

Unité « Amélioration Génétique, Santé Animale et Environnement »

Avril 2013 - R.INT.RBE/AGSAE



Ifremer

Rapport d'Activités 2012

De l'Unité «Amélioration Génétique, Santé
Animale et Environnement »

SOMMAIRE

1. Présentation de l'unité AGSAE	3
1.1. Mandat et positionnement thématique	3
1.2. Organisation	3
1.2. Gestion et vie de l'Unité	3
2. Faits marquants et indicateurs d'activité 2012	4
2.1. Gestion du personnel et vie de l'Unité AGSAE	4
2.2. Productions et indicateurs d'activités	4
3. Moyens et effectifs	5
3.1. Personnel Ifremer	5
3.1.1. Effectifs	5
3.1.2. Compte épargne temps (CET) et congés sans solde (CSS)	6
3.2. Formations reçues	6
3.3. Stagiaires et doctorants	8
3.3.1. Stagiaires	8
3.3.2. Doctorants	9
3.4. Personnels titulaires d'un contrat à durée déterminée dont post-doctorants Ifremer et intérimaires	10
3.5. Chercheurs français et étrangers accueillis au LGP	10
3.6. Activités de la station de Bouin pendant l'année 2012	11
4. Résultats 2012	12
4.1. Projet : Dynamique et santé des écosystèmes côtiers et estuariens	12
4.1.1. Devenir et effets des contaminants chimiques en provenance des bassins versants - ANR GIMPEC	12
4.2. Projet : Approche écosystémique de l'halieutique	14
4.2.1. Processus individuels et adaptation des organismes marins à l'environnement HI-FLO	14
4.3. Projet : Aquaculture durable	16
4.3.1. Observatoire des performances conchylicoles - Biovigilance	16
4.3.2. Observatoire des performances conchylicoles - Réseau de pathologie des mollusques - REPAMO	18
4.3.3. Santé animale - Laboratoire National de Référence (LNR) pour les maladies des mollusques	20
4.3.4. Santé animale - Laboratoire de Référence de l'Union Européenne (LRUE) pour les maladies des mollusques	23
4.3.5. Santé animale – U.E. KBBE BIVALIFE	29
4.3.6. Santé animale – ERA Net MOLTRAQ	34
4.3.7. Santé animale – Plan de sauvegarde	35
4.3.8. Santé animale - Importation d'huîtres creuses	38
4.3.9. Santé animale – Amélioration par la modification de la ploïdie	40

4.3.10. Santé animale - Diversification: InterReg IVB SEAFARE	42
4.3.11. Domestication et Sélection - Génomique de la gamétogenèse chez l'huître creuse <i>Crassostrea gigas</i> (ANR GAMETOGENES)	44
4.3.12. Domestication et sélection – GigADN	46
4.3.13. Domestication et Sélection - InterReg IVB AQUAGENET	47
4.3.14. Sécurisation et obtention de juvéniles de qualité – U.E. FP7 REPROSEED	49
4.3.15. Approche écosystémique – CPER Poitou Charentes – VARGENET	50
4.3.16. Sécurisation et obtention de juvéniles de qualité – PERLE	51
4.3.17. Animation et coordination du Département RBE – SCORE	54
5. Perspectives 2013	56
6. Productions 2012 de l'Unité AGSAE	58

1. Présentation de l'Unité

1.1. Mandat et positionnement thématique

Les objectifs spécifiques de l'Unité AGSAE sont centrés sur la valorisation de compétences et l'acquisition de connaissances dans les domaines de *l'amélioration génétique, du contrôle des performances et de la santé des mollusques marins*.

L'Unité par les compétences qu'elle intègre tout particulièrement en génétique et pathologie joue un rôle dans le développement de la filière conchylicole.

1.2. Organisation

En 2012, l'Unité ne comportait qu'une seule entité, le Laboratoire de Génétique et Pathologie regroupant les agents du site de La Tremblade (Charente Maritime) et ceux du site de Bouin (Vendée).

1.3. Gestion et vie de l'Unité

Les objectifs définis pour l'année 2012 étaient

- de définir les besoins de l'Unité en postes,
- de gérer les mobilités géographiques et thématiques,
- de préparer l'EPRD de l'Unité pour 2013,
- de préparer et de réaliser les entretiens individuels annuels d'évaluation,
- d'organiser et de gérer les accueils de stagiaires et de chercheurs,
- de recueillir et d'arbitrer les demandes de formation,
- de préparer le rapport d'activité de l'Unité pour l'année 2011,
- d'entretenir les sites Web intra et internet de l'Unité.

2. Faits marquants et indicateurs d'activité 2012

2.1. Gestion du personnel et vie de l'Unité AGSAE

Les recrutements et les mobilités portent les effectifs permanents du LGP à 38 personnes en décembre 2012.

2.2. Productions et indicateurs d'activités

Les agents de l'Unité ont en particulier produit ou réalisé en 2012 :

- des publications dans des revues à comité de lecture,
- des communications orales ou posters à des colloques nationaux et internationaux,
- des avis et expertises, conformément aux missions du Laboratoire National de Référence (LNR) pour les maladies des mollusques marins et du Laboratoire de Référence de l'Union Européen (LRUE).

Le détail des indicateurs de productivité pour l'Unité est donné dans le tableau ci-dessous. La liste détaillée de cette production est disponible au chapitre 6 de ce rapport.

Publications dans revues scientifiques à comité de lecture	12
<i>Indicateur qualitatif de la production : Q1 = 7 (Revue Exceptionnelles) Q3 = 2 (Revue Correctes) Q4 = 2 (Revue Acceptables) – 1 NR (Revue Non renseignée)</i>	
Ouvrage/Chapitre d'ouvrage	1
Conférences données à l'invitation – Congrès national ou international	6
Communications avec actes dans un congrès international	8
Communications avec actes dans un congrès national	2
Communications orales sans actes dans un congrès international ou national	26
Communications par affiche dans un congrès international ou national	9
Rapports Contrats nationaux	
Rapports Contrats européens	3
Rapports internes	5
Rapports de Stage	8
Thèses réalisées au sein de l'Unité	
Jury de thèse française	5
Jury de thèse étrangère	1
Avis – Expertises	
<i>Dont 8 avis EURL (Laboratoire de référence de l'Union Européenne) – 2 avis OIE (Laboratoire de référence OIE) – 89 avis DDTM (Directions Départementales des Territoires et de la Mer) – 2 avis DGAL (Direction Générale de l'Alimentation) – 2 avis pour les Professionnels de la conchyliculture</i>	
Exposés lors des réunions de professionnels de la Conchyliculture	
Activité de «Communication» : Reportages, Interview....	9
Revue d'articles pour des revues scientifiques : nombre d'agents	
Revue d'articles pour des revues scientifiques : nombre d'articles relus	49
Evaluations de projets scientifiques des laboratoires	4
Nombre d'heures de cours donnés pour l'enseignement supérieur	
Nombre d'agents ayant donné des cours pour l'enseignement supérieur	6

3. Moyens et effectifs

3.1. Personnel Ifremer

L'Unité AGSAE était composée de 38 agents permanents (15 cadres et 23 non cadres) en décembre 2012.

3.1.1. Effectifs

Décembre 2012

RENAULT Tristan - Responsable de l'Unité (La Tremblade)

Laboratoire Génétique et Pathologie :

Site de BOUIN (1C et 6 NC)

DUPUY Béatrice (NC)

HAURE Joël (C)

Chef de station

NOURRY Max (NC)

PALVADEAU Hubert (NC)

PAPIN Mathias (NC)

PENISSON Christian (NC)

RIOU Karen (NC)

Site de LA TREMBLADE (14C et 17 NC)

ALBERT-RIVET Florence (NC)

ARZUL Isabelle (C)

BENABDELMOUNA Abdellah (C)

BETTO Véronique (NC)

BILLY Jean Christophe (NC)

BODIN Stéphane (NC)

BRIZARD Raphaël (C)

CHOLLET Bruno (NC)

CORNETTE Florence (NC)

DEGREMONT Lionel (C)

DELSERT Claude (C)

(affectation au CRBM, CNRS Montpellier)

FAURY Nicole (NC)

FRANCOIS Cyrille (C)

GARCIA Céline (C)

GRASSET Martine (NC)

HAFFNER Philippe (NC)

HATT Philippe-Jacques (C)

HEURTEBISE Serge (NC)

JOLY Jean-Pierre (C)

LAPÈGUE Sylvie (C)

LEDU Christophe (NC)

LUPO Coralie (C)

MAUROUARD Elise (NC)

OMNES Emmanuelle (NC)

PEPIN Jean François (C)

PHÉLIPOT Pascal (NC)

RENAULT Tristan (C)

Responsable LGP

ROBERT Maeva (NC)

SCHWERDTLE Pascal (NC)

TOURBIEZ Delphine (NC)

TRAVERS Marie-Agnès (C)

3.1.2. Compte épargne temps (CET) et congés sans solde (CSS)

- Lionel Dégremont (LGP) : Congé sans solde du 21/01/2012 au 01/12/2012

3.2. Formations reçues

Nom	Prénom	Objet	Durée (heures)
ARZUL	Isabelle	Traitement des données avec le logiciel R	21
ARZUL	Isabelle	Initiation au Sphinx IQ	14
BILLY	Jean-Christophe	La norme ISO 14001 Version 2004	35
BRIZARD	Raphaël	La norme ISO 14001 Version 2004	35
CHOLLET	Bruno	PCR en temps réel	35
CORNETTE	Florence	Recyclage Classe 1 mention B – Plongée	21
CORNETTE	Florence	Master Sciences de la Mer et du Littoral	260
CORNETTE	Florence	Génétique et évolution des organismes marins	28
CORNETTE	Florence	Traitement des données avec le logiciel R	21
DUPUY	Béatrice	Habilitation électrique BE manœuvre	14
FLAHAUW	Emilie	Traitement des données avec le logiciel R	21
GARCIA	Céline	Initiation au Sphinx IQ	14
GARCIA	Céline	Traitement des données avec le logiciel R	21
HAFFNER	Philippe	La norme ISO 14001 Version 2004	35
HATT	Philippe	Traitement des données avec le logiciel R	21
HAURE	Joël	Habilitation électrique BE manœuvre	14
HAURE	Joël	Anglais téléphonique personnalisé	10
HAURE	Joël	La norme ISO 14001 Version 2004	35
HEURTEBISE	Serge	La norme ISO 14001 Version 2004	35
HEURTEBISE	Serge	Traitement des données avec le logiciel R	21
JOLY	Jean-Pierre	La norme ISO 14001 Version 2004	35
JOLY	Jean-Pierre	Préparation à la cessation d'activité professionnelle	24
LAPEGUE	Sylvie	Traitement des données avec le logiciel R	21
LEDU	Christophe	La norme ISO 14001 Version 2004	35
		Total	826

Nom	Prénom	Objet	Durée (heures)
LUPO	Coralie	Traitement des données avec le logiciel R	21
MAUROUARD	Elise	La norme ISO 14001 Version 2004	21
NOURRY	Max	Habilitation électrique BE manœuvre	14
OSTA AMIGO	Axel	Traitement des données avec le logiciel R	21
PALVADEAU	Hubert	Techniques de production de micro- algues	35
PALVADEAU	Hubert	Brevet pilote ULM (Formation extra-professionnelle)	10
PALVADEAU	Hubert	Maintien et actualisation des compétences S.S.T.	7
PAPIN	Mathias	Maintien et actualisation des compétences S.S.T.	7
PAPIN	Mathias	Habilitation électrique BE manœuvre	21
PEPIN	Jean-François	Bilan de compétences	21
PHELIPOT	Pascal	La norme ISO 14001 Version 2004	35
RENAULT	Tristan	Traitement des données avec le logiciel R	21
RENAULT	Tristan	La norme ISO 14001 Version 2004	35
TOURBIEZ	Delphine	Traitement des données avec le logiciel R	21
TOURBIEZ	Delphine	Maintien et actualisation des compétences S.S.T.	7
TRAVERS	Marie-Agnès	Traitement des données avec le logiciel R	24
		Total	1147

3.3. Stagiaires et Doctorants

3.3.1. Stagiaires

Le LGP sur ses deux implantations a accueilli des stagiaires de niveau DUT/BTS à Master/ingénieur.

Tableau des stagiaires accueillis en 2012 au sein du LGP					
Nom Prénom	Dates séjour	Responsable	Diplôme	Thème du stage	Ecole, Université
CHICARD Kevin	18/06/12 au 13/07/12	R. BRIZARD	3 ^{ème} année Ingénieur	Etude technique préalable de la modification du réseau d'eau de mer effluentes de l'écloserie expérimentale du LGP et recueils de données.	EIGSI La Rochelle
DUTARTRE Julie	03/01/12 au 23/04/12	S. LAPEGUE I. ARZUL	Licence Pro	Développement et validation de marqueurs microsatellites chez le parasite <i>Marteilia refringens</i> .	Université de Pau et des Pays de l'Adour
FREITAS Noellie	02/05/12 au 22/06/12	D. TOURBIEZ J.-F. PEPIN	Licence	Contribution à l'étude de la détection d'ADN d'agents infectieux de mollusques bivalves par PCR en temps réel dans des échantillons de plancton du bassin de Marennes-Oléron.	Université de La Rochelle
HAGET Cathy	10/04/12 au 24/08/12	J.-C. BILLY R. BRIZARD	BTS 2	Mise en place d'un système de gestion de la production de phytoplancton de l'écloserie expérimentale du LGP : approche quantitative et qualitative.	Intechmer Cherbourg
MAUDUIT Florian	16/04/12 au 16/08/12	A. SEGARRA	Master 1	Expression des gènes viraux du cycle de l'herpès virus de l'huître, OsHV-1 chez <i>Crassostrea gigas</i> .	Université de La Rochelle
OSTA AMIGO Axel	10/01/12 au 09/06/12	C. LUPO	Master 2	Etude des leviers et des freins à la déclaration obligatoire des mortalités de coquillages par les conchyliculteurs.	Université de La Rochelle
PONTREAU Brieg	02/01/12 au 22/04/12	S. LAPEGUE	Licence Pro	Génotypage microsatellite pour la détection de zones du génome impliquées dans la résistance aux mortalités estivales chez l'huître creuse.	Université de Pau et des Pays de l'Adour
WACRENIER Candice	11/06/12 au 31/08/12	E. OMNES I. ARZUL	BTSA 1	Etude de l'évolution de l'infection à <i>Bonamia ostreae</i> (protozoaire parasite de l'huître plate) dans les principaux sites de production d'huître plate en France.	Lycée Etienne Restat Sainte-Livrade/Lot

3.3.2. Doctorants

Doctorants accueillis en 2012 au sein du LGP					
Laboratoire d'accueil	Directeur de Thèse <i>Encadrant Ifremer</i>	NOM Prénom	Financement	Période	Sujet de la thèse
LGP La Tremblade	S. LAPEGUE <i>I. ARZUL</i>	HARRANG Estelle	Ifremer Région Poitou Charentes	01/11/08 au 31/10/11	Apport des informations moléculaires et cellulaires pour la connaissance et l'amélioration de la résistance de l'huître plate à la bonamiose
LGP La Tremblade	S. LAPEGUE <i>L. DEGREMONT</i>	FLAHAUW Emilie	Ifremer Région Poitou Charentes	01/12/09 au 30/11/12	Caractérisation génétique de l'effort reproducteur des huîtres creuses dans le cadre des mortalités estivales de juvéniles : approche QTLs.
LGP La Tremblade	I. FRUITIER <i>D. SAULNIER</i> <i>A. TRAVERS</i>	MERSNI Rachida	Ifremer CNRS	01/11/10 au 21/02/14	Etude du mode d'action de toxines bactériennes chez un invertébré marin: l'huître creuse <i>Crassostrea gigas</i> .
LGP La Tremblade	T. RENAULT <i>T. BURGEOT</i>	MOREAU Pierrick	Ifremer Région Poitou Charentes	01/10/11 au 30/10/14	Etude des effets des pesticides sur la sensibilité de l'huître creuse <i>Crassostrea gigas</i> , au virus OsHV-1 (Ostreid herpesvirus) : mécanisme de défense et développement de l'infection.
LGP La Tremblade	N. BOURGOUGNON <i>T. RENAULT</i>	SEGARRA Amélie	Ifremer Région Poitou Charentes	21/03/11 au 30/04/14	Expression de gènes viraux au cours d'infection par l'herpèsvirus de l'huître, OsHV-1 chez <i>Crassostrea gigas</i> . Relation entre la séquence du variant μ var et son phénotype de virulence.
LGP La Tremblade	F. AKCHA <i>A. BENABDELMOUNA</i>	BARRANGER Audrey	Ifremer	01/02/12 au 30/04/13	Projet GIMEPEC
LGP La Tremblade	T. RENAULT <i>P. BOUDRY</i>	AZEMA Patrick	ISPV/ENSV Ifremer	01/09/12 au 01/09/15	Caractérisation des bases génétiques de la résistance à certains agents infectieux chez l'huître creuse <i>Crassostrea gigas</i> dans le cadre des mortalités massives de naissain.

3.4. Personnels titulaires d'un contrat à durée déterminée dont post-doctorants fremer et intérimaires

Le LGP a recruté sur contrats à durée déterminée des personnes qui ont contribué aux travaux des unités de recherche, des post-doctorants et des agents intérimaires.

CDD accueillis en 2012 au sein du LGP			
Site d'accueil	NOM-Prénom	Durée (semaines)	Type de contrat
La Tremblade	BARBOSA Valérie	35	Post-doctorat - Projet Bivalife
La Tremblade	CALLENS Guillaume	18	CDD Surcroît d'activité - Plan de Sauvegarde
La Tremblade	CALLENS Guillaume	2.5	Intérim – Remplacement P. Schwerdtle
La Tremblade	CHAVANNE Hervé	42	CDD – Remplacement L. Dégremont
La Tremblade	COURALEAU Yann	35	CDD Surcroît d'activité - LCR
La Tremblade	DUBREUIL Christine	6	CDD – Remplacement M. Nérac
La Tremblade	DUTARTRE Julie	13	CDD Surcroît d'activité - Projet Perle
La Tremblade	HAGET Cathy	5.5	Intérim – Remplacement J.-C. Billy
La Tremblade	HENAFF Lisa	17	Contrat d'apprentissage – Licence professionnelle
La Tremblade	HEROIN Débora	16	CDD – Remplacement E. Maurouard
La Tremblade	HUCHET Eve	35	CDD – Remplacement M. Nérac
La Tremblade	LAYEC Audrey	24	CDD Surcroît d'activité - Projet Bivalife
La Tremblade	MORGA Benjamin	16	CDD – Remplacement A. Travers
La Tremblade	OSTA-AMIGO Axel	16	CDD Surcroît d'activité - Projet Fridom
La Tremblade	PAHU Patrice	37	CDD – Remplacement S. Bodin
La Tremblade	ROUYER Laurent	8.5	CDD – Remplacement P. Schwerdtle
La Tremblade	ROUYER Laurent	17	CDD Surcroît d'activité – Infrastructures La Tremblade et L'Houmeau
La Tremblade	YONNEAU Caroline	35	CDD Surcroît d'activité - Plan de Sauvegarde

3.5. Chercheurs français ou étrangers accueillis au LGP

Comme chaque année, des chercheurs d'autres organismes de recherche et d'universités, français ou étrangers ont été accueillis au LGP à La Tremblade, dans le cadre de collaborations

Nom – Prénom	Date du séjour	Organisme	Pays	Objet de l'accueil	Responsable de l'accueil
BOURGINE Loïc	13/02/12 au 29/02/12	Agrocampus Ouest	France	Maîtrise de la production d'algues phytoplanctoniques	R. BRIZARD
CORBEIL Serge	05/09/12 au 31/12/12	CSIRO Australian Animal Health Laboratory	Australie	Etude du virus Ostreid herpes virus 1 (OsHV-1) et de ses interactions avec l'huître creuse, <i>Crassostrea gigas</i> .	T. RENAULT
DOGHRI Ibtissem	27/02/12 au 31/05/12	Université de La Rochelle	France	Mode d'action de toxines bactériennes produites par des <i>vibrios</i> pathogènes pour l'huître creuse.	A. TRAVERS
DURAND Rachel	02/04/12 au 20/04/12	IUT La Roche sur Yon	France	Formation à la culture de <i>Perkinsus</i> et à l'histologie.	I. ARZUL

HAN Jee-Eun	04/02/12 au 13/03/13	Seoul University Laboratory of Aquatic Animal Medecine	Corée	Recherche du virus OsHV- 1 dans des échantillons d'huîtres coréennes dans le cadre d'une thèse en pathologie des mollusques	T. RENAULT
MORVEZEN Romain	02/01/12 au 12/03/12	LEMAR	France	Mise au point de marqueurs génétiques de type microsatellites et de PCR multiplexes avec ces marqueurs sur le modèle coquille Saint-Jacques.	S. LAPEGUE
ROBY Charlotte	29/05/12 au 29/05/13	CNRS	France	Collaboration projet PERLE : acquisition de données moléculaires de type microsatellites et SNPs sur des populations naturelles de l'huître plate <i>Ostrea edulis</i> .	S. LAPEGUE

3.6. Activités de la station Ifremer de Bouin pendant l'année 2012

Durant l'année 2012 la station Ifremer de Bouin a connu une activité atypique du fait de sa reconstruction de 2011 à février 2012 pour répondre à de nouvelles missions de Plateforme Régionale d'Innovation (PRI). Cette plateforme a pour mission d'offrir des espaces pour les expérimentations dédiées à des objectifs de recherche concernant le domaine de la conchyliculture.

Lors de la réalisation de ces travaux, le personnel a déménagé dans des locaux loués par la mairie de Bouin de décembre 2010 à janvier 2012.

Des aménagements hydrauliques ont permis également de poursuivre l'activité de pré grossissement d'huîtres dans la continuité du soutien aux programmes développés par le LGP.

De mars à novembre, l'Unité de Service Conchylicole a fonctionné et produit une première cohorte de 65 lots, dans le programme SCORE, montrant ainsi que les installations sont opérationnelles.

La nurserie a réalisé le prégrossissement de quelques centaines de lots en trois bandes successives.

4. Résultats 2012

4.1. Projet : Dynamique et santé des écosystèmes côtiers et estuariens

4.1.1. Devenir et effets des contaminants chimiques en provenance des bassins versants - ANR GIMEPEC

Responsable : F. AKCHA

Rédacteur : A. BENABDELMOUNA
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A051104D

Contexte

La France est le premier utilisateur de produits phytosanitaires en Europe et le troisième dans le monde. Du fait de cette forte consommation, de nombreux produits agrochimiques se retrouvent ainsi drainés par les bassins versants vers la mer, contaminant ainsi les eaux côtières, notamment les bassins de production conchylicole.

Le projet ANR GIMEPEC « Génotoxicité, IMMunotoxicité et rEprotoxicité des PEsticides chez *Crassostrea gigas* » a ainsi pour objectif d'étudier les effets toxiques directs et indirects des pesticides et plus particulièrement d'un herbicide modèle, le diuron, chez l'huître creuse. Il propose d'étudier plus particulièrement l'impact des atteintes au génome sur les performances physiologiques de l'huître (croissance, reproduction, survie). Ce projet s'appuie sur un travail d'analyse de données historiques obtenues dans le cadre du réseau Ifremer Biovigilance concernant les anomalies génomiques (aneuploïdie et cassures d'ADN) chez les naissains captés dans les principaux bassins de captage naturel en France : Marennes Oléron et Arcachon. Ces analyses ont montré l'existence de corrélations statistiques significatives entre le niveau global des anomalies génomiques (aneuploïdies et cassures d'ADN) des naissains captés une année (0) et leur niveau final de survie durant l'année suivante (1). Il a été ainsi montré que la survie d'un lot de naissains était étroitement corrélée avec son niveau global d'aneuploïdie ADN. L'ensemble de ces données tend à indiquer que l'impact des stress chimiques d'origine anthropique pourrait se concevoir via des effets directs sur les naissains eux-mêmes, mais aussi via des effets trans-générationnels. Ceux-ci seraient initialisés lors de la gamétogenèse et la reproduction des huîtres génitrices. Des effets sur les géniteurs et la reproduction aboutiraient à un captage plus ou moins précoce/tardif et à des naissains avec un génome plus ou moins impacté, et une survie altérée.

Résultats 2012

Les travaux présentés sont le résultat de la première année de la thèse d'Audrey Barranger, réalisée dans le cadre de ce projet ANR, et concernent plus particulièrement les données issues du volet expérimental.

Au cours d'une première expérimentation réalisée dans les installations expérimentales du LGP La Tremblade (expérimentation 1), des géniteurs ont été exposés à des concentrations environnementales de diuron durant la gamétogenèse. Des lots de géniteurs ont été exposés deux fois, pendant 7 jours en début et en milieu de maturation, à des concentrations de $0.4 \mu\text{g.L}^{-1}$ et $0.6 \mu\text{g.L}^{-1}$ respectivement. Différents prélèvements ont été réalisés pour le suivi de paramètres moléculaires, biochimiques, cellulaires et physiologiques permettant d'évaluer l'impact de cette exposition sur le génome, le métabolisme, la croissance, l'immunité et la reproduction de l'huître. Une deuxième expérimentation a également été réalisée en exposant des lots de larves d'huître (expérimentation 2) pendant 6 jours à $0.05 \mu\text{g.L}^{-1}$ dès le début de la fécondation.

Les premiers résultats obtenus au cours de ces expérimentations montrent le caractère toxique de l'herbicide à des concentrations environnementales. Chez les géniteurs exposés (expérimentation 1), le test des comètes a mis en évidence un effet génotoxique du diuron : le niveau de cassures de brins de l'ADN est plus important dans les hémocytes et les gamètes mâles des géniteurs exposés. Il y a donc transmission par les mâles de matériel génétique endommagé. Cette toxicité se retrouve sur la descendance. Les larves issues des géniteurs exposés au diuron présentent un taux d'anomalies de développement plus élevé (embryotoxicité) ainsi qu'un retard de fixation et de croissance. Les analyses de cytogénétique réalisées par cytométrie en flux montrent également chez les larves issues des géniteurs exposés au diuron des dommages à l'ADN plus importants ainsi que l'apparition d'individus triploïdes en faible quantité.

Sur les lots d'huîtres exposées pendant leur phase de développement embryo-larvaire (expérimentation 2), des anomalies de développement ainsi qu'une croissance significativement plus lente ont également été observées.

Conclusions et perspectives 2013

L'étude des effets sur le matériel génétique sera complétée par des approches de cytogénétique moléculaire (FISH, sperm-FISH), ainsi que par d'autres tests de génotoxicité (Adduits à l'ADN). Les données acquises par les partenaires du projet GIMEPEC devraient permettre d'étudier le lien entre les effets génotoxiques induits et les performances physiologiques de l'huître.

4.2. Projet : Approche écosystémique de l'halieutique

4.2.1. Processus individuels et adaptation des organismes marins à l'environnement - ANR HI-FLO

Responsable : S. LAPEGUE

Rédactrice : S. LAPEGUE
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A060515

Contexte

L'objectif du projet Hi-Flo financé par l'ANR (2009-2011, prolongé en 2012) était de retracer l'histoire et d'identifier les bases génétiques de l'adaptation chez plusieurs espèces marines à phase larvaire planctonique. Les progrès récents dans les techniques de séquençage de l'ADN permettent maintenant d'analyser un très grand nombre de gènes simultanément, ce qu'on appelle un « scan génomique ». En comparant la fréquence des allèles dans des populations rencontrant des conditions environnementales différentes il est possible d'identifier des gènes qui présentent des différences de fréquences alléliques plus fortes que celles observées sur les autres gènes du génome. Ces gènes sont situés dans des régions du génome sous l'influence de la sélection. Des scans génomiques ont été réalisés chez cinq espèces marines -l'huître creuse, l'huître plate, la moule, la crépidule et une telline- en comparant des populations plus ou moins éloignées et aussi des populations ayant récemment envahi une nouvelle aire géographique suite à leur introduction par l'homme. Les participants Ifremer sont le LGP La Tremblade et le LPI à Brest. Les autres partenaires sont l'ISEM de Montpellier (coordinateur), l'Université de La Rochelle et la Station Biologique de Roscoff.

Résultats 2012

En 2012, le projet s'est achevé et a permis d'aboutir à un certain nombre de conclusions, en particulier pour les approches expérimentales développées par les équipes de l'Ifremer.

Nous avons montré que la proportion de « locus outliers » (i.e. sous l'influence de la sélection) était beaucoup plus faible dans les comparaisons entre aires d'origine et zones d'introduction qu'entre populations endémiques. Ces résultats montrent qu'une histoire d'adaptation récente laisse peu de trace dans les génomes soit parce qu'il y a peu de locus impliqués soit parce que l'adaptation procède souvent à partir de la variation génétique préexistante sur des caractères multigéniques, un processus qui laisse peu de trace sur la diversité génétique. A l'inverse, dans les populations installées de longue date, une longue histoire d'accumulation de différences génétiques de tout type (adaptation locale et incompatibilité génétique) peut laisser des traces sur une portion importante du génome. Chez *Crassostrea gigas*, quelques locus candidats ont été détectés entre des populations de l'aire de colonisation en Europe, cependant une analyse détaillée des résultats a amené à suggérer que deux fonds génétiques différents auraient pu être introduits en Europe et que ces locus seraient responsables de l'isolement de ces vieux fonds, déjà présents dans le Pacifique, plutôt que responsables d'une adaptation récente à un nouvel habitat.

Nous avons également participé à une étude sur l'adaptation locale à l'échelle du phénotype chez l'huître creuse entre les populations récemment implantées dans le nord de l'Europe et les populations de la zone d'introduction en Charente. Une expérience de « common garden » a été réalisée sur des descendances d'huîtres sauvages originaires de France, du Danemark et leurs hybrides, qui ont été phénotypées par des approches histologiques et transcriptomique. Le sex-ratio était significativement différent entre les lots avec un sex-ratio biaisé en faveur des femelles dans les populations danoises. Un profil d'expression génique a été réalisé par nos collègues du LPI de Brest en utilisant une puce à ADN Agilent60-mère 4x44K contenant 31 918 gènes. L'analyse a révélé un effet fort du sexe sur

l'expression génique avec 11 339 gènes différentiellement exprimés entre les sexes, alors que 78 gènes seulement, avec des fonctions variées, étaient différentiellement exprimés entre huîtres d'origines géographiques différentes.

Conclusions et perspectives 2013

L'année 2013 permettra la fin de la valorisation par des publications. Ce projet mettant en évidence des résultats intéressants et originaux sur l'impact potentiel de l'hybridation sur l'adaptation, le consortium a choisi de proposer un nouveau projet à l'ANR blanche à la fin de l'année 2011 intitulé « HYSEA : L'hybridation, un processus clé mais négligé de la dynamique de la biodiversité marine ». Ce projet a été financé et les recherches débiteront dès le début 2013.

4.3. Projet : Aquaculture durable

4.3.1. Observatoire des performances conchyliques - Biovigilance

Responsable : A. BENABDELMOUNA

Rédacteur : A. BENABDELMOUNA
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070109

La mise en place du réseau « biovigilance » résulte des recommandations formulées dans le cadre de l'expertise indépendante demandée par le Comité Scientifique du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche concernant « l'effet d'un flux éventuel d'huîtres tétraploïdes dans les zones conchyliques » (Chevassus au Louis. 1998). Au terme de ce travail de modélisation qui a constitué une pondération *a priori* du risque posé par l'échappement d'huîtres tétraploïdes, il avait alors été préconisé de réaliser une vérification *a posteriori* et cela au travers d'« une biovigilance légère, avec mesure régulière (tous les deux ans) du taux d'huîtres tétraploïdes dans les bassins conchyliques ». Par la suite, dans le cadre du rapport sur « L'utilisation de naissain d'écloserie, en particulier triploïde, en ostréiculture : analyse des conséquences sanitaires, environnementales, génétiques et zootechniques », Chevassus au Louis et ses collaborateurs (2009) ont confirmé et même renforcé les conclusions du rapport de 1998, selon lesquelles l'hypothèse de prolifération incontrôlable de triploïdes et tétraploïdes dans les bassins conchyliques était peu plausible. Les mêmes auteurs ont aussi conclu que, compte tenu des incertitudes inhérentes à tout phénomène biologique, il convenait toujours de maintenir le principe d'un suivi à pas de temps large (tous les deux ou trois ans) de la ploïdie des naissains. Toutefois, devant les attentes des diverses parties concernées, la surveillance réalisée dans le cadre du réseau biovigilance continue à se faire sur une base annuelle.

Le « Réseau biovigilance » est mis en œuvre au sein du LGP La Tremblade. Ce réseau a pour objectif la surveillance de l'apparition et de l'évolution de naissains polyploïdes dans les zones de production d'huîtres creuses. En effet, dans le contexte de la coexistence au côté du compartiment diploïde (huîtres sauvages ou d'écloserie) d'un compartiment polyploïde (triploïdes d'élevage et tétraploïdes confinés dans les structures du laboratoire LGP), ce réseau fournit des informations sur l'apparition potentielle d'huîtres polyploïdes « triploïdes ou tétraploïdes » dans les zones où un recrutement naturel de naissain se produit. Il s'agit ainsi de rester vigilant au risque éventuel d'apparition d'huîtres tétraploïdes et de leur reproduction non contrôlée dans le milieu.

Résultats 2012

En 2012, huit sites ont été échantillonnés, répartis dans les trois principaux bassins de captage en France. La méthodologie adoptée consiste à analyser en l'année n des échantillons représentatifs du naissain naturel capté en l'année n-1. Le suivi de la ploïdie du naissain est réalisé par cytométrie en flux. Les échantillons des naissains naturels captés en 2011 ont été prélevés en 2012, sur 8 sites, à raison de 4 sites dans le bassin de Marennes Oléron, 3 sites dans le bassin d'Arcachon et un site dans le bassin de Bourgneuf en Vendée. Durant cette campagne 2012, 1270 naissains ont été analysés ce qui est largement supérieur aux recommandations initialement préconisées (300 animaux par bassin, 600 au total).

En se basant sur les ratios moyens de fluorescence standardisés caractéristiques des huîtres triploïdes (0,60) ou tétraploïdes (0,80), les données ne mettent pas en évidence la présence d'animaux polyploïdes, triploïdes et *a fortiori* tétraploïdes, parmi les animaux collectés au sein des deux bassins de captage naturel que sont Marennes Oléron et Arcachon. Il n'a pas été mis en évidence la présence de polyploïdes dans les naissains recrutés malgré un effort d'échantillonnage important et supérieur au minimum initialement défini.

Comme les années précédentes, la campagne Biovigilance 2012 réalisée sur les naissains captés en 2011 a montré une prévalence variable, en fonction des sites et des bassins, de génomes de taille différente de la normale (appelée aneuploïdie ADN) dans les naissains sauvages captés. Il est important de signaler que depuis le début du réseau biovigilance, l'aneuploïdie ADN détectée dans les différents bassins prospectés a toujours été du type hypodiploïde, c'est à dire obtenue suite à la perte, à partir d'un état initial diploïde de matériel génétique se traduisant par la baisse de la taille du génome (hypodiploïdie ADN). En effet, depuis le début des campagnes de suivi réalisées dans le cadre du réseau biovigilance, aucun naissain aneuploïde du type hypo ou hyper-triploïde (perte ou gain de chromosomes à un état triploïde) n'a été détecté, ni à Arcachon, ni à Marennes Oléron, ni enfin en Vendée. Ceci implique que l'hypodiploïdie ADN observée jusqu'à nos jours dans les bassins de captage suivis n'est pas liée à une reproduction des triploïdes. Pour rappel, celle-ci est décrite uniquement dans le cadre d'essais de laboratoire, pouvant aboutir à des naissains hyper et hypotriploïdes.

Conclusions et perspectives 2013

Les résultats de suivi de ploïdie concluent à l'absence d'animaux polyploïdes parmi le naissain capté dans les deux bassins prospectés. Par ailleurs, les campagnes successives Biovigilance permettent de conclure à une occurrence significative de l'aneuploïdie ADN dans les principaux bassins de captage en France. Par conséquent, il est recommandé d'accorder un soin particulier à la caractérisation fine et précoce possible du taux d'aneuploïdie ADN au sein des différents bassins de captage qui fournissent les trois quarts des naissains de la conchyliculture française.

4.3.2. Observatoire des performances conchylicoles - Réseau de Pathologie des Mollusques REPAMO

Responsable : C. FRANCOIS

Rédacteur : C. FRANCOIS
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070110

Créé en 1992, le réseau Repamo (REseau de PATHologie des MOLLusques) est un réseau de surveillance de la santé des mollusques marins du littoral français. Son activité s'inscrit dans le cadre de la Directive Européenne 2006/88/CE. Les objectifs du réseau sont de prévenir l'introduction et la propagation d'organismes pathogènes, en particulier ceux à réglementés et de surveiller l'évolution de ceux déjà présents sur le territoire national. Ces activités font parties des missions institutionnelles de l'Ifremer.

Résultats 2012

L'étude des hausses de mortalités (protocole II) a été poursuivie avec 52 interventions complètes ayant conduit au recueil de commémoratifs et à la réalisation d'échantillons de mollusques marins pour analyses en pathologie.

Des hausses de mortalités d'huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) (47 interventions) ont été recensées dans la majorité des bassins de production principalement au printemps et en été pour le naissain, en été et en automne pour les huîtres creuses adultes. Le naissain d'huîtres creuses a été atteint comme les années précédentes et a fait l'objet de 26 interventions. Il est également à noter que l'année 2012 a été marquée par des demandes d'interventions sur des huîtres creuses adultes de taille marchande (16 interventions). Aucun agent réglementé n'a été détecté dans les lots d'huîtres creuses prélevés et analysés. Des agents viraux (herpès virus OsHV-1 dans 72 % des lots analysés) et bactériens (*Vibrio aestuarianus* dans 64 % des lots analysés) ont été détectés seuls ou en association dans de nombreux échantillons prélevés au cours des épisodes de mortalité 2012 aussi bien chez les huîtres creuses prélevées chez les producteurs (42 échantillons) que sur les animaux du Réseau d'Observations Conchylicoles (RESCO) (5 échantillons). Il est à noter que les analyses en biologie moléculaire pour la recherche de l'herpès virus OsHV-1 et de la bactérie *V. aestuarianus* sur les échantillons d'huîtres creuses prélevés au cours des épisodes de mortalité 2012 ont été réalisées par 8 laboratoires agréés et par l'unité technique du Laboratoire de Génétique et de Pathologie (LGP).

Des hausses de mortalités ont également affecté d'autres espèces de mollusques : moules d'élevage (*Mytilus edulis*) à Oye-Plage [Zone d'Intervention Repamo 001, ZIR001 ; coques sauvages (*Cerastoderma edule*) en baie des Veys, Brévands ZIR014 et en baie de Somme, gisement Nord ZIR007 ; palourdes sauvages (*Ruditapes philippinarum*) dans le Golfe du Morbihan sur les gisements de Truscat et Noyal ZIR020. Les organismes pathogènes détectés sur ces espèces sont des parasites protozoaires du genre *Perkinsus* chez des palourdes du gisement naturel de Noyal dans le Golfe du Morbihan ZIR061 en octobre 2012 et la bactérie *V. aestuarianus* chez des coques d'un gisement en baie de Somme ZIR007 en août 2012.

Le couple organisme pathogène / espèce hôte de mollusque (protocole III) étudié en 2011-2012 est le couple *Mikrocytos* sp. chez les flions tronqués *Donax trunculus*. Un protozoaire du genre *Mikrocytos* sp. a en effet été détecté à plusieurs reprises lors de mortalité de flions tronqués en 2008 (baie de Quiberon ZIR055), en 2010 (baie de Quiberon ZIR055, baie d'Audierne ZIR042, côte ouest de l'île d'Oléron ZIR075) et en 2011 (baie d'Audierne ZIR042, baie de Douarnenez ZIR040). Il a été décidé de réaliser un suivi d'un an (avril 2011-avril 2012) des flions tronqués sur un gisement naturel où cet agent avait été détecté (Vert Bois sur la côte Ouest de l'île d'Oléron) pour essayer de déterminer une période propice à la détection de cet agent et caractériser l'espèce. Les résultats suggèrent que cet agent est détectable

surtout pendant les épisodes de mortalité et que l'espèce de ce protozoaire n'est pas *Mikrocytos mackini*, agent exotique à déclaration obligatoire.

La Direction Générale de l'Alimentation (DGAI) a demandé à la plateforme de surveillance épidémiologique en santé animale de considérer le 'dispositif de surveillance de la pathologie des mollusques Repamo' dans son programme 2012 d'évaluation des dispositifs de surveillance. Cette évaluation a été menée au cours du premier trimestre 2012 et a fait l'objet d'un rapport d'évaluation communiqué à l'Ifremer.

Conclusions et perspectives 2013

Une réflexion sur l'évolution à moyen terme de la surveillance de la santé des mollusques marins à l'égard des agents infectieux, initiée au sein de l'unité AGSAE et soumise en interne (DS, RBE, ODE) en 2012, sera poursuivie en 2013.

Cette démarche prospective s'inscrit dans un contexte intégrant la survenue de plusieurs épizooties affectant gravement plusieurs espèces de mollusques, s'accompagnant d'une prise de conscience accrue des acteurs de la filière conchylicole à l'égard du risque infectieux, l'évaluation du Repamo en 2012 par la plateforme de surveillance épidémiologique en santé animale, et la réflexion menée dans le cadre du cycle stratégique d'Ifremer.

4.3.3. Santé animale - Laboratoire National de référence (LNR) pour les maladies des mollusques

Responsable : C. GARCIA

Rédactrice : C. GARCIA
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070211A

Contexte

Le Laboratoire de Génétique et Pathologie (LGP) a été nommé officiellement Laboratoire National de Référence (LNR) pour les maladies des mollusques le 29 décembre 2009. La désignation d'un LNR a pour objectif de contribuer à assurer un niveau élevé de qualité et d'uniformité des résultats analytiques, notamment par des mesures telles que l'application de méthodes d'analyses validées et la formation du personnel des laboratoires.

Les principales fonctions du LNR sont définies dans la directive 2006/88/CE et dans le décret n°2006-7 du 4 janvier 2006 relatif aux laboratoires nationaux de référence, ainsi qu'à l'agrément et à la reconnaissance des laboratoires d'analyses dans le domaine de la santé publique vétérinaire et de la protection des végétaux et se définissent comme suit :

- 1) animation technique du réseau des laboratoires agréés,
- 2) réalisation d'analyses officielles et confirmation de résultats d'analyses,
- 3) réponses aux demandes d'expertises scientifique ou technique du ministère de l'agriculture et des autres ministères intéressés,
- 4) assurer une veille scientifique et technique dans son domaine de compétence
- 5) développement, optimisation et validation de méthodes d'analyse et participation à leur normalisation,
- 6) coopérer avec le Laboratoire de Référence de l'Union Européenne.

Le LNR dispose d'une unité technique correspondant au laboratoire d'analyses du Laboratoire de Génétique et Pathologie (LGP). Cette unité effectue des analyses concernant la détection des principaux organismes pathogènes réglementés ou d'importance de mollusques. L'unité technique est accréditée depuis 2009 pour les analyses en histo-cytologie, technique de référence pour les organismes pathogènes réglementés de mollusques. Le prochain audit aura lieu en mars 2013.

Résultats 2012

- **Animation du réseau de laboratoires**

Deux réseaux de laboratoires réalisant des analyses ciblées pour la recherche de deux agents infectieux (virus OsHV-1 et bactérie *Vibrio aestuarianus*) infectant les huîtres creuses, *Crassostrea gigas* existent depuis 2010 :

- un réseau de laboratoires agréés ayant pour objectif d'accroître les capacités analytiques pour la réalisation d'analyses officielles,
- un réseau de laboratoires reconnus ayant pour objectif d'accroître les capacités analytiques pour la réalisation d'analyses d'autocontrôle.

En 2012, ces réseaux sont constitués de 9 laboratoires agréés et de 5 laboratoires reconnus.

Le LNR a fourni du matériel sur demande des laboratoires reconnus ou agréés. Ce matériel consiste principalement en la fourniture d'ADN du virus OsHV-1 ou de la bactérie *V. aestuarianus*.

Il a également fourni divers renseignements techniques à différents laboratoires agréés concernant en particulier :

- la nature des prélèvements à réaliser pour les analyses en PCR en temps réel,
- l'adaptation des protocoles en fonction des kits utilisés,
- la mise en œuvre des analyses en PCR en temps réel,
- l'interprétation de résultats.

Un essai inter-laboratoires d'aptitude (EILA) spécifique a été organisé en février 2012 pour accéder à la demande de reconnaissance d'un laboratoire pour la recherche du virus OsHV-1 et celle de la bactérie *V. aestuarianus* chez l'huître creuse, *C. gigas* par PCR en temps réel. Ce laboratoire a présenté des résultats satisfaisants et a été reconnu par la DGAI en mars 2012.

Pour maintenir la compétence de ces réseaux, un essai inter-laboratoires d'aptitude (EILA) a été organisé en octobre 2012. L'objectif était d'évaluer l'aptitude des laboratoires agréés et reconnus par la Direction Générale de l'Alimentation (DGAI), à effectuer la recherche de l'herpèsvirus OsHV-1 et celle de la bactérie *V. aestuarianus* chez l'huître creuse, *C. gigas* par PCR en temps réel. Le test comportait deux jeux de 18 échantillons de broyats congelés de tissus de manteau et de branchies d'huîtres creuses *C. gigas*. L'EILA a été annoncé au réseau des laboratoires agréés et reconnus le 13 août 2012 et les échantillons ont été envoyés aux participants le 1^{er} octobre par un transporteur. Le délai de réponse accordé était au départ de 22 jours ouvrés après réception des échantillons (date prévue de rendu des résultats : 2 novembre 2012). Suite au problème rencontré avec les témoins positifs, la date de rendu des résultats de l'EILA a été reportée au 16 novembre 2012. Quatorze laboratoires ont participé à cet EILA et ont obtenu de 94,5 à 100% de bonnes réponses avec une moyenne de 99,6% pour la détection d'OsHV-1 et l'ensemble des laboratoires a eu 100% de bonnes réponses pour la détection de *V. aestuarianus*.

Le LNR a organisé le 9 octobre 2012 une réunion pour l'ensemble des laboratoires agréés et reconnus. Seize participants (hors Ifremer) étaient présents à cette réunion représentant 12 laboratoires. Cette journée annuelle a été couplée pour la première fois avec les journées du réseau de surveillance Repamo car les laboratoires agréés sont des acteurs du système de surveillance des maladies des mollusques.

Cette réunion a fait l'objet d'un compte-rendu envoyé aux différents participants et à la DGAI.

- **Demande d'expertise scientifique ou technique et réalisation d'analyses officielles**

En l'absence de laboratoire agréé en histo-cytopathologie pour la recherche d'organismes pathogènes réglementés, le LNR réalise l'ensemble des analyses officielles de première intention dans ce domaine analytique. En 2012, le LNR a reçu 61 lots à analyser en histologie et/ou biologie moléculaire (OsHV-1 et *V. aestuarianus*) suite à des demandes du réseau Repamo. Ceci a représenté un volume de 1156 analyses.

Le LNR a réalisé des analyses confirmatoires sur 23 isolats suite à des demandes du réseau Repamo. L'objectif de ces analyses était de caractériser des agents infectieux afin de savoir s'il s'agissait d'agents réglementés ou de confirmer des résultats d'analyses de première intention.

Ces analyses concernaient la caractérisation d'isolats de parasites du genre *Perkinsus* et de souches bactériennes appartenant à l'espèce *V. aestuarianus*.

Le LNR a été mandaté en mars 2012 par la DGAI pour réaliser une expertise concernant l'introduction éventuelle de naissain d'huître creuse, *C. gigas*, en provenance du Brésil. Un lot de naissain et un lot d'adultes d'huîtres creuses ont été reçus en février 2012. Les résultats ont été transmis à la DGAI sous forme d'un avis en avril 2012.

En 2012, le nombre de cas de mortalités d'huîtres creuses adultes, *C. gigas*, rapportés dans le cadre du réseau de surveillance Repamo a augmenté. Suite à ce constat, la DGAI a demandé à l'Ifremer que soit menée une étude épidémiologique rétrospective sur l'année 2012, en collaboration avec la Plateforme Nationale de Surveillance Epidémiologique en Santé Animale. Cette étude pourra potentiellement être poursuivie en 2013.

- **Développement, optimisation et validation des méthodes diagnostiques**

Le LNR a participé au développement et à la validation de techniques diagnostiques. En 2012, il a participé à :

- La mise au point d'un essai de développement de témoins positifs non cibles pour des analyses en PCR en temps réel. Les témoins développés semblent trop robustes ; ils ne semblent présenter que peu de variations même dans des conditions de stringence extrême lors de la PCR. Les essais se poursuivront en 2013.
- Une étude pour comparer en terme de sensibilité des analyses réalisées en PCR en temps réel sur des individus et sur des pools d'individus vis-à-vis de la détection du virus OsHV-1 et de la bactérie *V. aestuarianus* dans le cadre de prélèvements pour hausse de mortalité. Cette étude a commencé en 2012 et se poursuivra en 2013. Les premiers résultats indiquent une sensibilité relativement équivalente des analyses par pool de 3 individus à celle des analyses en individuel mais ces résultats restent à être confirmés.
- L'adoption de la PCR en temps réel pour la détection de l'herpèsvirus de l'ormeau. Cette adoption sera poursuivie en 2013.

- **Collaboration avec le Laboratoire de Référence de l'Union Européenne (LRUE)**

En 2012, le LNR a participé à la réunion annuelle organisé par le LRUE du 14 et 15 mars 2012 à Nantes.

Le LNR a participé à l'essai inter-laboratoires organisé par le LRUE pour les maladies des mollusques en 2012. Cet EILA consistait à évaluer l'aptitude des laboratoires nationaux européens, à détecter en histo-cytologie des parasites du genre *Bonamia*, *Marteilia*, *Perkinsus*, *Haplosporidium* et *Mikrocytos* chez des huîtres plates et creuses.

Conclusions et perspectives 2013

Les missions du LNR restent inchangées et sont définies par la réglementation et la DGAI.

Dans le cadre de l'animation des réseaux de laboratoires, une journée annuelle sera maintenue et sera couplée à celle du réseau de surveillance Repamo. Au vu des résultats satisfaisants des EILA, les prochains EILA programmés auront lieu en 2014. Un effort sera réalisé pour que l'inscription et le rendu des résultats se fassent via une interface web.

En 2013, le développement d'un témoin positif non cible pour les analyses réalisées en PCR en temps réel sera poursuivie. Si ce développement est finalisé, une demande de validation pourra être faite auprès des laboratoires intéressés par son utilisation.

Une comparaison de différentes techniques d'extraction en fonction des espèces de mollusques et des tissus cibles sera également entreprise. L'idée est de pouvoir donner des recommandations en matière d'utilisation de kits d'extraction en fonction des tissus cibles et des mollusques bivalves car certains mollusques peuvent présenter de nombreux inhibiteurs de PCR au sein de leurs tissus.

Concernant le système qualité, l'objectif est de maintenir l'accréditation en histologie et de poursuivre la mise sous assurance qualité des techniques de PCR en temps réel utilisées en routine. A terme, une accréditation serait souhaitée pour les différentes analyses pratiquées en routine dans le domaine de la biologie moléculaire.

4.3.4. Santé animale - Laboratoire de Référence de l'Union Européenne (LRUE-EURL) pour les maladies des mollusques

Responsable : I. ARZUL

Rédactrice : I. ARZUL
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070211B

Contexte

Le laboratoire de Génétique et Pathologie Ifremer à La Tremblade est nommé Laboratoire de Référence de l'Union Européenne (LRUE) pour les maladies des mollusques depuis décembre 1995. Les fonctions et devoirs du laboratoire de référence sont précisés dans l'annexe VI, Partie I de la Directive 2006/088/EC. Ces obligations couvrent plus particulièrement les agents pathogènes de l'annexe IV de cette même directive à savoir *Bonamia ostreae*, *B. exitiosa*, *Marteilia refringens*, *Perkinsus marinus* et *Mikrocytos mackini*.

Résultats 2012

Un rapport technique 2012 sur les activités du LRUE pour les maladies des mollusques a été produit et distribué aux différents laboratoires de référence européens. La plupart des informations reprises ci-dessous sont également disponibles sur le site du LRUE/EURL : www.eurl-mollusc.eu

- **Accréditation du LRUE**

L'audit initial de la Cellule Analytique dans le domaine de l'histopathologie a été réalisé par le Cofrac du 28 au 30 avril 2009. Suite à cet audit, le laboratoire a obtenu l'accréditation, élément nécessaire pour être désigné LRUE (voir l'annexe VI, Partie I de la Directive 2006/088/EC). L'accréditation a été renouvelée en 2010 et 2011.

- **Réunion annuelle**

En 2012, le LRUE a organisé la 14^{ème} réunion annuelle des laboratoires nationaux de référence pour les maladies des mollusques. Cette réunion s'est tenue à Nantes les 14 et 15 mars. Une session a été consacrée aux mortalités anormales de *Crassostrea gigas*, une autre session a concerné la mise en œuvre de la surveillance basée sur le risque selon la Directive 2006/88/EC dans les différents Etats Membres. Une session a concerné deux maladies présentes en Australie : l'infection à *Marteilia sydneyi* et l'infection à herpèsvirus de l'ormeau. Considérant l'utilisation croissante des outils de PCR en temps réel pour la détection des organismes pathogènes dans les laboratoires nationaux de référence, des présentations et discussions ont porté sur les avantages et limites de cette technique. Un rapport tenant compte des sujets abordés et des discussions tenues au cours de la réunion a été produit et distribué aux participants et à la Commission Européenne.

- **Maintien d'une collection de matériel de référence, distribution de matériel de référence**

Une collection de matériel de référence existe depuis 1997. Cette collection comporte du matériel concernant les principaux agents pathogènes des mollusques rencontrés en Europe mais également à travers le monde. Cette collection est régulièrement enrichie de nouveaux matériels.

En 2012, le LRUE a répondu à 19 demandes de matériel de référence. Ces demandes concernaient diverses espèces, divers agents pathogènes sous différentes formes (blocs histologiques, lames histologiques, tissus fixés en alcool, extraits d'ADN, suspension d'ADN plasmidique).

- **Accueil et formation**

Deux collègues du Monténégro ont été accueillis pour une formation sur la détection des organismes pathogènes de mollusques en cyto- et histo-pathologie et sur la détection et caractérisation de

B. ostreae et *M. refringens* par PCR-RFLP. 4 collègues coréens ont passé une journée au laboratoire afin d'appréhender notre système qualité et nos activités en tant que laboratoire de référence européen.

De plus, pour la première fois en 2012, des sessions de formation à distance en utilisant le logiciel Mscope® ont été proposées aux collègues des LNRs : 14 collègues de 8 LNRs différents ont participé à ces sessions de 1h30 dédiées à la détection d'*Haplosporidium nelsoni* et *P. marinus* par histologie. Un questionnaire de satisfaction a été diffusé au sein du réseau des laboratoires de référence. Les retours étaient très positifs. De nouvelles sessions seront donc proposées en 2013.

- **Organisation de tests de compétence inter laboratoires**

Une comparaison inter-laboratoires (CIL) a été organisée en 2012 par le LRUE pour les maladies des mollusques. L'objectif était de tester la compétence des participants pour la détection par histocytologie des maladies à déclaration obligatoire listées dans la directive 2006/088/EC présentes en Europe ainsi que des maladies des huîtres creuses reconnues d'importance et présentes en Amérique du Nord. Le test comportait 60 lames dont 30 préparées à partir d'huîtres plates *Ostrea edulis* et 30 correspondant à *Crassostrea spp.* Chaque jeu de lames a été examiné indépendamment par deux analystes. Ces résultats ont servi de résultats de référence pour l'analyse des résultats.

Les LNRs étaient invités à s'inscrire le 22/02/2012 en utilisant un formulaire électronique. 20 laboratoires se sont inscrits, le premier LNR a réalisé le test le 19/03/2012 et le dernier participant a rendu ses résultats début 2013. Les résultats de l'ensemble des participants doivent être analysés début 2013.

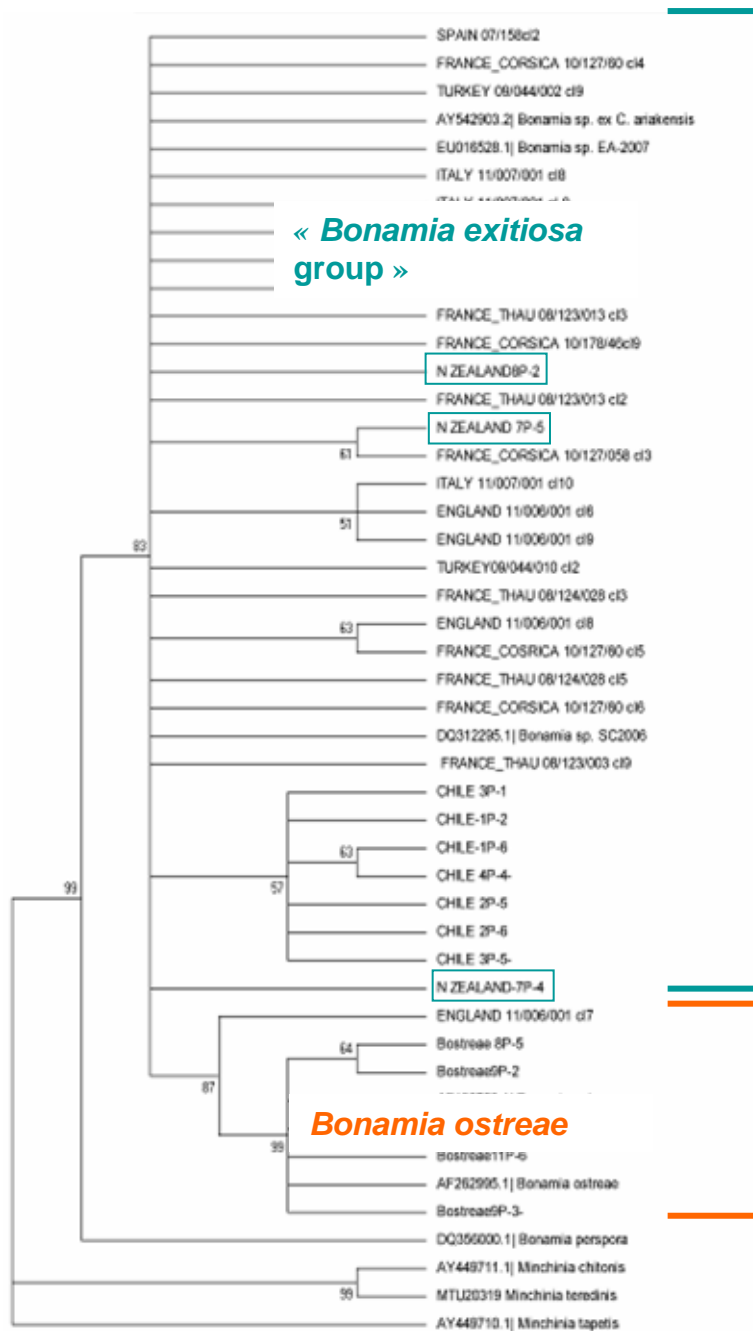
- **Identification et caractérisation d'agents pathogènes**

En 2012, le LRUE a été sollicité 9 fois pour une aide au diagnostic et à la caractérisation d'agents pathogènes. Dans trois cas il s'agissait de caractériser des parasites de type « microcell » chez des fouisseurs du genre *Donax* ou *Ruditapes* ou chez des huîtres *Ostrea lurida*. Dans un cas il s'agissait de caractériser *Marteilia refringens*. Deux cas concernaient des parasites du genre *Perkinsus* dans le cadre de suspicion, confirmation ou caractérisation. Dans trois cas, le LRUE a été sollicité pour suspicion d'infection à protozoaires. Les analyses réalisées n'ont pas permis de confirmer ces suspicions.

Le LRUE est par ailleurs impliqué dans des études concernant les agents parasitaires du genre *Bonamia*, *Marteilia* et *Perkinsus*.

Parasites du genre *Bonamia* :

- Suite à la notification de *Bonamia exitiosa* en Espagne en 2007, un programme de travail a été proposé par le LRUE avec le soutien de la Commission Européenne pour caractériser les parasites du genre *Bonamia* présents en Europe. Dans ce contexte, le LRUE a été amené à collaborer avec des collègues des différents LNRs, plus particulièrement ceux des pays concernés par la présence de parasite du genre *Bonamia*. Le parasite *B. exitiosa* a ainsi été détecté dans quatre Etats Membres : la France, l'Italie, l'Espagne et le Royaume Uni. Le LRUE a réalisé le séquençage des régions 18S et ITS1-5.8S-ITS2 sur des échantillons infectés par *B. exitiosa* provenant de différentes localisations afin d'apprécier leur variabilité. Les analyses phylogénétiques réalisées montrent que les échantillons européens appartiennent au même groupe que *B. exitiosa* détecté en Nouvelle Zélande.



Analyse par maximum de parsimonie de 47 séquences de 18S-ITS-1-5.8S-ITS2 (1000 bootstraps): une partie des échantillons européens testés se trouvent proches s'échantillons provenant de Nouvelle Zélande (encadrés en vert).

Ces résultats ont été présentés lors de la réunion annuelle 2012 de la National Shellfisheries Association (Seattle, Washington, March 24-29, 2012):

Arzul I., Aranguren R., Arcangeli G., Chesslett D., Couraleau Y., Engeslma M., Figueras A., Garcia C., Geoghegan F., Magnabosco C., Stone D. Distribution and variability of *Bonamia exitiosa* in flat oyster *Ostrea edulis* populations in Europe.(abstract) *Journal of shellfish research* 31(1): 300

- Les parasites du genre *Bonamia* sont de petits protozoaires non cultivables. Les essais réalisés pour caractériser de nouvelles régions de leur génome sont donc confrontés à la difficulté d'obtenir des quantités suffisantes et propres de cellules parasitaires. Jusqu'à présent, seuls la région des gènes des ARN ribosomiaux et deux gènes codant l'actine ont été caractérisés. De nouveaux essais ont été développés récemment et ont permis d'identifier un gène codant une Heat Shock Protein 90. Des travaux réalisés en 2012 ont permis de caractériser complètement ce gène ainsi qu'un gène codant l'actine chez *B. exitiosa*. Ces travaux sont en cours de valorisation. Un article a été soumis et accepté à *Journal of Eukaryotic Microbiology*

Prado-Alvarez M., Chollet B., Couraleau Y., Morga B., Arzul I. Heat Shock Protein 90 of *Bonamia ostreae*: Characterization and Possible Correlation with Infection of the Flat Oyster, *Ostrea edulis*. *Accepté à Journal of Eukaryotic Microbiology*

- Considérant l'intérêt potentiel de développer des animaux résistants à la bonamiose, des travaux ont été entrepris ces dernières années afin de mieux comprendre les interactions entre l'huître plate et le parasite *B. ostreae* et plus particulièrement les mécanismes impliqués dans la résistance à la maladie. La réalisation de banques soustractives cDNA avait permis l'identification d'ESTs différentiellement exprimés chez des hémocytes en réponse à une infection. L'expression de certains gènes dont celui codant la galectine a par la suite été étudiée en PCR en temps réel *in vitro* puis *in vivo* chez des huîtres expérimentalement infectées. De plus, la réponse cellulaire de l'huître a également été étudiée par cytométrie en flux et l'infection contrôlée par microscopie. Les résultats obtenus ont montré une multiplication du parasite dans les hémocytes ainsi qu'une diminution des activités de type estérase et de la production des espèces oxygénées réactives chez les hémocytes infectés. Par ailleurs, une approche comparative a également été réalisée entre des huîtres sélectionnées pour leur résistance et des huîtres sauvages. Les résultats obtenus suggèrent que la modulation de l'apoptose ainsi qu'une diminution de la phagocytose pourraient être impliqués dans les mécanismes de résistance à la bonamiose.

Certains résultats ont été publiés et présentés lors d'une conférence internationale :

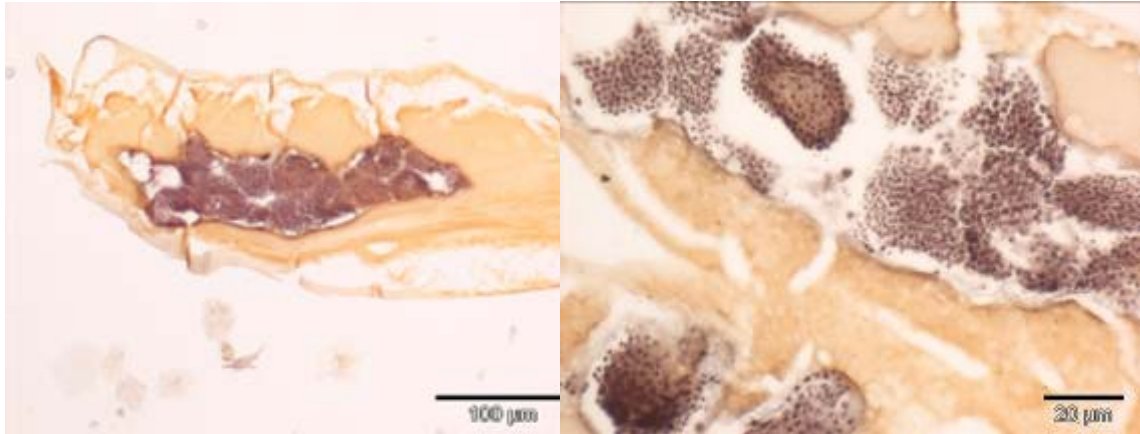
Morga B., Renault T., Faury N., Arzul I 2012. *New insights in flat oyster Ostrea edulis resistance against the parasite Bonamia ostreae. International Fish and Shellfish Immunology*. 32: 958-968

Prado- Alvarez M., Chollet B., Faury N., Robert M., Morga B., Ibara D., Lupo C., Renault T., Arzul I. 2012 *Interactions between Ostrea edulis Galectin (Oe Gal) and the protozoan parasite Bonamia ostreae (abstract) Journal of shellfish research 31(1): 334. 2012 National Shellfisheries association annual meeting (Seattle, Washington, March 24-29, 2012)*

Parasites du genre *Marteilia* :

- En 2012, le LRUE a poursuivi une étude initiée en 2010 sur la variabilité moléculaire de *M. refringens* à partir de différents isolats de différentes régions géographiques et infectant différents hôtes bivalves (moules et huîtres plates). Trois régions du génome du parasite ont été ciblées : gène codant l'ARNr de la petite sous unité ribosomale, l'ITS-1 et l'IGS. Plusieurs types de séquences ont ainsi pu être identifiés et certains types semblent préférentiellement associés à une espèce hôte ou une origine géographique. En 2012, des analyses complémentaires ont porté sur des échantillons de moules et de zooplancton prélevés en Corse dans l'étang de Diana. Les séquences obtenues suggèrent la présence de trois types de *Marteilia* : *M. refringens* types M et O mais aussi *Marteilia sp.* type C récemment caractérisé dans des coques en Catalogne en Espagne.
- En 2012, le LRUE a également collaboré avec différents collègues pour caractériser *M. refringens*. En effet, le parasite a été détecté en Slovénie chez des moules *Mytilus galloprovincialis*. Par ailleurs, des résultats obtenus précédemment dans le cadre d'une coopération avec la Tunisie ont été valorisés. Ces résultats concernent la caractérisation de *M. refringens* chez des huîtres naines *Ostrea stentina* en Tunisie.

Refka Elgharsalli, Nejla Aloui-Bejaoui, Hedi salah, Bruno Chollet, Jean-Pierre Joly, Maeva Robert, Yann Couraleau, Isabelle Arzul. 2013. *Characterization of the protozoan parasite Marteilia refringens infecting the dwarf oyster Ostrea stentina in Tunisia. Journal of Invertebrate Pathology, 112(2) : 175-183*
- Un essai de PCR Taqman duplex a été récemment développé afin de détecter et typer *M. refringens*. Cet essai repose sur l'utilisation d'un seul couple d'amorces et de deux sondes, l'une ciblant *M. refringens* type O et l'autre le type M. Les performances de cet essai ont été testées à l'échelle des populations en 2012, ces travaux se poursuivent en 2013.
- Le LRUE a également poursuivi les travaux déjà engagés les années passées sur le cycle du parasite *M. refringens*. Une étude sur la dynamique du parasite chez les huîtres plates, les



Paracartia latisetosa: Marquage spécifique de petites cellules (1-2 µm) localisées dans la gonade d'une femelle copépode.

Parasites du genre *Perkinsus* :

- Le genre *Perkinsus* rassemble de nombreuses espèces infectant plusieurs espèces de mollusques marins à travers le monde. Deux espèces *Perkinsus marinus* et *P. olseni* sont à déclaration obligatoire auprès de l'OIE en raison de leur impact sur l'aquaculture. Depuis 2008, le LRUE participe à la caractérisation moléculaire de parasites du genre *Perkinsus* dans différents sites de production de palourdes en France et dans le bassin méditerranéen. Les résultats obtenus mettent en évidence une large distribution de *P. olseni* mais également la présence inattendue de *P. chesapeaki* dans l'Etang de Leucate. Ce parasite n'a encore jamais été rapporté en Europe et pourrait avoir été introduit via des transferts de bivalves vivants depuis l'Amérique du Nord.

Ces résultats ont été complétés en 2010 en analysant des palourdes provenant d'une nouvelle région géographique, Bonne Anse en Charente Maritime. Les résultats ont montré la présence de *Perkinsus chesapeaki* également sur ce site.

En 2012, ces résultats ont été publiés dans Parasitology.

Arzul Isabelle, Chollet Bruno, Michel Justine, Robert Maeva, Garcia Céline, Joly Jean-Pierre, François Cyrille, Miossec Laurence (2012). One Perkinsus species may hide another: characterization of Perkinsus species present in clam production areas of France. Parasitology, 139(13), 1757-1771.

- **Développement et validation d'outils diagnostiques**

De nombreux outils diagnostiques notamment moléculaires sont développés dans le cadre de travaux de recherche et pour répondre à des questions de recherche. Leur utilisation pour le diagnostic requiert au préalable une étape de validation et de standardisation. Le LRUE s'investit plus particulièrement dans la standardisation et la validation d'outils de détection de *B. ostreae*, *M. refringens* et *P. olseni*.

Au cours des dernières années, le LRUE a réalisé des études comparatives entre la PCR et la cytologie pour la détection de *B. ostreae* et de *M. refringens*. Ces études ont montré une meilleure sensibilité de la PCR par rapport à la cytologie pour la détection de *B. ostreae* alors que l'inverse a été observé pour la détection de *M. refringens*.

Outre ces efforts de comparaison et de validation de technique, le LRUE est impliqué dans le développement de nouveaux outils de détection d'organismes pathogènes à déclaration obligatoire.

En 2012 la validation de l'essai de PCR Taqman pour la détection et typage de *M. refringens* a été poursuivie. Le LRUE a aussi initié le développement d'un essai de PCR Taqman multiplex pour la détection de *M. refringens* et *Bonamia spp.*

Par ailleurs, considérant l'utilité d'un outil sensible et spécifique pour la détection d'OsHV-1 μ var, le LRUE a contribué au développement d'un essai de PCR en temps réel Taqman basé sur l'utilisation d'une sonde LNA (Locked Nucleic Acid). Cette technique a été optimisée et testée sur différents échantillons. De plus, un essai inter-laboratoires a été réalisé en 2012 avec quelques laboratoires européens intéressés. Les résultats montrent une bonne reproductibilité de la technique.

Conclusions et perspectives 2013

Le LRUE a répondu aux objectifs qu'il s'était fixé pour l'année 2012.

Outre les tâches annuelles (organiser la réunion annuelle et un workshop technique pour les LNRs, former les collègues au diagnostic, envoi de matériel de référence, soutien analytique et épidémiologique aux LNRs), le LRUE envisage de développer les travaux suivants en 2013 :

- Analyser les résultats du test de compétence inter-laboratoires pour la détection de certains agents pathogènes à déclaration obligatoire par histologie et cytologie.
- Finaliser la validation de la PCR Taqman duplex pour la détection et *M. refringens* type M et O.
- Poursuivre le développement d'un essai multiplex incluant un contrôle interne pour la détection de *B. ostreae* et *M. refringens*.
- Initier une étude comparative de techniques d'extraction d'ADN à partir de tissus riches en inhibiteurs de PCR.
- Initier à l'échelle européenne une étude comparative d'outils moléculaires pour la détection de *Bonamia spp.* et *M. refringens*.

Par ailleurs, il est à noter que le LRUE est impliqué dans deux projets européens : Bivalife et Aquagenet.

4.3.5. Santé animale – U.E. KBBE BIVALIFE

Responsable : T. RENAULT

Rédacteurs : T. RENAULT et J-F. PEPIN
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070211E

Contexte

Bivalife est un projet financé par l'Union Européenne, de type 'Collaborative project' (small or medium-scale focused research project). Il a été soumis en janvier 2010 dans le cadre de l'appel à projets KBBE.2010.1.2-08 intitulé "Improving European mollusc aquaculture: disease detection and management" et publié en juillet 2009. Cet appel à projets avait pour objectif de répondre aux questions identifiées par la Commission Européenne concernant la durabilité des productions et la gestion des ressources biologiques dans les environnements aquatiques. Les termes de cet appel précisait les objectifs et les attendus ciblant l'acquisition de connaissances pour les agents pathogènes infectant l'huître creuse et les moules et le développement de recommandations et de mesures de gestion afin de limiter l'impact de ces agents infectieux.

Le projet a commencé en février 2011 pour une durée de 36 mois. Le projet intègre 12 partenaires représentant 7 pays (Espagne, France, Irlande, Israël, Italie, Pays Bas et Royaume Uni) et sa coordination est assurée par l'Ifremer (coordinateur scientifique T. Renault). Les objectifs généraux de ce projet sont d'une part d'apporter des connaissances nouvelles concernant certains agents infectant les bivalves et d'autre part de développer des approches pratiques pour le contrôle des maladies causées par ces agents pathogènes. Il a été retenu de travailler sur trois espèces de bivalves (l'huître creuse, *Crassostrea gigas* et les deux espèces de moules, *Mytilus edulis* et *M. galloprovincialis*) et cinq agents infections principaux (*Ostreid herpesvirus 1*, *Vibrio splendidus*, *V. harveyi*, *Marteilia refringens* et *Nocardia crassostreae*).

Le projet est organisé en six work packages dont quatre sont dédiés à des travaux de recherche et de développement, le 1^{er} à la gestion/direction et le 6^{ème} à la valorisation/dissémination. Le WP2 est centré sur la détection et l'identification d'agents infectieux d'intérêt en utilisant des techniques communes dans les différents laboratoires impliqués. La persistance et la survie des agents pathogènes dans l'environnement sont étudiées dans le WP3. Le WP 4 a pour objectifs principaux de caractériser des facteurs de virulence pour les agents ciblés et d'explorer la réponse des bivalves hôtes vis à vis de ces agents. Enfin, des recommandations et des mesures de gestion doivent être proposées dans le cadre du WP5 afin de tenter de réduire l'impact des agents infectieux sur les productions d'huîtres et de moules.

Résultats 2012

- **WP2. Détection et identification des agents infectieux considérés comme important et facteurs de risqué associés**

Le transfert et la validation de techniques moléculaires de diagnostic déjà existantes (PCR en temps réel) pour la détection du virus OsHV-1 et des bactéries *V. splendidus* et *V. aestuarianus* ont été réalisés par le LGP. Ainsi, les participants ont pu les utiliser pour analyser les échantillons prélevés dans leur propre pays. Pour la validation de ces techniques, plusieurs essais de comparaison inter-laboratoires ont été menés sur la base de l'utilisation d'une collection de matériel de référence (échantillons positifs et négatifs) et de protocoles communs d'analyse.

Trois sites caractéristiques (détection ou absence d'épisodes de mortalité les années précédentes, présence d'huîtres creuses et de moules) ont été sélectionnés en France. Des huîtres et des moules ont

été collectées en 2011 et 2012 (avant, pendant et après mortalités) et ont fait l'objet d'analyses pour la recherche d'agents infectieux en histologie, en bactériologie classique et en utilisant des outils moléculaires spécifiques (OsHV-1, *V. splendidus* et *V. aestuarianus*). Les taux de mortalité, les conditions d'environnement et des informations concernant les animaux ont été également relevés. Des prélèvements d'eau, de sédiment et d'espèces variées ont pu également être réalisés.

Des isolats bactériens obtenus à partir des échantillons collectés en 2011 ont fait l'objet d'un typage moléculaire. En particulier, pour ce typage, sur la base des informations génomiques disponibles pour les agents pathogènes considérés, des méthodes de MLVA (MultiLocus Variable Analysis) en utilisant des VNTR (Variable Number of Tandem Repeats) ont été développées au LGP pour le groupe *V. splendidus*.

- **WP3. Mécanismes permettant aux agents infectieux de persister hors de l'hôte**

Des critères et des méthodes pour mesurer la persistance des agents infectieux hors de l'hôte ont été définis et développés afin de pouvoir préciser le statut (vivant/mort) et/ou le pouvoir infectieux/statut infectieux des agents pathogènes.

Comme aucune lignée cellulaire n'est aujourd'hui disponible pour permettre la réplication du virus OsHV-1 *in vitro*, une approche pour mesurer le pouvoir infectieux du virus a été développée sur la base de la recherche et la détection d'ARNs viraux. En effet, la présence d'ARNs viraux dans un échantillon peut être un bon témoin d'une réplication virale active. Ainsi, deux familles biparentales d'huîtres creuses (produites dans le cadre du WP4 - Task 1) ont été sélectionnées sur la base de leur sensibilité contrastée à l'infection virale en conditions de laboratoire.

Après injection de matériel infectieux dans le muscle adducteur, la mortalité a été suivie et des prélèvements de fragments de manteau réalisés afin de rechercher par PCR en temps réel des ARN viraux à différents temps après injection. Trente-neuf (39) gènes viraux ont été ciblés (sélectionnés sur la base d'homologies avec des protéines connues) et leurs transcrits recherchés. Des transcrits viraux ont ainsi pu être détectés uniquement chez les animaux infectés dès 12 heures après infection et certains des gènes ont montré des niveaux différents de transcrits en fonction du temps. La recherche de transcrits viraux par PCR en temps réel apparaît ainsi comme une approche d'intérêt pour compléter la détection d'ADN viral dans des échantillons collectés sur le terrain et de préciser le statut infectieux du virus.

- **WP4. Agents pathogènes d'intérêt : identification de facteurs de virulence intrinsèques et effets sur les mécanismes de défense de l'hôte**

Des expériences d'infection expérimentales ont été conduites afin d'explorer la sensibilité des huîtres creuses et des moules aux agents infectieux et d'étudier les interactions entre agent pathogène et hôte. Des animaux ont été produits, en particulier des huîtres creuses, dans le cadre du projet afin de disposer de matériel biologique contrasté en matière de sensibilité aux maladies (animaux infectés versus animaux non infectés; animaux résistants versus animaux sensibles) et utilisés pour étudier les interactions entre agents infectieux et bivalves.

Il a été ainsi obtenu au LGP des familles d'animaux présentant des sensibilités différentes au virus OsHV-1 ainsi qu'à *V. splendidus*, *V. aestuarianus* et *V. harveyi* (Figs. 1 et 2).

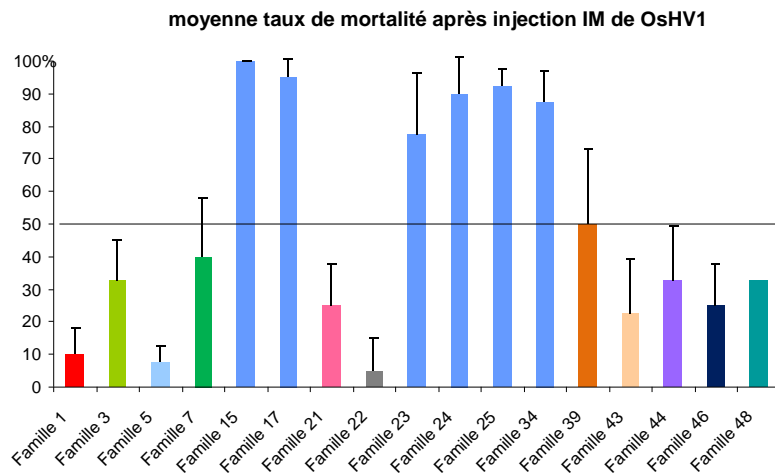


Figure 1. Test de sensibilité de familles d’huîtres creuses au virus OsHV-1 (injection intramusculaire)

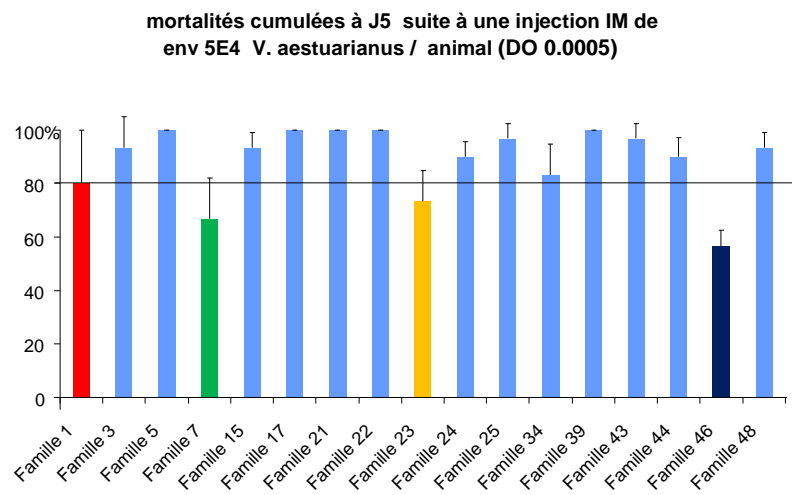


Figure 2. Test de sensibilité de familles d’huîtres creuses à *Vibrio aestuarianus* (injection intramusculaire)

L'expression de gènes de l'immunité a été étudiée chez des huîtres creuses infectées par le virus OsHV-1 et chez des huîtres non infectées. En particulier, des huîtres appartenant à deux familles produites dans le cadre du projet (WP4 - Task 1) et présentant des sensibilités à l'infection à OsHV-1 contrastées, ont été infectées et l'expression de 19 gènes de l'hôte liés à l'immunité a été analysée en PCR en temps réel à différents temps après injection du matériel infectieux. Il a pu ainsi être mis en évidence la surexpression de certains gènes comme le gène codant pour le facteur MyD88 chez les animaux infectés en comparaison des animaux non-infectés (Fig. 3).

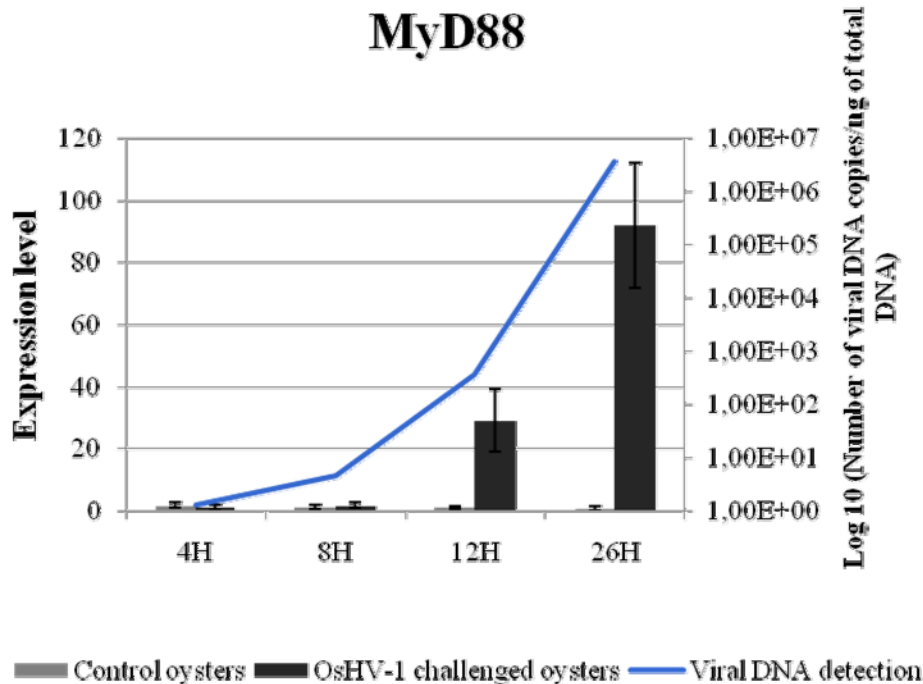


Figure 3. Suivi de l'expression du gène codant pour la protéine MyD88 par PCR en temps réel

- **WP5. Contrôle et éradication des agents pathogènes : développement de méthodes d'essais de terrain et de recommandations**

Du fait de l'absence de lignées de cellules permettant de produire le virus OsHV-1 *in vitro*, la méthode choisie pour suivre les effets des UV sur le virus a été de réaliser des essais en pathologie expérimentale (sur naissain et sur larves d'huîtres creuses) en suivant la mortalité et en recherchant l'ADN viral par PCR en temps réel.

L'objectif de cette étude était de caractériser les effets des radiations UV-C sur le pouvoir infectieux du virus OsHV-1 μ Var à partir d'essais en infection expérimentale.

L'approche mise en œuvre a consisté à utiliser une espèce hôte, l'huître creuse à deux stades de développement différents, larve ou naissain, et un agent infectieux, l'herpès virus OsHV-1 μ Var. Au travers d'essais en pathologie expérimentale ont été déterminées les conditions qui permettent l'inactivation d'une suspension virale par le rayonnement UV. Les paramètres d'inactivations UV qui ont été modulés étaient l'énergie (mW/s/cm²) et le temps (s). L'inactivation du pouvoir infectieux par les UV a été estimée sur la base des mortalités induites sur les larves ou le naissain et sur le niveau des charges virales associées dans les tissus des animaux infectés. Les larves étaient infectées directement par l'eau contaminée par la suspension virale, 'baignation' en présence du virus à des doses contrôlées. Le naissain était infecté par une injection intramusculaire de suspension virale. Deux essais indépendants ont été réalisés soit sur des larves âgées de 10 jours, soit sur du naissain de moins de 8 mois.

Les résultats obtenus montrent qu'à partir d'une dose UV équivalente à environ 1,0 mW/s/cm² pendant environ 5", les mortalités ne sont plus observées pour les lots qui ont reçu une suspension traitée aux UV, alors que les lots non 'traités' présentent des niveaux de mortalité allant de 80 à 100%. L'inactivation par les UV-C paraît donc efficace pour limiter la virulence de l'infection à l'herpèsvirus et réduire fortement les mortalités qu'il peut engendrer.

Cette technique de réacteur UV est déjà en place dans les écloseries de mollusques et nos résultats confirment l'intérêt d'un tel traitement des eaux d'élevage dans des systèmes contrôlés (écloseries, nurseries). Cependant, nos essais n'ont pas fait intervenir le facteur turbidité de l'eau et d'autres agents pathogènes peuvent être rencontrés dans les élevages (ex : bactéries genre *Vibrio*) pour lesquels l'efficacité du traitement UV resterait à préciser.

Conclusions et perspectives 2013

Les travaux seront poursuivis dans les différentes parties et en particulier l'étude de l'inactivation des agents infectieux par les rayonnements UV en faisant varier le spectre UV émis. Ces essais seront menés avec du virus OsHV-1 μ Var ainsi qu'avec différentes souches de vibrions pathogènes. L'effet de la turbidité sur l'efficacité des UV dans le protocole d'inactivation devra être évalué.

4.3.6. Santé animale – ERA NET MOLTRAQ

Responsable : T. RENAULT

Rédacteur : T. RENAULT
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070211H

Contexte

Le projet MOLTRAQ a pour objectif premier de générer et de d'utiliser des données épidémiologiques spatio-temporelles, phylo-géographiques et d'expression de gènes pour des virus infectant des espèces d'aquaculture afin d'identifier les facteurs importants pouvant affecter la dissémination des infections liées. Les informations obtenues seront ensuite intégrées dans des modèles de simulation de développement d'infections virales pour étudier les effets de différentes stratégies de contrôle.

Le projet devrait permettre d'accroître les connaissances concernant la transmission, la prévention et le contrôle des maladies infectieuses virales en aquaculture et d'ainsi pouvoir développer une approche générique pour tenter de réduire l'impact de ces maladies.

Les objectifs spécifiques identifiées pour l'Ifremer et le LGP sont : (1) la constitution d'une collection d'échantillons viraux (OsHV-1) associés à des données épidémiologiques, (2) la caractérisation des échantillons de la collection par analyses de séquences et d'expression de gènes, (3) le développement de scénarios de dissémination d'infections virales afin d'étudier les effets de la mise en place de différentes mesures de contrôle.

Résultats 2012

Pour le virus OsHV-1, une collection comprenant environ 400 échantillons collectés en France entre 1993 et 2012 est aujourd'hui disponible. Cette collection intègre également une centaine d'échantillons collectés dans différents pays (Espagne, Irlande, Pays Bas, Suède, USA, Chine, Corée, Japon, Nouvelle Zélande, Brésil, Tunisie,). Cette collection consiste majoritairement en des échantillons d'ADNs totaux extraits d'huîtres creuses, *C. gigas*, infectées par le virus OsHV-1.

La diversité du virus OsHV-1 a été explorée au sein de cette collection en ciblant 3 zones du génome viral (ORF4, ORFs 35/36/37/38 et ORFs42/43) pour la réalisation de PCR et le séquençage des produits de PCR obtenus.

Les données obtenus ont permis de définir deux groupes majoritaires parmi les échantillons analysés (virus de référence et variant μ Var). Ils ont permis également de montrer qu'un variant proche du variant μ Var était présent en Nouvelle-Zélande associé aux épisodes de mortalité massive rapportés depuis 2010 dans ce pays. Cependant, le variant détecté en Nouvelle-Zélande n'est pas identique à la forme μ Var.

Conclusions et perspectives 2013

Les résultats obtenus ont permis de définir des groupes d'échantillon et serviront à sélectionner des spécimens pour une séquence complet par approche Illumina.

4.3.7. Santé animale - Plan de sauvegarde

Responsable : A. BENABDELMOUNA

Rédacteur : A. BENABDELMOUNA
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070212A

Contexte

Depuis 2008 l'ostréiculture française subit des mortalités massives d'huîtres creuses qui impactent les approvisionnements en naissains. C'est dans ce contexte qu'un plan de sauvegarde a été mis en œuvre avec l'implication de l'Ifremer dont l'objectif premier est d'apporter une réponse au déficit de production en fournissant aux écloséries commerciales des géniteurs présentant des performances de survie accrue lors de la première année d'élevage (caractère noté « R » dans la suite du rapport). Ces géniteurs, sélectionnés par l'Ifremer, sont des mâles tétraploïdes (4nR) qui, croisés avec des femelles diploïdes (2n), produisent du naissain triploïde portant le caractère amélioré (3nR). Ce plan prévoit également d'évaluer le caractère R sur différents lots, sélectionnés ou non, provenant à la fois de l'Ifremer et des écloséries. Le testage des lots a été conduit dans deux sites du bassin de Marennes-Oléron et de façon continue sur une période d'environ 8 mois, avant, pendant et après les pics de mortalités 2012.

Résultats 2012

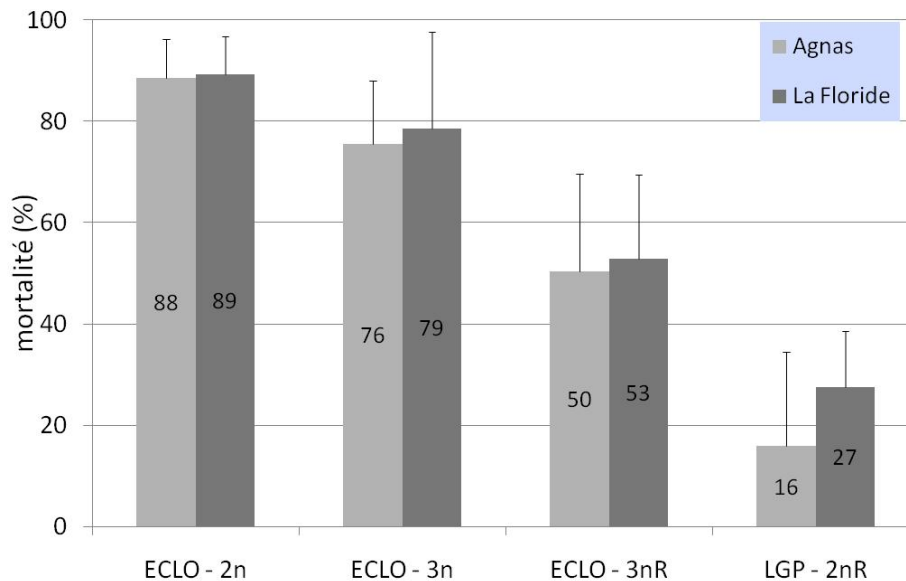
- **Bilan de la campagne 2012 du plan de sauvegarde : fourniture de géniteurs tétraploïdes R**

Dans le cadre de ce plan d'approvisionnement de sauvegarde 2012, les individus tétraploïdes ont été identifiés et triés par cytométrie en flux non destructive en utilisant des biopsies branchiales. Les tétraploïdes obtenus ont été conditionnés à la maturation et toutes les opérations de production des tétraploïdes depuis les inductions cytogénétiques ainsi que toutes les différentes phases de l'élevage (larvaire, micronursage et nursage) ont été réalisées avec de l'eau de mer traitée aux UV. Dans un but de biovigilance, tous les rejets ayant été en contact avec ces huîtres ont systématiquement subi des traitements physiques (filtres) et chimiques (ozonation) avant leur évacuation hors des structures du LGP la Tremblade. Une fois livrés, ces tétraploïdes R ont été utilisés selon un nombre adapté à la taille potentielle de la ponte chez l'écloqueur (nombre de femelles). Avant chaque livraison, les tétraploïdes R ont été au préalable sexés, vérifiés pour leur ploïdie, et enfin biopsiés dans un but de vérification et de traçabilité du pedigree ainsi que de recherche du virus OshV-1 et de la bactérie *Vibrio aestuarianus* (analyses par PCR en temps réel sous traitées à Genindexe). Le bilan de cette campagne de livraison de géniteurs tétraploïdes améliorés R s'élève à 25 livraisons pour un total de 166 géniteurs tétraploïdes livrés et utilisés pour produire, les naissains triploïdes R d'une taille minimale T4 (déclaration éclosieurs partenaires). Ces naissains triploïdes R seront par la suite vendus aux ostréiculteurs selon les modalités de la convention 2012.

Les analyses de parenté réalisées sur les biopsies somatiques et spermatiques des géniteurs tétraploïdes livrés en 2011 ont montré que ces géniteurs ont bien servi à la production des Triplo R dans le plan de sauvegarde 2011. De plus, la recherche d'agents infectieux par PCR en temps réel sur les géniteurs tétraploïdes R livrés dans le plan de sauvegarde 2012 ont montré que 100% de ces géniteurs tétraploïdes R ont été trouvés négatifs vis-à-vis de la détection d'OshV-1 et de *V. aestuarianus*.

- **Testage des performances de survie des naissains Triplo R produits dans le cadre de la campagne 2011**

Les écloséries ayant pris part au plan de sauvegarde 2011 sont au nombre de cinq. C'est dans ce cadre qu'elles ont chacune produit et fourni au moins un lot triploïde résistant (Eclo-3nR). Elles ont également fourni chacune au moins un lot témoin triploïde (Eclo-3n) produit à partir de tétraploïdes non R et, pour certaines d'entre elles, un lot témoin diploïde (Eclo-2n) issu de leurs propres géniteurs. L'Ifremer a de son côté produit et fourni les géniteurs mâles tétraploïdes 4n et 4nR qui ont servi à produire les triploïdes. Il a également fourni pour la campagne de testage des lots diploïdes sélectionnés de troisième génération (LGP-2nR). Ces lots, qui font office de témoins non-sélectionnés, ont un parcours zootechnique entièrement connu, en particulier les épisodes de mortalité avant testage.



Mortalités (%) moyenne et écart-type par groupe en octobre 2012

La comparaison des taux de mortalité finale montre un net effet dû au groupe, et au travers de celui-ci à la sélection pour le caractère R. Les comparaisons entre groupes pris deux-à-deux montrent un avantage significatif et systématique du groupe 2nR qui, calculé sur les moyennes entre sites, apporte un gain de survie de 38 à 67% par rapport aux groupes non-R. Toujours en faveur du caractère R, le groupe 3nR présente un taux de survie supérieur aux autres groupes ECLO ($p < 0,001$) diploïdes comme triploïdes. Le gain de survie est aussi notable comparé aux non-R puisqu'il oscille entre 8 et 37%. Enfin la différence détectée entre les 2nR et les 3nR, plus ténue ($p = 0,04$), peut s'expliquer par le moindre niveau de sélection atteint par les 3nR : d'une part leurs parents présentent une génération de sélection en moins par rapport aux 2nR et, d'autre part, leur génome n'est que partiellement sélectionné car les mâles tétraploïdes livrés en 2011 ne sont pas tous à 100% R du fait que, dans notre schéma d'amélioration, l'amélioration des tétraploïdes se fait un an après celle des diploïdes.

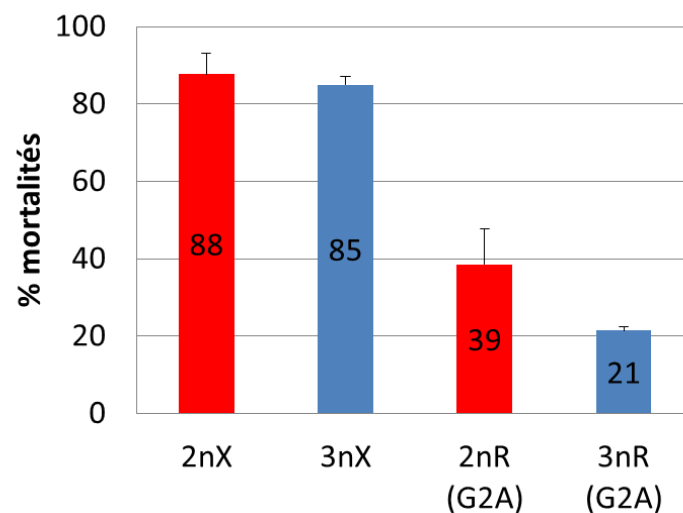
- **Pré-Testage des performances de survie des naissains Triplo R produits dans le cadre de la campagne 2012**

Ce suivi vise à déterminer le potentiel de survie des naissains triploïdes R (Triplo R), les mêmes qui seront produits à grande échelle par les écloséries privées signataires du plan de sauvegarde 2012, et cela en comparaison avec des témoins diploïdes et triploïdes améliorés ou non améliorés. Les différents lots de naissains utilisés sont :

- un lot diploïde sauvage (2n X) issu de géniteurs diploïdes sauvages non sélectionnés échantillonnés dans le bassin de Marennes Oléron,
- un lot triploïde « classique » (3n X) issu du croisement impliquant des mâles tétraploïdes non sélectionnés et des femelles diploïdes non sélectionnées (les mêmes que celles ayant servi à produire le témoin 2nX),

- un lot diploïde amélioré (2n R) issu de la famille diploïde G2A sélectionnée pour sa meilleure résistance aux mortalités au stade naissain,
- un lot triploïde (3n R) représentant la production de triploïdes R du plan de sauvegarde 2012. Ces triploïdes R sont issus du croisement impliquant les géniteurs (femelles diploïdes sélectionnées G2A et mâles tétraploïdes améliorés 4n4R-55) qui seront utilisés au sein des écloséries privées pour la production des naissains du plan de sauvegarde 2012.

Tous ces lots ont été produits au LGP en mars 2012 et ont ensuite été élevés ensemble dans les mêmes conditions zootechniques. Aucune mortalité n'a été relevée sur ces lots depuis la ponte jusqu'au début du testage. Début mai 2012, les lots ont été mis en testage sur estran sur le site de la Floride (Marennes Oléron, coefficient 70). Chaque lot est représenté avec deux poches de 200 naissains chacune qui ont ainsi été mises sur des tables ostréicoles.



Mortalités (%) moyenne et écart-type par groupe en octobre 2012

- Les naissains non améliorés, diploïdes (2nX) et aussi triploïdes (3nX), présentent les plus mauvaises performances de survie avec un maximum de 25% de survie pour les triploïdes.
- Les diploïdes améliorés (2n R) présentent une survie moyenne de 60% ce qui représente, comparativement aux témoins non améliorés, diploïdes (2nX) ou triploïdes (3nX), un gain moyen de survie allant de 40 à 50%.
- Les meilleures performances de survie des naissains ont été obtenues pour les naissains 3n R, issus de géniteurs diploïdes et tétraploïdes améliorés qui sont utilisés dans le plan de sauvegarde 2012. Enfin, relativement aux naissains non sélectionnés (diploïdes comme triploïdes), le gain de survie moyenne des Triplo R va de 65 à 70%.

Conclusions et perspectives 2013

Le plan de sauvegarde 2012 montre que des améliorations notables pour la survie des animaux leur de leur première année d'élevage peuvent être obtenues au travers de la sélection. Le caractère de robustesse a été transmis efficacement aux individus triploïdes produits en 2011 et cela malgré un niveau de sélection incomplet sur le génome. De plus, le suivi de pré-testage des performances de survie des naissains triploïdes R qui seront produits dans le cadre du plan de sauvegarde 2012 illustrent de façon claire le transfert du progrès génétique pour le caractère survie des naissains.

4.3.8. Santé animale - Importation d'huîtres creuses

Responsable : T. RENAULT

Rédacteur : T. RENAULT
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070212B

Contexte

Le Laboratoire de Génétique et Pathologie dans le cadre de ses missions de LNR pour les maladies des mollusques marins a été mandaté en mars 2012 par la DGAI pour réaliser une expertise concernant l'introduction éventuelle de naissain d'huître creuse, *Crassostrea gigas*, en provenance du Brésil.

Dans ce contexte, un lot de naissain et un lot d'adultes d'huîtres creuses ont été reçus en février 2012. Ils ont fait l'objet :

- d'un examen macroscopique à leur réception pour les deux lots,
- d'analyses en histologie pour le lot d'huîtres creuses adultes.
- d'analyses en PCR en temps réel pour rechercher le virus OsHV-1 et la bactérie *Vibrio aestuarianus* pour le lot de naissain d'huîtres creuses.

Résultats 2012

- *Analyses en histologie (adultes)*

Différents organismes pathogènes et lésions ont été observés. La plupart des lésions (nécrose, infiltration, atrophie) et organismes pathogènes (ciliés et hypertrophie virale des gamétocytes) observés sur ce lot d'adultes originaire du Brésil ont déjà été rapportés sur les huîtres creuses françaises. La plupart des lésions d'infiltration tissulaire observées concernait les follicules gonadiques. Ces lésions doivent faire suite à une ponte.

En revanche, des protozoaires apparentés au genre *Perkinsus* ont été observés dans les ovocytes d'un individu. Des parasites de ce genre n'ont jamais été rapportés en France chez l'huître creuse *C. gigas*. Récemment, un protozoaire apparenté à l'espèce *Perkinsus beihaiensis* a été décrit au Brésil sur l'espèce d'huître creuse locale, *Crassostrea rhizophorae*. Cette espèce parasitaire n'a jamais été décrite en France. En France, deux espèces de *Perkinsus* ont été uniquement détectés sur des coquillages fouisseurs : *P. olseni* (agent réglementé) et *P. chesapeaki*. Certaines espèces appartenant à ce genre sont des agents réglementés et ont un impact important sur les mollusques en particulier *P. marinus*.

De même, un protozoaire de genre indéterminé a été observé dans la lumière des follicules gonadiques d'un individu. Ce protozoaire est inconnu ainsi que son éventuel impact sur les huîtres creuses.

- *Recherche d'OsHV-1 (naissain)*

L'extraction d'ADN de tissu de manteau a été réalisée sur les 149 individus du lot de naissain. Les analyses en PCR quantitative utilisant les amorces DPF-DPR ciblant le gène de l'ADN polymérase du virus OsHV-1 ont été réalisées sur ces individus. Sur les 149 individus analysés, 29 ont montré la détection par PCR en temps réel de faibles quantités d'ADN viral (entre 1 et 9 copies d'ADN viral par ng d'ADN total).

Ces 29 individus ont ensuite été analysés avec une PCR en temps réel spécifique du génotype μ Var d'OsHV-1. Les résultats obtenus confirment la présence d'OsHV-1 μ Var ou d'une forme virale apparentée dans au moins 22 de ces échantillons. Une étape supplémentaire d'analyse a été entreprise pour une caractérisation par séquençage. Cependant, cette étape pourrait être infructueuse du fait des quantités très faibles d'ADN viral détectés dans les échantillons.

- **Recherche de la bactérie *Vibrio aestuarianus* (naissain)**

L'extraction d'ADN de tissu de branchies a été réalisée sur les 149 individus du lot de naissain. Les analyses en PCR quantitative utilisant les amorces dnaJ spécifique de cette bactérie ont été réalisées sur ces individus. Sur les 149 individus analysés, aucun individu n'a été détecté positif pour la détection d'ADN de *V. aestuarianus*.

Conclusions

Les résultats ont été transmis à la DGAI sous forme d'un avis en avril 2012. Le virus OsHV-1 a entre autres été détecté sur le lot de naissain et un parasite non caractérisé a été observé dans des ovocytes d'huîtres creuses adultes.

4.3.9. Santé animale - Amélioration par modification de la ploïdie

Responsable : A. BENABDELMOUNA

Rédacteur : A. BENABDELMOUNA
(LGP, La Tremblade)

Code action
A070212F

Contexte

Cette action présente deux volets complémentaires:

- Le premier volet sous forme de soutien à la profession via la production de géniteurs tétraploïdes mâles qui sont à la base de la filière française de production de naissains triploïdes d'écloserie. Dans le cadre de conventions annuelles, la production d'huîtres creuses tétraploïdes dans des conditions d'élevage évitant tout échappement dans l'environnement et permettant l'approvisionnement en géniteurs mâles tétraploïdes des éclosiers commerciales françaises est assurée par le LGP.
- Le deuxième volet est centré sur le travail de recherche en cytogénétique classique et moléculaire et est destiné à mettre au point de nouvelles méthodes de modification qualitative et quantitative de la ploïdie des bivalves marins et à étudier l'organisation structurale de leurs génomes. Ces nouvelles méthodes de modification de ploïdie pourraient par la suite être intégrées dans les programmes d'amélioration dont le but final vise à produire des géniteurs ayant intégré le progrès génétique réalisé au niveau diploïde et dont la descendance triploïde aurait les meilleures performances possibles en terme de survie, de croissance et stérilité.

Résultats 2012

- **Bilan de la campagne 2012 de fourniture de géniteurs tétraploïdes classiques**

La campagne 2012 a été réalisée avec des géniteurs tétraploïdes qui ont montré des niveaux de tétraploïdie stables tout au long de la saison et sont tous issus de cohortes de géniteurs qui n'ont jamais subi de mortalité au cours de cette même année.

La campagne 2012 de livraison de géniteurs classiques a, comme en 2011, été réalisée en parallèle avec la campagne de livraison de tétraploïdes R du plan de sauvegarde 2012. Cette campagne a débuté dès le mois de février et s'est clôturée au mois d'octobre de la même année. Durant cette campagne 2012, 63 envois ont été réalisés pour un total de 193 géniteurs mâles tétraploïdes livrés, ce qui représente une augmentation de 28% par rapport à l'effectif livré en 2011.

- **Modifications qualitatives et quantitatives de la ploïdie : hybrides allopolyploïdes**

Les travaux de recherche menés dans le but d'obtenir de nouvelles souches de mollusques bivalves polyploïdes ont conduit à la production de souches jamais décrites allopolyploïdes qui, outre le fait d'être polyploïdes, sont issues de croisements entre deux ou plusieurs espèces différentes. Cette voie de recherche rend possible l'exploitation des diverses ressources génétiques d'huîtres creuses disponibles dans le monde et permet de :

- i) produire un matériel de recherche scientifique inédit pour les thèmes de recherche axés sur les mécanismes de spéciation, d'épigénétique, de génomique structurale et fonctionnelle (organisation des génomes, mécanismes de défense, croissance, gamétogenèse...),
- ii) mettre en place une stratégie complémentaire aux approches de sélection,
- iii) proposer des pistes de diversification de la production ostréicole actuelle qui est basée quasi exclusivement sur *C. gigas*.

Les recherches ont été réalisées à partir de croisements interspécifiques impliquant *C. gigas* (huître japonaise) et deux des espèces d'huîtres creuses qui lui sont apparentées : *Crassostrea angulata* (huître portugaise) et *Crassostrea sikamea* (huître de Kumamoto). Après validation des résultats par les analyses cytogénétiques et de biologie moléculaires nécessaires pour s'assurer de la ploïdie et de la composition génomique des descendants polyploïdes obtenus, la production originale de souches hybrides allotétraploïdes et allotriploïdes entre *C. gigas* et les deux autres espèces d'huîtres creuses apparentées que sont *C. angulata* et *C. sikamea* a été confirmée. Le bilan actuel de nouvelles souches polyploïdes produits est le suivant :

- Deux allotétraploïdes obtenus suite à des inductions à la tétraploïdie (brevets Ifremer) à partir de croisements interspécifiques entre *C. sikamea* ou *C. angulata* (femelles) et *C. gigas* (mâles) :
 - 4n (SSGG) dits « TETRA-GIGAMOTO » : allotétraploïde issus du croisement entre *C. sikamea* et *C. gigas*.
 - 4n (AAAG) dits « TETRA-GIGAPORTO » : allotétraploïde issus du croisement entre *C. angulata* et *C. gigas*.
- Onze nallotriploïdes obtenus après des croisements impliquant d'une part des femelles diploïdes, *C. gigas*, *C. angulata* ou *C. sikamea*, et, d'autre part, des mâles tétraploïdes, *C. gigas*, TETRA-GIGAPORTO ou TETRAGIGAMOTO. Par ailleurs, plusieurs autres allotriploïdes peuvent facilement être produits en réalisant les croisements inverses.

Les performances biologiques (survie et investissement en gamétoγένèse) des divers cheptels ont fait l'objet d'une première caractérisation. Les performances en matière de survie ont été réalisées dans les structures d'élevage du LGP et ont montré :

- un comportement contrasté en ce qui concerne la survie entre d'une part *C. gigas* et *C. angulata*, d'autre part, *C. sikamea* qui montre également des survies importante,
- la robustesse montrée par *C. sikamea* peut être transmise aux hybrides diploïdes et triploïdes obtenus suite à des hybridations interspécifiques impliquant *C. gigas* et *C. sikamea*.

Conclusions et perspectives 2013

Les activités centrées autour, d'une part, la production, la gestion et la fourniture des huîtres tétraploïdes aux écloseries commerciales et, d'autre part, l'étude de la structure du génome et l'intégration de ces moyens dans le programme d'amélioration de géniteurs tétraploïdes, notamment le transfert total du progrès génétique réalisé sur les diploïdes, se poursuivront pour 2013.

Les hybrides interspécifiques allopolyploïdes produits n'ont jamais été décrits. Ils ouvrent des perspectives nouvelles tant pour la recherche scientifique que pour leur application pratique. C'est le cas des allotriploïdes obtenus après fécondation naturelle interploïde, et c'est surtout le cas des hybrides interspécifiques allotétraploïdes obtenus en combinant le croisement interspécifique et les méthodes d'induction de tétraploïdie brevetées en 2007. De par leur statut de géniteurs fertiles, ces hybrides interspécifiques allotétraploïdes, permettent la production par simple fécondation de nouveaux cheptels allotriploïdes hybrides simples (A/G, S/G, S/A) ou hybrides trois voies (A/S/G) dont le potentiel biologique reste à caractériser au travers des études à venir. Enfin, leur caractérisation moléculaire, cytogénétique, physiologique et biologique sera poursuivies.

4.3.10. Santé animale - Diversification : InterReg IVB SEAFARE

Responsable : S. LAPEGUE

Rédactrice : S. LAPEGUE
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070212G

Contexte

Dans le cadre du projet INTERREG IVB SEAFARE (Sustainable and Environmentally friendly Aquaculture For the Atlantic Region of Europe), débuté en janvier 2010 pour trois ans, le LGP participe à deux sous-projets :

- « Aquaculture pour maintenir la biodiversité » en poursuivant les travaux sur la résistance de l'huître plate à la bonamiose,
- « Espèce invasive » avec l'étude de l'hypothèse adaptative de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, avec des marqueurs moléculaires.

Le laboratoire PE2M d'Argenton est également partenaire Ifremer de ce projet dans le cadre de l'étude de l'influence de la nourriture et de la température sur le développement post-larvaire de l'huître plate.

Résultats 2012

Le travail de thèse d'Estelle Harrang a consisté principalement en l'étude de la résistance de l'huître plate européenne à la bonamiose. Du matériel biologique a été produit en 2009 (nouvelles familles F2) afin de réaliser un test d'épreuve à la bonamiose au moyen d'une infection par cohabitation, en conditions contrôlées. Cette expérimentation, vise à améliorer la résolution de la carte génétique de l'huître plate européenne et d'améliorer la localisation des QTLs de résistance à la maladie due au parasite *Bonamia ostreae*, c'est-à-dire de zones du génome liées à ce caractère. De plus, une expérimentation comportant l'injection de parasites chez des individus issus d'une des familles utilisées lors du challenge par cohabitation a été réalisée. Elle devrait permettre une approche eQTL : « e » signifiant « expression », les eQTL sont des zones du génome liées à l'expression dans les tissus de gènes potentiellement impliqués dans la résistance à la bonamiose. Cette approche permet de combiner l'étude de différents paramètres (caractéristiques hématocytaires, géniques, génétiques, portage en parasite) et constitue en cela une approche novatrice dans l'étude des interactions entre un bivalve et un de ses parasites.

La détection d'eQTL a ainsi été réalisée après construction d'une carte génétique des différentes familles étudiées. Il apparaît ainsi possible de détecter des liens entre l'expression de certains gènes d'intérêt et des polymorphismes au sein du génome. De plus, grâce aux ESTs (Expressed Sequence Tags) produits au sein de l'équipe pathologie (Morga, 2010), un travail de séquençage a été réalisé sur des ESTs de gènes potentiellement impliqués dans la résistance à la bonamiose et de nouveaux marqueurs SNPs (Single Nucleotide Polymorphism) ont pu être détectés. L'analyse de ces séquences a permis de mettre en évidence une très forte diversité de séquences protéiques et d'envisager les hypothèses permettant d'expliquer ce phénomène.

Pour augmenter le nombre de SNPs utilisables pour la cartographie de l'huître plate, une collaboration avec un autre laboratoire de recherche (projet PopPhyl, ISEM, Montpellier) a permis l'obtention de nouveaux SNPs grâce à un travail de bioinformatique à partir de séquences d'ESTs obtenues dans ce projet. Au total, 384 SNPs ont été choisis et génotypés à la plateforme de Toulouse (Genotoul). Le pourcentage de marqueurs génotypés avec succès est de 60%. Si l'on élimine les marqueurs correctement génotypés, mais qui ne sont pas informatifs (monomorphes), ce pourcentage, appelé taux de conversion, est de 49%. C'est un résultat satisfaisant pour une espèce dont le génome n'est pas séquencé.

Le travail sur l'huître creuse, en collaboration avec l'Université de Bangor, a été focalisé sur les côtes anglaises et irlandaises *a priori* colonisées depuis très peu de temps ou en cours de colonisation. Des marqueurs microsatellites (11) ont été analysés sur 18 populations (plus de 2 200 individus). Des populations de référence européennes ont été ajoutées ainsi que des lots d'écloserie. Les premières analyses montrent que, malgré une faible différenciation globale, mais significative, deux à trois groupes de populations apparaissent différenciés : l'est de l'Angleterre, le sud-ouest de l'Angleterre, et dans certains cas l'Irlande et l'Irlande du Nord.

Conclusions et perspectives 2013

En 2013, l'effort portera sur la fin de l'analyse des données sur l'huître plate et leur valorisation suite à la soutenance de la thèse d'Estelle Harrang en juillet 2012. Les travaux d'analyses génétiques sur l'huître creuse se poursuivront également avec l'analyse d'une séquence mitochondriale particulièrement variable afin de compléter l'analyse des populations de Grande-Bretagne.

4.3.11. Domestication et Sélection - Génomique de la Gamétogenèse chez l'huître creuse *Crassostrea gigas* (ANR GAMETOGENES)

Responsable : S. LAPEGUE

Rédactrice : S. LAPEGUE
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070302D

Contexte

Le projet Gametogenes (2009-2012) est financé par l'ANR (Agence nationale de la Recherche). Il est un prolongement logique de récents programmes dédiés à la production massive de données génomiques sur un mollusque d'importance économique, l'huître creuse, *Crassostrea gigas*. Il s'insère ainsi dans la poursuite de certains travaux réalisés dans le cadre du projet européen AQUAFIRST terminé en 2008.

Ce projet vise à capitaliser sur ces progrès récents pour développer de nouveaux outils en génétique, génomique fonctionnelle ainsi qu'en post-génomique. Ces outils permettront d'améliorer la connaissance des bases génétiques et physiologiques de la reproduction et les processus associés dans le but d'améliorer la production aquacole. Les objectifs spécifiques sont : (1) l'identification des gènes spécifiquement exprimés dans les gonades des huîtres au cours d'un cycle de reproduction en utilisant des méthodes de transcriptomique, c'est-à-dire en déterminant des marqueurs spécifiques d'étapes de la gamétogenèse et en déterminant l'expression de ces gènes marqueurs en fonction de l'environnement, (2) la détermination des bases génétiques de la variabilité de l'allocation à la reproduction à l'aide d'une approche QTL (Quantitative Trait Loci), (3) l'exploration de la fonction des gènes impliqués dans les processus de régulation de la reproduction à travers le développement de méthodes de post-génomique.

Le coordinateur est l'Université de Caen et les autres partenaires sont l'Université de Brest, l'Université de Rennes et l'Ifremer. Pour l'Ifremer, les équipes du LPI de Brest et du LGP de La Tremblade sont partenaires. Le LGP est particulièrement impliqué dans le troisième objectif mais aussi dans la production d'animaux permettant les expérimentations d'autres partenaires.

Résultats 2012

En 2012, la caractérisation de la reproduction de familles F2 a été finalisée par deux méthodes différentes :

- La méthode habituelle d'histologie quantitative. Les coupes histologiques ont permis de connaître le sexe, le degré de maturité et la surface gonadique de chacun des individus étudiés. Mais elle est destructive et ne permet d'obtenir l'état de maturité que d'un individu qu'à un instant donné.
- La méthode d'Imagerie par Résonance Magnétique (en partenariat avec l'IRSTEA de Rennes) : non-destructive, elle permet de suivre l'évolution de la gamétogenèse sur une saison de reproduction. Les traitements d'images ont permis d'estimer l'évolution de la surface gonadique pendant une saison de reproduction, mais aussi le comportement reproducteur de chaque individu, notamment les changements de sexe au cours de la saison de reproduction 2011 ainsi qu'entre 2011 et 2012. Il a été aussi possible de décrire l'évolution et l'état des gonades avant mortalité, pour les individus morts au printemps 2011.

Ces travaux ont commencé à être valorisés :

E. Flahauw, S. Quellec, A. Davenel, L. Dégremont, S. Lapègue, P.-J. Hatt, 2012. Gonad volume assessment in the oyster Crassostrea gigas: Comparison between a histological method and a Magnetic Resonance Imaging (MRI) method. Aquaculture, 370-371, 84-89.

Des zones du génome impliquées dans la variabilité de ces caractères (QTLs) ont pu être détectées, permettant de mieux caractériser les bases génétiques de ces caractères.

Conclusions et perspectives 2013

En 2013, la valorisation de ces résultats sera poursuivie et les partenaires du projet détermineront les axes de recherche à développer à la suite des résultats obtenus dans le cadre de Gametogene.

4.3.12. Domestication et sélection - GigADN

Responsable : S. LAPEGUE

Rédactrice : S. LAPEGUE
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070303D

Contexte

GigADN est un projet soutenu par France Agrimer dans le cadre du « Soutien à l'innovation dans la filière des produits de la pêche et de l'aquaculture, Edition 2010 » et est réalisé en collaboration entre le Sysaaf, l'Ifremer et Labogena afin de réaliser une « Tentative de mise au point du contrôle de filiation avec des marqueurs ADN chez l'huître creuse ».

L'objectif de GigADN est de mettre à disposition de la filière ostréicole une méthode de contrôle de la filiation utilisant des marqueurs microsatellites ou SNP ; ceci est destiné à sécuriser les estimations de valeurs génétiques des programmes de sélection initiés en 2010 pour améliorer la survie estivale de l'huître. L'outil génétique qui sera développé pourra aussi être utilisé pour caractériser la variabilité génétique de populations introduites ou de populations sauvages.

Résultats 2012

Les marqueurs microsatellites et SNPs transférés au partenaire Labogena ont été optimisés pour leur génotypage, puis comparés par simulation et génotypage sur des familles témoins fournies par le laboratoire et sur des familles issues de programmes de sélection d'adhérents du Sysaaf. Ainsi, parmi les 25 marqueurs microsatellites transférés par Ifremer, 13 marqueurs ont été retenus pour leur faisabilité technique (lisibilité, capacité d'amplification PCR, capacité de multiplexage) et arrangés en 4 multiplexes, ce qui est comparable à ce qui avait été réalisé et publié par Ifremer (Li et al., 2010). Des familles issues d'un programme de sélection ont été génotypées avec les 25 marqueurs.

Afin de déterminer un panel minimum de marqueurs SNPs nécessaire à une analyse de filiation, les génotypes de quatre populations pour 384 SNPs ont été fournis à Labogena. Après exclusion des marqueurs non informatifs et de ceux dont la fréquence allélique minimale est inférieure à 20%, 114 marqueurs ont été utilisés pour des analyses de simulation. Un programme de Labogena, basé sur le principe de maximum de vraisemblance, a été utilisé. Il s'agit de simuler les génotypes de parents à partir des estimations des fréquences alléliques, de simuler un plan de croisement compatible avec les pratiques des écloséries et d'estimer les génotypes des descendants. La vraisemblance d'observer le génotype du produit sachant le génotype des parents est calculée. En utilisant cette méthode, tous les produits ont été correctement assignés avec les 114 marqueurs. En parallèle, 203 marqueurs SNPs regroupés en 6 multiplexes) ont été génotypés avec la technique Sequenom par Labogena.

Conclusions et perspectives 2013

Les taux d'efficacité d'assignation théoriques et les différents travaux à partir de simulations de génotypes démontrent l'efficacité des deux panels microsatellites et SNP. Cependant, en raison du fort taux d'allèles observé et la présence importante d'allèles nuls sur les données de microsatellites, il apparaît plus judicieux d'utiliser un panel SNPs pour réaliser le contrôle de filiation. Ces informations permettront d'orienter les choix à réaliser dans le cadre du projet SCORE de sélection collective.

4.3.13. Domestication et Sélection – INTERREG IVB AQUAGENET

Responsable : S. LAPEGUE

Rédacteurs: S. LAPEGUE, T. RENAULT,
J.F. PEPIN, I. ARZUL (LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070302G

Contexte

Le projet Aquagenet est financé par le programme InterReg IVB Sudoe au sein de l'initiative communautaire InterReg du Fonds européen de développement régional (Feder) en faveur de la coopération entre les régions de l'Europe. Son objectif est la création d'un réseau transnational de coopération en matière de biotechnologie appliquée à l'aquaculture dans la zone sud-ouest européen (Sudoe). Le réseau est coordonné par l'Institut de recherche et de Formation Agricole et de Pêche d'Andalousie (Ifapa) avec la participation de cinq partenaires ayant une expérience en biotechnologie appliquée aux espèces marines et une grande expérience du secteur de l'aquaculture : Institut Français de Recherche pour l'exploitation de la Mer (Ifremer), Université de Barcelone (UB), Centre National pour la Recherche Scientifique (CNRS), Institut des Sciences de l'Evolution (Isem), Université de Cadix (UCA) et les ressources de l'Institut National de Recherches Biologiques (INRB-Ipimar).

Le projet Aquagenet vise à mettre en œuvre les dernières technologies de séquençage massif et nanotechnologies pour (1) la production de cartes génétiques et leur utilisation dans les programmes de sélection, (2) le développement d'outils d'analyse à haut débit et leur application pour l'évaluation des variables physiologiques, du bien-être et de la santé, (3) le diagnostic et le développement de systèmes de différenciation et d'identification des espèces et populations de poissons, de mollusques et d'agents pathogènes. Dans ce projet, l'Ifremer est particulièrement impliqué sur deux espèces aquacoles, l'huître creuse et la sole, mais aussi deux agents pathogènes des huîtres, le virus OsHV-1 et le parasite *Bonamia ostreae*. Le travail du LGP se focalise sur les mollusques et leurs agents pathogènes.

Résultats 2012

L'année 2012 a permis de développer les outils génomiques utilisables pour répondre aux questions scientifiques posées.

- Pour les huîtres, des banques d'ADN ont été réalisées selon la technologie RAD (Restriction site Associated DNA) sequencing. L'ADN de 224 animaux issus de deux familles de seconde génération ségrégant pour la survie estivale et de 80 animaux issus de populations naturelles d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* et *Crassostrea angulata* ont été utilisés pour réaliser des banques de fragments d'ADN obtenus après digestion par une enzyme de restriction. Des codes spécifiques des individus ont été ajoutés aux fragments d'ADN et des pools de 30 à 32 individus ont été réalisés. Au final 7 banques ont été obtenues et des fragments de 100pb séquencés. Un total de 1 192 662 113 séquences de 100pb ont ainsi été obtenues et vont permettre de détecter des polymorphismes de type SNP pour des analyses génétiques. Nous avons également participé, avec nos collègues du LPI de Brest, à la comparaison transcriptomique par l'approche RNAseq de *C. gigas* et *C. angulata*, associée à une comparaison phénotypique de leurs caractéristiques de reproduction. A été réalisée la maturation de descendants *C. gigas* GG, *C. angulata* AA et des deux types d'hybrides femelles *C. gigas* x males *C. angulata* GA et inversement AG. L'échantillonnage réalisé sur les gonades d'huîtres, suivi des analyses histologiques ont permis le tri des individus sur leurs caractéristiques de reproduction. Puis, grâce à l'utilisation de marqueurs microsatellites, a été bien vérifiée l'appartenance des animaux choisis à chacun des groupes génétiques. Ainsi, 36

- Pour *B. ostreae*, 4 séries d'extraction d'ARN ont été réalisées à partir du matériel préalablement purifié et conservé en trizol. L'absence d'ADN dans les échantillons a été contrôlée par une PCR en temps réel ciblant une portion connue du génome de *B. ostreae* tandis que la présence d'ARN de l'hôte (huître plate) a été évaluée en mesurant l'expression du gène codant le facteur d'élongation (EF1alpha). Une faible présence d'ARN d'huître plate a été observée. La préparation des bibliothèques, leur quantification, et le séquençage, ont été réalisés à la plateforme Genotoul de Toulouse.
- Un protocole permettant l'amplification de 9 marqueurs microsatellites présent dans le génome du virus OsHV-1 a été développé et comparé aux informations obtenues par séquençage. Une première série d'analyses réalisées sur une dizaine d'échantillons a permis de montrer que la technique développée permettait de révéler la présence de plusieurs génotypes pour 6 des marqueurs identifiés. Pour les trois autres, un seul génotype a été identifié. Il est prévu de poursuivre le développement de cette méthode de génotypage basée sur l'existence de zones microsatellites dans le génome du virus OsHV-1 en analysant une plus large collection d'échantillons (environ une centaine, présentant des origines géographiques différentes et ayant été collectés depuis le début des années 90).

Deux réunions du projet ont été réalisées en mai 2012 à Cadix et novembre 2012 à Faro et ont été associées à deux ateliers respectivement intitulés « Les ressources génomiques et l'amélioration génétique » et « Les biotechnologies appliquées à l'aquaculture ».

Conclusions et perspectives 2013

L'année 2013 sera consacrée à la mise en place des bases de données de séquences obtenues et à leur utilisation pour répondre aux questions scientifiques posées chez les mollusques et leurs agents pathogènes associés.

4.3.14. Sécurisation et obtention de juvéniles de qualité – U.E. FP7 REPROSEED

Responsable : S. LAPEGUE

Rédactrice : S. LAPEGUE
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>
A070302G

Contexte

Reproseed est un programme européen (FP7) coordonné par Ifremer (LPI) (2010-2014) sur l'amélioration des techniques d'écloserie de bivalves pour 4 espèces: l'huître creuse (*Crassostrea gigas*) la coquille St Jacques (*Pecten maximus*), la moule (*Mytilus edulis*, *Mytilus galloprovincialis*), la palourde européenne (*Ruditapes decussatus*). Douze partenaires dans 7 pays (Espagne, Italie, Portugal, Royaume Uni, Pays Bas, Norvège, France) sont impliqués, dont 2 écloseries commerciales. Des études sont menées sur la reproduction, l'élevage larvaire, la métamorphose, le grossissement de naissain en alliant les améliorations techniques notamment pour diminuer les coûts (recyclage, production en masse d'algues) en vérifiant leurs effets sur la qualité du naissain en termes de robustesse, de maturité sexuelle et de diversité génétique et des aspects plus amonts (compétence des gamètes, ontologie du système immunitaire, réponse aux stress, microflores associées...). Les détails du projet peuvent être trouvés sur le site <http://wwz.ifremer.fr/reproseed/>.

Résultats 2012

Dans le cadre du workpackage 5 « Amélioration de la qualité et la quantité de larves et naissains produits », la diversité génétique apparaît comme un critère important de la qualité d'un élevage. Des outils efficaces sont ainsi développés afin de pouvoir estimer cette diversité au sein des élevages privés. Grâce à une collaboration avec le laboratoire de l'Université de Bretagne Occidentale, l'équipe génétique du LGP a accueilli en 2012 un étudiant de M2, Romain Morvezen, et a participé au développement de 12 marqueurs microsatellites multiplexés chez la coquille Saint-Jacques *P. maximus* (L.). Leur puissance d'assignation a été testée sur une descendance produite en écloserie. Cette étude met en évidence l'intérêt de ce type d'outils pour la gestion des stocks et la conduite de programmes de sélection. Ces résultats ont fait l'objet d'une présentation sous forme de poster au colloque Physiomar 2012 et d'une publication acceptée dans Aquatic Living Resources :

R. Morvezen, R. Li, F. Cornette, G. Charrier, J. Laroche, P. Boudry, S. Lapègue, 2012. Multiplex PCRs for parentage analyses and population genetics studies of two bivalve species of economic interest. Poster présenté lors du colloque Physiomar, Saint-Jacques de Compostelle, Espagne, 4-9 septembre 2012.

*R. Morvezen, F. Cornette, G. Charrier, S. Lapègue, P. Boudry, J. Laroche, 2013. Multiplex PCR sets of novel microsatellites loci for the great scallop *Pecten maximus* (L.) and their validation in parentage assignment. Sous presse dans Aquatic Living Resources.*

Conclusions et perspectives 2013

Le développement de ces outils de génotypage va permettre d'apporter un soutien à la filière aquacole dans le cadre du développement de programmes de sélection chez l'huître creuse et la coquille Saint-Jacques.

4.3.15. Approche écosystémique - CPER Poitou-Charentes - VARGENET

Responsable : C. BECHEMIN

Rédactrice : S. LAPEGUE
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>	<i>Code projet</i>	<i>Code programme</i>
A070604D	PJ0706	PJ07

Contexte

L'objectif de l'action Vargenet est de déterminer si l'outil génétique peut être complémentaire des suivis de stocks et de la modélisation pour déterminer la provenance du naissain capté dans chaque zone des pertuis charentais. Pour cela, il est nécessaire de savoir si les stocks sauvages présents dans ces zones peuvent être différenciés génétiquement. Si c'est le cas, les cohortes de naissain captées pourraient alors être assignées à un stock parental, ce qui permettrait d'aider à la gestion des zones de captage.

Résultats 2012

Ainsi, en 2010, huit stocks sauvages ont été échantillonnés dans les pertuis charentais parmi ceux échantillonnés dans le cadre de l'action SPAC (SPAtialisation de la Contamination virale des stocks sauvages d'huîtres creuses dans les pertuis charentais). Les sites choisis représentaient des environnements contrastés pouvant abriter des populations plus ou moins différenciées. Pour chacun de ces huit échantillons, l'ADN de 48 individus a été extrait et la caractérisation génétique de ces individus a été réalisée pour 4 zones du génome en utilisant des marqueurs microsatellites.

Il apparaît tout d'abord que ces huit stocks présentent une très grande variabilité génétique. Cependant cette variabilité se répartit de façon très homogène entre les stocks. Il n'apparaît donc pas de différence génétique significative entre les stocks échantillonnés. Ce résultat s'intègre tout à fait au sein d'observations similaires réalisées à une échelle plus importante. Ainsi, des études complémentaires mettent en évidence une grande variabilité génétique de l'ensemble des stocks sauvages français (dont ceux de cette étude), équivalente à celle observée dans la zone d'origine au Japon. Cette grande variabilité se répartit de façon très homogène à l'intérieur et entre les bassins de production, ce qui est dû à la fois aux caractéristiques biologiques de l'espèce et aux transferts très importants d'huîtres en élevage entre les différents bassins, permettant des flux de gènes importants. Seuls des stocks du Nord de l'Europe se distinguent en particulier par une réduction de la diversité génétique, représentant un sous-ensemble du pool génétique présent en France. Ceci est très certainement dû à des flux de gènes à la fois naturels et anthropogéniques plus restreints dans cette zone de l'Europe colonisée plus récemment.

Conclusions

Les données obtenues dans cette étude permettent ainsi de répondre de façon négative à la question posée : l'outil génétique utilisé ne permet pas de différencier les stocks sauvages des pertuis charentais et, par conséquent, l'origine du captage réalisé dans ces zones. Cependant, ces résultats confirment la richesse génétique présente dans les stocks sauvages d'huîtres creuses dans les pertuis charentais en particulier.

4.3.16. Sécurisation et obtention de juvéniles de qualité - PERLE

Responsable : P. BOUDRY

Rédactrice : I. ARZUL et S. LAPEGUE
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>	<i>Code projet</i>	<i>Code programme</i>
A070409	PJ0704	PJ07

Contexte

Originaire des côtes européennes, l'huître plate (*Ostrea edulis*) était la deuxième production ostréicole en France jusque dans les années 1960 (jusque 20 000 tonnes de production annuelle). Dans les années 1970, l'apparition de deux parasites (*Bonamiose sp* et *Marteilia sp*) a profondément bouleversé l'équilibre des bancs naturels ainsi que les méthodes de production et fortement réduit la production. Depuis plusieurs années, une réflexion sur un retour de la production de l'huître plate est engagée afin de diversifier les activités ostréicoles en France. Cette réflexion s'est accélérée depuis l'été 2008 où le naissain d'huître creuse a subi de très fortes mortalités contrairement à l'huître plate.

PERLE vise à fédérer interprofession conchylicole et équipes de recherche afin de mener des travaux visant à assurer une production durable et rentable de l'huître plate en Bretagne et Pays de la Loire.

Ses objectifs :

1. Une meilleure connaissance des stocks naturels (géographie, démographie, reproduction, génétique, parasites)
2. Une amélioration de la qualité du naissain de production
3. La caractérisation de ces stocks en termes de performances d'élevage du naissain capté et/ou de celui produit à partir des croisements effectués.

Le LGP est impliqué dans deux sous programmes : l'étude de la diversité génétique des populations naturelles (sous-programme 2, SP2) et de la situation des populations naturelles vis-à-vis des maladies parasitaires (bonamiose et marteiliose) (sous-programme 3, SP3).

Résultats 2011

SP2 : Étude de la diversité génétique des populations naturelles

Ce sous-programme de travail se focalise sur la diversité génétique des populations naturelles (au sens de stocks) d'huîtres plates, à l'aide d'échantillons adultes et de naissains, afin d'obtenir une représentation spatiale et temporelle de cette diversité. Deux études principales ont été identifiées :

1- Diversité génétique des populations naturelles : focus en rade de Brest

Ce premier objectif vise à déterminer au stade adulte :

- le degré de similitude génétique existant entre les sites colonisés par des huîtres adultes dans la rade de Brest,
- si les sites de la rade de Brest présentent des niveaux de diversité différents de ceux d'autres zones de captage naturel (Quiberon).

2- Taille efficace et dynamique génétique des populations

Ce second objectif cherche à :

- déterminer si les naissains collectés reflètent la diversité génétique des adultes en place ou n'en représentent qu'une fraction,
- caractériser l'instabilité démo-génétique des populations par une analyse temporelle des naissains recrutés.

Pour ce faire, deux types de marqueurs moléculaires ont été sélectionnés. Tout d'abord, seize marqueurs microsatellites ont été choisis afin de réaliser une mise au point de multiplexage. Au final,

12 marqueurs ont pu être multiplexés sous la forme de 4 jeux de trois marqueurs. D'autre part, nous avons choisi un jeu de 384 SNPs (Single Nucleotide Polymorphism), mis au point dans des projets de recherches précédents. En 2012, les marqueurs microsatellites ont été analysés en priorité. Un total de 16 populations d'huîtres adultes, composées de 703 individus, ont été analysées : 11 en Rade de Brest, 4 en Bretagne/Normandie et 1 en Corse. De plus, 14 sites de naissains recrutés en 2011 dans la rade de Brest ont été échantillonnés (766 individus).

1- Diversité génétique des populations naturelles : focus en rade de Brest

Pour les adultes, il existe une forte diversité génétique dans la rade de Brest, et ce dans toutes les populations, même si la richesse allélique est un peu plus faible que dans d'autres sites de Bretagne et Normandie. Cette diversité est proche de celle observée en Bretagne chez l'huître creuse mais supérieure à celle de la crépidule sur la même région. Cependant, il n'existe pas d'organisation spatiale de cette diversité. Ceci est observé lors d'une analyse en composantes principales ou bien en estimant le paramètre de différenciation génétique F_{ST} , où seule la Corse semble se différencier des autres populations. En conclusion, il semble exister un brassage génétique important dans la Rade de Brest, pouvant correspondre à une seule grande population panmictique. Les larves ou les naissains ne pourront pas être assignés aux populations adultes à l'aide des microsatellites, puisque ces populations adultes n'ont pu être différenciées avec ces marqueurs.

2- Taille efficace et dynamique génétique des populations

L'analyse des marqueurs microsatellites sur les naissains recrutés en 2011 met en évidence une diversité génétique comparable à celle observée pour les adultes. Il ne semble pas exister de différences entre les cohortes recrutées au sein de la rade, de la même manière que pour les adultes.

SP3 : Situation des populations naturelles vis-à-vis des maladies parasitaires (bonamiose et marteiliose)

Trois objectifs principaux ont été identifiés :

1- Le suivi de la bonamiose sur les jeunes stades d'huîtres plates en rade de Brest et dans la baie de Quiberon.

Afin de répondre à cet objectif des analyses en PCR sont réalisées sur des géniteurs ardoisés et leurs larves ainsi que sur du naissain de l'année prélevé mensuellement entre octobre et mars.

2- Le suivi de cohortes originaires de la rade de Brest et de la baie de Quiberon vis-à-vis de *B. ostreae* et *M. refringens*.

Pour répondre à ce deuxième objectif, des huîtres âgées de 6 mois ont été conditionnées à raison de 100 individus par poche dans la rade de Brest, la baie de Quiberon et la baie de Cancale. Tous les 4 mois, une poche est relevée pour une estimation de la mortalité et la réalisation d'analyses par PCR.

3- Détermination du statut de deux gisements (Granville et Bourgneuf) vis à vis *B. ostreae* et *M. refringens*.

1- Le suivi de la bonamiose sur les jeunes stades d'huîtres plates dans la baie de Quiberon et la rade de Brest.

Dans la baie de Quiberon, le parasite *B. ostreae* n'a été détecté ni sur le naissain entre octobre 2011 et mars 2012, ni sur les 22 géniteurs ardoisés et larves prélevés en été 2011. L'été suivant, sur 57 géniteurs ardoisés, deux adultes présentaient des résultats positifs en PCR.

Aucun prélèvement de naissain n'a pu être réalisé sur Quiberon fin 2012 début 2013 en raison d'un mauvais captage.

En rade de Brest, pour le suivi du naissain sur la période 2011-2012, un seul individu prélevé en février 2012 est apparu positif en PCR pour la détection de *B. ostreae*. Le naissain 2012 prélevé entre octobre 2012 et mars 2013 est actuellement en cours de traitement. Concernant les adultes, 51 huîtres prélevées en été 2011, dont seules 3 étaient ardoisées, ont été analysées : 10% étaient positives à *B. ostreae* et 50% à *M. refringens*.

En été 2012, 6 géniteurs ardoisés ont été prélevés, analysés et étaient négatifs en PCR pour la détection des deux parasites.

2- Le suivi de cohorte originaire de Brest et Quiberon vis-à-vis de *B. ostreae* et *M. refringens*. Du naissain de 6 mois provenant de Brest et Quiberon a été distribué en poches et ces poches ont été positionnées sur Quiberon pour le naissain de Quiberon, sur Brest pour le naissain de Brest, et sur Cancale pour le naissain des deux origines. La mise en poche a eu lieu entre le 18 juin et le 4 juillet en fonction des sites et un échantillon de naissain de chaque origine (Brest et Quiberon) a été analysé et était négatif pour les deux parasites. Notre suivi a débuté par un premier prélèvement réalisé le 24 août sur Quiberon, le 6 septembre sur Brest et le 10 octobre sur Cancale mais uniquement pour le naissain originaire de Brest (l'autre cage reste introuvable).

Seuls les animaux originaires de Brest présentent des résultats positifs pour ce premier prélèvement: 7/60 animaux sont positifs à *M. refringens* sur Brest et 4/60 sont positifs à *B. ostreae* sur Cancale. Des animaux morts ont été observés 2% et 3% respectivement sur ces deux sites.

3- Détermination du statut de deux gisements (Granville et Bourgneuf) vis à vis *B. ostreae* et *M. refringens*.

En mars 2012 un lot de 150 huîtres adultes a été prélevé à Granville et les analyses étaient toutes négatives vis à vis de *B. ostreae* (*M. refringens* non recherché car Granville est un site en eau profonde).

Il n'a pas été possible d'obtenir des animaux en baie de Bourgneuf en 2012.

Conclusions et perspectives 2013

SP2 : Étude de la diversité génétique des populations naturelles

Les premiers résultats mettent en évidence une grande connectivité entre les populations d'huîtres plates au sein de la rade de Brest, laissant supposer des effectifs élevés en individus reproducteurs et un fort brassage génétique. En 2013, des cohortes de recrutement de 2012 seront analysées avec les marqueurs microsatellites et seront comparées aux cohortes recrutées en 2011 et aux adultes afin d'intégrer une dimension temporelle à l'analyse. De plus, les résultats obtenus avec les marqueurs microsatellites seront comparés à ceux acquis en 2013 avec les marqueurs SNPs.

SP3 : Situation des populations naturelles vis-à-vis des maladies parasitaires (bonamiose et marteiliose)

Les échantillons n'ayant pas tous été analysés, il est difficile de conclure au vu des premiers résultats obtenus. Il s'agit de poursuivre les analyses des lots déjà réceptionnés et de traiter les lots qui seront prélevés en 2013.

Les individus détectés positifs en PCR doivent par ailleurs faire l'objet d'analyses complémentaires en histologie et séquençage de façon à décrire le niveau d'infection et étudier la diversité éventuelle des parasites détectés.

Enfin, l'ensemble des résultats obtenus sera analysé en tenant compte des niveaux de mortalité pour le suivi des cohortes (en poche) mais aussi en fonction des données environnementales disponibles.

4.3.17. Animation et Coordination département RBE - SCORE

Responsable : P. BOUDRY

Rédactrice : S. LAPEGUE
(LGP, La Tremblade)

<i>Code action</i>	<i>Code projet</i>	<i>Code programme</i>
A990121	PJ0702	PJ07

Contexte

Depuis 2008, les professionnels ostréicoles sont confrontés à l'ampleur des mortalités massives des jeunes huîtres. Parmi les axes identifiés pour apporter des solutions opérationnelles de sortie de crise, la sélection génétique est apparue rapidement comme une piste à privilégier. Aussi, dans le cadre des Assises de la Conchyliculture, tenues en 2010, le Comité National de la Conchyliculture (CNC) a souhaité qu'un programme de sélection génétique d'intérêt général puisse être conduit afin de sélectionner des souches présentant des caractères de survie améliorée pouvant être introduites dans le milieu naturel.

Le projet SCORE (Sélection Collective de l'huître creuse *Crassostrea gigas* à des fins de captage ORiEnté) a répondu favorablement à cet appel à projets et s'est engagé à fournir à la filière ostréicole des éléments scientifiques lui permettant d'opérer dans le futur des choix techniques pertinents. Les principaux objectifs du programme sont les suivants :

1. caractériser et préserver les ressources ostréicoles (axes 1 et 2),
2. mettre en œuvre un programme de sélection de souches *C. gigas* présentant des caractères de survie améliorée (axes 3, 4, 5 et 6),
3. étudier la faisabilité du captage orienté et /ou du repeuplement dirigé afin d'utiliser au mieux les souches sélectionnées (axe 7),
4. assurer la gestion et la communication pour un projet de filière (axe 8).

Le LGP est principalement impliqué dans les axes 1 et 7.

Résultats 2012

Dans l'axe 1, il s'agit d'une part d'avoir une image de la diversité génétique des ressources sur les « sites de référence » (sites dans lesquels les huîtres sont prélevées et les familles testées) et d'autre part de mettre en place les outils pour contrôler l'évolution de cette diversité, et effectuer les assignations de parenté ou de population nécessaire au programme. Il s'agit également de caractériser les « sites de référence » d'un point de vue environnemental en rassemblant des informations qualitatives sur ces sites et se donner les moyens de nuancer les résultats précédents par une description de leur environnement. Enfin, il est prévu une caractérisation zoosanitaire afin d'avoir un suivi des ressources utilisées et des familles créées. Dans ce contexte, en 2012, Les huîtres ont été échantillonnées sur chaque « site de référence » et placées sur un site de conservation en Bretagne Nord. Les branchies d'une partie de ces huîtres ont été prélevées et conservées pour des analyses de génotypage ultérieures selon le protocole mis en place. La stratégie d'analyses zoosanitaires a été mise au point. Elle consiste à conserver des groupes d'animaux par famille après la période de nursage et effectuer les analyses *a posteriori*.

L'axe 7 consiste à étudier la faisabilité d'une opération de captage orienté afin de mieux comprendre et étudier l'utilisation collective de souches et/ou de stocks améliorés. Elle comporte 3 objectifs principaux : (1) estimer la faisabilité scientifique et technique de futures opérations de captage/repeuplement orienté, (2) assurer une meilleure compréhension de la dynamique génétique des populations françaises de *C. gigas* dans les sites étudiés (taille efficace, diversité...), (3) permettre d'améliorer la compréhension de la dispersion larvaire et du déterminisme du recrutement naturel en parallèle de l'action Velyger.

En 2012, du fait de l'impossibilité technique de mettre en œuvre la stratégie initiale de télécapture sur tube, une stratégie de « lâcher de larves » a été adoptée. Le LGP a fourni des géniteurs ayant une base génétique caractérisée (G2A) qui ont permis la production de 400 millions de larves, lâchées dans le lac d'Hossegor en août pendant la période de mortes eaux.

Conclusions et perspectives 2013

En 2013, il sera nécessaire de déterminer la stratégie de génotypage pour tous les axes, en utilisant les résultats du programme GigADN. Dans l'axe 1, il faudra effectuer tous les prélèvements de branchie nécessaires. Compte tenu des moyens disponibles pour l'axe 7, et des caractéristiques du lac d'Hossegor, il est convenu que ce site constitue un site d'étude adapté. Le LGP participera en particulier à la détermination du taux de larves G2A retrouvé sur les collecteurs et à la mise en œuvre des différents scénarios en fonction du résultat.

5. Perspectives 2013

Depuis 2005, année de sa création, le département Amélioration génétique, Santé animale et Environnement a subi d'importantes modifications de son périmètre. En effet, à sa création (janvier 2005), le département comprenait 60 agents permanents, cinq implantations (La Tremblade, Bouin, L'Houmeau, Nantes et Montpellier) et trois entités (LGP, UMR CREMA et UMR GPIA). Le bilan en octobre 2011 fait état de deux implantations (La Tremblade et Bouin) et d'une seule entité (LGP). Le nombre d'agents permanents est aujourd'hui de 38.

Suite à différentes réunions d'information et de discussion, il a été proposé d'intégrer le laboratoire de Microbiologie-Laboratoire National de Référence pour la Microbiologie des coquillages (MIC/LNR) à cette unité. Le laboratoire MIC/LNR développe trois axes principaux d'activités, respectivement au sein de trois équipes :

- (1) Microbiologie Environnementale avec l'étude des bactéries pathogènes d'origine marine et entérique et des bactéries indicatrices de contamination fécale (traceurs de sources microbiennes),
- (2) Méthodes et Contrôles Officiels traitant les aspects réglementaires du contrôle sanitaire des coquillages,
- (3) Virologie avec l'étude des virus entériques humains contaminant les coquillages.

Ce projet d'intégration repose sur le fait que les problématiques en santé animale et en santé publique sont comparables et passent par la mise en œuvre d'une démarche générale intégrant différentes approches et/ou outils communs. L'objectif final de cette démarche est de tenter de maîtriser l'impact économique et/ou sociétal que peuvent avoir les organismes pathogènes sur les espèces aquatiques (exploitées ou non).

Cette démarche générale commune intègre :

- (1) l'identification et la caractérisation des organismes pathogènes d'intérêt,
- (2) la surveillance des animaux dans les écosystèmes dans un cadre réglementaire (activités de LNR),
- (3) la compréhension des interactions entre hôte, organismes pathogènes et environnement,
- (4) la modélisation de l'apparition et de la persistance des organismes pathogènes,
- (5) la mise en place de mesures de lutte adaptées.

Sur la base de son positionnement thématique et des disciplines identifiées, il est proposé de nommer l'unité intégrant le Laboratoire MIC/LNR, unité «Santé, Génétique et Microbiologie des Mollusques» (SG2M). Les objectifs spécifiques de l'Unité SG2M, dans cette nouvelle configuration, seront centrés sur la valorisation des compétences et l'acquisition de connaissances dans les domaines :

- de l'amélioration génétique, du contrôle des performances et de la santé des espèces d'intérêt en aquaculture marine avec une spécificité marquée pour les mollusques bivalves,
- de la qualité sanitaire du milieu côtier littoral et des zones de production de coquillages, en lien avec la santé publique, le changement climatique et l'aménagement durable.

L'Unité SG2M, par les compétences qu'elle intègre, veut renforcer son rôle dans le maintien et le développement de la filière conchylicole. Elle aide d'une part au développement et au soutien d'activités de production et d'autre part elle participe à la définition d'outils permettant d'évaluer les effets des activités de production sur l'environnement, de mesurer de la sorte leur acceptabilité, mais également les risques encourus par les activités de conchyliculture du fait de contaminations microbiennes.

L'Unité SG2M sera un lieu d'intégration entre recherche, surveillance, et expertise. En effet, depuis 20 ans des travaux de recherche dans le domaine de la pathologie, de la microbiologie en santé publique et de la génétique chez les mollusques marins ont été développés au sein des équipes que cette Unité regroupe dorénavant. Ces travaux sont aujourd'hui reconnus au niveau international et ont permis des avancées certaines dans le domaine de la conchyliculture (huîtres triploïdes, développement d'outils de diagnostic, détection de nouveaux agents infectieux ...).

L'Unité est aussi fortement impliquée dans la surveillance de la ressource (mollusques marins). Elle assure en particulier pour l'autorité compétente (Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire) la surveillance des coquillages en termes de santé publique et de santé animale, en particulier au travers de ses activités de Laboratoire National de Référence pour la microbiologie des coquillages et de Laboratoire National de Référence pour les maladies des mollusques marins.

L'unité opère également la surveillance des sites nationaux de captage d'huîtres, en termes de ploïdie (Réseau Biovigilance) pour le compte du Ministère de l'Environnement.

Cette double implication en recherche et en surveillance est un atout majeur pour l'Institut. Elle représente une vraie force de proposition de recherche, cette dernière se nourrissant des données recueillies par le biais de la surveillance, alimentant également en aval une expertise de très haut niveau. La surveillance quant à elle profite en toute première intention des avancées émanant de la recherche. Cette complémentarité, dans le domaine de la conchyliculture, est une originalité reconnue au niveau international.

L'unité aura pour objectif de développer une démarche qualité et de maintenir les accréditations nécessaires à la bonne réalisation des travaux et tâches mandataires.

Dans ce contexte, il est proposé de structurer l'unité SG2M en trois laboratoires :

- (1) Génétique et Pathologie des Mollusques Marins (LGPM) localisé à La Tremblade,
- (2) Sécurisation des Productions en Conchyliculture (LSPC) avec tous les agents de la station de Bouin,
- (3) Santé, Environnement et Microbiologie (LSEM) avec une double localisation (Nantes et Brest).

6. Productions 2012 de l'Unité AGSAE

1 - Publications dans des revues scientifiques à comité de lecture

- Arzul Isabelle, Chollet Bruno, Michel Justine, Robert Maeva, Garcia Céline, Joly Jean-Pierre, François Cyrille, Miossec Laurence (2012). One Perkinsus species may hide another: characterization of *Perkinsus* species present in clam production areas of France. *Parasitology*, 139(13), 1757-1771.
Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1017/S0031182012001047> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00094/20542/>
- Boyer Severine, Arzul Isabelle, Bonnet Delphine (2012). Some like it hot: *Paracartia grani* (Copepoda: Calanoida) arrival in the Thau lagoon (south of France—Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity Records*, 5, 6 pp.
Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1017/S1755267212000565> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00092/20354/>
- Chen M.H., Kuo S. T., Renault Tristan, Friedman C. S., Chang P. H. (2012). Development of a polymerase chain reaction for the detection of abalone herpesvirus infection based on the DNA polymerase gene. *Journal of Virological Methods*, 185(1), 1-6.
Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.jviromet.2012.03.024> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00098/20952/>
- Comesana Pilar, Casas Sandra M., Cao Asuncion, Abollo Elvira, Arzul Isabelle, Morga Benjamin, Villalba Antonio (2012). Comparison of haemocytic parameters among flat oyster *Ostrea edulis* stocks with different susceptibility to bonamiosis and the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 109(3), 274-286. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2011.12.007> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00074/18501/>
- Dominguez Morgane, Rautureau Séverine, François Cyrille, Lupo Coralie, Marcé Clara, Clavas Didier (2012). Evaluation du Réseau de pathologie des mollusques marins (Repamo) à l'aide de l'outil OASIS. *Bulletin Epidémiologique, Santé Animale et Alimentation*, 55, 18-20
- Dégremont Lionel, Garcia Céline, Frank-Lawale Anu, Allen Standish K., Jr. (2012). Triploid Oysters in the Chesapeake Bay: Comparison of Diploid and Triploid *Crassostrea virginica*. *Journal of Shellfish Research*, 31(1), 21-31. <http://dx.doi.org/10.2983/035.031.0103>
- Flahauw Emilie, Quellec Stéphane, Davenel Armel, Dégremont Lionel, Lapègue Sylvie, Hatt Philippe-Jacques (2012). Gonad volume assessment in the oyster *Crassostrea gigas*: Comparison between a histological method and a Magnetic Resonance Imaging (MRI) method. *Aquaculture*, 370-371, 84-89.
Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.10.008> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00102/21309/>
- Luna-Acosta Andrea, Renault Tristan, Thomas-Guyon Helene, Fauray Nicole, Saulnier Denis, Budzinski Helene, Le Menach K., Pardon P., Fruitier-Arnaudin I., Bustamante Paco (2012). Detection of early effects of a single herbicide (diuron) and a mix of herbicides and pharmaceuticals (diuron, isoproturon, ibuprofen) on immunological parameters of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) spat. *Chemosphere*, 87(11), 1335-1340.
Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.02.022> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00083/19435/>
- Morga Benjamin, Renault Tristan, Fauray Nicole, Arzul Isabelle (2012). New insights in flat oyster *Ostrea edulis* resistance against the parasite *Bonamia ostreae*. *Fish & Shellfish Immunology*, 32(6), 958-968.
Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsi.2012.01.026> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00071/18218/>

Pernet Fabrice, Barret Jean, Le Gall Patrik, Corporeau Charlotte, Dégremont Lionel, Lagarde Franck, Pepin Jean-François, Keck Nicolas (2012). Mass mortalities of Pacific oysters *Crassostrea gigas* reflect infectious diseases and vary with farming practices in the Mediterranean Thau lagoon, France. *Aquaculture Environment Interactions*, 2(3), 215-237.

Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.3354/aei00041> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00086/19739/>

Renault Tristan, Moreau Pierrick, Faury Nicole, Pepin Jean-François, Ségarra Amelie, Webb Stephen (2012). Analysis of Clinical Ostreid Herpesvirus 1 (Malacoherpesviridae) Specimens by Sequencing Amplified Fragments from Three Virus Genome Areas. *Journal Of Virology*, 86(10), 5942-5947.

Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1128/JVI.06534-11> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00083/19445/>

Sabiri N. E., Castaing Jean-Baptiste, Masse A., Jaouen P. (2012). Performance of a sand filter in removal of micro-algae from seawater in aquaculture production systems. *Environmental Technology*, 33(6), 667-676.

Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1080/09593330.2011.587027>

2 - Publications dans des revues scientifiques sans comité de lecture

3 - Ouvrage/Chapitre d'ouvrage

Renault Tristan (2012). Pacific cupped oyster, *Crassostrea gigas*, mortality outbreaks and infectious diseases. In *Oysters: Physiology, Ecological distribution and Mortality* (NOVA Publishers).

4 - Conférences, Communications données à l'invitation du comité d'organisation dans un congrès national ou international

Arzul Isabelle (2012). Mollusc diseases : what has happened in Europe during these last 10 years ? Workshop on mollusc diseases organisé par la DG Recherche, Commission Européenne, Nantes, 11, 12-13 Juin 2012.

Lapègue Sylvie (2012). La génétique au service de la caractérisation et de la gestion de la diversité des huîtres. Oyster World Congress 2012, 28 nov – 2 dec. 2012, Arcachon Bay, France

Renault Tristan (2012). Ongoing research projects in France. Workshop on mollusc diseases organisé par la DG Recherche, Commission Européenne, Nantes, 11-13 juin 2012.

Renault Tristan (2012). State of the Art in science – Scientific priorities Main advances and gaps. Workshop on mollusc diseases organisé par la DG Recherche, Commission Européenne, Nantes, 11-13 juin 2012.

Renault Tristan (2012). Contrôle des transferts d'huîtres: une voie pour maîtriser les maladies infectieuses. Oyster World Congress 2012, 28 nov. – 2 dec. 2012, Arcachon Bay, France

Renault Tristan (2012). Les maladies infectieuses affectant les huîtres : caractéristiques et gestion. Oyster World Congress 2012, 28 nov. – 2 dec. 2012, Arcachon Bay, France

5 - Communications avec actes dans un congrès international

Arzul Isabelle, Aranguren Raquel, Arcangeli Giuseppe, Chesslett Deborah, Couraleau Yann, Engelsma Marc, Figuras Antonio, Garcia Céline, Geoghegan Fiona, Magnabosco Cristian, Stone David (2012). Distribution and variability of *Bonamia exitiosa* in flat oyster *Ostrea edulis* populations in Europe. 104th annual meeting National shellfisheries Association, Seattle, Washington, U.S.A., 2012, March 25-29. *Abstract Journal of Shellfish Research* 31(1), 300

Flahauw Emilie., Hatt Philippe-J., Davenel A., Quéllec S., Heurtebise S., Dégremont L, Lapègue S., 2012. Temporal monitoring of the gametogenesis in *Crassostrea gigas* by Magnetic Resonance Imaging and detection of quantitative trait loci (QTL) for reproductive effort. Communication orale lors du colloque PHYSIOMAR, Saint-Jacques de Compostelle, Espagne, 4-9 septembre 2012.

- Garcia Céline, Arzul Isabelle, Haond Christophe, Omnes Emmanuelle, Chollet Bruno, Joly Jean-Pierre, Robert Maeva, Lupo Coralie, Guichard Benjamin, François Cyrille: Detection of *Mikrocytos* like protozoans during mortality events of the shellfish *Donax trunculus*, in France. 5th Meeting of the Microcell Working Group, Lelystad, the Netherlands, 9-10 February 2012.
- Garcia Céline, Arzul Isabelle, Joly Jean-Pierre, Guichard Benjamin, Chollet Bruno, Omnes Emmanuelle, Haond Christophe, Robert Maeva, Lupo Coralie, François Cyrille: *Mikrocytos* like protozoans and the shellfish *Donax trunculus* mortality events in France. 104th annual meeting National shellfisheries Association, Seattle, Washington, U.S.A., 2012, March 25-29. Abstract Journal of Shellfish Research 31(1), 273.
- Harrang Estelle, Faury Nicole, Morga Benjamin, Gallerne Cécile, Arzul Isabelle, Heurtebise Serge, Chollet Bruno, Lapègue Sylvie (2012). An E-QTL approach to study the resistance to bonamiosis in the European flat oyster *Ostrea edulis*. 104th annual meeting National shellfisheries Association, Seattle, Washington, U.S.A., 2012, March 25-29. Abstract Journal of Shellfish Research 31(1), 295
- Lapègue Sylvie, Li Ronghua, Cornette Florence, Heurtebise Serge, Harrang Estelle, Morga Benjamin, Flahauw Emilie, Rohfritsch Audrey, Dégremont Lionel, Haffray Pierrick, Bierne Nicolas, Boudry Pierre (2012). Recent advances in the developpement and use of molecular markers in oysters. World Aquaculture Society - Aqua 2012 - Prague, Czech Republic "Oysters, Pearl Oysters, Scallops, Clams, Abalone" - Monday, September 03, 2012.
- Prado-Alvarez Maria, Chollet Bruno, Faury Nicole, Robert Maeva, Morga Benjamin, Ibara Dhelia Jesca, Lupo Coralie, Renault Tristan, Arzul Isabelle (2012). Interactions between *Ostrea edulis* galectin (Oe-Gal) and the protozoan parasite *Bonamia ostreae*. 104th annual meeting National shellfisheries Association, Seattle, Washington, U.S.A., 2012, March 25-29. Abstract Journal of Shellfish Research 31(1), 334.
- Sussarellu Rossana, Huvet Arnaud, Lelong C., Pernet Fabrice, Quillien Virgile, Lapègue Sylvie, Jensen L. F., Bierne Nicolas, Boudry Pierre (2012). Physiological adaptation of a Pacific oyster population recently settled in northern Europe: a comparative study based on histological, biochemical and transcriptomic approaches. Communication orale lors du colloque PHYSIOMAR, Saint-Jacques de Compostelle, Espagne, 4-9 septembre 2012.

6 - Communications avec actes dans un congrès national

- Lupo Coralie, François Cyrille, Arzul Isabelle, Garcia Céline, Joly Jean-Pierre, Renault Tristan (2012). Défis de la surveillance des maladies chez les coquillages marins en France. Journées annuelles de l'AEEMA, Association pour l'Etude de l'Epidémiologie des Maladies Animales, Maisons-Alfort, 30 mai & 1^{er} Juin 2012. Epidémiologie et Santé animale, 62, 27-42
- Moreau Pierrick, Burgeot Thierry, Renault Tristan (2012). Etude "in vitro sur hémocytes" des effets des pesticides sur les mécanismes de défense de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. 42^{ème} congrès du Groupe Français des Pesticides, 30 mai – 1^{er} juin 2012, Poitiers : 115-116

7 - Communications orales sans actes dans un congrès international ou national

- Arzul Isabelle (2012). Les maladies des moules et des huîtres plates. REPAMO 2012. Journée REPAMO, 10 octobre 2012, Nantes.
- Arzul Isabelle (2012). Results of the last Inter Laboratory comparison organised by the EURL for the detection of OsHV-1. Annual Meeting of National Reference Laboratories for Mollusc Diseases, Nantes 14-15 march 2012.
- Arzul Isabelle (2012). Comparison of diagnostic techniques. Annual Meeting of National Reference Laboratories for Mollusc Diseases, Nantes 14-15 march 2012
- Arzul Isabelle, Couraleau Yann, A ranguren Raquel, Arcangeli Guiseppe, Chesslett Deborah, Engeslma Marc, Figueras Antonio, Garcia Céline, Geoghegan Fionah, Magnabosco Cristian, Stone David (2012). Distribution and variability of *Bonamia exitiosa* in flat oyster *Ostrea edulis* populations in Europe. Annual Meeting of National Reference Laboratories for Mollusc Diseases, Nantes 14-15 march 2012

- Arzul Isabelle, Joly Jean-Pierre, Garcia Céline, Chollet Bruno, Robert Maeva, Omnes Emmanuelle, Couraleau Yann, Lupo Coralie, François Cyrille, Renault Tristan (2012). EU Reference Laboratory for mollusc diseases : activities in 2011 and perspectives for 2012. Annual Meeting of National Reference Laboratories for Mollusc Diseases, Nantes 14-15 march 2012
- Couraleau Yann, Arzul Isabelle (2012). Développement d'un essai de PCR Taqman® pour la détection de *Bonamia sp.* et *Marteilia refringens*. Journée des laboratoires agréés et reconnus, 9 octobre 2012, Nantes.
- François Cyrille, Garcia Céline (2012). Réalisation et envoi des prélèvements - REPAMO 2012. Journée REPAMO, 10 octobre 2012, Nantes.
- François Cyrille, Joly Jean-Pierre, Garcia Céline, Lupo Coralie, Travers Marie-Agnès, Pepin Jean-François, Arzul Isabelle, Omnes Emmanuelle, Tourbiez Delphine, Faury Nicole, Haffner Philippe, Robert Maeva, Chollet Bruno, Renault Tristan, Hebert Pascale, Cordier Remy, Le Gagneur Eric, Parrad Sophie, Gerla Daniel, Annezo Jean-Pierre, Terre Terrillon Aouregan, Le Gal Dominique, Le Gac-Abernot Chantal, Langlade Aime, Bedier Edouard, Hitier Benoit, Grizon James, Chabirand Jean-Michel, Robert Stéphane, Seugnet Jean-Luc, Rumebe Myriam, Le Gall Patrik, Bouchoucha Marc, Baldi Yoann, Masson Jean-Claude (2012). Surveillance de la santé des mollusques - REPAMO 2012. Journée REPAMO, 10 octobre 2012, Nantes.
- François Cyrille, Joly Jean-Pierre, Garcia Céline, Lupo Coralie, Travers Marie-Agnès, Pepin Jean-François, Arzul Isabelle, Omnes Emmanuelle, Tourbiez Delphine, Faury Nicole, Haffner Philippe, Robert Maeva, Chollet Bruno, Renault Tristan, Hebert Pascale, Cordier Remy, Le Gagneur Eric, Parrad Sophie, Gerla Daniel, Annezo Jean-Pierre, Terre-Terrillon Aouregan, Le Gal Dominique, Le Gac-Abernot Chantal, Langlade Aime, Bedier Edouard, Hitier Benoit, Grizon James, Chabirand Jean-Michel, Robert Stéphane, Seugnet Jean-Luc, Rumebe Myriam, Le Gall Patrik, Bouchoucha Marc, Baldi Yoann, Masson Jean-Claude (2012). Détection d'agents infectieux dans le cadre du REPAMO en 2012. Journée REPAMO, 10 octobre 2012, Nantes.
- Garcia Céline, Travers Marie-Agnès, Pépin Jean-François, Tourbiez Delphine, Bertrand Claire, Joly Jean-Pierre, Haffner Patrick, Robert Maeva, Omnes Emmanuelle, Lupo Coralie, Chollet Bruno, Arzul Isabelle, Faury Nicole, François Cyrille, T. Renault (2012). Essai et étude inter-laboratoires lors de la comparaison inter-laboratoire 2011. Journée des laboratoires agréés et reconnus, 9 octobre 2012, Nantes.
- Garcia Céline, Travers Marie-Agnès, Pépin Jean-François, Tourbiez Delphine, Joly Jean-Pierre, Haffner Philippe, Omnes Emmanuelle, Lupo Coralie, Chollet Bruno, Arzul Isabelle, Faury Nicole, François Cyrille, Renault Tristan (2012). Perspectives d'évolution des techniques analytiques au sein du réseau de laboratoires. Journée des laboratoires agréés et reconnus, 9 octobre 2012, Nantes.
- Garcia Céline & Joly Jean-Pierre (2012). *Perkinsus* et les bivalves fouisseurs. Journée REPAMO, 10 octobre 2012, Nantes.
- Garcia Céline, Arzul Isabelle, Haond Christophe, Omnes Emmanuelle, Chollet Bruno, Joly Jean-Pierre, Robert Maeva, Lupo Coralie, Guichard Benjamin, François Cyrille (2012). *Mikrocytos*-like protozoans and the shellfish *Donax trunculus*, in France. Annual meeting of the National Reference Laboratories for Mollusc Diseases, Ifremer, Nantes, 14th - 15 th March 2012.
- Joly Jean-Pierre (2012). Affections des autres espèces de mollusques. Journée REPAMO, 10 octobre 2012, Nantes
- Joly Jean-Pierre & Garcia Céline (2012). *Mikrocytos sp.* chez le flion tronqué *Donax trunculus*. Journée REPAMO, 10 octobre 2012, Nantes
- Lallias Delphine, Boudry Pierre, Arzul Isabelle, Robert René, Lapègue Sylvie, 2012. Genetic insights into flat oyster restoration programmes. Communication orale lors du workshop « Feasibility of the restoration of the European flat oyster in the German bight, Ile de Vilm, Allemagne, 15- 16 Novembre 2012
- Lapègue Sylvie, Li Ronghua, Cornette Florence, Heurtebise Serge, Harrang Estelle, Morga Benjamin, Flahauw Emilie, Rohfritsch Audrey, Dégremont Lionel, Haffray Patrick, Bierne Nicolas, Huvet Arnaud, Boudry Pierre, 2012. Biotechnologies applied to shellfish aquaculture. Communication orale lors du Workshop "Biotechnology Applied to Aquaculture" organisé dans le cadre du projet SUDOE Aquagenet, Faro, 8 novembre 2012

- Lupo Coralie (2012). Perspectives de la surveillance des mollusques marins – REPAMO 2012. Journée REPAMO, 10 Octobre 2012, Nantes.
- Pépin Jean-François, Tourbiez Delphine, Garcia Céline., Omnes Emmanuelle, Couraleau Yann, Arzul Isabelle. (2012). Bilan de l'étude inter-laboratoire pour la technique de détection de l'OsHV-1 μ var par PCR Taqman-LNA. Journée des laboratoires agréés et reconnus, 9 octobre 2012, Nantes.
- Pépin Jean-François, Arzul Isabelle, Omnes Emmanuelle, Tourbiez Delphine (2012). Development of a TagMan qPCR LNA probe based for OsHV-1 μ Var diagnosis. Annual Meeting of the National Reference Laboratories for Mollusc Diseases – Nantes, 14-15 March 2012.
- Pépin Jean-François, Arzul Isabelle, Garcia Céline, Omnes Emmanuelle, Tourbiez Delpine (2012). Validation au travers de deux essais interlaboratoires de la technique de diagnostic du variant OsHV-1 μ Var par qPCR TaqMan LNA (2012). Journée de rencontre des réseaux de laboratoires français agréés et reconnus pour les maladies des mollusques, 9 octobre 2012, Nantes.
- Prado-Alvarez Maria, Chollet Bruno, Faury Nicole, Robert Maeva, Morga Benjamin, Ibara Dhelia Jesca, Lupo Coralie, Renault Tristan, Arzul Isabelle (2012). Interactions entre Oe-Gal (*Ostrea edulis* Galectin) et le parasite protozoaire *Bonamia ostreae*, Journées thématiques 2012 du GPLF, 18-19 octobre 2012, La Rochelle.
- Renault Tristan (2012). Infections à OsHV-1 chez l'huître creuse - REPAMO 2012. Journée REPAMO, 10 octobre 2012, Nantes.
- Renault Tristan (2012). Pathologie et mortalités de coquillages. Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux, 4 janvier 2012, Paris.
- Travers Marie-Agnès (2012). Infections liées aux vibrions chez l'huître creuse - REPAMO 2012. Journée REPAMO, 10 octobre 2012, Nantes.

8 - Communications par affiche dans un congrès international ou national

- Bigot L., Dubos M. P., Dheilly N., Favrel P., Kellner K., Lelong C., Martinez A. S., Riviere G., Santerre C., Sourdain P., Dégremont Lionel, Flahauw Emilie, Hatt Philippe-Jacques, Heurtebise Serge, Lapègue Sylvie, Azzouzi N., Galibert F., Boudry Pierre, Corporeau Charlotte, Fabioux Caroline, Guevelou Eric, Huvet Arnaud, Sussarellu Rossana (2012). Etude transcriptomique, génétique et fonctionnelle de la gamétogenèse chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Colloque AGENAE-GENANIMAL, La Rochelle, 20-21 Mars 2012. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00107/21781/>
- Flahauw Emilie, Davenel Armel, Quellec Stéphane, Quillien Virgile, Dégremont Lionel, Lapègue Sylvie, Hatt Philippe-Jacques (2012). Evaluation of the gonad volume throughout magnetic resonance imaging in *Crassostrea gigas* and comparison with the histological method. PHYSIOMAR 2012, 4-9 Septembre 2012, International Meeting, Santiago de Compostela, Spain. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00107/21784/>
- Frangé Lionel, Berthet Nicolas, Ben Chobba Ines, Avarre Jean-Christophe, Renault Tristan, Gessain Antoine, Bonami Jean-Robert, Vallaëys Tatiana (2012). Comparative genomics of herpesviruses paradigm for host parasite co-evolution. 14th International Symposium on Microbial Ecology, Copenhagen, Danemark, 19-24 avril 2012.
- Lupo Coralie, Osta Amigo Axel, Mandard Y. V., Peroz C., Arzul Isabelle, François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Sensitivity of mortality reporting by the French oyster farmers. 13th Conference of the International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics (ISVEE XIII), 20-24 august 2012, Maastricht - The Netherlands. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00102/21343/>
- Morvezen Romain, Li Ronghua, Cornette Florence, Charrier Gregory, Laroche Jean, Boudry Pierre, Lapègue Sylvie (2012). Multiplex PCRs for parentage analyses and population genetics studies of two bivalve species of economic interest. PHYSIOMAR 2012, 4-9 Septembre 2012, International Meeting, Santiago de Compostela, Spain.
- Nasfi Hanen, Travers Marie-Agnès, Destoumieux-Gazon Delphine, Esteve Kevin, Sorrieu Louis, Tourbiez Delphine, Avarre Jean-Christophe, Cerqueira Frédérique, Gdoura Radhouane, Renault Tristan, Valleys Tatiana (2012). In situ multilocus variable number of tandem repeats based, direct typing methods of *Vibrio splendidus* in oyster (*Crassostrea gigas*) haemolymph. 14th International Symposium on Microbial Ecology, Copenhagen, Danemark, 19-24 avril 2012.

- Renault Tristan, Moreau Pierrick, Faury Nicole, Pépin Jean-François, Ségarra Amélie, Webb Steve (2012). Diversité de l'ostreid herpesvirus 1 : étude de 3 régions du génome viral. XIV Journées Francophones de Virologie, 29-30 mars 2012, Institut Pasteur, Paris
- Ségarra Amélie, Faury Nicole, Haffner Philippe, Moreau Pierrick, Pépin Jean-François, Tourbiez Delphine, Trancart Suzanne, Travers Marie-Agnès, Bourgougnon Nathalie, Renault Tristan (2012). Expression de gènes viraux de l'herpès virus OsHV-1 sous sa forme μ var chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*. XIV Journées Francophones de virologie, 29-20 mars 2012, Institut Pasteur Paris.
- Vandeputte Marc, Labbe Catherine, Suquet Marc, Fauvel Christian, Goardon Lionel, Duclos Delphine, Danchin-Burge Coralie, Vergnet Alain, Rault Paul, Dégremont Lionel, Benabdelmouna Abdellah, Brizard Raphael, Haffray Pierrick (2012). Procédures d'échantillonnage pour la conservation des espèces aquacoles dans la Cryobanque Nationale. 3èmes Journées Recherche Piscicole, 3-4 juillet 2012, Paris. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00098/20975/>

9 - Rapports de contrats

Contrats nationaux

- Benabdelmouna Abdellah, Ollier Simon, Maurouard Elise, D'Amico Florence, Seugnet Jean-Luc, Grizon James (2012). Niveau de ploïdie des naissains d'huître creuse captés dans les bassins de Marennes Oléron, Baie de Bourgneuf et Arcachon. Réseau Biovigilance, campagne 2011. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00107/21837/>
- Chavanne Hervé, Maurouard Elise, Yonneau Débora, Ledu Christophe, Dégremont Lionel & Benabdelmouna Abdellah (2012). Plan de sauvegarde 2011 : synthèse des résultats 2011-2012. Convention DPMA-Ifremer n° 11/1219297 relative à la mise en place d'un plan d'approvisionnement de sauvegarde 2011 de la filière ostréicole.
- Francois Cyrille, Guichard Benjamin, Joly Jean-Pierre, Garcia Celine, Travers Marie-Agnes, Lupo Coralie, Pepin Jean-Francois, Arzul Isabelle, Omnes Emmanuelle, Tourbiez Delphine, Faury Nicole, Haffner Philippe, Robert Maeva, Renault Tristan, Rauflet Fabienne, Le Gagneur Eric, Parrad Sophie, Mouillard Gilbert, Gerla Daniel, Annezo Jean-Pierre, Terre Terrillon Aouregan, Langlade Aime, Bedier Edouard, Hitier Benoist, Grizon James, Chabirand Jean-Michel, Robert Stephane, Seugnet Jean-Luc, Rumebe Myriam, Cantin Christian, Le Gall Patrik, Bouchoucha Marc, Baldi Yoann, Masson Jean-Claude, Martin Anne-Genevieve (2012). Bilan 2011 du réseau REPAMO - Réseau National de Surveillance de la Santé des Mollusques marins.
- Garcia Céline, Pepin Jean-François, Travers Marie-Agnès, Arzul Isabelle, Joly Jean-Pierre, Omnes Emmanuelle, Tourbiez Delphine, Chollet Bruno, Robert Maeva, Haffner Philippe, Haond Christophe, François Cyrille, Lupo Coralie, Guichard Benjamin, Bertrand Claire, Couraleau Yann, Faury Nicole, Renault Tristan (2012). Rapport annuel 2011 du Laboratoire National de Référence pour les maladies des mollusques marins.
- Garcia Céline, Lupo Coralie, Travers Marie-Agnès, Pepin Jean-François, Tourbiez Delphine, Bertrand Claire, Couraleau Yann, Joly Jean-Pierre, Renault Tristan (2012). Rapport sur la comparaison de deux méthodes de PCR en temps réel pour la détection du virus OsHV-1 dans le cadre d'un essai interlaboratoire.
- Garcia Céline, Lupo Coralie, Travers Marie-Agnès, Pepin Jean-François, Tourbiez Delphine, Bertrand Claire, Couraleau Yann, Joly Jean-Pierre, Renault Tristan (2012). Rapport final de l'essai interlaboratoire d'aptitude 2012-01 : détection du virus OsHV-1 et de la bactérie *Vibrio aestuarianus* par PCR en temps réel du 02 mars 2012.
- Garcia Céline, Pepin Jean-François, Travers Marie-Agnès, Joly Jean-Pierre, Tourbiez Delphine, Bertrand Claire, Couraleau Yann, Lupo Coralie, Renault Tristan (2012). Rapport final de l'essai interlaboratoire d'aptitude 2011-01 : détection du virus OsHV-1 et de la bactérie *Vibrio aestuarianus* par PCR en temps réel du 23 janvier 2012.
- Haffray Pierrick, Duclos D, Fauvel Christian, Michel G, Vandeputte Marc, Suquet Marc, Quillet B, Rault Paul, Brizard Raphael, Benabdelmouna Abdellah, Labbe Catherine (2012). CryoAqua Amélioration des procédures pour initier la CRYOconservation de ressources AQUAcoles à la Cryobanque Nationale : compte-rendu final - Appel à projet 2008 CCRB/IBISA.

Contrats Européens

- Arzul Isabelle, Garcia Céline, Joly Jean-Pierre (2012). Report of the 2012 Annual Meeting of the National Reference Laboratories for Mollusc Diseases - Nantes, 14-15 March 2012.
- Arzul Isabelle, Garcia Céline, Joly Jean-Pierre (2012). Technical Report from the EU Reference Laboratory for Molluscs Diseases.
- Renault Tristan, Figueras Antonio, Culloty Sarah, Engelsma Marc, Furones Dolors, Cheslett Deborah, Pruzzo Carla, Venier Paola, Peeler Edmund, Paillard Christine, Rozemberg Ytzik, Guillaumie Bruno (2012). First contractual report. Bivalife project (Improving European mollusc aquaculture: disease detection and management). Project objectives, work progress and achievements, project management – 1st February 2011 – 31st July 2012.

10 - Autres types de rapports

- Baud Jean-Pierre, Bedier Edouard, Beliaeff Benoit, Boudry Pierre, Pernet Fabrice, Renault Tristan, Robert Rene, (2012) Les surmortalités des naissains d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* - journée d'information et d'échanges du 18 janvier 2012. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00084/19574/>
- Bernard Ismael, Lapègue Sylvie, Dumas Franck, Talarmain Eric, Cornette Florence, Dégremont Lionel, Chavanne Herve, Pouvreau Stéphane, Auby Isabelle, Maurer Daniele, Plus Martin, Le Moine Olivier, Boudry Pierre (2012). Etude de faisabilité d'opérations de 'repeuplement orienté' dans deux sites français de captage de l'huître creuse (*Crassostrea gigas*). <http://archimer.ifremer.fr/doc/00083/19410/>
- Garcia Céline, Pépin Jean-François, Travers Marie-Agnès, Arzul Isabelle, Joly Jean-Pierre, Omnes Emmanuelle, Tourbiez Delphine, Chollet Bruno, Haffner Philippe, François Cyrille, Lupo Coralie, Faury Nicole, Renault Tristan (2012). Compte rendu de la réunion des laboratoires agréés et reconnus pour le diagnostic pour la recherche de vibrions et d'herpèsvirus chez les mollusques marins.
- Joly Jean-Pierre & Courtois Olivier (2012). Rapport de l'audit interne qualité et technique du Laboratoire Environnement Ressource de Normandie : 17 p.
- Renault Tristan, Ford Susan (2012). Marteiliosis of oysters caused by *Marteilia refringens*. ICES Identification Leaflets for diseases and Parasites of fish and Shellfish. <http://www.ices.dk/products/idleaflets.asp>.

11 – Mémoires Etudiants

Mémoires Etudiants : Bac+2 à Bac+3

- Dutartre Julie (2012). Développement et validation de marqueurs microsatellites chez le parasite *Marteilia refringens*. Licence professionnelle de Biotechnologie, option Biologie Moléculaire appliquée à la sécurité alimentaire. Université de Pau et des Pays d'Adour : 50 p.
- Freitas Noëlie (2012). Contribution à l'étude de la détection d'ADN du virus de l'huître, OsHV-1, par PCR en temps réel dans des échantillons de plancton du bassin de Marennes Oléron collectés lors des suivis 2010-2011 de la reproduction de l'huître creuse par le CREA. Licence de Biochimie, Université de La Rochelle : 25 p.
- Haget Cathy (2012). Mise en place d'un système de gestion de la production de phytoplancton de l'écloserie du Laboratoire de Génétique et de Pathologie : approche quantitative et qualitative. Intechmer, Cherbourg : 30p.
- Pontreau Brieg (2012). Génotypage microsatellite pour la détection de zones du génome impliquées dans la résistance aux mortalités estivales chez l'huître creuse (*Crassostrea gigas*). Licence Professionnelle en Biotechnologie. Université de Pau et des Pays de l'Adour : 33 p.
- Wacrenier Candice (2012). Etude de l'évolution de l'infection à *Bonamia ostreae* (protozoaire parasite de l'huître plate) dans les principaux sites de production d'huître plate en France. BTS Anabiotech Villeneuve sur Lot.

Mémoires Etudiants : Bac +4 à Bac+5

- Mauduit Florian (2012). Expression des gènes cellulaires de l'huître creuse *Crassostrea gigas* au cours du cycle viral de l'herpès virus de l'huître, OsHV-1. Master 1 Sciences pour l'Environnement. Université de La Rochelle : 27 p.
- Morvezzen Romain (2012). Etudes d'appareillages chez la coquille Saint-Jacques : application à la production aquacole. Mémoire Master 2 – Master SML Sciences de la mer et du littoral. Université de Bretagne Occidentale : 33 p
- Osta Amigo Axel (2012). Etude des Freins et des Leviers à la déclaration obligatoire des Mortalités de coquillages. Master 2 Sciences pour l'environnement, Mention Approche intégrée des écosystèmes littoraux. Université de La Rochelle : 61 p.

12 – Thèses

Thèses françaises

- Boyer Séverine (2012). Ecologie du Copépode calanoïde *Paracartia grani*. Implication dans le cycle de vie du parasite *Marteilia refringens* dans la lagune de Thau. Thèse soutenue le 11 Décembre 2012, Université Montpellier 2 : 203 p.
- Harrang Estelle (2012). Apport des informations moléculaires et cellulaires pour la caractérisation de la résistance de l'huître plate européenne vis-à-vis de la bonamiose, et pour la détection de signature de la sélection naturelle. Thèse soutenue le 12 juillet 2012, Université de La Rochelle.

Thèses étrangères

13 – Jury de thèses

Jury de thèses françaises

- Arzul Isabelle (2012). Co-directrice de la thèse soutenue le 11 décembre 2012 par Séverine Boyer «Ecologie du Copépode calanoïde *Paracartia grani*. Implication dans le cycle de vie du parasite *Marteilia refringens* dans la lagune de Thau ». Université de Montpellier 2.
- Arzul Isabelle (2012). Co-directrice de la thèse soutenue le 12 juillet 2012 par Estelle Harrang « Apport des informations moléculaires et cellulaires pour la caractérisation de la résistance de l'huître plate européenne vis-à-vis de la bonamiose, et pour la détection de signature de la sélection naturelle ». Université de La Rochelle.
- Lapègue Sylvie (2012). Directrice de la thèse soutenue le 12 juillet 2012 par Estelle Harrang « Apport des informations moléculaires et cellulaires pour la caractérisation de la résistance de l'huître plate européenne vis-à-vis de la bonamiose, et pour la détection de signature de la sélection naturelle ». Université de La Rochelle.
- Lapègue Sylvie (2012). Jury de la soutenance de thèse soutenue le 23 octobre 2012 par Florentine Riquet : « Processus micro-évolutifs chez l'espèce marine invasive *Crepidula fornicata* », Université Pierre & Marie Curie, Paris.
- Lapègue Sylvie (2012). Jury de la soutenance de thèse soutenue le 18 décembre 2012 par Célia Gosset : « Bases génétiques et histoire de la différenciation adaptative chez *Mytilus* », Université de Montpellier 2.

Jury de thèses étrangères

- Renault Tristan (2012). Rapporteur de la thèse de Vinh Dang. Antiviral immune response in abalone and influence of potential abiotic and biotic factors. Flinders University, Adelaïde, Australie.

14 – HDR

15 – Brevet français déposé dans l'année

16- Avis

- Arzul Isabelle, Couraleau Yann, Renault Tristan (2012). Characterization of *Marteilia refringens* in mussels *Mytilus galloprovincialis* from Slovenia. Institute of Pathology-Floresnic & Administrative veterinary medicine, Ljubljana, Slovenia, Réf. 12-043 LGP/PAT/EURL/IA/YC/TR, 6p.
- Arzul Isabelle, Renault Tristan (2012). Suspicion of infection with microcells: complementary results. Central Veterinary Institute of Wageningen, Lelystad, The Netherlands, Réf. LGP/PAT/EURL/IA 12-366, 5p.
- Arzul Isabelle, Renault Tristan (2012). Suspicion of bonamiosis. National Veterinary Institute, Bergen, Norway, Réf. LGP/PAT/EURL/IA 12-367, 2p.
- Arzul Isabelle, Renault Tristan (2012). Analyse de chaubettes *Anomalocardia brasiliensis* et de mélogènes noires *Pugilina morio*. Université des Antilles et de La Guyane - Pointe à Pitre - Guadeloupe 97, Réf. 12-246/LGP/PAT/EURL/IA, 4p.
- Arzul Isabelle, Renault Tristan (2012). Examination of histological slides from *Ostrea lurida*. School of Aquatic & Fishery Sciences, University of Washington, Seattle - USA, Réf. 12-137/LGP/PAT/OIE/IA/TR, 4p.
- Arzul Isabelle, Renault Tristan (2012). Examination of histological slides from *Donax* sp. INRB.I.P.-L.I.PIMAR - Lisboa, Portugal, Réf. 12-094/LGP/PAT/EUR/IA/TR, 1p.
- Arzul Isabelle, Renault Tristan (2012). Analysis of clams *Ruditapes philippinarum* from Korea. Department of Aquatic Life Medicine, Kunsan National University Gunsan, Korea, Réf. 12-095/LGP/PAT/OIE/IA/TR, 2p.
- Arzul Isabelle, Renault Tristan (2012). Analyse d'huîtres des palétuviers *Crassostrea rhizophorae*, *Isogmonon alatus* et de moules *Brachidontes exustus*. Université des Antilles et de La Guyane - Pointe à Pitre - Guadeloupe, Réf. 12-138/LGP/PAT/EURL/IA/TR, 5p.
- Arzul Isabelle, Renault Tristan (2012). Suspicion of infection with microcells. Laboratory for Fish & Shellfish Diseases, Central Veterinary Institute of Wageningen - Lelystad, The Netherlands, Réf. 12-149/LGP/PAT/EURL/IA/TR, 2p.
- Arzul Isabelle, Renault Tristan (2012). Suspicion of marteiliosis. Agri-Food and Biosciences Institute, Stormont, Belfast, Réf. 12-082 LGP/PAT/EURL/IA/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des coques communes *Cerastoderma edule*. DDTM 62 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Boulogne-sur-Mer, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR12-296, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT114). DDTM 56 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-278 - LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-2266, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN104). DDTM 50 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-255, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRP047). DDTM 34 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Montpellier, Réf. 12-129/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRL014). DDTM 85 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Les Sables d'Olonne, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-081, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRL006). DDTM 17 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-045, 3p.

- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRP002). DDTM 34 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Montpellier, Réf. 12-044/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN147). DDTM 50 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-364 - LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-356, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRC146). DDTM 29 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-359 - LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-341, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN141). DDTM 50 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-357 - LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-342, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN147). DDTM 50 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-356, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu d'analyses réalisées sur des palourdes présentant une hausse de mortalité (lots 2012FRT134-2012FRT135). DDTM 56 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-355, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses zoosanitaires sur un lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité (lot 2012FRL140). DDTM 17 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-354 et LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-336, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses. lot 2012FRN141. DDTM 50 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-342, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses. lot 2012FRC146. DDTM 29 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-341, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses zoosanitaires sur un lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité. lot 2012FRR137. DDTM 17 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-340 - LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-337, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses - lot 2012FRC125. DDTM/DLM29 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-339, LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-287, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses zoosanitaires sur un lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité - lot 2012FFR137. DDTM/DML17 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-337, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses zoosanitaires sur un lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité - lot 2012FRL140. DDTM/DML17 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-336, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses - lot 2012FRC128. DDTM/DML29 - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper, Réf. LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-335, LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-298, 3p.

- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRC128). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper - 29, Réf. 12-298/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR12-298, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses zoosanitaires sur lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité (lot 2012FRL124). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle - 17, Réf. 12-297/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRP123). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Perpignan - 66, Réf. 12-293/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT116). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-290/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV115). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Nazaire - 44, Réf. 12-288/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRC125). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper - 29, Réf. 12-287/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses zoosanitaires sur lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité (lot 2012FRL124). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle - 17, Réf. 12-286/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRP123). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Perpignan - 66, Réf. 12-285/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT116). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-284/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV115). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Nazaire - 44, Réf. 12-283/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN112). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Hérouville Saint-Clair -14, Réf. 12-272/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres (lot 2012FRC107). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper - 29, Réf. 12-270/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN112). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Hérouville Saint-Clair -14, Réf. 12-271/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRC105). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper - 29, Réf. 12-269/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN104). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg - 50, Réf. 12-268/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.

- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT114). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-266/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses zoosanitaires sur lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité (lot 2012FRR099). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle - 17, Réf. 12-259/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV098). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Roche Sur Yon - 85, Réf. 12-258/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lots 2012FRV095 - 2012FRV096). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Nazaire - 44, Réf. 12-257/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV082). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Roche Sur Yon - 85, Réf. 12-256/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRC086). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper - 29, Réf. 12-251/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN088). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Hérouville Saint-Clair -14, Réf. 12-252/LGP/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses zoosanitaires sur lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité. DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle - 17, Réf. 12-250/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV098). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Roche Sur Yon - 85, Réf. 12-249/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN080). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Hérouville Saint-Clair -14, Réf. 12-247/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN074°). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg - 50, Réf. 12-244/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN088). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Hérouville Saint-Clair -14, Réf. 12-242/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRC086). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper - 29, Réf. 12-241/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV095 - lot 2012FRV096). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Nazaire - 44, Réf. 12-240/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV082). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Roche Sur Yon - 85, Réf. 12-239/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.

- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV066). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Nazaire - 44, Réf. 12-238/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV065). DDTM Pays de la Loire - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Nazaire - 44, Réf. 12-234/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRC067). DDTM du Finistère - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper - 29, Réf. 12-231/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN069). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Héraultville Saint-Clair - 14, Réf. 12-221/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des coques (lot 2012FRN068). DDTM de la Manche - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg - 50, Réf. 12-167/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012N064). DDTM de la Manche - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg - 50, Réf. 12-166/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRC057). DDTM du Finistère - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper - 29, Réf. 12-162/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN074). DDTM de la Manche - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg - 50, Réf. 12-165/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV066). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Nazaire - 44, Réf. 12-164/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV065). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Nazaire - 44, Réf. 12-163/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT061). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-161/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRS059). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Malo - 35, Réf. 12-160/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV060). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Roche Sur Yon - 85, Réf. 12-158/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV052). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Roche Sur Yon - 85, Réf. 12-157/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN051). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Héraultville Saint-Clair -14, Réf. 12-156/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.

- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN069). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Hérouville Saint-Clair -14, Réf. 12-155/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRC067). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Quimper - 29, Réf. 12-154/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN064). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg - 50, Réf. 12-153/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT061). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-152/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV060). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Roche Sur Yon - 85, Réf. 12-151/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRS059). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Saint-Malo - 35, Réf. 12-148/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRV052). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Roche Sur Yon - 85, Réf. 12-147/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN050). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Cherbourg - 50, Réf. 12-142/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRP047). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Montpellier - 34, Réf. 12-146/LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT045). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-144/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 8p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT046). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-143/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 18p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT046). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-141/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT044). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-140/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 10p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des moules (lot 2012FRB040). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Boulogne-sur-Mer - 62, Réf. 12-139/LGP/CF/CG/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses zoosanitaires sur lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité (lot 2012FRA041). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Bordeaux - Gironde, 33, Réf. 12-127/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 11p.

- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu final d'analyses zoosanitaires sur lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité (lot 2012FRL039). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle - Charente maritime, 17, Réf. 12-126/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu d'analyses zoosanitaires sur lot d'huîtres creuses subissant une hausse de mortalité (lot 2012FRR038). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle - Charente maritime, 17, Réf. 12-125/LGP/REPAMO/CF/CG/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRN051). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Hérouville Saint-Clair - Calvados 14, Réf. 12-124/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT045). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-123/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRT044). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, Vannes - 56, Réf. 12-122/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRA041). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer - Bordeaux, 33, Réf. 12-114/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu intermédiaire d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2012FRL039). DDTM - Direction Départementale du Territoire et de la Mer, La Rochelle - 17, Réf. 12-115/LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 4p.
- François Cyrille, Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Compte-rendu d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lot 2011FRL194). DDTM de Charente Maritime, Direction Départementale des Territoires de la Mer, La Rochelle - 17, Réf. 12-002 LGP/PAT/REPAMO/CF/CG/TR, 3p.
- François Cyrille, Renault Tristan (2012). Détection d'agents infectieux réglementés (MDO/MRC) chez les mollusques marins en France. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire, Direction Générale de l'Alimentation, Paris - 75, Réf. 12-003 LGP/PAT/REPAMO/CF/TR, 156p.
- Garcia Céline, Chollet Bruno, Renault Tristan (2012). Résultats des analyses zoosanitaires (lot 2012FRE090). CRC Bretagne Sud - Auray - 56, Réf. 12-260/LGP/PAT/LNR/CG/BC/TR, 1p.
- Garcia Céline, François Cyrille, Renault Tristan (2012). Compte-rendu d'analyses sur lot à hausse de mortalité chez des huîtres creuses (lots 2011FRP188-2011FRP189). DDTM de l'Hérault et du Gard, Direction Départementale des Territoires de la Mer, Montpellier - 34, Réf. 12-001 LGP/PAT/REPAMO/CG/CF/TR, 4p.
- Garcia Céline, Renault Tristan (2012). Résultats des analyses concernant les huîtres creuses originaires du Brésil. DGAL - Direction Générale de l'Alimentation, Paris - 75, Réf. 12-093/LGP/PAT/LNR/CG/TR, 6p.
- Garcia Céline, Travers Marie-Agnès, François Cyrille, Renault Tristan (2012). Détection de la bactérie *Vibrio aestuarianus* chez les coques *Cerastoderma edule* en France. DGAL - Direction Générale de l'Alimentation, Paris - 75, Réf. 12-333/LGP/PAT/LNR/CG/CF/AG/TR, 4p.
- Garcia Céline, Chollet Bruno, Renault Tristan (2012). Résultats des analyses zoosanitaires (lot 2012FRE136). Professionnel de la Conchyliculture, Réf. 12-368/LGP/PAT/LNR/CG/CB/TR, 1 p.

17 – Exposés dans des réunions professionnelles

Benabdelmouna Abdellah, Maurouard Elise, Ledu Christophe (2012). Bilan des livraisons de géniteurs tétraploïdes aux écloseries françaises. Réunion annuelle Ifremer-écloseries privées. Ifremer centre de Nantes, 17 décembre 2012.

Benabdelmouna Abdellah, Chavane Hervé, Maurouard Elise, Yonneau Caroline, Héroin Débora, Ledu Christophe, Dégremont Lionel (2012). Plan de sauvegarde, synthèse des résultats 2011-2012 et perspectives 2013. Réunion bilan annuelle Ifremer/DPMA/écloseries privées dans le cadre du plan de sauvegarde. Ifremer centre de Nantes, 17 décembre 2012.

18 – Articles de vulgarisation «Plaquette, documents techniques»

19 – Activités de communication «Reportage/interview/Article pour Presse»

Han Ching Luçay & Haure Joël. Une plateforme d'innovation en Vendée pour sortir de la crise ostréicole. Interview pour la revue « Cultures Marines » - Avril 2012 n°255 : 4-5

Morga Benjamin (2012). *Ostrea edulis* peut-elle de nouveau s'imposer ?. Interview pour la revue « Cultures Marines » - Mars 2012 n°254 : p. 5

Renault Tristan (2012). Surmortalités des huîtres : les transferts en question. Interview pour la revue « Cultures Marines » - Mars 2012 n°254 : p. 4

Renault Tristan (2012). Bivalife : les agents infectieux au microscope. Article pour la revue « Cultures Marines » - Mars 2012 n°254 : p. 4

Renault Tristan (2012). Bivalife. Article pour la revue «The Grower» Newsletter for the Association of Scottish Shellfish Growers – Mars 2012: p.15

Renault Tristan (2012). Triploïdies : vers un retrait de l'Ifremer dès 2015. Interview pour la revue « Cultures Marines » - Mai 2012 n°256 : p. 33

Renault Tristan (2012). Les pesticides augmentent la sensibilité à une infection bactérienne. Interview pour la revue « Cultures Marines » - Septembre 2012 n°259 : p. 15

Renault Tristan (2012). La mort de l'huître au nanomètre. Virus et bactéries tueurs. L'herpès virus et la bactérie *Vibrio splendidus* tuent l'huître et questionnent intensément la recherche. Interview pour l'article paru dans le journal « Sud-Ouest » - Jeudi 29 novembre 2012.

Renault Tristan (2012). La japonaise parle au monde entier. Arcachon, le mondial de l'huître soulève les questions sensibles de contrôle du transfert des coquillages et de la biosécurité, en cas de présence d'agents infectieux. Interview pour l'article paru dans le journal « Sud-Ouest » - Vendredi 30 novembre 2012

20 – Revues d'articles scientifiques (Reviewer) (Nombre d'articles & Nom de la revue scientifique)

Arzul Isabelle (2012). 6 Revues d'articles pour «Aquatic Research» (1), «Journal of Invertebrate Pathology» (1), «Diseases of Aquatic Organisms» (1), «Fish & Shellfish Immunology» (2), «Marine Biodiversity Record» (1).

Garcia Céline (2012). 1 revue d'article pour «Diseases of Aquatic Organisms».

Lapègue Sylvie (2012). 5 Revues d'articles pour «Journal of the World Aquaculture Society» (2), «Aquatic Invasions» (2), «Molecular Ecology» (1).

Renault Tristan (2012). 37 Revues d'articles pour «Aquaculture» (5), «Aquatic Toxicology» (2), «CLEAN Soil, Air, Water» (1), «Chinese Journal of Oceanology & Limnology» (1), «Comparative Biochemistry & Physiology» (1), «Conservation Biology» (1), «Developmental & Comparative Immunology» (3), «Diseases of Aquatic Organisms» (3), «Environmental Monitoring & Assessment» (1), «Fish Pathology» (1), «Fish & Shellfish Immunology» (9), «Introduction to Sequence & Genome Analysis» (1), «Journal of Fish Diseases» (1), «Journal of General Virology» (1), «Journal of Ocean University of China» (1), «Marine Drugs» (1), «Molecular Biology Reports» (1), «Plos ONE» (1), Science of the Total Environment» (1), «Virologie» (1). «

21 – Evaluations de projets scientifiques de laboratoires

Lapègue Sylvie (2012). Evaluation de projets pour l'ANR (projets ANR BIOADAPT)

Renault Tristan (2012). Evaluation de projets FP7-PEOPLE-2012 COFUND, Research Executive Agency, 12-16 mars 2012, Bruxelles, Belgique

Renault Tristan (2012). Evaluation des activités scientifiques des laboratoires de l'Anses (Virologie », Maisons-Alfort, 4 au 6 juillet 2012.

Renault Tristan (2012). Evaluation de projets pour l'ANR (projets ANR Blanc).

22 – Contributions à l'enseignement supérieur (nb d'heures, intitulé, lieu, niveau)

Arzul Isabelle (2012). Intervention 2 heures. Pathologie des mollusques marins. Etudiants vétérinaires 5^{ème} année, ONIRIS, Nantes.

Arzul Isabelle (2012). Intervention 3 heures. Maladies des mollusques marins. Master 2 Professionnel «Sciences Halieutiques et Aquacoles », Agrocampus Rennes.

Brizard Raphaël (2012). Intervention 3 heures. Gestion technique et sanitaire d'une écloserie de mollusques bivalves, enjeux et stratégies de production. Licence professionnelle AGDE, Lycée de la Mer et du Littoral, Bourcefranc.

Lapègue Sylvie (2012): Intervention 3 heures. Apport de la génétique pour une meilleure connaissance des populations naturelles et une amélioration des populations cultivées d'huîtres plates et creuses. Master 2 «M2 Approche Intégrée des Ecosystèmes Littoraux», Université de La Rochelle.

Renault Tristan (2012). Intervention 9 heures. 1) Facteurs de risques d'apparition ou d'émergence de maladies infectieuses: relations hôtes, agents infectieux et environnement. 2) Les virus infectant les mollusques marins: un exemple d'actualité, les herpes virus. Licence Professionnelle Environnement & Aquaculture, Université de La Rochelle.

Renault Tristan (2012). Intervention 4,5. Facteurs de risques d'apparition ou d'émergence de maladies infectieuses: relations hôtes, agents infectieux et environnement. Master 1 SPE-Physiologie, Université de La Rochelle.

Renault Tristan (2012). Intervention 15 heures. 1) Mortalités anormales d'huîtres creuses, *Crassostrea gigas* observées en France depuis 2008. 2) Une expérience en terme de parcours professionnel en recherche. 3) Comment financer un projet de recherche: différents guichets (régionaux, nationaux, européens et internationaux. 4) Crédits de fonctionnement et d'investissements: un exemple aux travers des financement du Laboratoire Génétique & Pathologie. 5) Coordination des projets de recherche financés par l'Union Européenne. 6) Un exemple au travers d'une réponse à un appel d'offre dans le cadre de FP7 (Commission Européenne): le projet Bivalife. Master 2 – SPE-EDYLE – Problématique littorale en écologie, Université de la Rochelle