

**Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes-ODE  
Unité Littoral, Labo. Environnement-Ressources Languedoc-Roussillon**  
Franck LAGARDE, Serge MORTREUX, Slem MEDDAH, Axel LEURION, Patrik LE GALL, Jean-Louis Guillou, Marie BOJ, Marine FUHRMANN, Marion RICHARD, Martin UBERTINI, Annie FIANDRINO, Emmanuelle ROQUE D'ORBCASTEL

**Comité Régional de la Conchyliculture Méditerranéenne**  
Adeline PERIGNON

**Cépralmar**  
Erika GERVASONI

**Département Ressources Biologiques et Environnement  
Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (LEMAR)  
UMR 6539 CNRS/UBO/IRD/lfremer**  
Stéphane POUVREAU

Mars 2015 - R.INT.ODE/UL/LERLR 2015-13

## Recherche de gisements de captage naturel de *Crassostrea gigas* en lagune de Thau.

Répartition spatiotemporelle du naissain, aspects culturels et économiques.



Patrik Le Gall@lfremer

**Rédacteurs principaux :**

**Franck LAGARDE, Erika GERVASONI, Adeline PERIGNON.**



# **Recherche de gisements de captage naturel de *Crassostrea gigas* en lagune de Thau.**

Répartition spatiotemporelle du naissain, aspects cultureux  
et économiques.

## Fiche documentaire

<b>Numéro d'identification du rapport :</b> <b>Diffusion :</b> libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		<b>date de publication :</b> Mars 2015 <b>nombre de pages :</b> <b>bibliographie :</b> oui <b>illustration(s) :</b> oui <b>langue du rapport :</b> Français
<b>Validé par :</b> Stéphane Pouvreau Adresse électronique : stephane.pouvreau@ifremer.fr		
<b>Titre de l'article :</b> Recherche de gisements de captage naturel de <i>Crassostrea gigas</i> en lagune de Thau.		
Contrat n°                      Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Auteur(s) principal(aux) :</b> Franck LAGARDE  Erika Gervasoni  Adeline Pérignon  <b>Auteur(s) secondaire(s) :</b> Serge MORTREUX, Slem MEDDAH, Axel LEURION, Patrik LE GALL, Jean-Louis Guillou, Marie BOJ, Marine FUHRMANN Marion RICHARD, Martin UBERTINI, Annie FIANDRINO, Emmanuelle ROQUE D'ORBCASTEL  Stéphane Pouvreau		<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b> Ifremer / ODE / UL / LERLR.  Cevalmar  CRCM  Ifremer / ODE / UL / LERLR.  Ifremer / RBE / LPI / PFOM.
<b>Cadre de la recherche :</b> Programme de recherche PRONAMED 2		
<b>Destinataire :</b> CRCM Cevalmar Région Languedoc -Roussillon FEP France-Agrimer		
<b>Résumé</b>  <p>Le travail est axé sur la volonté de la filière conchylicole méditerranéenne pour s'approvisionner en naissains d'huîtres creuses sauvages d'origine lagunaire. L'observatoire du captage naturel, mis en place entre 2012 et 2014, a permis de découvrir des gisements de naissains collectés naturellement dans la lagune de Thau selon un protocole défini à l'échelle expérimentale. Bien que très hétérogènes spatialement et temporellement, les densités de naissains sur les collecteurs révèlent des catégories de captage allant de "moyen <i>i. e.</i> 20 à 200 naissains par coupelle" à "excellent <i>i. e.</i> 200 à 2000 naissains par coupelle " sur certaines stations expérimentales. Les expériences de captage naturel à échelle semi-industrielle (avec filière de coupelles en lagune) ont permis de confirmer le succès du captage naturel sur les gisements favorables mais la mise en prégrossissement en zone ostréicole reste un point de blocage à ce stade de développement du projet. Les suivis de survie des lots de naissains autochtones reflètent des survies intéressantes bien que le naissain montre une sensibilité aux phénomènes de surmortalité automnale. L'étude économique montre que la pratique du captage naturel est rentable sur certaines stations situées en dehors des zones ostréicoles dont les niveaux de captage sont "moyens" à "excellents".</p> <p>Le réseau "Biovigilance" (pour la caractérisation de la ploïdie des huîtres sauvages) et les épreuves thermiques de laboratoire caractérisant le statut de zoo-sanitaire vis-à-vis du virus OsHV-1 permettent de définir le statut du naissain autochtone de la lagune de Thau comme étant de relative bonne qualité cytogénétique en 2013 avec un bon bilan zoo-sanitaire OsHV-1 (faiblement infecté, faiblement infectieux).</p> <p>Après la découverte des zones de captage de naissains d'huître creuse, la poursuite des travaux de recherche devront, le cas échéant, s'orienter vers la recherche des zones de prégrossissement (micronurserie, nurserie) afin de maximiser la survie du captage naturel en lagune méditerranéenne.</p>		
<b>Mots-clés</b> Captage naturel, <i>Crassostrea gigas</i> , recrutement, conchyliculture méditerranéenne, lagune.		



## Sommaire

<b>1. Introduction.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Matériels et Méthodes .....</b>	<b>9</b>
2.1. La lagune de Thau et les stations expérimentales .....	9
2.2. Les collecteurs de naissains .....	10
2.3. Les systèmes de mouillage pour les stations hors des zones conchylicoles .....	11
2.4. La filière de 100 collecteurs .....	11
2.5. Stratégies d'échantillonnage.....	12
<b>3. Analyse de données .....</b>	<b>16</b>
3.1. Répartition spatiotemporelle du captage en lagune .....	16
3.2. Répartition du naissain sur la colonne d'eau.....	16
3.3. Effet de l'orientation du collecteur sur la fixation du naissain.....	16
3.4. Analyse des durées de vie du naissain .....	16
3.5. Test de captage à échelle semi-industrielle .....	17
<b>4. Résultats et discussion .....</b>	<b>18</b>
4.1. Répartition spatiotemporelle du naissain.....	18
4.2. Répartition du naissain sur la hauteur de la colonne d'eau.....	20
4.3. Effet de l'orientation du collecteur.....	21
4.4. Survie du naissain autochtone de Thau .....	21
4.5. Résultats des densités de naissains sur la filière de 100 collecteurs.....	23
<b>5. Estimation de la rentabilité économique du captage naturel en lagune de Thau.....</b>	<b>26</b>
5.1. Estimation du coût du captage naturel pour N collecteurs à coupelle mis à l'eau	26
5.2. Coût du captage naturel pour N collecteurs immergés .....	27
5.3. Estimation du rendement de captage pour 100 collecteurs .....	28
5.4. Estimation de la rentabilité du captage.....	29
<b>6. Conclusion .....</b>	<b>31</b>



## 1. Introduction

L'ostréiculture française est, depuis 1970, caractérisée essentiellement par l'exploitation de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Le développement de cette filière en France, dans un premier temps basé sur un approvisionnement en juvéniles issus des bassins naisseurs localisés à Arcachon et à Marennes-Oléron, a muté avec la création d'écloseries et de nurseries dans les années 1990, localisées majoritairement sur les façades Manche et Atlantique (Gangnery *et al.* 2001, 2004, Gervasoni *et al.* 2011). Il convient aussi de noter que désormais, à la faveur du réchauffement climatique, de nouveaux bassins pratiquent de plus en plus régulièrement l'activité de captage : la Baie de Bourgneuf ainsi que la Rade de Brest (e.g. Pouvreau *et al.* 2011, Pouvreau *et al.* 2012, Pouvreau *et al.* 2013).

La filière ostréicole méditerranéenne, qui représente environ 7 % de la production nationale (6 043 tonnes sur 79 220 tonnes en 2012, Agreste 2014), dépend des bassins atlantiques traditionnellement naisseurs et des écloseries pour son approvisionnement en naissain. Des difficultés majeures d'approvisionnement et une mauvaise adaptation du naissain aux conditions méditerranéennes ont été évoquées par les conchyliculteurs méditerranéens (CRCM, *comm. pers.*) avec l'apparition des surmortalités en 2008 (Pernet *et al.* 2010, Pernet *et al.* 2014a, Pernet *et al.* 2014b). Ces surmortalités ont amené la filière conchylicole méditerranéenne au souhait de développer un approvisionnement régional en naissain naturel dès 2010. Pour cela, le projet de recherche « PRONAMED<sup>1</sup> » conduit par le CRCM a été mis en place sur la période 2010-2011 pour évaluer le potentiel de captage de l'huître creuse dans les zones conchylicoles de la lagune de Thau (Rayssac *et al.* 2012). Cette première phase a donc consisté à mettre en place un observatoire du captage naturel. Cet observatoire a montré la forte variabilité du recrutement naturel dans les zones ostréicoles de la lagune de Thau avec un captage pléthorique en 2010 à l'image des bassins naisseurs de l'atlantique (Pouvreau *et al.* 2011) et quasi nul en 2011. Face à cette forte variabilité, le CRCM et l'Ifremer associés au Cépralmar ont décidé de poursuivre les travaux de recherche pour mieux comprendre les processus du recrutement larvaire en lagune méditerranéenne et les causes de sa variabilité.

Pour ce faire, une deuxième phase du projet PRONAMED a été initiée en 2012 avec la poursuite de l'observatoire régional du captage naturel de l'huître creuse élargi à l'ensemble de l'écosystème Thau (zones conchylicoles et zones non-concédées (hors-zones)) pour une durée de trois ans (2012-2014). L'ensemble du cycle biologique de l'huître a alors été appréhendé dans le contexte écologique lagunaire méditerranéen de Thau. Les travaux présentés ici concernent essentiellement l'étude spatiotemporelle du recrutement du naissain d'huître creuse, le suivi de sa survie en 2012 et 2013 sur les zones conchylicoles de la lagune de Thau et des expériences concernant la gestion des collecteurs. Les autres étapes du cycle biologique (gamétogénèse, ponte, approvisionnement en larves) sont décrites dans d'autres rapports (Lagarde, *In prep.*) et publications (Ubertini *et al.* *In prep.*, Lagarde *et al.*, *In prep.*).

Plus précisément, les expérimentations présentées ici portent sur:

<sup>1</sup> PROduction de NAissain d'huître creuse en MEDiterranée.

1. La caractérisation spatio-temporelle des densités de naissains dans la lagune de Thau sur les trois saisons de captage (2012-2013-2014).
2. La répartition du naissain sur la colonne d'eau après un événement de ponte majeur (événement du 5 juillet 2012),
3. L'effet de la position horizontale vs. verticale des collecteurs sur la fixation du naissain après un événement de ponte majeur en 2013,
4. Le suivi de la survie de lots de naissains autochtones de la lagune de Thau en 2012 et en 2013.
5. La mise en place d'une filière de 100 collecteurs en vue du test de captage à plus grande échelle en 2014.

## 2. Matériels et Méthodes

### 2.1. La lagune de Thau et les stations expérimentales

La lagune de Thau est la plus grande des lagunes du Languedoc Roussillon. D'une profondeur moyenne de 3,5 mètres, elle a une superficie de 7 500 hectares (19 km × 4.5 km) et est alimentée en eau de mer par des canaux (dénommés graus en occitan). Le bassin versant couvre une superficie de 25 000 hectares.

Afin de trouver les meilleurs sites de captage et définir les meilleures périodes de pose de collecteurs selon un protocole déjà approuvé (Burke *et al.* 2008), huit stations expérimentales de captage ont été implantées dans la lagune (Figure 1, Tableau 1) :

- Trois stations expérimentales ont été installées dans les zones ostréicoles (Bouzigues, Meze, Marseillan)
- Trois à cinq stations (selon les années) ont été déployées en dehors des zones ostréicoles (Marseillan\_HT, Listel, Meze\_HT, Bouzigues\_HT, Balaruc\_HT).

Le positionnement des stations a été fait selon un axe Nord-est/Sud-ouest et en sélectionnant également les principales biocénoses de zones conchylicoles et les zones en dehors des zones conchylicoles. Les stations Meze\_HT et Listel ont été positionnées de manière à être sur des pentes bathymétriques du bassin principal de la lagune. Ces pentes contraignent la mise en place des cellules de circulation des masses d'eau (Ifremer 2004).

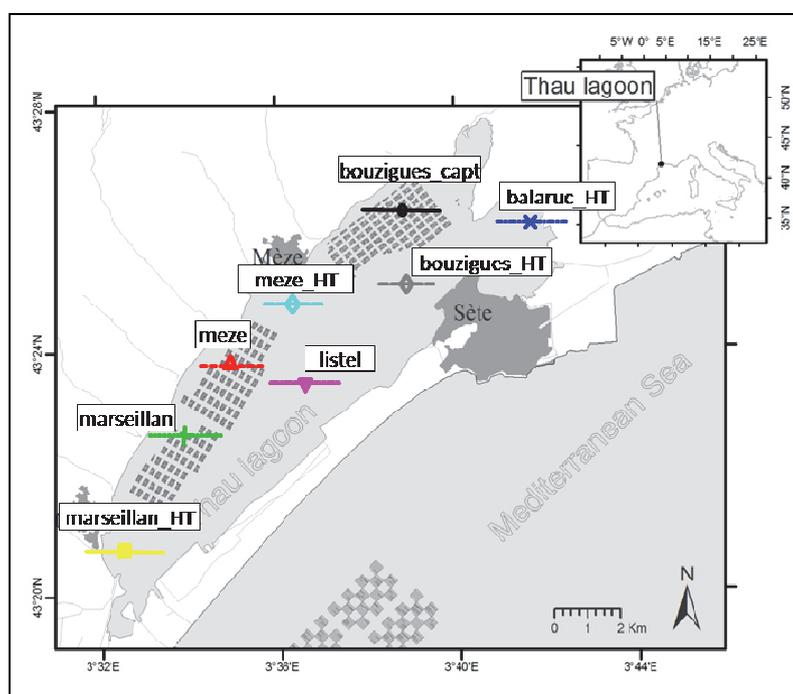


Figure 1 : **Représentation cartographique de la lagune de Thau, de ces zones conchylicoles (zones grisées) et des stations expérimentales dédiées au captage naturel.**

Six stations expérimentales ont été suivies en 2012, 7 stations en 2013 et 8 stations en 2014, comme précisé dans le Tableau 1.

**Tableau 1** : Profondeurs et positions des stations expérimentales

Code station	Profondeur (m)	Coordonnées Lambert 2 étendu (m)		Coordonnées WGS84 (Degré décimal)		Suivi annuel		
		Est	Nord	Long	Lat	2012	2013	2014
Bouzigues capt	8.0	705 955	1 827 083	3.64332690	43.4379778	X	X	X
Meze	3.20	701 156	1 822 531	3.58326056	43.3977765	X	X	X
Marseillan	3.8	700 214	1 820 441	3.57124851	43.3791309	X	X	X
Marseillan HT	3.6	697 904	1 816 993	3.54214175	43.3484724	X	X	X
Listel	6.9	703 428	1 821 563	3.61106341	43.3887515	X	X	X
bala HT	5.2	709 897	1 826 476	3.69180552	43.4319240	X	X	X
Meze HT	5.0	703 083	1 824 415	3.607380	43.414427		X	X
Bouzigues HT	8.0	706 344	1 824 810	3.64766667	43.417500			X

## 2.2. Les collecteurs de naissains

Les collecteurs à coupelles ont été utilisés pour collecter les naissains d'huîtres creuses. Un collecteur est composé de 44 coupelles et mesure 110 cm de haut (Figure 2a). Les coupelles sont de couleur blanche et de diamètre 15 cm. L'unité d'échantillonnage est ici la coupelle et chaque collecteur est échantillonné à trois niveaux haut, milieu et bas (Figure 2a) en repérant les coupelles selon leur position de bas en haut (haut=39<sup>ème</sup> coupelle, milieu=22<sup>ème</sup> coupelle, bas=5<sup>ème</sup> coupelle).

La coupelle présente deux faces « dessus » et « dessous », toutes deux analysées. Chaque face de coupelle est divisée en 18 secteurs de même aire nommées « sous-unités de base » (Figure 2b). Les densités de postlarves sont évaluées sur 3 réplicats sur des sous-unités de comptage allant de 1 à 4 sous-unités de base. Le choix du nombre de sous-unités de base constituant la sous-unité de comptage est basé sur la quantité de postlarves afin d'optimiser le temps de comptage. Les comptages se font avec une loupe binoculaire ou macroscopiquement si possible.

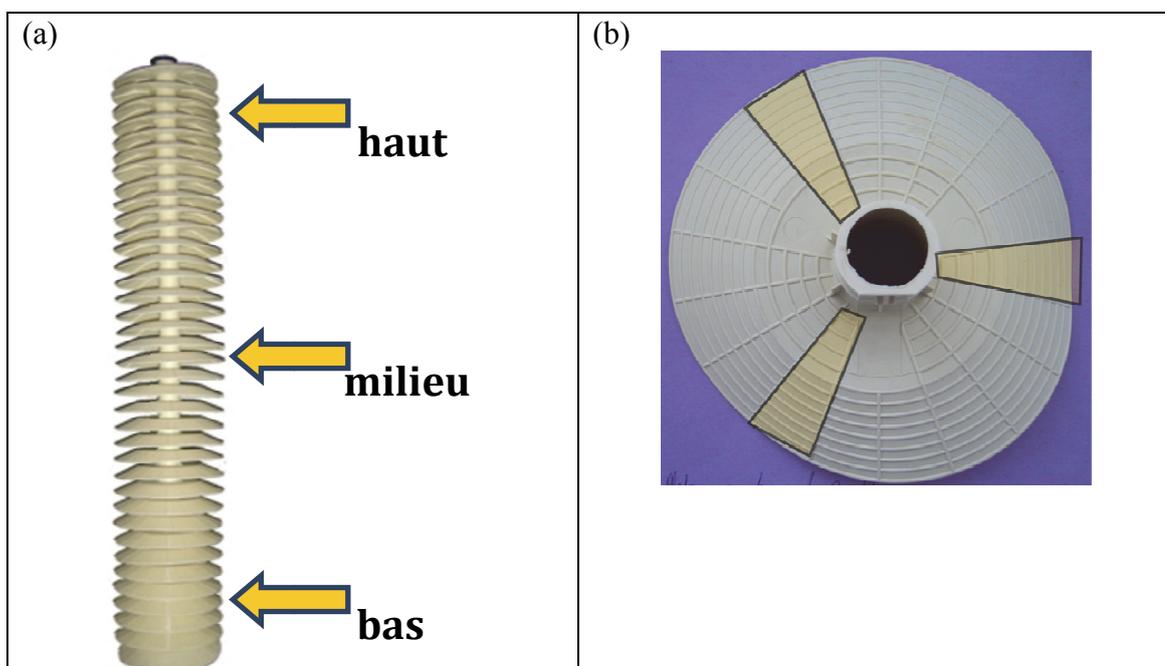


Figure 2 : (a) Photographie de collecteur à coupelles et (b) coupelle, vue de dessus, avec le triplikat de sous-unités de comptage d'une sous-unité de base dans cet exemple.

Les collecteurs à coupelle sont déployés à la verticale et répliqués trois fois sur chaque station expérimentale. Dans les zones conchylicoles, les collecteurs à coupelle sont immergés en suspension sous les structures de production à 2 mètres sous la surface. En dehors des zones conchylicoles, les collecteurs sont déployés par l'intermédiaire de systèmes de mouillage (cf. 2.3).

La variabilité des densités de naissains par coupelle est classée en 4 catégories obtenues à l'issue de la saison de reproduction (e.g. Pouvreau *et al.* 2012) :

- Captage faible à nul : de 0 à 20 naissains par coupelle.
- Captage moyen : de 20 à 200 naissains par coupelle.
- Captage excellent : de 200 à 2000 naissains par coupelle.
- Captage pléthorique : >2000 naissains par coupelle.

### 2.3. Les systèmes de mouillage pour les stations hors des zones conchylicoles

Les systèmes de mouillage utilisés sont dimensionnés pour que le haut des collecteurs soit positionné à 2.5 mètres sous la surface. Ils sont prévus pour supporter 2 collecteurs (Figure 3). Le mouillage est lesté par une chaîne de 35 kg, tendu par un flotteur subsurface de 3 litres et balisé en surface par un flotteur de surface et un fanion.

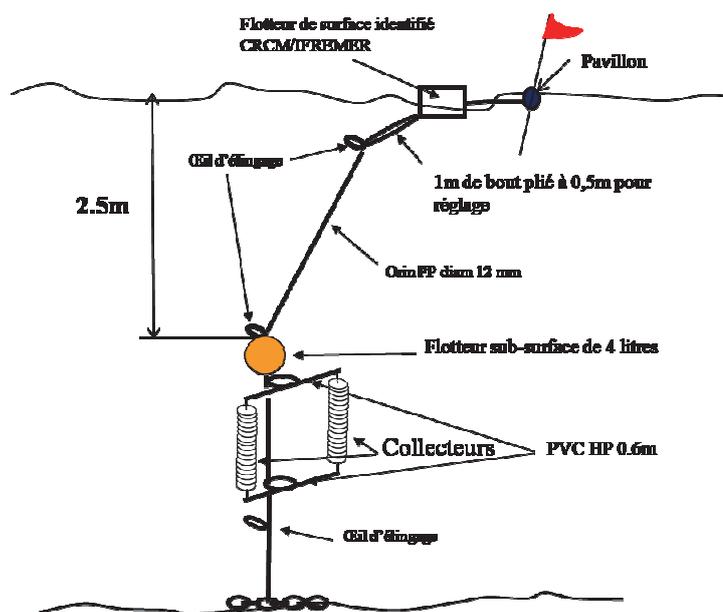


Figure 3 : schéma de système de mouillage hors-zone conchylicole.

### 2.4. La filière de 100 collecteurs

L'objectif du montage de cette filière est de vérifier l'homogénéité des densités de naissain sur environ 50 mètres de longueur avec une centaine de collecteurs par rapport à des mouillages ponctuels comme décrit dans le paragraphe §2.3. La filière supporte 20 cadres identifiés de 1 à 20, équipés chacun de 5 collecteurs en position verticale. Les cadres sont lestés par de la chaîne et mis en tension verticale par trois flotteurs de diamètre 135 mm, d'une flottabilité totale de 2 litres environ.



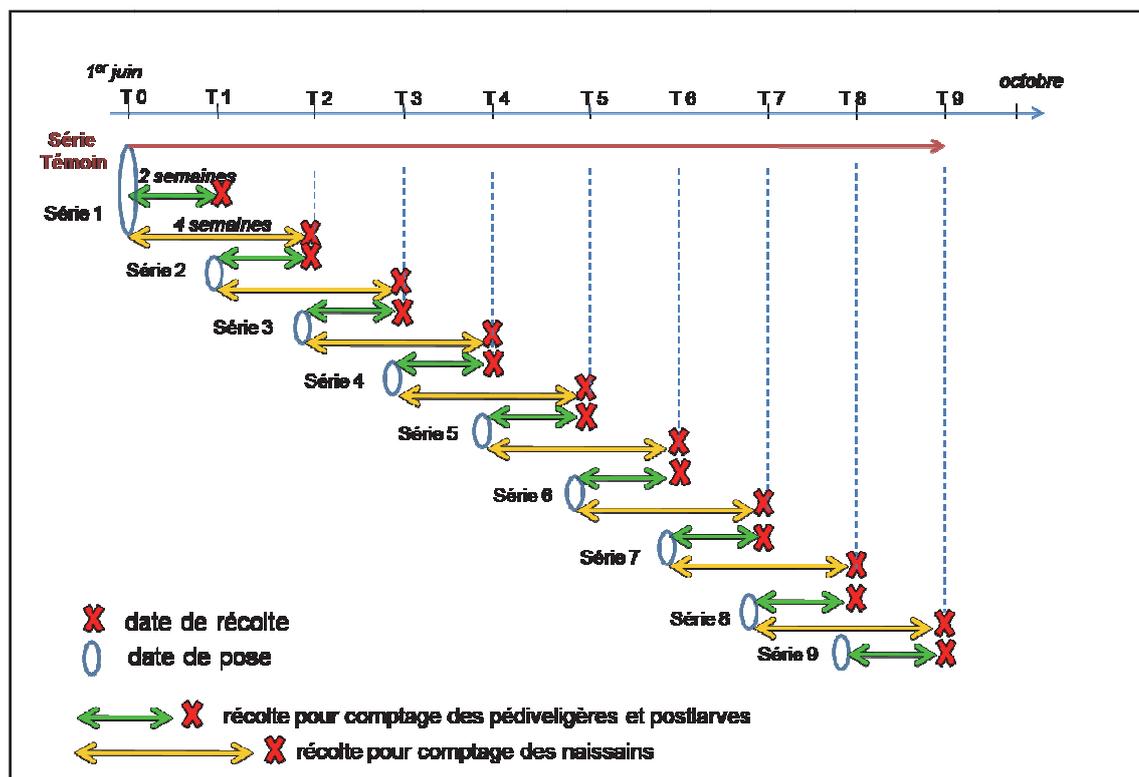


Figure 5 : schéma de la stratégie d'échantillonnage des collecteurs sur la période d'observation.

A chaque date de prélèvement ( $T_1, T_2, T_3, \dots$ ), les stations hébergent donc :

- Une série de 3 collecteurs témoin (3 réplicats témoin) mise en place sur la totalité de la durée de l'expérience. Ces témoins, non exondés, ne font l'objet de comptages de naissain qu'à la fin de la période de déploiement des collecteurs.
- Une série de 3 collecteurs (réplication 3 fois) pour estimation des quantités de larves pédivelgères et postlarves après immersion de 2 semaines.
- Une série de 3 collecteurs (réplication 3 fois) pour estimation des naissains après immersion de 4 semaines.

Chaque station de captage est donc équipée de 9 collecteurs en routine, à l'exception de  $T_0$  et  $T_9$  où sont présents 6 brins de coupelles, la série de témoins (3 brins) et 1 série de collecteurs (3 brins).

L'échantillonnage en 2012 est réalisé sur la base de 5184 comptages (6 stations x 2 temps d'immersion x 8 récoltes x 3 collecteurs réplicats x 3 coupelles x 2 faces x 3 sous-unités de base) pour 864 coupelles. En 2013 pour 7 points, l'échantillonnage représente 6048 comptages de sous-unités de base pour 1008 coupelles et en 2014, 6912 comptages sur 1152 coupelles pour 8 stations expérimentales.

### 2.5.2. Etude de la répartition du naissain dans la colonne d'eau

La répartition du naissain sur la hauteur de la colonne d'eau est étudiée après un événement de ponte majeure (5 juillet 2012). Les deux stations expérimentales choisies sont Meze située en zone conchylicole (profondeur de 3.2 m) et Listel (profondeur de 6.9 m) située hors-zone conchylicole (cf. Figure 1). Trois mouillages (réplication trois

fois) sont déployés avec, chacun, trois collecteurs à coupelles, montés verticalement les uns au dessus des autres (Figure 6).

Les collecteurs sont immergés pendant 4 semaines au moment de l'apparition des larves dites « grosses », prêtes à se fixer sur un support. Chaque collecteur est analysé comme décrit dans le §2.2. Chacun des trois collecteurs positionnés en haut, au milieu et en bas du mouillage est analysé. L'échantillonnage comporte 324 comptages pour 54 coupelles (2 stations x 3 collecteurs position\_1 x 3 collecteurs répliqués x 3 coupelles x 2 faces x 3 sous-unités de base).

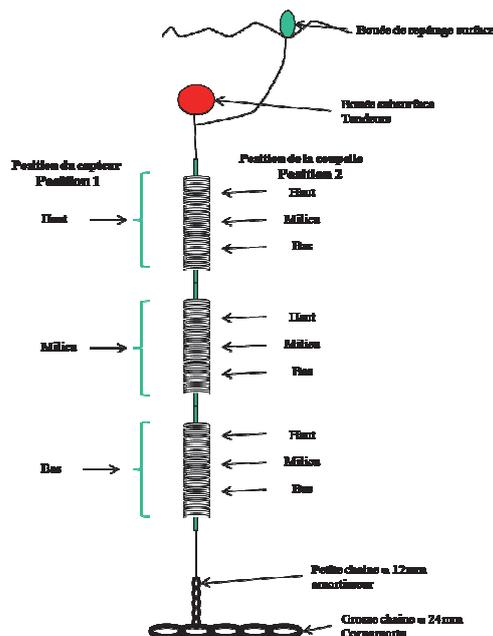


Figure 6 : schéma de système de mouillage des 3 collecteurs pour l'étude de la répartition du naissain dans la colonne d'eau.

Le mouillage déployé à Listel n'entrave pas la circulation maritime, la bouée sous-surface et le haut du collecteur en position\_1 « haut » sont à 2 mètres sous la surface. Le haut du collecteur en position\_1 « milieu » est à 3.2 m sous la surface et le haut du collecteur en position\_1 « bas » est à 4.3 m sous la surface.

### 2.5.3. Etude de l'effet de la position horizontale ou verticale du collecteur sur le captage

L'effet de la position du collecteur (horizontale vs. verticale) sur la fixation du naissain est évalué à partir d'une cohorte majeure de larves grosses en août 2013. La station expérimentale de Meze\_HT est équipée avec des mouillages supportant des cadres PVC (Figure 7). Ces cadres PVC permettent le positionnement horizontal ou vertical des collecteurs à coupelles sur la ligne de mouillage. Cinq collecteurs sont montés par cadre et sont échantillonnés à raison de 3 coupelles chacun, comme décrit dans le §2.2. L'échantillonnage comporte 540 comptages (2 conditions x 3 répliqués x 5 collecteurs x 3 coupelles x 2 faces x 3 sous-unités de base) pour 90 coupelles.

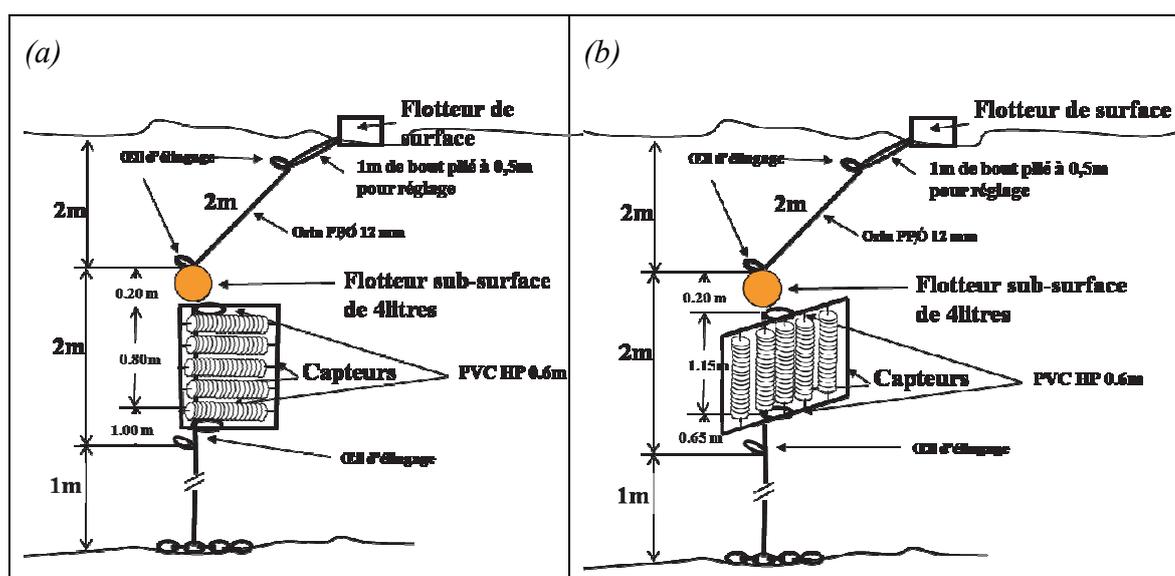


Figure 7 : schéma de système de mouillage (a) des collecteurs horizontaux et (b) des collecteurs verticaux pour l'étude de la répartition du naissain dans la colonne d'eau.

#### 2.5.4. Analyse des durées de vie du naissain

Le naissain autochtone de la lagune de Thau, récolté en 2012 et en 2013, est mis en élevage dans le but de suivre la survie au cours de la phase de prégrossissement. Un effectif de 300 naissains autochtones est réparti en 3 pearl nets (100 individus par pearl net) sur trois stations expérimentales des zones ostréicoles Bouzigues\_survie, Meze et Marseillan (cf. Figure 8). Une visite mensuelle ou bimensuelle selon les saisons sur chaque station permet de suivre la survie par un comptage des individus morts et des individus vivants.

En ce qui concerne le premier suivi (année 2012), le cycle de prégrossissement en pearl net a commencé le 1<sup>er</sup> novembre 2012, après le détachement des coupelles, pour finir le 23 décembre 2013, soit 419 jours. Le captage étant précoce en 2013, le suivi a été réalisé en deux phases : un premier pearl net a été mis en place le 1<sup>er</sup> septembre 2013, puis un second (consécutif d'un fort épisode de mortalités) a été mis en place à partir du 8 novembre 2013 pour finir le 15 décembre 2014, soit 399 jours.

#### 2.5.5. Test de faisabilité et d'efficacité d'une filière de collecteur en vue du captage à échelle semi-industrielle

Cette expérience est réalisée en 2014 pour tester la faisabilité, l'efficacité et la répartition du captage sur la longueur d'une filière de collecteurs en vue de la pratique du captage naturel à échelle semi-industrielle. Le déploiement de la filière est synchronisé avec l'apparition d'une cohorte majeure de grosses larves sur la station expérimentale Meze\_HT. La date de pose de la filière est le 04 août 2014 (code :140804) et la récupération de la filière se fait le 9 septembre 2014 (code :140909) pour un transfert vers la zone ostréicole de Bouzigues (Table TA061508, concession 03006442, N 43°26.136', E 3°38.090'). Le déploiement de la filière est synchronisé avec la mise en place de trois mouillages témoins supportant un collecteur à coupelles témoin chacun.

Un premier diagnostic des densités de naissains sur les coupelles des collecteurs témoins est établi le 09 septembre 2014 (comme décrit dans le §2.2). Un second diagnostic des densités de naissains par coupelle est réalisé le 17 septembre 2014. Les comptages sont réalisés immédiatement après récupération des coupelles de collecteurs échantillonnées dans l'objectif de discriminer les naissains vivants et morts.

### **3. Analyse de données**

Les analyses de données sont réalisées avec le logiciel de statistique R distribué gratuitement par le CRAN (Comprehensive R Archive Network) associé au package Rcommander. Les données concernant les densités de naissains par coupelle sont des moyennes issues des comptages des sous-unités de comptage (cf. §2.2) convertis en nombre de naissains par coupelle. Les intervalles de confiance associés aux moyennes sont calculés au niveau de confiance de 95%.

#### **3.1. Répartition spatiotemporelle du captage en lagune**

L'objectif est d'étudier la répartition spatiotemporelle du naissain d'huître creuse sur les 6 à 8 stations expérimentales de la lagune de Thau (**Tableau 1**). La comparaison des moyennes des densités de naissain permet de modéliser la relation entre la variable quantitative «densités de naissains» et les facteurs qualitatifs «date de récolte» et «station».

#### **3.2. Répartition du naissain sur la colonne d'eau**

Les moyennes de densités de naissains et intervalles de confiance à 95% permettent de modéliser la relation entre la variable quantitative «naissain» et les facteurs qualitatifs «position» et «station».

#### **3.3. Effet de l'orientation du collecteur sur la fixation du naissain**

Le but de cette analyse est de comparer les moyennes de densités de naissains par coupelle selon la position du collecteur horizontale ou verticale. Une analyse graphique caractérise les différences entre les 3 positions (haut, milieu et bas).

#### **3.4. Analyse des durées de vie du naissain**

La question posée porte sur la définition des probabilités de survie du naissain sur un cycle d'élevage d'environ 18 mois pour deux cycles d'élevage «2012-2013» et «2013-2014». Les estimations de fonction de survie sont réalisées par l'analyse de Kaplan-Meier. Ici, seront estimées les fonctions de survie selon le facteur catégoriel «station expérimentale» pour les trois stations, Bouzigues, Meze et Marseillan (Figure 8). Le test du log-rank permet de voir s'il existe une différence entre les fonctions de survie. Ces analyses et les graphiques associés sont effectués avec le package «Survival» du logiciel de statistique R.

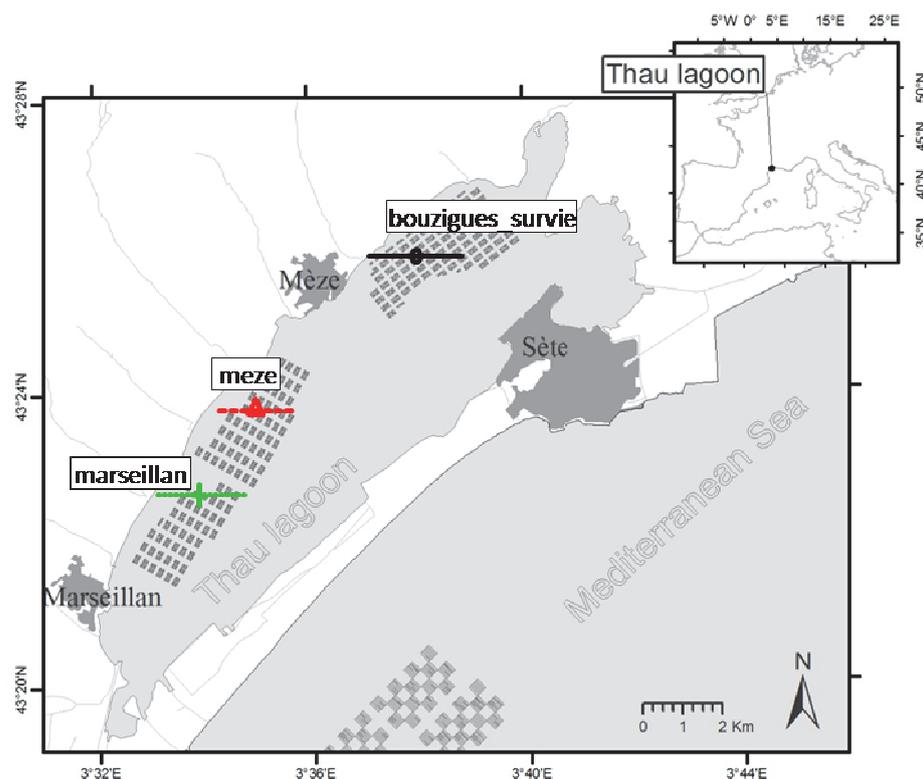


Figure 8 : **Représentation cartographique des stations Bouzigues, Meze et Marseillan pour le suivi de la survie de la lagune de Thau**

### 3.5. Test de captage à échelle semi-industrielle

L'analyse porte, dans un premier temps, sur la comparaison de la survie évaluée sur les deux dates 09 septembre 2014 (140804\_140909) et 17 septembre 2014 (140804\_140917). Par ailleurs, un des objectifs est de vérifier l'homogénéité des densités de naissain sur la longueur de la filière. Pour ce faire, une analyse de comparaison de moyenne est faite sous forme graphique pour caractériser les différences entre deux collecteurs (collecteur n°2 et n°4) prélevés sur 3 cadres différents (cadre n°3, cadre n°10, cadre n°17).

## 4. Résultats et discussion

### 4.1. Répartition spatiotemporelle du naissain

La comparaison des moyennes de naissains par coupelle selon les facteurs « date de récolte » et « station » permet de voir l'hétérogénéité spatiotemporelle du naissain dans la lagune de Thau sur les 3 années de suivi 2012, 2013 et 2014 (Figure 9).

La Figure 9a montre qu'en 2012, deux événements de captage de catégorie « moyen » ont lieu. La première date de récolte « 13 août » s'illustre par des intensités de naissains de 126 ind. coupelle<sup>-1</sup> pour les stations Listel et 47 ind. coupelle<sup>-1</sup> à Bouzigues\_capt. La seconde date « 25 septembre » est caractérisée par des intensités de captage de naissains de l'ordre de 45 ind. coupelle<sup>-1</sup> à Bouzigues\_capt, de 34 ind. coupelle<sup>-1</sup> à Balaruc\_HT et de 21 ind. coupelle<sup>-1</sup> à Listel.

En 2013, une station supplémentaire (Meze\_HT) est mise en place. Cette année 2013 est caractérisée par un seul événement important de captage. L'événement majeur de captage est centré sur deux dates de récolte consécutives « 13 août » et « 28 août » avec néanmoins un événement important de captage tardif uniquement sur la station Meze\_HT à la date de récolte 09 octobre (488 ind. coupelle<sup>-1</sup>). Cet événement autour des dates « 13 août » et « 28 août » met en évidence en particulier des performances de captage excellent de la station Meze\_HT avec des densités de 244 et 341 individus par coupelle. La station Bouzigues\_capt réagit sensiblement comme la station Meze\_HT avec une intensité plus faible (188 individus par coupelle). Il faut noter que la station Listel à un niveau de captage moyen de 91 ind. coupelle<sup>-1</sup> récoltés le 28 août.

L'année 2014 a un profil de captage révélant l'apparition de naissain sur 4 séries consécutives (13 août, 28 août, 11 septembre, 25 septembre), soit une durée de captage qui s'étale sur 2 mois. Le point Meze\_HT montre des densités de naissains remarquables (231 ind. coup<sup>-1</sup>, 1112 ind. coup<sup>-1</sup>, 204 ind. coup<sup>-1</sup>, 98 ind. coup<sup>-1</sup>) sur ces 4 séries consécutives. Le point Bouzigues\_HT s'illustre également par 3 séries intéressantes (13 août avec 42 ind. coup<sup>-1</sup>, 28 août avec 163 ind. coup<sup>-1</sup>, 25 septembre avec 172 ind. coup<sup>-1</sup>). La station Listel reste dans la même gamme de densité de naissains qu'en 2012 et 2013 avec 86 ind. coup<sup>-1</sup> pour la série du 28 août et 113 ind. coup<sup>-1</sup> pour la série de 11 septembre. En 2014, il faut noter que les stations expérimentales dans les zones conchylicoles (Bouzigues\_capt, Meze, Marseillan) ont, en moyenne, des densités excessivement faibles, entre 0 et 5 ind. coup<sup>-1</sup>.

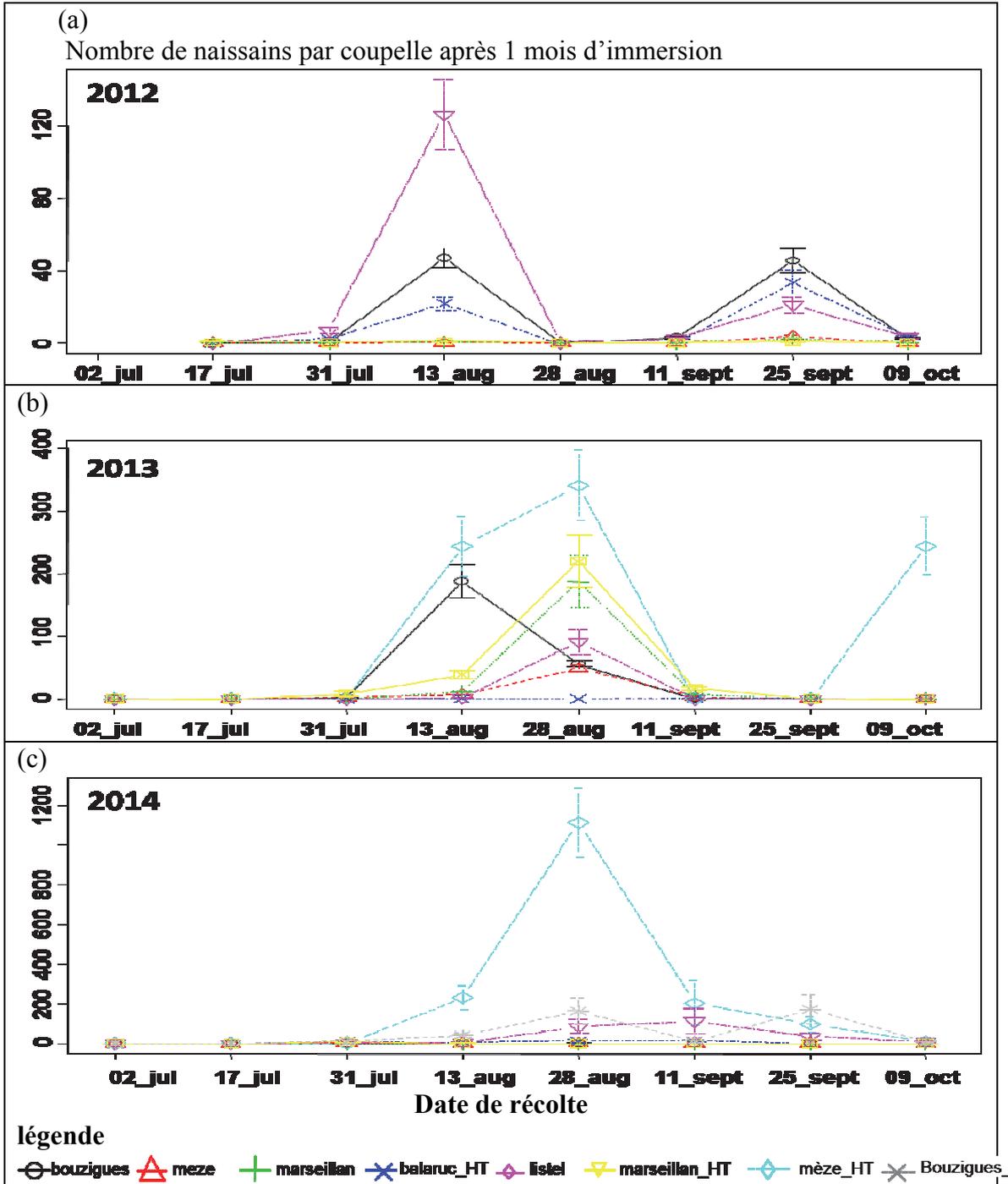


Figure 9 : comparaison de moyennes et intervalles de confiance à 95% des densités de naissains par coupelle (a) sur l'année 2012, (b) sur l'année 2013 et (c) sur l'année 2014 sur les stations expérimentales. Notez la différence de l'échelle d'une année à l'autre. Les densités de naissains sont estimées sur les coupelles au bout d'un mois d'immersion.

**En conclusion :**

- ▶ Les stations expérimentales Meze\_HT, Listel et Bouzigues\_HT révèlent des niveaux de captage sur coupelles de moyen à excellent, au delà de 100 individus par coupelle en août et septembre pour les 2 années étudiées. Des gisements de naissains sont donc découverts dans lagune de Thau en dehors des zones ostréicoles.
- ▶ La station Listel présente des densités de naissains peu fluctuantes (126 ind. coup<sup>-1</sup>, 91 ind. coup<sup>-1</sup>, 113 ind. coup<sup>-1</sup>) sur les trois années 2012, 2013 et 2014.
- ▶ La station Meze\_HT est définie comme ayant les plus grandes densités de naissain (jusqu'à 1112 ind. coup<sup>-1</sup>) et le plus grand nombre d'occurrence d'apparition de captage excellent sur les années 2013 et 2014..

**4.2. Répartition du naissain sur la hauteur de la colonne d'eau**

L'étude de la répartition du naissain sur les collecteurs à différentes positions dans la colonne d'eau montre qu'à Listel, la position « haut\_1 » a une densité de 94 naissains coupelle<sup>-1</sup>, la position « milieu\_1 » de 62 ind. coupelle<sup>-1</sup>, la position « bas\_1 » de 35 ind. coupelle<sup>-1</sup>. Il apparaît donc un gradient du haut de la colonne d'eau vers le bas. Dans la zone conchylicole, les densités extrêmement faibles sont de 2 ind. coupelle<sup>-1</sup> en position « haut\_1 », 1 ind. coupelle<sup>-1</sup> en position « milieu\_1 » et 2 ind. coupelle<sup>-1</sup> en position « bas\_1 ».

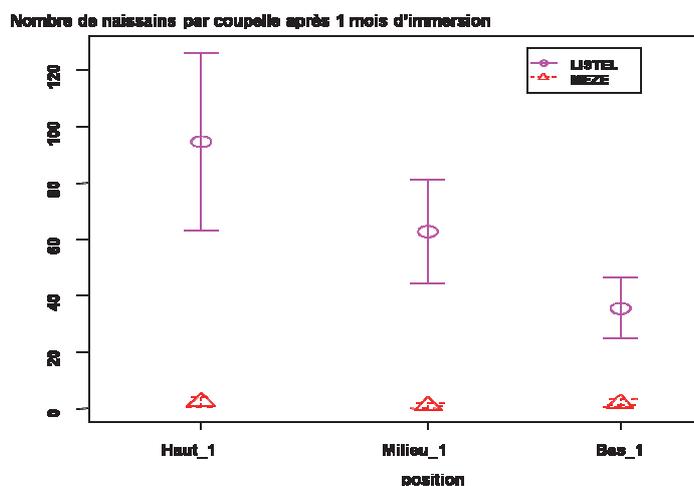


Figure 10 : Représentation graphique des moyennes et intervalles de confiance à 95% des densités de naissains selon la hauteur des collecteurs dans la colonne d'eau

*Nota bene :* Cette étude confirme la variabilité des densités de naissains sur coupelle après 1 mois d'immersion simultanée des collecteurs pour deux stations différentes (Meze et Listel). En moyenne, les densités de naissains sont de 64 ind. coupelle<sup>-1</sup> à Listel et de 0,8 ind. coupelle<sup>-1</sup> à Meze (Figure 10). Dans ce contexte expérimental, ce résultat prouve que le captage naturel est plus efficace sur le point Listel situé en dehors des zones conchylicoles que sur la station Meze située dans les zones conchylicoles, comme décrit dans le paragraphe précédent.

**En conclusion :**

- Il apparaît un gradient de densités de naissains réparti de haut en bas de la colonne d'eau avec des densités plus fortes en haut (94 naissains coupelle<sup>-1</sup>) que dans le bas (35 naissains coupelle<sup>-1</sup>). La position du milieu révèle des densités moyennes (62 naissains coupelle<sup>-1</sup>).

**4.3. Effet de l'orientation du collecteur**

Les résultats de l'expérience « position du collecteur » montrent qu'il y a un effet très significatif de la position du collecteur (Figure 11) avec en moyenne, une densité de 186 ind. coupelle<sup>-1</sup> pour les collecteurs verticaux et 8 ind. coupelle<sup>-1</sup> pour les collecteurs horizontaux. Les répliquats ne montrent pas d'hétérogénéité particulière selon les modalités du facteur « position » (Figure 11b).

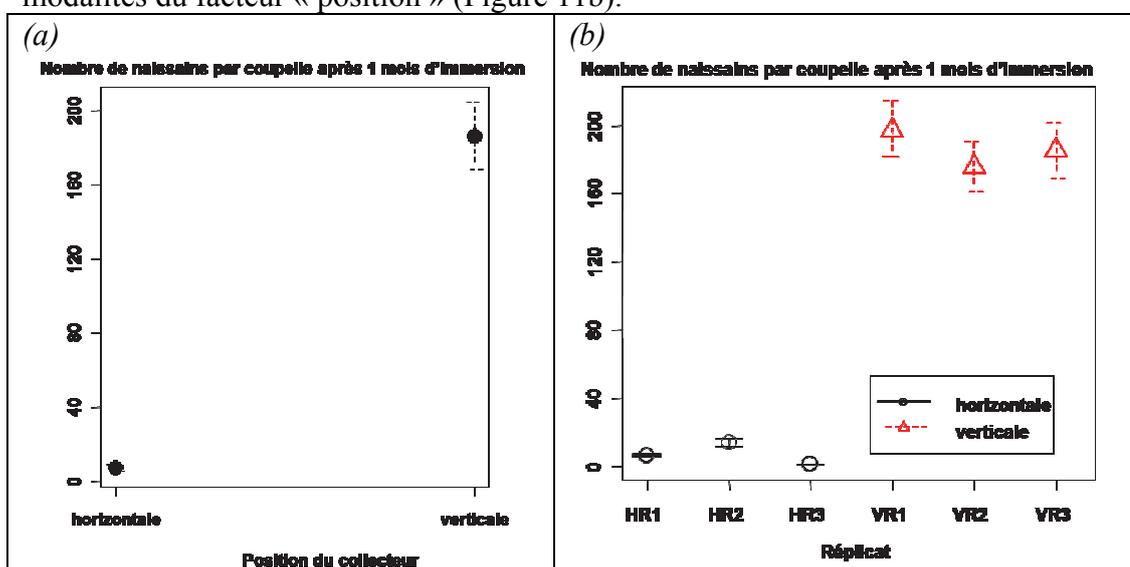


Figure 11 : Représentation graphique des moyennes et intervalles de confiance à 95% des densités de naissains selon (a) la position horizontale ou verticale du collecteur et (b) par répliquats.

**En conclusion :**

- Dans le contexte expérimental décrit, la position verticale des collecteurs révèle une meilleure densité finale de naissains après un mois d'immersion des collecteurs.

**4.4. Survie du naissain autochtone de Thau**

Les fonctions de survie du naissain né en 2012 en lagune de Thau représentées graphiquement par la Figure 12 montrent une survie finale de 62% pour la station Meze et 65% pour les stations Bouzigues et Marseillan après 419 jours de suivi dans les conditions expérimentales décrites. On voit sur ce graphique que deux événements (entre le 10 mai et le 10 juin 2013 puis entre le 10 septembre et le 20 septembre 2013) ont un impact sur le cheptel expérimental induisant une diminution de la survie d'environ 10%. Le test du LogRank ne permet pas de différencier les fonctions de survie des trois stations (Test LogRank Pvalue =0.798).

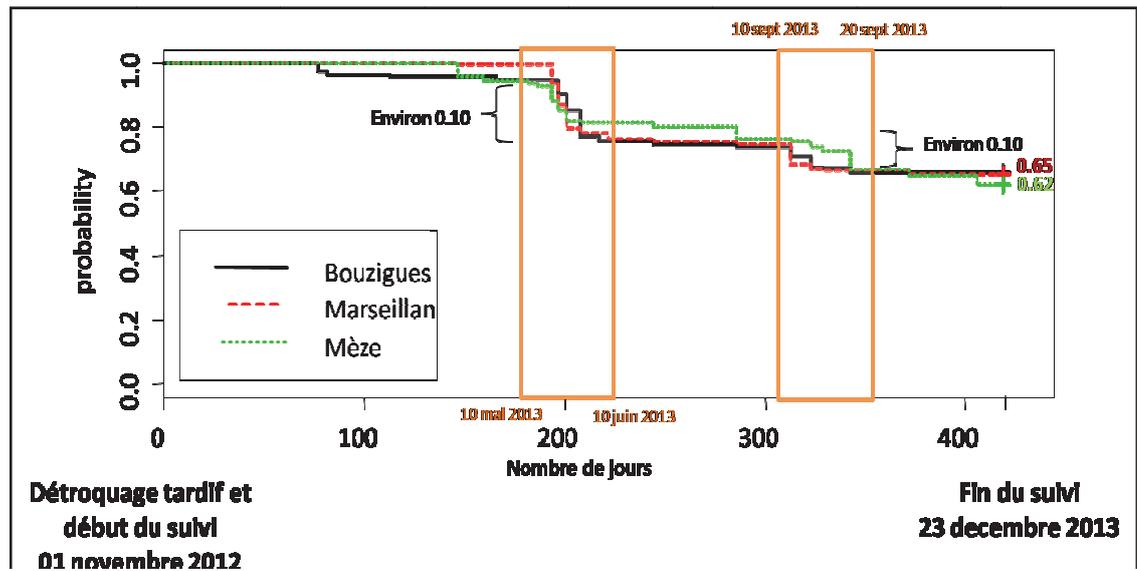


Figure 12 : Représentation graphique de la fonction de survie sur la période 2012-2013 du naissain récolté en 2012 détroqué tardivement et testé sur les trois sites conchylicoles (Bouzigues, Meze et Marseille).

En ce qui concerne le naissain capté en 2013, la Figure 13 montre que les taux de survie au 15 décembre 2014 sont de 90% à Meze, 85% à Marseille et 83% à Bouzigues. On peut percevoir un événement dans les fonctions de survie autour du 6 mai 2014 avec une diminution de survie d'environ 5%. Les trois courbes de survie ne sont statistiquement pas identiques (Test LogRank Pvalue <0.05) bien que très proche en terme de survie finale.

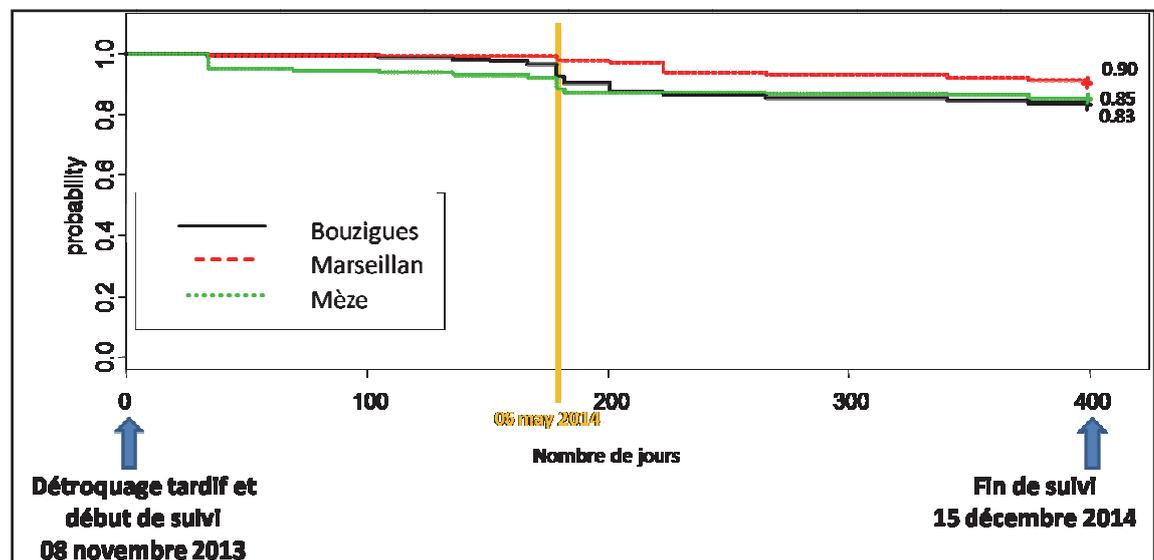


Figure 13 : Représentation graphique de la fonction de survie sur la période 2013-2014 du naissain récolté en 2013, détroqué tardivement et testé sur les trois sites conchylicoles (Bouzigues, Meze et Marseille).

Il faut préciser que le naissain capté en 2013 a fait l'objet d'une première mise en place précoce le 1<sup>er</sup> septembre 2013. Un événement majeur de mortalité automnale a impacté de façon trop significative ce lot pour qu'un suivi puisse se faire sur la durée escomptée (environ 400 jours). La Figure 14 montre l'impact important de l'événement de mortalité sur les trois stations simultanément le 23 septembre 2013 avec une probabilité de survie de 51% à Bouzigues, 34% à Meze et 24% à Marseille après 10

jours de mise en prégrossissement (Test LogRank Pvalue < 0.001). Après 60 jours de prégrossissement, les probabilités de survie sont de 28% à Bouzigues, 9% à Meze et 14% à Marseillan.

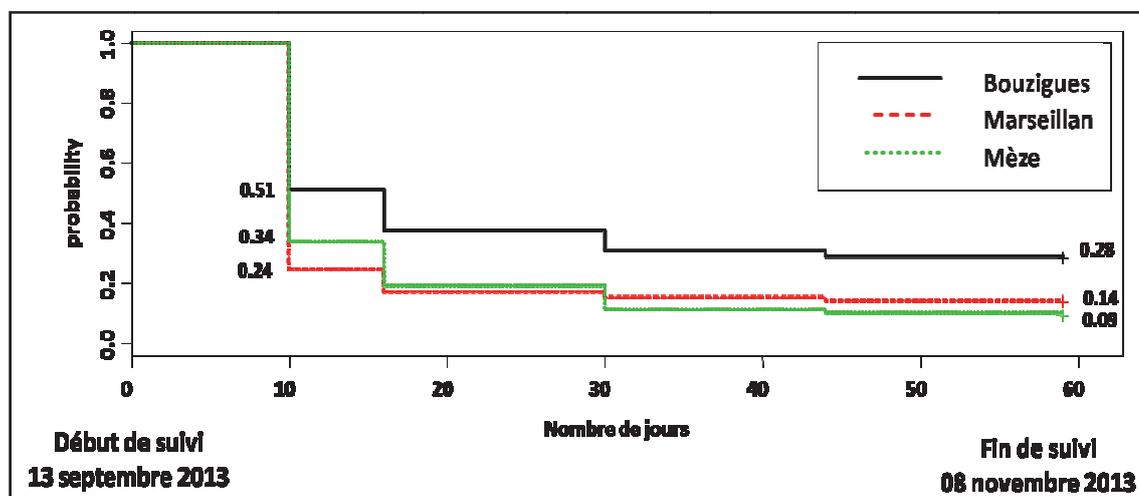


Figure 14 : Représentation graphique de la fonction de survie du naissain récolté en 2013, détroqué précocement et testé sur les trois sites conchylicoles (Bouzigues, Meze et Marseillan).

#### En conclusion :

- ▶ Tout d'abord, la période de détroquage semble avoir un effet sur la survie ultérieure du naissain : un détroquage trop précoce (fin d'été) est à éviter. Il convient de détroquer plutôt en fin d'automne.
- ▶ Le détroquage tardif (mois de novembre) permet de réaliser un suivi de la survie après l'événement de mortalité automnale.
- ▶ Les suivis de survie post-mortalité automnale du naissain autochtone montrent des probabilités de survie de 62% à 90% sur environ 400 jours d'élevage dans la lagune de Thau.

#### 4.5. Résultats des densités de naissains sur la filière de 100 collecteurs

Les densités de naissains sont suivies d'une part sur la filière expérimentale et d'autre part sur des mouillages témoins du même type que décrit dans le § 2.3 La comparaison de la survie et de la densité de naissains par coupelle sur les mouillages témoins (Figure 15a) montre une différence notable entre les deux dates de diagnostic 09/09/2014 (140804\_140909) et 17/09/2014 (140804\_140917). Le diagnostic du 17/09/2014 indique une diminution du nombre de naissains par coupelle (de 525 à 384 ind coup<sup>-1</sup>), soit 27% de perte. Cet effet peut être probablement imputé à la manipulation des collecteurs lors du transfert de la station de captage vers la table ostréicole de prégrossissement choisi. En outre, la diminution du taux de survie importante d'une date à l'autre (88% le 09/09/2014 et 29%, le 17/09/2014) est probablement l'illustration du phénomène de surmortalité automnale dans les zones ostréicoles (Figure 15b).

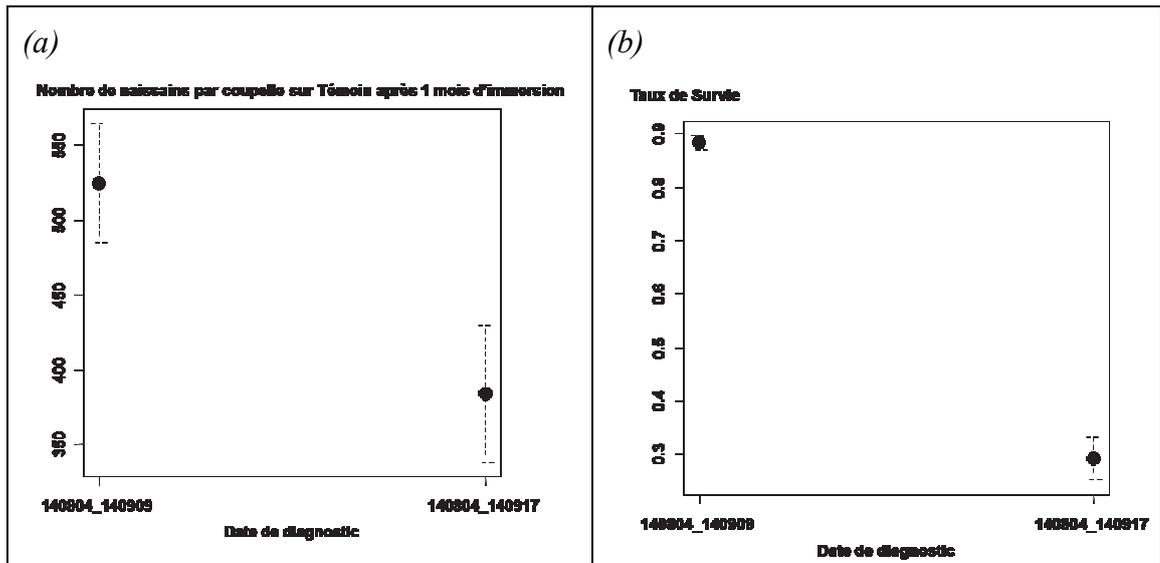


Figure 15 : Comparaison des moyennes et intervalles de confiance à 95% (a) de densités de naissains par coupelle et (b) de survie des collecteurs témoins

La Figure 16 illustre la relative homogénéité du nombre moyen de naissains par coupelle entre les collecteurs témoins (témoin 1 = 303 ind. coup<sup>-1</sup>, témoin 2=465 ind. coup<sup>-1</sup>, témoin 3 = nd) et les coupelles des collecteurs issus des cadres 3 (424 ind. coup<sup>-1</sup>), cadre 10 (cadre 10 = 272 ind. coup<sup>-1</sup>) et cadre 17 (416 ind. coup<sup>-1</sup>) en date du 17/09/2014. Il faut noter que le témoin 3 n'a pas été diagnostiqué (perdu). Néanmoins, on remarque sur cette figure que les densités sur les collecteurs sont quasiment identiques sur le cadre 17 (collecteur 2 = 428 ind. coup<sup>-1</sup> et collecteur 4 = 405 ind. coup<sup>-1</sup>) alors qu'elles sont différentes sur le cadre 10 (collecteur 2 = 397 ind. coup<sup>-1</sup> et collecteur 4 = 148 ind. coup<sup>-1</sup>) et sur le cadre 3 (collecteur 2 = 256 ind. coup<sup>-1</sup> et collecteur 4 = 594 ind. coup<sup>-1</sup>). Avec un rapport de 4 entre les densités les plus faibles et les densités les plus fortes de naissains, les niveaux de captage sont de moyens à excellents sur l'ensemble des collecteurs prélevés sur la filière.

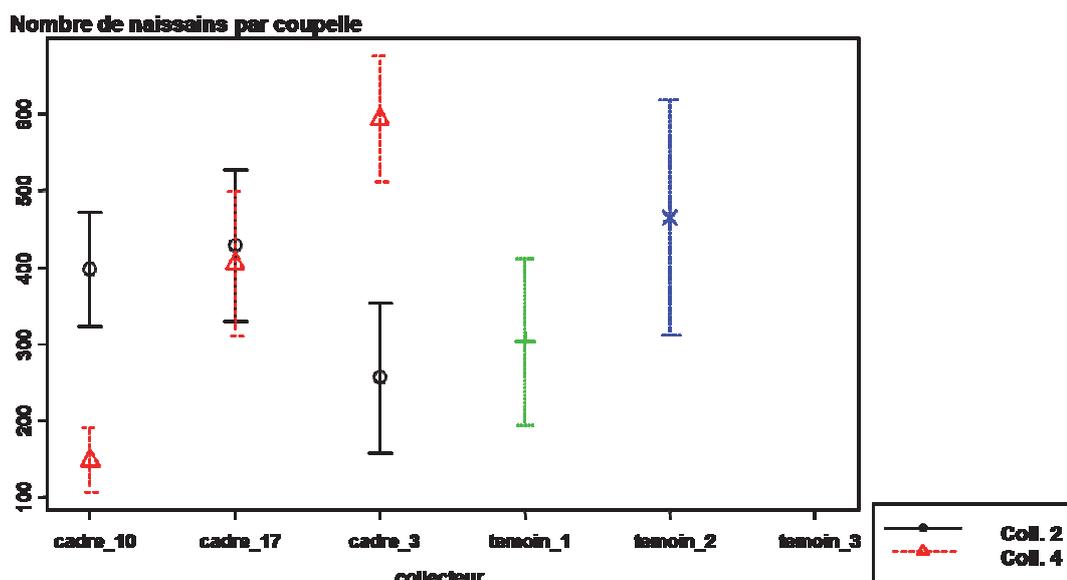


Figure 16 : Comparaison de moyennes et intervalle de confiance à 95% des densités de naissain par coupelle selon collecteurs et cadres de la filière en date du 17/09/2014.

Il est important de noter que le diagnostic portant sur l'estimation des quantités de naissains vivants et morts révèle des taux de survie très bas en date du 17/09/2014 de 0.3% à 5% pour le cadre 17, de 0.1% à 3.5% pour le cadre 10 et de 2 à 7% pour le cadre 3. Les témoins 1 et 2 ont des taux de survie respectivement de 19% et 39%.

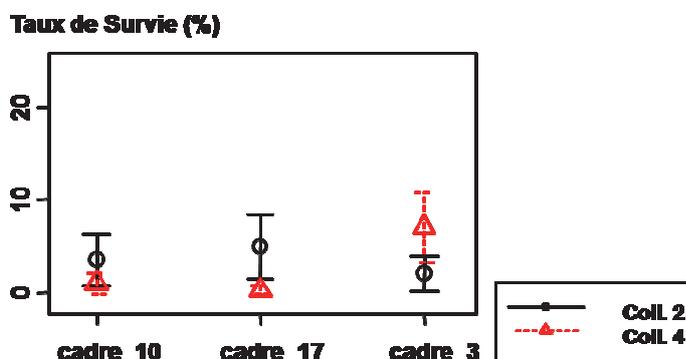


Figure 17 : Comparaison de moyennes et intervalle de confiance à 95% des taux de survie selon collecteurs et cadre de la filière en date du 17/09/2014.

#### En conclusion :

- ▶ La manipulation des collecteurs lors des transferts des zones de captage vers des zones de grossissement peut être à l'origine de la diminution de densités de naissains sur les collecteurs (27% dans le cadre de cette expérience).
- ▶ L'hypothèse des surmortalités automnales de naissains peut fournir une explication vraisemblable de la diminution du taux de survie entre les deux dates de diagnostic.
- ▶ Les niveaux de captage sur les différents cadres de la filière sont toujours de moyens (1 cas sur 6) à excellent (5 cas sur 6).
- ▶ Les taux de survie sur les collecteurs issus de la filière et positionnés sur la table d'élevage en zone de Bouzigues révèlent des taux de survie extraordinairement bas (de 0.1 à 7%). L'hypothèse de l'explication de ce phénomène peut être la conséquence des effets cumulés de l'évènement de surmortalités automnales et du transfert des coupelles dans une zone non propice au prégrossissement.

## 5. Estimation de la rentabilité économique du captage naturel en lagune de Thau

Pour estimer la rentabilité du captage, les simulations d'itinéraires techniques suivantes ont été utilisées selon deux méthodes, la mise en suspension sous structures de production en zone conchylicole ou sur filière hors-zone conchylicole.

mois	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
Captage sous structure de production conchylicole	mise à l'eau des collecteurs  exondation 1 fois/sem	Exondation des collecteurs  1 fois/sem	Exondation des collecteurs  1 fois/mois	Exondation des collecteurs  1 fois/mois	Exondation des collecteurs  1 fois/mois	Exondation des collecteurs  1 fois/mois	Exondation des collecteurs 1 fois/mois  détrouage
Captage sur filière hors zone conchylicole	mise à l'eau 1	mise à l'eau 2  transfert des collecteurs 1 sur table et  exondation 1 fois/mois	mise à l'eau 3  transfert des collecteurs 2 sur table et  exondation 1 fois/mois	transfert des collecteurs 3 sur table et  exondation 1 fois/mois	exondation  1 fois/mois	exondation  1 fois/mois	exondation 1 fois/mois + détrouage

*Nb : Les collecteurs ne peuvent pas rester plus d'un mois sans être exondés afin de ne pas être recouverts d'épibiontes.*

*Pour le captage hors zone conchylicole, la simulation d'itinéraire technique a été faite sur la base de 3 pontes majeures/an.*

### 5.1. Estimation du coût du captage naturel pour N collecteurs à coupelle mis à l'eau

#### 5.1.1. Investissements matériel

Les collecteurs à coupelles en pvc sont vendus à l'état brut et c'est aux professionnels de les équiper (cordes, lests, bouées). On estime que la durée de vie de ces collecteurs est d'environ 5 ans.

Dépenses	Prix unitaire	Durée amortissement	Coût annuel
Collecteur+lest+cordage	8 €	5 ans	1,6 € * N
Détrouqueuse	mise à disposition gratuitement par le CRCM		
Matériel filière	mise à disposition gratuitement par le CRCM		

#### 5.1.2. Déplacements

##### Consommation en carburant :

La dépense en carburant est calculée sur la base d'un moteur 4 temps 100CV dont la consommation moyenne est de 20L/h.

##### Estimation de la durée du trajet :

- Entre le mas et les tables est estimée à 15min AR\* ;
- Entre le mas et la filière expérimentale est estimée à 30 min AR\*.

Coût du carburant : nous avons effectué la simulation avec un coût de 1€/L. Ce coût est volontairement supérieur au prix de vente actuel du carburant afin de prendre en compte l'entretien du bateau.

##### Coût des trajets :

	AR mas-table		AR mas-filière		Coût annuel
	Coût unitaire	Nombre	Coût unitaire	Nombre	
<b>Captage table</b>	5€	15*	10€	0	<b>75 €</b>
<b>Captage filière</b>	5€	4**	10€	6***	<b>80 €</b>

\* mise à l'eau (1 AR) + 2 mois avec 4 exondations (2\*4=8 AR) + 5 mois avec une exondation (5 AR) + retour des collecteurs au mas (1AR)

\*\* 3 mois avec exondations (3AR) + retour des collecteurs au mas (1 AR)

\*\*\* 3 mises à l'eau différentes sur filières (3 AR) et 3 transferts de la filière vers la table avec exondation des coupelles (3 AR)

### 5.1.3. Main d'œuvre

La main d'œuvre porte sur le temps nécessaire au captage du naissain, de la conception des collecteurs jusqu'à l'obtention de naissain de taille commercialisable. On ne compte pas ici le temps administratif (achat des collecteurs, comptabilité, logistique,...). Le coût de la main d'œuvre est calculé à partir du salaire forfaitaire d'un marin en cultures marines, catégorie 8, affilié à l'ENIM soit 70,91€/jour.

#### Estimation du temps de travail pour 100 collecteurs

- Préparation des 100 collecteurs : 1 homme jour<sup>-1</sup>
- Installation des collecteurs sur la table ou filière : 0,5 homme jour<sup>-1</sup>
- Exondation des collecteurs sur la table : 0,2 homme jour<sup>-1</sup>
- Transfert des collecteurs de la filière à la table : 0,5 homme jour<sup>-1</sup>
- Retour des collecteurs au mas et détroquage : 1 homme jour<sup>-1</sup>

	Coût unitaire	Nombre homme jour <sup>-1</sup>						Coût total pour 100 collecteurs	Coût total pour 100 collecteurs
		prépa.	installation	exondation	transfert	détroqu.	TOTAL		
<b>Captage table</b>	70,91 €/ho.j	1	0,5	2,6*	0	1	5,1	<b>362 €</b>	<b>3,6 € * N</b>
<b>Captage filière</b>	70,91 €/ho.j	1	1,5	1,2**	1,5***	1	6,2	<b>440 €</b>	<b>4,4 € * N</b>

\* 13 AR X 0.2 homme jour<sup>-1</sup>

\*\* 6 exondations

\*\*\* 3 immersions x 0.5 homme jour<sup>-1</sup>

### 5.2. Coût du captage naturel pour N collecteurs immergés

	Matériel	Déplacements	Main d'œuvre	Coût total
<b>Captage table</b>	1,6 € * N	75 €	3,6 € * N	<b>5,2 *N + 75</b>
<b>Captage filière</b>	1,6 € * N	80 €	4,4 € * N	<b>6 * N + 80</b>

#### **En conclusion :**

- Pour 100 collecteurs mis à l'eau, le coût du captage est estimé à 595€ sur table et 680 € sur filière.

### 5.3. Estimation du rendement de captage pour 100 collecteurs

#### 5.3.1. Résultats de captage 2012-2013-2014 par coupelle

Les données présentées dans le tableau ci-dessous sont issues de la moyenne des cumuls des données mensuelles de captage obtenues entre juin et septembre sur la base des comptages décrits dans les §2.2 et §2.5.1.

	2012	2013	2014
<b>Bouzigues</b>	49	123	2
<b>Meze</b>	2	30	4
<b>Marseillan</b>	2	103	0
<b>Balaruc hors table</b>	31	1	18
<b>Meze hors table</b>	NR*	537	828
<b>Listel</b>	81	47	122
<b>Marseillan hors table</b>	1	142	4
<b>Bouzigues hors table</b>	NR*	NR*	200

NR\* = non renseigné

#### 5.3.2. Extrapolation des résultats de captage pour 100 collecteurs (1 collecteur = 40 coupelles)

Nombre de naissains pour 100 collecteurs	2012	2013	2014
<b>Bouzigues</b>	196 000	492 000	8 000
<b>Meze</b>	8 000	120 000	16 000
<b>Marseillan</b>	8 000	412 000	0
<b>Balaruc hors table</b>	124 000	4 000	72 000
<b>Meze hors table</b>	NR*	2 148 000	3 312 000
<b>Listel</b>	324 000	188 000	488 000
<b>Marseillan hors table</b>	4 000	568 000	16 000
<b>Bouzigues hors table</b>	NR*	NR*	800 000

NR\* = non renseigné

#### **En conclusion :**

- En extrapolant le nombre de naissains sur les coupelles, nous voyons que certaines zones sont plus propices au captage, notamment « hors tables ».

#### 5.3.3. Estimation du rendement pour 100 collecteurs au moment du détroquage (janvier-février)

En 2013, des taux de survie allant de 9 à 28% ont été observés sur le naissain capté. Dans le cadre de cette simulation, le taux minimum de 9% a été utilisé. Ainsi pour 100 collecteurs immergés, on obtient au moment du détroquage les rendements en huîtres T10-T15 vivantes suivants :

Nombre de naissains pour 100 collecteurs	2012	2013	2014
<b>Bouzigues</b>	17 640	44 280	720
<b>Meze</b>	720	10 800	1 440
<b>Marseillan</b>	720	37 080	0
<b>Balaruc hors table</b>	11 160	360	6 480
<b>Meze hors table</b>	NR*	193 320	298 080
<b>Listel</b>	29 160	16 920	43 920
<b>Marseillan hors table</b>	360	51 120	1 440
<b>Bouzigues hors table</b>	NR*	NR*	72 000

NR\* = non renseigné

#### En conclusion :

- ▶ Dans les zones conchylicoles, on constate des résultats variables d'une année sur l'autre (exemple : 17 640 individus à Bouzigues en 2012 contre seulement 720 en 2014). L'année 2013 a été globalement une bonne année de captage sur ces zones par rapport aux années 2012 et 2014.
- ▶ D'après les données moyennes obtenues en 2013 (Meze-Bouzigues-Marseillan), il faudrait mettre à l'eau 455 collecteurs (1/2 table) pour remplir une table (140 000 individus – donnée DDTM 2010).
- ▶ Hors des zones conchylicoles, on observe un très bon captage sur le point « Meze hors table ». Les points « Listel » et « Bouzigues hors table » offrent également de bons résultats. Ces résultats sont constants d'une année sur l'autre pour le point « Listel » (le point « Bouzigues hors table » n'a été testé qu'en 2014).
- ▶ D'après les données moyennes obtenues en 2014 sur les 3 meilleurs points de captage (Listel, Bouzigues Ht et Meze HT), il faudrait mettre à l'eau uniquement 100 collecteurs pour remplir une table de 140 000 individus.

## 5.4. Estimation de la rentabilité du captage

### 5.4.1. Estimation par zone et par année du coût de revient du naissain

Selon les zones d'immersion des collecteurs, le coût de revient des naissains peut varier considérablement.

$$\text{COUT DE REVIENT (1000 INDIVIDUS)} = \text{COUT DU CAPTAGE} * 1000 / \text{RENDEMENT DU CAPTAGE}$$

Ainsi d'après les résultats des parties 1 et 2, le coût de revient des 1000 individus T10-15 capté est estimé à :

	2012	2013	2014	Moyenne sur les 3 ans
Bouzigues	34 €	13 €	829 €	292 €
Meze	829 €	55 €	415 €	433 €
Marseillan	829 €	16 €	Aucun captage	423 €
Balaruc hors table	61 €	1 889 €	105 €	685 €
Meze hors table	NR*	4 €	2 €	3 €
Listel	23 €	40 €	15 €	26 €
Marseillan hors table	1 889 €	13 €	472 €	791 €
Bouzigues hors table	NR*	NR*	9 €	9 €

\*NR = non renseigné



Opération rentable par rapport à de l'achat d'huîtres T10-15 à 65€/1000\*\*

Opération non rentable par rapport à de l'achat d'huîtres T10-15 à 65€/1000\*\*

\*\*prix moyen d'après l'enquête menée par le Cepralmar en 2014

#### 5.4.2. Estimation du nombre de collecteurs minimum à mettre à l'eau pour que le captage soit rentable (N)

Le captage est rentable à partir du moment où le coût de revient de 1000 individus T10-15 captés est inférieur au coût d'achat de 1000 individus (65€/1000) soit :

$$\text{COUT DU CAPTAGE} * 1000 / \text{RENDEMENT} < 65$$

- Captage sur tables :  $(5,2*N + 75)*1000/\text{RENDEMENT}*N < 65$  soit  $N > 75\,000 / (65*\text{RENDEMENT}-5200)$
- Captage sur filières :  $(6*N+80)*1000/\text{RENDEMENT}*N < 65$  soit  $N > 80\,000 / (65*\text{RENDEMENT}-6000)$

On obtient ainsi les valeurs de N suivantes :

	2012	2013	2014
Bouzigues	10	3	Non rentable
Meze	Non rentable	29	Non rentable
Marseillan	Non rentable	3	Non rentable
Balaruc hors table	39	Non rentable	Non rentable
Meze hors table	NR*	1	1
Listel	5	13	3
Marseillan hors table	Non rentable	3	Non rentable
Bouzigues hors table	NR*	NR*	2

\*NR = non renseigné

#### En conclusion :

- ▶ Dans les tables, la rentabilité du captage naturel par rapport à l'achat de naissain extérieur (naturel atlantique ou éclosérie) est très variable d'une année à l'autre en fonction de l'intensité du captage. En 2013 l'activité a été rentable sur l'ensemble des 3 zones conchylicole de la lagune.
- ▶ Hors tables, et plus particulièrement sur les points « Meze hors table » et « Listel », le captage est constamment rentable. Le développement d'une activité de captage à plus grande échelle dans ces secteurs pourrait être envisagé. Le point « Bouzigues hors table » semble également intéressant, à condition que la tendance observée en 2014 se confirme les années suivantes.

## 6. Conclusion

La lagune de Thau est un écosystème dont l'usage prioritaire régit par le volet maritime du Schéma de Cohésion Territoriale (SCOT) cible la pêche et la conchyliculture. L'écosystème Thau est reconnu pour sa forte productivité lui prodiguant un statut de bassin de grossissement pour les coquillages cultivés, huîtres creuses et moules de méditerranée en particulier, depuis les années 1970. La crise des surmortalités de naissain de 2008 a initié le souhait de la filière ostréicole méditerranéenne de développer un approvisionnement local de naissain par la technique du captage naturel en lagune. Dès 2010, la mise en place d'un observatoire du captage a permis de détecter le potentiel économique de la pratique du captage en lagune de Thau avec néanmoins la mise en évidence d'une forte variabilité inter-annuelle (projet PRONAMED 1).

Dans ce contexte, le projet de recherche « PRONAMED 2 », prévu sur la période 2012-2014, a consisté à poursuivre l'observation des processus régissant la reproduction de l'huître creuse et du captage naturel. Un accent particulier a été apporté à (1) l'analyse spatiale du captage dans la lagune de Thau afin d'identifier des secteurs plus favorables et (2) au suivi de la survie des cheptels de naissains autochtones.

La réalisation de trois campagnes estivales consécutives de déploiement de collecteurs de naissain prouve l'existence de gisements de naissains situés en dehors des zones ostréicoles. Les stations expérimentales Meze\_HT, Listel et Bouzigues\_HT révèlent des densités intéressantes de naissains sur coupelles, au delà de 40 individus par coupelle en août et septembre pour chaque année étudiée. La station Listel a des densités de naissains peu fluctuantes (126 ind. coup<sup>-1</sup>, 91 ind. coup<sup>-1</sup>, 113 ind. coup<sup>-1</sup>) sur les trois années 2012, 2013 et 2014. La station Meze\_HT est définie comme ayant les plus grandes densités de naissain (jusqu'à 1112 ind. coup<sup>-1</sup>) et le plus grand nombre d'occurrence d'apparition de naissain sur les années 2013 et 2014. Ces résultats positionnent donc les performances de captage de Thau dans les valeurs moyennes enregistrées par les sites de captage atlantiques (e.g. Pouvreau *et al.*, 2014).

L'étude de la répartition du naissain sur la colonne d'eau fait apparaître un gradient de densités de naissains réparti de haut en bas de la colonne d'eau avec des densités plus fortes sur le haut (94 ind. coupelle<sup>-1</sup>) que dans le bas de la colonne d'eau (35 naissains coupelle<sup>-1</sup>). La position du milieu révèle des densités moyennes (62 naissains coupelle<sup>-1</sup>). Par ailleurs, la comparaison de deux techniques de déploiements de collecteurs (horizontale vs. verticale) montre que la position verticale des collecteurs révèle une plus grande efficacité avec une meilleure densité finale de naissains dans le contexte expérimentale décrit.

Les suivis de survie une fois l'épisode de mortalité automnale passé montrent selon les années des probabilités de survie de 62% à 90% sur environ 400 jours d'élevage dans la lagune de Thau alors que les taux de survie mesurés par l'observatoire conchylicole pour des naissains de captage « importés » sont de 27% en 2012, 14% en 2013 et 35% en 2014. Il convient néanmoins de préciser l'existence d'un phénomène de mortalités très important dès le début d'automne : en septembre 2013, on note une mortalité allant de 72 à 91%. Le naissain autochtone apparaît donc dans un premier temps sensible à la mortalité automnale. Le détroquage tardif (mois de novembre)

permet donc d'optimiser la survie du cheptel en prégrossissement, une fois la mortalité automnale passée.

Sur le plan qualitatif, il faut noter que le réseau « **Biovigilance** », mis en oeuvre par l'Ifremer, a permis de faire l'analyse de la ploïdie des naissains sauvages de Thau en 2013. L'objectif premier de ce réseau réside dans la surveillance des niveaux de ploïdie du naissain dans les zones de reproduction naturelle d'huîtres creuses en France. Les naissains à ploïdie anormale peuvent résulter soit de la reproduction incontrôlée avec des huîtres polyploïdes, en lien avec le développement de la filière triploïde en France, soit résulter de l'impact génotoxique causé par des pollutions chroniques ou aiguës. Les naissains autochtones ont été analysés, 100 individus par site, pour deux sites de captage (Marseillan en captage tardif) et Meze\_HT (en captage précoce). Les résultats ne mettent pas en évidence la présence de naissain polyploïde au sein de ces deux sites analysés. L'analyse montre des taux variables de naissains ayant une réduction de leur taille du génome, considérés ici comme hypodiploïdes. Ainsi, les naissains issus du site de Marseillan (captage tardif) apparaissent comme étant les plus touchés par cette hypodiploïdie vu que près de 13% des naissains analysés de ce site ont une taille du génome inférieure à la taille d'un génome diploïde normal. Le site de Meze\_HT (captage précoce) apparaît comme étant relativement moins touché par l'occurrence des naissains hypodiploïdes avec seulement 7% de naissains hypodiploïdes détectés. En moyenne, sur la lagune de Thau, le taux des naissains hypodiploïdes est de 10% ce qui est indicateur d'**une relative bonne qualité cytogénétique des naissains captés en 2013** (Benabdelmouna, *In prep.*).

Le statut zoo-sanitaire des huîtres vis-à-vis du virus OsHV-1 est analysé dans le cadre du réseau QUALIF et consiste en des épreuves thermiques standardisées en laboratoire (Petton *et al.*, 2015, en cours de validation). En 2014, les naissains autochtones de la lagune de Thau révèlent une faible infection par les pathogènes dont OsHV1 et peuvent être considéré comme faiblement infectieux : les lots testés (n = 3) se sont révélés faiblement infectés par OsHV-1  $\mu$ Var et faiblement infectieux pour les animaux témoins placés en cohabitation. Le bilan zoo-sanitaire effectué pour les naissains de captage de la lagune de Thau est donc **bon**. Les valeurs moyennes de mortalité enregistrées en laboratoire positionnent les naissains de cet écosystème en **seconde position du classement national** avec 3 % de perte pour les naissains expertisés et 0 % pour les lots témoin. **Le transfert de ces animaux présente un risque faible en terme épidémiologique** (Petton *et al.* 2015).

Il ressort donc de l'ensemble de ces résultats que le captage du naissain d'huîtres creuses est totalement envisageable dans la lagune de Thau. Les abondances les plus élevées ont été observées sur des stations expérimentales situées en dehors des zones conchylicoles, en privilégiant un positionnement vertical des collecteurs à coupelles. Ces résultats sont néanmoins, caractérisés par une stratégie d'échantillonnage expérimentale à petite échelle.

Le test de captage à l'échelle semi-industrielle à l'aide d'une filière de 100 collecteurs révèle que les niveaux de captage sur les différents cadres de la filière sont toujours de moyens (1 cas sur 6) à excellent (5 cas sur 6). Néanmoins, il est probable que la manipulation des collecteurs lors des transferts des zones de captage vers des zones de prégrossissement est à l'origine de la diminution de densités de naissains sur les collecteurs (27% de perte). En outre, des pertes importantes de naissains ont été enregistrées au cours d'épisodes de mortalités automnales. Les taux de survie sur les

collecteurs issus de la filière et positionnés sur la table d'élevage en zone de Bouzigues révèlent ainsi des taux de survie extraordinairement bas (de 0.1 à 7%). Le cumul des effets de la surmortalité automnale associés à un transfert des collecteurs de la filière dans une zone non propice au prégrossissement est probablement à l'origine de ces mauvais résultats d'exploitation du captage.

L'étude économique prouve que la rentabilité de la pratique du captage naturel est variable dans les zones ostréicoles sur les trois années étudiées 2012, 2013 et 2014. Deux stations situées en dehors des zones ostréicoles (Listel et Meze\_HT) apparaissent nettement rentables alors qu'une troisième station (Bouzigues\_HT) étudiée en 2014 semble prometteuse également. Une zone géographique, en forme de triangle basé sur les trois points Meze\_HT ; Bouzigues\_HT et Listel, semble donc se dessiner au cœur de la lagune, apparaissant favorable au captage naturel de *Crassostrea gigas* sous certaines conditions de pratiques culturales.

Dans le cas d'un souhait de poursuite des travaux par la profession, la prochaine étape sera le transfert des connaissances et des techniques de captage à la filière afin d'exploiter ces gisements de naissain à une échelle semi-industrielle. Cette étape va nécessiter le développement de la maîtrise de pratiques de captage naturel en dehors des zones conchylicoles par les ostréiculteurs eux-mêmes. La maîtrise de cette nouvelle pratique tient non seulement aux connaissances biologiques et écologiques du cycle de reproduction dans son entier (ponte, larves, métamorphose, naissain) mais aussi à la gestion des collecteurs et des systèmes de mouillages et de filière. Les connaissances biologiques et écologiques en lien avec les phases critiques du recrutement naturel de l'huître devront être approfondies pour caractériser hydrologiquement les meilleures zones de captage ainsi que les zones de prégrossissement. La phase de prégrossissement est très délicate et les zones de grossissement, comme celles choisies dans le cadre de l'expérience, n'offre probablement pas encore l'habitat optimal.

## Référence

- Agreste L-R (2014) zoom sur la conchyliculture du Languedoc-Roussillon 2012, Agreste, Octobre 2014, Agreste, la statistique agricole. Secrétariat général - service de la statistique et de la prospective. Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt., 10 p.
- Benabdelmouna A, Maurouard E, D'Amico F, Seugnet J-L, Grizon J (2014) Niveau de ploïdie des naissains d'huître creuse captés dans les pertuis charentais, le bassin d'Arcachon et la baie de Bourgneuf. Réseau Biovigilance, campagne 2012, Ifremer, R.INT.RBE/SG2M-LGPMM, 16 p
- Burke K, Battaller E, Miron G (2008) Spat collection of a non-native bivalve species (European oyster, *Ostrea edulis*) off the eastern Canadian coast. *Journal of Shellfish Research* 27:345-353
- Gangnery A, Bacher C, Buestel D (2001) Assessing the production and the impact of the cultivated oysters in the Thau lagoon (Mediterranee, France) with a population dynamics model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:1012-1020
- Gangnery A, Bacher C, Buestel D (2004) Modelling oyster population dynamics in a Mediterranean coastal lagoon (Thau, France): sensitivity of marketable production to environmental conditions. *Aquaculture* 230:323-347
- Gervasoni E, Perignon A, Sourisseau E, Rey-Valette H, Lagarde F, Perez J, Yimam E, Feldman N (2011) Monographie de la conchyliculture en Méditerranée, Cépralmar/CRCM/LAMETA/Ifremer, 29
- Guelorget O, Perthuisot JP, Lamy N, Lefebvre A (1994) Structure et organisation de l'étang de Thau d'après la faune benthique (macrofaune, méiofaune). Relations avec le confinement. *Oceanologica Acta* 17:105-114
- Ifremer (2004) Etude de l'hétérogénéité spatio-temporelle de la masse d'eau lagunaire de l'étang de Thau sous contraintes de contamination bactériologiques ou de phytoplancton toxique (*Alexandrium sp*), Ifremer, Rapport final - Contrat Ifremer n°04/3210436, Sète, 59 p
- Lamy N, Lauret M, Guelorget O (1998) Structure et mise en place des peuplements macrophytiques de substrats durs d'une table conchylicole de l'étang de Thau (Hérault, France). *Vie Milieu* 48:171-181
- Petton B, Boudry P, Alunno-Bruscia M, Pernet F (2015) Factors influencing disease-induced mortality of Pacific oysters *Crassostrea gigas*. *Aquaculture Environment Interactions* 6:205-222
- Pouvreau S, Bellec G, Le Souchu P, Queau I, Talarmain E, Alunno-Bruscia M, Auby I, Maurer D, Barbier C, Tournaire M-P, D'Amico F, Rumebe M, Fleury E, Langlade A, Bouget J-F, Collin K, Fortune M, Hitier B, Bedier E, Robert S, Guilpain P, Grizon J, Seugnet J-L, Guesdon S, Lagarde F, Le Gall P, Messiaen G, Emmanuelle RDO, Gohin F, Bryere P, Quemener L, Repecaud M, Bucas K, Barbot S, Guillemot A, Nonnotte L, Duros W, Bonnat A, Tarot S, Mille D, Geay A, Bouquet A-L (2013) Observer, Analyser et Gérer la variabilité de la

reproduction et du recrutement de l'huître creuse en France : Le Réseau Velyger. Rapport annuel 2012

Pouvreau S, Bellec G, Le Souchu P, Queau I, Talarmain E, Alunno-Bruscia M, Auby I, Maurer D, Barbier C, Tournaire M-P, D'Amico F, Rumebe M, Fleury E, Langlade A, Bouget J-F, Collin K, Fortune M, Hitier B, Bedier E, Robert S, Guilpain P, Grizon J, Seugnet J-L, Guesdon S, Lagarde F, Le Gall P, Messiaen G, Roque D'Orbcastel E, Gohin F, Bryere P, Quemener L, Repecaud M, Bucas K, Barbot S, Guillemot A, Nonnotte L, Duros W, Bonnat A, Tarot S, Mille D, Geay A, Bouquet A-L (2012) Observer, Analyser et Gérer la variabilité de la reproduction et du recrutement de l'huître creuse en France : Le Réseau Velyger. Rapport annuel 2012

Pouvreau S, Bernard I, Le Souchu P, Huvet A, Talarmain E, Auby I, Maurer D, Barbier C, Tournaire M-P, D'Amico F, Rumebe M, Neaud-Masson N, Bedier E, Martin A-G, Claude S, Langlade A, Bouget J-F, Hitier B, Stanisiere J-Y, Breerette S, Robert S, Guilpain P, Seugnet J-L, 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, 80

Rayssac N, Perignon A, Gervasoni E, Pernet F, LeGall P, Lagarde F (2012) Evaluation du potentiel d'approvisionnement naturel en naissains d'huîtres creuses en Méditerranée - Rapport Final - Projet PRONAMED 2010-2011, 63