

Rapport d'activités 2013

Laboratoire Environnement Ressources du
Languedoc Roussillon



Rapport d'activités 2013 du Laboratoire Environnement Ressources aquacoles du Languedoc Roussillon

Ifremer - Sète

Photos

J. Oheix © ifremer : vue sous-marine de cordes d'élevage, vue macro de moule et *Ascidies coloniales (Botryllus sp)*, vue macro d'herbier et épibiontes

A. Carreras© ifremer : table ostréicole sur la lagune de Leucate

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		Date de publication : Nombre de pages : 54 Bibliographie : Illustration(s) : Langue du rapport : Français
Validé par : René ROBERT - Responsable Unité LITTORAL Adresse électronique : littoral.dir@ifremer.fr		
Titre de l'article : Rapport d'activités 2013		
Contrat n° Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Auteur(s) principal(aux) : Emmanuelle Roque d'orbcastel	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER / Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes / Unité LITTORAL / Laboratoire LERLR	
Collaborateurs : Personnel du LERLR		
Destinataires : ODE/D LITTORAL/D DYNECO/D		
Résumé Ce rapport présente les activités 2013 du Laboratoire, ses missions, les perspectives 2014		
Mots-clés LERLR, observation, recherche, écologie lagunaire, ressources conchyliques		

1. DEPARTEMENT OCEANOGRAPHIQUE ET DYNAMIQUE DES ECOSYSTEMES (ODE).....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
SIGNET NON DEFINI.	
1.1	PRESENTATION GENERALE DU DEPARTEMENT ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
1.2	ORGANISATION ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
1.3	COMPETENCE GEOGRAPHIQUE DU LABORATOIRE.....10
1.4	FEUILLE DE ROUTE DU LERLR : FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES LAGUNAIRES EXPLOITES 11
1.4.1	Objectifs du LERLR 11
1.4.2	Plateforme analytique du LERLR et démarche qualité 12
1.4.3	Partenariats développés 12
1.4.4	Organigramme du LERLR 13
1.4.5	Répartition des temps agent pour la réalisation des projets 16
1.4.6	Formations reçues 17
1.5	MOYENS FINANCIERS, INFRASTRUCTURES ET EQUIPEMENTS 18
1.5.1	Contrats de recettes 18
1.5.2	Infrastructures et équipements 19
2.	OBSERVATION DES ECOSYSTEMES COTIERS ET LAGUNAIRES - RESULTATS 201320
2.1	RESEAU DE CONTROLE MICROBIOLOGIQUE REMI.....21
2.1.1	MICROPALOURDE22
2.1.2	NOROVIRUS23
2.2	PHYTOPLANCTON ET DES PHYCOTOXINES (REPHY).....24
2.2.1	Réseau d'observation du phytoplancton et des phycotoxines REPHY24
2.2.2	Dynamique de développement de <i>Dinophysis sp.</i> et <i>Vulcanodinium rugosum</i> - MICROTOXEM26
2.2.3	GdR PHYCOTOX26
2.3	CONTAMINATION CHIMIQUE.....27
2.3.1	Réseau d'observation de la contamination chimique (ROCCH)27
2.3.2	ANR PEPSEA (2009-2013)28
2.3.3	PEPSLAG29
2.4	OBSERVATION ENVIRONNEMENTALE ET DIRECTIVE CADRE EAU30
2.4.1	Directive Cadre Eau – campagne 201230
2.4.2	Mise au point et consolidation des indicateurs30
2.5	SUIVI MALAÏGUE31
2.6	INFRASTRUCTURE SEXTANT.....31
2.7	EXPERTISE POPOLLE32
3.	OBSERVATOIRE CONCHYLICOLE ET IMPACT DES FLUCTUATIONS ENVIRONNEMENTALES SUR LES POPULATIONS EXPLOITEES.....33
3.1	OBSERVATOIRE CONCHYLICOLE (RESCO) – RESULTATS 201333
1 EN MEDITERRANEE (THAU) (SITE VELYGER).....	33
3.2	PROJET DE RECHERCHE ICES « IMPACT DES CONDITIONS D'ELEVAGE SUR LA SURVIE DE L'HUITRE CREUSE SUR LA LAGUNE DE THAU»35
3.3	REPAMO35
3.4	VELYGER 201335
3.5	DETERMINISME DU RECRUTEMENT NATUREL DE L'HUITRE CREUSE CRASSOSTREA GIGAS – PROJET PRONAMED II 37
3.6	ANR ACCUTOX.....40
4.	ECOLOGIE DES ECOSYSTEMES LAGUNAIRES41
4.1	RESEAU DE SUIVI LAGUNAIRE (RSL)41
4.2	EVALUATION DU ROLE DES SEDIMENTS ET DES HERBIERS DANS LA RESTAURATION DES ECOSYSTEMES LAGUNAIRE - RESTOLAG42
4.3	DEPART - DEVENIR DU PHOSPHORE ET DE L'AZOTE DANS UN CONTEXTE DE RESTAURATION LAGUNAIRE44

4.4	MARES - ROLE DES MACROPHYTES DANS LA RESTAURATION DES MILIEUX LAGUNAIRES : DISTRIBUTION SPATIALE DE ZOSTERA NOLTII	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
5.	ACTIVITE DES LABORATOIRES D'ANALYSES DU LER/LR	44
5.1	LABORATOIRE PHYTOPLANCTON ET PHYCOTOXINES	44
5.2	LABORATOIRE DE MICROBIOLOGIE	45
5.3	LABORATOIRE DE CHIMIE	45
5.4	LABORATOIRE DE MESURES HYDROLOGIQUES IN-SITU.....	45
6.	PERSPECTIVES 2014	46
7.	PRODUCTION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE.....	48
7.1	REVUES A COMITE DE LECTURE.....	48
7.2	RAPPORTS FINAUX DE CONTRAT	49
7.3	AVIS ET EXPERTISES.....	51
7.4	COMMUNICATIONS DANS DES COLLOQUES ET CONGRES.....	51
7.5	PLAQUETTES ET AUTRES MEDIAS DE GRANDE DIFFUSION	53
7.6	EXPOSES DANS DES REUNIONS PROFESSIONNELLES	53
7.7	FORMATIONS DONNEES	54

1 L'Unité « LITTORAL » (ODE)

1.1 Présentation générale de l'Unité

L'Unité **LITTORAL** est constituée de neuf **Laboratoires Environnement Ressources (LER)** et du **Laboratoire thématique Phycotoxines (PHYC)** répartis sur treize implantations différentes couvrant la totalité du littoral métropolitain.

Les principales missions de ces laboratoires portent sur :

- l'observation du littoral (réseaux de surveillance et diagnostics de la qualité du milieu marin),
- les recherches amont sur le phytoplancton toxique et phycotoxines associées,
- l'étude des écosystèmes littoraux et conchylicoles,
- les études régionales intégrées (interaction littoral ó bassin versant) dans une vision nationale et européenne,
- le suivi de la qualité des produits de l'aquaculture dans le milieu naturel,
- la réalisation d'expertises,
- l'émission d'avis à l'attention des services déconcentrés de l'État,
- la valorisation et le transfert des connaissances.

Missions des LER dans le cadre de l'observation du littoral

- Les LER mettent en òuvre et optimisent, pour les zones géographiques de leur responsabilité, les réseaux de surveillance du milieu et de la ressource : ROCCH, REMI, REPHY, REPAMO, RESCO, MYTILOBS, REBENT.
- Ils collaborent aux nouveaux besoins exprimés par la DCE.
- Ils opèrent des réseaux régionaux contractualisés sur des zones jugées localement plus prioritaires.
- Ils complètent et renforcent les réseaux d'observation pour la compréhension du fonctionnement des écosystèmes littoraux, la validation et la construction de modèles.

Ces dix laboratoires sont engagés dans une démarche Assurance Qualité au niveau de l'ensemble des réseaux existants, avec les procédures d'obtention des accréditations COFRAC conformes aux objectifs qualité de l'Ifremer.

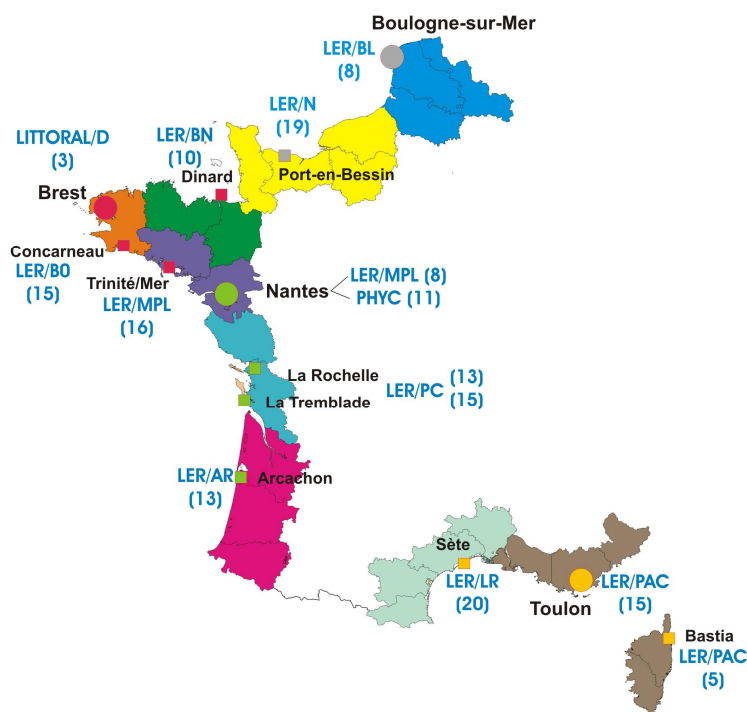
La surveillance est basée sur un échantillonnage régulier et des analyses réalisées selon des protocoles qualité. Les données obtenues enrichissent la base Quadrige² de l'Ifremer. La valorisation des données et le transfert des connaissances sont assurés par des publications scientifiques, des bulletins de synthèse et l'alimentation de sites web. Elles sont ainsi à la disposition de la communauté scientifique, des services de l'État, des collectivités territoriales, des pêcheurs et conchyliculteurs et du grand public.

Les LER sont les interlocuteurs privilégiés des gestionnaires des zones côtières pour les accompagner dans la définition de stratégies de reconquête de la qualité des eaux littorales, de soutien aux filières économiques, de protection et de valorisation des habitats et des ressources.

1.2 Organisation

La compétence géographique des neuf LER porte sur les départements côtiers métropolitains les plus proches de leur(s) implantation(s), à l'exception du LER/MPL dont la compétence s'étend à une partie du département de la Vendée jusqu'à Saint-Gilles-Croix-de-Vie. Chaque LER est dirigé par un chef de laboratoire assisté d'un ou deux adjoint(s) qui assure(nt) la continuité de la décision et du service. L'effectif des agents permanents était de 171 personnes CDI fin décembre 2013. Le laboratoire thématique PHYC, situé au Centre Atlantique de Nantes, interagit fortement avec l'ensemble des LER dans le cadre de la surveillance des phycotoxines. Ce laboratoire a par ailleurs une activité de recherche spécifiquement dédiée à la toxicité des microalgues.

*Implantations & effectifs de l'Unité LITTORAL
au 31/12/13*



Responsable de l'Unité LITTORAL : **Luc Drévès** (2013) / **René Robert** (2014)

Secrétariat : **Marie-Pierre Le Bris-Ménard**

Adjoint : **Jean-Claude Cochard** (2013)

ODE/LITTORAL, Ifremer - Centre de Bretagne, Technopôle Brest-Iroise, CS 10070, 29280 Plouzané.

☎ 02 98 22 44 66

☎ 02 98 22 47 76

email : littoral.dir@ifremer.fr

Effectif au 31/12/13

Centre de rattachement	Laboratoire	Responsable de laboratoire	Adjoint(s)	Site	Cadres	TA	Total CDI
Manche - Mer du Nord	LER / Boulogne (LER/BL)	<i>bvre</i>	Elvire Antajan	Boulogne/Mer	2	6	8
	LER / Normandie (LER/N)	Philippe Riou	Aline Gangnery	Port-en-Bessin	7	12	19
Bretagne	LER / Bretagne Nord (LER/BN)	Claire Rollet	Julien Chevé	Dinard	5	5	10
	LER / Bretagne Occidentale (LER/BO)	Claude Le Bec	Dominique Le Gal	Brest	0	2	15
				Concarneau	6	7	
Atlantique	LER / Morbihan - Pays-de-Loire (LER/MPL)	Nathalie Cochenec-Laureau	Edouard Bédier	La Trinité/Mer	11	5	24
	LER / Pertuis Charentais (LER/PC)	Christian Béchemin	Jean-Côme Piquet	Nantes	4	4	28
				La Rochelle	7	6	
				La Tremblade	6	9	
	LER / Arcachon (LER/AR)	Hélène Oger-Jeanneret	Isabelle Auby	Arcachon	6	7	13
Laboratoire Phycotoxines (PHYC)	Zouher Amzil		Nantes	6	5*	11	
Méditerranée	LER / Languedoc-Roussillon (LER/LR)	Emmanuelle Roque D'Orbcastel	Mathilde Rousselet	Sète	10	10	20
	LER / Provence-Azur-Corse (LER/PAC)	Bruno Andral	Marc Bouchoucha	Toulon	8	7	20
François Galgani			Bastia	3	2		

* dont un TA partagé entre plusieurs laboratoires.

Directeur de l'unité littoral : Luc Drévès (2013) / René Robert (2014)
Secrétariat : Marie-Pierre Le Bris-Ménard
ODE/UL , Ifremer - Centre de Brest, Technopôle de Brest-Iroise, CS 10070, 29280
Plouzané.
☎ 02 98 22 44 66 📠 02 98 22 47 76 email : littoral.dir@ifremer.fr

1.3 Compétence géographique du laboratoire

En termes d'observation, le Laboratoire Environnement Ressources du Languedoc Roussillon (Ifremer, station de Sète) a la responsabilité du suivi des masses d'eau côtières et lagunaires et des zones de productions conchylicoles (moules, huîtres, tellines et palourdes) depuis la frontière espagnole jusque la petite Camargue (départements 30, 34, 11 et 66). Par ailleurs, sur le volet Ressources, le laboratoire intervient sur l'ensemble de la façade Méditerranéenne et Corse en lien avec le LER Provence Alpes Côte d'Azur.

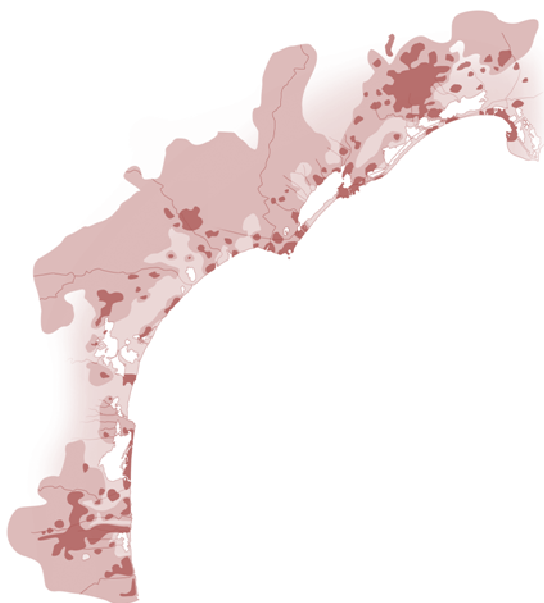


Figure 1 6 Responsabilité géographique du LERLR en termes de surveillance environnementale et sanitaire

Le linéaire côtier du Languedoc-Roussillon, d'environ 200 km est essentiellement sableux, et interrompu de part en part par quelques caps rocheux : Sète, cap d'Agde, massif de la Clape, cap Leucate et cap Béar.

Il abrite, de ce fait, des milieux remarquables que sont les lagunes côtières qui couvrent une surface d'environ 40 000 ha, propice aux activités de cultures marines et à l'exploitation de nombreux gisements coquilliers.

Cela se traduit par la mise en œuvre des réseaux ROCCH (réseau d'observation de la contamination chimique du milieu marin), REMI (réseau de contrôle microbiologique des zones de production), REPHY (réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines), RESCO (réseau conchylicole), REPAMO (réseau de suivi des pathologies des mollusques), REBENT (réseau benthique), VELYGER (écologie larvaire) et RSL (réseau de suivi lagunaire). L'ensemble de ces réseaux permettent de répondre aux besoins des directives européennes (Directive Cadre sur l'Eau et Paquet Hygiène). Le LERLR est responsable de la qualité des prélèvements, des analyses ainsi que de la transmission des données de l'Ifremer aux clients, soit internes (coordonnateurs nationaux des réseaux et autres LER) soit externes (services de l'État, Agence de l'Eau). Le site <http://www.ifremer.fr/lerlr/> présente le laboratoire, ses activités, rapports et publications. Un site dédié aux LER méditerranéens, l'un situé en Languedoc-Roussillon (Sète), l'autre en région Provence-Alpes-Côte d'Azur et en Corse (La Seyne-sur-Mer et Bastia), a été mis en ligne en 2011 : <http://wwz.ifremer.fr/mediterranee/environnement>.

Coordonnées du LERLR

Ifremer - Pôle Mer et Lagunes 6 Avenue Jean Monnet 6 CS 30171 34203 Sète cedex

☎ 04.99.57.32.77 ☎ 04.99.57.32.96

Attention changement d'adresse structure depuis cette année : littoral.lerlr@ifremer.fr

1.4 Feuille de route du LERLR : Fonctionnement des écosystèmes lagunaires exploités

La feuille de route du LERLR a pour objectif de décrire le projet scientifique du laboratoire, qui répond à deux axes stratégiques de Ifremer :

- le développement durable de la conchyliculture : connaître et anticiper par une approche écosystémique les effets du changement global et des pressions existantes sur les écosystèmes marins exploités et analyser leur potentiel d'adaptation. Différents niveaux sont abordés, depuis la variabilité de la reproduction et du recrutement de l'huître, à la survie face aux épidémies et la compréhension des processus d'adaptation des espèces face au changement global,
- le fonctionnement des écosystèmes et développement d'outils au service du bon état écologique : développer une recherche innovante grâce à l'observation afin de mieux évaluer l'état écologique et le fonctionnement des écosystèmes marins, de comprendre leurs réponses aux pressions naturelles et anthropiques, d'anticiper les nouveaux risques et d'apporter un appui aux gestionnaires et aux politiques publiques environnementales (DCE, DCSMMI).

Le projet scientifique du LERLR porte sur l'étude des fluctuations environnementales naturelles ou anthropiques et leur impact sur le fonctionnement des écosystèmes lagunaires et le cas échéant des ressources conchylicoles exploitées.

Mots clés : écosystèmes lagunaires, conchyliculture, observation, contaminants, impacts, benthos, microbiologie, phycotoxines, phytoplancton, chimie des nutriments, qualité, aide à la gestion, expertise

1.4.1 Objectifs du LERLR

Le Laboratoire Environnement Ressources aquacoles du Languedoc Roussillon (LERLR) mène des activités de recherche et d'observation de la zone littorale du Languedoc Roussillon, avec comme objectifs :

- D'acquérir et valoriser des connaissances sur les milieux lagunaires et les ressources conchylicoles exploitées, afin d'apporter des éléments de réponse aux problématiques rencontrées par les acteurs économiques (conchyliculteurs, pêcheurs aux petits métiers, Région),
- D'apporter aux administrations et gestionnaires du littoral (gestionnaires des lagunes, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse,) des connaissances et une aide à la gestion (expertise et outils) sur les aspects environnementaux. Les LER ont également une mission d'expertises et d'avis pour les administrations dans leur domaine de compétences : exploitation des ressources biologiques, salubrité des zones côtières, aménagement littoral, .
- D'apporter aux politiques publiques (DG de l'Alimentation, DG de l'Environnement, ONEMA) un appui à la décision pour la gestion de la qualité des eaux et des ressources conchylicoles des milieux lagunaires et côtiers.

Les côtes méditerranéennes et notamment le Languedoc Roussillon abritent des **écosystèmes lagunaires**, spécifiques, particulièrement productifs, qui représentent 40 000 ha de superficie et près de la moitié du linéaire côtier. Ces écosystèmes lagunaires, d'intérêt économique, social et environnemental, sont particulièrement sensibles du fait de leurs interactions fortes avec le bassin versant et de la pression démographique croissante en périphérie de ces zones. L'anthropisation des milieux est à l'origine de dysfonctionnements majeurs tels que

l'eutrophisation, la dystrophie, et des contaminations diverses. La conchyliculture est une des activités économiques clef de ces écosystèmes, directement dépendante de la productivité et de la qualité du milieu environnant ; la conchyliculture régionale représente 10 % de la production nationale, et Thau 90 % de la production régionale. La pêche aux petits métiers y est plus ou moins développée selon les lagunes. Ce modèle lagunaire est au centre des projets menés par le LERLR ; outre son intérêt pour la compréhension des problématiques régionales, ce modèle est transposable dans d'autres pays présentant des écosystèmes similaires (Portugal, Espagne, Italie, pays du Maghreb..) et au niveau mondial sous d'autres latitudes (Saint Pierre et Miquelon, par exemple).

Le projet du laboratoire s'articule autour de quatre axes de recherche :

- 1. caractérisation des fluctuations environnementales et transferts de matière entre les compartiments,**
- 2. étude de l'impact de ces fluctuations environnementales sur la productivité des milieux et sur la physiologie des populations conchylicoles exploitées,**
- 3. étude des processus de restauration des écosystèmes dans le but de concilier biodiversité et maintien des usages dans un contexte de changement global,**
- 4. développement d'outils pour l'observation environnementale et l'aide à la gestion.**

1.4.2 Plateforme analytique du LERLR et démarche qualité

Le LERLR possède une plateforme analytique composée de laboratoires en microbiologie, observation microscopique du phytoplancton et analyses de phycotoxines (toxines lipophiles, PSP, palytoxines, pinnatoxines) et chimie des nutriments ; les unités techniques sont accréditées COFRAC (n° accréditation 1-1655) pour le dénombrement des *Escherichia coli* (NF V08-106 et ISO/TS 16649-3) et le dosage des phycotoxines paralysantes PSP dans les coquillages depuis 2005 et agréées par le Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-Alimentaire et de la Forêt depuis 2008. Une extension du champ d'accréditation a été obtenue en janvier 2014 pour le dosage des nutriments dans les eaux marines et saumâtres (Méthodes Aminot & Kérouel, 2007). La qualité des résultats des réseaux de surveillance est appuyée par un système d'assurance qualité ISO 17025. Le LERLR dispose d'autres laboratoires en histologie, en biométrie, en hydrologie au sens « instrumentation océanographique » (atelier ADCP pour courant et débit, hydrologie in situ haute fréquence - poisson EasyFish, etc) qui bénéficient des outils qualité développés dans le cadre de la certification ISO 9001 de l'Ifremer.

1.4.3 Partenariats développés

Afin de répondre à ces objectifs, des partenariats scientifiques sont développés au LERLR :

- (1) En externe avec des universités comme celle de Montpellier avec l'UMR ECOSYM, la faculté de Pharmacie et le laboratoire Géosciences, le CEFREM de Perpignan, le MIO de Marseille, les universités de Bordeaux et Aix,
- (2) En interne avec les laboratoires en physiologie (PFOM-LPI), en génétique et pathologie (LGP la Tremblade), sur le phytoplancton (PHYC, LER Concarneau), en modélisation (DYNECO PHYSED), en chimie (BE) et en microbiologie (LSEM et LNR Nantes).

Hors communauté scientifique, les partenaires du LERLR sont les professionnels (comité régional de la conchyliculture en méditerranée CRCM, comité régional des pêches maritimes et des élevages marins CRPMEM), certains établissements publics comme l'Agence de l'Eau RMC et l'ONEMA, les collectivités (Région, départements), les administrations décentralisées (DDTM, DREAL, DDPP, ARS) le centre régional CEPALMAR, et les gestionnaires des milieux (syndicats de gestion des lagunes).

Depuis 2005, Ifremer a signé une Convention Cadre avec l'Agence de l'Eau RMC, qui renforce le partenariat existant depuis 1991 ; cette convention a été renouvelée en 2012 avec comme objectifs 1) d'améliorer les connaissances sur le littoral méditerranéen, les eaux côtières et de

transition et la mer, 2) l'aide à la définition et optimisation des réseaux de surveillance et 3) l'expertise scientifique et technique spécifiques ou d'actualité.

Dans le cadre de la restructuration des équipes scientifiques de la Région, le LERLR intégrera **dès janvier 2015 l'UMR MARBEC (center for marine biodiversity, exploitation and conservation)** regroupant les actuelles UMR EME, ECOSYM, unité BOME-Ifremer Palavas et le LERLR. L'objectif général de l'UMR est *d'étudier la biodiversité marine des écosystèmes lagunaires, côtiers et hauturiers à différents niveaux d'intégration, depuis les aspects moléculaires, individuels, populationnels et communautaires, et les usages de cette biodiversité par l'Homme.*

L'objectif est décliné en trois actions :

- É décrire la biodiversité marine, comprendre sa dynamique et le fonctionnement des écosystèmes marins
- É analyser l'impact des pressions anthropiques sur ces écosystèmes et développer des scénarios de réponses au changement global ;
- É concilier exploitation (en particulier pêche et aquaculture) et conservation et répondre aux attentes sociétales (expertise, innovation, remédiation).

Afin de répondre à ces objectifs, huit thèmes scientifiques ont été identifiés (responsables de thème/*suppléants*) :

- É écologie évolutive et adaptation (JD. Durand / *D. McKenzie*)
- É individus, populations et habitats (N. Bez / *C. Saraux*)
- É fonctionnement et dynamiques des communautés (D. Mouillot / *Y. Shin*)
- É micro-organismes; interactions avec les macro-organismes (D. Bonnet / *S. Villeger*)
- É contaminants : devenir et réponses (C. Lebourlangier / *JH. Lignot*)
- É aquacultures durables (E. Roque d'Orbcastel / *E. Fouilland*)
- É systèmes littoraux d'usages multiples (R. De Wit / *V. Ouisse*)
- É approche écosystémique des pêches (T. Rouyer / *S. Bonhommeau*)

Les agents du LERLR seront principalement positionnés sur les thèmes: Systèmes littoraux d'usages multiples, Contaminants : devenir et réponses, et Aquacultures durables.

1.4.4 Organigramme du LERLR

Le LERLR comporte 20 permanents, 5 chercheurs, 5 ingénieurs et 10 techniciens (figure 2).

E. ROQUE d'ORBCASTEL ó responsable du laboratoire		
M. ROUSSELET ó adjointe, responsable réseaux et responsable qualité		
Secrétariat : D. MARTIN et G. GUILLOUET		Documentaliste : JL. GUILLOU
Ecologie lagunaire <u>A. FIANDRINO, D. MUNARON,</u> <u>V. DEROLEZ, V. OUISSE, J. OHEIX,</u> G. MESSIAEN		Ressources aquacoles <u>F. LAGARDE, P. LE GALL,</u> <u>S. MORTREUX, M. RICHARD,</u> <u>E. ROQUE</u>
Phytoplancton <u>E. ABADIE,</u> C. CHIANTELLA, T. BERTEAUX	Chimie <u>D. MUNARON,</u> M. FORTUNE, G. MESSIAEN	Microbiologie <u>M. ROUSSELET,</u> A. CROTTIER

Figure 2 ó Organigramme du LERLR (cadres et techniciens) ó avril 2014

Le bilan RH de 2013-2014 est le suivant :

- Antoni CARRERAS, technicien phytoplancton est en congé sans solde.
- Vincent OUISSE, recruté en juillet 2013 en tant que chercheur en écologie benthique.
- Marion RICHARD a été recrutée en janvier 2014 en tant que chercheur sur les écosystèmes méditerranéens exploités par la conchyliculture.

Erreur ! Source du renvoi introuvable.

Figure 3 ó Trombinoscope du personnel permanent du LERLR - Mai 2014

En 2013, du personnel CDD, des thésards, post-doctorants, et stagiaires ont contribué aux activités de recherche et surveillance et à la vie du laboratoire (tableaux 2 et 3).

Tableau 2 - Personnels en contrat à durée déterminée (CDD) et stagiaires en 2013

<i>Nom agent</i>	<i>Catégorie</i>	<i>Fonction / thématique</i>	<i>Période</i>	<i>Durée (mois)</i>
Chantal Peurey	CDD technicienne	REPHY Chimie - RESTOLAG	02/05/12 02/05/13	12
Inès Le Fur	CDD Ingénieur	Ecologie ó DCE et RSL	20/02/13 20/05/13	3
Solenn Soriano	CDD technicien	Ressources aquacoles	02/04/13 30/06/13	3
Axel Leurion	CDD technicien	Ressources aquacoles	01/07/13 30/09/13	3
Maeva Baleux	CDD technicienne	REPHY et RESTOLAG	02/04/13 30/08/13	5
Delphine Granger	CDD technicienne	REPHY et REMI	01/06/13 31/05/14	12 (à mi temps)
Thibaut Dinet	CDD technicien	Technicien chimiste	18/11/13 18/09/14	10
Lucas Bérard	Contrat Professionnalisation technicien	Chimie	20/01/14 16/01/15	12
Samuel Bénard	Stagiaire Master 2	Restauration des milieux lagunaires - DEPART	07/01/13 14/06/13	6
Marine Fuhrmann	Stagiaire ingénieur agronome	PRONAMED	04/03/13 31/08/13	6
Meriem Belkahla	Stagiaire master 1	Caractérisation morphologique et moléculaire des kystes de résistance de <i>Vulcanodinium rugosum</i>	16/05/13 22/07/13	2
Djeson Curabec	Stagiaire 2 nd e Pro	Analyses microbio	27/05/13 05/07/13	1
Adrien Caujolle	Stagiaire 1 ^{ère} Pro	Ressources aquacoles	06/05/13 31/05/13	1
Fiona Chevrel	Stage- collègue	Découverte des entreprises	22-24/01/13	1 semaine
Jules Bauchet	Stage -collègue	Découverte des entreprises	09-13/12/13	1 semaine
Anaïs Pascal	Stage-collègue	Découverte des entreprises	09-13/12/13	1 semaine

Tableau 3 - Post doctorants 2013

<i>Nom</i>	<i>Nature</i>	<i>Qualité / sujet</i>	<i>Période</i>	<i>Durée (mois)</i>
Vincent Ouisse	Post doc	Ecologie fonctionnelle ó projet RESTOLAG	04/01/12 30/06/13	18
Martin Ubertini	Post doc	Ressources aquacoles ó projet PRONAMED	03/06/13 05/12/14	18

1.4.5 Répartition des temps agent pour la réalisation des projets

La figure 4 présente la répartition des temps agents par projet pour l'année 2013.

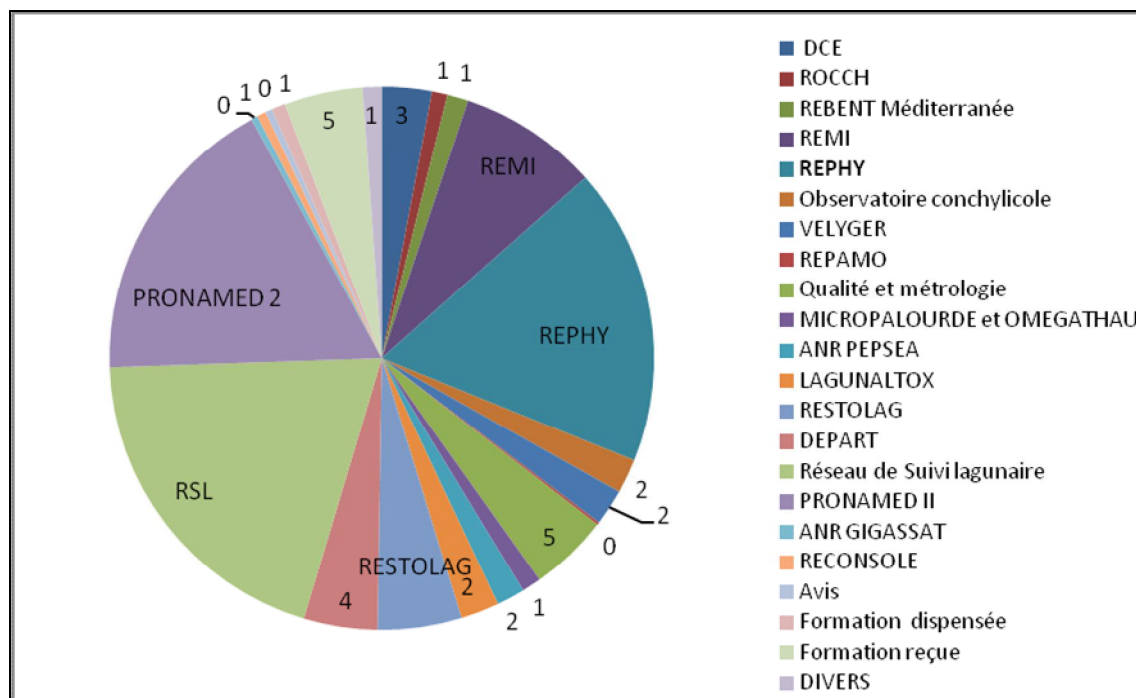


Figure 4 - Répartition des temps agents par projet pour l'année 2013

Les actions dont le volume horaire est <60h/an n'ont pas été représentées.

1.4.6 Formations reçues

Tableau 4 ó Formations reçues par le personnel du LERLR en 2013

Nom	Nature de la formation	Lieu	Durée
ABADIE	Thèse	UM2	3 ans
BERARD	DUT Chimie ó contrat de professionnalisation	Ifremer Sète	02/09/13 31/08/15
DEROLEZ	QUADRIGE 2	Ifremer Nantes	1j
CROTTIER	QUADRIGE 2	Ifremer Nantes	1j
RICHARD	QUADRIGE 2	Ifremer Nantes	1j
LE GALL	QUADRIGE 2	Ifremer Nantes	1j
MORTREUX	QUADRIGE 2	Ifremer Nantes	1j
BERTEAUX	Biochimie des lipides	Ifremer Sète	3j
UBERTINI	Biochimie des lipides	Ifremer Sète	3j
CROTTIER	Biochimie des lipides	Ifremer Sète	3j
LAGARDE	Biochimie des lipides	Ifremer Sète	3j
OHEIX	Taxonomie algues : les macro-algues vertes	Roscoff	3J
OUISSSE	Formation montage projets européens	Ifremer Sète	1j
ROUSSELET	Formation montage projets européens	Ifremer Sète	1j
ROQUE	Formation montage projets européens	Ifremer Sète	1j
UBERTINI	Formation montage projets européens	Ifremer Sète	1j
FIANDRINO	Formation montage projets européens	Ifremer Sète	1j
DEROLEZ	Formation montage projets européens	Ifremer Sète	1j
MUNARON	Formation montage projets européens	Ifremer Sète	1j
RICHARD	Formation montage projets européens	Ifremer Toulon	1j
LAGARDE	Formation montage projets européens	Ifremer Sète	1j
ABADIE	ANGLAIS TECHNIQUE	Sète	Oct-dec
FORTUNE	ANGLAIS TECHNIQUE	Sète	Oct-dec
LAGARDE	Biostatistiques	UM2	Sept-mars2014
LE GALL	EZYWEB	Ifremer Nantes	1J
BERTEAUX	Formation plongée	Sète	4j
ROQUE	Formation plongée	Sète	10J
FORTUNE	Tutorat		2j
MESSIAEN	Méetrologie dans les laboratoires		2j
ROUSSELET	Méetrologie dans les laboratoires		2j
LAGARDE	Reconnaissance larvaire	Nantes	2j
MORTREUX	Reconnaissance larvaire	Nantes	2j
UBERTINI	Reconnaissance larvaire	Nantes	2j
BERTEAUX	Expérimentation animale	Laboratoire Charles River Lyon	7 j

1.5 Moyens financiers, infrastructures et équipements

1.5.1 Contrats de recettes

Les recettes du LERLR sont issues des activités nationales de surveillance (REMI, REPHY, DCE, ROCCH, RESCO, VELYGER, non détaillées ici), et d'études régionales liées aux projets de recherche suivants :

Tableau 5 : Principales recettes du LERLR (situation avril 2013)

Noms des projets (* si porteur projet)	Sujet	Source(s) de financement	Années de l'exercice
Réseau de suivi lagunaire*	Suivi de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation des lagunes de la Région, recherches et innovations méthodologiques	Convention tripartite AERMC – Région et LERLR	2013
PRONAMED*	Déterminisme du recrutement larvaire de l'huître creuse en milieu lagunaire	France Agrimer, Région Ifremer (volet scientifique)	2013- 2015
RESTOLAG*	Restauration des écosystèmes lagunaires : rôle du sédiment et des macrophytes	AERMC – Région LR	2012- 2013
DEPART*	DÉvenir du Phosphore et de l'Azote : Restauration des milieux lagunaires eutrophisés	EC2CO AERMC Région LR	2013- 2014
Bioindicateur isotopique macroalgal*	Développement d'un indicateur isotopique macroalgal	Accord cadre AERMC	2010- 2013
MARES*	Rôle des MACrophytes dans la RESTauration des milieux lagunaires : Distribution spatiale (MARES1)	AERMC	2013- 2014
ACCUTOX	De la caractérisation des déterminants de l'accumulation des toxines paralysantes chez l'huître au risque sanitaire dans son contexte sociétal	ANR CESA	2013- 2016
MICROTOXEM*	Dynamique de développement de <i>Vulcanodinium</i> dans l'étang d'Ingril	AERMC	2013- 2015
PEPSEA	Comportement des produits pharmaceutiques émergents et de leurs métabolites dans les eaux côtières méditerranéennes	ANR CESA	2009- 2013
Lagunes dessalées*	Validation d'un indicateur macrophytes pour les lagunes méso- oligo halines	AERMC	2013- 2014

1.5.2 Infrastructures et équipements

En 2013, le LERLR s'est équipé en nouveaux équipements pour les laboratoires (sonde de température, congélateurs, chaîne d'analyse automatique par oxydation UV dédiée à l'analyse du phosphore total, chambre de culture), pour la métrologie (conductimètre de référence) mais aussi pour les activités de prélèvement *in situ* (principalement des sondes multiparamètres).

1. Observation des écosystèmes côtiers et lagunaires - résultats 2013

Le Laboratoire Environnement Ressources du Languedoc-Roussillon (LER/LR) opère, sur le littoral des départements des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de l'Hérault et du Gard, les réseaux de surveillance nationaux de l'Ifremer **REMI**, **REPHY**, **ROCCH**, le Réseau d'observations conchylicoles **RESCO** (anciennement Observatoire conchylicole - REMORA) ainsi que le **Réseau de Suivi Lagunaire (RSL)**, qui a pour but le suivi du niveau d'eutrophisation des lagunes du Languedoc-Roussillon.

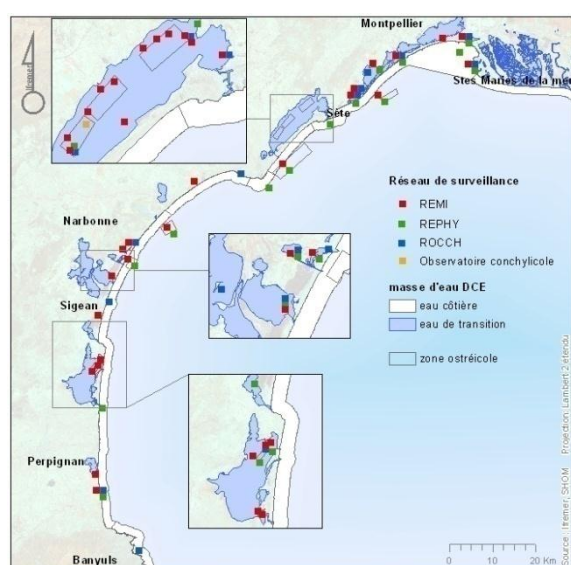


Figure 5 - Observations en Région

En 2013, la surveillance a été appliquée sur 47 points de prélèvements REMI (deux de plus qu'en 2012¹), vingt deux points de prélèvements REPHY, dix neuf points de prélèvements ROCCH (environnemental et sanitaire) et un point RESCO.

L'objectif de ces réseaux est triple :

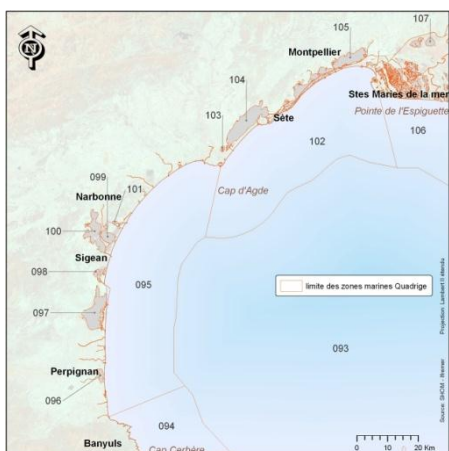
- opérer la **surveillance sanitaire** des coquillages dans les zones de production conchylicole (REMI, REPHY, ROCCH) au titre du paquet Hygiène
- opérer la **surveillance environnementale** des masses d'eau côtières et de transition au titre de la DCE ; ainsi le LERLR contribue à l'organisation et à la réalisation des campagnes de contrôles de surveillance et opérationnel pour l'ensemble des masses d'eau de transition de la façade méditerranéenne en collaboration étroite avec le LER-PAC chargé du volet eaux côtières (REPHY, ROCCH, RSL)
- fournir des **séries temporelles** pour répondre à des besoins de recherches.

Les résultats sont obtenus à partir de données validées extraites de la base Ifremer Quadrige² qui constitue le référentiel national des données de la surveillance des eaux littorales dans le

¹ « Marseillan Plage-est » pour la zone n°102 « Côte Languedocienne » et « Etang du Prévost-Ouest 1 » pour la zone la zone n°105 « Etangs palavasiens ».

cadre du Système national d'information sur l'eau (SIEau). Les résultats sont rattachés à des zones marines présentées en figure 6.

Figure 6 - zones marines du LR



Zones marines Quadrige

093	Méditerranée
094	Côte catalane
095	Littoral de l'embouchure du Tech au Grau d'Agde
096	Etang de Canet
097	Etang de Salses-Leucate
098	Etang de La Palme
099	Etang de l'Ayrolle
100	Etangs narbonnais
101	Etangs grissanais
102	Côte languedocienne
103	Etang du Grand Bagnas
104	Etang de Thau
105	Etangs palavasiens
106	Côte camarguaise

Pour en savoir plus : rapport annuel « Qualité du Milieu Marin Littoral - Bulletin de la surveillance - Départements du Gard, de l'Hérault, de l'Aude et des Pyrénées Orientales » (à télécharger sur <http://envlit.ifremer.fr/documents/publications/>)
En complément aux bulletins régionaux, une synthèse nationale de la surveillance est disponible sur <http://envlit.ifremer.fr/documents/bulletins>

2.1 Réseau de contrôle microbiologique REMI

Le REMI a pour objectif de surveiller les zones de production de coquillages exploitées par les professionnels, et classées A, B ou C par l'administration. Sur la base du dénombrement des *Escherichia coli* dans les coquillages vivants, le REMI permet d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique dans les coquillages et de suivre leurs évolutions, de détecter et suivre les épisodes de contamination. Il est organisé en deux volets :

1/ la surveillance régulière, pour laquelle un échantillonnage mensuel, bimestriel ou adapté (exploitation saisonnière) est mis en œuvre sur les points de suivi. Les analyses sont réalisées suivant les méthodes NF/V08-106² ou ISO/TS 16649-3³. Les données de surveillance régulière permettent d'estimer la qualité microbiologique de la zone. Le traitement des données acquises sur les dix dernières années permet de suivre l'évolution des niveaux de contamination.

2/ la surveillance en alerte, avec trois niveaux d'alerte définis correspondant à un état de contamination : **Niveau 0** : risque de contamination (pluviométrie, dysfonctionnement du réseau...), **Niveau 1** : contamination détectée et **Niveau 2** : contamination persistante. Le seuil microbiologique déclenchant une surveillance renforcée est défini pour chaque classe de qualité (classe A : 230 *Escherichia coli* /100 g de CLI ; classe B : 4 600 *Escherichia coli* /100 g de CLI ; classe C : 46 000 *Escherichia coli* /100 g de CLI).

² Norme NF V 08-106 - octobre 2010. Microbiologie des aliments - Dénombrement des *Escherichia coli* dans les coquillages vivants - Technique indirecte par impédancemétrie directe.

³ Norme XP ISO/TS 16 649-3 - décembre 2005. Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des *Escherichia coli* beta-glucuronidase-positives - Partie 3 : technique du nombre le plus probable utilisant bromo-5-chloro-4-indolyl-3 beta-D-glucuronate

Les prélèvements sont réalisés par l'équipe du LERLR Ifremer, à partir d'embarcations, dans les zones d'élevage de Leucate et Thau, par des professionnels sur les lotissements conchylicoles localisés en mer ainsi que dans la lagune du Prévost et par la société « P2A Développement » sur les gisements naturels de coquillages du littoral.

Afin de répondre à ces objectifs de surveillance, le volume analytique du laboratoire de microbiologie du LERLR de Sète a été de neuf cent analyses en 2013 (dont 20 % en sous-traitance).

Cette année, un seul point sur les quarante sept points de suivi possède une qualité⁴ estimée « bonne » sur les trois dernières années (moules de l'« Etang de l'Angle »). Ce chiffre montre la présence ponctuelle de contaminations microbiologiques sur l'ensemble des lagunes et du littoral du Languedoc Roussillon. trois des quatre filières en mer sont soumises elles aussi ponctuellement à des épisodes de contamination et possèdent une qualité « moyenne ». Sur les 42 autres points de suivi, la moitié environ a une qualité microbiologique estimée « moyenne » et une dizaine possède une qualité « mauvaise » voir « très mauvaise ».

L'analyse montre que les coquillages filtreurs (moules, huitres) présentent des profils de contamination moins dégradés que les coquillages fouisseurs comme les palourdes. L'année 2013 a été marquée par des épisodes de contamination très importants (au-delà de 46 000 *E.coli* /100g CLI) des palourdes de l'Etang des Capellans, étang classé D depuis octobre 2013 (et désormais non suivi dans le cadre du REMI) et au niveau des palourdes de l'Etang du Grazel. La tendance est même à la dégradation pour l'étang de Gruissan.

Au niveau de la lagune de Leucate, les profils de contamination des zones d'élevage sont comparables aux années précédentes et de qualité moyenne.

Sur la Lagune de Thau, la tendance est à l'amélioration pour la plupart des points de suivi situés dans les zones d'élevage.

Une étude de zone finalisée en mai 2013 a permis de compléter le suivi microbiologique de l'étang du Grazel par un point « moules ». Une étude de zone est actuellement en cours (fin prévue 2014) et complétera le suivi microbiologique du littoral par le suivi de gisement naturel de moules au large du Cap d'Agde.

Un produit REMI a été mis en ligne sur <http://envlit.ifremer.fr/>. Sur chacun des points de surveillance sont présentées entre autres : l'estimation de la qualité microbiologique, l'évolution des niveaux de contamination. Un inventaire cartographique est également disponible [http://envlit.ifremer.fr/resultats/surval-carte des points](http://envlit.ifremer.fr/resultats/surval-carte%20des%20points), dont le mode d'emploi est en annexe.

2.1.1 MICROPALOURDE

Le projet MICROPALOURDE, porté par le SMBT et conduit en partenariat avec Ifremer, le CRPMEM et la SDEI, répond à une problématique sur la contamination microbiologique de la zone de pêche n°34.40 des Eaux Blanches, dont les résultats REMI dépassent de façon

⁴ Qualité *bonne* : 100 % des résultats sont inférieurs ou égaux à 230 *E.coli*/100 g CLI ; Qualité *moyenne* : au moins 90 % des résultats sont inférieurs ou égaux à 4 600 *E.coli*/100 g CLI et 100 % des résultats sont inférieurs ou égaux à 46 000 *E.coli*/100 g CLI ; Qualité *mauvaise* : 100 % des résultats sont inférieurs ou égaux à 46 000 *E.coli*/100 g CLI ; Qualité *très mauvaise* : dès qu'un résultat dépasse 46 000 *E.coli*/100 g CLI. L'estimation de la qualité nécessite de disposer de données en quantité suffisante sur la période (24 pour les lieux suivis à fréquence mensuelle ou adaptée, 12 pour les lieux suivis à fréquence bimestrielle).

récurrente le seuil de 4 600 *E.coli* /100 g CLI provoquant des interdictions temporaires de la pêche, du ramassage et de la mise sur le marché des coquillages fouisseurs en provenance de cette zone. Les objectifs de MICROPALOURDE sont de hiérarchiser les sources potentielles de contamination microbiologique de la zone, de quantifier les flux majeurs, d'étudier la corrélation entre ces flux et la contamination de l'eau, du sédiment et des ressources en palourdes et enfin de proposer des mesures de gestion et d'aménagement de la zone en vue de réduire la contamination microbiologique. Les données sont en cours de traitement et le rapport final prévu pour 2014.

2.1.2 NOROVIRUS

2.1.2.1 Projet VIRONIVEAU 2

Suite au groupe de travail sur « la gestion des zones d'élevage conchylicole contaminées par des norovirus » tenu en 2011 avec la DGAI, la DGS, l'Ifremer, les services de l'Etat concernés, le LERLR participe avec le Laboratoire National de Référence de Microbiologie Ifremer à l'acquisition de données sur un niveau de base quantitatif en norovirus dans les coquillages (huîtres) de l'étang de Thau. La campagne VIRONIVEAU 1 a été conduite en 2011-2012 et VIRONIVEAU 2 en 2012-2013. Le projet vise à étudier le lien entre l'éventuel début des toxi-infections alimentaires collectives (Tiac) et la détection de norovirus dans les coquillages. Des prélèvements de coquillages ont été effectués en période sensible sur Thau en 2013 (analyses effectuées au Laboratoire de Microbiologie LNR Ifremer).

La collecte de données pour la détermination d'un éventuel niveau de base en norovirus au cours de la période hivernale n'a pas permis de déterminer celui-ci, du fait de l'absence de plusieurs paramètres fiables comme i) les déclarations de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) liées à la consommation de coquillages originaires des zones étudiées ; ii) les éléments sur la traçabilité des coquillages consommés ; iii) les dysfonctionnements d'assainissement pouvant apporter des eaux usées brutes au littoral...etc. En conséquence le groupe de travail sous l'égide de la DGAI a convenu qu'actuellement ce niveau de base ne pouvait être établi. En conséquence, la quantification virale ne peut pas être utilisée pour la gestion des zones conchylicoles pour la saison à venir 2013-2014.

2.1.2.2 Expertise NOROVIRUS et plateforme OMEGATHAU

Le LERLR a apporté son appui aux services de l'Etat et à la Préfecture dans le cadre de la mission interministérielle sur la maîtrise des pollutions virales pouvant affecter la qualité des coquillages, notamment ceux produits dans l'étang de Thau (Hérault) (rapport téléchargeable http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/CGAAER_11112_2013_coquillage_cle8c4674.pdf). Deux recommandations concernent plus directement Ifremer :

« Recommandation N°6 : mise en place d'une plate-forme de centralisation des données sanitaires, météorologiques et environnementales et destinée à l'alerte est fortement conseillée. Sa gestion devrait être confiée à une collectivité territoriale et contractualisée avec évaluation ».

Dans la continuité du projet OMEGA Thau, le Syndicat Mixte du Bassin de Thau (SMBT) a lancé un groupe de travail sur la mise en place du système d'avertissement précoce des contaminations microbiologiques, à destination des usagers de la lagune de Thau (conchyliculteurs, communes,...). L'objectif est de parvenir à rassembler des données de prévision météorologique (pluviométrie), des données concernant les systèmes d'assainissement et les éventuels dysfonctionnements, ainsi que des données de suivis du

milieu réalisés par les différents acteurs (ARS pour les eaux de baignades, GAMA de Thau Agglo avec les données des bouées SIRENES, ...). Le LERLR a signé pour 2014 une convention de partenariat avec le SMBT pour sa mise en œuvre sur Thau. L'un des objectifs de cette convention est la finalisation et la consolidation de cette plateforme d'avertissement dédiée au partage de l'information environnementale et visant à limiter les risques sanitaires microbiologiques. La convention prévoit une étape de validation scientifique des résultats suivie d'une mise en cohérence du système d'avertissement avec les résultats et le protocole d'alerte sanitaire (REMI).

« Recommandation N° 10 : Les connaissances en matière de virus dans les coquillages doivent rapidement être complétées, aussi bien dans le domaine de la recherche fondamentale que dans celui de la recherche appliquée. Cette impulsion doit se traduire dès le prochain exercice budgétaire ».

Concernant les problèmes de contamination croisée en purification, le projet DepVIRO porté par le LSEM (financement DGAI,) a démarré en 2014 suite à la persistance des Norovirus au cours du process de purification des coquillages (huîtres et moules) et au risque de contamination croisée entre un lot contaminé et un lot indemne.

Les facteurs favorisant la persistance des norovirus dans les coquillages ainsi que le pouvoir infectieux de ces virus sont en cours d'étude au travers d'une thèse au LSEM qui prendra fin en 2016.

Enfin, concernant l'étude de la durée de vie des virus selon les conditions de leur environnement, quelques données de travaux de recherche permettent d'évaluer la durée de vie jusqu'à plusieurs semaines dans le coquillage et dans l'eau, des travaux devraient être poursuivis notamment au niveau du sédiment (réservoir potentiel) dans les années à venir.

2.2 Phytoplancton et des phycotoxines (REPHY)

2.2.1 Réseau d'observation du phytoplancton et des phycotoxines REPHY

Les objectifs du REPHY, d'ordres environnemental et sanitaire, consistent en :

- la connaissance de la **biomasse, de l'abondance et de la composition du phytoplancton** marin des eaux côtières et lagunaires, qui recouvre notamment la distribution spatio-temporelle des différentes espèces phytoplanctoniques, le recensement des efflorescences exceptionnelles telles que les eaux colorées ou les développements d'espèces toxiques ou nuisibles susceptibles d'affecter l'écosystème
- la détection et le suivi des espèces phytoplanctoniques productrices de toxines susceptibles de s'accumuler dans les produits marins de consommation et la recherche de ces toxines dans les mollusques bivalves présents dans les zones de production ou dans les gisements naturels.

Les résultats des observations du phytoplancton, complétés par des mesures de chlorophylle (évaluation de la biomasse) permettent **une observation environnementale**. Ils autorisent l'établissement de liens avec l'eutrophisation ou une dégradation de l'écosystème, de calculer des indicateurs pour une estimation de la qualité de l'eau, d'un point de vue abondance et composition, et de suivre les développements d'espèces toxiques, en relation avec les concentrations en toxines dans les coquillages. Ces données sont utilisées pour répondre aux exigences de la DCE relatives à l'évaluation de la qualité des masses d'eau du point de vue de l'élément phytoplancton et des paramètres physico-chimiques associés. Elles sont également utilisées dans le cadre de la révision de la Procédure Commune de détermination de l'état

d'eutrophisation des zones marines de la convention d'Oslo et de Paris (OSPAR) pour les façades Manche et Atlantique.

Par ailleurs, ces protocoles flores totales et flores indicatrices, sont complétés par un dispositif de **surveillance sanitaire**, avec des points échantillonnés pendant les épisodes toxiques. Des prélèvements de coquillages destinés à la recherche des phycotoxines sont réalisés dans leur milieu naturel (parcs, gisements), et seulement pour les zones de production et de pêche, à l'exclusion des zones de pêche récréative. Les risques connus pour la santé humaine, associés aux phycotoxines, sont actuellement en France liés à trois familles de toxines : toxines lipophiles incluant les diarrhéiques ou DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning), toxines paralysantes ou PSP (Paralytic Shellfish Poisoning), toxines amnésiantes ou ASP (Amnesic Shellfish Poisoning). Les trois familles réglementées sont présentées tableau 7, avec pour chacune d'entre elles, une classification en trois classes, basée sur le seuil de quantification et sur le seuil de sécurité sanitaire en vigueur dans le Règlement européen.

Tableau 6 - Familles, méthodes d'analyses et seuils sanitaires des toxines réglementées

Famille de toxines	Méthode d'analyse	Toxines > seuil sanitaire
AO + DTXs + PTXs (Acide Okadaïque + Dinophysistoxines + Pectenotoxines)	Analyse chimique en CL-SM/SM (Chromatographie Liquide - Spectrométrie de Masse)	Résultat ≥ 160 μg d'équ. AO+PTX2 par kg de chair de coquillages
YTXs (Yessotoxines)	Analyse chimique en CL-SM/SM	Résultat $\geq 1\,000$ μg d'équ. YTX par kg de chair de coquillages
AZAs (Azaspiracides)	Analyse chimique en CL-SM/SM	Résultat ≥ 160 μg d'équ. AZA1 par kg de chair de coquillages
PSP	Bio-essai sur souris	Résultat ≥ 800 μg d'équ. STX par kg de chair de coquillages
ASP	Chromatographie Liquide - Ultra Violet	Résultat ≥ 20 mg d'AD par kg de chair de coquillages

Les stratégies, les procédures d'échantillonnage, la mise en œuvre de la surveillance pour tous les paramètres du REPHY sont décrites dans le Cahier de Procédures et de Programmation REPHY (<http://envlit.ifremer.fr/documents/publications> rubrique phytoplancton et phycotoxines).

En 2013, la présence de *Dinophysis* dans l'étang de Thau a été mise en évidence de mars à octobre notamment dans la crique de l'angle. Même si la concentration en toxines lipophiles dans les coquillages est restée inférieure au seuil de toxicité, le risque *Dinophysis* et toxines lipophiles se confirme dans cette zone.

Dans l'étang de Salses-Leucate, *Dinophysis* a été présent tout au long de l'année quelle que soit la température de l'eau. L'épisode de fin d'année 2013 se caractérise par des teneurs en toxines lipophiles moins importantes qu'en 2012 ; le seuil de toxicité dans les huîtres n'a pas été dépassé.

Les deux points situés en mer (Sète Mer et Barcares) restent marqués par des efflorescences importantes à Diatomées essentiellement dominées par le genre *Pseudo-nitzschia*. Contrairement à 2012, un épisode à *Dinophysis* et toxines lipophiles a été observé sur la côte languedocienne aux points Espiguette et Marseillan-plage Est. Le seuil de toxicité a été dépassé pendant plusieurs semaines dans les tellines pendant la période estivale (juin-août).

Dans les étangs palavasiens, comme en 2012, *Dinophysis* a été identifié (janvier –février). La concentration maximale de toxines est obtenue dans les moules de l'étang de Vic en janvier 2013 avec 204 µg AO+DTXs+PTXs / kg. L'année 2013 confirme également la présence de toxines lipophiles dans les moules d'Ingril Sud tout au long de l'année.

2.2.2 Dynamique de développement de *Dinophysis* sp. et *Vulcanodinium rugosum* - MICROTOXEM

Dans le cadre du suivi REPHY dans les mollusques bivalves, un phénomène de toxicité atypique (mortalité des souris non associée à des toxines réglementées) a été mis en évidence ces dernières années dans l'étang d'Ingril (situé à l'Est de l'étang de Thau, superficie de 685 ha et séparé en deux par le canal du Rhône à Sète). Une nouvelle espèce de dinoflagellé *Vulcanodinium rugosum* a été identifiée et décrite par Nézan et Chomérat (2011). Cette nouvelle espèce est productrice de pinnatoxines qui s'accumulent essentiellement dans les moules. Les concentrations en toxines particulièrement élevées ont été détectées pendant plusieurs mois à l'Ingril. Pour autant cette espèce a rarement été observée dans l'eau. Un doctorat a démarré en 2011 sur «**la dynamique de développement de *Dinophysis* sp. et *Vulcanodinium rugosum* en relation avec les principales caractéristiques physico-chimiques des milieux lagunaires** » en partenariat avec l'équipe EDTA- UMR ECOSYM de l'Université de Montpellier 2, le laboratoire PHYC Ifremer Nantes et le LER FBN de Concarneau. Cette thèse bénéficie d'un cofinancement AERMC, dans le cadre du projet **MICROTOXEM** (2012-2015). Ce projet vise à suivre dans les lagunes de Thau et d'Ingril la dynamique de développement de cette nouvelle espèce épi-benthique *Vulcanodinium rugosum* en relation avec les principales caractéristiques physico-chimiques du milieu. Cette espèce sera isolée de la colonne d'eau et du sédiment, pour permettre son identification morphologique et moléculaire (caractériser les différentes espèces de *Vulcanodinium* ainsi que les variabilités au sein d'une même espèce). Les conditions environnementales qui permettent son développement par une approche in situ et une étude in vitro seront recherchées.



Figure 7 – Points de suivi (campagne de terrain du 15/03/2012 au 26/03/2013).

Lors de cette campagne 153 échantillons d'eau concentrée sur 20 µm ont été prélevés pour un comptage de *Vulcanodinium rugosum*, *Dinophysis* et *Prorocentrum lima*. Douze échantillons de sédiments ont été récoltés. Ces échantillons devraient nous permettre d'estimer la diversité des kystes dans la lagune d'Ingril ainsi que leur répartition géographique. En parallèle, nous espérons identifier le kyste de résistance de *Vulcanodinium rugosum*, ce qui permettrait de confirmer son cycle de vie. La recherche et le dénombrement des formes benthiques de cette espèce dans les trente échantillons de macrophytes ont été réalisés en totalité.

V. rugosum est maintenue en culture dans les laboratoires ECOSYM à Montpellier et PHYC à Ifremer Nantes. Des observations microscopiques régulières ont été réalisées sur 24 h et sur le cycle de croissance de plusieurs semaines dans des conditions optimales de croissance et sous des conditions stressantes (déficit en azote et/ou en phosphore, chute de température qui potentiellement peuvent engendrer la formation de kystes temporaires et/ou de résistance). Les observations en microscopie photonique de la morphologie des cellules végétatives et enkystées combinées à des marquages au DAPI nous ont permis de reconstituer la plus grande partie du cycle de vie de ce dinoflagellé. Plusieurs souches nouvelles ont été isolées et leur génotypage par des méthodes classiques en biologie moléculaire et des parentés phylogénétiques sont en cours (nouvelles séquences comparées à celles déposées dans Genbank). L'étude de la croissance algale a été effectuée sur des cultures en batch. Nous avons étudié l'assimilation en azote de *V. rugosum*. Différentes sources d'azote organique et inorganique ont été testées. Le suivi des cultures a été réalisé tous les jours par dénombrement à l'aide d'une cellule de Nageotte. Simultanément des échantillons ont été fixés (formol) pour mesurer les variations morphologiques (tailles et formes) à l'aide d'un logiciel d'analyse d'images microscopiques (FLOWCAM). Les variations de production de pinnatoxines G et de chlorophylle *a* en fonction de ces sources d'azote ont été étudiées.

2.2.3 GdR PHYCOTOX

En 2012, un groupement de recherche CNRS/IFREMER a été créé sur les algues toxiques et biotoxines marines (GdR PHYCOTOX). Le LERLR est membre de ce GdR.

2.3 Contamination chimique

2.3.1 Réseau d'observation de la contamination chimique (ROCCH)

Le principal outil de connaissance des niveaux de contamination chimique du littoral était le suivi RNO mené depuis 1979 par Ifremer devenu ROCCH en 2008.

Les mollusques bivalves (moules, tellines, palourdes), par leur propriété de bioaccumulation, sont utilisées comme indicateurs quantitatifs de la contamination du milieu où ils vivent (métaux, contaminants organiques hydrophobes). Jusqu'en 2007 inclus, le RNO a mesuré les métaux (Ag, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn), les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP), les PCB, le lindane et les résidus de DDT. Depuis sa restructuration en 2008, intégrant la mise en œuvre de la DCE, la surveillance des contaminants chimiques dans le cadre du ROCCH est décentralisée auprès des agences de l'eau, et les analyses font l'objet d'appels d'offres. Les résultats de cette nouvelle stratégie ne sont pas disponibles pour le moment. Les modifications des stratégies d'échantillonnage au cours du temps ont eu pour conséquence des changements de fréquence (1979-2003 : quatre échantillons par an ; 2003-2008 : deux échantillons par an ; à partir de 2008, un échantillon par an). La surveillance chimique coordonnée et réalisée par Ifremer concerne dorénavant les trois métaux réglementés au titre de la surveillance sanitaire (Cd, Hg et Pb).

Tableau 7 - Seuils figurant dans les règlements européens n°466/2001 et n°221/2002 fixant les teneurs maximales en contaminants dans les denrées alimentaires

	Teneur en mg/kg de poids humide (p.h.)	Equivalent en mg/kg de poids sec (p.s.)
Cadmium	1,0 mg/kg, p.h.	5,0 mg/kg, p.s.
Mercure	0,5 mg/kg, p.h.	2,5 mg/kg, p.s.
Plomb	1,5 mg/kg, p.h.	7,5 mg/kg, p.s.

Tous les résultats 2013 sont conformes aux seuils réglementaires sanitaires. Les niveaux de contamination les plus significatifs par rapport aux médianes nationales sur les cinq dernières années concernent :

- le point « Embouchure de l'Hérault » (095-P-026) avec une médiane en plomb 360 % fois plus importante que la médiane nationale ;
- le point « Etang de l'Ayrolle » (099-P-001) qui présente des niveaux deux fois plus importants que les médianes nationales en plomb et zinc ;
- le point « Etang de Bages » (100-P-011) possède toujours un niveau important en cadmium avec une médiane sur les cinq dernières années de 540 % par rapport à la médiane nationale. Les prochaines données ROCCH à ce point permettront de vérifier l'efficacité des actions menées en 2013 pour réduire la rémanence de ce contaminant.

Pour plus d'information : <http://envlit.ifremer.fr/>

Les séries temporelles sont consultables sur le site <http://envlit.ifremer.fr/>, rubrique " Résultats ", puis " Surval ".

2.3.2 ANR PEPSEA (2009-2013)

Le projet ANR PEPSEA "Behaviour and fate of selected pharmaceutical and endocrine disrupting compounds and their relevant metabolites in coastal Mediterranean waters" associe le DSESP (Faculté de pharmacie de Montpellier, UMR Hydrosociences), le Laboratoire Pharmacologie Médicale et Toxicologie (C.H.U. Lapeyronie de l'Université Montpellier 1), le Laboratoire Chimie de l'environnement (Université d'Aix-Marseille) et le LERLR. L'objectif a été de mieux comprendre le devenir de molécules émergentes en milieu marin (médicaments, produits de soin, filtres UV), notamment à l'exutoire d'émissaires de rejets en mer d'eaux traitées par des stations d'épuration d'agglomérations côtières. Pour cela, des campagnes de prélèvement couplées à des expérimentations en laboratoire, et de la modélisation ont été mises en œuvre. Les recherches ont porté plus particulièrement sur :

- la caractérisation d'une série de substances et de leurs produits de transformation dans l'eau, les sédiments, le biote autour des émissaires de Montpellier et Marseille,
- l'étude des flux de substances rejetées par une station d'épuration d'eaux usées dans un contexte régional (Montpellier),
- le développement analytique de composés émergents sur diverses matrices (sédiments, matière vivante, échantillonneurs passifs),
- la compréhension de mécanismes particuliers qui contrôlent le transfert et la transformation des polluants organiques dans les eaux marines côtières,
- la prédiction des concentrations environnementales afin d'apporter des informations sur les risques environnementaux aux gestionnaires des eaux, aux autorités de santé et aux professionnels impliqués dans les stratégies visant à réduire les pollutions de l'environnement marin.

Des résidus de médicaments ont été retrouvés, à très faible concentration, dans l'eau et le sédiment à proximité des rejets en mer. Ils se retrouvent dans des moules mise en cages sur ces sites, résultat d'une concentration rapide mise en évidence en laboratoire. La phototransformation en dérivés halogénés, potentiellement toxiques, et le rôle du sédiment comme réservoir de produits pharmaceutiques ont été mis en évidence. Adapter ou développer un outil de prédiction de la diffusion d'un rejet autour des émissaires sous-marins est nécessaire à la prévision de la vulnérabilité des sites. Une première étape a été franchie en prédisant les concentrations d'un antiépileptique et ses métabolites en mer. Des collaborations fructueuses ont été établies avec l'Agence Régionale de Santé, l'Université de l'Algarve et l'Université Libanaise. La phase de valorisation des résultats est en cours.

Pour en savoir plus :

Fenet H., et al., 2014. Reducing PEC uncertainty in coastal zones: a case study on carbamazepine, oxcarbazepine and their metabolites. *Environment International*, Vol. 68, 177-184. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2014.03.025>

Bueno M. J. Martinez, et al., 2014. Occurrence of venlafaxine residues and its metabolites in marine mussels at trace levels: development of analytical method and a monitoring program. *Analytical And Bioanalytical Chemistry*, Vol. 406 (2), 601-610. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00168/27877/>

Gomez E., et al., 2012. Bioconcentration of two pharmaceuticals (benzodiazepines) and two personal care products (UV filters) in marine mussels (*Mytilus galloprovincialis*) under controlled laboratory conditions. *Environmental Science and Pollution Research*, 19 (7), 2561-2569. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-012-0964-3>

Bachelot M., et al, 2012. Organic UV filter concentrations in marine mussels from French coastal regions. *Science of The Total Environment*, 420, 273-279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.12.051>

2.3.3 PEPSLAG

Grâce à l'expérience du PEPS⁵ le projet **PEPS-LAG** ciblé sur les lagunes a été réalisé en 2010 par l'Ifremer, avec le concours financier de l'AERMC. L'objectif a été de caractériser le niveau d'exposition des lagunes aux contaminants chimiques. Vingt trois masses d'eau de transition réparties sur sept départements côtiers en LR et PACA ont été échantillonnées au moyen d'échantillonneurs intégratifs (SBSE, POCIS et DGT) entre mai et août 2010. Cent quarante et un contaminants issus de différentes familles chimiques (pesticides, médicaments, alkylphénols, HAP, PCB et métaux traces) ont été recherchés (analyses réalisées jusqu'en 2012) et leurs teneurs comparées aux Normes de Qualité Environnementales, lorsque celles-ci existent.

La plupart des contaminants disposant d'une NQE ne la dépasse pas, à l'exception du cuivre, des insecticides organochlorés de la famille des cyclodiènes, des lindanes et de l'insecticide endosulfan. **Vingt masses d'eau de transition sur les vingt trois suivies sont considérées comme étant en mauvais état chimique à cause de ces polluants** et seulement trois (La Palme, Bagnas et Ponant) sont en bon état vis-à-vis des objectifs fixés par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Sur les vingt masses d'eau en mauvais état, dix neuf le sont en raison d'un déclassement par au moins un **insecticide organochloré**.

Munaron D., Hubert M., Gonzalez J-L., Tapie N., Budzinski H., Guyomarch J., Andral B., 2013. PEPS-LAG : Projet échantillonneurs passifs pour la surveillance de la contamination chimique des lagunes méditerranéennes. Rapport Ifremer RST/LER/LR 13-01, Février 2013. 79p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00134/24495/>

⁵ Munaron D., Tapie N., Budzinski H., Andral B., Gonzalez J.-L. (2012). Pharmaceuticals, alkylphenols and pesticides in Mediterranean coastal waters: Results from a pilot survey using passive samplers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 114, 82-92. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2011.09.009>, Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00069/17994/>

Gonzalez Jean-Louis, Budzinski Helene, Tapie Nathalie, Munaron Dominique (2009). PROJET PEPS Méditerranée (Pré étude: Echantillonnage Passif pour la Surveillance de la contamination chimique). <http://archimer.ifremer.fr/search.jsp?record=33>

2.4 Observation environnementale et Directive Cadre Eau

2.4.1 Directive Cadre Eau – campagne 2012

Trois campagnes de surveillance ont eu lieu en 2006, 2009 et 2012. En 2009, s'ajoutait une campagne de contrôle opérationnel. Les données acquises lors de la campagne 2009 ont permis une évaluation de l'état écologique des masses d'eau, rapportée à l'Europe dans le cadre du premier plan de gestion (2004-2009). La troisième campagne de surveillance a été réalisée en 2012 et clôture le 1^{er} plan de gestion. Le LERLR a coordonné la campagne sur les treize masses d'eau de transition lagunaires. Les résultats montrent que pour deux tiers des masses d'eau lagunaires, la qualité biologique est déclassée par le compartiment macrophytes (état moyen à mauvais), tel qu'observé lors des précédentes campagnes. Le phytoplancton est l'élément biologique le plus déclassant pour un tiers des lagunes.

Les niveaux de contamination chimique ont été renseignés grâce à la mise en œuvre de stations artificielles de moules et l'utilisation des échantillonneurs passifs. Près de la moitié des lagunes présentent un état chimique mauvais, en raison du mercure, de l'endosulfan, du 4-nonylphénol (4NP), du diuron ou des HAP.

Oheix Jocelyne, Derolez Valerie, Malet Nathalie (2014). Diagnostics des macrophytes des lagunes corses réalisés en 2012 dans le cadre de la DCE. Rapport opérationnel.

Andral Bruno, Derolez Valerie, Sargian Peggy (2013). Réseaux de surveillance DCE - Campagne 2012 – District « Rhône et côtiers méditerranéens ».

Andral Bruno, Derolez Valerie, Sargian Peggy (2013). Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District « Corse ».

Le rapport DCE 2012 sera disponible sous Archimer et les résultats mis à jour dans l'atlas cartographique DCE⁶.

2.4.2 Mise au point et consolidation des indicateurs

Le travail de mise au point et de consolidation des indicateurs et grilles de qualité pour les eaux de transition lagunaires s'est poursuivi en 2013.

2.4.2.1 Indicateur macrophytes – AERM&C

L'indicateur macrophytes développé par le LERLR pour le suivi des lagunes poly et euhalines dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) 2000/60/CE a été validé en septembre 2012 par la Commission européenne, suite au processus d'intercalibration expertisé par la Direction Général de l'Environnement (DG-ENV), des reviewers extérieurs et par le Joint Research Centre (JRC). Un travail d'adaptation des indicateurs macrophytes pour les lagunes oligo-mésohalines (salinité < 18), financé par l'Agence de l'eau, a été mené par la Tour du Valat et Ifremer. L'objectif est de définir une méthodologie et un indicateur adaptés aux lagunes méditerranéennes oligo-halines et meso-halines.

Sanchez A.E., Grillas P (2013). Mise au point d'un indicateur DCE compatible pour les lagunes oligo et mésohalines. Rapport final. 80 p.

⁶ http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/la_dce_par_bassin/bassins_rhone_mediterranee_et_corse/fr

2.4.2.2 Utilisation de la signature isotopique des macro-algues comme bio-indicateur de l'origine et de la dispersion des apports azotés en milieu lagunaire

Les lagunes reçoivent par l'intermédiaire de leur bassin versant des apports importants, notamment d'azote et de phosphore essentiellement liés aux rejets de stations d'épuration et aux activités agricoles, qui, combinés au faible renouvellement des masses d'eau, rendent les lagunes particulièrement sensibles à l'eutrophisation. Dans ce contexte, la mise en place de stratégies de gestion des milieux lagunaires et côtiers apparaît primordiale et requiert des outils capables d'identifier l'origine des apports sur les bassins versants et leur dispersion à l'exutoire des rejets. L'utilisation de la signature isotopique de l'azote ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) des macroalgues est donc proposée afin de déterminer l'origine et la dispersion des rejets azotés des stations d'épuration en milieu lagunaire méditerranéen. Le rapport final est en cours de validation et sera bientôt disponible sous Archimer.

2.5 Suivi malaïgue

Depuis 2007, le LERLR est impliqué, au côté de divers partenaires, dans un suivi régulier de l'oxygène de la lagune de Thau pour détecter un éventuel départ de malaïgue. Le suivi préventif malaïgue sera de nouveau mis en place pour l'été 2014 sur la Lagune de Thau, avec les acteurs suivants :

- le CRCM réalise les mesures au niveau des tables conchylicoles,
- le LERLR assure les mesures au large, la coordination scientifique et l'analyse des données,
- la Communauté de Commune du Nord du Bassin de Thau effectue les mesures en bord de lagune,
- Thau Agglo assure les mesures au large de Sète et de Marseillan (bouées Sirène).

Le Syndicat Mixte du Bassin de Thau coordonne le suivi, collecte les données et édite les bulletins d'information hebdomadaire. Les bulletins sont mis en ligne sur le site internet du SMBT : <http://www.smbt.fr/content/le-suivi-pr%C3%A9ventif-mala%C3%AFgue>

L'été 2013 a été caractérisé par des niveaux d'oxygénation satisfaisants sur les stations au large et dans les zones conchylicoles de l'étang. Les stations de bordure sont comme chaque année marquées par des concentrations plus faibles, pouvant engendrer un stress biologique localement, mais sans conséquence sur le reste de l'écosystème en 2013.

2.6 Infrastructure Sextant

Sextant est une infrastructure de données géographiques marines et littorales. Accessible via l'extranet et l'internet, Sextant a pour vocation de collecter et mettre à disposition un catalogue de données de référence, relevant du milieu marin.

D'une manière générale, Sextant vient en soutien aux problématiques environnementales telles que la biodiversité, les énergies renouvelables en mer, la gestion intégrée des zones côtières, la pêche, l'environnement littoral et profond, l'exploration et l'exploitation des fonds marins. Répondant aux normes de l'ISO et aux standards de l'OGC, Sextant est interopérable avec les portails d'information géographique. <http://sextant.ifremer.fr/fr/accueil>

Au sein du LERLR, un catalogue (catalogue LER_LR) est mis en place afin d'archiver les données géographiques de référence du laboratoire.

2.7 Expertise POPOLLE

En août 2013, le LERLR a été contacté par le CRPMEM concernant le phénomène localement appelé « Popolle ». Il se caractérise par l'apparition d'un dépôt sur matériel de pêche (filet, palangre, nasse, casier) et est observé chaque année dès le printemps par les pêcheurs du Languedoc Roussillon et réduit les prises de pêche. Les observations du CRPMEM montrent que le phénomène est présent dans l'ensemble de la colonne d'eau (avec une densité plus importante dans la partie "fond" et ce jusqu'à 100 m), depuis la côte jusqu'à environ 10 milles nautiques. En 2013, un tel phénomène a été observé lors de la première quinzaine d'août impactant de façon importante l'activité des pêcheurs.

L'observation microscopique des échantillons prélevés par les professionnels et mis à la disposition du LERLR en septembre n'ont pas mis en évidence de taxons de phytoplancton prédominant. Le LERLR a ensuite mis en contact le CRPMEM avec l'IMA (Institut des Milieux Aquatiques de Bayonne – contact Nicolas Susperregui) qui étudie, depuis 2010, un phénomène semblable, nommé « LIGA » sur les côtes basques. Un projet « LIGA » financé par l'agence de l'eau Adour-Garonne, la région aquitaine, et la FFP a démarré en 2013 et devrait se poursuivre jusqu'en 2016 en vue d'étudier la dynamique fonctionnelle du «LIGA» et ses implications sanitaires. Les résultats de leurs recherches permettront d'identifier si des taxons de phytoplancton sont responsables de la sécrétion de mucus observée et si les périodes d'apparition de ce phénomène correspondent à un stress particulier (exemple : déséquilibre du ratio nitrates/phosphates dans le milieu).



Figure 8 - Filets chargés en boues à Vendres (23/08/2013) (T.Serrazin – CRPMEM LR/2013)

2. Observatoire conchylicole et impact des fluctuations environnementales sur les populations exploitées

3.1 Observatoire conchylicole (RESCO) – résultats 2013

Le réseau **REMORA** a suivi depuis 1993 les performances d'élevage de deux classes d'âge (« 18 mois » ou adultes, et « naissain » ou juvéniles) de l'huître creuse *Crassostrea gigas* sur les principales régions ostréicoles françaises. Depuis 2012, cet observatoire conchylicole est renommé **RESCO**. Sur chacun des treize sites atelier, des lots d'huîtres de référence et correspondant aux classes d'âge naissain (ou juvéniles, < 1 an) et adultes (ou 18 mois) sont positionnés et suivis de mars à décembre. Le lot d'huîtres de la classe d'âge « 18 mois » fait également l'objet, sur cinq sites du réseau, du suivi de la reproduction de l'espèce dans le cadre du réseau **VELYGER**.



Figure 9- Sites RESCO et VELYGER

En mars 2013, Ifremer a installé dans la zone conchylicole de Marseillan un lot d'huîtres creuses adultes (18 mois) provenant d'un captage naturel d'Arcachon et six lots de naissain d'huîtres, trois issus de captage naturel (Arcachon, Bourgneuf et Marennes) et trois lots triploïdes issus de trois écloséries privées. La croissance des huîtres adultes a été suivie à une fréquence bi mensuelle sauf pour la période d'avril à septembre où le pas d'échantillonnage a été hebdomadaire pour mieux appréhender la gamétogénèse et les pontes. Pour les lots de naissains les variables mesurées ont été récoltées bimensuellement. La mortalité des lots de naissains a été suivie à une fréquence hebdomadaire voir bihebdomadaire en période de pics de mortalité.

- **Résultats 2013 - Naissain**

- **Mortalité**

Sur la lagune de Thau, un très fort pic de mortalité a été observé semaine 20, entre les 14 et 17 mai (à une température de l'eau proche de 18°C et 20 jours après le franchissement du seuil de 16°C) sur l'ensemble des six lots. Pour trois d'entre eux (deux lots issus de captage naturel et un d'éclosérie), le taux de mortalité cumulée est passé de 0 % à plus ou moins 80 %. Dans ce même intervalle de temps, les trois autres lots sont passés d'une valeur proche de 0 à 50 %. Mi-juillet un nouveau pic de mortalité (de moindre amplitude) a été observé sur ces trois

derniers lots. Au final, la mortalité cumulée des six lots de naissains a atteint 86 % en moyenne avec un maximum de 95 % et un minimum de 63 %. La moyenne des mortalités cumulées des lots issus de captage naturel est de 83 % et celle des lots issus d'écloseries est de 88 %. En 2012, ces mortalités étaient respectivement de 75 et 70 % pour le captage naturel et les lots d'écloserie.

- ***Croissance pondérale***

La croissance des lots de juvéniles débute significativement après les épisodes de mortalité. Cette latence de croissance pourrait provenir du stress engendré par l'infection. Néanmoins il se peut que ce résultat provienne d'un biais expérimental lié aux phénomènes de densité-dépendance. En effet, la densité par poche au temps initial est de 300 individus, densité à laquelle la compétition trophique est significative. Au contraire, après le phénomène de mortalité, cette densité est réduite de 90 %, favorisant ainsi la croissance par la diminution de compétition pour la nourriture ; le lot ayant subi la plus forte mortalité a obtenu la meilleure croissance. La croissance des lots de naissain est restée inférieure à celle des années antérieures. En 2012, le naissain issu de captage naturel atteignait en moyenne 40 g et 64 g pour celui d'écloserie. En 2013 il n'a atteint respectivement que 26 et 39 g soit une différence de poids total de 35 et 40 %.

- **Adultes - Résultats 2013**

- ***Mortalité***

La mortalité des huitres adultes observée en 2013 dans la lagune de Thau est comparable à l'année 2012, avec un taux de mortalité moyen de 13 % en fin de cycle. Contrairement à 2012, il n'a pas été observé de mortalité automnale sur les lots suivis dans le cadre du RESCO. Le bassin de Thau se situe dans la moyenne nationale dont l'amplitude fluctue entre 4 à 31 %.

- ***Croissance***

En 2013, la croissance pondérale des adultes a été plus faible qu'en 2012, année marquée par une faible croissance. Alors que le poids des huîtres adultes en fin de cycle atteignait 48 g au 15/01/2013 pour le lot de 2012, ce dernier n'a pas dépassé 35 g en 2013. La croissance des adultes a été si faible que le naissain de 2013 bien qu'ayant lui aussi obtenu de mauvais résultats en terme de croissance arrive à un poids comparable (moyenne de 33 g) à celui de l'adulte.

En 2012, les adultes étaient conditionnés dans dix huit paniers contenant chacun 50 individus alors qu'en 2013, ils ont été regroupés dans trois poches parallélépipédiques abritant chacune 300 individus. L'augmentation des densités de stockage pourrait être à l'origine de ces faibles croissances. En effet, le même lot d'huitres, placé dans des poches à plus faible densité de stockage (150 individus : PRONAMED) a conduit à une meilleure croissance que celui de RESCO 2013, élevé à 300 individus par poche.

a. **Projet de recherche ICES « Impact des Conditions d'Élevage sur la Survie de l'huître creuse sur la lagune de Thau »**

Le **projet de recherche ICES** a été conduit au LERL en 2011-2012. Cette étude avait pour objectif principal de déterminer les facteurs explicatifs de la dynamique spatio-temporelle des surmortalités d'huîtres creuses dans la lagune de Thau. Les facteurs étudiés étaient : la pathologie (détection d'ADN appartenant à *Ostreid herpesvirus 1 OsHV-1* et au groupe bactérien *Vibrio splendidus*), l'état énergétique des huîtres (triglycérides, sucres totaux et acides gras comme marqueurs trophiques), les pratiques d'élevage et l'hydrodynamique. Une publication présente les résultats de ces travaux de recherche :

Pernet Fabrice, Lagarde Franck, Jeanne Nicolas, Daigle Gaetan, Barret Jean, Le Gall Patrik, Quere Claudie, Roque D'Orbcastel Emmanuelle (2014). Spatial and Temporal Dynamics of Mass Mortalities in Oysters Is Influenced by Energetic Reserves and Food Quality. Plos One, 9(2), e88469. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0088469> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00181/29249/>

3.3 REPAMO

La DDTM34 a recensé cent soixante et treize déclarations de mortalités (300 en 2012 et 326 en 2011) entre début avril et mi novembre 2013 avec une mortalité moyenne de 61 %. Celles-ci ont été principalement rédigées par des exploitants possédant de nombreuses tables d'exploitation. La mortalité observée sur les adultes (huîtres de deux ans et plus) est observée tout au long de l'année avec une moyenne de 35 %. Pour le naissain, on note une prépondérance de déclaration (81 %) concernant les lots issus d'écloserie. La répartition est de 59 % de lots triploïdes contre 41 % de lots diploïdes. La DDTM66-DML n'a pas transmis de fiche en 2013.

La mortalité observées par les producteurs sur les moules n'ont fait l'objet d'aucune déclaration.

Le Réseau REPAMO a été saisi pour effectuer un prélèvement, sur un lot d'huîtres creuses prêtes à la commercialisation tout début juillet.

Comme les années antérieures, le LERL a participé, mi septembre, à la mission d'expertise de la mortalité dans la lagune de Thau.

3.4 VELYGER 2013

L'Ifremer a mis en place en 2008, à la demande du CNC, un réseau national de suivi de la reproduction de *C. gigas* : VELYGER⁷. Depuis 2011, le maintien et la gestion de ce réseau sont assurés dans le cadre d'une convention entre Ifremer et la DPMA. VELYGER fait partie intégrante, sur cinq de ses treize sites-ateliers, de l'Observatoire Conchylicole RESCO, et vient compléter au niveau de la reproduction et du recrutement dans les principaux bassins de

⁷ Pouvreau S., Bernard I., Le Souchu P., Huvet A., Talarmain E., Auby I., Maurer D., Barbier C., Tournaire M.-P., D'Amico F., Rumebe M., Neaud-Masson N., Bédier E., Martin A.-G., Claude S., Langlade A., Bouget J.-F., Hitier B., Stanisiere J.-Y., Breerette S., Robert S., Guilpain P., Seugnet J.-L., Guesdon S., Soletchnik P., Le Moine O., Dumas F., Quemener L., Barbot S., Repecaud M., Mille D., Geay A., Bouquet A.-L. (2011). Projet Velyger (2008-2010) : Observer, Analyser et Gérer la variabilité du recrutement de l'huître creuse en France. Rapport de synthèse. R.INT.BREST/PFOM/PI 2010-2, 80p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00054/16489/>

captage, les descripteurs de l'Observatoire. Le suivi est assuré par les LER ainsi que par le PFOM/LPI (Brest) qui pilote ce réseau. VELYGER assure la diffusion d'informations en temps quasi-réel via un site internet dédié.

L'année 2013 a été la troisième pour le suivi de la lagune de Thau, qui présente un fonctionnement à part en terme de captage par rapport aux bassins de la façade atlantique sur la plupart des étapes suivantes (Pouvreau *et al*, 2014). Les concentrations en phytoplancton en 2013 (figure 10a) ont été plutôt faibles dans la lagune de Thau. La température de l'eau, froide en hiver et proche de la normale au printemps, ont finalement été très élevées en été (figure 10b). L'indice de condition⁸ (figure 10c) est faible en 2013, IC = 69 (contre 56 en 2012). Malgré une ponte d'intensité normale, des abondances de larves élevées et une bonne survie des cohortes, le captage 2013 y est très variable ce qui positionne l'étang de Thau en dehors du modèle de fonctionnement admis pour le cycle de reproduction de l'huître creuse sur la façade atlantique. Sur ce site, il semble que la métamorphose constitue un verrou biologique qui pourrait être levé en adoptant des pratiques zootechniques. Cette optimisation zootechnique fait en partie l'objet d'un projet : le projet PRONAMED 2 (cf. paragraphe suivant). L'étang de Thau (Figure 10d) est caractérisé par un captage faible à modéré avec des valeurs extrêmement variables de 8 à 122 naissains par couplelle.

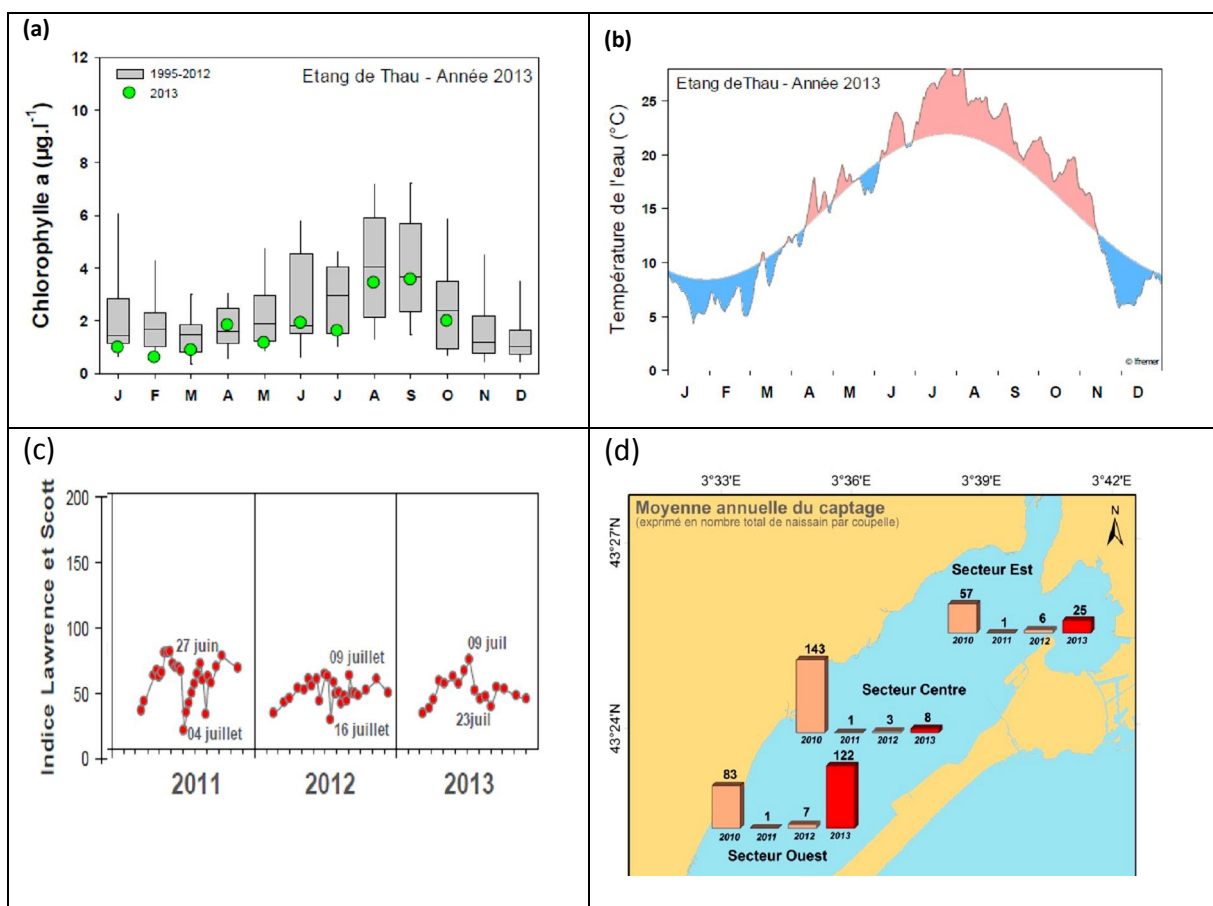


Figure 10 : (a) Valeurs moyennes mensuelles 2013 de concentration en chlorophylle *a* de l'eau de mer comparées à la distribution des valeurs des quinze dernières années. Ces graphes

⁸ Indice de condition : indicateur ou proxy qui permet de caractériser la fécondité potentielle d'une population d'huîtres pour une année et un site donnés.

utilisent les données issues du suivi des points de référence du réseau REPHY (Bouzigues dans la lagune de Thau).

© Ifremer/Rephy.

(b) Température moyenne journalière de l'eau de mer en 2013 et anomalies par rapport à la normale des trente dernières années pour la lagune de Thau, sites VELYGER (© Ifremer). Les périodes à anomalie thermique positive apparaissent en rouge, celles à anomalie thermique négative en bleu.

(c) Evolution de l'indice de condition (indice de Lawrence et Scott) de chaque lot sentinelle placé chaque année sur la lagune depuis 2011. Les lots suivis sont transplantés chaque année en fin d'hiver, les huîtres utilisées sont alors âgées de 18 mois et généralement calibrées autour de 18 g. La chute brutale de l'indice indique l'intensité et la période d'émission des gamètes. © Ifremer/Resco-VELYGER.

(d) Abondance moyenne par secteur du captage dans l'étang de Thau: nombre moyen de naissains par coupelle (vivants et morts) en 2013 et comparaison aux années antérieures.

L'information relative à ces suivis est disponible sur les sites internet dédiés:

http://wwz.ifremer.fr/observatoire_conchylicole : données de croissance et survie

<http://wwz.ifremer.fr/velyger> : données de reproduction et cohortes larvaires

Pouvreau S., *et al.* (2014). Observer, Analyser et Gérer la variabilité de la reproduction et du recrutement de l'huître creuse en France : Le Réseau Velyger. Rapport annuel 2013. Disponible sous archiver.

3.5 Déterminisme du recrutement naturel de l'huître creuse *Crassostrea gigas* – projet PRONAMED II

Contrairement aux autres bassins producteurs de la façade atlantique, le bassin méditerranéen n'a jamais exploité la possibilité de captage naturel d'huîtres creuses. L'augmentation du coût du naissain lié aux très fortes mortalités amène aujourd'hui les producteurs languedociens à envisager une autoproduction de naissain. Depuis 2010, la variabilité interannuelle du recrutement des huîtres est analysée dans les écosystèmes de production ostréicole français atlantiques et méditerranéens dans le cadre du réseau Velyger.

En parallèle, le projet **PRONAMED (PROduction de NAissains en MEDiterranée)**, porté par l'**Ifremer** et le **Comité Régional de la Conchyliculture Méditerranéen en partenariat avec le Cevalmar**, a pour double objectif d'avancer dans la compréhension des facteurs écologiques contrôlant le recrutement de *Crassostrea gigas* en milieu lagunaire méditerranéen et de définir les éventuels points de blocages du cycle de reproduction de cette espèce en lagune.

Le volet scientifique de ce projet, porté par Ifremer, est co financé par la Région LR, France Agrimer et Ifremer.

Des collecteurs type « brin de coupelles » ont été déployés sur six stations en 2012 et sept stations en 2013 en lagune de Thau (figure 11). En 2012 et 2013, la caractérisation des variations spatiales et temporelles du captage naturel a permis d'identifier les meilleurs sites et périodes.

L'expérience a permis, en outre, de tester le succès du captage naturel dans et hors zones ostréicoles.

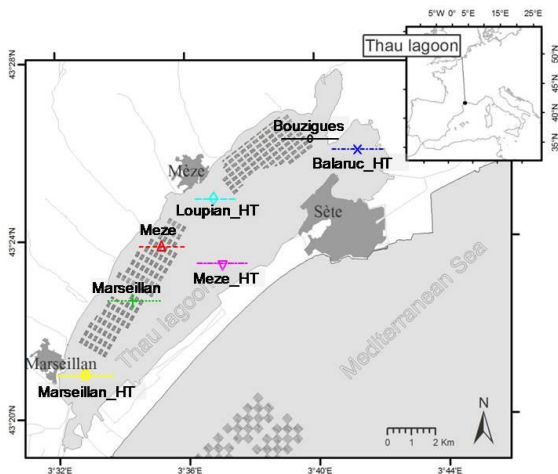


Figure 11 : Localisation des sept sites de recrutement larvaire situés dans et hors des zones ostréicoles.

Les deux années 2012 et 2013 ont des profils de recrutement différents (Fig. 12). Nous avons observé un niveau de recrutement en 2012 plus faible qu'en 2013. Bien que le site "Mèze_HT" soit situé en dehors des zones conchylicoles, les niveaux de recrutement, de 46 à 63 naissains par coupelle semblent être suffisant pour assurer la rentabilité de cette activité au niveau régionale.

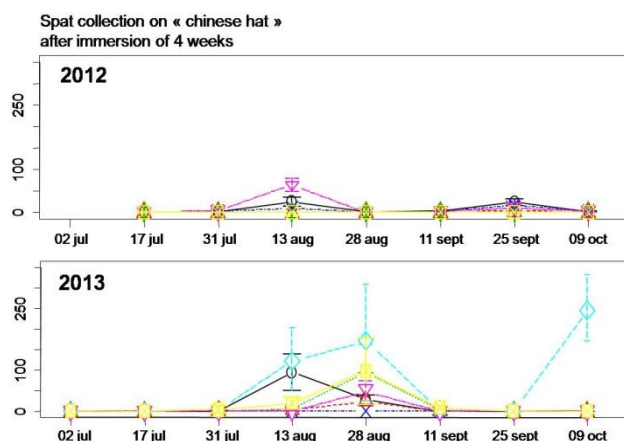


Figure 12 : Captage naturel sur les sites de Bouzigues (---○---), Mèze (---●---), Marseillan (---+---), Marseillan_HT (---□---), Mèze_HT (---▽---), Loupian_HT (---◇---), Balaruc_HT (---×---).

La première vague significative de recrutement est décelée début août. La période suivante de recrutement de naissain est plus faible et tardive, vers le 25 septembre.

En outre, un recrutement tardif et isolé a été détecté sur le site de "Loupian_HT" avec des fortes densités de naissains d'huîtres (243 naissains par "coupelle").

Les éléments du compartiment planctonique (bactéries, protozooplancton, mésozooplancton, phytoplancton) sont analysés toutes les semaines sur trois stations (Bouzigues, Marseillan and Meze_HT) pour déterminer les conditions nutritionnelles favorisant le captage de l'huître creuse. Le captage naturel dans la lagune de Thau présente une variabilité spatiale et

temporelle probablement induite par la variabilité des ressources trophiques et par une probable compétition d'accès à cette nourriture.

Lagarde Franck, Roque D'Orbcastel Emmanuelle, Perignon Adeline, Mortreux Serge, Fuhrmann Marine, Le Gall Patrik, Leurion Axel, Chiantella Claude, Bec Beatrice, Roques Cecile, Bonnet Delphine, Cochet Helene, Boj Marie, Gervasoni Erika, Miron Gilles, Fiandrino Annie, Pouvreau Stephane, Pernet Fabrice (2013). Larval recruitment of *Crassostrea gigas* in a French Mediterranean lagoon. 40th CIESM Congress, 28 October - 1 November 2013, Marseille. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00165/27653/>

Un post-doctorat de dix huit mois (2013-2014) est en cours sur le sujet, co-encadré par le LERLR et le PFOM/LPI (cofinancement Région LR, France Agrimer et IFREMER). En plus d'un vaste travail d'échantillonnage couvrant à la fois les caractéristiques spatio-temporelles du recrutement larvaire, nous avons essayé de comprendre la contribution de la dispersion des larves au recrutement larvaire. Pour ce faire, nous avons développé de nouvelles approches à l'aide du modèle hydrodynamique MARS 3D. Alors que la plupart des modèles continuent à étudier la distribution des larves après une durée de simulation spécifiée par l'utilisateur, nous proposons ici une nouvelle approche tenant compte de la durée larvaire pélagique mais également de la durée de la compétence larvaire à l'installation. Un nouvel indice a été développé pour tenir compte de la possibilité binaire pour les larves de se fixer ou non en fin de vie pélagique, la probabilité de d'installation augmentant avec la quantité de larves passant au travers d'une maille du modèle. Nous avons utilisé l'étang de Thau comme écosystème de référence. Les stocks de géniteurs de *C. gigas* correspondent aux concessions des ostréiculteurs de l'étang, aucun banc d'huîtres sauvages n'étant présent dans la lagune. Le lâcher initial de larves a été simulé au niveau des structures conchylicoles divisées en treize secteurs de même volume. La lagune a été divisée en treize secteurs de surfaces similaires afin de définir les zones de destination (Fig. 13a), la mesure de chaque secteur étant obtenue par classification automatique sur les longitudes et latitudes de la grille du modèle (Thomas et al., 2014). Les variables environnementales (température, salinité, vent, pluie, amplitude de marée) ont été suivies depuis 2008 pour imposer un forçant réaliste à notre modèle. Nous avons utilisé le modèle hydrodynamique MARS 3D développé à l'Ifremer (Lazure et Dumas, 2008) afin de simuler la dispersion des larves. La migration verticale de *C. gigas* est relativement peu connue ; pour des raisons pratiques, les larves d'huîtres ont donc été considérées comme des matières dissoutes dans le modèle. La durée larvaire pélagique a été calibrée à l'aide de vastes échantillonnages de larves durant les étés 2012 et 2013.

La connectivité potentielle a été calculée en fonction de la quantité: $P_{sd}(t) = \frac{Q_{sd}(t)}{Q_s}$
 Q_{sd} étant le nombre de larves trouvées dans la zone de destination d au temps t et provenant du site de ponte s , et Q_s étant le nombre total de larves lâchées dans le site de ponte s .

En plus de cette approche classique, nous avons utilisé un nouvel indice, intégrant la quantité de substances qui passant à travers une maille du modèle au cours des derniers jours de la durée larvaire pélagique. Les résultats préliminaires ont montré que les zones de réception préférentielles des larves de *C. gigas* dans l'étang de Thau sont concentrées dans à l'est et au sud de la lagune (Fig. 10b). Cette distribution correspond à la carte de distribution moyenne obtenue pour nos simulations. La matrice de connectivité a montré que toutes les zones d'émissions étaient mieux connectées à la partie orientale de la lagune (Fig. 10c).

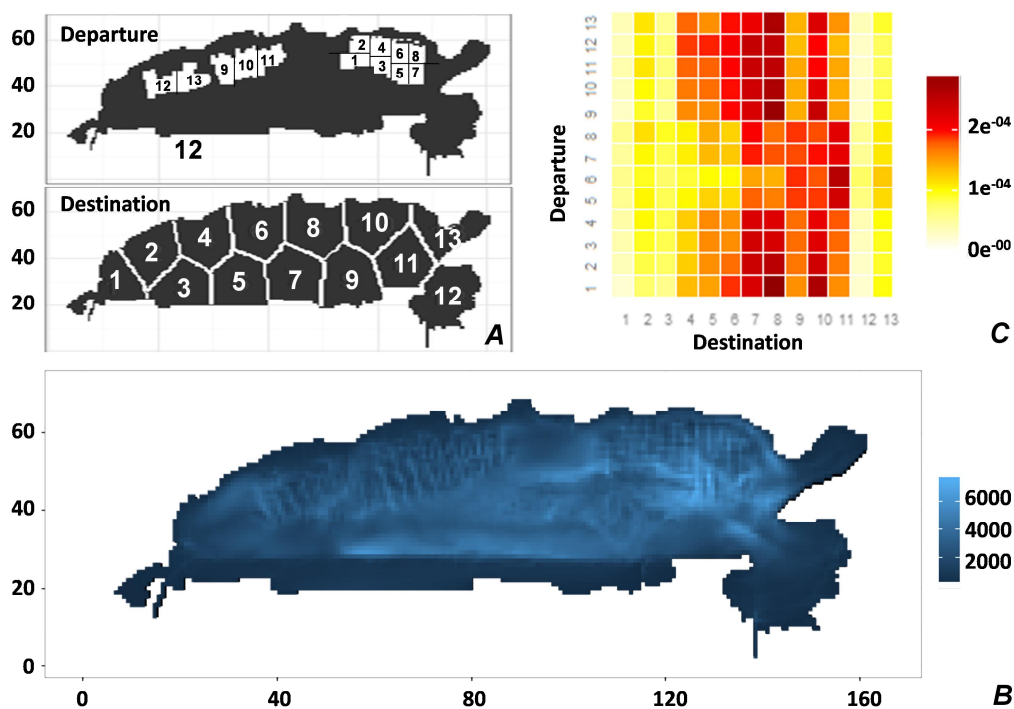


Figure 13 : Secteurs de départ et de destination dans l'étang de Thau (a) ; nouvel indice (p_{index}) représentant la somme cumulée des substances passant à travers une maille de modèle au cours de la phase tardive de la durée larvaire pélagique (b) ; matrice de connectivité entre les zones de départ/destination (c).

Contrairement à la vision classique de la distribution larvaire en fin de durée larvaire, notre approche ouvre de nouvelles portes sur la modélisation de la dispersion des communautés de mollusques. Les complémentarités entre les deux approches environnementales/modélisation nous ont permis de mettre en évidence l'importance relative des facteurs exogènes pour la dispersion des larves, la métamorphose et la fixation. Cependant, des améliorations sont encore nécessaires et en particulier en ce qui concerne l'influence des structures d'élevage sur les courants d'eau, ainsi que la migration verticale des larves dans la colonne d'eau. Notre stratégie de modélisation, combinée à l'étude de terrain, servira à la conception d'un outil d'aide à la décision à améliorer la gestion de cette nouvelle pratique d'élevage en méditerranée.

3.6 ANR ACCUTOX

Le projet ACCUTOX " de la caractérisation des déterminants de l'accumulation des toxines paralysantes chez l'huître au risque sanitaire dans son contexte sociétal " a été accepté dans le cadre du programme CESA (2013-2017) ; il a pour objectif principal de mieux décrire et comprendre le déterminisme de l'accumulation des phycotoxines paralysantes chez l'huître *Crassostrea gigas*. Deux hypothèses non exclusives sont avancées et seront testées: l'accumulation de toxines chez l'huître dépend i) de la sensibilité des huîtres aux phycotoxines, liée à l'affinité des canaux sodium voltage-dépendant (site d'action des PSTs), ii) de l'état physiologique des huîtres au moment de l'exposition à *Alexandrium* et des capacités de réponses physiologiques suite à l'exposition. Pour appréhender cette seconde hypothèse, une approche intégrative allant des aspects moléculaires et cellulaires jusqu'à l'organisme entier

sera développée sur des huîtres diploïdes et triploïdes. En effet, la physiologie des triploïdes diffère de celle des diploïdes (métabolisme énergétique, reproduction...) et l'accumulation toxique des triploïdes en période de reproduction (printemps-été) semblerait plus forte que chez les huîtres diploïdes. Le projet est porté H. Hegaret et P. Soudant, du LEMAR (Laboratoire des sciences de l'environnement marin) UMR 6539 Brest, en partenariat avec l'Unité littoral (PHYC et LERLR), CRPCC - Université de Bretagne Occidentale, le CNRS/UMR EPOC, Arcachon et l'ANSES Direction of Evaluation of risks (DER), UMEMSA.

Dans le cadre de cette ANR, deux sites d'études ont été retenus : la rivière de Daoulas et l'Etang de Thau. En cas de bloom d'*Alexandrium catenella* au niveau de l'Etang de Thau, des expérimentations seront menées par le LERLR. Trois lots d'huîtres adultes diploïdes et triploïdes seront mis en élevage de la Crique de l'Angle (site d'« exposition ») et au niveau de Marseillan (site « référence »). Ces sites sont situés à proximité de points REPHY pour lesquels la température, la salinité, la chlorophylle *a* et la composition phytoplanctonique sont mesurés régulièrement. Un sous échantillon d'huîtres sera prélevé dans chacun des lots sur chacun des sites, avant, pendant et après le bloom d'*Alexandrium*. La présence de PST dans la chair d'huître sera analysée par un bioessai « souris » au LERLR. Les huîtres seront ensuite expédiées sous glace aux différents partenaires pour des analyses chimiques des teneurs en PST dans la glande digestive et pour l'analyse des réponses physio et immunologiques des huîtres diploïdes et triploïdes.

3. Ecologie des écosystèmes lagunaires

4.1 Réseau de Suivi Lagunaire (RSL)

Le laboratoire LERLR a en charge le Réseau de Suivi Lagunaire, en partenariat avec la Région Languedoc-Roussillon, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse et le Cépralmar, avec comme objectif la surveillance de l'état des lagunes vis-à-vis des problèmes de l'eutrophisation (convention cadre 2007-2013). L'année 2013 a permis de consolider le bilan méthodologique de l'outil de diagnostic de l'eutrophisation du RSL sur quatorze ans et de finaliser l'analyse statistique des données. Les rapports finaux sont disponibles sous Archimer :

Le Fur I., Derolez V., Munaron D., Fiandrino A., Oheix J. (2013). Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2012. 266 p.

Derolez V., Ouisse V., Fiandrino A., Munaron D., Bissery C., Kloareg M. (2013). Analyse statistique des données du RSL. Etude des trajectoires écologiques des lagunes entre 2001 et 2012. 39 p.

Baehr A., Derolez V., Fiandrino A., Le Fur I., Malet N., Messiaen G., Munaron D., Oheix J., Ouisse V., Roque d'Orbcastel E., Bec B. (2013). Bilan méthodologique de l'outil de diagnostic de l'eutrophisation RSL. Quatorze années de résultats en Région Languedoc-Roussillon. 279 p.

Les analyses statistiques ont permis d'étudier la pertinence de la stratégie de suivi et de la grille de diagnostic de chaque compartiment. Les résultats permettent de préconiser une optimisation du suivi effectué (stratégie d'échantillonnage, simplification des grilles de diagnostic,...) et de consolider la mise en adéquation des grilles avec la DCE.

Dans le cadre du volet surveillance de l'état des différents compartiments de l'écosystème lagunaire (colonne d'eau, phytoplancton, sédiment et macrophytes), les diagnostics de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation ont été réalisés sur dix neuf lagunes du Languedoc-Roussillon. L'année 2013 est caractérisée par la poursuite de la tendance à la restauration pour plusieurs lagunes (ex : Bages-Sigean, Thau, étangs palavasiens), mais également le maintien de conditions dégradées sur d'autres (ex : Canet, Campagnol, Or).

Développé depuis 2009 par l'Ifremer et le laboratoire ECOSYM (UM2) **dans le cadre des innovations méthodologiques, l'outil GAMELAG (Gestion pour l'aménagement des milieux lagunaires eutrophisés)** a été finalisé en 2013 et testé par les gestionnaires au cours d'un atelier. Cet outil a pour objectif d'estimer les flux maximaux admissibles en azote et phosphore par les lagunes sans que leur état vis-à-vis de l'eutrophisation ne se dégrade. L'outil est composé de deux modèles couplés : 1/ un modèle hydrologique qui vise à décrire le fonctionnement des échanges en eau de la lagune avec son bassin versant, la mer et l'atmosphère, 2/ un modèle bio-géochimique qui permet de reproduire la répartition et la dynamique des éléments nutritifs au sein de différents compartiments (colonne d'eau, phytoplancton, macroalgues, herbiers, coquillages, sédiment). L'interface développée permettra de représenter la réponse du milieu lagunaire aux apports selon les grilles utilisées dans le cadre du RSL. L'outil est accompagné d'un guide méthodologique qui explique les bases théoriques de la modélisation et aide l'utilisateur dans l'application de l'outil.

Réseau de Suivi Lagunaire. Guide méthodologique. Lagunes de la Région Languedoc—Roussillon. Outil de Gestion pour l'Aménagement des Milieux Eutrophisés Lagunaires. Outil Gamelag sous ExtendSim. 139 p.

4.2 Evaluation du rôle des sédiments et des herbiers dans la restauration des écosystèmes lagunaire - RESTOLAG

Dans le cadre de la Convention Cadre Ifremer / Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (Axe 1 : amélioration des connaissances et la compréhension des phénomènes concernant le fonctionnement et le devenir de l'environnement du littoral méditerranéen), le **projet RESTOLAG sur « l'évaluation du rôle des sédiments et des herbiers dans la restauration des écosystèmes lagunaires »** a débuté en janvier 2012. L'objectif du projet RESTOLAG est d'étudier les processus impliqués dans le devenir des charges internes en azote et phosphore et la potentialité des herbiers à favoriser la réduction de ces charges à des niveaux tolérables.

Cette étude, focalisée sur le couplage entre le compartiment benthique et la colonne d'eau, est la première à permettre l'estimation des stocks et du temps de restauration du sédiment des lagunes méditerranéennes. La méthodologie utilisée (calculs des stocks, estimation des flux à l'interface et intégration numérique) est adaptée pour répondre aux objectifs de l'étude. Elle a permis d'estimer un temps de restauration pour des apports nuls et une exportation totale. Bien que ces estimations soient basées sur des hypothèses hautes, elles soulignent le rôle central du compartiment benthique dans les processus de restauration des lagunes méditerranéennes. L'estimation du temps de restauration du sédiment, en prenant en compte une exportation de matière faible mais plus caractéristique des lagunes, met en évidence des temps de restauration beaucoup plus longs pour l'azote (entre 50 et 100 ans) et allant jusqu'à dépasser 170 ans dans 50 % des cas pour le phosphore. Les résultats issus de ce travail illustrent également la nécessité de qualifier et de quantifier l'influence des apports, de

l'export et du rôle des successions écologiques sur le temps de restauration. La précision de l'estimation passera donc par la caractérisation de ces processus au sein des lagunes méditerranéennes.

La structure du compartiment benthique joue un rôle dans la régulation des flux à l'interface entre le sédiment et la colonne d'eau. Bien qu'une des questions originales portait sur la compréhension du rôle des herbiers dans la régulation des flux à l'interface entre le compartiment benthique et la colonne d'eau, il n'est pas possible à partir de ce seul travail de conclure avec certitude sur ce point. En effet, la structure des communautés lagunaires est liée à l'état d'eutrophisation. L'étude intègre donc indirectement le rôle des phanérogames marines dans les processus de restauration sans pour autant pouvoir le quantifier. **Le projet DEPART**, avec une comparaison, en hiver et en été, de zones avec et sans herbier, pour des stocks d'azote et de phosphore équivalents, permettra de préciser les hypothèses avancées ici. Plus généralement, les successions écologiques au cours de la restauration vont jouer un rôle majeur dans la régulation du cycle de la matière (assimilation, excrétion, reminéralisation...). En effet, les macrophytes (et la structure des communautés benthiques plus généralement) ne doivent pas être vues uniquement comme une conséquence de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation mais également comme (1) un compartiment capable de stocker plus ou moins durablement en fonction de l'organisme et (2) un maillon permettant le transfert de matière vers des niveaux trophiques supérieurs. La modification du cycle de la matière par ces espèces structurantes ou les organismes qui leur sont associés peut conduire ainsi à une réduction des concentrations d'azote et de phosphore disponibles dans la colonne d'eau pour les organismes opportunistes. La consommation des macrophytes par des organismes brouteurs pourrait même permettre l'exportation vers la mer de matière via les espèces mobiles. A terme, la compréhension des successions de macrophytes permettra donc de mieux définir le temps de restauration des lagunes vis-à-vis de l'eutrophisation.

Enfin, **l'outil GAMELAG** développé dans le cadre du RSL vise à estimer les flux maximaux admissibles d'azote et de phosphore par lagune. La pertinence des sorties de cet outil dépendra de notre capacité à (1) quantifier les forçages (charges externes et internes) et les exports de matière et (2) conceptualiser les échanges entre les compartiments. L'étude RESTOLAG fournit aujourd'hui une paramétrisation, propre aux lagunes méditerranéennes, de la relation entre les flux de nutriments (d'azote et de phosphore) à l'interface compartiment benthique - colonne d'eau et les stocks sédimentaires. De la même manière, les études en cours (DEPART, réflexion sur les "Apports Bassin Versant") et futures (successions écologiques) viendront dans un premier temps fiabiliser l'estimation des flux maximaux admissibles et dans un deuxième temps tester, grâce à l'outil GAMELAG, l'impact de différents scénarios (gestion des apports, successions écologiques...) sur le temps de restauration.

Rapport final de contrat :

Ouisse V., Fiandrino A., De Wit R., Malet N., (2013). Restauration des écosystèmes lagunaires : évaluation du rôle du sédiment et des herbiers à phanérogames. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00166/27774/>

Ouisse V. et al (2013). Benthic compartment in eutrophied Mediterranean lagoons: nutrient sink or sources? 40th CIESM Congres. Marseille, France, 28 October - 1 November 2013.

Ouisse V. et al (2013). Benthic compartment in eutrophied Mediterranean lagoons : nutrient sink or sources? VI EUROLAG & VII LAGUNET Conference: "COASTAL LAGOON DOMAIN AND PROPERTIES: from fundamental research to policy implementation". 16 - 19 December 2013, Lecce, Italy.

4.3 DEPART - DEvenir du Phosphore et de l'Azote dans un contexte de RestauraTion lagunaire

Le contexte actuel d'évolution de l'état des lagunes méditerranéennes a mis en évidence la nécessité de compléter les connaissances sur le devenir de l'azote et du phosphore dans les milieux lagunaires méditerranéens. En réponse à cette question et aux premiers résultats obtenus dans le cadre des projets RESTOLAG et échanges mer-lagune, le **projet DEPART « DEvenir du Phosphore et de l'Azote dans un contexte de RestauraTion lagunaire »** a été déposé et accepté à l'appel d'offre bioeffect (EC2CO), avec un complément de financements obtenus auprès de l'AERMC et de la Région LR. Ce projet se focalise, d'une part, sur le rôle des herbiers à phanérogame marine dans la régulation des flux de matière (azote et phosphore) entre le compartiment benthique et la colonne d'eau et, d'autre part, sur les échanges entre la lagune et la mer. Le travail mené au cours de la première année a permis d'atteindre les objectifs fixés dans le projet initial. Contrairement aux données issues de la littérature, les échanges à l'interface entre le compartiment benthique et la colonne d'eau sont modifiés en présence de phanérogames sans pour autant devenir un puits pour les herbiers à *Zostera noltii* en hiver. Par ailleurs, les premières simulations théoriques qui permettent d'estimer le temps de restauration du sédiment selon la charge interne et le taux d'exportation de matière font état du rôle central joué par l'exportation de la matière vers la mer. Ainsi, la quantification des exports de matière vers la mer – et dans certains cas des apports par les zones portuaires implantées sur certains graus des lagunes – constitue, au même titre que l'estimation des apports de matière par les bassins versants, des informations de première importance dans la fiabilité des résultats fournis par les outils d'aide à la gestion des milieux.

4. Activité des laboratoires d'analyses du LERLR

5.1 Laboratoire phytoplancton et phycotoxines

Le laboratoire accrédité (accréditation COFRAC n°1-1655) pour le dosage des toxines PSP dans les coquillages par bioessai a réalisé les analyses PSP des LERs du Languedoc-Roussillon, de Normandie, de Boulogne et de Provence Azur Corse (206 analyses, soit +3 % par rapport à 2012). Concernant le dosage des toxines lipophiles dans les coquillages, la méthode officielle depuis janvier 2010 est la méthode chimique par LC-MS/MS (méthode CAT-NAT 07 du LNR ANSES). Le nombre analyses en 2013 était de 295 (analyses DSP LERLR et LERPAC principalement). Les analyses Pinnatoxines et toxines lipophiles, liées aux programmes de recherche, représentaient 329 tests (soit 36 % du total des analyses effectuées au laboratoire). L'activité d'identification et de dénombrement du phytoplancton est en augmentation en 2013 avec : 435 listes floristiques partielles et 154 listes floristiques complètes.

5.2 Laboratoire de microbiologie

Le Laboratoire de microbiologie accrédité (accréditation COFRAC n°1-1655) pour le dénombrement des *E. coli* dans les coquillages vivants pour les méthodes NF V08-106 et ISO TS 16649-3, a réalisé 745 analyses en 2013.

Les analyses de dénombrement des *E. coli* réalisées dans le cadre de la convention DGAI/Ifremer (REMI LER/LR, REMI LER/PAC, surveillance + alerte) représentent plus de 67 % des activités analytiques du laboratoire. Les autres analyses sont partagées entre les contrôles Qualité, les analyses pour le maintien de compétence (Essais Inter Laboratoires, Habilitations), ainsi que les études de zone et les programmes de recherche.

5.3 Laboratoire de chimie

En 2013, le laboratoire a connu une activité analytique parmi les plus élevées depuis 2005 (avec 3523 résultats d'analyses rendus). Ceci est dû à l'échelonnement sur 2012 et 2013 des analyses des projets de recherche RESTOLAG et MICROTOXEM, ainsi que des analyses liées à l'assurance qualité (EILs, suivi des blancs de lavage des flacons...) et à la demande d'accréditation (étude de la conservation des échantillons), qui se sont rajoutées aux analyses habituelles des réseaux (RSL+DCE= 43% de la charge analytique du laboratoire).

En janvier 2014, le laboratoire a pour objectif de passer son audit initial d'accréditation COFRAC, pour les analyses de NO₂, NO₃, NH₄, PO₄ et Si(OH)₄ dans les eaux saumâtres et marines par les méthodes Aminot et Kérouel (2007). Les méthodes de dosage des formes totales Nt et Pt utilisées au laboratoire n'ont pas fait l'objet de cette demande, elles sont inspirées des méthodes d'Aminot et Kérouel (2007) mais avec quelques adaptations internes.

5.4 Laboratoire de Mesures hydrologiques in-Situ

En 2013, l'activité de mesures in situ est marquée par le déploiement en position fixe sur un petit métier d'une sonde YSI et par le travail amont de mise en place d'une base de données hydrologiques (Post GresQL).

5. Perspectives 2014

Les travaux de recherche sur (i) la caractérisation des fluctuations environnementales, (ii) l'étude de leur impact sur la productivité des milieux lagunaires et sur la physiologie des populations conchylicoles exploitées et (iii) l'étude des processus de restauration des écosystèmes dans le but de concilier biodiversité et maintien des usages seront poursuivis en 2014.

Concernant les activités d'observation, le LERLR a pour objectif de maintenir la qualité et le niveau de son implication sur les réseaux environnementaux et conchylicoles, ainsi que les analyses en laboratoire et le traitement de données associées. La Région a annoncé sa volonté de ne pas prolonger son implication sur le Réseau de suivi lagunaire. En 2014, l'Agence de l'eau et Ifremer réfléchiront à un **nouveau projet d'observatoire des lagunes**, incluant la notion d'observation environnementale, d'une part, et la notion de sites ateliers sur lesquels seront pilotées des actions de recherche, d'autre part. La campagne ObsLAG 2014 sera menée par Ifremer en partenariat avec l'Agence de l'eau, afin de poursuivre la compréhension du fonctionnement des écosystèmes lagunaires et l'acquisition de données d'observation environnementale pour la DCE. Le travail sur la validation de certains indicateurs, notamment concernant les macrophytes et le phytoplancton en lagunes dessalées, sera poursuivi, en collaboration avec la Tour du Valat, l'Agence de l'Eau, et l'ONEMA.

Le contexte actuel d'évolution de l'état des lagunes méditerranéennes a mis en évidence la nécessité de compléter les connaissances sur le **devenir de l'azote et du phosphore dans les milieux lagunaires méditerranéens**. En réponse à cette question et aux premiers résultats obtenus dans le cadre des projets RESTOLAG, échanges mer-lagune, le projet **DEPART (DEvenir du Phosphore et de l'Azote dans un contexte de Restauration lagunaire)** permettra d'étudier le **rôle des herbiers à phanérogame marine**, d'une part, dans la régulation des flux de matière (azote et phosphore) entre le compartiment benthique et la colonne d'eau et, d'autre part, sur les échanges entre la lagune et la mer. Les premières simulations théoriques qui permettent d'estimer le temps de restauration du sédiment selon la charge interne et le taux d'exportation de matière font état du rôle central joué par l'exportation de la matière vers la mer. Ainsi, la quantification des exports de matière vers la mer – et dans certains cas des apports par les zones portuaires implantées sur certains graus des lagunes – constitue, au même titre que l'estimation des apports de matière par les bassins versants, des informations de première importance dans la fiabilité des résultats fournis par les outils d'aide à la gestion des milieux. Le projet **MARES (Rôle des MACrophytes dans la REStauratiOn des milieux lagunaires : Distribution spatiale de *Zostera noltii*)** démarrera en janvier 2014, afin d'identifier les facteurs qui gouvernent la distribution spatiale de *Zostera noltii* en milieu lagunaire et de caractériser le potentiel de restauration du compartiment macrophytes dans les lagunes méditerranéennes.

Concernant l'étude de la dynamique de développement de *Vulcanodinium rugosum* en relation avec les principales caractéristiques physico-chimiques des milieux lagunaires, l'objectif 2014 concerne la valorisation des données, la poursuite des études in vitro avec notamment l'étude de l'influence de la température et de la salinité sur la croissance de *Vulcanodinium rugosum* et sur sa production de toxine et de chlorophylle *a*.

Parmi les onze descripteurs définis par la **DCSMM**⁹ pour la détermination du bon état écologique figurent les concentrations en contaminants dans les écosystèmes et l'état des réseaux trophiques. Le LERLR poursuivra son implication dans le projet RECONSOLE sur le « Devenir de Polluants Organiques Persistants (polychlorobiphényles -PCB et polybromodiphényléthers -PBDE) chez la sole commune (*Solea solea* L.) au cours du cycle de reproduction ». Le projet étudie l'impact des contaminants persistants à effet perturbateur endocrinien sur la reproduction des poissons, suite à une exposition expérimentale chronique de longue durée à des doses environnementales. Les travaux sont menés en partenariat avec les unités Ifremer BE de Nantes/ Brest et BOME de Palavas.

Le suivi des **mortalités d'huîtres** sera poursuivi à Thau, site atelier parmi les treize sites **RESCO**. La variabilité des résultats de mortalité obtenus ces dernières années entre naissains issus d'écloserie (3n) ou de captage naturel (2n) montre qu'il n'y a pas d'incidence de la ploïdie sur le taux de survie et que la variabilité du taux de survie provient probablement du trait de vie des huîtres. En effet, il se peut que la possibilité d'avoir été mis en contact avec des pathogènes dans le milieu détermine la réponse des juvéniles à l'infection (cf publication ICES). C'est dans ce sens, que le réseau RESCO déploiera en 2014 sur l'ensemble des sites à la fois un lot de juvéniles issu de captage naturel et un lot dont le « trait de vie » sera connu. Ce lot dit naïf (NSI) est élevé en milieu contrôlé dont le système est dépourvu de tout pathogène. Par ailleurs, en Méditerranée, l'absence de marée induit des pratiques culturelles spécifiques. Les huîtres adultes ne sont pas mises en poches comme en Atlantique mais collées sur des cordes immergées à la verticale, suspendues à des tables. Leur croissance est connue pour être plus rapide. Aussi, les mauvaises croissances des adultes rapportées par le RESCO sont en contradiction avec les résultats habituellement obtenus par les professionnels de la lagune de Thau. Une densité de stockage trop importante dans les structures d'élevage RESCO a été suspectée et a conduit au projet RESCORDE qui aura pour objectif d'étudier la mortalité et la croissance d'huîtres de 18 mois, élevées en poches (RESCO) ou collées sur cordes selon les pratiques culturelles locales. Un effet potentiel de la restauration de l'Etang de Thau, vis-à-vis de l'eutrophisation, sur la croissance des huîtres élevées sur cordes sera également recherché.

Le **projet MORTAFLUX** sera conduit pour évaluer l'incidence des phénomènes de mortalités massive de naissain d'huîtres sur les flux biogéochimiques et le transfert de pathogènes dans la colonne d'eau, dans le réseau trophique et vers le compartiment benthique.

Des projets seront montés pour démarrage en 2015, sur, par exemple, la planification spatiale de l'aquaculture (projet EU AQUASPACE) ou encore l'évolution de la productivité de l'Etang de Thau (en termes de ressources primaires et conchylicoles) au regard de la restauration du milieu vis-à-vis de l'eutrophisation.

Les travaux sur le **déterminisme du recrutement larvaire** se feront dans le cadre de **PRONAMED II** avec l'encadrement d'un post doctorat (2013-2014) entre le LERLR et PFOM LPI avec une analyse globale de l'influence des facteurs environnementaux sur le captage naturel. Une étude de la dynamique de dispersion et de la connectivité larvaire sera conduite en s'appuyant sur le modèle MARS-3D Thau, afin de définir fin 2014 un outil 'pronostic' pour appuyer le CRCM dans la gestion du captage naturel en milieu lagunaire. PRONAMED II se fera dans la continuité du projet PRONAMED, avec un volet scientifique porté par Ifremer LERLR et un volet technique porté par le CRCM.

⁹ <http://wwz.ifremer.fr/dcsmm>

6. Production scientifique et technologique

7.1 Revues à comité de lecture

1. Blanchet H., Gouillieux B., Alizier S., Amouroux J.M., Bachelet G., Barille A.L., Dauvin J.C., De Montaudouin X., Derolez V., Desroy N., Grall J., Gremare A., Hacquebart P., Jourde J., Labrune C., Lavesque N., Meirland A., Nebout T., Olivier F., Pelaprat C., Ruellet T., Sauriau P.G., Thorin S. (2014). Multiscale patterns in the diversity and organization of benthic intertidal fauna among French Atlantic estuaries. *Journal of Sea Research*, 90, 95-110. Publisher's official version: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seares.2014.02.014>
2. Blancheton J.P., Attramadal K. J. K., Michaud L., Roque D'Orbcastel E., Vadstein O. (2013). Insight into bacterial population in aquaculture systems and its implication. *Aquacultural Engineering*, 53, 30-39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.11.009>
3. Bueno M. J. Martinez, Boillot C., Munaron D., Fenet H., Casellas C., Gomez E. (2014). Occurrence of venlafaxine residues and its metabolites in marine mussels at trace levels: development of analytical method and a monitoring program. *Analytical And Bioanalytical Chemistry*, 406(2), 601-610. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1007/s00216-013-7477-x> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00168/27877/>
4. Castaings J., Dezileau L., Fiandrino A., Verney R., Blanchemanche P. (Soumis) Assessing sedimentation rates from bathymetric charts and geochronology in a complex Mediterranean lagoon system ? *Estuarine Coastal and Shelf Science*.
5. Derolez V., Soudant D., Fiandrino A., Cesmat L., Serais O. (2013). Impact of weather conditions on *Escherichia coli* accumulation in oysters of the Thau lagoon (the Mediterranean, France). *Journal Of Applied Microbiology*, 114(2), 516-525. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1111/jam.12040> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00119/23049/>
6. Fenet H., Arpin-Pont L., Vanhoutte-Brunier A., Munaron D., Fiandrino A., Martinez Bueno M.-J., Boillot C., Casellas C., Mathieu O., Gomez E. 2014. Reducing PEC uncertainty in coastal zones: a case study on carbamazepine, oxcarbazepine and their metabolites. *Environment International*, Vol. 68, 177-184. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2014.03.025>
7. Genovesi B., Mouillot D., Laugier T., Fiandrino A., Laabir M., Vaquer A., Grzebyk D. (2013). Influences of sedimentation and hydrodynamics on the spatial distribution of *Alexandrium catenella/tamarense* resting cysts in a shellfish farming lagoon impacted by toxic blooms. *Harmful Algae*, 25, 15-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2013.02.002>
8. Hess P., Abadie E., Herve F., Berteaux T., Sechet V., Araoz R., Molgo J., Zakarian A., Sibat M., Rundberget T., Miles C.O., Amzil Z. (2013). Pinnatoxin G is responsible for atypical toxicity in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and clams (*Venerupis decussata*) from Ingril, a French Mediterranean lagoon. *Toxicon*, 75, 16-26. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxicon.2013.05.001>, Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00158/26960/>

9. Laabir M., Collos Y., Masseret E., Grzebyk D., Abadie E., Savar V., Sibat M., Amzil Z. (2013). Influence of Environmental Factors on the Paralytic Shellfish Toxin Content and Profile of *Alexandrium catenella* (*Dinophyceae*) Isolated from the Mediterranean Sea. *Marine Drugs*, 11(5), 1583-1601. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.3390/md11051583> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00148/25969/>
10. Laanaia N., Vaquer A., Fiandrino A., Genovesi B., Pastoureaud A., Cecchi P., Collos Y. (2013). Wind and temperature controls on *Alexandrium* blooms (2000-2007) in Thau lagoon (Western Mediterranean). *Harmful Algae*, 28, 31-36. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2013.05.016> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00157/26790/>
11. Le Moigne P.Y., Legain D., Lagarde F., Potes M., Tzanos D., Moulin E., Barrie J., Salgado R., Messiaen G., Fiandrino A., Donier S., Traulle Olivier, Costa Maria Joao (2013). Evaluation of the lake model FLake over a coastal lagoon during the THAUMEX field campaign. *Tellus Series A-dynamic Meteorology And Oceanography*, 65-. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.3402/tellusa.v65i0.20951> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00161/27257/>
12. Masseret E., Banack S., Boumediene F., Abadie E., Brient L., Pernet F., Juntas-Morales R., Pageot N., Metcalf J., Cox P., Camu W. (2013). Dietary BMAA Exposure in an Amyotrophic Lateral Sclerosis Cluster from Southern France. *PLOS One*, 8(12), e83406. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0083406> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00168/27941/>
13. Mongrueil R., Vanhoutte-Brunier A., Fiandrino A., Valette F., Balle-Beganton J., Perez Agundez J. A., Gallai N., Derolez V., Roussel S., Lample M., Laugier T. (2013). Why, how, and how far should microbiological contamination in a coastal zone be mitigated? An application of the systems approach to the Thau lagoon (France). *Journal Of Environmental Management*, 118, 55-71. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.12.038> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00136/24775/>
14. Pernet F., Lagarde F., Jeannee N., Daigle G., Barret J., Le Gall P., Quere C., Roque D'Orbcastel E. (2014). Spatial and Temporal Dynamics of Mass Mortalities in Oysters Is Influenced by Energetic Reserves and Food Quality. *Plos One*, 9(2), e88469. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0088469> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00181/29249/>

7.2 Rapports finaux de contrat

- 8 Derolez V., Ouisse V., Fiandrino A., Munaron D., Bissery C., Kloareg M. (2013). Analyse statistique des données du RSL - Etude des trajectoires écologiques des lagunes entre 2001 et 2012.
- 9 Francois C., Joly J.P., Garcia C., Lupo C., Travers M.A., Pepin J.F., Hatt P.J., Arzul I., Omnes E., Tourbiez D., Fauray N., Haffner P., Huchet E., Dubreuil C., Chollet B., Renault T., Cordier R., Hebert P., Le Gagneur E., Parrad S., Gerla D., Annezo J.P., Terre-Terrillon A., Le Gal D., Langlade A., Bedier E., Hittier B., Grizon J., Chabirand

-
- J.M., Robert S., Seugnet J.L., Rumebe M., Le Gall P., Bouchoucha M., Baldi Y., Masson J.C. (2013). Bilan 2012 du réseau REPAMO - Réseau national de surveillance de la santé des mollusques marins. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00143/25470/>
- 10 Ifremer (2013). Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon. Bilan des résultats 2012.
 - 11 Ifremer (2013). Bilan méthodologique de l'outil de diagnostic de l'eutrophisation du RSL. Quatorze années de résultats en Région Languedoc-Roussillon.
 - 12 Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources du Languedoc Roussillon (2013). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2012. Départements du Gard, de l'Hérault, de l'Aude et des Pyrénées Orientales. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00143/25459/>
 - 13 Meinesz C., Derolez V., Bouchoucha M. (2013). Base de données "pressions sur les lagunes méditerranéennes" - Analyse des liens état - pression.
 - 14 Munaron D., Hubert M., Gonzalez J-L., Tapie N., Budzinski H., Guyomarch J., Andral B., 2013. PEPS-LAG : Projet échantillonneurs passifs pour la surveillance de la contamination chimique des lagunes méditerranéennes. Rapport Ifremer RST/LER/LR 13-01, Février 2013. 79p.
 - 15 Oheix J., Derolez V., Malet N. (2014). Diagnostics des macrophytes des lagunes corses réalisés en 2012 dans le cadre de la DCE. Rapport opérationnel.
 - 16 Ouisse V., Fiandrino A., De Wit R., Malet N. (2013). Restauration des écosystèmes lagunaires : évaluation du rôle du sédiment et des herbiers à phanérogames. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00166/27774/>
 - 17 Ouisse V., Migne A., Davoult D. (2014). Comparative study of methodologies to measure in situ the intertidal benthic community metabolism during immersion. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 136, 19-25. <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2013.10.032>
 - 18 Pouvreau S., Bellec G., Le Souchu P., Queau I., Talarmain E., Alunno-Bruscia M., Auby I., Maurer D., Barbier C., Tournaire M.P., D'Amico F., Rumebe M., Fleury E., Langlade A., Bouget J.F., Collin K., Fortune M., Hitier B., Bedier E., Robert S., Guilpain P., Grizon J., Seugnet J.L., Guesdon S., Lagarde F., Le Gall P., Messiaen G., Roque D'Orbcastel E., Gohin F., Bryere P., Quemener L., Repecaud M., Bucas K., Barbot S., Guillemot A., Nonnotte L., Duros W., Bonnat A., Tarot S., Mille D., Geay A., Bouquet A.L. (2013). Observer, Analyser et Gérer la variabilité de la reproduction et du recrutement de l'huître creuse en France : Le Réseau Velyger. Rapport annuel 2012. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00135/24648/>
 - 19 Rousselet M., Crottier A., Guillou J.L., Laurent C., Fiandrino A., Munaron D., Roque D'Orbcastel E. (2013). Etude sanitaire de la zone de production conchylicole n°34.27 "Etang du Prévost : gisement coquilliers".
 - 20 Rousselet M., Crottier A., Fiandrino A. (2013). Etude sanitaire de la zone de production conchylicole n°11.05 "Etang du Grazel".
 - 21 Rousselet M. (2013). Évaluation de la qualité des zones de production conchylicole. Départements de l'Aude et de Pyrénées-Orientales. Edition 2013. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00160/27093/>

- 22 Rousselet M. (2013). Évaluation de la qualité des zones de production conchylicole - Départements de l'Hérault et du Gard - Edition 2013. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00160/27094/>

7.3 Avis et expertises

- 23 Grossel H., Rousselet M., Fiandrino A., Munaron D., Roque D'Orbcastel E. (2013). Dragage de la plage et du chenal de Grazel à Gruissan. DREAL 66 - Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Languedoc-Roussillon, Perpignan, Ref. ODE/UL/LERLR/13-04
- 24 Grossel H., Bouchoucha M., Coves D., Rousselet M., Roque D'Orbcastel E. (2013). Projet de schéma régional de développement de l'aquaculture marine Languedoc-Roussillon. DIRM Méditerranée - Direction Inter-Régionale de la Mer, Marseille, Ref. ODE/UL/LERLR/13-006
- 25 Munaron D., Rousselet M., 2013. Avis Ifremer concernant le dossier de dragage d'entretien des chenaux du port de Port-Camargue dans le cadre du projet ECODREDGEMED. DREAL 34 - Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Languedoc-Roussillon, Montpellier, Ref. LERLR 13.45
- 26 Roque D'Orbcastel E., Mellon C. (2013). Avis sur l'ouverture de la pêche à la drague sur la lagune de Thau- 2013. DDTM DML 34 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer, Délégation Mer et Littoral de l'Hérault, Sète, Ref. LERLR/13-44
- 27 Rousselet M., Roque D'Orbcastel E., 2013. Demandes d'autorisation d'exploitation de cultures marines ayant trait à la conchyliculture, DDTM DML 34 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer, Délégation Mer et Littoral de l'Hérault, Sète, Ref. LERLR/13-23
- 28 Rousselet M., Munaron D., Fiandrino A., Derolez V. (2013). Travaux de protection du littoral de Villeneuve-lès-Maguelone. DREAL 34 - Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Languedoc-Roussillon, Montpellier, Ref. ODE/UL/LERLR/13-12

7.4 Communications dans des colloques et congrès

- 29 Abadie E., Masseret E., Camu W., Metcalf J., Banack S., Cox P. A. (2013). Shellfish contamination by β -n-methylamino-l-alanine, a cyanobacterial neurotoxic amino acid, in southern France. Marine and Freshwater Toxins Analysis : Fourth Joint Symposium and AOAC Task Force Meeting Baiona, Spain May 5-9, 2013.
- 30 Bebianno M.J., Groz M., Rosain D., Munaron D., Fenet H., Gonzalez-Rey M., Gomez T.C., Company R., Serafim A., Casellas C., Gomez E. (2013). UV filters are ubiquitous pollutants in marine coastal environment: Bioaccumulation on the marine mussel *M. Galloprovincialis*. 17th PRIMO - Pollutant Responses in Marine Organisms 2013, 5-8 May 2013, Faro.
- 31 Berho C., Mazzella N., Munaron D., Lepot B., Budzinski H., Gonzalez C., Gravell A., Gunold R., Peinerud E., Smedes F., Vrana B., Miege C. (2013). AQUAREF intercomparison passive sampling exercise: monitoring of pesticides in surface

-
- water. IPSW 2013 - 6th International Passive Sampling Workshop and Symposium, 26-29 June 2013, Bordeaux.
- 32 Blancheton J.P., Attramadal K. J. K., Michaud L., Roque D'Orbcastel E., Vadstein O. (2013). Recirculation systems opportunities, challenges and prospects. Recirculating Aquaculture System (RAS) Technology, Aquaexcel training courses series, April 22-25 2013, Wageningen, The Netherlands.
- 33 Derolez V., Fiandrino A., Baehr A., Munaron D., Ouisse V., Malet N., Kloareg M., Cadoret M., Bissery C., Hebert M., Barral M., Moragues L. (2013) 12 years of eutrophication monitoring on French lagoons (Languedoc-Roussillon, France): relevance of an assessment tool to highlight restoration paths. December 16-19, 6th Eurolag, Lecce Italie.
- 34 Fenet H., Arpin-Pont L., Munaron D., Vanhoutte Brunier A., Fiandrino A., Mathieu O., Budzinski H., Casellas C., Gomez E. (2013). Predicting environmental concentrations of pharmaceuticals and their metabolites for exposure assessment purposes : the role of human consumption, metabolisation, transformation and fate estimations. Environmental Health 2013 - Science and Policy to Protect Future Generations 3-6 March 2013, Boston, Massachusetts, USA.
- 35 Gonzalez J.L., Foan L., Togola A., Uher E., Guyomarch J., Tapie N., Munaron D., Budzinski H. (2013). Evaluation of chemical contamination of water bodies: "Large scale" application of the passive sampling techniques. IPSW 2013 - 6th International Passive Sampling Workshop and Symposium, 26-29 June 2013, Bordeaux.
- 36 Grzebyk D., Audic S., De Vargas C., Hatey E., Lasserre B., Munaron D., Malet N., Bec B. (2013). Genetic diversity in phytoplankton communities in eutrophicated and oligotrophic coastal lagoons of Languedoc (South of France). VI EUROLAG & VII LAGUNET Conference: "COASTAL LAGOON DOMAIN AND PROPERTIES: from fundamental research to policy implementation". 16 -19 December 2013, Lecce, Italy.
- 37 Lagarde F., Roque d'orbcastel E., Perignon A., Mortreux S., Le Gall P., Leurion A., Rayssac N., Boj M., Gervasoni E., Miron G., Pouvreau S., Pernet F., 2013. Déterminisme du recrutement larvaire de l'huître creuse *Crassostrea gigas* en lagune méditerranéenne : projets PRONAMED 1 et 2, Journées Conchylicoles d'Ifremer– Roscoff 23, 24 et 25 janvier 2013
- 38 Lagarde F., Roque D'Orbcastel E., Perignon A., Mortreux S., Fuhrmann M., Le Gall P., Leurion A., Chiantella C., Bec B., Roques C., Bonnet D., Cochet H., Boj M., Gervasoni E., Miron G., Fiandrino A., Pouvreau S., Pernet F. (2013). Larval recruitment of *Crassostrea gigas* in a french Mediterranean lagoon. 40th CIESM Congress, 28 October - 1 November 2013, Marseille. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00165/27653/>
- 39 Leruste A., Malet N., Munaron D., De Wit R., Collos Y., Bec B. (2013). First steps of the Mediterranean lagoon restoration process: shifts in phytoplankton communities. VI EUROLAG & VII LAGUNET Conference: "COASTAL LAGOON DOMAIN AND PROPERTIES: from fundamental research to policy implementation". 16 -19 December 2013, Lecce, Italy.
- 40 Leruste A., Ouisse V., Zilius M., Bec B., Fiandrino A., Malet N., Le Noc S., Pilkaityte R., Razinkovas-Baziukas A., De Wit R. (2013). Impact of nutrient reduction on

- phytoplankton and benthic metabolism in coastal lagoons; a first comparison between mediterranean and baltic lagoons. BSSC 2013 - 9th Baltic Sea Science Congress : New Horizons for Baltic Sea Science, 26-30 August, 2013 Klaipėda, Lithuania.
- 41 Mazurie J., Bacher C., Cugier P., Gangnery A., Girard S., Le Moine O., Pernet F., Priour D., Robert S., Robert R., Roque D'Orbcastel E. (2013). La conchyliculture vers le large : de nouvelles opportunités ? (producteurs, collectivité, Ifremer). Rencontres scientifiques RBE, 5-6 novembre 2013, Nantes.
 - 42 Munaron D., Hubert M., Tapie N., Budzinski H., Guyomarch J., Andral B., Gonzalez J.L. (2013). Assessment of chemical contamination of frenches coastal lagoons using passive sampling techniques. CIESM 2013, Coastal Lagoons Status, 28-31 october 2013, Marseille. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00167/27870/>
 - 43 Munaron D., Hubert M., Tapie N., Budzinski H., Guyomarch J., Andral B., Gonzalez J.L. (2013). Passive samplers as a useful tool to better characterize the water chemical contamination of French Mediterranean coastal lagoons. VI EUROLAG & VII LAGUNET conference "Coastal Lagoon Domain and Properties: from fundamental research to policy implementation", 16-19 December 2013, Lecce, Italy.
 - 44 Ouisse V., Fiandrino A., De Wit R., Munaron D., Fortune M., Oheix J., Jouhannaud C., Baleux M., Durozier M., Garcia N., Raimbault P., Buscail R., Aubert D., Malet N. (2013). Benthic compartment in eutrophied Mediterranean lagoons : nutrient sink or sources? 40th CIESM Congress. Marseille, France, 28 October - 1 November 2013.
 - 45 Ouisse V., Fiandrino A., De Wit R., Munaron D., Le Noc S., Fortune M., Oheix J., Jouhannaud C., Baleux M., Durozier M., Garcia N., Lagadec V., Raimbault P., Buscail R., Aubert D., Giraud A., Barral M., Malet N. (2013). Benthic compartment in eutrophied Mediterranean lagoons : nutrient sink or sources? VI EUROLAG & VII LAGUNET Conference: "COASTAL LAGOON DOMAIN AND PROPERTIES: from fundamental research to policy implementation". 16 -19 December 2013, Lecce, Italy.
 - 46 Roque D'Orbcastel E., Coves D. (2013). Aquaculture et Environnement : Notions générales sur les impacts potentiels, Réglementations. Réunion SRDAM LR, 14 juin 2013, Montpellier, France.

7.5 Plaquettes et autres médias de grande diffusion

En 2013 le LERLR a reçu différents médias régionaux et nationaux (presses orale et écrite) ; FR3 Région au sujet des contaminations microbiologiques, le Magasine de la santé sur la qualité sanitaire des coquillages et "C'est pas sorcier" avec l'émission de janvier 2013 intitulée « Thau : une lagune fragile » (+ d'infos : <http://w3z.ifremer.fr/intramediterranee/L-actu/C-est-pas-sorcier-Special-Thau>).

7.6 Exposés dans des réunions professionnelles

Les diagnostics réalisés dans le cadre du RSL font l'objet chaque année de restitutions par structure de gestion à l'ensemble des gestionnaires, organisées avec le Ceparlmar et la Région.

7.7 Formations données

Tableau 13 – formations données par le personnel du LERLR

Nom	Organisme	Niveau	Sujet	Durée (h.)
ROQUE E.	Cnam, Mèze	Bac+3 Cadres Techniques aquaculture	Aquaculture mondiale	4
UBERTINI M. et LAGARDE F.	Cnam, Mèze	Bac+3 Cadres Techniques aquaculture	Conchyliculture	12
ROQUE E.	Cnam, Montpellier	Bac +4 Managers en aquaculture 1 année	Conchyliculture en Méditerranée	4
FIANDRINO A.	Présentation aux élèves de l'ENSAT	Bac+5	modélisation en milieu lagunaire : un outil d'aide à la compréhension des phénomènes & à la gestion des milieux	1
LAGARDE F.	ARDAM	BPJEPS	Initiation à l'océanographie générale	14
LAGARDE F.	Université de Montpellier II	Licence 2, IUT Chimie Sète	Ecologie des écosystèmes exploités : la conchyliculture	3
LAGARDE F.	Université de Montpellier II	Master 2 BGAE-BAEMT	Ecologie des écosystèmes exploités : la conchyliculture	4
MESSIAEN G.	IUT chimie Sète	Bac +2 Bac +3 (licence pro)	Eutrophisation appliquée aux lagunes languedociennes	60
MESSIAEN G.	Cnam Mèze	Bac +3 Cadres Techniques aquaculture	Physico-chimie de l'eau de mer appliquée à l'aquaculture	7
MUNARON D.	Master Environnement et Santé Publique – Montpellier UMI	Bac+5	Problématique des contaminants chimiques en milieu marin. Cas du littoral méditerranéen et des lagunes languedociennes	4
MUNARON D.	ENGREF Montpellier	Bac+5	Menaces sur les écosystèmes lagunaires du Languedoc-Roussillon	2
OHEIX J. et LAURET M.	Formation macrophytes	Professionnels – gestionnaires, financiers, scientifiques	Observation de macrophytes, outils et méthodes d'observation.	6
PERNET F.	Cnam, Mèze	Bac+3 Cadres Techniques aquacultures	Traitements des données et informatique appliquée	39
ROUSSELET M.	Université de Montpellier II	Master 1 BGAE-BAEMT	Surveillance sanitaire et environnementale du milieu marin	4
ROUSSELET M.	Lycée de la mer/France EUROPEA	Lycéens européens et professionnels	Surveillance sanitaire et environnementale du milieu marin	4
ROUSSELET M.	Lycée de la mer	Lycéens	Les réseaux de surveillance sanitaire-exemple de la lagune de Thau	1
ROUSSELET M.	ENSAT	Bac+5	L'étang de Thau sous haute surveillance : mise en œuvre et finalités de gestion	1