Département ODE
Laboratoire Environnement-Ressources des Pertuis Charentais

Patrick SOLETCHNIK

R.INT ODE / LER / LERPC 2009

Mortalités exceptionnelles d'huîtres creuses dans les Pertuis Charentais.

Synthèse des résultats 2008-2009

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : **Diffusion** : libre : ☑ restreinte : ☐ interdite : ☐ **Validé par**	**date de publication : 2009** **nombre de pages :** 34 **bibliographie :** dans le texte **illustration(s) :** oui **langue du rapport :** FR
Titre de l'article : Mortalités exceptionnelles d'huîtres creuses dans les Pertuis Charentais. Synthèse des résultats 2008-2009	
Contrat n° Rapport intermédiaire ☐ Rapport définitif ☑	
Auteurs principaux : Patrick SOLETCHNIK	**Organisme / Direction / Service, laboratoire** IFREMER/ODE/LER/LERPC
Encadrement(s) :	
Cadre de la recherche : Projet Développement Durable Pêche et Conchyliculture dans les Pertuis Charentais. Financement par la Région Poitou-Charentes (CPER 2007-2013) et par le FEDER.	

Résumé

Depuis 2008, l'ostréiculture française connaît la plus grave crise depuis l'importation de l'huître creuse (*Crassostrea gigas)* dans les écosystèmes conchylicoles français à la fin des années 60. Le naissain subit depuis 2 ans des taux de mortalité de 60 à 80% mettant à mal les entreprises, et en danger la profession.

Ce rapport, écrit fin 2009, présente des éléments d'épidémiologie à différentes échelles géographiques et discute également de l'évolution des pratiques culturales de l'huître creuse.

Mots-clés

huître creuse, *Crassostrea gigas*, Pertuis Charentais, mortalité, naissain

Sommaire

INTRODUCTION 6

INTENSITE DES MORTALITES D'HUITRES (2008-2009) 7

ELEMENTS D'EPIDEMIOLOGIE A MACRO – ECHELLE 9

EMERGENCE D'UN ORGANISME PATHOGENE: LE OSHV-1 MVAR 14

ELEMENTS D'EPIDEMIOLOGIE A MICRO – ECHELLE 16

QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT ET PRATIQUES CULTURALES 19

CONCLUSION 23

Références 25

Liste des figures et tableaux 27

Annexes 28

Introduction

Depuis 2008, l'ostréiculture française connaît la plus grande crise depuis l'importation de l'huître creuse dans les écosystèmes conchylicoles français à la fin des années 60. Le naissain subit depuis 2 ans des taux de mortalité de 60 à 80% mettant à mal les entreprises, et en danger la profession.

Que connaît-on aujourd'hui des ces mortalités ?

Ce rapport constitue un travail de synthèse. Il prend en compte tout à fois les acquis du programme Morest (2001-2006) et les informations et connaissances plus récentes, de ces deux dernières années.

Les partenaires de ce travail sont :

- implicitement les acteurs de Morest qui ont permis la mise en place d'une base de connaissances large sur les mortalités d'huîtres.
- Les « hommes de la cote », techniciens et chercheurs des labos côtiers ; les « galop-chenaux » de la connaissance scientifique.
- Les collègues des instituts techniques en particulier qui passent tant de temps à acquérir de la donnée terrain.
- Les acteurs charentais travaillant sur les mortalités estivales (cf journée de travail du 6 Octobre - action CPER).
- Les participants au groupe de travail du programme P7 « Aquaculture durable » sur la mortalité d'huîtres creuses les 7-8 Décembre 2009.

Attention particulière pour la contribution du Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole (CREAA) de la région Poitou-Charente.
Les autres actions ont été conduites par les équipes de l'Ifremer la Tremblade, en Génétique, Pathologie (LGP) et en Environnement et Ressource (LER/PC).

Toutes ces actions d'observation, d'acquisition de données et de recherche, ont concouru à améliorer l'état des connaissances sur la problématique de la mortalité de l'huître creuse (*Crassostrea gigas*), dans les pertuis Charentais.

Intensité des mortalités d'huîtres (2008-2009)

L'année 2009 représente, avec 2008, la deuxième année de plus forte mortalité de naissain dans les pertuis charentais.

Les taux moyens de mortalité mesurés en 2009 par les Affaires maritimes sur les parcs ostréicoles sont compris entre 50 - 70 %. Les valeurs les plus fortes sont cohérentes avec celles mesurées par les observatoires du CREAA et de l'Ifremer (moyenne de 80% pour un intervalle de valeurs compris entre 31 % et 91%). A titre de comparaison, en 2008 les mortalités moyennes de naissain étaient de 71 % pour l'observatoire, et comprises entre 49 % et 56 % pour les constats.

Historiquement, les mortalités en 2008 et 2009, respectivement de 76% et 85%, sont bien de 30 à 40 % supérieures à la moyenne annuelle (de l'ordre de 45%) sur le naissain de première année (Figure 1) (données issues de l'observatoire du CREAA) (Mille et al., 2009).

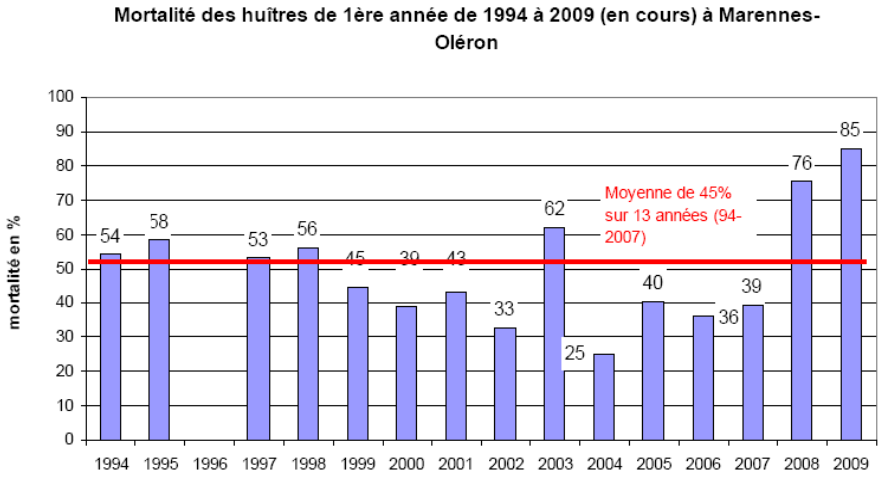
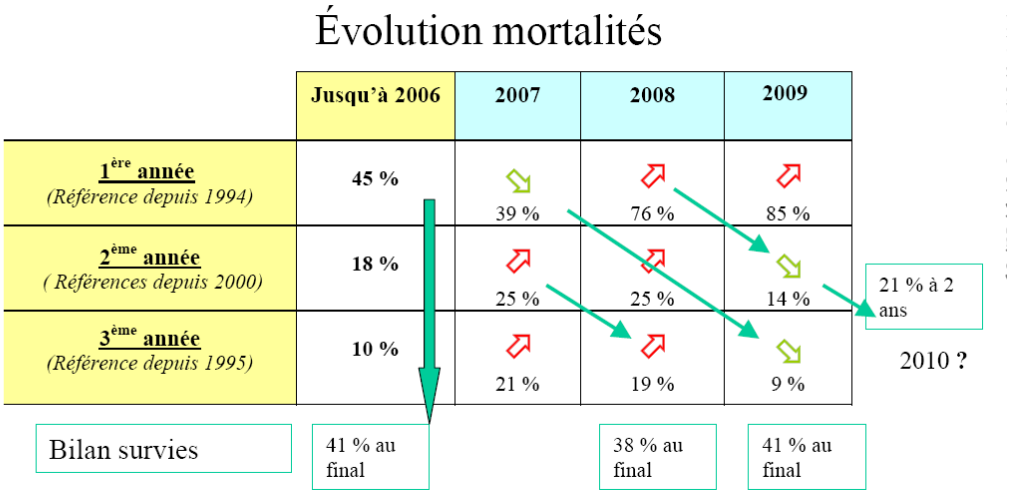


Figure 1. Mortalité des huîtres de 1ère année de 1994 à 2009 dans le bassin de Marennes Oléron (Mille et al., 2009)

La mortalité touche de façon anormale également les huîtres de « demi élevage » (~ 2 ans) et de finition (~ 3 ans) en 2007 et 2008 (données CREAA). Pour ces deux classes, les mortalités sont de 20-25% ces deux années (Tableau 1).

Ces résultats sont très préoccupants, en particulier pour la production 2010 qui risque d'être très fortement diminuée (Tableau 1).

Tableau 1. Les mortalités des huîtres de demi élevage et de finition ; 3 années atypiques depuis 2007 (Mille et al., 2009).



Eléments d'épidémiologie à macro – échelle[1]

En 2007

Sur le plan national, après un automne – hiver doux, l'année 2007, comme prévu par le modèle prévisionnel du risque de mortalité d'huîtres (LERN, M. Ropert), apparaît bien comme une année à mortalité d'huîtres creuses. Dans les pertuis Charentais, cela n'apparaît pas pour le naissain (Figure 1), mais très nettement pour les huîtres de demi-élevage et de finition (Tableau 1). Cette « étrange » mortalité de géniteurs survint à la fin de l'été et au début de l'automne (rapport CREAA / D. Mille).

Une mortalité printanière de naissain a touché des régions ostréicoles jusque là épargnées comme la baie de Bourgneuf (Annexe 2) ou la méditerranée (Thau, Ingril et Leucate) (Anonyme, 2007, Annexe 3) qui étaient dans MOREST des témoins "positifs" sans mortalité.

Une mortalité estivale d'huîtres, importante et anormale, a concerné les adultes à Marennes (demi-élevage et finition) (Annexe 1). Cette mortalité peut – elle être rapprochée des mortalités anormales qui touchèrent le naissain de la baie de Bourgneuf (Bédier, 2007) ou les étangs de Thau, Ingril et Leucate, en méditerranée au printemps 2007[2] (Anonyme, 2007)[3]?
La reprise de croissance automnale (1997) a été une des plus fortes depuis l'importation de l'huître creuse, sans "pseudo" repos sexuel (pas de températures très froides). L'hypothèse est alors faite d'un investissement fort en reproduction (lignées germinales), constituant ainsi un environnement à "haut risque" en cas de chute de la ressource trophique dans le milieu … comme ce fut effectivement le cas dans le Bassin de Marennes Oléron en début juin.

Les températures supérieures de 2-3°C par rapport aux normales saisonnières des mois de janvier et février 2007 (et 2008), constituent des records de température depuis 1950.

---

[1] *La « macro – échelle » est celle qui envisage les événements à l'échelle des bassins ostréicoles en comparant les années entre elles.*

[2] *Dans le même temps, les collègues de REPAMO ont clairement identifié des taux de mortalité très forts, dès le mois de mai – juin pour la méditerranée.*

[3] *Si il est envisageable de concevoir une « contamination » d'un éventuel organisme pathogène en provenance de Vendée via le déplacement des masses d'eau (hydrodynamique), il semble étrange que ce soient les huîtres de demi élevage et de finition qui subissent ce pic de mortalité. L'hypothèse serait satisfaisante et plausible d'un point de vu hydrodynamique, mais plus improbable concernant le changement de cible de l'organisme pathogène, du naissain vers les adultes !…*

Le bassin d'Arcachon a connu une maturation et ponte atypique en 2007, suivi d'un très faible captage

En 2008

Le modèle de prévision du risque de mortalité mis en place par le Laboratoire Environnement et Ressources de Normandie (Ropert / LER-N) prévoit bien un niveau de risque élevé, en 2008, du même ordre de grandeur que celui de 2007. Ce modèle est largement validé en 2007 et en 2008.

Sur le plan régional, au cours du mois de mai, près de 50 % des déclarations de mortalités proviennent du pertuis breton (PB), quand les autres secteurs sont en dessous de 20% de déclarations (Figure 2). 15 jours plus tard, les mortalités se révèlent sur le sud de l'île de Ré (pertuis d'Antioche). Durant la deuxième quinzaine de juin, les mortalités gagnent le nord du Bassin de Marennes Oléron et ensuite, l'expansion est générale et touche tous les bancs ostréicoles en relation avec les déplacements de cheptels et l'hydrodynamique.

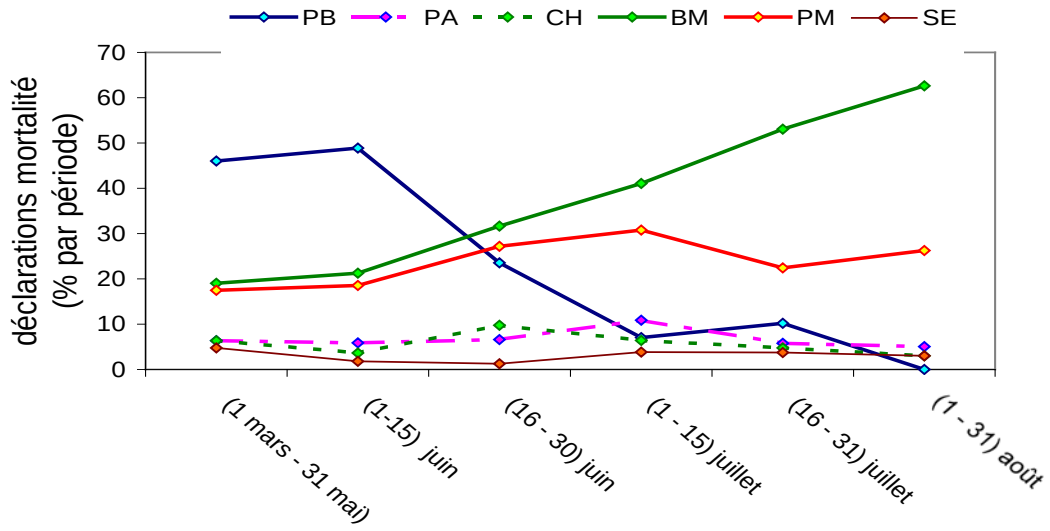


Figure 2. Représentation des déclarations de mortalité selon les grandes zones géographiques ostréicoles (PB pertuis Breton, PA pertuis d'Antioche ; CH embouchure de Charente ; BM Bassin de Marennes Oléron ; PM pertuis de Maumusson et SE Seudre) au cours du temps (fractionnement en 6 périodes).

Sur le plan national, le taux de déclarations de mortalités, atteint en mai, est bien plus important en sud Bretagne (19%) et pays de Loire (26%) que dans les autres régions de France (Figure 3). Il semble par ailleurs lié à la carte d'anomalie thermique du mois de mai 2008 (d'après Météo-France).

En 2008, une mortalité exceptionnelle de naissain touche la plupart des écosystèmes conchylicoles Français. Des sites sont toutefois préservés (claires, bassin, réserves, haut d'estran). Les sites de mortalité « émergeant » en 2007 sont également touchés en 2008.

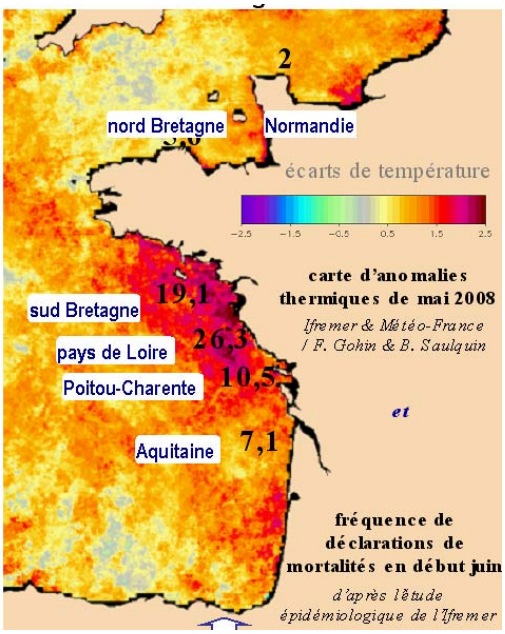


Figure 3. Relation entre l'émergence de mortalités (fréquence des déclarations faites par les professionnels à la fin mai sur un secteur/ ensemble des déclarations sur ce même secteur), et l'anomalie thermique enregistrée sur le littoral atlantique au printemps 2008 (d'après météo-France).

L'année 2008 est bien caractérisée par une spatialisation de la mortalité qui "vient du Nord"[4]. Elle touche pour une deuxième année consécutive les sites de Bourgneuf et la Méditerranée, et d'autres sites épargnés jusqu'à maintenant comme la presqu'île du Cotentin.

Des environnements semblent "protégés", où les huîtres ne meurent pas ou meurent moins : Les claires ostréicoles[5], des sites « hauts » sur l'estran (pour lesquels l'émersion est plus forte), des bassins « à terre », etc.

Le bassin d'Arcachon, quand à lui, ne subit pas de mortalité en début de saison, mais sera touché plus tardivement, en été.

La montée en température s'effectue en "dents de scie" avec des "sautes thermiques répétitives" et brutales de l'ordre de 3-4°C. Ces conditions sont exceptionnelles; et avaient clairement été identifiées comme "facteur aggravant" des mortalités estivales (cf travaux MOREST).

[4] *Alors que jusqu'alors, les mortalités d'huîtres apparaissaient selon un gradient thermique sud – nord, associé à la température.*

[5] *Enquête réalisée par les Affaires Maritimes en Charente Maritime*

En 2009

Dans les pertuis Charentais, la mortalité survient en Seudre, dès la mi-mai, lorsque la température atteint 16 -17 °C et quelques jours plus tard, dans le pertuis Breton, à la même température (Figure 4). Ce résultat montre bien la présence d'un seuil thermique de déclenchement des mortalités.

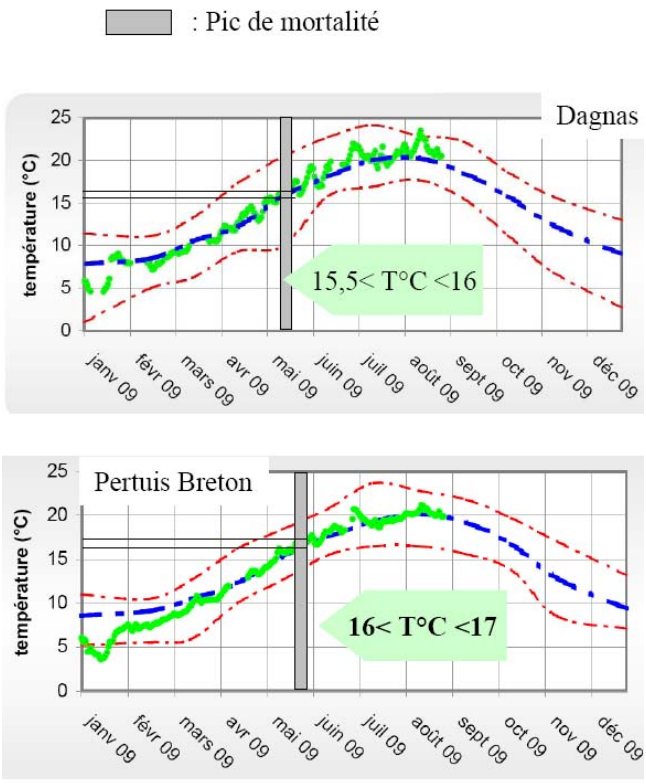


Figure 4. Occurrence du pic de mortalité de naissain dans les pertuis charentais en 2009 en lien avec la température de l'eau.

Contrairement à l'année 2008, les huîtres de classes d'age supérieure (demi élevage et finition), ne sont pas spécialement touchées par les mortalités en 2009 (d'après CREAA), en accord avec le modèle de prévision de risques issu de la baie de Veys (d'après M. Ropert -LERN).

En 2008, des mortalités d'huîtres creuses ont également été rapportées en Irlande (huîtres en provenance de France), en Espagne et au Portugal (Arzul, 2009). En 2009 à nouveau, malgré des restrictions à l'importation, l'Irlande ainsi que les Iles Anglo Normandes ont connu des mortalités importantes sur des huîtres « françaises » (Arzul, 2009).

Bilan épidémiologique sur trois années : 2007, 2008 et 2009

Si 2008 a montré que les mortalités survenaient en deçà du seuil thermique de 19°C mis en évidence dans les études issues de Morest (2001 - 2005), l'année 2009 confirme bien ce « changement » environnemental fort lié à l'apparition des pics de mortalité.

En 2009, la mortalité semble s'exprimer lors du franchissement de la température de 16-17°C, et en particulier, d'autant plus fortement que le passage se réalise avec une élévation de température brutale de quelques degrés.

En 2008, la mortalité est perçue comme provenant du pertuis Breton, (Soletchnik, Le Moine et al. 2009) et, à une échelle spatiale plus large, en provenance des pays de Loire (Soletchnik, Le Moine et al. 2009).

En 2009, la mortalité s'est « propagée » (selon un schéma plus « classique »), du sud de la France vers le nord, le long de la cote atlantique, selon une progression en accord avec le gradient thermique « naturel » sur ces façades marine et océane.

Si l'année 2008 a révélé quelques anomalies climatiques (Pouvreau, 2008) telles que des mois d'hiver spécialement doux, favorables à une hypothétique « persistance » d'organismes pathogènes dans le milieu, et à un équilibre thermique sur le littoral atlantique au printemps (pour expliquer la quasi simultanéité d'occurrence des épisodes de mortalité un peu partout sur la façade atlantique en 2008), tel ne fut pas le cas en 2009.

L'hiver 2009 fut au contraire « équilibré », en alternance avec un début d'hiver « doux » et une fin d'hiver « froid », laissant espérer une année 2009 « moins à risques » que 2008 !…. [6]

En 2008, les transferts intenses de cheptels sont également mis en cause pour expliquer la quasi simultanéité d'apparition des mortalités de naissain sur de nombreux sites ostréicoles.

2007-2008 : Le résultat présenté ci dessus d'une origine de la mortalité dans un secteur géographique sud – Bretagne / Vendée, est à rapprocher des épisodes de mortalités anormales survenant (pour la première fois ?) en Vendée en 2007. De la même façon, des épisodes de mortalité surviennent en Méditerranée en 2007 également…

[6] *De même, le modèle issu de Morest et développé en Baie des Veys , laissait – il espérer également une année avec moins de mortalité.*

Emergence d'un organisme pathogène: le virus OsHV-1 µvar

Mise en évidence du virus OsHV-1 µvar dans les huîtres en élevage

Les données relatives à la détection de l'herpès virus en 2008-2009 montrent l'émergence du génotype OsHV-1 µvar [dit « micro variant » en raison de spécificités constitutionnelles (au niveau des brin d'ADN) qui le distinguent du OsHV-1 connu de longue date (Pépin, com. pers)] associé aux surmortalités d'huîtres creuses (François et al., 2009).

Les résultats issus du réseau REPAMO mettent en évidence l'émergence d'un virus OsHV-1 µvar identifé dans près de 50% des cas en 2008, et dans 95% des cas en 2009 (réseau REPAMO, François, 2009).
Devant la forte demande d'analyses de lots d'huîtres durant la crise de 2008, l'Ifremer avec la DGAL a favorisé le transfert de techniques de diagnostic auprès de laboratoires privés ou départementaux pour les analyses de vibrions (*V. aestuarianus* et *V. spendidus*) et de virus (OsHV-1). Ainsi en 2009, le laboratoire Genindexe (La Rochelle) a t-il assuré de très nombreuses analyses. Les résultats en 2009 montrent tout à la fois l'augmentation de la prévalence et de la charge du virus, en lien avec les pics de mortalités dans le bassin de Marennes Oléron (Figure 5 , Saulnier et al., 2009).

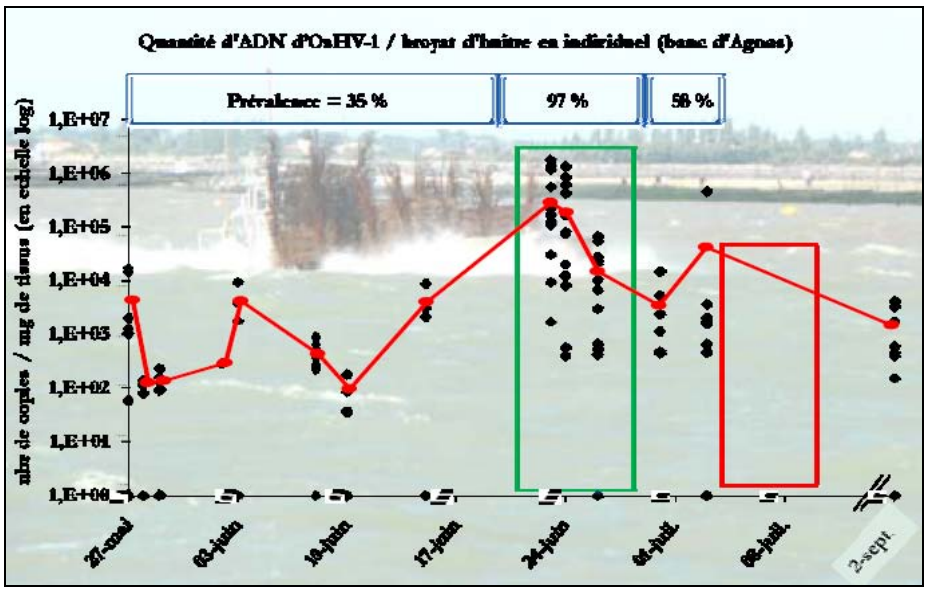


Figure 5. Evolution de la prévalence et de la charge en ADN viral d'huîtres en élevage sur le site de Dagnas (bassin de Marennes Oléron au cours du printemps – été 2009 (d'après Saulnier et al., 2009).

Dégremont confirme l'implication probable du virus de l'herpes dans le phénomène de mortalité de naissain en 2009. Il montre en plus un différentiel des huîtres « R » et « S » face à la contamination par le virus, suggérant un différentiel de réponse immunitaire entre les huîtres sélectionnées résistantes (« R ») par rapport aux sensibles (« S ») (Dégremont, 2009).

En pathologie expérimentale

Les expérimentations d'induction de mortalité par cohabitation ont été réalisées pour la première fois avec succès en 2008 (Pepin et al., 2009a) Les résultats de 2009 confirment ceux de 2008. Ces conditions « représentent des conditions de transmission horizontale du virus, proches de celles susceptibles de se réaliser dans le milieu naturel ».
Les expérimentations menées par injections dans le muscle d'animaux sains, de broyat d'animaux infestés, montrent bien que l'agent infectieux rencontré et incriminé, est bien le virus OsHV-1 (Pepin et al. , 2009b ; De Decker et al., 2009).

Où se trouve encore le virus ?

En milieu non contrôlé, il existe peu de traitements envisageables du virus. Ce dernier peut se présenter sous plusieurs formes : (1) de « latence » dans le génome ou le noyau des cellules de l'huître, sans s'y multiplier (pas de mortalités et pas de détection ?) ; (2) peu productif (détection du virus, mais sans mortalité) ; (3) en de très nombreux réplicats avec induction de mortalité.

Dans le milieu naturel, les connaissances sont très limitées concernant l'écologie des organismes pathogènes, et en particulier des virus type « herpès ».

Une première étude d'« écologie des organismes pathogènes » a été réalisée en 2009 (Saulnier et al., 2009) montrant que le virus était présent à très forte concentration dans le naissain, au moment des pics de mortalités, mais qu'on le retrouvait également chez les huîtres adultes (environ 1 fois / 2), un peu chez la moule, dans l'eau de mer (présence donc dans la colonne d'eau), et jamais dans l'eau interstitielle du sédiment. Ces informations sont issues d'une première étude qui doit être confirmée, mais apporte déjà des éléments essentiels à la réflexion sur l'épidémiologie à « micro échelle ».

Eléments d'épidémiologie à micro – échelle

La « micro – échelle » est celle qui envisage les événements à l'échelle d'un parc, d'un banc ostréicole, d'une huître ou de quelques huîtres'' et qui permet de suivre l'infestation de jour en jour. Ce niveau d'observation est nécessaire pour comprendre comment se propage le OsHV-1 µvar de parc en parc, d'huître en huître. Les informations issues de l'expérimentation au laboratoire (plus précisent dans le suivi temporel) complètent celles obtenues sur le terrain (plus proches de la « réalité »).

En laboratoire, la démonstration est faite pour la deuxième année, d'une transmission horizontale du virus. Le modèle expérimental d'infection par cohabitation est plus proche des conditions d'infection qui peuvent survenir dans le milieu. La mortalité apparaît principalement dans les 5 à 7 jours post cohabitation et affecte entre 25 à 40% des huîtres (Pepin et al, 2009b). L'ADN viral est d'abord détecté dans l'eau des bacs dès une heure après introduction des animaux expérimentalement infectés et après six heures de cohabitation, le virus est déjà détecté dans les différents tissus et organes analysés. Ces résultats suggèrent que le virus est bien libéré dans l'eau des bacs à partir des animaux expérimentalement infectés et que le processus d'entrée du virus chez les huîtres saines est très rapide. Pendant l'épisode de mortalité (5-7 jours), l'ADN viral est encore détecté dans les différents tissus et organes de l'huître à des niveaux assez élevés. On observe par contre, à cette période, une réduction nette des quantités d'ADN viral dans l'eau. Ces observations laissent suspecter que le virus ne persiste pas longtemps dans l'eau et que sa détection (dans l'eau) au cours de l'expérience est fortement liée à la présence d'animaux infectés sécréteurs (Pepin et al., 2009b).

Sur l'estran, et pour la première fois en 2009, plusieurs expérimentations, finement suivies sur le plan cinétique, montrent sans ambiguïté l'augmentation forte de la prévalence et de la charge en virus sur des lots d'huîtres, à l'approche du pic de mortalité affectant ces cheptels sur estran (Figure 5, Saulnier et al. , 2009 ; Figure 6, Dégremont, 2009 ; CREAA, com. Pers.).

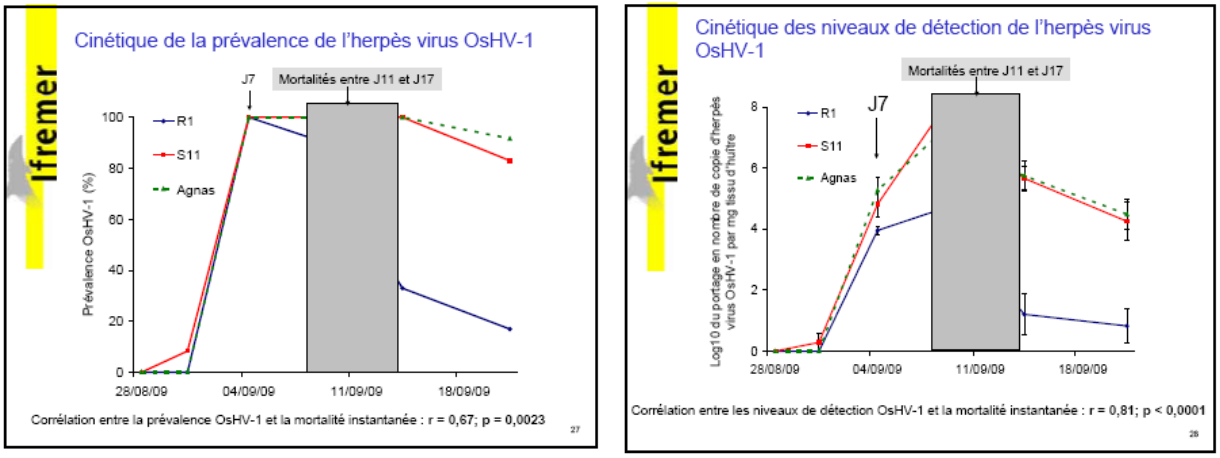


Figure 6. Evolution de la prévalence et de la charge en ADN viral sur des huîtres en élevage sur le site de Dagnas (bassin de Marennes Oléron) au cours de l' été 2009 (d'après Dégremont, 2009).

En 2009, des lots d'huîtres ont été mis sur estran à cinq reprises, de juin à septembre 2009 (Dégremont, 2009). A 5 reprises également, les mortalités estivales sont apparues au bout de 10 à 15 jours. Les analyses ciblées sur trois agents infectieux (au cours de la 4éme mise sur estran) ont permis de démontrer que l'herpès virus OsHV-1 était fortement impliqué dans les mortalités observées (Dégremont, 2009).

La mortalité survient donc bien quand la température est supérieure à 15-16°C. Après mise en élevage, dans un environnement « à risque[7] » d'un lot d'huîtres « ne subissant pas de mortalité [8]», la mortalité peut survenir , en 6 jours en condition de laboratoire (cohabitation), en 10-15 jours (Dégremont, 2009) ou en 4 semaines (Saulnier et al., 2009) selon les spécificités de l'interaction entre l'huître, le virus et l' environnement .

Par contre, sur un secteur donné, une fois enclenché le processus de mortalité sur un lot d'huîtres, la contamination « horizontale » d'huître à huître, peut être très rapide, allant jusqu'à décimer l'ensemble d'un lot en moins de 36h (Pernet et al., 2009).

Dans le cas d'une expérimentation comparant lot et environnement, Benabdelmouna fait l'hypothèse d'un lot porteur, mais résistant qui contaminerait ensuite par transmission horizontale les autres lots, peut être plus sensibles (Benabdelmouna et Dégremont, 2009) (**Annexe 4**).

---

[7] *C'est à dire un banc ostréicole marqué par des épisodes de mortalité*

[8] *Le statut sanitaire d'une huître vis à vis du virus peut être résumé comme suit : (1) pas d'ADN viral dans l'huître ; (2) présence d'ADN viral, non détectable ; (3) ADN détectable, mais pas de conséquence clinique pour l'huître ; (4) ADN détectable entraînant la mort de l'huître.*

Sans comprendre pour l'instant tous les mécanismes en jeu, cette aptitude à résister, inhérente à chaque lot de naissain, dépend vraisemblablement de son parcours zootechnique, de son origine géographique, de son statut zoosanitaire, physiologique et génétique (Pouvreau et al., 2009).

Qualité de l'environnement et pratiques culturales

Les virus ne sont pas les seuls à « émerger »

Dans le contexte actuel d'un réchauffement climatique qui s'accélère depuis les années 90, l'aire de répartition de l'huître creuse s'étend de plus en plus vers des franges littorales plus septentrionales. De nouveaux sites de reproduction de *C. gigas*, apparaissent en rade de Brest, sur les cotes de la Manche et jusqu'en mer du Nord. Dans ce contexte, de nouvelles populations d'huîtres sauvages pourraient constituer des foyers potentiels pour un virus émergeant. Ces nouveaux écosystèmes « reproducteurs » constituent ils une aggravation du risque viral via (1) les stocks sauvages qui s'y développent et (2) les transferts à partir de ces nouveaux sites naisseurs ?

« Les mutations ne sont pas seulement virales… »

Le milieu conchylicole, dans son environnement économique et social, évolue en permanence et interagit avec l'environnement des élevages. les « mutations conchylicoles » sont aujourd'hui très rapides et s'intensifient depuis le début des années 2000 un peu partout en France (Figure 7). En Poitou – Charente en particulier, de nouvelles technologies développées, (eau profonde, filières, cages, etc), correspondant à une évolution qualitative des pratiques ostréicoles, interagissent avec l'environnement des pertuis. Les mutations les plus importantes à signaler sont bien : (1) le développement considérable de la production de naissain d'écloserie et (2) l'étalement considérable de la saisonnalité d'apport de naissain dans les bassins conchylicoles (qui découle du premier point). Ces grandes mutations ostréicoles traduisent également la période de crise traversée par la profession (Mille and Blachier 2009).

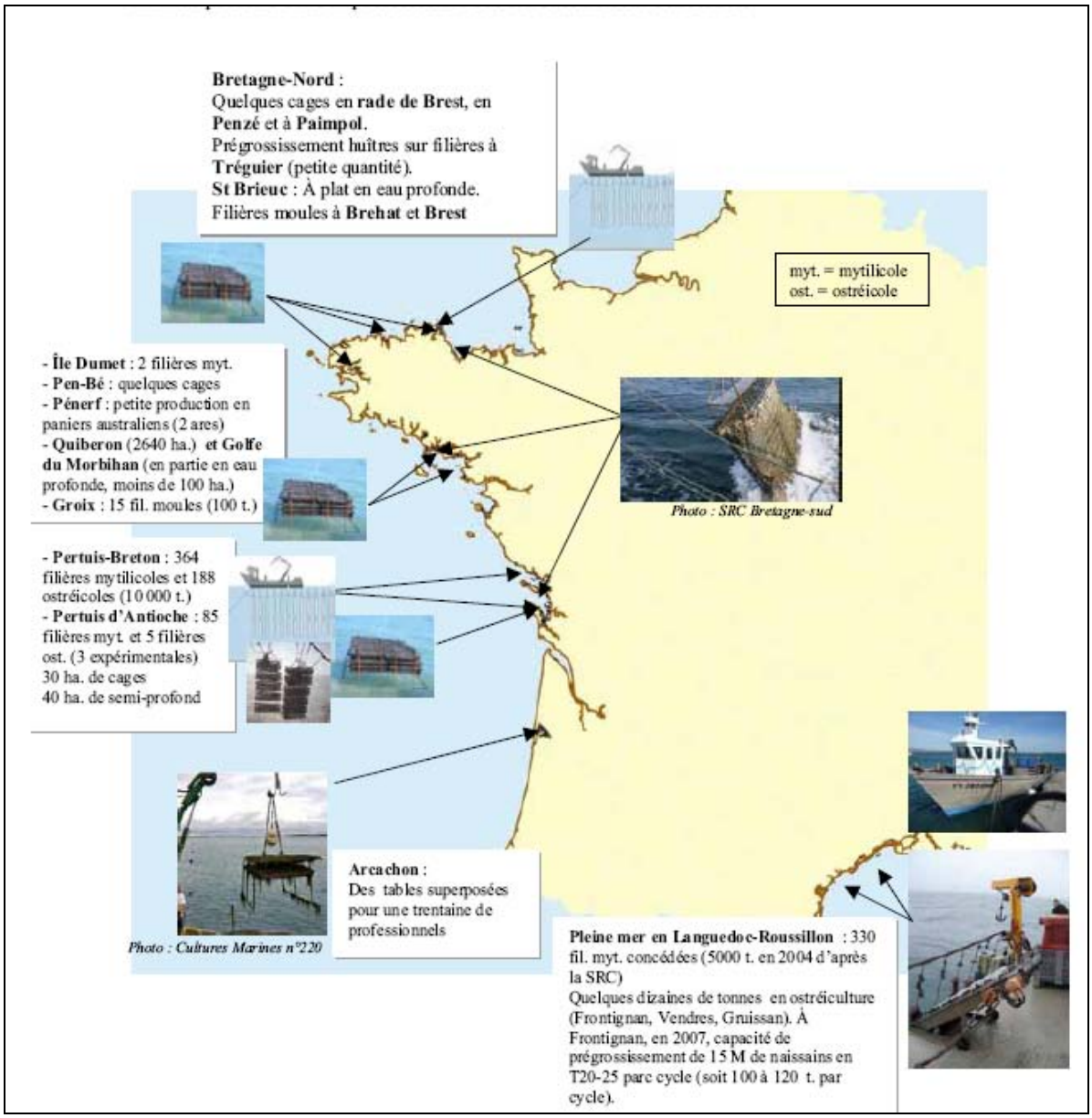


Figure 7. Développement de nouvelles pratiques culturales dans les bassins ostréicoles (d'après Mille et Blachier, 2009).

Des changements qualitatifs importants surviennent au niveau de la filière depuis l'implantation de *C. gigas* au début des années 1970 (Figure 8) :

- Réduction progressive des superficies allouées à la culture « à plat » depuis les années 90
- Surélévation des tables de 50cm à 70cm au début des années 2000
- Arrivée des huîtres « 4 saisons » au début des années 2000, entraînant une « désaisonnalisation » de l'apport de naissain d'écloserie et la montée en puissance de cette production à partir des années 2000
- Développement des coupelles (collecteurs souples) au début des années 90

- Démarrage de la production en cages sur le fond depuis quelques années
- ….

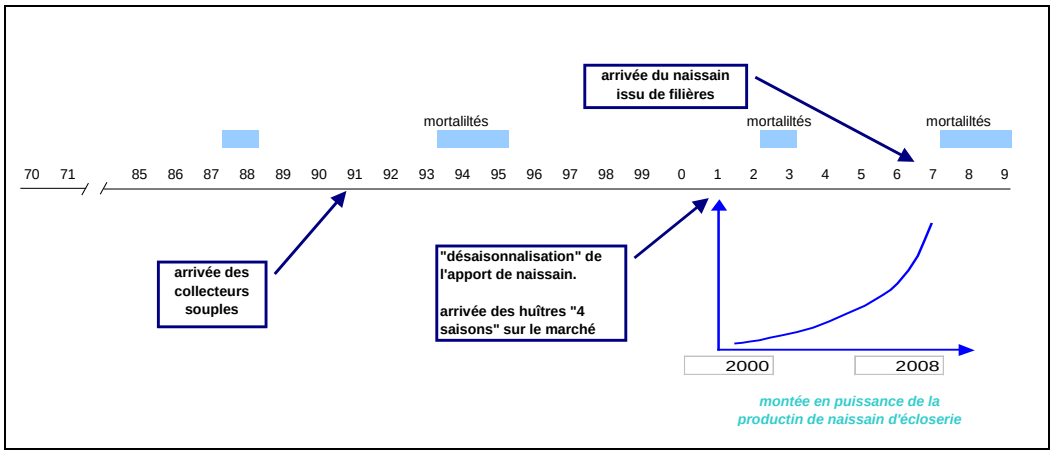


Figure 8. Eléments de mutation technologique de la filière huître dans les pertuis charentais.

Ces évolutions technologiques importantes, mutations de la filière à des fins « adaptatives» ou «productivistes », ne sont pas sans interactions avec l'environnement des élevages[9].

Impact des bassins versants sur la production des pertuis conchylicoles charentais

Aujourd'hui, la présence des pesticides dans les pertuis charentais, constitue un **risque** pour l'écosystème conchylicole et doit être pris en compte (Soletchnik et Béchemin, 2010). Leur dangerosité est démontrée en laboratoire et la suspicion qui pèse sur ces molécules doit conduire à en étudier l'impact.
Le danger est bien : (1) que les flux de pesticides sont intenses au printemps (c'est au printemps que les mortalités surviennent) ; (2) que certaines molécules s'accumulent dans les graisses animales (Auby et al., 2007); (3) que des chutes brutales de micro algues ont été mesurées au niveau des bancs ostréicoles, de façon concomitante avec des apports de pesticides (eg , diuron, glyphosate) ; (4) qu'il existe un faisceau d'éléments qui laisse suspecter un

[9] *Dans les pertuis charentais, les essais d'élevage en cage ont commencé en 2007, avec des débuts encourageant sur les moules. En productions d'huîtres, des mortalités non négligeables surviennent sur les lanternes. 2008 fut « l'année de tous les dangers » , avec la tempête de mars qui détruisit 179 filières dans le pertuis Breton. La mortalité de naissain fut presque totale par la suite, sur ce même site, pendant l'année 2008.*
Le développement d'élevage d'huîtres à plat en semi-profond sur les parcs de Marennes-Oléron est aujourd'hui en cours. Cette pratique concernerait une cinquantaine de professionnels en 2009-2010 (d'après Mille et Blachier, 2009).

impact direct ou indirect sur les huîtres, sans qu'il soit vraiment démontré (Soletchnik et Béchemin, 2010). Enfin, de récentes études (Benabdelmouna, 2009) montrent que le naissain aneuploïdie[10] subit plus de mortalité ; Ce résultat laisse suspecter une relation de cause à effet indirecte entre mortalité et qualité de l'environnement.

Le monde agricole poursuit également ses mutations, en lien avec l'évolution des produits épandus. Dans ce cadre là, la surveillance des écosystèmes conchylicoles doit se développer.

[10] *Anomalie chromosomique, souvent induite par un environnement « dégradé »*

Conclusion

Des mortalités exceptionnelles de naissains, toutes origines (écloserie et captage sur estran) touchent quasiment tous les bassins ostréicoles du littoral français en 2008, puis 2009. En 2007, des mortalités anormales avaient déjà concerné la baie de Bourgneuf, les filières du pertuis Breton et l'étang de Thau, en Méditerranée.
Durant ces trois années, les mortalités surviennent lors du franchissement d'un seuil thermique de 16-17°C, inférieur au 19°C établi par les études antérieures sur les mortalités estivales (Morest).
En 2009, l'apparition des mortalités dans les écosystèmes français s'est déroulée selon un gradient thermique du sud vers le nord. L'année 2008 reste atypique de ce point de vu. L'analyse des résultats concernant l'émergence d'un virus : OsHV-1 µvar en permet une compréhension « à posteriori[11] » ; 2007 serait l'année d'émergence d'un OsHV-1 µvar (alors non identifié), entre la Vendée (baie de Bourgneuf) et le Pertuis Breton (« surmortalités également en Méditerranée). 2008 est l'année de « propagation » du virus dans les différents écosystèmes conchylicoles français (y compris en Irlande) via les transferts de cheptels et l'hydrodynamisme. Durant cette année 2008 de « dispersion de l'organisme pathogène », la perception de la propagation de la mortalité dans les sites conchylicoles, demeure imprécise[12]. En 2009, par contre le OsHV-1 µvar est bien en place dans les différents bassins, et la progression de la mortalité suit bien le nouveau seuil thermique optimal d'expression du virus (OsHV-1 µvar) de 16-17°C.
Ainsi donc, il peut être fait l'hypothèse que 2007 voit l'émergence d'un nouveau virus OsHV-1 µvar dans une région particulière de France ; 2008 est l'année de sa propagation en France et dans certains pays d'Europe. 2009 est bien celle de son expression (épidémie avérée).

La mortalité est la résultante d'une interaction complexe entre l'huître, l'environnement (sens large) et l'organisme pathogène. En conchyliculture, les pratiques culturales interviennent comme un 4ème élément de l'interaction.

Les opérations engagées en génétique, entre la profession et l'Ifremer, proposent à moyen et cours terme : (1) un nouveau programme de sélection d'huîtres creuses plus résistantes; (2) une introduction de nouvelles variétés en provenance d'autres continents ; (3) une mise à disposition pour la profession, d'huîtres sélectionnées pour leur « résistance » aux mortalités[13].

Si globalement, il n'existe pas de solution curative immédiate pour éradiquer le virus dans les écosystèmes conchylicoles, les perspectives demeurent

[11] *Les résultats issus du réseau REPAMO montrent l'émergence d'un OsHV-1 µvar, avec environ 50% de prévalence en 2008, et 95% en 2009.*

[12] *Et sans doute également du fait d'une anomalie thermique printanière en 2008 qui tend à homogénéiser la température sur la façade atlantique*

[13] *Le risque d'une telle démarche sur la reproduction par captage « naturel » demeure une question à laquelle il faut pouvoir répondre*

d'améliorer les connaissances sur ce virus et son écologie, afin de proposer des pratiques culturales permettant de réduire son impact sur les huîtres[14].

Au niveau de l'environnement, si climat et effet de serre échappent au contrôle des ostréiculteurs, les interventions peuvent concerner la réglementation et la surveillance des apports anthropiques (dont les pesticides) dans les pertuis.

Une réflexion doit se poursuivre sur les récentes mutations conchylicoles dans les pertuis charentais et sur l'avenir de l'ostréiculture.

14 Action sur l'interaction virus - pratiques culturales

Références

Anonyme, 2007. Mortalités anormales d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* dans les étangs de Thau, d'Ingril et de Leucate. Printemps 2007, Rapport LER-LR IFREMER: 19pp.

Allain, G., 2009. Etude épidémiologique. Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

Arzul, I., 2009. Mortalités d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* en Europe et mesures de contrôle concernant les échanges. Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

Benabdelmouna, A et L. Dégremont., 2009. Cinétique et diffusion de la mortalité (Cindimor). Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

Benabdelmouna, A., 2009. Modèle d'interprétation des mortalités estivales de jeunes huîtres, fondé sur l'influence d'anomalies génomiques (et d'agents infectieux). Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

De Decker S, Couraleau Y, N Faury, P Haffner, T Renault, D Saulnier, N Soussi, A Tourancheau., 2009. Etudes des interactions entre agents infectieux et huître creuse, *Crassostrea gigas*. Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

Dégremont, L., 2009. Mortalités estivales en 2009 des lots sélectionnés d'huîtres creuse, Crassostrea gigas. Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

Dégremont, L., S Lapègue, T Renault, J Haure, P Boudry, J Prou., 2009. Conservation sous quarantaine des souches de C. gigas du Japon et d'Australie à des fins d testage pour l'amélioration de la survie de cette espèce en France. Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

François, C, C. Garcia, D. Saulnier, JF Pépin,, JP Joly, L. Miossec, S. Labrut, I. Arzul, N. Faury, P. Haffner, B. Chollet, E. Omnes, M. Robert, A. Segarra, D. Tourbiez, M. Aubert, L. Cobret, D. Schikorski, S. De Decker, B. Morga, J. Michel, Y. Couraleau, T. Renault., 2009. Detection d'agents infectieux. Résultats 2008-2009 et optimisation du système de surveillance des maladies infectieuses. Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

LER-LR, 2007. Mortalités anormales d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* dans les étangs de Thau, d'Ingril et de Leucate. Printemps 2007, IFREMER: 19.

Mille, D. et P. Blachier, 2009. Mutations dans le secteur conchylicole. État des lieux et perspectives de développement des productions en eau profonde à l'automne 2008, AGLIA: 90.

Mille, D. A.L. Bouquet, S. Robert, S. Guesdon et P. Soletchnik, 2009. Bilan des mortalités de l'huître creuse dans les pertuis charentais (Ifremer CREAA). Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes

Pepin J.F., A. Segarra, N. Faury, D. Schikorski, L. Cobret, T. Renault (2009a). Summer mortality in 2008 and Ostreid Herpesvirus Investigations. Report of the 2009 Annual Meeting and the 7th Technical Workshop of the National Reference Laboratories for Mollusc Diseases. La Tremblade, 16-19 March 2009. pp 23-24.

Pepin JF, Aubert M, Cobret L, De Decker S, Faury N, Haffner P, Renault T, Saulnier D, Schikorski D, Soussi N , Tourancheau A, Tourbiez D. (2009b). Reproduction au laboratoire de mortalités chez l'huître *creuse Crassostrea gigas*. Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

Pernet F, Barret J, Le Gall P, Malet N, Pastoureau A, Munaron D.,De Lorgeril J, Bachère E, Vaquer A, Huvet A, Corporeau C, Normand J, Boudry P, Moal J, Quéré C, Quillien V, Daniel JY, Gonzalez JL., 2009. Adaptation et diversification des écosytèmes conchylicoles méditerranéens (ADECOM). Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

Pouvreau, S., 2008. Mortalités d'huîtres 2008. Les causes environnementales aggravantes : bilan national - août 2008

Saulnier D., Soussi N., Pépin J.F., Tourbiez D., Aubert M., Couraleau Y., Haffner P., Seugnet J.L., Bernard I., Miossec L., Renault T., 2009. Cinétique de détection d'agents infectieux associés à des épisodes de mortalités d'huîtres creuses Crassostrea gigas sur un site ostréicole de Marennes Oléron (CIDAGINF). Mortalités de l'huître creuse. Journée des 8-9 Décembre 2009 / Nantes.

Soletchnik, P., O. Le Moine, et al., 2009. Les mortalités d'huîtres creuses en 2008 dans les Pertuis Charentais rapport de Contrat de Projets Etat-Région Poitou - Charentes 2008 - 2013: 71.

Soletchnik, P., O. Le Moine, et al., 2009. Propagation de la mortalité d'huîtres creuses dans les pertuis charentais au cours de l'année 2008, IFREMER: Poster.

Soletchnik, P et C. Béchemin, 2010. Les pesticides dans les Pertuis charentais; impacts sur les écosystèmes conchylicoles. Rapport CPER 2009, 44 pp.

Liste des figures et tableaux

Figure 1. Mortalité des huîtres de 1ère année de 1994 à 2009 dans le bassin de Marennes Oléron (CREAA, 2009) 7
Figure 2. Représentation des déclarations de mortalité selon les grandes zones géographiques ostréicoles (PB : pertuis Breton, PA pertuis d'Antioche, CH région embouchure de Charente, BM Bassin de Marennes Oléron et PM pertuis de Maumusson et SE Seudre) au cours du temps (fractionnement en 6 périodes).....10
Figure 3. Relation entre l'émergence de mortalités (fréquence des déclarations faites par les professionnels à la fin mai sur un secteur/ ensemble des déclarations sur ce même secteur), et l'anomalie thermique enregistrée sur le littoral atlantique au printemps 2008 (d'après météo-France).....11
Figure 4. Occurrence du pic de mortalité de naissain dans les pertuis charentais en 2009 en lien avec la température de l'eau. 12
Figure 5. Evolution de la prévalence et de la charge en ADN viral sur des huîtres en élevage sur le site de Dagnas (bassin de Marennes Oléron au cours du printemps – été 2009 (d'après Saulnier et al., 2009). 14
Figure 6. Evolution de la prévalence et de la charge en ADN viral sur des huîtres en élevage sur le site de Dagnas (bassin de Marennes Oléron) au cours de l' été 2009 (d'après Dégremont, 2009). 17
Figure 7. Développement de nouvelles pratiques culturales dans les bassins ostréicoles (d'après Mille et Blachier, 2009). 20
Figure 8. Eléments de mutation technologique de la filière huître au cours du temps dans les pertuis charentais (en particulier) (voir fichier excel : schema_pratiques_culturales).....21

Tableau 1. Les mortalités des huîtres de demi élevage et de finition ; 3 années atypiques depuis 2007.....8

Annexes

Annexe 1. mortalités anormales d'huîtres en 2007.....29
Annexe 2. Mortalités d'huîtres creuses en baie de Bourgneuf (Vendée) en 2007 E. Bédier.....30
Annexe 3. Conclusion du rapport : « mortalités anormales d'huîtres creuses Crassostrea gigas dans les étangs de Thau, d'Ingril et de Leucate. Printemps 2007 » (LER-LR 2007).....32
Annexe 4. Mortalité de naissain en 2009 dans le sud du Bassin de Marennes. Eléments d'épidémiologie......33
Annexe 5. évènements remarquables entre 2007 et 2009.....**Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 1. Mortalités anormales d'huîtres en 2007 / Patrick Soletchnik

Extrait d'une note du 12 septembre 2007 / Soletchnik P.

« Les mortalités d'huîtres creuses, peu importantes ces dernières années, redeviennent en 2007 une préoccupation pour les professionnels de la conchyliculture » !….

« Le programme MOREST a montré que les conditions météorologiques de l'automne et l'hiver précédant sont mises en relation directe avec l'importance des mortalités estivales; Plus précisément, la pluviométrie cumulée de l'automne et l'hiver est corrélée avec l'intensité des mortalités. Ce modèle est particulièrement précis sur un site tel que celui de la baie des Veys en Basse normandie. Un automne – hiver "pluvieux" est aussi un automne - hiver "doux"; Ainsi, les conditions météorologiques de l'automne et de l'hiver, à l'échelle nationale, fragilisent bien les huîtres. L'année 2007 confirme largement ce résultat à l'échelle du littoral français ».

Extrait d'une note du 13 septembre 2007 de Soletchnik P

« Ainsi l'année 2007 rentre bien dans cette configuration de mortalités. Elles ont été relativement importantes dans le bassin de Marennes dès le printemps ; elles perdurent "exceptionnellement" en cette fin d'été car les blooms phytoplanctoniques exceptionnels de cette fin d'été engagent les huîtres dans des processus de re-maturation …. La fenêtre à risque est donc bien encore ouverte »…

Annexe 2. Mortalités d'huîtres creuses en baie de Bourgneuf (Vendée) en 2007 / Edouard Bédier

Contexte des mortalités

Les premiers cas de mortalités affectant les lots juvéniles (issus du captage 2006) sont survenus début juin 2007, aux alentours du 11 juin selon certains professionnels.

Suite à la saisine effectuée par la SRC des Pays de la Loire le 26 juin 2006, la DDAM de Saint Nazaire a effectué une visite sur le terrain le 03 juillet qui a conclu à une mortalité moyenne de 48,8% sur le secteur de La Bernerie en Retz et de 51,5% sur celui des Moutiers en Retz, au nord de la baie de Bourgneuf. Le seul lot triploïde échantillonné a présenté une mortalité normale de 10%.

Cette visite a été complétée par une mission d'enquête effectuée les 16-17 juillet par les DDAM 85 et 44 afin d'évaluer les pertes de production. Les taux de mortalité observés ont été établis en moyenne à 34% sur les secteurs de La Coupelasse et Rocher Blanc, 46,4% sur Les Moutiers / La Bernerie et 26,6% sur Les Plaintives / La Northe. Seuls les juvéniles ont subi des mortalités anormales. Les lots triploïdes échantillonnés ont présenté un taux moyen de 16%.

Des observations complémentaires hors mission d'enquête ont montré des mortalités estimées à 70% sur le secteur de La Coupelasse (02 juillet), mais des taux faibles (10 à 20%) sur le secteur sud de Gresseloup.

A notre connaissance, aucune enquête globale n'a été effectuée auprès des professionnels par la SRC Pays de la Loire.

Données du réseau Remora

Le réseau REMORA possède, en baie de Bourgneuf, quatre points de suivi : deux au nord est de la baie (Les Moutiers en Retz et La Coupelasse), et deux au sud (Gresseloup et Le Gril).

Il ressort de l'analyse des données historiques sur le point "Les Moutiers" que l'année 2007 montre une très bonne croissance en sortie de la période estivale (3ème meilleure année enregistrée depuis le début du réseau en 1993) mais que la mortalité s'avère être la plus élevée jamais observée (cf. figure 1 en annexe).

Le réseau Remora montre également une tendance à une remontée des mortalités sur ce point depuis quelques années (cf. figure 2 en annexe).

Données environnementales

Les relevés effectués par Météo France sur la station de Bouin montrent que l'hiver 2006-2007 a été une saison relativement humide avec 694 mm de précipitations cumulées d'octobre à avril, sans que cette valeur semble pour autant anormalement élevée. L'hiver 2006-2007 est de la même manière très doux, avec une température de l'eau de mer moyenne de 12.9°C sur les mois d'octobre à avril (données Rephy) (cf. figure 4 en annexe).

Même si les précipitations relevées à Bouin y contribuent sans doute pour une faible part, vu la faiblesse des bassins, les précipitations tombées durant cette période, liées à une température élevée de l'eau de mer contribuent au

développement phytoplanctonique, qui est la source de nourriture des huîtres. La bonne croissance observée sur le réseau Remora est sans doute à mettre en rapport avec cette donnée.

En revanche, la fin du printemps 2007 s'avère particulièrement pluvieux, puisque le cumul des précipitations sur les mois de mai et juin 2007 atteint 174.6 mm, soit la deuxième année la plus humide depuis 10 ans (cf. figure 3 en annexe).

Scénario proposé des mortalités du printemps 2007 en baie de Bourgneuf

Les périodes de mortalités estivales correspondent à la conjonction de plusieurs facteurs environnementaux et biologiques.

1. Le processus de mortalités estivales relève de conditions écophysiologiques d'affaiblissement des huîtres qui subissent un hiver doux et humide (dépense d'énergie et peu de réserves constituées, liée à une disponibilité phytoplanctonique précoce exacerbant le phénomène de reproduction), ce qui est le cas de l'hiver 2006-2007.

2. La période de mai – juin correspond à la période de reproduction de l'huître, dont les processus physiologiques sont affectés l'animal pendant cette phase (cf. résultats du projet Morest). La reproduction constitue pour l'huître une période de fragilisation qu'elle ne peut surmonter que si son bilan énergétique, et donc ses réserves, est suffisant pour subvenir à ses besoins. Les juvéniles sont particulièrement sensibles durant cette phase, et les mortalités constatées le sont sur cette classe d'âge. La fenêtre thermique de risque (19°C) est ouverte début juin sur le nord est de la baie de Bourgneuf (cf. figure 5 en annexe).

3. Les conditions précédentes ne sont pas suffisantes, et un élément déclencheur (stress) est nécessaire pour provoquer les mortalités. Ce stress peut être de différentes natures, mais un apport important d'eau douce, via les précipitations directes, ou via des lâchers d'eau douce importants en provenance des marais, est susceptible de provoquer un tel stress. Les précipitations exceptionnelles des mois de mai-juin ont pu être à l'origine d'un tel stress, entraînant des mortalités chez les animaux affaiblis par la reproduction.

4. Le fait que les lots triploïdes échantillonnés ne présentent pas ou peu de mortalités confirment l'influence d'un état physiologique affaiblissant du à la reproduction, les animaux triploïdes n'investissant pas dans des dépenses énergétiques qui y sont liées.

Annexe 3. Conclusion du rapport : « mortalités anormales d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* dans les étangs de Thau, d'Ingril et de Leucate. Printemps 2007 » (LER-LR 2007)

L'exploitation des informations fournies par les professionnels des étangs de Thau, Ingril et Leucate auprès de la SRCM, de la DIDAM 34-30, de la Prud'homie de Leucate ou du LER-LR ont permis de préciser l'ampleur des mortalités d'huîtres creuses Crassostrea gigas observées sur ces sites.
Dans le bassin de Thau (étangs de Thau et Ingril):
- bien que les premières atteintes des lots aient été observées de mars (sur les zones de Bouzigues et Marseillan) à juin, 70% de ces lots ont commencé à être touchés en mai et la durée des mortalités a été très variable: de 1 à 4 semaines
- elles ont été signalées sur des naissains et des juvéniles aussi bien en cours de pré grossissement (en perlnet) qu'en cours d'élevage (après collage en particulier) et sur des huîtres immergées sur le site entre septembre 2006 et mai 2007 dans la majorité des cas
- toutes les origines de naissains et ploïdies ont été atteintes par le phénomène: captage naturel, diploïdes et triploïdes d'écloseries différentes
- les taux de mortalités ont été égaux ou supérieurs à 30% (taux généralement admis pour considérer une mortalité comme "anormale") dans 87% des cas. Pour environ 30% des lots les taux de mortalités ont été égaux ou supérieurs à 80%
- les 3 zones de Thau ont été concernées par les mortalités
Dans l'étang de Leucate:
- les mortalités anormales affectant entre 40 et 100% des lots ont été signalées dès le mois de mai et persistaient en fin du mois de juin
- elles portaient en majorité sur des huîtres collées et aussi bien sur des individus d'origine naturelle que des diploïdes et triploïdes d'écloseries
Les analyses zoo sanitaires réalisées sur 13 lots des étangs de Thau et Ingril ont révélé la présence dans 5 des lots de l'herpèsvirus OsHV-1 pouvant être "suspecté" comme facteur intervenant dans les mortalités.
La brusque montée de la température des eaux observée en avril dans l'étang de Thau et en juin dans celui de Leucate, après un hiver relativement doux, au moment de l'effort de reproduction peut avoir été un facteur favorisant la fragilisation et la mort des huîtres.
La recherche des causes des mortalités anormales de plus en plus fréquentes (printanières mais aussi automnales) des naissains et juvéniles devrait être approfondie: physiologie, génétique, zootechnie, paramètres environnementaux…

Annexe 4. Mortalité de naissains en 2009 dans le sud du Bassin de Marennes. Eléments d'épidémiologie.

Dans le cadre des expérimentations de suivi de cheptel (A2), les mortalités surviennent d'abord en claires en fin avril début mai (effet température à confirmer) (1, 2). Sur estran, la mortalité apparaît dans le sud - est du bassin (partie la plus chaude), dès la mi mai (7), et quelques jours plus tard dans le pertuis breton, à la même température de 16-17 °C (8). En écloserie expérimentale de la Tremblade, la mortalité survient plus tard durant la première quinzaine de juin (5) sans doute du fait du faible apport d'eau « neuve » durant les premiers jours (effet de dilution dans les bacs de décantation extérieurs). De la même manière, un lot en claire est affecté par les mortalités 1 à 2 semaines après que les claires aient commencé à boire aux marées de plus fortes amplitudes (début de vives eaux) (3). Dans la situation précédemment décrite, d'autres lots d'huîtres ne vont pas présenter d'épisodes de mortalité (4). Enfin, un lot indemne de toute mortalité et transféré des claires sur estran en fin mai, mettra presque 4 semaines avant de présenter un pic de mortalité (9).

Tableau récapitulatif. Mortalité de naissain en 2009

Réf	Date d'apparition des mortalités	Lieu	Condition	Manip
(1)	fin avril – début mai	claire	lots mélangé	CINDIMOR
(2)	fin avril – début mai	claire	1 lot spécifique A	CINDIMOR
(3)	fin mai – début juin	claire (+ eau littorale)	1 lot spécifique B	CINDIMOR
(4)	très peu de mortalité	claire	2 autres lots C et D	CINDIMOR
(5)	Première quinzaine de juin	écloserie	lots mélangés	CINDIMOR
(6)	3eme semaine de mai	estran	lots mélangés ou séparés	CINDIMOR
(7)	14 mai en Seudre	estran		professionnels
(8)	20 mai dans le Pertuis Breton	filières		professionnels
(9)	24 juin (pic)	Estran	Au bout de 28 jours sur Agnas	MicrobioEco

Ces résultats montrent :

- que la température de 16-17°C marque un seuil de déclenchement des mortalités de naissain
- que l'eau est bien « vecteur » de l'agent infectieux (transmission horizontale). En se déplaçant (hydrodynamique), elle transporte un agent infectieux qui induit des mortalités dans un délai variable de 2 à 4 semaines (sur la bases des informations issues du tableau ci dessus)15
- que des cheptels déplacés d'un environnement « sans risques » dans un environnement « à risques », vont donc se trouver « infectés » soit au contact des autres huîtres, soit au contact de l'environnement (sédiment ou autre…)

15 pour une transmission en cohabitation, entre 4 et 8 jours seulement en pathologie expérimentale (Pépin, com. Pers).

- que des cheptels peuvent échapper aux épisodes de mortalité malgré la « contamination » par une eau « vectrice » ; ce dernier résultat confirmant la complexité de l'interaction « huître – organisme pathogène - environnement » responsable du déclenchement des mortalités chez un lot d'huître.