Étude de l'envasement du bassin ostréicole de Marennes-Oléron

Synthèse bibliographique et retour d'enquête

Réalisation : Carpentier Cynthia
CREAA – Mars 2020

Sommaire

Table des figures 3
Table des tableaux 4
Introduction 6
PARTIE 1 – Synthèse bibliographique sur l'envasement du bassin de production de Marennes-Oléron 7
I. Caractéristiques des sédiments du bassin de Marennes-Oléron 10
A. Caractéristiques texturales des sédiments 10
1. Description des faciès sédimentaires présents dans le bassin charentais 10
2. Variation saisonnière de ces faciès sédimentaires 13
B. Comportements sédimentaires à Marennes-Oléron 13
II. Caractérisation des forçages hydrodynamiques présents dans le bassin 16
A. L'hydrodynamisme du bassin de Marennes-Oléron 16
1. Vents et vagues 16
2. Courants et marées 17
B. Détermination des conséquences de ces forçages sur les sédiments 18
1. Modifications sédimentaires liées aux forçages hydrodynamiques 18
2. Impact des forçages et mécanismes hydrosédimentaire dans la zone occidentale du bassin 20
3. Impact des forçages et mécanismes hydrosédimentaire dans la zone orientale du bassin 22
III. Influence de l'ostréiculture sur la sédimentation du bassin de Marennes-Oléron 25
A. Effet de l'activité conchylicole sur les vagues 25
1. Effet de la table ostréicole sur les vagues 25
2. Effet du parc sur les vagues 26
B. Effet de l'activité conchylicole sur les courants du bassin charentais 27
1. Impact de la table ostréicole sur les courants 27
2. Impact du parc sur les courants 28
C. Impacts des activités ostréicoles sur la sédimentation du bassin de Marennes-Oléron 29
IV. Autres processus impliqués dans les modifications hydrosédimentaires du bassin de Marennes-Oléron 31
A. Biostabilisation et biodéstabilisation 31
B. Bioturbation 32

PARTIE 2 – Étude de l'envasement et des moyens de lutte : Enquête auprès de la profession ostréicole 33
I. Méthodologie de l'étude 34
A. Préparation et application des enquêtes 34
1. Echantillonnage des entreprises et réalisation des enquêtes 34
2. Constitution du questionnaire 35
B. Analyse et traitement des données 36
1. Retranscription en base de données 36
2. Analyse et synthèse des résultats 36
II. Les pratiques de dévasage des ostréiculteurs charentais 37
A. Les systèmes de dévasage de type passifs 37
1. Les laveurs utilisés par la profession ostréicole charentaise 37
2. Mise en évidence des avantages/inconvénients des laveurs actuels 39
B. Les systèmes de dévasage actifs 41
1. Les techniques actives de dévasage utilisées par la profession ostréicole charentaise 41
2. Mise en évidence des avantages/inconvénients des systèmes de dévasage actifs 42
C. Évolution de ces systèmes 45
1. Les autres systèmes de dévasage testés par les professionnels 45
2. Modification des pratiques de dévasage 46
D. Vers un nouveau système de dévasage : les prémisses d'un cahier des charges fonctionnel 47
III. Ressentis de la profession face à l'envasement de leur bassin de production 50
A. Ressentis des conchyliculteurs face au phénomène d'envasement du bassin de production 50
B. Impact de l'envasement sur les entreprises conchylicoles 52
C. Evolution de l'envasement ? 53
Conclusion 55
Bibliographie 56
Annexe 1 - Questionnaire d'enquête 60

Table des figures

Figure 1 : Carte bathymétrique du bassin conchylicole de Marennes-Oléron 8
Figure 2 : Les domaines morpho-sédimentaires du bassin de Marennes-Oléron..... 11
Figure 3 : Localisation des faciès sédimentaires du bassin de Marennes-Oléron 12
Figure 4 : Schéma représentant l'enchainement des faciès sédimentaire hivernaux de la partie Ouest du bassin 13
Figure 5 : Représentation des vents moyens entre 1990 et 2002 (Météo France)..... 16
Figure 6 : Schéma présentant le modèle de houle linéaire simple de Stokes pour une profondeur infinie 19
Figure 7 : Cartographie des temps de renouvellement des eaux du bassin de Marennes-Oléron 19
Figure 8 : Carte de positionnement des points de suivis réalisés par Kervella 20
Figure 9 : Évolution saisonnière des mécanismes hydrosédimentaires du haut d'estran occidental 22
Figure 10 : Schéma du fonctionnement hydrosédimentaire des estrans en été 24
Figure 11 : Schéma de fonctionnement hydrosédimentaire des estrans en hiver 24
Figure 12 : Schéma représentant l'orientation des tables suivant le sens du courant 27
Figure 13 : Carte de répartition des entreprises ostréicoles enquêtées..... 34
Figure 14 : Descriptif des zones de production des ostréiculteurs enquêtés 35
Figure 15 : Utilisation des systèmes de dévasage de type "laveurs" par les ostréiculteurs enquêtés 37
Figure 16 : Utilisation des systèmes de dévasage mécaniques par les professionnels enquêtés 41
Figure 17 : Photo d'un cercle ostréicole 41
Figure 18 : Les nouveaux systèmes de dévasage mécaniques : la tuyère (à gauche) et le chenillard (à droite) 42
Figure 19 : Les inconvénients du cercle..... 43
Figure 20 : Avis des ostréiculteurs sur l'enlèvement des tables 44
Figure 21 : Évolution des systèmes de dévasage chez les professionnels 45
Figure 22 : Volonté des ostréiculteurs à modifier leurs pratiques de dévasage 46
Figure 23 : Volonté des ostréiculteurs de modifier le schéma des structures 46
Figure 24 : Niveau d'action pour le développement d'un nouveau laveur 47
Figure 25 : Déchets plastiques issus de laveurs 48
Figure 26 : Ressentis principaux de la profession face à l'envasement..... 50
Figure 27 : Impacts de l'envasement sur les entreprises conchylicoles interrogées 52
Figure 28 : État d'envasement actuel à Mérignac..... 53
Figure 29 : Avis des ostréiculteurs sur la mise en place d'un suivi CREAA de l'envasement 54

Table des tableaux

Tableau 1 : Exemple de publications réalisées depuis 40 ans autour des problématiques d'envasement 9
Tableau 2 : Caractérisation des types sédimentaires du bassin par étude rhéologique 14
Tableau 3 : Relation entre les vents et les vagues qui occurrent dans le bassin 17
Tableau 4 : Différence de comportement hydrosédimentaire entre le haut et le bas d'estran du domaine occidental 21
Tableau 5 : Différence de comportement hydrosédimentaire entre le haut et le bas d'estran du domaine oriental 23
Tableau 6 : Effet du parc sur la hauteur des vagues 26
Tableau 7 : Récapitulatif des impacts table et parc ostréicoles sur les forçages hydrodynamiques 29
Tableau 8 : Description des 4 principaux laveurs utilisés 38
Tableau 9 : Avantages, inconvénients des laveurs utilisés par la profession 39
Tableau 10 : Avantages et inconvénients listés par les professionnels pour les systèmes de dévasage actifs 42
Tableau 11 : Critères à respecter et rédhibitoires du nouveau laveur 48
Tableau 12 : Critères à respecter et rédhibitoires du nouveau système de dévasage actif 49
Tableau 13 : Autres ressentis mentionnés par les ostréiculteurs 51

Lexique

« Breakwater » ou Brise-lames : Construction de protection, de type épis, digue ou jetée mise en place devant un port, une zone aménagée, une plage ou un littoral vulnérable à l'érosion.

Contraintes de cisaillement : Correspond à la contrainte hydrosédimentaire exercée sur le fond par les forçages hydrodynamiques sur le fond

Contrainte critique de cisaillement : Valeur à partir de laquelle un sédiment peut être érodé et remis en suspension

Flot : Marée montante

Forçages hydrodynamiques : Moteurs de la dynamique des sédiments

Zone Intertidale : Autre nom pour l'estran

Jusant : Marée descendante

Macrotidal : Importante masse d'eau déplacée pendant la marée

Marnage : Différence de hauteur d'eau dans une même journée (entre la haute-mer et la basse-mer)

Mollin : Dénomination régionale pour les sédiments fins

Rhéologie : Étude de la résistance ou réponse d'un matériau, ici les sédiments, aux contraintes et aux déformations

Eau Saumâtre : Eau dont le taux de salinité est légèrement inférieur à celui de l'eau de mer.

Seuil d'écoulement : Seuil à partir duquel la contrainte extérieure permet un écoulement ou une érosion des particules sédimentaires

Viscosité : Ensemble des phénomènes de résistance au mouvement pour un écoulement avec ou sans turbulence

Introduction

L'envasement du bassin de Marennes-Oléron est un problème prédominant pour l'ostréiculture charentaise. Cet exhaussement important des fonds n'est pas un fait récent puisqu'en 1979 suite à un travail d'enquête, les sites ostréicoles de Charente-Maritime apparaissaient déjà comme menacés par cet exhaussement de nature vaseuse (Sornin, 1981). Ce phénomène d'accumulation de vase dans les zones d'élevage génère d'importantes contraintes sur l'activité de production du bassin telles que l'enfoncement des structures d'élevage, la pénibilité du travail sur les parcs envasés. Ainsi des zones du bassin sont difficiles d'accès à tel point que certaines, trop envasées, ont été délaissées par la profession.
Les ostréiculteurs ainsi que les autres acteurs de la filière ont réagi face à ce problème dès le milieu des années 90 et jusqu'au début des années 2000, par la restructuration de bancs (afin de limiter les effets sur la courantologie) (données CRC 17). Une réglementation a été mise en place pour définir des périodes d'enlèvement des tables ostréicoles permettant ainsi le nettoyage du sol par le courant. L'orientation, la disposition des tables ainsi que leur enlèvement sont inscrits dans le schéma des structures du bassin ostréicole de Marennes-Oléron (DDTM, 2015).
Enfin, l'autre solution adoptée au début des années 90 par certains professionnels pour éviter l'envasement, a été la délocalisation d'une partie de la production vers des bassins extérieurs non envasés et plus productifs (Normandie, Bretagne). Au début des années 2000, la délocalisation s'est faite vers de nouvelles zones d'élevage jusque là non exploitées : les filières en eau profonde.

Malgré ces solutions, les professionnels ont mis en place des systèmes de dévasage actifs et passifs afin de nettoyer et d'entretenir leurs concessions ostréicoles. Les moyens passifs aussi appelés « laveurs » sont généralement en plastique ou en caoutchouc. Ils sont disposés dans les allées et sous les tables ostréicoles afin de limiter le dépôt de vase au niveau des structures d'élevage. Les ostréiculteurs ont également développé des systèmes de dévasage dits actifs pour faciliter le retrait de la vase au niveau des parcs. L'utilisation de ces techniques de nettoyage est réglementée par le schéma des structures mis en place par les conchyliculteurs (DDTM, 2015).

L'environnement est aujourd'hui un des nouveaux enjeux de la profession c'est pourquoi la composition des laveurs (plastique et caoutchouc) devient un réel problème pour les professionnels. Ces derniers souhaitent ainsi envisager de nouveaux procédés plus éco-compatibles tels que l'économie circulaire ou l'utilisation de matériaux biosourcés à l'instar des coupelles de captage.
Au regard des enjeux environnementaux actuels et des conséquences de cet envasement sur la pratique du métier, il semble primordial de mieux comprendre ce phénomène d'envasement à l'échelle du bassin de production. Cette compréhension permettra d'accompagner la profession de manière efficace dans leur lutte contre l'envasement et dans la réflexion de nouveaux systèmes de laveurs éco-compatibles.

Afin de mieux appréhender ce phénomène qu'est l'envasement, le CREAA réalise en 2019 une synthèse bibliographique des données d'envasement du bassin de Marennes-Oléron. Cette étude est complétée par un travail d'enquête auprès de la profession afin de mieux comprendre les moyens de lutte utilisés par les ostréiculteurs, et de recueillir leur ressenti face à l'envasement du bassin de production.

PARTIE 1 – Synthèse bibliographique sur l'envasement du bassin de production de Marennes-Oléron

L'objectif de ce travail de synthèse bibliographique est de concentrer dans ce document les informations essentielles pour mieux comprendre les forçages hydrodynamiques et hydrosédimentaires qui ont lieu au sein du bassin conchylicole charentais. Ces connaissances permettront par la suite de mieux appréhender l'impact de l'activité conchylicole sur les sédiments et l'hydrodynamisme de la baie.

Le bassin de Marennes-Oléron est un système semi-fermé constitué d'un plan d'eau étroit parallèle à la côte atlantique française et séparé de l'océan par un système d'ile barrière, ici l'ile d'Oléron (Bertin et al., 2005). La baie de Marennes-Oléron de par sa configuration représente un système complexe d'un point de vue bathymétrique (Figure 1), hydrodynamique, hydrologique et sédimentaire (Kervella, 2010a).

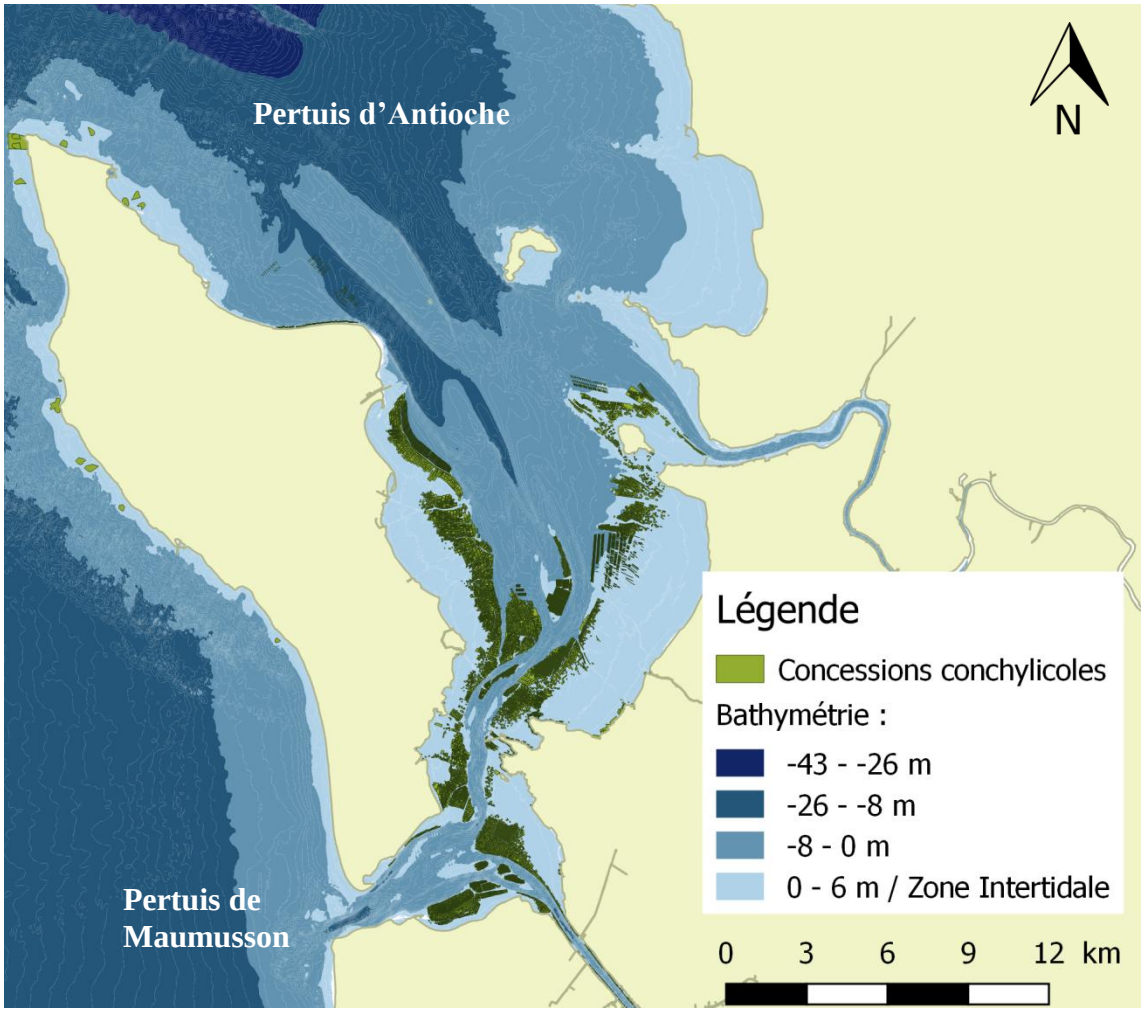

Figure 1 : Carte bathymétrique du bassin conchylicole de Marennes-Oléron

Deux fleuves alimentent la baie en eau douce et sédiments : la Charente pour la partie Nord (débit : 10 à 400 m^3/s) et la Seudre pour la partie Sud (débit : 1 à 40 m^3/s) (Soletchnik et al., 2007).
25% des zones intertidales* du bassin de Marennes-Oléron présentent des installations conchylicoles (Kervella, 2010a) (Figure 1).

Depuis 40 ans, de nombreux travaux ont été réalisés sur l'envasement et la caractérisation hydrodynamique du bassin conchylicole (Tableau 1).

Tableau 1 : Exemple de publications réalisées depuis 40 ans autour des problématiques d'envasement

Sornin J.M., 1981, 1982 et 1983	Travaux historiques sur le lien entre la conchyliculture et les processus hydrosédimentaires et hydrodynamiques.
Saurian P.G. et al., 1989 Germaneau J. et Robert S., 1994 Germaneau J. et Saurian P.G., 1994 Legeron S., 1994 Germaneau J. et Robert S., 1995 Jarousseau B., 1997 Robert S. et al., 1997 Saurian P.G. et al., 1997 Robert S. et Gouleau D., 1999	Études sur les variations spatio-temporelles de l'estran. Programme européen MAST3 / INTRMUD mené par l'ex CREMA (Ifremer et CNRS) sur la vasière de Montportail-Brouage.
Gouleau D. et al., 2000	Caractéristique de la sédimentation vaseuse à long terme.
Blard P.H., 2001 Maurin J.C. et al., 2003	Évolution morphologique des systèmes de drainage par suivi cartographique et modélisation morpho-dynamique qualitative.
Bassoulet P. et al., 2000	Détermination des principaux forçages* hydrodynamiques responsables des mouvements des sédiments fluides.
Le Hir P. et al., 2000	Modélisation remise en suspension sur la vasière Montportail-Brouage.
Orvain F., 2002 Orvain F. et al., 2004 et 2007	Effet du benthos sur la stabilité des vases.
Combe J.P. et al., 2003 Robert S. et al., 2001	Effets (dé)stabilisateurs du benthos et le comportement mécanique des vases par approche rhéologique*.
Kervella S., 2010a	Étude de la dynamique sédimentaire du bassin de Marennes-Oléron.

Du fait du remembrement des zones d'élevage du bassin (restructuration des parcs conchylicoles du DPM[1]) opéré il y a une dizaine d'années, l'exploitation des données antérieures à cette date est difficile. La thèse de Kervella (2010a) permet de caractériser les sédiments et les mécanismes hydrodynamiques du bassin après ce remembrement.

Les mécanismes d'érosion et dépôt qui entrent en jeu dans le phénomène d'envasement sont complexes. Ceci s'explique par la diversité des faciès de sédiment rencontrés, l'éloignement des sources d'approvisionnement en sédiments (origine estuarienne ou dépôt littoral) mais également les phénomènes physico-chimiques, l'influence des activités anthropiques et l'exposition aux forçages hydrodynamiques. Ainsi, afin de mieux comprendre le phénomène d'envasement du bassin de Marennes-Oléron et son lien avec les activités conchylicoles et notamment ostréicoles, il est nécessaire dans un premier temps de connaitre les caractéristiques hydrodynamiques et hydrosédimentaires du bassin.

[1] Domaine Public Maritime

I. Caractéristiques des sédiments du bassin de Marennes-Oléron

A. Caractéristiques texturales des sédiments

1. Description des faciès sédimentaires présents dans le bassin charentais

Il existe trois types de sédiments (Kervella, 2010a) présent dans le bassin de Marennes-Oléron:

- Les sédiments grossiers : Taille > 50 ou 63 µm, pas de cohésion. Ce sont essentiellement des sables, graviers, galets…
- Les sédiments fins : Mélange binaire entre de l'argile/limon/sables fins, de la matière organique et de l'eau. Ce type de sédiment présente des forces inter-particulaires responsables de la cohésion de l'ensemble.
- Les sédiments mixtes : Mélange tertiaire de particules fines (vases) et plus grosses (sables). Suivant l'exposition, ce type de sédiment est soit un vrai mélange soit organisé en couches alternées.

Ces sédiments ont différentes origines.
Le sable provient des falaises calcaires, des dunes du Nord-est de l'ile d'Oléron ainsi que des dunes du littoral du pertuis de Maumusson. Le bassin est alimenté en sable grâce à la dérive littorale des deux pertuis (Antioche et Maumusson) (Tesson, 1973).
Les sédiments fins ont pour origine le complexe « Gironde vasière – Ouest Gironde » (Kervella, 2010a). Les sédiments provenant de cette zone du littoral via le pertuis d'Antioche (Figure 1), sont brassés et mélangés leur permettant d'acquérir les caractéristiques minérales similaires aux vases du bassin de Marennes-Oléron. Les bassins versants des fleuves Charente et Seudre sont également à l'origine d'une partie des sédiments fins du bassin (Tesson, 1973). Une grande partie des sédiments de la baie sont des dépôts frais ou en cours de consolidation (Kervella, 2010a).

D'un point de vue morpho-sédimentaire, le bassin est divisible en trois domaines : oriental, central et occidental (Figure 2).
Le domaine occidental correspond à la côte Ouest du bassin (côte de l'ile d'Oléron). Il est constitué de sédiment de type sablo-vaseux (Saurian et al., 1989). La partie haute de ce domaine présente de grandes étendues d'herbiers à zostères (Pigeot et al., 2006). En été, le développement de ces organismes étant à son maximum, cela peut entrainer un piégeage de particules sédimentaires fines (Kervella, 2010a).
Le domaine central du bassin (Figure 2) est constitué de bancs de sable (Kervella, 2010a).

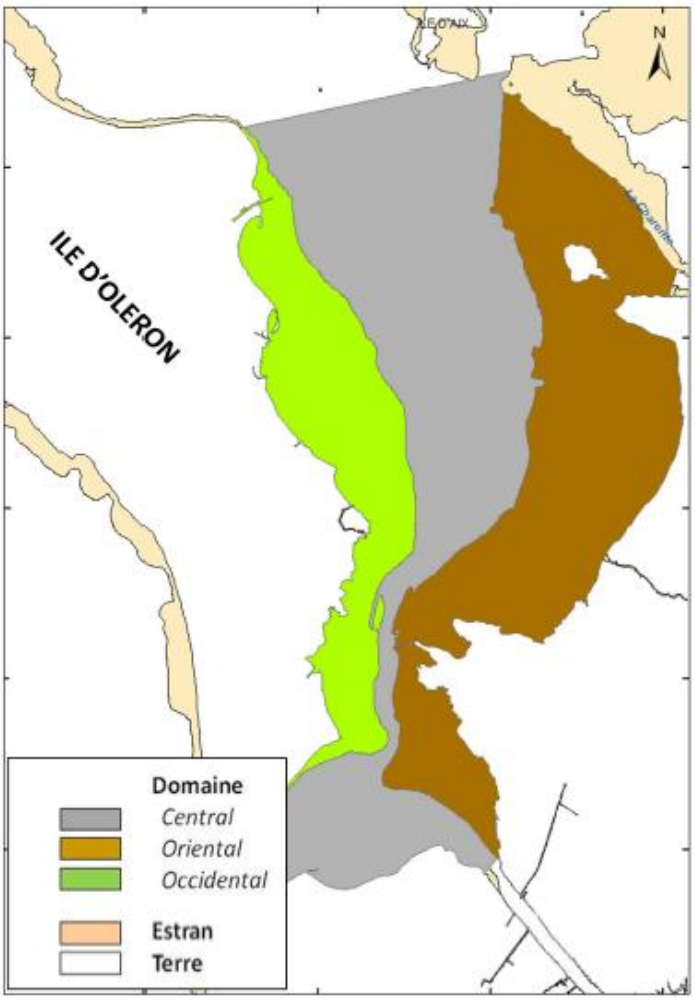

Figure 2 : Les domaines morpho-sédimentaires du bassin de Marennes-Oléron (Kervella, 2010a)

Enfin le domaine oriental correspond à la côte Est du bassin (Figure 2). Il est constitué d'une vasière avec des sédiment de type argilo-silteux et 92% de particules fines (Galois et al., 2000). Cette vasière est divisible en trois zones (Germaneau et Robert, 1995). Chacune de ces zones possédant des caractéristiques hydrodynamiques et géomorphologiques propres. Les trois zones sont définies ainsi :

- La partie supérieure du domaine oriental : forte sédimentation de vase fluide
- La partie intermédiaire du domaine oriental : constitué d'un réseau organisé de banquettes-seillon facilitant le drainage des sédiments entre le haut et le bas inférieur.
- La partie inférieure : correspond à la zone des bouchots mytilicoles et des installations ostréicoles.

Il existe donc 2 estrans distincts en matière de faciès sédimentaires : le côté est et le côté ouest du bassin conchylicole. Au sein d'une même zone d'estran on note également des différences sensibles.

Le suivi expérimental réalisé par Kervella S. (2010a) a démontré que les sédiments du bassin de Marennes-Oléron sont majoritairement du silt et du sable fin (Kervella, 2010a) (Tableau 2). Le silt étant présent surtout dans la partie centrale et orientale du bassin et le sable fin dans la partie occidentale.

La concentration de ces sédiments est comprise entre 290 et 1400g/l (Kervella, 2010a) ce qui équivaut à une suspension de grains fins et mixtes à différents états de concentration. L'étude

sédimentologique des sédiments superficiels (0 à 2 cm) met donc en évidence leur grande diversité texturale (sableuse, vaseuse et mixte) mais également leur variabilité d'état structurel (plus ou moins concentré).

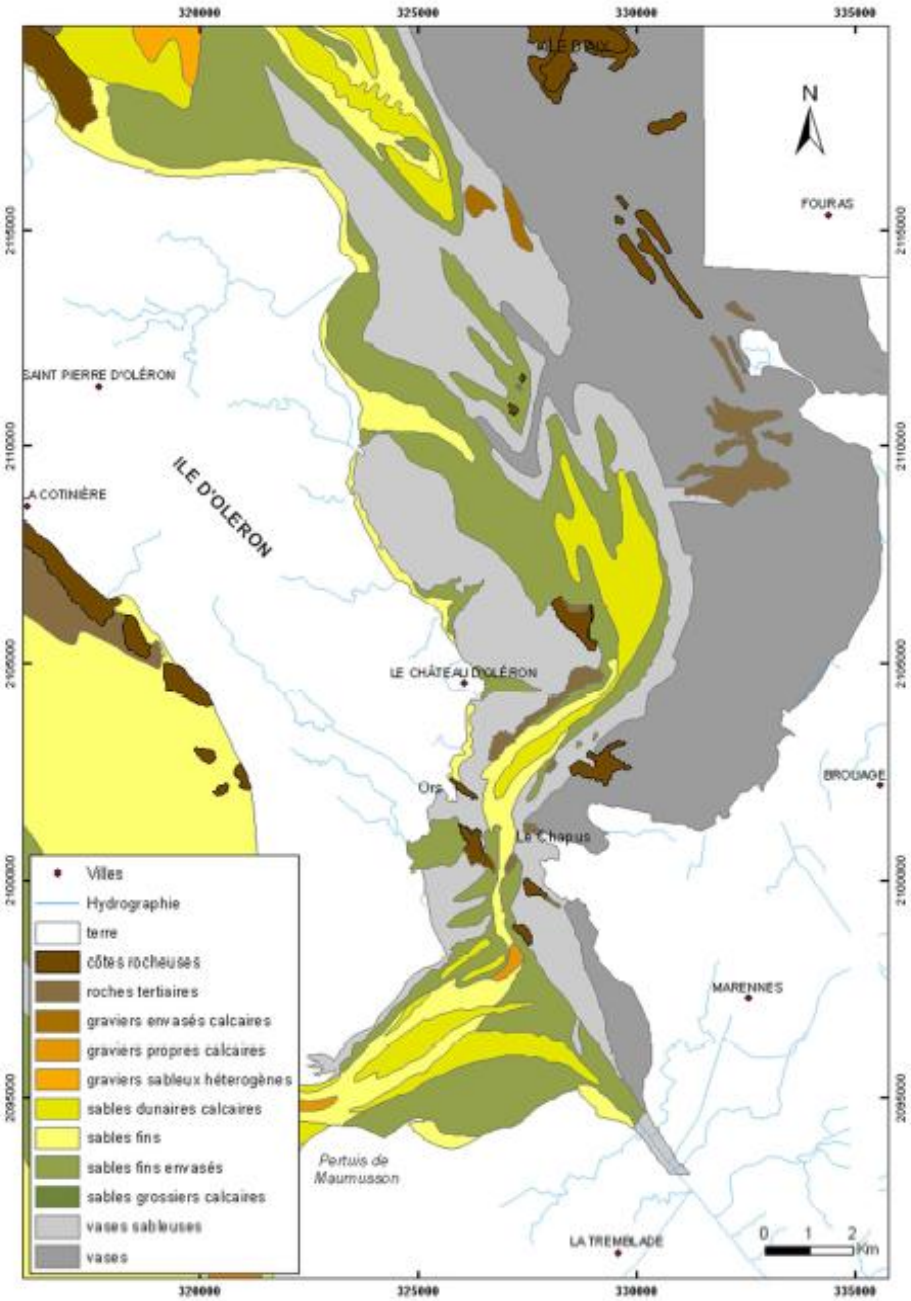

Figure 3 : Localisation des faciès sédimentaires du bassin de Marennes-Oléron (Hily, 1977)

La répartition cartographique des différents faciès sédimentaires du bassin de Marennes-Oléron a été réalisée par Hily (1977) (Figure 3) et Weber (2004). Cependant, la représentation de ce dernier n'est pas assez précise et présente des incohérences avec les observations terrain. Ce manque de précision semble être du au protocole d'échantillonnage des sédiments (Kervella, 2010a). En effet Weber a majoritairement travaillé sur des prélèvements réalisés en zone subtidale et non en zone intertidale contrairement à Hily.
La cartographie de la couverture sédimentaire réalisée par Hily (1977) (Figure 3) est donc préférée dans cette étude.

2. Variation saisonnière de ces faciès sédimentaires

Il existe des changements importants de faciès au cours de l'année dans la partie occidentale et centrale du bassin (Figure 2).

En été : les faciès de la zone intertidale de la côte oléronaise sont très hétérogènes. La délimitation spatiale des différents sédiments présents dans cette zone coïncide avec les herbiers à zostères (Kervella, 2010a).
Au contraire, à l'Est du bassin les sédiments sont constitués de vase relativement fluide quelle que soit la profondeur.
Enfin, la partie centrale est composée d'une base sableuse. Il existe un gradient Nord/Sud pour la variation de nature des sédiments sur cette zone : sableux au Nord et sableux vaseux au Sud (Kervella, 2010a). Ce gradient peut s'expliquer par la circulation du courant qui se fait suivant l'axe Nord/Sud (cf. Partie 1.II.A.2, page 17).

En hiver : La partie Est du bassin reste constituée de vase. Le domaine central du bassin présente des sédiments de surface sableux majoritairement.
Enfin la zone Ouest du bassin reste une zone avec une hétérogénéité des faciès sédimentaires. L'étude de Kervella S. en 2009 a ainsi pu mettre en évidence les principaux faciès présents (Figure 3) :

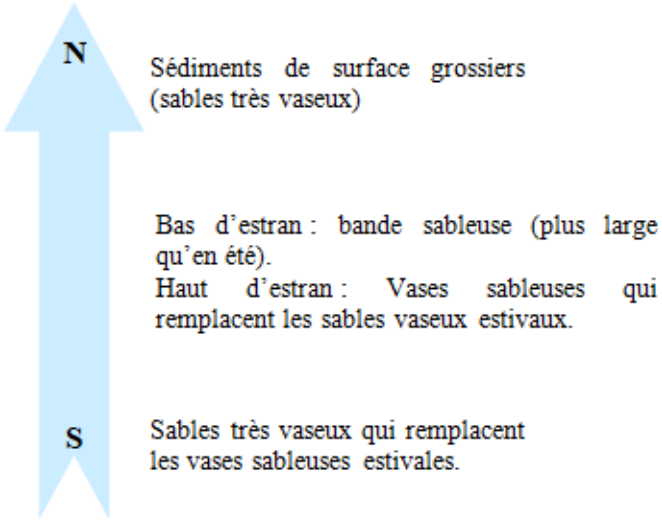

Figure 4 : Schéma représentant l'enchainement des faciès sédimentaire hivernaux de la partie Ouest du bassin

Ces changements saisonniers peuvent s'expliquer par la modification des conditions environnementales (vents, vagues…) et donc des forçages hydrodynamiques influençant les sédiments. L'impact de ces forçages sur les faciès sédimentaires sera abordé au cours de la partie suivante (cf Partie 1.II.B, page 18).

B. Comportements sédimentaires à Marennes-Oléron

Chaque sédiment est défini par ses caractéristiques de déformation, d'écoulement et de viscosité*. L'ensemble de ces caractéristiques définit le comportement rhéologique du sédiment. Ces données varient suivant la composition, la concentration, la taille des particules qui composent le sédiment (Kervella, 2010a).

L'étude menée par Kervella S. dans le bassin de Marennes-Oléron a permis de mettre en évidence que la teneur en eau des sédiments était corrélée à la teneur en sable : si le taux de sable présent dans le sédiment augmente, alors le pourcentage en eau diminue (Kervella, 2010a). Or il s'avère que la nature texturante, et donc la rhéologie des sédiments du bassin, dépend de la teneur en sable. Ainsi en tenant compte de la texture, la concentration volumique et le seuil d'écoulement*, cinq types rhéologiques (Tableau 2) ont été identifiés à Marennes-Oléron (Kervella, 2010a) :

Tableau 2 : Caractérisation des types sédimentaires du bassin par étude rhéologique (Kervella, 2010a)

Type rhéologique	Faciès	% sable	% silt	% argile
I	Sables vaseux	60-75	21-34	4-6
II	Sables très vaseux	45-60	34-46	6-9
III	Vases sableuses	29-45	46-61	9-10
IV	Vases peu sableuses	18-29	61-71	10-11
V	Vases	0-18	71-87	11-13

Il s'avère que ces cinq types ont un comportement qui varie selon leur teneur en eau.
Le type I correspond essentiellement à des sédiments grossiers (Tableau 2) ayant une faible teneur en eau. Ils possèdent une grande variabilité de seuil d'écoulement due à la présence de grains grossiers dans le mélange.
Les types II, III et IV correspondent à des mélanges ternaires {eau– particules fines– grains} qui représentent l'influence d'une diminution progressive de la fraction sableuse dans le mélange (Tableau 2) (Kervella, 2010a). En effet, l'augmentation des grains de sables dans le mélange entraine une modification interne du sédiment. Lors d'un écoulement/érosion, la structure interne de ce dernier se réarrange induisant alors une modification du seuil d'écoulement.
Le type V (vases et biodépôts) regroupe des sédiments pour lesquels le seuil d'écoulement est très dépendant de la teneur en eau. La résistance de ce type de sédiment aux contraintes de cisaillement* est principalement due au caractère visqueux du sédiment (Kervella, 2010a).

Dans le cadre de cette étude de l'envasement et afin de mieux comprendre ce phénomène, il est important également de connaitre l'érodabilité des sédiments superficiels. Cette donnée traduit les conditions de forçages hydrodynamiques nécessaires pour que le sédiment soit susceptible d'être remanié (Kervella, 2010b). Or l'érosion d'un sédiment est liée à la contrainte de cisaillement causée par les forçages hydrodynamiques sur l'eau et le sédiment. Elle dépend également de la cohésion des sédiments (granulométrie + paramètres physico-chimique). La valeur à partir de laquelle un sédiment peut être érodé et donc remis en suspension dans la colonne d'eau est la contrainte critique de cisaillement*.
Une forte concentration en éléments fins, riches en matières organiques, comme les biodépôts, entraine l'augmentation de la limite d'écoulement et la viscosité du sédiment étudié. La résistance à l'érosion de ce sédiment s'en trouve alors renforcé (Sornin, 1984).
Plusieurs travaux ont été menés pour étudier cette valeur, notamment Van Ledden et al. en 2004 et Le Hir et al. en 2005. Ce dernier a étudié le seuil critique de cisaillement et sa relation avec la fraction vaseuse du sédiment. Il a ainsi pu associer une valeur de contrainte critique de cisaillement à un taux de vase. Par exemple un sédiment ayant 47% de fraction vaseuse correspond à une contrainte de cisaillement d'environ 1,1 Pa (Le Hir et al., 2005, Kervella, 2010b). Ainsi, si la contrainte mesurée sur le fond dépasse 1,1 Pa alors le sédiment étudié est capable d'être érodé.

Au sein du bassin, pour une zone donnée, il est possible d'observer des différences de faciès au cours de l'année. Kervella (2010a) a notamment constaté ce phénomène saisonnier sur le banc de Lamouroux (partie centrale du bassin) :

- Avril à juin : banc majoritairement sableux.
- Juillet à novembre : augmentation de la fraction fine dans les sédiments superficiels. Le maximum de la fraction fine (vase) est atteint entre septembre et octobre.
- Décembre à mars : retour de la fraction sableuse. Peu de variation de hauteur de sédiment est observée.

Ces variations de faciès s'expliquent notamment par une modification du comportement rhéologique des sédiments superficiels du bassin (seuil d'écoulement…). Les forçages hydrodynamiques présents dans le bassin de Marennes-Oléron sont responsables de ces modifications.

Kervella (2010a) et Kervella (2010b) expliquent dans leurs travaux qu'il est important de combiner l'approche sédimentaire à une approche hydrodynamique (actions des forçages sur le fond) afin d'avoir une vision globale des mécanismes hydrosédimentaires. Ces derniers nous permettront de mieux comprendre le phénomène d'envasement ayant lieu au sein du bassin conchylicole de Marennes-Oléron.

II. Caractérisation des forçages hydrodynamiques présents dans le bassin

Le bassin de Marennes-Oléron, de par sa configuration particulière, présente une activité hydrodynamique importante. La baie est ainsi influencée par la marée, les courants mais également les clapots (vents locaux) et les vagues (vents locaux + vents du large). Tous ces paramètres environnementaux sont des agents décisifs impactant les mécanismes d'érosion (Kervella, 2010a). Dans le cadre de cette étude de l'envasement, il est donc nécessaire de mieux les connaitre.

A. L'hydrodynamisme du bassin de Marennes-Oléron

1. Vents et vagues

D'après les données Météo France, on sait cependant qu'il existe une saisonnalité pour la direction des vents et également pour l'intensité des vents dominants (Stanisière et al., 2006).

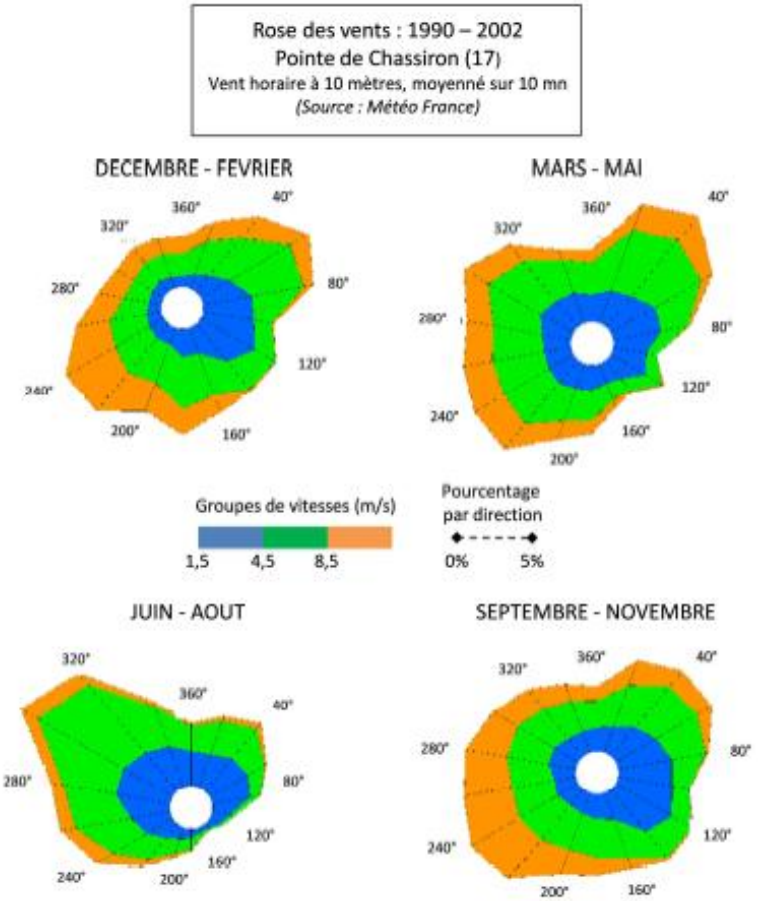

Figure 5 : Représentation des vents moyens entre 1990 et 2002 (Météo France)

Au cours d'une année il est possible d'observer quatre profils de vents (direction et intensité) dans le bassin de Marennes-Oléron (Figure 5). Durant le printemps, on observe ainsi des vents majoritairement Sud-ouest à Nord-ouest et Nord-est. Ce sont essentiellement des vents moyens et faibles (< 8,5 m/s) (Figure 5). En été, les vents dominants sont Sud-ouest à Nord-ouest. Ce sont quasi exclusivement des vents d'intensité moyenne à faible (< 8,5 m/s). En automne et hiver, la fréquence des vents forts (> 8,5 m/s) augmente. Durant l'hiver, les vents

prédominants sont de Sud-est et Nord-est. En automne la direction des vents est assez homogène avec une légère tendance Sud-ouest à Ouest (Figure 5).

L'étude de la houle et des vagues du bassin est importante dans la compréhension des mécanismes hydrosédimentaires puisqu'ils sont responsables d'un transport important de sédiments issus des pertuis (ouverture du bassin) avec l'action des dérives littorales (Tesson, 1973). Les clapots (vents locaux, faible houle) sont eux responsables d'une remise en suspension des particules.
Il semble que les vagues présentes dans le bassin se forment par la houle provenant majoritairement du pertuis d'Antioche (Figure 1). En effet, la configuration du pertuis de Maumusson et de la zone Sud de la baie inhibe la propagation des vagues dans cette partie (Figure1).

L'entrée des vagues et leur propagation dans le bassin dépend de la puissance et de la direction des vents (Tableau 3). Quelle que soit la puissance et l'orientation des vents, les vagues ne dépassent généralement pas les 1 m de hauteur (Tableau 3, Kervella, 2010a).

Tableau 3 : Relation entre les vents et les vagues qui occurrent dans le bassin (d'après Kervella, 2010a)

Vents	Vagues
Ouest	Vagues déferlantes de 80 cm de hauteur sur la partie orientale du bassin. Peu d'incidence sur la partie occidentale du bassin : hauteur des vagues < 30 cm.
Sud	Faible impact dans le bassin.
Nord	Fort impact sur la partie occidentale et la partie centrale du bassin : hauteur de vague = 70 cm.
Est (vents plus rares et moins intenses que les autres orientations)	Vagues d'une hauteur supérieure à 50 cm affectant la partie occidentale du bassin.

2. Courants et marées

Le bassin de Marennes-Oléron, d'influence estuarienne, est peu profond : en moyenne 8,6 m de profondeur. Il possède un marnage* moyen de 5 m (Struski, 2005), de type macrotidal* (importante masse d'eau déplacée par marée) avec près de 75% du volume d'eau moyen du bassin qui est déplacé (Kervella, 2010a).
De par sa configuration, il existe deux ondes de marées différentes (Nord et Sud). La conjonction de ces dernières provoque au sein de la baie des décalages en temps, en hauteur ainsi que des inégalités d'amplitude des masses d'eau déplacées par marée.

La bathymétrie spécifique du bassin de Marennes-Oléron, notamment avec les deux pertuis, entraine une circulation des courants complexe. L'entrée d'eau marine par le pertuis d'Antioche est notamment supérieure à celle du pertuis de Maumusson (Kervella, 2010a). De plus, il s'avère que cette entrée des eaux au Nord (Antioche) entraine un rabattement des eaux

douces de la Charente sur le domaine oriental (Figure 1) du bassin (Stanisière et al., 2006). Ce mélange des eaux marines et douces entraine la formation d'une eau saumâtre* dans cette zone.
Au sud, l'entrée d'eau par le pertuis de Maumusson semble n'avoir aucun effet significatif sur les échanges d'eaux entre le bassin et l'océan (Stanisière et al., 2006). Cette entrée peut cependant avoir une influence sur les bancs localisés dans le sud.

Les courants du bassin de Marennes-Oléron ont une vitesse moyenne de 0,6 m/s (Bassoulet et al., 2007) et une vitesse maximale de 1 m/s dans les chenaux et zones d'étranglement (Tesson, 1973). Il existe une différence significative de vitesse entre le haut et le bas d'estran en maline : jusqu'à 0,2 m/s en flot* et 0,15 m/s au jusant* (Kervella, 2010b).

Tout comme ce qui avait été observé avec les faciès sédimentaires (cf. Partie 1.I.A, page 10), il existe de vraies différences d'exposition aux vagues entre le côté Est et le côté Ouest du bassin (Kervella, 2010a). C'est le cas notamment pour la turbidité qui présente une dissymétrie entre l'Est et l'Ouest avec une circulation des particules sédimentaires Nord/Sud (Le Hir et al., 2009).
On peut donc supposer que ces deux estrans présentent des caractéristiques hydrosédimentaires différentes.
Le vent, les vagues, les courants et la marée constituent les forçages hydrodynamiques se manifestant dans le bassin charentais et influençant les mécanismes de sédimentation et d'érosion des sédiments observés dans la baie. Afin de mieux appréhender le phénomène d'envasement il est donc important d'observer l'impact de ces forçages sur le comportement rhéologiques des différents faciès sédimentaire de Marennes-Oléron.

B. Détermination des conséquences de ces forçages sur les sédiments

1. Modifications sédimentaires liées aux forçages hydrodynamiques

Plusieurs travaux permettent de mettre en évidence l'influence des courants et vagues dans les mécanismes hydrosédimentaires notamment Christiansen et al. (2006) et Deloffre et al. (2007). En effet ces forçages peuvent entrainer des séquences d'érosion/dépôts de quelques millimètres à plusieurs centimètres dans les environnements vaseux de la baie.
Il existe plusieurs modèles de propagation de la houle et des vagues. Selon Stokes, les ondes de la houle se propageraient vers le fond par mouvement orbitaux elliptiques (Figure 6). L'action oscillatoire des vagues et de la houle peut alors entrainer une modification interne des sédiments dans le fond (Suhayda, 1984). L'affaiblissement de la structure interne est fonction de l'amplitude et de la fréquence des vagues (Feng, 1993). Ce changement interne du sédiment rend ce dernier plus facilement érodable.
Les vagues permettent également un transport des sédiments érodés tandis que les clapots permettent une remise en suspension de ces sédiments dans la colonne d'eau (Tesson, 1973).

Concernant les courants, l'énergie qu'ils génèrent est hétérogène sur la colonne d'eau (Simpson et al., 2005). La turbulence peut se décomposer en deux zones (Kervella, 2010a) :

- le haut de la colonne d'eau, peu influencé par les frottements du fond
- la zone proche du fond : l'écoulement du courant est fortement ralenti par les frottements sur le fond. Cette zone équivaut à 10-20% de la hauteur d'eau mais concentre plus de 80% de l'énergie turbulente provenant des courants.

L'intensité turbulente du courant près du fond entraine une variation des contraintes de cisaillement des sédiments et donc une modification du processus de sédimentation (érosion/dépôt ou accrétion).

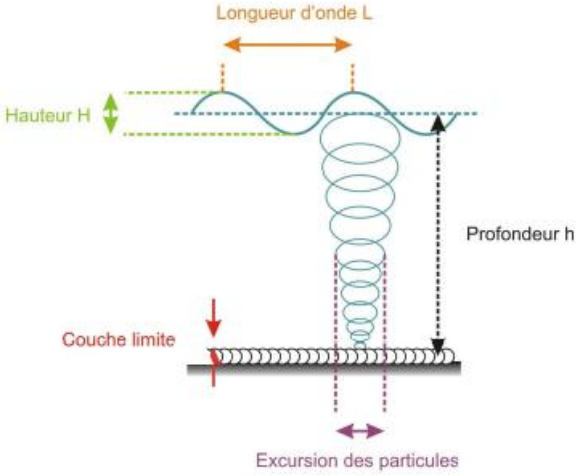

Figure 6 : Schéma présentant le modèle de houle linéaire simple de Stokes pour une profondeur infinie (Kervella, 2010a)

Le renouvellement des eaux du bassin peut cependant jouer un rôle dans les mécanismes de sédimentation. En effet il s'avère que suivant les domaines du bassin (Figure 2), les temps de renouvellement peuvent être très différents (Figure 7, Stanisière et al., 2006). La vasière de Brouage présente par exemple un renouvellement de 20 à 35 jours contre 15 à 20 jours pour les eaux de la côte oléronaise (Figure 7). Si l'on regarde la cinétique du cycle de l'eau, liée à ces courants et marées, il s'avère que le renouvellement des masses d'eau du bassin est rapide : 14 jours en moyenne (Stanisière et al. 2006), avec un temps de résidence de 4 à 10 jours (Héral et al., 1989).

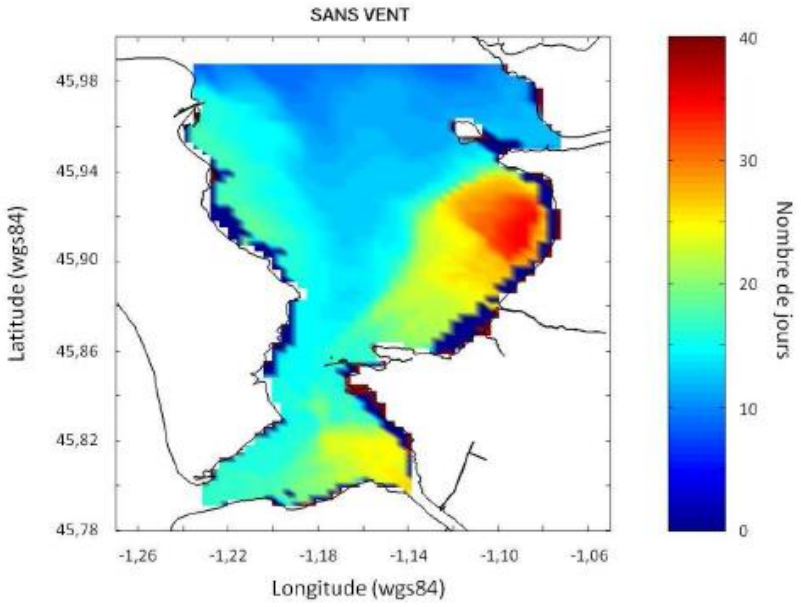

Figure 7 : Cartographie des temps de renouvellement des eaux du bassin de Marennes-Oléron (Kervella, 2010a d'après Stanisière et al., 2006)

Ces variations de renouvellement peuvent impacter la sédimentation et l'envasement des zones concernées (Kervella, 2010a). En effet, des eaux renouvelées moins rapidement ne favorisent pas un nettoyage des fonds mais davantage une sédimentation de particules sur le fond. C'est le cas notamment pour la vasière de Brouage qui correspond à une zone à fort envasement et où les temps de renouvellement sont plus longs que dans le reste du bassin (Figure 7) : 25 à 35 jours.

Ces forçages hydrodynamiques varient suivant la marée et en cas de tempêtes. Le bassin peut donc présenter une variabilité des sédiments superficiels à l'échelle de la marée ou suite à une tempête (Le Hir et al., 2009).

Parmi les agents pouvant influencer les mécanismes hydrosédimentaires, on retrouve les fleuves de la Charente et de la Seudre. Plusieurs travaux ont ainsi montré que la Charente influençait significativement le bassin (Héral et al., 1984). La simulation des flux hydrodynamiques réalisée avec Mars 2D a permis de mettre en évidence la progression de ses eaux dans le bassin : ces dernières n'atteignent pas les côtes oléronaises (Kervella, 2010a). Les eaux de la Charente progressent donc seulement à l'Est du coureau central.
Quant à la Seudre, cette dernière présente un débit assez faible (1 à 40 m^3/s, Soletchnik et al., 2007) qui n'influence quasiment pas le bassin (Kervella, 2010a).

2. Impact des forçages et mécanismes hydrosédimentaire dans la zone occidentale du bassin

Le travail réalisé par Kervella (2010a) dans le cadre de sa thèse a permis de décrire l'influence des forçages hydrodynamique sur l'estran occidentale et orientale du bassin conchylicole charentais. Le suivi pour cette zone a été réalisé sur les sites de Boyard, la Petite Chette, les Doux et le haut des Doux (Figure 8).

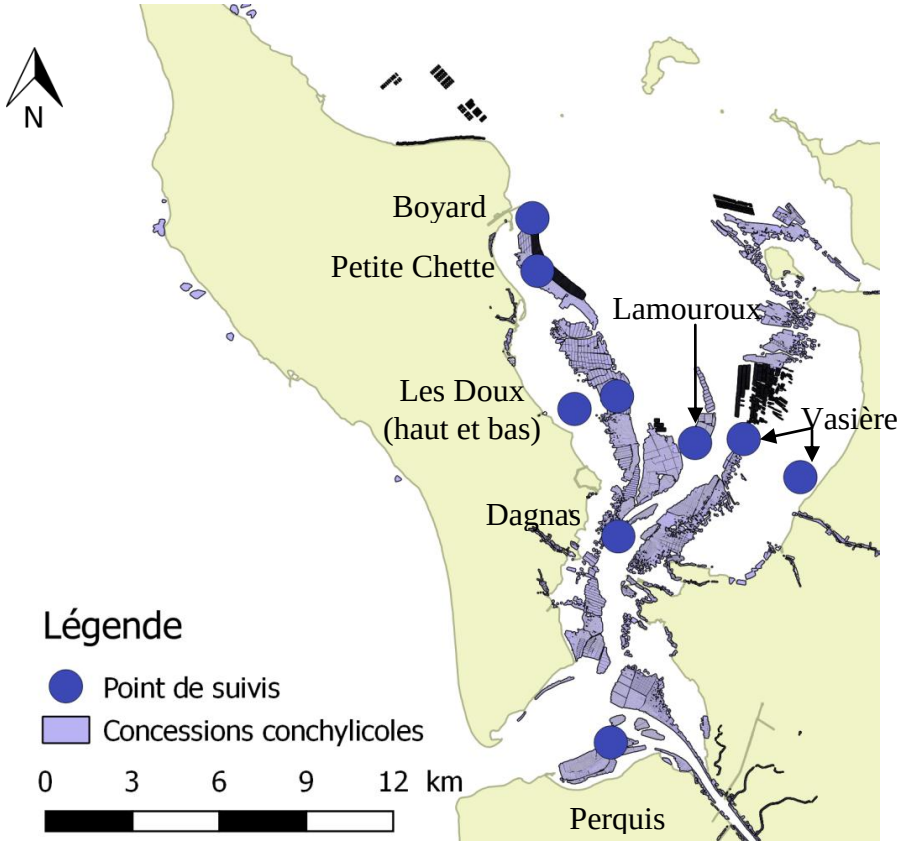

Figure 8 : Carte de positionnement des points de suivis réalisés par Kervella (d'après Kervella, 2010a)

Plusieurs données ont ainsi pu être mises en évidence pour la zone ouest du bassin (Kervella, 2010a) :

- La majorité des vagues dans cette zone a une hauteur inférieure ou égale à 20 cm. En général la houle et donc les vagues sont de courtes périodes (< 11s). Ces vagues n'influencent peu ou pas du tout les hauts d'estran. En effet, ces vagues sont soit atténuées en bas d'estran soit ne présentent pas assez d'énergie pour leur propagation jusque dans les hauts.
  La zone intertidale de cette partie ouest du bassin présente 76 à 88% de temps « calme » (hauteur des vagues < 20 cm). Durant ces périodes, les vagues n'influencent pas les mécanismes sédimentaires.

- En hiver, cependant, il existe une forte contrainte des vagues sur le fond de l'estran lors des tempêtes (> 1 Pa). Elles entrainent une variation des contraintes de cisaillement des sédiments sur le fond et donc une modification de leur processus de sédimentation (érosion/dépôt).

- Concernant les courants, ces derniers sont supérieurs au moment du jusant en maline. Les contraintes de frottements sont donc plus importantes et impactent plus le comportement rhéologique des sédiments (contrainte critique de cisaillement notamment).

Il semble qu'il y ait une différence entre le haut et le bas d'estran du domaine occidental (Tableau 4).

Tableau 4 : Différence de comportement hydrosédimentaire entre le haut et le bas d'estran du domaine occidental (d'après Kervella, 2010a)

Bas d'estran partie Occidentale	Haut d'estran partie Occidentale
Contrainte de frottements des courants sur le fond plus forte en flot, quelle que soit la marée (maline ou mort d'eau). Maximum de turbidité et donc de remise en suspension des sédiments, en maline. Dépôt de sédiments de faible épaisseur en mort d'eau et aucun dépôt à l'étale des marées. Pas de sédimentation saisonnière.	Le flot de marée correspond à une phase de ralentissement des contraintes de frottement induisant ainsi une décantation des MES[2] dans l'eau et un dépôt de 2 à 3 mm. Dépôt de 2 à 4 mm de sédiments à l'étale. Ces derniers seront érodés lors des 2 à 3 premières heures du flot. Évolution saisonnière de la sédimentation.

Pour le bas d'estran occidental, il semble que la variation pluri-centimétrique des sédiments (érosion/dépôt) soit majoritairement liée à l'activité des vagues et un peu aux courants de marée (Tableau 4). L'interface sédimentaire varie au dessus d'un niveau d'équilibre au-delà duquel la progression des fronts d'érosion est difficile (Kervella, 2010a).

Pour le haut de l'estran, ce dernier présente une sédimentation liée aux marées et non pérenne (Tableau 4). Son évolution saisonnière est la suivante (Figure 9) :

[2] Matière en Suspension

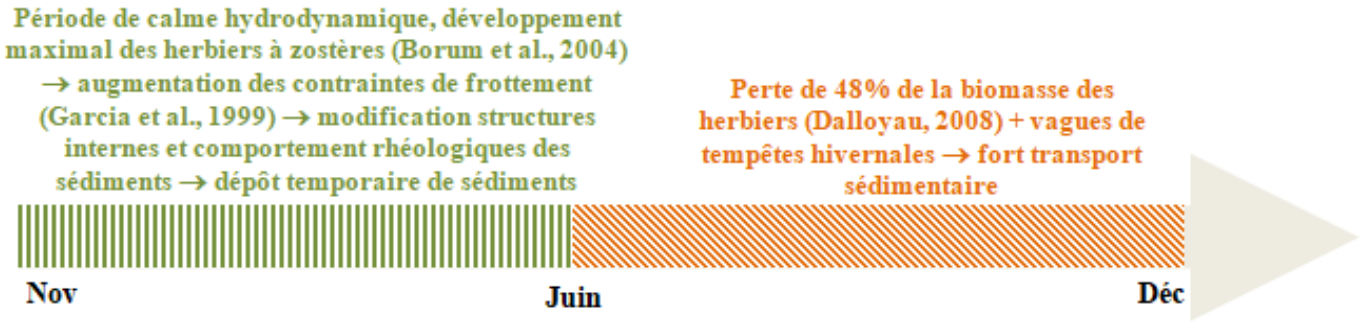

Figure 9 : Évolution saisonnière des mécanismes hydrosédimentaires du haut d'estran occidental (d'après Kervella, 2010a)

3. Impact des forçages et mécanismes hydrosédimentaire dans la zone orientale du bassin

Le suivi hydrosédimentaire du domaine oriental est mené sur deux points de la zone (Figure 8) correspondant à la vasière de Brouage.
L'étude de Kervella (2010a) permet de mettre en évidence que dans 90% du temps d'immersion des sédiments, les vagues n'ont aucun impact significatif sur les sédiments du fond puisque peu de vagues ont des hauteurs supérieures à 40 cm.

Les sédiments présents sur cette zone étant des vases fluides (type V, Tableau 2), ils présentent une valeur de contrainte critique de cisaillement élevée : érosion pour des contraintes supérieures à 0,5 Pa (Kervella, 2010a).
Il semble que sur cet estran, la saisonnalité soit bien marquée :

- Été : Vagues générées en permanence par les vents d'Ouest
8 et 10% du temps d'immersion des sédiments (respectivement en bas et en haut d'estran), la contrainte est supérieure à 0,6 Pa. Il y a donc érosion constante.

- Automne : Peu de vagues dans le domaine oriental. Les mouvements de sédiments dépendent donc des courants et marées. À cette période il y a ré-envasement notamment du à la décantation des MES dans la colonne d'eau.

- Hiver : Période de tempêtes (vents forts et contraintes de cisaillement élevées) qui entrainent une érosion importante des sédiments.
Cependant, durant cette période hivernale, l'apport en sédiment de la Charente est important. Ce dernier est causé par à un relargage du bouchon vaseux. Ce flux de dépôts sédimentaires sur l'estran oriental contrecarre l'érosion due aux vagues.
Kervella (2010a) a calculé grâce à ses points de suivi dans la vasière (Figure 8) un flux de 23 000 T de mollin*/jours provenant de la Charente (Kervella, 2010a). Ce chiffre reste indicatif puisqu'il n'a été obtenu que grâce à deux points du domaine oriental.

De plus, il existe des différences significatives entre le haut et le bas d'estran pour les périodes et les hauteurs de vagues (Tableau 5).

On observe de faibles variations texturales de la vasière. Cependant, des différences rhéologiques sont observables entre le haut et le bas de l'estran oriental. Les sédiments superficiels du bas de l'estran oriental présentent au printemps et été, des états de consolidation différents dus aux variations des mécanismes sédimentaires liés à la marée

(Tableau 5) : certains sédiments sont déjà compactés sur le fond tandis que d'autres sont en cours de compaction.

Tableau 5 : Différence de comportement hydrosédimentaire entre le haut et le bas d'estran du domaine oriental (d'après Kervella, 2010a)

Bas d'estran domaine Oriental	Haut d'estran domaine Oriental
Que la mer soit au jusant ou au flot, les contraintes de frottements en maline sont supérieures aux contraintes en mort d'eau. Il y a donc plus de modification des mécanismes de sédimentation (érosion/dépôt) en maline plutôt qu'en mort d'eau. Importante remise en suspension des sédiments au début du flot et à la fin du jusant en maline.	Dépôts de 2 à 3 mm à l'étale de chaque marée haute. Ces sédiments sont érodés au moment où le courant revient (début de jusant). Pas de dépôts à l'étale de marée basse.

Cette variabilité associée à la faible épaisseur de ces sédiments fait que l'érosion sur le fond est plus difficile sous de faibles contraintes de frottements de vagues. En hiver les sédiments sont plus fluides.

Les sédiments superficiels du haut de l'estran oriental ont une épaisseur importante et correspondent à de la vase fluide (Kervella, 2010a) : faciès homogène à contrainte critique de cisaillement faible. Ainsi malgré des temps d'immersion plus courts, le front d'érosion se propage très rapidement.

Pour résumer l'ensemble des données hydrosédimentaires du bassin conchylicole de Marennes-Oléron réunies dans ce document, deux schémas de synthèse ont été réalisés afin de décrire les différents forçages impliqués et leurs conséquences sur les sédiments (Figure 10 et Figure 11).

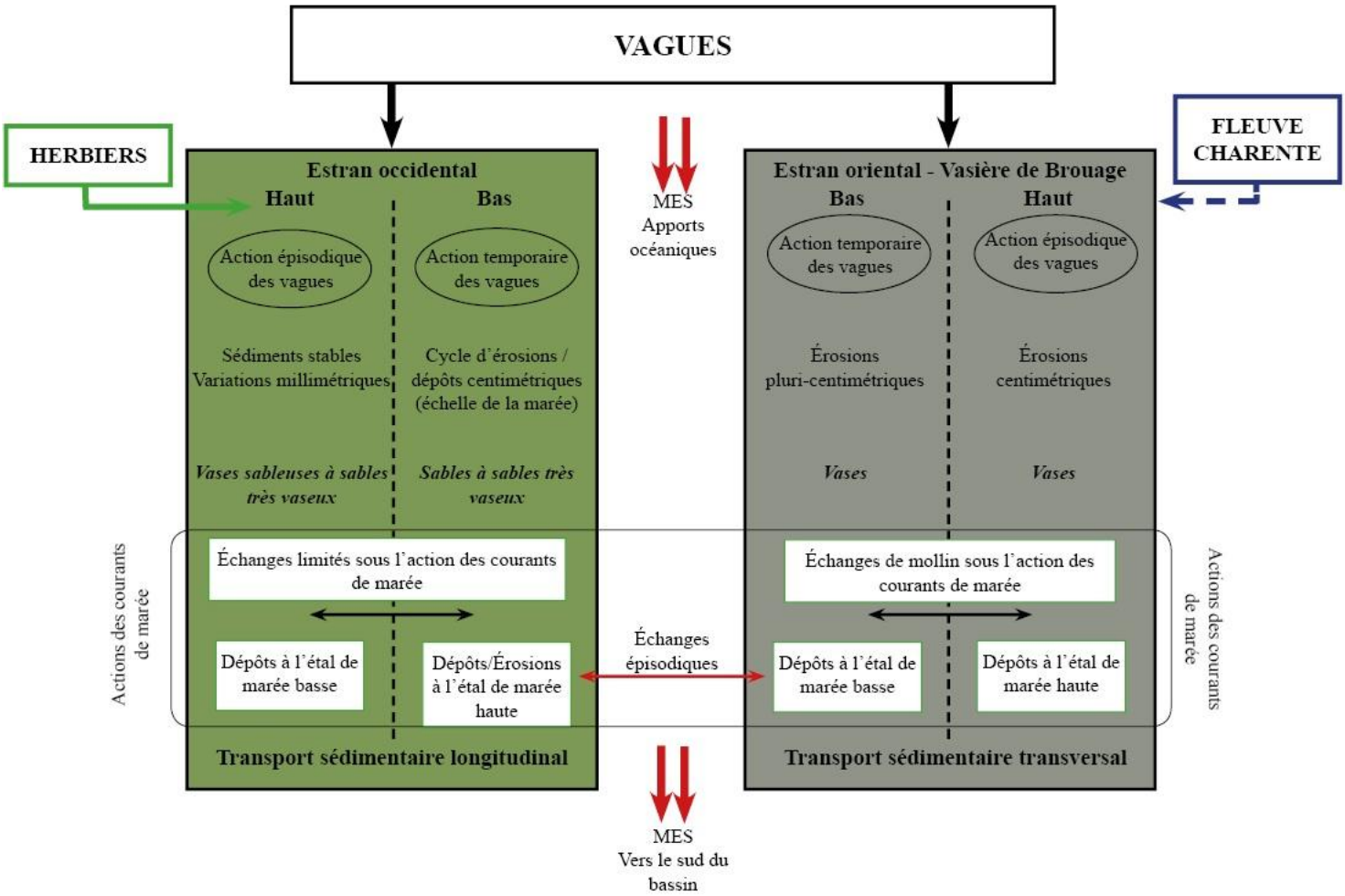

Figure 10 : Schéma du fonctionnement hydrosédimentaire des estrans en été (d'après Kervella, 2010a)

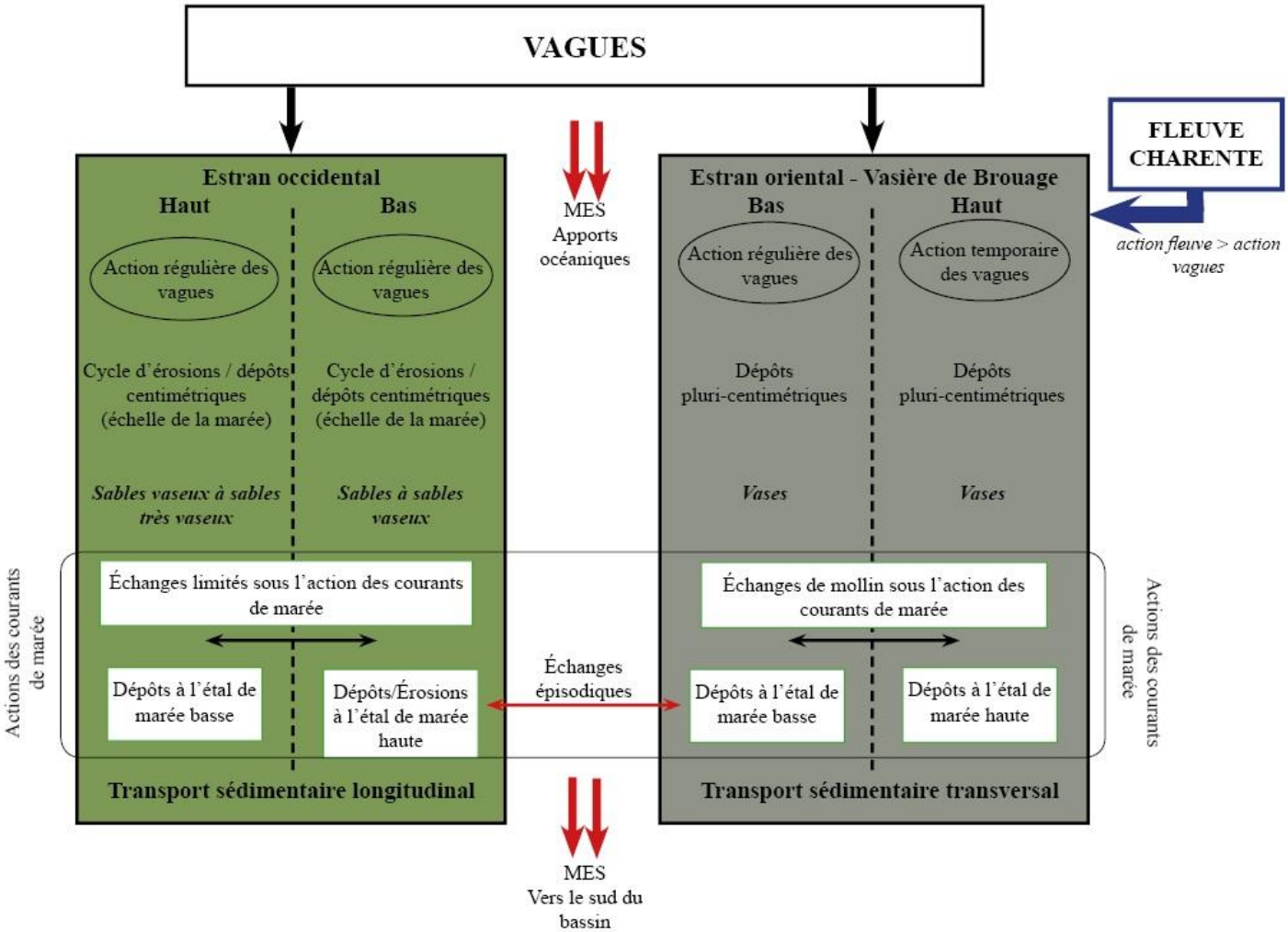

Figure 11 : Schéma de fonctionnement hydrosédimentaire des estrans en hiver (d'après Kervella, 2010a)

III. Influence de l'ostréiculture sur la sédimentation du bassin de Marennes-Oléron

Afin de comprendre le phénomène d'envasement qui se déroule dans le bassin et au niveau des bancs conchylicoles, il faut déterminer l'impact des structures d'élevage sur les forçages hydrodynamiques ainsi que l'effet de l'orientation de ces structures sur ces forçages.
La table ostréicole est considérée comme un obstacle artificiel pouvant perturber l'écoulement des courants de marée et la propagation des vagues et donc le lavement des sols et le transport des sédiments (Kervella, 2010b).

Trois échelles sont à prendre en compte dans le cadre d'une telle étude, afin de considérer au mieux les phénomènes inhérents à la production ostréicole :

- l'échelle « locale » correspondant à l'échelle d'une table ostréicole
- l'échelle « globale » correspondant à l'échelle du banc ostréicole
- la « grande » échelle correspondant à l'échelle du bassin conchylicole. L'estimation claire du rôle des structures d'élevage sur l'envasement à cette échelle est difficile (Kervella, 2010b).

L'envasement est localisé sous forme de butte de sédiments, sous les tables et/ou dans les allées. Aucune généralisation de la manifestation physique du phénomène d'envasement n'est faisable (Kervella, 2010b).

Afin de suivre les modifications de courants et de vagues, plusieurs appareils sont utilisés (Altus, capteurs de pression et vélocimètre acoustique (ADV[3])) sur le terrain.
D'un point de vue expérimental, la table ostréicole est assimilée à une plaque horizontale immergée. La bibliographie et les modélisations relatives aux plaques immergées (« breakwater »* des sites côtiers notamment) peuvent être exploitées à l'échelle locale.

A. Effet de l'activité conchylicole sur les vagues

1. Effet de la table ostréicole sur les vagues

À l'échelle locale, des mesures *in-situ* semblent montrer qu'il n'y a pas de modifications significatives des vagues par la présence des tables (Kervella, 2010b).
La simulation in-situ d'une table en plaque permet de mettre en évidence que les vagues peuvent être modifiées en cas de faibles hauteurs d'eau (Guizien, 1996). De plus d'un point de vue sédimentaire, la plaque seule (équivalente à une table ostréicole seule) immergée entraine un balayage du fond, incompatible avec un dépôt de sédiment. En effet, les contraintes de cisaillement proches du sol ne sont pas modifiées (Kervella, 2010b). La remise en suspension des sédiments n'est donc pas directement affectée par la table.

Le travail de simulation avec des plaques immergées a cependant mis en évidence l'importance de la succession de ces dernières (équivalent au parc) pour la dynamique sédimentaire.

[3] Acoustic Doppler Velocimeter

2. Effet du parc sur les vagues

L'échelle du parc est plus appropriée pour étudier l'impact des structures ostréicoles sur les vagues et les modèles hydrodynamiques. À cette échelle, le parc a une influence sur les vagues (Kervella, 2010b). Les suivis in-situ permettent de mettre en évidence l'impact significatif d'un lotissement de tables (équivalent à un parc) sur les vagues mais également sur les contraintes de cisaillement sur le fond résultant de ces vagues (Kervella, 2010b). En effet, plusieurs plaques ensemble entrainent l'apparition de points d'arrêt ou de zone à faible vitesse proche du fond et sous la plaque.
L'utilisation de plaque pour la modélisation de l'influence des tables sur les vagues permet de tester différentes situations. Ainsi la modélisation en double rangée pour imiter un parc a permis d'observer (Kervella, 2010b) :

- Pour des vagues basses fréquences : Formation de tourbillons sous les plaques. Ces tourbillons restent sur le « parc », ils ne se propagent pas sur un autre parc. Des tourbillons inter-plaques se forment également.
- Pour des vagues hautes fréquences : Seuls des tourbillons inter-plaques sont formés

Ces simulations sont menées pour des tables de différentes hauteurs (de 50 à 75 cm). Il apparait que plus la table est basse et plus l'exhaussement des fonds augmente (faible distance table/fond), alors les interactions tourbillons/sédiments au fond augmentent (Kervella, 2010b). Ceci entraine alors l'augmentation des phénomènes d'érosion et de remise en suspension.

Il y a près de 40 ans, il avait été montré que les parcs ostréicoles entrainaient une baisse de 30 à 50% de la hauteur des vagues (Sornin, 1981). Ces résultats ont été précisés des années après notamment l'effet de la hauteur d'eau sur l'impact de ces parcs sur les vagues (Tableau 6).

Tableau 6 : Effet du parc sur la hauteur des vagues (d'après Kervella, 2010b)

À grande hauteur d'eau	À faible hauteur d'eau
75% des vagues longues (plus de 7 secondes) sont atténuées de 20 à 40% de leur hauteur. 80% des vagues courtes ont une atténuation de moins de 10% de leur hauteur.	Quel que soit le type de vagues : forte atténuation (plus de 20% de la hauteur).

Contrairement à la table simple, le parc a un impact très significatif sur les vagues (Tableau 6). Le parc peut être visualisé comme un obstacle hydrodynamique à la houle et donc à la propagation des vagues (Birben et al., 2007). Si les hauteurs de vagues diminuent, alors les contraintes de cisaillement sur le fond induites par les vagues diminuent également. Le flux d'érosion des sédiments ainsi que leur remise en suspension se trouvent alors diminués.

B. Effet de l'activité conchylicole sur les courants du bassin charentais

Depuis plusieurs années, plusieurs travaux expliquent les effets de l'action anthropique sur le bassin, notamment les transformations géomorphologiques (Verger, 1968 et Bertin et al., 2005) entrainant à leur tour des modifications des actions des courants de marée dans le bassin de Marennes-Oléron (cf Partie 2, III, page 49).

1. Impact de la table ostréicole sur les courants

À l'inverse de ce qui a été observé à l'échelle locale pour les vagues, il se trouve que la table a un effet significatif sur les courants (Kervella, 2010b). En effet, cette dernière modifie la vitesse des courants entre et sous la table : jusqu'à 50% de moins à marée montante (Sornin 1981 et Kervella, 2010b). À la descendante, le courant est plus important dans l'allée (+ 40% de vitesse).

La direction des courants est également modifiée. Il y a une réorientation des vecteurs vitesses : jusqu'à 15° de déviation à marée montante et 20° à marée descendante (Kervella, 2010b).

Dans le bassin conchylicole de Marennes-Oléron, les tables ostréicoles peuvent être disposées sur les bancs suivant trois configurations (Figure 12) selon les courants :

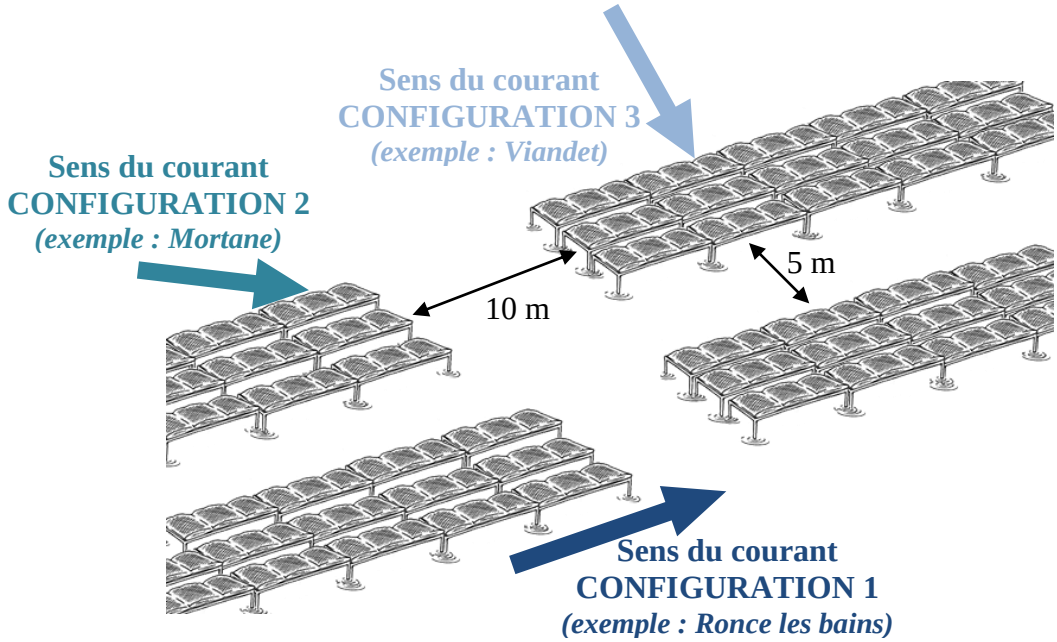

Figure 12 : Schéma représentant l'orientation des tables suivant le sens du courant

Le travail de simulation de Kervella (2010b) a permis de mettre en évidence les modifications hydrosédimentaires engendrées par la table et ce suivant ces trois configurations.

<u>Configuration 1 : Courant parallèle aux tables ostréicoles</u> (Figure 12)
Modifications significatives du courant sous la table : décélération de 60 à 80% de sa vitesse initiale d'après les modélisations numériques (logiciel FLUENT). Cette baisse de la vitesse des courants qui s'étend de la table au fond entraine des changements dans le transport des

sédiments. Des zones préférentielles de dépôts de sédiments apparaissent comme la zone sous les poches qui est propice au développement d'une zone d'envasement.

Configuration 2 : Courant arrivant sur les tables avec un angle de 15° environ (Figure 12)
Le courant perd de la vitesse sous la table, dans les premiers mètres de la ligne (20 à 40% d'atténuation de la vitesse d'après les modélisations). Le courant reprend de la vitesse en fin de ligne de table.
Avec cette configuration et contrairement à la configuration 1, les zones de décélération se trouvent dans les allées. Ces zones peuvent être le lieu propice à un éventuel envasement.

La configuration 2 entraine également une modification du sens du courant proche du fond, sous les tables ostréicoles.

Configuration 3 : Courant perpendiculaire aux tables ostréicoles (Figure 12)
Création de zones d'accélération au dessus et en dessous de chaque table : + 10% de vitesse de courant.
Cette configuration n'entraine pas de modifications des contraintes de cisaillement sur le fond. Il n'y a donc pas d'impact direct de la table sur la dynamique de sédimentation.

À noter que dans le cas de la 3ème configuration, un effet de la succession de deux tables est observable (Kervella, 2010b) : dissipation de l'énergie du courant du aux fortes contraintes après la 1ère table (x 25) et après la 2ème table ostréicole (x 35). La modification de la contrainte sur le fond pour la remise en suspension des particules sédimentaire entraine donc une augmentation de l'envasement localement.

Quelle que soit la configuration considérée, aucune ne semble modifier les contraintes de cisaillement des sédiments sur le fond. Il n'y a donc pas d'impact sur la remise en suspension des particules sédimentaires. Cependant, la contrainte totale augmente entrainant alors une forte dissipation de l'énergie du courant par turbulence. L'intensité des forçages hydrodynamiques est alors elle aussi fortement diminuée générant ainsi des zones de dépôt autour des tables.
L'orientation des tables par rapport au courant principal est donc importante pour le transport des sédiments.

2. Impact du parc sur les courants

Avec la bathymétrie qui augmente, le courant est amorti (cf Partie 1.II.A.2., page 17) créant ainsi à l'échelle d'un parc un gradient de taille de sédiment entre le haut et le bas d'estran. Cependant ceci peut être modifié avec l'activité ostréicole.
En effet, le travail in situ de Kervella (2010b) a mis en évidence un impact significatif du parc sur la propagation des courants : diminution des vitesses de courant jusqu'à 60% en début de flot et 40% en fin de jusant. L'atténuation de ces vitesses est d'autant plus grande que la hauteur d'eau est faible tout particulièrement lorsque la marée descend.
Cette atténuation s'étend sur toute la colonne d'eau.

À l'échelle du parc, l'atténuation de la vitesse des courants couplés à la diminution des contraintes de cisaillement des vagues sur le fond entrainent le développement de zones propices à l'envasement.
Ces zones de décélération des courants, et donc de sédimentation, avaient déjà été observées par Sornin en 1982. En effet, des sédiments plus fins étaient observés aux endroits où l'activité ostréicole est la plus forte (Sornin, 1982).

Il y a une dizaine d'années, la profession conchylicole a enclenché de grandes phases de restructuration des parcs ostréicoles afin d'améliorer les conditions hydrosédimentaire du bassin. Kervella Y. explique qu'à l'heure actuelle aucune prédiction sur le long terme ne peut être faite quant à l'efficacité de ces restructurations sur l'hydrodynamisme et donc le transport des sédiments.

Tableau 7 : Récapitulatif des impacts table et parc ostréicoles sur les forçages hydrodynamiques

Impact à l'échelle de la table	Impact à l'échelle du parc
Plus de turbidité sous la table.	Diminution des contraintes de cisaillement des vagues sur les sédiments du fond. Atténuation de la vitesse du courant.

Les lotissements de tables formant les parcs ostréicoles ont donc un rôle « protecteur » des sédiments en dépôts vis-à-vis des forçages hydrodynamiques (Tableau 7) : la diminution du courant associée à la baisse des contraintes de cisaillement et à l'augmentation de la turbidité (Tableau 7) entraine donc une absence de remise en suspension des particules sédimentaires et donc un envasement au niveau du lotissement de tables.

Malgré le fait que les installations ostréicoles modifient la dynamique hydrosédimentaire locale et jouent un rôle dans le phénomène d'envasement, les modélisations numériques réalisées en baie du Mont Saint Michel par Kervella (2010b), indiquent que cet effet reste localisé dans la zone d'implantation des structures ainsi que ses proches abords. Aucune modélisation numérique n'a été entreprise dans le bassin de Marennes-Oléron afin de savoir si ce résultat est également vérifié dans le bassin charentais.

C. Impacts des activités ostréicoles sur la sédimentation du bassin de Marennes-Oléron

Au vu de l'impact significatif du parc ostréicole sur les forçages hydrodynamiques, la sédimentation s'en trouve alors modifiée. L'activité conchylicole créée une pression sur la dynamique sédimentaire (Sornin 1982 et 1984, Robert et al., 2006).

La partie Sud du domaine occidental (Figure 2) présente des modifications de faciès sédimentaires dues aux activités conchylicoles (Kervella, 2010a). La production de fèces et pseudo-fèces par les huîtres représente une biodéposition sur le fond ayant un fort de taux de

sédimentation. En effet, ils sont essentiellement composés d'éléments fins à forte teneur en matière organique, augmentant ainsi la cohésion des particules sédimentaires et donc leur résistance à l'érosion (Sornin, 1981).

La biodéposition correspond aux particules organiques et inorganiques (fèces et pseudo-fèces) rejetées par les organismes filtreurs et qui sédimentent. Dans le cas du bassin de Marennes-Oléron, l'huître est l'animal responsable en majeure partie de cette biodéposition. *Crassostrea gigas* retient les particules de 5 à 100 µm (Shumway et al., 1985). Parmi elles, une partie est triée et rejetée : le pseudo-fèces (Bernard, 1974) et l'autre partie est intégrée par l'huître pour être finalement rejetée : les fèces.
En 1981, Sornin a quantifié ces biodépôts : pour une huître cela représenterait maximum 45g/ gramme de chair sèche /mois (Sornin, 1981). L'importance des effets de la biodéposition dépend donc de la densité et de la biomasse des huîtres sur la zone étudiée.

Comme expliqué précédemment, ces biodépôts entrainent des modifications physico-chimiques des sédiments au fond modifiant donc leur comportement rhéologique face aux forçages hydrodynamiques du bassin (Ottmar et Sornin, 1982). Selon plusieurs études, c'est cette biodéposition qui est le grand responsable de l'exhaussement des fond (Sornin, 1981, Bouchet et al., 2007).

L'assimilation et la dispersion pour les cultures intertidales de ces biodépôts est principalement due à la vitesse des courants et des vagues (Forrest, 2007). Findlay a notamment démontré qu'une accélération de la vitesse des courants associée à une augmentation des contraintes engendrées par les vagues, permettaient de nettoyer ces biodépôts sur le fond (Findlay et al., 1997).

Concernant la zone inférieure du domaine oriental (Figure 2), on y retrouve des bouchots d'élevage et des reliquats d'installations ostréicoles constituant des obstacles hydrodynamiques. De plus, cette zone présente une population importante d'huîtres sauvages entrainant une forte biodéposition sur le fond (Sorinin et al., 1983). Ces deux éléments entrainent une mauvaise voir une absence de communication entre le domaine oriental et le coureau central (Figure 2).
On retrouve le même phénomène : action hydrodynamiques des tables et biodéposition dans les zones conchylicoles du domaine central (Figure 1).

Un suivi sur le parc de Lamouroux (Kervella, 2010a, Figure 8), a permis d'observer la variation sédimentaire sur zone avant et après l'installation des tables ostréicoles (enlèvement des tables réglementaire, cf Partie 2, II.B.2., page 42).

- Avant la mise en place des tables ostréicoles (avril-juin), les faciès sédimentaires sont essentiellement sableux.

- Après la disposition des tables sur zone (juillet-novembre) : Augmentation de la fraction fine des sédiments superficiels due au dépôt de particules sédimentaires alors « protégées » par les tables.
La vitesse d'envasement est alors de 10 mm/mois dans les allées et 15 mm/mois sous les tables (Kervella, 2010a). La propagation de l'envasement sous tables aux zones adjacentes (allées) entraine un délai de propagation. Le maximum de dépôt de vase sous les tables et dans les allées est ainsi décalé dans le temps : septembre sous les tables et octobre dans les allées (Kervella, 2010a).

- En hiver (décembre-mars) : Le banc de Lamouroux étant un banc de finition, de nombreuses poches sont retirées à cette période afin de commercialiser les huîtres. Les parcs présentent donc moins de poches et de tables qu'en été. Cette baisse d'activité sur zone, associée aux conditions météorologiques hivernales (tempêtes) entrainent un nettoyage des fonds et le retour de la fraction sableuse. Cette dernière est intacte sous les tables car elle se trouve être protégée le reste de l'année par la vase et les tables. Dans les allées, les tempêtes hivernales, peuvent, suivant leur intensité, éroder la fraction sable avec la fraction vase.

IV. Autres processus impliqués dans les modifications hydrosédimentaires du bassin de Marennes-Oléron

Les installations conchylicoles participent donc à la dynamique de sédimentation qui entre en jeu dans l'envasement du bassin de Marennes-Oléron. Cependant d'autres phénomènes sont impliqués.

A. Biostabilisation et biodéstabilisation

Un des autres phénomènes naturel responsable de modification sédimentaire dans le bassin est la biostabilisation/biodéstabilisation (Kervella, 2010a). Ce mécanisme correspond à l'action directe ou indirecte des organismes sur les sédiments (Widdows et al., 2002).
Kervella S. mentionne notamment l'exemple des zones de développement de la végétation sur la côte, tels que les herbiers qui constituent des zones d'amortissement important des courants de marée (Kervella, 2010a). Une augmentation de la sédimentation est alors constatée.
Ces sédiments ne sont ensuite remis en suspension que lors d'épisodes de fortes agitations (tempêtes hivernales par exemple) (Paterson et Black, 1999).

À l'inverse, les microorganismes ont un rôle stabilisateur des fonds sédimentaires grâce à leur production d'EPS[4] (Tolhurst et al., 2000). En effet, ces polymères naturels influencent les caractéristiques rhéologiques des particules sédimentaires : les EPS permettent d'augmenter la cohésion des sédiments ainsi que d'augmenter leur résistance à l'érosion (Tourney et al., 2014).
Cependant il semble que dans les zones à fort marnage, l'action dynamique de la marée (courants) soit supérieure à celle de la biostabilisation/biodéstabilisation (Wintervep et Van Kesteren, 2004). Le bassin de Marennes-Oléron ayant un marnage moyen de 8,6 m (Kervella, 2010a), l'impact des phénomènes de biostabilisation/biodéstabilisation des organismes pourrait ne pas être significatif.

[4] Extracellular Polymeric Substance

B. Bioturbation

La bioturbation correspond aux processus de remaniement des sédiments par l'activité des organismes vivants dans le milieu. Cette action de bioturbation participe aux transferts de composés chimiques ou nutritifs dans l'écosystème, mais également au mélange de couches sédimentaires des fonds marins (Gilbert, 2003, Vénin, 2018). L'activité de la faune benthique intervient donc sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des sédiments
Les remaniements physiques (galeries…) (Kervella, 2010a) associés aux mouvements de particules et solutés dans l'interface sédimentaire (Gilbert, 2003) engendrés par ces organismes benthiques ont également un effet sur les caractéristiques des sédiments.
Les actions de la faune benthique font que cette dernière gouverne la répartition de la matière organique sur le fond (Gilbert, 2003). Or la cohésion des particules sédimentaires et donc leur résistance à l'érosion est fonction de la teneur en matière organique dans le sédiment (Sornin, 1981).

La bioturbation semble pouvoir ainsi modifier le comportement rhéologique et donc le fonctionnement de l'interface sédimentaire.
De plus, les processus hydrodynamiques sont en lien avec ce processus de bioturbation (Vénin, 2018).

Ce phénomène biophysique entre donc bien en jeu dans la dynamique hydrosédimentaire du bassin. Aucuns travaux n'ont cependant quantifié l'impact de cette bioturbation sur la sédimentation et notamment dans le phénomène d'envasement du bassin de Marennes-Oléron.

PARTIE 2 – Étude de l'envasement et des moyens de lutte : Enquête auprès de la profession ostréicole

Ce travail d'enquête permet de mettre en évidence les ressentis des ostréiculteurs face à la problématique majeure de la profession : l'envasement. Cette enquête menée par le CREAA a pour objectif de recenser les pratiques de lutte contre l'exhaussement des fonds afin d'alimenter l'étude de nouveaux systèmes de dévasage éco-compatibles. Cette dernière étude s'insère dans le projet d'Innovations de la conchyliculture charentaise – Volet ostréicole, porté par le CRC17 et animé par le CREAA (2019-2021).

I. Méthodologie de l'étude

A. Préparation et application des enquêtes

1. Echantillonnage des entreprises et réalisation des enquêtes

Les enquêtes ont été menées auprès d'ostréiculteurs charentais choisis au hasard. L'échantillon d'enquêtés est composé de professionnels du bassin de Marennes-Oléron, de la baie d'Yves et de l'ile de Ré (Figure 13).

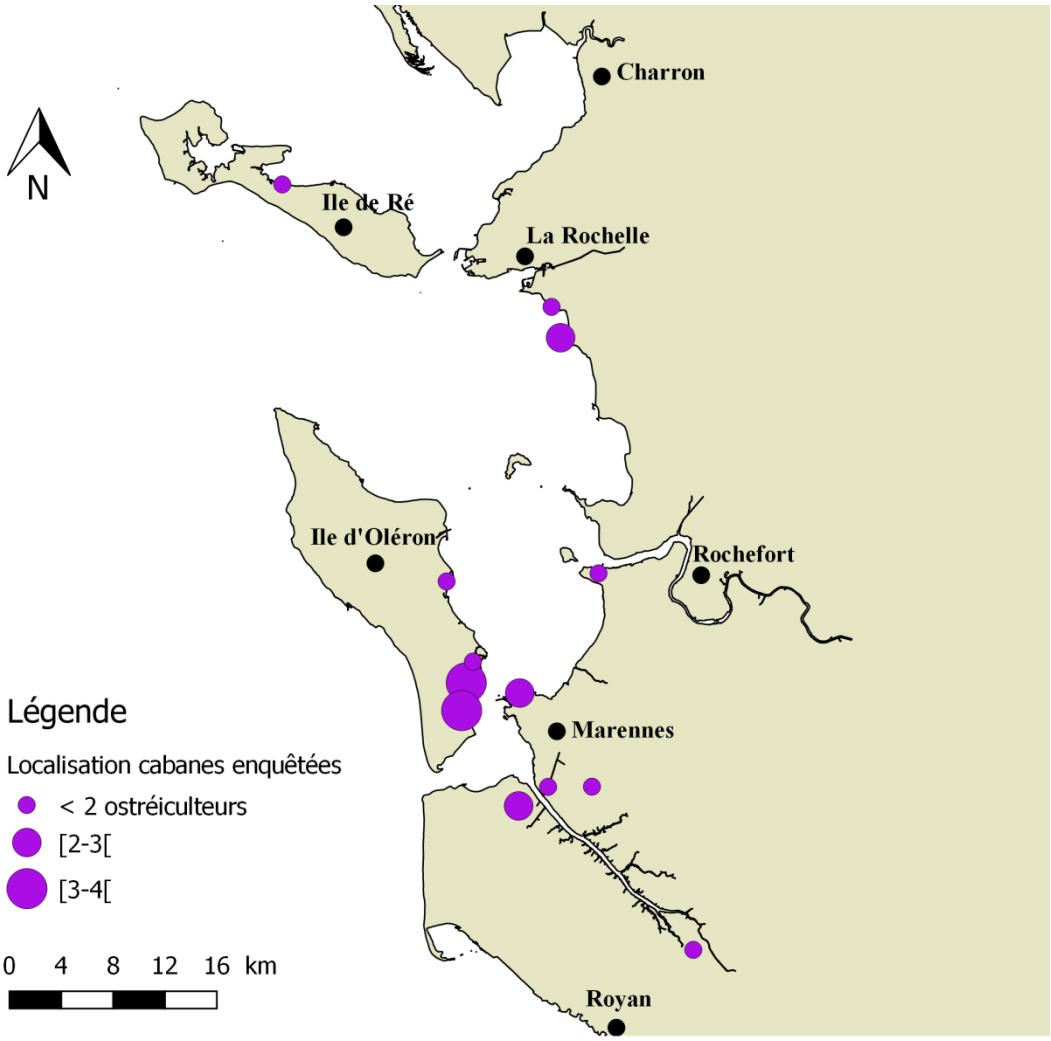

Figure 13 : Carte de répartition des entreprises ostréicoles enquêtées

16 professionnels se situent dans le bassin de Marennes-Oléron, 3 ostréiculteurs sont en baie d'Yves et enfin seul un professionnel de l'ile de Ré a été enquêté (Figure 13). Parmi ces professionnels, 50% produisent exclusivement dans le bassin de Marennes-Oléron (Figure 14). Un quart des ostréiculteurs enquêtés produit à la fois à Marennes-Oléron et dans un bassin extérieur (Normandie, Bretagne, Portugal et Irlande) (Figure 14).

Cet échantillon permet donc de connaitre les pratiques de dévasage et les ressentis des professionnels de différents sites de production charentais présentant des états d'envasement différents. Les conditions de production dans les bassins extérieurs seront également abordées grâce aux ostréiculteurs ayant délocalisé une partie de leur production.

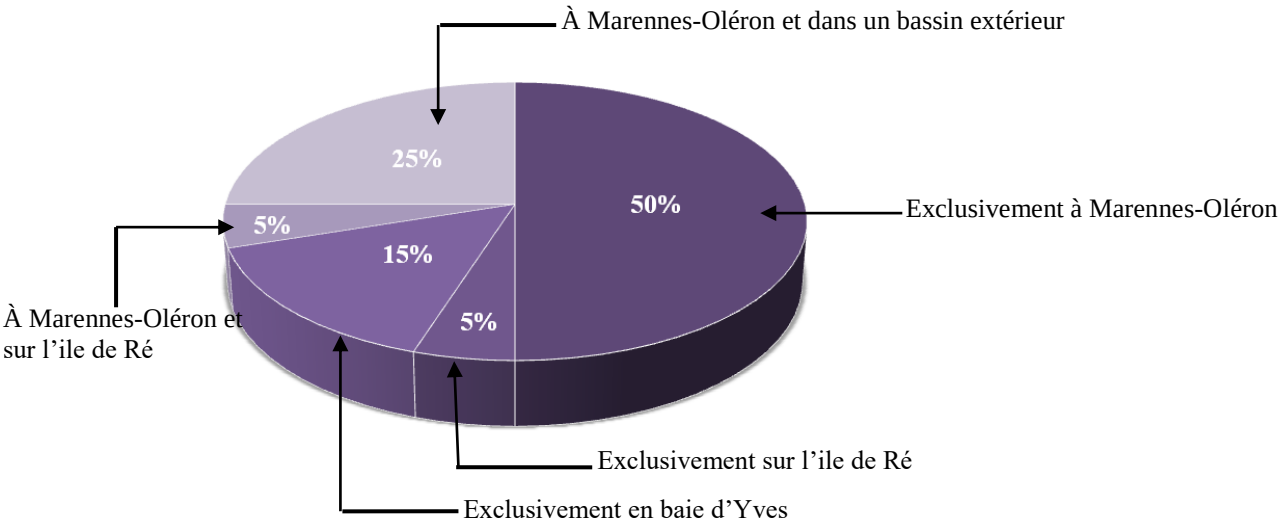

Figure 14 : Descriptif des zones de production des ostréiculteurs enquêtés

Les enquêtes ont été menées en direct chez l'ostréiculteur par la personne en charge de l'étude au CREAA. Seul un professionnel a répondu aux questions par téléphone pour des raisons de calendrier.
La méthodologie de réalisation des entretiens utilisée dans le cadre de cette enquête est celle du semi-directif. Afin de recueillir les ressentis des ostréiculteurs sur le phénomène d'envasement et de rendre explicite les représentations des professionnels, un entretien dit compréhensif a été mené pour une partie des questions. Cette technique permet aux conchyliculteurs de répondre librement aux thèmes et questions abordés par l'enquêteur.
La majeure partie des enquêtes s'est déroulée de mi-mai 2019 à début août 2019.

2. Constitution du questionnaire

Le questionnaire (Annexe 1) est composé de questions de type fermées, semi-ouvertes et ouvertes afin de pouvoir récolter l'ensemble des données nécessaires à l'étude.
Ces questions permettent de recueillir des informations qualitatives pour étudier les pratiques de dévasage des ostréiculteurs ainsi que leur ressentis face à l'évolution de l'envasement et aux solutions potentielles à envisager.

Le questionnaire se divise en quatre grandes thématiques :

- Présentation de l'entreprise, de ses sites d'élevage (en Charente-Maritime et à l'extérieur) et de leur état d'envasement. Ces questions permettent de localiser les zones d'estran exploitées et l'état d'envasement actuel observé par les ostréiculteurs.
- Pratiques de dévasage employées. Cette partie permet de recenser les systèmes de dévasage utilisés ainsi que leurs avantages et inconvénients. Elle permettra de nourrir l'étude des nouveaux systèmes dévasage du projet Innovations conchylicole.
- Questions ouvertes sur le phénomène d'envasement. Ces questions permettront d'appréhender le ressenti de la profession face à la montée de la vase, ainsi que leur vision depuis quelques années et l'impact sur leur entreprise.
- Étude d'un nouveau système de dévasage. Cette dernière partie a pour but d'alimenter l' « étude de nouveaux systèmes de dévasage » du projet d'Innovation conchylicole. Elle permet de recueillir les idées ainsi que les points essentiels à faire figurer dans le cahier des charges fonctionnel du potentiel nouveau système de nettoyage.

B. Analyse et traitement des données

1. Retranscription en base de données

Les enquêtes réalisées sur le terrain constituent des données brutes qui ont permis de mettre en place la base de données nécessaire aux analyses. Elle est constituée de 35 variables qualitatives codées ou non. Ces données vont permettre de réaliser des analyses descriptives sur les pratiques de dévasage ainsi que sur le ressenti des ostréiculteurs enquêtés.

2. Analyse et synthèse des résultats

L'analyse faite à partir des données de cette enquête a été menée de façon descriptive afin de décrire les pratiques de dévasage usuelles. Leurs avantages et leurs inconvénients selon les professionnels enquêtés ont également été décrits. Cette analyse permettra de nourrir l'étude comparative des systèmes de dévasage actuels menée dans le cadre du projet Innovation de la conchyliculture charentaise – Volet ostréicole (2019-2021).

L'analyse des ressentis des ostréiculteurs face à la problématique qu'est l'envasement, est basée sur la retranscription des réponses aux questions ouvertes. L'étude des entretiens compréhensifs permet de définir des thèmes communs, source de débats, où les éleveurs font part de leurs ressentis sur le sujet. La base de données permet de collecter les réponses aux questions ouvertes retranscrites mot à mot.
Huit questions ouvertes ont été posées aux professionnels lors de ces enquêtes. Des questions portent sur leurs ressentis face au phénomène d'envasement ainsi que leur perception de l'évolution de ce problème. Enfin, d'autres questions portent sur la recherche de nouveaux systèmes de dévasage :

- Ce qui a déjà été testé et pourquoi cela n'a pas fonctionné
- Les points à travailler (matériaux, forme…)
- Les critères obligatoires et à l'inverse les critères rédhibitoires du futur système de dévasage

Cette dernière partie permettra d'émettre des pistes quant au cahier des charges fonctionnel du futur système de dévasage éco-compatible.

II. Les pratiques de dévasage des ostréiculteurs charentais

L'enquête réalisée auprès des 20 professionnels charentais a permis de mettre en évidence que chaque ostréiculteur utilise différentes techniques adaptées à leur parc (type de vase, niveau d'envasement, …). Ainsi **75% de professionnels enquêtés pratiquent à la fois le dévasage avec laveurs, dit passifs, et également le dévasage actif**. 15% n'utilisent que des moyens actifs pour nettoyer la vase de leurs concessions. À noter que 3 professionnels n'ont aucune stratégie de nettoyage puisqu'ils n'ont pas de vase, ou que cette dernière est lavée avec le courant. Il n'y a donc pas nécessité de mettre en place un système de dévasage. Ces professionnels sont tous situés sur l'ile de Ré et en baie d'Yves (Figure 13).

A. Les systèmes de dévasage de type passifs

1. Les laveurs utilisés par la profession ostréicole charentaise

À l'heure actuelle il existe de nombreux systèmes de laveurs, conçus par les professionnels pour s'adapter aux conditions du parc : type de sédiment, niveau d'envasement, courant, pratiques d'élevage sur site… On notera que 3 systèmes de nettoyage anecdotiques ont été mentionnés au cours de ces enquêtes (Figure 15). Le laveur « sac plastique » consiste à attacher des sacs plastiques sous les tables. Ces derniers bougent avec le courant et limitent l'accumulation de sédiments sous les structures d'élevage. Les deux autres systèmes anecdotiques sont des créations d'un professionnel, dérivées du système de lamelles caoutchouc sous table et de la guirlande caoutchouc au sol.

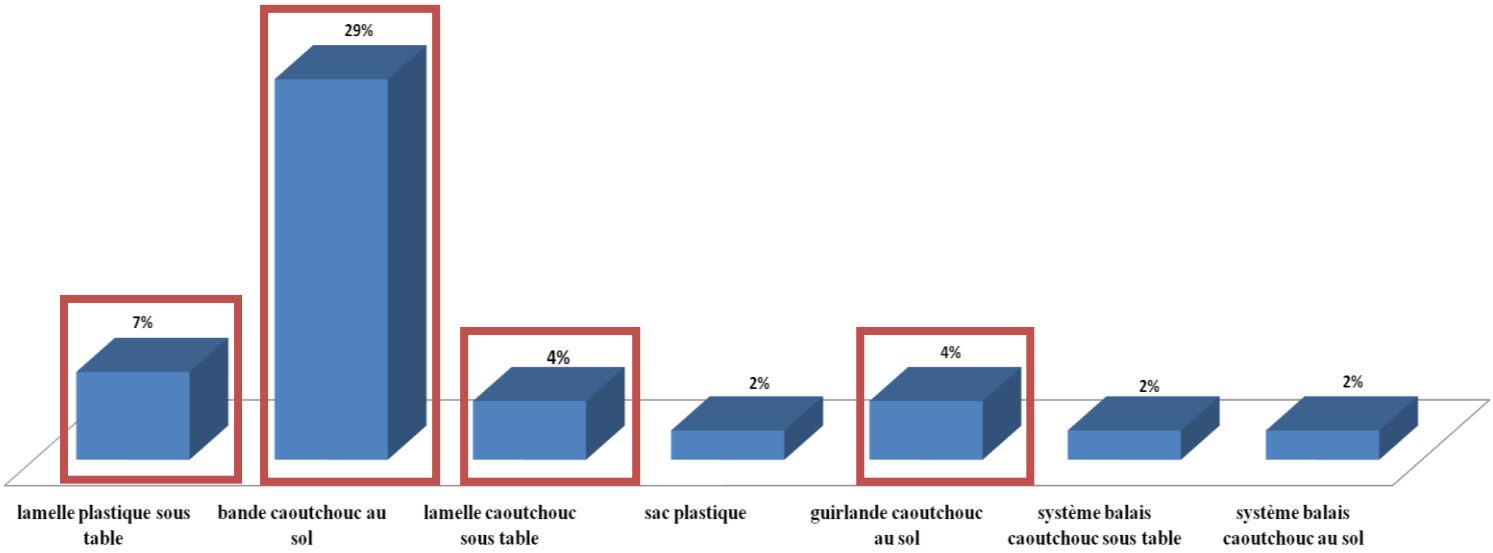

Figure 15 : Utilisation des systèmes de dévasage de type "laveurs" par les ostréiculteurs enquêtés

L'enquête a permis de mettre en évidence **4 systèmes de dévasage passifs utilisés de façon régulière** par une grande partie de la profession (Figure 15) : la bande caoutchouc au sol, les lamelles plastiques sous les tables, les lamelles caoutchouc sous table et le système de guirlande avec lamelles caoutchouc ou plastiques au sol. Le tableau 1 permet de décrire leur composition et fonctionnement. Le référentiel « Les systèmes de dévasage utilisés en ostréiculture charentaise – Synthèse des moyens de lutte contre l'envasement » (Carpentier, 2019) permet de synthétiser les informations concernant ces systèmes de dévasage.
Il faut noter que malgré l'interdiction d'utiliser le plastique pour nettoyer les parcs (DDTM, 2015) pour des raisons écologiques, les professionnels continuent à l'employer.

Tableau 8 : Description des 4 principaux laveurs utilisés

	Photo	Description
Bande caoutchouc au sol		Ce laveur est fabriqué en caoutchouc. C'est une bande d'environ 20 cm de largeur et de plusieurs mètres de long. Les bandes sont disposées sur le sol sur toute la concession. Plus le parc est envasé, plus les bandes sont rapprochées. L'intervalle moyen entre deux bandes est généralement de 1 m. Les bandes de caoutchouc sont mises en mouvement par le courant permettant un nettoyage progressif et régulier de la concession.
Lamelles plastiques sous table		Le laveur est constitué de bandes mesurant en moyenne 50 à 60 cm de longueur et 20 cm de largeur. Ces mesures sont ajustées suivant le parc ciblé. Les bandes de dévasage sont en plastique dur ou en bâche plastique souple. Les laveurs sont positionnés sous chaque table à intervalle réguliers. Plus le parc est envasé, plus le nombre de laveurs par table est important. Par exemple, sur une table de 1,5 m un professionnel explique installer entre 6 et 11 laveurs suivant le niveau d'envasement du parc. Les lamelles sont mises en mouvement par le courant permettant un nettoyage régulier et progressif du sol de la concession.
Lamelles caoutchouc sous table		Ce type de laveur est fabriqué de la même manière que les lamelles plastiques sous table, mais le plastique est remplacé par des bandes de caoutchouc. La mise en place et son fonctionnement sont identiques.
Guirlande au sol		Ce laveur est constitué d'un bout de 8 mm en général et de bandes caoutchouc ou plastiques disposées tous les mètres le long de ce bout. Les lamelles caoutchouc ou plastiques mesurent 20 cm de largeur et généralement 1 m de longueur. Les guirlandes sont disposées sur le sol sur toute la concession. Plus le parc est envasé, plus les guirlandes sont rapprochées. L'intervalle moyen entre deux systèmes est généralement de 1 m. Les guirlandes sont mises en mouvement par le courant ce qui permet un nettoyage progressif et régulier de la concession.

2. Mise en évidence des avantages/inconvénients des laveurs actuels

Grâce à cette enquête, les professionnels ont partagé leurs avis sur l'utilisation de ces laveurs (Figure 15 et Tableau 8). Les ostréiculteurs interrogés ont ainsi fait ressortir les avantages et inconvénients de chaque système. Cette analyse permettra notamment de **construire les prémices du cahier des charges fonctionnel pour un nouveau système de dévasage**.

Les avantages listés par les différents professionnels interrogés peuvent être regroupés en 3 catégories : efficacité, mise en œuvre/installation et fonctionnement du système de dévasage. De même les inconvénients peuvent être classés selon 5 catégories : efficacité, mise en œuvre/installation, fonctionnement, coût et entretien des laveurs. Les avantages et inconvénients de chacun des systèmes de dévasage ont été regroupés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Avantages, inconvénients des laveurs utilisés par la profession

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Bande caoutchouc au sol	+ Système efficace + Pas de retrait de table + Nettoyage régulier + Nettoyage progressif + Peut être laissé en place toute l'année	- Dépendance au courant - Attention à l'orientation pour qu'il soit efficace - Pas suffisant seul, il faut un nettoyage mécanique - Pas adapté à tous les types de vase - Coût (5€/kg de caoutchouc) - Installation chronophage - Nécessité d'entretenir le système : captage de moules et d'huîtres, envasement - Risques de cassure - Doit être retiré pour passer le cercle
Lamelles plastiques sous table	+ Fonctionne + Nettoyage régulier + Nettoyage progressif + Peut être laissé en place toute l'année	- Pas assez efficace - Pas adapté à tous les types de vase - Installation chronophage - Nécessité d'entretenir le système : captage de moules et d'huîtres - Envasement du système en été - Ne fonctionne pas toute l'année - Pas suffisant seul, il faut un nettoyage mécanique - Dépendance au courant
Guirlande au sol	+ Pas de retrait de table + Nettoyage régulier + Nettoyage progressif + Peut être laissé en place toute l'année	- Dépendance au courant - Attention à l'orientation pour qu'il soit efficace - Pas suffisant seul, il faut un nettoyage mécanique - Système pas adapté à tous les types de vase - Coût (5€/kg de caoutchouc) - Temps de mise en place - Nécessité d'entretenir le système : captage de moules et d'huîtres - Envasement du système en été - Les bandes peuvent couper - Doit être enlevé pour passer le cercle

Lamelles caoutchouc sous table	+ Efficace + Pas de retrait de table + Nettoyage régulier + Nettoyage progressif + Entretien, maintien un niveau de vase minimum + Peut être laissé en place toute l'année	- Dépendance au courant - Pas suffisant seul, il faut un nettoyage mécanique - Système pas adapté à tous les types de vase - Coût (5€/kg de caoutchouc) - Installation chronophage - Nécessité d'entretenir le système : captage de moules et d'huîtres - Envasement du système en été - Ne fonctionne pas toute l'année - Elles doivent être enlevé pour passer le cercle

- Inconvénients -

Ce travail d'enquête a permis de mettre en évidence des inconvénients communs à tous ces laveurs (Tableau 9). Les principaux selon les ostréiculteurs enquêtés sont :

- **L'absence de mouvement de ces systèmes de dévasage durant 6 mois** de l'année (période estivale) entrainant un envasement des laveurs.
- **Pas de système de dévasage unique** : il s'avère que ces laveurs ne fonctionnent pas pour tous les types de sédiment. Un professionnel explique notamment que les bandes caoutchouc au sol fonctionnent sur de la vase dure contrairement aux lamelles plastiques qui marchent mieux sur la vase molle.

Concernant les laveurs en caoutchouc, **leur coût** (5€/kg de caoutchouc) apparait comme un inconvénient pour les professionnels et ce depuis quelques années (manque de chambre à air disponibles).
Enfin, l'entretien de ces laveurs a également été un point abordé lors de l'enquête. En effet, qu'il soit en plastique ou en caoutchouc, un important captage d'huîtres et de moules se fixe dessus, alourdissant le système et l'empêchant d'autant plus de bouger. **Les ostréiculteurs doivent donc nettoyer ces systèmes de dévasage au moins une fois/an. Ceci représente selon eux une tâche fastidieuse et chronophage pour leurs employés alourdissant le poste « entretien » de l'entreprise.**

- Avantages -

Les ostréiculteurs interrogés dans le cadre de cette étude ont fait ressortir le même avantage pour tous les laveurs : c'est un **nettoyage progressif et régulier** (Tableau 9). En effet, contrairement aux systèmes mécaniques (cf. Partie 2.II.B, p 41) qui retirent de grosses quantités de vase en une seule fois, ces moyens de dévasage permettent de retirer la vase toute l'année et ce, sur des petites quantités journalières. Ces systèmes de nettoyage ont ainsi, selon la profession, **moins d'impact sur l'environnement**.
Un autre avantage relevé par la profession est le gain de temps de travail induit par l'utilisation de ces laveurs :

- **Possibilité de laisser ces systèmes annuellement**, puisque les laveurs ne gênent pas à l'exploitation des sites.
- **Pas de nécessité de retirer les tables** ostréicoles pour que ces laveurs soient mis en œuvre sur parc. Les professionnels s'affranchissent de cette tache de travail qui s'avère laborieuse (surtout en cas d'envasement prononcé du parc) et chronophage.

Malgré l'efficacité de ces laveurs sur le long terme, ils sont jugés par le professionnel comme un moyen d'entretenir et de maintenir un niveau de vase « satisfaisant » sur le parc. C'est

pourquoi **75% des ostréiculteurs interrogés utilisent un ou plusieurs types de laveurs associés à un système de dévasage actif.**

B. Les systèmes de dévasage actifs

1. Les techniques actives de dévasage utilisées par la profession ostréicole charentaise

L'enquête a permis de mettre en évidence qu'il existe à l'heure actuelle **trois moyens actifs de nettoyage de la vase** (Figure 16).

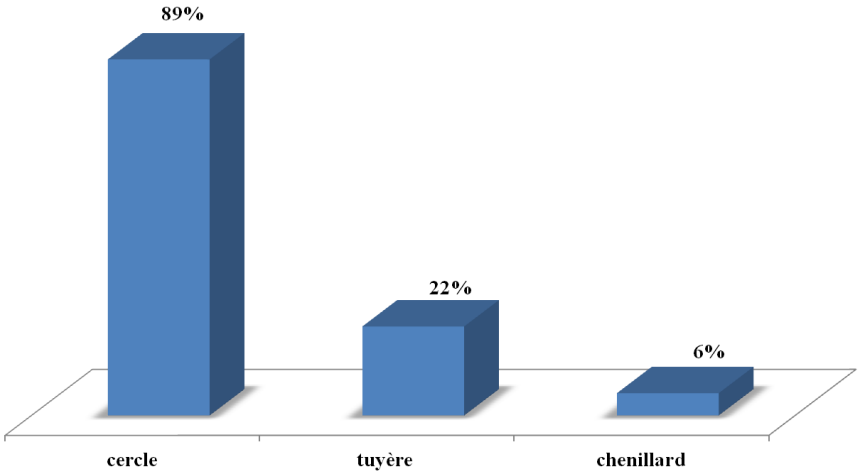

Figure 16 : Utilisation des systèmes de dévasage mécaniques par les professionnels enquêtés

Le référentiel « Les systèmes de dévasage utilisés en ostréiculture charentaise – Synthèse des moyens de lutte contre l'envasement » (Carpentier, 2019) permet de synthétiser les informations concernant ces systèmes de dévasage actifs.
Aujourd'hui le système actif le plus utilisé par les conchyliculteurs charentais (89% des enquêtés, Figure 16) est le **cercle ostréicole** (Figure 17).

Figure 17 : Photo d'un cercle ostréicole

Cet outil s'attache à l'arrière du chaland ostréicole et est ainsi tracté sur le sol du parc à nettoyer. Les conchyliculteurs réalisent des cercles sur l'eau afin de passer le système de dévasage sur toute la zone ciblée.
Pour pouvoir utiliser cette technique de nettoyage, le professionnel doit au préalable retirer toutes les installations mises en place sur le parc envasé.

Le **passage du cercle est réglementé par le Schéma des structures mis en place par la profession** : « utilisation autorisée annuellement du 1er novembre au 31 mai par coefficient égal ou supérieur à 70 et uniquement en période de jusant jusqu'à 1 heure avant la basse mer » (DDTM, 2015).

De **nouveaux systèmes de dévasage actifs ont été développés** par les ostréiculteurs : **la tuyère** depuis quelques années et plus récemment **le chenillard** (Figure 18).

Figure 18 : Les nouveaux systèmes de dévasage mécaniques : la tuyère (à gauche) et le chenillard (à droite)

Étant deux techniques assez récentes, peu de professionnels l'utilisent à l'heure actuelle (Figure 16).
A l'instar du cercle, il est prévu d'intégrer ces deux nouveaux systèmes de dévasage actifs dans le Schéma des structures (DDTM, 2015) afin de réglementer leur utilisation et ainsi avoir une meilleure gestion du nettoyage des bancs.

2. Mise en évidence des avantages/inconvénients des systèmes de dévasage actifs

Tout comme les laveurs, l'enquête a permis de mettre en évidence les avantages et inconvénients de ces types de systèmes de dévasage (Tableau 10).

Tableau 10 : Avantages et inconvénients listés par les professionnels pour les systèmes de dévasage actifs

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Cercle	+ Efficace + Pas de fatigue physique + Coût + Seul système nettoyant correctement	- Retrait des tables obligatoire - Enlèvement des tables et passage du cercle à coordonner avec les autres concessionnaires du banc (respect des périodes) - Temps de travail - Retrait de grosses quantités de vase en un passage : impact sur le sol et le milieu - Déplacement local de sédiments - Efficacité réduite dans le temps - Passage en maline (DDTM, 2015) : demande de l'organisation pour l'entreprise - Technique à acquérir
Tuyère	+ Efficace + Pas de retrait de table nécessaire + Travail à marée haute ne prend donc pas sur le temps de travail + Travail de précision + Permet de ressortir les laveurs envasés + Pas de fatigue physique	- Temps de travail - Retrait de grosses quantités de vase en un passage : impact sur le sol et le milieu - Déplacement local de sédiments - Efficacité réduite dans le temps - Pas adapté à tous les types de vase (vase dure) - Difficile à passer en cas de météo défavorable - Technique à acquérir - Plus facile à passer en mortes-eaux, mais les petits coefficients ne permettent pas l'évacuation des sédiments
Chenillard	+ Permet d'aplanir le sol	- Travail au bas d'eau - Ce système brasse beaucoup de matière

Le chenillard (Figure 18) étant très récent, seuls 2 professionnels du bassin de Marennes-Oléron possèdent et utilisent ce type d'outil. Il y a donc encore très peu de recul sur son utilisation (Tableau 10).
Concernant le cercle et la tuyère, **leur efficacité et l'absence de fatigue physique** sont deux avantages mis en avant par la majorité des ostréiculteurs (Tableau 10).
Pour ce qui est de leurs inconvénients, 4 thématiques reviennent pour ces deux systèmes de dévasage mécaniques :

- Le **temps de travail nécessaire pour passer l'outil** qui représente une tâche de travail conséquente pour les entreprises ostréicoles,
- Ce nettoyage actif est en réalité un simple **déplacement local de sédiments**
- Contrairement aux laveurs, ce n'est **pas un nettoyage progressif** : le cercle et la tuyère enlèvent de grosses quantités de vase à chaque passage.
- Leur manipulation avec le bateau requiert une **technique** qu'il faut apprendre au préalable afin d'assurer un nettoyage efficace de la concession

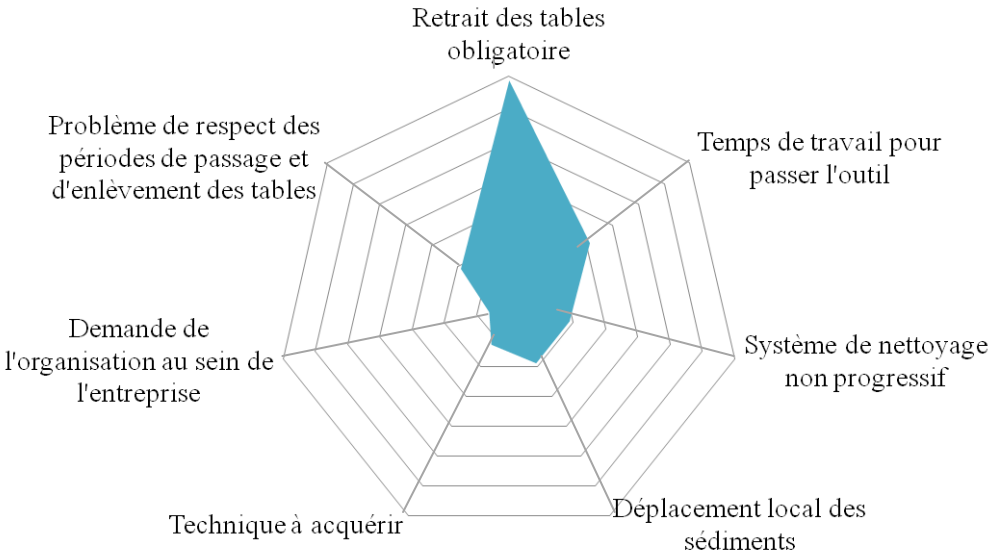

Figure 19 : Les inconvénients du cercle

Si on s'intéresse à l'exemple du cercle, près de **20% des enquêtés** estiment que ce nettoyage non progressif est un réel inconvénient. En effet, ils **redoutent un impact sur le sol et le milieu.**
On note également que **69% des ostréiculteurs interrogés et utilisant cet outil, expliquent que l'inconvénient majeur est l'obligation de retirer toutes les installations sur le parc** pour pouvoir passer le cercle (Figure 19). En effet, cette contrainte ajoute une charge de travail supplémentaire aux professionnels ainsi qu'une pénibilité physique.

Afin de coordonner les concessionnaires de chaque banc pour que le nettoyage se fasse dans une même période, des dates d'enlèvement obligatoire des tables et de passage du cercle ont été mis en place dans le schéma des structures (DDTM, 2015). Cet enlèvement de tables concerne des zones précises du bassin. Elles sont établies au préalable par les comités des bancs. Durant l'enquête, **61% des ostréiculteurs possédant des parcs à enlèvement de tables trouvent cela contraignant.** Cependant, **parmi ces professionnels, 40% trouvent que cela a un impact positif sur la qualité du sol** (Figure 20).

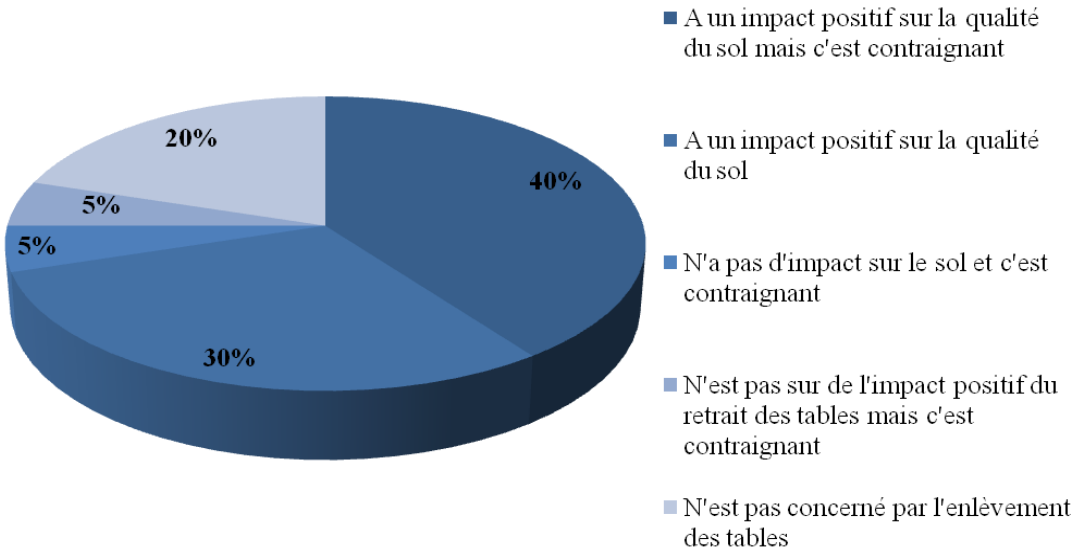

Figure 20 : Avis des ostréiculteurs sur l'enlèvement des tables

Peu de conchyliculteurs (5%) estiment que l'enlèvement des installations n'a pas d'impact sur la qualité du sol de leurs parcs (Figure 20).
Pour 30% des professionnels, l'enlèvement des tables ne représente pas une contrainte si une bonne gestion des parcs concernés est mise en place au sein de l'entreprise (Figure 20).
Finalement, **70% des ostréiculteurs concernés considèrent cette règlementation comme bénéfique pour l'environnement de leurs parcs (qu'elle soit une contrainte ou non)** (Figure 20).

Il faut noter que **20% des professionnels interrogés ont opté pour une stratégie d'élevage sans parc avec enlèvement** afin d'éviter de passer du temps à retirer les installations de leurs concessions.

À l'heure actuelle, le cercle est selon la majorité des ostréiculteurs enquêtés le système de dévasage (actif ou passif) le plus efficace. La tuyère apparue plus récemment commence à se développer au sein de la profession notamment car son passage ne nécessite pas obligatoirement un retrait de table (Tableau 10). Malgré tout, ces systèmes présentent des inconvénients pesant sur le temps de travail et l'organisation du poste « entretien » au sein de l'entreprise.

C. Évolution de ces systèmes

1. Les autres systèmes de dévasage testés par les professionnels

L'intérêt de cette enquête est également d'analyser les stratégies de dévasage dans le temps et de relever les évolutions des systèmes de dévasage utilisés : ce qui a fonctionné et au contraire ce qui n'a pas fonctionné, afin de pouvoir nourrir l'étude de nouveaux systèmes de laveurs.

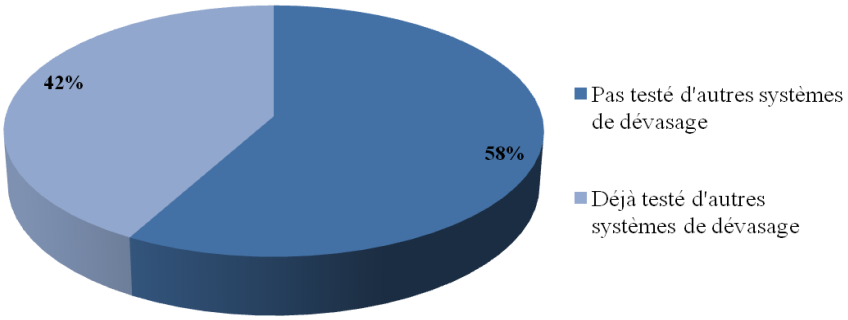

Figure 21 : Évolution des systèmes de dévasage chez les professionnels

Moins de la moitié des ostréiculteurs interrogés a testé d'autres techniques de dévasage (Figure 21). Ces autres systèmes de dévasage ont été mis en place dans deux cas de figures :

- Pour **trouver une méthode présentant de meilleurs résultats de nettoyage**
- Ce sont leurs **anciennes techniques de dévasage**

Quel que soit le cas de figure, la raison principale qui a poussé les professionnels à ne pas donner suite à certaines techniques est une contrainte de fonctionnement : le matériel casse, capte trop de moules…

Parmi ces autres systèmes de dévasage, on retrouve notamment certains systèmes listés précédemment dans les laveurs les plus utilisés à l'heure actuelle (cf. Partie 2.II.A, p 37). Ces derniers n'ont cependant pas été conservés sur certains parcs du fait de contraintes de fonctionnement ou de non efficacité. Par exemple, les bandes caoutchouc au sol sont inefficaces sur la vase molle.

Enfin d'autres systèmes testés sont notamment :

- Le système en « pieuvre » (plastique ou caoutchouc) testé par 20% des professionnels interrogés.
  Il consiste en un petit bloc de béton ou une bouteille plastique alourdie duquel sort des bandes de caoutchouc ou plastiques. Ces bandes sont mises en mouvement avec le courant.
  Ce système de dévasage fonctionne bien mais il se déchire trop facilement. De plus, quand les conditions météorologiques sont défavorables, ce laveur part avec le courant. Enfin c'est une action de nettoyage très localisée, il en faut donc beaucoup pour couvrir la zone à traiter.

- Le sac plastique testé par 30% des ostréiculteurs enquêtés.
  Ce système consistait à disposer des sacs plastiques (type sac d'engrais) sous les tables ostréicoles.
  Ce type de laveurs est très efficace contre la vase. De plus, aucun captage de moules n'est constaté dessus.
  Il a cependant été arrêté par les professionnels car devenu interdit en raison de problématiques environnementales.

2. Modification des pratiques de dévasage

Un des objectifs de cette enquête est donc d'étudier les évolutions possibles des stratégies de dévasage afin d'améliorer leurs efficacité sur l'entretien des parcs.

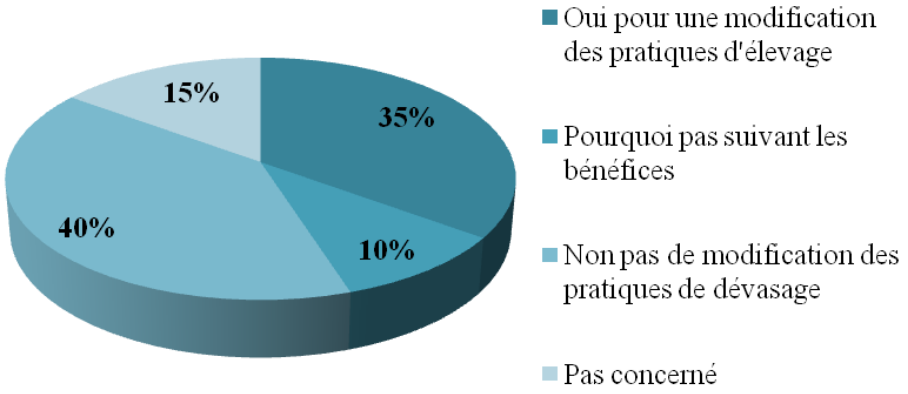

Figure 22 : Volonté des ostréiculteurs à modifier leurs pratiques de dévasage

50% des ostréiculteurs interrogés ne sont pas certains de vouloir modifier leurs pratiques de dévasage (Figure 22). Pour la majorité de ces professionnels, il est compliqué de mettre en place quelque chose de nouveau avec la profession, tant que celle-ci reste individuelle. Dans le cas du dévasage il est d'autant plus vrai que la réglementation actuelle (DDTM 2015) n'est toujours pas respectée. Enfin une autre raison de leur hésitation ou refus d'évolution est la volonté de constater au préalable l'efficacité du nouveau système de dévasage.

Le non respect de la réglementation pour gérer le nettoyage des concessions (enlèvement des tables, passage du cercle…), a été mentionné par tous les ostréiculteurs de l'enquête. Il constitue un réel problème puisque selon eux, un nettoyage perd en efficacité si le concessionnaire voisin ne nettoie pas sa concession à la même période.
L'idée d'apporter des modifications au Schéma des structures afin d'améliorer les conditions de gestion de l'envasement et le suivi de ces règles a donc été proposée aux professionnels enquêtés :

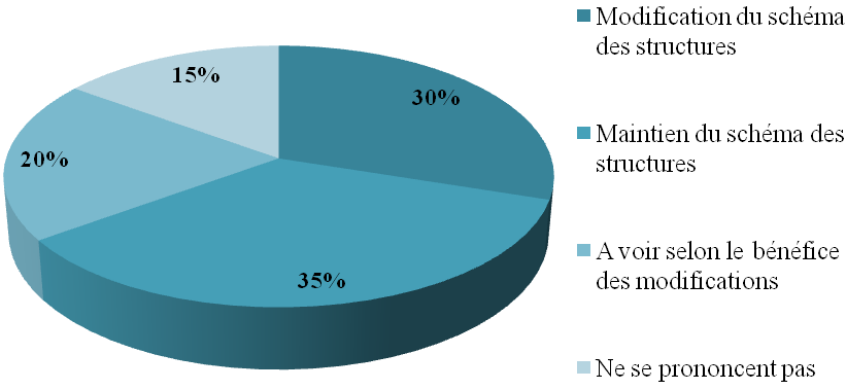

Figure 23 : Volonté des ostréiculteurs de modifier le schéma des structures

35% des ostréiculteurs ne souhaitent pas apporter de modification au Schéma des structures. Selon eux, ce schéma ayant été réalisé avec les conchyliculteurs et la DDTM, il est bien réfléchi (orientation des tables, allées…) et ne nécessite pas d'être amélioré.
Des remembrements sont également encore en cours de réalisation sur certains bancs.

Enfin, les professionnels expliquent qu'il n'est pas envisageable de modifier la réglementation au vu de l'individualisme de la profession ainsi que du non respect des règles déjà en place.

Pour les professionnels prêts à modifier le schéma des structures (30% - Figure 23), des changements potentiels à prévoir ont été cités :

- une meilleure ouverture du schéma aux nouvelles techniques (casiers australiens par exemple) qui pourraient limiter la montée de la vase,
- l'adaptation des zones non exploitées pour de nouvelles techniques (cages, casiers australiens…) qui pourraient limiter la montée de la vase et améliorer les conditions d'élevage,
- la mise en place de catégories d'huîtres par secteur sur de nouvelles zones afin d'aérer certains bancs et le respect des zones déjà réglementées (Lamouroux, la Casse notamment).

D. Vers un nouveau système de dévasage : les prémices d'un cahier des charges fonctionnel

Comme expliqué précédemment, des questions de l'enquête portaient sur le développement d'un éventuel nouveau système de dévasage. Les données obtenues ont pour objectif d'alimenter l'étude portée par le CRC sur le développement d'un nouveau laveur éco-compatible.

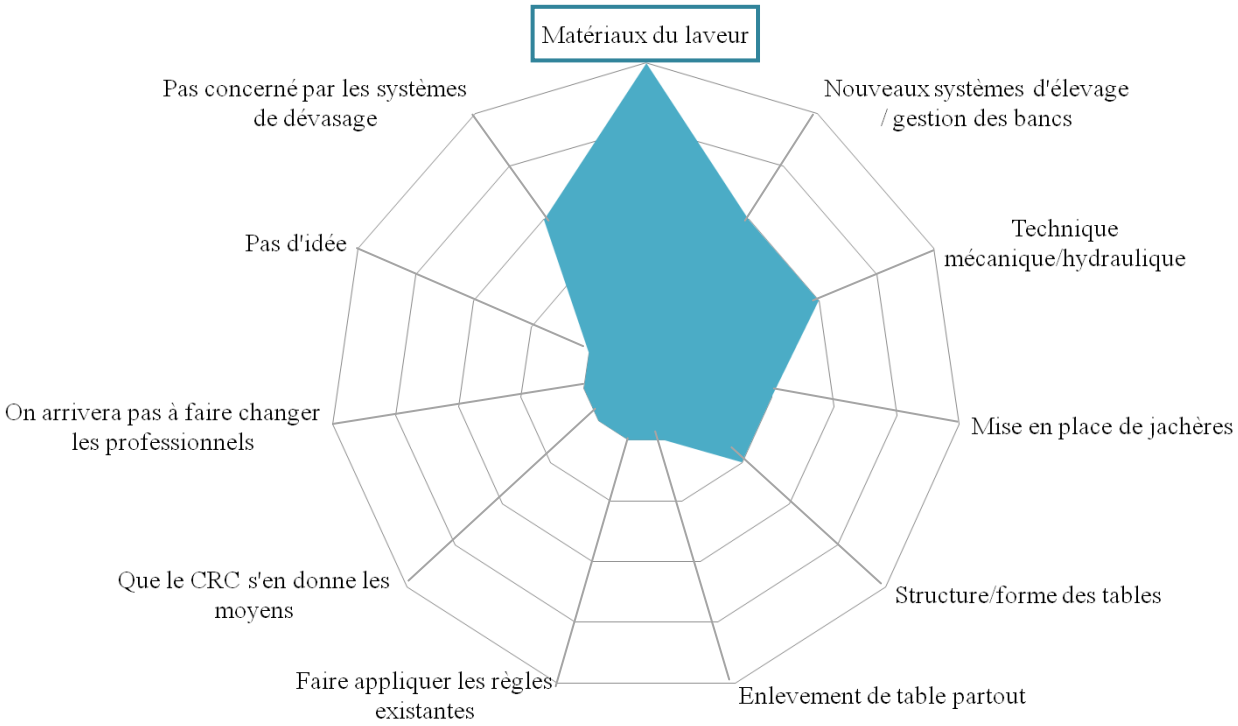

Figure 24 : Niveau d'action pour le développement d'un nouveau laveur

Pour **25% des ostréiculteurs enquêtés, le niveau d'action à privilégier dans cette recherche d'un nouveau système de dévasage est le ou les matériaux qui le composent** (Figure 24) : sa composition et les caractéristiques physiques conférées.

Figure 25 : Déchets plastiques issus de laveurs

À l'heure actuelle, la profession cherche de plus en plus à prendre en compte les problématiques environnementales dans ses stratégies de production. C'est pourquoi de nombreux projets sur l'économie circulaire, le recyclage de produits issus de la conchyliculture et l'utilisation de matériel éco-compatible sont en cours au sein des bassins de production charentais.
Contrairement aux laveurs actuels qui sont composés de caoutchouc et/ou de plastique, l'idée serait que le nouveau système soit constitué de matériaux éco-compatibles à l'instar des coupelles biosourcées composées de coproduits coquillés et d'un biopolymère. Ceci permettrait de diminuer les quantités de déchets plastiques (Figure 25) présents dans l'eau et sur le littoral.

L'enquête a permis de recueillir les critères à respecter et au contraire les critères rédhibitoires pour ce nouveau système de dévasage (Tableau 11) :

Tableau 11 : Critères à respecter et rédhibitoires du nouveau laveur

Critères à respecter	Critères rédhibitoires
✓ Résistant ✓ Léger (flottabilité positive) mais pas trop pour qu'il puisse toucher le sol ✓ Rigide ✓ Fin mais pas trop ✓ Mobile toute l'année ✓ Ne capte pas les moules ou les huîtres ✓ Nettoyage rapide mais sans impact écologique ✓ Nettoyage sous les tables et dans les allées ✓ Efficace ✓ Ne gène pas dans l'exploitation des parcs ✓ Nettoyage progressif et constant ✓ Facile à mettre en place et à entretenir ✓ Système installé à l'année ✓ Matériel plus compatible avec l'environnement ✓ Travailler sur l'économie circulaire pour la récupération des laveurs	× Coût élevé × Matériaux à base de pétrole × Constitué de ferraille (milieu corrosif) × Temps de travail : installation, entretien… chronophages

Au vu des expériences des professionnels avec les différents laveurs testés, ces derniers ont pu lister des critères physiques et de fonctionnement pour assurer une meilleure lutte contre l'envasement. Il semble notamment qu'un **système résistant, fin et léger soit préféré par les ostréiculteurs** (Tableau 11). En outre, **25% des professionnels ont mentionné l'exemple**

des algues comme modèle pour un nouveau laveur. En effet, l'exemple de ces végétaux marins est intéressant pour deux raisons principales :

- Les algues, fines et légères, sont mobiles toute l'année,
- Leur texture lisse leur permet de ne pas capter des moules ou des huîtres.

À l'inverse, le coût, le temps de travail et l'utilisation de matériaux corrosifs ou peu écologiques sont les critères rédhibitoires listés par les conchyliculteurs.

Près de 20% des ostréiculteurs expliquent que même si un nouveau laveur efficace est mis en place, ce nettoyage passif devra toujours être couplé avec un nettoyage plus actif afin d'assurer un dévasage optimal.
Quelques professionnels ont notamment énoncé des idées afin d'améliorer les systèmes de dévasage actif actuellement utilisés (Tableau 12) :

Tableau 12 : Critères à respecter et rédhibitoires du nouveau système de dévasage actif

Critères à respecter	Critères rédhibitoires
✓ Amener de l'eau sous pression sur la vase ✓ Pas d'enlèvement de table nécessaire ✓ Efficace	× Temps de travail × Dévasage chimique × Utilisation en mort d'eau

Des idées sur un potentiel nouveau système de nettoyage mécanique ont également été mentionnées :

- Mise en place d'un bateau prestataire pour nettoyer chez les professionnels (gestion par banc)
- Utilisation de l'énergie du bateau pour déplacer et orienter la colonne d'eau sur la zone à laver
- Développement d'un outil mélangeant une chenille de mini-pelle et une nacelle haute pour pouvoir travailler quand il y a de l'eau (même principe que le chenillard)
- Système de tuyaux attachés sous le bateau et qui envoient de l'eau sous pression. À utiliser avec l'aide d'un GPS

L'exemple des outils agricoles est à étudier afin de chercher à adapter des systèmes au milieu conchylicole (exemple de la herse…).

L'essentiel pour ce nouveau système de dévasage (actif ou passif) est qu'il soit efficace et accessible à tous les professionnels. Le recours à une CUMA a notamment été mentionné en cas de prix un peu élevé.

III. Ressentis de la profession face à l'envasement de leur bassin de production

A. Ressentis des conchyliculteurs face au phénomène d'envasement du bassin de production

Les questions ouvertes de l'étude ont permis de recenser le ressenti des professionnels interrogés face à la problématique de l'envasement.

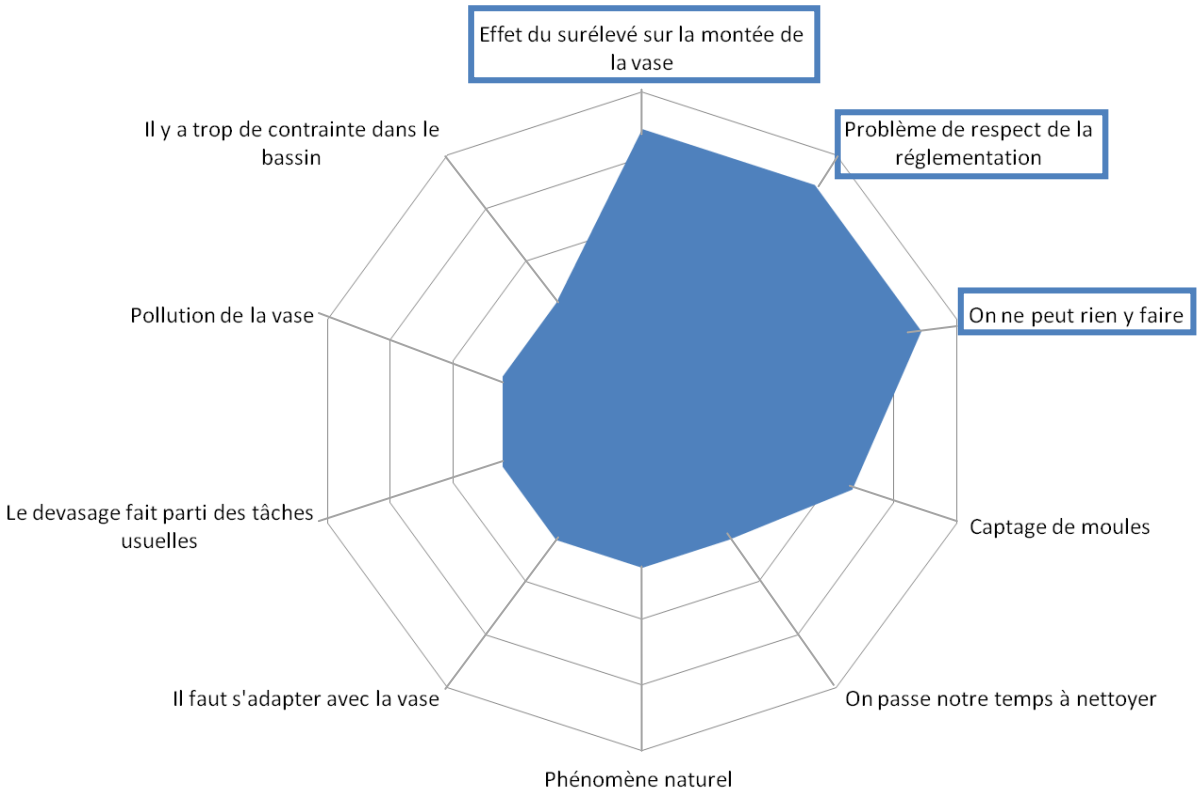

Figure 26 : Ressentis principaux de la profession face à l'envasement

La figure 25 permet de regrouper les principaux éléments explicités par les ostréiculteurs lors de l'enquête.
Trois arguments se détachent (Figure 26) :

- L'effet du surélevé sur la montée de la vase : depuis le passage en surélevé 22% des conchyliculteurs interrogés ont constaté une forte évolution de l'envasement. Des modifications des courants et des bancs sont également observés par les professionnels depuis quelques années. L'exemple de Manson et du Galon d'Or ont notamment été mentionnés par les professionnels.
  Le sol n'étant plus travaillé comme avec l'élevage à plat (herse, piétinement), le profil des fonds au niveau des concessions s'en trouvent également modifiés.

- Le problème du non respect de la réglementation.
  Déjà mentionné à travers d'autres questions, 22% des professionnels expliquent que c'est un des arguments pouvant expliquer en partie le phénomène actuel d'envasement. Le manque de coordination à l'échelle du banc pour le nettoyage rend

très vite inefficace le dévasage réalisé par les professionnels sur les zones à enlèvement de tables et passage réglementaire du cercle.
Ces conchyliculteurs dénoncent également les stratégies de certains ostréiculteurs à disposer toujours plus de tables ou de cages sur leurs concessions. Ces pratiques entrainent une moins bonne circulation du courant au niveau des parcs d'élevage et participent donc à l'augmentation du niveau de vase.

- « On ne peut rien y faire ».
22% des ostréiculteurs interrogés voient le phénomène d'envasement comme une fatalité. Selon eux, il n'y a rien à faire contre ce problème, ils doivent travailler avec et adapter leurs pratiques d'élevage au milieu tel qu'il est.

D'autres ressentis ou arguments pouvant expliquer l'état d'envasement actuel sont donnés par les ostréiculteurs et figurent dans la Figure 26 notamment le captage de moules, « on passe notre temps à nettoyer »…. Le tableau 13 ci-dessous regroupe d'autres points de vue mentionnés par quelques professionnels :

Tableau 13 : Autres ressentis mentionnés par les ostréiculteurs

« Les sédiments en suspension ont un impact sur la croissance des huitres »
« La DDTM doit faire son travail face à ceux qui n'entretiennent pas, quelle que soit la cabane »
« Il faut une répression intelligente pour faire respecter les règles »
« Tout le bassin est sale »
« Les zones abandonnées accentuent le phénomène d'envasement »
« Même avec les laveurs la vase monte »
« Il y a une forte érosion dans le bassin »
« Certains bancs ne sont pas utilisés de la bonne manière »
« La solution serait de ne plus poser les pieds sur la vase en adaptant les systèmes d'élevage à l'envasement (grue, cage…) »
« Il n'y a pas une bonne circulation d'eau car les tables n'ont pas toutes le même sens »
« Le changement de méthode de travail est bénéfique pour le sol suivant les zones de l'estran »
« Il existe de gros mouvement de sédiments (sable) qui demandent des moyens plus lourds pour les retirer »
« On ne voit pas l'impact direct de l'élevage sur l'envasement »
« Les laveurs restent immobiles en hiver »

B. Impact de l'envasement sur les entreprises conchylicoles

Maintenant que l'enquête nous a permis d'identifier les problèmes liés à l'envasement, il est intéressant de s'intéresser à l'impact de cet envasement sur les entreprises conchylicoles charentaises (Figure 27).

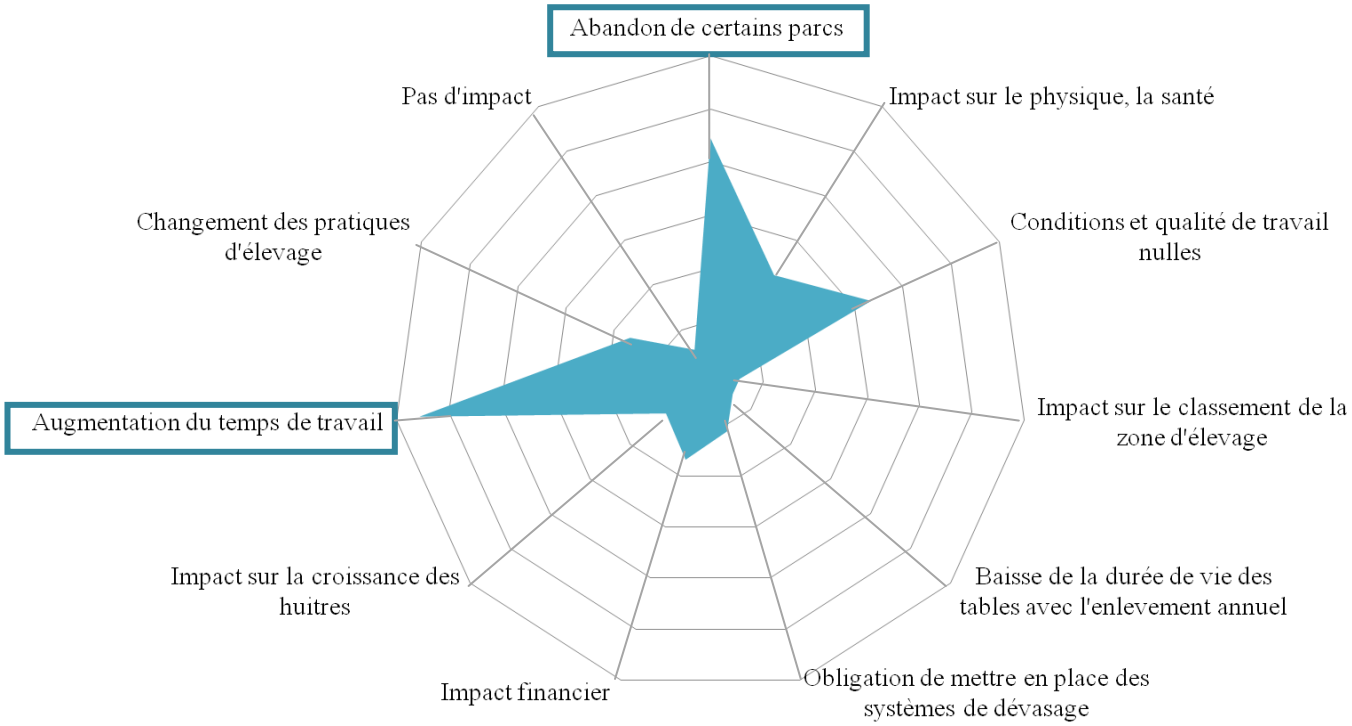

Figure 27 : Impacts de l'envasement sur les entreprises conchylicoles interrogées

Plus de la moitié des entreprises ostréicole a subi l'augmentation du temps de travail à cause de l'envasement des parcs (56% des enquêtés, Figure 27). Cet impact est causé par toutes les stratégies de dévasage obligatoire pour pouvoir continuer à exploiter la majeure partie de leurs parcs : préparation des laveurs, installation ou passage du dévaseur, entretien des laveurs… Mais également car le travail sur parc envasé s'avère plus long en raison de déplacements difficiles sur la concession.

44% des professionnels interrogés ont expliqué avoir été **obligé d'abandonner certains parcs trop envasés** (Figure 27). Ces derniers n'étaient plus pratiques à exploiter (enfoncement des tables, difficile d'accès…) et/ou présentaient de mauvais résultats zootechniques (croissance et/ou mortalité).

D'autres impacts ont été signalés par les ostréiculteurs interrogés comme notamment l'impact sur leur physique, sur leur santé, l'impact sur les résultats zootechniques et financiers de l'entreprise (Figure 27). Un professionnel a estimé un coût de **8 000€/ha pour équiper ses parcs envasés en bande de dévasage caoutchouc au sol**.

Seul un professionnel explique que l'envasement de ses concessions n'a pas d'impact sur son entreprise et son fonctionnement (Figure 27). Selon lui cela demande juste une bonne organisation afin de gérer l'état de ses parcs au mieux et ne pas subir l'envasement.

C. Evolution de l'envasement ?

Près de 40% des ostréiculteurs interrogés ont constaté une augmentation du niveau de vase et ce depuis une dizaine d'années environ soit 10 ans après le gros du remembrement des parcs. La moitié des professionnels explique que le passage en surélevé participe à cette envasement. Le garnissage constant des parcs, le nombre important de tables et de poches ainsi que les densités trop fortes sont, selon certains, à l'origine de la montée de la vase. Pour eux, il est nécessaire d'aérer les bancs afin de pourvoir envisager une stabilisation du phénomène d'envasement suivant les zones.

Le passage en surélevé a créé une grosse sédimentation, associé au captage de moules sur les tables.
Un professionnel explique cependant que certains parcs étaient déjà envasés même avec l'élevage au sol comme par exemple à Mérignac (Figure 28).

Figure 28 : État d'envasement actuel à Mérignac

11% des professionnels pensent que les nombreux parcs délaissés et laissés en friches dans le bassin participent également à l'augmentation du niveau de la vase.

À cause de ces mouvements de sédiment, certains bancs se trouvent modifiés tel que le banc de Dagnas qui se coupe en deux petit à petit.

À noter que seuls quelques professionnels ont noté une stagnation ou une diminution de la vase sur certaines zones de l'estran.

Le ressentiment général recueilli au cours de cette enquête est que les professionnels luttent de plus en plus contre la vase. Il est primordial pour les conchyliculteurs de mettre en place un nettoyage constant afin de ne pas être dépassé et bloqué par la vase sur les différents parcs d'exploitation. Un professionnel explique même qu'au vu de l'ampleur que prend cette tâche de nettoyage des concessions au fil des années, les grosses entreprises pourraient à l'avenir envisager d'avoir un ouvrier dédié principalement au dévasage.
À l'heure actuelle, les laveurs ne peuvent plus rien sur certaines zones. Les phases de remembrement ont toutefois permis aux ostréiculteurs de ré-exploiter certains bancs délaissés pour cause de vase.

Du fait de cet envasement, certains professionnels ne sont pas certains du futur concernant leur bassin de production. En effet, pour **près de 10% des ostréiculteurs interrogés, le bassin n'a pas d'avenir. D'ici les 10-15 prochaines années la vase sera beaucoup trop présente pour envisager un élevage sur l'estran.**

Suite aux témoignages des professionnels concernant l'évolution éventuelle du phénomène d'envasement, le CREAA a voulu savoir si les ostréiculteurs souhaitaient qu'un suivi scientifique de ce phénomène soit mis en place (Figure 29).

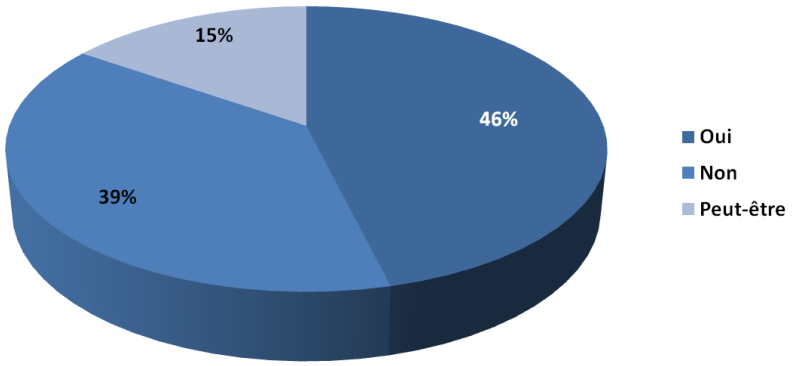

Figure 29 : Avis des ostréiculteurs sur la mise en place d'un suivi CREAA de l'envasement

Il s'avère que 46% des professionnels enquêtés et concernés par la problématique envasement, souhaiteraient voir ce suivi mis en place (Figure 29). Ce dernier leur permettrait d'avoir des données fiables issues de mesures *in-situ* et non d'approximations de professionnels.
Un professionnel ajoute qu'il souhaiterait plutôt connaitre la provenance de ces sédiments afin d'envisager des solutions pour l'arrêter.

À l'inverse, près de 40% des ostréiculteurs interrogés ne sont pas intéressés par ce type de suivi puisque selon eux l'appréciation du professionnels leur suffit à évaluer le niveau de vase.
Un suivi pourrait toutefois être intéressant dans le cadre d'un remembrement et d'une modification des techniques d'élevage afin d'étudier son impact, et envisager son optimisation.

Conclusion

Depuis plusieurs années, le phénomène d'envasement du bassin conchylicole de Marennes-Oléron est de plus en plus marqué. Il est un réel handicap pour la profession ostréicole charentaise tant dans l'organisation et le temps de travail que dans la pénibilité à la tâche.
Cet exhaussement des fonds a fait l'objet de nombreuses études depuis les années 80 afin de mieux le comprendre et appréhender son origine. Notamment la part de l'effet des installations conchylicoles dans ce phénomène est un sujet à débat au sein de la profession.

Les mécanismes qui entrent en jeu dans l'envasement (érosion/dépôt) dépendent du comportement rhéologique des sédiments ainsi que des forçages hydrodynamiques en action dans le bassin. Il s'avère qu'un ralentissement des courants s'opère sous la table ostréicole créant alors des zones préférentielles de dépôt de sédiments. La table n'a cependant aucun effet à son échelle sur les vagues se propageant dans sa direction.
La table ostréicole semble cependant avoir un rôle de protection des sédiments face aux forçages hydrodynamiques limitant ainsi l'érosion et le transport des sédiments.
À l'échelle du parc, les forçages hydrodynamiques sont beaucoup plus impactés par les installations conchylicoles. En effet, un ralentissement significatif de la vitesse des courants est observé : jusqu'à 60% en flot et 40% en jusant. De plus, le parc ostréicole entraine une atténuation des vagues :

- Si la hauteur d'eau est grande, seules les vagues longues sont atténuées
- Si la hauteur d'eau est voisine de celle des tables, tous les types de vagues sont impactés.

D'autres mécanismes naturels impactent la sédimentation du bassin notamment l'impact non négligeable de la biodéposition des huîtres. Le bassin de Marennes-Oléron, présente outre les huîtres en élevage, une quantité importante d'huîtres sauvages notamment dans les zones délaissées par la profession. Cet important cheptel engendre une quantité non négligeable de biodépôts sur les fonds.

À l'heure actuelle, les ostréiculteurs ne peuvent pas envisager une exploitation de leurs parcs sans nettoyage des fonds. Sans ces actions de nettoyage, certains parcs ne seraient plus accessibles. L'envasement a un impact non négligeable sur certaines entreprises du bassin (augmentation du temps de travail, abandon de certaines zones d'élevage…).
On dénombre quatre systèmes de dévasage passifs, dits « laveurs » et trois systèmes de dévasage actifs utilisés régulièrement par les ostréiculteurs charentais. Ces systèmes de dévasage sont aujourd'hui plus ou moins efficaces suivant la localisation du parc et donc des conditions hydrosédimentaires associées.
Depuis 2019 et à la demande de professionnels, le CRC17 a mis en place un projet d'étude sur les innovations conchylicoles en partenariat avec le CREAA. L'un des axes de travail est l'étude de nouveaux systèmes de dévasage. L'objectif est d'étudier la possibilité de développer un ou des laveurs plus performants mais également dont la composition serait plus éco-compatibles. Le travail mené dans cette étude, à savoir : la meilleure connaissance des forçages hydrodynamiques, des faciès sédimentaires, de l'impact des structures ostréicoles et des systèmes de dévasage actuels, permet d'alimenter ce travail d'innovation.

Bibliographie

Bassoullet P. et Hir P.L., 2007. In situ measurements of surficial mud strength: A new vane tester suitable for soft intertidal muds. Continental Shelf Research, 27: 1200-1205.

Bernard F.R., 1974. Particle sorting and labial palp function in the Pacific oyster *Crassostra gigas* (Thunberg, 1795). *Biol. Bull.*, 146: 1-10.

Bertin X., Chaumillon E., Sottolichio A. et Pedreros R., 2005. Tidal inlet response to sediment infilling of the associated bay and possible implications of human activities: the Marennes-Oléron Bay and the Maumusson Inlet, France. Continental Shelf Research 25(9). pp.:1115-1131.

Birben A.R., Özölçer I.H., Karasu S. et Kömürcü M.I., 2007. Investigation of the effects of offshore breakwater parameters on sediment accumulation. Ocean Engineering, 34: 284-302.

Bouchet V.M.P., Debenay J.-P., Sauriau P.-G., Radford-Knoery J. and Soletchnik P., 2007. Effects of short-term environmental disturbances on living benthic foraminifera during the Pacific oyster summer mortality in the Marennes-Oléron Bay (France). Marine Environmental Research 64(3). pp.:358-383.

Carpentier C., Barbier P., Oudot G., 2019. Les systèmes de dévasage utilisés en ostréiculture charentaise : Synthèse des moyens de lutte contre l'envasement. CREAA.

Christiansen C., Vølund G., Lund-Hansen L.C. et Bartholdy J., 2006. Wind influence on tidal flat sediment dynamics: Field investigations in the Ho Bugt, Danish Wadden Sea. Marine Geology, 235: 75-86.

Deloffre J., Verney R., Lafite R., Lesueur P., Lesourd S. and Cundy A.B., 2007. Sedimentation on intertidal mudflats at the mouth of macrotidal estuaries : rhythms and preservation. Marine Geology 241. pp.:19-32.

Direction Départementale des territoires et de la mer 17 (DDTM17), 2015. Volet réglementaire du schéma des structures des cultures marines de Charente-Maritime. Service des activités marines / Unité Cultures Marines et Pêches.

Feng J., 1993. Laboratory experiments on cohesive soil-bed fluidization by water waves. University of Florida, Gainesville, U.S.A.

Findlay R.H., Watling L. and Mayer L. M., 1997. Environmental impact of salmon net-pen culture on marine benthic communities in Maine. A case study. Estuaries 18. pp.:145-179.

Forrest B. M., Elmetri I., Clark K., 2007. Review of the Ecological Effects of Intertidal Oyster Aquaculture.

Galois R., Blanchard G.F., Seguignes M., Huet V. et Jossard, L., 2000. Spatial distribution of sediment particulate organic matter on two estuarine intertidal mudflats; a comparison between Marennes-Oleron Bay (France) and the Humber Estuary (UK). Continental Shelf Research, 20: 1199-1217.

Germaneau J. et Robert S., 1995. Etude morpho-sédimentaire de la vasière intertidale de Monportail-Brouage (bassin de Marennes-Oléron). Atlas des faciès, Ifremer.

Gilbert F., 2003. Bioturbation et biogéochimie des sédiments marins côtiers : cycle de l'azote et devenir de la matière organique. Demande d'habilitation à diriger des recherches, université de Marseille.

Guizien K., 1996. Etude de l'hydrodynamique sous des plaques immergées proche du fond soumise à la houle. Master. Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels.

Heral M., Razet D., Deslous-Paoli J.M., Manaus F., Truquet I. et Garnier J. 1984. Hydrobiology of the Marennes-Oleron Basin. Results of the Reseau National d'Observation : 1977-1981. Annales de la Société des Sciences naturelles de la Charente-Maritime, **7**, La Rochelle, 259-277 pp.

Heral M., Razet D. and Prou J., 1989. Acquirring continuous data on the particular matter of the estuarine bay of Marennes-Oleron during the spring planktonic bloom: Effect on the filtration rate of the oyster *Crassostrea gigas*. Counc. Meet. of the Int. Counc. for the Exploration of the Sea, The Hague (Netherlands).

Hily, C., 1977. Characteristics and originality of the Pertuis Charentais area. J. Rech.Oceanogr, 2: 31-38.

Kervella S., 2010a. Dynamique des sédiments fins et mixtes des zones intertidales de la baie de Marennes-Oléron - Caractérisation des sédiments, processus hydrosédimentaires et modélisation appliquée. Thèse, université de La Rochelle.

Kervella Y., 2010b. Impact des installations ostréicoles sur l'hydrodynamique et la dynamique sédimentaire – Mesure in-situ, modélisation expérimentale et modélisation numérique. Thèse, université de Caen.

Le Hir P., Cann P., Waeles B. and Bassoullet P., 2005. Erodability of natural sediments : towards an erosion law for sand/mud mixtures from laboratory and field erosion tests. 8th International Conference on Cohesive Sediment transport, Saga, Japan.

Le Hir P., Kervella S., Walker P. and Brenon I., 2009. Erosion and deposition patterns and associated sediment transport in the Marennes-Oléron bay (France). 31èmes journées de l'hydraulique de la société hydrotechnique de France - Morphodynamique et gestion des sédiments dans les estuaires, les baies et les deltas, Paris, France, SHF.

Ottman F. et Sornin J.M., 1982. Observations on sediment accumulation as a result of mollusk culture systems in France. In: SITUEC, 1, pp. 329-337, Rio Grande, RS, Brazil.

Paterson D.M. and Black K., 1999. Water flow, Sediment Dynamics and benthic biology. Advances in Ecological Research, 29: 155-193.

Pigeot J., Miramand P., Guyot T., Sauriau P.-G., Fichet D., Le Moine O. et Huet V. 2006. Cadmium pathways in an exploited intertidal ecosystem with chronic cadnium inputs (Marennes-Oleron, Atlantic coast, France). *Marine Ecology Progress Series*, 307: 101-114.

Robert S., Le Hir P. et Le Moine O. 2006. Etude pour une gestion dynamique des sédiments sur les côtes du bassin de Marennes-Oléron et le pertuis de Maumusson. Lot 4 : Mesures et analyses - Conchyliculture/Envasements/Sables. 104213, Ifremer.

Sauriau P.-G., Mouret V. et Rince J.-P., 1989. Trophic system of wild soft-bottom molluscs in the Marennes-Oleron oyster-farming bay. Oceanologica acta Paris, 12: 193-204.

Shumway S.E., Cucci T.L., Newell C.R. et Yentsch C.M., 1985. Particle selection, ingestion, and absorption in filter-feeding bivalves. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 91: 77-92.

Simpson J.H., Williams E., Brasseur L.H. et Brubaker J.M., 2005. The impact of tidal straining on the cycle of turbulence in a partially stratified estuary. Continental Shelf Research, 25: 51-64.

Soletchnik P., Ropert M., Mazurié J., Fleury P.G. et Le Coz F., 2007. Relationships between oyster mortality patterns and environmental data from monitoring databases along the coasts of France. Aquaculture, 271: 384-400.

Sornin J.M., 1981. Processus Sédimentaire et biodéposition liés à différents modes de conchyliculture (Baie de Cancale, Anse de l'Aiguillon et Bassin de Marennes-Oléron). Thèse, institut des Sciences de la Nature de l'université de Nantes.

Sornin J.M., 1982. Influences des installations conchylicoles sur l'hydrologie et sur la morphologie des fonds. Rev. Trav. Inst. Pèches marit., 45: 127-139.

Sornin J.M., 1984. Rôle et conséquences de la biodéposition à l'interface eau/sédiment. J. Rech. Oceanogr, 9: 38-40.

Sornin J.M., Feuillet M., Héral M. et Deslous-Paoli J.M. 1983. Effet des biodépôts de l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg) sur l'accumulation de matières organiques dans les parcs du bassin de Marennes-Oléron. J.Moll.Stud (suppt*)*, 12: 185-197.

Stanisière J.Y., Dumas F., Plus M., Maurer D. et Robert S., 2006. Caractérisation des composantes hydrodynamiques d'un système côtier semi-fermé : Le Bassin de Marennes-Oléron.

Struski C., 2005. Modélisation des flux de matières dans la baie de Marennes-Oléron : Couplage de l'hydrodynamisme, de la production primaire et de la consommation par les huîtres. Thèse, université de la Rochelle.

Suhayda J.N., 1984. Interactions between surface waves and muddy bottom sediments, Lecture notes on Coastal and estuarine Studies, vol 14, Estuarine Cohesive Sediment Dynamics, edited by Mehta, A.J., pp 401-428.

Tesson M., 1973. Aspects dynamiques de la sédimentation dans la baie de Marennes-Oléron (France). Thèse, université Bordeaux 1.

Tolhurst T.J., Riethmüller R. et Paterson, D.M., 2000. In situ versus laboratory analysis of sediment stability from intertidal mudflats. Continental Shelf Research, 20: 1317-1334.

Tourney J., Ngwenya B.T., 2014. The role of bacterial extracellular polymeric substances in geomicrobiology. Chemical Geology. 386 (Supplement C): 115–132.

Van Ledden M., Van Kesteren W.G.M. et Winterwerp J.C., 2004. A conceptual framework for the erosion behaviour of sand-mud mixtures. *Continental Shelf Research*, 24: 1-11.

Vennin A., 2018. Etude de l'interface eau-sédiment dans les géosystèmes estuariens : approche couplée biogéochimie et modélisation par l'évaluation des flux de nutriments (C,N,P). Sciences de la Terre. Normandie Université.

Verger F., 1968. Marais et Wadden du littoral français, vol. 1. Bordeaux Biscay frères imprimeurs, 541 pp.

Weber O., 2004. Morphologie, architecture des dépôts, évolution séculaire et millénaire du littoral Charentais. Thèse, université de La Rochelle.

Widdows J. et Brinsley M., 2002. Impact of biotic and abiotic processes on sediment dynamics and the consequences to the structure and functioning of the intertidal zone. Journal of Sea Research, 48: 143-156.

Winterwerp J.C. et Van Kesteren W.G.M., 2004. Introduction to the physics of cohesive sediment in the marine environment, Development in Sedimentology, 56.

Annexe 1 - Questionnaire d'enquête

Partie I – Présentation de l'entreprise enquêtée

1- Présentation de l'entreprise

* Nom de l'entreprise :

* Localisation de l'établissement de production et du port d'attache :

* Où se situent vos lieux de production ?

Uniquement dans le bassin de MO ☐ À MO et à l'extérieur ☐ Précisez où : ….

2- Moyens de productions sur l'estran

* Localisez vos parcs du bassin sur la carte en annexe.. *Voir carte du bassin MO en annexe.*
* Quel est l'état d'envasement de vos parcs à Marennes-Oléron?

Nom du parc	Surface	Caractérisation de l'envasement*	Exploitation Si oui, précisez.	Technique de dévasage et mise en œuvre (fréquence, période…)

**Caractérisations de l'envasement : 0 à 5, où 0 correspond à un parc non envasé et 5 correspond à un parc non accessible et inexploités su fait de l'envasement.*
Si vous le pouvez, précisez le type de sol sur vos parcs.

Partie II – Pratique(s) de dévasage employée(s)

3- Quelle(s) système(s) de dévasage utilisez-vous ?

Lamelle plastique sous table ☐ Caoutchouc au sol ☐ Cercleuse ☐

Lamelle plastique au sol ☐ Lamelle caoutchouc sous table ☐ Autre ☐ ……..

4- Selon vous, quels sont les avantages et les inconvénients de chaque système de dévasage utilisé ?

Système utilisé	Avantages	Inconvénients

5- L'enlèvement périodique des tables a-t-il un impact sur la qualité du sol des parcs concernés ?

Oui ☐ Non ☐

Expliquez :

6- Avez-vous testé d'autres stratégies de dévasage ? Si oui, quelles sont-elles et pourquoi ne pas avoir continué à les utiliser ?

Partie III – Questions ouvertes sur le phénomène d'envasement dans le bassin

7- Quels sont vos ressentis face à l'envasement du bassin de Marennes-Oléron ?

8- Quel impact à l'envasement sur votre travail à l'échelle du parc et de l'entreprise ?

9- Avez-vous constaté une évolution (bonne ou mauvaise) de l'envasement à l'échelle de vos parcs et du bassin dans sa globalité ? Quelle en est la cause selon vous ?

10- Si vous possédez des parcs en dehors du bassin, pouvez vous nous décrire la qualité de leur sol et la différence en terme de travail avec ceux de Marennes-Oléron ?

Partie IV – Étude d'un nouveau système de dévasage

11- Dans le cadre de la recherche d'amélioration de la gestion de l'envasement, à quel niveau vous semble t-il plus pertinent d'agir (matériau, structure de dévasage, parc, bassin…) ?

12- Dans le cas d'une étude sur un nouveau système de dévasage, quels seraient selon vous, le ou les critères auxquels ce dernier devrait répondre ?

13- À l'inverse quel(s) critère(s) seraient rédhibitoire(s) ?

14- Seriez-vous prêt à modifier vos pratiques de dévasage pour limiter cet envasement ?

Oui ☐ Non ☐ Peut-être ☐

Expliquez :

15- Et le schéma des structures ?

Oui ☐ Non ☐ Peut-être ☐

Expliquez :

16- Si un suivi pluriannuel de l'envasement du bassin de Marennes-Oléron était mis en place par le CREAA, seriez-vous intéressé pour obtenir les données afin de mieux gérer vos pratiques d'élevage et de dévasage ?

Oui ☐ Non ☐

Expliquez :

- Fin du questionnaire -