



Plateforme BIODIVERSITE

Contrôle de surveillance 2022
Évaluation de l'amplitude des blooms
de macroalgues opportunistes dans la
masse d'eau « Lac d'Hossegor »

Rapport final

A l'attention de :

Mélina LAMOUREUX -Agence de l'Eau ADOUR-GARONNE



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTRE
DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Présentée par :

GEO-Transfert/ADERA et Plateformes Techniques EPOC/ADERA

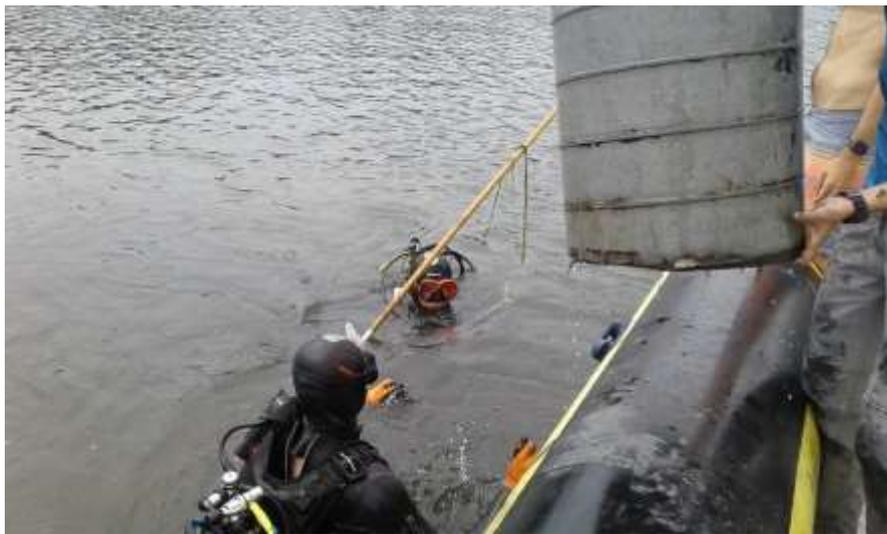
11/07/2023

FICHE DOCUMENTAIRE

Type de rapport : Rapport d'étude	
Diffusion : Libre	Date de publication : 15 juillet 2023
Titre : Contrôle de surveillance 2022-Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor »	
Auteur(s) principal(aux) : MANEUX Éric BUJAN Vaea ROMERO Alicia MARTIN Pierre LATRY Lise BLANCHET Hugues GOUILLIEUX Benoît BUJAN Stéphane DEVAUX Ludovic	Organisme(s)/Service(s) : GEO-Transfert <i>Avenue des Facultés, 33405 Talence cedex</i> UMR EPOC/Université de Bordeaux/ Service Géomatique et Analyse d'image <i>Avenue des Facultés, 33405 Talence cedex</i> UMR EPOC/Université de Bordeaux/ PF Biodiversité <i>Station marine, 33120 Arcachon</i> UMR EPOC/CNRS/ Service Terrain UMR EPOC/EPHE/ Service Terrain <i>Avenue des Facultés, 33405 Talence cedex</i>
Responsable du marché : Eric MANEUX	Responsable de l'étude : Hugues BLANCHET
Organisme commanditaire : Agence de l'eau Adour-Garonne ;31078 TOULOUSE	
Citation : Blanchet H, Romero A, Martin P, Bujan V, Gouillieux B, Latry L, Bujan S, Devaux L, Maneux E (2023) Contrôle de surveillance 2022- Évaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor ». Rapport GEO-Transfert/ADERA.	

Sommaire

<u>1</u>	<u>INTRODUCTION</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>METHODOLOGIE</u>	<u>3</u>
2.1	SITE D'ETUDE.....	3
2.2	METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'EVALUATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DE LA MASSE D'EAU « LAC D'HOSSEGOR » SELON L'ELEMENT « MACROALGUES OPPORTUNISTES »	5
<u>3</u>	<u>RESULTATS.....</u>	<u>15</u>
3.1	SUPERFICIES PRISES EN COMPTE DANS L'ETUDE	15
3.2	SUPERFICIE ET LOCALISATION DES DEPOTS DE MACROALGUES SUR L'ESTRAN	16
3.3	BIOMASSES DE MACROALGUES PRESENTES SUR L'ESTRAN	25
3.4	ÉVALUATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DE LA MASSE D'EAU	27
3.5	BIOMASSES DE GRACILAIRES PRESENTES SUR L'ESTRAN	31
3.6	BIOMASSES DE MACROALGUES OPPORTUNISTES DANS LE DOMAINE SUBTIDAL DU LAC D'HOSSEGOR	33
3.7	RESULTATS DE L'ENQUETE AUPRES DES COMMUNES	35
<u>4</u>	<u>CONCLUSIONS.....</u>	<u>37</u>
<u>5</u>	<u>RÉFÉRENCES.....</u>	<u>38</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 bassin 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. Il est donc nécessaire de réaliser une évaluation de l'état écologique pour cette masse d'eau sur ces différents paramètres. Les paramètres « phytoplancton », « faune benthique invertébrée », « flore d'angiospermes marines » (*Zostera marina* et *Zostera noltei*) et « 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 (Ecological Quality Ratio) ont été intégralement recalculés en prenant en

compte uniquement la biomasse des algues vertes (types ulvales et filamenteuses) et non celle des gracilaires.

Depuis 2017, le suivi et l'analyse des résultats est réalisé sous la responsabilité de GEO-Transfert.

Le présent rapport présente les résultats de la surveillance de ce paramètre pour l'année 2022 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 1 km, 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).

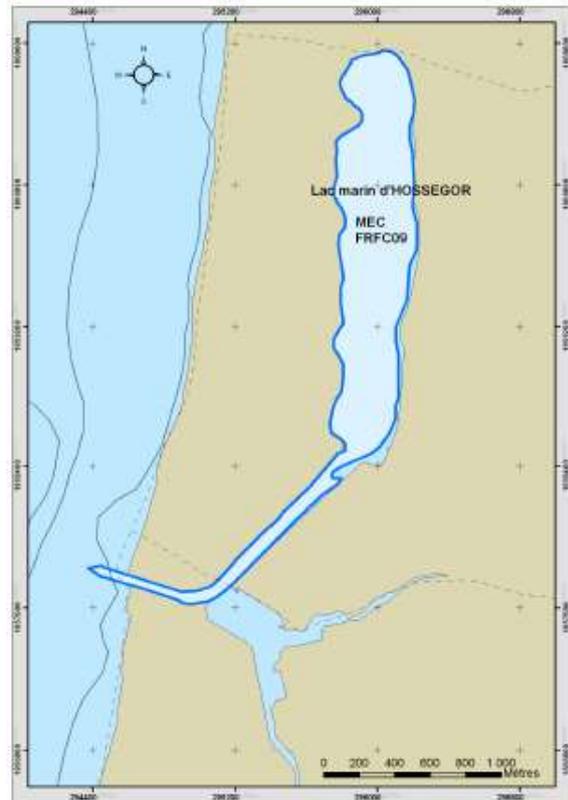
Le lac marin d'Hossegor se situe sur la trace de l'ancien lit de l'Adour qui se jetait originellement à Vieux Boucau (commune située à 15 km au Nord de Capbreton). En 1578, suite à un conflit politique entre Bayonne et Vieux-Boucau, il fût décidé de détourner le cours originel de l'Adour et de créer 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 donc 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) : 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) : 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 %) : 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 2.1.).

Table 2.1. : 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 2.2.

Table 2.2. : 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]

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 2.3.).

Table 2.3. : 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]

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 2.4.

Table 2.4. : 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]

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

Le mode de calcul de l'EQR pour cette métrique est indiqué dans la Table 2.5.

Table 2.5. : 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]

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 2.6) :

Table 2.6. : 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]	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, et 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 (0,16 m²) sur un réseau de 30 stations distribuées sur l'ensemble du lac mais dont la majorité est concentrée sur la zone nord. Le positionnement doit être réalisé avec une précision de 10 m.

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 ont été 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 deux missions, en juin et en juillet 2022. 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 avait 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 2.8, en particulier.

Un total de minimum 30 échantillons a été collecté en juin et juillet respectivement dans le domaine intertidal en affectant le nombre d'échantillons devant être prélevé en proportion des surfaces estimées au cours des années précédentes pour chacune des six classes de couvertures supérieures à 0 % (détaillées dans la Table 2.7.). Dans la mesure du possible, un minimum de quatre échantillons par strate devait être réalisé (cf Table 2.7. ci-dessous). Les échantillons collectés ont été distribués entre le plus grand nombre de polygones en cherchant à éloigner au maximum les échantillons les uns par rapport aux autres.

Table 2.7. : Classes de couverture des polygones intertidaux affectés par les dépôts de macroalgues opportunistes, proportions estimées au cours des années précédentes, nombre d'échantillons à réaliser dans chaque classe polygone et nombre d'échantillons effectivement prélevés au printemps et été 2021 dans chaque classe de couverture.

Classes de couverture	Proportions estimées au cours des années précédentes (%)	Nombre d'échantillons à réaliser dans chaque classe de couverture	Nombre d'échantillons prélevés au printemps 2021	Nombre d'échantillons prélevés en été 2021
0				
> 0 à 15 %	20 à 45 %	5	4	4
> 15 à 30 %	< 5 %	4	4	5
> 30 à 45 %	< 5 %	4	5	6
> 45 à 60 %	< 5 %	4	4	5
> 60 à 75 %	< 5 %	4	8	5
> 75 %	40 à 60 %	7	5	5
Nombre d'échantillons :		28	30	30



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

Afin de déterminer cette aire colonisable, une première 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. Ainsi pour la période de 2015 à 2018 (inclus), la surface considérée était de 23 Ha. Cette surface devait être réévaluée tous les trois ans (2012, 2015, 2018, 2021...). Cependant, des travaux de dragages ayant été prévus en 2019, avec pour conséquence un changement important de la topographie du lac, il a été décidé de mettre à jour les cartes en 2019, à l'issue de ces travaux. Une nouvelle mise à jour, basée sur la couverture des prés salés a été réalisé en 2022.

Ces nouvelles cartographies délimitant la pleine mer et basse mer ainsi que l'extension du schorre sur l'estran ont été réalisées par l'acquisition d'orthophotographie du lac d'Hossegor, réalisées par le service « Géomatique et Analyse d'image » de l'UMR EPOC. Le drone utilisé est un drone à faible coût, DJI Mavic 2 pro. Cet aéronef est doté d'un capteur de 20 MP, a un poids d'environ 1 Kg et une autonomie en vol d'environ 30 minutes. Les acquisitions ont été faites à l'aide d'un logiciel de planification de mission et un retour vidéo. En raison de la taille du lac, trois plans de vol ont été suivis (Figure 2).

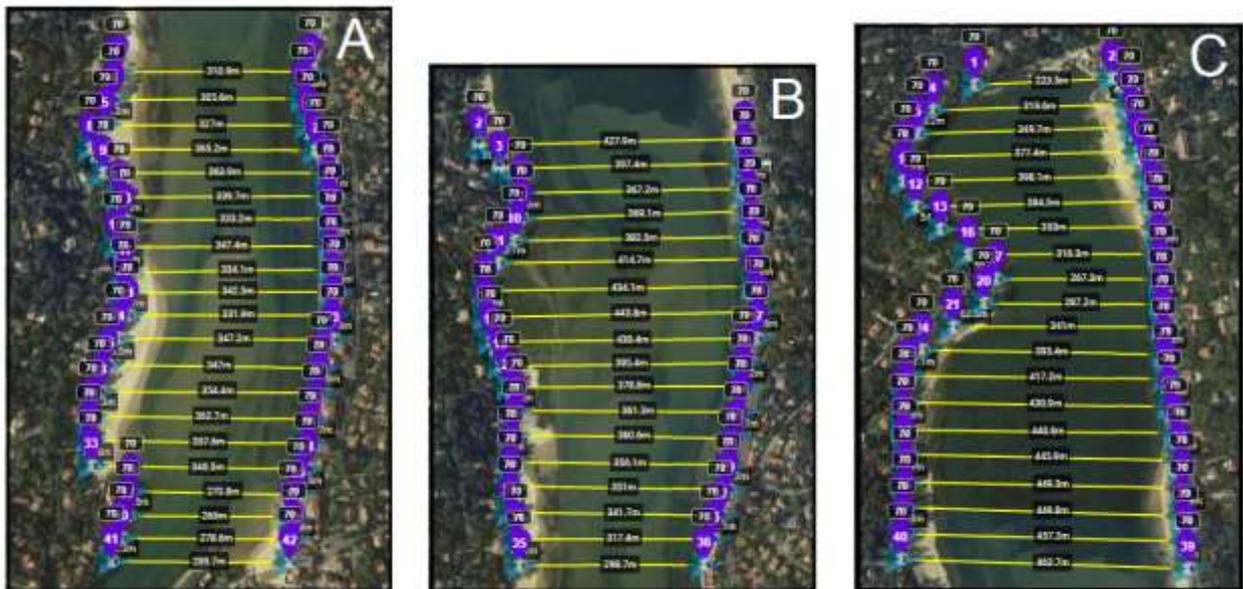


Figure 2 : Plan de vol suivi pour acquisition avec aéronef télédirigé sur le lac d'Hossegor : A) Sud, B) Milieu et C) Nord.

Les images ont été ensuite traitées à l'aide d'un logiciel de photogrammétrie : Agisoft Photoscan Pro v1.2.6. Ce logiciel est utilisé par de nombreux groupes de recherche. La procédure pour obtenir une image de style "orthophoto" (Figure2) a été la suivante :

- 1) Les images ont été chargées dans le logiciel ;
- 2) Un alignement d'images a été exécuté pour obtenir un premier nuage de points en 3D contenant 990 596 points ;
- 3) En plus des acquisitions avec le drone, des points cibles ont également été acquis à l'aide d'un GPS (Trimble TSC2 et R6). Ces points ont été identifiés sur les images et corrigés pour avoir une précision géographique plus élevée. Les points GPS sont inclus dans le logiciel ('add markers') et le modèle est réajusté avec l'option 'Optimize cameras' ;
- 4) Un modèle digital d'élévation ('Build DEM') a ensuite été construit, étape nécessaire pour la construction de l'ortho-mosaïque désirée ;

5) Pour finir, la construction de l'orthophoto a été réalisée ('Build orthomosaic'). La taille des pixels est suggérée par le logiciel en fonction de la résolution moyenne d'échantillonnage au sol des images originales, ici 1,79 cm par pixel.

L'orthophotographie a permis, par l'utilisation du logiciel de SIG ArcMap 10.5.1, la correction des limites de basse mer et de pleine mer ainsi que le détournement des zones recouvertes par le schorre sur l'estran. La nouvelle cartographie ainsi obtenue a permis d'observer que l'aire colonisable en 2022 était de seulement 20,2 Ha en raison de l'extension des spartines (voir résultats).

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

L'aire affectée a été évaluée de la façon suivante : le lac était orienté selon un axe Sud-Nord, la surface de l'estran a été divisée en 75 polygones délimités selon leur latitude et leur position sur la côte orientale ou occidentale du lac. Ces polygones ont été géoréférencés à l'aide d'un système d'informations géographiques. L'extension des prés salés présents sur chaque polygone a été retirée de chaque polygone. Ainsi 75 polygones dont la surface colonisable variaient entre 90 et 10 500 m² (médiane : 1 400 m²) ont été définis. Lors de chaque campagne, chaque polygone a été parcouru afin d'estimer la couverture d'algues vertes présentes sur le polygone. Pour réaliser cette estimation, le polygone était parcouru en diagonale et la proportion de pas dans les algues vertes utilisée pour estimer l'extension relative de ces algues.

Le polygone s'est vu classé selon 7 classes de recouvrement (Table 2.8.).

Table 2.8. : 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 %	88 %

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) et l'Aire potentiellement colonisable (en Ha). La valeur de la classe de couverture est donnée comme étant la valeur moyenne des valeurs-limites de chaque classe (Wither, 2003) (Table 2.8).

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 :

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

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 2.8.) la biomasse moyenne de macroalgues opportunistes, c'est-à-dire les macroalgues vertes de type « filamenteuses » et « ulvales » 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 sont réalisées 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.

Chaque type d'algues de chaque échantillon est rincé à l'eau puis essoré manuellement (par pression) puis des volumes inférieurs à 10 dm³ sont essorés une seconde fois pendant deux 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 pourcentage 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 trois 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, localisées sur les zones de dépôt maximum, sont inspectées afin d'établir s'il y a présence d'algues enfouies et dégradées.

Après avoir estimé la proportion d'inspections présentant des macroalgues enfouies pour chaque classe de couverture, le calcul final consiste à corriger ces proportions par la proportion représentée par la superficie 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 de la mairie de Soort-Hossegor.

3 Résultats

3.1 Superficies prises en compte dans l'étude

Sur la base des différentes campagnes de relevés surfaciques réalisés entre 2012 et 2022 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 et des travaux réalisés sur le lac. Néanmoins la mise à jour de l'extension des prés salés réalisée en 2022 montre que c'est l'extension des spartines qui varie le plus avec une augmentation de couverture de 6 Ha à 8,8 Ha entre 2012 et 2022. Cette extension est principalement, sur la côte ouest du lac, à une extension des zones à spartines dans la partie Sud du lac, et, sur la côte orientale, à une extension de ces zones dans le secteur médian et nord par fusion des touffes de spartines. Afin de rendre comparable les différentes campagnes d'échantillonnage, les valeurs de superficies retenues pour le lac ont été mises à jour et sont indiquées dans la table suivante (Table 3.1.). L'une des conséquences de l'extension du pré salé est que, pour les besoins de l'indicateur, qui ne prend pas en compte les zones de prés salés, l'aire potentiellement colonisable est ramenée à 20,2 Ha.

La carte de l'évolution des prés salés est disponible en annexe 2.

Table 3.1. : Superficies mises à jour en 2022 et retenues (en Ha) pour la caractérisation de la Masse d'eau « Lac d'Hossegor ».

Masse d'Eau « Lac marin d'Hossegor »	95
domaine subtidal	67
dont plan d'eau « lacustre »	48
dont herbier à <i>Z. marina</i> *	8,4
domaine intertidal	29
dont schorre	(6 en 2012) 8,8
dont herbier à <i>Z. noltei</i> & <i>Z. marina</i> *	1,9
dont aire potentiellement colonisable AC	(23 en 2012) 20,2

*l'extension des herbiers à *Zostera* est issu de Auby *et al.* (2021)

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

Les dépôts de macroalgues présentent un patron de distribution récurrent depuis le début de la surveillance de ce paramètre. Les figures 3 et 4 montrent la distribution des couvertures de macroalgues opportunistes au cours des deux campagnes de 2022. Ces cartes montrent qu'une accumulation plus importante de macroalgues se fait dans la partie Nord du lac, à proximité ou au contact de la zone d'accumulation de macroalgues en domaine subtidal. La localisation et la géométrie des principaux dépôts restent similaires aux observations réalisées depuis le début de la surveillance.

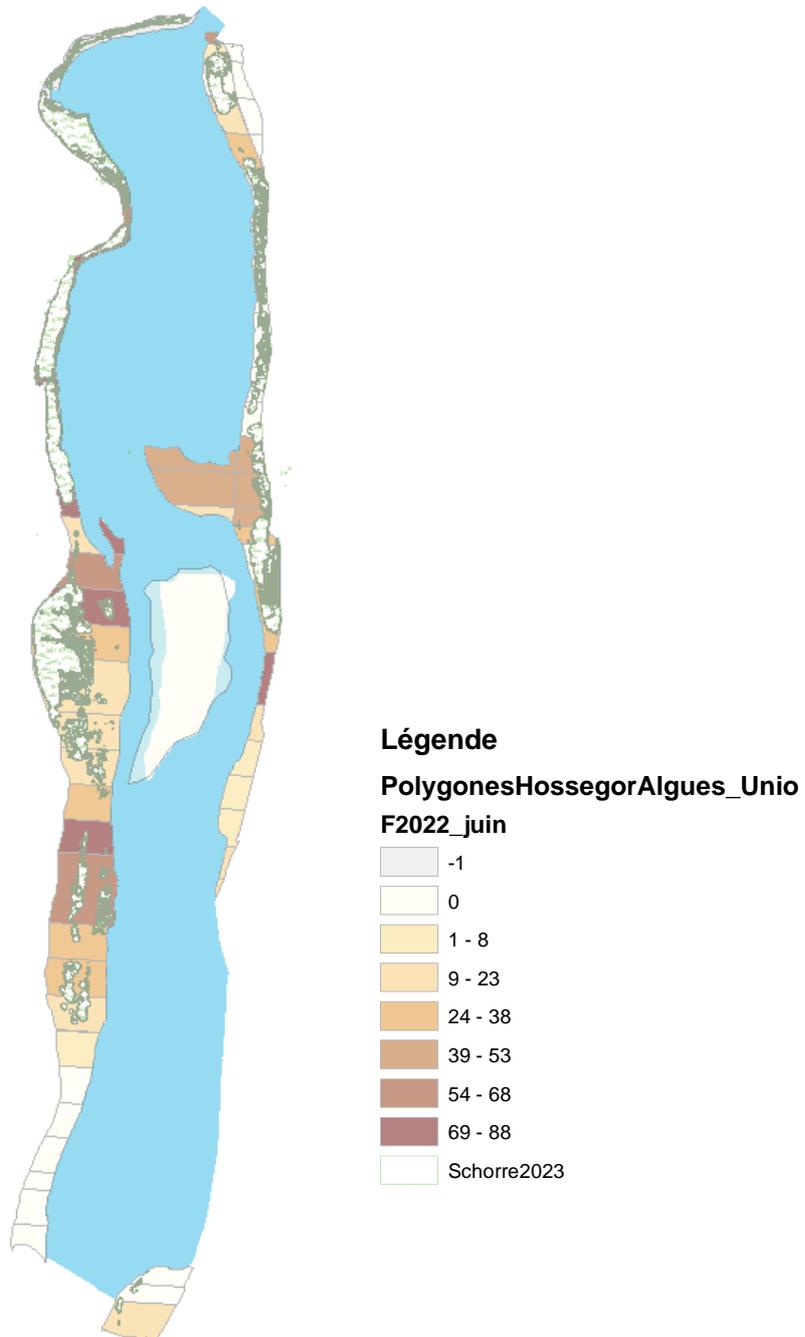


Figure 3 : Localisation des dépôts de macroalgues sur l'estran du lac marin d'Hossegor lors de la campagne de printemps 2022. La couverture algale (% de la surface recouverte par les macroalgues) de chaque polygone est indiquée par le code couleur.

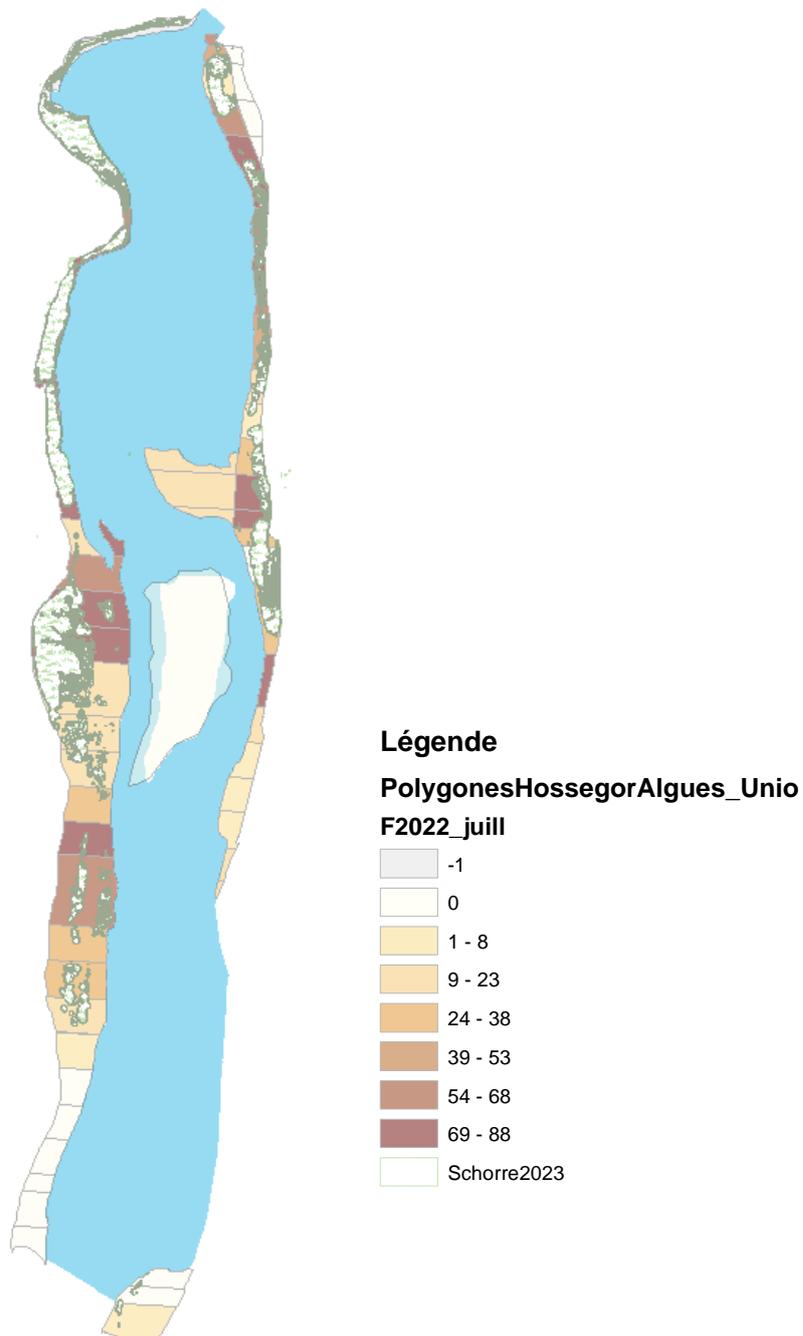


Figure 4 : Localisation des dépôts de macroalgues sur l'estran du lac marin d'Hossegor durant l'été 2022. La couverture algale (% de la surface recouverte par les macroalgues) de chaque polygone est indiquée par le code couleur.

L'aire affectée (AA) au printemps 2022 est estimée à 12,3 Ha et 13,1 Ha pour l'été 2022 (Table 3.2., Figure 5). La valeur l'aire affectée mesurée en 2022 semble plutôt élevée par rapport à celles estimées habituellement sur cette masse d'eau (Figure 5). L'année 2022 présente une similarité en termes d'aire affectée avec l'année 2019 jusqu'ici l'année avec

la plus forte extension de dépôts de macroalgues vertes. Les données acquises¹ ne permettent cependant pas de mettre en évidence de différences significatives interannuelles d'extension spatiales des blooms. En effet, un test de comparaison des aires affectées entre les années (réalisé en considérant les deux valeurs (été et printemps) comme deux évaluations de l'aire affectée) montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les années (test de rang de Kruskal-Wallis, $p=0,056$).

Table 3.2 : Superficies affectées par les dépôts de macroalgues de 2012 à 2021.

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		

¹ Le test statistique n'est réalisé que sur la base de de 2 mesures par année, ce qui entraîne un risque d'erreur β on négligeable. Cela signifie qu'il est possible que le faible nombre d'évaluation par an ne permette pas de mettre en évidence des changements pourtant réels.

Classes de couverture (en %)	Superficie (en Ha)	Superficie (en Ha équivalent 100 %)	Aire affectée [AA] (en Ha)	Aire affectée [AAequi100] (en Ha équivalent 100 %)
> 75 %	1,43	1,17		
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		

Classes de couverture (en %)	Superficie (en Ha)	Superficie (en Ha équivalent 100 %)	Aire affectée [AA] (en Ha)	Aire affectée [AAequi100] (en Ha équivalent 100 %)
> 75 %	3,04	2,49		
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		
Été 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		
Été 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		
Printemps 2018			7,99	3,60
> 0 - 15 %	3,22	0,26		
> 15 - 30 %	0,64	0,14		
> 30 - 45 %	0,46	0,17		
> 45 - 60 %	0,25	0,13		
> 60 - 75 %	0,53	0,35		

Classes de couverture (en %)	Superficie (en Ha)	Superficie (en Ha équivalent 100 %)	Aire affectée [AA] (en Ha)	Aire affectée [AAequi100] (en Ha équivalent 100 %)
> 75 %	2,90	2,55		
Eté 2018			6,93	3,47
> 0 - 15 %	1,73	0,14		
> 15 - 30 %	0,32	0,07		
> 30 - 45 %	0,41	0,15		
> 45 - 60 %	1,18	0,61		
> 60 - 75 %	1,92	1,28		
> 75 %	1,38	1,21		
Printemps 2019			9,41	4,99
> 0 - 15 %	2,75	0,22		
> 15 - 30 %	1,02	0,22		
> 30 - 45 %	0,50	0,19		
> 45 - 60 %	0,17	0,09		
> 60 - 75 %	0,49	0,33		
> 75 %	4,49	3,95		
Eté 2019			13,39	5,89
> 0 - 15 %	4,53	0,36		
> 15 - 30 %	1,84	0,40		
> 30 - 45 %	1,08	0,40		
> 45 - 60 %	0,27	0,14		
> 60 - 75 %	1,97	1,32		
> 75 %	3,72	3,27		
Printemps 2020			6,11	3,42
> 0 - 15 %	1,13	0,08		
> 15 - 30 %	0,56	0,13		
> 30 - 45 %	0,46	0,17		
> 45 - 60 %	0,20	0,11		
> 60 - 75 %	1,75	1,18		
> 75 %	2	1,75		
Eté 2020			4,31	2,94
> 0 - 15 %	0,58	0,04		
> 15 - 30 %	0,25	0,05		
> 30 - 45 %	0,11	0,04		
> 45 - 60 %	0,33	0,17		
> 60 - 75 %	0,20	0,13		

Classes de couverture (en %)	Superficie (en Ha)	Superficie (en Ha équivalent 100 %)	Aire affectée [AA] (en Ha)	Aire affectée [AAequi100] (en Ha équivalent 100 %)
> 75 %	2,85	2,49		
Printemps 2021			6,60	3,37
> 0 - 15 %	1,82	0,15		
> 15 - 30 %	0,41	0,09		
> 30 - 45 %	0,37	0,14		
> 45 - 60 %	0,99	0,52		
> 60 - 75 %	0,82	0,55		
> 75 %	2,19	1,93		
Eté 2021			5,36	2,62
> 0 - 15 %	1,90	0,15		
> 15 - 30 %	0,12	0,03		
> 30 - 45 %	0,20	0,07		
> 45 - 60 %	0,29	0,15		
> 60 - 75 %	1,34	0,90		
> 75 %	1,50	1,32		
Printemps 2022			12,29	5,25
> 0 - 15 %	1,16	0,09		
> 15 - 30 %	3,54	0,78		
> 30 - 45 %	2,57	0,95		
> 45 - 60 %	1,74	0,90		
> 60 - 75 %	1,68	1,13		
> 75 %	1,59	1,40		
Eté 2022			13,06	5,75
> 0 - 15 %	1,98	0,16		
> 15 - 30 %	3,98	0,88		
> 30 - 45 %	2,02	0,75		
> 45 - 60 %	0,20	0,10		
> 60 - 75 %	2,02	1,35		
> 75 %	2,86	2,51		

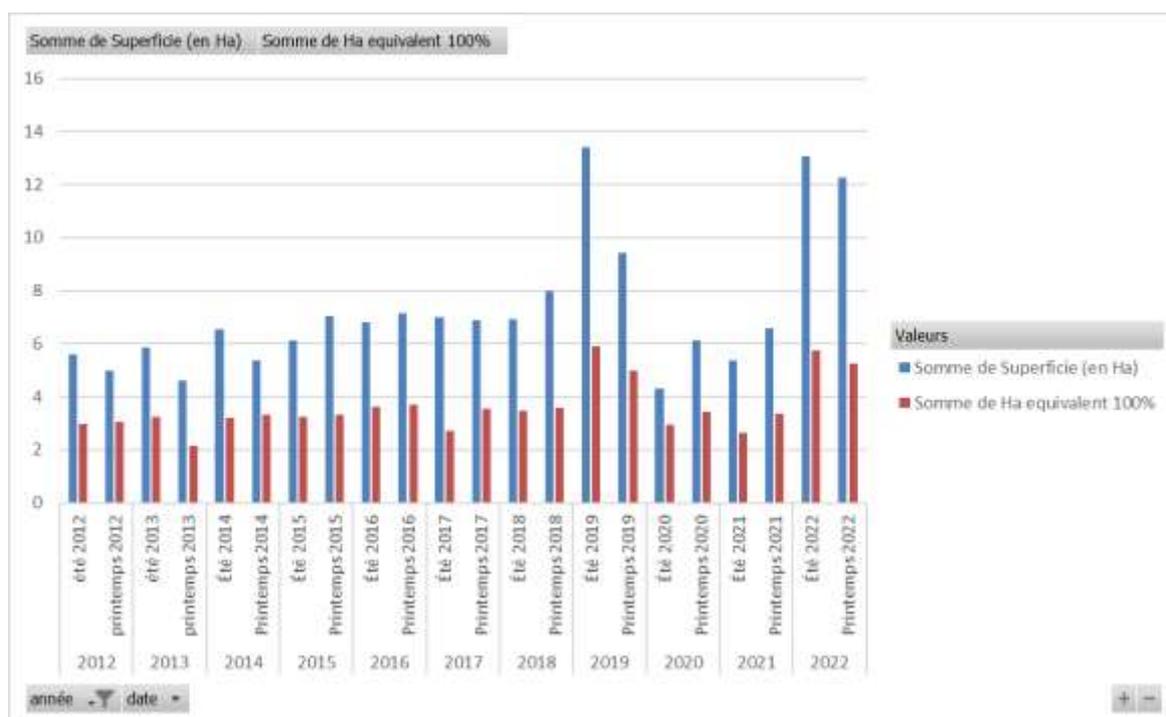


Figure 5 : Évolution des surfaces affectées par les dépôts de macroalgues opportunistes au cours du suivi. En bleu, est représentée l'aire affectée (en Ha) et en rouge l'aire affectée en Ha équivalent 100 %.

Rapportés à l'aire potentiellement colonisable, les dépôts de macroalgues observés en 2022 équivalaient à environ 25 à 26 % de l'aire colonisable totalement couverte de macroalgues opportunistes au printemps et 28 à 29 % en été (Table 3.3.). Ces valeurs sont, là encore, élevées et du même ordre que ce qui a été observé en 2019. Ces valeurs élevées ne sont que très partiellement (environ +10-15 %) dues à la réduction de la surface de l'aire colonisable par la mise à jour de la carte des prés salés

Table 3.3. : 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)
Été 2012	23	2,8	12 à 13 % (12,3)
Printemps 2013	23	2,0	8 à 9 % (8,9)
Été 2013	23	3,1	13 à 14 % (13,3)
Printemps 2014	23	3,2	13 à 14 % (13,9)
Été 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	3,6	15 à 16 %	(15,4)
Eté 2017	23	2,7	11 à 12 %	(11,8)
Printemps 2018	23	3,6	15 à 16 %	(15,7)
Eté 2018	23	3,5	15 à 16 %	(15,1)
Printemps 2019	23	5,0	21 à 22 %	(21,7)
Eté 2019	23	5,9	25 à 26 %	(25,7)
Printemps 2020	23	3,42	15 à 16 %	(14,9)
Eté 2020	23	2,94	12 à 13 %	(12,8)
Printemps 2021	23	3,37	14 à 15 %	(14,6)
Eté 2021	23	2,62	12 à 13 %	(11,4)
Printemps 2022	20,2	5,25	25 à 26 %	(25,9)
	/ 23		/ 22 à 23 %	/ (22,8)
Eté 2022	20,2	5,75	28 à 29 %	(28,4)
	/ 23		/ 25 %	/ (25,0)

3.3 Biomasses de macroalgues présentes sur l'estran

En 2022, les biomasses mesurées rapportées à l'aire colonisables (B/AC) étaient de l'ordre de 250 à 450 g PF.m⁻² (Table 3.4., Figure 6). Un test de Kruskal-Wallis réalisé en considérant les valeurs de printemps et d'été comme deux mesures de biomasses montre qu'il existe des différences interannuelles significatives (test de Kruskal-Wallis, $p=0,04$) des valeurs B/AC probablement liées à des biomasses plus élevées en 2019 et 2022. A ce titre, l'année 2022 présente des valeurs élevées par rapport à la plupart des autres années de la surveillance.

Les mesures réalisées en 2022 montrent en revanche des valeurs de biomasse moyenne de macroalgues sur l'aire affectée similaires à celles mesurées sur le lac depuis le début de la surveillance (Table 3.4., Figure 6). Les données acquises ne mettent pas en évidence de variations significatives des biomasses (B/AA) entre les années (2012-2021, test de Kruskal-Wallis, $p=0,12$).

Les proportions d'algues enfouies en 2022 sont intermédiaires en comparaison de celles mesurées au cours des dernières années (Table 3.4.).

Table 3.4. : 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	194	896	12 %
Eté 2012	176	722	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	5 %
Eté 2017	230	740	11 %
Printemps 2018	370	1050	26 %
Eté 2018	330	1100	29 %
Printemps 2019	380	920	34 %
Eté 2019	370	630	22 %
Printemps 2020	183	676	17 %
Eté 2020	180	941	37 %
Printemps 2021	245	838	5 %
Eté 2021	207	874	11 %
Printemps 2022	424	696	18 %
Eté 2022	294	455	15 %

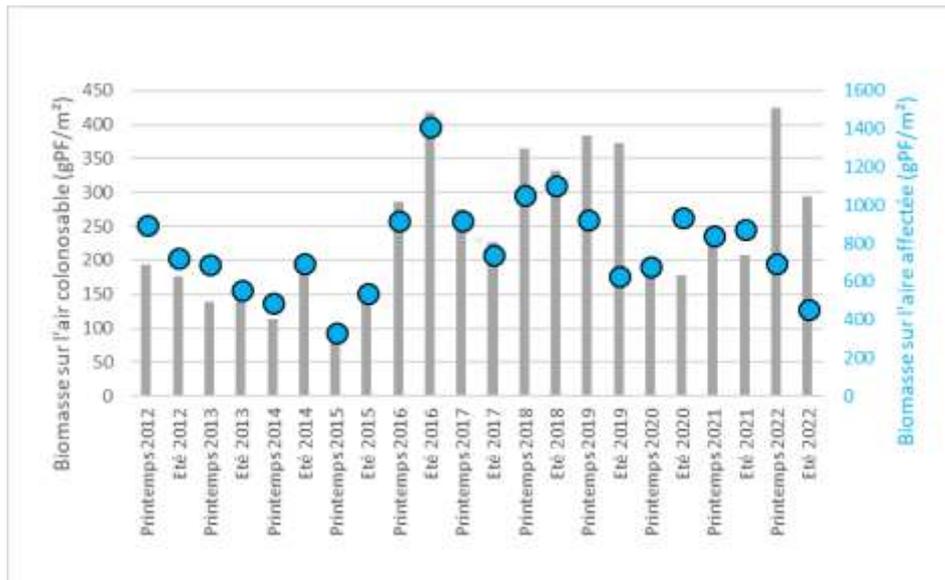


Figure 6 : Évolution des biomasses de macroalgues opportunistes sur les estrans du lac d'Hossegor au cours du suivi. Les points bleus indiquent la biomasse moyenne rapportée à l'aire affectée (en gPF.m⁻²) et les barres grises, la biomasse rapportée à l'aire colonisable (B/AC en gPF.m⁻²).

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

La Table 3.5 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 et rémanents sur le lac marin d'Hossegor (Table 3.5.). Les résultats 2022 confirment les évaluations des années précédentes (Table 3.5).

Globalement, les valeurs relativement élevées en termes de surfaces d'algues (AA), les niveaux relativement élevés de biomasses mesurés sur les zones affectées par les algues vertes (B/AA) la proportion, qui reste élevée, d'algues enfouies (enf%) et, dans une moindre mesure, la proportion de l'aire colonisable affectée par des dépôts d'algues vertes contribuent à classer les deux saisons vers un état moyen à médiocre. L'indicateur évalue la qualité écologique du lac marin d'Hossegor comme **MOYEN sur les deux campagnes 2022** (Table 3.6.).

Table 3.5. : 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	896	194	12
Été 2012	5,61	12,3	722	176	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	5
Été 2017	7,02	11,8	741	226	11
Printemps 2018	7,99	15,7	1052	365	26
Été 2018	6,93	15,1	1104	332	29
Printemps 2019	9,41	21,7	923	384	34
Été 2019	13,39	25,7	628	372	22
Printemps 2020	6,11	15,2	676	183	17
Été 2020	4,31	14,6	941	180	37
Printemps 2021	6,6	14,6	838	245	5,34
Été 2021	5,36	11,4	874	207	10,5
Printemps 2022	12,29	25,9	696	424	18,46
Été 2022	13,06	28,4	455	294	14,6

Table 3.5. (suite)

EQR par métrique	AA	%AC	B/AA	B/AC	enf%
Printemps 2012	0,47	0,65	0,44	0,75	0,51
Été 2012	0,41	0,65	0,51	0,76	0,51
Printemps 2013	0,50	0,72	0,53	0,78	1
Été 2013	0,39	0,63	0,58	0,78	1
Printemps 2014	0,43	0,62	0,61	0,79	1
Été 2014	0,39	0,63	0,52	0,75	0,57
Printemps 2015	0,38	0,63	0,68	0,80	0,70
Été 2015	0,39	0,63	0,59	0,78	0,70
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	0,60
Été 2017	0,38	0,66	0,50	0,74	0,52
Printemps 2018	0,36	0,59	0,39	0,67	0,36
Été 2018	0,38	0,60	0,39	0,68	0,34
Printemps 2019	0,34	0,47	0,43	0,66	0,31
Été 2019	0,27	0,40	0,55	0,66	0,39
Printemps 2020	0,39	0,60	0,53	0,76	0,44
Été 2020	0,53	0,61	0,42	0,76	0,29
Printemps 2021	0,39	0,60	0,46	0,73	0,60
Été 2021	0,43	0,67	0,45	0,75	0,53
Printemps 2022	0,29	0,47	0,52	0,64	0,47
Été 2022	0,27	0,39	0,62	0,70	0,49

Table 3.6. : État écologique de la masse d'eau sur les périodes 2012 à 2021. 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
Été 2012	0,56	Moyen / Moderate
2013		
Printemps 2013	0,71	Bon / Good
Été 2013	0,68	Bon / Good
2014		
Printemps 2014	0,69	Bon / Good
Été 2014	0,57	Moyen / Moderate
2015		
Printemps 2015	0,64	Bon / Good
Été 2015	0,62	Bon / Good
2016		
Printemps 2016	0,50	Moyen / Moderate
Été 2016	0,47	Moyen / Moderate
2017		
Printemps 2017	0,54	Moyen / Moderate
Été 2017	0,55	Moyen / Moderate
2018		
Printemps 2018	0,47	Moyen / Moderate
Été 2018	0,48	Moyen / Moderate
2019		
Printemps 2019	0,44	Moyen / Moderate
Été 2019	0,45	Moyen / Moderate
2020		
Printemps 2020	0,54	Moyen / Moderate
Été 2020	0,52	Moyen / Moderate
2021		
Printemps 2021	0,55	Moyen / Moderate
Été 2021	0,59	Moyen / Moderate
2022		
Printemps 2022	0,47	Moyen / Moderate
Été 2022	0,49	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 sont rapportées ici à titre indicatif.

Les mesures réalisées depuis les premières campagnes (2012) ont montré des biomasses plus élevées de gracilaires entre 2013 et 2015 (B/AC >100 gPF.m⁻²). Depuis 2016, les biomasses avaient diminué. En effet, 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, 2017 et 2018, elle était inférieure à 250 gPF.m⁻². En 2017, le stock estimé était presque cinq fois inférieur à celui de l'année 2014 (Table 3.7, Figure 7). En 2022, et notamment en juillet, les biomasses de gracilaires sont apparues particulièrement élevées (Figure 7).

Il est intéressant de signaler qu'au cours du suivi pluriannuel réalisé, les biomasses de gracilaires semblent varier négativement avec la biomasse de macroalgues vertes opportunistes (Figure 8).

Table 3.7 : Synthèse des résultats de biomasse de gracilaires entre 2012 et 2022.

		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	123	37
	Été	113	35
2018	Printemps	162	56
	Été	120	36
2019	Printemps	162	68
	Été	18	10
2020	Printemps	61	16
	Été	38	7
2021	Printemps	103	30

	Été	159	38
2022	Printemps	7	38
	Été	158	191

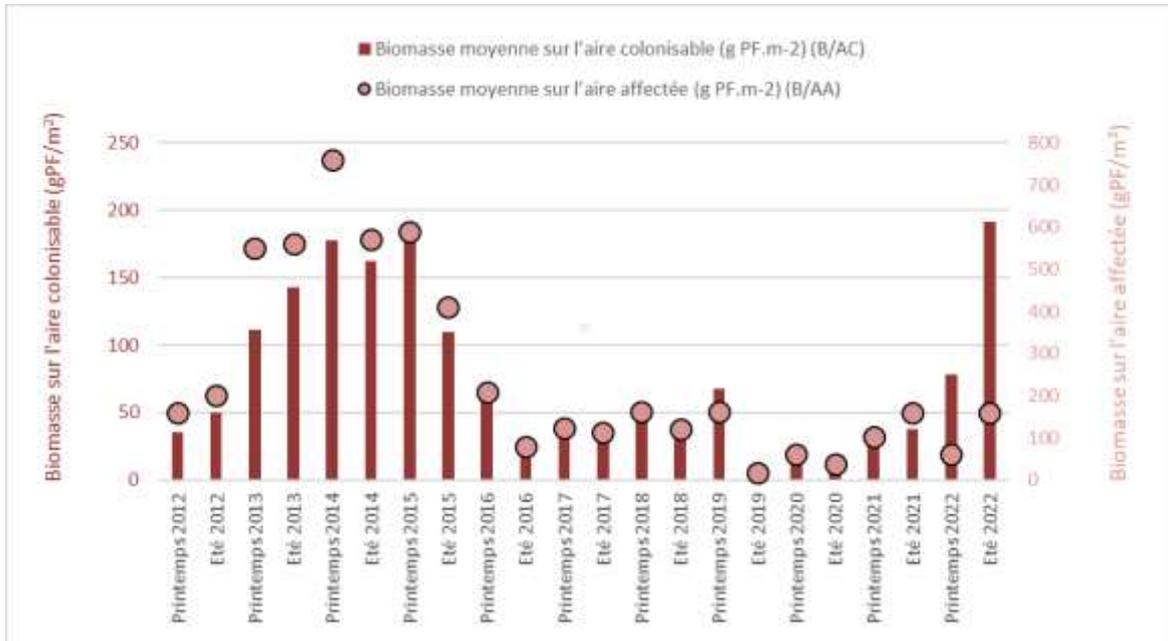


Figure 7 : Évolution des biomasses de gracilaires déposées sur les estrans du lac d'Hossegor au cours du suivi. Les points rouges indiquent la biomasse moyenne rapportée à l'aire affectée (en gPF.m⁻²). Les barres rouges indiquent la biomasse moyenne rapportée à l'aire colonisable (en gPF.m⁻²).

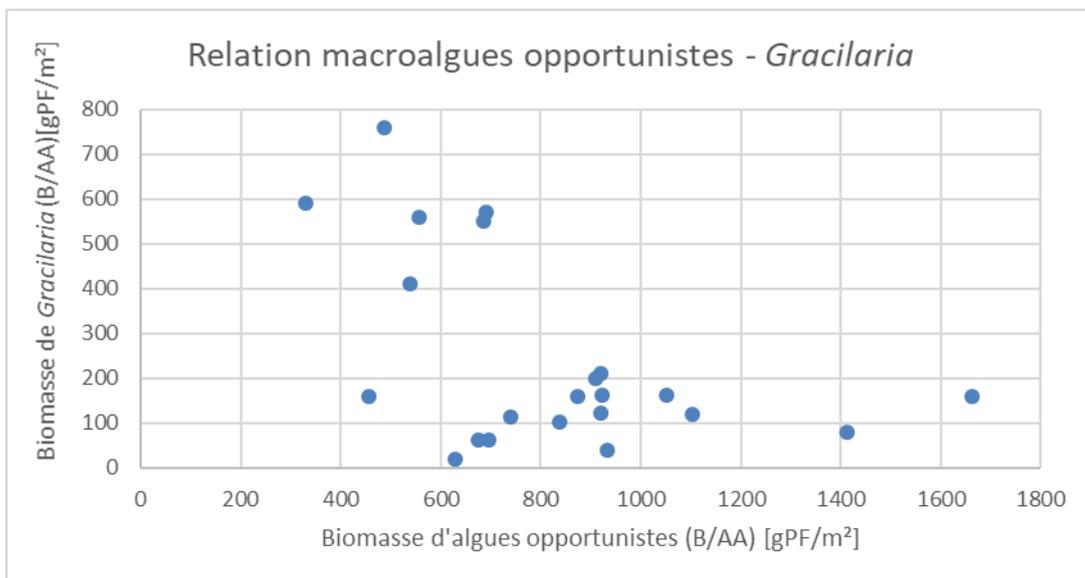


Figure 8 : Co-variation des biomasses de macroalgues opportunistes et d'algues de type *Gracilaria* au cours de la surveillance du lac d'Hossegor

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).

Un test de Kruskal-Wallis réalisé sur les données estivales indique qu'il existe une différence significative de biomasse entre les années (Figure 9). Les années 2012 et 2019 ont montré les plus fortes biomasses alors que les années 2013 et 2014 ainsi que, dans une moindre mesure en 2020. Les années 2015 et 2018 correspondent à des années « moyennes » en termes de biomasses d'algues vertes en domaine subtidal. Les années 2021 et 2022 montrent des biomasses plutôt faibles comparées à celles mesurées en 2012 et 2019.

Table 3.8 : Synthèse des résultats de biomasse d'algues vertes en domaine subtidal entre 2012 et 2022. Les valeurs de biomasses indiquées dans le tableau sont les médianes de biomasse en gPF par échantillon

Année	Importance des développements d'algues vertes en domaine subtidal
2012	fort à moyen
2013	faible
2014	faible
2015	moyen
2016	moyen à fort
2017	moyen à fort
2018	moyen
2019	fort à moyen
2020	assez faible
2021	plutôt faible
2022	plutôt faible

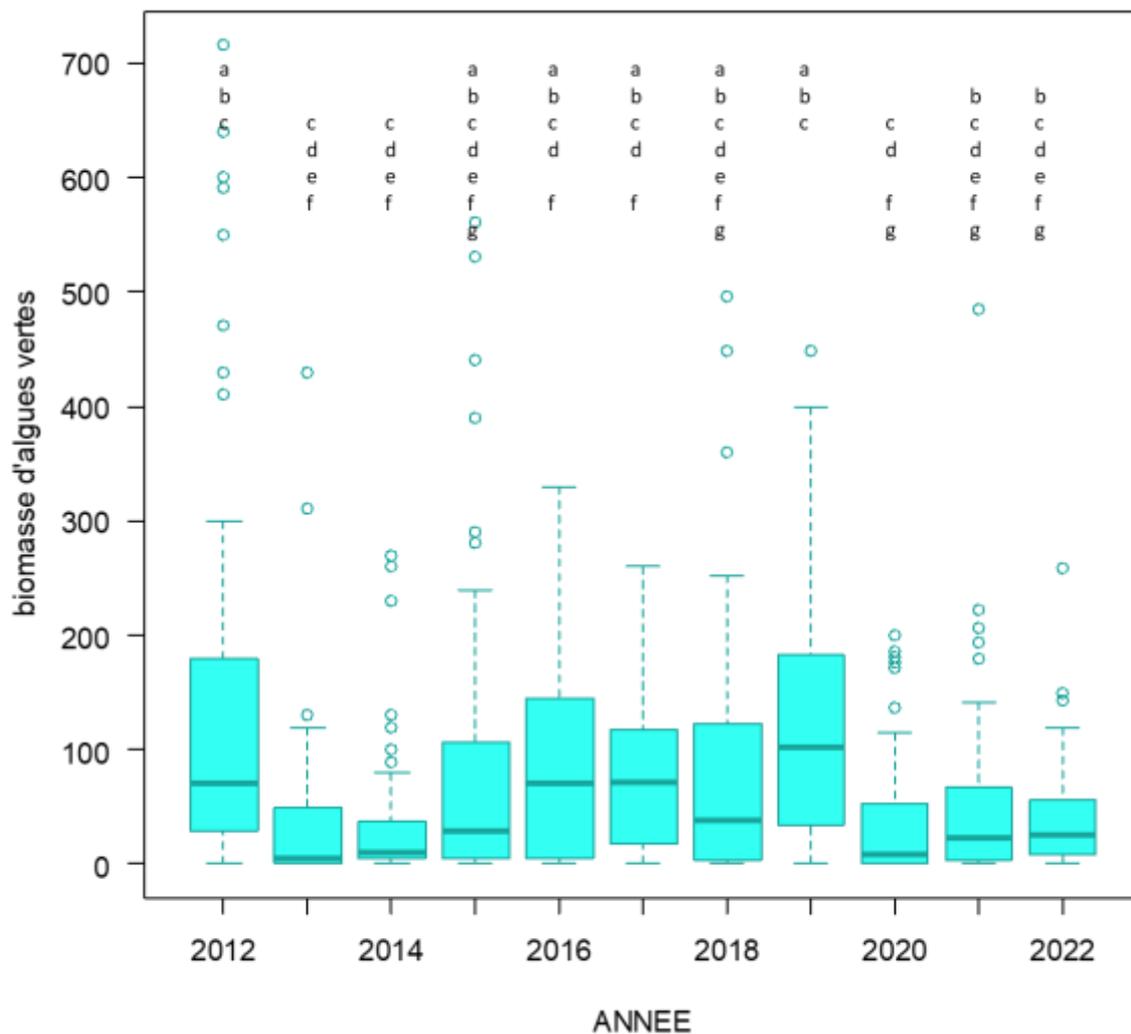


Figure 9 : Variations inter-annuelles des biomasses de macroalgues opportunistes en domaine subtidal (partie Nord du Lac) au cours de la surveillance du lac d'Hossegor

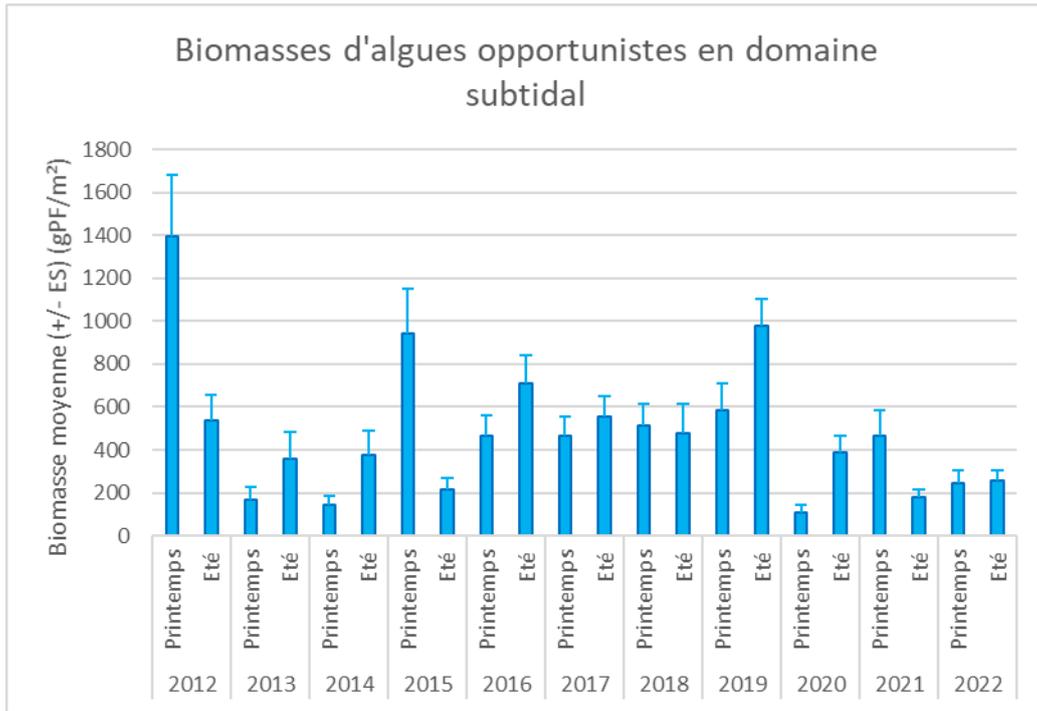


Figure 10 : Biomasses moyennes (\pm erreur standard) saisonnières de macroalgues opportunistes accumulées sur les fonds subtidaux du Nord du lac d'Hossegor.

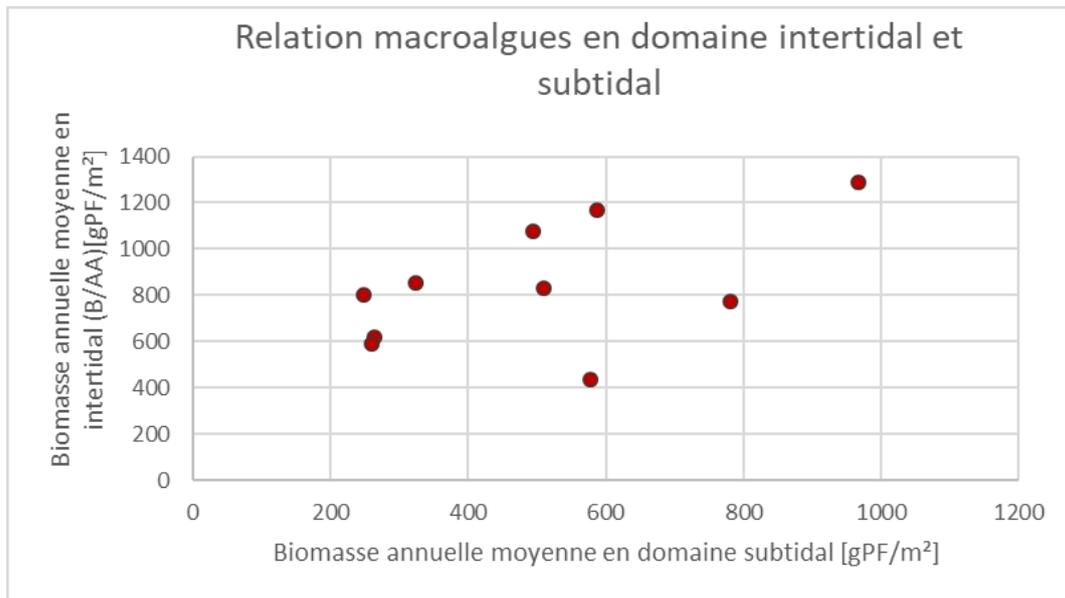


Figure 11 : Relation entre la biomasse moyenne annuelle en domaine subtidal (partie Nord du lac) et la biomasse moyenne annuelle sur estran (domaine intertidal) dans le lac d'Hossegor.

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 2022 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 probablement de la présence de bancs de sables et de profondeurs moyennes plus faible dans la partie Sud, ce qui fait de la zone septentrionale 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 2022** avec des valeurs d'EQR qui se stabilisent autour de l'état moyen depuis le début de la surveillance à l'exception de la période 2013-2015.

La comparaison des résultats acquis jusqu'à présent sur les deux domaines (intertidal et subtidal) indique que les années 2012 et 2019 ont fait l'objet d'un fort développement de macroalgues opportunistes par comparaison avec les années 2013, 2014. Par rapports aux période précédente, l'année 2022 apparaît comme une année à développement d'algues vertes faible à moyen.

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 noltei*) 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
- Auby I., Ganthy F., Rigouin L., Aubert F. (2021). Suivi stationnel (2007-2021) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2021) dans la masse d'eau côtière FRFC09 - Lac d'Hossegor. ODE/LER/AR/22.011, 32 p.
- 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.
- Landreau A. (2021) Estimation of the degree of proliferation of macroalgae in the Lake of Hossegor using aerial image captured by drone. Rapport de stage Universidad de Las Palmas de Gran Canaria-Facultad de Ciencias del Mar. 26 pages
- Lucia M., Blanchet H., Menthonnex T., Tourancheau H., Gouillieux B., Maneux E., Bujan S., Devaux L. (2019). Contrôle de surveillance 2018-Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « lac d'Hossegor ». Rapport UMR EPOC / Geo-Transfer. 41 pages.
- Patricio J., Neto 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.

Annexe 2 : cartographie de l'extension des prés salés sur le lac d'Hossegor entre 2012 et 2022

Carte établie d'après les relevés de terrain et les survols drone réalisés en 2012 (vert), 2019 (orange) et 2022 (rouge).

