

Laboratoire Environnement Ressources des Pertuis Charentais (LERPC)  
de La Tremblade, Mus de Loup, 17390 La Tremblade

Et

Institut Universitaire de Technologie de Caen – Département Génie  
Biologique

François Bordeyne

Juin 2009

## Estimation des stocks de palourdes sur les côtes oléronnaises du bassin de Marennes-Oléron



Rapport de stage 2<sup>ème</sup> Année option Génie de l'Environnement

Responsable de stage : Stéphane Robert



## Sommaire

<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>7</b>
<b>2. MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>11</b>
2.1. BIOLOGIE DE LA PALOURDE .....	11
2.1.1. <i>Généralités</i> .....	11
2.1.2. <i>Critères de différenciation</i> .....	12
2.1.3. <i>Habitats</i> .....	13
2.1.4. <i>Cycle de vie</i> .....	14
2.1.5. <i>Alimentation et respiration</i> .....	15
2.1.6. <i>Croissance</i> .....	16
2.1.7. <i>Prédation</i> .....	16
2.1.8. <i>Pathologie</i> .....	17
2.2. METHODES DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE .....	17
2.2.1. <i>Choix des zones</i> .....	17
2.2.2. <i>Points de prélèvement</i> .....	19
2.2.3. <i>L'échantillonnage</i> .....	19
2.2.4. <i>Analyse des échantillons</i> .....	20
2.2.5. <i>Traitement des données</i> .....	20
<b>3. RESULTATS.....</b>	<b>21</b>
3.1. RELATION TAILLE – POIDS FRAIS .....	21
3.2. ESTIMATIONS ABONDANCES ET BIOMASSES .....	22
3.3. PROPORTION DES ESPECES PRESENTES .....	25
3.4. FRACTION EXPLOITABLE .....	25
3.5. STRUCTURE EN TAILLE DE LA POPULATION DE PALOURDE JAPONAISE.....	27
3.6. REPRESENTATION SPATIALE.....	29
3.7. PROFONDEUR DE PRELEVEMENT .....	31
3.8. NATURE DU SUBSTRAT.....	31



<b>4.</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>32</b>
4.1.	ECHANTILLONNAGE ET ANALYSES .....	32
4.1.1.	POINTS ALEATOIRES.....	32
4.1.2.	<i>Méthode de prélèvement .....</i>	<i>33</i>
4.1.3.	<i>Méthode de tri.....</i>	<i>33</i>
4.1.4.	<i>Identification des espèces .....</i>	<i>33</i>
4.2.	ESTIMATION DES STOCKS DE PALOURDES .....	34
4.2.1.	<i>Relation taille – poids frais.....</i>	<i>34</i>
4.2.2.	<i>Abondance et biomasse.....</i>	<i>34</i>
4.2.3.	<i>Proportion des espèces présentes .....</i>	<i>35</i>
4.2.4.	<i>Proportion maillée .....</i>	<i>36</i>
4.2.5.	<i>Structure en taille de la population de palourdes japonaises .....</i>	<i>37</i>
4.2.6.	<i>Représentation spatiale.....</i>	<i>39</i>
4.2.7.	<i>Profondeur de prélèvement.....</i>	<i>39</i>
4.2.8.	<i>Nature du substrat .....</i>	<i>39</i>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>40</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>43</b>
<b>7.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>47</b>



## Index des annexes

Annexe I : Illustrations des principaux prédateurs de la palourde.....	47
Annexe II : Tableau de coordonnées géographiques des points tirés aléatoirement .....	48
Annexe III : Illustrations du matériel d'échantillonnage .....	49
Annexe IV : Echantillonnage stratifié à deux niveaux pour l'évaluation directe des mollusques bivalves ( <i>in</i> Berthou <i>et al.</i> 1997) .....	50
Annexe V : Relation taille – poids frais pour <i>R. philippinarum</i> zone par zone (la barre rouge symbolise la taille commerciale). .....	54
Annexe VI : Histogrammes des tailles selon les années, à partir du logiciel FISAT II, pour Saint-Trojan. ....	55
Annexe VII : Histogrammes des tailles selon les années, à partir du logiciel FISAT II, pour Bellevue. ....	56
Annexe VIII : Descriptif de la nature du substrat pour la zone de Saint-Trojan .....	57
Annexe IX : Descriptif de la nature du substrat pour la zone de Bellevue.....	58
Annexe X : Tri des échantillons .....	59
Annexe XI : Résultats comparatifs de campagnes d'évaluation de stocks de palourdes sur la côte Atlantique. ....	60
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). ....	61
Annexe XIII : Représentation spatiale de la densité (en effectifs) des palourdes de taille supérieure à 35 mm, pour la zone de Bellevue. ....	62
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.....	63



## REMERCIEMENTS

En premier lieu, je souhaiterais remercier l'ensemble du personnel du laboratoire LER/PC de la station de La Tremblade, pour m'avoir accueilli durant ces dix semaines et participé au bon déroulement de ce stage.

Mes remerciements s'adressent aussi à Philippe Geairon, Patrice Guilpain, Jean-Pierre Léauté, Olivier Le Moine et Pierre-Guy Sauriau, pour leur implication dans le projet, leurs compétences techniques ainsi que l'aide qu'ils ont pu m'apporter tout au long du stage.

Je remercie également les membres de l'association Iodde, Bertrand Piques et Jean-Baptiste Bonnin, qui ont participé activement aux prélèvements de terrain.

Par la même occasion, je souhaiterais remercier Francis Orvain et Pierre-Guy Sauriau, sans qui je n'aurais jamais pu effectuer ce stage. Un grand merci à eux pour m'avoir permis de vivre une telle expérience.

Mes remerciements s'adressent plus particulièrement à mon responsable de stage, Stéphane Robert, pour sa disponibilité, son savoir, et la confiance qu'il m'a donnée. De même, je le remercie de m'avoir fait découvrir de nombreux autres thèmes développés à l'IFREMER. Enfin, un grand merci pour sa bonne humeur quotidienne.



## 1. Introduction

La conchyliculture consiste en l'élevage de coquillages comestibles. Il s'agit d'une activité très importante dans le pays puisque la France fait partie des cinq premiers pays producteurs au monde. De plus, les français sont de gros consommateurs de ces produits de la mer. Tout le monde connaît l'huître ou la moule, mais il en existe pourtant bien d'autres. Parmi eux, se trouve la palourde, qui fait également l'objet d'une culture : la vénériculture.

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 croisée japonaise. Cependant, la maladie de l'anneau brun, qui a été la cause de fortes mortalités, ainsi que la concurrence internationale provoquant une chute des cours de la palourde, ont été à l'origine du coup d'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. Cela 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, en coopération avec l'association Iodde (Ile d'Oléron Développement Durable Environnement), une campagne d'estimation des stocks sur la zone de pêche à pied de Saint-Trojan a été réalisée. A partir du nombre de pêcheurs actifs sur la zone de pêche, d'une estimation du temps moyen de pêche (1h30) et du poids moyen prélevé par personne et par heure (environ 2 kg/h), Iodde a estimé pour l'année 2007, la récolte de palourdes par les particuliers entre 48 et 58 tonnes sur le site de Manson à Saint-Trojan (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.

Ce travail devait initialement se réaliser avec le soutien logistique d'un navire de surface équipé d'une grue hydraulique permettant d'actionner une benne Hamon. La non-disponibilité de ce matériel a réorienté la méthodologie et les objectifs du stage. La technique de prélèvement avec la benne Hamon préconisée par Caill-Milly et utilisée dans le Golfe du Morbihan 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 sur des superficies plus faibles que prévues. L'objectif a donc été d'estimer les stocks de palourdes en termes d'abondance et de biomasse sur ces deux zones.

## **Présentation de l'IFREMER :**

### Présentation générale :

L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) a été créé en 1984, suite à la fusion de deux organismes, le CNEXO (Centre National d'Exploitation des Océans) et l'ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes). Il s'agit d'un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). L'Institut est sous la tutelle des ministères de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et de l'Agriculture et de la Pêche.

L'IFREMER est réparti en 26 établissements tout au long du littoral (figure 1) ainsi que dans les DOM-TOM. Parmi ces implantations, il y a 5 centres administratifs, auxquels sont rattachées une vingtaine de stations côtières. Le Siège social est localisé à Issy-les-Moulineaux (92), en région parisienne.





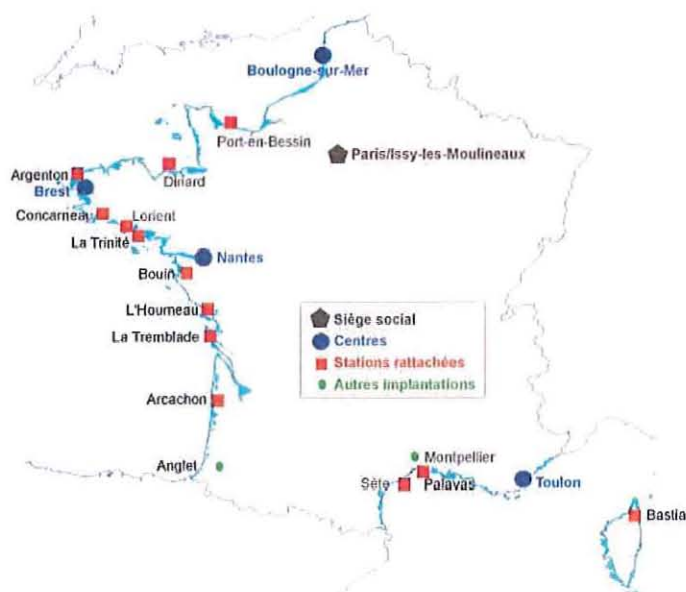


Figure 1 : Carte des implantations nationales métropolitaines de l'IFREMER (Source : IFREMER)

L'IFREMER participe à l'amélioration des connaissances océaniques ainsi qu'à leurs ressources. Il contribue également à surveiller le littoral et le milieu marin, et à développer de manière durable les activités maritimes.

Pour cela, l'IFREMER est chargé de plusieurs missions :

- Connaître, évaluer et mettre en valeur les ressources de la mer et permettre leur exploitation durable.
- Améliorer les méthodes de surveillance, de précision d'évolution, de protection et de mise en valeur du milieu marin et côtier.
- Favoriser le développement économique du monde maritime.

Afin d'atteindre ses objectifs, l'IFREMER dispose d'un budget annuel de près de 235 millions d'euros, de 1500 salariés IFREMER, de 8 navires, 1 submersible habité, 1 engin téléopéré pour grande profondeur (- 6000 m), 2 AUVs (sous-marins) et d'un ensemble de moyens d'essais.

### Présentation de la station de La Tremblade :

La station de La Tremblade (figure 2) comprend deux laboratoires :

- Le Laboratoire Environnement Ressources des Pertuis Charentais (LER/PC) du département Environnement littoral et Ressources aquacoles.  
Par ses missions, le laboratoire assure une surveillance environnementale et sanitaire. De plus, il aide à la gestion des écosystèmes et des productions conchylicoles.
- Le laboratoire Génétique et Pathologie (LGP) du département Amélioration génétique, Santé animale et Environnement.  
Ce laboratoire étudie les caractères génétiques des mollusques bivalves dans le but d'améliorer la qualité des élevages. Il étudie les agents pathogènes pour les bivalves et leurs impacts sur l'environnement.



**Figure 2 : Photographie de la station IFREMER de La Tremblade, en vue aérienne. (Source : IFREMER)**

### Le LER/PC :

Le principal projet de recherche du laboratoire est le Contrat de Plan Etat Région (CPER) Poitou-Charentes, ou plus précisément le « Développement Durable des Pertuis Charentais ». Ce projet englobe l'ensemble des 9 réseaux de surveillance assurés par le laboratoire.

La mission de mon stage « estimation des stocks de palourdes sur les côtes oléronnaises du bassin de Marennes-Oléron » entre dans le cadre de ce projet. En effet, la mission PALMNIO (PALourdes Marennes-Oléron) est une campagne d'estimation d'abondance des stocks de palourdes.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Biologie de la palourde

#### 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 croisée européenne *Ruditapes decussatus* (Linné, 1758) et la palourde croisée japonaise *Ruditapes philippinarum* (Adam & Reeve, 1850).

Cette dernière n'est pas une espèce indigène. Elle a été implantée en France pour y être cultivée dans les années 1970. Depuis, elle s'est très bien acclimatée au milieu, à tel point qu'elle peut être considérée comme une espèce invasive. Caill-Milly a estimé en 2006, sur le bassin d'Arcachon que la palourde croisée japonaise représentait 95 % des effectifs et 97 % de la biomasse.

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 croisée japonaise et 40 mm en ce qui concerne la palourde croisée 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 :

- Forme de la coquille et des stries (figure 3)
  - *R. philippinarum* : coquille plus ou moins ovale ; stries concentriques et rayonnantes qui s'entrecroisent.
  - *R. decussatus* : coquille présentant un bord droit ; stries concentriques et rayonnantes très serrées.
- Forme de la lunule (figure 4)
  - *R. philippinarum* : épaisse, de forme ovale.
  - *R. decussatus* : étroite et allongée

Dans un second temps, la distinction peut être réalisée grâce à des caractéristiques internes :

- Siphons (figure 5)
  - *R. philippinarum* : collés
  - *R. decussatus* : séparés
- Forme du sinus palléal (figure 6)
  - *R. philippinarum* : circulaire et peu profond
  - *R. decussatus* : non circulaire, plus étroit.

*R. philippinarum*



*R. decussatus*



Figure 3 : Photographie comparant les deux espèces de palourdes par la forme de la coquille. (Source: F. Bordeyne)



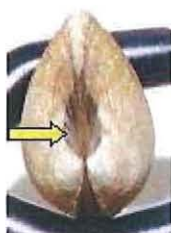
*R. philippinarum**R. decussatus*

Figure 4 : Photographie comparant les deux espèces de palourdes par la forme de la lunule (source : F. Bordeyne)

*R. philippinarum**R. decussatus*

Figure 5 : Photographie comparant les deux espèces de palourdes par la forme de leurs siphons (Source: F. Bordeyne)

*R. philippinarum**R. decussatus*

Figure 6 : Photographie 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 leur profondeur maximale de présence.

- *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...).

#### 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 apparaît 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. La ponte nécessite une température de l'eau supérieure 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 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 dans le milieu (figure 7), 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.



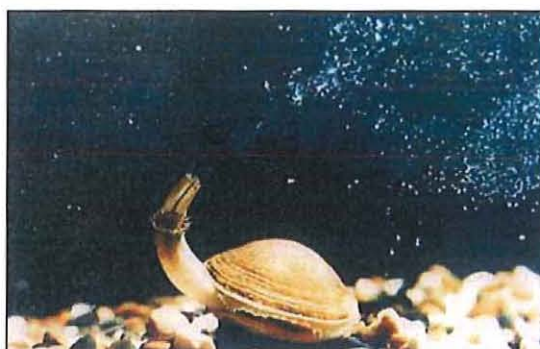


Figure 7 : Photographie d'une palourde femelle émettant ses gamètes dans le milieu. (Source : [www.fao.org](http://www.fao.org))

### 2.1.5. Alimentation et respiration

L'alimentation pourrait différer selon l'espèce considérée. En effet, *R. philippinarum*, se nourrirait principalement de phytoplancton et de matière organique en suspension alors que *R. decussatus* ne se nourrirait que d'algues unicellulaire (phytoplancton).

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 $\mu$ m (Goulletquer, 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 l'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.

C'est pourquoi, 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 est 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, page 47). 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, page 47). Ce dernier peut se nourrir de plus de 40 palourdes par jour. Son activité est maximale de mai à juillet (Cigarria et Fernandez, 1999). 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 croisées 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 vibrion affecte la production normale de périostracum de telle façon qu'il va se déposer une couche anormale de conchioline en périphérie de la face interne des valves. C'est de là que vient le nom de cette maladie.

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 réagissent 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 reprendre le protocole appliqué par Bertignac *et al.* (2001), Caill-Milly *et al.* (2003,2006). Il s'agit de la méthode principalement mise en œuvre par l'IFREMER pour l'estimation des stocks de bivalves sur le littoral Atlantique. La benne Hamon n'étant pas disponible pour la période du stage, les prélèvements ont dû être réalisés à pied et utilisés la méthode des cadrats utilisée pour l'estimation des stocks de la rivière de Pont l'Abbé (cf 2.2.3). Le changement de méthode n'a pas permis de couvrir les surfaces retenues initialement (2,76 km<sup>2</sup> pour Saint-Trojan et 9 km<sup>2</sup> pour Bellevue) et a restreint le champ d'investigation à deux zones d'environ 0,8 km<sup>2</sup> chacune.

### 2.2.1. Choix des zones

Le bassin de Marennes Oléron (figure 8) 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 9) a été étudiée. Cette zone fait partie intégrante de la réserve naturelle de Moëze-Oléron, et à ce titre, la pêche à pied y est strictement interdite. Une autorisation d'accès a cependant été donnée aux pêcheurs professionnels. De plus, 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 9) où ce sont réalisés les travaux de l'association Iodde (Iodde, 2007, 2008) sur la palourde qui a été retenue.



Figure 8 : Carte présentant la position de l'île d'Oléron par rapport à la France

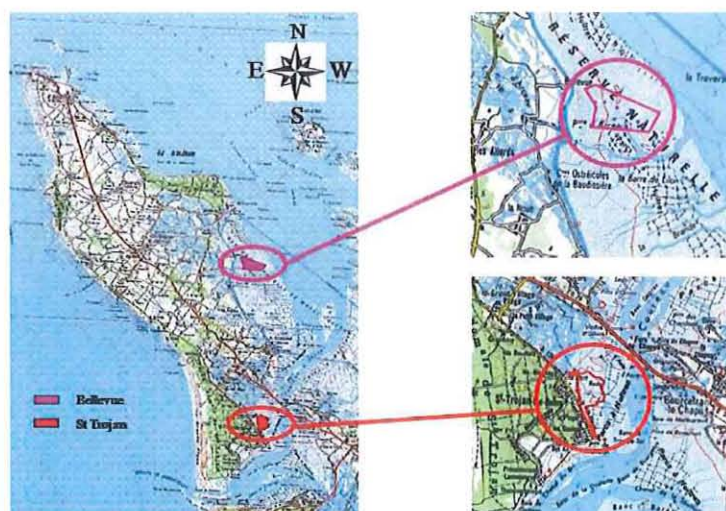


Figure 9 : Carte des deux zones d'échantillonnage



### 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, page 48).

Le nombre de point retenu par zone a été proportionnel à la superficie de la zone. Selon Caill-Milly *et al.* (2003), dix points par km<sup>2</sup> 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 I).

**Tableau I : Récapitulatif des différents aspects des zones étudiées**

Zones	Surface (km <sup>2</sup> )	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, page 49) dont la bouée est référencée par le numéro du point de prélèvement. Les prélèvements sont effectués à pied à marée basse. Les prélèvements sont réalisés dans un cadrat de 0,25 m<sup>2</sup> à l'aide d'une pelle (annexe III, photo 5, page 49), 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.

Pour étudier la répartition éventuelle 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 (de 1 à 3). 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 les 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, page 49). Les palourdes récupérées ont été disposées dans des poches en plastiques 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 relevée 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 non conformes (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 (cf 2.2.4).

L'estimation des biomasses et des abondances (annexe IV, page 50) 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/m<sup>2</sup>) 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 croisées japonaises et 7 palourdes croisées européennes.

#### 3.1. Relation taille – poids frais

La relation taille – poids frais (figure 10) pour *R. philippinarum* sur l'ensemble des deux zones a été déterminée à partir de 328 individus. Elle a pour valeur :

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

Le coefficient de corrélation est de 0,990. Le poids frais est en milligrammes et la taille en millimètres.



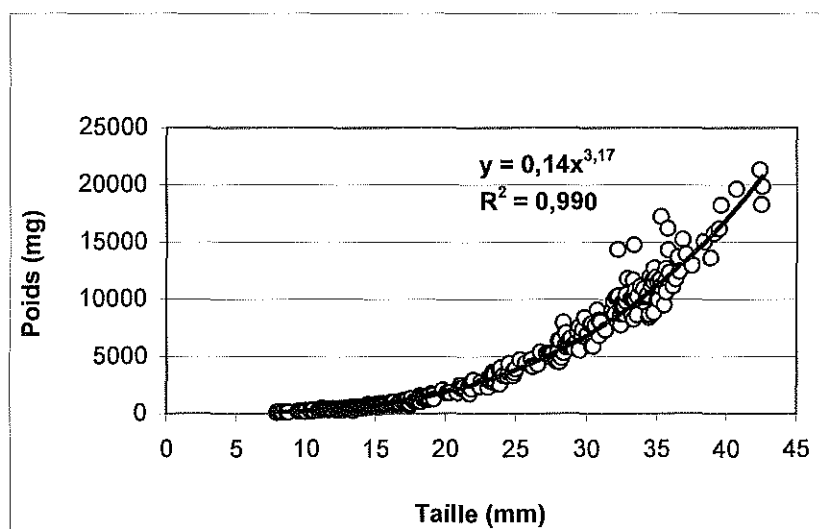


Figure 10 : Graphique représentant la relation taille – poids frais pour la palourde croisée japonaise (*R. philippinarum*) pour l'ensemble des deux zones, la ligne rouge symbolisant la taille commercialisée.

Les relations obtenues séparément pour les deux zones sont semblables (annexe V, page 54). 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) s'est avéré insuffisant.

### 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 11). Elle présente une abondance moyenne de 4,55 palourdes pour 0,25 m<sup>2</sup>, soit 18,2/m<sup>2</sup>. A Bellevue l'abondance moyenne est de 12,8 individus pour 0,25 m<sup>2</sup>, soit 51,2/m<sup>2</sup>.

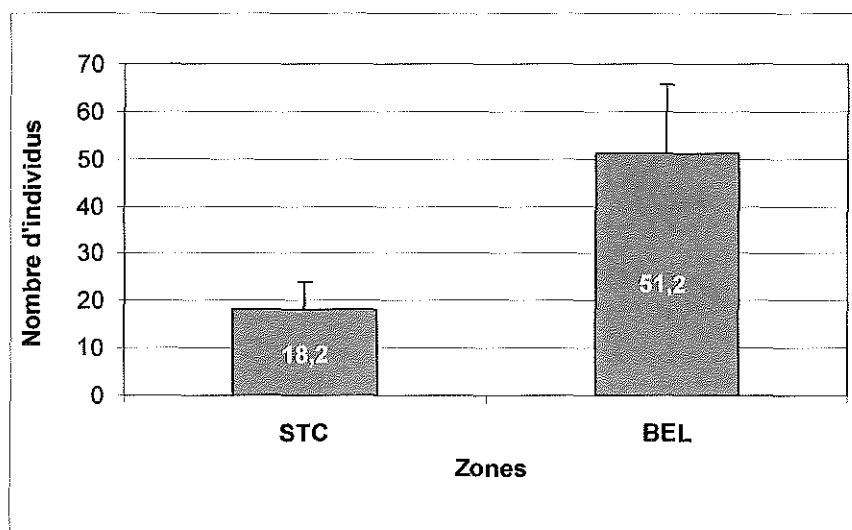


Figure 11: Histogramme représentant les effectifs moyens par m<sup>2</sup> pour les deux zones (la barre verticale représente l'écart-type).

Il en est de même pour la biomasse (figure 12), pour laquelle Saint-Trojan est la zone qui présente le plus faible poids, avec une moyenne de 109,7 g/m<sup>2</sup>, alors que l'on enregistre en moyenne 195,8 g/m<sup>2</sup> à Bellevue.

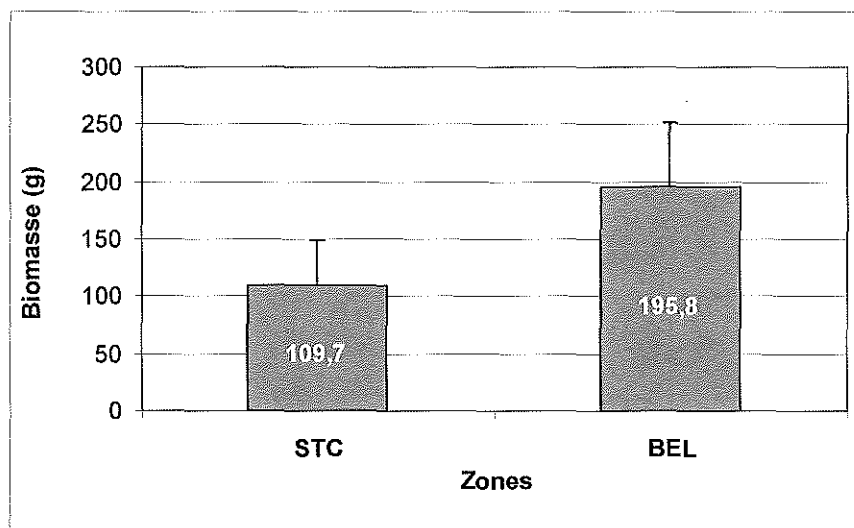


Figure 12 : Histogramme représentant les biomasses moyennes par m<sup>2</sup> pour les deux zones (la barre verticale représente l'écart-type).

D'un point de vue de l'estimation des effectifs totaux (figure 13), 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 ( $\pm$  28,66) millions d'individus.

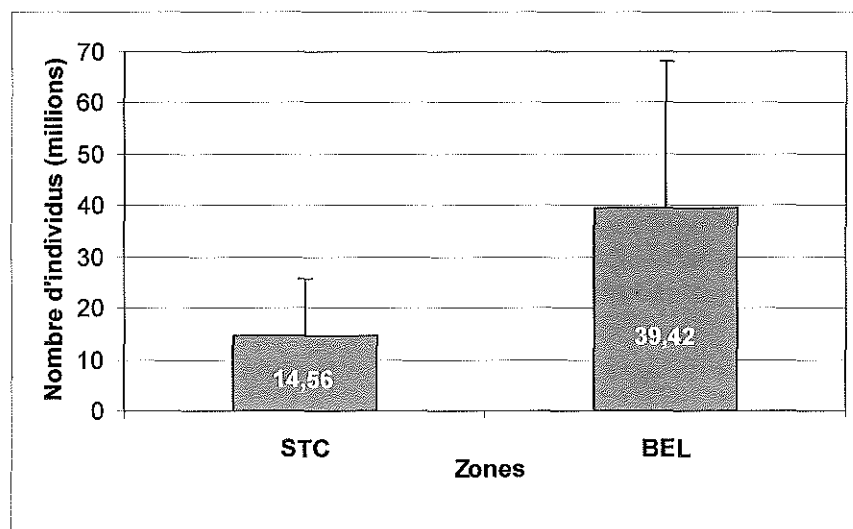


Figure 13 : Histogramme représentant l'estimation des effectifs totaux pour les deux zones, en millions d'individus (la barre verticale représente l'écart-type).

Saint-Trojan est par conséquent la zone présentant la plus faible estimation de la biomasse totale (figure 14), avec 87,8 ( $\pm$  67,3) tonnes. Sur Bellevue l'estimation est plus importante avec 150,7 ( $\pm$  114,9) tonnes.

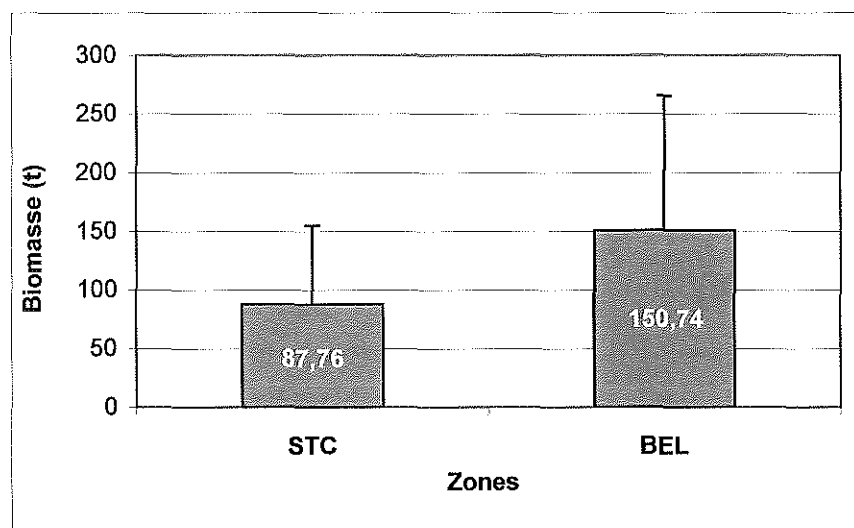


Figure 14 : Histogramme représentant l'estimation de la biomasse totale pour les deux zones, en tonnes (la barre verticale représente l'écart-type).





### 3.3. Proportion des espèces présentes

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

Les deux zones étudiées présentent de fortes disparités concernant la présence de *R. decussatus* (figure 15). 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.

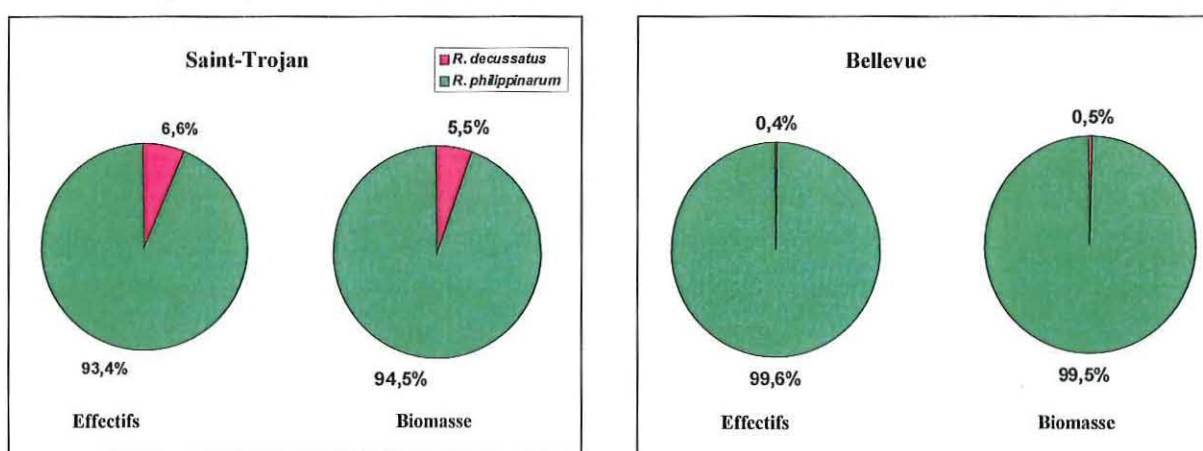


Figure 15 : Graphiques représentant les proportions (en %) de chaque espèce de palourde en termes d'effectifs et de biomasse, pour les zones de Saint-Trojan et de Bellevue

### 3.4. Fraction exploitable

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

Ainsi, pour l'ensemble de la zone d'étude (figure 16), 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.

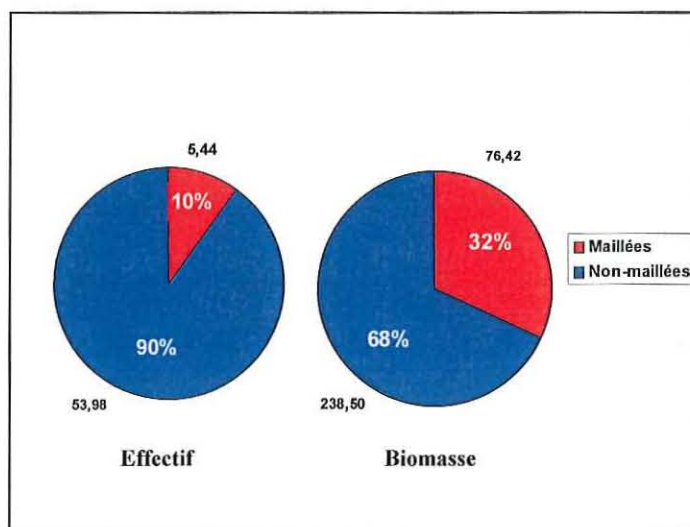


Figure 16 : Graphique représentant les proportions de palourdes maillées et non maillées en termes d'effectif (millions) et de biomasse (tonnes), sur l'ensemble de la zone d'étude.

Par zone, Saint-Trojan (figure 17) présente la plus faible fraction exploitable, soit 9 % en effectif et 21 % en biomasse. Cette biomasse exploitable s'élève à 18,2 tonnes soit 0,23 t/ha.

La zone de Bellevue (figure 18) 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.

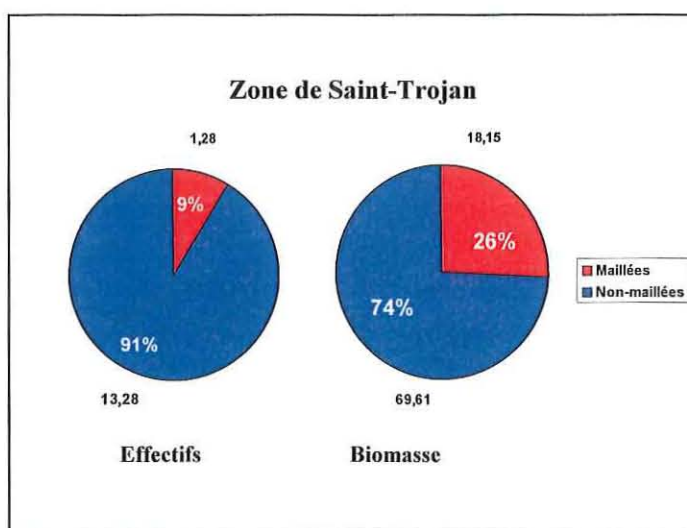


Figure 17 : Graphique représentant les proportions de palourdes maillées et non maillées en termes d'effectifs (millions) et de biomasse (tonnes), sur la zone de Saint-Trojan.

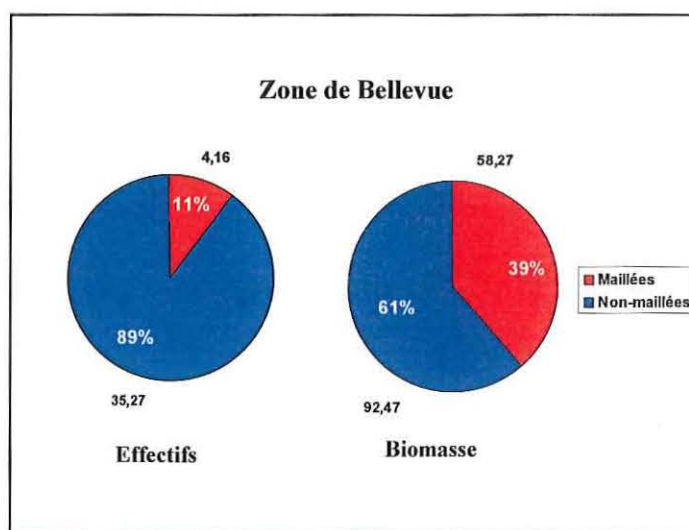


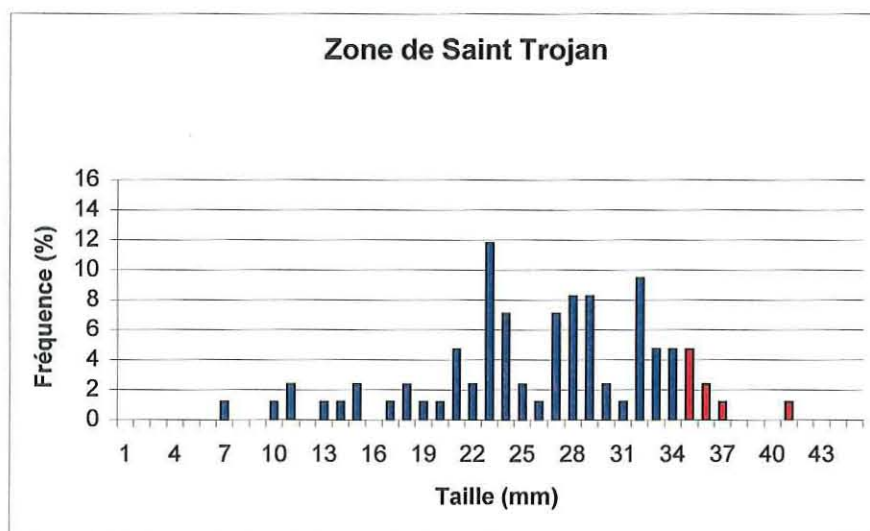
Figure 18 : Graphique représentant les proportions de palourdes maillées et non maillées en termes d'effectifs (millions) et de biomasse (tonnes), sur la zone de Bellevue.

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

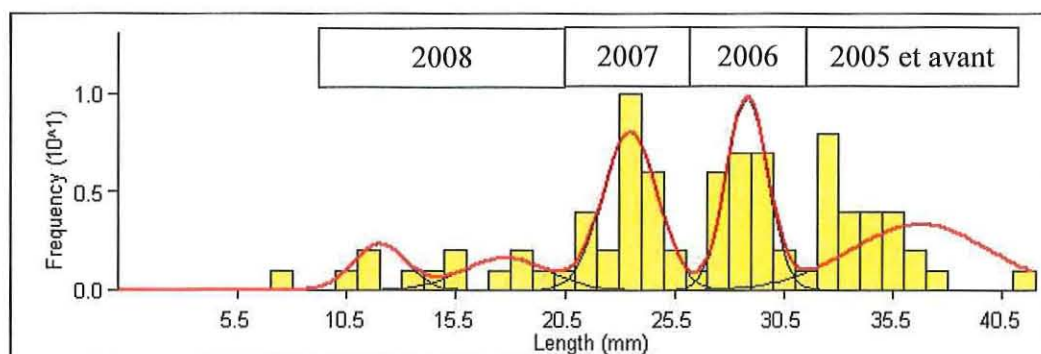
Zone	Long moy (mm)	% effectif maillé	Poids moy (g)	% biomasse maillée	Biomasse maillée (t)
Saint-Trojan	27,1	9	6,1	21	18,2
Bellevue	20,7	11	3,8	39	58,3

### 3.5. Structure en taille de la population de palourde japonaise

La zone de Saint-Trojan (figure 19) présente de fortes disparités entre les classes de taille. Peu de petites (14,1 % inférieures à 20 mm) et de grandes (1,2 % supérieures à 40 mm) palourdes sont observées. L'analyse de l'histogramme obtenu à partir du logiciel FISAT II, met en avant 5 modes différents (figure 20). 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, page 55), 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 19 :** 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 20 :** Détermination des cohortes de palourdes pour le site de Saint-Trojan, à partir du logiciel FISAT II.

La zone de Bellevue (figure 21) possède beaucoup de palourdes de petites tailles (60,4 % inférieures à 20 mm), et peu de palourdes mesurant plus de 40 mm (1,6 %). L'analyse de cet histogramme à partir du logiciel FISAT II, met en évidence 4 modes (figure 22), à 14, 21,4, 27,9 et 37,8 mm. Suite à la mesure des stries de croissance pour Bellevue (annexe VII, page 56), 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.



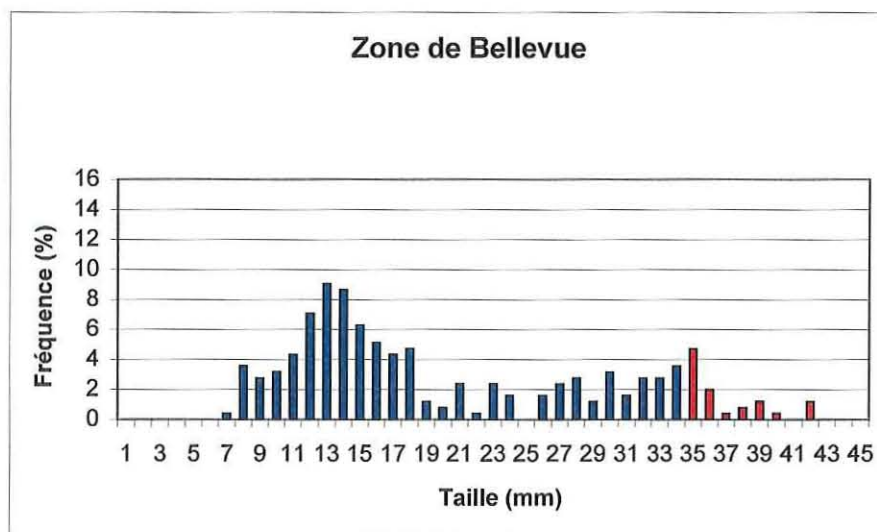


Figure 21 : Histogramme de fréquence (en %) des tailles de palourdes japonaises étudiées pour la zone de Bellevue, en rouge la fraction supérieure à 35mm.

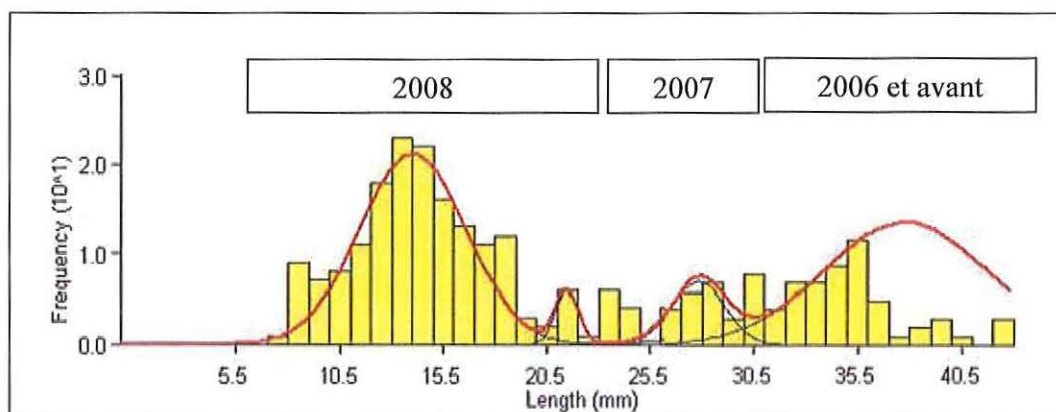


Figure 22 : Détermination des cohortes de palourdes pour le site de Bellevue, à partir du logiciel FISAT II.

### 3.6. Représentation spatiale

La représentation spatiale montre que pour la zone de Saint-Trojan (figure 23), 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 24). Si au centre de la zone, se trouve un secteur où les fortes densités en effectifs et la biomasse élevée sont en correspondance, 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.

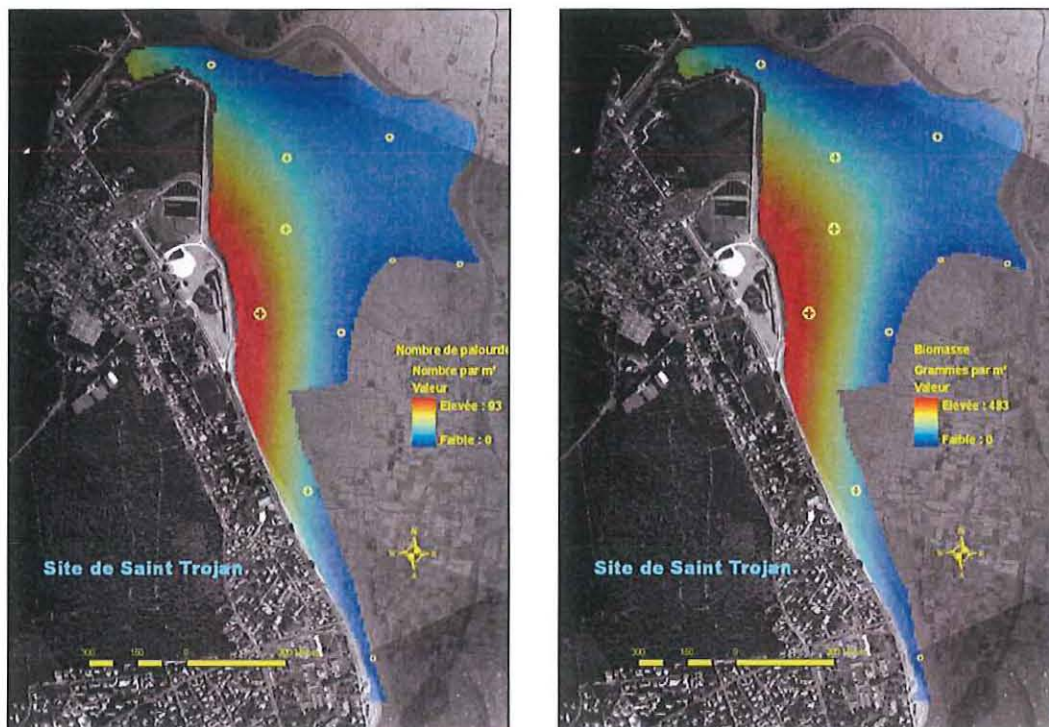


Figure 23 : Représentation spatiale de la densité de palourdes (en effectif et en biomasse) pour la zone de Saint-Trojan, les ronds représentant les points de prélèvement.

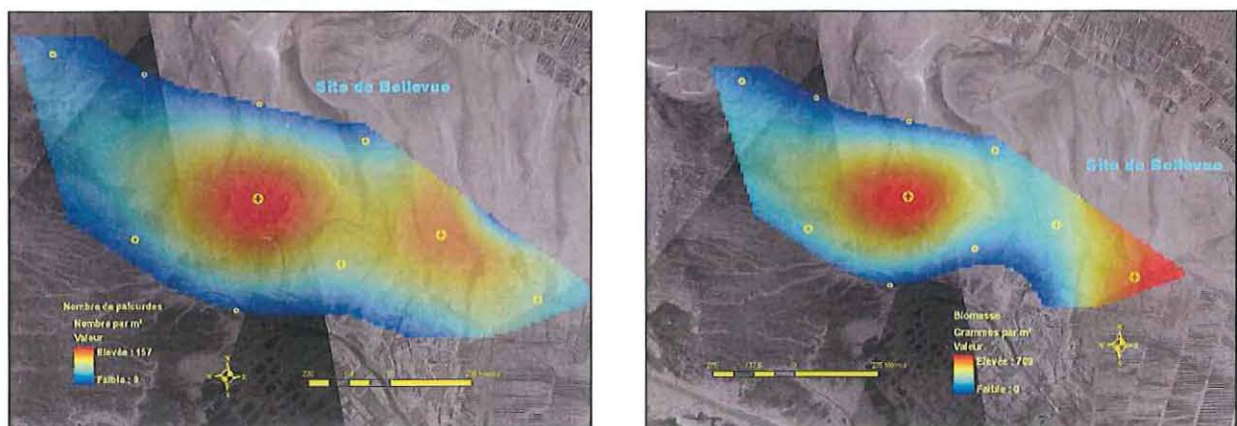


Figure 24 : Représentation spatiale de la densité de palourdes (en effectif et en biomasse) pour la zone de Bellevue, les ronds représentant les points de prélèvement.

### 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 III).

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

Niveau de prélèvement	1	2	3
Nombre de palourdes échantillonnées	276	44	27
Pourcentage (%)	79,5	12,7	7,8

### 3.8. Nature du substrat

Des substrats très différents ont été identifiés lors de la campagne de prélèvement. Sur les deux zones, les substrats (tableau IV) ont évolué entre la vase et le sable principalement. Peu de zones de graviers envasés calcaire ont été relevés.

**Tableau IV : Nature des substrats échantillonnés par zone de prélèvement.**

Type de substrat	Caractéristique	Nombre à Saint-Trojan	Nombre à Bellevue
Sable	seul	0	18
	coquillé	6	10
	réduit	0	15
Sablo-vaseux	seul	3	4
	avec algues	2	0
	coquillé	2	0
Vase	seule	20	10
	avec algues	1	0
	coquillée	7	0
Autre	graviers envasés calcaire	3	0
Absence de données		16	0

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 V), 57 % de l'ensemble des palourdes prélevées y ont été retrouvées. Les



substrats de type sablo-vaseux représentent 27 % de l'ensemble des palourdes et les substrats vaseux seulement 6 %. L'absence de données caractérisant le substrat compte pour 9 % des palourdes échantillonnées. L'ensemble de la description de la nature du substrat est présentée en annexe (annexes VIII et IX, pages 57 et 58).

**Tableau V : Nombre de palourdes échantillonnées pour chaque type de substrat et répartition en pourcentage par substrat caractérisé et par substrat typé.**

Type de substrat	Caractéristique	Nombre de palourdes échantillonnées	Pourcentage du nombre total (%)	Pourcentage total (%)
<b>Sable</b>	seul	113	33	57
	coquillé	33	10	
	réduit	32	9	
	coquillé réduit	21	6	
<b>Sablo-vaseux</b>	seul	60	17	27
	avec algues	32	9	
	coquillé	0	0	
<b>Vase</b>	seule	18	5	6
	avec algues	0	0	
	coquillée	3	1	
<b>Autre</b>	cailloux	3	1	1
<b>Absence de données</b>		32	9	9

## 4. Discussion

### 4.1. Echantillonnage et analyses

#### 4.1.1. Points aléatoires

Un problème de transformation des coordonnées des points aléatoires a été rencontré. Il a été nécessaire de transformer les coordonnées planes (Lambert II étendu, format NTF) en coordonnées géographiques (degré minutes décimales, format WGS 84) pour le positionnement du GPS. Pour solutionner le problème, l'outil IGN (Institut Géographique National) Circé a été utilisé.





#### 4.1.2. Méthode de prélèvement

La méthode de prélèvement a été efficace. Cependant, l'effondrement limité des parois sur certains points a été constaté. Un substrat sableux ou la présence d'eau de mer sont souvent associés à cette observation.

Pour remédier à cela, il aurait été nécessaire de fabriquer un cadrat avec une hauteur d'une quinzaine de centimètres. Le cadrat aurait été enfoncé dans le substrat de manière à délimiter et respecter le volume à prélever.

#### 4.1.3. Méthode de tri

La méthode de tri utilisée a été parfaitement adaptée à l'espèce ciblée. Cependant, du fait de la puissance du jet d'eau, il est possible que quelques pertes, notamment des petites palourdes, aient pu avoir lieu. De même, la présence de coquilles (annexe X, photo 7, page 59) (ou débris calcaires) rendait, malgré l'observation minutieuse, très difficile l'identification des petites palourdes.

Le fait de diviser chaque point en 3 strates de profondeur a permis d'améliorer le traitement des échantillons. Le volume à trier (annexe X, photo 8, page 59) était trois fois moindre que celui de la benne Hamon. L'opération de tri a été simplifiée et probablement plus rapide. Cependant, cette amélioration semble difficilement adaptable lors de l'utilisation de la benne Hamon où l'intégralité du prélèvement arrive en une fois.

#### 4.1.4. Identification des espèces

La différenciation s'est basée essentiellement sur les caractéristiques visuelles externes (forme de la coquille et de la lunule). Elle s'est avérée assez difficile pour les palourdes de petite taille. De plus, certaines palourdes possédaient une (ou des) caractéristiques externes des palourdes croisées européennes et s'avéraient finalement être des palourdes croisées japonaises après observation des caractéristiques internes.

Les conditions du milieu, ainsi qu'un possible croisement interspécifique, pourraient jouer sur une certaine convergence des caractéristiques morphologiques.



L'idéal est de procéder à l'observation interne de chaque palourde. Cette manipulation n'est pourtant pas envisageable du fait du nombre élevé de palourde à traiter et du temps nécessaire à cela.

## **4.2. Estimation des stocks de palourdes**

### **4.2.1. Relation taille – poids frais**

La relation taille – poids frais obtenue pour l'ensemble de la zone d'étude possède un coefficient de corrélation élevé. Il en est de même pour les relations sur chaque zone, le minimum étant de 0,982. Cela indique que la relation est parfaitement représentative des sites observés.

Une correspondance est observée entre la relation obtenue 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 ( $y = 0,2 x^{3,0166}$ ).

### **4.2.2. Abondance et biomasse**

La densité en effectif sur la zone d'étude (annexe XI, page 60) est de l'ordre de 34,7 individus par m<sup>2</sup>. Elle est supérieure à celle du bassin d'Arcachon en 2006 (24 individus/m<sup>2</sup>) (Caill-Milly *et al.*, 2006), et celle du Golfe de Morbihan en 2008 (24,6 individus/m<sup>2</sup>) (D'Hardivillé *et al.*, 2008), mais inférieure à celle de la rivière de Pont l'Abbé en 2008 (62 individus/m<sup>2</sup>) (Dimeet *et al.*, 2008).

Avec une estimation en palourde de 1,96 t/ha, Bellevue est proche du Golfe du Morbihan (2,25 t/ha). Cette estimation place Bellevue devant Saint-Trojan (1,10 t/ha) et le bassin d'Arcachon (1,59 t/ha). Mais, elle reste 3 fois moins importante que l'estimation pour la rivière de Pont l'Abbé (5,76 t/ha). Le stock de palourdes de Bellevue se situe dans une bonne moyenne, alors que celui de Saint-Trojan est le plus faible de toutes les zones étudiées.

Malgré une superficie explorée équivalente, Bellevue possède 2,7 fois plus d'effectifs et 1,7 fois plus de biomasse que Saint-Trojan. A Bellevue, seuls les pêcheurs professionnels possèdent une autorisation de prélèvements des palourdes, la pression de



pêche y est par conséquent assez faible (7,5 tonnes déclarées en 2008) et les prélèvements respectent la taille légale. Saint-Trojan est une zone de pêche récréative depuis longtemps. La pression de pêche et les prélèvements y sont beaucoup plus importants (48 à 58 tonnes estimées en 2007). Ceci pourrait expliquer la différence notable entre les deux zones.

Concernant Bellevue, il est important de noter qu'un épisode de mortalité touchant les palourdes (et vraisemblablement les coquillages en général) a été observé sur la période précédant la campagne d'échantillonnage. La présence de nombreuses coquilles vides et d'individus moribonds a été constatée. Ceci pourrait avoir eut un impact négatif sur le stock de palourdes. Une tempête est en partie suspectée comme pouvant être à l'origine de ces mortalités.

#### 4.2.3. Proportion des espèces présentes

La palourde croisée japonaise *R. philippinarum* est bien l'espèce prépondérante sur la zone d'étude. En effet, cette dernière représente 98 % des effectifs pour 97,7 % de la biomasse. Les deux espèces de palourdes ont besoin des mêmes conditions de vie, de ce fait, elles sont en compétition permanente. Puisqu'elle supplante allègrement la palourde croisée européenne, *R. philippinarum* peut être qualifiée d'espèce invasive.

Cette prépondérance est plus marquée sur la zone de Bellevue, où l'on peut dire que la population de l'espèce autochtone est pratiquement réduite à néant (0,4 % des effectifs pour 0,5 % de la biomasse). Au contraire, à Saint-Trojan, elle semble mieux résister (5,6 % des effectifs pour 6,6 % de la biomasse).

Bellevue est une zone protégée. Le milieu est peu dérangé par l'homme, et donc seule la nature agit. Au contraire, à Saint-Trojan, la pêche à pied de palourdes est importante, et un fort piétinement du sol a été observé. La palourde croisée japonaise se reproduirait plus facilement que la palourde croisée européenne. Cette espèce laisse donc de moins en moins d'espace à la palourde croisée européenne. L'homme, par ses prélèvements, limiterait le développement de *R. philippinarum* au profit de *R. decussatus*. Il aurait été intéressant de connaître la proportion des deux espèces quelques



années en arrière, pour voir leurs évolutions sur deux zones opposées d'un point de vue de l'action de l'homme.

#### 4.2.4. Proportion maillée

Bellevue possède une population de palourdes maillées de l'ordre de 0,76 t/ha, soit 3 fois plus qu'à Saint-Trojan (0,23 t/ha). La densité pour le bassin d'Arcachon fait état de 0,36 t/ha de palourdes maillées (2 fois moins qu'à Bellevue mais 1,6 fois plus qu'à Saint-Trojan). Cependant, Bellevue reste très loin de la densité dans le 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).

Le non respect du maillage pour l'activité de pêche à pied récréative pourrait engendrer une forte diminution de la densité de palourdes maillées, alors que son respect dans le cadre de la pêche professionnelle dans une zone protégée permettrait de l'augmenter.

En termes de proportion en nombres palourdes commerciales par rapport au nombre de palourdes totales pour chaque zone, le résultat est équivalent. En effet, à Bellevue 11 % des palourdes sont de tailles commerciales alors qu'elles représentent 9% des palourdes totales à Saint-Trojan. La différence de densité en palourdes maillées ne provient donc pas d'une différence dans la proportion mais d'une différence dans l'effectif total de palourdes, beaucoup plus important à Bellevue.

A Bellevue, la biomasse de palourdes de taille supérieure à 35 mm est estimée à 58,3 tonnes. Or, les déclarations de pêche font état de 7,5 tonnes en 2008. La fraction exploitable est par conséquent largement supérieure à ce qui a été déclaré. Mais, il faut veiller à ce que l'équilibre naturel soit géré de manière convenable, afin de ne pas perturber et épuiser la ressource. A Bonne Anse, la seconde zone de pêche professionnelle de Charente Maritime, les déclarations de pêche font état de 164 tonnes en 2008. Le stock de palourdes maillées y serait plus important qu'à Bellevue.

A Saint-Trojan, le constat est différent. L'estimation de palourdes maillées représente 18,2 tonnes. Selon Iodde, en 2007, les prélèvements étaient de l'ordre de 50 tonnes. Cette différence confirme les observations de Iodde qui indique que la maille n'est pas respectée par les pêcheurs à pied. En se référant à la composition moyenne des



paniers constatée par Iodde (Iodde, 2007), 45% des palourdes seraient inférieures à 35 mm (soit 22,5 tonnes) et 55 % y seraient supérieures (soit 27,5 tonnes). La grande majorité des palourdes maillées seraient pêchées chaque année par l'activité de pêche récréative fragilisant le potentiel de recrutement.

Les actions d'information du grand public entreprises par Iodde (distribution de réglettes des tailles légales, de dépliants) (annexe XII, page 61) sont importantes mais sont-elles suffisantes ? Alors qu'il faut plus de trois années à une palourde pour atteindre la taille commerciale (cf 3.5) sur la zone de Saint-Trojan, la grande majorité n'atteint pas cet âge.

D'autre part, aucune palourde croisée européenne de taille supérieure à 40 mm n'a été récoltée lors de la campagne d'échantillonnage. Pour la zone de Bellevue, où le stock de palourdes croisées européennes est très faible, cela semble concevable. Cependant, pour la zone de Saint-Trojan, qui possède une population de près d'un million d'individus, cela semble anormal. L'hypothèse d'un prélèvement avant d'avoir atteint cette taille paraît le plus plausible.

#### **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 (cf 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 par exemple, 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 ensuite, 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).



Les deux histogrammes sont différents, alors qu'ils devraient se ressembler. Tout d'abord, la faiblesse du nombre des palourdes de petites tailles à Saint-Trojan pourrait s'expliquer de 2 façons. La première hypothèse consisterait en un mauvais recrutement au cours de l'année 2008. Si cela avait été dû à cela, le recrutement aurait certainement dû être mauvais pour Bellevue et pour l'Anse de l'Aiguillon (Jouan, 2008). Or, ça 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 atteindrait environ 60 % pour Bellevue. La faiblesse de nombre de palourdes de petite taille à Saint-Trojan (14 %) ne proviendrait pas d'un mauvais recrutement 2008.

La seconde hypothèse proviendrait du piétinement du terrain. En effet, lors de la campagne d'échantillonnage, nous avons remarqué que les vases de Saint-Trojan étaient énormément piétinées. Cette perturbation n'est-elle pas néfaste pour la survie des palourdes de petite taille ? Il serait intéressant d'étudier cet impact pour préciser ce point particulier.

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 17000 à 19000 entrées sur l'estran par les pêcheurs plaisanciers sur l'année 2007 (Iodde, 2007).

Sur la zone de Bellevue, il semble que la croissance soit 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. Il s'agit d'une confirmation du fait que les pêcheurs professionnels n'effectuent que des prélèvements respectueux de la taille réglementaire.



#### 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, page 62). Ce secteur présente une forte proportion de palourde de taille importante. Il s'agit également du point le plus éloigné de la plage de ce site qui pourrait avoir été moins pêché par les professionnels à ce jour.

Le nombre de points choisi (10 par km<sup>2</sup>) 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, page 63) montre qu'il existe parfois des discordances entre les niveaux 2 et 3 (plus de palourdes dans le niveau 3 que dans le 2). 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. De plus, 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 permet de mettre en évidence le fait que la palourde croisée japonaise se plaît dans les substrats de types sableux et sablo-vaseux plutôt que vaseux. En effet, près de 85 % des palourdes ont été échantillonnées dans des substrats



de cette nature. Les substrats de nature vaseux et caillouteux semblent être beaucoup moins appréciés dans le cadre de cette étude.

## 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 km<sup>2</sup>) pour la pêche à pied récréative et Bellevue (0,77 km<sup>2</sup>) pour la pêche à pied professionnelle. Les différents paramètres établis pour chacune des zones sont :

- Une relation taille – poids frais pour la palourde croisée 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 : **poids frais = 0,14 x taille<sup>3,17</sup>**.
- ✓ Une estimation de l'abondance et de la biomasse totales pour chacune des zones. Il a ainsi été observé la 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 km<sup>2</sup>) 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 termes de densité en palourdes de taille commerciale, la zone de Bellevue est devant le bassin d'Arcachon (2006), avec 0,76 t/ha contre 0,36 t/ha. Avec seulement 0,23 t/ha, la densité en palourdes maillées à Saint-Trojan est plus





faible. Bellevue semble donc être une zone intéressante pour la pêche à pied professionnelle de la palourde.

- ✓ Une proportion des espèces présentes. Il a été clairement démontré que sur le bassin de Marennes-Oléron la palourde croisée japonaise *R. philippinarum* est très majoritairement représentée. En effet, à Bellevue, pratiquement l'intégralité des palourdes sont des japonaises (99,6 % des effectifs). A Saint-Trojan, la prépondérance est légèrement moins marquée (93,4 % des effectifs). Cette espèce invasive a largement supplantée l'espèce locale.
- ✓ Une structure en taille des populations de palourdes croisées japonaises, analysée à partir du logiciel FISAT II. Ceci a permis de connaître les différentes classes d'âge des palourdes ainsi que leur distribution. Des informations concernant le niveau de recrutement et de croissance peuvent être extraites de ces données.  
Ces histogrammes montrent les différences qui peuvent exister sur deux zones proches d'un point de vue géographique mais possédant des caractéristiques très différentes.
- ✓ Une évaluation de la densité par interpolation. L'analyse spatiale permet ici de connaître la répartition des palourdes sur la zone 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.

Suite à cela, des analyses selon la profondeur d'échantillonnage et de la nature du substrat ont été réalisées. La grande majorité des palourdes se trouve dans les quelques premiers centimètres (niveau 1) sous la surface. De même, il semblerait que les palourdes apprécient principalement les substrats sableux et sablo-vaseux puisque c'est là qu'elles ont été prélevées dans près de 85 % des cas.

A Bellevue, le stock ne semble pas menacé par la surpêche. Les prélèvements des professionnels conformes à la maille en vigueur paraissent respectueux de la



ressource. A Saint-Trojan, le stock est faible, d'autant plus concernant celui de la fraction commerciale. La pression de pêche y est très importante et ne respecte pas la maille. L'association Iodde a mis en place une campagne d'information qu'il faudrait soutenir. La gestion sur cette zone est à améliorer afin de ne pas courir le risque d'une surexploitation (fermeture pendant certaines périodes, limitation du nombre de pêcheurs...). Il serait intéressant de refaire cette étude régulièrement afin de pouvoir suivre l'évolution des stocks selon les différents paramètres des zones pour accompagner la gestion des différentes zones.

Ce stage a été pour moi vraiment bénéfique. En effet, en premier lieu, il a conforté mes choix concernant le milieu dans lequel je souhaiterais évoluer dans le futur, à savoir la biologie aquatique. J'ai aussi découvert ce qu'est réellement le monde du travail, les relations entre collègues, etc. J'ai eu la chance d'avoir un responsable de stage qui m'a fait découvrir d'autres choses que la palourde, telles que les huîtres ou les moules, et qui sait transmettre sa passion. Cela est très important et amène à connaître des thèmes différents et variés.

Je m'attendais à trouver une ambiance de travail très différente de celle existante. Surtout, à moins de difficulté lors des prélèvements, où marcher dans la vase n'est pas toujours évident et vite épuisant lorsque l'on n'y est pas habitué. Je ne pensais pas avoir autant de déplacements à faire, c'est en cela que le stage a été très passionnant. Il y a eu énormément de choses à faire, de gens à rencontrer et finalement pas de temps pour s'ennuyer ou rentrer dans la routine.

J'aurais juste aimé que la partie terrain soit un peu plus importante en ce qui concerne mon stage, malgré la difficulté.

Les premiers jours du stage sont toujours un peu impressionnants. En effet, il faut s'intégrer dans une structure nouvelle, avec des personnes nouvelles, souvent plus âgées et connaissant parfaitement leur métier. Cependant tout s'est très bien passé avec des personnes très accueillantes.



## 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.

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., Raguenees 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).

Flye Sainte-Marie J. *Approche écophysiological 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.

Joly J-P. *Contribution à la biologie de la palourde Ruditapes decussatus L.* Th. Doct : Université Pierre et Marie Curie. Paris 6, 1982. 113 p.

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.

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).

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.



## 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](http://www.fishbase.mnhn.fr))

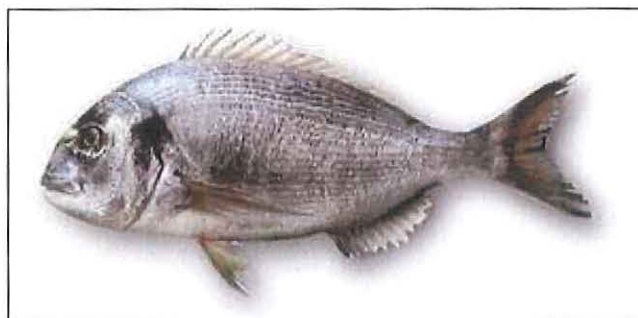


Photo 2 : La daurade royale (*Sparus aurata*),  
(Source : [www.fao.org](http://www.fao.org))



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

**Annexe II : Tableau de coordonnées géographiques des points tirés aléatoirement**

Strates	Points	Latitude (degré minutes décimales)	Longitude (degré 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 - quadrat, 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 :

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

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 :

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



avec :

$k$  = nombre de répliquats 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  $0.25 \text{ m}^2$  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 :

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

$E_1$  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 :

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



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

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

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

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

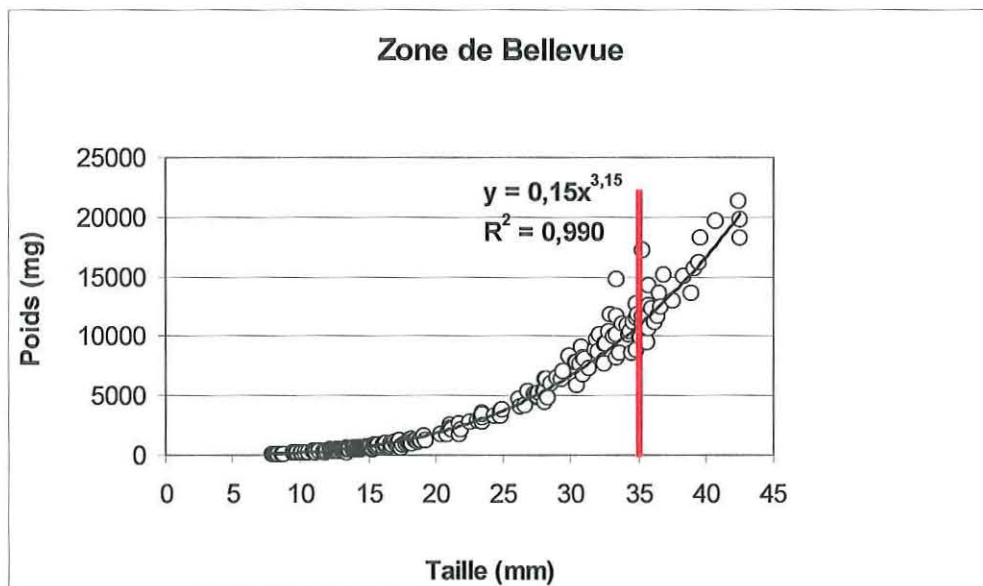
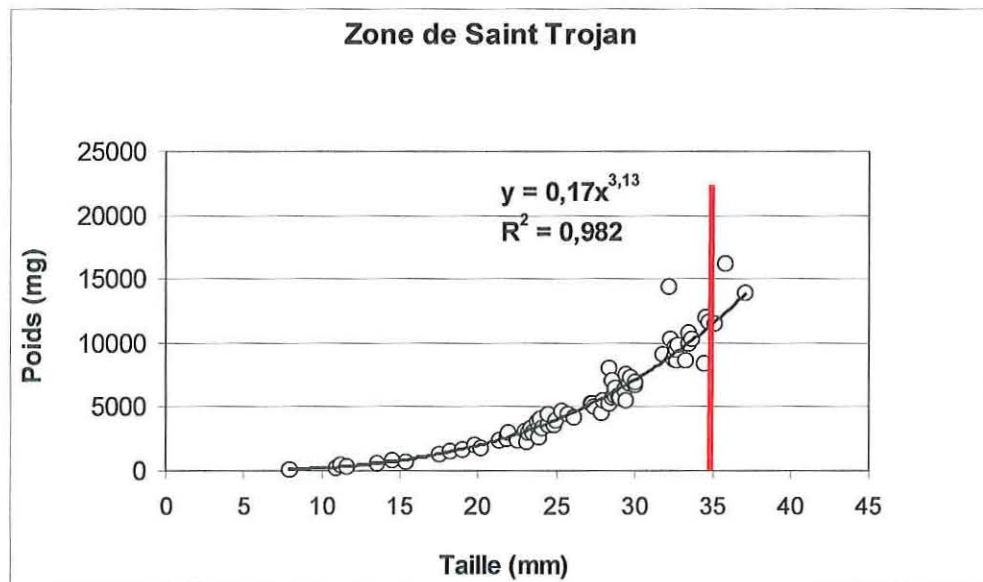
$$T_h = 4 \cdot S_h \cdot \bar{x}_h \quad (15)$$

et la variance correspondante est égale à :

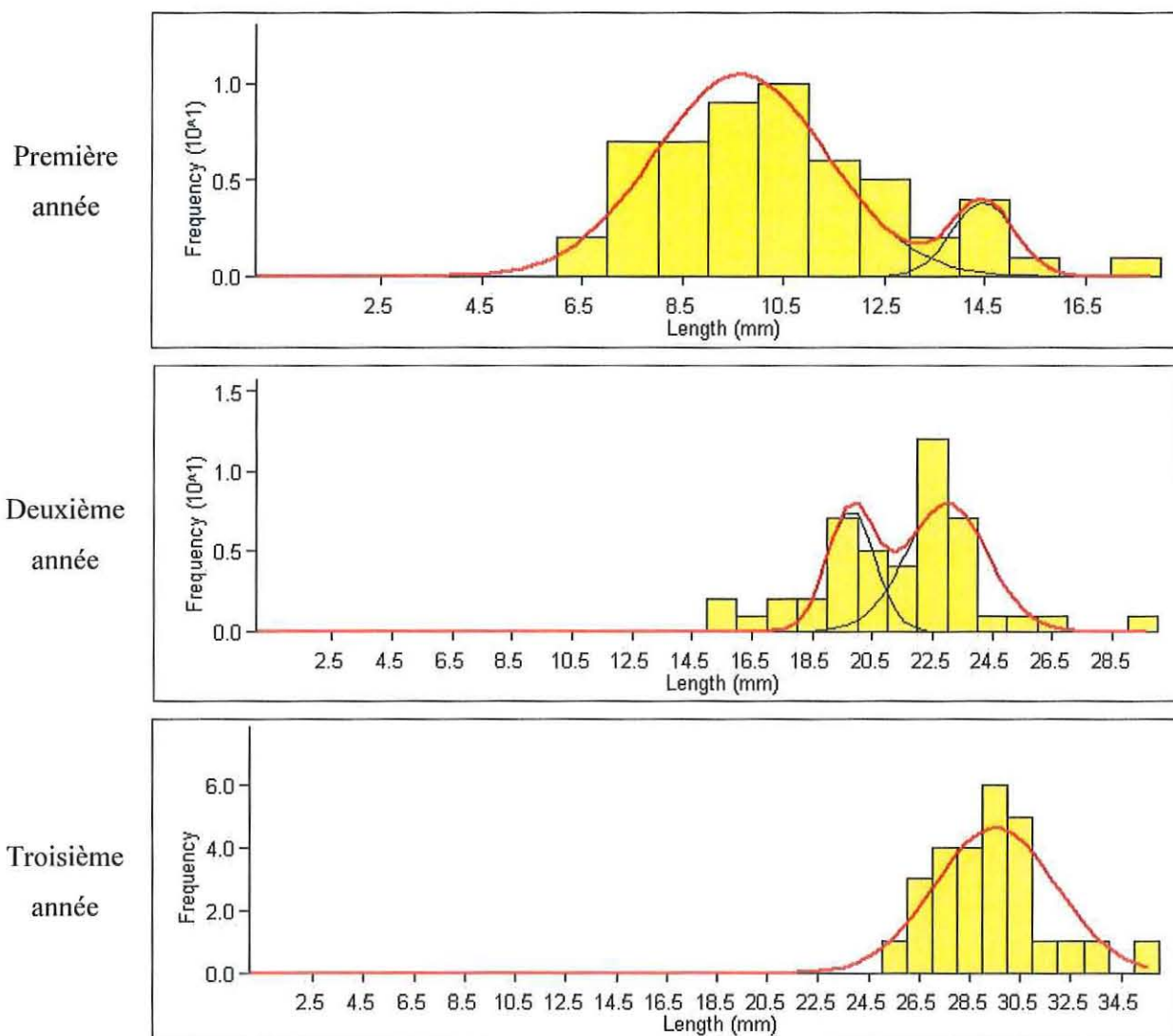
$$V(T_h) = 16 \cdot S_h^2 \cdot V\left(\bar{x}_h\right) \quad (16)$$



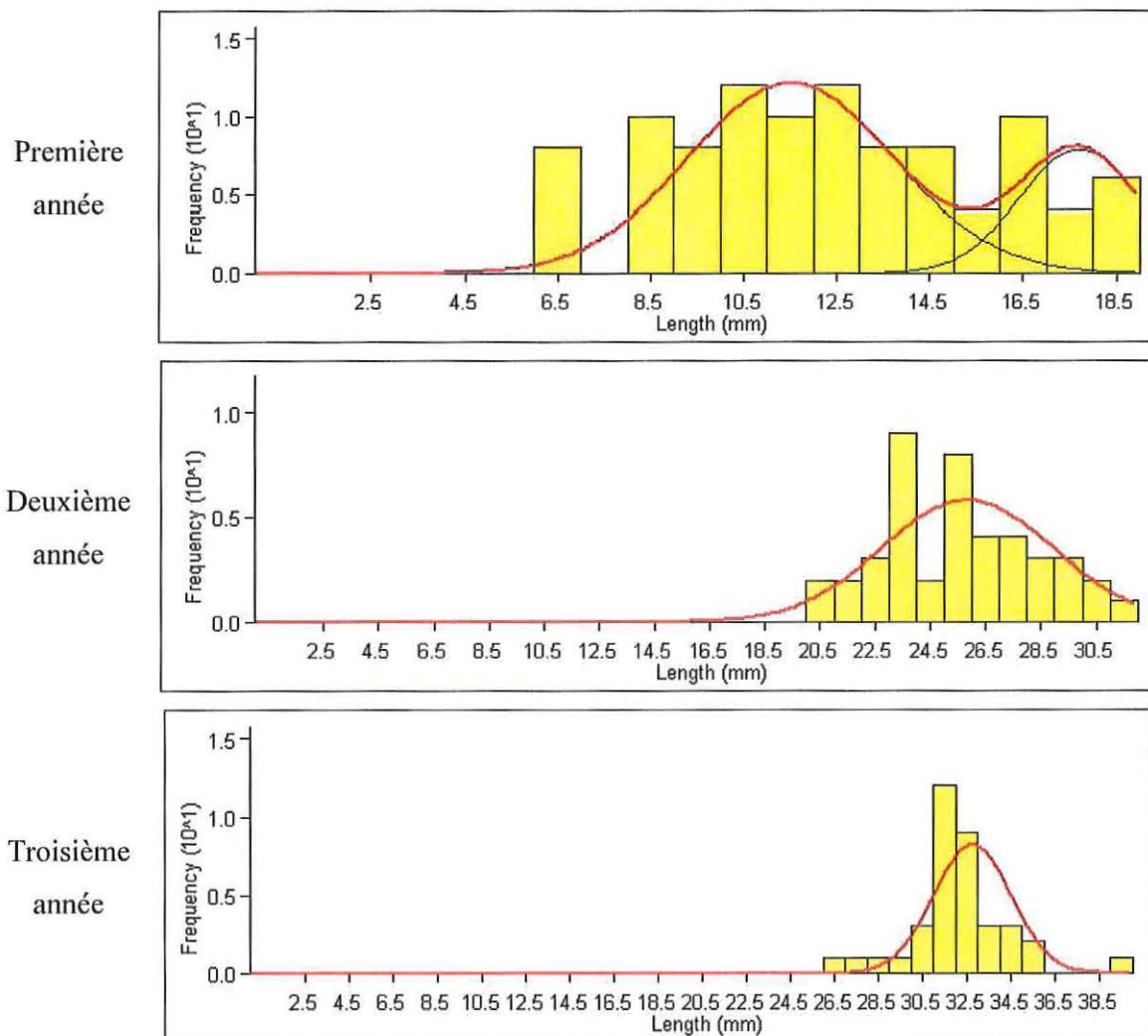
**Annexe V** : Relation taille – poids frais pour *R. philippinarum* zone par zone (la barre rouge symbolise la taille commerciale).



**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 <sup>2</sup> )	0,77	0,8	47,88	0,45	5,5
Nb/m <sup>2</sup>	51,2	18,2	24	62,1	24,6
Biomasse/m <sup>2</sup> (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

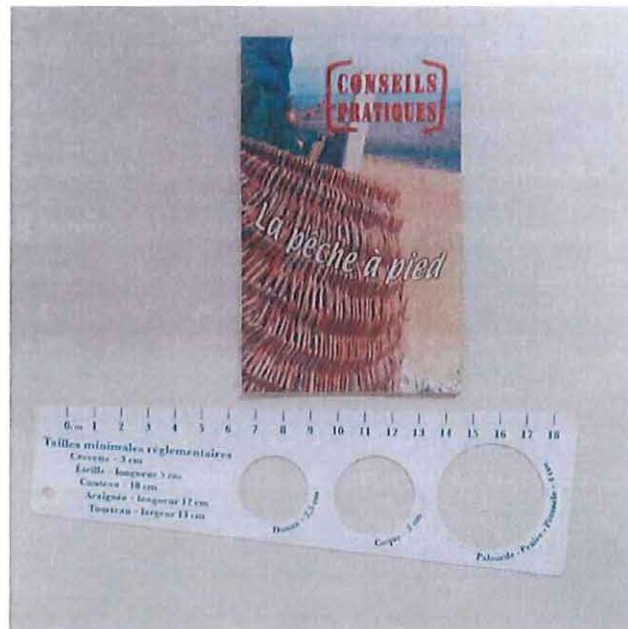
Arcachon : Caill-Milly, 2006

Pont l'Abbé : Dimeet, 2008

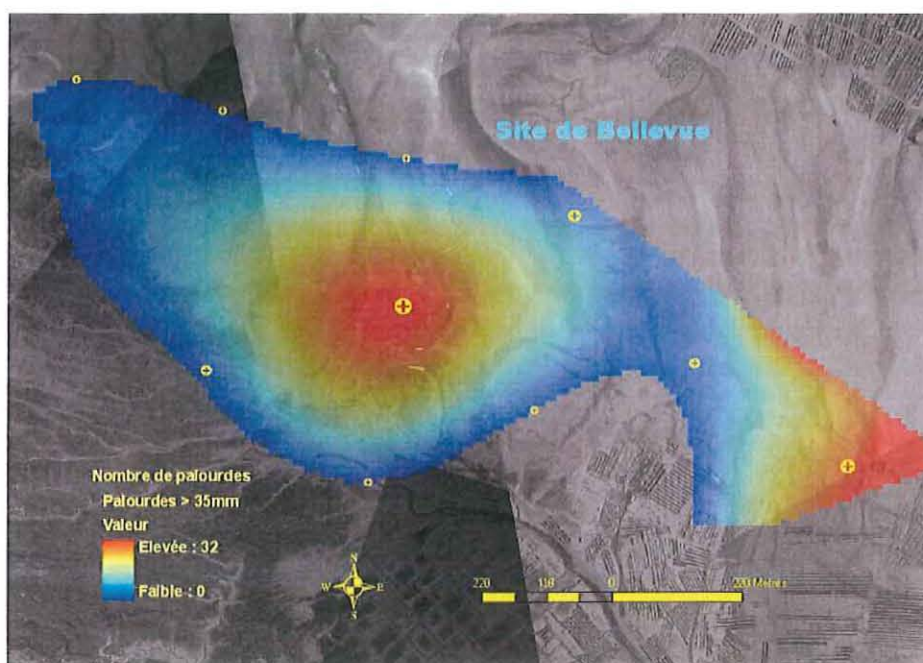
Morbihan : D'Hardivillé, 2008



**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

