

Direction du Centre de Nantes/Département Ressources Biologiques et  
Environnement/Unité Halieutique Gascogne Sud  
Laboratoire Ressources Halieutiques Aquitaine - Anglet

Florence Sanchez  
Nathalie Caill-Milly  
Muriel Lissardy  
Noëlle Bru (LMAP/UPPA)

Octobre 2014 - R.INT.RBE/HGS/LRHA 14-003



# Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon

Année 2014

---

**Campagne d'évaluation du stock de palourdes  
du bassin d'Arcachon - Année 2014**

---

## Remerciements

Nous remercions le CDPMEM33 pour la confiance accordée pour la mise en œuvre de cette étude et particulièrement Alice Khayati, Jean-Michel Labrousse, Céline Laffitte et Florence Gron.

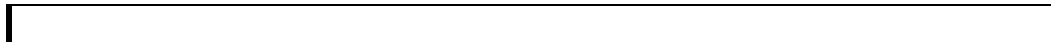
Nos remerciements s'adressent à Mickaël Thiry de l'établissement « Les Pleines Mers », et à l'ensemble de son équipage pour leur accueil, leur disponibilité, leur implication dans la campagne de prélèvement. Leur professionnalisme a largement contribué au bon déroulement de la campagne.

Nous tenons aussi à remercier les pêcheurs professionnels référents Délia Fagniot et Maud Bernardi, ainsi que tous les autres pêcheurs professionnels ayant participé activement aux prélèvements de terrain.

Nos remerciements s'adressent également à Jérôme Huet (Ifremer Brest) pour le prêt de la benne, à Ludovic Bouché pour le prêt de matériels de mesure.

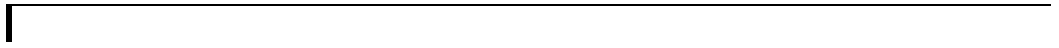
Cette étude a été réalisée avec le concours financier :

- du Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marins Gironde avec la collaboration du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins d'Aquitaine ;
- du Conseil Général de la Gironde ;
- du Conseil Régional d'Aquitaine ;
- de l'Ifremer ;
- de l'État (Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie) ;
- de l'Union Européenne (fonds FEP).



# SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. CONTEXTE .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. MATÉRIELS ET MÉTHODES .....</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1. DÉLIMITATION DE L' AIRE DE RÉPARTITION DE LA PALOURDE ET STRATIFICATION .....     | 4         |
| 2.2. ÉCHANTILLONNAGE ALÉATOIRE .....   | 6         |
| 2.3. NOMBRE DE PRÉLÈVEMENTS PAR STATION .....  | 7         |
| 2.4. MÉTHODE DE PRÉLÈVEMENT .....  | 7         |
| 2.4.1. <i>Engin utilisé</i> .....  | 7         |
| 2.4.2. <i>Mise en œuvre</i> .....  | 8         |
| 2.5. TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS .....   | 8         |
| 2.6. ANALYSE DES DONNÉES .....   | 9         |
| <b>3. RÉSULTATS .....</b>  | <b>10</b> |
| 3.1. PROPORTION DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE PALOURDES .....                             | 10        |
| 3.2. STRUCTURE EN TAILLE DE LA POPULATION DE PALOURDE JAPONAISE .....                  | 11        |
| 3.3. INDICES D' ABONDANCES RELATIFS .....  | 12        |
| 3.4. ESTIMATION DES ABONDANCES ET DES BIOMASSES .....                                  | 13        |
| 3.5. FRACTION ET BIOMASSE EXPLOITABLE DU STOCK .....                                   | 14        |
| 3.6. FRACTION ET ABONDANCE DES JUVÉNILES .....   | 15        |
| 3.7. FRACTION ET ABONDANCE DES REPRODUCTEURS .....                                     | 15        |
| 3.8. DISTRIBUTION SPATIALE DES DENSITÉS .....  | 16        |
| <b>4. DISCUSSION ET CONCLUSION .....</b>   | <b>18</b> |
| 4.1. À L' ÉCHELLE GLOBALE .....  | 18        |
| 4.1.1. <i>Indices d'abondance relatifs, abondance et biomasse totales</i> .....        | 18        |
| 4.1.2. <i>Histogrammes de fréquence de taille</i> .....                                | 19        |
| 4.1.3. <i>Abondance des juvéniles, des reproducteurs et biomasse exploitable</i> ..... | 20        |
| 4.2. A L' ÉCHELLE DES STRATES .....  | 21        |
| 4.2.1. <i>Évolution des indicateurs suivis entre 2012 et 2014</i> .....                | 21        |
| 4.2.2. <i>Cas des zones fermées à la pêche</i> .....                                   | 23        |
| 4.3. BILAN ET CONCLUSION .....   | 24        |
| <b>5. BIBLIOGRAPHIE .....</b>  | <b>27</b> |
| <b>6. ANNEXES .....</b>  | <b>29</b> |

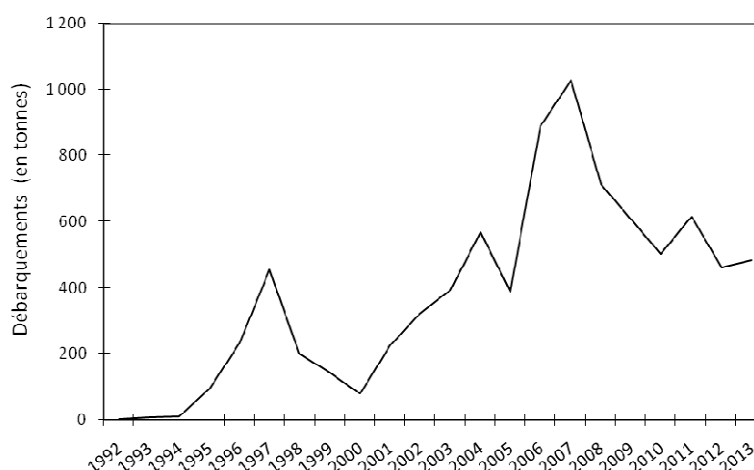


## 1. Contexte

Entre 1980 et 1986, des ostréiculteurs arcachonnais se sont lancés dans l'élevage de la palourde japonaise [*Venerupis philippinarum* (A. Adams et Reeve, 1850)] sur estran (Robert et Deltreil, 1990). Cette production a été de courte durée. La forte chute des cours due à la concurrence économique de l'Espagne, du Portugal, de l'Italie et de la Tunisie, l'action des prédateurs tels que le baliste (Popovsky et al., 1999), ajoutées à des mortalités importantes survenues en été et en automne 1992 affectant les 2/3 des parcs, ont conduit à l'abandon de la vénériculture à la fin des années 80.

La palourde japonaise a toutefois trouvé des conditions favorables à un bon développement dans le bassin d'Arcachon. Elle s'y est répandue rapidement et la population néonaturelle de cette espèce a supplanté l'espèce locale [palourde européenne, *Venerupis decussata* (Linnaeus, 1758)] dès le début des années 1990 (Auby, 1993). Sur un secteur de 24 km<sup>2</sup>, Bertignac et al. (2001) montrent que 94 % des effectifs et plus de 97 % de la biomasse sont occupés par la palourde japonaise en 2000. Sur une zone de 47 km<sup>2</sup>, Sanchez et al. (2013) estiment à respectivement 98 % et 99 % ces grandeurs<sup>1</sup>.

L'activité de pêche à la palourde est importante dans le bassin. Elle se pratique à la main à marée basse sur l'estran. Depuis les premières statistiques officielles de captures datant de 1992, les apports sont caractérisés d'abord par une augmentation jusqu'en 1997 (455 tonnes déclarées), puis par une diminution pour s'établir autour de 300 tonnes déclarées en 2002. Il s'ensuit une remontée des prélèvements avec un pic en 2007 de 1 028 tonnes (Figure 1) puis une baisse des apports qui se stabilisent ces deux dernières années légèrement en dessous de 500 tonnes annuelles (source CRPMEM Aquitaine). Ils ne concernent que les professionnels de la pêche ayant les statuts de Pêcheurs Professionnels (PP) et de Conchyliculteurs Petite Pêche (CPP). En 2013, le nombre de licences délivrées s'élevait à 55.



**Figure 1.** Captures de palourdes déclarées sur le bassin d'Arcachon (sources : CRTS La Rochelle, SIH Ifremer et Base Pêche Aquitaine (BPA) du CRPMEM Aquitaine).

<sup>1</sup> Une troisième espèce est présente dans de très faibles proportions, il s'agit de la palourde jaune [*Polittapes aureus* (Gmelin, 1791)].

D'un point de vue réglementaire, la pêche de la palourde japonaise est encadrée par trois niveaux (Caill-Milly, 2012) :

- au niveau européen, le règlement CE n°40/2008 fixe une taille minimale de capture qui correspond à la longueur antéropostérieure de la coquille. Pour les zones 1 à 5 excepté Skagerrak/Kattergat qui comprennent les eaux de l'Atlantique Nord, de la Manche et de la mer du Nord, cette taille minimale est établie à 35 mm depuis 2008<sup>2</sup>. Le règlement CE 40/2008 n'encadre cependant qu'un régime dérogatoire du règlement CE n°850/1998, ce dernier devant être revu ;
- au niveau national, l'exercice de la pêche à pied professionnelle est depuis 2010 soumis à la détention d'un permis de pêche national (Décret du 28/12/2010 n° 2010-1653). Il est délivré pour une durée de douze mois par le préfet du département dans lequel le demandeur envisage de pratiquer principalement son activité ou, le cas échéant, par l'autorité compétente définie par le décret n°90-95 du 25 janvier 1990 ;
- au niveau local, des réglementations spécifiques au niveau des gisements peuvent être établis par les Comités Départementaux, Interdépartementaux et Régionaux des Pêches Maritimes et des Élevages Marins (CDPMEM, CIDPMEM et CRPMEM) dont les statuts prévoient qu'ils participent à l'organisation de la gestion responsable des ressources halieutiques. Pour la ressource palourde du bassin d'Arcachon, différentes mesures de gestion ont été appliquées ; elles concernent le contingent de licences, les périodes de fermeture de la pêche et des zones de réserve de pêche. Les dernières mesures de gestion adoptées par les professionnels en 2012 concernent :
  - la réouverture de la réserve de Piréou à partir du 01/04/2013 ; celle-ci était fermée depuis le 1<sup>er</sup> avril 2009 ;
  - la mise en place de deux nouvelles zones de réserve sur les sites nommés « Hautebelle » au nord du bassin et « Branne » en remplacement de la réserve de Piréou à partir du 01/04/2013 et pour 2 ans (Arrêté du 28/03/2013 ; Annexe 1) ;
  - le renouvellement de la fermeture de la réserve de l'Île aux Oiseaux pour 2 ans à compter du 01/04/2013.

Les mesures de gestion locale établies par les professionnels s'appuient pour une large part sur les résultats issus des campagnes d'évaluation du stock de palourdes japonaises intra-bassin entreprises tous les 2 ans depuis 2006. Ces campagnes permettent d'estimer le stock et ses principales caractéristiques sur l'ensemble de l'aire de répartition supposée de la palourde intra-bassin. L'évolution des indicateurs suivis et les connaissances acquises par les travaux de recherche (Dang, 2009 ; Caill-Milly, 2012) constituent les connaissances mobilisées pour l'émission de recommandations ou d'avis par l'Ifremer aux structures en charge de la gestion de cette ressource.

---

<sup>2</sup> Hormis dans le cas de la Basse-Normandie pour laquelle la taille minimale de capture est 40 mm (Arrêté du 15/07/2010 - JORF n°0171) essentiellement pour des raisons de marché.



Les campagnes sont co-organisées par le CDPMEM33 (organisation, logistique, échantillonnage) et par l'Ifremer (protocole, échantillonnage, traitement de données) avec la participation du CRPMEM d'Aquitaine, des pêcheurs professionnels de palourdes et souvent du laboratoire EPOC de l'Université de Bordeaux 1.

Le présent rapport détaille les résultats de la campagne 2014 d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon, qui s'est déroulée entre mai et juin.

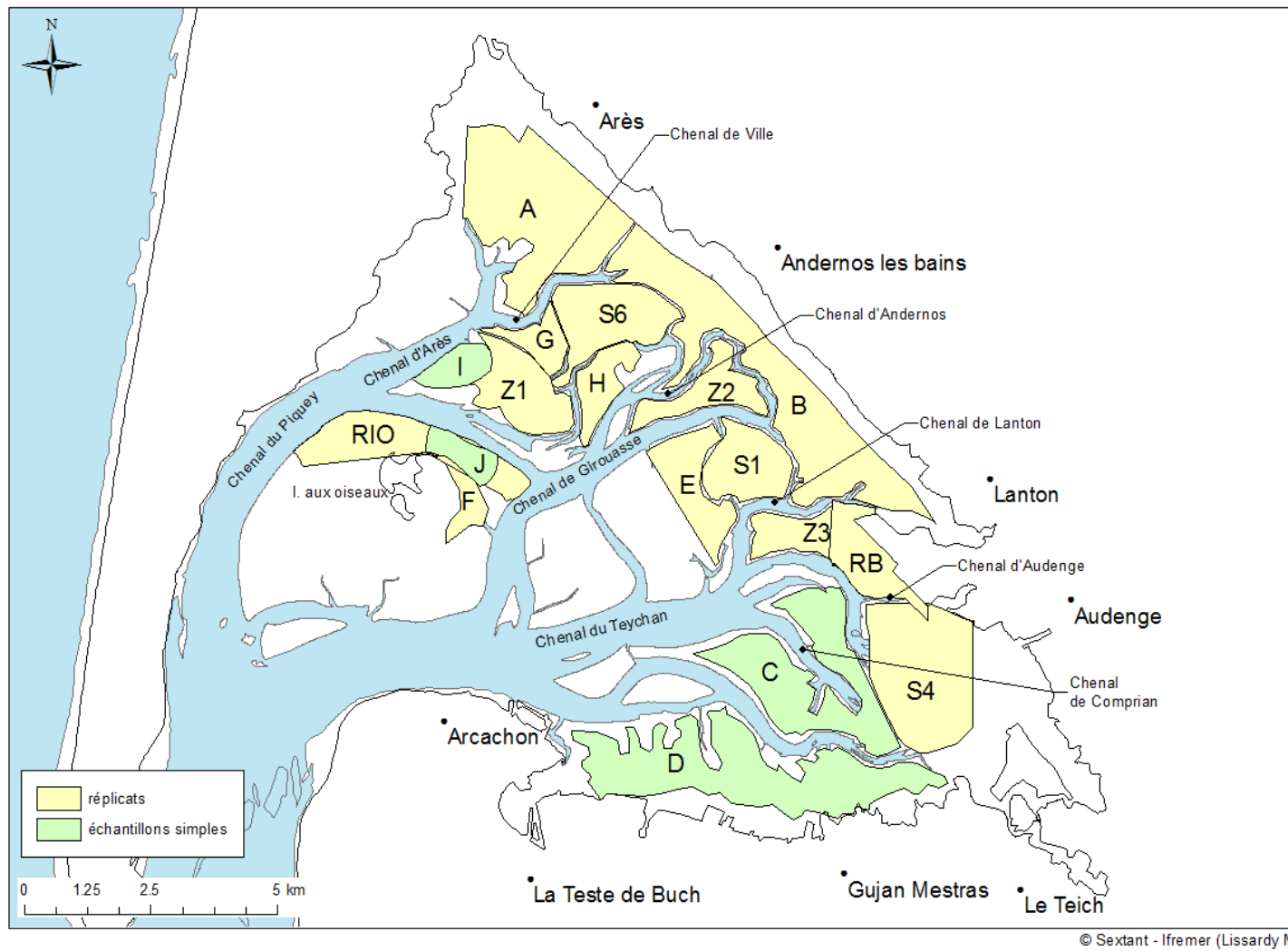
## 2. Matériels et méthodes

Le protocole mis en œuvre reprend celui appliqué durant les campagnes précédentes par Bertignac et al. (2001), Caill-Milly et al. (2003, 2006 et 2008) et Sanchez et al. (2010, 2013). La méthode décrite ci-dessous est généralement appliquée pour l'estimation quantitative de stocks de petits bivalves.

### 2.1. Délimitation de l'aire de répartition de la palourde et stratification

Sur le bassin, l'aire de répartition de la palourde se situe essentiellement à l'est de l'axe La Hume/Claouey et couvre environ 93 km<sup>2</sup>. À l'intérieur de cette aire, des zones ne peuvent être échantillonnées : les zones d'herbus (prés salés), les parcs ostréicoles et les chenaux. Une fois ces espaces soustraits, l'étendue obtenue est découpée en zones homogènes au niveau réglementaire, sédimentologique et bathymétrique ; elles définissent des strates.

Afin de pouvoir comparer les résultats avec ceux des années antérieures, les strates définies lors des campagnes antérieures ont été conservées. Elles sont au nombre de 16. Par commodité, elles seront dénommées dans la suite du document « strates de référence ». La nouvelle zone de réserve « Branne », jusqu'à présent non suivie lors des campagnes, a également été prospectée. La zone de réserve de l'Ile aux Oiseaux dénommée RIO a été de nouveau échantillonnée cette année (Tableau 1 et Figure 2).



**Figure 2.** Carte des 16 strates de référence et des strates supplémentaires retenues pour la campagne 2014.

Le tableau 1 précise les principales caractéristiques des strates échantillonnées sur lesquelles reposent les indicateurs de suivi du stock.

**Tableau 1.** Principales caractéristiques des 16 strates de référence et des strates supplémentaires.

| Strate       | Surface (km <sup>2</sup> ) | Description des strates  |
|--------------|----------------------------|--|
| A            | 6,71                       | Secteur de pêche avec ancienne zone de réserve (zone 1 - arrêté préfectoral du 22/03/2006) ; Contient <b>zone de réserve Hautebelle</b> mise en place par arrêté préfectoral du 28/03/2013   |
| B            | 7,33                       | Secteur de pêche   |
| C            | 4,89                       | Secteur de pêche   |
| D            | 6,90                       | Secteur de pêche avec ancienne zone de réserve (zone 2 - arrêté préfectoral du 22/03/2006 ; zone 3 – arrêté préfectoral du 26/03/2007)   |
| E            | 1,96                       | Secteur de pêche avec une partie en réserve pour 2008-2009 (zone 2 – arrêté préfectoral du 09/04/2008)   |
| F            | 0,63                       | Secteur de pêche   |
| G            | 0,87                       | Secteur de pêche   |
| H            | 1,17                       | Secteur de pêche   |
| I            | 0,86                       | Secteur de pêche avec ancienne zone de réserve (en partie – zone 1 – arrêté préfectoral du 09/04/2008)   |
| J            | 0,79                       | <b>Strate incluse dans la réserve de pêche de l’Ile aux Oiseaux</b> (cf. strate RIO ci-dessous) définie à compter du 1 <sup>er</sup> avril 2009 (arrêté préfectoral du 12/03/2009)   |
| Z1           | 2,20                       | Ancienne réserve de pêche (arrêtés préfectoraux du 13/12/2002 et du 22/03/2006)  |
| Z2           | 1,59                       | Ancienne réserve de pêche (arrêtés préfectoraux du 13/12/2002 et du 22/03/2006)  |
| Z3           | 1,33                       | Ancienne réserve de pêche (arrêtés préfectoraux du 13/12/2002 et du 22/03/2006) ; réserve de pêche PIREOU à compter du 1 <sup>er</sup> avril 2009 (arrêté préfectoral du 12/03/2009) ; réouverture à la pêche de cette zone à partir du 01/04/2013 |
| S1           | 2,00                       | Ancienne réserve de pêche (arrêtés préfectoraux du 30/06/2000 et du 28/06/2002) et réserve de pêche pour 2008 – 2009 (zone 2 – arrêté préfectoral du 09/04/2008)   |
| S4           | 4,98                       | Ancienne réserve de pêche (arrêtés préfectoraux du 30/06/2000 et du 28/06/2002), échantillonnée en 2000  |
| S6           | 2,69                       | Ancienne réserve de pêche (arrêtés préfectoraux du 30/06/2000 et du 28/06/2002)  |
| <b>Total</b> | <b>46,90</b>               |  |
| RIO          | 3,19                       | Strate supplémentaire correspondant à la <b>réserve de pêche de l’Ile aux Oiseaux</b> incluant J   |
| RB           | 1,78                       | Strate supplémentaire correspondant à la <b>nouvelle zone de réserve dite « Branne »</b> mise en place par l’arrêté préfectoral du 28/03/2013  |

## 2.2. Échantillonnage aléatoire

Pour chacune de ces strates, des points appelés « stations » ont été tirés aléatoirement. Une liste complémentaire de points est ajoutée en cas d’inaccessibilité à la zone (bordure de strate, mouillage...). Chaque station est identifiée par ses coordonnées géographiques (degré/minute/seconde) dans le système géodésique WGS84.

Le nombre de stations par strate est proportionnel à la superficie de cette dernière et pour disposer d'une précision suffisante dans l'estimation, il a été admis que le nombre de stations par km<sup>2</sup> devait être voisin de 10.

### 2.3. Nombre de prélèvements par station

Pour chaque station, deux prélèvements (réplicats) sont effectués à l'exception de 4 strates où un seul prélèvement est réalisé (Figure 2). Ce nombre de prélèvements a été discuté et arrêté lors de la campagne 2006 (Caill-Milly et al., 2006). Il est reconduit cette année pour les strates déjà prospectées lors des campagnes précédentes. Pour les strates supplémentaires (RIO et RB), deux prélèvements par station ont été décidés pour appréhender la variabilité intra-strate. Le tableau 2 résume le nombre de stations réalisées et l'application ou non de répliquats par strate.

**Tableau 2.** Nombre de stations par strate et application des répliquats

| Strate       | Surface (km <sup>2</sup> ) | Nombre de stations | Répliquats (Oui/Non) |
|--------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
| A            | 6,71                       | 70                 | O                    |
| B            | 7,33                       | 77                 | O                    |
| C            | 4,89                       | 49                 | N                    |
| D            | 6,89                       | 70                 | N                    |
| E            | 1,96                       | 21                 | O                    |
| F            | 0,69                       | 8                  | O                    |
| G            | 0,87                       | 10                 | O                    |
| H            | 1,17                       | 12                 | O                    |
| I            | 0,86                       | 9                  | N                    |
| J            | 0,79                       | 8                  | N                    |
| S1           | 2,00                       | 21                 | O                    |
| S4           | 4,98                       | 51                 | O                    |
| S6           | 2,69                       | 29                 | O                    |
| Z1           | 2,20                       | 25                 | O                    |
| Z2           | 1,59                       | 17                 | O                    |
| Z3           | 1,33                       | 14                 | O                    |
| <b>Total</b> | <b>46,90</b>               | <b>491</b>         |                      |
| RIO*         | 3,19                       | 34                 | O                    |
| RB           | 2,05                       | 19                 | O                    |
| <b>Total</b> | <b>51,86</b>               | <b>544</b>         |                      |

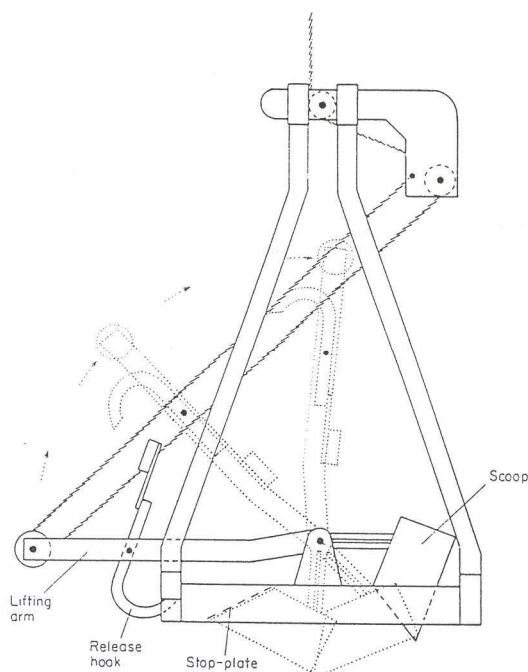
\* Incluant J

### 2.4. Méthode de prélèvement

#### 2.4.1. Engin utilisé

Les prélèvements sont réalisés avec une benne Hamon (Figure 3). Cet engin piège 0,25 m<sup>2</sup> (L : 0,5 m, l : 0,5 m, h : environ 0,2 m) de sédiment grâce à un godet qui se referme lorsque celui-ci touche le fond et que la tension du câble est relâchée. Cette benne est actionnée par une grue hydraulique équipée d'un treuil.

Elle est préférée à d'autres engins car elle conduit à une donnée quantitative précise contrairement par exemple à la drague qui apporte une donnée relative.



**Figure 3.** Plan de la benne Hamon utilisée pour les prélèvements.



## 2.4.2. Mise en œuvre

L'échantillonnage a été réalisé depuis la barge ostréicole « PIERREN » (12 m, tirant d'eau < 1 m) affrétée et équipée pour la campagne. Le positionnement sur chaque station se fait à l'aide d'un GPS. Le navire est immobilisé grâce à l'enfoncement de deux pieux hydrauliques. La benne est mise en œuvre grâce à une grue hydraulique puissante.



Pour accéder à toutes les stations, les prélèvements ont été réalisés à marée haute de coefficient supérieur à 60. Au total, 22 marées ont été réalisées sur 15 jours de campagne, du 26 mai au 4 juin et du 18 juin au 23 juin 2014.

## 2.5. Traitement des échantillons

Une fois ramené à bord, chaque prélèvement est rincé et tamisé sur deux tables de tri composée de trois tamis de maille carrée de 20, 10 et 5 mm (Annexe 2). L'utilisation d'un couvercle ouvert à son sommet, pourvu de petites gouttières permet de limiter les projections d'eau et la perte des petites palourdes.

Les palourdes sont ensuite récupérées et mesurées individuellement à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Digital IP67 Mitutoyo, précision 0,01 mm). Les mensurations réalisées à bord sont directement enregistrées sur ordinateur portable à l'aide d'une interface Mitutoyo Input Tool reliée au pied à coulisse. À la fin de chaque marée, le fichier de données généré est enregistré en vue de son traitement ultérieur.



## 2.6. Analyse des données

L'analyse de données comprend pour l'ensemble de la zone d'étude et par strate :

- l'évaluation des proportions des différentes espèces de palourdes présentes ;
- les histogrammes de fréquence de taille ;
- les indices d'abondances moyens exprimés en nombre et en poids par m<sup>2</sup> ;
- les abondances et les biomasses totales ;
- l'évaluation de la fraction des juvéniles et des reproducteurs et leurs abondances en effectif et en poids ;
- l'évaluation de la fraction exploitable du stock et son abondance en effectif et en poids ;
- la distribution spatiale des densités exprimées en nombre et en poids par m<sup>2</sup>.

Pour estimer la biomasse, il est nécessaire d'attribuer un poids à chaque palourde prélevée. Pour cela, la relation taille/poids établie à partir des palourdes mesurées et pesées individuellement lors de la campagne 2003 est utilisée (Caill-Milly et al., 2003). Elle est de type exponentiel :  $P = aL^b$ , où  $P$  représente le poids frais (en mg),  $L$  la longueur (en mm),  $a$  et  $b$  les coefficients de la relation spécifiques à chaque espèce. Ces relations sont les suivantes (avec  $R^2$  le coefficient de détermination) :

|                                |                         |                             |
|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Pour <i>V. philippinarum</i> , | $P = 0,2162 L^{3,049}$  | avec $R^2=0,948$ (n = 4398) |
| Pour <i>V. decussata</i> ,     | $P = 0,2723 L^{2,9355}$ | avec $R^2=0,968$ (n = 46)   |
| Pour <i>P. aureus</i> ,        | $P = 0,1074 L^{3,2477}$ | avec $R^2=0,943$ (n = 67)   |

Le détail des calculs des moyennes et totaux en effectifs et en biomasse par strate, ainsi que leurs variances associées sont donnés dans l'annexe 3 (pour les strates avec un ou deux prélèvements). La méthodologie repose sur les travaux de Cochran (1977) et a été décrite par Berthou et al. (1997).

La distribution spatiale des densités exprimées en nombre et en poids par m<sup>2</sup> est effectuée à l'aide d'une étude géostatistique qui comprend les étapes suivantes : analyse exploratoire des données ; analyse variographique avec ajustement d'un modèle au variogramme expérimental (effet de pépite + modèle exponentiel isotrope) ; estimation globale et variance associée. La méthode d'interpolation utilisée est le krigeage par bloc en voisinage glissant avec un voisinage de 200 m. L'intégralité de ces étapes a été effectuée sous le package RGeostats développé par l'École des Mines de Paris<sup>3</sup>. Les données de densités issues du krigeage ont été extraites pour représenter les distributions des densités en effectif et en poids, à l'aide du logiciel Arc Gis 10.2.

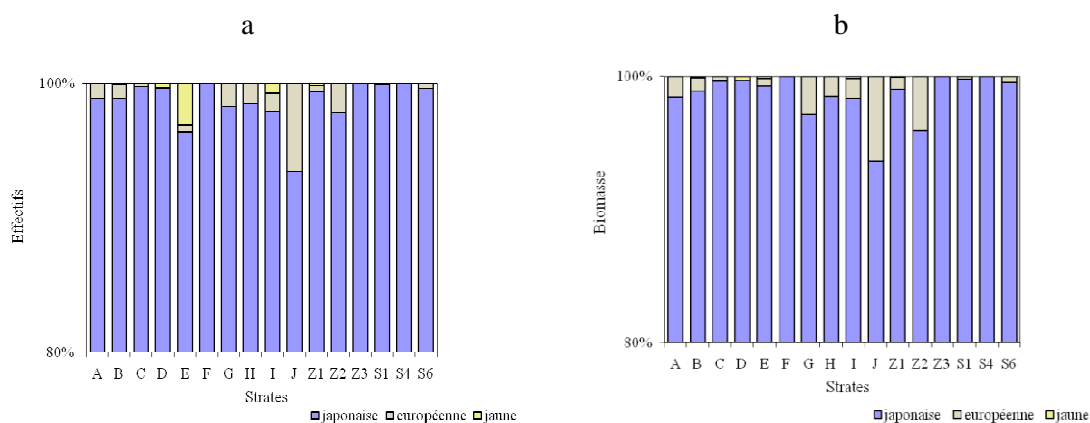
<sup>3</sup> <http://cg.ensmp.fr/rgeostats>

### 3. Résultats

#### 3.1. Proportion des différentes espèces de palourdes

Les trois espèces ont été observées lors de la campagne avec un nombre total de palourdes récoltées sur l'ensemble des strates échantillonnées de 11 427 individus dont 10 580 individus sur les 16 strates de référence. Comme les années précédentes, la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) reste largement dominante, avec 99 % des effectifs et de la biomasse totale.

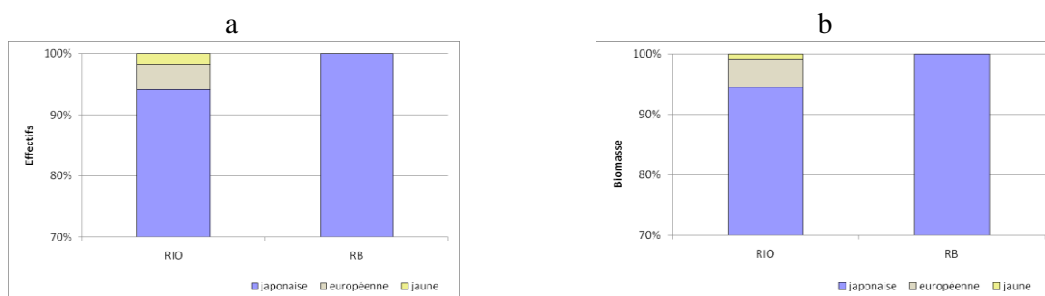
La palourde européenne (*Venerupis decussata*) atteint en proportion environ 1 % des effectifs et de la biomasse. La palourde jaune (*Polittapes aureus*) est très peu présente (valeurs très inférieures à 1 % en effectif et en biomasse). La figure 4 (a et b) illustre les résultats par strate.



**Figure 4.** Proportion des espèces par strate en effectif (a) et en biomasse (b) dans les échantillons.

La palourde européenne est observée en plus grande proportion sur la strate J avec 6 % des effectifs. Pour les autres strates où elle est présente, la proportion est inférieure à 3 %. La strate E a une proportion de palourdes jaunes de 3 %.

Concernant les strates supplémentaires échantillonnées, on observe que les palourdes européenne et jaune sont présentes sur la strate RIO avec des proportions respectives de 4 % et 2 % des effectifs (Figure 5).

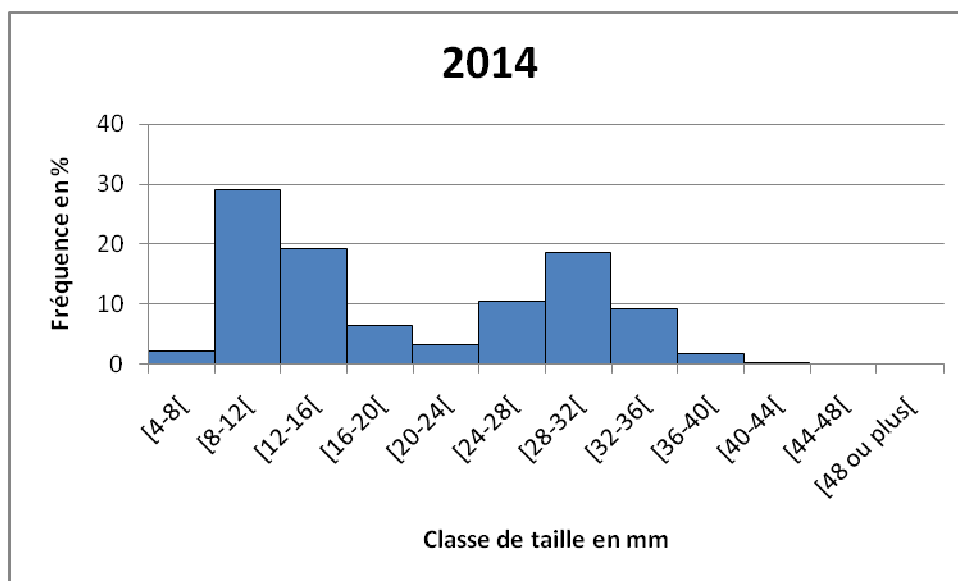


**Figure 5.** Proportion des espèces pour les strates supplémentaires en effectif (a) et en biomasse (b) dans les échantillons.



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

L'histogramme de fréquence de taille est uniquement établi pour la palourde japonaise car elle seule dispose d'effectifs suffisants par strate. En 2014, les individus mesurent entre 4 et 41 mm avec cette année l'observation de deux modes dominants, un à 8-12 mm et un à 28-32 mm (Figure 6).



**Figure 6.** Histogramme de fréquence de taille de la palourde japonaise à partir des mesures réalisées sur les strates de référence échantillonnées en 2014.

Les résultats par strate sont fournis en annexe 4. La plupart des strates présentent deux classes modales, une classe dans les petites tailles (soit [8-12[ mm ou [12-16[ mm) et une classe dans les tailles plus grandes (soit [24-28[ mm ou [28-32[ mm). Seule la strate I présente un mode, autour de [16-20[ mm.

### 3.3. Indices d'abondances relatifs

Pour les trois espèces de palourdes confondues, les indices d'abondance moyens par strate et pour l'ensemble de la zone prospectée (exprimés en nombre et en poids par m<sup>2</sup>) sont présentés dans le tableau 3. En moyenne en 2014, les densités estimées sont de **48 palourdes par m<sup>2</sup> pour un poids de 152 g.m<sup>-2</sup>** (Tableau 3).

Avec un effectif de 114 individus.m<sup>2</sup> et un poids de 207 g.m<sup>2</sup>, la strate S1 présente les plus fortes densités en nombre d'individus alors qu'en biomasse, il s'agit de la strate S6 avec 320 g.m<sup>-2</sup>. Les autres strates possèdent des densités comprises entre 16 et 71 individus.m<sup>2</sup>. En poids, les densités sont comprises entre 35 et 301 g.m<sup>-2</sup>.

Pour les strates supplémentaires, RIO est caractérisée par une densité en effectif faible par rapport à la moyenne des autres strates. En poids, elle est aussi en dessous de la moyenne. La strate RB est caractérisée par une densité en effectif proche de la moyenne. La densité, exprimée en poids, est très faible au regard des autres strates.

**Tableau 3.** Indices d'abondance moyens par strate et pour l'ensemble de la zone prospectée.

|                | <b>Nombre.m<sup>2</sup></b> | <b>Poids en g.m<sup>-2</sup></b> |
|----------------|-----------------------------|----------------------------------|
| A              | 44                          | 164                              |
| B              | 64                          | 135                              |
| C              | 64                          | 228                              |
| D              | 17                          | 53                               |
| E              | 36                          | 183                              |
| F              | 14                          | 42                               |
| G              | 46                          | 214                              |
| H              | 68                          | 301                              |
| I              | 63                          | 113                              |
| J              | 38                          | 180                              |
| Z1             | 54                          | 206                              |
| Z2             | 44                          | 157                              |
| Z3             | 54                          | 187                              |
| S1             | 114                         | 207                              |
| S4             | 21                          | 35                               |
| S6             | 71                          | 320                              |
| <b>Moyenne</b> | <b>48</b>                   | <b>152</b>                       |
| RIO            | 24                          | 125                              |
| RB             | 46                          | 67                               |

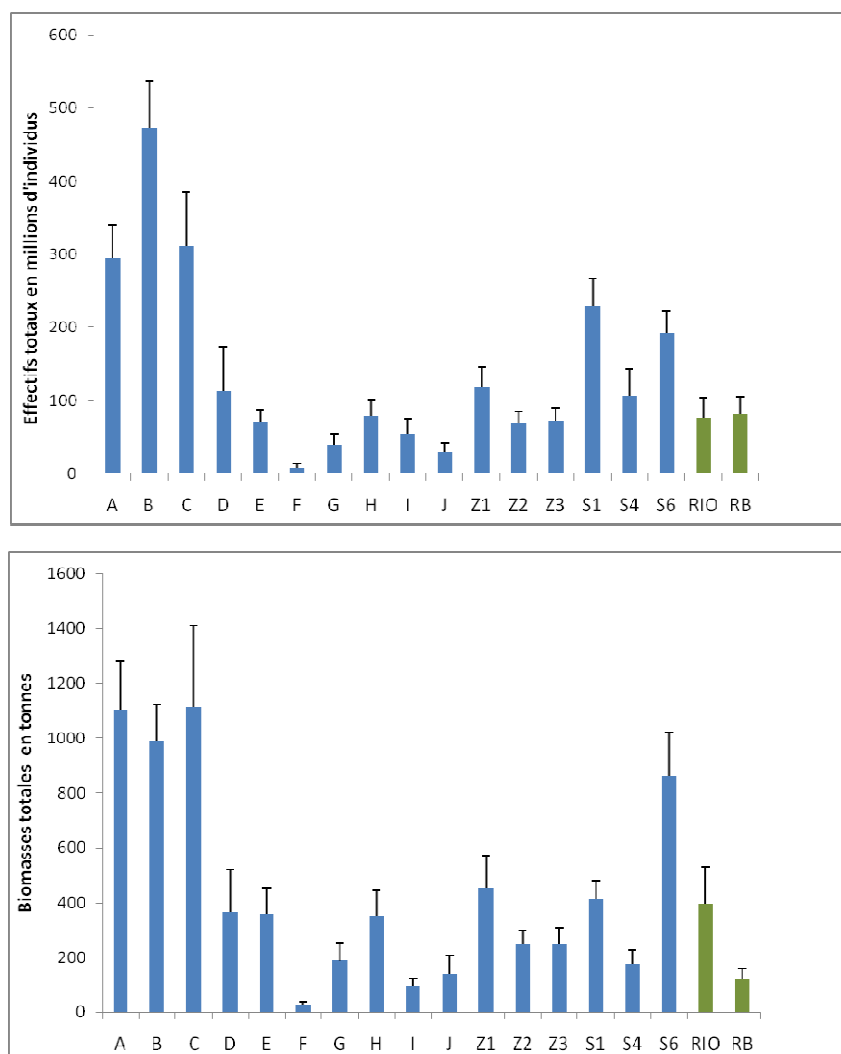
### 3.4. Estimation des abondances et des biomasses

Pour comparer avec les données antérieures, les estimations sont uniquement effectuées pour les 16 strates de référence ; elles ne prennent pas en compte les strates supplémentaires RIO et RB.

La population totale de palourdes sur la zone prospectée en 2014 est estimée à **2 263 millions d'individus** ( $\pm 148$  millions) pour une biomasse totale de **7 138 tonnes** ( $\pm 489$  tonnes).

Pour la palourde japonaise, la population est estimée à **2 243 millions d'individus** pour une biomasse de **7 063 tonnes**, La palourde européenne et la palourde jaune représentent quant à elles respectivement 72 tonnes (pour 17 millions d'individus) et 3 tonnes (pour 4 millions d'individus).

La répartition des effectifs et des biomasses par strate de référence en 2014 est présentée sur la figure 7. Les résultats sont détaillés en annexe 5.



**Figure 7.** Effectifs totaux et biomasses totales estimés par strate pour les trois espèces confondues en 2014 (seule la borne supérieure de l'intervalle de confiance bilatéral à 95% est représentée).

### 3.5. Fraction et biomasse exploitable du stock

Depuis 2008, la taille réglementaire de première commercialisation est de 35 mm pour la palourde japonaise (Règlement (CE) n°40/2008). Le terme « fraction exploitable » utilisé dans ce document se réfère à cette taille (il s'agit de la part des individus de taille supérieure ou égale à 35 mm sur la population totale exprimée en effectif ou en poids).

Sur l'ensemble de la zone d'étude, la fraction exploitable pour la palourde japonaise est de 3 % en effectif et de 11 % en biomasse (Tableau 4).

La biomasse exploitable pour cette espèce est estimée à **807 tonnes** (pour **66 millions d'individus**) en 2014.

**Tableau 4.** Longueurs moyennes et fraction exploitable du stock de palourdes japonaises par strate (en 2014).

|              | Longueur moyenne <sup>4</sup> | Effectif en nombre ≥ 35 mm |            | Biomasse ≥ 35 mm |             |
|--------------|-------------------------------|----------------------------|------------|------------------|-------------|
|              |                               | mm                         | millions   | %                | tonnes      |
| A            | 20,4                          | 12,7                       | 4,4        | 160,3            | 14,8        |
| B            | 16,4                          | 3,0                        | 0,7        | 35,2             | 3,6         |
| C            | 21,0                          | 3,6                        | 1,2        | 43,3             | 3,9         |
| D            | 20,2                          | 3,2                        | 2,8        | 38,0             | 10,5        |
| E            | 24,0                          | 5,6                        | 8,1        | 67,5             | 19,0        |
| F            | 20,0                          | 0,6                        | 7,3        | 7,6              | 28,6        |
| G            | 23,4                          | 2,3                        | 5,8        | 28,1             | 15,5        |
| H            | 22,4                          | 6,6                        | 8,5        | 83,1             | 23,9        |
| I            | 17,7                          | 0,8                        | 1,4        | 10,4             | 10,9        |
| J            | 24,2                          | 2,0                        | 7,0        | 22,4             | 17,0        |
| Z1           | 21,0                          | 10,7                       | 9,1        | 139,6            | 31,1        |
| Z2           | 19,9                          | 1,9                        | 2,7        | 24,1             | 10,0        |
| Z3           | 20,7                          | 0,8                        | 1,1        | 8,8              | 3,5         |
| S1           | 15,3                          | 3,6                        | 1,6        | 42,3             | 10,2        |
| S4           | 15,0                          | 0,2                        | 0,2        | 2,2              | 1,2         |
| S6           | 23,0                          | 8,0                        | 4,2        | 94,1             | 11,0        |
| <b>Total</b> |                               | <b>65,5</b>                | <b>2,9</b> | <b>807,0</b>     | <b>11,4</b> |
| RIO          | 23,9                          | 10                         | 13,7       | 126              | 33,6        |
| RB           | 15,2                          | 0                          | 0,0        | 0                | 0,0         |

Strate à un prélèvement/station

Les plus fortes proportions de palourdes supérieures à 35 mm en effectifs sont localisées dans les strates E, F, H, J, Z1. Les plus faibles proportions se trouvent dans les strates B, C, I, Z3, S1, S4 avec des valeurs entre 0,2 et 1,6 %. Concernant les réserves, celle de l'Île aux oiseaux (RIO) présente la plus forte proportion d'individus de taille supérieure à 35 mm avec 13,7 % alors que sur la réserve de Branne (RB), aucune palourde supérieure à 35 mm n'a été trouvée.

<sup>4</sup> Longueur moyenne des palourdes japonaises et non de la fraction exploitable

### 3.6. Fraction et abondance des juvéniles

En 2014, la fraction des juvéniles est très importante avec 51 % des effectifs et 6 % de la biomasse.

Le niveau d'abondance des juvéniles est estimé à **1 151 millions d'individus** pour une biomasse estimée de **436 tonnes**.

Les plus fortes proportions en juvéniles sont observées dans les strates S1, S4 et B avec des valeurs comprises entre 66 et 75 %.

**Tableau 5.** Fraction des juvéniles et abondance par strate.

|              | Effectif en nombre<br>< 17mm |             | Biomasse<br>< 17mm |            |
|--------------|------------------------------|-------------|--------------------|------------|
|              | millions                     | %           | tonnes             | %          |
| A            | 140,4                        | 48,4        | 46,8               | 4,3        |
| B            | 308,2                        | 65,9        | 109,1              | 11,1       |
| C            | 122,2                        | 39,3        | 39,2               | 3,5        |
| D            | 48,5                         | 42,7        | 20,0               | 5,5        |
| E            | 23,1                         | 33,6        | 8,8                | 2,5        |
| F            | 3,3                          | 38,2        | 2,0                | 7,4        |
| G            | 13,3                         | 33,8        | 8,1                | 4,5        |
| H            | 34,2                         | 43,8        | 18,8               | 5,4        |
| I            | 23,2                         | 43,9        | 15,6               | 16,4       |
| J            | 6,3                          | 22,5        | 2,7                | 2,0        |
| Z1           | 49,7                         | 42,1        | 25,4               | 5,6        |
| Z2           | 34,1                         | 49,9        | 12,0               | 5,0        |
| Z3           | 30,4                         | 42,1        | 11,6               | 4,7        |
| S1           | 171,4                        | 75,0        | 61,4               | 14,8       |
| S4           | 75,3                         | 70,7        | 22,1               | 12,6       |
| S6           | 67,0                         | 35,0        | 33,0               | 3,8        |
| <b>Total</b> | <b>1150,6</b>                | <b>51,3</b> | <b>436,4</b>       | <b>6,2</b> |
| RIO          | 24,6                         | 33,9        | 11,1               | 3,0        |
| RB           | 57,2                         | 70,2        | 22,2               | 18,6       |

Strate à un prélèvement/station

### 3.7. Fraction et abondance des reproducteurs

En 2014, la fraction des reproducteurs (individus de taille strictement supérieure à 25 mm) est de 38 % des effectifs et 84 % de la biomasse.

Le niveau d'abondance des reproducteurs est estimé à **848 millions d'individus** pour une biomasse estimée de **5 917 tonnes**.

Les plus fortes proportions de reproducteurs exprimées en effectifs sont observées dans les strates E et Z3 ; les plus faibles dans les strates I et S4 (Tableau 5).

**Tableau 5.** Fraction des reproducteurs et abondance par strate.

|              | Effectif en nombre<br>> 25 mm |             | Biomasse<br>> 25 mm |             |
|--------------|-------------------------------|-------------|---------------------|-------------|
|              | millions                      | %           | tonnes              | %           |
| A            | 130,8                         | 45,1        | 988,4               | 91,0        |
| B            | 115,1                         | 24,6        | 748,3               | 76,4        |
| C            | 146,9                         | 47,3        | 930,1               | 83,8        |
| D            | 41,4                          | 36,5        | 277,3               | 76,2        |
| E            | 54,2                          | 78,9        | 334,2               | 94,3        |
| F            | 1,7                           | 20,0        | 17,6                | 65,9        |
| G            | 19,7                          | 50,2        | 161,0               | 88,6        |
| H            | 36,1                          | 46,3        | 312,6               | 90,0        |
| I            | 3,4                           | 6,5         | 29,3                | 30,8        |
| J            | 15,3                          | 54,9        | 112,1               | 84,8        |
| Z1           | 41,6                          | 35,2        | 371,2               | 82,6        |
| Z2           | 28,5                          | 41,6        | 212,3               | 88,4        |
| Z3           | 44,6                          | 61,8        | 206,6               | 83,2        |
| S1           | 45,4                          | 19,9        | 322,5               | 77,8        |
| S4           | 18,1                          | 17,0        | 112,9               | 64,2        |
| S6           | 104,9                         | 54,8        | 780,7               | 91,0        |
| <b>Total</b> | <b>847,8</b>                  | <b>37,8</b> | <b>5 916,9</b>      | <b>83,8</b> |
| RIO          | 39,2                          | 54,0        | 342,7               | 91,3        |
| RB           | 10,3                          | 12,6        | 59,8                | 50,3        |

Strate à un prélèvement/station

### 3.8. Distribution spatiale des densités

Les distributions spatiales des densités de palourdes exprimées en effectifs par m<sup>2</sup> (nb.m<sup>-2</sup>) et en poids par m<sup>2</sup> (g.m<sup>-2</sup>) sont présentées dans les figures 8 et 9.

Le nombre important de juvéniles (< 17 mm) observés en 2014 explique les fortes densités en effectifs dans toutes les strates. Seul le sud du bassin présente des densités plus faibles. Exprimées en poids, les densités les plus fortes sont surtout localisées au nord et au sud du chenal de Ville, à l'est de l'Île aux Oiseaux, au sud du chenal de Comprian sur deux petites zones et dans une moindre mesure au nord et au sud du chenal de Lanton. En annexe 6, figurent les cartes de distribution de l'année 2010 et 2012 avec le même calcul sous RGeostat.

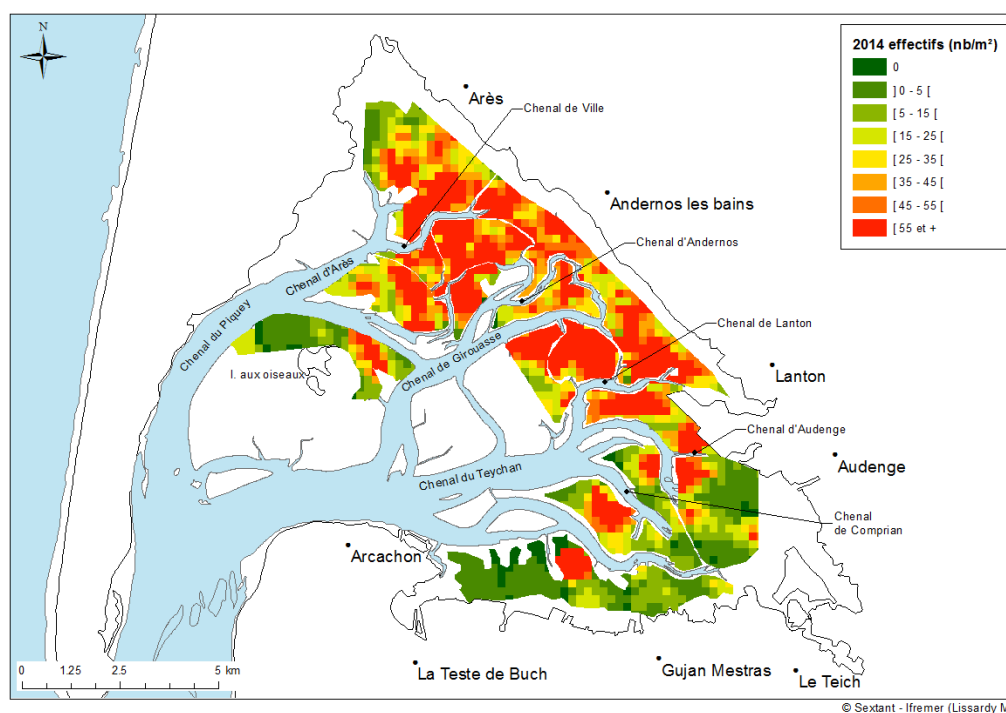


Figure 8. Carte des effectifs interpolés (en nb.m<sup>-2</sup>) pour la campagne 2014.

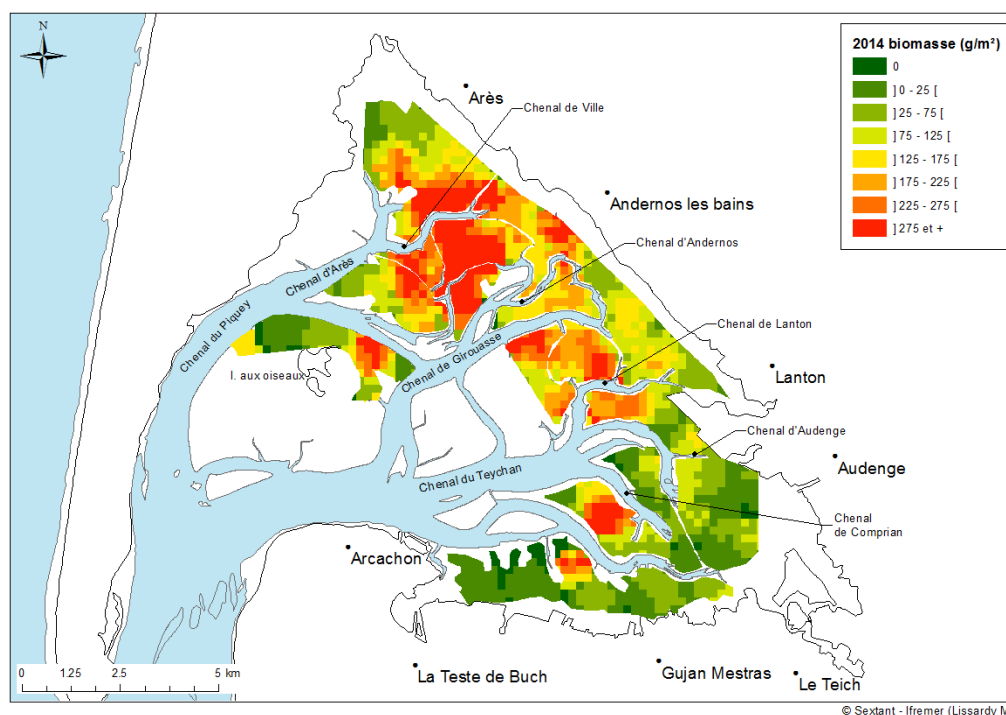


Figure 9. Carte des biomasses interpolées (en g.m<sup>-2</sup>) pour la campagne 2014.

## 4. Discussion et conclusion

### 4.1. À l'échelle globale

#### 4.1.1. Indices d'abondance relatifs, abondance et biomasse totales

La densité moyenne observée est de 48 individus.m<sup>2</sup> pour un poids de 152 g.m<sup>2</sup> pour le bassin d'Arcachon en 2014, alors qu'en 2012, la densité moyenne était de 28 palourdes par m<sup>2</sup> pour un poids de 154 g.m<sup>2</sup>. Par rapport à 2012, les densités ont augmenté sur la grande majorité des strates à l'exception des strates F, Z2, Z3 et S4 caractérisées par des densités en effectifs plus faibles (entre -6 et -20 % des effectifs). En poids, les strates ayant enregistré une baisse sont B, F, J, Z2, Z3 et S4 (entre -5 % et -74 %). Dans le golfe du Morbihan pour cette même année, la densité sur l'ensemble du gisement est de 10 palourdes.m<sup>2</sup> pour un poids de 107 g.m<sup>2</sup> (D'Hardivillé et al., 2014).

Toutes palourdes confondues, le stock estimé pour 2014 s'élève à **7 138 tonnes** pour un effectif de **2 263 millions d'individus** dont 7 063 tonnes de palourdes japonaises (2 243 millions d'individus), alors qu'en 2012, elle était de 1 306 millions d'individus (± 91 millions) pour une biomasse totale de 7 230 tonnes (± 457 tonnes), soit **une progression de 73 % en effectif et une quasi stabilité pour la biomasse**. Pour le Morbihan, le stock de palourde japonaise évalué par D'Hardivillé et al. (2014) est de 647 tonnes pour 61 millions d'individus.

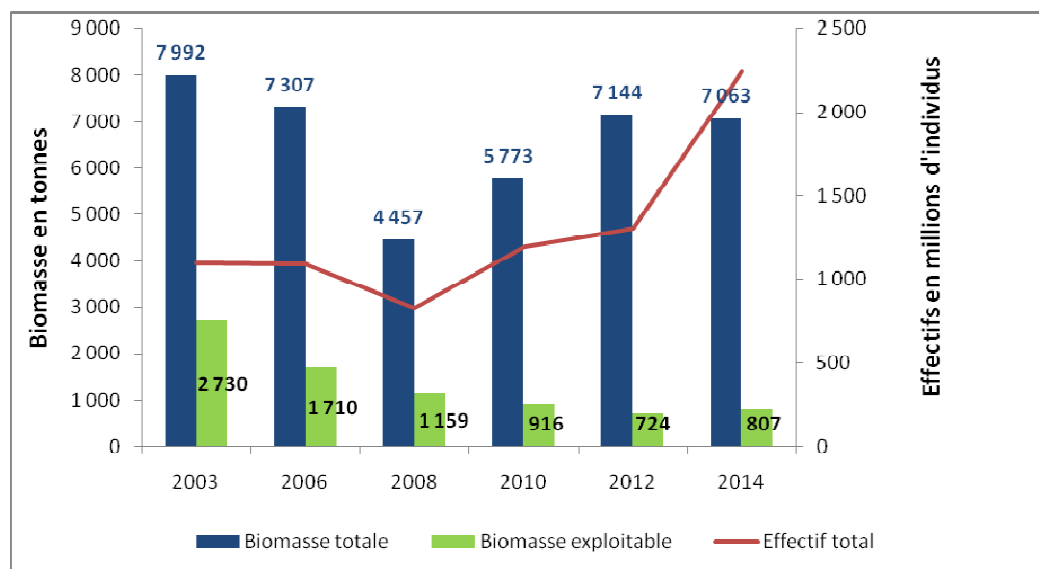
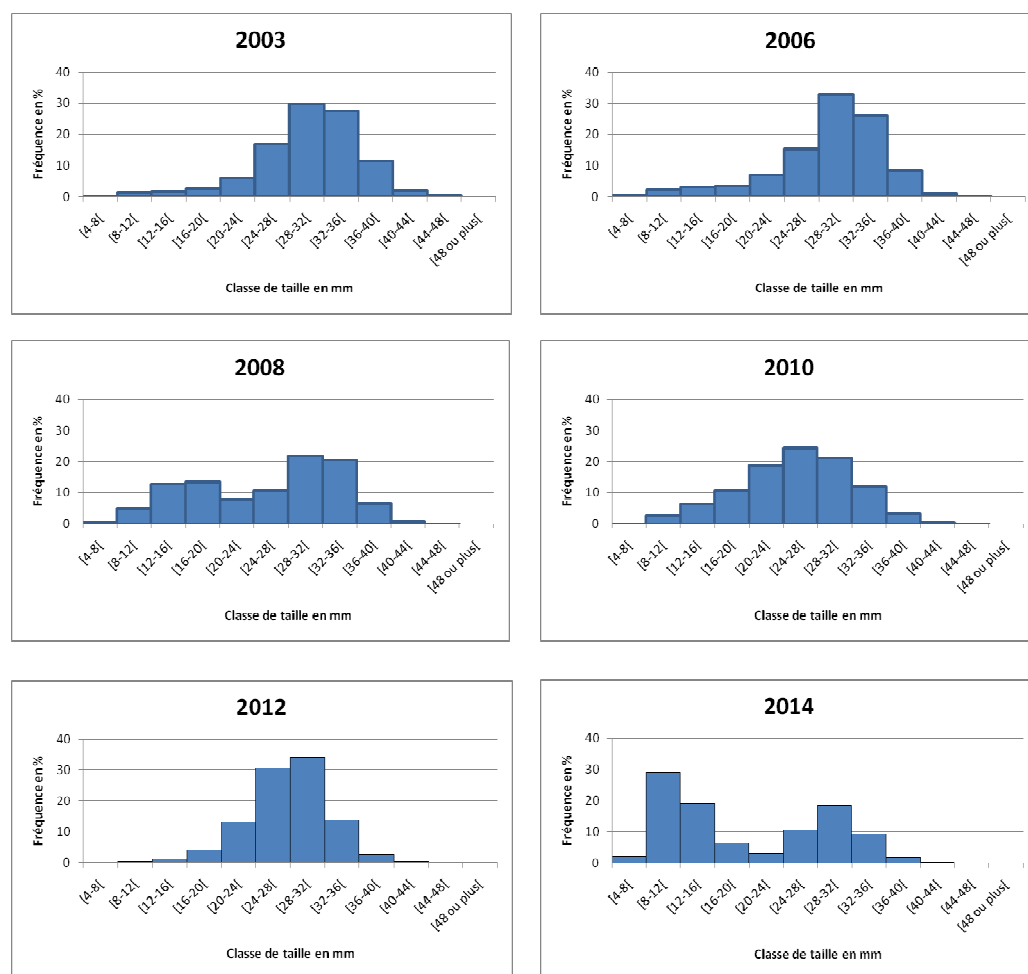


Figure 10. Évolution des principaux indicateurs depuis 2003.



### 4.1.2. Histogrammes de fréquence de taille

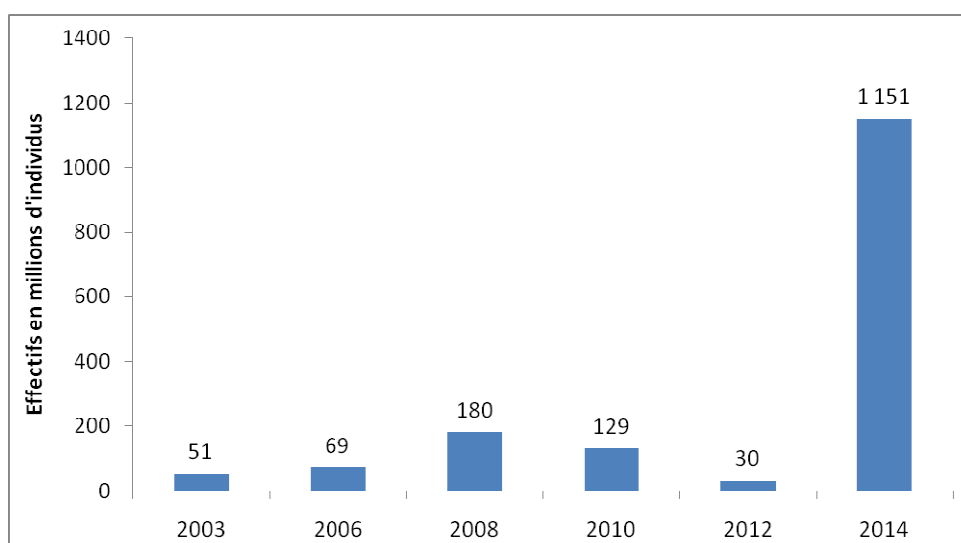
En 2014, la structure en taille de la population est bimodale comme en 2008 (Figure 11) avec des individus mesurant entre 4 et 41 mm. Les individus de taille inférieure à 17 mm représentent 53 % des effectifs. La structure en taille est différente selon les années (Figure 11, Test du Khi deux d'indépendance p valeur < 0,05). Dans le golfe du Morbihan, la majorité des palourdes se situe entre 30 et 42 mm (D'Hardivillé et al., 2014).



**Figure 11.** Comparaison des histogrammes de fréquence de taille de palourde japonaise obtenus sur l'ensemble des strates échantillonnées (en % des effectifs) en 2003 (N = 4 599), 2006 (N = 4 255), 2008 (N = 4 011), 2010 (N = 5 719), 2012 (N = 5 972) et 2014 (N = 10 483).

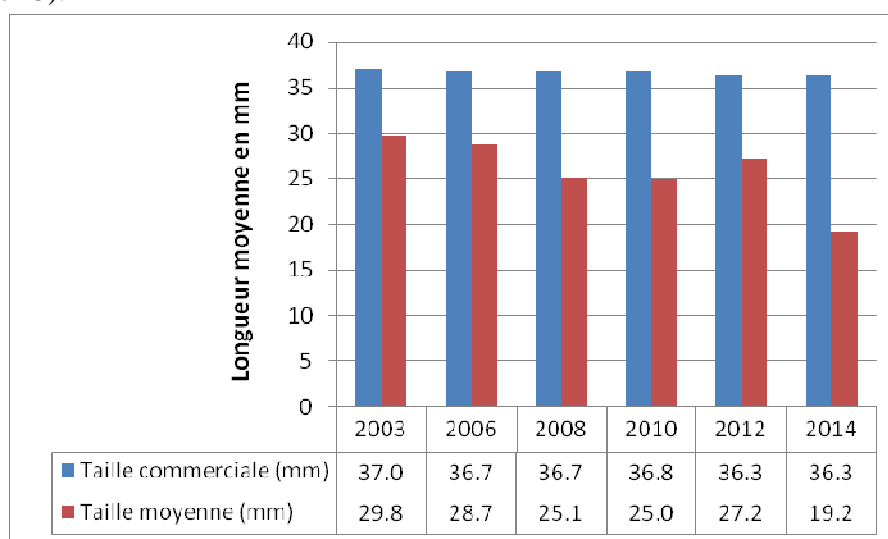
### 4.1.3. Abondance des juvéniles, des reproducteurs et biomasse exploitable

Le niveau d'abondance des juvéniles est le plus fort de la série observée avec 1 151 millions d'individus contre 30 millions d'individus en 2012 (79 millions en 2010 et 125 millions en 2008) (Figure 12). Dans le golfe du Morbihan, l'abondance des juvéniles est en baisse depuis 2008 (D'Hardivillé et al., 2014).



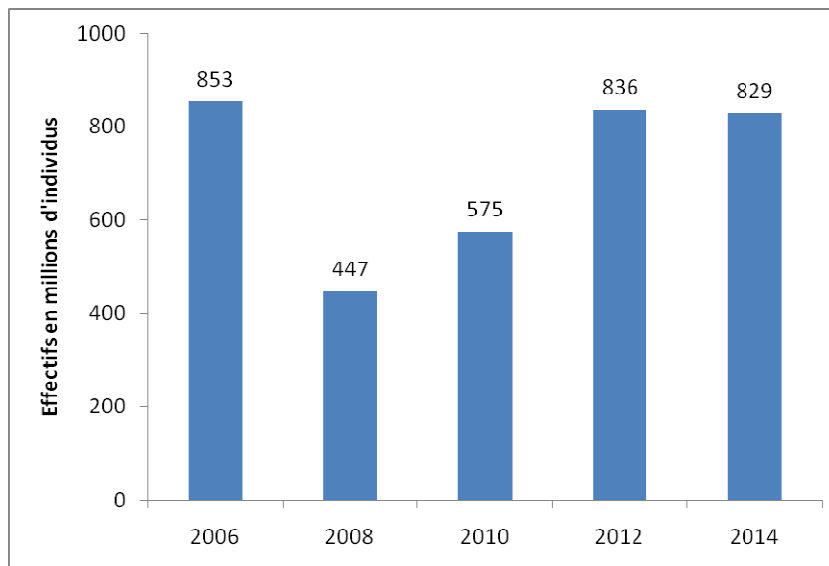
**Figure 12.** Évolution du niveau d'abondance de juvéniles (< 17 mm) entre 2003 et 2014.  
N.B. : les strates I et J n'étaient pas échantillonnées dans les campagnes 2003 et 2006.

En raison notamment du fort niveau d'abondance des juvéniles cette année, la taille moyenne de la population est passée de 27,2 mm à 19,2 mm entre 2012 et 2014 (Figure 13).



**Figure 13.** Évolution de la taille moyenne et de la taille commerciale des palourdes japonaises depuis 2003.

Avec **5 917 tonnes et 848 millions d'individus** (soit 84 % de la biomasse et 38 % des effectifs), le niveau d'abondance des reproducteurs du stock de palourde japonaise est **stable par rapport à 2012** (5 943 tonnes pour 865 millions d'individus).



**Figure 14.** Évolution du niveau d'abondance des reproducteurs (en millions d'individus) depuis 2006 (hors strates I et J).

Avec **66 millions d'individus et 807 tonnes** (soit 3 % des effectifs et 11 % de la biomasse), la biomasse exploitable du stock de palourde japonaise est **en légère hausse par rapport à 2012** (723 tonnes pour 59 millions d'individus), soit une évolution de +12 % à la fois en effectif et en biomasse.

Sur le golfe du Morbihan, la biomasse exploitable est en légère baisse par rapport à 2012 (413 tonnes contre 457 tonnes en 2012) (D'Hardivillé et al., 2014).

## 4.2. A l'échelle des strates

### 4.2.1. Évolution des indicateurs suivis entre 2012 et 2014

L'évolution entre 2012 et 2014 de l'abondance totale (en nombre d'individus) est positive pour l'ensemble des strates à l'exception des strates F, Z2, Z3 et S4 (baisse comprise entre -5 % et -20 %). Pour la biomasse totale, les strates A, D, G, S6 connaissent une augmentation supérieure à 45 %. Les strates en baisse de plus de 30 % pour cet indicateur sont B, F, J, Z2, Z3 et S4. La représentation des effectifs et des biomasses par strate de référence en 2012 et 2014 est présentée sur la figure 14.

L'abondance des reproducteurs évolue diversement en fonction des strates. La baisse est observée principalement dans la partie est du bassin (strates B, Z2, Z3, S1 et S4).

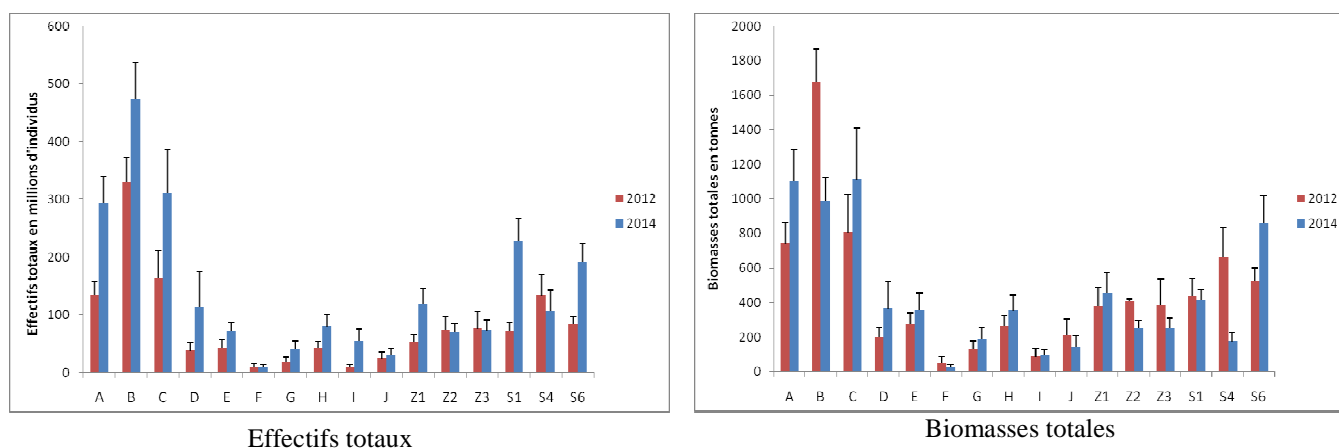
Les strates qui présentent une augmentation importante des effectifs de palourdes exploitables sont les strates A, E, F, H et dans une moindre mesure B, Z1, Z2 et S6. Elles sont localisées dans la partie nord du bassin (Figure 2). À l'inverse, les strates S4, Z3, I et J présentent une baisse notable de palourdes supérieures à 35 mm. Les deux premières sont localisées dans le sud du bassin. La strate J se situe dans la zone de réserve de l'île aux Oiseaux.

Quant à l'abondance des juvéniles, elle est très nettement supérieure à 2012, 2014 étant la plus forte valeur de la série d'observations issues des campagnes (Tableau 6).

**Tableau 6.** Évolution des indicateurs suivis entre 2012 et 2014 pour les strates de référence.

| Strate | Abondance totale |          | Biomasse exploitable<br>≥ 35 mm |          | Nombre de<br>juvéniles<br>< 17 mm | Abondance des<br>reproducteurs<br>> 25 mm |          |
|--------|------------------|----------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|---|----------|
|        | En effectif      | En poids | En effectif                     | En poids |                                   | En effectif                               | En poids |
| A      | +120%            | +49%     | +94%                            | +99%     | >> +500%                          | +54%                                      | +63%     |
| B      | +43%             | -41%     | +11%                            | +9%      |                                   | -45%                                      | -43%     |
| C      | +90%             | +38%     | -18%                            | -13%     |                                   | +52%                                      | +48%     |
| D      | +197%            | +82%     | -1%                             | -1%      |                                   | +103%                                     | +79%     |
| E      | +64%             | +31%     | +104%                           | +97%     |                                   | +57%                                      | +34%     |
| F      | -6%              | -49%     | +250%                           | +199%    |                                   | -72%                                      | -59%     |
| G      | +112%            | +46%     | -7%                             | -5%      |                                   | +43%                                      | +44%     |
| H      | +87%             | +34%     | +75%                            | +86%     |                                   | +17%                                      | +32%     |
| I      | +463%            | +13%     | -63%                            | -63%     |                                   | -60%                                      | -65%     |
| J      | +22%             | -32%     | -67%                            | -71%     |                                   | -24%                                      | -41%     |
| Z1     | +130%            | +20%     | +22%                            | +21%     |                                   | +13%                                      | +15%     |
| Z2     | -6%              | -38%     | +5%                             | +13%     |                                   | -46%                                      | -37%     |
| Z3     | -5%              | -36%     | -64%                            | -66%     |                                   | -11%                                      | -31%     |
| S1     | +218%            | -5%      | +1%                             | -3%      |                                   | -20%                                      | -18%     |
| S4     | -20%             | -74%     | -92%                            | -93%     |                                   | -78%                                      | -78%     |
| S6     | +128%            | +65%     | +38%                            | +34%     |                                   | +67%                                      | +70%     |

N.B. En annexe 7 sont indiquées les évolutions des indicateurs depuis 2006.



**Figure 15.** Effectifs totaux et biomasses totales estimés par strate pour les trois espèces confondues en 2012 et en 2014 (seule la borne supérieure de l'intervalle de confiance bilatéral à 95% est représentée).

#### 4.2.2. Cas des zones fermées à la pêche

Pour la strate RIO, les indicateurs suivis sont à la hausse par rapport à 2012 à l'exception de la biomasse exploitable qui est en baisse de 37 %. La réouverture partielle de la réserve de l'Île aux Oiseaux aux professionnels en 2013 sur 4 jours par l'administration avec un prélèvement au total de 1,3 tonnes ne peut expliquer cette baisse à elle seule.

Sur la strate RB nouvellement échantillonnée, d'une surface équivalente aux strates E, Z2 et S1, l'abondance totale y est comparable. L'abondance des juvéniles y est importante avec 57 millions d'individus (Tableau 7).

**Tableau 7.** Caractéristiques des strates supplémentaires pour une sélection d'indicateurs.

| Strate RIO – 3,19 km <sup>2</sup> (33 stations) | 2014 | Proportions (en effectifs)                    | Caractéristiques   |
|---|------|---|--|
| Abondance totale (millions ind.)                | 77   | 94 % japonaise<br>4 % européenne<br>2 % jaune | Longueur moy 24 mm<br>Fraction exploitable (en poids) 34 %<br>Fraction juvénile (en nbre) 34 % |
| Biomasse totale (tonnes)                        | 397  |   |  |
| Biomasse exploitable (tonnes)                   | 126  |   |  |
| Abondance juvéniles (millions ind.)             | 25   |   |  |
| Strate RB – 1,78 km <sup>2</sup> (19 stations)  | 2014 | Proportions (en effectifs)                    | Caractéristiques   |
| Abondance totale (millions ind.)                | 82   | 100 % japonaise                               | Longueur moy 15 mm<br>Fraction exploitable (en poids) 0 %<br>Fraction juvénile (en nbre) 70 %  |
| Biomasse totale (tonnes)                        | 119  |   |  |
| Biomasse exploitable (tonnes)                   | 0    |   |  |
| Abondance juvéniles (millions ind.)             | 57   |   |  |

### 4.3. Bilan et conclusion

Le tableau 8 résume les principales grandeurs obtenues sur les 7 années de suivis.

Au regard de la précédente évolution considérée (2010/2012), l'évolution 2012/2014 des grandeurs suivies est marquée par :

- **une très forte hausse de la quantité de juvéniles** en effectifs et en poids. L'ampleur de la variation est **exceptionnelle** non seulement par rapport aux grandeurs observées jusqu'à présent sur le bassin mais aussi par rapport à la bibliographie (généralement, le terme d'arrivées importantes de juvéniles est employé pour des variations de facteurs deux à trois). Sur Arcachon, l'abondance de juvéniles est plus de dix fois supérieure à la moyenne des trois campagnes précédentes. Le bon déroulement de la reproduction de la palourde japonaise est fonction de la température, de la photopériode, de la disponibilité en ressources trophiques et de la salinité. De même, l'éclosion des œufs puis la survie larvaire sont influencées par la température ; la prédation et les pathogènes sont également deux facteurs cités comme intervenant sur le recrutement. Les facteurs suivants sont identifiés comme pouvant être favorables à la forte abondance de juvéniles observés dans le bassin d'Arcachon en 2014 :

| Facteurs              | Hypothèses  |
|-----------------------|---|
| Température           | En 2013, large période de température favorable à la maturation et à la ponte. Ex : pour la ponte (pour laquelle la température de l'eau de mer doit être comprise entre 15°C et 22°C), les mois favorables vont d'avril à novembre (données Ifremer LER AR).<br>En 2014, conditions de température favorables à une ponte dès le début du mois d'avril (données Ifremer LER AR).<br>En 2013, température optimale de 25°C atteinte pour la survie larvaire (données Ifremer LER AR). |
| Salinité              | Malgré les fortes précipitations en 2013 et début 2014, la salinité (données Ifremer LER AR) n'a pas atteint des niveaux critiques pour les larves décrits dans la littérature. De plus, les épisodes très pluvieux n'ont pas toujours coïncidé avec la phase suivant la fixation des larves sur le substrat.   |
| Ressources trophiques | Considérant la teneur en chlorophylle a comme indicateur de ressources trophiques, les biomasses phytoplanctoniques assez élevées par rapport aux autres années et observées au printemps et au début de l'été 2013 (Maurer et al., 2013) ont pu être favorables à l'accumulation de réserves des reproducteurs et influencer ainsi la fécondité.   |

Les suivis réalisés sur la reproduction de l'huître creuse mettent en évidence un captage abondant d'huître en 2013 (Maurer et al., 2013).

- **une progression importante de la densité moyenne** toutes espèces confondues exprimée en nombre par m<sup>2</sup> (+73 %) et de l'abondance totale (+75 %). Cette évolution s'explique en très large partie par l'arrivée massive des juvéniles discutée précédemment ; ces grandeurs exprimées en biomasse étant quant à elles stables ;
- **une légère augmentation de la biomasse exploitable** exprimée en poids de +12 %. Suite à la campagne 2012, nous avons alerté sur une baisse possible de la biomasse exploitable à l'horizon 2014 en raison de la faible abondance de juvéniles détectées. Les raisons qui peuvent expliquer cette apparente contradiction sont :

| Facteurs environnementaux | Hypothèses   |
|---------------------------|--|
| Température               | Une température optimale de croissance (entre 12°C et 20 °C) obtenue dès le mois de mars 2014 (données Ifremer LER AR).  |
| Salinité                  | Malgré les fortes précipitations en 2013 et début 2014, la salinité n'a pas atteint des niveaux critiques décrits dans la littérature.   |
| Ressources trophiques     | Considérant la teneur en chlorophylle a comme indicateur de ressources trophiques, les biomasses phytoplanctoniques assez élevées par rapport aux autres années et observées au printemps et au début de l'été (Maurer et al., 2013) ont pu être favorables à la croissance pondérale des individus. |
| Autres facteurs           | Hypothèses   |
| Captures                  | Le niveau des captures a diminué depuis 2011, avec respectivement 614 t, 463 t et 484 t déclarées pour 2011, 2012 et 2013.   |

- **une stabilisation entre 2012 et 2014 du niveau de reproducteurs** appréhendé par les individus de taille strictement supérieure à 25 mm. Exprimé en effectif, cet indicateur avait présenté une forte baisse entre 2006 et 2008 et était en hausse depuis 2010.

**Tableau 8.** Principales grandeurs obtenues sur les sept années de suivis.

|   | <b>2000</b><br>Aire prospectée<br>24 km <sup>2</sup> | <b>2003</b><br>Totalité | <b>2006</b><br>Totalité | <b>2008</b><br>Totalité | <b>2010</b><br>Totalité | <b>2012</b><br>Totalité | <b>2014</b><br>Totalité | Évolution<br>2008/2010 | Évolution<br>2010/2012 | Évolution<br>2012/2014 |
|---|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Abondance moyenne toutes espèces<br>(nbre individus. m <sup>2</sup> )                 | 26   | 24                      | 24                      | 19                      | 26                      | 28                      | 48                      | +37 %                  | +8 %                   | +73 %                  |
| Biomasse moyenne toutes espèces<br>(g. m <sup>2</sup> )                               | 129  | 174                     | 159                     | 98                      | 125                     | 154                     | 152                     | +27 %                  | +23 %                  | -1 %                   |
| Abondance totale toutes espèces<br>(millions d'individus)                             | 604  | 1 129                   | 1 150                   | 870                     | 1 217                   | 1 306                   | 2 263                   | +40 %                  | +7 %                   | +75 %                  |
| Biomasse totale toutes espèces<br>(tonnes)  | 2 975  | 8 095                   | 7 608                   | 4 615                   | 5 858                   | 7 230                   | 7 138                   | +27 %                  | +23 %                  | -1 %                   |
| Biomasse totale palourde japonaise<br>(tonnes)  | 2 890  | 7 992                   | 7 307                   | 4 457                   | 5 773                   | 7 144                   | 7 063                   | +29 %                  | +24 %                  | -1 %                   |
| Part de la palourde japonaise<br>(% des effectifs)                                    | 94 %   | 98 %                    | 95 %                    | 95 %                    | 98 %                    | 98 %                    | 99 %                    | -                      | -                      | -                      |
| Biomasse exploitable palourde japonaise<br>(tonnes)                                   | 690  | 2 730                   | 1 710                   | 1 159                   | 916                     | 723                     | 807                     | -21 %                  | -21 %                  | +12 %                  |
| Abondance des reproducteurs palourde<br>japonaise (millions d'individus) <sup>5</sup> |  |                         | 853                     | 447                     | 575                     | 836                     | 829                     | +29 %                  | +45 %                  | -1 %                   |
| Abondance de juvéniles palourde japonaise<br>(millions d'individus)                   | -  | 51                      | 69                      | 180                     | 129                     | 30                      | 1 151                   | -28 %                  | -77 %                  | >> +500 %              |
| Biomasse de juvéniles palourde japonaise<br>(tonnes)                                  | -  | -                       | 32                      | 126                     | 79                      | 20                      | 436                     | -37 %                  | -75 %                  | >> +500 %              |
| Longueur moyenne palourde japonaise<br>(mm)   | 25,4   | 29,8                    | 28,7                    | 25,1                    | 25,0                    | 27,4                    | 19,2                    | -                      | -                      | -                      |
| Longueur moyenne taille commerciale<br>palourde japonaise (mm)                        | 37,1   | 37                      | 36,7                    | 36,7                    | 36,8                    | 36,2                    | 36,3                    | -                      | -                      | -                      |

<sup>5</sup> Les strates I et J sont exclues du calcul.



## 5. Bibliographie

AUBY I., 1993. Évolution de la richesse biologique du bassin d'Arcachon. Rapport Société Scientifique d'Arcachon. Laboratoire d'Océanographie Biologique, Ifremer. Contrat SSA n°91 5 527 019, 222 p. + annexes.

BERTHOU P., MAHÉ J.C., HUET J. et P. NOEL, 1997. Évaluation du Stock de Palourdes du golfe du Morbihan en 1997. Rapport interne Ifremer, 17 p.

BERTIGNAC M., AUBY I., FOUCARD J., MARTIN S., DE MONTAUDOUIN X. et P.-G. SAURIAU, 2001. Évaluation du stock de palourdes du Bassin d'Arcachon. Rapport Interne Ifremer DRV/RH/RST/2001-05, 35 p.

CAILL-MILLY N., DE CASAMAJOR M.N., LISSARDY M., MORANDEAU G. et F. SANCHEZ, 2003. Évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon. Rapport interne Ifremer DCN/HGS/LRHA, 44 p.

CAILL-MILLY N., DUCLERCQ B. et G. MORANDEAU, 2006. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du Bassin d'Arcachon – année 2006. Rapport interne Ifremer DCN/HGS/LRHA, 51 p.

CAILL-MILLY N., BOBINET J., LISSARDY M., MORANDEAU G. et SANCHEZ F., 2008. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du Bassin d'Arcachon – année 2008. Rapport interne Ifremer DCN/HGS/LRHA, 66 p.

CAILL-MILLY N., D'AMICO F., N. BRU, 2010. Relationship between the state of the Manila clam's (*Ruditapes philippinarum*) stock and socio-ecosystem factors in the Bay of Arcachon by using complementary multivariate descriptive approaches, ICES CM 2010/G:40, 2010 ICES Annual Science Conference, 20-24 September, Nantes, France, poster.

CAILL-MILLY N., 2012. Relations entre l'état d'une ressource et son exploitation *via* la compréhension et la formalisation des interactions de socio-écosystèmes. Application à la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) du bassin d'Arcachon. Thèse UPPA, 199 p.

COCHRAN W.G., 1977. Sampling techniques (Third edition) John Wiley & Sons, 428 pages.

DANG C., 2008. Rapport 2<sup>ème</sup> année Dynamique des populations de palourdes sur le Bassin d'Arcachon et l'Estuaire de Mundaka. Conséquences sur la gestion des populations exploitées. Rapport EPOC, Université de Bordeaux 1/Ifremer, 46 p.

DANG C., 2009. Dynamique des populations de palourdes japonaises (*Ruditapes philippinarum*) dans le Bassin d'Arcachon. Conséquences sur la gestion des populations exploitées. Thèse Univ. Bordeaux 1, 356 p.

DANG C., DE MONTAUDOUIN X., GONZALEZ P., MESMER-DUDONS N., CAILL-MILLY N., 2008. Description of a new pathology affecting the adductor muscle of manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in Arcachon bay (SW France), Journal of Shellfish Research, 27, 1000-1001.

DANG C., DE MONTAUDOUIN X., BALD J., JUDE F., RAYMOND N., LANCELEUR L., PAUL-PONT I., CAILL-MILLY N., 2009. Testing the enemy release hypothesis: Trematode parasites in the non-indigenous Manila clam *Ruditapes philippinarum*, *Hydrobiologia*, 630 (1), 139-148.

DANG C., DE MONTAUDOUIN X., SAVOYE N., CAILL-MILLY N., MARTINEZ P., SAURIAU P.G., 2009. Stable isotopes changes in the adductor muscle of diseased bivalve *Ruditapes philippinarum*, *Marine Biology*, 156, 611-618.

DANG C., DE MONTAUDOUIN X., GAM M., PAROISSIN C., BRU N., CAILL-MILLY N., 2010. The Manila clam population in Arcachon Bay (SW France) : Can it be kept sustainable? *Journal of Sea Research*, 63, 108-118.

D'HARDIVILLE C., BOUCHE L., TALIDEC C., 2014. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du Golfe du Morbihan : du 26 au 29 mars 2014. Rapport RBE/STH/LBH et CDPMEM du Morbihan, 53 p.

MAURER D., AUBY I., PASSONI S., METEIGNER C., RIGOUIN L., RUMEBE M. TOURNAIRE M.-P., SIMONNET B., NAVARRO R., 2013. Reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon. Année 2013. Rapport Ifremer/DDTM Gironde, 60 p.

POPOVSKY J., GALLET F. et F. PAUTRIZEL, 1999. État des suivis et des évaluations des stocks de coquillages en élevage et des gisements naturels dans les bassins conchylicoles de la façade Adria. Rapport Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne, 91 p.

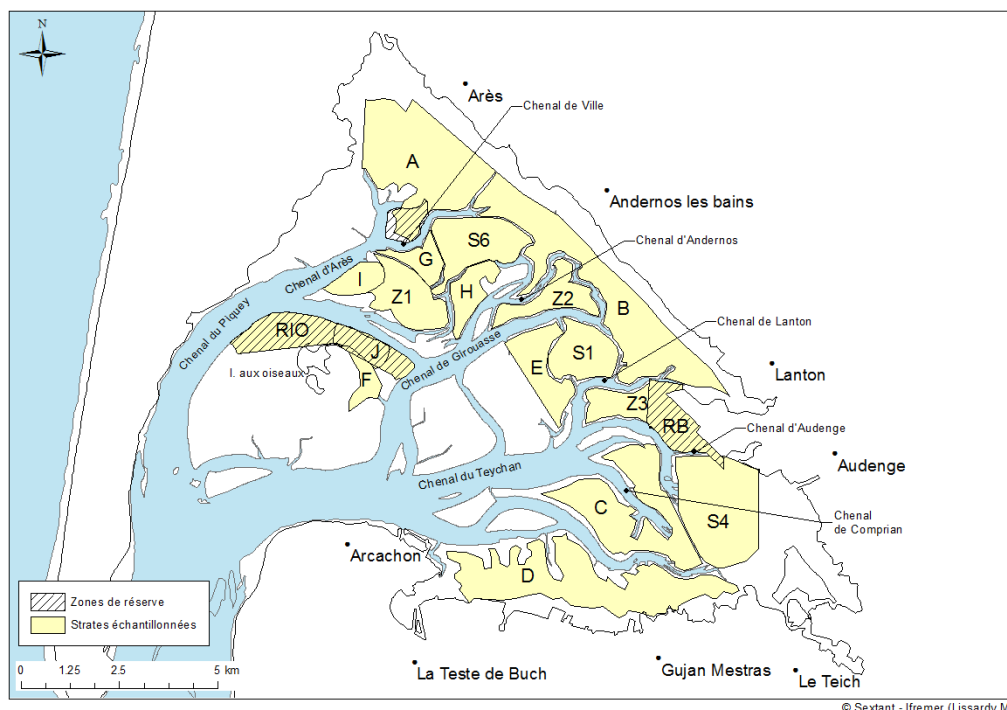
ROBERT R. et J.-P. DELTREIL, 1990. Élevage de la Palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* dans le bassin d'Arcachon, bilan des dix dernières années et perspectives de développement, Rapport interne Ifremer, RIDRV-90.40-RA/Arcachon, 21p.

SANCHEZ F., CAILL-MILLY N., LISSARDY M., DE CASAMAJOR M.N., MORANDEAU G., 2010. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon. Année 2010. Rapport Ifremer RBE/HGS/LRHA, 47 p.

SANCHEZ F., CAILL-MILLY N., DE CASAMAJOR M.N., LISSARDY M., BINIAS C., BRU N., 2013. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon. Année 2012. Rapport Ifremer RBE/HGS/LRHA, 45 p.

## 6. Annexes

**Annexe 1 : carte des 16 strates retenues pour la campagne 2014 avec les strates supplémentaires et les zones de réserves.**



Les zones de réserves correspondent aux strates : RIO au nord de l'île aux Oiseaux, RB pour réserve de Branne et la réserve « Hautebelle » au sud de la strate A.

**Annexe 2 : photos de la campagne d'échantillonnage 2012 (Copyright : Ifremer).**



Photo 1 : vue de la benne « Hamon ».



Photo 2 : Prélèvement, rinçage et tamisage d'un prélèvement (Utilisation du couvercle).



Photo 3 : Enregistrement des mesures de palourdes à l'aide d'un pied à coulisse électronique sur ordinateur portable.

### Annexe 3 : échantillonnage stratifié à deux niveaux pour l'évaluation directe des mollusques bivalves (*in Berthou et al, 1997*) et échantillonnage stratifié à un niveau.

Pour les strates 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 strate. Pour une strate  $h$  donnée, le taux d'échantillonnage à ce niveau, désigné par  $f_{1h}$  est :

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

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 d'éléments précis, la valeur de ce rayon était fixée arbitrairement à 25 mètres. En 2003, nous avons ramené ce rayon à 12 mètres car il correspond à la longueur du navire utilisé pour la campagne.

*Unités secondaires* : les unités secondaires correspondent aux coups de benne Hamon réalisés par point. Dans la strate  $h$ , le taux d'échantillonnage à ce niveau, désigné par  $f_2$  est égal à :

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

avec :  $k$  = nombre de coups de benne par point (ou station), fixé ici à deux.

$R$  = 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 :

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

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 :

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

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

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 :

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

Pour les strates avec un prélèvement par station, le taux d'échantillonnage est simple (échantillonnage structuré à un seul niveau) et conduit à de nombreuses simplifications. Avec les notations présentées précédemment, l'estimateur de l'effectif moyen ou de la biomasse moyenne sur 0.25 m<sup>2</sup> est alors :

$$\bar{x}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} x_i}{n_h} \quad (17)$$

$x_i$  = effectif ou biomasse par coup de benne

$n_h$  = nombre de points dans la strate h

Pour la variance, seule subsiste la variance entre les unités primaires (variance inter-unités) et le rayon d'action du navire n'intervient plus dans le calcul. Dans ces conditions, la variance est :

$$V(\bar{x}_h) = \frac{s_h^2}{n_h} \quad (18)$$

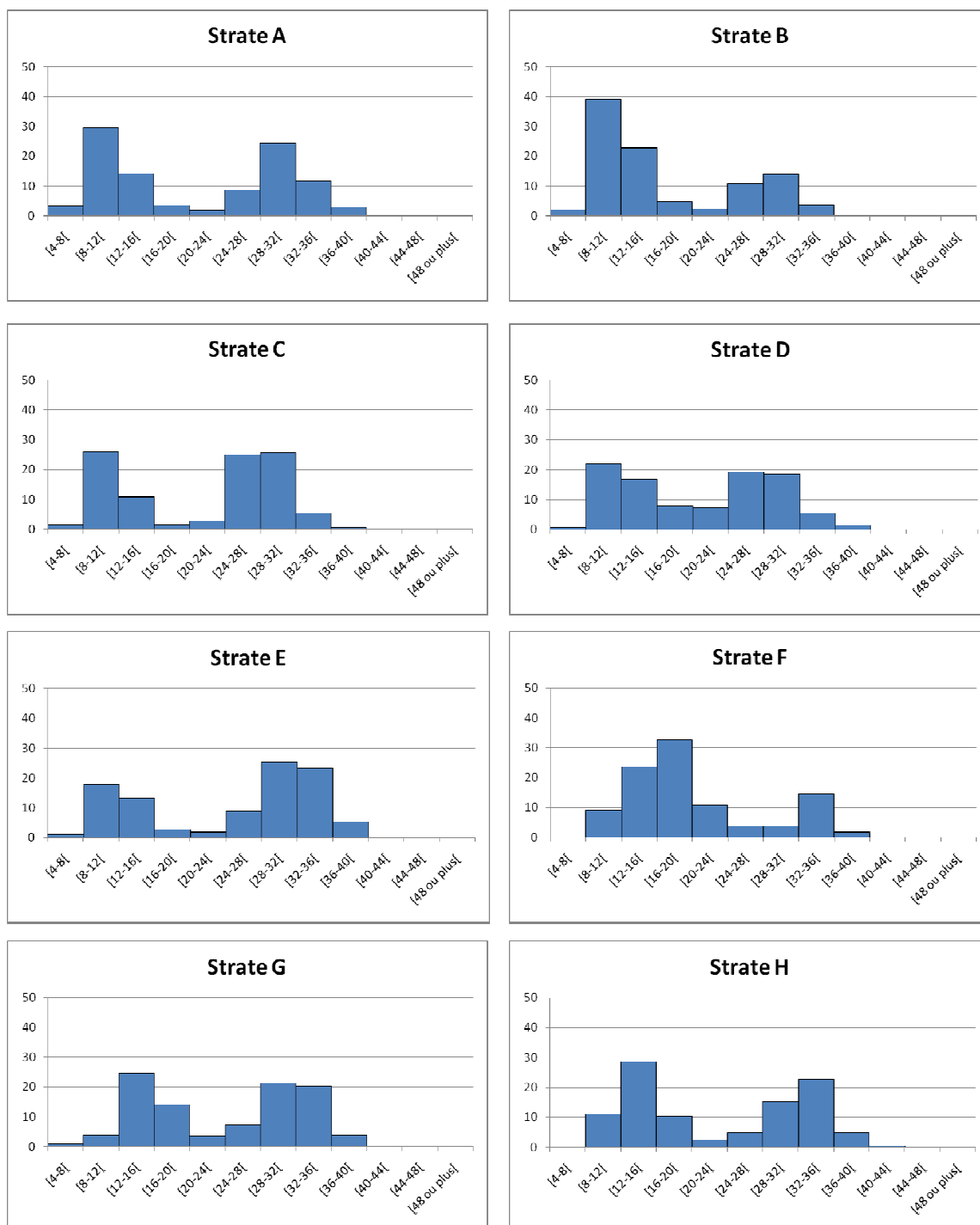
$s_h$  = variance relative à la strate h

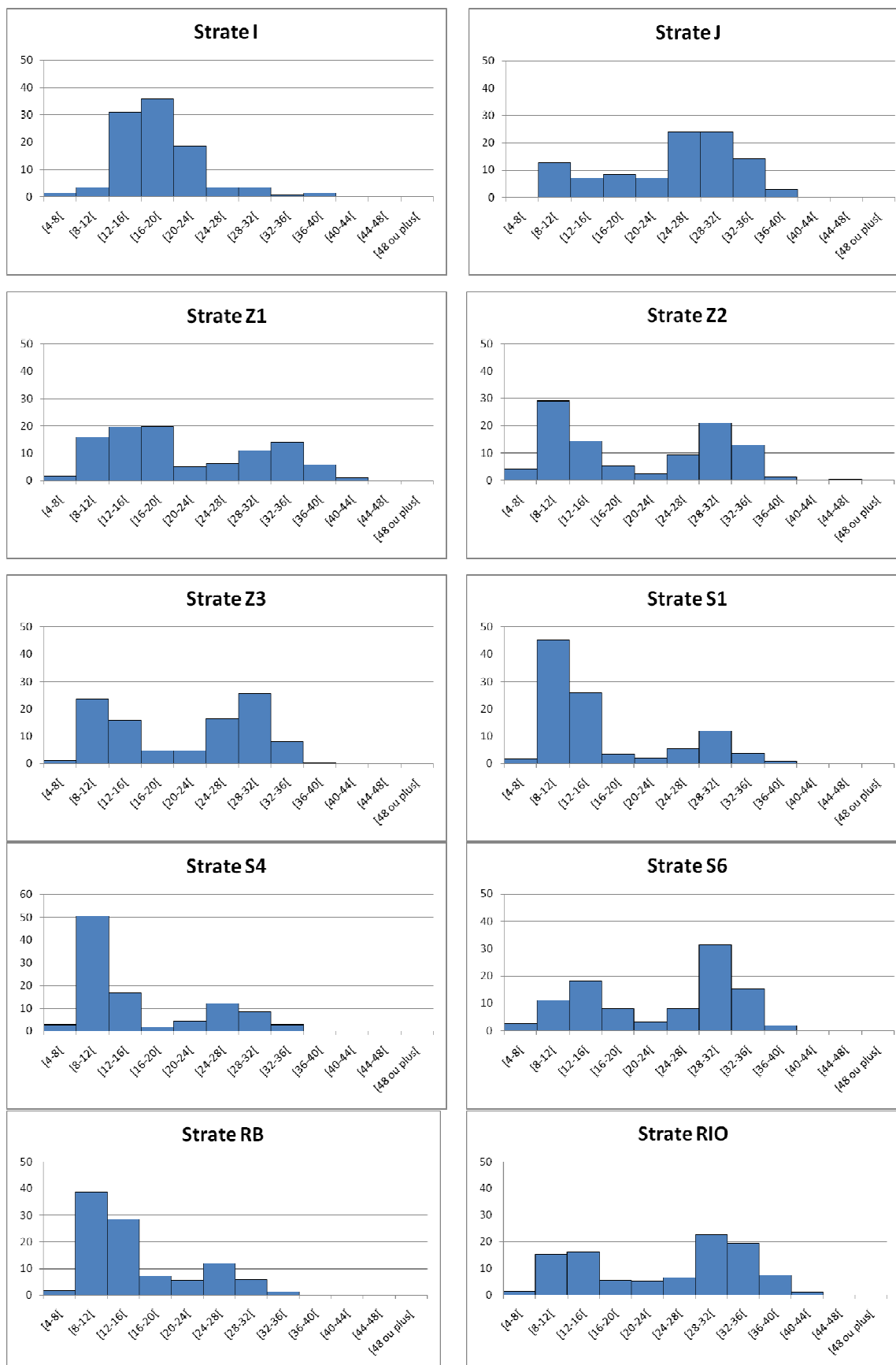
L'estimateur effectif (ou biomasse) total(e) sur la strate h et la variance correspondante, sont par conséquent :

$$T_h = 4 \cdot S_h \cdot \bar{x}_h \quad (19)$$

$$V(T_h) = 16 \cdot S_h^2 \cdot V\left(\bar{x}_h\right) \quad (20)$$

**Annexe 4 : histogrammes de fréquence de taille des palourdes japonaises échantillonnées dans les différentes strates (en abscisse longueur en mm, en ordonnée % des effectifs)**





## Annexe 5 : tableaux des résultats sur les abondances et les biomasses par strate et par espèce.

### Palourde européenne

| Strate       | Surface (km <sup>2</sup> ) | nb. de stations | Effectifs /0,25m <sup>2</sup> | écart-type | biomasse (g)/0,25m <sup>2</sup> | écart-type | effectif total (million) | écart-type | biomasse totale (t) | écart-type |
|--------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|------------|---------------------------------|------------|--------------------------|------------|---------------------|------------|
| A            | 6,7                        | 69              | 0,12                          | 0,03       | 0,64                            | 0,23       | 3,26                     | 0,92       | 17,09               | 6,09       |
| B            | 7,3                        | 75              | 0,17                          | 0,04       | 0,34                            | 0,09       | 4,95                     | 1,10       | 9,89                | 2,61       |
| C            | 4,9                        | 50              | 0,04                          | 0,03       | 0,19                            | 0,13       | 0,80                     | 0,56       | 3,67                | 2,57       |
| D            | 6,9                        | 70              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| E            | 2,0                        | 21              | 0,05                          | 0,03       | 0,23                            | 0,16       | 0,37                     | 0,26       | 1,77                | 1,22       |
| F            | 0,6                        | 8               | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| G            | 0,9                        | 9               | 0,20                          | 0,11       | 1,51                            | 1,12       | 0,70                     | 0,39       | 5,27                | 3,92       |
| H            | 1,2                        | 13              | 0,25                          | 0,14       | 1,12                            | 0,60       | 1,17                     | 0,68       | 5,26                | 2,79       |
| I            | 0,9                        | 10              | 0,22                          | 0,22       | 0,42                            | 0,42       | 0,76                     | 0,76       | 1,45                | 1,45       |
| J            | 0,8                        | 9               | 0,63                          | 0,38       | 2,85                            | 1,61       | 1,96                     | 1,18       | 8,95                | 5,06       |
| Z1           | 2,2                        | 23              | 0,06                          | 0,03       | 0,46                            | 0,28       | 0,53                     | 0,29       | 4,08                | 2,51       |
| Z2           | 1,6                        | 16              | 0,24                          | 0,08       | 1,59                            | 0,51       | 1,50                     | 0,48       | 10,15               | 3,25       |
| Z3           | 1,3                        | 15              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| S1           | 2,0                        | 21              | 0,02                          | 0,02       | 0,12                            | 0,12       | 0,19                     | 0,19       | 0,93                | 0,93       |
| S4           | 5,0                        | 51              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| S6           | 2,7                        | 27              | 0,07                          | 0,05       | 0,36                            | 0,25       | 0,74                     | 0,52       | 3,88                | 2,71       |
| <b>total</b> | <b>47</b>                  | <b>487</b>      | <b>0,09</b>                   |            | <b>0,39</b>                     |            | <b>17</b>                | <b>2</b>   | <b>72</b>           | <b>11</b>  |
| RIO          | 319                        | 33              | 0,25                          | 0,09       | 1,43                            | 0,54       | 3,19                     | 1,15       | 18,28               | 6,92       |
| RB           | 205                        | 22              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |

## Palourde japonaise

| Strate       | Surface (km <sup>2</sup> ) | nb. de stations | Effectifs /0.25m <sup>2</sup> | écart-type | biomasse (g)/0.25m <sup>2</sup> | écart-type | effectif total (million) | écart-type | biomasse totale (t) | écart-type |
|--------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|------------|---------------------------------|------------|--------------------------|------------|---------------------|------------|
| A            | 6,7                        | 69              | 10,81                         | 1,71       | 40,46                           | 6,60       | 290,27                   | 46,04      | 1086,74             | 177,31     |
| B            | 7,3                        | 75              | 15,94                         | 2,14       | 33,37                           | 4,50       | 467,67                   | 62,88      | 978,90              | 132,11     |
| C            | 4,9                        | 50              | 15,88                         | 3,77       | 56,73                           | 15,10      | 310,65                   | 73,70      | 1109,91             | 295,35     |
| D            | 6,9                        | 70              | 4,11                          | 2,20       | 13,18                           | 5,62       | 113,50                   | 60,77      | 363,74              | 155,12     |
| E            | 2,0                        | 21              | 8,79                          | 1,95       | 45,33                           | 12,30      | 68,71                    | 15,22      | 354,51              | 96,22      |
| F            | 0,6                        | 8               | 3,44                          | 2,03       | 10,58                           | 4,85       | 8,65                     | 5,12       | 26,61               | 12,19      |
| G            | 0,9                        | 9               | 11,25                         | 4,20       | 52,00                           | 18,50      | 39,28                    | 14,67      | 181,57              | 64,60      |
| H            | 1,2                        | 13              | 16,67                         | 4,65       | 74,13                           | 19,24      | 78,11                    | 21,80      | 347,40              | 90,16      |
| I            | 0,9                        | 10              | 15,44                         | 6,31       | 27,77                           | 8,31       | 52,84                    | 21,57      | 95,00               | 28,43      |
| J            | 0,8                        | 9               | 8,88                          | 4,14       | 42,08                           | 21,85      | 27,88                    | 13,01      | 132,16              | 68,65      |
| Z1           | 2,2                        | 23              | 13,40                         | 3,02       | 51,04                           | 13,09      | 118,00                   | 26,60      | 449,46              | 115,31     |
| Z2           | 1,6                        | 16              | 10,74                         | 2,46       | 37,64                           | 7,30       | 68,48                    | 15,72      | 240,10              | 46,60      |
| Z3           | 1,3                        | 15              | 13,57                         | 3,36       | 46,70                           | 11,56      | 72,14                    | 17,87      | 248,27              | 61,47      |
| S1           | 2,0                        | 21              | 28,52                         | 4,80       | 51,74                           | 7,86       | 228,42                   | 38,43      | 414,37              | 62,96      |
| S4           | 5,0                        | 51              | 5,35                          | 1,84       | 8,84                            | 2,54       | 106,53                   | 36,63      | 175,85              | 50,51      |
| S6           | 2,7                        | 27              | 17,78                         | 2,85       | 79,68                           | 14,93      | 191,42                   | 30,70      | 858,00              | 160,79     |
| <b>total</b> | <b>47</b>                  | <b>487</b>      | <b>12</b>                     |            | <b>38</b>                       |            | <b>2243</b>              | <b>148</b> | <b>7063</b>         | <b>489</b> |
| RIO          | 319                        | 33              | 5,69                          | 2,07       | 29,46                           | 10,18      | 72,54                    | 26,36      | 375,55              | 129,77     |
| RB           | 205                        | 22              | 11,47                         | 3,33       | 16,73                           | 5,58       | 81,57                    | 23,66      | 118,92              | 39,64      |

## Palourde jaune

| Strate       | Surface (km <sup>2</sup> ) | nb. de stations | Effectifs /0,25m <sup>2</sup> | écart-type | biomasse (g)/0,25m <sup>2</sup> | écart-type | effectif total (million) | écart-type | biomasse totale (t) | écart-type |
|--------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|------------|---------------------------------|------------|--------------------------|------------|---------------------|------------|
| A            | 6,7                        | 69              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| B            | 7,3                        | 75              | 0,01                          | 0,01       | 0,03                            | 0,03       | 0,38                     | 0,38       | 1,01                | 1,01       |
| C            | 4,9                        | 50              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| D            | 6,9                        | 70              | 0,01                          | 0,01       | 0,04                            | 0,04       | 0,39                     | 0,39       | 1,01                | 1,01       |
| E            | 2,0                        | 21              | 0,29                          | 0,21       | 0,08                            | 0,05       | 2,23                     | 1,63       | 0,62                | 0,43       |
| F            | 0,6                        | 8               | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| G            | 0,9                        | 9               | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| H            | 1,2                        | 13              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| I            | 0,9                        | 10              | 0,11                          | 0,11       | 0,04                            | 0,04       | 0,38                     | 0,38       | 0,13                | 0,13       |
| J            | 0,8                        | 9               | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| Z1           | 2,2                        | 23              | 0,02                          | 0,02       | 0,01                            | 0,01       | 0,18                     | 0,18       | 0,06                | 0,06       |
| Z2           | 1,6                        | 16              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| Z3           | 1,3                        | 15              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| S1           | 2,0                        | 21              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| S4           | 5,0                        | 51              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| S6           | 2,7                        | 27              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |
| <b>total</b> | <b>47</b>                  | <b>487</b>      | <b>0,02</b>                   |            | <b>0,02</b>                     |            | <b>4</b>                 | <b>2</b>   | <b>3</b>            | <b>2</b>   |
| RIO          | 319                        | 33              | 0,10                          | 0,06       | 0,28                            | 0,17       | 1,31                     | 0,75       | 3,62                | 2,14       |
| RB           | 205                        | 22              | 0,00                          | 0,00       | 0,00                            | 0,00       | 0,00                     | 0,00       | 0,00                | 0,00       |

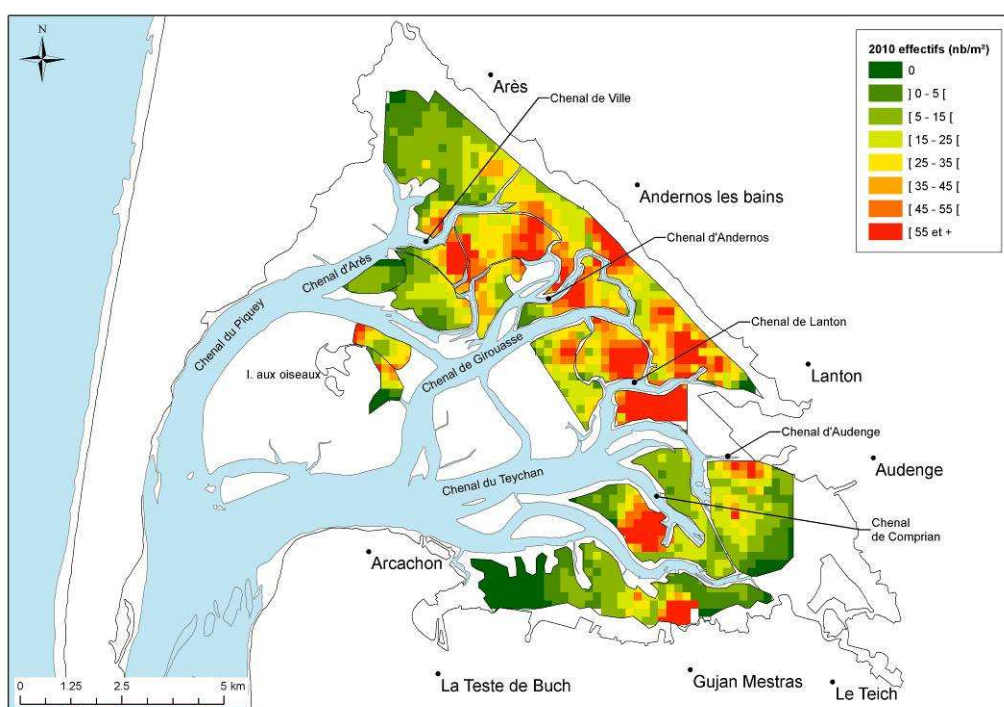
**Toutes palourdes confondues**

| Strate       | Surface (km <sup>2</sup> ) | nb. de stations | Effectifs /0,25m <sup>2</sup> | écart-type | biomasse (g)/0,25m <sup>2</sup> | écart-type | effectif total (million) | écart-type | biomasse totale (t) | écart-type |
|--------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|------------|---------------------------------|------------|--------------------------|------------|---------------------|------------|
| A            | 6,7                        | 69              | 10,93                         | 1,72       | 41,10                           | 6,70       | 293,53                   | 46,25      | 1103,83             | 180,06     |
| B            | 7,3                        | 75              | 16,12                         | 2,16       | 33,74                           | 4,52       | 473,00                   | 63,45      | 989,80              | 132,60     |
| C            | 4,9                        | 50              | 15,92                         | 3,79       | 56,92                           | 15,15      | 311,44                   | 74,06      | 1113,58             | 296,41     |
| D            | 6,9                        | 70              | 4,13                          | 2,20       | 13,22                           | 5,62       | 113,90                   | 60,76      | 364,75              | 155,09     |
| E            | 2,0                        | 21              | 9,12                          | 2,02       | 45,63                           | 12,30      | 71,32                    | 15,81      | 356,89              | 96,22      |
| F            | 0,6                        | 8               | 3,44                          | 2,03       | 10,58                           | 4,85       | 8,65                     | 5,12       | 26,61               | 12,19      |
| G            | 0,9                        | 9               | 11,45                         | 4,24       | 53,51                           | 18,64      | 39,98                    | 14,80      | 186,85              | 65,08      |
| H            | 1,2                        | 13              | 16,92                         | 4,65       | 75,25                           | 19,21      | 79,28                    | 21,80      | 352,66              | 90,02      |
| I            | 0,9                        | 10              | 15,78                         | 6,41       | 28,23                           | 8,49       | 53,98                    | 21,92      | 96,58               | 29,05      |
| J            | 0,8                        | 9               | 9,50                          | 4,09       | 44,93                           | 21,56      | 29,84                    | 12,86      | 141,12              | 67,72      |
| Z1           | 2,2                        | 23              | 13,48                         | 3,04       | 51,51                           | 13,25      | 118,70                   | 26,76      | 453,60              | 116,67     |
| Z2           | 1,6                        | 16              | 10,97                         | 2,48       | 39,23                           | 7,43       | 69,98                    | 15,82      | 250,26              | 47,37      |
| Z3           | 1,3                        | 15              | 13,57                         | 3,36       | 46,70                           | 11,56      | 72,14                    | 17,87      | 248,27              | 61,47      |
| S1           | 2,0                        | 21              | 28,55                         | 4,80       | 51,86                           | 7,86       | 228,61                   | 38,41      | 415,31              | 62,97      |
| S4           | 5,0                        | 51              | 5,35                          | 1,84       | 8,84                            | 2,54       | 106,53                   | 36,63      | 175,85              | 50,51      |
| S6           | 2,7                        | 27              | 17,84                         | 2,86       | 80,04                           | 14,95      | 192,16                   | 30,80      | 861,89              | 161,04     |
| <b>total</b> | <b>47</b>                  | <b>487</b>      | <b>12</b>                     |            | <b>38</b>                       |            | <b>2263</b>              | <b>148</b> | <b>7138</b>         | <b>491</b> |
| RIO          | 319                        | 33              | 6,04                          | 2,09       | 31,18                           | 10,35      | 77,04                    | 26,65      | 397,45              | 131,91     |
| RB           | 205                        | 22              | 11,47                         | 3,33       | 16,73                           | 5,58       | 81,57                    | 23,66      | 118,92              | 39,64      |

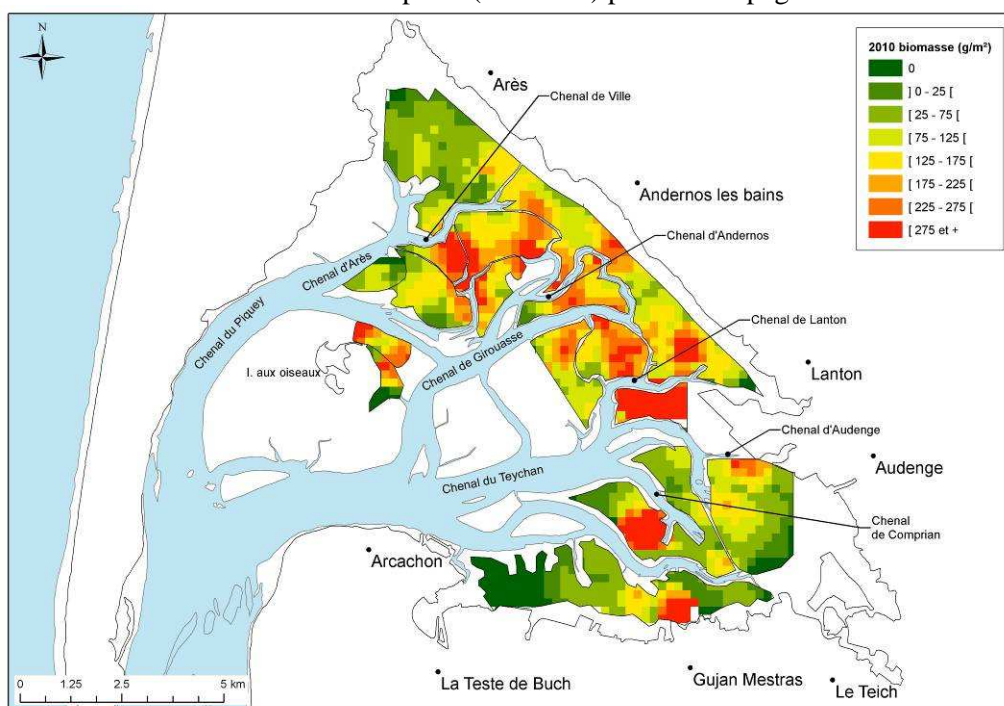


## Annexe 6

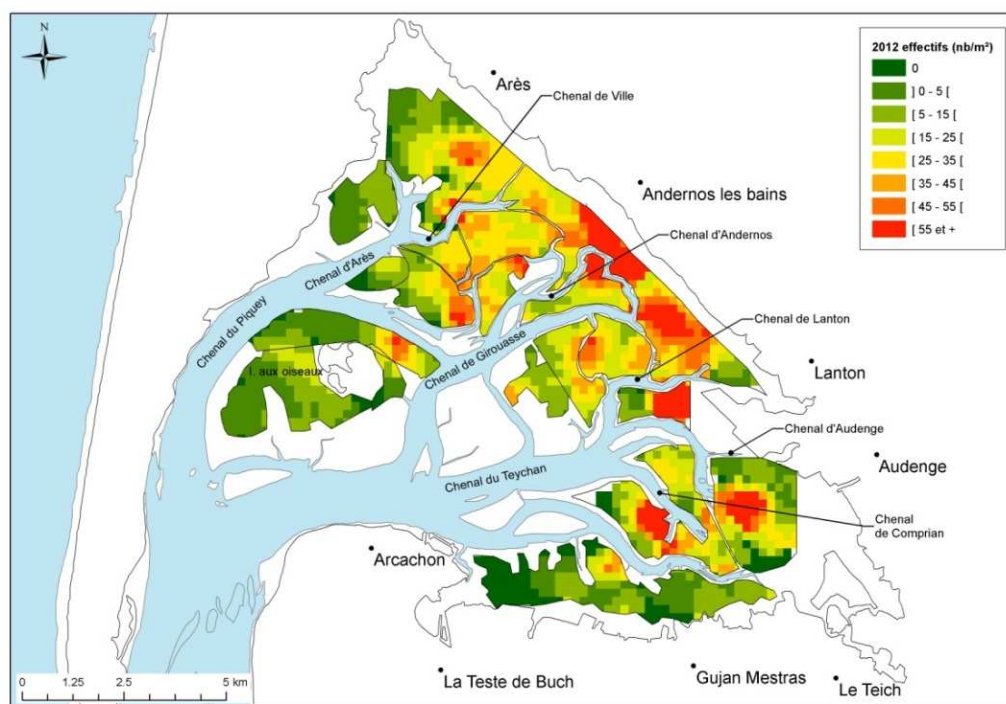
### Répartition des densités (en effectifs et en biomasse) pour les années 2012 et 2010 (cartes élaborées sous ArcGis à partir des calculs effectués sous RGeoS)



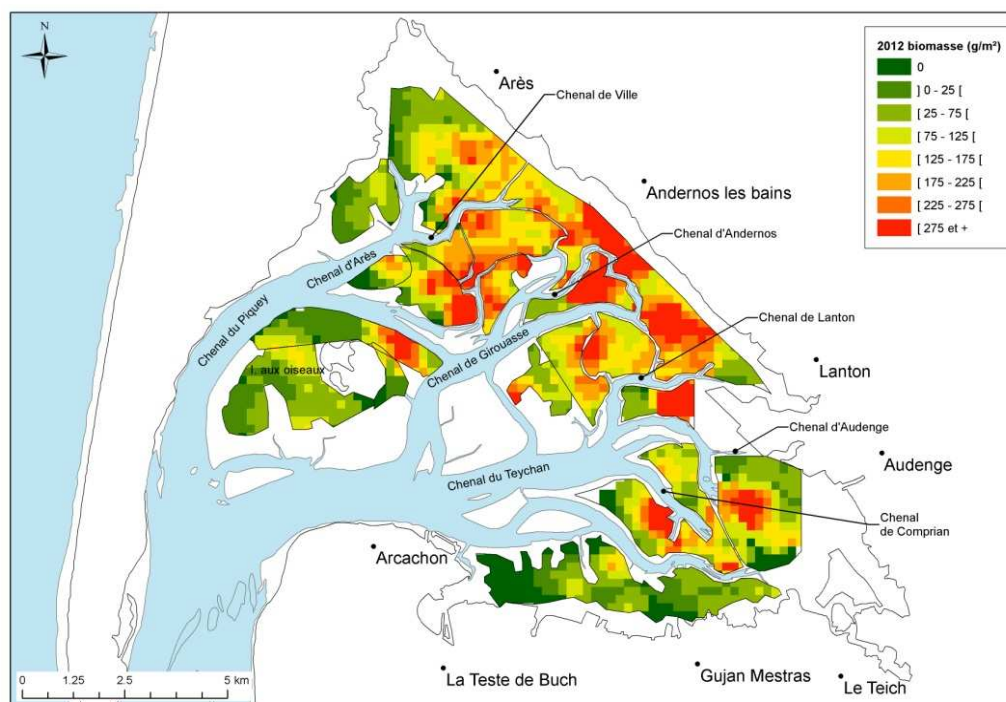
Carte des effectifs interpolés (en nb.m<sup>2</sup>) pour la campagne 2010



Carte des biomasses interpolées (en g.m<sup>2</sup>) pour la campagne 2010



Carte des effectifs interpolés (en nb.m<sup>-2</sup>) pour la campagne 2012



Carte des biomasses interpolées (en g.m<sup>-2</sup>) pour la campagne 2012

## Annexe 7

### Évolution des indicateurs 2006/2008, 2008/2010, 2010/2012

#### Évolution entre 2006 et 2008

| Strate | Abondance totale |          | Abondance exploitable<br>> 35 mm |          | Abondance des juvéniles<br>< 17 mm | Abondance des reproducteurs<br>> 25 mm |
|--------|------------------|----------|----------------------------------|----------|------------------------------------|--|
|        | en effectif      | en poids | en effectif                      | en poids | en effectif                        | en effectif                            |
| A      | -48%             | -60%     | -57%                             | -59%     | 43%                                | -56%                                   |
| B      | 14%              | -46%     | -64%                             | -64%     | 2859%                              | -58%                                   |
| C      | -64%             | -64%     | -64%                             | -63%     | -21%                               | -71%                                   |
| D      | 36%              | 4%       | -4%                              | 0%       | 232%                               | 3%                                     |
| E      | 34%              | 1%       | -22%                             | -19%     | 3200%                              | 12%                                    |
| F      | -99%             | -98%     | -82%                             | -82%     | -100%                              | -98%                                   |
| G      | 124%             | 266%     | 1700%                            | 1366%    | 75%                                | 286%                                   |
| H      | -19%             | -33%     | -40%                             | -36%     | 33%                                | -34%                                   |
| I      | -                | -        | -                                | -        | -                                  | -                                      |
| J      | -                | -        | -                                | -        | -                                  | -                                      |
| Z1     | 15%              | 91%      | 49%                              | 49%      | -42%                               | 221%                                   |
| Z2     | 104%             | 28%      | -17%                             | -19%     | 1547%                              | 35%                                    |
| Z3     | -4%              | -23%     | -37%                             | -39%     | 972%                               | -29%                                   |
| S1     | -35%             | -39%     | -8%                              | -11%     | 107%                               | -42%                                   |
| S4     | -3%              | -23%     | -21%                             | -20%     | 552%                               | -20%                                   |
| S6     | -35%             | -37%     | -19%                             | -20%     | -39%                               | -47%                                   |

## Évolution entre 2008 et 2010

| Strate | Abondance totale |          | Abondance exploitable<br>> 35 mm |          | Abondance des juvéniles<br>< 17 mm | Abondance des reproducteurs<br>> 25 mm |
|--------|------------------|----------|----------------------------------|----------|------------------------------------|--|
|        | en effectif      | en poids | en effectif                      | en poids | en effectif                        | en effectif                            |
| A      | 22%              | -13%     | -40%                             | -37%     | 22%                                | -22%                                   |
| B      | 43%              | 51%      | -68%                             | -67%     | -57%                               | 50%                                    |
| C      | 101%             | 55%      | 38%                              | 41%      | 94%                                | 60%                                    |
| D      | 20%              | 23%      | -29%                             | -32%     | 8%                                 | 37%                                    |
| E      | 32%              | 14%      | -18%                             | -22%     | -9%                                | 22%                                    |
| F      | 257%             | 204%     | 100%                             | 97%      | -                                  | 267%                                   |
| G      | 62%              | 51%      | 17%                              | 24%      | -2%                                | 48%                                    |
| H      | 42%              | 56%      | 0%                               | 1%       | -61%                               | 85%                                    |
| I      | -60%             | -45%     | -50%                             | -47%     | -82%                               | -47%                                   |
| J      | -16%             | 19%      | 13%                              | 1%       | -90%                               | 41%                                    |
| Z1     | -35%             | -28%     | -25%                             | -22%     | -55%                               | -31%                                   |
| Z2     | 49%              | 46%      | -35%                             | -34%     | -58%                               | 45%                                    |
| Z3     | 198%             | 144%     | 163%                             | 172%     | 252%                               | 129%                                   |
| S1     | 77%              | 15%      | -30%                             | -32%     | 190%                               | -10%                                   |
| S4     | 26%              | 16%      | -68%                             | -71%     | -77%                               | 21%                                    |
| S6     | 21%              | 7%       | -52%                             | -51%     | 12%                                | 18%                                    |

## Évolution entre 2010 et 2012

| Strate | Abondance totale |          | Abondance exploitable<br>> 35 mm |          | Abondance des juvéniles<br>< 17 mm | Abondance des reproducteurs<br>> 25 mm |
|--------|------------------|----------|----------------------------------|----------|------------------------------------|--|
|        | en effectif      | en poids | en effectif                      | en poids | en effectif                        | en effectif                            |
| A      | 71%              | 97%      | -24%                             | -30%     | -72%                               | 157%                                   |
| B      | 12%              | 57%      | 27%                              | 19%      | -88%                               | 112%                                   |
| C      | 50%              | 42%      | -49%                             | -55%     | -35%                               | 60%                                    |
| D      | -34%             | -42%     | -19%                             | -20%     | -13%                               | -50%                                   |
| E      | -19%             | -8%      | -36%                             | -37%     | -83%                               | 11%                                    |
| F      | 17%              | -7%      | -86%                             | -83%     | 14%                                | -9%                                    |
| G      | -60%             | -51%     | -40%                             | -45%     | -97%                               | -48%                                   |
| H      | 14%              | 16%      | -9%                              | -19%     | -33%                               | 27%                                    |
| I      | 56%              | 77%      | 20%                              | 6%       | -100%                              | 150%                                   |
| J      | -14%             | 16%      | 70%                              | 78%      | 0%                                 | 5%                                     |
| Z1     | 27%              | 31%      | 15%                              | 10%      | -16%                               | 33%                                    |
| Z2     | 21%              | 37%      | -36%                             | -43%     | -89%                               | 73%                                    |
| Z3     | -28%             | -28%     | -76%                             | -77%     | -89%                               | -8%                                    |
| S1     | -26%             | 10%      | 18%                              | 17%      | -90%                               | 51%                                    |
| S4     | 48%              | 53%      | 11%                              | 12%      | -58%                               | 60%                                    |
| S6     | -16%             | 10%      | 53%                              | 46%      | -88%                               | 19%                                    |