



Etude des stocks d'huîtres sauvages et en élevage dans le bassin d'Arcachon

Janvier 2012



1 UNE ETUDE A ETE ENTREPRISE DE MAI 2011 A OCTOBRE 2011 SUR L'EVALUATION DES STOCKS D'HUITRES SAUVAGES ET EN ELEVAGE DANS LE BASSIN D'ARCACHON.

L'objectif était de réaliser une estimation du stock d'huîtres sauvages et en élevage dans le bassin d'Arcachon. Cette estimation est importante pour aborder différentes questions de gestion des ressources naturelles et de gestion du domaine public maritime, DPM :

- La biomasse totale d'huître présente dans le bassin
- Le stock de géniteur et leur état physiologique. Ces huîtres sauvages participent à la production de naissains.
- Nettoyage du DPM pour des questions d'aménagement spatial et d'hydraulique.

Cette étude s'inscrit complètement dans les actions collectives définies pour le FEP, dans « la préservation des ressources et appui à la pêche et à l'aquaculture durable ».

Ce fond FEP a été sollicité pour sa réalisation, sur l'axe3, à hauteur de 50% du budget total, soit XXXXX euros HT. Une subvention a également été accordée sur le FNAP, par le secrétariat aux affaires régionales d'Aquitaine. 30% du financement a été pris en charge par l'Agence des aires marines protégées.

Le maître d'œuvre a été l'Agence des aires marines protégées, dans le cadre de la mission de création d'un parc naturel marin sur le bassin d'Arcachon et son ouvert. Un marché public a été contracté au bureau d'étude Océanide pour la réalisation de l'étude. Ce prestataire a fait appel aux compétences de cinq professionnels affiliés à la CRC, à la DML, direction mer et littoral d'Arcachon et à IFREMER, laboratoire d'Arcachon.

Le présent document constitue le rapport technique d'étude.

Il convient de remercier les financeurs sans lesquels cette étude n'aurait pu être engagée, l'IFREMER qui a mis à disposition gracieusement son laboratoire, l'équipe pays bassin d'Arcachon Val de Leyre pour son soutien administratif au montage du dossier.

Anne Littaye

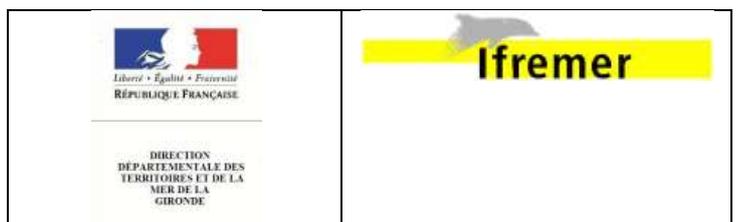
Chef de mission pour la création
d'un parc naturel marin

Agence des aires marines
protégées



Estimation du stock d'huîtres sauvages et en élevage dans le Bassin d'Arcachon

Janvier 2012



Evaluation du stock d'huîtres sauvages et en élevage dans le Bassin d'Arcachon

Maître d'ouvrage :

Agence des Aires Marines Protégées

16, quai de la Douane
BP42932
29229 Brest cedex 2
Tél : 02 98 33 87 67
Fax : 02 98 33 87 77
www.aires-marines.fr

Maître d'œuvre :

OCEANIDE

Agence Atlantique – Siège social

65 Rue du Lieutenant Lumo
40000 MONT DE MARSAN
FRANCE
Tél. / Fax : (00 33) 04 67 65 11 05
Mobile : (00 33) 06 76 09 03 95
Courriel : thomas.scourzic@oceanide.eu
www.oceanide.eu



Siret : 48944177400028
Siren : 489441774
N° intracommunautaire de TVA :
FR56489441774
Code APE : 743B

Responsables de l'étude :

Thomas Scourzic

Crédits photographiques :

OCEANIDE sauf mentions spéciales : les photos illustrant le présent rapport ne doivent être ni transformées ni diffusées sans l'accord préalable des auteurs.

Avertissement : Les documents rendus par OCEANIDE dans le cadre de cette étude, engage sa responsabilité et sa crédibilité scientifique. Ils ne peuvent être modifiés sans leur accord.

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Scourzic T., Loyen M., Fabre E., Tessier A. Dalias N., Trut G., Maurer D. et Simonnet B., 2011. Evaluation du stock d'huîtres sauvages et en élevage dans le Bassin d'Arcachon. Contrat Agence des Aires Marines Protégées & OCEANIDE, Fr : 70.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce au concours financier de l'Agence des Aires Marines Protégées, dans le cadre du projet de création d'un Parc Naturel Marin sur le Bassin d'Arcachon. Nous profitons de ce court paragraphe de remerciements pour saluer le travail effectué par la mission de création du Parc pour l'acquisition des connaissances du milieu dans un objectif de préservation de l'environnement tout en favorisant un développement durable des activités humaines.

Nous tenons également à remercier tous les professionnels de la conchyliculture qui nous ont apporté leur vision de leurs activités et leurs expériences du Bassin. Nous remercions tout particulièrement Messieurs Demay, Dufau, Fresquet, Paillère et Thiry, ostréiculteurs, qui nous ont accompagnés durant quatre semaines sur le Bassin.

Nous saluons le soutien de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Gironde, et de l'IFREMER qui sont intervenus dans la définition des strates du Bassin ainsi que dans l'apport et le traitement des données. Nous remercions enfin le Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon pour la mise à disposition des ortho photographies.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	6
Table des matières	7
Liste des figures	9
Liste des tableaux	10
Liste des annexes	11
Présentation du Bassin d'Arcachon	14
Matériel et méthode	18
1. Stratégie d'échantillonnage	18
2. Définition des strates	18
3. Stock d'huîtres en élevage (strate 1)	22
3.1. Estimation des stocks d'huîtres en élevage	23
3.2. Estimation de la production apparente	24
4. Stocks d'huîtres sauvages (strates 2 et 3)	24
4.1. Strate 2 – Surfaces cadastrées non exploitées	24
4.2. Strate 3 – Surfaces d'estran non cadastrées hors herbier	28
4.3. Protocole terrain	29
4.4. Evaluation du stock d'huîtres sauvages	32
4.5. Comparaison des strates	33
Résultats	35
1. Strate 1 – Huîtres en élevage	35
1.1. Estimation des stocks d'huîtres	35
1.2. Estimation de la production apparente	36
2. Strate 2 - Huîtres sauvages	36
2.1. Estimation des surfaces occupées	36
2.2. Stock d'huîtres sauvages vivantes en poids	37
2.3. Nombre d'huîtres sauvages vivantes	37
2.4. Poids de coquilles d'huîtres mortes	38
3. Strate 3 - Huîtres sauvages	38
3.1. Estimation des surfaces occupées	38
3.2. Stock d'huîtres sauvages vivantes en poids	38
3.3. Nombre d'huîtres sauvages vivantes	39
3.4. Poids de coquilles d'huîtres mortes	39
4. Synthèse des résultats des strates 2 et 3	39
5. Comparaisons entre les strates 2 et 3	41
5.1. Comparaison des nombres d'huîtres vivantes par mètre carré selon les strates	41
5.2. Comparaison des poids d'huîtres vivantes et de coquilles d'huîtres mortes par mètre carré selon les strates	42

5.3. Synthèse des résultats	43
Discussion	44
1. Huîtres en élevage (strate 1 – surfaces exploitées)	44
1.1. Production	44
1.2. Stock	44
2. Huîtres sauvages (strate 2-surfaces non exploitées- et strate 3-surfaces d'estran non cadastrées hors herbier-)	46
2.1. Stock d'huîtres sauvages	46
2.2. Comparaison inter-strates	46
2.3. Méthodologie	49
Conclusion	51
Références Bibliographiques	53
Annexes	57

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Présentation du Bassin d'Arcachon (Auby <i>et al.</i> , 1994).	14
Figure 2 : Cartographie des herbiers de <i>Zostera noltii</i> les plus denses pour l'année 2007 (Dalloyau <i>et al.</i> , 2009).	20
Figure 3 : Schéma récapitulatif des la stratification et superficies correspondantes.	20
Figure 4 : Cartographie de la stratification géographique appliquée.	21
Figure 5 : Répartition des stations d'échantillonnage de la strate 2.	25
Figure 6 : Différentes plates ostréicoles (par ordre alphabétique du nom de leur propriétaire).	28
Figure 7 : Répartition des stations d'échantillonnage de la strate 3.	29
Figure 8 : Matérialisation des angles de concession par des piquets.	30
Figure 9 : Typologies des zones sur une station (Exemple d'une station de la strate 2a).	30
Figure 10 : Série de clichés protocolaires d'un quadrat (0,09m ²).	31
Figure 11 : Nombre moyen d'huîtres vivantes par m ² en fonction des strates.	42
Figure 12 : Poids moyen d'huîtres vivantes et mortes (kg/m ²) selon la strate.	43
Figure 13 : Exemple de récif de la strate 3 (station 1).	48
Figure 14 : Exemple de récif de la strate 2b (station 9).	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution du nombre des concessionnaires et des superficies dans le bassin d'Arcachon (Irichabeau et Malfait, 2007).	17
Tableau 2 : Surfaces moyennes des entreprises.	35
Tableau 3 : Evaluation du stock 2009 pour les déclarations de décembre et de juin.	35
Tableau 4 : Estimation de la production apparente en 2009.	36
Tableau 5 : Surfaces occupées par les huîtres sauvages (strate 2).	36
Tableau 6 : Stock d'huîtres sauvages vivantes (t) de la strate 2.	37
Tableau 7 : Nombre d'huîtres sauvages vivantes de la strate 2.	37
Tableau 8 : Poids de coquilles d'huîtres mortes de la strate 2.	38
Tableau 9 : Surfaces occupées par les huîtres sauvages de la strate 3.	38
Tableau 10 : Stock d'huîtres sauvages vivantes (t) de la strate 3.	39
Tableau 11 : Nombre d'huîtres sauvages vivantes de la strate 3.	39
Tableau 12 : Poids de coquilles d'huîtres mortes de la strate 3.	39
Tableau 13 : Proportion des surfaces occupées par les huîtres sauvages.	40
Tableau 14 : Stock d'huîtres sauvages vivantes (t).	40
Tableau 15 : Poids moyen d'une huître selon les strates.	40
Tableau 16 : Nombre d'huîtres sauvages vivantes (millions).	41
Tableau 17 : Poids de coquilles d'huîtres mortes (t).	41
Tableau 18 : Biomasse d'huîtres (en t) en élevage dans le Bassin d'Arcachon (Auby et Maurer, 2004), surfaces concédées, nombre de concessionnaires (Anonyme, 1996)	45

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Répartition du nombre d'huîtres vivantes par mètre carré. _____	58
Annexe 2 : Répartition du poids d'huîtres vivantes par mètre carré. _____	60
Annexe 3 : Répartition du poids des huîtres mortes par mètre carré. _____	62
Annexe 4 : Répartition du nombre d'huîtres par mètre cube. _____	64
Annexe 5 : Répartition du poids d'huîtres vivantes par mètre cube. _____	66
Annexe 6 : Répartition du poids d'huîtres mortes par mètre cube. _____	68

S'étalant de la pointe du Cap Ferret jusqu'à la pointe d'Arcachon, démarqué à ses limites océaniques par le Banc d'Arguin, le Bassin d'Arcachon présente un large éventail d'habitats et de milieux exceptionnels et fragiles (prés-salés, herbiers à Zostères, etc.) (Amanieu, 1967).

Continuellement confronté aux dynamiques physiques naturelles, le Bassin d'Arcachon a été fortement façonné par l'activité humaine, engendrant des modifications d'ordre écologiques et socio-économiques (Bawedin, 2009).

Ainsi, l'omniprésence de l'activité ostréicole, qui marque le paysage du Bassin depuis 150 ans, caractérise l'identité culturelle de cet espace. Reconnaisant un avenir prometteur pour l'élevage de l'huître dans le Bassin d'Arcachon dès les années 1870, la profession a mis tous les moyens en œuvre pour développer cette activité (Deltreil, 2004). Les techniques et les méthodes d'élevage se sont développées rapidement et ont permis l'essor de cette activité dans le Bassin.

Actuellement, l'ostréiculture mondiale et française subissent d'importants épisodes de mortalité liés à l'herpès virus (OSH-V1), orientant l'activité vers un seuil critique de pérennité (Chevassus-au-Louis, 2009).

Dans le cadre de la mission de création d'un Parc Naturel Marin sur le Bassin d'Arcachon, des estimations de stocks de mollusques présents dans le Bassin ont été réalisées en 2011. Elles concernent, outre les huîtres qui font l'objet de ce rapport, les moules, les palourdes et les crépidules.

Une première estimation sommaire du stock d'huîtres sauvages a été effectuée par Blanchet en 2004, Celui-ci a évalué le stock d'huîtres sauvages à environ 38 000 tonnes (poids frais)

réparti sur une superficie de 156,4 hectares (Blanchet, 2004).

En collaboration avec l'Agence des Aires Marines Protégées, l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) – Station d'Arcachon et la Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Gironde – Délégation à la Mer et au Littoral, une étude de quatre semaines a été menée sur le terrain et en laboratoire, afin de quantifier et de caractériser le stock d'huîtres sauvages et en élevage dans le Bassin d'Arcachon.

Cette étude a pour objectif d'estimer la biomasse de ce mollusque et d'en déterminer certains paramètres qualitatifs (index de condition, état d'infestation par *Polydora* etc.), afin de disposer d'éléments de gestion des activités actuelles et d'envisager le développement potentiel d'activités nouvelles de conchyliculture. Cette évaluation apportera également la connaissance nécessaire à d'éventuelles mesures de nettoyage des friches ostréicoles pour réhabiliter certaines zones du Domaine Public Maritime (DPM), limiter la sédimentation, tout en conservant un stock de géniteurs suffisant à l'activité de captage.

Présentation du Bassin d'Arcachon

Le Bassin d'Arcachon est une lagune côtière mésotidale (marnage moyen compris entre 2 et 4m pour les marées de printemps), ouverte sur le Golfe de Gascogne, située sur le littoral aquitain à 44°40' de latitude Nord et 1°10' de longitude Ouest. Sa superficie est de 156km². Elle communique avec l'Océan Atlantique par l'intermédiaire de trois passes étroites (Figure 1).

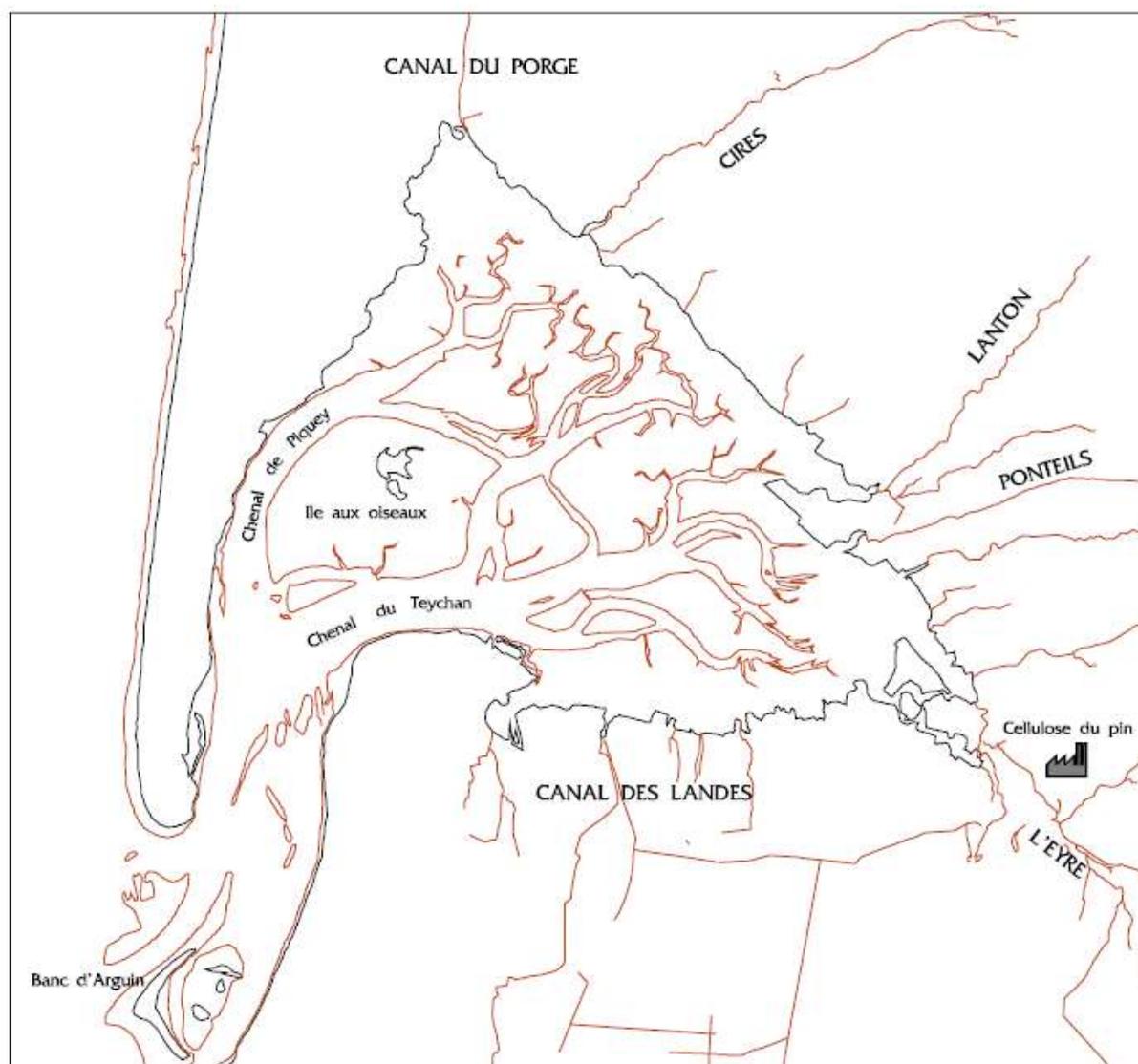


Figure 1 : Présentation du Bassin d'Arcachon (Auby et al., 1994).

En basse mer de vives eaux, les deux tiers de la baie émergent sous l'effet du mouvement des masses d'eau dont le volume oscillant est compris, pour des marées de vives eaux, entre 370 et 400 millions de m³ (LCHF, 1973), alors que le volume des eaux lagunaires en dessous du zéro des cartes marines est estimé à 270 millions de m³ (Auby, 1991).

Le marnage varie entre 1,10m (coefficient : 20) et 4,95m (coefficient : 120) (Gassiat, 1989).

L'Eyre, au Sud-Est, qui se termine par un delta d'une superficie de 16km² (Cayocca, 1996) et les canaux du Forge et des Landes, respectivement au Nord et au Sud de la baie assurent au Bassin la majorité des apports d'eau douce. Ils sont renforcés par le débouché de 26 ruisseaux et "crastes", ainsi que par les eaux de la nappe phréatique. Le volume de l'ensemble des eaux douces arrivant au Bassin a été estimé à 1 340 millions de m³ par an (Lamour et Balades, 1979).

Trois unités morphologiques constitutives peuvent se distinguer (Cayocca, 1996) :

- Le bassin interne ou domaine lagunaire ;
- La flèche sableuse du Cap Ferret qui sépare le domaine lagunaire du domaine océanique ;
- La zone des passes assurant la liaison entre la lagune et l'océan constituant l'embouchure tidale.

Trois types de masses d'eau baignant le Bassin d'Arcachon ont été définis (Bouchet, 1968). Elles sont caractérisées par leur régime annuel de température et de salinité.

- Eaux néritiques externes : Température = 9,5°C - 21°C ; Salinité = 34 - 35‰ ;
- Eaux néritiques moyennes : Température = 6°C - 22,5°C ; Salinité = 27 - 33‰ ;
- Eaux néritiques internes : Température = 1°C - 25°C ; Salinité = 22 - 32‰.

L'effet de la marée permet de délimiter deux grands types de zones dans le Bassin : la zone infralittorale (chenaux) et la zone intertidale (estrans) (Auby *et al.*, 1994).

- Les chenaux ont une profondeur maximale de 20m. La surface des chenaux principaux est d'environ 4 120ha (48% de la surface du Bassin à pleine mer) et ils sont prolongés par un réseau de chenaux secondaires ("esteys") peu profonds qui occupent 1 170ha. Le talus et le fond de certains chenaux sont colonisés par les herbiers de *Zostera marina* (environ 400ha) ;
- Les zones émergées à basse-mer (replats de marée) sont classées en trois types : plages océaniques, plages semi-abritées et plages abritées. Au sein de ce dernier groupe, assimilable aux marais maritimes, des critères hypsométriques (relatifs à l'altitude du lieu) et bionomiques permettent de distinguer la slikke et le schorre (Auby *et al.*, 1994) ;
 - La slikke est immergée à chaque marée haute. Elle est peuplée principalement par les herbiers de *Zostera noltii* dont la surface s'élève à 7 000ha environ (Auby, 1991) ;
 - Le schorre, ou pré salé, est inondé seulement en marée de vives eaux. Il est recouvert d'halophytes (qualifie les plantes terrestres qui tolèrent bien le sel. Elles sont abondantes dans la frange supérieure des plages et surtout dans les prés salés). Sa superficie s'élève à 766,8ha, dont 714,4ha sont colonisés par la végétation halophile (Sorriano-Sierra, 1992). Ce platier intertidal regroupe le fond du Bassin et le pourtour de l'île aux Oiseaux (Cayocca, 1996). Autour de

l'île aux Oiseaux (excepté à l'Est), les sables à arénicoles s'intercalent entre l'herbier et les peuplements de spartines (Auby, 1991).

Chaque marée déplace entre 130 et 384.10^6m^3 d'eau (Plus *et al.*, 2006), à comparer aux $0,6-0,9.10^6\text{m}^3$ d'eau douce apportée par les rivières au cours d'un cycle de marée (Bouchet *et al.*, 1997).

La masse d'eau sortante au jusant est peu dispersée au large et revient donc en majorité dans la lagune lors du flot. Le bilan hydrique est équilibré, avec un stockage temporaire d'eaux marines en vives eaux et un export vers l'océan le reste du temps (Salomon *et al.*, 1995). Le temps de résidence moyen des eaux varie entre 12,8 et 18,9 jours, selon la force et la direction des vents dominants, et le débit fluvial (Plus *et al.*, 2009).

Le Bassin d'Arcachon présente une très grande richesse faunistique et floristique avec notamment les herbiers de zostères. Que ce soit dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau ou de travaux universitaires, de nombreuses études y ont été conduites, afin de tenter de caractériser cet écosystème complexe. Une bibliographie importante traite aussi bien les aspects physiques que biologiques du Bassin d'Arcachon.

Au cours de la première moitié du XX^{ème} siècle, des études ont été consacrées à divers biotopes particuliers du Bassin d'Arcachon. Les premières études quantitatives et qualitatives ont été réalisées sur les plages sableuses de la lagune par Salvat (1962, 1967) et Renaud-Debyser et Salvat (1963), mais ces études n' intégraient pas les annélides.

En domaine subtidal, Bouchet (1968) a réalisé à partir de dragages une étude exhaustive du benthos. Cependant, cet auteur n' a retenu que les espèces relativement faciles à déterminer et représentant une certaine abondance, ou très caractéristiques d' un substrat pour en dresser une cartographie. Enfin, cette étude ne présentait pas d' aspects quantitatifs.

De même, Amanieu (1967) s' est intéressé à la macrofaune de la slikke et du schorre, mais sans fournir de données quantitatives. Les seules études à la fois quantitatives et qualitatives concernant l' ensemble de la macrofaune benthique du Bassin d' Arcachon sont plus récentes (Labourg, 1980 ; Auby, 1991 ; Bachelet et Dauvin, 1993 ; Bachelet *et al.*, 1996). Cependant, celles ci restent ponctuelles dans l' espace et concernent en général un nombre limité d' habitats. Finalement, l' hétérogénéité des méthodes d' échantillonnage utilisées par les différents auteurs rend difficile une synthèse globale (Blanchet, 2004).

Au niveau socio-économique, le Bassin d'Arcachon est fortement attaché à l'ostréiculture. Son paysage, aussi bien maritime que portuaire, a été partout façonné pour répondre aux besoins de cette activité. Le Bassin dispose de grandes surfaces d'estran, balayé par de forts courants qui lui ont conféré, dès le départ, les atouts adéquats pour le développement de cette activité (SMVM, 2004).

Actuellement, l'ostréiculture dans le Bassin est une activité d'élevage qui se compose essentiellement d'entreprises familiales, avec un souci d'expansion bien différent de l'époque de la cueillette des huîtres ou du semis sur parcs au sol. Leur nombre est en baisse constante depuis les crises des années 1960, 1970 et 1980 (Tableau 1) (Bawedin, 2009).

Tableau 1 : Evolution du nombre des concessionnaires et des superficies dans le Bassin d'Arcachon (Irichabeau et Malfait, 2007).

Année	Nombre de concessionnaires	Superficie (en hectares)
1960	2 521	1 738
1970	1 777	1 725
1980	1 180	1 732
1990	739	998
1995	671	967
2000	544	801
2002	514	781
2004	495	751

Le nombre d'exploitations ostréicoles actives sur le Bassin d'Arcachon recensées en 2010 est de 315 pour une superficie exploitées de 726,75ha. Environ 70% de ces entreprises ont été créées il y a moins de 20 ans et 12% il y a plus de 30 ans (SRCAA, 2011).

En 2010, 7 000 tonnes d'huîtres marchandes auraient été produites (SRCAA, 2011), contre 8 500 tonnes en 2005 (7% de la production nationale) (Arepa, 2008).

L'huître est présente dans la quasi-totalité des exploitations et 9 entreprises sur 10 ne commercialisent aucun autre coquillage.

Le chiffre d'affaires moyen est de 134 000 euros par entreprise. Plus de 80% de ce chiffre est relatif à la vente d'huîtres marchandes et 12% relatif au naissain, le reste concerne le demi-élevage (Arepa, 2008).

Plus de 60% des entreprises ostréicoles ont un chiffre d'affaires de moins de 72 300 euros, un tiers des 315 entreprises ont un chiffre d'affaires entre 72 300 et 330 000 euros, 3,4% des entreprises ont un chiffre d'affaires supérieur (SRCAA, 2011).

Matériel et méthode

1. Stratégie d'échantillonnage

L'échantillonnage est la procédure par laquelle les échantillons (fragment d'un ensemble concret ou abstrait) sont prélevés. De nombreuses procédures sont possibles, chacune ayant des avantages et des inconvénients. Discuter des méthodes possibles, et arrêter des choix, est donc un élément stratégique essentiel dans une démarche scientifique descriptive (Giraudoux, 2004).

Les intérêts et les contraintes liés aux différents plans d'échantillonnage ont été discutés par Scherrer (1983), en particulier l'échantillonnage aléatoire et l'échantillonnage stratifié. L'échantillonnage aléatoire simple, apparemment aisé, est assez souvent utilisé. Il consiste à réaliser des observations, des mesures ou des prélèvements, au hasard dans l'espace et/ou dans le temps et n'est concrètement applicable qu'à petite échelle. Cette stratégie, directement issue de la théorie des probabilités, est coûteuse dès que l'espace étudié est important et hétérogène.

Dans la mesure où les connaissances préalables existent toujours (ou peuvent être obtenues) sur l'espace étudié, le plan d'échantillonnage stratifié est beaucoup plus adapté aux études écologiques, aussi bien du point de vue des réponses qu'il apporte que du point de vue du coût qu'il induit.

En effet, il consiste en un découpage préalable, à un ou plusieurs niveaux, de l'espace étudié, fondé sur des éléments, tels que la structure du paysage décomposée en grands types de milieu, la structure de la végétation, les activités socio-économiques, etc.

L'espace prédécoupé peut être échantillonné à moindre coût sans omission d'entités écologiques importantes. Cette stratégie permet à la fois de caractériser le secteur d'étude dans son intégralité (comme l'échantillonnage aléatoire), mais aussi partie par partie (caractérisation de chaque "strate" établie).

Un échantillon indépendant est par la suite prélevé au sein de chacune des strates en appliquant un plan d'échantillonnage au choix de l'écologue. Selon les strates, la taille de l'échantillon peut évoluer ou non. Si la fraction d'échantillonnage est identique dans chaque strate, il s'agit d'une allocation proportionnelle.

Les résultats obtenus dans chaque strate sont ensuite pondérés par les poids respectifs de chaque strate dans l'espace échantillonné.

Cette stratégie vise à assurer le meilleur compromis entre les contraintes naturelles, techniques et mathématiques (Giraudoux, 2004).

2. Définition des strates

Le Bassin d’Arcachon représente une superficie importante (156km²) qui *a priori* nécessite un effort d’échantillonnage élevé pour obtenir un résultat satisfaisant. Cependant, les contraintes de temps et de coût imposent par ailleurs une limitation de cet effort. Ce travail étant une première approche, la démarche adoptée pour le mener à bien a été la suivante :

- Une séparation du stock d’huîtres entre stock d’huîtres en élevage et stock d’huîtres dites « sauvages » qui seront estimés par deux méthodes différentes, le premier à partir de résultats d’enquêtes, le second à partir d’un échantillonnage sur le terrain ;
- Un découpage géographique de la baie, réalisé à partir de données existantes relatives à l’activité ostréicole sur le Bassin d’Arcachon ;
- Le choix *a priori* d’une centaine de stations explorées sur le terrain.

La sous-direction des Systèmes d’Information des Affaires Maritimes gère les fichiers de concessions et de concessionnaires. En 1997, les documents cartographiques, traditionnellement sous forme de cartes papier, ont été numérisés et intégrés à un Système d’Information Géographique (MapInfo), au niveau de chaque Direction Départementale des Affaires Maritimes. Ce cadastre numérique est depuis mis à jour tout au long de l’année, en gardant la trace de l’histoire des concessions (cadastrage, exploitation ou abandon). Ainsi, nous disposons d’une cartographie des surfaces cadastrées du Bassin (anciennes et actuelles) ainsi que d’informations relatives à leur autorisation d’exploitation (concédées ou non). De plus, une étude récente de la Délégation à la Mer et au Littoral (DML) sur l’état du Domaine Public Maritime (DPM) a permis de caractériser l’état d’une grande partie des surfaces concédées exploitées ou non exploitées (le plus souvent sales) (Dumas, 2010).

Par ailleurs, nous savons que les huîtres d’élevage se trouvent sur les concessions exploitées. Les huîtres sauvages, quant à elles, soit se trouvent sur des parcelles anciennement concédées (propices à une colonisation surtout si elles n’ont pas été nettoyées c’est-à-dire présentant des restes de chantiers ou d’huîtres favorisant la fixation des larves), soit forment des gisements naturels dans les secteurs d’estran bas non cadastrés, principalement le long des chenaux. Enfin, la grande majorité de la superficie du Bassin est couverte par l’herbier de zostères (Figure 2) dans lequel il n’y a pas d’huîtres sauvages ou en quantité considérée comme négligeable.

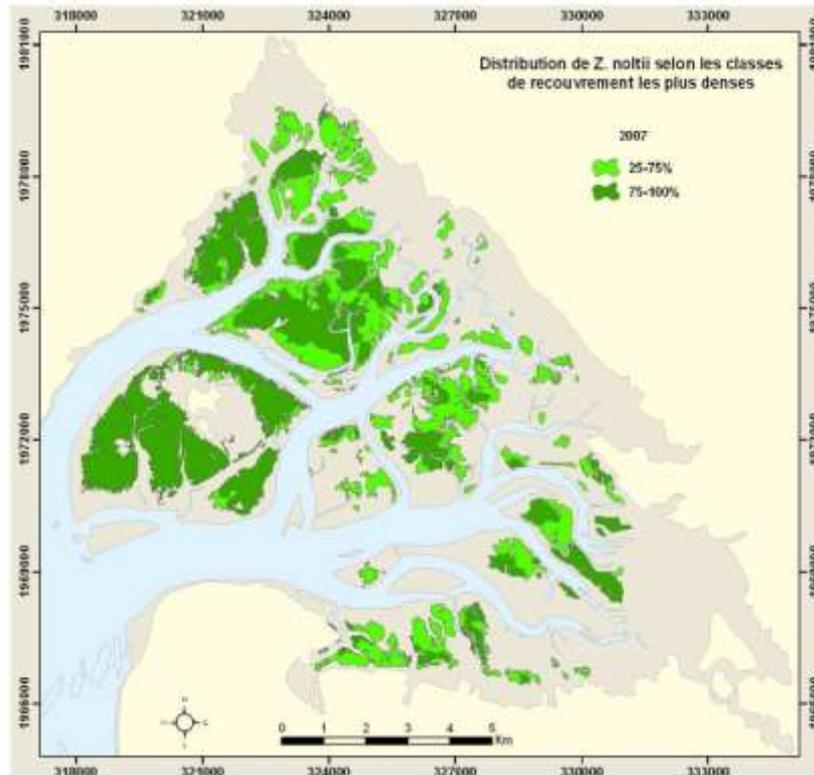


Figure 2 : Cartographie des herbiers de *Zostera noltii* les plus denses pour l'année 2007 (Dalloyau et al., 2009).

Ces connaissances préalables permettent de proposer une stratification de l'espace étudié basée sur les 3 classes suivantes (ces classes ou strates étant *a priori* le plus possible homogènes et différentes entre elles) (Figure 3).

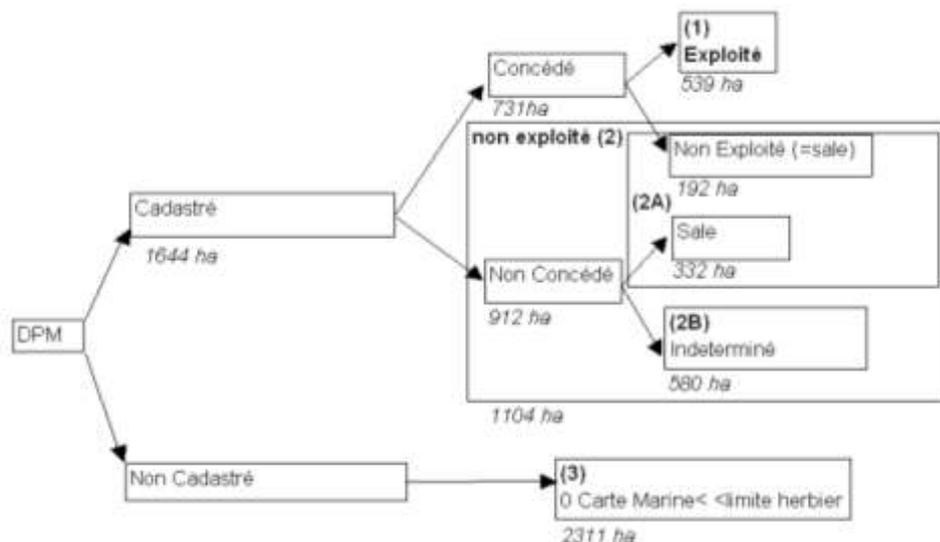


Figure 3 : Schéma récapitulatif de la stratification et des superficies correspondantes.

Les huîtres en élevage se trouvent sur les zones concédées exploitées qui constituent la **strate 1** (539ha).

Les huîtres sauvages se trouvent sur des surfaces cadastrées qu'elles soient anciennes ou récentes (**strate 2**) et sur des surfaces non cadastrées (**strate 3**) (gisements naturels).

La strate 2 peut être divisée en deux sous-strates selon qu'il s'agit de parcelles dont l'état sale est connu (concedé ou anciennement concedé) (**strate 2a**) (524ha) ou de cadastré (ancien) dont l'état est indéterminé (**strate 2b**) (580ha).

La **strate 3** (2 311ha) est constituée par l'estran (au dessus du zéro des cartes marines) duquel les surfaces cadastrées et les surfaces en herbier (= surface d'estran non cadastré hors herbier de zostères) ont été retirées.

La cartographie des différentes strates est présentée Figure 4.

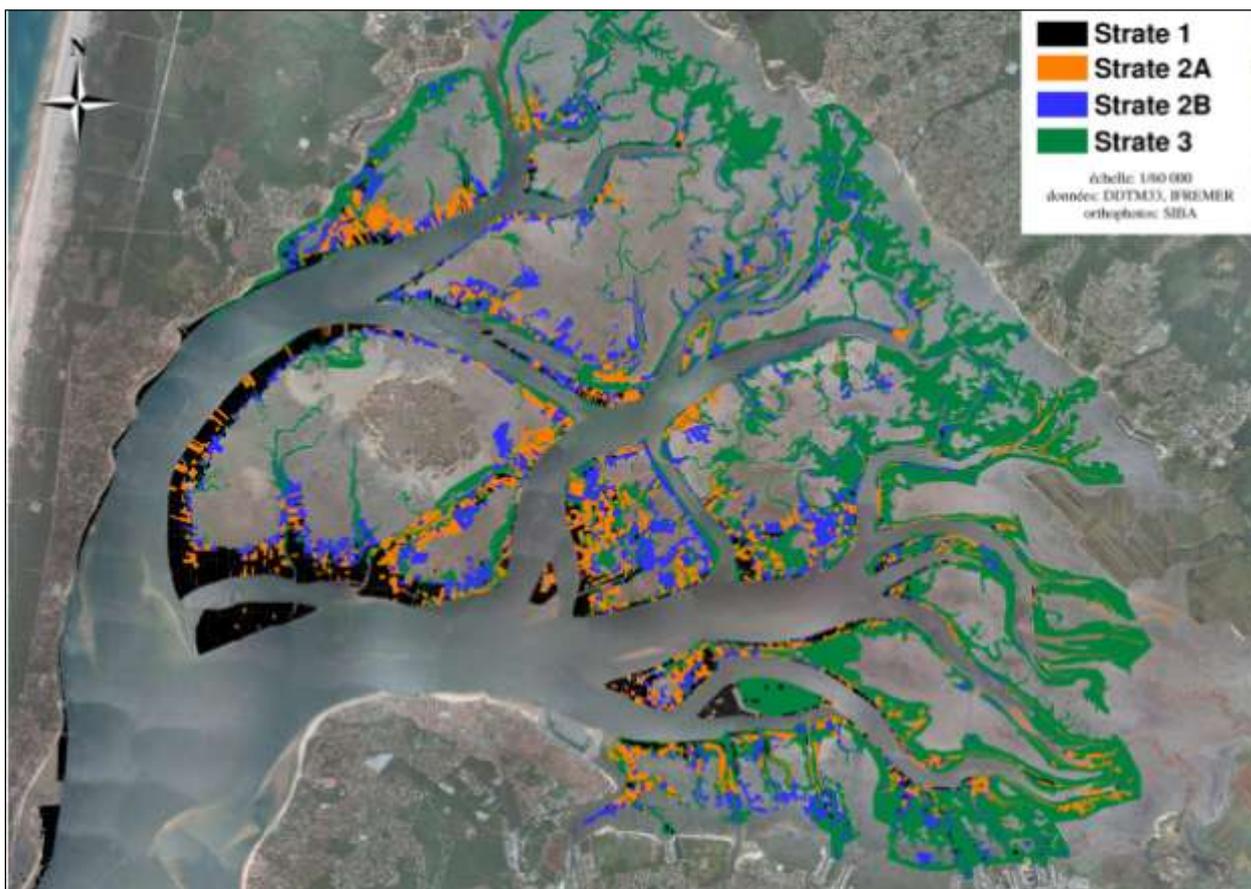


Figure 4 : Cartographie de la stratification géographique appliquée (DDTM33, 2011).

La strate 1 (concedée et exploitée) a été traitée *via* les déclarations de productions.

Un échantillonnage stratifié à deux degrés, s'adaptant aux contraintes de terrain, a été adopté, afin d'estimer la biomasse du stock d'huîtres sauvages sur les strates 2 et 3.

Une démarche similaire a été menée par Cognie *et al.* (2006) pour définir la distribution spatiale d'un stock d'huîtres sauvages dans la Baie de Bourgneuf. La stratégie d'échantillonnage était basée sur la mise en œuvre de l'échantillonnage aléatoire stratifié (Krebs, 1989). Une fois les strates définies, leurs superficies ont été estimées en utilisant le système d'information géographique (SIG) pour analyser les ortho photographies côtières (échelle 1:10000).

3. Stock d'huîtres en élevage (strate 1)

Ce stock est réparti sur les concessions exploitées constituant la strate 1. Il est estimé à partir des déclarations de production prévues dans le cahier des charges des concessions, recueillies en 2010 par la Délégation à la Mer et au Littoral (DML). Ces déclarations portent sur les achats, ventes et stocks des entreprises durant le dernier exercice comptable. Sur un total de 315 entreprises recensées, 209 entreprises ont répondu à cette déclaration (SRCAA, 2011). Ces données ont constitué la base de travail pour l'estimation du stock d'huîtres en élevage pour cette strate.

Le premier travail engagé pour le traitement des données de cette strate a été une mission de validation des données acquises aux travers des 209 déclarations d'entreprises. Cette validation a nécessité de reprendre toutes les déclarations sous format papier et de valider les données renseignées dans la base informatique de la DML d'Arcachon. Certaines informations collectées ne laissaient apparaître, par exemple, dans certains cas (naissains et/ou juvéniles), que des résultats en nombre d'individus et non en masses ou l'inverse. Par ailleurs, toutes les déclarations ne concernent pas les mêmes années (2009 et 2010), ni les mêmes époques de l'année (juin à juin ou décembre à décembre).

La conversion des données (nombre d'individus en masse ou l'inverse) a été réalisée, après concertation avec la DML et l'Ifremer d'Arcachon, avec les coefficients suivants (basés sur les déclarations) :

- Pour les déclarations de décembre N-1 à décembre N :
 - Poids moyen d'une huître de 6 mois : 1,5 g ;
 - Poids moyen d'une huître de 18 mois : 20 g ;
- Pour les déclarations de juin N-1 à juin N :
 - Poids moyen d'une huître de 12 mois : 5 g ;
 - Poids moyen d'une huître de 24 mois : 30 g.

Les zones géographiques de production de chaque entreprise ont également été vérifiées, certaines possédant des parcs ostréicoles dans d'autres régions françaises de production (Normandie, Bretagne, Thau). Ces déclarations ont été séparées de l'échantillon, l'estimation du stock ne reposant que sur la production intra-bassin. 7 déclarations, dont la production était effectuée dans le lac d'Hossegor, ont été retirées. Au total, 201 déclarations ont été traitées.

Dans un second temps, les déclarations de juin N-1 à juin N (62 déclarations) ont été séparées des déclarations de décembre N-1 à décembre N (139 déclarations). Chaque lot est décliné par année de clôture du bilan comptable : 2008-2009 et 2009-2010.

Le stock d'huîtres a été estimé pour l'année 2009, année commune à l'ensemble des déclarations. Deux estimations ont été faites selon la période concernée par les déclarations (juin ou décembre) : l'une au mois de juin 2009, date à laquelle la croissance printanière s'est effectuée et où les fortes ventes de fin d'année n'ont pas encore été réalisées, et l'autre au mois de décembre 2009, incluant les ventes de fin d'année.

3.1. Estimation des stocks d'huîtres en élevage

L'estimation du stock d'huîtres en élevage détenu en juin 2009 par les entreprises (n1) ayant déclaré en juin 2009 ou en juin 2010 correspond à :

Déclarations de juin 2008 à juin 2009 :

$$\sum N(t)_{2008-2009} = \sum N \text{ naissain}(t) + \sum N \text{ juvénile}(t) + \sum N \text{ marchande}(t)$$

Déclarations de juin 2009 à juin 2010 :

$$\sum N-1(t)_{2009-2010} = \sum N-1 \text{ naissain}(t) + \sum N-1 \text{ juvénile}(t) + \sum N-1 \text{ marchande}(t)$$

$$\text{Stock juin 2009 (S1)} = \sum N(t)_{2008-2009} + \sum N-1(t)_{2009-2010}$$

L'estimation du stock d'huîtres en élevage détenu par les entreprises ayant clos leur exercice en décembre 2009 (n2) correspond à la formule suivante :

Déclarations de décembre 2008 à décembre 2009 : $\sum N(t)_{2008} = \sum N \text{ naissain}(t)_{2008} + \sum N \text{ juvénile}(t)_{2008} + \sum N \text{ marchande}(t)_{2008}$

$$\text{Stock décembre 2009 (S2)} = \sum N(t)_{2008} + \text{Ventes}_{2009} - \text{Achat}_{2009}$$

Ce stock intègre le flux de coquillages (ventes – achats) pour prendre en compte les ventes réalisées massivement en fin d'année.

Afin d'avoir une première idée de la représentativité de l'échantillon, la superficie moyenne des entreprises déclarantes est comparée à la superficie moyenne des 315 entreprises du Bassin.

Si les superficies moyennes s'avèrent similaires, les résultats obtenus sur les différents échantillons peuvent être rapportés à l'ensemble des 315 entreprises du Bassin. Dans ce cas :

- L'estimation du stock total d'huîtres en élevage détenu par les 315 entreprises en juin 2009 correspondra à :

$$\text{Stock total du Bassin en juin 2009 (S3)} = \text{Stock juin 2009 (S1)} * 315 / n1$$

- L'estimation du stock total d'huîtres en élevage détenu par les 315 entreprises en décembre 2009 correspondra à :

$$\text{Stock total du Bassin en décembre 2009 (S4)} = \text{Stock décembre 2009 (S2)} * 315 / n2$$

En considérant que la croissance principale des huîtres s'est effectuée au cours du printemps, les deux estimations de juin ou de décembre peuvent être considérées comme équivalentes. Au final, l'estimation du stock total d'huîtres en élevage détenu par les 315 entreprises en 2009 correspondra à la moyenne pondérée de ces deux estimations :

$$\text{Stock total du Bassin en 2009 (S5)} = (\text{Stock juin 2009 (S1)} + \text{Stock décembre 2009 (S2)}) * 315 / (n1+n2)$$

3.2. Estimation de la production apparente

La production apparente 2009 est calculée à partir du total des stocks d'huîtres, des ventes et des achats des entreprises ayant clos leur exercice en décembre 2009 (n2), soit :

$$\text{Production} = (\text{Stock_Décembre_N_2008-2009} + \text{Ventes_Décembre_N_2008-2009}) - (\text{Stock_Décembre_N-1_2008-2009} + \text{Achats_Décembre_N_2008-2009}) * 315 / n2$$

La production apparente est ainsi extrapolée aux 315 entreprises du bassin ostréicole. Enfin, le stock est comparé à la production apparente.

4. Stocks d'huîtres sauvages (strates 2 et 3)

4.1. Strate 2 – Surfaces cadastrées non exploitées

Cette strate a été divisée en deux sous-strates :

- Strate 2a : surfaces cadastrées sales connues : 524,324ha ;
- Strate 2b : surfaces cadastrées inconnues : 580,475ha.

En accord avec l'Ifremer, l'Agence des Aires Marines Protégées et la Direction Départementale des Territoires et de la Mer, Délégation à la Mer et au Littoral d'Arcachon, 65 points d'échantillonnage ont été répartis sur l'ensemble de cette strate par un tirage aléatoire (33 points pour la strate 2a et 32 points pour la strate 2b) (Figure 5).

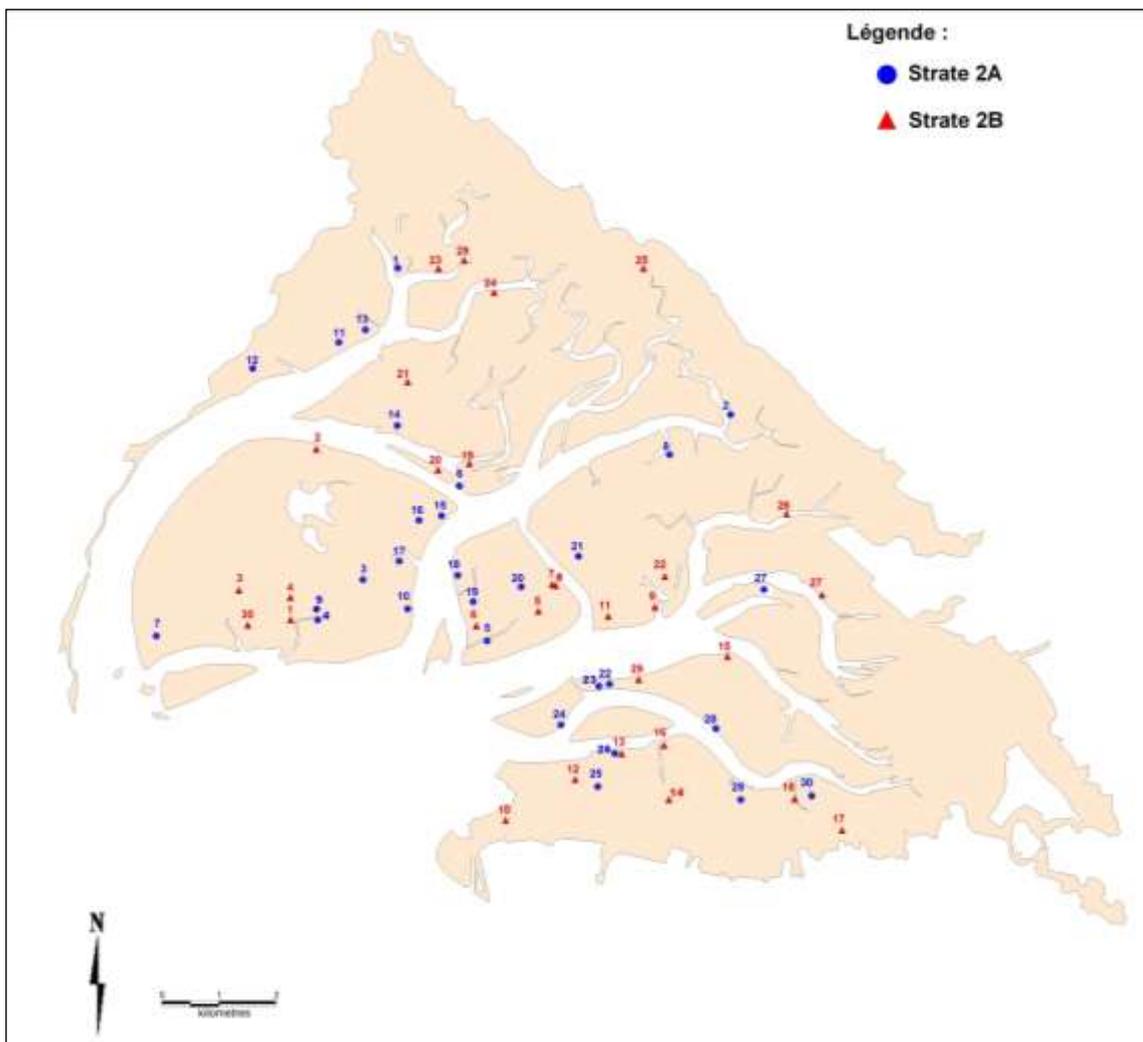


Figure 5 : Répartition des stations d'échantillonnage de la strate 2.

L'accès aux concessions a été réalisé grâce au concours des plates ostréicoles de Messieurs Demay, Dufau, Fresquet, Paillère et Thiry (Figure 6).







Figure 6 : Différentes plates ostréicoles (par ordre alphabétique du nom de leur propriétaire).

4.2. Strate 3 – Surfaces d'estran non cadastrées hors herbier

Rappelons que la strate 3 représente la surface d'estran comprise entre les zones cadastrées et l'herbier de zostère naine (*Zostera noltii*), estimée à 2 311ha : 40 points ont été échantillonnés (Figure 7).

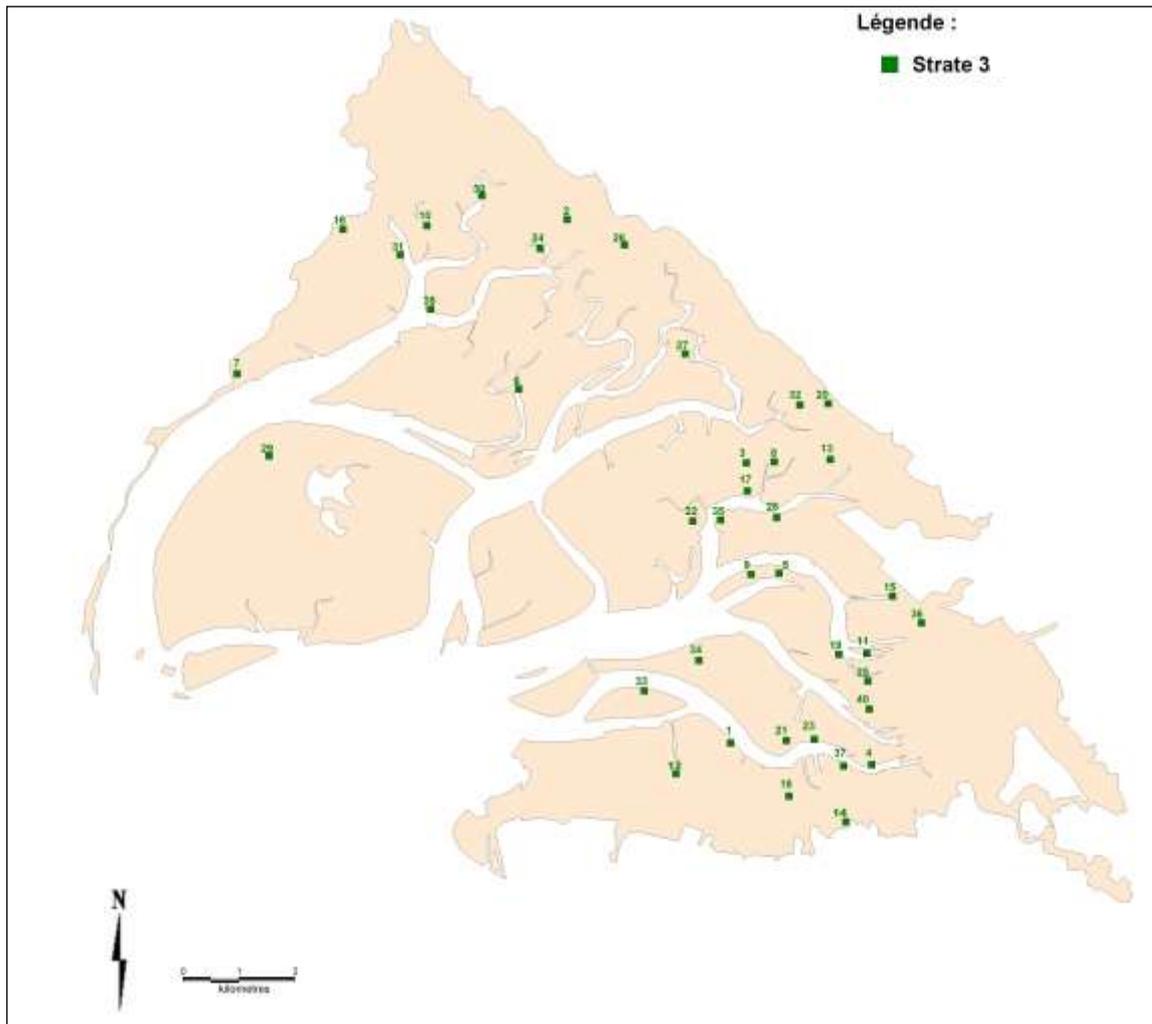


Figure 7 : Répartition des stations d'échantillonnage de la strate 3.

4.3. Protocole terrain

Le protocole d'échantillonnage de terrain pour la **strate 2** est le suivant.

- Repérage de la station d'échantillonnage par GPS et délimitation des angles de la concession avec des piquets (Figure 8). Chaque coordonnée GPS des angles de la concession est enregistrée sous forme de waypoints, et est renseignée sur la fiche. Pour chacun de ces angles, plusieurs photos de l'environnement sont réalisées par une rotation autour du piquet ;
- Détermination du nombre de surface d'huîtres à échantillonner et du type de zone (chantier, sauvage, vaseux) (Figure 9). Une série de photos est effectuée pour chaque zone ;
- Détermination des surfaces à l'aide d'un mètre ruban et des waypoints du GPS. Chaque zone est mesurée au mètre et au GPS. La surface de la station est enregistrée sur le GPS ;



Figure 8 : Matérialisation des angles de concession par des piquets.



Figure 9 : Typologies des zones sur une station (Exemple d'une station de la strate 2a).

- Pour chaque surface échantillonnée, trois mesures de hauteur de récif sont réalisées à l'aide d'une mire et d'un mètre laser. Les hauteurs maximales et minimales sont prises, puis enregistrées dans le GPS et renseignées sur la fiche de données ;

- Positionnement des quadrats au sol. Trois quadrats de tailles différentes ont été utilisés ($0,5\text{m}^2$ / $0,25\text{m}^2$ / $0,09\text{m}^2$), selon la densité des huîtres. Trois quadrats sont échantillonnés par surface. Les coordonnées GPS des quadrats sont enregistrées et renseignées sur la fiche de données. Une série de cinq photos est exécutée par quadrat (Figure 10) pour apprécier une vue globale de l'environnement proche de l'échantillon récolté.

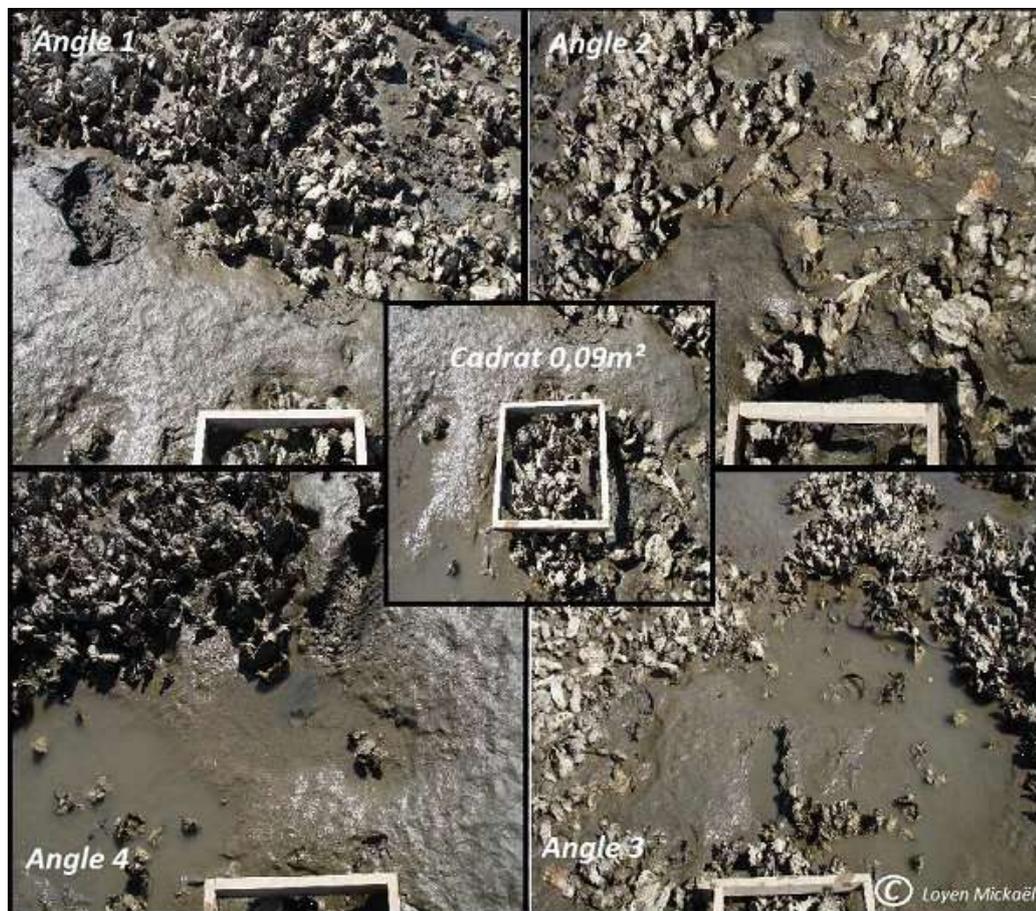


Figure 10 : Série de clichés protocolaires d'un quadrat ($0,09\text{m}^2$).

- Pour chaque quadrat, l'ensemble des huîtres se trouvant à l'intérieur du quadrat est collecté. Les individus dont plus de 50% du corps se trouve dans le quadrat sont collectés. Les huîtres sont ensuite placées dans une manne (panier). Celle-ci est identifiée (numéro de la strate et de la station, de la zone, du quadrat), rincée et placée sur le bateau ;
- Les huîtres sont triées (mortes, vivantes), comptées pour les vivantes, puis pesées (mortes et vivantes). La fiche de données est renseignée.

L'échantillon moyen est conservé pour une analyse biométrique en laboratoire.

Le protocole d'échantillonnage de la **strate 3** est pratiquement similaire à celui utilisé pour la strate 2. Les espaces n'étant pas cadastrées, une surface carrée de 900m^2 (voisine de la surface moyenne des concessions) a été considérée pour chaque station. Les coordonnées GPS de chaque angle ont été relevées.

4.4. Evaluation du stock d'huîtres sauvages

L'estimation du stock d'huîtres sauvages a consisté en une évaluation du nombre d'huîtres vivantes, du poids d'huîtres vivantes et du poids de coquilles d'huîtres mortes. Les résultats finaux correspondent au produit : surface occupée par les huîtres x densité par unité de surface de chaque variable (nombre ou poids). Il s'agit donc d'estimer séparément ces deux variables.

La méthode d'échantillonnage utilisée sur le terrain étant l'échantillonnage stratifié à deux degrés, il existe une hiérarchisation d'unités (Frontier, 1983). Dans cette étude, les unités primaires (ou grappes) au sein d'une strate sont les concessions. Ces unités primaires se composent d'unités secondaires que sont les zones de récifs d'huîtres. Le recourt à cette technique d'échantillonnage conditionne les calculs à effectuer pour évaluer le stock.

Dans un premier temps, la proportion de superficie occupée par les huîtres (p) selon la strate a été estimée. Le calcul diffère s'il s'agit de grappes de tailles égales ou non. Les grappes des strates 2a et 2b ont des tailles inégales (les concessions échantillonnées ont des surfaces différentes). Les stations de la strate 3 ont des tailles égales (900m²). Les formules utilisées pour ces calculs sont issues de Frontier (1983).

La formule pour estimer (p) quand les grappes sont de tailles inégales est la suivante :

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{\sum_{t=1}^n M_i}$$

- a_i désigne la surface des zones de récifs d'huîtres présentes sur les concessions échantillonnées ;
- M_i est la surface des concessions échantillonnées.

La formule pour estimer p quand les grappes sont de tailles égales est :

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{M}}{N}$$

- M désigne la surface des concessions échantillonnées (900m²) ;
- N correspond au nombre de stations échantillonnées.

Puis, la surface couverte en huîtres dans chaque strate a été calculée en multipliant la surface de la strate par la proportion (p).

Dans un second temps, l'estimation de la moyenne par élément (\bar{y}) pour chaque variable (nombre d'huîtres, poids d'huîtres vivantes ou poids de coquilles d'huîtres mortes) a été calculée.

La formule pour calculer \bar{y} est :

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$$

- M_i est la surface des zones de récifs d'huîtres sur les concessions ou stations échantillonnées ;
- \bar{y}_i est la moyenne de la variable étudiée (nombre d'huîtres, poids d'huîtres vivantes ou poids de coquilles d'huîtres mortes) pour une concession échantillonnée donnée.

Enfin l'estimation du stock par strate pour la variable donnée a été calculée de la façon suivante :

$$\text{Stock}_{strate} = p \bar{y} S + (\text{Covariance}/N)$$

- p est la proportion de surface occupée par les huîtres ;
- \bar{y} est le poids ou le nombre d'huîtres moyen par m^2 ;
- S correspond à la surface totale de la strate donnée ;
- N est le nombre total de concessions constituant la strate donnée.

Pour estimer le stock total d'huîtres du Bassin d'Arcachon concernant la variable donnée, les valeurs obtenues par strate ont été additionnées, de même que leur variance.

4.5. Comparaison des strates

Des analyses uni-variées ont été réalisées, afin de savoir si la densité, le poids d'huîtres vivantes et le poids d'huîtres mortes par mètre carré et par mètre cube différaient significativement entre les strates. Ces analyses ont été effectuées sur les données issues des stations échantillonnées et non sur les résultats provenant de l'estimation des stocks sur l'ensemble du Bassin. Ces deux jeux de données ne sont pas comparables.

Ces analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel R 2.7.2 (R development core team 2008) et sauf mention contraire, le seuil de significativité pour les différents tests a été fixé à 5%.

Afin de réaliser ces tests, les conditions d'applications des tests paramétriques ont été vérifiées : suivie de la loi Normale (Test de Anderson-Darling ou Shapiro-Wilk en fonction de l'effectif de l'échantillon) et homoscedasticité (Test de Bartlett ou test de Fligner). Les conditions d'application n'étant rempli pour aucune des variables étudiées, des tests non-paramétriques ont été réalisés en fonction des conditions d'applications.

Concernant la densité d'huîtres vivantes au m² et au m³, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été réalisé. Ce test définit s'il existe une différence significative de moyenne pour une variable donnée en fonction du facteur étudié.

Le test de Kruskal-Wallis s'écrit :

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(n+1)$$

Si ce test indique une différence significative de densité d'huîtres vivantes au m² et au m³ par strate, un test post-hoc de Dunn est effectué.

Un test de Scheirer-Ray-Hare (SRH) a été réalisé (Sokal et Rohlf, 1995), afin de savoir s'il existe :

- Une différence significative des poids d'huîtres vivantes ou mortes selon les strates ;
- Une interaction significative entre le poids d'huîtres vivantes et le poids d'huîtres mortes.

Il s'agit d'une ANOVA non-paramétrique à deux facteurs fixes. Le problème avec ce test est qu'il n'existe pas de post-hoc. Il a simplement été utilisé dans ce cas, pour savoir s'il y avait une interaction entre les deux facteurs.

En l'absence d'interaction entre ces deux facteurs, des tests de Kruskal-Wallis concernant la variable poids d'huîtres vivantes et poids d'huîtres mortes pour le facteur strate sont réalisés. Si ces tests montrent une différence significative concernant la variable étudiée, un test post-hoc de Dunn est effectué.

Résultats

1. Strate 1 – Huîtres en élevage

1.1. Estimation des stocks d'huîtres

Le nombre d'entreprises déclarantes selon les différentes périodes est présenté Tableau 2. Afin de comparer l'ensemble des entreprises du Bassin aux entreprises déclarantes, nous utilisons comme indicateur la surface moyenne. Les résultats étant proches pour les différents ensembles, les entreprises déclarantes seront considérées comme représentatives de l'ensemble des 315 entreprises ostréicoles du Bassin d'Arcachon.

Tableau 2 : Surfaces moyennes des entreprises.

	Nombre	Surface totale des concessions (ha)	Surface moyenne des entreprises déclarantes (ha)
Toutes entreprises	315	726,75	2,31
Entreprises déclarantes	201	407,30	2,03
Entreprises déclarantes en juin (n1)	62	148,38	2,39
Entreprises déclarantes juin 2008-2009	50	122,74	2,45
Entreprises déclarantes juin 2009-2010	12	27,18	2,26
Entreprises déclarantes déc. 2008-2009 (n2)	77	158,42	2,06

Le stock d'huîtres en élevage présent dans les 315 entreprises est estimé à 22 315 tonnes en juin 2009 et à 13 710 tonnes en décembre 2009 (Tableau 3). Les deux estimations réalisées, l'une à partir de déclarations de juin, l'autre à partir de déclarations de décembre, conduisent donc à des valeurs de stock relativement différentes. Comme elles ont été obtenues avec la même approche, elles sont à considérer comme aussi recevables l'une que l'autre. L'estimation finale du stock sera calculée en faisant la moyenne pondérée des deux estimations précédentes, ce qui conduit à un résultat de 16 600 tonnes d'huîtres en élevage présentes en 2009 dans l'ensemble des concessions exploitées du Bassin d'Arcachon (315 entreprises).

Tableau 3 : Evaluation du stock 2009 pour les déclarations de décembre et de juin.

Stock des entreprises	Stock (t)	Nombre d'entreprises déclarantes
Stock_Juin_N_2008-2009	3 799	50
Stock_Juin_N-1_2009-2010	593	12
Total_Stock_Juin_2009 (S1) (62 ent.)	4 392	62

Stock_Décembre_N-1_2008-2009	1 920	77
Ventes - Achats 2009	1 012	77
Total_Stock_Décembre_2009 (S2) (77 ent.)	2 932	77
Stock_Total_Bassin_Juin2009 (S3) (315 ent.)	22 315	62
Stock_Total_Bassin_Décembre2009 (S4) (315 ent.)	13 710	77
Stock_Total_Bassin_2009 (S5) (315 ent.)	16 600	139

1.2. Estimation de la production apparente

La production apparente en 2009 des 315 entreprises ostréicoles du Bassin d'Arcachon est estimée à 5 850 tonnes (Tableau 4).

Tableau 4 : Estimation de la production apparente en 2009.

Production apparente des entreprises	Production (t)	Nombre d'entreprises déclarantes
Stock_Décembre_N-1_2008-2009	1 920	77
Stock_Décembre_N_2008-2009	2 339	77
Ventes_Décembre_N_2008-2009	1 578	77
Achats_Décembre_N_2008-2009	566	77
ProductionApparente_Enterprises_2009 (77 ent.)	1 430	77
ProductionApparente_Totale_2009 (315 ent.)	5 850	77

2. Strate 2 - Huîtres sauvages

Chacun des résultats est présenté \pm son intervalle de confiance et avec une précision (en pourcentage) correspondant au rapport entre cet intervalle et la valeur estimée.

2.1. Estimation des surfaces occupées

Sur une superficie totale de 1 129ha, la strate 2 est occupée par une superficie d'huîtres de 198ha \pm 64ha, représentant 17,5% de la surface de la strate (Tableau 5).

Plus précisément, sur la strate 2a (surface cadastrée non exploitée « sale ») d'une superficie de 582,4ha, les huîtres sauvages recouvrent une surface de 158ha \pm 58ha, soit 27,1%. Sur la strate 2b (surface cadastrée non exploitée inconnue) d'une superficie de 546,4ha, les huîtres sauvages occupent une surface de 39ha \pm 25ha, soit 7,2%.

Tableau 5 : Surfaces occupées par les huîtres sauvages (strate 2).

Strate	Surface de la strate (ha)	Nb stations échantillonnées	Surface occupée par les huîtres (%)	Surface occupée par les huîtres (ha)	Intervalle de confiance (ha)	Précision (%)
2a	582	33	27,1	158	58	36,98
2b	546	32	7,2	39	25	63,39

Total	1 129	65	17,5	198	64	32,19
--------------	-------	----	-------------	------------	-----------	--------------

2.2. Stock d'huîtres sauvages vivantes en poids

Sur la strate 2, d'une superficie totale de 1 129ha, le stock d'huîtres sauvages vivantes est de 49 089t ± 13 297t (Tableau 6). Le degré de précision est de 27% pour 65 stations échantillonnées et le poids d'huîtres au m² sur les surfaces occupées par les huîtres est de 25kg/m².

Plus précisément, sur la strate 2a, d'une superficie totale de 582ha, le stock d'huîtres sauvages vivantes est de 36 984t ± 11 332t, avec une densité de 23kg/m². Sur la strate 2b, d'une superficie totale de 546ha, le stock d'huîtres sauvages vivantes est de 12 106t ± 6 091t, avec une densité de 31kg/m².

Tableau 6 : Stock d'huîtres sauvages vivantes (t) de la strate 2.

Strate	Surface de la strate (ha)	Nb stations échantillonnées	Surface occupée par les huîtres (ha)	Nb de stations avec huîtres	Poids sur surface avec huîtres (kg/m ²)	Poids huîtres (t)	Intervalle de confiance (t)	Précision (%)
2a	582	33	158	21	23,39	36 984	11 332	30,64
2b	546	32	39	13	30,71	12 106	6 091	50,31
Total	1 129	65	198	34	25,16	49 089	13 297	27,08

2.3. Nombre d'huîtres sauvages vivantes

Sur la strate 2, d'une superficie totale de 1 129ha, le nombre d'huîtres sauvages vivantes est de 1 659 millions ± 475 millions (Tableau 7). Le degré de précision est de 29% pour 65 stations échantillonnées et le nombre d'huîtres sur les surfaces occupées par les huîtres est de 852 huîtres/m².

Plus précisément, sur la strate 2a, d'une superficie totale de 582ha, le nombre d'huîtres sauvages vivantes est de 1 238 millions ± 413 millions, avec une densité de 783 huîtres/m². Sur la strate 2b, d'une superficie totale de 546ha, le nombre d'huîtres sauvages vivantes est de 422 millions ± 201 millions, avec une densité de 1 070 huîtres/m².

Tableau 7 : Nombre d'huîtres sauvages vivantes de la strate 2.

Strate	Surface de la strate (ha)	Nb stations échantillonnées	Surface occupée par les huîtres (ha)	Nb de stations avec huîtres	Nombre (sur surface avec huîtres) (nb/m ²)	Nombre (millions)	Intervalle de confiance (millions)	Précision (%)
2a	582	33	158	21	783	1 238	413	29,3
2b	546	32	39	13	1 070	422	201	29,3
Total	1 129	65	198	34	852	1 659	475	29,3

2a	582	33	158	21	783	1 238	413	33,37
2b	546	32	39	13	1 070	422	201	47,58
Total	1 129	65	198	34	852	1 659	475	28,63

2.4. Poids de coquilles d'huîtres mortes

Sur la strate 2, d'une superficie totale de 1 129 ha, le poids de coquilles d'huîtres mortes est de 38 458t ± 10 498t (Tableau 8). Le degré de précision est de 20% pour 65 stations échantillonnées et le poids de coquilles d'huîtres mortes au m² sur les surfaces occupées par les huîtres est de 20kg/m².

Plus précisément, sur la strate 2a, d'une superficie totale de 582ha, le poids de coquilles d'huîtres mortes est de 26 785t ± 8 326t, avec un poids de coquilles de 17kg/m² sur les surfaces occupées par les huîtres. Sur la strate 2b, d'une superficie totale de 546ha, le poids de coquilles d'huîtres mortes est de 11 673t ± 5 898t, avec un poids de coquilles de 30kg/m² sur les surfaces occupées par les huîtres.

Tableau 8 : Poids de coquilles d'huîtres mortes de la strate 2.

Strate	Surface de la strate (ha)	Nb stations échantillonnées	Surface occupée par les huîtres (ha)	Nb de stations avec huîtres	Poids (sur surface avec huîtres) (kg/m ²)	Poids coquilles (t)	Intervalle de confiance (t)	Précision (%)
2a	582	33	158	21	16,94	26 785	8 326	31,08
2b	546	32	39	13	29,61	11 673	5 898	50,53
Total	1 129	65	198	34	20,00	38 458	10 498	27,30

3. Strate 3 - Huîtres sauvages

Chacun des résultats est présenté ± son intervalle de confiance et avec une précision (en pourcentage) correspondant au rapport entre cet intervalle et la valeur estimée.

3.1. Estimation des surfaces occupées

Sur une superficie totale de 2 311ha, la strate 3 est occupée par une superficie d'huîtres de 88ha ± 85ha (Tableau 9).

Tableau 9 : Surfaces occupées par les huîtres sauvages de la strate 3.

Strate	Surface totale (ha)	Nb stations échantillonnées	Surface occupée (%)	Surface occupée (ha)	Intervalle de confiance (ha)	Précision (%)
3	2 311	40	3,8	88	85	96,57

3.2. Stock d'huîtres sauvages vivantes en poids

Sur la strate 3, d'une superficie totale de 2 311ha, le stock d'huîtres sauvages vivantes est de 16 088t ± 8 497t (Tableau 10). Le degré de précision est de 53% pour 40 stations échantillonnées et le poids d'huîtres vivantes par m² sur les surfaces occupées par les huîtres est de 18kg/m².

Tableau 10 : Stock d'huîtres sauvages vivantes (t) de la strate 3.

Strate	Surface strate (ha)	Nb stations échantillonnées	Surface occupée par les huîtres (ha)	Nb de stations avec huîtres	Poids (sur surface avec huîtres) (kg/m ²)	Stock huîtres (t)	Intervalle de confiance (t)	Précision (%)
3	2 311	40	88	7	18,26	16 088	8 497	52,81

3.3. Nombre d'huîtres sauvages vivantes

Sur la strate 3, d'une superficie totale de 2 311ha, le nombre d'huîtres sauvages vivantes est de 996 millions ± 533 millions (Tableau 11). Le degré de précision est de 54% pour 40 stations échantillonnées et le nombre d'huîtres sur les surfaces occupées par les huîtres est de 1 131 huîtres/m².

Tableau 11 : Nombre d'huîtres sauvages vivantes de la strate 3.

Strate	Surface strate (ha)	Nb stations échantillonnées	Surface occupée par les huîtres (ha)	Nb de stations avec huîtres	Nombre (sur surface avec huîtres) (nb/m ²)	Nombre (millions)	Intervalle de confiance (t)	Précision (%)
3	2 311	40	88	7	1 131	996	533	53,53

3.4. Poids de coquilles d'huîtres mortes

Sur la strate 3, d'une superficie totale de 2 311ha, le poids de coquilles d'huîtres mortes est de 11 411t ± 6 075t (Tableau 12). Le degré de précision est de 53% pour 40 stations échantillonnées et le poids de coquilles d'huîtres mortes sur les surfaces occupées par les huîtres est de 13kg/m².

Tableau 12 : Poids de coquilles d'huîtres mortes de la strate 3.

Strate	Surface strate (ha)	Nb stations échantillonnées	Surface occupée par les huîtres (ha)	Nb de stations avec huîtres	Poids (sur surface avec huîtres) (kg/m ²)	Stock coquilles (t)	Intervalle de confiance (t)	Précision (%)
3	2 311	40	88	7	12,95	11 411	6 075	53,24

4. Synthèse des résultats des strates 2 et 3

Sur une superficie totale de 3 440ha, les huîtres sauvages occupent une surface de 286ha ± 106ha (Tableau 13). Le stock d'huîtres sauvages vivantes réparties sur les 3 strates est de 65 177t ± 17 191t et le poids d'huîtres est de 24,73kg/m² sur les surfaces occupées par les huîtres (Tableau 14). Ces résultats permettent de calculer à titre indicatif le poids moyen d'une huître sur le Bassin évalué ainsi à 24,5g (Tableau 15). 2 656 millions d'huîtres vivantes ± 755 millions se répartissent sur les 3 strates échantillonnées, à raison de 869 huîtres/m² sur les surfaces occupées par les huîtres (Tableau 16). Enfin, le poids des coquilles d'huîtres mortes sur les 3 strates est de 49 869t ± 13 271t et le poids de coquilles d'huîtres mortes est de 20kg/m² sur les surfaces occupées par les huîtres (Tableau 17).

Tableau 13 : Proportion des surfaces occupées par les huîtres sauvages.

Strates	Surface strate (ha)	Nb stations échantillonnées	Surface occupée (%)	Surface occupée (ha)	Intervalle de confiance (ha)	Précision (%)
2a	582	33	27,1	158	58	36,98
2b	546	32	7,2	39	25	63,39
3	2 311	40	3,8	88	85	96,57
Total	3 440	105	8,3	286	106	37,19

Tableau 14 : Stock d'huîtres sauvages vivantes (t).

Strate	Nb stations échantillonnées	Surface occupée (ha)	Nb de stations avec huîtres	Poids (sur surface avec huîtres) (kg/m ²)	Stock huîtres (t)	Intervalle de confiance (t)	Précision (%)	Poids moyen (sur la strate) (kg/m ²)
2a	33	158	21	23,39	36 984	11 332	30,64	6,35
2b	32	39	13	30,71	12 106	6 091	50,31	2,22
3	40	88	7	18,26	16 088	8 497	52,82	0,70
Total	105	286	41	24,73	65 177	17 191	26,38	1,89

Tableau 15 : Poids moyen d'une huître selon les strates.

Strate	Nombre huîtres (x 10 ⁶)	Poids total (t)	Poids moyen (g)
2a	1 237	36 984	29,88
2b	422	12 106	28,70
3	996	16 088	16,15
Total	2 656	65 177	24,54

Tableau 16 : Nombre d'huîtres sauvages vivantes (millions).

Strate	Nb stations échantillonnées	Surface occupée (ha)	Nb de stations avec huîtres	Nombre (sur surface avec huîtres) (nb/m ²)	Nombre (en millions)	Intervalle de confiance (t)	Précision (%)	Nombre moyen (sur la strate) (kg/m ²)
2a	33	158	21	783	1 238	413	33,37	213
2b	32	39	13	1 070	422	201	47,58	77
3	40	88	7	1 131	996	533	53,53	43
Total	105	286	41	869	2 656	755	28,42	77

Tableau 17 : Poids de coquilles d'huîtres mortes (t).

Strate	Nb stations échantillonnées	Surface occupée (ha)	Nb de stations avec huîtres	Poids (sur surface avec huîtres) (kg/m ²)	Stock coquilles (t)	Intervalle de confiance (t)	Précision (%)	Poids moyen (sur la strate) (kg/m ²)
2a	33	158	21	16,94	26 785	8 326	31,08	4,60
2b	32	39	13	29,61	11 673	5 898	50,53	2,14
3	40	88	7	12,95	11 411	6 075	53,24	0,49
Total	105	286	41	20,00	49 869	13 271	26,61	1,45

5. Comparaisons entre les strates 2 et 3

5.1. Comparaison des nombres d'huîtres vivantes par mètre carré selon les strates

Le test de Kruskal-Wallis indique une différence significative du nombre d'huîtres vivantes par m² entre les strates ($H(2, n = 138) = 14,4436$; $P = 0,000768$).

Le test post-hoc de Dunn indique que la densité d'huîtres vivantes est significativement plus faible sur 2a que sur 2b et 3 (746 pour 2a contre 1002 pour 2b, $0,05 < P < 0,01$ et 1224 pour 3, $0,01 < P < 0,005$) (Figure 11).

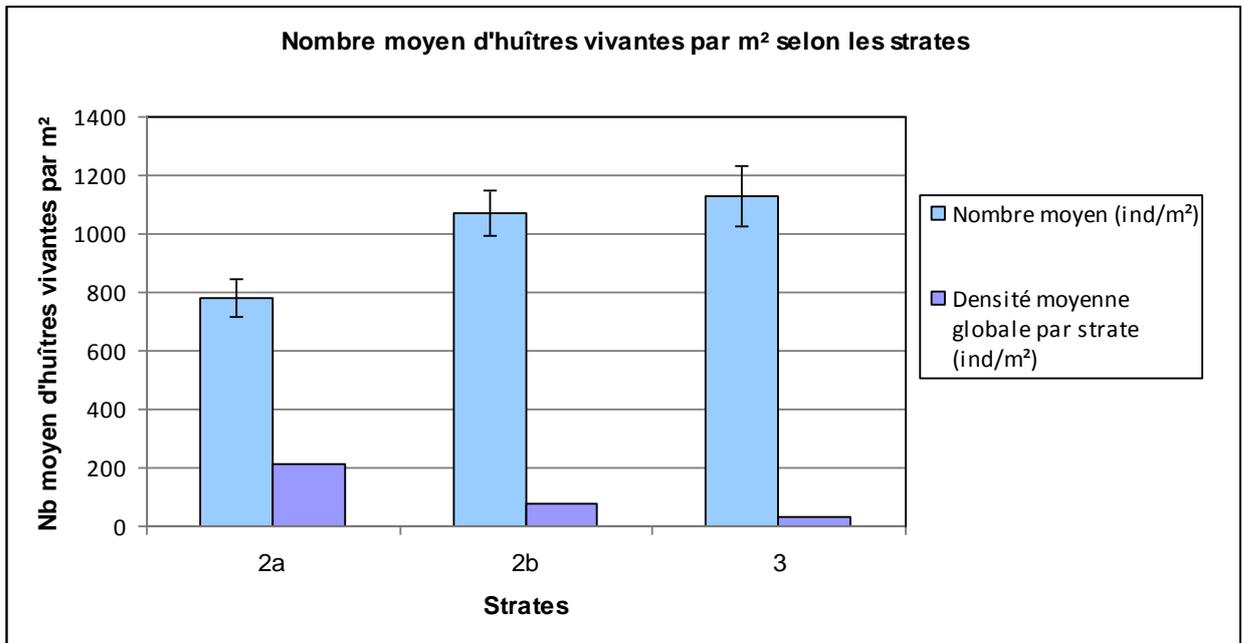


Figure 11 : Nombre moyen d'huîtres vivantes par m² en fonction des strates.

Il n'existe pas de différence significative du nombre d'huîtres vivantes par m² entre les strates 2b et 3 sur les zones occupées par des huîtres.

5.2. Comparaison des poids d'huîtres vivantes et de coquilles d'huîtres mortes par mètre carré selon les strates

Le test de Kruskal-Wallis indique qu'il n'existe pas de différence significative du poids d'huîtres vivantes par m² entre les strates ($H(2, n = 138) = 1,8201$; $P = 0,4025$). Aucune différence significative n'est à noter pour le poids d'huîtres mortes par m² entre les strates ($H(2, n = 138) = 0,4324$; $P = 0,8056$) (Figure 12).

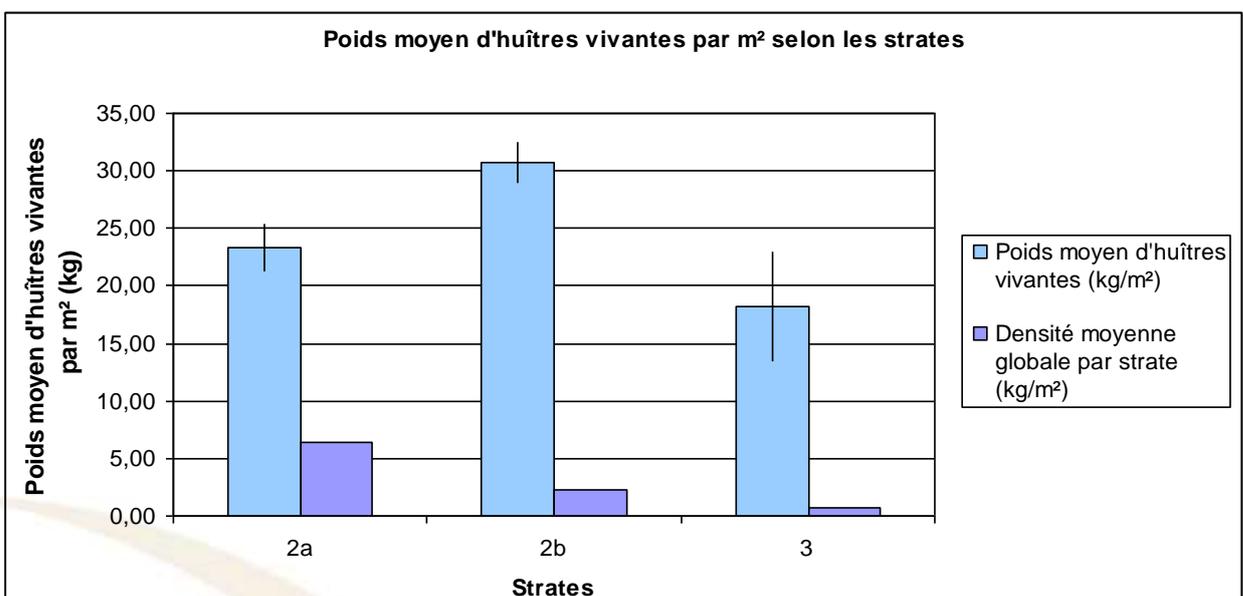


Figure 12 : Poids moyen d'huîtres vivantes et mortes (kg/m²) selon la strate.

5.3. Synthèse des résultats

	Nombre d'huîtres	Poids d'huîtres vivantes	Poids d'huîtres mortes
Par m²	Strate 2a inférieure à 2b et à 3 Pas de différence entre 2b et 3	Pas de différence significative	Pas de différence significative

Discussion

1. Huîtres en élevage (strate 1 – surfaces exploitées)

Les données collectées en 2010 par la Direction Départementale des Territoires et de la Mer lors des déclarations de production ont permis d'établir l'état des stocks et de la production des entreprises du Bassin d'Arcachon. Ces stocks en élevage sont répartis sur les concessions exploitées correspondant à la strate 1.

Remplies par les ostréiculteurs, ces déclarations reposent sur la bonne foi des professionnels et sur leur connaissance, plus ou moins précise, de leurs stocks en élevage. Par ailleurs, afin d'uniformiser les données complétées par les ostréiculteurs (transformation des nombres d'individus en poids), des coefficients de conversion ont été utilisés à dire d'experts, en accord avec l'Ifremer et la DDTM. Aucune étude n'étant actuellement en mesure de fournir un diagramme taille/poids pour les huîtres, ces coefficients peuvent être discutés.

S'agissant de la première année de mise en œuvre de la déclaration de production, nous disposons de peu d'éléments de comparaison ou de recoupement.

Cependant, plusieurs études permettent de mettre ces résultats en perspective.

1.1. Production

La production apparente totale estimée par la présente étude, pour les 315 entreprises du Bassin, est de 5 850t en 2009.

En 2001, le recensement national de la conchyliculture mené pour le Ministère de l'Agriculture concluait à une production de 7 670t d'huîtres en Aquitaine, pour 376 entreprises, soit entre 2001 et 2009, une diminution de production de 23,6%, de 16,2% en nombre d'entreprises et de 7,2% en surface.

En 2010, 285 entreprises ostréicoles ont déclaré 7 000t d'huîtres marchandes en élevage (SRCAA, 2011) ce qui conduit à une production moyenne par entreprise de 25t et à une production totale de 7 875t pour les 315 entreprises du bassin d'Arcachon (SRCAA, 2011).

Malgré les incertitudes liées à la qualité de la donnée initiale et aux coefficients de conversion utilisés, la production estimée en 2009 dans cette étude est cohérente avec les résultats obtenus par les autres méthodes.

1.2. Stock

Le stock d'huîtres en élevage en 2009 sur le Bassin d'Arcachon est évalué à 16 600t (Tableau 18), estimation variant de 22 315t à 13 710t selon l'échantillon d'entreprises considéré (respectivement celles ayant clos leur exercice en juin 2009 et celles l'ayant clos en décembre 2009). Le ratio production/stock s'avère voisin de 1/3 ce qui correspond à ce qui était observé dans les années 80 (Auby et Maurer, 2004).

Tableau 18 : Biomasse d'huîtres (en t) en élevage dans le Bassin d'Arcachon (Auby et Maurer, 2004), surfaces concédées, nombre de concessionnaires (Anonyme, 1996)

	1985	1986	1987	1988	2009
Biomasse en élevage (t)	38 000	38 000	39 000	29 500	16 600
	±	±	±	±	
	1 950	4 200	3 350	4 000	-
Nombre de concessionnaires	837	810	783	768	428*
Surfaces concédées (ha)	1098	989	987	982	732
Stock/concessionnaire (t/personne)	45,4	46,9	49,8	38,4	52,6
Stock/surface (t/ha)	34,6	38,4	39,5	30,0	22,8

* correspondant à 315 exploitations actives.

Les rapports stock/concessionnaire et stock/surface sont respectivement de 52,6t/concessionnaire et 22,8t/ha (Tableau 18).

Les estimations du stock d'huîtres en élevage réalisées de 1985 à 1988 sur les parcs concédés ont montré une fluctuation de l'ordre de 25% (Tableau 18) (Auby et Maurer, 2004 ; Anonyme, 1996), vraisemblablement due à des différences de composition du stock (part des juvéniles plus ou moins importante). Ces fluctuations sont également à mettre en parallèle avec la diminution du nombre de concessionnaires et de la surface concédée.

Les comparaisons entre ces différents résultats, issus d'études menées selon des protocoles très différents (analyses de fiches déclaratives pour cette étude, estimations sur le terrain pour les années 85 à 88), sont délicates. L'augmentation du stock moyen par concessionnaire (de 38,4t en 1988 à 52,6t en 2009) est liée à la diminution du nombre de concessionnaires, plus rapide que celle du stock en élevage (respectivement 69% contre 43,72%), explicable par un phénomène de concentration de l'activité, similaire à celui observé en agriculture.

L'évolution du rapport stock/surface semble plus énigmatique. La transformation de l'activité (mécanisation, utilisation d'huîtres plus performantes, nouvelles techniques d'élevage) devrait amener une plus grande productivité par unité de surface, et donc à un stock par unité de surface plus élevé. Deux raisons pourraient expliquer cette apparente contradiction : d'une part, une succession de mauvaises années de captage (2005/2007/2009) et, d'autre part, l'impact des épisodes de surmortalité observés depuis 2008 provoqués par la présence de l'herpès virus OsHV-1 μ var.

2. Huîtres sauvages (strate 2 - surfaces non exploitées et strate 3 - surfaces d'estran non cadastrées hors herbier)

2.1. Stock d'huîtres sauvages

105 stations ont été échantillonnées, 65 sur la strate 2 et 40 sur la strate 3. Il s'agit là d'une campagne d'échantillonnage unique pour l'ensemble du Bassin d'Arcachon, les études précédentes concernant soit les espaces exploités, soit différentes parties des gisements sauvages.

Durant les quatre semaines de travail de terrain, les échantillonnages ont permis de mettre en évidence sur l'ensemble du Bassin d'Arcachon, la présence de 65 000t d'huîtres sauvages vivantes \pm 17 000t, réparties sur une superficie de 286ha \pm 106ha. Ce tonnage représente 2 656 millions d'huîtres sauvages \pm 755 millions. Par ailleurs, 50 000t de coquilles d'huîtres mortes \pm 13 000t, sont également présentes sur ces 286ha.

Ces chiffres peuvent être mis en relation avec certaines données disponibles dans la bibliographie.

En 1985, la valeur de 7 000t sur les parcs non entretenus mais encore concédés a été estimée (Maurer *et al.*, 1987). Cette valeur ne concerne cependant qu'une partie¹ des surfaces considérées dans la présente étude.

Le volume des déchets à nettoyer (comportant des animaux morts et vivants ainsi que d'autres déchets d'exploitation) a été estimé à environ 800 000m³ sur les parcs ostréicoles concédés et non concédés (DDAM33 et IMA, 1999) auxquels s'ajouterait 300 000m³ de gisements naturels (sans évaluation des tonnages correspondant) (IDEE et BCOM, 2000).

Selon Blanchet (2004), la surface occupée par les récifs d'huîtres a été estimée à 156,4ha en 2003. Le stock correspondant serait d'environ 38 000t mais les récifs étudiés se situaient principalement dans la partie interne du Bassin d'Arcachon, en bordure des chenaux et au niveau d'anciennes concessions ostréicoles abandonnées.

Cependant, toutes ces données proviennent d'études soit ne traitant qu'une partie de l'emprise géographique ou administrative considérée ici – parcs concédés ou non, bords de chenaux – soit réalisée par une approche des volumes qui ne permet pas une extrapolation directe au stock. Il est donc impossible de comparer ces résultats entre eux et donc de les interpréter en terme d'évolution dans le temps.

2.2. Comparaison inter-strates

¹ Seulement une fraction de la strate 2a et pas la strate 3.

A l'issu de cette estimation du stock d'huîtres sauvages dans le Bassin d'Arcachon, il a été mis en évidence des différences quantitatives des peuplements d'huîtres sauvages au sein de la lagune.

Les surfaces occupées par les huîtres sauvages sont en proportions très différentes entre la strate 2a (27%) et les strates 2b et 3 (7 et 4%). Ce résultat conforte la stratification effectuée, et montre que les connaissances utilisées en amont sur l'état des parcelles, et particulièrement sur les parcelles sales, permettent d'avoir une bonne idée de l'état du terrain.

Il en résulte une surface totale occupée par les coquillages de 286ha (\pm 106ha), ce qui équivaut, pour comparaison, à près de 40% de la surface concédée actuellement dans le Bassin d'Arcachon.

Du fait de ces proportions différentes sur les strates 2a et 2b voisines en superficie, la surface occupée par les huîtres sauvages sur la strate 2a est 4 fois supérieure à celle de la strate 2b (respectivement 158 et 39ha). Le stock d'huîtres sauvages vivantes de la strate 2a est 3 fois supérieur à celui de la strate 2b (respectivement 37 000t et 12 000t) et le poids de coquilles d'huîtres mortes de la strate 2a est plus de deux fois supérieur à celui de la strate 2b (respectivement 27 000t et 12 000t). Ces résultats sont à prendre en compte dans l'objectif de nettoyage du DPM, puisqu'ils montrent que plus de la moitié du stock de coquillages sauvages (vivants ou morts) se situe dans des zones cadastrées (c'est à dire issues du cadastre historique de l'ostréiculture arcachonnaise), déjà identifiées par la DDTM comme des zone « sales ».

Le stock d'huîtres sauvages de la strate 3 est proche de celui de la strate 2b (respectivement 16 000t et 12 000t), tout comme le poids de coquilles d'huîtres mortes (respectivement 11 000t et 12 000t). Mais les superficies concernées ne sont pas du tout du même ordre de grandeur, la superficie de la strate 3 étant 4,2 fois supérieure à celle de la strate 2b (2 311ha et 546ha). Les huîtres occupent donc les espaces hors cadastre (strate 3) dans une proportion plus faible que les espaces cadastrés (strate 2b), mais également en moins forte densité (la superficie occupée par les huîtres de la strate 3 n'est que 2,3 fois supérieure à celle de la strate 2b - 88ha et 39ha).

Ces résultats confirment les observations de terrain. Situés dans des zones vaseuses, en cours de sédimentation (com. pers. ostréiculteurs), les récifs de la strate 3 sont peu élevés, majoritairement constitués d'huîtres agglomérées sur un ou deux niveaux (Figure 13).



Figure 13 : Exemple de récif de la strate 3 (station 1).

A l'inverse, les stations de la strate 2 présentent des profils différents. Situées sur d'anciens parcs exploités, les huîtres sauvages profitent des anciennes structures d'élevage (chantiers, tables, tubes, coupelles, poches) pour se fixer et de développer (Figure 14).



Figure 14 : Exemple de récif de la strate 2b (station 9).

En ce qui concerne les coquilles d'huîtres mortes, leur poids est toujours inférieur à celui des huîtres vivantes.

Par ailleurs, les différences entre les poids d'huîtres vivantes et mortes par m² en fonction des strates ne sont pas significatives même si elles apparaissent assez élevées. La grande variabilité des résultats ajoutée à la petite taille des échantillons surtout sur les strates 2b (13) et 3 (7) ne permet pas en effet de conclure.

Enfin, les résultats obtenus sur chaque point d'échantillonnage sont présentés à titre indicatif sur la carte du bassin d'Arcachon (Annexes 1 à 6). En effet, le nombre de points échantillonnés étant très faible au regard des superficies en jeu, ils ne permettent pas de faire une cartographie des différents secteurs.

2.3. Méthodologie

Nous avons vu que l'estimation de stock correspond, pour chaque strate, au produit de la superficie occupée par les huîtres, par la densité d'huîtres/m². L'estimation de ces deux valeurs a été obtenue par un échantillonnage terrain sur les mêmes stations. Lorsque la station présentait des huîtres, des cadrats étaient effectués afin de déterminer les densités d'huîtres par unité de surface. Rappelons que la précision des résultats obtenus dépend de l'effort d'échantillonnage qui, bien que conséquent, était modeste au regard des surfaces considérées et que les contraintes temporelles et financières ne permettaient pas d'aller au-delà de cet effort.

En ce qui concerne les surfaces couvertes en huîtres, on observe que la précision (rapport entre le résultat et l'intervalle de confiance) est bien meilleure pour la strate 2a (37%) que pour la strate 2b (63%) et surtout la strate 3 (97%). Ces résultats reflètent bien la connaissance préalable du terrain pour la strate 2a et l'absence d'informations sur les deux autres strates. Par ailleurs, les pourcentages d'occupation de ces deux zones sont très faibles ce qui présente deux inconvénients majeurs :

- L'estimation de ce pourcentage est biaisée (Frontier, 1983) sans que l'on puisse évaluer l'importance du biais ;
- Le nombre de stations présentant des huîtres étant faible (13 pour la strate 2b et 7 pour la strate 3), l'estimation de la densité est très peu précise et fiable.

Il serait judicieux, surtout pour la strate 3 de très grande superficie et d'accès difficile, de réaliser un travail préalable, à partir de photos aériennes par exemple, permettant de réduire la superficie prise en compte (en retirant de larges secteurs où il n'y a manifestement pas d'huîtres). Par ailleurs, si la présence d'huîtres sur les stations de l'échantillon pouvait être déterminée sans aller sur le terrain, la taille de l'échantillon pourrait être largement augmentée et plus de stations terrain (où il y aurait sûrement des huîtres) pourraient être prospectées.

Du fait de la stratégie d'échantillonnage stratifié utilisée, la précision du résultat final regroupant toutes les strates (36%) est meilleure que celle obtenue pour chaque strate, et semble satisfaisante (en gardant cependant à l'esprit que les résultats des strates 2b et 3 peuvent être en partie biaisés).

Ce travail est le premier à aborder l'estimation des stocks d'huîtres du Bassin d'Arcachon dans leur ensemble. En plus des résultats obtenus, il a permis d'acquérir des données de base sur la variabilité des variables estimées permettant l'optimisation d'un futur plan d'échantillonnage.

Conclusion

L'omniprésence de l'activité ostréicole, qui marque le paysage du Bassin d'Arcachon depuis 150 ans, caractérise l'identité culturelle de cet espace. Les techniques et les méthodes d'élevage se sont développées rapidement et ont permis l'essor de cette activité dans le Bassin.

Après deux grandes crises sanitaires (1970 et 1975), l'ostréiculture mondiale et française subissent actuellement d'importants épisodes de mortalité liés à l'herpès virus (OSH-V1), orientant l'activité vers un seuil critique de pérennité (Chevassus-au-Louis, 2009).

Afin de pouvoir concilier ostréiculture et usages du plan d'eau avec d'autres activités, il était primordial d'estimer le stock d'huîtres sauvages et d'élevage dans le Bassin d'Arcachon.

Afin d'estimer au mieux les stocks d'huîtres présents sur le Bassin d'Arcachon, deux approches différentes ont été utilisées pour les huîtres en élevage et pour les huîtres sauvages. Le stock en élevage a été estimé à partir de déclarations de producteurs tandis que le stock d'huîtres sauvages l'a été sur le terrain selon un échantillonnage stratifié à deux degrés, mis en place en partenariat avec l'Agence des Aires Marines Protégées, l'Ifremer d'Arcachon et la Direction Départementale des Territoires et de la Mer. Une centaine de stations, réparties sur 3 strates, ont ainsi été échantillonnées durant 4 semaines avec le soutien logistique de la Section Régionale Conchylicole d'Aquitaine.

Au total, 82 500t d'huîtres vivantes sont présentes sur la totalité du Bassin d'Arcachon, se répartissant entre 16 600t d'huîtres en élevage (en 2009) et 65 000t d'huîtres sauvages (données acquises en juin 2011). Par ailleurs, 50 000t de coquilles d'huîtres mortes sont présentes sur le Bassin d'Arcachon, mélangées aux déchets d'exploitation, sédiments et/ou gisement d'huîtres.

Les concessions recensées comme sales (strate 2a) présentent une superficie de récifs d'huîtres sauvages plus importante que les deux autres strates (2b et 3), induisant un stock d'huîtres sauvages vivantes et un poids de coquilles d'huîtres mortes plus importants. La structure des récifs diffère également entre les strates. Les récifs de la strate 2 sont plus denses que ceux de la strate 3. Ces informations sont importantes pour l'objectif de nettoyage du DPM.

Dans l'état de crise sanitaire actuelle, la présence de ce stock important d'huîtres sauvages indique que l'espèce ne semble pas menacée en tant que telle dans le Bassin d'Arcachon, même si les conséquences de la maladie de l'herpès virus sont très graves pour l'économie des exploitations ostréicoles. Le stock d'huîtres sauvages (en poids et en superficie) est conséquent, puisqu'il représenterait près de 4 fois le stock en élevage. L'enjeu majeur est de gérer ce stock, afin de maintenir au mieux l'activité économique.

La collecte des huîtres sauvages pourrait être organisée et développée (elle est déjà autorisée pour les professionnels), ce qui aurait pour effet d'accroître le stock d'huîtres marchandes des ostréiculteurs et de favoriser le nettoyage du Domaine Public Maritime. Cependant, cette collecte, sur un plan qualitatif et quantitatif, est à mettre en perspective avec les besoins des entreprises conchyliques selon leur typologie (taille, structure, etc.). Si elle peut correspondre à un appoint, parfois conséquent, pour les entreprises et leur permettre de traverser une période de crise, il reste à déterminer dans quelles proportions elle peut remplacer les apports en différentes classes d'âge d'huîtres obtenus par l'élevage, tel qu'il est pratiqué habituellement dans les exploitations arcachonnaises.

Par ailleurs, cette collecte doit être organisée. En effet, bien que le pouvoir reproducteur des huîtres sauvages soit sans doute moins élevé que celui des huîtres en élevage (com. pers. Ifremer), ce stock d'huîtres sauvages représente un important potentiel de production de naissain. Afin de ne pas entamer ce potentiel, des surfaces du Bassin d'Arcachon, restant à identifier, devront être protégées de toute collecte. Des mesures de planification et d'encouragement de la collecte des coquillages sauvages sur les autres zones restent à définir.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amanieu M., 1967. Recherches écologiques sur la faune des plages abritées et des étangs saumâtres de la région d'Arcachon. Thèse, Université Bordeaux, 105 pp.
- Anonyme, 1996. Monographie et statistiques des établissements de cultures marines du quartier des affaires maritimes d'Arcachon au 30 juin 1996.
- Arepa, 2008. Pêche – Aquaculture, données socio-économiques – GFE02. Conseil Régional d'Aquitaine, 15 pp.
- Auby I., 1991. Contribution à l'étude des herbiers de *Zostera noltii* dans le Bassin d'Arcachon : Dynamique, production et dégradation, macrofaune associée. Thèse Doctorat, Université Bordeaux I, 234 pp.
- Auby I. et Maurer D., 2004. Etude de la reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon, Rapport final. Rapport Ifremer R.INT.DEL/AR 04-05, 203 pp.
- Auby I., Manaud F., Maurer D. et Trut G., 1994. Etude de la prolifération des algues vertes dans le Bassin d'Arcachon. Rapport Ifremer – Cemagref – SSA – Sabarc (Contrat Syndicat Intercommunal du bassin d'Arcachon), Ifremer éditions, 270 pp.
- Auby I., Trut G., Blanchet H., Gouilleux B., Lavesque N. et Pothier A., 2008. Echantillonnage des sites de référence DCE pour les paramètres « faune invertébrée benthique » et « végétation » - District hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer RST/LER/AR/08-001, 33 pp.
- Auby I., Trut G., Plus M., Vignon A. et Bujan S., 2009. Suivi stationnel des herbiers de zostères" (*Zostera noltii* et *Zostera marina*) de la Masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - District Hydrographique Adour-Garonne – 2007. IFREMER - LER/Arcachon - RST/LER/AR/09-001, 40 pp.
- Auby I., Trut G., Plus M. et Vignon A., 2010. Suivi stationnel des herbiers de zostères (*Zostera noltii* et *Zostera marina*) de la Masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont – District Hydrographique Adour-Garonne – 2006-2007-2008. Rapport Ifremer RST/LER/AR/10-002, 66 pp.
- Bachelet G. et Dauvin J.-C., 1993. Distribution quantitative de la macrofaune benthique des sables intertidaux du Bassin d'Arcachon. *Oceanologica Acta*, 16: 83-97.
- Bachelet G., de Montaudouin X. et Dauvin J.-C., 1996. The quantitative distribution of subtidal macrozoobenthic assemblages in Arcachon Bay in relation to environmental factors: a multivariate analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 42: 371-391.

Bawedin V., 2009. La Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) confrontée aux dynamiques territoriales dans le Bassin d'Arcachon et sur la côte picarde. Thèse, Université de Nantes, IGARUN, Géolittomer LETG (UMR 6554 CNRS). 58-163.

Blanchet H., 2004. Structure et fonctionnement des peuplements benthiques du Bassin d'Arcachon. Thèse, Université Bordeaux 1.

Bouchet J.M., 1968. Etude océanographique des chenaux du Bassin d'Arcachon. Thèse Doct. Sci. Nat., Université Bordeaux I, 2 tomes, 306 pp.

Bouchet J.M., Deltreil J.P., Manaud F., Maurer D. et Trut G., 1997. Etude intégrée du Bassin d'Arcachon. *In*: Ifremer R, editor. 1. Ifremer, Arcachon, 185 pp.

Cognie B., Haure J. and Barillé L., 2006. Spatial distribution in a temperate coastal ecosystem of the wild stock of the farmed oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture* - Vol. 259, Issues 1-4, 8 September 2006, P. 249-259

Cayocca F., 1996. Modélisation morphodynamique d'une embouchure tidale : application aux passes d'entrée du Bassin d'Arcachon. Thèse de l'Université de Bordeaux 1, 419 pp.

Chevassus-au-Louis B., Bœuf G., Bonhomme F., Mathieu M., 2009. L'utilisation de naissain d'écloserie, en particulier triploïde, en ostréiculture : analyse des conséquences sanitaires, environnementales, génétiques et zootechniques. Rapport au Directeur de Cabinet du Ministre de l'Agriculture et de la Pêche. 54 pp.

Dalloyau, S., Trut, G., Plus, M., Auby, I., Emery, E., 2009. Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers de *Zostera noltii* et *Zostera marina* du Bassin d'Arcachon. RST/LER/AR/09-003, 52 pp.

DDAM33, IMA, 1999. Eradication des massifs d'huîtres sauvages – Bassin d'Arcachon. Rapport 5 p. + Annexes.

Deltreil J.P., 2006. Historique de l'ostréiculture dans le Bassin d'Arcachon. DOP/LER Arcachon. 87 pp.

Dumas A. E., 2010. Gestion du Domaine Public Maritime - Nettoyage des déchets issus de l'ostréiculture sur le Bassin d'Arcachon. DDTM33/DML/GELM – ENTPE, 71 p + annexes.

Frontier, S. 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson, Paris. 494 pp.

Gassiat L., 1989. Hydrodynamique et évolution sédimentaire d'un système lagune-flèche littorale. Le Bassin d'Arcachon et la flèche du Cap-Ferret. Thèse Doctorat Université Bordeaux, 228 pp.

Giraudoux, 2004. Outils méthodologiques – Principes de l'échantillonnage. 7 pp.

IDEE et BCOM, 2000. Maîtrise de la prolifération sauvage des huîtres dans le Bassin d'Arcachon. Etude de faisabilité. Rapport ENS 80 734 D, 76 pp + cartes.

Irichabeau G. et Malfait J.J., 2007. Suivi de l'activité économique de l'ostréiculture dans le bassin d'Arcachon et pistes de réflexion sur le poids des contraintes écologiques pour l'activité ostréicole. Groupe de Recherche en Économie Théorique et Appliquée (GREThA-UMR CNRS 5113) - Mise en place d'un observatoire socio-économique et technico-environnemental de la filière ostréicole sur le Bassin d'Arcachon (Années 2004 à 2006), 36 pp.

Krebs, C.J., 1989. Ecological Methodology. Harper-Row, New-York, 654 pp.

L.C.H.F., 1973. Desserte hydraulique du fond du Bassin d'Arcachon. Rapport Général.M.I.A.C.A., Novembre 1973, 71 pp. + 29 pièces annexes.

Labourg P.-J., 1980. Structure et évolution de la macrofaune invertébrée des écosystèmes lagunaires aménagés du Bassin d'Arcachon - Application du concept de stratégie cénotique, *In* : Recherches d'écologie théorique - Les stratégies adaptatives, R. Barbault, P. Blandin and J. A. Meyer (eds), Maloine, Paris, 279-295.

Lamour J. et Balades J.D., 1979. Suivi de la qualité des eaux du Bassin d'Arcachon. Rapport C.E.T.E., Laboratoire régional de Bordeaux, 26 pp.

Maurer D., Borel M. et Dreno J.P., 1987. Estimation de la biomasse d'huîtres *Crassostrea gigas* en élevage dans le Bassin d'Arcachon. Été 1985. Rapport Ifremer DRV-87.017-RA/ARCACHON, 31 pp.

Plus M., Dumas F., Stanisière J.Y. and Maurer D., 2009. Hydrodynamic characterization of the Arcachon Bay, using model-derived descriptors. *Continental Shelf Research*; 29: 1008-1013.

Plus M., Maurer D., Stanisière J.Y. et Dumas F., 2006. Caractérisation des composantes d'une lagune mésotidale, le Bassin d'Arcachon. In: report I, editor. Ifremer report. Ifremer, 54 pp.

Renaud-Debyser J. et Salvat B., 1963. Eléments de prospérité des biotopes des sédiments meubles intertidaux et écologie de leurs populations en microfaune et macrofaune. *Vie Milieu*, 14: 463-550.

Salomon J.C., Breton M. et Guegueniat P., 1995. A 2D long term advection-dispersion model for the Channel and southern North Sea Part B: Transit time and transfer function from Cap de La Hague. *Journal of Marine Systems*; 6: 515-527.

Salvat B., 1962. Faune des sédiments meubles intertidaux du Bassin d'Arcachon. Systématique et écologie. *Cahiers de Biologie Marine*, 3: 219-244.

Salvat B., 1967. La macrofaune carcinologique endogée des sédiments meubles intertidaux (tanaïdacs, isopodes et amphipodes), éthologie, bionomie, et cycle biologique. Thèse d'état, Université de Paris.

Scherrer, B. 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin Editeur, Boucherville. 850 pp.

SMVM, 2004. Schéma de mise en valeur de la mer du Bassin d'Arcachon. Préfecture de la Gironde, Service Maritime et de Navigation de la Gironde., 132 pp.

Sokal RR, Rohlf FJ (1995) Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman Third (eds). 880 pp.

Sorriano-Sierra E., 1992. Etude écologique des marais salés du Bassin d'Arcachon : Structure et évolution des schorres, production et dégradation de leur végétation et échanges de matières particulaires entre les schorres et le Bassin. Thèse Doctorat Université Bordeaux 1, 256 pp.

SRCAA, 2011. Recensement des entreprises ostréicoles, caractérisation de la situation des conjoints et évaluation des besoins de formation. Section Régionale Conchylicole Arcachon Aquitaine, 63 pp.

ANNEXES

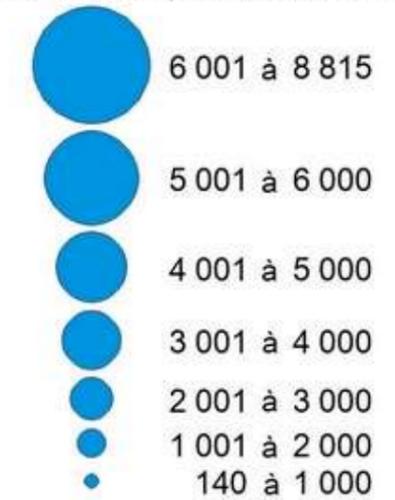
Annexe 1 : Répartition du nombre d'huîtres vivantes par mètre carré.

ETUDE DES STOCKS D'HUÎTRES SAUVAGES ET EN ELEVAGE DANS LE BASSIN D'ARCACHON

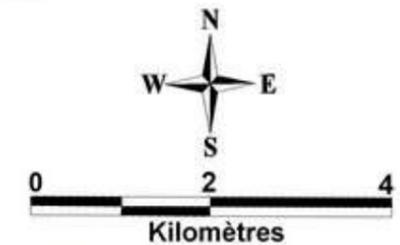
Répartition des huîtres dans le Bassin d'Arcachon : Nombre d'huîtres vivantes par m³



LEGENDE (nombre d'individus)



Source de données :
OCEANIDE, 2011
Orthophotographie, 2007
SHOM, 1992
Ifremer

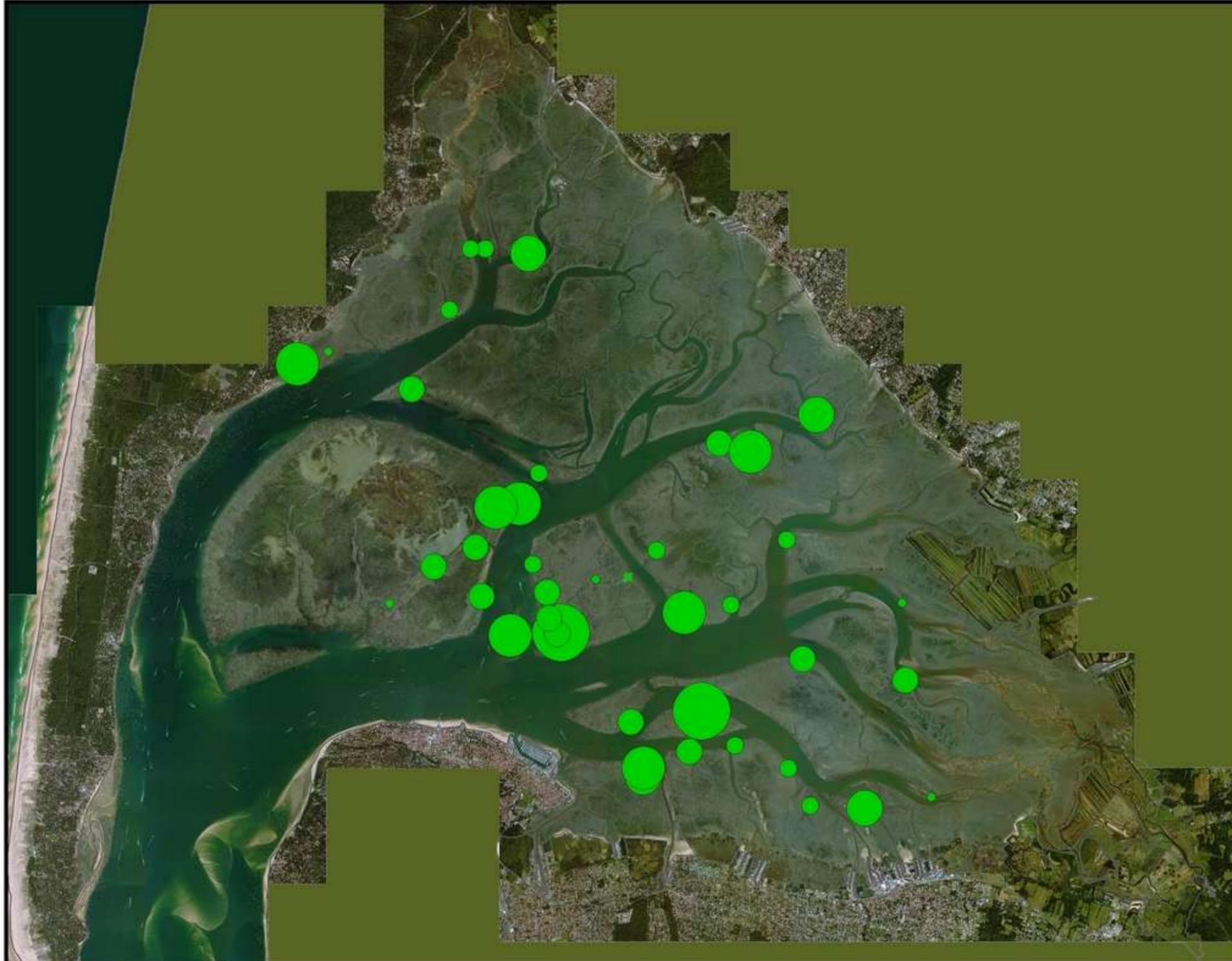


Système de coordonnées : Lambert II Carto
Réalisation : OCEANIDE, 01 septembre 2011

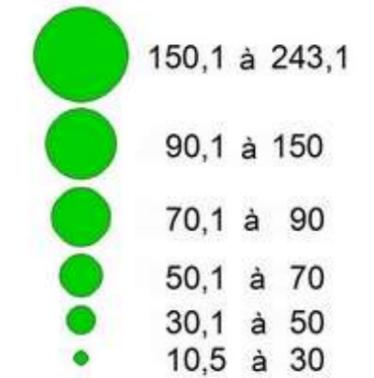
Annexe 2 : Répartition du poids d'huîtres vivantes par mètre carré.

ETUDE DES STOCKS D'HUÎTRES SAUVAGES ET EN ELEVAGE DANS LE BASSIN D'ARCACHON

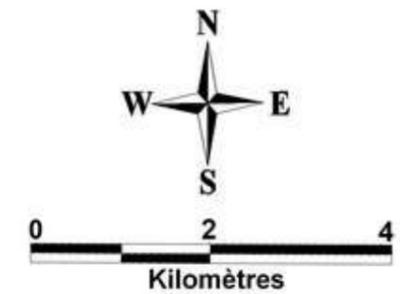
Répartition des huîtres dans le Bassin d'Arcachon : Poids d'huîtres vivantes par m³



LEGENDE (kilogrammes / m³)



Source de données :
OCEANIDE, 2011
Orthophotographie, 2007
SHOM, 1992
Ifremer



Système de coordonnées : Lambert II Carto
Réalisation : OCEANIDE, 01 septembre 2011

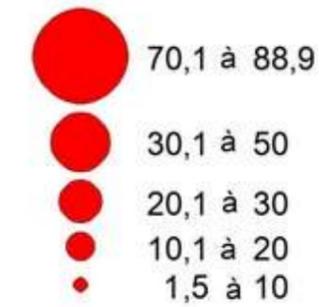
Annexe 3 : Répartition du poids des huîtres mortes par mètre carré.

ETUDE DES STOCKS D'HUÎTRES SAUVAGES ET EN ELEVAGE DANS LE BASSIN D'ARCACHON

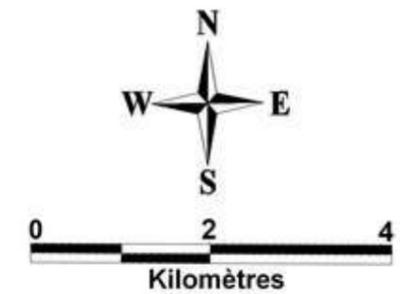
Répartition des huîtres dans le Bassin d'Arcachon : Poids d'huîtres mortes par m²



LEGENDE (kilogrammes / m²)



Source de données :
OCEANIDE, 2011
Orthophotographie, 2007
SHOM, 1992
Ifremer



Système de coordonnées : Lambert II Carto
Réalisation : OCEANIDE, 01 septembre 2011



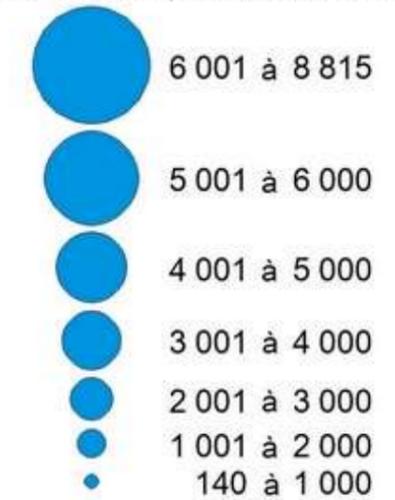
Annexe 4 : Répartition du nombre d'huîtres par mètre cube.

ETUDE DES STOCKS D'HUÎTRES SAUVAGES ET EN ELEVAGE DANS LE BASSIN D'ARCACHON

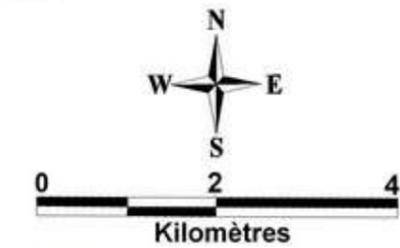
Répartition des huîtres dans le Bassin d'Arcachon : Nombre d'huîtres vivantes par m³



LEGENDE (nombre d'individus)



Source de données :
OCEANIDE, 2011
Orthophotographie, 2007
SHOM, 1992
Ifremer

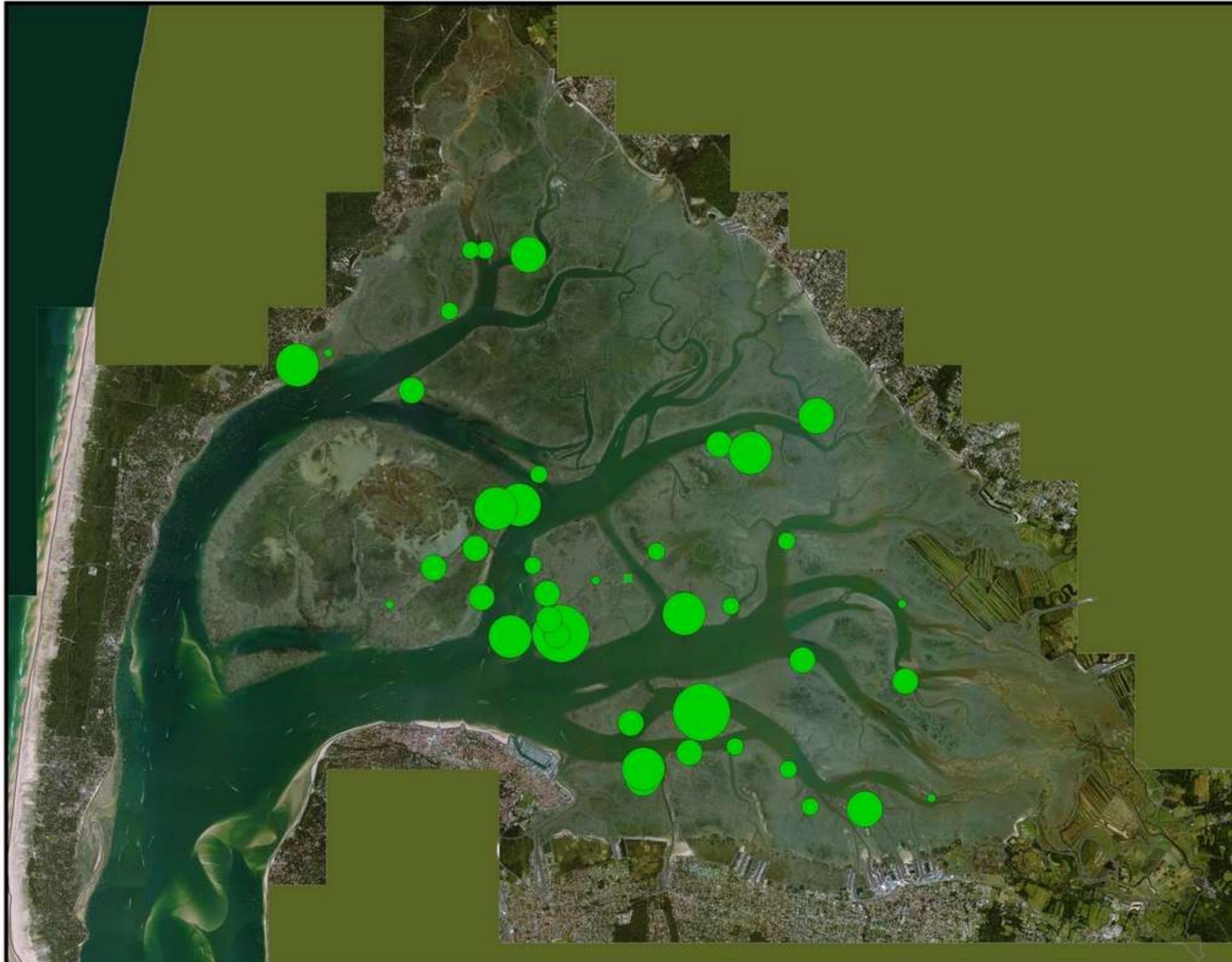


Système de coordonnées : Lambert II Carto
Réalisation : OCEANIDE, 01 septembre 2011

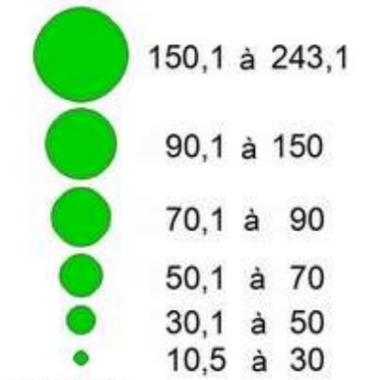
Annexe 5 : Répartition du poids d'huîtres vivantes par mètre cube.

ETUDE DES STOCKS D'HUÎTRES SAUVAGES ET EN ELEVAGE DANS LE BASSIN D'ARCACHON

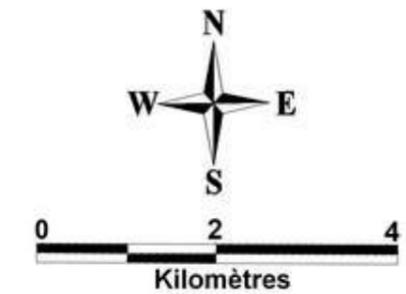
Répartition des huîtres dans le Bassin d'Arcachon : Poids d'huîtres vivantes par m³



LEGENDE (kilogrammes / m³)



Source de données :
OCEANIDE, 2011
Orthophotographie, 2007
SHOM, 1992
Ifremer



Système de coordonnées : Lambert II Carto
Réalisation : OCEANIDE, 01 septembre 2011

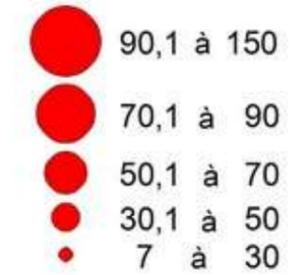
Annexe 6 : Répartition du poids d'huîtres mortes par mètre cube.

ETUDE DES STOCKS D'HUÎTRES SAUVAGES ET EN ELEVAGE DANS LE BASSIN D'ARCACHON

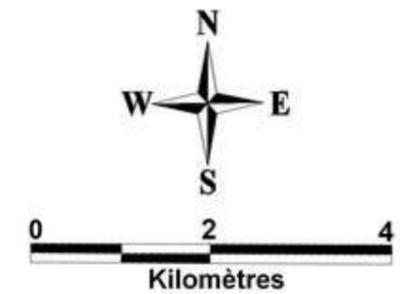
Répartition des huîtres dans le Bassin d'Arcachon : Poids d'huîtres mortes par m³



LEGENDE (kilogrammes / m³)



Source de données :
OCEANIDE, 2011
Orthophotographie, 2007
SHOM, 1992
Ifremer



Système de coordonnées : Lambert II Carto
Réalisation : OCEANIDE, 01 septembre 2011





Anne Littaye, chef de mission
anne.littaye@aires-marines.fr

42 bis quai de la Douane
BP 42932
29 229 Brest cedex 2
Tél : 02 98 33 87 67
Fax : 02 98 33 87 77
www.aires-marines.fr



Thomas Scourzic
thomas.scourzic@oceanide.eu

65 Rue du Lieutenant Lumo
40000 Mont de Marsan
Tél. / Fax : (00 33) 04 67 65 11 05
Mobile : (00 33) 06 76 09 03 95
www.oceanide.eu