

Estimation des stocks de palourdes *Ruditapes decussatus*, *Ruditapes philippinarum* sur l'estran oléronais du bassin de Marennes-Oléron - juin 2009 -

François Bordeyne⁽¹⁾, Stéphane Robert⁽²⁾, Olivier Le Moine⁽²⁾, Jean Pierre Léauté⁽³⁾

¹ IUT Caen - Département Génie Biologique

² Ifremer LERPC La Tremblade

³ Ifremer HGS-LRHLLR La Rochelle

Convention n° 08/RPC-A-29 du 19 mai 2008



Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Version du document :	date de publication : décembre 2017 nombre de pages : 54 bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : Français
Titre de l'article : Estimation des stocks de palourdes <i>Ruditapes decussatus</i>, <i>Ruditapes philippinarum</i> sur l'estran oléronais du bassin de Marennes-Oléron – juin 2009 -	
Contrat n° Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>	
Auteurs principaux : François Bordeyne, Stéphane Robert, Olivier Le Moine ; Jean Pierre Léauté.	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER/ODE/UL/LER-PC
Contributeurs : Philippe Geairon (1) Patrice Guilpain (1) Pierre-Guy Sauriau (2) Jean-Baptiste Bonnin (3) Bertrand Piques (3)	Organisme / Direction / Service, laboratoire (1) IFREMER/ODE/UL/LER-MPL (2) Université de La Rochelle – LIENSs-UMR7266 (3) association <i>IODDE</i>
Cadre de recherche : Contrat de Plan Etat-Région Poitou-Charentes 2007–2013. Développement Durable Pêche et Conchyliculture dans les Pertuis Charentais. Convention : Convention n° 08/RPC-A-29 du 19 mai 2008 / Projet «Développement durable des Pertuis charentais»	

Résumé : La palourde fait l'objet sur les côtes françaises d'une importante activité de pêche pieds, plaisancière et professionnelle. Deux espèces sont principalement représentées en France, la palourde européenne *Ruditapes decussatus* (autochtone) et la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* (allochtone). La prédominance de cette dernière (plus de 90 % des effectifs et de la biomasse) lui assure la qualification d'espèce invasive. Aucune campagne d'estimation des stocks de palourdes n'avait encore été réalisée sur le bassin de Marennes-Oléron, contrairement au bassin d'Arcachon, à la rivière de Pont l'Abbé et au Golfe du Morbihan. L'objectif de cette étude a été d'estimer, en effectifs et en biomasse, les stocks de palourdes de deux zones du bassin : l'estran de Saint-Trojan (0,8 km²) pour la pêche à pied récréative et celui de Bellevue (0,77 km²) pour la pêche professionnelle. Ce dernier fait parti de la réserve naturelle de Moëze-Oléron. La méthode d'échantillonnage avec la Benne Hamon n'ayant pu être mise en œuvre, c'est à pied que les prélèvements ont été effectués selon la méthode du cadrat. Pour Saint-Trojan, l'estimation obtenue représente 88,7 tonnes ($\pm 67,3$) pour 14,56 millions ($\pm 11,23$) d'individus. A Bellevue, le stock de palourdes est estimé à 150,7 tonnes ($\pm 114,9$) pour 39,42 millions ($\pm 28,66$) d'individus. Les palourdes de taille commerciale représentent respectivement 18,2 et 53,8 tonnes. Avec une densité de palourdes commerciales de 0,76 t/ha, Bellevue s'avère être mieux dotée qu'Arcachon et Saint-Trojan (0,23 t/ha), mais moins bien que la rivière de Pont l'Abbé et le Golfe du Morbihan. La structure en âge des populations a pu être établie grâce à l'analyse des histogrammes de fréquence des tailles avec le logiciel FISAT II. Le stock de palourdes de Bellevue lui confère un intérêt pour la pêche à pied professionnelle alors qu'à Saint-Trojan, la faiblesse du stock indiquerait une mauvaise gestion de la ressource.

Abstract: On French coast, Manila clam is a bivalve subject of a large activity recreational and professional hand harvest. Two species are represented in France, European Manila clam *Ruditapes decussatus* (native) and Japanese Manila clam *Ruditapes philippinarum* (introduced). Predominance of this last species (more than 90 % of number and biomass), earn them the status of invasive species. Contrary to Arcachon bay, Pont l'Abbé River or Morbihan bay, an estimation campaign of Manila clams stock on Marennes-Oléron bay had never been carried out. The objective of this study: estimate, in number and biomass, the Manila clams stock of two areas. The first affect recreational hand harvest, on Saint-Trojan shore (0.8 km²) whereas the second scopes professional hand harvest, on Bellevue area (0.77 km²). This last one is integrated into the Moëze-Oléron natural reserve. With the Hamon skip unavailable, the usual sampling method couldn't be used. The samples had been realized on foot, according to the quadrat method. To Saint-Trojan, the Manila clams stock is estimated at 88.7 tones (± 67.3) to 14.56 million (± 11.23) of individual. The result to Bellevue is 150.7 tones (± 114.9) to 39.42 million (± 28.66) of individual. The stocks of commercial Manila clams are respectively 18.2 and 53.8 tones. Bellevue, with a commercial Manila clams density of 0.76 t/ha is better than Arcachon bay and Saint-Trojan (0.23 t/ha). Yet, it's lower than Pont l'Abbé River or Morbihan bay. Analysis of histograms of the size frequency using FISAT II (a FAO method software), was carried to establish the population age structure. The Bellevue Manila clams stock is of great interest to the professional hand harvest whereas to Saint-Trojan, the low level of stock could point out a resource management problem

Mots-clés : Palourde, *Ruditapes philippinarum*, *Ruditapes decussates*, estimation, stock, Marennes-Oléron.

Words keys : Manilla clam, *Ruditapes philippinarum*, *Ruditapes decussates*, estimation, stock, Marennes-Oléron.

Sommaire

SOMMAIRE	5
INDEX DES ANNEXES.....	7
1. INTRODUCTION	8
1. INTRODUCTION	8
2. MATERIEL ET METHODES	8
2.1. BIOLOGIE DE LA PALOURDE (HIS, 1995 ET JOLY, 1982).....	8
2.1.1. Généralités.....	8
2.1.2. Critères de différenciation.....	9
2.1.3. Habitats.....	11
2.1.4. Cycle de vie.....	12
2.1.5. Alimentation et respiration.....	12
2.1.6. Croissance.....	13
2.1.7. Prédation.....	13
2.1.8. Pathologie.....	13
2.2. METHODES DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE.....	14
2.2.1. Choix des zones.....	14
2.2.2. Points de prélèvement.....	15
2.2.3. L'échantillonnage.....	16
2.2.4. Analyse des échantillons.....	16
2.2.5. Traitement des données.....	17
3. RESULTATS.....	17
3.1. RELATION TAILLE – POIDS FRAIS.....	17
3.2. ESTIMATIONS ABONDANCES ET BIOMASSES.....	18
3.3. PROPORTION DES ESPECES PRESENTES.....	20
3.4. FRACTION EXPLOITABLE.....	21
3.5. STRUCTURE EN TAILLE DE LA POPULATION DE PALOURDE JAPONAISE.....	23
3.6. REPRESENTATION SPATIALE.....	25
3.7. PROFONDEUR DE PRELEVEMENT.....	26
3.8. NATURE DU SUBSTRAT.....	26
4. DISCUSSION.....	27
4.1. ECHANTILLONNAGE ET ANALYSES.....	27
4.1.1. Méthode de prélèvement.....	27
4.1.2. Méthode de tri.....	27
4.1.3. Identification des espèces.....	28
4.2. ESTIMATION DES STOCKS DE PALOURDES.....	28
4.2.1. Relation taille – poids frais.....	28
4.2.2. Abondance et biomasse.....	28
4.2.3. Proportion des espèces présentes.....	29
4.2.4. Proportion maillée.....	29
4.2.5. Structure en taille de la population de palourdes japonaises.....	30
4.2.6. Représentation spatiale.....	31
4.2.7. Profondeur de prélèvement.....	31
4.2.8. Nature du substrat.....	31

5.	CONCLUSION	32
6.	BIBLIOGRAPHIE	34
7.	ANNEXES	38

Index des annexes

Annexe I : Illustrations des principaux prédateurs de la palourde.....	38
Annexe II : Tableau de coordonnées géographiques des points tirés aléatoirement	39
Annexe III : Illustrations du matériel d'échantillonnage	40
Annexe IV : Echantillonnage stratifié à deux niveaux pour l'évaluation directe des mollusques bivalves (<i>in</i> Berthou <i>et al.</i> 1997)	41
Annexe V : Relation taille – poids frais pour <i>R. philippinarum</i> zone par zone (la barre rouge symbolise la taille commerciale).	45
Annexe VI : Histogrammes des tailles selon les années, à partir du logiciel FISAT II, pour Saint-Trojan.	46
Annexe VII : Histogrammes des tailles selon les années, à partir du logiciel FISAT II, pour Bellevue.	47
Annexe VIII : Descriptif de la nature du substrat pour la zone de Saint-Trojan	48
Annexe IX : Descriptif de la nature du substrat pour la zone de Bellevue.....	49
Annexe X : Tri des échantillons	50
Annexe XI : Résultats comparatifs de campagnes d'évaluation de stocks de palourdes sur la côte Atlantique.	51
Annexe XII : Photographie des documents distribués par l'association Iodde pour ses campagnes de sensibilisation (guide pratique et réglette des mailles d'autorisation de pêche par espèce).	52
Annexe XIII : Représentation spatiale de la densité (en effectifs) des palourdes de taille supérieure à 35 mm, pour la zone de Bellevue.	53
Annexe XIV : Approche de l'influence du substrat dans l'analyse des quantités de palourdes par strates de profondeur. Cas particulier de la distribution en niveaux 2 et 3 et substrat associé.....	54

Introduction

La vénériculture a connu un essor important dans les années 1980, grâce à la mise en place de techniques de reproduction et de grossissement pour la palourde japonaise. Cependant, la maladie de l'anneau brun (Paillard et al 1989) et l'apparition d'importants gisements naturels : lagune de Venise, Golfe du Morbihan ont provoqué la chute des cours de la palourde d'élevage (Grizel H., 1996) entraînant l'arrêt de la vénériculture dès la fin des années 80. A l'heure actuelle, la vénériculture reste une activité marginale. Néanmoins, le long des côtes françaises, et notamment au niveau du bassin de Marennes-Oléron, des populations de palourdes se sont développées à l'état naturel. Cette présence entraîne une activité de pêche professionnelle et touristique relativement importante. Dans le but de gérer convenablement les stocks naturels de palourdes, le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins Poitou-Charentes (CRPMEM) a sollicité l'IFREMER pour réaliser une campagne d'estimation des stocks sur les zones de pêche professionnelle, de Bonne Anse (164 tonnes déclarées en 2008) et de Bellevue (7,5 tonnes déclarées en 2008) (source IFREMER).

Par ailleurs, une campagne d'estimation des stocks a été réalisée par l'association Iodde (Ile d'Oléron Développement Durable Environnement) sur la zone de pêche à pied de Saint-Trojan. Pour l'année 2007, la récolte de palourdes par les particuliers a été estimée entre 48 et 58 tonnes sur le site de Manson à Saint-Trojan. Sur la base des observations réalisées : nombre de pêcheurs actifs, temps de pêche : moyenne 1h30, prélèvement moyen : 2 kg/h/ personne (Iodde, 2007).

Alors que des études sur les stocks de palourdes ont été réalisées pour le bassin d'Arcachon (Caill-Milly *et al.*, 2003, 2006), pour la rivière de Pont l'Abbé (Dimeet *et al.*, 2008) et le Golfe du Morbihan (D'Hardivillé *et al.*, 2008), aucune étude de ce genre n'a été menée sur le bassin de Marennes-Oléron.

La technique de prélèvement avec la benne Hamon préconisée par Caill-Milly et utilisée dans le Golfe du Morbihan n'a pu être utilisée ici du fait de moyen à la mer non disponible (navire équipé d'une grue de levage). Elle a été remplacée par la méthode des cadrats utilisée pour la rivière de Pont l'Abbé. Cette technique, plus lourde à mettre en œuvre a de fait limité les zones de travail. Il n'a été possible d'exploiter que 2 des 3 zones citées (Bellevue et Saint Trojan) sur des superficies plus faibles que prévues. L'objectif est d'estimer les stocks de palourdes en termes d'abondance et de biomasse sur ces deux zones.

2. Matériel et méthodes

2.1. Biologie de la palourde (His, 1995 et Joly, 1982)

2.1.1. Généralités

Selon la classification de la MarBEF (Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning), les palourdes sont classées selon les rangs suivants :

- Embranchement : Mollusca
- Classe : Bivalvia
- Sous-classe : Heterodonta
- Ordre : Euheterodonta incertae sedis
- Famille : Veneridae

A travers le monde, il existe plus de 400 espèces de Vénéridés, dont quelques unes appartiennent au genre *Ruditapes*. En France, les deux principales espèces issues de ce genre sont la palourde européenne *Ruditapes decussatus* (Linné, 1758) et la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* (Adam & Reeve, 1850).

Cette dernière a été implantée en France en 1972 (Gouletquer P., 1997). Elle s’y est très bien acclimatée, à tel point qu’elle est considérée comme une espèce invasive. Caill-Milly en 2006 indique que la palourde japonaise représentait 95 % des effectifs et 97 % de la biomasse du bassin d’Arcachon.

Dans le milieu naturel, la palourde peut atteindre la taille de 80 mm, mais la très grande majorité est inférieure à 40 mm. La taille légale de capture (maillage) est fixée à 35 mm en ce qui concerne la palourde japonaise et 40 mm pour la palourde européenne.

2.1.2. Critères de différenciation

Les deux espèces se ressemblent fortement. Il existe cependant quelques critères morphologiques permettant de les différencier. Dans un premier temps, la distinction peut se faire par un examen des caractéristiques externes suivantes (tableau 1) :

Tableau 1 : caractères différenciés de la coquille pour *R. philippinarum* et *R. decussatus*

	<i>R. philippinarum</i>	<i>R. decussatus</i>	Figures
Forme de la coquille	- coquille plus ou moins ovale - stries concentriques rayonnantes qui s'entrecroisent.	- coquille présentant un bord droit - stries concentriques et rayonnantes très serrées.	figure 1
Forme de la lunule	épaisse de forme ovale	étroite et allongée	figure 2
Siphons	collés	séparés	figure 3
Forme du Sinus	circulaire et peu profond	non circulaire, plus étroit	figure 4

R. philippinarum



R. decussatus



Figure 1 : Photographies comparant les deux espèces de palourdes par la forme de la coquille. (Source: F. Bordeyne)

R. philippinarum



R. decussatus



Figure 2 : Photographies comparant les deux espèces de palourdes par la forme de la lunule (source : F. Bordeyne)



Figure 3 : Photographies comparant les deux espèces de palourdes par la forme de leurs siphons (Source: F. Bordeyne)

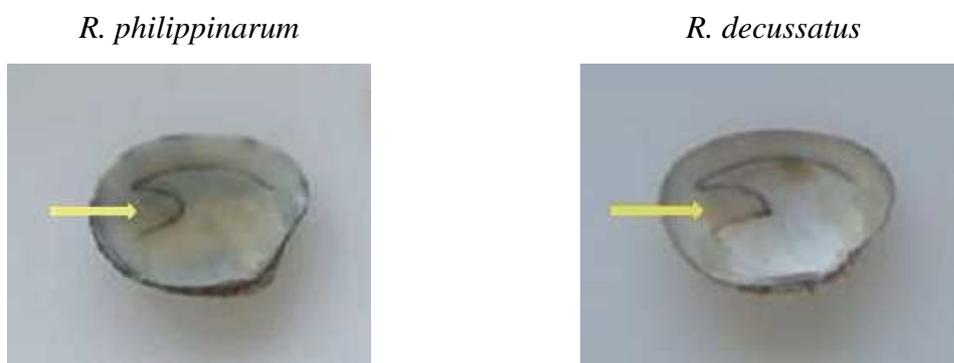


Figure 4 : Photographies comparant les deux espèces de palourdes par la forme leur sinus palléal (souligné au crayon). (Source: F. Bordeyne)

2.1.3. Habitats

Il existe une légère différence dans la répartition des espèces de palourdes sur l'estran selon la profondeur maximale à laquelle elles sont présentes.

- *Ruditapes decussatus* : répartition de l'estran jusqu'à 10 m de profondeur.
- *Ruditapes philippinarum* : répartition de l'estran jusqu'à 2,5 m de profondeur.

Ces espèces vivent enfouies dans le sédiment. La profondeur d'enfouissement est proportionnelle à leur taille, avec des profondeurs moyennes de l'ordre de 5 à 10 cm. Grâce à leur pied fortement développé, elles peuvent toutefois s'enfouir plus profondément pendant les périodes hivernales (jusqu'à une quinzaine de cm). Les palourdes affectionnent plus particulièrement les substrats meubles.

Selon Moraga (1979), les palourdes sont distribuées de manière agrégative (distribution en « tâches ») dans le sédiment. Ce sont des espèces résistantes aux variations du milieu environnant (salinité, température, etc.).

2.1.4. Cycle de vie

Les palourdes sont des espèces gonochoriques, c'est à dire à sexe séparé. Les gonades sont visibles dès que la palourde atteint la taille de 4 à 5 mm. La maturation sexuelle est observée pour une taille d'environ 20 mm (première année pour *R. decussatus* et deuxième année pour *R. philippinarum*). Le développement sexuel en milieu naturel commence dès que l'eau dépasse les 10°C ; et la ponte nécessite une température de l'eau supérieure à 20°C.

La palourde a la capacité d'effectuer deux pontes dans une année (Beninger et Lucas, 1984). La première ponte est estivale alors que la seconde est automnale (principalement lorsque les individus ont atteint une taille moyenne de 35 mm). L'effort de reproduction de la palourde dépend également du temps d'immersion ; plus celui-ci est important, plus l'effort de reproduction est important (Gouletquer, 1989). La période de reproduction s'étend du printemps à l'automne, et plus spécifiquement du mois d'avril au mois de septembre. L'hiver correspond à une période de repos dans le cycle de reproduction. Ce cycle présente donc de grandes variabilités chez ces espèces. Les gamètes sont expulsés par le siphon exhalant du géniteur directement dans le milieu (figure 5), où se réalise la fécondation. La vie larvaire pélagique est de l'ordre de quelques jours. Par la suite, les individus adoptent un mode de vie benthique. La palourde mesure alors 0.5 mm. Le nombre de gamètes produits est lié la taille de l'individu. Une femelle peut émettre plusieurs millions de gamètes en une ponte.



Figure 5 : Photographie d'une palourde femelle émettant ses gamètes dans le milieu. (Source : www.fao.org)

2.1.5. Alimentation et respiration

L'eau est aspirée par le siphon inhalant et filtrée au niveau des branchies. Les cellules ciliées des filaments branchiaux assurent les fonctions de filtration et de transport des particules en suspension (Jørgensen, 1981). Ces particules sont dirigées par les cils vers les palpes labiaux, pour être triées puis amenées à la bouche. L'eau filtrée est ensuite rejetée par le siphon exhalant. La rétention est optimale pour des tailles de particules comprises entre 4 et 5 µm (Gouletquer, 1989).

C'est au niveau des branchies que la fonction de respiration est assurée. Cet organe est fortement irrigué et les hémocyanines présentes en grande quantité subissent alors le

processus d'hématose. Ce processus est rendu possible grâce à la faible épaisseur du tissu épithélial séparant l'eau de mer de l'hémolymphe (Joly, 1982).

2.1.6. Croissance

La croissance des individus n'est pas fixe. Elle dépend de nombreux facteurs. Les trois facteurs prépondérants sont :

- La température de l'eau : *preferendum* de 18 à 25 °C.
- La disponibilité nutritive : pics de croissance lors des blooms phytoplanctoniques.
- Le temps d'immersion.

Ceci explique qu'en hiver, alors que le phytoplancton est rare et que la température de l'eau est froide (inférieure à 10°C), la croissance des palourdes soit très faible à nulle.

2.1.7. Prédation

Les palourdes sont les proies de nombreux prédateurs. Parmi ceux-ci, nous retrouvons entre autres :

- Des poissons, tels que le baliste *Balistes capriscus* ou la daurade royale *Sparus aurata* (annexe I, photo 1 et 2). Ces poissons sont capables d'ingérer 200 à 300 palourdes en 24h (Robert et Deltreil, 1990). Les balistes peuvent se nourrir d'individus mesurant plusieurs centimètres.
- Des invertébrés marins, tels que le crabe vert *Carcinus maenas* (annexe I, photo 3). Ce dernier peut se nourrir de plus de 40 palourdes par jour. Son activité est maximale de mai à juillet (Cigarria et Fernandez, 2000). Les étoiles de mer consomment également des palourdes. Cependant, il leur faut plusieurs minutes pour ouvrir la palourde et plusieurs heures pour la digérer.
- Des oiseaux, tels que les mouettes ou les goélands.

Des relations taille – poids ont été établies pour différents prédateurs. Elles montrent que les poissons peuvent attaquer des grosses proies (Robert et Deltreil, 1990) alors que les crabes préfèrent les petites (Cigarria et Fernandez, 1999).

2.1.8. Pathologie

Les palourdes japonaises (*R. philippinarum*) ont également été touchées par une maladie d'origine bactérienne, causant d'importantes mortalités. Il s'agit de la maladie dite de « l'anneau brun ». C'est une vibriose liée à la bactérie pathogène *Vibrio tapetis*. Le vibriose affecte la production normale de périostracum de telle façon qu'il va se déposer une couche de conchioline en périphérie de la face interne des valves. Cette maladie semble contrôlée par certains facteurs environnementaux tels que la température. En premier lieu, elle ne touche pas tous les individus. En second lieu, les

individus touchés ne réagiront pas tous de la même manière. Certains de ces individus vont présenter des symptômes importants puis mourir rapidement alors que d'autres ne vont développer que de faibles symptômes et vont même pouvoir se rétablir (Flye Sainte Marie, 2007).

2.2. Méthodes de prélèvement et d'analyse

La campagne de prélèvement devait à l'origine utiliser une benne Hamon identifiée dans le protocole de Bertignac *et al.* (2001), Caill-Milly *et al.* (2003, 2006). Les prélèvements ont été réalisés à pied. C'est la méthode dite des quadrats, utilisée pour l'estimation des stocks de la rivière de Pont l'Abbé, qui a été employée. Le changement de méthode n'a pas permis de couvrir les surfaces retenues initialement (2,76 km² pour Saint-Trojan et 9 km² pour Bellevue) et a restreint le champ d'investigation à deux zones d'environ 0,8 km² chacune.

2.2.1. Choix des zones

Le bassin de Marennes Oléron (figure 6) est principalement connu pour l'ostréiculture. Cependant, la palourde est présente sur de nombreux sites du bassin, dès lors que le milieu correspond à ses conditions de vie. Deux zones ont été retenues pour l'estimation des stocks, l'une pour la pêche professionnelle et l'autre pour la pêche à pied récréative. Concernant la zone de pêche professionnelle, seule la zone de Bellevue (figure 7) a été étudiée. Cette zone fait partie intégrante de la réserve naturelle de Moëze-Oléron, et à ce titre, la pêche à pied récréative y est strictement interdite. Une autorisation d'accès a cependant été donnée aux pêcheurs professionnels. Ces derniers ne prélèvent que des individus maillés, majoritairement de taille supérieure à 40 mm. La protection de la réserve confère un intérêt particulier à ce site.

Pour la pêche à pied récréative, c'est la zone de Saint-Trojan (figure 7) où ce sont réalisés les travaux de l'association Iodde sur la palourde qui a été retenue (Iodde, 2007, 2008).

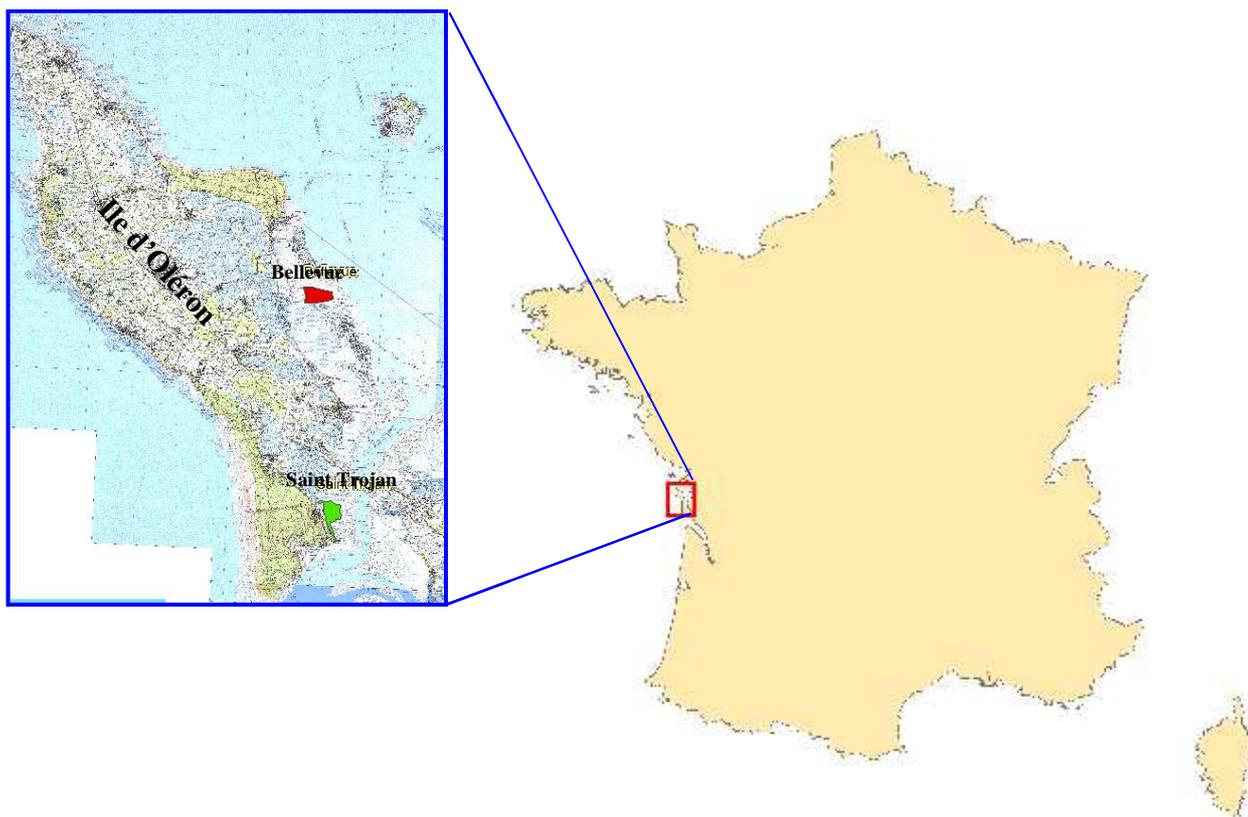


Figure 6 : Positions des zones de l'étude sur l'Ile d'Oléron.

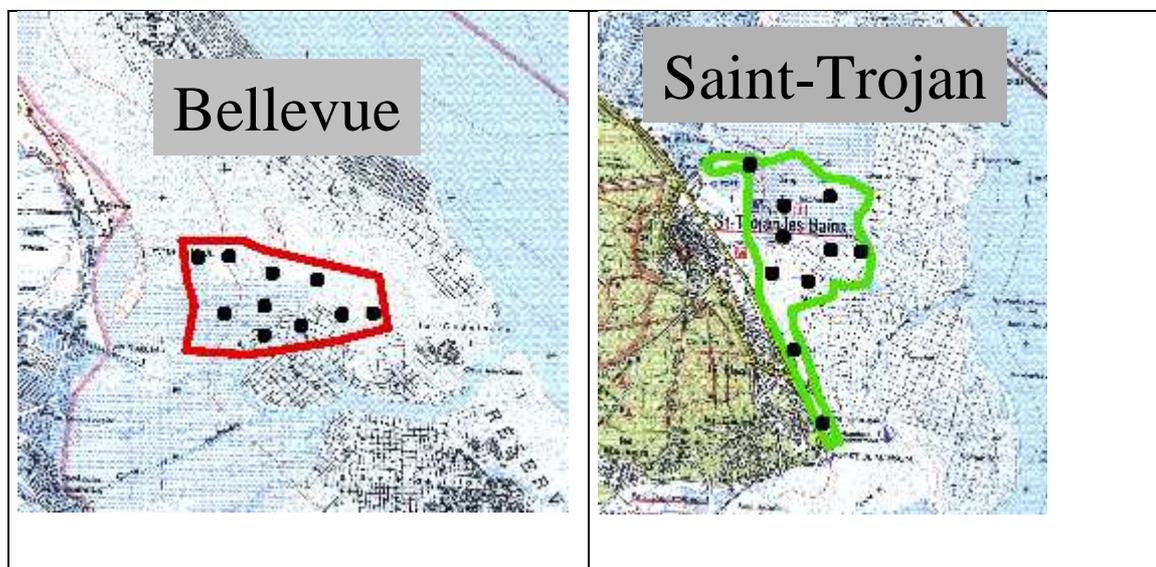


Figure 7 : Surface échantillonnée et points de prélèvement sur les zones d'échantillonnage

2.2.2. Points de prélèvement

Pour chacune des deux zones, il a été nécessaire de tirer aléatoirement des stations (ou points) de prélèvement. Ce travail a été réalisé à partir de l'extension « Animal movement SA v2.04 beta.avx » du logiciel Arcview 3.2a (annexe II).

Le nombre de points retenus par zone a été proportionnel à la superficie de la zone. Selon Caill-Milly *et al.* (2003), dix points par km² permettent d'obtenir une précision acceptable pour l'estimation. Il a été décidé de définir un minimum de 10 stations par zone pour cette étude (tableau 2).

Tableau 2 : Récapitulatif des différents aspects des zones étudiées

Zones	Surface (km ²)	Description	Nombre de points
Saint-Trojan	0,8	Zone de pêche à pied	10
Bellevue	0.77	Réserve naturelle et zone de pêche professionnelle	10

2.2.3. L'échantillonnage

En premier lieu, le positionnement de chaque station est réalisé en bateau à marée haute à partir de ses coordonnées géographiques (degrés minutes décimales) à l'aide d'un GPS. Chaque station est balisée par un mouillage (annexe III, photo 4) dont la bouée est référencée par le numéro du point de prélèvement. Les prélèvements sont réalisés à pied à marée basse dans un cadrat de 0,25 m² à l'aide d'une pelle (annexe III, photo 5), sur une profondeur de 15 cm. Des duplicats (Caill-Milly *et al.*, 2006) ont été réalisés sur chaque station. Les points situés au plus bas de l'estran ont été prélevés en priorité. La transformation des coordonnées planes (Lambert II étendu, format NTF) en coordonnées géographiques (degré minutes décimales, format WGS 84) a été réalisé avec l'outil Circé édité par l'IGN (Institut Géographique National).

Pour étudier la répartition des palourdes en fonction de la profondeur, le substrat a été prélevé par couches de 5 cm. Le prélèvement est placé dans un sac en toile préalablement identifié avec le numéro du point de prélèvement (de 1 à 10), le numéro du duplicat (1 ou 2) et la profondeur du prélèvement (1 = 0-5 cm, 2 = 5-10 cm, 3 = 10-15 cm). Une fois le prélèvement terminé, les sacs sont liés au mouillage. La récupération des sacs est effectuée par bateau à marée haute.

Afin d'accéder à l'ensemble des stations, la période de prélèvements s'est étalée du 27 au 30 avril 2009 et du 11 au 13 mai 2009, pendant des périodes de vives eaux. Le contenu des sacs a ensuite été tamisé sur une table de tri comprenant trois tamis à mailles carrées respectivement de 20, 10 puis 5 mm (annexe III, photo 6,). Les palourdes récupérées ont été disposées dans des poches en plastique numérotées (de manière identique aux sacs) puis mises au frais.

2.2.4. Analyse des échantillons

L'ensemble des échantillons a été analysé en laboratoire. Chaque palourde a été identifiée selon ces caractéristiques externes, en cas de doute, une dissection a été

réalisée. La taille a été mesurée au pied à coulisse électronique ($\pm 0,01$ mm) en suivant le plus grand axe mesuré. Le poids total frais a été obtenu à partir d'une balance électronique Precisa XB 620M-FR ($\pm 0,01$ g). Les données biologiques ont été recueillies pour chaque palourde.

Des mesures de stries de croissance ont été réalisées sur *R. philippinarum* uniquement.

2.2.5. Traitement des données

Une relation taille – poids frais a été établie pour les palourdes japonaises sur chacune des deux zones. Afin de limiter les erreurs liées à l'échantillonnage, les palourdes cassées ou ouvertes n'ont pas été utilisées pour établir cette relation.

La relation utilisée est de type puissance. Elle se présente sous la forme $y = a x^b$, où y représente le poids en milligrammes, x la taille en millimètres, a la constante de proportionnalité et b l'exposant. Grâce à cette relation, le poids théorique des individus écartés pour la relation a pu être intégré dans les calculs d'estimation de biomasse.

Dans le but d'étudier la structure en taille des populations de palourdes, des histogrammes de fréquence de taille ont été réalisés. Ces derniers ont permis de distinguer les fractions exploitable et non-exploitable du cheptel.

Le logiciel FISAT II (FAO) a été utilisé afin d'analyser ces histogrammes. Il permet d'identifier les modes des différentes cohortes de recrutement à partir de la mesure des stries de croissance annuelles (§ 2.2.4).

L'estimation des biomasses et des abondances (annexe IV) a été réalisée selon la méthode de Cochran, et utilisée par Berthou *et al.* (1997) et Caill-Milly *et al.* (2003, 2006).

Enfin, une interpolation spatiale des données de densité (unité/m²) de palourdes en biomasse et en effectif a été réalisée pour chaque zone à partir du logiciel Arcgis 9.2.

3. Résultats

Lors de la campagne d'échantillonnage, un total de 347 individus a été récolté puis analysé, soit 340 palourdes japonaises et 7 palourdes européennes.

3.1. Relation taille – poids frais

La relation taille – poids frais (figure 8) pour *R. philippinarum* sur l'ensemble des deux zones a été déterminée à partir de 328 individus. Elle a pour valeur :

$$\text{poids frais} = 0,14 \times \text{taille}^{3,17}$$

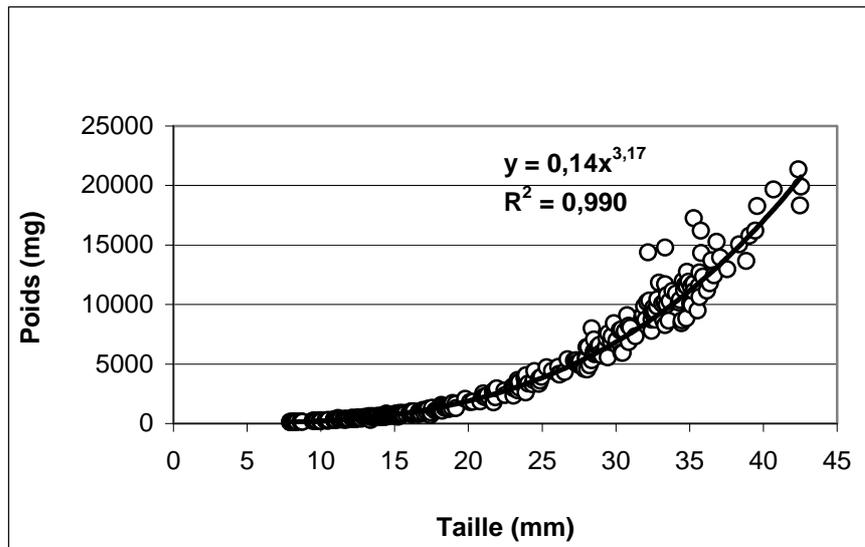


Figure 8 : Graphique représentant la relation taille – poids frais pour la palourde japonaise (*R. philippinarum*) pour l'ensemble des deux zones, la ligne rouge symbolisant la taille commercialisée.

Les relations obtenues pour les deux zones explorées sont semblables (annexe V). Leur coefficient de corrélation élevé (0.982 au minimum) souligne la robustesse des relations établies.

Concernant *R. decussatus*, aucune relation taille – poids frais n'a pu être établie, le nombre d'individus collectés et utilisables (6) étant trop faible pour établir une relation statistique.

3.2. Estimations abondances et biomasses

Les deux sites de Saint-Trojan et Bellevue ne représentant que des parties restreintes des zones initialement prévues dans l'étude, les résultats sont représentés séparément.

Saint-Trojan est la zone la moins densément peuplée (figure 9). Elle présente une abondance moyenne de 4,55 palourdes pour 0,25 m², soit 18,2/m². A Bellevue l'abondance moyenne est de 12,8 individus pour 0,25 m², soit 51,2/m².

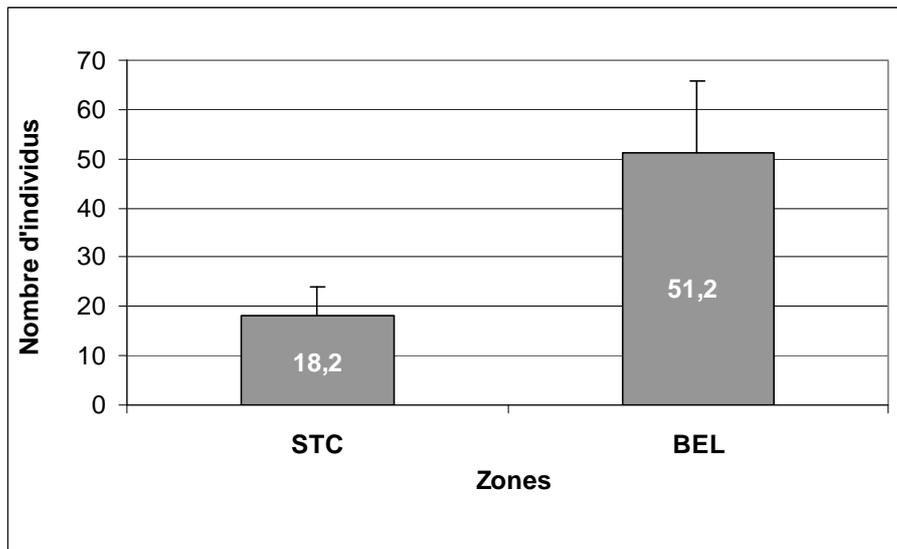


Figure 9: Histogramme représentant les effectifs moyens par m² pour les deux zones (la barre verticale représente l'écart-type).

Il en est de même pour la biomasse (figure 10), pour laquelle Saint-Trojan est la zone qui présente le plus faible poids, avec une moyenne de 109,7 g/m², alors que l'on enregistre en moyenne 195,8 g/m² à Bellevue.

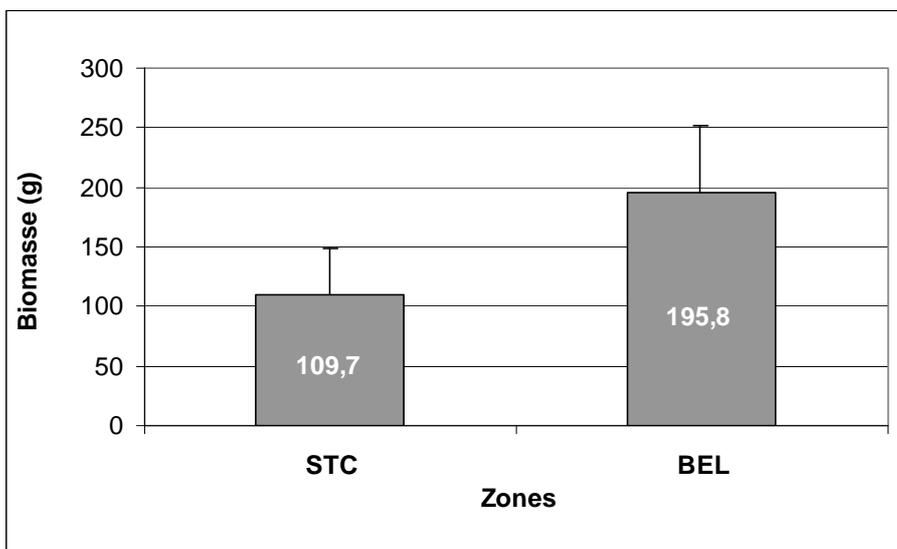


Figure 10 : Histogramme représentant les biomasses moyennes par m² pour les deux zones en gramme (la barre verticale représente l'écart-type). STC = Saint Trojan et BEL= Bellevue

Pour l'estimation des effectifs totaux (figure 11), Saint-Trojan présente l'abondance la plus faible, avec 14,56 (± 11,23) millions d'individus. Bellevue présente donc une abondance plus élevée, de l'ordre de 39,42 (± 28,66) millions d'individus.

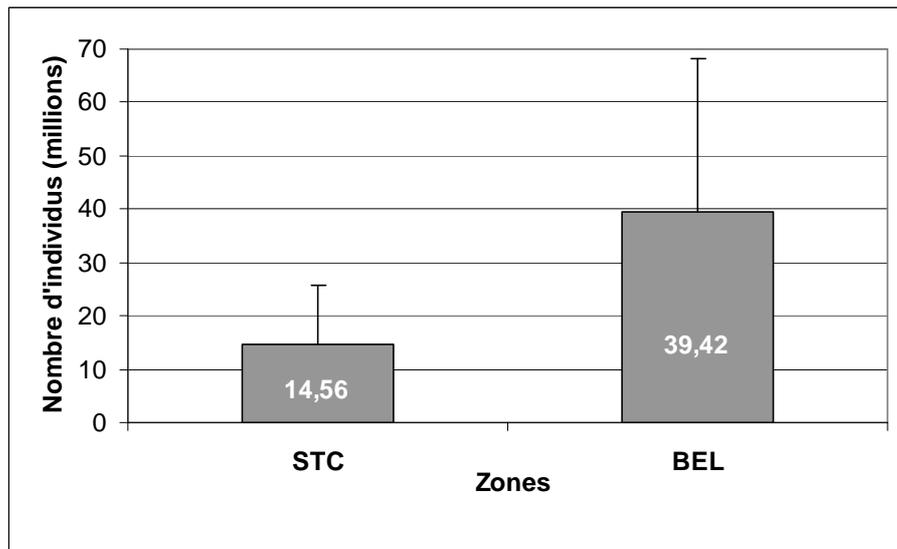


Figure 11 : Histogramme représentant l'estimation des effectifs totaux pour les deux zones, en millions d'individus (la barre verticale représente l'écart-type). STC = Saint Trojan et BEL= Bellevue

Saint-Trojan est par conséquent la zone présentant la plus faible estimation de la biomasse totale (figure 12), avec 87,8 (\pm 67,3) tonnes. Sur Bellevue l'estimation est plus importante avec 150,7 (\pm 114,9) tonnes.

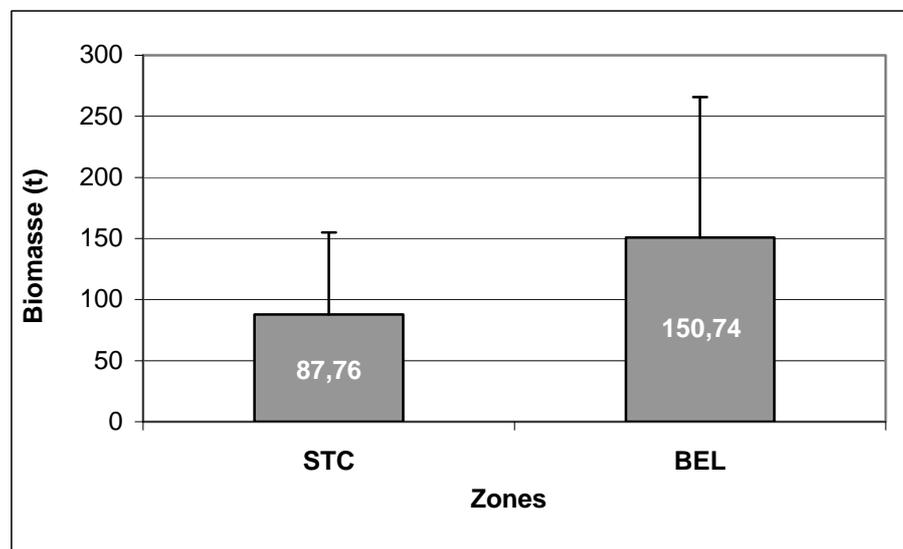


Figure 12 : Histogramme représentant l'estimation de la biomasse totale pour les deux zones, en tonnes (la barre verticale représente l'écart-type). STC = Saint Trojan et BEL= Bellevue

3.3. Proportion des espèces présentes

Sur l'ensemble des palourdes récoltées (347), seules 7 se sont avérées être des palourdes européennes *R. decussatus*.

Les deux zones étudiées présentent de fortes disparités concernant la présence de *R. decussatus* (figure 13). En effet, à Saint-Trojan, elle représente 6,6 % des effectifs pour 5,5 % de la biomasse totale, alors qu'à Bellevue, elle ne représente que 0,4 % des effectifs pour 0,5% de la biomasse totale.

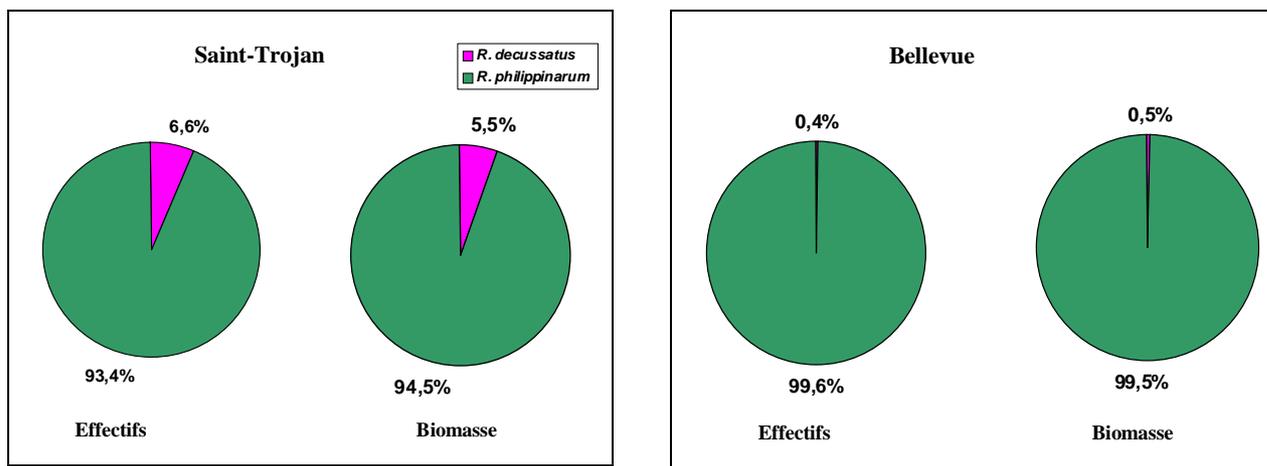


Figure 13 : Graphiques représentant les proportions (en %) de chaque espèce de palourde en termes d'effectifs et de biomasse, pour les zones de Saint-Trojan et de Bellevue

3.4. Fraction exploitable

La fraction exploitable est constituée par les palourdes japonaises d'une longueur supérieure à 35 mm et les palourdes européennes d'une longueur supérieure à 40 mm. Aucune palourde européenne maillée n'a été trouvée. La fraction exploitable ne concerne que les palourdes japonaises.

Ainsi, pour l'ensemble de la zone d'étude (figure 14), cette fraction s'élève à 10 % des effectifs et 32 % de la biomasse. La biomasse totale exploitable s'élève donc à 76,4 tonnes pour 5,44 millions d'individus.

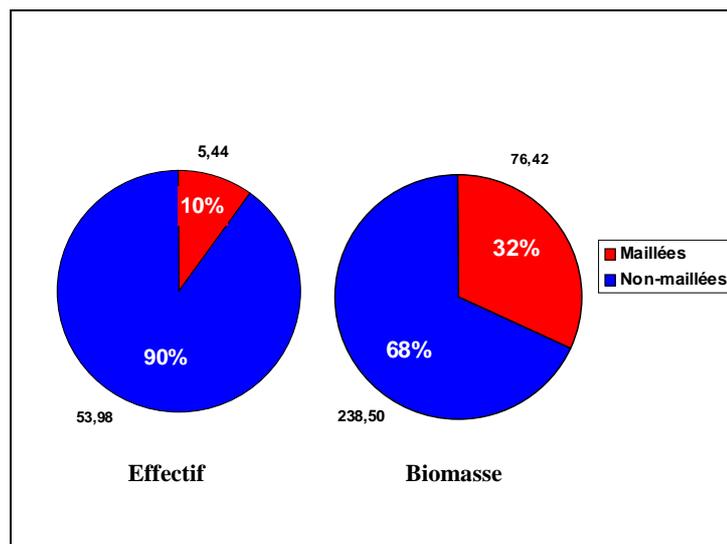


Figure 14 : Graphique représentant les proportions de palourdes maillées et non maillées en termes d'effectif (millions) et de biomasse (tonnes), sur l'ensemble de la zone d'étude.

Par zone, Saint-Trojan (figure 15-A) présente la plus faible fraction exploitable, soit 9 % en effectif et 26 % en biomasse. Cette biomasse exploitable s'élève à 18,2 tonnes soit 0,23 t/ha.

La zone de Bellevue (figure 15-B) présente une plus forte fraction exploitable avec 11 % des effectifs et 39 % de la biomasse. Elle représente ici 58,3 tonnes, soit 0,76 t/ha.

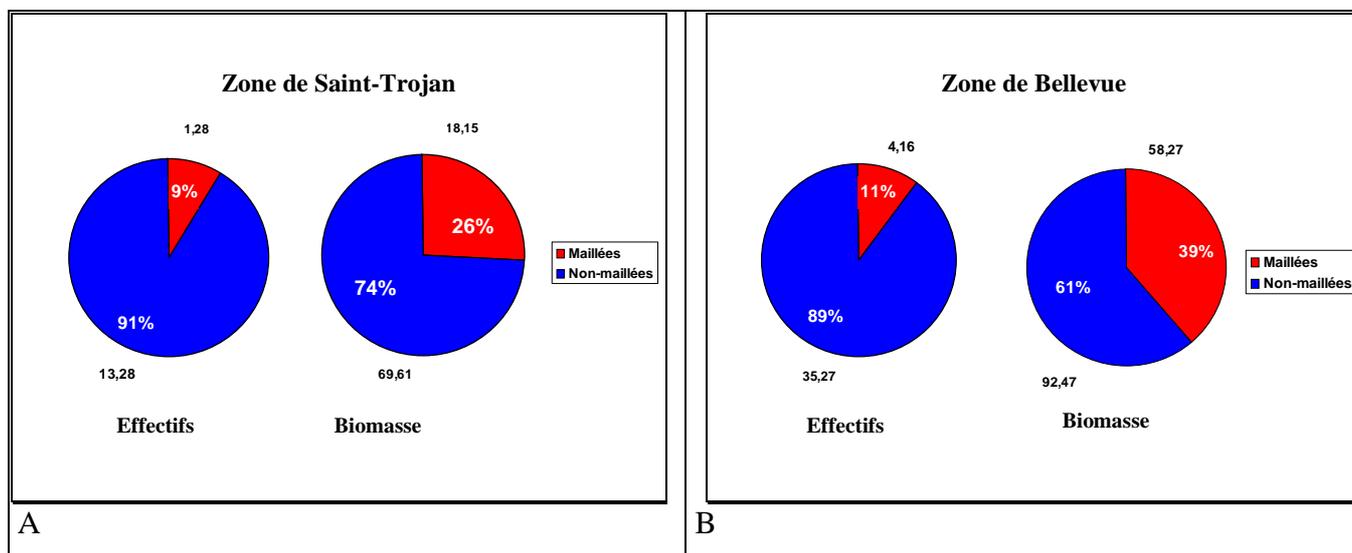


Figure 15 : Graphiques représentant les proportions de palourdes maillées et non maillées en termes d'effectif (millions) et de biomasse (tonnes), sur les zones de Saint-Trojan (A) et de Bellevue (B).

Tableau 3 : Récapitulatif des longueurs et poids moyens, des effectifs et de la biomasse des individus maillés et estimation de la biomasse maillée, pour chacune des zones.

Zone	Long moy (mm)	Poids moy (g)	% effectif maillé	% biomasse maillée	Biomasse maillée (t)
Saint-Trojan	27,1	6,1	9	21	18,2
Bellevue	20,7	3,8	11	39	58,3

3.5. Structure en taille de la population de palourde japonaise

La zone de Saint-Trojan (figure 16) présente de fortes disparités entre les classes de taille. Les tailles extrêmes sont peu représentées (14,1 % de petites < 20 mm 1,2 % de grandes > 40 mm). L'analyse de l'histogramme obtenu à partir du logiciel FISAT II, met en avant 5 modes différents (figure 17). Ces modes se trouvent respectivement à 12, 17,7, 23,5, 28,8 et 36,75 mm. Suite à la mesure des stries de croissance pour Saint-Trojan (annexe VI), il est possible d'estimer que les modes 1 et 2 appartiennent au recrutement de 2008, le mode 3 au recrutement de 2007, le mode 4 au recrutement de 2006 et le mode 5, au recrutement de 2005 et avant.

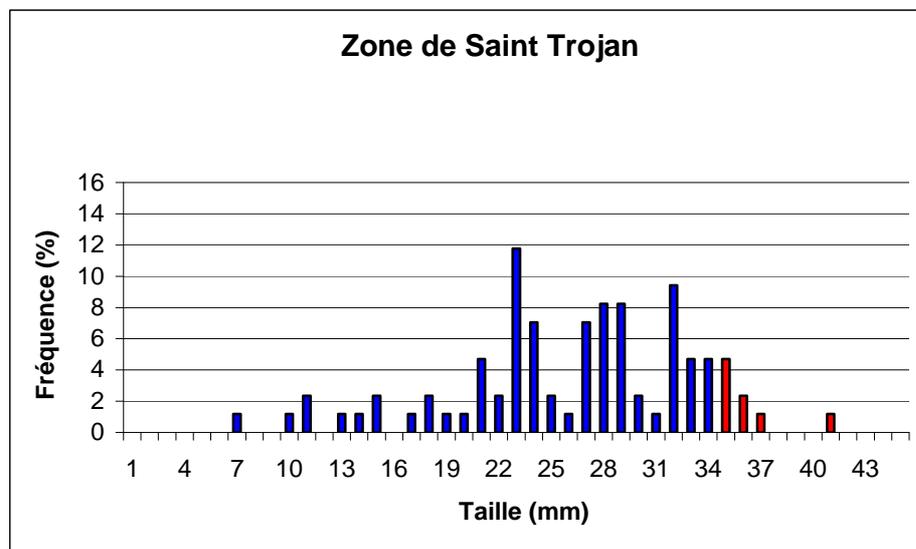


Figure 16 : Histogramme de fréquence (en %) des tailles de palourdes japonaises étudiées pour la zone de Saint-Trojan, en rouge la fraction supérieure à 35 mm.

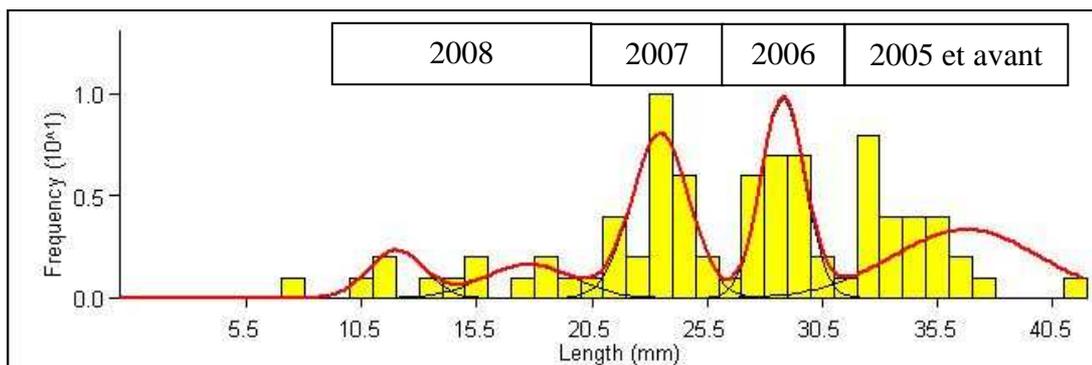


Figure 17 : Détermination des cohortes de palourdes pour le site de Saint-Trojan, à partir du logiciel FISAT II.

Sur la zone de Bellevue (figure 18) les palourdes de petite taille (inférieures à 20 mm) sont abondantes. Elles représentent 60,4 % de la population alors que les grandes tailles (supérieures à 40 mm) sont rare avec seulement 1,6 % du stock présent. L'analyse de cet histogramme à partir du logiciel FISAT II, met en évidence 4 modes (figure 19), à 14, 21,4, 27,9 et 37,8 mm. Suite à la mesure des stries de croissance pour Bellevue (annexe VII), il est possible de dire que les modes 1 et 2 correspondent au recrutement 2008, le mode 3 au recrutement 2007, le mode 4 aux recrutements 2006 et avant.

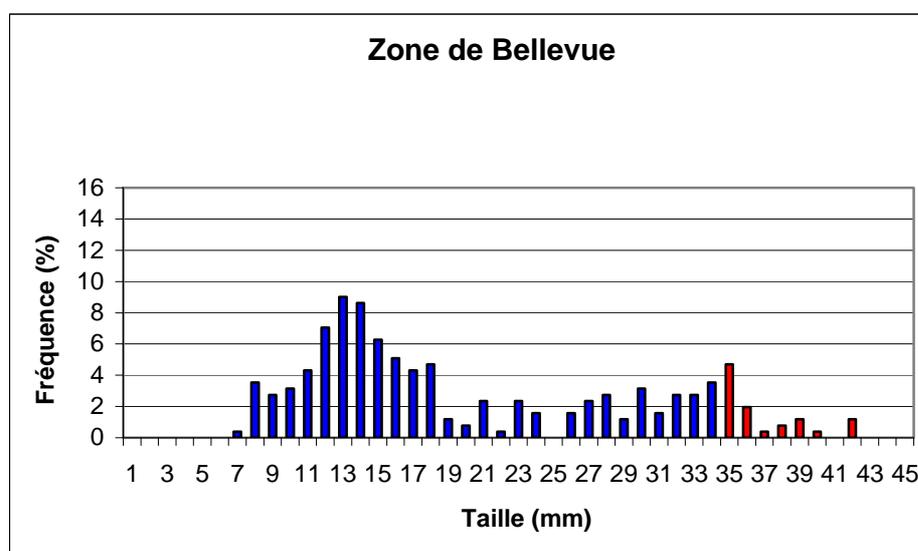


Figure 18 : Histogramme de fréquence (en %) des tailles de palourdes japonaises étudiées pour la zone de Bellevue, en rouge la fraction supérieure à 35 mm.

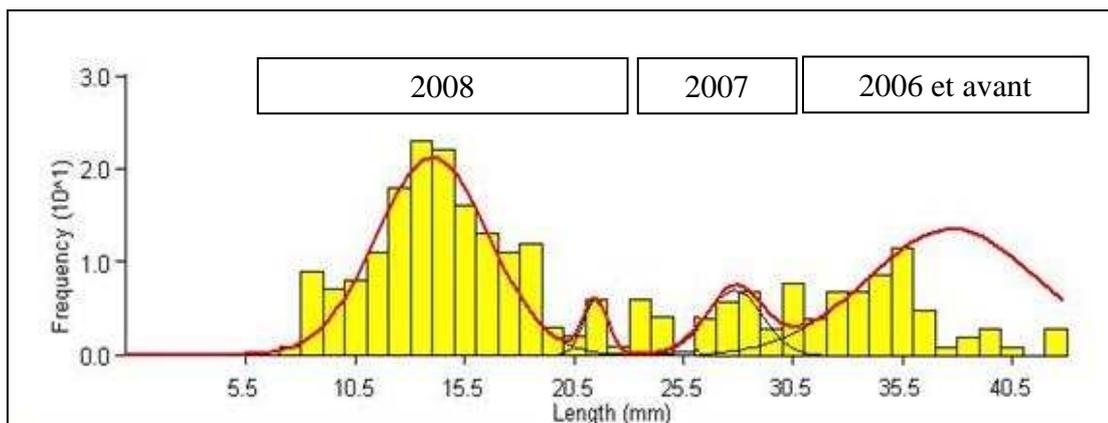


Figure 19 : Détermination des cohortes de palourdes pour le site de Bellevue, à partir du logiciel FISAT II.

3.6. Représentation spatiale

La représentation spatiale montre que pour la zone de Saint-Trojan (figure 20), les zones de densité en effectif correspondent à celles de la densité en biomasse. Ce n'est pas le cas pour la zone de Bellevue (figure 21). Si au centre de la zone, se trouve un secteur où les fortes densités en effectif et la biomasse élevée sont retrouvées, au sud-est de cette zone, la différence entre le nombre d'individus et la biomasse souligne la richesse d'individus de grande taille. Alors qu'en moyenne, 11 % des individus sont de taille supérieure à 35 mm sur la zone de Bellevue, 34% des palourdes y sont supérieures sur ce secteur.

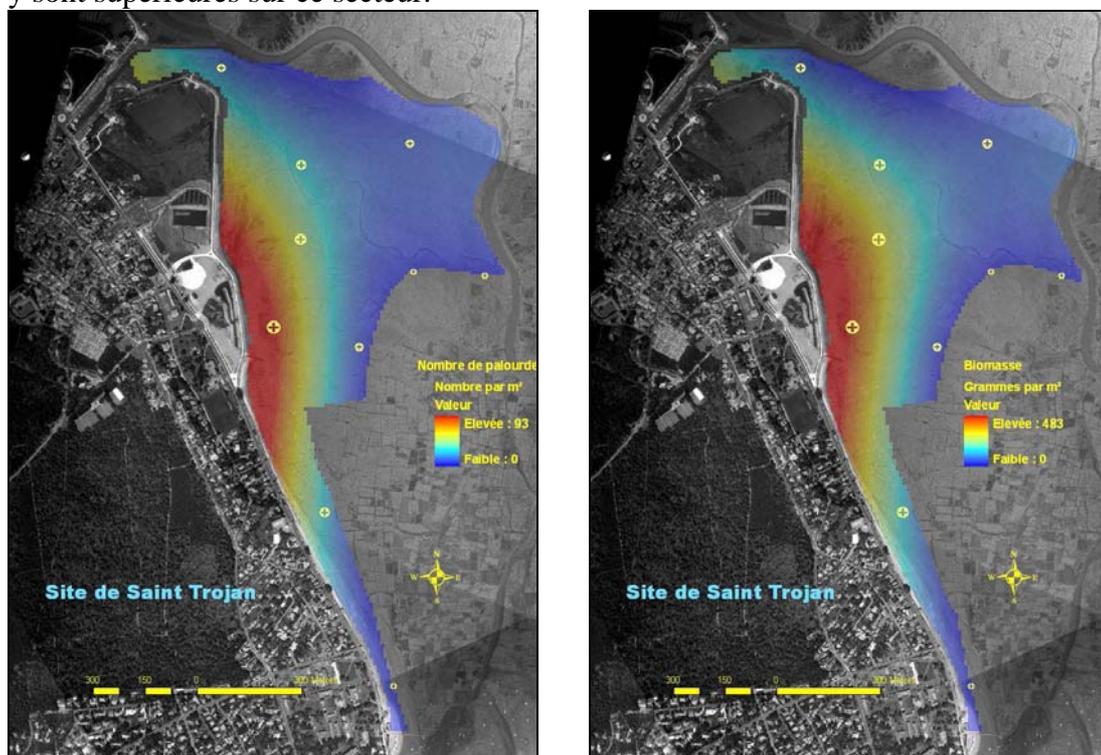


Figure 20 : Représentation spatiale de la densité de palourdes (en effectif à gauche et en biomasse à droite) pour la zone de Saint-Trojan, les ronds représentant les points de prélèvement.

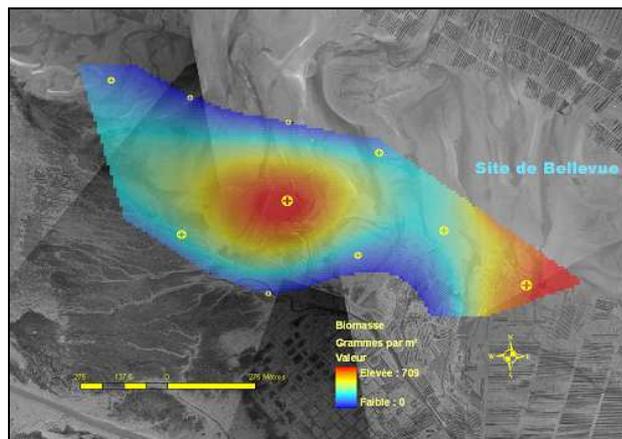
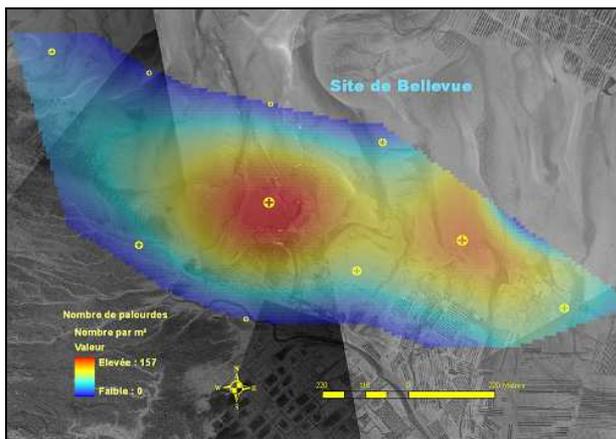


Figure 21 : Représentation spatiale de la densité de palourdes (en effectif à gauche et en biomasse à droite) pour la zone de Bellevue, les ronds représentant les points de prélèvement.

3.7. Profondeur de prélèvement

L'analyse des strates de profondeur montre que les palourdes se trouvent à 80 % dans les 5 premiers centimètres (tableau 4).

Tableau 4 : Représentation du nombre de palourdes échantillonnées et leur pourcentage, en fonction de la profondeur de prélèvement

Niveau de prélèvement	1-(0 à 5 cm)	2-(5 à 10 cm)	3-(10 à 15 cm)
Nombre de palourdes échantillonnées	276	44	27
Pourcentage (%)	79,5	12,7	7,8

3.8. Nature du substrat

Sur les deux zones d'échantillonnage, les substrats (tableau 5) identifiés étaient principalement de la vase et du sable. La portion de graviers envasés calcaires observée reste marginale. La zone de Saint-Trojan est caractérisée par un environnement plutôt vaseux alors que Bellevue est plutôt sableux.

Les palourdes ont été échantillonnées principalement dans les substrats de type sableux (tableau 5), 57 % de l'ensemble des palourdes prélevées y ont été retrouvées. Alors que 27% des palourdes sont présentes dans les substrats de type sablo-vaseux, les substrats vaseux n'en concentre que 6 %. Le substrat n'a pas été caractérisé pour 9 % des palourdes échantillonnées. L'ensemble de la description de la nature du substrat est présentée en annexe (annexes VIII et IX).

Substrat - type	Substrat-typicité	Caractéristion substrat		Répartition des palourdes		
		Saint Trojan	Bellevue	Nb palourdes	% substrat-type	% substrat-typicité
Sable	seul	0	18	113	57	33
	coquillé	6	10	33		10
	coquillé réduit			21		6
	réduit	0	15	32		9
Sablo-vaseux	seul	3	4	60	27	17
	avec algues	2	0	32		9
	coquillé	2	0	0		0
Vase	seule	20	10	18	6	5
	avec algues	1	0	0		0
	coquillée	7	0	3		1
Autres	graviers envasés					
	calcaire	3	0	3	1	1
Absence de données		16	0	32	9	9

Tableau 5 : Nature des substrats par site (St Trojan, Bellevue) et répartitions des palourdes échantillonnées (%) par substrat type et par typicité de substrat.

4. Discussion

4.1. Echantillonnage et analyses

4.1.1. Méthode de prélèvement

La plupart des prélèvements a été réalisé sans biais, notamment dans les niveaux de profondeur. Cependant certains d'entre eux ont subi un effondrement limité des parois du quadrat essentiellement en présence d'un substrat sableux qui retenait de l'eau de mer.

4.1.2. Méthode de tri

La méthode de tri utilisée correspond aux méthodes standards utilisées en écologie pour le tri des coquillages. Il est à noter que certains risques liés à cette étape peuvent être identifiés :

- Difficulté d'identification de palourdes de petites tailles (≤ 10 mm) en raison de la présence de coquilles ou débris calcaires (annexe X, photo 7)
- Perte de petites tailles lors du l'usage de jet d'eau (lavage)

Par ailleurs, l'optimisation de la méthode de tri en 3 strates de profondeur a permis de faciliter le traitement des échantillons. Le volume à trier (annexe X, photo 8) était trois fois moindre que celui de la benne Hamon.

4.1.3. Identification des espèces

La différenciation s'est basée sur les caractéristiques visuelles externes (forme de la coquille et de la lunule). Pour les palourdes de petites tailles, la différenciation des espèces a été faite en observant le sinus palléal.

4.2. Estimation des stocks de palourdes

4.2.1. Relation taille – poids frais

Avec un coefficient de corrélation minimum de 0,982, la relation taille – poids frais obtenue est robuste : pour l'ensemble des données et sur chaque zone (cette étude). Les relations taille-poids obtenues à Marennes-Oléron ($y = 0,14 x^{3,17}$) et celles provenant du bassin d'Arcachon ($y = 0,2162 x^{3,0469}$) et du Golfe du Morbihan ($y = 0,2 x^{3,0166}$) sont proches. La constante de proportionnalité (a) [influencé par de nombreux facteurs dont la température et la disponibilité en nourriture] varie légèrement d'un site à l'autre 0,14 (Marennes-Oléron) contre 0,2 (Arcachon, Morbihan). Mais principalement, le coefficient d'allométrie (b) représentant la proportion de la taille en fonction du poids est semblable, compris entre 3,17 et 3,02.

4.2.2. Abondance et biomasse

La densité en effectif sur la zone d'étude (annexe X) est de l'ordre de 34,7 individus/m². Elle est supérieure à celle du bassin d'Arcachon en 2006 (24 individus/m²) (Caill-Milly *et al.*, 2006), et celle du Golfe de Morbihan en 2008 (24,6 individus/m²) (D'Hardivillé *et al.*, 2008), mais inférieure à celle de la rivière de Pont l'Abbé en 2008 (62 individus/m²) (Dime *et al.*, 2008).

Avec une estimation en palourde de 1,96 t/ha, la biomasse de palourdes retrouvée à Bellevue est proche de celle du Golfe du Morbihan (2,25 t/ha). Elle est cependant inférieure de trois ordres de grandeur de celle estimée pour la rivière de Pont l'Abbé (5,76 t/ha). Cette estimation permet d'établir un classement (biomasse) des zones prospectées parmi les zones référencées par bibliographie : Pont l'Abbé (5,76 t/ha) > Golfe du Morbihan (2,25 t/ha) > Bellevue (1,9 t/ha) > bassin d'Arcachon (1,59 t/ha) > Saint-Trojan (1,10 t/ha). A Bellevue le stock de palourdes estimé est moyen, alors que celui de Saint-Trojan est le plus faible de toutes les zones étudiées.

Malgré une superficie explorée équivalente (0,8 km² St Trojan versus 0,77 km² Bellevue), les palourdes présentes à Bellevue présentent un effectif 2,7 fois plus élevé et une biomasse 1,7 fois plus haute que celles de Saint-Trojan. A Bellevue, seuls les pêcheurs professionnels possèdent une autorisation de prélèvements pour les palourdes, ce qui peut expliquer une pression de pêche plus faible sur cette zone si l'on considère que la maille est respectée (7,5 tonnes déclarées en 2008 pour l'ensemble du site de Bellevue soit 9 km²). Saint-Trojan est une zone de pêche récréative depuis toujours. L'estimation de la pression de pêche et des stocks prélevés a été réalisée par Iodde en 2007 sur une surface d'observation équivalente à notre étude. Au cours de ce suivi le prélèvement récréatif a été estimé entre 48 et 58 tonnes sur l'ensemble de ce site

(maillage non respecté). La pression de pêche et les prélèvements (13 à 17000 visites par an) y sont beaucoup plus importants depuis 2006, date à laquelle l'interdiction de pêche sur le secteur protégé de Bellevue a été effectif (garde assermenté, amande conséquente ~ 150€).

Concernant Bellevue, de nombreux individus morts (coquille vide) et moribonds (mortalité en cours) ont été observés pendant la campagne d'échantillonnage. Une tempête est suspectée d'être à l'origine de cet épisode de mortalité. Ce phénomène d'observation est étayé par les mouvements de sable très important constaté par les pêcheurs professionnels qui opèrent dans ce secteur (observation validé par le préleveur du réseau Surveillance de la santé des Mollusques Marins REPAMO Ifremer du LERPC La Tremblade). Il ne faut pas négliger l'impact négatif d'une telle observation sur le stock de palourdes estimé juste après ce constat.

4.2.3. Proportion des espèces présentes

Selon cette étude, la palourde japonaise *R. philippinarum* est l'espèce prépondérante sur les zones étudiées dans le Bassin de Marennes-Oléron. En effet, cette dernière représente 98 % des effectifs pour 97,7 % de la biomasse. Dans un même environnement, les deux espèces de palourdes sont en compétition permanente. *R. philippinarum*, introduite en France depuis 1972 (Flassch, Le Borgne, 1992), a colonisé la cote atlantique depuis 1988 (Laruelle, 1999). Sa présence abondante au détriment de la palourde européenne souligne l'aspect invasif de cette espèce au détriment de la palourde européenne. Cette prépondérance est encore plus marquée sur la zone de Bellevue, où l'on observe que la population de l'espèce autochtone est pratiquement absente (0,4 % effectif pour 0,5 % biomasse), contrairement à Saint-Trojan, *R. decussatus* est encore représenté (5,6 % des effectifs pour 6,6 % de la biomasse).

4.2.4. Proportion maillée

Sur le site de Bellevue, la population de palourdes maillées est 3 fois plus importante qu'à Saint-Trojan (0,76 t/ha versus 0,23 t/ha). Comparé aux campagnes de prospection d'autres sites atlantiques, la densité de palourdes à Bellevue reste loin de la densité du Golfe du Morbihan avec 1,43 t/ha (2 fois plus) et de la rivière de Pont l'Abbé, avec 3,44 t/ha (5 fois plus). Cependant la densité du bassin d'Arcachon avec 0,36 t/ha de palourdes maillées a une densité 2 fois moindre qu'à Bellevue mais 1,6 fois plus élevé qu'à Saint-Trojan.

En se référant à la composition moyenne des paniers constatée par Iodde sur le site de St Trojan en 2007 (Iodde, 2007), 45% des palourdes seraient inférieures à 35 mm (soit 22,5 tonnes) et 55 % y seraient supérieures (soit 27,5 tonnes). Un tonnage équivalent de palourdes maillées et en dessous du maillage légal serait pêché chaque année. Alors qu'il faut plus de trois années à une palourde pour atteindre la taille commerciale comme l'indique les histogrammes de fréquence de taille (§ 3.5) sur cette même zone, la grande majorité n'atteint pas cet âge. Les actions d'information du grand public entreprises par Iodde (distribution de réglettes des tailles légales, de dépliants) (annexe XII) sont importantes. S'il est normal de n'avoir récolté aucune palourde européenne

supérieure à 40 mm sur la zone de Bellevue, stock très faible. Il ne devrait pas en être de même dans la zone de Saint-Trojan qui possède une population de près d'un million d'individus. L'hypothèse d'un prélèvement total de cette espèce avant la taille de pêche autorisée est la plus plausible, d'autant que le maillage de la decussatus est de 35 mm. Les pêcheurs amateurs ne font certainement pas de différence entre ces deux espèces pour la plupart.

Avec une déclaration de pêche de 7,5 tonnes en 2008. L'exploitation gérée par les pêcheurs professionnels du site de Bellevue, laissait une biomasse de palourdes exploitable (> 35 mm) estimée à 58,3 tonnes en 2009. Le site de Bonne Anse (dans l'estuaire de la Gironde) devait être initialement étudié. Il s'agit de la seconde zone de pêche professionnelle de Charente Maritime, une partie de cette zone est totalement inaccessible à la pêche récréative du fait de son isolement géographique. La situation centrale du banc exploité nécessite une embarcation et des vases profondes protègent l'accès à partir de la plage. Les déclarations de pêche professionnelle font état de 164 tonnes (taille marchande) exploitée en 2008. L'isolement géographique de ce site laisse supposer que le stock de palourdes maillées soit possiblement plus important dans le site de Bonne Anse qu'à Bellevue.

4.2.5. Structure en taille de la population de palourdes japonaises

Lors de leur première et seconde année, les palourdes ont une croissance élevée. Au-delà de 3 ans, les différences de tailles interannuelles sont moins lisibles.

Sur les histogrammes analysés avec FISAT II, deux modes peuvent correspondre à une seule année de recrutement. Ce décalage provient de la période du recrutement. Les palourdes ayant la capacité d'effectuer deux pontes dans une année (§ 2.1.4), il y a une possibilité de deux recrutements annuels. C'est ce qui s'est passé au cours de l'année 2008, où l'on peut voir deux modes dans chacune des zones. Le premier mode correspondrait au recrutement le plus tardif (ponte automnale) et le second au recrutement le plus précoce (ponte estivale). La différence de taille disparaît par la suite car les palourdes issues de la seconde ponte rattrapent leur retard vis-à-vis de celles issues de la première ponte (Pierre-Guy Sauriau, communication personnelle).

Sur les deux sites, la présentation des modes de recrutement aux travers les histogrammes de taille est différente. Sur Saint-Trojan le faible nombre de palourde de petites tailles pourrait s'expliquer de 2 façons : 1- Un mauvais recrutement au cours de l'année 2008. Si tel était le cas, un mauvais recrutement aurait du être enregistré pour Bellevue et pour l'Anse de l'Aiguillon (site ayant également fait l'objet d'un suivi cette année : Jouan, 2009). Ce n'est pas le cas. Le recrutement 2008 pour ces deux zones s'avère normal. Pour l'Anse de l'Aiguillon, environ 30 % des palourdes échantillonnées seraient issues de ce recrutement. Ce chiffre atteint environ 60 % pour Bellevue. L'hypothèse d'un mauvais recrutement (14 %) sur Saint-Trojan pour l'année 2008 semble pouvoir être écartée. 2- La seconde hypothèse proviendrait du piétinement du terrain. En effet, lors de la campagne d'échantillonnage, nous avons constaté que les vases de Saint-Trojan étaient énormément piétinées. Cette perturbation n'est-elle pas néfaste pour la survie des palourdes de petite taille et pourquoi une telle hypothèse ? La pression de pêche sur le site de Saint-Trojan s'est accrue ces dernières années depuis la mise en place d'un contrôle régulier de la zone protégée de Bellevue (en 2006). En

2008, la zone de Saint-Trojan aurait reçue 40% de pêcheurs en plus provenant de Bellevue (Iodde, 2008). Iodde a estimé la fréquentation sur cette zone de l'ordre de 13000 à 17000 entrées sur l'estran par les pêcheurs plaisanciers sur l'année 2007 (Iodde, 2007).

Sur la zone de Bellevue, la croissance des palourdes est plus rapide qu'à Saint-Trojan. Les palourdes issues de l'année 2006 peuvent déjà être maillées alors qu'elles ne mesurent pas plus de 31 mm à Saint-Trojan. Une chute de fréquence à partir d'une taille de 35 mm est très nette à Bellevue. Cette observation confirme une exploitation respectueuse de la taille de pêche réglementaire par les pêcheurs professionnels.

4.2.6. Représentation spatiale

Sur la zone de Saint-Trojan, il n'existe pas *a priori* de secteurs où les palourdes sont réparties de manière hétérogène selon leur taille.

A Bellevue, un secteur semble inégalement réparti. Il s'agit du secteur au sud-est de la zone, marquée par une nette différence entre la densité en effectif et celle en biomasse. Cette hypothèse est confirmée par l'analyse spatiale des effectifs supérieurs à 35 mm (annexe XIII). Ce secteur présente une forte proportion de palourde de taille supérieure à 35 mm. Il s'agit également du point le plus éloigné de l'accès plage de ce site qui pourrait avoir été moins pêché par les professionnels à ce jour.

Le nombre de points choisi (10 par km²) ne permet pas une représentation spatiale complète des sites étudiés. Certaines surfaces sont interpolées en négatif (secteur non coloré). Pour obtenir une répartition spatiale sur l'ensemble de la zone, il aurait été nécessaire d'augmenter le nombre de points de prélèvements.

4.2.7. Profondeur de prélèvement

La représentation par niveau (annexe XIV) montre qu'il existe parfois des discordances entre les niveaux 2 et 3 (plus de palourdes dans le niveau 3 [10-15 cm] que dans le 2 [5-10 cm]). Lorsque cela est avéré, 6 fois sur 7 des palourdes de tailles inférieures à 20 mm sont retrouvées dans la strate n°3. Or, ces dernières se trouvent habituellement dans les quelques centimètres sous la surface. Leur présence n'est pas normale à cette profondeur. L'analyse du substrat indique qu'il s'agit principalement de sable. Lors de l'échantillonnage, ce type de substrat était très fréquemment soumis à l'effondrement. Les palourdes trouvées dans les couches inférieures proviennent probablement pour la plupart des couches supérieures ou d'un effondrement des bords. La densité sur ces points peut avoir été légèrement surestimée.

4.2.8. Nature du substrat

L'analyse du substrat met en évidence la préférence de la palourde japonaise pour les substrats de types sableux et sablo-vaseux plutôt que vaseux puisque près de 85 % des palourdes ont été échantillonnées dans des substrats de cette nature. Dans le cadre de cette étude, les substrats de nature vaseux et caillouteux semblent beaucoup moins appréciés.

5. Conclusion

La campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin de Marennes-Oléron en 2009 a permis d'estimer de nombreux facteurs concernant les deux zones d'études. Tout d'abord, cette campagne a été réalisée sur deux zones bien distinctes, Saint-Trojan (0,8 km²) orienté vers la pêche à pied récréative et Bellevue (0,77 km²) seulement autorisé pour la pêche à pied professionnelle. Les différents paramètres établis pour chacune des zones sont :

- Une relation taille – poids frais pour la palourde japonaise proche des modèles de croissance de l'ensemble des zones étudiées (Arcachon, Morbihan et Pont l'Abbé). La relation obtenue pour l'ensemble de la zone est la suivante :

$$\text{poids frais} = 0,14 \times \text{taille}^{3,17}.$$

- Une estimation de l'abondance et de la biomasse totales pour chacune des zones. Dans le cadre de cette étude, on observe une différence entre une zone de pêche professionnelle en réserve naturelle et une zone ouverte à la pêche à pied récréative. Sur des surfaces équivalents (0,8 km²) l'estimation pour Bellevue semble assez élevée avec 150,7 (+/- 114,9) tonnes pour 39,42 (+/- 28,66) millions d'individus alors qu'elle est beaucoup plus faible pour Saint-Trojan avec 87,8 (+/- 67,3) tonnes pour 14,56 (+/- 11,23) millions d'individus.
- Une estimation de la fraction exploitable. A Bellevue, le stock de palourdes maillées est estimé à 58,3 tonnes (39 % de la biomasse totale) pour 4,16 millions d'individus (11% de l'effectif total). A Saint-Trojan, cette estimation est beaucoup plus faible, avec 18,2 tonnes (21 % de la biomasse totale) pour 1,28 millions d'individus (9 % de l'effectif total). En terme de densité de palourdes de taille commerciale, la zone de Bellevue est supérieure au bassin d'Arcachon (2006), avec 0,76 t/ha contre 0,36 t/ha. Avec seulement 0,23 t/ha, la densité de palourdes maillées à Saint-Trojan est plus faible. Grâce à son statut particulier de réserve, Bellevue semble être une zone intéressante comme exemple de gestion autorisée pour la pêche à pied professionnelle de la palourde. Le stock ne semble pas menacé par la surpêche, car les prélèvements professionnels sont conformes à la maille en vigueur. La profession semble respectueuse de la ressource. Contrairement sur Saint-Trojan la pression de pêche est très importante et les pêcheurs amateurs ne semblent pas respecter pas la maille pour la plupart. Le stock est faible, surtout celui qui concerne la fraction autorisée à l'exploitation (>35 mm).
- Une proportion des espèces présentes. Il est clairement démontré que sur le bassin de Marennes-Oléron la palourde japonaise *R. philippinarum* est très majoritairement représentée. Sur Bellevue, pratiquement l'intégralité des palourdes sont des japonaises (99,6 % des effectifs). A Saint-Trojan, la prépondérance est toujours très marquée (93,4 % des effectifs). Cette espèce introduite est devenue invasive et a largement supplantée l'espèce locale.

-
- Une structure en taille des populations de palourdes japonaises, analysée à partir du logiciel FISAT II, a permis d'identifier les différentes classes d'âge des palourdes. Des informations concernant le niveau de recrutement et de croissance peuvent être extraites de ces données. Les histogrammes montrent les différences qui peuvent exister sur deux zones proches. Notamment pour ce qui concerne l'âge ou la palourde atteint la taille de pêche (>35 mm). Cet âge serait de 3 ans sur le site de Bellevue et de 4 ans sur le site de St Trojan. Le potentiel de croissance n'est pas le même sur toute les zones de production. Ce phénomène est bien connu du milieu conchylicole. Les professionnelles connaissent ces différences de potentialité et savent tirer partie de leur expérience pour la gestion des cheptels en élevage.
 - Une évaluation de la densité par interpolation. L'analyse spatiale présente la répartition des palourdes sur les zones d'étude. La cohabitation des palourdes d'âge différent (comme à Saint-Trojan), ou la présence d'une classe d'âge ou de taille bien déterminée sur un secteur (comme à Bellevue) sont mis en avant.
 - La répartition en profondeur et par substrat ont été approchés dans ce travail. La grande majorité des palourdes se trouve dans les cinq premiers centimètres (niveau 1) sous la surface. De même, dans près de 85 % des cas, les palourdes semblent principalement apprécier les substrats sableux et sablo-vaseux puisque c'est là qu'elles ont été prélevées.

6. Bibliographie

Archerd Shell Collection. Gladys Archerd Shell Collection at Washington State University Tri-Cities Natural History Museum [en ligne]. Disponible sur : <http://shells.tricity.wsu.edu/ArcherdShellCollection/ShellCollection.html> (consulté en Avril 2009).

Association Iodde. La pêche à pied récréative sur Marennes – Oléron, Programme « R.E.V.E » 2006-2009, Second rapport intermédiaire de diagnostic Année 2007. Saint-Pierre d'Oléron : Iodde, 2008. 115 p.

Beninger P.G et Lucas A. *Seasonal variations in condition, reproductive activity, and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat : *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve).* Journal of experimental marine biology and ecology, 1984, vol.79, n°1, p 19-37.

Bertignac M., Auby I., Foucard J., Martin S., de Montaudouin X., Sauriau P.G. Evaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon. R.INT.DRV/RH/RST/2QQ1-05, (2001). 35 p.

Berthou P., Huet J., Jezequel M., Fifas S. Etude de la pêcherie de palourde du golfe du Morbihan. Rapport Ifremer, (1997). 35p.

Caill-Milly N., De Casamajor M-N., Lissardy M., Sanchez F., Morandeau G. Evaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – Campagne 2003. Arcachon : IFREMER, 2003. 64 p.

Caill-Milly N., Duclercq B., Morandeau G. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – année 2006. Arcachon : IFREMER, 2006. 51 p.

Cigarria J. et Fernandez J.M. *Management of Manila clam beds. I. Influence of seed size, type of substratum and protection on initial mortality.* Aquaculture, 2000, vol. 182, n°1-2, p 173-182.

D'Hardivillé C., Péronnet I., Bouché L. Campagne d'évaluation du stock de palourdes dans le Golfe du Morbihan : Mars 2008. Lorient : IFREMER, 2008. 48 p.

Dimeet J., Peronnet I., Raguene P., Marc E. Compte rendu de l'évaluation directe du stock de palourdes et coques du gisement de la rivière de Pont l'Abbé – 11 février 2008. Lorient : IFREMER, 2008. 32 p.

FAO. Ecloserie de bivalves. Un manuel pratique [en ligne]. Disponible sur : <http://www.fao.org/docrep/009/y5720f/y5720f00.HTM> (consulté en Avril 2009).

Flassch, J. P., Leborgne, Y., 1992. Introduction in Europe, from 1972 to 1980, of the Japanese Manila clam (*Tapes philippinarum*) and effects on aquaculture production and natural settlement. ICES Marine Symposium 194, 92–96

Flye Sainte-Marie J. *Approche écophysiologique de la Maladie de l'Anneau Brun chez la palourde japonaise, Ruditapes philippinarum : expérimentations et modélisation*. Th. Doct : Université de Bretagne Occidentale. Brest, 2007. 144 p.

Gouletquer P. *Etude des facteurs environnementaux intervenant sur la production de la palourde japonaise d'élevage Ruditapes philippinarum*. Th. Doct : Université de Bretagne Occidentale, Faculté des sciences. Brest, 1989. 347 p.

Gouletquer P. A bibliography of the Manila Clam *Tapes philippinarum*. La Tremblade : IFREMER, 1997. 123 p.

Grizel H. Quelques exemples d'introductions et de transferts de mollusques Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 1996, 15 (2), 401-408.

His C. et Cantin C. Biologie et physiologie des coquillages. Rapport interne del/95.06/Arcachon, 1995. 118p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00095/20628/18255.pdf>

IODDE – La pêche à pied récréative sur Marennes – Oléron. Programme REVE 2006-2009. Rapport d'étape 2006. 80 p.

IODDE – La pêche à pied récréative sur Marennes – Oléron. Programme REVE 2006-2009. Rapport d'étape 2007. 115 p.

IODDE – La pêche à pied récréative sur Marennes – Oléron. Programme REVE 2006-2009 – Rapport final de diagnostic – Mars 2010. 196p.

Joly J-P. *Contribution à la biologie de la palourde Ruditapes decussatus L.* Th. Doct : Université Pierre et Marie Curie. Paris 6, 1982. 189p.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00118/22937/20761.pdf>

Jørgensen C. B. *Feeding and cleaning mechanisms in the suspension feeding bivalve Mytilus edulis*. Marine Biology, 1981, vol. 65, n°2, p 159-163.

Jouan M. *Macrofaune benthique de l'Anse de l'Aiguillon : assemblage, structure de population de Ruditapes philippinarum et qualité écologique*. Rapport de stage Licence 3. La Rochelle, 2009. 15 p.

Laruelle, F., Phénologie et déterminisme de la reproduction chez *Ruditapes decussatus* (L.) and *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve) en Bretagne. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 1999. 216p.

MarBEF. Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning EU Network of Excellence [en ligne]. Disponible sur : <http://www.marbef.org/data/aphia.php?p=search> (consulté le 26/05/2009).

Paillard C., Perceley L., Le Pennec M., Le Picard D. Origine pathogène de l'"anneau brun" chez *Tapes philippinarum* (Mollusque, Bivalve). C. R. Acad. Sci. Paris, 1989, 309 : 235-241.

Moraga D. Croissance des *palourdes* en fonction des conditions d'élevage en milieu lagunaire : *Ruditapes philippinarum* (ADAM & REEVES, 1850) *Ruditapes decussatus* (LINNE, 1758). Brest Université de Bretagne occidentale, 1979, DEA Oceanographie biologique.

Robert R. et Parra R. *Etude expérimentale de la prédation de la palourde japonaise, Ruditapes philippinarum, par la dorade royale, Sparus aurata, et le baliste, Balistes capriscus.* Aquatic living resources, 1991, vol. 4, n°3, p. 181-189.

Robert R., Deltreil J.P. Elevage de la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* dans le bassin d'Arcachon. Bilan des dix dernières années et perspectives de développement . RIDRV-90.040 – RA Arcachon , 1990. 21p.

Glossaire

Conchioline : Constituant protéique des coquilles de mollusques, sécrété par la face externe du manteau.

Péριοstracum : Sorte de couche protectrice très résistante entourant la face externe des valves de certains mollusques

Vénériculture : Culture de la palourde

Estran : Partie du littoral alternativement couverte et découverte par la mer.

Benthique : Relatif au fond des mers ou des eaux douces, quelle qu'en soit la profondeur.

Pélagique : Se dit d'un organisme du milieu marin qui nage (necton) ou qui flotte (plancton).

Hémocyanine : Pigment respiratoire d'un bleu verdâtre, contenu dans le sang des mollusques et dont la molécule comprend un atome de cuivre.

Hématose : Ensemble des échanges gazeux se produisant dans les poumons et transformant le sang riche en gaz carbonique, rouge sombre, en sang riche en oxygène, rouge vif.

Cohorte : Ensemble des individus ou des couples considérés ensemble sur le plan démographique.

Maillée : Se dit d'une palourde supérieure à la taille légale de capture.

Moribond : Qui est près de mourir.

Lunule : Tâche circulaire ressemblant à la tâche claire circulaire de la base de chaque ongle.

Recrutement : Nombre d'individus issus de la reproduction d'une année de référence.

7. Annexes

Annexe I : Illustrations des principaux prédateurs de la palourde



Photo 1 : Le baliste (*Balistes capriscus*),
(Source : www.fishbase.mnhn.fr)

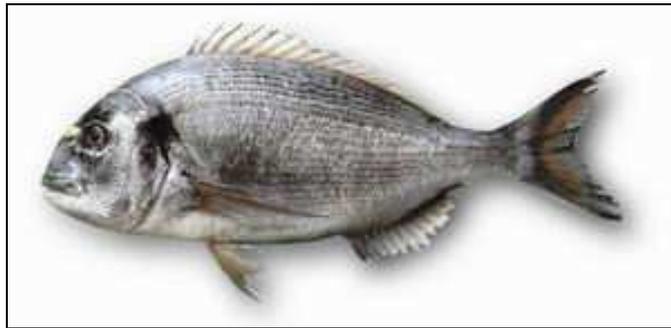


Photo 2 : La daurade royale (*Sparus aurata*),
(Source : www.fao.org)



Photo 3 : Le crabe vert (*Carcinus maenas*),
(Source : www.univ-lehavre.fr)

Annexe II : Tableau de coordonnées géographiques des points tirés aléatoirement

Strates	Points	Latitude (degrés minutes décimales)	Longitude (degrés minutes décimales)
Saint-Trojan	1	45°49.853	1°11.755
	2	45°50.558	1°11.985
	3	45°50.374	1°11.866
	4	45°50.556	1°11.721
	5	45°50.399	1°12.057
	6	45°50.757	1°12.176
	7	45°50.627	1°12.011
	8	45°50.494	1°11.593
	9	45°50.691	1°11.772
	10	45°50.116	1°11.925
Bellevue	1	45°56.399	1°12.840
	2	45°56.353	1°12.616
	3	45°56.264	1°12.834
	4	45°56.434	1°13.082
	5	45°56.197	1°13.088
	6	45°56.457	1°13.276
	7	45°56.224	1°12.450
	8	45°56.175	1°12.656
	9	45°56.103	1°12.870
	10	45°56.137	1°12.243

Annexe III : Illustrations du matériel d'échantillonnage



Photo 4 : Mouillage de marquage. (Source : F. Bordeyne)



Photo 5 : Matériel de prélèvement - cadrat, pelle, grattoir, sacs, mouillage - et empreinte d'une zone prélevée. (Source : S. Robert)



Photo 6 : Table de tri équipée de ses 3 tamis (20, 10 et 5 mm).
(Source : F. Bordeyne)

Annexe IV : Echantillonnage stratifié à deux niveaux pour l'évaluation directe des mollusques bivalves (*in* Berthou *et al.* 1997)

Pour les zones avec deux prélèvements par station, l'échantillonnage est stratifié et comporte deux niveaux ; les strates sont spatiales, les unités secondaires sont de taille constante.

Taux d'échantillonnage

Unités primaires : les unités primaires correspondent aux stations ou points géographiques tirés au hasard dans la zone. Pour une zone h donnée, le taux d'échantillonnage à ce niveau, désigné par f_{1h} est :

$$f_{1h} = \frac{n_h \pi R^2}{S_h} \quad (1)$$

avec :

n_h = nombre de points dans la strate

S_h = Surface totale de la strate

R = Rayon d'activité du bateau de prélèvement autour des coordonnées du point moyen demandé (« point théorique »). On suppose, en fait, que le navire travaille dans un cercle autour d'un point. Ce rayon est une fonction croissante de la longueur du bateau et de la fiabilité des moyens de navigation mis en œuvre (ici GPS) ; le rôle du patron (aptitude de navigation, adaptation aux appareils, etc.) doit également intervenir, mais il est difficile à quantifier. En l'absence de bateau et d'éléments précis pour la campagne de 2009 sur le bassin de Marennes-Oléron, la valeur de ce rayon était fixée arbitrairement à 25 mètres.

Unités secondaires : les unités secondaires correspondent au nombre de répliquats réalisés par point. Dans la zone h , le taux d'échantillonnage à ce niveau désigné par f_2 est égal à :

$$f_2 = \frac{k}{4 \pi R^2} \quad (2)$$

avec :

k = nombre de répliqués par points, ici fixé à 2

R = rayon d'activité

Nombre d'échantillons par niveau

Premier niveau : soit N_h le nombre total de points réalisables dans la strate. On doit avoir :

$$f_{1h} = \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h} = \frac{n_h}{N_h} \text{ et donc } N_h = \frac{S_h}{\pi \cdot R^2} \quad (3)$$

La probabilité d'intersection entre deux unités d'échantillonnage a été considérée comme nulle.

Deuxième niveau : le nombre potentiel d'unités d'échantillonnage est :

$$4 \cdot \pi \cdot R^2$$

Estimateurs

Pour une strate h donnée, l'estimateur de l'effectif moyen ou de la biomasse moyenne sur 0.25 m^2 représenté par \bar{x}_h est :

$$\bar{x}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \bar{x}_{ih}}{n_h} = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^k x_{ijh}}{k \cdot n_h} \quad (4)$$

x_{ijh} est l'effectif capturé par coup de benne j , réalisé sur le point i de la strate h .

Pour le calcul d'une estimation de la variance associée, on fera appel aux notions d'espérance et de variance conditionnelles. La formulation générale du problème (Cochran, 1977) donne (E désignant l'espérance mathématique, V la variance et $\hat{\theta}$ un estimateur) :

$$V(\hat{\theta}) = V_1(E_2(\hat{\theta})) + E_1(V_2(\hat{\theta})) \quad (5)$$

La variance est constituée de deux termes. Le premier se rapporte à la variance entre les unités primaires (variance inter-unité), le second se réfère aux unités secondaires au sein des unités primaires (variance intra-unité).

Dans notre cas, le premier terme à droite de l'équation (5) est :

$$V_1\left[E_2\left(\bar{x}_h\right)\right] = \left(1 - \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h}\right) \cdot \frac{S_{1h}^2}{n_h} \quad (6)$$

En considérant que l'échantillonnage au deuxième niveau est aléatoire simple, on obtient :

$$V_2\left(\bar{x}_h\right) = \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{1}{n_h^2} \cdot \sum_{i=1}^{n_h} S_{2ih}^2 \quad (7)$$

E_1 de l'équation (5) se présente comme suit :

$$E_1\left[\frac{\sum_{i=1}^{n_h} S_{2ih}^2}{n_h}\right] = \frac{\sum_{i=1}^{N_h} S_{2ih}^2}{N_h} = S_{2h}^2 \quad (8)$$

donc :

$$E_1\left[V_2\left(\bar{x}_h\right)\right] = \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{S_{2h}^2}{k \cdot n_h} \quad (9)$$

Finalement, la variance de l'estimateur est égale à :

$$V\left(\bar{x}_h\right) = \left(1 - \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h}\right) \cdot \frac{S_{1h}^2}{n_h} + \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{S_{2h}^2}{k \cdot n_h} \quad (10)$$

Pour estimer cette variance à partir de l'échantillon existant, il est nécessaire de disposer d'une estimation non biaisée de S_{1h}^2 et S_{2h}^2 .

Cochran (1977) montre qu'un estimateur non biaisé de S_{1h}^2 est donné par :

$$s_{1h}^2 = \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{s_{2h}^2}{k} \quad (11)$$

avec :

$$s_{1h}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \left(\bar{x}_{ih} - \bar{x}_h\right)^2}{n_h - 1} \quad (12)$$

$$s_{2h}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} \sum_{j=1}^k (x_h - \bar{x}_{ih})^2}{n_h \cdot (k-1)} \quad (13)$$

Finalement, l'expression de la variance de l'estimateur s'écrit :

$$V\left(\bar{x}_h\right) = \left(1 - \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h}\right) \cdot \frac{s_{1h}^2}{n_h} + \frac{n_h \cdot \pi \cdot R^2}{S_h} \cdot \left(1 - \frac{k}{4 \cdot \pi \cdot R^2}\right) \cdot \frac{s_{2h}^2}{k \cdot n_h} \quad (14)$$

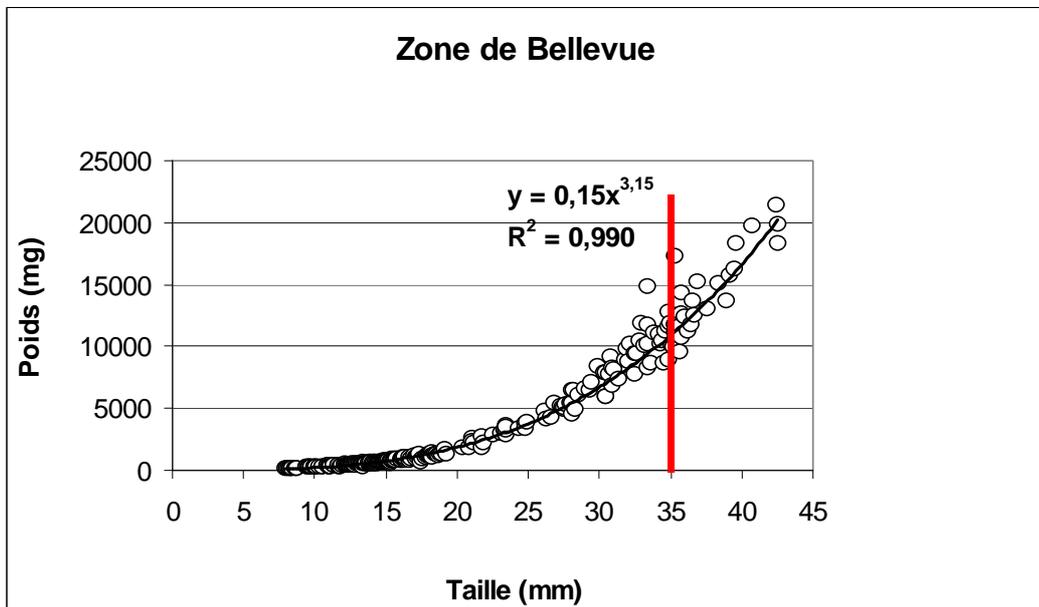
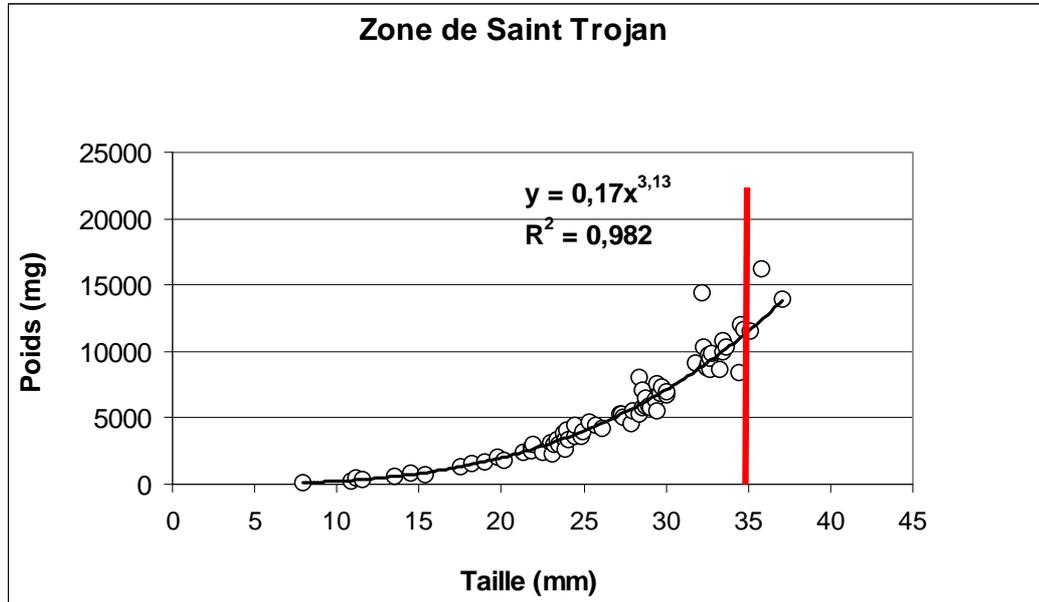
L'estimateur effectif (ou biomasse) total(e) sur la strate h , désigné par T_h est donné par :

$$T_h = 4 \cdot S_h \cdot \bar{x}_h \quad (15)$$

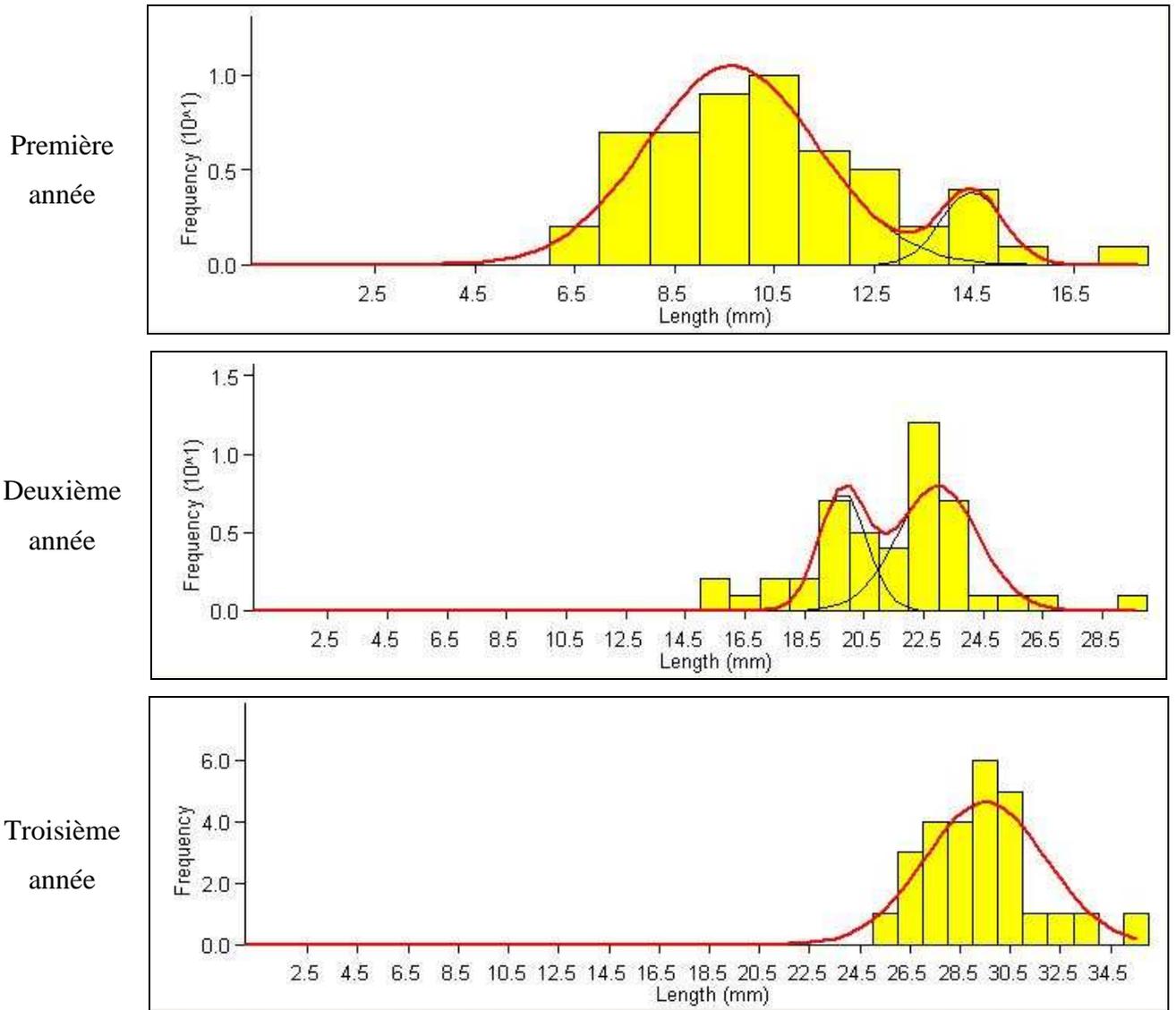
et la variance correspondante est égale à :

$$V(T_h) = 16 \cdot S_h^2 \cdot V\left(\bar{x}_h\right) \quad (16)$$

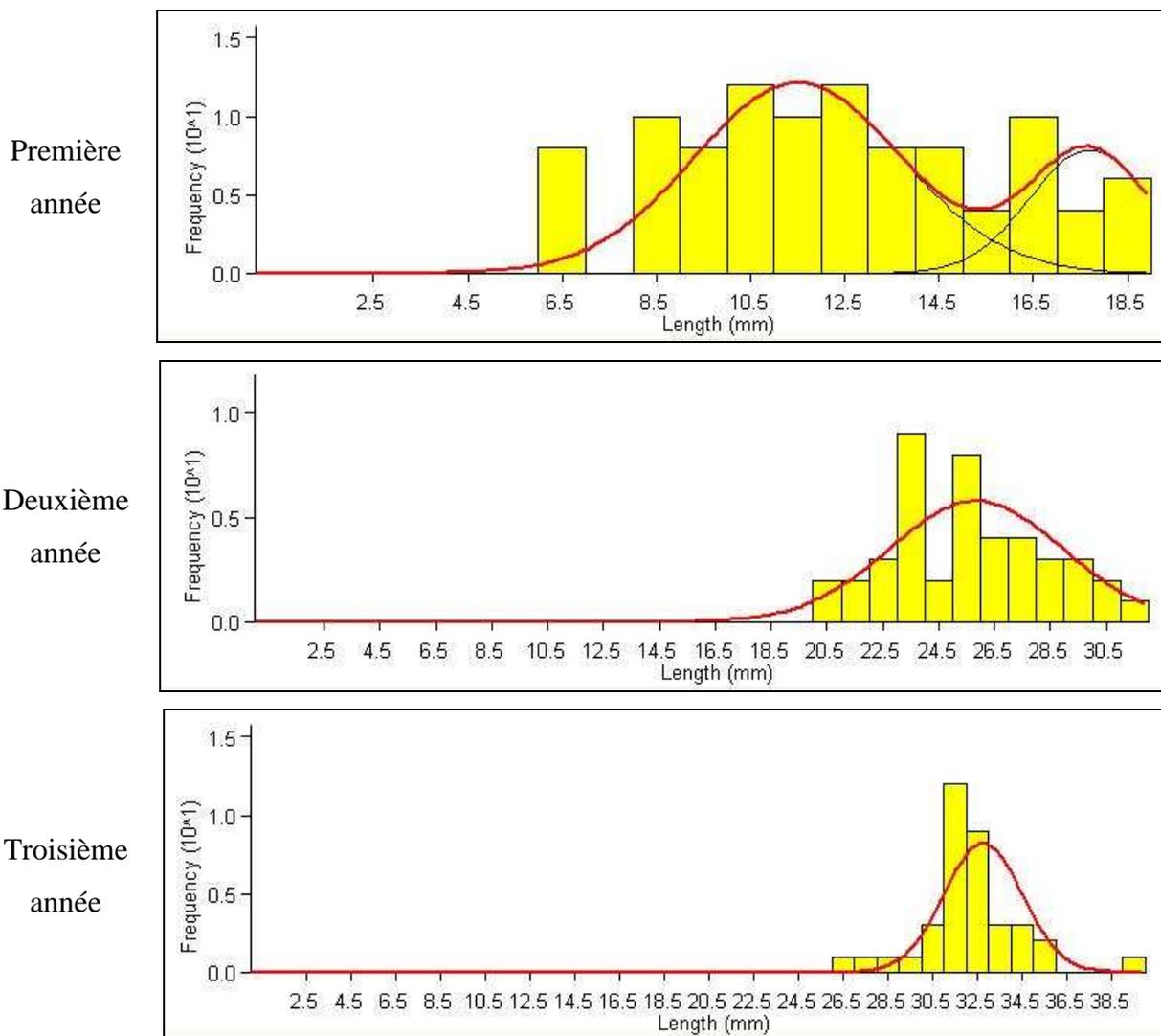
Annexe V : Relation taille – poids frais pour *R. philippinarum* zone par zone (la barre rouge symbolise la taille commerciale).



Annexe VI : Histogrammes des tailles selon les années, à partir du logiciel FISAT II, pour Saint-Trojan.



Annexe VII : Histogrammes des tailles selon les années, à partir du logiciel FISAT II, pour Bellevue.



Annexe VIII : Descriptif de la nature du substrat pour la zone de Saint-Trojan

Lieux	point	station	niveau	substrat
STC	1	1	1	Sable coquillé
STC	1	1	2	Sable coquillé
STC	1	1	3	Sable coquillé
STC	1	2	1	Sable coquillé
STC	1	2	2	Sable coquillé
STC	1	2	3	Sable coquillé
STC	2	1	1	no data
STC	2	1	2	no data
STC	2	1	3	no data
STC	2	2	1	no data
STC	2	2	2	no data
STC	2	2	3	no data
STC	3	1	1	Vase coquillée
STC	3	1	2	Vase coquillée
STC	3	1	3	Vase coquillée
STC	3	2	1	Vase coquillée
STC	3	2	2	Vase
STC	3	2	3	Vase
STC	4	1	1	no data
STC	4	1	2	no data
STC	4	1	3	Vase
STC	4	2	1	no data
STC	4	2	2	no data
STC	4	2	3	Vase coquillée
STC	5	1	1	Sablo-vaseux + posidonies
STC	5	1	2	Sablo-vaseux
STC	5	1	3	Sablo-vaseux coquillé
STC	5	2	1	Sablo-vaseux + posidonies
STC	5	2	2	Sablo-vaseux
STC	5	2	3	Vase
STC	6	1	1	no data
STC	6	1	2	Vase et cailloux
STC	6	1	3	no data
STC	6	2	1	Vase et cailloux
STC	6	2	2	Cailloux
STC	6	2	3	no data
STC	7	1	1	no data
STC	7	1	2	no data
STC	7	1	3	Vase
STC	7	2	1	no data
STC	7	2	2	Vase
STC	7	2	3	Vase
STC	8	1	1	Sablo-vaseux coquillé
STC	8	1	2	Sablo-vaseux
STC	8	1	3	Vase
STC	8	2	1	Vase coquillée
STC	8	2	2	Vase coquillée
STC	8	2	3	Vase
STC	9	1	1	Vase
STC	9	1	2	Vase
STC	9	1	3	Vase
STC	9	2	1	Vase + posidonies
STC	9	2	2	Vase
STC	9	2	3	Vase
STC	10	1	1	Vase
STC	10	1	2	Vase
STC	10	1	3	Vase
STC	10	2	1	Vase
STC	10	2	2	Vase
STC	10	2	3	Vase

Annexe IX : Descriptif de la nature du substrat pour la zone de Bellevue

Lieux	point	station	niveau	substrat
BEL	1	1	1	Sable
BEL	1	1	2	Sable coquillé
BEL	1	1	3	Sable réduit
BEL	1	2	1	Sable
BEL	1	2	2	Sable
BEL	1	2	3	Sable réduit
BEL	2	1	1	Sable coquillé
BEL	2	1	2	Sable coquillé
BEL	2	1	3	Sable peu réduit
BEL	2	2	1	Sablo-vaseux
BEL	2	2	2 et 3	Vase
BEL	3	1	1	Sable
BEL	3	1	2 et 3	Sable réduit
BEL	3	2	1	Sable
BEL	3	2	2	Sable coquillé
BEL	3	2	3	Sable peu réduit
BEL	4	1	1	Sable
BEL	4	1	2	Sable
BEL	4	1	3	Sable
BEL	4	2	1	Sable
BEL	4	2	2 et 3	Sable
BEL	5	1	1	Sable vaseux
BEL	5	1	2	Sable très réduit
BEL	5	1	3	Vase sableuse
BEL	5	2	1	Vase
BEL	5	2	2	Vase
BEL	5	2	3	Vase
BEL	6	1	1	Sable
BEL	6	1	2	Sable
BEL	6	1	3	Sable peu réduit
BEL	6	2	1	Sable
BEL	6	2	2	Sable
BEL	6	2	3	Sable réduit
BEL	7	1	1	Sable vaseux
BEL	7	1	2	Sable
BEL	7	1	3	Sable réduit
BEL	7	2	1	Sable réduit coquillé
BEL	7	2	2	Sable réduit
BEL	7	2	3	Sable réduit
BEL	8	1	1	Sable
BEL	8	1	2	Sable réduit
BEL	8	1	3	Sable réduit
BEL	8	2	1	Sable peu réduit
BEL	8	2	2	Sable
BEL	8	2	3	Sable réduit
BEL	9	1	1	Vase
BEL	9	1	2	Vase
BEL	9	1	3	Vase
BEL	9	2	1	Vase
BEL	9	2	2	Vase
BEL	9	2	3	Vase
BEL	10	1	1	Sable coquillé
BEL	10	1	2	Sable coquillé
BEL	10	1	3	Sable coquillé réduit
BEL	10	2	1	Sable coquillé
BEL	10	2	2	Sable coquillé
BEL	10	2	3	Sable

Annexe X : Tri des échantillons

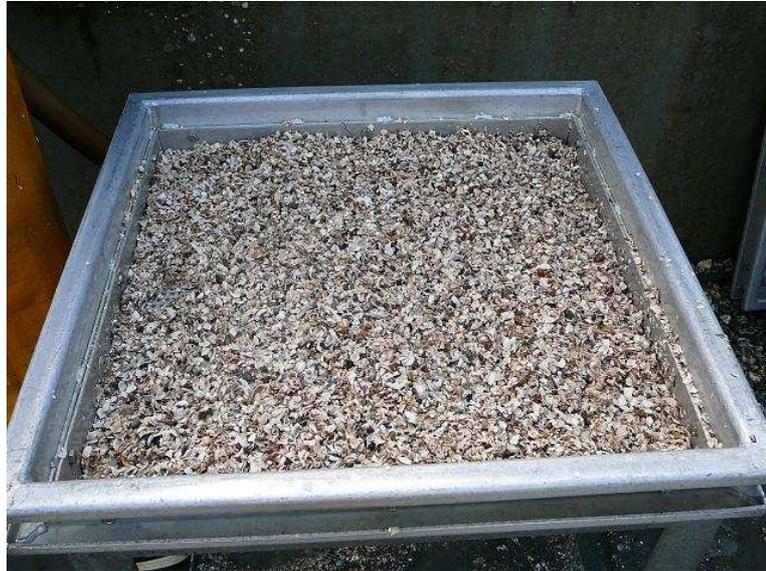


Photo 7 : Refus du dernier tamis (5 mm) couvert de débris coquillés (Saint-Trojan, station 1, strate 1). (Source : F. Bordeyne)



Photo 8 : Volume d'une strate à traiter (Bellevue, station 9, strate 1). (Source : P. Geairon)

Annexe XI : Résultats comparatifs de campagnes d'évaluation de stocks de palourdes sur la côte Atlantique.

	Bellevue	Saint-Trojan	Arcachon (2006)	Pont l'Abbé (2008)	Morbihan (2008)
Superficie (km ²)	0,77	0,8	47,88	0,45	5,5
Nb/m ²	51,2	18,2	24	62,1	24,6
Biomasse/m ² (g)	195,8	109,7	159	574,9	217,4
Nb total (millions)	39,42	14,56	1150	28	136,3
Biomasse totale (tonnes)	150,7	87,8	7608	259	1239
Biomasse maillée totale (tonnes)	58,3	18,2	1710	155	787
Densité biomasse maillée (t/ha)	0,76	0,23	0,36	3,44	1,43

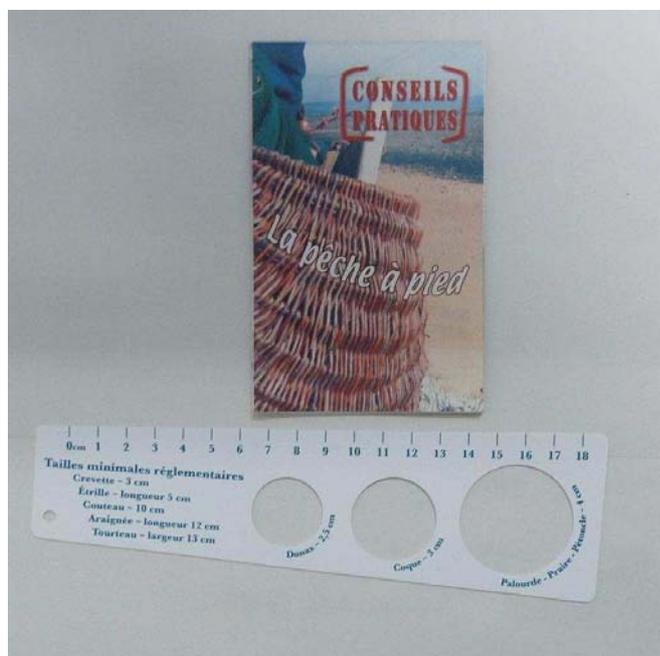
Bellevue, Saint-Trojan : Robert et Bordeyne, 2009

Arcachon : Caill-Milly, 2006

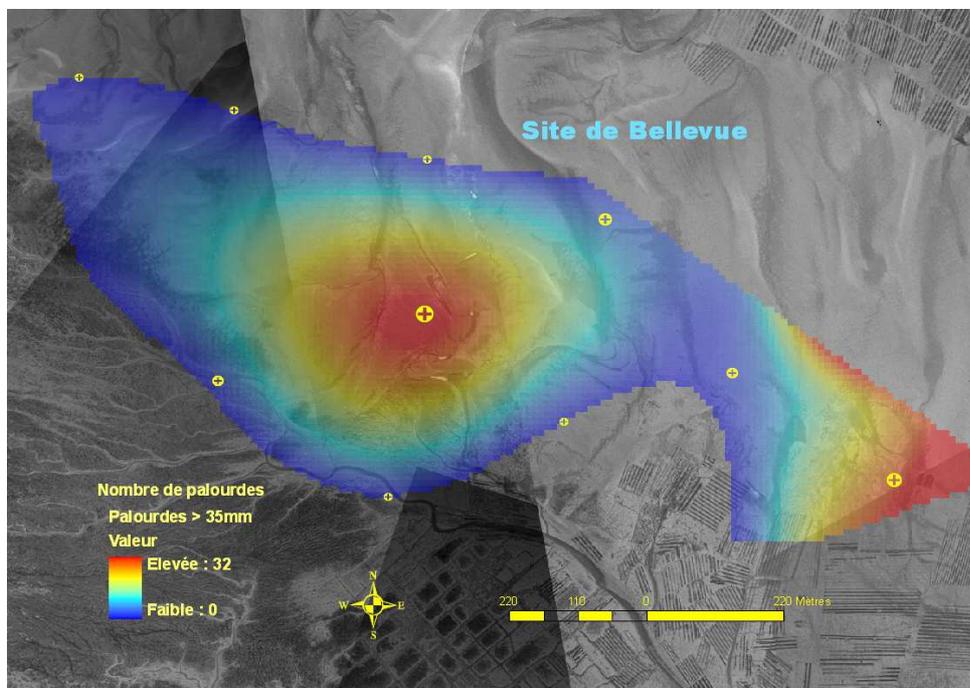
Pont l'Abbé : Dimeet, 2008

Morbihan : D'Hardivillé, 2008

Annexe XII : Photographie des documents distribués par l'association Iodde pour ses campagnes de sensibilisation (guide pratique et réglette des mailles d'autorisation de pêche par espèce).



Annexe XIII : Représentation spatiale de la densité (en effectifs) des palourdes de taille supérieure à 35 mm, pour la zone de Bellevue.



Annexe XIV : Approche de l'influence du substrat dans l'analyse des quantités de palourdes par strates de profondeur. Cas particulier de la distribution en niveaux 2 et 3 et substrat associé.

Strates	Points	Station	% niveau 1	% niveau 2	% niveau 3	substrat
BEL	2	1	83	0	17	sable
BEL	2	2	89	11	0	sablo-vaseux
BEL	3	1	89	11	0	sable
BEL	3	2	83	8	10	sable
BEL	6	2	89	11	0	sable
BEL	7	1	85	5	10	sable
BEL	7	2	67	15	19	sable
BEL	8	1	71	18	12	sable
BEL	8	2	5	74	21	sable
BEL	10	1	72	11	17	sable
BEL	10	2	57	14	29	sable
STC	2	2	90	10	0	no data
STC	5	2	83	17	0	sablo-vaseux
STC	7	2	71	29	0	no data
STC	10	2	88	13	0	vase