



Rivage



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

2014

 **SEANEO**

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

2014

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

11 Rue Louis Esparre
66100 PERPIGNAN
FRANCE
Tél : + 33 (0)4 34 10 43 20
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, 2014. Caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate. Syndicat RIVAGE Salses-Leucate & SEANEO. SEANEO publ. Fr. : 65 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 la 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	Données existantes.....	6
1.2	Contexte et objectifs de l'étude	7
2	Caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines	8
2.1	Zones à enjeux faisant l'objet du suivi	8
2.2	Méthodologie.....	9
2.3	Résultats	11
2.4	Discussion.....	34
3	Conclusion	42
4	Bibliographie.....	44
5	Annexes.....	49

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des transects permanents et des stations de caractérisation.....	8
Figure 2 : Mise en place du transect permanent et des stations de caractérisation.....	9
Figure 3 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de l'Anse du Paurel.	11
Figure 4: Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.....	13
Figure 5 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux des Dosses.	15
Figure 6 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux du terrain militaire.....	17
Figure 7 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.....	19
Figure 8 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de l'Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul.	21
Figure 9: Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux du seuil central.....	23
Figure 10 : Evolution du taux de recouvrement moyen sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.....	25
Figure 11 : Evolution de la densité moyenne de <i>Zostera noltei</i> sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.....	26
Figure 12 : Evolution de la densité moyenne de <i>Zostera marina</i> sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.....	27
Figure 13 : Evolution de la hauteur moyenne de la canopée de <i>Zostera noltei</i> sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.....	28
Figure 14 : Evolution de la hauteur moyenne de la canopée de <i>Zostera marina</i> sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.....	29
Figure 15 : Evolution du taux d'épiphytage moyen entre 2011 et 2014.	30
Figure 16 : Dégradation de l'herbier au niveau de la station centrale de l'anse du Paurel.....	34
Figure 17 : Piétinement des fonds au niveau de la station centrale de l'anse du Paurel.....	35
Figure 18 : Banc de <i>Valonia aegagropila</i> au niveau de la partie profonde de l'anse du Paurel.....	35
Figure 19 : Aspects des fonds au niveau de la station centrale.....	39

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées des limites d'herbier (2014) et des stations de caractérisation.	10
Tableau 2 : Mesures effectuées sur chaque station.	10
Tableau 3 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de l'Anse du Paurel.	12
Tableau 4 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.	14
Tableau 5 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux des Dosses.	16
Tableau 6 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux du terrain militaire.	18
Tableau 7 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.	20
Tableau 8 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de l'Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul.	22
Tableau 9 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux du seuil central.	24
Tableau 10 : Analyse de l'évolution des limites des herbiers de l'étang de Salses-Leucate depuis 2010.	31
Tableau 11 : Comparaison des classes d'herbier au niveau des stations de caractérisation depuis 2011.	32
Tableau 12 : Présentation des résultats globaux des quatre dernières campagnes de caractérisation.	33
Tableau 13 : Cumuls pluviométriques dans la plaine du Roussillon en début d'année (station METAR/SYNOP de Perpignan-Rivesaltes) et vitalité de l'herbier.	36

1 Contexte et objectifs de l'étude

L'étang de Salses-Leucate, le Syndicat Mixte RIVAGE Salses-Leucate et le périmètre d'étude sont développés dans les précédents rapports d'étude (Dalias et Fabre, 2011 ; 2012 ; 2013a). Les données existantes sur les herbiers de l'étang de Salses-Leucate ont été mises à jour et sont présentées ci-dessous.

1.1 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 par (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). Par la suite, la récession des herbiers de *Zostera* au profit de *Valonia aegagropila* (C. Agardh) a été suivie par Clanzig (1987) dans l'anse du Paurel.

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 ; Ifremer, 2013). Ces données, acquises dans le but d'une estimation de l'état de la lagune vis-à-vis de l'eutrophisation, permettent d'apprécier la répartition globale des herbiers.

Actuellement, plus de 77 espèces de macrophytes ont été répertoriées (Verlaque, 2000). Les Magnoliophytes dominantes sont *Zostera noltei* (Hornemann) et *Ruppia cirrhosa* (Petagna) alors que *Zostera marina* (Linnaeus) est moins abondante (Boutière *et al.*, 1982 ; Laugier, 2000). Les macrophytes sont présentes sur la quasi-totalité des fonds de l'étang avec des biomasses importantes. 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 (*Ulva sp.*, *Chaetomorpha sp.*, *Entéromorpha sp.*, etc.) sont présents près des rejets de stations d'épuration et de piscicultures (Laugier, 2000).

En 2010, une cartographie de Zonage A Dire d'Acteurs (ZADA) des herbiers 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). Le 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. Dans la continuité de ce projet, une campagne de cartographie précise et de caractérisation des herbiers a été réalisée (Dalias et Fabre, 2011). Par la suite, des campagnes annuelles de caractérisation sont réalisées sur plusieurs zones à enjeux de l'étang (Dalias et Fabre, 2012).

La cartographie réalisée en 2010 montre que les herbiers colonisent la plupart des fonds du bassin de Leucate et les fonds entre 0 et 2,4 mètres dans le bassin de Salses. Par la suite, la caractérisation effectuée sur les 7 zones à enjeux a montré que *Z. noltei* constitue l'espèce dominante de la lagune (96 % des faisceaux), tandis que *Z. marina* représente 4,5 % des faisceaux. Toutefois, les faisceaux de *Zostera marina* peuvent atteindre 1 m de haut alors que *Z. noltei* dépasse rarement 30 cm en moyenne (Dalias et Fabre, 2012). *R. cirrhosa* représente 0,5 % des herbiers des zones à enjeux étudiées, et se développe plutôt localement, mêlée aux autres espèces. En revanche, elle peut présenter des herbiers monospécifiques denses hors des zones étudiées, comme sur les bancs de sables entre la Corrège et le grau des ostréiculteurs. Enfin,

Ruppia maritima a été observée en quantité dans les zones profondes du bassin des Dins d'Illes (Dalias et Fabre, 2013b). Cette espèce, difficile à différencier de *R. cirrhosa* en dehors de la période de floraison, avait déjà été mise en évidence par Verlaque (2000).

Actuellement, le développement des herbiers est parfois limité par la prolifération des algues vertes opportunistes (*Ulva* sp. et *Chaetomorpha* sp.), surtout à l'Ouest de la lagune. Ces proliférations peuvent être le reflet d'apports continentaux contenant une grande quantité d'éléments nutritifs (nitrates, phosphates) (Dalias et Fabre, 2011 ; 2012 ; 2013a).

Au centre du bassin de Salses, les rhodophytes, dominées par *Halopitys incurva*, peuvent entrer en compétition avec les herbiers (Dalias et Fabre, 2011). Depuis les premières études du Réseau de Suivi Lagunaire, *H. incurva* est citée comme une espèce constituant des peuplements denses au Sud de la lagune (Laugier, 2000 ; Ifremer, 2005c ; Ifremer, 2010). En revanche, en 2012, pour des raisons encore mal connues, cette espèce a pratiquement disparu (Dalias et Fabre, 2012 ; Ifremer, 2013), pour réapparaître à nouveau en 2013 (Dalias et Fabre, 2013a).

Dans le bassin de Leucate, l'herbier est moins impacté. La principale menace est *Valonia aegagropila*, Chlorophyte dont le développement parfois important peut limiter l'extension des herbiers (Cesmat, 2006). Jusqu'en 2010, cette espèce occupait de vastes superficies (Ifremer, 2005c ; Fabre, 2010), mais à partir de cette date, l'extension des bancs de *V. aegagropila* a diminué. Aujourd'hui, l'espèce vit en association avec l'herbier sans l'asphyxier (Dalias et Fabre, 2012 ; 2013a ; Ifremer, 2013).

En 2013, une cartographie et une caractérisation des herbiers de Magnoliophytes a été réalisée au Sud du bassin des Dins d'Illes, dans le chenal de l'Île aux Pêcheurs, et dans le chenal de l'étang de l'Angle. Dans ces deux dernières zones, les herbiers présentent un développement limité. En revanche dans le bassin des Dins d'Illes, *Z. marina* colonise les fonds plus profondément que dans le reste de l'étang de Salses-Leucate. Les densités observées peuvent être supérieures à la densité maximale observable dans l'étang de Salses-Leucate, notamment chez *Z. marina* (Dalias et Fabre, 2013b).

1.2 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 l'échelle du bassin versant (eutrophisation) et à l'échelle globale (climatique). La surveillance de leur état de conservation 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 la caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate (Dalias et Fabre, 2011 ; 2012 ; 2013a) réalisées dans le cadre du projet européen SUDOE ECO-LAGUNES (SUDOE, 2008). L'objectif de la présente étude est de renouveler la campagne de caractérisation des Magnoliophytes marines (Dalias et Fabre, 2011 ; 2012 ; 2013a). La caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines doit s'effectuer tous les ans à la même période, afin de permettre une comparaison pertinente. 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.

2 Caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines

2.1 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. Les campagnes de caractérisation sont réalisées sur ces transects (Figure 1).

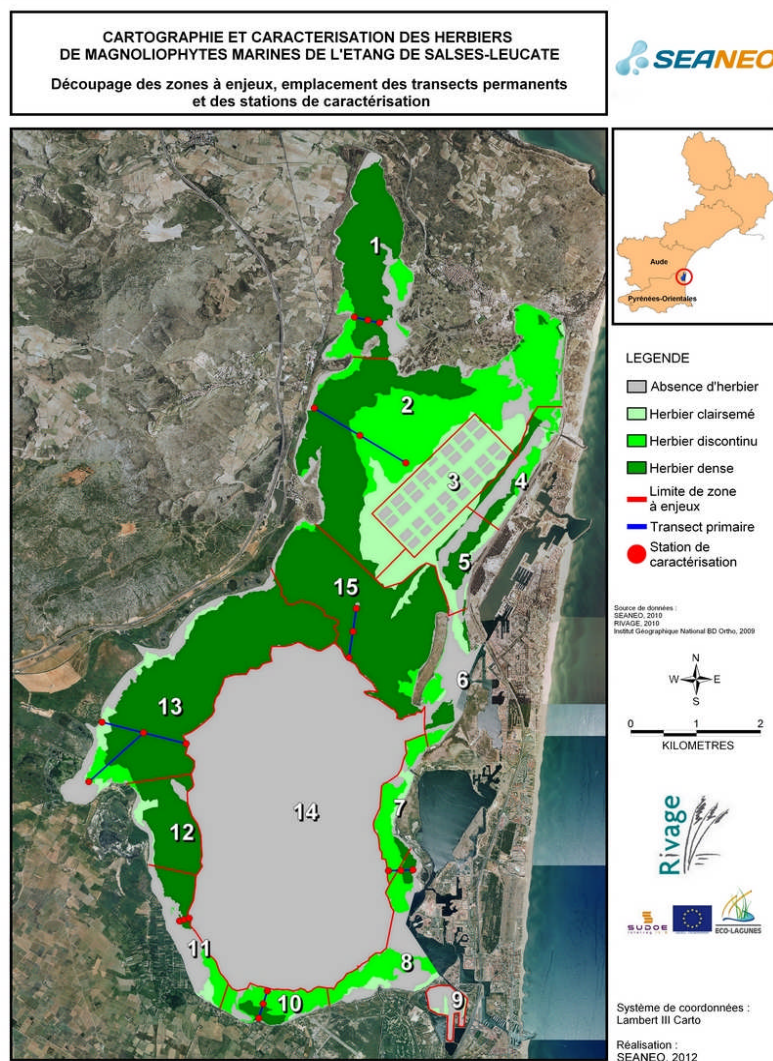


Figure 1 : Localisation des transects permanents et des stations de caractérisation.

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 ».

2.2 Méthodologie

2.2.1 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 a été installé. 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).

2.2.1.1 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. Les extrémités du transect sont géolocalisées par GPS. Les bornes FENO installées ont toutes disparu entre 2011 et 2012 (caractéristiques du substrat et de la dynamique hydrosédimentaire de l'étang). Par conséquent, seuls les points GPS sont utilisés lors des campagnes (Figure 2 ; Tableau 1).

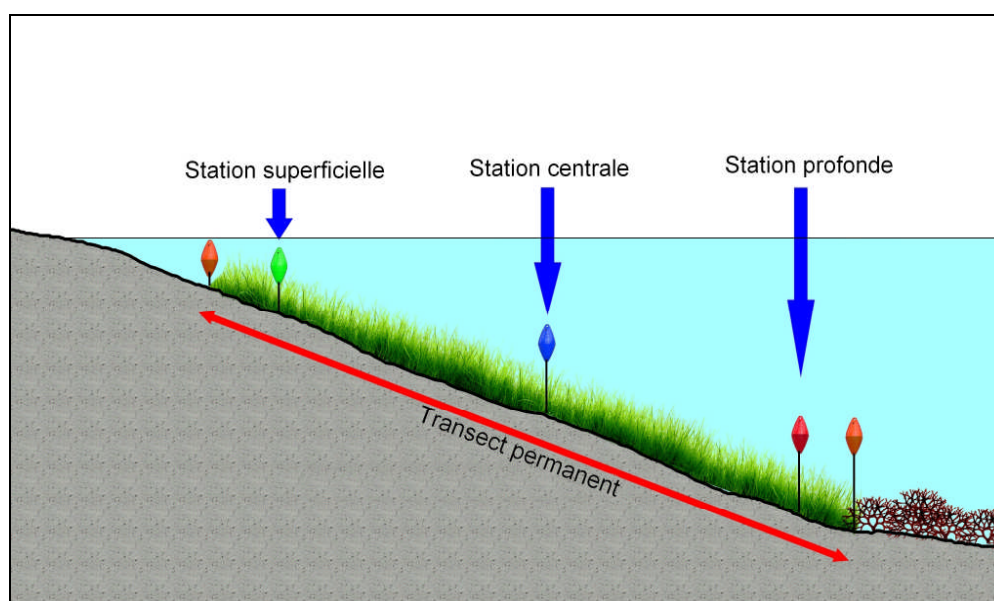


Figure 2 : Mise en place du transect permanent et des stations de caractérisation.

2.2.1.2 Mise en place des stations de caractérisation

Le long du transect permanent, au moins trois stations de caractérisation, géolocalisées 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). 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; 2012).


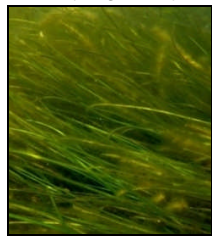
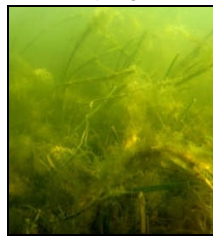
Tableau 1 : Coordonnées des limites d'herbier (2014) et des stations de caractérisation.

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	N42.90394 E3.00678	N42.90266 E3.01413	N42.90380 E3.00729	N42.90337 E3.00990	N42.90297 E3.01224
2 : Port-Fitou à Anse de Leucate	N42.89075 E2.99823	/	N42.89050 E2.99930	N42.88640 E3.00815	N42.88230 E3.01722
7 : Dosses	N42.82243 E3.01867	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	N42.81453 E2.97099	N42.81513 E2.97226	N42.81504 E2.97172 Sta. Suppl. : N42.81450 E2.96979	N42.81524 E2.97264	N42.81525 E2.97308
13 : Anse 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	N42.83363 E2.94906	/	N42.83555 E2.95366	/	/
15 : Seuil central	N42.86136 E3.00733	N42.85188 E3.00471	N42.86110 E3.00723	N42.85749 E3.00647	N42.85367 E3.00563

2.2.2 Caractérisation des herbiers

Lors de la caractérisation, l'évolution des limites supérieures et inférieures de l'herbier est analysée. 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 sont placés au hasard et plusieurs paramètres y sont mesurés (Tableau 2) (Dalias et Fabre, 2011; 2012).

Tableau 2 : 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'épiphytisme	Epiphytisme faible 	Epiphytisme moyen 	Epiphytisme 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 : Cascaïl (<i>Ficopomatus enigmatus</i>) ; Hippocampes ; Oursins ; Grande nacre (<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. 		

2.3 Résultats

2.3.1 Résultats bruts de la caractérisation

2.3.1.1 Anse du Paurel

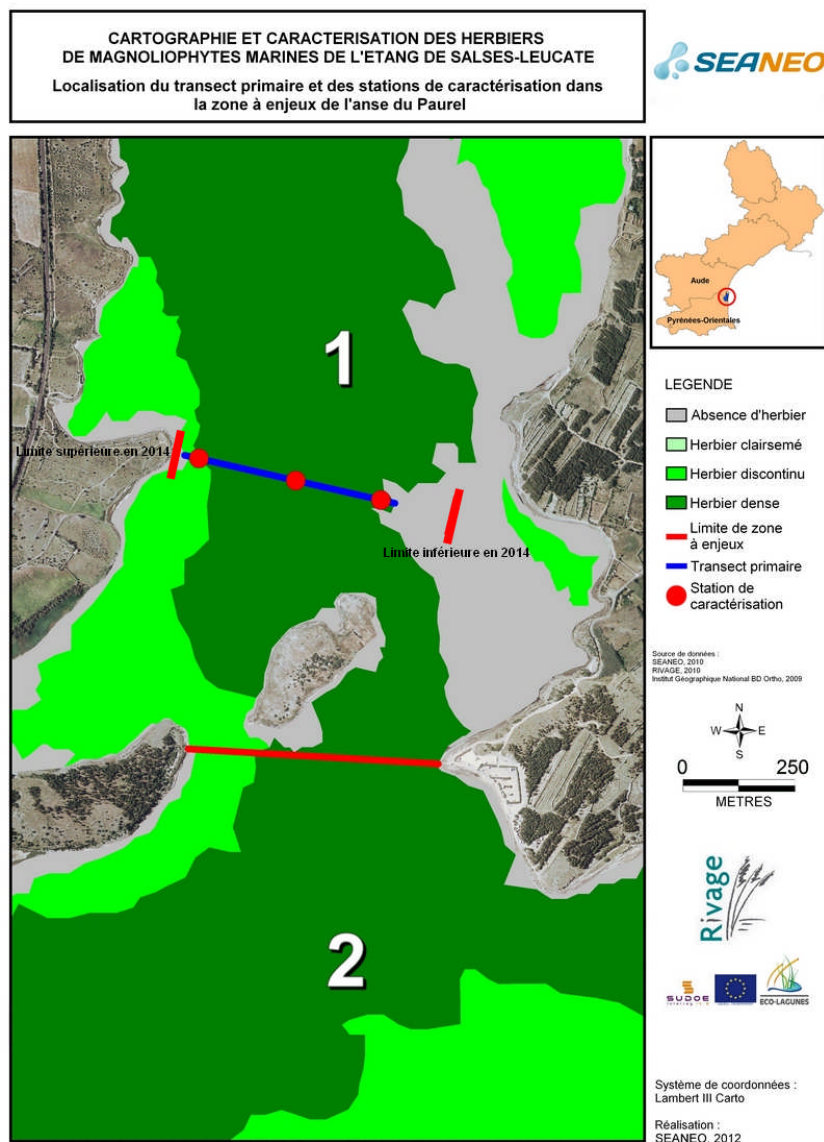


Figure 3 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de l'Anse du Paurel.

En 2014, l'herbier de l'anse du Paurel présente des caractéristiques hétérogènes, comme en 2013.

Au niveau de la station superficielle, l'herbier est en bon état, avec la présence de fructifications.

Sur la station centrale, l'herbier est dégradé, mais aucun élément visuel ne permet d'expliquer la raison de cette dégradation. Elle pourrait être liée à des événements anciens.

Au niveau de la station profonde, l'herbier est en bon état de conservation et la limite inférieure a progressé. Un retour de *Valonia aegagropila* peut être signalé.

Tableau 3 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeu de l'Anse du Paurel.

N° Zone à enjeux : 1	Date : 02/07/2014											
	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	100	100	100	5	5	15	20	95	90	90	85
Densité de <i>Z. noltei</i> (fsx / m ²)	2700	3800	3100	3700	420	340	730	1260	2700	1900	1500	1300
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	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m ²)	2700	3800	3100	3700	420	340	730	1260	2700	1900	1500	1300
Proportion <i>Z. noltei</i> (%)	100	100	100	100	100	100	100	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	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltei</i> (cm)	17	15	20	13	7	7	6	7	30	30	35	25
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	Herbier dense de <i>Zostera noltei</i> .				Herbier clairsemé de <i>Zostera noltei</i> .				Herbier dense. <i>Zostera noltei</i> = dense ; <i>Zostera marina</i> = clairsemée			
Macrophytes associées (recouvrement %)	Q1 = <i>Valonia aegagropila</i> : 10 % ; <i>Cladophora glomerata</i> : 75 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> 2 % Q2 = <i>Valonia aegagropila</i> : 20 % ; <i>Cladophora glomerata</i> : 75 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> 1 % Q3 = <i>Valonia aegagropila</i> : 60 % ; <i>Cladophora glomerata</i> : 40 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> 10 % Q4 = <i>Cladophora glomerata</i> : 35 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> 1 %				Q1 = <i>Acetabularia acetabulum</i> : 4 % ; <i>Lamprothamium papulosum</i> : 5 % ; <i>Cladophora vagabunda</i> : 15 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> : 5 % ; <i>Valonia aegagropila</i> : 2 % Q2 = <i>Acetabularia acetabulum</i> : 3 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> : 5 % Q3 = <i>Acetabularia acetabulum</i> : 4 % Q4 = <i>Acetabularia acetabulum</i> : 7 %				Q1 = <i>Valonia aegagropila</i> : 85 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> 40 % Q2 = <i>Valonia aegagropila</i> : 75 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> 20 % Q3 = <i>Valonia aegagropila</i> : 90 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> 50 % Q4 = <i>Acetabularia acetabulum</i> : 3 % ; <i>Valonia aegagropila</i> : 100 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> 70 %			
Faune associée (nombre d'individus)	Aucune espèce particulière n'a été observée.				Aucune espèce particulière n'a été observée.				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .			
Evolution de la limite supérieure (m)	Aucune évolution											
Evolution de la limite inférieure (m)	Progression de 125 m											
Paramètres climatiques	Ensoleillé, chaud et vent nul.				Ensoleillé, chaud et vent nul.				Ensoleillé, chaud. Vent nul.			
Remarques diverses	Herbier d'aspect gazonnant. Présence de fructifications. Piétinement important.				Herbier dégradé. Présence de nombreux rhizomes nus. Marques de piétinement nombreuses (rendues visibles par l'absence d'herbier).				Herbier en bon état de conservation. Présence de fructifications. Présence de quelques tâches isolées de <i>Z. marina</i> , non observées lors des campagnes précédentes. Traces de prolifération de <i>Valonia aegagropila</i> et <i>Chaetomorpha aera</i> .			

2.3.1.2 Port-Fitou à l'anse de Leucate

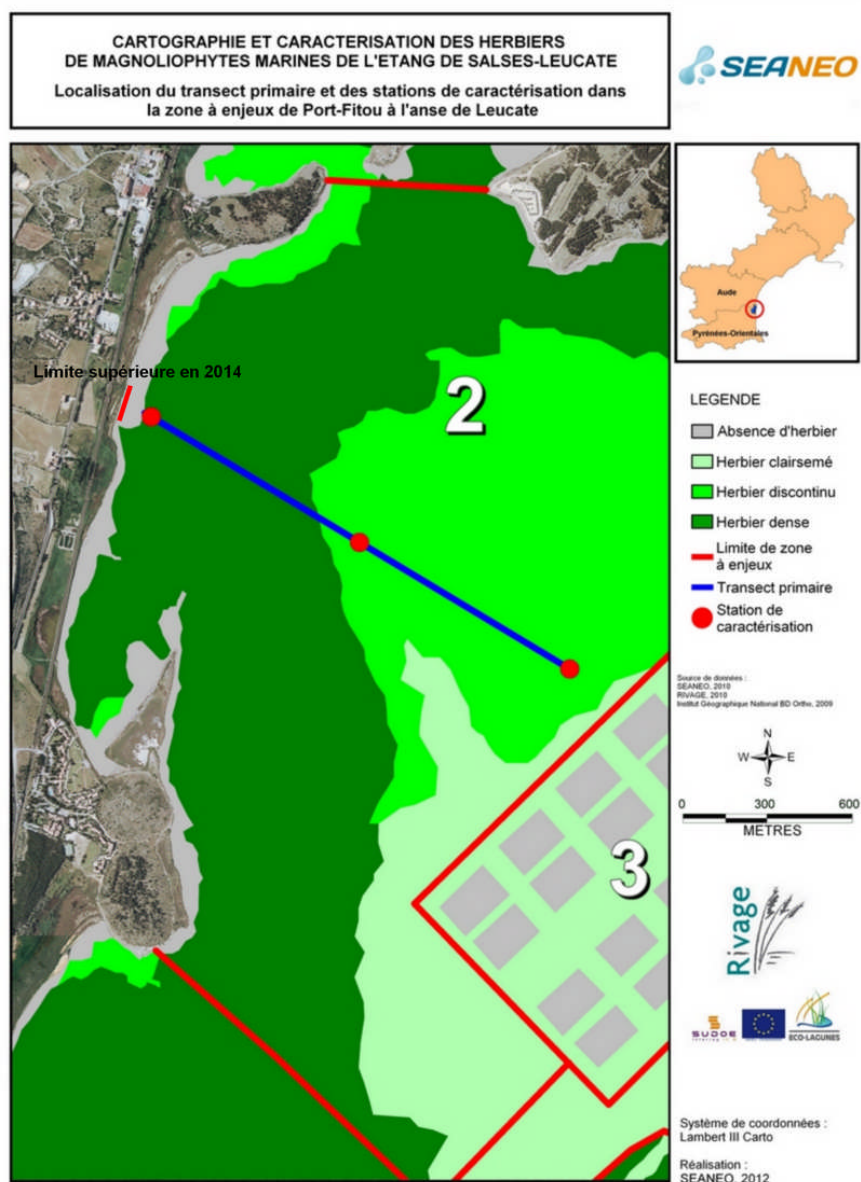


Figure 4 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.

En 2014, l'herbier de cette zone à enjeux garde une bonne vitalité, comme en 2013. Cet herbier est associé à des Characées (*Lamprothamnium papulosum*), à *Acetabularia acetabulum*, mais également à des algues vertes opportunistes comme *Chaetomorpha* sp., et à *Valonia aegagropila* qui est présente ponctuellement au sein de l'herbier.

Au niveau des stations centrale et profonde, l'herbier est dense et possède une vitalité plus importante que pendant l'état initial de référence.

Tableau 4 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de Port-Fitou à l'anse de Leucate.

N° Zone à enjeux : 2	Date : 24/06/2014											
	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 (%)	4	2	1	1	85	90	100	85	65	30	70	80
Densité de <i>Z. noltei</i> (fsx / m ²)	290	150	60	80	1100	1500	1600	1300	250	180	550	750
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	0	0	0	10	0	20	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)	290	150	60	80	1100	1500	1600	1310	250	200	550	750
Proportion <i>Z. noltei</i> (%)	100	100	100	100	100	100	100	99	100	90	100	100
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltei</i> (cm)	10	5	5	5	40	40	45	35	40	40	40	45
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	35	-	60	-	-
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytisme	Moyen	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	Herbier clairsemé et dégradé de <i>Z. noltei</i>				Herbier de type « dense » avec : <i>Z. noltei</i> = dense ; <i>Z. marina</i> = clairsemé				Herbier dense : <i>Z. noltei</i> = discontinu ; <i>Z. marina</i> = clairsemée			
Macrophytes associées (recouvrement %)	Q1 = <i>Chaetomorpha aera</i> 5 % ; <i>Valonia aegagropila</i> : 5 % ; <i>Cladophora glomerata</i> 10 %. Q2 = <i>Acetabularia acetabulum</i> 1 % ; <i>Valonia aegagropila</i> : 1 % ; <i>Cladophora glomerata</i> 5 %. Q3 = <i>Acetabularia acetabulum</i> 3 % ; <i>Lamprothamnium papulosum</i> : 5 % ; <i>Chaetomorpha aera</i> 3 % Q4 = <i>Acetabularia acetabulum</i> 1 % ; <i>Valonia aegagropila</i> : 10 %				Q1 = <i>Chondria capillaris</i> 10 % ; Q2 = <i>Chondria capillaris</i> 15 % ; Q3 = <i>Chondria capillaris</i> 5 % ; Q4 = <i>Chondria capillaris</i> 5 % ;				Q1 = <i>Dictyota spiralis</i> 20 % ; Q2 = <i>Dictyota spiralis</i> 15 % ; <i>Cutleria multifida</i> 10 %. Q3 = <i>Dictyota spiralis</i> 5 % ; <i>Cladophora glomerata</i> 5 % ; Q4 = <i>Dictyota spiralis</i> 5 % ;			
Faune associée (nombre d'individus)	Aucune espèce particulière n'a été observée.				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> . Présence de <i>Dicentrarchus labrax</i> .				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> . Présence de <i>Gobius niger</i> .			
Evolution de la limite supérieure (m)	Aucune évolution											
Evolution de la limite inférieure (m)	-											
Paramètres climatiques	Nuageux, vent de Nord-Ouest fort.				Nuageux, vent fort de Nord-Ouest.				Nuageux, vent fort de Nord-Ouest.			
Remarques diverses	Milieu turbide, présence de malaïgue dans l'agouille passant sous la voie ferrée, au droit du transect. Habituellement un écoulement faible est observé dans cette agouille. Absence d'écoulement en 2014.				Milieu turbide (phytoplancton probable)				Milieu turbide (MES probable) du fait des précédents épisodes de vent fort de Nord-Ouest.			

2.3.1.3 Les Dosses

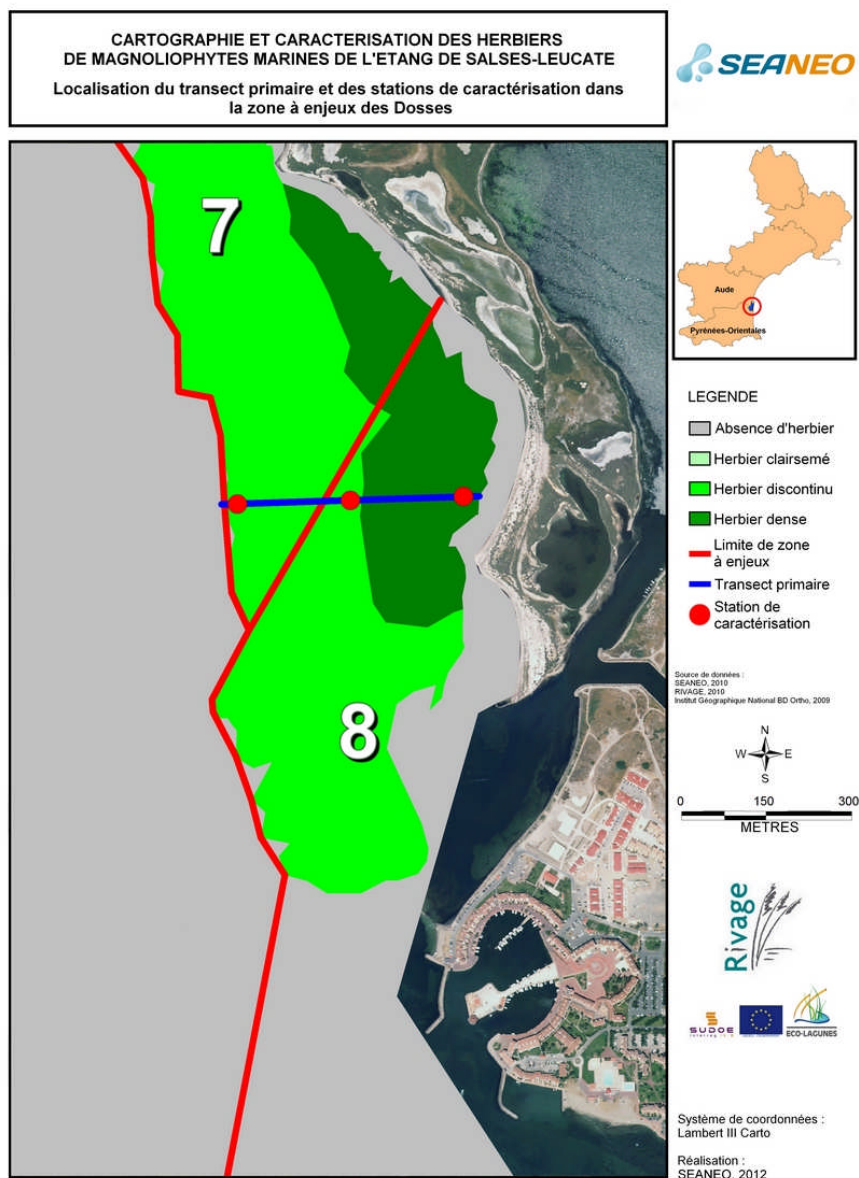


Figure 5 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux des Dosses.

Depuis 2013, cet herbier a subi peu de modifications au niveau de sa vitalité. Il présente un aspect discontinu, peu enclin à progresser du fait de la topographie du site (fonds accidentés avec vasières, présence de galets et de forêts de *Cystoseira* sp., profondeur importante à l'Ouest de la zone).

En 2014, cet herbier présente des caractéristiques visuelles similaires à l'état initial de référence.

Tableau 5 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux des Dosses.

N° Zone à enjeux : 7	Date : 23/06/2014											
	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 (%)	1	7	2	80	70	4	45	7	4	8	25	65
Densité de <i>Z. noltei</i> (fsx / m ²)	140	540	180	1750	1750	270	1250	300	40	300	310	750
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	20	40	0	60	10	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)	140	540	180	1750	1770	310	1250	360	50	300	310	750
Proportion <i>Z. noltei</i> (%)	100	100	100	100	99	87	100	83	80	100	100	100
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	0	0	0	0	1	13	0	17	20	0	0	0
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltei</i> (cm)	4	10	10	25	15	10	15	15	20	20	20	20
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	-	-	-	-	20	10	-	15	40	-	-	-
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytase	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Faible	Moyen	Faible	Faible	Faible	Moyen
Type de substrat	Sable	Sable	Sable	Sable	V+C	V+C	V+C	V+C	V+C	V+C	V+C	V+C
Aspect de l'herbier lors de la caractérisation	Herbier restauré et ayant une vitalité supérieure à l'état initial de référence. Herbier discontinu sur sable. Aucun signe apparent de dégradation.				Herbier discontinu à vitalité semblable à l'état initial cartographique de 2010. Herbier discontinu : <i>Z. noltei</i> = discontinu ; <i>Z. marina</i> = clairsemé				L'herbier garde une vitalité faible, comme lors des précédentes années. Vitalité inférieure à l'état initial cartographique de 2010. Herbier Clairsemé : <i>Z. noltei</i> = clairsemée ; <i>Z. marina</i> = clairsemée.			
Macrophytes associées (recouvrement %)	Quelques pieds de <i>Cystoseira</i> sp. fixés sur des galets isolés. Q2 = <i>Ectocarpaceae</i> : 5 % Q3 = <i>Ectocarpaceae</i> : 2 % Q4 = <i>Cutleria multifida</i> : 20 %				Présence fréquente de pieds de <i>Cystoseira</i> , quand support adéquat (galets). Q1 = <i>Acetabularia acetabulum</i> : 2 % ; <i>Ectocarpaceae</i> : 4 %. Q2 = <i>Acetabularia acetabulum</i> : 2 % ; <i>Ectocarpaceae</i> : 2 %. Q4 = <i>Ectocarpaceae</i> : 3 %.				Q1 = <i>Cutleria multifida</i> : 25 % Q3 = <i>Cutleria multifida</i> : 25 % <i>Dictyota spiralis</i> 2 % Q4 = <i>Cutleria multifida</i> : 10 %			
Faune associée (nombre d'individus)	Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .				Présence d'huîtres plates fixées sur les galets. Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .				Présence de quelques huîtres plates. Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .			
Evolution de la limite supérieure (m)	Progression de 21 m par rapport à 2013.											
Evolution de la limite inférieure (m)	Aucune évolution											
Paramètres climatiques	Orages, vent nul.				Orages, vent nul.				Orages, vent nul.			
Remarques diverses	Présence de <i>Pinna nobilis</i> à quelques dizaines de mètres au Sud de la zone. Fructification de <i>Z. noltei</i> .				Présence de <i>Pinna nobilis</i> à quelques dizaines de mètres au Sud de la zone.				Sur cette station, l'herbier se développe préférentiellement au sommet de vasières argileuses. Turbidité importante et forts courants (grau à proximité).			

2.3.1.4 Terrain militaire

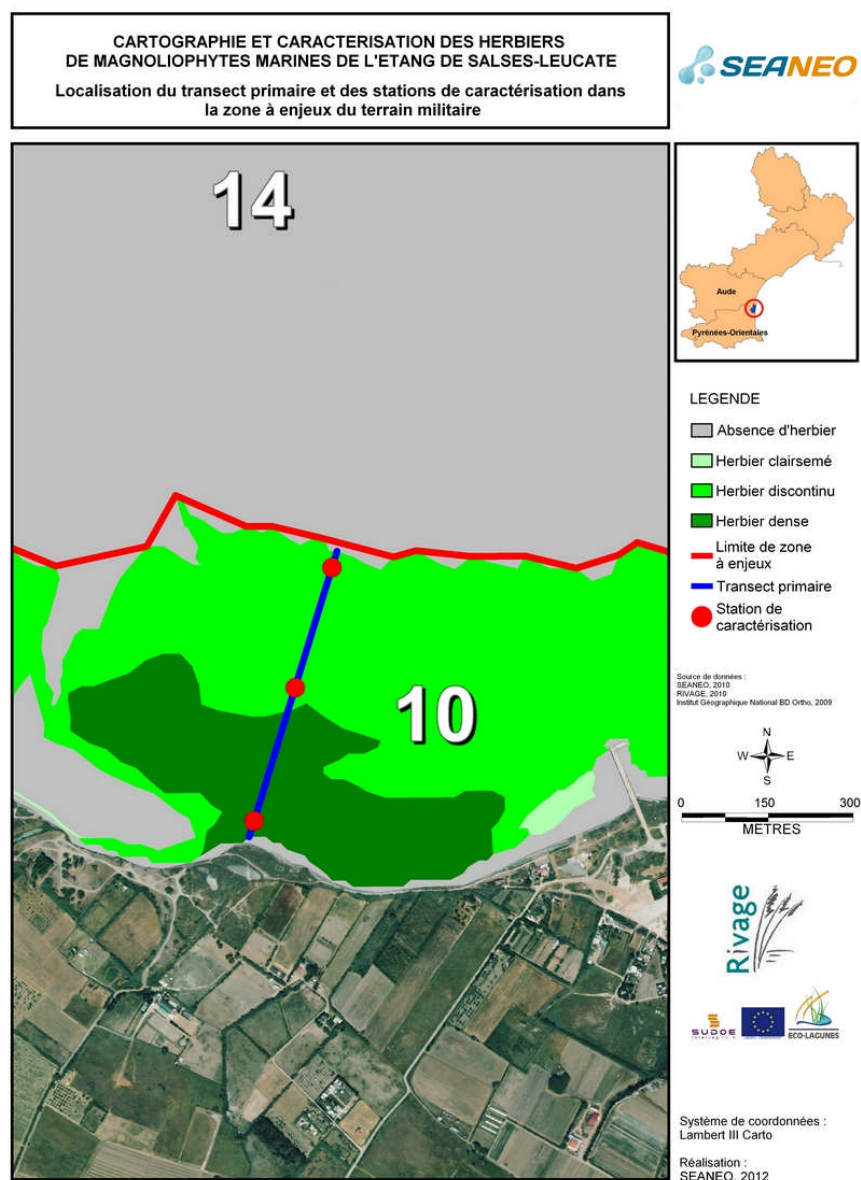


Figure 6 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux du terrain militaire.

Au niveau de la station superficielle, l'herbier possède une vitalité plus faible que les années précédentes.

Au niveau des stations centrale et profonde, l'herbier possède une bonne vitalité. Aucun phénomène pouvant altérer le développement de l'herbier n'a été observé.

Tableau 6 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux du terrain militaire.

N° Zone à enjeux : 10	Date : 24/06/2014											
	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 (%)	75	1	1	1	95	90	75	75	40	40	25	80
Densité de <i>Z. noltei</i> (fsx / m ²)	1100	30	40	50	2900	1600	1100	750	1050	250	650	1400
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	0	130	40	200	0	140	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)	1100	30	40	50	2900	1730	1140	950	1050	390	650	1400
Proportion <i>Z. noltei</i> (%)	100	100	100	100	100	92	96	79	100	64	100	100
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	0	0	0	0	0	8	4	21	0	36	0	0
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltei</i> (cm)	10	5	5	5	15	15	15	20	20	25	15	25
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	-	-	-	-	-	25	30	40	-	30	-	-
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytage	Moyen	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Faible	Moyen	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 perd en vitalité. Herbier de classe « Discontinu » : <i>Z. noltei</i> = discontinu ; <i>Z. marina</i> = clairsemé.				L'herbier garde une bonne vitalité, comme en 2013. Herbier dense : <i>Z. noltei</i> = dense ; <i>Z. marina</i> = clairsemée.				Herbier ayant gagné en vitalité par rapport à 2013. Herbier discontinu : <i>Z. noltei</i> = discontinu ; <i>Z. marina</i> = clairsemée.			
Macrophytes associées (recouvrement %)	Q1 = <i>Ectocarpaceae</i> : 20 % ; <i>Acetabularia acetabulum</i> : 3 % Q2 = <i>Ectocarpaceae</i> : 2 % ; <i>Acetabularia acetabulum</i> : 2 % Q3 = <i>Ectocarpaceae</i> : 90 % Q4 = <i>Ectocarpaceae</i> : 4 % ; <i>Acetabularia acetabulum</i> : 2 %				Q2 = <i>Acetabularia acetabulum</i> : 10 % Q3 = <i>Ectocarpaceae</i> : 7 % ; <i>Acetabularia acetabulum</i> : 5 % Q4 = <i>Cutleria multifida</i> : 25 %				Q1 = <i>Cutleria multifida</i> : 15 % ; <i>Halopitys incurva</i> : 10 % Q2 = <i>Halopitys incurva</i> : 45 % Q3 = <i>Acetabularia acetabulum</i> : 2 % Q4 = <i>Cutleria multifida</i> : 15 % ; <i>Halopitys incurva</i> : 10 %			
Faune associée (nombre d'individus)	Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .			
Evolution de la limite supérieure (m)	Aucune évolution											
Evolution de la limite inférieure (m)	Régression de 11 m par rapport à 2013.											
Paramètres climatiques	Ensoleillé et chaud. Vent faible de Nord-Ouest				Ensoleillé et chaud. Vent faible de Nord-Ouest				Ensoleillé et chaud. Vent faible de Nord-Ouest			
Remarques diverses	Bateau en bois de grande taille échoué sur les hauts fonds depuis plus d'un an. Turbidité importante (probable bloom phytoplanktonique)				Aucune observation particulière.				Aucune observation particulière.			

2.3.1.5 Saint-Hippolyte

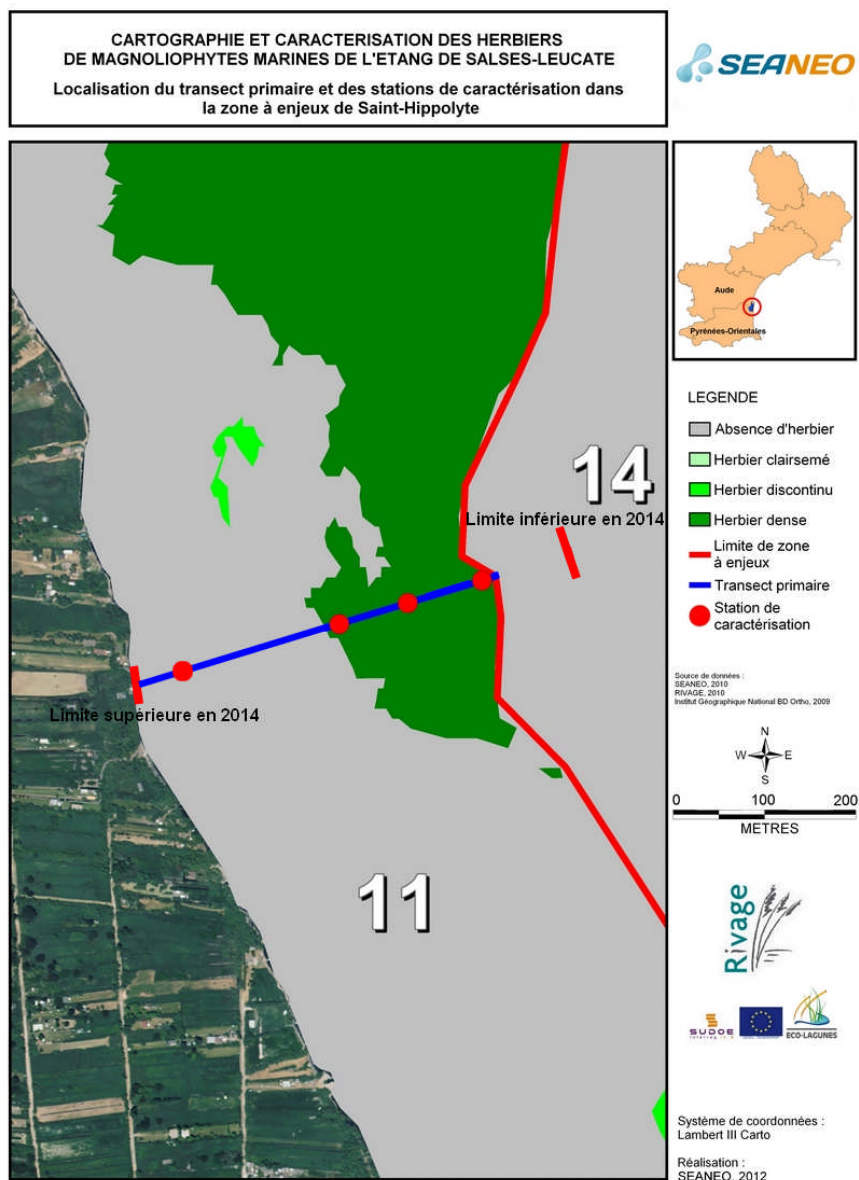


Figure 7 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.

L'herbier de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte est caractérisé par de grandes fluctuations annuelles, au niveau de la superficie occupée et de la vitalité. A l'échelle de l'étang de Salses-Leucate, cette zone possède actuellement des caractéristiques particulières, difficilement explicables.

En 2014, l'herbier colonise la plus grande superficie observée depuis le début de ce suivi, avec un état de conservation supérieur à l'état initial de référence.

Tableau 7 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte.

N° Zone à enjeux : 11	Date : 23/06/2014															
	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	85	60	95	0	100	100	30	100	100	20	0	25
Densité de <i>Z. noltei</i> (fsx / m ²)	2700	2900	2800	3100	0	0	0	0	3500	2200	150	2300	2500	130	0	100
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	180	100	130	90	140	120	150	0	0	0	50	50	30	0	0	40
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m ²)	2880	3000	2930	3190	140	120	150	0	3500	2200	200	2350	2530	130	0	140
Proportion <i>Z. noltei</i> (%)	94	97	96	97	0	0	0	0	100	100	75	98	99	100	0	71
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	6	3	4	3	100	100	100	0	0	0	25	2	1	0	0	29
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltei</i> (cm)	45	40	45	50	-	-	-	-	20	20	20	35	30	15	-	15
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	50	55	50	55	60	60	60	-	-	-	30	40	-	40	-	30
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytase	Faible	Faible	Faible	Moyen	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	-	Moyen
Type de substrat	Vase				Vase				Vase				Vase			
Aspect de l'herbier lors de la caractérisation	Herbier dense de <i>Zostera noltei</i> et discontinu de <i>Zostera marina</i> . Quelques brins isolés de <i>Ruppia cirrhosa</i> .				Herbier discontinu de <i>Zostera marina</i> dans un état de conservation relativement correct.				Herbier dense de <i>Zostera noltei</i> et clairsemé de <i>Zostera marina</i> .				Herbier discontinu de <i>Zostera noltei</i> et clairsemé de <i>Zostera marina</i> .			
Macrophytes associées (recouvrement %)	Q1 = <i>Cutleria multifida</i> : 30 % Q3 = <i>Cutleria multifida</i> : 20 % Q4 = <i>Cutleria multifida</i> : 15 %				Q1 = <i>Cutleria multifida</i> : 20 % Q2 = <i>Cutleria multifida</i> : 40 % Q3 = <i>Cutleria multifida</i> : 15 % Q4 = <i>Cutleria multifida</i> : 100 %				Q3 = <i>Cutleria multifida</i> : 95 %				Q2 = <i>Cutleria multifida</i> : 2 % Q3 = <i>Cutleria multifida</i> : 100 % ; <i>Halopitys incurva</i> : 15 % ; <i>Cladophora glomerata</i> : 15 % Q4 = <i>Cutleria multifida</i> : 95 %			
Faune associée (nombre d'individus)	Présence de bancs de poissons juvéniles, <i>Atherina</i> sp. adultes.				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .			
Evolution de la limite supérieure (m)	Progression de 150 m par rapport à 2013. Herbier présent jusqu'au bord.															
Evolution de la limite inférieure (m)	Progression de 200 m par rapport à 2013															
Paramètres climatiques	Orages, vent nul.				Orages, vent nul.				Orages, vent nul.				Orages, vent nul.			
Remarques diverses	Disparition d'une partie des macrodéchets observés en 2013, mais présence de parcelles à l'abandon (pontons non entretenus, cabanes détruites ou incendiées, parcelles embroussaillées, etc.).				Turbidité importante (probable MES) malgré le temps calme.				Turbidité importante (probable MES) malgré le temps calme.				Turbidité importante (probable MES) malgré le temps calme.			

2.3.1.6 Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul

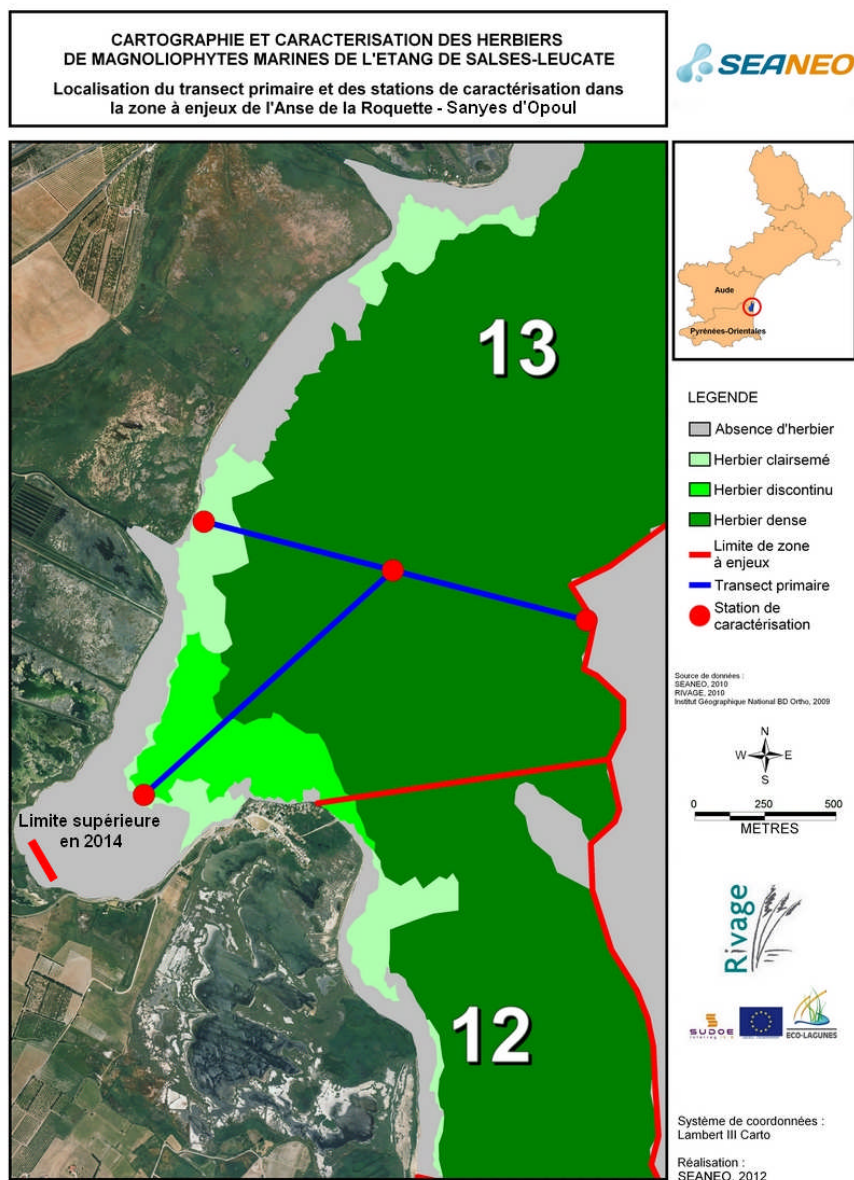


Figure 8 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux de l'Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul.

Dans l'Anse de la Roquette, l'herbier occupe quasiment toute l'anse, même si une légère régression a été observée.

Au niveau de la station superficielle (transect principal), l'herbier présente des signes de dégradation. Il semble en moins bon état que les années précédentes.

Sur la station centrale, l'herbier est dans un état de dégradation avancé, jamais atteint lors des années précédentes.

Au niveau de la station profonde, la dégradation importante de l'herbier est similaire à celle observée en 2013.

Tableau 8 : Résultats bruts 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 : 23/06/2014															
	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 (%)	15	20	0	1	100	100	100	100	0	2	0	0	3	1	6	10
Densité de <i>Z. noltei</i> (fsx / m ²)	150	80	0	10	1700	2700	150	2800	0	50	0	0	0	0	0	160
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	0	0	0	0	70	0	280	40	0	10	0	0	20	10	40	0
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx/m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m ²)	150	80	0	10	1770	2700	430	2840	0	60	0	0	20	10	40	160
Proportion en <i>Z. noltei</i> (%)	100	100	0	0	96	100	35	99	0	83	0	0	0	0	0	100
Proportion en <i>Z. marina</i> (%)	0	0	0	0	4	0	65	1	0	17	0	0	100	100	100	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. noltei</i> (cm)	10	20	-	15	60	45	45	60	-	5	-	-	-	-	-	15
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	-	-	-	-	80	-	80	80	-	10	-	-	15	10	20	-
Hauteur canop. <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytage	Moyen	Moyen	-	Moyen	Moyen	Fort	Moyen	Moyen	-	Faible	-	-	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
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	Détérioration importante de l'herbier par rapport à 2013. Herbier de <i>Zostera noltei</i> clairsemé.				Amélioration de la vitalité de l'herbier (visuellement) Herbier dense jusqu'au fond de l'anse : <i>Z. noltei</i> dense et <i>Z. marina</i> discontinue.				Herbier clairsemé pratiquement inexistant.				Herbier clairsemé et dégradé (état de dégradation identique à 2013).			
Macrophytes associées (recouvrement %)	Q1 = <i>Ulva</i> sp. 100 % Q2 = <i>Ulva</i> sp. 100 % Q3 = <i>Ulva</i> sp. 100 % Q4 = <i>Ulva</i> sp. 85 %				Q1 = <i>Ulva</i> sp. 25 % Q2 = <i>Ulva</i> sp. 40 % Q3 = <i>Ulva</i> sp. 55 % Q4 = <i>Ulva</i> sp. 10 %				Q3 = <i>Cutleria multifida</i> 100 % <i>Ulva</i> sp. 2 % Q4 = <i>Cutleria multifida</i> 7 %				Q3 : <i>Halopitys incurva</i> : 8 %			
Faune associée (nbr ind.)	Présence de <i>Mugil cephalus</i> et <i>Liza ramada</i> .				Présence de <i>Liza ramada</i> .				Aucune macrofaune observée.				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .			
Evol. Lim. sup. (Roquette)	Régression de 48 m par rapport à 2013															
Evol. Lim. sup. (Font Dame)	Aucune évolution															
Evolution limite inf. (m)	Aucune évolution															
Paramètres climatiques	Orages, vent modéré de Nord-Ouest				Orages, vent modéré de Nord-Ouest				Orages, vent modéré de Nord-Ouest				Orages, vent modéré de Nord-Ouest			
Remarques diverses	Turbidité importante (probable MES, phytoplancton et mélange eau douce / eau salée). Proliférations localisées d' <i>Ulva</i> sp.				Turbidité importante (probable MES et phytoplancton). Présence d' <i>Ulva</i> sp. mais pas de prolifération, excepté près de l'exutoire de l'agouille grosse.				Turbidité importante (probable MES et phytoplancton). Herbier presque totalement détruit laissant place à des fonds nus ponctués de rhizomes morts.				Turbidité importante (probable MES et phytoplancton).			

2.3.1.7 Seuil central

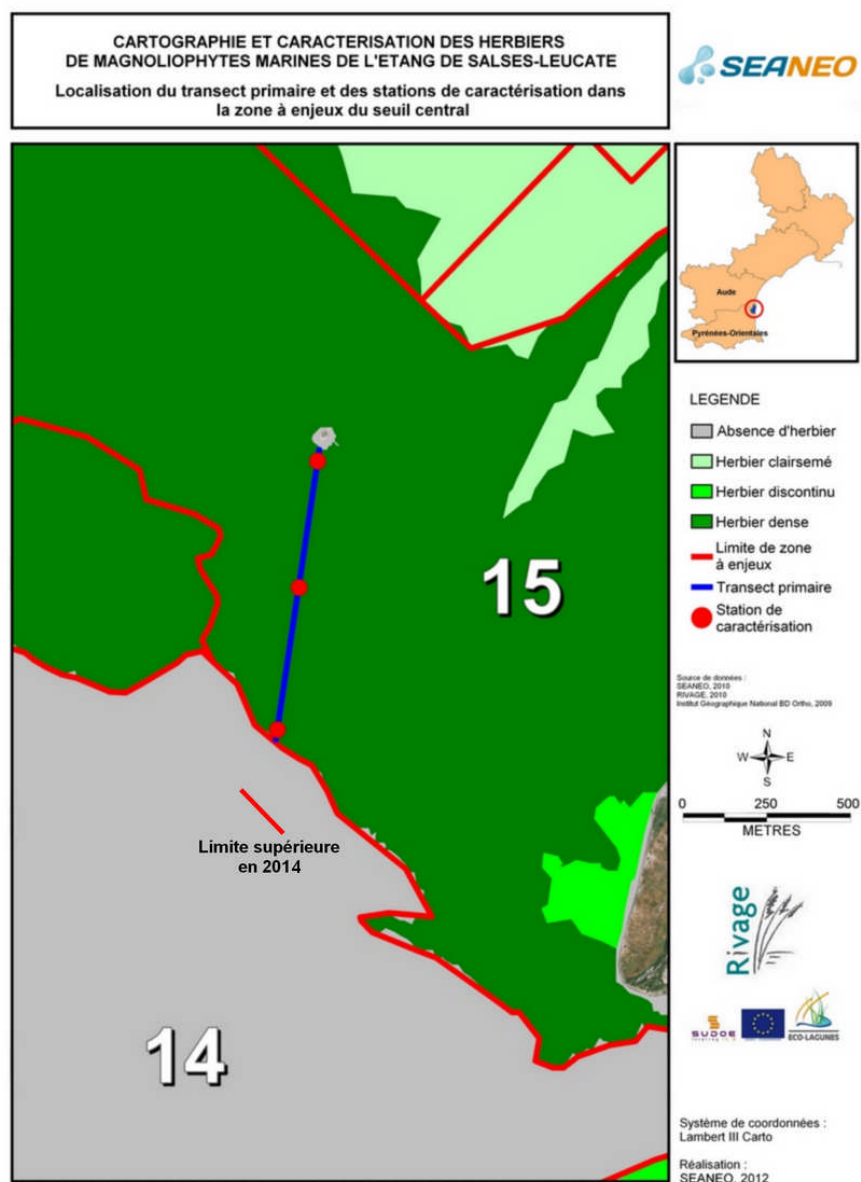


Figure 9 : Localisation du transect permanent et des stations de caractérisation de la zone à enjeux du seuil central.

Au niveau de la station superficielle, l'herbier a peu évolué visuellement et garde une bonne vitalité comme les années précédentes. Un phénomène de piétinement est régulièrement observé près de l'île de la Rascasse.

Sur les stations centrale et profonde, la vitalité de l'herbier est bonne, mais a perdu une classe de densité par rapport à l'état initial de référence. En 2014, l'herbier est en effet de type discontinu, alors qu'il était dense en 2011.

Tableau 9 : Résultats bruts de la caractérisation des Magnoliophytes de la zone à enjeux du seuil central.

N° Zone à enjeux : 15	Date : 24/06/2014											
	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	75	95	80	70	75	90	55	70	80	40	85
Densité de <i>Z. noltei</i> (fsx / m ²)	2100	1550	2500	1900	1300	1500	1200	750	900	1100	250	1200
Densité de <i>Z. marina</i> (fsx / m ²)	30	70	20	120	70	30	110	30	0	0	50	20
Densité de <i>R. cirrhosa</i> (fsx / m ²)	0	0	130	40	0	0	0	0	0	0	0	0
Densité herbier (fsx / m ²)	2130	1620	2650	2080	1370	1530	1310	780	900	1100	300	1220
Proportion <i>Z. noltei</i> (%)	99	96	94	91	95	98	92	96	100	100	83	98
Proportion <i>Z. marina</i> (%)	1	4	1	6	5	2	8	4	0	0	17	2
Proportion <i>R. cirrhosa</i> (%)	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Hauteur canopée <i>Z. noltei</i> (cm)	15	15	15	15	20	20	20	15	25	25	25	25
Hauteur canopée <i>Z. marina</i> (cm)	30	15	15	25	-	20	30	20	-	-	30	40
Hauteur canopée <i>R. cirrhosa</i> (cm)	-	-	45	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Taux d'épiphytase	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
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	Herbier semblable à 2012 et 2013 avec une classe « dense », avec <i>Z. noltei</i> dense, <i>Z. marina</i> clairsemée et <i>R. cirrhosa</i> clairsemée.				Herbier « discontinu » avec <i>Z. noltei</i> discontinue et <i>Z. marina</i> clairsemée. Amélioration de la vitalité par rapport à 2013.				Herbier semblable par rapport à 2013. Classe « discontinu » avec <i>Z. noltei</i> « discontinu » et <i>Z. marina</i> « clairsemée ».			
Macrophytes associées (recouvrement %)	Absence de macrophytes				Absence de macrophytes				Absence de macrophytes			
Faune associée (nombre d'individus)	Présence d'éponges fixées sur roche. Présence de Blennie paon.				Présence d'éponges fixées sur les galets. Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</i> .				Prolifération de <i>Rhizostoma pulmo</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)	Aucune évolution											
Paramètres climatiques	Orages, vent modéré à fort de Nord-Ouest.				Orages, vent modéré à fort de Nord-Ouest.				Orages, vent modéré à fort de Nord-Ouest.			
Remarques diverses	Turbidité importante. Présence d'un groupe de kitesurfeurs quelques minutes plus tôt. Phénomène de piétinement récurrent, mais modéré.				Photographies sous-marines non enregistrées (taux de recouvrement évalué visuellement sur le terrain).				Turbidité importante (MES).			

2.3.2 Evolution des paramètres de vitalité depuis 2011

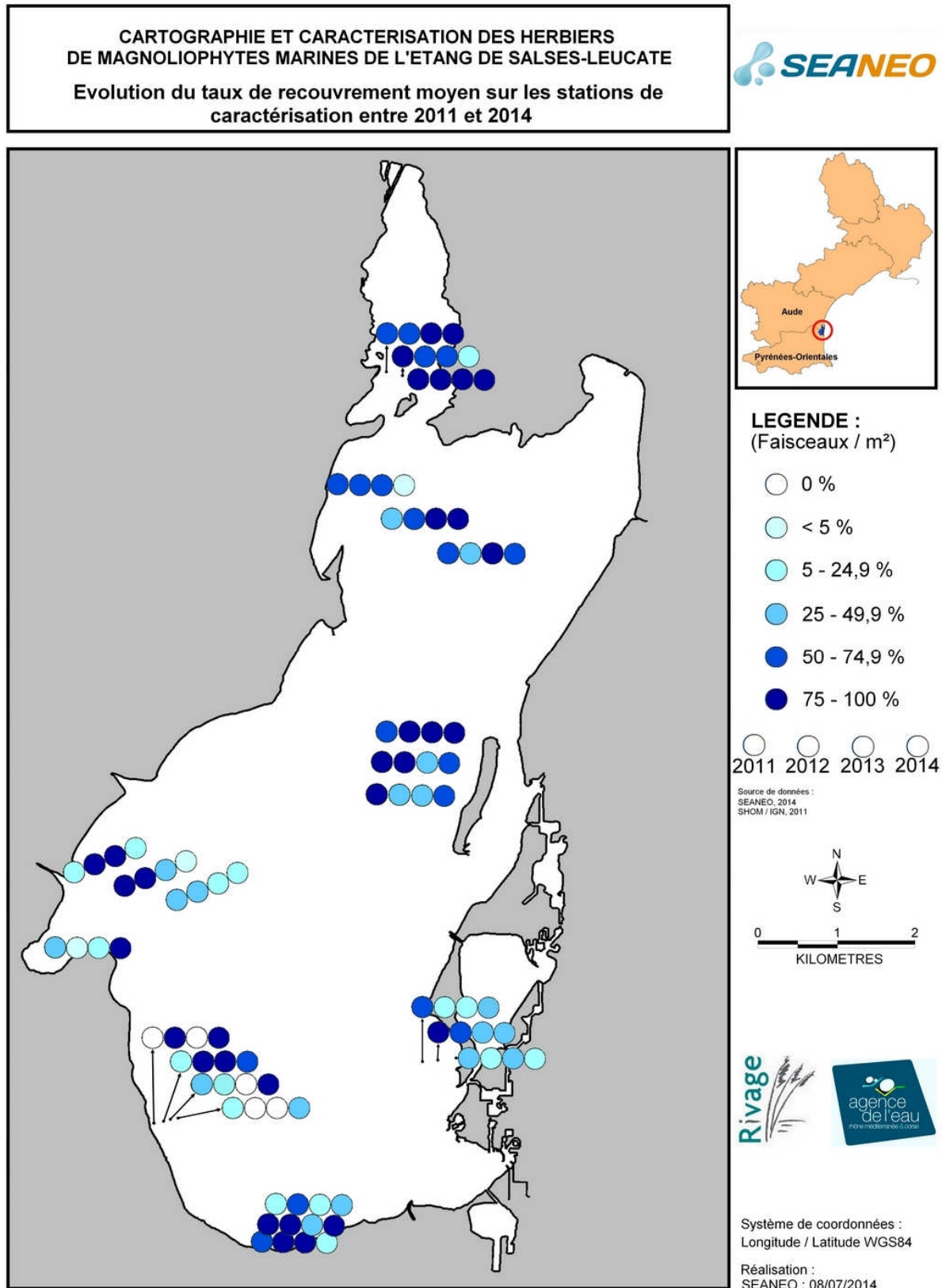


Figure 10 : Evolution du taux de recouvrement moyen sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.

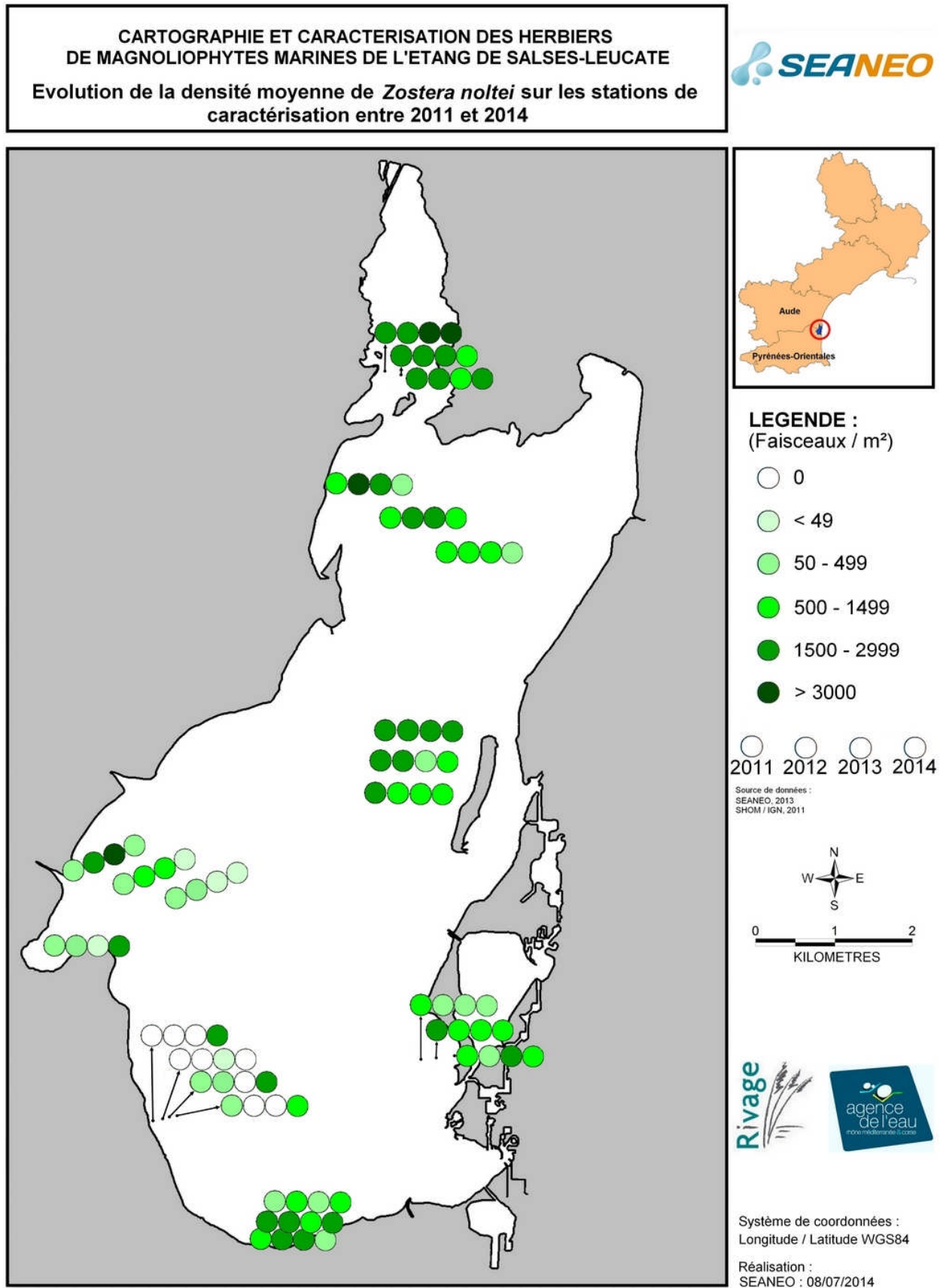


Figure 11 : Evolution de la densité moyenne de *Zostera noltei* sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.

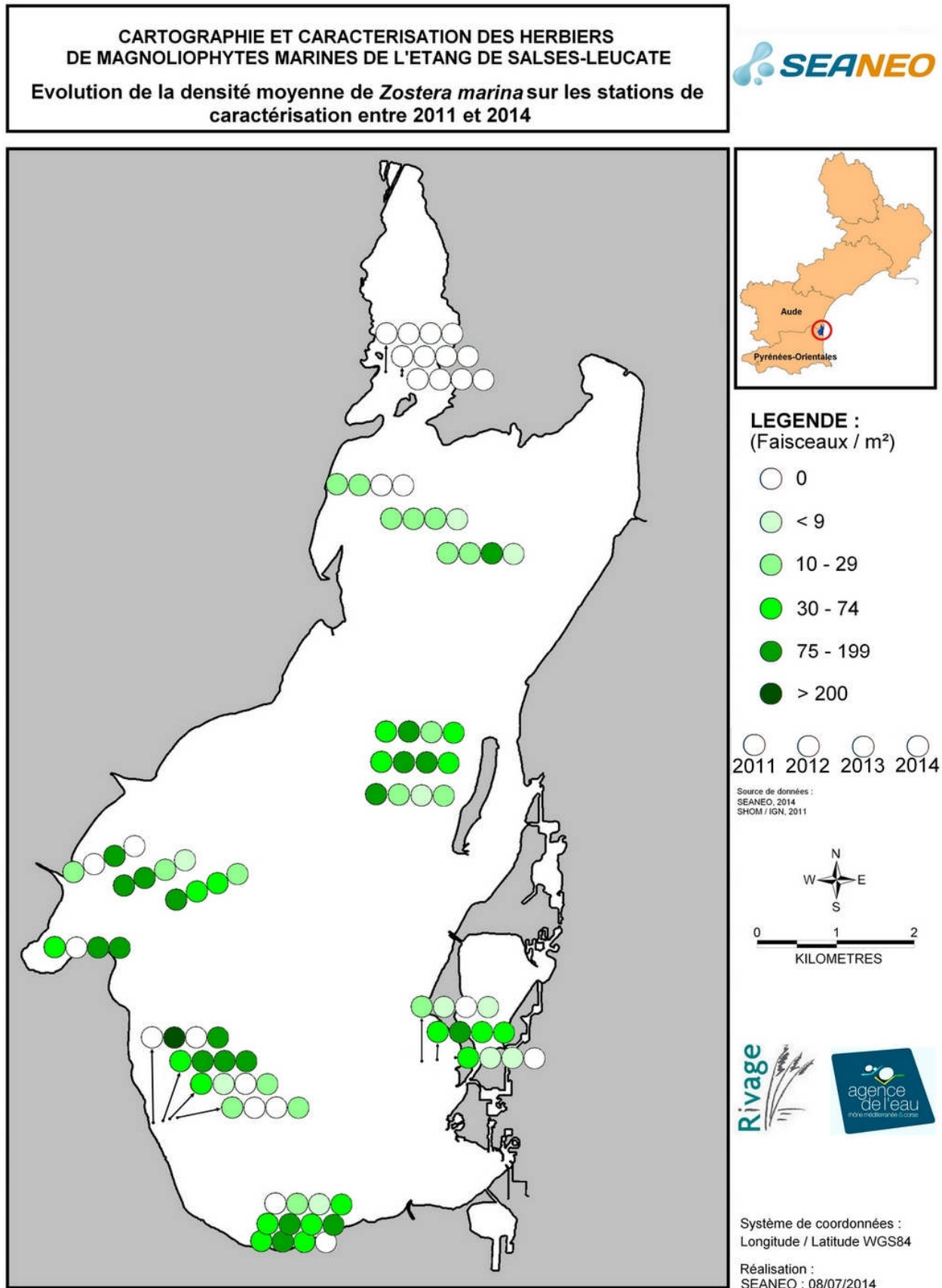


Figure 12 : Evolution de la densité moyenne de *Zostera marina* sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.

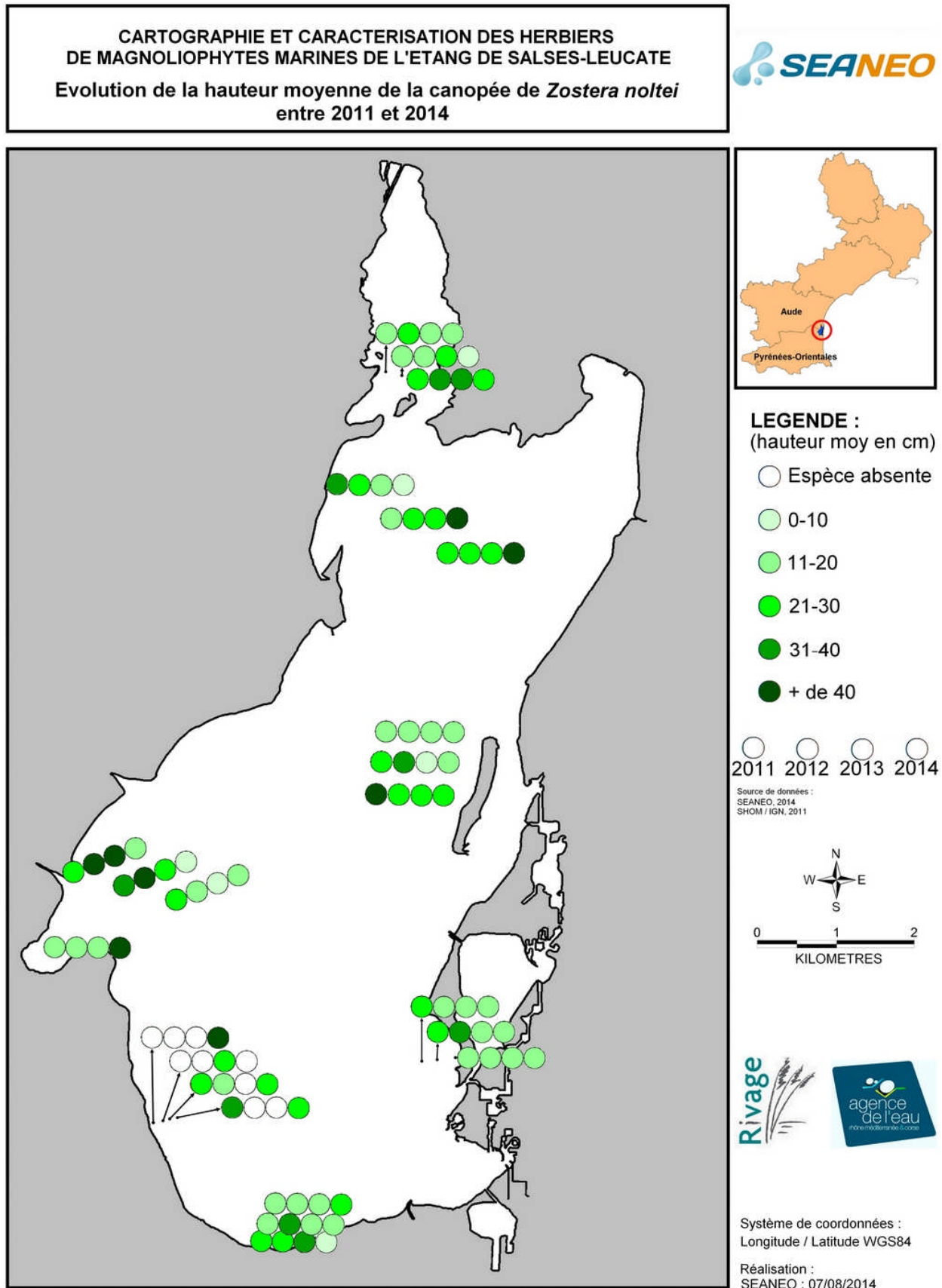


Figure 13 : Evolution de la hauteur moyenne de la canopée de *Zostera noltei* sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.

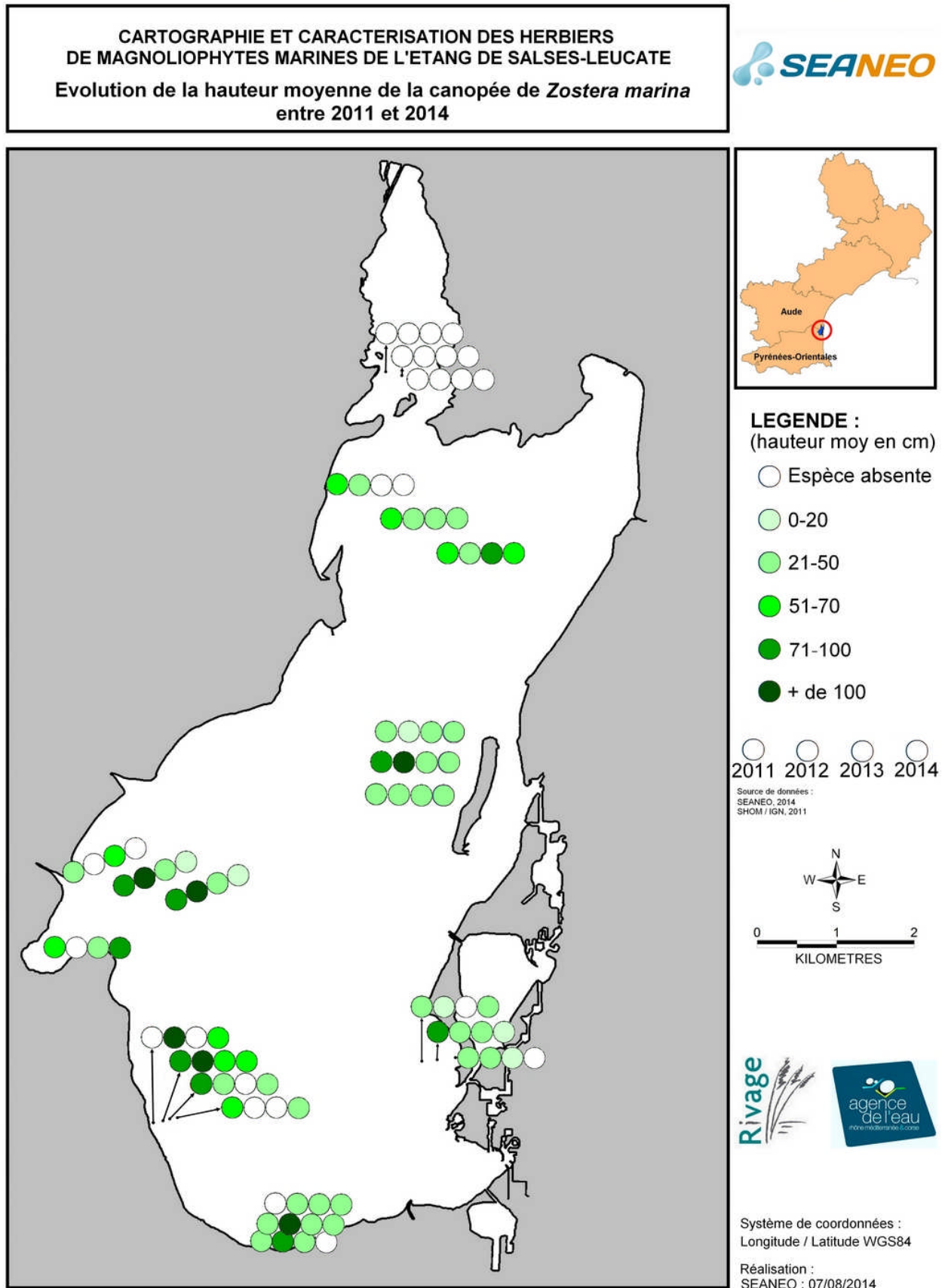


Figure 14 : Evolution de la hauteur moyenne de la canopée de *Zostera marina* sur les stations de caractérisation entre 2011 et 2014.

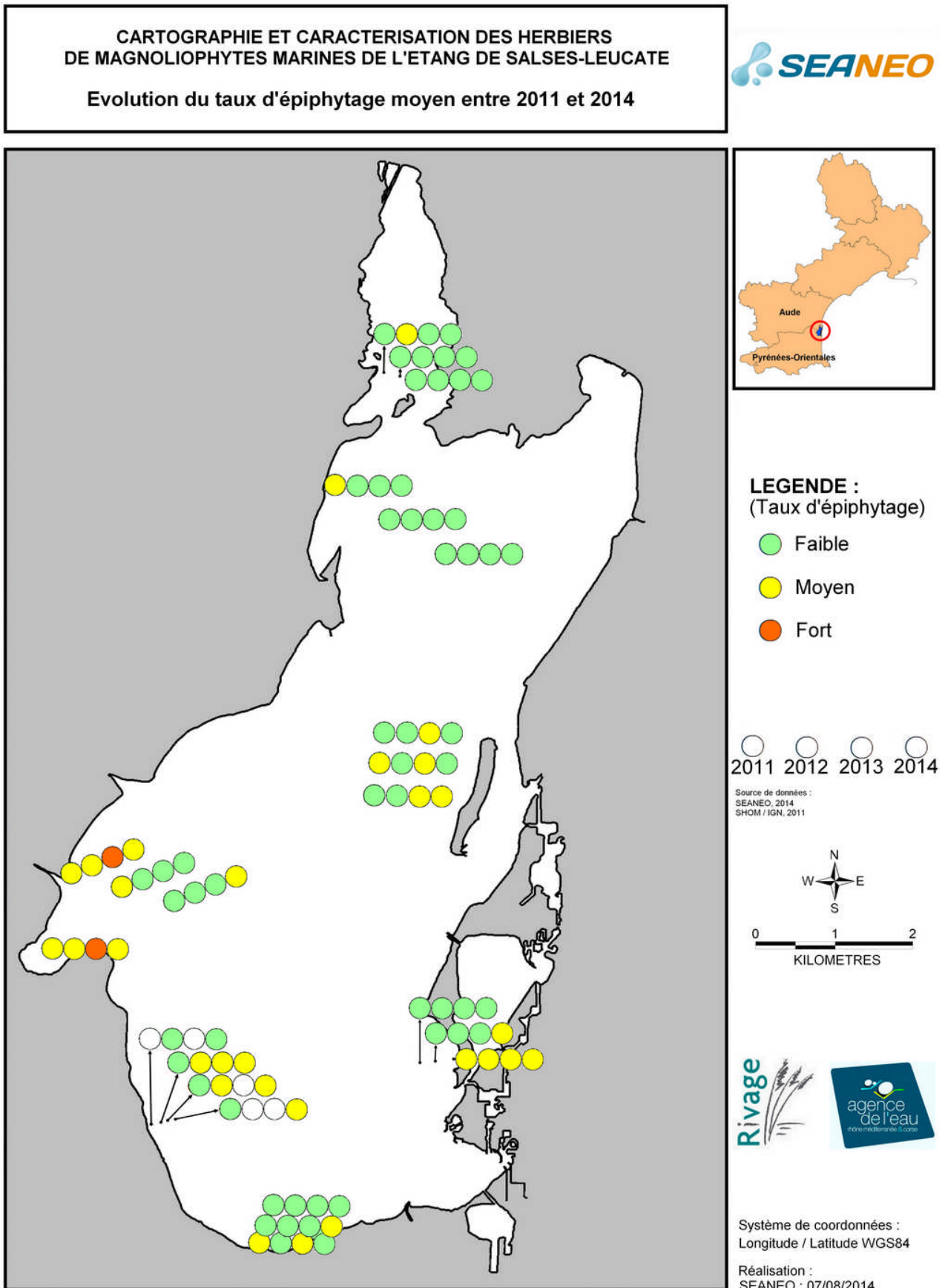


Figure 15 : Evolution du taux d'épiphytage moyen entre 2011 et 2014.

2.3.3 Analyse et interprétation des résultats

2.3.3.1 Analyse de l'évolution des limites d'herbier

Les limites, identifiées dès 2010, puis en 2011, 2012 et 2013, sont comparées à l'emplacement des limites observées lors de la caractérisation de 2014. La dynamique de colonisation des herbiers a ainsi pu être mise en évidence.

Au niveau des limites supérieures, excepté sur la zone à enjeux n°13 (Anse Roq. / Sanyes Opoul), l'herbier a progressé par rapport à 2010. La progression est plus importante sur les zones à enjeux n°11 (Saint-Hippolyte) et n°13 (Roquette). Depuis 2010, la limite supérieure des herbiers de la lagune de Salses-Leucate a ainsi progressé en moyenne d'environ 98 m.

Au niveau de la limite inférieure, excepté également sur la zone à enjeux n°13 (Anse Roq. / Sanyes Opoul), l'herbier a progressé par rapport à 2010. La limite inférieure des herbiers de la lagune de Salses-Leucate a ainsi progressé en moyenne d'environ 67 m (Tableau 10).

Tableau 10 : Analyse de l'évolution des limites des herbiers de l'étang de Salses-Leucate depuis 2010.

Zone à enjeux	Evolution limite supérieure (mètres)					Evolution limite inférieure (mètres)				
	2010 → 2011	2011 → 2012	2012 → 2013	2013 → 2014	Evolution	2010 → 2011	2011 → 2012	2012 → 2013	2013 → 2014	Evolution
1 - Le Paurel	+10	0	+22	0	+32	0	0	0	+125	+125
2 - Port-Fitou anse Leuc.	+15	+44	+25	0	+84					
7 - Les Dosses	+20	-25	+25	+21	+41	0	0	0	0	=
10 - Terrain militaire	+28	0	0	0	+28	+50	0	0	-11	+39
11 - Saint-Hippolyte	0	+215	-158	+150	+207	-45	-60	-40	+200	+55
13 - Anse Roq. / Sanyes Opoul	0	-12	0	0	-12	0	-5	0	0	-5
13 - Roquette	+35	+115	+286	-48	+388					
15 - Seuil central	+18	0	0	0	+18	0	0	+185	0	+185

2.3.3.2 Analyse de l'évolution des classes d'herbier

L'analyse de l'évolution des classes d'herbier (évaluées visuellement) 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%).

Depuis 2011, 4 transects sur 7 ont au moins une station présentant une progression d'une classe d'herbier. 6 transects sur 7 ont au moins une station présentant une diminution d'une classe d'herbier. 9 stations sur 22 perdent au moins une classe de densité, 7 stations sont stables et 6 stations gagnent au moins une classe de densité.

A l'échelle de la lagune, depuis 2011, il est observé une diminution des classes de densité. Cette diminution est en moyenne inférieure à une classe de densité (-0,2). Elle révèle ainsi une légère diminution de la vitalité de l'herbier (Tableau 11).

Tableau 11 : Comparaison des classes d'herbier au niveau des stations de caractérisation depuis 2011.

N° Zone à enjeu	Zone superficielle							Zone centrale							Zone profonde						
	2010	2011	2012	2013	2014	Evolution depuis 2013	Evolution depuis 2011	2010	2011	2012	2013	2014	Evolution depuis 2013	Evolution depuis 2011	2010	2011	2012	2013	2014	Evolution depuis 2013	Evolution depuis 2011
1 - Le Paurel	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	2	1	-1	-2	3	3	3	3	3	0	0
2 - Port-Fitou à l'anse de Leucate	3	2	3	3	1	-2	-1	2	2	2	3	2	-1	0	2	2	2	3	2	-1	0
7 - Les Dosses	3	2	1	2	2	0	0	2	3	3	2	2	0	-1	2	2	1	1	1	0	-1
10 - Terrain militaire	3	2	3	3	1	-2	-1	2	3	3	3	3	0	0	2	1	2	1	2	+1	+1
11 - Saint-Hippolyte	3	1	3	3	2	-1	+1	3	2	1	0	3	+3	+1	3	1	0	0	2	+2	+1
13 - Anse de la Roquette - Sanyes d'Opoul	1	1	2	3	1	-2	0	3	3	3	2	1	-1	-2	3	2	2	1	1	0	-1
13 - Roquette	1	2	1	2	3	+1	+1														
15 - Seuil central	3	2	3	3	3	0	+1	3	3	3	2	2	0	-1	3	3	2	2	2	0	-1
Total							+0,1							-0,7							-0,1

0 (0% d'occupation) = 0

Herbier clairsemé (< 25 % d'occupation) = 1

Herbier discontinu (25 à 75 % d'occupation) = 2

Herbier dense (> 75 % d'occupation) = 3

Légende

2.3.4 Analyse statistique de l'évolution de la vitalité de l'herbier

Sur l'ensemble de la lagune de Salses-Leucate, les paramètres de vitalité de l'herbier (taux de recouvrement, densité globale) n'évoluent pas significativement par rapport à l'état initial de référence de 2011 (test de Kruskal pvalue > 0,05).

A l'échelle du bassin de Leucate, certains paramètres de vitalité (taux de recouvrement et densité globale) diminuent significativement par rapport aux autres années (test de Kruskal pvalue > 0,05).

A l'échelle du bassin de Salses, ces paramètres de vitalité n'évoluent pas significativement (test de Kruskal pvalue > 0,05).

Pour *Zostera marina*, la vitalité reste similaire à 2013. La densité n'évolue pas significativement depuis l'état initial de référence de 2011 (test de Kruskal pvalue > 0,05). Mais la hauteur moyenne de la canopée est significativement plus faible (test de Kruskal pvalue < 0,05).

Pour *Zostera noltei*, la densité n'évolue pas significativement par rapport à l'état initial de référence de 2011 (test de Kruskal pvalue > 0,05). Mais la hauteur moyenne de la canopée a diminué significativement (test de Kruskal pvalue < 0,05).

Sur l'ensemble de la lagune de Salses-Leucate, le taux d'épiphytisme est significativement plus important que lors de l'état initial de référence (test de Kruskal pvalue < 0,05). Le taux d'épiphytisme observé en 2014 est relativement similaire à 2013.

Ainsi, sur l'ensemble de la lagune de Salses-Leucate, certains paramètres de vitalité (hauteur de la canopée et taux d'épiphytisme) indiquent une légère perte de vitalité. Au niveau des deux bassins, la baisse de vitalité est principalement observée dans le bassin de Leucate (Tableau 12).

Tableau 12 : Présentation des résultats globaux des quatre dernières campagnes de caractérisation.

Campagne	Recouvrement (%) ± ES	Densité globale (fsx/m ²) ± ES	Densité <i>Z. noltei</i> (fsx/m ²) ± ES	Densité <i>Z. marina</i> (fsx/m ²) ± ES	Canopée <i>Z. noltei</i> (cm) ± ES	Canopée <i>Z. marina</i> (cm) ± ES	Taux d'épiphytisme (Indice ± ES)
2011	58,88 ± 3,9	1160,7 ± 107,7	1119 ± 108	35,6 ± 5,9	24,6 ± 1	59,8 ± 3,3	1,30 ± 0,04
2012	59,8 ± 4	1383 ± 134,2	1321 ± 134,9	52,7 ± 10,3	27,6 ± 1,5	93,5 ± 8,8	1,24 ± 0,05
2013	55,9 ± 4,3	1570,5 ± 187,6	1523,4 ± 189,5	39,6 ± 8,6	21,6 ± 1,3	36,8 ± 2,6	1,55 ± 0,08
2014	52,25 ± 4,2	1078,2 ± 111,7	1045,5 ± 110,9	30,1 ± 5,6	22,7 ± 1,5	38 ± 3,7	1,44 ± 0,06

En conclusion, cette analyse statistique va dans le sens de l'analyse de l'évolution des classes d'herbier (évaluées visuellement). Ces analyses mettent en évidence une légère perte de vitalité de l'herbier depuis l'état initial de référence de 2011.

2.4 Discussion

2.4.1 Etat de conservation des herbiers à l'échelle des zones à enjeux

2.4.1.1 Zone à enjeux de l'anse du Paurel

Secteur de sensibilité forte, exposé à des risques moyens (faible compétition avec les algues opportunistes, faible pression anthropique). L'herbier de ce secteur est en excellent état de conservation et 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.

En 2014, l'état de conservation de l'herbier de cette zone a régressé sur la station centrale. Ainsi, par rapport à l'état initial de référence :

- Le taux de recouvrement moyen a diminué de 87 % ;
- La densité en faisceaux a diminué de 63 % ;
- La hauteur de la canopée a diminué de 65 %.

Malgré tout, les paramètres de vitalité n'évoluent pas significativement au niveau des stations superficielle et profonde. Le phénomène ayant entraîné la diminution de la vitalité de l'herbier dans la zone à enjeux de l'anse du Paurel était donc seulement localisée dans la partie centrale.

En 2013, l'herbier de la station centrale était asphyxié par une prolifération de *Chaetomorpha aera*, qui avait entraîné un début de dégradation (Dalias et Fabre, 2013a). Il est donc probable que cette prolifération soit responsable de la baisse de vitalité de l'herbier en 2014.

Les rhizomes à la surface du sédiment présentent par intermittence quelques faisceaux vivants. Par ailleurs, l'absence de prolifération d'algues vertes en 2014 réduit le risque d'une nouvelle dégradation et accroît la probabilité d'une reconstitution des herbiers (Figure 16).

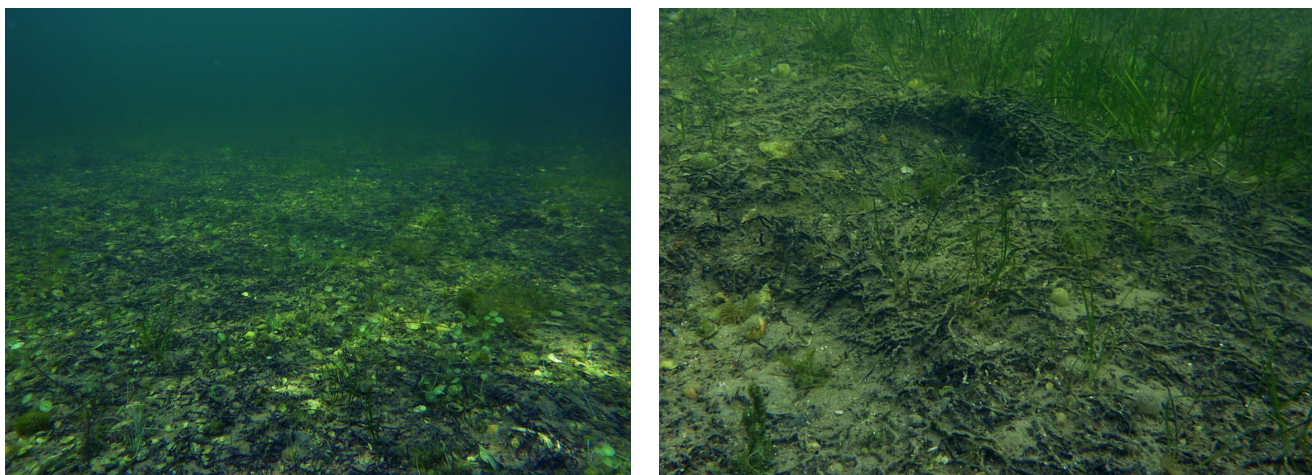


Figure 16 : Dégradation de l'herbier au niveau de la station centrale de l'anse du Paurel.

Le faible recouvrement végétal rend possible l'évaluation de l'intensité du piétinement des fonds. Ce phénomène est relativement intense dans l'anse du Paurel (Figure 17). D'après le Réseau de Suivi Lagunaire (2011), ce type de dégradation peut impacter les herbiers peu profonds. Mais l'hypothèse d'une perte de vitalité des herbiers liée au piétinement est peu pertinente. En effet, sur

certaines zones non piétinées, l'herbier est également dégradé. Inversement, les herbiers de la station superficielle possèdent une vitalité excellente malgré un piétinement important.

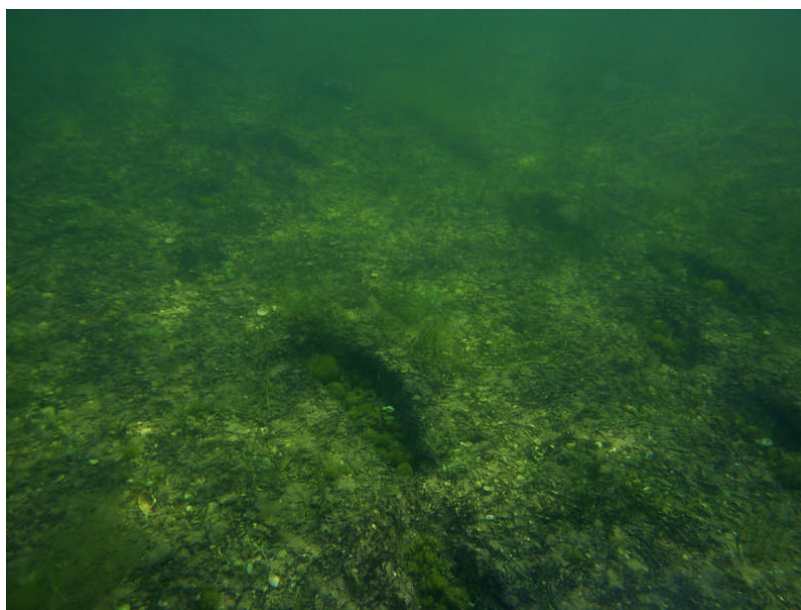


Figure 17 : Piétinement des fonds au niveau de la station centrale de l'anse du Paurel.

Au niveau de la partie profonde, *Valonia aegagropila* peut localement constituer des bancs monospécifiques denses. Ces bancs sont de faible superficie et ne sont pas comparables aux observations réalisées en 2010 et en 2011. Du fait des fluctuations de population de cette espèce (Cesmat, 2006), une surveillance régulière doit donc se poursuivre.



Figure 18 : Banc de *Valonia aegagropila* au niveau de la partie profonde de l'anse du Paurel.

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

Secteur initialement caractérisé par une 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 2013, la station superficielle était soumise à une prolifération intense de *Chaetomorpha aera*, ayant tendance à asphyxier l'herbier. En 2014, l'herbier a subi une baisse de vitalité qui pourrait être liée à la prolifération d'algues vertes l'année précédente. Un évènement similaire a été observé sur la station centrale de la zone à enjeux de l'anse du Paurel (Dalias et Fabre, 2013a).

La prolifération d'algues vertes opportunistes peut être engendrée par un enrichissement excessif en éléments nutritifs (Réseau de Suivi Lagunaire, 2011). Or, la station superficielle de cette zone à enjeux se situe à proximité de l'exutoire d'une agouille, identifiée comme « source » par Laugier (2000). Un écoulement était visible dans cette agouille en 2013, alors que celle-ci était pratiquement à sec en 2014. Les apports excessifs en éléments nutritifs pourraient donc provenir de cette agouille.

En 2014, les deux zones (station centrale de l'anse du Paurel et station superficielle de la zone à enjeux Port-Fitou à l'anse de Leucate) ayant connu des proliférations d'algues vertes par le passé sont presque complètement dépourvues de ces espèces. Le début de l'année 2014 a été particulièrement sec (Tableau 13), comme en 2012. Les printemps pluvieux pourraient donc favoriser la prolifération localisée d'algues vertes opportunistes, par des apports en éléments nutritifs liés aux multiples apports continentaux et au ruissellement (Pichot *et al.*, 1994 ; Ifremer, 2000). Cette hypothèse pourrait être validée en réalisant un suivi de la concentration en éléments nutritifs (nitrates et phosphates) sur l'ensemble des apports continentaux.

Tableau 13 : Cumuls pluviométriques dans la plaine du Roussillon en début d'année (station METAR/SYNOP de Perpignan-Rivesaltes) et vitalité de l'herbier.

	2010	2011	2012	2013	2014
Cumul pluviométrique Janvier-Mai	349	362	178,5	331,6	121,1
Vitalité de l'herbier	Faible	Faible	Bonne	Mort	Bonne

Au niveau des stations centrale et profonde, la vitalité de l'herbier est bonne et aucun élément particulier ne semble limiter le développement des Magnoliophytes. *V. aegagropila* constituait le principal facteur limitant le développement de l'herbier. Mais depuis 2010, cette espèce ne forme plus de bancs monospécifiques et se développe en association avec l'herbier. Malgré tout, un retour des proliférations n'est pas à exclure et la surveillance de *V. aegagropila* doit donc se poursuivre.

2.4.1.3 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 station profonde garde une vitalité relativement basse. Sur les stations superficielle et centrale, l'herbier possède une vitalité proche de l'état initial de référence.

Sur cette zone à enjeux, les conditions abiotiques (topographie des fonds, turbidité naturelle, etc.) ne sont pas favorables à la constitution d'un herbier en bon état.

2.4.1.4 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 la zone à enjeux du terrain militaire, la vitalité de l'herbier est comparable à celle de l'état initial de référence. A l'échelle des stations, des disparités peuvent être mises en évidence.

Au niveau de la station superficielle, la vitalité a diminué, mais l'herbier acquiert une bonne vitalité en direction de la station centrale. Par ailleurs, dans la partie profonde, l'herbier possède une meilleure vitalité que lors de l'état initial de référence.

Sur la partie superficielle, un phénomène d'eutrophisation a été observé, notamment à proximité de l'Agouille Ventouse. Ce phénomène récurrent est observé depuis 2010. Néanmoins, sa portée semble réduite et affecte seulement les herbiers situés à quelques dizaines de mètres de l'émissaire, et la zone draguée où s'accumulent les algues vertes opportunistes.

2.4.1.5 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.

En 2010 et 2011, une grande partie des herbiers de cette zone à enjeux avait été détruite par un phénomène mal identifié. Les herbiers auraient pu être détruits du fait des mauvaises conditions engendrées par l'eutrophisation du milieu (présence de malaïgue à proximité, turbidité, algues opportunistes, dres d'acteurs, etc.). L'hypothèse d'une pollution accidentelle avait également été émise (Dalias et Fabre, 2011).

En 2012, un herbier dense de *Zostera marina* était présent à l'emplacement de la zone d'herbier détruit en 2010 et 2011 (Dalias et Fabre, 2012).

En 2013, la quasi-totalité de l'herbier de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte a encore été détruite, comme en 2010 et 2011 (Dalias et Fabre, 2013a).

Suite aux observations réalisées en 2013, l'hypothèse d'un phénomène mettant en jeux les apports continentaux identifiés par Got (1965) avait été émise. Une des nappes phréatiques de la plaine de la Salanque présente un affleurement dans la partie Sud-Ouest de l'étang (Got, 1965). D'après la carte proposée par Laugier (2000), ces échanges ont lieu au droit de la zone à enjeux n°11, où l'alimentation annuelle de la nappe est évaluée à 13 millions de m³ (Got, 1965). Une partie des pertes naturelles de la nappe, qui s'élèvent au total à 3 millions de m³/an (342 m³/h), parvient à l'étang au niveau de cette zone (Herve, 1978). Ces apports continentaux pourraient avoir un lien avec la dynamique particulière de cet herbier.

En 2014, l'herbier est à nouveau restauré. Il possède une vitalité comparable à 2012. Par ailleurs, l'herbier a tendance à s'étendre en profondeur et occupe une superficie plus grande que lors de l'état initial de référence.

Suite à ces 5 années de suivi, une tendance semble s'observer. Les années ayant connu un printemps pluvieux correspondent à un herbier dégradé. A l'inverse, les débuts d'année secs (2012 et 2014) correspondent à un herbier en bon état de conservation, se développant sur une plus grande superficie (Tableau 13).

Des observations complémentaires devraient donc être réalisées, notamment sur les apports continentaux, leur localisation précise, leur quantification, la qualification des paramètres physicochimiques et des micropolluants présents dans la nappe et les aiguilles, etc. Un suivi régulier devrait également se poursuivre afin de préciser la dynamique complexe à Saint-Hippolyte, rendant cet herbier instable.

Par exemple, l'observation régulière de l'extension des herbiers avant puis quelques semaines après des épisodes de pluies violentes devrait être réalisée. De plus, des observations devraient avoir lieu pendant des épisodes de pluies violentes afin de vérifier si les conditions abiotiques sont modifiées.

L'objectif serait de mettre en évidence une corrélation entre la destruction des herbiers et l'intensité des apports continentaux. En effet, les herbiers de Zostères sont vulnérables aux variations de certaines substances présentes dans l'eau, comme les nitrates (Burkholder *et al.*, 1992, 1994 ; Moore et Wetzel, 2000) ou les MES (Backman et Barilotti, 1976; Short *et al.*, 1995), mais ils sont également sensibles à certains pesticides et leurs métabolites (Delistraty et Hershner, 1984 ; Nielsen et Dahllöf, 2007). La présence d'herbicides dans l'eau peut par exemple engendrer l'inhibition de la photosynthèse des herbiers (Haynes *et al.*, 2000).

2.4.1.6 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.

En 2014, au niveau de l'anse de la Roquette, l'herbier possède une vitalité et une extension plus grandes que lors de l'état initial de référence. Cette amélioration pourrait être liée à la réhabilitation de la décharge de l'anse de la Roquette, et à la rénovation de la station d'épuration de Salses-le-Château, dont l'exutoire se situe au fond de l'anse de la Roquette (RIVAGE, 2013).

Malgré tout, l'anse de la Roquette est un milieu soumis à de nombreux apports continentaux d'origines diverses, souvent vecteurs d'un enrichissement excessif en éléments nutritifs, comme en témoigne la présence de communautés de macrophytes opportunistes (Ifremer, 2013). L'anse de la Roquette est donc l'une des zones de la lagune à surveiller en priorité.

En 2013, au niveau du transect principal, une prolifération d'*Halopitys incurva* avait été mise en évidence (Dalias et Fabre, 2013). En 2014, la baisse de vitalité de l'herbier peut être liée à la prolifération d'*H. incurva* l'année précédente, dont les bancs dérivants peuvent constituer une menace pour les herbiers (Réseau de Suivi Lagunaire, 2011) (Figure 19).



Figure 19 : Aspects des fonds au niveau de la station centrale.

Suite à ces 5 années de suivi, les proliférations d'*H. incurva* ne sont pas constantes. En 2010, 2011 et 2013, l'espèce a proliféré. En 2012 et 2014, l'espèce a pratiquement disparu de la lagune. *H. incurva* prolifère dans les milieux soumis à des apports en nutriments permanents et en léger excès (Réseau de Suivi Lagunaire, 2011). L'arrêt de la prolifération de *H. incurva* en 2012 et 2014 pourrait donc être liée à la diminution de l'apport en nutriments. Or, ces années sont caractérisées par une plus faible pluviométrie (Tableau 13). La dynamique pilotant les phénomènes de proliférations d'algues vertes opportunistes pourrait donc être similaire à celle d'*H. incurva*. En effet, pour le moment, les blooms d'algues vertes et rouges semblent corrélés à la pluviométrie printanière.

Des études plus approfondies devraient donc être réalisées sur cette espèce, au même titre que *Valonia aegagropila* (Cesmat, 2006). En effet, actuellement, les références scientifiques sur *H. incurva* sont peu nombreuses. Les connaissances apportées pourraient donc permettre notamment de mieux comprendre les phénomènes de prolifération, et à terme de les réduire, voire de les supprimer.

2.4.1.7 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 à enjeux, l'herbier de *Zostera marina*, en déclin en 2013 semble être partiellement restauré en 2014. Les conditions climatiques particulières du début 2013 seraient à l'origine de cette baisse de vitalité (Dalias et Fabre, 2013a). Vu la vitalité observée en 2014, cette hypothèse ne peut donc pas être réfutée.

2.4.2 Evolution de l'état de conservation des herbiers à l'échelle de la lagune

2.4.2.1 Augmentation de la surface colonisée par l'herbier

Suite à ces 5 années de suivi, les limites supérieures et inférieures des herbiers ont quasiment toutes progressé. Cette progression pourrait également avoir eu lieu hors des zones surveillées. Ainsi, la superficie colonisée par les herbiers serait plus importante qu'en 2010.

Ainsi, les herbiers de l'étang de Salses-Leucate ont occupé une superficie très variable. En 1975, la surface colonisée par les herbiers était plus importante (Boutiere et Mizoule, 1975). En 2000, les herbiers ne s'étendaient pas au-delà de 1,5 m de profondeur (Laugier, 2000) et colonisaient une plus faible superficie qu'aujourd'hui.

Les Zostères sont sensibles aux perturbations modifiant leur environnement (Short et Wyllie-Echeverria, 1996), et influençant leur répartition (Hily, 2006). Dans les milieux lagunaires, la répartition des herbiers, notamment en profondeur, est directement limitée par la transparence de la colonne d'eau et par la quantité de lumière disponible pour les plantes (Hily et Den Hartog, 1997, Hily et Le Hir, 2002). La transparence de l'eau peut être réduite par l'agitation du plan d'eau, notamment lorsque les fonds sont dépourvus de végétation (Dalias et Fabre, 2012). Une turbidité importante peut également être causée par des phénomènes d'eutrophisation. La diminution de l'accès des feuilles à la lumière peut également être liée à la formation d'algues épiphytes, à la prolifération d'algues opportunistes, ou au recouvrement par des bancs d'algues dérivantes (Short *et al.*, 1995 ; Onuf, 1996 ; Hemminga et Duarte, 2000 ; McGlathery, 2001, Réseau de Suivi Lagunaire, 2011). Ainsi, en 1979 et en 1980, une crise dystrophique provoquée par la prolifération de la microalgue brune *Nanochloris* sp. (Knoepffler et Gros, 1980) a entraînée une forte turbidité. La plupart des herbiers situés en profondeur ont été détruits par le manque de lumière (Boutiere *et al.*, 1982).

En partie superficielle, et notamment près des apports continentaux parfois chargés en éléments nutritifs, le développement des herbiers peut être stoppé par la prolifération des algues vertes opportunistes qui peuvent occuper toute la colonne d'eau (Réseau de Suivi Lagunaire, 2011).

En 2014, la progression des limites de l'herbier à l'échelle de la lagune de Salses-Leucate pourrait donc indiquer que les conditions environnementales sont plus favorables au développement des Magnoliophytes.

2.4.2.2 Diminution légère de la vitalité de l'herbier

Depuis 2011, une légère baisse de la vitalité des herbiers a été observée. Ce constat va à l'encontre de l'augmentation de la surface colonisée, signifiant au contraire un meilleur état de conservation de l'herbier.

La vitalité des herbiers de *Zostères* diminuent durant la saison hivernale, du fait des conditions défavorables (températures basses, hydrodynamisme important, turbidité, variations de salinité). La vitalité augmente à nouveau au cours du printemps, pour atteindre son maximum au début de l'été (Hootmans *et al.*, 1987 ; Harrison, 1993 ; Zimmerman *et al.*, 1996 ; Sfriso et Ghetti, 1998 ; Laugier *et al.*, 1999 ; Zharova *et al.*, 2001 ; Hauxwell *et al.*, 2006).

En 2014, les paramètres de vitalité ayant significativement régressé sont la hauteur de la canopée chez *Z. noltei* et le taux d'épiphytage.

La diminution de la longueur des feuilles chez *Z. noltei* peut être liée à l'avancement de la saison estivale, comme signalé par Hily et Bajjouk (2010), plutôt qu'à une perte de vitalité.

L'augmentation du taux d'épiphytage observé en 2013 (Dalias et Fabre, 2013a) et 2014 peut également être un indice sur l'origine de la perte de vitalité. En effet, d'après Hily et Bajjouk (2010), des apports excessifs en éléments nutritifs entraînent une augmentation de l'épiphytage et une diminution de l'accès des feuilles à la lumière. En effet, dans les lagunes méditerranéennes, l'augmentation de la population touristique peut engendrer un enrichissement excessif par les éléments nutritifs comme l'azote et le phosphore (Pena, 1989). Les plus fortes concentrations en phosphates sont également observées en été (Nixon, 1982). L'augmentation du taux d'épiphytage peut donc également être liée à l'avancement de la saison estivale. Les observations régulières réalisées entre la fin de l'hiver et le début de l'été 2013 dans l'étang de Salses-Leucate, montrent également que le taux d'épiphytage augmente significativement en été (Dalias et Fabre, 2013b).

La légère perte de vitalité des herbiers observée en 2014 pourrait donc être liée à l'acquisition des données sur le terrain plus tardivement dans la saison estivale. L'augmentation de la surface colonisée par les herbiers depuis le début du suivi, indicateur d'un meilleur état de conservation de l'herbier, vient renforcer cette hypothèse.

3 Conclusion

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

Depuis 2010, l'espèce dominante est *Zostera noltei*. Elle est présente sur la quasi-totalité des herbiers de la lagune. *Zostera marina* est plus disséminée et elle est souvent mêlée à *Zostera noltei*, formant ainsi un herbier mixte. Les principaux herbiers de *Z. marina* monospécifiques sont observés dans le Sud de la lagune (Saint-Hippolyte) et au niveau du bassin des Dins d'Illes. Enfin, *Ruppia cirrhosa* et *Ruppia maritima* sont plus rares et se développent de façon isolée, excepté dans la partie Est du bassin de Leucate et dans le bassin des Dins d'Illes.

En 2014, la vitalité des Magnoliophytes marines à l'échelle de l'étang de Salses-Leucate semble avoir légèrement régressé par rapport à l'état initial de référence de 2011. Toutefois, des variations positives ou négatives parfois fortes peuvent être observées à l'échelle des différentes zones à enjeux. Au niveau des zones étudiées, l'herbier occupe pourtant en moyenne une plus grande superficie qu'en 2010, pouvant signifier que les conditions sont plus favorables au développement des Magnoliophytes.

A l'issue de cette campagne de caractérisation, il a été mis en évidence que la date d'acquisition des données sur le terrain peut influencer sur l'interprétation des résultats. En 2014, les observations de terrain ont en effet été réalisées plus tardivement dans la saison estivale, en raison des mauvaises conditions météorologiques. Il est donc important que les prochaines campagnes de caractérisation soient réalisées à la même période, sous réserve des conditions météorologiques (fin mai - début juin).

Dans le bassin de Salses, au niveau de la zone à enjeux de Saint-Hippolyte, l'herbier s'est restauré et a progressé, atteignant un niveau de vitalité supérieur à l'état initial de référence. En fonction des années, dans cette zone à enjeux, l'alternance d'un herbier détruit et d'un herbier en bon état reste pour le moment difficile à expliquer. Les apports continentaux (provenant de la nappe de la Salanque ou du ruissellement de la plaine) lors des printemps pluvieux pourraient influencer la dynamique de cet herbier particulier. En effet, seules les années connaissant un printemps particulièrement sec (2012 et 2014) semblent correspondre à un herbier en bon état. Une étude complémentaire sur cette zone permettrait d'apporter des éléments sur la dynamique de cette zone à enjeux. Un niveau de vitalité supérieur à l'état initial de référence et une plus grande étendue d'herbier ont également été mises en évidence dans l'anse de la Roquette, où l'amélioration semble se poursuivre d'année en année.

Dans l'anse du Paurel, à Port-Fitou et au niveau des Sanyes d'Opoul, une baisse significative de la vitalité de l'herbier a été mise en évidence. Cette régression est corrélée à des phénomènes de prolifération de macrophytes l'année précédente (*Chaetomorpha aera* pour le bassin de Leucate et *Halopitys incurva* dans le bassin de Salses). Ces proliférations pourraient donc être responsables de la baisse de vitalité de l'herbier, par l'effet d'asphyxie provoqué sur les plantes. Les apports excessifs en éléments nutritifs d'origine continentale sont un élément prioritaire à étudier, car les proliférations d'algues vertes ont souvent lieu à proximité des apports continentaux identifiés dans la bibliographie.

Suite à ces 5 années de suivi, quelques hypothèses ont pu être émises sur la dynamique des macrophytes opportunistes. Ainsi, les algues vertes opportunistes (*Chaetomorpha* sp., et *Ulva* sp.,) et les algues rouges à comportement proliférant (comme *Halopitys incurva*) semblent posséder une dynamique similaire et tendent à se développer plus intensément pendant les années où la pluviométrie printanière est importante (2010, 2011, 2013). Lors des printemps secs (2012 et 2014), ces mêmes espèces ont tendance à régresser ou à disparaître localement. La dynamique de proliférations de macrophytes pourrait donc être liée à la pluviométrie printanière. Lors des printemps pluvieux, des foyers de prolifération d'algues vertes opportunistes sont localisés à proximité des apports continentaux identifiés dans la bibliographie. Des études complémentaires sur ces proliférations devraient donc être réalisées, afin de vérifier l'existence de cette dynamique. Les connaissances apportées pourraient donc permettre notamment de mieux comprendre les phénomènes de prolifération, et à terme de les réduire, voire de les supprimer.

Au-delà des objectifs opérationnels et de gestion, il est évident que 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 œuvre dans le cadre des différents réseaux existants (RSL, DCE, etc.). Il est donc important que cette surveillance soit poursuivie de manière annuelle, afin de déceler toute anomalie au sein de l'herbier de l'étang de Salses-Leucate et de mettre en place des mesures de gestions adéquates.

4 Bibliographie

Alexandre A., Santos R., Serrão E., 2005. Effects of clam harvesting on sexual reproduction of the seagrass *Zostera noltii*. Marine Plant Ecology Research Group, CCMAR - Centro de Ciências do Mar, CIMAR - Laboratório Associado, Universidade do Algarve, Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal. Vol. 298 : 115-122.

Auby I, Labourg P., 1996. Seasonal dynamics of *Zostera noltii* Hornem. in the bay of Arcachon (France). *J Sea Res* 35(4) : 269–277.

Backman, T.W., Barilotti, D.C., 1976. Irradiance reduction: effects on standing crops of the eelgrass *Zostera marina* in a coastal lagoon. *Mar. Biol.* 34, 33–40.

Boudouresque C.F., Bernard G., Pergent G., Shili A., Verlaque M., 2009. Regression of Mediterranean Seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina*, 52: 395-418.

Boutiere H., De Bovee F., Dellile D., Fiala M., Gros C., Jacques G., Knoepffler M., Labat J.P., Panouse M., Soyer 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., De Bovee F., Dellile D., Fiala M., Gros C., Jacques G., Knoepffler M., Labat J.P., Panouse M., Soyer 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.

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., Glasgow, H.B., Cooke, J.E., 1994. Comparative effects of water-column nitrate enrichment on eelgrass *Zostera marina*, shoalgrass *Halodule wrightii*, and widgeongrass *Ruppia maritima*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 105, 121–138.

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

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.

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.

Collier C, Waycott M, 2009. Drivers of change to seagrass distributions and communities on the Great Barrier Reef: Literature review and gaps analysis, Reef and Rainforest Research Centre Limited, Cairns

Collier, C. J., Lavery P.S., Masini R.J. and Ralph P.J., 2009. Shade-induced response and recovery of the seagrass *Posidonia sinuosa*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 370: 89-103

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.

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 p.

Dalias N, Fabre E, 2013a. Caractérisation des herbiers de Magnoliophytes marines de l'étang de Salses-Leucate. Syndicat RIVAGE Salses-Leucate & SEANEO. SEANEO publ. Fr. : 75 pages.

Dalias N, Fabre E, 2013b. Travaux de dragage sur une partie du domaine portuaire de la commune de Barcarès - Mesures de suivi. Port-Barcarès & SEANEO. SEANEO publ. Fr. : 100 pages.

Delistraty D.A., Hershner C., 1984. Effects of the herbicide atrazine on adenine nucleotide levels in *Zostera marina* L. (eelgrass). *Aquatic Botany* Volume 18, Issue 4, June 1984, Pages 353–369.

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

DREAL LR, 2013. DREAL Languedoc-Roussillon. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. <http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr> Aout 2013.

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.

Gallegos, M., Merino, M., Marbà, N., Duarte, C. (1992) Flowering of *Thalassia testudinum* Banks ex König in the Mexican Caribbean: age-dependence and interannual variability. *Aquatic Botany*, 43: 249-255.

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.

Harrison P.G., 1993. Variations in demography of *Zostera marina* and *Zostera noltii* on an intertidal gradient. *Aquat. Bot.*, 45, 63-77.

Hauxwell, J., Cebrian, J., and Valiela, I., 2006. Light dependence of *Zostera marina* annual growth dynamics in estuaries subject to different degrees of eutrophication. *Aquat. Bot.* 84: 17-25.

Haynes D., Ralph P., Prange J., Dennison B., 2000. The impact of the herbicide Diuron on photosynthesis in three species of tropical seagrass. *Marine Pollution Bulletin* 41 (7-12), pp. 288-293.

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., Bajjouk T., 2010. Fiche de Synthèse Habitat "Herbiers " – Mars 2010. Ifremer publ. : 13 p.

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.

Hiraoka K., Goto Y., Terawaki T., Okada M., 2001. Natural Deterioration of Eelgrass Meadows, *Zostera marina* L. Deposition of Fine Sediments Supplied from Flooding Rivers. Journal of Japan Society on Water Environment (Japon) ; ISSN:0916-8958; VOL.24; NO.3 : 153-158.

Hootsmans, M.J.M., J.E. Vermaat, W. van Vierssen, 1987. Seed-bank development, germination and early seedling survival of two seagrasses from the Netherlands: *Zostera marina* L. and *Zostera noltii* Hornem.. *Aquat. Bot.*, 28, 275-285.

Ifremer, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens. Rapport final. Tome II. Laboratoire Ifremer del/st Direction de l'Environnement et de l'Amenagement du Littoral. 412 p.

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.

Ifremer, 2013. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2012. *Rapport RSL-13/2013*, 266 p.

Infoclimat, 2013. Infoclimat <http://www.infoclimat.fr>. Juillet 2013.

Jacobs RPWM.,1982. Reproductive strategies of 2 seagrass species (*Zostera marina* and *Z. noltii*) along West Euro-pean coasts. In: Symoens JJ, Hooper SS, Compère P (eds). *Studies on aquatic vascular plants*. Royal Botanical Society of Belgium, Brussels, p 57–62.

Keddy, C.J. 1987. Reproduction of annual eelgrass: variation among habitats and comparison with perennial Eelgrass (*Zostera marina* L.). *Aquat. Bot.* 27: 243-256.

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

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.

Laugier T., Rigollet V., De Casabianca M.L., 1999. Seasonal dynamics in mixed Seagrass beds, *Zostera marina* L. and *Z. noltii* Hornem., in a Mediterranean coastal lagoon (Thau lagoon, France). *Aquatic Botany* 63: 51–69.

Marbà, N. Walker, D., 1999. Growth, flowering and population dynamics of temperate Westernern Australian seagrasses. *Marine Ecology Progress Series*, 184: 105-118.

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

McKenzie L., Unsworth R., 2011. Surviving the flood. How long can seagrass “hold it's breath” ?. McKenzie L.J., Yoshida R.L., Unsworth R., 2011. *Seagrass-Watch News*. Issue 43, April 2011. Seagrass-Watch HQ. 28p.

Moore K.A., Wetzel R.L., 2000. Seasonal variations in eelgrass (*Zostera marina* L.) responses to nutrient enrichment and reduced light availability in experimental ecosystems. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 244 (2000) 1–28.

Nielsen LW, Dahllöf I., 2007. Direct and indirect effects of the herbicides Glyphosate, Bentazone and MCPA on eelgrass (*Zostera marina*). *Aquat Toxicol.* 2007 Apr 20;82(1):47-54.

Nixon S.W., 1982. Nutrients dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. Proceedings of International symposium on coastal lagoons. SCORIIABO/UNESCO. Bordeaux. France. In *Oceanol. Acta* 357-371.

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.

Pena G., 1989. Sels nutritifs et micropolluants métalliques dans un écosystème lagunaire: l'étang de Thau. Thèse doct. Université de Montpellier (Montpellier II) sciences et techniques du Languedoc. Montpellier, France. 143 p.

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.

Pichot P., Ximenes M.C., Deslous-Paoli J.M., Juge C., 1994. Bilan de l'azote et du pbospbore dans le système lagune-bassin versant de Thau. Contrat Plan Etat-Région Languedoc-Roussillon Ifremer Publ. 84 p.

Plus M., 2001. Étude et modélisation des populations de macrophytes dans la lagune de Thau (Hérault, France). Thèse de Doctorat. Paris 6 – France. 369 p.

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.

Réseau de Suivi Lagunaire, 2011. Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon : 148 p.

RIVAGE, 2013. Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eaude l'étang de Salses-Leucate. Etat des lieux. Syndicat mixte RIVAGE Salses-Leucate. 258 p.

Robertson, A. I., Mann, K. H. (1984) Disturbance by ice and Life-history adaptations of the eelgrass, *Zostera marina*. *Mar. Biol.* 80: 131-141.

Ruggiero MV, Capone S, Pirozzi P, Reusch TBH, Procaccini G, 2005a. Mating system and clonal architecture: a comparative study in two marine angiosperms. *Evolutionary Ecology.* 19, 487–499.

Ruggiero MV, Reusch TBH, Procaccini G, 2005b. Local genetic structure in a clonal dioecious angiosperm. *Molecular Ecology.* 14, 957–967.

Sfriso A., Ghetti P.F., 1998. Seasonal variation in biomass, morphometric parameters and production of Seagrasses in the lagoon of Venice. *Aquatic Botany* 61: 1–17.

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.

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

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

Takesue R.K., Rosenbauer B.J., Grossman E.E., 2005. Sedimentation and contaminant loading: effects on eelgrass (*Zostera marina*) bed health in northern Puget Sound. Proceedings of the 2005 Puget Sound Georgia Basin Research Conference. 2 p.

Van Lent F, Verschuure JM., 1994. Intraspecific variability of *Zostera marina* L. (eelgrass) in the estuaries and lagoons of the southwestern Netherlands 11. Relation with environmental factors. *Aquat Bot* 48:59-75.

Van Lent F. Verschuure JM, 1994. Intraspecific variability of *Zostera marina* L. (eelgrass) in the estuaries and lagoons of the southwestern Netherlands. I: population dynamics. *Aquat Bot* 48:31-58.

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.

Zharova, N., A. Sfriso, et al., 2001. A simulation model for the annual fluctuation of *Zostera marina* biomass in the Venice lagoon. *Aquatic Botany* 70(2): 135-150.

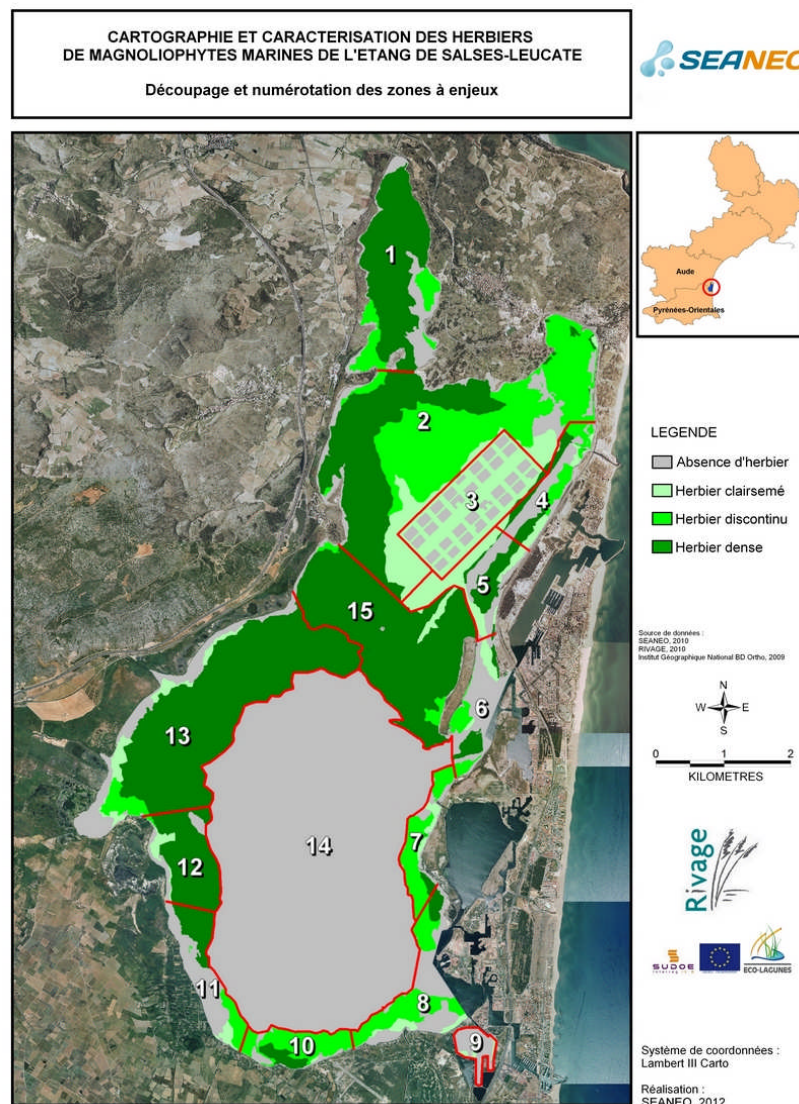
Zimmerman, R. C., J. L. Reguzzoni, et al., 1995. Eelgrass (*Zostera-Marina* L) Transplants in San-Francisco Bay - Role of Light Availability on Metabolism, Growth and Survival. *Aquatic Botany* 51(1-2): 67-86.

5 Annexes

Annexe 1 : Définition des zones à enjeux

La méthodologie relative à la définition des zones à enjeux est développée dans les précédents rapports d'étude (Dalias et Fabre, 2011; 2012).

Un découpage de l'étang en 15 zones à enjeux a été opéré. Dans une même zone à enjeux, les critères de sensibilité et de risques sont semblables (Dalias et Fabre, 2011; 2012).



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. 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; 2012).

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

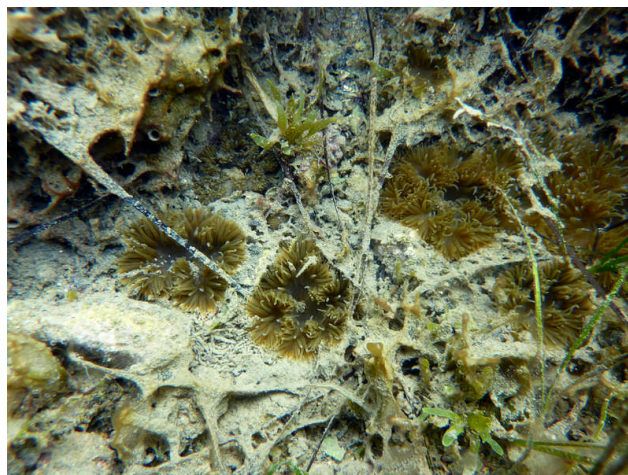
Localisation zone	Sensibilité	Risque	Commentaires (état initial de référence de 2010)	Classes	Transect
15 - Seuil central	3	1	Secteur de sensibilité forte, exposé à des risques faibles (faible pression anthropique). L'herbier de ce secteur est en excellent état de conservation, il peut être défini comme 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 incurvus</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 incurvus</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.		√

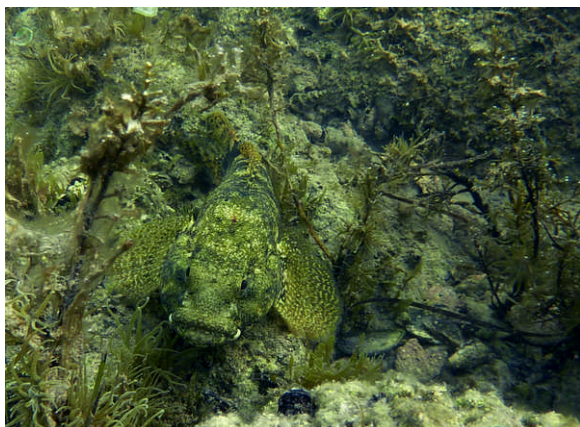
Annexe 2 : Descriptions d'espèces et d'habitats observés lors de la campagne de caractérisation de 2014



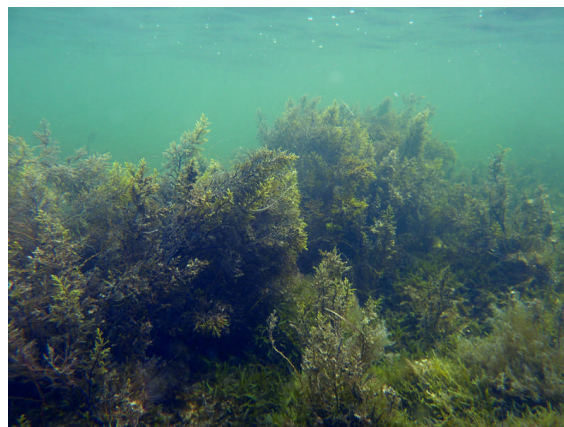
Banc de *Liza ramada* dans l'anse de la Roquette.



Sagartia sp. colonisant les substrats meubles dans la zone à enjeux du terrain militaire.



Gobius cobitis dans une zone rocheuse de l'anse du Paurel.



Forêt de *Cystoseira* sp. dans une zone rocheuse de l'anse du Paurel.



Salaria pavo femelle dans l'anse de la Roquette



Herbier de *Lamprothamium papulosum* dans l'anse du Paurel.



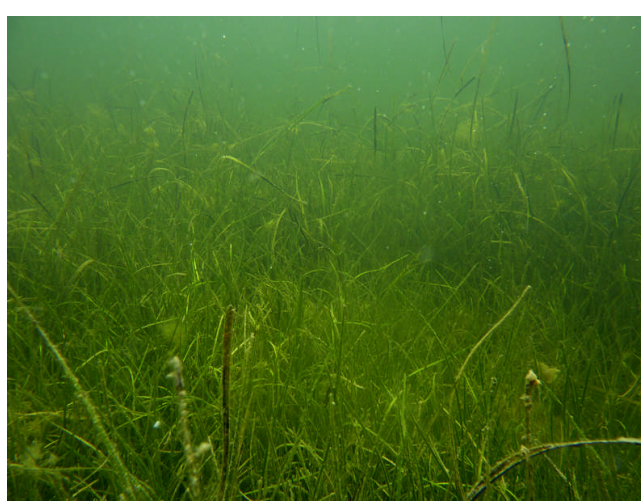
Banc de *Chaetomorpha linum* (anse du Paurel, centre de la zone profonde).



Banc de *Valonia aegagropila* (anse du Paurel, centre de la zone profonde).



Polychète dans un morceau de bois (zone à enjeux de Saint-Hippolyte).



Herbier mixte (*Z. noltei* et *Z. marina*) dense (zone à enjeux de Saint-Hippolyte).



Zosterisessor ophiocephalus (espèce protégée par la Convention de Berne), sur un tapis d'*Acetabularia acetabulum* dans l'anse du Paurel.

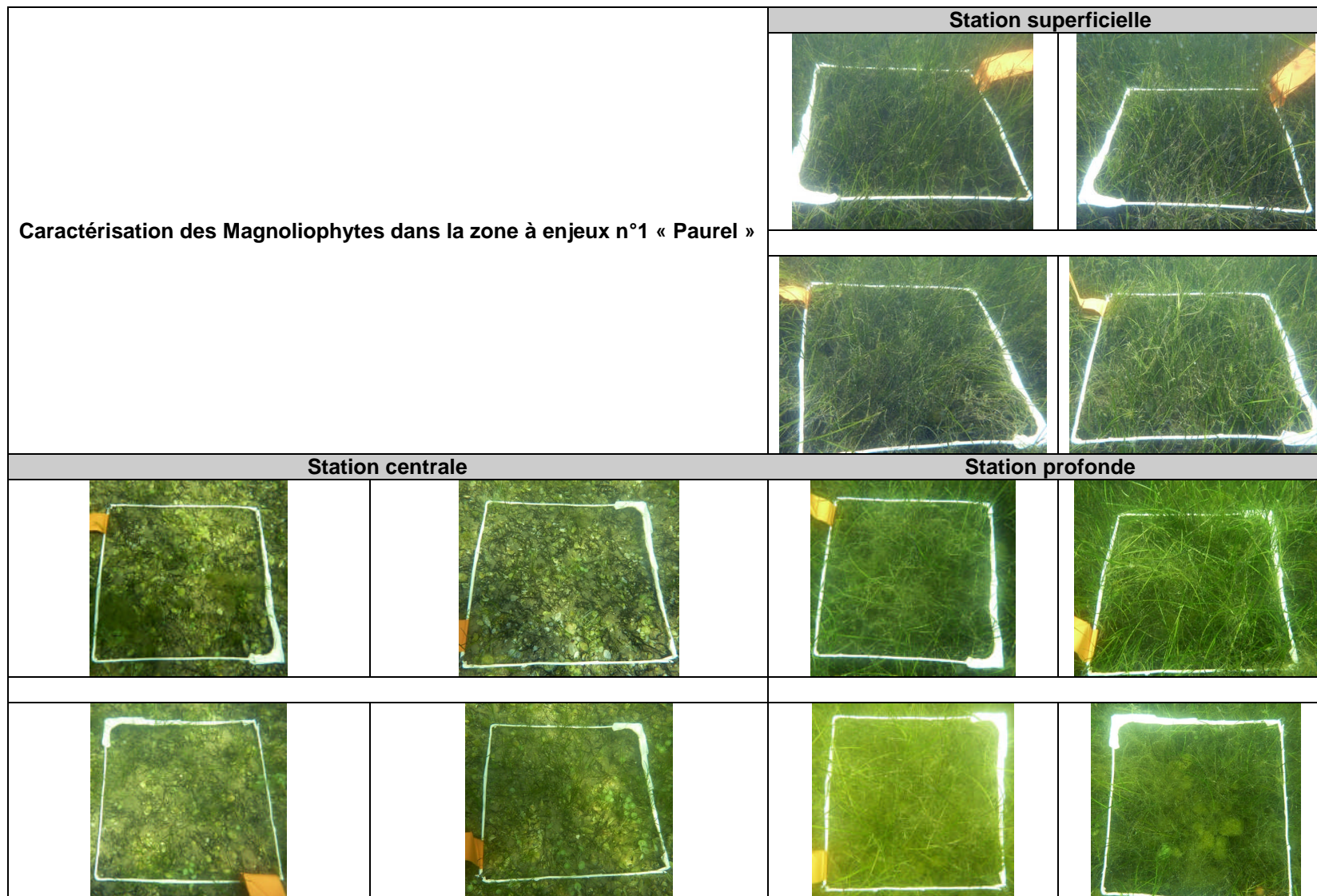


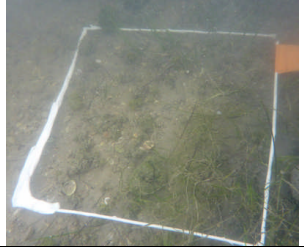
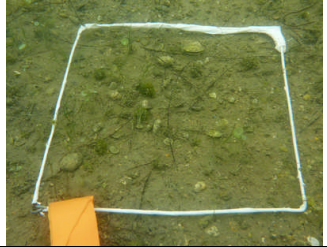

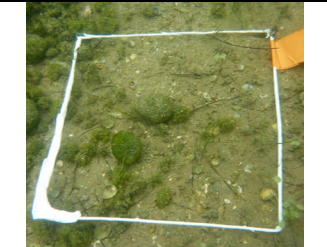
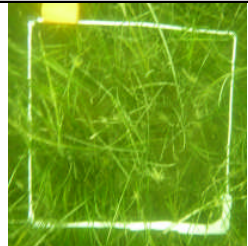
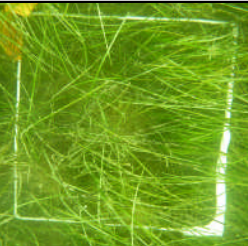
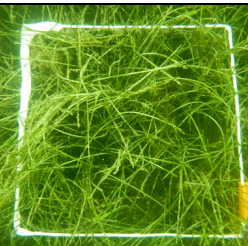
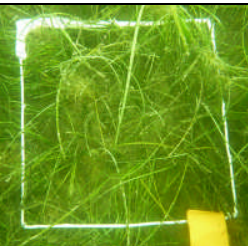
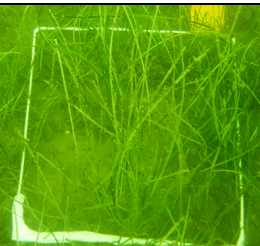
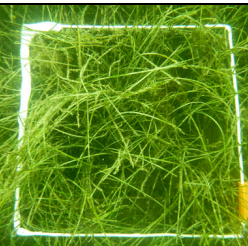
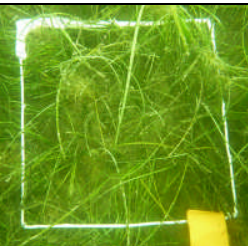
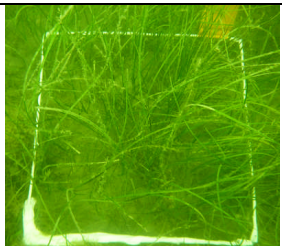
Banc de *Rhizostoma pulmo* dans la zone à enjeux du seuil central.

Annexe 3 : Photographies sous-marines des quadrats de caractérisation des Magnoliophytes

Légende

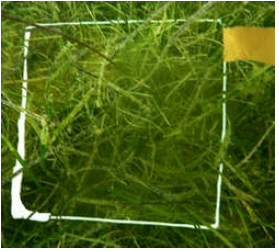
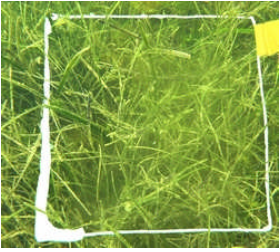

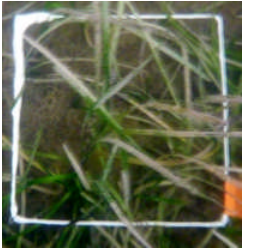
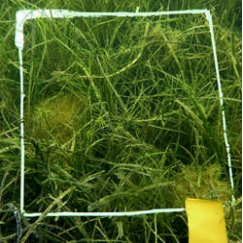
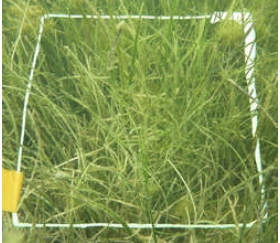








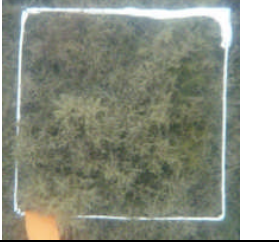

Nom de la station de caractérisation	
Quadrat 1	Quadrat 2
Quadrat 3	Quadrat 4

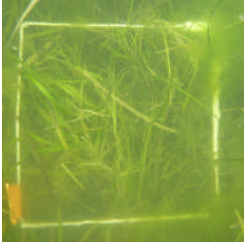
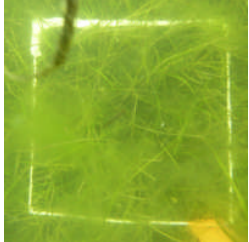
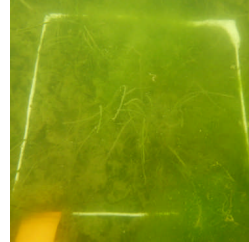
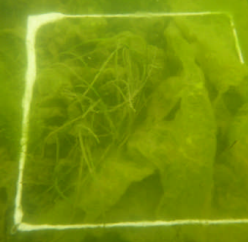

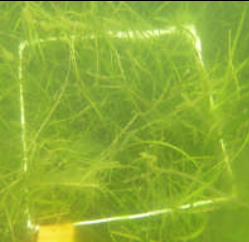
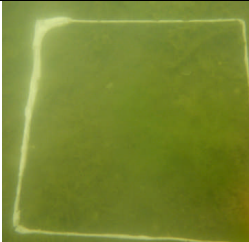
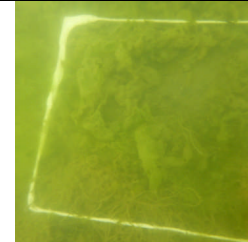
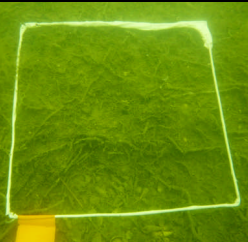

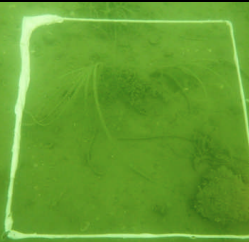
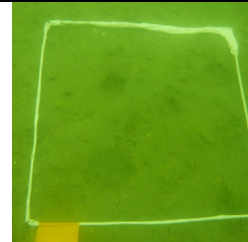

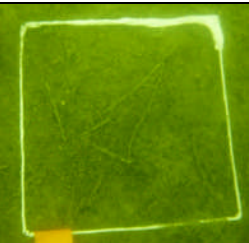
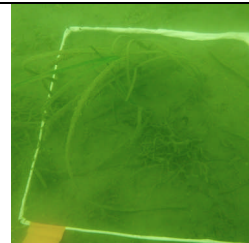
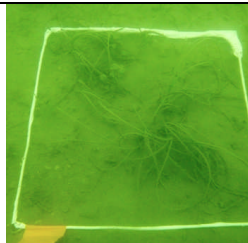


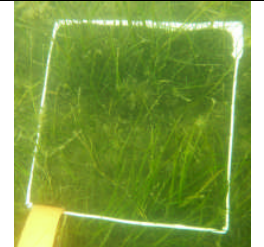
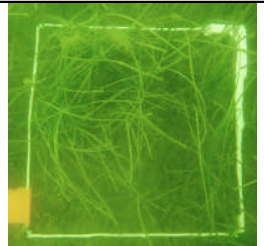
<p>Caractérisation des Magnoliophytes dans la zone à enjeux n°2 « Port-Fitou à l'Anse de Leucate »</p>				Station superficielle			
							
							
				Station centrale			
				Station profonde			
							
							



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

Caractérisation des Magnoliophytes dans la zone à enjeux n°11 « Saint-Hippolyte »							
Station superficielle annexe				Station superficielle			
							
							
Station centrale				Station profonde			
							
							

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 »	
			
			
Station centrale		Station profonde	
			
			

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