Les rencontres de l'Ifremer

Les surmortalités des naissains d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*

Journée d'information et d'échanges du 18 janvier 2012

Mai 2012

Ifremer
155 rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-Les-Moulineaux Cedex
Tél (33) 01 46 48 21 00 - Fax (33) 01 46 48 21 21
www.ifremer.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'ALIMENTATION DE LA PÊCHE DE LA RURALITÉ ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Ifremer

Avant-propos

Depuis 2008, la filière ostréicole française fait face à des mortalités très importantes touchant les naissains d'huîtres creuses, *Crassostrea gigas*. Répondant aux missions qui lui sont assignées, l'Ifremer a rapidement lancé, en synergie avec ses partenaires et l'interprofession, des travaux visant à décrire précisément le phénomène, à progresser dans la compréhension de ses causes, et à étudier quelles pouvaient être les contributions à apporter pour une aide à la gestion du phénomène et à la mise en œuvre de pistes de sorties de crise.

Le 18 janvier 2012, l'Ifremer a organisé, avec le soutien du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, une journée d'information et d'échanges dédiée à cette problématique pour :

- présenter une synthèse les connaissances acquises à l'Ifremer depuis 4 ans ;
- présenter les dernières avancées et les perspectives, les projets en cours et à venir ;
- donner une large place à l'échange entre les différents participants.

Cette journée a réuni les ministères, les représentants de la profession conchylicole, les centres techniques régionaux conchylicoles, les laboratoires agréés et reconnus, des organismes de recherche et des universités partenaires.

Ce document retrace les interventions et les échanges qui se sont déroulés pendant cette journée d'information.

Sommaire

Avant-propos **3**

Discours d'introduction **6**

Session 1 : Observer le phénomène des surmortalités **10**

Où et quand les huîtres meurent-elles ? **10**
1. Un Observatoire pour suivre l'évolution de la mortalité et la croissance des huîtres creuses 10
2. Les mortalités de 2008 à 2010 10
3. Les mortalités en 2011 11
4. Détection des agents infectieux 11
5. Influence de la température de l'eau 11
6. Les grandes tendances de l'évolution des mortalités de 2009 à 2011 12
7. Evolution du protocole de l'Observatoire pour 2012 12
8. Le site web de l'Observatoire conchylicole 13

Quels sont les agents infectieux détectés lors des épisodes de surmortalités ? **14**
1. Les acteurs de la surveillance de la santé des coquillages 14
2. Une hausse de mortalité reconnue par les instances institutionnelles 14
3. Les différents types d'agents infectieux 14
4. La détection d'agents infectieux 15
5. Conclusion 16

Echanges avec l'auditoire **17**

Session 2 : Comprendre le phénomène des surmortalités **20**

Les agents infectieux détectés sont-ils responsables des mortalités ? Analyses in situ **20**
1. Variabilité spatio-temporelle de la survie : rivière de Pénerf 20
2. Spatialisation des mortalités : étang de Thau 21
3. Etang de Thau : corrélation entre les quantités d'ADN OsHV-1et celles du groupe bactérien *Vibrio splendidus* 22
4. Etang de Thau : fréquence de détection des agents infectieux et relation avec la survie 22
5. Conclusion 22

Les agents infectieux détectés sont-ils responsables des mortalités ? L'approche en laboratoire **23**
1. Induction de mortalités par injection de broyats d'huîtres moribondes 23
2. Induction de mortalité par déploiement d'huîtres « saines » sur le terrain 24
3. Elaboration de modèles d'infection expérimentale par le virus OsHV-1 par injection et balnéation 25
4. Elaboration de modèles d'infection expérimentale par des vibrions par injection et balnéation ... 25

Pourquoi certaines huîtres meurent-elles et pas d'autres ? Potentiel de résistance et d'amélioration par la sélection génétique **26**
1. Introduction 26
2. La prise en compte de la diversité génétique 26
3. Quelles différences entre les huîtres survivantes et non-survivantes ? 27
4. Variabilité des performances entre familles biparentales 28
5. Quelles réponses associées à la sélection expérimentale ? 28
6. Conclusion 30

L'environnement d'élevage et les pratiques culturales ont-ils un effet sur les surmortalités ? **31**
1. Synthèse des connaissances 31
2. Méthodologie en vue d'une généralisation des résultats et de l'élaboration de recommandations 32
3. Conclusion 32

Synthèse des travaux des Centres techniques aquacoles conduits au niveau régional en réponse aux mortalités d'huîtres **34**
1. La caractérisation des mortalités 34
2. Le suivi des agents pathogènes 35
3. Le test des facteurs zootechniques 36
4. Évaluation des « progrès » génétiques 37

5. La perception des mortalités 38
6. Conclusion 38
Echanges avec l'auditoire 39

Session 3 : Soutenir la gestion et aider à la décision 45

Quelles solutions de sortie de crise et quelles mesures de plan de soutien suite aux assises de la conchyliculture ? 45
1. Objectifs du plan de sauvegarde 45
2. Bilan en septembre 2011 des taux de mortalité du naissain produit pour le plan de sauvegarde 2010 45
3. Bilan prévisionnel des plans de sauvegarde 2011 et 2012 46
4. Importation de naissains de pays tiers hors Union Européenne 46
5. La sélection collective à des fins de captage orienté 47
6. Mise en place d'une procédure de certification des naissains d'écloserie et de captage 48
7. Promouvoir des recherches sur les liens entre l'environnement, les pratiques culturales et les coquillages 48
8. Constituer un réseau national des centres techniques conchylicoles 48
La gestion des transferts peut-elle permettre de lutter contre les surmortalités ? 49
1. Contexte 49
2. Transferts d'huîtres en Charente-Maritime 49
3. Développement de réseaux de laboratoires au plan national 50
4. Conclusion 51
Quelles sont les recherches en cours et à venir ? Un point sur le projet européen Bivalife 52
Echanges avec l'auditoire 54

Conclusion générale 56

Pour en savoir plus 58

Contacts Ifremer 58

Remerciements 58

Discours d'introduction

Cécile BIGOT, Directrice adjointe, Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire

Bonjour à toutes et à tous, bienvenue à cette journée d'information. Je vous présente mes meilleurs vœux pour l'année qui commence. Ils s'adressent en particulier à la filière ostréicole, confrontée depuis quatre ans à ce phénomène de surmortalité des huîtres creuses auquel nous sommes tous très sensibles.

Nous nous réjouissons donc d'accueillir ces rencontres de l'Ifremer dans les locaux du ministère, et de témoigner ainsi de l'importance qu'accorde le ministre Bruno Lemaire à ce phénomène de surmortalité.

Les exposés et les débats d'aujourd'hui vont permettre de faire le point sur l'état d'avancement de la recherche, pour identifier les causes du phénomène et dresser des pistes de sortie de crise. J'en profite pour remercier les équipes de l'Ifremer pour leur implication depuis l'apparition du phénomène. De son côté, le ministère s'est engagé depuis 2008 aux côtés des ostréiculteurs pour les aider à passer les années les plus difficiles. Il était fondamental à cet égard de mener des travaux de recherche et développement, comme l'a fait l'Ifremer, avec le soutien financier du ministère, pour déterminer les causes de ce phénomène et identifier des pistes pour sortir de cette crise. Des travaux ont été engagés en vue d'importer des huîtres résistantes de pays tiers. Deux plans de sauvegarde ont également été mis en place depuis 2010. Un troisième est sur les rails pour 2012. Par ailleurs, le lancement d'un appel à projet, avec le soutien financier du ministère et des six conseils régionaux concernés, va permettre de lancer le programme de sélection génétique SCORE[1], porté par le CNC[2] avec un consortium réunissant l'ensemble des acteurs de la filière. Ce programme devrait être engagé de façon opérationnelle dans les prochaines semaines.

Dans ce contexte, l'échange, le dialogue ainsi que le travail partenarial sont essentiels pour avancer. Voilà pourquoi notre réunion d'aujourd'hui est importante. Je ne doute pas que les débats seront fructueux et constructifs.

Jean-Yves PERROT, Président-Directeur général de l'Ifremer

Je profite de ce moment pour vous présenter tous mes vœux, et plus particulièrement à la filière conchylicole. Je remercie également le ministère de l'agriculture de nous accueillir.

Ce rendez-vous est désormais presque habituel car il ne s'agit pas de la première édition de nos rencontres. Cette année, nous avons voulu lui donner un caractère un peu différent. Tout d'abord, parce que nous l'organisons ici à Paris. Ensuite, parce qu'il se tient à un moment assez crucial, car nous sommes toujours en présence de cette crise et que même si des progrès ont été accomplis, les difficultés sont encore très loin d'être résolues. Cette journée fera le point sur le chemin parcouru, et sur les perspectives pour 2012.

Pour autant, plusieurs points positifs doivent être relevés. Pour commencer, nous avons progressé dans la compréhension des facteurs de cette crise. Ensuite, nous sommes parvenus à réduire les délais de restitution des résultats de nos analyses, ce qui est essentiel, y compris pour mieux tenir compte des contraintes commerciales de la profession. Enfin, nous avons progressé dans la recherche de solutions, notamment à travers l'exploration des pistes génétiques.

2012 sera donc une année cruciale et constituera à ce titre un moment de vérité, d'autant plus que l'année s'ouvre dans un contexte encourageant. En effet, la perspective de la mise en service de la plate-forme régionale d'innovation de Bouin constitue un point essentiel. De plus, la réponse à l'appel d'offres que la profession est en train de préparer dans le cadre du projet SCORE constitue lui aussi un élément positif. De

[1] SCORE : « Sélection Collective de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, à des fins de captage orienté »
[2] CNC : Comité National de la Conchyliculture

même, l'entrée en vigueur ces jours-ci d'un projet européen, Bivalife, viendra certainement compléter nos travaux. Enfin, la perspective de la création d'un centre de recherche sur l'huître en Normandie, en partenariat avec l'université de Caen, constitue également un élément extrêmement positif.

Trois mots caractérisent l'état d'esprit des équipes de l'Ifremer en ce début d'année 2012. Le premier est la mobilisation ; toutes les équipes sont en effet mobilisées de façon constante pour résoudre cette crise et la passion qui les anime n'a d'égale que la passion que vous avez pour votre métier. Le deuxième mot est dialogue. Il permet de clarifier les responsabilités respectives des uns et des autres. De ce point de vue, tout ce qui peut renforcer le rôle des centres techniques, grâce à la mise en place d'un réseau national, est essentiel. La qualité du dialogue entre les acteurs est un élément essentiel de l'évolution actuelle. Le troisième mot est coopération, ce qui suppose de renforcer encore et toujours le travail en réseau. L'Ifremer n'a aucun monopole dans le domaine de la recherche. Certes, nous menons une mission d'observation, de surveillance et de recherche, mais plus que jamais, je souhaite que cette mission soit menée sur un mode partenarial, notamment avec les universités, afin de dégager ensemble les solutions dont votre profession a besoin. Nous devons nous tourner ensemble vers l'avenir et définir en commun les actions à mener en 2012 pour aller plus loin ensemble. C'est dans cet esprit que cette journée a été préparée. J'attends donc que nos échanges soient francs et directs.

Benoît BELIAEFF, Directeur du Département Ressources Biologiques et Environnement de l'Ifremer

Je souhaite faire un point sur notre organisation en interne à l'Ifremer et notre stratégie. Commençons par la présentation de notre organigramme. Nous disposons de quatre grands départements scientifiques, directement rattachés au Président-Directeur général de l'Ifremer :

- le Département Ressources Biologiques et Environnement ;
- le Département Ressources physiques et Ecosystèmes de fond de Mer ;
- le Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes ;
- le Département Infrastructures Marines et Numériques.

Le Département Ressources Biologiques et Environnement (RBE) a pour mission de favoriser l'excellence de la recherche pour plus de réactivité et d'efficacité vis-à-vis des demandes institutionnelles et sectorielles pour une pêche et une aquaculture durables, enjeux majeurs pour le Département RBE. Il regroupe 450 personnes, réparties en 17 unités de recherche, dont les 5 unités ultramarines (Guyane, Martinique, La Réunion, Tahiti, Nouvelle-Calédonie), avec en plus la délégation de Saint-Pierre et Miquelon.
De son côté, l'organisation de la thématique Conchyliculture compte trois unités de recherche :

- l'unité de recherche « Amélioration génétique, Santé Animale et Environnement » localisée à La Tremblade et Bouin ;
- l'unité de recherche « Physiologie Fonctionnelle des Organismes Marins » localisée à Brest et Argenton ;
- l'unité de recherche « Biologie des Organismes Marins Exploités » localisée à Montpellier et Palavas.

En collaboration avec ces trois unités de recherche, le Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes gère les Laboratoires Environnement Ressources (LER) de l'Ifremer qui participent de manière significative à l'effort collectif d'observation et de recherche en étant situés directement sur le terrain.

Par ailleurs, de manière à assurer une animation transversale des entités de l'Ifremer, un comité scientifique « Santé des Bivalves Exploités », animé par René Robert, a été mis en place. Il va permettre de mutualiser nos moyens, pour être encore plus efficaces. Cette initiative garantit le maintien de la cohérence scientifique de nos actions, assure de bonnes conditions d'échange des informations en interne de manière à travailler tous ensemble dans la même direction. Elle favorise également une économie de moyens.
Dans ce cadre, Jean-Pierre Baud, Coordinateur Transversal Conchylicole à l'Ifremer, assure l'interface entre les départements scientifiques, nos partenaires institutionnels (le MAAPRAT[3] et les collectivités) et le secteur professionnel (CNC[4], CRC[5], les écloseries).

Notre démarche scientifique repose sur l'étude conjointe de l'hôte, de l'environnement et des agents pathogènes (vibrions et virus). Comprendre la surmortalité des juvéniles de *Crassostrea gigas* (l'hôte) requiert des connaissances sur la biologie et la physiologie de l'huître creuse, sur ses capacités de résistance à l'infection virale, liées aux qualités de son matériel génétique. Cette résistance pourra s'exprimer de façon différente selon les conditions environnementales dans lesquelles se trouve l'animal, qu'il s'agisse des paramètres physico-chimiques de l'eau comme la température, de la présence de phytoplancton toxique ou bien de pesticides susceptibles d'amoindrir les défenses immunitaires. Notre métier vise ainsi à acquérir suffisamment de connaissances fondamentales pour proposer des pistes de solutions à mettre en œuvre par la filière. Ce socle de connaissances est essentiel pour être réactifs et anticiper les éventuelles crises à venir.
Pour mener à bien cette mission, nous recensions en 2011 environ 70 Equivalents Temps Plein consacrés aux différents projets d'observation et de recherche. A cela s'ajoutent huit thèses de doctorat en cours de réalisation. Nous disposons de financements issus du MAAPRAT (DGAL[6] et DPMA[7]) pour l'observation et

[3] MAAPRAT : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire
[4] CNC : Comité National de la Conchyliculture
[5] CRC : Comités Régionaux de la Conchyliculture
[6] DGAL : Direction générale de l'alimentation
[7] DPMA : Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture

l'expertise analytique, des régions, ainsi que de l'Agence Nationale de la Recherche et de l'Europe pour les activités de recherche. Notre stratégie vise à continuer les recrutements dans les disciplines clefs, mais aussi à développer et amplifier les partenariats, car comme cela a été rappelé, l'Ifremer n'a pas le monopole de la recherche. Nous collaborons naturellement avec les structures académiques, les centres techniques conchylicoles et le secteur professionnel. Par exemple, nous sommes partenaires du projet SCORE[8] piloté par le CNC, en réponse à l'appel d'offres du MAPRAAT sur la sélection collective.

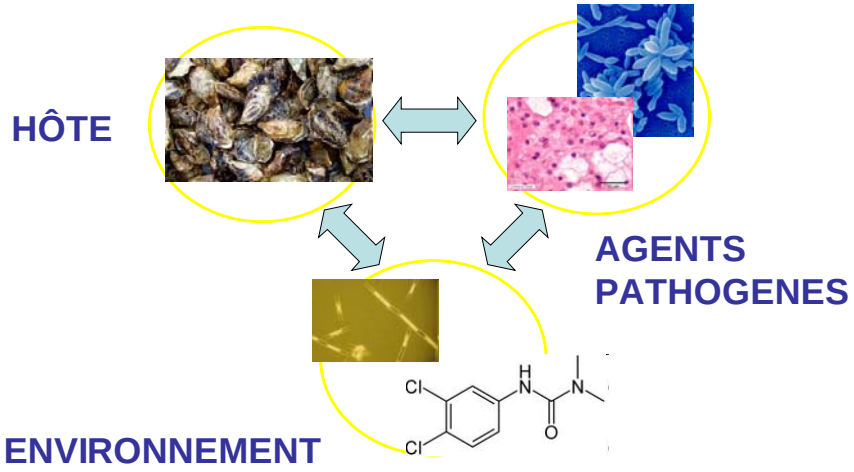

Figure 1. Sur la thématique de la Santé des Bivalves Exploités, la démarche scientifique de l'Ifremer repose sur l'étude conjointe de l'hôte, de l'environnement et des agents pathogènes (vibrions et virus).

[8] SCORE : « Sélection Collective de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, à des fins de captage orienté »

Session 1 :
Observer le phénomène des surmortalités

OU ET QUAND LES HUITRES MEURENT-ELLES ?

Edouard BEDIER, Responsable de l'Observatoire conchylicole

En introduction de cette journée, il est utile de replacer les surmortalités dans leur contexte et d'utiliser pour cela les données recueillies dans le cadre de l'Observatoire conchylicole.

L'Observatoire national conchylicole de l'Ifremer a été mis en place en 2009, suite au phénomène de surmortalités observé en 2008, et fait l'objet depuis 2011 d'une convention avec la DGAL[9]. Il compte 14 sites ateliers répartis sur le littoral français, qui sont visités avec une fréquence de passage bimensuelle. L'Observatoire est mis en œuvre par les Laboratoires Environnement Ressources (LER) de l'Ifremer, le laboratoire de Physiologie des Invertébrés du Centre Ifremer Bretagne (LPI) et le SMEL[10] pour la côte ouest Cotentin. Il fait appel à certains bureaux d'études pour des prélèvements, et aux ostréiculteurs pour l'accueil sur les concessions.

1. Un Observatoire pour suivre l'évolution de la mortalité et la croissance des huîtres creuses

L'objectif principal de l'Observatoire est de suivre sur les différents bassins ostréicoles français, l'évolution de la mortalité et de la croissance des huîtres creuses avec une prise en compte de la diversité des sources d'approvisionnement en naissain. Pour ce faire, plusieurs lots d'huîtres, dites sentinelles du fait de leur fonction d'alerte vis-à-vis de l'apparition des mortalités, ont été suivis en 2011. Pour autant, précisons que l'Observatoire n'a pas pour objectif de tester la supériorité des différents types de naissain les uns par rapport aux autres.

Parallèlement à ces actions, l'Observatoire a mis en oeuvre sur ses sites un réseau de sondes d'enregistrement en haute fréquence des paramètres de température et de salinité, qui transmettent ces données en temps réel. Huit sites ont été équipés en 2011, et l'ensemble des sites le sera en 2012.

2. Les mortalités de 2008 à 2010

L'Ifremer suit l'évolution des mortalités de naissain depuis 1995 dans le cadre de son réseau REMORA[11], qui a été remplacé en 2009 par l'Observatoire conchylicole. Les données historiques montrent qu'entre 1995 et 2007, les taux de mortalité sont restés stables au niveau national, et situés aux alentours de 15 %. L'année 2008 montre un accroissement brutal, qui marque nettement le début de la crise. Malgré une variabilité due aux lots suivis, le taux reste élevé depuis 2008, le niveau 2011 atteignant 63% en moyenne nationale.

Entre 1995 et 2008, les chiffres de mortalité issus de REMORA ne recouvrent que le seul naissain de captage suivi sur cette période. A partir de 2009, ont été introduites dans le suivi de l'Observatoire différentes origines de naissains issus de captage ou d'écloseries. Le détail des résultats obtenus sur ces différents lots entre 2009 et 2011 montre, selon les années, une forte variabilité dans la réponse de chacun de ces lots et types de naissain. Ainsi, le niveau de mortalité ne peut être attribué à la seule origine du lot.

[9] DGAL : Direction générale de l'alimentation
[10] SMEL : Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral
[11] REMORA : REseau MOllusques des Rendements Aquacoles

3. Les mortalités en 2011

En 2011, les taux de mortalité finaux atteignent 73 % sur les naissains issus de captage et 43 % sur les naissains issus d'écloserie. Ces valeurs sont variables selon les sites, sans qu'aucune tendance géographique ne se détache clairement. A titre de comparaison, la classe d'âge « 18 mois » suivie sur les mêmes sites a présenté une mortalité moyenne de 6,2 %.

En 2011, les premières mortalités ont été observées dès la mi-avril sur l'étang de Thau. Elles sont apparues sur la côte atlantique dès le début du mois de mai, en touchant le bassin d'Arcachon et la baie de Bourgneuf, mais dès la deuxième quinzaine de mai, l'ensemble des sites de l'Atlantique étaient touchés. Début juin, alors que les mortalités se stabilisaient sur la côte atlantique, elles apparaissaient en Manche, à l'exception du site de la baie de Morlaix, sur lequel le phénomène de mortalité ne s'est manifesté qu'à partir de la mi-juin. Entre la mi-juin et début juillet, les côtes est puis ouest du Cotentin ont été touchées, ainsi que le site en eau profonde situé sur la baie de Quiberon au début du mois de juillet. La situation s'est stabilisée durant le mois d'août malgré l'apparition d'une seconde vague de mortalité notamment en Bretagne sud et en baie de Bourgneuf.

4. Détection des agents infectieux

La recherche d'agents infectieux (herpès virus OsHV-1 et bactéries du groupe *Vibrio splendidus*) a été effectuée sur chaque site au moment des mortalités sur l'ensemble des lots présents. Malgré une grande variabilité dans les fréquences de détection, l'analyse des résultats montre la tendance suivante : la fréquence de détection d'ADN viral est positivement corrélée au taux de mortalité, permettant de mettre statistiquement en évidence trois groupes de cheptel : l'huître âgée de 18 mois, le naissain d'écloserie et le naissain de captage (sans que l'on puisse différencier le site de captage, Arcachon ou Marennes). A l'inverse, la présence de bactéries du groupe *Vibrio splendidus* est observée quel que soit le taux de mortalité final, et ce quel que soit le type de naissain analysé.

5. Influence de la température de l'eau

La comparaison sur 2010 et 2011, en matière d'évolution de la température de l'eau et de l'apparition des mortalités, montre des différences entre les deux années. En 2011, la période d'avril à mai a montré un « excès thermique » par rapport à la même période sur 2010, avec une évolution plus régulière de la montée en température, sans les montées brutales de température qui ont caractérisé le mois de mai 2010. Ainsi sur Arcachon, le dépassement de la température de 16°C, considérée comme indicatrice de la montée en température, a eu lieu aux alentours du 7 avril, et la survenue du pic de mortalité aux alentours du 2 mai, soit près d'1,5 mois d'avance par rapport à 2010 (où le pic de mortalité avait eu lieu mi-juin). La même configuration prévaut sur la plupart des sites, comme par exemple dans le golfe du Morbihan.

A l'opposé, en Manche, le site situé sur la côte ouest du Cotentin présente une évolution quelque peu différente. Si ce secteur présente, comme en Atlantique, un excès thermique sur la période printanière, la température indicatrice de 16°C n'est dépassée qu'à la fin du mois de mai. La mortalité apparaît plus diffuse sur ce site, et étalée entre avril et juillet.

Si l'on considère la température de 16°C comme indicatrice de la montée thermique le long du littoral, le suivi de l'apparition de cette température sur le littoral montre qu'il existe une corrélation significative entre le passage à cette température et la survenue des pics de mortalité, avec une progression de ces derniers du sud vers le nord. Ceci montre l'importance de l'évolution thermique sur l'apparition des mortalités.

6. Les grandes tendances de l'évolution des mortalités de 2009 à 2011

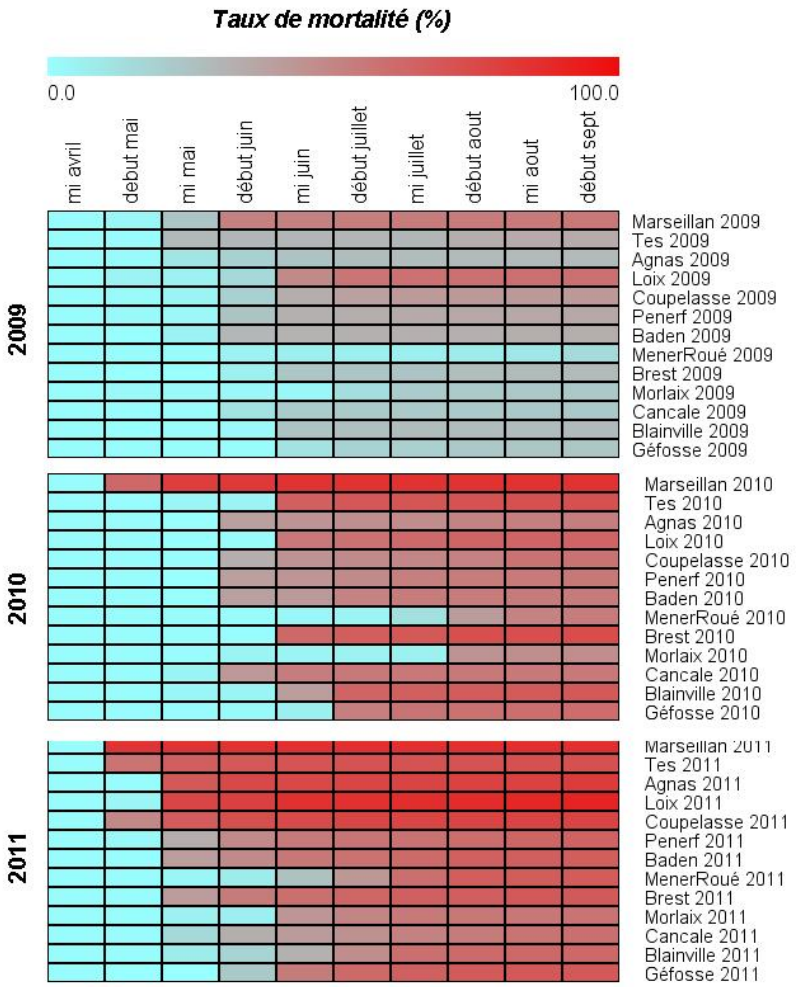

Figure 2 : Comparaison de l'apparition et de l'intensité des mortalités sur les sites de l'Observatoire conchylicole sur la période 2009- 2011 (référence : naissain de captage Arcachon)

Ce diagramme donne une vision synthétique des mortalités entre 2009 et 2011. Chaque bloc représente horizontalement le mois de l'année (d'avril à gauche, à septembre à droite), et verticalement les différents sites du sud (en haut) au nord (en bas). L'intensité des mortalités est signalée par une variation de couleur du bleu (0% de mortalité) au rouge (100% de mortalité). Cette représentation permet de mettre en évidence une amplification du phénomène entre 2009 et 2011, avec une intensification croissante et une survenue plus précoce en début du printemps. Par ailleurs, certains sites relativement préservés en 2009 et 2010, comme la baie de Morlaix ou la baie de Quiberon, sont touchés par le phénomène en 2011.

7. Evolution du protocole de l'Observatoire pour 2012

Le réseau de l'Observatoire a pour objectif de constituer la meilleure représentation possible de l'évolution du phénomène des surmortalités au niveau national. Pour ce faire des modifications seront apportées en 2012 au protocole, de manière à renforcer la robustesse du dispositif, notamment en terme de représentativité des origines de naissain utilisées au sein de la filière, et d'intégrer ainsi la variabilité issue de ces différentes origines. Chaque type de naissain (captage et écloserie) sera ainsi constitué de 3 lots de naissains d'origines différentes. Le dispositif 2011 (2 lots de captage issus d'Arcachon et de Marennes, et un

lot issu d'écloserie) sera ainsi complété par du naissain capté sur la baie de Bourgneuf, et par du naissain provenant de 2 autres écloseries. Cet effort supplémentaire doit permettre d'introduire dans le dispositif la variabilité rencontrée dans les pratiques professionnelles. Par ailleurs, la connexion avec le réseau de pathologie des mollusques REPAMO[12] de l'Ifremer sera développée pour une meilleure complémentarité.

8. Le site web de l'Observatoire conchylicole

Toutes les informations collectées par le réseau de l'Observatoire sont disponibles en temps quasi-réel sur un site internet dédié : wwz.ifremer.fr/observatoire_conchylicole. Les données détaillées, ainsi que l'accès aux rapports sont accessibles via une passerelle extranet, à laquelle il est possible de s'abonner sur demande à l'adresse : observatoire_conchylicole@ifremer.fr.

L'ensemble des données présentées ont été recueillies dans le cadre de l'Observatoire conchylicole par les équipes des Laboratoires Environnement Ressources (LER) de l'Ifremer, du Laboratoire de Physiologie des Invertébrés du Centre Ifremer Bretagne (LPI) et du Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral (SMEL) pour la côte ouest Cotentin.

[12] REPAMO : Réseau de Pathologie des Mollusques

QUELS SONT LES AGENTS INFECTIEUX DETECTES LORS DES EPISODES DE SURMORTALITES ?

Tristan RENAULT, Responsable de l'Unité Amélioration Génétique, Santé Animale et Environnement (AGSAE) de l'Ifremer

Il est important de commencer par rappeler quelques éléments contextuels, en présentant les acteurs de la surveillance de la santé des coquillages au niveau national.

1. Les acteurs de la surveillance de la santé des coquillages

Au ministère en charge de l'agriculture, la DGAL (Direction générale de l'alimentation) est l'autorité compétente en matière de surveillance des maladies des mollusques marins. Elle est représentée localement par les DDTM (Directions Départementales des Territoires et de la Mer). L'Ifremer est également un acteur de la surveillance, en particulier à travers le réseau REPAMO (RÉseau de Pathologie des Mollusques) créé en 1992, mais également au travers de ses missions de Laboratoire National de Référence (LNR) pour les maladies des mollusques marins. Bien évidemment, les professionnels restent de leur côté des acteurs fondamentaux, notamment en cas d'évènements de mortalité anormale. Puisqu'ils sont aux avant-postes, ils sont également les premiers à pouvoir signaler les surmortalités aux services de l'Etat. Plus récemment, d'autres acteurs sont venus s'ajouter, comme les réseaux de laboratoires, dont les neuf laboratoires départementaux d'analyse agréés.

2. Une hausse de mortalité reconnue par les instances institutionnelles

La notion de hausse de mortalité est définie par la Directive européenne 2006/88/CE dont l'objet est de réglementer les transferts d'animaux en aquaculture : c'est un « *accroissement inexpliqué et significatif de la mortalité au-delà du niveau considéré comme normal pour l'exploitation aquacole ou le parc à mollusques concernés dans les conditions habituelles. Le niveau d'accroissement à désigner comme une hausse de la mortalité doit être convenu pour l'exploitant et l'autorité compétente ».* A noter que le niveau de mortalité dit « normal » est avant tout défini par l'exploitant et l'autorité compétente.
En cas de hausse de mortalité, la mise en place d'une épidémio-surveillance au travers du réseau REPAMO permet de rechercher des agents infectieux susceptibles d'être à l'origine des mortalités observées. Les agents infectieux recherchés peuvent être classés en 3 catégories principales : des agents dits exotiques, autrement dit connus mais non présents en France et en Europe ; des agents endémiques répertoriés en France et déjà connus comme associés à des phénomènes de mortalité ; enfin, des agents émergents, lesquels sont soit des agents nouveaux non encore décrits, soit de nouvelles souches d'un agent infectieux connu.

3. Les différents types d'agents infectieux

Une liste d'agents infectieux réglementés a été établie au niveau européen dans le cadre de la directive citée plus haut. Cette liste compte cinq agents pathogènes (parasites protozoaires : *Bonamia ostreae*, *Marteilia refingens*, *Bonamia exitiosa*, *Perkinsus marinus* et *Mikrocytos mackini*), responsables de maladies. Au niveau international, l'OIE (Office International des Epizooties ou Organisation mondiale pour la Santé Animale) a également établi une liste intégrant quatre des cinq parasites listés par l'Union Européenne : le parasite *Mycrocytos mackini* est listé au niveau européen, mais pas au niveau international. La liste établie par l'OIE comprend également le parasite *Perkinsus olseni*, une bactérie (*Xenohaliotis californiensis*) et un virus (herpès virus des ormeaux). A noter également qu'au niveau européen, aucun virus ni aucune bactérie ne sont à déclaration obligatoire. Par conséquent, aucune réglementation ne s'applique à leur égard. Toutefois, la recherche du virus OsHV-1 a été rendue obligatoire dans le cadre d'un règlement spécifique, entre mars 2010 et avril 2011, en cas de hausses de mortalité des huîtres creuses.

Le virus OsHV-1 est le principal agent pathogène, non réglementé, mais régulièrement détecté lors d'épisodes de mortalité, susceptible d'avoir un impact économique sur l'ostréiculture française. Il a été identifié dans le pays depuis le début des années 90. Il est associé à des épisodes de mortalité aussi bien en écloserie nurserie que dans le milieu naturel. Il existe également différentes bactéries appartenant au genre *Vibrio* de trois types différents associées à des phénomènes de mortalité : l'espèce *Vibrio aestuarianus,* le groupe *Vibrio splendidus (*groupe complexe au sein duquel coexistent des souches pathogènes et des souches non pathogènes), et l'espèce *Vibrio harveyi*.

4. La détection d'agents infectieux

Le protocole d'épidémio-surveillance existant (REPAMO) a été mis en œuvre lors des épisodes de hausse de mortalités observées chez les huîtres creuses en 2008. Ce protocole repose sur des prélèvements d'huîtres (essentiellement des animaux de moins de 18 mois) dont le nombre a varié entre 2008 et 2011. En effet, avec la mise en place de l'Observatoire conchylicole en 2009, des échantillons collectés par l'ensemble des sites de l'Observatoire ont été analysés et intégrés aux analyses en 2010. Par ailleurs, en 2011, la DGAL (cf. note de service DGAL/SDSPA/N2011-8147) a requis de collecter et d'analyser les échantillons de l'Observatoire conchylicole dans le cadre de REPAMO, au moment de la première déclaration de mortalité, ce qui a eu pour conséquence de réduire le nombre de prélèvements.

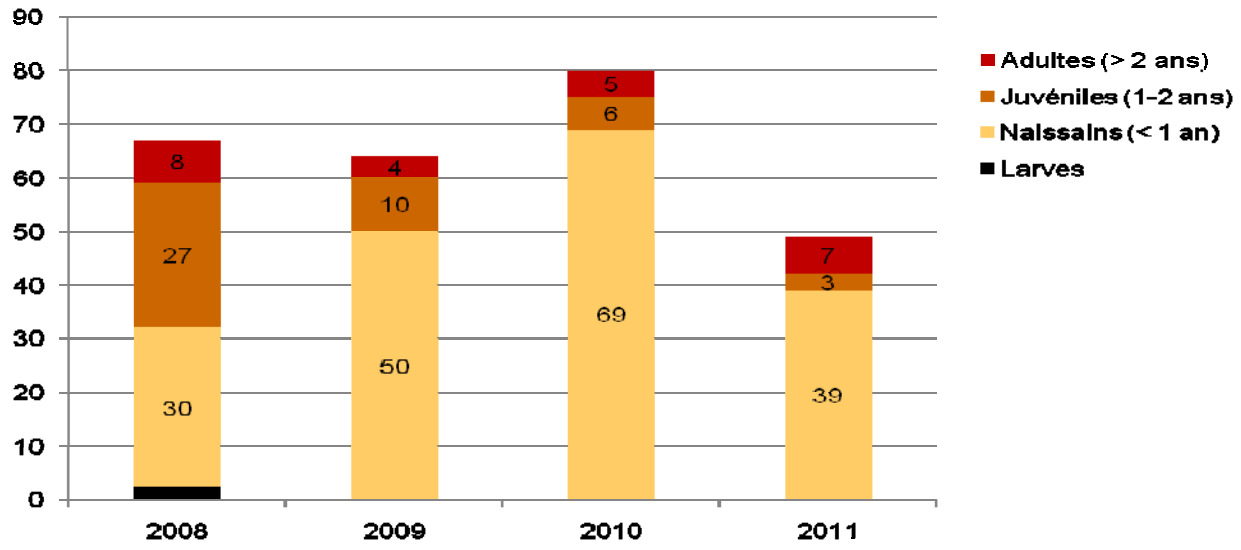

Figure 3 : nombre d'échantillons d'huîtres creuses de différentes classes d'âge (adultes, juvéniles, naissains, larves) prélevés et analysés par année dans le cadre de REPAMO, entre 2008 et 2011.

Les **analyses histologiques** réalisées sur les huîtres par l'Ifremer ont permis de constater l'absence de détection d'agents infectieux réglementés indiquant que les mortalités observées n'étaient pas liées à la présence d'un agent infectieux exotique introduit en France.

Les analyses virologiques ont consisté à rechercher le virus OsHV-1 par des techniques de biologie moléculaire (recherche de l'ADN viral dans la chair de l'huître). Ces analyses ont été réalisées par l'Ifremer en 2008 et 2009. A partir de 2010, cinq laboratoires agréés ont également participé à la recherche de ce virus, puis 9 en 2011. Ce travail a permis de constater qu'entre 65% et 90% des échantillons étaient positifs, c'est-à-dire contenaient de l'ADN viral OsHV-1. En 2010, un génotype particulier (OsHV1-µVar, détecté dès 2008) a été retrouvé dans 100% des cas analysés. En 2011, ce génotype a été retrouvé dans 89% des cas.

Les analyses bactériologiques ont été réalisées par l'Ifremer en 2008 et 2009. A partir de 2010, des laboratoires agréés ont été impliqués et ont réalisé la majorité des analyses. En fonction des années, 45% à 85% des cas analysés ont révélé la présence de bactéries appartenant au groupe *Vibrio splendidus.* Le pourcentage de détection de l'ADN de l'espèce *Vibrio aestuarianus* varie quant à lui de 7% à près de 45%.

De ces résultats, il apparaît que les bactéries du groupe *V. splendidus* ont été largement détectées depuis 2008, même si des variations importantes sont observées. Par ailleurs, il est à noter qu'entre 2008 et 2011, plusieurs cas de co-détection d'agents infectieux (bactéries et virus détectés ensemble) ont également été rapportés.

Devant l'ampleur du phénomène de mortalités, des analyses complémentaires ont été réalisées également à partir de 2008. Des actions de séquençage ciblant un gène couramment utilisé en taxinomie ont été menées pour identifier des isolats bactériens autres que le *Vibrio aestuarianus* et le *Vibrio splendidus.* L'objectif, dans ce cadre, était de détecter la présence d'autres bactéries majoritaires susceptibles d'être à l'origine des mortalités observées. Ces analyses complémentaires ont notamment permis de détecter en particulier des bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio tapetis,* responsable de la maladie de l'anneau brun touchant les palourdes, ou à l'espèce *Vibrio harveyi,* impliquée dans des phénomènes de mortalités de différentes espèces aquatiques.

Un travail de séquençage de deux régions du génome du virus OsHV-1 a été également mené afin de préciser si le virus détecté en 2008 était identique à celui décrit auparavant en France (virus dit « de référence »). **Ce travail a permis de mettre en évidence une forme particulière du virus appelée µVar**, forme détectée en 2008 dans 47% des cas de détection du virus. Dans les 53 % restants, c'était la forme de référence qui était retrouvée cette même année. La forme µVar est caractérisée par 26 différences sur deux gènes différents par rapport au virus de référence. Par conséquent, on ne peut utiliser le terme µVar que lorsque ces 26 différences sont bien détectées.

En 2009, des travaux de séquençage ont permis de retrouver le génotype OsHV-1 µVar dans 100 % des cas analysés. **Une technique de PCR conventionnelle, spécifique de la forme µVar a été développée**. Cette PCR est plus rapide et moins onéreuse que le séquençage. Elle a montré que pour l'ensemble des 60 échantillons trouvés positifs pour le virus OsHV-1 (détection générique), c'était la forme µVar qui était présente.

Enfin, en 2008, des analyses en **microscopie électronique** ont aussi été réalisées et ont permis la détection de particules virales présentant toutes les caractéristiques morphologiques du virus OsHV-1. Elles ont concerné un petit nombre d'échantillons collectés sur le terrain (5), car il s'agit d'une technique lourde à mettre en œuvre. En revanche, elle est la **seule technique aujourd'hui permettant de *visualiser* les virus**. Il est important de rappeler que si les techniques moléculaires (PCR[13], et PCR en temps réel) sont des techniques rapides, spécifiques et aisées à mettre en œuvre, elles ne correspondent qu'à la détection de l'ADN du virus.

5. Conclusion

En conclusion, il faut retenir qu'aucun agent infectieux réglementé n'a été détecté pour l'ensemble des lots analysés. En revanche, le virus OsHV-1, associé à un génotype nouvellement rapporté, « µVar », a été détecté dans la majorité des lots testés en France. Le virus OsHV-1 sous sa forme µVar a également été identifié en Irlande, à Jersey et au Royaume-Uni. Des bactéries du groupe *Vibrio splendidus* ont été retrouvées dans 45% à 85% des lots. Cependant, il est important de préciser qu'il s'agit d'une détection générique et non ciblée des souches bactériennes pathogènes. Cette détection est donc générale et ne permet pas de savoir si l'agent détecté est susceptible d'induire des mortalités. La détection de bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio aestuarianus* dans 8% à 35% des cas, ainsi que de nombreux cas de co-détection de virus OsHV-1 et de *Vibrio splendidus* ont été rapportés.

[13] PCR : « Polymerase Chain Reaction » : technique de diagnostic moléculaire permettant d'amplifier un matériel génétique ciblé.

ECHANGES AVEC L'AUDITOIRE

De la salle

La forme virale µVar est-elle originaire de France ou bien a-t-elle été importée ?

Tristan RENAULT, Ifremer

La question de l'origine de la forme µVar peut être posée. Trois hypothèses principales peuvent être émises sur ce point.
La première est que la forme µVar aurait pour origine le virus décrit en France depuis le début des années 90 (virus de référence) qui aurait par la suite subi des mutations récentes. Cette hypothèse semble pouvoir être rejetée aujourd'hui, car 26 différences ont été identifiées entre les deux formes virales. Du fait du taux de mutations connu pour les herpès virus, les différences sont trop nombreuses pour être survenues récemment.
La deuxième hypothèse consiste en l'introduction d'un virus originaire d'autres pays.
Enfin, la troisième repose sur le constat qu'il existe une biodiversité des micro-organismes, et donc une biodiversité au niveau du virus OsHV-1 également. Des conditions particulières rencontrées ces dernières années, comme par exemple les conditions météorologiques de 2008, auraient pu favoriser la prééminence d'une forme du virus plutôt qu'une autre.

Il n'est pas aujourd'hui possible de trancher entre ces deux dernières hypothèses. Des échantillons d'huîtres creuses de différentes origines, notamment provenant du Japon et de Nouvelle-Zélande, ont permis de retrouver des formes proches de la forme µVar, associées à des phénomènes de mortalité. Il faut appréhender ces résultats avec précaution, car les formes observées, si elles restent proches du µVar, affichent aussi des différences.
La question reste donc ouverte. L'objectif de la recherche actuelle est d'aller plus loin dans l'étude de la phylogénie du virus OsHV-1 afin de mettre en évidence ses différences selon ses origines géographiques et d'avoir une idée plus précise sur ce qui existe aujourd'hui en France.

Michel MATHIEU, Université de Caen

Avez-vous des informations supplémentaires au sujet de la co-détection du virus et de bactéries du groupe *Vibrio ?* Existe-t-il des lots qui ne présentent pas des taux aussi importants de mortalité ?

Tristan RENAULT, Ifremer

Au travers de la procédure mise en œuvre dans le cadre du réseau REPAMO, nous suivons uniquement les cas de hausses de mortalité. De fait, nous disposons de moins d'informations concernant les lots ne présentant pas ou peu de mortalité. L'objectif de la procédure actuelle est bel et bien de prélever des lots d'animaux présentant de forts taux de mortalité.
Il est vrai en revanche que la situation est plus complexe avec les bactéries du groupe *Vibrio splendidus,* qui regroupe des bactéries différentes, dont certaines sont pathogènes et d'autres ne le sont pas. Nous développons aujourd'hui des outils spécifiques devant permettre de cibler les bactéries pathogènes dans ce groupe.

Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire (MAAPRAT)

Comment expliquer que les taux de détection d'agents pathogènes varient à ce point selon les lots ?

Edouard BEDIER, Ifremer

Les analyses sur les lots suivis dans le cadre de l'Observatoire conchylicole ont été effectuées en individuel, c'est-à-dire que l'agent infectieux était recherché sur chacun des individus composant un échantillon de 12 individus. Ce protocole génère des variations qui peuvent être importantes dans la fréquence de détection de l'agent pathogène, et sans doute dépendant de l'état de l'individu analysé. On ne verrait pas de telles variations si les analyses étaient effectuées sur des « pools » d'individus.

Tristan RENAULT, Ifremer

En proportion des prélèvements effectués, les pourcentages restent cependant assez proches.

Edouard BEDIER, Ifremer

Par ailleurs, la présentation de mes résultats a cherché à montrer une relation éventuelle entre la fréquence de détection dans un lot donné et la mortalité finale de ce lot et pour ce faire, la totalité des résultats a été individualisée. Cette présentation est quelque peu différente de celle présentant la seule présence d'agent infectieux.

Tristan RENAULT, Ifremer

En 2010, les lots issus de l'Observatoire conchylicole et présentant des mortalités ont été intégrés pour analyses dans le système de surveillance de la santé des coquillages (réseau REPAMO), ce qui n'a pas été le cas en 2011. En effet, en 2011, l'effort d'analyse a été moindre, dans la mesure où la DGAL a souhaité disposer d'informations quant à la détection d'ADN viral (µVar) uniquement pour les premiers cas de hausse de mortalité rapportés dans un zone donnée (zone d'intervention REPAMO : ZIR). Si le virus était détecté (sous forme d'ADN viral), il n'était pas procédé à d'autres analyses dans la même zone. Dès lors, les pourcentages me paraissent au final très comparables.

Bernard COMMERE, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

Je voudrais tout d'abord féliciter tous les orateurs pour la qualité des exposés et la richesse des informations apportées.
Quand vous évoquez la détection du virus, il serait utile de préciser dans quel compartiment et sous quelle forme les virus sont détectés : sont-ils détectés directement dans l'eau, dans les tissus ou bien intégrés dans le génome des huîtres ? Dans l'exposé, vous avez laissé penser qu'il existe une version du virus de 1995 différente de celle de 2008. Est-on certain qu'il n'existe pas de versions intermédiaires ?

Tristan RENAULT, Ifremer

Le diagnostic du virus OsHV-1 repose sur des techniques moléculaires. De fait, nous recherchons l'ADN viral dans la chair de l'huître, même s'il est aussi possible de détecter de l'ADN viral dans l'eau de mer. En revanche, la microscopie électronique à transmission est la seule technique qui permet de visualiser les particules virales et de s'assurer de leur intégrité. Détecter de l'ADN viral ne signifie pas forcément que le virus détecté est sous forme de particules virales intègres infectieuses. En effet, l' ADN viral détecté peut aussi n'être que la « trace » d'un virus dégradé ayant perdu son pouvoir infectieux.

Aujourd'hui, les outils utilisés en approche moléculaire permettent de détecter de manière très large la majorité des formes que peut prendre le virus OsHV-1, incluant la forme µVar. Nous avons mené un travail de séquençage sur trois zones différentes de génome pour essayer d'avoir un peu plus d'informations en utilisant des échantillons prélevés en France depuis 1993 et quelques échantillons provenant de pays étrangers. De même, nous avons obtenu récemment des séquences complètes pour trois « isolats » particuliers : un de 2008, un de 2010 et un isolat de Nouvelle-Zélande, proche de la forme µVar. En effet, c'est sur la base complète du virus que l'on peut établir le plus facilement des outils de diagnostic précis.
En conclusion, nous pouvons dire que le virus OsHV-1 est une espèce au sein de laquelle il existe différentes formes virales comme la forme µVar. Nous disposons à travers les travaux réalisés depuis le début des années 90, d'outils génériques pour la détection de l'espèce OsHV-1.

De la salle

Vous ne disposez pas de résultats pour l'étang de Thau en 2011. A quoi cela est-il dû ?

Fabrice PERNET, Ifremer

Les résultats n'ont pas été inclus dans le graphique qui vous a été présenté car les dernières données n'ont pas été saisies. De plus, le lot d'huîtres adultes déployé sur l'étang de Thau n'a pas présenté de surmortalité.

Charles MARTINS-FERREIRA, Adjoint au sous-directeur de la Direction générale de l'alimentation et de la santé animale (DGAL)

Nous ne pouvons que nous féliciter de la qualité des résultats qui ont été présentés ce matin et qui recoupent parfaitement toutes les données récoltées depuis 2008. Elles vont nous permettre, à nous gestionnaires, de guider les travaux menés en partenariat et en concertation avec les organisations professionnelles.

Nous attachons un intérêt tout à fait particulier à l'observation, qui participe pleinement de l'épidémio-surveillance. C'est un outil indispensable dans le cadre de la prévention et de la lutte contre les maladies animales. C'est également un axe majeur dégagé des ordonnances publiées l'été dernier au titre de la gouvernance sanitaire. Cela est suffisamment nouveau en matière de gestion des maladies pour être signalé. Ainsi, la création d'une plate-forme d'épidémio-surveillance, dont un des thèmes de travail pour 2012 consistera à évaluer le réseau REPAMO, participe de cette dynamique.

Ecloserie de Kerné

La détection des mortalités a mis en évidence l'impact de la température et de la salinité sur la mortalité des huîtres. Des études consacrées à la pluviométrie seront-elles menées en 2012 ? En effet, les pluies favorisent le lessivage des sols, ce qui semble avoir aussi un impact sur la mortalité des huîtres, par quel phénomène : un lessivage entraînant d'éventuels contaminants, comme nous pensons l'observer en Bretagne sud ?

Edouard BEDIER, Ifremer

L'Observatoire conchylicole est équipé d'un réseau de sondes qui permettent d'enregistrer la température et la salinité de l'eau. Le déploiement de ces différentes sondes correspond à un dispositif expérimental qui réclame des ajustements constants. De fait, nous ne disposons pas encore des données de toutes les zones couvertes par l'Observatoire. Mais cela sera le cas à partir de 2012.
Ceci étant, en ce qui concerne les zones dès à présent instrumentées, nous n'avons pas encore trouvé de relations entre l'évolution de la salinité de l'eau et la mortalité des huîtres, or cette salinité est un indicateur de la pluviométrie et de son influence sur les bassins ostréicoles.
Il est cependant trop tôt pour être catégorique, puisqu'il faut attendre de disposer des données de tous les sites.

Fabrice PERNET, Ifremer

Nous achetons chaque année les données de pluviométrie émanant de Météo-France. Le phénomène de mortalité a lieu dans toute la France, notamment en Méditerranée où la pluviométrie est peu importante et où le problème du lessivage des sols se pose de façon épisodique dans l'année, sans lien apparent avec les surmortalités qui se produisent en période sèche.

De la salle

Il me semble qu'un lot basé dans le bassin d'Arcachon fait partie de l'Observatoire. Pourquoi ses résultats n'ont-ils pas été présentés ?

Edouard BEDIER, Ifremer

Les résultats auxquels vous faites allusion font référence à un lot expérimental issu du programme d'amélioration génétique, et qui a effectivement présenté une très faible mortalité. Ce suivi ne fait pas directement partie du protocole de l'Observatoire, ce qui explique qu'il n'ait pas été présenté dans cet exposé.

Session 2 :
Comprendre le phénomène des surmortalités

LES AGENTS INFECTIEUX DETECTES SONT-ILS RESPONSABLES DES MORTALITES ? ANALYSES IN SITU

Fabrice PERNET, Laboratoire Environnement Ressources Languedoc Roussillon de l'Ifremer

Cet exposé rendra compte de deux expériences menées en 2011 par l'Ifremer. La première concerne la rivière de Pénerf, dans le Finistère sud, et la seconde porte sur la lagune de Thau, en Méditerranée.
L'objectif de ces études était d'examiner la corrélation entre la détection d'agents infectieux et les mortalités et, pour Thau, d'étudier la structuration spatiale des mortalités. Ces études à grande échelle constituent une approche corrélative nécessaire pour infirmer ou confirmer l'hypothèse de l'implication d'agents infectieux dans les mortalités observées. Il ne s'agit pas de mettre en évidence des relations de cause à effet, mais d'observer des corrélations.
La méthode utilisée sur chacun des deux sites, a consisté à déployer en début de printemps un lot d'huîtres sur plusieurs sites, et à suivre au cours du temps la survie et la présence d'ADN d'agents infectieux (herpès virus OsHV-1 et bactéries du groupe *Vibrio splendidus*) Avant d'être déployés, les lots d'huîtres utilisés à Pénerf et à Thau n'avaient pas subi auparavant de mortalité. De même, il n'était détecté dans ces huîtres ni d'ADN d'OsHV-1 ni d'ADN appartenant à des bactéries du groupe bactérien *Vibrio splendidus.* Ces huîtres faisaient donc office de sentinelles de l'environnement. Elles ont été déployées sur les deux sites dans les mêmes conditions.

1. Variabilité spatio-temporelle de la survie : rivière de Pénerf

A Pénerf, un lot d'huîtres a été déployé sur neuf sites d'élevage situés le long de la rivière. Le taux de survie final est relativement variable, de 17 % à 50 % selon les sites. La mortalité ne démarre pas au même moment en fonction des sites.
Par ailleurs, la quantité d'ADN viral détectée dans les huîtres varie en fonction du temps, et elle est fortement corrélée à la concentration d'ADN viral détecté dans l'eau : plus il y a d'ADN viral dans l'eau, plus il y a d'ADN viral dans les huîtres. Il existe en outre des effets « sites » : les quantités d'ADN viral détectées dans l'eau varie en fonction des sites d'élevage.

Intéressons-nous à présent à la relation susceptible d'exister entre la mortalité des huîtres et la quantité d'ADN viral dans l'eau. Il y a une corrélation négative entre la survie finale des huîtres et la quantité d'ADN viral détectée dans l'eau : plus il y a d'ADN viral dans l'eau, plus la survie est faible. Cette relation explique plus de 60% de la variance de la survie finale, ce qui est très important. Par conséquent, **ces résultats suggèrent que l'eau est certainement une voie d'infection des huîtres par le virus OsHV-1. Ce virus semble donc être une cause prédominante de mortalité des huîtres.**

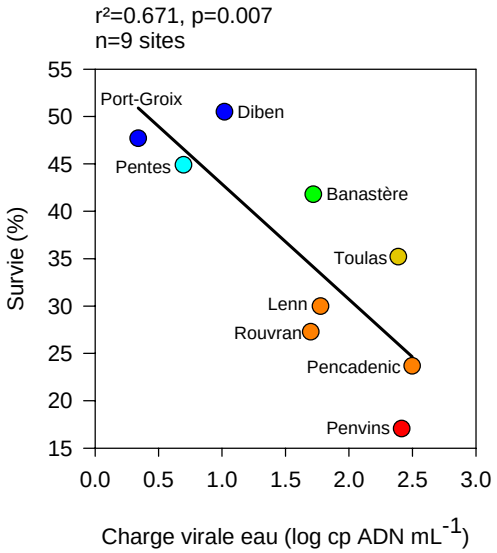

Figure 4 : survie finale des huîtres en fonction de la charge virale moyenne dans l'eau (nombre de copies d'ADN viral OsHV-1 par millilitre d'eau), pour les 9 sites étudiés en rivière de Pénerf.
Il y a une corrélation négative entre la survie finale des huîtres et la quantité d'ADN viral détectée dans l'eau.

2. Spatialisation des mortalités : étang de Thau

Sur l'étang de Thau, les points de suivi étaient beaucoup plus nombreux qu'en rivière de Pénerf, car l'objectif était d'examiner la structure spatiale des mortalités. Au total, 106 points ont été suivis, soit 106 paniers, dans trois zones d'élevage (Bouzigues, Mèze, Marseillan), mais également hors des zones d'élevage. Le 12 mars 2011, un lot d'huîtres a été déployé sur 106 points afin de suivre la mortalité et la détection d'agents infectieux ciblés.

Les mortalités ont démarré le 13 avril en 4 points parmi 106. Après trois jours seulement, la mortalité touche près de 20% des paniers. Le 19 avril, la mortalité progresse, touchant 80% des paniers, et dans certains sites, la mortalité atteint 100 %. Dès le 24 avril, tous les paniers sont touchés par les mortalités dans les zones d'élevage, tandis que hors zone d'élevage, les huîtres demeurent épargnées. Enfin, le 26 avril, le phénomène de mortalité commencent à être observé en dehors des zones d'élevage. Un mois après le début du phénomène, on observe 100% de mortalité sur l'ensemble de l'étang de Thau, à l'exception d'un seul site, relativement isolé du reste de l'étang d'un point de vue hydrodynamique.

Cette expérience montre que le phénomène des mortalités des huîtres n'est pas aléatoire. Au contraire, ce phénomène est parfaitement structuré dans l'espace et le temps. Le déploiement d'un lot d'huîtres sur plusieurs sites d'une zone d'élevage déterminée permet de montrer la structure spatiale des mortalités et d'étudier les forces qui contribuent à leur dispersion.

Le temps de survie moyen (mesuré en jours) constitue un paramètre important à prendre en compte dans le cas de cette étude où la survie finale est proche de zéro dans tous les sites de suivis. Dans les zones d'élevage, le temps de survie moyen varie entre 14 et 16 jours. Il est plus élevé en dehors des zones d'élevage où il atteint 28 jours.

Pour la première fois, nous avons pu produire des cartes précises des mortalités et de la détection d'agents infectieux dans les huîtres. L'ADN viral OsHV-1 est détecté dans les huîtres en faible quantité le 6 avril avant même que les mortalités ne se déclarent. Le 16 avril, 3 jours après le démarrage des mortalités, l'ADN viral OsHV-1 est détecté en quantité très importante dans les huîtres sur l'ensemble de l'étang, parfois dans des quantités supérieures à 100 millions de copies d'ADN viral par milligramme de tissu frais. Lorsque la mortalité est bien établie, les quantités d'ADN viral sont très élevées dans toutes les zones d'élevage, mais tendent à diminuer en dehors des zones d'élevage.

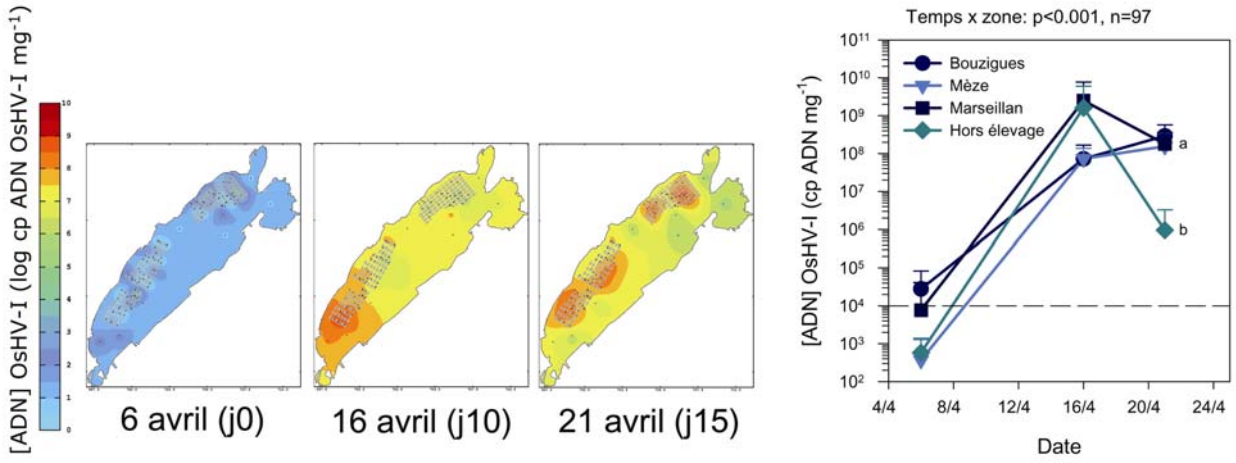

Figure 5 : Spatialisation des mortalités dans la lagune de Thau : représentation spatiale de la quantité d'ADN viral OsHV-1 détecté dans les huîtres à 3 dates courant avril 2011.

Le même travail a été réalisé à l'égard du groupe bactérien *Vibrio splendidus.* Entre le 6 et le 16 avril, les quantités d'ADN bactérien augmentent de façons marquées. Néanmoins, en dehors des zones d'élevage, ces quantités diminuent entre le 16 et le 21 avril. L'augmentation de la quantité d'ADN appartenant au groupe *Vibrio splendidus* détecté en fonction du temps est très régulière, quasi linéaire, alors que dans le cas du virus OsHV-1, la quantité d'ADN détectée atteint un plateau à partir du 16 avril.

3. Etang de Thau : corrélation entre les quantités d'ADN OsHV-1et celles du groupe bactérien *Vibrio splendidus*

La quantité d'ADN viral OsHV-1 détecté est corrélée avec la quantité d'ADN de *V. splendidus* dans les huîtres. La relation est quadratique, c'est-à-dire que lorsque la quantité d'ADN viral OsHV-1 atteint un plateau et cesse d'augmenter, celle de *Vibrio splendidus* continue d'augmenter.
Cette relation suggère que les bactéries utiliseraient le substrat d'individus morts pour croître, alors que le virus OsHV-1 aurait besoin de la machinerie cellulaire d'huîtres vivantes pour se répliquer.

4. Etang de Thau : fréquence de détection des agents infectieux et relation avec la survie

Le 6 avril, alors que les mortalités n'avaient pas encore commencé, nous n'avons pas détecté d'ADN viral OsHV-1 ou d'ADN bactérien du groupe *V. splendidus* dans 45 % des paniers (sites dans lesquels les huîtres ont été déployées). En revanche, de l'ADN viral OsHV-1 seul a été détecté dans 20% des paniers, et de l'ADN bactérien *V. splendidus* seul a été détecté dans 23 % des paniers. 12 % des paniers étaient quant à eux positifs à OsHV-1 et *V. splendidus* ensemble.
Le 16 avril, alors que les mortalités démarrent, la situation s'homogénéise, puisque dans presque tous les cas de figure, nous avons détecté ensemble de l'ADN viral OsHV-1 et bactérien *V. splendidus*. Le 21 avril, la co-détection de OsHV-1 et *V. splendidus* atteint 97 %.
Par ailleurs, le temps de survie moyen des huîtres dans lesquelles l'ADN viral d'OsHV-1 et l'ADN du groupe bactérien *V. splendidus* ont été précocement détectés est moindre comparativement à celles pour lesquelles aucun agent infectieux ou seulement l'un des deux a été détecté. Les différences restent faibles – de l'ordre de trois jours – mais il semble bien que la combinaison de ces deux agents accélère le phénomène de mortalité.

5. Conclusion

Dans la rivière de Pénerf, la survie finale des huîtres est corrélée avec la quantité d'ADN viral OsHV-1 dans l'eau, qui varie dans le temps et dans l'espace. Cette corrélation est négative, c'est-à-dire que plus l'ADN est présent dans l'eau, moins les huîtres survivent.
Dans la lagune de Thau, le temps de survie moyen des huîtres varie quant à lui en fonction du diagnostic et plus particulièrement en fonction de la co-détection d'ADN viral OsHV-1 et d'ADN bactérien *Vibrio splendidus.*
Dans ces deux études, tous les événements de mortalité constatés *in situ* coïncident avec la détection d'ADN viral OsHV-1 en quantité importante.
Le virus OsHV-1 peut donc être interprété comme une cause prédominante de mortalité des huîtres *in situ.*

Ces études ont été menées par deux Laboratoires Environnement Ressources de l'Ifremer, le LER Morbihan Pays de Loire et le LER Languedoc-Roussillon, en collaboration avec les laboratoires agréés d'analyses.

LES AGENTS INFECTIEUX DETECTES SONT-ILS RESPONSABLES DES MORTALITES ? L'APPROCHE EN LABORATOIRE

Tristan RENAULT, Responsable de l'Unité Amélioration Génétique, Santé Animale et Environnement (AGSAE) de l'Ifremer

Depuis 2008, différents agents infectieux (virus OsHV-1 et bactéries du groupe *Vibrio splendidus*) ont été détectés au travers de la surveillance réalisée par l'Ifremer dans le cadre du réseau REPAMO[14] pour le compte du ministère en charge de l'agriculture. Cependant, leur détection n'est pas une démonstration de leur implication dans les phénomènes de mortalités massives observées. L'étude d'un lien de causalité entre mortalité et présence d'un agent infectieux nécessite d'autres approches combinant à la fois, des études réalisées sur le terrain qui permettent de prendre en compte un ensemble de facteurs, et des travaux effectués en conditions contrôlées en laboratoires.

L'approche en laboratoire doit permettre de répondre à différentes questions :

- Peut-on induire expérimentalement des mortalités chez des huîtres saines ?
- Un ou plusieurs agents infectieux identifiables sont-ils associés aux mortalités expérimentales induites ?
- Est-il possible de développer des modèles reproductibles d'induction de maladie infectieuse en laboratoire ?

La pathologie expérimentale est indispensable pour cette approche en laboratoire. Elle permet en particulier de préciser l'implication ou non d'agents infectieux parmi les causes possibles de surmortalité. Cette préoccupation correspond aux postulats de Koch, qui permettent de montrer qu'un agent infectieux est à l'origine d'une maladie infectieuse. En d'autres termes, le recours à la pathologie expérimentale permet de caractériser le pouvoir infectieux d'un micro-organisme. Il permet de savoir comment ce micro-organisme est capable d'induire une maladie et de tuer un animal.
Un des autres objectifs de cet outil est d'étudier les relations entre un agent infectieux et un hôte dans des conditions contrôlées. L'expérimentation en laboratoire permet en effet de contrôler plusieurs paramètres. Par exemple, il devient possible de définir une dose létale 50 (DL50), qui correspond à la quantité d'agent infectieux nécessaire pour tuer 50% des individus. Il est également possible de déterminer une cinétique d'infection ou l'effet de la température.
L'approche en pathologie expérimentale participe donc à une meilleure connaissance de la maladie, en intégrant les composantes agents infectieux, hôtes et conditions d'environnement.

Dans ce contexte, l'Ifremer a mis en place à partir de 2008 différents travaux correspondant à :

- l'induction de mortalité par injection de broyats d'huîtres moribondes ;
- l'induction de mortalité par déploiement d'huîtres « saines » sur le terrain ;
- l'élaboration de modèles d'infection expérimentale avec le virus OsHV-1 par injection et balnéation ;
- l'élaboration de modèles d'infection expérimentale avec des vibrions par injection et balnéation.

1. Induction de mortalités par injection de broyats d'huîtres moribondes

Cette approche a été développée dès 2008. Dans ce cadre, des animaux présentant des mortalités ont été collectés sur le terrain. Ces animaux ont servi à préparer des broyats de tissus, qui ont fait l'objet de différents traitements. Ils ont par exemple été filtrés au travers de filtres de mailles de différentes tailles (0,45 micromètres (µm) ; 0,2 µm ; 0,1 µm). Certains de ces broyats ont également été traités aux UV (capables de détruire l'enveloppe de virus enveloppés). Ces divers traitements permettent d'éliminer de manière spécifique certains agents infectieux (bactéries, virus en fonction de leur taille). A titre d'exemple, le diamètre du virus OsHV-1 est d'environ 0,12 µm. Il passe donc à travers les filtres de 0,45 µm et 0,2 µm, mais est arrêté par ceux de 0,1 µm.

[14] REPAMO : Réseau Pathologie des Mollusques

Ces broyats sont ensuite injectés à des huîtres saines, de façon à observer leur capacité à induire des mortalités. Des prélèvements sont effectués chez les animaux ayant reçu une injection de broyat afin de rechercher des agents infectieux ciblés.
Cette expérimentation a montré que les broyats de tissus bruts filtrés à 0,2 ou 0,45 µm génèrent des mortalités, lesquelles sont observées trois jours après l'inoculation. En revanche, les broyats de tissus filtrés à 0,1 µm ou traités aux UV ne génèrent pas de mortalité.
Des analyses en PCR[15] et en microscopie électronique ont également été menées pour détecter le virus OsHV-1. De l'ADN viral a ainsi été retrouvé dans les animaux présentant des mortalités. L'observation en microscopie électronique permet également de détecter des particules virales intègres, présentant les caractéristiques morphologiques du virus OsHV-1.

Ces résultats montrent que l'injection de broyat de tissus d'huîtres moribondes induit des mortalités significatives. Ils indiquent une implication d'un ou plusieurs agents infectieux présents chez les animaux moribonds. **On peut donc en déduire la transmissibilité du phénomène observé (processus infectieux).** Par ailleurs, des agents infectieux ont été détectés sur les lots collectés sur le terrain. Or ces mêmes agents sont retrouvés en quantités importantes sur les individus inoculés. Aux travers des essais menés, il a pu être montré que les agents infectieux inoculés à des animaux sains génèrent des mortalités significatives.

2. Induction de mortalité par déploiement d'huîtres « saines » sur le terrain

L'approche méthodologique utilisée repose sur trois étapes :

- la production de naissains en conditions contrôlées associée à une qualification sanitaire des animaux (huîtres « saines ») ;
- le déploiement de ce naissain en environnement naturel pour une durée variant de 9 à 15 jours ;
- l'utilisation en laboratoire du naissain après son déploiement sur le terrain pour des essais en conditions contrôlées.

Il s'agit dans cette approche de réaliser dans un premier temps une contamination d'animaux considérés comme sains en les déployant dans un environnement dans lequel des agents infectieux sont présents. Dans un second temps, ces animaux expérimentalement infectés sont mis au contact d'individus sains en conditions contrôlées. Les premières mortalités sont observées 9 à 15 jours après le déploiement des huîtres sur le terrain. Du virus OsHV-1 et des vibrions sont détectés chez les huîtres mortes et moribondes. La période de déploiement sur le terrain est importante, puisqu'elle permet de déterminer le temps nécessaire à la contamination et à la survenue des premières mortalités. Ainsi, aucune mortalité n'apparaît avant huit jours, pour atteindre 80% à partir du quinzième jour.
Le déploiement d'huîtres « saines » sur le terrain, et donc mises en présence d'agents infectieux, induit des mortalités significatives. Les huîtres déployées sur le terrain ont été contaminées par un ou des agents infectieux présents dans l'environnement. De plus, ces huîtres contaminées transmettent à leur tour l'agent infectieux à des animaux sains.

[15] PCR : « Polymerase Chain Reaction » : technique de diagnostic moléculaire permettant d'amplifier un matériel génétique ciblé.

3. Elaboration de modèles d'infection expérimentale par le virus OsHV-1 par injection et balnéation

Dans l'approche par injection, le matériel infectieux (broyats de tissus contenant le virus) est injecté dans le muscle adducteur d'huîtres saines. Les six essais réalisés ont permis d'observer des taux de mortalité d'environ 80-90% au bout de sept jours. De même, des quantités d'ADN viral importantes ont été détectées dans les animaux morts ou moribonds après injection. Lorsque les huîtres reçoivent du matériel ne contenant pas de virus, aucune mortalité n'est alors observée et aucun ADN viral n'est détecté.

Un modèle d'infection par balnéation a également été élaboré avec pour objectif de se rapprocher des conditions naturelles de l'infection (coexistence d'animaux sains et infectés dans un même environnement). Des individus « sains » ont été mis au contact d'individus expérimentalement infectés au préalable (par injection dans le muscle adducteur). Le taux de mortalité observé est alors compris entre 40% et 50% et des quantités importantes d'ADN viral ont été détectées chez les animaux moribonds et morts. Par ailleurs, de l'ADN viral a été retrouvé dans l'eau des bacs dès six heures après l'introduction dans ces bacs d'animaux infectés. L'eau apparaît donc comme un véhicule de contamination.

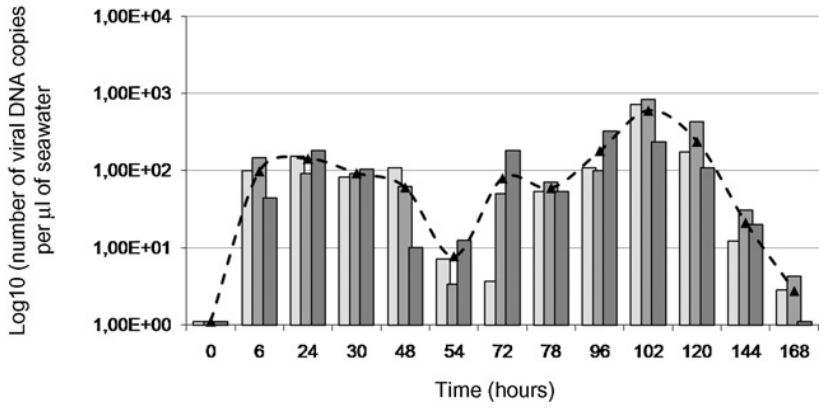

Figure 6 : Modèle d'infection par balnéation : quantités d'ADN viral détectées dans l'eau des bacs au cours du temps, après introduction dans ces bacs d'huîtres expérimentalement infectées.

4. Elaboration de modèles d'infection expérimentale par des vibrions par injection et balnéation

Après injection de vibrions (*Vibrio splendidus* ou *V. aestuarianus*) dans le muscle adducteur d'huîtres saines, les mortalités observées se situent autour de 55%. De plus, dans cinq expérimentations successives de balnéation, des mortalités significatives ont été induites, pour atteindre des taux de 30% à 50%. Le procédé est le même que précédemment : un vibrion est injecté à des animaux sains qui servent ensuite de sources pour une transmission à d'autres animaux sains en laboratoire. La détection de bactéries apparaît chez les huîtres saines deux heures après le contact avec les animaux expérimentalement infectés. La transmission de ces agents infectieux d'individus infectés à des animaux sains est donc démontrée en laboratoire.

C'est donc au travers de travaux réalisés en pathologie expérimentale que la transmission des agents infectieux (OsHV-1 et vibrions) par l'eau de mer a pu être montrée. Par ailleurs, il apparaît que les mortalités finales sont corrélées au taux de renouvellement des bacs en eau de mer. En effet, moins le renouvellement de l'eau des bacs est fréquent, plus les mortalités sont importantes, laissant suspecter qu'un contact prolongé avec une source d'agents infectieux favorise la contamination, le développement de l'infection et les mortalités qui en découlent.

POURQUOI CERTAINES HUITRES MEURENT-ELLES ET PAS D'AUTRES ? POTENTIEL DE RESISTANCE ET D'AMELIORATION PAR LA SELECTION GENETIQUE

Pierre BOUDRY, Responsable de l'Unité Physiologie Fonctionnelle des Organismes Marins (PFOM) de l'Ifremer

L'objectif de la présentation est de mieux connaître les bases biologiques des variations de survie aux mortalités estivales observées entre individus, qui peuvent appartenir à des familles ou populations différentes.

1. Introduction

Tout organisme vivant possède un génome, qui se traduit par un transcriptome (ensemble des molécules d'ARN à l'origine des protéines et des enzymes) et un protéome (ensemble des protéines et enzymes qui permettent à un organisme de se développer et de survivre dans l'environnement) dont résulte le développement de chaque individu. Dans cette chaîne, deux facteurs importants doivent être pris en compte : la variabilité génétique qui fait que tous les individus d'une même espèce ne sont pas génétiquement identiques, et la variabilité environnementale qui, sans agir directement sur le génome, peut agir sur l'expression des gènes. La résultante de ces deux composantes génère le phénotype, qui correspond pour chaque individu à l'état des caractères qui peuvent permettre de le décrire et de le distinguer des autres.

2. La prise en compte de la diversité génétique

Pour commencer, nous pouvons nous demander si les mortalités estivales peuvent résulter d'un manque de diversité génétique chez l'huître creuse, espèce introduite depuis l'Asie à la fin des années 60. Le recours à des marqueurs du génome comme les microsatellites ou les « SNPs » (Single Nucleotide Polymorphisms) permet d'estimer la diversité génétique des huîtres. Sur cette base, nous avons échantillonné des populations dans trois zones : l'Europe dont la France, et la zone d'origine : le Japon. La diversité observée est équivalente dans les populations françaises et celles actuellement présentes au Japon. En revanche, elle est nettement inférieure – de presque 50 % – dans les populations présentes en Europe du Nord (Danemark, Norvège…). De fait, la diversité génétique des populations françaises ne peut être directement incriminée dans les phénomènes de mortalités observés.

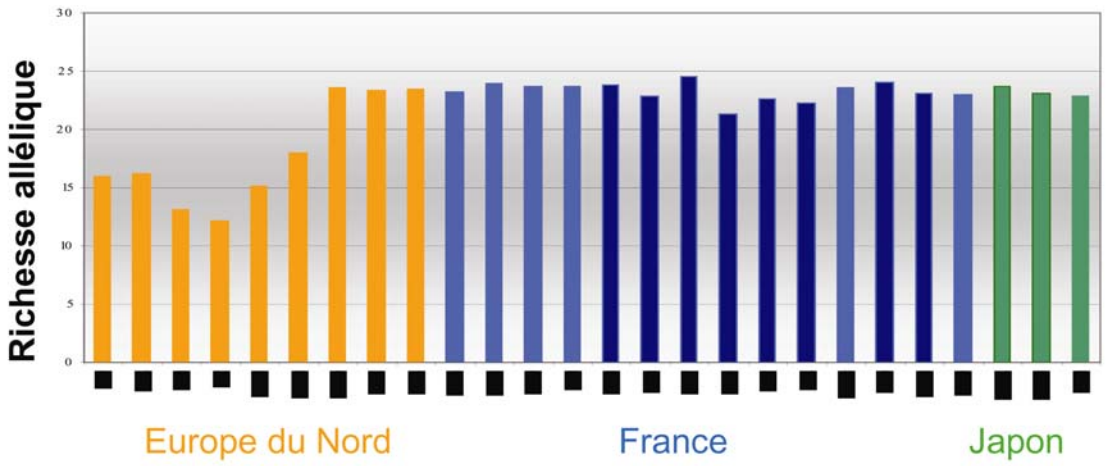

Figure 7 : Comparaison de la richesse allélique de plusieurs populations d'huîtres de différentes zones géographiques : Europe du Nord, France, Japon. Le recours à des marqueurs du génome comme les microsatellites permet d'estimer la diversité génétique des huîtres.

Par ailleurs, les stocks actuels ont-ils un potentiel de résistance au phénomène de mortalités estivales inférieur à ceux initialement introduits ? La comparaison directe est impossible puisque les individus introduits en France à la fin des années 60 sont morts depuis bien longtemps. En revanche, il est possible de faire des comparaisons indirectes, comme cela a été fait au début des années 2000, en introduisant des géniteurs originaires de certaines localités japonaises. Après contrôles sanitaires de ces géniteurs et de leurs descendants, ces derniers (les descendants) ont été comparés à des souches originaires de France. Les résultats obtenus montrent que les souches françaises ont des performances d'élevage globales aussi bonnes, voire meilleures que celles des populations japonaises testées à la même époque. De plus, les souches françaises peuvent, encore aujourd'hui, dans certains sites, présenter de bonnes performances d'élevage.

3. Quelles différences entre les huîtres survivantes et non-survivantes ?

Quelles différences peut-on observer entre des huîtres qui ont survécu à un épisode de mortalité estivale et celles qui ont succombé ? Différentes approches sont possibles, avec un très grand nombre de descripteurs potentiels. Certaines privilégient la compréhension du fonctionnement de la physiologie des huîtres, en étudiant par exemple l'expression de leurs gènes.
Dans tous les cas, les comparaisons peuvent porter soit sur les sites d'élevage présentant des mortalités différentes, soit sur le temps : avant, pendant ou après les épisodes de mortalités. L'ensemble de ces comparaisons permet de dégager des groupes de gènes – et éventuellement les fonctions auxquelles ils sont associés – dont l'expression varie avec la mortalité. Ce type de travail permet d'identifier des bio-marqueurs dont l'expression est liée à la capacité de survie du naissain.

En échantillonnant l'ensemble des individus avant la mortalité - par des prélèvements de tissus ou d'hémolymphe - il est possible d'étendre la démarche précédemment décrite sur un mode prédictif. Après un épisode de mortalité, qui peut par exemple être provoqué de manière expérimentale par une injection d'agents pathogènes, chaque individu sera classé comme « résistant / survivant » ou « sensible / mort ». L'analyse comparative de ces deux catégories d'individus, dont on est sûr qu'ils ont tous été exposés de la même manière aux agents pathogènes mais ont ou non survécu, permet au final d'obtenir des marqueurs prédictifs de la survie. Ces marqueurs correspondent à des groupes de gènes dont l'expression est associée à la probabilité qu'une huître a de survivre. Ces expérimentations ont essentiellement lieu en laboratoire, car elles sont encore difficiles à mettre en œuvre sur le terrain.

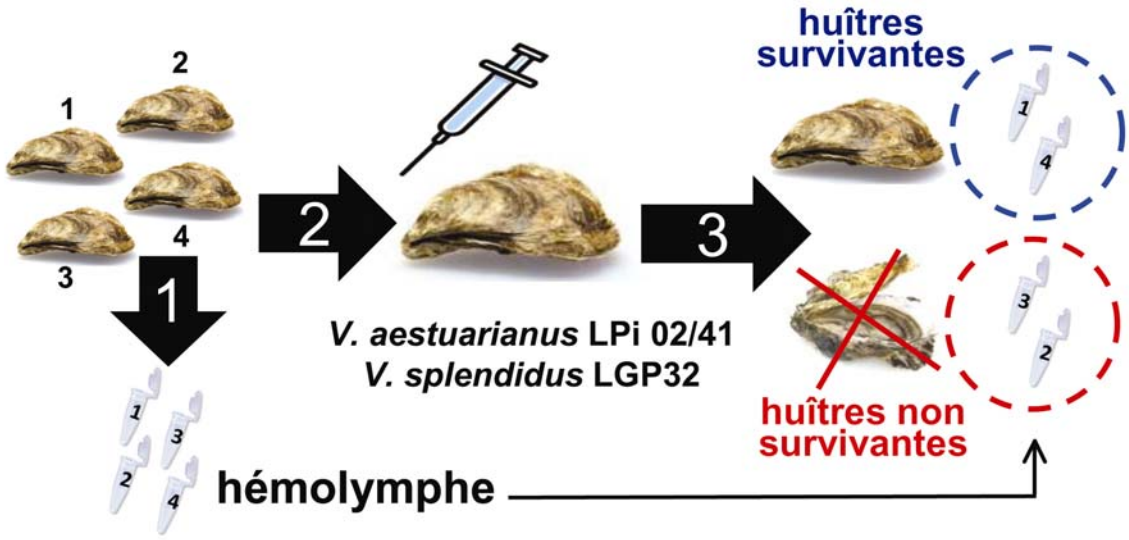

Figure 8 : Représentation du protocole expérimental visant à comparer, *avant* une mortalité induite expérimentalement par injection (vibriose expérimentale), des huîtres survivantes à des huîtres non survivantes (identification de biomarqueurs transcriptionnels de la capacité de survie par approche « Digital Gene Expression »).

Passons à présent à une expérimentation que nous avons réalisée récemment en rade de Brest. Elle a permis de comparer non plus les performances d'individus mais celles de leurs descendants. Deux types d'huîtres sauvages ont été étudiés :

- des jeunes huîtres « survivantes » à un sévère épisode de mortalité au cours de l'été 2010,
- des huîtres âgées d'au moins 5 ans et n'ayant a priori pas connu les épisodes récents de mortalité survenus à partir de 2008.

Ces huîtres ont été reproduites entre elles au sein d'un même type, de manière à générer deux descendances dont la survie a été testée sur le même site de bancs naturels, au fond de la rade de Brest. Les descendants des jeunes huîtres « survivantes » ont montré une survie 10% supérieure à celle de l'autre groupe. L'expérience laisse supposer que les survivantes du lot ayant subi des mortalités ont transmis leur aptitude à survivre à la génération suivante. Par ailleurs, des croisements hybrides entre les deux types d'huîtres (les jeunes huîtres / les huîtres de 5 ans) ont également été réalisés. Ils ont permis d'obtenir des performances intermédiaires. **L'aptitude à survivre aux mortalités apparaît donc héritable.**

Cette approche a également été expérimentée dans le bassin de Marennes-Oléron. Les expérimentations sont basées sur des géniteurs issus des bancs naturels dont les descendants ont subi des épisodes de mortalité dans l'environnement. Les survivants de ces descendants ont ensuite été croisés à leur tour, et leurs descendants ont été testés. Les résultats montrent que la survie de ces naissains est significativement supérieure à celle des lots témoins (non sélectionnés), même si les résultats varient en fonction des dates de mise à l'eau. La même expérimentation a été faite à nouveau pour une génération suivante : les survivants des épisodes précédents de mortalité ont été recroisés entre eux, avant d'être comparés à des lots témoins non sélectionnés. Pour cette nouvelle génération, la survie est à nouveau supérieure à celle du lot témoin, et varie en fonction des dates de mise à l'eau.
Ces résultats montrent que la survie du naissain au phénomène de mortalités observées en période estivale, est un caractère héritable, puisque les descendants des naissains sélectionnés ont des performances de survie supérieures à celle des témoins non sélectionnés.

4. Variabilité des performances entre familles biparentales

Il s'agit ici d'estimer la valeur génétique[16] de chaque individu, non plus en observant ses propres performances de survie, mais en observant celles de ses descendants. Cette approche a été initiée dans le cadre du défi MOREST[17], débuté en 2001. Les résultats montrent que les taux de survie varient fortement en fonction des familles, mais aussi des sites. Ces observations sont toujours valables en 2011 : les familles biparentales[18] sélectionnées au début des années 2000 présentent des descendants dont les performances sont toujours supérieures à celles des témoins non sélectionnés.
Ce type d'approche permet également d'étudier pourquoi certaines familles sont plus résistantes que d'autres. Il permet aussi de reproduire entre elles les familles, ce qui ouvre la perspective de programmes de sélection familiale pour la résistance aux mortalités. Il est alors important de bien gérer la diversité génétique au sein de ces programmes afin d'éviter la consanguinité et ses effets négatifs et également d'assurer des progrès sur le long terme au fil des générations. Ainsi, les familles issues du projet MOREST ont fait l'objet de croisements sur huit générations successives, formant ainsi des « lignées ». Il s'est agit de croisements intra-familiaux, générant de la consanguinité, mais aussi de croisements interfamiliaux assurant l'absence de consanguinité. Il est également possible de sélectionner des individus les plus résistants à l'intérieur de chaque famille, ce qui a permis d'obtenir des descendants présentant des taux de survie très élevés. L'ensemble des résultats obtenus confirme la nature fortement héritable des variations observées pour la résistance aux mortalités.

5. Quelles réponses associées à la sélection expérimentale ?

Il n'existe pas de différence de taux de croissance entre les familles présentant des taux de survie très contrastés issues du projet MOREST. En revanche, les familles les plus résistantes présentent en moyenne

[16] Valeur génétique : ensemble des effets des gènes transmis par un individu à ses descendants
[17] Défi MOREST : programme de recherche Ifremer (2001-2006) visant à étudier le phénomène des mortalités estivales chez les juvéniles de *C.gigas* (le phénomène de mortalité était en effet observé avant 2008 mais avec une ampleur moins importante).
[18] Croisement biparental : un seul mâle fécondant une seule femelle

un effort reproductif (estimé par la surface relative de la gonade) plus faible que celles des familles sensibles.
La proportion des individus détectés positifs à un moment donné pour différents agents pathogènes, ainsi que les quantités d'ADN viral ou bactérien par individu, peuvent également être comparées entre ces familles. Nous avons pu observer que la détection du virus OsHV-1 et les quantités d'ADN diffèrent significativement au cours d'un épisode de mortalité estivale entre les lignées sélectionnées pour leur résistance ou leur sensibilité.

Pour aller encore plus loin dans la caractérisation de ces différences entre familles, il est possible de rechercher dans le génome les zones liées à la résistance. Il s'agit d'associer des marqueurs distribués sur l'ensemble du génome à des caractères comme la survie ou la quantité d'ADN viral. Ce travail a permis d'identifier cinq zones du génome significativement associées à ces deux caractères. Dans nos expérimentations, ces zones expliquent environ 50 % de la variation de ces deux caractères, ce qui signifie qu'elles ciblent la moitié des gènes responsables des variations observées entre individus.

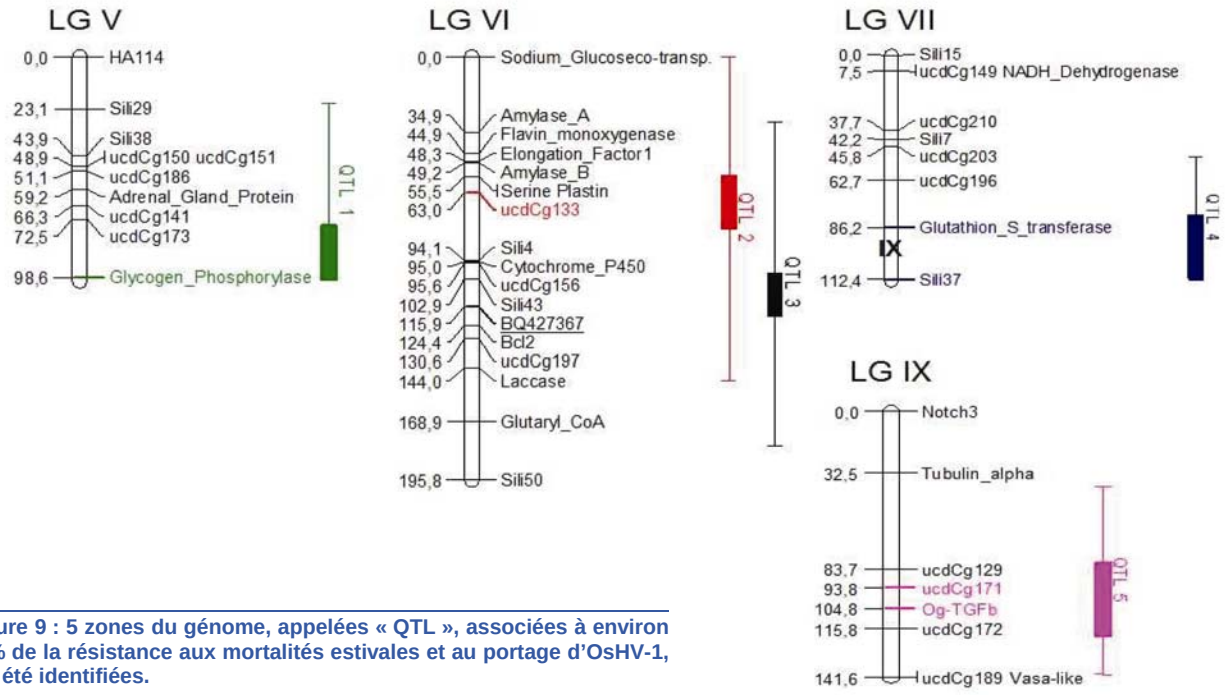

Figure 9 : 5 zones du génome, appelées « QTL », associées à environ 50% de la résistance aux mortalités estivales et au portage d'OsHV-1, ont été identifiées.

De plus, l'identification de la fonction des gènes présents dans les zones du génome liées à la résistance permet de comprendre les mécanismes physiologiques responsables de la résistance ou de la sensibilité. Une connaissance approfondie du génome de l'huître est nécessaire pour cela. Nous avons d'ors et déjà pu caractériser le transcriptome de familles sensibles ou résistantes durant les mois précédant un épisode de mortalité estivale.
Cela nous a permis de distinguer des gènes dont les différences d'expression sont constitutives (observées bien avant les mortalités), ou induites (apparaissant juste avant les mortalités). Ces dernières comprennent une majorité de gènes impliqués dans les mécanismes de défense et l'immunité.

6. Conclusion

En résumé, **il est possible d'opérer une sélection efficace pour améliorer la résistance aux mortalités estivales car ce caractère est fortement héritable. Cette héritabilité élevée est associée à quelques zones de génome.**
A mesure que la connaissance du génome de l'huître progressera, nous serons en mesure de préciser ces zones du génome et les gènes qu'elles comprennent. De plus, il existe un nombre relativement limité de gènes dont l'expression varie en fonction du taux de résistance au phénomène des mortalités estivales, que cette résistance soit de nature génétique, ou non. Là encore, la poursuite des travaux visant à améliorer le développement de nouvelles connaissances du génome permettra de mieux caractériser ces gènes et leurs fonctions.
Les analyses génétiques et génomiques ont montré que la résistance aux mortalités estivales apparaissait liée jusqu'en 2007, à un plus faible investissement reproducteur et, depuis 2008, à une résistance à l'infection à OsHV-1 ; cette capacité étant liée à l'expression de gènes associés aux mécanismes de défense. Les mortalités ayant fortement augmenté depuis 2008, il est devenu plus difficile d'observer des relations entre résistance et investissement reproducteur.

Ces conclusions permettent de dessiner les perspectives suivantes :

- le développement de programmes de sélection soit dans le secteur privé, soit de manière collective, au travers du projet SCORE[19] ;
- le renforcement de connaissances liées d'une part, à la dynamique des populations et d'autre part, aux interactions entre populations sauvages et populations d'élevage, afin de mieux comprendre les possibilités d'évolution de la résistance dans les populations sous l'effet de la sélection naturelle ou d'opérations de « repeuplement dirigé » ;
- la création de nouveaux outils de caractérisation de la réponse à la sélection et des mécanismes de défense, qu'ils relèvent du transcriptome, du protéome ou du métabolome, liés au séquençage complet du génome et à sa cartographie.

[19] SCORE : « Sélection Collective de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, à des fins de captage orienté »

L'ENVIRONNEMENT D'ELEVAGE ET LES PRATIQUES CULTURALES ONT-ILS UN EFFET SUR LES SURMORTALITES ?

Fabrice PERNET, Laboratoire Environnement Ressources Languedoc Roussillon de l'Ifremer

L'année 2011 a été l'occasion de réaliser plusieurs synthèses consacrées à l'effet des pratiques culturales sur la surmortalité de l'huître. La première d'entre elles a été réalisée par Soletchnik P. et al., dont les auteurs participants sont des chercheurs de l'Ifremer mais aussi les centres techniques. Cette synthèse exhaustive récapitule les essais qui ont été menés entre 2008 et 2011.

1. Synthèse des connaissances

Les pratiques culturales reposent sur deux sources de variations majeures : les huîtres d'une part et l'environnement d'élevage d'autre part.

Concernant l'huître, il existe un nombre limité de variables. La variable la plus importante est l'**origine des animaux**. Ainsi, dès l'apparition des premières mortalités, nous nous sommes interrogés sur l'effet possible de l'origine du naissain. Les huîtres de captage meurent-elles autant que les huîtres d'écloserie ? Les huîtres issues de captages précoces meurent-elles autant que celles issues des captages tardifs ? Malgré une certaine variabilité des résultats, nous concluons globalement à l'absence d'effet clair du facteur « origine » sur les surmortalités. Cette conclusion repose sur trois ans de suivis et d'expérimentations menés sur divers sites par les centres techniques et l'Ifremer.
Le second facteur est le **stade d'élevage**. Les huîtres meurent-elles plus au stade juvénile ou au stade adulte ? Evidemment, il existe un effet du stade d'élevage. Les naissains sont fortement affectés par les surmortalités. Les adultes sont généralement plus résistants que les naissains.
L'âge est un facteur important. Une huître de six mois est-elle plus sensible qu'une huître d'un an ou de deux ans ? L'effet de l'âge sur les surmortalités varie en fonction du site d'élevage. Il est donc assez difficile de répondre simplement à cette question.
La taille des huîtres peut également être prise en compte. Les grandes huîtres meurent-elles plus vite que les huîtres plus petites ? La réponse est globalement négative, toutes choses étant égales par ailleurs. Existe-il également un effet de la maturation ? Lorsque les huîtres sont en phase de maturation, elles apparaissent effectivement plus sensibles aux mortalités que pendant les autres périodes.

En ce qui concerne l'environnent, **la température** constitue la variable la plus importante. Les mortalités se produisent lorsque les températures sont globalement comprises entre 16°C et 24°C.
Les mortalités d'huîtres se produisent sur l'ensemble des bassins conchylicoles français. Les mortalités sont généralement plus rapides et plus importantes dans l'étang de Thau qu'ailleurs. La notion de **sites sanctuaires** mérite également d'être soulevée. En effet, il existe quelques rares sites sur lesquels nous n'observons aucune mortalité. C'est le cas par exemple en mer profonde en Méditerranée ou dans des claires isolées dans les pertuis charentais.
Par ailleurs, **en intra-bassin**, au sein d'une même zone conchylicole, existe-il des zones de mortalité différentes ? Les différences existent, mais elles demeurent rares. Elles sont avant tout la conséquence de la connectivité ou de l'isolement hydrodynamique des zones considérées.
L'altitude a-t-elle un impact sur la mortalité des huîtres ? Les différentes expériences menées à ce jour montrent que l'altitude n'entraîne pas de différences de survie systématique.

La question des pratiques en tant que telles, comme l'effet de la densité, du mélange des lots ou de la date d'ensemencement, a également été examinée.
L'effet de la **densité d'élevage** apparaît globalement contrasté. Selon les manipulations réalisées, les résultats sont très différents.
En revanche, le **mélange des lots** a clairement un effet sur les surmortalités. Il est évident qu'un lot infecté mis en contact avec un lot indemne entraînera des surmortalités chez le second.

L'effet de la **date d'ensemencement** est quant à lui similaire à celui de l'âge et varie en fonction des sites d'élevage.

Globalement, la mortalité d'un lot d'huîtres varie principalement en fonction de son parcours zootechnique et de l'hydrodynamisme du site. Le parcours zootechnique vise avant tout à déterminer si les huîtres considérées ont été exposées dans le passé à un phénomène de mortalité. Si la réponse est positive, il y a de fortes chances pour que les huîtres survivantes soient résistantes. Par ailleurs, il apparaît que les mortalités dépendent de l'apport de masses d'eau provenant de foyers infectieux et que finalement, les patrons de répartition de la mortalité reflètent la connectivité ou l'isolement hydrodynamique du site.

2. Méthodologie en vue d'une généralisation des résultats et de l'élaboration de recommandations

Pourquoi les expériences réalisées au cours des trois dernières années ne permettent-elles pas d'obtenir des informations concrètes en vue de limiter les pertes ? Tous les facteurs d'intérêt ont été largement étudiés. Pourtant, nous ne sommes parvenus à aucune recommandation concrète. Aujourd'hui, la généralisation des résultats est souvent limitée aux sites et à l'année d'étude. L'effet de la date d'ensemencement ou de l'âge des huîtres n'est pas le même selon les sites d'élevage. En rade de Brest, les huîtres indemnes de deux ans ne présentent pas de surmortalités significatives contrairement aux huîtres d'un an. Il existe donc un effet de l'âge ou de la date d'ensemencement. A Pénerf, l'effet est sensiblement le même qu'en rade de Brest. A Marennes, l'effet de la date d'ensemencement sur les mortalités est plus contrasté et à Thau, il est inexistant. Il semble donc que l'effet de la date d'ensemencement sur la survie des huîtres varie en fonction des sites. Dans l'état actuel des connaissances, **la généralisation des résultats est donc impossible** puisque l'effet de la date d'ensemencement sur les mortalités semble varier en fonction des sites d'élevage. **Il faut donc intégrer les interactions entre les facteurs**. Cela suppose de développer des plans d'expériences « factoriels » et nécessite de mettre en place des sites-ateliers, sur lesquels nous travaillerions avec des lots communs.

Par ailleurs, dans plusieurs expériences, il est possible que des facteurs non contrôlés masquent les effets des facteurs étudiés, ce qui entraîne des difficultés d'interprétation. **L'échelle spatiale d'expérimentation** est un exemple de notion à ne pas négliger dans les interprétations. En effet, certains facteurs peuvent apparaître comme non significatifs sur les surmortalités d'huîtres, simplement parce qu'ils ne sont pas testés à la bonne échelle. Par exemple, les expériences réalisées semblent démontrer que le facteur « densité d'élevage » n'influence pas la mortalité des huîtres. Or jusqu'à présent, cet effet de densité a été testé à l'échelle de quelques poches expérimentales seulement. Une expérience qui consisterait à tester la densité des huîtres en élevage à une plus grande échelle (celle du bassin ostréicole par exemple), permettrait peut-être de mettre en évidence une relation positive entre densité et mortalité : moins la densité serait forte, moindres seraient les mortalités. Ce genre d'expérience n'a jamais été conduite, et l'effet de l'échelle d'expérimentation (poche, concession, bassin ou région) n'est pas connue à ce jour. Il faut donc envisager des expériences à grande échelle tout en étant réaliste du point de vue pratique. A cet égard, le recours aux modèles peut s'avérer pertinent, bien que leurs équations comportent encore plusieurs inconnues.

3. Conclusion

L'effet des pratiques culturales sur la surmortalité de l'huître peut être appréhendé selon une équation très simple, à savoir que la mortalité est une fonction simple des individus présents, de leur statut d'infection et de l'hydrodynamisme. **Ainsi, plus le nombre d'animaux infectés est important et plus il est attendu des mortalités élevées. De même, plus l'hydrodynamisme est faible et plus les mortalités sont importantes parce que le temps d'exposition des huîtres aux agents infectieux est long.**

Cette équation peut expliquer les différences de mortalité constatées entre les sites. Ainsi, l'étang de Thau étant une lagune semi fermée où le régime hydrodynamique est faible, il est attendu que les mortalités y soient plus importantes qu'ailleurs : les huîtres sont plus longtemps en contact avec les agents infectieux que dans les sites ouverts, soumis aux marées. L'hydrodynamisme peut également expliquer les différences au sein d'un même site d'élevage. Finalement, les différences de mortalité entre des huîtres collées sur cordes une à une (10% de mortalité) et en panier (80%) peuvent être expliquées par des différences d'écoulement hydrodynamique à petite échelle entre ces structures (meilleur écoulement entre les cordes comparativement aux paniers).

SYNTHESE DES TRAVAUX DES CENTRES TECHNIQUES AQUACOLES CONDUITS AU NIVEAU REGIONAL EN REPONSE AUX MORTALITES D'HUITRES

Philippe BLACHIER, Directeur du Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole

Les centres techniques concernés sont le SMEL[20] basé en Basse-Normandie, le SMIDAP[21] basé en Pays de la Loire, le CREAA[22] en Poitou-Charentes, et le Cépralmar en Languedoc-Roussillon.
Quelles ont été les actions menées en 2011 par les centres techniques ? Une partie d'entre elles concerne la description des phénomènes de mortalité et la recherche de solutions, mais aussi l'évaluation des conséquences des mortalités sur la profession. Nous nous sommes donc intéressés à la façon dont les professionnels vivaient ces mortalités. Une action concerne également le suivi d'agents infectieux ciblés.

1. La caractérisation des mortalités

Période de fixation	Mortalité %
Mi-juillet	50 à 60%
Fin août	10 à 20%
Septembre	0 %

Figure 10 : Mortalité moyenne des naissains d'huîtres creuses à l'issue du captage, en fonction de la période de fixation (étude réalisée en 2011 par le SMIDAP en Baie de Bourgneuf)

Concernant la caractérisation de la mortalité précoce du naissain, des travaux ont été menés dans les Pays de la Loire au niveau de la Baie de Bourgneuf. Le suivi sur deux secteurs montre des mortalités différentielles au mois d'octobre en fonction des périodes de fixation.
De même à Marennes-Oléron, le taux de mortalité à l'issue du captage est en moyenne de 10 %, avec un maximum de 27 %, à l'endroit le plus important du captage à l'embouchure de la Charente, avec une grande variabilité entre les parcs, de 0,7 % à 52 %. En octobre, nous n'avons pas observé de lien entre la date de pose des collecteurs et la mortalité. À Marennes-Oléron, les professionnels cherchent à diversifier les zones de captage, en particulier vers la Gironde où le Comité Régional de la Conchyliculture de Poitou-Charentes a fait des essais en lien avec nous.
Que se passe-t-il une fois les huîtres récupérées, lors du premier été ? En Poitou-Charentes, nous n'avons pas vu de différences liées au site du captage. On remarque tout de même des mortalités plus faibles sur les parcs hauts, ainsi que la confirmation de l'influence de la date des captages sur la survie en an 1. Par exemple, les naissains captés au mois de juillet sont moins soumis aux mortalités (40 %) que les naissains du mois d'août (70 %).

[20] SMEL : Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral
[21] SMIDAP : Syndicat Mixte pour le Développement de la Pêche et de l'Aquaculture en Pays de la Loire
[22] CREAA : Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole

En Languedoc-Roussillon, des essais de captage ont été faits en lagune avec de très bons résultats de survie lors du premier été d'élevage, avec une différence là aussi en fonction de la précocité du captage : 10 % de mortalité pour le captage précoce, et 35 % pour le captage tardif. Evidemment, on ne sait pas quelles mortalités ont eu lieu lors du captage.

Les suivis réalisés portent aussi sur les survies lors de l'élevage. Par exemple, en Poitou-Charentes, la mortalité du captage naturel déjà importante en première année avant 2008 (45 %) est passée en moyenne à 82 %. En 2009, 2010 et 2011, les mortalités sont proches. A l'issue de trois années d'élevage, 42 % des huîtres étaient récupérées en moyenne avant 2008, mais seulement 13 % aujourd'hui. Cela signifie qu'on a multiplié par moins de deux la mortalité des premières années, mais qu'on a divisé par plus de trois la quantité des huîtres obtenues à l'issue de élevage. Toutes ces références sont obtenues dans le cadre de l'observatoire ostréicole du CREAA dans des conditions d'élevage proches des pratiques professionnelles.

2. Le suivi des agents pathogènes

Il est possible de suivre certains agents infectieux. Des recherches ont été menées en 2011 en Pays de la Loire, à la suite d'actions entamées en 2009 et 2010 après que des agents bactériens particuliers ont été détectés. Ce suivi a donc été continué en 2010 et 2011, mais la détection de ces bactéries n'a pas été confirmée.

Même lorsque les huîtres ne meurent pas, le suivi des agents pathogènes nous paraît nécessaire. En effet, dès lors que les agents pathogènes ont un rôle important, il serait important de suivre leur évolution tout au long de l'année. Notre objectif est de mettre en place un vrai outil de contrôle et de suivi géré avec la profession. Nous avons entrepris de caractériser dans les principaux bassins français la présence des agents infectieux en lien avec la saison et les conditions du milieu. Un cadre interrégional a été fixé sur la base du suivi mensuel de trois agents infectieux sur un lot commun d'huîtres. Je précise que les différents centres techniques sont totalement indépendants en l'absence d'une structure nationale. Un rapprochement des différents centres s'opère actuellement pour mener des actions communes. Bientôt, un accord passé entre ces différents centres permettra d'harmoniser un certain nombre de ces programmes.

Une restitution menée à chaque saison, trois à quatre fois par an, montre la détection de ces agents pathogènes au cours du temps en fonction d'un certain nombre de paramètres environnementaux. Par exemple, cette année, la détection d'ADN viral du virus OsHV-1 est différente selon les sites. Il a été détecté en période froide, ce qui n'était pas le cas en 2010. Ce programme interrégional sera reconduit en 2012. Il ne s'agit pas en revanche d'un outil de gestion et ne permet pas d'orienter des choix zootechniques.

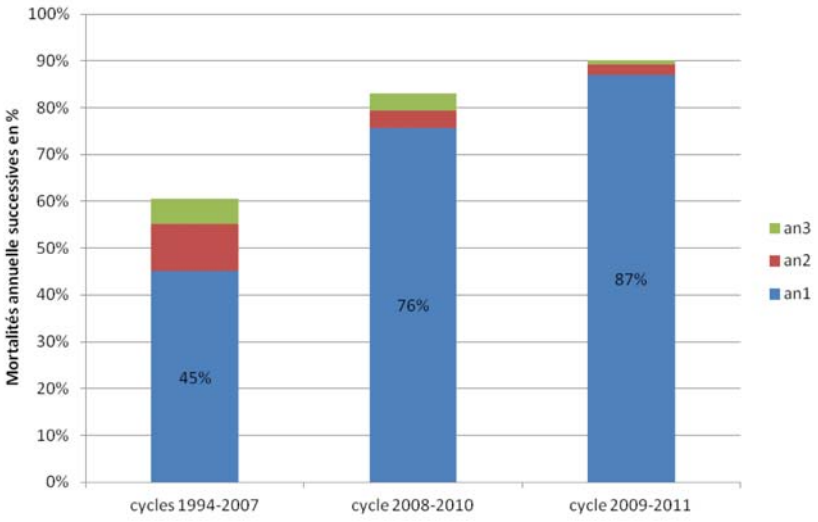

Figure 11 : évolution des mortalités d'huîtres de trois classes d'âges dans l'observatoire ostréicole du CREAA.

3. Le test des facteurs zootechniques

En Poitou-Charentes, en 2010, nous avions vu qu'il n'existait pas de différences de mortalité entre des densités de 1500, 4000 et 10000 huîtres en poches. En revanche, il existe un aspect négatif des densités sur les croissances.

Les études menées en Pays de la Loire montrent que la survie est plus importante pour les lots placés sur les parcs dont les coefficients d'exondation sont les plus importants (parcs hauts). Les conclusions du SMIDAP estiment que la pratique de l'exondation sur les parcs très hauts induit un retard de croissance en première année, associée à un rattrapage et à une mortalité en deuxième année. On observe donc une tendance à des mortalités plus importantes en deuxième année sur les lots épargnés en première année. En Poitou-Charentes, cinq lots suivis pendant deux ans montrent que les coefficients les plus hauts affichent les survies meilleures, soit 23 % au lieu de 10 %, ce qui explique des rendements supérieurs sur les parcs de coefficients 70 par rapport aux parcs de coefficients 90, ce qui n'était pas le cas avant les périodes de mortalité. On peut aussi s'interroger sur les effets du ralentissement de la croissance sur les performances économiques de l'élevage, lesquelles sont à voir au cas par cas.

Le bassin de Thau met en place une technique d'élevage en suspension qui a permis de tester des solutions autour de différentes pratiques d'exondation d'huîtres. Celles-ci ont permis de mettre en évidence que les huîtres de sub-surface étaient moins touchées que celles qui étaient plongées dans la masse d'eau, ce qui reste à comprendre et confirmer.

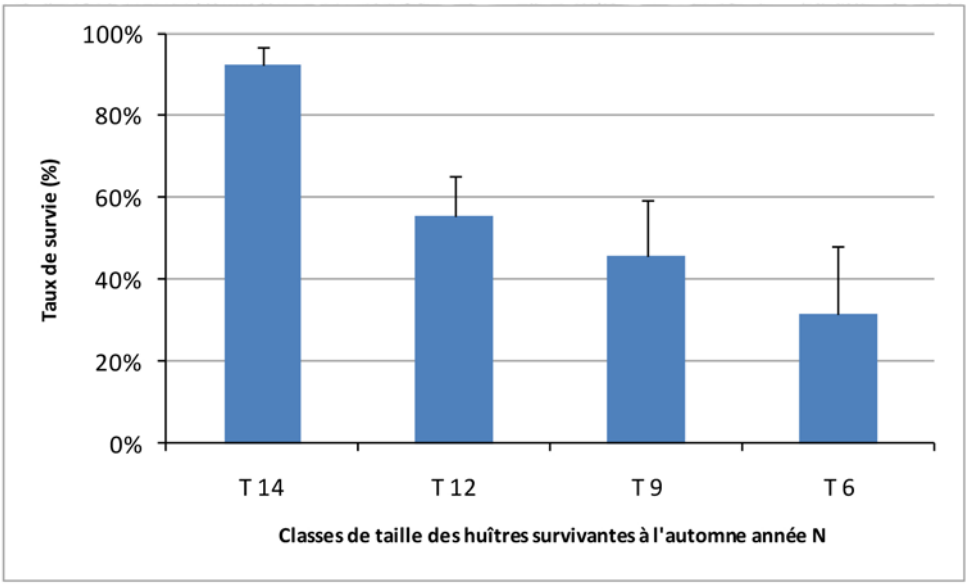

Figure 12 : Mortalité différentielle en fonction de la taille des huîtres (SMEL)
Taux de survie d'huîtres d'élevage en fonction de leur taille. Des huîtres ayant survécu au phénomène de mortalité d'une année dite N, ont été classées par taille à l'automne de cette même année, des plus grosses (T14) aux plus petites (T6). Leur survie a été mesurée l'année suivante (année N+1). (étude réalisée par le SMEL de 2009 à 2011)

En Normandie, des lots ont été introduits dans des sites où il n'existe pas de culture d'huîtres. Sur les lots fortement impactés par les mortalités sur l'estran en première année, les mortalités de deuxième année sont très faibles. En revanche, les mortalités sont fortes pour les lots qui ont été épargnés en première année. Il apparaît également un différentiel de comportement en fonction de la taille des huîtres, avec des mortalités plus importantes sur les huîtres les plus petites, comme le montre la corrélation inverse entre la taille des huîtres mises à l'eau et la mortalité. De fait, plus les huîtres sont petites et plus les mortalités sont importantes.

En ce qui concerne le lien entre la taille et la survie à deux ans, il faut souligner avant tout la diversité des cas, même si les mortalités sont là plus importantes sur les huîtres de petites tailles. En Pays de la Loire, une étude a montré une survie plus importante en faveur des huîtres les plus grosses, comme cela est également le cas en Poitou-Charentes. En Normandie, tous ces naissains ont été suivis en fonction de leur taille. Là encore, les naissains les plus petits ont les survies les plus faibles et les naissains les plus gros ont les survies les meilleures.

En ce que concerne la recherche de solutions diverses, plusieurs essais ont été menés en Languedoc-Roussillon. Ont par exemple été réalisés des bains dans une solution d'eau dite « activée », des bains dans du chlorure de magnésium. Ces expérimentations n'ont montré aucune différence significative. Dans les Pays de la Loire, un dispositif dit de « balancelle », qui consiste à laisser les poches remuer avec la marée, semble avoir montré une amélioration des survies, ce qui reste toutefois à confirmer.

4. Évaluation des « progrès » génétiques

La dimension génétique constitue un autre éventail de solutions. Elle inclut trois types de travaux :

- l'évaluation des produits d'écloserie,
- la participation au suivi de lots du plan de sauvegarde,
- la participation aux travaux de l'Ifremer (suivi des lots d'huîtres G2A « améliorées » fournis par l'Ifremer).

En Normandie, les travaux sur les lots de captage naturel n'ont pas montré d'amélioration des survies ces dernières années, de même en Pays de la Loire et en Poitou-Charentes. Cependant les résultats de certains lots d'écloserie sont encourageants. Dans les Pays de la Loire, certains de ces lots se sont comportés de façon satisfaisante, voire très satisfaisante. On retrouve des résultats similaires en Poitou-Charentes. Les mortalités tournent entre 70 % et 80 % pour les naissains naturels, et ne dépassent pas 20 % pour certains lots issus des écloseries.

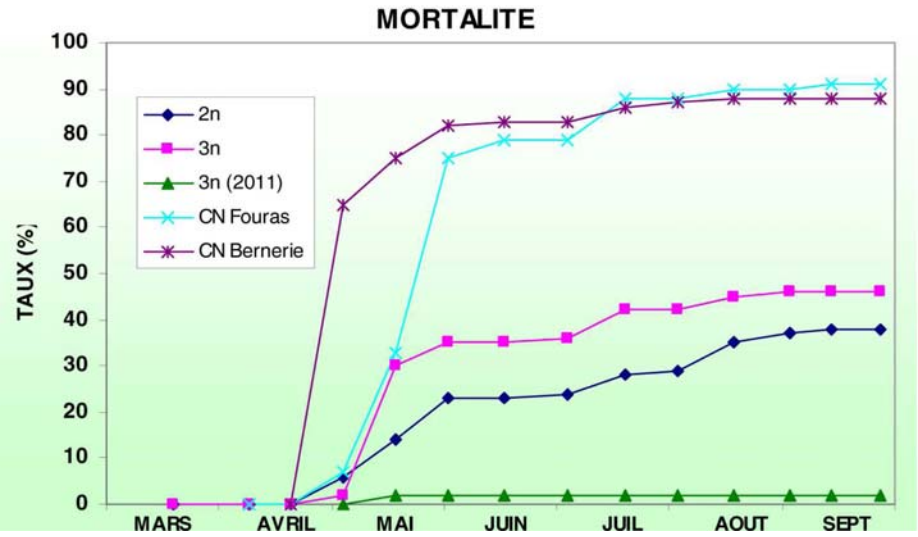

Figure 13 : Mortalité différentielle entre le captage naturel et certains lots d'écloserie (étude réalisée en Pays de la Loire par le SMIDAP)

2n : huître diploïde d'origine écloserie
3n : huître triploïde d'origine écloserie
CN Fouras et CN Bernerie :huîtres d'origine captage naturel

Concernant le suivi des lots des huîtres du plan de sauvegarde (lots « R ») mis à la disposition des professionnels à l'automne 2010, en Normandie et dans les Pays de la Loire, les résultats sont variables en fonction des lots. En Poitou-Charentes, les lots se sont comportés de façon assez moyenne. De manière générale, on observe des différences très importantes de mortalité entre les lots, quels que soient les sites.

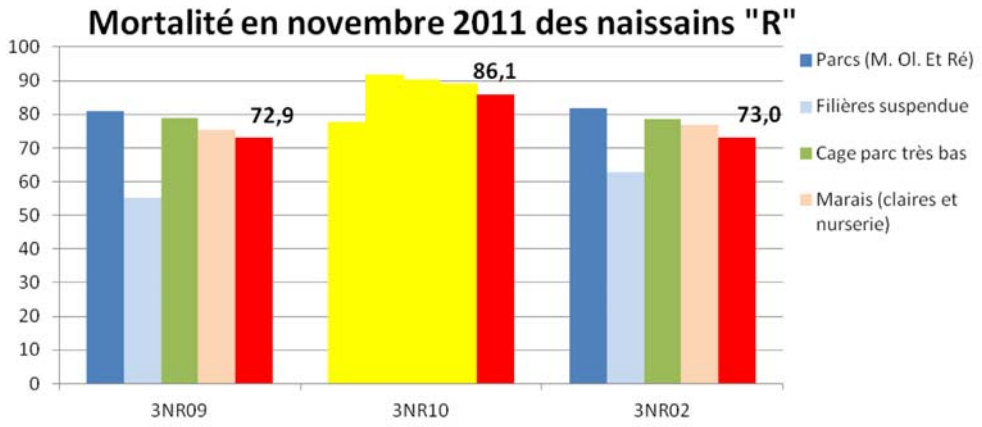

Figure 14 : Mortalité des premiers lots « R » du plan de sauvegarde 2010 en fonction des modes d'élevage (étude réalisée par le CREAA en Poitou-Charentes)
3NR 09 : lot acheté en septembre 2010 ; 3NR 10 : lot acheté en octobre 2010 et retiré du suivi au printemps 2011 du fait des fortes mortalités (en jaune) ; 3NR 02 : lot acheté en février 2011
La couleur rouge correspond aux moyennes.

Finissons par le suivi effectué par les centres techniques, du lot G2A « amélioré » fourni par Ifremer. Le lot G2A affiche une mortalité de 23 %, contre 88% pour le témoin avec cependant une variabilité assez importante en fonction des sites.

5. La perception des mortalités

Nous avons également donné la parole en Poitou-Charentes aux professionnels de Charente-Maritime par le biais d'une enquête, de façon à savoir quel était l'impact de ces mortalités sur leur activité, de connaître leurs attentes ainsi que les solutions qu'ils ont mises en place. Ce travail a été réalisé entre le CREAA et l'Ifremer. Les résultats devraient bientôt être disponibles.

6. Conclusion

Nous pouvons finir sur les constats suivants :

- la persistance des mortalités sur les lots naturels ;
- des recherches de solutions zootechniques sur les différents bassins avec :
  - une absence de solution unique mais des solutions à adapter au cas par cas ;
  - pour les huîtres épargnées en première année, une mortalité de deuxième année plus importante ;
  - une survie qui semble en relation avec le poids moyen ;
  - une interrogation face aux modifications pratiques comme le retour à des cycles plus longs sur les parcs hauts ou la recherche de solutions vers le large.
- le constat de très bonnes performances de certains lots d'écloserie en 2011 ;
- l'intérêt de la mutualisation du travail des centres techniques conchylicoles.

ECHANGES AVEC L'AUDITOIRE

François BONHOMME, Université de Montpellier

Savons-nous où le ou les virus OsHV-1 passent l'hiver ? En d'autres termes, comment perdurent-ils dans l'écosystème ? Connaît-on des exemples de patho-systèmes conchylicoles où un virus ou un agent pathogène finit par disparaître de sa belle mort ?

Tristan RENAULT, Ifremer

Nous disposons de nombreuses informations sur le virus lorsqu'il infecte l'huître ou d'autres espèces de coquillages. En revanche, nous avons peu d'informations sur les conditions de sa persistance dans d'autres compartiments que les bivalves. Le projet Bivalife financé par l'Union Européenne vise justement à rechercher l'ADN viral chez d'autres espèces que les bivalves.
Les virus ont en général des cycles simples et ne font pas intervenir d'hôtes intermédiaires. En d'autres termes, les animaux infectés sont les sources essentielles de contamination pour des animaux sains.
Les travaux de phylogénie effectués sur le virus OsHV-1 montre que ce dernier est un virus ancien, et que son ancêtre a dû apparaître il y a 300 à 400 millions d'années. De fait, les ancêtres des huîtres devaient déjà connaître une forme ancêtre du virus OsHV-1. Les relations entre virus et huître sont donc anciennes. De ce fait, l'huître doit posséder les moyens de vivre en équilibre avec son agent infectieux. Cependant il reste difficile aujourd'hui de préciser si cet équilibre peut être rompu et quels sont les facteurs qui pourraient le rompre.

Pierre BOUDRY, Ifremer

Il existe tout de même quelques cas dans le monde où la cohabitation entre les coquillages et les agents infectieux tourne à la faveur des coquillages. Un cas américain de parasitose est assez bien connu. Son émergence est fortement liée à la salinité du milieu. Les chercheurs ont pu montrer qu'après des années de forte sécheresse ayant entraîné une prévalence importante de la maladie, la résistance des populations a fortement augmenté car les animaux sensibles ont baissé en fréquence. De fait, la pression de sélection dans la nature peut être efficace, au moins dans certains cas.
On appelle ce phénomène le « concept de la reine rouge ». L'évolution de l'hôte s'accompagne généralement de l'évolution de l'agent infectieux. Nous devons donc nous interroger sur l'effet des changements globaux sur l'apparition de formes nouvelles ou de formes particulières d'un agent pathogène déjà connus et des réponses possibles de l'hôte.

Michel MATHIEU, Université de Caen

Je ne connaissais pas la notion de temps de survie moyen, qui est pourtant très intéressante. Dans un cadre de sélection, le temps de survie moyen, qui apparaît discriminant, peut-il être utilisé ? Par ailleurs, peut-on envisager qu'il aura une composante génétique ?

Pierre BOUDRY, Ifremer

Ce type de caractérisation phénotypique dans le cadre d'un programme de sélection familiale supposerait la caractérisation et le suivi de la survie d'un grand nombre de familles, réclamant un effort considérable, qui, à terme, pourrait apporter plus de précisions que la simple prise en compte de la survie finale. C'est une question de moyen de qualification de la performance des familles. Ce type d'approche est utilisé pour la sélection chez certaines espèces.

Fabrice PERNET, Ifremer

La question de la fréquence d'échantillonnage est cruciale pour mesurer un temps de survie moyen. De plus, ce paramètre statistique est sensible à la troncature, c'est-à-dire à l'absence de constat de mortalité. Lorsque la survie est élevée, ce que l'on peut espérer dans le cadre d'un plan d'amélioration génétique de l'huître, le temps de survie d'un nombre important d'individus ne peut pas être évalué, et ce paramètre est alors sous-estimé.

De la salle

Allez-vous appliquer à l'étang de Thau un modèle hydrodynamique ? Cela vous paraît-il compatible avec votre cartographie de propagation ?

Fabrice PERNET, Ifremer

Ce travail est en cours. Des modèles hydrodynamiques sont déjà appliqués à l'étang de Thau. De façon générale, il semble que le régime hydrodynamique explique en grande partie la dynamique spatiale et temporelle des mortalités. D'autre part, le niveau des réserves énergétiques des huîtres qui varie du simple au double dans l'étang de Thau semble également expliquer une part significative du phénomène.

De la salle

D'où vient l'ADN lorsqu'il est présent dans l'eau ?

Fabrice PERNET, Ifremer

L'ADN viral détecté dans l'eau proviendrait des huîtres en élevage situées aux alentours des animaux expérimentaux que nous avons placés. La recherche d'ADN viral portent sur l'eau et les animaux expérimentaux, pas sur les huîtres en élevage des ostréiculteurs.

De la salle

Je n'avais pas compris, dans l'expérience menée à Pénerf, que des mortalités survenaient aux alentours au moment où l'on constatait des mortalités sur les huîtres sentinelles.

Fabrice PERNET, Ifremer

La manipulation a eu lieu entre avril et septembre. Or les mortalités ont été les plus nombreuses aux mois de mai, juin et juillet. L'ADN viral détecté dans l'eau proviendrait des huîtres en élevage alentours.

De la salle

La première présentation [concernant les analyses *in situ*, présentée par Fabrice Pernet] a bien mis en avant la rapidité avec laquelle la mortalité se développe au sein d'un bassin. La seconde présentation [concernant l'approche en laboratoire, présentée par Tristan Renault] expliquait bien le caractère infectieux des agents pathogènes. Ces éléments permettent-ils aujourd'hui d'affirmer qu'un lot atteint d'une charge virale importante peut avoir des effets négatifs sur un bassin sain dans lequel il serait transféré ?

Fabrice PERNET, Ifremer

Oui tout à fait.

Tristan RENAULT, Ifremer

Je nuancerais la réponse : cela dépend des quantités transférées.

Fabrice PERNET, Ifremer

Cela dépendra également de l'endroit où ce lot d'huîtres est placé dans le nouveau bassin. Les notions de biomasse infectieuse et d'hydrodynamisme doivent être prises en compte.

Tristan RENAULT, Ifremer

Dès lors que nous sommes capables de qualifier une zone comme « indemne », nous avons tout intérêt à ne pas y transférer le lot. La première difficulté reste cependant de qualifier correctement une zone.

De la salle

Vous avez sélectionné un vibrion bien particulier pour effectuer vos tests. A quelle température avez-vous travaillé ? Avez-vous mené d'autres tests, avec d'autres souches de *Vibrio splendidus* ?

Tristan RENAULT, Ifremer

L'ensemble des expérimentations, aussi bien pour le virus que pour les bactéries, a été mené entre 20°C et 22°C. Le choix de ces températures est lié au fait que les mortalités ont lieu au moment de la période estivale. Nous avons choisi la souche LGP 32, car nous la connaissons bien. Elle a fait l'objet d'un séquençage complet. Certaines autres souches testées ne permettaient pas d'induire de la mortalité.

De la salle

Une huître vivante peut-elle larguer de l'ADN viral ?

Tristan RENAULT, Ifremer

Lorsqu'un animal est malade, il n'y a aucun doute qu'il largue du virus par de multiples voies. Il arrive aussi que des animaux présentent de l'ADN viral tout en étant bien portants. Dans ce cas, nous n'avons pas encore pu démontrer qu'ils relâchaient des particules virales infectieuses. Des investigations doivent donc encore être menées sur ce point.

De la salle

En 2008, l'Ifremer a mis en avant la relation entre les pesticides et la baisse du système immunitaire de l'huître. Or, comme vous l'avez expliqué, avant les pics de mortalité, on détectait du virus OsHV-1 µVar dans des huîtres de l'étang de Thau, même à faible dose. Quelque chose dans l'eau est-il susceptible d'affaiblir suffisamment l'huître pour que le virus se développe au point de faire mourir l'huître ?

Tristan RENAULT, Ifremer

L'Ifremer s'intéresse à l'immuno-toxicité, qui porte en particulier sur les effets des polluants sur le système immunitaire, et son éventuel affaiblissement. Une thèse datant de quelques années a ainsi pu démontrer que des pesticides utilisés à des niveaux de concentration qu'on retrouve dans l'environnement, et utilisés dans des conditions expérimentales, augmentaient la sensibilité à une infection bactérienne en conditions de laboratoire. Aujourd'hui, on se pose la même question pour le virus. On ne dispose pas encore de tous les éléments mais une thèse vient juste d'être mise en chantier sur ce thème au sein du laboratoire LGP[23] de La Tremblade. Son objectif est d'explorer l'interaction entre les pesticides et le virus OsHV-1. Nous nous demandons entre autres si les pesticides peuvent avoir un effet direct sur le virus. En effet, les pesticides peuvent avoir des effets sur les membranes. N'oublions pas que l'enveloppe du virus est d'origine cellulaire. Nous aurons des éléments de réponses dans les années qui viennent.

De la salle

Combien de temps, selon vous, le virus peut-il survivre dans l'eau en dehors de son hôte ?

Tristan RENAULT, Ifremer

Il est difficile de répondre, mais si la « survie » correspond à la durée d'infectiosité du virus, alors elle est relativement courte. Je vous présenterai tout à l'heure des résultats réalisés en pathologie expérimentale, qui montrent la sensibilité du virus, en particulier aux UV. Nous pouvons donc suspecter que le virus libre (s'il est vraiment libre), est relativement fragile et limité dans le temps. Par ailleurs, nous disposons de relativement peu de données pour savoir si le virus peut exister en dehors des coquillages. Concernant le virus OsHV-1 µVar, il est intéressant de constater que l'ADN viral a été détecté chez d'autres espèces, comme les huîtres plates ou les moules. Il ne s'agit toutefois que de la détection d'ADN, on ne peut donc pas savoir si des particules intègres et infectieuses sont présentes chez ces animaux.

[23] LGP : Laboratoire Génétique et Pathologie de l'Ifremer

De la salle

A titre d'information, disposez-vous d'outils pour mesurer l'intégrité du virus ?

Tristan RENAULT, Ifremer

Comment mesurer la « survie » d'un virus ? Il est difficile de répondre à cette question lorsque l'on s'intéresse aux virus infectant les coquillages. Un des outils les plus adaptés est celui de la culture cellulaire, qui permet de visualiser aisément les effets d'un virus au travers de la destruction d'un tapis de cellules. Malheureusement, nous n'avons pas aujourd'hui de lignées cellulaires de mollusques marins qui pourraient nous permettre de cultiver le virus OsHV-1. Les autres techniques, en particulier la cytomérie en flux, peuvent permettre d'avoir une idée de l'intégrité d'une particule virale. Il s'agit enfin, aussi, de suivre l'expression de gènes viraux. Le virus OsHV-1 est un virus à ADN et il passe par des intermédiaires de molécules d'ARN[24] lorsqu'il se multiplie. Si vous avez ces intermédiaires ARN, cela signifie que le virus est en réplication et qu'il existe bien sous une forme infectieuse. Une thèse est menée sur ce sujet depuis le mois de mars 2011 au sein du laboratoire LGP La Tremblade et permet de développer des techniques pour rechercher les ARN viraux. Nous avons aujourd'hui une technique de RTPCR, qui nous permet de détecter une quarantaine de gènes viraux. Nous allons donc utiliser ces outils pour regarder si effectivement, dans des compartiments dans lesquels on détecte de l'ADN viral, on détecte aussi de l'ARN, ce qui signifiera alors la présence de virus «infectieux ».

Philippe LE GAL, Vice-Président du Comité Régional de la Conchyliculture Bretagne-Sud

Les professionnels remercient l'Ifremer pour son travail, qui a suscité l'adhésion de tous dans cette affaire. Dans la rivière Pénerf, c'est le secteur de Penvins qui présente les plus fortes mortalités et qui se trouve le plus au large. Or depuis quatre ans, il est celui qui était le plus préservé. Cette année, le taux de survie n'est que de 17 %. Huit jours avant, deux professionnels ont ramené leur tube de Charente. Or dans les huit jours qui ont suivi, on a observé un phénomène de surmortalité dans ce secteur. Cette pratique culturale mérite donc d'être surveillée. Le secteur compte 50 entreprises ostréicoles. J'organise une réunion syndicale le 31 janvier prochain. Je pense que notre syndicat va demander d'éviter les transferts au cours de cette période. L'ensemble des professionnels du secteur devrait adhérer à cette demande.

Fabrice PERNET, Ifremer

Cette coïncidence est intéressante, même si pour le moment nous ne pouvons parler que de coïncidence. Les effets sur les surmortalités peuvent effectivement être différents selon les pratiques. Il faut se garder toutefois de formuler des conclusions trop hâtives.

Philippe LE GAL, Vice-Président du CRC Bretagne-Sud

Deux ans d'études ont déjà été menés sur ce secteur. Cela me parait cependant trop court pour tirer des conclusions définitives. J'espère donc que l'Ifremer continuera à nous accompagner.
La Bretagne est en train de se munir d'un centre technique. Principalement, nous essayons de cibler des zones de captage pour éviter les coûts de déplacement.

De la salle

Vous avez indiqué que le naissain naïf était plus sensible aux mortalités, et que les animaux de plus grande taille présentaient, quant à eux, une résistance accrue. Je n'ai pas entendu parlé d'immunité acquise chez les coquillages. S'agit-il d'une piste à suivre ou bien seuls les facteurs physiologiques doivent-ils être pris en compte ?

Fabrice PERNET, Ifremer

L'effet de la taille est controversé. On ne peut pas dire à l'heure actuelle que les grosses huîtres meurent moins vite que les petites.

[24] ARN : Acide Ribo-Nucléique

Tristan RENAULT, Ifremer

Il est aujourd'hui admis qu'il n'existe pas d'immunité spécifique chez les invertébrés alors qu'une première rencontre avec un agent infectieux laisse une trace chez les vertébrés. On parle alors de phénomène de mémoire, qui repose sur des cellules spécialisées, les lymphocytes. Chez les invertébrés, il existe un système de défense inné. Ce système se développe au cours du temps. De fait, la réponse peut s'améliorer avec le temps. Plus les animaux seront âgés, plus la réponse sera efficace. On peut également imaginer que la physiologie de l'animal joue, en particulier sa capacité à filtrer et à récupérer des particules virales à partir de l'environnement.

Pierre BOUDRY, Ifremer

Il existe différents mécanismes de défense. Nous devons donc encore mieux connaître leur mise en place au cours du développement de l'huître afin de comprendre, au delà de la gamétogénèse, ce qui distingue une huître de trois mois d'une huître de plus d'an, et pourquoi la première est plus fragile face aux mortalités que la seconde.

Philippe BLACHIER, Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole

Les lots « naïfs » fournissent les meilleurs résultats, car ils sont sélectionnés. Le côté naïf n'explique donc pas tout.

De la salle

Dans votre exposé, vous avez évoqué la densité, la date d'ensemencement, les mélanges des lots. Pensez-vous que le mélange des huîtres et moules[25] soit de nature à éradiquer le phénomène de mortalité ?

Fabrice PERNET, Ifremer

La manipulation menée dans l'étang de Thau répond en partie à la question, bien qu'elle ne suive pas exactement le protocole dévoilé au mois de décembre. Des huîtres ont été déployées sur 106 points. Parmi eux, un certain nombre d'unités expérimentales se sont retrouvées dans les zones d'élevage de moules ; d'autres dans des zones d'élevage d'huîtres uniquement. Enfin, des unités expérimentales se sont retrouvées dans des concessions vides.
La mortalité cumulée finale des huîtres « sentinelles » atteint plus de 85% quelles que soient les espèces en élevage sur la concession. En revanche, les espèces en élevage influencent significativement le temps de survie moyen des huîtres « sentinelles ». Les huîtres déployées sur des concessions dédiées à l'élevage de moules présentent un temps de survie moyen de 17 jours, contre 14 à 15 jours dans les concessions vides ou dédiées aux huîtres (seules ou en mélanges). Ce résultat doit être tempéré par le fait que les concessions dédiées à l'élevage des moules suivies dans cette étude sont situées principalement dans une zone d'élevage à Bouzigues. Le facteur « espèce en élevage » est partiellement confondu avec leur localisation géographique, de sorte qu'il n'est pas possible d'attribuer aux seuls élevages de moules la plus grande longévité des huîtres.

De la salle

Le suivi des agents infectieux dans l'eau est-il envisageable en tant que moyen de prévention ?

Tristan RENAULT, Ifremer

Les éléments d'information dont nous disposons nous ont permis de définir des doses létales 50. En particulier, elles ont un intérêt évident pour les bactéries *Vibrio splendidus* et *Vibrio aestuarianus*. Le cas du virus OsHV-1 est un peu plus complexe, car nous ne disposons pas d'un système qui permet de comptabiliser les particules virales. Cela signifie qu'il y a bien une notion de dose de quantités suffisantes, cependant nous ne sommes pas encore capables de déterminer le nombre de particules virales nécessaires pour induire la maladie.

[25] La question faisait référence au brevet des frères Cambon.

De la salle

Peut-on imaginer des doses différentes en cas de co-infection ?

Tristan RENAULT, Ifremer

Nous disposons de relativement peu de données sur ce point. Différentes expérimentations sont prévues. Une co-détection ne suppose pas forcément une co-infection. Dans un même lot, où des infections peuvent être le fait du virus OsHV-1 comme de *Vibrio splendidus,* la mortalité peut correspondre au cumul de la mortalité due à deux maladies différentes.

De la salle

Vous disposez de résultats par site. Est-il possible de rédiger des fiches techniques par zone afin d'aider les ostréiculteurs dans leur pratique, sachant que chaque zone réagit différemment ? Cela pourrait les aider à améliorer en 2012 la baisse de la mortalité, au-delà du plan de sauvegarde.

Fabrice PERNET, Ifremer

Pour l'heure, cela me paraît un peu prématuré, car nous n'avons pas encore suffisamment de recul. Les ostréiculteurs sont encore les mieux placés pour divulguer les meilleures pratiques. Je pense qu'il ne serait pas sérieux de constituer des fiches techniques dès à présent.

Philippe BLACHIER, Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole

Nous n'avons pas encore trouvé la recette miracle. Il est donc prématuré de constituer des fiches techniques.

De la salle

A quoi est due la diversité des résultats des lots « R » ?

Philippe BLACHIER, Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole

Il n'existe pas de plan d'évaluation national au niveau des centres techniques. L'idée était donc de disposer de suffisamment de données sur le moyen terme pour tirer un certain nombre de tendances, afin d'avoir une vision globale de ce qui est fourni par les écloseries tout au long de l'année. Je pense que nous allons être conduits à avoir des lots communs à l'avenir.

Jean-Louis BLIN, Syndicat Mixte pour l'Equipement du Littoral (SMEL)

Le SMEL n'a pas de droit de tirage sur les lots du plan de sauvegarde : n'étant pas concessionnaire, nous n'avons pas pu nous en procurer directement auprès des écloseries. De fait, nous avons effectué un échantillonnage grâce à un pool d'ostréiculteurs référents, chez qui nous avons suivi plusieurs lots du plan de sauvegarde. Il s'avère que les lots suivis provenaient de trois écloseries différentes. Cette variabilité d'origine entre les lots s'est retrouvée dans les résultats : nous avons mesuré en terme de survie, la variabilité de réponse des différents lots. Pour effectuer ce type d'étude à un niveau national, l'idéal serait que tous les centres techniques puissent récupérer des lots identiques auprès des écloseries, pour pouvoir établir des comparaisons.

Session 3 :
Soutenir la gestion et aider à la décision

QUELLES SOLUTIONS DE SORTIE DE CRISE ET QUELLES MESURES DE PLAN DE SOUTIEN SUITE AUX ASSISES DE LA CONCHYLICULTURE ?

Jean-Pierre BAUD, Coordinateur Transversal Conchylicole à l'Ifremer

L'approvisionnement en naissains constitue le principal problème de la filière depuis 2008. Heureusement, le recrutement existe encore. Il provient d'écloseries (30 % à 40 %) et du captage naturel (60 % à 70 %). Il est malheureusement insuffisant pour assurer la production annuelle de l'ostréiculture du fait des surmortalités constatées sur ces deux types de source. L'idée a donc été de proposer à court et moyen termes des actions susceptibles de pallier cette insuffisance. Ces actions ont été étudiées et validées par la profession, le MAAPRAT et les scientifiques suite à un accord trouvé lors des Assises de la conchyliculture[26] de 2010. Depuis, ces différentes actions font l'objet d'un suivi. La mesure à court terme de plan de réensemencement partiel de sauvegarde, initiée en 2010, a été reconduite en 2011 et 2012. A celle-ci s'ajoutent les projets d'importation d'huîtres adultes de pays tiers hors Union Européenne, ainsi qu'à moyen et long termes, l'initiation d'un plan de sélection collectif public en vue d'un repeuplement de géniteurs sélectionnés à des fins de captage orienté. De plus, des écloseries privées ont également démarré un plan de sélection en 2010. L'ensemble de cette matrice devrait permettre, à court et moyen termes, de retrouver un recrutement suffisant pour la filière ostréicole française.

1. Objectifs du plan de sauvegarde

L'objectif du plan de sauvegarde est de pallier partiellement et temporairement le manque de naissains, dans l'attente de solutions pérennes. En 2010, 2011 et 2012, des conventions annuelles ont été signées entre les représentants de la profession (CNC), le ministère en charge de l'agriculture (MAAPRAT), l'Ifremer et des écloseurs privés. L'idée est de céder sous convention aux écloseurs privés, des géniteurs diploïdes femelles à survie améliorée, dits « R », qui, une fois croisés avec des géniteurs mâles tétraploïdes « R », permettront aux écloseurs de produire du naissain triploïde de type résistant « R » (autrement dit à survie améliorée). La triploïdie a été privilégiée à une production de naissains diploïdes ; en effet, elle permet d'éviter la reproduction dans le milieu de ces animaux à niveau de consanguinité élevé, et donc permet de ne prendre aucun risque sur l'éventuel impact de cette opération sur les ressources génétiques de l'huître creuse *C. gigas* dans l'environnement. Néanmoins, le plan de sauvegarde n'a pas pour vocation de déployer ces familles à grande échelle dans le milieu naturel.

2. Bilan en septembre 2011 des taux de mortalité du naissain produit pour le plan de sauvegarde 2010

Les observations effectuées lors de la période à risque, sur des lots d'animaux triploïdes « R » issus du plan de sauvegarde 2010, montrent que le gain de survie pour ces animaux est de l'ordre de 10% en moyenne par rapport à des huîtres non sélectionnées (d'origine écloserie –diploïde « non R » et triploïde « non R », et d'origine naturelle).

[26] Le bilan national des Assises de la conchyliculture s'est tenu en octobre 2010 et a permis de dresser les grandes mesures susceptibles de venir en aide à la filière conchylicole française face au phénomène de surmortalité des naissains d'huîtres creuses.

Ce résultat peu significatif peut cependant être expliqué. L'Ifremer a travaillé, pour le plan de sauvegarde 2010, sur 6 à 7 familles dites résistantes « R », issues du défi MOREST[27]. Entre 2002 et 2007, ces familles ont été reproduites afin de les conserver et de les caractériser du point de vue physiologique, immunologique et génomique, mais sans recherche d'amélioration de leur caractère de meilleure survie. Nous sommes donc en 2009 directement passés de la phase expérimentale à une production à grande échelle, avec des familles à degré variable de résistance.
Les géniteurs mâles utilisés pour la production des naissains triploïdes « R » apportant, du fait de leur caractère tétraploïde, les deux tiers du génome à leurs descendants triploïdes, il s'opère de fait une dilution très forte du matériel génétique des géniteurs femelles diploïdes sélectionnés « R », au sein des descendants triploïdes. Cela explique les résultats mitigés pour le plan de sauvegarde 2010.

3. Bilan prévisionnel des plans de sauvegarde 2011 et 2012

En 2009 et 2010, l'Ifremer a débuté un travail d'amélioration des meilleures familles diploïdes « R » issues du programme MOREST en les sélectionnant par rapport au caractère « meilleure survie ». En 2011, nous avons croisé les femelles issues de la meilleure lignée de 2010 obtenue par cette amélioration, avec des mâles tétraploïdes en phase de processus d'amélioration. Nous espérons donc avoir fin 2012, des résultats significatifs au niveau de la survie et notablement meilleurs qu'en 2010.
En 2012, une lignée « G2A » (pour diploïde de deuxième génération de sélection), sélectionnée et améliorée par deux pressions de sélection successives réalisées après 2008, sera mise à disposition des écloseries conventionnées. L'objectif est de croiser les diploïdes « G2A » avec des tétraploïdes issus de la même lignée sélectionnée. 2012 doit ainsi permettre d'arriver à la maturité de ce plan de sauvegarde avec des résultats tangibles en terme de survie en élevage.

4. Importation de naissains de pays tiers hors Union Européenne

La possibilité d'introduire des huîtres *Crassostrea gigas* en provenance de pays tiers hors Union Européenne est expérimentée en parallèle aux autres actions de sortie de crise. Le premier choix s'est porté sur le Japon, avec un focus sur la baie de Miyagi (secteur indemne de pathogènes référencés pour l'huître creuse). Des adultes et des naissains japonais ont ainsi été importés en petite quantité pour analyses. Un travail important a été mené sur les analyses histologiques et pathologiques, ainsi que sur la sensibilité de ces naissains par rapport aux agents infectieux (le virus de type Herpès OsHV-1 et les vibrions *V. splendidus et V. aestuarianus*). Les résultats n'ont pas abouti à la détection d'agents infectieux à déclaration obligatoire. En revanche, ils ont permis de détecter des parasites de types coccidiens, très peu présents en France. Un parasite appartenant au genre *Haplosploridium* a été détecté chez un individu. En laboratoire, le test comparé de sensibilité aux agents infectieux n'a pas permis de conclure à une plus grande résistance des naissains japonais par rapport au naissain français. L'ensemble du dossier a été soumis à l'ANSES[28] qui a considéré, en terme d'analyse de risque, que cette phase 1 ne pouvait être suivie de la phase 2 consistant à multiplier en milieu contrôlé, les huîtres japonaises en vue d'une immersion à terme en milieu ouvert. Le processus a donc été arrêté.
Une analyse bibliographique complémentaire a été menée sur d'autres pays tiers hors Union Européenne. Le deuxième choix d'importation s'est porté sur le Brésil, puisqu'il s'agissait de l'un des seuls sites qui ne posait pas de problème en termes d'agents infectieux, tout en présentant des facilités d'introduction à partir de naissain d'écloserie. Cependant, ces huîtres étant essentiellement issues d'un stock limité de géniteurs en écloserie, cela pourrait engendrer une faible variabilité génétique de la descendance. Une feuille de route a été éditée au dernier trimestre 2011 par la DGAL[29] pour la phase 1. Cette dernière sera constituée de deux parties : la mise en place d'analyses pathologiques à la suite desquelles l'ANSES rendra un avis, avant de passer aux tests de sensibilité à l'Herpès virus OsHV-1 et aux vibrions *V. splendidus et V. aestuarianus* de cette souche brésilienne par rapport à des souches françaises.

[27] Défi MOREST : programme de recherche Ifremer (2001-2006) visant à étudier le phénomène des mortalités estivales chez les juvéniles de *C.gigas* (le phénomène de mortalité était en effet observé avant 2008 mais avec une ampleur moins importante).
[28] ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
[29] DGAL : Direction générale de l'alimentation

5. La sélection collective à des fins de captage orienté

L'objectif ici est de sélectionner des familles d'huîtres creuses à survie améliorée qui serviront de géniteurs dans les centres traditionnels de captage à des fins collectives. L'idée est de donner à terme la possibilité aux ostréiculteurs de capter des huîtres à survie améliorée dans le milieu et d'éviter ainsi la dépendance totale de la production d'animaux sélectionnés vis-à-vis des écloseries privées.
Afin d'identifier des sites favorables au captage de larves de ces animaux sélectionnés, une phase initiale d'étude subventionnée par le MAAPRAT a permis dès 2011, de travailler sur des modèles numériques de dispersion des larves dans le milieu. Parallèlement, une approche pragmatique sur le terrain consistant à suivre les trajectoires de bouées dérivantes a été mise en place dans deux bassins de captage afin d'obtenir des informations issues de l'observation directe qui peuvent être complémentaires de l'approche de modélisation.
Dans le même temps, un consortium a répondu à l'appel à projet lancé par le MAAPRAT le 30 septembre 2011 avec un projet intitulé « Sélection Collective de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, à des fins de captage orienté » (SCORE). Ce consortium, coordonné par le CNC, est composé de l'Ifremer, du SYSAAF (Syndicat des sélectionneurs avicoles et aquacoles français), des CTRs (centres techniques régionaux conchylicoles), et des CRCs (comités régionaux de la conchyliculture).
Ce projet est en cours d'acceptation[30] après présentation d'une deuxième version et audition d'experts du consortium devant le Conseil Scientifique du MAAPRAT en janvier 2012.

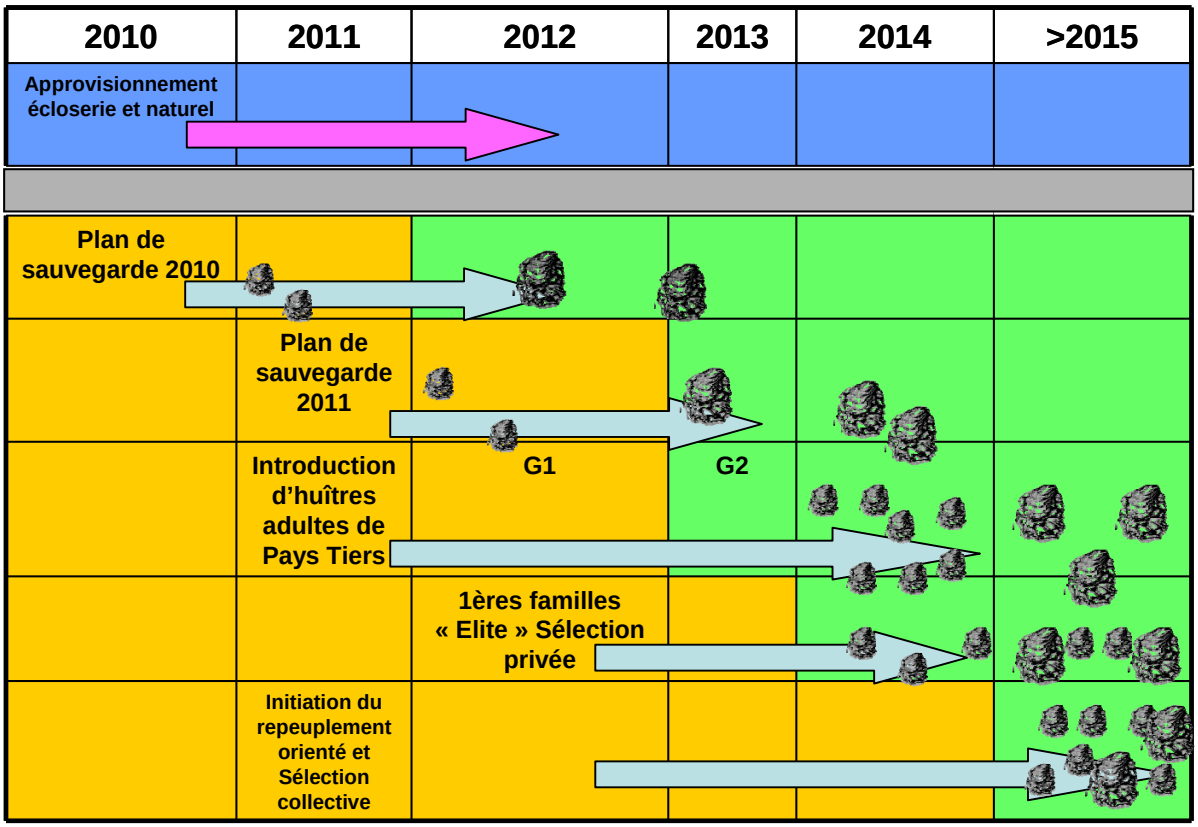

Figure 15 : représentation dans le temps des différentes actions de sorties de crise suite aux Assises de la conchyliculture de 2010

[30] Le projet SCORE a été accepté par le comité scientifique du MAAPRAT et a débuté officiellement le 18 janvier 2012.

6. Mise en place d'une procédure de certification des naissains d'écloserie et de captage

L'idée est de mettre en place au premier trimestre 2012, un groupe de travail (DGAL, scientifiques, profession) sur le thème de la certification des naissains d'huîtres provenant des écloseries et du captage naturel, sous la coordination de la DGAL. L'objectif est de tenter de qualifier de façon zoosanitaire et génétique des naissains, mais aussi de tracer des naissains d'écloserie et de captage naturel. Ce travail de réflexion pourrait aboutir à des recommandations par et pour la profession.

7. Promouvoir des recherches sur les liens entre l'environnement, les pratiques culturales et les coquillages

Il était important que l'Ifremer travaille sur ce point, dans la mesure où cela correspond à une demande forte de la profession, de l'Association des Régions de France et du ministère en charge de l'agriculture. L'Ifremer s'engage à répondre aux appels d'offre nationaux sur ce thème de recherche (type appels à projets de l'agence nationale de la recherche- ANR). Un nouveau projet devrait être soumis à l'ANR Agrobiosphère en mars 2012[31] après consultation de nos partenaires potentiels.

8. Constituer un réseau national des centres techniques conchylicoles

La demande de constitution de ce réseau a été formulée lors des Assises de la conchyliculture, suite à une analyse des atouts et contraintes de la filière conchylicole française, commandée à des experts par le MAAPRAT. Dans cette synthèse[32], le manque de coordination entre les centres techniques, la recherche et les professionnels de la filière a été mis en évidence. L'objectif est donc de s'appuyer sur la future plate-forme régionale d'innovation (PRI) de Bouin, pour en faire la pierre angulaire d'un futur centre technique national. Le but est de renforcer la cohérence du dispositif des centres techniques régionaux au niveau national.

[31] Le projet GIGASSAT, sous la coordination de l'Ifremer a été déposé le 22 mars 2012 en réponse à l'appel d'offre ANR Agrobiosphère.

[32] Chevassus-au-Louis B., Féménias A. et Vannier P. (2010). « La recherche, l'expertise et l'appui technique à la filière ostréicole: Etat des lieux et propositions d'amélioration ». Rapport au Ministère de l'écologie, de l'Energie, du Développement durable et de la mer, au Ministère de l'alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, au Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

LA GESTION DES TRANSFERTS PEUT-ELLE PERMETTRE DE LUTTER CONTRE LES SURMORTALITES ?

Tristan RENAULT, Responsable de l'Unité Amélioration Génétique, Santé Animale et Environnement (AGSAE) de l'Ifremer

En préambule, il est important de rappeler le contexte général dans lequel s'inscrit la surveillance de la santé des mollusques marins.

1. Contexte

Le ministère en charge de l'agriculture (MAAPRAT), et plus précisément la DGAL – Direction générale de l'alimentation - est l'autorité compétente en matière de santé des mollusques marins et assure en particulier le contrôle de la gestion des transferts. De son côté, l'Ifremer apporte un appui scientifique et technique au travers de :

- la mise en œuvre de la surveillance de la santé des mollusques marins (analyses dans le cas des « hausses de mortalité ») à travers la recherche d'agents infectieux ;
- la connaissance et l'analyse de données de transferts d'huîtres creuses ;
- l'aide au développement d'outils (réseaux de laboratoires).

Dans le cadre des surmortalités, deux agents infectieux ont été principalement détectés : le virus OsHV-1 sous sa forme µVar, qui apparaît comme un agent prépondérant dans les mortalités, ainsi que les bactéries appartenant au groupe *Vibrio splendidus*.

Dans un contexte de maladies infectieuses, le contrôle des transferts d'animaux apparaît comme un outil devant permettre d'éviter ou de limiter la dissémination des agents infectieux. La Directive 2006/88/CE prévoit à cet effet d'enregistrer les mouvements d'entrée et de sortie des animaux et de leurs produits au niveau des exploitations conchylicoles, dans le but d'avoir des informations sur les transferts d'animaux et de mettre en place des mesures de gestion adoptées sous le contrôle de la DGAL. En effet, il est fondamental de pouvoir tracer les transferts, puisque c'est sur cette base qu'il sera possible de mettre en œuvre des mesures adaptées.

Deux exemples d'implication de l'Ifremer dans des actions de soutien à la gestion des maladies des mollusques marins sont présentés :

- la connaissance et l'analyse de données de transferts d'huîtres creuses en Charente-Maritime en 2010 ;
- l'aide au développement de réseaux de laboratoires.

2. Transferts d'huîtres en Charente-Maritime

Une étude menée en 2010 a été consacrée aux transferts d'huîtres en Charente-Maritime. Soixante quatre exploitations ostréicoles ont participé à cette étude, sur la base d'un volontariat. L'ensemble de ces exploitations représentent 1068 concessions produisant de l'huître creuse, *Crassostrea gigas.* L'étude était basée sur un questionnaire rempli par les exploitations participantes.
Pour la période considérée de 12 mois, 769 transferts recensés entre 80 sites d'élevage ont pu être identifiés. Deux transferts sur trois se font au niveau du bassin charentais. Pour le tiers restant, ils correspondent pour 15% à des transferts entrants et 22% à des transferts sortants. Trois grandes périodes de transfert ont été identifiées : le printemps, l'été, et la période automne/hiver. Ces données permettent de caractériser le réseau de transfert d'huîtres creuses. Il est ainsi possible d'identifier des sites avec de nombreuses entrées, d'autres avec de nombreuses sorties, mais également des sites situés sur des trajets et qui vont contrôler des flux d'animaux.
Cette méthodologie peut permettre de disposer d'informations concernant les flux d'animaux, telles que le sens du transfert et son importance. L'outil ainsi développé est à la disposition des services de l'Etat et du MAAPRAT comme une aide à la mise en place de stratégies de transfert adaptés.

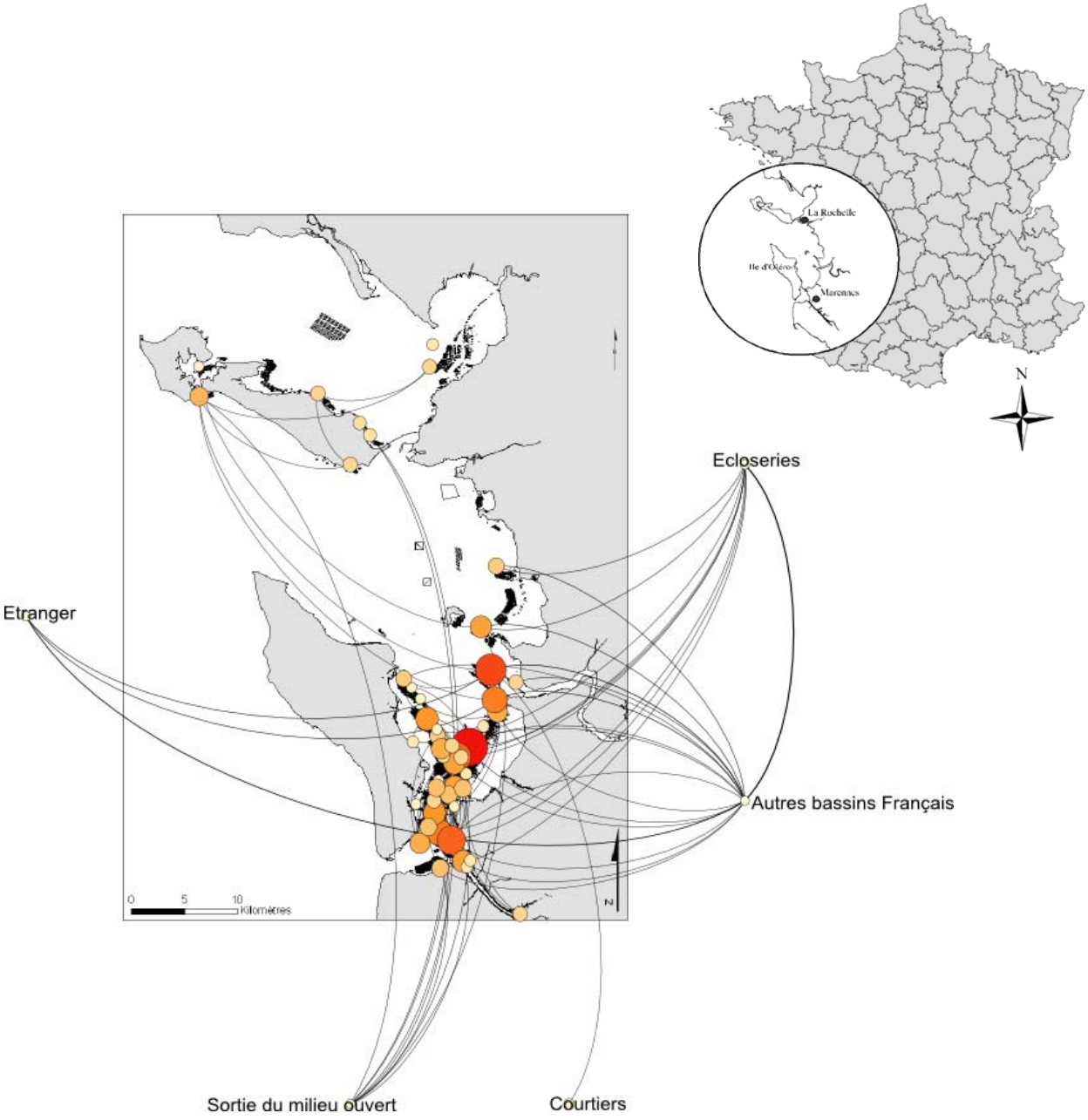

Figure 16 : Etude Ifremer réalisée en 2010 sur les transferts d'huîtres en Charente-Maritime : visualisation des transferts d'huîtres en période estivale Le diamètre du rond représente l'importance du flux.

3. Développement de réseaux de laboratoires au plan national

Le fait de disposer de laboratoires capables de faire des analyses permet d'aider à la détection d'agents infectieux et à la mise en place de mesures de gestion adaptées par rapport à leur détection. Un réseau de laboratoires agréés pour la recherche du virus OsHV-1 et de vibrions, a été ainsi mis en place afin d'accroître les capacités d'analyses officielles demandées par l'autorité compétente. A celui-ci s'ajoute le développement d'un réseau de laboratoires reconnus, permettant d'accroître les capacités analytiques pour la recherche d'agents infectieux ciblés en l'absence de mortalité. En 2011, 13 laboratoires étaient reconnus, dont 9 agréés.

L'Ifremer a activement participé à la mise en place de ce réseau de laboratoires, en particulier dans le cadre de ses missions de laboratoire national de référence (LNR) pour les maladies des coquillages, notamment en organisant des sessions de transfert de techniques de diagnostics moléculaires pour la recherche du virus OsHV-1 et de vibrions, mais également dans l'organisation des essais de comparaisons entre laboratoires. Ainsi, quatre essais ont été organisés depuis 2009 afin de vérifier que les différents laboratoires obtenaient des résultats comparables lors d'analyses effectuées sur du matériel de référence.

4. Conclusion

Les surmortalités d'huîtres creuses sont reliées à la détection d'agents infectieux, plus particulièrement du virus OsHV-1 sous sa forme µVar. Dans ce contexte, la traçabilité des huîtres apparaît comme une démarche d'importance. Elle devrait prendre la forme d'une action portée par le secteur professionnel afin de permettre de décider et de mettre en place des mesures de gestion appropriées, tout particulièrement lors de situations de crise.

QUELLES SONT LES RECHERCHES EN COURS ET A VENIR ? UN POINT SUR LE PROJET EUROPEEN BIVALIFE

Jean-Pierre BAUD, Coordinateur Transversal Conchylicole à l'Ifremer

L'Ifremer mène de nombreuses actions de recherche vis-à-vis de la question des surmortalités du naissain d'huître creuse. Ces différentes actions peuvent être regroupées en 7 grands thèmes : Environnement, Ecosystème, Pratiques culturales, Génétique, Pathologie, Epidémiologie et Immunologie.

En terme d'environnement par exemple, le projet ANR « GIMEPEC » (Génotoxicité, immunotoxicité et reprotoxicité des pesticides chez *Crassostrea gigas*) , doté de 550 000 euros a débuté en janvier 2012. Il a pour objectif de déterminer l'impact d'un pesticide, le Diuron, sur l'huître creuse à différents stades de son évolution. En effet, ce type de produit chimique est susceptible de dégrader les fonctions physiologiques et immunitaires des huîtres,. Ce programme compte six partenaires, dont l'Ifremer, coordinateur, et l'INRS (Institut national de la recherche scientifique) du Canada. Il permet de mêler des compétences diverses sur le même sujet à une très grande échelle, avec une approche expérimentale et une approche *in situ.*

Sur le plan génétique, trois grands projets peuvent être cités. En matière de cartographie génétique, le projet « Gamétogene »,consiste à affiner la carte génétique de l'huître creuse afin de mieux comprendre à terme le génome de cette espèce. En matière de génétique des populations, l'action de recherche « Vargenet » étudie la variabilité génétique des différents stocks d'huîtres implantés dans les pertuis charentais. Dans le domaine de la génétique quantitative, on peut citer le projet « Sélection Collective de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, à des fins de captage orienté » (SCORE) pour lequel l'Ifremer est partenaire, qui devrait démarrer en janvier 2012.
Enfin, les volets de recherche concernant la pathologie, l'épidémiologie et l'immunologie sont extrêmement importants dans le cas de la compréhension des surmortalités et doivent être renforcées. En pathologie, ils concernent notamment, l'étude des différents agents infectieux tels que les virus mais aussi les vibrions qui peuvent être responsables de la mortalité du naissain (recherches sur la virulence, les synergies potentielles entre les agents infectieux, etc.). L'immunologie est également un champs de recherche à approfondir car elle représente la capacité que possède un animal, en fonction de son âge, à se défendre par rapport à des agressions et des agents infectieux extérieurs.

Tristan RENAULT, Responsable de l'Unité Amélioration Génétique, Santé Animale et Environnement (AGSAE) de l'Ifremer

De son côté, le projet Bivalife (« Management of infectious diseases in oysters and mussels in Europe ») est financé par l'Union Européenne. Il concerne la gestion des maladies infectieuses chez les huîtres et les moules en Europe. Ce projet a été déposé à la suite d'un appel d'offres lancé en 2010 sur le thème de l'amélioration de l'aquaculture des mollusques au travers de la détection et de la gestion des agents infectieux. Le projet, coordonné par l'Ifremer, intègre 12 participants représentant 7 pays (Espagne, France, Irlande, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni et Israël). Ses objectifs sont de fournir de nouvelles connaissances concernant les agents pathogènes infectant les coquillages, et de développer des approches pratiques pour le contrôle des maladies infectieuses et des épisodes de mortalité chez les coquillages. Trois espèces de bivalves et cinq agents infectieux ont été ciblés dans le projet. Six objectifs spécifiques sont identifiés :

- valider et transférer des méthodes existantes pour la détection des agents infectieux ;
- rechercher et caractériser les agents infectieux présents chez l'huître creuse et les moules en relation avec l'observation ou non de mortalités ;
- étudier les relations entre la présence d'agents infectieux chez les huîtres creuses et les moules et les facteurs de l'environnement ;
- étudier les mécanismes permettant aux agents infectieux de survivre hors de l'hôte ;
- identifier des facteurs de virulence et les réponses de l'hôte aux agents infectieux ;
- développer des méthodes et des recommandations pour le contrôle des agents infectieux et leur éradication.

Des premiers résultats ont dès à présent été obtenus. A l'Ifremer, nous avons notamment produit des familles d'huîtres constituant du matériel biologique contrasté vis-à-vis de leur sensibilité à des agents infectieux, qui est utilisé pour étudier les mécanismes de réponse entre des familles sensibles et des familles résistantes à l'infection à OsHV-1. Ces mêmes familles sont actuellement testées en pathologie expérimentale avec *Vibrio splendidus* et *Vibrio aestuarianus et Vibrio harveyi.* Cela va permettre de savoir si des animaux d'une même famille peuvent être résistants à un ou plusieurs agents infectieux.

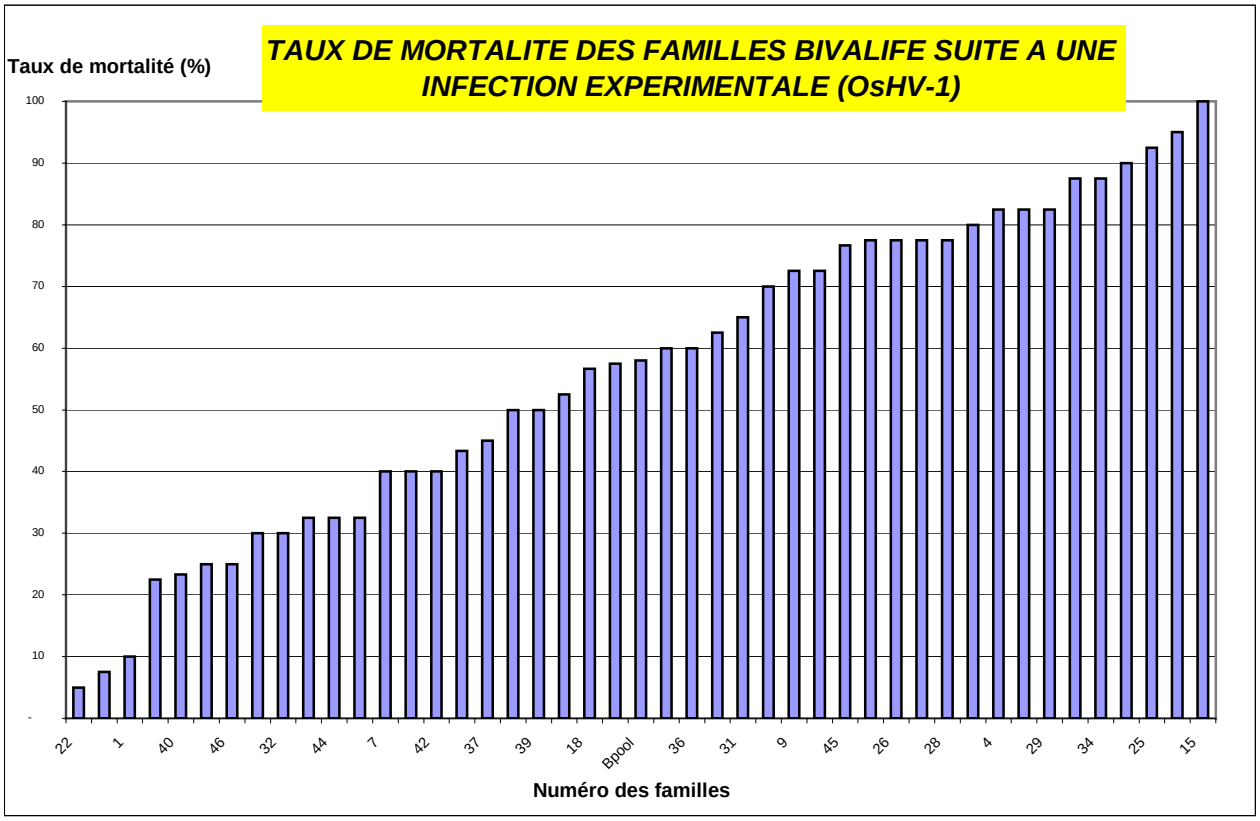

Figure 17 : Taux de mortalité des familles d'huîtres produites dans le cadre du projet Bivalife, suite à une infection expérimentale avec le virus OsHV-1.

Par ailleurs, nous avons testé les effets du rayonnement UV sur le pouvoir infectieux du virus. Nous avons utilisé la pathologie expérimentale pour explorer les effets des UV. En particulier, nous avons utilisé du matériel infectieux contenant le virus OsHV-1 sous sa forme µVar, que nous avons soumis à des traitements UV. Ce matériel a ensuite été injecté à des huîtres saines. L'inactivation du virus OsHV-1 par les UV est apparue très efficace et se traduit par une incapacité à reproduire des mortalités avec du matériel infectieux traité aux UV. Les doses utilisées sont celles qui sont également utilisées dans les écloseries, ce qui démontre que si on utilise les appareils de traitements UV, on peut empêcher le virus de contaminer les animaux.

ECHANGES AVEC L'AUDITOIRE

De la salle

Je voudrais revenir sur l'aspect contaminant du virus de l'herpès. Sur la base de mon expérience en pisciculture, je m'étonne que vous raisonniez sur la base de flux.

Tristan RENAULT, Ifremer

La méthodologie [celle développée dans l'étude des flux en Charente-Maritime] ne porte pas tant sur la gestion des flux que sur l'identification de zones présentant des risques différents. Cette identification peut ensuite servir à mettre en place des stratégies de surveillance adaptées. J'ajoute que les transferts dans le secteur de la conchyliculture sont certainement bien plus importants que ceux qui peuvent exister dans le secteur de la pisciculture. En particulier, dans certaines zones, on ne fait pas de captage naturel, et l'élevage de coquillages ne peut y exister que si des animaux proviennent d'autres zones. Il peut cependant être possible de développer un captage local pour éviter d'aller chercher des animaux dans une autre zone.

De la salle

Je m'étonne que le virus puisse être partout en début de saison, avant les mortalités, même à un seuil très bas, car cela modifie le point de vue sur l'incidence des transferts.

Fabrice PERNET, Ifremer

En effet, dans l'expérience réalisée dans l'étang de Thau, le virus était déjà bien installé dans les zones d'eau, en quantité faible mais on le détectait. On peut donc raisonnablement se demander s'il est aujourd'hui pertinent de légiférer sur la question des transferts lorsque l'agent infectieux est présent partout, comme c'est le cas en France.

Goulven Brest, Président du Comité National de la Conchyliculture

La volonté de la profession n'est pas d'interdire les transferts, mais d'interdire les pratiques professionnelles insupportables qui consistent à transférer des coquillages en période de fortes mortalités au risque d'aggraver les situations. Nous avons constaté de façon empirique depuis 4 ans, que lorsqu'on transfère des quantités importantes de coquillages moribonds issus d'un bassin où il y a présence de l'herpès, on sait que les mortalités interviendront. L'objectif est donc d'identifier de façon précoce les phénomènes de mortalité dans un bassin donné pour éviter la propagation dans les autres bassins.

Tristan RENAULT, Ifremer

Le virus OsHV-1 sous sa forme µVar est aujourd'hui retrouvé tout au long du littoral français. Il est donc peu probable qu'il existe des zones indemnes. Actuellement, l'Irlande et le Royaume-Uni ont mis en place un programme de surveillance ayant pour objectif une reconnaissance de leur littoral ou partie de leur littoral comme indemnes. La mise en place d'un tel programme de surveillance a des retombées sur les transferts d'huîtres vivantes à des fins d'élevage.

De la salle

En 2008-2009, la période à risque semblait être la période estivale. On a l'impression que depuis 2 ans, il est de plus en plus difficile d'anticiper l'arrivée des mortalités : l'événement semble plus précoce, tout en se terminant plus tard dans la saison. En Normandie par exemple, on a trouvé les mortalités en septembre-octobre, après des pics qui avaient démarré dès mai, suivis de plusieurs fluctuations. Y a t-il une explication ?

Fabrice PERNET, Ifremer

Depuis quatre ans, les mortalités se produisent lorsque la température de l'eau est comprise entre 16°C et 24°C. Par conséquent, comme la température de 16°C peut être atteinte plus ou moins tôt dans l'année, les mortalités peuvent arriver avant l'été.

De la salle

Nous avons depuis 1 an et demi, des mortalités à des températures de 13°C, qui commencent dès mai. Nous avons connu des mortalités jusqu'au mois de décembre, alors que la température de l'eau n'est plus à 16°C.

Fabrice PERNET, Ifremer

S'agit-il dans ce cas, de mortalités liées à la présence du virus OsHV-1 ?

Goulven BREST, Président du Comité National de la Conchyliculture

Je considère que le virus OsHV-1 n'est pas la cause de la mortalité, dont les origines sont pluri-factorielles, mais plutôt l'une des conséquences.

Tristan RENAULT, Ifremer

En dessous de 10°C, la maladie n'est pas reproduite expérimentalement, au-delà de 28°C non plus. La fourchette de température susceptible d'induire une mortalité est donc entre ces deux valeurs. Des résultats expérimentaux montrent que des animaux infectés à 10°C et remis à une température de 20°C développent la maladie, ce qui n'est pas le cas des animaux infectés à 28°C, puis ramenés à une température de 20°C. Nous devons donc encore comprendre ce qui se passe à cet égard. Nous ne vous avons pas présenté ces résultats car nous ne disposons pas encore de suffisamment d'informations sur ce point.

Conclusion générale

Philippe MAUGUIN, Directeur des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire

Je remercie l'ensemble des participants de cette journée et leur présente mes meilleurs vœux, autant personnels que professionnels, pour cette année 2012. J'espère que cette année nous permettra de nous approcher de la sortie du tunnel sur cette terrible épizootie.

Cette journée montre que la recherche française reste vigoureuse et de grande qualité. Selon moi, nous nous situons aux avant-postes de la recherche mondiale sur les sujets abordés aujourd'hui. Je ne peux pas ne pas dire un mot des efforts qui ont été menés par la collectivité nationale pour accompagner le secteur ostréicole. Il fait face à une catastrophe, et constitue un secteur d'activité identitaire pour le pays. De plus, il pèse lourd dans l'économie nationale. Nous ne pouvons donc pas le laisser s'effondrer. Près de 120 millions d'euros ont été mobilisés par l'Etat dans les différents types d'aides publiques. Nous avons le sentiment qu'ils ont permis de sauver, pour le moment, l'essentiel des entreprises ostréicoles et de leur permettre de faire face aux charges supplémentaires qui pesaient sur elles. De l'autre côté, les pertes de volume de mise en marché ont été compensées par l'actualisation du prix des huîtres. Nous allons continuer à maintenir cette aide, tout en espérant que la crise ne durera pas éternellement. Espérons que l'année 2012 sera la dernière année où il sera nécessaire de faire appel à la solidarité nationale. Toujours est-il que le Ministre a adressé à l'Union européenne une demande de reconduction du dispositif d'aide pour faire face aux mortalités de l'année 2011.

Concernant les résultats présentés aujourd'hui, je serai d'autant plus bref que je n'ai pas pu assister à l'ensemble de la journée. Je retiens toutefois quelques points encourageants, ainsi que des axes de progrès. Les scientifiques n'ont pas tort lorsqu'ils disent que les agents pathogènes ont un effet important sur les mortalités. Probablement les professionnels n'ont pas tort non plus lorsqu'ils disent que cela ne suffit pas à expliquer l'ensemble des mortalités. Il y a probablement des zones d'ombres qu'on ne maîtrise pas et du travail doit encore être fourni sur les autres facteurs pouvant influer sur ce phénomène. Nous pourrions par exemple essayer de comprendre pourquoi le Japon subit peu ou pas de surmortalités alors que d'autres régions du monde sont également touchées. Il serait à mon avis intéressant à ce titre de réunir les scientifiques et les professionnels des autres pays ostréicoles pour échanger sur les connaissances et l'expérience de chacun en la matière. Par ailleurs, en ce qui concerne la piste du Japon, s'il importe de respecter l'avis de l'ANSES qui s'est prononcé sur une approche bénéfices / risques, il me semble toutefois possible d'approfondir la discussion, notamment en ce qui concerne le plan d'échantillonnage initialement retenu afin de pouvoir confirmer ou d'infirmer les premiers résultats acquis. Bien entendu, ceci devra être fait en respectant les plans de charges des scientifiques.

Je retiendrais également les travaux de recherche en cours sur le séquençage du génome de l'huître et de celui des agents pathogènes, qui devraient permettre d'identifier les gènes de l'immunité et améliorer la connaissance du mécanisme intervenant dans l'expression des mortalités. Enfin, je me félicite que des travaux soit entrepris sur les interactions entre le coquillage et la qualité de l'environnement avec par exemple des études sur les pesticides.

Il me paraît très encourageant, en tout état de cause, que l'agent pathogène ait été, en tout ou partie, identifié. Le travail sur le séquençage de l'huître est également encourageant. Il faut donc poursuivre dans cette voie. Les résultats obtenus sur la famille G2A sont eux aussi très positifs et doivent nous inciter à développer les programmes de sélection génétique. Nous mettons d'ailleurs la dernière main au programme SCORE, qui sera piloté par le CNC, pour travailler sur des réponses qui permettraient de faire de la sélection génétique.

Nous devons être clairs : il n'est question ni de désavantager l'écloserie, ni d'abandonner la voie du captage naturel. La stratégie de sauvetage que la France met en œuvre vise à sortir de la crise en suivant ces deux voies, et non pas une seule. Nous aurons besoin, demain et après-demain comme hier, d'avoir du captage

naturel, comme de disposer d'écloseries performantes. Telle est précisément l'originalité du projet SCORE, dont la nouvelle version est actuellement évaluée par notre comité scientifique et qui va être lancé très prochainement. Au total, cela représentera un effort supplémentaire de près de 6 millions d'euros de fonds publics, apporté par le ministère, les régions et l'Europe.

Grâce à la mobilisation de tous ces acteurs, si nous restons réactifs et solidaires, nous pouvons être raisonnablement optimistes sur l'avenir de l'ostréiculture française, même si les défis sont encore nombreux.

Pour en savoir plus

Les exposés Ifremer présentés lors de la journée de restitution, ainsi que les textes et graphiques présentés dans cette publication (à l'exception de la synthèse des Centres techniques aquacoles), constituent une synthèse de travaux réalisés par plusieurs laboratoires de l'Ifremer ou Unités Mixtes de Recherche incluant l'Ifremer (LEMAR / Laboratoire des sciences de l'environnement marin ; ECOSYM / Ecologie des systèmes marins côtiers, équipe RIME / Réponses Immunitaires des Macroorganismes et Environnement).

Parmi ces travaux, ceux ayant fait l'objet de publications ou de rapports scientifiques sont accessibles sur le site web Archimer, Archive institutionnelle de l'Ifremer :

http://archimer.ifremer.fr/

Contacts Ifremer

Jean-Pierre Baud, Coordinateur Transversal Conchylicole
jean.pierre.baud@ifremer.fr

Edouard Bédier, responsable de l'Observatoire conchylicole
edouard.bedier@ifremer.fr

Benoît Beliaeff, Directeur du Département Ressources Biologiques et Environnement de l'Ifremer (RBE)
rbe.dir@ifremer.fr

Pierre Boudry, responsable de l'Unité Physiologie Fonctionnelle des Organismes Marins (PFOM)
pierre.boudry@ifremer.fr

Fabrice Pernet, Laboratoire Environnement Ressources Languedoc Roussillon (LER LR)
fabrice.pernet@ifremer.fr

Tristan Renault, Responsable de l'Unité Amélioration Génétique, Santé Animale et Environnement (AGSAE)
tristan.renault@ifremer.fr

René Robert, animateur du Comité scientifique opérationnel « Santé des Bivalves Exploités »
rene.robert@ifremer.fr

Remerciements

L'Ifremer tient à remercier la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture ainsi que l'ensemble de ses partenaires institutionnels, scientifiques, professionnels et collectivités territoriales ayant apporté leur soutien pour la réalisation de ces travaux.

© Ifremer 2012 – Tous droits de reproduction et d'adaptation réservés