

Projet " littoral: interface terre-mer"  
Avril-Mai 2013

# La régression des herbiers à zostères dans le Bassin d'Arcachon

---

*Projet encadré par Mme Mariojous et M. Montagne*



*Rapport rédigé par:*

BAKALOGLOU Salomé  
BERNODAT Marion  
BESNARD Maëlle  
BIGARD Charlotte  
TRAGIN Margot

## *Avertissement*

*Ce rapport a été rédigé par un des groupes d'élèves-ingénieurs AgroParisTech de deuxième année qui ont suivi le Projet « Littoral : interface terre - mer », enseignement de 6 semaines centré en avril-mai 2013 sur le Bassin d'Arcachon.*

*Sur un séjour de terrain de deux semaines, après une série de visites collectives destinées à apporter une connaissance globale de la région, les étudiants ont disposé d'une semaine pour approfondir un thème, au travers d'entretiens et d'enquêtes auprès des acteurs locaux, que nous remercions sincèrement pour leur coopération. Ce travail de terrain est associé à un travail en salle, de préparation, puis d'analyse et de synthèse, et complété par une recherche documentaire, sur une douzaine de jours.*

*Quels que soient l'intérêt et l'énergie que les étudiants ont apportés à ces travaux, le résultat de leur travail a, bien entendu, une portée limitée. C'est une première approche des thèmes étudiés, dans le cadre d'une pédagogie de découverte.*

*Catherine Mariojouis, Professeur, UFR Développement des filières animales  
David Montagne, Maître de Conférences, UFR Dynamique des Milieux et Organisation Spatiale*

# Sommaire

<b>Introduction</b>	3
<b>Démarche</b>	3
<b><u>I/ Les Herbiers à zostères : un écosystème dynamique en régression</u></b>	<b>4</b>
1) Les herbiers à zostères	4
a) Un écosystème rare et reconnu à l'échelle mondiale	4
b) Biologie et écologie des herbiers à zostères	4
2) historique : étapes de la régression dans l'espace et dans le temps	5
3) évolution naturelle ?	6
a) Sensibilité à la maladie	6
b) La génétique des herbiers	6
4) Les herbiers à zostères sont sensibles aux conditions environnementales	7
a) Les effets du changement climatique global	7
i. Augmentation de la température et canicules	7
ii. Variation de la salinité	8
iii. Augmentation des tempêtes, force du vent	8
b) L'influence de la qualité de l'eau	8
i. Apports de contaminants anthropiques	8
ii. Apports de sels minéraux et de matière organique	10
iii. Augmentation de la turbidité et baisse de la luminosité de l'eau	10
c) Un environnement compétitif ? Une prédation trop importante ?	10
i. Broutage des herbiers à zostères par les bernaches cravants, les canards siffleurs et les cygnes tuberculés	10
ii. Multiplication des moules et des rochers d'huîtres	11
iii. Présence d'espèces invasives ?	11
<b><u>II/ Les herbiers à zostères s'inscrivent dans un environnement socio-économique</u></b>	<b>13</b>
1) Présentation des services écosystémiques rendus par les herbiers à zostères du Bassin d'Arcachon et conséquences potentielles de la régression	13
a) service d'approvisionnement	13
i. Vis à vis de l'homme via la pêche	13
ii. Vis à vis des oiseaux brouteurs	14
b) Service de régulation	14
i. Inhibition du phytoplancton toxique	14
ii. Fixation de l'azote et du phosphore	14
iii. Oxygénation de l'eau	15
c) service de support	15
i. Fixation des sédiments	15
ii. Diminution de l'érosion marine	15

d) Service culturel et social	16
2) De nombreux usagers : relation herbiers/usagers	17
3) la régression des herbiers à zostères n'est pas forcément un problème pour tt le monde ce qui aboutit à des tensions	18
a) Différentes perceptions de la situation des herbiers à zostères	18
b) Des solutions envisagées différentes	19
c) Ce qui amène à des tensions entre acteurs	19
<b>III/ Une gestion des herbiers à zostères ?</b>	20
1) Une problématique qui est le sujet de recherches	20
2) Une volonté de gestion au niveau du BA (qui se base sur la recherche)	20
3) Les projets à venir	22
a) En recherche	23
i. LIFE + (au niveau européen)	23
ii. Des volontés au niveau de la recherche pour aller plus loin (OSQUAR 2, projet de thèses, post-doc .)	23
b) Au niveau des acteurs publics	23
i. Enquêtes de pratiques du SIBA	23
ii. Projet de PNM: l'outil de gestion par excellence ?	23
iii. Le GIP ?	24
<b>Conclusion</b>	25
<b>Remerciements</b>	27
<b>Bibliographie</b>	28

## **Introduction :**

Le Bassin d’Arcachon, situé au sein du département de la Gironde, présente de multiples activités telles que les activités de production, industrielles et récréatives. Il abrite également une biodiversité riche, tant au niveau floral que faunistique. Parmi elle, on trouve les herbiers à zostères. Autrefois considéré comme le plus vaste d’Europe, cet écosystème unique est considéré par la convention OSPAR comme un « habitat menacé et/ou en déclin ». Depuis les années 90 une régression des herbiers de zostères a été constatée, mais s’est accélérée après 2004. <sup>[17]</sup>

Les zostères sont des phanérogames marines. Il existe deux espèces de zostères présentes dans le Bassin d’Arcachon. Les zostères naines (*Zostera noltii*) qui vivent sur les estrans et les zostères marines (*Zostera marina*) qui vivent dans les chenaux. Même si la zostère marine est elle aussi en régression dans le bassin, les études scientifiques s’intéressent principalement à la zostère naine du fait de la surface importante qu’elle recouvre.

Afin de comprendre l’évolution des herbiers à zostères et l’importance de cette régression dans le bassin, nous avons mené un audit auprès de différents acteurs locaux. Nous avons en effet réalisé des enquêtes auprès de scientifiques, de représentants des professionnels, d’acteurs publics et de gestionnaires du bassin.

Face à la multitude d’enjeux liés à la régression des herbiers et au nombre important d’acteurs impliqués, nous nous sommes posé les questions suivantes:

Quel est le contexte de la régression des herbiers à zostères dans le Bassin d’Arcachon ? Comment peut-on expliquer cette régression ? En quoi cette régression risque-t-elle d’impacter le comportement des acteurs locaux ? Peut-on envisager une gestion durable et efficace de cet écosystème marin ?

Pour y répondre, nous nous intéresserons dans un premier temps aux herbiers à zostères en tant qu’écosystème dynamique en régression. Puis nous verrons que les herbiers à zostères s’inscrivent dans un contexte socio-économique non négligeable. Enfin, nous nous interrogerons sur la gestion de ces herbiers dans le Bassin d’Arcachon.

## **Démarche et méthode :**

Dans un premier temps nous nous sommes appuyées sur des recherches bibliographiques axées principalement sur les programmes de recherche, pour essayer de mieux comprendre les mécanismes de la régression des herbiers à zostères. Nous avons ensuite construit des questionnaires à l’attention des différents acteurs que nous avons identifiés au fil de nos lectures (Cf. Annexes). Les questions, qui s’appuient sur ce qui a retenu notre attention dans le cadre de ce projet, portent à la fois sur les causes et les conséquences de la régression des herbiers à zostères. Nous avons également pris en compte la perception des acteurs sur ce phénomène, et les systèmes de gestion qu’ils font ou envisagent de faire quant à la régression des herbiers. Afin d’avoir une vision la plus large possible, nous les avons également interrogés sur les conséquences socio-économiques qu’engendre cette régression dans le Bassin d’Arcachon. Nous avons ensuite analysé ces différents entretiens et tenté d’intégrer ce qu’ils nous ont apporté à la compréhension globale de la régression des herbiers à zostères. Nous avons enfin synthétisé ces idées à l’aide de schémas, avant de commencer la rédaction de ce rapport.

## I/ Les Herbiers à zostères : un écosystème dynamique en régression :

Comme les prairies terrestres, les herbiers à zostères subissent des variations saisonnières et annuelles. Les espèces liées à ce milieu prairial marin s'adaptent donc au rythme de cet habitat, formant ainsi un écosystème dynamique. Dans cette partie, nous précisons, non seulement les caractéristiques écologiques de cette espèce ingénieuse de l'écosystème (*Zostera ssp.*), mais aussi son évolution au fil du temps dans le bassin d'Arcachon.

### 1) Les herbiers à zostères

#### a) Rare et reconnu à l'échelle mondiale

Les herbiers à zostères sont localisés sur une grande partie des zones littorales du monde, sauf dans les régions polaires. Elles sont présentes à des latitudes assez variées. En effet, il existe des herbiers aussi bien au niveau des côtes Est du Canada, que dans le Golfe du Morbihan ou dans le Bassin d'Arcachon. Dans ces trois zones géographiques, le constat est le même : les herbiers à zostères sont en régression. Les herbiers sont ainsi devenus des écosystèmes rares et reconnus à l'échelle mondiale. Leur disparition dans le Bassin d'Arcachon serait alors une perte à l'échelle mondiale.

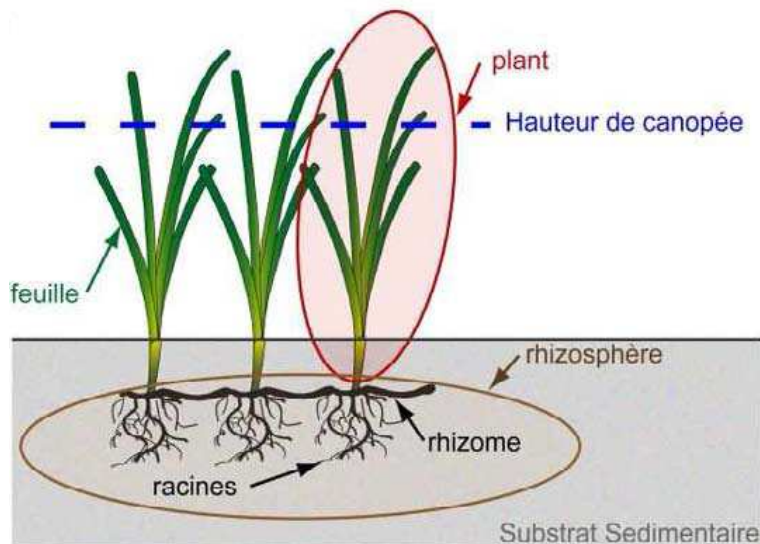
Du fait de cette diminution inquiétante en plusieurs points du globe, des études scientifiques ont été menées afin de mieux comprendre dans un premier temps, le rôle des herbiers à zostères ainsi que leur fonctionnement biologique et dans un deuxième temps, les causes de cette régression

#### b) Biologie et écologie des herbiers à zostères

Les zostères sont des phanérogames marines. Elles appartiennent au genre *Zostera*. Elles se développent surtout sur un substrat sableux et vaso-sableux. Parmi les douze espèces connues, deux d'entre elles sont présentes dans le Bassin d'Arcachon. Les zostères naines (*Zostera noltii*) qui vivent sur les hauts d'estrans, dans des eaux peu profondes, sont régulièrement découvertes à marée basse. Les zostères marines (*Zostera marina*) quant à elles vivent en zone subtidale, en bordure des chenaux à des profondeurs variant selon les sites, ne sont jamais émergées <sup>[12]</sup>. Les herbiers à zostères rendent divers services écosystémiques à l'Homme notamment en favorisant la biodiversité.

En structurant le milieu, les herbiers à zostères offrent un habitat voire un refuge pour de nombreuses espèces benthiques, contre leurs prédateurs. Parmi ces espèces, certaines appartiennent à la macrofaune (localisées principalement au niveau des herbiers à zostères naines) telles que les gastéropodes brouteurs, d'autres à la mégafaune (principalement au niveau des herbiers à zostères marines) telles que l'hippocampe ou la seiche. Ainsi, la présence des herbiers à zostères permet de conserver une diversité de la faune et en fait un des endroits les plus riches du benthos.

Les herbiers permettent de fixer les sédiments. Les feuilles des zostères ralentissent l'énergie hydrodynamique, ce qui favorise le dépôt des sédiments au niveau des herbiers et empêche leur remise en suspension participant à la turbidité <sup>[5]</sup>. La rhizosphère des zostères est composée d'un rhizome horizontal ramifié et d'un système racinaire qui permet également de fixer les sédiments et donc de stabiliser le substrat sur lequel elles se sont enracinées. Cela permet de limiter la turbidité du milieu et donc de favoriser la photosynthèse des zostères et celles des autres végétaux chlorophylliens <sup>[12]</sup>.



**Fig I-1b** :Nomenclature utilisée pour décrire les différentes parties d'un herbier à zostères

Source : *Thèse de Florian Ganthy, Rôle des herbiers à zostères sur la dynamique sédimentaire du Bassin d'Arcachon.*

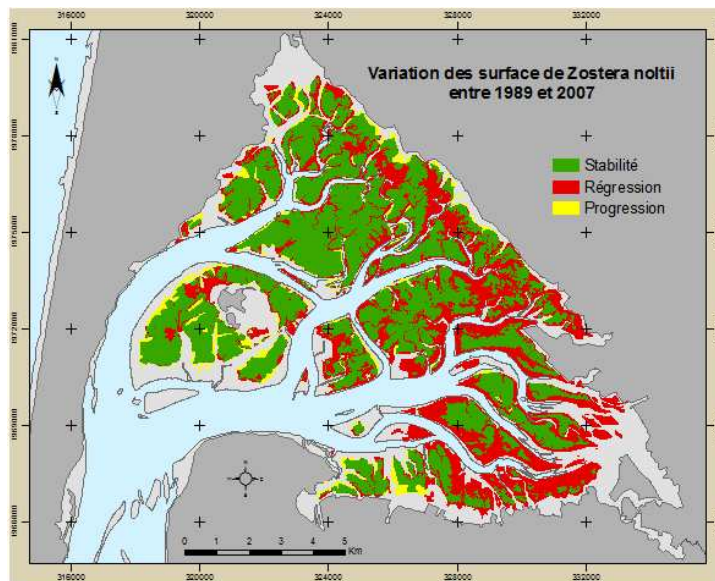
## 2) historique : étapes de la régression dans l'espace et dans le temps

Les premiers travaux sur les herbiers à zostères du Bassin d'Arcachon ont débuté à la fin des années 80 par Mme. Isabelle Auby, sur la demande de son directeur de thèse (publiée en 1991)<sup>[4]</sup>, alors que cet écosystème n'était jusque-là que peu étudié. Le travail principal consistait à établir une cartographie de leur répartition. Cependant, les cartographies n'étaient pas renouvelées, car cela demande beaucoup de temps, et la régression des herbiers n'était pas encore soupçonnée. Les herbiers à zostères du Bassin d'Arcachon forment le plus grand herbier d'Europe.

La question étant peu abordée par les scientifiques, ce sont des usagers du bassin qui donnent l'alerte de la régression des herbiers en 2005. Elle sera alors relayée par le Conseil Général et Benjamin Viry responsable du service environnement à la mairie d'Andernos. La première hypothèse émise pour l'expliquer repose sur la saisonnalité. En effet, les herbiers ont une biomasse minimale en hiver, période pendant laquelle la régression a été constatée. Cependant comme cette régression a persisté au-delà de l'hiver, les scientifiques locaux se sont rassemblés et ont proposé des programmes de recherche. Des études de terrain sont lancées et on constate une réelle régression de la zostère naine et zostère marine. D'autre part, la Directive Cadre sur l'Eau demande la caractérisation des populations végétales et animales à travers la création de cartes de répartition. En 2007 une étude est également lancée par Ifremer alors chargé de la coordination sur ce sujet. Du fait de l'inquiétude et du mécontentement de la société civile face au comblement des chenaux, qu'ils attribuent à la régression des herbiers à zostères, le SIBA finance des études sur le sujet. Ainsi, la thèse de M. Florian Ganthy qui traite du rôle des herbiers à zostères sur la dynamique sédimentaire du bassin, fut soutenue en 2011. Le prolongement de cette thèse a amené les scientifiques à s'interroger sur les effets des herbiers à zostères sur les phénomènes hydrodynamiques du bassin.

Depuis 2005, la régression des herbiers se poursuit dans le Bassin d'Arcachon. En 2007, des photographies aériennes et satellites sont prises et complétées par des mesures de terrain. En 2012, une carte satellite permet d'améliorer la cartographie de la répartition des herbiers à zostères et d'évaluer quantitativement leur évolution. Les scientifiques ont pu constater que globalement, la régression se poursuit encore aujourd'hui et qu'elle concerne principalement la zone orientale du bassin. Deux aspects de cette régression sont à prendre en compte. La diminution de la surface d'emprise par les herbiers à zostères est associée à une diminution de

leur densité ce qui crée des herbiers plus ou moins homogènes par formation de patches de tailles variées. Entre 1987 et 2009, la surface des herbiers à zostères naines aurait diminué de 33% et celle des herbiers à zostères marines de 78% [5].



**Fig I-2** : Variation des surfaces de *Zostera noltii* entre 1989 et 2007

Source : *Rapport d'étude de l'Ifremer (2011), Régression des herbiers de zostères dans le Bassin d'Arcachon*

Néanmoins, il semblerait que l'évolution de ces herbiers soit rapide mais réversible, si ceux-ci vivent dans des bonnes conditions. Il s'agirait d'un système végétatif très productif ; c'est pourquoi il existe des zones de recolonisation et une replantation d'herbiers à zostères par l'Homme pourrait être envisagée. Aujourd'hui, les herbiers à zostères naines recouvrent 70 km<sup>2</sup> du Bassin d'Arcachon (dont la superficie totale est de 184 km<sup>2</sup>) soit 38 % de la surface du bassin.

### 3) Une évolution naturelle des herbiers ?

Les herbiers à zostères font partie du vivant, ils peuvent donc évoluer de manière naturelle (croissance ou régression selon les périodes). On peut évoquer plusieurs hypothèses quant à la régression des herbiers à zostères.

#### a) Sensibilité à la maladie

Tout d'abord, les herbiers à zostères sont susceptibles d'être touchés par des maladies telles que la maladie du dépérissement (wasting disease). Cette maladie est induite par le protozoaire pathogène *Labyrinthula zosterae* qui provoque la dégradation des feuilles et peut entraîner la mort du plant. [5]

Dans le Bassin d'Arcachon le taux d'infestation est du même ordre que celui mesuré dans les herbiers bretons et reste à un niveau relativement faible.

#### b) La génétique des herbiers

D'autre part, il est possible que les herbiers à zostères soient composés de différents variants génétiques, ces variants sont susceptibles d'être plus ou moins résistants aux stress environnementaux tels que les contaminants.

Par ailleurs, on pourrait également penser à une dégénérescence génétique des herbiers.



#### 4) Les herbiers à zostères qui dépendent de leur environnement

Les herbiers à zostères dépendent finement des paramètres physico-chimiques de leur milieu. Ces paramètres évoluent dans le temps. Déterminer ces paramètres est important pour essayer de trouver les causes de leur régression.

##### a) Les effets du changement climatique global

###### i. Augmentation de la température et canicules

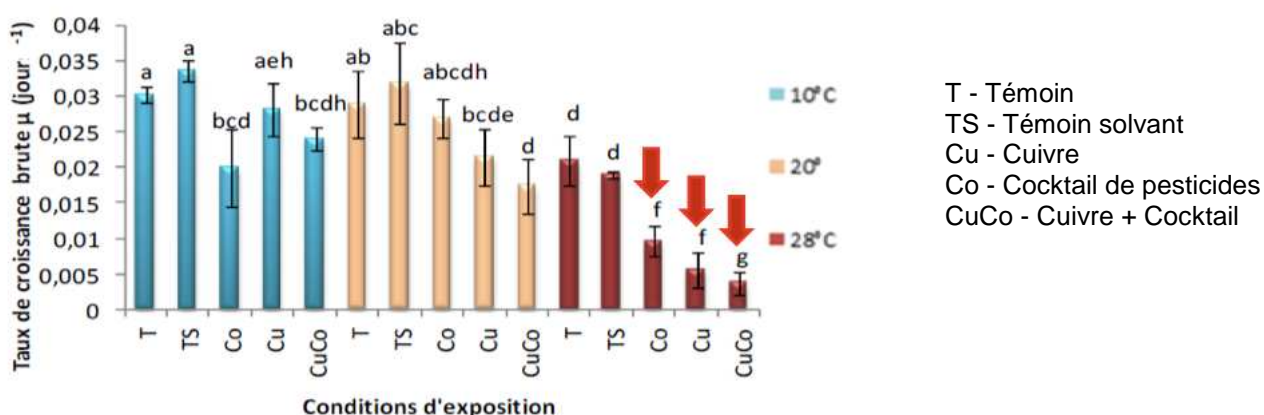
D'une part, les herbiers à zostères sont sensibles aux variations de température, il semblerait qu'elle pourrait même jouer un rôle majeur dans leur régression. Deux types de variations de température peuvent affecter les zostères<sup>[5]</sup>: une augmentation progressive de la température de l'eau liée au réchauffement climatique et des épisodes de canicule sur une échelle de temps très restreinte.

Ainsi, comme la régression des herbiers à zostères a été constatée deux ans après la canicule de 2003, on peut penser que la chaleur excessive a eu un effet néfaste sur les herbiers, en particulier de zostères marines (plus sensibles aux fortes températures<sup>[5]</sup>), et aurait amorcé la régression des herbiers. A ce premier épisode s'est ajoutée la canicule de 2006 qui est susceptible d'avoir aggravé la situation.

Cette hypothèse est appuyée par une étude faisant état d'un retard, de l'ordre d'un ou deux ans, sur l'impact d'un choc thermique sur les herbiers à zostères. Il est donc probable que les effets de la canicule de 2003 n'aient été constatés que deux ans plus tard. Les canicules sont considérées comme une des causes majeures de la régression des herbiers à zostères pour Ifremer.

L'augmentation globale de la température a un effet plus nuancé. En effet les herbiers à zostères sont capables de s'adapter à une large gamme de températures, c'est pourquoi on les retrouve sur une grande surface du globe. En revanche, les changements rapides de la température qui leur est habituelle et à laquelle ils sont adaptés sont dangereux pour les herbiers à zostères.

D'autre part, une étude menée dans le cadre du programme OSQUAR a pu montrer une exacerbation de l'effet des contaminants lors d'une augmentation de la température de l'eau. Par exemple, les effets sur la croissance des feuilles de zostères, d'un mélange de cuivre et de certains pesticides sont d'autant plus négatifs que la température est élevée.<sup>[14]</sup>



**Fig I-4 c :** Effet des contaminants sur la croissance foliaire des zostères en fonction de la température.

Source : Restitution OSQUAR, Patrick Gonzalez, Usages et qualité sur un territoire ostréicole : Impacts toxiques

Ce résultat d'expérience montre donc une exacerbation de l'effet des contaminants aux hautes températures. L'augmentation de température influence donc également indirectement les conditions environnementales/physiologiques/biologiques des herbiers.

### *ii. Variation de la salinité*

Les zostères naines et les zostères marines, sont capables de vivre sur des milieux plus ou moins salés. Elles présentent néanmoins des « préférendas halins ». D'après le rapport Ifremer<sup>[5]</sup>, les zostères marines seraient intolérantes aux salinités extrêmement faibles. Exposées à des salinités extrêmement élevées, la production de plants serait très limitée. Les zostères naines quant à elles, ne supporteraient pas les taux de salinités très élevés : ils augmenteraient la mortalité et limiteraient la production de plants. De plus, la germination de cette espèce n'est observée que pour des salinités faibles.

Entre 2002 et 2005, la salinité des eaux du bassin a fortement augmenté dans la partie est, principalement pendant la période estivale. Cette augmentation peut être expliquée par une faible pluviométrie ayant entraîné une diminution des apports d'eau douce par les bassins versants. Cela a pu être préjudiciable pour les deux espèces, il faut néanmoins noter que sur certains sites tels qu'à l'est de l'Île aux Oiseaux, la sursalinité n'a pas empêché l'apparition de nouvelles pousses.<sup>[5]</sup>

### *iii. Augmentation des tempêtes, force du vent*

Le vent est un facteur environnemental influençant le Bassin d'Arcachon de manière globale. Lorsque la force du vent est importante ou lors de tempêtes, la dynamique sédimentaire du bassin est perturbée.

En effet, le vent, et la houle qu'il génère, sont à l'origine de mouvements sédimentaires importants. Ainsi, la remise en suspension de sédiments provoque une augmentation de la turbidité dont les effets seront expliqués dans le b). De plus, l'hiver, les herbiers à zostères sont à un stade très réduit, le sédiment est alors presque nu. Lors des tempêtes hivernales il y a donc une érosion accentuée de l'estran. Le sédiment ainsi libéré va augmenter l'envasement des chenaux et étouffer les herbiers.

Des tempêtes d'hiver fortes et fréquentes ont été observées en 2006 et 2007, pour plusieurs acteurs elles ont largement participé au déclenchement de la régression des herbiers à zostères.

## **b) L'influence de la qualité de l'eau**

### *i. Apports de contaminants anthropiques*

Les herbiers à zostères sont sensibles à la qualité de l'eau dans laquelle ils se développent. Dans le Bassin d'Arcachon on retrouve de nombreux contaminants d'origine anthropique tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les biocides : métallique comme le cuivre ou organiques tels que l'irgarol ou d'autres pesticides.

L'origine précise de la plupart de ces contaminants est difficile à identifier et souvent multiple, c'est pourquoi, leur gestion pose problème et la connaissance de leur concentration est si importante dans le bassin. Des recherches sont menées par le SIBA dans le cadre du programme REPAR.

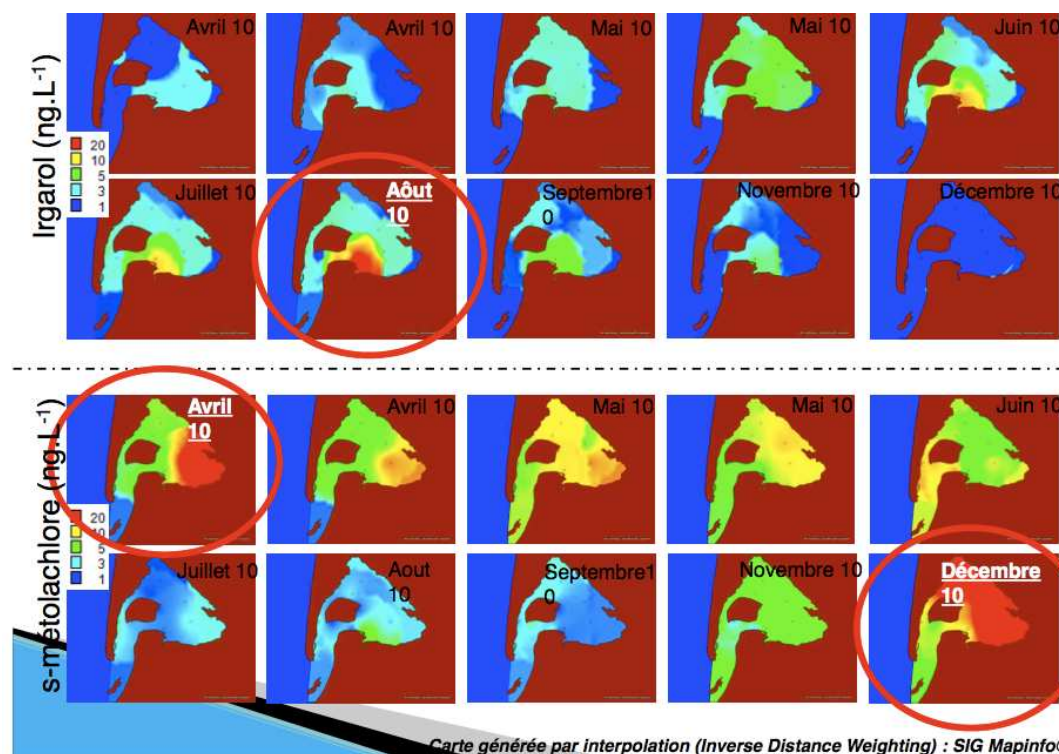
L'origine des HAP est mal connue. En effet, les HAP sont intraquables et proviennent pour une part non négligeable d'apports atmosphériques mais également du ruissellement des eaux

pluviales dans le bassin, du nautisme (moteurs des bateaux) ou encore des cours d'eau. Leur concentration (mesurée par exemple dans les mollusques) est en augmentation.

Les antifouling sont largement utilisés dans le Bassin d'Arcachon, leur formulation est variable mais constituée de cuivre (environ 50% de la composition) associé la plupart du temps à un booster organique tel que l'irgarol (présent en faible quantité). Le cuivre est utilisé pour ces propriétés de biocide tout comme les booster beaucoup plus toxiques (concentration prévisible sans effet : 0,8µg/L contre 1,2mg/L pour le Cu) qui sont la plupart du temps des herbicides aujourd'hui interdits pour l'agriculture. Des questions se posent sur les formes du cuivre utilisées dans les antifouling qui seraient plus facilement relarguées dans le milieu. L'irgarol est peu dégradable et fortement bio-accumulé dans les herbiers à zostères. Ils ont donc un impact sur les herbiers à zostères malgré leur faible concentration dans le milieu.

Les pesticides et autres produits phytosanitaires se retrouvent également dans le bassin suite aux apports par les cours d'eau, majoritairement la Leyre, qui récoltent les contaminants agricoles et utilisés dans les jardins et les espaces verts.

Cependant, la qualité de l'eau du bassin est aujourd'hui globalement très satisfaisante selon le SIBA.



**Fig I-4 d** : Evolution de la concentration en biocides (irgarol et s-métolachlore) dans le Bassin d'Arcachon au cours de l'année 2010

Source : Restitution OSQUAR, Patrick Gonzalez, *Usages et qualité sur un territoire ostréicole : Impacts toxiques*

Sur cette figure on observe bien l'apport en Irgarol dans l'eau du bassin. On voit qu'il est principalement causé au niveau du port d'Arcachon, donc par le nautisme via les antifouling, pendant la période estivale. Le s-métolachlore est un désherbant, utilisé surtout pour la culture du maïs. Les pics de s-métolachlore correspondent aux périodes de traitement des cultures sur le bassin versant.<sup>[14]</sup>

Enfin, les dragages peuvent remettre en suspension des contaminants. Cependant la vase contaminée est suivie par le SIBA et les concentrations en contaminants se situent presque toujours en dessous du seuil Géode N1, ils ne représentent donc pas un danger en théorie.

Les effets de tous ces contaminants sont encore à étudier et à confirmer. Le SIBA travaille actuellement sur la piste de cocktails toxiques entre plusieurs molécules considérées comme non toxiques au seuil où elles sont détectées dans le bassin.

### ***ii. Apports de sels minéraux et de matière organique***

Les herbiers à zostères bénéficient des apports de sels minéraux charriés par les cours d'eau jusqu'au Bassin d'Arcachon. Ils sont essentiels à leur bon développement tout comme la matière organique. La matière organique est aujourd'hui abondante dans l'eau du bassin, les apports anthropiques (eaux noires, engrais agricoles par exemple) sont importants. Même si la matière organique favorise la croissance des herbiers, une teneur de l'eau trop importante en matière organique pourrait les menacer. En effet, la présence de nutriments en quantité trop importante combinée à des conditions du milieu favorables pourrait entraîner une eutrophisation au fond du bassin. Une quantité trop importante en ammonium peut également être toxique pour les zostères, cependant, malgré une concentration importante dans le bassin les seuils sont loin d'être atteints.<sup>[5]</sup>

### ***iii. Augmentation de la turbidité et baisse de la luminosité de l'eau***

Les herbiers à zostères, comme tout végétal, nécessitent une luminosité importante de l'eau afin d'assurer la photosynthèse et de permettre une production primaire.

La turbidité de l'eau peut être modifiée par différents facteurs naturels ou anthropiques.

Nous avons vu, dans un paragraphe précédent, que le vent provoque des mouvements sédimentaires importants. De plus, à même intensité de vent, la turbidité générée est plus forte après la régression des herbiers en 2007 qu'avant. La turbidité au fond du bassin augmente. La turbidité générée perturbe donc la croissance des herbiers en diminuant l'apport de lumière. Il s'agit ici d'un véritable cercle vicieux selon de nombreux chercheurs.

Les dragages peuvent également être à l'origine d'une augmentation de turbidité. En effet, le sédiment est déplacé et remué lors des travaux. Cependant des études ont montré que la turbidité de l'eau n'est affectée que très localement en raison des petits volumes traités, l'effet chasse d'eau important dans le bassin permettrait donc un retour à la normale rapide. Plusieurs chercheurs et le SIBA considèrent donc que la turbidité générée par les dragages n'a pas d'impact sur les herbiers à zostères.

## **c) Un environnement compétitif ? Une prédation trop importante ?**

### ***i. Broutage des herbiers à zostères par les bernaches cravants, les canards siffleurs et les cygnes tuberculés***

Dans le Bassin d'Arcachon, on rencontre la concentration de bernaches cravants la plus importante de la planète, environ 25 à 30% de la population mondiale passe l'hiver dans le bassin.

Ces oiseaux ont un effet sur les herbiers à zostères qu'ils broutent lors de leur séjour sur le Bassin d'Arcachon. Le broutage est pratiqué majoritairement par les bernaches cravants mais également par les canards siffleurs et les cygnes tuberculés présents sur le bassin. Il consiste à sectionner les plants sans les arracher.

Les bernaches cravants sont présentes sur le Bassin d’Arcachon en hiver, entre octobre et mars, et broutent donc durant la période où la biomasse épigée des herbiers est minimale.

Selon le rapport Ifremer <sup>[5]</sup> les bernaches cravants et autres oiseaux brouteurs n’ont pas une pression de prédation suffisamment importante pour entraîner une régression des herbiers à zostères sur le Bassin d’Arcachon. En effet durant l’hiver où la régression a été constatée, le rapport stock consommé/stock disponible (consommé par l’ensemble des oiseaux brouteurs) ne s’élevait qu’à 12% dans le scénario le plus pessimiste. Ce pourcentage est faible par rapport à ceux obtenus dans d’autres sites comme le Golfe du Morbihan (57% de la biomasse des feuilles de l’herbier est consommé dont 45% par la bernache cravant). Cette opinion n’est pas partagée par les chasseurs et pêcheurs du Bassin d’Arcachon. De plus les sites visités et pâturés par les bernaches cravants changent selon les années, il n’y a donc pas surpâturage d’un site en particulier. <sup>[5]</sup>

Enfin, d’autres études ont montré que les oiseaux brouteurs peuvent avoir un impact positif sur les herbiers comme la minéralisation des sédiments.

### *ii. Multiplication des moules et des rochers d’huîtres*

Les moules et huîtres sauvages sont susceptibles d’être en compétition avec les herbiers. Les huîtres sauvages peuvent, par exemple, créer des récifs sur des zones intertidales où les herbiers à zostères se développent. Cependant, les huîtres ont toujours été présentes dans le Bassin d’Arcachon. En temps normal, moules, huîtres et herbiers à zostères cohabitent. Cependant, les fermetures à la commercialisation répétées pendant 4 à 5 ans sur de longues périodes, pour des raisons sanitaires, ont favorisé un développement très important des populations de moules et d’huîtres sauvages dans le bassin. Cette situation a donc amplifié la compétition spatiale entre ces espèces.

Les parcs exploités sont quant à eux installés depuis longtemps sur des zones à herbiers. Ils ont, lors de leur installation, dégradé les herbiers à zostères. Cependant, il y a aujourd’hui une déprise de l’activité et de l’espace occupé pour la production ostréicole, la compétition pour l’espace n’est pas une hypothèse envisageable pour expliquer la régression récente des herbiers à zostères.

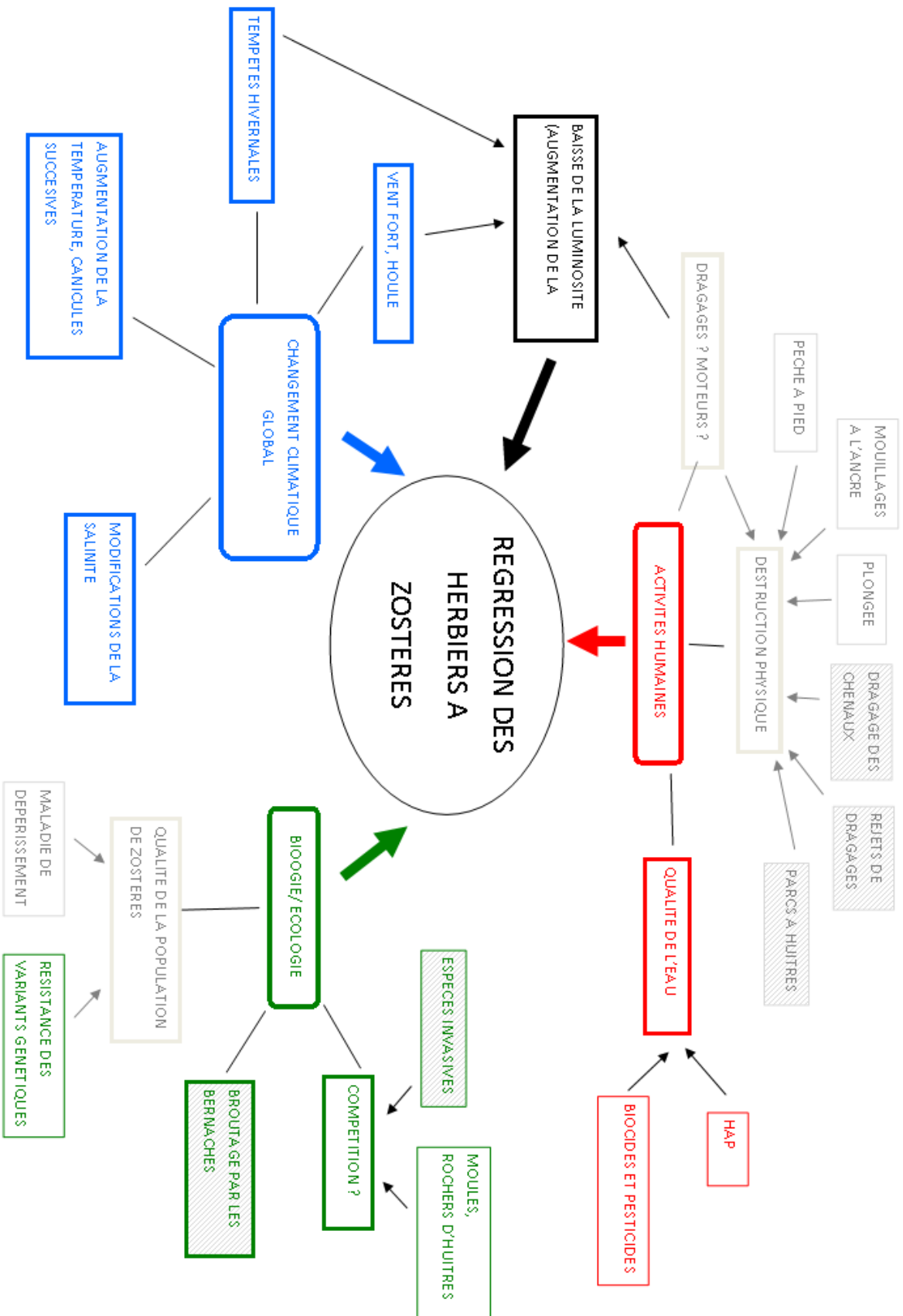
### *iii. Présence d’espèces invasives ?*

Il existe de nombreuses espèces invasives dans le Bassin d’Arcachon. Ces espèces invasives seraient susceptibles d’interagir avec les herbiers à zostères. Cependant, depuis 2005 (date à laquelle on observe une régression des herbiers) les espèces invasives présentes ne semblent pas s’être développées sur le bassin. Selon les scientifiques travaillant sur la régression des herbiers, cette cause n’est pas envisageable pour en expliquer l’origine.

A partir de notre réflexion sur les facteurs environnementaux influençant les herbiers à zostères nous avons dessiné le schéma suivant résumant les causes de la régression des herbiers. Les facteurs environnementaux sont représentés en couleur, les facteurs externes en gris (ils seront présentés dans la partie II-2).

D’autre part, nous avons pu écarter certaines hypothèses au cours de notre étude, elles sont représentées hachurées en gris.

## Facteurs environnementaux dont dépendent les herbiers à zostères



**Fig Bilan I-4:**Facteurs environnementaux dont dépendent les herbiers à zostères.

## II/ Les herbiers à zostères s'inscrivent dans un environnement socio-économique :

Les herbiers à zostères constituent un écosystème de fort intérêt écologique par la diversité des services rendus. Qualifiés d'espèce "ingénieur" de l'écosystème et reconnus en tant qu'habitat remarquable à l'échelle internationale et européenne pour leur très grande diversité biologique, ils s'inscrivent dans de nombreux programmes de préservation. Dans le Bassin d'Arcachon, les services rendus par les herbiers à zostères sont très divers et sont à la base de nombreuses activités locales primordiales qui pourraient se trouver impactées par leur régression. Nous allons d'abord présenter les principaux services écosystémiques rendus par les herbiers dans Bassin d'Arcachon et nous chercherons à établir l'impact de la régression des herbiers à zostères sur les activités du bassin. Puis nous verrons en quoi les usagers du bassin peuvent avoir une influence sur les populations d'herbiers à zostères.

### 1) Présentation des services écosystémiques rendus par les herbiers à zostères du Bassin d'Arcachon et conséquences potentielles de la régression.

#### a) Service d'approvisionnement

##### *i. Vis-à-vis de l'homme via la pêche*

D'une part, les herbiers à zostères rendent de nombreux services aux activités de production halieutique du bassin. En effet, les herbiers procurent un service d'approvisionnement, à travers diverses fonctions, vitales aux espèces d'intérêt halieutique: ils sont à la fois habitat permanent, nourricerie, zone de reproduction et voie de migration. En effet, les herbiers à zostères (aussi bien les zostères naines que les marines) sont des lieux d'habitat permanents ou temporaires pour de nombreuses espèces de poissons et crustacés ainsi que des supports indispensables pour le développement d'autres espèces (les épiphytes par exemple). Parmi les ressources exploitées dans le bassin, on peut citer les palourdes japonaises et européennes qui vivent dans les herbiers à zostères naines de façon permanente. De plus, les herbiers à zostères marines constituent l'habitat exclusif de l'hippocampe, espèce considérée comme patrimoniale. De façon plus temporaire, ils sont le lieu de nourricerie et de reproduction de nombreuses espèces de la mégafaune: la seiche, qui est une espèce pêchée en quantité non négligeable dans le Bassin d'Arcachon, y dépose ses œufs. En outre, les herbiers à zostères sont des lieux d'habitats pour les juvéniles de nombreux poissons prélevés dans le bassin comme le bar commun, les soles commune et sénégalaise ou encore la dorade.

D'autre part, les herbiers à zostères participent à la production primaire du Bassin d'Arcachon de façon importante à hauteur d'un peu plus de 30% de la production primaire totale du bassin<sup>[4]</sup>. Ainsi, ils sont à la base de différentes chaînes alimentaires par la production de matière organique végétale et soutiennent entre autres les populations de bactéries, poissons et mammifères marins. Ce soutien du réseau trophique bénéficie aux activités de pêches et d'aquaculture (ostréiculture majoritairement).

La régression des herbiers à zostères du Bassin d'Arcachon affecterait donc directement l'activité halieutique par la perte d'habitat de la ressource exploitée. Cependant, bien que les pêcheurs aient constaté personnellement la régression des herbiers à zostères, ils n'ont pas

établi de lien avec une diminution des prises de pêche qui semblent stables dans l'ensemble. De plus, leurs variations peuvent être expliquées par d'autres facteurs externes, une mauvaise saison ou des facteurs économiques par exemple (marché du poisson). De plus, il semblerait que tant qu'il subsiste une population minimale d'herbiers à zostères dans le bassin, les espèces qui utilisent cet habitat ne seraient pas affectées. En effet, la diminution des herbiers et celle de sa faune associée ne suivrait pas une relation linéaire. Cependant, la disparition totale des herbiers aurait des conséquences fatales sur la production halieutique du bassin.

#### ***ii. Vis-à-vis des oiseaux brouteurs***

Les herbiers à zostères naines sont aussi une des bases de la nutrition des oiseaux brouteurs. Le Bassin d'Arcachon constitue un site majeur pour la migration des oiseaux d'eau et les herbiers à zostères y sont consommés par trois espèces principales : le canard siffleur, le cygne tuberculé et la bernache cravant qui est la plus spécialisée des espèces consommatrices. Espèce patrimoniale du Bassin d'Arcachon, la bernache cravant ne se nourrit pourtant pas exclusivement de zostères. En cas d'une régression plus importante des herbiers, la fréquentation du Bassin d'Arcachon par les oiseaux brouteurs pourrait être affectée. Déjà cette année, les bernaches étaient un peu moins nombreuses que les années antérieures, et sont parties du Bassin d'Arcachon tôt dans la saison.

Il s'agit là d'un enjeu social. De plus, la diminution de la fréquentation par les oiseaux brouteurs (canards siffleurs) pourrait être préjudiciable aux activités de chasse sur le Bassin d'Arcachon.

### **b) Service de régulation**

#### ***i. Inhibition du phytoplancton toxique***

Les herbiers à zostères rendent aussi un service directement lié à la production ostréicole du Bassin d'Arcachon. En effet, récemment, il a été montré que les herbiers participaient à l'inhibition du phytoplancton toxique *alexandrium* par l'émission d'un composé moléculaire capable d'empêcher l'activation de kystes de micro-algues toxiques. Il a été observé très peu de ce phytoplancton dans le Bassin d'Arcachon ce que l'on peut attribuer soit à un milieu de développement non favorable à celui-ci, soit à son inhibition active par les herbiers à zostères. Si les toxines de ces phytoplanctons se retrouvent dans les huîtres ou autres coquillages, leur consommation peut se révéler dangereuse pour les hommes. Dans le cas d'une régression encore plus importante des herbiers, le phytoplancton toxique pourrait se développer et ainsi nuire à la qualité des coquillages élevés ou prélevés dans le bassin.

La régression des herbiers à zostères serait alors problématique pour les activités économiques qui reposent sur un bon état des eaux du bassin (tourisme, plaisance et production halieutique).

#### ***ii. Fixation de l'azote et du phosphore***

Les herbiers à zostères (naines et marines) rendent un autre service en terme de régulation et de qualité de l'eau. En effet, ils assurent un rôle tampon en fixant l'azote et le phosphore qui se trouvent dans l'eau et les sédiments et en les accumulant en réserve. Ainsi, ils empêchent



un excès d'azote et de phosphore dans le milieu qui serait préjudiciable aux organismes qui y vivent. En outre, les herbiers à zostères jouent un rôle sur la biodisponibilité et les transferts des nutriments via leurs relations avec les populations bactériennes et la biomasse filtrante qui se développe autour des herbiers. Ces services écosystémiques de régulation des nutriments et de filtration sont essentiels au fonctionnement des écosystèmes auxquels appartiennent les organismes considérés comme ressources halieutiques du Bassin d'Arcachon et empêchent le développement de certaines espèces nocives (excès d'algues). De plus, cela participe à la clarification de l'eau.

### *iii. Oxygénation de l'eau*

Nous avons vu précédemment que les herbiers à zostères sont sensibles à la qualité de l'eau. Cependant, ils participent eux-mêmes au maintien d'un environnement aquatique de bonne qualité. Tout d'abord, ils contribuent à l'oxygénation de l'eau du fait de leur activité de production primaire. Une eau assez oxygénée est indispensable pour la respiration des organismes vivants. De façon plus pragmatique, en cas de régression extrême des herbiers, le service d'oxygénation de l'eau serait bien moins efficace dans le bassin et cela pourrait potentiellement nuire aux organismes qui en dépendent (poissons et coquillages). Ainsi une régression prononcée des herbiers aurait des impacts négatifs sur les activités de production halieutique du Bassin d'Arcachon.

## *c) Service de support*

### *i. Fixation des sédiments*

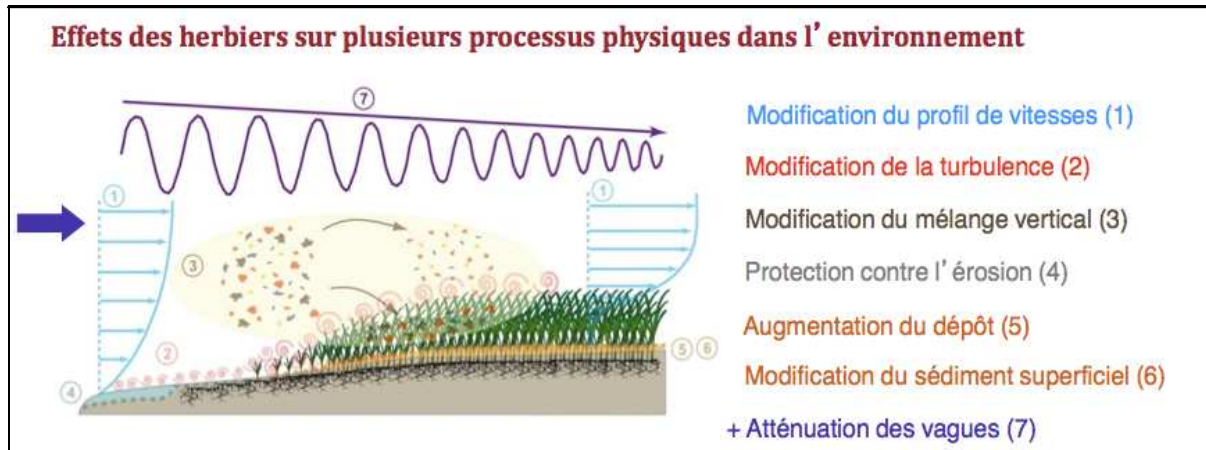
Les herbiers à zostères jouent un rôle important dans la dynamique sédimentaire du Bassin d'Arcachon. Tout d'abord, ils rendent un service saisonné de fixation de substrat puis de stabilisation de celui-ci<sup>[13]</sup>. En effet, les herbiers à zostères naines entraînent une accréation des estrans au printemps en freinant les courants par le développement de leurs feuilles et en permettant ainsi la sédimentation des particules en suspension. Par ce mécanisme, ils participent à la diminution de la turbidité de l'eau et ont donc aussi un rôle physique dans l'amélioration de la qualité de l'eau. Ils favorisent la mise en place d'un environnement plus propice à la fixation des larves pélagiques (avec moins de courant) et la clarification de l'eau, essentielle au développement de certains organismes vivants et des herbiers eux-mêmes. En effet, l'accès à la lumière conditionne la croissance de nombreux organismes. La régression de ces herbiers aurait pour conséquence une augmentation de la turbidité et des courants qui entraîneraient alors une diminution de la productivité primaire et une déstabilisation des milieux. Les activités de production halieutique s'en trouveraient affectées.

### *ii. Diminution de l'érosion marine*

Les herbiers à zostères marines jouent un rôle supplémentaire en diminuant l'érosion des chenaux par l'intermédiaire de leurs racines et de leurs feuilles qui fixent et retiennent le substrat. La disparition des herbiers à zostères serait donc préjudiciable aux activités de navigation et engendrerait des investissements comme l'augmentation des dragages pour la création de voies de navigation.

Cependant, plus globalement, la régression des herbiers à zostères rétablirait une dynamique hydrologique naturelle et ainsi une meilleure circulation des particules en suspension dans le bassin. Cela participerait à l'ouverture du bassin qui serait alors bénéfique aux activités de navigation.

L'enjeu serait de trouver un équilibre entre préservation de l'intérêt écologique des herbiers à zostères et des intérêts des navigateurs.



**Fig II-1 c ii** : Effets des herbiers sur plusieurs processus physiques dans l'environnement  
*Restitution OSQUAR, Aldo Sottolichio, Florian Ganthy, Univ. Bordeaux 1 : EPOC*

#### d) Service culturel et social

Les herbiers à zostères naines sont les principales composantes des paysages d'estran du Bassin d'Arcachon. Ils ont une valeur patrimoniale et identitaire pour les usagers du bassin. De plus, les zostères constituent la majeure partie des laisses de mer qui ont, en plus de leur intérêt écologique majeur, une valeur sociale et culturelle forte.

Le schéma suivant présente les impacts de la régression des herbiers sur les services écosystémiques qu'ils rendent. Ainsi, nous avons pu évaluer les conséquences probables qu'elle aurait sur les activités du bassin.

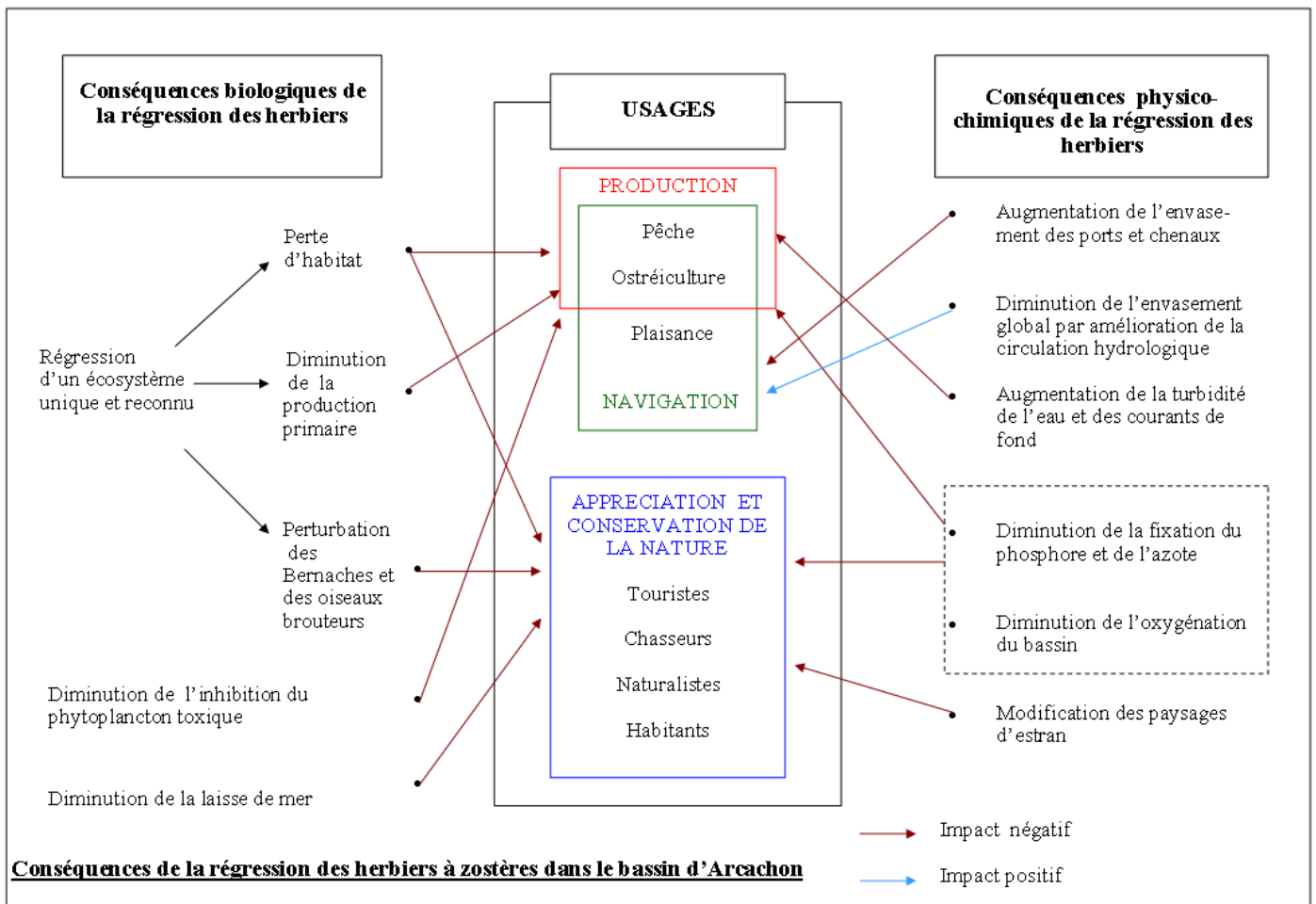


Fig II-1 d : Conséquences de la régression des herbiers à zostères dans le Bassin d'Arcachon

## 2) De nombreux usagers : relation herbiers/usagers

Les herbiers à zostères rendent donc de nombreux services aux usagers du Bassin d'Arcachon. Selon les activités qu'ils exercent et les connaissances qu'ils possèdent sur les herbiers, les usagers du bassin accordent une valeur différente à cet écosystème. En s'appuyant sur la partie précédente, on peut classer les valeurs données aux herbiers en trois types :

- une valeur économique reconnue pour les activités de pêche, d'ostréiculture et d'exploitation des ressources halieutiques en général ;
- une valeur écologique pour les acteurs de la conservation de la nature
- une valeur d'existence et patrimoniale pour les habitants et les usagers qui apprécient la nature et qui sont attachés aux paysages d'estrans caractéristiques du bassin d'Arcachon.

Cependant, d'autres usagers du bassin ont des activités qui dépendent plus indirectement du bon état des herbiers à zostères. Parmi eux, nous pouvons citer les touristes et plaisanciers qui exigent une bonne qualité de l'eau, des voies de navigation facilement accessibles et un décor appréciable.

Les usagers du Bassin d'Arcachon sont nombreux et ont des exigences différentes. Cependant, ces exigences convergent vers la nécessité de maintenir les herbiers à zostères du bassin, alors que les usagers n'en ont pas toujours conscience.

Les activités professionnelles ou de loisir, exercées sur le Bassin d'Arcachon, ne sont pas sans impact sur les herbiers à zostères. En effet, les pratiques et les techniques utilisées sur le bassin pourraient affecter cet écosystème si elles ne sont pas maîtrisées.

D'une part, en ce qui concerne la pêche à pied de la coque et de la palourde qui se déroule sur les estrans où les herbiers de zostères naines poussent, l'usage des patins est recommandé pour la préservation du sol. En effet, il nous a été dit que cette pêche à la main où le sol est malaxé et "labouré" pouvait être très préjudiciable aux herbiers à zostères: fracture des rhizomes et formation de micro-cuvettes dans le sol. En outre, l'usage de ces patins n'est pas systématique. Par ailleurs, il a été mis en place des réserves de pêche tournantes et des licences de pêche en nombre limité (57 sur le Bassin d'Arcachon) afin de préserver cet écosystème.

D'autre part, concernant les pratiques de pêche susceptibles d'impacter les herbiers à zostères comme, par exemple, la pêche des moules en utilisant une drague, les pêcheurs ne pêchent pas dans les zones d'herbiers pour les protéger.

Les activités liées à la navigation peuvent aussi avoir un impact sur les herbiers à zostères de plusieurs façons. Les antifouling nécessaires à la protection des coques de bateaux sont aujourd'hui encore utilisés en masse par les pêcheurs et les plaisanciers. D'une part, les pêcheurs sont conscients des impacts négatifs de ces substances sur les herbiers à zostères, mais ils n'ont pas encore adopté de technique de substitution possible. Ils constatent en effet le sous-nombre de stations de carénage dans les ports, ce qui constitue un frein à un changement de pratique plus favorable aux herbiers. Ils sont d'ailleurs en désaccord avec les gestionnaires des ports sur ce point. D'autre part, le surnombre de bateaux de plaisance en été est problématique du point de vue de ces acteurs.

Ensuite, l'ancrage des bateaux de plaisance sur les zones d'herbiers à zostères est très répandu. Ce phénomène est amplifié en période estivale par la forte affluence touristique et peut participer à des disparitions locales d'herbiers à zostères par arrachage.

Enfin, les moteurs de bateaux émettent des HAP dans le Bassin d'Arcachon, ce qui peut participer à la régression des herbiers à zostères. L'importance de cette contribution est encore à étudier.

La population de Bassin peut aussi être à l'origine d'apports de contaminants et de substances nocives. Les biocides utilisés pour l'entretien des espaces verts et les HAP émis par les activités terrestre (moteurs de voiture, chauffage) se retrouvent dans les eaux du bassin par ruissellement, apport fluvial et atmosphérique. Ainsi les zones côtières et d'estuaire par exemple, ne constituent pas un environnement de bonne qualité pour les herbiers à zostères. L'embouchure de l'Eyre est d'ailleurs une zone de régression des herbiers à zostères.

D'autres activités peuvent avoir des impacts négatifs. Parmi elles, on peut citer des activités de loisir comme la plongée dont les pratiques pourraient être la cause d'une diminution très locale des surfaces d'herbiers. En effet, les plongeurs arracheraient les herbiers afin de résister aux courants marins.

3) la régression des herbiers à zostères n'est pas forcément un problème pour tout le monde ce qui aboutit à des tensions

#### a) Différentes perceptions de la situation des herbiers à zostères

La régression des herbiers à zostères n'est pas perçue de la même façon par tous les acteurs et usagers du bassin. D'une part, alors que certains ne se sentent quasiment pas concernés (certains habitants du Bassin d'Arcachon, et les touristes), d'autres ont très à cœur

la protection de ces herbiers comme les chasseurs, les naturalistes ou encore les pêcheurs, qui voient en ces herbiers une valeur économique puisque ce sont des habitats pour de nombreuses espèces halieutiques. D'autre part, certains ont une vision très optimiste de la situation, comme le SIBA, qui trouve la qualité de l'eau très satisfaisante selon leurs critères et considère le bassin comme un milieu en parfaite santé. Mais une vision très pessimiste et alarmante de la régression est parfois adoptée (par les chercheurs en biologie, et les environnementalistes).

Cependant, cette perception évolue dans le temps en fonction des résultats de la recherche, de la communication faite autour de cette problématique et des tendances actuelles qu'ont les gens à se soucier des problématiques environnementales.

### b) Des solutions envisagées différentes

N'ayant pas la même perception vis-à-vis de la régression des herbiers à zostères et du Bassin d'Arcachon dans son ensemble, les acteurs n'évoquent pas les mêmes types de solutions. Par exemple, pour les pêcheurs et les chasseurs, il faudrait agir au niveau du tourisme pour améliorer la réglementation à l'égard des plaisanciers, notamment au niveau des moteurs. En effet, la navigation de plaisance utilise de plus en plus des bateaux surmotorisés selon les pêcheurs. Ceci est une nuisance pour la faune et la flore marine, et libère d'autant plus d'HAP dans le milieu. Il est également nécessaire de mieux réglementer les zones de navigation car dans le Bassin d'Arcachon les activités de pêche, de chasse et la présence d'herbiers à zostères, se recoupent dans de nombreuses zones. Un équilibre s'était créé avec le temps entre les activités et le milieu. Cependant, aujourd'hui, à ces activités s'ajoute la plaisance qui nuit à la tranquillité du bassin : elle fait fuir les oiseaux (ce qui pénalise la chasse) et porte atteinte aux herbiers à zostères ainsi qu'aux poissons qui s'y abritent. L'augmentation de la démographie autour du bassin prévue par le SCoT (plus 70 000 habitants d'ici 2013) représente également une menace pour les herbiers selon les chasseurs et les naturalistes. La pollution relâchée dans le milieu dépend en effet de la population autour du bassin. Il est d'ailleurs dans l'intérêt de ces acteurs de garder un territoire peu anthropisé.

### c) Ce qui amène à des tensions entre acteurs

La diversité des acteurs, ainsi que leurs perceptions multiples et leurs intérêts variés concernant les herbiers à zostères, engendrent des tensions. Ces tensions sont difficiles à gérer car elles ne sont pas toujours avérées et se cantonnent souvent à certains sujets. On peut penser par exemple au désaccord entre les naturalistes et les chasseurs au sujet des bernaches cravants. En effet, si la bernache cravant était responsable de la régression des herbiers, il serait justifié de réguler sa population en ouvrant la chasse, il existe donc un enjeu important autour des bernaches. Les professionnels de la mer (pêcheurs et ostréiculteurs) sont également en conflit avec les plaisanciers qui, selon eux, ne respectent pas leur activité et les règles tacites de bonne conduite sur le bassin.

De plus, il est parfois difficile de se mettre d'accord sur les résultats scientifiques qui sont souvent remis en cause. Cela freine le processus d'entente entre les acteurs et empêche une gestion optimale de la régression des herbiers à zostères.

Pour beaucoup, la mise en place d'un Parc Naturel Marin serait une opportunité pour mettre tous les acteurs du Bassin d'Arcachon d'accord et pour gérer cet espace. Cependant, tous s'interrogent sur le bon gestionnaire pour cet espace complexe.

### III/ Une gestion des herbiers à zostères ?

#### 1) La régression des herbiers à zostères : une problématique sujette à des recherches

Les zostères ont été le sujet de nombreux travaux et les connaissances sur leur biologie ou leur écologie sont avancées. En effet Mme I. Auby avait déjà rédigé sa thèse en 1991<sup>[4]</sup> sur les herbiers du Bassin d'Arcachon alors que le sujet n'était pas encore d'actualité.

Par opposition, les connaissances sur les causes de la régression des herbiers sont encore assez peu documentées, bien que la régression ait commencé à être mesurée au cours d'une étude débutée en 1988 (et finie en 2008)<sup>[17]</sup>.

Suite à sa thèse, Mme. Auby est considérée comme la spécialiste des herbiers à zostères du Bassin d'Arcachon.

Depuis que la sonnette d'alarme a été tirée, les programmes de recherche et les études s'enchaînent. Tout d'abord en 2011, l'Ifremer publie un rapport<sup>[5]</sup> qui résume les premières recherches sur les causes de la régression. Beaucoup de phénomènes ont été mis en exergue, mais finalement il est difficile de faire ressortir une cause majeure de la régression des herbiers à zostères.

Puis la région d'Aquitaine et le SIBA ont commandé une étude pluridisciplinaire sur la qualité de l'eau du Bassin d'Arcachon et l'ostréiculture en intégrant des sciences humaines (OSQUAR). Il comprend un volet sur la régression des herbiers à zostères. En particulier, une équipe de la station marine d'Arcachon travaille sur les effets cumulés de contaminants retrouvés dans le bassin et de la température de l'eau sur l'expression génétique et la santé des phanérogames marines (*Z. noltii*). Ils montrent à cette occasion que les dits-contaminants (l'irgarol par exemple) ne sont pas sans conséquences sur les pieds de zostères et que leurs effets augmentent avec la température. Ils cherchent maintenant à établir les concentrations maximales en contaminants supportables par les herbiers à zostères pour les mettre en relation avec les concentrations du bassin.

De plus dans le cadre de ce programme, une thèse sur l'impact de la présence de *Zostera noltii* sur la sédimentologie du Bassin d'Arcachon<sup>[12]</sup> a pu être financée. Elle a permis de formaliser cet impact, et les équations élaborées ont été intégrées dans un modèle plus large d'hydrodynamique, développé actuellement au cours d'un post-doctorat à l'Ifremer.

Enfin, nous pouvons souligner que la force de ces investigations réside dans la pluridisciplinarité des domaines de recherches concernés et dans la complémentarité des établissements impliqués. Par ailleurs, nous exposerons les projets de recherche à venir dans une partie ultérieure.

#### 2) Il existe une volonté de gestion des herbiers à zostères sur le Bassin d'Arcachon qui se base sur la science

Pour commencer, il est nécessaire de souligner que la question de la gestion est multiple et complexe. Comment sont prises les décisions ? Qui sont les décideurs ? Et qui est visé par les mesures ?

Afin d'illustrer cette partie, nous pouvons nous pencher sur la prise en compte des herbiers à zostères dans les actions de dragages des chenaux et ports par le SIBA. En amont de l'opération, le SIBA commande l'analyse des sédiments qui vont être dragués, de manière à ce qu'aucun contaminant ne soit remis en solution. Puis ils vérifient que les travaux n'auront pas lieu sur des herbiers ou trop proche d'eux afin que la drague n'endommage pas les végétaux. Enfin, cinq bassins de décantation ont été construits afin que les boues de dragages soient

traitées et que, de ce fait, leur impact sur le milieu soit réduit (il faut cependant garder à l'esprit que ces infrastructures ont souvent été construites sur des prairies humides). Par ailleurs, le SIBA suit la turbidité autour des dragages. Les travaux actuels n'ont donc, selon eux, aucun impact direct sur les herbiers à zostères.

A présent, nous allons présenter un schéma résumant notre vision des actions menées sur le bassin pour gérer la régression des herbiers à zostères.



*Les groupes d'acteurs que nous avons isolés sont représentés en bleu et nous avons entouré en orange les moyens et outils de gestion.*

**Fig III-2 :** Les actions autour des herbiers à zostères.

Tout d'abord les entités politiques actives sur le Bassin d'Arcachon financent, non seulement des études conduites par des bureaux d'études pour décider des projets à réaliser, mais aussi des programmes de recherche bien plus vastes.

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que les travaux d'un chercheur ou d'un bureau d'études sont très différents, les attentes vis à vis des résultats ne peuvent donc pas être les mêmes. Tandis que le rôle du bureau d'études est de proposer des solutions, celui du chercheur est d'approfondir les connaissances.

Les résultats de la recherche ne sont pas applicables directement car ils ne présentent pas de solutions et nécessitent donc une traduction qui prend du temps. En effet, les restitutions des programmes de recherche apportent des informations brutes qui sont longues à assimiler pour un public non expert et qui ne trouvent pas forcément une application immédiate. Un autre élément qui vient compliquer ce transfert de connaissances réside dans le fait que les chercheurs ont finalement peu de contacts avec ce même public. En dépit de ceci, il existe des

organismes, tel le RRLA (Réseau de Recherche Littoral Aquitain) et le SIBA, à l'interface de ces deux mondes, qui assurent le rôle de vulgarisation ou d'application.

Comme nous l'avons déjà vu plus haut, les collectivités territoriales (SIBA, conseil Régional, conseil Général) ont financé le programme OSQUAR, mais ils souhaitent à nouveau investir dans la recherche. De plus, des fonds de l'Union Européenne sont attendus pour compléter le financement du programme à venir Life +. Nous pouvons donc souligner, ici, le rôle de l'implication politique dans l'orientation de la recherche sur le Bassin d'Arcachon. D'autre part, le travail de concert des collectivités territoriales semble efficace pour la gestion générale de Bassin d'Arcachon.

De plus, les pouvoirs politiques possèdent un levier législatif en partie déjà mis en œuvre. En effet, les herbiers à zostères sont concernés par les Directives européennes Cadre sur l'Eau, Habitats, Faunes, Flores et Natura 2000. A ce titre, les herbiers doivent être suivis annuellement, ce qui est effectué sur une seule station du bassin seulement par manque de fonds. Bien que les herbiers à zostères soient protégés par une multitude de mesures environnementales, force est de constater que leur régression ne semble pas se stabiliser. Nous pouvons tenter d'expliquer ce phénomène par le fait que les causes de cette régression sont encore en partie obscures.

En outre, l'implication politique se mesure aussi par la capacité d'écoute des gestionnaires vis-à-vis des usagers. En l'occurrence le SIBA semble très à l'écoute des usagers comme nous le verrons dans une partie suivante.

Enfin, il nous semble que les usagers professionnels et non-professionnels peuvent aussi avoir un rôle à jouer dans la gestion. En effet, ils peuvent être à la fois initiateurs et récepteurs de la sensibilisation, en particulier sur les effets des antifooling. De plus, en ce qui concerne la mise en cause des bernaches, un effet de médiatisation peut être envisagé. L'avis des usagers et les actions de gestion ont pu être influencées.

Pour conclure sur ce schéma, il nous a semblé important de faire apparaître plusieurs questions se posant encore sur la gestion à mettre en place (représentées par :?). En premier lieu, y a-t-il une limite aux connaissances dont nous avons besoin pour mettre en place une gestion efficace des herbiers à zostères ? Ensuite, y a-t-il des solutions pour tous les problèmes rencontrés ? Par exemple, s'il s'avérait que le réchauffement climatique <sup>[5]</sup> soit la cause principale de la régression des herbiers à zostères, quelles mesures pourrait-on appliquer à l'échelle du Bassin d'Arcachon ? Par ailleurs, les solutions envisagées sont-elles acceptables par tous les usagers ? (Par exemple, peut-on décider arbitrairement d'interdire l'utilisation des antifoolings ?). N'existe-t-il pas des conflits d'intérêts manifestes pour les décideurs ?

### 3) les projets à venir

Comme nous l'avons évoqué plus tôt, la problématique de la régression des herbiers à zostères est extrêmement récente, il y a encore beaucoup de choses à étudier pour mieux comprendre leur fonctionnement. D'autre part, beaucoup d'outils de gestion peuvent être employés pour essayer de limiter la régression des herbiers en attendant plus de résultats en recherche concernant les causes de ce phénomène.



## a) En recherche

### *i. LIFE + (au niveau européen)*

LIFE + succède au programme LIFE lancé en 1992. C'est un programme européen en construction à l'heure actuelle. Il cofinance des projets en faveur de l'environnement dans l'Union Européenne.

Plusieurs des acteurs rencontrés, dont certains chercheurs et le Comité des Pêches, ont proposé des sujets de recherches à propos des herbiers à zostères. Par exemple le Conseil Général, en partenariat avec le Comité Départemental des Pêches Maritimes a proposé une étude sur les interactions entre la pêche et les herbiers à zostères ainsi que sur l'impact de la pêche à pied sur les herbiers. Des propositions d'étude des variants génétiques des zostères, une évaluation monétaire des services écosystémiques rendus par les herbiers et un projet de replantation d'herbiers à zostères sont envisagés par des chercheurs et vont être examinés au niveau européen.

Ce projet LIFE + semble être très attendu par les acteurs du Bassin d'Arcachon. C'est une source de financement importante qui serait susceptible d'améliorer la connaissance sur les herbiers à zostères. Ceci est essentiel pour concevoir un programme de gestion adapté.

### *ii. Des volontés au niveau de la recherche pour aller plus loin*

Alors que le programme de recherche OSQUAR (Ostréiculture et qualité du milieu, Approche dynamique du besoin du Bassin d'Arcachon) se finit à peine, OSQUAR 2 est déjà programmé. Ces deux programmes possèdent quatre volets d'étude : « huître et herbiers : dynamiques écologiques/controverses sociales », « usages et qualité sur un territoire ostréicole », « suivi de la qualité » et « regards croisés ». Chaque volet possède une partie relative aux herbiers à zostères. C'est un programme très intéressant et utile pour enrichir la connaissance du fonctionnement global du Bassin d'Arcachon et de ses écosystèmes.

Les chercheurs cherchent en permanence à améliorer nos connaissances sur le sujet. En sédimentologie par exemple, un projet de thèse va être lancé sur les herbiers à zostères pour poursuivre le travail de F. Ganthy.

## b) Au niveau des acteurs publics

### *i. Enquêtes sur les pratiques d'usage des biocides, par le SIBA*

Pour mieux gérer le bassin au niveau écologique le SIBA mène aussi son enquête. Par exemple pour essayer d'estimer l'impact des antifouling sur la qualité de l'eau et donc sur les herbiers à zostères, le SIBA prévoit cette année, de faire un état des lieux via des questionnaires. Ceci a pour but de mieux cerner les pratiques des plaisanciers, pêcheurs et ostréiculteurs ce qui permettrait de mieux quantifier l'impact des antifouling sur l'environnement. Le but est aussi de mieux orienter la sensibilisation future. Cette enquête ne s'arrêtera pas seulement aux antifouling mais concernera aussi les pesticides à usage agricole ou non et essaiera de prendre en compte les résidences secondaires.

### *ii. Projet de PNM: l'outil de gestion par excellence ?*

Le Parc Naturel Marin (PNM) est un outil récent (2006) qui permet de protéger et de gérer de façon originale une aire marine. Il prend en compte le patrimoine naturel, les fonctions

écologiques du milieu et les usages qui en sont fait. Un Parc Naturel Marin implique une gouvernance locale par ceux qui vivent près de la zone protégée. Sur le Bassin d'Arcachon une équipe a travaillé deux ans sur ce projet, le site y est vraiment considéré comme une mosaïque d'écosystèmes en perpétuelle évolution où les vasières à herbiers ont toute leur place. Le Parc Naturel Marin propose un meilleur partage de l'espace, et une adaptation des activités et des comportements au milieu. Il essaye de coordonner de très nombreux acteurs (usagers, Etat, communes, organisations gestionnaires d'espaces protégés, organisations professionnelles liées à la mer, associations de protection du milieu marin et personnalités qualifiées). Tous ces acteurs formeraient ensemble le Conseil de Gestion constitué de 60 membres.<sup>[1]</sup>

A l'heure actuelle, le projet n'a toujours pas abouti. En effet, il y aurait un désaccord au niveau du nombre de siège au conseil de gestion (plus de 50% est composé d'acteurs publics). Un autre point critique semble être le manque de financement.

Beaucoup d'espoirs reposent sur ce projet pour aboutir et assurer la protection du milieu de façon durable, régler des conflits d'usage, ainsi que de nombreux conflits entre acteurs.

### ***iii. Une implication prochaine du GIP ?***

Le GIP Littoral Aquitain (Groupement d'Intérêt Public) a pour objectif d'intégrer le Plan de Développement Durable du Littoral Aquitain (PDDLA) à la gestion du bassin. Il s'intéresse à la côte atlantique du Verdon jusqu'à la frontière espagnole en excluant jusqu'aujourd'hui le Bassin d'Arcachon. Ceci n'est pas définitif mais la situation n'est pas encore assez clarifiée pour lancer un projet supplémentaire autour du bassin.

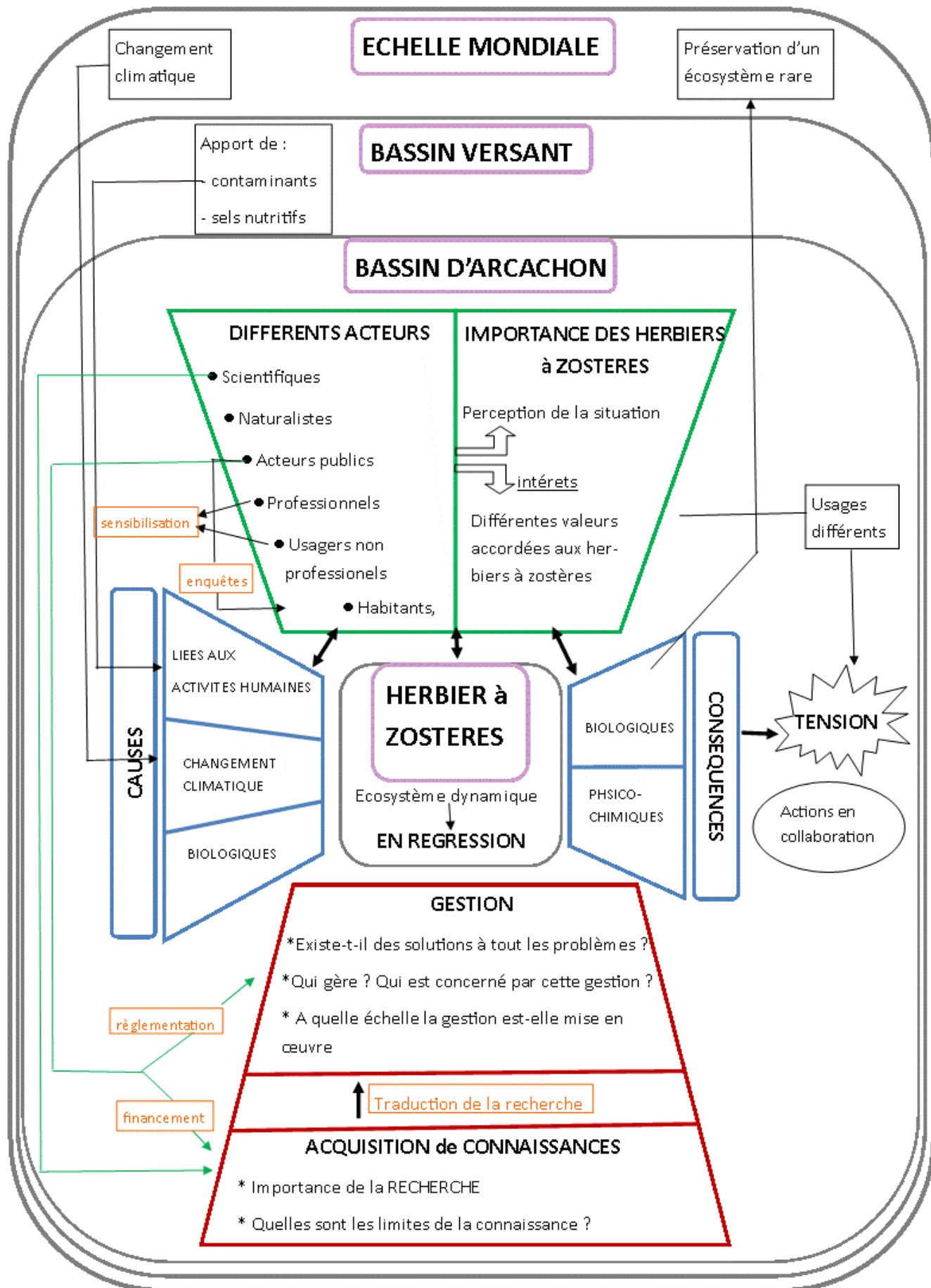
## **Conclusion :**

Les herbiers à zostères ont une histoire au sein du Bassin d’Arcachon. C'est un écosystème dynamique en évolution dans l’espace et dans le temps dans un contexte où l’incertitude liée aux changements globaux n’est pas à négliger. Les conséquences de la régression des herbiers à zostères sont déjà perçues par de nombreux usagers du Bassin d’Arcachon à travers les services qu’ils leur rendent. Cependant, les usagers ne se sentent pas tous également concernés par cette régression. Elle est néanmoins suffisamment alarmante pour pousser certains acteurs à agir. En effet, les herbiers à zostères font l’objet de programmes de recherche, et d’une gestion par les acteurs publics sur le Bassin d’Arcachon. De plus, il s'agit d'une problématique plutôt récente, donc les projets à venir tel que Life + ou le projet de Parc Naturel Marin sont très prometteurs. On souhaiterait, en effet, qu’ils apportent une meilleure connaissance et une meilleure gestion du milieu.

En ce qui concerne notre enquête, force est de constater qu'elle peut être critiquée en plusieurs points. Tout d'abord nous avons remarqué que la situation n'est toujours pas vraiment clarifiée, car la régression des herbiers à zostères est un sujet complexe. De plus, nous n'avons pas vu tous les usagers et acteurs du Bassin d’Arcachon, ce qui peut orienter légèrement notre propos. Enfin, il ne faut pas oublier que nous travaillons sur du vivant, et donc les incertitudes et les aléas se doivent d’avoir une place dans notre réflexion. De plus, les évolutions du Bassin d’Arcachon n’impactent pas uniquement les herbiers à zostères. Comme nous l’avons vu précédemment, de nombreux paramètres entrent en jeu dans ces changements : des variations des facteurs environnementaux, les activités anthropiques et bien entendu une évolution naturelle de l’écosystème. Ces modifications peuvent avoir des conséquences aussi bien sur d’autres éléments faunistiques ou floraux, que sur l’Homme. Dans cette mesure, on peut alors s’interroger sur ce qui est prévu face à cette évolution, et la vision que l’Homme a de la situation. Quelles sont ses attentes concernant la gestion du bassin ?

Nous avons synthétisé dans le schéma bilan suivant ce que nous avons compris du contexte dans lequel évoluent les herbiers à zostères. Nous avons distingués trois grands ensembles autour des herbiers : acteurs et perceptions (en vert), actions menées à propos des herbiers (en rouge) et une analyse de leur régression à travers les causes et les conséquences de celle-ci (en bleu).

Notre analyse intègre quatre échelles spatiales différentes allant de l’échelle mondiale à l’écosystème « herbiers à zostères » du Bassin d’Arcachon.



**Contexte de l'évolution des herbiers à zostère**

## Remerciements

*Pour cette étude, nous avons rencontré :*

*Isabelle AUBY, chercheuse à l'Ifremer*

*Claude FEIGNÉ, ornithologue à la réserve ornithologique du Teich*

*Arnaud GUEGUEN, chargé de mission environnement pour le GIP Littoral Aquitain*

*Alice KHAYATI et Jean-Michel LABROUSSE, salariée et président du Comité départemental des pêches maritimes et de l'élevage marin 33*

*Nicolas LAVESQUE et son équipe, chercheurs à la Station Marine d'Arcachon*

*Aldo SOTTOLICHIO, chercheur à l'université de Bordeaux I*

*Adeline THEVAND, ingénieur chargée de l'environnement au SIBA*

*Jésus VEIGA, directeur de la Fédération des chasseurs de la Gironde*

*Et les chercheurs venus présenter leurs travaux lors de la journée de restitution finale du programme OSQUAR le 11 Mars 2012.*

Nous tenons d'ailleurs à les remercier très sincèrement pour nous avoir accordé du temps afin de répondre à nos questions et pour leur bienveillance.

Enfin, un grand merci à **Catherine MARIOJOULS** et **David MONTAGNE** de nous avoir guidées et conseillées pendant tout ce projet.

## **Bibliographie :**

- [1]Agence des aires marines protégées, *Projet de parc naturel marin sur le Bassin d’Arcachon et son ouvert : Propositions*, Rapport d’étude, 2010,70p
- [2]A’Urba, *Les ateliers thématiques, Réunion avec les associations, Restitution des débats du 31 mars 2009*, Rapport d’étude, 2009, 30 p.
- [3]ANSCHUTZ Pierre, *Fonctionnement écologique: Herbiers et Huîtres, Présentation lors de la Restitution Finale OSQUAR du 11 avril 2013.*
- [4]AUBY Isabelle, *Contribution à l’étude des herbiers de Zostera noltii dans le Bassin d’Arcachon : Dynamique, production et dégradation , macrofaune associée*, Thèse de doctorat en écologie, université Bordeaux 1, 1991
- [5]AUBY Isabelle, BOST Charles-André, BUDZINSKI Hélène et al., *Régression des herbiers de zostères dans le Bassin d’Arcachon: état des lieux et recherche des causes*, Ifremer, Université Bordeaux 1, 2011, 195 p.
- [6]AUBY Isabelle, BARBIER Claire, TRUT Gilles et al, *Suivi stationnel des herbiers de zostères (Zostera noltii et Zostera marina) de la Masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - District Hydrographique Adour-Garonne*, Coordination Scientifique, 2011, 40 p.
- [7]AUBY Isabelle, KANTIN Roger, LEJOLIVET Aurore et al. , *Qualité du Milieu Marin Littoral Bulletin de la surveillance 2011*, Ifremer, 2011, 113 p.
- [8]AUBY Isabelle, BOCQUENE Gilles, QUINIOU Françoise et al, *Etat de la contamination du Bassin d’Arcachon par les insecticides et les herbicides sur la période2005-2006. Impact environnemental*,Ifremer, 2007, 108 p.
- [9]CRESSON Pierre, *Suivi de la colonisation de la grande zostère (Zostera marina) au niveau du Bassin d’Arcachon*, Mémoire de stage de Licence Biologie des Organismes, Université de Pau et des Pays de l’ Adour, 2007, 23 p.
- [10]DO Van Tu, *Evolution et santé des herbiers à Zostera noltii dans le Bassin d’Arcachon à travers la dynamique de la macrofaune benthique associée*, Thèse de doctorat en biogéochimie et écosystèmes, Université Bordeaux 1, 2012, 193 p.
- [11]DE MONTAUDOUIN Xavier, *Evaluation de la qualité biologique des milieux littoraux semi-fermés*, Université Bordeaux 1, Programme Liteau 2, 24 p.
- [12]GANTHY Florian, *Rôle des herbiers de zostères (Zostera noltii) sur la dynamique sédimentaire du Bassin d’Arcachon*, Thèse de doctorat en sciences et environnement, Université Bordeaux 1, 2011, 284 p.
- [13]GANTHY Florian, SOTTOLICHIO Aldo, et al., *Seasonal modification of tidal flat sediment dynamics by seagrass meadows of Zostera noltii (Bassin d’Arcachon, France)*, Journal of Marine Systems 109–110, 2013, p.233–240

[14]GONZALEZ Patrick, *Usages et qualité sur un territoire ostréicole : Impacts toxiques, Présentation lors de la Restitution Finale OSQUAR du 11 avril 2013.*

[15]KELLY Jennifer, VOLPE John, *Native eelgrass (Zostera marina L.) survival and growth adjacent to non-native oysters (Crassostrea gigas Thunberg) in the Strait of Georgia, British Columbia*, Botanica Marina 50, 2007, 8 p.

[16]LAVESQUE Nicolas *et al.*, *Development of a multimetric approach to assess perturbation of benthic macrofauna in Zostera noltii beds*, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 368, 2009, p.101–112

[17]PLUS Martin *et al.*, *Long-term evolution (1988-2008) of Zostera spp. Meadows in Arcachon Bay (Bay of Biscay)*, Estuaries, coastal and Shelf Science 87, 2010, p.357-366

[18]Réseau Pesticides Bassin d’Arcachon, *Les pratiques phytosanitaires agricoles et non agricoles sur le Bassin d’Arcachon*, Rapport d’étude, SIBA, 2012, 73 p.

[19]WILLIAMS Susan, *Introduced species in seagrass ecosystems: Status and concerns*, ELSEVIER, 2007, 110 p.