

Rivage



**Caractérisation des herbiers de
Magnoliophytes marines de l'étang de
Salses-Leucate**

2012

 **SEANEO**

Cartographie et caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate

Cette étude est réalisée avec le concours de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse.

Maître d'ouvrage :

Syndicat Mixte RIVAGE Salses-Leucate
Monsieur Michel PY

Monsieur Le Maire
Hôtel de Ville
Mairie de Leucate – rue du Dr Sidras
11370 Leucate

Maître d'œuvre :

SEANEO

Atlantique – Siège social

65 Rue du Lieutenant Lumo
40000 MONT DE MARSAN
FRANCE
Tél. / Fax : + 33 (0)4 67 65 11 05
Mobile : + 33 (0)6 76 09 03 95
thomas.scourzic@seaneo.com
www.seaneo.com

SEANEO

Manche

24 Rue du Clos Saint-Pierre
14610 ANISY
FRANCE
Tél : +33 (0)2 31 45 04 48
Mobile : + 33 (0)6 33 34 66 88
franck.hennequart@seaneo.com
www.seaneo.com

SEANEO

Méditerranée

7 Rue de Turenne
66100 PERPIGNAN
FRANCE
Tél : + 33 (0)4 68 34 54 81
Mobile : + 33 (0)6 20 11 58 75
nicolas.dalias@seaneo.com
www.seaneo.com

Responsables de l'étude :

Nicolas Dalias (SEANEO).

Participants aux missions de terrain :

Nicolas Dalias (SEANEO), Eric Fabre (SEANEO).

Crédits photographiques :

Nicolas Dalias, Eric Fabre (les photos illustrant le présent rapport ne doivent être ni transformées ni diffusées sans l'accord préalable des auteurs).

Avertissement : Les documents rendus par SEANEO dans le cadre de cette étude, engage sa responsabilité et sa crédibilité scientifique. Ils ne peuvent, pour cette raison être modifiés sans leur accord.

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

Dalias N, Fabre E, 2012. Caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate. Contrat Syndicat RIVAGE Salses-Leucate & SEANEO. SEANEO publ. Fr. : 79 pages.

Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce au concours technique et financier du Syndicat Mixte RIVAGE Salses-Leucate. Nous profitons donc de ce court paragraphe de remerciements pour saluer l'intérêt de cet établissement public pour les problèmes de gestion écologique de la zone côtière.

SEANEO tient à remercier tous les représentants des organismes et services publics ou privés et les experts qui ont apporté leur concours à la réalisation du présent rapport, par les informations qu'ils ont bien voulu communiquer, par les avis qu'ils ont formulés, par les soutiens techniques qu'ils ont apportés.

Sommaire

1	Contexte et objectifs de l'étude	6
1.1	Etang de Salses-Leucate	6
1.2	Syndicat Mixte RIVAGE Salses-Leucate	9
1.3	Périmètre de l'étude	10
1.4	Données existantes	11
1.5	Contexte et objectifs de l'étude	12
2	Définition des zones à enjeux	13
2.1	Méthodologie	13
2.2	Résultats	15
3	Caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines	20
3.1	Zones à enjeux faisant l'objet du suivi	20
3.2	Méthodologie	21
3.3	Résultats	23
3.4	Discussion	49
4	Conclusion	56
5	Bibliographie	58
6	Annexes	62

Liste des figures

Figure 1 : Carte de l'étang de Salses-Leucate et sa bathymétrie.	6
Figure 2 : Localisation de la ZSC du « Complexe lagunaire de Salses ».....	8
Figure 3 : Localisation de la ZPS du « Complexe lagunaire de Salses-Leucate ».	8
Figure 4 : Etang de Salses-Leucate et localisation des zones portuaires.....	10
Figure 5 : Répartition des zones à enjeux.	15
Figure 6 : Localisation des transects permanents et des stations de caractérisation.....	20
Figure 7 : Mise en place du transect permanent et des stations de caractérisation.....	21
Figure 8 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de l'Anse du Paurel.	23
Figure 9: Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.....	25
Figure 10 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux des Dosses.....	27
Figure 11 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux du terrain militaire.	29
Figure 12 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.	31
Figure 13 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de l'Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul.....	33
Figure 14: Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux du seuil central.....	35
Figure 15 : Corrélation entre la profondeur et la densité en faisceaux, et courbe de régression.....	47
Figure 16 : Corrélation entre la profondeur et le taux de recouvrement, et courbe de régression....	47
Figure 17 : Corrélation entre la densité en faisceaux et le taux de recouvrement, et courbe de régression.	48
Figure 18 : Corrélation entre la densité et la hauteur moyenne de la canopée de <i>Z. noltii</i> et <i>Z. marina</i> , et courbes de régression.	48

Liste des tableaux

Tableau 1 : Sensibilité de chaque zone à enjeux.	16
Tableau 2 : Risque de chaque zone à enjeux.	17
Tableau 3 : Synthèse de la sensibilité et du risque pour chaque zone à enjeux.	18
Tableau 4 : Coordonnées des limites d'herbier (2012) et des stations de caractérisation.	21
Tableau 5 : Mesures effectuées sur chaque station.	22
Tableau 6 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de l'Anse du Paurel.	24
Tableau 7 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.	26
Tableau 8 : Résultat de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux des Dosses.	28
Tableau 9 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux du terrain militaire.	30
Tableau 10 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.	32
Tableau 11 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de l'Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul.	34
Tableau 12 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux du seuil central.	36
Tableau 13 : Comparaison des données de caractérisation sur la zone à enjeux du Paurel.	37
Tableau 14 : Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.	38
Tableau 15: Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux des Dosses.	39
Tableau 16 : Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux du terrain militaire.	40
Tableau 17: Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.	41
Tableau 18: Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux de l'anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul.	42
Tableau 19: Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux du seuil central.	43
Tableau 20 : Analyse de l'évolution des limites des herbiers de l'étang de Salses-Leucate.	44
Tableau 21 : Comparaison des classes d'herbier entre la cartographie de 2010 (T0), la caractérisation de 2011 (T1) et la caractérisation de 2012 (T2).	45

1 Contexte et objectifs de l'étude

1.1 Etang de Salses-Leucate

L'étang de Salses-Leucate est long d'environ 14 km, sa largeur maximale atteint 6,5 km et sa superficie, environ 5300 ha. L'étang est en réalité composé de deux bassins séparés par des hauts fonds. Ce seuil, caractérisé par la présence des îlots de la Rascasse et de Vy, marque la frontière entre les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales. Ainsi, il concrétise sur le plan administratif, l'existence de deux bassins, celui de Leucate au Nord et celui de Salses au Sud (Arnaud et Raimbault, 1969) (Figure 1).

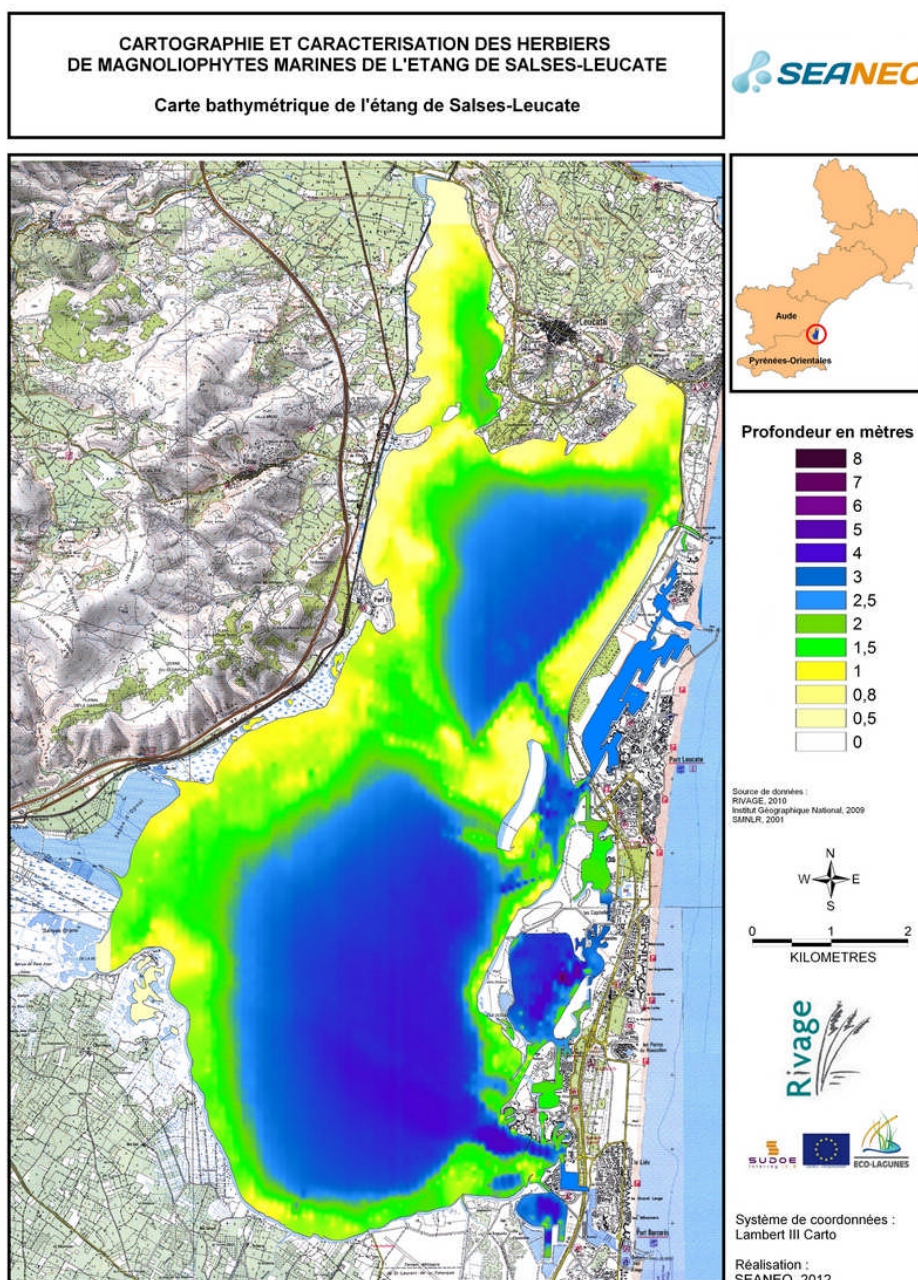


Figure 1 : Carte de l'étang de Salses-Leucate et sa bathymétrie.

La profondeur moyenne de l'étang est d'environ 2,10 m pour le bassin de Salses et de 1,50 m pour celui de Leucate, avec un volume global estimé à 90 millions de m³ (Boutière *et al.*, 1982). La profondeur maximale naturelle est de 4 m pour le bassin de Salses et de 3,4 m pour le bassin de Leucate (Catala-Cottini et Midoux, 2001). La répartition des profondeurs de l'étang est particulière. En effet, sur les rives occidentales la pente est douce, alors que la remontée du côté oriental est plus abrupte. Cette dissymétrie est due à l'activité des vents dominants de secteur Nord Nord-Ouest (Riviere et Verhnet, 1956 ; Riviere et Verhnet, 1958).

L'étang est relié à la mer par trois graus navigables :

- Au Nord, le grau de Leucate ;
- Au centre, le grau de Port Leucate ;
- Au Sud, le grau Saint-Ange.

Trois grandes entités géomorphologiques encadrent l'étang (Arnaud, 1967) :

- A l'Est, le lido sableux séparant la mer de l'étang ;
- Au Sud, la plaine alluvionnaire de la Salanque composée d'argiles et de molasse ;
- Au Nord et à l'Ouest, les Corbières formées de calcaires secondaires.

Le réseau karstique complexe des Corbières (Salvayre, 1977) constitue l'essentiel des apports d'eau douce. Deux résurgences, Font Estramar et Font Dame, alimentent deux rivières qui traversent les marécages du Sud-ouest et se jettent dans la lagune (Arnaud, 1967). Il existe également un grand nombre d'émergences sous-lagunaires, du karst noyé et du karst littoral (Laugier, 2000). Les autres apports terrestres viennent des eaux d'infiltration de la plaine alluvionnaire de la Salanque, au Sud de la Lagune (Got, 1965).

Le climat de l'étang de Salses-Leucate est méditerranéen et est caractérisé par un régime de vents fréquents et violents (Clanzig, 1987). L'hydrodynamisme engendré par ces vents, remet en suspension des sédiments fins et fait de l'étang de Salses-Leucate, un milieu trois fois plus turbide en moyenne que la mer (Wilke, 1998).

Dans le passé, trois évènements majeurs ont modifié les caractéristiques de l'étang et sa macroflore benthique :

- L'ouverture de trois graus artificiels dans les années 1960 et la marinisation de l'étang ;
- Le transfert d'huîtres entraînant l'introduction de nouvelles espèces ;
- La crise dystrophique entre 1979 et 1980 par prolifération de la microalgue brune *Nanochloris* sp. (Knoepfler et Gros, 1980).

L'étang de Salses-Leucate présente un grand intérêt patrimonial. Il possède une diversité remarquable qui est expliquée par sa grande superficie, son caractère marin et une pollution relativement faible. La lagune et ses alentours constituent un Site d'Intérêt Communautaire au titre de la Directive « Habitat » et une Zone de Protection Spéciale au titre de la Directive « Oiseaux ». Il fait donc partie du réseau Natura 2000 :

- En 1998, comme Zone Spéciale de Conservation ou ZSC (FR9101463) « Complexe lagunaire de Salses » pour la présence d'une douzaine d'habitats naturels et d'une dizaine d'espèce de faune d'intérêt communautaire (Figure 2).

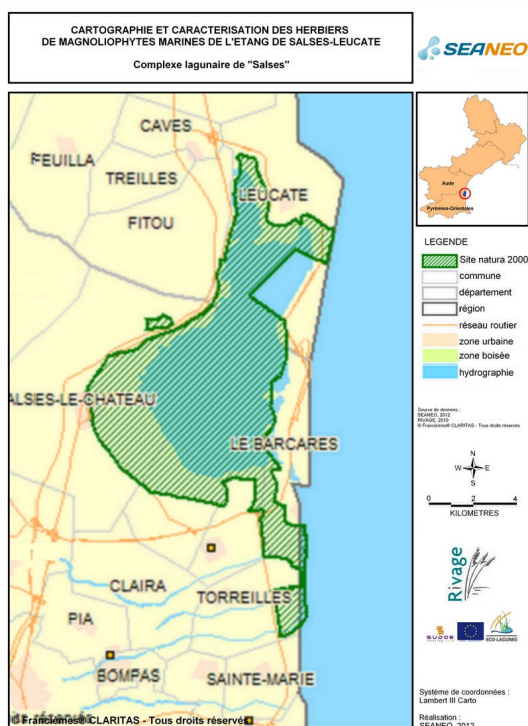


Figure 2 : Localisation de la ZSC du « Complexe lagunaire de Salses ».

- En 2006, comme Zones de Protection Spéciale ou ZPS (FR9112005) « Complexe lagunaire de Salses-Leucate » pour les nombreux oiseaux qui fréquentent la lagune et ses abords : sur les 280 oiseaux recensés, une trentaine d'espèces sont d'intérêt communautaire (Figure 3).

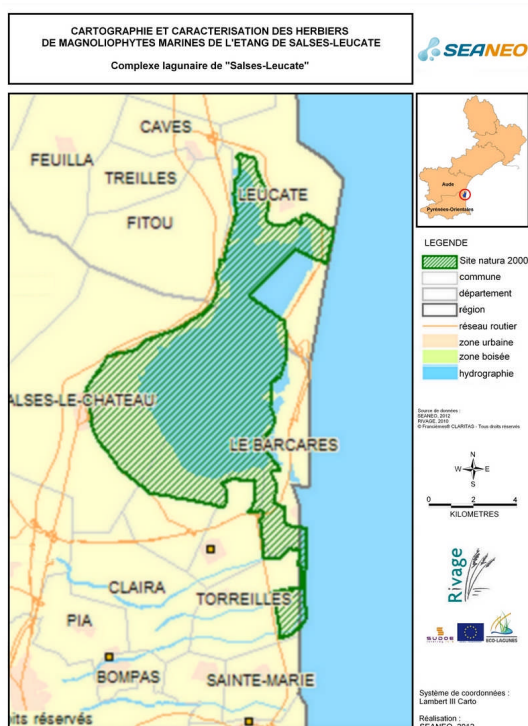


Figure 3 : Localisation de la ZPS du « Complexe lagunaire de Salses-Leucate ».

Zostera marina (Linnaeus), *Zostera noltii* (Hornemann) et *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande, sont les trois espèces de Magnoliophytes marines présentes dans l'étang de Salses-Leucate. Les herbiers marins qu'elles constituent présentent un fort intérêt écologique, patrimonial (Larkum *et al.*, 2006) et économique (Davison et Hughes, 1998). Ils abritent une biodiversité importante et jouent un rôle majeur dans la reproduction et l'alimentation de nombreuses espèces de poissons, de crustacés et d'oiseaux. En outre, les herbiers favorisent la stabilisation du substrat et contribuent à réduire l'érosion (Davison et Hughes, 1998). Les herbiers contribuent également à oxygéner un milieu abrité où le flux d'eau est assez faible (Hily, 2006).

Les herbiers de Magnoliophytes marines sont sensibles aux perturbations qui modifient leur environnement (Short et Wyllie-Echeverria, 1996), ce qui influence fortement leur répartition (Hily, 2006). Certaines activités anthropiques font courir un risque sur ces herbiers (Hily et Den Hartog, 1997). Par exemple, l'augmentation de la turbidité provoquée par les extractions portuaires, les dragages ou l'eutrophisation, réduit l'accès des feuilles à la lumière et ainsi, limite l'aire de répartition des herbiers (Hily et Le Hir, 2002). Cette grande sensibilité des herbiers en fait d'excellents indicateurs des pressions qui s'exercent sur l'écosystème, depuis l'échelle locale jusqu'à l'échelle globale (Hily, 2006).

Aujourd'hui, une grande partie des zones les moins profondes de l'étang de Salses-Leucate est colonisée par les Magnoliophytes (Fabre, 2010 ; Ifremer, 2010 ; Dalias et Fabre, 2011). Mais elles sont soumises à des pressions qui peuvent causer leur déclin. Parmi les causes identifiées, la prolifération d'algues envahissantes et les crises anoxiques, qui peuvent entraîner une perte de biodiversité, une perturbation environnementale, ou encore une perte de production de l'aquaculture et de la pêche.

1.2 Syndicat Mixte RIVAGE Salses-Leucate

Le Syndicat Mixte RIVAGE Salses-Leucate, créé en 2004, est né de la volonté des communes de Caves, Treilles, Fitou, Leucate, Salses-le-Château et les communes de Le Barcarès, Saint-Laurent-de-la-Salanque Saint-Hippolyte et Opoul-Périllos, représentées par Perpignan Méditerranée Communauté d'Agglomération (PMCA), de valoriser leur territoire. Il a pour objet la gestion concertée et l'aménagement intégré de l'étang et des zones humides situées sur le périmètre du SAGE de l'étang de Salses-Leucate. Il assure également les démarches relatives au DocOb Natura 2000 des sites Complexe lagunaire de Salses-Leucate. Le périmètre d'action du Syndicat correspond au périmètre du SAGE de l'étang de Salses-Leucate.

Le Syndicat Mixte RIVAGE a les compétences suivantes :

- Animation et coordination des actions engagées dans le cadre de la mise en œuvre du SAGE et du contrat d'étang de l'étang de Salses-Leucate ;
- Elaboration et animation du DocOb Natura 2000 des sites Complexe lagunaire de Salses-Leucate ;
- Gestion et aide à l'aménagement de l'étang et des zones humides ;
- Organisation de la concertation relative à la gestion des activités sur l'étang, les zones humides et les bordures de l'étang.

1.3 Périmètre de l'étude

Le périmètre d'étude s'étend sur la masse d'eau de l'étang de Salses-Leucate excepté les zones classées portuaires. A noter que pour des raisons pratiques, certaines zones non portuaires isolées (Ouest des Dins d'Illès, Sud des Salins, Nord et Sud-Ouest de Port-Leucate), sont tout de même considérées comme portuaires. La superficie étudiée concerne environ 48 km² (Figure 4).

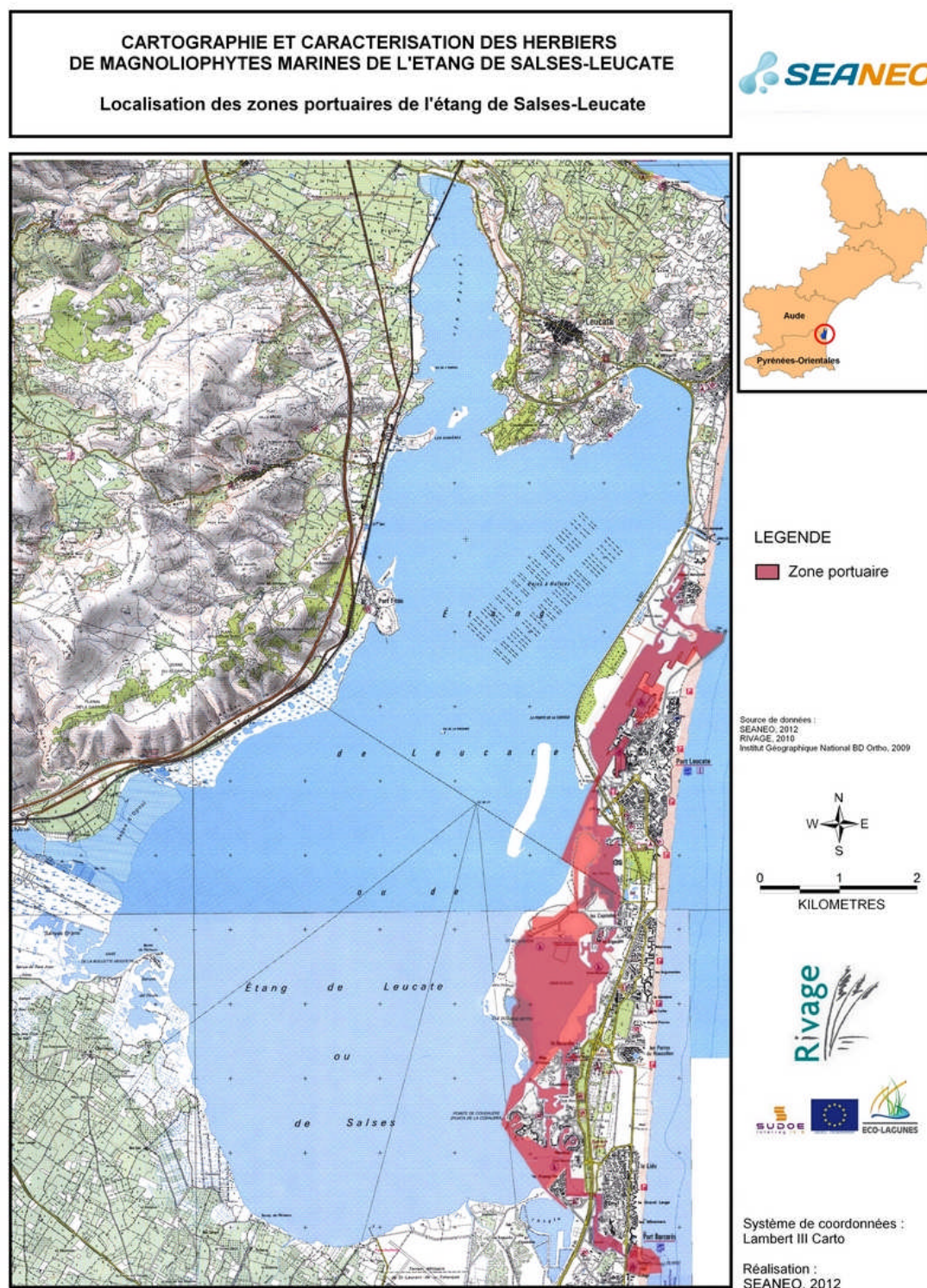


Figure 4 : Etang de Salses-Leucate et localisation des zones portuaires.

1.4 Données existantes

Les premières cartographies de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate ont été réalisées par Boutière et Mizoule (1975) in Boutière *et al.* (1982), puis Herve (1978), avant la crise dystrophique de 1980. L'étude comparative entre ces premières cartographies et une autre réalisée après la crise, montre que les herbiers ont disparu des parties profondes (Boutière *et al.*, 1982). Plus récemment, la récession des herbiers de Zostères au profit de *Valonia aegagropila* (C. Agardh) a été suivie par Clanzig (1987) dans l'anse du Paurel.

Actuellement, plus de 77 espèces de macrophytes ont été répertoriées (38 Rhodophytes, 11 Chromophytes, 14 Chlorophytes et trois Magnoliophytes) dont près de 15 % sont introduites (Verlaque, 2000). Les Magnoliophytes dominantes sont *Zostera noltii* et *Ruppia cirrhosa* ; alors que *Zostera marina* est moins abondante (Boutière *et al.*, 1982 ; Laugier, 2000).

Plus récemment, le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) opéré par l'Ifremer a établi un inventaire spécifique, qualitatif et quantitatif des macrophytes (Laugier, 2000 ; Ifremer, 2005c; Ifremer, 2010). Ces données acquises dans le but d'une estimation de l'état de la lagune vis-à-vis l'eutrophisation permettent d'apprécier la répartition globale des herbiers. Vu la disposition des stations, selon un quadrillage large, les analyses ne permettent pas d'avoir une vision fine des limites de l'herbier. De plus, les caractéristiques relevées ne concernent que le recouvrement et la biomasse.

En 2010, une cartographie de Zonage A Dire d'Acteurs (ZADA) des herbiers de Zostères a été réalisée par le Syndicat Mixte RIVAGE Salses-Leucate en s'appuyant sur les connaissances des acteurs de l'étang (chasseurs sous-marins et pêcheurs professionnels) (Fabre, 2010). La cartographie ZADA permet d'avoir un aperçu global sur la répartition des herbiers de Magnoliophytes. Cependant, au même titre que les cartes du RSL, cette méthode ne permet pas d'avoir une vision fine des limites de l'herbier.

Enfin, dans la continuité du projet mené par Fabre (2010), une campagne de cartographie précise et de caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines a été réalisée (Dalias et Fabre, 2011).

Les macrophytes sont présentes sur la quasi-totalité des fonds de l'étang avec des biomasses importantes. Cependant, les parties profondes sont moins occupées. Excepté les Magnoliophytes, la végétation benthique est dominée par *Valonia aegagropila* dans le bassin de Leucate, et par une association de Rhodophytes lagunaires (*Alsidium corallinum* (C. Agardh), *Gracilaria gracilis* ((Stackhouse) M.Steentoft, L.M.Irvine & W.F.Farnham) et *Halopitys incurva* (Hudson)) dans le bassin de Salses. Quelques foyers « d'algues opportunistes » proliférantes (Ulves, Chaetomorphes, Entéromorphes, etc.) sont présents près des rejets de stations d'épuration et de piscicultures (Laugier, 2000).

1.5 Contexte et objectifs de l'étude

Les herbiers de Magnoliophytes marines sont reconnus comme étant des excellents indicateurs des changements des conditions du milieu à l'échelle locale (piétinement), à échelle du bassin versant (eutrophisation) et globale (climatique). La surveillance de leur état de santé est d'un grand intérêt et constitue également un indicateur de l'évolution des conditions de la qualité environnementale de la zone littorale. L'objectif in fine est de relier cette dynamique à la gestion du milieu, en particulier celle mise en place à travers le SAGE mais également le DocOb Natura 2000, et de pouvoir éventuellement réorienter les opérations de gestion en fonction de cet indicateur, à la fois intégrateur de la dynamique du milieu mais également relativement réactif.

Cette étude fait suite à la cartographie et à la caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate (Dalias et Fabre, 2012) réalisées dans le cadre du projet européen SUDOE ECO-LAGUNES (SUDOE, 2008).

La caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines doit s'effectuer tous les ans à la même période, afin de permettre la comparaison des caractéristiques des herbiers. Ce suivi annuel des herbiers permet de comprendre leur dynamique, et notamment de permettre la détection de perturbations naturelles ou anthropiques, étape essentielle dans la démarche de gestion de l'étang de Salses-Leucate.

L'objectif de la présente étude est donc de renouveler la campagne de caractérisation des Magnoliophytes marines. Cette caractérisation a été effectuée pour la première fois en mai 2011 (Dalias et Fabre, 2011).

2 Définition des zones à enjeux

2.1 Méthodologie

Les objectifs sont d'établir un classement des différents habitats et des espèces importantes rencontrées, et de réaliser une expertise fine des éléments constitutifs du site. Les habitats et les espèces identifiés présentent des caractéristiques qui leur sont propres, compte tenu des conditions qui les entourent (Dalias, 2004). Ces habitats sont aussi soumis à des agressions (Augier et Boudouresque, 1970). Il est donc possible de hiérarchiser et d'évaluer un degré de vulnérabilité sur chaque zone en analysant :

- D'une part, de la sensibilité intrinsèque de l'habitat au vu des conditions de milieu qui régissent leur structure et leur fonctionnement (Velimirov, 1984) ;
- D'autre part, des risques ou des facteurs d'altération en tant que formes d'agressions agissant sur les habitats (Augier et Boudouresque, 1970).

Sur chaque zone, il est proposé des moyens à mettre en œuvre pour maintenir ou rétablir un état de conservation favorable.

La démarche consiste à renseigner les champs de sensibilité et de risque au moyen de descripteurs pertinents adaptés à la thématique « herbiers de Magnoliophytes marines » et au contexte local (Dalias et Fabre, 2011).

2.1.1 Sensibilité des herbiers dans la zone

La sélection des critères de sensibilité a été menée sur la base du travail de cartographie. Cette sélection a été faite en fonction du niveau de vitalité des herbiers, des autres habitats rencontrés dans la lagune, ainsi que de la présence d'espèces protégées. Les critères de sensibilité sont :

- Herbier dans un bon état de conservation : observation d'herbier particulièrement dense, avec un aspect continu sans taches de substrat nu ou algal sur une surface importante ;
- Herbier dense : présence d'herbier dense avec moins de 25 % de zones sans herbier (mosaïque avec de rares taches de substrat nu ou algal) ;
- Herbier discontinu : présence d'un herbier légèrement dégradé avec 25 à 75 % de zones sans herbier (mosaïque de taches d'herbier et de taches de substrat nu ou algal) ;
- Herbier clairsemé : observation de brins épars, ou d'herbier dégradé qui a du mal à se développer lui donnant un aspect morcelé, avec plus de 75 % de zones de substrat nu ou algal ;
- Substrat nu ou algal : observation de zones non colonisées par l'herbier et recouvertes de substrat nu ou de macrophytes autres que les Magnoliophytes. Les zones de substrat nu ou algal observées dans un herbier en mosaïque sont prises en compte.
- Présence de *Pinna nobilis* : la seule espèce marine protégée observée dans les herbiers de l'étang de Salses-Leucate (Dalias et Fabre, 2011).

2.1.2 Risques et facteurs d'altération dans la zone

La sélection des critères de risque est faite sur la base des travaux de cartographie. Tout élément semblant limiter ou stopper le développement des herbiers, ou toute espèce entrant en compétition avec les herbiers, est classé comme facteur d'altération des herbiers de Magnoliophytes. Ces critères peuvent être d'origine anthropique ou naturelle :

- Aménagement littoral : observation d'ouvrages ou d'aménagements (digues, chenaux dragués, balisages, bétonnage, enrochements, etc.) et ayant pour effet visible, une diminution de l'aire de répartition des herbiers ;
- Activités anthropiques : niveaux de fréquentation de la zone et en périphérie de la zone (littoral). Plus ce niveau est élevé, plus le risque de dégradation des herbiers est important (navigation, tourisme, sports aquatiques, camping, cabanisation, pêche, etc.) ;
- Compétition avec d'autres macrophytes : observation d'une ou plusieurs espèces ayant un effet compétiteur avec les Magnoliophytes (*Halopitys incurva*, *Valonia aegagropila*, etc.) ;
- Mortalité d'herbier : observation de zones où l'herbier n'est plus vivant, ou observation de restes d'herbiers (rhizomes) laissant supposer une mortalité plus ancienne ;
- Espèces indicatrices d'un milieu trop enrichi : observation d'espèces végétales opportunistes (*Ulva* spp., *Chaetomorpha* spp.) indicatrices d'un apport excessif d'éléments nutritifs souvent d'origine anthropique ou observation d'espèces animales (*Ficopomatus enigmatus*) indicatrices d'un apport excessif d'éléments nutritifs et de matière organique (Dalias et Fabre, 2011).

2.1.3 Evaluation de chaque zone

Les travaux menés sur le terrain pour la cartographie permettent de découper l'étang en plusieurs zones possédant un degré de vulnérabilité différent.

L'évaluation de cette vulnérabilité s'opère selon trois niveaux de valeurs par critère :

- Pour la sensibilité : faible (1), bonne (2) et élevée (3) ;
- Pour le risque : faible (1), moyen (2), et élevé (3).

Le rapport sensibilité / risque obtenu pour chaque secteur définit une situation donnée, pouvant osciller entre deux extrêmes :

- Situation la moins préoccupante (vulnérabilité minimale) pour les zones à faible sensibilité et exposées à des risques faibles ;
- Situation la plus préoccupante (vulnérabilité maximale) pour les zones à sensibilité élevée et exposées à des risques élevés.

Toutes les situations intermédiaires peuvent être rencontrées, selon les divers gradients de sensibilité et de risque (Dalias et Fabre, 2011).

2.2 Résultats

2.2.1 Découpage spatial des zones à enjeux

Un découpage de l'étang en zones à enjeux a été opéré (Figure 5) (Dalias et Fabre, 2011). Dans une même zone à enjeux, les critères de sensibilité et de risques sont semblables. Sur la base du croisement des critères, 15 zones à enjeux ont été identifiées :

- L'anse du Paurel (1) ;
- Port-Fitou – Anse de Leucate (2) ;
- Parcs à huîtres (3) ;
- Corrège – Grau des ostréiculteurs (4) ;
- Corrège Nord (5) ;
- Corrège Sud (6) ;
- Dosses (7) ;
- Coudalère (8) ;
- Etang de l'Angle (9) ;
- Terrain militaire (10) ;
- Saint Hippolyte (11) ;
- Sanyes del Devès (12) ;
- Anse de la Roquette – Sanyes d'Opoul (13) ;
- Centre du bassin de Salses (14) ;
- Seuil central (15) (Figure 5) (Dalias et Fabre, 2011).

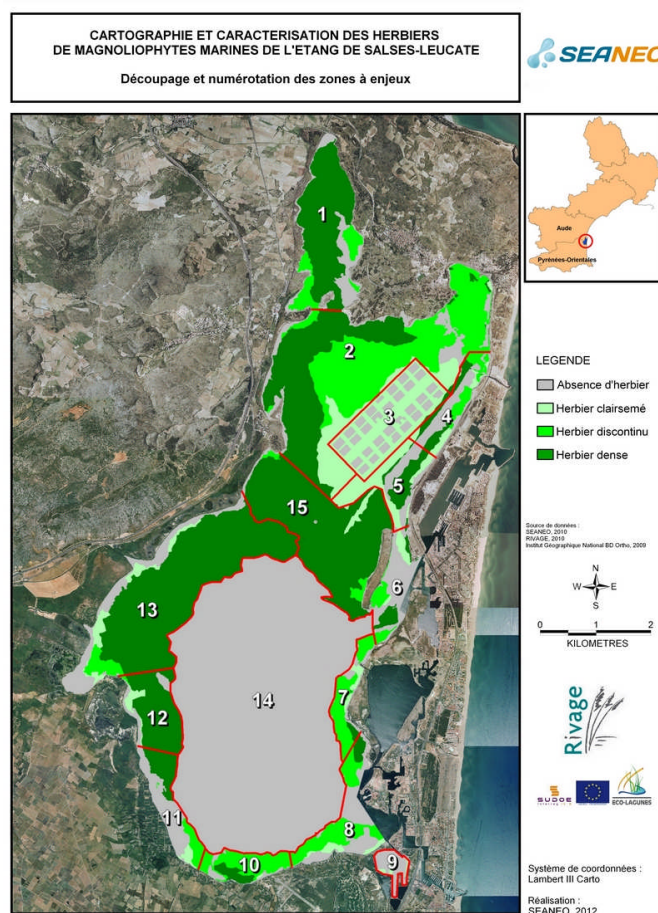


Figure 5 : Répartition des zones à enjeux.

2.2.2 Analyse des critères de sensibilité et de risque sur chaque zone à enjeux

Les informations acquises lors de la phase de cartographie des herbiers sont résumées sur chaque zone afin de l'exprimer en termes de sensibilité et de risque. Cette évaluation permet de mettre en relation les caractéristiques actuelles des herbiers présents dans chaque zone à enjeux. La résultante est obtenue par sommation des valeurs respectives atteintes dans chaque zone. Les valeurs résultantes sont à leur tour classées selon trois niveaux afin de donner à chaque zone à enjeux un degré de sensibilité et un degré de risque (Dalias et Fabre, 2011).

Evaluation de la sensibilité sur chaque zone à enjeux

Les zones 1, 4, 6, 8, et 15 présentent une sensibilité élevée. Sur les zones 1 et 15, elle est due à l'état de conservation des herbiers particulièrement bon. Pour les zones 4, 6 et 8, elle est due à la grande diversité des habitats et à la présence de l'espèce protégée *Pinna nobilis*.

Les zones 2, 3, 5, 7, 10, 12 et 13 abritent des herbiers plus altérés, bien qu'ils soient parfois denses. Les habitats de ces zones sont également moins diversifiés. De ce fait, ces zones possèdent une sensibilité qualifiée de « bonne » au regard des zones à enjeux précédentes.

Les zones 9, 11 et 14 présentent une sensibilité faible, à cause d'une faible diversité des habitats et / ou de la faible occupation par les herbiers. Les zones 9 et 11 abritent des herbiers très altérés et dégradés. La zone 14 est la seule à être totalement dépourvue d'herbier (Tableau 1) (Dalias et Fabre, 2011).

Tableau 1 : Sensibilité de chaque zone à enjeux.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Herbier dans un bon état de conservation	2	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Herbier dense	3	2	0	2	1	1	1	1	0	1	1	3	3	0	3
Herbier discontinu	2	2	0	2	0	1	3	2	0	3	1	0	1	0	1
Herbier dégradé (ou clairsemé)	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Herbier en zone profonde	0	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Présence de <i>Pinna nobilis</i>	0	0	1	3	1	3	1	3	0	0	0	0	0	0	1
Substrat nu ou algal	2	2	3	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	1
Total	10	9	8	13	9	10	8	10	4	8	5	6	7	3	10
Sensibilité	3	2	2	3	2	3	2	3	1	2	1	2	2	1	3

Evaluation du risque pour chaque zone à enjeux

Les zones 6 et 8 sont les plus aménagées et les plus fréquentées de la lagune. De plus, elles abritent également de grandes quantités d'*Halopitys incurva*, espèce pouvant limiter le développement des herbiers. Ces deux zones présentent un niveau de risque maximal. La zone 9 est également très aménagée et artificialisée (bassin artificiel). En outre, elle abrite des espèces indicatrices d'un milieu excessivement enrichi (*Chaetomorpha* spp. et *Ficopomatus enigmatus*). La zone 11, qui présente une importante mortalité d'herbier, fait augmenter son niveau de risque. De plus, elle abrite des espèces d'algues opportunistes, indicatrices d'un enrichissement excessif et *Halopitys incurva*, qui peut limiter le développement des herbiers en profondeur.

Les zones 1, 2, 3, 4, 5, 10, 13 et 14, présentent des risques modérés. Il s'agit généralement de zones modérément ou peu aménagées et/ou fréquentées. En revanche, la compétition avec d'autres espèces peut y être importante, c'est notamment le cas de la zone 2 avec *Valonia aegagropila* et de la zone 14 avec *Halopitys incurva*. Enfin, la zone 3 est un cas particulier. En effet, bien que très aménagée et fréquentée (exploitation ostréicole), la compétition avec d'autres espèces et l'enrichissement du milieu y semblent relativement faibles, ce qui fait diminuer le niveau de risque.

Sur les zones 7, 12 et 15, les effets de dégradation d'herbier ont paru relativement peu nombreux. Les espèces compétitrices (*Valonia aegagropila* et *Halopitys incurva*) sont présentes en faibles quantités et montrent aucun signe de prolifération ou de compétition. De plus l'aménagement littoral et la fréquentation y sont faibles, voire absents (Tableau 2) (Dalias et Fabre, 2011).

Tableau 2 : Risque de chaque zone à enjeux.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aménagement littoral	1	1	3	2	2	3	1	3	3	2	3	1	1	1	0
Activités anthropiques	2	2	3	2	2	3	1	3	2	2	2	1	1	1	1
Compétition <i>Halopitys incurva</i> , <i>Valonia aegagropila</i>	1	3	1	1	1	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2
Mortalité d'herbier	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0
Espèces indicatrices d'un milieu trop enrichi	2	1	1	1	1	2	0	1	3	1	2	1	3	1	0
Total	6	7	8	6	6	11	4	11	11	7	13	5	7	6	3
Risque	2	2	2	2	2	3	1	3	3	2	3	1	2	2	1

2.2.3 Zones à enjeux et caractérisation des Magnoliophytes

Le classement des zones à enjeux selon leur niveau de sensibilité et de risque, a permis de définir plusieurs groupes de zones ayant des degrés de vulnérabilité semblables (Tableau 3). Ce classement permet d'obtenir cinq classes. Dans chacune d'elle, une ou plusieurs zones à enjeux ont été désignées pour la caractérisation des Magnoliophytes marines (Dalias et Fabre, 2011).

Tableau 3 : Synthèse de la sensibilité et du risque pour chaque zone à enjeux.

Localisation zone	Sensibilité	Risque	Commentaires (état initial de référence de 2010)	Classes	Transect
15 - Seuil central	3	1	Secteur de sensibilité forte, exposé à des risques faibles (faible pression anthropique). L'herbier de ce secteur est en excellent état de conservation, il peut être défini comme herbier de référence. Ce type de situation laisse entrevoir des perspectives de maintien de la valeur biologique de l'habitat.	1	√
1 - Anse du Paurel	3	2	Secteur de sensibilité forte, exposé à des risques moyens (faible compétition avec les algues opportunistes et <i>Valonia aegagropila</i> , faible pression anthropique). L'herbier de ce secteur est en excellent état de conservation, il peut être défini comme herbier de référence. Ce type de situation laisse entrevoir des perspectives de maintien voire d'amélioration de la valeur biologique de l'habitat.	2	√
4 - Corrège – Grau des ostréiculteurs	3	2	Secteur de sensibilité forte (<i>Pinna nobilis</i>), exposé à des risques moyens (anthropisation). Un tel secteur se doit de pouvoir préserver ses richesses actuelles. Une gestion du site peut être mise en place dans le cadre d'une politique de développement durable.		
6 - Corrège Sud	3	3	Secteur de sensibilité forte (<i>Pinna nobilis</i>), exposé à des risques forts (anthropisation, algues opportunistes, <i>Halopitys incurva</i>). Les perspectives à envisager seraient de contenir voire de diminuer les effets de l'anthropisation, des algues opportunistes et d' <i>Halopitys incurva</i> . L'espèce protégée <i>Pinna nobilis</i> peut être suivie.		
8 - Coudalère	3	3	Secteur de sensibilité forte (<i>Pinna nobilis</i>) et exposé à des risques forts (anthropisation importante, <i>Halopitys incurva</i>). Les perspectives à envisager seraient de contenir voire de diminuer les effets de l'anthropisation, des algues opportunistes et d' <i>Halopitys incurva</i> . L'espèce protégée <i>Pinna nobilis</i> peut être suivie.		
7 - Dosses	2	1	Secteur de sensibilité bonne, exposé à des risques faibles (faible compétition avec <i>Halopitys incurva</i>). Dans ce secteur, les activités anthropiques sont faibles. La compétition entre les herbiers et <i>Halopitys incurva</i> peut être suivie.	3	√
12 - Sanyes del Deves	2	1	Secteur de sensibilité bonne et exposé à des risques faibles (faible compétition avec <i>Halopitys incurva</i>). Dans ce secteur, les activités anthropiques sont faibles. La compétition entre les herbiers et <i>Halopitys incurva</i> peut être suivie.		

Localisation zone	Sensibilité	Risque	Commentaires	Classes	Transect
2 - Port-Fitou / Anse de Leucate	2	2	Secteur de sensibilité bonne et exposé à des risques moyens (compétition avec <i>Valonia aegagropila</i>). Dans ce secteur, les activités anthropiques sont faibles. La compétition entre les herbiers et <i>Valonia aegagropila</i> peut être suivie.	4	√
3 - Parcs à huîtres	2	2	Secteur de sensibilité bonne (présence d'herbier dans une zone profonde), exposé à des risques moyens (présence d'algues opportunistes, herbier dégradé). Une surveillance de l'herbier présent dans cette zone profonde peut être effectuée.		
5 - Corrége Nord	2	2	Secteur de sensibilité bonne et exposé à des risques moyens (anthropisation). Dans ce secteur, il n'y a pas de compétition avec d'autres macrophytes. Ce type de situation laisse entrevoir des perspectives de maintien voire d'amélioration de la valeur biologique de l'habitat.		
10 - Terrain militaire	2	2	Secteur de sensibilité bonne, exposé à des risques moyens (compétition avec <i>Halopitys incurva</i>). Dans ce secteur, les activités anthropiques sont faibles. La compétition entre les herbiers et <i>Halopitys incurva</i> peut être suivie.		√
13 - Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul	2	2	Secteur de sensibilité bonne soumis à des risques forts (prolifération d'algues opportunistes en limite supérieure et compétition avec <i>Halopitys incurva</i> en limite inférieure). Les perspectives à envisager seraient de contenir voire de diminuer les éléments responsables de cette prolifération.		√
14 - Centre du bassin de Salses	1	2	Secteur de sensibilité faible et exposé à un risque fort (prolifération d' <i>Halopitys incurva</i>). Les perspectives à envisager seraient de contenir voire de diminuer les éléments responsables de cette prolifération. De plus, le caractère dérivant d' <i>Halopitys incurva</i> expose toutes les zones périphériques à un risque de recouvrement des herbiers.	5	
9 - Etang de l'angle	1	3	Secteur de sensibilité faible, soumis à un risque fort (algues opportunistes, <i>Gracilaria gracilis</i> , <i>Ficopomatus enigmatus</i>). Ces espèces indiquent que le milieu est trop enrichi. Les perspectives à envisager seraient de contenir, voire de diminuer les effets et les impacts de cet enrichissement excessif.		
11 - Saint-Hippolyte	1	3	Secteur de sensibilité faible soumis à un risque fort (algues opportunistes, présence d'herbier mort, <i>Halopitys incurva</i> , aménagement littoral). Les perspectives à envisager seraient de contenir voire de diminuer les éléments responsables de l'état particulièrement dégradé de l'herbier dans cette zone.		√

3 Caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines

3.1 Zones à enjeux faisant l'objet du suivi

L'emplacement des transects permanents a été validé suite à une réunion et à une concertation avec le comité de pilotage en 2010. Sur chaque zone à enjeux sélectionnée, un transect permanent est installé. Sur la zone à enjeux n°13, un transect secondaire a été dirigé dans l'axe de l'anse de la Roquette. Ce dernier permettra d'étudier l'évolution de la limite supérieure des herbiers la colonisant (Figure 6).

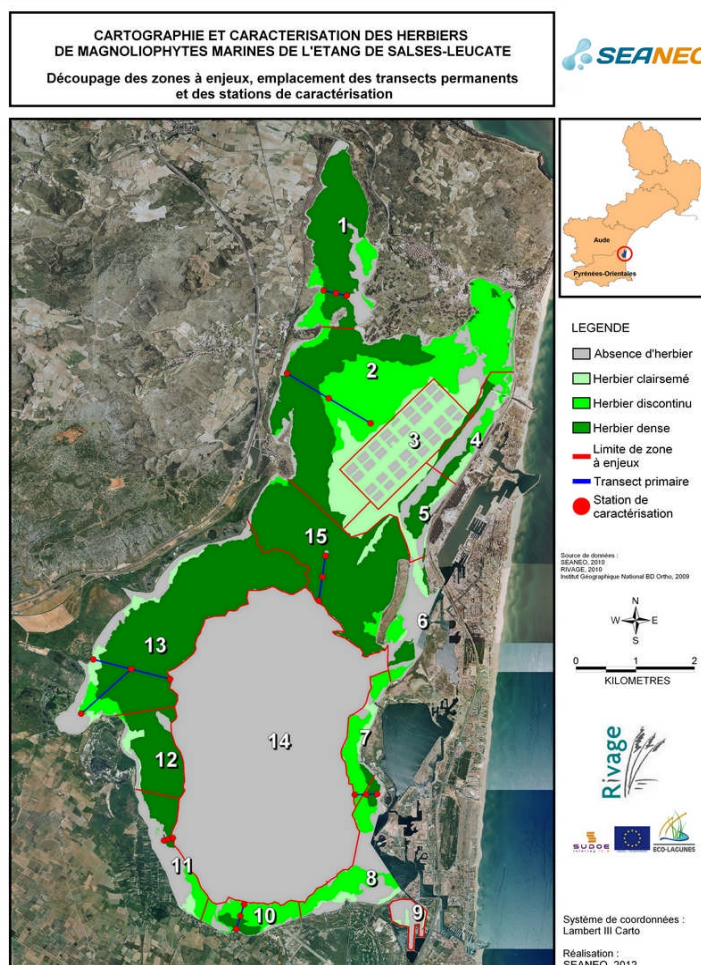


Figure 6 : Localisation des transects permanents et des stations de caractérisation.

La caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate est réalisée au sein de 7 zones à enjeux représentatives de l'étang de Salses-Leucate :

- Zone à enjeux n°1 « Le Paurel » ;
- Zone à enjeux n°2 « Port-Fitou à l'anse de Leucate » ;
- Zone à enjeux n°7 « Les Dosses » ;
- Zone à enjeux n°10 « Terrain militaire » ;
- Zone à enjeux n°11 « Saint-Hippolyte » ;
- Zone à enjeux n°13 « Anse de la Roquette – Sanyes d'Opoul » ;
- Zone à enjeux n°15 « Seuil central » .

3.2 Méthodologie

3.2.1 Mise en place des transects permanents et des stations de caractérisation

La méthode de caractérisation des Magnoliophytes marines fait référence à celle utilisée pour les Zostères sur la côte Atlantique française, selon un protocole compatible avec la DCE (Ifremer, 2005a ; Ifremer, 2005b). Sur chaque zone à enjeux retenue, un transect permanent est installé. Puis, sur chaque transect permanent, au moins trois stations de caractérisation sont installées. La caractérisation des Magnoliophytes est faite sur chaque station de caractérisation. Le transect permanent permet d'observer et de mesurer la progression ou la régression des limites de l'herbier au fil des campagnes de caractérisation des Magnoliophytes (Dalias et Fabre, 2011).

3.2.1.1 Mise en place du transect permanent

Le transect permanent est une ligne perpendiculaire à la bathymétrie de l'herbier. Il le traverse dans le sens de la largeur, de sa limite supérieure jusqu'à sa limite inférieure. Le choix de son emplacement doit pouvoir donner une représentation des caractéristiques de la zone à enjeux et de l'herbier. Pour retrouver le transect permanent à chaque campagne de caractérisation, une borne FENO est placée sur la limite supérieure et une autre sur la limite inférieure (Figure 7).

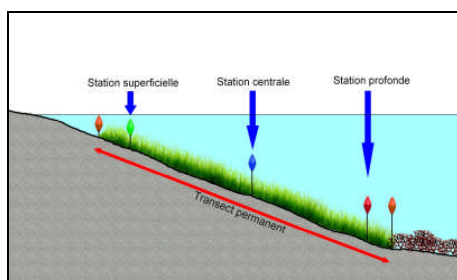


Figure 7 : Mise en place du transect permanent et des stations de caractérisation.

Ces bornes sont géolocalisées par GPS, mais aussi repérables sous l'eau à l'aide d'une balise située au dessus de la borne (Tableau 4). Les bornes FENO sont installées si le substrat est favorable (sableux, dur). En cas de substrat trop meuble, seuls les points GPS permettent de localiser les extrémités du transect permanent. Les bornes FENO ont toutes disparu entre 2011 et 2012. Par conséquent, seuls les points GPS seront utilisés lors de prochaines campagnes.

Tableau 4 : Coordonnées des limites d'herbier (2012) et des stations de caractérisation.

Zone à enjeux	Limite supérieure (WGS-84)	Limite inférieure (WGS-84)	Station supérieure (WGS-84)	Station centrale (WGS-84)	Station profonde (WGS-84)
1 : Paurel	N42.90379 E3.00708	N42.90290 E3.01263	N42.90380 E3.00729	N42.90337 E3.00990	N42.90297 E3.01224
2 : Port-Fitou à Anse de Leucate	N42.89058 E2.99848	/	N42.89050 E2.99930	N42.88640 E3.00815	N42.88230 E3.01722
7 : Dosses	N42.82247 E3.01842	N42.82220 E3.01275	N42.82247 E3.01842	N42.82225 E3.01553	N42.82220 E3.01309
10 : Terrain militaire	N42.80039 E2.98720	N42.80524 E2.98945	N42.80070 E2.98728	N42.80275 E2.98813	N42.80503 E2.98926
11 : Saint-Hippolyte	N42.81427 E2.96910	N42.81524 E2.97264	N42.81504 E2.97172 Sta. Suppl. : N42.81450 E2.96979	N42.81524 E2.97264	N42.81525 E2.97308
13 : Anse de la Roquette – Sanyes d'Opoul	N42.84446 E2.95646	N42.84111 E2.97361	N42.84443 E2.95667	N42.84282 E2.96489	N42.84117 E2.97332
13 : Anse de la Roquette	N42.83459 E2.95230	/	N42.83555 E2.95366	/	/
15 : Seuil central	N42.86136 E3.00733	N42.85340 E3.00557	N42.86110 E3.00723	N42.85749 E3.00647	N42.85367 E3.00563

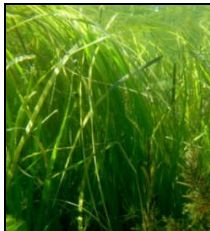
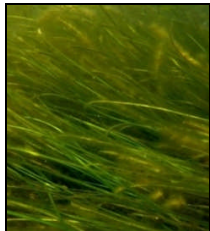
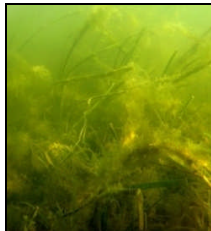
3.2.1.2 Mise en place des stations de caractérisation

Le long du transect permanent, au moins trois stations de caractérisation, géolocalisées et repérables sous l'eau sont placées. Elles sont installées dans des zones homogènes et suffisamment stables pour être suivies au cours du temps. De ce fait, les zones proches des limites supérieures et inférieures, souvent plus dégradées et instables que le restant de l'herbier doivent être évitées (Ifremer, 2005a ; Ifremer 2005b). Les stations proches des limites supérieures et inférieures sont donc éloignées d'environ 20 à 30 mètres afin de correspondre à des zones plus stables. Idéalement, une station est placée en zone superficielle, une au centre de l'herbier, et une troisième dans la partie profonde (Dalias et Fabre, 2011).

3.2.2 Caractérisation des herbiers

Lors de la caractérisation, l'évolution des limites supérieures et inférieures de l'herbier est mesurée. Des mesures sont ensuite effectuées sur chaque station de caractérisation, qui reste la même au fil des ans. Dans un rayon de 5 m autour de chaque station, quatre quadrats de 0,1 m² (31,6 cm de côté) sont placés au hasard. Dans chaque quadrat, plusieurs paramètres sont mesurés (Tableau 5) (Dalias et Fabre, 2011).

Tableau 5 : Mesures effectuées sur chaque station.

Paramètres mesurés			
Caractérisation des Magnoliophytes	<ul style="list-style-type: none"> – Taux de recouvrement par les feuilles, toutes espèces confondues (Estimation grâce à une photographie prise à la verticale du quadrat si possible) ; – Densité : comptage du nombre de faisceaux (par espèce) pour connaître la densité (faisceaux/m²) et la proportion de chaque espèce ; – Mesure de la hauteur moyenne de la canopée (par espèce). 		
	<p>Remarque : Les 4 quadrats doivent présenter au total au moins 30 faisceaux pour assurer la validité statistique des résultats.</p>		
Estimation visuelle du taux d'épiphytase	Epiphytase faible	Epiphytase moyen	Epiphytase fort
			
Caractérisation de la végétation associée	Analyse des macrophytes associées à l'herbier. Mesures à effectuer dans le quadrat (Taux d'occupation du substrat en %). Les espèces les plus importantes sont : Chlorophytes : <i>Valonia aegagropila</i> ; <i>Ulva</i> spp. ; <i>Chaetomorpha</i> spp. ; etc. Rhodophytes : <i>Halopitys incurva</i> ; <i>Gracilaria gracilis</i> ; etc.		
Caractérisation de la faune associée	Densité d'individus dans le rayon d'emprise des quadrats (5 m). Les espèces les plus importantes sont : <i>Ficopomatus enigmatus</i> ; Hippocampes ; Oursins ; <i>Pinna nobilis</i> ; etc.		
Paramètres environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> – Substrat (roche ; galets/graviers ; sableux ; sablo-vaseux ; vaseux ; débris coquillés) – Teneurs en azote, phosphore et matière organique (Réseau de Suivi Lagunaire). – Paramètres climatiques : température, turbidité, pluviométrie, point sur les événements climatiques exceptionnels. 		

Les résultats de la caractérisation des Magnoliophytes marines effectuée entre le 28 mai et le 1^{er} juin 2012 sont présentés.

3.3 Résultats

3.3.1 Anse du Paurel

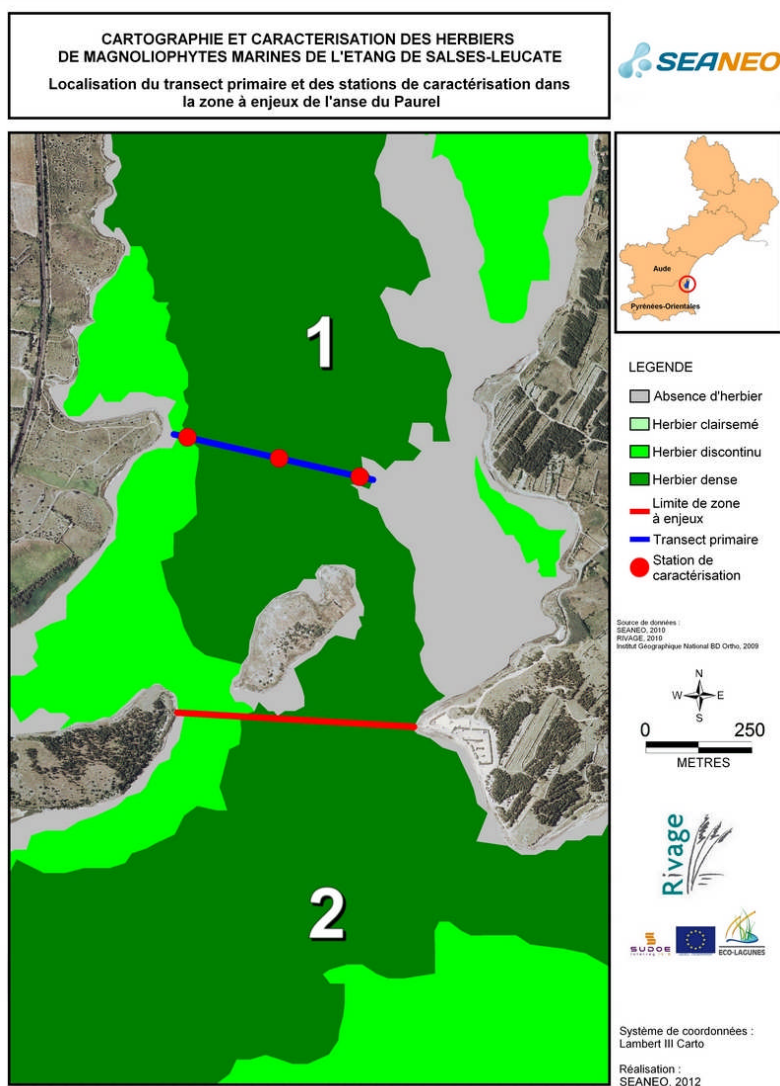


Figure 8 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de l'Anse du Paurel.

L'herbier de l'anse du Paurel semble avoir été le plus stable dans le temps, entre la cartographie de 2010, la caractérisation de 2011 et la caractérisation de 2012. Il se présente toujours sous forme d'herbier dense, homogène, avec une association à *Zostera noltii* (majoritaire) parsemé de quelques brins de *Ruppia cirrhosa* au centre du bassin.

Au niveau de la station superficielle, les traces de piétinement semblent avoir augmenté depuis 2011, sans toutefois entraver notablement la croissance de l'herbier, toujours très dense. De plus, ces traces de piétinement étaient récentes et très localisées.

Sur la station centrale, il faut noter la légère augmentation du recouvrement en *Chaetomorpha*.

Au niveau de la station profonde, il demeure toujours une association avec un développement d'algues vertes de type *Ulva* sp., *Chaetomorpha* sp et *Valonia* sp.

Tableau 6 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de l'Anse du Paurel.

N° Zone à enjeux : 1	Date : 28/05/2012 et 01/06/2012											
	Station supérieure				Station centrale				Station profonde			
Profondeur (cm)	40				120				190			
N° de quadrat	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Taux de recouvrement (%)	100	90	45	40	80	75	90	50	70	80	80	70
Densité de <i>Z. noltii</i> (fsx / m ²)	3650	2500	1100	890	2400	2000	1900	2000	1800	2600	2700	2250
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	90	60	10	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m ²)	3650	2500	1100	890	2490	2060	1910	2000	1800	2600	2700	2250
Proportion <i>Z. noltii</i> (%)	100	100	100	100	96,4	96,9	99,5	100	100	100	100	100
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	3,6	2,9	0,5	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltii</i> (cm)	27	25	24	17	20	18	22	14	30	30	40	30
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	45	40	40	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytase	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Type de substrat	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	vase	Vase	Vase	Vase	Vase
Aspect de l'herbier lors de la caractérisation	Herbier moins dense par rapport à 2011. Mais, cette diminution ne s'observe que sur quelques mètres, très rapidement l'herbier est dense et homogène. L'herbier à <i>Z. noltii</i> reste dense dans l'ensemble.				Herbier peu différent par rapport à la cartographie 2010 / 2011 et la caractérisation 2011. Il semble néanmoins y avoir moins de <i>Ruppia cirrhosa</i> . Herbier dense, avec <i>Z. noltii</i> dense et <i>R. cirrhosa</i> clairsemée.				L'herbier est plus dense qu'en 2011, mais les feuilles semblent moins longues et moins régulières. L'herbier est également moins envasé qu'en 2011. Il s'agit d'un herbier dense monospécifique à <i>Z. noltii</i> .			
Macrophytes associées (recouvrement%)	Assez rares au sein de l'herbier. Quelques <i>Chaetomorpha</i> et <i>Valonia</i> sp. Puis des <i>Cladophora</i> au niveau de la limite supérieure. Q3 = 10 % de <i>Valonia aegagropila</i> Q1, Q2, Q4 = pas de Macrophytes				<i>Chaetomorpha</i> est plus abondante qu'en 2011. Elle semble étouffer certaines parties d'herbier, sans toutefois proliférer. <i>Valonia aegagropila</i> est toujours présente et n'est toujours pas compétitive avec l'herbier. Q1 = 25 % de <i>Valonia aegagropila</i> Q2 = 35 % de <i>Valonia aegagropila</i> Q3 = 20 % de <i>Valonia aegagropila</i> et 20 % de <i>Chaetomorpha</i> sp. Q4 = 10 % de <i>Valonia aegagropila</i>				<i>Chaetomorpha</i> semble un peu plus abondante qu'en 2011. <i>Valonia aegagropila</i> toujours présente en quantité raisonnable. Présence d' <i>Ulva</i> en profondeur en quantité raisonnable. Q1 = 0 % de Macrophytes Q2 = 20% de <i>Valonia aegagropila</i> Q3 = 15% de <i>Valonia aegagropila</i> Q4 = 20% de <i>Valonia aegagropila</i>			
Faune associée (nombre d'individus)	Très peu diversifiée. Beaucoup de Gobies juvéniles (espèce non identifiable), beaucoup de pontes de vers marins.				Très peu diversifiée.				Très peu diversifiée.			
Evolution de la limite supérieure (m)	Aucune évolution significative											
Evolution de la limite inférieure (m)	Aucune évolution significative											
Paramètres climatiques	Vent de Nord-Ouest à 30 km/h – Ensoleillé et chaud.				Ensoleillé, chaud et sans vent.				Ensoleillé, chaud et sans vent.			
Remarques diverses	Eau turbide à cause du vent au moment de la caractérisation. Beaucoup de piétinement, mais localisé au niveau de la mise à l'eau, et en majorité, sur la zone non colonisée par l'herbier (avant la limite supérieure). Ce piétinement semble très récent. *Salinité élevée (39 à 41).				Turbidité normale *Salinité élevée (39 à 41).				Turbidité moyenne à importante au-delà de la limite inférieure. *Salinité élevée (39 à 41).			

3.3.2 Port-Fitou à l'anse de Leucate

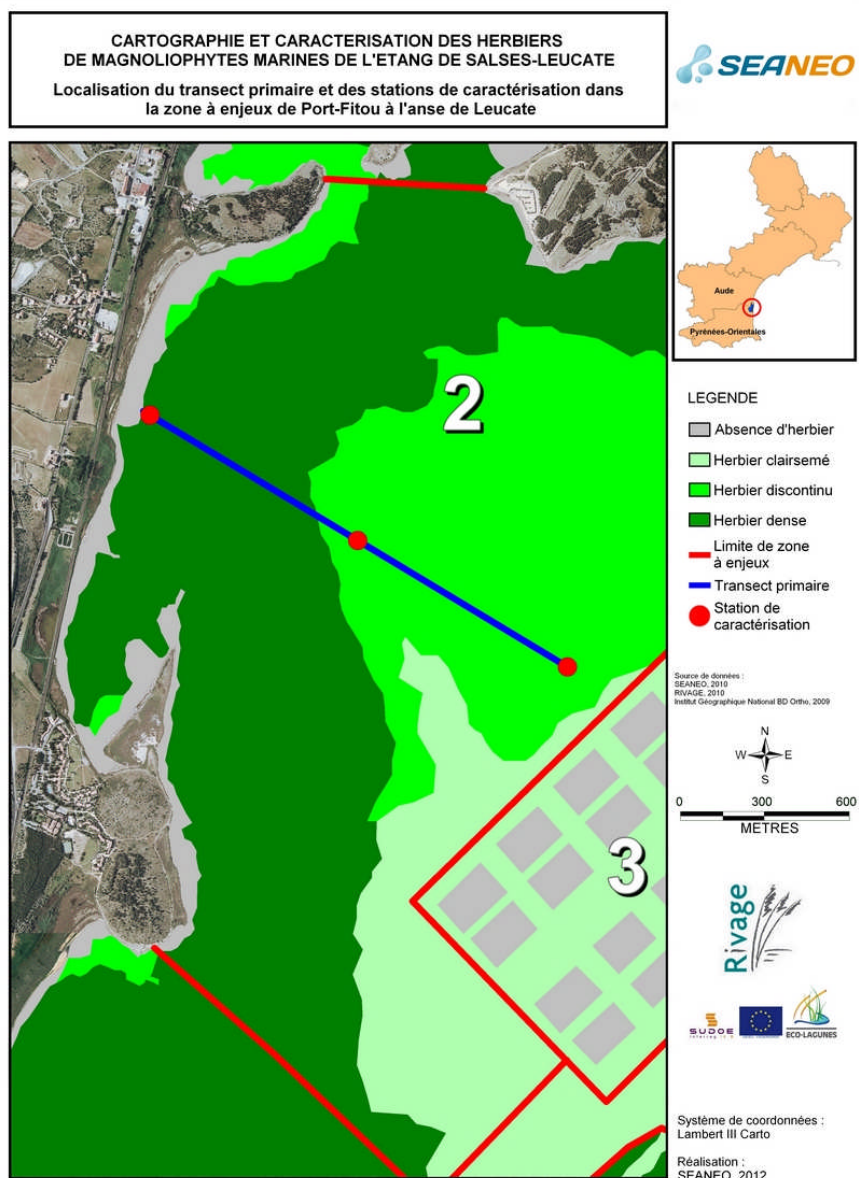


Figure 9: Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.

Cet herbier semble avoir le plus changé sur sa partie superficielle. En effet, la quasi-totalité du tapis d'algues opportunistes a disparu et a laissé place à un herbier très clairsemé associé à des Characées (*Lamprothamnium papulosum*). Par conséquent, l'herbier a beaucoup progressé par rapport à 2011.

En zones centrale et profonde, l'herbier a moins évolué, même si visuellement la proportion de *Zostera marina* semble avoir augmenté. Les macrophytes abondantes, comme *Valonia aegagropila*, ont régressé par rapport à 2011. En partie profonde, l'herbier est très envasé et les feuilles sont recouvertes d'une fine couche de particules sédimentaires.

Tableau 7 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.

N° Zone à enjeux : 2	Date : 28/05/2012 et 01/06/2012											
	Station supérieure				Station centrale				Station profonde			
Profondeur (cm)	80				210				300			
N° de quadrat	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Taux de recouvrement (%)	100	1	100	95	75	40	55	60	20	20	30	50
Densité de <i>Z. noltii</i> (fsx / m ²)	4700	240	4250	3200	2800	1000	2100	2200	0	950	800	1100
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	0	0	0	70	0	0	10	60	100	0	0	0
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m ²)	4700	240	4250	3270	1800	1000	2110	2260	100	950	800	1100
Proportion <i>Z. noltii</i> (%)	100	100	100	97,9	100	100	99,5	97,3	0	100	100	100
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	0	0	0	2,1	0	0	0,5	2,7	100	0	0	0
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltii</i> (cm)	33	8	28	28	30	18	20	30	-	30	30	30
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	-	-	-	44	-	-	40	50	40	-	-	-
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytase	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Type de substrat	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase
Aspect de l'herbier lors de la caractérisation	L'herbier s'est amélioré par rapport à la caractérisation 2011. Il est plus dense, plus homogène, et semble moins étouffé par les algues opportunistes. Herbier toujours discontinu mais « plus dense » qu'en 2011. <i>Z. noltii</i> = discontinu ; <i>Z. marina</i> = clairsemé				L'herbier s'est amélioré par rapport à 2011. Il semble moins étouffé par les algues opportunistes et <i>Valonia</i> . <i>Zostera marina</i> semble avoir gagné en vitalité. Herbier discontinu : <i>Z. noltii</i> = discontinu ; <i>Z. marina</i> = clairsemé				Pas d'évolution significative depuis 2011. Herbier discontinu : <i>Z. noltii</i> = discontinu ; <i>Z. marina</i> = clairsemé			
Macrophytes associées (recouvrement%)	Présence de <i>Chaetomorpha</i> et <i>Valonia</i> , en quantités plus raisonnables qu'en 2011. Elles ont toujours tendance à étouffer l'herbier de manière très localisée. Quelques <i>Cladophora</i> en limite supérieure. Présence de <i>Lamprothamnium papulosum</i> en partie superficielle. Q1 = 10% de <i>Chaetomorpha</i> sp. Q2 = 3% de <i>Cladophora</i> sp. Q3 = 2% de <i>Chaetomorpha</i> sp. Q4 = pas de Macrophytes				Très peu de macrophytes au niveau de la station (pas de macrophytes dans les quadrats) <i>Valonia</i> très rare. Quelques pousses de <i>Lamprothamnium papulosum</i> .				Pas de macrophytes dans les quadrats <i>Valonia</i> n'est plus présente, contrairement à 2011.			
Faune associée (nombre d'individus)	Beaucoup d'alevins en pleine eau. Présence de méduses appartenant à l'espèce <i>Aurelia aurita</i>				Très peu diversifiée. Beaucoup de méduses <i>Rhizostoma pulmo</i> et <i>Aurelia aurita</i> .				Très peu diversifiée. Beaucoup de méduses <i>Rhizostoma pulmo</i> et <i>Aurelia aurita</i> .			
Evolution de la limite supérieure (m)	Progression de 44 m vers la rive.											
Evolution de la limite inférieure (m)	-											
Paramètres climatiques	Vent de Nord-Ouest 30 km/h, ensoleillé et chaud.				Temps calme et ensoleillé et chaud.				Temps calme et ensoleillé et chaud			
Remarques diverses	Eau très limpide sur cette zone, malgré le vent et l'agitation. Présence d'un filet abandonné. L'herbier forme par endroit des mattes.				Turbidité normale.				Forte turbidité malgré l'absence de vent et d'agitation depuis 3 jours (cause non identifiée). Zone très envasée (vase grasse et fine ayant tendance à se soulever à la moindre agitation).			

3.3.3 Les Dosses

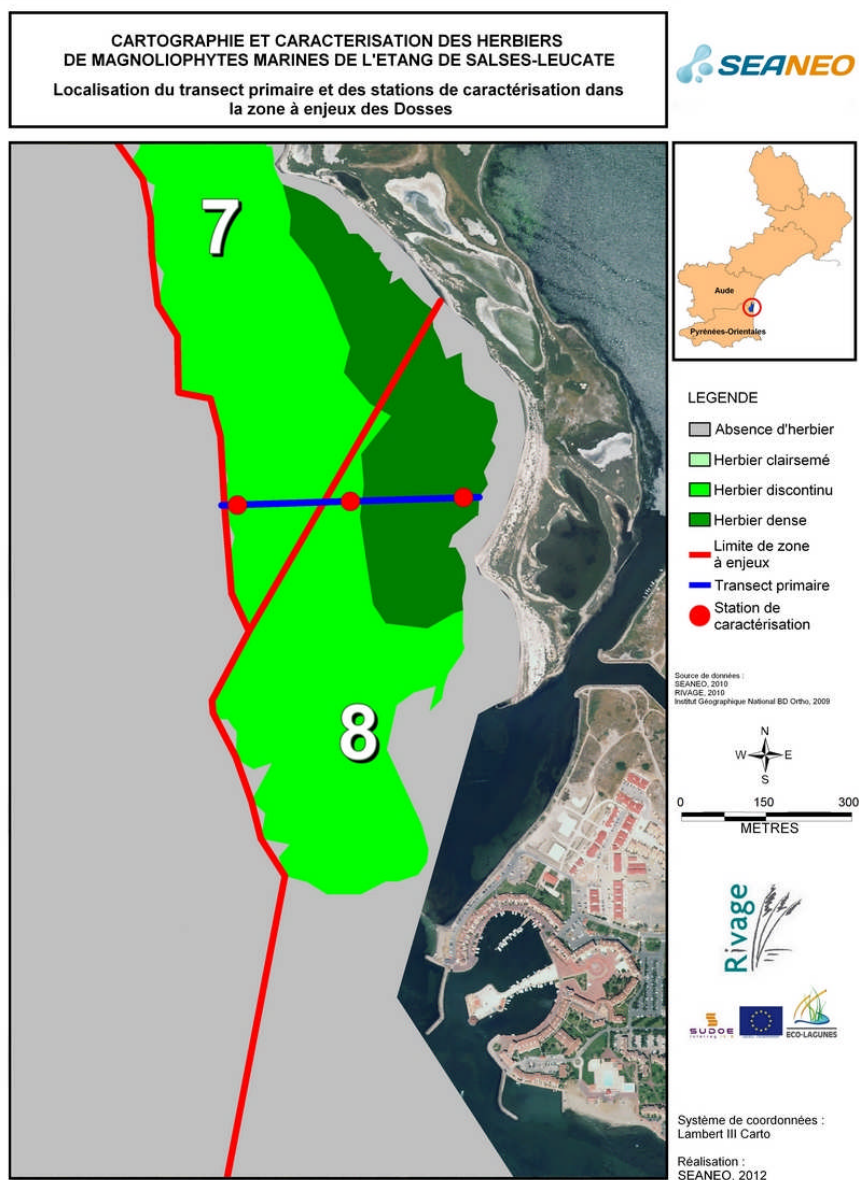


Figure 10 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux des Dosses.

Au niveau de la station superficielle, un évènement semble avoir détruit presque totalement, à la fois les herbiers mais aussi les pieds de *Cystoseira* fixées sur les galets. Certains éléments (forte odeur de putréfaction, couleur blanchâtre du substrat, turbidité) laissent supposer qu'une crise dystrophique sévit actuellement sur cette zone.

Sur la station centrale, l'herbier n'a pas évolué. Sa densité et son homogénéité semblent identiques à 2011. Une grande forêt à *Cystoseira* est présente entre la station superficielle et la station centrale.

Au niveau de la station profonde, l'herbier a diminué en vitalité. Néanmoins, il retrouve une densité comparable à celle de 2011 quelques dizaines de mètres en direction de la rive.

Tableau 8 : Résultat de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux des Dosses.

N° Zone à enjeux : 7	Date : 29/05/2012											
	Station supérieure				Station centrale				Station profonde			
Profondeur (cm)	80				190				250			
N° de quadrat	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Taux de recouvrement (%)	20	0	0	0	70	95	80	30	10	25	5	0
Densité de <i>Z. noltii</i> (fsx / m ²)	320	0	0	0	1550	2500	600	250	180	420	140	0
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	20	0	0	0	0	10	240	120	0	0	30	0
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m ²)	340	0	0	0	1550	2510	840	370	180	420	170	0
Proportion <i>Z. noltii</i> (%)	94,1	0	0	0	100	99,6	71,4	67,6	100	100	82,4	0
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	5,9	0	0	0	0	0,4	28,6	32,4	0	0	17,6	0
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltii</i> (cm)	15	-	-	-	22	30	20	60	12	20	20	-
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	30	-	-	-	-	50	80	20	-	-	20	-
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytase	Moyen	-	-	-	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	-
Type de substrat	Sable	Sable	Sable	Sable	V+C	V+C	V+C	V+C	V+C	Vase	V+C	V+C+G
Aspect de l'herbier lors de la caractérisation	Herbier extrêmement dégradé, quasiment détruit. Quadrat 1 = seule tache aux alentours. Toute la zone entre la station superficielle et le bord est totalement dépourvue de végétation vivante.				Pas de changement visuel significatif par rapport à 2011. Herbier dense : <i>Z. noltii</i> = dense ; <i>Z. marina</i> = clairsemé Herbier sur mattes surélevées (blocs d'argile)				L'herbier a diminué par rapport à 2011. Visuellement, rien ne semble expliquer cette diminution. Herbier Clairsemé : <i>Z. noltii</i> = clairsemée ; <i>Z. marina</i> = clairsemée. Herbier sur mattes surélevées (blocs d'argile)			
Macrophytes associées (recouvrement%)	Pas de Macrophytes				Présence fréquente de pieds de <i>Cystoseira</i> , quand support adéquat (galets). Q3 = 1 pied de <i>Cystoseira</i> sp. Q1, Q3, Q4 = pas de Macrophytes				Pas de macrophytes			
Faune associée (nombre d'individus)	Macrofaune absente				Aucune. Les premiers individus de <i>Pinna nobilis</i> se situent à quelques dizaines de mètres au Sud-Est.				Présence de quelques huitres plates.			
Evolution de la limite supérieure (m)	Recul de la limite d'environ 20 à 30 mètres.											
Evolution de la limite inférieure (m)	Aucune évolution.											
Paramètres climatiques	Pas de vent, ensoleillé et chaud.				Pas de vent, ensoleillé et chaud.				Pas de vent, ensoleillé et chaud.			
Remarques diverses	A quelques dizaines de mètres vers le large, en prenant la direction de la station centrale, il existe l'une des plus belles et des plus denses forêts de <i>Cystoseira</i> de l'étang de Salses-Leucate. Vers le Sud-Est, présence d'une zone de malaïgue entre la passe menant aux Dins d'Illes et les petites îles du Cap Coudalère.				<i>Ruppia cirrhosa</i> a complètement disparu de cette zone. Elle a été en partie remplacée par <i>Zostera marina</i> . Turbidité faible.				Sur cette zone l'herbier se développe préférentiellement au sommet de vasières argileuses. Ceci explique les fortes variations des résultats, notamment en densité. Certaines vasières peuvent mesurer plus d'un mètre de haut (plus au Nord-Ouest de la zone). Turbidité importante à très importante.			

3.3.4 Terrain militaire

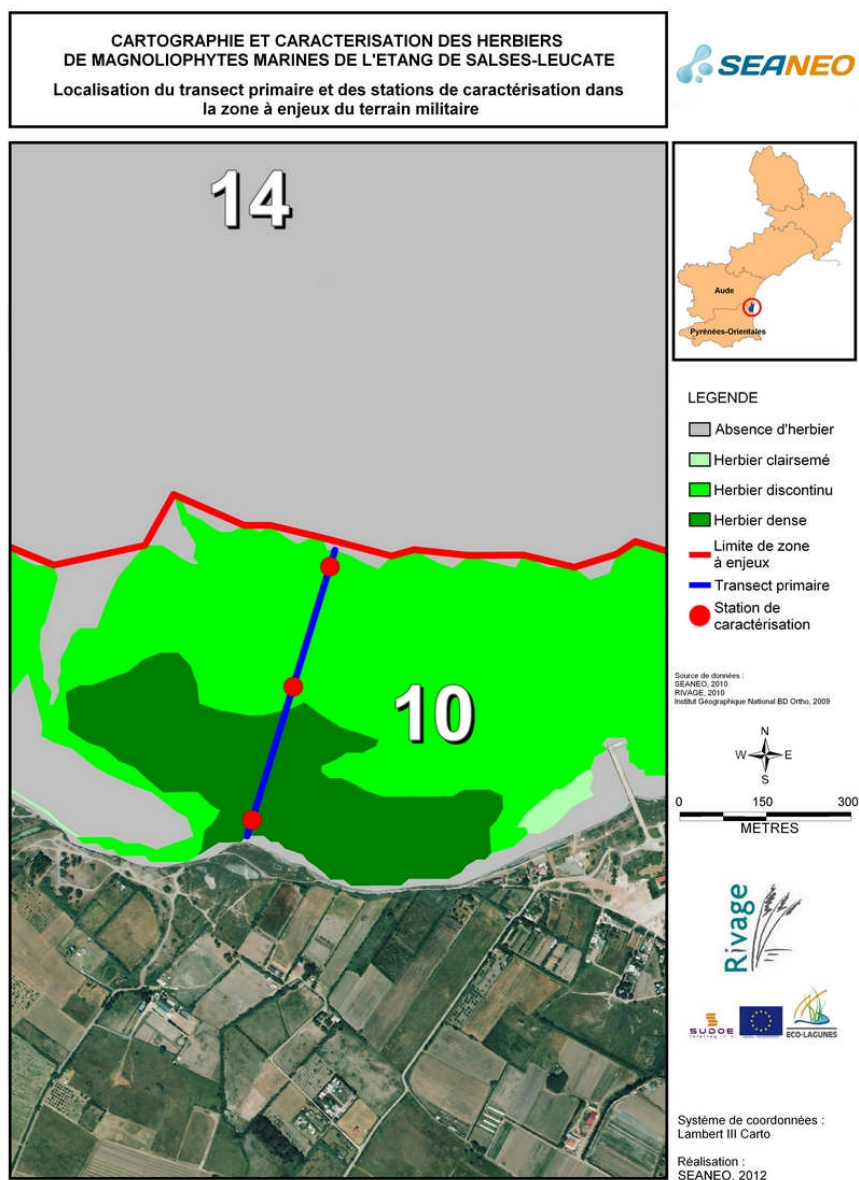


Figure 11 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux du terrain militaire.

L'herbier de cette zone à enjeux s'est globalement amélioré.

Au niveau de la station superficielle, *Zostera marina* semble avoir gagné en vitalité, tandis que *Ruppia cirrhosa* a disparu. Les algues opportunistes comme *Enteromorpha* sp. sont toujours abondantes voire proliférantes près des rives, surtout en direction de l'Ouest du transect.

Sur la station centrale, *Zostera marina* a également beaucoup gagné en vitalité. Ses feuilles atteignent jusqu'à 1,80 m de longueur, et affleurent à la surface de l'eau.

Au niveau de la station profonde, l'herbier a également beaucoup gagné en vitalité, avec toujours une nette augmentation de *Zostera marina*.

Tableau 9 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux du terrain militaire.

N° Zone à enjeux : 10	Date : 28/05/2012 et 29/05/2012											
	Station supérieure				Station centrale				Station profonde			
Profondeur (cm)	50				180				300			
N° de quadrat	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Taux de recouvrement (%)	70	80	100	100	100	80	100	90	50	5	70	75
Densité de <i>Z. noltii</i> (fsx / m ²)	1630	2200	4100	0	1100	1350	1700	1850	600	120	1100	1200
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	0	0	0	620	170	80	120	0	10	0	0	40
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m ²)	1630	2200	4100	620	1270	1430	1820	1850	610	120	1100	1240
Proportion <i>Z. noltii</i> (%)	100	100	100	0	86,6	94,4	93,4	100	98,4	100	100	100
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	0	0	0	100	13,4	5,6	6,6	0	1,6	0	0	3,2
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltii</i> (cm)	16	26	21	-	45	33	31	30	20	20	20	23
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	-	-	-	80	100	150	120	-	38	-	-	40
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytase	Moyen	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen	Faible	Faible	Faible	Faible
Type de substrat	Sable	Sable	Sable	Sable	Sablo-vaseux	Sablo-vaseux	Sablo-vaseux	Sablo-vaseux	Sablo-vaseux	Sablo-vaseux	Sablo-vaseux	Sablo-vaseux
Aspect de l'herbier lors de la caractérisation	L'herbier a gagné en vitalité par rapport à 2011. Sa densité et son homogénéité se sont améliorées. L'herbier passe en classe « Dense » : <i>Z. noltii</i> = discontinue ; <i>Z. marina</i> = discontinue.				Visuellement l'herbier est resté homogène, mais sa vitalité est nettement plus élevée, notamment chez <i>Z. marina</i> , dont la canopée occupe toute la colonne d'eau. Herbier dense : <i>Z. noltii</i> = dense ; <i>Z. marina</i> = clairsemée.				Visuellement l'herbier a nettement progressé. Il peut être qualifié de discontinu : <i>Zostera noltii</i> = discontinue ; <i>Zostera marina</i> = clairsemée.			
Macrophytes associées (recouvrement%)	En direction du bord, augmentation progressive du recouvrement en <i>Enteromorpha</i> , surtout à l'Ouest du transect. Q1 = 2 pieds de <i>Gracilaria gracilis</i> (5%) Q2 = 1 pied de <i>Gracilaria gracilis</i> (2%) Q3 = 20 % de <i>Corallina elongata</i> . Q4 = pas de Macrophytes				Très rares individus d' <i>Halopitys incurva</i> . Pas de Macrophytes dans les quadrats				Aucune espèce de Macrophyte visible. Hormis des restes morts de <i>Halopitys incurva</i> . Pas de Macrophytes dans les quadrats			
Faune associée (nombre d'individus)	Présence de crevettes bouquet, d'éponges épiphytes et d'alevins en grand nombre.				Présence d'éponges fixées au substrat, et en épiphytes des feuilles.				Quelques huitres plates. Quelques anguilles et gobies noirs.			
Evolution de la limite supérieure (m)	Aucune évolution notable.											
Evolution de la limite inférieure (m)	Aucune évolution notable.											
Paramètres climatiques	Vent de Nord-Ouest 50 km/h, ensoleillé et chaud.				Vent de Nord-ouest 50 km/h, ensoleillé et chaud.				Vent de Sud-est 30 km/h, ensoleillé et frais.			
Remarques diverses	<i>Ruppia cirrhosa</i> a disparu de cette zone. Elle a été partiellement remplacée par <i>Zostera marina</i> . Phénomène de malaïgue dans le « trou » de Saint-Hippolyte.				La balise FENO installée a totalement disparu. <i>Ruppia cirrhosa</i> a complètement disparu. Turbidité modérée (à cause de l'agitation).				La balise FENO installée en limite inférieure a complètement disparu. Turbidité modérée à importante (cause inconnue), surtout au-delà de la limite inférieure de l'herbier.			

3.3.5 Saint-Hippolyte

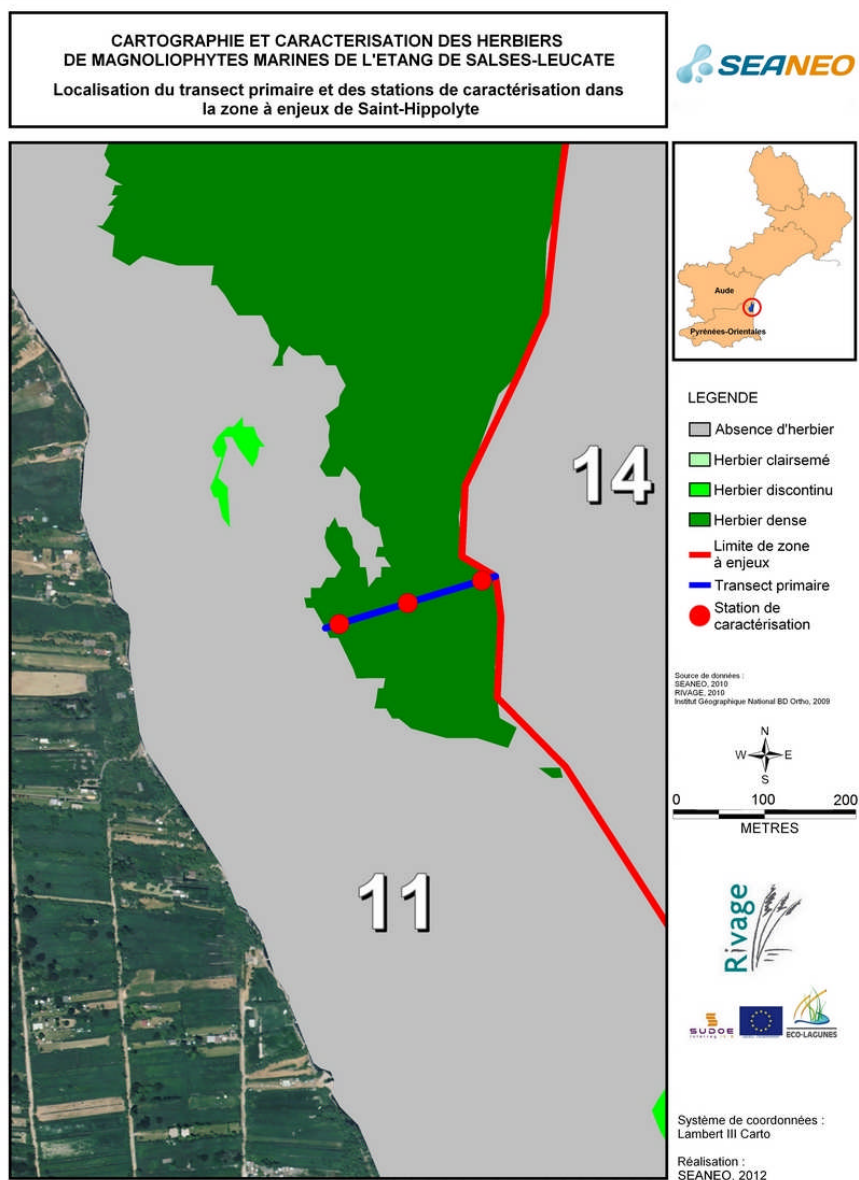


Figure 12 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.

En 2011, cette zone à enjeux était considérée comme l'une des plus dégradées et des plus pauvres en herbiers. En 2012, il a pu être observé l'herbier à *Zostera marina* ayant la meilleure vitalité de la lagune de Salses-Leucate. Cet herbier s'est développé dans l'ancienne zone morte près des rives. Ainsi, la limite supérieure a beaucoup progressé.

A l'inverse, au niveau de la station profonde, l'état dégradé s'est accentué, avec la poursuite du recul de la limite inférieure. La nouvelle limite inférieure se trouve maintenant au niveau de la station centrale. Au-delà, le substrat est complètement défavorable à la survie de l'herbier (matière organique en décomposition avec production de gaz).

Tableau 10 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.

N° Zone à enjeux : 11	Date : 28/05/2012															
	Station supérieure annexe				Station supérieure				Station centrale				Station profonde			
Profondeur (cm)	100				170				200				220			
N° de quadrat	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Taux de recouvrement (%)	100	100	100	100	70	80	70	100	25	10	0	0				
Densité de <i>Z. noltii</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	100	0	0				
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	280	180	170	240	100	120	130	180	20	10	0	0				
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Densité herbier (fsx / m ²)	280	180	170	240	100	120	130	180	1020	110	0	0				
Proportion <i>Z. noltii</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	98	91	0					
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	2	9	0	0				
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Hauteur canopée <i>Z. noltii</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	-	-				
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	150	145	165	150	150	150	110	140	40	40	-	-				
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Taux d'épiphytase	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	-	-				
Type de substrat	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase			
Aspect de l'herbier lors de la caractérisation	Herbier exceptionnellement dense, monospécifique à <i>Zostera marina</i> . Navigation rendue difficile par la densité. Particularité : les plantes n'ont pas de rhizomes, et les feuilles s'étalent en surface sur parfois plus de 60 cm.				Herbier de plus en plus dégradé en direction du large. L'herbier est tout de même de type « dense » monospécifique à <i>Zostera marina</i> .				Herbier dans un état de dégradation très avancé. Herbier « clairsemé » = <i>Z. noltii</i> : clairsemée ; <i>Z. marina</i> : clairsemée.				L'herbier a complètement disparu et a laissé place à une couche de matière organique en décomposition (restes d' <i>Halopitys incurva</i> toujours identifiables).			
Macrophytes associées (recouvrement%)	Aucune Présence de <i>Cladophora</i> et d' <i>Ulva</i> au delà de la limite supérieure.				Q1 à Q4 = recouvrement à 100 % d' <i>Ulva</i> .				Q1 et Q3 = recouvrement à 100 % d' <i>Ulva</i> . Q2 et Q4 = Matière organique en décomposition				Aucune végétation vivante			
Faune associée (nombre d'individus)	Très peu de faune, hormis quelques éponges épiphytes des feuilles.				Aucune espèce particulière observée.				Pas de macrofaune				Aucune espèce particulière observée.			
Evolution de la limite supérieure (m)	Progression d'environ 215 mètres vers la rive. Toute la zone morte en 2011 a été recolonisée.															
Evolution de la limite inférieure (m)	Recul d'environ 60 mètres.															
Paramètres climatiques	Temps calme, ensoleillé et lourd.				Vent de Sud-Est 30 km/h, ensoleillé frais				Vent de Sud-Est 30 km/h, ensoleillé frais				Vent de Sud-Est 30 km/h, ensoleillé frais			
Remarques diverses	Au delà de la limite supérieure, l'eau est extrêmement turbide. Sur la station, turbidité élevée. Cet herbier est indépendant de celui des stations supérieures et centrales, il est séparé par une bande de substrat nu.				Il existe une bande sans herbier (vase nue et grasse) d'environ 50 mètres entre l'herbier très dense et cet herbier. Sur la station, la turbidité est élevée.				Au-delà de cette station, il n'existe plus d'herbier, il s'agit en fait de la nouvelle limite inférieure. Les quadrats 3 et 4 étaient placés au delà de cette limite inférieure. Sur la station, la turbidité est élevée.				Pas de mesures sur cette station, en raison de la trop forte turbidité.			

3.3.6 Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul

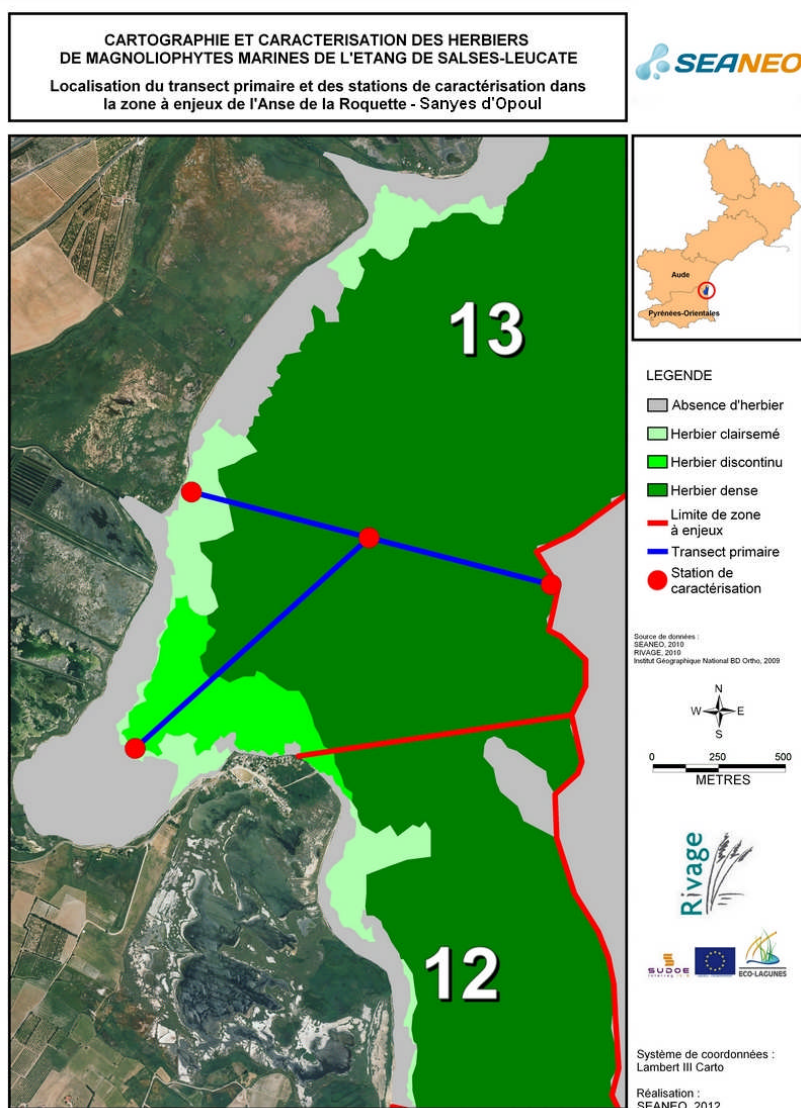


Figure 13 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de l'Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul.

En 2011, l'herbier de l'Anse de la Roquette (transect secondaire) semblait dégradé, dans un milieu turbide et peu diversifié en termes d'espèces associées. En 2012, les espèces de macrophytes associées sont diversifiées et la turbidité s'est améliorée. En revanche, l'herbier semble avoir une moins bonne vitalité malgré une progression de la limite supérieure.

Au niveau de la station superficielle (transect principal), l'herbier est plus dense, l'eau plus limpide, et les macrophytes de type « opportunistes » moins nombreuses.

Sur la station centrale, l'herbier atteint une densité remarquable, la canopée de *Zostera marina* est également importante, cet herbier étant l'un des plus remarquables de l'étang.

Au niveau de la station profonde, une légère dégradation de l'herbier et une augmentation de la turbidité ont pu être observées. La prolifération d'*Halopitys incurva* semble s'être arrêtée.

Tableau 11 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de l'Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul.

N° Zone à enjeux : 13	Date : 28/05/2012															
	Station supérieure (Font Dame)				Station supérieure (Roquette)				Station centrale				Station profonde			
Profondeur (cm)	80				110				150				230			
N° de quadrat	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Taux de recouvrement (%)	100	100	100	10	0	0	10	0	95	95	100	90	1	65	50	1
Densité de <i>Z. noltii</i> (fsx / m²)	3100	2400	4000	100	0	0	490	0	1600	1400	1100	1300	40	200	30	30
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m²)	0	0	0	0	0	0	0	0	70	70	220	80	0	100	170	0
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx/m²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m²)	3100	2400	4000	100	0	0	490	0	1670	1470	1320	1380	40	300	200	30
Proportion en <i>Z. noltii</i> (%)	100	100	100	100	0	0	100	0	95,8	95,2	83,3	94,2	100	67	15	100
Proportion en <i>Z. marina</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2	4,8	16,7	5,8	0	33	85	0
Proportion en <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltii</i> (cm)	56	58	60	7	-	-	-	-	44	44	41	48	4	40	30	5
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	110	120	140	140	-	130	166	-
Hauteur canop. <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytase	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	-	-	Moyen	-	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen	Faible	Faible
Type de substrat	Vase	Vase	Vase	Vase	V+C	V+C	V+C	V+C	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase	Vase
Aspect de l'herbier lors de la caractérisation	L'herbier s'est beaucoup amélioré. Il est désormais de classe discontinu (<i>Z. noltii</i> discontinu et <i>Z. marina</i> clairsemé), et passe très rapidement en classe « dense » en direction du large.				Pas d'amélioration significative de l'herbier. Herbier discontinu : <i>Z. noltii</i> clairsemée et <i>Z. marina</i> clairsemée.				Herbier de classe « dense », avec une alternance régulière de taches denses de <i>Z. noltii</i> et de taches denses ou discontinues de <i>Z. marina</i> .				L'herbier garde une apparence « discontinu » : <i>Z. noltii</i> : discontinue ; <i>Z. marina</i> : discontinue. Il devient rapidement de classe dense en direction du bord.			
Macrophytes associées (recouvrement%)	Disparition des algues vertes opportunistes observées en 2011. Absence de Macrophytes				Communauté diversifiée d'algues vertes, brunes et rouges (<i>Chaetomorpha</i> , <i>Cladophora</i> , <i>Gracilaria</i> , <i>Dictyota</i> , <i>Enteromorpha</i> , <i>Corallina</i> , etc.). Ne semblent pas avoir de comportement proliférant. Q1 = 15 % de <i>Cladophora</i> sp. Q2 = pas de Macrophytes Q3 = 10 % de <i>Cladophora</i> sp. ; 15 % de <i>Acrochaetium</i> sp. Q4 = 60% de <i>Chaetomorpha</i> sp. ; 40 % de <i>Cladophora</i> sp.				Présence d' <i>Halopitys incurva</i> en quantités raisonnables. Pas de Macrophytes dans les quadrats				Aucune espèce de Macrophyte observée (seuls quelques restes morts d' <i>Halopitys incurva</i>).			
Faune associée (nbr ind.)	Aucune espèce particulière.				Abondance de pontes de vers marins. Beaucoup de juvéniles de Gobies.				Présence d'une quantité remarquable de poissons juvéniles (daurades, loups, mulets, athérines, épinoches, gobies, orphies, blennies, anguilles) Présence de nombreuses espèces d'éponges.				Aucune espèce particulière.			
Evol. Lim. sup. (Roquette)	Progression d'environ 120 mètres vers le fond de l'anse de la Roquette. Nouvelle profondeur = 90 cm															
Evol. Lim. sup. (Font Dame)	Régression d'environ 12 m. Profondeur = 80 cm.															
Evolution limite inf. (m)	Régression d'environ 5 mètres. Profondeur = 230 cm. Disparition de <i>Z. noltii</i> (seule <i>Z. marina</i> a subsisté)															
Paramètres climatiques	Temps calme, ensoleillé et chaud				Temps calme, ensoleillé et chaud				Temps calme, ensoleillé et chaud				Temps calme, ensoleillé et chaud			
Remarques diverses	Photographies floutées à cause du mélange eau douce / eau salée.				Photographies floutées à cause du mélange eau douce / eau salée. La turbidité a diminué par rapport à 2011.				L'herbier de cette station est parmi les plus remarquables de la lagune. Cet élément est à retenir pour d'éventuelles campagnes de communication et de sensibilisation sur la biodiversité.				Disparition complète de <i>Halopitys incurva</i> . Turbidité importante.			

3.3.7 Seuil central

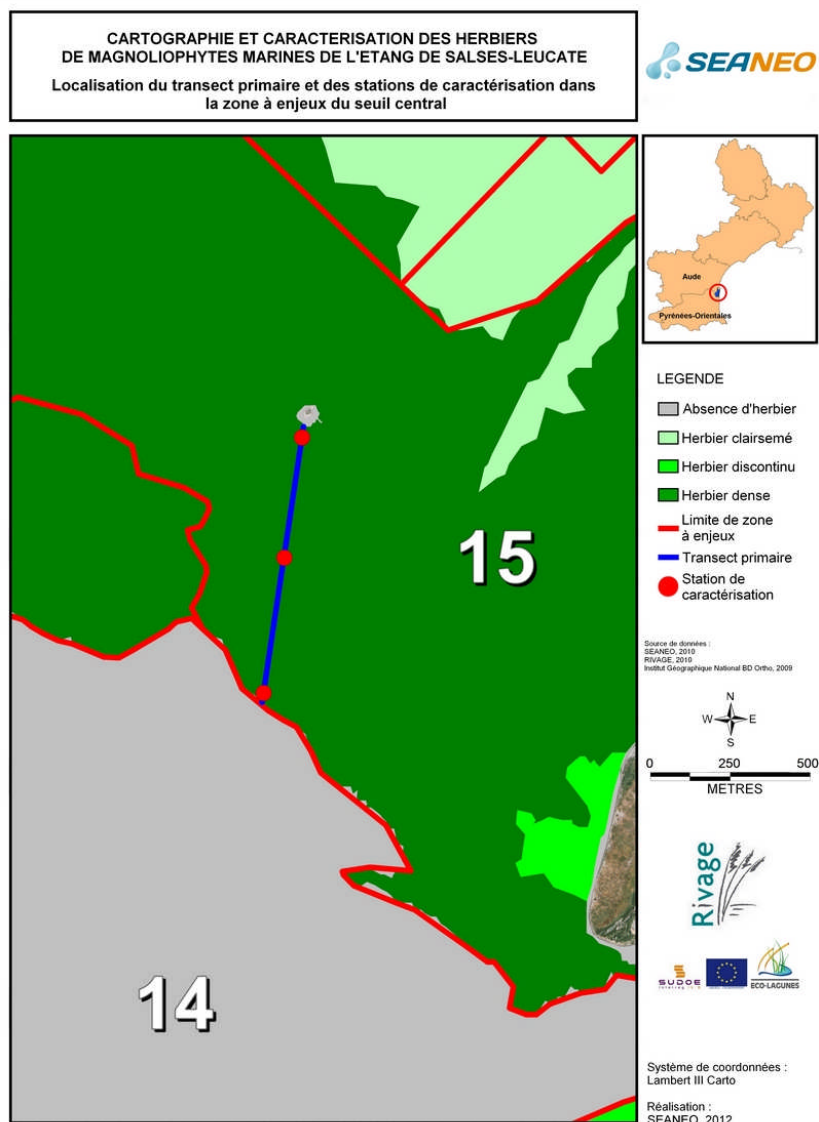


Figure 14: Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux du seuil central.

Au niveau de la station superficielle, l'herbier a peu évolué visuellement. Néanmoins, les dégradations dues au piétinement semblent avoir disparu. Sur cette station, il a pu être relevé la plus forte densité en faisceaux de *Zostera noltii*. Un léger retour de *Ruppia cirrhosa* a pu être constaté.

Sur la station centrale, l'état de conservation, déjà très bon en 2011 s'est amélioré, avec une augmentation de la vitalité de *Z. marina*. En revanche, *Ruppia cirrhosa* a totalement disparu sur cette station. Avec la station centrale de la zone à enjeux de « l'anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul », cette station abrite l'un des herbiers les plus denses et des plus homogènes de la lagune.

Au niveau de la station profonde, une dégradation de l'herbier a été constatée. Malgré tout, elle n'est effective que sur quelques dizaines de mètres de large. *H. incurva* a totalement disparu.

Tableau 12 : Résultats de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux du seuil central.

N° Zone à enjeux : 15	Date : 01/06/2012											
	Station supérieure				Station centrale				Station profonde			
Profondeur (cm)	70				160				220			
N° de quadrat	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Taux de recouvrement (%)	85	100	80	95	100	95	100	100	45	20	60	40
Densité de <i>Z. noltii</i> (fsx / m ²)	2000	2080	2920	4680	2400	2500	2700	2600	1400	290	2200	1550
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	40	320	30	0	180	30	80	80	0	0	0	40
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx / m ²)	0	350	80	220	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m ²)	2040	2750	3030	4900	2580	2530	2780	2680	1400	290	2200	1590
Proportion <i>Z. noltii</i> (%)	98	75,7	96,4	95,5	93	98,8	97,1	97	100	100	100	97,5
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	2	11,6	1	0	7	1,2	2,9	3	0	0	0	2,5
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	12,7	2,6	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltii</i> (cm)	15	20	20	20	40	25	45	30	25	30	25	25
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	20	20	20	20	160	180	160	160	-	-	-	50
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	30	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytase	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Type de substrat	V+C+G	V+C+G	V+C+G	V+C+G	Vase	Vase	Vase	Vase	V+G	V+G	V+G	V+G
Aspect de l'herbier lors de la caractérisation	En 2012, l'herbier évolue et retrouve une classe « dense », avec <i>Z. noltii</i> dense, <i>Z. marina</i> clairsemée et <i>R. cirrhosa</i> clairsemée.				Herbier garde sa classe « dense » : <i>Z. noltii</i> dense et <i>Z. marina</i> clairsemée.				L'herbier perd une classe, il passe en catégorie « discontinu », avec <i>Z. noltii</i> discontinu et <i>Z. marina</i> clairsemée.			
Macrophytes associées (recouvrement%)	Beaucoup de <i>Dictyota</i> sp. et de <i>Cystoseira</i> fixées sur les galets et les roches. Q1 = 10% de <i>Dictyota</i> sp. Q2 = 10% de <i>Dictyota</i> sp. Q3 = 5% de <i>Chaetomorpha</i> Q4 = 20% de <i>Dictyota</i> sp. abîmée et épiphytée				Présence de <i>Cystoseira</i> sur roches et galets isolés. Pas de Macrophytes dans les quadrats				Pas de Macrophytes visible.			
Faune associée (nombre d'individus)	Présence de nombreux alevins. Présence d'éponges fixées sur roche.				Présence de grosses éponges fixées sur les galets.				Présence de très nombreuses pontes de vers marins. Présence massive de méduses de type <i>Rhizostoma pulmo</i> et <i>Aurelia aurita</i> .			
Evolution de la limite supérieure (m)	Pas d'évolution significative. La progression de la limite supérieure de l'herbier est au maximum, car naturellement stoppée par le substrat constitué de roches et de galets.											
Evolution de la limite inférieure (m)	Pas d'évolution significative.											
Paramètres climatiques	Temps calme ensoleillé et chaud.				Temps calme ensoleillé et chaud.				Temps calme ensoleillé et chaud.			
Remarques diverses	Disparition du piétinement.				L'herbier de cette station est parmi les plus remarquables de la lagune. Cet élément est à retenir pour d'éventuelles campagnes de communication et de sensibilisation sur la biodiversité.				Disparition totale de <i>Halopitys incurva</i> .			

3.3.8 Analyse et comparaison des résultats

3.3.8.1 Analyse et comparaison des résultats avec la caractérisation des herbiers de 2011

Cette caractérisation des herbiers est la seconde campagne réalisée sur l'étang de Salses-Leucate. Des comparaisons pourront donc être réalisées. Néanmoins, par rapport à la première campagne, cette seconde campagne a été effectuée plus tardivement afin d'optimiser la prise en compte de la dynamique des herbiers. Cet élément doit donc être pris en compte.

Zone à enjeux n°1 « Le Paurel »

Lors de la cartographie réalisée en 2010, cette zone a été identifiée comme un herbier de référence, du fait de son excellent état de conservation, de sa densité et de son homogénéité. Il était constitué essentiellement de *Zostera noltii* dense, parsemée de quelques brins de *Ruppia cirrhosa*.

En 2012, pour l'ensemble des stations de caractérisation, les Magnoliophytes ont un taux de recouvrement et une densité caractéristiques d'un herbier dense. Par rapport à la caractérisation de 2011, il a été observé une légère baisse des paramètres « densité » et « recouvrement ». L'herbier de la zone à enjeux de l'Anse du Paurel est donc resté relativement stable et homogène (Tableau 13).

Il convient de noter la réapparition de *Ruppia cirrhosa* au centre de l'herbier, dans des quantités (estimées visuellement) semblables à celles mesurées lors de la cartographie en 2010.

Tableau 13 : Comparaison des données de caractérisation sur la zone à enjeux du Paurel.

	Station superficielle Moyenne ± ES	Station centrale Moyenne ± ES	Station profonde Moyenne ± ES
Données de caractérisation 2011			
Taux recouvrement (%)	90 ± 3,5	87,5 ± 3,2	77,5 ± 12,5
Densité (N.m ⁻²)	2800 ± 469	2662,5 ± 360,8	1750 ± 75,2
Proportion <i>Z.noltii</i> (%)	100	97,9 ± 0,4	100
Proportion <i>Z.marina</i> (%)	0	0	0
Proportion <i>R.cirrhosa</i> (%)	0	2,1 ± 0,5	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	19,3 ± 1,5	19,3 ± 2,3	28,3 ± 4,9
Données de caractérisation 2012			
Taux recouvrement (%)	68,8 ± 15,3	73,7 ± 8,5	75 ± 2,8
Densité (N.m ⁻²)	2035 ± 646,1	2075 ± 110,9	2337,5 ± 203,5
Proportion <i>Z.noltii</i> (%)	100	98,2 ± 0,9	100
Proportion <i>Z.marina</i> (%)	0	0	0
Proportion <i>R.cirrhosa</i> (%)	0	1,75 ± 0,9	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	23,5 ± 2,2	18,5 ± 1,7	32,5 ± 2,5
Canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)		41,7 ± 1,7	

Zone à enjeux n°2 « Port-Fitou à l'anse de Leucate »

Lors de la cartographie réalisée en 2010, cette zone a été identifiée comme un herbier dense en station superficielle, associant les trois espèces de Magnoliophytes. Au niveau des stations superficielle et profonde, il s'agissait d'herbier discontinu de *Z. noltii* et *Z. marina*. Suite à la caractérisation, quelques changements ont été mis en évidence.

Par rapport à la caractérisation de 2011, les paramètres « recouvrement » et « densité » ont progressé. L'herbier garde tout de même les caractéristiques de la catégorie « herbier discontinu ». Ceci est sans doute dû à la forte diminution des macrophytes proliférantes, en compétition avec l'herbier (*Chaetomorpha* en partie superficielle et *Valonia* sp. en partie centrale). En revanche, en station profonde, aucun changement n'a été observé, mis à part une légère hausse de la proportion en *Zostera marina*.

Sur les stations centrales et profondes, les caractéristiques sont proches de celles relevées lors de la cartographie (Tableau 14).

Tableau 14 : Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.

	Station superficielle Moyenne ± ES	Station centrale Moyenne ± ES	Station profonde Moyenne ± ES
Données de caractérisation 2011			
Données de caractérisation			
Taux recouvrement (%)	56,25 ± 22,4	36,25 ± 13,3	50 ± 10,6
Densité (N.m⁻²)	1302,5 ± 650,1	767,5 ± 344,8	847,5 ± 136,4
Proportion <i>Z.noltii</i>	75 ± 25	75 ± 25	98,8 ± 0,8
Proportion <i>Z.marina</i>	25 ± 25	25 ± 25	1,3 ± 0,8
Proportion <i>R.cirrhosa</i>	0	0	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	33 ± 2,9	19,3 ± 4,5	26,8 ± 2,9
Canopée <i>Z.marina</i> (cm)	55	60	65 ± 15
Données de caractérisation 2012			
Taux recouvrement (%)	74 ± 24,4	57,5 ± 7,2	30 ± 7
Densité (N.m⁻²)	3115 ± 1003,7	2042 ± 377,8	737,5 ± 221,1
Proportion <i>Z.noltii</i>	99,5 ± 0,5	99,2 ± 0,6	75 ± 25
Proportion <i>Z.marina</i>	0,5 ± 0,5	0,8 ± 0,6	25 ± 25
Proportion <i>R.cirrhosa</i>	0	0	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	24,3 ± 5,5	24,5 ± 3,2	30
Canopée <i>Z.marina</i> (cm)	44	54 ± 5	40

Zone à enjeux n°7 « Les Dosses »

Lors de la cartographie réalisée en 2010, cette zone a été identifiée comme un herbier dense en zone superficielle, puis discontinu en zone centrale et profonde.

Par rapport à la caractérisation de 2011, les paramètres « recouvrement » et « densité » ont régressé sur la station superficielle. En effet, d'après les observations de terrain, des éléments montraient que la quasi totalité de l'herbier serait mort récemment (rhizomes morts, matte morte, etc.). Cette régression s'observe également sur la station profonde. Désormais, sur ces deux stations, l'herbier est de catégorie « clairsemé ».

En revanche, sur la station centrale, les paramètres n'ont pas évolué. L'herbier garde sa catégorie « dense ».

Enfin, comme en 2011, aucune *Ruppia cirrhosa* n'a été observée sur cette zone à enjeux, alors qu'elle était bien représentée en 2010 (Tableau 15).

Tableau 15: Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux des Dosses.

	Station superficielle Moyenne ± ES	Station centrale Moyenne ± ES	Station profonde Moyenne ± ES
Données de caractérisation 2011			
Taux recouvrement (%)	45 ± 16,2	80 ± 13,4	66,25 ± 13,1
Densité (N.m ⁻²)	1345 ± 569,5	2015 ± 380,2	865 ± 243,7
Proportion <i>Z.noltii</i>	98,8 ± 0,9	98 ± 1,2	96,5 ± 3,5
Proportion <i>Z.marina</i>	1,3 ± 0,9	2 ± 1,2	3,5 ± 3,5
Proportion <i>R.cirrhosa</i>	0	0	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	14,25 ± 1,3	24 ± 2,7	28,8 ± 4,3
Canopée <i>Z.marina</i> (cm)	31 ± 3	80,5 ± 12,5	35
Données de caractérisation 2012			
Taux recouvrement (%)	5 ± 5	68,75 ± 13,9	10 ± 5,4
Densité (N.m ⁻²)	85 ± 85	1317 ± 465,6	192,5 ± 86,4
Proportion <i>Z.noltii</i>	100	84,7 ± 8,8	94,1 ± 5,8
Proportion <i>Z.marina</i>	0	15,4 ± 8,8	5,8 ± 5,8
Proportion <i>R.cirrhosa</i>	0	0	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	30	23 ± 2,3	17,3 ± 2,7
Canopée <i>Z. marina</i> (cm)		63,3 ± 8,8	20

Zone à enjeux n°10 « Terrain militaire »

Lors de la cartographie réalisée en 2010, cette zone a été identifiée comme un herbier dense en station superficielle, puis discontinu en station centrale et profonde.

Par rapport à la caractérisation de 2011, l'herbier en station superficielle retrouve des caractéristiques d'un herbier dense, sans toutefois retrouver *Ruppia cirrhosa*, espèce majoritaire en 2010. Cette dernière semble avoir été partiellement remplacée par *Zostera marina* et *Zostera noltii*.

La station centrale possède toujours des caractéristiques d'un herbier dense, avec une augmentation de la proportion en *Z. marina* et une forte hausse de la hauteur de la canopée.

Enfin, en station profonde, le nouvel herbier clairsemé identifié en 2011 a significativement progressé en 2012, avec une hausse généralisée de l'ensemble des paramètres. Cet herbier acquiert désormais la catégorie « discontinu » (Tableau 16).

Tableau 16 : Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux du terrain militaire.

	Station superficielle Moyenne ± ES	Station centrale Moyenne ± ES	Station profonde Moyenne ± ES
Données de caractérisation 2011			
Taux recouvrement (%)	73,8 ± 14,8	93,8 ± 2,4	15 ± 5,4
Densité (N.m ⁻²)	1342,5 ± 362	1602,5 ± 169,8	432,5 ± 144,9
Proportion <i>Z.noltii</i>	97,3 ± 1,7	97,8 ± 1,1	100
Proportion <i>Z.marina</i>	2,8 ± 1,7	1,9 ± 1,2	0
Proportion <i>R.cirrhosa</i>	0	0,3 ± 0,3	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	26,5 ± 4,9	16,75 ± 3,3	11,8 ± 2,5
Canopée <i>Z.marina</i> (cm)	44 ± 1	45,7 ± 13,4	/
Canopée <i>R.cirrhosa</i> (cm)	/	36	/
Données de caractérisation 2012			
Taux recouvrement (%)	87,5 ± 7,5	92,5 ± 4,8	50 ± 15,9
Densité (N.m ⁻²)	2137,5 ± 731,2	1592,5 ± 143,9	767,5 ± 254,6
Proportion <i>Z.noltii</i>	75 ± 25	93,6 ± 2,7	99,6 ± 0,4
Proportion <i>Z.marina</i>	25 ± 25	6,4 ± 2,7	1,2 ± 0,8
Proportion <i>R.cirrhosa</i>	0	0	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	21 ± 2,9	34,8 ± 3,5	20,8 ± 0,8
Canopée <i>Z.marina</i> (cm)	80	123,3 ± 14,5	39 ± 1
Canopée <i>R.cirrhosa</i> (cm)	/	/	/

Zone à enjeux n°11 « Saint-Hippolyte »

Lors de la cartographie réalisée en 2010, cet herbier a été identifié comme un herbier dense, mais dégradé au niveau des limites. Une grande partie superficielle de l'herbier avait été récemment détruite par un phénomène non identifié.

Lors de la caractérisation 2011, l'état de conservation de cet herbier avait encore beaucoup diminué, avec une régression significative de la limite inférieure.

En 2012, cet herbier a évolué, surtout en partie superficielle. En effet, toute la zone morte de 2010 et de 2011 est désormais totalement recouverte par un herbier d'une densité importante. Cet herbier à *Zostera marina* monospécifique a donc fait l'objet de mesures annexes sur une nouvelle station superficielle.

Sur la station superficielle, l'ensemble des paramètres ont également progressé. L'herbier retrouve sa catégorie « dense ».

Sur la station centrale, l'herbier perd sa catégorie « discontinu » et devient « clairsemé ».

Enfin, sur la station profonde, l'herbier a disparu, la limite inférieure ayant régressé jusqu'à se trouver exactement au niveau de la station centrale (Tableau 17).

Tableau 17: Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.

	Station superficielle annexe Moyenne ± ES	Station superficielle Moyenne ± ES	Station centrale Moyenne ± ES	Station profonde Moyenne ± ES
Données de caractérisation 2011				
Taux recouvrement (%)		12,3 ± 9,3	48,8 ± 24	21,3 ± 10,9
Densité (N.m ⁻²)		45 ± 26	382,5 ± 308,2	205 ± 100,5
Proportion <i>Z.noltii</i>		0	68 ± 32	63,6 ± 21,4
Proportion <i>Z.marina</i>		100	24 ± 24	11,4 ± 4,9
Proportion <i>R.cirrrosa</i>		0	0	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)		/	30	34,3 ± 0,3
Canopée <i>Z.marina</i> (cm)		76,3 ± 15,5	73,3 ± 14,5	57,7 ± 9,6
Données de caractérisation 2012				
Taux rec. (%)	100	80 ± 7,1	8,8 ± 5,9	0
Densité (N.m ⁻²)	217,5 ± 25,9	132,5 ± 17	282,5 ± 247,2	0
Prop. <i>Z.noltii</i>	0	0	94,5 ± 3,5	0
Prop. <i>Z.marina</i>	100	100	24 ± 24	0
Prop. <i>R.cirrrosa</i>	0	0	0	0
Canop. <i>Z.noltii</i> (cm)	/	/	15	0
Canop. <i>Z.marina</i> (cm)	152,5 ± 4,3	137,5 ± 9,5	40	0

Zone à enjeux n°13 « Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul »

Lors de la cartographie réalisée en 2010, cet herbier a été identifié comme un herbier clairsemé en station superficielle (Roquette et Font Dame) et dense en station centrale et profonde.

Depuis 2010, l'herbier de l'Anse de la Roquette est l'un des plus dynamiques de la lagune. En effet, à chaque nouvelle campagne, la limite supérieure progresse vers le fond de l'anse. Malgré cette progression, les paramètres mesurés ont baissé. L'herbier passe de la catégorie « discontinu » à la catégorie « clairsemé ».

La station superficielle de Font Dame a progressé depuis 2011 au niveau de tous les paramètres mesurés. Les caractéristiques tendent vers un herbier « dense », mais visuellement sur le terrain, cet herbier apparaissait comme « discontinu », avec de vastes taches de substrat nu (voir photos). Il ne gagne qu'une seule classe de densité et il est qualifié de « discontinu ».

En station centrale, les paramètres sont restés stables, et l'herbier garde sa classe « dense ».

Enfin, la station profonde présente toujours des caractéristiques d'un herbier discontinu, mais l'ensemble des paramètres ont régressé. Il est donc important de surveiller attentivement cette zone (Tableau 18).

Tableau 18: Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux de l'anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul.

	Station Sup Font dame Moyenne ± ES	Station Sup Roquette Moyenne ± ES	Station centrale Moyenne ± ES	Station profonde Moyenne ± ES
Données de caractérisation 2011				
Recouvrement (%)	17 ± 6,3	32,5 ± 16,4	95 ± 5	47,5 ± 18
Densité (N.m⁻²)	362,5 ± 131	642,5 ± 418,9	1912,5 ± 426,7	545 ± 197
Proportion <i>Z.noltii</i>	87,4 ± 10,7	76,6 ± 19,4	91,3 ± 5,9	73,8 ± 9,2
Proportion <i>Z.marina</i>	12,6 ± 10,7	23,4 ± 19,4	8,8 ± 5,9	26,3 ± 9,2
Proportion <i>R.cirrrosa</i>	0	0	0	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	26,8 ± 2,5	20 ± 3,3	35,8 ± 4,97	28,3 ± 4,2
Canopée <i>Z.marina</i> (cm)	40,5 ± 2,5	56,5 ± 3,5	83,3 ± 2,7	65 ± 5
Données de caractérisation 2012				
Recouvrement (%)	77,5 ± 22,5	2,5 ± 2,5	95 ± 2	29,3 ± 16,6
Densité (N.m⁻²)	2400 ± 833,6	122,5 ± 122,5	1460 ± 76,5	142,5 ± 65,4
Prop. <i>Z.noltii</i>	100	100	92,1 ± 3	70,5 ± 20
Prop. <i>Z.marina</i>	0	0	4,8 ± 3	29,5 ± 20
Prop. <i>R.cirrrosa</i>	0	0	0	0
Canop. <i>Z.noltii</i> (cm)	45,3 ± 12,8	20 ± 3,3	44,3 ± 1,4	19,8 ± 9
Canop. <i>Z.marina</i> (cm)	/	/	127,5 ± 7,5	148 ± 18

Zone à enjeux n°15 « Seuil central »

Lors de la cartographie réalisée en 2010, cet herbier a été identifié comme un herbier dense, avec une prédominance de *Ruppia cirrhosa*.

Lors de la caractérisation 2011, l'élément le plus important était la quasi-absence de *R. cirrhosa*.

En 2012, l'herbier de la station superficielle retrouve sa catégorie « dense » de 2010. Ceci est probablement dû à la disparition du phénomène de piétinement observé en 2011. *Ruppia cirrhosa*, bien qu'ayant réapparu, n'est pas aussi abondante qu'en 2010.

Les caractéristiques de la station centrale sont restées stables. Il convient tout de même de préciser que la hauteur de la canopée de *Zostera marina* a augmenté (bien que la densité moyenne reste identique). Sur cette station, la hauteur de la canopée de *Z. marina* mesurée est la plus importante de la lagune de Salses-Leucate.

Enfin, en station profonde, les paramètres ont régressé. L'herbier acquiert désormais la catégorie « discontinu ». Il convient donc de surveiller attentivement ce secteur, d'autant plus que la turbidité était assez élevée, malgré une météo favorable sur plusieurs jours (Tableau 19).

Tableau 19: Comparaison des données de cartographie et de caractérisation sur la zone à enjeux du seuil central.

	Station superficielle Moyenne ± ES	Station centrale Moyenne ± ES	Station profonde Moyenne ± ES
Données de caractérisation 2011			
Taux recouvrement (%)	72,5 ± 14,2	100	100
Densité (N.m ⁻²)	1650 ± 236,6	2090 ± 173,5	2687,5 ± 814,8
Proportion <i>Z.noltii</i>	94,2 ± 2	96,6 ± 1,3	74,8 ± 24,9
Proportion <i>Z.marina</i>	2,1 ± 1,2	3,4 ± 1,3	25,3 ± 24,9
Proportion <i>R.cirrhosa</i>	3,9 ± 1,6	0	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	16,5 ± 3	25,5 ± 1,5	43,7 ± 4,1
Canopée <i>Z.marina</i> (cm)	33,7 ± 5,4	79 ± 6,6	47,5 ± 2,5
Canopée <i>R.cirrhosa</i> (cm)	26,7 ± 6,2	/	/
Données de caractérisation 2012			
Taux recouvrement (%)	90 ± 4,5	98,8 ± 1,3	41,3
Densité (N.m ⁻²)	3180 ± 610	2642,5 ± 55,4	1370 ± 398,4
Proportion <i>Z.noltii</i>	91,4 ± 5,3	96,5 ± 1,2	99,8 ± 0,6
Proportion <i>Z.marina</i>	3,7 ± 2,7	3,5 ± 1,2	0,6 ± 0,6
Proportion <i>R.cirrhosa</i>	4,9 ± 2,7	0	0
Canopée <i>Z.noltii</i> (cm)	18,8 ± 1,3	35 ± 4,6	26,3 ± 1,3
Canopée <i>Z.marina</i> (cm)	20	165 ± 5	50
Canopée <i>R.cirrhosa</i> (cm)	25 ± 5	/	/

3.3.8.2 Analyse de l'évolution des limites d'herbier

Les limites, identifiées pendant la cartographie de 2010 et la caractérisation de 2011, sont comparées à l'emplacement des limites observées lors de la caractérisation de 2012. La dynamique des herbiers de Zostères a ainsi pu être mise en évidence. La vitalité des Magnoliophytes est également évaluée. En effet, un herbier qui occupe du terrain sur une zone non colonisée, est un herbier possédant une bonne vitalité. A l'inverse, un herbier en régression peut être en perte de vitalité (Hily, 2006).

Les limites supérieures ont progressé ou sont restées stables en 2012. Sur les zones à enjeux de Saint-Hippolyte et de l'Anse de la Roquette, une importante progression, dépassant la centaine de mètres, a pu être constatée.

Aucune progression des limites inférieures n'a été constatée en 2012. Toutes les limites inférieures sont restées stables, sauf sur les zones à enjeux de Saint-Hippolyte et de l'Anse de la Roquette où une régression a été observée (Tableau 20).

Tableau 20 : Analyse de l'évolution des limites des herbiers de l'étang de Salses-Leucate.

N° Zone à enjeux	Evolution limite supérieure (mètres)		Evolution limite inférieure (mètres)	
	2010 → 2011	2011 → 2012	2010 → 2011	2011 → 2012
Dates				
1 - Le Paurel	+10	0	0	0
2 - Port-Fitou à l'anse de Leucate	+15	+44	-	-
7 - Les Dosses	+20	-25	0	0
10 - Terrain militaire	+28	0	+50	0
11 - Saint-Hippolyte	0	+215	-45	-60
13 - Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul	0	-12	0	-5
13 - Roquette	+35	+115	-	-
15 - Seuil central	+18	0	0	0

3.3.8.3 Analyse de l'évolution des classes d'herbier

L'analyse de l'évolution des classes d'herbier permet de mettre en évidence l'évolution de la vitalité des herbiers entre les campagnes :

- Substrat nu ou algal : Absence d'herbier (0%) ;
- Herbier clairsemé : Taches disséminées ou pieds dispersés en faible densité (<25%) ;
- Herbier discontinu : Alternance de taches recouvertes et non recouvertes (25 – 75%) ;
- Herbier dense : Couverture foliaire forte et homogène (>75%).

Plus l'herbier est dense, plus celui-ci a un niveau de vitalité élevée (Hily, 2006).

Comme en 2011, seule la zone à enjeux du Paurel présente des caractéristiques stables en termes de classes d'herbier.

4 transects sur 7 ont au moins une station présentant une progression d'une à deux classes d'herbier, c'est-à-dire, une augmentation de la vitalité des herbiers sur leurs stations respectives.

4 transects sur 7 ont au moins une station présentant une diminution d'une à deux classes d'herbier, c'est-à-dire, une dégradation, voire une destruction (pour deux stations) des herbiers sur leurs stations respectives.

Comme en 2011, la zone à enjeux de Saint-Hippolyte semble se démarquer des autres. En effet, l'apparition rapide d'un herbier très dense de *Zostera marina*, malgré la présence massive d'algues vertes opportunistes et d'une eau extrêmement turbide, peut soulever plusieurs interrogations. En station profonde, l'état de l'herbier continue de se dégrader. L'évolution de cette zone à enjeux est à surveiller attentivement au cours des prochains mois (Tableau 21).

Tableau 21 : Comparaison des classes d'herbier entre la cartographie de 2010 (T0), la caractérisation de 2011 (T1) et la caractérisation de 2012 (T2).

N° Zone à enjeux	Zone superficielle				Zone centrale				Zone profonde			
	2010	2011	2012	Evolution	2010	2011	2012	Evolution	2010	2011	2012	Evolution
1 - Le Paurel	Dense	Dense	Dense	↔	Dense	Dense	Dense	↔	Dense	Dense	Dense	↔
2 - Port-Fitou à l'anse de Leucate	Dense	Discontinu	Dense	↑	Discontinu	Discontinu	Discontinu	↔	Discontinu	Discontinu	Discontinu	↔
7 - Les Dosses	Herbier mort	Discontinu	Clairsemé	↓	Discontinu	Dense	Dense	↔	Discontinu	Discontinu	Clairsemé	↓
10 - Terrain militaire	Dense	Discontinu	Dense	↑	Discontinu	Dense	Dense	↔	H.incurva	Clairsemé	Discontinu	↑
11 - Saint-Hippolyte	Dense	Clairsemé	Dense	↑	Dense	Discontinu	Clairsemé	↓	Dense	Clairsemé	Nul	↓
13 - Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul	Clairsemé	Clairsemé	Discontinu	↑	Dense	Dense	Dense	↔	Dense	Discontinu	Discontinu	↔
13 - Roquette	Nu / algal	Discontinu	Clairsemé	↓								
15 - Seuil central	Dense	Discontinu	Dense	↑	Dense	Dense	Dense	↔	Dense	Dense	Discontinu	↓

3.3.8.4 Analyse statistique et comparaison des résultats

Analyse sur l'évolution de la proportion en espèces de Magnoliophytes marines

D'après les observations de terrain, l'état de *Zostera marina* semble avoir beaucoup progressé. Il est donc possible d'envisager une augmentation de sa proportion au sein de l'herbier.

Seules les deux espèces *Z. marina* et *Z. noltii* font l'objet de comparaisons, car en 2011, *R. cirrhosa* n'était pas assez présente (période trop précoce) pour pouvoir être comparée à 2012.

Pour *Zostera marina*, au niveau de la densité en faisceaux ou en proportion, il n'existe pas de différence significative entre 2011 et 2012 (test de Kruskal pvalue > 0,05). Au niveau de la hauteur de canopée, il existe une différence significative entre 2011 et 2012 (pvalue < 0,05). En effet, pour *Z. marina*, la hauteur de la canopée a augmenté de près de 57 % par rapport à 2011. Cet élément peut expliquer l'impression d'une augmentation de la proportion en *Zostera marina* au sein de l'herbier, alors qu'elle a en moyenne gardé la même densité.

Pour *Zostera noltii*, il n'existe pas de différence significative pour les deux paramètres (test de Kruskal pvalue > 0,05).

Analyse de l'évolution de la densité globale de l'herbier dans l'étang de Salses-Leucate

Sur l'ensemble de la lagune de Salses-Leucate, la densité moyenne de l'herbier (toutes espèces confondues) n'a pas évolué significativement (test de Kruskal pvalue > 0,05), la densité étant donc globalement restée stable.

Analyse de l'évolution du taux de recouvrement global de l'herbier dans l'étang de Salses-Leucate

Sur l'ensemble de la lagune de Salses-Leucate, les valeurs de recouvrement n'ont pas significativement évolué entre 2011 et 2012 (test de Kruskal pvalue > 0,05), le recouvrement étant donc globalement resté stable.

En conclusion, les paramètres de l'herbier de l'étang de Salses-Leucate sont globalement restés stables. Le seul paramètre ayant évolué significativement et de manière généralisée est la hauteur moyenne de la canopée chez *Zostera marina*, avec une augmentation de près de 57 %.

3.3.8.5 Analyse statistique et comparaison des résultats avec la lagune de Canet / Saint-Nazaire

Corrélation entre la profondeur et la densité en faisceaux

Il existe une corrélation négative entre la profondeur et la densité (test de Spearman p-value < 0,05 et rho = -0,2318134). Plus la profondeur augmente et plus la densité diminue, pour finalement devenir nulle au-delà de -300 cm. La densité en faisceaux est liée à la profondeur, pour environ 10 % (Figure 15).

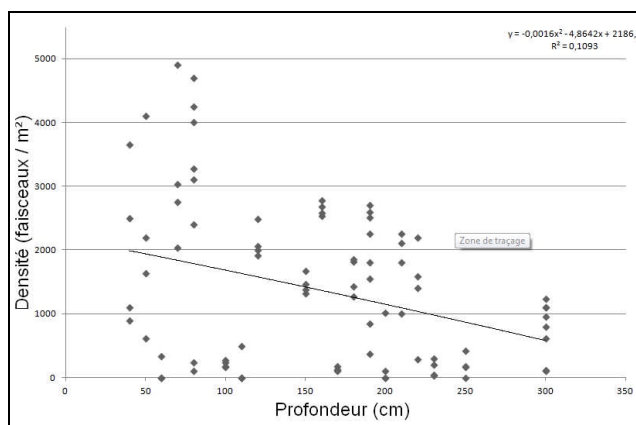


Figure 15 : Corrélation entre la profondeur et la densité en faisceaux, et courbe de régression.

Sur l'étang de Canet / Saint-Nazaire, la tendance est identique mais le lien y est plus important (plus de 66 %) (Dalias *et al.*, 2011). Cette différence peut s'expliquer par le fait que l'espèce présente (*Ruppia cirrhosa*) et les conditions, notamment la turbidité, sont complètement différentes à Salses-Leucate.

Corrélation entre la profondeur et la hauteur moyenne de la canopée

Il n'existe pas de corrélation entre la profondeur et la hauteur de la canopée chez *Zostera noltii* (test de Spearman p-value > 0,05 et rho = 0,03851604) et chez *Zostera marina* (test de Spearman p-value > 0,05 et rho = -0,07772271).

Sur l'étang de Canet / Saint-Nazaire, la tendance est différente. En effet, la profondeur est liée à la variation de la hauteur de la canopée, pour presque 60 % (Dalias *et al.*, 2011).

Corrélation entre la profondeur et le taux de recouvrement

Il existe une corrélation négative entre la profondeur et le taux de recouvrement (test de Spearman p-value < 0,05 et rho = -0,36). Plus la profondeur augmente et plus le taux de recouvrement est faible. Le taux de recouvrement est lié à la profondeur, pour plus de 12 % (Figure 16).

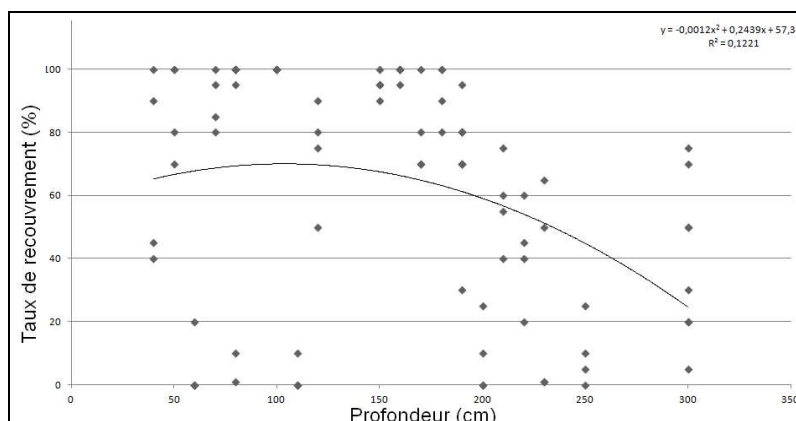


Figure 16 : Corrélation entre la profondeur et le taux de recouvrement, et courbe de régression.

Sur l'étang de Canet / Saint-Nazaire, la tendance est identique mais le lien y est plus important (plus de 71 %) (Dalias *et al.*, 2011).

Corrélation entre la densité et le taux de recouvrement

Il existe une corrélation positive entre la densité et le taux de recouvrement (test de Spearman p-value < 0,05 et rho = 0,45). Plus la densité est élevée et plus le taux de recouvrement est fort. La densité est liée au taux de recouvrement, pour plus de 49 % (Figure 17).

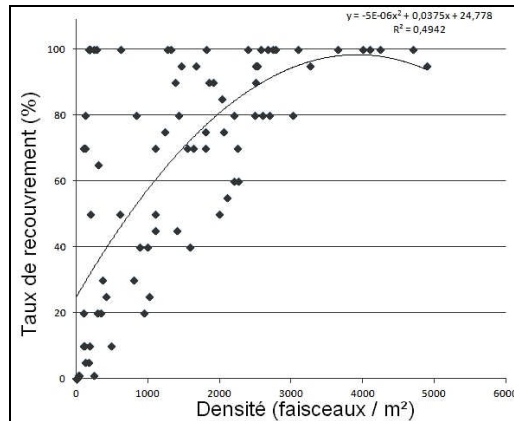


Figure 17 : Corrélation entre la densité en faisceaux et le taux de recouvrement, et courbe de régression.

Sur l'étang de Canet / Saint-Nazaire, la tendance est identique mais le lien y est plus important (plus de 90 %) (Dalias *et al.*, 2011).

Corrélation entre la densité et la hauteur moyenne de la canopée

Il existe une corrélation positive entre la densité en faisceaux et la hauteur de la canopée (test de Spearman p-value < 0,05) pour *Zostera noltii* (rho = 0,4292411) et *Zostera marina* (rho = 0,4409986). Plus la densité augmente et plus la hauteur de la canopée est grande. La densité est liée à la hauteur de la canopée, pour respectivement 27 % et 24 % (Figure 18).

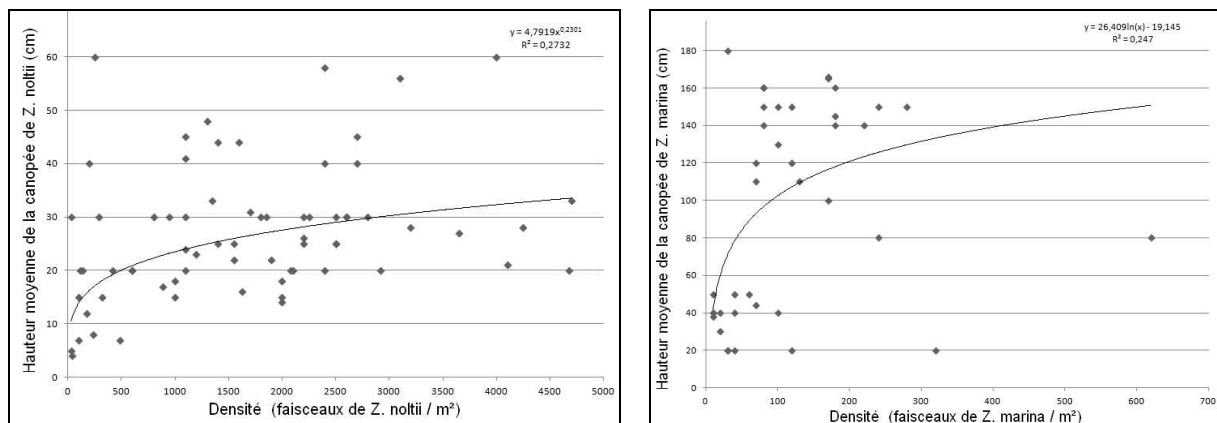


Figure 18 : Corrélation entre la densité et la hauteur moyenne de la canopée de *Z. noltii* et *Z. marina*, et courbes de régression.

Sur l'étang de Canet / Saint-Nazaire, la tendance est inverse, plus la densité en Ruppie est élevée et plus la hauteur de la canopée est réduite (Dalias *et al.*, 2011).

3.4 Discussion

3.4.1 Etat de conservation des herbiers

Les conditions environnementales différentes de chaque zone à enjeux ne permettent pas une comparaison des caractéristiques des herbiers les colonisant. Seules les caractéristiques des Magnoliophytes d'une même zone à enjeux pourront être comparées au cours du temps. Il sera donc important de toujours réaliser les campagnes de caractérisation à la même période.

3.4.1.1 Zone à enjeux du Paurel

Secteur de sensibilité forte, exposé à des risques moyens (faible compétition avec les algues opportunistes et *Valonia aegagropila*, faible pression anthropique). L'herbier de ce secteur est en excellent état de conservation, il a été défini comme herbier de référence. Ce type de situation laisse entrevoir des perspectives de maintien voire d'amélioration de la valeur biologique de l'habitat.

La caractérisation a montré que l'état de conservation de l'herbier de cette zone semble effectivement excellent. De plus, il semble qu'au cours des années, cet herbier garde ses paramètres relativement stables.

En revanche, en zone superficielle, l'herbier est soumis à un piétinement modéré, comme en 2011. Ce phénomène peut avoir un effet significatif sur la vitalité des herbiers de Zostères du fait de la grande fragilité des faisceaux et des rhizomes (Davison et Hughes, 1998). Ce phénomène de piétinement ne se cantonne (sur quelques dizaines de m²) qu'au niveau de la station placée en face d'une mis à l'eau et d'une zone de stationnement fréquentée par les véliplanchistes. L'origine de ce piétinement pourrait donc être identifiée et éventuellement réduit ou stoppé afin d'observer une éventuelle restauration de la vitalité des Magnoliophytes.

3.4.1.2 Zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate

Secteur de sensibilité bonne et exposé à des risques moyens (compétition avec *Valonia aegagropila*). Dans ce secteur, les activités anthropiques sont faibles. La compétition entre les herbiers et *Valonia aegagropila* peut être suivie.

En 2011, la station superficielle était soumise à une prolifération de *Chaetomorpha*. En 2012, les *Chaetomorpha* sont toujours présentes, mais ne semblent plus proliférantes.

Cette espèce peut proliférer lorsque l'eau est riche en éléments nutritifs (nitrates et phosphates) (Laugier, 2000). Elle entre alors en compétition avec les herbiers et en limite le développement (Denet, 2010). Il est donc possible que cette espèce soit à l'origine de cette diminution de vitalité. La hausse de vitalité de l'herbier au niveau de cette station peut donc être la conséquence de la diminution de *Chaetomorpha*.

Il est également possible de soupçonner un enrichissement en nitrates et phosphates trop important dans cette zone. La source de ces éléments nutritifs devrait être localisée et réduite afin

d'observer une éventuelle diminution de la quantité d'algues opportunistes et ainsi, une hausse de la vitalité de l'herbier.

La caractérisation des autres stations a montré une présence récurrente de *V. aegagropila* au sein des herbiers, la caractérisation de 2012 ayant mis en évidence une diminution de cette espèce, voire une disparition sur certaines zones. Il se peut donc que l'augmentation de la vitalité de l'herbier sur la station centrale soit due à la régression de *Valonia aegagropila*. Dans les zones où elle se développe, les Magnoliophytes et *V. aegagropila* sont en compétition directe pour l'occupation de ces stations. Cependant, le risque de voir cette espèce s'étendre au-delà de son aire de répartition est relativement faible (Cesmat, 2006). Un suivi régulier de cette espèce pourrait néanmoins être réalisé afin de vérifier sa relative stabilité au cours du temps.

3.4.1.3 Zone à enjeux des Dosses

Secteur de sensibilité bonne, exposé à des risques faibles (faible compétition avec *Halopitys incurva*). Dans ce secteur, les activités anthropiques sont faibles. La compétition entre les herbiers et *Halopitys incurva* peut être suivie.

Au niveau de cette zone, seule la partie centrale de l'herbier a gardé une vitalité correcte. Sur les stations superficielles et profondes, une baisse de vitalité a été remarquée.

En partie profonde, la perte de vitalité de l'herbier peut être liée à l'augmentation de la turbidité, ce phénomène ayant également été observé sur l'ensemble du bassin de Salses.

En partie superficielle, toute la végétation sous-marine a été détruite, y compris les pieds de *Cystoseira* fixés sur galets. Les restes de rhizomes morts, l'odeur de décomposition, la turbidité, et la couleur blanchâtre de l'eau en profondeur pourraient indiquer qu'une crise dystrophique sévit actuellement sur cette zone. Une crise dystrophique ou « malaïgue » est un phénomène entraînant une anoxie. Elles sont connues pour décimer toute vie benthique, y compris les végétaux (Segar et Berberian, 1976 ; Kemp *et al.*, 1992; Viaroli *et al.*, 2001 ; Plus *et al.*, 2003). Ces épisodes sont généralement transitoires et se dissipent quand la demande en oxygène due à la décomposition de la matière organique diminue (fin de la décomposition) et la turbulence causée par le vent devient suffisante pour ré-oxygéner la colonne d'eau (Chapelle *et al.*, 1994). La recolonisation par les communautés benthiques devient alors possible.

Cette zone de malaïgue s'étend de la pointe de la Coudalère, au chenal menant au bassin des Dins d'Illes, sa limite Nord se situe approximativement au niveau du transect. Les effets disparaissent assez vite en direction de l'Ouest, où l'herbier retrouve une vitalité correcte. L'origine de cette malaïgue a été identifiée à plusieurs reprises (RIVAGE comm. pers., 2010, 2011, 2012). Elle est due à une accumulation de restes d'*Halopitys incurva*. D'après la carte bathymétrique de Catala-Cottini et Midoux (2001) et l'état actuel du chenal (accumulation d'algues affleurant à la surface), l'épaisseur de matière organique atteint par endroits près de 2 mètres.

Il est donc important de noter que la réserve de matière organique à décomposer est importante, et que tant que sa décomposition se poursuivra, l'activité microbienne générera toujours des conditions favorables au maintien de cette malaïgue.

En conclusion, l'herbier semble revenu à son état initial de 2010 (herbier mort, odeur de décomposition, malaïgue près du chenal menant au Dins d'Illes). Il est donc important de surveiller attentivement cette zone d'accumulation d'algues, soumise à des malaïgues récurrentes, et éventuellement prendre des mesures pour supprimer la biomasse en décomposition.

3.4.1.4 Zone à enjeux du terrain militaire

Secteur de sensibilité bonne, exposé à des risques moyens (compétition avec *Halopitys incurva*). Dans ce secteur, les activités anthropiques sont faibles. La compétition entre les herbiers et *Halopitys incurva* peut être suivie.

Au niveau de cette zone, aucune évolution particulière n'a été observée. Seul l'herbier de la station profonde a bien évolué en termes de densité et de recouvrement. En 2011, il s'agissait d'un herbier nouveau et faible. Aujourd'hui, cet herbier semble bien établi et avoir gagné en vitalité.

En partie superficielle, au-delà de la limite supérieure, un développement modéré d'*Enteromorpha* sp. a été observé. Ces algues vertes opportunistes augmentent au fur et à mesure en se dirigeant à l'Ouest du transect. De plus, une zone de malaïgue, semblable à celle des Dosses (accumulation de matière organique en décomposition), a été observée près du « trou » de Saint-Hippolyte à l'Ouest du transect.

Il semble donc important de réduire cet apport en éléments nutritifs, car il peut être responsable de la régression des herbiers et favoriser le risque de crise dystrophique (Plus *et al.*, 2003).

3.4.1.5 Zone à enjeux de Saint-Hippolyte

Secteur de sensibilité faible soumis à un risque fort (algues opportunistes, présence d'herbier mort, *Halopitys incurva*, aménagement littoral). Les perspectives à envisager seraient de contenir voire de diminuer les éléments responsables de l'état particulièrement dégradé de l'herbier dans cette zone.

Au niveau de cette zone, deux phénomènes antagonistes sont constatés :

- En partie superficielle, l'apparition d'un herbier dense, là où une malaïgue avait sévit entre 2010 et 2011 ;
- En partie profonde, une régression de l'herbier du fait de la progression d'une zone d'accumulation d'*Halopitys incurva* en cours de décomposition (présence de malaïgue).

Pour la partie profonde, comme au niveau des zones à enjeux des Dosses et du terrain militaire, une malaïgue entraîne des conditions anoxiques, détruisant toute vie benthique et la végétation. Quand ce processus de décomposition s'arrêtera, la vie benthique pourra revenir. Néanmoins, la présence d'algues de type *Ulva* sp. indique l'existence d'un apport excessif en élément nutritifs, susceptible d'entretenir ces conditions défavorables. De plus, la turbidité importante observée sur l'ensemble des stations profondes du bassin de Salses peut accentuer cette dégradation.

Pour la partie superficielle, la réalisation d'une étude semblable à celle de Plus *et al.* (2003) pourrait expliquer les raisons de cette recolonisation rapide. Néanmoins, plusieurs hypothèses peuvent être envisagées.

En 2010, l'herbier semblait avoir été totalement détruit par un phénomène de type crise dystrophique (malaïgue) (Dalias et Fabre, 2011). Lors de la caractérisation, la malaïgue avait disparu, et la zone était complètement recouverte d'un épais tapis d'*Halopitys incurva* et d'*Ulva*. Ce tapis semblait limiter tout développement d'herbier du fait de son épaisseur.

En 2012, le tapis de macrophytes, notamment de *Halopitys incurva*, a totalement disparu (comme dans le reste de l'étang de Salses-Leucate) pour laisser place à l'herbier actuel.

Comme pour Plus *et al.* (2003), l'herbier à *Zostera marina* monospécifique observé sur cette zone pourrait être entièrement issu de la germination de graines présentes initialement dans le sédiment. Ces graines ont survécu aux conditions défavorables de 2010 et de 2011. Suite à la disparition du tapis d'algues, la germination a eu lieu. Il convient de préciser que les Grandes Zostères présentes ne devraient pas produire de graines la première année. Si un second évènement destructeur survient en 2012, une nouvelle recolonisation sera beaucoup moins probable (Plus *et al.*, 2003). Ceci est d'autant plus préoccupant que plusieurs éléments tendent à indiquer un enrichissement important au niveau de la rive :

- Prolifération d'algues opportunistes (*Ulva* sp. et *Enteromorpha* sp. notamment) ;
- Très forte turbidité près de la rive ;

Un enrichissement excessif du milieu est la première cause des malaïgues dans les lagunes (Plus *et al.*, 2003). L'eutrophisation est plus souvent citée comme une cause majeure du déclin, ou l'absence de rétablissement de lits de *Zostera*, (Dn Hartog et Polderman, 1975 ; Orth et Moore, 1983 ; Borum, 1985 ; Wetzel et Neckles, 1986 ; Shepherd *et al.*, 1989 ; Kikuchi, 1974). Des concentrations élevées en nitrates sont souvent impliquées dans le déclin de *Z. marina* (Burkholder *et al.*, 1992). En effet, des concentrations trop élevées d'azote dans la plante causent un déséquilibre métabolique. Burkholder *et al.* (1992) ont constaté que l'enrichissement excessif en nitrates peut causer le déclin, voire la mort de toutes les espèces de Zostères, y compris *Z. marina*.

L'herbier de cette zone, malgré sa vitalité, est exposé à un risque réel de nouveau déclin, voire de destruction totale et brutale comme en 2010 (la présence d'un lacis dense de rhizomes robustes laissant supposer qu'un herbier à *Zostera marina* dense était présent).

La source de ces éléments nutritifs devrait être localisée et réduite afin d'observer une éventuelle diminution de la quantité d'algues opportunistes et ainsi, une restauration de la vitalité de l'herbier.

Enfin, il paraît important d'intégrer les dires d'acteurs (pêcheurs professionnels de l'étang de Salses-Leucate rencontrés en 2012) qui viennent consolider les hypothèses citées ci-dessus. D'après eux, l'herbier de cette zone de Saint-Hippolyte est connu pour son instabilité, et il est fréquent de le voir disparaître puis réapparaître d'une année à l'autre.

3.4.1.6 Zone à enjeux de l'anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul

Secteur de sensibilité bonne soumis à des risques forts (prolifération d'algues opportunistes en limite supérieure et compétition avec *Halopitys incurva* en limite inférieure). Les perspectives à envisager seraient de contenir voire de diminuer les éléments responsables de cette prolifération.

Au niveau de l'anse de la Roquette, l'herbier a perdu en vitalité bien que sa limite supérieure ait progressé. La raison de cette perte de vitalité n'a pas pu être identifiée en l'état actuel des connaissances, car durant la caractérisation, aucun élément ne laissait supposer d'une dégradation (turbidité relativement faible, régression des algues opportunistes). Un évènement temporaire a donc pu entraîner cette dégradation.

En février 2012, cette partie de l'étang était totalement gelée durant la vague de froid (RIVAGE com. pers.). Le gel est connu pour affaiblir notablement les herbiers de Zostères dans les hautes latitudes (Davison et Hughes, 1998). Il est donc tout à fait probable que les herbiers de l'anse de la Roquette (zone confinée) aient été affectés par le gel.

Au niveau de la station superficielle, sur le transect principal (proximité de l'embouchure de Font Dame), une régression des algues opportunistes a été observée. Néanmoins, il convient de réaliser un contrôle durant la période estivale afin de surveiller toute apparition des ces algues vertes. En effet, celles-ci ont tendance à décliner en hiver et à réapparaître progressivement au cours du printemps (SUDOE, 2008). Enfin, il est possible que les rejets en éléments nutritifs soient temporaires et irréguliers.

3.4.1.7 Zone à enjeux du seuil central

Secteur de sensibilité forte, exposé à des risques faibles (faible pression anthropique). L'herbier de ce secteur est en excellent état de conservation, il a été défini comme herbier de référence. Ce type de situation laisse entrevoir des perspectives de maintien de la valeur biologique de l'habitat.

Au niveau de cette zone, deux évènements principaux ont été observés :

- La disparition du phénomène de piétinement en partie superficielle ;
- La perte de vitalité de l'herbier en partie profonde.

En partie superficielle, le piétinement observé en 2011, à l'origine d'une altération de l'herbier (Davison et Hughes, 1998), n'a pas été observé en 2012. La disparition des effets négatifs du piétinement est mise en évidence par les résultats de la caractérisation de 2012 (augmentations sur l'ensemble des paramètres, gain d'une classe d'herbier). Il est toutefois nécessaire de contrôler si ce piétinement ne se reproduit pas au niveau des zones colonisées par l'herbier.

En partie profonde, la baisse de vitalité est probablement liée à l'augmentation de la turbidité au niveau des limites d'herbier dans le bassin de Salses.

3.4.2 Eléments importants observés

3.4.2.1 Augmentation de la hauteur de la canopée de *Zostera marina*

Le seul paramètre, ayant évolué significativement de manière généralisée, est la hauteur de la canopée de *Zostera marina*. Cette dynamique pourrait avoir une origine saisonnière. Dans les milieux lagunaires méditerranéens, la température et la turbidité sont d'importants facteurs environnementaux influençant les variations temporelles observées dans les herbiers. Ces facteurs environnementaux ont également une influence sur la longueur des feuilles, c'est à dire la hauteur de la canopée (Pergent-Martini *et al.*, 2005). Ce phénomène a pu également être constaté sur l'étang de Thau (Plus *et al.*, en 2003).

La croissance des herbiers de Zostères est saisonnière et étroitement liée à la température ambiante. La croissance se produit généralement pendant le printemps et l'été, d'avril à septembre. Ainsi, la biomasse foliaire de *Zostera marina* peut quadrupler pendant cette période, la biomasse souterraine (rhizomes, racines) pouvant doubler en même temps (Sand-Jensen et Borum, 1983).

La forte augmentation de la hauteur de la canopée de *Zostera marina* pourrait donc être la résultante de ces changements saisonniers.

3.4.2.2 Déclin de *Ruppia cirrhosa*

En 2012, *Ruppia cirrhosa* est une espèce peu présente. Il est possible de la trouver de manière clairsemée au niveau de la station superficielle du seuil central et au niveau de la station centrale du Paurel. Sa présence est très anecdotique dans le reste de la lagune alors que cette espèce formait localement des herbiers très denses lors de la cartographie réalisée en 2010.

Cette espèce est considérée comme une « opportuniste » ou une « pionnière », beaucoup plus tolérante que les Zostères, notamment vis-à-vis de la salinité, et elle a la capacité de vivre dans les eaux hypersalées (Menendez et Comin, 1989). Elle est ainsi capable de survivre plusieurs semaines dans une eau dont la salinité atteint 75 (Adams et Bate, 1994). Il est donc possible que sa disparition soit liée à une évolution des conditions de salinité dans la lagune de Salses-Leucate. En effet, les zones anciennement colonisées par *R. cirrhosa* sont maintenant colonisées par les Zostères.

Néanmoins, il serait nécessaire de réaliser un suivi régulier de la salinité sur plusieurs stations, associé à des observations des caractéristiques de l'herbier afin de préciser ces éléments.

3.4.2.3 Régression d'*Halopitys incurva* dans son foyer de prolifération du bassin de Salses

En 2012, *Halopitys incurva* a régressé. En effet, sur toutes les zones où elle proliférait, elle a disparu et a laissé la place à du substrat totalement nu, où subsistent quelques fragments en cours de décomposition. Paradoxalement, dans les zones où elle était présente en quantités raisonnables, l'espèce est toujours présente, associée à l'herbier sans entrer en compétition.

Il est difficile d'expliquer les raisons de la régression d'*Halopitys incurva*, du fait notamment du peu d'études scientifiques sur cette espèce. Cette espèce est connue pour sa sensibilité aux variations de salinité et d'oxygénation des eaux. Elle est également sensible aux apports de polluants et de matériaux fins. Enfin, elle nécessite une bonne circulation entre la lagune et la mer ouverte, et elle ne supporte pas la fermeture des « graus » (Bellan-Santini *et al.*, 2007).

Bien que cette espèce soit considérée comme proliférante et contribuant à la dégradation de l'herbier en 2011 (Dalias et Fabre, 2011), sa disparition brutale peut également avoir des effets sur la faune de l'étang de Salses-Leucate. En effet, elle sert d'abris à des populations importantes d'invertébrés qui s'y reproduisent et de poissons qui l'utilisent pour leur nourriture (Bellan-Santini *et al.*, 2007). Son remplacement par du substrat nu peut donc avoir des effets négatifs, tant qu'aucune espèce de Macrophyte ou de Magnoliophyte n'aura pas occupé cet espace « vide ».

Néanmoins, il serait nécessaire de réaliser un suivi régulier de la dynamique de cette espèce lié à des relevés des paramètres météorologiques et physicochimiques de la lagune afin de préciser ces éléments (régression temporaire, déclin).

3.4.2.4 Augmentation de la turbidité dans la partie profonde du bassin de Salses

Sur toutes les stations profondes, la turbidité était assez élevée, notamment au niveau du bassin de Salses. Une turbidité élevée entraîne souvent une diminution de la vitalité de l'herbier, voire sa destruction (Short *et al.*, 1995 ; Onuf, 1996 ; Hemminga et Duarte, 2000 ; McGlathery, 2001 ; Hily et Le Hir, 2002). Il est donc très important de connaître la ou les causes de cette turbidité.

La turbidité a été observée en majorité au niveau des stations profondes et elle avait tendance à augmenter au-delà de la limite inférieure de l'herbier.

Les herbiers de Magnoliophytes marines ont un rôle important dans le maintien des eaux limpides (Davison et Hughes, 1998 ; Hily, 2006), mais les Macrophytes benthiques jouent un rôle similaire. Même si elles ne s'enracinent pas dans le substrat, elles évitent la remise en suspension des sédiments fins lors des épisodes de forts vents sur les plans d'eau peu profonds (Scheffer, 1999 ; Van den Berg *et al.*, 1999 ; Horppila et Nurminen, 2003 ; Amano, 2005).

Actuellement, le tapis de Macrophytes, constitué initialement d'algues rouges de type *Halopitys incurva*, est pratiquement absent. Cette absence a pu engendrer une turbidité plus importante qu'en 2010 ou 2011 au niveau de cette même zone.

Cette augmentation de la turbidité peut être à l'origine de la baisse significative de la vitalité des herbiers sur l'ensemble des stations profondes du bassin de Salses.

La recolonisation du substrat nu (la totalité de la zone à enjeux n°14 « Centre du bassin de Salses ») par de la végétation benthique (Magnoliophytes ou Macrophytes) pourrait permettre une amélioration de la turbidité.

Ce phénomène de turbidité existe également au centre du bassin de Leucate depuis la cartographie de 2010 du fait du faible couvert végétal (Macrophytes et Magnoliophytes).

4 Conclusion

La présente étude a porté sur la seconde campagne de caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines dans l'étang de Salses-Leucate.

L'analyse des résultats obtenus à l'issue de cette caractérisation, montre que l'herbier de l'étang de Salses-Leucate a gardé un niveau de vitalité globalement stable et semblable à l'état initial de 2011. L'évolution et l'augmentation de la hauteur de la canopée de *Zostera marina* peuvent être seulement saisonnière et normale, la première campagne de caractérisation ayant été réalisée un mois plus tôt en 2011 alors que la plante est moins développée.

L'espèce actuellement dominante dans l'étang est *Zostera noltii*. Elle est présente sur la quasi-totalité des herbiers de la lagune. *Ruppia cirrhosa* est plus rare alors que cette espèce était assez fréquente et formée parfois un herbier dense en 2010. Cette régression, au profit des autres espèces de Magnoliophytes, pourrait être due à un changement des conditions physicochimiques de la lagune, notamment de la salinité.

Dans le bassin de Salses, la régression d'*Halopitys incurva* dans le centre du bassin (zone à enjeux n°14) a entraîné l'apparition d'une étendue de substrat nu vaseux. L'absence de ce couvert végétal favorise la remise en suspension des sédiments fins lors de forts vents, et donc la turbidité. Cette turbidité altère la vitalité de l'herbier dans sa partie la plus profonde.

Dans le bassin de Leucate, *Valonia aegagropila* décline. Elle semble moins freiner le bon développement des Magnoliophytes. Malgré tout, au centre du bassin, l'absence de couvert végétal suffisant favorise le maintien d'une turbidité importante, défavorable au développement de l'herbier, comme dans le bassin de Salses.

Au niveau de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte, sur la partie superficielle, un herbier monospécifique de *Zostera marina* particulièrement dense et en bon état est apparu, à l'emplacement même de la zone morte observée en 2010 et 2011. Cette apparition est certainement liée à la germination des graines de Zostères, initialement présentes dans le sédiment, qui auraient germé dès le retour de conditions favorables. Néanmoins, les risques de destruction de cet herbier sont réels car cette zone est soumise à un apport important de sels nutritifs (prolifération d'algues vertes opportunistes, turbidité importante).

Au niveau des zones à enjeux des Dosses, du Terrain militaire et de Saint-Hippolyte, des phénomènes de malaïgue ont été observés. Ils sont tous dus à la décomposition de matière organique végétale (Macrophytes) accumulée dans des cuvettes pour les deux premières zones à enjeux et au niveau de la limite inférieure de l'herbier pour la dernière zone à enjeux. La dégradation de l'herbier liée à ces malaïgues a pu être mise en évidence sur les zones à enjeux des Dosses et de Saint-Hippolyte.

Au niveau des zones à enjeux de l'anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul, et de Port-Fitou à l'anse de Leucate, l'amélioration de la vitalité de l'herbier en partie superficielle est observée. Cette amélioration est très probablement due au déclin des algues vertes opportunistes (*Ulva* sp et *Chaetomorpha* sp.). En l'état actuel des connaissances, il n'a pas été possible d'expliquer les raisons de ce déclin. Il paraît donc important d'effectuer un contrôle régulier de toute nouvelle apparition de ces Macrophytes opportunistes.

Enfin, les caractéristiques de l'herbier de l'étang de Salses-Leucate ont été comparées à celles de l'étang de Canet / Saint-Nazaire. Cette comparaison a permis de montrer que les relations existant entre l'herbier et les caractéristiques de la lagune sont parfois différentes, voire même antagonistes. Il apparaît donc intéressant de réaliser un classement des lagunes en différents types (lagunes peu profondes / profondes ; mésotrophes / eutrophisées ; saumâtres / marinisées ; etc.), afin de pouvoir effectuer des comparaisons pertinentes, uniquement entre les herbiers des lagunes de même type.

La méthode de cartographie et de caractérisation utilisée durant cette étude a montré son efficacité et sa fiabilité. Elle permet d'obtenir des cartes homogènes et précises sur la répartition des herbiers en fonction du recouvrement, des espèces de Magnoliophytes, des associations entre ces espèces et même sur la répartition d'autres espèces protégées comme *Pinna nobilis* ou d'espèces proliférantes comme *Halopitys incurva* ou *Valonia aegagropila*. Cependant, un travail conséquent sur le terrain est nécessaire pour généraliser la cartographie sur toute une lagune. Si un suivi spatio-temporel des herbiers de Magnoliophytes est envisagé, il faudra veiller à utiliser des méthodes stables, car le mélange des supports ou des méthodes risquerait de fausser les conclusions. L'uniformisation des indicateurs de l'état de conservation des herbiers serait également nécessaire pour pouvoir comparer plusieurs lagunes.

Tout comme la cartographie, lors des futures caractérisations, effectuées sur les mêmes zones, des comparaisons pourront être réalisées afin d'évaluer l'évolution de l'état de conservation des herbiers de l'étang de Salses-Leucate.

La caractérisation des herbiers a permis de dégager quelques tendances. Les herbiers de Magnoliophytes, constitués de *Zostera noltii* et de *Ruppia cirrhosa*, ont une dynamique saisonnière et de colonisation élevées. En effet, en quelques mois, certaines zones non colonisées étaient recouvertes de Zostères, et inversement. Il conviendra donc de réaliser la caractérisation des Magnoliophytes pendant la saison estivale et à la même période.

Enfin, au-delà des objectifs opérationnels et de gestion, il est bien évident que la cartographie et la caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate, participe à la surveillance globale de la qualité des eaux lagunaires, mise en oeuvre dans le cadre des différents réseaux existants (RSL, DCE, etc.).

5 Bibliographie

Adams J.B., Bate G.C., 1994. The ecological implications of tolerance to salinity by *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande and *Zostera capensis* Setchell. *Botanica marina*. 37(5) : 449-456.

Amano K., 2005. Importance of aquatic macrophytes in controlling water quality of shallow lakes. Public Works Research Institute, Tsukuba, Ibaraki, Japan: 7 p.

Arnaud P., 1967. Les salinités des l'étang de Salses-Leucate et le régime des eaux souterraines. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 31(2) : 109 - 116.

Arnaud P., Raimbault R., 1969. L'étang de Salses-Leucate ses principaux caractères physico-chimiques et leurs variations (en 1955-1956 et de 1960 à 1968). *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 33(4) : 335 - 443.

Augier H., Boudouresque C.F., 1970. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). V : La baie de Port-Man et le problème de la régression de l'herbier de Posidonies. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, T. XXX : 144 - 167.

Bellan-Santini D., Bellan G., Harmelin J. G. 2007. Liste de référence des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les Inventaires Nationaux de Sites Naturels d'Intérêt pour la Conservation. 1 - 199.

Borum, J., 1985. Development of epiphytic communities on eelgrass (*Zostera marina*) along a nutrient gradient in a Danish estuary. *Mar. Biol.*, 87: 211-218.

Boutière H., De Bovee F., Dellile D., Fiala M., Gros C., Jacques G., Knoepffler M., Labat J.P., Panouse M., Soyier J., 1982. Effet d'une crise dystrophique dans l'étang de Salses-Leucate. *Oceanologica Acta*, n°sp. LASSERRE P., POSTMA H. edit. : 231 - 242.

Boutière H., Mizoule R., 1975. Préliminaire à l'étude de l'étang de Salses-Leucate après son remaniement général. *Doc. Lab. Arago*. 1 - 8.

Burkholder, J.M., Mason, M., & Glasgow, H.B., 1992. Water column nitrate enrichment promotes decline of eelgrass *Zostera marina*: evidence from mesocosm experiments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 81: 163-178.

Catala-Cottini B., Midoux J.L., 2001. Etang de Salses-Leucate. Plan bathymétrique général. SMNLR. : 1 - 8 + Carte.

Cesmat L., 2006. *Etudes des processus écophysologiques et hydrodynamiques de la dynamique de l'algue invasive Valonia aegagropila (C.Agardh) dans la lagune de Salses-Leucate*. Thèse de doctorat, Univ. Montpellier II, Fr. : 1 - 197 + Ann.

Chapelle, A., Lazure, P., Ménesguen, A., 1994. Modelling Eutrophication events in a coastal ecosystem. Sensivity analysis. *Est. Coast Shelf Sci.* 39, 529-548.

Clanzig S., 1987. Inventaire des invertébrés d'une lagune méditerranéenne des côtes de France, biocénose et confinement : l'étang de Salses-Leucate (Roussillon). Thèse de doctorat, Ecole pratique des hautes études Sciences de la vie et de la terre. Paris, Fr. : 1 - 460.

Dalias N, 2004. Etude de la vulnérabilité du site Natura 2000 « Posidonies de la côte des Albères » proposition de mesures de gestion. Rapp stage Master 2 « Environnements Méditerranéens et Développement Durable ». Univ. Perpignan, Fr. 1 - 27.

Dalias N, Fabre E, De Blas E., 2011. Cartographie et caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Canet / Saint-Nazaire. Perpignan Méditerranée Communauté d'Agglomération & OCEANIDE. OCEANIDE publ. Fr. : 80 pages.

Dalias N, Fabre E, 2011. Cartographie et caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate. Projet européen SUDOE Eco-Lagunes. Contrat Syndicat RIVAGE Salses-Leucate & OCEANIDE. OCEANIDE publ. Fr. : 98 pages.

Davison D.M., Hughes D.J., 1998. *Zostera* biotopes. An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association for Marine Science (UK Marine SACs Project), 1 : 1 - 95.

Den Hartog, C., Polderman, P.J.G., 1975. Changes in the seagrass populations of the Dutch Waddenzee. *Aquat. Bot.*, 1: 141-147.

Denet A., 2010. Pôle relais Lagunes méditerranéennes. <http://www.pole-lagunes.org> Novembre 2010.

Fabre E., 2010. Préparation et mise en œuvre d'une campagne de cartographie et de caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines dans l'étang de Salses-Leucate. Rapp. Stage, Master 2 Gestion Intégrée du Littoral et des Ecosystèmes, Univ. Corse, Fr. : 1 - 32 + ann.

Got H., 1965. Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Feuillea-Fitou (Corbières) et de la Salanque (Roussillon). Thèse de doctorat, CERGH, Institut de géologie, Univ. Montpellier II, Fr. : 1 - 158 + Ann.

Hemminga M.A., Duarte C.M., 2000. *Seagrass ecology*. Cambridge Univ. Press publ. 310 p.

Herve P., 1978. Ichtyofaunes comparées de deux étangs littoraux du Roussillon : Canet-Saint Nazaire et Salses-Leucate. Thèse de doctorat, Univ. Pierre et Marie CURIE, Paris, Fr. : 1 - 253.

Hily C., 2006. Fiche de synthèse sur les biocénoses : Les herbiers de Zostères marines (*Zostera marina* et *Zostera noltii*). Ifremer publ. : 1 - 6.

Hily C., Den Hartog C., 1997. Les herbiers de zostères. In DAUVIN J.C., (Ed.), « Les Biocénoses Marines et Littorales Françaises des Côtes Atlantiques, Manche et mer du nord: Synthèse, Menaces et Perspectives. » MNHN, Paris, 28 : 140 - 143.

Hily C., Le Hir M. 2002. The use of sedimentary intertidal system as recreational hand fishing area and its impacts on eelgrass beds (*Zostera marina*). In West Brittany, France. *Seminar « The Intertidal System »*. Royal Irish Academy National Committee for Biology, Dublin Ireland.

Horppila J., Nurminen L., 2003. Effects of submerged macrophytes on sediment resuspension and internal phosphorus loading in Lake Hiidenvesi (southern Finland). University of Helsinki, Finland. *Water research* 37(18), pp. 4468-4474.

Ifremer, 2005a. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. *Fiche technique n°6 : Angiospermes – Herbiers à Zostera marina*. : 1 - 4.

Ifremer, 2005b. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos. *Fiche technique n°7 : Angiospermes – Herbiers à Zostera noltii*. : 1 - 4.

Ifremer, 2005c. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. *Rapport RSL-05/2005*. : 1 - 434.

Ifremer, 2010. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2009. *Rapport RSL-10/2010* : 1 - 321.

Kemp, W.M., Sampou, P.A., Garber, J., Tuttle, J., Boynton, W.R., 1992. Seasonal depletion of oxygen from bottom waters of Chesapeake Bay: role of benthic and planktonic respiration and physical exchange processes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 85, 137–152.

Kikuchi, T., 1974. Japanese contributions on consumer ecology in eelgrass (*Zostera marina*) beds with special reference to trophic relationships and resources in inshore fisheries. *Aquaculture*, 4; 145-160.

Knoepffler M., Gros C., 1980. Les eaux brunes de l'étang de Salses-Leucate. *Lab. Arago* :1 - 8.

Larkum A., Orth W.D., Robert J., Duarte F., Carlos M. 2006. Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer publ. : 1 - 691.

Laugier T., 2000. Bilan écologique et diagnostic de l'étang de Salses-Leucate. Contrat pour l'étang de Salses-leucate Volet II.B. Ifremer publ. : 1 - 109.

McGlathery K.J., 2001. Macroalgal blooms contribute to the decline of seagrass in nutrient-enriched coastal waters. *J. Phycol.*, 37 : 453 - 456.

Mendenez M., Comin F.A., 1989. Seasonal patterns of biomass variation of *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande and *Potamogeton pectinatus* L. in a coastal lagoon. *Topics in Marine Biology*. Ros. J. D. (ED.) SCIENT. MAR. 53(2-3) : 633-638.

Onuf C., 1996. Seagrass responses to long-term light reduction by brown tide in upper Laguna Madre, Texas: distribution and biomass patterns. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 138 : 219 - 231.

Orth, R.J., Moore, K.A., 1983. Chesapeake Bay: an unprecedented decline in submerged aquatic vegetation. *Science*, 222: 51-52.

Pergent-Martini C., Pasqualini V., Ferrat L., Pergent G., Fernandez C., 2005. Seasonal dynamics of *Zostera noltii* Hornem. in two Mediterranean lagoons. *Hydrobiologia*. 543 (1) : 233-243.

Plus M., Deslous-Paoli J.M., Dagault T F., 2003. Seagrass (*Zostera marina* L.) bed recolonisation after anoxia-induced full mortality. *Aquatic Botany* 77 (2003) Elsevier publ. :121 - 134.

Riviere A., Verhnet S., 1956. Observations sédimentologiques sur l'étang de Leucate. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 243(16) : 1134 - 7.

Riviere A., Verhnet S., 1958. Evolution de la rive orientale de l'étang de Leucate-Salses. *C.R Acad.Sci Paris*. 246(12) : 1851 - 1894.

Salvyre H., 1977. Spéléologie et hydrogéologie des massifs calcaires des Pyrénées-Orientales. *Revue Conflent*, 86, 87, 90 : 1 - 249.

Sand-Jensen, K., & Borum, J., 1983. Regulation of growth of eelgrass (*Zostera marina*) in Danish coastal waters. *Mar. Tech. Soc. J.*, 17: 15-21.

Scheffer M., 1999. The effect of aquatic vegetation on turbidity; how important are the filter feeders? *Hydrobiologia* Volume 408-409, Number 0 (1999), 307-316.

Segar, D.A., Berberian, G.A., 1976. Oxygen depletion in the New York bight apex: causes and consequences. *Am. Soc. Limn. Oceanogr. (Special Symp.)* 2, 220–239.

Shepherd, S.A., McComb, A.J, Bulthuis, D.A., Neverauskas, V, Steffensen, D. A., & West, R., 1989. Decline of seagrasses. In: *Biology of Seagrass: A Treatise on the Biology of Seagrasses with Special Reference to the Australian Region*. Elsevier, Amsterdam. 346-393.

Short F.T., Burdick D.M., Kaldy J.E., 1995. Mesocosm experiments quantify the effects of eutrophication on eelgrass, *Zostera marina*. *Limnol. Oceanogr.*, 40 : 740 - 749.

Short FT., Wyllie-Echeverria S., 1996. Natural and human induced disturbance of seagrasses. *Environ Conserv.*, 23 : 17 - 27.

SUDOE, 2008. SUDOE Programme de Coopération Territoriale. <http://interreg-sudoe.eu> Juin 2012.

Van den Berg M.S., Scheffer M., Van Nes E., Coops H., 1999. Dynamics and stability of *Chara* sp. and *Potamogeton pectinatus* in a shallow lake changing in eutrophication level. *Hydrobiologia*, Volume 408-409, Number 0 : 335-342.

Velimirov, 1984. Grazing of *Sarpa salpa* L. on *Posidonia oceanica* and utilization of soluble compounds. International workshop *Posidonia oceanica* beds, Boudouresque C.F, Jeudi De Grissac A., Olivier J., edit. GIS Posidonie publ. Fr., 1 : 381 - 387.

Verlaque M., 2000. Actualisation de la flore des macrophytes des étangs de Thau (Hérault) et de Salses-Leucate (Aude – Pyrénées-Orientales). Programme national d'océanographie côtière (2ème phase) pnec - lagunes méditerranéennes. Thème 1 : Le compartiment 'MACROPHYTES' UMR-6540 DIMAR COM CNRS : 1 - 63 + ann.

Viaroli, P., Azzoni, R., Bartoli, M., Giordani, G., Tajè, L., 2001. Evolution of the trophic conditions and dystrophic outbreaks in the Sacca di Goro lagoon (Northern Adriatic Sea). In: Faranda, E.M., Guglielmo, L., Spezie, G. (Eds.), *Mediterranean Ecosystems: Structures and Processes*, pp. 443–451.

Wetzel, R.L., & Neckles, H.A., 1986. A model of *Zostera marina* photosynthesis and growth, simulated effects of selected physical - chemical variables and biological interactions. *Aquat. Bot.*, 26: 307-323.

Wilke M., 1998. Spatio-temporal dynamics of physico-chemical and chemical factors in the water of a heavily transformed Mediterranean coastal lagoon, the Etang de Salses-Leucate (France). *Vie et Milieu*, 49(2-3) : 177 - 191.

6 Annexes

Annexe 1 : Fiches descriptives des espèces de Magnoliophytes présentes dans les herbiers de l'étang de Salses-Leucate

***Zostera noltii* (Zostère naine)**
Hornemann 1832

Classification

Empire : Eukaryota
Règne : Plantae
Sous-règne : Viridiaeplantae
Phylum Magnoliophyta
Classe : Monocotylédones
Ordre : Potamogetonales
Famille : Zosteraceae
Genre : *Zostera*



Herbier à *Zostera noltii* dans l'étang de Salses-Leucate.

Description

Feuilles :

- Longueur : 4 à 20 cm.
- Largeur : 0,5 à 1,5 mm.

Tige : Pas de ramifications.

Fleur : Spadices sur un pédoncule spiralé portant 3 à 12 fleurs unisexuées; période de floraison a lieu entre avril et juin. Généralement, la floraison intervient dès la première année de croissance.

Fruit : Ovaux, arrondis à la base, brunâtres et lisses ; de 2 mm de long et 1 mm de large.

Multiplication : Asexuée (rhizome) ou sexuée (graines) (cette espèce est monoïque).

Racine : Grêles et regroupées par 2 ou 3.

Rhizomes : Très grêles ; émet des feuilles au niveau de ses nœuds.

Distribution : De la Mauritanie au Sud jusqu'à la Norvège méridionale au Nord ; Mer Méditerranée (fonds de baies et lagunes) ; Mer Noire ; Mer Caspienne ; Mer d'Aral.

Habitat : Eaux marines et saumâtres dans des faibles profondeurs (0,1 à 1,5 m) sur sédiment de texture grossière et pauvre en matière organique. L'espèce est vivace.

***Zostera marina* (Grande Zostère)**
Linnaeus, C. (1753)

Classification

Empire : Eukaryota
Règne : Plantae
Sous-règne : Viridaeplantae
Phylum : Magnoliophyta
Classe : Monocotylédones
Ordre : Potamogetonales
Famille : Zosteraceae
Genre : *Zostera*



Herbier à *Zostera marina* dans l'étang de Salses-Leucate.

Description

Feuilles :

- Longueur : de 30 à 120 cm
- Largeur : 3 à 12 mm

Tige : Souvent ramifiée.

Fleur : Unisexuées. Petits épis verts, aplatis, cachés dans la gaine à la base des feuilles portant de 1 à 20 fleurs de chaque sexe ; floraison de mars à septembre. Généralement, la floraison n'intervient qu'après la deuxième année de croissance. Chez la sous-espèce annuelle (*Zostera angustifolia*), la floraison intervient dès la première année de croissance.

Fruit : Ovoïde ou ellipsoïdale, blanchâtre, de 2 à 5 mm de long, surmonté d'un style de 1 à 3 mm.

Racine : Grêles, regroupées par 5 à 20 par nœud.

Rhizomes : 2 à 6 mm d'épaisseur, enfoui.

Multiplication : Asexuée, par bourgeonnement des rhizomes ; sexuée par des graines (espèce monoïque).

Distribution : Eaux froides ou tempérées de l'hémisphère nord (Mer Méditerranée, Océan Atlantique, Manche, Mer du Nord, Mer Baltique), dans les zones et mers bordant l'Atlantique et le Pacifique.

Habitat : Sur substrat sableux ou vaseux des littoraux abrités, des lagunes ou des estuaires ; dans des zones rarement exondées, jusqu'à 11 m de profondeur. L'espèce est vivace.

***Ruppia cirrhosa* (Ruppie spiralée)**
(Petagna) Grande 1918

Classification

Empire : Eukaryota
Règne : Plantae
Sous-règne : Viridiaeplantae
Phylum : Magnoliophyta
Classe : Monocotylédones
Ordre : Potamogetonales
Famille : Ruppiceae
Genre : *Ruppia*



Herbier à *Ruppia cirrhosa* en fleurs dans l'étang de Salses-Leucate.

Description

Feuilles :

- Longueur : moins de 7cm
- Largeur : moins de 1mm

Tige : Beaucoup de ramification, jusqu'à 50cm de long.

Fleur : Minuscules (3-5 mm de diamètre), absence de pétales et sépales, et se produisent par paires sur des tiges. Parfois les fleurs peuvent s'étaler à la surface de l'eau. La pollinisation se produit souvent sous l'eau ou à la surface des eaux. Généralement, la floraison intervient quelques mois seulement après la germination des graines au printemps (plante annuelle).

Fruit : Akène de 1,5 à 2 mm de long de couleur foncée en forme de poire. Chaque fruit est sur des tiges individuelles et connectées au pédoncule floral.

Multiplication : Asexuée, par bourgeonnement des rhizomes ; sexuée par des graines (espèce hermaphrodite.)

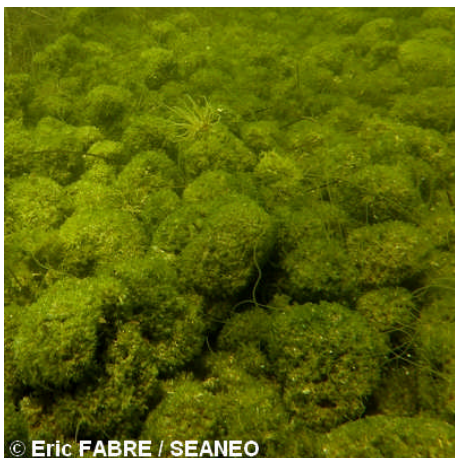
Racine : Fibreuse et peu profondément enfouis sous les rhizomes.

Rhizome : 2 à 6 mm d'épaisseur, enfoui.

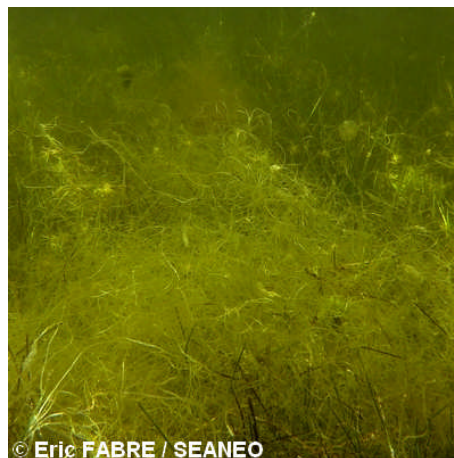
Distribution : Dans le monde.

Habitat : Eaux saumâtre. Peut supporter de grands changements de salinité. La plante est vivace ou annuelle selon les conditions environnementales.

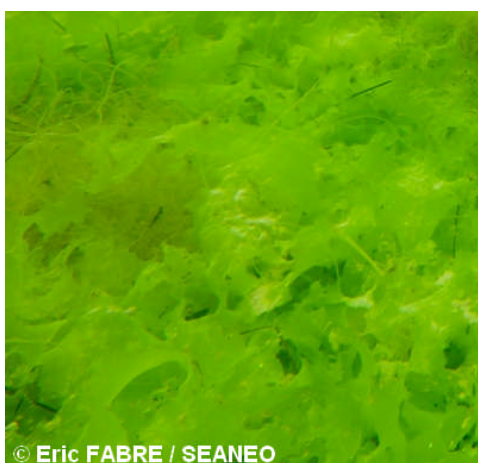
Annexe 2 : Descriptions d'espèces de macrophytes observées lors de la campagne de caractérisation de 2012



Valonia aegagropila (zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate).



Chaetomorpha sp. (zone à enjeux de l'anse du Paurel).



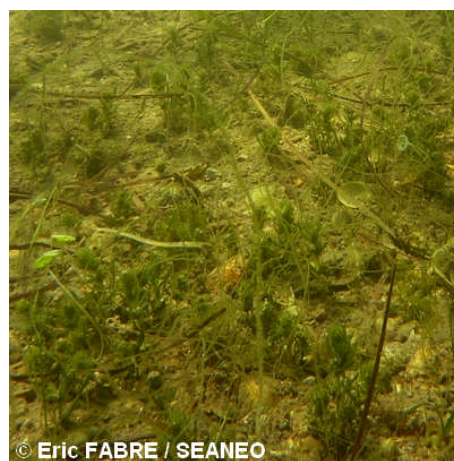
Ulva sp.



Cystoseira sp.

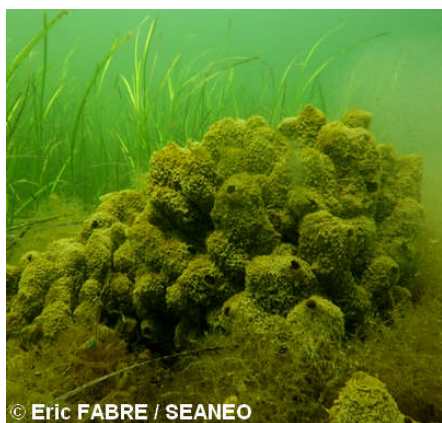


Gracilaria gracilis (zone à enjeux du terrain militaire).



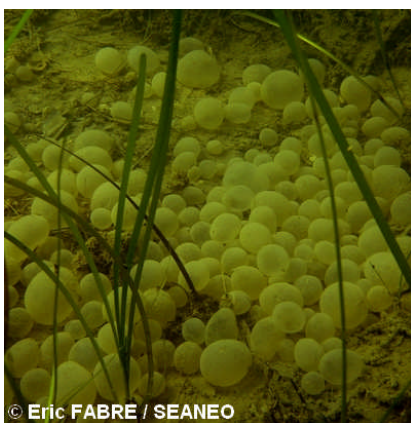
Lamprothamium papulosum (zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate).

Annexe 3 : Descriptions d'espèces de la faune observées lors de la campagne de caractérisation de 2012



© Eric FABRE / SEANEO

Eponge lagunaire sur un substrat dur isolé (zone à enjeux du terrain militaire).



© Eric FABRE / SEANEO

Pontes de vers marins accumulées dans une « dépression intermatte » (zone à enjeux du seuil central).



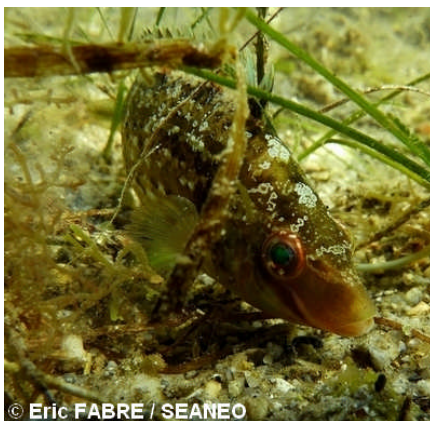
© Eric FABRE / SEANEO

Sabella spallanzanii à proximité d'une limite inférieure d'herbier à *Zostères* (zone à enjeux de la Corrège).



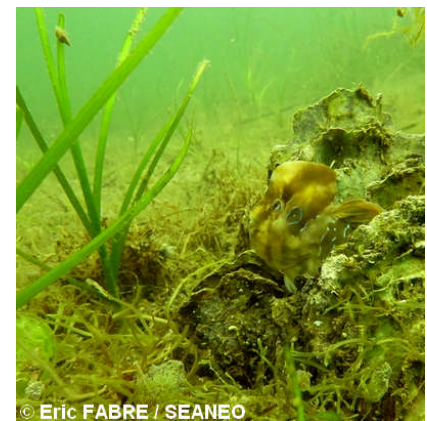
© Eric FABRE / SEANEO

Ascidies coloniales de type *Botrylloides spp.* en « épiphyte » sur un herbier à *Zostera marina* (zone à enjeux de Saint-Hippolyte).



© Eric FABRE / SEANEO

Symphodus cinereus staiti, espèce inféodée à l'herbier de *Zostères* (zone à enjeux du terrain militaire).



© Eric FABRE / SEANEO

Salaria pavo (mâle) abrité dans un récif d'*Ostrea edulis* au niveau d'une limite inférieure d'herbier (zone à enjeux du seuil central).



© Eric FABRE / SEANEO

Anguilla anguilla cachée sous un tapis d'algues rouges (zone à enjeux de l'anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul).



© Eric FABRE / SEANEO

Syngnathus typhle camouflé dans un herbier à *Zostera marina* (zone à enjeux du terrain militaire).





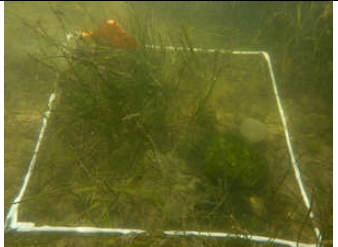
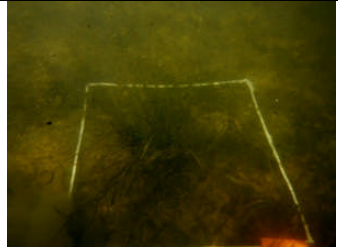
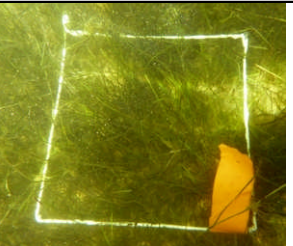
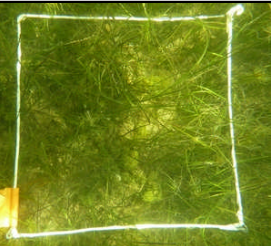
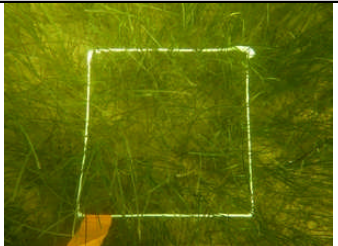
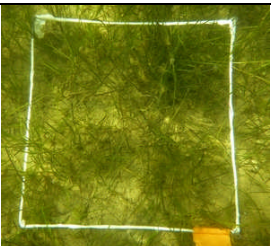
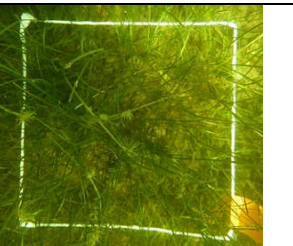
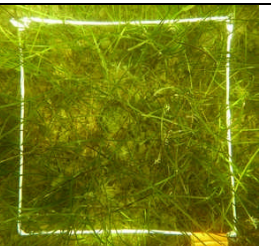
© Eric FABRE / SEANEO

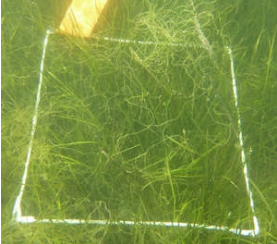
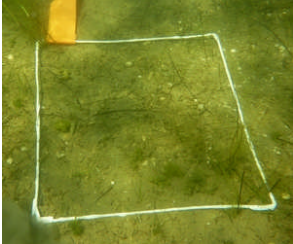
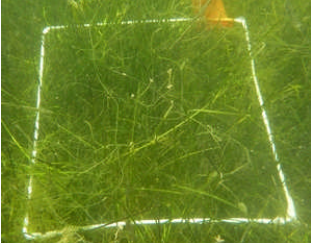

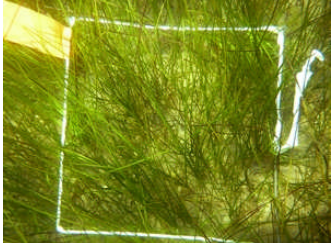
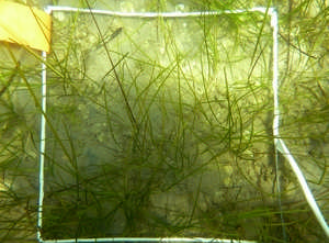

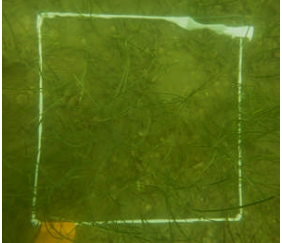
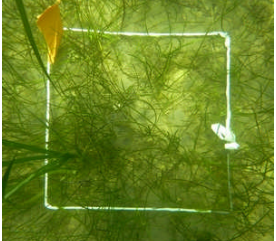

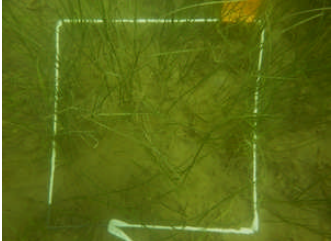

Aurelia aurita, l'une des trois espèces de méduses abondantes dans l'étang de Salses-Leucate (zone à enjeux de Port-Fitou à l'Anse de Leucate).


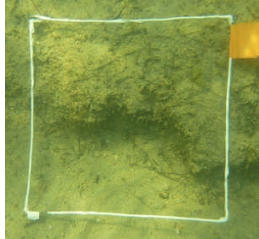
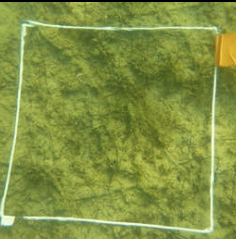
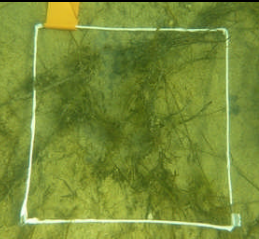
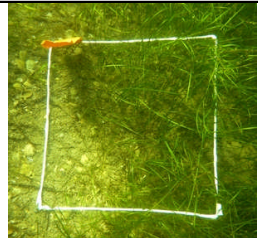
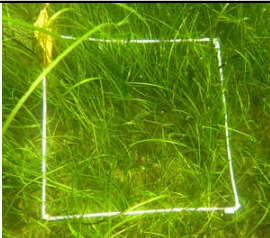
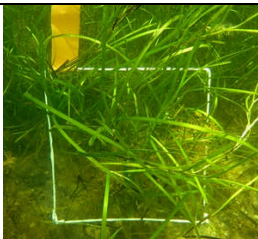
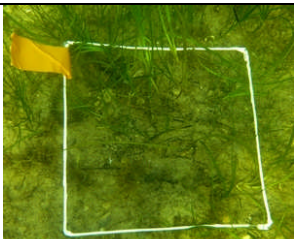
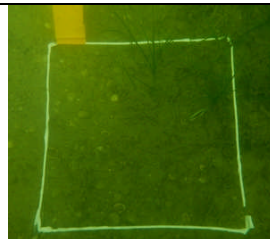
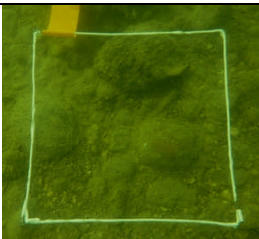
Annexe 4 : Photographies sous-marines des quadrats de caractérisation des Magnoliophytes



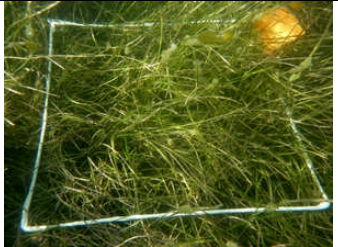

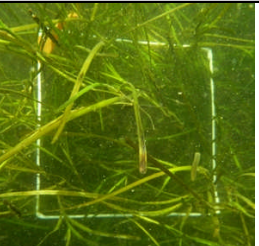

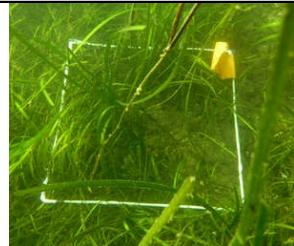

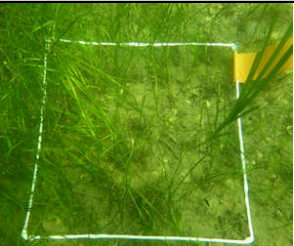
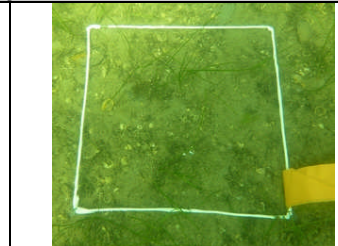
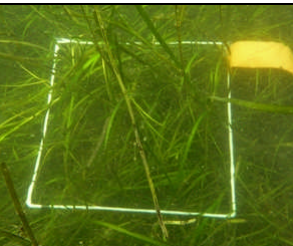

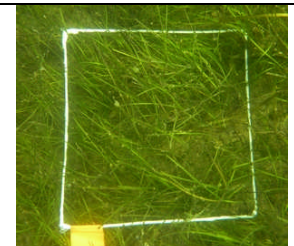

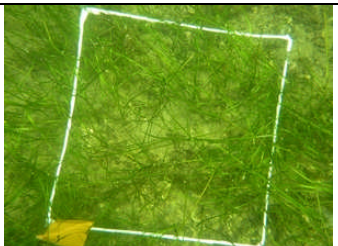
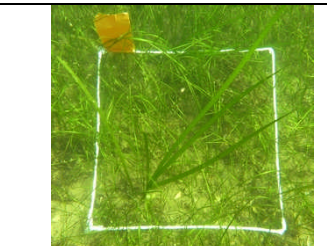
Légende





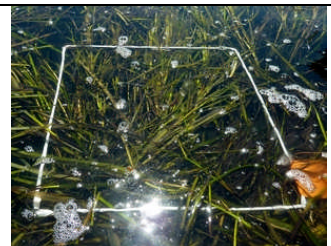

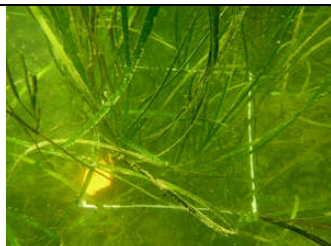

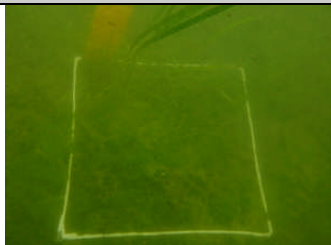
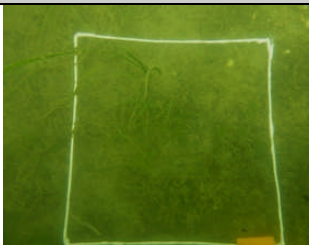
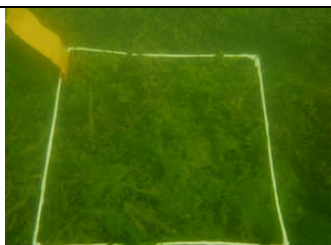

Nom de la station de caractérisation	
Quadrat 1	Quadrat 2
Quadrat 3	Quadrat 4

Caractérisation des Magnoliophytes dans la zone à enjeux n°1 « Paurel »	Station superficielle			
				
	Station centrale			
				
Station profonde				
				

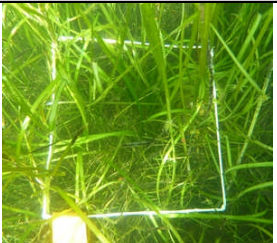
<p>Caractérisation des Magnoliophytes dans la zone à enjeux n°2 « Port-Fitou à l'Anse de Leucate »</p>	Station superficielle				
					
					
	Station profonde				
Station centrale					
					
					

Caractérisation des Magnoliophytes dans la zone à enjeux n°7 « Les Dosses »	Station superficielle						
							
							
	Station centrale						
				Station profonde			
							

<p>Caractérisation des Magnoliophytes dans la zone à enjeux n°10 « Terrain militaire »</p>	Station superficielle				
					
					
	Station profonde				
Station centrale					
					
					

Caractérisation des Magnoliophytes dans la zone à enjeux n°11 « Saint-Hippolyte »			
Station superficielle annexe		Station superficielle	
			
			
Station centrale		Station profonde	
		<p>Pas d'herbier Pas de photos (eau opaque)</p>	
			

Caractérisation des Magnoliophytes dans la zone à enjeux n°13 « Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul »			
Station superficielle de « Anse de la Roquette »		Station superficielle « Font Dame »	
		Photo inexploitable (recouvrement 100 % ; exclusivement <i>Z. noltii</i>)	
Station centrale		Station profonde	

<p>Caractérisation des Magnoliophytes dans la zone à enjeux n°15 « Seuil central »</p>	Station superficielle			
				
	Station centrale			
				
Station profonde				
