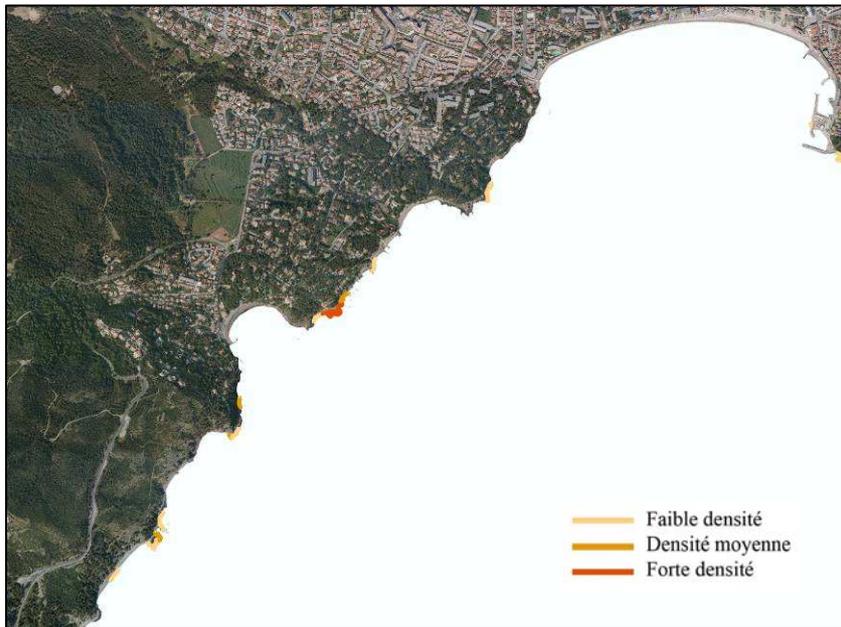


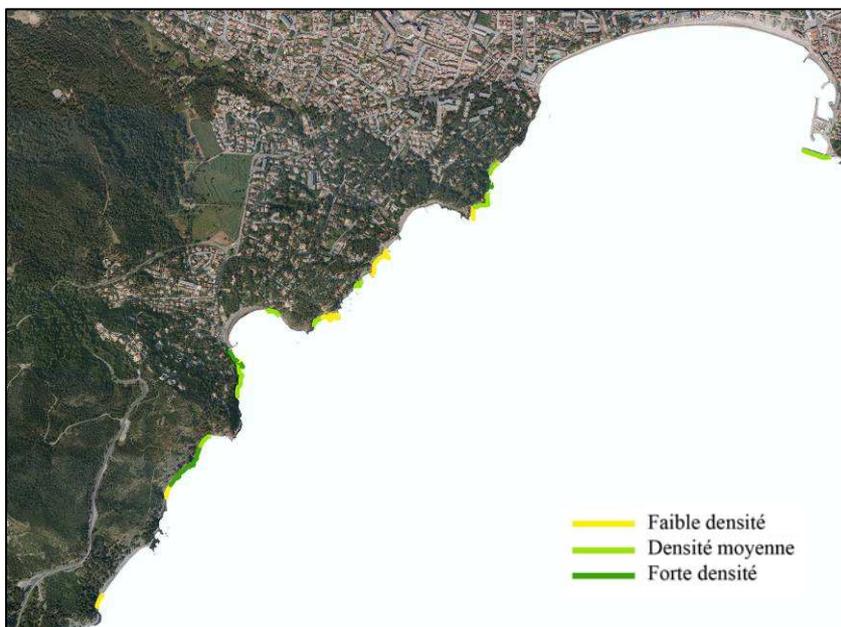
- ***Lithophyllum byssoides*** (anciennement *L. lichenoides*), (Rhodobiontes, Corallinacées)



Répartition des classes d'abondance des peuplements de *Lithophyllum byssoides* sur le secteur 5

Seul *Lithophyllum byssoides* de type I est présent sur le secteur 5. Sa présence est très ponctuelle et recouvre seulement 15,4% de la côte de cette zone. On le retrouve en faible moyenne et forte densités, sur certaines zones rocheuses (entre la pointe de Saint Selon et celle du Bau Rouge, sur la pointe du Bau Rouge, au nord de l'anse de Fabrégas, sur la pointe de Mar Vivo et sur la pointe Saint Elme).

Ulvales, algues vertes (Chlorobiontes).



Répartition des classes d'abondance des peuplements d'Ulves sur le secteur 5

Les ulves sont présentes sur le secteur 3, recouvrant 1,5km de côte soit 20,3% de la zone 5. On les retrouve disséminées le long de la côte, principalement à l'ouest de la zone et sur la digue sud du port de Saint Elme. Elles sont présentes à la fois en faible, moyenne et forte densités le long de cette côte.

- Présence des Caulerpales proliférantes

Ni *Caulerpa taxifolia*, ni *Caulerpa racemosa* n'ont été observées dans ce secteur.

III.6.5. EVOLUTION DES BIOCENOSES

La comparaison de la limite supérieure sur la base de photographies aériennes anciennes (1922) et récentes (2006) permet de montrer que l'herbier semble avoir peu évolué sur ce secteur.

Concernant la limite inférieure de l'herbier de posidonie, bien que montrant un signe de régression passée face à l'anse de Fabrégas (remontée de la limite de -30m à -25m), il présente une bonne vitalité et son extension géographique et bathymétrique semble stabilisée.

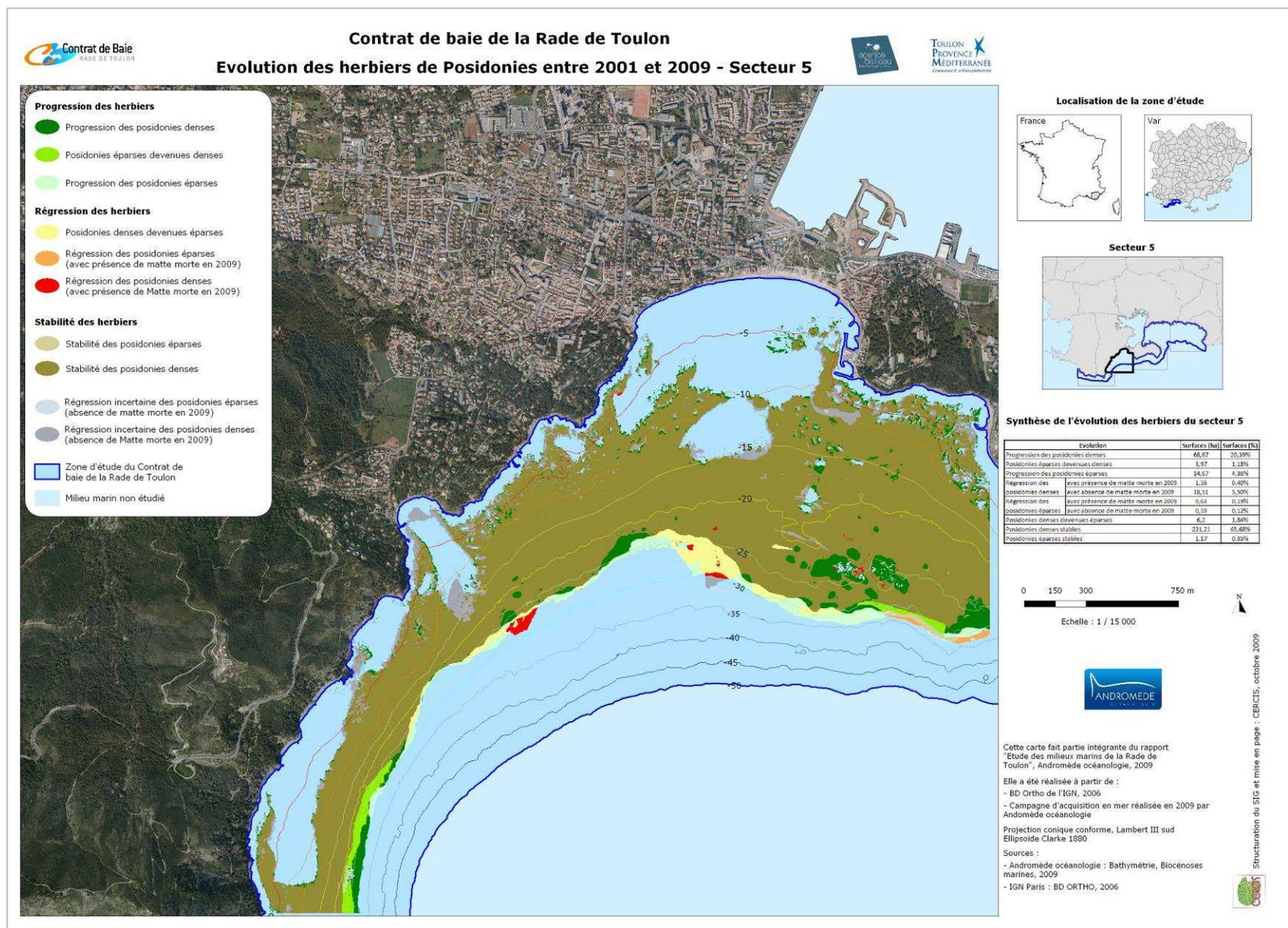
Les peuplements du pré-coralligène de la remontée rocheuse de St-Elme ne semblent soumis qu'à peu d'influences anthropiques (hormis la fréquentation des plongeurs et chasseurs sous-marins). Il n'existe pas de description antérieure de la remontée rocheuse qui permettrait d'analyser l'évolution de ces peuplements.

Evolution des herbiers de posidonie entre 2001 et 2009 – Secteur 5	Surface (ha)	Surface (%)
Progression des posidonies denses	68,67	20,39
Posidonies éparces devenues denses	3,97	1,18
Progression des posidonies éparces	14,67	4,36
Régression des posidonies denses	1,36	0,40
Régression des posidonies éparces	0,63	0,19
Posidonies denses devenues éparces	6,2	1,84
Régression incertaine des posidonies	18,9	5,62
Posidonies denses stables	221,21	65,68
Posidonies éparces stables	1,17	0,35

L'évolution depuis 2001 montre un herbier stable à 66,03%, en progression de 25,93% avec cependant une régression de sa surface de 2,43%.

On observe également une régression dite incertaine des herbiers de posidonie estimée à 5,62%. Ce sont des zones de régression sur lesquelles nous n'avons pas observé de matée morte en particulier sur l'anse de Fabrégas.

La limite inférieure a été cartographiée comme plus profonde en comparaison à 2001 sur l'Est de ce secteur ainsi qu'au centre de l'herbier, ce qui explique l'importante progression mesurée en 2009. La progression observée étant supérieure au taux de croissance d'un herbier de posidonie il convient donc de modérer toute hypothèse de croissance. L'herbier semble cependant de bonne vitalité sur l'ensemble de ces limites, la mise en place d'un point de suivi par télémétrie acoustique sur cette limite permettrait de tester l'hypothèse de progression de l'herbier.



**III.7. SECTEUR N°6 : DE LA POINTE DE
L'EPERON AU CAP SICIÉ - DEUX FRÈRES**

III.7.1. CONTEXTE GENERAL

Ce secteur est bordé par les communes de Six-Fours-les-plages et la Seyne-sur-Mer. Bien qu'il ne soit pas urbanisé, ce secteur est soumis à un important rejet d'eaux usées issues de la station d'épuration AMPHITRIA (capacité de 550 000 EH) qui traite les effluents de 7 communes (Toulon ouest, La Seyne, Saint Mandrier, Six Fours, Le Revest, Evenos, Ollioules. 350 000 habitants concernés) dont la partie Ouest de Toulon. L'ouvrage est situé en pied de falaise dans la crique de Sicié, et affiche un débit moyen horaire de 4 300 m³.

Les pêcheurs professionnels aux petits métiers pratiquent dans l'ensemble de la zone allant de la pointe de l'Eperon au cap Sicié. Les filets et les palangres sont toutefois majoritairement posés sur les remontées rocheuses de Sicié et autour des îlots des Deux Frères.

Par ailleurs ces deux derniers sites, ainsi que l'épave de l'Arroyo au Sud-Est des Deux Frères sont particulièrement recherchés par les plongeurs sous-marins, pour leurs caractéristiques paysagères et écologiques.

Ce secteur comprend la ZNIEFF marine de type I N°83-000-004 intitulée « Ilots des deux frères ». Les îlots des deux frères et l'ensemble des hauts fonds se trouvant à proximité constituent une zone de grand intérêt paysager et écologique. Cet ensemble représente la zone la plus intéressante à proximité du Cap Sicié. Les conditions locales, forte houle du large, eau renouvelée constamment, devraient permettre de maintenir la qualité des fonds et une bonne biodiversité sur le site pour la faune fixée et le peuplement de poissons.



Figure 23 : Station d'épuration d'Amphitria. D'importants investissements ont été réalisés afin d'intégrer la STEP dans ce paysage de falaises fortement exposées aux aléas climatiques. Son émissaire se rejette dans les petits fonds (-8m) dans la petite baie qui lui fait face.

III.7.2. CONTEXTE PHYSIQUE

La morphologie littorale, de la pointe de l'Eperon au cap Sicié, est constituée de falaises rocheuses accores, prolongement vers la mer d'un massif qui culmine à 365 m d'altitude (Notre Dame du Mai). Les phyllades du massif de Sicié (Paléozoïque métamorphique) sont apparentés à la Provence cristalline (Jedy de Grissac & Tiné, 1980).

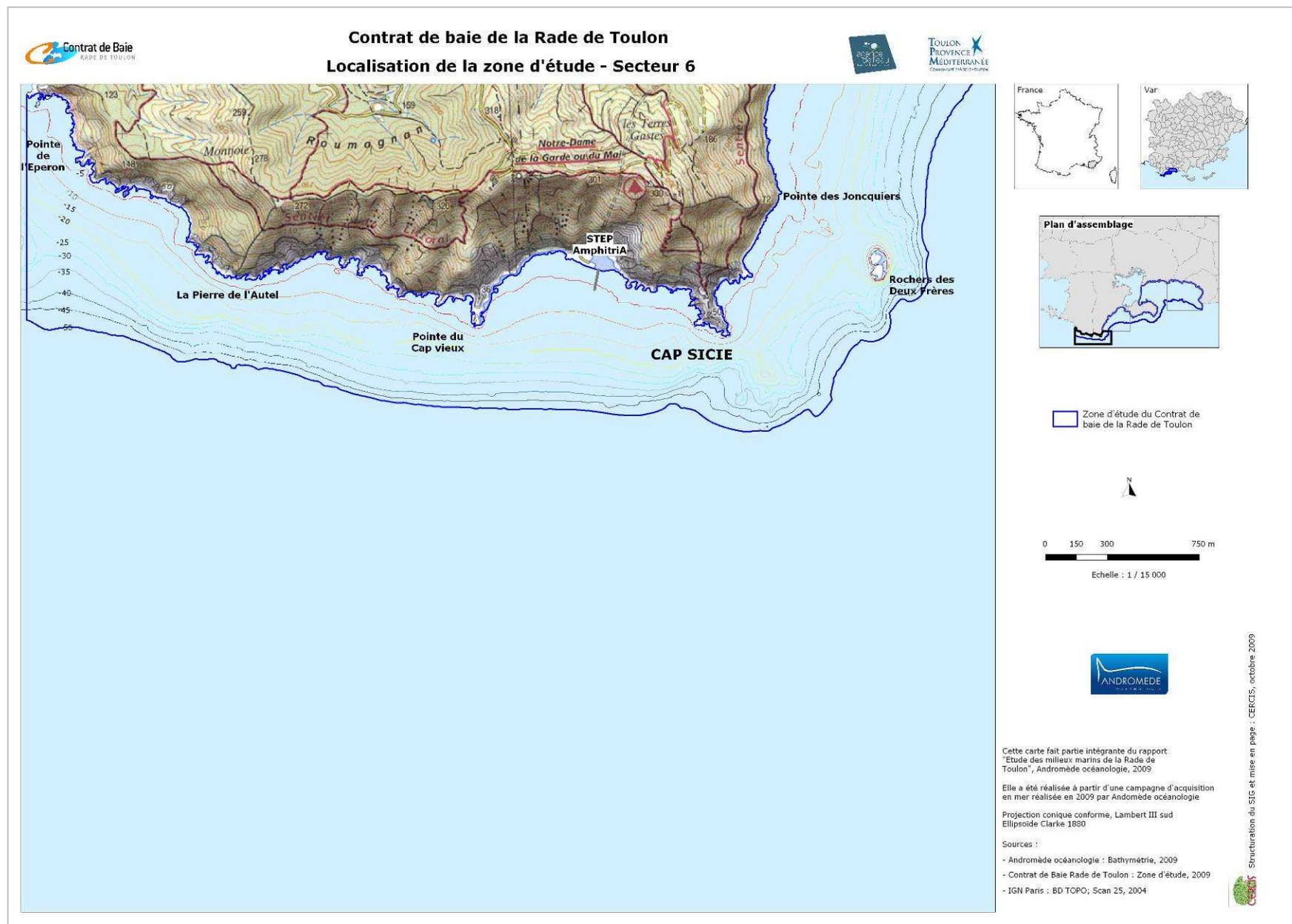
La côte rocheuse, et les falaises verticales sont inaccessibles depuis la terre. Le débarquement par la mer est rendu périlleux, par l'absence de replats, ainsi que par le nombre important de hauts fonds et de rochers émergents situés dans le prolongement des pointes et dans le fond des criques.

La morphologie sous-marine est à l'image du linéaire de côte, on retrouve un socle rocheux de forte pente (20% environ, Astier & Taillez, 1978), parsemé de blocs de toutes tailles (jusqu'à plusieurs mètres de diamètre) ainsi que de zones d'éboulis. La pente rocheuse se termine, à 60 m de distance de la côte et à 10 m de profondeur, sur un fond sableux qui présente une déclivité plus douce. Dans les criques, le fond sableux est sub-horizontale, de gros blocs rocheux, issus de l'érosion des falaises, sont posés sur le sable et remontent jusqu'à la surface, interdisant l'accès à la côte.

Le courant géostrophique général, orienté de l'Est vers l'Ouest, passe à faible vitesse (0.4 nds) au large de St-Mandrier et du cap Sicié au niveau duquel il s'accélère. Ce mouvement donne un contre courant, orienté de l'Ouest vers l'Est, au voisinage du littoral dans la baie des Sablettes (Blanc & Jedy de Grissac, 1978).



Les roches des deux frères au cap Sicié illustrent bien les paysages de falaises du Cap Sicié, lesquelles se prolongent sous la surface.



III.7.3. CONTEXTE BIOCENOTIQUE

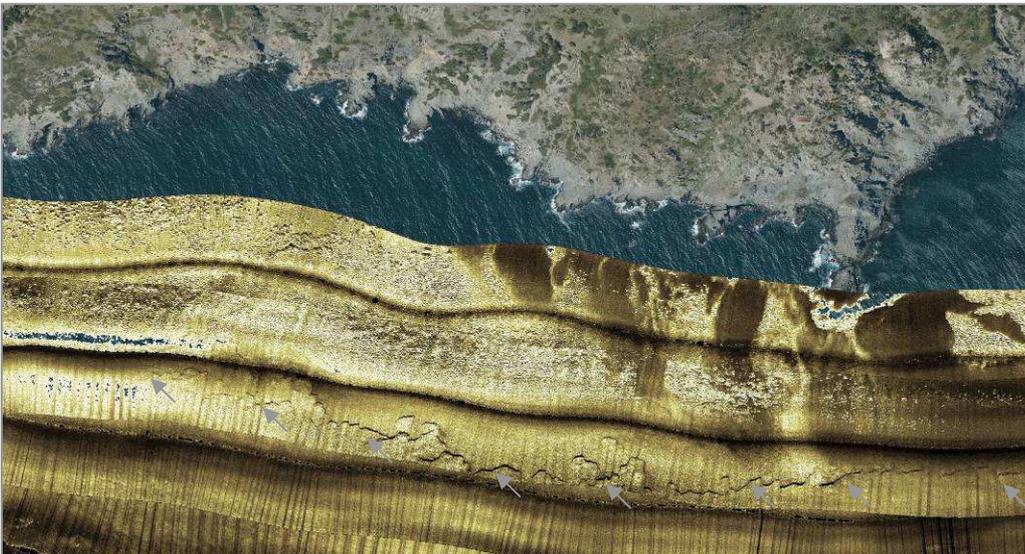
III.7.3.1. LES HERBIERS DE PHANEROGAMES

Le long du littoral rocheux accore de la pointe de l'Eperon au cap Sicié, l'herbier à *Posidonia oceanica* occupe une bande étroite, entre -5m et -30m de profondeur en moyenne. C'est un herbier clairsemé qui présente des traces de régression anciennes, le long de ses limites inférieures et supérieures, en particulier à proximité du rejet de la station d'épuration d'AmphitriA où l'herbier semble avoir complètement disparu (conséquence probable du rejet brut des effluents entre 1950 et 1997).

Entre la pointe de l'éperon et la pointe du cap vieux la limite inférieure est située autour de 28 m de profondeur, elle est de type régressive. L'herbier est morcelé, constitué de touffes et îlots en alternance avec de la matte morte. Le long de cette limite, les rhizomes sont majoritairement plagiotropes, mais de petite taille, et l'herbier présente globalement un faible recouvrement, (15% en moyenne), et des densités normales (selon les critères de Pergent-Martini, 1994 et Pergent *et al.*, 1995).

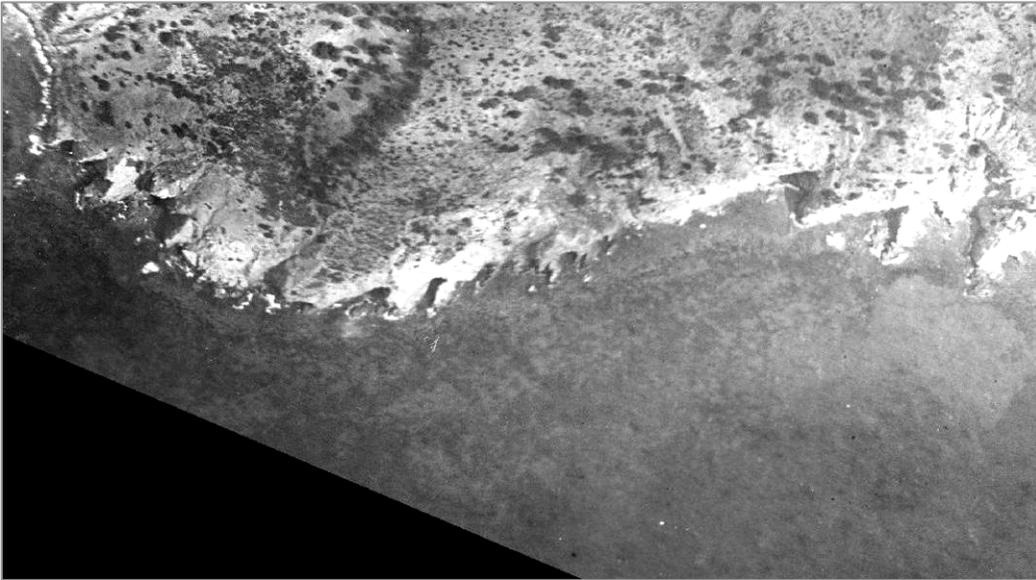
La limite actuelle est majoritairement en régression par rapport à un mur de matte morte d'environ 50cm qui est continu du Cap Sicié à la pointe de l'éperon, marquant ainsi l'ancienne limite de l'herbier. Quelques faisceaux sont également retrouvés plus en profondeur jusqu'à -33 m de profondeur en contrebas du mur de matte morte, notamment au niveau de « la pierre de l'autel ».

Les signes de dégradation de l'herbier le long de sa limite inférieure peuvent être attribués à un contexte de turbidité de la zone, de par la présence du rejet de Sicié qui autrefois n'était pas traité.



La mosaïque sonar entre la pierre de l'Autel et la pointe du Cap vieux met en évidence le tombant de matte morte retrouvée en continuité sur l'isobathe des -30m. On y observe également les différents faciès sédimentaires ; plus fins vers l'Est en se rapprochant de la Step AmphitriA. A L'ouest l'herbier de posidonie présente une formation en taches éparses.

En 2001, le rapport fait état d'un herbier de moins bonne vitalité que nos observations en 2009. Il souligne également la pression du chalutage illégal¹ sur l'herbier comme incontestable. De nombreuses vérifications terrains ont été réalisées sur la zone en 2009 cependant nous n'avons pas observé d'impacts liés au chalutage sur les fonds marins et en particulier sur l'herbier de posidonie. De même la mosaïque sonar latéral ne met pas évidence de traces de chalut sur cette zone.



La photographie aérienne de 1922 sur la pierre de l'Autel montre une formation en îlot des herbiers jusque l'isobathe des -20m. L'herbier est observé jusque dans les très petits fonds en placage sur roche. La clarté de l'eau est encore une fois à signaler sur ces anciennes photographies aériennes.

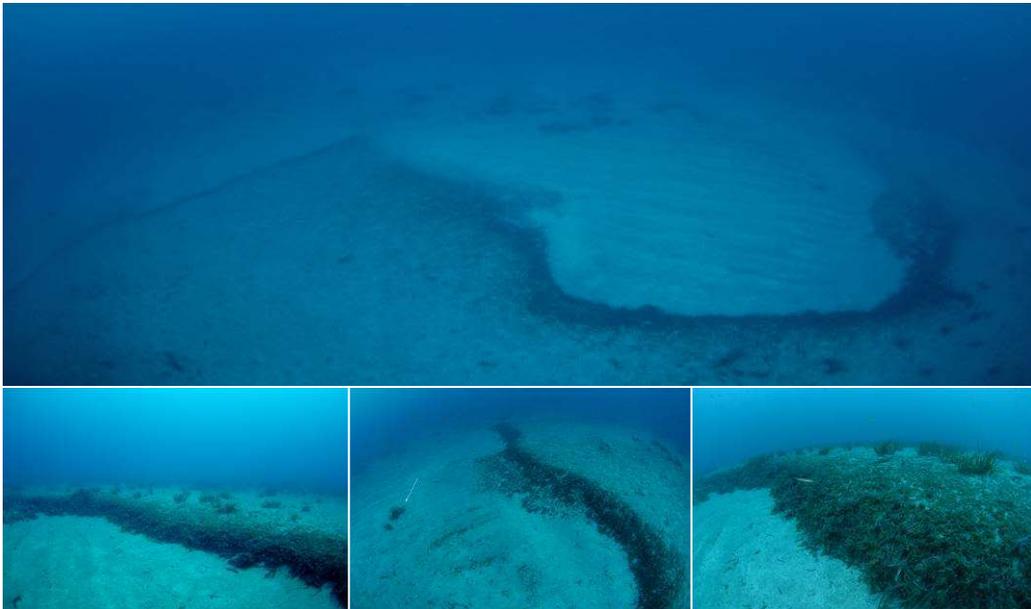
La limite supérieure de l'herbier est située entre -5m et -10m de profondeur. L'herbier débute, à quelques mètres du pied de falaise, sur une zone de sable grossier bien calibré, sous l'influence de l'hydrodynamisme qui est très élevé dans ce secteur (ripple-marks de 10 à 15 cm de hauteur, orientés au 240° soit perpendiculairement à la côte). L'herbier est très morcelé, et se présente sous la forme d'une mosaïque de taches et îlots juxtaposés. Du fait de l'hydrodynamisme les taches d'herbier présentent du relief et sont surélevées d'environ 20 à 30 cm sur la matre. Le recouvrement est relativement faible (30% en moyenne dans les petits fonds), les densités sont normales pour la profondeur. Entre les touffes de posidonie, des petits chenaux d'érosion ont été façonnés par les courants.

L'herbier de posidonie s'interrompt localement entre le cap Vieux et le cap Sicié, au droit de l'ouvrage de la station d'épuration AMPHITRIA. La matre morte sur cette zone témoigne de la régression passée.

¹ Dans le quartier maritime de Toulon, sur 302 pêcheurs inscrits en 1998, 72 pratiquent le gangui, dont 12 dans la prud'homie de Toulon et 8 à la Seyne/mer - St Mandrier. La législation nationale interdit le chalutage à moins de 3 milles des côtes. Dérogation est faite pour le quartier de Toulon où il est autorisé au delà de 13 m de profondeur, toutefois la proximité de l'émissaire en interdit la pratique dans cette zone.



L'émissaire de la station d'épuration d'AmphitriA se jette dans des fonds de -8m dans la baie à l'Ouest du cap Sicié. Bien que ce rejet soit visuellement impressionnant, les fonds à proximité ne sont pas envasés et il ne semble pas se former de dépôts de particules fines. Le fort hydrodynamisme de la zone joue un rôle prépondérant. Les biocénoses en périphérie de la baie du rejet ont néanmoins été impactées ; l'herbier de posidonie a totalement régressé, les algues du médiolittoral témoignent d'un milieu perturbé, les algues photophiles sont très peu diversifiées. Ces impacts semblent essentiellement se cantonner au secteur de la baie du rejet et montrent d'après la bibliographie de nombreuses améliorations notamment dans les petits fonds, depuis la mise en place de la station d'épuration (en 1997) et ses améliorations comme en 2002 avec la mise en place de l'étage biologique.



Sur toute la partie de la zone d'étude à l'Ouest du cap Sicié un tombant de matée morte d'environ 50 cm est situé à proximité de l'isobathe -30m. Il nous indique la limite passée de l'herbier de posidonie. Quelques îlots d'herbier sont actuellement retrouvés en contrebas de ce tombant.



La limite inférieure de l'herbier de posidonie à l'Ouest de la pointe du cap vieux est située entre -27m et -33m. Bien que profonde cette limite montre des signes de régression passée. L'amélioration du rejet de la station d'épuration a déjà permis une amélioration de la qualité dans les petits fonds il devrait en être de même pour la limite inférieure de l'herbier. La mise en place d'un point de suivi par télémétrie acoustique en 2009 devrait permettre de confirmer la reprise de l'herbier ou du moins sa stabilisation sur ce secteur. A noter la disparition ancienne de l'herbier face au rejet.



Entre le cap Sicié et les îlots des deux frères on observe des remontées rocheuses. L'herbier y est observé jusque -30m sur les zones de détritique ou en placage sur la roche et sur le coralligène, parfois en association avec des grandes gorgones rouges (*Paramuricea clavata*).



Quelques poissons ont été observés dans les petits fonds. Notamment des bancs de Mendole (*Spicara maena*), ici un banc dans l'herbier en période d'accouplement.



A proximité des îlots des deux frères on retrouve un herbier en placage sur la roche de bonne vitalité vers -13m.

A l'Est du cap Sicié, entre la côte et les îlots des Deux Frères, l'herbier présente une formation plus en conformité avec les autres secteurs de la zone d'étude : il débute, à partir de 4 m de profondeur, en placage sur un substrat essentiellement rocheux, composé de blocs et d'affleurements parfois de grandes tailles. En limite supérieure le recouvrement est important (supérieur à 60 %) et les densités sont subnormales supérieures. L'herbier s'étend, au Nord-Est des îlots des Deux Frères, sur un substrat constitué de sable grossier et d'affleurement rocheux au-delà de 30 m de profondeur. La limite inférieure est franche, sur sable et matie morte et ne présente pas de signes de régression. Ces remarques sont conformes avec les dernières observations du RSP.



III.7.3.2. LES PETITS FONDS ROCHEUX

Les falaises accores du littoral se prolongent sous l'eau avec une forte pente (supérieure à 20%), et déterminent un paysage de parois subverticales, de failles et de surplombs qui prennent pied sur un substrat de sable grossier, bien calibré sous l'influence de l'hydrodynamisme. Les interstices sont nombreux dans la roche, et constituent des abris pour de nombreuses espèces animales vagiles (mobiles) qui évoluent parmi les peuplements fixés (éponges encroûtantes, bryozoaires, anémones). Les mollusques nudibranches, ou limaces de mer, sont très fréquemment observés, en particulier la Coryphelle mauve (*Coryphella pedata*), la Flabelline mauve (*Flabellina affinis*) ou encore le Doris dalmatien (*Peltodoris atromaculata*). La grande porcelaine (*Luria lurida*), espèce à forte valeur patrimoniale, peut également être rencontrée.

Parmi les poissons observés à proximité immédiate des failles et surplombs, l'Apogon (*Apogon imberbis*), les petites Rascasses (*Scorpaena porcus*) et les Castagnoles (*Chromis chromis*) sont les plus fréquents. Les Murènes (*Muraena helena*) sont également nombreuses dans les cavités des surplombs rocheux. La Murène peut être considérée comme vulnérable, ses populations sont en déclin du fait de la chasse sous-marine.

Les peuplements de poissons des zones rocheuses sont une indication des pressions liées aux activités de pêche, ils montrent également les capacités de récupération d'un site. En particulier, les peuplements ichtyologiques des zones protégées présentent de nettes différences en terme de fréquence, taille moyenne, taille maximale et comportement des individus, par rapport aux zones non protégées. Ce phénomène est particulièrement évident chez les espèces les plus sensibles à la prédation humaine dites « espèces cibles », parmi lesquelles on peut citer le Mérou, le Corb, le Denti ou la Dorade mais également des espèces plus communes comme les Sars, la Girelle et les Serrans. Ces dernières espèces sont indicatrices de l'effort de pêche à la ligne, les autres indiquant plus particulièrement l'impact de la chasse sous-marine (Harmelin *et al.*, 1995).



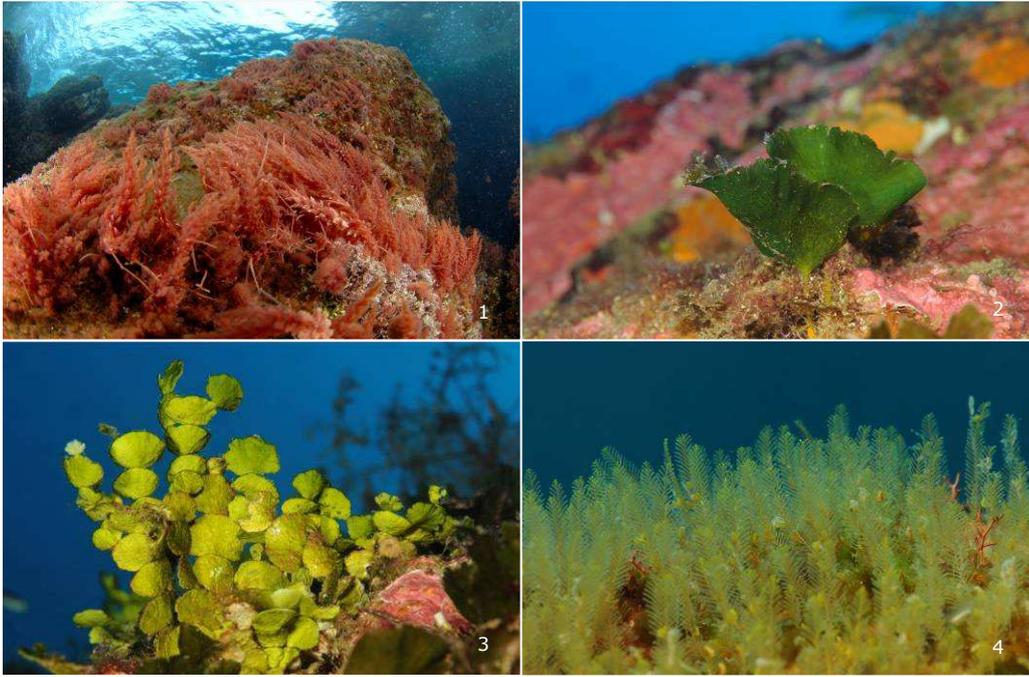
Les petits fonds de la sèche Sicié ainsi que ceux plus proches du rejet d'AmphitriA sont pauvres en algues photophiles. La roche y est couverte d'algues brunes et on peut y noter la forte présence d'ulves, témoignant d'un milieu perturbé probablement par les rejets de la station d'épuration et le fort apport en eaux douces. Ces observations restent néanmoins localisées à proximité du rejet et les améliorations réalisées ces dernières années sur la station d'épuration devraient permettre de retrouver une biocénose des algues photophiles plus diversifiée.



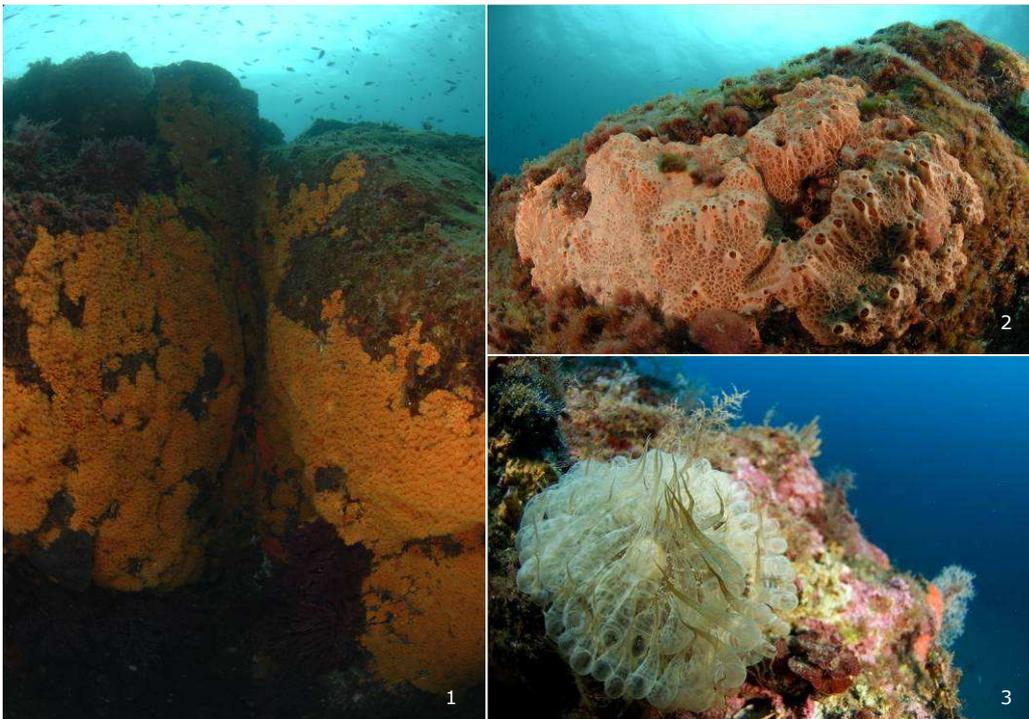
A proximité du rejet et jusque dans les petits fonds des roches les deux frères une forte concentration en oursins noirs *Arbacia lixula* est observée dans les petits fonds rocheux. Ils contribuent à déstabiliser la biocénose des roches à algues photophiles en mettant la roche à nue.



Autre témoin de la perturbation du milieu, au pied de la roche des deux-frères dans les petits fonds à partir de -15m on observe une prolifération des algues vertes du type *Codium bursa* ainsi la forte présence de *Corallina elongata*. Le caractère ubiquiste de cette algue calcaire lui permet de se développer sur la quasi-totalité des substrats rocheux. L'exubérance des peuplements à *C. elongata* peut témoigner d'une eau polluée ; toutefois, des peuplements abondants de corallines peuvent également être présents dans des zones totalement exemptes de pollution (stations où l'hydrodynamisme (très fort) ou l'éclairement (très faible) éliminent ses concurrents).



Les roches à algues photophiles du cap Sicié tournées vers le large ainsi que celles à proximité de la La pierre de l'Autel sont bien diversifiées. On y retrouve notamment les algues *Asparagopsis armata* (1), *Udotea petiolata* (2), *Halimeda tuna* (3) ou encore l'hydraire *Aglaophenia sp* (4).



On peut également observer dans les zones de surplombs de beaux tombants à *Parazoanthus axinellae* l'anémone encroûtante jaune (1). Ainsi que l'éponge *Hemimycale columella* (2) ou encore l'anémone *Aiptasia mirabilis* (3).

Les paysages sous-marins autour des îlots des Deux Frères présentent une diversité architecturale remarquable : au Sud-est, un large plateau rocheux, colonisé par des espèces dressées du coralligène (grandes éponges, forêt de gorgones oranges et de gorgones blanches) s'achève par un tombant sub-vertical qui domine un fond de détritique, à 38 m de profondeur. Dans la partie

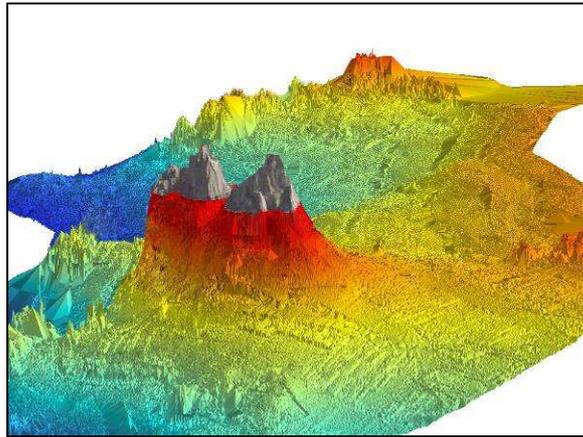


Figure 24 : vue 3D des îlots des 2 frères

basse, les peuplements de gorgones rouges sont relativement

peu développés. Les anfractuosités du tombant abritent de nombreuses colonies de Corail rouge, et servent de refuge aux rascasses, apogons, petits labridés, espèces necto-benthiques, ainsi qu'aux espèces cryptiques comme les murènes. Sur les faces Est et Nord des îlots on retrouve un paysage de grands éboulis, qui plongent vers le sable. Sous les blocs se cachent les grands invertébrés, langoustes, cigales, poulpes, ainsi que plusieurs individus de mérours bruns et congres. D'importants bancs de Sparidés (sars) évoluent à quelques mètres des éboulis.

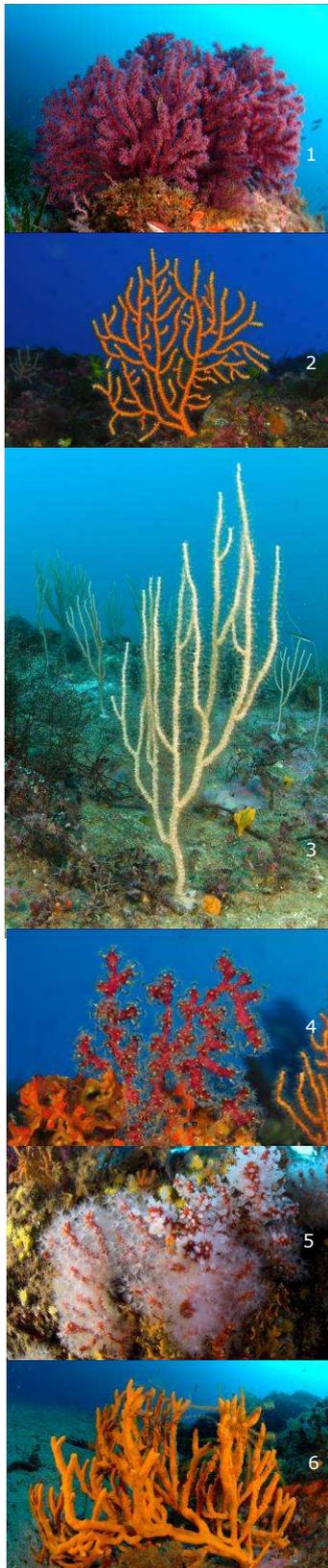
Les petits fonds rocheux du secteur constituent également des fonds sous-marins attrayants, essentiellement d'un point de vue paysager. Ils s'étendent de la surface jusqu'à -12 m de profondeur. La roche, de forte pente, est particulièrement découpée (falaises accores, érodées par les battements des vagues, qui forment des failles et des cavités) en particulier entre la pointe de l'Eperon et le cap Vieux. On trouve également de nombreux éboulis de toutes tailles, résultat de l'érosion des falaises, posés sur le sable, au pied de la pente dans le fond des petites criques ainsi que dans l'herbier. A l'Est du cap Sicié et autour des îlots des Deux Frères, l'herbier forme des langues qui remontent en placage sur la roche et dans les vallées formées par les blocs. Un herbier de posidonie sur des roches accidentées est un paysage de qualité, en particulier en eau claire. Par ailleurs, la présence de l'herbier dans ces petits fonds est un signe de qualité du milieu (en cas de déséquilibre les zones d'herbier sur roche régressent beaucoup plus vite que l'herbier installé sur substrat meuble).

Cette hétérogénéité structurale favorise la diversité et la richesse écologique en offrant de nombreux substrats aux organismes fixés, ainsi que de la nourriture et des abris aux crustacés et aux poissons. Cette richesse biologique, l'abondance des petits poissons de roche, des échinodermes (oursins, étoiles de mer) et des mollusques (poulpes, seiches, nudibranches), la luminosité et les couleurs des peuplements d'algues photophiles, des tapis d'éponges et des gorgones présentes à faible profondeur, font des petits fonds rocheux un paysage sous-marin intéressant.

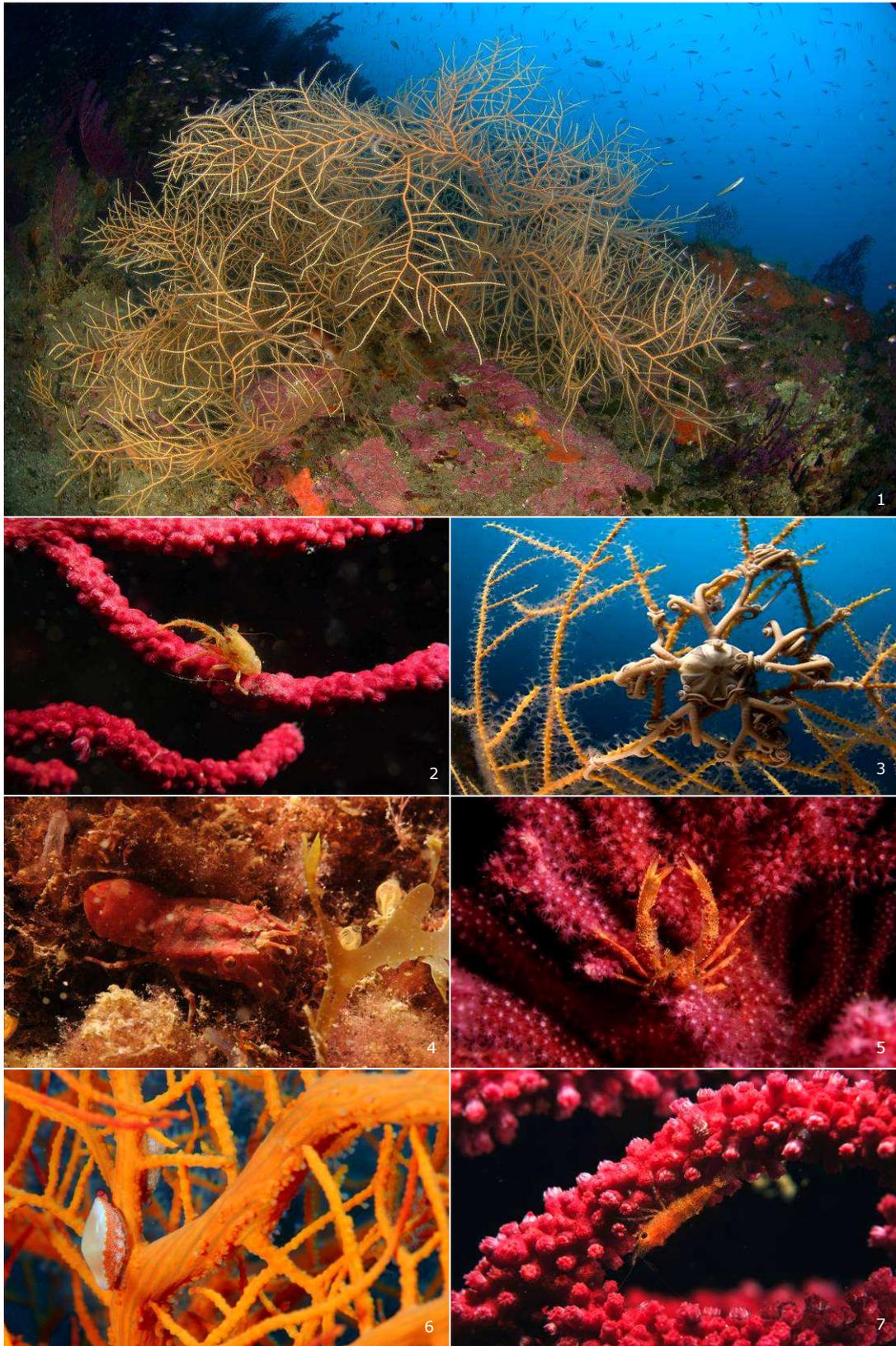


Trypterygion delaisi (1), Girelle commune *Coris julis* (2), *Parablennius pilicornis* (3), Poulpe *Octopus vulgaris* (4) (5), *Coryphella* mauve *Coryphella pedata* sur l'hydraire *Eudendrium rameum*, le petit mollusque *Godiva banyulensis* (7)

III.7.3.3. LES PEUPELEMENTS DU CORALLIGÈNE PROFOND



Les sites de coralligène profond de ce secteur sont majoritairement situés dans la partie Sud, entre le cap Sicié et les îlots des Deux Frères. Les remontées rocheuses ("sèches") du cap Sicié, qui débutent sur le sable à 43 m de profondeur et remontent à 4 m par plateaux successifs, sont des sites exceptionnels, tant par leur esthétique paysagère que par la qualité biologique de leurs peuplements. Les peuplements, de Gorgones rouges *Paramuricea clavata* (1), jaune *Eunicella cavolinii* (2), et blanches *E. singularis* (3), colonisent les roches les plus profondes jusque vers 10 m de profondeur, en formant des tapis colorés. Ces peuplements, de densités très importantes, semblent avoir échappés aux grandes vagues de mortalité observées durant les périodes estivales (épizootie de l'été 1999 en particulier) sur l'ensemble de la Méditerranée occidentale, et présentent une bonne vitalité apparente. Certaines de ces gorgones sont parfois colonisées par l'alcyonaire encroûtant *Alcyonium coralloides* (4) qui peut recouvrir des axes entiers de ces gorgones. Le Corail rouge (*Corallium rubrum*) (5), espèce exploitée commercialement, inscrite dans l'annexe III de la convention de Berne, est également abondant à partir de 15 m de profondeur. De nombreux grands individus d'*Axinella polypoides* (6) l'éponge corne de cerf (jusqu'à 50 cm de haut), espèce remarquable, et des vastes placages de *Parazoanthus axinellae* (7) l'anémone encroûtante jaune, contribuent à rendre ces paysages sous-marins très attrayant pour la plongée sous marine très pratiquée dans ce secteur.



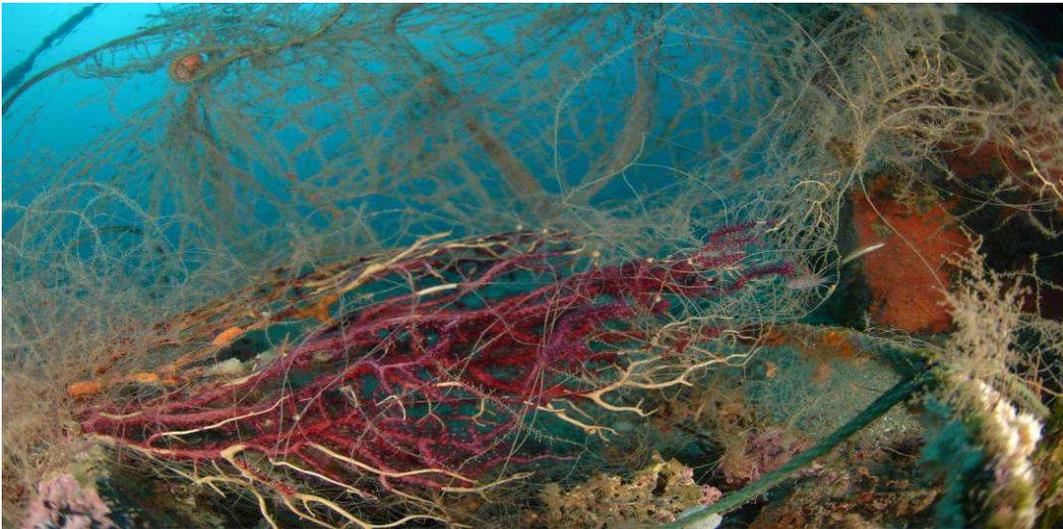
Les grandes gorgones sont un abri pour de nombreuses espèces d'échinodermes, crustacés, mollusques.

La gorgone orange *Lophogorgia ceratophyta* (1), juvéniles de galathée *Galathea strigosa* (2) (5), le gorgonocéphale *Astrospartus mediterraneus* (3), un juvénile de cigale de mer naine *Scyllarus pygmaeus* (4), *Neosimnia spelta* (6), la crevette souris *Balssia gastii*.



Les impacts liés à la pression de pêche ainsi qu'au mouillage sur la zone du Cap Sicié sont bien visibles sur les fonds marins et notamment par la quantité des grandes gorgones retrouvées arrachées sur les fonds. La mise en place des points Submed avec des corps-morts fixes utilisés par les clubs de plongée, nombreux sur cette zone, devrait permettre de minimiser les impacts de ces activités.

Deux points de suivi du coralligène ont été mis en place en 2009, l'un sur la sèche Sicié, le second sur les jardins de l'Arroyo.



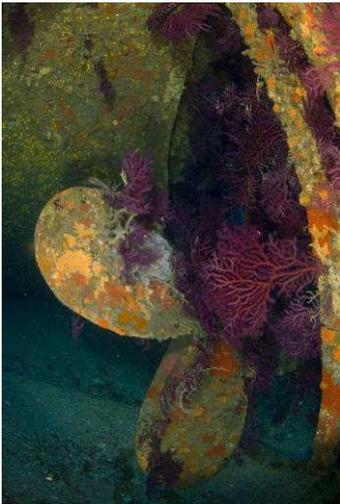
Dans le coralligène et en bordure sur le détritique côtier, principalement à proximité du Cap Sicié, des filets abandonnés sont présents.

Les zones du coralligène les plus riches en poissons sont celles qui présentent une grande abondance en abris (éboulis, coralligène construit) et qui sont soumises à des courants fréquents.

Les îlots des Deux Frères sont bordés de tombants rocheux, au Sud-Est, et de gros éboulis, au Nord-Ouest, qui se prolongent jusqu'à 38 m de profondeur et terminent sur un fond sableux. Ce site offre une diversité architecturale très intéressante, avec l'alternance de plateaux rocheux et de parois verticales. Les zones d'éboulis forment une multitude d'abris, de taille variée, pour la faune vagile.

On trouve sur les plateaux et le long des tombants rocheux de nombreuses espèces du coralligène profond, comme les peuplements de Gorgones rouges et oranges (*Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolinii*), grands bryozoaires dressés, éponges, etc., qui s'étendent de -15 m de profondeur jusqu'au pied du tombant, à 38 m de profondeur. Si ceux-ci présentent un développement moyen sur la face Nord, Nord-Ouest, ils sont par contre bien développés sur la face sud. Les peuplements de Corail rouge (*Corallium rubrum*) présentent une densité remarquable, bien que la taille des colonies reste faible (5 à 10 cm en moyenne, 15 à 20 cm au maximum).

Les zones d'éboulis, sur la façade Est des îlots, sont plutôt le domaine de prédilection des poissons et des grands invertébrés mobiles. Plusieurs espèces protégées ou d'intérêt patrimonial ont pu y être observées telles que plusieurs individus de mérou brun (*Epinephelus marginatus*), le corb (*Sciaena umbra*) ou encore la grande cigale (*Scyllarides latus*), langoustes (*Palinurus elephas*) et l'oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*). On note une abondance particulière des peuplements de poissons : Sparidés (sars), Scorpaenidés (rascasses, chapons), autour des zones d'éboulis.

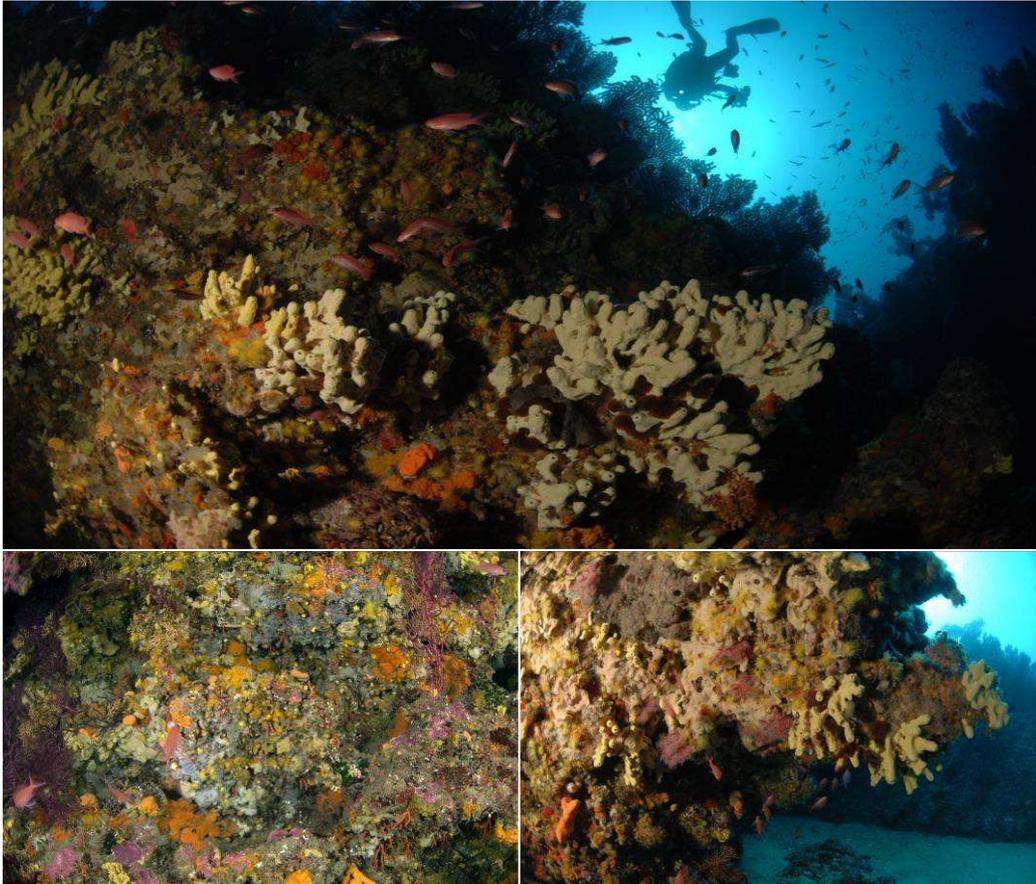


L'Arroyo est un navire citerne, lancé en 1921, et coulé par la Marine Nationale en 1953 pour servir de base d'entraînement aux plongeurs du GERS (Marine Nationale). La poupe gît à 36 m de fond, la proue fracassée sur un écueil rocheux est très dégradée. L'intérêt de l'épave, sur un plan écologique, réside essentiellement dans les peuplements de Gorgones rouges relativement bien développés. Le trou de la cheminée sert d'abris à plusieurs congres, les sars et les castagnoles se regroupent autour de l'épave.



Si les petits fonds sur le pourtour des deux frères et ceux de la sèche Sicié semblent appauvris en terme de biodiversité, en revanche les fonds dès -15m sont remarquables à la fois sur la sèche Sicié et plus à l'Est des Deux frères aux jardins de l'Arroyo.

Ici à gauche la porcelaine souillée *Erosaria spurca* et à droite le crenilabre ocellé *Symphodus ocellatus*, s'abritant dans une grande gorgone rouge *Paramuricea clavata*



Les tombants de coralligène du jardin de l'Arroyo ainsi que ceux de la sèche Sicié abritent de nombreuses espèces du coralligène et en particulier sous les surplombs des peuplements des grottes semi-obscurées. Ici les faciès à *Corallium rubrum* et à *Agelas oroides*.

On retrouve ainsi les espèces typiques de cet habitat que sont ; Éponges : *Petrosia ficiformis*, *Aplysina cavernicola*, *Oscarella lobularis*, *Agelas oroides*. Zoanthaires : *Parazoanthus axinellae*. Cnidaires : *Caryophyllia inornata*, *Corallium rubrum*, *Leptosammia pruvoti*, *Eudendrium racemosum*. Bryozoaires : *Celeporina caminata*, *Adeonella calveti*, *Turbicellepora avicularis*.

Crustacés : *Lysmata seticaudata*, *Scyllarides latus*, *Scyllarus arctus*. Poissons : la Moustelle de roche (*Phycis phycis*), la Castagnole rouge (*Apoqon imberbis*).



Espèce remarquable du coralligène normalement retrouvée plus en profondeur en raison des prélèvements en plongée, nous avons pu observer cet oursin crayon (*Stylocidaris affinis*) à -30m de fond sur une remontée de Coralligène méconnue des plongeurs. On peut remarquer également sur le bas de l'image à gauche la petite limace assez rare *Limacia claviaera*.



Toutes ces espèces du coralligène sont fixes. Ce sont pourtant des animaux. Le milieu aquatique permet aux animaux de ne pas avoir à se déplacer, si ce n'est aux stades larvaires, la nourriture étant apportée par les courants marins. Cependant si cela évite une dépense d'énergie, une autre se crée, celle de lutter pour l'espace. On observe ainsi notamment chez les éponges une lutte lente à mort pour ne pas se laisser recouvrir.

- (1) L'hexacoralliaire *Hoplangia durotrix* ou corail nain, (2) le corail rouge *corallium rubrum* ainsi que l'éponge épineuse blanche *Pleraplysilla spinifera*, (3) l'éponge encroûtante bleuâtre *Phorbas tenacior*, (4) L'éponge Clathrine jaune *Clathrina clathrus* et le bryzoaire Adéonelle *Adeonella calveti*, (5) L'hexacoralliaire *Leptosammia pruvoti* ou Corail solitaire jaune et l'éponge *Crambe crambe*, (6) L'éponge *Agelas oroides*, (7) Colonie d'*Hoplangia durotrix* dont le calice est colonisé par l'éponge encroûtante *Crambe crambe*, en haut une dentelle de Neptune *Sertella septentrionalis*, (8) L'algue calcaire *Pseudolithophyllum expansum* colonisée par l'éponge *Phorbas tenacior*.

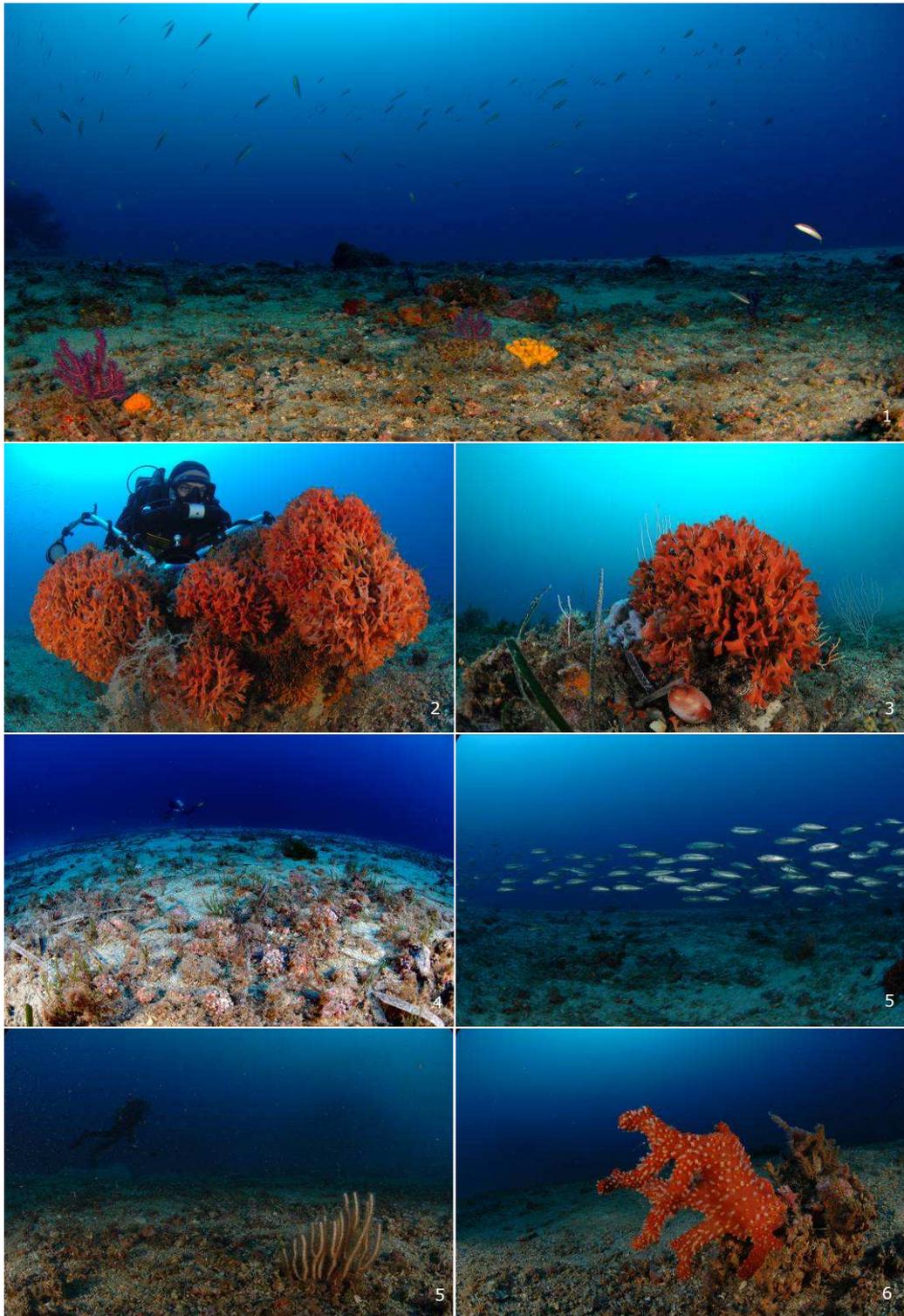
III.7.3.4. LE DETRITIQUE COTIER



Le détritique côtier est observé en continuité avec la limite de l'herbier de posidonie ainsi que sur le bas des tombants de coralligène. Il s'étend au-delà de la limite inférieure de la zone d'étude.



Espèce vivant sur les fonds meubles à partir de -40m mais généralement retrouvée plus profond, *Peltaster placenta* ou étoile de mer placentaire est retrouvée en forte densité sur le bas des tombants et au delà dans le détritique côtier.



A proximité des tombants et en particulier de ceux des jardins de l'Arroyo s'étendent des plaines de détritique côtier (1) sur lesquels se développent des peuplements proches du coralligène. (2) (3) De belles formations liées au bryozoaire *Pentapora fascialis* ou rose de mer, (4) des algues rouges calcaires non fixées *Lithothamnium fruticosum* de la famille des Corallinaceae constituent une biocénose particulière du détritique qui est celle du détritique à Rhodolithes. (5) Banc d'athérine *Atherina hepsetus* au dessus du détritique. (6) Plaine du détritique et peuplement à *Eunicella singularis*. (6) Corail mou ne possédant pas de squelette dur mais un hydrosquelette qui se gonfle par l'intermédiaire des siphonozoïdes, espèce sciaphile du circalittoral appelée *Alcyonium palmatum*.

III.7.3.5. ESPECES REMARQUABLES

Dix huit espèces protégées ou présentant un statut patrimonial particulier ont été répertoriées dans la zone de Sicié-Deux Frères (Tableau suivant). Leur présence se révèle caractéristique des secteurs de la zone d'étude les plus riches en terme de biodiversité.

Espèces remarquables (protégées ou d'intérêt patrimonial observées dans le secteur de Sicié-Deux Frères).

Phanérogames	<i>Posidonia oceanica</i>	Posidonie
Algues	<i>Lithophyllum byssoides</i>	Algue du trottoir
	<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i>	Cystoseire
Spongiaires	<i>Axinella polypoides</i>	Eponge corne de cerf
	<i>Spongia officinalis</i>	Eponge fine grecque
Coelentérés	<i>Corallium rubrum</i>	Corail rouge
	<i>Eunicella cavolinii</i>	Gorgone jaune
	<i>Eunicella singularis</i>	Gorgone blanche
	<i>Paramuricea clavata</i>	Gorgone pourpre
	<i>Microcosmus sabatieri</i>	Violet
Echinodermes	<i>Centrostephanus longispinus</i>	Oursin diadème
Mollusques	<i>Pinna nobilis</i>	Grande nacre
	<i>Luria lurida</i>	Grande porcelaine
Crustacés	<i>Palinurus elephas</i>	Langouste
	<i>Scyllarides latus</i>	Grande cigale
Poissons	<i>Epinephelus marginatus</i>	Mérou brun
	<i>Muraena helena</i>	Murène
	<i>Sciaena umbra</i>	Corb

- Présence des Caulerpales proliférantes

Ni *Caulerpa taxifolia*, ni *Caulerpa racemosa* n'ont été observées dans ce secteur.



Contrat de baie de la Rade de Toulon
Les biocénoses en 2009 - Secteur 6

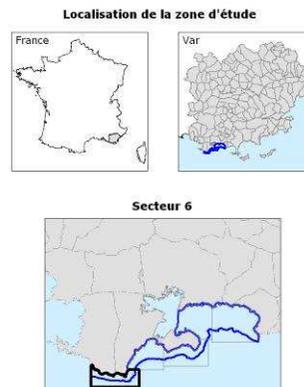
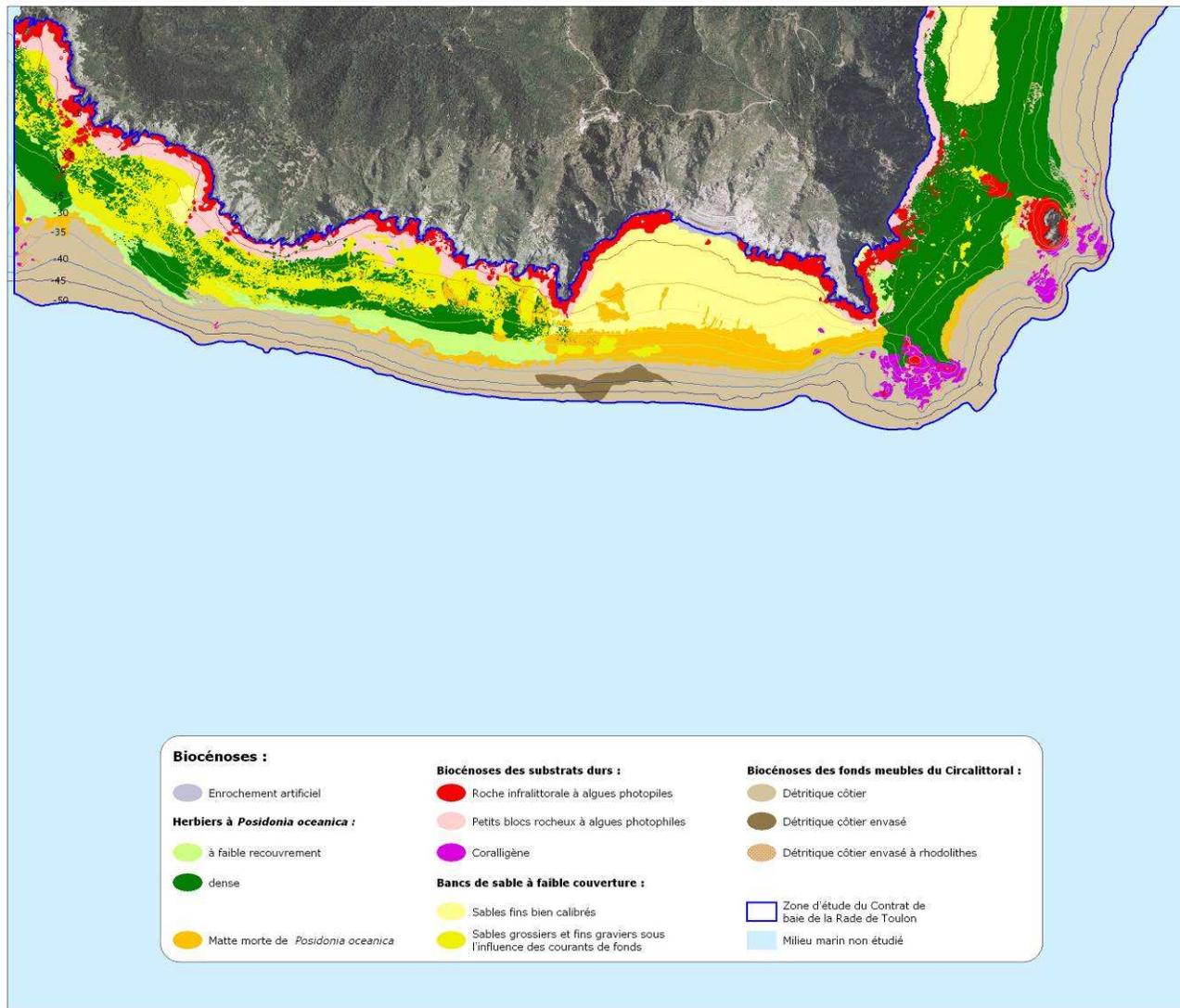


Tableau de synthèse des biocénoses du secteur 6

Biocénoses	Surfaces (ha)	Surfaces en %
Enrochement artificiel	0,58	0,20%
Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> à faible recouvrement	18,15	6,44%
Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> dense	56,81	19,90%
Matte morte	23,33	7,88%
Cymatocées		0,00%
Roches infralittorales à algues photophiles	20,76	7,21%
Petits blocs rocheux à algues photophiles	17,82	6,02%
Coraligène	6,13	2,07%
Sables fins bien calibrés	84,22	28,56%
Sables grossiers et fins graviers sous l'influence des courants de fonds	35,13	11,87%
Détritique côtier	93,14	29,99%
Détritique côtier envasé	2,91	0,96%
Détritique côtier à rhodolithes	2,40	0,81%



Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude des milieux marins de la Rade de Toulon", Andromède océanologie, 2009

Elle a été réalisée à partir de :

- BD Ortho de l'IGN, 2006
- Campagne d'acquisition en mer réalisée en 2009 par Andromède océanologie

Projection conique conforme, Lambert III sud Ellipsoïde Clarke 1880

Sources :

- Andromède océanologie ; Bathymétrie, Biocénoses marines, 2009
- IGN Paris ; BD ORTHO, 2006

CERIS Structuration du SIG et mise en page ; CERIS, août 2009



III.7.4. CONTEXTE QUALITE DU MILIEU

III.7.4.1. LE MEDIOLITTORAL

Sur les 10,2km de côte de la zone 6, 59,7% du médiolittoral est recouvert de *Cystoseira amentacea*, 20,6% est recouvert d'Ulves et 49% est recouvert de *Lithophyllum byssoides* (46,9% de type I et 2,1% de type II). (Tableau 1)

Zone 6		Classes d'abondance				Présence
Especie	Distance	0	1	2	3	1+2+3
LITHO I	en m	5423	2205	134	2450	4789
LITHO I	en %	53,1	21,6	1,3	24	46,9
LITHO II	en m	9995	217	0	0	217
LITHO II	en %	97,9	2,1	0,0	0,0	2,1
ULVA	en m	8112	200	900	1000	2100
ULVA	en %	79,4	2,0	8,8	9,8	20,6
CYSTO	en m	4118	1359	2810	1925	6094
CYSTO	en %	40,3	13,3	27,5	18,9	59,7

Tableau 1 : Distance et pourcentage de recouvrement des peuplements de *Cystoseira amentacea*, de *Lithophyllum byssoides* (types I et II), et des Ulves sur le secteur 6.

Cystoseira compressa* var. *stricta et ***Cystoseira amentacea***
(Chromobiontes, Fucales, Cystoseiracées).

Cystoseira amentacea est présente de façon quasi continue sur la zone 6. Seules les zones autour de la sortie de l'émissaire de la station Amphitria et la zone de plage entre la pointe des Jonquiers et celle du Malpasset en sont démunies. On la trouve principalement en moyenne et forte densité au niveau des avancées rocheuses, fortement exposées à l'hydrodynamisme. Elle est présente en faible densité dans les zones un peu plus calmes. (Carte 1).



Carte 1 : répartition des classes d'abondance des peuplements de *Cystoseira amentacea* sur le secteur 6

La distance de recouvrement de *Cystoseira amentacea* en 2009 sur la zone 6 (59,7% de la zone) est inférieure à celle de 2001 (70,4% de la zone). En 2009, les cystoseires ont disparu de la zone autour du rejet de la station d'épuration. En

revanche, on note en 2009 une augmentation de *Cystoseira amentacea* de moyenne et forte densité le long du littoral cette zone. (Tableau X)

Zone 6			
Espèce	Classe Abondance	2001	2009
CYSTO	0	29,6	40,3
CYSTO	1	38,5	13,3
CYSTO	2	19,3	27,5
CYSTO	3	12,6	18,9
CYSTO	1+2+3	70,4	59,7

Tableau 2 : Pourcentage de recouvrement des peuplements de *Cystoseira amentacea* sur le secteur 6 en 2001 et 2009.

- ***Lithophyllum byssoides*** (anciennement *L. lichenoides*), (Rhodobiontes, Corallinacées)

Lithophyllum byssoides est principalement présent sur ce secteur sous la forme de thalles isolés (type I : 46,9% de la côte du secteur 6). Il apparaît tout de même, ponctuellement, sous forme de thalles coalescents (type II : 2,1% de la côte du secteur 6).

Lithophyllum byssoides de type I est largement présente sur le secteur 6. Sa présence est quasi discontinue entre la pointe de l'Eperon et le cap Vieux, puis elle disparaît aux abords du rejet de la station d'épuration (entre le cap Vieux et le cap Sicié). Enfin, elle est ponctuelle à l'est entre le cap Sicié et la pointe du Malpasset. On la trouve principalement en forte densité au niveau des avancées rocheuses, fortement exposées à l'hydrodynamisme. Elle est aussi fortement présente en faible densité dans les zones un peu plus calmes et autour des Deux Frères. (Carte 2)



Carte 2 : répartition des classes d'abondance des peuplements de *Lithophyllum byssoides* de type I sur le secteur 6

Lithophyllum byssoides de type II est présente en faible densité sur un peu plus de 200m de côte sur le secteur 6. On la trouve sur deux petites zones, l'une à l'ouest de la Pierre l'Hautel et l'autre sur la façade est des Deux Frères.



Carte 3 : répartition des classes d'abondance des peuplements de *Lithophyllum byssoides* de type II sur le secteur 6

La distance de recouvrement de *Lithophyllum byssoides* en 2009 sur la zone 6 (58,6% de la zone) est restée identique à celle de 2001 (60,7% de la zone). Cependant, on note une nette augmentation de *Cystoseira amentacea* de forte densité le long du littoral cette zone.

Comme en 2001, *Lithophyllum byssoides* de type II n'est présente qu'en très faible abondance sur cette zone. (Tableau 3a et 3b)

Zone 6			
Espèce	Classe Abondance	2001	2009
LITHO II	0	98,5	97,9
LITHO II	1	1,5	2,1
LITHO II	2	0,0	0,0
LITHO II	3	0,0	0,0
LITHO II	1+2+3	1,5	2,1

Zone 6			
Espèce	Classe Abondance	2001	2009
LITHO I	0	39,3	53,1
LITHO I	1	50,2	21,6
LITHO I	2	7,8	1,3
LITHO I	3	2,6	24
LITHO I	1+2+3	60,7	46,9

Tableau 3a et 3b : Pourcentage de recouvrement des peuplements de *Lithophyllum byssoides* de type I (3a) et de type II (3b) sur le secteur 6 en 2001 et 2009.

Lors de l'étude de 2001 il est noté la présence de 11 encorbellements à *Lithophyllum byssoides* (type III) entre la pointe de l'Eperon et les Deux Frères. C'est le seul secteur de la grande rade de Toulon où ce type de bioconstruction a pu être observé. Leur taille (longueur linéaire, épaisseur), ainsi que leur localisation et leur orientation sont détaillées dans le tableau ci-après :

Secteur	Description
Pte de l'Eperon	encorbellement en fond de faille 1m de long sur 50cm de profondeur, orientation sud-est
Cap Vieux	encorbellement en fond de faille 50cm de long, 30 cm de profondeur, orientation est
Cap Vieux	encorbellement en linéaire, 2m de long sur 1m50 de profondeur, orientation sud
Cap Vieux	encorbellement en fond de faille 50 cm de long, 30cm de profondeur, orientation est
Cap Vieux	encorbellement sur la face est de la pointe, 1m long sur 30cm de profondeur, orientation sud-est
Cap Vieux	encorbellement en fond de faille, 1m long, 40cm de profondeur, orientation sud
Sicié	encorbellement en fond de faille, 1m long sur 50cm de profondeur, orientation sud-est
Sicié	encorbellement entre deux pointes, 50cm de long sur 50cm de profondeur, orientation sud
Sicié	encorbellement coalescent (les deux faces se rejoignent) en fond de faille, 1m de long, 1m de profondeur, orientation sud
Sicié	encorbellement en fond de faille 1 m de long, 1m de profondeur, orientation sud
Sicié	encorbellement à la pointe, 1m long, 1m de profondeur, orientation sud
Deux frères	encorbellement 50cm long, 30cm de profondeur, orientation sud-est
Deux frères	encorbellement coalescent en fond de faille 70cm de long, 40 cm de profondeur, orientation est.



Si nous avons retrouvé l'ensemble de ces encorbellements en 2009, ils étaient colonisés par l'algue rouge coralline. On peut donc conclure que ces encorbellements sont des reliques. Il est fortement probable que cette dégradation des encorbellements soit antérieure à 2001, elle peut cependant être liée au rejet avant la mise en service de la station d'épuration.

- **Ulvales**, algues vertes (Chlorobiontes).

Les ulves sont présentes sur le secteur 3, recouvrant un peu plus de 2km de côte soit 20,6% de la zone 6. On les retrouve principalement à l'est. Elles sont présentes en moyenne et forte densités autour de la station AmphitriA et entre la grande pointe des Jonquiers et la petite pointe des Jonquiers.



Répartition des classes d'abondance des peuplements d'Ulves sur le secteur 6

En 2001, aucune présence d'ulves n'avait été rapportée sur ce secteur ce qui paraît peu vraisemblable du fait de l'absence de traitement biologique à cette époque.

La forte augmentation de l'abondance d'ulves sur cette zone observée en 2009 pourrait être due à une lacune dans l'échantillonnage en 2001 ou au fait que l'échantillonnage 2001 a été réalisé en période hivernale, saison particulièrement défavorables à ces algues.

Zone 6			
Espèce	Classe Abondance	2001	2009
ULVA	0	100,0	79,4
ULVA	1	0,0	2,0
ULVA	2	0,0	8,8
ULVA	3	0,0	9,8
ULVA	1+2+3	0,0	20,6

Pourcentage de recouvrement des peuplements d'ulves sur le secteur 6 en 2001 et 2009.

**III.7.4.2. SUIVI DE LA LIMITE INFÉRIEURE
DE L'HERBIER DE POSIDONIE PAR
TELEMÉTRIE ACOUSTIQUE**

Lieu	Site Natura 2000
Latitude	43°02'704 N
Longitude	5°50'382 E
Morphologie générale de l'herbier	Herbier discontinu en mosaïque
Type de limite	Limite inférieure régressive
Profondeur	30,8m
Présence de structures érosives	Tombant de matte morte de 70cm de haut orienté Est-Ouest.
Type de substrat	Détritique côtier et matte morte
Proportion de rhizomes plagiotropes	5%

Densité

Parmi les 39 relevés effectués au niveau de la zone, les valeurs de densité de l'herbier de Posidonie s'échelonnent de 50 à 225 faisceaux/m², la densité moyenne sur l'ensemble des relevés s'élève à 127,6 faisceaux/m².

D'après le modèle de classification des densités présenté dans PERGENT & al. (1995), la densité moyenne de faisceaux obtenue sur l'ensemble des relevés est identifiée comme densité normale.

Taux de recouvrement

Le recouvrement moyen de l'herbier de Posidonie estimé au niveau du balisage installé s'élève à 20%. Le recouvrement présente des valeurs moyennes et hétérogènes suivant le système de classification de Réseau de Surveillance Posidonie (CHARBONNEL & al., 2000).

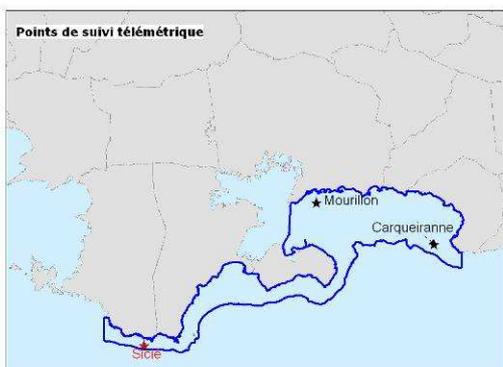
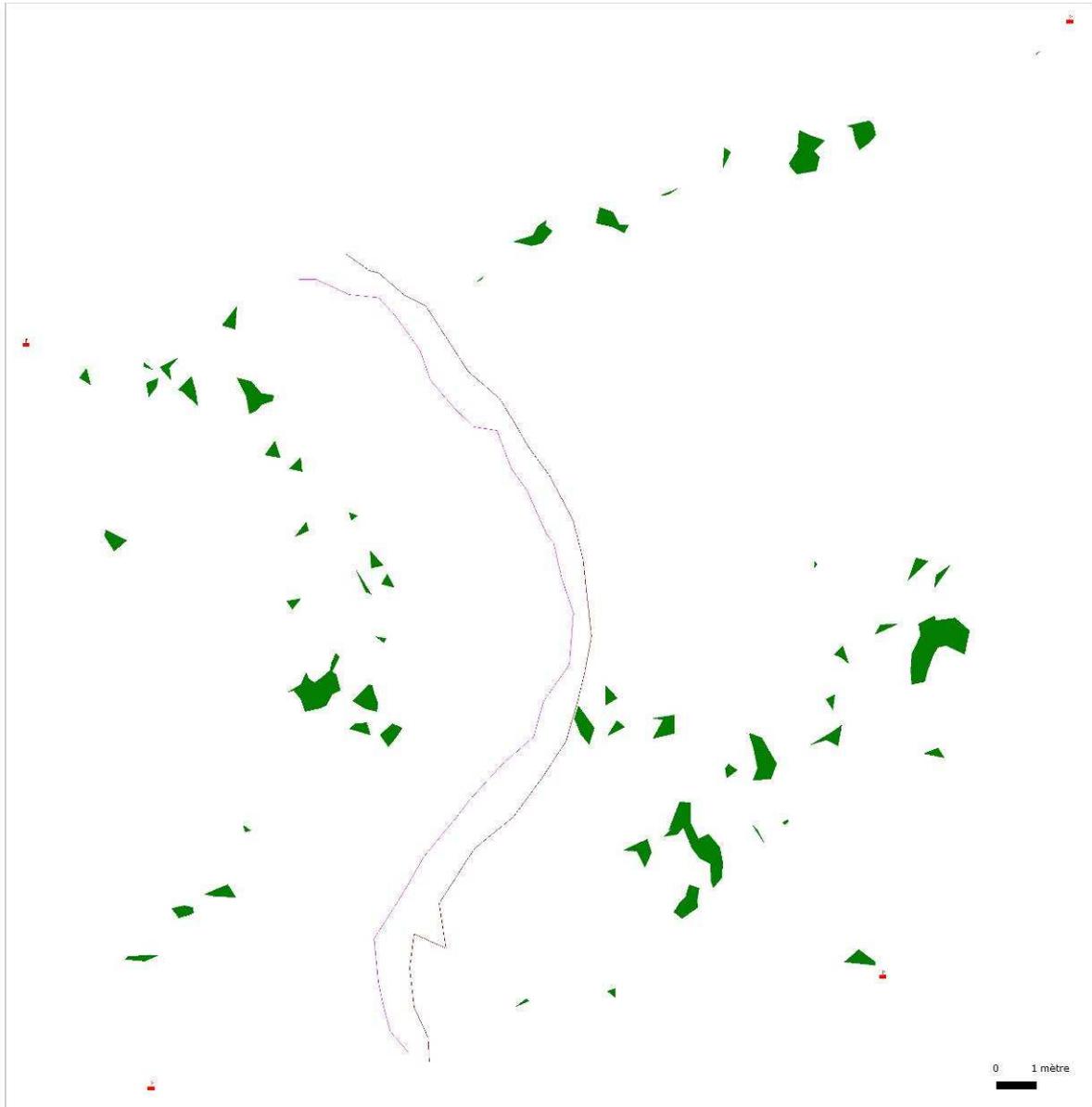
L'herbier en limite inférieure présente donc un recouvrement faible.

Déchaussement

Parmi les 39 relevés effectués les valeurs de déchaussement des rhizomes évoluent de 0 à 3 cm. Le déchaussement moyen atteint 0,08 cm. Suivant la classification adoptée par le Réseau de Surveillance Posidonie (CHARBONNEL & al., 2000), le déchaussement est faible voire inexistant.

En conclusion, l'herbier de la limite supérieure présente une densité normale avec un taux moyen de recouvrement faible et un déchaussement faible.

Quadrat N°	Profondeur (m)	Nbre faisceaux 0,04m2	Nbre Faisceaux 1m2	Déchaussement (cm)
1	28,7	3	75	0
2	28,7	4	100	0
3	28,6	2	50	0
4	28,6	7	175	0
5	28,7	2	50	0
6	28,6	3	75	0
7	28,7	5	125	0
8	28,7	3	75	0
9	28,6	6	150	0
10	28,5	4	100	0
11	28,5	3	75	0
12	28,5	9	225	0
13	28,4	6	150	0
14	28,3	9	225	0
15	28,4	3	75	0
16	28,4	7	175	0
17	28,5	5	125	0
18	28,6	5	125	0
19	28,8	8	200	0
20	28,9	7	175	0
21	29	9	225	0
22	29,1	6	150	0
23	29	6	150	0
24	29,2	8	200	0
25	29,2	4	100	0
26	28,6	7	175	0
27	29,7	7	175	0
28	29,1	4	100	0
29	30,1	7	175	0
30	30,2	3	75	0
31	30,1	3	75	0
32	30,6	4	100	0
33	30,5	6	150	0
34	30,8	7	175	0
35	30,3	3	75	0
36	30,2	3	75	0
37	30,5	2	50	0
38	30,6	4	100	0
39	30,8	5	125	3
Moyenne		5,102564103	127,5641026	0,076923077



- Piquets
- Taches de posidonies
- Bas du tombant de matte morte
- Haut du tombant de matte morte
- Site Natura 2000 Cap Sicié - Six Fours, FR9301610



Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude des milieux marins de la Rade de Toulon", Andromède océanologie, 2009

Structuration du SIG et mise en page : CERCLIS, octobre 2009



III.7.4.3. SUIVI DU CORALLIGÈNE

Cette étude se focalise sur la caractérisation de cet habitat et pour l'évaluation de son état de conservation. L'effort de caractérisation ne porte pas sur la totalité du linéaire côtier mais sur des zooms préalablement définis.

Deux sites ont ainsi été sélectionnés : L'un au niveau de la sèche du cap Sicié, un autre au niveau du site des « Jardins de l'Arroyo », à proximité des Deux Frères.

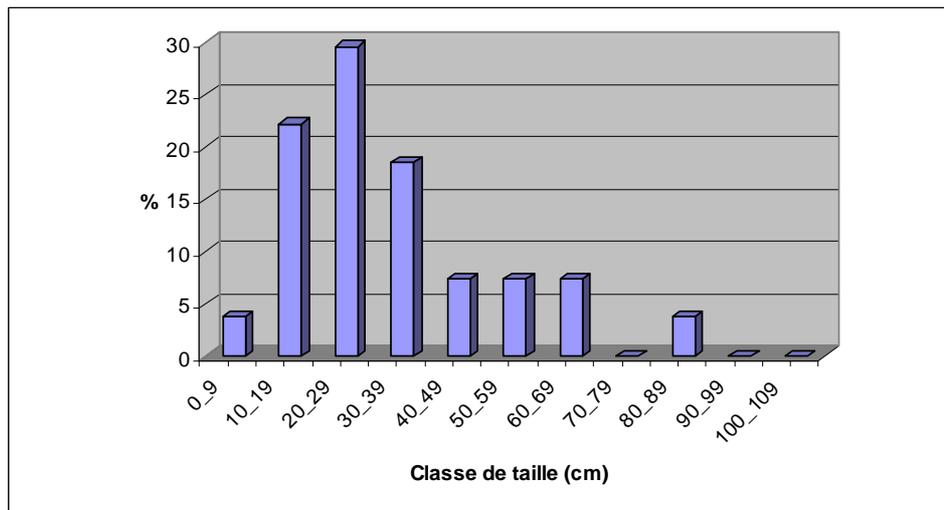
Site de la Sèche du cap Sicié :

Lieu	Sèche du cap Sicié
Latitude	3,526056
Longitude	43,043271
Caractéristiques physiques du site	coralligènes sur massif rocheux
Pente	50°
Orientation	Est
Profondeur	25 m
Risque potentiel de dégradation des peuplements de coralligènes	Site très fréquenté par des plongeurs

Etat de vitalité du coralligène :

- Classe de taille

27 colonies ont été observées et mesurées au niveau de cette zone. Les dimensions s'échelonnent de 9 à 80 cm de longueur avec une moyenne de 31,4 cm, et de 7 à 80 cm de largeur avec une moyenne de 33,5 cm.



Histogramme des fréquences des classes de taille des peuplements de *Paramuricea clavata* étudiés sur la Sèche du cap Sicié à -25m.

Les classes de taille sont presque toutes représentées. La classe de taille 70-79 cm ainsi que les plus grandes classes de taille 90-99 cm et 100-109 cm sont absentes de cette station.

Ce site est caractérisé par une distribution de type normal décalée vers les petites classes de taille, le maximum étant situé dans les classes de taille de 10 à 39 cm.

Cette distribution n'est pas régulière ; on note, en effet, des irrégularités au niveau de la classe de taille 40-49, ainsi qu'un faible pourcentage de jeunes individus.

- Taux de Nécrose

Parmi les 27 colonies observées au niveau de cette zone, seule une d'entre elles, de grande taille (65cm de longueur sur 80cm de largeur) possédait un taux de nécrose compris entre 1 et 10%.

Le taux naturel de nécrose chez *Paramuricea clavata* est généralement compris entre 0 et 10%. Ce site ne présente donc pas de signe de dégradation.

- Colonisation

La nécrose observée sur une seule des colonies du site de la Sèche du cap Sicié est une nécrose récente, car non colonisée par d'autres organismes.

Mesures brutes Site de la Sèche du cap Sicié

N°	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Nécrose (classe)	Profondeur (m)
1	15	13		25
2	37	45		
3	65	80	5N	
4	40	25		
5	25	30		
6	10	8		
7	27	22		
8	10	8		
9	19	16		
10	9	7		
11	80	80		
12	15	16		
13	17	25		
14	20	23		
15	60	80		
16	50	60		
17	30	28		
18	28	27		
19	27	27		
20	42	40		
21	53	54		
22	24	28		
23	30	35		
24	32	30		
25	36	40		
26	25	29		
27	22	28		
Moyenne	31,4074074	33,4814815		
Ecart Type	17,6357575	21,0043409		

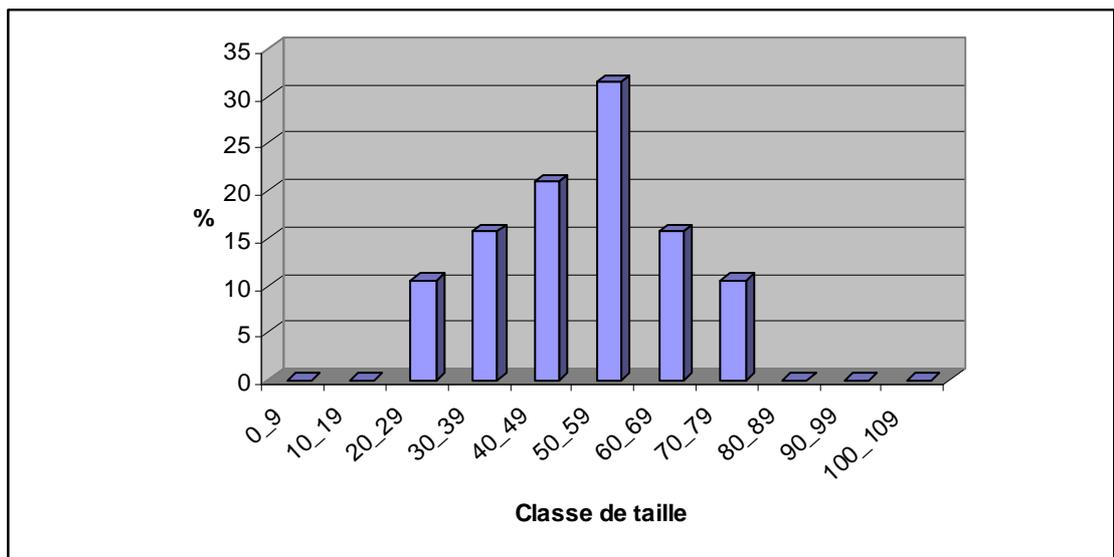
Site des Deux Frères :

Lieu	Jardins de l'Arroyo à proximité des Deux Frères
Latitude	3,533563
Longitude	43,048348
Caractéristiques physiques du site	coralligènes sur massif rocheux
Pente	40
Orientation	S-O
Profondeur	32 m
Risque potentiel de dégradation des peuplements de coralligènes	Site très fréquenté par des plongeurs

Etat de vitalité du coralligène :

- Classe de taille

20 colonies ont été observées et mesurées au niveau de cette zone. Les dimensions s'échelonnent de 28 à 75 cm de longueur avec une moyenne de 48,3 cm, et de 15 à 105 cm de largeur avec une moyenne de 42,2 cm.



Histogramme des fréquences des classes de taille des peuplements de *Paramuricea clavata* étudiés sur le site du Jardin de l'Arroyo à 32m.

Les classes de taille sont toutes représentées entre 20 et 79 cm. Les plus petites classes de taille 0-9 cm et 10-19 cm ainsi que les plus grandes classes de taille 80-89 cm, 90-99 cm et 100-109 cm sont absentes de cette station.

Ce site est caractérisé par une distribution de type normal, le maximum étant situé dans les classes de taille de 40 à 69 cm. Cette distribution est régulière.

• Taux de Nécrose

Parmi les 20 colonies observées au niveau de cette zone, 17 possèdent un taux de nécrose compris entre 1 et 10 % (soit 85 % des colonies), une possède un taux de nécrose compris entre 11 et 25 % (soit 5 % des colonies) et deux possèdent un taux de nécrose compris entre 51 et 75 % (soit 10 % des colonies).

Aucune relation n'a pu être établie entre le taux de nécrose et la taille de la colonie.

Le taux naturel de nécrose chez *Paramuricea clavata* est généralement compris entre 0 et 10%. Seules 15 % des colonies présentes sur ce site montrent des signes de dégradation.

• Colonisation

Les nécroses observées sur les 15 % de colonies fortement nécrosées du site du Jardin de l'Arroyo sont relativement anciennes, car colonisées par des algues et des bryozoaires.

Mesures brutes Site des Deux Frères

N°	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Nécrose (classe+type)	Profondeur (m)
1	73	105	5	32
2	60	55	5	
3	55	60	5	
4	60	50	5	
5	55	48	4c	
6	75	40	2c	
7	60	45	5	
8	55	45	5	
9	35	45	5	
10	28	18	5	
11	50	40	5	
12	40	20	5	
13	40	50	5	
14	30	40	5	
15	50	35	5	
16	50	38	5	
17	42	30	5	
18	28	15	5	
19	45	20	2c	
20	35	45	5	
Moyenne	48,3	42,2		
Ecart Type	13,7232036	19,4059134		

- Présence des Caulerpales proliférantes

Ni *Caulerpa taxifolia*, ni *Caulerpa racemosa* n'ont été observées dans ce secteur.

III.7.5. EVOLUTION DES BIOCENOSES

Evolution des herbiers de posidonie entre 2001 et 2009 – Secteur 5	Surface (ha)	Surface (%)
Progression des posidonies denses	21,59	21,80
Posidonies éparses devenues denses	6,28	6,34
Progression des posidonies éparses	11,71	11,83
Régression des posidonies denses	0,83	0,84
Régression des posidonies éparses	0,37	0,37
Posidonies denses devenues éparses	0,97	0,98
Régression incertaine des posidonies	21,62	21,83
Posidonies denses stables	35,09	35,44
Posidonies éparses stables	0,56	0,57

L'évolution depuis 2001 montre un herbier stable à 36,01%, en progression de 39,97% avec cependant une régression de sa surface de 2,19%.

On observe également une régression dite incertaine des herbiers de posidonie estimée à 21,83%. Ce sont des zones de régression sur lesquelles nous n'avons pas observé de matte morte.

La progression observée sur ce secteur est importante et concerne essentiellement une progression de la limite inférieure qui aurait ainsi gagné environ 25 hectares. Cette évolution est cependant à tempérer d'autant plus qu'elle ne correspond pas aux taux de croissance de l'herbier de posidonie. La mise en place d'un suivi de cette limite par télémétrie acoustique, lequel nous permettra d'évaluer les évolutions au centimètre, nous permettra de préciser le pourcentage de progression éventuel.

Entre la pointe de l'Eperon et le cap Sicié, l'herbier de posidonie présente des signes d'une régression passée, tant le long de sa limite inférieure que de sa limite supérieure. Cette régression semble néanmoins terminée et il est possible que suite aux améliorations des rejets grâce à la mise en service de la station d'épuration on puisse observer une reprise de l'herbier de posidonie sur ce secteur. Dans la baie de Sicié, sous l'influence directe du rejet de l'émissaire urbain l'herbier de posidonie a cependant complètement disparu. Les premières touffes de posidonie n'apparaissent qu'à partir de 20 m de profondeur, espacées d'une dizaine de mètres. Elles tendaient à se rejoindre et devenaient plus denses, vers 28 m, pour former, jusqu'à 30 m de profondeur un herbier très dégradé avec des intermattes sableuses. Selon Astier *et al.* (1983) ce seraient 75 ha d'herbier de posidonie qui auraient été détruits par l'émissaire du cap Sicié, ce chiffre reste à relativiser, nous comptons actuellement 23 ha de matte morte sur ce secteur. A l'Est du cap Sicié,

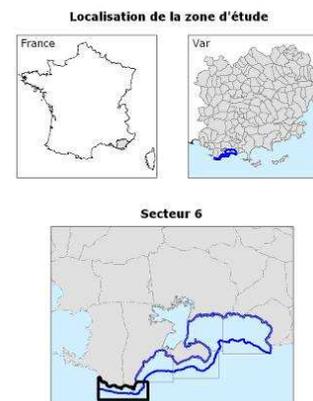
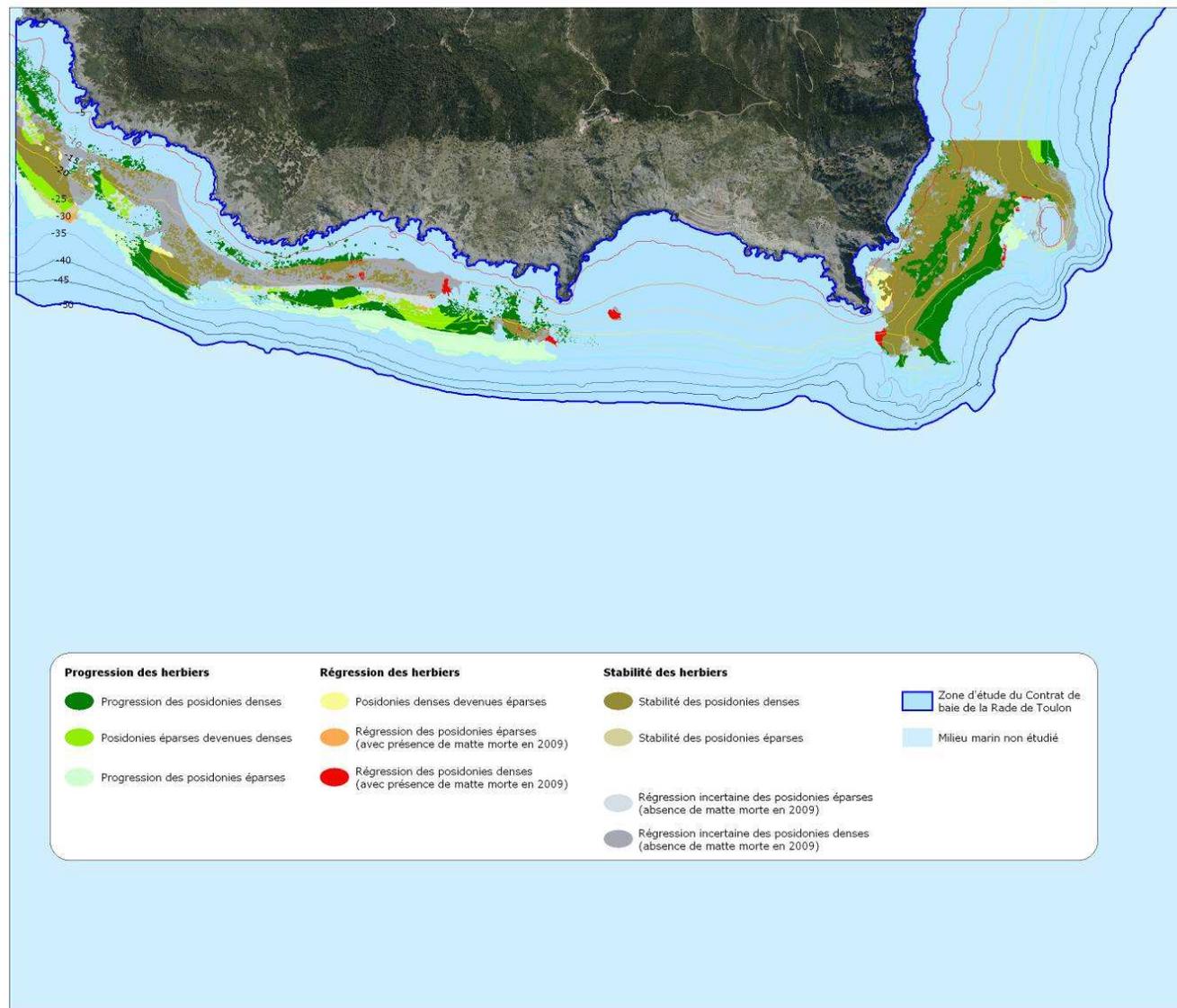
l'herbier de posidonie présente des signes de bonne vitalité et une extension bathymétrique conforme à celles rencontrées d'une manière générale en Méditerranée occidentale. Sa limite inférieure, franche, ainsi que sa limite supérieure ne présentent pas de signes de régression.

Les peuplements de gorgones observés sur les remontées rocheuses de Sicié, présentent une densité et une vitalité remarquables. Ces peuplements semblent avoir échappés à la vague de mortalité observée sur l'ensemble de la Méditerranée occidentale durant l'été 1999, ainsi que sur des secteurs relativement proches (baie de La Ciotat). Les observations réalisées sur le coralligène a permis d'estimer à moins de 10 % le taux de nécroses sur les peuplements de *P. clavata*. Le fort hydrodynamisme et donc le brassage continu des eaux au niveau du cap Sicié, a pu diminuer l'impact du phénomène, comme il peut favoriser la régénération des peuplements de gorgones.

En revanche les peuplements à algues photophiles à proximité de l'émissaire, sur la sèche Sicié ainsi qu'aux pieds des deux frères sont particulièrement peu diversifiés et montrent tous les signes d'une dégradation liée à l'émissaire et en particulier au rejet en fond de baie qui occasionne une accumulation d'eau douce en surface. L'étude de la bibliographie semble néanmoins montrer une amélioration des peuplements du médiolittoral à proximité du rejet et ce depuis la construction de la station d'épuration.



Contrat de baie de la Rade de Toulon
Evolution des herbiers de Posidonies entre 2001 et 2009 - Secteur 6



Synthèse de l'évolution des herbiers du secteur 6

Evolution	Surfaces (ha)	Surfaces (%)
Progression des posidonies denses	21,19	21,80%
Posidonies éparées devenues denses	0,25	0,24%
Progression des posidonies éparées	11,71	11,88%
Régression des posidonies denses avec présence de matte morte en 2009	0,82	0,84%
Posidonies denses avec absence de matte morte en 2009	18,14	18,22%
Régression des posidonies éparées avec présence de matte morte en 2009	0,22	0,22%
Posidonies éparées avec absence de matte morte en 2009	1,48	1,51%
Posidonies denses devenues éparées	0,57	0,56%
Posidonies denses stables	35,69	35,44%
Posidonies éparées stables	0,38	0,37%



Cette carte fait partie intégrante du rapport "Etude des milieux marins de la Rade de Toulon", Andromède océanologie, 2009

Elle a été réalisée à partir de :

- BD Ortho de l'IGN, 2006
- Campagne d'acquisition en mer réalisée en 2009 par Andromède océanologie

Projection conique conforme, Lambert III sud
 Ellipsoïde Clarke 1880

Sources :

- Andromède océanologie : Bathymétrie, Biocénoses marines, 2009
- IGN Paris : BD ORTHO, 2006

Structuration du SIE et mise en page : CERIS, octobre 2009



IV. CONCLUSION

IV.1. CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES

Si la rade de Toulon constitue un espace sociétal cohérent qui dispose d'une identité forte s'appuyant sur une histoire riche, il convient de souligner qu'en ce qui concerne la répartition et la qualité des biocénoses marines, le secteur est marqué par une très forte hétérogénéité.

Ainsi sur ce secteur géographique restreint, rencontre-t-on des zones de substrat meuble et rocheux, des zones de mode calme ou au contraire soumises à un très fort hydrodynamisme. Cette diversité géomorphologique entraîne bien évidemment une biodiversité importante qu'il convient de protéger, d'autant que le premier constat fait lorsque l'on regarde la carte des biocénoses est l'exigüité de la frange infralittorale, mince trait de vie entre le bord de mer et les plaines quasi-désertiques sablo-vaseuses du circalittoral au delà de 40m.

La cartographie et les outils d'informations géographiques utilisés pour cette étude mettent en exergue cette situation :

- 🌊 L'herbier de posidonie, considéré comme l'écosystème pivot de la méditerranée, ne s'étend que sur 763 ha du petit Gaou jusqu'au Cap Carqueiranne.
- 🌊 Le coralligène qui fait le bonheur des plongeurs sous-marins et constitue l'habitat d'espèces aussi emblématiques que le corail rouge ou le mérrou ne s'étend que sur 12,4 ha sur le même périmètre.
- 🌊 La biocénose de la roche infralittorale à algues photophiles, qui constitue aussi un réservoir de biodiversité et un site majeur dans le cycle biologique de nombreuses espèces de poissons s'étend sur moins de 100 ha.

Biocénoses	Surfaces (ha)	Surfaces en %
Enrochement artificiel	8,93	0,27%
Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> à faible recouvrement	99,65	2,99%
Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> dense	664,48	19,92%
Matte morte	473,48	14,19%
Cymodocées	1,69	0,05%
Roches infralittorales à algues photophiles	93,76	2,81%
Petits blocs rocheux à algues photophiles	66,93	2,01%
Coralligène	12,38	0,37%
Sables fins bien calibrés	240,28	7,20%
Sables grossiers et fins graviers sous l'influence des courants de fonds	75,58	2,27%
Détritique côtier	1018,46	30,53%
Détritique côtier envasé	533,48	15,99%
Détritique côtier à rhodolithes	2,40	0,07%
Vases terrigènes côtières	44,14	1,32%

