



Plateforme BIODIVERSITE

Contrôle de surveillance 2017
Evaluation de l'amplitude des blooms
de macroalgues opportunistes dans la
masse d'eau « lac d'Hossegor »

Rapport final

A l'attention de :

Méline LAMOUREUX -Agence de l'Eau ADOUR-GARONNE



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE
DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Présentée par :

GEO-Transfert/ADERA et Plateformes Techniques EPOC/ADERA

FICHE DOCUMENTAIRE

Type de rapport : Rapport d'étude	
Diffusion : Libre, restreinte, interdite	Date de publication : 29 avril 2018
Titre : Contrôle de surveillance 2017-Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « lac d'Hossegor »	
Auteur(s) principal(aux) : Hugues BLANCHET Marie RAYNAUD Tanguy MENTHONNEX Benoît GOUILLIEUX Eric MANEUX Stéphane BUJAN Ludovic DEVAUX	Organisme(s)/Service(s) : Université de Bordeaux/ PF Biodiversité Station marine, 33120 Arcachon GEO-Transfert Avenue des Facultés, 33405 Talence cedex Université de Bordeaux/ Servie Terrain Station marine, 33120 Arcachon
Responsable du marché : Eric MANEUX	Responsable de l'étude : Hugues BLANCHET
Organisme commanditaire : Agence de l'eau Adour-Garonne 31078 TOULOUSE	

Sommaire

1	<u>INTRODUCTION</u>	<u>4</u>
2	<u>METHODOLOGIE</u>	<u>6</u>
2.1	SITE D'ETUDE.....	6
2.2	METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'EVALUATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DE LA MASSE D'EAU « LAC D'HOSSEGOR » SELON L'ELEMENT « MACROALGUES OPPORTUNISTES »	8
3	<u>RESULTATS.....</u>	<u>17</u>
3.1	SUPERFICIES PRISES EN COMPTE DANS L'ETUDE	17
3.2	SUPERFICIE ET LOCALISATION DES DEPOTS DE MACROALGUES SUR L'ESTRAN	17
3.3	BIOMASSES DE MACROALGUES PRESENTES SUR L'ESTRAN	23
3.4	EVALUATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DE LA MASSE D'EAU	25
3.5	BIOMASSES DE GRACILAIRES PRESENTES SUR L'ESTRAN	29
3.6	BIOMASSES DE MACROALGUES OPPORTUNISTES DANS LE DOMAINE SUBTIDAL DU LAC D'HOSSEGOR	32
3.7	RESULTATS DE L'ENQUETE AUPRES DES COMMUNES	34
4	<u>CONCLUSIONS.....</u>	<u>34</u>
5	<u>RÉFÉRENCES.....</u>	<u>35</u>





1 Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE établit un nouveau cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe comme objectif général l'atteinte d'un bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières et de transition (estuaires en particulier). L'évaluation du statut écologique des Masses d'eau côtières doit être réalisée indépendamment pour les paramètres biologiques suivants :

- Composition, abondance et biomasse du phytoplancton
- Composition et abondance de la faune benthique invertébrée
- Composition et abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton)

Parmi les masses d'eau du district hydrographique Adour-Garonne, le lac marin d'Hossegor est une masse d'eau côtière qui fait l'objet d'un contrôle de surveillance au titre de la DCE. Pour cette Masse d'Eau, il est donc nécessaire de réaliser une évaluation de l'état écologique de la Masse d'Eau sur ces différents paramètres. Les paramètres « phytoplancton », « faune benthique invertébrée », la flore d'angiospermes marines (*Zostera (Zostera) marina* et *Zostera noltei*) et le degré de prolifération des macroalgues opportunistes font donc l'objet d'une surveillance qui s'est mise en place progressivement

(Patricio *et al.*, 2007 ; Scanlan *et al.*, 2007 ; Auby *et al.*, 2009 ; Blanchet *et al.*, 2008, 2010, 2014, 2015; Trut *et al.*, 2009, 2014 ; Auby et Trut, 2013 ; Gouillieux *et al.*, 2013).

Depuis 2010, l'UMR 5805 EPOC a été chargée par l'Ifremer et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne de réaliser la surveillance du paramètre « prolifération des macroalgues opportunistes » pour la Masse d'Eau côtière « Lac d'Hossegor ». L'étude de 2010 avait permis de réaliser une première évaluation de l'importance du développement de ces macroalgues sur les estrans et la zone subtidale du Lac marin d'Hossegor (Blanchet *et al.*, 2010). La seconde étude, portant sur l'année 2012, a permis de tester différentes méthodologies, dont celle établie à l'époque par le CEVA, pour l'évaluation de la qualité du milieu pour ce paramètre (CEVA, 2008, 2011) et a mis en évidence certaines difficultés d'application de la méthode pressentie pour être appliquée au Lac d'Hossegor (Gouillieux *et al.*, 2013). A l'issue de ce travail, il avait été demandé à l'UMR EPOC d'adapter la méthode existante au cas particulier de cette masse d'eau, en accord avec le travail réalisé à l'échelle nationale par le CEVA. Ce travail a été réalisé en 2013 (Blanchet *et al.*, 2014). Plus récemment, il est apparu que les gracilaires ne devaient pas être considérées comme des algues opportunistes pour le calcul de l'indicateur. Par conséquent, les résultats des années précédentes en ce qui concerne les biomasses de macroalgues opportunistes ainsi que les EQR ont été intégralement recalculés en prenant en compte uniquement la biomasse des algues vertes (types ulvales et filamenteuses) et non celle des gracilaires.

Le présent rapport présente les résultats de la surveillance de ce paramètre pour l'année 2017 en appliquant la méthodologie mise au point précédemment et modifiée par l'exclusion des gracilaires.

2 Méthodologie

2.1 Site d'étude

Le Lac d'Hossegor (Figure 1) est une lagune arrière dunaire située sur le littoral aquitain en bordure du Golfe de Gascogne par 43°40 N de latitude et 1°25 W de longitude. Cette lagune présente une orientation Nord-Sud parallèle au cordon dunaire. La superficie de la lagune est d'environ 90 Ha (Environ 2 km de long sur 0,35 km de large, en moyenne).

Les échanges avec l'océan sont assurés par le canal d'Hossegor, long d'environ 1km, par lequel il est intégré à un complexe hydrologique qui comprend, au sud-est, la rivière du Bourret, et au sud, la rivière du Boudigau. Ces trois entités se jettent à l'océan par le canal du Boucarot. Cette configuration confère au Lac d'Hossegor un caractère de lagune salée à saumâtre (Trut *et al.*, 2009). Entre 2007 et 2015 par exemple, la salinité à pleine mer en surface mesurée mensuellement dans le cadre de la DCE a varié entre 13 et 36 (Auby *et al.*, 2015). Du point de vue bathymétrique, la zone peut être subdivisée en deux avec une partie Nord présentant des profondeurs plus importantes, inférieures au niveau -1 mètre NGF, et une partie Sud, à la configuration fluctuante, située sous le niveau 0 mètre NGF (Syndicat de Rivière Bourret-Boudigau, 2010).

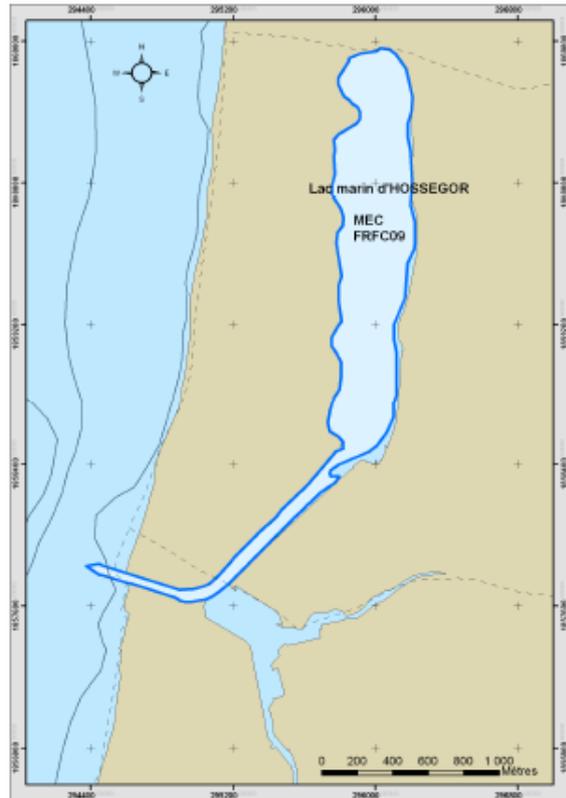
Le lac marin d'Hossegor se situe sur la trace de l'ancien lit de l'Adour qui se jetait originellement à Vieux Boucau (commune située à 15 km au Nord de Capbreton). En 1578, suite à un conflit politique entre Bayonne et Vieux-Boucau, il fût décidé de détourner le cours originel de l'Adour et de créer l'embouchure actuelle de l'Adour à Bayonne. Le lac d'Hossegor témoigne ainsi du passé de l'Adour comme fleuve côtier. L'étang d'Hossegor fût mis en contact avec l'Océan en Mars 1876 afin de constituer une chasse d'eau dans le but d'éviter l'ensablement de la passe de Capbreton où se situait le seul port entre le bassin d'Arcachon et la côte basque (Syndicat de Rivière Bourret-Boudigau, 2010).

Le Lac d'Hossegor est alimenté par des apports d'eau de mer lors de chaque marée. Toutefois, le renouvellement de la masse d'eau est limité par la présence d'un seuil. En partie à cause de ce confinement, le lac est régulièrement soumis à des proliférations de macroalgues opportunistes, telles que les ulves, les monostromes et les entéromorphes. Ses estrans sableux à sablo-vaseux sont colonisés, sur la partie haute, par les plantes du schorre et par *Zostera noltei* dans certaines parties basses. Par ailleurs, *Zostera marina* colonise certaines parties de l'étage subtidal.

Le lac marin d'Hossegor est le lieu de diverses activités, en particulier, la pêche à pieds, le nautisme et l'ostréiculture.



Figure 1 : Limites de la Masse d'Eau
DCE « Lac d'Hossegor »
(source : Ifremer)



2.2 Méthodologie utilisée pour l'évaluation de l'état écologique de la Masse d'Eau « Lac d'Hossegor » selon l'élément « Macroalgues opportunistes »

Remarque préliminaire : Sur cette masse d'eau, le suivi du développement des macroalgues opportunistes est réalisé sur le domaine intertidal ainsi que sur le domaine subtidal. Néanmoins, seules les données collectées en domaine intertidal sont utilisées pour calculer l'indicateur évaluant l'état écologique de la masse d'eau au sens de la DCE. Les données collectées en domaine subtidal ne sont pas intégrées dans le calcul de l'indicateur mais permettent d'explicitier le mécanisme de développement des blooms dans cette masse d'eau.

⇒ Métriques utilisées et définitions

L'évaluation de l'état écologique de la Masse d'Eau selon l'élément de qualité « macroalgues opportunistes » est basée sur cinq métriques reflétant l'importance et la récurrence des blooms de ces algues dans un milieu donné. Ces métriques sont :

- **L'aire affectée (AA) par les dépôts de macroalgues** : surface, en hectare (Ha) correspondant à la somme des surfaces des polygones dont la couverture par les macroalgues opportunistes est supérieure à 0% ;

- **Le % de l'aire potentiellement colonisable affectée par des dépôts de macroalgues (%AC)** :

L'aire potentiellement colonisable (AC) est définie comme la surface des estrans de substrats meubles située entre le niveau des PM et de BM de coefficient 120 en excluant les zones de schorre et les substrats rocheux. Le % de l'aire colonisable affectée par des dépôts de macroalgues est évaluée par le ratio entre l'Aire Affectée en Hectare Equivalent 100% (AAHaEq100) et l'Aire potentiellement colonisable (en Ha).

- **La biomasse de macroalgues rapportée à l'aire affectée (B/AA)** par les dépôts de macroalgues en (g PF.m⁻²) : elle correspond à la biomasse moyenne (en g PF par m²) de macroalgues opportunistes sur les polygones échantillonnés.

- **La biomasse de macroalgues rapportée à l'aire colonisable (B/AC)** (en g PF.m⁻²) :

Elle correspond à la biomasse moyenne de macroalgues opportunistes (en g PF par m²) rapportée à l'aire colonisable AC.

- **La proportion d'échantillons présentant un enfouissement de macroalgues (enf%)** (en %) : Elle correspond au pourcentage de cadres échantillonnés en domaine intertidal dans lesquels des macroalgues dégradées, enfouies dans le sédiment, ont été trouvées. Cette métrique illustre la permanence des dépôts sur la zone concernée en considérant que la présence d'algues dégradées dans le sédiment témoigne d'une présence prolongée d'algues sur l'estran (et donc, un impact plus important sur la zone).

⇒ Calcul des EQR

Aire affectée (AA) par les dépôts de macroalgues

Le mode de calcul de cette métrique considère que la situation la plus dégradée correspond à une colonisation totale de l'ensemble de la zone intertidale potentiellement colonisable par les macroalgues (AC), soit, d'après les évaluations de surface réalisées : 23 Ha (Table 1.1.).

Table 1.1. : Seuils et mode de calcul de l'EQR pour la métrique « Aire Affectée » adaptée au Lac d'Hossegor.

Aire Affectée (AA en Ha)	(proportion de l'aire potentiellement colonisable, AC)	EQR correspondant
[0 à 1.15] Ha	de 0 à 5 %	[1.0 à 0.8]
]1.15 à 3.45] Ha	> 5 à 15 %	]0.8 à 0.6]
]3.45 à 5.75] Ha	> 15 à 25 %	]0.6 à 0.4]
]5.75 à 17.25] Ha	> 25 à 75 %	]0.4 à 0.2]
]17.25 à 23] Ha	> 75 à 100 %	]0.2 à 0.0]

% de l'aire potentiellement colonisable affectée par des dépôts de macroalgues (%AC)

Le mode de calcul de l'EQR pour cette métrique est fourni dans la Table 1.2.

Table 1.2. : Seuils et EQR correspondant pour la métrique % AC : « Aire potentiellement colonisable affectée par des dépôts de macroalgues ».

Seuils du %AC	EQR correspondant
de 0 à 5 %	[1.0 à 0.8[
> 5 à 15 %	]0.8 à 0.6[
> 15 à 25 %	]0.6 à 0.4[
> 25 à 75 %	]0.4 à 0.2[
> 75 à 100 %	]0.2 à 0.0]

Biomasse de macroalgues rapportée à l'aire affectée (B/AA) par les dépôts de macroalgues en (g PF.m⁻²)

Le mode de calcul de l'EQR pour cette métrique est indiqué ci-dessous (Table 1.3.).

Table 1.3. : Seuils et EQR correspondant pour la métrique B/AA : « biomasse de macroalgues rapportée à l'aire affectée (B/AA) par les dépôts de macroalgues en (g PF.m⁻²) ».

Seuils du B/AA (gPF.m ⁻²)	EQR correspondant
de 0 à 100	[1.0 à 0.8[
> 100 à 500	[0.8 à 0.6[
> 500 à 1000	[0.6 à 0.4[
> 1000 à 3000	[0.4 à 0.2[
> 3000 à 6000	[0.2 à 0.0]

Biomasse de macroalgues rapportée à l'aire colonisable (B/AC) (en g PF.m⁻²)

Le mode de calcul de l'EQR pour cette métrique est indiqué dans la Table 1.4.

Table 1.4. : Seuils et EQR correspondant pour la métrique B/AC : « biomasse de macroalgues rapportée à l'aire colonisable (B/AC) par les dépôts de macroalgues en (g PF.m⁻²) ».

Seuils du B/AC (gPF.m ⁻²)	EQR correspondant
de 0 à 100	[1.0 à 0.8[
> 100 à 500	[0.8 à 0.6[
> 500 à 1000	[0.6 à 0.4[
> 1000 à 3000	[0.4 à 0.2[
> 3000 à 6000	[0.2 à 0.0]

Proportion d'échantillons présentant un enfouissement de macroalgues (enf%)

Le mode de calcul de l'EQR pour cette métrique est indiqué dans la Table 1.5.

Table 1.5. : Seuils et EQR correspondant pour la métrique enf% : « proportion d'échantillons présentant un enfouissement de macroalgues (enf%) (en %) ».

Seuils du enf% (en %)	EQR correspondant
de 0 à 1 %	[1.0 à 0.8[
> 1 à 5 %	[0.8 à 0.6[
> 5 à 20 %	[0.6 à 0.4[
> 20 à 50 %	[0.4 à 0.2[
> 50 à 100 %	[0.2 à 0.0]

Détermination de l'EQR final et évaluation du statut écologique de la masse d'eau

La valeur finale de l'EQR est déterminée comme la moyenne des cinq métriques utilisée puis interprétée en termes de statut écologique selon la table suivante (Table 1.6) :

Table 1.6. : Seuils de l'EQR final et correspondance en termes de statut de qualité écologique de la masse d'eau pour le paramètre « développement de macroalgues opportunistes »

Seuils de valeur de l'EQR final	Statut de qualité écologique correspondant
[1.0 à 0.8[	Très Bon / High
[0.8 à 0.6[	Bon / Good
[0.6 à 0.4[	Moyen / Moderate
[0.4 à 0.2[	Médiocre / Poor
[0.2 à 0.0]	Mauvais / Bad

⇒ Echantillonnage et évaluation des valeurs des métriques

Echantillonnage en domaine subtidal

Le domaine subtidal est considéré comme plus homogène que le domaine intertidal en termes d'orientation et de type sédimentaire. La zone subtidale a donc été subdivisée en deux strates : la strate Nord, correspondant à la partie la plus profonde et la plus éloignée de l'influence marine ; la strate Sud, correspondant à la zone sableuse située entre la zone Nord du lac et le canal qui relie le lac au port de Capbreton et à l'Océan.

La zone Nord, zone principale d'accumulation des macroalgues, fait l'objet d'une évaluation plus précise de la biomasse des macroalgues opportunistes. L'échantillonnage des macroalgues est réalisé en plongée à l'aide de carottiers métalliques de 45 cm de diamètre et d'une hauteur de 1 m de hauteur (0,16 m²) sur un réseau de 26 stations distribuées sur l'ensemble du lac mais dont la majorité des stations est concentrée sur la zone nord (cf table 1.7. ci-dessous) Le positionnement doit être réalisé avec une précision de 10 m.

Table 1.7. : Localisation GPS des échantillons en domaine subtidal

Stations	Latitude (en degrés décimaux, WGS84)	Longitude (en degrés décimaux, WGS84)
S_01	43.6648667	-1.4282333
S_02	43.6815000	-1.4306667
S_03	43.6811667	-1.4302833
S_04	43.6808000	-1.4299000
S_05	43.6809167	-1.4290500
S_06	43.6800167	-1.4287833
S_07	43.6797833	-1.4292833
S_08	43.6796167	-1.4296667
S_09	43.6795167	-1.4300167
S_10	43.6783000	-1.4306667
S_11	43.6777500	-1.4298000
S_12	43.6773500	-1.4287500
S_13	43.6776167	-1.4283667
S_14	43.6771167	-1.4310667
S_15	43.6770167	-1.4300167
S_16	43.6771167	-1.4294667
S_17	43.6769500	-1.4288500
S_18	43.6758167	-1.4306667
S_19	43.6758000	-1.4299000
S_20	43.6757833	-1.4292667
S_21	43.6761000	-1.4284833
S_22	43.6745167	-1.4278667
S_23	43.6739500	-1.4278833
S_24	43.6750333	-1.4277167
S_25	43.6749000	-1.4302167
S_26	43.6717000	-1.4296833

L'échantillonnage des macroalgues a été réalisé en plongée à l'aide de carottiers métalliques de 45 cm de diamètre (0,16 m²). Les échantillons collectés sont placés dans des sacs plastiques et ramenés au laboratoire pour détermination des biomasses.

Echantillonnage en domaine intertidal

L'ensemble de l'estran du lac d'Hossegor a été parcouru à pied lors de la basse mer durant les 2 missions, en juin et en juillet 2015. Afin de déterminer la biomasse de macroalgues opportunistes présente au niveau de l'estran, un échantillonnage par cadres de 50 cm x 50 cm a été réalisé sur les polygones où il y a présence de macroalgues en échantillonnant une sous-zone où la couverture de macroalgues était de 100%.

Le choix des polygones à considérer est détaillé dans le paragraphe « Détermination de l'aire affectée (AA) par les dépôts de macroalgues », dans la table 1.9, en particulier.

Un total de 28 échantillons est collecté dans le domaine intertidal en affectant le nombre d'échantillon en proportion des surfaces estimées au cours des années précédentes pour chacune des 6 classes de couvertures dont la couverture est supérieure à 0% (détaillées dans la table 1.8.) avec un minimum de 4 échantillons par strate (cf table 1.8. ci-dessous). Dans la mesure du possible, les échantillons collectés doivent être distribués entre le plus grand nombre de polygones en cherchant à éloigner au maximum les échantillons les uns par rapport aux autres.

Table 1.8. : Classes de couverture des polygones intertidaux affectés par les dépôts de macroalgues opportunistes, proportions estimées au cours des années précédentes et nombre d'échantillons réalisés dans chaque classe polygone.

Classes de couverture	Proportions estimées au cours des années précédentes (%)	Nombre d'échantillons à réaliser dans chaque classe de couverture
0		0
>0 à 15 %	20 à 45 %	5
>15 à 30 %	<5%	4
>30 à 45 %	<5%	4
>45 à 60 %	<5%	4
>60 à 75 %	<5%	4
> 75 %	40 à 60 %	7
Nombre total d'échantillons à réaliser :		28

Détermination de l'aire colonisable (AC) par les dépôts de macroalgues

Afin de déterminer cette aire colonisable, une cartographie de l'estran avait été réalisée au cours des missions d'échantillonnage du mois de juin 2012. La réalisation de cette cartographie avait consisté à délimiter la partie haute de l'estran lors des Pleines Mers et la partie basse des estrans lors des Basses Mers (respectivement coefficients 102 et 101) à l'aide d'un GPS sub-métrique GeoXT Trimble. Une seconde cartographie de la limite de basse mer de la zone a été réalisée en 2013, par coefficient de 102 (BM). La carte ainsi réalisée a été croisée aux données SIG existantes. Cette surface doit être réévaluée tous les trois ans (2012, 2015, 2018, 2021...). Pour la période de 2015 à 2017 (inclus), la surface considérée est de 23.0 Ha.

Détermination de l'aire affectée (AA) par les dépôts de macroalgues

L'aire affectée a été évaluée de la façon suivante : l'estran a été parcouru lors de deux ou trois basses mers consécutives de fort coefficient. Les zones de dépôts homogènes de macroalgues ont été repérées et délimitées à l'aide d'un GPS sub-métrique GeoXT Trimble. Sur chaque polygone ainsi délimité, la couverture en % du polygone couvert par les macroalgues opportunistes a été estimée

simultanément par au moins deux opérateurs. Le polygone s'est vu affecté la valeur moyenne des deux estimations et classé selon 6 classes de recouvrement (Table 1.9.).

Table 1.9. : Classes de couverture des polygones affectés par les dépôts de macroalgues opportunistes et couverture moyenne correspondante.

Classes de couverture	couverture moyenne (%)
0	0%
>0 à 15 %	8%
>15 à 30 %	23%
>30 à 45 %	38%
>45 à 60 %	53%
>60 à 75 %	68%
> 75 %	83%

La sélection des polygones à délimiter s'est faite sur la base de deux critères : l'importance de la couverture et de la surface affectée selon la règle présentée dans la table 1.10..

Table 1.10. : Règle utilisée pour le choix de la délimitation des polygones de dépôts de macroalgues. D : polygone délimité, ND : polygone non délimité (non pris en compte)

Longueur minimale d'une des dimensions du polygone	% de couverture du polygone			
	[1 - 2,5 m[	[2,5 - 5 m[	[5 - 7,5 m[	>7,5 m
≥75%	D	D	D	D
≥50%-<75%	ND	D	D	D
≥25%-<50%	ND	ND	D	D
<25%	ND	ND	ND	D

Selon cette règle, les polygones dont toutes les dimensions étaient inférieures à environ 1 mètre n'ont pas été cartographiés et les polygones de moins de 2,5 mètre (sur l'une de leur dimension) n'ont été cartographiés que s'ils présentaient une couverture de plus de 50% (Table 1.10.).

L'aire affectée (AA) par des dépôts de macroalgues opportunistes est déterminée comme la somme des aires de ces polygones où la couverture de macroalgues est supérieure à 0%.

Détermination du % de l'aire colonisable affectée par des dépôts de macroalgues opportunistes

Le pourcentage de l'aire colonisable affectée par des dépôts de macroalgues (%AC) tient compte de la surface de l'aire affectée par les dépôts de macroalgues pondéré par le % de couverture de chaque polygone. Le % de l'aire colonisable affectée est évalué par le ratio entre l'Aire Affectée en Hectare Equivalent 100% (AAHaEq100). La valeur de la classe de couverture est donnée comme étant la valeur moyenne des valeurs limites de chaque classe (Wither, 2003) (Table 1.9).

Le calcul de l'aire colonisable affectée par des dépôts de macroalgues est fourni par Wither (2003).

Pour des relevés suivants, correspondant à une surface colonisable totale de 75 ha :

50 ha avec une couverture de 0%

10 ha avec une couverture de 1 à 25 %

10 ha avec une couverture de 26 à 50 %

5 ha avec une couverture de 100%

Le calcul est le suivant :

$$\left[\frac{\left(\left(\frac{(1+25)}{2} \times \frac{10}{100} \right) + \left(\frac{(26+50)}{2} \times \frac{10}{100} \right) + \left(100 \times \frac{5}{100} \right) \right)}{75} \times 100 \right]$$
$$= \frac{\text{Aire Affectée en HaEq100}}{\text{Aire potentiellement Colonisable}} \times 100 = 13,4\%$$

Détermination de la biomasse de macroalgues rapportée à l'aire affectée (B/AA)

Le calcul de la biomasse moyenne de macroalgues rapportée à l'aire affectée consiste à évaluer pour chaque polygone correspondant à une classe de couverture donnée (cf Table 1.9.) la biomasse moyenne de macroalgues opportunistes, c'est-à-dire les macroalgues vertes de type « filamenteuse » et « ulvale » accumulées sur le sédiment. Le calcul est effectué en pondérant la biomasse moyenne mesurée dans les échantillons (dans lequel la couverture est de 100%) par la couverture médiane (en %). A partir de ces données, une moyenne de biomasse accumulée pour chacune des différentes classes de couverture est produite. La biomasse de « gracilaires » est exclue du calcul mais conservée et les résultats obtenus sont discutés par ailleurs.

A partir des données surfaciques évaluées pour chaque classe de couverture, le stock de macroalgues opportunistes est calculé en pondérant chaque classe de couverture par les surfaces correspondantes puis rapportée à l'aire affectée AA (en m²).

Détermination de la biomasse de macroalgues rapportée à l'aire potentiellement colonisable (B/AC)

Le calcul est réalisé de la même façon que précédemment mais les biomasses sont rapportées à l'aire potentiellement colonisable AC.

Réalisation des mesures de biomasse de macroalgues

Les mesures de biomasse d'algues opportunistes des domaines intertidaux et subtidaux est réalisé de la manière suivante :

Les macroalgues sont séparées en 4 groupes : (1) les filamenteuses, (2) les ulvales, (3) les algues dégradées (mélange) et (4) les gracilaires. Seules les macroalgues appartenant à l'un des trois premiers groupes (« filamenteuses » + « ulvales » + « algues dégradées » = biomasse de macroalgues opportunistes) sont prises en compte pour le calcul des biomasses de macroalgues opportunistes.

Chaque type d'algues de chaque échantillon est rincé à l'eau puis essorée manuellement (par pression) puis des volumes inférieurs à 10 dm³ sont essorés une seconde fois pendant 2 minutes. A l'issue de l'essorage, la biomasse en poids frais (PF) de macroalgues est déterminée à l'aide d'une balance précise à 10 g.

Détermination de la proportion d'échantillons présentant un enfouissement de macroalgues (enf%)

L'objectif est de déterminer le % d'échantillons intertidaux présentant des « algues dégradées » dans les zones où la couverture de macroalgues opportunistes est supérieure à 0%. L'estimation a consisté à réaliser sur chacun des polygones dont la couverture est supérieure à 0%, trois inspections des 3 premiers centimètres du sédiment afin de rechercher la présence éventuelle d'algues enfouies et dégradées. Ainsi, dans chaque polygone dont la couverture est supérieure à 0%, trois surfaces de 10 cm², localisée sur les zones de dépôt maximum, est inspectée afin d'établir si il y a présence d'algues enfouies et dégradées ou non.

Le calcul final consiste, après avoir estimé la proportion d'inspections présentant des macroalgues enfouies pour chaque classe de couverture, à déterminer le % d'inspections présentant des macroalgues enfouies et dégradées en corrigeant les proportions obtenues pour chaque classe de couverture par la proportion de chaque classe de couverture dont la couverture est supérieure à 0%.

⇒ **Enquête auprès des communes**

Des formulaires d'enquêtes (modèle en annexe ont été envoyées aux communes accompagnée d'un courrier expliquant la démarche et les objectifs de l'étude auprès des mairies des communes de Soort-Hossegor, Seignosse, Capbreton, Labenne et Soustons.

3 Résultats

3.1 Superficies prises en compte dans l'étude

Sur la base des différentes campagnes de relevés surfaciques réalisés entre 2012 et 2017 et des données disponibles, il apparaît que la surface des zones intertidales du lac marin d'Hossegor est susceptible d'évoluer légèrement en fonction du déplacement des bancs de sables situés dans la partie Sud du lac. Afin de rendre comparable les différentes campagnes d'échantillonnage, les valeurs de superficies retenues pour le lac sont indiquées dans la table suivante (Table 2.1.) :

Table 2.1. : Superficies retenues (en Ha) pour la caractérisation de la Masse d'eau « Lac d'Hossegor »

	Surfaces en Ha
Masse d'Eau « lac marin d'Hossegor »	94.7
domaine subtidal	66.6
dont plan d'eau « lacustre »	48.7
dont herbier à <i>Z. marina</i>	0.5 à 3.3
domaine intertidal	28.1
dont schorre	5.1
dont herbier à <i>Z. noltei</i>	0.5 à 1.2
dont aire potentiellement colonisable AC	23.0

3.2 Superficie et localisation des dépôts de macroalgues sur l'estran

Les dépôts de macroalgues présentent un patron de distribution régulier depuis le début de la surveillance de ce paramètre. Les figures 2 et 3 montrent la distribution des couvertures de macroalgues opportunistes au cours des deux campagnes de 2017. Ces cartes montrent que les principaux sites intertidaux d'accumulation de macroalgues sont situés dans la partie Nord du lac, à proximité ou au contact de la zone d'accumulations de macroalgues en domaine subtidal (Figures 2 et 3). La localisation et la géométrie des principaux dépôts est tout à fait similaire depuis le début de la surveillance.

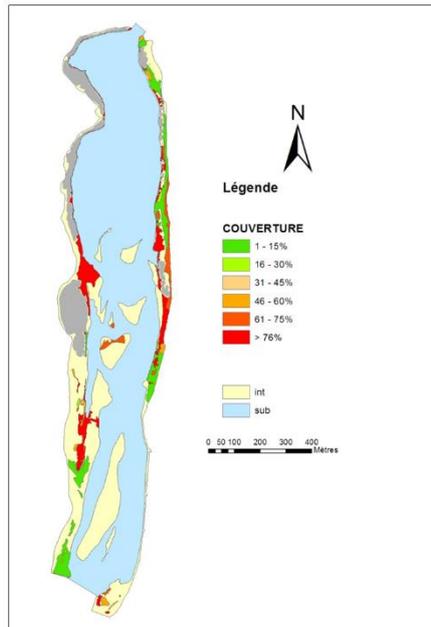


Figure 2 : Localisation des dépôts de macroalgues sur l'estran du Lac marin d'Hossegor lors de la campagne de printemps 2017. La couverture algale (% de la surface recouverte par les macroalgues) de chaque polygone est indiquée par le code couleur.

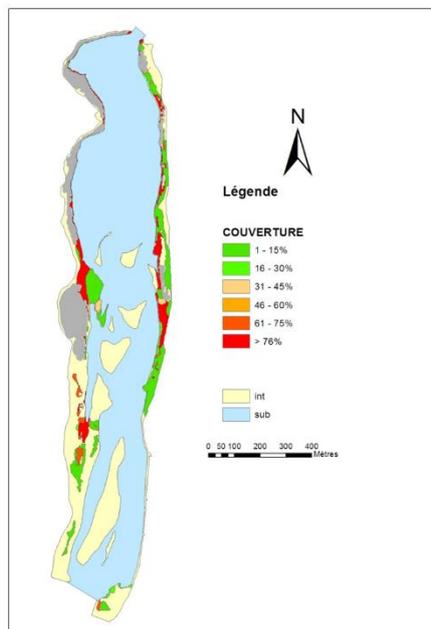


Figure 3 : Localisation des dépôts de macroalgues sur l'estran du Lac marin d'Hossegor durant l'été 2017. La couverture algale (% de la surface recouverte par les macroalgues) de chaque polygone est indiquée par le code couleur.

L'aire affectée (AA) au Printemps 2017 est estimée à 6,9 Ha et 7,2 Ha pour l'été 2017. L'aire affectée mesurée en 2017 semble être du même ordre que ce qui a été observé au cours des quatre dernières années (Table 2.2., Figure 4). Néanmoins, rapportées à un équivalent de 100% de couverture, les surfaces affectées sont très similaires à ce qui est observé depuis 2012 (Table 2.2., Figure 4)). Le faible nombre de mesure de l'aire affectée (deux estimations par an) ne met pas en évidence de variations interannuelles significatives sur la période 2012-2017 ni pour l'aire affectée (ANOVA, $p=0.18$) ni pour l'aire affectée en Ha-équivalent-100 (ANOVA, $p=0.36$).

Table 2.2 : Superficies affectées par les dépôts de macroalgues en 2012, 2013, 2014, 2015 et 2016

Classes de couverture (en %)	Superficie (en Ha)	Superficie (en Ha équivalent 100%)	Aire affectée [AA] (en Ha)	Aire affectée [AAequi100] (en Ha équivalent 100%)
Printemps 2012			4.99	2.88
> 0 - 15%	0.59	0.04		
> 15 - 30%	0.9	0.2		
> 30 - 45%	0.18	0.07		
> 45 - 60%	0.19	0.1		
> 60 - 75%	0.61	0.41		
> 75%	2.52	2.07		
Été 2012			5.61	2.82
> 0 - 15%	1.61	0.11		
> 15 - 30%	0.73	0.16		
> 30 - 45%	0.14	0.05		
> 45 - 60%	0.1	0.05		
> 60 - 75%	0.31	0.21		
> 75%	2.72	2.23		
Printemps 2013			4.62	2.04
> 0 - 15 %	1.57	0.11		
> 15 - 30 %	0.2	0.04		
> 30 - 45 %	0.43	0.16		
> 45 - 60 %	0.75	0.39		
> 60 - 75 %	0.24	0.16		
> 75 %	1.43	1.17		

Classes de couverture (en %)	Superficie (en Ha)	Superficie (en Ha équivalent 100%)	Aire affectée [AA] (en Ha)	Aire affectée [AAequi100] (en Ha équivalent 100%)
Eté 2013			5.84	3.07
> 0 - 15 %	1.36	0.1		
> 15 - 30 %	0.5	0.11		
> 30 - 45 %	0.69	0.25		
> 45 - 60 %	0.16	0.08		
> 60 - 75 %	0.28	0.19		
> 75 %	2.85	2.34		
Printemps 2014			5.35	3.16
> 0 - 15 %	1.08	0.09		
> 15 - 30 %	0.40	0.09		
> 30 - 45 %	0.37	0.14		
> 45 - 60 %	0.08	0.04		
> 60 - 75 %	0.29	0.20		
> 75 %	3.14	2.60		
Eté 2014			6.56	3.05
> 0 - 15 %	2.84	0.23		
> 15 - 30 %	0.16	0.04		
> 30 - 45 %	0.19	0.07		
> 45 - 60 %	0.17	0.09		
> 60 - 75 %	0.21	0.14		
> 75 %	2.99	2.49		
Printemps 2015			7.05	3.13
> 0 - 15 %	2.83	0.20		
> 15 - 30 %	0.32	0.07		
> 30 - 45 %	0.46	0.17		
> 45 - 60 %	0.15	0.08		
> 60 - 75 %	0.55	0.37		
> 75 %	2.74	2.24		
Eté 2015			6.12	3.05
> 0 - 15 %	2.27	0.16		
> 15 - 30 %	0.05	0.01		
> 30 - 45 %	0.29	0.11		
> 45 - 60 %	0.25	0.13		
> 60 - 75 %	0.23	0.15		
> 75 %	3.04	2.49		

Classes de couverture (en %)	Superficie (en Ha)	Superficie (en Ha équivalent 100%)	Aire affectée [AA] (en Ha)	Aire affectée [AAequi100] (en Ha équivalent 100%)
Printemps 2016			7,16	3,69
> 0 - 15 %	2,74	0,21		
> 15 - 30 %	0,26	0,06		
> 30 - 45 %	0,16	0,06		
> 45 - 60 %	0,16	0,08		
> 60 - 75 %	0,52	0,35		
> 75 %	3,32	2,92		
Eté 2016			6,81	3,63
> 0 - 15 %	2,38	0,18		
> 15 - 30 %	0,40	0,09		
> 30 - 45 %	0,08	0,03		
> 45 - 60 %	0,21	0,11		
> 60 - 75 %	0,37	0,25		
> 75 %	3,37	2,97		
Printemps 2017			6,90	3,55
> 0 - 15 %	2,63	0,21		
> 15 - 30 %	0,11	0,03		
> 30 - 45 %	0,05	0,02		
> 45 - 60 %	0,35	0,18		
> 60 - 75 %	0,89	0,60		
> 75 %	2,87	2,52		
Eté 2017			7,02	2,72
> 0 - 15 %	3,86	0,31		
> 15 - 30 %	0,22	0,05		
> 30 - 45 %	0,23	0,08		
> 45 - 60 %	0,04	0,02		
> 60 - 75 %	0,40	0,27		
> 75 %	2,26	1,99		

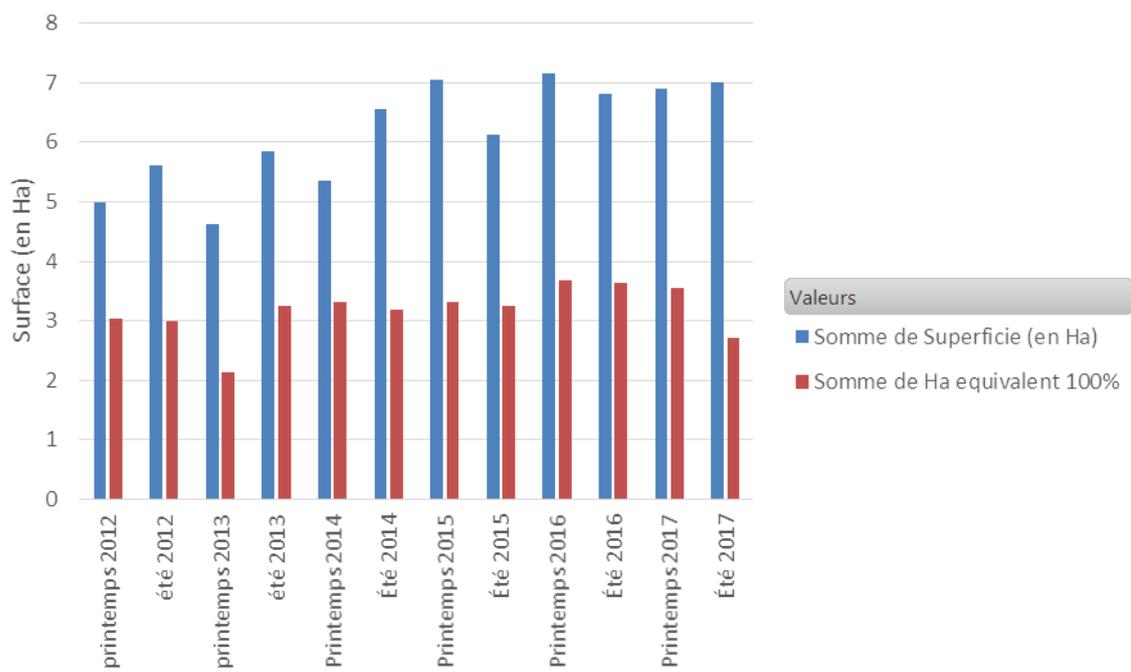


Figure 4 : Evolution des surfaces affectées par les dépôts de macroalgues opportunistes au cours du suivi. En bleu est figurée l'aire affectée (en Ha), en rouge est figurée l'aire affectée en Ha équivalent 100%.

Rapportés à l'aire potentiellement colonisable, les dépôts de macroalgues observés en 2017 équivalaient à environ 15 à 16 % de l'aire colonisable totalement couverte de macroalgues opportunistes au printemps 2017 contre seulement 11 à 12 % en été (Table 2.3.).

Table 2.3. : Synthèse des résultats surfaciques obtenus

	Aire colonisable (Ha)	Aire affectée en Ha équivalent 100% (AAequi100)	% de l'aire colonisable affectée par des dépôts de macroalgues (%AC)	
Printemps 2012	23	2,9	12 à 13%	(12.5)
Eté 2012	23	2,8	12 à 13%	(12.3)
Printemps 2013	23	2,0	8 à 9%	(8.9)
Eté 2013	23	3,1	13 à 14%	(13.3)
Printemps 2014	23	3,2	13 à 14%	(13.9)
Eté 2014	23	3,1	13 à 14%	(13.4)
Printemps 2015	23	3,1	13 à 14%	(13.6)
Eté 2015	23	3,1	13 à 14%	(13.3)
Printemps 2016	23	3,7	16%	(16.1)
Eté 2016	23	3,6	15 à 16%	(15.8)
Printemps 2017	23	3.5	15 à 16 %	(15.4)
Eté 2017	23	2.7	11 à 12%	(11.8)

3.3 Biomasses de macroalgues présentes sur l'estran

Les mesures réalisées en 2017 montrent des valeurs de biomasses de macroalgues sur l'estran relativement élevées par rapport aux années antérieures à 2016 (Table 2.4., Figure 5). Les biomasses étaient cependant moins élevées durant la campagne 2017, qu'au cours de l'été 2016 (Figure 5). En moyenne, sur l'année 2017, la biomasse sur l'aire affectée était d'environ 850 gPF.m⁻² (Figure 5).

Les proportions d'algues enfouies étaient plus faibles en 2017 que celle mesurées en 2016, qui correspond à l'année présentant les valeurs les plus élevées mesurées depuis le début de la surveillance (Table 2.4.). Les valeurs mesurées en 2017 restent néanmoins dans la fourchette haute de celles mesurées jusqu'à présent.

Table 2.4. : Synthèse des résultats de biomasse obtenus.

	Biomasse moyenne sur l'aire colonisable (g PF.m ⁻²) (B/AC)	Biomasse moyenne sur l'aire affectée (g PF.m ⁻²) (B/AA)	% d'échantillons présentant des macroalgues enfouies (%enf)
Printemps 2012	360	1660	12%
Eté 2012	220	910	12%
Printemps 2013	140	690	0%
Eté 2013	140	560	0%
Printemps 2014	110	490	0%
Eté 2014	200	690	7%
Printemps 2015	100	330	3%
Eté 2015	140	540	3%
Printemps 2016	290	920	21%
Eté 2016	420	1410	23%
Printemps 2017	280	920	6%
Eté 2017	230	740	16%

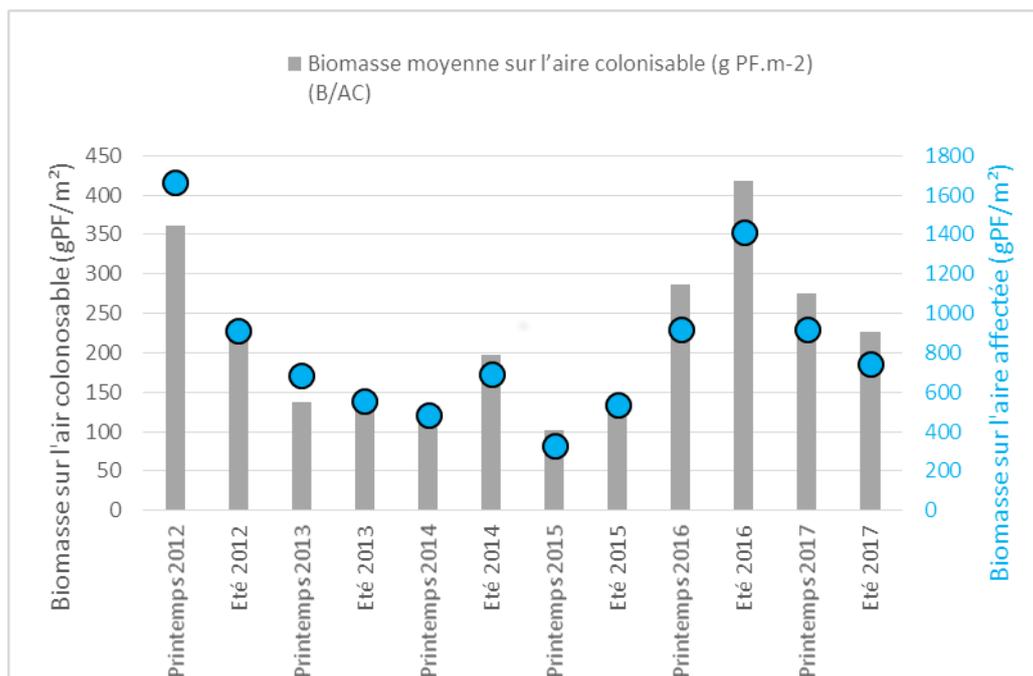


Figure 5 : Evolution des biomasses de macroalgues opportunistes déposées sur les estrans du lac d'Hossegor au cours du suivi. Les points bleus indiquent la biomasse moyenne rapportée à l'aire affectée (en gPF.m⁻²), les barres grises correspondent à la biomasse rapportée à l'aire colonisable (en gPF.m⁻²).

3.4 Evaluation de l'état écologique de la masse d'eau

La table 2.5 détaille les valeurs d'EQR pour chacune des métriques. Cette table montre que, au moins depuis 2012, la surface de l'aire affectée ainsi que les biomasses qui s'accumulent sur ces zones sont relativement élevées sur le Lac marin d'Hossegor (Table 2.5.). Les résultats 2017 indiquent que cette surface affectée pourrait s'être légèrement accrue depuis l'été 2014. Ces surfaces relativement élevées font tendre l'indicateur global vers un état moyen voire médiocre. Néanmoins, rapportées à l'aire potentiellement colonisable, ces biomasses sont considérées comme indiquant un relativement bon état (Table 2.5). En proportion de l'aire potentiellement colonisable, les surfaces colonisées par les macroalgues sont relativement modérées en 2017 et font tendre l'indicateur vers un bon état. La proportion (en nombre d'échantillons) d'algues enfouies est restée relativement élevée en 2017. Cette valeur fait tendre l'indicateur vers un état moyen.

Finalement, l'indicateur évalue la qualité écologique du Lac marin d'Hossegor comme **moyen sur les deux campagnes 2017** (Table 2.6.).

Table 2.5. : Valeurs des cinq métriques et des EQR correspondants. Les couleurs indiquent la tendance de la métrique à faire tendre la valeur finale de l'EQR vers le Très Bon état (bleu), le Bon état (vert), l'état Moyen (jaune), l'état Médiocre (orange) ou le Mauvais état (rouge).

Valeurs des métriques	AA	%AC	B/AA	B/AC	enf%
Printemps 2012	4,99	12,5	967	210	12
Été 2012	5,61	12,3	826	201	12
Printemps 2013	4,62	8,9	686	138	0
Été 2013	5,84	13,3	556	141	0
Printemps 2014	5,35	13,9	486	113	0
Été 2014	6,56	13,4	692	197	7
Printemps 2015	7,05	13,6	331	101	4
Été 2015	6,12	13,3	536	143	4
Printemps 2016	7,16	16	919	286	21
Été 2016	6,81	15,8	1412	418	23
Printemps 2017	6,90	15,4	919	275	6
Été 2017	7,02	11,8	741	226	16

Table 2.5. (suite)

EQR par métrique	AA	%AC	B/AA	B/AC	enf%
Printemps 2012	0,47	0,65	0,41	0,75	0,51
Été 2012	0,41	0,65	0,47	0,75	0,51
Printemps 2013	0,5	0,72	0,53	0,78	1
Été 2013	0,4	0,63	0,58	0,78	1
Printemps 2014	0,43	0,62	0,61	0,8	1
Été 2014	0,39	0,63	0,52	0,75	0,57
Printemps 2015	0,38	0,63	0,68	0,8	0,7
Été 2015	0,39	0,63	0,59	0,78	0,7
Printemps 2016	0,38	0,58	0,43	0,71	0,39
Été 2016	0,38	0,58	0,36	0,64	0,38
Printemps 2017	0,38	0,59	0,43	0,71	0,59
Été 2017	0,38	0,66	0,50	0,74	0,45

Table 2.6. : Etat écologique de la masse d'eau sur les périodes 2012 à 2017. Les couleurs soulignent l'état écologique correspondant à la valeur d'EQR : Très Bon état (bleu), Bon état (vert), état Moyen (jaune), état Médiocre (orange) ou Mauvais état (rouge).

Périodes	EQR final	Etat écologique
2012		
Printemps 2012	0,56	Moyen / Moderate
Eté 2012	0,56	Moyen / Moderate
2013		
Printemps 2013	0,71	Bon / Good
Eté 2013	0,68	Bon / Good
2014		
Printemps 2014	0,69	Bon / Good
Eté 2014	0,57	Moyen / Moderate
2015		
Printemps 2015	0,64	Bon / Good
Eté 2015	0,62	Bon / Good
2016		
Printemps 2016	0,50	Moyen / Moderate
Eté 2016	0,47	Moyen / Moderate
2017		
Printemps 2017	0.54	Moyen / Moderate
Eté 2017	0.55	Moyen / Moderate

3.5 Biomasses de gracilaires présentes sur l'estran

Depuis le début du suivi de la masse d'eau du lac marin d'Hossegor, les gracilaires étaient intégrées dans la catégorie des macroalgues opportunistes. Toutefois, le statut opportuniste de ce taxon a récemment été remis en question (N.Rossi, CEVA, com. pers.), justifiant l'abandon de leur prise en compte pour le calcul de l'indicateur. Les données concernant l'évolution interannuelle de leurs biomasses est rapporté ici à titre indicatif.

Les mesures réalisées depuis les premières campagnes (2012) ont montré de relativement faibles biomasses en 2012 et 2016-2017 ($B/AC < 10 \text{ gPF.m}^{-2}$) alors que des biomasses plus élevées avaient été observées au cours des années 2013 à 2015. En 2017, le stock estimé est en effet presque 4 fois inférieur à celui de l'année 2014 (Table 2.7, Figure 7).

Cette tendance est confirmée par les valeurs de biomasses rapportées à l'aire affectée ou à l'aire colonisable (Figure 7). Entre le printemps 2014 et le printemps 2015, la biomasse sur l'aire affectée était comprise entre 500 et 800 gPF.m^{-2} tandis qu'en 2012, 2016 et 2017 elle est inférieure à 250 gPF.m^{-2} .

Il est intéressant de signaler qu'au cours du suivi pluriannuel réalisé, les biomasses de gracilaires ont varié négativement avec la biomasse de macroalgues vertes opportunistes.

Table 2.7 : Synthèse des résultats de biomasse de gracilaires entre 2012 et 2016

		Biomasse moyenne sur l'aire affectée [B/AA] (gPF/m^2)	Biomasse moyenne sur l'aire colonisable [B/AC] (gPF/m^2)
2012	Printemps	160	35
	Été	200	50
2013	Printemps	550	111
	Été	560	143
2014	Printemps	760	178
	Été	570	162
2015	Printemps	590	182
	Été	410	110
2016	Printemps	210	64
	Été	80	24
2017	Printemps	143	36
	Été	114	34

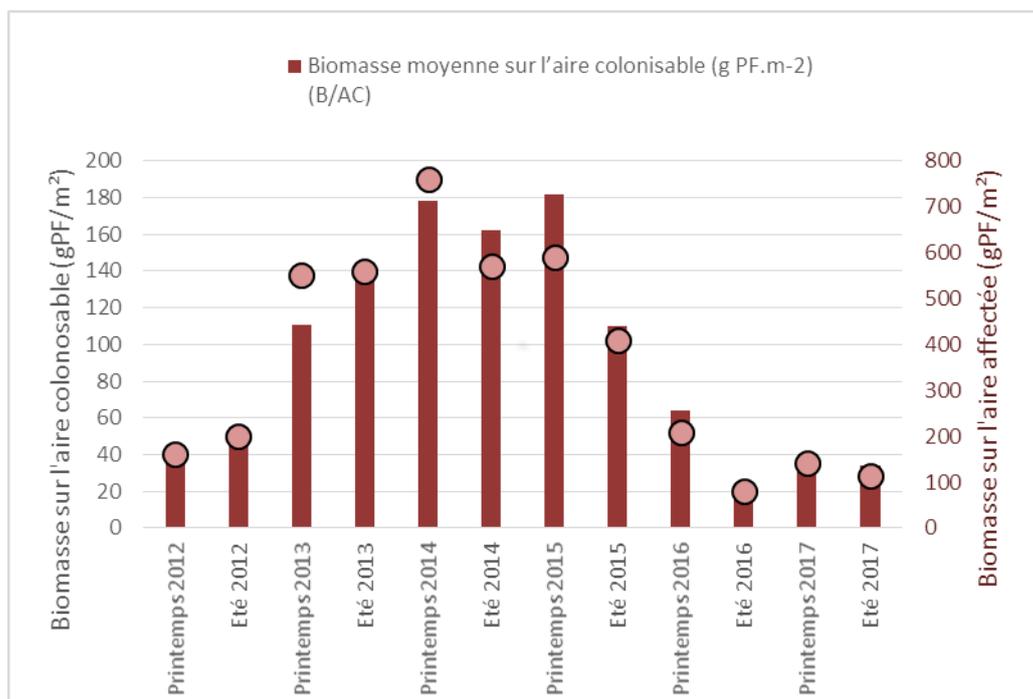


Figure 6 : Evolution des biomasses de gracilaires déposées sur les estrans du lac d'Hossegor au cours du suivi. Les points bleus indiquent la biomasse moyenne rapportée à l'aire affectée (en gPF.m⁻²). Les barres grises indiquent la biomasse moyenne rapportée à l'aire colonisable (en gPF.m⁻²)

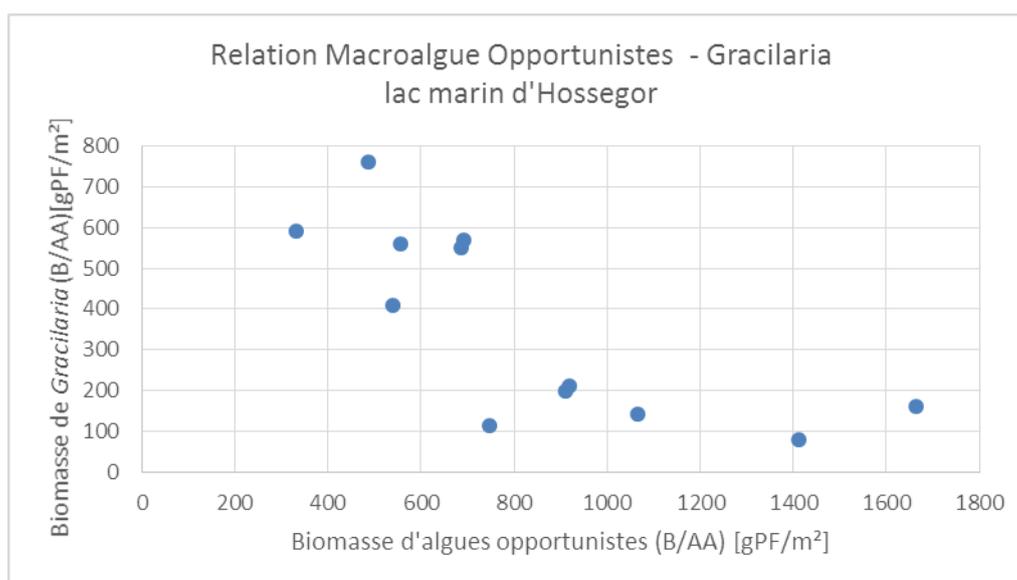


Figure 7 : Co-variation des biomasses de macroalgues opportunistes et d'algues de type Gracilaria au cours de la surveillance du Lac d'Hossegor

3.6 Biomasses de macroalgues opportunistes dans le domaine subtidal du Lac d'Hossegor

Bien que les macroalgues opportunistes du domaine subtidal ne soient pas prises en compte dans les calculs de l'indicateur, l'étude de ce compartiment permet de mieux spatialiser les efflorescences et d'obtenir une image globale des proliférations algales dans le Lac. Ces données peuvent servir par exemple à participer à expliquer la dynamique observée sur le paramètre « invertébrés benthiques ». Les données acquises depuis 2012 confirment que les fortes biomasses de macroalgues se concentrent dans la partie Nord du lac (Raynaud *et al.*, 2017). Les biomasses moyennes mesurées ont varié entre 1 400 g PF.m⁻² (±280 (erreur-standard)) (été 2012) et 140 g PF.m⁻² (±42 (erreur standard)) pour l'été 2014 (Figure 8). Les valeurs de biomasses en domaine subtidal ont significativement varié au cours du suivi (ANOVA de Kruskal-Wallis, p<0.001) : la biomasse la plus élevée a été mesurée en 2012 ; En 2013, une chute significative des biomasses est observée et de relativement faibles niveaux de biomasse sont également observés en 2014. A partir de 2015, les biomasses ont augmenté de manière progressive jusqu'en 2017, où les biomasses atteignent à nouveau de fortes valeurs, comparables à celles de 2012.

Ces observations, comparées au classement de la masse d'eau (réalisé à partir des données d'accumulation de macroalgues en intertidal) suggèrent la possibilité qu'il existe une relation entre biomasses subtidales et intertidales et met en évidence des années à fort développement de macroalgues sur l'ensemble du lac (en 2012 et en 2016 et 2017) et les années à (relativement) faible développement d'algues opportunistes (2013 2014 et 2015) (Figure 9).

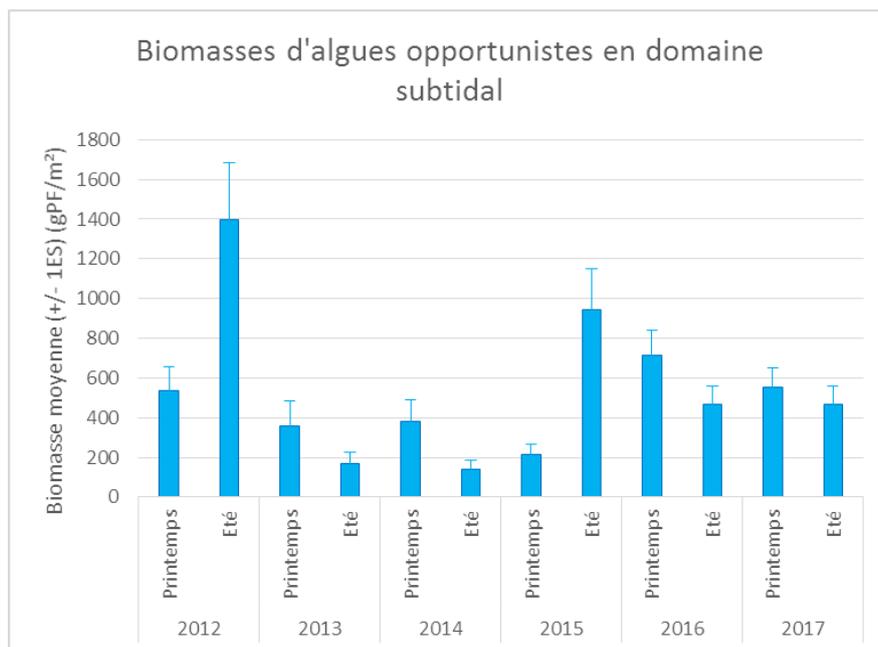


Figure 8 : Biomasses moyennes (\pm erreur standard) de macroalgues opportunistes accumulées sur les fonds subtidaux du Nord du lac d'Hossegor. Les symboles ronds colorés indiquent l'état écologique de cette masse d'eau selon l'indicateur « macroalgues opportunistes » (cf. p 24) et permettent une comparaison des deux séries de données (subtidale et intertidale). Jaune : état moyen, Vert : bon état.

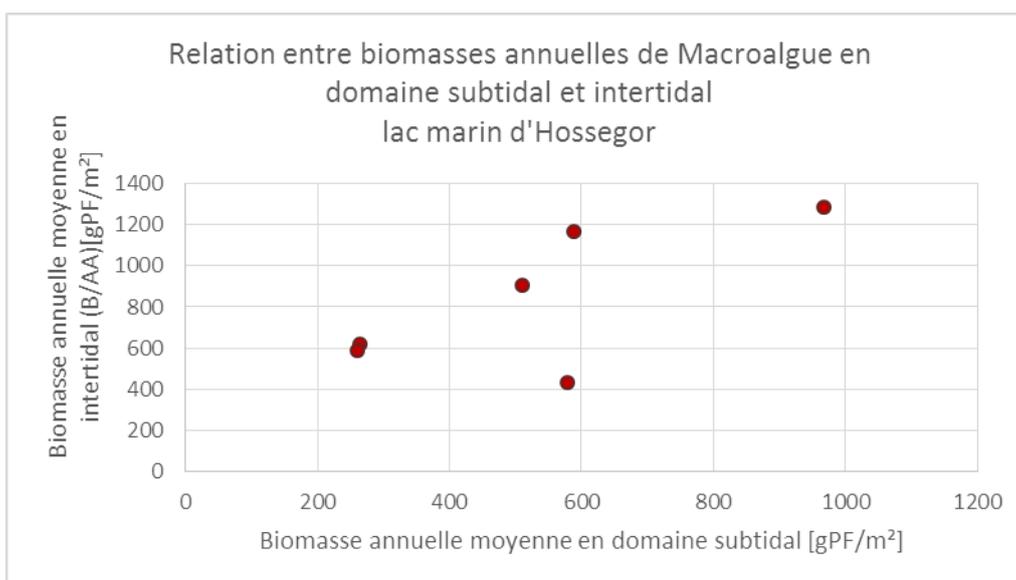


Figure 9 : relation entre la biomasse moyenne annuelle en domaine subtidal (paryie Nord du lac) et la biomasse moyenne annuelle sur estran (domaine intertidal) dans le mac d'Hossegor .

3.7 Résultats de l'enquête auprès des communes

L'enquête réalisée auprès des communes indique qu'il n'y a aucun ramassage de macroalgues sur le lac d'Hossegor

4 Conclusions

L'évaluation de l'intensité des dépôts de macroalgues dans le Lac marin d'Hossegor réalisée en 2017 confirme les observations réalisées précédemment quant à la régularité de la localisation des dépôts de macroalgues. Celles-ci se déposent dans les parties médianes et septentrionales du lac, aussi bien en domaine intertidal qu'en domaine subtidal en raison de la plus grande profondeur de cette zone par rapport à la partie Sud, ce qui en fait une zone de développement et d'accumulation privilégiée pour les macroalgues opportunistes.

Du point de vue de l'indicateur, **la qualité écologique est considérée à nouveau comme « moyenne » pour l'année 2017** avec des valeurs d'EQR du même ordre que celles obtenues depuis 2012, pour les métriques utilisées par l'indicateur.

Durant l'ensemble de la période de 2012 à 2017, les résultats acquis indiquent que la qualité écologique du milieu telle qu'évaluée du point de vue du développement de macroalgues varie entre d'une année à l'autre entre « **état moyen** » et « **bon état** » en fonction des fluctuations d'abondance des macroalgues. La comparaison des résultats acquis jusqu'à présent sur les deux domaines (intertidal et subtidal) confirment que les années 2012 et 2016-2017 ont fait l'objet d'un fort développement de macroalgues opportunistes par comparaison avec les années 2013, 2014 et, dans une moindre mesure, 2015.

5 Références

- Auby I., Trut G., Vignon A. (2009). Suivi stationnel de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltii*) de la Masse d'eau côtière FRFC09 - Lac d'Hossegor - - District Hydrographique Adour-Garonne -2007. Rapport Ifremer RST/LER/AR/09-002, 21 pages.
- Auby I., Trut G. (2013). Suivi stationnel de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltii*) de la Masse d'eau côtière FRFC09 - Lac d'Hossegor - - Bassin Hydrographique Adour-Garonne - 2007-2012. Rapport Ifremer RST/ODE/UL/LER/AR/13-004, 23 pages.
- Auby I., D'Amico F., Meteigner C., Ganthy F., Maurer D., Gouriou L., Rigouin L., Rumebe M., Tournaire M-P., Trut G., Oger-Jeanneret H., Guesdon S., Derrien A., Chabirand J-M., Charpentier G., Genauzeau S., Schmitt A., Geairon P., Grizon J., Seugnet J-L., Thomas G., Bechemin C., Soudant D., Lamoureux A., Beaugrand P., Nouveau B., Michel V., Dupin M., Bariou J., Landier P., Miguel V. (2015). Suivi « hydrologie » et « phytoplancton » des masses d'eau du bassin hydrographique Adour-Garonne sur la période 2009-2014. Rapport Ifremer RST/ODE/UL/LER/AR/15-006, 109 pages
- Blanchet, H., Gouillieux, B., Bachelet, G., Leconte, M., 2008. Echantillonnage DCE des Masses d'Eau pour le paramètre « faune invertébrée benthique » - District Hydrographique Adour-Garonne - Année 2007. Blanchet H., Gouillieux B., Bouillard H., Lebleu P. (2010). Estimation du degré de prolifération des macroalgues opportunistes sur le Lac marin d'Hossegor - Année 2010. Rapport UMR 5805 EPOC, 20 pages.
- Blanchet H., Gouillieux B., Cornet M.A. (2014) Contrôle de surveillance 2013-Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « lac d'Hossegor » [FRFC 09]. Rapport UMR 5805 EPOC, 23 pages.
- Blanchet H., Gouillieux B. (2015) Contrôle de surveillance 2014-Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « lac d'Hossegor » [FRFC 09]. Rapport UMR 5805 EPOC, 22 pages.
- Gouillieux B., Villedieu A., Blanchet H. (2013). Contrôle de surveillance 2012. Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « lac d'Hossegor » [FRFC 09]. Rapport UMR 5805 EPOC, 22 pages.
- Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (CEVA) (2008). Sélection de métriques et proposition de grille de qualité pour les blooms macroalgaux des Masses d'eau côtières et de transition - Volet 1. Rapport CEVA 15-12-2008. 9 pages.

- Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (CEVA) (2011). Classement DCE des masses d'eau côtières et de transition des bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie. Elément de qualité biologique macroalgues de bloom. Rapport CEVA décembre 2011. 60 pages.
- Patricio J., Net J.M., Teixeira H., Marques J.C. (2007). Opportunistic macroalgae metrics for transitional waters. Testing tools to assess ecological quality status in Portugal. *Marine Pollution Bulletin* - (54), 1887-1896.
- Raynaud M. Blanchet H., Gouillieux B., Hanquiez V., Devaux L., Bujan S. (2017) Contrôle de surveillance 2016-Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « lac d'Hossegor » [FRFC 09]. Rapport UMR 5805 EPOC, 36 pages.
- Scanlan C.M., Foden J., Wells E., Best M.A. (2007). The monitoring of opportunistic macroalgal blooms for the water framework directive. *Marine Pollution Bulletin* -(55), 162-171.
- Syndicat Mixte de Rivière Bourret - Boudigau (2010). <http://www.riviere-bourret-boudigau.fr/articles.php?lng=fr&pg=51>.
- Trut G., Dalloyau S., Auby I., 2009. Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers à *Zostera noltii* et *Zostera marina* du Lac d'Hossegor MEC FRFC09. Rapport Ifremer RST/LER/AR/09-008. 21 pages.
- Trut G., Rigouin L., Auby I., Ganthy F., Oger-Jeanerret H., Gouillieux B., 2014. Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers à *Zostera noltii* et *Zostera marina* du Lac d'Hossegor MEC FRFC09- année 2013. Rapport Ifremer RST/LER/AR/14-006. 26 pages.
- Wither A. (2003). Guidance for sites potentially impacted by algal mats (green seaweed). EC Habitats Directive Technical Advisory Group report WQTAG07c.

