

# Mortalités d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*

## Étude du prégrossissement d'huîtres en marais salé en réponse aux mortalités

Rapport d'étude



Photos : source CREAA

Octobre 2016

Bouquet A.L.<sup>1</sup>, Meneur C.<sup>1</sup>, Oudot G.<sup>1</sup>, Bodin P., Granet A.<sup>1</sup>, Blachier P.<sup>1</sup>  
Renault T.<sup>2</sup>, Morga B.<sup>2</sup>.

1 : CREAA ; 2 : Ifremer LGP ;



## SOMMAIRE

<b>I. Introduction</b>	<b>5</b>
<b>A. Cadre de l'étude</b>	<b>5</b>
<b>B. Objectifs</b>	<b>5</b>
<b>C. Partenariats</b>	<b>6</b>
<b>D. Thématiques abordées :</b>	<b>7</b>
<b>II. Matériel et méthode</b>	<b>8</b>
<b>A. Les sites</b>	<b>8</b>
1. Le marais	8
2. Les parcs	13
<b>B. Les huitres</b>	<b>14</b>
<b>C. Le suivi du milieu</b>	<b>14</b>
1. Paramètres physico-chimiques de l'eau	14
2. Prélèvement d'eau	15
3. Analyses des échantillons d'eau	15
4. Protocole de suivi de l'eau	16
<b>D. Le suivi des huitres en prégrossissement en marais</b>	<b>18</b>
1. Qualification des naissains	18
2. Prégrossissement et devenir des survivantes sur parcs et en marais	19
<b>III. Résultats</b>	<b>23</b>
<b>A. Étude de la qualité du milieu entrant dans le système d'élevage et évolution de la détection du virus OsHV-1</b>	<b>23</b>
<b>B. La détermination du statut sanitaire des lots de naissains mis en élevage</b>	<b>26</b>
1. Analyse initiale	26
2. Test thermique	26
3. Mise en quarantaine	27
<b>C. Suivi des naissains prégrossis et le devenir des huitres en élevage</b>	<b>29</b>
1. Huitres en prégrossissement en marais	29
2. Qualité du milieu d'élevage et mortalités des huitres	32
3. Lien entre l'exposition des sites, la contamination virale et les mortalités en prégrossissement	37
4. Devenir des huitres après le prégrossissement	38
5. Performances sur le cycle à 2 ans : mortalités et rendements	45
<b>IV. Conclusions et perspectives</b>	<b>53</b>
<b>V. Références bibliographiques</b>	<b>56</b>
<b>VI. Annexes</b>	<b>58</b>
<b>Annexe 1 Prélèvement d'eau et préparation des échantillons</b>	<b>58</b>
<b>Annexe 2 : Méthode de Recherche d'agents infectieux dans l'eau</b>	<b>59</b>
<b>Annexe 3 : Méthode de Recherche d'agents infectieux dans les tissus d'huitres</b>	<b>61</b>
<b>Annexe 4 : Détails des résultats d'analyse.</b>	<b>62</b>
<b>Annexe 5 Evolution des mortalités</b>	<b>62</b>
<b>a. Mortalités des témoins S0 en mer</b>	<b>62</b>

<b>b. Mortalités des 3 lots : Cycle à 2 ans (marais et parcs)</b>	<b>63</b>
<b>Annexe 6 Mortalités en an 1 et an 2 en fonction des différentes modalités de prégrossissement</b>	<b>66</b>
<b>Annexe 7 Poids et rendements d'élevage sur le cycle à 2 ans</b>	<b>67</b>
<b>Annexe 8 Données d'élevage pour réaliser l'ACP</b>	<b>68</b>
<b>Annexe 9 Détail des résultats de l'ACP sur l'ensemble des cycles d'élevage avec prégrossissement et passage sur parcs.</b>	<b>69</b>

## **I. Introduction**

### **A. Cadre de l'étude**

En 2009 le CREEA a travaillé à la recherche de solutions zootechniques afin de limiter les mortalités des naissains en élevage d'huitres creuses *Crassostrea gigas*. Ces travaux ont permis de mettre en avant l'impact positif de l'isolement des lots de naissains initialement non contaminés (naissains d'écloserie), notamment en claires.

Plusieurs entreprises ostréicoles ont souhaité développer cette technique d'élevage dans le but de contrôler les mortalités en marais et, si possible, mettre sur parcs des produits de grosse taille qui pourraient être moins sensibles aux infections.

En réponse à leur sollicitation, le Comité Régional de la Conchyliculture Poitou-Charentes (CRC-PC) et le CREEA, en partenariat avec IFREMER, ont mis en place en 2013, 2014 et 2015 un programme d'étude et de développement du prégrossissement d'huitres creuses en marais afin d'optimiser les systèmes d'élevage en marais et en mer.

### **B. Objectifs**

Ce programme devait permettre de proposer à terme des solutions génériques de prégrossissement de naissains en marais que les professionnels pourraient adapter à leur propre système d'élevage. Le but du programme était

- d'acquérir la connaissance concernant la présence et le devenir de certains agents infectieux (virus OsHV-1 en particulier) dans le marais
- de définir les conditions pour une maîtrise des mortalités lors du prégrossissement en marais
- de mieux connaître l'effet de la taille du prégrossissement sur la survie en mer.

Cette étude s'est déroulée en 2 phases :

- La première qui s'est déroulée en 2013 devait permettre d'acquérir des connaissances sur l'évolution des agents infectieux dans le marais, sur le site du CREEA.
- La deuxième devrait permettre d'améliorer et de mieux maîtriser les schémas de production en marais avec :
  - o Une meilleure connaissance du devenir de certains agents infectieux (virus OsHV-1) dans l'eau.
  - o Un meilleur contrôle des mortalités en marais
  - o Une évaluation comparée du prégrossissement en mer et en marais

Ce travail avait pour but d'acquérir des connaissances sur un nombre limité de sites préalablement à un éventuel transfert vers les professionnels. Ce suivi a été réalisé d'avril 2014 à avril 2015.

## C. Partenariats

**Le porteur du projet :** Comité Régional de la Conchyliculture Poitou-Charentes (CRC-PC)

**Les partenaires :** Une convention de partenariat a été signée entre les partenaires.

- **IFREMER :** Le laboratoire de Génétique et de Pathologie (LGP), situé à La Tremblade, a participé à ce suivi au niveau :

- de la recherche du virus OsHV-1 dans les milieux d'élevage,
- de la compréhension et l'interprétation de leur évolution,
- de la détermination des moyens de qualification des naissains.

- **3 entreprises :** Elles ont réalisé le prégrossissement de naissains produits en écloserie, dans le but de limiter le risque d'entrée d'agents infectieux dans le marais au vu de leur isolement vis-à-vis du milieu naturel.

- **La SATMAR :** Écloserie de mollusques dont une de ses structures est située à Saint Just Luzac.

- Elle a fourni les naissains aux différents partenaires.
- Elle a participé au prégrossissement des naissains dans son marais, alimenté en eau directement par le chenal de Luzac, et dans sa nurserie, alimentée en eau acheminée par un long circuit de lagunage après pompage dans le chenal de Luzac.

- **Cultimar :** Entreprise aquacole de l'Île de Ré (St Clément des Baleines) qui a développé le prégrossissement dans ses structures à terre constituées de grands bassins profonds initialement aménagés pour la pisciculture.

- Les naissains ont été suivis en nurserie et dans des structures suspendues (lanternes) dans les bassins de prégrossissement, alimentés en circuit fermé.

- **Le cabanon de l'huitre :** Entreprise ostréicole située à Saint Just Luzac, qui réalise le prégrossissement en marais, en bassins en terre type « Claires ».

- Les naissains ont été suivis dans des claires alimentées en eau par le Chenal de Luzac.
- L'entreprise a mis des naissains sur un de ses parcs situé sur Bourgeois.

- **CREAA :** Situé sur l'Île d'Oléron, le Centre a mis à disposition des bassins en terre de type « claire » pour un suivi fin du milieu d'élevage et du devenir des agents infectieux.

En complément des suivis chez les partenaires professionnels, les naissains ont été suivis dans des conditions de quarantaine dans des claires du CREAA. Lors des sorties des lots en mer à l'issue du prégrossissement en marais, des poches témoins ont été suivies dans des claires du CREAA et sur 3 parcs de l'Observatoire du CREAA.

Le CREAA a coordonné la mise en place de ce programme et animé le groupe de travail. Le CREAA a accueilli une stagiaire d'avril à septembre 2014, a réalisé les suivis et le traitement des données.

- **SMEL :** Le Syndicat Mixte pour l'Équipement du Littoral, Centre Technique situé à Blainville sur mer (50), a réalisé le travail de « qualification » des naissains préalablement à leur mise en élevage en marais.

## **D. Thématiques abordées :**

Les suivis ont porté sur la caractérisation du virus OsHV-1 dans le marais, dans les huîtres et sur l'évaluation des performances zootechniques des naissains en marais et en mer.

### **La détermination du statut sanitaire des lots de naissains :**

-La qualification des naissains L'objectif de la qualification est de détecter des animaux dits « faux négatifs » animaux non détectés positifs au virus OsHV-1 en PCR mais subissant des mortalités en lien avec le développement du virus en conditions contrôlées. Les naissains ont été soumis à des conditions favorisant l'expression du virus OsHV-1 « Challenge-test ». Ce travail a été réalisé par le SMEL.

-La quarantaine : Des naissains ont été placés en claire (CREAA) sans contact avec d'autres naissains, afin de suivre les mortalités et la présence d'agents infectieux. La nurserie de quarantaine de Cultimar a aussi été utilisée.

### **Étude de la qualité du milieu entrant dans le système d'élevage et évolution de la détection du virus OsHV-1 :**

Il s'agit de suivre l'abattement des quantités de virus OsHV-1, au travers de la détection d'ADN viral, en fonction du temps de confinement et/ou de lagunage de l'eau. Le suivi a été réalisé dans la zone d'entrée d'eau (chenal d'alimentation) et au sein du système d'élevage, en amont et en aval des nurseries.

### **Suivi des naissains prégrossis et du devenir des huîtres en élevage.**

Ce travail devait permettre d'identifier les meilleures conditions de prégrossissement en marais et de déterminer la durée de prégrossissement et la taille des naissains permettant d'obtenir les meilleures survies en mer.

Les suivis se sont déroulés chez les 3 entreprises du mois d'avril 2014 au mois d'avril 2015, avec trois périodes de prégrossissement, associées à 3 dates de sorties de naissains par lot.

Le suivi sur parcs s'est terminé en décembre 2015 sur les 3 parcs du CREAA et 1 parc d'un professionnel.

## II. Matériel et méthode

### A. Les sites

#### 1. Le marais

Le prégrossissement en marais a été mis en place au CREEA et sur trois sites partenaires en Charente-Maritime : le CABANON DE L’HUITRE, la SATMAR<sup>1</sup> et CULTIMAR.

Le CREEA est situé sur la commune du Château d’Oléron (île d’Oléron), les entreprises du CABANON DE L’HUITRE et de la SATMAR sont situées sur la commune de Saint Just-Luzac, dans le marais de Seudre, et l’entreprise CULTIMAR est située sur la commune de Saint Clément des Baleines (île de Ré)

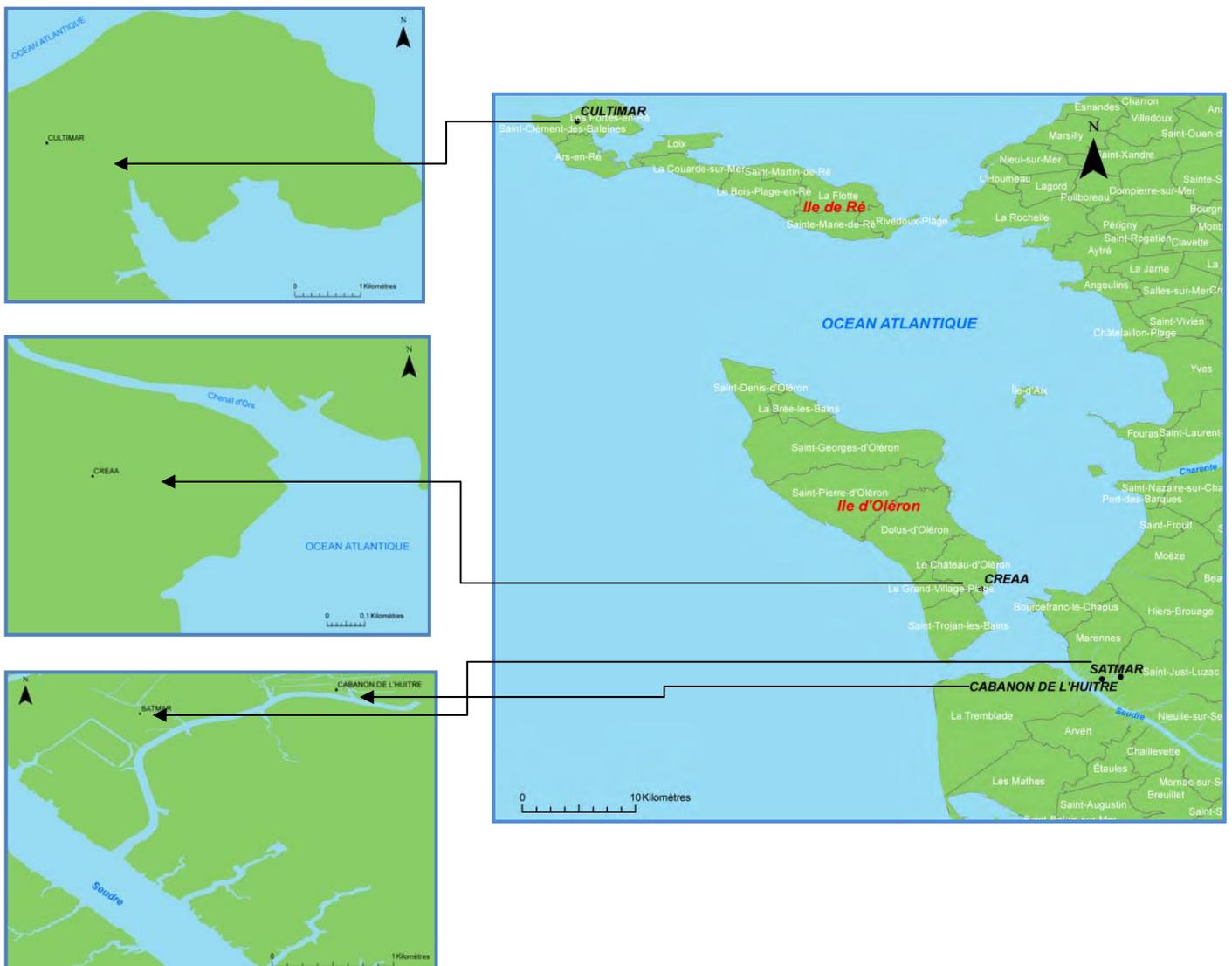


Figure 1 : Situation géographique des sites de suivis (Cartes Meneur C. 2014).

<sup>1</sup> Société Atlantique de MARiculture

Les sites de prégrossissement se déclinent en trois types d'alimentation en eau :

- Marais alimenté lors de chaque période de marée
- Marais confiné
- Marais alimenté régulièrement après passage de l'eau dans un lagunage (nursérie).

### a) Le marais du CREAA



Figure 2 : Plan du site du CREAA, Prise de Terdoux, le Château d'Oléron (Carte Meneur C. 2014).

Les bassins utilisés au CREAA étaient destinés à 3 parties du suivi :

- Suivi du milieu en 2013 et 2014 : Bassins A2, A3, A6 et A7. Ces bassins étaient soit alimentés en eau, soit confinés.
- Qualification des naissains grâce à la mise en quarantaine des lots : A10 et A11. Ces bassins étaient confinés.
- Mise en marais à l'issue du prégrossissement, parallèlement au suivi sur parc : bassins A1 à A8 et bassins A9 à A16. Ces bassins étaient alimentés par la marée lors des périodes de vives eaux.

	Surface m <sup>2</sup>	Hauteur d'eau moyenne m		Surface m <sup>2</sup>	Hauteur d'eau moyenne m
A9	560	0,8	A1	1290	0,7
A10	650	0,8	A2	811	0,7
A11	548	0,8	A3	856	0,7
A12	682	0,8	A4	850	0,7
A13	777	0,8	A5	718	0,7
A14	892	0,8	A6	788	0,7
A15	971	0,8	A7	917	0,7
A16	948	0,8	A8	922	0,7

Figure 3 : Dimensions des claires utilisées pour ce suivi

### *b) Le marais du Cabanon de l’huître*



Figure 4 : Plan du site du Cabanon de l’huître, Prise du Feneau, Commune de Saint Just Luzac (Carte Meneur C. 2014).

Les bassins utilisés sur le site du Cabanon de l’huître étaient trois claires, alimentées par la marée lors des périodes de vives eaux par le chenal de Luzac.

Les surfaces des claires n°1, 2 et 3 sont respectivement de 625, 535 et 578 m<sup>2</sup> et la hauteur d’eau de 80 cm.

Le renouvellement de l’eau s’opère lorsque le coefficient de marée est supérieur à 70.

Les huîtres ont été prégrossies en poches flottantes. Des poches témoins ont été placées sur le sol pour comparaison.

Il n’y a eu aucun mélange de lots.

Mise à l'eau				
surface claire m <sup>2</sup>	Nombre d'huîtres	Densité en nb/m <sup>2</sup>	Poids moyen g	Densité en g/m <sup>2</sup>
625	100000	160	0,14	22,4
535	100000	187	0,18	33,6
578	100000	173	0,06	10,4

La densité en claire était de 160 à 187 huîtres/m<sup>2</sup>, soit 22,4g/m<sup>2</sup> en mai, 33,6g/m<sup>2</sup> en juin et 10,4g en septembre.

### c) Le marais de la Satmar et sa nurserie

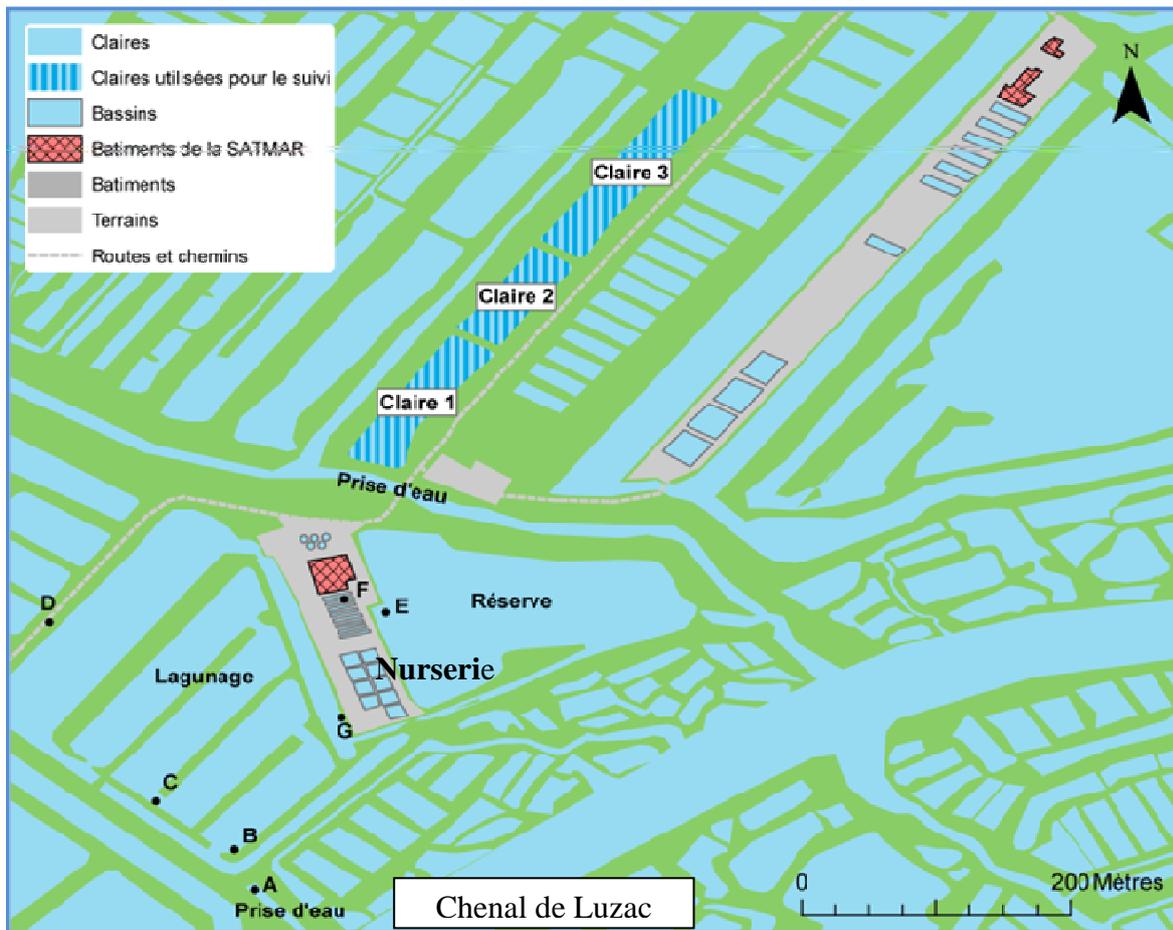


Figure 5 : Plan du site de la Satmar, Prise de la Pauline, Commune de Saint Just Luzac (Carte Meneur C. 2014).

Deux types de bassins ont été utilisés pour ce suivi sur le site de la Satmar :

- Trois claires, alimentées par la marée lors des périodes de vives eaux, par le chenal de Luzac.

Les surfaces des claires 1, 2 et 3 sont respectivement de 2612, 1795 et 3418m<sup>2</sup> et la hauteur d'eau de 80 cm.

Le renouvellement de l'eau s'opère lorsque le coefficient de marée est supérieur à 70. Les huitres ont été prégrossies en poches sur des tables en fer.

- Une nurserie alimentée après un long lagunage par une réserve, elle même alimentée par l'eau issue du Chenal de Luzac.

La nurserie peut accueillir 400 tamis et chaque tamis contient 20 000 naissains de 5 mm (ou 200 000 naissains pour une taille de 1,6mm).

Elle est alimentée en eau avec un débit de 2 m<sup>3</sup>/h,

Elle est nettoyée 2 fois par semaine et les naissains sont triés tous les 15 jours en été.

Pour notre lot, les naissains n'ont pas été triés mais gardés ensemble jusqu'à la fin du suivi.

Elle est alimentée avec du phytoplancton *skeletonema sp* produit sur eau de forage.

Les particularités hydrauliques des différentes structures sont détaillées dans la partie **Résultats III.C.2** Qualité du milieu d’élevage et mortalités des huitres **p. 33**

Mise à l'eau				
surface claire m <sup>2</sup>	Nombre d'huitres	Densité en nb/m <sup>2</sup>	Poids moyen g	Densité en g/m <sup>2</sup>
2612	100000	38	0,14	5,4
1795	100000	56	0,18	10,0
3418	100000	29	0,06	1,8

Il n’y a eu aucun mélange de lots.  
La densité en claire était de 29 à 56 huitres/m<sup>2</sup>, soit 5,4g/m<sup>2</sup> en mai, 10g/m<sup>2</sup> en juin et 1.8g en septembre.

Un témoin de chaque lot a été suivi dans la nurserie : 7 points de prélèvements d’eau (A à G) ont été définis de la prise d’eau à la sortie de la nurserie.

#### d) Le marais de Cultimar



Figure 6 : Plan du site de Cultimar, Commune de Saint Clément des Baleines (Cartes Meneur C. 2014).

L’ensemble du site est en circuit semi-fermé après l’entrée par la prise d’eau : Une entrée d’eau est réalisée lors des marées de vives eaux avec circulation dans un lagunage (au travers de 7ha de marais), jusqu’à une réserve d’eau.

L’eau pompée dans la réserve en direction de la nurserie est traitée aux UV avant passage en nurserie.

La nurserie est utilisée pour mettre en quarantaine les naissains à la taille T2, avant passage en bassins de prégrossissement. Elle est alimentée un circuit fermé.

De même l’eau pompée pour alimenter les bassins de prégrossissement est traitée aux UV entre la réserve d’eau et le 1<sup>er</sup> bassin. L’eau circule ensuite dans le 2<sup>ème</sup> bassin, celui où a été réalisé notre suivi.

Le bassin de prégrossissement a une surface de 12 467m<sup>2</sup>, une hauteur d'eau de 5m. Il n'a pas servi exclusivement au suivi, d'autres lots étaient présents.

Les huitres ont été prégrossies en lanternes suspendues de 10 plateaux.

La réserve, d'une surface de 4618 m<sup>2</sup>, est située juste avant le traitement de l'eau. Le renouvellement de l'eau de mer est très faible.

Les bassins étaient alimentés en phytoplancton de culture réalisée sur eau de forage. Ils sont oxygénés avec création d'une circulation d'eau au sein des bassins par une pompe immergée.

Les particularités hydrauliques du site sont détaillées dans la partie **Résultats III.C.2** Qualité du milieu d'élevage et mortalités des huitres p.32 Site en circuit fermé sur l'Île de Ré, Cultimar.

## 2. Les parcs

Les parcs étaient tous situés dans le bassin de Marennes Oléron, le niveau d'exondation correspond à un coefficient de 70 en moyenne.



Figure 7 : Situation géographique des parcs utilisés pour le suivi (Cartes Meneur C. 2014).

Les huitres ont été placées sur 3 des parcs de l'Observatoire du CREA (Viandet, Chevalier et Bourgeois) ainsi que sur un parc du Cabanon de l'Huitre situé aussi à Bourgeois.

## B. Les huitres

Les huitres utilisées pour ce suivi sont des huitres diploïdes, issue d'écloserie afin d'éviter une contamination par le virus OsHV-1.

3 lots d'huitres produits par la même écloserie (Satmar) ont été acquis à 3 dates au stade T6 sauf pour Cultimar qui recevait plus tôt le même lot au stade T2 placé en nurserie de quarantaine :

- 1<sup>er</sup> lot : 6 mai 2014 en T6
- 2<sup>ème</sup> lot : 11 juin 2014 en T6
- 3<sup>ème</sup> lot : 16 septembre 2014 en T6

## C. Le suivi du milieu

### 1. Paramètres physico-chimiques de l'eau



Figure 8 : Conductimètre WTW destiné à mesurer la salinité et la température de l'eau



Figure 9 : Oxymètre de type Oxyguard destiné à mesurer l'oxygène dissous dans l'eau.

Les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été suivis par relevés manuels au moment des prélèvements d'eau. La salinité et la température ont été mesurées grâce à un conductimètre WTW 3110, l'oxygène par un oxymètre de type Oxyguard Handy Gamma (Figure 8 et Figure 9).

Des sondes enregistreuses de température de type « Tidbit v2 Temp logger » PROSENSOR UTBI-001 ont été utilisées sur chaque site (Figure 10).

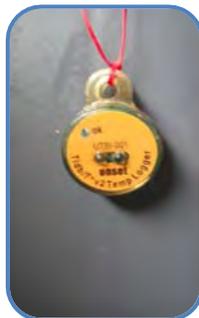


Figure 10 : Sonde enregistreuse de température.



Figure 11 : Sonde multiparamètres TPS (Température, Pression, Salinité).

Des sondes multiparamètres de type TPS (température, pression, salinité) de la marque NKE (Figure 11) ont été utilisées afin de définir les hauteurs d'eau, et d'estimer le taux de renouvellement des claires.

## 2. Prélèvement d'eau



Figure 12 : Prélèvement d'eau sur le terrain.

Les prélèvements d'eau, destinés à la recherche de virus OsHV-1 dans de l'eau de mer, ont été réalisés à l'aide d'une canne de prélèvement (Figure 12). À chaque point 1 litre d'eau est prélevé (4 prélèvements de 250 ml). Les échantillons ont été conservés dans une glacière jusqu'au retour au laboratoire. Les prélèvements ont été congelés en attendant d'analyse.

## 3. Analyses des échantillons d'eau

La recherche de virus de type OsHV-1 dans l'eau a été réalisée en partenariat avec le Laboratoire de Génétique et de Pathologie<sup>2</sup> d'Ifremer La Tremblade, grâce à la méthode de détection par PCR, basé sur l'extraction d'ADN.

L'extraction d'ADN permet la quantification de l'ADN viral présent dans l'eau avec le Kit QIamp DNA de QIAGEN. La technique d'analyse de PCR en temps réel est plus complexe que la PCR simple mais nécessite moins de préparation grâce aux mélanges réactionnels prêts à l'emploi. Le principe se base sur le phénomène d'amplification de la molécule d'ADN matrice où à chaque cycle d'élongation s'incorpore un fluorochrome dont la mesure de fluorescence libérée sera proportionnelle au nombre de brins néo synthétisés (détails du principe de la méthode en Annexe 2 p. 59).

Les prélèvements d'eau ont été analysés pour quantifier les copies d'ADN présentes, correspondant à la concentration de virus dans l'eau, exprimée en nombre de copies d'ADN/ $\mu$ l d'eau de mer.

Des filtrations d'eau pour chaque prélèvement ont été effectuées afin de déterminer les teneurs en pigments (chlorophylle a et phéopigments), représentant ainsi la productivité primaire disponible dans les bassins, mais les analyses n'ont pas pu être réalisées.

<sup>2</sup> Laboratoire de Génétique et de Pathologie : LGP, Ifremer La Tremblade.

## 4. Protocole de suivi de l'eau

### *a) Caractérisation de la présence de virus dans le milieu*

**Le suivi des virus dans une claire sans huitres en élevage** a été conduit afin de caractériser la présence du virus OsHV-1 en claires. Il a été réalisé sur deux années : 2013 et 2014 sur le site du CREAA dans les différentes zones du système hydraulique : prise d'eau, chenal, claires. Les claires étaient en conditions de renouvellement et de confinement, avec 2 hauteurs d'eau.

Le suivi s'est déroulé en moyenne sur 21 jours, et a été renouvelé à trois périodes (avril, juin et septembre).

#### **Paramètres expérimentaux dans les claires :**

- Renouvellement / confinement
- Niveau d'eau : Pleine hauteur (1 m) et mi hauteur d'eau (0,5 m)
- 3 Périodes : avril, juin et septembre

#### **Plan expérimental :**

Confinement/renouvellement	niveau	N°claire
Claire confinée	1 m d'eau	A6
	0,5 m d'eau	A2
Claire renouvelée	1 m d'eau	A7
	0,5 m d'eau	A3

Le pas de temps des prélèvements était bihebdomadaire : J0, J3, J7, J10, J14, J17, J21, soit 7 dates prélèvements, sur 6 zones (prise d'eau, chenal et 4 claires) :

Nombre de prélèvements et analyses d'eau		Sites de prélèvement
<b>3 périodes :</b>	7 prélèvements	Prise d'eau
Avril		Chenal
Juin		4 claires
Septembre	<b>Total</b> 7 x 6 sites = 42 prélèvements / période	

- Soit 42 analyses x 3 périodes : 126 analyses d'eau pour les agents infectieux permettant de caractériser la qualité du milieu.
- Chaque prélèvement d'eau a été accompagné des mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau (salinité, température, oxygène). Une sonde enregistreuse de température était placée en bassin.

Les analyses d'eau ont été réalisées par PCR avec le LGP de l'Ifremer La Tremblade, permettant la détection du virus OsHV-1 dans l'eau en fonction des conditions de milieu (voir description de la méthode p. 15).

## ***b) Caractérisation des milieux d'élevage***

**Le suivi du milieu d'élevage**, a été réalisé à partir de 2014 : L'objectif est de suivre l'effet du confinement, du lagunage ou du renouvellement avant le contact du milieu avec les naissains, par prélèvement d'eau.

- Préparation du suivi:
  - o Caractériser le site de chaque professionnel
  - o Déterminer les temps de résidence de l'eau dans le système
  - o Déterminer 3 zones de suivi : prise d'eau, avant et après la zone de prégrossissement.
- Réalisation de prélèvements d'eau sur chaque point défini pour la recherche du virus OsHV-1 dans l'eau et les éléments qui la composent.
- Mesure des paramètres physico-chimiques : salinité, température, oxygène dissous. Une sonde enregistreuse de température a été placée en bassin.
- La périodicité des prélèvements de milieu était bihebdomadaire avec 7 Prélèvements : J0, J3, J7, J10, J14, J17, J21, soit 21 analyses x 3 périodes x 3 entreprises : 189 analyses d'eau pour le virus OsHV-1.

**Le suivi des huitres en élevage** (croissances, mortalités, analyses pour rechercher le virus OsHV-1) a été réalisé dans les bassins en prégrossissement, ainsi que sur parcs lors de leurs sorties sur estran.

Il s'est déroulé grâce à plusieurs suivis :

- Qualification des naissains
- Analyses des huitres en élevage
- Le suivi des performances de croissances et de mortalités en prégrossissement, et le devenir des huitres sur estran par échantillonnages en cours d'élevage, bilans finaux en fin de prégrossissement en marais et bilans finaux en fin d'élevage sur parcs.

## D. Le suivi des huitres en prégrossissement en marais

### 1. Qualification des naissains

La **détermination du statut sanitaire des huitres** était basée sur la recherche d'agents infectieux OsHV-1 et *Vibrio aestuarianus*.

Le LASAT<sup>3</sup> a réalisé la recherche d'agents infectieux (*Vibrio aestuarianus* et OsHV-1) par PCR (Polymerase Chain Reaction) en temps réel, selon les protocoles fournis par l'Ifremer (détail de la méthode en Annexe 3). Afin d'avoir une bonne représentativité de l'échantillonnage, les analyses ont porté sur 10 pools de 5 animaux, soit 50 animaux analysés par prélèvement.

La qualification des naissains a été réalisée à l'aide de trois tests :

- **Analyses des naissains d'huitres à la réception :**

Les analyses des naissains de chacun des 3 lots ont été réalisées à leur réception, date de démarrage du prégrossissement en marais.

- **Quarantaine des huitres :**

- Claires de quarantaine : Pour chaque lot, 6 poches de 1000 naissains ont été placées en quarantaine dans une claire confinée du CREAA, sans contact avec d'autres élevages. Des prélèvements ont été réalisés à J3, J10 et J30 (fin du suivi) pour analyses par le LASAT.
- Nurserie de Cultimar : Des prélèvements pour analyses ont été réalisés pour chaque lot à la sortie de la nurserie, avant placement en bassins de prégrossissement.

Les huitres en quarantaine ont été échantillonnées lors de chaque prélèvement afin de déterminer le taux de mortalité.

- **Naissains soumis au test thermique**

Ce test d'épreuve à la température (ou Challenge-test) a été réalisé par le SMEL<sup>4</sup> pour chaque lot acquis.

Les naissains ont été soumis à des conditions permettant de favoriser le développement du virus OsHV-1 par le maintien des animaux à une température constante de 20°C pendant 3 à 4 semaines, sur la base des travaux réalisés par le SMEL et l'Ifremer d'Argenton (Petton *et al.*, 2014).

Pour chaque lot de naissain trois échantillons de 200 animaux ont été mis en élevage en condition contrôlée (température et nutrition). Après détermination des taux de mortalités en fin de test, une analyse a été réalisée sur les survivantes afin de vérifier la présence ou non d'ADN du virus OsHV-1.

<sup>3</sup> Laboratoire d'Analyses Sèvres Atlantique de La Rochelle

<sup>4</sup> Syndicat Mixte pour l'Équipement du Littoral de Blainville-sur-mer

## 2. Prégrossissement et devenir des survivantes sur parcs et en marais

**Le suivi des mollusques** à l'issue du prégrossissement avait pour objectif de déterminer l'effet de la taille et de l'âge des naissains prégrossis en marais sur leur survie une fois placés en mer.

Le prégrossissement en marais a été réalisé pour chaque lot selon plusieurs modalités d'alimentation en eau : claires alimentées normalement lors de chaque maline<sup>5</sup>, nurserie avec lagunage et bassins confinés.

Pour chaque site de prégrossissement le suivi a porté sur :

- Le prégrossissement en marais de 3 lots acquis à 3 dates : mai, juin et septembre.
- Chaque lot a été sorti du marais sur parcs à 3 dates différentes.
- L'élevage sur parc s'est terminé fin 2015 afin de suivre le devenir des survivantes du prégrossissement en deuxième année d'élevage.
- Pour chaque lot, un témoin a été placé sur parcs lors de l'acquisition des naissains, avec élevage jusqu'à fin 2015.
- Pour chaque sortie du marais, une partie des huitres a été placée en claires (sur le site du CREAA), en condition de Pousse en Claire (densité de 2 huitres/m<sup>2</sup>, avec renouvellement d'eau), jusqu'en mai 2015.

### ⇒ Suivi en bassins de prégrossissement

- Point initial avant la mise en prégrossissement : avant distribution aux 3 entreprises, un échantillonnage des naissains a été réalisé afin de déterminer le poids moyen initial, le taux de mortalité initial. Un échantillon de naissains a été livré au laboratoire LASAT pour la recherche du virus OsHV-1 (ADN-viral) et de *Vibrio aestuarianus*.
- Constitution des poches :

Les poches ont été réparties dans les bassins de prégrossissement, à raison de 1000 huitres/poches pour le lot de mai (lot n°1), puis à raison de 500 huitres par poche pour les lots de fin juin (lot n°2) et lot de septembre (lot n°3).

Les poches témoins ont été comptées, le reste du lot a été constitué à la pesée.

- Croissance et mortalité :
  - Suivi hebdomadaire de la croissance et la survie en marais par échantillonnage d'une poche témoin : comptages et pesées des mortes et des vivantes sur 3 échantillons représentatifs de la poche témoin. Toutes les huitres ont été systématiquement replacées dans la poche témoin à l'issue de l'échantillonnage.
  - Analyses :
    - Un échantillon d'huitres a été prélevé et envoyé au Lasat lors de chaque sortie en mer (trois sorties : S1 à S3) pour chaque site.
    - Analyses complémentaires : En cas de crise de mortalité des prélèvements d'huitres ont été réalisés.

<sup>5</sup> Maline : marées de vives eaux (coefficients supérieurs à 70).

⇒ **Devenir des huitres prégrossies**

**Lots « Témoins » :**

Ils correspondent à la mise sur parc des naissains (T6) en comparaison des élevages en marais

- **Lot témoin sur Parc, appelé S0** : 3 poches par parc ont été constituées par comptage des naissains à la réception de l'écloserie à raison de 1000 huitres/poche pour le lot n°1 et 500 huitres/poche pour les lots n°2 et n°3.
- **Pour le lot n°1 issues de la nurserie de Cultimar**, 3 poches témoin (**appelées S0 cult**) ont été constituées par comptage à raison de 1000 huitres/poche.

Les poches témoin ont été placées sur les 3 parcs (Bourgeois, Chevalier et Viandet).

**Sorties en mer :**

- Pour les lots n°1 et n°2 : 3 dates de sorties en mer ont été réalisées :
  - **Sortie n°1 (S1) et Sortie n°2 (S2)** : 3 poches comptées à raison de 500 huitres/poche, ont été placées sur le parc de Chevalier
  - **Sortie n°3 (S3)** : 3 poches comptées à raison de 500 huitres/poche, ont été placées sur les 3 parcs (Bourgeois, Chevalier et Viandet).
- Pour le lot n°3, acquis en septembre, seulement 2 sorties en mer ont été réalisées : une en automne (novembre 2014) et une en hiver (mars 2015).
  - **Sortie n°1 (S1)** : 3 poches comptées à raison de 500 huitres/poche, ont été placées sur le parc de Chevalier
  - **Sortie n°2 (S2)** : 3 poches comptées à raison de 500 huitres/poche, ont été placées sur les 3 parcs (Bourgeois, Chevalier et Viandet).

**Suivis sur parcs :**

- Suivi saisonnier en mer pour suivre la croissance et la survie : échantillonnages sur site au printemps (mai 2014)
- Bilan final des lots issus de parcs en octobre 2015 : Comptage par poche de toutes les huitres (mortes et vivantes) et pesées des huitres (mortes et vivantes).

**Huitres en marais**

- Lors de chaque dernière sortie de prégrossissement, 6 poches d'huitres (appelé **SMar**) à la densité de 500 huitres/poche ont été placées en claire pour chaque lot et chaque site de prégrossissement, soit 9 claires utilisées.
- Bilan final de 3 poches par claire (SMar) réalisé en mai 2015 : Comptage par poche de toutes les huitres (mortes et vivantes) et pesées des huitres (mortes et vivantes).

⇒ **Récapitulatif :**

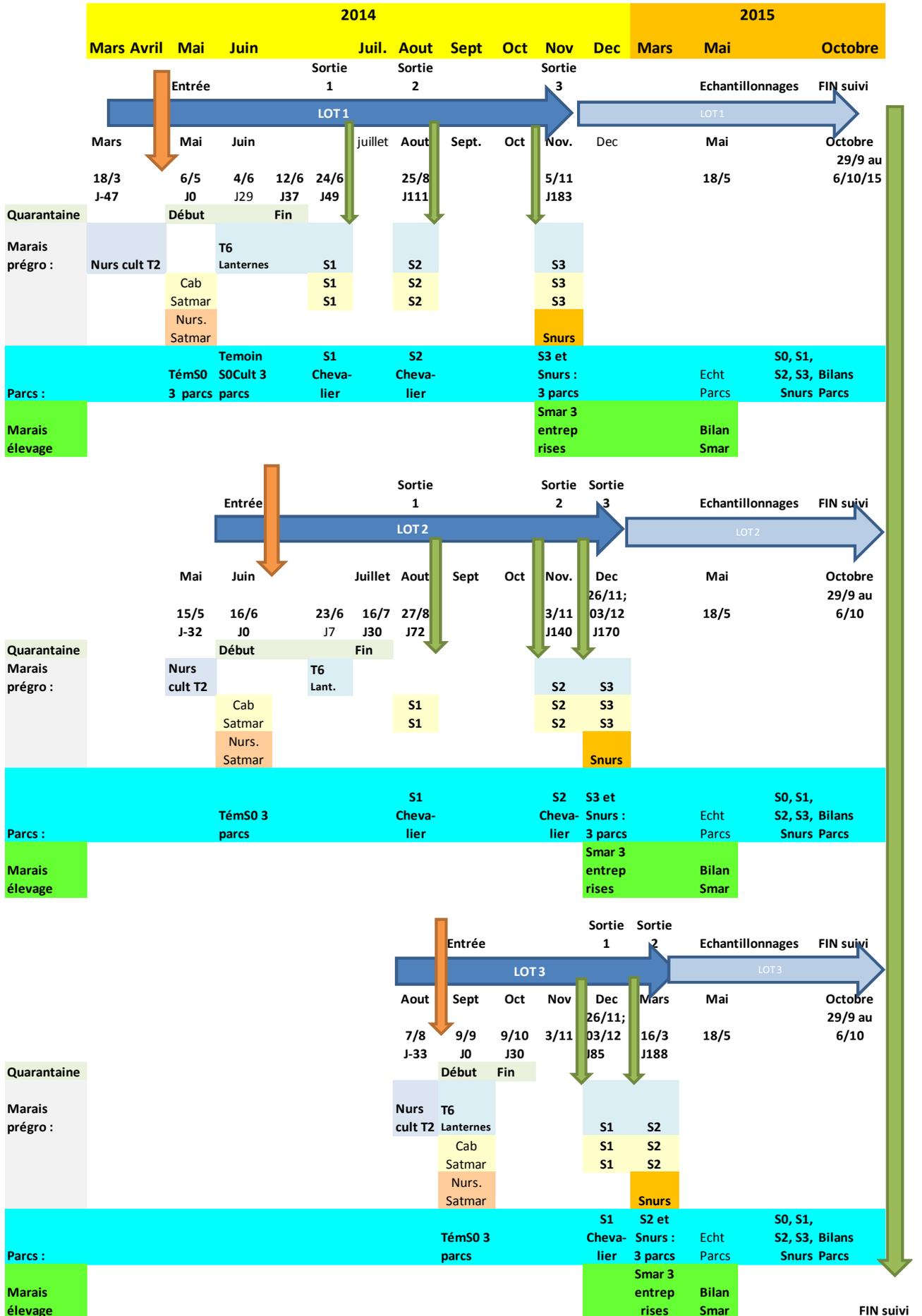
Suivi de 3 lots d'huitres sur 3 cycles ; Chaque lot a 1 témoin (S0) qui part sur 3 parcs en même temps que la mise à l'eau en marais. Il y a 3 périodes de sortie en mer (S1, S2 et S3) correspondant à 3 durées de prégrossissement en marais. Lors de la dernière sortie du prégrossissement, des huitres sont placées en claires d'élevage type « Pousse en claire » (SMar).

Un échantillon de chaque lot est conservé en nurserie alimentée par lagunage lors de la fin de prégrossissement (Snurs).

	<b>Naissains prégrossisse ment</b>	<b>Témoin placé en mer S0</b>	<b>Sortie du marais en mer</b>	<b>Sortie prégro. : Mis en marais 2h/m<sup>2</sup> : Smar</b>	<b>Bilan Marais Smar</b>	<b>Bilan Parcs</b>
<b>Lot 1</b>	06/05/2014	06/05/2014	24/06/2014 <b>S1</b> 25/08/2014 <b>S2</b> 05/11/2014 <b>S3</b> 05/11/2014 <b>Snurs</b>	05/11/2014	18/05/2015	<b>S0</b> <b>S1</b> <b>S2</b> oct-15 <b>S3</b> <b>Snurs</b>
<b>Lot 2</b>	10/06/2014	10/06/2014	27/08/2014 <b>S1</b> 03/11/2014 <b>S2</b> 03/12/2014 <b>S3</b> 03/12/2014 <b>Snurs</b>	03/12/2014	18/05/2015	<b>S0</b> <b>S1</b> <b>S2</b> oct-15 <b>S3</b> <b>Snurs</b>
<b>Lot 3</b>	09/09/2014	10/06/2014	26/11/2014 <b>S1</b> 16/03/2015 <b>S2</b> 16/03/2015 <b>Snurs</b>	16/03/2015	18/05/2015	<b>S0</b> <b>S1</b> oct-15 <b>S2</b> <b>Snurs</b>

Les paramètres de l'eau ont été suivis pour les mettre en relation avec les résultats zootechniques.

Prégrossissement d'huitres en marais salé en réponse aux mortalités – Rapport final



### III. Résultats

#### A. Étude de la qualité du milieu entrant dans le système d’élevage et évolution de la détection du virus OsHV-1

Le suivi du milieu a été réalisé sur le site du CREAA (Figure 2) en 2013 et 2014 sur des claires sans huitre. L’ensemble des prélèvements a été analysé en 2014 avec le LGP.

Le principe était de rechercher si le virus était détecté dans l’eau en fonction des conditions de gestion des claires :

- deux claires confinées totalement grâce à un bondon très haut, évitant tout lien avec le chenal et la prise d’eau
- deux claires avec un renouvellement deux semaines après la mise en eau.

La recherche s’est faite au niveau de :

- La prise d’eau : entrée d’eau directe en provenance du bassin de Marennes Oléron
- Le chenal : alimenté par la prise d’eau à la mer, confiné en mortes eaux et alimenté deux semaines après la mise en eau pour permettre le renouvellement des claires renouvelées.
- Les 4 claires

Le suivi du milieu s’est déroulé en 3 temps :

- avant déclenchement des mortalités (1<sup>ère</sup> période),
- pendant la phase critique de déclenchement des mortalités (2<sup>ème</sup> période)
- après la période à risque (3<sup>ème</sup> période). :

2013			2014		
Première période	Deuxième période	Troisième période	Première période	Deuxième période	Troisième période
25 mars au 15 avril	29 mai au 19 juin	10 septembre au 1 <sup>er</sup> octobre	16 avril au 7 mai	11 juin au 2 juillet	8 au 29 septembre

Les analyses d’eau des prélèvements de 2013 ont été faites pour les trois périodes sur la prise d’eau et le chenal, mais seulement sur la dernière période pour les claires, afin de réduire les coûts d’analyses

Les analyses d’eau des prélèvements de 2014 ont été faites sur l’ensemble des compartiments.

**Tableau 1 : Détection de virus pour le suivi du milieu en 2013**

		Période 1						Période 2						Période 3					
		J0	J3	J8	J15	J17	J21	J0	J3	J8	J15	J17	J21	J0	J3	J8	J15	J17	J21
						R						R						R	
	Prise d'eau																		
	Chenal																		
A2	Confinée																		
A3	Renouvelée																		
A6	Confinée																		
A7	Renouvelée																		

En 2013, sur les 60 échantillons analysés, le virus OsHV-1 a été détecté 11 fois, soit un taux de détection pour le suivi du milieu de 18%, avec en moyenne :

- 23% de détection dans la prise d'eau
- 28% de détection dans le chenal

Dans les claires, où les analyses concernent uniquement la période de septembre (hors période de mortalité), OsHV-1 n'a jamais été détecté.

Durant la première quinzaine, toutes les claires ont été mises en eau le même jour, fermées et confinées en même temps que le chenal.

Malgré la présence observée du virus en chenal à J3 et J15 (avant renouvellement), celui-ci n'est pas observé en claires.

De même, après le renouvellement d'eau à J17, le virus a été détecté dans la prise d'eau le soir même, mais nulle part ailleurs (chenal et claires).

**Tableau 2 : Détection de virus pour le suivi du milieu en 2014**

		Période 1							Période 2					Période 3								
		J0	J2	J7	J9	J14	J19	J21	J0	J2	J7	J9	J14	J16	J21	J0	J4	J7	J10	J15	J17	J21
							R							R								
	Prise d'eau																					
	Chenal																					
A2	Confinée																					
A3	Renouvelée																					
A6	Confinée																					
A7	Renouvelée																					

En 2014, sur les 126 échantillons analysés, 38 prélèvements ont été positifs à OsHV-1, soit un taux de détection de 30% avec en moyenne :

- 14,3% de détection dans la prise d'eau
- 23,8% de détection en chenal
- 28,6% (A2) et 33,3% (A6) en claires confinées
- 42,8% (A3) et 38,1% (A7) de détection en claires renouvelées.

A l'inverse de 2013, le virus a été détecté dans tous les compartiments suivis. Les détections ont été plus nombreuses en septembre 2014.

**Tableau 3 : Taux de détection (%) du virus OsHV-1 en 2013 et 2014, dans les différents compartiments (Prise d'eau, chenal et claires).**

		% détection 2013			% détection 2014		
		Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3
MILIEU CREAA	Prise d'eau	33,3	66,7*	33,3	0	0	42,9
	Chenal	33,3	83,3**	33,3	0	14,3	57,1
	Confinées A2			0	14,3	0	71,4
	Renouvelées A3			0	42,9	14,3	71,4
	Confinées A6			0	28,6	0	71,4
	Renouvelées A7			0	14,3	14,3	85,7

\* 66% de détection (4 prélèvements positifs sur 6) mais les valeurs ne sont pas connues car perdues.

\*\* 83% de détection (5 prélèvements sur 6 positifs), mais 4 valeurs sur 6 ne sont pas connues car perdues.

En 2013, lors de la période 2, peu de valeurs de concentration d'ADN viral dans l'eau sont connus malgré les détections positives, en raison de la perte des informations.

**Tableau 4 : Concentration virale, en nombre de copies d'ADN / µl d'eau, en 2013 et 2014, dans les différents compartiments (Prise d'eau, chenal et claires).**

		Concentration moyenne de OsHV-1						Concentration moyenne de OsHV-1			
		Nb copies ADN/µl						Nb copies ADN/µl			
		Periode 1	Periode 2	Periode 3	3 périodes			Periode 1	Periode 2	Periode 3	3 périodes
MILIEU CREAA	Générale	5,18	(0,46 : 1 seule valeur disponible*)	18,20	10,44	MILIEU CREAA	Générale	0,07	0,61	0,25	0,25
	Prise d'eau	3,14	0	33,46	18,30		Prise d'eau	0	0	0,07	0,07
	Chenal	7,22	0,46*	2,95	4,16		Chenal	0	0,19	0,16	0,16
	Confinées A2			0	0		Confinées A2	0,05	0	0,18	0,16
	Renouvelées A3			0	0		Renouvelées A3	0,04	1,55	0,69	0,57
	Confinées A6			0	0		Confinées A6	0,15	0	0,15	0,15
	Renouvelées A7			0	0		Renouvelées A7	0,03	0,10	0,21	0,17

Analyse non réalisée

\* 1 seule valeur connue sur 9 détections positives

Les concentrations d'ADN viral sont très faibles dans l'eau (détails en Annexe 4). Notons qu'en 2013, une seule valeur sur les 9 échantillons positifs est connue.

En 2013, elles étaient de l'ordre de  $10^{-1}$  à  $10^1$  copies d'ADN/µl d'eau, avec un maximum observé en septembre, dans la prise d'eau, de 66 copies / µl.

En 2014, les concentrations observées étaient encore plus faibles, de l'ordre de  $10^{-1}$  copies d'ADN/µl d'eau, variant de 0,02 à 2,5 copies d'ADN/µl.

Les quantités étant faibles, en limite de détection, on peut supposer que les échantillons non détectés pourraient contenir quelques virus mais en quantité insuffisante pour être observés.

**Dans le chenal**, le virus a été détecté, que ce soit au niveau de la prise d'eau ou au milieu du chenal, à toutes les périodes en 2013, et en fin d'été 2014 (septembre).

**Au niveau des claires**, les observations de 2014 montrent quelle que soit la période, que le milieu « claire » n'est pas indemne de présence de virus dans l'eau. De plus le virus a été détecté après plusieurs jours de confinement. Les quantités restent cependant très faibles, en limite de la sensibilité de détection.

## B. La détermination du statut sanitaire des lots de naissains mis en élevage

### 1. Analyse initiale

Les 3 lots de naissains (naissains de mai, naissains de juin et naissains de septembre) ont été analysés à la réception (J0). Aucun n'a été détecté positif au virus OsHV-1, ni à la bactérie *Vibrio aestuarianus*.

### 2. Test thermique

Période	Poids moy. Initial (g)	Ecart - type	Poids moy. Final (g)	Ecart - type	Mort. moy. Final (%)	Ecart - type	Gain de poids (g)	Taux de croissance (f-i)/i	Analyse initiale J0	Analyse fin de challenge J23	Risque que ce lot de naissain exprime de la mortalité virale hors contamination extérieure
mai	0,14	0,00	0,47	0,03	1%	1%	0,32	9,4%	Absence	Absence	Faible
juin	0,18	0,01	0,40	0,03	9%	5%	0,22	5,7%	Absence	Absence	Faible
sept.	0,06	0,00	0,26	0,01	7%	2%	0,21	16,3%	Absence	Absence	Faible

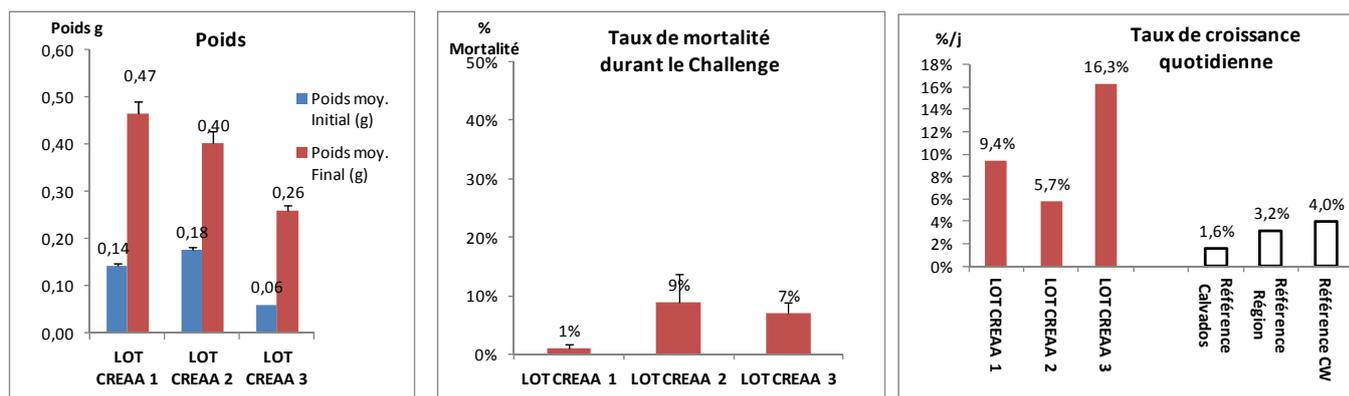


Figure 13 : Résultats des Challenge-test réalisés par le SMEL, pour les 3 lots de naissains : Croissance, mortalité et recherche de virus OsHV-1 en fin de test.

En test thermique, les 3 lots ont développé une faible mortalité (respectivement 1%, 7% et 9% sur 23 jours à 20°C), et aucun n'a été détecté positif au virus en fin de challenge.

### 3. Mise en quarantaine

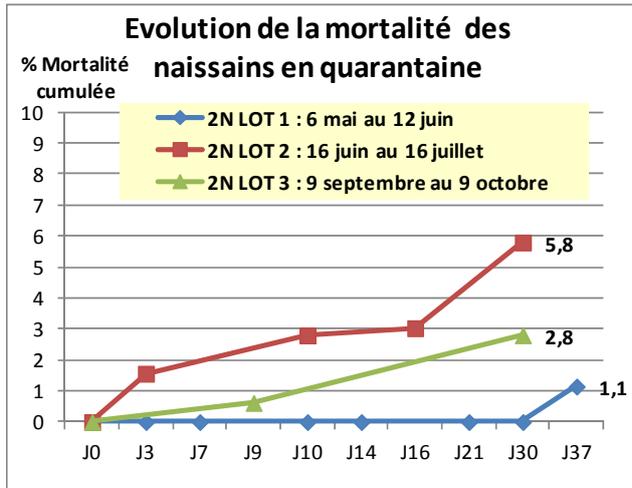


Figure 14 : Évolution de la mortalité (%) des 3 lots d’huitres en claire de quarantaine.

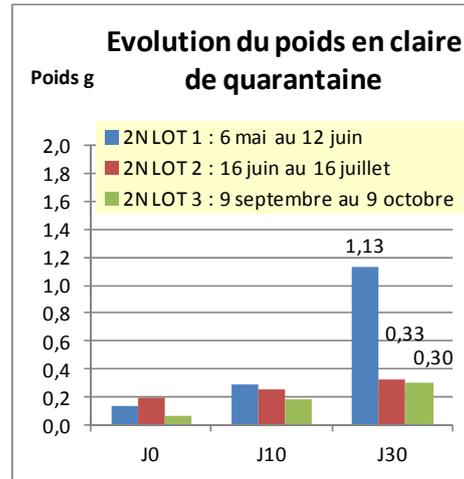


Figure 15 : Croissance des huitres en claire de quarantaine, pour les 3 lots de naissains.

Les huitres en quarantaine ont été analysées, à raison de 10 pools de 5 huitres, à 3 dates par suivi : Lot 1 : J3, J10 et J29 ; Lot 2 : J3, J10 et J30 ; Lot 3 : J2, J9 et J30

Tableau 5 : Analyses des huitres en quarantaine, pour chaque lot suivi, sur le site du CREA.

Lot	Date	% de pools positifs à OsHV-1	Nombre moyen de copies d'ADN viral / mg de tissus	Echt analysé										% de pools positifs à OsHV-1	Nombre moyen de copies d'ADN viral / mg de tissus
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Lot 1	J0	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
	J3	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
	J10	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
	J29	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
Lot 2	J0	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
	J3	10	0,1	ND	ND	ND	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10%	0,1
	J10	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
	J30	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
Lot 3	J0	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
	J29	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
	J9	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0
	J30	0		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0%	0

ND : Non détecté

En quarantaine, les 3 lots ont présenté une faible mortalité (respectivement 1,1%, 5,8% et 2,8%), et la quasi-totalité des échantillons étaient négatifs au virus.

Un seul prélèvement a été positif au virus : un pool sur les 10 pools analysés lors du prélèvement J3 du lot 2, avec une très faible densité d’ADN viral (0,1 copie/mg tissu). Les échantillons suivant ont tous été négatifs.

**Tableau 6 : Analyse d’eau dans la claire de quarantaine confinée pour chaque lot suivi (nombre de copies d’ADN/µl d’eau).**

	J-35	J-22	J-7	J0	J2	J3	J7	J9	J10	J30
<b>Lot 1</b>			0			0	0		0	0
<b>Lot 2</b>	0			0		0			0	0
<b>Lot 3</b>		0		0	0,05			0,062		0

**L’eau de la quarantaine** (Tableau 5), qui était en milieu confiné, a présenté peu de résultats positifs au virus : seuls deux prélèvements en septembre étaient positifs avec de très faibles densités de virus dans l’eau, sans détection dans les huitres aux mêmes dates.

Ainsi, en milieu isolé, les huitres n’ont pas présenté de mortalité importante (moins de 6%) et n’ont pas été soumises au développement du virus durant la quarantaine.

Les analyses initiales négatives au virus, les résultats des « Challenge-test » et des mises en quarantaine montrant aucun développement de la maladie (absence de virus et faible mortalité), permettent de conclure que **les 3 lots de naissains étaient de bonne qualité sanitaire.**

## C. Suivi des naissains prégressis et le devenir des huitres en élevage

### 1. Huitres en prégressissement en marais

#### Suivi d'élevage des huitres :

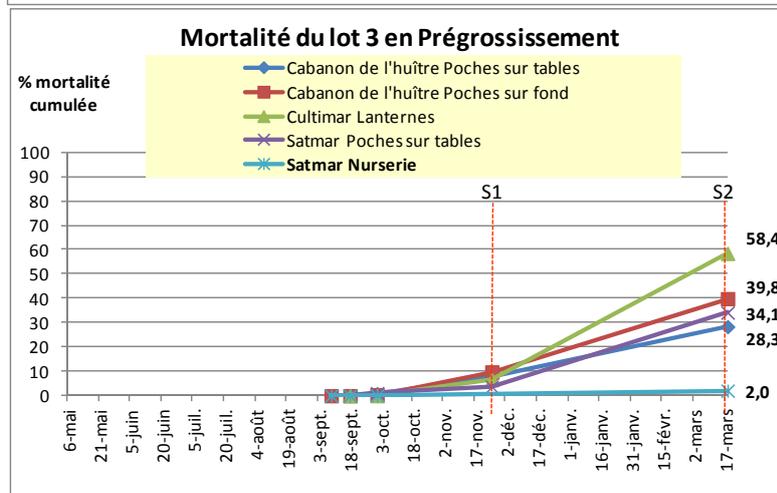
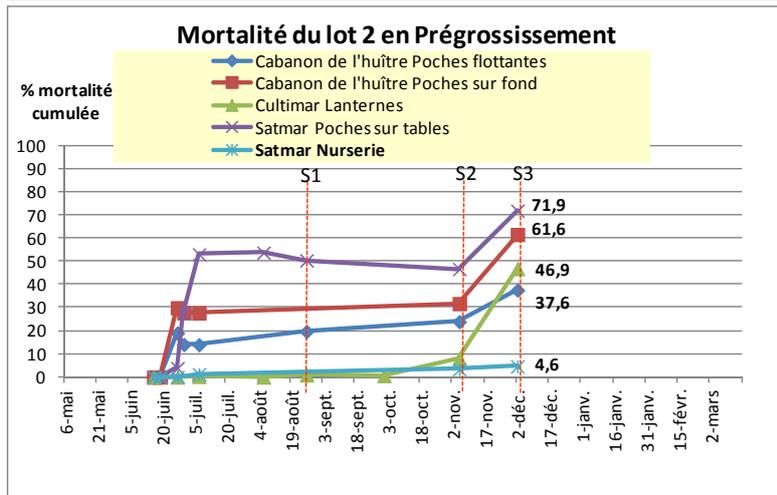
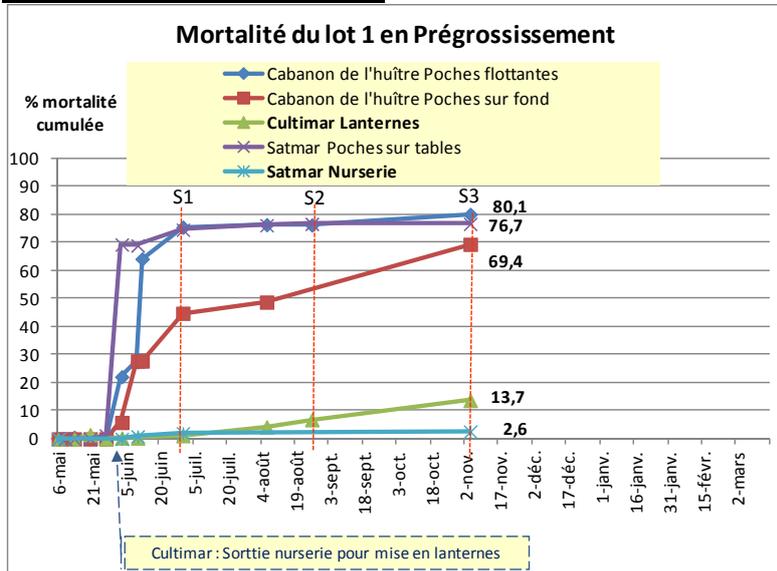


Figure 16 : Évolution des mortalités d’huitres en prégressissement en marais dans les différents sites suivis (claires avec poches flottantes, poches au sol et poches sur tables, nurserie, lanternes suspendues) au sein des 3 entreprises partenaires, aux 3 périodes testées (mise à l’eau en mai, en juin et en septembre) ; S1, S2 et S3 : Sorties en mer

**Analyses des huitres en élevage :**

Lot 1	% de pools + à OsHV-1	Nb moy de copies d'ADN viral / mg de tissus	% Mortalités cumulées	
J0	0	0	0	6-mai
J0 T2 Cultimar	0	0	0	
<b>J28 Cabanon</b>	100	<b>1 944 341</b>	<b>22,1</b>	3-juin
<b>J28 Satmar</b>	100	<b>753 095</b>	<b>69,4</b>	
J78 T2 Cultimar	0	0	0,3	
<b>Sortie 1 Cabanon</b>	90	<b>88 682</b>	<b>75,5</b>	24-juin
<b>Sortie 1 Satmar</b>	62,5	<b>32 059</b>	<b>74,6</b>	
Sortie 1 Cultimar	0	0	1,14	
Sortie 2 Cabanon	100	1 936	76,3	25-août
Sortie 2 Satmar	100	4 155	76,2	
Sortie 2 Cultimar	0	0	6,8	
Sortie 3 Cabanon	10	3 156	80,1	5-nov.
Sortie 3 Satmar	10	2 995	76,7	
Sortie 3 Cultimar	0	0	13,7	
Sortie Nurserie Satmar	40	3 254	2,6	5-nov.

**Tableau 7 :**  
**Concentration d'ADN viral (OsHV-1 dans les huitres en élevage (nombre de copie d'ADN/mg tissu).**

Lot 2	% de pools + à OsHV-1	Nb moy de copies d'ADN viral / mg de tissus	% Mortalités cumulées	
J0	0	0	0	10-juin
J0 T2 Cultimar	0	0	0	
J14 Cabanon	50	0,1	14,1	30-juin
<b>J14 Satmar</b>	100	<b>350 527 396</b>	<b>27,4</b>	
J39 T2 Cultimar	0	0	0	
Sortie 1 Cabanon	30	0,1	19,7	27-août
<b>Sortie 1 Satmar</b>	40	<b>871</b>	<b>50,4</b>	
Sortie 2 Cabanon	0	0	23,9	3-nov.
Sortie 2 Satmar	0	0	46,7	
Sortie 2 Cultimar	0	0	7,9	
Sortie 3 Cabanon	40	0,1	37,6	3-déc.
Sortie 3 Satmar	0	0	71,9	
Sortie 3 Cultimar	0	0	46,9	
Sortie Nurserie Satmar	20	10 994	4,6	3-déc.

Lot 3	% de pools + à OsHV-1	Nb moy de copies d'ADN viral / mg de tissus	% Mortalités cumulées	
J0	0	0	0	9-sept.
J0 T2 Cultimar	0	0	0	
J35 T2 Cultimar	0	0	0	11-sept.
Sortie 1 Cabanon	0	0	7,5	26-nov.
Sortie 1 Satmar	0	0	3,7	
Sortie 2 Cabanon	0	0	28,3	16-mars
Sortie 2 Satmar	0	0	34,1	
Sortie 2 Cultimar	0	0	58,4	

**En prégressissement en claires alimentées** lors de chaque marée (claires de la Satmar et du Cabanon de l'huitre), les naissains mis en eau en mai et juin ont rapidement subi une forte mortalité :

- Pour le 1<sup>er</sup> lot, la mortalité s'est déclenchée le 3 juin (J28). Les analyses sur les animaux, réalisées le jour même, ont montré une très forte concentration d'ADN viral de l'ordre de  $10^{5 \text{ et } 6}$  ADN/mg de tissu (Tableau 7).
- Pour le 2<sup>ème</sup> lot, mis en claire le 10 juin, la mortalité s'est déclenchée à partir du 27 juin.

Le pic de mortalité est observé le 30 juin pour les deux lots (voire le 7 juillet pour les huitres en poches flottantes du lot 2). Les analyses ont été réalisées le jour même sur les animaux. La concentration d'ADN est extrêmement élevée sur le site de la Satmar ( $10^8$  ADN/mg).

Sur parcs, les mortalités de naissains naturels se sont déclenchées à Marennes-Oléron lors de la maline du 19 au 26 mai 2014 (source Observatoire CREAA ; FIM 25<sup>6</sup>).

- Le 3<sup>ème</sup> lot, mis en claire le 9 septembre, n'a pas subi de mortalité durant l'automne (<10%).

Par contre les bilans réalisés le 17 mars pour la sortie finale sur parcs, ont montré que l'ensemble des huitres en claires avait subi de 28 à 39% de mortalité. Le virus n'a jamais été détecté dans les différents prélèvements d'huitres réalisés.

**En prégrossissement en lanternes suspendues en milieu confiné**, les 3 lots de naissains ont subi peu de mortalité jusqu'en novembre 2014 :

- Le 1<sup>er</sup> lot ne présente que 13,7% de mortes le 4 novembre ;
- Le 2<sup>ème</sup> lot ne présente que 7,9% de mortes le 5 novembre ;
- Le 3<sup>ème</sup> lot ne présente que 6,5% de mortes le 25 novembre.

Ce 3<sup>ème</sup> lot laissé en lanterne jusqu'en mars 2015 a subi une hausse de mortalité en début d'année, présentant 58,4% de mortes le 17 mars 2015. Le virus n'a jamais été détecté dans les différents prélèvements réalisés sur les animaux.

**En prégrossissement en nurserie alimentée par une eau issue d'un lagunage**, aucun lot de naissain n'a subi de mortalité :

- Lot 1 : 2,6% de mortes le 2 novembre
- Lot 2 : 4,6% de mortes le 2 décembre
- Lot 3 : 2% de mortalité le 17 mars

Il est cependant à remarquer qu'à la sortie des lots 1 et 2 (novembre et décembre) 30% des pools étaient contaminés par l'herpès virus avec un nombre moyen de copies d'ADN de  $10^4$  ADN/mg.

**Le prégrossissement en nurserie géré grâce à une alimentation en eau issue d'un circuit long de lagunage donne les meilleurs résultats** sur la durée (de mai 2014 à mars 2015). S'il donne de bons résultats d'élevage, ce système ne garantit cependant pas que les huitres ne soient pas contaminées par le virus.

Le prégrossissement en lanternes en milieu fermé a donné de bons résultats de survie seulement jusqu'à l'automne. Il semble en mesure de préserver les animaux d'une contamination par le virus (sous la limite de détection).

Le prégrossissement en marais alimenté normalement est soumis aux mortalités en lien avec les déclenchements observés sur parcs, conséquence probable d'apports d'eau contaminée lors des renouvellements.

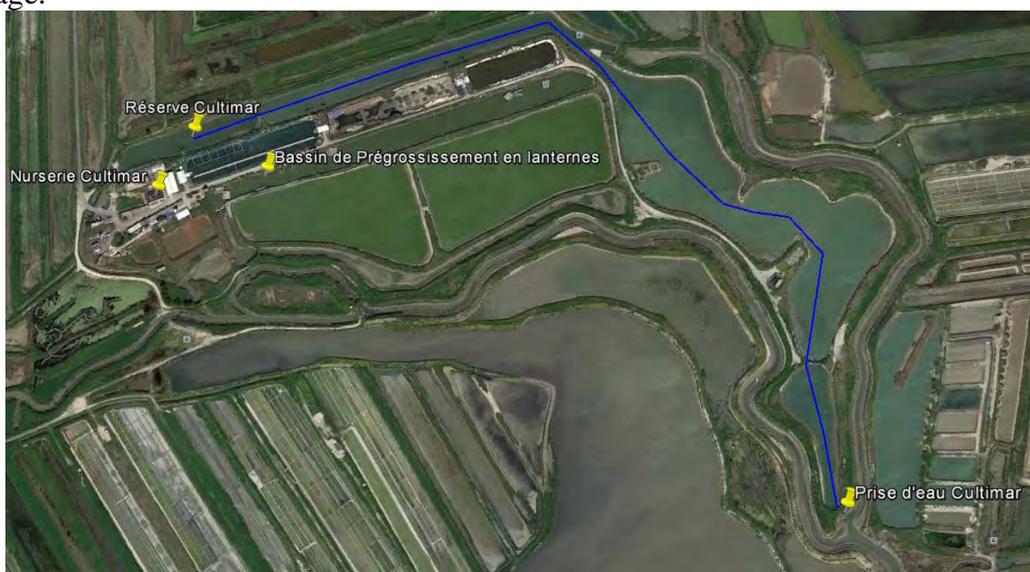
<sup>6</sup> FIM 25 : Flash Info Maline n°25, du 6 juin 2014 ; CREAA, CRCPC, DDTM, IFREMER).

## 2. Qualité du milieu d'élevage et mortalités des huitres

Les échantillonnages d'huitres pour déterminer le taux de mortalités en prégrossissement, ont été réalisés sur les poches témoins, à J0, J7 et J20 (ou J21), et J28, en même temps que les prélèvements d'eau.

### a) Site en circuit fermé sur l'Île de Ré, Cultimar

L'eau entrant par la prise d'eau à la mer, est acheminée, via un lagunage dans le marais, vers une réserve d'eau, puis elle est traitée aux UV avant d'entrer dans la nurserie et les bassins d'élevage.



		Nb copies d'ADN/µl d'eau												
Chevauchement des 2 lots		6-mai	4-juin	6-juin	10-juin	13-juin	17-juin	20-juin	23-juin	26-juin	1-juil.	8-juil.		
LOT 1	J0		J29	J31	J36	J38	J42	J45	J48	J51	J56	J63	Ratio*	
	J0		J-13	J-11	J-7	J-4	J0	J3	J6	J9	J14	J21		
LOT 1 et Lot 2	Nurserie	Pas de prélèvements	0,80	0	0,31	0	0	0	0	0	Plus de prélèvements en nurserie		28,6%	
	Prise d'eau		0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0,11	20,0%
	Réserve		0	0	0	0	0	0,21	0	0,06	0	0	0,12	30,0%
	Bassin		0	0	0	0	0	0	0	0,20	0	0,06	0	20,0%
LOT 1	J0= 06/05/2014	Mise en lanterne : 4 juin.												
% Mortalité en prégrossissement		0,3		0,3							1,1			
LOT 2	J0= 17/06/2014	Mise en lanterne 11/09/2014												
% Mortalité en prégrossissement										0		0,3		

Nb copies d'ADN/µl d'eau		J0	J6	J8	J11	J13	J18	J20	Ratio*
LOT 3	Nurserie								
	Prise d'eau	0	0,07	0	0,18	0,05	0	0	42,9%
	Réserve								
	Bassin								
J0= 11/09/2014		Mise en lanterne 11/09/2014							
% Mortalité en prégrossissement		0						0	

\*Ratio : Proportion de détection d'ADN viral sur l'ensemble des prélèvements analysés.

Figure 17 : Dénombrement du virus OshV-1 dans les milieux d'élevage et mortalité des 3 lots testés à Cultimar ; Prélèvements d'eau au niveau de la prise d'eau, de la nurserie, de la réserve d'eau et du bassin d'élevage.

**Lien entre la contamination virale de l'eau et les mortalités :**

Malgré le circuit d'eau fermé, des détections de virus ont été effectives dans l'eau du site, dans les différents compartiments suivis, y compris en nurserie alimentée par une eau traitée aux UV mais à des concentrations très faibles (<1copie/μl).

Il semble que la maladie n'a pas été transmise aux huîtres car les mortalités ne sont pas corrélées à la détection de l'Herpès virus (absence totale de détection). Cependant les fortes mortalités observées pour le lot 2 et 3 en fin de période d'élevage semblent montrer les limites du circuit fermé pour le prégrossissement sur de longues périodes.

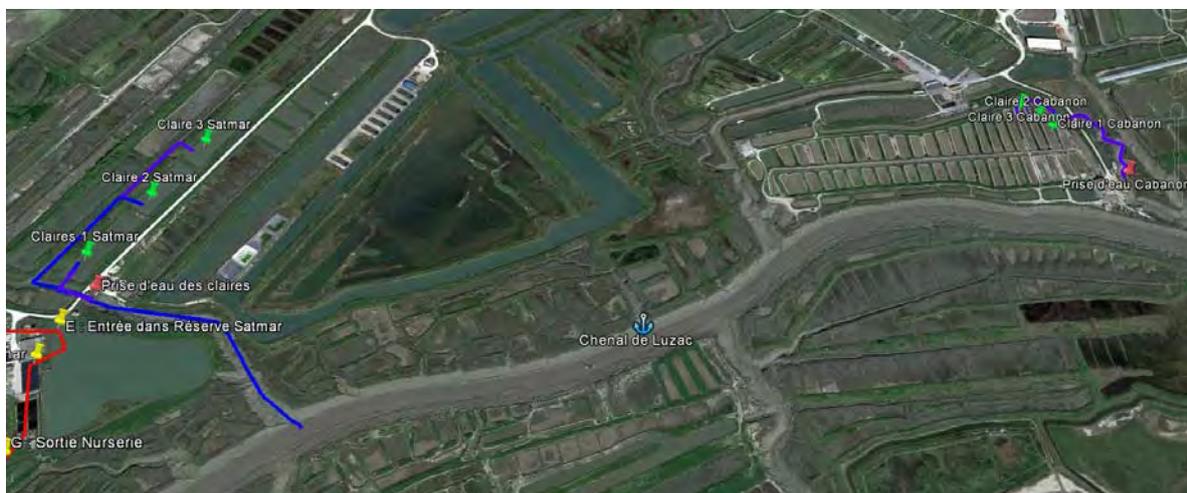
**Particularité du site :**

L'établissement placé en bout de l'île de Ré est alimenté par un long chenal (3 km) qui se jette dans le Chenal d'Ars et le Fiers d'Ars, en zone ostréicole.

L'eau entrant par la prise d'eau principale, circule au travers d'un long lagunage (1,2 km) avant l'entrée dans la réserve d'eau. Pour sécuriser son site, l'entreprise traite aux UV l'eau avant son passage en nurserie et en bassins de prégrossissement. Du fait des précautions prises par l'entreprise **la zone de prégrossissement est peu exposée** à la contamination virale.

***b) Site en circuit ouvert, dans le marais de Saint Just Luzac, chez « Cabanon de l'huître » et « la Satmar »***

Les deux marais sont en alimentation classique lors de chaque maline. Les claires sont alimentées par le chenal de Luzac via un ruisson d'alimentation. Le trajet de l'eau est court, de 50 m pour la claire la plus près de sa prise d'eau à 200m pour la claire la plus éloignée.

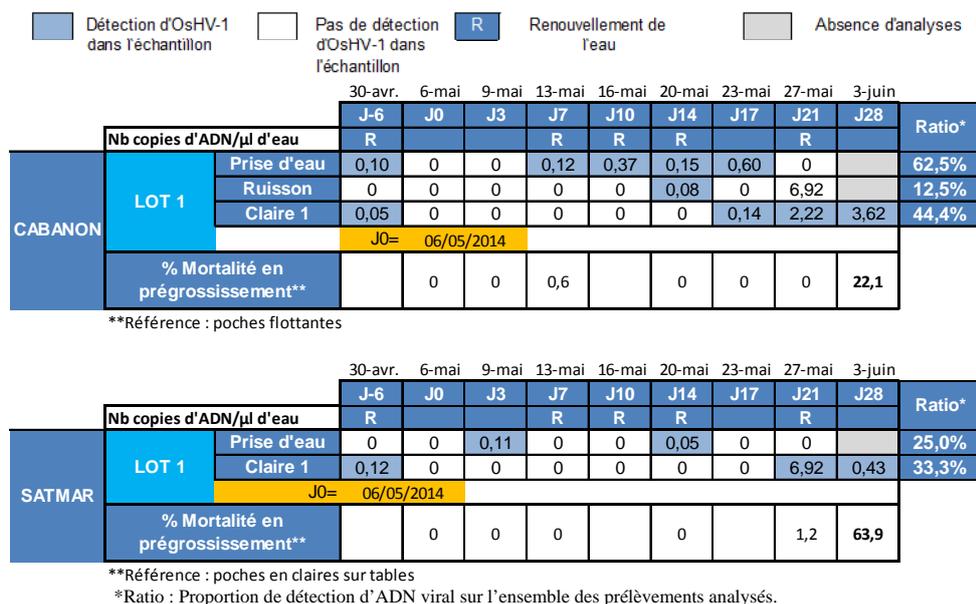


**Figure 18 : Circuit d'eau (traits bleus) alimentant les claires (points verts) directement avec le chenal de Luzac (prises d'eau : points oranges), sur les sites de La Satmar et du Cabanon de l'huître, commune de Saint Just Luzac, 17320.**

Sur le site du Cabanon, la hauteur moyenne dans les claires de prégrossissement est de 1m à l'étal. Lors des coefficients de vives eaux, le renouvellement de l'eau est de 15 à 30% du volume des claires.

Sur le site de la Satmar, la hauteur d'eau moyenne est de 80 cm à l'étal. Lors des coefficients de vives eaux, le renouvellement de l'eau est de 13 à 42% du volume des claires.

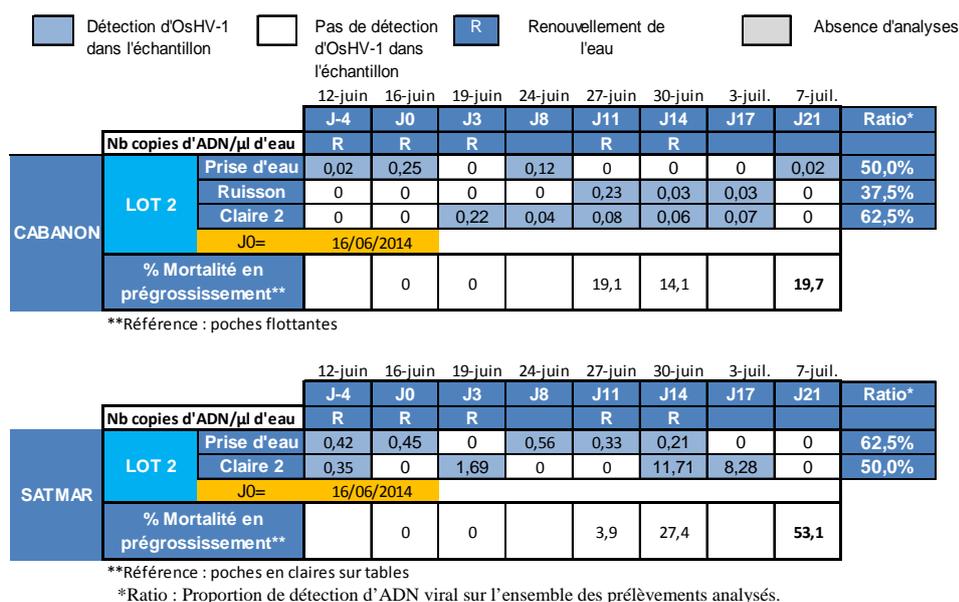
**Lot 1 : Naissains mis en marais le 5 mai 2014.** L'eau des claires a été renouvelée après une semaine d'élevage, de J7 à J14, puis de J20 à J26, lors des marées de vives eaux (coefficients de marées supérieurs à 70).



**Figure 19 :** Détection de virus OsHV-1 dans les milieux d'élevage alimenté directement par le chenal de Luzac ; Prélèvements d'eau au niveau de la prise d'eau, du ruisson et de la claire, pour le lot n°1 (suivi du 30 avril au 3 juin 2014).

Sur les deux sites, détection de virus dans la prise d'eau en période de renouvellement d'eau, mais à faible densité (<1copie d'ADN/µl d'eau), ainsi que dans la claire en fin de renouvellement, avec une hausse de concentration à partir de J21 (27 mai), période de renouvellement et période correspondant au déclenchement des mortalités sur parcs, situé du 19 au 26 mai (sources : Observatoire du CREEA, FIM 25<sup>7</sup>). Une semaine plus tard les mortalités en claires atteignaient 22,1 et 63,9%.

**Lot 2 : Naissains mis en marais le 16 juin 2014.** L'eau des claires a été renouvelée à cette même période, de J-5 à J3, puis de J9 à J15, lors des marées de vives eaux (coefficients supérieurs à 70).

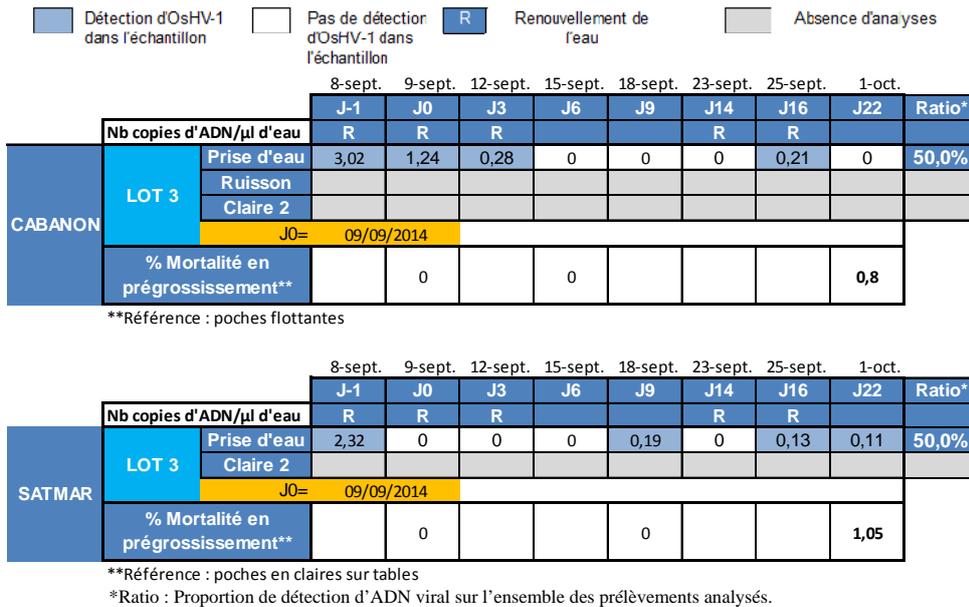


**Figure 20 :** Détection de virus OsHV-1 dans les milieux d'élevage alimenté directement par le chenal de Luzac ; Prélèvements d'eau au niveau de la prise d'eau, du ruisson et de la claire, pour le lot n°2 (suivi du 12 juin au 7 juillet 2014).

<sup>7</sup> Mille D. Bilan Observatoire CREEA 2014, juillet 2015 ; FIM 25 du 6 juin 2014.

Sur les 2 sites, l’eau a été renouvelée en pleine période de déclenchement des mortalités sur parcs. L’eau entrant dans les claires est contaminée par le virus en plein développement dans le bassin Marennes-Oléron. On constate une hausse des concentrations détectée dans l’eau des claires à partir de J14 (30 juin) et une hausse de mortalité ce même jour passant de 3,9% à 27,4% en 3 jours. Une semaine plus tard, la mortalité atteint 53% dans la claire.

**Lot 3 :** Naissains mis en marais le 9 septembre 2014. L’eau des claires a été renouvelée à cette période de mise à l’eau, de J-2 à J5, puis de J13 à J20, lors des marées de vives eaux (coefficients de marée supérieurs à 70).



**Figure 21 :** Détection de virus OsHV-1 dans les milieux d'élevage alimenté directement par le chenal de Luzac ; Prélèvements d'eau au niveau de la prise d'eau principale et de la claire, pour le lot n°3 (suivi du 8 septembre au 1<sup>er</sup> octobre 2014).

Les mortalités étaient stabilisées sur parcs depuis la fin du mois de juin autour de 70% pour le naissain naturel<sup>8</sup>.

Les claires des deux sites ont été renouvelées lors de la mise à l’eau des naissains et une dizaine de jours plus tard, durant le suivi. Des détections de virus dans l’eau ont été effectives mais avec de faibles concentrations et aucune mortalité anormale ne s’est déclenchée en claire en septembre et octobre (1% le 1<sup>er</sup> octobre).

**Lien entre la contamination virale de l’eau et les mortalités :**

Ce suivi semble montrer que lors du pré-grossissement la contamination par le virus d’huitres « saines » se fait en période de déclenchement des mortalités sur les parcs probablement avec l’eau des renouvellements. En absence de fortes mortalités en zones d’élevage, comme en septembre, le renouvellement d’eau des claires avec les marées de vives eaux n’entraîne pas de détection de virus dans l’eau des claires ni de mortalité sur les huitres du marais.

Il paraît cependant difficile de conclure du fait de mortalités importantes au mois de décembre (lot 2) et mars (lot 3) qui interviennent en absence de fortes mortalités sur estran mais aussi sans détection (sauf Cabanon lot 2) d’herpès virus sur les lots du suivi.

<sup>8</sup> Observatoire CREEA : Mille D., « Le point à la fin de l’été 2014, p3.

**c) Site en circuit ouvert avec lagunage, chez « la Satmar »**

La partie de marais alimentant la nurserie est constituée d’un lagunage dans lequel l’eau transite avant passage en réserve puis dans la nurserie.



Figure 22 : Circuit d’eau (trait rouge) entre la nurserie (points jaunes F et G) alimentée par l’eau du chenal de Luzac (prise d’eau : point orange A) via le lagunage (points jaunes B, C D, E), sur le site de La Satmar, commune de Saint Just Luzac, 17320.

Dans le cadre du lagunage alimentant la nurserie, l’eau parcourt 1 km depuis la prise d’eau jusqu’à la nurserie.

		Nb copies d'ADN/µl d'eau			Ratio*	
		J3	J11	J17		
<b>LOT 2</b>		19/06	27/06	03/07		
<b>MILIEU SATMAR</b>	A	Prise d'eau	0	0,22	0	33,3%
	B	Pompage	0	0,31	0	33,3%
	C	Lagunage	0,30	0	0	33,3%
	D	Lagunage	0	0,63	0	33,3%
	E	Lagunage	0	0	0	0,0%
	F	Nurserie	0	1,09	0	33,3%
	G	Sortie	0	0	0	0,0%
<b>% Mortalité en prégrossissement</b>		0	0	1,2		
JO=		16/06/2014				

\*Ratio : Proportion de détection d’ADN viral sur l’ensemble des prélèvements analysés.

Figure 23 : Détection de virus OsHV-1 dans l’eau du lagunage depuis la prise d’eau jusqu’à la sortie de la nurserie, pour le lot n°2 (suivi du 19 juin au 3 juillet 2014).

L’eau est pompée chaque jour durant 8h dans le chenal de Luzac, à raison de 100m<sup>3</sup>/h (800m<sup>3</sup>/jour). Elle est mise en circulation dans ce lagunage composé de réserves contenant 30 000 m<sup>3</sup> d’eau. Ainsi le renouvellement quotidien représente 2,6% d’eau. L’eau alimente la nurserie à raison de 2 m<sup>3</sup>/h.

Le suivi a été réalisé durant la période à risque, du 19 juin au 3 juillet (déclenchement des mortalités sur parcs la maline du 19 au 26 mai), avec développement jusqu'à fin juin avec 70% de mortalité chez les naissains naturels (Observatoire CREA).

La période du 19 (J3) au 25 juin (J9), correspond à un mort d'eau (coefficients de marées inférieurs à 70). La maline a repris du 25 juin (J9) au 30 juin (J14).

La majorité des prélèvements d'eau détectés positifs au virus ont été observés à J11, en début de maline. Toutefois les concentrations étaient faibles : 0,2 à 1,1 copie/ $\mu$ l d'eau. Lors du prélèvement suivant (situé en mort d'eau), aucune détection de virus dans l'eau n'a été faite.

En bout de circuit, les huitres situées dans la nurserie alimentée par cette eau n'ont pas subi de mortalité (1,2% de mortes seulement le 3 juillet) malgré une détection de virus dans l'eau de la nurserie le 27/06.

### **3. Lien entre l'exposition des sites, la contamination virale et les mortalités en prégrossissement**

Contrairement aux concentrations détectées dans les huitres, qui atteignent des quantités de l'ordre de  $10^7$  copies d'ADN viral / mg de tissu, voire  $10^8$  ou  $10^9$ , les concentrations en eau sont faibles, de l'ordre  $10^{-2}$  à  $10^1$  copies d'ADN viral /  $\mu$ l d'eau.

Lors des apports d'eau en période de forte mortalité sur estran (mai et juin), les concentrations de virus dans l'eau alimentant les marais, aussi faibles soient-elles, présentent une hausse. On remarque la mise en place des mortalités dans les jours suivants les renouvellements d'eau. Les mortalités apparaissent dans les claires ouvertes, en lien avec la détection de virus dans les animaux et dans l'eau des claires qui dépasse les quantités observées au niveau des prises d'eau.

Par contre, aux mêmes dates, les sites utilisant l'eau soumise à un traitement particulier (lagunage et/ou traitement aux UV), mettent en évidence une protection des naissains en prégrossissement qui n'expriment pas de mortalité même si la présence de virus a été détectée sur le site fermé de Cultimar (présence dans l'eau et absence sur les huitres) et sur le site de la nurserie de la Satmar (présence dans l'eau et les huitres).

Seuls les sites utilisant un circuit d'eau fermé et un long lagunage (> 1km) à très faible renouvellement (2,6%/jour) permettent un prégrossissement de naissains sans mortalité anormale en période à forte mortalité sur estran. Ces sites ne sont cependant pas exempts de contamination par l'herpès virus.

#### 4. Devenir des huitres après le prégrossissement

Les huitres ont été placées sur parcs :

- S0, S3 et Snurs placés sur 3 parcs : Bourgeois, Chevalier et Viandet (ainsi que S2, dernière sortie, du Lot 3)
- S1 et S2 (sauf lot 3) : placés sur 1 parc : Chevalier

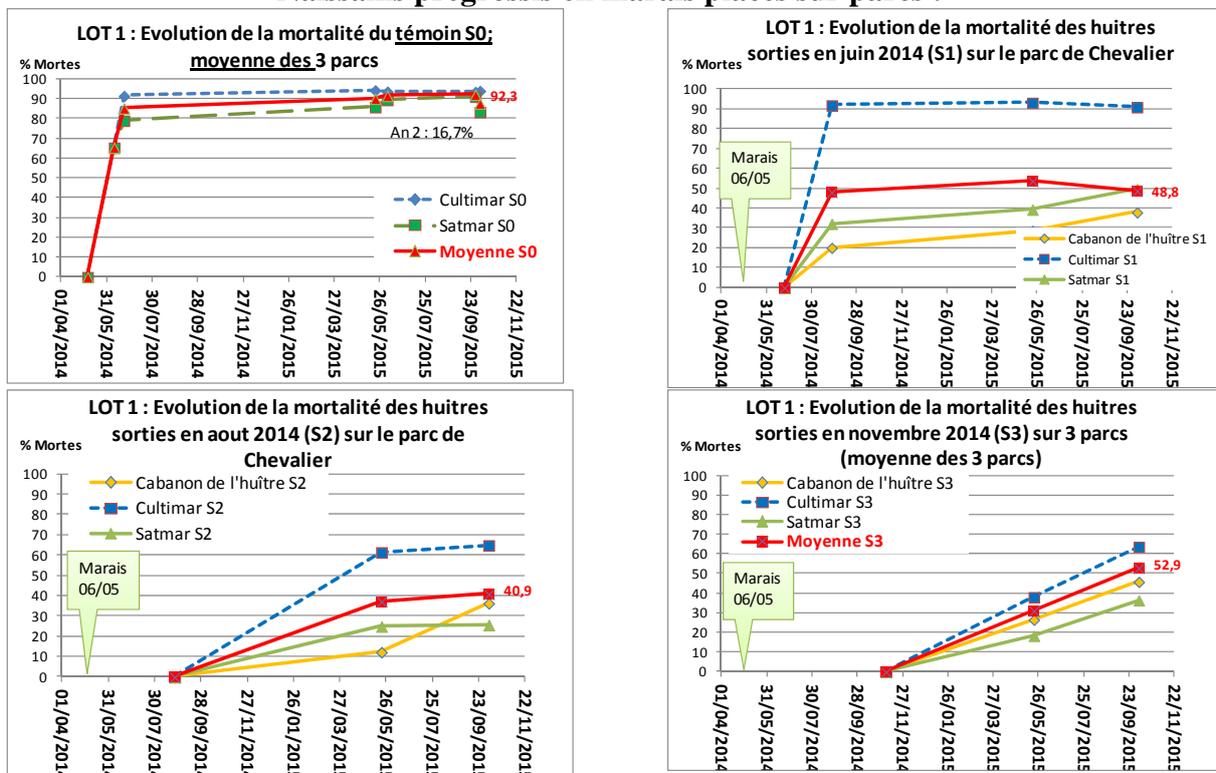
Les huitres laissées en marais (Smar) étaient placées sur le site du CREA.

**Lot 1 :** mis en prégrossissement le 6 mai 2014, 3 sorties ont été réalisées sur parcs : 24 juin (S1), 25 août (S2) et 5 novembre 2014 (S3).

1 lot témoin (S0) a été placé directement sur parc le 6 mai 2014, et 1 lot a été laissé en marais lors de la 3<sup>ème</sup> sortie (Smar).

Les huitres prégrossies en nurserie à la Satmar ont été mises sur parcs lors de la sortie 3 (Snurs).

##### Naissains prégrossis en marais placés sur parcs :



Naissains issus de nurserie (Snurs) placés sur 3 parcs en fin de prégrossissement :

Naissains prégrossis en marais, laissés en marais durant l'hiver et le printemps suivant :

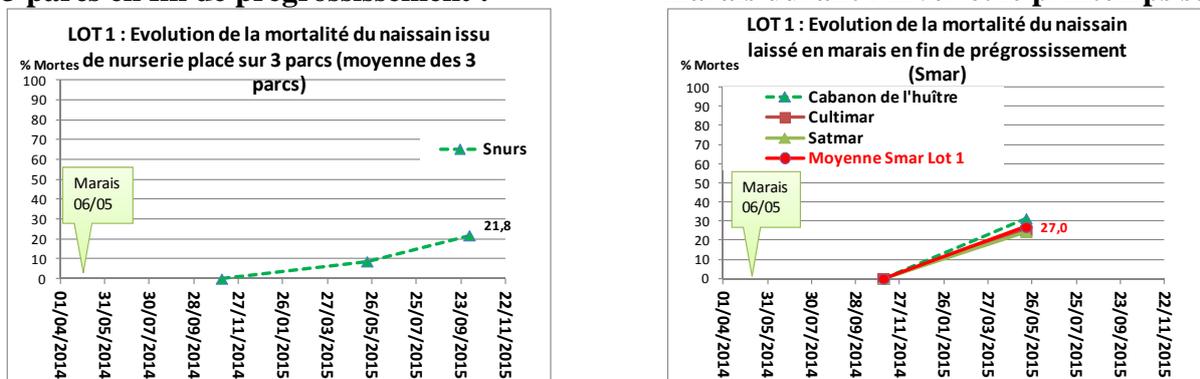


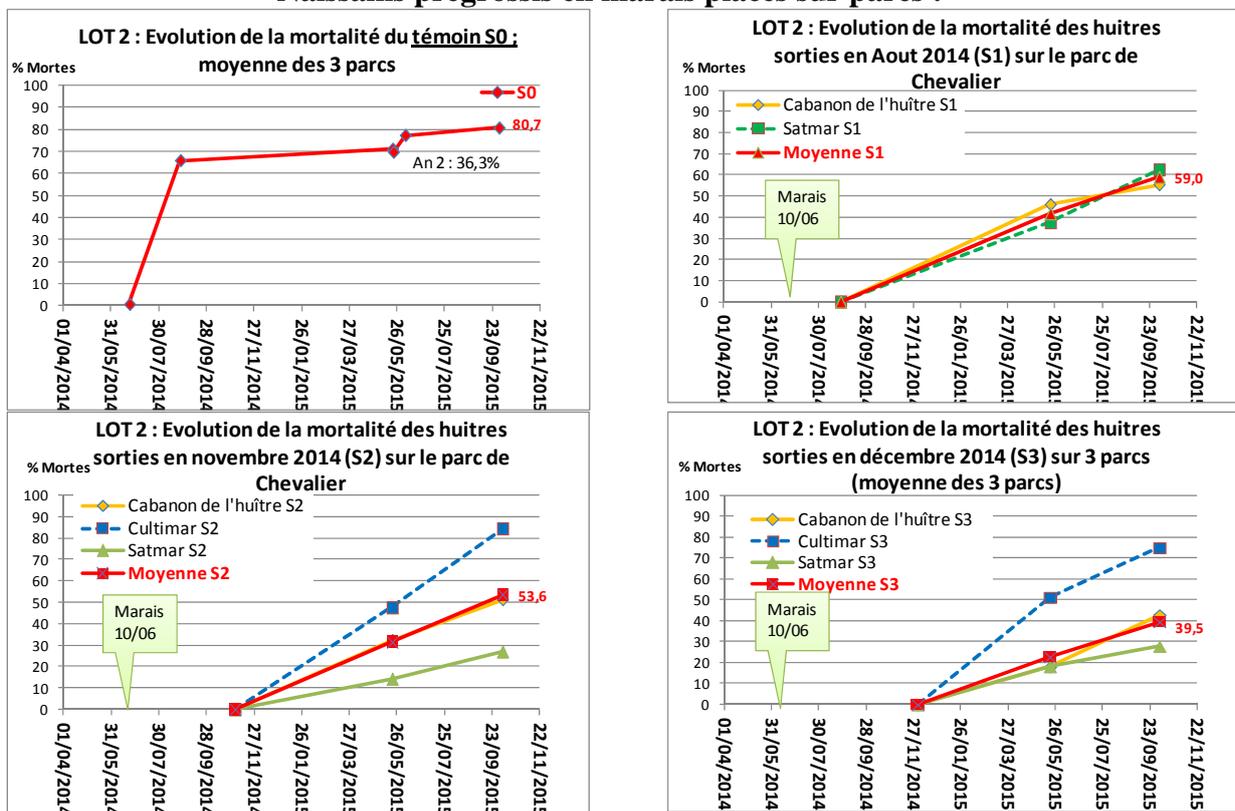
Figure 24 : Évolution de la mortalité des naissains sur parcs du lot 1 (moyenne des 3 parcs : Bourgeois, Viandet, Chevalier) après différentes durées de prégrossissement, et d'un témoin laissé en marais, jusqu'en 2015.

**Lot 2 :** mis en prégrossissement le 10 juin 2014, 3 sorties ont été réalisées sur parcs : 27 août (S1), 3 novembre (S2) et 3 décembre 2014 (S3).

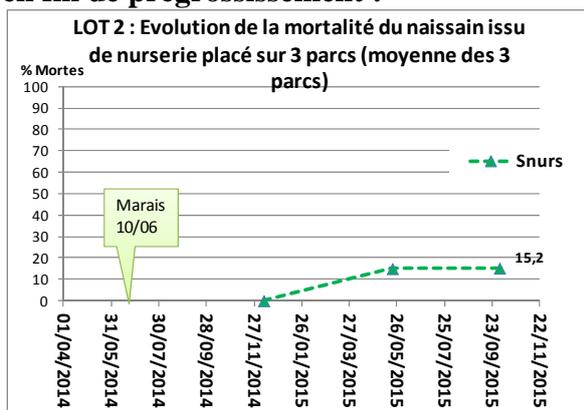
1 lot témoin (S0) a été placé directement sur parc le 10 juin 2014, et 1 lot a été laissé en marais lors de la 3<sup>ème</sup> sortie (Smar).

Une partie du lot prégrossi en nurserie à la Satmar a été mis sur parc lors de la sortie 3 (Snurs).

**Naissains prégrossis en marais placés sur parcs :**



**Naissains issus de nurserie placés sur parcs en fin de prégrossissement :**



**Naissains prégrossis en marais, laissés en marais durant l'hiver et le printemps suivant :**

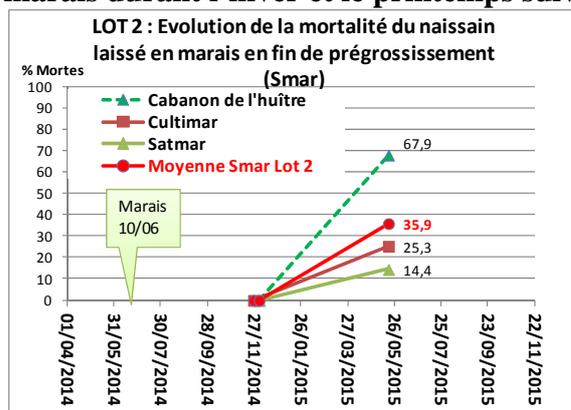


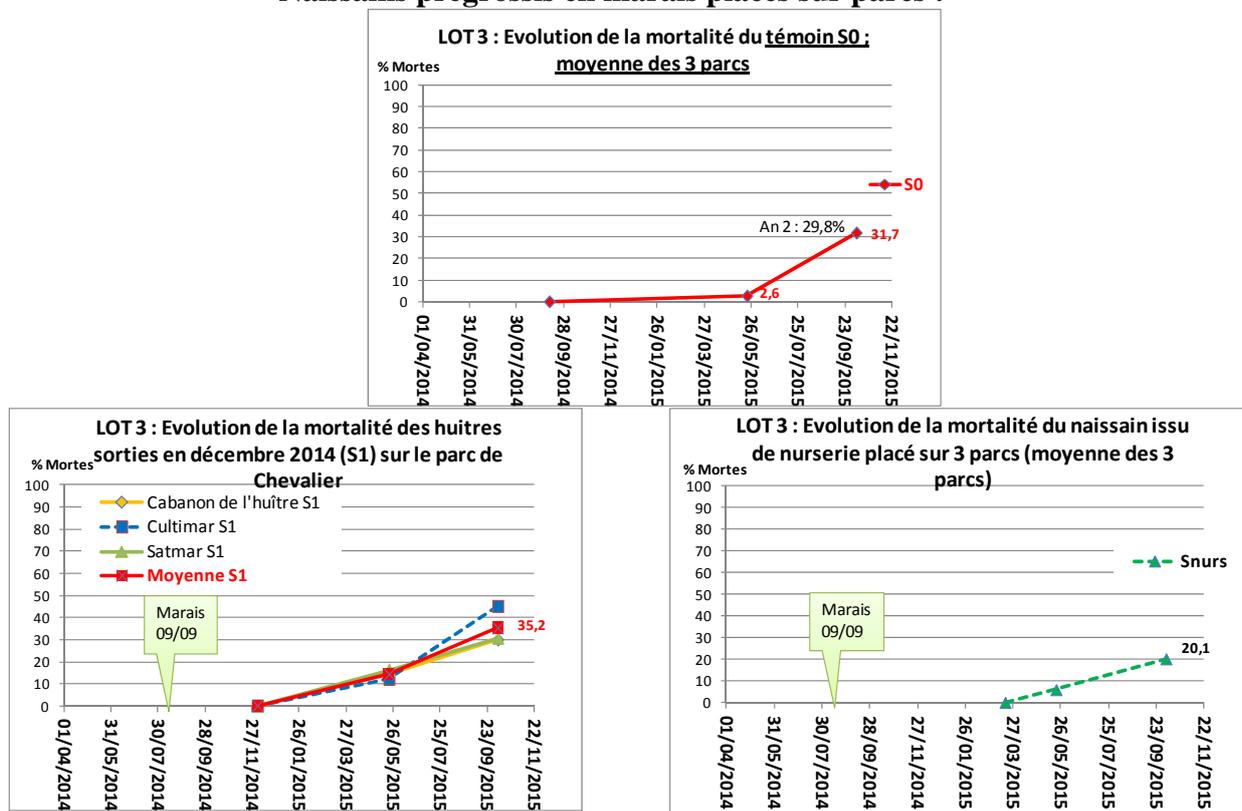
Figure 25 : Évolution de la mortalité des naissains sur parcs du lot 2 après différentes durées de prégrossissement, et d'un témoin laissé en marais, jusqu'en 2015.

**Lot 3 :** mis en prégressissement le 9 septembre 2014, 2 sorties ont été réalisées sur parcs : 26 novembre 2014 (S1) et 16 mars 2015 (S2).

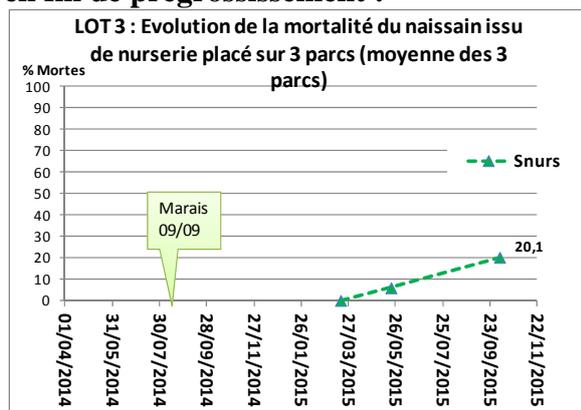
1 lot témoin (S0) a été placé directement sur parc le 9 septembre 2014, et 1 lot a été laissé en marais lors de la 3<sup>ème</sup> sortie (Smar).

Une partie du lot prégressi en nurserie à la Satmar a été mis sur parc lors de la sortie 2 (Snurs).

**Naissains prégressis en marais placés sur parcs :**



**Naissains issus de nurserie placés sur parcs en fin de prégressissement :**



**Naissains prégressis en marais, laissés en marais durant l'hiver et le printemps suivant :**

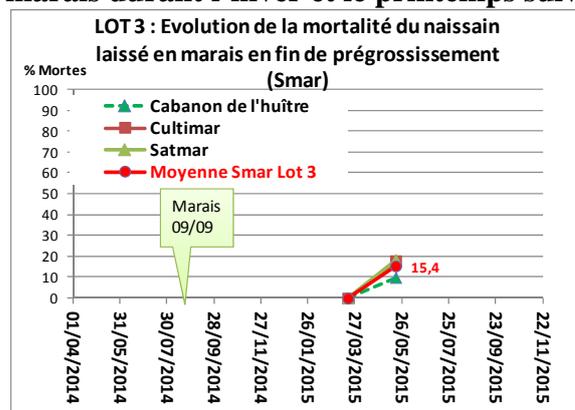


Figure 26 : Évolution de la mortalité des naissains sur parcs du lot 3 après différentes durées de prégressissement, et d'un témoin laissé en marais, jusqu'en 2015.

Les deux premiers lots, naissains mis en prégrossissement en début d'été, ont été sortis sur parcs en période estivale et automnale.

Le troisième lot, naissains mis en prégrossissement en fin d'été, a été sorti sur parcs en fin d'automne et fin d'hiver

### ***a) Sorties estivales***

#### **• Début d'été : juin, Lot 1 (S1 : Sortie 1)**

Lors de la sortie en mer les huîtres de Cultimar avaient un poids moyen de 0,6 g contre 2,5 g pour les lots issus de marais.

- Les huitres issues du site en circuit fermé (Cultimar, avec 1,1% de mortalité en bassin le 24 juin : Figure 16 p 29), ont été les plus affectées par les mortalités sur parcs durant les 2 premiers mois de demi-élevage (92% le 26 août 2014 : Figure 24 p. 38), valeur qui s'est maintenue jusqu'en octobre 2015.
- A l'inverse, les huitres des 2 autres sites caractérisés par un prégrossissement en circuit ouvert, avec de fortes mortalités en juin (75% en poches flottantes et sur tables, 45% sur le fond de la claire, le 30 juin) ont mieux résisté aux mortalités sur estran avec 20,1% (naissains issus du Cabanon de l'huître) et 32,2% de mortalité (naissains issus de claire de la Satmar) au 26 août 2014. Ces valeurs ont augmenté jusqu'en octobre 2015 pour atteindre respectivement 38 et 50%.

#### **• Fin d'été, fin août, Lot 1 (S2 : Sortie 2) ) et Lot 2 (S1 : Sortie 1)**

Les huitres sorties en fin d'été (28 août 2014), pour les lots n°1 et n°2, présentent une mortalité moyenne proche de 40% en mai 2015.

- ↳ Pour le lot 1, lors de la sortie en mer les poids moyen des huîtres étaient de 4,6g (Cultimar), 6g (Satmar) et 3 g (Cabanon).
  - Les huitres issues du circuit fermé (Cultimar : 6,8% de mortalité en bassin le 28 août), ont présenté 61% de mortalité sur parcs en mai 2015 et 65% en octobre 2015.
  - Les huitres des bassins des 2 sites en circuit ouvert (claires), (76% de mortalité moyenne dans les deux sites le 28 août), ont présenté une mortalité moindre sur parcs avec 12 et 25% en mai 2015 ainsi que 36,4 et 40,8% en octobre 2015.
- ↳ Pour le lot 2, seules les huitres issues des claires (circuit ouvert) (2,3 g) ont été placées sur parcs en août. Celles issues du circuit fermé étaient trop petites.
  - Les mortalités étaient semblables avec en moyenne 41,7% en mai 2015 et 59% en octobre 2015, pour les deux origines de prégrossissement en marais ouvert.

### ***b) Sorties fin d'automne :***

#### **• Novembre : Lot 1 (S3 : Sortie 3) et Lot 2 (S2 : Sortie 2)**

En novembre 2014 a eu lieu la dernière sortie d'huitres du premier lot (lot 1 acquis en mai), d'animaux issus du prégrossissement en marais (S3) ainsi que de la nurserie (Snurs).

Des huitres ont été placées en claires jusqu'au printemps suivant (Smar), en condition d'élevage de « pousse en claire » : densité de 2 huitres/m<sup>2</sup>, marais avec renouvellement normal.

↪ Pour le lot 1, le plus touché par les mortalités de juin 2014 (poids moyen entre 5g Cultimar à 7g Satmar et 22 g pour la nurserie Satmar) :

- Les huitres issues du circuit fermé (13,7% de mortes en novembre 2014) ont subi une forte mortalité sur parcs entre novembre et mai (38,1% le 20 mai 2015), ainsi que durant la deuxième année d'élevage, pour atteindre 63,8% en octobre 2015. Cette valeur finale est proche de celle obtenue pour les échantillons sortis en août (S2), avec 64,9% en octobre 2015.
- Les huitres issues des claires ouvertes, qui présentaient de fortes mortalités en novembre 2014 (Cabanon : 80,1% et Satmar : 76,7%), ont mieux résisté sur parcs, avec respectivement 25,7% et 36,4% de mortalité en octobre 2015.
- Ces mêmes huitres prégrossies en nurserie (Snurs), avec une faible mortalité en première année (2,6% en novembre 2014), ont très bien résisté sur parc en deuxième année, avec seulement 21,8% de mortalité en octobre 2015.
- Le témoin laissé en claires (Smar) a également subi une moindre mortalité, avec 27% au printemps suivant (26 mai 2015).

↪ Pour le lot 2, lors de cette deuxième sortie (S2) sur parc, les poids moyens vont de 0,4g Cultimar à 3g Cabanon et 11g Satmar.

- Les huitres issues de circuit fermé (7,9 % de mortalité en marais) : subissent des fortes mortalités en mer avec 47,5% en mai 2015 et 84,3% en octobre 2015
- huitres issues du circuit ouvert (mortalité en marais de 24% au Cabanon et 47% sur la Satmar) : subissent des mortalités plus faibles : 14% (Satmar) et 31 % (Cabanon) en mai 2015, pour atteindre 26,9% (Satmar) et 51,3% (Cabanon) en octobre 2015.

- **Décembre : Lot 2 (S3 : Sortie 3) et Lot 3 (S1 : Sortie 1)**

En décembre a eu lieu la dernière sortie du lot n°2 (S3 lot acquis en juin), des animaux issus du prégrossissement en marais (S3) ainsi que de la nurserie (Snurs). Une partie des huitres a été laissée en marais (Smar) jusqu'au printemps 2015.

↳ Pour le lot 2, les poids moyens vont de 0,6g Cultimar à 4g Cabanon et 11g Satmar. La 3<sup>ème</sup> sortie présente les mêmes caractéristiques qu'avec la sortie 2 :

- huitres issues de circuit fermé (mortalité en marais de 47%): subissent 51,2% de mortalité en mai 2015 et 75% en octobre 2015
- huitres issues du circuit ouvert (mortalité en marais de 38% Cabanon et 71% Satmar): subissent 18% en mai 2015 pour les 2 sites, pour atteindre 27,8% (Satmar) et 43% (Cabanon) en octobre 2015.
- Ces mêmes huitres prégrossies en nurserie jusqu'à un poids de 20 g, avec une faible mortalité fin 2014 (5,6%), ont subi une très faible mortalité sur estran en 2<sup>ème</sup> année, avec 15% en octobre 2015.
- Les témoins laissés en claires (Smar) ont subi une mortalité variable en début 2015, de 14,4% (pour les huitres issues de circuit ouvert de la Satmar), 25,3% pour les huitres issues de circuit fermé de Cultimar et 67,9% pour les huitres issues du circuit ouvert du Cabanon de l'huitre (Figure 25p. 39).

↳ Pour le lot 3, acquis en septembre, il s'agit de sa première sortie (S1) sur parc (mortalité en marais de moins de 10%), les poids moyens vont de 0,1g Cultimar à 1g Cabanon et Satmar :

- Les mortalités des 3 origines de prégrossissement sont assez proches sur parcs avec en moyenne 14,2% en mai 2015 suivi d'une hausse durant le deuxième été, donnant 30,6% de mortalité pour les 2 origines issues de circuit ouvert, et 45% pour les huitres issue du circuit fermé (Figure 26, p. 40).

### ***c) Sorties fin d'hiver : mars, Lot 3 (S2 : Sortie 2)***

La dernière sortie des huitres en prégrossissement (S2), pour le lot 3 (naissains acquis en septembre) a eu lieu en mars 2015 après avoir passé l'automne et l'hiver en marais (mortalité en marais de 58 % Cultimar, 28% Cabanon et 27% Satmar). Les poids moyens vont de 0,1g Cultimar à 0,8g Cabanon et Satmar.

Après le deuxième été sur estran, les mortalités sont proches pour chaque origine, avec en moyenne 43,1% en octobre 2015, allant de 31 à 47% (Figure 26 p. 40).

- Les huitres de ce lot prégrossies en nurserie (Snurs) placées sur parcs le même jour, ont présenté une mortalité plus faible, avec 5,9% en mai et 20,1% en octobre 2015.
- Les huitres laissées en marais jusqu'en mai ont subi 15,4% de mortalité.

### d) Les témoins sur parcs

Les témoins S0, ayant fait leur cycle complet sur parcs montrent que la mortalité de 2<sup>ème</sup> année est plus faible que pour les huitres issues de pré-grossissement (détails en Annexe 5) :

		Mortalité An2 en mer			Mortalité cumulée 2 ans		
		Origine marais	Origine Nurserie (Satmar)	Témoin en mer S0	Marais + Mer		Témoin en mer S0
					Origine marais	Origine Nurserie (Satmar)	
Lot 1	Satmar Cabanon (ouvert)	40,6	21,8	27,3	83,2	28,6	89,5
	Cultimar (Fermé)	69,5		36,3	75,5		
	<b>MOYENNE LOT 1</b>	<b>55,1</b>	<b>21,8</b>	<b>31,8</b>	<b>79,3</b>	<b>28,6</b>	
Lot 2	Satmar Cabanon (ouvert)	41,5	15,2	36,3	68,9	19,1	82,9
	Cultimar (Fermé)	79,7			86,2		
	<b>MOYENNE LOT 2</b>	<b>60,6</b>	<b>15,2</b>	<b>36,3</b>	<b>77,5</b>	<b>19,1</b>	
Lot 3	Satmar Cabanon (ouvert)	36,9	20,1	29,8	43,6	21,8	31,6
	Cultimar (Fermé)	49,5			63,4		
	<b>MOYENNE LOT 3</b>	<b>43,2</b>	<b>20,1</b>	<b>29,8</b>	<b>53,5</b>	<b>21,8</b>	
<b>Moyenne</b>		<b>53,0</b>	<b>19,0</b>	<b>32,6</b>	<b>70,1</b>	<b>23,2</b>	<b>68,0</b>

Figure 27 : Résumé des mortalités obtenues sur parcs en 2 ans pour les lots témoins en mer, comparés aux lots issus de pré-grossissement.

- Lot 1 S0 : 31,8 % en 2<sup>ème</sup> année alors que la mortalité était de 76% en an 1
- Lot 2 S0 : 36,3% en 2<sup>ème</sup> année alors que la mortalité était de 66 % en an 1
- Lot 3 S0 : 29,8% en 2<sup>ème</sup> année alors que la mortalité était de 2,6% en an 1

Concernant la mortalité de la deuxième année en mer :

- Seules les huitres issues de la nurserie ont des performances de survies supérieures à celles du témoin en mer
- Les huitres produites l'été (lots 1 et 2) dans le système fermé, caractérisées par de faibles croissances et de faibles mortalités en marais, subissent les plus fortes mortalités sur estran.

Concernant la mortalité cumulée sur deux ans :

- Les huitres issues de la nurserie ont les meilleures survies cumulées
- Les survies cumulées des huitres des lots 1 et 2 sont légèrement supérieures à celles du témoin sur estran
- La survie cumulée du lot 3 est inférieure à celle du témoin sur estran

## 5. Performances sur le cycle à 2 ans : mortalités et rendements

### *a) Les mortalités*

#### **(1) Lot 1 acquis le 6 mai 2014.**

**Les meilleures survies sont obtenues pour les naissains prégrossis en nurserie** tout l'été jusqu'à un poids moyen de 22,1g et sortis sur parcs en novembre pour y passer la 2<sup>ème</sup> année d'élevage (8,7% de mortalité en nurserie et 28,6% cumulée sur 2 ans).

**Concernant le prégrossissement en marais, en circuit ouvert** (Cabanon et Satmar), les naissains acquis en mai subissent des mortalités très importantes en marais. Ensuite, le comportement sur parcs est similaire quelque soient les dates de sorties en mer. Le taux de mortalité cumulée sur 2 ans est compris entre 77,8 et 85,2%, et est proche de celui du lot témoin S0 (89,5%).

**Le prégrossissement en circuit fermé (Cultimar)**, est caractérisé par des survies excellentes en marais. On remarque que les mortalités ont été très élevées lors des sorties sur parcs en particulier pour le premier lot sorti fin juin (91,3%) et moins importante pour les sorties en août ou novembre, avec en moyenne 66 et 69% de mortalité cumulée à deux ans.

**Une sortie tardive**, en fin d'été ou en automne pour des huitres issues de milieu fermé serait à privilégier.

#### **(2) Lot 2 acquis le 10 juin 2014**

Pour les naissains acquis en juin, **les meilleurs résultats** ont été observés à nouveau avec **les huitres prégrossies en nurserie jusqu'à un poids de 19,5g** et sorties sur parcs en fin d'automne, avec seulement 19,1% de mortalités cumulées sur 2 ans, valeur proche de celle du lot 1.

**Concernant le prégrossissement en marais, en circuit ouvert** (Cabanon et Satmar), les naissains acquis en juin subissent des mortalités en marais différentes selon les sites mais moins importantes que pour les huitres du lot 1. Les taux de mortalité cumulée sur 2 ans compris entre 61 et 82% sont inférieurs à ceux du lot 1.

**Le prégrossissement en circuit fermé (Cultimar)**, est caractérisé par des survies excellentes en marais sauf pour le lot S3 sorti en dernier. On remarque que les mortalités cumulées à deux ans (S2, novembre : 85,6% et S3, décembre : 86,7%) sont fortes et proches des mortalités subies par le lot témoin S0 (82,9 %).

#### **(3) Lot 3 acquis le 9 septembre 2014**

Les huitres acquises en septembre, hors de la période de forte mortalité sur parcs, ont obtenu les plus faibles mortalités cumulées sur le cycle marais + mer en comparaison avec les deux lots précédents.

**Sur parcs**, les huitres témoins S0, ont été faiblement impactées par les mortalités, avec seulement 25,4% de mortalité cumulée en fin de cycle. Seules les huitres issues du

prégrossissement en nurserie et dont le poids moyen est le plus élevé (2,5g) présentent une aussi faible mortalité cumulée (21,8%).

**Les huitres prégrossies en bassins**, qu'ils soient en circuit ouvert ou fermés, présentent entre 48 et 78 % de mortalité cumulée.

### b) Les rendements d'élevage

- **Rendements d'élevage uniquement en marais (marais du Creaa)**

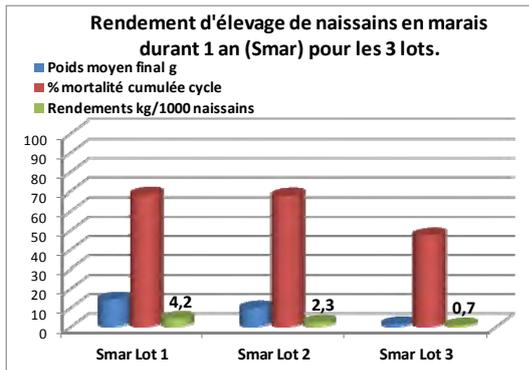


Figure 28 : Performances d'élevage des huitres prégrossies en marais, laissées en claires jusqu'au printemps suivant, pour les 3 lots (lot 1 acquis en mai, lot 2 acquis en juin et lot 3 acquis en septembre 2014).

Les rendements des 3 lots sont très faibles, avec une valeur maximale obtenue pour les huitres acquises en mai, restées en claires durant 1 an complet (4,2 kg/1000 naissains).

- **Rendements de 2<sup>ème</sup> année en mer (moyenne de trois parcs)**

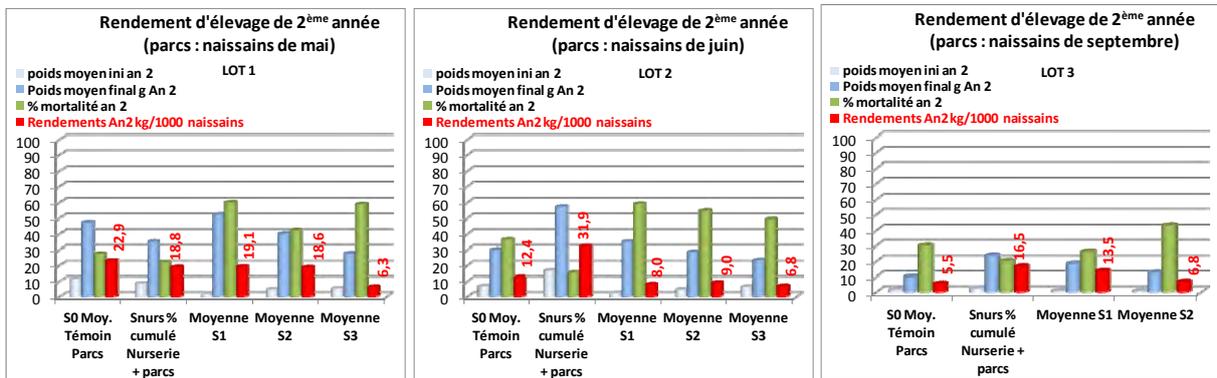


Figure 29 : Performances d'élevage en deuxième année sur parcs pour des huitres prégrossies.

Les rendements d'élevage sur parcs en 2<sup>ème</sup> année donnent de bons résultats (autour de 19 kg/1000 huitres) pour les **naissains acquis au printemps (lot 1)** et prégrossis en marais sauf pour la mise sur parcs tardive (S3 novembre : 6,3 kg). Toutefois les résultats sont inférieurs au rendement du lot témoin prégrossis sur parcs (22,9kg).

**Le lot de juin (lot 2)** prégrossi en marais donne des rendements inférieurs à 10 kg, toujours en dessous du rendement obtenu avec le lot témoin prégrossi sur parcs (12,4 kg). Par contre le lot issu de nurserie obtient un très bon rendement (31,9 kg) grâce à son poids moyen à la mise à l'eau élevé (16,5g) et une faible mortalité de 2<sup>ème</sup> année (15,2%).

**Le lot de septembre (lot 3)** obtient de meilleurs rendements avec des naissains prégrossis en marais (13,5 et 6,8kg) comparés aux huitres prégrossies sur parcs (5,5kg). De même le lot issu de nurserie obtient un bon rendement de deuxième année (16,5 kg).

• **Sur le cycle complet**

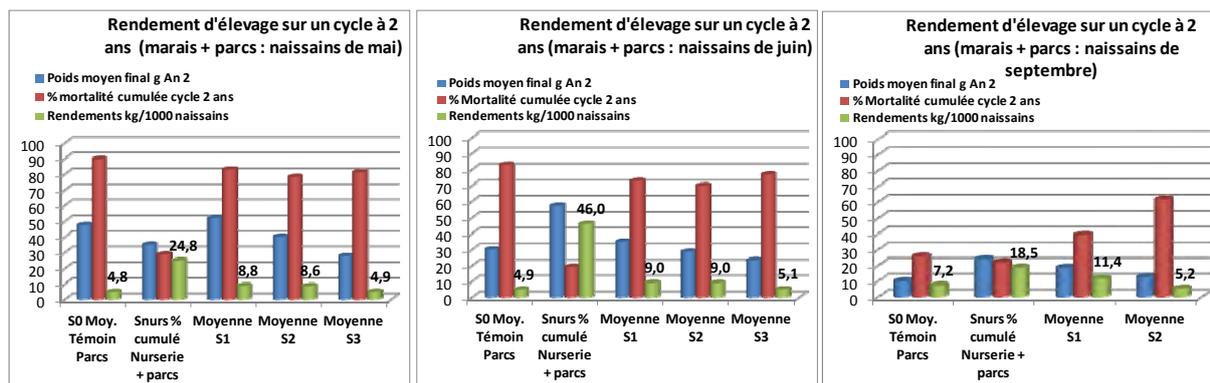


Figure 30 : Performances d'élevage des huitres prégressées en marais (claires et nurserie), placées sur parcs à 3 dates (S1, S2 et S3) comparées au témoin S0, huitres ayant fait tout leur cycle sur parcs ; lot 1 acquis en mai 2014, (S1 : 24 juin ; S2 : 25 août ; S3 : 5 novembre) ; lot 2 acquis en juin 2014 (S1 : 27 août ; S2 : 3 novembre ; S3 : 3 décembre) ; lot 3 acquis en septembre 2014 (S1 : 26 novembre ; S2 : 16 mars).

**Lot 1 :**

Les rendements d'élevage (exprimés en kg pour 1000 naissains) des naissains de mai prégressés puis passés sur parcs sont tous en dessous de 10 kg/1000 naissains **sauf pour les huitres prégressées en nurserie** sorties à l'automne sur parcs, avec **24,8 kg/1000 naissains**, du fait des faibles mortalités en marais et en mer.

**Comparaison des performances des lots prégressés en marais (Cabanon et Satmar) sortis en mer le 24 juin S1, le 25 août S2 et le 5 novembre S3 :** les rendements à deux ans des 2 premières sorties sont proches (8,8 et 8,6 kg), et supérieurs à celui de la dernière sortie (S3 : 4,9 kg, semblable au lot témoin S0). On remarque que le poids moyen final à deux ans est inversement proportionnel à la durée du prégressissement en marais.

**Lot 2 :**

Les rendements d'élevage des naissains de juin sont faibles (< 10 kg/1000 naissains de départ) mais légèrement supérieurs à ceux du lot 1. Le rendement des **huitres issues de nurserie (Snurs)** est particulièrement important avec **46 kg/1000 naissains** en fin de cycle à 2 ans, avec un poids moyen de 57,1g. Il s'agit du plus fort poids moyen obtenu pour ce lot.

**Comparaison des performances des lots prégressés en marais (Cabanon et Satmar) sortis en mer le 27 août S1, le 3 novembre S2 et le 3 décembre S3 :** les rendements à deux ans des 2 premières sorties sont semblables (9 kg/1000 naissains), et supérieurs à celui de la dernière sortie (S3 : 5,1 kg, semblable au lot témoin S0). On remarque que le poids moyen final à deux ans est inversement proportionnel à la durée du prégressissement en marais.

**Lot 3 :**

Ces huitres acquises à l'automne n'ont pas bénéficié de la croissance estivale. Ainsi les poids moyens finaux sont plus faibles que pour les lots précédents.

Les meilleurs rendements finaux à 2 ans sont observés avec les huitres issues de **nurserie (18,5 kg/1000 naissains)** et les huitres sorties en novembre (S1 : 11,4 kg/1000 naissains), qui sont les deux modalités dont les huitres ont les poids moyens les plus élevés (respectivement 23,7g et 18,4g). On remarque aussi que le poids moyen final est inversement proportionnel à la durée du prégressissement en marais.

### Les rendements d’élevage à deux ans :

Sur parcs les rendements des huitres prégrossies en marais sont toujours supérieures à ceux de l’élevage sur estran sauf dans le cas de sorties la plus tardive du lot 3 à la sortie de l’hiver :

### Les rendements d’élevage de la deuxième année sur parcs :

Sur parcs les rendements des huitres prégrossies en marais sont supérieurs à ceux de l’élevage sur estran dans les cas suivants :

- Huitres prégrossies en nurserie en juin et septembre
- Huitres prégrossies en automne (nurserie et marais) mises sur parcs avant l’hiver (cas du lot 3 S1).

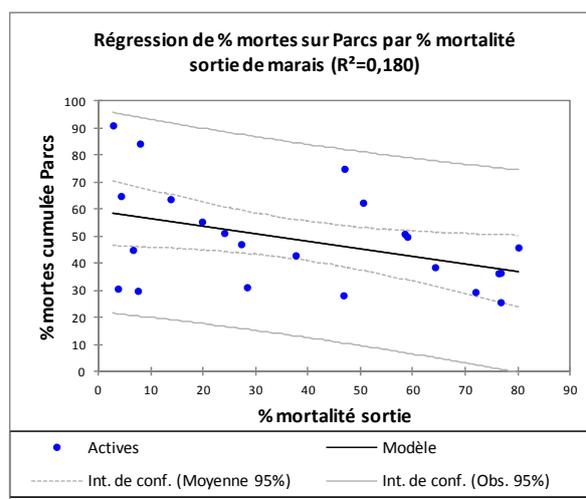
## c) Qu’est ce qui peut influencer la mortalité sur parcs ?

- **Lien entre les mortalités subies en prégrossissement en bassins en marais, lors de la sortie en mer, et les mortalités subies sur parcs :**

Equation du modèle :	Pr > F	R <sup>2</sup>
	0,043	0,180

% mortes cumulée Parcs = 59,31-0,278\*% mortalité sortie

Figure 31 : Régression linéaire de la mortalité subie sur parcs en fonction de la mortalité subie pendant le prégrossissement, pour les 3 lots de naissains prégrossis sur les 3 sites suivis.



L’étude de la régression linéaire entre la mortalité subie sur parcs en deuxième année en fonction de la mortalité du prégrossissement en marais en première année, a été réalisée pour les 3 lots de naissains prégrossis sur les 3 sites du suivi. Les lots prégrossis dans la nurserie de la Satmar ne font pas partie de l’analyse.

La mortalité sur parcs apparaît pour partie conditionnée par les mortalités subies durant le prégrossissement en marais, cependant le coefficient la corrélation n’explique que 18% de la variabilité. Les faibles mortalités de deuxième année en mer sont corrélées aux fortes mortalités subies en marais. Ceci confirme les observations déjà faites dans le cadre des suivis zootechniques réalisés par le CREAA de 2009 à 2013<sup>9</sup>.

La même analyse associant les résultats des huitres prégrossies dans la nurserie ne montre plus aucune corrélation. En effet ce lot est caractérisé par de faibles mortalités en année 1 ainsi que de faibles mortalités en année 2 et ces lots ont des poids moyens très importants.

<sup>9</sup> Recherche de solution zootechniques ; Synthèse des résultats de 2009 à 2013 en Poitou-Charentes ; Bouquet et al. P54 et 55.

Ceci laisse penser que des facteurs plus importants que le pourcentage de mortalité de première année interviennent pour expliquer les survies de deuxième année.

☞ **Lien entre les mortalités subies sur parcs et le poids moyen des huitres au moment de la sortie en mer, pour les naissains prégrossis en bassins en marais, et sortis après 3 durées différentes de prégrossissement :**

**LOT 1 : Prégrossissement en claires et en nurserie**

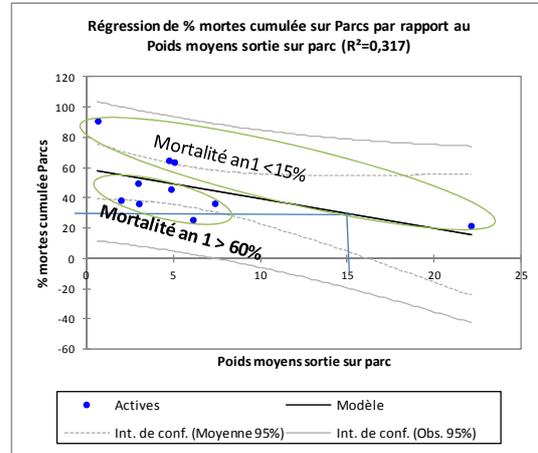
Equation du modèle :	Pr > F	R <sup>2</sup>
	0,090	0,317

% mortes cumulée Parcs = 58,88-1,94\*Poids moyens sortie sur parc

Détermination d'un seuil de poids moyen pour obtenir un maximum de 30% mortalité sur parcs grâce au modèle mathématique :

- 30% de mortalité ➔ 14,9g

**Figure 32 : Régression linéaire de la mortalité de deuxième année du lot 1 sur parcs en fonction du poids moyen des naissains prégrossis sur les 3sites.**



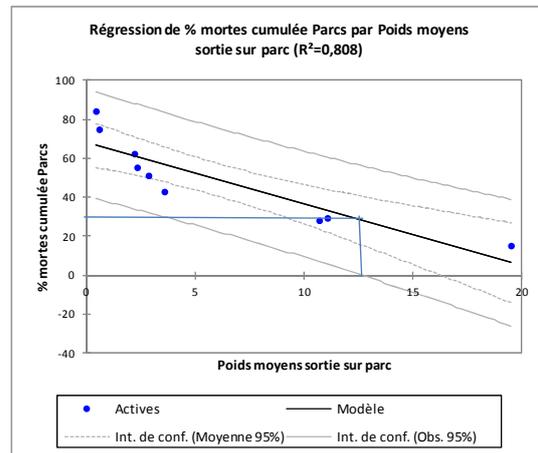
**LOT 2 : Prégrossissement en claires et en nurserie**

Equation du modèle :	Pr > F	R <sup>2</sup>
	0,001	0,808

% mortes cumulée Parcs = 68,039-3,16\*Poids moyens sortie sur parc

- 30% de mortalité ➔ 12,0g

**Figure 33 : Régression linéaire de la mortalité de deuxième année du lot 2 sur parcs en fonction du poids moyen des naissains prégrossis sur les 3sites.**



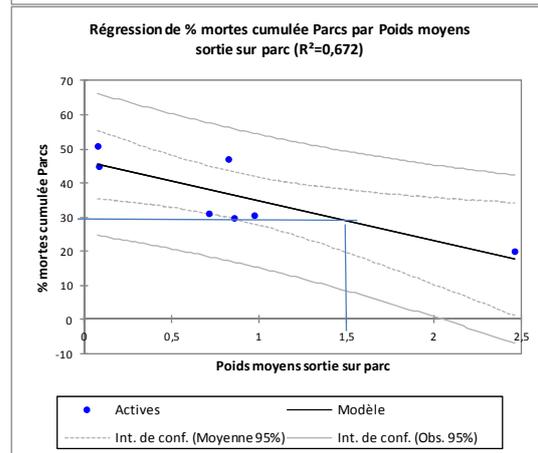
**LOT 3 : Prégrossissement en claires et en nurserie**

Equation du modèle :	Pr > F	R <sup>2</sup>
	0,024	0,672

% mortes cumulée Parcs = 46,349-11,626\*Poids moyens sortie sur parc

- 30% de mortalité ➔ 1,4g

**Figure 34 : Régression linéaire de la mortalité de deuxième année du lot 3 sur parcs en fonction du poids moyen des naissains prégrossis sur les 3sites.**



Que ce soit pour le lot 1, le lot 2 et le lot 3, les mortalités de deuxième année en mer apparaissent inversement proportionnelles au poids moyen lors de la sortie sur parc : les meilleures survies sont obtenues avec les huitres les plus grosses. Ceci confirme ce qui avait déjà été observé lors des suivis zootechniques réalisés de 2009 à 2013<sup>9</sup>.

- Dans le cas du lot 1 la corrélation n'explique que 32 % de la variabilité (significatif au risque de 10% seulement). On remarquera qu'un deuxième facteur semble intervenir, c'est la mortalité de première année.

En effet on remarque que les points situés au dessus de la droite de régression qui correspondent à des mortalités de première année de moins de 15% expliquent à eux seuls la corrélation.

- Dans les cas des lots 2 et 3 la corrélation est très fortement significative.

D'un point de vue pratique on remarque que si on veut limiter **les mortalités de deuxième année sur parc à moins de 30%** (référence du témoin S0 sur estran) il serait souhaitable de sortir en mer des huitres d'un **poids moyen supérieur à 15 g** dans le cas du lot 1 (reçu en mai), **12 g** dans le cas du lot 2 (reçu en juin), **1,5 g** dans le cas du lot 3 (reçu en septembre).

### *d) Recherche de liens entre les différents facteurs*

Cette étude peut être conduite par le recours aux Analyses en Composantes principales (ACP).

Une première analyse a été réalisée sur l'ensemble des résultats obtenus avec les 3 lots de naissains, sur les 3 sites de prégrossissement, avec tous les types de bassins de prégrossissement (nursérie et bassins de marais), pour plusieurs durées de prégrossissement avant sortie sur parcs.

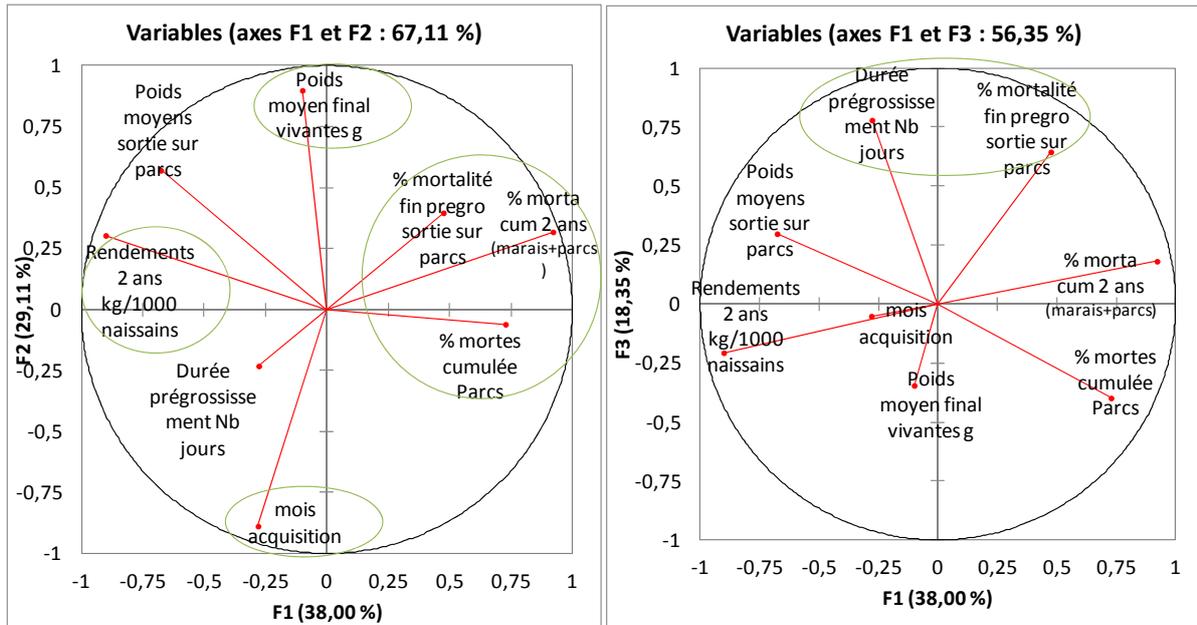
L'analyse porte sur 8 variables suivies et 26 observations :

<u>Variables</u>
Durée prégrossissement Nb jours
Mois acquisition
% mortalité fin pregro sortie sur parcs
Poids moyens sortie sur parcs
Poids moyen final vivantes g
% mortes cumulée Parcs
% morta cum 2 ans (marais+parcs)
<u>Rendements 2 ans kg/1000 naissains</u>

Les observations correspondent à chaque cycle d'élevage, comprenant le prégrossissement suivi du passage sur parcs, pour les 3 lots de naissains (lot 1 acquis en mai, lot 2 acquis en juin et lot 3 acquis en septembre), prégrossis en marais sur chaque site (Cultimar, Satmar et Cabanon de l'huitre), ainsi qu'en nurserie (N) sur le site de la Satmar, avec 3 dates de sorties de marais (S1, S2 et S3).

L'information est expliquée à 85,4% par les 3 premiers axes (F1, F2 et F3), avec une plus importante part d'information sur les deux premiers axes (F1 et F2 : 67,1%).

Le détail des données d'élevage utilisées pour réaliser l'ACP, et les résultats de l'Analyse, notamment le tableau des corrélations, sont présentés en Annexe 5 et Annexe 9, p. 62.



Axe F1 : axe décrit par les mortalité, les rendements et dans une moindre mesure par le poids de sortie sur parc

Axe F2 : représente majoritairement le poids moyen final et le mois d'acquisition

Axe F3 : Axe représentant la durée de prégrossissement et une part de la mortalité en fin de prégrossissement.

Figure 35 : Cercle des corrélations des variables correspondant aux données d'élevage avec prégrossissement en marais et passage sur parcs jusqu'en fin de deuxième année, pour les 3 lots de naissains suivis, étudiées par Analyse en Composantes Principales.

### L'analyse graphique (axes F1 F2)

La lecture du cercle des corrélations montre logiquement que les rendements à 2 ans augmentent avec le poids moyen de sortie sur parc et diminuent quand les mortalités augmentent.

On confirme aussi que plus le mois d'acquisition est tardif plus le poids moyen final est faible mais qu'une sortie tardive limite aussi les mortalités et en particulier les mortalités cumulées à 2 ans (corr-0,54).

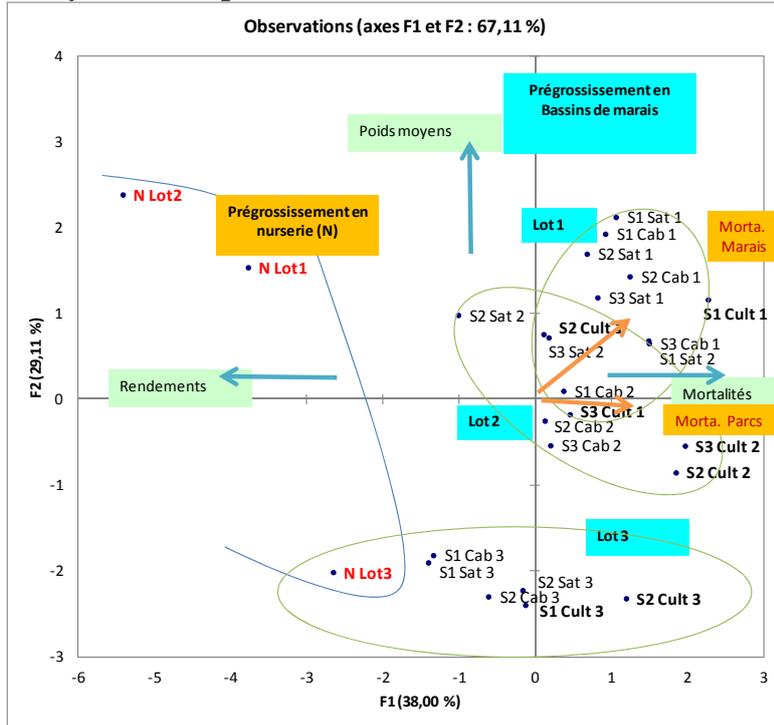
On remarque aussi que plus le poids de sortie sur parc est élevé plus les mortalités sont faibles sur parc.

### L'analyse graphique (axes F1 F3)

La lecture du cercle des corrélations confirme que plus le « poids de sortie » sur parcs est élevé et plus les mortalités sont faibles sur parc.

L'examen des corrélations (Annexe 7) montre un coefficient de corrélation entre les mortalités sur parcs et les mortalités en prégrossissement modéré (-0,38) et négatif, ce qui montre que plus la mortalité en prégrossissement est élevée, moins elle le sera sur parcs. Ceci confirme les résultats observés précédemment grâce à l'analyse par la régression linéaire de ces paramètres (Figure 32 à Figure 34).

### Analyse de la répartition des lots sur les Axes F1 et F2



**Figure 36 : Représentation des observations vis-à-vis des variables étudiées (flèches bleues : variables principales relatives aux poids, rendements et mortalités ; flèches oranges : variables mortalités en prégrossissement et sur parcs séparées) : représentation sur les axes F1 et F2.**

La Figure 36 montre que les lots se séparent bien les uns des autres : le lot1, lot acquis en mai, situé le plus vers le haut, en partie enchevêtré avec le lot 2, acquis en juin,, situé au centre du graphique, et le lot 3, acquis en septembre, en bas du graphique.

On remarque que les lots 1 et 2 sont représentés le plus en haut en lien avec les plus forts poids moyens finaux alors que le lot 3 et caractérisé par les poids finaux les plus faibles. Les lots 1 et 2 biens représentés par l'axe F1, décrits par la variable « mortalité » montre que ces 2 lots ont été les plus soumis aux mortalités.

La répartition des observations met en évidence un effet site de prégrossissement :

- **Type de bassins de prégrossissement :** les huitres **prégrossies en nurserie** d'une part et les huitres **prégrossies bassins de marais** d'autre part.

Les observations issues de nurserie sont situées du côté des meilleurs rendements, et des plus faibles mortalités, notamment pour les lots n°1 et n°2, les plus précoces, qui se situent vers les poids moyens les plus élevés.

Les observations en bassins de marais sont représentées du côté de l'axe expliquant les mortalités (F1).

- **Site de prégrossissement pour les bassins de marais :**

Les observations chez Cultimar (Cult) sont situées le plus à droite, vers les mortalités les plus fortes, et majoritairement vers le bas, vers la variable « Mortalités sur parcs ». Ceci s'explique par les mortalités subies sur parcs lors des sorties en mer.

Les sites Cabanon (Cab) et Satmar (Sat) sont relativement proches les uns des autres pour un même lot et une même sortie (S1, S2 ou S3).

## IV. Conclusions et perspectives

### La détection du virus

Ce travail, mené en partenariat avec le LGP<sup>10</sup> de l'Ifremer – La Tremblade, a permis de valider la méthode de détection des virus de type OsHV-1 dans l'eau.

Dans le marais sans huitre du CREEA l'étude montre que le virus est détecté dans les différents compartiments suivis : à la prise d'eau, dans le chenal et dans le marais que les claires soient confinées ou non. Dans ces milieux, les concentrations d'ADN détectées sont très faibles.

Le virus a été observé dans les différents marais de nos partenaires professionnels durant tout le suivi, du printemps à la fin de l'été.

- Sur le site de Cultimar on remarque que les précautions prises (lagunage, circuit en recirculation, UV) montrent que si il est possible de détecter le virus dans le bassin d'élevage la fréquence de détection est faible (20% en juin) ou nulle (0% en septembre) et les quantités détectées toujours inférieures à 1 copie par µl d'eau.

- Sur le site de la nurserie de la Satmar on remarque que les précautions prises (lagunage très long, renouvellement limité) montrent que comme sur le site de Cultimar il est possible de détecter le virus dans la nurserie. Le faible échantillonnage ne permet pas de conclure sur la fréquence de détection qui paraît cependant faible (30% en juin) ou nulle (0% en sortie de nurserie), la quantité détectée étant autour de 1 copie par µl d'eau.

- Sur les claires de la Satmar et de du Cabanon de l'Huitre on remarque :

- Aux prises d'eau un taux de détection constant (entre 50% et 63%) en fonction des sites quelle que soit la période (mai à septembre) avec des valeurs toujours inférieures à 1 copie/µl d'eau en mai et juin mais des valeurs allant jusqu'à 3 copie/µl début septembre.

- Dans les claires garnies d'huitres les taux de détection varient de 39% au mois de mai à 50% en juin) avec des valeurs qui peuvent parfois dépasser les 10 copie/µl d'eau en juin sur le site de la Satmar. Par contre, on ne dénote aucun virus en claire sur la période de septembre.

En conclusion, le virus peut être détecté au niveau des prises d'eau des marais sans que l'on puisse mettre en évidence des particularités liées à la période (mai à septembre) ou au site. La présence du virus s'observe dans les claires sans huitres que ce soit en claire renouvelée ou confinée ce qui tend à prouver une certaine persistance du virus dans le milieu « claire ».

Concernant les structures de pré-grossissement d'huitres on observe une différence entre :

- la structure confinée du site de Cultimar, les claires confinées de quarantaine et les claires en septembre où la détection du virus est faible ainsi que la charge virale (Cultimar, claires confinées) ou nulle (Claires en septembre).

- les milieux « ouverts » que sont les claires lors du printemps et de l'été où la fréquence de détection du virus est plus importante ainsi que la charge virale.

---

<sup>10</sup> LGP : laboratoire de Génétique et de Pathologie

### **La qualification des naissains**

Les naissains d'écloserie fournis ont subi trois niveaux d'analyse sanitaires, une détection du virus à l'arrivée, un test thermique de 23 jours, un suivi en quarantaine en marais confiné pendant un mois. Toutes les recherches de virus (sauf une en marais) ont été négatives.

On peut aussi penser que le test de quarantaine en marais est une alternative simple et peu coûteuse au test thermique en milieu contrôlé, du moins durant la période estivale (au dessus de 20°C). Il serait cependant nécessaire de vérifier la validité de cette méthode sur d'autres sites et dans d'autres conditions.

La qualification des naissains a mis en évidence une bonne qualité sanitaire des naissains acquis, ce qui montre que la maladie a été contractée dans les sites d'élevage probablement via le milieu aquatique.

### **Mortalité et virus**

Lors des apports d'eau en période de forte mortalité sur estran (mai et juin), les concentrations de virus dans l'eau alimentant les marais, aussi faibles soient-elles, présentent une hausse. On remarque la mise en place des mortalités dans les jours suivants les renouvellements d'eau. Les mortalités apparaissent dans les claires ouvertes en lien avec la détection de virus dans les animaux et dans l'eau des claires qui dépasse les quantités observées au niveau des prises d'eau. Contrairement aux faibles concentrations détectées dans l'eau, de l'ordre  $10^{-2}$  à  $10^1$  copies d'ADN viral/ $\mu$ l d'eau, les concentrations dans les huitres atteignent des quantités de l'ordre de  $10^7$  copies d'ADN viral/mg de tissu.

Ceci tend à montrer la transmission horizontale du virus d'une zone d'élevage sur estran vers les sites de marais lors de l'alimentation en eau.

Par contre, aux mêmes dates, les sites utilisant l'eau soumise à un traitement (lagunage et/ou traitement aux UV), montrent une protection des naissains en pré-grossissement qui n'expriment pas de mortalité, même si la présence de virus dans l'eau et les huitres a été détectée sur le site fermé de Cultimar, sur le site de la nurserie de la Satmar et de façon très faible sur les huitres dans une claire de quarantaine.

Les suivis montrent que la présence de virus en faible quantité dans l'eau (autour de 1 copie d'ADN viral/ $\mu$ l) n'entraîne qu'une contamination limitée des huitres qui n'expriment pas de mortalité importante.

**En conclusion :** si les systèmes de confinement (circuit fermé, lagunage, confinement) en marais de lots indemnes sont efficaces pour prémunir les huitres des mortalités estivales ils n'empêchent cependant pas la présence en très faible quantité du virus dans l'eau et dans le cheptel. Les mécanismes de préservation du cheptel (inactivation du virus, faible densité...) seraient à étudier afin d'adapter au mieux les modes d'élevage.

Il paraît cependant difficile de conclure du fait de mortalités importantes au mois de décembre (lot 2) et mars (lot 3) qui interviennent en absence de fortes mortalités sur estran mais aussi sans (sauf Cabanon lot 2) détection d'herpès virus sur les lots du suivi.

### **Devenir des naissains pré-grossis, les stratégies à retenir**

Un des objectifs de ce travail était de ne pas se contenter d'un suivi des performances en marais mais d'évaluer les performances des naissains produits en marais lors de la poursuite de leur élevage en mer.

**Les meilleures performances** d'élevage à la fois lors du prégrossissement et lors de l'élevage en mer qui ressortent de ce travail sont obtenues par les huitres produites sur le site de nurserie en marais alimenté par une eau ayant circulée dans un long lagunage (>1km) et apporté en permanence avec un faible débit. Les mortalités en première année sont faibles ainsi que celles de deuxième année, les poids moyens sont importants et les rendements d'élevage à deux ans sont très nettement supérieurs à ceux des autres modalités.

**Les performances les plus faibles** sont obtenues dans le cas de :

**L'élevage réalisé pendant deux années en marais.** Les mortalités sont importantes mais les poids moyens très faibles obtenus en deux années discréditent complètement cette filière.

**L'élevage en circuit contrôlé,** si les performances de survie sont bonnes en marais, elles sont obtenues au détriment de la croissance de première année et de la survie en deuxième année qui est la plus faible parmi les stratégies testées en mer.

**Les performances intermédiaires** sont obtenues :

- Avec des huitres prégrossies en marais au printemps et début d'été. Dans ce cas les huitres subissent de fortes mortalités en marais la première année mais les survivantes semblent être plus résistante sur parcs par la suite, d'autant plus si le poids moyen est élevé lors du transfert en mer. Dans nos conditions, le rendement global de ces cycles a été supérieur aux cycles réalisés sur estran.

- Avec des huitres prégrossies en automne et mises sur parc avant l'hiver afin d'éviter les mortalités hivernales en marais. Dans ce cas le rendement à deux ans est supérieur au cycle réalisé sur estran.

Il résulte de ces observations que le parcours zootechnique des huitres lors de la première année d'élevage est un paramètre très important pour la suite de l'élevage.

- Le poids lors de la sortie en mer apparaît comme le facteur principal qui agit sur la survie.

- Dans le cas de fortes mortalités printanières et estivales rencontrées en claires ouvertes la forte mortalité lors du prégrossissement est apparue à la marge comme un facteur favorisant la survie en mer en deuxième année.

### **En conclusion :**

Le prégrossissement en marais apparaît **dans le cadre de cette étude (réalisée avec du naissain diploïde d'écloserie indemne de contamination virale) comme une alternative plus favorable que le prégrossissement en mer dans les cas suivants :**

- **Au printemps et en été :** Dans le cadre d'un système associant à la fois un certain confinement du marais avec un temps de lagunage important, et une bonne croissance des animaux. Ceux-ci devant être sortis en mer pour des poids moyens supérieurs à 12 g. La nurserie paraît le système adapté (sous réserve d'une étude économique).

- **En fin d'été et à l'automne dans les claires et en système laguné :** dans ce cas les huitres devront être sorties dès que le poids moyen est supérieur à 1,5g et de préférence avec une sortie en mer à la fin de l'automne.

**La stratégie de prégrossissement en claire dans des structures renouvelées** souffre dans nos conditions de mortalités importantes en première année qui peuvent conférer dans certaines conditions une survie en mer supérieure à celle de lots d'estran. Il ne semble pas que cet avantage soit suffisant pour amener le développement de cette méthode d'élevage.

## V. Références bibliographiques

- Bédier E., IFREMER**, Mai 2012. Où et quand les huîtres meurent-elles ? Les rencontres de l'IFREMER ; Les surmortalités des naissains d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*, Journée d'information et d'échanges du 18 janvier 2012 ; p10-11.
- Blin J.L., Bouquet A.L., Gervasoni E., Glize P.**, Avril 2012. Suivi d'agents infectieux chez l'huître creuse, *Crassostrea gigas*; Suivi sentinelle interrégional : Synthèse des deux premières années de fonctionnement, 2010 et 2011.
- Bouquet A.L. et al., CREEA ; Coll. Renaud T. IFREMER** : juillet 2011. Fiche de synthèse : Suivi des agents infectieux de l'huître *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron.
- Bouquet A. L.** 1996. Production semi-continue de phytoplancton en grands volumes : amélioration de la fertilisation, valorisation zootechnique et rentabilité, Centre Régional d'Expérimentation et d'Application aquacole, rapport de stage de DESS « Exploitation des ressources vivantes côtières », Université de Caen.
- Bouquet A. L. et Blachier P.** 2008. Guide technique, Gestion du marais, Limitation du développement des végétaux aquatiques en marais salé : Macroalgues et Ruppias, CREEA, Le Château d'Oléron, 2008, 54 P.
- Bouquet A. L., Mille D., Blachier P., Oudot G., Dubillot E., Geay A., Granet A., Passoni S., Minayo V., Maurice J. T., Montauzier S., Barré M.** 2013. Surmortalités d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*, Recherche de solutions zootechniques pour limiter les surmortalités, Synthèse des résultats de 2009 à 2013 en Poitou-Charentes, 85 P.
- Bouquet A. L., Gervasoni E., Glize P. et Blin J. L.** 2014. Quels aspects de la zootechnie permettent de limiter les mortalités des naissains d'huîtres creuses, en tenant compte des spécificités régionales ?, Synthèse des travaux des Centres Techniques Régionaux, Journées conchylicoles Ifremer Nantes, 17 P.
- Bossard, C.** 2014. Huîtres et moules : les raisons de l'hécatombe, *La nouvelle république.fr*.
- CREEA, CRCPC, DDTM et Ifremer.** 2014. Bulletin Flash Info Maline 25 du 6 juin 2014 et Flash Inf Maline 26 du 30 juin 2014, Cellule de veille des mortalités.
- FAO.** 2012. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, 261 P.
- Forum des marais atlantiques.** 2003. Aquaculteurs en marais littoraux atlantiques, Vivre en marais, 9 P.
- Groupe Qualité Huîtres Marennes Oléron.** 2005. Demande d'enregistrement d'Indication Géographique protégée, I.G.P. Révision n°19, 104 P.
- Ifremer.** 2013. Mortalités massives des huîtres, L'Ifremer sur tous les fronts, *Les nouvelles de l'Ifremer n°140*, 2 P.
- Joly J. P.** 2014. Anatomy of the oyster *Crassostrea gigas* after removal of the right valve, European Union, Reference Laboratory for Molluscs diseases, Ifremer.
- Marteil L.** 1976. La conchyliculture française, 2° Partie, Biologie de l'huître et de la moule, 194 P.
- Meneur Célia**, 2014 ; Suivi de pré-grossissement d'huîtres creuses en marais salé en réponse aux surmortalités massives de naissains ; Rapport de stage Master 2 Environnement marin et biotechnologie ; CREEA, Université de Bretagne sud.
- Mille D., Oudot G., Granet A., Geay A., Barré M.** 2013. Observatoire Ostréicole du Littoral Charentais, Bilan 2013, CREEA, 8 P.
- Mille D., Oudot G., Granet A., Geay A., Barré M.** 2014. Observatoire Ostréicole du Littoral Charentais, Bilan 2014, CREEA, 8 P.
- Quartier T.** 2014. Dossier : Naissain. Juvéniles : la sélection d'huîtres résistantes progresse, *Cultures marines n°27*, 54 P.

- Pernet F., Petton B., Tamayo D. ;** 2014. Effet de traitements thermiques sur la résistance du naissain d'huître creuse au phénomène de mortalités massives – Thermares. Ifremer, 23 P.
- Solliec G.** 2004. Recherche par PCR d'OsHV-1 (Ostreid Herpesvirus type 1), dans des échantillons d'eau de claires ostréicoles, Mémoire pour l'obtention du diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, 277 P.
- Tristan Renault T.<sup>1#</sup>, Bouquet AL.<sup>2#</sup>, Julien-Thomas Maurice JT.<sup>2</sup>, Lupo C.<sup>1</sup> et Blachier P.<sup>2</sup>** ; 2014. Mortality and ostreid herpesvirus 1 detection among Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, reared in different environments in the Marennes-Oleron area (France): to a better understanding of virus infection. (<sup>#</sup>: co-auteurs; <sup>1</sup>: IFREMER; <sup>2</sup>: CREAA).
- Valo M.** 2014. Les éleveurs d'huîtres et de moules crient leur désarroi, *Le Monde.fr*.

## VI. Annexes

### Annexe 1 Prélèvement d'eau et préparation des échantillons

#### Méthode de prélèvement d'eau

- Prendre 1 bouteille de 250mL nommée spécifiquement pour le site à prélever
- La placer dans la canne de prélèvement en la fixant solidement
- Prendre la bouteille d'1 Litre correspondant au même site (numérotée)
- Pour chaque site : prélever 4 échantillons de 250mL sur les côtés de la claire ou plusieurs points rapprochés puis les vider dans la bouteille d'1 Litre.
- Les prélèvements sont effectués, du fond vers le haut, sans remettre en suspension de sédiment.
- Bien refermer la bouteille d'1 Litre entre chaque prélèvement
- Quand les 4 échantillons de 250ml ont été prélevés, replacer la bouteille d'1 Litre pleine et le flacon de 250mL refermé dans la manne de transport
- Il ne faut jamais mélanger l'eau de plusieurs sites pour éviter la contamination d'un milieu par un autre.

#### Préparation des flacons d'eau pour le virus

- Choisir la bouteille d'1 Litre et son flacon de 250mL à filtrer.
- Ouvrir les deux flacons de 150mL
- Brasser la bouteille d'1 Litre
- Prélever 150mL dans le flacon n°1, refermer.
- Renouveler l'opération pour remplir le second flacon.

#### Lavage et conservation des échantillons

- Laver à grande eau sous le robinet puis les rincer à l'eau déminéralisée le matériel avant tout nouvel usage.
- Se rincer les mains entre les différents prélèvements.
- A la fin, rincer à grande eau les bouteilles d'1 Litre, les bouteilles de 250mL et les bouchons, puis les rincer à l'eau distillée (ou eau déminéralisée) avant de les mettre à égoutter.
- Tous les échantillons sont mis au congélateur.

Annexe 2 : Méthode de Recherche d'agents infectieux dans l'eau**Extraction d'ADN avec le Kit QIamp DNA de QIAGEN : méthode utilisée par IFREMER La Tremblade**

L'amplification est exponentielle avec  $2^n$  copies obtenues en  $n$  cycles thermiques. Grâce à un fluorochrome fixé sur chaque double brin d'ADN existant, une fluorescence globale est mesurée pour chaque échantillon à la fin de chaque cycle d'amplification. Ce fluorochrome émet de la fluorescence seulement s'il est intercalé entre deux brins d'ADN. La seule donnée prise en compte est le rapport entre le nombre de cycles à partir duquel une fluorescence significative est émise et l'intensité de cette fluorescence. Dès que la mesure entre deux cycles est linéaire, un seuil de mesure est déterminé et sert de base pour le calcul du nombre de brins-matrices initiaux présents dans l'échantillon. Ce seuil est désigné Cycle Threshold (CT). Ainsi, par calibration à une gamme contenant un nombre de copies d'ADN connu, on peut linéariser les CT par rapport à la fluorescence mesurée. La fluorescence de chaque puits est alors convertie en une unité choisie (Riou, 2006).

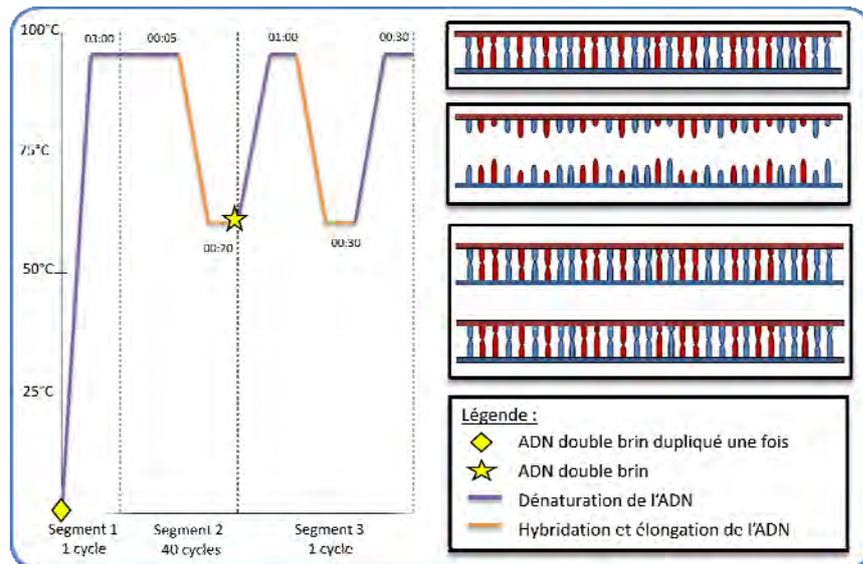


Figure 37 : Principe de la PCR quantitative en temps réel Syber Green (Source personnelle, 2014)

**Méthode :****Prise d'essai**

- ✚ Ajouter **200 µL** de l'échantillon d'eau de mer décongelée dans un tube **Eppendorf**.

**Extraction de l'ADN : Lyse des cellules et précipitation**

- ✚ Ajouter **180 µL** de buffer **ATL**.
- ✚ Ajouter **20 µL** de **Protéinase K**.
- ✚ Vortexer le tube **quelques secondes**.
- ✚ Incuber le tube à **56°C** sur thermomixer avec agitation **700 rpm**, durant au moins **1h30**.
- ✚ Centrifuger **1000 g** durant **1 minute** à **TA**.
- ✚ Ajouter **200 µL** de buffer **AL**.

- + Vortexer le tube **15 secondes**.
- + Incuber à **70°C** durant **10 minutes** sur thermomixer avec agitation **700 rpm**.
- + Centrifuger **1000 g** durant **1 minute** à **TA**.
- + Ajouter **200 µL d'alcool absolu** froid avec la Pipette 1000.
- + Vortexer le tube pendant **15 secondes**.
- + Charger le tout sur la **colonne Qiagen**.
- + Centrifuger **6000 g** durant **1 minute** à **TA**
- + Récupérer la colonne et la placer sur un tube de **2 mL neuf**.

#### Lavages et élution de l'ADN

- + Déposer **500 µL** de tampon **AW1** (wash1) au-dessus de la membrane de la colonne.
- + Centrifuger **6000 g** durant **1 minute** à **TA**.
- + Positionner la spin colonne sur un tube de **2 mL neuf**.
- + Déposer **500 µL** de tampon **AW2** (wash2) au-dessus de la membrane de la colonne.
- + Centrifuger **20 000 g** durant **3 minutes** à **TA**.
- + Récupérer la colonne sans la souiller avec le tampon élué et la placer sur un tube **1.5 mL neuf identifié avec le nom de l'échantillon**.
- + Déposer **50 µL** d'échantillon d'eau au-dessus de la membrane de la colonne.
- + Incuber **5 minutes** à température ambiante.
- + Centrifuger **6000 g** durant **2 minutes** à **TA**.
- + Doser l'ADN à **260 nm**.

Annexe 3 : **Méthode de Recherche d'agents infectieux dans les tissus d'huîtres**

Le LASAT réalise la recherche d'agents infectieux (*V. aestuarianus* et OsHV-1). Les analyses sont en PCR (Polymerase Chain Reaction) en temps réel, selon les protocoles fournis par l'Ifremer.

**Préparation commune des échantillons**

La technique de broyage des tissus varie selon le type de naissain analysé.

- Pour les larves ou les micro-naissains de moins de 6 mm, il est nécessaire de broyer 150 mg d'huîtres et de prélever 20 à 50 mg de tissu pour réaliser l'extraction d'ADN.
- Pour les naissains d'huîtres creuses de 6 à 15 mm, il est nécessaire de broyer l'ensemble des tissus de l'huître et de prélever 20 à 50 mg de tissu pour réaliser l'extraction d'ADN.
- Pour les naissains d'huîtres creuses de plus de 15 mm, pour chaque huître creuse, il est nécessaire de prélever le manteau et les branchies qui seront poolés et broyés ensemble puis de prélever 20 à 50 mg de tissu pour réaliser l'extraction.

**Extraction de l'ADN**

L'ADN est extrait des tissus à l'aide d'un kit appelé QIAamp®DNA mini kit (QIAGEN) afin de réaliser des PCR.

**Recherche d'agents infectieux**

- OsHV-1 : La méthode de recherche appliquée est basée sur le protocole pour la PCR en temps réel SYBR®Green.
- *Vibrio aestuarianus* : La méthode de recherche appliquée est basée sur le protocole de PCR en temps réel Taqman®.

Annexe 4 : **Détails des résultats d'analyse.**

**Analyse d'eau des claires sans huitres en 2013 et 2014**

Concentration d'ADN viral exprimée en nombre de copies d'ADN/µl d'eau analysée

2013	Période 1						Période 2						Période 3						
	J0	J3	J8	J15	J17	J21	J0	J3	J8	J15	J17	J21	J0	J3	J7	J13	J16	J21	
MILIEU	rise d'ea	0	0	4,7	0	0	1,58	0	VAL	VAL	VAL	VAL	0	0,77	0	0	0	66,2	0
CREAA	Chenal	0	0	0	0,77	13,7	0	0	VAL	VAL	VAL	VAL	0,46	0	4,16	0	1,74	0	0
	A2												0	0	0	0	0	0	
	A3												0	0	0	0	0	0	
	A6												0	0	0	0	0	0	
	A7												0	0	0	0	0	0	

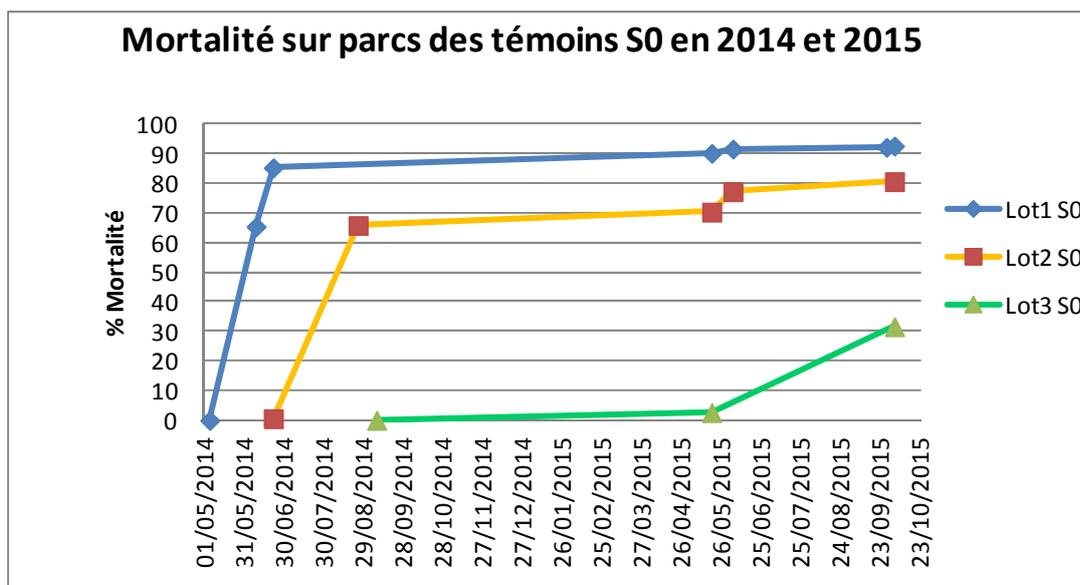
VAL Détection positive mais Valeurs non transmises.

2014	Période 1						Période 2						Période 3									
	J0	J2	J7	J9	J14	J19	J21	J0	J2	J7	J9	J14	J16	J21	J0	J4	J7	J10	J15	J17	J21	
MILIEU	rise d'ea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,13	0	0	0,05	0	0	
CREAA	Chenal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0,11	0,32	0,1	0	0,11	0	0	
	A2	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0,07	0,23	0,28	0,29	
	A3	0	0	0	0,05	0,02	0,04	0	0	0	0	0	0	1,55	0	0,38	0	0,04	2,56	0,25	0	0,19
	A6	0	0	0	0,04	0	0,27	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0,26	0	0,04	0,15	0,2	
	A7	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,13	0,57	0,24	0,04	0,07	0	0,17	

Annexe 5 **Evolution des mortalités**

a. **Mortalités des témoins S0 en mer**

	06/05/2014	10/06/2014	23/06/2014	26/08/2014	09/09/2014	20/05/2015	05/06/2015	29/09/2015	05/10/2015
Lot1 S0	0,00	65,49	85,36			90,23	91,70	92,26	87,80
Lot2 S0			0,59	65,88		70,38	77,30		80,70
Lot3 S0					0,00	2,62			31,66



**b. Mortalités des 3 lots : Cycle à 2 ans (marais et parcs)**

**(1) Lot 1 acquis le 6 mai 2014.**

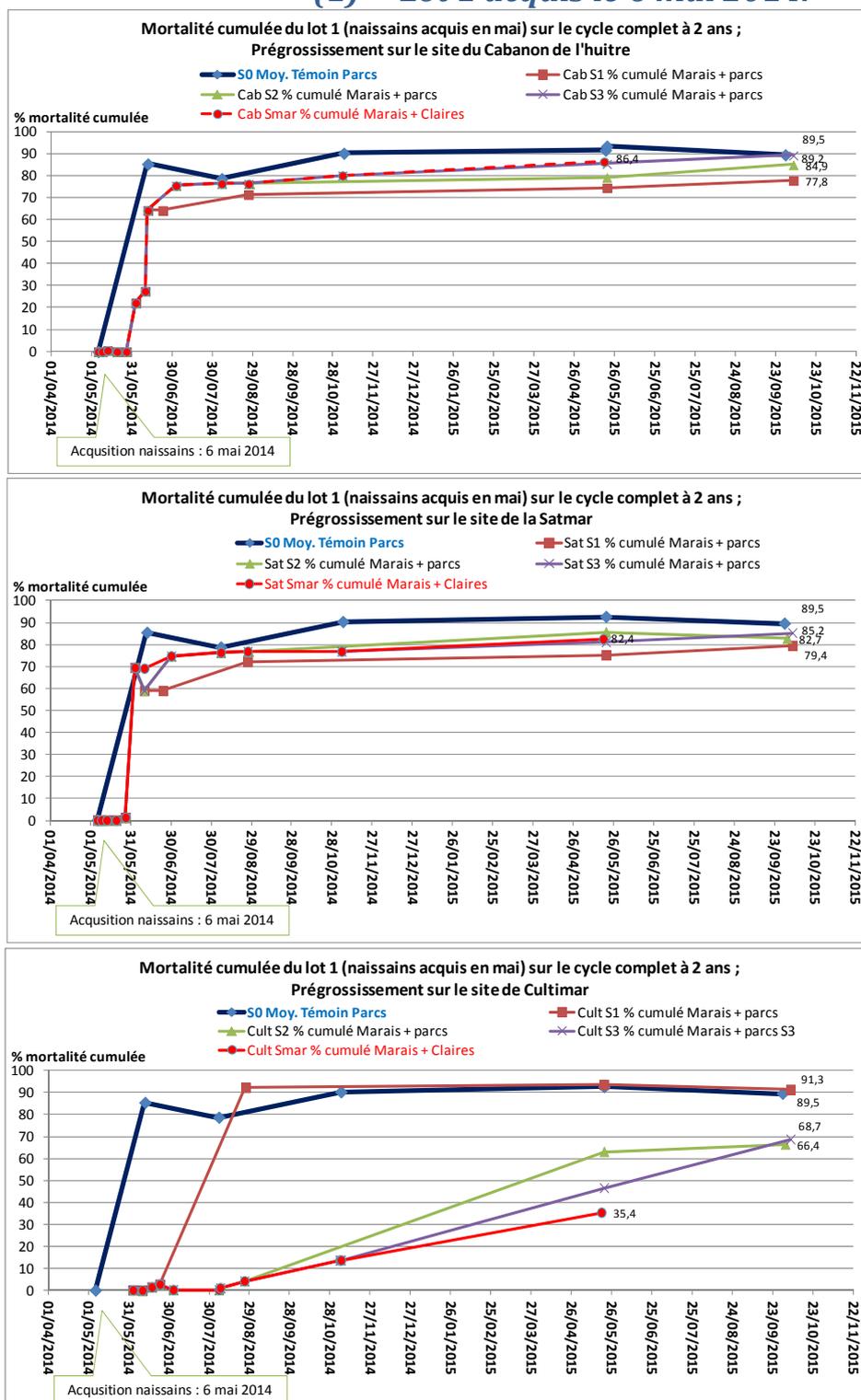


Figure 38 : Mortalités cumulées sur le cycle à 2 ans (1 an pour Smar resté en marais), des naissains acquis en mai 2014 (lot 1), sortis sur parcs à 3 dates (24 juin, 25 août et 5 novembre), et élevés sur parcs jusqu'en octobre 2015, comparées aux témoins sur parcs et ceux laissés en marais.

(2) Lot 2 acquis le 10 juin 2014

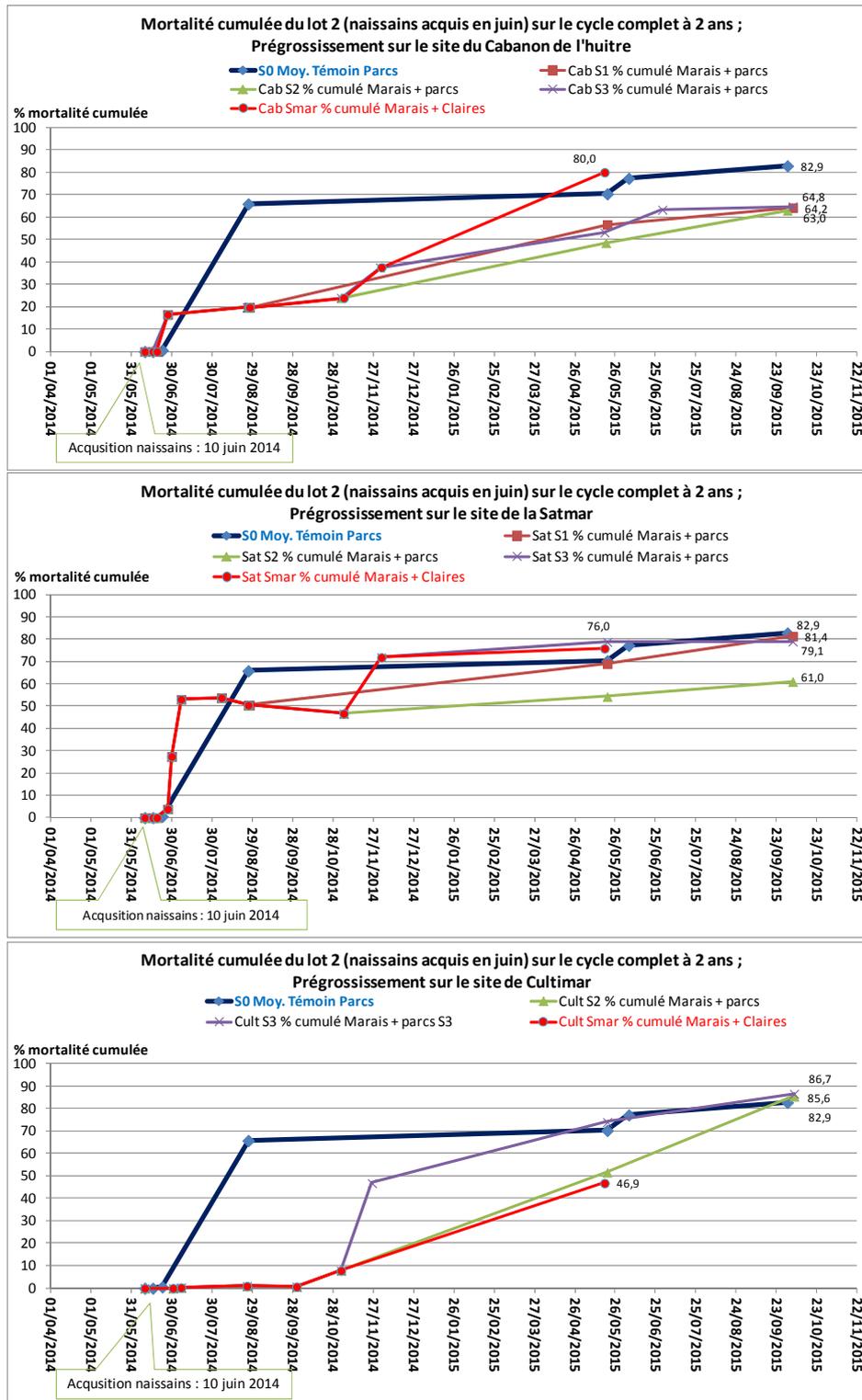
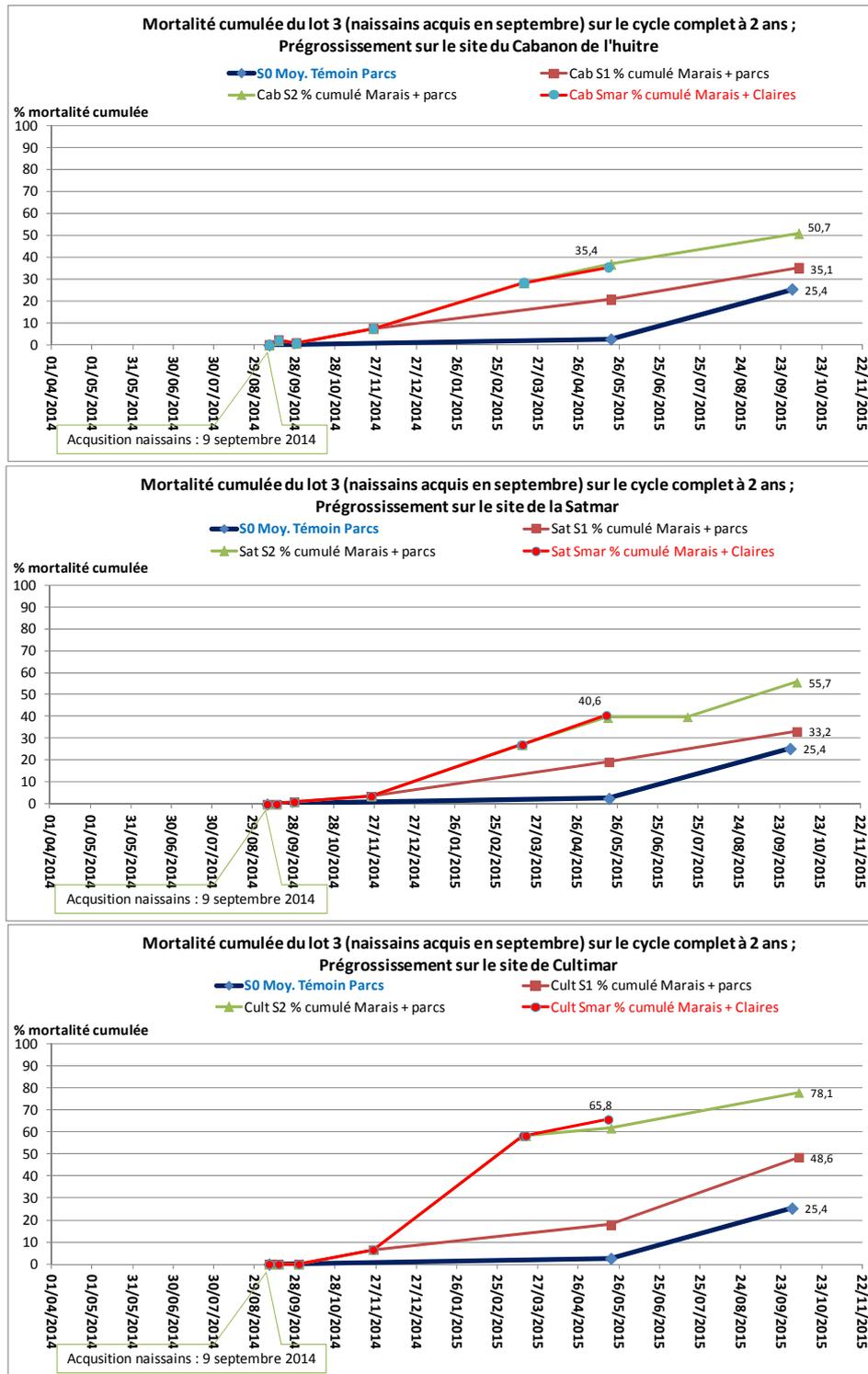


Figure 39 : Mortalités cumulées sur le cycle à 2 ans, (1 an pour Smar, resté en marais) des naissains acquis en juin 2014 (lot 2), sortis sur parcs à 3 dates (27 août, 3 novembre et 3 décembre), et élevées sur parcs jusqu'en octobre 2015, comparées aux témoins sur parcs et ceux laissés en marais.

**(3) Lot 3 acquis le 9 septembre 2014**



**Figure 40 : Mortalités cumulées sur le cycle à 2 ans, (1 an pour Smar, resté en marais) des naissains acquis en septembre 2014 (lot 3), sortis sur parcs à 2 dates (26 novembre et 16 mars), et élevées jusqu’en octobre 2015, comparées aux témoins sur parcs et ceux laissés en marais.**

**Annexe 6      Mortalités en an 1 et an 2 en fonction des différentes modalités de prégressissement**

% mortalités		An 1	An 2	Cumulé 2 ans	Commentaires	
<b>Lot 1</b>	<b>S0</b>	Satmar Cabanon (ouvert)	93,2	27,3	95,1	Témoins : 2 ans en mer
		Cultimar (Fermé)	63,0	36,3	76,4	
		<b>MOYENNE S0</b>	<b>78,1</b>	<b>31,8</b>	<b>85,7</b>	
	<b>S1</b>	Satmar (ouvert)	58,9	49,9	79,4	Marais + mer
		Cabanon (ouvert)	64,2	38,6	78,0	
		Cultimar (Fermé)	0,8	91,1	91,2	
	<b>MOYENNE S1</b>	<b>41,3</b>	<b>59,9</b>	<b>82,9</b>		
	<b>S2</b>	Satmar (ouvert)	76,7	25,7	82,7	Marais + mer
		Cabanon (ouvert)	73,3	36,4	83,0	
		Cultimar (Fermé)	7,5	64,9	67,5	
	<b>MOYENNE S2</b>	<b>52,5</b>	<b>42,3</b>	<b>77,7</b>		
	<b>S3</b>	Satmar (ouvert)	76,7	36,5	85,2	Marais + mer
		Cabanon (ouvert)	80,1	45,9	89,2	
		Cultimar (Fermé)	13,7	63,8	68,8	
	<b>MOYENNE S3</b>	<b>56,8</b>	<b>48,7</b>	<b>81,1</b>		
<b>Snurs</b>	Satmar nurserie	2,6	<b>21,8</b>	<b>28,6</b>	Marais (nurserie) + mer	
<b>Smar</b>	Satmar (ouvert)	76,7	24,3	82,4	Marais seulement	
	Cabanon (ouvert)	80,1	31,5	86,4		
	Cultimar (Fermé)	13,7	25,2	35,5		
<b>MOYENNE Smar</b>	<b>56,8</b>	<b>27,0</b>	<b>68,1</b>			
<b>MOYENNE LOT 1</b>		<b>48,0</b>	<b>38,6</b>	<b>70,7</b>		
<b>Lot 2</b>	<b>S0</b>	lot commun	<b>47,9</b>	<b>36,3</b>	<b>82,9</b>	Témoins : 2 ans en mer
	<b>S1</b>	Satmar (ouvert)	50,5	62,5	81,4	Marais + mer
		Cabanon (ouvert)	19,7	55,4	64,2	
		Cultimar (Fermé)				
	<b>MOYENNE S1</b>	<b>35,1</b>	<b>59,0</b>	<b>72,8</b>		
	<b>S2</b>	Satmar (ouvert)	46,7	28,2	61,7	Marais + mer
		Cabanon (ouvert)	24,0	51,3	63,0	
		Cultimar (Fermé)	7,9	84,3	85,5	
	<b>MOYENNE S2</b>	<b>26,2</b>	<b>54,6</b>	<b>70,1</b>		
	<b>S3</b>	Satmar (ouvert)	71,9	29,4	80,2	Marais + mer
		Cabanon (ouvert)	37,6	43,0	64,4	
		Cultimar (Fermé)	46,9	75,0	86,7	
	<b>MOYENNE S3</b>	<b>52,1</b>	<b>49,1</b>	<b>77,1</b>		
	<b>Snurs</b>	Satmar nurserie	<b>4,6</b>	<b>15,2</b>	<b>19,1</b>	Marais (nurserie) + mer
	<b>Smar</b>	Satmar (ouvert)	71,9	14,4	75,9	Marais seulement
Cabanon (ouvert)		37,6	67,9	80,0		
Cultimar (Fermé)		46,9	25,3	60,3		
<b>MOYENNE Smar</b>	<b>52,1</b>	<b>35,9</b>	<b>72,1</b>			
<b>MOYENNE LOT 2</b>		<b>36,3</b>	<b>41,7</b>	<b>65,7</b>		
<b>Lot 3</b>	<b>S0</b>	lot commun	<b>2,6</b>	<b>29,8</b>	<b>31,6</b>	Témoins : 2 ans en mer
	<b>S1</b>	Satmar (ouvert)	3,7	30,7	33,3	Marais + mer
		Cabanon (ouvert)	7,5	29,9	35,1	
		Cultimar (Fermé)	6,6	45,0	48,6	
	<b>MOYENNE S1</b>	<b>5,9</b>	<b>35,2</b>	<b>39,0</b>		
	<b>S2</b>	Satmar (ouvert)	34,1	47,1	65,2	Marais + mer
		Cabanon (ouvert)	28,3	31,2	50,7	
		Cultimar (Fermé)	58,4	51,0	79,6	
	<b>MOYENNE S2</b>	<b>40,3</b>	<b>43,1</b>	<b>65,2</b>		
	<b>Snurs</b>	Satmar nurserie	<b>2,0</b>	<b>20,1</b>	<b>21,8</b>	Marais (nurserie) + mer
	<b>Smar</b>	Satmar (ouvert)	34,1	18,5	46,3	Marais seulement
		Cabanon (ouvert)	28,3	9,9	35,4	
		Cultimar (Fermé)	58,4	17,9	65,8	
	<b>MOYENNE Smar</b>	<b>40,3</b>	<b>15,4</b>	<b>49,2</b>		
	<b>MOYENNE LOT 3</b>		<b>18,2</b>	<b>28,7</b>	<b>41,3</b>	

Annexe 7 **Poids et rendements d'élevage sur le cycle à 2 ans**

Lot 1		Poids	% Mrtalité	Rdt
		moyen final g An 2	cumulée cycle 2 ans	
	<b>S0 Moy. Témoin Parcs</b>	<b>47,4</b>	<b>89,5</b>	<b>4,8</b>
	<b>Snurs % cumulé Nurserie + parcs</b>	<b>34,9</b>	<b>28,6</b>	<b>24,8</b>
Cabanon de l'huître	<b>Cab S1 % cumulé Marais + parcs</b>	50,4	77,8	11,0
	<b>Cab S2 % cumulé Marais + parcs</b>	40,4	84,9	5,9
	<b>Cab S3 % cumulé Marais + parcs</b>	25,5	89,2	2,6
	<b>Cab Smar % cumulé Marais + Claires</b>	15,3	86,4	1,9
Satmar	<b>Sat S1 % cumulé Marais + parcs</b>	54,5	79,4	11,1
	<b>Sat S2 % cumulé Marais + parcs</b>	40,9	82,7	6,9
	<b>Sat S3 % cumulé Marais + parcs</b>	33,6	85,2	4,8
	<b>Sat Smar % cumulé Marais + Claires</b>	14,4	82,4	2,4
Cultimar	<b>Cult S1 % cumulé Marais + parcs</b>	51,1	91,3	4,3
	<b>Cult S2 % cumulé Marais + parcs</b>	38,8	66,4	12,9
	<b>Cult S3 % cumulé Marais + parcs S3</b>	23,6	68,7	7,2
	<b>Cult Smar % cumulé Marais + Claires</b>	13,2	35,4	8,4

Lot 2		Poids	%	Rendements
		moyen final g An 2	Mortalité cumulée cycle 2 ans	
	<b>S0 Moy. Témoin Parcs</b>	<b>29,9</b>	<b>82,9</b>	<b>4,9</b>
	<b>Snurs % cumulé Nurserie + parcs</b>	<b>57,1</b>	<b>19,1</b>	<b>46,0</b>
Cabanon de l'huître	<b>Cab S1 % cumulé Marais + parcs</b>	32,1	64,2	11,2
	<b>Cab S2 % cumulé Marais + parcs</b>	27,8	63,0	10,1
	<b>Cab S3 % cumulé Marais + parcs</b>	20,3	64,8	6,9
	<b>Cab Smar % cumulé Marais + Claires</b>	6,1	80,0	1,0
Satmar	<b>Sat S1 % cumulé Marais + parcs</b>	37,7	81,4	6,8
	<b>Sat S2 % cumulé Marais + parcs</b>	36,1	61,0	13,9
	<b>Sat S3 % cumulé Marais + parcs</b>	27,6	79,1	5,6
	<b>Sat Smar % cumulé Marais + Claires</b>	21,1	76,0	4,9
Cultimar	<b>Cult S1 % cumulé Marais + parcs</b>	Pas de sortie S1		
	<b>Cult S2 % cumulé Marais + parcs</b>	21,6	85,6	3,1
	<b>Cult S3 % cumulé Marais + parcs S3</b>	21,6	86,7	2,8
	<b>Cult Smar % cumulé Marais + Claires</b>	1,9	46,9	1,0

Lot 3		Poids	%	Rendements
		moyen final g An 2	mortalité cumulée cycle 2 ans	
	<b>S0 Moy. Témoin Parcs</b>	<b>9,8</b>	<b>25,4</b>	<b>7,2</b>
	<b>Snurs % cumulé Nurserie + parcs</b>	<b>23,7</b>	<b>21,8</b>	<b>18,5</b>
Cabanon de l'huître	<b>Cab S1 % cumulé Marais + parcs</b>	21,9	35,1	14,1
	<b>Cab S2 % cumulé Marais + parcs</b>	14,6	50,7	7,1
	<b>Cab Smar % cumulé Marais + Claires</b>	1,9	35,4	1,1
Satmar	<b>Sat S1 % cumulé Marais + parcs</b>	21,1	33,2	14,0
	<b>Sat S2 % cumulé Marais + parcs</b>	16,0	55,7	7,0
	<b>Sat Smar % cumulé Marais + Claires</b>	1,8	40,6	1,0
Cultimar	<b>Cult S1 % cumulé Marais + parcs</b>	12,1	48,6	6,2
	<b>Cult S2 % cumulé Marais + parcs</b>	6,7	78,1	1,4
	<b>Cult Smar % cumulé Marais + Claires</b>	0,4	65,8	0,1

Annexe 8 Données d'élevage pour réaliser l'ACP

cycle	Durée prégrossissement Nb jours	mois acquisition	% mortalité fin pregro sortie sur parcs	Poids moyens sortie sur parcs	Poids moyen final vivantes g	% mortes cumulée Parcs	% morta cum 2 ans (marais+par cs)	Rendement s 2 ans kg/1000 naissains
S1 Cult 1	49	5	2,8	0,6	51,1	91,1	91,3	4,3
S1 Cab 1	49	5	64,2	2,0	50,4	38,6	77,8	11,0
S1 Sat 1	49	5	58,9	2,9	54,5	49,9	79,4	11,1
S2 Cult 1	111	5	4,3	4,7	38,8	64,9	66,4	12,9
S2 Cab 1	111	5	76,3	3,0	40,4	36,4	84,9	5,9
S2 Sat 1	111	5	76,7	6,1	40,9	25,7	82,7	6,9
S3 Cult 1	183	5	13,7	5,0	23,6	63,8	68,7	7,2
S3 Cab 1	183	5	80,1	4,8	25,5	45,9	89,2	2,6
S3 Sat 1	183	5	76,7	7,4	33,6	36,5	85,2	4,8
S1 Cab 2	78	6	19,7	2,3	32,1	55,4	64,2	11,2
S1 Sat 2	78	6	50,5	2,2	37,7	62,5	81,4	6,8
S2 Cult 2	146	6	7,9	0,4	21,6	84,3	85,6	3,1
S2 Cab 2	146	6	24,0	2,8	27,8	51,3	63,0	10,1
S2 Sat 2	146	6	46,7	10,7	36,1	28,2	61,0	13,9
S3 Cult 2	176	6	46,9	0,6	21,6	75,0	86,7	2,8
S3 Cab 2	176	6	37,6	3,6	20,3	43,0	64,8	6,9
S3 Sat 2	176	6	71,9	11,1	27,6	29,4	79,1	5,6
S1 Cult 3	78	9	6,5	0,1	12,1	45,0	48,6	6,2
S1 Cab 3	78	9	7,5	0,9	21,9	29,9	35,1	14,1
S1 Sat 3	78	9	3,7	1,0	21,1	30,7	33,2	14,0
S2 Cult 3	188	9	58,4	0,1	6,7	51,0	78,1	1,4
S2 Cab 3	188	9	28,3	0,7	14,6	31,2	50,7	7,1
S2 Sat 3	188	9	27,2	0,8	16,0	47,1	55,7	7,0
N Lot1	183	5	8,6	22,1	34,9	21,8	28,6	24,8
N Lot2	176	6	4,6	19,5	57,1	15,2	19,1	46,0
N Lot3	188	9	2,0	2,5	23,7	20,1	21,8	18,5

Données d'élevage pour chaque cycle de prégrossissement suivi d'élevage sur parcs.

### Cycles : Détermination de la codification

#### Période de sortie de prégrossissement en marais :

S1 : Sortie 1

S2 : Sortie 2

S3 : Sortie 3

N : Prégrossissement en Nurserie, sur le site Satmar, sortie en S3

#### Site de prégrossissement :

Cult : Cultimar

Cab : Cabanon de l'Huitre

Sat : satmar

#### Lot :

1 : Lot 1 acquis en mai

2 : lot 2 acquis en juin

3 : lot 3 acquis en septembre

Annexe 9 **Détail des résultats de l'ACP sur l'ensemble des cycles d'élevage avec prégrossissement et passage sur parcs.**

**Analyse en Composantes Principales :**

Valeurs propres :

	F1	F2	F3
Valeur propre	3,040	2,329	1,468
Variabilité (%)	38,000	29,111	18,353
% cumulé	38,000	67,111	85,464

**Corrélations entre les variables et les facteurs :**

	F1	F2	F3
Durée prégrossissement Nb jours	-0,278	-0,232	0,780
mois acquisition	-0,281	-0,888	-0,051
% mortalité fin pregre sortie sur p	0,474	0,396	0,645
Poids moyens sortie sur parcs	-0,677	0,570	0,298
Poids moyen final vivantes g	-0,100	0,898	-0,345
% mortes cumulée Parcs	0,728	-0,061	-0,398
% morta cum 2 ans (marais+parcs)	0,921	0,318	0,182
Rendements 2 ans kg/1000 naissai	-0,902	0,304	-0,206

**Matrice de corrélation (Pearson (n)) :**

Variables	Durée prégrossissement Nb jours	mois acquisition	% mortalité fin pregre sortie sur parcs	Poids moyens sortie sur parcs	Poids moyen final vivantes g	% mortes cumulée Parcs	% morta cum 2 ans (marais+parcs)	Rendement s 2 ans kg/1000 naissains
Durée prégrossissement Nb jours	1	0,124	0,084	0,350	-0,462	-0,241	-0,158	0,066
mois acquisition	0,124	1	-0,380	-0,388	-0,692	-0,255	-0,546	0,002
% mortalité fin pregre sortie sur p	0,084	-0,380	1	-0,010	0,142	-0,149	0,659	-0,437
Poids moyens sortie sur parcs	0,350	-0,388	-0,010	1	0,413	-0,519	-0,368	0,699
Poids moyen final vivantes g	-0,462	-0,692	0,142	0,413	1	-0,043	0,131	0,448
% mortes cumulée Parcs	-0,241	-0,255	-0,149	-0,519	-0,043	1	0,618	-0,545
% morta cum 2 ans (marais+parcs)	-0,158	-0,546	0,659	-0,368	0,131	0,618	1	-0,758
Rendements 2 ans kg/1000 naissai	0,066	0,002	-0,437	0,699	0,448	-0,545	-0,758	1

entre 0,5 et 0,6	0,6 à 0,7	>0,7
mois acquisition/morta cum 2 ans	mois d'acquisition / poids moyen final	morta cum 2 ans / rdt
poids moyen sortie/morta sur parcs	% morta prégre / % morta cum 2 ans	
morta sur parcs / rdt	poids moyen sortie / rdt	
	morta parcs / morta cum 2 ans	

**Ce travail a pu être réalisé grâce au partenariat avec :**

**IFREMER**, Laboratoire de Génétique et de Pathologie La Tremblade



Ifremer

**CRC-PC** : Comité Régional de la Conchyliculture Poitou-Charentes



**SMEL** : Synergie Mer et Littoral



**Professionnels :**

- **Cabanon de l'Huitre**, Saint Just Luzac : M Hervé D.



- **Satmar**, Saint Just Luzac : M Auvray J.F.



- **Cultimar**, Saint Clément des Baleines : M Kirsch B.



**Stagiaire Master 2,**

Université de Bretagne Sud, Vannes : Meneur C.



**Participation financière :**



**CREAA**

Prise de Terdoux  
17480 Le Château d'Oléron

Tel : 05 46 47 51 93 Fax : 05 46 47 53 15

Courriel : [creaa@wanadoo.fr](mailto:creaa@wanadoo.fr)

Site Internet : <http://www.creaa.fr>