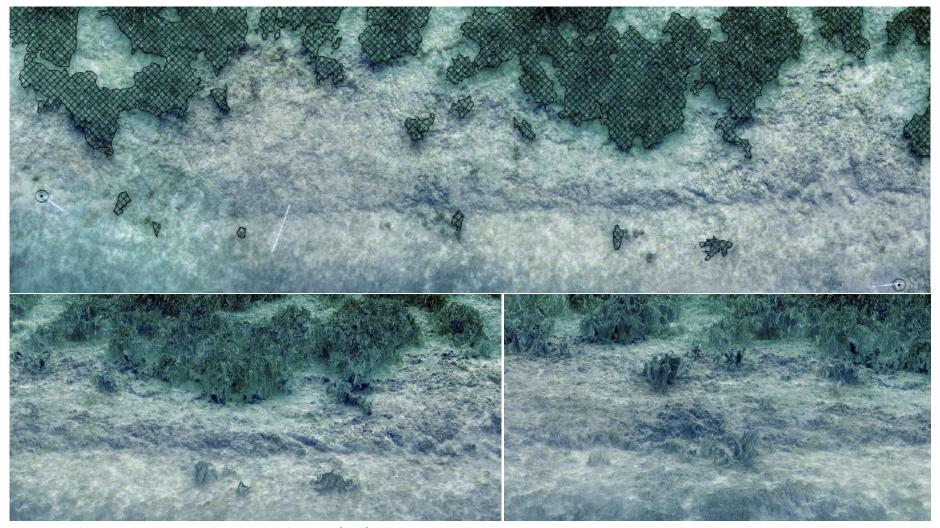
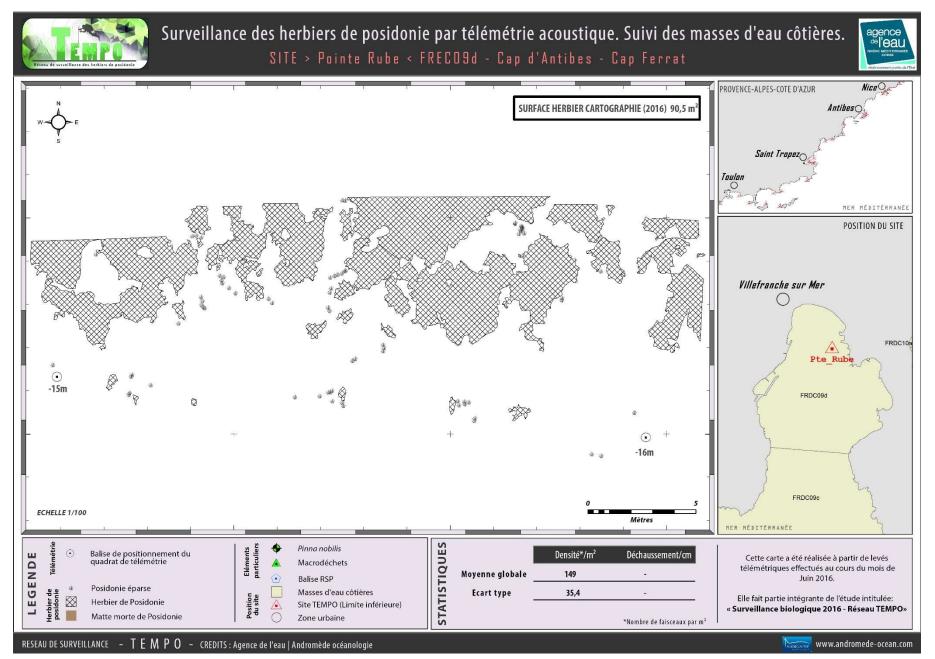


Figure 43 : Vues en 3D et cartographie de l'herbier- site Pointe Rube (2016).



c. PREI

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur le site Pointe Rube la limite inférieure franche en tâches se situe à une profondeur maximale de -15 mètres.

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15 mètres, la densité en 2016 sur la station varie de 95 à 215 faisceaux/ m^2 pour une densité moyenne de 149 \pm 35,4 faisceaux $/m^2$. L'herbier est enétat médiocre en 2016 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; La densité estsub-normal inférieure (Pergent et al., 1995).

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires. A -15 mètres sur la station Pointe Rube le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 4 à 10 pour unevaleur moyenne de 6.5 ± 1.4 feuilles/faisceaux.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont des adultes (n=70 soit 51 % des feuilles) et des intermédiaires (n=67 soit 49%). Aucune feuille juvénile n'a été relevée. Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante : SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Pointe Rube PI : SF= 159,7 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Pointe Rube PI : E/L= 0.13

Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante EQR = [EQR'+0.11]/[1+0.1]

Sur la station Pointe Rube PI: EQR= 0,394 avec EQR'= 0,324

N densité = 0,22

N SF=0,34

N(E/L) = 0.433

N limite inférieure = 0.136

L'EQR (0,394) calculé sur la station Pointe Rube PI en juin 2016 indique un état écologique moyen. En 2012 un site avait été prospecté dans la même masse d'eau, à Villefranche, par l'IFREMER³ et montrait un site en état moyen.

Tableau 20 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice PREI (campagne 2016 menée par Andromède et 2012 par l'IFREMER).

		Profondeur intermédiaire (-:		ire (-15 m)	Limite in	férieure		
Station	Année	Densité (faisceaux/ m²)	Surface foliaire (cm²/faiscea u)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Туре	EQR (PREI)	Classe
Pte_Rube PI	2016	149	159,7	0,13	18	Régressive	0,394	Moyen
Rade de Villefranche	2012	224,06	151,99	0,3556	15	Régressive	0,4	Moyen



³ Sargian, P., Andral, B., & Derolez, V. (2013). Réseaux de surveillance DCE-Campagne 2012-District « Rhône et côtiers méditerranéens». Contrat IFREMER/STARESO/AERMC132p.

d. BiPo2

Tableau 21 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,435	Moyen	0,28	0,66	0,29	0,51

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -15 m, type de limite = franche en tâches, densité de l'herbier à -15 m = 149 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 309 mm. L'indice BiPo2 est de 0,403 classant le site en moyen état. Les valeurs des différents EQR sont présentées dans le tableau suivant.

e. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Pointe Rube PI. Pour chaque box la valeur du paramètre est indiquée ainsi que la note attribuée à la box.

Note					
0	1	2	3	4	

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement [Box 2b]]

La densité moyenne est de 149,4 \pm 35,5faisceaux par m² (Note 1). Le recouvrement est de 55.5% (Note 2)



Figure 44 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,09 g MS / faisceau. La note attribuée à la Box 3-4 est 1.

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0,5 individus / 100m². La note attribuée à la Box 5 est 1.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,4 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,3. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est médiocre.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 0,7 individu / 10 m². La note attribuée à la Box 8 est 3.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins n'a pas été évaluée et l'indice de broutage est de 11,5% (Note 3) soit une note globale de 3 : la présence d'herbivores est jugée bonne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de $0,178 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de $0 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de $0,47 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0.5).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 4,6 (Note 2).

L'EBQI est de 3,09 avec un indice de confiance de 79,76% classant le site en état mauvais. Le tableau suivant présente une synthèse de la note attribuée à chaque box.

Tableau 22 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Pointe Rube PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	1,5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	1
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	3
9 - Herbivores	5	3
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 - SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

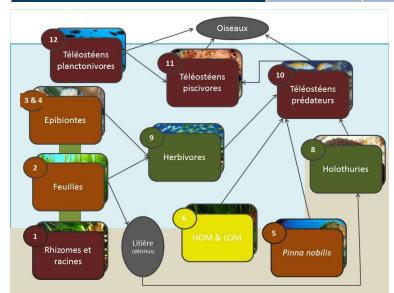
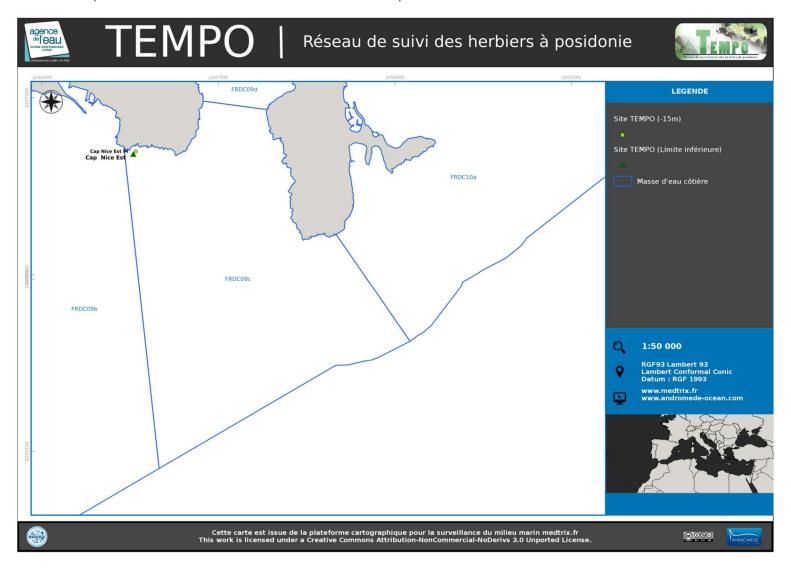


Figure 45 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.F. Masse d'eau FRDC09c

La masse d'eau FRDC09c comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Cap Nice Est.



IV.F.1.a. Cap Nice Est (masse d'eau FRDC09c) – Limite inférieure



Figure 46: Cap Nice Est vu de la mer (2013).

Le site « Cap Nice Est » se localise dans la masse d'eau FREC09c, face au cap du même nom, à l'Est du port de Nice.

L'herbier se développe sur substrat rocheux en pente. Quatre piquets sont positionnés entre 19 et 25,4 mètres de fond. Deux piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier à -20,5 et -20,8 mètres.

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 223,7 m² etcelle en 2016 est de 222,7 m². Au niveau de la surface comparable du quadrat et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 0,03% de discordance positive, 0,55% de discordance négative et 99,4% de concordanceL'indice d'évolution (-0,9) indique un herbier avec une forte tendance régressive.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,54) et 2016 (0,48) présentent des valeurs proches de la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACASur les deux années de suivi l'EQR indique un état moyen du site.

La limite inférieurefranche en tâches se situe à une profondeur de 24 m.

A -21m, la densité en 2016 varie de 50 à 250 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 160±51 faisceaux /m² (204,8±54 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en état médiocre en 2016 (normal en 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995) la densité est normale sur les deux années.

Le déchaussement est faible et varie de -1 à 4 cm pour une valeur moyenne de $2,6\pm4,1$ cm $(1,17\pm1,67$ cm en 2013).

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de $82,5\pm2,5$ cm ($95\pm1,41$ cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de 71 ± 1 cm ($71\pm4,24$ cm en 2013).

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 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC09c	FRDC09c	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Cap Nice Est	Cap Nice Est	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site	0.54	0.48	0.27 0.64
TEMPO			0.49
EQR'	0.66	0.66	0.21 0.89
Typologie			0.54
EQR' Profondeur	0.51	0.48	0.18 0.94
			0.59
EQR' Densité	0.44	0.31	0.15 0.65

b. Perturbations observées

Des macrodéchets (bouteilles en verre) sont visibles. Le site se localise à l'Est du port de Nice où le trafic maritime est très important.

c. Données historiques

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





Figure 47 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.



Figure 48 : Cap Nice Est (2013). [1] : Piquet 4 (-23.3m) du quadrat de télémétrie ; [2] : Limite inférieure de l'herbier ; [3] : Piquet 3 (-25.4m) ; [4] Tombant de roche avec herbier puis substrat meuble.

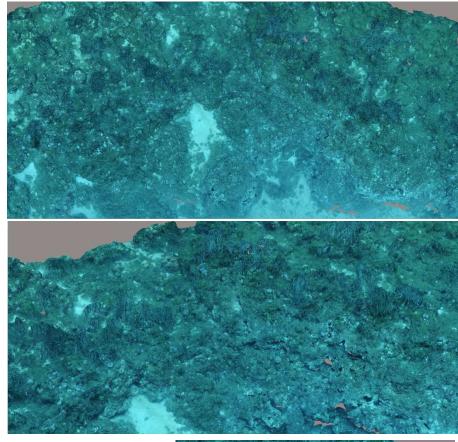
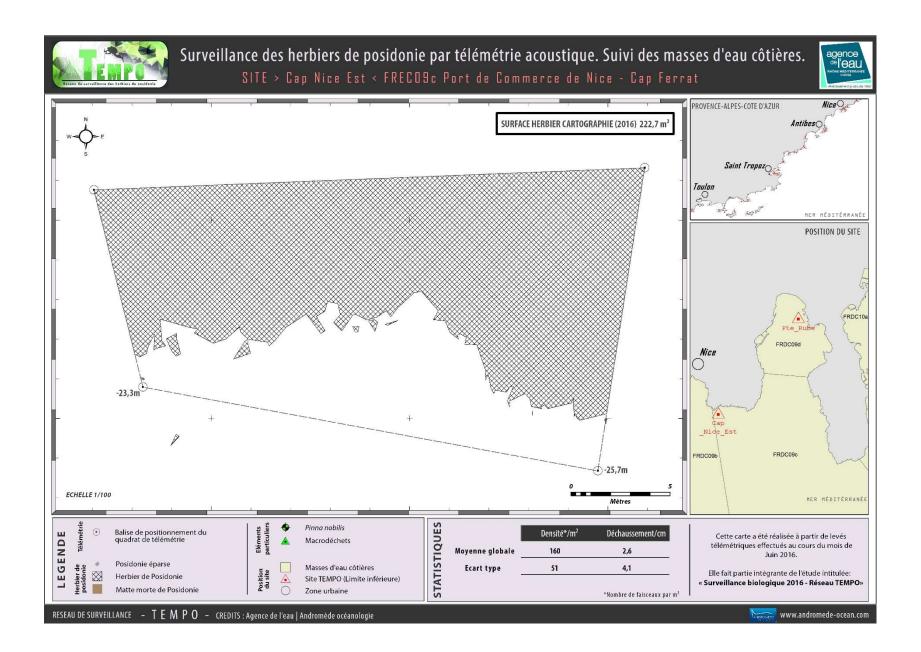
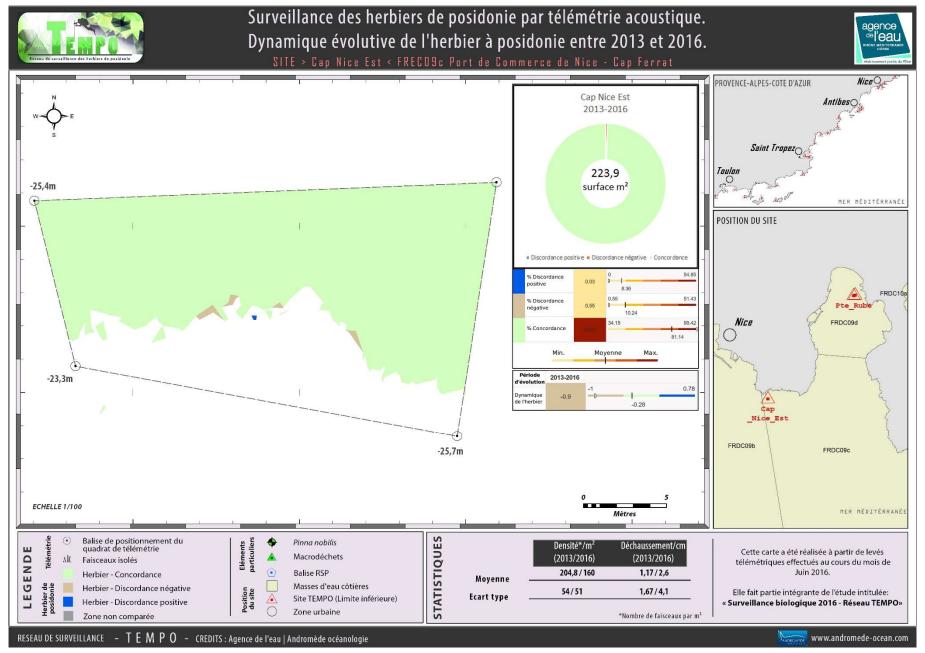


Figure 49: Vues en 3D - site Cap Nice Est (2016). Figure 50: Vues en 3D - site Cap Nice Est (2016). La limite inférieure de l'herbier est sur roche, à -20m.







IV.F.1.b. Cap Nice Est PI (masse d'eau FRDC09c) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -24 m, type de limite = franche en taches, densité de l'herbier à -15 m = 205 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 346 mm. L'indice BiPo2 est de 0,5425 classant le site en moyen état.

Tableau 24 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

	BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
Ī	0,5425	Moyen	0,51	0,66	0,44	0,56

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Cap Nice Est PI

Note						
0	1	2	3	4		

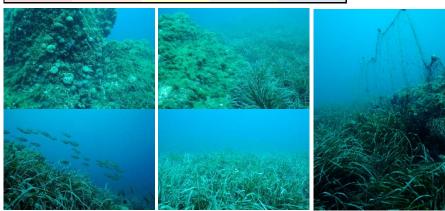


Figure 51: Site Cap Nice Est Pl à -15m.

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 205 ± 44 ,8faisceaux par m² (Note 1). Le recouvrement est de 99,1% (Note 4).



Figure 52 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,07 g MS / faisceau (Note 1).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 2 individus / 100m² (Note 3) et leur taille moyenne est de 29,5 cm.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,3 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,06. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 0, soit une note globale de la Box 6 de 1,5 : selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est médiocre.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 0 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 1.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins a été relevée à -10m car pas d'herbier à -5m, elle est de 0,3 individus/ m^2 (Note 4) et l'indice de broutage est de 30,5% (Note 3) soit une note globale de 3,5 : la présence d'herbivores est jugée très bonne

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,68 kg WM / 100 m 2 (Note 2), celle de téléostéens piscivores est de 0 kg WM / 100 m 2 (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,19 kg WM / 100 m 2 (Note 0).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 4,9 (Note 2).

L'EBQI est de 4,24 avec un indice de confiance de 84,9% classant le site en état médiocre. A noter la présence d'un filet de pêche à poste sur le site à -15 mètres. Le tableau suivant présente une synthèse de la note attribuée à chaque box.

Tableau 25 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 - Site Cap Nice Est Pl.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	2.5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	3
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	1.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	3.5
10 – Prédateurs téléostéens	5	2
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 – SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

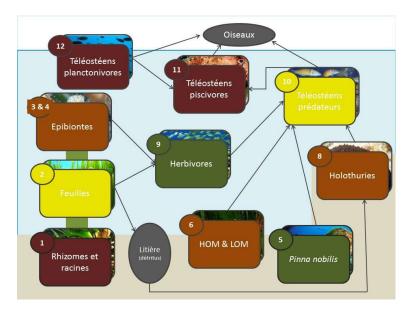
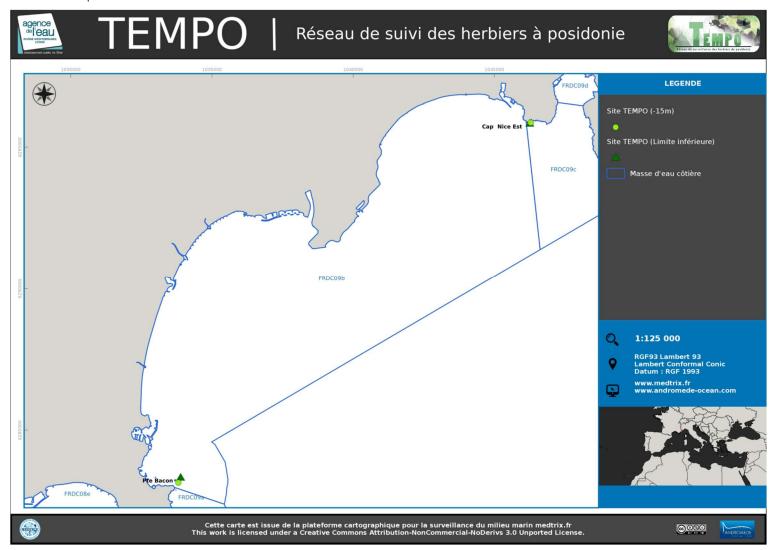


Figure 53 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.G. Masse d'eau FRDC09b

La masse d'eau FRDC09b comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Pointe Bacon.



IV.G.1.a. Pointe Bacon (masse d'eau FRDC09b) – Limite inférieure



Figure 54: Pointe Bacon vue de la mer (2013)

Le site « Pointe Bacon » est localisé à l'Ouest de la masse d'eau FREC09b, au Nord de la pointe du même nom, à l'Ouest de la baie des Anges.

L'herbier se développe sur un fond rocheux. Les piquets sont positionnés entre -14 et -19,4 mètres de fond. Trois piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier entre -15,3 et -16,4 mètres.

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 99,7 m² etcelle en 2016 est de 82,3 m². La cartographie de 2016 est plus détaillée dans la zone en amont de la limite inférieure ainsi 17,8m² de surface non comparable a été créée dans le quadrat. Au niveau de la surface comparable (84,5 m²) et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 1,42% de discordance positive, 1,52% de discordance négative et 81,56% de concordance.L'indice d'évolution (-0,03) indique un herbier stable.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,46) et 2016 (0,48) présentent des valeurs proches de la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACASur les deux années de suivi l'EQR indique un état moyen du site.

La limite inférieure franche en tâches se situe à une profondeur de 48 m.

A -18m, la densité en 2016 varie de 50 à 250 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 212,2±60,9 faisceaux/m² (196,8±56,9 faisceaux/m² en 2013). L'herbier est donc en état normal en 2016 (médiocre en 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995) la densité est normale en 2016 (sub-normale inférieure en 2013).

Le déchaussement est faible mais certains faisceaux présentent des valeurs élevées. La valeur moyenne en 2016 est de $4,7\pm7,6$ cm ($2\pm1,76$ cm en 2013).

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de $56,6\pm5$ cm (69 ± 1 cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de $53,3\pm2,5$ cm ($58,3\pm3,2$ cm en 2013).

Tableau 26 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC09b	FRDC09b	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Pte Bacon	Pte Bacon	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site TEMPO	0.46	0.48	0.27 0.64
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.31	0.32	0.18 0.94
EQR' Densité	0.41	0.46	0.15 0.65

b. Perturbations observées

Une corde de pêche abandonnée a été observée les deux années. De nombreux Codium bursa, signe de perturbation du milieu, sont rencontrés sur la roche. L'eau est assez turbide.

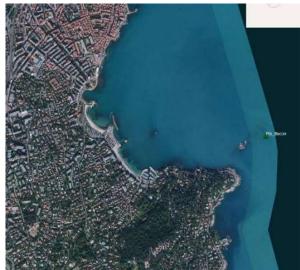


Figure 55: Vue aérienne et emplacement du site (source: Bing, 2013)



Figure 56 : Pointe Bacon (2013). [1] : Piquet 1 (-19.2m) du quadrat de télémétrie ; [2] : Piquet 2 (-14m) ; [3] & [4] : Vue générale de l'herbier

Il se situe dans une zone sensible : turbidité du fleuve Var (entrainant un envasement du site notable en plongée sous-marine), courant liguro-provençal et proximité des rejets urbains.

c. Données historiques

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

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D



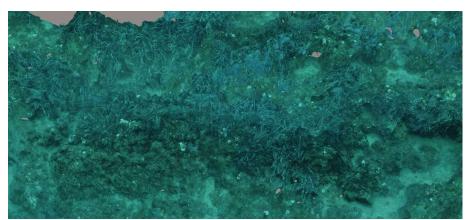
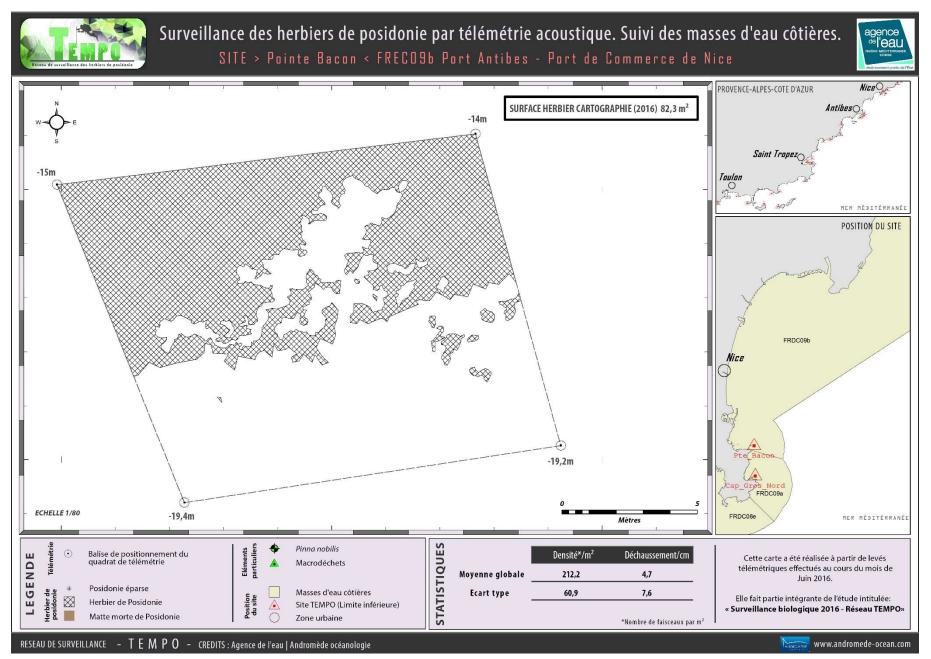
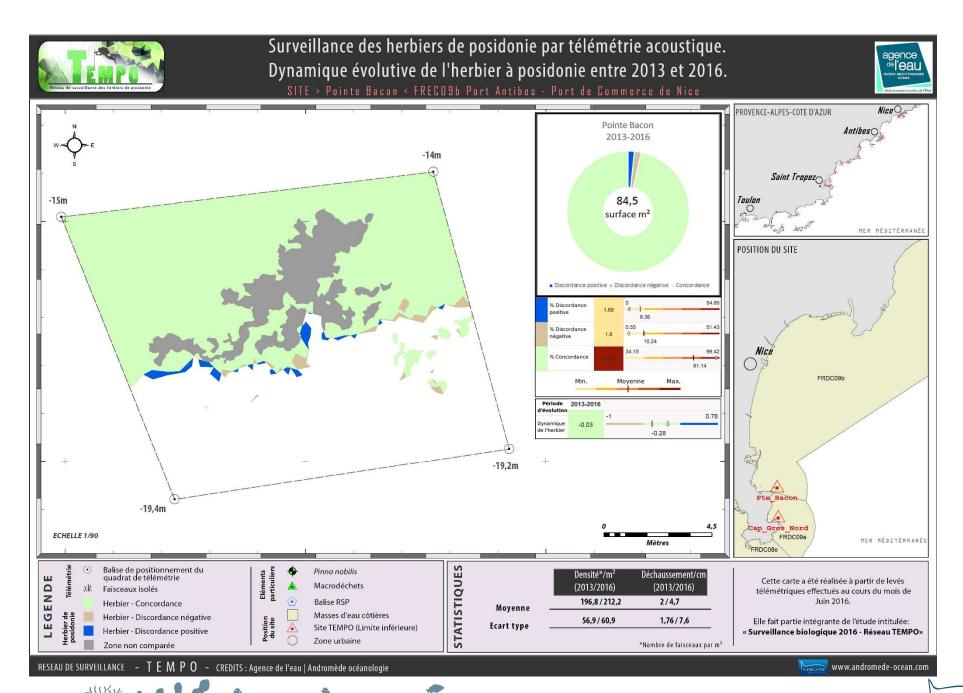


Figure 57: Vues en 3D - site Pointe Bacon (2016).





IV.G.1.b. Pointe Bacon PI (masse d'eau FRDC09b) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -18 m, type de limite = franche en taches, densité de l'herbier à -15 m = 149 faisceaux/ m^2 , moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 237 mm. L'indice BiPo2 est de 0,4175 classant le site en moyen état.

Tableau 27 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,4175	Moyen	0,31	0,66	0,29	0,41

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Pointe Bacon Pl.

Note						
0	1	2	3	4		



Figure 58 : Site Pointe Bacon PI à -15m.

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 149 ± 28 ,4faisceaux par m^2 (Note 1). Le recouvrement est de 97% (Note 4).



Figure 59 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,07 g MS / faisceau (Note 1).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 1,5 individus / 100m² (Note 3) et leur taille moyenne est de 34,3 cm.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,2. La note attribuée à la Box 6a est 4 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2,5: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 0 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 1.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0,9 individus/m² (Note 4) et l'indice de broutage est de 0% (Note 1) soit une note globale de 2,5 : la présence d'herbivores est jugée très moyenne.

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,27 kg WM / 100 m 2 (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de 0 kg WM / 100 m 2 (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,05 kg WM / 100 m 2 (Note 0).

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 5,2 (Note 2).

L'EBQI est de 3,33 avec un indice de confiance de 85,7% classant le site en état mauvais. A noter la présence d'un macrodéchet (batterie de bateau). Le tableau suivant présente une synthèse de la note attribuée à chaque box.

Tableau 28 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 - Site Pointe Bacon PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	2.5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	3
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	2.5
10 - Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 - SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

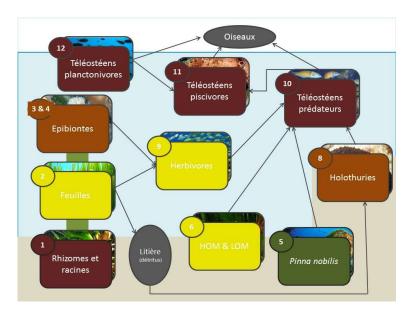
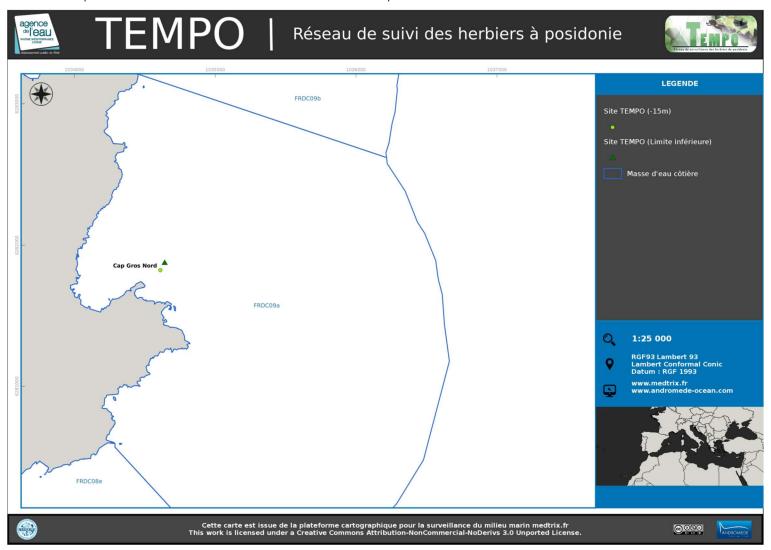


Figure 60 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.



IV.H. Masse d'eau FRDC09a

La masse d'eau FRDC09a comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Cap Gros Nord.



IV.H.1.a.Cap Gros Nord (masse d'eau FRDC09a) – Limite inférieure



Figure 61: Cap Gros Nord vu de la mer (2013)

Le site « Cap Gros Nord » est localisé dans la masse d'eau FREC09a, au Nord de la pointe du même nom, à l'Est du Cap d'Antibes.

L'herbier se développe sur un fond meuble (sable). Deux piquets sont positionnés sur des balises géomètres existantes, à 20,6 et 21,3 mètres de fond. Trois piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier entre 20,4 et 20,5 mètres.

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 107,8 m² etcelle en 2016 est de 147,5 m². Une vaste zone supplémentaire située au Nord du site a été cartographiée en 2016. Au niveau de la surface comparable du quadrat (110,55 m²) et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 2,35% de discordance positive, 3,39% de discordance négative et 94,26% de concordanceL'indice d'évolution (-0,18) indique un herbier stable avec quelques zones de régression.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,46) et 2016 (0,44) présentent des valeurs légèrement en-dessous de la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Sur les deux années de suivi l'EQR indique un état moyen du site.

La limite inférieurefranche naturelle se situe à une profondeur de 21,3 m.

A -20,4 m, la densité en 2016 varie de 75 à 150 faisceaux/m² pour unedensité moyenne de 112,7±31,6 faisceaux /m² (169,4±63,3 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc enétat médiocre en 2016 (normal en 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergentet al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergenèt al., (1995) la densité est sub-normale inférieure en 2016 (normale en 2013).

Le déchaussement est moyen avec une valeur moyenne en 2016 est de $8\pm1,6$ cm $[8,6\pm2,9$ cm en 2013].

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de $50,3\pm8,3$ cm ($71,3\pm10,5$ cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de $46\pm8,7$ cm ($61,6\pm12$ cm en 2013).

Tableau 29 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC09a	FRDC09a	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site TEMPO	0.46	0.44	0.27 0.64
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.41	0.41	0.18 0.94
EQR' Densité	0.32	0.25	0.15 0.65

b. Perturbations observées

L'herbier est fortement épiphyté. Il se situe dans une zone sensible : turbidité du fleuve Var, courant liguro-provençal et proximité des rejets urbains.





Il se situe dans une zone sensible : turbidité du fleuve Var (entrainant un envasement du site notable en plongée sous-marine), courant liguro-provençal et proximité des rejets urbains.

Figure 62 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

c. Données historiques

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

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Figure 63: Vues en 3D - site Cap Gros Nord (2016).

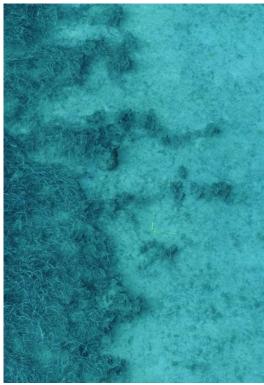
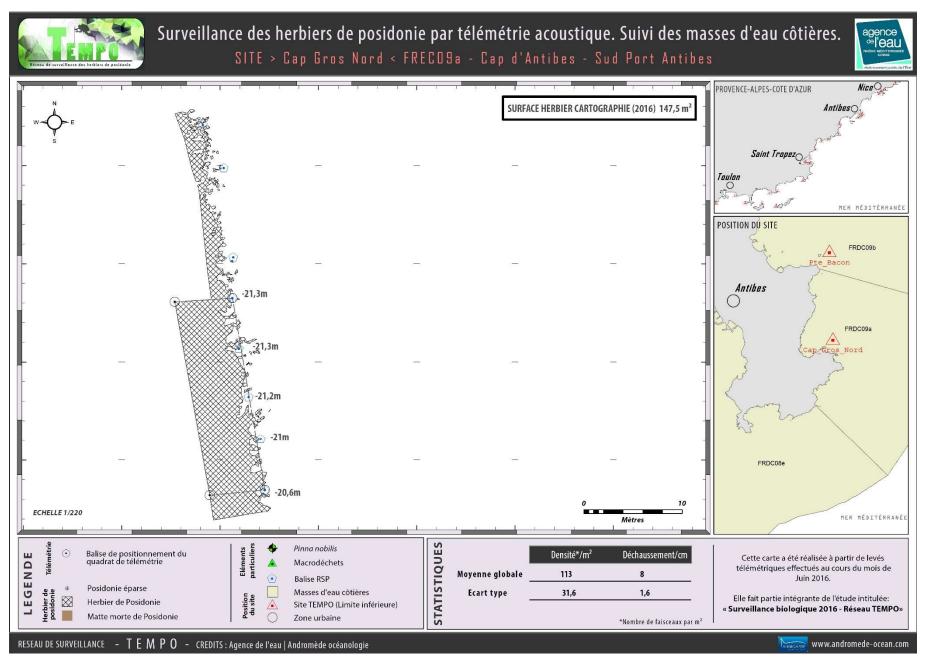
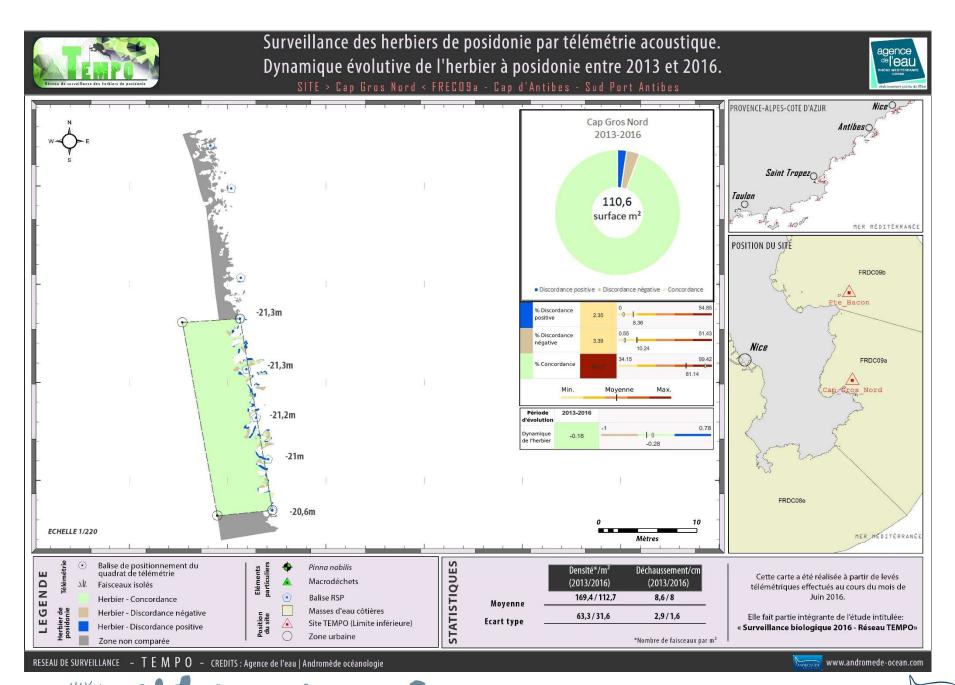






Figure 64 : Vues en 3D - site Cap Gros Nord (2016). On distingue aisément les balises RSP.





IV.H.1.b. Cap Gros Nord PI (masse d'eau FRDC09a) – Profondeur intermédiaire

a. PREI

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur le site Cap Gros Nord la limite inférieure franche naturelle se situe à une profondeur maximale de -21,3 mètres.

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15 mètres, la densité en 2016 sur la station varie de 175 à 370 faisceaux/m² pour une densité moyenne de 284 ± 7,4 faisceaux /m². L'herbier est enétat normal en 2016 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; La densité estnormale (Pergent et al., 1995).

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires. A -15 mètres sur la station Cap Gros Nord PI le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 3 à 10 pour une valeur moyenne de $5,6\pm1,8$ feuilles/faisceaux.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont des adultes (n=56 soit 50 % des feuilles) et des intermédiaires (n=57 soit 50%). Aucune feuille juvénile n'a été relevée. Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante : SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Cap Gros Nord PI : SF= 267,6 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Cap Gros Nord PI: E/L= 0,21

Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante EQR = (EQR'+0.11)/(1+0.1)

Sur la station Cap Gros Nord PI: EQR= 0,517 avec EQR'= 0,459

N densité = 0.22

N SF=0,58

N(E/L) = 0.39

N limite inférieure = 0,40

L'EQR (0,517) calculé sur la station Cap Gros Nord PI en juin 2016 indique un état écologique moyen. En 2012 un site avait été prospecté dans la même masse d'eau, à Antibes, par l'IFREMER⁴ et montrait un site en bon état.

Tableau 30 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice PREI (campagne 2016 menée par Andromède et 2012 par l'IFREMER).

		Profondeur intermédiaire (-15 m)		ire (-15 m)	Limite inférieure			
Station	Année	Densité (faisceaux/ m²)	Surface foliaire (cm²/faiscea u)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	EQR (PREI)	Classe
Cap_Gros_Nord PI	2016	153,7	267,59	0,21	21	Franche	0,517	Moyen
Antibes	2012	304,65	170,91	0,1641	21	Progressive	0,581	Bon

⁴ Sargian, P., Andral, B., & Derolez, V. (2013). Réseaux de surveillance DCE-Campagne 2012-District « Rhône et côtiers méditerranéens». Contrat IFREMER/STARESO/AERMC132p.

b. BiPo2



Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -21 m, type de limite = franche, densité de l'herbier à -15 m = 284 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 491 mm.L'indice BiPo2 est de 0,5125 classant le site en moyen état.

Tableau 31 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,5125	Moyen	0,4	0,66	0,65	0,34

c. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Cap Gros

Note					
0	1	2	3	4	



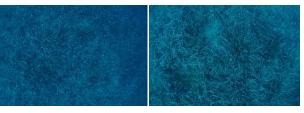
Figure 65: Site Cap Gros Nord PI à -15m.

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 284 ± 7 ,4faisceaux par m² (Note 2). Le recouvrement est de 99,1% (Note 4).

Figure 66: Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.





La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,3 g MS / faisceau (Note 4).

La densité de grandes nacres est estimée à 0,67 individus / 100m² (Note 3) et leur taille moyenne est de 38 cm.

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0 individus / m^2 et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,03. La note attribuée à la Box 6a est 4 et celle la Box 6b est 0, soit une note globale de la Box 6 de 2: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

La densité d'holothuries est de 0,3 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 3.

La densité d'oursins est de 0,07 individus/m² (Note 1) et l'indice de broutage est de 12% (Note 3) soit une note globale de 2 : la présence d'herbivores est jugée très moyenne.

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,26 kg WM / 100 m 2 (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de 0 kg WM / 100 m 2 (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,87 kg WM / 100 m 2 (Note 1).

── Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 4,4 (Note 1).

L'EBQI est de 4,24 avec un indice de confiance de 85,7% classant le site en état médiocre. A noter la présence d'un filet de pêche au fond à poste.

Le tableau suivant présente une synthèse de la note attribuée à chaque box.

Tableau 32 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Cap Gros Nord PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	3
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	4
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	2
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	3
9 - Herbivores	5	2
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	1
9 - 12 – SRDI	3	1
13 – Oiseaux	1	0

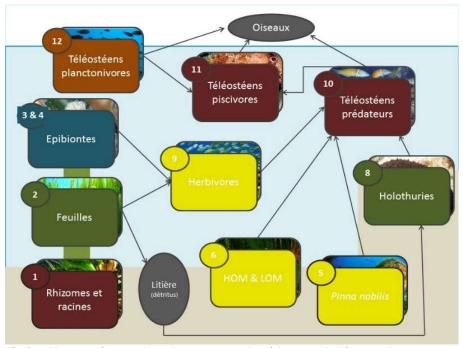
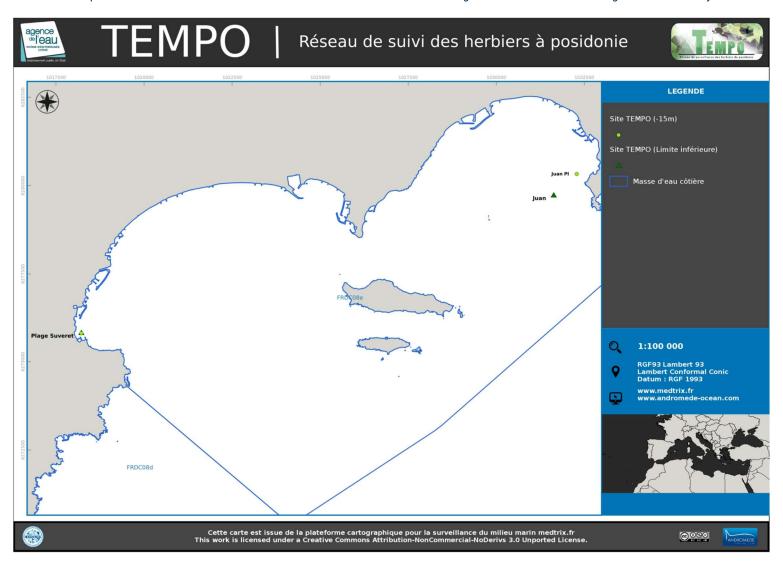


Figure 67 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.I. Masse d'eau FRDC08e

La masse d'eau FRDC08e comprend deux sites TEMPO échantillonnés en 2013 et 2016 : Juan et Plage Suveret. Le site Juan a également fait l'objet d'un suivi en 2008.





IV.I.1.a. Juan (masse d'eau FRDC08e) - Limite inférieure

Le site « Juan » est présent dans la masse d'eau FREC08e, à l'Est du golfe Juan.



meuble. Les piquets sont positionnés à -27.7 (sur massif rocheux) et -29.3 mètres de fond (en bas d'un tombant de sable et matte morte sur lequel l'herbier se développe sous forme de tâches). Quelques affleurements rocheux sont vus sur ce tombant. Trois piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier entre -25.9 et -27.6 mètres.

L'herbier se développe sur un fond



La limite inférieure de l'herbier présente une dynamique régressive. Elle est prolongée d'une étendue de matte morte et sable avec de nombreux faisceaux isolés.

Ce site a été mis en place et suivi par télémétrie acoustique en 2008 (Descamp et al., 2009).

surface totale d'herbier cartographié en 2008 était de 204,8 m², celle de 2013 était de 203.5 m² et cartographie de 2016 est plus

Figure 68: [1] Golfe Juan (2013); [2] Piguet permanent à -25.6 mètres près d'un affleurement celle en 2016 est de 278,2 m². La rocheux dans l'herbier de posidonie.

détaillée dans la zone en aval de la limite inférieure avec toute une nouvelle zone complémentaire cartographiée. Ainsi 110 m² de surface non comparable a été créée dans la partie Sud du site.

Au niveau de la surface comparable (188,77 m²) et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 0,44% de discordance positive, 4,18% de discordance négative et 95,38% de concordance. L'indice d'évolution (-0,81) indique un herbier à tendance régressive.

Au niveau de la surface comparable (191,26 m²) et pour la période 2008-2013 on observe sur ce site 0,61% de discordance positive, 5,25% de discordance négative et 94,13% de concordance. L'indice d'évolution (-0,79) indique un herbier à tendance régressive.

Au niveau de la surface comparable (207,2 m²) et pour la période 2008-2013 on observe sur ce site 1,16% de discordance positive, 1,79% de discordance négative et 97,06% de concordance. L'indice d'évolution (-0,21) indique un herbier relativement stable avec quelques zones de régression.

L'herbier présente sur le site TEMPO « Juan » une concordance assez stable entre 2008 et 2013 mais légèrement négative pour 2008-2016 et 2013-2016 traduisant une petite régression sur les trois dernières années.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2008 (0,39) et 2013 (0,39) présentent des valeurs en-dessous de la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA et indiquent un état moyen du site. En 2016, la densité de faisceaux en limite inférieure étant meilleure que les années précédentes (EQR (0,56) indique un état bon du site.

La limite inférieurerégressive en tâches se situe à une profondeur de -28 m.

A -27m, la densité en 2016 varie de 50 à 250 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 183,7±52,2 faisceaux /m² (147,8±44,4 faisceaux /m² en 2013 et 145,8 en 2008). L'herbier est donc enétat bon en 2016 (normal en 2013 et 2008) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergentet al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent al., (1995) la densité est normale en 2016 ainsi que les autres années de suivi.

Le déchaussement est moyen avec une valeur moyenne en 2016 est de5,5±3 cm (4.5±1.1 cm en 2013).

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de 69±14 cm (81±11,2 cm en 2013). Celle de la

seconde plus grande feuille est de $56,3\pm14$ cm (71,6 ±11 cm en 2013). Les feuilles sont plus courtes en 2016 qu'en 2013 mais restent de longueur normale.

Tableau 33 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	Échelle de comparaison Région PACA Légende
Nom Site	Juan	Juan	Juan	2 0 3 0.110
Année	2016	2013	2008	
EQR Site	0.56	0.39	0.39	0.27 0.64
EQR' Typologie	0.66	0.21	0.21	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.64	0.66	0.66	0.18 0.94 0.94 0.59
EQR' Densité	0.37	0.29	0.29	0.15 0.65

b. Perturbations observées

A proximité du site, des zones de dégradation très importantes ont été relevées dans l'herbier (traces liées au mouillage forain). Caulerpa cylindracea est rencontrée sur le sable parmi l'herbier. Des macrodéchets sont relevés : barre en fer, bouteilles en verre.

Figure 69 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

c. Données historiques



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

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D



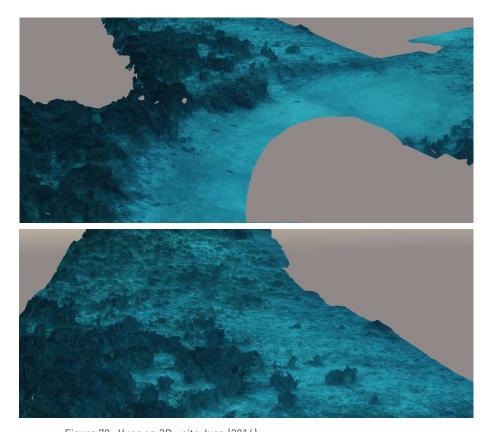
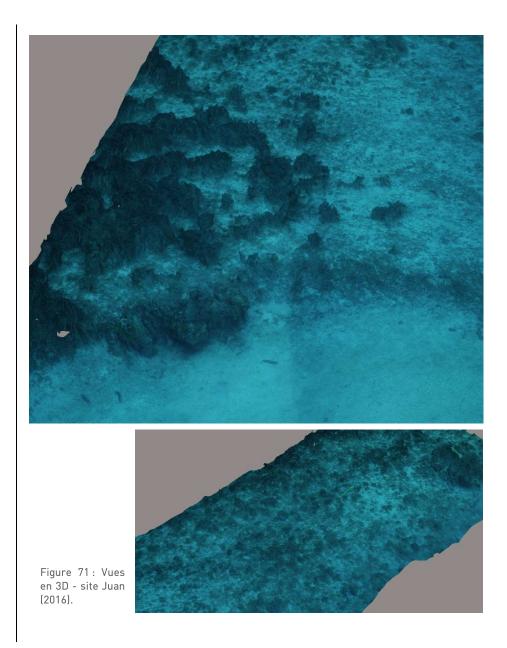


Figure 70 : Vues en 3D - site Juan (2016).

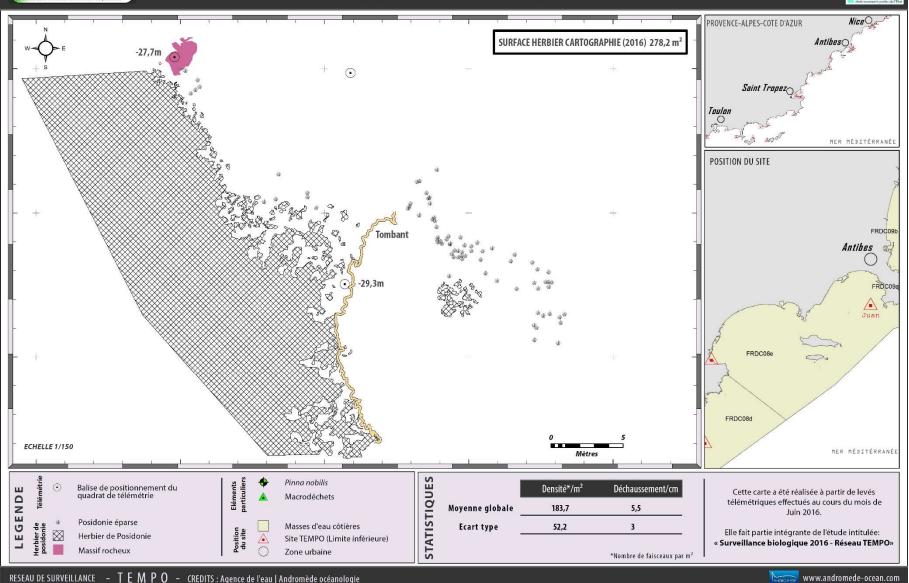


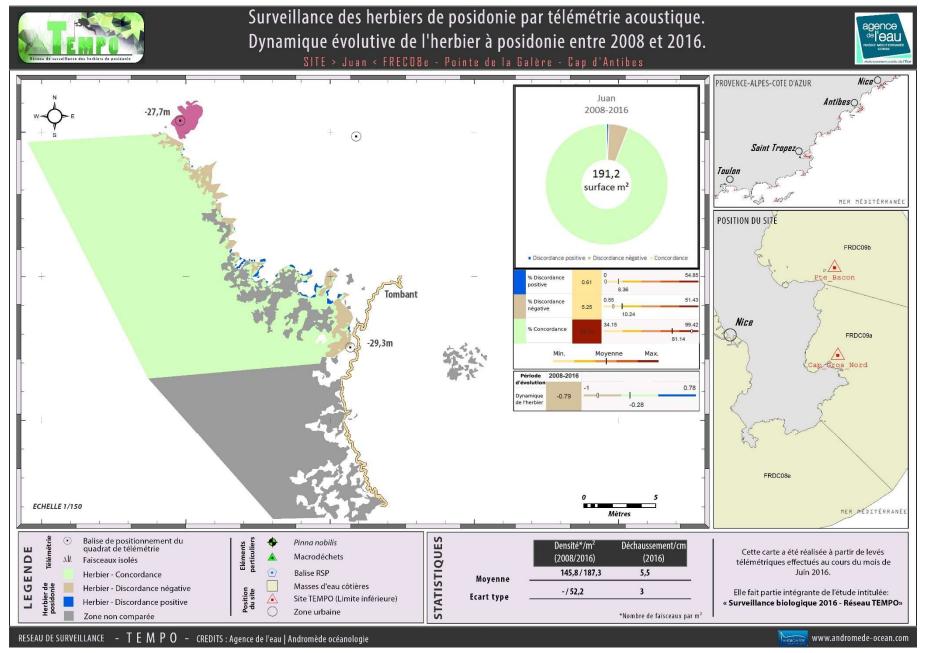
Rissou de servillante des bendies de posidante

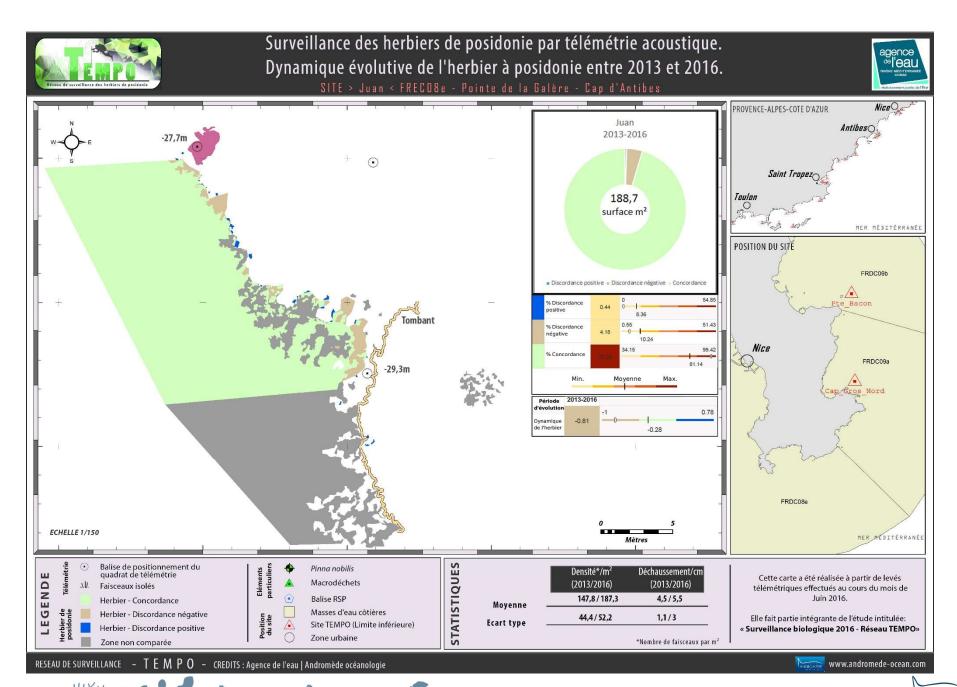
Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.

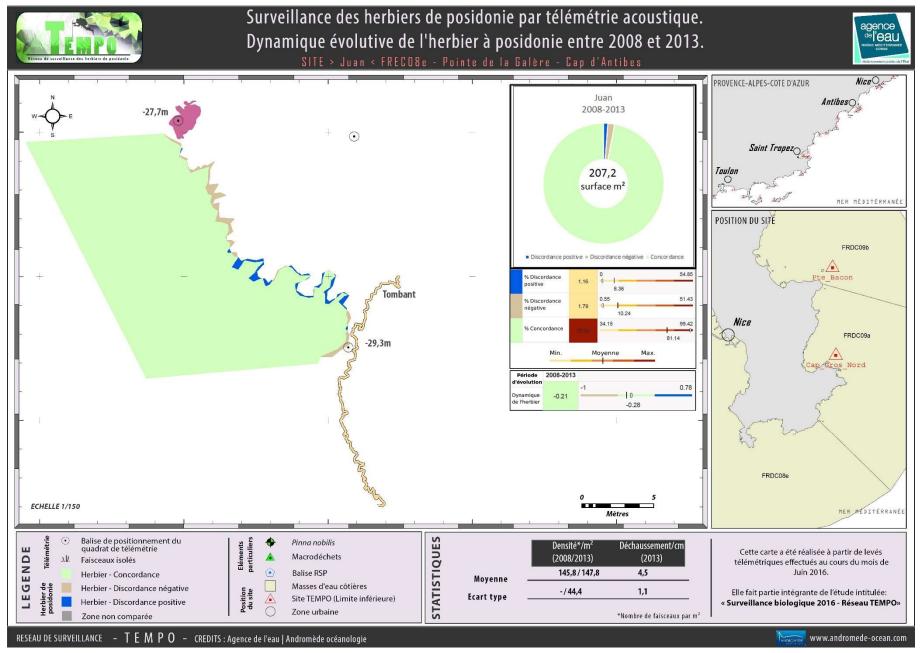


SITE > Juan < FRECO8e - Pointe de la Galère - Cap d'Antibes









IV.I.1.b. Juan PI (masse d'eau FRDC08e) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -28 m, type de limite = régressive, densité de l'herbier à -15 m = 226 faisceaux/ m^2 , moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 506 mm. L'indice BiPo2 est de 0,435 classant le site en moyen état.

Tableau 34 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

					Longueur des
BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	feuilles
0,435	Moyen	0,66	0,21	0,51	0,36

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Juan PI.

Note						
0	1	2	3	4		

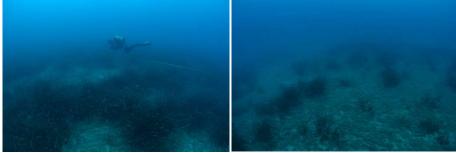


Figure 72 : Site Juan PI à -15m.

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 225,9 \pm 4,6faisceaux par m² (Note 1). Le recouvrement est de 68,5% (Note 3).

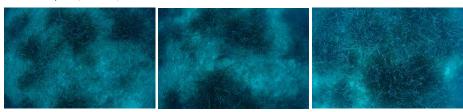


Figure 73 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,04 g MS / faisceau (Note 1).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0 individu / 100m² (Note 0).

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,13 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,03. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 0, soit une note globale de la Box 6 de 1,5: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 1 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 1.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0 individu /m² (Note 1) et l'indice de broutage est de 13% (Note 3) soit une note globale de 2 : la présence d'herbivores est jugée très moyenne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,67 kg WM / 100 m 2 (Note 2), celle de téléostéens piscivores est de 0,59 kg WM / 100 m 2 (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,08 kg WM / 100 m 2 (Note 0).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 3,7 (Note 1).

L'EBQI est de 2,92 avec un indice de confiance de 85,7% classant le site en état mauvais.

Tableau 35 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Juan Pl.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	2
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	0
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	1.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	2
10 – Prédateurs téléostéens	5	2
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 – SRDI	3	1
13 – Oiseaux	1	0

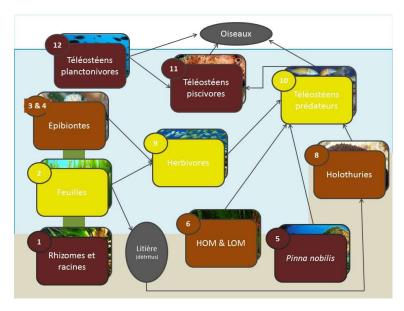


Figure 74 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

Caulerpa taxifolia a été observée dans l'herbier à -15m (frondes de petite taille ; figure ci-contre).



IV.I.1.c. Plage Suveret (masse d'eau FRDC08e) – Limite inférieure et Profondeur intermédiaire

Le site « Plage Suveret » est localisé dans la masse d'eau FREC08e, dans la partie Ouest du golfe de la Napoule.





Figure 75: Nombreuses Alicia mirabilis (2013).

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

L'herbier se développe sur un substrat vaso-sableux. La limite inférieure est peu profonde, franche jusqu'à une dizaine de mètres puis présence de tâches et faisceaux isolés jusqu'à -13 mètres. Les piquets en limite inférieure sont positionnés à -12,8 et -12,2 mètres de fond. Trois piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier entre -11.4 et -11.9 mètres.

L'herbier est fortement épiphyté, les feuilles sont longues (77 mm en moyenne) mais l'herbier est très fragile.

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 146,9 m² etcelle en 2016 est de 140,3 m². Au niveau de la surface comparable du quadrat (144 m²) et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 0,73% de discordance positive, 2,91% de discordance négative et 96,36% de concordanceL'indice d'évolution (-0,6) indique un herbier avec une tendance régressive.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,39) et 2016 (0,39) présentent des valeurs en-dessous de la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA et indiquent un état moyen du site.

Tableau 36 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC08e	FRDC08e	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site		Plage Suveret	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site TEMPO	0.39	0.39	0.27 0.64
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.2	0.2	0.18 0.94 0.59
EQR' Densité	0.32	0.32	0.15 0.65

La limite inférieurefranche en tâches se situe à une profondeur maximale de 13 m. A -13m, la densité en 2016 varie de 80 à 250 faisceaux/m² pour unœdensité moyenne de 170±40,1 faisceaux/m² (169±50 faisceaux/m² en 2013). L'herbier est donc en état mauvais (proche d'un état médiocre) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergentet al., 2008 et Pergent-Martiniet al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergenet al., (1995) la densité est sub-normale inférieure.

Le déchaussement est faible avec une valeur moyenne en 2016 est de $4,6\pm3$ cm $\{1,8\pm1,5$ cm en 2013 $\}$.



La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de80 cm (91±20,6 cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de 77±11 cm (87±17 cm en 2013). Les feuilles sont très longues sur ce site Perturbations observées



Le site se trouve dans une zone sensible: présence plusieurs de aménagements littoraux dont deux ports de part et d'autre du site TEMPO (Théoule sur Mer et port la Rague) et embouchure de cours d'eau provoquant turbidité et envasement. Notons un herbier très épiphyté et la présence de macrodéchets (gros tuyau, pneus et blocs de béton).

Figure 77 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

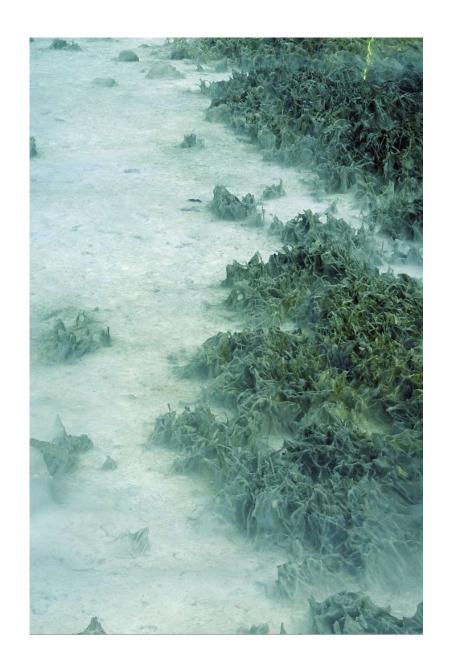
b. Données historiques

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

c. Cartographie du site, évolution et modèle 3D



Figure 76 : Plage Suveret (2013). [1-3] : Limite inférieure de l'herbier ; [4] Tâche d'herbier ; [5] : Piguet 3 [-12.4m] du guadrat de télémétrie : [6] : Piguet 4 (-12.8m).



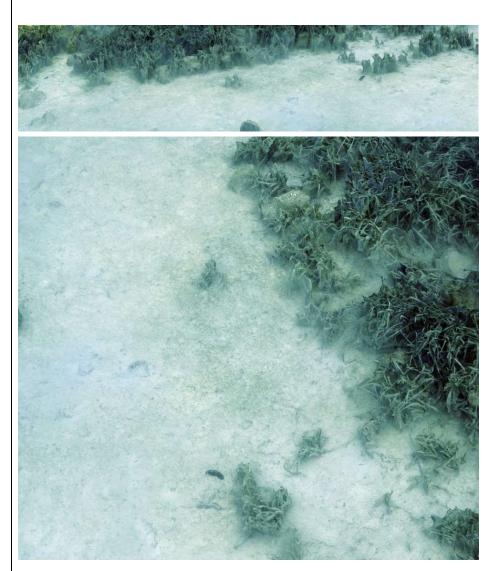
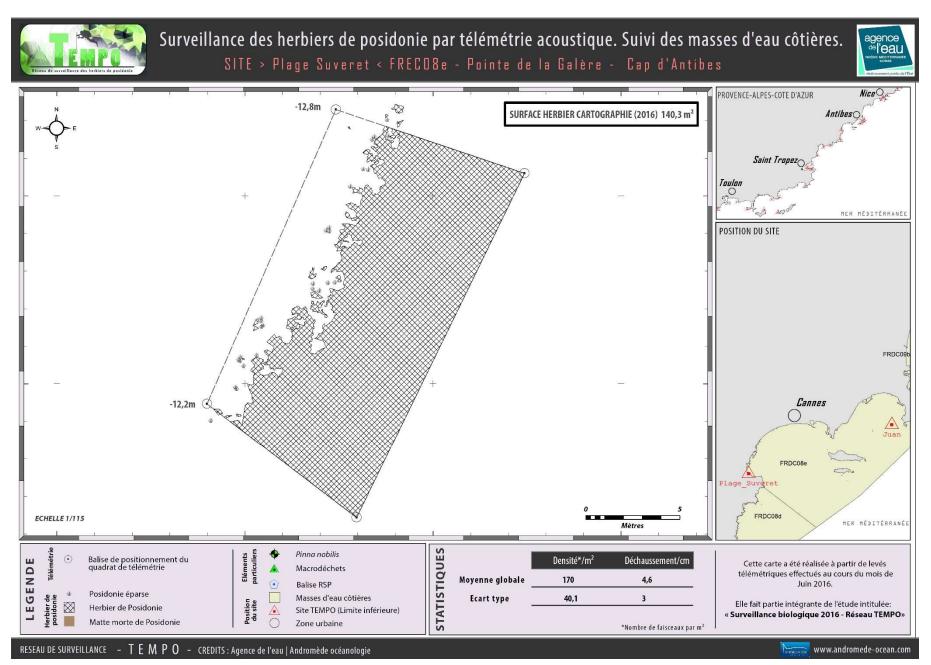
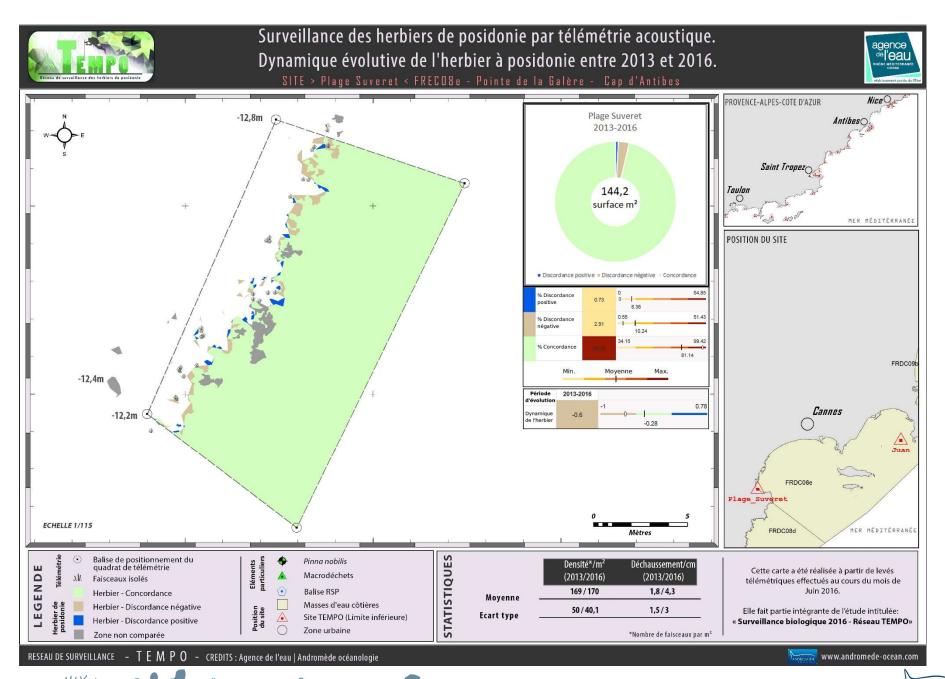


Figure 78 : Vues en 3D - site Plage Suveret (2016).







a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -13 m, type de limite = franche, densité de l'herbier à -15 m = 170 faisceaux/ m^2 , moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 632 mm. L'indice BiPo2 est de 0,4375 classant le site en moyen état.

Tableau 37 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,4375	Moyen	0,25	0,66	0,32	0,52

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -13 mètres sur le site Plage Suveret

Note				
0	1 2 3			

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 170 ± 40 , l'faisceaux par m² (Note 1). Le recouvrement est de 81.7% (Note 3).



Figure 79 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,11 g MS / faisceau (Note 3).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0 individu / 100m² (Note 0).

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,03 individus / m^2 et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0. La note attribuée à la Box 6a est 4 et celle la Box 6b est 0, soit une note globale de la Box 6 de 2: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 3,67 individus / 10 m². La note de la Box 8 est 4.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0,03 individu /m² (Note 1) et l'indice de broutage est de 9,9% (Note 3) soit une note globale de 2 : la présence d'herbivores est jugée très moyenne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,57~kg~WM / $100~m^2$ (Note 2), celle de téléostéens piscivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,22~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0).

► Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 5,7 (Note 2).

L'EBQI est de 4,17 avec un indice de confiance de 85,7% classant le site en état médiocre.

Tableau 38 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Plage Suveret PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	2
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	3
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	0
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	4
9 - Herbivores	5	2
10 – Prédateurs téléostéens	5	2
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 – SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

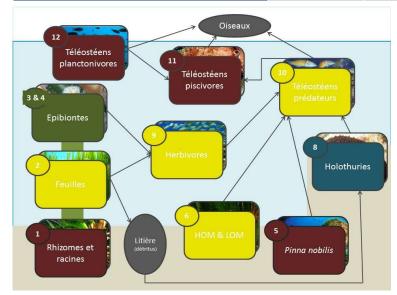
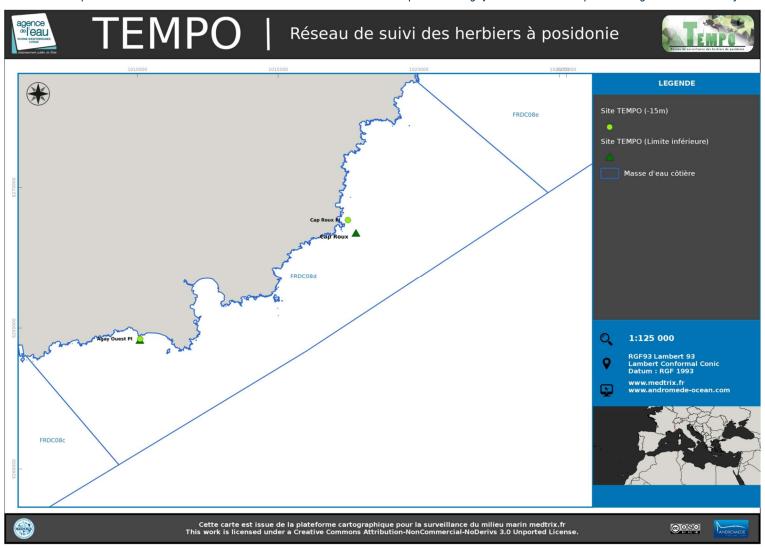


Figure 80 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.J. Masse d'eau FRDC08d

La masse d'eau FRDC08d comprend deux sites TEMPO échantillonnés en 2013 et 2016 : Cap Roux et Agay Ouest. Le site Cap Roux a également fait l'objet d'un suivi en 2008.



IV.J.1.a. Cap Roux (masse d'eau FRDC08d) – Limite inférieure



Figure 81: Cap Roux vu de la mer (2013)

Le site « Cap Roux » a été mis en place en 2008 à l'Est du massif de l'Estérel.

L'herbier se développe sur un fond de sable grossier. Il est très morcelé. Les piquets sont positionnés entre 27 et 29,2 mètres de fond. Trois piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier entre -27,4 et -28,9 mètres.

Le site a été suivi par télémétrie acoustique en 2008 (Descampet al., 2009).

La surface totale d'herbier cartographiéen 2008 était de 14,2 m², celle de 2013 était de 16,7 m² et celle en 2016 est de 25,9 m². La cartographie de 2016 est plus détaillée que les deux suivis précédents à l'intérieur des grandes tâches d'herbier.

Au niveau de la surface comparable (26,66 m²) et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 26,3% de discordance positive, 5,06% de discordance négative et 68,6% de concordance.L'indice d'évolution (0,68) indique un herbier à tendance progressive.

Au niveau de la surface comparable [18,81 m²] et pour la période 2008-2013 on observe sur ce site 24,3% de discordance positive, 11,54% de discordance négative et 64,17% de concordance. L'indice d'évolution [0,36] indique un herbier à tendance progressive.

Au niveau de la surface comparable (26,9 m²) et pour la période 2008-2016 on observe sur ce site 54,8% de discordance positive, 6,77% de discordance négative et 38,38% de concordance.L'indice d'évolution (0,78) indique un herbier à tendance progressive.

L'herbier présente sur le site TEMPO « Cap Roux » une concordance positive entre 2008 et 2016 traduisant une progression de l'herbier sur le site depuis huit ans. La progression la plus importante d'herbier s'est faite entre 2013 et 2016.

De nombreuses Pinna nobilis, des bancs de mendoles (Spicara smaris) et des murènes (Muraena helena) sont rencontrés. Caulerpa cylindracea est présente sur le site.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2008 (0,64) et 2013 (0,58) présentent des valeurs proches de la valeur maximale relevée en région PACA tandis que l'EQR de 2016 (0,53) est proche de la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. En 2008 et 2013 les EQR indiquent un état bon du site tandis qu'en 2016 il est moyen. Cette diminution des EQR est liée à la densité de faisceaux qui elle-même diminue au cours des suivis.

Tableau 39 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	PACA			
Masse d'eau côtière	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	Échelle de comparaison Région PACA		
Nom Site	Cap Roux	Cap Roux	Fig. 1970	Légende		
Année	2016	2013	2008			
EQR Site TEMPO	0.53	0.58	0.64	0.27 0.64		
				0.49		
EQR'				0.21 0.89		
Typologie	0.66	0.66	0.66	0.54		
EQR'				0.18 0.94		
Profondeur	0.64	0.64	0.64	0.59		
EQR' Densité	0.29	0.43	0.62	0.15 0.65 0.33		



La limite inférieure franche en tâches se situe à une profondeur de -27,5 m.

A -29m, la densité en 2016 varie de 50 à 300 faisceaux/m² pour une densité moyenne de 147 ± 64 faisceaux /m² (204 ±71 faisceaux /m² en 2013 à -28m et 269 faisceaux /m² en 2008). L'herbier est donc en état normal en 2016, très proche d'un bon état (bon en 2013 et excellent en 2008) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent et al., [1995] la densité est normale en 2016 ainsi que les autres années de suivi.

Le déchaussement est faible avec une valeur moyenne en 2016 est de $1\pm1,1$ cm $[0.4\pm0.83$ cm en 2013].

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de $76\pm2,3$ cm ($67\pm9,5$ cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de $65,3\pm0,6$ cm ($65\pm9,6$ cm en 2013). Les feuilles sont relativement longues sur le site.

b. Perturbations observées



L'herbier est situé dans une zone exempte de tout impact anthropique majeur, dans la zone du cantonnement de pêche. Présence de l'espèce invasive Caulerpa cylindracea, observée dès 2008 et lors des suivis postérieurs.

Figure 82 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

c. Données historiques

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

Ce site TEMPO est localisé au sein du site Natura 2000 FR9301628 de l'Estérel dans lequel l'herbier à posidonie est suivi pour évoluer son état de conservation. L'herbier du site TEMPO « Cap Roux » montre une stabilité entre 2008 et 2016.

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D



Figure 83 : Cap Roux (2013). [1] : Piquet 2 (-27m) du quadrat de télémétrie ; [2-4] : Tâches d'herbier de posidonie : [5.6] : Mendoles (Spicara smaris) sur le site.

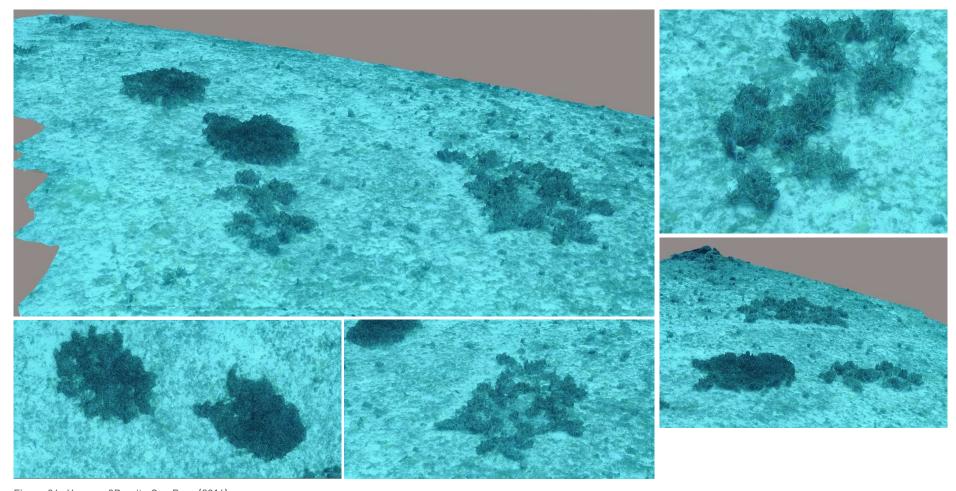
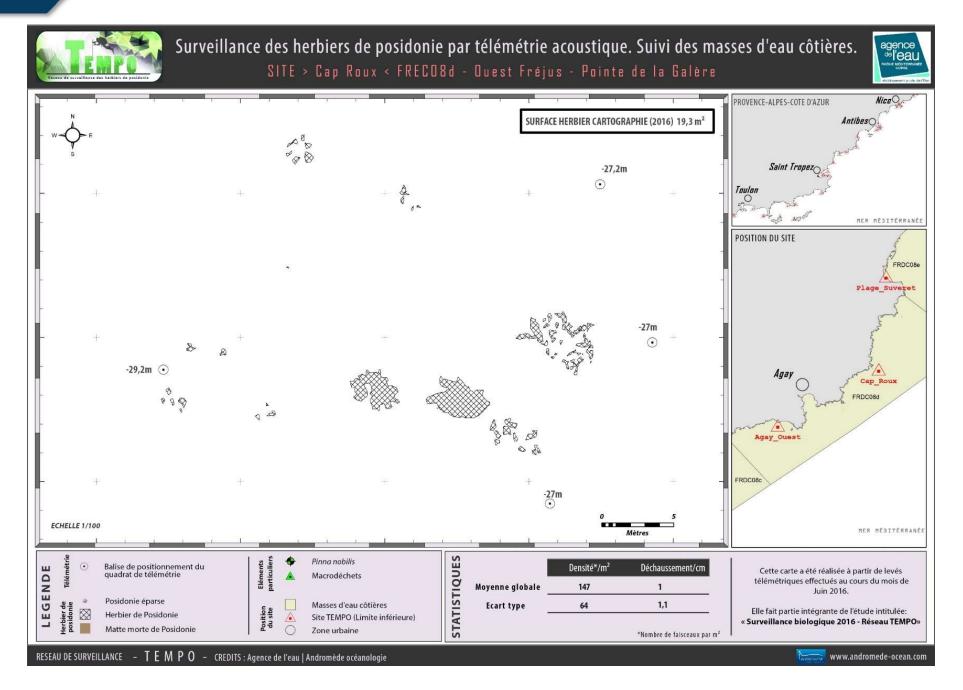
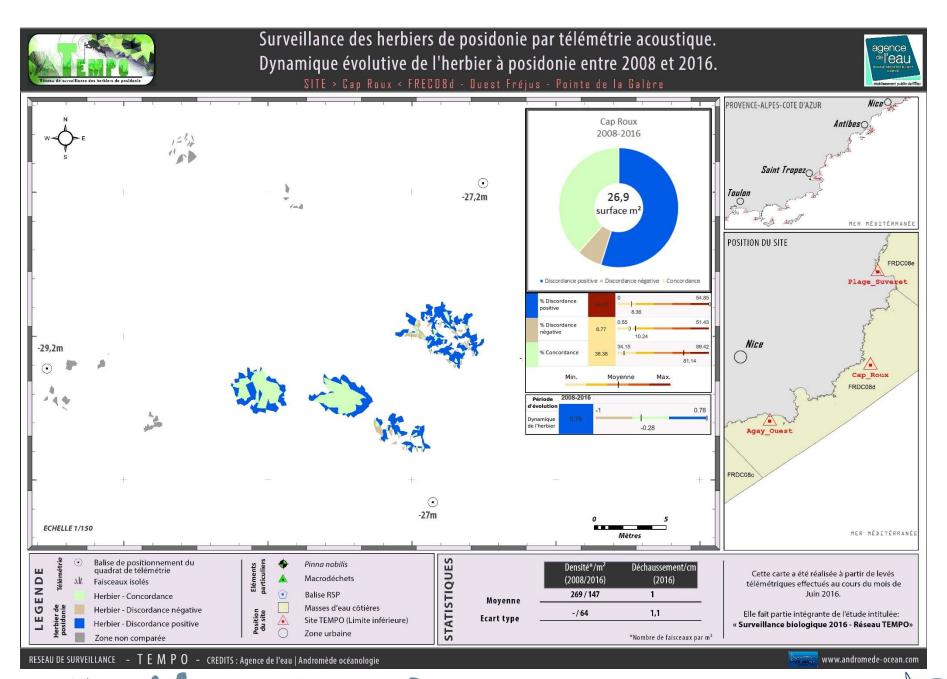
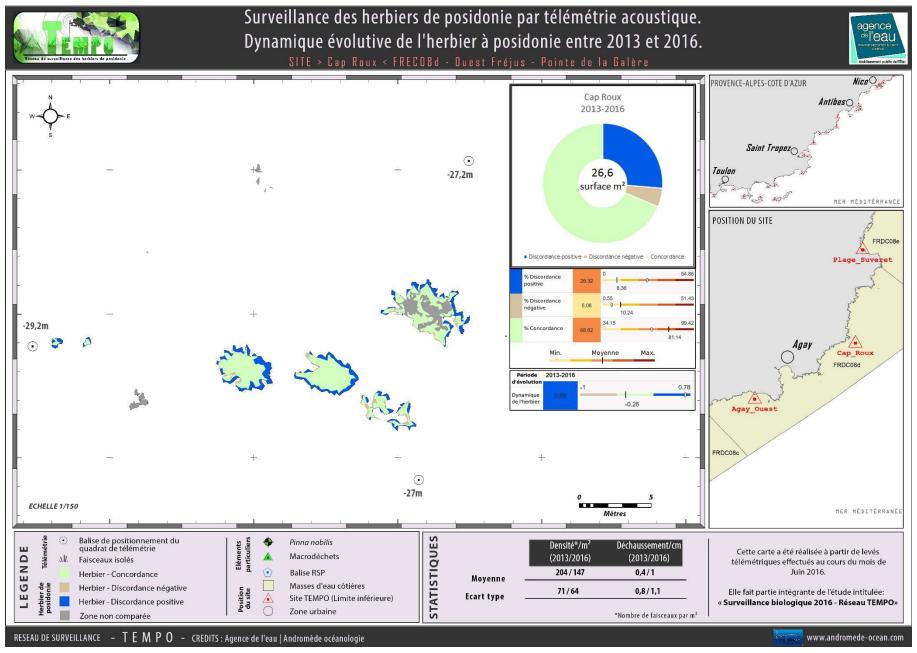


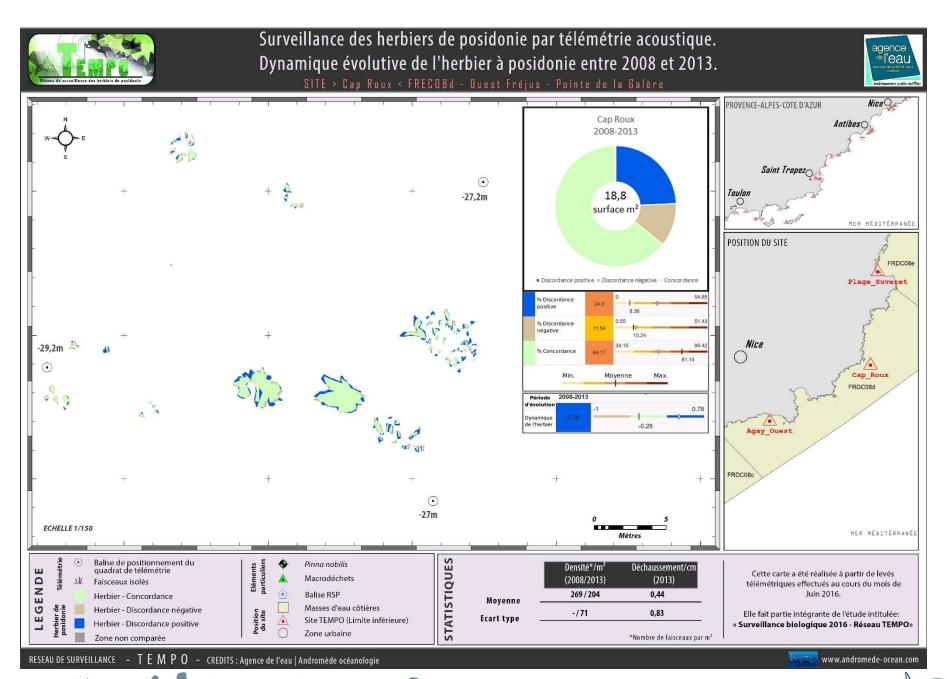
Figure 84 : Vues en 3D - site Cap Roux (2016).











IV.J.1.b. Cap Roux PI (masse d'eau FRDC08d) – Profondeur intermédiaire

a. PREI

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur le site Cap Roux la limite inférieure franche en tâches se situe à une profondeur maximale de -27,5 mètres.

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15 mètres, la densité en 2016 sur la station varie de 175 à 537 faisceaux/ m^2 pour une densité moyenne de 327,5 \pm 93 faisceaux / m^2 . L'herbier est en état normal en 2016 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; La densité estnormale (Pergent et al., 1995).

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires. A -15 mètres sur la station Cap Roux le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 4 à 13 pour unevaleur moyenne de 6.3 ± 2.5 feuilles/faisceaux.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont des adultes (n=64 soit 50,8 % des feuilles) et des intermédiaires (n=61 soit 48,4%). Une seule feuille juvénile a été relevée. Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante : SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Cap Roux PI : SF= 407,4 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Cap Roux PI : E/L= 0,12

Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante EQR = [EQR'+0.11]/[1+0.1]

Sur la station Cap Roux PI : EQR= 0,751 avec EQR'= 0,715

N densité = 0.49

N SF=0,88

N(E/L) = 0.438

N limite inférieure = 0,704

L'EQR (0,751) calculé sur la station Cap Roux PI en juin 2016 indique un état écologique excellent. En 2012 un site avait été prospecté dans la même masse d'eau à Saint Raphael par l'IFREMER⁵ et montrait un site en bon état avec des valeurs similaires à celles relevées en 2016 à la profondeur intermédiaire.

Tableau 40 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice PREI (campagne 2016 menée par Andromède et 2012 par l'IFREMER.

		Profondeur intermédiaire (-15 m)		Limite inférieure				
Station	Année	Densité (faisceaux/ m²)	Surface foliaire (cm²/faiscea u)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	EQR (PREI)	Classe
Cap_Roux PI	2016	327,5	407,5	0,12	27,5	Franche	0,75	Excellent
Saint Raphael	2012	330,9	369,9	0,14	25	Progressive	0,703	Bon

⁵ Sargian, P., Andral, B., & Derolez, V. (2013). Réseaux de surveillance DCE-Campagne 2012-District «Rhône et côtiers méditerranéens». Contrat IFREMER/STARESO/AERMC132p.

Une langouste Palinurus elephas) a été observée dans l'herbier.

b. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -28 m, type de limite = franche, densité de l'herbier à -15 m = 327,5 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 676 mm. L'indice BiPo2 est de 0,662 classant le site en moyen bon.

Tableau 41 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,6625	Bon	0,66	0,66	0,75	0,58

c. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site J PI.

Note				
0	1	2	3	4

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 327,5 \pm 93faisceaux par m^2 (Note 2). Le recouvrement est de 93% (Note 4).

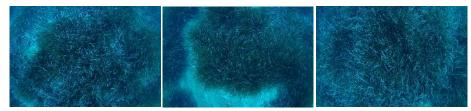


Figure 85 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,25 g MS / faisceau (Note 4).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 2,5 individus / 100m² (Note 3) d'une taille moyenne de 38 cm.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 1,1 individus / m^2 et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,03. La note attribuée à la Box 6a est 2 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 1,5 : selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 0 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 1.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0,13 individu $/m^2$ (Note 3) et l'indice de broutage est de 11,4% (Note 3) soit une note globale de 2: la présence d'herbivores est jugée très bonne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,49~kg~WM / $100~m^2$ (Note 1), celle de téléostéens piscivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,11~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 5,3 (Note 2).

L'EBQI est de 4,72 avec un indice de confiance de 85,7% classant le site en état moyen.



Tableau 42 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 - Site Cap Roux PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	3
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	4
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	3
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	1.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	3
10 – Prédateurs téléostéens	5	1
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 - SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

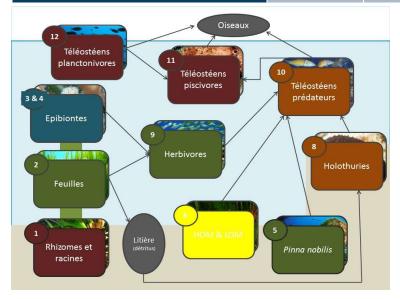


Figure 86 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.J.1.c. Agay Ouest (masse d'eau FRDC08d) – Limite inférieure

Le site Agay Ouest est localisé dans la masse d'eau FREC08d, au large de la pointe de Pierre Blave, à l'Ouest de la rade d'Agay.

L'herbier se développe sur un fond meuble. Quatre piquets sont ancrés entre -22,9 et -25,5 mètres. Trois piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier entre -23,4 et -24,3 mètres.



La surface totale d'herbier Figure 87: Agay vue de la mer cartographié en 2013 était de 142,95 m² etcelle en 2016 est de 145,9 m².

Au niveau de la surface comparable du quadrat (146,8 m²) et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 4% de discordance positive, 0,65% de discordance négative et 95,3% de concordance.L'indice d'évolution (0,72) indique un herbier avec une tendance progressive, à confirmer lors du prochain suivi.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,56) et 2016 (0,58) présentent des valeurs supérieures à celle de la moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Sur les deux années les EQR indiquent un état bon du site.

La limite inférieure franche naturelle se situe à une profondeur moyenne de 24 mètres.

A -24 m, la densité en 2016 varie de 150 à 325 faisceaux/m² pour unedensité moyenne de 245±58,9 faisceaux/m² (223±76,4 faisceaux/m² en 2013). Sur les deux années, l'herbier est donc en bonétat compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995) la densité est normale inférieure.

Le déchaussement est moyen avec une valeur moyenne en 2016 est de $6,3\pm1,8$ cm $[4,9\pm2,4$ cm en 2013].

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de $66,6\pm11,511$ cm ($84\pm20,7$ cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de $56\pm7,6$ cm ($77\pm20,5$ cm en 2013). Les feuilles sont longues sur ce site, un peu plus courtes en 2016 qu'en 2013.

Tableau 43 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC08d	FRDC08d	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Agay Ouest	Agay Ouest	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site	0.56	0.58	0.27 0.64
TEMPO	10.00		0.49
EQR'	0.66	0.66	0.21 0.89
Typologie	0.00	0.00	0.54
EQR'	0.51	0.51	0.18 0.94
Profondeur	0.51	0.51	0.59
EQR'		0.70	0.15 0.65
Densité	0.5	0.56	0.33

b. Perturbations observées

Nous n'avons pas relevé de perturbation particulière sur ce site.

Figure 88: Vue aérienne et emplacement du site (source: Bing, 2013).



c. Données historiques

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

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

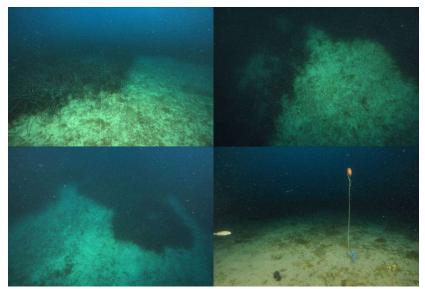
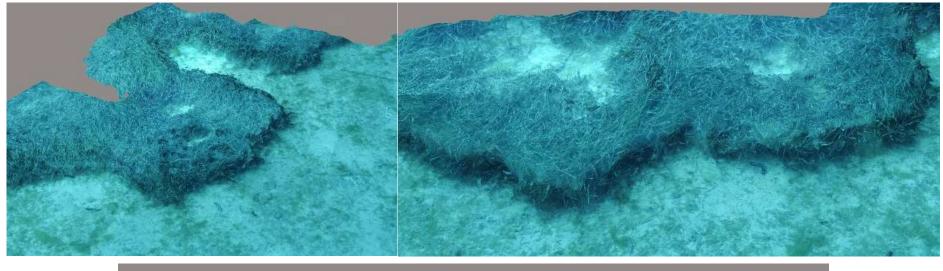


Figure 89 : Agay Ouest (2013). Limite inférieure franche de l'herbier à posidonie.

Des vues en 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.





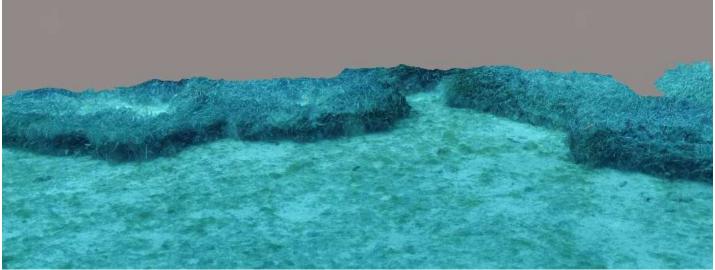


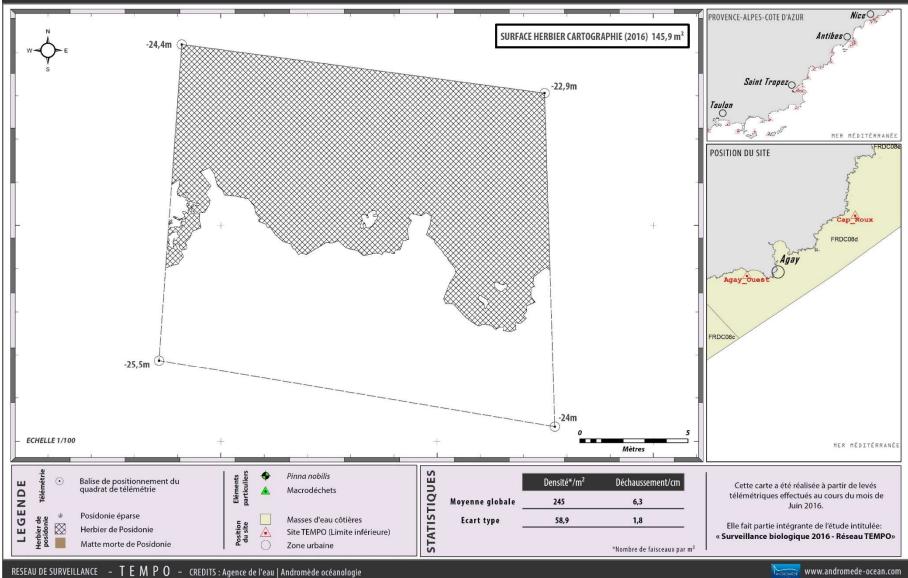
Figure 90 : Vues en 3D - site Agay Ouest (2016).

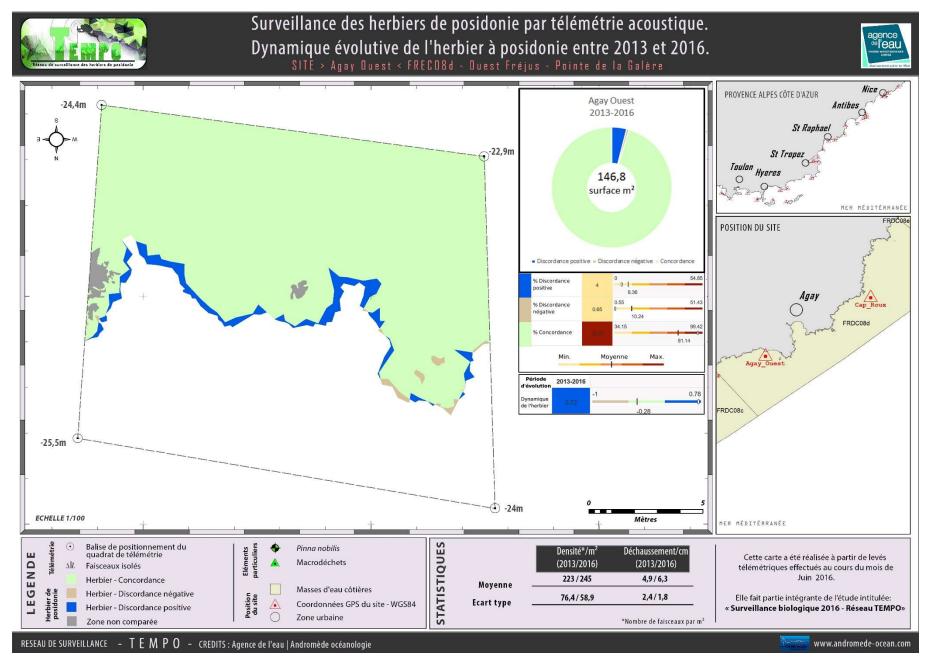
Resour de surveillance des heibiers de posicionie

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



SITE > Agay Ouest < FRECO8d - Ouest Fréjus - Pointe de la Galère





IV.J.1.d. Agay Ouest PI (masse d'eau FRDC08d) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -24 m, type de limite = franche, densité de l'herbier à -15 m = 219 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 489 mm. L'indice BiPo2 est de 0,498 classant le site en moyen état.

Tableau 44 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,4975	Moyen	0,51	0,66	0,48	0,34

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Agay Ouest

Note					
0	1	2	3	4	

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 219 ± 75 faisceaux par m² (Note 1). Le recouvrement est de 95.4% (Note 4).



Figure 91 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,05 g MS / faisceau (Note 1).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 2 individus / 100m² (Note 0), leur taille moyenne est de 31 cm.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,2 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 1,7. Tous les bryozoaires observés étaient de type encroûtant. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 2, soit une note globale de la Box 6 de 2,5: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est bonne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 2 individus / 10 m². La note de la Box 8 est 4.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0 individu $/m^2$ (Note 0) et l'indice de broutage est de 16,7% (Note 3) soit une note globale de 1,5: la présence d'herbivores est jugée très moyenne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de $0,18 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de $0 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de $0,28 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 6,1 (Note 2).

L'EBQI est de 3,4 avec un indice de confiance de 85,7% classant le site en état mauvais.

Tableau 45 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Agay Ouest PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	2.5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	3
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2.5
7 - Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	4
9 - Herbivores	5	1.5
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 – SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

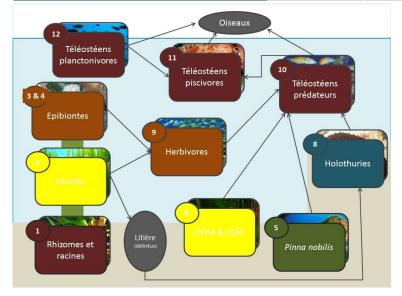
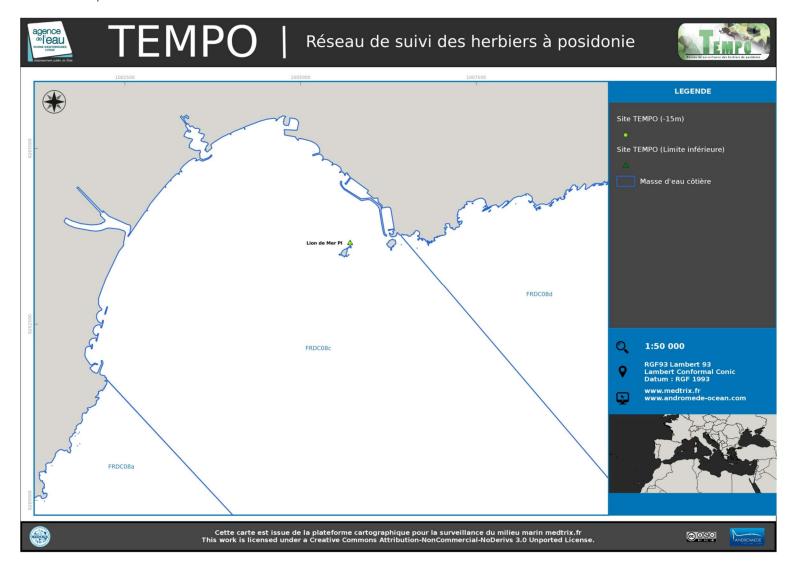


Figure 92 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.K. Masse d'eau FRDC08c

La masse d'eau FRDC08c comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Lion de mer.





IV.K.1.a.Lion de mer (masse d'eau FRDC08c) – Limite inférieure et Profondeur intermédiaire



Figure 93 : Site Lion de mer (2013).

Le site « Lion de mer » est localisé dans la masse d'eau FREC08c, face au port de Saint Raphaël.

Le fond est constitué de matte morte de posidonie. La limite inférieure est peu profonde (environ -15 mètres). Jusqu'à -14 mètres la limite est assez franche (sur fond de matte morte) puis des tâches plus isolées sont rencontrées jusqu'à 16 mètres de fond.

Deux piquets sont situés dans l'herbier à -13.5 et -11.8 mètres et deux autres en limite

des taches d'herbier à -16 et -15 mètres de fond (à proximité de roches). Trois piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier entre -13,3 et -14,5 mètres.

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 127,1 m² etcelle en 2016 est de 134 m². Au niveau de la surface comparable du quadrat (129,1m²) et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 2,63% de discordance positive, 1,5% de discordance négative et 95,8% de concordance.L'indice d'évolution (0,26) indique un herbier stable avec quelques zones de progression à confirmer lors du prochain suivi.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,32) et 2016 (0,27) présentent des valeurs très proches à celle de la valeur minimale régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Sur les deux années les EQR indiquent un état médiocre du site.

La limite inférieurerégressive se situe à une profondeur de -15 m.

A -15, la densité en 2016 varie de 50 à 295 faisceaux/m² pour unœlensité moyenne de 202,5±54,2 faisceaux /m² (245,7±79 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en état médiocre en 2016 et en 2013 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010.

D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995) la densité est subnormale inférieure en 2016 et 2013.

Le déchaussement est moyen avec une valeur moyenne en 2016 est de $6,7\pm4,8$ cm $\{7,5\pm3$ cm en 2013 $\}$.

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de 92 ± 1.2 cm [101 ± 10.2 cm en 2013]. Celle de la seconde plus grande feuille est de 83.3 ± 5.1 cm [96 ± 11.6 cm en 2013]. Les feuilles sont très longues sur ce site.

Tableau 46 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA			
Masse d'eau côtière		FRDC08c	Région PACA		
Nom Site	Lion de Mer	Lion de Mer	Légende		
Année	2013	2016			
EQR Site TEMPO	0.32	0.27	0.27 0.64		
EQR' Typologie	0.21	0.21	0.21 0.89		
EQR' Profondeur	0.18	0.18	0.18 0.94 0 0.59		
EQR' Densité	0.57	0.43	0.15 0.65		

b. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -15 m, type de limite = régressive, densité de l'herbier à -15 m = 202 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 655 mm. L'indice BiPo2 est de 0,37 classant le site en moyen état.

Tableau 47 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,37	Moyen	0,28	0,21	0,43	0,56

c. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Lion de Mer.

Note				
0	1	2	3	4



Figure 94 : Site Lion de mer PI à -15m. Présence de grandes nacres (Pinna nobilis) et d'algues filamenteuses sur les roches et la matte morte.

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de $202,5 \pm 54,2$ faisceaux par m² (Note 1). Le recouvrement est de 66,5% (Note 3).



Figure 95 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,24 g MS / faisceau (Note 3).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 1 individu / $100m^2$ (Note 2) dont la taille moyenne est 35 cm.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,6. La note attribuée à la Box 6a est 4 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2,5: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 1 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 4.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0,37 individu $/m^2$ (Note 1) et l'indice de broutage est de 1% (Note 1) soit une note globale de 2: la présence d'herbivores est jugée très moyenne.

La densité de téléostéens prédateurs est de $0,05 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 2), celle de téléostéens piscivores est de $0 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de $1,12 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 1).

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 3,8 (Note 1).

L'EBQI est de 3,82 avec un indice de confiance de 85,7% classant le site en état médiocre.

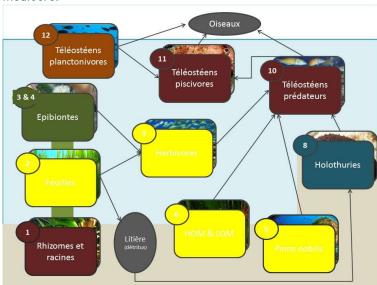


Figure 96 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'FBQL

Tableau 48 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 - Site Lion de mer Pl.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	2
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	3
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	2
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	4
9 - Herbivores	5	2
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	1
9 - 12 - SRDI	3	1
13 – Oiseaux	1	0

d. Perturbations observées

L'eau est turbide et le site est localisé à proximité du port de St Raphaël. En 2016 des algues filamenteuses étaient présentes sur l'ensemble du site.

Figure 97 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)



e. Données historiques

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

f. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.

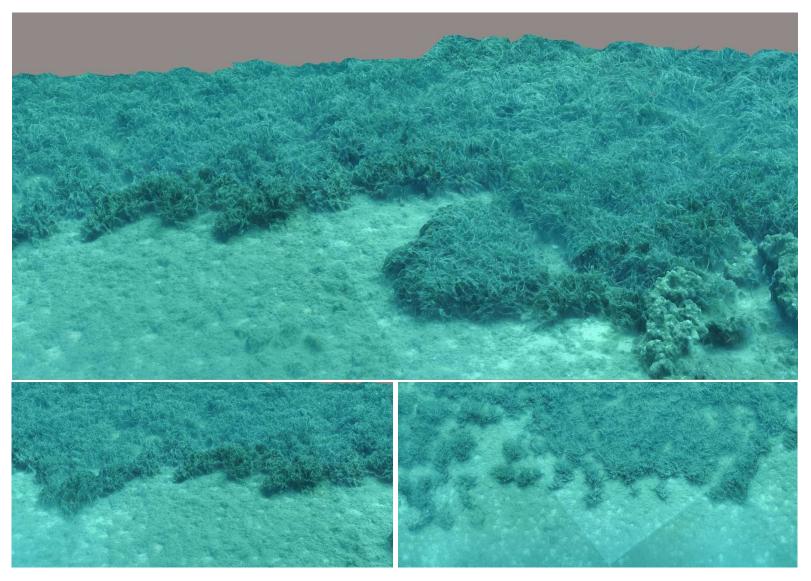
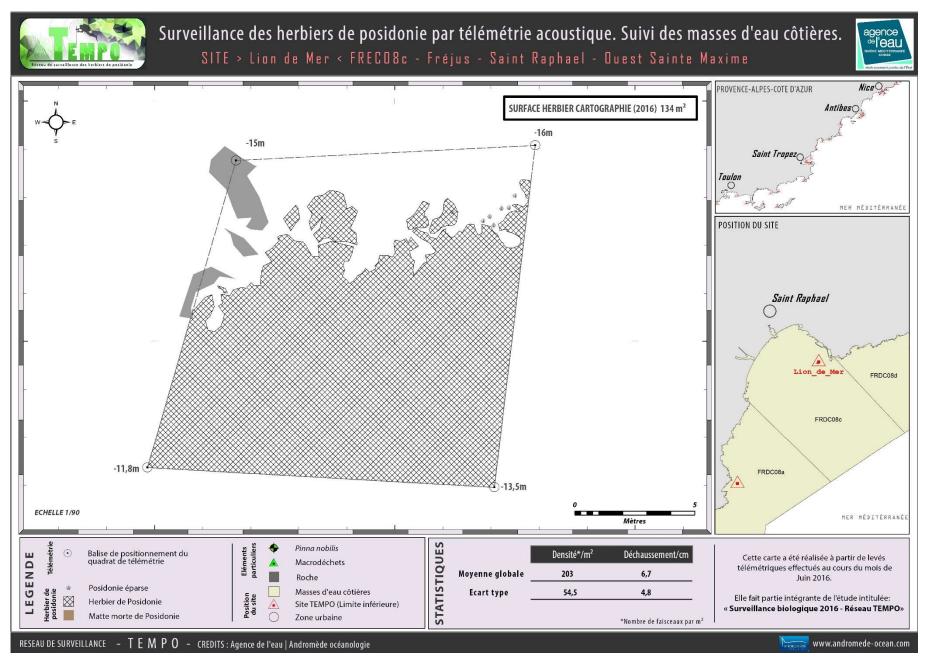


Figure 98 : Vues en 3D - site Lion de mer (2016).

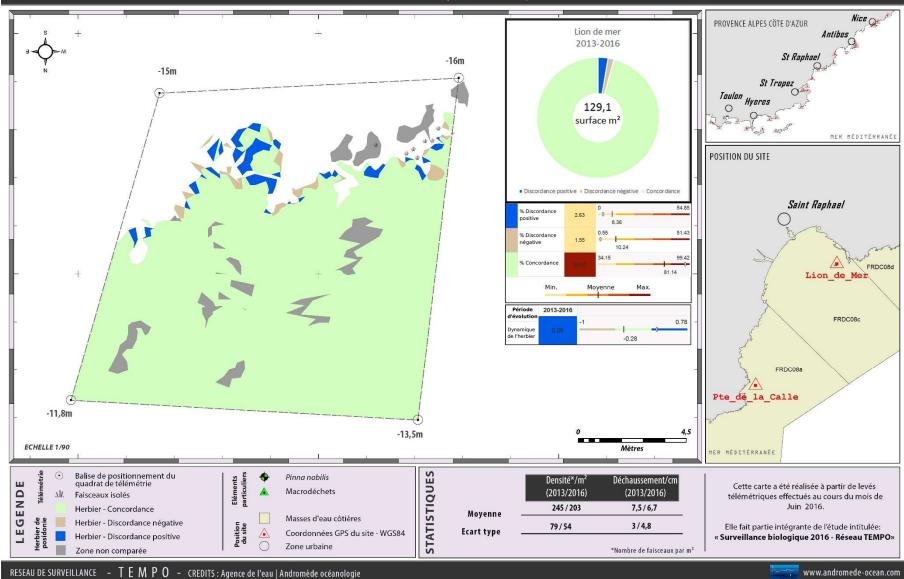




Tetres de serveillance des herbies de patidante

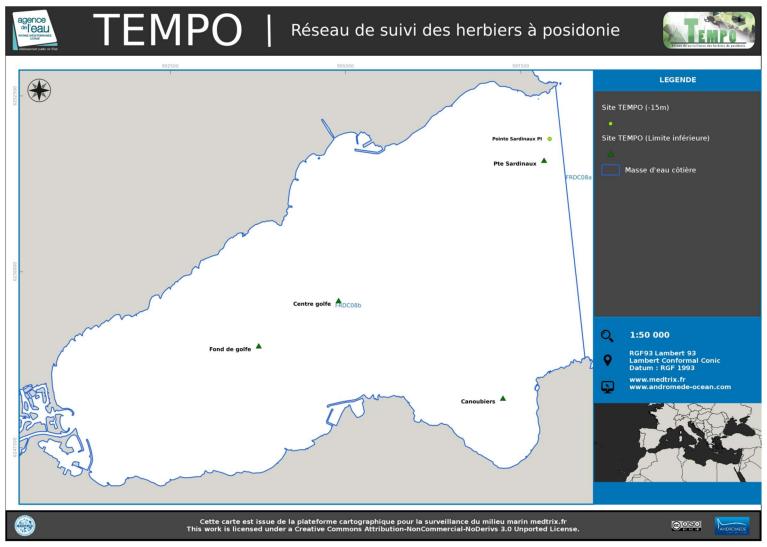
Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2013 et 2016. SITE > Lion de Mer < FRECOBC - Fréjus - Saint Raphael - Quest Sainte Maxime





IV.L. Masse d'eau FRDC08b

La masse d'eau FRDC08b comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Pointe Sardinaux. Les trois autres sites TEMPO présents dans le golfe de Saint Tropez ne sont pas cartographiés dans le cadre des réseaux de surveillance mais pour la communauté de communes du golfe de Saint Tropez.



IV.L.1.a. Pointe Sardinaux (masse d'eau FRDC08b) -Limite inférieure

Nord du golfe de St Tropez.

Le site « Pointe Sardinaux » est présent

dans la masse d'eau FREC08b, à l'entrée

L'herbier se développe sur un fond de matte

morte et de sable. Les piquets sont

positionnés entre -26,4 et -29,6 mètres de fond. Quelques affleurements rocheux sont présents dans l'herbier. Trois piquets « permanents » sont ajoutés entre -27,6 et -29,2 mètres. Une grande nacre vivante

avait été observée à proximité d'un des

piquets permanents en 2013; en 2016 elle

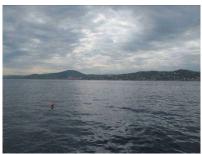


Figure 99 : Site de la pointe Sardinaux, au Nord du golfe de St Tropez (2013).

était morte (couchée).

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 102,9 m² etcelle en 2016 est de 102,7 m². Au niveau de la surface comparable du quadrat et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 0,82% de discordance positive, 1,04% de discordance négative et 98,14% de concordance. L'indice d'évolution (-0,12) indique un herbier stable.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,55) et 2016 (0,54) présentent des valeurs au-dessous de la valeur moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Sur les deux années les EQR indiquent un état moyen du site.

La limite inférieure franche naturelle se situe à une profondeur de 28,4 m.

A -28m, la densité en 2016 varie de 50 à 250 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 137,3±4,7 faisceaux /m² (157,6±37,8 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en état normal en 2016 et 2013 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergentet al., 2008 et Pergent-Martiniet al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995) la densité estnormale en 2016 ainsi que les autres années de suivi.

Le déchaussement est faible avec une valeur moyenne en 2016 est de4,7±2,6 cm (6,2±1,9 cm en 2013).

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de35,7±5 cm (71,6±3 cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de31±2,5cm (67,3±6,8 cm en 2013). Les feuilles sont bien plus courtes en 2016 gu'en 2013.

Tableau 49 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC08b	FRDC08b	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Pte Sardinaux	Pte Sardinaux	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site	0.55	0.54	0.27 0.64
TEMPO			0.49
EQR'	0.66	0.66	0.21 0.89
Typologie			0.54
EQR' Profondeur	0.68	0.68	0.18 0.94
Projondeur			0.59
EQR'	0.31	0.28	0.15 0.65
Densité	0.51	5.20	0.33



b. Perturbations observées



Le site est présent dans une zone relativement préservée. A noter la présence d'une ligne de pêche abandonnée vue lors de la plongée en 2013 et absente en 2016.

Figure 101 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

c. Données historiques

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

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 2D et 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.

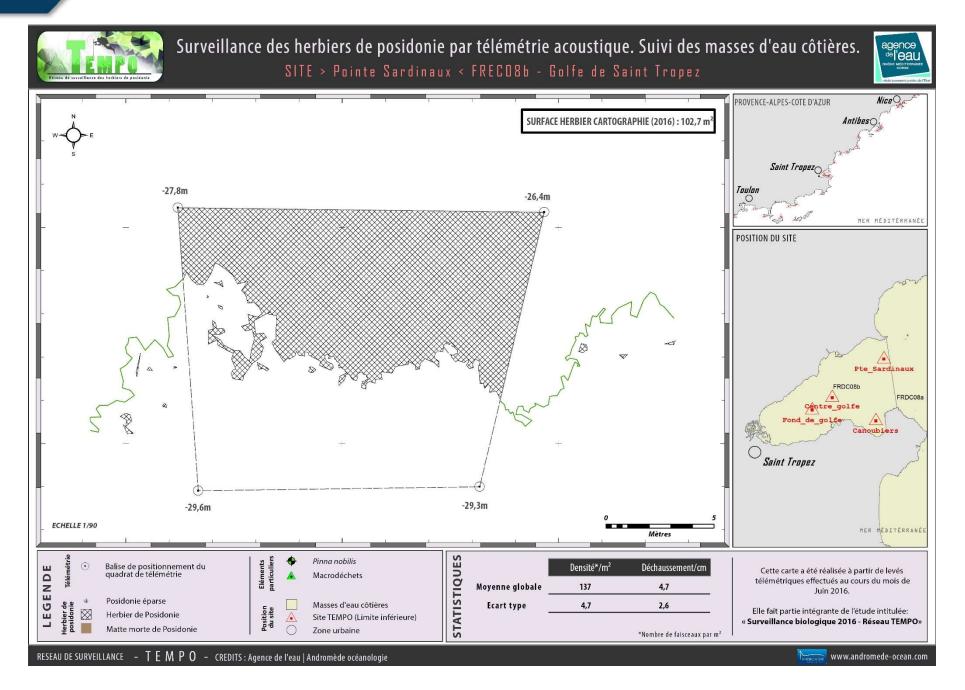




Figure 100 : Pointe Sardinaux (2013). [1] : Limite inférieure ; [2] : Grande Nacre (Pinna nobilis) ; [3] : Piquet 2 (-26.4m) du quadrat ; [4-6] : Vue d'ensemble de la limite inférieure de l'herbier.

Figure 103 : Vues en 3D - site Pointe Sardinaux (2016).

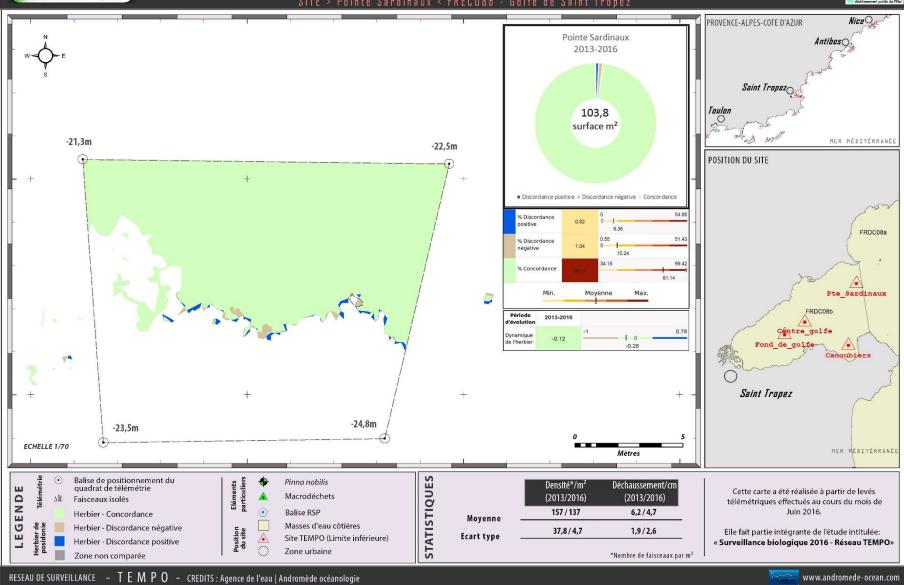






Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2013 et 2016.





IV.L.1.b. Pointe Sardinaux PI (masse d'eau FRDC08b) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -28 m, type de limite = franche, densité de l'herbier à -15 m = 258 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 644 mm. L'indice BiPo2 est de 0.61 classant le site en bon état.

Tableau 50 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

					Longueur des
BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	feuilles
0,6125	Bon	0,66	0,66	0,59	0,54





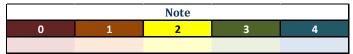
Figure 104 : Site Pointe Sardinaux PI à -15m. L'herbier se trouve en mosaique sur un substrat rocheux. Nous y observons des grandes nacres (Pinna nobilis), des murènes (Muraena helena), de nombreuses algues et bryozoaires.



Figure 105 : Site Pointe Sardinaux PI à -15m.

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Pointe Sardinaux PI.



Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 257,5 \pm 67,5faisceaux par m² (Note 2). Le recouvrement est de 23,73% (Note 1).



Figure 106 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,15 g MS / faisceau (Note 3).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 3 individus / 100m² (Note 3). Leur taille moyenne était de 33 cm.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,46 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 2,3. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 2, soit une note globale de la Box 6 de 2,5: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est bonne.

── Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 1 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 4.

Box 9 : Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0 individu $/m^2$ (Note 1) et l'indice de broutage est de 34% (Note 4) soit une note globale de 2 : la présence d'herbivores est jugée très moyenne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,68~kg~WM / $100~m^2$ (Note 2), celle de téléostéens piscivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,31~kg~WM / $100~m^2$ (Note 1).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 7,3 (Note 2).

L'EBQI est de 4,76 avec un indice de confiance de 85,7% classant le site en état moyen.

Tableau 51 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 - Site Pointe Sardinaux PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	1.5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	3
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	3
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	4
9 - Herbivores	5	2.5
10 – Prédateurs téléostéens	5	2
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0.5
9 - 12 – SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0



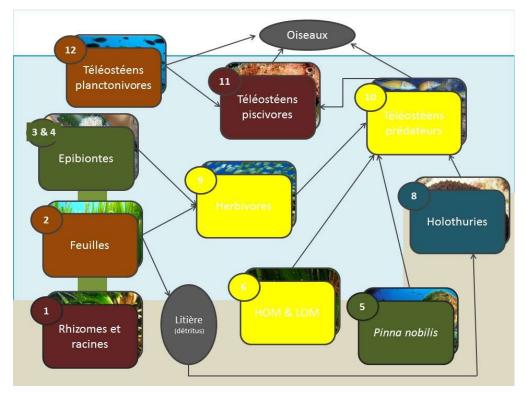
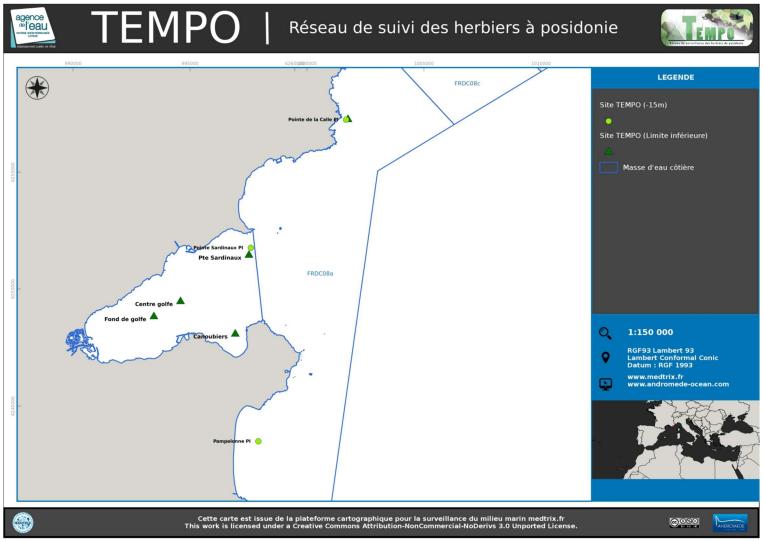


Figure 107 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.M. Masse d'eau FRDC08a

La masse d'eau FRDC08a comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Pointe de la Calle. De plus nous avons ajouté un site à -15 mètres face à la plage de Pampelonne PI.





IV.M.1.a. Pointe de la Calle (masse d'eau FRDC08a) – Limite inférieure



Figure 108 : Pointe de la Calle, au large de Fréjus (2013).

Le golfe de Fréjus est délimité de part et d'autre par le massif des Maures au Sud et par le massif de l'Estérel au Nord. Le site « Pointe de la Calle » est présent dans la partie Nord de la masse d'eau FREC08a.

L'herbier se développe sur un fond de matte morte et de détritique côtier. Les piquets sont positionnés entre -21,3 et -24,8 mètres de fond. Trois piquets « permanents » sont ajoutés entre -22,9 et -23,9 mètres dans l'herbier continu qui laisse place à des taches et faisceaux très clairsemés.

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 68,2m² etcelle en 2016 est de 61 m². La cartographie de 2016 est plus détaillée dans la zone en aval de la limite inférieure grâce à la photogrammétrie. Au niveau de la surface comparable (64,19 m²) et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 6,5% de discordance positive, 7,1% de discordance négative et 86,4% de concordance. L'indice d'évolution (-0,04) indique un herbier stable.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,43) et 2016 (0,4) présentent des valeurs au-dessous de la valeur moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Sur les deux années les EQR indiquent un état moyen du site.

La limite inférieure clairse mée naturelle se situe à une profondeur de 24 m.

A -23m, la densité en 2016 varie de 50 à 250 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 113±50 faisceaux /m² (177±48,8 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en état médiocre en 2016 (normal en 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent al., (1995) la densité est subnormale inférieure en 2016 (normal en 2013).

Le déchaussement est moyen avec une valeur moyenne en 2016 est de $6,7\pm0,9$ cm $[4,4\pm2$ cm en 2013].

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est $de65\pm10.5$ cm $(86\pm2.6$ cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est $de58\pm10.3$ cm $(76\pm5.1$ cm en 2013). Les feuilles sont plus courtes en 2016 qu'en 2013.

Tableau 52 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA		
Masse d'eau côtière	FRDC08a	FRDC08a	Échelle de comparaison Région PACA	
Nom Site	Pte de la Calle	Pte de la Calle	Légende	
Année	2013	2016		
EQR Site TEMPO	0.43	0.4	0.27 0.64	
EQR' Typologie	0.44	0.44	0.21 0.89	
EQR' Profondeur	0.51	0.51	0.18 0.94	
EQR' Densité	0.34	0.25	0.15 0.65	

b. Perturbations observées



On trouve de part et d'autre de la pointe de la Calle deux ports : Tonic et Ferrol. On note une forte turbidité sur ce site.

Figure 109 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing,

2013).

c. Données historiques

Le site RSP « Aygulf » est présent à 3,5 km au Nord-Est du site TEMPO « Pte de la Calle », au large de la Pointe de St Aygulf (extrémité Nord de la masse d'eau). Le balisage est situé à une profondeur moyenne de -17,7 mètres. Il a été mis en place en 1985 et le dernier suivi a été effectué en 2004. Les observations ont confirmé la poursuite de la régression de l'herbier sur la limite inférieure jusqu'en 2001 (retrait de l'herbier de 0,90 à 2,50 mètres des balises). La régression chronique sur ce site était liée à une augmentation durable de la turbidité. L'année 2004 a montré une stabilisation générale de l'herbier sur la limite inférieure de Saint Aygulf.

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 2D et 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.



Figure 110: Pointe de la Calle (2013). [



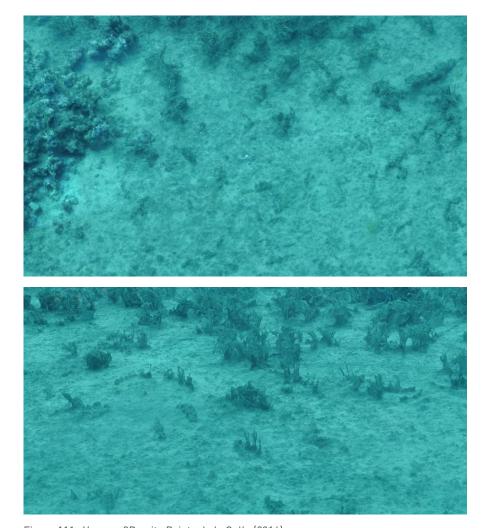


Figure 111 : Vues en 3D - site Pointe de la Calle (2016).

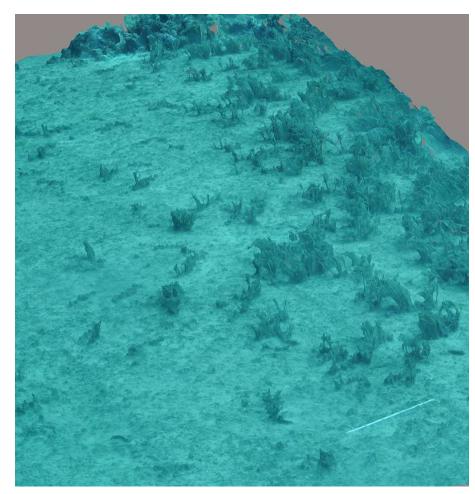


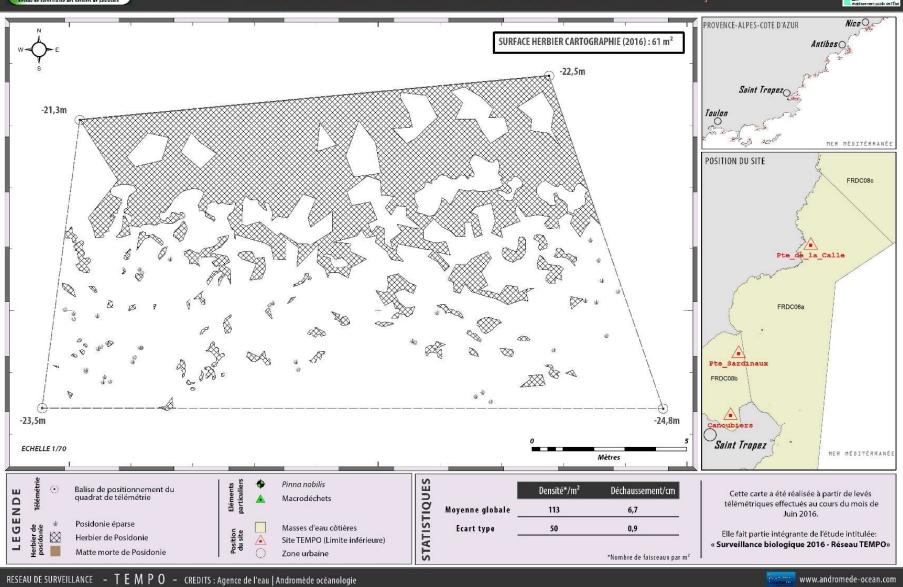
Figure 112 : Vues en 3D - site Pointe de la Calle (2016).

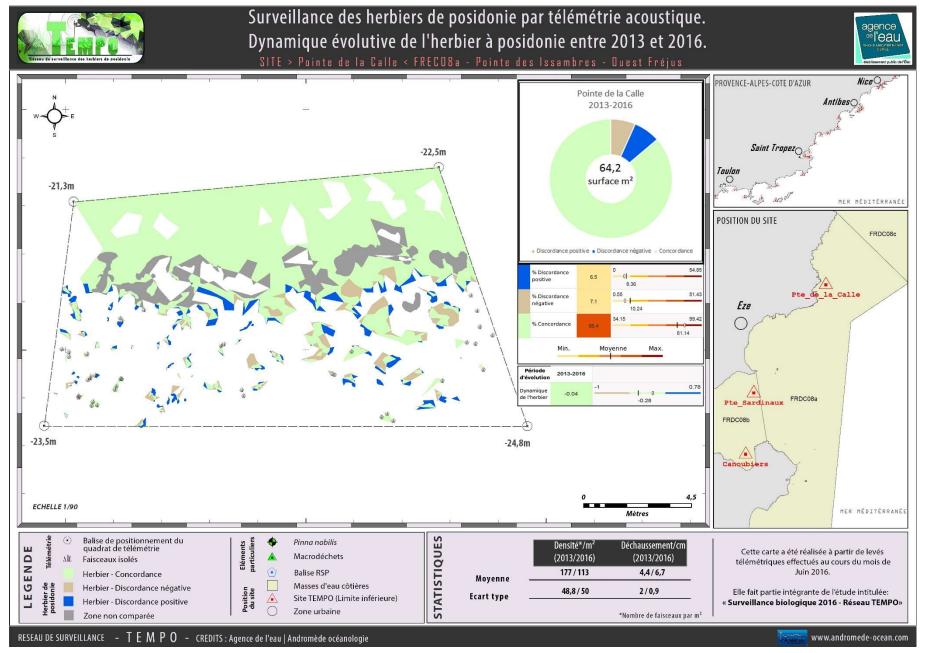
Réseuv de surveillance des herblers de posidonie

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



SITE > Pointe de la Calle < FRECO8a - Pointe des Issambres - Ouest Fréjus





IV.M.1.b. Pointe de la Calle PI (masse d'eau FRDC08a) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -24 m, type de limite = clairsemée, densité de l'herbier à -15 m = 218 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 509 mm. L'indice BiPo2 est de 0,447 classant le site en moyen état.

Tableau 53 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,4475	Moyen	0,51	0,44	0,48	0,36



Figure 113 : Site Pointe de la Calle PI à -15m. L'herbier se trouve en mosaique sur un substrat rocheux.

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Pointe de la Calle PI.

Note						
0 1 2 3 4						

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 218 \pm 55,8faisceaux par m^2 (Note 1). Le recouvrement est de 71,83% (Note 3).



Figure 114 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,09 g MS / faisceau (Note 1).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0 individu / 100m² (Note 0).

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 1,1 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,3. La note attribuée à la Box 6a est 2 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 1,5: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est médiocre.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 0 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 1.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0,3 individu /m² (Note 3) et l'indice de broutage est de 4% (Note 1) soit une note globale de 2 : la présence d'herbivores est jugée très moyenne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens



La densité de téléostéens prédateurs est de $0,39 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 1), celle de téléostéens piscivores est de $0,3 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 2), et celle de téléostéens planctonivores est de $0,32 \text{ kg WM} / 100 \text{ m}^2$ (Note 0,5).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 6,8 (Note 2).

L'EBQI est de 3,58 avec un indice de confiance de 84,5% classant le site en état médiocre.

Tableau 54 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Pointe de la Calle PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	2
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	0
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	1.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	2
10 – Prédateurs téléostéens	5	1
11 – Piscivores téléostéens	5	2
12 – Planctivores téléostéens	3	0.5
9 - 12 – SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

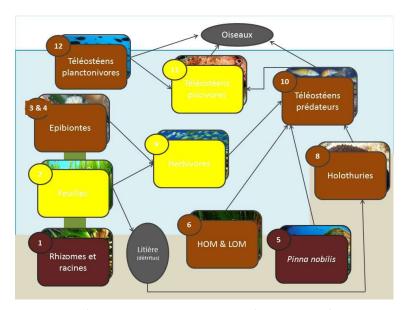


Figure 115 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.M.1.c. Pampelonne PI (masse d'eau FRDC08a) - Profondeur intermédiaire

a. PREI

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur le site Pampelonne PI la limite inférieure franche se situe à une profondeur maximale de -34 mètres.

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15 mètres, la densité en 2016 sur la station varie de 200 à 520 faisceaux/ m^2 pour une densité moyenne de 325 \pm 78,7 faisceaux / m^2 . L'herbier est en état normal en 2016 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; La densité est normal (Pergent et al., 1995).

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires. A -15 mètres sur la station Pampelonne PI le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 4 à 10 pour une valeur moyenne de $7,2\pm5$ feuilles/faisceaux.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont des adultes (n=65 soit 46,7 % des feuilles) et des intermédiaires (n=69 soit 49,6%). Cinq feuilles juvéniles (3,6%) ont été relevées. Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante :SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Pampelonne PI : SF= 190,7 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Pampelonne PI : E/L= 0,12

Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante EQR = [EQR'+0.11]/[1+0.1]

Sur la station Pampelonne PI : EQR= 0,705 avec EQR'= 0,666

N densité = 0,48

⁶ Sargian, P., Andral, B., & Derolez, V. (2013). Réseaux de surveillance DCE-Campagne 2012-District «Rhône et côtiers méditerranéens». Contrat IFREMER/STARESO/AERMC132p.

N SF=0,41

N(E/L) = 0.439

N limite inférieure = 1

L'EQR (0,705) calculé sur la station Pampelonne PI en juin 2016 indique un état écologique bon. En 2012 un site avait été prospecté dans la baie de Pampelonne par l'IFREMER⁶ et montrait un site en bon état avec des valeurs similaires à celles relevées en 2016.

Tableau 55 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice PREI (campagne 2016 menée par Andromède et 2012 par l'IFREMER).

		Profondeur intermédiaire (-15 m)			Limite inf	érieure		
Station	Année	Densité (faisceaux/ m²)	Surface foliaire (cm²/faiscea u)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	EQR (PREI)	Classe
Pampelonne PI	2016	325	190,7	0,12	34	Franche	0,705	Bon
Pampelonne	2012	346	126,9	0,2537	36	Régressive	0,738	Bon

b. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -34 m, type de limite = franche, densité de l'herbier à -15 m = 325 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 463 mm. L'indice BiPo2 est de 0,64 classant le site en bon état.

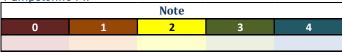
Tableau 56 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

					Longueur des
BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	feuilles
0,6425	Bon	0,87	0,66	0,74	0,3



c. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Pampelonne PI.



Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 325 ± 78 ,7faisceaux par m² (Note 2). Le recouvrement est de 72.9% (Note 3).

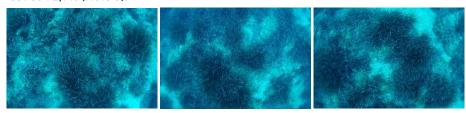


Figure 116 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,14 g MS / faisceau (Note 3).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 5,5 individus / 100m² (Note 2).

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,1 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,45. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est bonne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 1,5 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 4.

Box 9 : Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0 individu /m² (Note 1).

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,34~kg~WM / $100~m^2$ (Note 1), celle de téléostéens piscivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,18~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0).

── Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 4,7 (Note 2).

L'EBQI est de 3,92 avec un indice de confiance de 68,5% classant le site en état médiocre.

Tableau 57 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Pampelonne PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	2.5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	3
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	2
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	4
9 - Herbivores	5	1
10 – Prédateurs téléostéens	5	1
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 - SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

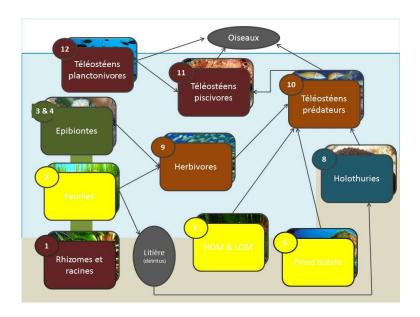
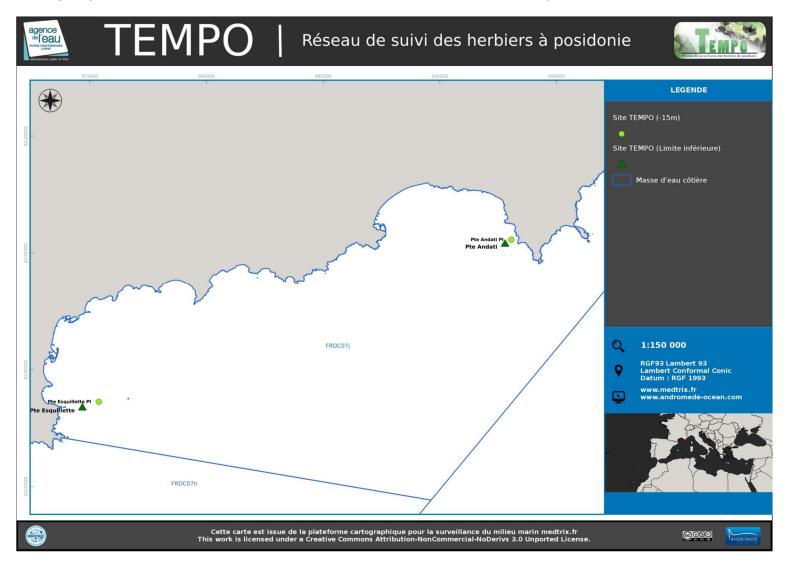


Figure 117 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.



IV.N. Masse d'eau FRDC07j

La masse d'eau FRDC07j comprend deux sites TEMPO échantillonnés en 2013 et 2016 : Pointe Andati et Pointe Esquillette.



IV.N.1.a.Pointe Andati (masse d'eau FRDC07j) – Limite inférieure



Figure 118 : Pointe d'Andati vu de la mer (2013).

Le site « Pointe Andati » est localisé dans la masse d'eau FREC07j, à l'Est de la baie de Cavalaire, entre les pointes du Brouis et Andati.

L'herbier se développe sur un fond meuble. Quatre piquets ont été positionnés en 2013 entre -32,7 et -34,3 mètres de fond : deux sur fond meuble et un sur un petit massif de

coralligène ont été retrouvés en 2016 mais pas le quatrième piquet; Nous avons donc re-balisé ce site en 2016. Pour des raisons techniques la limite inférieure de l'herbier n'a pu être cartographiée par télémétrie acoustique en 2016 mais par la méthode innovante et précise de photogrammétrie.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,52) et 2016 (0,5) présentent des valeurs proches de la valeur moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Sur les deux années les EQR indiquent un état moyen du site.

La limite inférieure clairse mée naturelle se situe à une profondeur de 24 m.

A -34m, la densité en 2016 varie de 25 à 125 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 75±30 faisceaux /m² (120±35 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc erétat normal en 2016 (bon en 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergentet al., 2008 et Pergent-Martiniet al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995) la densité est normale en 2016 (normal en 2013).

Le déchaussement est faible avec une valeur moyenne en 2016 est $d@3,3\pm2,6$ cm $[1,5\pm1,4$ cm en 2013].

Tableau 58 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC07j	FRDC07j	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Pte Andati	Pte Andati	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site TEMPO	0.52	0.5	0.27 0.64
EQR' Typologie	0.44	0.44	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.87	0.87	0.18 0.94 0.59
EQR' Densité	0.26	0.2	0.15 0.65

b. Perturbations observées



Caulerpa cylindracea est présente sur les roches et dans l'herbier. Celui-ci présente des rhizomes très fragiles.

Figure 119: Vue aérienne et emplacement du site (source: Bing, 2013).



c. Données historiques

Le site RSP « Cavalaire » est présent à 1 km au Nord-Ouest du site TEMPO « Pointe Andati », au large de la Pointe du Brouis. Le balisage RSP est situé à -35,7 mètres le long de la limite inférieure de l'herbier de posidonie de type régressif. Il a été mis en place en 1988 et le dernier suivi a été effectué en 2003. Le site montrait alors une importante régression de l'herbier, avec une forte diminution des densités. Ce site TEMPO est présent dans le site Natura 2000 de la Corniche varoise.

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 2D et 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.

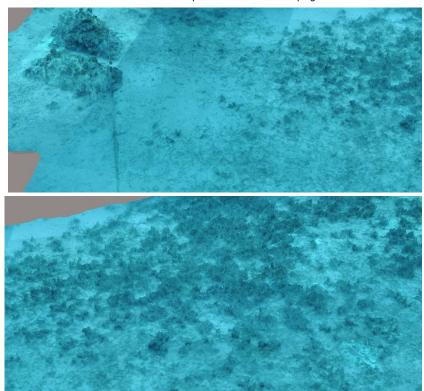


Figure 120: Vues en 3D - site Pointe Andati (2016).

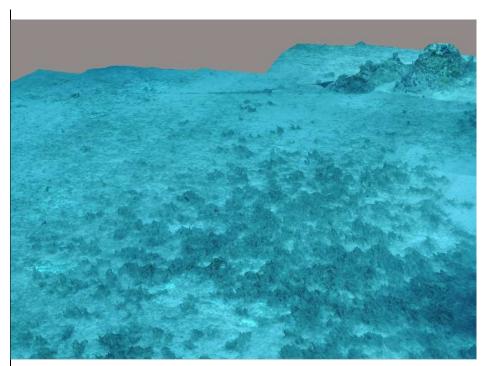


Figure 121: Vues en 3D - site Pointe Andati (2016).



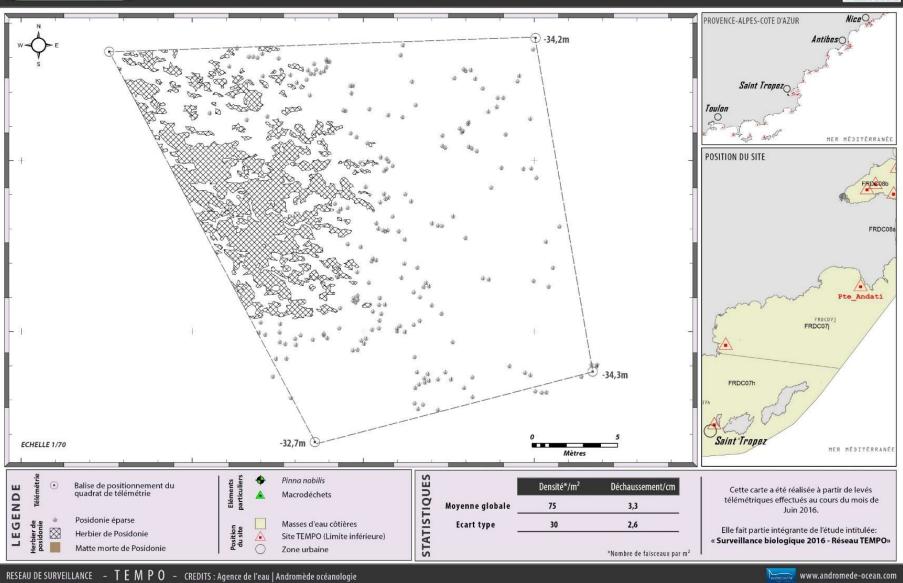
Figure 122 : Vues en 3D - site Pointe Andati (2016). Le petit massif rocheux est bien visible sur l'image.



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



SITE > Pointe Andati < FRECO7j - PCap Bénat - Pointe des Issambres



IV.N.1.b.Pointe Andati (masse d'eau FRDC07j) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -34 m, type de limite = clairsemée, densité de l'herbier à -15 m = 340 faisceaux/ m^2 , moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 542 mm. L'indice BiPo2 est de 0,625 classant le site en bon état.

Tableau 59 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

					Longueur des
BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	feuilles
0,625	Bon	0,87	0,44	0,78	0,41



Figure 123 : Site Pointe Andati PI à -15m. [1] Le capteur de température mis en place en 2015 est toujours en activité en 2016 ; [2] Pinna nobilis.

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Pointe Andati PI.

Note						
0 1 2 3 4						

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 340 ± 70 , 9 faisceaux par m² (Note 2). Le recouvrement est de 99.8% (Note 4).



Figure 124 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,04 g MS / faisceau (Note 1).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 1,5 individu / 100m² (Note 1).

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,05 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,1. La note attribuée à la Box 6a est 4 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2,5: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 0 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 1.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0,1 individu /m² (Note 3) et l'indice de broutage est de 10,3% (Note 3) soit une note globale de 3 : la présence d'herbivores est jugée bonne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,18 kg WM / 100 m 2 (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de 0,03 kg WM / 100 m 2 (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 1,38 kg WM / 100 m 2 (Note 1,5).

Box

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 5,3 (Note 2).

L'EBQI est de 3,72 avec un indice de confiance de 74,7% classant le site en état médiocre.

Tableau 60 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Pointe Andati PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	3
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	1
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	3
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	1.5
9 - 12 – SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

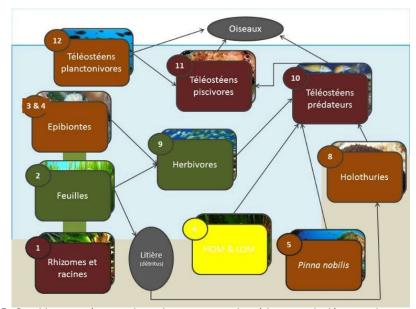


Figure 125 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.



IV.N.1.c.Pointe Esquillette (masse d'eau FRDC07j) – Limite inférieure



Figure 126 : Site de la pointe de l'Esquillette au large de Bormes (2013).

Le site « Pointe de l'Esquillette » est localisé dans la masse d'eau FREC07j, dans la partie Ouest de la baie de Bormes les Mimosas. L'herbier se développe sur un fond vaso-sableux sous forme de faisceaux isolés Les piquets sont positionnés entre -35,4 et -36,1 mètres de fond, l'herbier est très dispersé. Aucun piquet « permanent » n'a été ajouté dans l'herbier vu qu'il n'y a que des faisceaux ponctuels.

Six grandes nacres (Pinna nobilis), de petite taille, ont été vues sur ce site en 2013. En 2016 nous avons retrouvé les six nacres mais dont une morte. Beaucoup de nudibranches et de limaces sur le site:Umbraculum umbraculum, Pleurobranchus testudinarius, Peltodoris atromaculata Présence aussi de quelques gorgones blanches.



Figure 127: Pinna nobilis, limaces et Caulerpa cylindracea (2016).

Le nombre de faisceaux cartographiés entre 2013 et 2016 permet de statuer sur l'évolution de l'herbier sur le site. Ainsi, au niveau du quadrat de télémétrie et pour la période 2013-2016, on observe sur ce site 2,27% de faisceaux isolés présentant une discordance positive (n=4), 42,05% de faisceaux isolés présentant une discordance négative (n=74) et 55,68% de faisceaux isolés présentant une concordance (n=98). L'indice d'évolution (-0,9) indique un herbier à forte tendance régressive.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 61 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC07j	FRDC07j	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Pte Esquillette	Pte Esquillette	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site	0.52	0.51	0.27 0.64
ILIVIFO			0.49
EQR'	0.44	0.44	0.21 0.89
Typologie			0.54
EQR'	0.94	0.94	0.18 0.94
Profondeur			0.59
EQR' Densité	0.17	0.15	0.15 0.65
			0.33

Les EQR en 2013 (0,52) et 2016 (0,51) présentent des valeurs proches de la valeur moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Sur les deux années les EQR indiquent un état moyen du site.

La limite inférieure clairsemée naturelle à tendance régressive se situe à une profondeur de -36 m.

A -34m, la densité en 2016 varie de 0 à 80 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 30±20 faisceaux/m² (50±19,9 faisceaux/m² en 2013). L'herbier est donc errétat médiocre compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergentet al., 2008 et Pergent-Martiniet al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995) la densité estnormale en 2016 (normal en 2013).

Le déchaussement est faible.

b. Perturbations observées



Dans cette rade on note une pratique du chalutage et des mouvements sédimentaires importants. L'espèce invasive Caulerpa cylindracea est dense sur le site. L'eau est assez turbide.

Figure 128 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

c. Données historiques

Le site RSP « Bormes » correspond au site TEMPO « Pointe de l'Esquillette ». Le balisage RSP était situé en limite inférieure de l'herbier de posidonie à une profondeur moyenne de -37,5 mètres. C'est la limite la plus profonde de toutes celles du département du Var. L'ancien balisage de 1986 est situé en bordure d'un petit tombant de matte morte (photo ci-dessous). L'herbier est très dispersé et a bien régressé sur ce site. Ce site TEMPO est présent dans le site Natura 2000 de la Corniche varoise.

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 2D et 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.

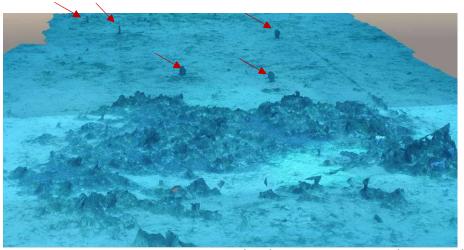


Figure 129 : Vues en 3D - site Pointe Esquillette (2016). Les cinq grandes nacres (Pinna nobilis) sont indiquées par une flèche rouge.



Figure 130: Vues en 3D - site Pointe Esquillette (2016). Deux grandes nacres (Pinna nobilis).





Figure 131 : Vues en 3D - site Pointe Esquillette (2016).

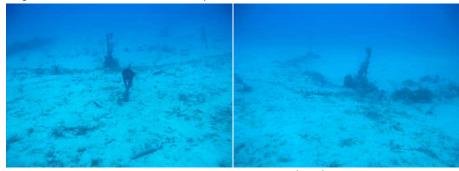


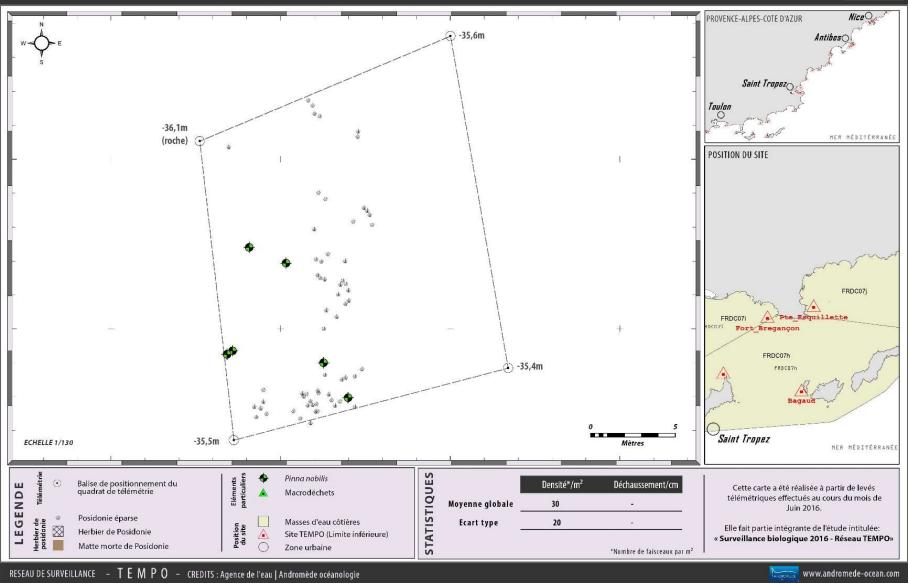
Figure 132 : Balises RSP datant de 1986 du site de Bormes (2013).

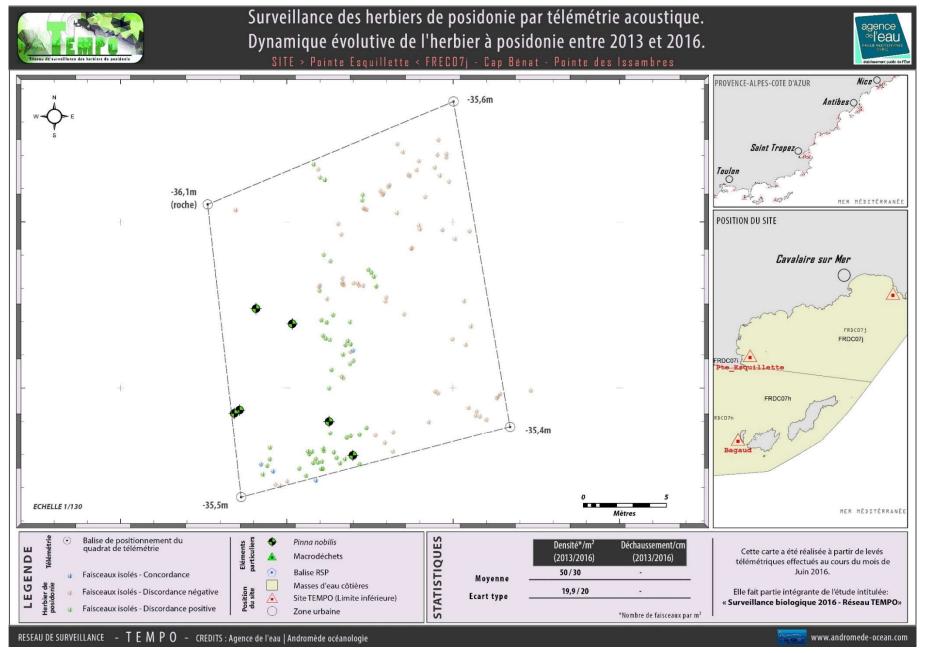


Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Suivi des masses d'eau côtières.



SITE > Pointe Esquillette < FRECO7j - Cap Bénat - Pointe des Issambres





IV.N.1.d.Pointe Equillette (masse d'eau FRDC07j) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -36 m, type de limite = clairsemée, densité de l'herbier à -15 m = 365 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 630 mm. L'indice BiPo2 est de 0.675 classant le site en bon état.

Tableau 62 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

					Longueur des
BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	feuilles
0,675	Bon	0,94	0,44	0,8	0,52

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -16 mètres sur le site Pointe Esquillette PI. Sur le site nous notons la présence d'un mont sous-marin de déchets (quille de bateau recouverte de filets) d'au moins 3 mètres de haut, un autre grand fil de pêche et une bouée de tractage (macrodéchet).

Note						
0	1	2	3	4		

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 365 ± 130 faisceaux par m² (Note 3). Le recouvrement est de 84.9% (Note 4).

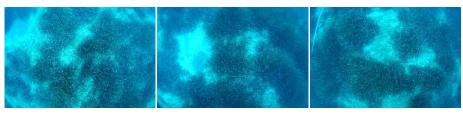


Figure 133 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles n'a pas été évaluée sur ce site

La densité de grandes nacres est estimée à 12,9 individus / 100m² (Note 4).

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,5 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,6. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

La densité d'holothuries est de 2,5 individus / 10 m². La note de la Box 8 est 4.

La densité d'oursins est de 0,63 individu /m² (Note 3) et l'indice de broutage est de 5% (Note 3) soit une note globale de 3 : la présence d'herbivores est jugée bonne.

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,27~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,83~kg~WM / $100~m^2$ (Note 1).

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 5 (Note 2).

L'EBQI est de 4,8 avec un indice de confiance de 66,7% classant le site en état moyen.

Tableau 63 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Pointe Equillette PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	3,5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	0
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	4
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	4
9 - Herbivores	5	3
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	1
9 - 12 – SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

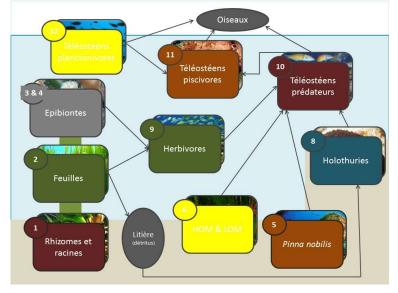
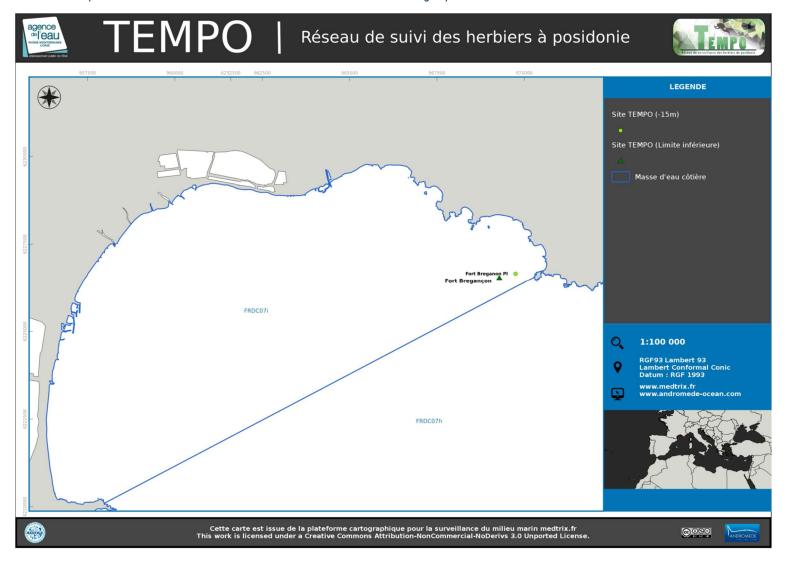


Figure 134 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note pour chaque box de l'EBQI.

IV.O. Masse d'eau FRDC07i

La masse d'eau FRDC07i comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Fort Brégançon.





IV.O.1.a. Fort Brégançon (masse d'eau FRDC07i) – Limite inférieure

Le site « Fort Brégançon » est localisé dans la masse d'eau FREC07i, à l'Est de la Rade d'Hyères.

L'herbier se présente sous forme de groupes de faisceaux isolés sur un fond de matte morte. Le site de 2013 a été en partie arraché, nous avons donc positionné les piquets entre -26,8 et -27,5 mètres de fond et cartographier le site par la méthode innovante et précise de photogrammétrie. Une trentaine de taches sont visibles dans le quadrat, représentant une surface de 8,9 m². De nombreux faisceaux isolés (une centaine) ont pu être cartographiés.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 64 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC07i	FRDC07i	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Fort Bregançon	Fort Bregançon	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site	0.37	0.34	0.27 0.64
TEIVIFO			0.49
EQR'	0.21	0.21	0.21 0.89
Typologie			0.54
EQR' Profondeur	0.63	0.63	0.18 0.94
riololidedi			0.59
EQR' Densité	0.26	0.17	0.15 0.65
			0.33

Les EQR en 2013 (0,37) et 2016 (0,34) présentent des valeurs largement inférieures à la valeur moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Sur les deux années les EQR indiquent un état moyen du site.

La limite inférieureregressive se situe à une profondeur de -27 m.

A -27m, la densité en 2016 varie de 25 à 100 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 55±23 faisceaux /m² (121±46,4 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en état médiocre en 2016 (normal en 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergent al., (1995) la densité est subnormale inférieure en 2016 (normal en 2013).

Le déchaussement est faible avec une valeur moyenne en 2016 est de-0,7 \pm 1,5 cm [1 \pm 1,1 cm en 2013].

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de $30~\rm cm$ (40,3±1,5 cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de $20~\rm cm$ (37±1,7 cm en 2013). Les feuilles sont de taille moyenne sur ce site.

b. Perturbations observées

L'espèce invasive Caulerpa cylindracea recouvre plus de 90% du substrat. L'herbier est très épiphyté.

Figure 135 : Fort Brégançon (2013). Matte morte recouverte de Caulerpa cylindracea.



Figure 136: Vue aérienne et emplacement du site (source: Bing, 2013).

c. Données historiques

Aucun site n'a été suivi par le RSP dans cette masse d'eau. Ce site TEMPO est présent dans le site Natura 2000 de la Rade d'Hyères.

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 2D et 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.

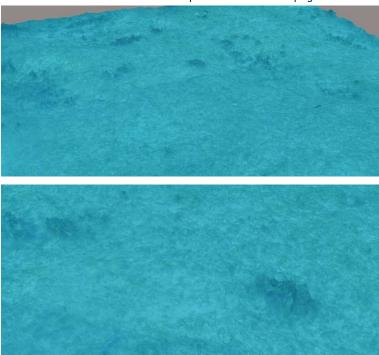


Figure 138 : Vues en 3D - site Fort Brégançon (2016).



Figure 137 : Fort Bregançon (2013). [1] : Piquet 4 (-26.8m) du quadrat de télémétrie ; [2] : Tache d'herbier dans matte morte recouverte de Caulerpa cylindracea ; [3-5] : Limite inférieure, régressive, de l'herbier.



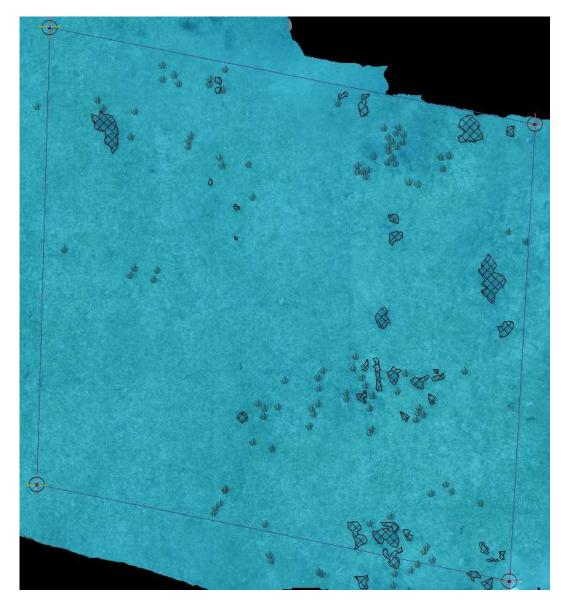


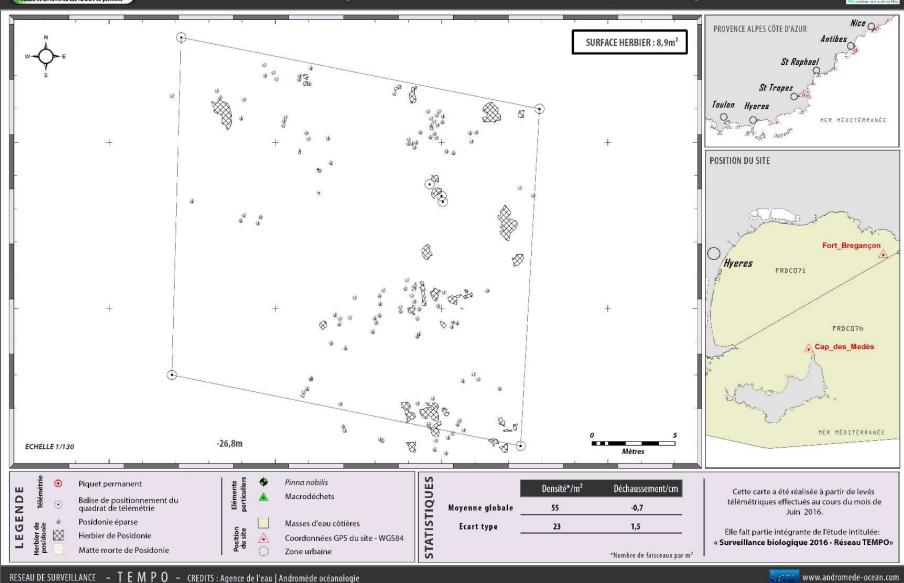
Figure 139 : Vues en 3D et cartographie de l'herbier - site Fort Brégançon (2016).

Résou de surresillance des habiers de paidente

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



SITE > Fort Brégançon < FRDCO7i - Cap de l'Estérel - Cap de Brégançon



IV.0.1.b. Fort Brégançon (masse d'eau FRDC07i) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -27 m, type de limite = régressive, densité de l'herbier à -15 m = 382 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 266 mm. L'indice BiPo2 est de 0,525 classant le site en état moyen.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,525	Moyen	0,63	0,21	0,81	0,45

Tableau 65 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Fort Brégancon PI.

Note						
0 1 2 3 4						

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 381,6 \pm 81,3faisceaux par m² (Note 3). Le recouvrement est de 94,1% (Note 4).



Figure 140 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,03 q MS / faisceau (Note 1).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 2 individus / 100m² (Note 1).

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,9 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,55. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 0 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 1.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0 individu /m² (Note 1) et l'indice de broutage est de 3% (Note 1) soit une note globale de 1 : la présence d'herbivores est jugée médiocre.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,28 kg WM / 100 m 2 (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de 0 kg WM / 100 m 2 (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 1,56 kg WM / 100 m 2 (Note 0).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 5,1 (Note 2).

L'EBQI est de 2,81 avec un indice de confiance de 75,45% classant le site en état mauvais.

Un macrodéchet (canne à pêche) a été observée sur le site.

Tableau 66 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Fort Brégançon PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	3.5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	1
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	1
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 – SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

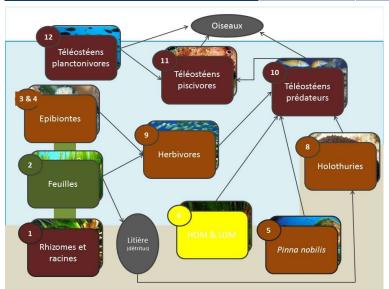
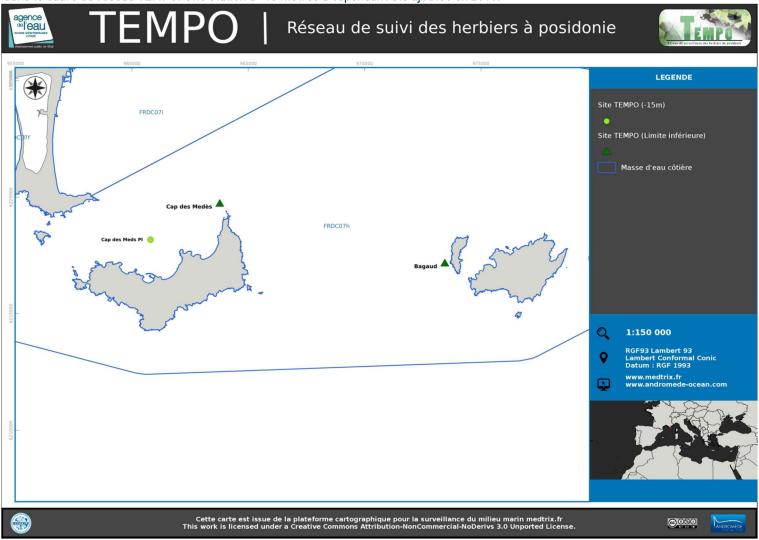


Figure 141 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.P. Masse d'eau FRDC07h

La masse d'eau FRDC07h comprend deux sites TEMPO échantillonnés en 2013 : Cap des Medès et Bagaud. Le premier n'a pas été retrouvé en 2016 et le second ne fait plus l'objet d'un suivi dans le cadre du réseau TEMPO. Une station à -15 mètres a cependant été ajoutée en 2016.



IV.P.1.a. Cap des Medès (masse d'eau FRDC07h) – Profondeur intermédiaire



Figure 142 : Site Cap des Mèdes vu de la mer, au Nord-Est de Porquerolles (2013).

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -29 m, type de limite = clairsemée, densité de l'herbier à -15 m = 476 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 533 mm. L'indice BiPo2 est de 0,605 classant le site en état bon.

Tableau 67 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,605	Bon	0,7	0,44	0,89	0,39

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15 mètres sur le site Cap des

Note						
0	1	2	3	4		

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 475,8 \pm 51,5faisceaux par m² (Note 3). Le recouvrement est de 100% (Note 4).

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,04 g MS / faisceau (Note 1).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0 individu /



100m² (Note 0).

Figure 143 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 1,8 individus / m^2 et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,33. La note attribuée à la Box 6a est 2 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 1,5.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 1,25 individu / 10 m². La note de la Box 8 est 4.

Box 9 : Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0,07 individu $/m^2$ (Note 1) et l'indice de broutage est de 8,3% (Note 3) soit une note globale de 2 : la présence d'herbivores est jugée moyenne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,08 kg WM / 100 m² (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de 2,38 kg WM / 100 m² (Note 4), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,94 kg WM / 100 m² (Note 1,5).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 3,1 (Note 1).

L'EBQI est de 4,86 avec un indice de confiance de 74,2% classant le site en état moyen. Ce chiffre élevé s'explique par une très forte proportion de téléostéens piscivores (banc de 8 sérioles adultes), si nous ne les avions pas observé le site serait en état médiocre

Présence de Caulerpa cylindracea sur le site.

Tableau 68 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Cap des Medès PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	3.5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	0
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	1.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	4
9 - Herbivores	5	2
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	4
12 – Planctivores téléostéens	3	1.5
9 - 12 – SRDI	3	1
13 – Oiseaux	1	0

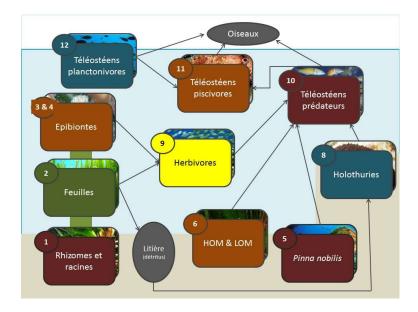
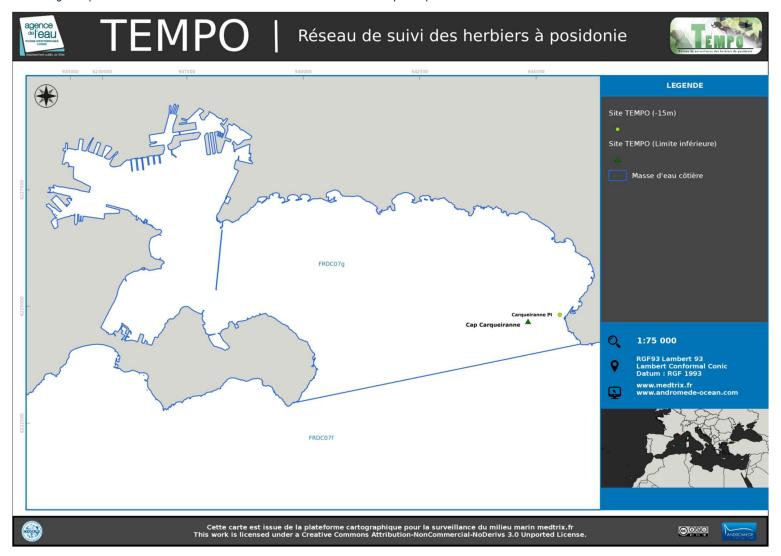


Figure 144 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.Q. Masse d'eau FRDC07g

La masse d'eau FRDC07g comprend un site TEMPO échantillonné en 2013 et 2016 : Cap Carqueiranne





IV.Q.1.a. Cap Carqueiranne (masse d'eau FRDC07g) – Limite inférieure



Figure 145 : Site de Cap Carqueiranne vu de la mer

Le site du Cap Carqueiranne est localisé dans la masse d'eau FREC07g, à l'Ouest du cap Carqueiranne à l'entrée de la grande rade de Toulon.

L'herbier se développe sur un fond meuble avec présence de roche et de matte morte. Quatre piquets sont ancrés entre -28,4 et -29,7 mètres, dont deux dans la roche. Trois piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier entre -28,7 et -29,1 mètres.

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 152 m² et celle en 2016 est de 137 m². Au niveau de la surface comparable [151,8 m²] et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 0,36% de discordance positive, 4,6% de discordance négative et 95,03% de concordance.L'indice d'évolution (-0,86) indique un herbier à tendance fortement régressive.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,537) et 2016 (0,55) présentent des valeurs bien supérieures à la valeur moyenne régionale comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Malgré des valeurs d'EQR proches, l'état du site est moyen en 2013 et bon en 2016.

La limite inférieurerégressive se situe à une profondeur de -27 m.

A -29m, la densité en 2016 varie de 25 à 250 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 153,4±53 faisceaux/m² (107±27,4 faisceaux/m² en 2013). L'herbier est donc en état normal en 2016 (normal en 2013) compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergent et al., 2008 et Pergent-Martini et al., 2010. D'après celle de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995) la densité est normale en 2016 (normal en 2013).

Le déchaussement est faible avec une valeur moyenne en 2016 est de $1,8\pm1,8$ cm $\{-1,4\pm0,8$ cm en 2013 $\}$.

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de 61 ± 7.9 cm $(76\pm7.9$ cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de 52.6 ± 7.6 cm $(73.6\pm8.1$ cm en 2013).

Tableau 69 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC07g	FRDC07g	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Cap Carqueiranne	Cap Carqueiranne	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site	0.53	0.55	0.27 0.64
TEMPO			0.49
EQR'	0.66	0.66	0.21 0.89
Typologie	0.00		0.54
EQR'	0.7	0.7	0.18 0.94
Profondeur	0.7	0.7	0.59
EQR'			0.15 0.65
Densité	0.24	0.3	0.33

b. Perturbations observées

Les perturbations anthropiques terrestres sont présentes à proximité de ce site, proche de la grande rade de Toulon (aménagements littoraux principalement). Caulerpa cylindraceaest observée sur le détritique côtier



Figure 147: Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

c. Données historiques

Aucun herbier n'a été balisé dans cette masse d'eau par le RSP. Dans le cadre du contrat de baie de Toulon (Andromède océanologie, 2009) deux herbiers ont été suivis par télémétrie acoustique en 2009 dans cette masse d'eau. Le premier est situé à l'Ouest du cap Carqueiranne ; l'herbier à une limite inférieure régressive, à -30 mètres. Le recouvrement est d'environ 70%, la densité normale et le déchaussement fort. Le second, situé face aux plages du Mourillon, présente également une limite inférieure régressive à -17,1 mètres et une densité subnormale inférieure.

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 2D et 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.



Figure 146 : Cap Carqueiranne (2013). [1] : Piquet 2 (-29.7m) du quadrat de télémétrie ; [2-3] : Vue d'ensemble de l'herbier ; [4] : Piquet 3 (-28.6m), recouvert par un poulpe ; [5] Tâches d'herbier à posidonie ; [6] Mât de télémétrie et plongeur entrain de pointer des tâches.



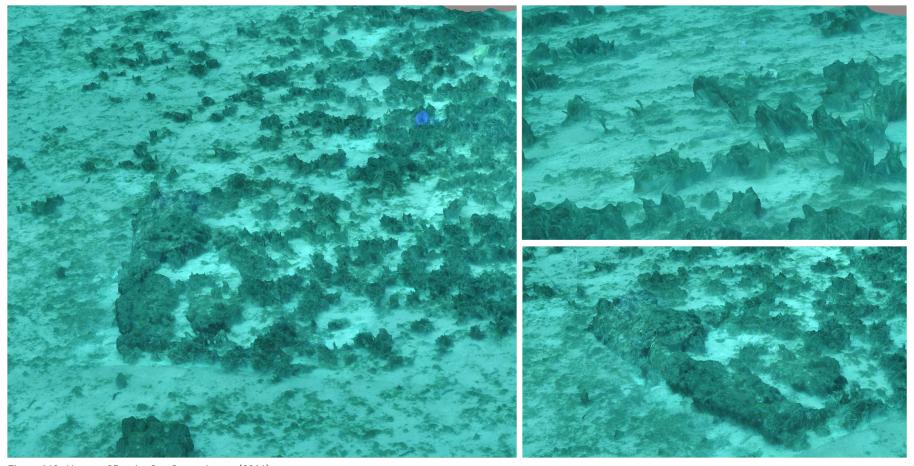


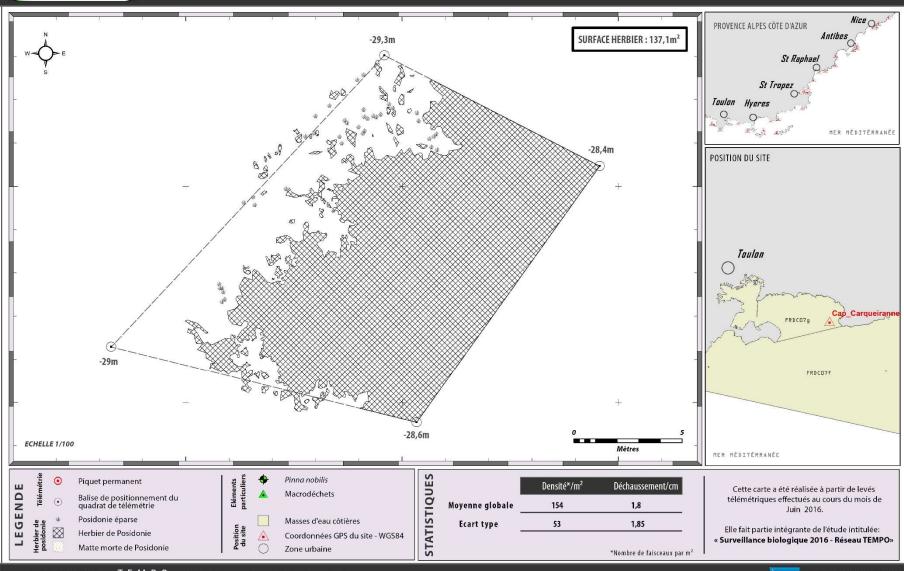
Figure 148 : Vues en 3D - site Cap Carqueiranne (2016).

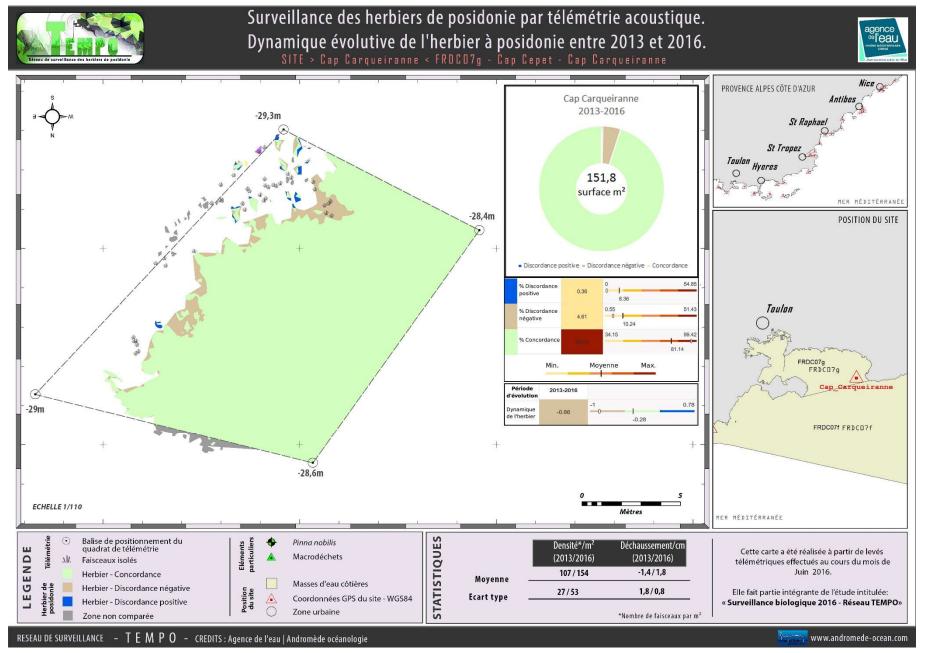
Téseou de survalitosce des habilers de pasidonie

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



SITE > Cap Carqueiranne < FRDCO7g - Cap Cepet - Cap Carqueiranne





IV.Q.1.b. Cap Carqueiranne PI (masse d'eau FRDC07g) – Profondeur intermédiaire

a. PREI

Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur le site Cap Carqueiranne la limite inférieure franche se situe à une profondeur maximale de -29 mètres.

Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15 mètres, la densité en 2016 sur la station varie de 180 à 410 faisceaux/ m^2 pour une densité moyenne de 296 \pm 79,2 faisceaux / m^2 . L'herbier est en état normal en 2016 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; La densité estnormale (Pergent et al., 1995).

Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires. A -15 mètres sur la station Cap Carqueiranne PI le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 3 à 6 pour une valeur moyenne de 4,8 \pm 1 feuilles/faisceaux.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont des adultes (n=48 soit 49 % des feuilles) et des intermédiaires (n=52 soit 49%). Aucune feuille juvénile n'a été relevée. Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante :

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires × moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles × moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Cap Carqueiranne PI: SF= 318,8 cm²/faisceau

Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :

E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Cap Carqueiranne PI : E/L= 0,07

Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante EQR = [EQR'+0.11]/(1+0.1)

Sur la station Cap Carqueiranne PI : EQR= 0,712avec EQR'= 0,673

N densité = 0.438

N SF=0,685

N(E/L) = 0.461

N limite inférieure = 0,77

Tableau 70 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice PREI (campagne 2016 menée par Andromède et 2012 par l'IFREMER).

		Profondeur intermédiaire (-15 m) Limite inférieure						
Station	Année	Densité (faisceaux/ m²)	Surface foliaire (cm²/faiscea u)	Charge épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Туре	EQR (PREI)	Classe
Carqueiranne PI	2016	296	318	0,07	29	Franche	0,712	Bon
Carqueiranne	2012	341.37	275.91	0.1426	24	Franche	0.685	Bon

L'EQR (0,712) calculé sur la station Cap Carqueiranne PI en juin 2016 indique un bon état écologique. En 2012 un site avait été prospecté dans la rade de Carqueiranne par l'IFREMER et montrait également un site en bon état.

b. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -29 m, type de limite = franche en tâches, densité



de l'herbier à -15 m = 296 faisceaux/ m^2 , moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 650 mm. L'indice BiPo2 est de 0,647 classant le site en état bon.

Tableau 71 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
0,6475	Bon	0,7	0,66	0,68	0,55

c. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -16 mètres sur le site Cap Carqueiranne PI.

Note				
0	1	2	3	4

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 295,8 ± 79,18faisceaux par m² (Note 2). Le recouvrement est de 97,7% (Note 4).



Figure 149 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,113 g MS / faisceau (Note 3).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0,5 individus / 100m² (Note 1).

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,3 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,35. La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyenne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries n'a pas été évaluée.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 0,92 individu /m² (Note 3) et l'indice de broutage est de 5,24% (Note 3) soit une note globale de 3 : la présence d'herbivores est jugée bonne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,13~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 1,02~kg~WM / $100~m^2$ (Note 1).

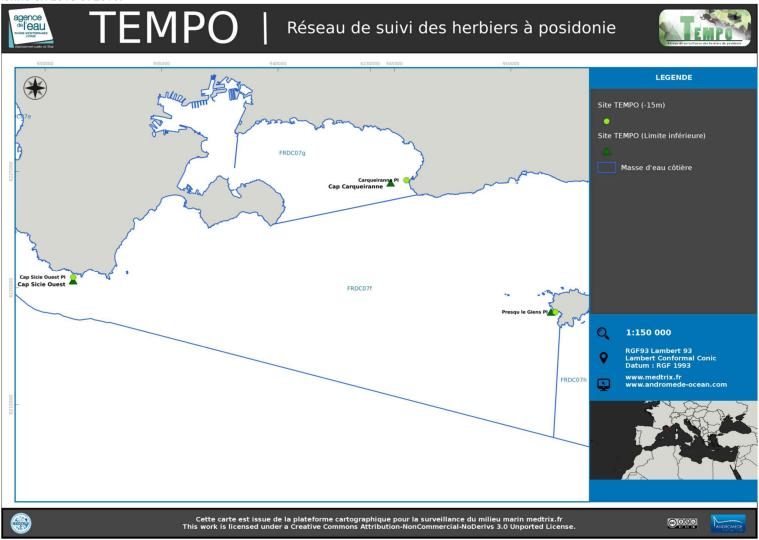
► Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 4,8 (Note 2).

L'EBQI est de 4,10 avec un indice de confiance de 71,73% classant le site en état médiocre.

IV.R. Masse d'eau FRDC07f

La masse d'eau FRDC07f comprend deux sites TEMPO : « Cap Sicié Ouest » échantillonné en 2008, 2013 et 2015 (traité dans le rapport de l'année précédente) et « Presqu'île Giens » échantillonné en 2013 et 2016.





IV.R.1.a. Presqu'île de Giens (masse d'eau FRDC07f) – Limite inférieure



Figure 150 : Site à l'Ouest de la presqu'ile de Giens (2013)

Le site « Presqu'île de Giens » est localisé dans la masse d'eau FREC07f, à l'Ouest de la presqu'île.

L'herbier se développe sur un substrat sableux (grossier et coquillet) au pied d'un massif de coralligène. Les piquets sont positionnés entre -30,1 et -32,6 mètres de fond. Deux piquets « permanents » sont ajoutés dans l'herbier à -30,9 et -31,6 mètres.

La surface totale d'herbier cartographiéen 2013 était de 136 m² etcelle en 2016 est de 73,2 m². La limite inférieure étant en tâches, le contour de celles-ci a pu être précisé en 2016 en amont de la limite.

Au niveau de la surface comparable (99,56 m²) et pour la période 2013-2016 on observe sur ce site 3,18% de discordance positive, 3,1% de discordance négative et 93,71% de concordance.L'indice d'évolution (0,01) indique un herbier très stable en limite inférieure.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2013 (0,6) et en 2016 (0,6) présentent des valeurs proches de la valeur maximale régionale comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région LÆur les deux années l'EQR indique un état bon du site.

La limite inférieurefranche en tâches se situe à une profondeur de 32,4 m.

A -29m, la densité en 2016 varie de 25 à 250 faisceaux/m² pour un densité moyenne de 170,6 \pm 44,4 faisceaux /m² (171,2 \pm 47 faisceaux /m² en 2013). L'herbier est donc en bon état normal en 2016 et 2013 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification de Pergentet al., 2008 et Pergent-Martiniet al., 2010. D'après celle

de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995) la densité est normale en 2016 (normale en 2013).

Le déchaussement est moyen avec une valeur moyenne en 2016 est de $10,5\pm7,5$ cm $[5,1\pm2,8$ cm en 2013].

La longueur moyenne de la première plus grande feuille par faisceau au sein des trois quadrats permanents est de 52 ± 2.5 cm (75.5 ± 14.8 cm en 2013). Celle de la seconde plus grande feuille est de 42 ± 6 cm (73.5 ± 16.2 cm en 2013).

Tableau 72 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2016).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC07f	FRDC07f	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Presqu île Giens	Presqu île Giens	Légende
Année	2013	2016	
EQR Site TEMPO	0.6	0.6	0.27 0.64 0.49
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.82	0.82	0.18 0.94 0.59
EQR' Densité	0.32	0.32	0.15 0.65 0l

b. Perturbations observées

Cette zone est soumise à une pression de pêche importante (chalutage notamment) ainsi qu'à l'hydrodynamisme et des mouvements sédimentaires importants. Un filet de pêche abandonné a été observé lors de la plongée en 2013 mais pas en 2016



Figure 151 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

c. Données historiques

Le site RSP « Giens » est présent à 1,5 km au Nord-Ouest du site TEMPO « Presqu'île de Giens », à 750 au Nord de l'îlot de la Ratonnière. Le balisage RSP est situé à une profondeur moyenne de -32 mètres en limite inférieure de l'herbier de posidonie. Il a été mis en place en 1993 et le dernier suivi a été effectué en 2004. L'herbier, avec ses densités normales et son recouvrement faible, est très fragile. La régression dont il avait fait l'objet pendant de nombreuses années ralentissait en 2004 avec une tendance à la stabilisation.

d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

Des vues en 2D et 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.

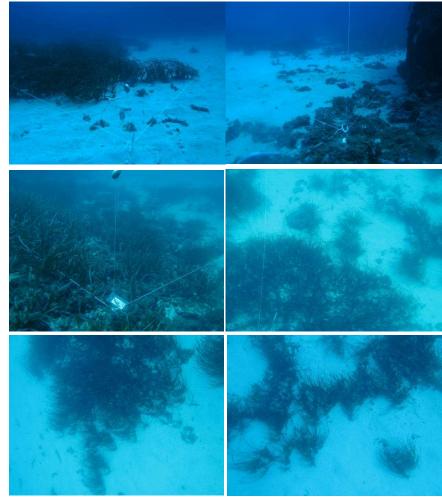


Figure 152 : Presqu'île de Giens (2013). [1] Piquet 4 du quadrat de télémétrie (-32,4m) ; [2] Piquet 1 (-32,6m) ; [3] Piquet 2 (-30,1m) ; [4-6] Limite inférieure de l'herbier à posidonie.



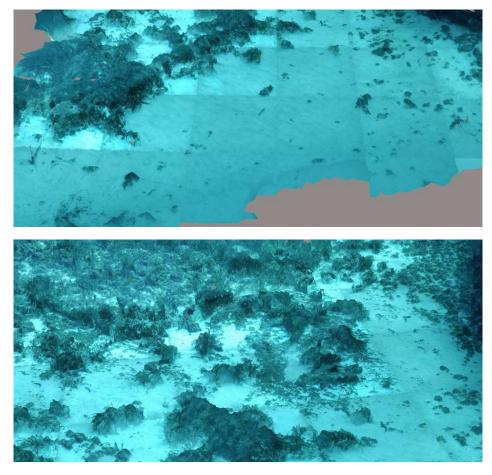
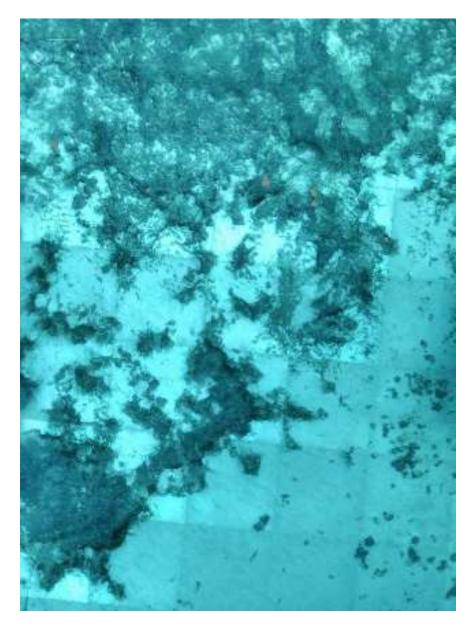


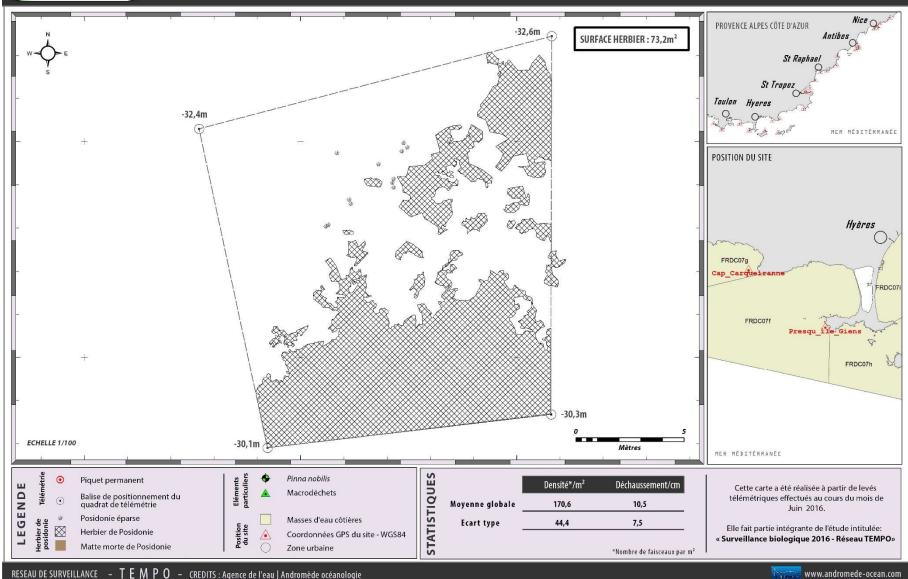
Figure 153 : Vues en 3D - site Presqu'île Giens (2016).

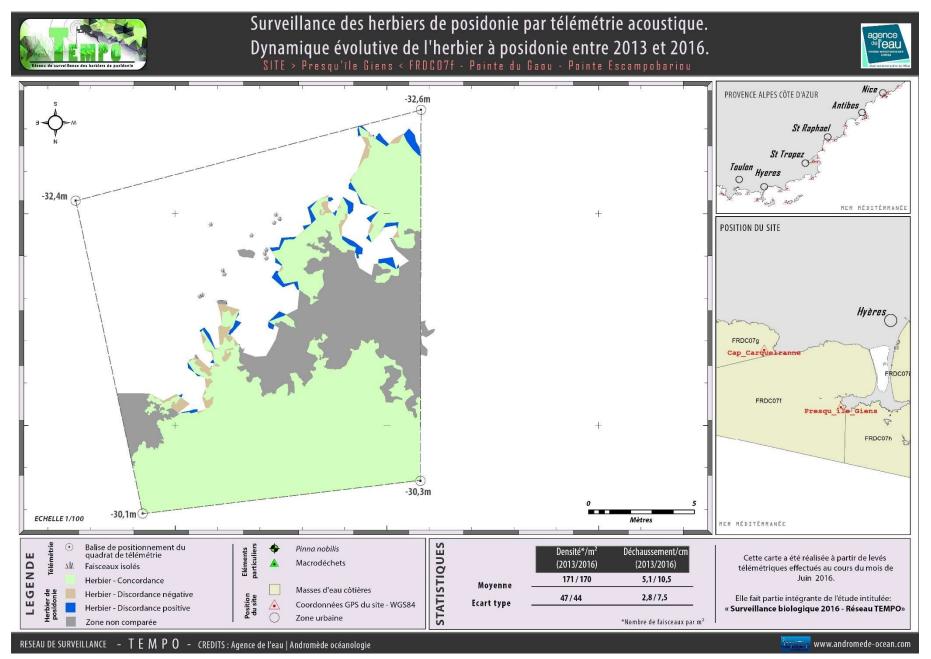


Place de surreillence des hebler de pesidons

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

SITE > Presqu'île Giens < FRDCO7f - Pointe du Gaou - Pointe Escampobariou





IV.R.1.b. Presqu'île de Giens PI (masse d'eau FRDC07f) - Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 : profondeur de la limite inférieure = -32 m, type de limite = franche en tâches, densité de l'herbier à -15 m = 477 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles à -15 m = 568mm. L'indice BiPo2 est de 0.7 classant le site en état bon.

Tableau 73 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

	BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
Ī	0,7	Bon	0,81	0,66	0,89	0,44

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -16 mètres sur le site Cap Carqueiranne PI.

		Note				
0	0 1 2 3 4					

Box 2: Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de $476,7\pm$ 150faisceaux par m² (Note 3). Le recouvrement est de 97,2% (Note 4).



Figure 154 : Exemples de photos permettant de calculer le recouvrement sur le site.

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,11 g MS / faisceau (Note 3).

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0 individu / 100m² (Note 0).

Box 6 : HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0 individus / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 1,3. La note attribuée à la Box 6a est 4 et celle la Box 6b est 2, soit une note globale de la Box 6 de 3: selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est bonne.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est 0 (Note 1).

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

La densité d'oursins est de 1,8 individu $/m^2$ (Note 4) et l'indice de broutage est de 3% (Note 3) soit une note globale de 3,5 : la présence d'herbivores est jugée bonne.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de $0,27~kg~WM~/~100~m^2$ (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de $0~kg~WM~/~100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de $0,04~kg~WM~/~100~m^2$ (Note 0).

Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 4,7 (Note 2).

L'EBQI est de 4,24 avec un indice de confiance de 76,19% classant le site en état médiocre.



Tableau 74 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2016 – Site Presqu'île de Giens PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	3.5
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	3
5 – Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	0
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	3
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	3.5
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 - SRDI	3	2
13 – Oiseaux	1	0

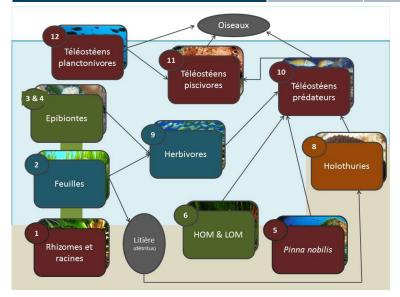
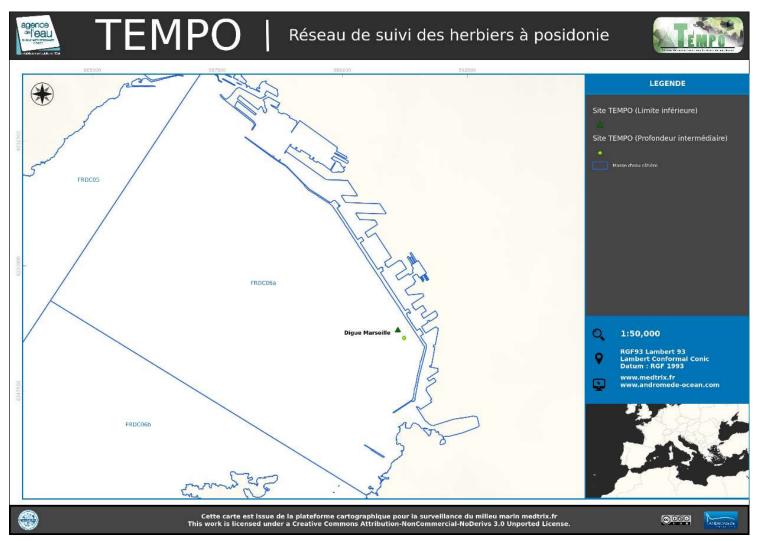


Figure 155 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.S. Masse d'eau FRDC06a

La masse d'eau FRDC06a comprend un site TEMPO : « Digue Marseille » échantillonné en 2008, 2012, 2015 (données de vitalité intégrées dans le rapport de l'année précédente) et 2016 (cartographie de l'herbier).





IV.S.1.a. Digue Marseille (masse d'eau FRDC06a) – Limite inférieure



Figure 156 : Herbier du site Digue de Marseille (2012).

localisé dans la masse d'eau FREC06a, au Sud de la rade de Marseille. L'herbier se développe sur un fond meuble, il est reliquat de l'herbier beaucoup plus vaste qui bordait le littoral de Marseille au XIXème siècle. Quatre balises sont ancrées dans le substrat meuble entre 20,6 et 21,8 m de profondeur. Pour des raisons techniques les relevés de télémétrie acoustique n'ont pas été réalisés en 2015 en même temps que les

Le site de la Dique de Marseille est

mesures de vitalité mais en juin 2016.

Au niveau de la surface comparable (121,9 m²) et pour la période 2012-2016 on observe sur ce site 2,98% de discordance positive, 2,33% de discordance négative et 94,63% de concordance. L'indice d'évolution (0,12) indique un herbier stable en limite inférieure.

Au niveau de la surface comparable (141,2 m²) et pour la période 2008-2012 on observe sur ce site 0% de discordance positive, 4,64% de discordance négative et 95,36% de concordance. L'indice d'évolution (-1) indique un herbier avec une tendance régressive.

Au niveau de la surface comparable [126,1 m²] et pour la période 2008-2016 on observe sur ce site 2,22% de discordance positive, 5,57% de discordance négative et 92,21% de concordance.L'indice d'évolution (-0,43) indique un herbier stable à tendance régressive en limite inférieure.

L'herbier présente sur le site TEMPO « Digue Marseille » une concordance assez stable entre 2012 et 2016 mais négative pour 2008-2012 traduisant une petite régression au début du suivi puis une stabilisation de l'herbier en limite inférieure, à confirmer lors du prochain suivi.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2008 (0,51) et 2012 (0,51) sont proches de la valeur moyenne régionale tandis que l'EQR en 2015 (0,45) est légèrement inférieur comparés aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Ils indiquentun état moyen du site en 2008, 2012 et 2015.

Tableau 75 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2015).

Région	PACA	PACA	PACA														
Masse d'eau côtière	FRDC06a	FRDC06a	FRDC06a	Échelle de comparaison Région PACA													
Nom Site	Digue Marseille 2	Digue Marseille	Digue Marseille	Légende													
Année	2015	2012	2008														
EQR Site	0.45	0.51	0.51	0.27 0.64													
TEMPO		0.10		0.49													
EQR'	0.66	0.66	0.66	0.21 0.89													
Typologie	0.50	0.00	0.00	5.50								33	5.55	0.00			0.54
EQR'	0.38	0.38	0.38	0.18 0.94													
Profondeur			0.00	0.59													
EQR'	0.3	0.48	0.49	0.15 0.65													
Densité	0.0	0.40	0.40	0.33													

La limite inférieurefranche se situe à 20,4 m de profondeur.

La densité moyenne à -21,4 mètres est de 220,37 \pm 55,05 / m² en 2008 et 218,18 \pm 50,11 faisceaux /m² en 2012. En 2015 elle est de155 \pm 48,4 faisceaux /m² à une profondeur moyenne de -20,8 mètres. L'herbier est erétat normal en 2008 et 2012 et en état médiocre en 2015 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; La densité estormale en 2008 et 2012 et sub-normale inférieure en 2015 (Pergent et al., 1995).

Le déchaussement est faible sur les trois années de suivis. En 2012, il varie de -1 à 5 cm pour une valeur moyenne de1,36 \pm 1,34 cm et en 2015 il varie de 0 à 8 cm pour une valeur moyenne de4,7 \pm 2,4 cm.

b. Perturbations observées

Nous avons observé de nombreux macrodéchets en 2012 et 2015 sur ce site.



Figure 157 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

c. Données historiques

Le site de « Marseille » est un site RSP mis en place en 1986. La limite inférieure est située à une profondeur moyenne de -26,5 mètres, l'eau y est turbide et le substrat est composé de sable grossier. L'herbier est quasi-continu entre les balises 1 et 5 et davantage morcelé au niveau des balises 6 à 11. L'herbier présentait des densités normales à normales supérieures en 2004 dans le sens de la classification (Pergent et al., 1995) ainsi qu'un fort recouvrement. Une évolution progressive de la limite inférieure au niveau de ce site RSP était relevée depuis 2001. La régression dont il a fait l'objet pendant de nombreuses années (construction du port de la Pointe Rouge, aménagements des plages artificielles dans la baie du Prado...) semble s'être complétement arrêtée pour laisser place à une progression de l'herbier se confirmant d'années en années (depuis 1995).

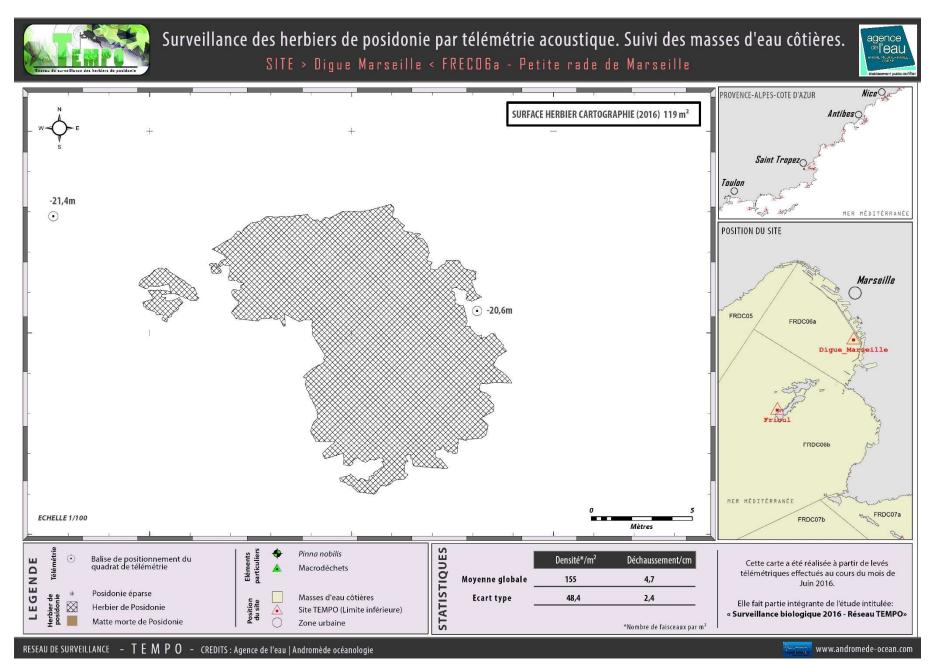
d. Cartographie du site, évolution et modèle 3D

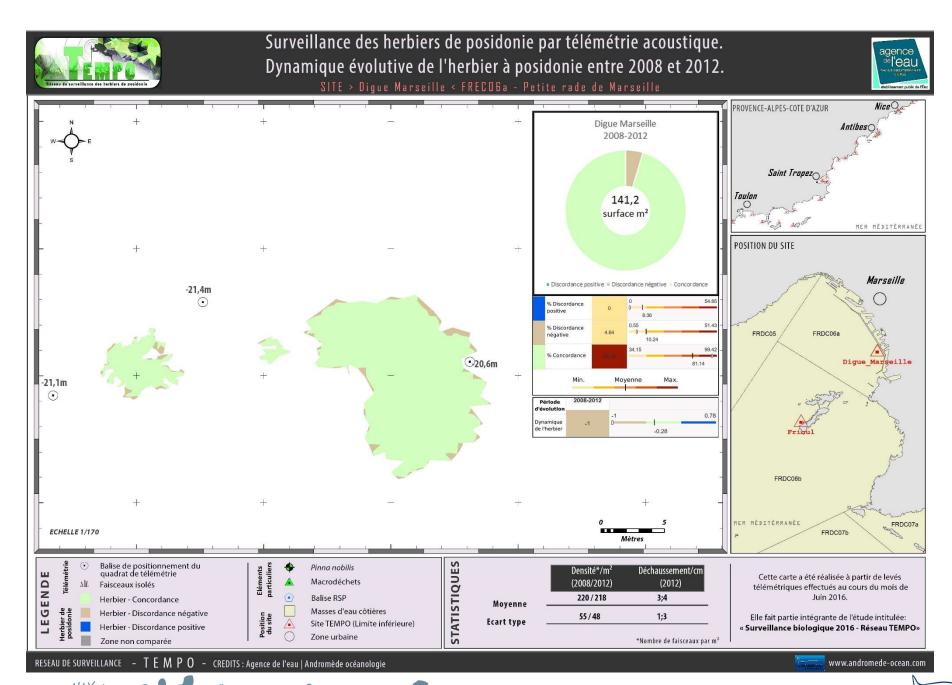
Des vues en 3D du site sont présentées sur les pages suivantes.

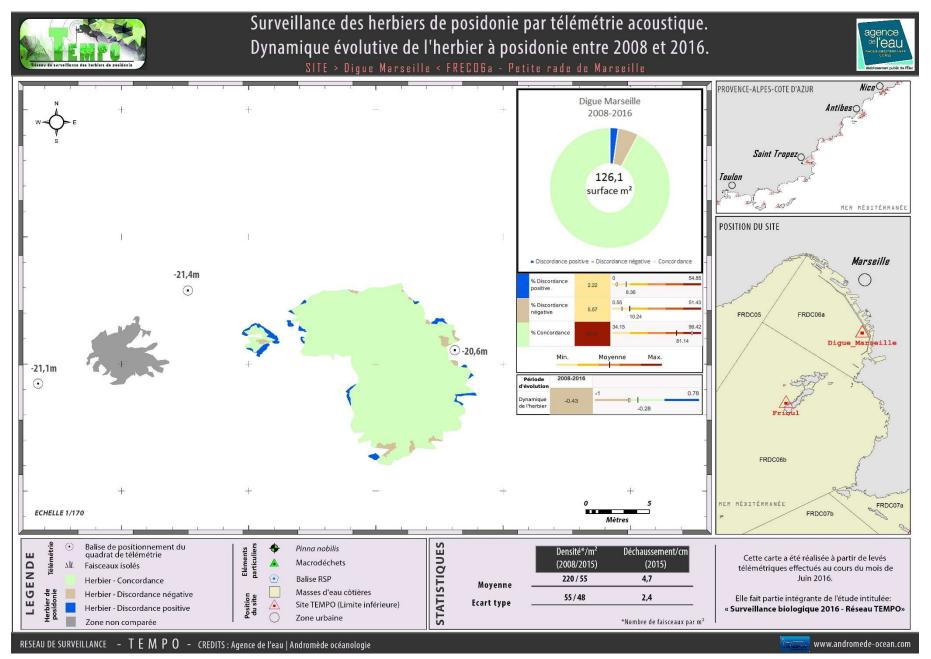


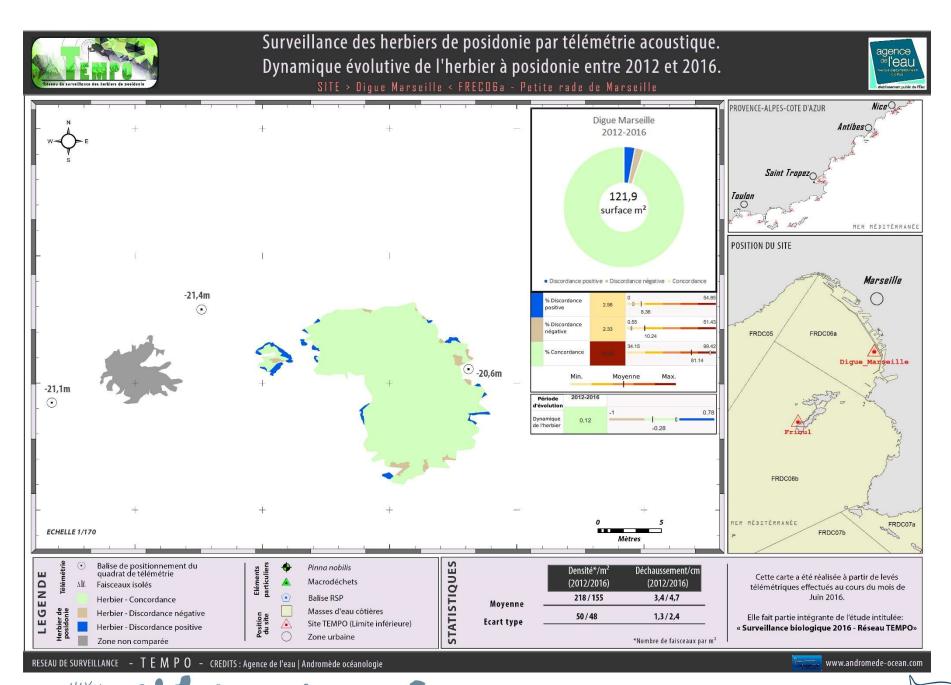
Figure 158: Vues en 3D - site Digue Marseille (2016).











IV.S.1.b. Digue Marseille PI (masse d'eau FRDC06a) – Profondeur intermédiaire

a. BiPo2

Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 2 : profondeur de la limite inférieure = -20.4 m, type de limite = franches en tâches, densité de l'herbier = 212.5 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles = 639.5 mm.L'indice BiPo2 est de 0.509 classant le site en état moyen. Les valeurs des différents EQR sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 76 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

Profondeur limite			Longueur des feuilles
0.38	0.66	0.46	0.54

b. EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15,4 mètres sur le site Digue Marseille PI.

Note				
0	1	2	3	4

Box 2 : Feuilles de posidonie [Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 212,5 ± 8faisceaux par m² (Note 1).

Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,03 g MS / faisceau. La note attribuée à la Box 3-4 est 1 : selon ce critère la qualité de l'eau est médiocre.

Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 1 individu / 100m². La note attribuée à la Box 5 est 2.

Box 6: HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0 individu / m² et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,88 (principalement des ascidiesHalocynthia papillosa). La note attribuée à la Box 6a est de 4 et celle la Box 6b est de 1 : selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyen.

Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 0 individu / 10 m². La note attribuée à la Box 8 est 1.

Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)

L'indice de broutage est de 45,66% (Note 4) : la présence d'herbivores est jugée très bon.

Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,14~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), celle de téléostéens piscivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0,07~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0).

── Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 2 (Note 0).

L'EBQI est de 2,78 avec un indice de confiance de 3,85 classant le site en état mauvais.

Tableau 77 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2015 – Site Digue Marseille PI.

вох	Poids	Note
1 – P. oceanica racines et rhizomes	3	0
2 – P. oceanica feuilles	5	1
3-4 – Epibiontes MOP filtreurs et suspensivores des feuilles	4	1
5 - Filtreurs benthiques (Pinna nobilis)	2	2
6 – Autres filtreurs et suspensivores benthiques	2	2.5
7 – Litière détritique	2	0
8 - Détritivores	2	1
9 - Herbivores	5	4
10 – Prédateurs téléostéens	5	0
11 – Piscivores téléostéens	5	0
12 – Planctivores téléostéens	3	0
9 - 12 - SRDI	3	0
13 – Oiseaux	1	0

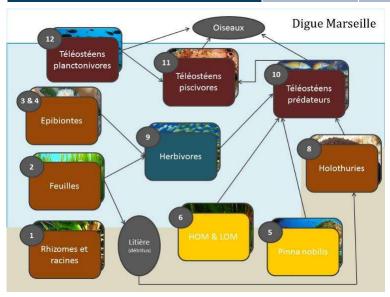
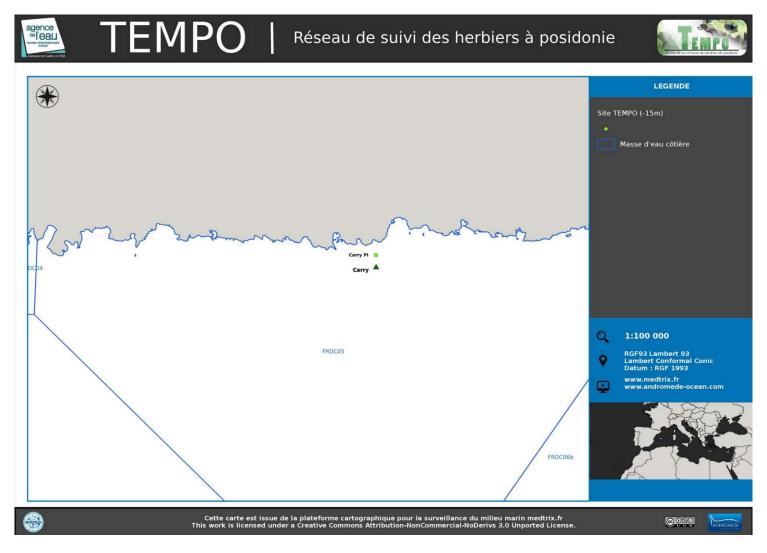


Figure 159 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box de l'EBQI.

IV.T. Masse d'eau FRDC05

La masse d'eau FRDC05 comprend un site TEMPO : « Carry » échantillonné en 2008, 2012, 2015 (données de vitalité intégrées dans le rapport de l'année précédente) et 2016 (cartographie de l'herbier).



IV.T.1.a. Carry (masse d'eau FRDC05) – Limite inférieure

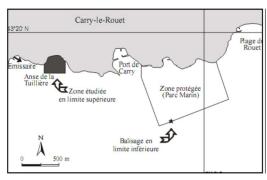


Figure 160 : Localisation du site de Carry (source : Cadiou et al., 2004).

Le site de Carry est localisé dans la masse d'eau FREC05, au large du port de Carry-le-Rouet, à 850 mètres de la côte. L'herbier se développe sur un fond de matte morte et détritique côtier.

Il a été suivi par télémétrie acoustique en 2008 (Descamp et al., 2009).

Au niveau de la surface comparable (708 m²) et pour la période 2012-2016 on observe sur ce site 0% de discordance positive 0,65% de discordance négative et 99,35% de concordance. L'indice d'évolution (-1) indique un herbier en régression en limite inférieure. Cet indice est de -1 car aucune progression n'a été observée en 2016. Cependant, la surface stable représente plus de 99% sur cette période.

Au niveau de la surface comparable (802 m²) et pour la période 2008-2012 on observe sur ce site 0% de discordance positive, 11,87% de discordance négative et 88,13% de concordance. L'indice d'évolution (-1) indique un herbier en régression.

Au niveau de la surface comparable (803 m²) et pour la période 2008-2016 on observe sur ce site 0% de discordance positive, 12,43% de discordance négative et 87,57% de concordance. L'indice d'évolution (-1) indique un herbier stable en régression.

L'herbier présente sur le site TEMPO « Carry » une concordance assez stable entre 2012 et 2016 mais négative pour 2008-2012 traduisant une régression sur cette période puis une stabilisation de l'herbier en limite inférieure.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Les EQR en 2008 (0,51) et 2012 (0,51) sont proches de la valeur moyenne régionale tandis que l'EQR en 2015 (0,45) est légèrement inférieur comparés aux autres sites

du réseau TEMPO de la région PACA. Ils indiquentun état moyen du site en 2008, 2012 et 2015.

Tableau 78 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2015).

Région	PACA	PACA	PACA				
Masse d'eau côtière	FRDC05	FRDC05	FRDC05	Échelle de comparaison Région PACA Légende			
Nom Site	Carry	Carry	Carry	Logondo			
Année	2015	2012	2008				
EQR Site	0.43	0.4	0.4	0.27 0.64			
TEIVIFO				0.49			
EQR'	0.21	0.21	0.21	0.21 0.89			
Typologie							0.54
EQR'	0.74	0.74	0.73	0.18 0.94			
Profondeur	5.5.1	0.7.1	0.10	0.59			
EQR'	0.33	0.25	0.27	0.15 0.65			
Densité	0.00	0.20	0.21	0.34			

La limite inférieurede type régressif se situe entre 29,5 et30,2 m de profondeur.

La densité moyenne est de 133 en 2008 et 116 ± 74 faisceaux /m² en 2012 (à -28,7 m en moyenne). En 2015 elle est de 174 \pm 48,7 faisceaux /m² à une profondeur moyenne de -28,7 mètres. L'herbier est erétat normal en 2008 et 2012 et en état bon en 2015 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010) ; La densité estnormale sur les trois années (Pergent et al., 1995). En juin 2016, Eric Charbonnel du Parc marin a réalisé des mesures de densité à la profondeur de -29,5m dans la portion d'herbier la plus dense : la densité moyenne était de 192,5 \pm 50faisceaux /m² ce qui est cohérent avec la dernière mesure de 2015.

Le déchaussement estfaible sur les trois années de suivis. En 2012, il varie de -2 à 3 cm pour une valeur moyenne de 0.85 ± 1.19 cm et en 2015 il varie de -2 à 6 cm pour une valeur moyenne de 0.4 ± 1.3 cm.

b. Perturbations observées

Nous avons observé de nombreux macrodéchets et le développement de l'algue invasive Caulerpa racemosaen 2008 sur l'étendue de matte morte située au-delà de la limite de l'herbier. Les sources de nuisances possibles sont le contexte global de turbidité des eaux lié au flux rhodanien, la proximité du port de plaisance de Carry-le-Rouet, et le rejet de l'émissaire des communes de Carry-le-Rouet et Sausset-les-Pins qui se rejette dans l'anse voisine de la Tuillière. A noter que l'herbier de ce site est le plus profond connu sur la Côte Bleue, et donc le plus sensible. De ce fait toute modification, même infime, de la turbidité se traduira par une remontée des limites et de la profondeur de compensation.



Figure 161 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013).

c. Données historiques

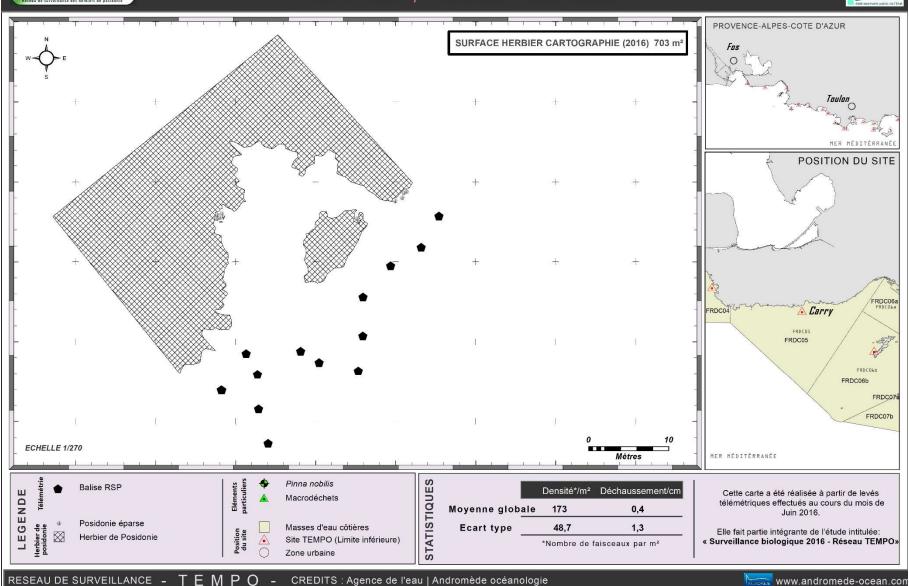
Le site de Carry est un site RSP qui montre une régression chronique depuis son installation. Il a été mis en place en 1985 puis suivi en 1988, 1991 et 1994. Il a été réinstallé en 1997 après un recul moyen de 4,5 mètres de la limite. De nouvelles

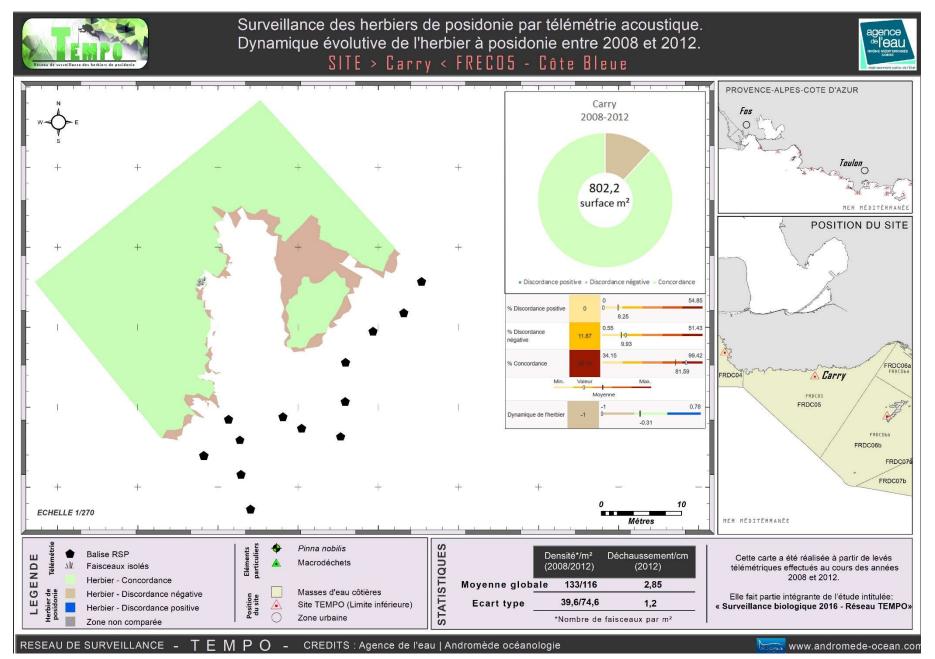
balises en béton ont ainsi été disposées au contact de la limite de l'herbier. L'herbier présentait des densités anormales dans le sens de la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995). Le suivi RSP 2000 montrait une régression (5 balises sur 11) et une stabilité (6 balises sur 11), régression qui s'est poursuivie en 2003 (Cadiou et al., 2004), en 2008 (Descampet al., 2009) et en 2012. En 2015, on note une stabilité de ce site.

Les causes de cette régression restent difficiles à établir. Les cartes ci-dessous présentent (1) la cartographie de l'herbier en 2015 et (2) la dynamique évolutive de cet herbier entre 2008 et 2012, 2012-2016 et 2008-2016.

Surveillance des herbiers de posidonie par to





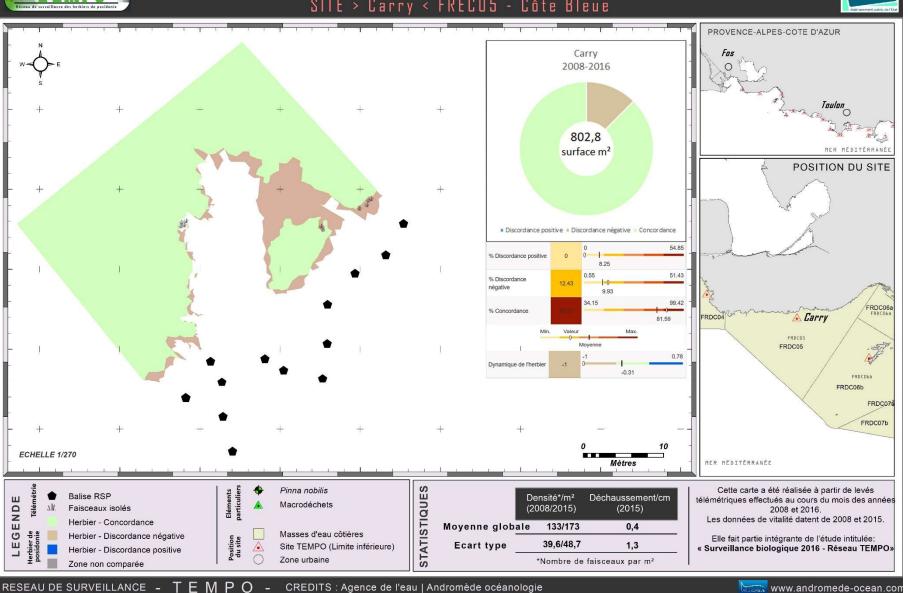


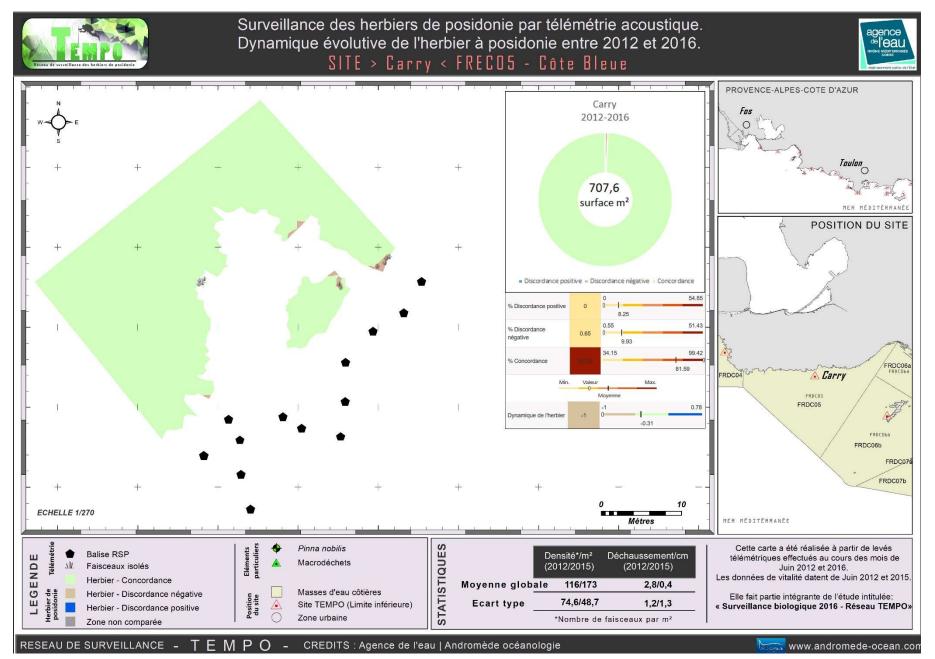


Surveillance des herbiers de posidonie par télémétrie acoustique. Dynamique évolutive de l'herbier à posidonie entre 2008 et 2016.



SITE > Carry < FRECO5 - Côte Bleue





IV.T.1.b. Carry PI (masse d'eau FRDC05) – Profondeur intermédiaire (données de 2015)

La station Carry PI se trouve à -15,5 mètres sur fond meuble.



Figure 162: Site Carry PI (2015).

al PREI

- Profondeur de la limite inférieure et type de limite inférieure (secteur LI)

Sur le site Carry l'herbier est sur un fond de matte morte et détritique côtier esa limite inférieure régressive se situe à une profondeur maximale de -30,2 mètres.

- Densité de faisceaux (secteur PI)

A -15,5 mètres, la densité en 2015 sur la station varie de 81 à 244 faisceaux/ m^2 pour une densité moyenne de 153,75 \pm 69,2 faisceaux $/m^2$. L'herbier est en état médiocre en 2015 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010); La densité est sub-normale inférieure (Pergent et al., 1995).

- Surface foliaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul de plusieurs paramètres foliaires.

A -15,5 mètres sur la station Carry PI le nombre moyen de feuilles par faisceaux varie de 4 à 15 pour unevaleur moyenne de $6,6 \pm 2,39$ feuilles/faisceaux.

Les feuilles enlevées des 20 faisceaux sont autant des adultes (n=66 soit 50% des feuilles) que des feuilles intermédiaires (n=66 soit 50%). Aucune feuille juvénile n'a été relevée.

Les données biométriques ont permis de connaître la surface foliaire de chaque faisceau, exprimée en cm².faisceau. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante :

SF= (somme des longueurs des feuilles intermédiaires \times moyenne des largeurs des feuilles intermédiaires) + (somme des longueurs des feuilles \times moyenne des largeurs des feuilles adultes)

Sur la station Carry PI: SF= 361 cm²/faisceau

- Charge épiphytaire (secteur PI)

L'analyse en laboratoire des 20 faisceaux a permis le calcul du ratio épiphytes/feuilles par faisceau de la manière suivante :



E/L= poids sec des épiphytes d'un faisceau / poids sec des feuilles du même faisceau

Sur la station Carry PI : E/L= 0,094

- Indice de qualité écologique (EQR)

Le calcul de l'EQR est basé sur les cinq paramètres définis dans la partie précédente ; il se calcule de la manière suivante :

EQR = (EQR' + 0.11)/(1 + 0.1)

Sur la station Carry PI: EQR= 0,655 avec EQR'= 0,611

N densité = 0.227

N SF=0,776

N (E/L) = 0.453

N limite inférieure = 0,68

A la valeur de la limite inférieure mesurée sous l'eau à 30 mètres de fond nous avons ajouté 3 car la limite est régressive.

L'EQR (0,655) calculé sur la station Carry PI en juin 2015 indique un bon état écologique.

bl BiPo2

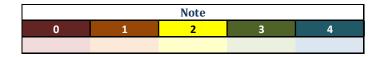
Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 2 : profondeur de la limite inférieure = -30,2 m, type de limite = régressive, densité de l'herbier = 153,75 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles = 645,5 mm. L'indice BiPo2 est de 0,450 classant le site en état moyen. Les valeurs des différents EQR sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 79 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

Profondeur	Type de	Densité de	Longueur	Bipo 2	Interprétation
0.74	0.21	0.30		0.450	

clEBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -15,5 mètres sur le site Carry PI. Pour chaque box la valeur du paramètre est indiquée ainsi que la note attribuée à la box.



Box 2 : Feuilles de posidonie[Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de 153,75 \pm 69,2 α aisceaux par m² (Note 1) et le recouvrement est de 95% (Note 4).



Figure 163 : Exemple de photos verticales pour évaluer le pourcentage de recouvrement sur le site Carry PI.

- Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,09 g MS / faisceau. La note attribuée à la Box 3-4 est 1 : selon ce critère la qualité de l'eau est médiocre.

- Box 5 : Densité de Pinna nobilis

La densité de grandes nacres est estimée à 0,5 individu / 100m². La note attribuée à la Box 5 est 1.

- Box 6: HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

La densité de HOM (indicateur de haut niveau en matière organique) est de 0,37 individus / m² (surtout des spirographes) et celle des LOM (indicateur du faible niveau en matière organique) est de 0,4 (principalement des cliones). La note attribuée à la Box 6a est 3 et celle la Box 6b est 1, soit une note globale de la Box 6 de 2 : selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyen.

- Box 8 : Holothuries

La densité d'holothuries est de 5 individus / 10 m². La note attribuée à la Box 8 est 2.

- Box 9 : Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)]

Aucun oursin n'a été relevé (Note 1) et l'indice de broutage est de 5,7% (Note 3) soit une note globale de 2 : la présence d'herbivores est jugée moyenne.

- Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens et le SRDI

La densité de téléostéens prédateurs est de $0.51 \, \text{kg WM} / 100 \, \text{m}^2$ (Note 1), celle de téléostéens piscivores est de $0 \, \text{kg WM} / 100 \, \text{m}^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de $0.71 \, \text{kg WM} / 100 \, \text{m}^2$ (Note 2).

- Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 4 (Note 1).

- EBQI: note et indice de confiance

L'EBQI est de 3,51 avec un indice de confiance de 3,74 classant le site en état médiocre.

A relever l'observation d'une graine de posidonie lors de la plongée.

Le tableau et le graphique suivants présentent une synthèse de la note attribuée à chaque box.

Tableau 80 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2015 – Site Carry PI.

Box	Compartiment	Note	Indice de confiance
2	Feuille de posidonie	2,5	4
3 et 4	Epibiontes (feuilles)	1	3
5	Pinna nobilis	1	4
6	HOM et LOM	2	4
8	Holoturies	2	4
9	Oursin et Saupe	2	4
	Téléostéens prédateurs,		
10	cephalopodes, étoiles de	1	4
	mer		
11	Téléostéens piscivores	0	4
12	Téléostéens planctonivores	2	4
9 à 12	SRDI	1	4



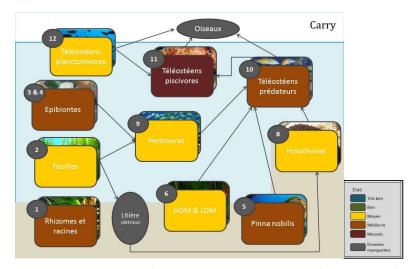
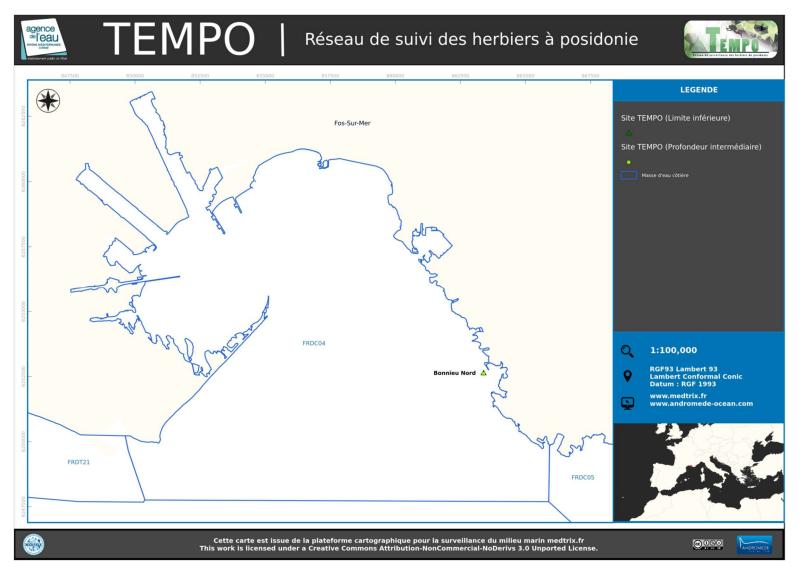


Figure 164 : Graphique représentant la couleur correspondant à la note calculée pour chaque box.

IV.U. Masse d'eau FRDC04

La masse d'eau FRDC04 comprend le site TEMPO Bonnieu Nord dont la limite inférieure correspond aussi à la profondeur intermédiaire. Le site TEMPO : « Bonnieu Nord » a été échantillonné en 2012 et 2015 (données de vitalité intégrées dans le rapport de l'année précédente) et 2016 (cartographie de l'herbier).



IV.U.1.a.Bonnieu Nord (masse d'eau FRDC04) – Limite inférieure

Le site de Bonnieu Nord est localisé dans la masse d'eau FREC04, à l'extrémité Est du golfe de Fos. L'herbier se développe sur un fond meuble sous forme de tâches isolées. Pour des raisons techniques les relevés de télémétrie acoustique ont été réalisés en juin 2016 au lieu de juin 2015. Les mesures de vitalité de l'herbier ont en revanche bien été faites en juin 2015 et sont intégrées au présent rapport.

Quatre balises sont ancrées dans la roche entre -10,5 et -13,5 m de profondeur. La présence de blocs rocheux augmente l'hétérogénéité du substrat et la richesse en faune et flore du site. L'eau y est assez turbide.



Figure 165: Bonnieu Nord (2015).

Au niveau de la surface comparable (8,54m²) et pour la période 2012-2016 on observe sur ce site 6,09% de discordance positive, 12,65 % de discordance négative et 81,26% de concordance. L'indice d'évolution (-0,35) indique un herbier avec une tendance régressive.

L'herbier présente sur le site TEMPO « Bonnieu Nord » une concordance assez stable entre 2012 et 2016 traduisant une stabilisation de l'herbier en limite inférieure.

a. Mesures de vitalité et comparaison régionale

Tableau 81 : Comparaison des valeurs de l'EQR du site TEMPO (et des EQR' associés) avec les autres sites TEMPO (incluant les données de 2008 à 2015).

Région	PACA	PACA	
Masse d'eau côtière	FRDC04	FRDC04	Échelle de comparaison Région PACA
Nom Site	Bonnieu Nord	Bonnieu Nord	Légende
Année	2012	2015	
EQR Site TEMPO	0.48	0.41	0.27 0.64
EQR' Typologie	0.66	0.66	0.21 0.89
EQR' Profondeur	0.25	0.25	0.18 0.94 0.59
EQR' Densité	0.53	0.33	0.15 0.65

Les EQR en 2012 (0,48) est proche de la moyenne régionale, celui de 2015 (0,41) est en-dessous comparé aux autres sites du réseau TEMPO de la région PACA. Ils indiquentun état moyen du site en 2012 et 2015.

La limite inférieure de typefranc en tâches (natural sharp limit) se situe à 13 m de profondeur.

La densité moyenne est de $232,35 \pm 64,7$ faisceaux $/m^2$ en 2012 et de $173,75 \pm 46,9$ faisceaux $/m^2$ en 2015. L'herbier est en état médiocre en 2012 et 2015 compte tenu de sa densité de faisceaux d'après la classification (Pergent-Martini and Pergent, 2010); la densité est sub-normale inférieure les deux années (Pergent et al., 1995).

Le déchaussement est faible sur les deux années : 0.35 ± 1.01 cm en 2012 et 0 ± 1.5 cm en 2015.

b. Perturbations observées

Ce site est localisé dans le golfe de Fos, zone sensible soumise à diverses sources potentielles de nuisances proches : raffineries du complexe industriel de Fos, port de Bouc, rejets en mer (centrale thermique EDF de Martigues, rejet Naphtachimie Atochem, société BP).

Aucun macrodéchet et aucune caulerpe n'ont été observés.



Figure 166 : Vue aérienne et emplacement du site (source : Bing, 2013)

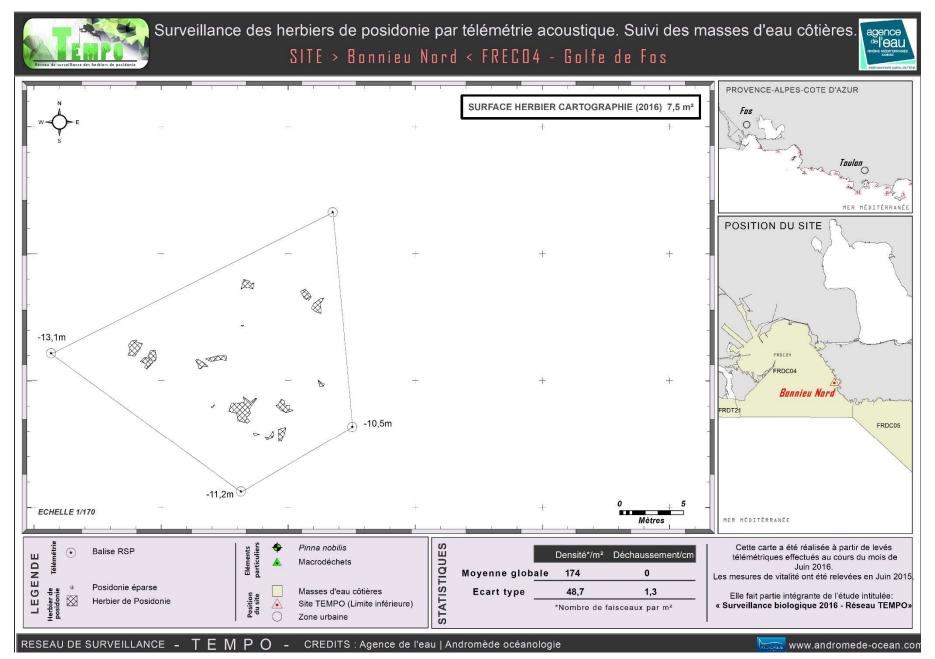
c) Données historiques

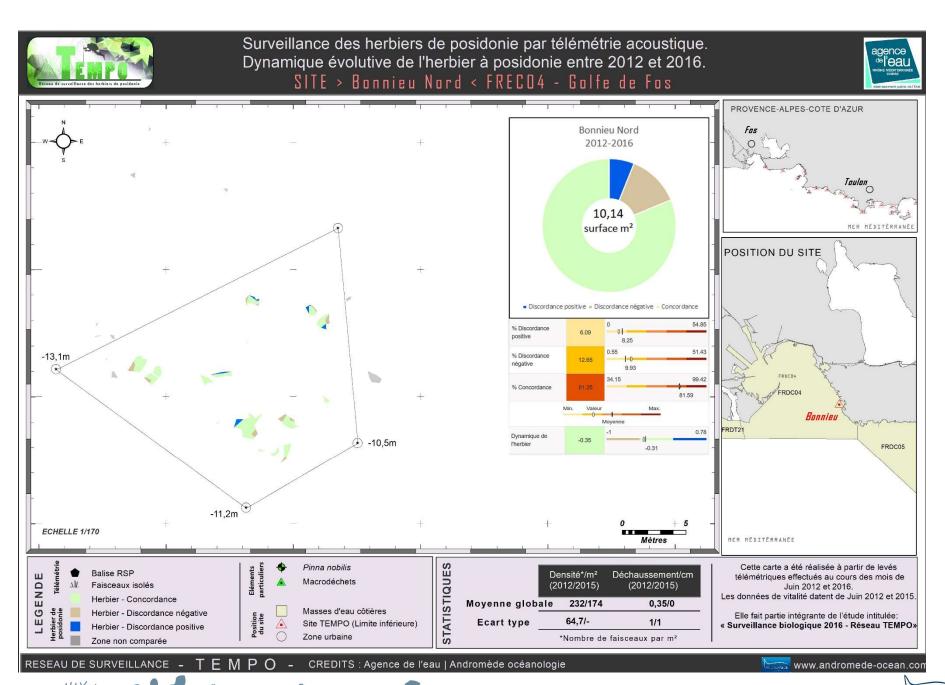
Le site RSP « Martigues » a été mis en place en 1995. Il est localisé dans le golfe légèrement plus au Sud que le site TEMPO « Bonnieu_Nord », au large de la pointe Bonnieu, au voisinage de la centrale thermique de Lavera. La limite inférieure de l'herbier est située à une profondeur moyenne de -18 mètres. Jusqu'en 2001 (date du dernier suivi) le site RSP montrait une tendance à la régression de l'herbier, avec un recul important et une disparition de nombreuses touffes de posidonies. La densité moyenne de l'herbier de ce site était normale d'après la classification de Pergent-Martini (1994) et Pergentet al., (1995). Deux balises présentaient une densité sub-normale inférieure



Figure 167:
Bonnieu-Nord
(2012). [1]:
Piguet 1 (-

10.5m) du quadrat de télémétrie ; [2] : Piquet 2 (-11.2m) du quadrat de télémétrie ; [3] : Piquet 3 (-13.1m) du quadrat de télémétrie ; [4, 5, 6] : Tâches et faisceaux isolés d'herbier





IV.U.1.b.Bonnieu Nord PI (masse d'eau FRDC04) – Profondeur intermédiaire (données de 2015)

a) BiPo2

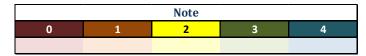
Sur le site les paramètres suivants ont été mesurés pour calculer l'indice BiPo2 2 : profondeur de la limite inférieure = -13 m, type de limite = franche faible recouvrement, densité de l'herbier = 173,75 faisceaux/m², moyenne de la longueur des feuilles = 502 mm.L'indice BiPo2 est de 0,399 classant le site en état moyen. Les valeurs des différents EQR sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 82 : Synthèse des paramètres pour calculer l'indice BiPo2.

Profondeur	Type de	Densité de	Longueur	Bipo 2	Interprétation
0.25	0.66	0.33	0.35	0.399	Normal

b) EBQI

Les paramètres ont été relevés à la profondeur de -13 mètres sur le site Bonnieu Nord. Pour chaque box la valeur du paramètre est indiquée ainsi que la note attribuée à la box.



- Box 2 : Feuilles de posidonie[Densité de faisceaux (Box 2a) et Recouvrement (Box 2b)]

La densité moyenne est de $173,75 \pm 46,\%$ aisceaux par m^2 . La note attribuée à la Box 2 est 1.

- Box 3 et 4 : Epibiontes des feuilles

La biomasse d'épibiontes sur les feuilles est de 0,08 g MS / faisceau. La note attribuée à la Box 3-4 est de 1 : selon ce critère la qualité de l'eau est médiocre.

- Box 5 : Densité de Pinna nobilis

Aucune grande nacre n'a été dénombrée le long des transects. La note attribuée à la Box 5 est 0.

- Box 6: HOM (Box 6a) et LOM (Box 6b)

Aucun indicateur de haut niveau ou faible niveau en matière organique n'a été relevé. La note attribuée à la Box 6a est 4 et celle la Box 6b est 0, soit une note globale pour la Box 6 de 2 : selon ces paramètres le niveau de matière organique dans l'eau est moyen.

- Box 8 : Holothuries

Aucune holothurie n'a été vu. La note attribuée à la Box 8 est 1.

- Box 9: Herbivores [Oursins (Box 9a) et Saupes (Box 9b)]

Aucun oursin n'a été relevé (Note 1) et l'indice de broutage est de 11% soit une note de 3 : la présence d'herbivores est jugée moyenne.

- Box 10, 11, 12 : Les Téléostéens et le SRDI

La densité de téléostéens prédateurs est de 0,36~kg~WM / $100~m^2$ (Note 1), celle de téléostéens piscivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0), et celle de téléostéens planctonivores est de 0~kg~WM / $100~m^2$ (Note 0).

- Box 9 à 12 : SRDI

Le nombre moyen d'espèces rencontrées par transect sur ce site est 1,5 (Note 0).

- EBQI: note et indice de confiance

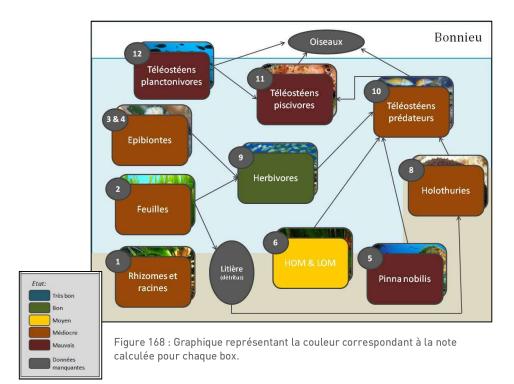
L'EBQI est de 2,43 avec un indice de confiance de 3,85 classant le site en mauvais état.



Le tableau et le graphique suivants présentent une synthèse de la note attribuée à chaque box.

Tableau 83 : Synthèse de la note attribuée à chaque box en 2015 – Site Bonnieu Nord.

Вох	Compartiment	Note	Indice de confiance
2	Feuille de posidonie	1	4
3 et 4	Epibiontes (feuilles)	1	4
5	Pinna nobilis	0	4
6	HOM et LOM	2	4
8	Holothuries	1	4
9	Oursin et Saupe	3	4
10	Téléostéens prédateurs, céphalopodes, étoiles de mer	1	4
11	Téléostéens piscivores	0	4
12	Téléostéens planctonivores	0	4
9 à 12	SRDI	0	4





V. Synthèse

V.A.Sites à la profondeur intermédiaire

Nous présentons ci-après des tableaux de synthèse avec :

Dans le premier tableau, l'indice de qualité écologique EQR des sites TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire en 2016 et suivis selon le protocole PREI. On trouve aussi le détail de tous les paramètres nécessaires au calcul de l'EQR: densité de faisceaux, surface foliaire et charge épiphytaire mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres), et celles des paramètres de profondeur et type de limite inférieure associés;

Dans le second tableau, le classement des sites selonl'indice BiPo2 pour tous les sites TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire en 2016.

Dans le troisième tableau, le classement des sites selorl'indice EBQI pour tous les sites TEMPO échantillonnés à la profondeur intermédiaire en 2016. On trouve aussi le détail de tous les paramètres mesurés pour chacun des compartiments fonctionnels (box).

Le dernier tableau compare les indices à la profondeur intermédiaire pour chaque site.



Tableau 84 : Valeurs brutes des paramètres de densité, surface foliaire et charge épiphytaire mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres), des paramètres de profondeur et type de limite inférieure associés et l'EQR global de ces sites TEMPO échantillonnés en 2016 et suivis selon le protocole PREI.

		Profor	deur intermédiaire	e (-15 m)	Limite ir	nférieure		
		Densité	Surface foliaire	Charge				
Station	Année	(faisceaux/m²)	(cm²/faisceau)	épiphytaire (g/g)	Prof. (m)	Type	EQR (PREI)	Classe
Cap_Roux PI	2016	327,50	407,50	0,12	27,50	Franche	0,750	Excellent
Cap_Gros_Nord PI	2016	153,70	267,59	0,21	21,00	Franche	0,517	Moyen
Pte_Rube PI	2016	149,00	159,70	0,13	18,00	Régressive	0,394	Moyen
Pte_Vieille_Est PI	2016	308,00	376,40	0,07	25,00	Franche	0,702	Bon
Carqueiranne PI	2016	296,00	318,00	0,07	29,00	Franche	0,712	Bon
Pampelonne PI	2016	325,00	190,70	0,12	34,00	Franche	0,705	Bon

Tableau 85 : Valeurs des paramètres de profondeur de la limite, type de limite, densité, longueur des feuilles mesurés à la profondeur intermédiaire (-15 mètres), et l'EQR global de ces sites TEMPO échantillonnés en 2016 et suivis selon le protocole BiPo2.

Station	Année	BiPo2	Classe	Profondeur limite	Type limite	Densité	Longueur des feuilles
Pointe_Sardinaux PI	2016	0,6125	Bon	0,66	0,66	0,59	0,54
Pointe_de_la_Calle PI	2016	0,4475	Moyen	0,51	0,44	0,48	0,36
Lion_de_Mer PI	2016	0,37	Moyen	0,28	0,21	0,43	0,56
Agay_Ouest PI	2016	0,4975	Moyen	0,51	0,66	0,48	0,34
Cap_Roux PI	2016	0,6625	Bon	0,66	0,66	0,75	0,58
Plage_Suveret Pl	2016	0,4375	Moyen	0,25	0,66	0,32	0,52
Juan Pl	2016	0,435	Moyen	0,66	0,21	0,51	0,36
Cap_Gros_Nord PI	2016	0,5125	Moyen	0,4	0,66	0,65	0,34
Pointe_Bacon PI	2016	0,4175	Moyen	0,31	0,66	0,29	0,41
Cap_Nice_Est PI	2016	0,5425	Moyen	0,51	0,66	0,44	0,56
Pte_Rube PI	2016	0,435	Moyen	0,28	0,66	0,29	0,51
Mer_d_Eze PI	2016	0,5075	Moyen	0,74	0,21	0,64	0,44
Pte_Vieille_Est PI	2016	0,5775	Bon	0,55	0,66	0,71	0,39
Cap_des_Medès PI	2016	0,605	Bon	0,7	0,44	0,89	0,39
Carqueiranne PI	2016	0,6475	Bon	0,7	0,66	0,68	0,55
Fort_Bregançon PI	2016	0,525	Moyen	0,63	0,21	0,81	0,45
Grau_d_Agde_Est	2016	0,44	Moyen	0,16	0,44	0,83	0,33
Pampelonne PI	2016	0,6425	Bon	0,87	0,66	0,74	0,30
Paulilles	2016	0,4375	Moyen	0,27	0,66	0,47	0,35
Pte_Andati PI	2016	0,625	Bon	0,87	0,44	0,78	0,41
Pte_Esquillette PI	2016	0,675	Bon	0,94	0,44	0,80	0,52
Presqu_île_Giens Pl	2016	0,7	Bon	0,81	0,66	0,89	0,44



Tableau 86 : Valeurs des compartiments fonctionnels (box), de l'indice de confiance, de l'EBQI et de sa classe associée de tous les sites TEMPO échantillonnés en 2016 à la profondeur intermédiaire (-15 mètres) et suivis selon le protocole EBQI.

Station	Année	EBOI	Classe	Indice de confiance	Densite de faisceaux	Recouvrement	Epibiontes	Pinna nobilis	ном	LOM	Holothuries	Oursin	Indice de Broutage	Predateurs	Piscivores	Planctonivores	SRDI
Pointe Sardinaux PI	2016	4,76	Moven	85.71	252.50	24	0,15	0,30	0.46	2,30	1.00	0.00	34.17	0.69	0.00	0.31	7,3
Pointe de la Calle PI	2016	3,58	Médiocre	84.52	218.13	72	0,09	0,00	1,05	0,25	0,00	0,30	4,00	0,39	0,30	0,32	6,8
Lion de Mer Pl	2016	3,82	Médiocre	85.71	202.50	66	0,24	0.10	0.00	0,56	1.00	0,37	0.67	0.05	0.00	1.11	3,8
Agay Ouest PI	2016	3,40	Mauvais	85.71	219.40	95	0,05	0.20	0.23	1.70	2.00	0.00	16.70	0.18	0.00	0.28	6,1
Cap Roux Pl	2016	4,72	Moyen	85.71	327.50	93	0,25	0,25	1.06	0.33	0.00	0.13	11.40	0.48	0.00	0.11	5,3
Plage Suveret PI	2016	4,17	Médiocre	85,71	170.00	82	0,11	0,00	0.03	0.00	3,67	0,03	9,90	0.57	0,00	0.22	5,6
Juan Pl	2016	2,92	Mauvais	85,71	225,90	69	0,04	0,00	0,13	0,03	1,00	0,00	13.00	0,59	0,00	0,08	3,7
Cap Gros Nord PI	2016	4,24	Médiocre	85,71	284.40	99	0,30	0,07	0.00	0.03	0,30	0.00	12.17	0,26	0,00	0,87	4,4
Pointe Bacon PI	2016	3,33	Mauvais	85,71	149,06	97	0,07	0,15	0,00	0,20	0,00	0,90	0,00	0,27	0,00	0,06	5,2
Cap Nice Est Pl	2016	4,24	Médiocre	85,71	205,00	99	0,07	0,20	0,30	0,07	0,00	0,30	30,50	0,68	0,00	0,19	4,9
Pte Rube PI	2016	3,09	Mauvais	79,76	149,38	56	0,09	0,05	0,40	0,30	0,66	NA	11,50	0,18	0,00	0,00	4,6
Mer_d_Eze PI	2016	3,37	Mauvais	85,71	278,70	100	0,08	0,20	0,10	0,03	0,66	0,00	7,30	0,04	0,00	0,47	3,9
Pte_Vieille_Est PI	2016	3,89	Médiocre	79,76	308,13	100	0,14	0,05	0,00	0,00	0,00	NA	15,20	0,05	0,00	0,31	4,8
Cap_des_Medès PI	2016	4,86	Moyen	74,26	475,80	100	0,04	0,00	1,80	0,30	1,25	0,07	8,83	0,08	2,38	0,94	3,1
Carqueiranne PI	2016	4,10	Médiocre	71,73	295,80	98	0,11	0,05	0,30	0,35	0,00	0,92	5,24	0,13	0,00	1,02	4,8
Fort_Bregançon PI	2016	2,81	Mauvais	75,45	381,67	94	0,03	0,20	0,90	0,55	0,00	0,00	3,00	0,28	0,00	1,56	5,1
Grau_d_Agde_Est	2016	5,06	Moyen	44,00	405,80	50	0,06	0,00	0,06	2,93	1,66	2,26	82,07	NA	NA	NA	NA
Pampelonne PI	2016	3,92	Médiocre	68,75	325,00	73	0,12	0,55	0,10	0,45	1,50	0,00	NA	0,34	0,00	0,18	4,7
Paulilles	2016	4,50	Moyen	41,07	215,00	33	0,09	0,00	0,10	0,46	2,00	NA	9,73	NA	NA	NA	NA
Pte_Andati PI	2016	3,72	Médiocre	74,70	340,30	99	0,04	0,15	0,05	0,10	0,00	0,10	10,33	0,18	0,02	1,38	5,3
Pte_Esquillette PI	2016	4,80	Moyen	66,67	365,20	85	NA	1,28	0,50	0,60	2,50	0,63	5,17	0,27	0,00	0,83	5,0
Presqu_île_Giens Pl	2016	4,24	Médiocre	76,19	476,70	97	0,11	0,00	0,00	1,30	0,00	1,80	9,67	0,26	0,03	0,05	4,7



Tableau 87 : Comparaison des indices EBQI, PREI et BiPo2 pour chaque site localisé à la profondeur intermédiaire (-15 mètres) – données 2016.

Station	EBQI	Classe	BiPo2	Classe	EQR (PREI)	Classe
Pointe_Sardinaux PI	4,76	Moyen	0,6125	Bon		
Pointe_de_la_Calle PI	3,58	Médiocre	0,4475	Moyen		
Lion_de_Mer PI	3,82	Médiocre	0,37	Moyen		
Agay_Ouest PI	3,40	Mauvais	0,4975	Moyen		
Cap_Roux PI	4,72	Moyen	0,6625	Bon	0,750	Excellent
Plage_Suveret PI	4,17	Médiocre	0,4375	Moyen		
Juan PI	2,92	Mauvais	0,435	Moyen		
Cap_Gros_Nord PI	4,24	Médiocre	0,5125	Moyen	0,517	Moyen
Pointe_Bacon PI	3,33	Mauvais	0,4175	Moyen		
Cap_Nice_Est PI	4,24	Médiocre	0,5425	Moyen		
Pte_Rube PI	3,09	Mauvais	0,435	Moyen	0,394	Moyen
Mer_d_Eze Pl	3,37	Mauvais	0,5075	Moyen		
Pte_Vieille_Est PI	3,89	Médiocre	0,5775	Bon	0,702	Bon
Cap_des_Medès PI	4,86	Moyen	0,605	Bon		
Carqueiranne PI	4,10	Médiocre	0,6475	Bon	0,712	Bon
Fort_Bregançon PI	2,81	Mauvais	0,525	Moyen		
Grau_d_Agde_Est	5,06	Moyen	0,44	Moyen		
Pampelonne PI	3,92	Médiocre	0,6425	Bon	0,705	Bon
Paulilles	4,50	Moyen	0,4375	Moyen		
Pte_Andati PI	3,72	Médiocre	0,625	Bon		
Pte_Esquillette PI	4,80	Moyen	0,675	Bon		
Presqu_île_Giens PI	4,24	Médiocre	0,7	Bon		



V.B.Sites en limite inférieure

Le tableau de synthèse suivant présente pour chaquesite TEMPO échantillonné en limite inférieure en 2016 et lors des suivis précédents la valeur de l'EQR du site, le type de limite inférieure, l'EQR' Typologie, la profondeur de la limite inférieure, l'EQR' Profondeur, la densité de faisceaux et l'EQR' Densité.

La carte présentée ensuite montre la localisation et le statut écologique des sites TEMPO échantillonnés en limite inférieure en 2016 selon l'EQR ainsi que sa dynamique évolutive sur la période 2013-2016.



Tableau 88 : EQR du site, EQR' Typologie, EQR' Profondeur, EQR' Densité pour chaque site TEMPO échantillonné en 2016 avec comparaison à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	Occitanie	Occitanie
Masse d'eau côtière	FRDC05	FRDC05	FRDC05	FRDC06a	FRDC06a	FRDC06a	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08d	FRDC08d	FRDC09c	FRDC09c	FRDC07g	FRDC07g	FRDC09a	FRDC09a	FRDC02b	FRDC02b
Nom Site	Carry	Carry	Carry	Digue Marseille 2	Digue Marseille	Digue Marseille	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Juan	Juan	Juan	Agay Ouest	Agay Ouest	Cap Nice Est	Cap Nice Est	Cap Carqueiranne	Cap Carqueiranne	Cap Gros Nord	Cap Gros Nord	Grau d Agde Est	Grau d Agde Est
Année	2015	2012	2008	2015	2012	2008	2016	2013	2008	2016	2013	2008	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2016	2008
EQR Site TEMPO	0.43	0.4	0.4	0.45	0.51	0.51	0.53	0.58	0.64	0.56	0.39	0.39	0.56	0.58	0.54	0.48	0.53	0.55	0.46	0.44	0.48	0.55
EQR' Typologie	0.21	0.21	0.21	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.21	0.21	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.44	0.44
EQR' Profondeur	0.74	0.74	0.73	0.38	0.38	0.38	0.64	0.64	0.64	0.64	0.66	0.66	0.51	0.51	0.51	0.48	0.7	0.7	0.41	0.41	0.16	0.16
EQR' Densité	0.33	0.25	0.27	0.3	0.48	0.49	0.29	0.43	0.62	0.37	0.29	0.29	0.5	0.56	0.44	0.31	0.24	0.3	0.32	0.25	0.83	1.05



Tableau 89 : EQR du site, EQR' Typologie, EQR' Profondeur, EQR' Densité pour chaque site TEMPO échantillonné en 2016 avec comparaison à l'échelle régionale.

Région	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA	PACA
Masse d'eau côtière	FRDC07i	FRDC07i	FRDC08c	FRDC08c	FRDC10a	FRDC10a	FRDC08e	FRDC08e	FRDC07f	FRDC07f	FRDC07j	FRDC07j	FRDC09b	FRDC09b	FRDC08a	FRDC08a	FRDC07j	FRDC07j	FRDC09d	FRDC09d	FRDC08b	FRDC08b	FRDC10c	FRDC10c
Nom Site	Fort Bregançon	Fort Bregançon	Lion de Mer	Lion de Mer	Mer d Eze	Mer d Eze	Plage Suveret	Plage Suveret	Presqu île Giens	Presqu île Giens	Pte Andati	Pte Andati	Pte Bacon	Pte Bacon	Pte de la Calle	Pte de la Calle	Pte Esquillette	Pte Esquillette	Pte Rube	Pte Rube	Pte Sardinaux	Pte Sardinaux		Pte Veille Est
Année	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2016	2013
EQR Site TEMPO	0.37	0.34	0.32	0.27	0.39	0.45	0.39	0.39	0.6	0.6	0.52	0.5	0.46	0.48	0.43	0.4	0.52	0.51	0.44	0.41	0.55	0.54	0.6	0.53
EQR' Typologie	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.44	0.66	0.66	0.66	0.66	0.44	0.44	0.66	0.66	0.44	0.44	0.44	0.44	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
EQR' Profondeur	0.63	0.63	0.18	0.18	0.74	0.74	0.2	0.2	0.82	0.82	0.87	0.87	0.31	0.32	0.51	0.51	0.94	0.94	0.28	0.28	0.68	0.68	0.55	0.55
EQR' Densité	0.26	0.17	0.57	0.43	0.23	0.18	0.32	0.32	0.32	0.32	0.26	0.2	0.41	0.46	0.34	0.25	0.17	0.15	0.39	0.29	0.31	0.28	0.59	0.38



Tableau 90 : Surface totale d'herbier comparée (m²), pourcentages de concordance positive, de concordance négative et de stabilité de l'herbier pour chaque site selon la période d'évolution avec comparaison à l'échelle Méditerranéenne - données 2016.

Masse d'eau côtière	FREC02b	FRDC09b	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08a	FRDC07j	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d	FRDC09a	FRDC08e	FRDC07g	FRDC08d	FRDC07f
Site	Grau Agde Est	Pte Bacon	Juan	Juan	Juan	Pte de la Calle	Pointe Esquillette	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux	Cap Gros Nord	Plage Suveret	Cap Carqueiranne	Agay Ouest	Presqu'le Giens
Période d'évolution	2008-2016	2013-2016	2008-2013	2008-2016	2013-2016	2013-2016	2013-2016	2013-2016	2008-2016	2008-2013	2013-2016	2013-2016	2013-2016	2013-2016	2013-2016
% Discordance positive	38.18	1.68	1.16	0.61	0.44	6.5	2.27	26.32	54.86	24.3	2.35	0.73	0.36	4	3.18
% Discordance négative	11.38	1.8	1.79	5.25	4.18	7.1	42.05	5.06	6.77	11.54	3.39	2.91	4.61	0.65	3.1
% Concordance	50.52	96.52	97.00	94.113	95,08	86.4	55.68	68.62	38.38	64.17	97.26	96.36	95,03	95.35	93.71

Masse d'eau côtière	FRDC08c	FRDC08b	FREC06a	FREC06a	FREC06a	FREC05	FREC05	FREC05	FREC04	Échelle de comparaison
Site	Lion de mer	Pointe Sardinaux	Digue Marseille	Digue Marseille	Digue Marseille	Carry	Carry	Carry	Bonnieu Nord	Méditerranée Légende
Période d'évolution	2013-2016	2013-2016	2012-2016	2008-2012	2008-2016	2008-2012	2008-2016	2012-2016	2012-2016	
% Discordance positive	2.63	0.82	2.98	0	2.22	0	0	0	6.09	0 54.85
% Discordance négative	1.55	1.04	2.33	4.64	5.57	11.87	12.43	0.65	12.65	0.55 51.43 9.97
% Concordance	96.82	96.14	94.69	95,36	92.21	86.13	87 57	99.45	81.26	34.15 99.42 80.82



Tableau 91 : Dynamique évolutive de l'herbier (Indice d'évolution) pour chaque site avec comparaison à l'échelle Méditerranéenne – données 2016.

Masse d'eau côtière	FREC02b	FRDC09a	FRDC08e	FRDC07g	FRDC08d	FRDC07f	FRDC08c	FRDC08b	FREC06a	FREC06a	FREC06a	FREC05	FREC05	FREC05	FREC04	Échelle de comparaison
Site	Grau Agde Est	Cap Gros Nord	Plage Suveret	Cap Carqueiranne	Agay Ouest	Presqu'le Giens	Lion de mer	Pointe Sardinaux	Digue Marseille	Digue Marseille	Digue Marseille	Carry	Carry	Carry	Bonnieu Nord	Méditerranée Légende
Période d'évolution	2008-2016	2013-2016	2013-2016			2013-2016	2013-2016	2013-2016			2012-2016	2008-2012	2008-2016	2012-2016	2012-2016	<i>S</i> .
Dynamique de 'herbier	0.54	-0.18	-0.6	-0.86	0.72	0.01	0.26	-0.12	-0.43	-1	0.12	-1	-1	-1	-0.35	-0.29

Masse d'eau côtière	FRDC09b	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08e	FRDC08a	FRDC07j	FRDC08d	FRDC08d	FRDC08d
Site	Pte Bacon	Juan	Juan	Juan	Pte de la Calle	Pointe Esquillette	Cap Roux	Cap Roux	Cap Roux
Période d'évolution	2013-2016	2008-2013	2008-2016	2013-2016	2013-2016	2013-2016	2013-2016	2008-2016	2008-2013
Dynamique de l'herbier	-0.03	-0.21	-0.79	-0.81	-0.04	-0.9	0,68		





TEMPO

Réseau de suivi des herbiers à posidonie







Cette carte est issue de la plateforme cartographique pour la surveillance du milieu marin medtrix.fr This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License.



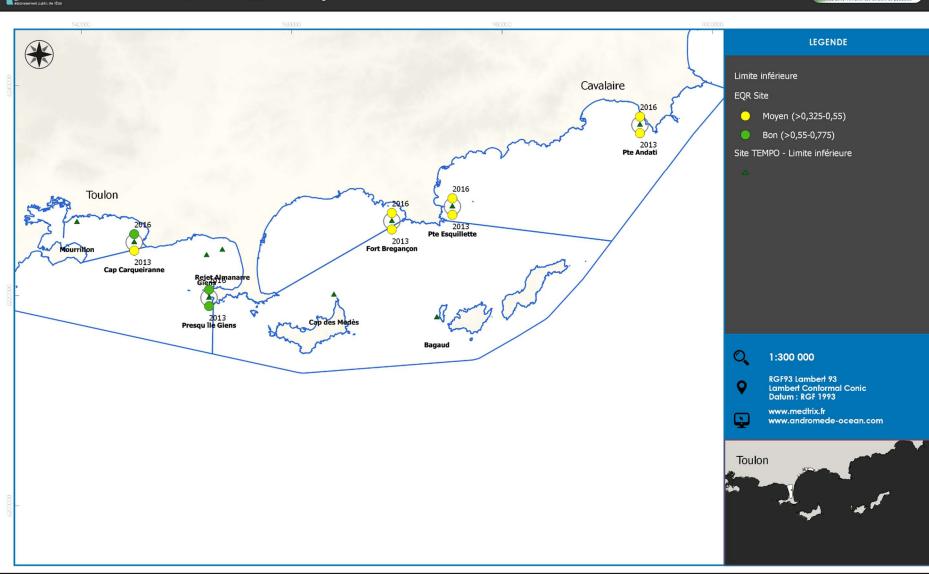




TEMPO

Réseau de suivi des herbiers à posidonie











Contact

7, place Cassan - Quai des pêcheurs 34 280 Carnon - France

Tél.: 04.67.66.32.48 - contact@andromede-ocean.com

www.andromede-ocean.com

