

Isabelle Auby
Danièle Maurer
Coralie Connès
Claire Barbier
Myriam Perrière-Rumèbe
Loïc Rigouin
Marie-Pierre Tournaire

Direction départementale des territoires et de la mer de la Gironde
Service maritime et littoral

Bastien Simonnet
Romuald Navarro

Décembre 2012 – RST/LER/AR/12-007

Reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon Année 2012



Reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon - Année 2012

Une partie de ce travail (chapitre 4) a été réalisée grâce à l'implication de 3 ostréiculteurs : Angelika Hermann, Benoît Bidondo et Olivier Laban qui ont assuré la gestion des collecteurs sur le terrain.

Les pêches de larves ont été assurées par François Petit et son équipe.

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : RST/LER/AR/12-007. Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte: <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Stéphane POUVREAU – Ifremer RBE-PFOM-PI Ismaël BERNARD – Euréka Modélisation	Date de publication : Décembre 2012 Nombre de pages : 63 p. Bibliographie: oui Illustration(s): oui Langue du rapport : Français
Titre et sous-titre du rapport : <i>Reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon Année 2012</i>	
Contrat IFREMER n° 12/5210934/F Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>	
Auteur(s) principal(aux) : Isabelle Auby Danièle Maurer Coralie Connès Claire Barbier Myriam Perrière-Rumèbe Loïc Rigouin Marie-Pierre Tournaire Bastien Simonnet Romuald Navarro	Organisme / Direction / Service, laboratoire Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon Direction départementale des territoires et de la mer de la Gironde Service maritime et littoral
Cadre de la recherche : PJ0701 Observations, analyse et prévision des performances conchyliques	



INTRODUCTION	7
1. RAPPEL SUR LA REPRODUCTION	9
2. MATURATION	11
2.1. INTRODUCTION	11
2.2. METHODES	11
2.3. RESULTATS	12
3. PONTES ET DEVELOPPEMENT LARVAIRE	17
3.1. METHODES	17
3.2. RESULTATS	18
4. SUIVI SPATIO-TEMPOREL DU RECRUTEMENT AU COURS DE L'ETE EN 3 SITES DU BASSIN	27
4.1. METHODES	27
4.2. RESULTATS	28
5. ESTIMATION DU RECRUTEMENT A L'ISSUE DE LA SAISON DE REPRODUCTION : ABONDANCE ET SURVIE DES NAISSAINS	33
5.1. METHODES	33
5.2. RESULTATS 2012	36
5.3. L'ANNEE 2012 PAR RAPPORT AUX AUTRES ANNEES	41
CONCLUSION	45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
ANNEXE 1 : RESULTATS DES PECHEES DE LARVES DANS LES 6 STATIONS EN 2012	49
ANNEXE 2 : DONNEES RELATIVES A LA MATURATION DES HUITRES SAUVAGES ECHANTILLONNEES DANS LE CADRE DES RESEAUX REPHY ET REMI EN 2012 DANS LE BASSIN D'ARCACHON	52
ANNEXE 3 : TEMPERATURE DE L'EAU A EYRAC ENTRE 1987 ET 2012 ECARTS A LA MOYENNE MENSUELLE	55
ANNEXE 4 : SECTEURS DE CAPTAGE ET NOMBRE DE COLLECTEURS ECHANTILLONNES EN 2012	57
ANNEXE 5 : VARIANCES INTER (TUILES OU CORDEES) ET INTRA (FRACTIONS DE TUILE OU COUPELLES) - OPTIMISATION	59
ANNEXE 6 : NUMERATIONS DES NAISSAINS D'HUITRES SUR LES COLLECTEURS (DU 15 AU 29 OCTOBRE) A L'ISSUE DE LA SAISON DE REPRODUCTION 2012	60

Introduction

Durant chaque saison estivale, le laboratoire IFREMER d'Arcachon réalise, dans le cadre d'une convention avec le Comité Régional de la Conchyliculture Arcachon-Aquitaine (CRCAA), le suivi de la reproduction des huîtres creuses dans le Bassin d'Arcachon.

Ce suivi a pour but de fournir aux ostréiculteurs les informations nécessaires à la mise en œuvre du captage de naissains :

- dates et importance des pontes,
- vitesse de développement des larves,
- présence dans le milieu des stades les plus évolués (proches de la fixation).

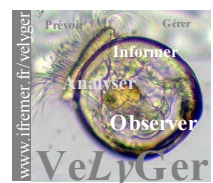
Le suivi de la reproduction est effectué entre mi juin et fin août (prolongé jusqu'à mi-septembre en 2011, et fin septembre en 2012), des prélèvements de plancton (« pêches de larves ») étant réalisés quatre fois par semaine dans plusieurs sites représentatifs du Bassin. Les larves d'huîtres aux différents stades y sont dénombrées.

A l'issue de la saison de reproduction (septembre à novembre), **l'estimation du recrutement** sur les collecteurs est effectuée par comptage des naissains captés sur un certain nombre de tuiles prélevées, avec l'aide des Affaires Maritimes d'Arcachon, dans les différents secteurs de captage. Depuis 2008, le captage est également évalué sur les coupelles et la **mortalité des naissains** sur les collecteurs est estimée grâce à un soutien financier supplémentaire obtenu depuis 2008 dans le cadre du réseau national Velyger (<http://www.ifremer.fr/velyger>).

Par ailleurs, les résultats obtenus dans le cadre du réseau REMORA (Réseau National Mollusque de l'IFREMER) puis, à partir de 2009, dans le cadre du réseau RESCO de l'Observatoire conchylicole (http://www.ifremer.fr/observatoire_conchylicole) sont utilisés pour caractériser la **maturation** des géniteurs au cours du printemps précédant la saison de reproduction.

Ce rapport présente les résultats de la saison de reproduction 2012, interprétés à la lumière de la synthèse des séries de données anciennes (Auby *et al.*, 2000 ; 2002a ; 2002b ; 2005 ; 2006 ; 2008 ; 2010, Auby et Maurer, 2004, Maurer *et al.*, 2001, 2003 2007 ; 2009 ; 2011).

Enfin, il faut noter que, dans le cadre du **réseau Velyger**, les mêmes types de suivis sont réalisés en parallèle dans les 4 autres bassins ostréicoles pratiquant le captage (Etang de Thau, Pertuis Charentais, Baie de Bourgneuf et Rade de Brest). Cette démarche permet de disposer, depuis 2008, d'une vision nationale des performances de reproduction et de captage de l'huître creuse en France.



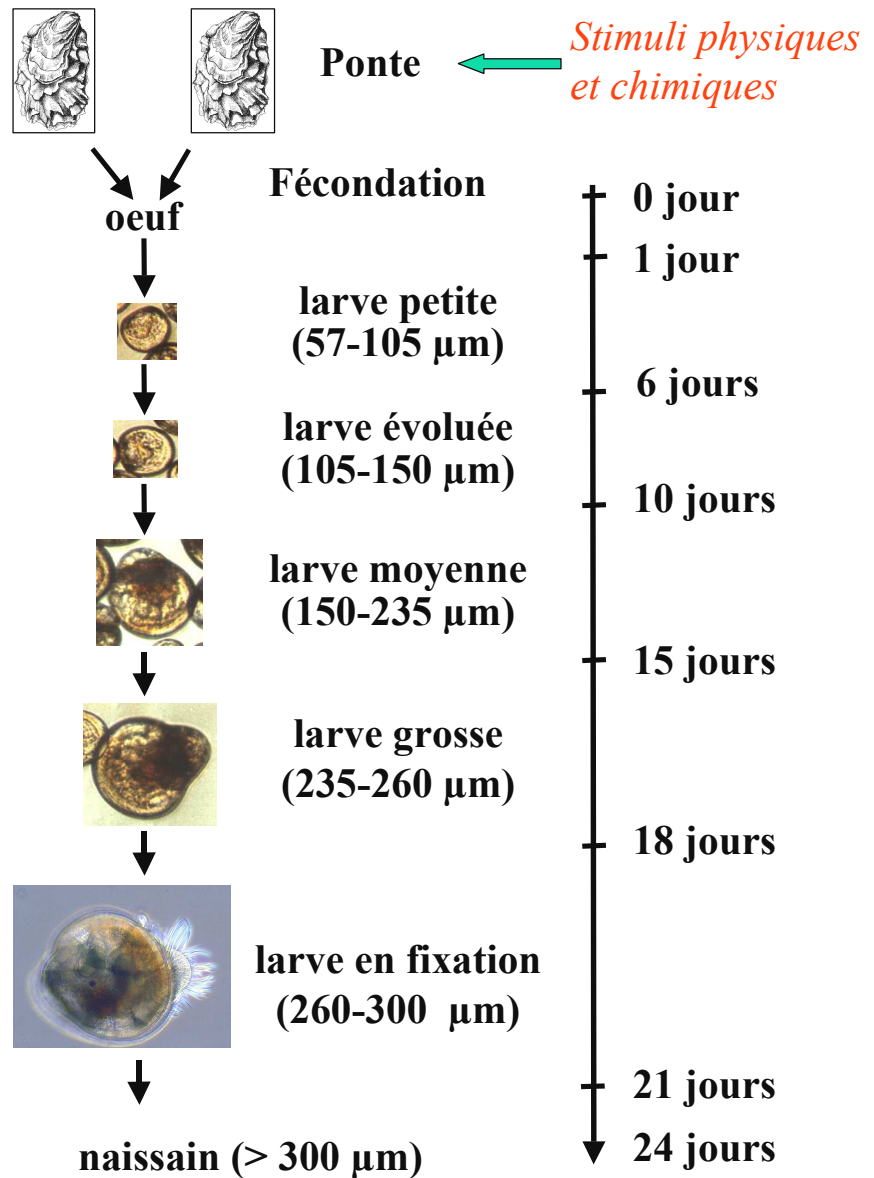


Figure 1 : Nomenclature employée par les biologistes conchylicoles pour décrire le développement larvaire de l'huître creuse *Crassostrea gigas*.

Jours après fécondation	Appellations des malacologistes	Hauteur (µm)	Stades des biologistes conchylicoles	Hauteur (µm)
1 - 6	Véligères - Larves D (1 j)	57 - 105	Petites	57 - 105
6 à 18	Véligères umbonées	105 - 260	Evoluées Moyennes Grosses	105 - 150 150 - 235 235 - 260
18 à 22	Véligères oeuillées	260 - 280	En fixation	> 260
22 à 24	Pédiveligères	280 - 300	En fixation	> 260
> 24	Plantigrades	> 300	Naissains	> 300

Tableau 1 : Stades employés par les biologistes conchylicoles pour décrire le développement larvaire de *Crassostrea gigas*.

1. Rappel sur la reproduction

La maturation des huîtres se traduit par une évolution des constituants glucidiques et lipidiques. Elle débute par une accumulation de glucides au printemps, simultanée avec la reprise de la croissance. Ces composants sont ensuite transformés en lipides de réserve des gamètes dans la dernière phase de la maturation. Schématiquement, le pic de glucides (centré sur mai) précède d'environ un mois le pic de lipides (juin) obtenu avant la première ponte importante (juillet). La maturation des huîtres d'un même lot est synchrone, de même que la première ponte importante qui concerne, en général, la quasi totalité des individus du lot (His, 1975 ; Maurer et Borel, 1986).

La saison de reproduction dans le Bassin d'Arcachon s'étend de début juin à mi-septembre (His, 1975). La date de déclenchement des premières pontes est liée à la température de l'eau printanière (déterminant la vitesse de maturation) (Manaud *et al.*, 1997) et estivale (les pontes ne se produisant pas en dessous de 20 °C même si les huîtres sont matures). Les conditions hydrologiques du Bassin d'Arcachon conduisent ainsi à ce que les émissions massives se produisent avant la fin du mois de juillet. D'une façon générale, les populations d'huîtres situées dans la partie orientale de la Baie pondent plus précocement que les populations situées à l'entrée. Suivant les années, les pontes peuvent être massives ou diffuses, selon que les différentes populations fraient ensemble (pontes synchrones) ou les unes après les autres (pontes asynchrones) et que les individus se vident complètement ou non de leurs produits sexuels (frai total ou partiel). Par ailleurs, au cours d'une même saison de reproduction, un individu peut pondre plusieurs fois (His, 1991), l'huître reconstituant des produits sexuels entre les différents frais.

Dans les 24 heures qui suivent la fécondation (pour une température comprise entre 22 et 24 °C), la larve d'huître, ou **véligère**, est formée, après un rapide passage par le stade trochophore. Sa hauteur¹ est alors d'environ 60 µm et elle a la forme d'un D majuscule d'où son appellation de **larve D**. Elle présente une coquille avec deux valves reliées par une charnière ainsi qu'un velum, sorte de voile cilié qu'elle déploie hors de sa coquille lorsqu'elle nage et qui lui sert à capter sa nourriture. Dès ce stade, les principaux organes larvaires sont en place (Lucas, 1982). L'appareil digestif, notamment, est fonctionnel et n'évoluera pas jusqu'à la fin de la vie pélagique.

La **durée de la vie pélagique** de la véligère est fonction de la température et de la quantité de nourriture disponible. Dans le Bassin d'Arcachon, elle est le plus souvent d'environ **vingt et un jours**. Certaines années, quand les conditions sont très favorables, elle peut ne durer que 15 jours (His, 1991). Au cours de sa vie pélagique, la larve grandit et subit des transformations (Figure 1 et Tableau 1). La description qui suit est largement reprise de His (1991).

Vers le sixième jour, un crochet, ou umbo, se forme sur la charnière de la coquille. Il est bien visible lorsque la larve, dite alors **umbonée**, dépasse la hauteur de 110 µm. Lorsque la hauteur de la larve dépasse 250 µm, une tache oculaire, improprement appelée œil et jouant un rôle sensoriel, apparaît au niveau de la première ébauche branchiale ; la larve est alors dite **œillée**. Le dernier stade de la vie pélagique est atteint lorsque la larve approche et dépasse la hauteur de 300 µm : c'est la

¹ plus grande dimension perpendiculairement à la charnière.

pédivéligère. Le velum est toujours actif, permettant à la larve de nager, mais un pied s'est aussi formé. Il permettra à la larve, lors de sa fixation, de ramper sur le support, de le choisir (rôle sensitif) et de sécréter le ciment assurant le scellement (rôle glandulaire). Cette fixation s'accompagne d'une métamorphose conduisant à la disparition du velum, la formation des palpes labiaux, le développement des branchies et la régression du pied. La larve métamorphosée sécrète sa coquille définitive et atteint le stade **plantigrade (juvénile)**.

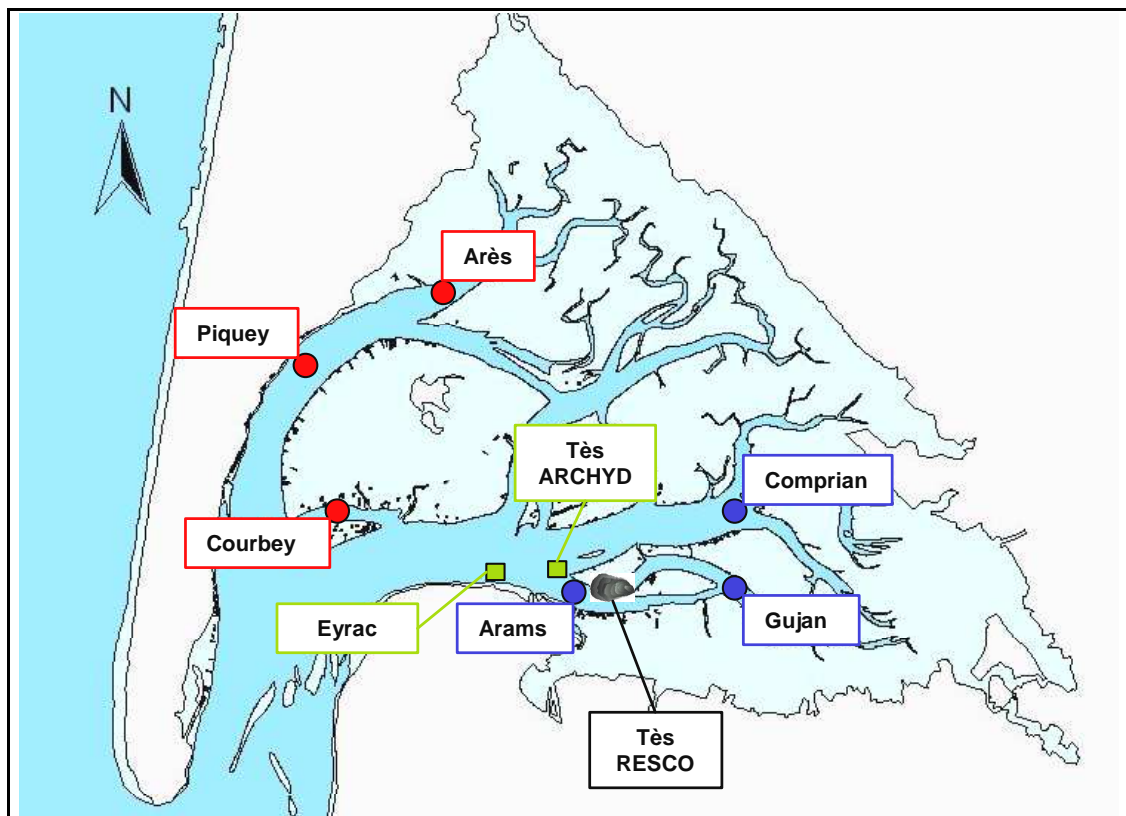


Figure 2 : Localisation des stations de pêche de larves d'huîtres dans le Bassin d'Arcachon (bleu : secteur est ; rouge : secteur ouest), des stations de mesures des paramètres hydro(bio)logiques (vert) et du parc à huîtres expérimental (noir).

2. Maturation

2.1. Introduction

La maturation des géniteurs dépend de deux paramètres : la température de l'eau et la quantité de nourriture disponible (biomasse phytoplanctonique évaluée par la concentration en chlorophylle *a* dans l'eau) (Auby et Maurer, 2004).

Schématiquement :

- la vitesse de maturation (et donc la précocité des premières pontes) est positivement liée à la température entre la fin de l'hiver et la fin du printemps,
- l'effort de reproduction, ou fécondité, (quantité de produits sexuels élaborée par les géniteurs), est positivement lié(e) à l'abondance de la nourriture disponible pour ces géniteurs entre la fin de l'hiver et la fin du printemps, *via* l'accumulation de réserves destinées à la reproduction.

2.2. Méthodes

2.2.1. Paramètres influant sur la maturation

Dans le cadre du réseau hydrologique ARCHYD, des données de température et de chlorophylle *a* sont collectées depuis 1987 en 7 stations du Bassin d'Arcachon (fréquence hebdomadaire, alternances de mesures à basse et à haute mer). Les gammes de variation des moyennes mensuelles des différents paramètres peuvent être calculées grâce aux résultats de ce suivi.

2.2.2. Maturation

Deux séries d'études permettent de caractériser les variations inter-annuelles de la maturation.

➤ Des suivis annuels expérimentaux de la croissance, de la maturation et de la qualité des huîtres du Bassin d'Arcachon ont été menés de 1985 à 1996 en trois sites de la Baie (Mnaud *et al.*, 1997) et exploités dans le cadre de l'étude pluriannuelle sur la reproduction (Auby et Maurer, 2004).

La méthodologie utilisée était la suivante :

(1) Chaque année, un lot d'huîtres âgées de 18 mois, calibré entre 20 et 30 g, était mis en place en février dans des poches ostréicoles (à raison de 250 individus par poche) dans trois secteurs du Bassin d'Arcachon : Cap Ferret, Jacquets, Tès. Ces lots faisaient ensuite l'objet d'un suivi pendant un an. Les résultats analysés concernent seulement une des stations étudiées, Tès, à proximité de laquelle des mesures de température en continu étaient disponibles (jetée d'Eyrac) (Figure 2).

(2) Un échantillon de 30 huîtres était prélevé deux fois par mois en période de maturation et de reproduction (d'avril à septembre) et une fois par mois le reste de l'année. Sur ces individus étaient effectuées des mesures biométriques individuelles

(poids total, poids sec) et des mesures globales (index de condition de Medcof et Needler ², dosage des constituants glucidiques et lipidiques) (Manaud *et al.*, 1997).

➤ A partir de 1993, le Réseau National Mollusque de l'IFREMER (REMORA) a été mis en place afin de caractériser les différents bassins conchylicoles français et de les comparer. Ce réseau évalue la croissance et la qualité des huîtres selon un protocole d'élevage standardisé commun aux six laboratoires côtiers IFREMER impliqués dans cette opération. Les résultats obtenus font l'objet de la publication d'un rapport annuel (rapports concernant les résultats nationaux 1997 à 2008 téléchargeables à l'adresse suivante : <http://www.ifremer.fr/remora/Pages/Resuann.htm>).

➤ A partir de 2008, le réseau REMORA a évolué. Renommé RESCO, il est associé au réseau VELYGER pour constituer l'Observatoire National Conchylicole, dont une présentation est disponible à l'adresse : http://wwwz.ifremer.fr/observatoire_conchylicole. Les mesures réalisées dans le cadre de ce réseau sont identiques à celles de REMORA, mais la fréquence des observations est plus élevée (deux fois par mois de mai à septembre et une fois par mois le reste de l'année).

Dans ce cadre, un estimateur de la condition des mollusques est évalué chaque année au cours du mois de juin. Il s'agit de l'indice de Lawrence et Scott³, qui résulte d'un calcul différent de celui de l'index de condition de Medcof et Needler précédemment cité.

Cet indice de Lawrence et Scott a été calculé sur les huîtres du suivi annuel expérimental (1985 à 1996).

2.3. Résultats

La présentation des données hydrologiques de la station Tès, située en position médiane dans la Baie (Tès hydrologie - Figure 2), permet de caractériser le premier semestre de l'année 2012 par rapport à l'ensemble de la série chronologique.

2.3.1. Température

Sur la figure 3, la boîte jaune représente la distribution de 50% des valeurs moyennes de température, valeurs comprises entre le premier et le troisième quartile pour le mois considéré pendant la période de référence (1988-2011). La barre noire à l'intérieur de la boîte représente la médiane des valeurs de ce mois pour la même période. **Les valeurs de température contenues dans ces boîtes jaunes peuvent donc être considérées comme les valeurs habituelles pour le mois en question.** Les points rouges figurent les moyennes arithmétiques mensuelles de température en 2012.

² Index de condition de Medcof et Needler (1941) (M&N) = Poids sec (mg) / Volume intervalvaire (ml)

³ Indice de Lawrence et Scott (1982) (L&S) = Poids sec de chair (mg)/(Poids total (g)– Poids coquille (g))

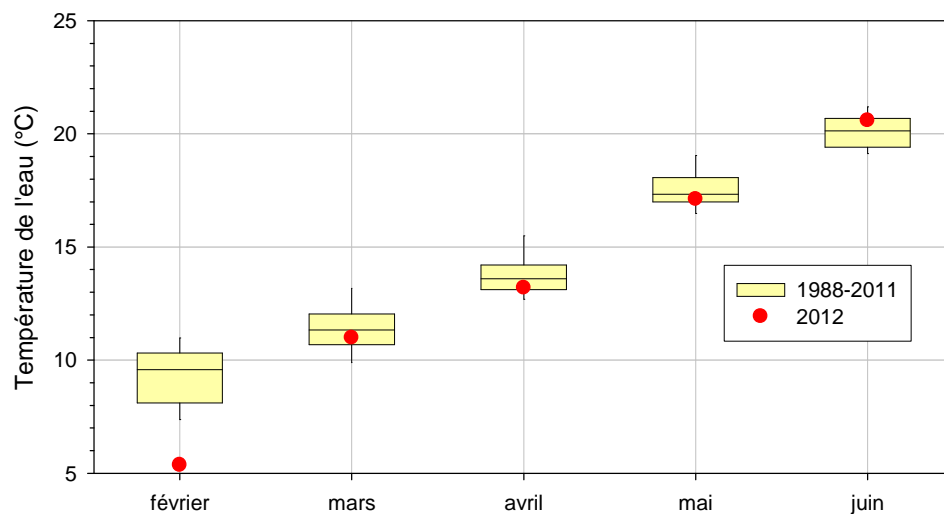


Figure 3 : Evolution mensuelle de la température de l'eau à la station Tès.

En 2012, la température de l'eau a été beaucoup plus froide que la normale en février et inférieure à la médiane pendant les 3 mois suivants. (Figure 3). Les populations de géniteurs ont donc subi des températures assez faibles pour la zone au cours de la maturation.

2.3.2. Chlorophylle a

Au printemps 2012, la biomasse phytoplanctonique a présenté des valeurs plutôt basses en février et mars, et supérieures aux normales en avril, mai et surtout juin. (Figure 4).

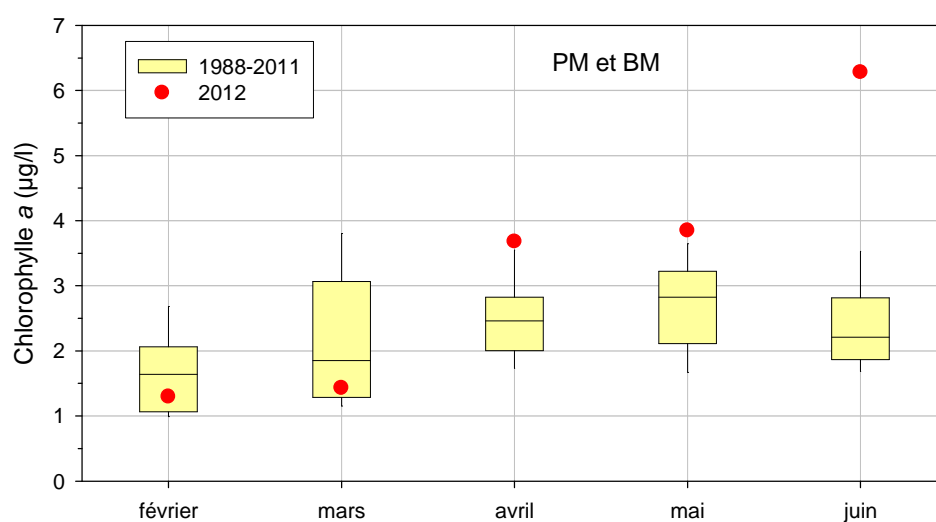


Figure 4 : Evolution mensuelle de la teneur en chlorophylle a à la station Tès.

Cette richesse en chlorophylle *a* laissait présager *a priori* un effort de reproduction important l'été suivant.

Cependant, depuis quelques années, dans l'angle sud-est du Bassin (station « Tès » et station « Comprian » située en position plus orientale), on observe, au printemps et en été, une forte disparité des teneurs en chlorophylle *a* à basse mer et à pleine mer, avec des valeurs souvent beaucoup plus fortes à basse mer (Figure 5).

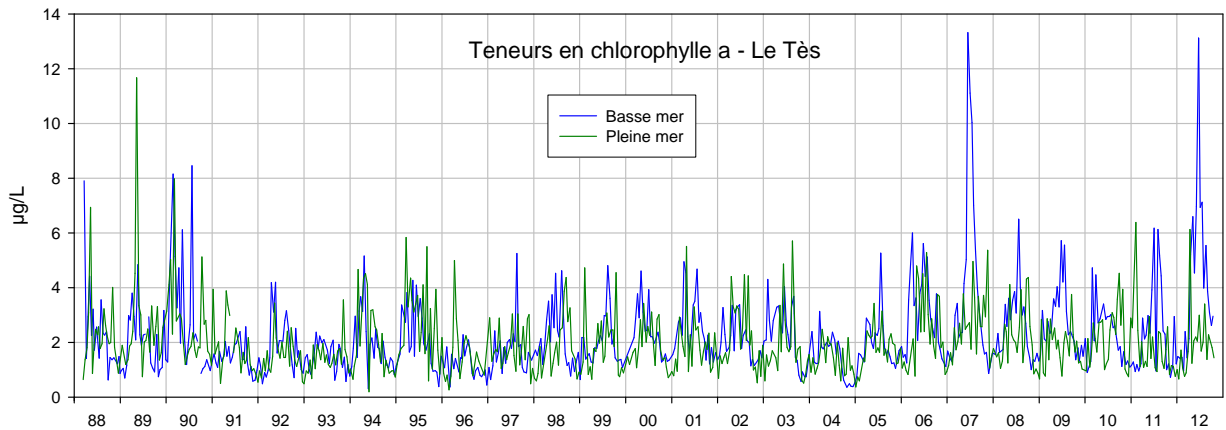


Figure 5 : Evolution de la teneur en chlorophylle *a* à la station Tès.

Une étude a été entreprise afin de mieux caractériser ce phénomène, en collaboration avec la station marine d'Arcachon (Laboratoire EPOC). En particulier, il s'agit de déterminer l'origine de ces fortes concentrations en chlorophylle⁴, phytoplancton (dont se nourrissent les huîtres) ou matières détritiques (fragments de macroalgues ou de zostères mortes par exemple) qui ne participent pas à leur alimentation. Les premières observations des échantillons de basse mer semblent déjà indiquer qu'il ne s'agit pas de phytoplancton. Cette hypothèse sera discutée dans le paragraphe suivant.

2.3.3. Maturation

L'indice de condition de Lawrence et Scott (L&S) (caractérisant la potentialité de l'intensité de l'effort de reproduction) mesuré dans le cadre de l'Observatoire conchylicole était assez faible (71,1) en juin 2012 chez les huîtres du secteur Tès.

Au regard du modèle établi à partir des données des années précédentes, mettant en relation la chlorophylle *a* et l'indice L&S (Figure 6), on aurait pu s'attendre à une valeur plus élevée de l'indice de condition. Comme il a été signalé dans le paragraphe précédent, il est possible que les teneurs en chlorophylle *a*, surtout cette dernière année, rendent mal compte de la quantité de nourriture réellement disponible pour les huîtres. Il est aussi possible que la qualité (et non simplement la quantité) de la nourriture disponible pour les géniteurs intervienne également sur cet indice (Pouvreau *et al.*, 2011).

⁴ Les dénombrements du phytoplancton au microscope réalisés dans le cadre du REPHY ne concernent que les pleines mers.

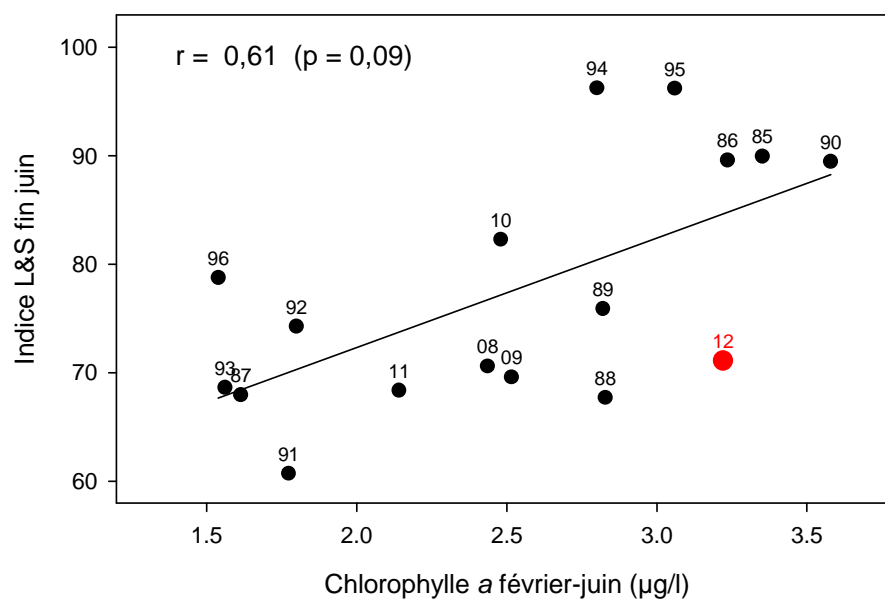


Figure 6 : Relation entre l'indice de Lawrence et Scott des huîtres du Tès fin juin et la biomasse phytoplanktonique printanière (chl a) à la station Tès (1985-1996 et 2008-2011 : en noir -2012 : en rouge).



3. Pontes et développement larvaire

3.1. Méthodes

Le suivi des pontes et du développement larvaire s'effectue au travers de pêches de plancton dans lesquelles les différents stades larvaires des huîtres sont dénombrés.

Les pêches sont effectuées dans plusieurs chenaux du Bassin, de façon à prospecter les différentes masses d'eau qui peuvent contenir des larves : Arès, Piquey et Courbey (réunis sous l'appellation de secteur ouest) et Comprian, Gujan, Arams (secteur est) (Figure 2).

Chaque secteur est échantillonné de une à deux fois par semaine de mi juin à fin août (fin septembre en 2012), soit pendant la majeure partie de la période de reproduction. Lors de chaque prélèvement de larves, la température et la salinité de l'eau de surface sont aussi mesurées.

☞ Le prélèvement de larves est réalisé à la pompe, immédiatement suivi d'une filtration de l'eau.

Le matériel de pompage est composé d'une moto-pompe équipée d'un débitmètre, l'eau étant aspirée par un tuyau souple (diamètre = 7 cm) lesté et muni d'une crépine à son extrémité. Le pompage s'effectue depuis le bateau faisant lentement route ; il dure 10 minutes, 1,5 à 2 m³ étant ainsi pompés.

En sortie de pompe, l'eau est filtrée sur un filet conique (diamètre 500/90 mm, longueur 80 cm, maille 40 µm) fixé sur le tuyau rigide par quatre attaches et muni d'un collecteur à son extrémité.

L'échantillon de plancton est transféré dans un flacon où il est immédiatement formolé.



☞ Au laboratoire, l'échantillon est filtré sur trois tamis (mailles 500 µm, 125 µm et 40 µm). Le refus du tamis de 500 µm, contenant les macroalgues et les zostères, est éliminé. Les refus des deux autres tamis sont récupérés séparément.



Dès lors, pour chaque station, on dispose de deux fractions qui seront traitées de la même manière.

- fraction comprise entre 125 et 500 μm (contenant plutôt les stades âgés)
- fraction comprise entre 40 et 125 μm (contenant plutôt les stades jeunes)

☞ La fraction est mise à décanter dans une éprouvette graduée de 100 ml. On mesure ensuite la hauteur du culot. Puis, on ajuste le volume d'eau surnageant en vidant l'éprouvette de manière à ne conserver qu'environ 4 fois le volume du culot. Le volume total de l'échantillon (v) est mesuré.

☞ La fraction est homogénéisée directement dans l'éprouvette à l'aide d'un agitateur muni d'un disque perforé à son extrémité. Deux aliquotes de 0,5 ml sont prélevées à la micropipette et transférées sur deux cellules de numération quadrillées. Sur ces deux lames, les larves de chaque stade sont dénombrées.

☞ Pour chaque sous-échantillon, le nombre total de larves de chaque stade est dénombré.

Ainsi, pour une fraction donnée et un sous-échantillon de 0,5 ml donné, le nombre N de larves d'un stade donné présentes dans 1,5 m^3 d'eau pompée est calculé de la façon suivante :

$$N = (1,5 n v / 0,5) / V = 3 n v / V$$

où n est la somme des nombres de larves du stade considéré comptées sur la lame, v (ml) le volume de l'échantillon dilué et V (m^3) le volume pompé.

Les résultats des comptages dans les deux sous échantillons sont ensuite moyennés.

☞ Pour chaque catégorie larvaire, le résultat retenu est la somme des valeurs dénombrées dans les deux fractions.

3.2. Résultats

3.2.1. Température et salinité de l'eau pendant la vie larvaire

Les valeurs de température mesurées lors de chaque prélèvement de larves, sont rapportées dans l'annexe 1.

Toutefois, du fait que les pêches sont effectuées à des heures différentes et que la température varie parfois fortement au cours de la journée, nous préférons présenter ici les valeurs moyennes journalières de température mesurées dans le chenal du Teychan (au niveau de la jetée d'Eyrac) à l'aide d'un enregistreur en continu.

• Température

La température de l'eau au cours du développement larvaire influe positivement sur leur survie (Auby et Maurer, 2004).

Nous disposons de données de température mesurées en continu à la jetée d'Eyrac dans le chenal du Teychan depuis de nombreuses années, ce qui permet d'établir les valeurs « normales » (boîtes jaunes) atteintes par ce paramètre au cours des étés précédents. Sur la figure 7, la courbe rouge représente l'évolution de la température moyenne journalière de l'eau au cours de l'été 2012.



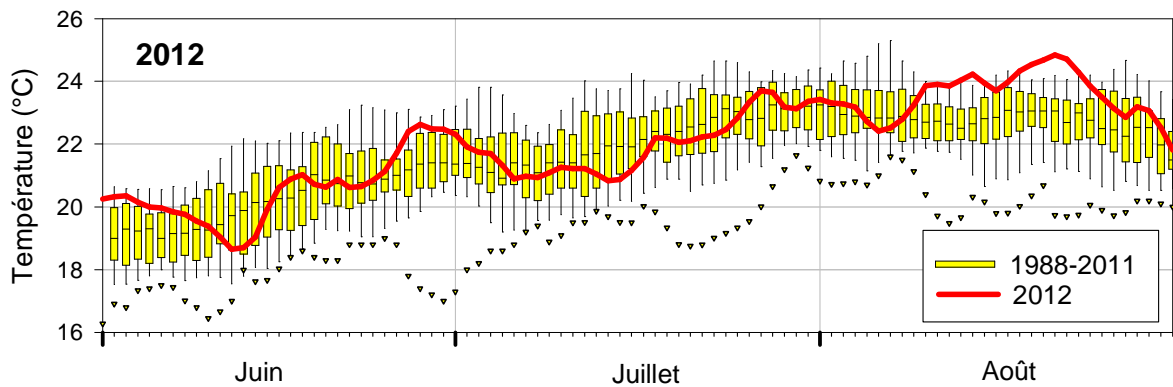


Figure 7 : Evolution journalière de la température de l'eau dans le chenal du Teychan à la jetée d'Eyrac (les triangles correspondent aux minima observés pendant la période 1988-2012).

☞ L'été 2012 a été caractérisé par des températures de l'eau très variables, avec des valeurs conformes ou supérieures (du 10 au 20 août) aux normales journalières pendant les trois mois (Figure 7).

• Salinité :

Quoiqu'on n'ait démontré aucun impact de la salinité sur la survie des larves dans la limite de sa variabilité dans le Bassin d'Arcachon, nous présentons ici quelques données relatives à ce facteur.

Pour ce paramètre, nous ne disposons pas de données historiques mesurées en continu dans le chenal du Teychan. Par contre, des mesures ponctuelles hebdomadaires y sont réalisées dans le cadre du réseau hydrologique ARCHYD (station Tès). Les valeurs mensuelles « habituelles » de la salinité dans ce chenal peuvent être calculées grâce aux résultats de ce suivi (Figure 8). Sur cette figure sont également rapportées les moyennes mensuelles des salinités mesurées en 2012.

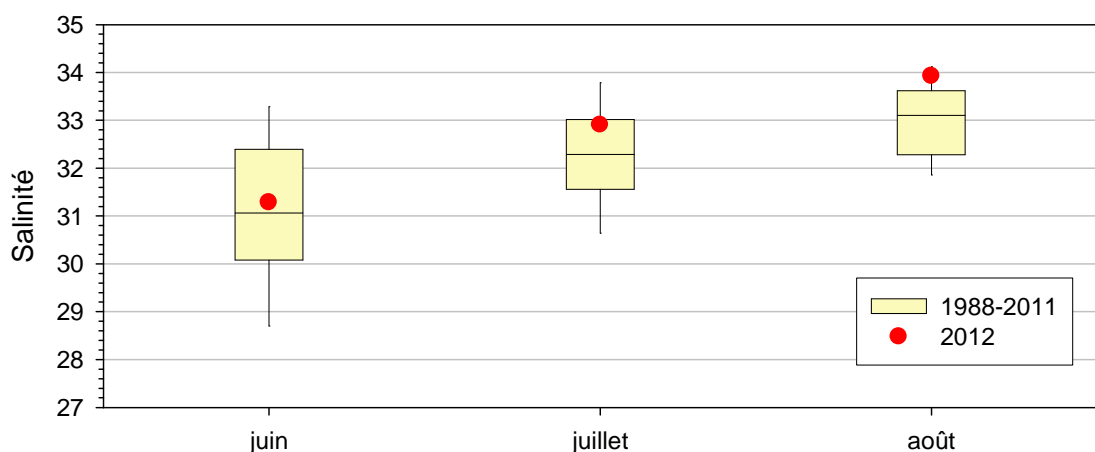


Figure 8 : Evolution mensuelle de la salinité à la station Tès.

☞ Comme cela apparaît sur la figure 8, la salinité était élevée par rapport à la normale en juillet août 2012.

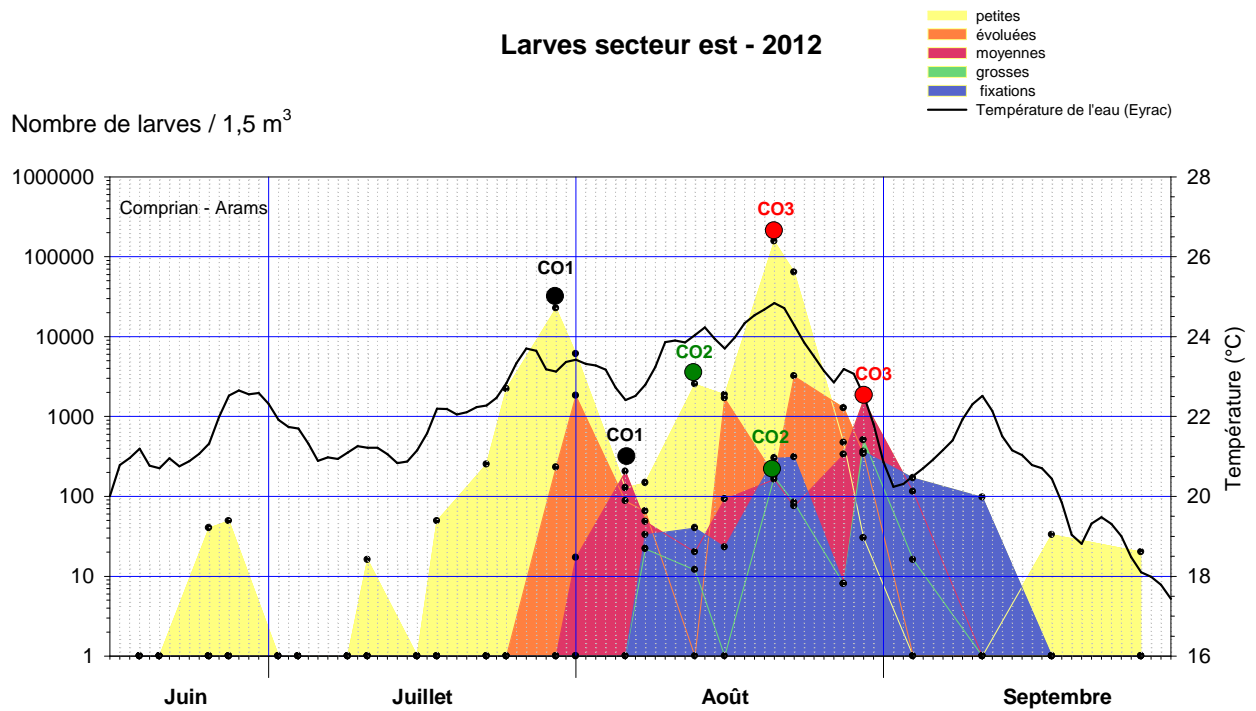


Figure 9 : Résultat des comptages larvaires en 2012 dans le secteur « est » du Bassin d'Arcachon.

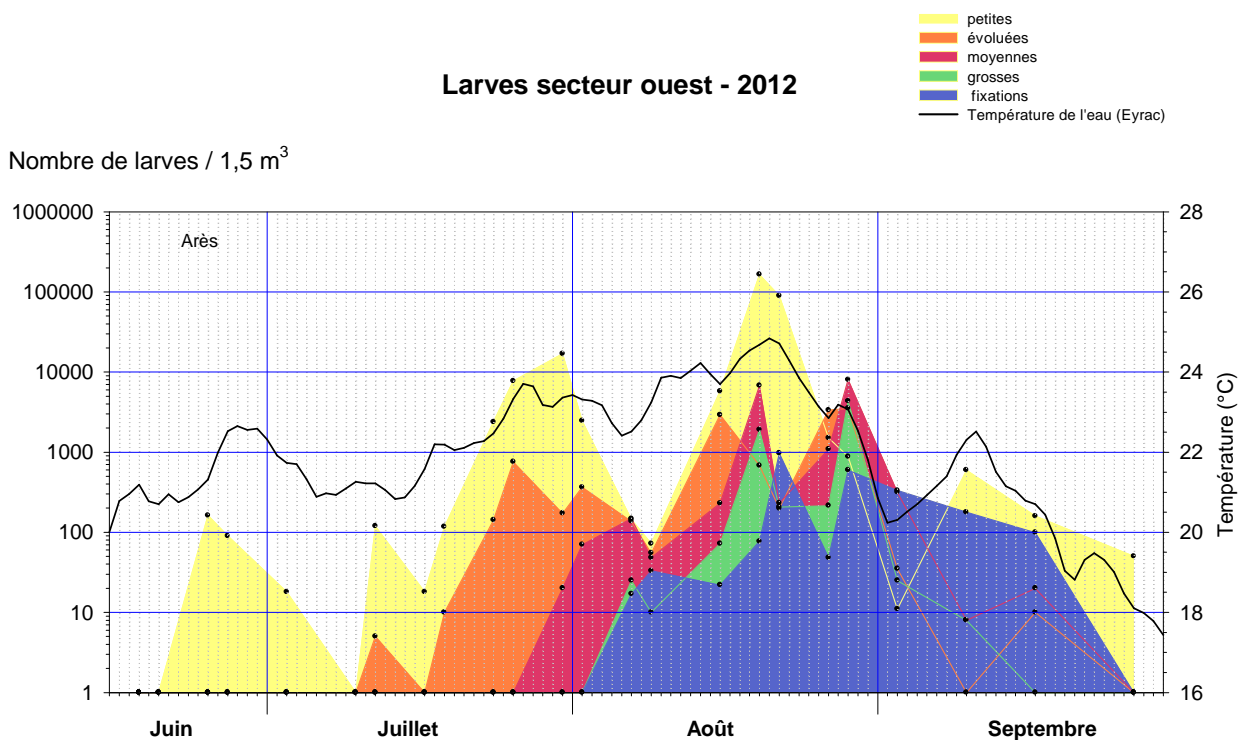


Figure 10 : Résultat des comptages larvaires en 2012 dans le secteur « ouest » du Bassin d'Arcachon.

3.2.2. Les pontes

Le détail des résultats des dénombrements larvaires à chaque station est présenté en annexe 1. Les valeurs moyennées par secteur sont représentées sur les figures 9 et 10.

☞ De très petites pontes ont été mises en évidence dès le milieu du mois de juin.

Par la suite, plusieurs épisodes de ponte ont été observés.

☞ Une première ponte notable a été observée à la fin du mois de juillet, sur tous les sites.

☞ Une deuxième ponte (de très faible ampleur) a eu lieu vers les 13-14 août et n'a été détectée que sur les stations « Arams » et « Arès ».

☞ La troisième ponte constitue le **frai principal** de l'été. Elle s'est produite très tardivement, autour des 18-19 août.

Le suivi des huîtres adultes réalisé dans le cadre de l'observatoire conchylicole à la station du Tès permet de déterminer la date de ponte de ce lot. Comme l'indique la figure 11 présentant l'évolution temporelle de l'indice L&S, ce lot a frayé massivement très tardivement, entre le 17 et le 30 août (3^{ème} épisode).

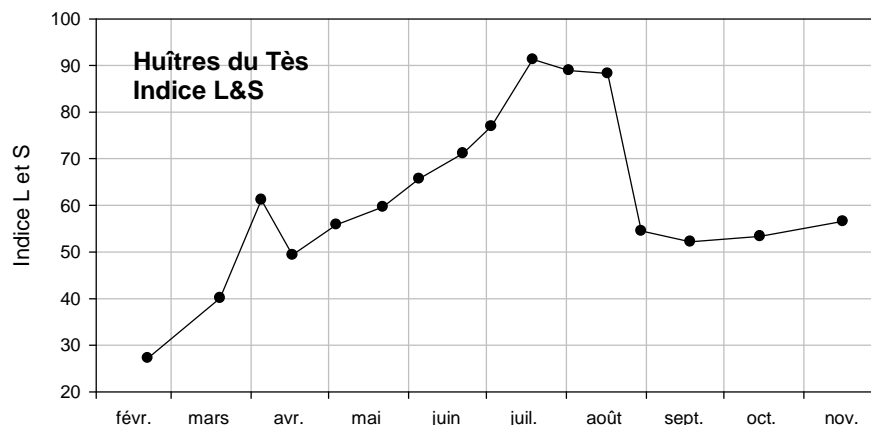


Figure 11 : Evolution de l'indice de Lawrence et Scott des huîtres du Tès en 2012.

☞ Vers mi septembre, des pontes de faible amplitude ont été observées dans le secteur ouest et sur le point « Arams ».

Par ailleurs, le suivi systématique des stades de maturation entrepris en 2012 (comme en 2011) sur les huîtres prélevées dans le cadre des réseaux de surveillance REPHY et REMI a révélé que les huîtres sauvages ont également frayé tardivement, surtout celles des zones internes de la Baie. Ainsi la moitié de ces huîtres n'avait frayé que partiellement début septembre (Annexe 2).

Date de la première ponte importante

Une analyse des données de température (mesurée à la jetée d'Eyrac) et des dates de première ponte massive a été réalisée pour les années où les observations permettaient d'estimer cette date avec une précision suffisante : 1987 à 1996 et 2004 à 2012. La meilleure relation entre ces deux facteurs est obtenue en utilisant les températures moyennes de l'eau à la jetée d'Eyrac en mars-avril.

Par rapport à la tendance établie à partir des observations des années antérieures (« jour de première ponte massive » vs « moyennes des températures en mars-avril », Figure 12), la ponte tardive de 2012 s'éloigne du modèle.

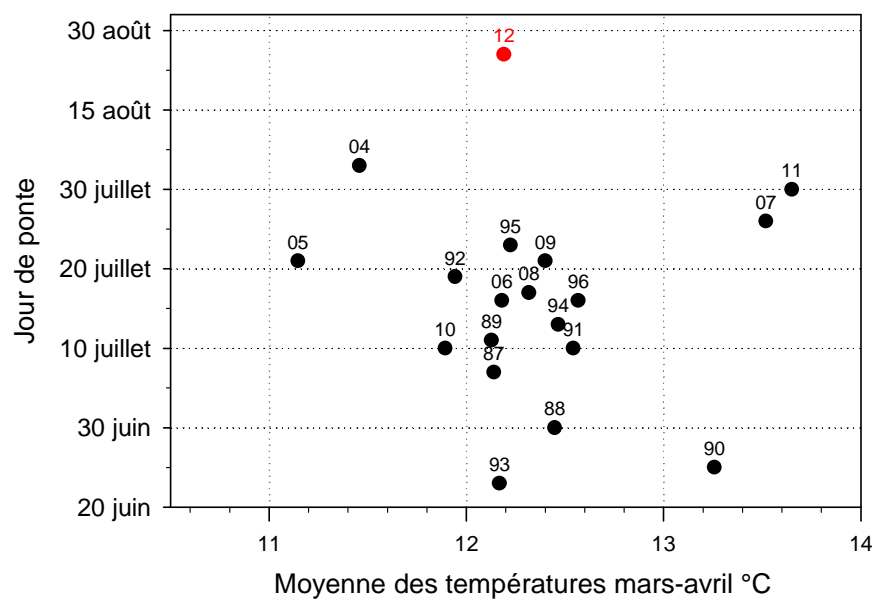


Figure 12 : Relation entre la variable « date de première ponte importante » des huîtres du secteur du Tès et « moyenne des températures de l'eau de mars à avril à la jetée d'Eyrac » (années 1987 à 1996 et 2004 à 2012).

Comme expliqué auparavant (Maurer *et al.*, 2011), les dates tardives de première ponte en 2007 et 2011 s'éloignent fortement du modèle. L'étude du régime thermique de ces deux années par rapport à la série historique (Annexe 3) montre qu'il s'agit de deux années où les températures ont été plus fortes que la moyenne en mars-avril et plus faibles en juin-juillet. Bien entendu, il faut considérer que la température n'a pas le même effet pendant les deux périodes considérées : la température en mars-avril influe sur la maturation et la température en juin-juillet agit sur le déclenchement des pontes.

Le retard de l'année 2012 n'est pas expliqué par les mêmes raisons, les températures des mois de juin et juillet s'avérant proches de la normale pour ces mois (Annexe 3).

Globalement, il semble que la date de première ponte importante soit de plus en plus tardive au cours du temps (Figure 13).

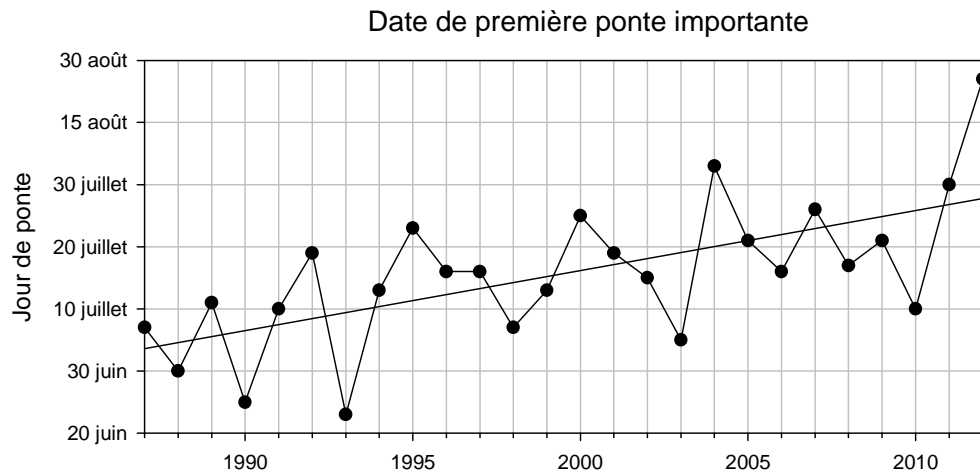


Figure 13 : Evolution de la date de première ponte importante des huîtres du secteur du Tès de 1987 2012.

Intensité des pontes

La faible intensité des frais ne s'inscrit pas dans le modèle reliant la concentration en chlorophylle *a* et la moyenne des pics principaux de larves « petites » dans le secteur « est » (Figure 14). Comme déjà évoqué dans les paragraphes précédents, il est possible que les teneurs en chlorophylle *a*, surtout cette dernière année, rendent mal compte de la quantité de nourriture réellement disponible pour les huîtres.

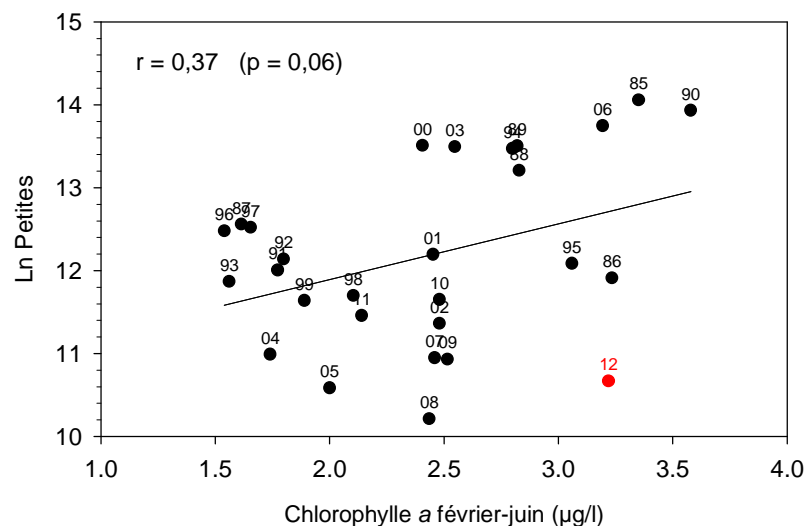


Figure 14 : Relation entre l'abondance des larves « petites » (LnP) dans les frais principaux de la zone « est » du Bassin d'Arcachon et la moyenne des concentrations en chlorophylle *a* de février à juin à la station hydrologique Tès de 1985 à 2012.

En 2012, les abondances moyennes et maximales de larves « petites » en juillet-août dans le secteur « est » sont, comme au cours des quatre années précédentes, peu élevées (Figure 15).

Cette situation avait déjà été observée par le passé, en particulier en 1983, 1986, 1991, 1992, 2002, 2004 et 2005. Cependant, une série de 6 années consécutives ne s'était jamais produite depuis 1982.

Cette pauvreté en larves « petites » est particulièrement marquée sur les stations « Gujan » et « Comprian » (Figure 15).

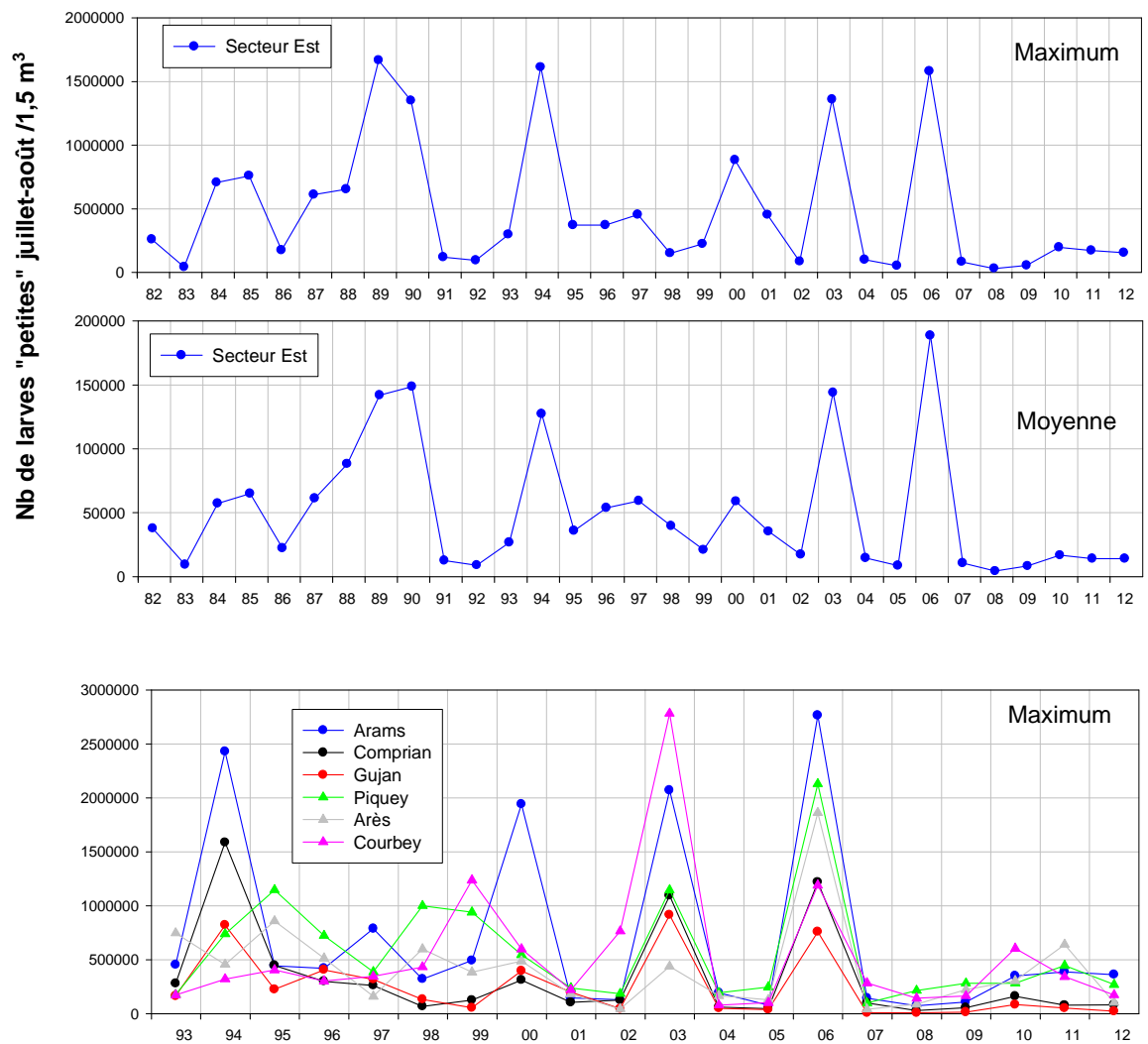


Figure 15 : Evolution des abondances maximales et moyennes de larves « petites » en juillet et août dans le secteur « est » du Bassin d'Arcachon de 1982 à 2012 et abondances maximales des larves « petites » dans les 6 stations de 1993 à 2012.

3.2.3. L'évolution des cohortes larvaires

En 2012, dans le secteur « est », deux cohortes larvaires significatives⁵, CO1 (pic de larves « petites » = 22 518/1,5 m³) et CO3 (pic moyen de larves « petites » = 154 713/1,5 m³), ont pu être distinguées au cours de l'été (Figure 16).

La seconde cohorte, quoique constituée d'un faible nombre de larves « petites » (pic de larves « petites » = 2 536/1,5 m³) a été conservée dans l'analyse, en raison de sa forte survie.

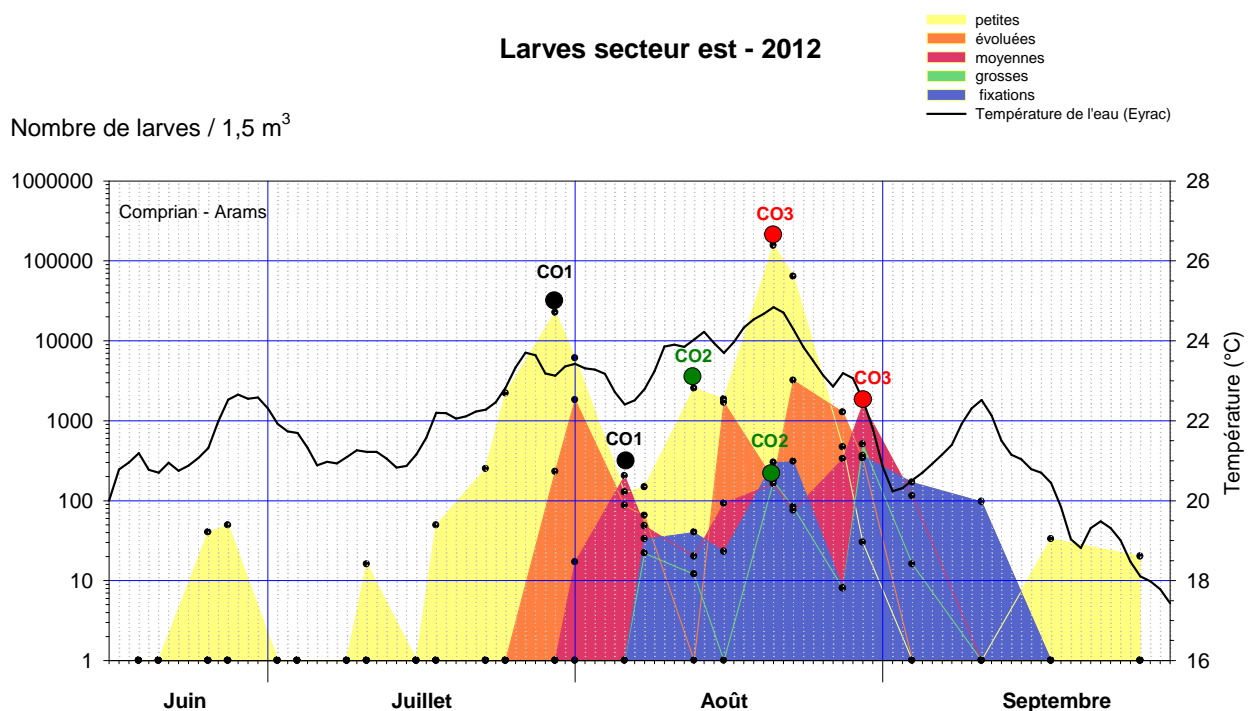


Figure 16 : Résultat des comptages larvaires en 2012 dans le secteur « est » du Bassin d'Arcachon.

- ☞ La première grande cohorte a évolué rapidement (nombre de jours entre le pic de petites et de moyennes proche de 7 jours). Elle a présenté une assez bonne survie: 0,90 % entre les stades « petite » et « moyenne ».
- ☞ La seconde cohorte a évolué rapidement (nombre de jours entre le pic de petites et de moyennes proche de 8 jours), et la survie entre les stades « petite » et « moyenne » a été très élevée (6,39 %).
- ☞ La troisième cohorte a évolué rapidement (nombre de jours entre le pic de petites et de moyennes proche de 7 jours), et la survie entre les stades « petite » et « moyenne » a été élevée (2,50 %).

⁵ Valeur du pic de larves "petites" supérieur à 18 000 individus/1,5 m³

Un schéma général de la survie larvaire (définie par le logarithme du pourcentage de nombre de larves « moyennes » par rapport au nombre de larves « petites ») en fonction de la température a été établi pour toutes les cohortes importantes (52) du secteur « est » depuis l'année 1985 (Figure 17).

Il montre que 46 % de la variabilité de la survie des cohortes est expliquée par la température présidant à leur développement.

Les trois cohortes de l'été 2012 s'inscrivent bien dans ce schéma général, avec de bonnes à très bonnes survies, liées à des températures de l'eau élevées (Figures 16 et 17).

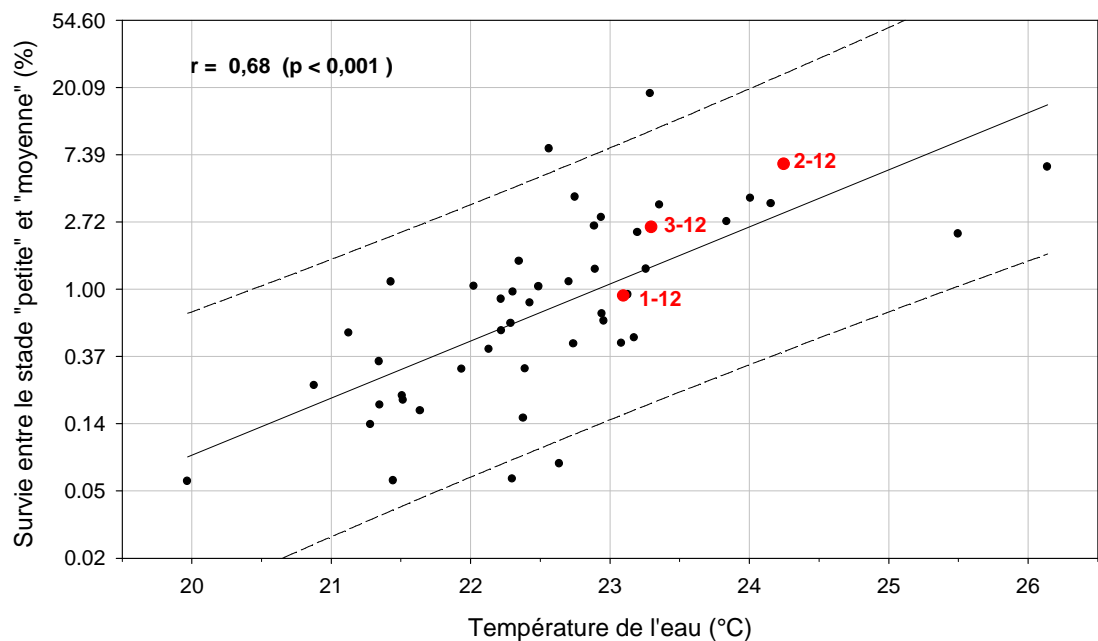


Figure 17 : Relation entre la survie larvaire des cohortes (% de survie entre les stades « petites » et « moyennes ») et la température de l'eau au cours de leur développement.

4. Suivi spatio-temporel du recrutement au cours de l'été en 3 sites du Bassin

L'expérience débutée en 2011 en collaboration avec la profession ostréicole a été poursuivie en 2012. Il s'agit d'identifier les périodes de fixation et de caractériser leurs intensités, en trois sites du bassin d'Arcachon.

4.1. Méthodes

Le recrutement de naissains a été suivi au cours de l'été sur des tuiles placées dans trois sites distants, deux à l'intérieur du Bassin, l'un au sud (Lucarnan), l'autre à l'ouest (L'Herbe), et le troisième à l'entrée de la Baie (Arguin) (Figure 18).

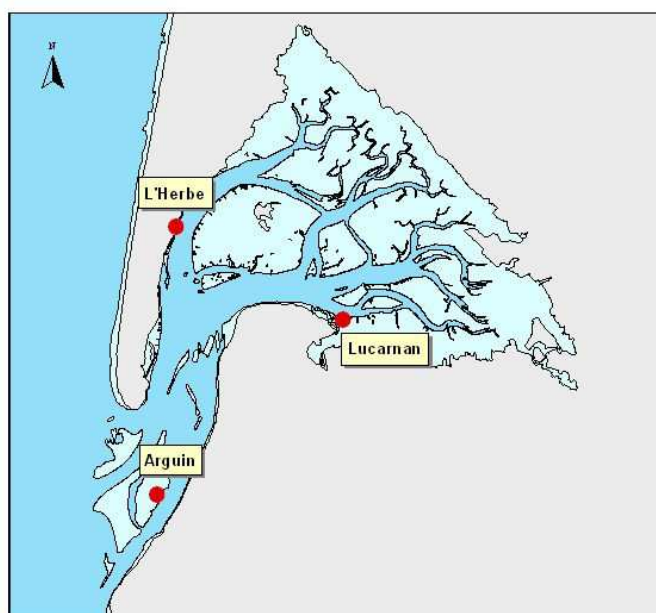


Figure 18 : Localisation des sites.

Sur chacun des trois sites, 4 ruchons de 14 tuiles ont été positionnés aux périodes suivantes (Tableau 2) :

- deux placés mi juillet, l'un étant retiré pour comptage mi août, l'autre restant jusqu'à fin octobre ;
- un placé mi août, relevé pour comptage mi septembre ;
- un placé mi septembre et relevé fin octobre, en même temps que celui placé en juillet.

La mise en place et la récupération des ruchons ont été effectuées par des professionnels.

Site	Lucarnan		L'Herbe		Arguin	
	Pose	Relevage	Pose	Relevage	Pose	Relevage
Ruchon 1	05/07/12	20/08/12	12/07/12	20/08/12	06/07/12	17/08/12
Ruchon 2	20/08/12	17/09/12	20/08/12	17/09/12	17/08/12	18/09/12
Ruchon 3	17/09/12	31/10/12	17/09/12	29/10/12	18/09/12	30/10/12
Ruchon 4	05/07/12	31/10/12	12/07/12	29/10/12	06/07/12	30/10/12
Supplémt.	20/08/12	31/10/12	-	-	-	-

Tableau 2 : Dates de mise en place et de relevage des ruchons dans les différents sites.

Lors du dénombrement, en plus des naissains vivants, un comptage des naissains morts dont il reste la coquille entière ou une partie de la coquille (valve inférieure) sur le collecteur est réalisé. Par ailleurs, des mesures de la taille des naissains sont effectuées sur un total de cent individus (10 pris au hasard sur chacune des 10 tuiles servant aux dénombrements de chaque relevage).

4.2. Résultats

4.2.1. Dénombrements

Le captage observé au cours des trois périodes étudiées est présenté tableau 3.

Lors de la première période de fixations (mi-juillet à mi-août), le site d'Arguin n'a pas présenté de captage, peut-être en partie du fait du relevage effectué 3 jours avant celui des autres sites (17 août). Le site de Lucarnan a présenté un fort captage (1 200 naissains), pouvant être relié à la présence de larves « en fixation » à Arams dès le 13 août (ponte de fin juillet). Le captage à L'Herbe était plus modéré (275 naissains), semblant davantage en lien avec les résultats des pêches de Piquey (peu de larves « en fixation ») qu'avec ceux d'Arès, de même ordre de grandeur qu'à Arams.

Lors de la deuxième période de fixations (mi-août à mi-septembre), les trois sites ont captés de façon très importante, Lucarnan (10 000 naissains) deux fois et demi plus que L'Herbe (3 500) et Arguin (4 200). Cette période correspond à la présence dans l'eau de nombreuses larves « en fixation » de façon continue du 20 août au 17 septembre, sans que l'on puisse faire de différences entre les secteurs est et ouest, contrairement à ce qui est observé sur les collecteurs. Cependant, les résultats obtenus montrent aussi une variabilité importante entre les tuiles (écarts-types élevés), ce qui relativise les différences observées entre les secteurs.

Lors de la troisième période de fixations (mi-septembre à fin octobre) (pontes de fin août et de début septembre), le captage a été moindre (de 100 à 200 naissains) sur les trois sites.

Site	Lucarnan	L'Herbe	Arguin
Période	Moyenne (écart-type)	Moyenne (écart-type)	Moyenne (écart-type)
mi juillet – mi août (I)	1 200 (420)	275 (110)	0
mi août – mi sept. (II)	10 440 (1 630)	3 530 (800)	4 220 (1 860)
mi sept. – fin oct. (III)	190 (50)	160 (30)	95 (10)
mi juillet – fin oct.	3 150 (860)	2 250 (650)	6 150 (1 200)
mi août – fin oct.	5 730 (1 070)	-	-

Tableau 3 : Résultats des dénombrements des naissains par tuile : moyenne (écart-type) dans les trois sites étudiés.

A l'issue de la saison de reproduction (fin octobre), sur les collecteurs mis en place mi juillet, le captage est d'environ 3 000 naissains par tuile à Lucarnan, 2 000 à L'Herbe et 6 000 à Arguin. On constate, d'une part, que les différences entre les sites se sont estompées et, d'autre part, que Lucarnan n'est plus le site présentant le plus de naissains. Ainsi, à Lucarnan et à L'Herbe, une partie des naissains captés à chaque période ne se retrouve pas sur les tuiles restées en place toute la saison et ce d'autant plus que le captage total est élevé. Il est probable qu'à partir d'un nombre élevé de naissains, la compétition pour l'espace lors de la croissance conduit à la disparition d'une partie plus ou moins importante des jeunes huîtres. De plus les nombreuses balanes observées sur les tuiles de Lucarnan fin octobre, ont sans doute accru la compétition. A Arguin à l'inverse, on observe un captage sur le ruchon resté en place tout l'été (6 000) plus élevé que la somme des captages des différentes périodes (4 300), ce qui ne peut s'expliquer que par des résultats très fluctuants non seulement selon les tuiles (écarts-types élevés) mais aussi selon les ruchons (emplacement, etc).

4.2.2. Taille des naissains captés lors des différentes périodes étudiées

Les histogrammes des tailles des naissains fixés au cours des trois périodes étudiées sont présentés figure 19. Compte tenu de la durée d'immersion des collecteurs, ces naissains sont âgés au maximum de un mois (période II) à un mois et demi (périodes I et III). Les tailles observées varient de 0,3 mm, correspondant à la taille de la larve qui vient de se fixer, à 7,1 mm.

Pour la période I (mi juillet à mi août), une seule cohorte se distingue, avec un mode⁶ de 0,5 à 1 mm à Lucarnan (a) et deux modes de 0,5 à 1,5 mm à L'Herbe (b). Ces naissains doivent être âgés d'environ une dizaine de jours à Lucarnan (ponte de fin juillet) et un peu plus à L'Herbe ce qui indiquerait des pontes plus précoces de quelques jours dans le secteur ouest que dans le secteur est.

Pour la période II (mi août à mi septembre), durant laquelle l'essentiel du captage (90 %) s'est produit, deux cohortes principales se distinguent à Lucarnan (c) et à L'Herbe (d). Elles correspondraient aux pics de larves « en fixation » des 20-21 août et

⁶ Le mode correspond à la classe de taille présentant les plus forts effectifs.

à ceux des derniers jours d'août, observés à Arams et à Piquey (pontes autour des 13-14 et 18-19 août). La moyenne des tailles de chaque cohorte est de 0,9 et 1,9 mm dans le premier site ; elles sont un peu plus élevées, 1,2 et 2,8 mm, dans le second secteur indiquant un captage légèrement plus précoce. Globalement, les naissains âgés d'environ 2 semaines mesurent autour de 1 mm tandis que les plus âgés (autour d'un mois) atteignent des tailles de 2 mm à plus de 4 mm.

A Arguin (e), une seule cohorte est observée, dont la moyenne de 0,5 mm rend compte d'un captage très récent, datant d'une semaine au maximum.

Pour la période III (mi septembre à fin octobre) correspondant au captage de la deuxième moitié de septembre, une seule cohorte est observée. Comme précédemment, la moyenne des tailles est un peu plus élevée à L'Herbe (g) (3,3 mm) que dans les deux autres sites (f et h) (2,5 mm). La distribution y est aussi plus étendue.

En résumé, il apparaît que la majorité des naissains âgés de une à deux semaines présentent des tailles inférieures à 1 mm et ceux âgés de 1 mois à 1 mois et demi, des tailles de 2 à 3 mm. Dans les cohortes, un nombre limité d'individus grandit très rapidement pendant la même période pour atteindre jusqu'à 7 mm. Par ailleurs, le captage semble un peu plus précoce à L'Herbe qu'à Lucarnan, ce dernier précédant celui Arguin. Les décalages seraient de l'ordre d'une semaine entre les trois sites : L'Herbe parce que les pontes seraient un peu plus précoces qu'à Lucarnan, Arguin parce qu'il faudrait plusieurs jours pour que les larves observées à Arams parviennent à l'entrée du Bassin.

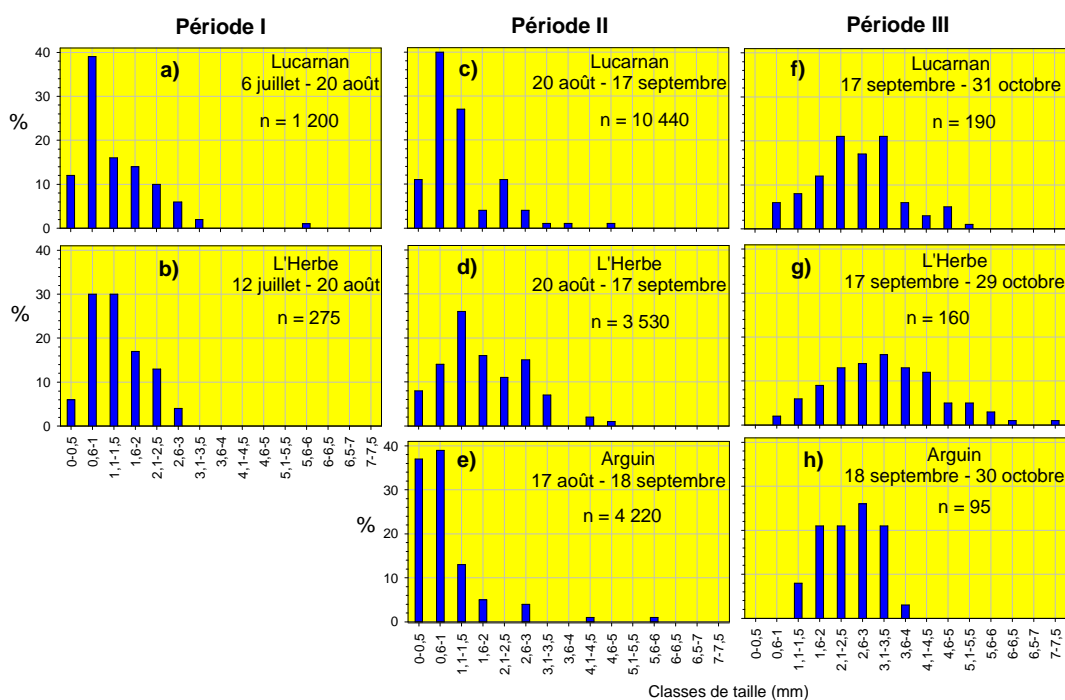


Figure 19 : Histogrammes des tailles des naissains âgés au maximum de 1 mois à 1 mois et demi, captés durant les différentes périodes sur les trois sites (n : nombre total moyen sur les collecteurs des différents sites aux différentes dates).

Il est intéressant d'examiner maintenant les histogrammes obtenus sur les collecteurs restés en place pendant toute la saison de reproduction (Figure 20).

On retrouve les caractéristiques énoncées ci-dessus pour la période principale du captage (période II). Ainsi, la similitude de distribution entre Lucarnan et Arguin, semble témoigner de l'influence prépondérante du chenal du Teychan pour le recrutement à Arguin. La distribution à L'Herbe, avec un mode marqué pour une classe de taille plus grande (4,5-5 mm) que dans les deux autres sites confirme le caractère plus précoce du captage dans ce site. En revanche, les différences de tailles entre Lucarnan et Arguin n'apparaissent plus, suggérant le caractère plus poussant de ce dernier secteur.

Il est assez délicat de retrouver les différentes cohortes identifiées précédemment, sachant qu'au fur et à mesure de la croissance, la dispersion de tailles augmente, entraînant un recouvrement des individus les plus petits d'une cohorte avec les plus grands de la cohorte précédente. Sur toute la saison de reproduction, plusieurs cohortes peuvent ainsi plus ou moins se superposer.

A Lucarnan, trois classes de taille peuvent être distinguées :

- les naissains de taille < 3 mm qui correspondent vraisemblablement aux fixations de fin août et septembre (ponte des 18-19 août),
- ceux de taille comprise entre 3 et 5 mm, pouvant être reliés aux fixations du 20-21 août,
- ceux de taille comprise entre 5 et 6 mm, un peu plus âgés et pouvant provenir en partie des fixations de mi août.

A Arguin, les deux catégories, taille < 3 mm et taille comprise entre 3 et 5 mm, se retrouvent de même.

En revanche à L'Herbe, les deux cohortes les plus récentes (fixations de fin août et septembre) semblent s'être confondues en une seule grande cohorte de taille comprise entre 3 et 7 mm.

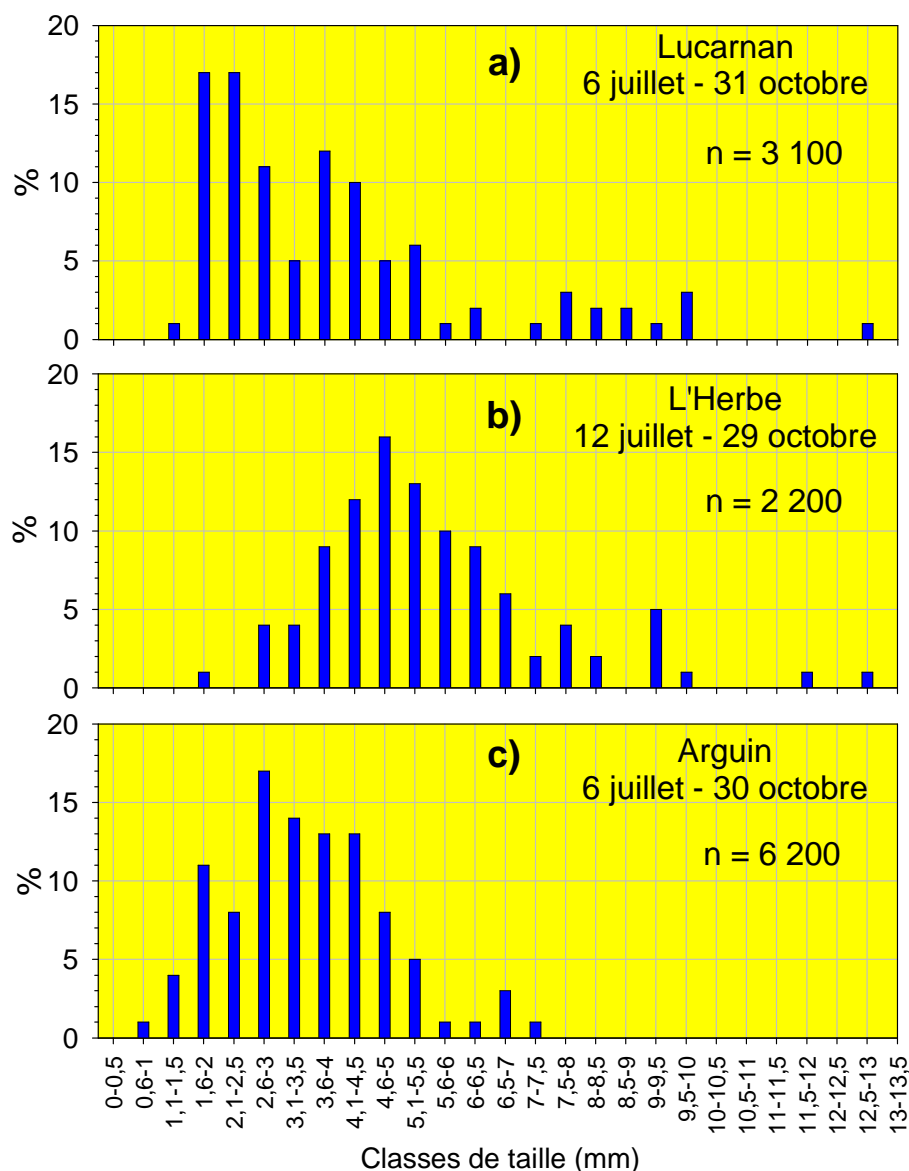


Figure 20 : Histogrammes des tailles des naissains mesurés à l'issue de la saison de reproduction (fin octobre) dans les trois sites.

4.2.3. Taux de mortalité

Les taux de mortalité observés sur les tuiles relevées en fin de saison varient selon les sites : 23 à 25 % à Lucarnan et Arguin, 42 % à L'Herbe (Tableau 4).

Les mortalités importantes ne s'observent que sur les tuiles placées mi juillet et mi août, et relevées fin octobre. En revanche, lorsque les tuiles ne restent que 1 mois à 1 mois et demi en place, les mortalités s'avèrent beaucoup plus faibles. Ces observations semblent indiquer qu'il faut que les naissains aient atteints un certain âge pour être affectés par les mortalités et que celles-ci se sont produites entre fin septembre et mi octobre.

Par ailleurs, il est remarquable de noter que les mortalités sont supérieures à L'Herbe pour toutes les périodes considérées, sans qu'une explication puisse être proposée.

Site	Lucarnan	L'Herbe	Arguin
Période	Moyenne (écart-type)	Moyenne (écart-type)	Moyenne (écart-type)
mi juillet – mi août	0	0	0
mi août – mi sept.	0,4 % (0,3)	6,1 % (3,4)	1,8 % (1,2)
mi sept. – fin oct.	2,3 % (1,4)	6,2 % (3,5)	2,6 % (1,7)
mi juillet – fin oct.	22,8 % (3,9)	41,6 % (5,6)	25,0 % (4,7)
mi août – fin oct.	20,2 % (2,8)	-	-

Tableau 4 : Taux de mortalités (écart-type) dans les différents sites étudiés.

5. Estimation du recrutement à l'issue de la saison de reproduction : abondance et survie des naissains

5.1. Méthodes

A l'issue de la saison de reproduction 2012, comme depuis 2008, le naissain a été dénombré sur deux types de collecteurs : tuiles et coupelles. Ce double échantillonnage a notamment pour but d'établir une correspondance entre les deux supports en terme de nombre de naissains fixés.

Par ailleurs, comme au cours des 3 années précédentes, une attention particulière a été apportée aux mortalités affectant le naissain fixé sur les collecteurs (Auby *et al.*, 2008, 2010 ; Maurer *et al.*, 2009, 2011). Cette démarche avait été entreprise à la demande des professionnels, inquiets du devenir des naissains après la crise de mortalité affectant surtout les juvéniles, survenue au début de l'été 2008.

Ces taches supplémentaires ont pu être réalisées grâce au recrutement temporaire d'un agent financé dans le cadre du projet national « Velyger ».

5.1.1. Stratégie d'échantillonnage

L'effort d'échantillonnage total en 2012 a été fixé à 50 tuiles et 50 cordées, comme les années précédentes. Cet effort reste faible au regard du nombre total de collecteurs posés dans le Bassin d'Arcachon (Annexe 4) mais il est adapté aux contraintes de temps et suffisant pour appréhender les variations inter-annuelles du captage.

La stratégie d'échantillonnage permettant de répartir géographiquement les collecteurs prélevés se décline à plusieurs niveaux (Maurer *et al.*, 2009).

- Tout d'abord, à partir du fichier de déclarations de pose des Affaires Maritimes, le Bassin est découpé en 16 secteurs (Figure 21) et le nombre théorique de collecteurs à prélever par secteur est déterminé. Ce nombre est proportionnel

au nombre de collecteurs de chaque type déclarés sur chaque zone⁷, sachant qu'au total 50 tuiles et 50 cordées sont prélevées (Annexe 4).

- Puis les collecteurs de chaque secteur sont prélevés sur des parcs différents, éloignés le plus possible les uns des autres en fonction des contraintes de terrain.
- Dans chaque parc, le collecteur est prélevé au hasard dans la concession ainsi qu'au milieu des paquets de tuiles ou de cordées lorsqu'elles sont empilées.

Avec cette stratégie d'échantillonnage, la variable « nombre de naissains captés par type de collecteur » est traitée comme issue d'un échantillonnage aléatoire simple (EAS) (Scherrer *in* Frontier, 1983).

L'estimation du pourcentage moyen de mortalité a été calculée sur les deux types de collecteurs. Cette variable a été traitée comme la précédente, ce qui revient à évaluer le pourcentage moyen de mortalité par collecteur. Si l'on cherchait à déterminer le pourcentage de mortalité sur l'ensemble du naissain capté, le calcul serait différent et devrait être mené comme celui d'une variable quotient.

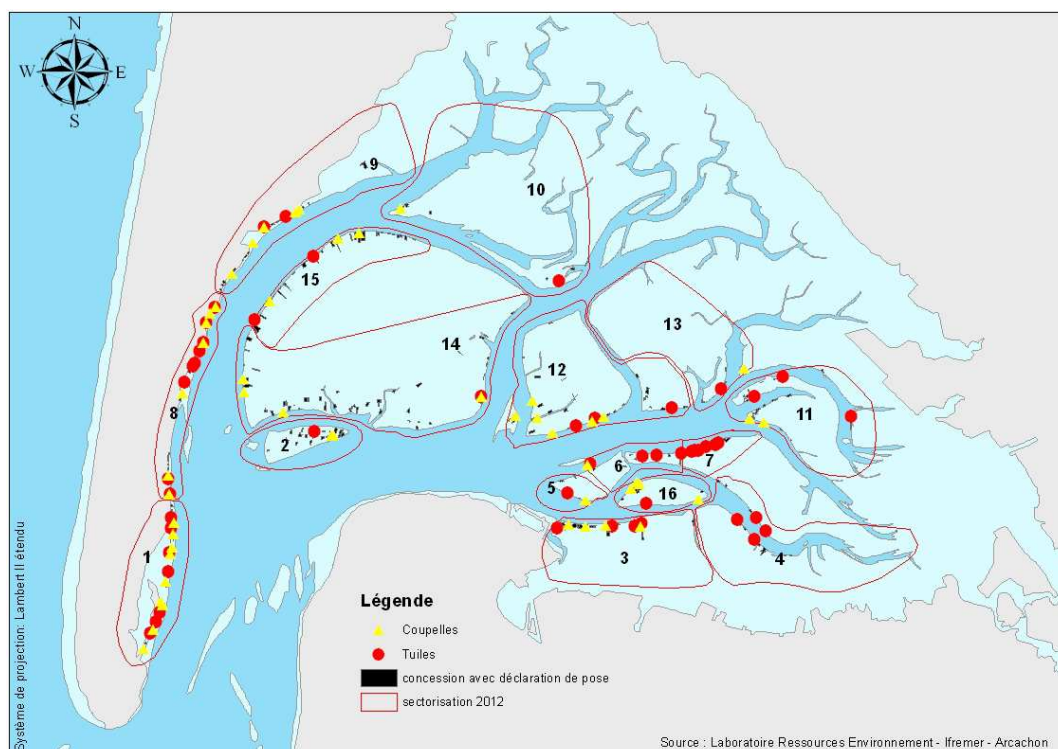


Figure 21 : Secteurs du Bassin d'Arcachon définis à partir des déclarations de poses de 2012 (en rouge) et emplacement des concessions ostréicoles échantillonnées pour les tuiles (en rouge) et les coupelles (en jaune).

⁷ Les déclarations faites par les ostréiculteurs auprès de la DDTM/DML (ex Affaires Maritimes) conduisent à un total de 1,86 millions de tuiles et 14,25 millions de coupelles posées sur le Bassin d'Arcachon en 2011.

5.1.2. Tuiles

La tuile chaulée (de 1800 à 2000 cm² de surface) est, dans le Bassin d'Arcachon, le mode de captage traditionnel. C'est sur ce support que sont effectués les dénombrements de naissains depuis de nombreuses années. La photo 1 montre une tuile récoltée en 2012.



Photo 1 : Tuile chaulée (et détail) collectée en octobre 2012.

Les comptages de naissain sur les tuiles à la fin de la saison de reproduction n'ont été réalisés de manière systématique qu'entre les années 1985 et 1989 (Maurer et Borel, 1990 – 90 tuiles prélevées), puis en 1998, 1999 (30 tuiles prélevées), et ensuite de 2000 à 2012 (50 tuiles prélevées).

Les tuiles sont ramenées au laboratoire où les comptages des naissains fixés sont effectués, à l'aide d'une loupe binoculaire pour les jeunes huîtres les plus petites (taille inférieure à 2 mm).

En 2012, le captage étant assez abondant, les comptages ont été effectués sur 3 fractions de 50 cm², tirées au hasard, sur le dessus et le dessous des tuiles. Le nombre total de naissains fixés sur chaque face est calculé en multipliant la moyenne des résultats obtenus sur les trois fractions par le nombre total de fractions (soit 20 pour une surface de 1 000 cm²). Les nombres obtenus sur le dessus et le dessous de chaque tuile sont ensuite sommés pour obtenir le nombre moyen de naissains par tuile.

Un calcul de la variance inter et intra tuile a été effectué dans le but de déterminer le nombre optimal de fractions à examiner par tuile (Annexe 5).

5.1.3. Coupelles

Les coupelles sont des collecteurs rainurés en forme de disques, en plastique noir (le plus souvent), blanc, rouge ou marron. Elles offrent une surface de captage de 250 cm² (Photo 2).



Photo 2 : Coupelle collectée en octobre 2012.

Ces supports présentent l'avantage d'être plus légers que les tuiles et donc de faciliter la manutention. Cependant ces capteurs étant constitués de plastique souple, les petites huîtres peuvent se décoller facilement et les risques de perte de naissains sont importants aussi bien en période de mauvais temps que lors de la manipulation des collecteurs. C'est pourquoi des cylindres ont été confectionnés pour permettre leur transport lors des échantillonnages.

Les coupelles sont emboîtées sur un tube pour former ce que l'on appelle improprement des cordées. En moyenne, une cordée regroupe 44 coupelles. Les cordées sont fixées sur les chantiers métalliques grâce à des fils de fer ou des élastiques.

Au cours de l'automne 2012, le captage étant assez important, les naissains ont été dénombrés sur 5 coupelles prises au hasard sur chaque cordée prélevée, le résultat final par cordée correspondant à la moyenne des 5 valeurs (Maurer *et al.*, 2009a). La totalité de la surface des coupelles (dessus et dessous) a été examinée.

Comme lors des années précédentes, un calcul de la variance inter et intra cordées a été effectué dans le but de déterminer le nombre optimal de coupelles à examiner par cordée (Annexe 5).

5.2. Résultats 2012

5.2.1. Le captage

Les résultats détaillés des dénombrements de naissains réalisés entre le 15 octobre et le 29 octobre 2012 sont présentés dans l'annexe 6.

Les statistiques réalisées sur ces dénombrements conduisent aux résultats suivants.

Tuiles 2012 : nombre total (incluant les naissains morts)

Moyenne = 3 500 Ecart type = 1 450

Minimum = 1 450 Maximum = 10 800

Médiane = 3 200

Le nombre médian de naissains captés sur le dessus des tuiles (2 076) est, comme les années précédentes, significativement supérieur ($p < 0,001$) au nombre capté sur le dessous (1 160).

Coupelles 2012 : nombre total (incluant les naissains morts)

Moyenne = 235 Ecart type = 92

Minimum = 57 Maximum = 428

Médiane = 218

Le nombre de naissains captés sur les tuiles est 15 fois plus important que celui des naissains capté sur les coupelles, rapport intermédiaire entre ceux calculés de 2008 à 2011 (Tableau 5). Rappelons que ce rapport est supérieur à celui des surfaces des deux types de collecteurs (8) ce qui semble indiquer que les coupelles captent proportionnellement environ deux fois moins que les tuiles.

Années	2008	2009	2010	2011	2012
Nb / tuile	2 750	129	271	201	3 500
Nb / coupelle	256	11	11	12	235
Rapport	11	11	25	17	15

Tableau 5 : Rapport des nombres de naissains fixés par tuile et par coupelle de 2008 à 2012.

La distribution du nombre total de naissains fixés par collecteur est synthétisée sur les figures 22 (tuiles) et 23 (coupelles).

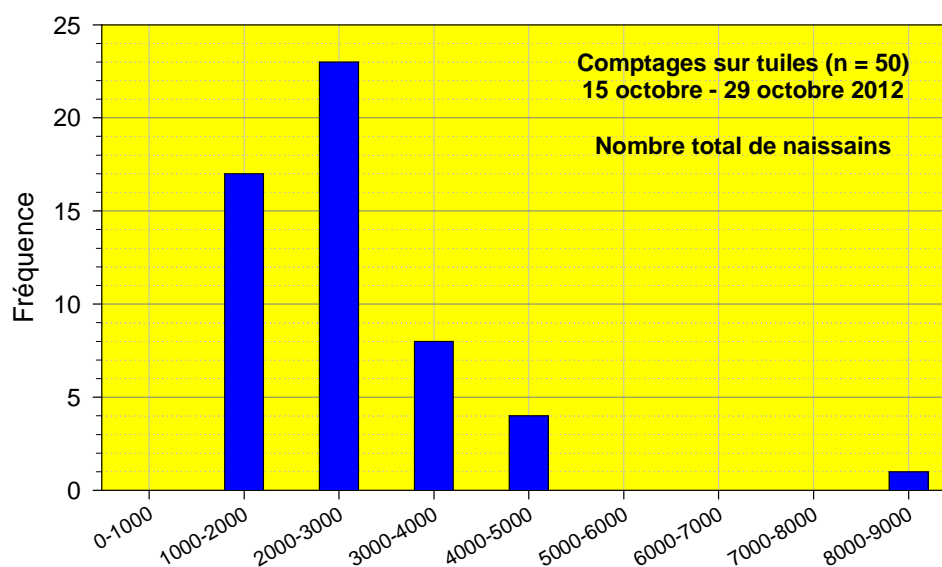


Figure 22 : Distribution des abondances des naissains fixés sur les 50 tuiles observées à l'issue de la saison de reproduction 2012 (nombre total incluant les naissains morts).

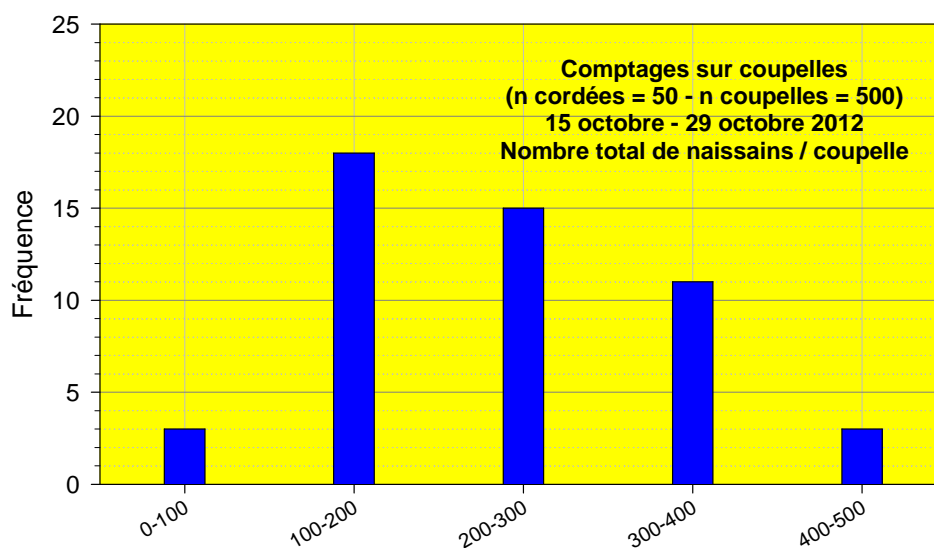


Figure 23 : Distribution des abondances des naissains fixés sur les coupelles de 50 cordées (moyenne abondance naissains sur 5 coupelles/cordée) observées à l'issue de la saison de reproduction 2012 (nombre total incluant les naissains morts).

En 2012, le captage a donc abouti à des résultats assez élevés, avec en moyenne 3 500 (médiane = 3 200) naissains fixés par tuile (34 % des tuiles ont captés entre 1 000 et 2 000, 46 % entre 2 000 et 3 000 naissains et 26 % plus de 3 000 naissains)⁸. Le captage sur les coupelles a été aussi très bon, avec une moyenne supérieure à 200 naissains par coupelle (du même ordre qu'en 2008). Près de 60 % des coupelles ont captés plus de 200 naissains.

Par ailleurs, en 2012, il n'est pas observé de différences significatives du captage entre les secteurs « est » et « ouest », ni sur les tuiles (3 400 à l'est, 3 700 à l'ouest) ni sur les coupelles (228 à l'est, 247 à l'ouest) (Figure 24).

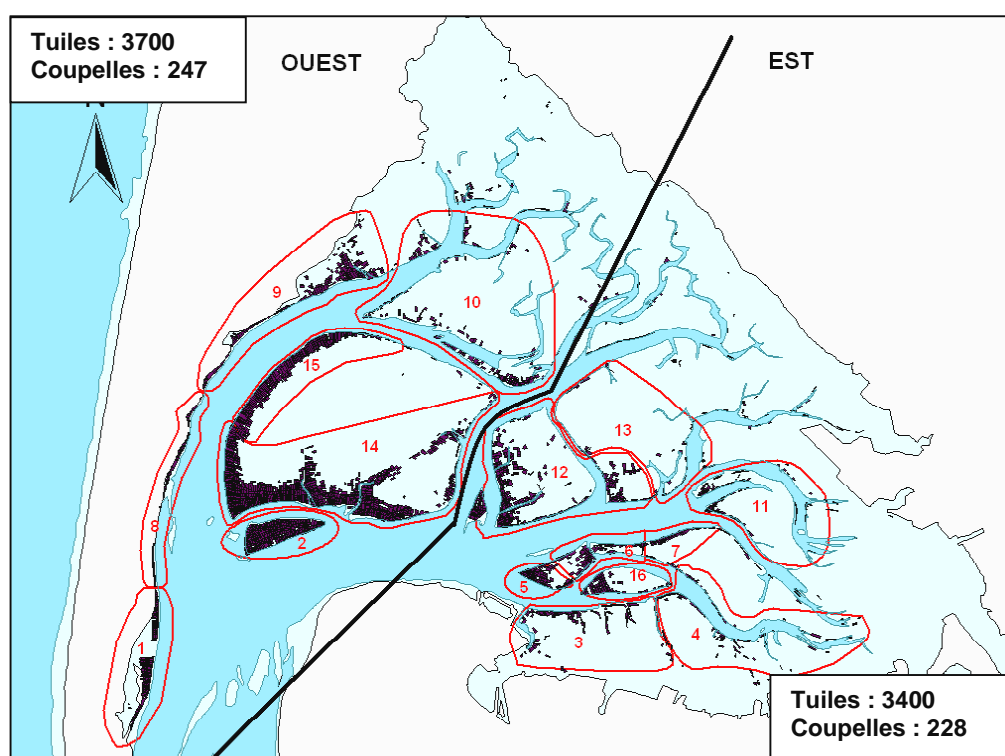


Figure 24: Valeurs moyennes du nombre de naissains captés sur les tuiles et valeurs moyennes du nombre de naissains captés sur les coupelles dans les secteurs « est » et « ouest » du Bassin d'Arcachon en 2012.

En octobre 2012, les naissains captés sur les tuiles mesuraient entre 0,34 et 17,8 mm. Globalement, 3 classes de tailles peuvent être distinguées sur les collecteurs (Figure 25). La classe de taille < 2 mm, représentant 13 % de la population, correspondrait aux fixations de la première quinzaine de septembre. La classe de taille de 2 à 8 mm, représentant l'essentiel des naissains (83 %) correspondrait aux fixations

⁸ A ces nombres, il faudra soustraire les mortalités déjà observées (cf. 5.2.2.) et celles à venir.

de la seconde quinzaine du mois d'août. Une petite partie des individus (4 %), présentant des croissances plus rapides, dépasse la taille de 8 mm.

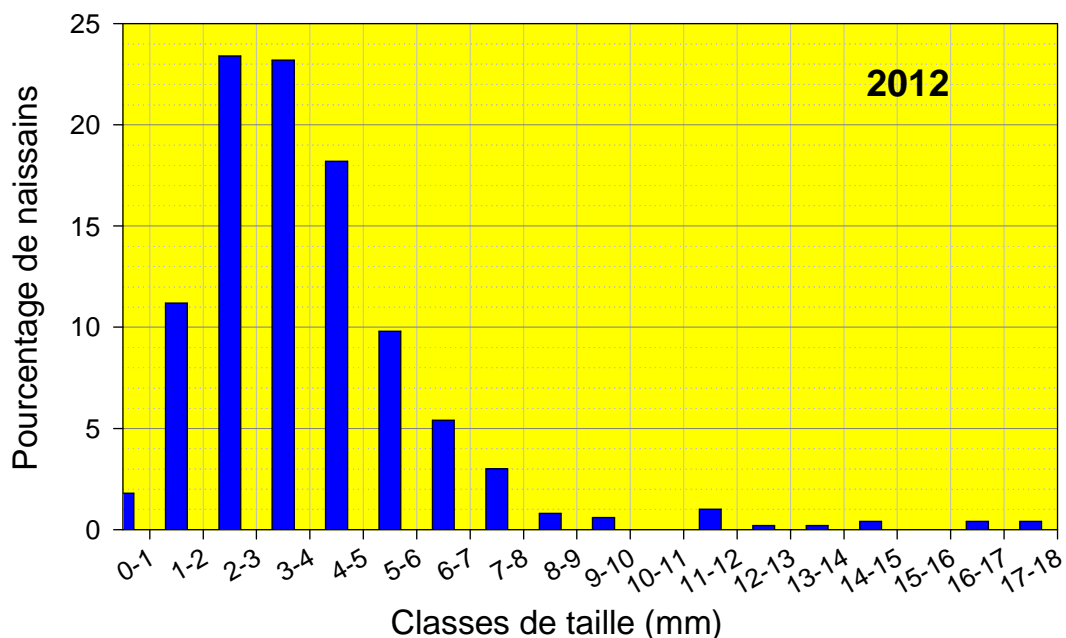


Figure 25 : Fréquence de distribution des tailles des naissains mesurés à l'issue de la saison de reproduction 2012 (du 15 au 29 octobre).

5.2.2. Les mortalités

Sur l'ensemble de la campagne d'octobre 2012, les statistiques réalisées sur les taux de mortalités conduisent aux résultats suivants.

Tuiles 2012 : taux de mortalité

Moyenne = 24,3 % Ecart type = 10,9
 Minimum = 2,5 % Maximum = 51,0 %
 Médiane = 22,1 %

Couppelles 2012 : taux de mortalité

Moyenne = 26,7 % Ecart type = 11,4
 Minimum = 1,9 % Maximum = 59,6 %
 Médiane = 27,1 %

Ces mortalités présentent des valeurs très variables selon les collecteurs (Figure 26 et annexe 6). Comme les années précédentes, on n'observe pas de différence significative des taux moyens de mortalité entre les tuiles du secteur « est » (24,7 %) et celles du secteur « ouest » (24,5 %) (Figure 27). En revanche, les différences des taux de mortalité sur les couppelles entre les deux secteurs s'avèrent significatives ($p < 0,001$) avec 19,7 % de mortalité pour le secteur « est » et 29,3 % pour le secteur « ouest ». Cette valeur un peu plus élevée n'est pas interprétable mais va dans le même sens que les expérimentations précédentes où un taux de mortalité plus élevé était observé à L'Herbe.

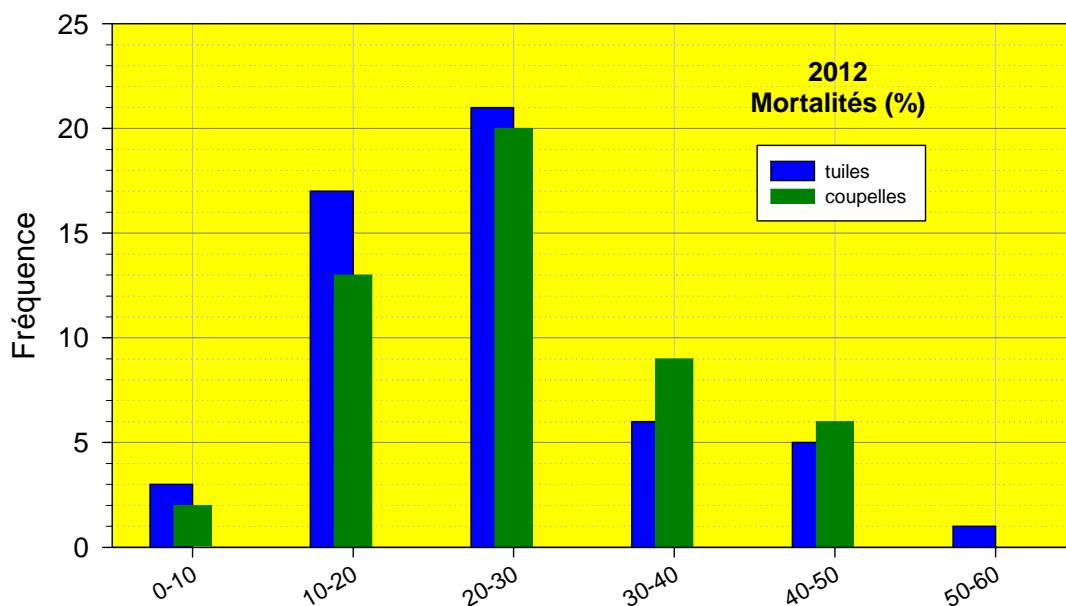


Figure 26 : Fréquence de distribution des mortalités sur les tuiles et les coupelles observées à l'issue de la saison de reproduction 2012.

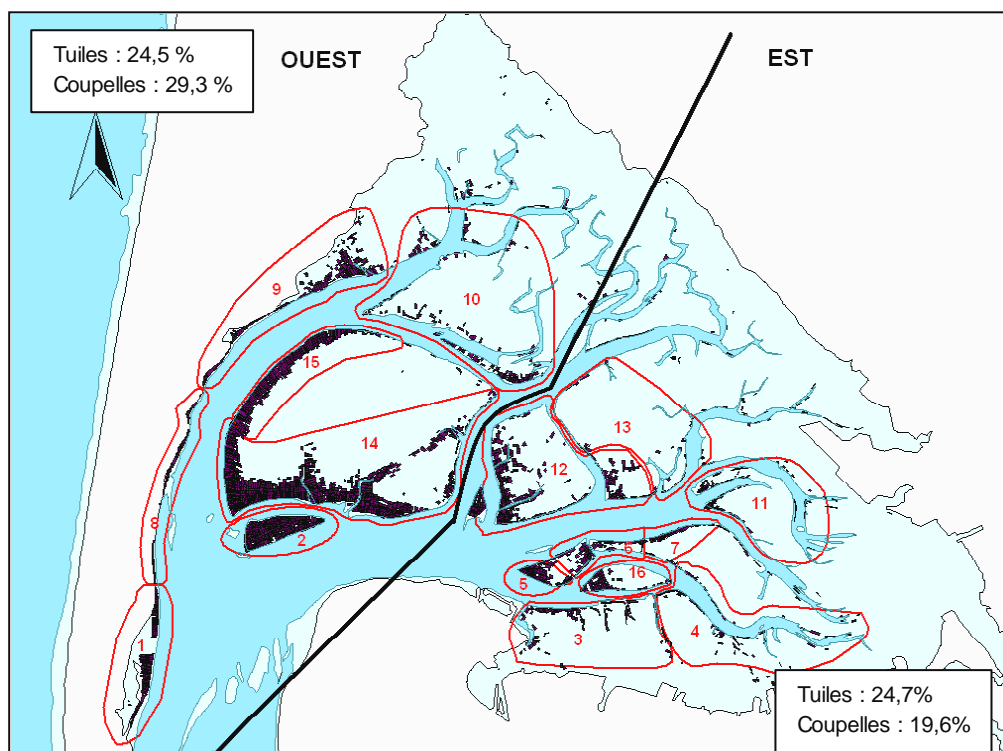


Figure 27 : Taux moyens de mortalité de naissains captés sur les tuiles dans les secteurs « est » et « ouest » du Bassin d'Arcachon en 2012.

En conclusion, les calculs réalisés à partir des dénombrements de naissains vivants conduisent aux résultats suivants.

Tuiles 2012 : nombre de naissains vivants

Moyenne = 2 700 Ecart type = 1 200

Minimum = 1 100 Maximum = 8 500

Médiane = 2 500

Couppelles 2012 : nombre de naissains vivants

Moyenne = 174 Ecart type = 72

Minimum = 45 Maximum = 352

Médiane = 163

5.3. L'année 2012 par rapport aux autres années

Comme l'indiquent la figure 28 et le tableau 6, la saison 2012 a abouti à un captage abondant (de l'ordre de 3500 naissains captés par tuile au total, dont 2700 vivants au moment des dénombrements).

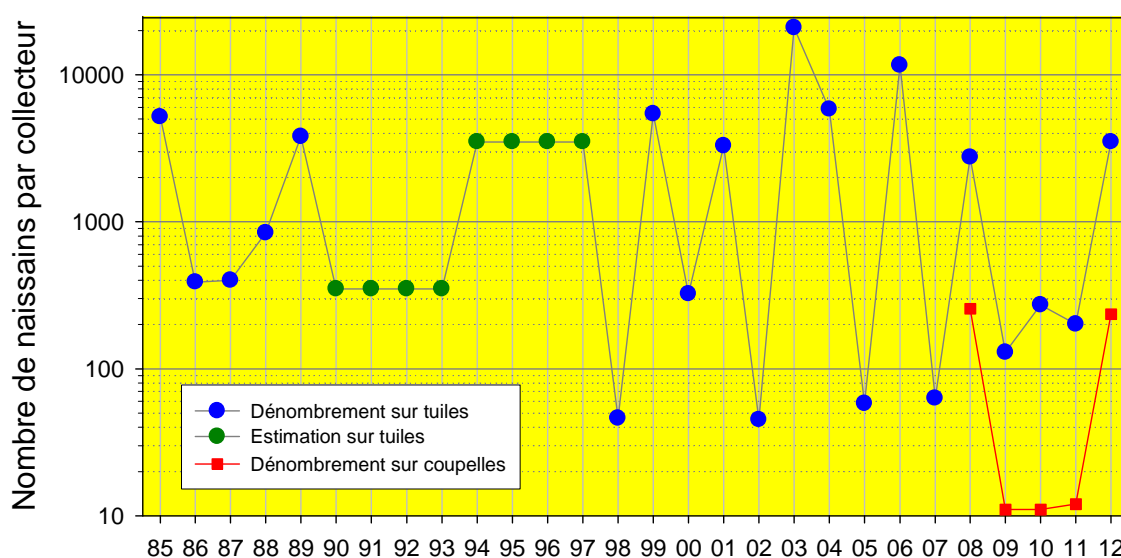


Figure 28 : Intensité du captage (nombre moyen total de naissains fixés par collecteur) entre 1985 et 2012.

Année	Tuiles				Coupelles		
	Nb total/tuile sept-nov	% mortalité observée sept-nov	Nb vivants/ tuile sept-nov	Nb/tuile printemps suivant	Nb total/ coupelle sept-nov	% mortalité observée sept-nov	Nb vivants/ coupelle sept-nov
1985	5 176 (1 431)			1 093 (139)			
1986	389 (139)			172 (8)			
1987	399 (131)			182 (13)			
1988	841 (170)			224 (11)			
1989	3 800 (517)						
1998	46 (17)						
1999	5 420 (3 200)						
2000	323 (166)						
2001	3 292 (1 260)						
2002	45 (30)						
2003	20 920 (7 212)						
2004	5 821 (3 275)						
2005	58 (44)						
2006	11 600 (5 000)						
2007	63 (78)						
2008	2 751 (1 419)	18,7 (10,5)	2 274 (1 324)		256 (195)	19,6 (9,3)	206 (-)
2009	129 (52)	29,5 (19,3)	90 (45)		11 (7)	-	
2010	271 (111)	17,9 (10,6)	222 (96)		11 (6)	-	
2011	201 (136)	31,8 (17,6)	132 (88)		12 (9)*	-	
2012	3 500 (1 450)	24,3 (10,9)	2 700 (1 200)		235 (92)	26,7 (11,4)	174 (72)

Tableau 6 : Nombre moyen de naissains par type de collecteur (écart-type) présents à la fin de la saison de reproduction (septembre-novembre) et au moment du détroquage⁹ (printemps de l'année suivante) et mortalités observées sur ce naissain.

*: En 2011, cette valeur est estimée à partir du résultat du comptage des naissains vivants et d'un pourcentage de mortalité moyen de 31,8 % correspondant à celui mesuré sur les tuiles.

Les pourcentages médians de mortalité observés en 2012 (22,1 %) et en 2009 (24,9 %) s'avèrent significativement supérieurs à ceux observés en 2008 (18,8 %) et 2010 (14,6 %) et inférieurs à ceux mesurés en 2011 (35,0 %) au seuil de confiance de 95 % (Figure 29).

⁹ Séparation du naissain de son collecteur.

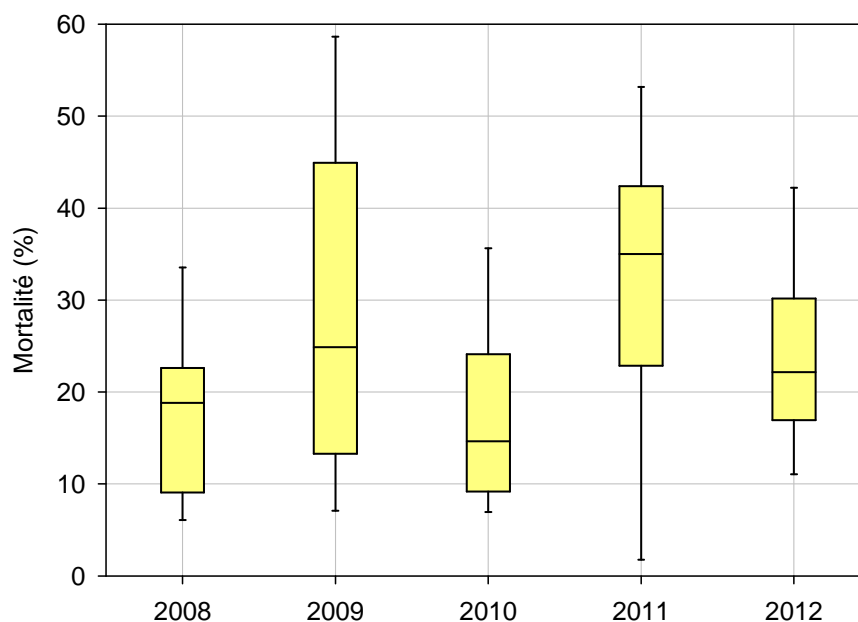


Figure 29 : Taux de mortalité observés lors du dénombrement des naissains sur les tuiles à Arcachon de 2008 à 2012.

Au regard de l'allure des courbes de température de l'eau au cours de ces quatre automnes (Figure 30), on peut remarquer que l'intensité des mortalités automnales semble positivement liée à l'importance de la remontée ponctuelle de température observée au cours du refroidissement automnal. Ces conditions de réchauffement sont sans doute favorables au virus OsHV-1 μ var, dont la virulence semble fortement dépendante de la température et de ses variations rapides.

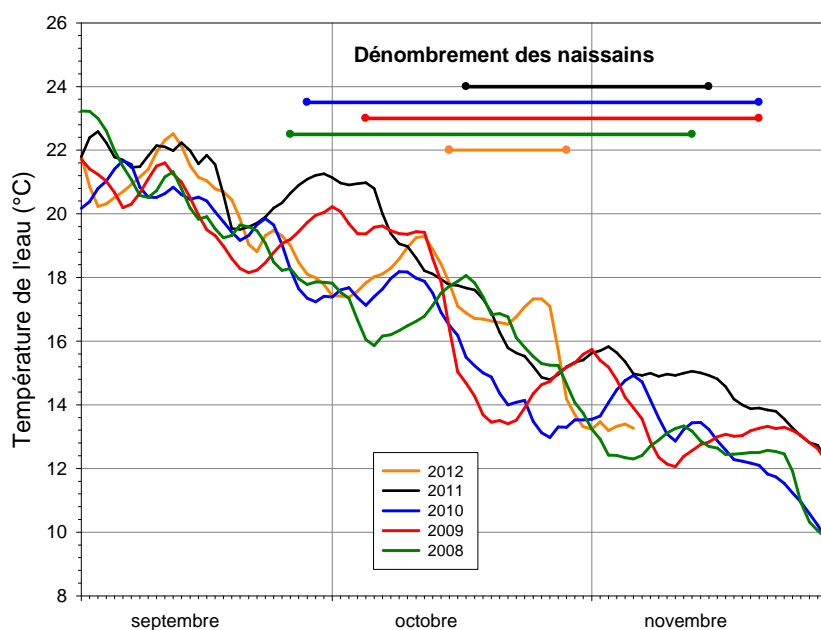


Figure 30 : Evolution de la température de l'eau à Eyrac et périodes de dénombrement des naissains de 2008 à 2012.

Conclusion

La reproduction de l'année 2012 a été caractérisée par une ponte principale très tardive se produisant au début de la troisième décennie du mois d'août, ce qui n'avait jamais été observé auparavant. La première ponte significative, survenue autour de fin juillet, était de beaucoup plus faible intensité.

Comme depuis quelques années, l'ampleur des pontes a été peu importante dans les secteurs sud-est du Bassin. Ceci peut être mis en relation avec le faible effort de reproduction observé chez les huîtres suivies dans le cadre de l'Observatoire conchylicole à la station Tès (Figure 31)¹⁰.

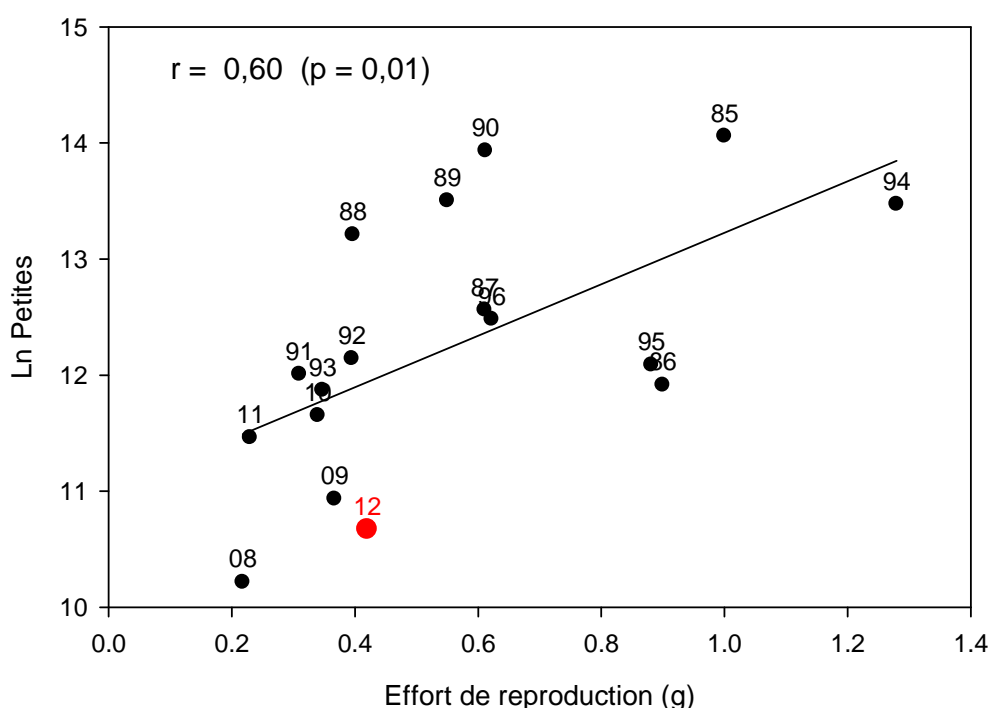


Figure 31 : Relation entre l'abondance des larves « petites » (LnP) dans les frais principaux de la zone « est » du Bassin d'Arcachon et l'effort de reproduction (différence de poids sec des huîtres du Tès avant et après la ponte) (1985 à 1996 et 2008 à 2012).

Ce phénomène pourrait ne pas être lié uniquement aux conditions nutritives (déficit quantitatif ou qualitatif de nourriture pour les géniteurs). D'autres facteurs, relatifs notamment à la contamination chimique dans la zone orientale du Bassin, pourraient intervenir sur ces processus et expliquer à la fois le retard et la faible ampleur de la maturation des géniteurs. Ces questions font l'objet de plusieurs programmes de recherche mis en œuvre localement et qui permettront d'apporter des réponses à ces questions.

¹⁰ Ce graphe ne présente que les données des années pendant lesquelles les mollusques ont été suivis à un pas de temps suffisamment court pendant la période de la ponte. A cet égard, le point 2008 doit être considéré avec prudence, 3 semaines ayant séparé les observations avant et après la ponte.

Les cohortes larvaires ont évolué conformément à ce que la température de l'eau laissait présager : bonne survie (entre les stades « petite » et « moyenne ») des différentes cohortes grâce à une température de l'eau élevée après les pontes.

En particulier, une petite cohorte a présenté un taux de survie très important (6,4 %) en liaison avec la température de l'eau supérieure à 24 °C lors de son développement.

Grâce à ces fortes survies larvaires, un nombre important de larves « en fixation » a été observé dans les eaux entre le milieu du mois d'août et mi septembre, conduisant à un captage important (en moyenne 3500 naissains par tuile) concentré sur cette période.

Lors des dénombrements (deuxième moitié du mois d'octobre), les naissains présentaient des tailles variant entre 0,03 et 1,8 cm avec une majorité (64 %) de naissains de taille comprise entre 2 et 5 mm.

Par ailleurs, les mortalités observées lors des dénombrements des naissains sur les tuiles (médiane : 22,1 % ; moyenne : 26,7 %) sont apparues du même ordre de grandeur qu'en 2009, plus élevées qu'en 2008 et 2010 et inférieures à celles de 2011.



Références bibliographiques

Auby I., Maurer D (2004). Etude de la reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon- Rapport final. *Rapport Ifremer* R.INT.DEL/AR/04.05, 203 p.+ Annexes.

Auby I., Maurer D., Cassam-Chenai Y., Tournaire M.P., Neaud-Masson N., Rumèbe M., Cantin C. (2005)- Reproduction de l'huître creuse dans le bassin d'Arcachon. Année 2005. RST/LER/AR/05.006, 33p.

Auby I., Maurer D., Cassam-Chenai Y., Tournaire M.P., Neaud-Masson N., Rumèbe M., Cantin C. (2006)- Reproduction de l'huître creuse dans le bassin d'Arcachon. Année 2006. RST/LER/AR/06.006, 33 p.

Auby I., Maurer D., Masson N., D'Amico F., Deynu D., Tournaire M.P., Trut G., Cantin C., Pellier C. (2000). Etude des causes du faible captage de naissain d'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon en 1998. *Rapport Ifremer* DEL/AR, 139 p. + Annexes

Auby I., Maurer D., Masson N., Sautour B., Taris N., Valvason M.L., d'Amico F., Guillard F., Gueguen C. Trut G., Cantin C., Pellier C. (2002a). Etude de la reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon- Année 2001. *Rapport Ifremer* RST.DEL/02.03/ARCACHON, 160 p.+ Annexes

Auby I., Maurer D., Valvason M.L., Gueguen C., Guillard F. (2002b). Mise au point d'une nouvelle méthode de suivi de la reproduction de l'huître creuse. Comparaison avec la méthode traditionnelle. *Rapport Ifremer* RST.DEL/02.01/ARCACHON, 22 p.

Auby I., Maurer D., Vignon A., Defenouillère P., Tournaire M.P., Latry A., Neaud-Masson N., Cantin C. (2008). Reproduction de l'huître creuse dans le bassin d'Arcachon. Année 2008. RST/LER/AR/08.005, 33 p.

Auby I., Maurer D., Barbier C., Cantin C., Tournaire M-P, Rumebe M., Trut G., Simonnet B., Navarro R. (2010). Reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon. Année 2010. Rapport Ifremer, RST/LER/AR/10-009, 53 p.

Bourles Y., Alunno-Bruscia M., Pouvreau S., Tollu G., Leguay D., Arnaud C., Gouletquer P., Kooijman S.A.L.M. (2009). Modelling growth and reproduction of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*: Application of the oyster-DEB model in a coastal pond. *Journal of Sea Research* 62, 62-71.

Frontier S. (1983). Stratégie d'échantillonnage en écologie. Ed Masson. 494 p.

His E. (1975). La détection des pontes dans le milieu naturel : application de l'ostréographie à l'étude de la reproduction des huîtres. *Haliotis*, 5, 206-213.

His E. (1991). Biologie et écotoxicologie des véligères de *Crassostrea gigas* (Thunberg) dans le Bassin d'Arcachon. *Thèse Doctorat Etat*, Université Bordeaux I, 192 pp.

Manaud F., Bouchet J.M., Deltreil J.P., Maurer D., Trut G., Auby I., Dreno J.P., L'Yavanc J., Masson N., Pellier C. (1997). Etude intégrée du Bassin d'Arcachon. Tome 5 : Activités ressources vivantes. Rapport interne DEL/Arcachon, 5 classeurs.

Maurer D., Auby I., Masson N., Sautour B., D'Amico F., Deynu D., Tournaire M.P., Trut G., Cantin C., Pellier C. (2001). Etude de la reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon. Année 2000. *Rapport Ifremer DEL/AR*, 132 pp. + Annexes.

Maurer D., Auby I., Masson N., Sautour B., Glé C., d'Amico F., Guegen C., Tournaire M.P., Trut G., Cantin C. (2003). Etude de la reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon- Année 2003. *Rapport IFREMER RST.DEL/03.02/ARCACHON*, 248 pp.+ Annexes.

Maurer D., Auby I., Vignon A., Tournaire M.P., Neaud-Masson N., Rumèbe M., Cantin C. (2007)- Reproduction de l'huître creuse dans le bassin d'Arcachon. Année 2007. *RST/LER/AR/07.007*, 33 p.

Maurer D., Auby I., Vignon A., Tournaire M.P., Neaud-Masson N., Rumèbe M., Cantin C. (2007)- Reproduction de l'huître creuse dans le bassin d'Arcachon. Année 2007. *RST/LER/AR/07.007*, 33 p.

Maurer D., Auby I., Defenouillère P. (2009a) - Estimation du captage de naissains dans le Bassin d'Arcachon en 2008 - Première approche d'une méthodologie nationale dans le cadre du projet Velyger. *Rapport Ifremer RST/LER/AR09-004* : 25 p + annexes.

Maurer D., Auby I., Barbier C., Schirr Bonnans I., Tournaire M.P., Rumèbe M., Cantin C., Trut G. (2009b). Reproduction de l'huître creuse dans le bassin d'Arcachon. Année 2009. *Rapport Ifremer RST/LER/AR/09-009*, 38 p.

Maurer D., Auby I., Barbier C., Schirr Bonnans I., Tournaire M.P., Rumèbe M., Cantin C., Trut G. (2011). Reproduction de l'huître creuse dans le bassin d'Arcachon. Année 2011. *Rapport Ifremer RST/LER/AR/11-009*, 46 p + annexes.

Maurer D., Borel M. (1986). Croissance, engraissement et cycle sexuel de *Crassostrea gigas* dans le Bassin d'Arcachon : comparaison des huîtres âgées de 1 et 2 ans. *Haliotis*, **15**, 125-134.

Maurer D., Borel M. (1990). Estimation du captage d'huîtres *Crassostrea gigas* dans le Bassin d'Arcachon de 1985 à 1989. *Rapport Ifremer DRV-90.38-RA/ARCACHON*, 26 p.

Pouvreau S., Bourles Y., Lefebvre S., Alunno-Bruscia M. (2006). Application of a dynamic energy budget model to the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, reared under various controlled conditions. *J. Sea Research* **56**, 156-167.

Pouvreau S., Bernard I., Le Souchu P., Huvet A., Talarmain E., Auby I., Maurer D., Barbier C., Tournaire M.P., D'Amico F., Rumèbe M., Neaud-Masson N. Bédier E., Martin AG., Claude S., Langlade A., Bouget JF., Hitier B., Stanisière J.Y., Breerette S., Robert S., Guilpain P., Seugnet JL., Guesdon S., Soletchnik P., Le Moine O., Dumas F., Quemener L., Barbot S., Repecaud M., Mille D., Geay A., Bouquet A.L. (2011). *Projet Velyger (2008-2010) : Observer, Analyser et Gérer la variabilité du recrutement de l'huître creuse en France. Rapport de synthèse. Rapport Ifremer, R.INT.BREST/PFOM/PI 2010-2*, 80p.

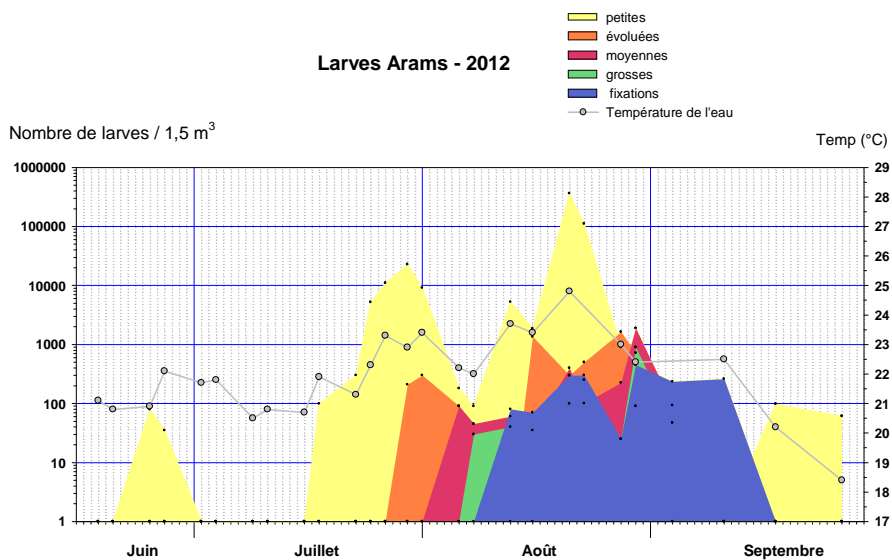
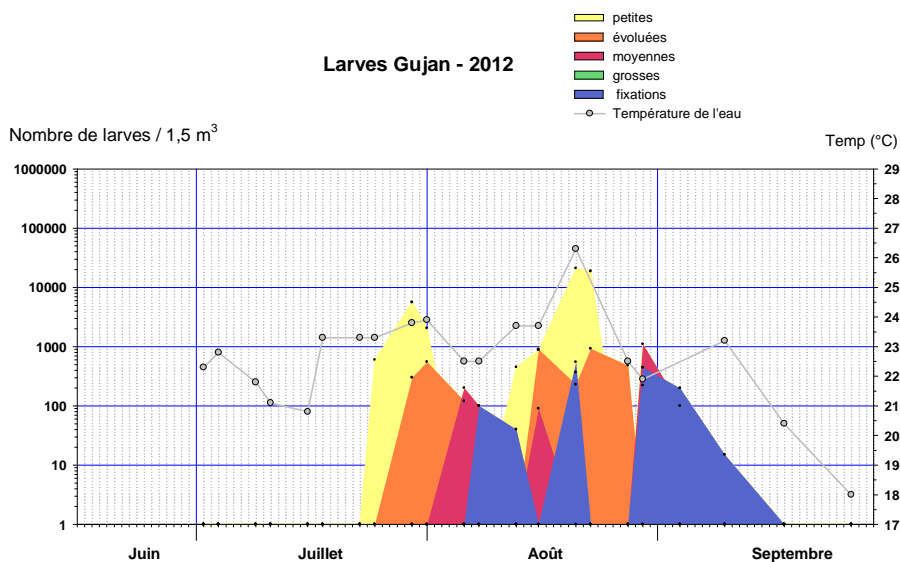
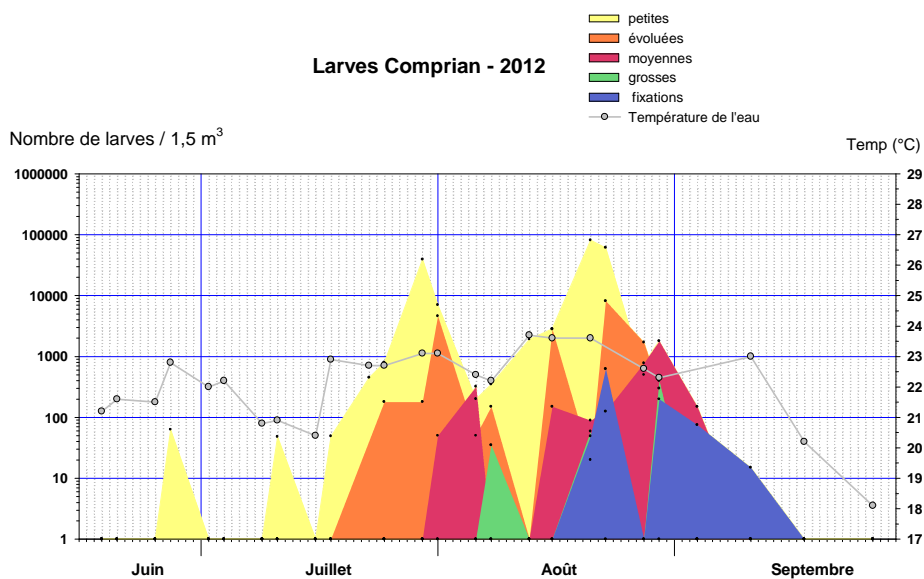


Annexe 1 :
Résultats des pêches de larves dans
les 6 stations en 2012

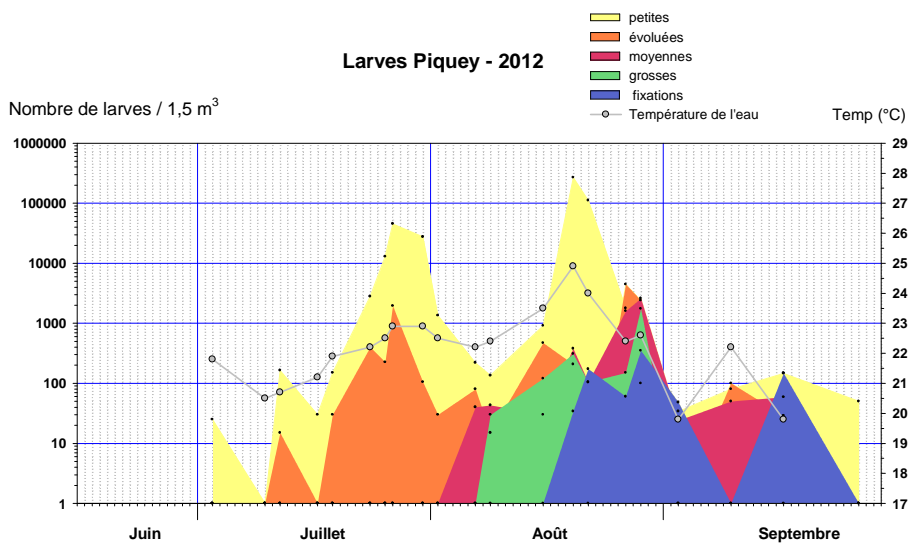
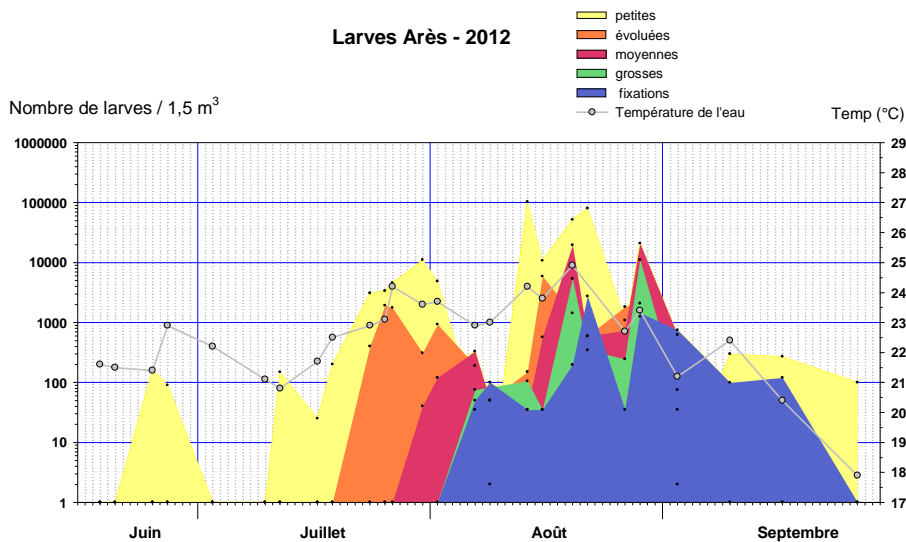
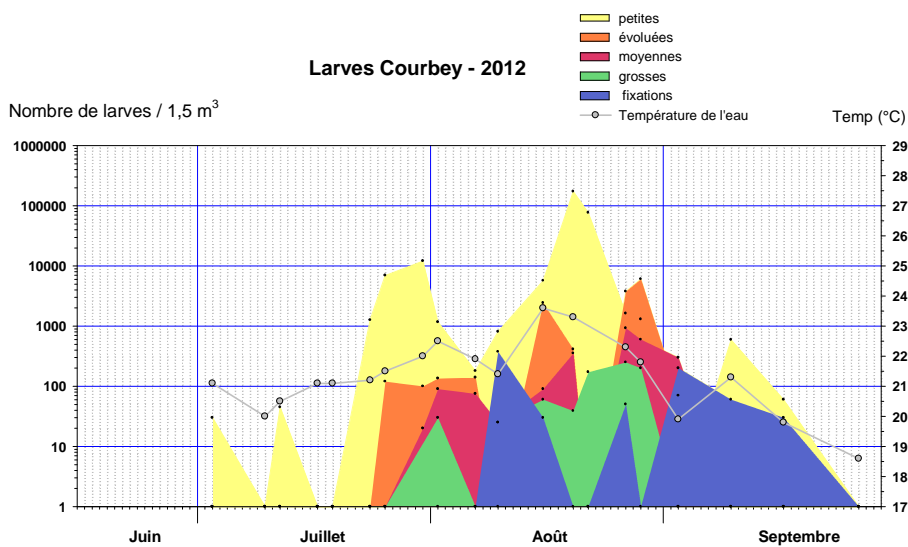
NB : Les températures figurées sur les graphiques sont celles mesurées à chaque station au moment des pêches de larves



Secteur « est »



Secteur « ouest »



Annexe 2 :

Données relatives à la maturation des huîtres sauvages échantillonnées dans le cadre des réseaux REPHY et REMI en 2012 dans le Bassin d’Arcachon

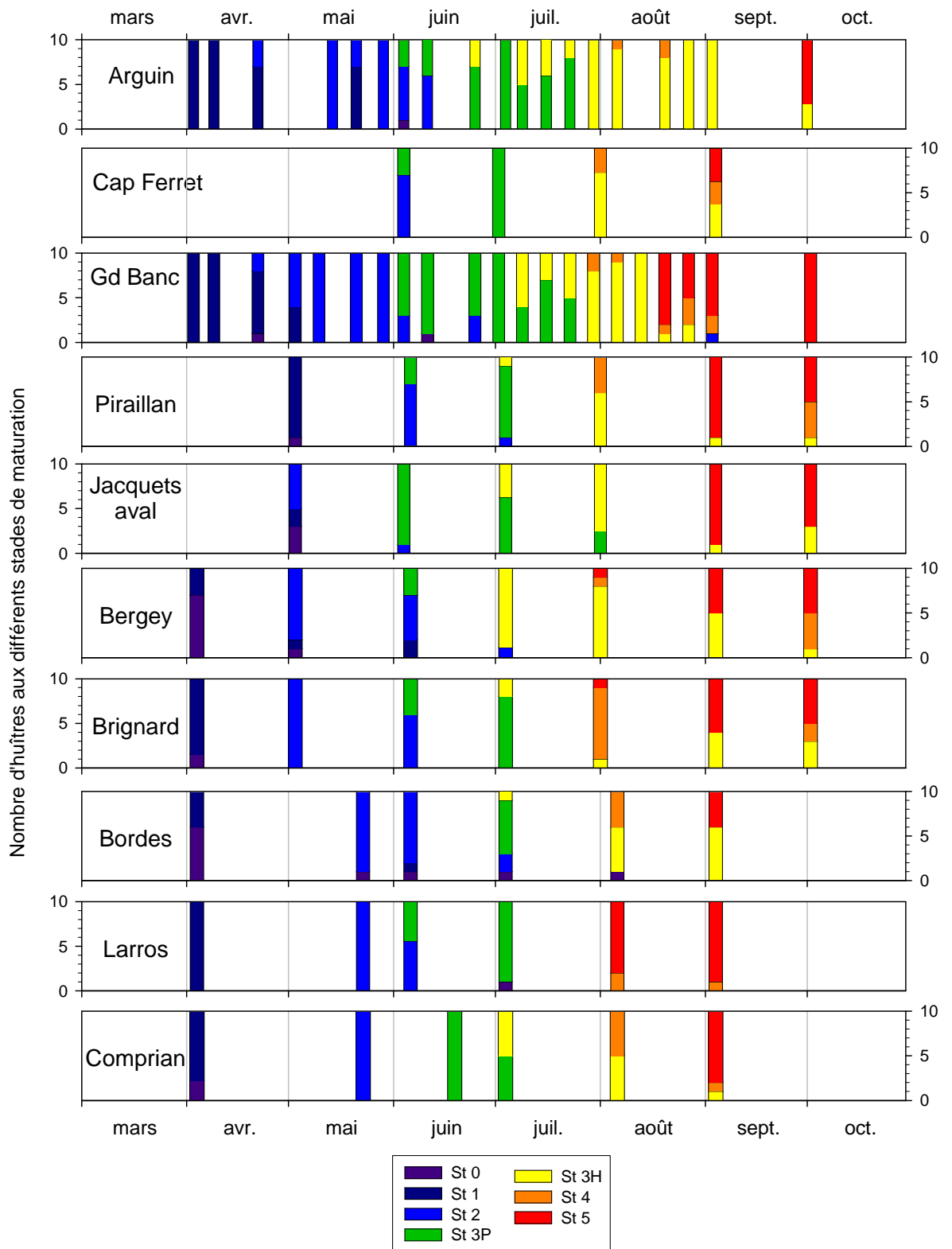
Stades de maturation des mollusques bivalves (d’après Chipperfield (1953) et Le Dantec (1968)).

Stade 0	<ul style="list-style-type: none"> – Repos sexuel
Stade 1	<ul style="list-style-type: none"> – Multiplication des gonies. – Apparition des follicules qui recouvrent au plus la moitié de la masse viscérale. – Il est difficile d’obtenir des gamètes même par forte pression sur la gonade.
Stade 2	<ul style="list-style-type: none"> – Follicules bien développés, recouvrement presque entièrement de la glande digestive – Gamètes non mûrs, obtenus par pression modérée – Gamètes à dissociation difficile.
Stade 3P	<ul style="list-style-type: none"> – Etat moyen de réplétion de la gonade. – Gamètes abondants et facilement dissociables.
Stade 3H	<ul style="list-style-type: none"> – Etat maximum de réplétion de la gonade. Gonade hypertrophiée – Une épaisse couche blanc crème enveloppe la masse viscérale. – Gamètes abondants, obtenus par pression très légère
Stade 4	<ul style="list-style-type: none"> – Régression du volume de la gonade dont la couleur devient jaunâtre – Glande digestive visible, dans la partie antérieure notamment – Gamètes moins abondantes <p>→ Déplétion partielle ou stade de restauration entre deux émissions successives</p>
Stade 5	<ul style="list-style-type: none"> – Déplétion presque complète – Animal d’apparence « maigre » – On distingue cependant encore quelques follicules – Ce stade est confondu avec le stade 0 du repos <p>→ Déplétion totale</p>

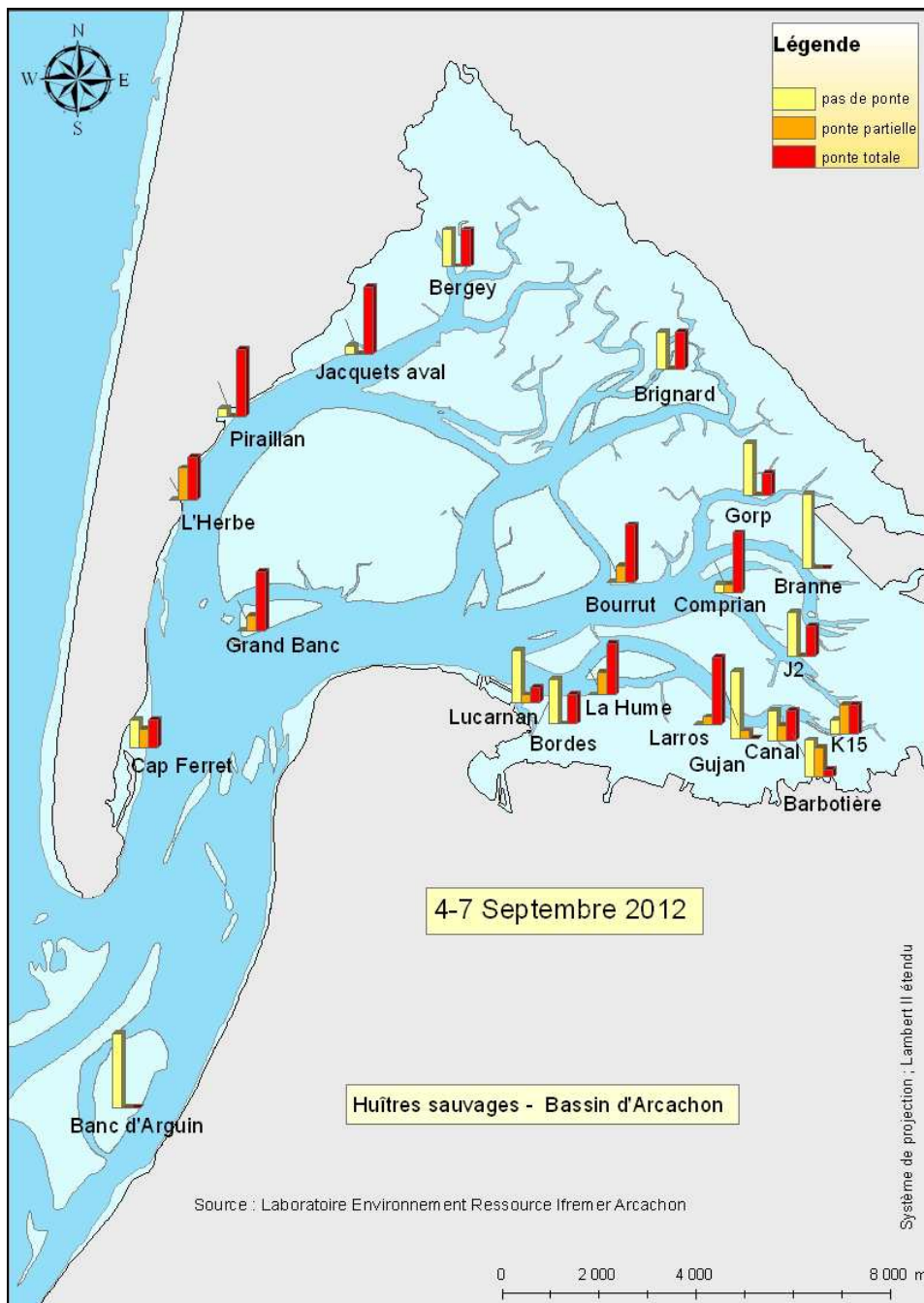
Le Dantec J. (1968). Ecologie et reproduction de l’huître portugaise (*Crassostrea angulata* Lamarck) dans le bassin d’Arcachon et sur la rive gauche de la Gironde. Thèse Université Bordeaux 1.

Chipperfield (1953). Observations on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* (L.) in british waters. J. Mar. Biol. Assoc. UK, 32, 449-476.

Evolution spatio-temporelle de la distribution des stades de maturation de différents lots d'huîtres sauvages (n = 10) dans le Bassin d'Arcachon en 2012 (voir position des stations sur la figure suivante).



Distribution des niveaux de maturation de lots d'huîtres sauvages (n=10) de différents sites du Bassin d'Arcachon au début du mois de septembre 2012 (pas de ponte : stade 3H, ponte partielle : stade 4, ponte totale : stade 5)



Annexe 3 :

Température de l'eau à Eyrac entre 1987 et 2012

Ecart à la moyenne mensuelle

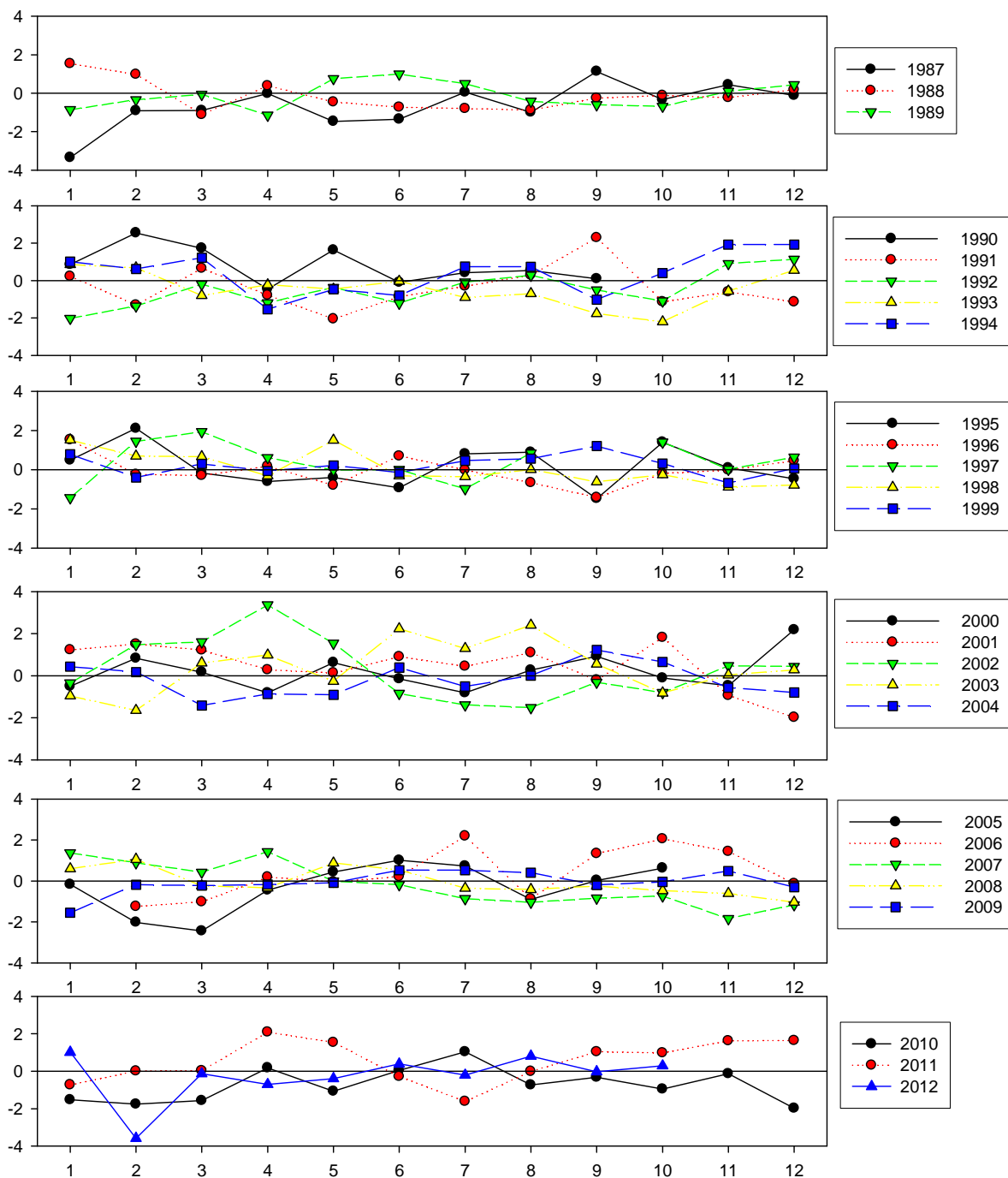
Le tableau et les graphes de cette annexe présentent les mêmes données.

Les valeurs sont calculées à partir des séries de données de température acquises en continu à la jetée d'Eyrac entre 1987 et 2012. Ces données sont moyennées pour chaque mois et sont ensuite comparées à la moyenne mensuelle de l'ensemble des années considérées (écarts à la moyenne exprimés en °C).

Sur le tableau, certaines cellules sont colorées. Elles correspondent aux années caractérisées par des températures en mars-avril plus élevées que la moyenne et des températures en juin-juillet plus faibles que la moyenne.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1987	-3.3	-0.9	-0.9	0.0	-1.5	-1.3	0.0	-1.0	1.1	-0.3	0.4	-0.1
1988	1.5	1.0	-1.1	0.4	-0.5	-0.7	-0.8	-0.9	-0.3	-0.1	-0.2	0.2
1989	-0.9	-0.3	-0.1	-1.1	0.8	1.0	0.5	-0.4	-0.6	-0.7	0.1	0.4
1990	0.9	2.6	1.7	-0.5	1.6	-0.1	0.4	0.5	0.1			
1991	0.2	-1.3	0.7	-0.8	-2.1	-0.9	-0.3	0.3	2.3	-1.1	-0.6	-1.1
1992	-2.0	-1.4	-0.2	-1.2	-0.4	-1.2	-0.1	0.3	-0.5	-1.1	0.9	1.1
1993	0.9	0.7	-0.8	-0.2	-0.5	0.0	-0.9	-0.7	-1.8	-2.2	-0.6	0.5
1994	1.0	0.6	1.2	-1.5	-0.5	-0.8	0.7	0.7	-1.0	0.4	1.9	1.9
1995	0.5	2.1	-0.2	-0.6	-0.4	-0.9	0.8	0.9	-1.5	1.4	0.1	-0.5
1996	1.5	-0.2	-0.3	0.2	-0.8	0.7	0.0	-0.7	-1.4	-0.2	0.0	0.5
1997	-1.4	1.4	1.9	0.6	0.0	0.0	-1.0	0.8		1.4	0.0	0.6
1998	1.5	0.7	0.7	-0.3	1.5	-0.3	-0.4	0.0	-0.6	-0.3	-0.9	-0.8
1999	0.8	-0.4	0.3	-0.1	0.2	-0.1	0.5	0.6	1.2	0.3	-0.7	0.1
2000	-0.5	0.8	0.2	-0.8	0.6	-0.2	-0.8	0.3	0.9	-0.1	-0.5	2.2
2001	1.2	1.5	1.2	0.3	0.1	0.9	0.4	1.1	-0.2	1.8	-0.9	-2.0
2002	-0.3	1.5	1.6	3.4	1.5	-0.8	-1.4	-1.5	-0.3	-0.8	0.5	0.4
2003	-1.0	-1.7	0.6	1.0	-0.3	2.2	1.3	2.4	0.6	-0.8	0.0	0.3
2004	0.4	0.2	-1.4	-0.9	-0.9	0.4	-0.5	0.0	1.2	0.6	-0.6	-0.8
2005	-0.2	-2.0	-2.4	-0.4	0.4	1.0	0.7	-0.9	0.0	0.6		
2006		-1.2	-1.0	0.2	-0.1	0.2	2.2	-0.9	1.3	2.1	1.4	-0.1
2007	1.4	0.9	0.4	1.4	0.0	-0.2	-0.9	-1.0	-0.8	-0.7	-1.8	-1.2
2008	0.6	1.1	-0.2	-0.3	0.9	0.5	-0.4	-0.4	-0.2	-0.5	-0.6	-1.0
2009	-1.6	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.5	0.5	0.4	-0.2	0.0	0.5	-0.3
2010	-1.5	-1.8	-1.6	0.2	-1.1	0.0	1.0	-0.7	-0.3	-1.0	-0.1	-2.0
2011	-0.7	0.0	0.0	2.1	1.5	-0.3	-1.6	0.0	1.0	1.0	1.6	1.6
2012	1.0	-3.6	-0.1	-0.7	-0.4	0.4	-0.2	0.8	0.0	0.3		
moyenne	8.9	9.2	11.4	13.9	17.5	20.2	22.2	22.7	20.2	16.8	12.7	9.9

Température de l'eau à Eyrac Ecart à la moyenne mensuelle



Annexe 4 : Secteurs de captage et nombre de collecteurs échantillonnés en 2012

Nombre de collecteurs déclarés dans les différents secteurs en 2012

SECTEUR	Tuiles	Coupelles	Tubes	Plénos
1	215 500	3 519 080	1 750	2 310
2	43 500	64 0000	14 500	650
3	116 470	1 350 000	19 500	0
4	116 364	0	12 000	0
5	23 900	132 000	18 000	26
6	107 646	129 750	6 000	0
7	187 768	0	1 000	0
8	279 719	2 216 570	33 450	2 612
9	74 500	1 371 840	22 400	400
10	31 000	116 520	4 000	20
11	85 200	571 900	0	540
12	90 800	1 667 000	18 000	0
13	17 000	82 124	0	120
14	24 800	1 210 720	42 000	424
15	50 500	957 280	16 500	400
16	27 000	1 150 000	0	0
TOTAL	1 491 667	15 114 784	209 100	7 502

Nombre de collecteurs échantillonnés dans les différents secteurs en 2012

SECTEUR	Tuiles	Cordées
1	7	9
2	1	2
3	4	4
4	4	0
5	1	1
6	4	1
7	6	0
8	9	7
9	2	5
10	1	1
11	3	2
12	3	6
13	1	1
14	1	4
15	2	3
16	1	4
Total	50	50

Nombre total de collecteurs déclarés depuis 2000

Année	Tuiles	Coupelles	Tubes	Plénos	Pochons
2000	2 649 785	5 373 163	780 390	8 481	9 418
2001	2 712 501	5 142 336	707 706	10 355	10 440
2002	3 638 729	8 835 530	953 335	15 287	9 980
2003	2 863 534	8 294 320	811 080	19 313	6 655
2004	2 274 222	10 382 825	604 285	13 944	1600
2005	2 910 175	14 678 866	627 350	30 997	4 800
2006	2 352 524	12 987 692	601 700	19 641	8 910
2007	2 056 448	15 718 688	408 800	15 166	3500
2008	1 833 035	19 751 319	526 940	10 064	17 980
2009	1 914 354	16 931 652	387 630	78 155	4 255
2010	1 854 184	15 926 062	396 820	6 027	11 154
2011	1 864 252	14 254 900	255 610	6 689	28 572
2012	1 491 667	15 114 784	209 100	7 502	10 160



Annexe 5 : Variances inter (tuiles ou cordées) et intra (fractions de tuile ou coupelles) - Optimisation

NB : Dans cette annexe, le terme « fraction » qualifie, pour les tuiles, l'unité sur laquelle les naissains sont dénombrés pour chaque réplicat. Pour une année donnée, cette surface est déterminée en fonction des abondances totales sur les tuiles (elle est d'autant plus importante que le captage est peu abondant).

	Ecart-type du nombre moyen de naissains par fraction	Ecart-type du nombre moyen de naissains par coupelle
Entre les fractions ou les coupelles (intra)	105	52
Entre les tuiles ou cordées (inter)	79	93

Le nombre optimal de fractions ou de coupelles à examiner par tuile ou par cordée peut être calculé par la formule suivante (Scherrer *in* Frontier, 1983) :

$$m \text{ opt} = s_2 / \sqrt{(s_1^2 - s_2^2/m)} * \sqrt{(c_1/c_2)}$$

où m est le nombre de fractions ou coupelles examinées (ici 3 et 5), s_1^2 et s_2^2 sont respectivement les variances inter et intra tuiles ou cordées, et c_1 et c_2 les coûts d'accès et de traitement attachés respectivement à la tuile ou cordée et à la fraction ou coupelle.

Les variances intra ne sont pas négligeables devant les variances inter tuiles et cordées, ce qui justifie un calcul d'optimisation. Si l'on ne prend pas en compte les coûts d'accès et de traitement des deux niveaux, ce qui revient à choisir $c_1/c_2 = 1$, le calcul conduit à un nombre optimal (m opt.) de fractions par tuile de 2 et de coupelles par cordée de 3. Si l'on choisit un rapport c_1/c_2 de 10, ce qui signifie qu'il faut 10 fois plus de temps pour prélever une tuile ou une cordée que pour traiter une fraction ou une coupelle, le calcul conduit respectivement à des m optimaux de 6 et de 9.

Rapport des coûts de temps	m opt. fractions/tuile	m opt. coupelles/cordée
$c_1/c_2 = 1$	2	3
$c_1/c_2 = 10$	6	9

Ces résultats confirment que lors d'un captage important comme en 2012, le choix fait *a priori* de compter 3 fractions par tuile et 5 coupelles par cordée s'avère approprié (bien que ces nombres puissent raisonnablement être diminués respectivement à 2 fractions et 3 cordées, sans nuire à la précision du résultat final).

Annexe 6 :
Numérations des naissains d'huîtres sur les collecteurs
(du 15 au 29 octobre) à l'issue de la saison de
reproduction 2012

Tuiles						
Secteur		date	total	mortes	vivantes	% mort
1	Cap Ferret	16/10/2012	2 420	180	2 240	7,44
		16/10/2012	4 893	1 560	3 333	31,88
		16/10/2012	3 980	1 193	2 787	29,98
		16/10/2012	6 293	1 700	4 593	27,01
		16/10/2012	3 060	667	2 393	21,79
		17/10/2012	3 187	653	2 533	20,50
		17/10/2012	3 207	367	2 840	11,43
2	Grand Banc	25/10/2012	2 747	1 053	1 693	38,35
3	Lucarnan Maouréou	23/10/2012	2 727	580	2 147	21,27
		23/10/2012	3 373	947	2 427	28,06
		23/10/2012	4 433	400	4 033	9,02
		23/10/2012	2 487	493	1 993	19,84
4	Gujan Le Teich	29/10/2012	3 040	1 247	1 793	41,01
		29/10/2012	2 100	1 027	1 073	48,89
		29/10/2012	2 447	1 127	1 320	46,05
		29/10/2012	2 520	773	1 747	30,69
5	Tès	23/10/2012	3 980	753	3 227	18,93
6	Arrouillats	22/10/2012	3 660	727	2 933	19,85
		22/10/2012	3 467	613	2 853	17,69
		22/10/2012	10 827	2 307	8 520	21,31
		22/10/2012	3 480	987	2 493	28,35
7	Lahillaire	22/10/2012	3 727	93	3 633	2,50
		22/10/2012	4 627	1 227	3 400	26,51
		22/10/2012	3 233	533	2 700	16,49
		22/10/2012	2 013	693	1 320	34,44
		22/10/2012	2 607	727	1 880	27,88
		22/10/2012	3 053	687	2 367	22,49
8	La Vigne Le Canon	17/10/2012	3 900	667	3 233	17,09
		17/10/2012	3 827	1 013	2 813	26,48
		17/10/2012	4 347	647	3 700	14,88
		17/10/2012	3 173	1 033	2 140	32,56
		17/10/2012	5 653	1 233	4 420	21,82
		17/10/2012	5 133	920	4 213	17,92
		18/10/2012	3 780	927	2 853	24,51
		18/10/2012	2 527	740	1 787	29,29
		18/10/2012	5 087	2 260	2 827	44,43
9	Pirailan Jacquets	18/10/2012	2 380	1 213	1 167	50,98
		18/10/2012	3 153	587	2 567	18,60
10	Hautebelle Graouères Cès	26/10/2012	3 127	393	2 733	12,58

Tuiles						
Secteur		date	total	mortes	vivantes	% mort
11	Comprian	15/10/2012	3 627	480	3 147	13,24
		15/10/2012	2 707	1 147	1 560	42,36
		15/10/2012	2 053	433	1 620	21,10
12	Mapouchet Grahudes Humeyre	25/10/2012	4 027	427	3 600	10,60
		25/10/2012	2 307	347	1 960	15,03
		25/10/2012	1 453	160	1 293	11,01
13	Bourrut Tessillat	15/10/2012	4 240	1 367	2 873	32,23
14	Sud Ile aux Oiseaux	25/10/2012	2 680	720	1 960	26,87
15	Nord-Est Ile aux Oiseaux	26/10/2012	3 253	753	2 500	23,16
		26/10/2012	2 767	400	2 367	14,46
16	Matelle	29/10/2012	2 387	600	1 787	25,14

TUILES	Total	mortes	vivantes	% mort
Moyenne	3 503	2 668	24,32	24,32
Ecart type	1 446	1 197	10,94	10,94
Médiane	3 197	2 517	22,15	22,15
Minimum	1 453	1 073	2,50	2,50
Maximum	10 827	8 520	50,98	50,98



COUPELLES						
Secteur		date	total	vivantes	mortes	% mortalité
Secteur 1	Cap Ferret	16/10/12	368	266	102	27,6
		16/10/12	259	194	65	25,1
		16/10/12	428	300	128	29,9
		16/10/12	229	153	76	33,1
		16/10/12	359	252	107	29,8
		16/10/12	294	193	101	34,4
		16/10/12	200	174	26	13,1
		16/10/12	162	125	37	22,8
Secteur 2	Grand Banc	25/10/12	338	221	117	34,7
		25/10/12	68	46	22	32,2
Secteur 3	Lucarnan Maouréou	23/10/12	277	220	56	20,4
		23/10/12	219	175	44	20,1
		23/10/12	117	98	19	16,0
		23/10/12	143	124	19	13,3
Secteur 5	Tès	23/10/12	182	140	42	23,0
Secteur 6	Arrouillats	22/10/12	407	352	55	13,5
Secteur 8	La Vigne Le Canon	17/10/12	264	213	51	19,3
		17/10/12	273	226	48	17,4
		17/10/12	179	102	77	42,9
		17/10/12	307	224	83	27,1
		17/10/12	130	111	19	14,5
		17/10/12	336	229	106	31,7
Secteur 9	Pirailan Jacquets	18/10/12	130	68	62	47,5
		18/10/12	190	130	59	31,3
		18/10/12	305	201	104	34,2
		18/10/12	140	98	43	30,4
		18/10/12	247	133	114	46,2
Secteur 10	Hautebelle Graouères Cès	26/10/12	191	146	45	23,5
Secteur 11	Comprian	15/10/12	186	154	32	17,2
		22/10/12	190	137	54	28,3
Secteur 12	Mapouchet Grahudes Humeyre	25/10/12	239	167	71	29,9
		26/10/12	98	82	17	17,1
		26/10/12	159	146	13	8,2
		26/10/12	330	261	70	21,1
		29/10/12	259	219	40	15,4
		29/10/12	421	349	72	17,1
Secteur 13	Bourrut Tessillat	15/10/12	301	287	14	4,5

COUPELLES						
Secteur		date	total	vivantes	mortes	% mortalité
Secteur 14	Sud Ile aux Oiseaux	25/10/12	57	45	12	21,0
		25/10/12	176	99	77	43,6
		25/10/12	191	112	79	41,3
		25/10/12	209	181	28	13,6
Secteur 15	Nord-Est Ile aux Oiseaux	26/10/12	206	144	61	29,9
		26/10/12	216	159	58	26,6
		26/10/12	341	204	137	40,1
Secteur 16	Matelle	29/10/12	274	214	59	21,7
		29/10/12	376	274	101	27,0
		29/10/12	129	101	29	22,1
		29/10/12	318	199	119	37,4

Coupeles	total	mortes	vivantes	% mortalité
Moyenne	235	174	61	25,7
Ecart type	92	72	34	10,0
Médiane	218	163	57	25,9
Minimum	57	45	12	4,5
Maximum	428	352	137	47,5

