Département Ressources Biologiques et Environnement
Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes

Laboratoire Environnement - Ressources Morbihan Pays de Loire

RST/LER/MPL-2015 09

RESCO
Réseau d'Observations Conchylicoles
Rapport annuel campagne 2014

Rédaction : Elodie Fleury

F. D'Amico, J.F. Bouget, J.M. Chabirand, P. Fouillaron, J. Grizon, A. Lamoureux, L. Lebrun, P. Le Gall, W. Louis, C. Mary, D. Maurer, S. Mortreux, J. Normand, H. Palvadeau, J. Penot, J.F. Pépin, S. Petton, S. Pien, S. Pouvreau, I. Quéau, S. Robert, J.L. Seugnet.

Convention DGAL 2014-305/2101479384-IFREMER 14/1211297/NYF

Laboratoire Environnement–Ressources Morbihan–Pays de Loire,
12 rue des Résistants,
56470 La Trinité sur Mer

observatoire_conchylicole@ifremer.fr

Titre et sous-titre du rapport : RESCO Réseau d'Observations Conchylicoles Rapport annuel campagne 2014	**Date de publication :** 2015 **Nombre de page :** 110 **Bibliographie :** Non **Illustration(s) :** Oui **Langue du rapport :** Français

Diffusion :
Interne : site intranet RESCO http://w3z.ifremer.fr/repamo/Presentation/Rapports-annuels et mails à l'attention de :
- Correspondants RESCO titulaires et suppléants
- Coordination du réseau
- Responsables des laboratoires concernés LERs
- Responsable du département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes
- Responsable du département Ressources Biologiques et Environnement
- Responsable de l'Unité Amélioration Génétique, Santé animale et Environnement
- Responsable de l'Unité Littoral
- Responsable de l'Unité Physiologie Fonctionnelle des Organismes Marins

Externe (après accord de la DGAl) : rapports papier et site internet RESCO http://wwz.ifremer.fr/repamo/Documentation
- DGAl, DPMA, DDTM
- CNC, CRC, CN/R/DPMEM
- Centres techniques (CREAA, SMEL, SMIDAP, CEPRALMAR)

Auteur principal : Elodie Fleury	**Organisme / laboratoire** Ifremer/ODE/LER MPL Trinité sur mer
Collaborateur(s) : • P. Fouillaron, JF. Bouget(1) • W. Louis, C. Mary, J. Normand (2) • J. Chevé, J. Penot (3) • L. Le Brun, D. Le Gall (4) • H. Palvadeau (5) • JM. Chabirand, J. Grizon, JF. Pépin, S. Robert, JL Seugnet (6) • F. D'Amico, D. Maurer (7) • P. Le Gall, S. Mortreux (8) • A ; Haury, S. Pouvreau, I. Quéau, B. Petton, S. Petton (9) • A. Lamoureux, JC Masson, D. Soudant (10) • L. Quemener (11) • S. Pien, V. Lefebvre (12)	**Organisme / laboratoire** (1) Ifremer/ODE/UL/LER-MPL (2) Ifremer/ODE/UL/LER-N (3) Ifremer/ODE/UL/LER-BN (4) Ifremer/ODE/UL/LER-BO (5) Ifremer/RBE/SG2M/LSPC (6) Ifremer/ODE/UL/LER-PC (7) Ifremer/ODE/UL/LER-AR (8) Ifremer/ODE/UL/LER-LR (9) Ifremer/RBE/PFOM/LPI (10) Ifremer/ODE/Dyneco/Vigies (11) Ifremer/REM/RDT (12) Synergie Mer et Littoral (SMEL)

Titre du contrat de recherche : RESCO	N° d'action Ifremer : A070102

Organisme commanditaire :
Mission institutionnelle d'Ifremer à la demande de la Direction Générale de l'Alimentation (DGAl)
Organisme(s) réalisateur(s) :
Ifremer, Laboratoire Environnement Ressource Morbihan Pays de Loire, 12 rue des Résistants, 56470 La Trinité sur mer
Coordinatrice nationale : Elodie FLEURY

Table des matières

1. Contexte général *1*

2. Matériel et méthodes *4*

2.1 Matériel biologique **4**

2.2 Sites d'étude **5**

2.3 Calendrier et fréquence d'échantillonnage **7**

2.4 Caractérisation environnementale **7**

2.5 Variables mesurées **11**

2.5.1 Mortalité **11**

2.5.2 Croissance **12**

2.5.3 Indice de condition **13**

2.5.4 Reproduction **13**

2.5.5 Agents infectieux **13**

2.6 Saisie, diffusion et valorisation des résultats **15**

3. Résultats 2014 *18*

3.1 Mortalités **18**

3.1.1 Analyse des cinétiques de mortalités en 2014 **18**

3.1.2 Taux de mortalité cumulée en 2014 **22**

3.1.3 Comparaison inter-annuelle des taux de mortalité **24**

3.1.4 Relation avec la température **29**

3.2 Recherche des agents infectieux **31**

3.2.1 Analyses pathologiques initiales **31**

3.2.2 Analyses pathologiques lors des 1ères mortalités *in situ* **32**

3.3 Croissance **34**

3.3.1 Poids moyen des différents lots suivis en 2014 **34**

3.3.2 Comparaison inter-annuelle des taux de croissance **37**

4. Action PHYSITU : suivis in situ de marqueurs du statut physiologique de C. gigas *39*

4.1 Contexte de l'étude **39**

4.2 Mise en œuvre **40**

4.2.1 Choix des marqueurs candidats **40**

4.2.2 Suivis *in situ* et prélèvements **42**

4.3 Résultats **42**

4.3.1 Résultats des suivis de mortalité **42**

4.3.2 Résultats des mesures d'expression des 14 marqueurs **44**

4.3.3 Analyses statistiques du jeu de données **44**

4.4 Conclusion et perspectives **50**

5. Conclusion générale *51*

ANNEXES *53*

1. Contexte général

Le réseau d'observations conchylicoles RESCO a été mis en place en 2009, suite aux fortes mortalités de naissains d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* observées sur l'ensemble du littoral français depuis 2008. Ce dispositif, découlant du précédent réseau REMORA, constituait l'un des moyens d'action mis en œuvre pour acquérir des connaissances sur l'évolution spatio-temporelle des mortalités d'huîtres creuses observées *in situ* ainsi que sur les conditions associées à l'apparition de ces mortalités. Cet observatoire national permettait par conséquent d'acquérir les données standardisées de mortalité et de croissance sur plusieurs lots sentinelles d'huîtres creuses, de différentes ploïdies, de différents âges et de différentes provenances.

Après cinq ans de suivi des performances conchylicoles sur 13 sites ateliers repartis sur le littoral français, le réseau RESCO a permis d'approfondir les connaissances concernant la dynamique spatio-temporelle des mortalités d'huîtres ; à savoir quels sites, quelles périodes et quelles classes d'âge sont les plus touchés par ce phénomène. Cependant, il était apparu difficile d'être suffisamment exhaustif sur le choix des lots sentinelles suivis, et les résultats obtenus ne pouvaient pas représenter la diversité des lots d'huîtres creuses cultivées sur les côtes françaises. De plus, la variabilité des lots suivis d'une année sur l'autre pouvait engendrer un biais dans les comparaisons inter-annuelles, même si des précautions particulières étaient prises afin que les lots sentinelles utilisés proviennent toujours des mêmes sites de captage et des mêmes fournisseurs. Par conséquent, il a été décidé de faire évoluer le protocole du RESCO 2014 afin de (i) pallier aux biais cités ci-dessus, (ii) améliorer la lisibilité des objectifs du réseau et (iii) augmenter sa plus-value scientifique via l'aide à la décision des services de l'Etat et le support qu'il peut apporter à différentes actions de recherche menées sur le phénomène des mortalités.

L'année 2014 a donc constitué une année de transition du réseau vers un nouvel objectif, à savoir **l'aide à la caractérisation de la qualité des écosystèmes conchylicoles** (figure 1). Pour ce faire, deux actions principales ont été mises en œuvre : (i) l'introduction dans les suivis d'un nouveau matériel biologique standard et reproductible (Naissains Standardisés Ifremer ; NSI), et (ii) la mesure, sur un site pilote, des variations d'expression de marqueurs physiologiques préalablement identifiés dans la réponse de l'huître face aux infections et/ou aux modifications environnementales (action PHYSITU).

La première action a donc consisté à introduire le **suivi du lot de** NSI constituant un matériel biologique produit en conditions d'élevage contrôlées (écloserie expérimentale d'Argenton et Plateforme Régionale d'Innovation de Bouin). Ce type de lot NSI représente un matériel biologique standard et reproductible, dont la variance inter-lot est minimisée grâce à l'utilisation d'un large pool de géniteurs d'origine sauvage *(Petton et al, 2013)* et dont les traits d'histoire de vie sont connus. De plus, préalablement au déploiement sur site, les individus constituant ce lot NSI sont soumis à une Epreuve Thermique de Laboratoire (ETL), puis à une recherche d'ADN du virus OsHV-1. Cette approche permet de réduire au maximum le risque que les animaux utilisés soient porteurs de cet agent pathogène avant le début des suivis (*Petton B, 2013*). Les lots NSI étudiés sur les différents sites du littoral français vont donc agir

comme des sentinelles pouvant favoriser la détection précoce d'agents infectieux présents dans le milieu, et ainsi aider à la caractérisation des écosystèmes conchylicoles. De plus, l'utilisation chaque année d'un large pool de géniteurs aux traits d'histoire de vie connus permettra de lisser la variance et de fixer la composante « lot » dans le temps, fiabilisant ainsi les comparaisons inter-annuelles.

La seconde **action PHYSITU** a consisté à sélectionner à travers une recherche exhaustive de travaux scientifiques, 14 gènes candidats identifiés comme étant impliqués dans la réponse de l'huître face aux infections et/ou aux modifications environnementales. Les variations d'expression des gènes candidats sélectionnés ont été mesurées selon la fréquence de suivi programmée par le réseau RESCO (bi-mensuelle) sur les lots de naissain NSI et CN_Arc d'un site pilote, afin de (i) valider *in situ* l'implication de marqueurs identifiés expérimentalement comme impliqués dans la réponse de l'huître face aux phénomènes de mortalité, (ii) d'acquérir de nouveaux descripteurs physiologiques qui pourraient venir abonder les paramètres suivis régulièrement par le réseau et (iii) d'identifier si les variations d'expression de ces marqueurs peuvent constituer des **indicateurs précoces des mortalités observées dans le milieu**. A terme, si les résultats se révèlent concluants, ces marqueurs pourraient ainsi aider à la caractérisation des écosystèmes.

En plus de ces deux actions, le fonctionnement général du réseau en 2014 a initié la mise en œuvre d'un **suivi d'une même cohorte sur trois années consécutives sur chacun des sites**. Les lots de naissains de l'année N ont donc été conservés sur site en année N+1 afin de constituer les lots «18 mois», et les lots «18 mois» de l'année N sont devenus les lots de «30 mois» l'année N+1. Ce suivi continu sur trois ans d'une même cohorte permettra de fiabiliser les comparaisons inter-âge, de faciliter les tests associés à un éventuel affaiblissement physiologique au cours du temps, et d'obtenir des jeux de données utiles pour la modélisation de la croissance de l'huître en fonction de paramètres environnementaux.

Le reste du fonctionnement du réseau reste inchangé par rapport aux années précédentes. Les différents lots sentinelles sont suivis de manière proactive sur plusieurs sites-ateliers disposés sur les principaux bassins ostréicoles. En complément des suivis de mortalité et de croissance, des descripteurs physiologiques classiques (ponte, indice de condition, maturation) sont acquis sur ces lots sentinelles et alimentent plus particulièrement le réseau VELYGER implanté sur cinq sites-ateliers communs aux sites RESCO. Parallèlement à ces suivis, les principaux **descripteurs environnementaux** associés sont acquis via le déploiement sur chaque site de sondes d'enregistrement haute fréquence permettant l'accès en temps réel aux paramètres de température, de salinité et de pression. Enfin, des **descripteurs zoosanitaires** sont acquis via une recherche « généralisée » d'agents infectieux des lots NSI avant le déploiement sur site, une recherche « généralisée » d'agents infectieux lors de la 1ère mortalité des lots NSI détectée sur site, et l'application de la procédure REPAMO pour toute 1ère mortalité détectée sur une autre classe d'âge.

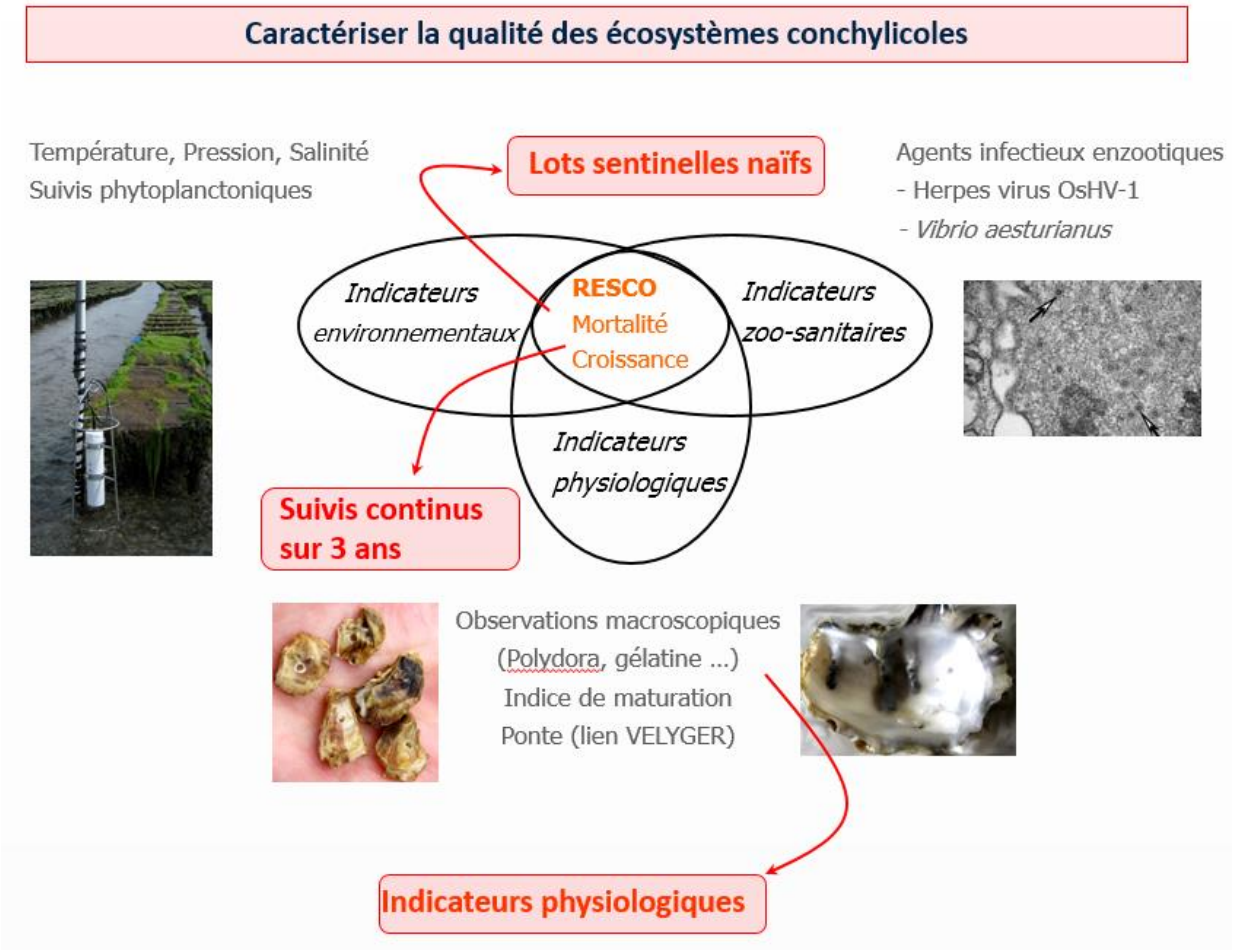


Figure 1 : Schéma des principales évolutions du protocole RESCO 2014 pour atteindre un nouvel objectif : l'aide à la caractérisation des écosystèmes conchylicoles.

Le réseau d'observation RESCO et ses évolutions vont ainsi aider à appréhender de façon intégrative les différentes composantes 'hôte', 'milieu', 'agents pathogènes' associées aux phénomènes de mortalité observés sur le terrain, et d'avancer dans la définition des critères de caractérisation des écosystèmes conchylicoles. Cette approche opérationnelle vise, entre autre, à fournir des éléments de compréhension complémentaires à la surveillance réglementaire sur les maladies présentes, émergentes ou exotiques exercée sur une base évènementielle par le réseau REPAMO. Enfin, du fait de sa couverture nationale, et de ses protocoles standardisés sur l'ensemble des façades, le réseau RESCO permet par ailleurs la connexion avec les réseaux régionaux d'observation dans l'appréhension des variabilités régionales, ainsi qu'avec certaines études ciblées visant à comprendre les mécanismes de cette crise.

2. Matériel et méthodes

L'acquisition des données biologiques, zoosanitaires et environnementales s'effectue sur 12 sites-ateliers qui ont été choisis parmi les 43 stations suivies dans le réseau REMORA (1993-2008), positionnés dans les principaux bassins ostréicoles français.

2.1 Matériel biologique

Dans le cadre des suivis RESCO 2014, le protocole a évolué, comme présenté en introduction générale. Ainsi, les lots sentinelles suivis en 2014 sont désormais composés de **trois classes d'âge** : «6 mois », «18 mois» et «30 mois», chaque classe d'âge étant répliquée en trois poches, à l'exception du lot « 30 mois » qui ne comptait pas d'effectif suffisant (figure 2).

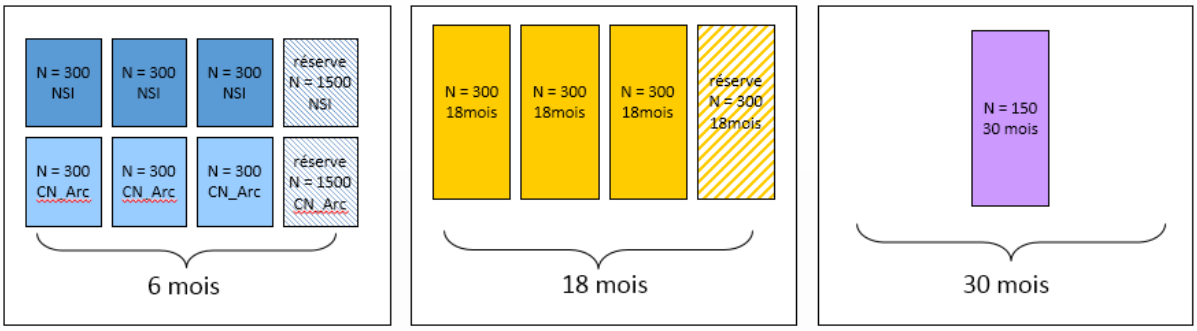


Figure 2 : Schéma représentant les lots sentinelles suivis sur l'ensemble des sites RESCO en 2014.

La **classe d'âge 6 mois** se compose de :

- Trois poches contenant 300 individus du lot NSI et d'une poche réserve contenant 1500 individus NSI. Cette poche réserve ne fait pas l'objet des suivis actifs de 2014, mais servira à compléter le nombre d'individus NSI restant en fin de campagne pour constituer le lot « 18 mois» de l'année 2015. Ces lots NSI ont été produits à l'écloserie expérimentale d'Argenton selon le protocole décrit par *Petton et al., 2013* et *Petton et al., 2015*. Ce lot a été réceptionné à la station de la Trinité sur mer le 17/03/2014 et son poids moyen initial était de 0.3g ± 0.1.

- Trois poches contenant 300 individus du lot issus de captage naturel d'Arcachon (CN_Arc) et d'une poche réserve contenant 1500 individus CN_Arc. Cette poche réserve ne fait pas l'objet des suivis actifs de 2014, mais servira à compléter le nombre d'individus CN_Arc restant en fin de campagne pour constituer le lot « 18 mois » de l'année 2015. Ce lot, capté sur le secteur de Bélisaire dans le bassin d'Arcachon à partir de tuiles chaulées a été détroqué le 08/02/2014, puis réceptionné à la station de la Trinité sur mer le 17/03/2014. Le poids moyen initial de ce lot était de 1.1g ± 0.6.

La **classe d'âge «18 mois»** se compose de :

- Trois poches contenant 300 individus du lot « 18 mois » et d'une poche réserve contenant 1500 individus « 18 mois ». Cette poche réserve ne fait pas l'objet des suivis actifs

de 2014, mais servira à compléter le nombre d'individus « 18 mois » restant en fin de campagne pour constituer le lot « 30 mois » de l'année 2015. Ces huîtres de demi-élevage sont issues de captage naturel sur coupelles au cours de l'été 2012 à l'ile d'Aix (Charente Maritime). Après le détroquage des naissains sur coupelles au printemps 2013, ce lot a été transféré sur la baie de Morlaix jusqu'en février 2014. Après avoir été criblé à Marennes-Oléron, ce lot a été réceptionné dans sa totalité à la station de la Trinité sur mer le 17/03/2014. Le poids moyen initial de ce lot était de 15.7g ± 5, pour une longueur moyenne de 58.4 ± 5 mm.

La **classe d'âge «30 mois»** se compose de :

- Une poche contenant le nombre d'individus survivants du lot « 18 mois » 2013 conservés sur chaque site. En effet, pour amorcer le suivi continu sur trois ans, les lots « 18 mois » suivis lors de la compagne 2013 ont été mélangés en une seule poche afin de constituer un lot de « 30 mois » pour l'année 2014. Pour ce faire, sur chacun des sites ateliers, un dénombrement des individus ainsi rassemblés a été réalisé, puis un poids moyen a été relevé lors de la marée du 31 mars 2014. Les origines de ce lot sont donc les mêmes que celles du lot « 18 mois » de la campagne 2013, à savoir un lot issu de captage naturel de Charente Maritime (île d'Aix). Le protocole 2013 n'ayant pas prévu de poche « réserve » du lot « 18 mois », il n'a pas été possible de générer 3 poches du lot devenu « 30 mois » en 2014. En effet, les effectifs restant en fin de campagne après les mortalités et les prélèvements étaient trop faibles.

Les principales caractéristiques de ces lots sentinelles sont résumées dans le tableau 1.

Lot	Provenance	Classe d'âge	Ploïdie	Date Mise à l'eau	Poids Moyen initial	Nb indiv / poche *
30 mois	Ile d'Aix (ex 18 mois)	30 mois	2N	Conservé sur site	dépendant des sites	dépendant des sites
18 mois	Ile d'Aix	18 mois	2N	Semaine 12	15.7	300
CN_Arc	Arcachon	6 mois	2N	Semaine 12	1.1 g	300
NSI	Ecloserie Argenton	6 mois	2N	Semaine 12	0.3 g	300

Tableau 1 : Caractéristiques des lots sentinelles utilisés pour les suivis RESCO 2014

2.2 Sites d'étude

Parmi les 13 sites-ateliers opérationnels depuis 2009, 12 sites ont été reconduits en 2014. Le site de Men Er Roué, situé en eau profonde en baie de Quiberon n'a pas été suivi lors de cette campagne par manque de moyens opérationnels (embarcation, plongeurs). Les 12 sites sont répartis le long des trois façades littorales françaises, dans les principaux bassins producteurs d'huîtres creuses (figure 2 et tableau 2), et seul le site de « Marseillan » est non découvrant, en accord avec les pratiques culturales locales.

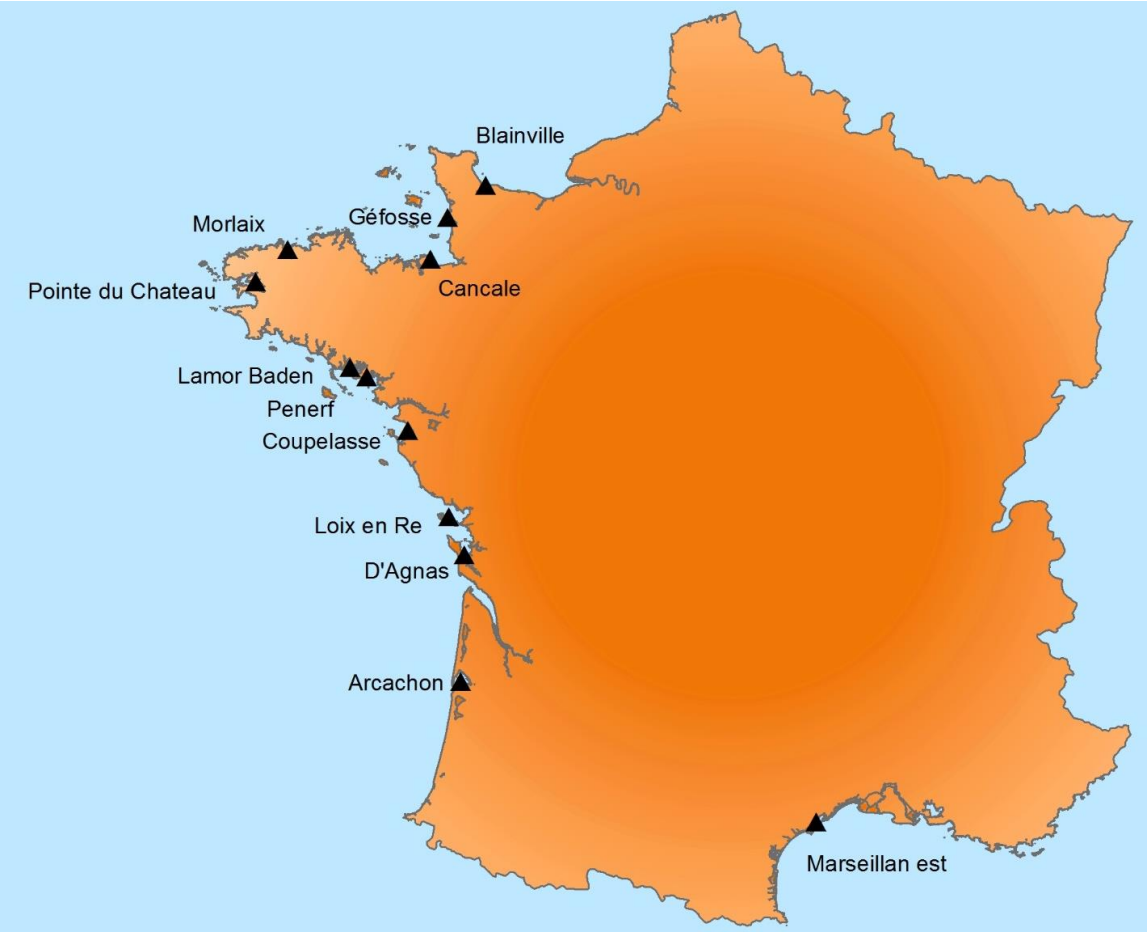


Figure 2 : Carte de localisation des sites-ateliers de RESCO 2014

Secteur	Libellé site	Code REMORA	Latitude WGS84	Longitude WGS84	Point
Baie des Veys	Géfosse	BV02	49.389150	-1.099767	014-P-055
Côte ouest Cotentin	Blainville Nord	CO06	49.065784	-1.629950	018-P-082
Baie Mont Saint Michel	Cancale-Terrelabouet	CA02	48.660980	-1.841353	020-P-093
Baie de Morlaix	Morlaix-Pen al Lann	MX02	48.662345	-3.895002	034-P-019
Rade de Brest	Pte du Château	BR08	48.334998	-4.319390	039-P-068
Golfe du Morbihan	Larmor-Baden	GM02	47.592323	-2.884589	061-P-068
Rivière de Penerf	Pénerf-Rouvran	PF02	47.510109	-2.648004	064-P-015
Baie de Bourgneuf	Coupelasse	BO02	47.026023	-2.030078	071-P-088
Ile de Ré	Loix-en-Ré	RE02	46.225069	-1.404059	076-P-066
Marennes Oléron	D'Agnas	MA03	45.868543	-1.172305	180-P-065
Bassin d'Arcachon	Tès	AR03	44.665948	-1.138744	088-P-028
Etang de Thau	Marseillan est	TH03	43.379130	+3.571080	104-P-428

Tableau 2 : Nomenclature et coordonnées des sites de RESCO 2014

2.3 Calendrier et fréquence d'échantillonnage

La fréquence des visites de terrain est définie selon un calendrier commun aux différents sites de RESCO. Le calendrier tient compte des périodes « à risques » pour les mortalités observées lors des années précédentes, notamment vis-à-vis de l'augmentation des températures de l'eau (figure 3). En pratique, les suivis s'échelonnent de façon bi-mensuelle du mois d'avril au mois d'octobre, puis de façon mensuelle du mois d'octobre au mois de mars, afin d'assurer les suivis tout au long de l'année. Ainsi, en 2014, la campagne RESCO s'est faite selon 18 sorties simultanées programmées sur l'ensemble des sites.

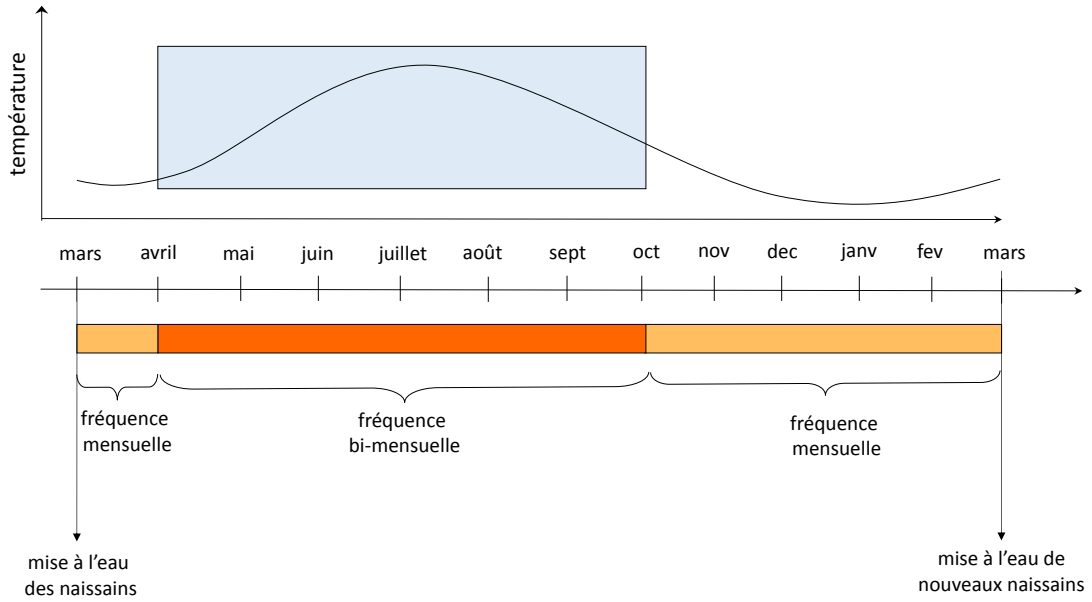


Figure 3 : Fréquence des suivis terrains sur l'ensemble des sites-ateliers

Parallèlement aux visites de terrain, les données environnementales sont acquises de façon continue durant toute l'année (voir paragraphe 2.4). Les prélèvements pour analyses en pathologie ont été réalisés lors du T0 pour le lot NSI, puis lors de la 1ère mortalité détectée sur chaque site pour ce lot. Pour les autres lots, les prélèvements pour analyses en pathologie n'ont été effectués que lorsqu'ils rentraient dans le cadre de la procédure REPAMO, c'est-à-dire lorsque le constat de mortalité signalé par le correspondant RESCO représentait la 1ère déclaration de mortalité pour une classe d'âge et une ploïdie dans une Zone d'Intervention Repamo (ZIR) donnée (voir paragraphe 2.5.5).

2.4 Caractérisation environnementale

La totalité des sites-ateliers est instrumentée de façon à suivre l'évolution des principaux paramètres du milieu environnant. Ainsi, des données de température, salinité et pression sont acquises par le biais de sondes de mesure haute fréquence de type SMATCH (NKE Instrumentation) sur 11 sites-ateliers (excepté Morlaix). L'ensemble des données émises par

ces bouées est centralisé sur le site ‘co-en’ (http://www.ifremer.fr/co-en/) géré par le Centre d’Océanographie Côtière Opérationnelle (figure 4).

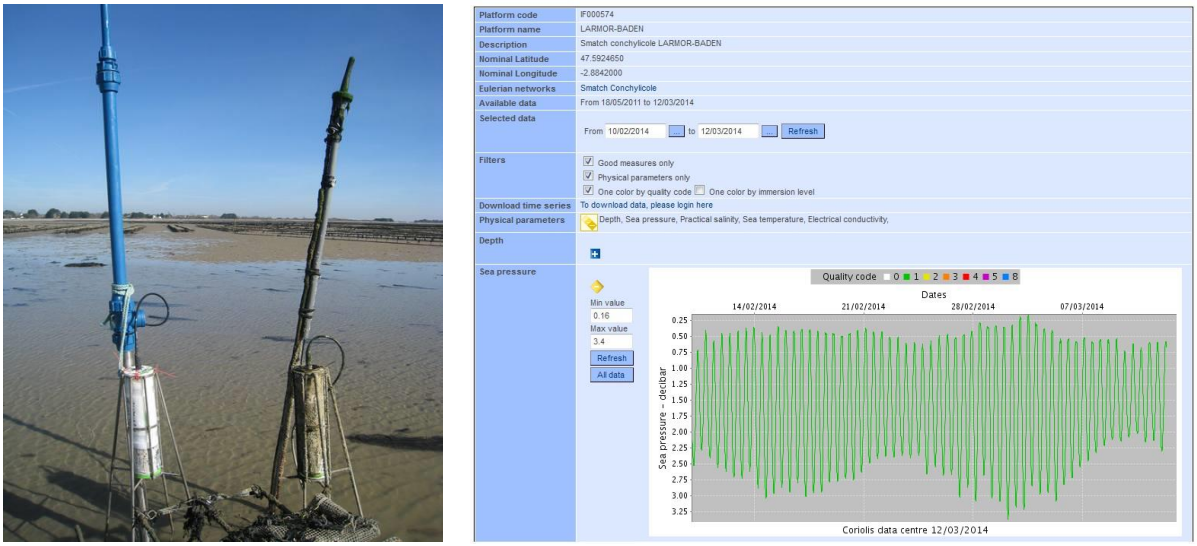


Figure 4 : Rotation de deux sondes SMATCH et visualisation des données émises sur le site « co-en »

De nombreuses évolutions concernant la métrologie de ces sondes ont été mises en place en 2014. En effet, des formulaires de métrologie ainsi que des formulaires d’intervention sont désormais disponibles dans l’onglet extranet du site internet RESCO, afin que chaque agent puisse remplir et archiver sur le site les contrôles et les rotations programmées sur ces sondes (figure 5).

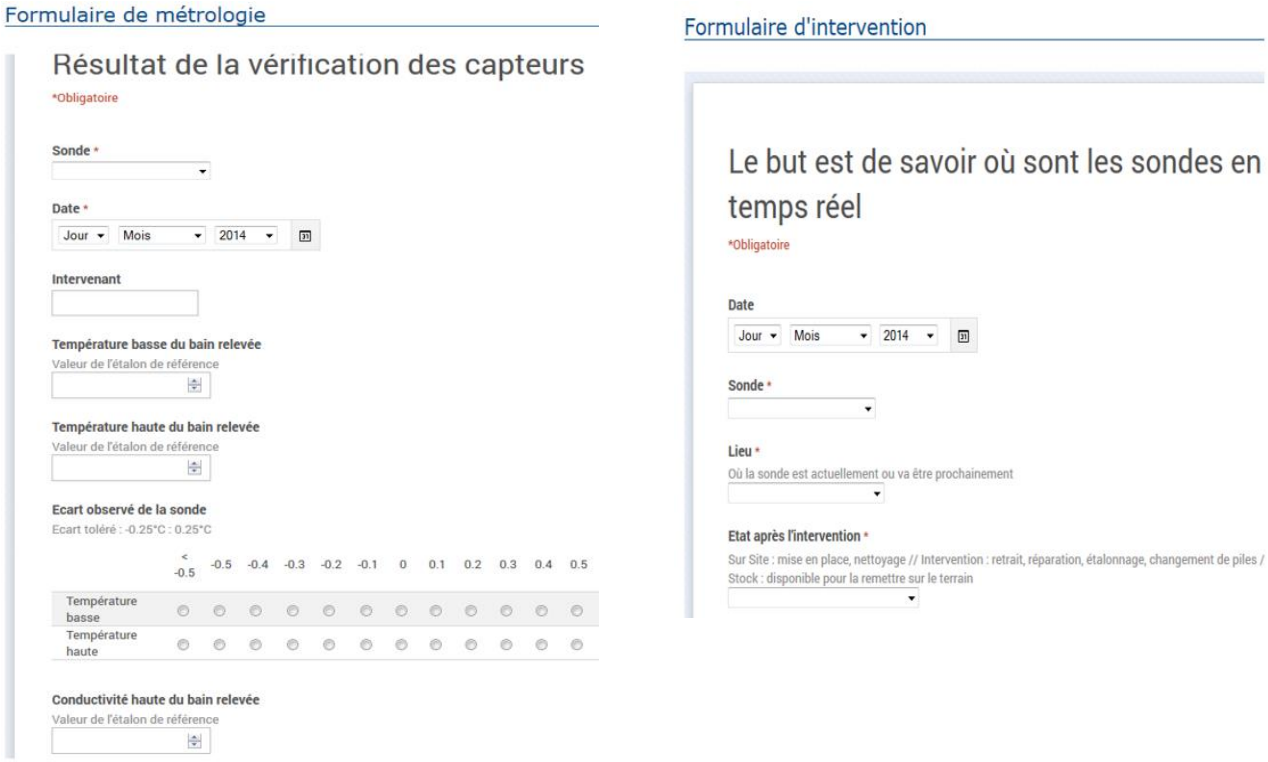


Figure 5 : Formulaire de métrologie et formulaire d’intervention des sondes SMATCHs sur le site extranet du RESCO

En effet, le protocole de métrologie associé au RESCO impose un planning de rotation et de contrôle d'étalonnage réguliers sur l'ensemble du parc des bouées SMATCH (figure 6). Pour ce faire, un contrôle global est effectué une fois par an par la société NKE et deux contrôles sont effectués en laboratoire par les correspondants métrologie du RESCO.

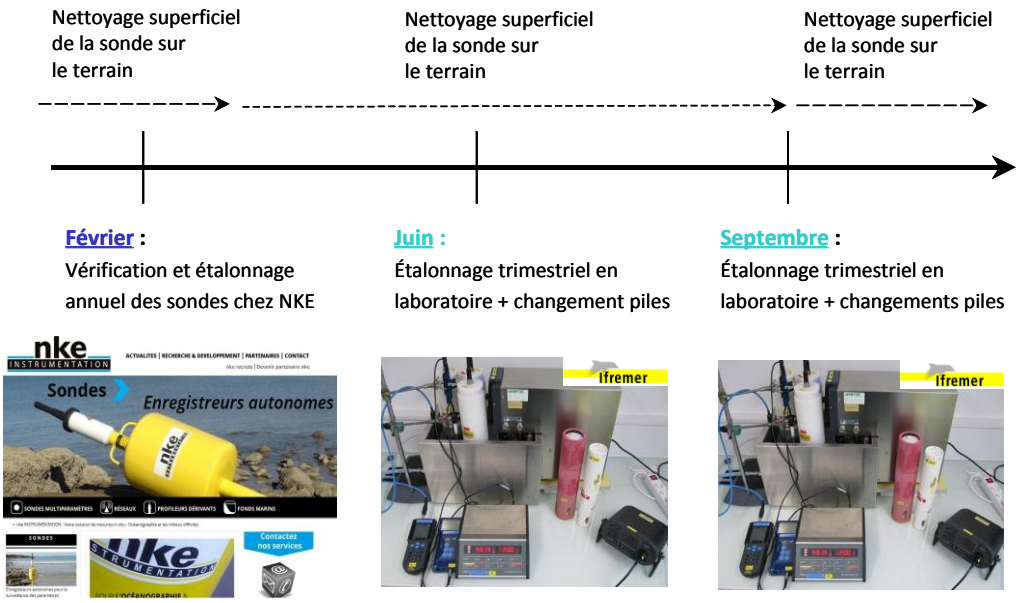


Figure 6 : Fréquence d'étalonnage et d'entretien des sondes SMATCH

Afin d'assurer l'acquisition continue des données environnementales lorsque des rotations de sondes SMATCH sont effectuées, tous les sites-ateliers sont équipés de sondes « crayon » positionnées à l'intérieur des poches : ces sondes effectuent des enregistrements haute fréquence à lecture en temps différé (type STPS pour pression / température / salinité) (figure 7). Les données enregistrées sont extraites et associées dans la base de données Quadrige de façon mensuelle ou bi-mensuelle, avec une rotation de sonde à chaque visite terrain.

Figure 7: Sonde d'enregistrement de type STPS positionnées dans les poches ostréicoles

Dans le but d'optimiser la qualité des données acquises par ces instruments, des rapports compilant l'ensemble des données générées sous forme de graphe sont envoyés mensuellement à l'ensemble des correspondants (figure 8). Ces rapports permettent de mettre en évidence d'éventuelles dérives des capteurs et d'en informer les correspondants afin qu'ils puissent programmer une intervention en conséquence.

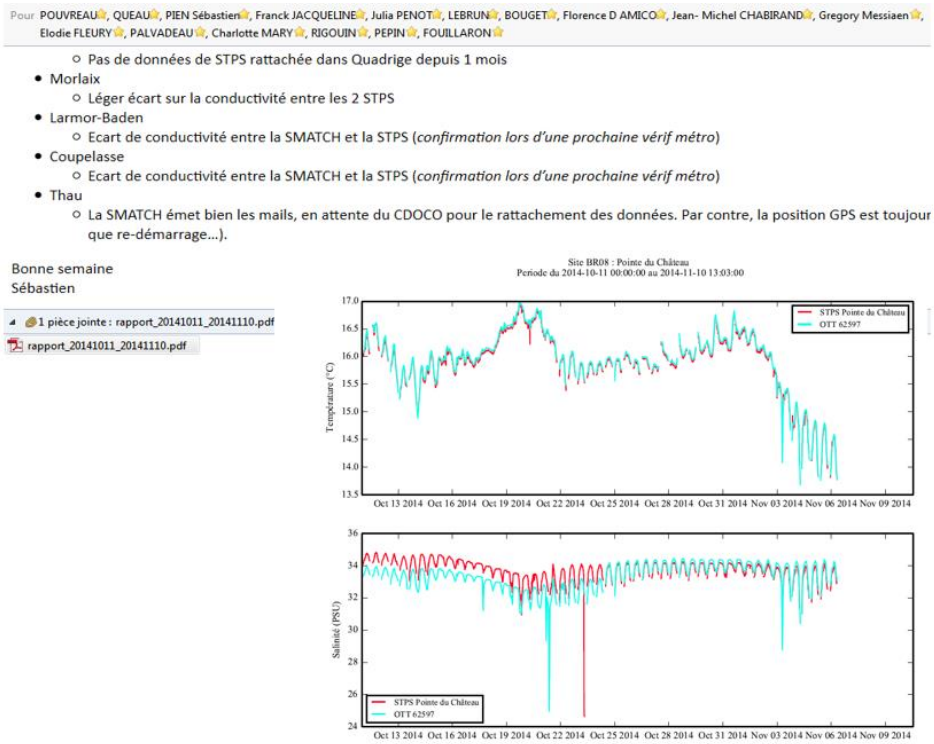


Figure 8 : Rapport de Température et Salinité envoyé mensuellement à l'ensemble des correspondants pour vérifier la qualité des données générées par les différents capteurs.

Les données ainsi générées sont désormais traitées par des scripts en routine effectuant les moyennes journalières des mesures respectivement réalisées par les sondes SMATCHs et STPS : les courbes sont disponibles à l'affichage dans l'onglet extranet du site internet du RESCO (figure 9).

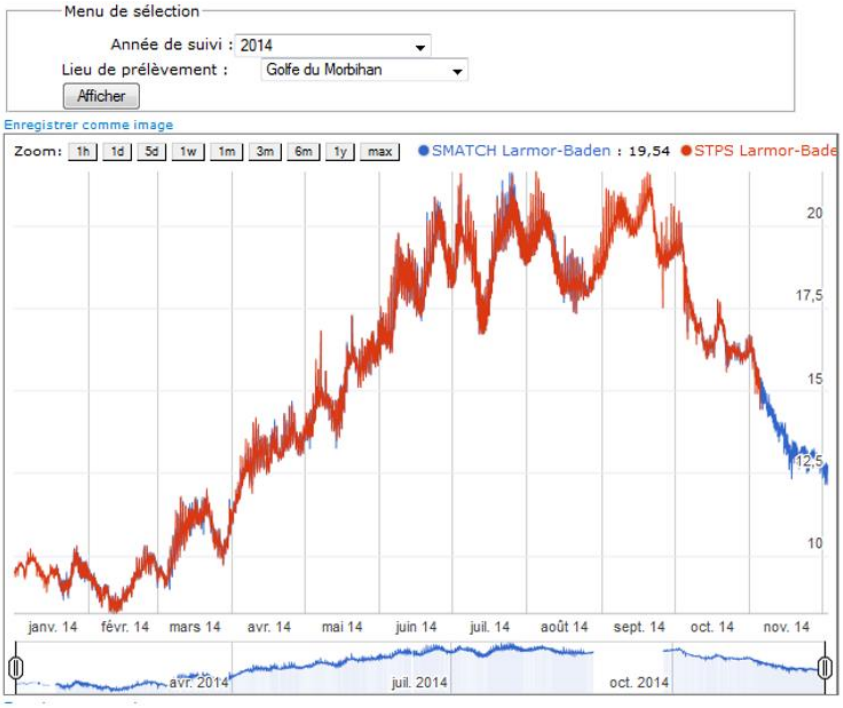


Figure 9 : Affichage des courbes de température et de salinité acquises par les sondes SMATCH (bleu) et STPS (rouge) disponible sur le site internet RESCO.

2.5 Variables mesurées

2.5.1 Mortalité

Lors de chaque passage sur site, les poches contenant les différents lots sont vidées précautionneusement dans un panier de comptage grillagé. Les individus sont examinés visuellement puis triés selon leur statut : morts ou vivants (figure 10).

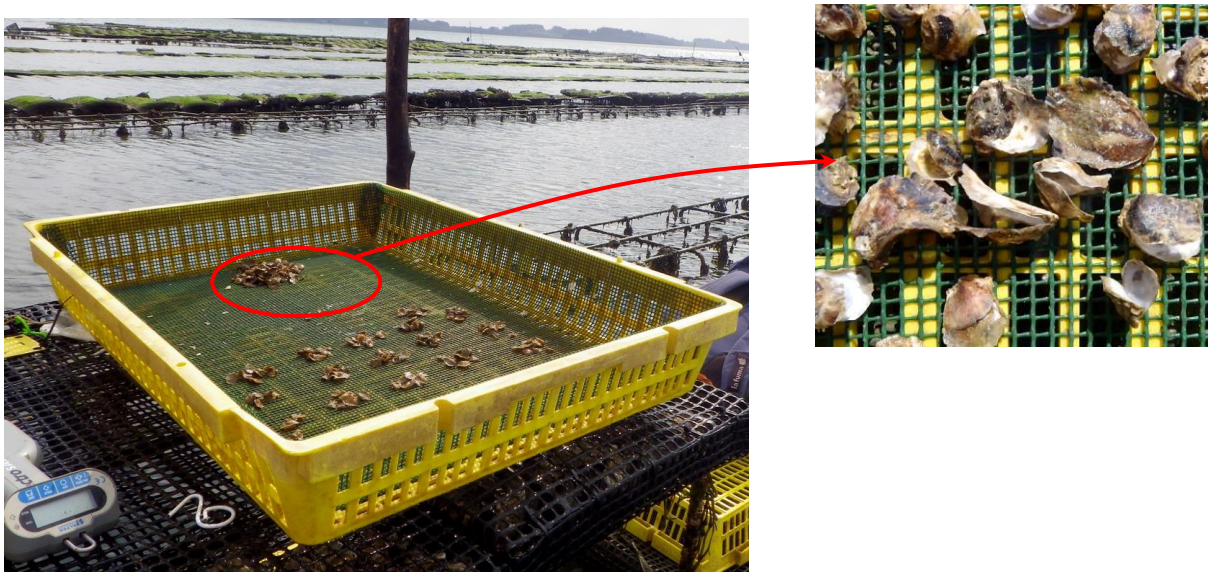


Figure 10 : Comptage des individus morts et vivants sur un site-atelier RESCO.

Les individus morts (correspondant à des coquilles ouvertes ou des coquilles vides) et les individus vivants sont alors dénombrés sur l'ensemble des trois poches de chacun des lots (excepté le lot « 30 mois » qui ne comporte qu'une seule poche). Ceci permet de déterminer en triplicat pour chaque lot les taux de mortalité suivants:

- le taux de mortalité instantanée (MI), constaté au temps t :

$$\text{Mortalité instantanée}_{(t)} = \frac{\text{Nombre mortes}_{(t)}}{\text{Nombre mortes}_{(t)} + \text{Nombre vivantes}_{(t)}} = MI_{(t)}$$

- le taux de mortalité cumulée (MC) au temps t :

$$\text{Mortalité cumulée}_{(t)} = 1 - [\,(1 - MC_{(t-1)}) \times (1 - MI_{(t)})\,] = MC_{(t)}$$

Cette formule permet de s'affranchir du nombre d'individus prélevés.

Appliquée au premier échantillonnage *(t=t1)*, la mortalité cumulée du passage précédent est considérée comme nulle ($MC_{(t0)} = 0$). La formule donne donc :

$MC_{(t1)} = 1 – [(1- MC_{(t0)}) \times (1-MI_{(t1)})]$

$MC_{(t1)} = 1 – [(1- 0) \times (1-MI_{(t1)})]$

$MC_{(t1)} = 1 – [(1-MI_{(t1)})]$

$MC_{(t1)} = MI_{(t1)}$

2.5.2 Croissance

La croissance et les paramètres biométriques sont évalués dans chaque poche contenant les lots «18 mois» (trois poches) à partir de mesures effectuées sur un échantillon de dix individus par poche (30 individus en tout), selon le calendrier de passage. La longueur de la coquille est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse (Mitutoyo IP66 ou IP67, Paris, France) relié à un ordinateur (liaison USB), permettant d'exporter directement les données dans un tableur ou dans la base de données Quadrige².

La masse de l'individu entier, de la coquille vide, et de la chair totale humide sont également mesurées à l'aide d'une balance de précision (Sartorius ED623S ou Mettler XS603S). La plupart de ces balances sont également connectées à un ordinateur (liaison RS232) et les données sont automatiquement transférées dans Excel ou dans Quadrige² via un logiciel générique (http://www.billproduction.com/billscalebalance).

Des mesures similaires sont également réalisées sur les lots de naissain, mais uniquement aux points initiaux et finaux des suivis. En effet, les forts taux de mortalité observés sur certains sites empêchent la réalisation de biométrie plus fréquente, du fait du faible nombre d'individus survivants. De plus, la petite taille des individus lors de la mise à l'eau limite le nombre de paramètres mesurables. Le poids moyen des individus de chaque lot de naissain et du lot « 30 mois » est donc estimé, à chaque passage, à partir du poids total des individus mesuré sur le terrain à l'aide de pesons (Kern CH50 K50 ou Salter Brecknell) et du nombre d'individus vivants (figure 11).

Figure 11 : Pesée totale des individus d'un lot sur le terrain.

La formule permettant d'en déduire le poids moyen est :

$$\text{Poids moyen}_{(\text{lot naissain A})} = \frac{\text{Poids total}_{(\text{lot naissain A})}}{\text{Nombre vivantes}_{(\text{lot naissain A})}}$$

2.5.3 Indice de condition

Les masses sèches de tissu des individus du lot «18 mois» sont mesurées sur les mêmes 30 individus (*i.e.* 3 x 10 individus de chaque poche) prélevés à chaque passage. Pour cela, les chairs sont lyophilisées durant 48 heures, puis pesées à l'aide d'une balance de précision. L'évolution de la masse sèche de tissu en fonction du temps permet de rendre compte de la croissance des huîtres, mais également des indices de condition et des évènements de ponte. Les indices physiologiques sont calculés à partir des paramètres mesurés, afin de caractériser l'état d'engraissement et la qualité de la chair des huîtres, tels que l'indice Afnor (Afnor, 1985) via le rapport du poids de chair égouttée sur le poids total de l'individu.

2.5.4 Reproduction

Afin de compléter qualitativement les informations issues des calculs d'indices de conditions, le stade reproducteur des individus du lot « 18 mois » est défini de manière visuelle lors de chaque biométrie.

Les différents stades sont (figure 12):

- stade 0 : absence de gonade ou post-ponte
- stade 1 : début de maturation,
- stade 2 : pleine maturité

18 mois, **stade 0** 18 mois, **stade 1** 18 mois, **stade 2**

Figure 12 : Photos des 3 catégories représentant les différents stades de reproduction du lot '18 mois'

2.5.5 Agents infectieux

Dans le but d'optimiser les suivis réalisés dans le cadre des mortalités des huîtres au sein de l'Ifremer, le suivi des agents infectieux réalisé par le réseau RESCO a évolué en 2014. En effet, seuls les lots de type NSI ont fait l'objet d'analyses en pathologie programmées, alors que les analyses des autres lots (naissain CN_Arc, «18 mois» et «30 mois») ont été soumis à la procédure en vigueur appliquée par le réseau REPAMO (figure 13).
(http://wwz.ifremer.fr/repamo/Presentation)
Plus précisément, les lots NSI ont fait l'objet de différents types d'analyses initiales avant leur déploiement sur sites :

- une épreuve thermique de laboratoire réalisée au laboratoire d'Argenton puis une recherche d'ADN viral d'OsHV-1 (Petton *et al.*, 2014), également réalisée sur le lot CN_Arc

- des analyses histologiques pour une recherche « généralisée » d'agents infectieux, incluant les parasites à déclaration obligatoire, à savoir *Bonamia* sp, *Marteilia* sp., *Perkinsus* sp., *Mikrocytos* sp (laboratoire HISTALIM).

Ensuite, pour chaque site, lors de la 1ère mortalité constatée sur le lot NSI (*i.e.* mortalité instantanée supérieure à 15%), un prélèvement systématique de 30 individus contenant un maximum d'huîtres moribondes était réalisé. Sur ces prélèvements, deux types d'analyse ont été effectuées :

- une analyse par PCR pour rechercher la présence d'OsHV-1et de *Vibrio aestuarinaus* (par le LGPMM/LNR, La Tremblade)
- des analyses histologiques et de la bactériologie classique pour des recherches « généralisées » d'agents pathogènes (par le LGPMM/LNR, La Tremblade)

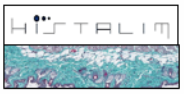
En ce qui concerne les autres lots, en cas de 1ère mortalité constatée (*i.e.* mortalité instantanée supérieure à 15%), le correspondant RESCO prenait contact avec la cellule REPAMO pour savoir si ce constat était le 1er pour cette classe d'âge et cette ploïdie pour la ZIR concernée. En cas de réponse positive, un prélèvement de 30 individus contenant un maximum d'huîtres moribondes était réalisé, et les mêmes types d'analyses que pour le NSI étaient réalisées par le LGPMM/LNR (La Tremblade). Par contre, si il ne s'agissait pas du premier signalement, aucun prélèvement et donc aucune analyse n'était effectuée.

Figure 13 : Suivis d'agents infectieux réalisés lors de la campagne RESCO 2014

Avant déploiement sur site pour suivis RESCO

- Epreuve Thermique de Laboratoire (ETL) sur les lots NSI et CN-Arc à l'écloserie expérimentale d'Argenton
  - Taux de mortalité et PCRq OsHV-1

- Recherche généralisée d'agents infectieux des lots NSI
  - Histologie pour recherche généralisée



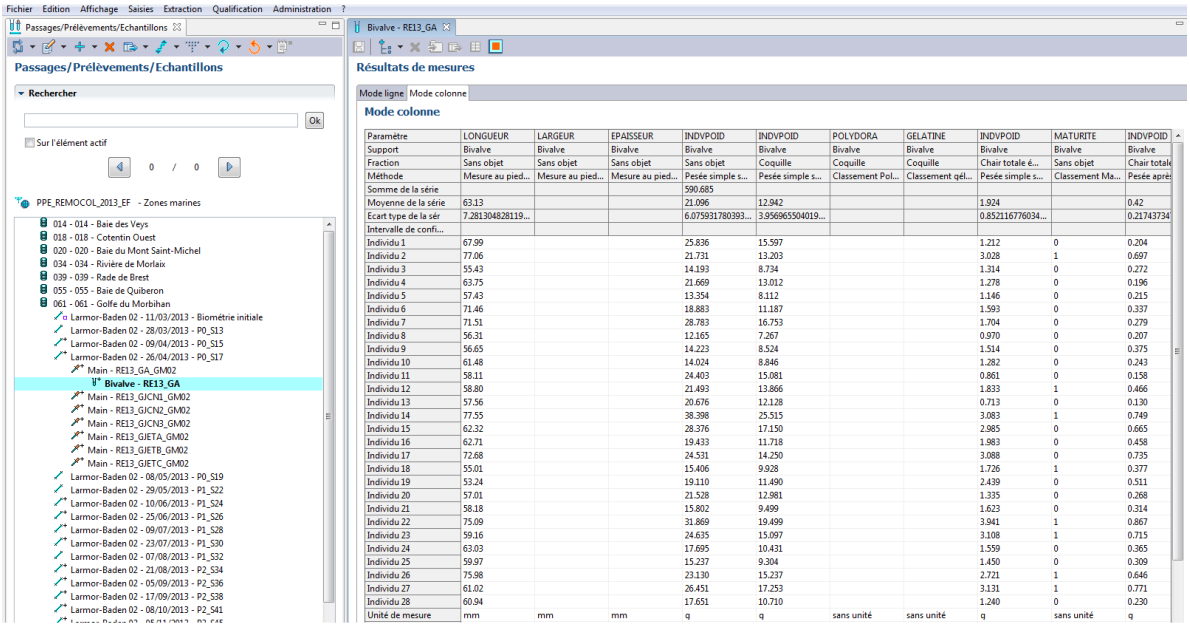
Lors de la 1ère mortalité observée *in situ* :

- Recherche généralisée d'agents infectieux des **lots NSI** lors de la 1ère mortalité détectée sur site
  - PCRq OsHV-1, PCRQ *V. aestuarianus*,
  - histologie et bactériologie classique (flore dominante)

- Recherche d'agents infectieux selon la procédure REPAMO dans le cas où **l'un des lots sentinelles RESCO (hors NSI)** est le1er cas de hausse de mortalité dans une ZIR et pour une classe d'âge donnée

2.6 Saisie, diffusion et valorisation des résultats

L'ensemble des données acquises lors de chaque sortie (poids, taille, taux de mortalité …) est saisi, dans la semaine du passage, par les différents laboratoires préleveurs dans la base de données Quadrige[2], et sont ainsi mis à disposition des différents utilisateurs (figure 14). Les résultats sont compilés de façon bi-mensuelle d'avril à octobre (et de façon mensuelle d'octobre à mars), à partir des résultats extraits de la base de données. Afin de faciliter la gestion de ces données, des scripts sous le logiciel libre « R » ont été développés afin de générer automatiquement les tableaux et, pour chaque site, les courbes de croissance, de mortalité cumulée, de mortalité instantanée, de température et de salinité. Cela permet, entre autres, d'effectuer un contrôle quotidien de la cohérence des différentes données saisies avant diffusion.



Paramètre	LONGUEUR	LARGEUR	EPAISSEUR	INDVPOID	INDVPOID	POLYDORA	GELATINE	INDVPOID	MATURITE	INDVPOID
Support	Bivalve	Bivalve	Bivalve	Bivalve	Bivalve	Bivalve	Bivalve	Bivalve	Bivalve	Bivalve
Fraction	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Coquille	Coquille	Coquille	Chair totale é...	Sans objet	Chair totale
Méthode	Mesure au pied...	Mesure au pied...	Mesure au pied...	Pesée simple s...	Pesée simple s...	Classement Pol...	Classement qél...	Pesée simple s...	Classement Ma...	Pesée aprè
Somme de la série				590.685						
Moyenne de la série	63.13			21.096	12.942			1.924		0.42
Ecart type de la sér	7.281304828119...			6.075931780393...	3.956965504019...			0.852116776034...		0.21743734
Intervalle de confi...										
Individu 1	67.99			25.836	15.597			1.212	0	0.204
Individu 2	77.06			21.731	13.203			3.028	1	0.697
Individu 3	55.43			14.193	8.734			1.314	0	0.272
Individu 4	63.75			21.669	13.012			1.278	0	0.196
Individu 5	57.43			13.354	8.112			1.146	0	0.215
Individu 6	71.46			18.883	11.187			1.593	0	0.337
Individu 7	71.51			28.783	16.753			1.704	0	0.279
Individu 8	56.31			12.165	7.267			0.970	0	0.207
Individu 9	56.65			14.223	8.524			1.514	0	0.375
Individu 10	61.48			14.024	8.846			1.282	0	0.243
Individu 11	58.11			24.403	15.081			0.861	0	0.158
Individu 12	58.80			21.493	13.866			1.833	1	0.466
Individu 13	57.56			20.676	12.128			0.713	0	0.130
Individu 14	77.55			38.398	25.515			3.083	1	0.749
Individu 15	62.32			28.376	17.150			2.985	0	0.665
Individu 16	62.71			19.433	11.718			1.983	0	0.458
Individu 17	72.68			24.531	14.250			3.088	0	0.735
Individu 18	55.01			15.406	9.928			1.726	1	0.377
Individu 19	53.24			19.110	11.490			2.439	0	0.511
Individu 20	57.01			21.528	12.981			1.335	0	0.268
Individu 21	58.18			15.802	9.499			1.623	0	0.314
Individu 22	75.09			31.869	19.499			3.941	1	0.867
Individu 23	59.16			24.635	15.097			3.108	1	0.715
Individu 24	63.03			17.695	10.431			1.559	0	0.365
Individu 25	59.97			15.237	9.304			1.450	0	0.309
Individu 26	75.98			23.130	15.237			2.721	1	0.646
Individu 27	61.02			26.451	17.253			3.131	1	0.771
Individu 28	60.94			17.651	10.710			1.240	0	0.230
Unité de mesure	mm	mm	mm	g	g	sans unité	sans unité	g	sans unité	g

Figure 14 : Saisie des données RESCO dans la base de données Quadrige 2.

La diffusion des résultats se fait via un site internet dédié, mis à jour tous les 15 jours :

http://wwz.ifremer.fr/observatoire_conchylicole (figure 15). Ce site comprend les informations relatives à la présentation du réseau, aux sites étudiés, au protocole mis en place, et aux différentes actualités liées à la problématique. En accès libre, ce site offre les fonctionnalités suivantes :

- présentations des protocoles et des suivis mis en place chaque année
- un accès aux courbes des résultats (mortalité, croissance, température) pour l'année en cours et pour les années antérieures
- l'accès au téléchargement des synthèses nationales
- flux RSS permettant un avertissement automatique dès que le site est mis à jour
- une photothèque représentative des différents évènements observés aux cours des suivis.

Figure 15 : Site internet RESCO

De plus, un accès extranet (protégé par un login et un mot de passe) a été développé sur ce site web permettant :

- d'accéder à l'ensemble des résultats détaillés par type de lot de naissain (depuis 2009),
- de télécharger les rapports nationaux (depuis 2009),
- de télécharger les différentes procédures relatives à la réalisation des suivis RESCO,
- d'afficher les courbes de résultats pour les trois dernières années (figure 16), facilitant ainsi la comparaison visuelle des différents jeux de données.

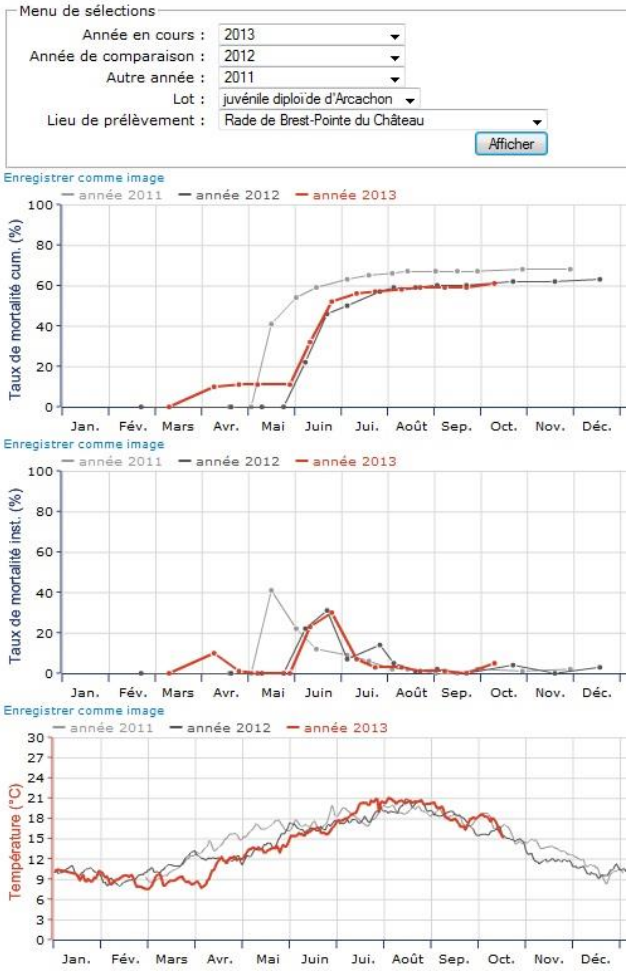


Figure 16 : Comparaison inter-annuelle des données de mortalité accessible sur le site internet du réseau

En parallèle de la mise à jour du site internet, un mail contenant un bulletin de synthèse et un tableau récapitulatif des derniers taux de mortalité cumulés sur tous les sites et pour tous les lots sentinelles est envoyé tous les 15 jours à l'attention de :

- l'ensemble des correspondants Ifremer RESCO, des chefs de laboratoire et unités rattachés,
- aux services de l'Etat (DGAl, DPMA),
- aux centres techniques (CREAA, SMEL, SMIDAP, CEPRALMAR)
- aux DDTMs,
- aux DMLs.

En plus de ce présent rapport, plusieurs autres voies sont utilisées pour valoriser les résultats acquis au sein du RESCO. En effet, les résultats sont repris dans la **synthèse nationale de la surveillance** (http://envlit.ifremer.fr/documents/publications), et six **bulletins régionaux de la surveillance** (http://envlit.ifremer.fr/documents/bulletins/regionaux_de_la_surveillance).

Des communications orales, des posters ou des articles de presse reprennent également les résultats générés par le réseau, avec notamment en 2014 :

- la participation à un congrès international (NSA, Florida, Fleury et al., 2014)
- un poster à un congrès international (EAS, Spain, Fleury et al., 2014)
- des présentations en interne Ifremer (journées RBE et journées du centre de Brest).
- article de presse Cultures Marines (août 2014).

L'ensemble des suivis est réalisé par les Laboratoires côtiers Environnement Ressources (LER) d'Ifremer (LER-Normandie, LER-Bretagne Nord, LER-Bretagne Occidentale, LER-Morbihan-Pays de Loire, LER-Pertuis Charentais, LER-Arcachon, LER-LanguedocRoussillon), le Laboratoire Sécurisation Productions Conchylicoles de Bouin, le Laboratoire de Physiologie des Invertébrés de Brest (station d'Argenton), et, par convention, par le SMEL (Synergie Mer et Littoral) pour le site de la côte Ouest Cotentin.

3. Résultats 2014

3.1 Mortalités

3.1.1 Analyse des cinétiques de mortalités en 2014

La figure 17 représente les courbes des taux de mortalité instantanée moyennées sur les 12 sites, pour chacun des lots sentinelles suivis. Cette figure montre que, globalement, les principaux pics de mortalité ont été observés sur les lots de naissain (NSI et Arcachon), et ce de façon simultanée à la mi-juin. Les cinétiques de mortalités moyennées pour les lots «18 mois» et «30 mois» ne présentent pas de pic majeur de mortalité sur la totalité de la durée du suivi.

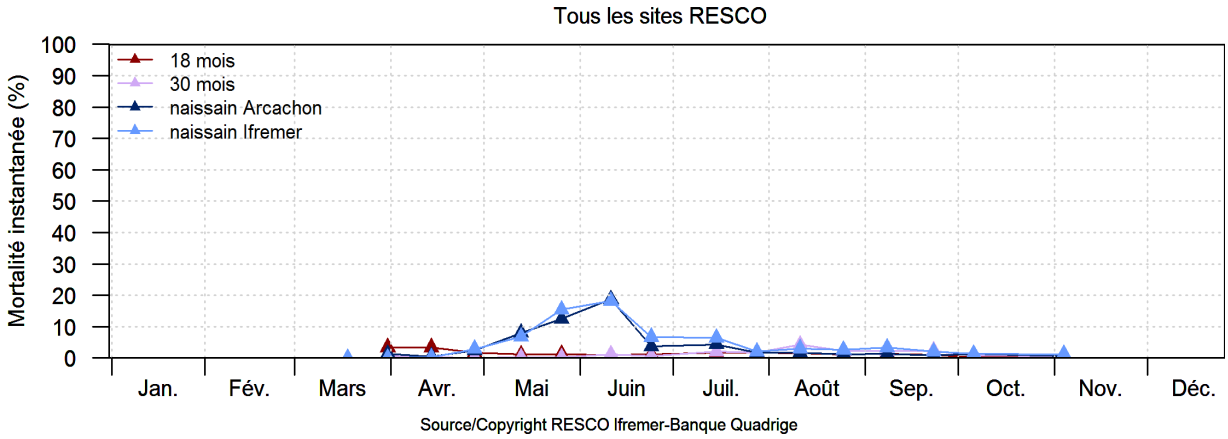


Figure 17 : Courbes de mortalité instantanée moyennées sur les 12 sites RESCO, pour chaque lot sentinelle (Naissain Ifremer, Naissain Arc, 18 mois et 30 mois).

Cependant, des différences de cinétiques de mortalité sont mises en évidence selon les sites, lorsque les cinétiques sont étudiées séparément pour un lot donné. En effet, la figure 18, représentant les taux de mortalité instantanée observés pour le lot NSI pour chaque site (en colonne) à chaque date de passage (en ligne), met en évidence que les premiers taux de mortalité instantanée supérieurs à 15% (bleu foncé) sont d'abord observés sur le site de **Marseillan**, dès le **début du mois de mai**. Les lots NSI sont ensuite affectés selon un **gradient Sud-Nord** sur le reste des sites de **mi-mai jusqu'à mi-juillet**. Le dernier site montrant des taux de mortalité instantanée supérieurs à 15% est le site de Géfosse, qui présente des rebonds de mortalité **tardifs**, observés **fin-aout début-septembre**.

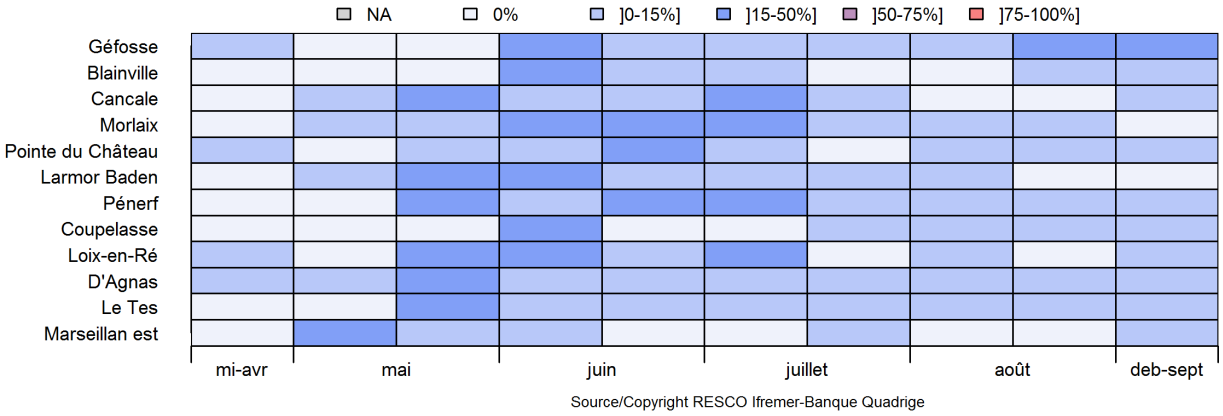


Figure 18 : Graphe d'évolution des taux de mortalité instantanée du lot naissain Ifremer (NSI) pour l'ensemble des sites du nord au sud (en colonne), à chaque temps de passage (en ligne). L'intensité du bleu augmente en fonction du taux de mortalité instantanée.

Les observations faites pour **le lot CN_Arc** sont à peu près comparables à celles faites pour le lot NSI. En effet, la figure 19 montre que les **premières fortes mortalités** instantanées sur ce lot sont observées sur les sites de Marseillan et de d'Agnas **début mai**. La plupart des autres sites sont touchés par la mortalité à la mi-mai (Tes, Loix, Pénerf, Larmor Baden), puis de début juin à mi-juillet pour les autres sites plus au nord (Pointe de Château, Morlaix, Cancale, Blainville et Géfosse).

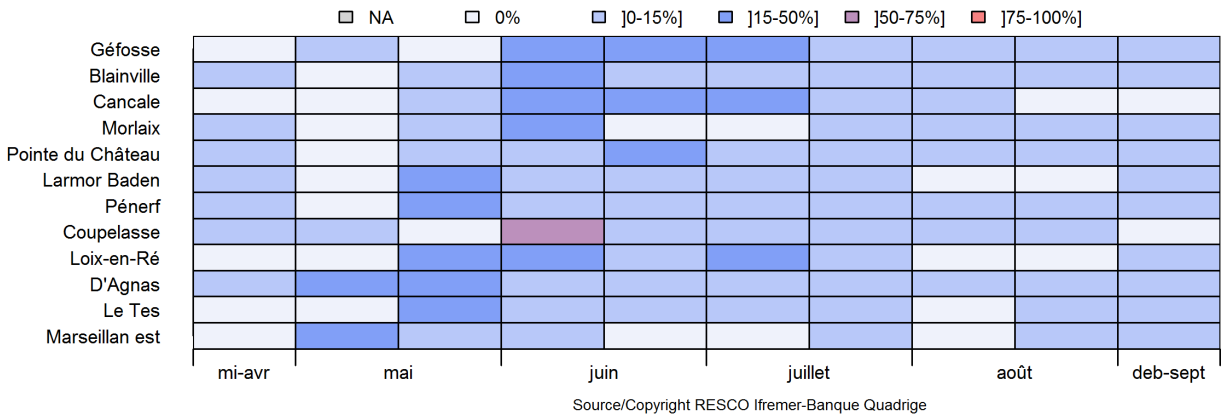


Figure 19 : Graphe d'évolution des taux de mortalité instantanée du lot naissain Arcachon (Cn_Arc) pour l'ensemble des sites du nord au sud (en colonne), à chaque temps de passage (en ligne). L'intensité du bleu augmente en fonction du taux de mortalité instantanée.

Il est donc intéressant de noter qu'en termes de cinétique de mortalité, les deux lots NSI et CN_Arc sont touchés pour la 1ère fois par les mortalités au même moment dans la plupart des cas (11 cas sur 13). En effet, la figure 20 illustre les mortalités simultanées observées sur les lots de naissains NSI et CN_Arc pour quelques sites (Blainville, Coupelasse, Loix-en-Ré et Marseillan).

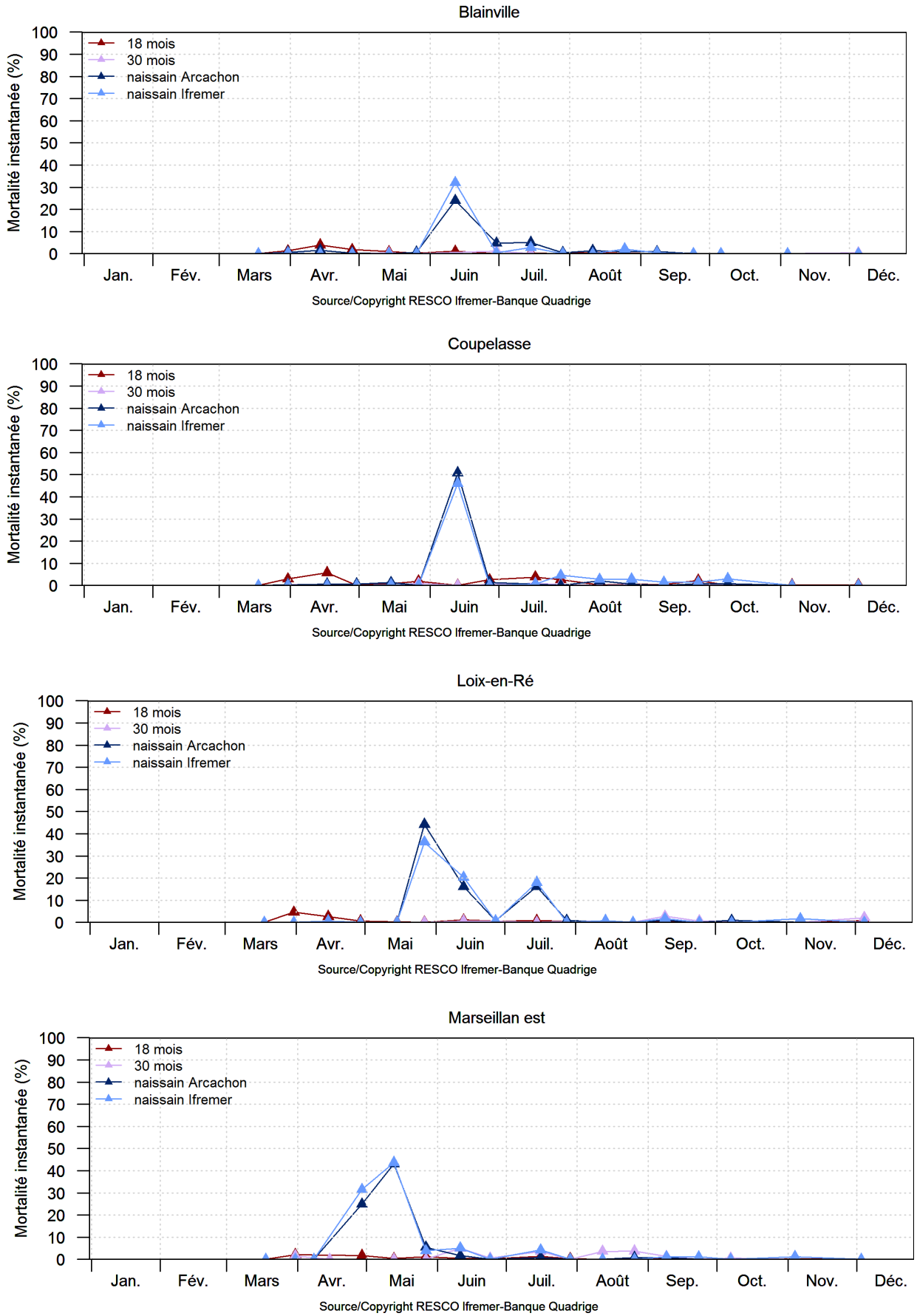
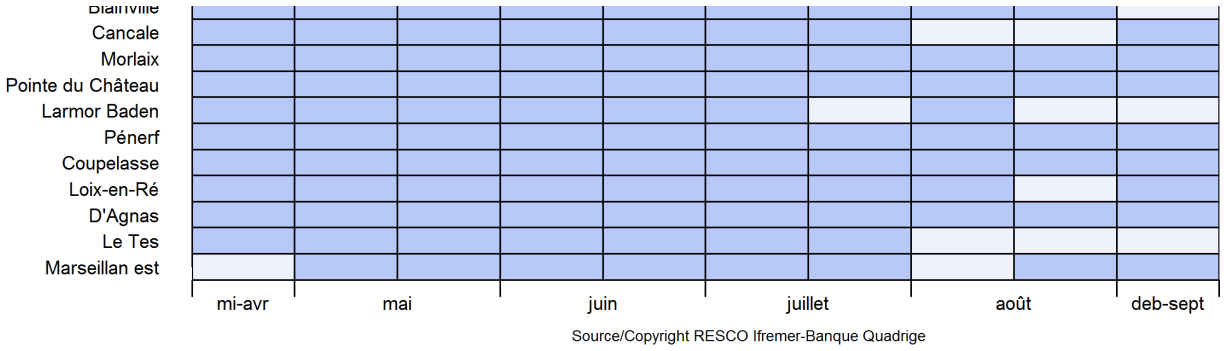


Figure 20 : Observations de 1ères mortalités simultanées pour les lots de naissain Ifremer (NSI) et d'Arcachon (CN_Arc) pour différents sites ateliers (Blainville, Coupelasse, Loix-en-Ré et Marseillan).

En ce qui concerne le lot «18 mois», il n'y a pas eu de pic de mortalité observé. En effet, la figure 21 montre que la plupart des sites sont touchés par une mortalité instantanée comprise entre 0 et 15% durant toute la durée des suivis, de mi-avril à début septembre.

Figure 21 : Graphe d'évolution des taux de mortalité instantanée du lot « 18 mois »pour l'ensemble des sites du nord au sud (en colonne), à chaque temps de passage (en ligne). L'intensité du bleu augmente en fonction du taux de mortalité instantanée.



La mortalité observée sur **ce lot « 18 mois »** s'est donc faite, par **opposition à celle observée sur le naissain**, de façon **faible** et **continue**, comme l'illustre la figure 22 représentant l'évolution des taux de mortalité instantanée au cours des suivis 2014 sur le site de « Pointe de Château ».

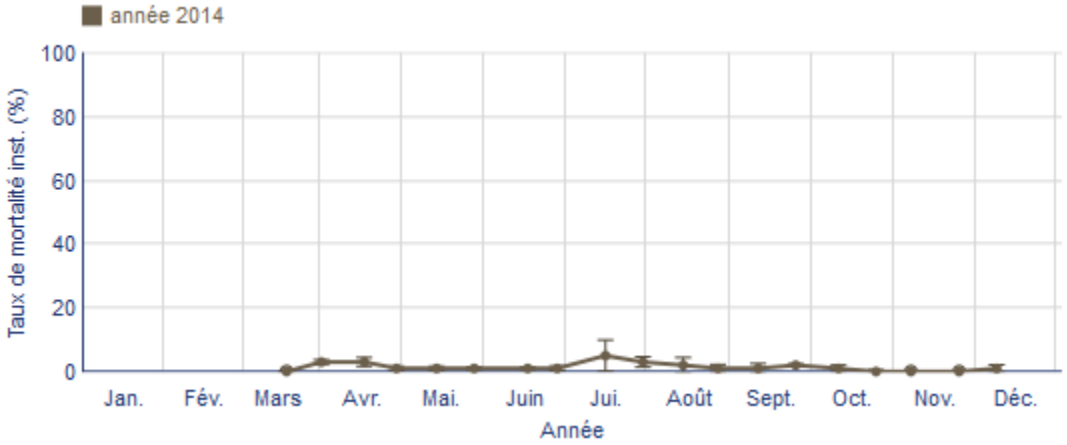


Figure 22 : Evolution « continue » de la mortalité pour le lot « 18 mois » sur le site de la Pointe du Château (rade de Brest).

Enfin, en ce qui concerne le **lot « 30 mois »** la représentation des taux de mortalité instantanée sur l'ensemble des sites pour l'ensemble des dates met en évidence que ce lot n'a **quasiment pas été affecté par la mortalité** (figure 23). En effet, la mortalité instantanée ne dépasse jamais les 15% d'un passage à l'autre, à l'**exception** du site de **Géfosse** pour lequel deux pics de mortalité ont pu être observés (figure 24).

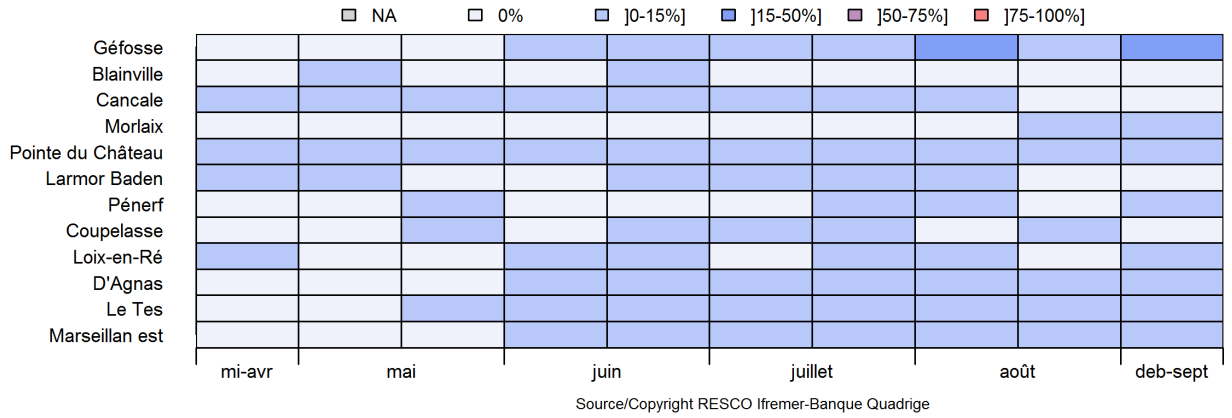


Figure 23 : Graphe d'évolution des taux de mortalité instantanée du lot « 30 mois »pour l'ensemble des sites du nord au sud (en colonne), à chaque temps de passage (en ligne). L'intensité du bleu augmente en fonction du taux de mortalité instantanée.

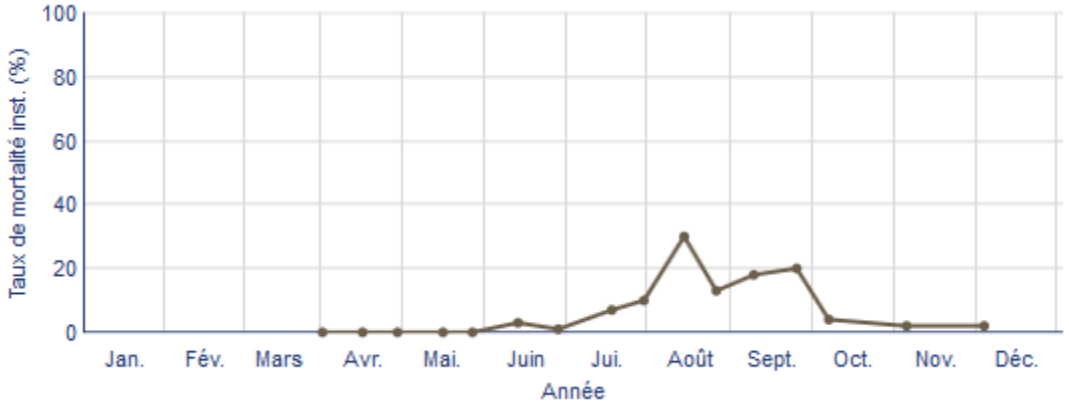


Figure 24 : Courbe de mortalité instantanée observée pour le lot « 18 mois » sur le site de Géfosse (baie des Veys).

3.1.2 Taux de mortalité cumulée en 2014

Les taux moyens de mortalité cumulée pour l'ensemble des sites sont respectivement de **15.4**% ± 19 pour le lot « 30 mois », de **19.8**% ± 10 pour le lot « 18 mois », **48.5**% ± 10 pour le lot « CN_Arc » et **53.8**% ± 9 pour le lot « NSI » (figure 25 et tableau 3). Les résultats de mortalité cumulée soulignent ainsi une **mortalité inférieure à 20% pour les lots 'adultes**' (« 18 mois » et « 30 mois »). Ces taux sont donc significativement plus faibles que les taux de mortalité de l'ordre de 50% obtenus pour les lots de naissains ('CN_Arc' et 'NSI') (figure 26). Cependant, il est important de noter une très **forte variabilité** parmi les taux de mortalité cumulée du lot « 30 mois » avec notamment les 70% observés sur le site de Géfosse pour ce lot. Cette particularité se retrouve également pour le lot « 18 mois », pour lequel le site Géfosse présente également une mortalité élevée de 43%. Enfin, notons que la variabilité des taux de mortalité pour un même lot au sein des 12 sites étudiés est assez élevée, et ce pour l'ensemble des lots.

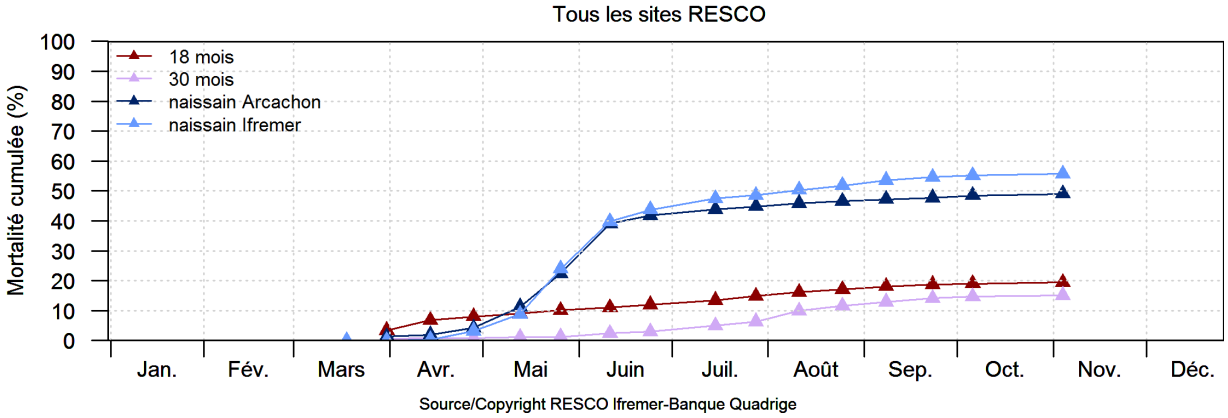


Figure 25 : Taux de mortalité cumulée moyens des lots sentinelles suivis par RESCO en 2014

Lieu	Adultes - 30 mois	Adultes - 18 mois		Naissain Captage Natural Arc		Naissain Standardisé Ifremer	
	Moyenne	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Géfosse	70.6	43.1	3.2	55.0	3.3	60.2	7.2
Blainville nord	2.1	10.6	0.9	37.1	1.8	38.7	2.1
Cancale - Terrelabouet	1.5	14.2	4.6	51.6	0.9	57.1	0.9
Morlaix - Pen al Lann	1.7	24.0	5.7	45.1	7.8	54.4	3.0
Pointe du Château	22.4	24.1	6.0	37.2	1.9	49.5	3.9
Larmor-Baden	11.1	11.5	2.3	33.4	8.8	36.3	13.5
Pénerf - Rouvran	7.5	14.5	1.3	42.5	7.6	53.9	5.2
Coupelasse	4.7	22.7	0.5	52.9	2.1	53.9	2.2
Loix-en-Ré	9.3	13.3	4.5	62.2	2.5	62.7	4.1
D'Agnas	20.7	32.6	2.3	59.5	5.5	64.5	4.4
Le Tes	14.7	17.7	2.7	41.4	6.4	50.5	0.7
Marseillan est	18.4	9.0	1.4	63.9	2.2	64.1	6.1
Moyenne nationale	15.4	19.8		48.5		53.8	
Ecart-type	18.9	10.1		10.4		9.1	

Tableau 3 : Taux de mortalité cumulée (MC) des différents lots en Décembre 2014.

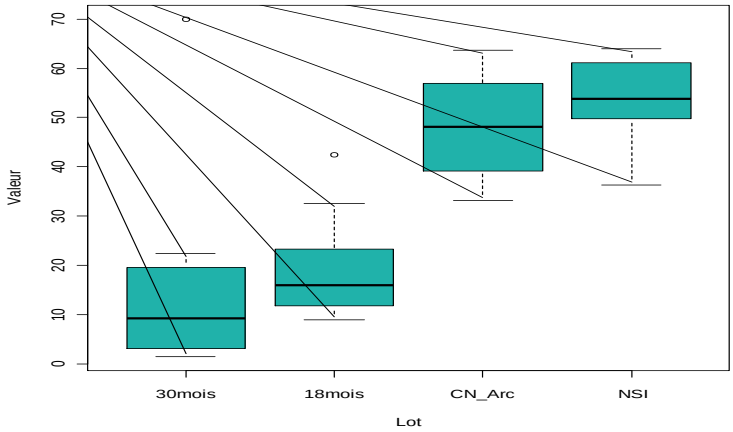


Figure 26 : Box-plot comparant les taux de mortalité cumulée finaux des différents lots sentinelles sur l'ensemble des sites RESCO en 2014

La comparaison des cinétiques mais aussi des taux de mortalité cumulée finaux indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les lots de naissain CN_Arc et NSI, quel que soit le site étudié (figure 27). Il serait donc envisageable, les années suivantes, de ne suivre que le lot NSI, celui-ci pouvant être considéré comme relativement représentatif du comportement des lots issus de captage naturel, même si d'autres suivis seront nécessaires pour prendre en compte la variabilité des autres lots utilisés par la profession.

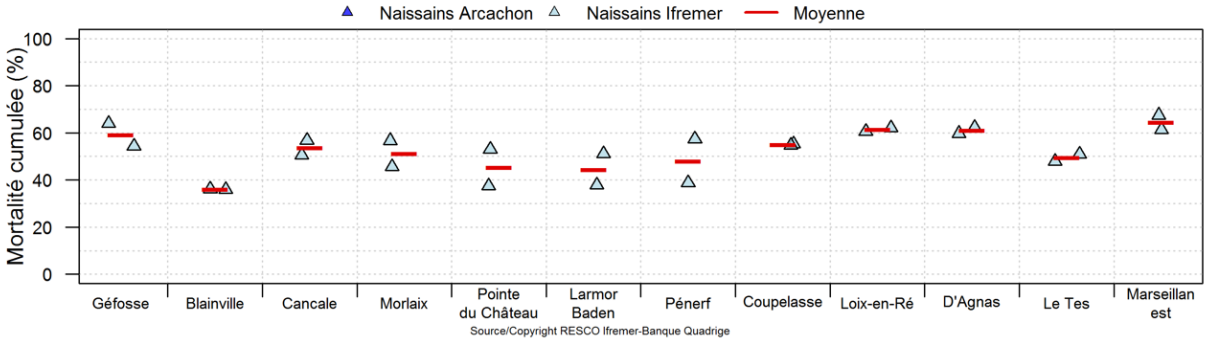


Figure 27 : Comparaison des taux de mortalité cumulée finaux des lots NSI et CN_Arc pour l'ensemble des sites RESCO en 2014

Comme observé dans le tableau 3, les taux de mortalité cumulée finaux recouvrent des différences de comportement entre les lots d'un site à l'autre. Par conséquent, les courbes de mortalité cumulée et instantanée pour chaque site sont détaillées en annexe.

3.1.3 Comparaison inter-annuelle des taux de mortalité

Les comparaisons inter-annuelles des taux de mortalité donnent une indication des tendances observées sur des lots de même origine au cours du temps, mais sont à interpréter avec précaution compte tenu des variabilités inter-annuelles et intra-lot qui n'est pas maitrisée (cf Introduction générale).

Le graphique 28 représente l'évolution des taux de mortalité moyennés sur l'ensemble des sites pour les lots de naissain issu de captage naturel d'Arcachon (CN_Arc) et le lot « 18 mois », de 1993 à aujourd'hui. Notons qu'en 2009, les taux de mortalité observés pour les lots « 18 mois » et CN_Arc » sont considérés comme non représentatifs des déclarations des professionnels sur des lots d'origine et de ploïdie comparable. Néanmoins, les résultats obtenus depuis semblent plus en accord avec les taux « globaux » déclarés par ailleurs. Ce graphique indique donc que depuis 2011, **les taux de mortalité cumulée observés sur le lot CN_Arc semblent être en légère baisse,** en **opposition avec les tendances observées pour le lot « 18 mois »** pour lequel les taux augmentent légèrement. Cependant, la figure 29 indique que la différence des taux de mortalité cumulée observés sur ces deux classes d'âge depuis 1993 reste très largement significativement supérieure pour les lots de naissain CN_Arc par rapport aux «18 mois».

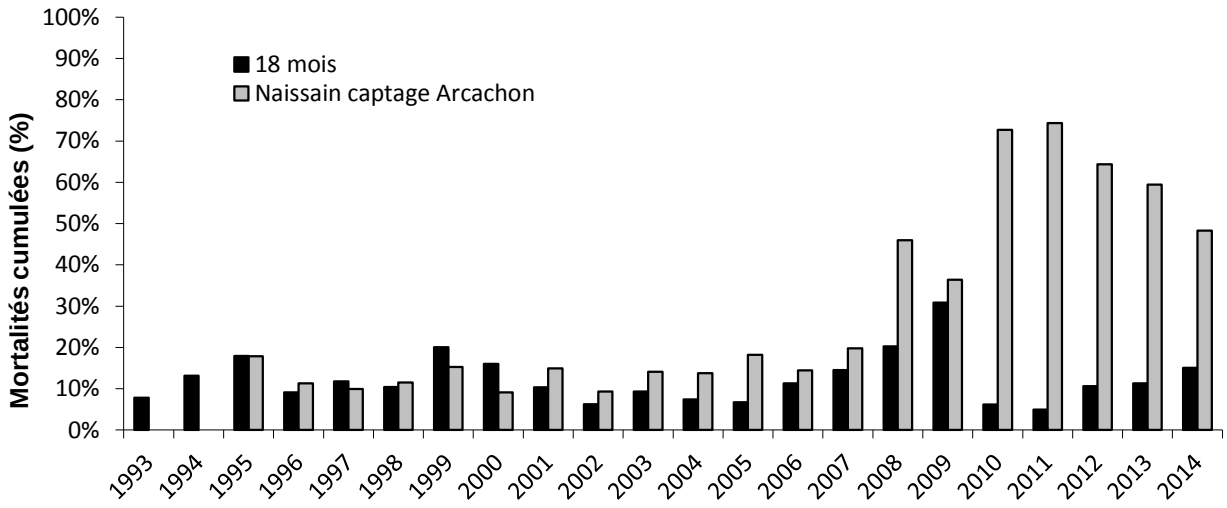


Figure 28 : Taux de mortalité moyens des lots « CN_Arc » et « 18 mois » depuis 1993 à nos jours sur l'ensemble des sites. Les données antérieures à 2009 sont issues du réseau REMORA.

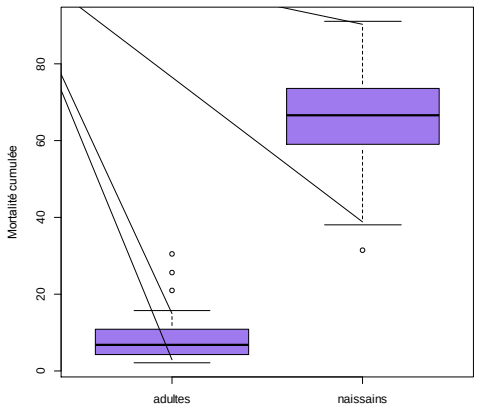


Figure 29 : Box plot comparant les taux de mortalité cumulée obtenus depuis 1993 sur les lots adultes («18 mois») et naissains (CN_Arc) via les réseaux REMORA et RESCO.

Malgré ces tendances globales, des différences subsistent selon les sites étudiés. La figure 30 représente les taux de mortalité moyens (barre rouge) obtenus sur les différents sites ateliers RESCO lors des neuf dernières années sur le lot de type « 18 mois ». Le triangle vert représente l'année en cours (2014) et permet ainsi de situer les tendances observées pour l'année en cours par rapport à celles obtenues de 2005 à 2013. Le graphique indique que la mortalité observée pour le lot « 18 mois » en 2014, sur les différents sites, présente les mêmes ordres de grandeur que ceux obtenus lors des 10 dernières années. Seules les mortalités observées sur les sites de Géfosse et d'Agnas se trouvent être significativement plus élevées que les mortalités moyennes constatées depuis 2005. Notons que cette hausse de mortalité avait déjà été observée en 2013 pour ces deux sites, par rapport aux 9 années précédentes.

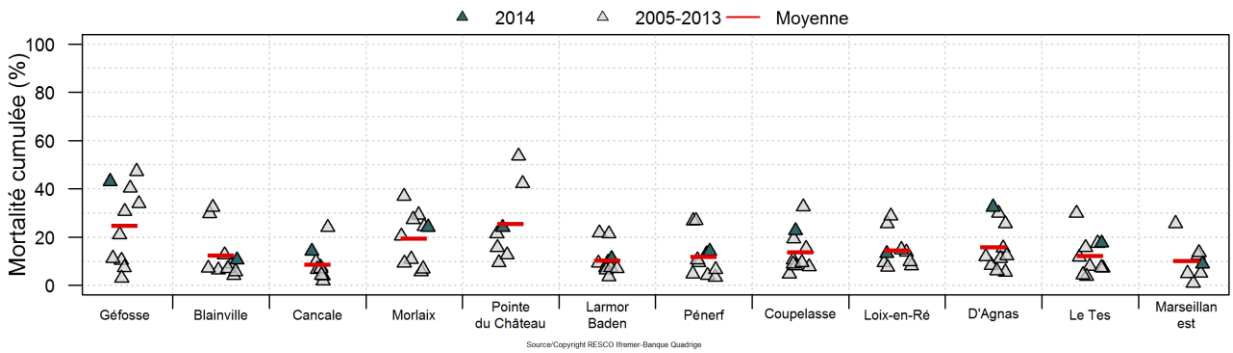


Figure 30 : Strip-Chart représentant les taux de mortalité moyens obtenus sur le lot « 18 mois » sur la période 2005 - 2013 (barre rouge, données REMORA et RESCO), et la mortalité moyenne obtenue sur ce lot en 2014 (triangle vert) sur l'ensemble des sites atelier RESCO ;

La figure 31 représente le même type de données obtenues pour le lot de type « Captage Naturel Arcachon » (CN_Arc), avec la moyenne des mortalités observées sur ce lot lors des 9 dernières années (barre rouge), et la moyenne observée en 2014 (triangle vert) sur l'ensemble des sites ateliers. Suite à la forte hausse des mortalités de naissains sur l'ensemble des sites français depuis 2008, la moyenne calculée sur les neuf dernières années reste assez élevée. La **mortalité observée en 2014 sur ces naissains de type « captage naturel Arcachon » reste par conséquent supérieure à la moyenne calculée sur neuf ans**, à l'exception de certains sites tels que Blainville, Pointe du Château, Larmor Baden, Pénerf ou Marseillan pour lesquels la mortalité observée en 2014 sur ce lot de même origine (captage naturel Arcachon) est quasiment égale voire inférieure à la mortalité moyenne des neuf dernières années. Ceci suggère donc **une tendance à la baisse des taux de mortalité observés sur cette origine de naissain**, tendance qui avait déjà été observée sur ce lot de captage naturel en 2013 et 2012.

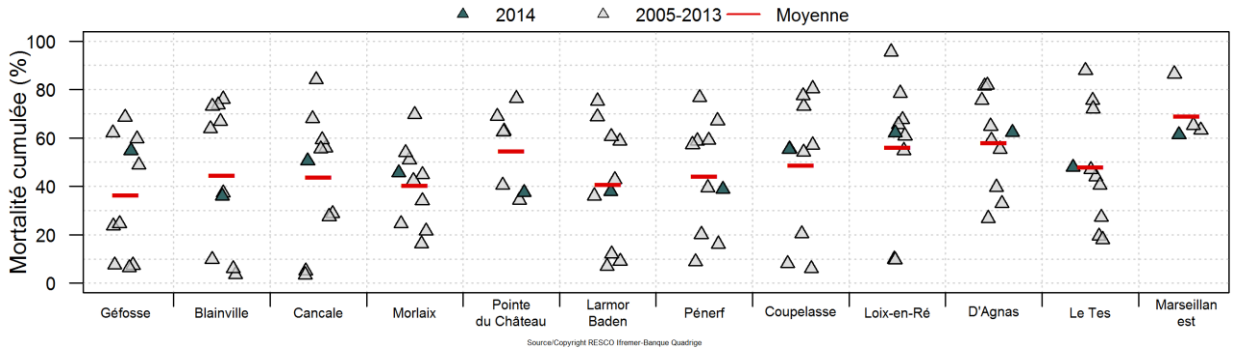


Figure 31 : Strip-Chart représentant les taux de mortalité moyens obtenus sur le lot « Captage Naturel Arcachon » sur la période 2004 - 2012 (barre rouge, données REMORA et RESCO), et la mortalité moyenne obtenue sur ce lot en 2013 (triangle vert) sur l'ensemble des sites atelier RESCO ;

Pour aller plus loin dans la comparaison des cinétiques de mortalité par rapport aux années précédentes, les figures 32 et 33 présentent l'évolution des taux de mortalité (dégradés du bleu vers le rouge en fonction de l'intensité du taux) selon les sites (en ligne) et les mois (en colonne) pour les trois dernières années. Ces graphes ne peuvent être réalisés que sur les

lots CN_Arc et «18 mois» car ce sont les seuls pour lesquels nous disposons des données sur trois années consécutives (2012 – 2014).

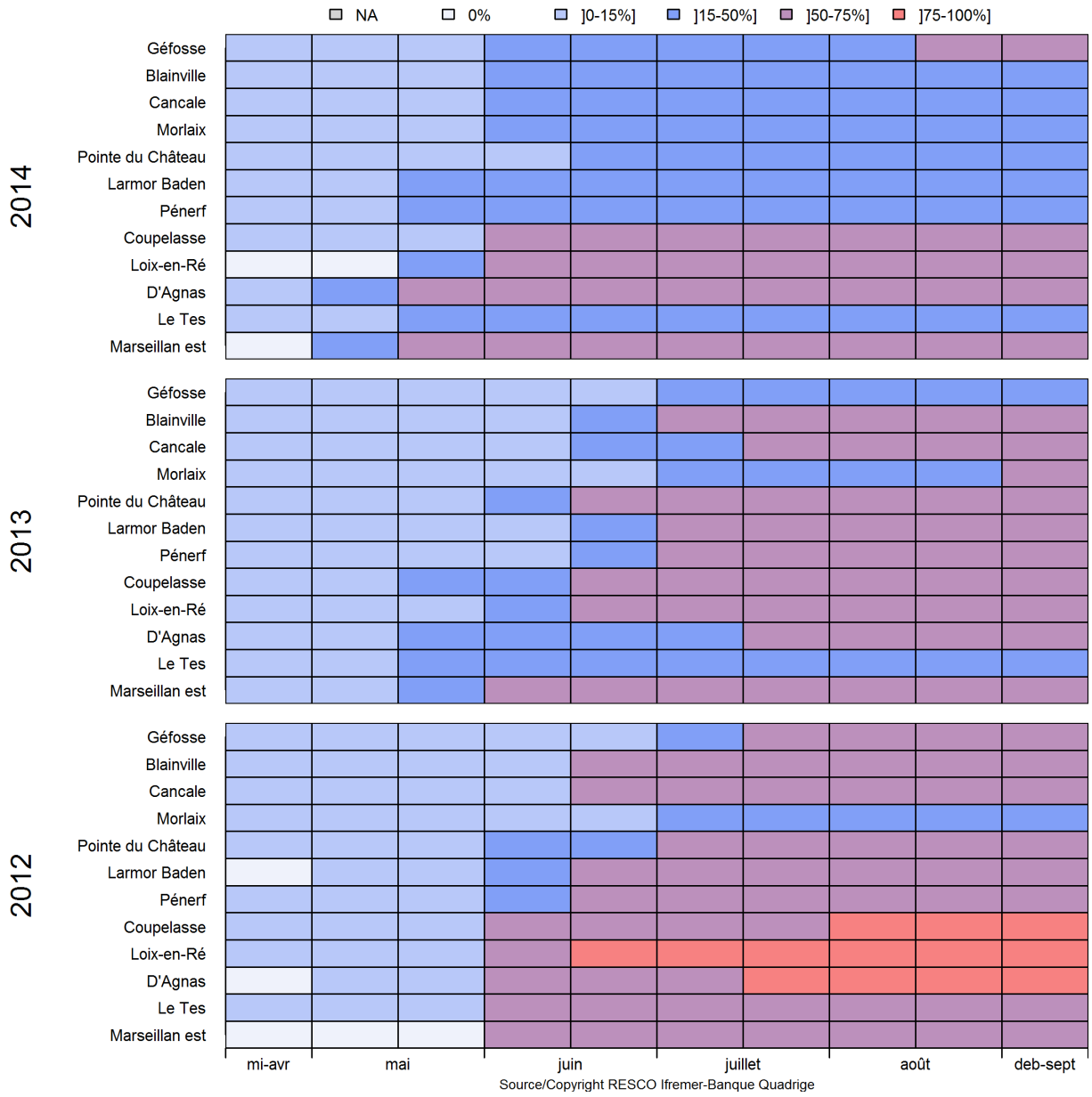


Figure 32 : Evolution des taux de mortalité cumulée selon les mois (en colonne), les sites (classés du Nord vers le Sud, en ligne) et les années 2012, 2013 et 2014 pour le lot « Captage Naturel Arcachon » (CN_Arc).

La figure 32, concernant le lot « Captage Naturel d'Arcachon » (CN_Arc), met en évidence que **la mortalité de ce lot apparait un peu plus précocement, par rapport aux deux dernières années**, sur les sites de Marseillan et de d'Agnas (début mai), Loix, Pénerf et Larmor Baden (mi-mai), ainsi que Morlaix, Cancale, Blainville et Géfosse (début juin). Cependant, malgré ces départs plus précoces de mortalité, le graphique indique que les taux de mortalité restent plus faibles dans le temps, et ne dépassent jamais les taux de 75% de mortalité cumulée comme cela a pu être observé en 2012. Ainsi, pour la 1ère fois depuis plusieurs années, les taux de mortalité cumulée ne dépassent pas les 50% sur les sites les

plus au Nord (Blainville, Cancale, Morlaix, Pointe du Château, Larmor Baden, Pénerf, Coupelasse). Seul le site de Géfosse présente des taux de mortalité plus élevés pour ce lot.

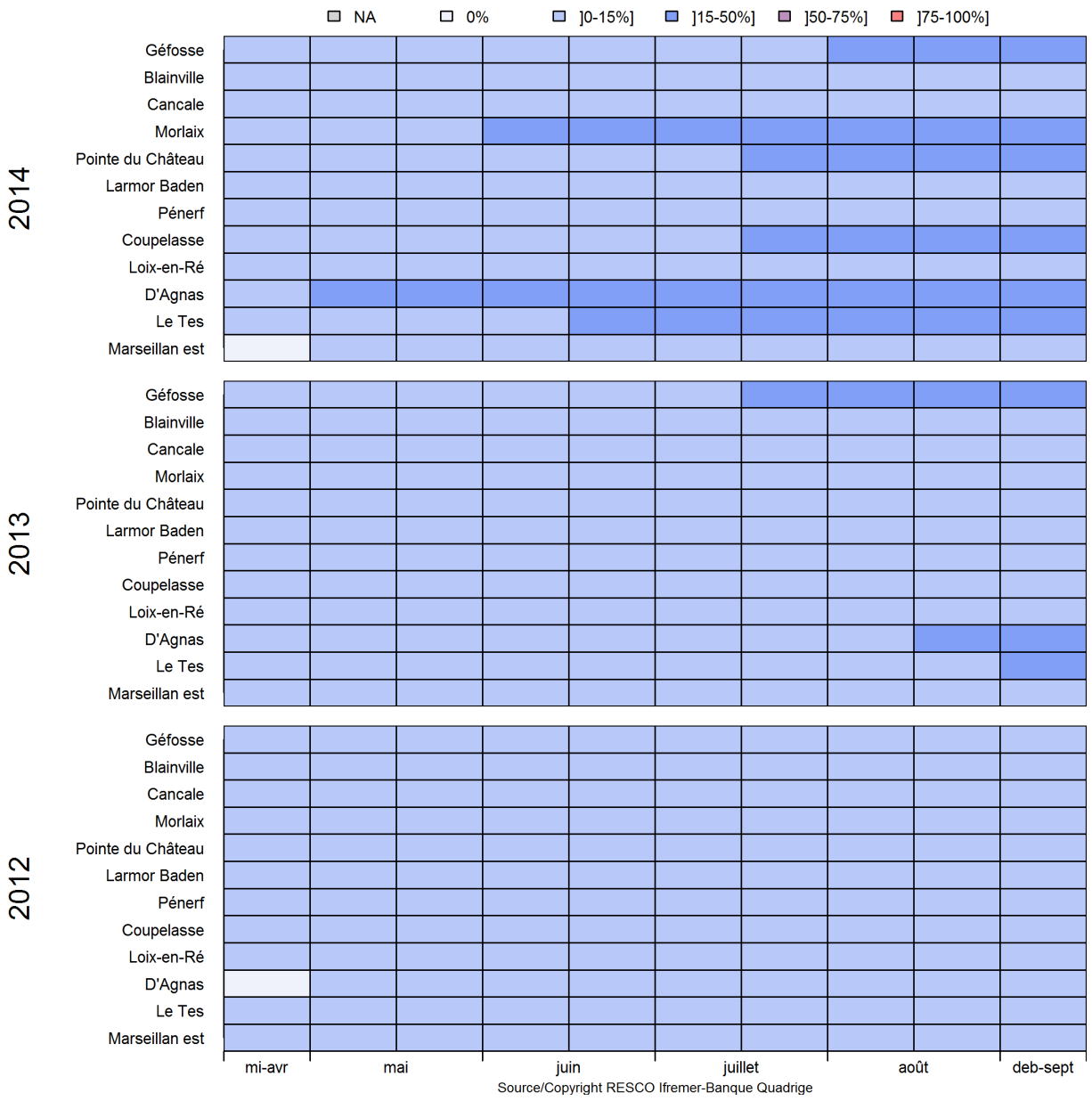


Figure 33 : Evolution des taux de mortalité cumulée selon les mois (en colonne), les sites (classés du Nord vers le Sud, en ligne) et les années 2012, 2013 et 2014 pour le lot « 18 mois ».

En opposition avec les observations faites sur le lot de naissain CN_Arc, la figure 33 met en évidence **des tendances à la hausse sur les mortalités observées sur le lot « 18 mois » depuis trois ans**. En effet, en 2012, l'ensemble des sites n'avait pas présenté de mortalités supérieures à 15% sur l'ensemble du suivi. En 2013, seuls les sites de Géfosse, D'Agnas et le Tes présentaient des mortalités progressives atteignant des taux compris entre 15 et 50% en fin de suivi. Hors en 2014, les résultats indiquent que les mortalités atteignent plus précocement ces taux de mortalité, et sur un nombre plus élevé de sites : six sites en 2014 (Géfosse, Morlaix, Pointe du Château, Coupelasse, d'Agnas, Le Tes), contre trois sites en 2013 (Géfosse, d'Agnas, le Tes) et aucun site en 2012.

3.1.4 Relation avec la température

Les enregistrements haute fréquence de température effectués via les sondes SMATCH positionnées sur les différents sites (ou par les enregistreurs déposés au sein même des poches) ont permis d'obtenir, en continu, les données de température sur l'ensemble des sites-ateliers. La figure 34 représente les courbes de température de l'eau de mer en 2014 (moyenne journalière en rouge), ainsi que les courbes obtenues pour les deux années précédentes 2013 et 2012, sur chacun des sites (courbes noires et grises, respectivement).

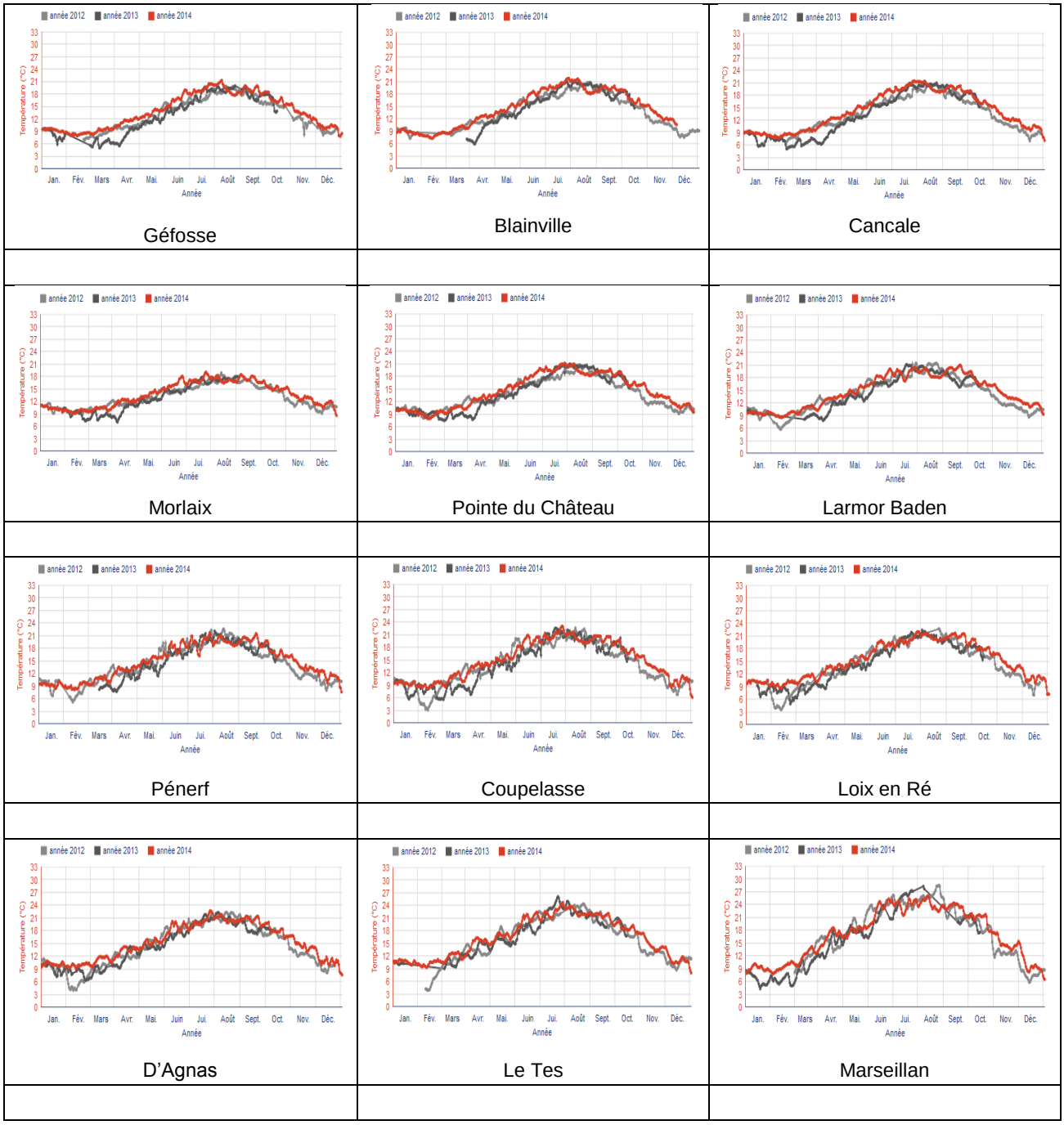


Figure 34 : Courbes de température (moyennes journalières) sur l'ensemble des sites ateliers RESCO pour les années 2014 (rouge), 2013 (noir) et 2012 (gris).

Il est ainsi possible de mettre en évidence des tendances communes aux différents sites étudiés, montrant que **l'année 2014 se caractérise par un printemps relativement doux**, les températures des mois de mars, avril et mai 2014 se situant généralement au-dessus des courbes observées lors des deux années précédentes sur cette saison. Pour la période estivale, les graphes indiquent que **les températures estivales et automnales mesurées sont du même ordre que celles de 2012 et 2013**. Ces caractéristiques pour l'année 2014 engendrent, sur la plupart des sites, un léger décalage d'apparition des premières mortalités : la comparaison des cinétiques de mortalité pour le lot Cn_Arc pour les années 2014, 2013 et 2012 indique en effet que la mortalité a débuté légèrement plus tôt pour ce lot, et ce sur la plupart des sites étudiés (voir paragraphe 3.1.3 et Annexe).

Enfin, la figure 35 met montre le fait que, comme pour les années précédentes, la température moyenne mesurée sur les différents sites ateliers lors de l'apparition du premier pic de mortalité se situe majoritairement aux alentours des 16 ± 1°C : il est ainsi logique de constater un léger décalage des premières mortalités de 2014, le seuil des 16°C étant dépassé légèrement plus précocement que les années précédentes. Il faut cependant noter que les observations des mortalités se faisant sur un cycle de marées, la mortalité observée à une date donnée est la résultante de la mortalité qui est survenue durant la morte-eau précédente, ce qui ne peut donner qu'une valeur indicative comparativement aux données de température de l'eau, qui sont acquises de façon journalière.

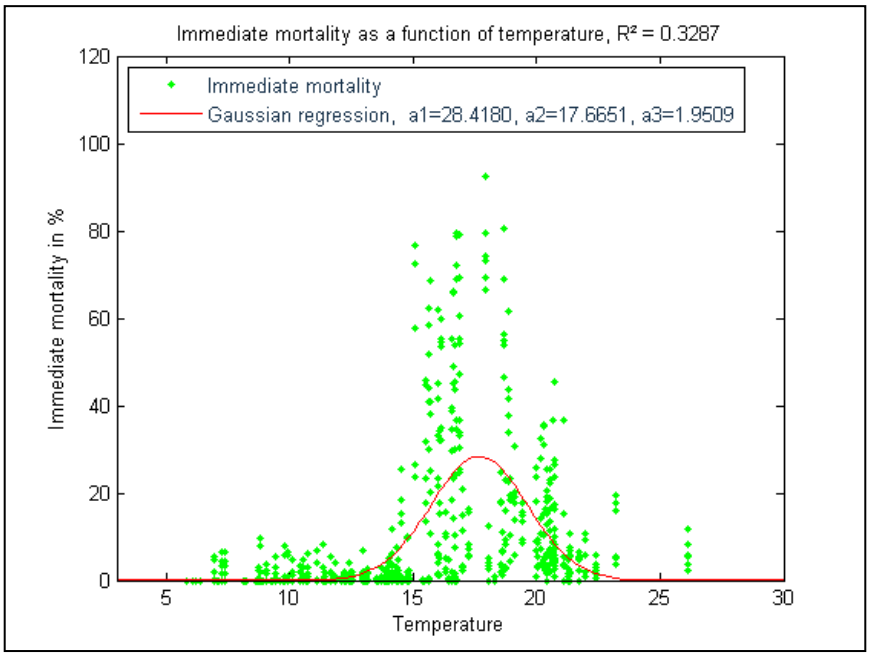


Figure 35 : Lien entre les températures constatées lors des premiers pics de mortalité et les taux de mortalité instantanée associés sur l'ensemble des sites ateliers RESCO en 2014.

3.2 Recherche des agents infectieux

3.2.1 Analyses initiales

Les lots de naissain NSI suivis dans le cadre du RESCO 2014 ont été produits à la station expérimentale d'Argenton, selon le protocole décrit par Petton *et al*., 2015. Ces lots NSI, ainsi que les lots de naissain issu de captage naturel d'Arcachon (CN_Arc) ont subi une épreuve thermique de laboratoire afin de compléter les informations concernant la présence/absence du virus chez les animaux avant leur déploiement sur les sites RESCO.
La figure 36 illustre les résultats obtenus après l'épreuve thermique qui a consisté à placer les lots NSI, CN_Arc ainsi que NSI et CN_Arc en cohabitation durant 30 jours à 21°C. A la fin de cette épreuve, les taux de mortalité obtenus pour chaque bac, ainsi que la recherche d'ADN viral dans chacun des lots ont été réalisés. En ce qui concerne les taux de mortalités, les résultats indiquent des taux de 16%, 35% et 0% respectivement pour les bacs contenant lots CN_Arc, CN_Arc et NSI en cohabitation, et NSI. De plus, les analyses par PCR recherchant l'ADN viral indiquent que cet ADN est présent avant et pendant l'épreuve sur le lot CN_Arc, alors qu'il n'est pas détecté avant et pendant l'épreuve sur le lot NSI. Enfin, les analyses montrent un résultat négatif de recherche d'ADN d'OsHV-1 sur le NSI en cohabitation avant l'épreuve, puis positif une fois que ce lot a été mis en cohabitation avec le lot CN_Arc. Ces résultats suggèrent donc que :

- les lots issus de **captage naturel (CN_Arc) sont déjà infectés par** avant le déploiement sur site, et ont la **capacité d'infecter** par cohabitation des lots sur lesquels n'est pas détecté d'ADN viral,
- les animaux **NSI n'étaient pas porteurs du virus** avant leur déploiement sur site. Ils apparaissent aussi **sensibles à l'infection virale**.

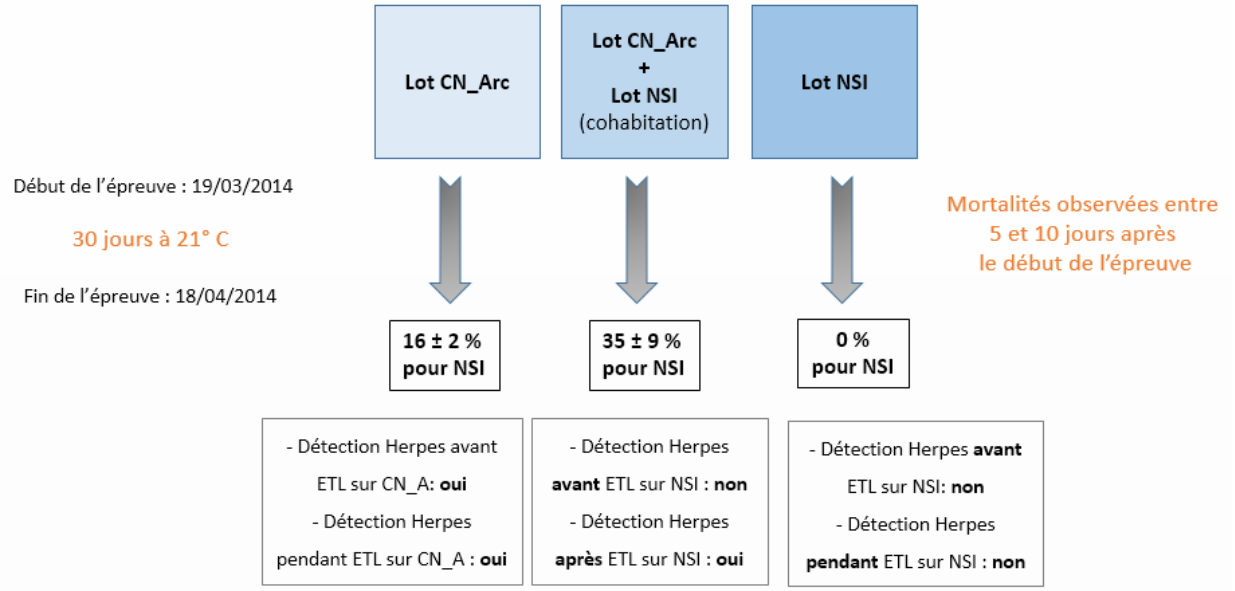


Figure 36 : Résultats des taux de mortalité et de recherche d'ADN viral d'Herpes virus après l'épreuve thermique de laboratoire sur 3 types de lot : lot « CN_Arc », lot « CN_ARC + NSI », lot « NSI »..

Parallèlement à ces tests initiaux réalisés par le laboratoire de Physiologie des Invertébrés d'Argenton, des analyses histologiques pour recherche « générale » d'agents infectieux, tels que les parasites à déclaration obligatoire, ont été réalisées sur 30 individus issus du lot NSI (par le laboratoire Histalim). Les résultats obtenus indiquent que, pour l'ensemble des individus, il n'a **pas été détecté de parasites à déclaration obligatoire** et qu'**aucun autre parasite** n'a été détecté sur les lames observées. Seule une présence de ciliés a été notée sur trois individus au niveau de la lumière des tubules digestifs ou de l'estomac, avec un nombre faible de ciliés.

3.2.2 Analyses lors des 1ères mortalités *in situ*

- **Sur les lots NSI**

Après avoir déployé les différents lots sur les 12 sites ateliers RESCO, des prélèvements et analyses ont été effectués sur 30 individus contenant le maximum d'individus moribonds lorsque la 1ère hausse significative de mortalité (*i.e.* supérieure à 15%) était détectée sur l'une des poches contenant le lot NSI. Le tableau 4 présente les résultats d'analyses simplifiés obtenus sur ces lots NSI pour les différents sites. Notons que sur les 12 sites RESCO, seuls neuf ont pu faire l'objet d'analyses, les sites de Cancale, Le Tes et Marseillan ayant rencontré des problèmes techniques pour effectuer les prélèvements. Les résultats détaillés obtenus pour chaque site ayant effectué l'analyse des lots NSI lors de la 1ère mortalité sont disponibles en annexe.

Lieu	Date prélèvement	Nombre positifs OsHV-1	Nombre positifs *V. aestuarianus*	Nombre positifs *V. splendidus*	Parasites à déclaration obligatoire	MI date prélèvement
Géfosse	18/06/2014	5/15	0/15	0	0	27%
Blainville	17/06/2014	3/15	0/15	0	0	34%
Morlaix	17/06/2014	10/15	0/15	0	0	26%
Pointe du Château	28/05/2014	15/15	4/15	3/5	0	15%
Larmor Baden	16/05/2014	15/15	0/15	4/5	0	19%
Pénerf	28/05/2014	9/15	0/15	0/5	0	39%
Coupelasse	17/06/2014	3/14	0/15	0	0	44%
Loix en Ré	27/05/2014	15/15	0/15	3/4	0	38%
D'Agnas	16/05/2014	15/15	4/15	5/5	0	37%

Tableau 3 : Résultats simplifiés des analyses en pathologie réalisées lors des 1ères mortalités de NSI. Les analyses pour la recherche d'ADN d'OsHV-1 et de *V. aestuarianus* ont été réalisées par PCR en temps réel. Les analyses pour la recherche d'ADN de *V. splendidus* ont été effectuées par PCR en temps réel multiplex, et les parasites par analyses histologiques.

Les résultats obtenus sur ces lots NSI indiquent que :

- **de l'ADN du virus OsHV-1 a été détecté dans tous les lots**, quel que soit le site,
- **aucun organisme pathogène réglementé** n'a été détecté (*Bonamia* sp., *Marteilia* sp., *Perkinsus* sp., *Mikrocytos* sp.)
- de l'ADN de la bactérie ***Vibrio aestuarianus*** a été détecté dans **2 lots** (sites Pointe du Château et d'Agnas) en faible quantité
- des souches bactériennes majoritaires appartenant au groupe *Vibrio splendidus* ont été détectées dans **4 lots** (pointe du Château, Larmor Baden, Loix-en-Ré, D'Agnas) ont présenté.

La détection d'ADN d'OsHV-1 est systématiquement associée à des mortalités, même si le nombre d'individus détectés positifs, et la quantité d'ADN viral détectée varient d'un prélèvement (et donc d'un site) à l'autre. Cependant, la détection en parallèle de la bactérie *V. aestuarianus* et/ou de souches bactériennes appartenant au groupe *V. splendidus* n'est observée que pour certains lots présentant des mortalités constatés au moment du prélèvement.

- **Sur les autres lots sentinelles**

Sur l'ensemble des **30 lots ayant fait l'objet d'analyses en pathologie dans le cadre du réseau REPAMO** en 2014, **quatre lots étaient des lots RESCO**. Dans ces quatre cas, le signalement de la mortalité d'un lot de telle ploïdie et de telle classe d'âge sur cette ZIR (zone d'intervention Repamo), correspondait au premier signalement. Ainsi, trois lots de naissains issus de captage naturel d'Arcachon (CN_Arc) étudiés respectivement sur les sites de Larmor Baden, Pénerf et Loix-en-Ré ont fait l'objet d'analyses. Seul un lot de «18 mois» a été analysé sur le site de Géfosse. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 4.

ZIR	Site	Date	% mortalité	Lot	Catégorie	Organisme pathogène réglementé	Herpes virus OSHV-1	Vibrio aestuarianus
Baie des Veys	Géfosse	24/09/14	39%	18 mois	Juvéniles	-	-	-
Golfe Morbihan	Larmor Baden	14/05/14	30%	CN_Arc	Naissains	-	+	-
Rivière Pénerf	Pénerf Rouvran	17/05/14	23%	CN_Arc	Naissains	-	+	-
Pertuis Breton	Loix en ré	17/05/14	44%	CN_Arc	Naissains	-	+	+

Tableau 4 : Résultats simplifiés des analyses pathologiques réalisées sur des lots sentinelles RESCO dans le cadre du réseau REPAMO lors des 1ères déclarations de mortalité signalées sur une ZIR donnée.

Les résultats indiquent que pour ces quatre lots, aucun organisme pathogène à déclaration obligatoire n'a été détecté. Pour les lots de naissains CN_Arc prélevés sur les secteurs de Larmor Baden et Pénerf, seul le virus OsHV-1 (ADN viral) a été détecté. Pour le lot CN_Arc prélevé sur le site de Loix en Ré, l'ADN d'OsHV-1 et de *Vibrio aestuarianus* ont été détectés. Cependant, ces analyses à elles seules ne permettent pas d'expliquer si la détection conjointe

de ces deux agents pathogènes est à l'origine du taux de mortalité un peu plus élevé (44%) constaté au moment du prélèvement.
Enfin, le seul lot «18 mois» analysé en 2014 via le RESCO est le lot prélevé sur le site de Géfosse. De façon surprenante, aucun agent pathogène à déclaration obligatoire, mais également ni OsHV-1ni *Vibrio aestuarianus* n'ont été détectés sur ce prélèvement. Des renseignements pris auprès des correspondants sur ce site indiquent que le prélèvement n'a pu être réalisé que tardivement après le pic de mortalité. Par conséquent, aucun individu moribond n'a pu être prélevé ni analysé et seuls les individus "survivants" ont été analysés.

3.3 Croissance

3.3.1 Poids moyen des différents lots suivis en 2014

Lieu	Adultes - 30 mois	Adultes - 18 mois		Naissain Captage Natural Arcachon		Naissain Standardisé Ifremer	
	Moyenne	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Géfosse	95.7	60.0	1.7	44.6	0.8	44.4	2.1
Blainville nord	59.5	41.2	1.9	26.3	1.0	25.6	0.9
Cancale - Terrelabouet	82.5	56.5	2.4	36.7	1.4	34.9	1.3
Morlaix - Pen al Lann	83.5	51.2	20.0	23.5	0.4	36.3	3.7
Pointe du Château	93.6	53.3	1.6	36.8	1.0	37.5	0.3
Larmor-Baden	95.6	54.3	1.2	22.8	3.2	23.7	2.1
Pénerf - Rouvran	64.5	53.6	0.9	17.5	1.3	15.4	0.9
Coupelasse	68.0	53.6	0.9	28.0	0.3	29.0	1.2
Loix-en-Ré	67.0	43.8	3.2	29.4	2.7	32.1	0.5
D'Agnas	84.2	59.3	1.4	41.7	0.7	45.4	1.2
Le Tes	68.9	37.1	1.9	21.0	0.9	19.2	0.7
Marseillan est	36.4	27.5	1.6	15.8	2.5	18.1	1.7
Moyenne nationale	74.9	49.3		28.7		30.1	
Ecart-type	17.6	9.8		9.4		10.0	

Les taux de croissance obtenus à la fin des suivis (décembre 2014) pour les différents lots sentinelles sont présentés dans le tableau 5. Les résultats obtenus mettent en évidence des **taux de croissance comparables entre les lots de naissain CN_Arc et NSI**. En effet, il n'y a pas de différences statistiquement significatives entre les poids moyens finaux obtenus pour ces deux lots sur les différents sites, avec des moyennes de 28.7 et 30.1 g respectivement sur l'ensemble des sites. Les lots NSI, malgré leur poids moyen légèrement inférieur au poids moyen du lot CN_Arc à la mise à l'eau (0.3g ± 0.1 contre 1.1g ± 0.6) ont donc « rattrapé » la croissance des lots CN_Arc pour atteindre des poids équivalents en fin de suivi

La figure 37 représente les différents box-plots des poids moyens finaux observés pour les lots de naissains (CN_Arc et NSI) sur les différents sites. Cette figure met en évidence des disparités entre les taux de croissance bien que ces deux lots sentinelles aient été déployés simultanément sur l'ensemble des sites. On observe ainsi que Géfosse et d'Agnas atteignent

des poids moyens largement supérieurs à ceux des animaux déployés sur les autres sites. A l'inverse, les sites de Pénerf, le Tes et Marseillan sont largement en dessous des poids moyens des autres sites.

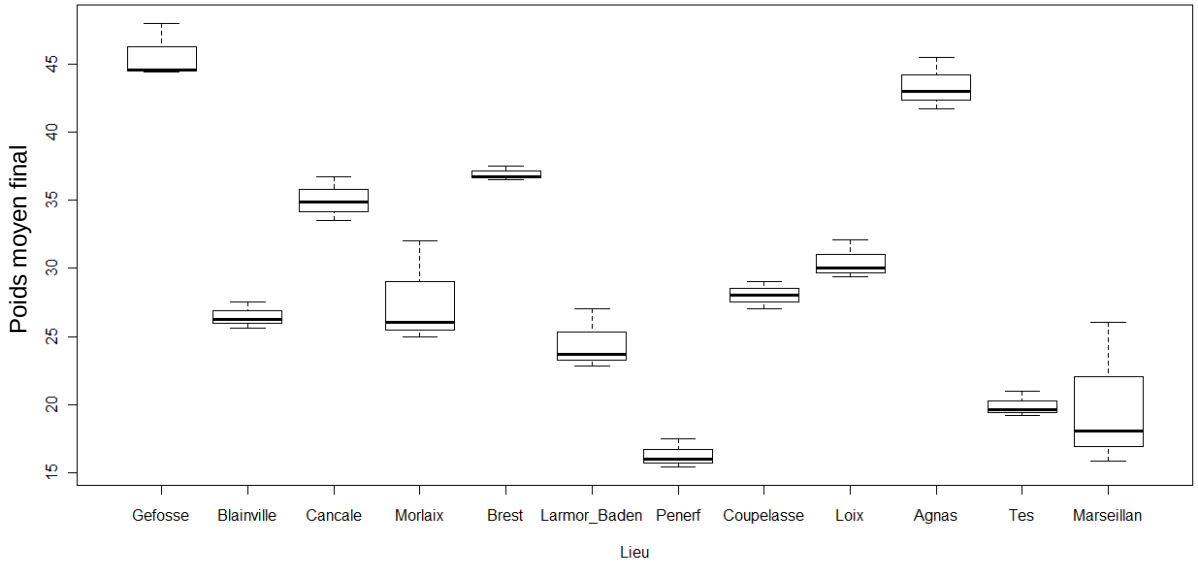


Figure 37: Box plots des poids moyens finaux obtenus pour les lots de naissain (CN_Arc et NSI) en 2014

Le même type de représentation est réalisé pour les poids moyens des trois poches contenant le lot « 18 mois » sur chacun des sites (figure 38). Là encore, des **différences significatives de taux de croissance apparaissent entre les différents sites**, même si ces écarts sont de moindre ampleur que ceux observés pour les lots de naissain. Ainsi, on observe que pour ce lot « 18 mois », les sites de Géfosse et d'Agnas présentent les poids moyens les plus élevés. Il est intéressant de noter que cette observation était déjà faite sur les lots de naissain : les conditions environnementales rencontrées sur ces deux sites en 2014 apparaissent donc favorables à la croissance des lots de naissain et «18 mois». Le très faible poids moyen atteint par le lot « 18 mois » sur le site de Marseillan est certainement lié au conditionnement de ce lot par poche dans l'étang de Thau. Cette technique ne reflète pas les pratiques culturales locales (huîtres sur cordes ou en pearl-net) et peut donc engendrer un biais dans la croissance observée.

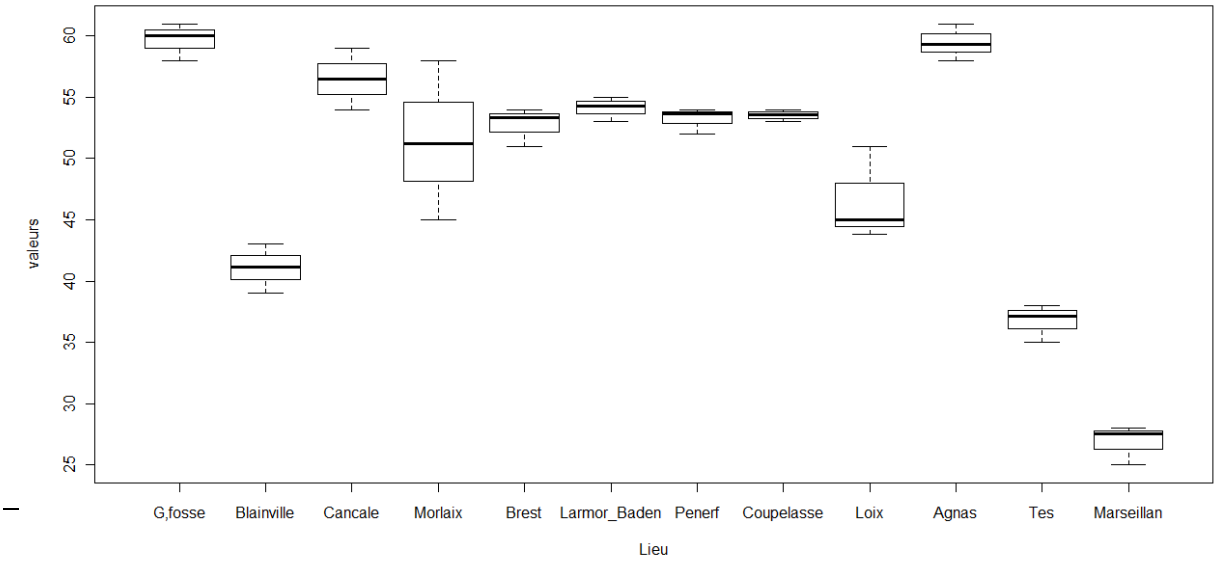


Figure 38: Box plots des poids moyens finaux obtenus pour le lot « 18 mois » en 2014

Il est intéressant de comparer la croissance du lot « 30 mois » obtenue sur les différents sites en 2014, par rapport à la croissance du lot « 18 mois » observée en 2013 : en effet, il s'agit du même lot qui a été conservé sur site entre 2013 et 2014. En 2013, la croissance du lot représentant la classe d'âge « 18 mois » (obtenu auprès du même fournisseur, et provenant du même site de captage) indiquait déjà des différences inter-sites. En effet, les poids moyens finaux des lots de « 18 mois » de 2013 pour les différents sites mettaient en évidence de très bons taux de croissance pour des sites tels que Géfosse, Cancale ou Brest, ainsi que des taux nettement plus faibles sur les sites de Blainville ou Marseillan. Il est intéressant d'observer que pour ce lot conservé en 2014 sur les différents sites, des disparités subsistent, mais que certains sites ont pu « compenser » le retard de croissance affiché l'année précédente (figure 39).

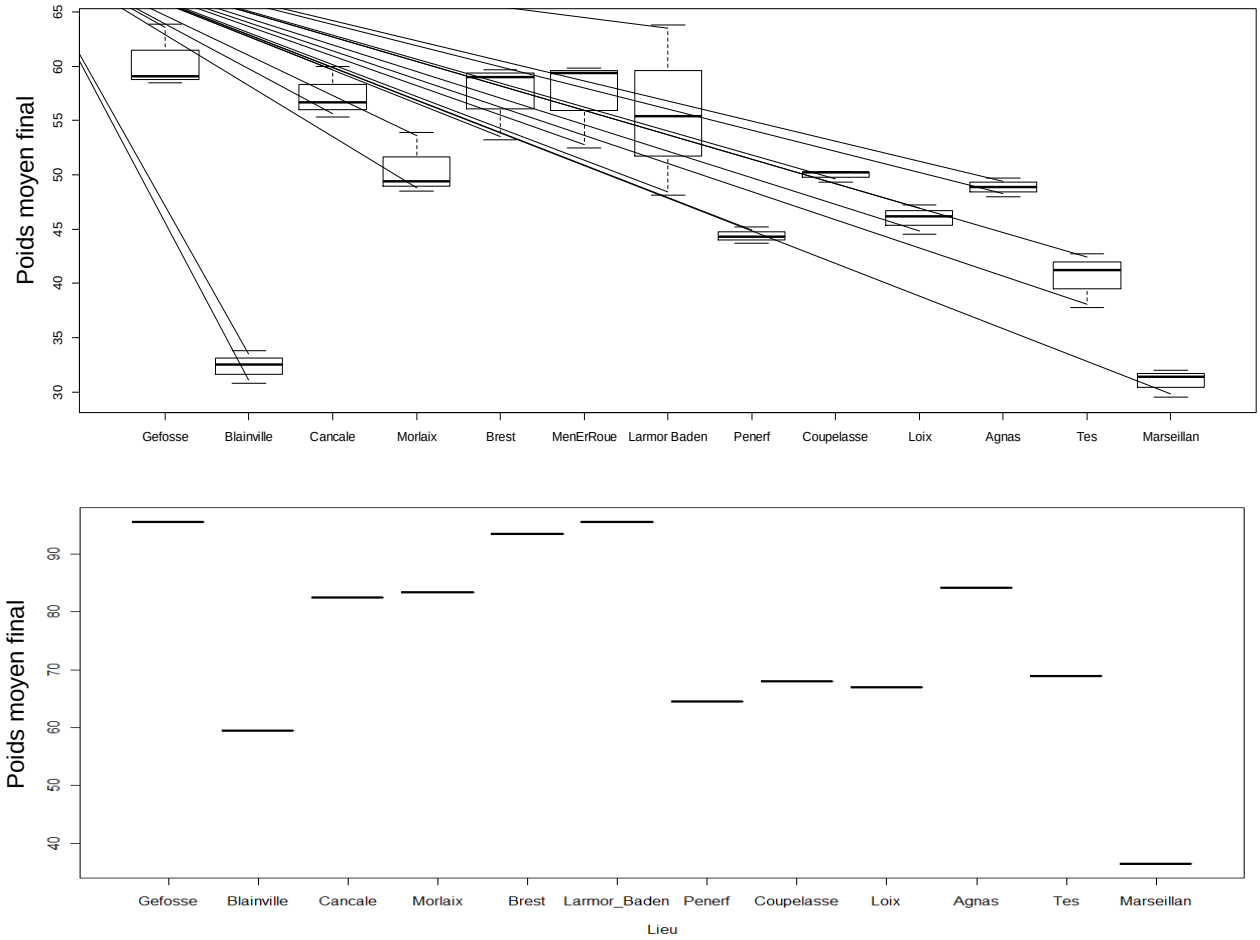


Figure 33: Box plots des poids moyens finaux obtenus pour le lot « 18 mois » en 2013 (en haut) devenu le lot « 30 mois » (en bas) en 2014.

NB : il n'est pas possible de faire figurer de box-plot pour le lot « 30 mois », les poches n'ayant pas pu être répliquées.

C'est en effet le cas des sites de Blainville, Morlaix et d'Agnas, dont les retards de croissance observés en 2013 sont désormais plus faibles en 2014. A l'inverse, certains sites ont « moins poussé » par rapport aux autres sites et à l'année précédente, comme l'indique les poids finaux obtenus en 2014 pour les sites de Cancale et Coupelasse. Ces disparités seront donc

très intéressantes à approfondir, notamment d'un point de vue environnemental pour comprendre quels sont les facteurs qui influencent le plus les variations de taux de croissance d'une année sur l'autre.

3.3.2 Comparaison inter-annuelle des taux de croissance

Comparativement aux dix dernières années, **l'année 2014 apparaît comme une année assez médiocre en termes de croissance pour le lot «18 mois»** sur les différents sites. En effet, pour certains sites tels que Géfosse, Morlaix, Larmor Baden, Pénerf, le Tes ou Marseillan, les valeurs pondérales atteintes en décembre 2014 sont largement inférieures à la moyenne décennale 2005-2013 (figure 40). En revanche, pour d'autres sites, l'année 2014 apparaît comme une assez bonne année de croissance, les valeurs pondérales de décembre 2014 étant du même ordre que la moyenne décennale 2005-2013 : c'est en effet le cas pour les sites de Pointe du Château, Coupelasse ou D'Agnas.

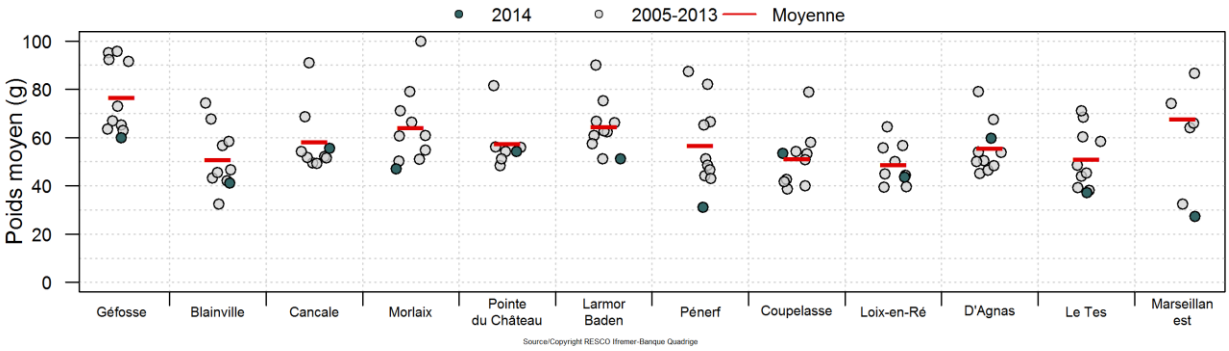


Figure 40: Comparaison des poids moyens du lot « 18 mois' » en décembre 2014 par rapport à la moyenne des poids moyens obtenus de 2005 à 2013.

La figure 41 représente le même type de graphe pour le lot de naissain CN_Arc. C'est en effet l'unique lot de naissain qui a été suivi de façon continue ces 10 dernières années. Il est intéressant de remarquer que, en comparaison des observations faites sur le lot «18 mois», les valeurs pondérales obtenues pour ce lot CN_Arc en 2014 se rapprochent voire même dépassent, pour certains sites, les valeurs moyennes obtenues pour le même type de lot de 2005 à 2013. C'est en effet le cas pour les sites de Géfosse, Coupelasse ou encore d'Agnas. Notons cependant que, pour d'autres sites, l'année 2014 se caractérise comme une année de croissance plus médiocre : c'est le cas des sites de Pénerf ou Marseillan.

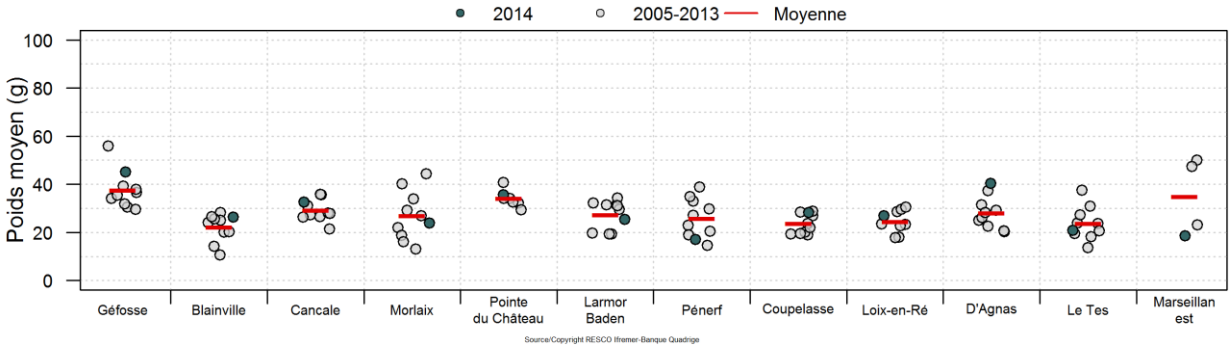


Figure 41: Comparaison des poids moyens du lot 'CN Arcachon' en 2014 par rapport à la moyenne des poids moyens obtenus de 2005 à 2013.

Les figures 42 et 43 présentent, respectivement pour les adultes «18 mois» et les naissains 'CN_Arc', la typologie des années traduite en termes de gain de poids et de taux de mortalités annuels. Ainsi, pour le **lot «18 mois», l'année 2014 se révèle relativement « élevée » en termes de taux de mortalité**, notamment par rapport aux taux de mortalité observés depuis 2010 sur le même type de lot. En ce qui concerne **le gain de poids, l'année 2014 apparaît relativement faible**, notamment en comparaison des gains de poids observés lors des années 2005 à 2008.

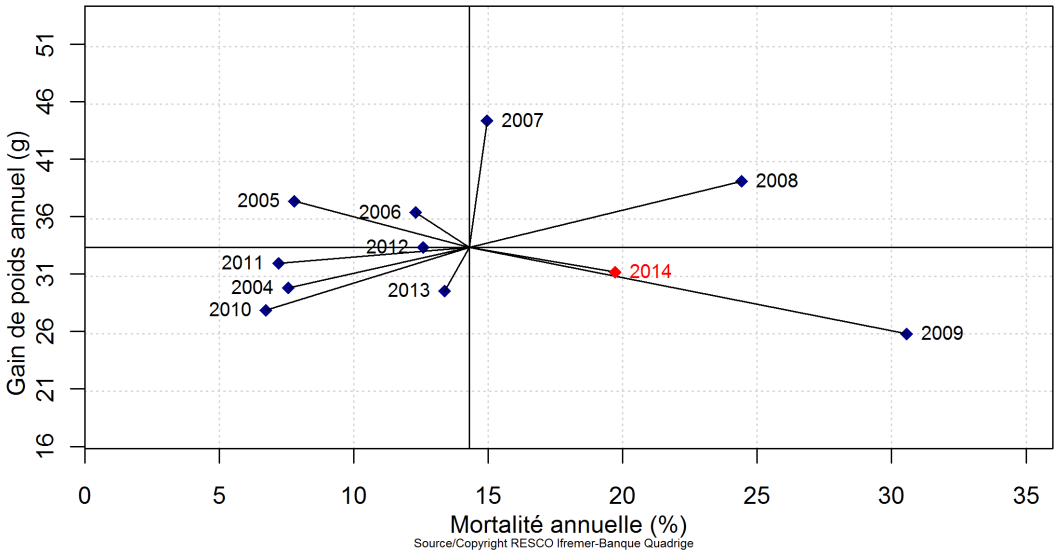


Figure 42: Typologie des années pour les performances annuelles de croissance et de mortalité du lot « 18 mois ». Les axes sont centrés sur la moyenne décennale.

En ce qui concerne le lot de naissain 'CN_Arc', la figure 43 montre que **les taux de mortalité observés en 2014 restent relativement élevés depuis 2008**, même si ils **diminuent**, pour ce lot, par rapport aux quatre dernières années. De plus, l'année 2014 constitue **une année relativement correcte en termes de gain de poids**, ce dernier étant légèrement supérieur aux gains de poids obtenus depuis 2007.

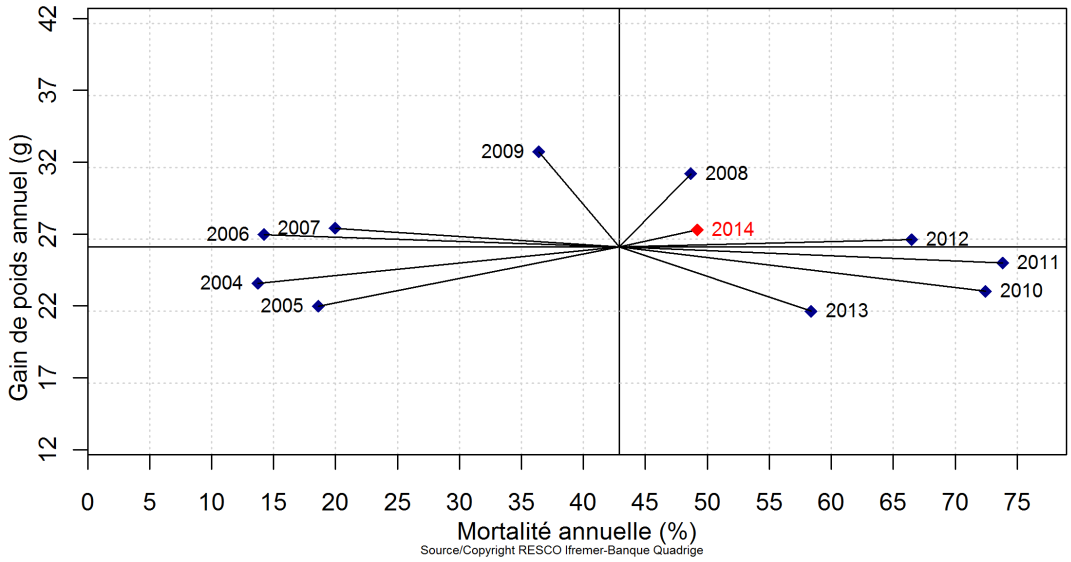


Figure 43: Typologie des années pour les performances annuelles de croissance et de mortalité pour le lot « CN_Arc ». Les axes sont centrés sur la moyenne décennale.

4. Action PHYSITU : suivis *in situ* de marqueurs du statut physiologique de *C. gigas*

4.1 Contexte de l'étude

Plusieurs études ont déjà mis en évidence que lors des agressions et/ou modifications des facteurs environnementaux, les huîtres peuvent modifier leurs réponses physiologiques pour s'adapter aux conditions environnementales, et ainsi moduler leur sensibilité aux mortalités. De plus, plusieurs expériences réalisées en laboratoire ont mis en évidence que le métabolisme de l'huître peut être altéré dans les premiers moments de l'infection, avant même que les agents pathogènes, tels qu'OsHV-1, n'induisent de la mortalité (De Lorgeril *et al*., 2011; Rosa *et al.*, 2012). Ainsi, **l'expression de gènes « cibles » associée à ces processus physiologiques varie significativement avant l'apparition des mortalités** témoignant d'une modification du métabolisme de l'animal. La mortalité constitue un indicateur tardif en particulier d'une exposition des huîtres aux agents infectieux dans le milieu marin. Dans ce contexte, le suivi de ces gènes pourraient être utilisées en tant que bio-marqueurs *in situ* de la réponse physiologique de l'huître, afin de mieux caractériser l'état des animaux et d'aider à prévoir leur sensibilité aux agents infectieux, et donc les mortalités associées.

Compte tenu de ces éléments, l'action PHYSITU (suivi de l'évolution de statut PHYsiologique de l'huître *Crassostrea gigas* in SITU) développée en parallèle du réseau RESCO avait pour objectif de :

- sélectionner des marqueurs permettant de qualifier l'évolution du statut physiologique de l'huître *in situ*
- analyser / confirmer la capacité de l'huître à moduler son métabolisme **avant** les mortalités observées *in situ.*

Pour ce faire, deux étapes principales ont été réalisées au sein de cette action :

- le recensement de l'ensemble des approches transcriptomiques en lien avec les mortalités afin d'élaborer une liste de gènes cibles (ici appelés « marqueurs ») impliqués dans la réponse de l'huître aux infections (OsHV-1, *V. aestuarianus, V. splendidus*) ou aux stress environnementaux (hypoxie, stress thermique …)
- l'utilisation du fonctionnement du réseau RESCO pour suivre la cinétique des mortalités *in situ* sur des lots de naissains, en lien avec les paramètres environnementaux, et pour mesurer les variations d'expression de certains marqueurs choisis au cours de ces mortalités *in situ*.

Notons que l'ensemble des résultats acquis dans le cadre de cette action a fait l'objet d'un rapport de stage, disponible sous Archimer (https://w3.ifremer.fr/archimer/doc/00266/37770/).

4.2 Mise en œuvre

4.2.1 Choix des marqueurs candidats

Le recensement des diverses approches transcriptomiques (figure 44) réalisées pour analyser la réponse de l'huître creuse face aux infections ou modifications environnementales a permis de générer une liste de 170 marqueurs. Une hiérarchisation de ces marqueurs a donc été effectuée afin de ne sélectionner que les marqueurs qui :

- ont été identifiés sur des animaux entiers d'environ six mois
- possèdent une annotation fiable et pertinente, c'est-à-dire cohérente avec les processus connus pour être impliqués lors des mortalités
- ont été identifiés dans plusieurs publications présentant des protocoles expérimentaux différents, et qui sont donc « robustes » à différentes conditions.

L'application de ces différents critères a donc permis d'aboutir à la **sélection de 14 marqueurs** candidats (tableau 6).

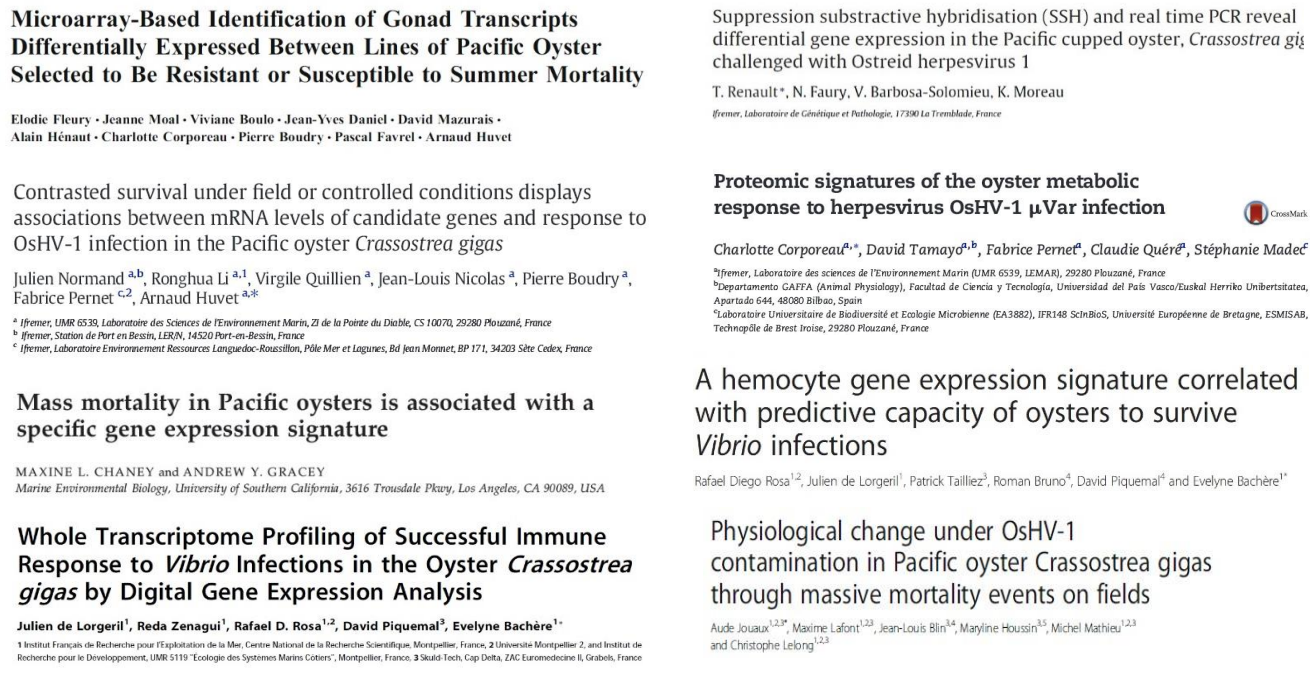


Figure 44: Exemple de publications utilisées pour sélectionner des gènes candidats (marqueurs) impliqués dans la réponse de l'huître face aux infections ou aux mortalités.

Nom du gène	abréviation	Primer Foward	Primer Reverse	Genbank Access number	Publications associées
Catalase	CAT	CACCGGACGGTTATAGGAGA	TGCAGAAGACTGGTTTGTCG	AM853618	Fleury et al, 2012, Normand et al, 2014
Extracellular superoxide dismutase	SODext	CTTCATGCCAGGCAACCT	TGACGTTGAATCCGGTCA	CU681762	Normand et al, 2014
Dopamine receptor D1	DOP	CGGTGTTTGGTAATGTGCTG	ATCACGAGTAAGGCGACGAG	FP091069	Fleury et al, 2012, Normand et al, 2014
Heat shock transcription factor 1	Hsf1	AGTGAGCGTGCCCACAGAAG	GTCCTGCTTGCTTTTGACCTG	AB516432	Kawabe et al, 2011
NF-Kappa-B inhibitor 1	Ikb1	GAAAAAGTGGCAAGAGTGTC	GAAGAGTCATCGAAAGCAAC	DQ250326	Green et al, 2014
Toll-like receptor	TLR	GCAGGACTCCACTTTCTCAC	GTTGGCACCCAGGTAAAGG	/	Green et al, 2014
IK Cytokine	Ikc	GGAGCGCGAGGAAGAGGAGATAATGG	ATCCGTCCCGGCAGAAACAGCTC	EF627976	Renault et al, 2011, Green et al, 2014
Chromobox protein homolog 1	Chrom	AAGTGGTGGACTCCAGGATG	TTTGCTTCTGGTTCCCAAGT	AM863306	Jouaux et al, 2013
Interferon-induced protein 44	Lip44	CTCCTGATTGGTCAGATTGGTGCGGG	CGGTAGACAGTGGTGAGGCTGTGCT	FJ440108	Renault et al, 2011
Macrophage expressed protein 1-like	Macro	GCCACCGAAAGCCGGAGAAGATGTC	ACCGAGACCGAGTTTCAGGGGGTAG	EF627979	Renault et al, 2011, Green et al, 2014
Multicopper oxidase	MultCop	TGGTTCCTGCATTGTCACAT	AAGAGTATCAGCCGCGAAAA	EU678320	Renault et al, 2011, Green et al, 2014
Cu-Zn Superoxide dismutase	CZSOD	AACCCCTTCAACAAAGAGCA	TTTGGCGACACCGTCTTC	AJ496219	Farcy et al, 2008
NF-Kappa-B inhibitor 2	Ikb2	CAGCATTCACTGACGACGAT	TCTGCCTCAGTTTGTCGTTG	AM856743	Fleury, 2012, Normand et al, 2014
transcription factor Rel 1	Cg Rel	ATCCTGACCGAATCATGGAG	GGACTTCAGGCACTTCTTGC	AAK72690	Green et al, 2014

Tableau 6: Liste des 14 marqueurs sélectionnés après recherche bibliographique. Les taux d'expression de ces marqueurs seront mesurés à l'aide des amorces sens et anti-sens présentées dans le tableau.

4.2.2 Suivis *in situ* et prélèvements

Les suivis réalisés sur le site-atelier de Larmor Baden dans le cadre du réseau RESCO ont été utilisés pour effectuer les prélèvements de cette analyse. En effet, ce site, situé dans le golfe du Morbihan, est connu pour être régulièrement impacté par de fortes mortalités de naissains. Les lots suivis dans le cadre du réseau CN_Arc et NSI, ainsi que la fréquence des passages prévue par le calendrier du réseau ont été utilisés afin de faire les prélèvements. Afin de créer un décalage d'apparition des mortalités dans le temps, les lots de naissain CN_Arc et NSI, répliqués en trois poches chacun, ont été placés sur deux hauteurs différentes (30 et 70 cm respectivement), la bathymétrie étant un facteur connu pour influencer les dates d'apparition des mortalités. Les prélèvements et les actions réalisés lors de chaque passage sont résumés dans la figure 45.

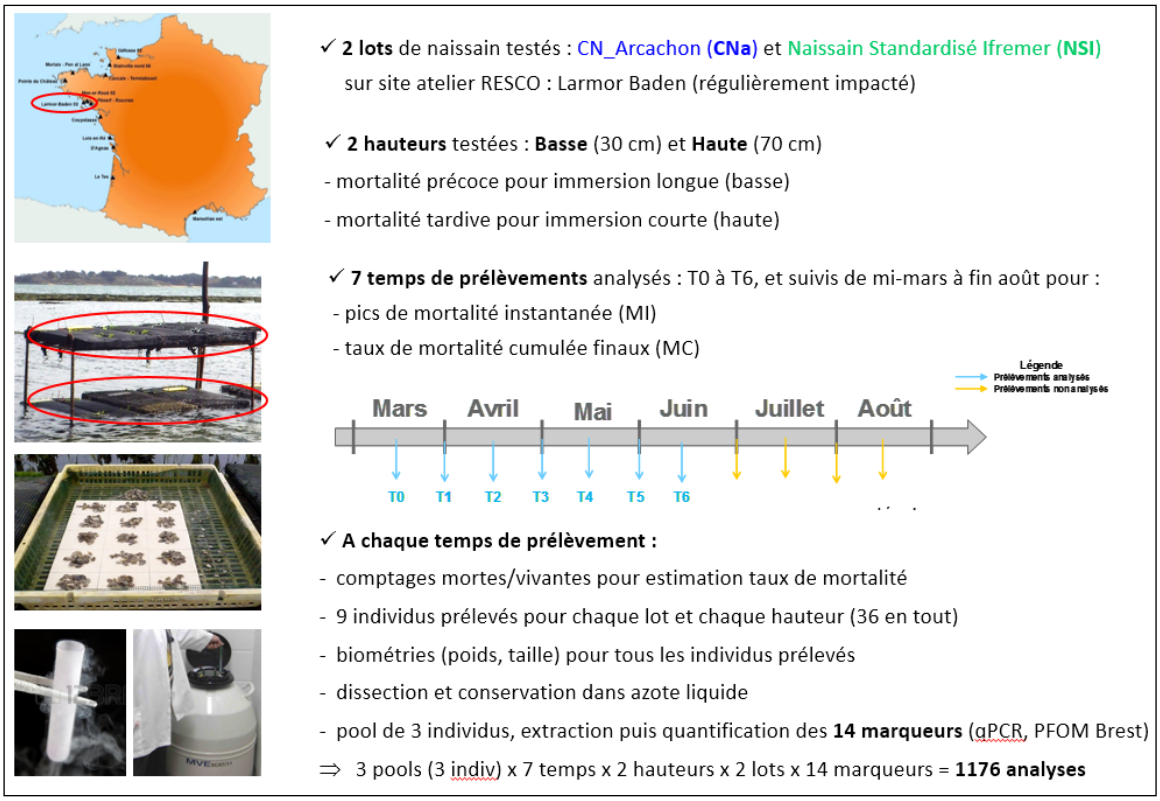


Figure 45: Matériel et méthode appliqué dans le cadre de l'action PHYSITU.

4.3 Résultats

4.3.1 Résultats des suivis de mortalité

Lors des sept passages effectués sur le site de Larmor Baden, les taux de mortalités étaient estimés respectivement pour les lots de naissain CN_Arc et NSI, et pour chacune des hauteurs, selon le protocole de comptage prévu par le RESCO. **Les courbes de mortalités**

instantanées obtenues pour chacun de ces cas ont mis en évidence qu'il y a bien **un effet « hauteur » sur la cinétique d'apparition des mortalités, mais qu'il n'y a pas d'effet « lot »** (figure 46). En effet, les mortalités sont apparues simultanément sur les lots NSI et CN_Arc positionnés en haut d'une part (à la date T4), et positionnés en bas d'autre part (à la date T5).

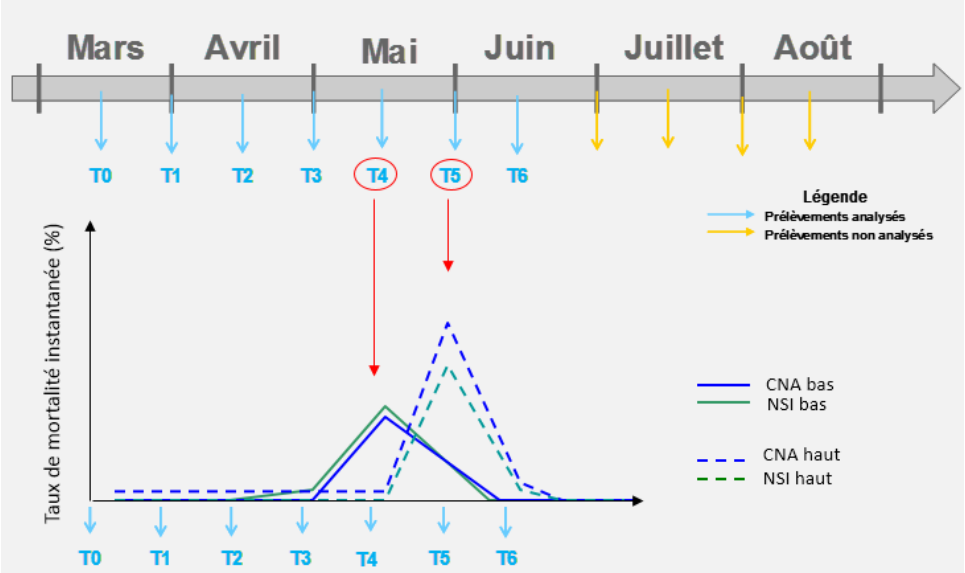


Figure 46: Courbes de mortalités instantanées pour les lots CN_Arc et NSI, pour les hauteurs basses et hautes, respectivement.

L'analyse des **courbes de mortalités cumulées indiquent qu'il n'y a pas d'effet « lot » ni d'effet « hauteur » sur le taux de mortalité cumulé final**. En effet, même si les mortalités ont débuté plus tardivement pour les lots de naissain placés en hauteur, les taux de mortalité cumulée en fin de suivi sont tous aux alentours de 40% (figure 47).

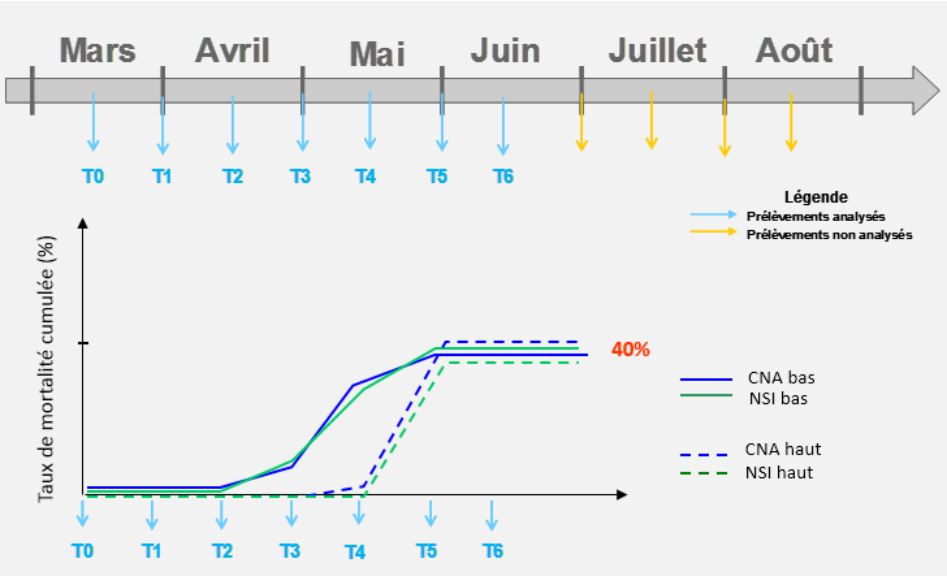


Figure 47: Courbes de mortalités cumulées pour les lots CN_Arc et NSI, pour les hauteurs basses et hautes, respectivement.

4.3.2 Résultats des mesures d'expression des 14 marqueurs

Pour chaque lot, chaque hauteur, et chacun des sept temps de prélèvements, les mesures d'expression des 14 marqueurs ont été réalisées par PCR en temps réel, ce qui représente 1176 analyses (effectuées au laboratoire PFOM/LPI de Brest). Les représentations des variations d'expression de ces marqueurs, en lien avec les cinétiques de mortalité observées pour chaque lot et chaque hauteur ont ainsi pu être générées (voir exemple figure 48).

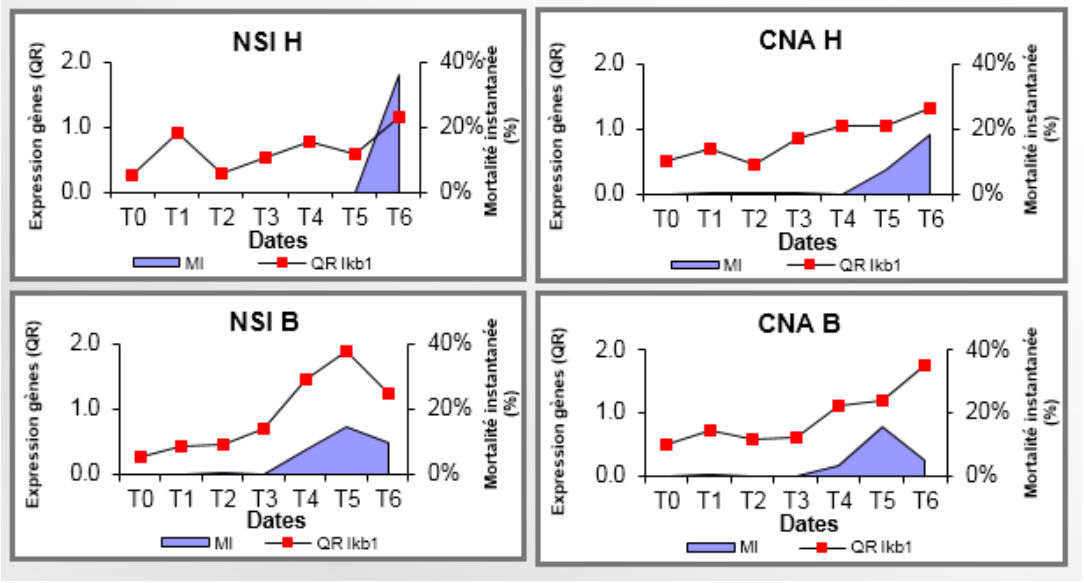


Figure 48: Exemple de représentation des variations d'expression mesurées pour le gène IKb1 (aires bleues) pour chaque date de prélèvement (T0 à T6), chaque lot (NSI, CNA), chaque hauteur (H pour Haut, B pour Bas) en fonction des cinétiques (courbes point rouge) de mortalités observées sur ce lot.

Le jeu de données ainsi obtenu est constitué de :

- 84 observations (sept temps de prélèvements, deux hauteurs, deux lots, trois réplicas de poche)
- 16 variables (une mesure de mortalité, une mesure de poids, 14 mesures d'expression de gènes)

Ces données vont être analysées statistiquement afin de mettre en évidence d'éventuelles corrélations entre les variations d'expression des marqueurs et les cinétiques de mortalités observées.

4.3.3 Analyses statistiques du jeu de données

Une stratégie d'analyse multivariée a été employée en première approche sur le jeu de données. L'analyse en composante principale (ACP) a ainsi permis de décrire la variance totale grâce à un nombre réduit de dimensions qui synthétisent les associations entre groupes de variables corrélées entre elles. Seules les 2 premières dimensions de l'ACP expliquant

chacune plus de 20% de la variance totale du jeu de données seront prises en compte pour la suite des analyses (Figure 49).

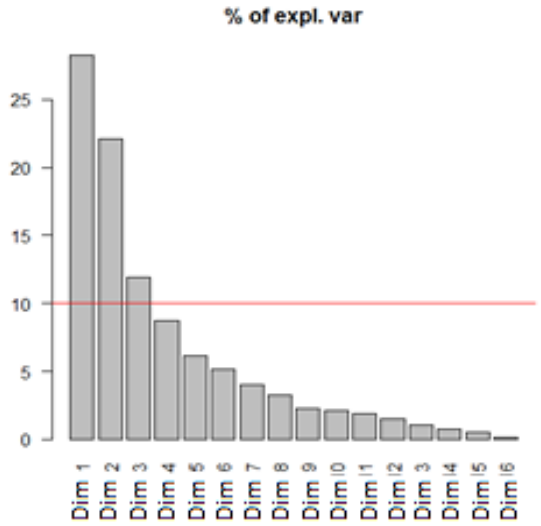
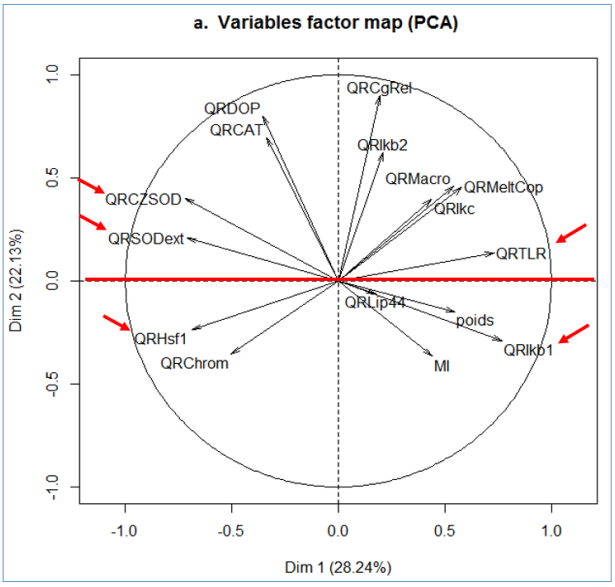
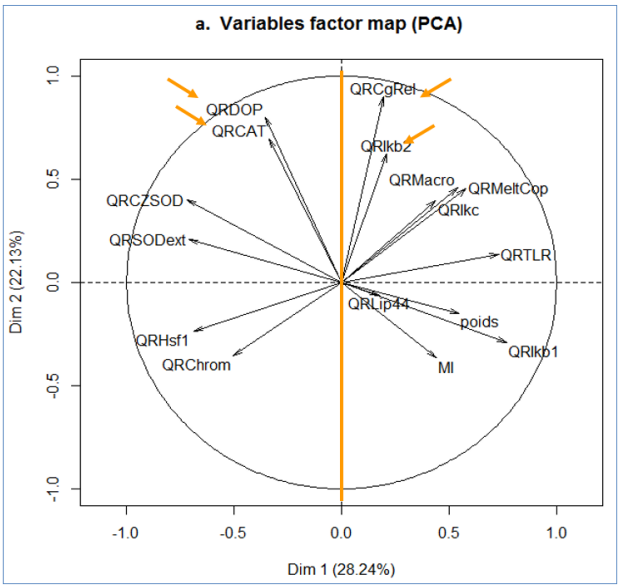


Figure 49: Graphique en éboulis des pourcentages de variance expliqués (en ordonnée) par les 16 premiers facteurs explicatifs de l'ACP (en abscisse).

Les deux dimensions retenues (Dim 1 et Dim 2) expliquent respectivement 28,2 % et 22,1% de la variance totale du jeu de données. Chaque dimension est construite par un groupe de gènes dont les expressions sont corrélées entre elles. La représentation graphique des résultats obtenus est constituée d'un plan établi à partir de ces deux dimensions. Le cercle des corrélations permet ainsi d'observer l'organisation des variables sur ce plan, et de déterminer les variables qui sont corrélées entre elles (figure 50).



Cercles des corrélations issus de l'ACP dans le plan 1-2



Cercles des corrélations issus de l'ACP dans le plan 1-2

Figure 50: Cercle des corrélations issues de l'ACP dans le plan 1-2. Mise en évidence des gènes corrélés au sein de la dimension 1 (flèches rouges) et de la dimension 2 (flèches orange)

Les cercles de corrélation mettent ainsi en évidence que la variable « mortalité » (MI sur les graphes) n'apparaît pas parmi les variables expliquant le maximum de variance du jeu de données. Ce résultat était attendu puisque cette variable « mortalité » est sous-représentée par rapport aux 14 variables représentant les expressions de gènes. Néanmoins, cette ACP a permis de mettre en évidence des groupes de gènes corrélés au sein de chaque dimension. Ainsi les gènes CZSOD, SODext, Hsf1, TLR, Ikb1 appartenant à la dimension 1 co-varient, de même que les gènes DOP, CAT, Cg Rel, Ikb2 au sein de la dimension 2. Chacune de ces corrélations a été confirmée en réalisant une régression linéaire pour chacun des gènes pris 2 à 2 et en calculant un coefficient de corrélation ajusté de Pearson (résultats non détaillés ici, voir rapport de stage).

Pour poursuivre les analyses, les coordonnées de chacune des 84 observations ont été calculées sur les deux principales dimensions de l'ACP, ce qui a permis de projeter ces observations sur les plans formés par les dimensions. La projection des observations en affectant une couleur différente pour chacune des dates de prélèvement a permis d'observer une structuration nette sur le plan 1-2. En effet, la structuration sur la dimension 1 sépare d'un côté les dates T0, T1, T2, T3 (groupe 1) et de l'autre les dates T4, T5 et T6 (groupe 2) (figure 51).

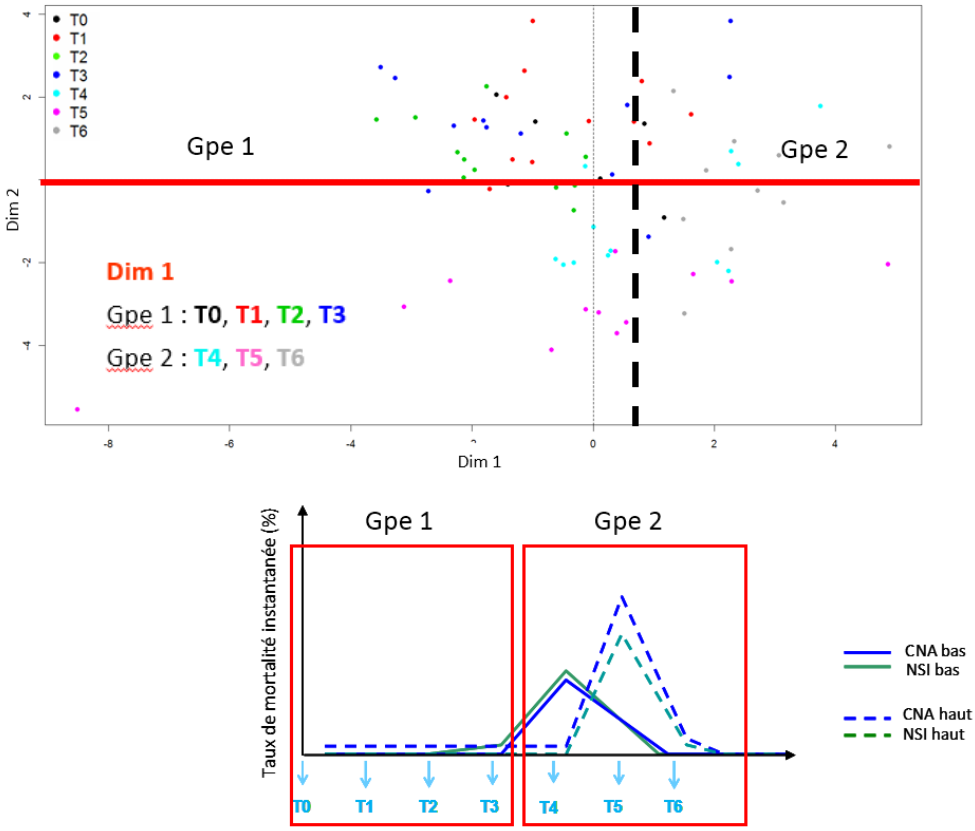


Figure 51: Projection des observations dans le plan 1-2 et affectation d'une couleur différente selon les temps. Mise en évidence d'une structuration selon la dimension 1 séparant deux groupes de temps (T0, T1, T2, T3 d'une part, et T4, T5, T6 d'autre part). La correspondance des temps pour chaque groupe identifié est rappelée en bas.

La deuxième structuration sur la dimension 2 sépare d'un côté les dates T0, T1, T2, T3, T6 (groupe 3) et de l'autre les dates T4 et T5 (groupe 2) (figure 52).

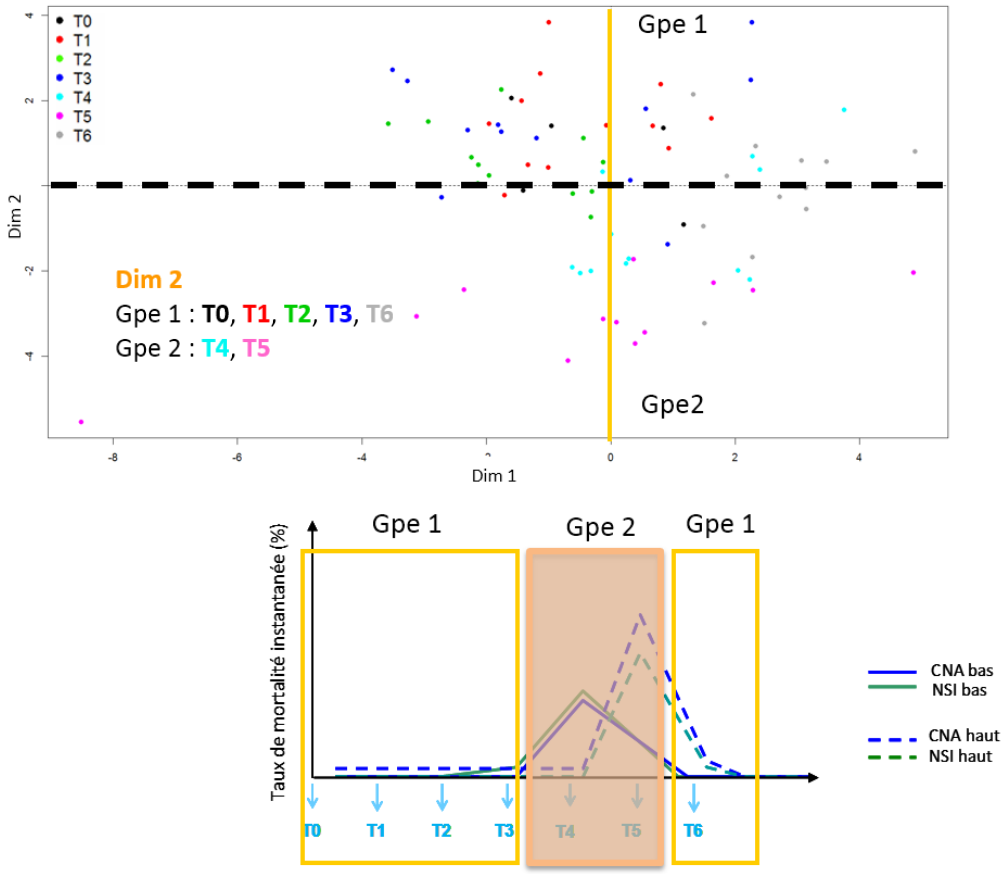


Figure 52: Projection des observations dans le plan 1-2 et affectation d'une couleur différente selon les temps. Mise en évidence d'une structuration selon la dimension 2 séparant deux groupes de temps (T0, T1, T2, T3, T6 d'une part, et T4, T5 d'autre part). La correspondance des temps pour chaque groupe identifié est rappelée en bas.

La projection des individus sur les deux principales dimensions de l'ACP a donc révélé que l'expression des gènes constituant ces groupes variait, selon les dates de prélèvement (figures 51 et 52). Dans la mesure où la dimension 1 est majoritairement construite par les corrélations des expressions de **Ikb1, TLR, CZSOD, SODext et Hsf1**, la structuration observée ici suggère que **l'expression de ces gènes est très probablement contrastée entre les dates T0, T1, T2, T3 d'une part et T4, T5 et T6 d'autre part**. De la même manière, la dimension 2 étant construite par la corrélation des expressions de **CgRel, DOP, CAT et Ikb2,** les résultats suggèrent que l'expression de ces gènes est contrastée entre les dates **T0, T1, T2, T3, T6 d'une part et les dates T4 et T5 d'autre part.** Ces variations ont alors été testées à l'aide d'un test de Fisher, et illustrées en utilisant des boîtes à moustaches (figures 53 et 54).

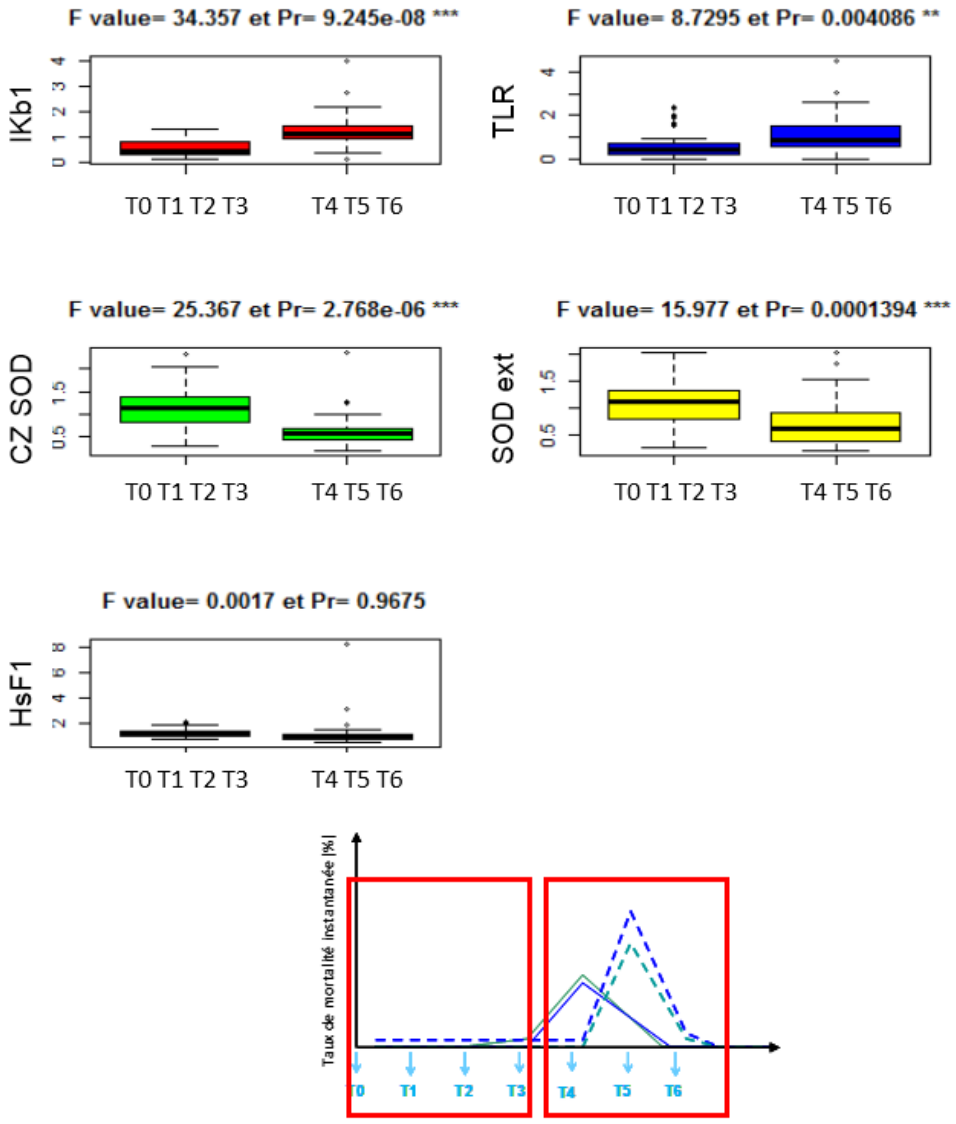


Figure 53 : Box plot de l'expression des gènes construisant la dimension 1 selon les deux groupes de temps identifiés. Les valeurs du F de Fisher et les probabilités relatives associées sont indiquées au-dessus de chaque graphique.

Le test de Fisher présenté dans la figure 53 teste si la variation de chaque gène constituant la dimension 1 est bien significative entre le groupe de temps 1 (T0, T1, T2, T3) et le groupe de temps 2 (T4, T5, T6). Les résultats indiquent que les gènes IK1 et TLR ont une expression significativement plus faible pour les temps T0, T1, T2, T3 par rapport aux temps T4, T5, T6. En d'autres termes, si l'on regarde à quoi correspond chaque temps sur les cinétiques de mortalité, ce test indique que **les gènes Ikb1 et TLR ont une expression significativement plus faible avant les mortalités**. De la même manière, les résultats indiquent des différences significatives pour **les gènes Cz-SOD et SOD ext, indiquant que ces gènes ont une expression significativement plus élevée avant les mortalités**. Enfin, seul le gène HsF1 ne présente pas de différence d'expression significative entre les deux groupes de temps.

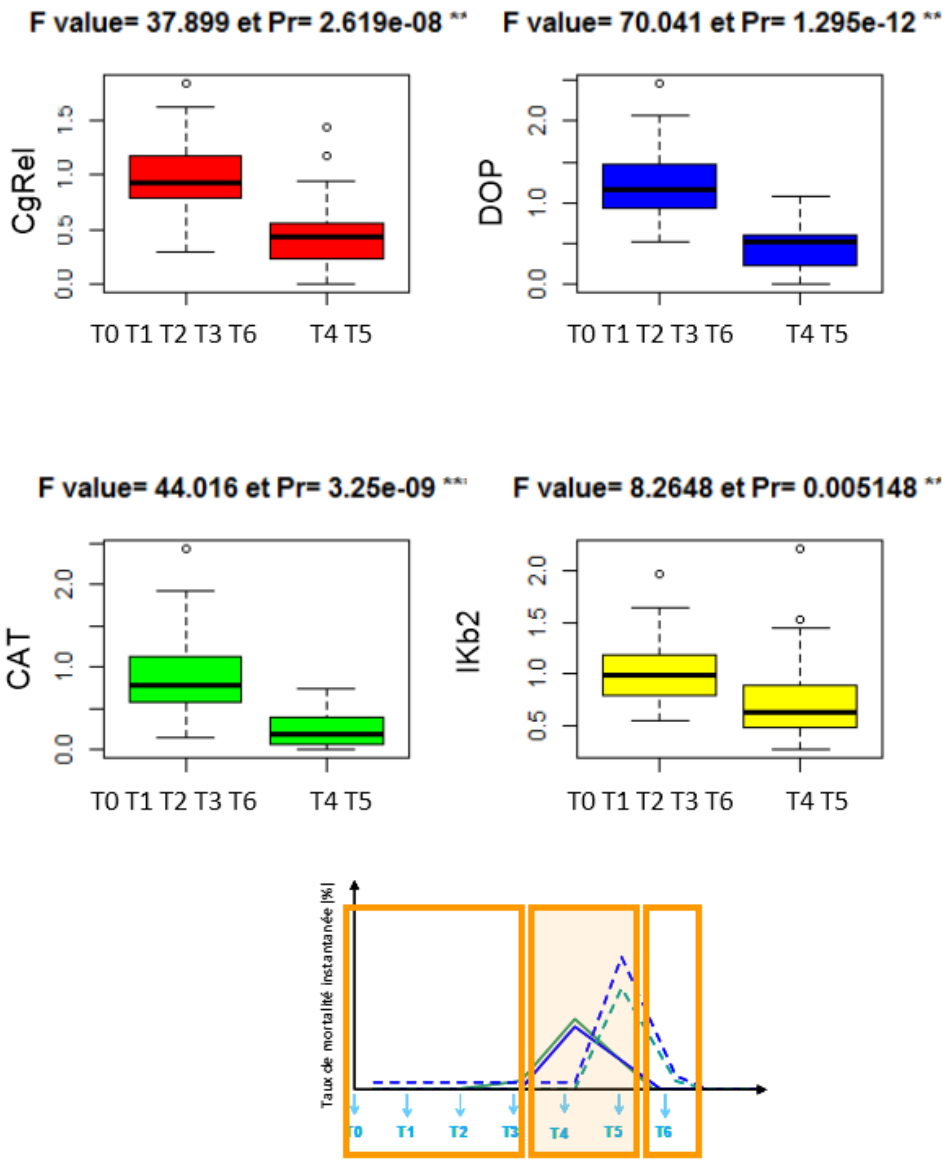


Figure 54: Box plot de l'expression des gènes construisant la dimension 2 selon les deux groupes de temps identifiés. Les valeurs du F de Fisher et les probabilités relatives associées sont indiquées au-dessus de chaque graphique.

En ce qui concerne les gènes CgRel, DOP, CAT et Ikb2, l'ACP suggérait que leur expression différait entre les dates T0, T1, T2, T3, T6 et les dates T4 et T5 (figure 48). L'analyse des expressions de ces gènes selon ces groupes de temps montre effectivement que leur expression est significativement plus faible à T4 et T5 par rapport aux temps T0, T1, T2, T3, T6 (Figure 27). En d'autres termes, ces résultats indiquent que **l'expression des gènes CgRel, DOP, CAT et Ikb2 est significativement plus faible avant et après les mortalités**.

4.4 Conclusion et perspectives

Les résultats acquis au cours de cette action PHYSITU ont permis **de confirmer les variations de certains marqueurs en fonction des dates d'apparition des mortalités *in situ***. De plus, parmi les marqueurs sélectionnés, les résultats ont mis en évidence que certains gènes étaient co-exprimés. Cette étude a donc permis de confirmer *in situ* des modifications significatives d'expression de gène avant et après les mortalités.

Pour la suite, un **intérêt particulier sera porté aux gènes CgRel, DOP, CAT et Ikb2** dont l'expression varie significativement selon les périodes présentant ou non des mortalités. De plus, ces candidats ont **déjà été identifiés comme pertinents** dans de nombreuses autres études et nécessitent par conséquent un « complément d'enquête ». Ainsi, pour aller plus loin, il sera intéressant de tester si ces marqueurs restent pertinents dans l'espace, dans le temps, sur d'autres lots de naissain, ou encore sur d'autres classe d'âge. Notons que la robustesse selon les classes d'âge de ces marqueurs pourra être facilement testée dans la mesure où les lots « 18 mois » et « 30 mois » ont déjà été prélevés au cours de l'expérience sur le site de Larmor Baden, et sont actuellement congelés à -80°C.

A terme, la poursuite de cette étude devrait permettre de contribuer à l'obtention de **marqueurs précoces pouvant faciliter la mise en place de seuil d'état d'alerte vis-à-vis des mortalités**. Plus globalement, ces marqueurs, s'ils sont validés, pourraient être utilisés pour aider à **caractériser les écosystèmes conchylicoles**. Pour ce faire, il pourrait être envisagé d'intégrer ces marqueurs aux suivis réguliers effectués sur le réseau, afin d'obtenir un jeu de données conséquent et représentatif des diverses situations.

5. Conclusion générale

Depuis sa mise en place en 2009, le réseau RESCO avait pour principal objectif de caractériser l'évolution spatio-temporelle des mortalités sur les principaux bassins ostréicoles français. Pour ce faire, le réseau utilisait des lots sentinelles de différentes provenances, classes d'âge et ploïdie, afin de suivre les lots les plus représentatifs de la filière ostréicole française. En 2014, le réseau a évolué afin de s'orienter vers la caractérisation de la qualité des écosystèmes conchylicoles. Cette année a donc représenté une année de transition, mettant en œuvre un certain nombre d'évolutions présentées dans ce rapport.

Les résultats des suivis ont permis de confirmer que les naissains standardisés Ifremer se comportaient de la même manière que le lot de naissain issu de captage naturel d'Arcachon. En effet, les taux de croissance mais aussi les taux de mortalité observés pour ces deux lots sur l'ensemble des sites ont montré des résultats comparables. Ces résultats confortent donc la possibilité de ne conserver que le lot NSI au cours des années suivantes, ce lot représentant le lot sentinelle standardisé qui sera réintroduit chaque année. D'autre part, la mise en place de suivis consécutifs sur plusieurs années a été initiée ici. Les lots de «30 mois» suivis en 2014 étaient par conséquent issus des lots de «18 mois» 2013, et n'ont pas présenté de mortalité significativement anormale. Les résultats obtenus sur cette classe d'âge viendront donc compléter les autres campagnes d'estimation du phénomène de mortalité d'huîtres adultes signalé depuis 2012 sur plusieurs secteurs. Ils seront par exemple à compléter par les résultats d'estimation de mortalité d'huîtres adultes triploïdes obtenus via d'autres campagnes. Il faudra néanmoins rester vigilant vis-à-vis des interprétations, dans la mesure où les protocoles d'estimation de mortalité ou d'échantillonnages ne seront pas forcément totalement comparables. Les résultats acquis sur l'ensemble des suivis de mortalité confirment, pour la plupart, la tendance à la baisse des taux de mortalité cumulée sur les lots de naissain. En effet, bien que celle-ci ne soit pas significative, les résultats indiquent une légère diminution des taux pour la 2ème année consécutive. En opposition, les taux de mortalité observés sur les lots de «18 mois» semblent en légère augmentation pour la 3ème année consécutive. Ces résultats sont bien évidemment encore à nuancer car nous ne pouvons extrapoler ces résultats à l'ensemble des cheptels utilisés par les professionnels. D'autres données seront donc nécessaires pour confirmer ou infirmer ces tendances. Enfin, l'action PHYSITU menée sur un site pilote parmi les sites ateliers du RESCO a permis d'obtenir des résultats prometteurs concernant l'obtention de marqueurs précoces des mortalités, qui pourraient venir abonder les paramètres physiologiques suivis régulièrement par le réseau.

Pour conclure, notons que les évolutions du réseau se poursuivront dans les années à venir. En effet, des réflexions sont actuellement en cours pour optimiser le système de surveillance de maladies des mollusques. Le réseau RESCO pourrait donc être utilisé pour effectuer une surveillance pro-active de maladies connues des huîtres creuses, mais également des maladies émergentes et/ou exotiques sur des sites à risques. Cette action permettrait de mutualiser les réseaux RESCO et REPAMO, et d'en renforcer les objectifs. Parallèlement à ces évolutions, une autre partie du réseau RESCO serait également renforcée afin d'étudier l'influence de l'environnement sur les écosystèmes conchylicoles via des descripteurs environnementaux et physiologiques. Cette action consisterait donc à fusionner les réseaux RESCO et VELYGER afin d'étudier de façon intégrative l'influence des variations climatiques sur le cycle entier de la vie de l'huître.

ANNEXES

Résultats par site atelier du RESCO

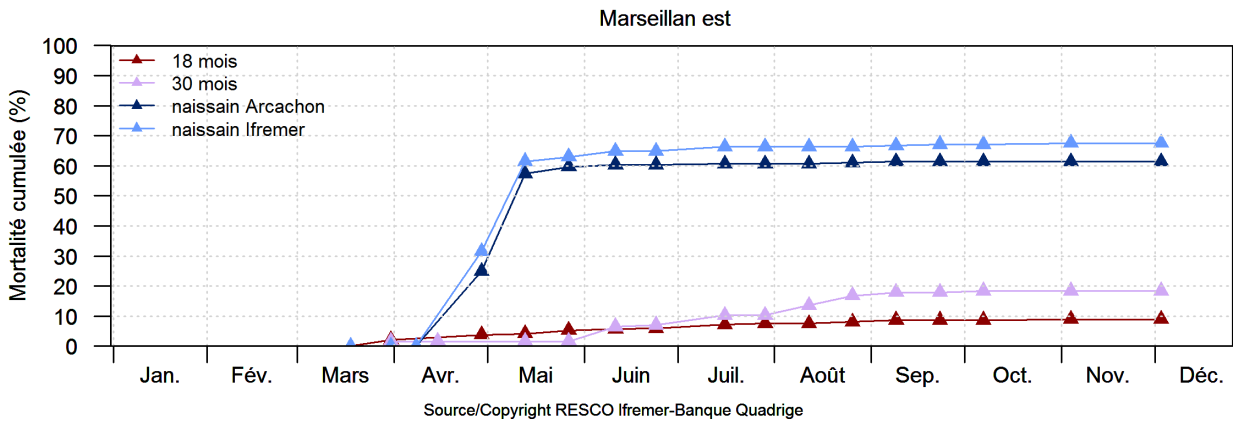
Pour chaque site atelier, présenté par ordre géographique du Sud au Nord, plusieurs graphes sont présentés :

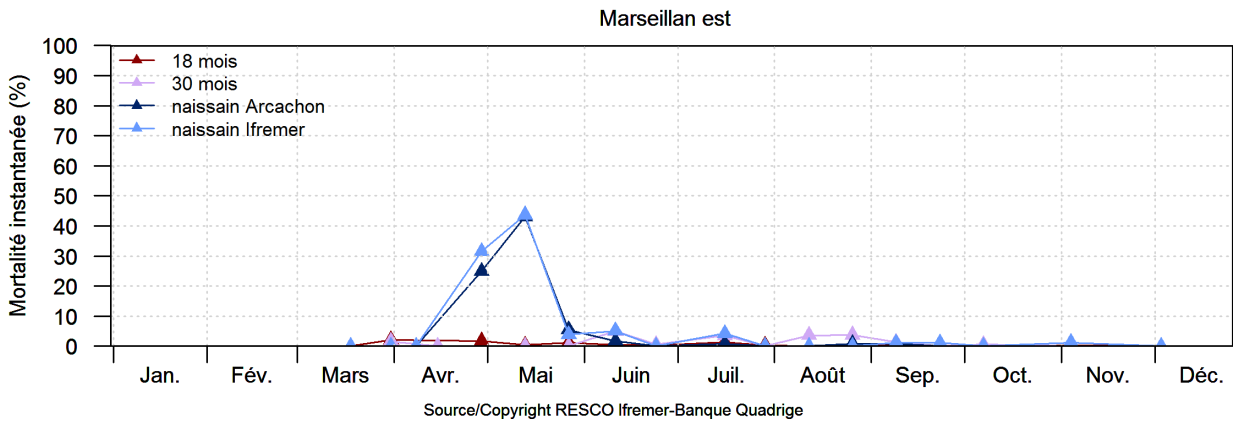
- Carte de localisation du site-atelier par rapport aux zones marines, en lien avec le positionnement éventuel d'une station REPHY à proximité
- Courbes de mortalité cumulée des différents lots sentinelles
- Courbes de mortalité instantanée des différents lots sentinelles
- Courbes de croissance des différents lots sentinelles
- Courbe de température du site en question sur l'année 2014
- Résultats des analyses pathologiques effectuées sur le lot NSI lors de la 1ère mortalité
- Comparaison inter-annuelle (2012 à 2014) des courbes de mortalités pour les lots CN_Arc et «18 mois»
- Comparaison inter-annuelle (2012 à 2014) des courbes de croissance pour les lots CN_Arc et «18 mois»

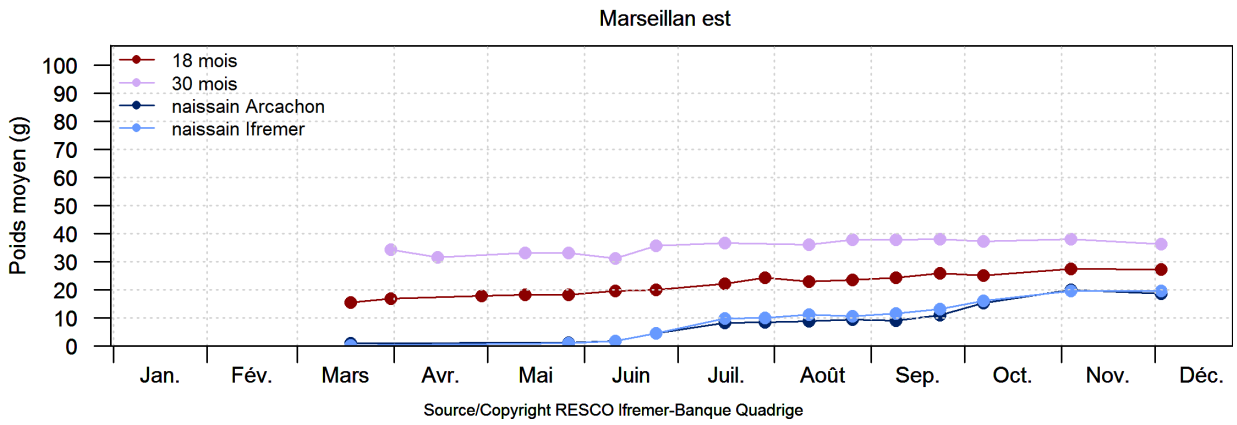
Etang de Thau –Languedoc Rousillon

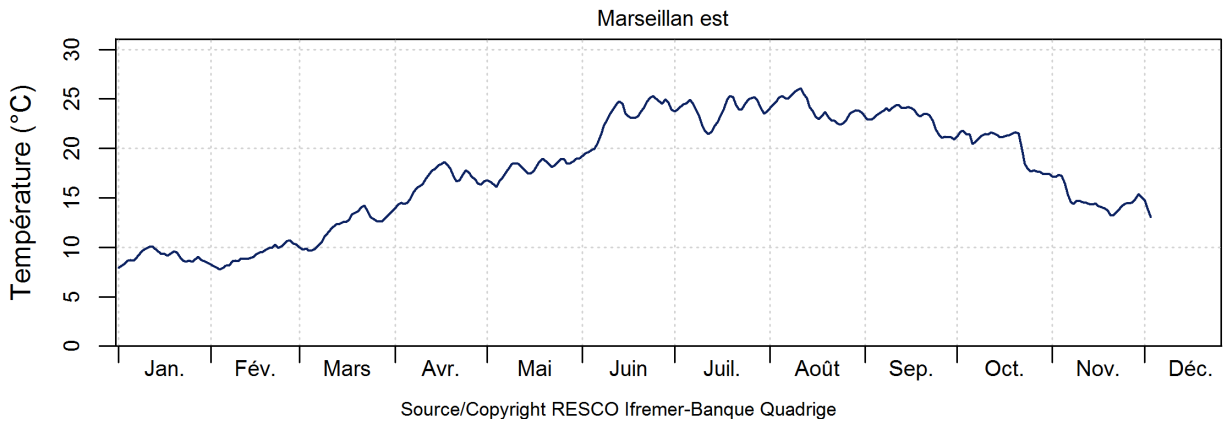
Le suivi du site de **Marseillan** est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources Languedoc Roussillon (LER-LR) de Sète.

Projection lambert 2 étendu


Marseillan est
Mortalité cumulée (%)
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige


Marseillan est
Mortalité instantanée (%)
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige

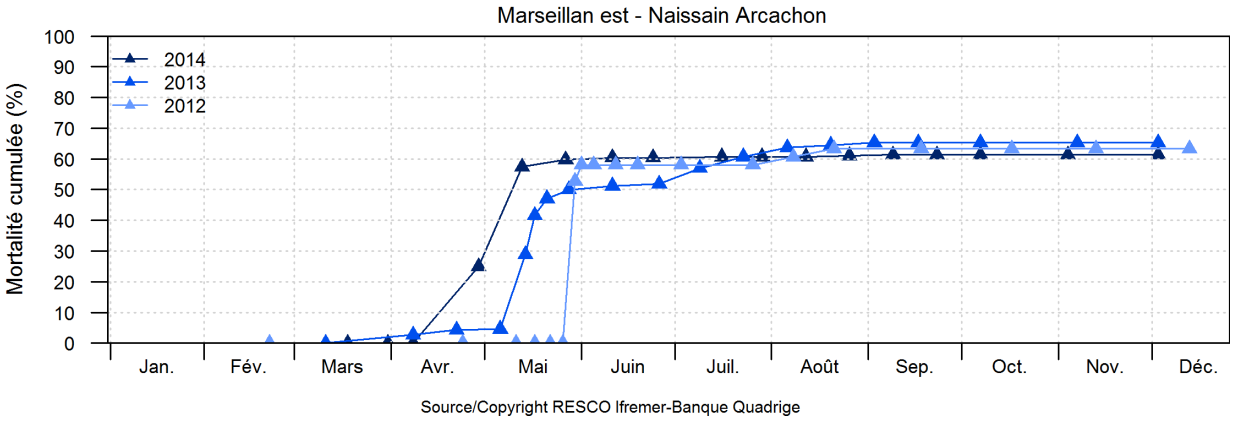

Marseillan est
Poids moyen (g)
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige

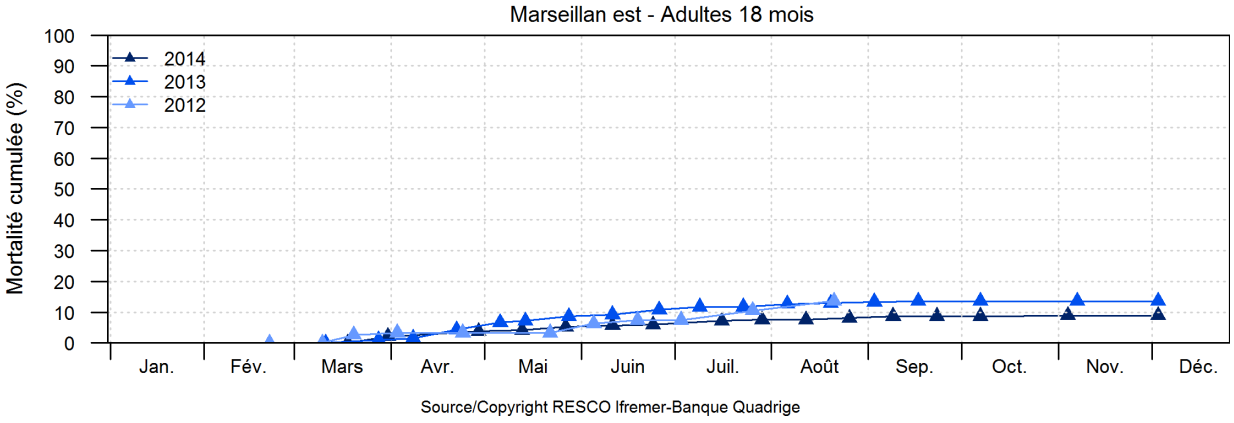

Marseillan est
Température (°C)
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige

Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Marseillan

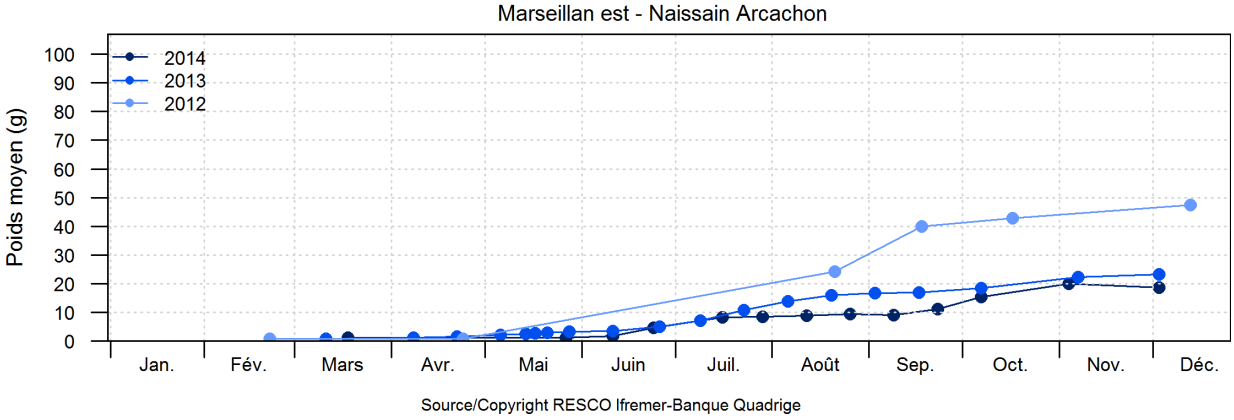
Pas d'analyses pathologiques sur ce site.

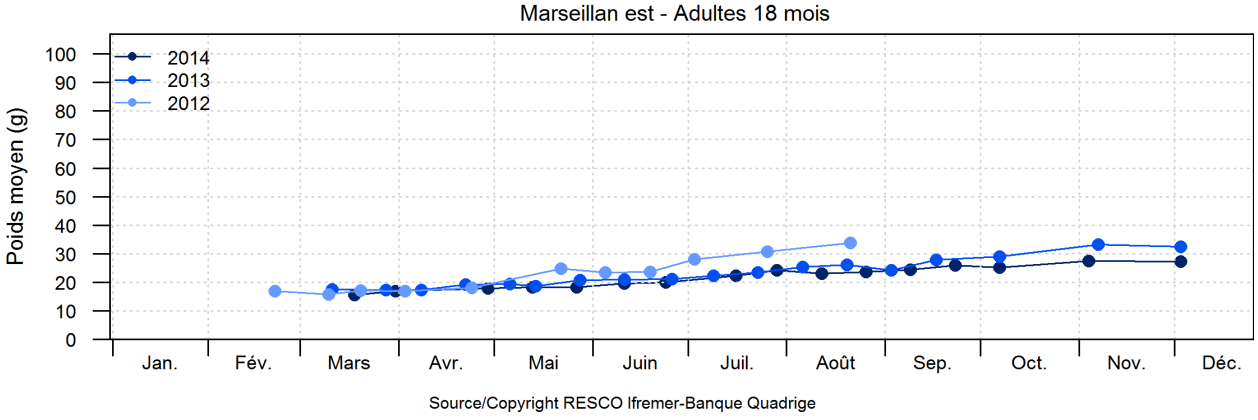
Comparaison inter-annuelle mortalité - Marseillan est





Comparaison inter-annuelle croissance – Marseillan est

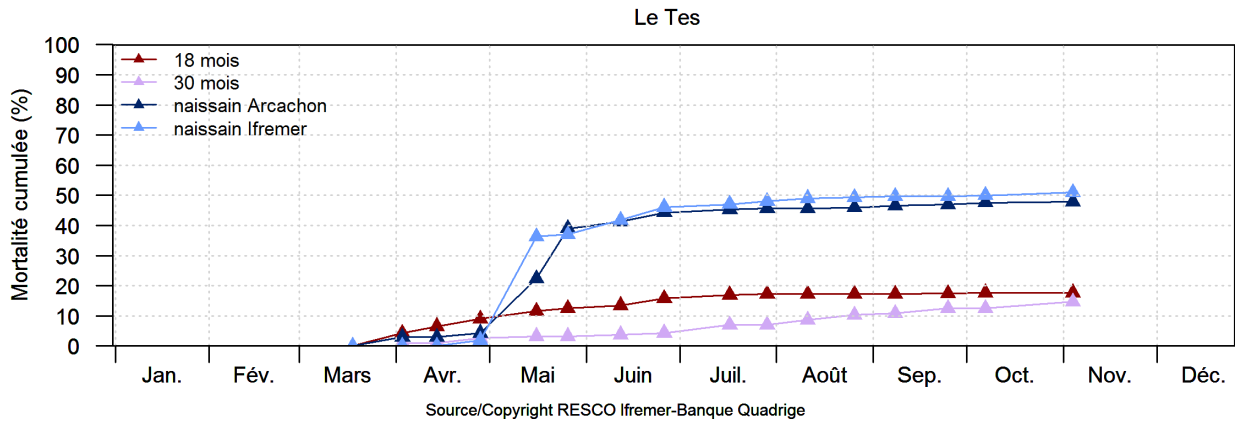


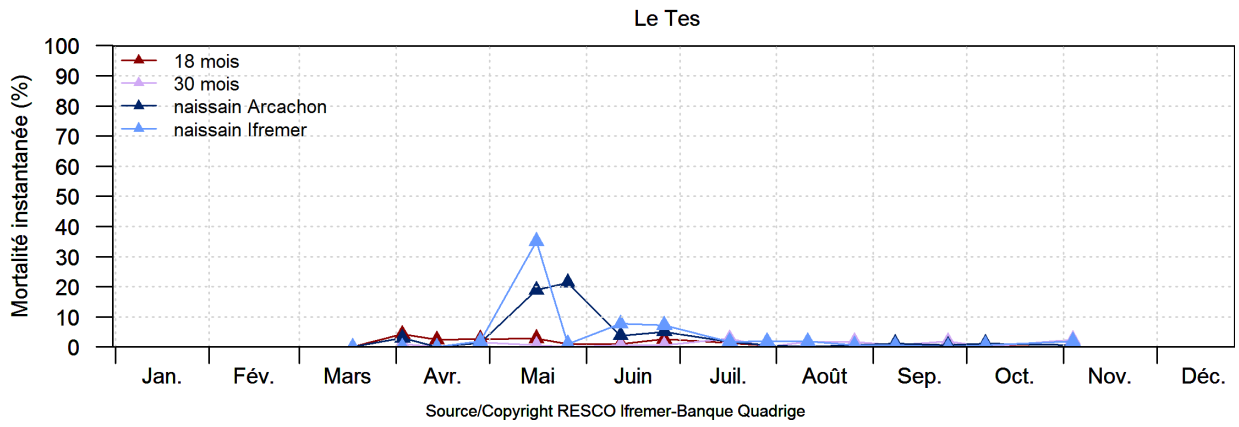


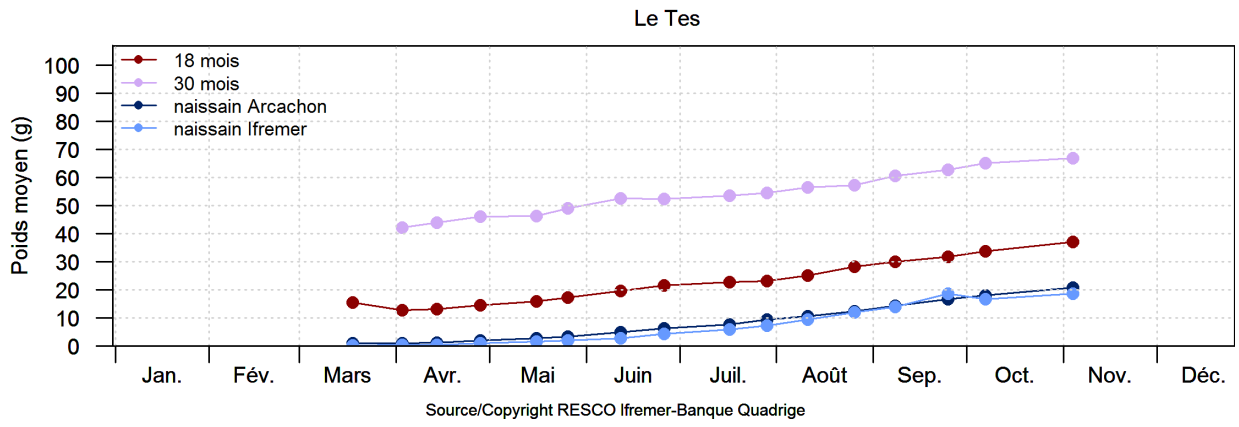
Bassin d'Arcachon –Le Tès

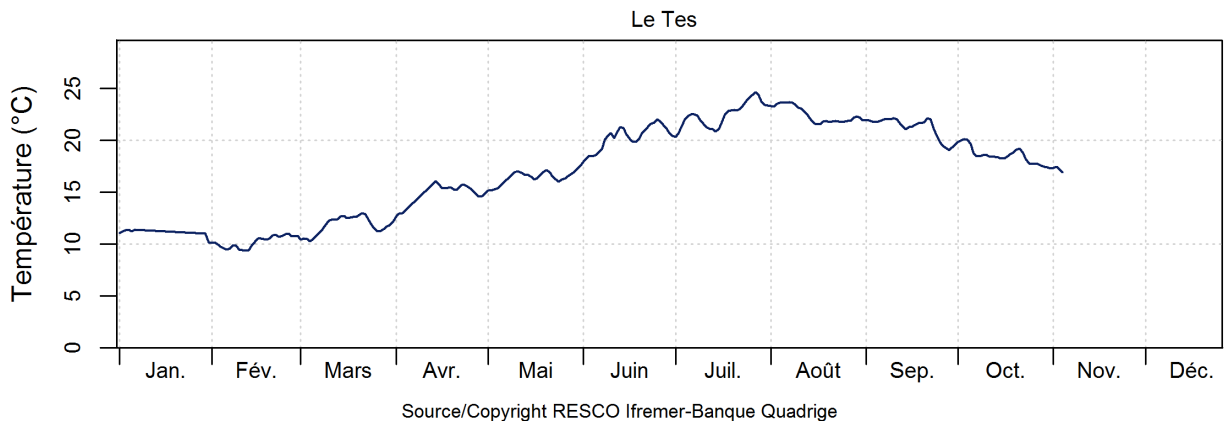
Le suivi du site **Le Tès** est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources d'Arcachon (LER-AR).

Projection Lambert 2 étendu


Le Tes
Mortalité cumulée (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan.
Fév.
Mars
Avr.
Mai
Juin
Juil.
Août
Sep.
Oct.
Nov.
Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige


Le Tes
Mortalité instantanée (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan.
Fév.
Mars
Avr.
Mai
Juin
Juil.
Août
Sep.
Oct.
Nov.
Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige

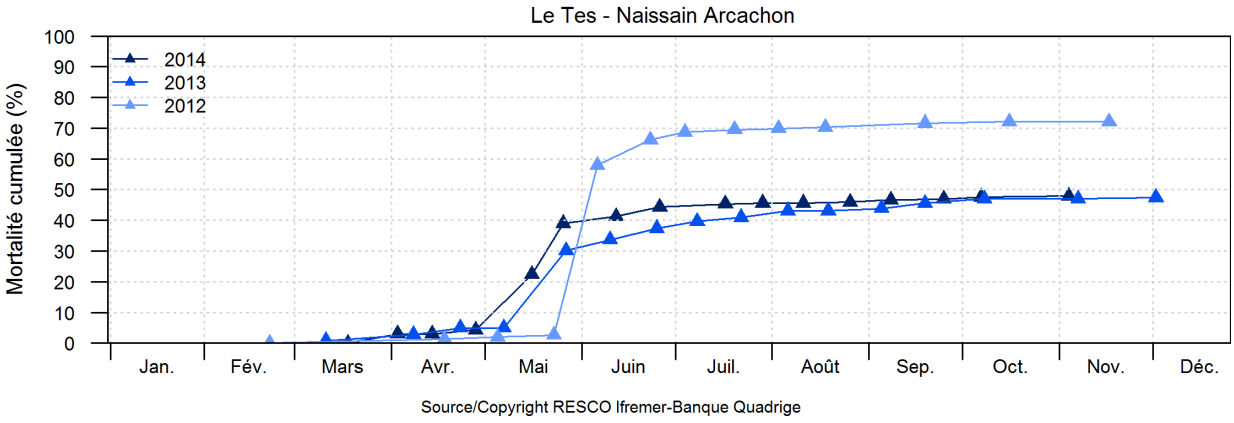

Le Tes
Poids moyen (g)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan.
Fév.
Mars
Avr.
Mai
Juin
Juil.
Août
Sep.
Oct.
Nov.
Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige

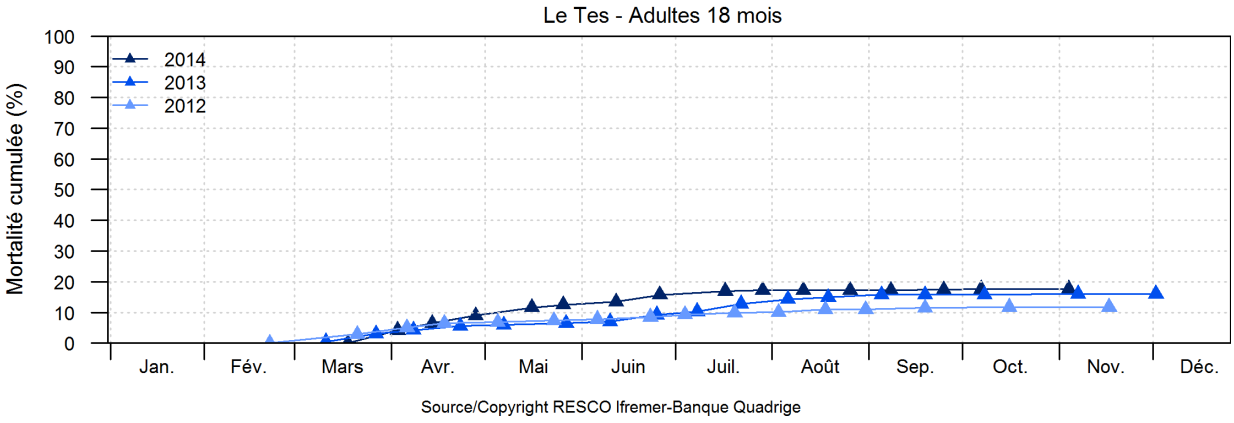

Le Tes
Température (°C)
25
20
15
10
5
0
Jan.
Fév.
Mars
Avr.
Mai
Juin
Juil.
Août
Sep.
Oct.
Nov.
Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige

Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site du Tes

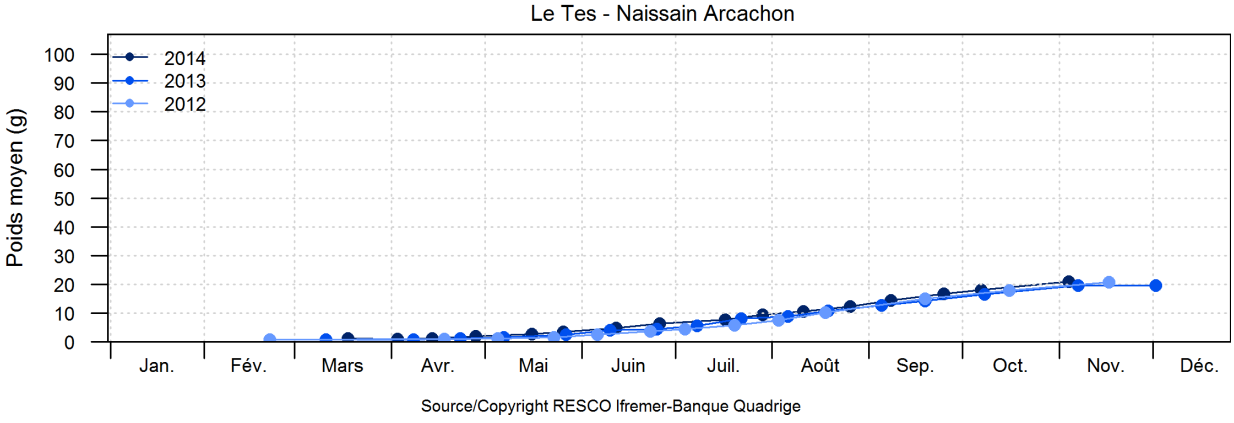
Pas de résultats d'analyses pathologiques sur le site du Tes

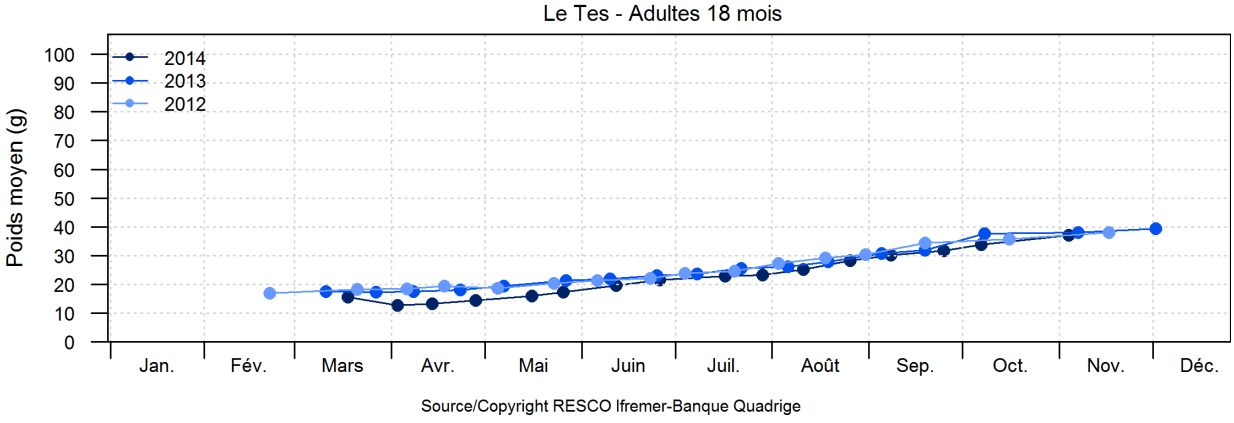
Comparaison inter-annuelle mortalité naissains – Le Tes





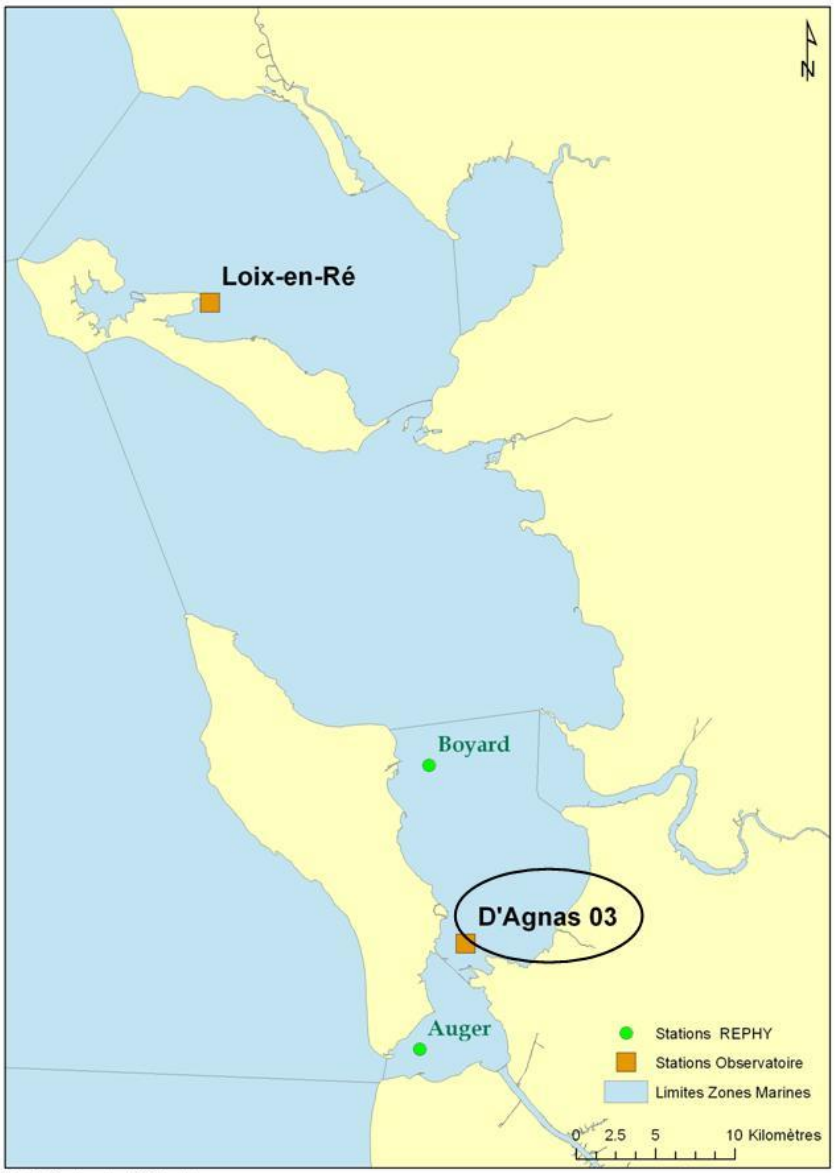
Comparaison inter-annuelle croissance naissains – Le Tes





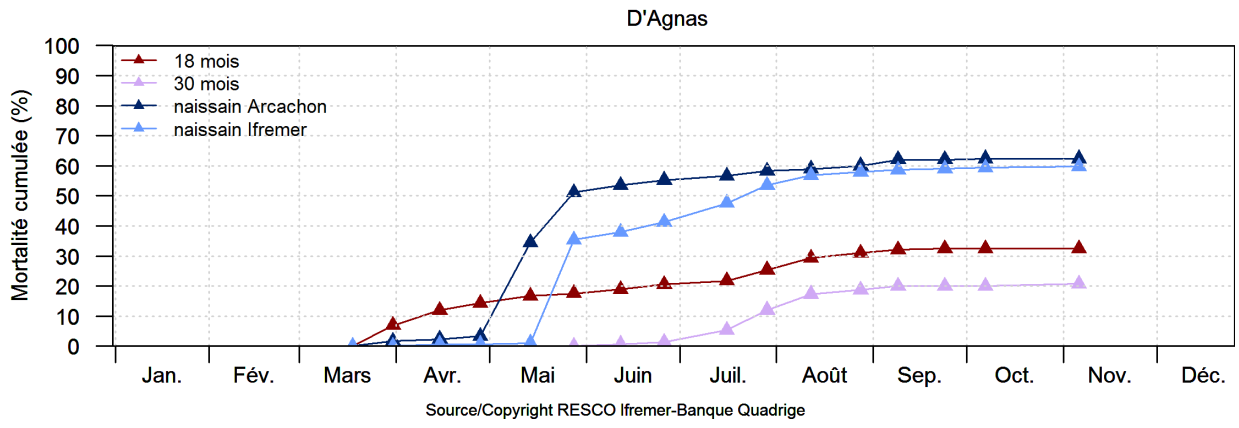
Pertuis Charentais – D'Agnas

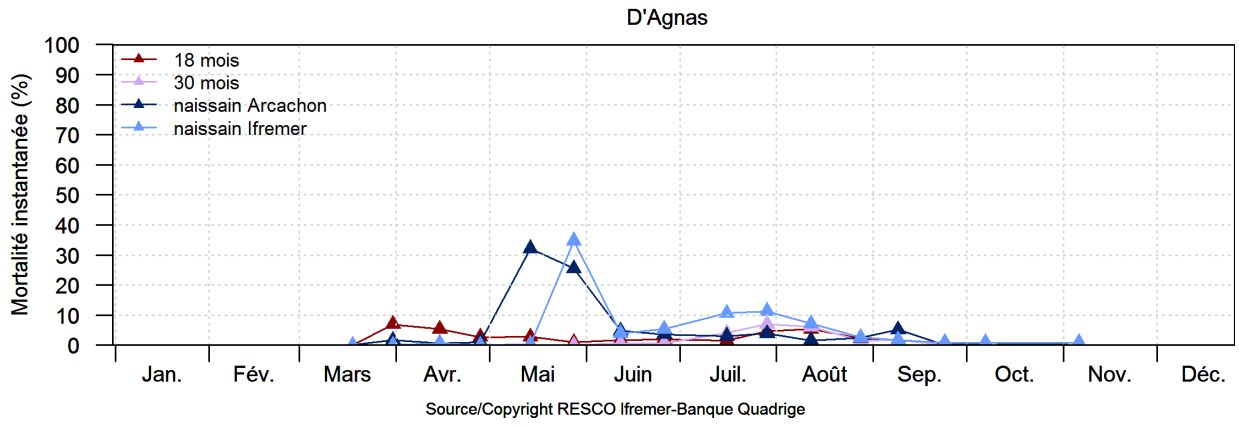
Le suivi du site **D'Agnas** est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources des Pertuis Charentais (LER-PC).

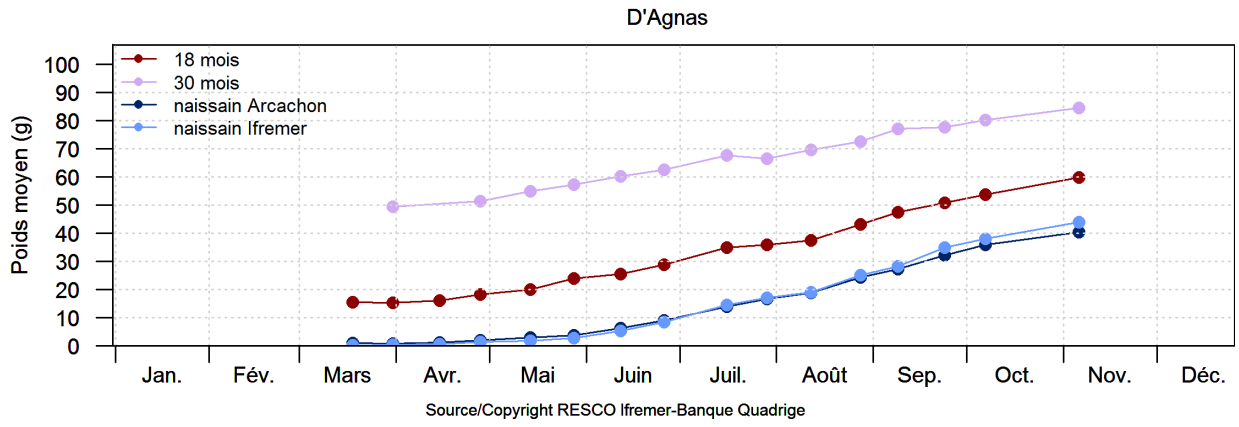


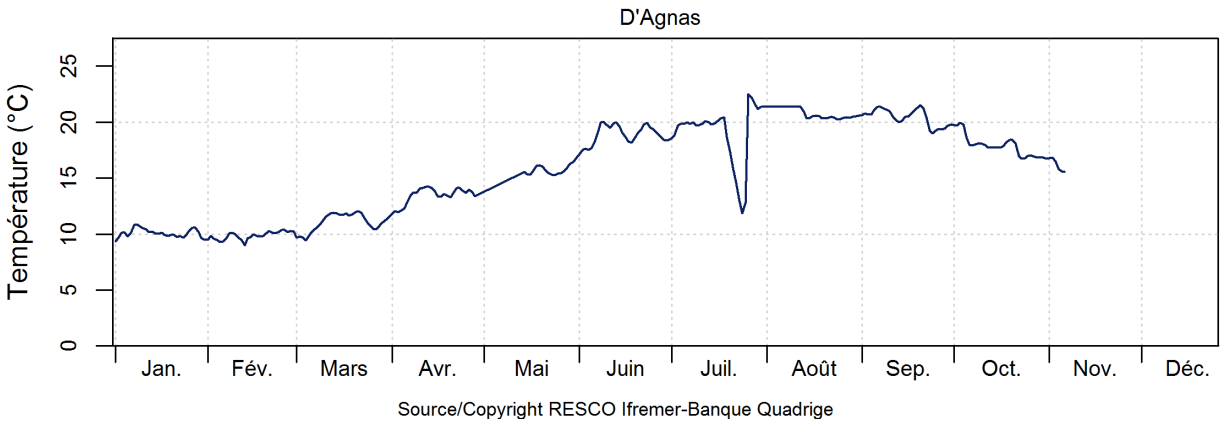
Projection Lambert 2 étendu

.


D'Agnas
Mortalité cumulée (%)
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige


D'Agnas
Mortalité instantanée (%)
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige


D'Agnas
Poids moyen (g)
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige


D'Agnas
Température (°C)
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige

Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site d'Agnas

Références	Organismes(s) pathogène(s)	Résultat du lot (présence ou absence)	Individus analysés	Individus infectés
Méthode interne I.DE.1.11 éd. 6 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals", OIE, chapitres 2.4.2 et 2.4.3, §4.3.1.1, v2012	*Bonamia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.12 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.4, §4.3.1.1, v2012	*Marteilia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.13 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE chapitres 2.4.5 et 2.4.6, §4.3.1.1, v2012	*Perkinsus* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.17 éd. 4 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.8, §4.3.1.1, v2012	*Mikrocytos* sp.	Absence	15	0

Agent(s) pathogène(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Bactéries indéterminées	Tissu conjonctif du manteau, de la glande digestive, des branchies et du coeur	5/15
Copépode indéterminé	Branchies	2/15
Lésion(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Anomalies nucléaires	Tissu conjonctif du manteau et de la glande digestive	4/15
Infiltration hémocytaire	Tissu conjonctif du manteau, de la glande digestive, des branchies et du muscle	5/15
Nécrose	Tissu conjonctif et épithélia de la glande digestive, du manteau, du muscle et des branchies	12/15
Résultats	Les lésions histopathologiques observées sont les suivantes : - une légère infiltration hémocytaire focale du tissu conjonctif du manteau, de la glande digestive, des branchies et du muscle concerne 5/15 individus ; - une nécrose, focale à diffuse, légère à modérée, du tissu conjonctif et épithélia de la glande digestive, du manteau, du muscle et des branchies concerne 12/15 individus. Des bactéries ont été également observées associées à ces lésions chez cinq individus ; - la présence d'anomalies nucléaires, légère à modérée, dans le tissu conjonctif du manteau et de la glande digestive concerne 4/15 individus ; - la présence de copépode le long des branchies, en quantité, légère concerne 2/15 individus.	

Date d'analyse	Méthode(s)	Spécification technique	Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Nombre par groupe	Groupes atteints/analysés
16/05/14	Isolements bactériens	Milieu marine agar	Bactéries	Manteau, branchies	1	5/5
26/05/14	PCRQ multiplex	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Bactéries isolées	1	0/5
26/05/14	PCRQ multiplex	Chimie Taqman	*Vibrio splendidus*	Bactéries isolées	1	5/5
20/01/15	PCRQ	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Manteau, branchies	1	4/15
11/09/14	PCRQ	Chimie Taqman	OsHV-1	Manteau, branchies	1	15/15
Résultats	L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur l'ensemble des individus analysés de ce lot par PCR en temps réel. Des souches bactériennes majoritaires ont été isolées sur les 5 individus analysés (quatre huîtres moribondes et une huître vivante) mis en culture sur milieu Marine agar. La majorité des souches bactériennes isolées appartiennent au groupe *Vibrio splendidus*. La bactérie *Vibrio aestuarianus* a été détectée par PCR en temps réel, en faible quantité, sur 4/15 individus analysés alors qu'elle n'a pas été détectée sur les 5 individus mis en culture sur milieu Marine agar.					

CONCLUSIONS

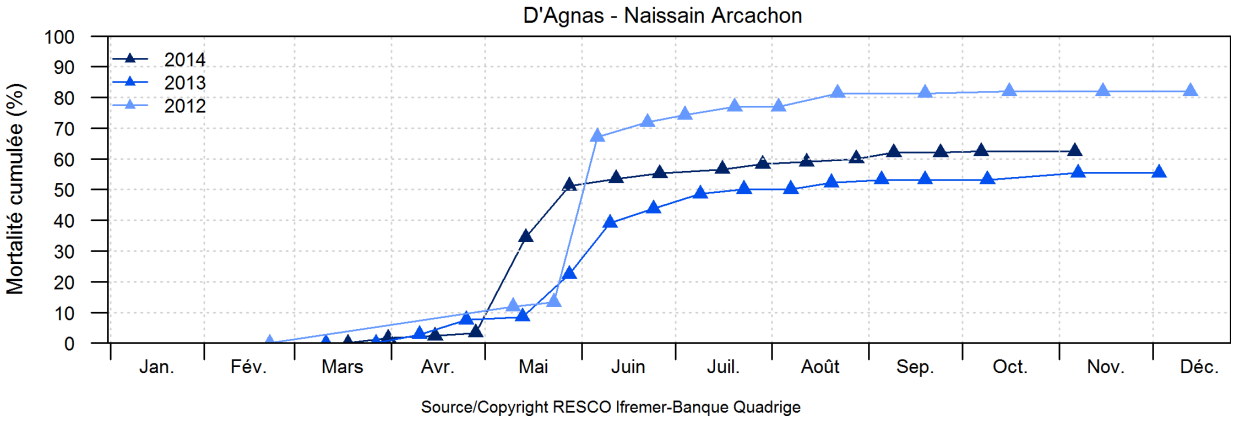
Aucun organisme pathogène réglementé n'a été observé sur ce lot d'huîtres creuses.

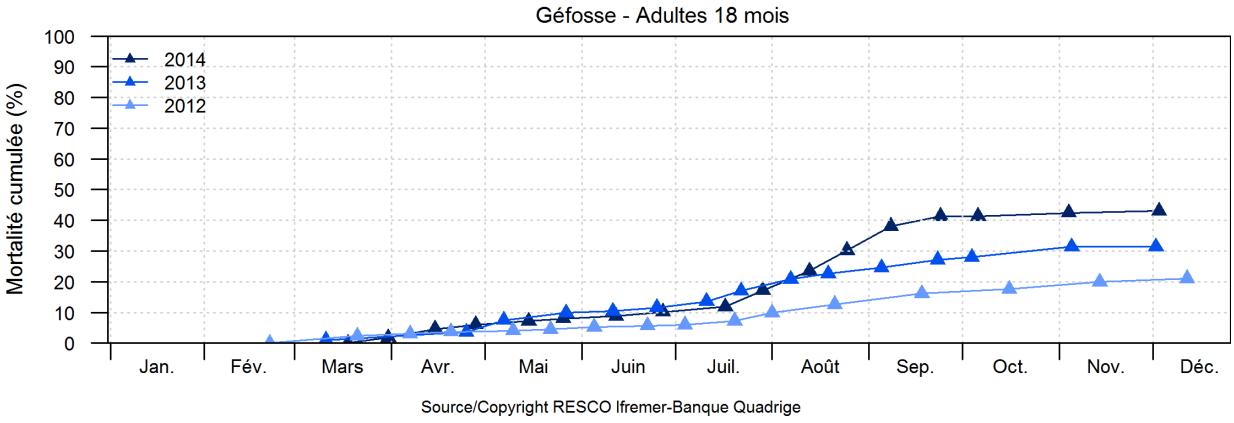
L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur ce lot d'huîtres creuses.

Des souches bactériennes majoritaires appartenant au groupe *Vibrio splendidus* ont été détectées sur ce lot d'huîtres creuses.

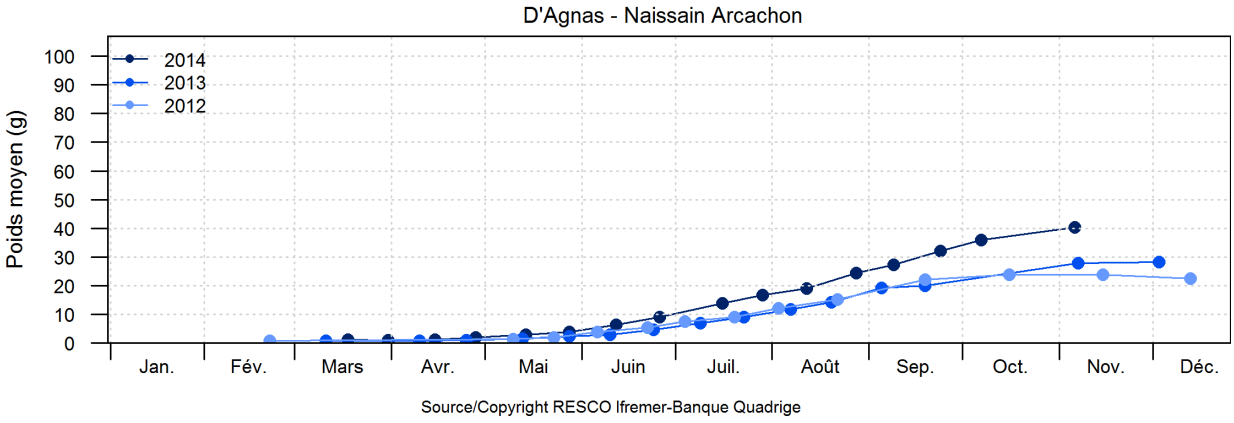
La bactérie *Vibrio aestuarianus* a été détectée en faible quantité sur ce lot d'huîtres creuses.

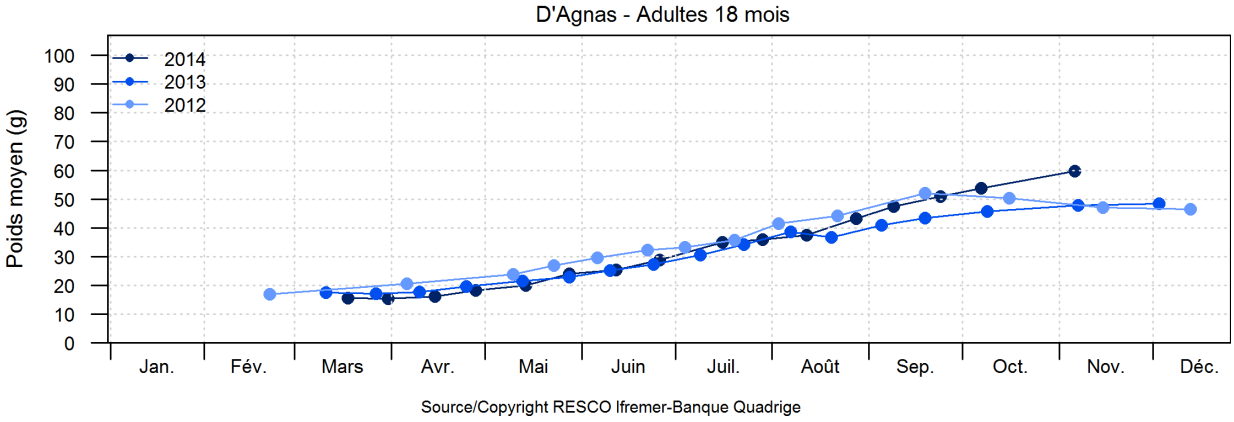
Comparaison inter-annuelle mortalité naissains– D'Agnas





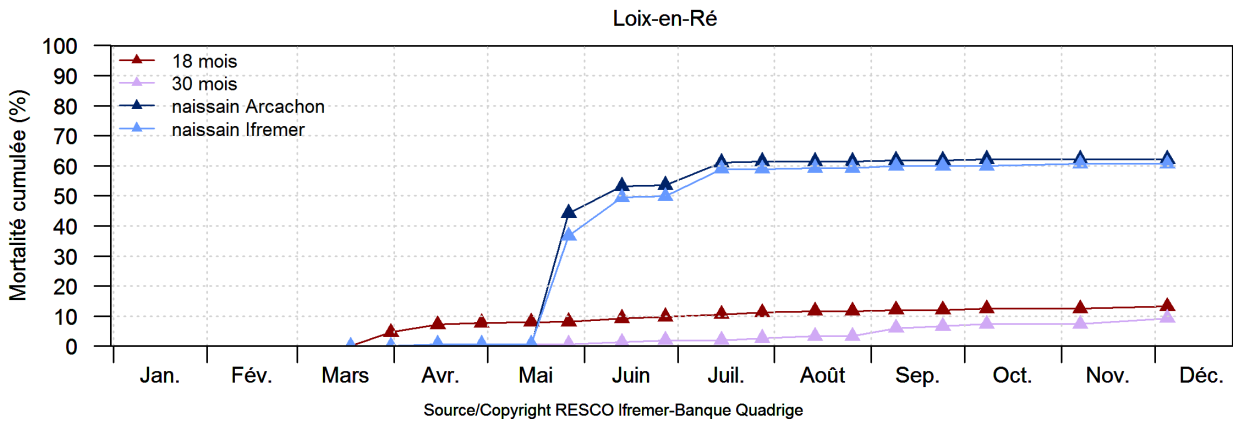
Comparaison inter-annuelle croissance – D'Agnas

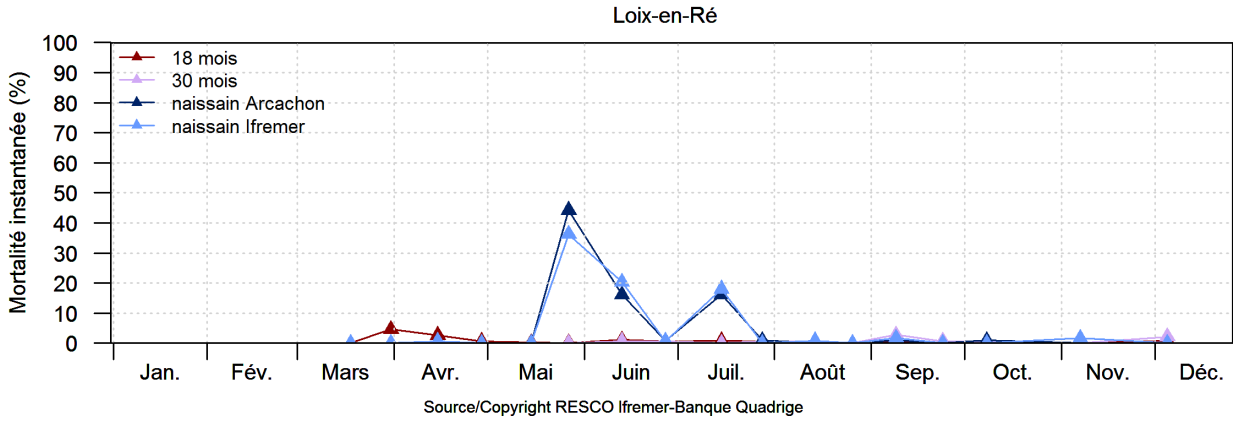


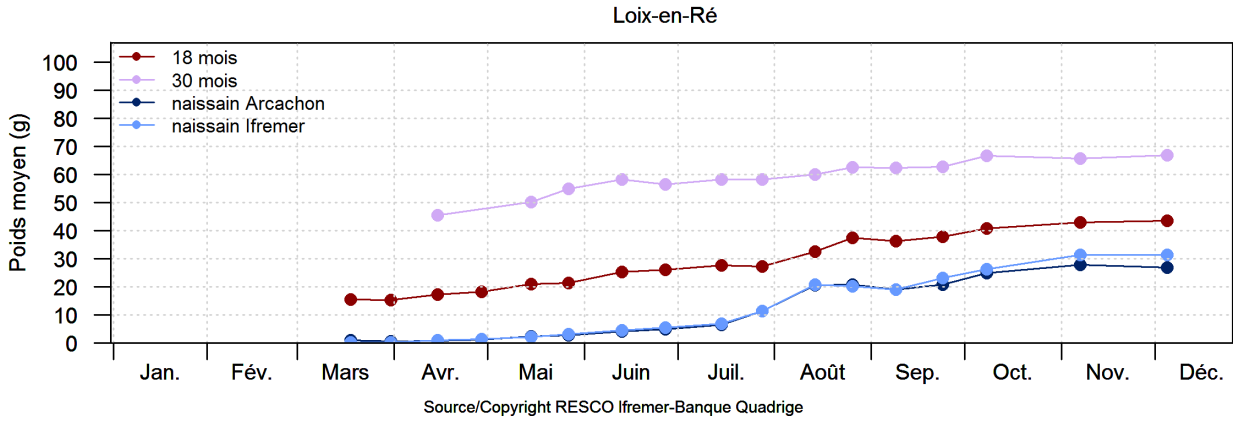


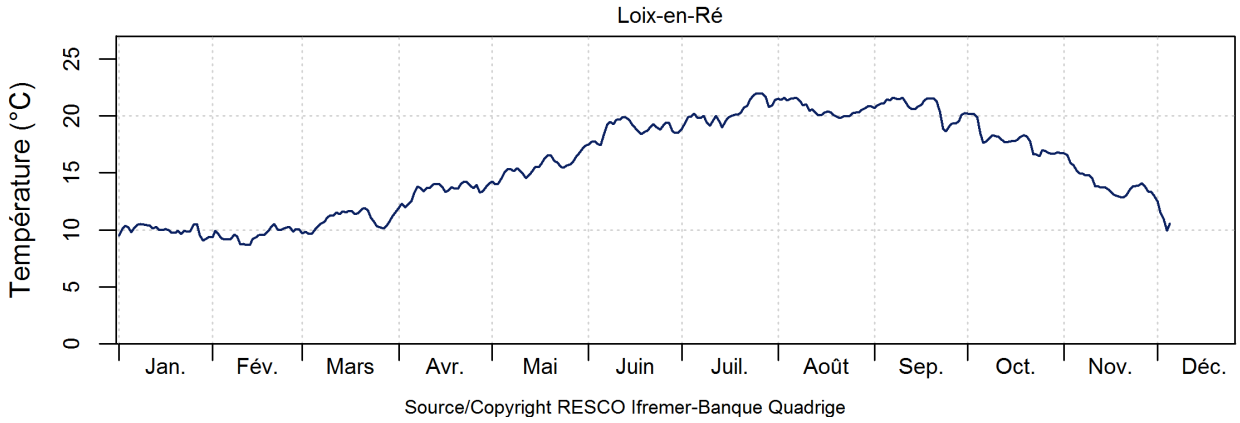
Pertuis Breton –Ile de Ré

Le suivi du site Loix en Ré est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources Pertuis Charentais (LER-PC).


Loix-en-Ré
Mortalité cumulée (%)
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige


Loix-en-Ré
Mortalité instantanée (%)
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige


Loix-en-Ré
Poids moyen (g)
18 mois
30 mois
naissain Arcachon
naissain Ifremer
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige


Loix-en-Ré
Température (°C)
Jan. Fév. Mars Avr. Mai Juin Juil. Août Sep. Oct. Nov. Déc.
Source/Copyright RESCO Ifremer-Banque Quadrige

Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Loix en Ré

Références	Organismes(s) pathogène(s)	Résultat du lot (présence ou absence)	Individus analysés	Individus infectés
Méthode interne I.DE.1.11 éd. 6 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals", OIE, chapitres 2.4.2 et 2.4.3, §4.3.1.1, v2012	*Bonamia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.12 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.4, §4.3.1.1, v2012	*Marteilia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.13 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE chapitres 2.4.5 et 2.4.6, §4.3.1.1, v2012	*Perkinsus* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.17 éd. 4 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.8, §4.3.1.1, v2012	*Mikrocytos* sp.	Absence	15	0

Agent(s) pathogène(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Bactéries indéterminées	Tissu conjonctif des palpes labiaux, de la glande digestive, du manteau et du muscle	7/15
Copépode indéterminé	Branchies	1/15
Ciliés indéterminés	Branchies	1/15
Lésion(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Anomalies nucléaires	Tissu conjonctif du manteau, des palpes labiaux, du cœur, des follicules gonadiques et de la glande digestive	7/15
Infiltration hémocytaire	Tissu conjonctif du manteau, des follicules gonadiques, de la glande digestive, des palpes labiaux, du rein et du muscle	7/15
Nécrose	Tissu conjonctif et épithélia de la glande digestive, du manteau, des palpes labiaux, des reins, des follicules gonadiques, du muscle et des branchies	15/15
Désorganisation tissulaire	Tissu conjonctif de la glande digestive, du manteau, du cœur, des follicules gonadiques, des palpes labiaux, du muscle et des branchies	11/15
Atrophie	Epihélium des diverticules digestifs	3/15
Résultats	Les lésions histopathologiques observées sont les suivantes : - une légère infiltration hémocytaire focale des tissus conjonctifs du manteau, des follicules gonadiques, de la glande digestive, des palpes labiaux, du rein et du muscle concerne 7/15 individus ; - la présence d'anomalies nucléaires, légères à modérées, dans le tissu conjonctif du manteau, des palpes labiaux, du cœur, des follicules gonadiques et de la glande digestive concerne 7/15 individus ; - une légère atrophie des épithélia des diverticules digestifs concerne 3/15 individus. Cette lésion non spécifique atteste seulement d'un mauvais état général des animaux ;	

Date d'analyse	Méthode(s)	Spécification technique	Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Nombre par groupe	Groupes atteints/analysés
27/05/14	Isolements bactériens	Milieu marine agar	Bactéries	Manteau, branchies	1	4/5
11/06/14	PCRQ multiplex	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Bactéries isolées	1	0/4
11/06/14	PCRQ multiplex	Chimie Taqman	*Vibrio splendidus*	Bactéries isolées	1	3/4
22/10/14	PCRQ	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Manteau, branchies	1	0/15
17/09/14	PCRQ	Chimie Taqman	OsHV-1	Manteau, branchies	1	15/15
Résultats	L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur l'ensemble des individus analysés de ce lot par PCR en temps réel. Des souches bactériennes majoritaires ont été isolées sur 4/5 individus analysés (correspondant à quatre huîtres moribondes) mis en culture sur milieu Marine agar. La majorité des souches bactériennes isolées appartiennent au groupe *Vibrio splendidus*. La bactérie *Vibrio aestuarianus* n'a pas été détectée par PCR en temps réel.					

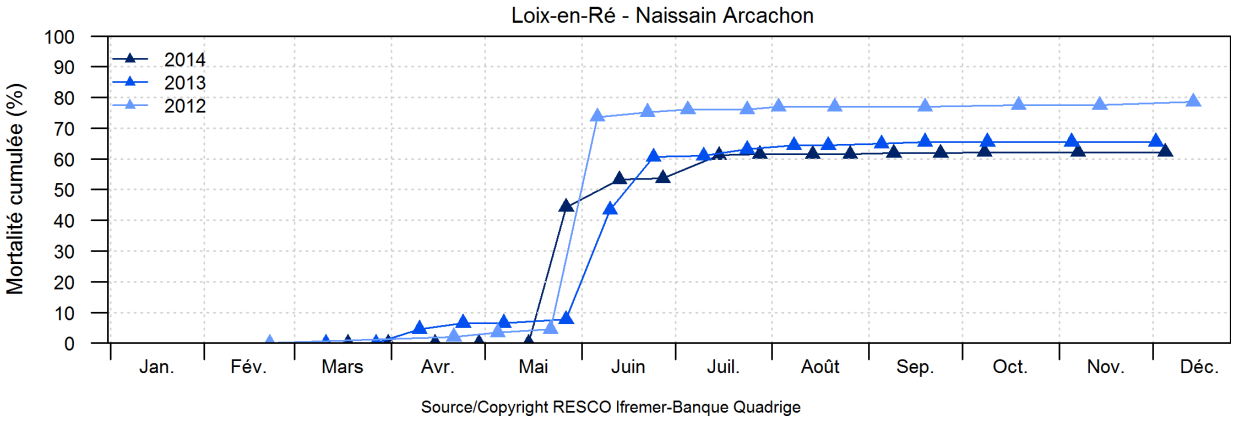
CONCLUSIONS

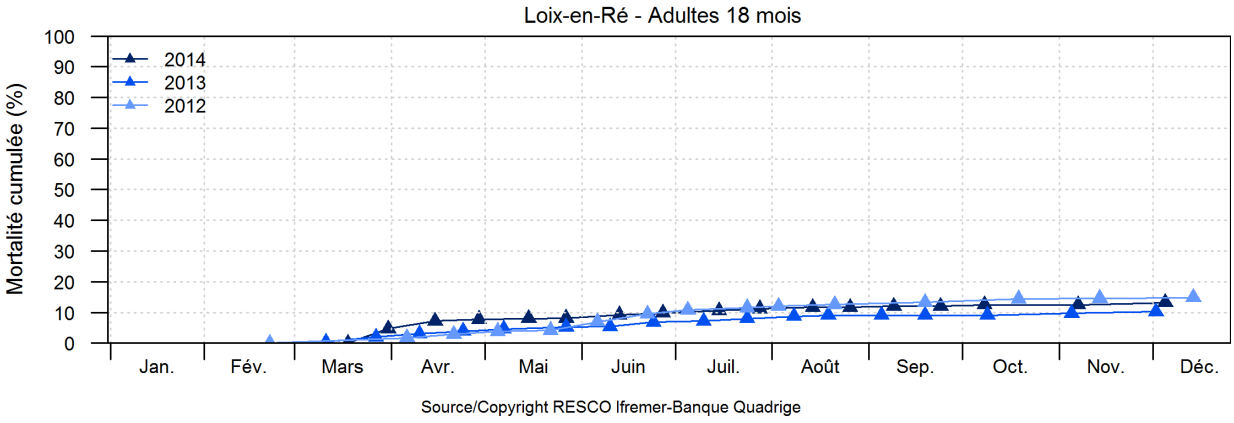
Aucun organisme pathogène réglementé n'a été observé sur ce lot d'huîtres creuses.

L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur ce lot d'huîtres creuses.

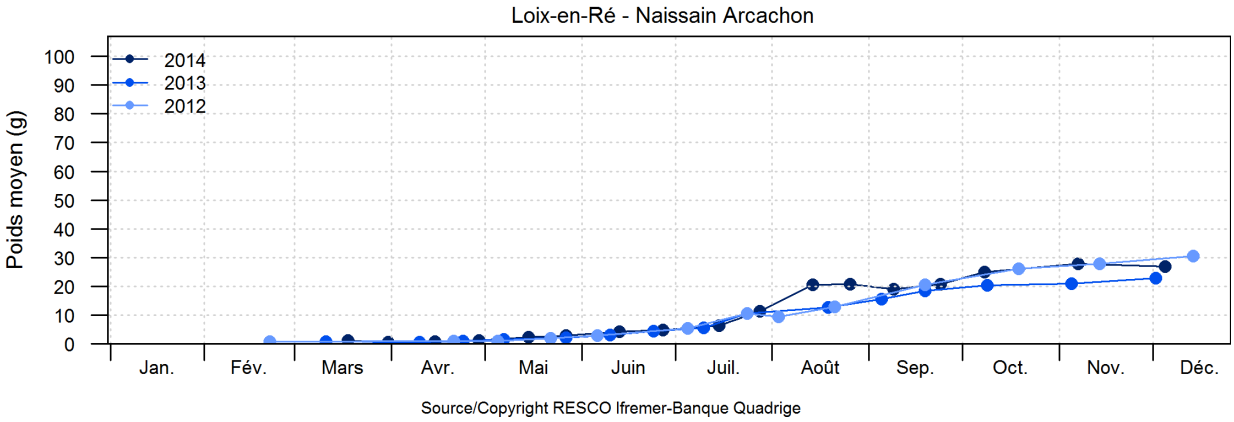
Des souches bactériennes majoritaires appartenant au groupe *Vibrio splendidus* ont été détectées sur ce lot d'huîtres creuses.

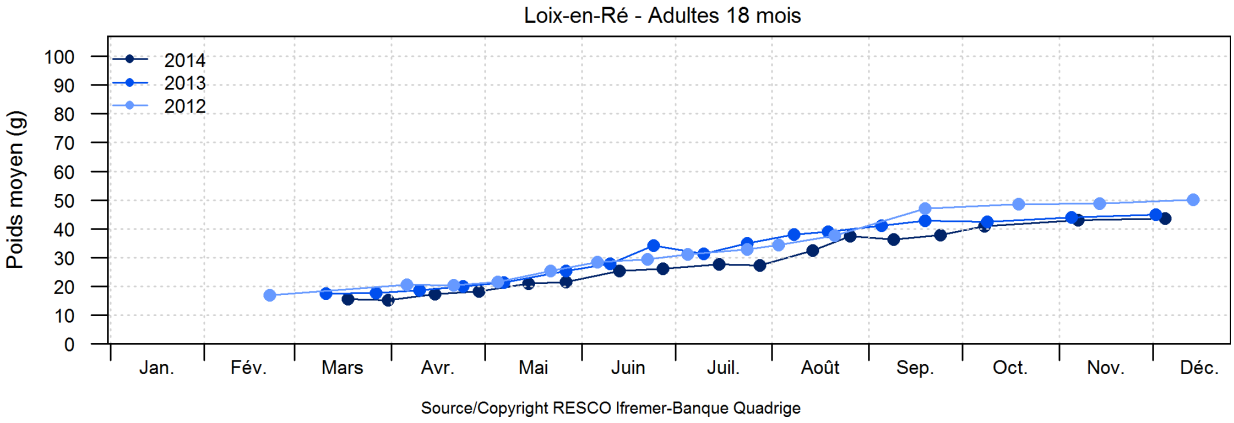
Comparaison inter-annuelle mortalité– Loix en Ré





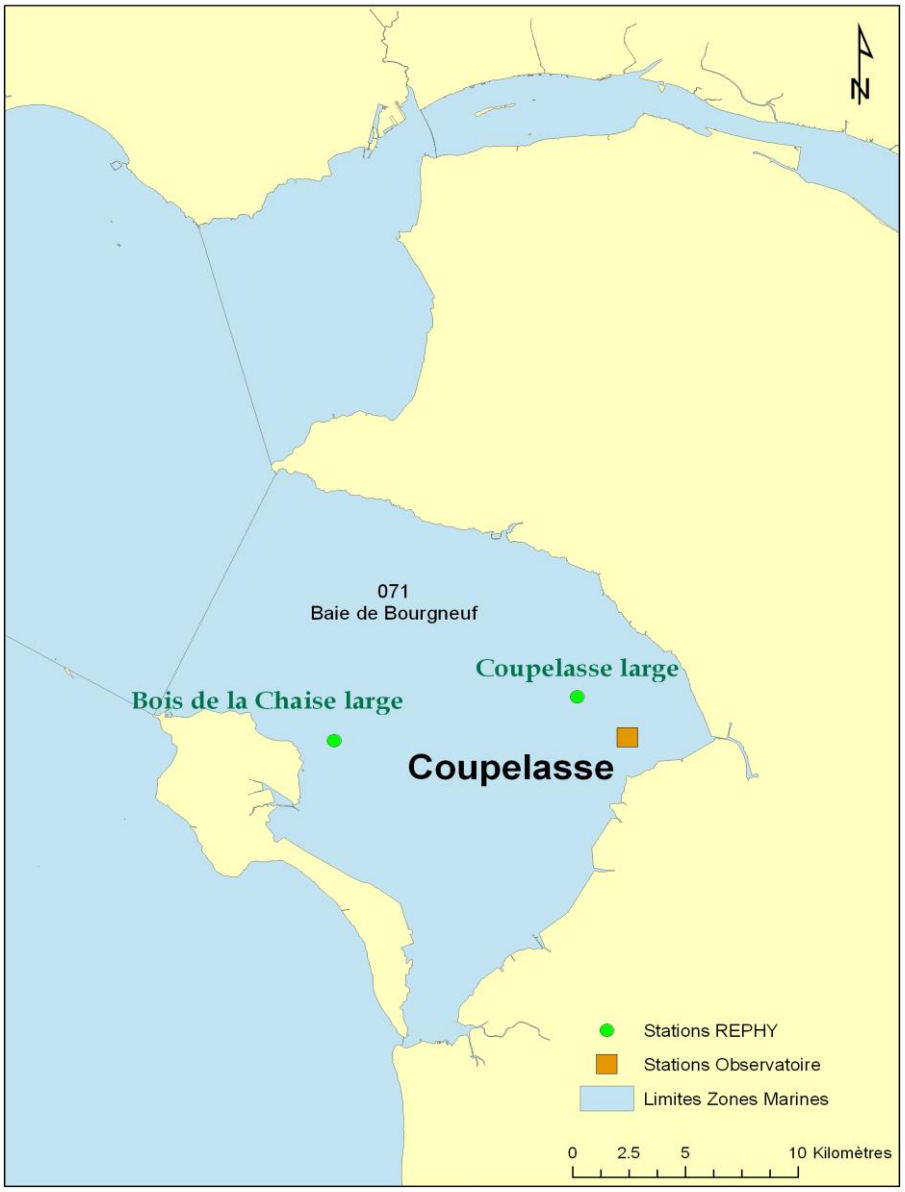
Comparaison inter-annuelle croissance – Loix en Ré





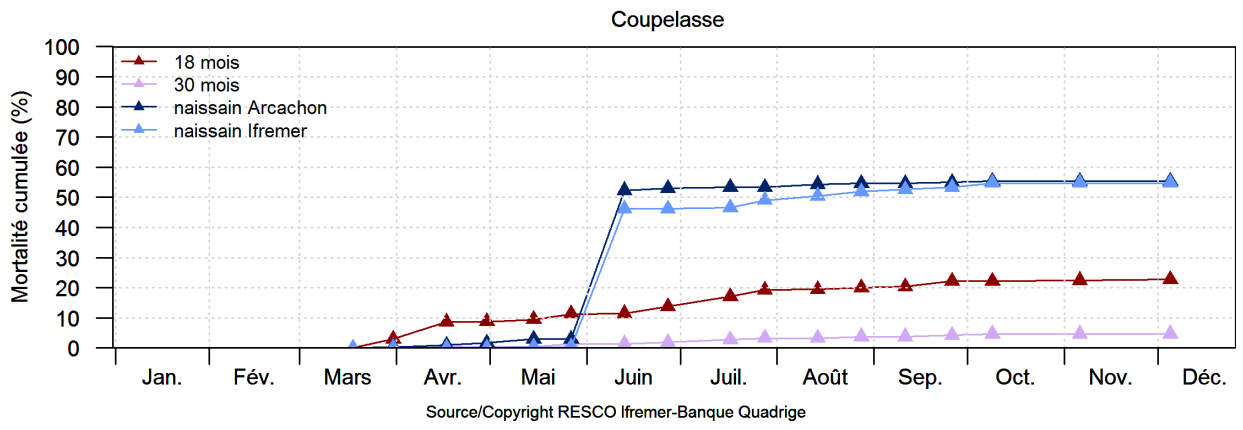
Baie de Bourgneuf –Coupelasse

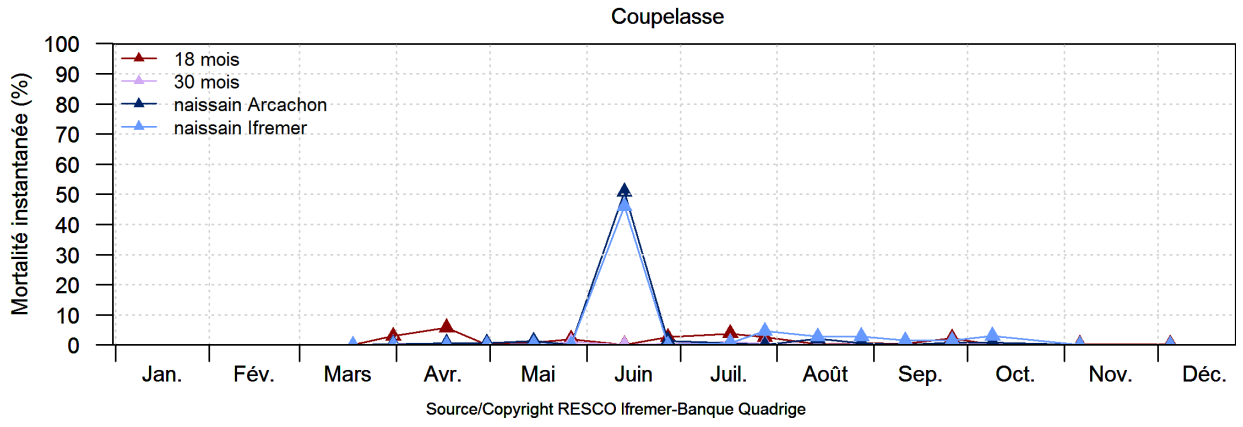
Le suivi du site **Coupelasse** est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources Morbihan – Pays de Loire (LER-MPL).

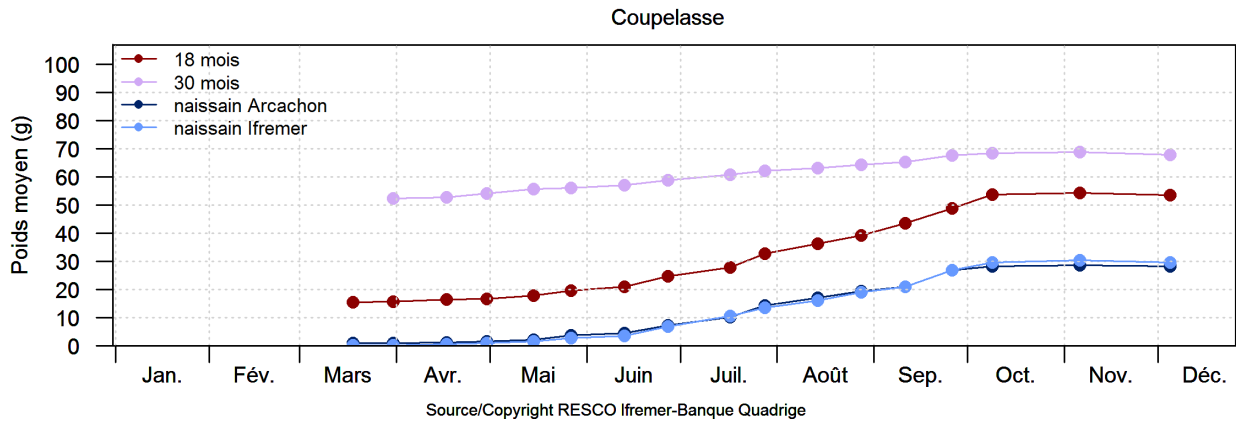


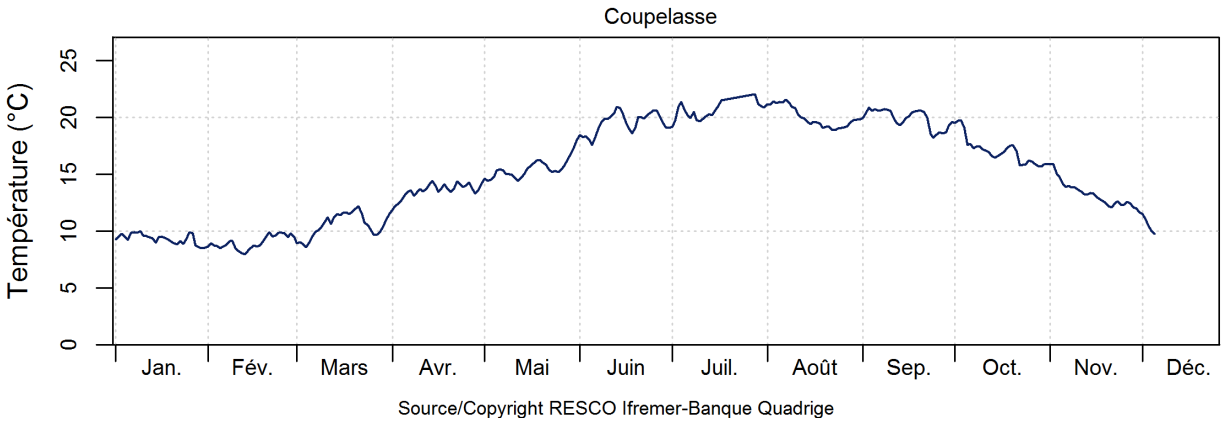
Projection Lambert 2 étendu

Résultats des suivis sur tous les lots 2014 sur le site de Coupelasse









Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Coupelasse

Références	Organismes(s) pathogène(s)	Résultat du lot (présence ou absence)	Individus analysés	Individus infectés
Méthode interne I.DE.1.11 éd. 6 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals", OIE, chapitres 2.4.2 et 2.4.3, §4.3.1.1, v2012	*Bonamia* sp.	Absence	14	0
Méthode interne I.DE.1.12 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.4, §4.3.1.1, v2012	*Marteilia* sp.	Absence	14	0
Méthode interne I.DE.1.13 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE chapitres 2.4.5 et 2.4.6, §4.3.1.1, v2012	*Perkinsus* sp.	Absence	14	0
Méthode interne I.DE.1.17 éd. 4 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.8, §4.3.1.1, v2012	*Mikrocytos* sp.	Absence	14	0

Agent(s) pathogène(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Bactéries indéterminées	Branchies	2/14
Mytilicola sp.	Lumière du tube digestif	1/14
Virus indéterminé	Ovocytes	1/14
Lésion(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Anomalies nucléaires	Tissu conjonctif du manteau et des palpes labiaux	2/14
Infiltration hémocytaire	Tissu conjonctif du manteau, des follicules gonadiques, de la glande digestive, des palpes labiaux, des branchies et la lumière du tube digestif	6/14
Nécrose	Tissu conjonctif et épithélia de la glande digestive, du manteau, des palpes labiaux, des follicules gonadiques, du muscle et des branchies	8/14
Atrophie	Epihélium des diverticules digestifs	3/14
Résultats	Les lésions histopathologiques observées sont les suivantes : - une infiltration hémocytaire, légère à modérée, focale, des tissus conjonctifs du manteau, des follicules gonadiques, de la glande digestive, des palpes labiaux, des branchies et de la lumière du tube digestif concerne 6/14 individus ; - la présence de légères anomalies nucléaires dans le tissu conjonctif du manteau et des palpes labiaux concerne 2/14 individus ; - une légère atrophie des épithélia des diverticules digestifs concerne 3/14 individus. Cette lésion non spécifique atteste seulement d'un mauvais état général des animaux ; - une nécrose, focale à diffuse, légère à modérée, du tissu conjonctif et épithélia de la glande digestive, du manteau, des palpes labiaux, des follicules gonadiques, du muscle et des branchies concerne 8/14 individus. Des bactéries ont été également observées associées à ces lésions chez deux individus ; - la présence de copépode appartenant au genre *Mytilicola*, en quantité légère, dans la lumière du tube digestif, concerne 1/14 individus ;	

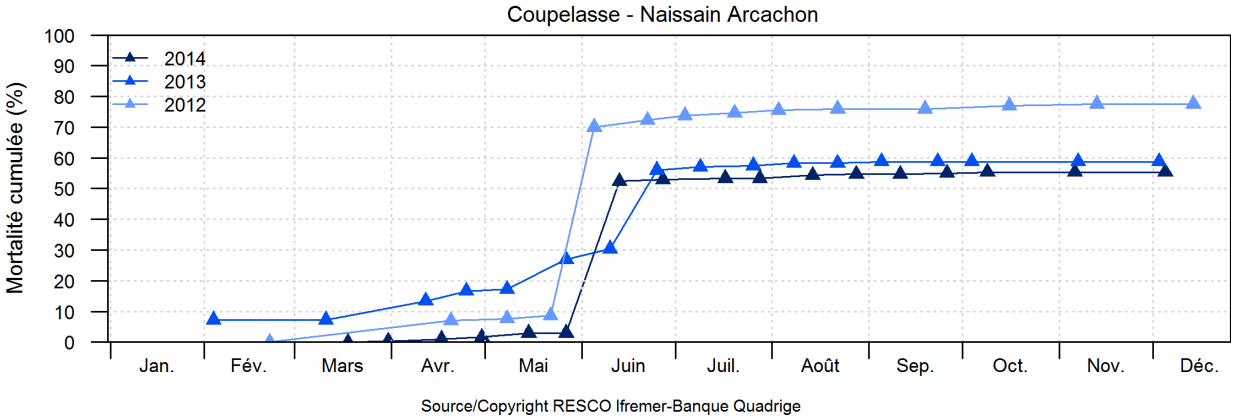
Date d'analyse	Méthode(s)	Spécification technique	Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Nombre par groupe	Groupes atteints/analysés
06/11/14	PCRQ	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Manteau, branchies	1	0/14
10/12/14	PCRQ	Chimie Taqman	OsHV-1	Manteau, branchies	1	3/14
Résultats	L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur 3/14 individus analysés de ce lot par PCR en temps réel en faible quantité. La bactérie *Vibrio aestuarianus* n'a pas été détectée par PCR en temps réel.					

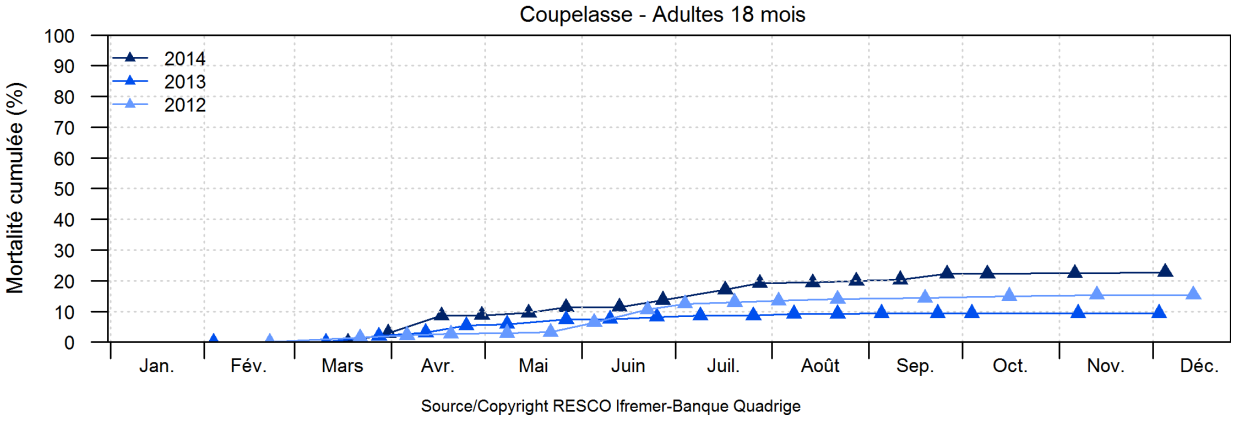
CONCLUSIONS

Aucun organisme pathogène réglementé n'a été observé sur ce lot d'huîtres creuses.

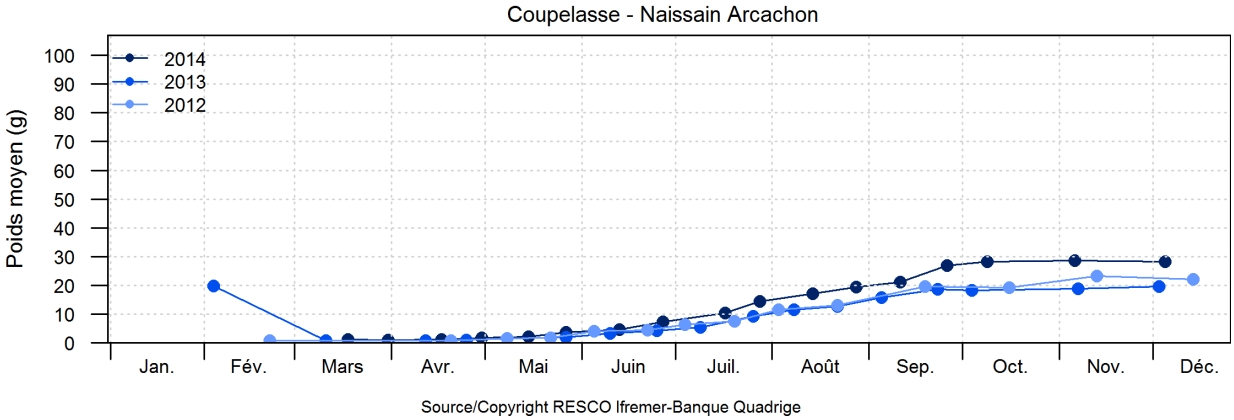
L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur ce lot d'huîtres creuses.

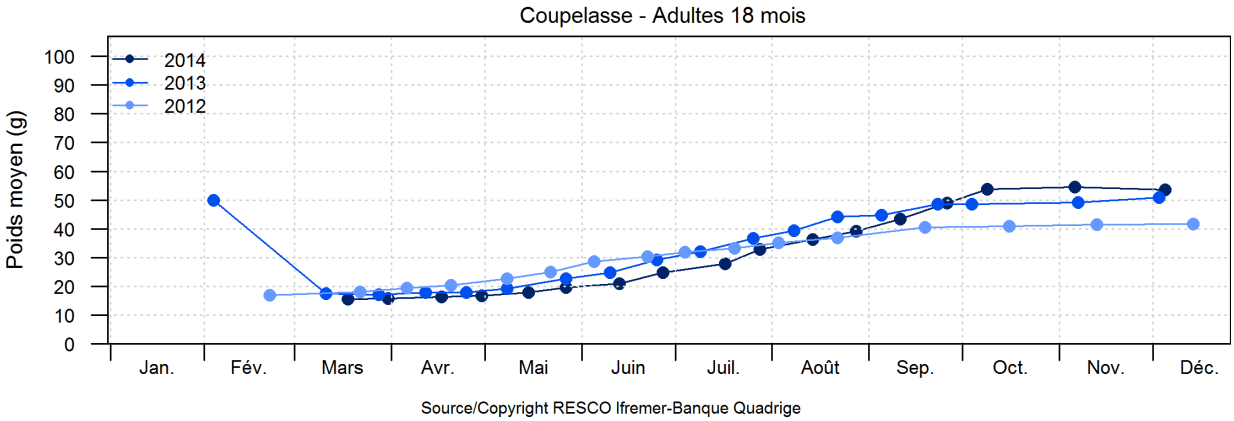
Comparaison inter-annuelle mortalité – Coupelasse





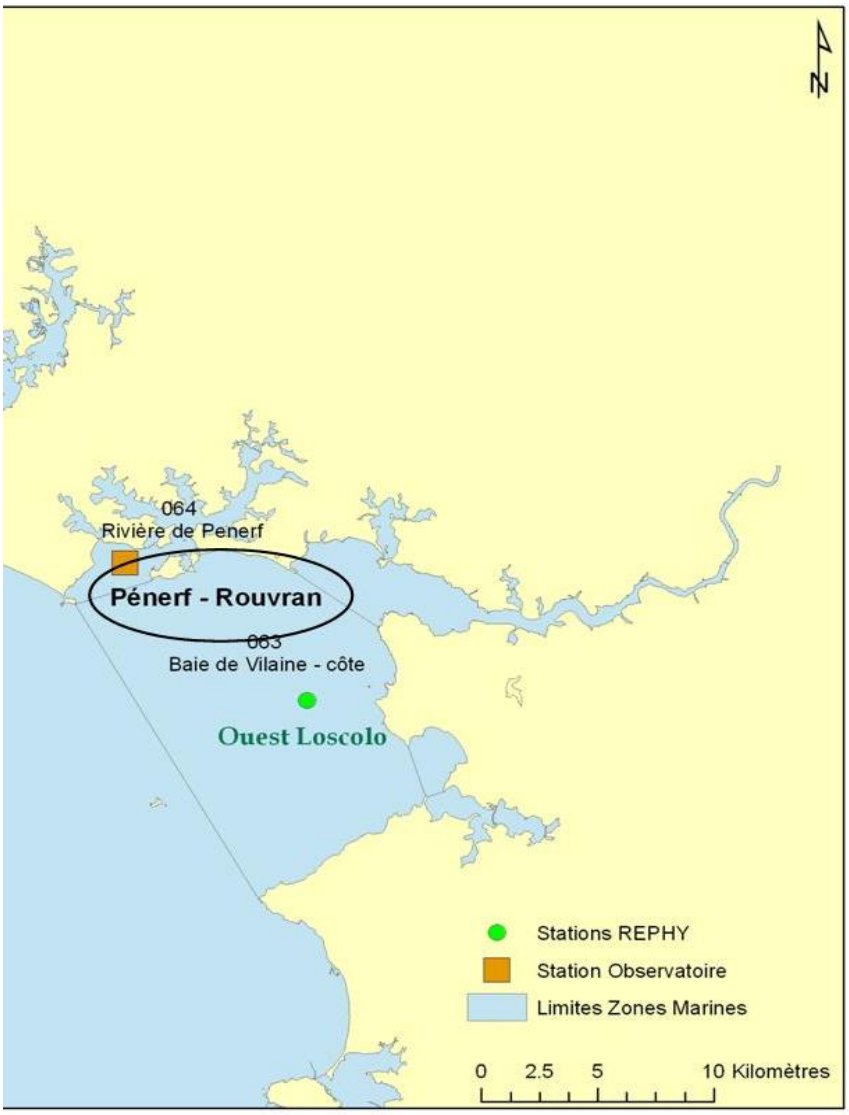
Comparaison inter-annuelle croissance – Coupelasse



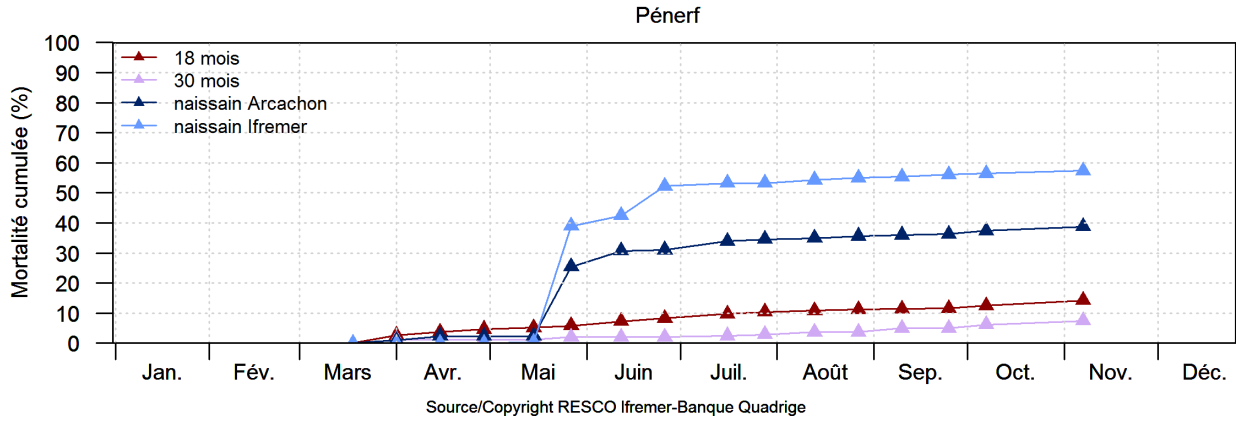


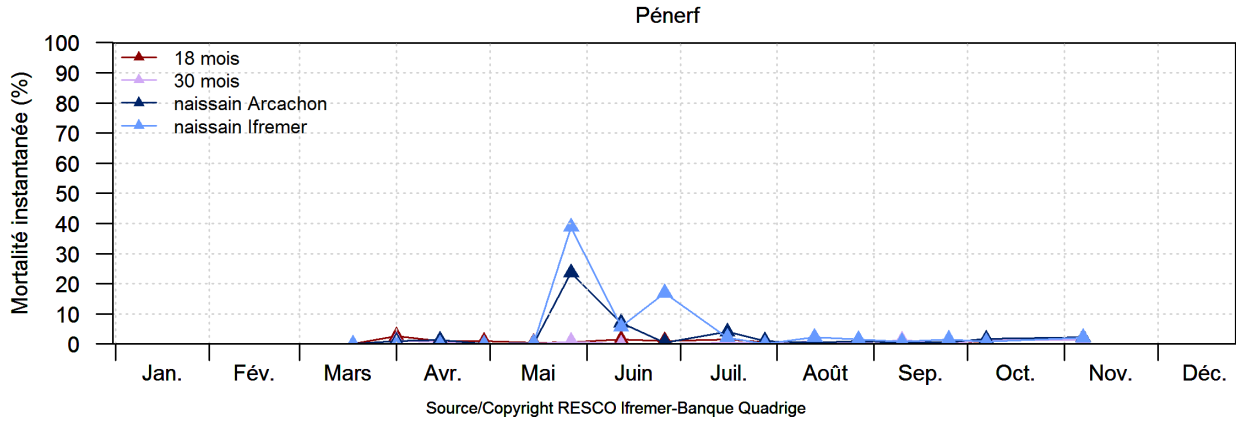
Bretagne Sud –Rivière de Pénerf

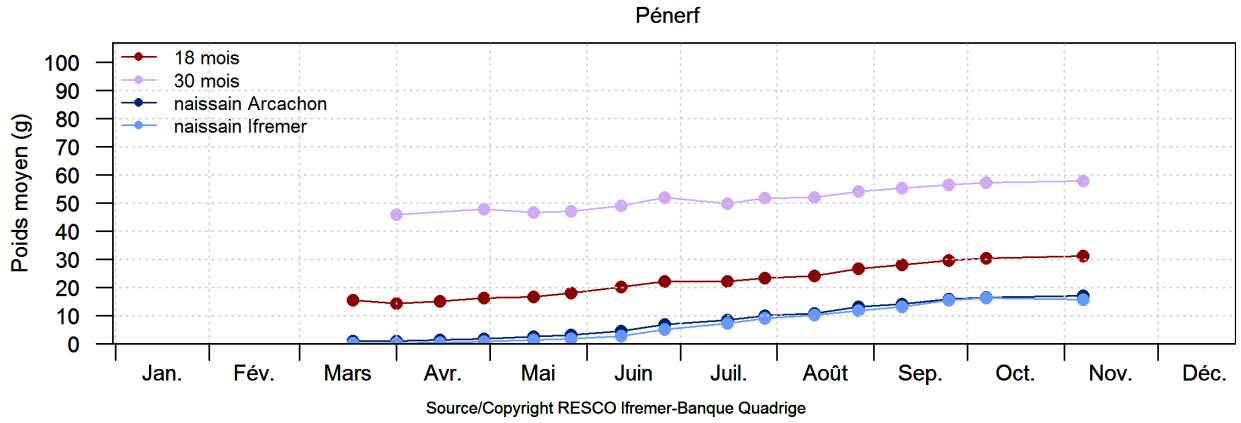
Le suivi du site '**Pénerf-Rouvran'** est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources Morbihan – Pays de Loire (LER-MPL).

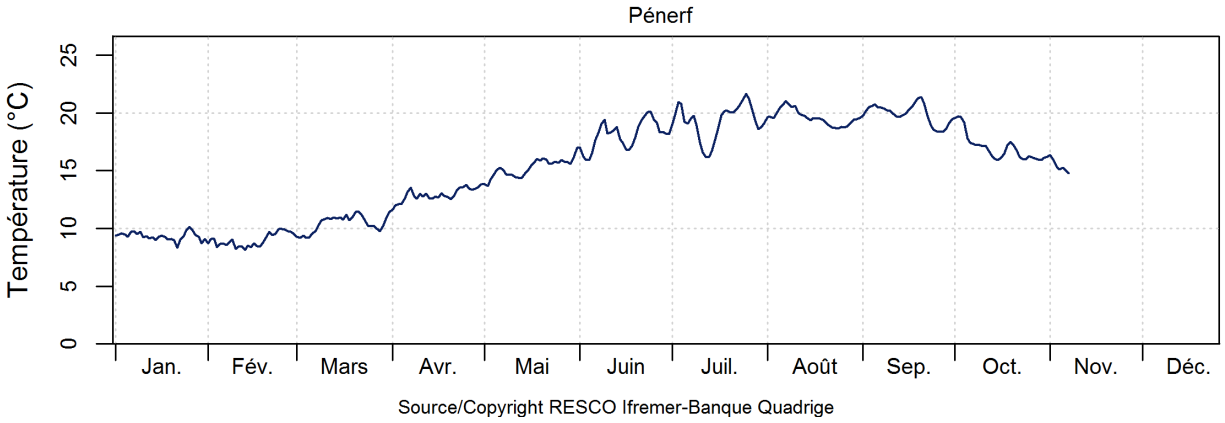


Résultats des suivis sur tous les lots 2014 sur le site de Pénerf









Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Pénerf

Références	Organismes(s) pathogène(s)	Résultat du lot (présence ou absence)	Individus analysés	Individus infectés
Méthode interne I.DE.1.11 éd. 6 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals", OIE, chapitres 2.4.2 et 2.4.3, §4.3.1.1, v2012	*Bonamia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.12 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.4, §4.3.1.1, v2012	*Marteilia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.13 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE chapitres 2.4.5 et 2.4.6, §4.3.1.1, v2012	*Perkinsus* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.17 éd. 4 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.8, §4.3.1.1, v2012	*Mikrocytos* sp.	Absence	15	0

Lésion(s)	Organe(s)	Individus atteints/analysés
Anomalies nucléaires	Tissu conjonctif du manteau	1/15
Infiltration hémocytaire	Tissu conjonctif du manteau	1/15
Désorganisation tissulaire	Tissu conjonctif du manteau	13/15
Résultats	Les lésions histopathologiques observées sont les suivantes : - une infiltration hémocytaire, légère à modérée, focale du tissu conjonctif du manteau concerne 3/15 individus ; - une sévère désorganisation tissulaire, focale, du tissu conjonctif du manteau concerne 1/15 individus ; - la présence de légères anomalies nucléaires, dans le tissu conjonctif du manteau concerne 1/15 individus.	

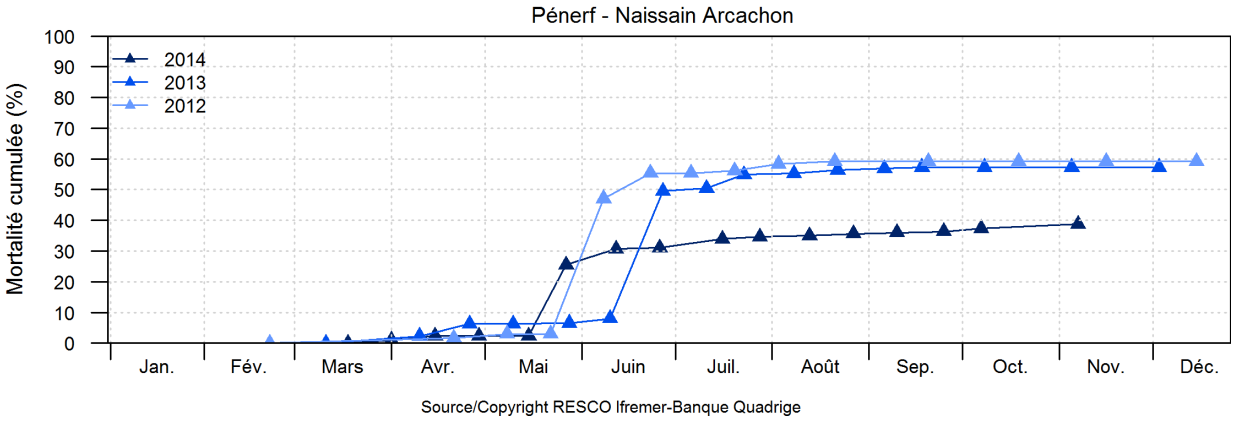
Date d'analyse	Méthode(s)	Spécification technique	Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Nombre par groupe	Groupes atteints/analysés
28/05/14	Isolements bactériens	Milieu marine agar	Bactéries	Manteau, branchies	1	0/5
06/11/14	PCRQ	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Manteau, branchies	1	0/15
10/12/14	PCRQ	Chimie Taqman	OsHV-1	Manteau, branchies	1	9/15
Résultats	L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté, en faible quantité, sur 9/15 individus analysés de ce lot par PCR en temps réel. Aucune souche bactérienne majoritaire n'a été isolée sur les 5 individus vivants analysés mis en culture sur milieu Marine agar. La bactérie *Vibrio aestuarianus* n'a pas été détectée par PCR en temps réel sur les 15 individus analysés.					

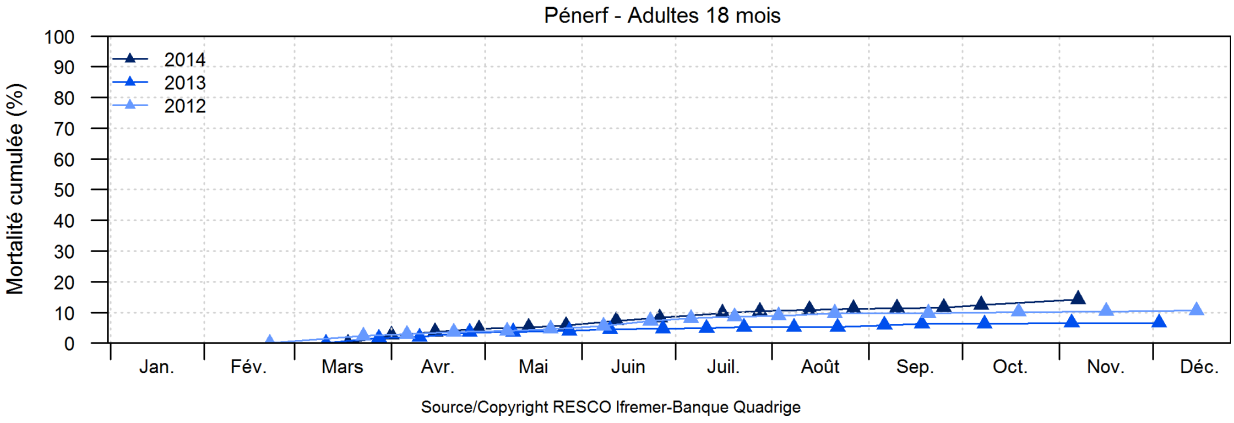
CONCLUSIONS

Aucun organisme pathogène réglementé n'a été observé sur ce lot d'huîtres creuses.

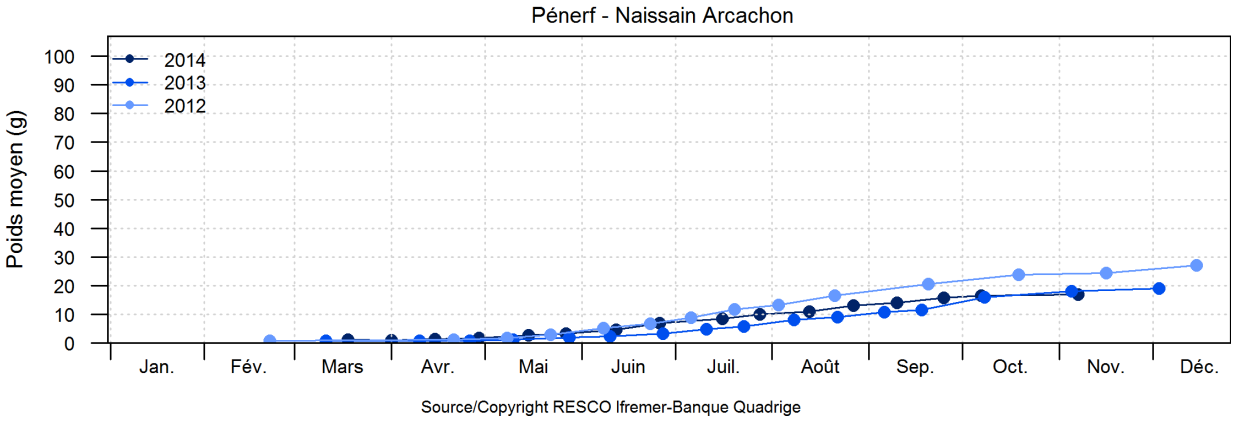
L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur ce lot d'huîtres creuses.

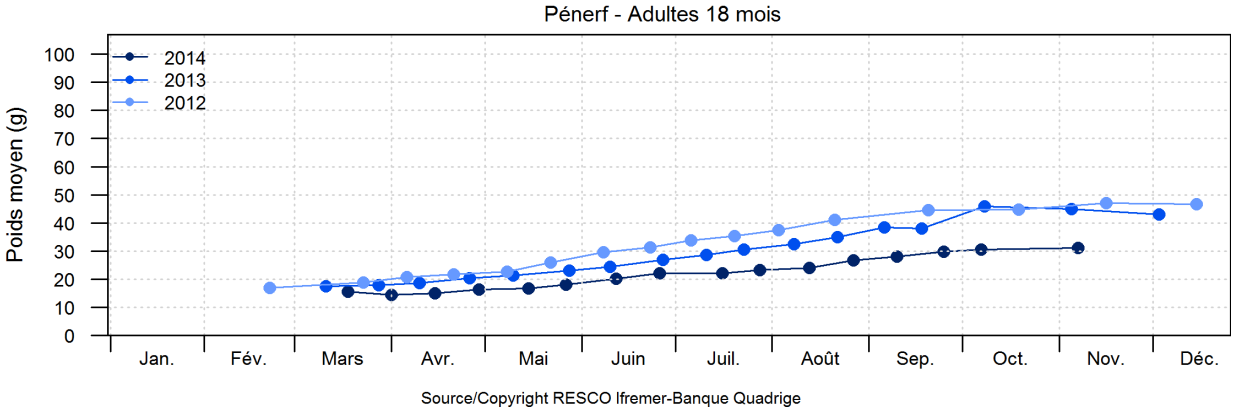
Comparaison inter-annuelle mortalité – Pénerf





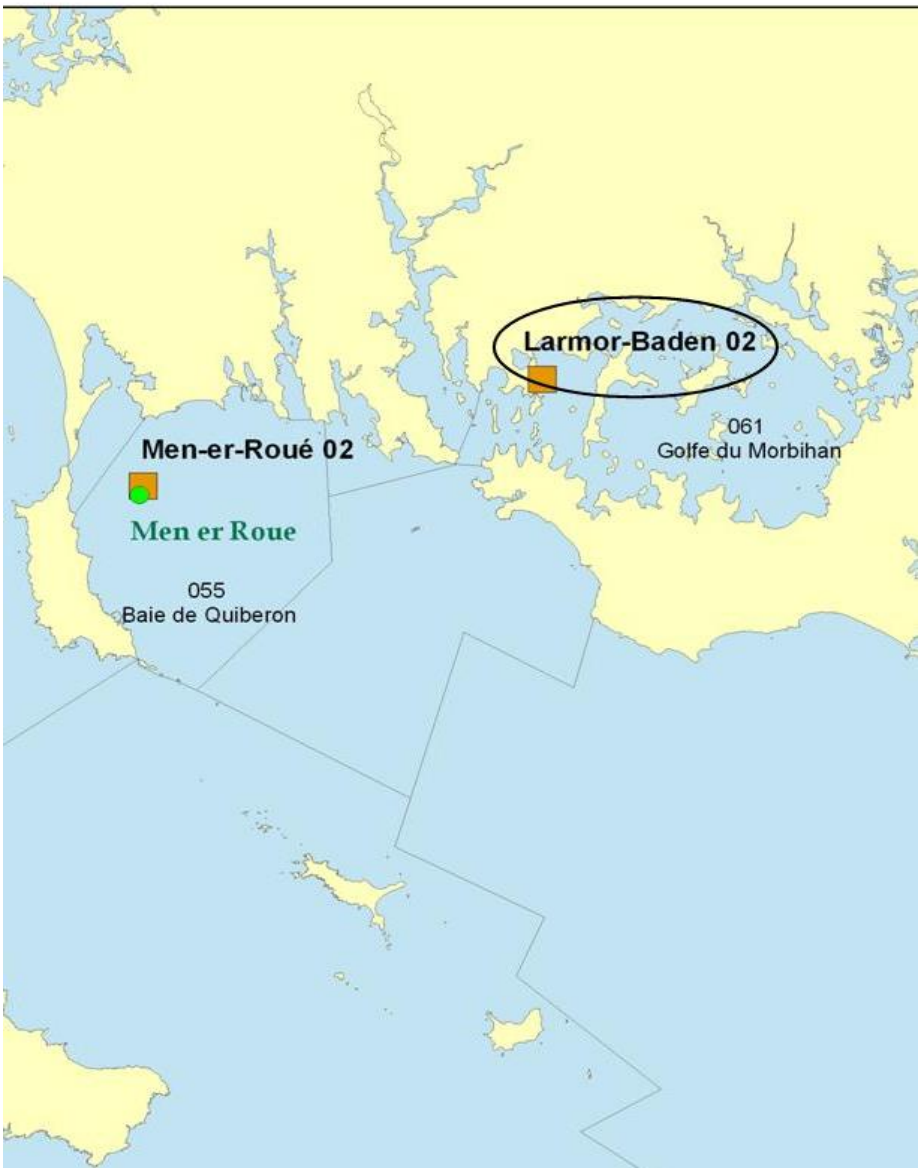
Comparaison inter-annuelle croissance – Pénerf



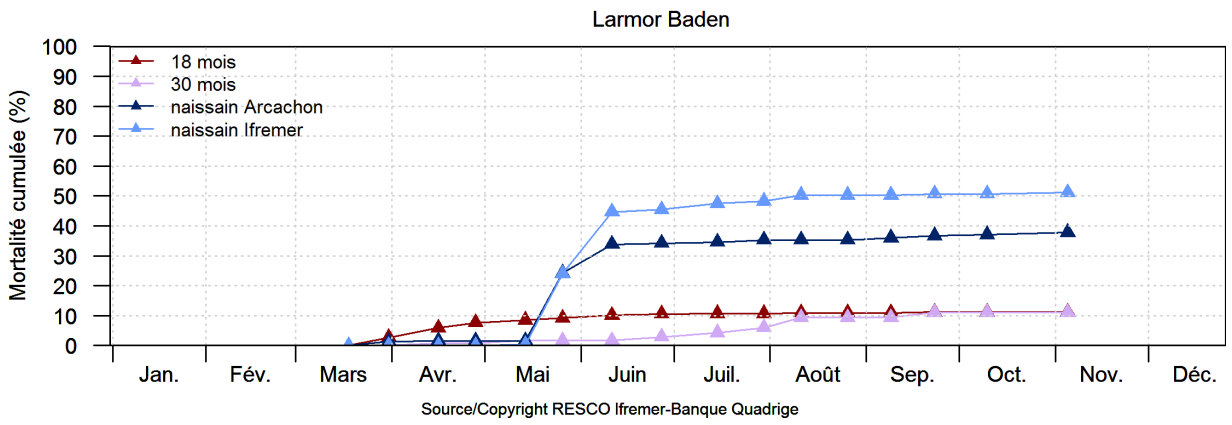


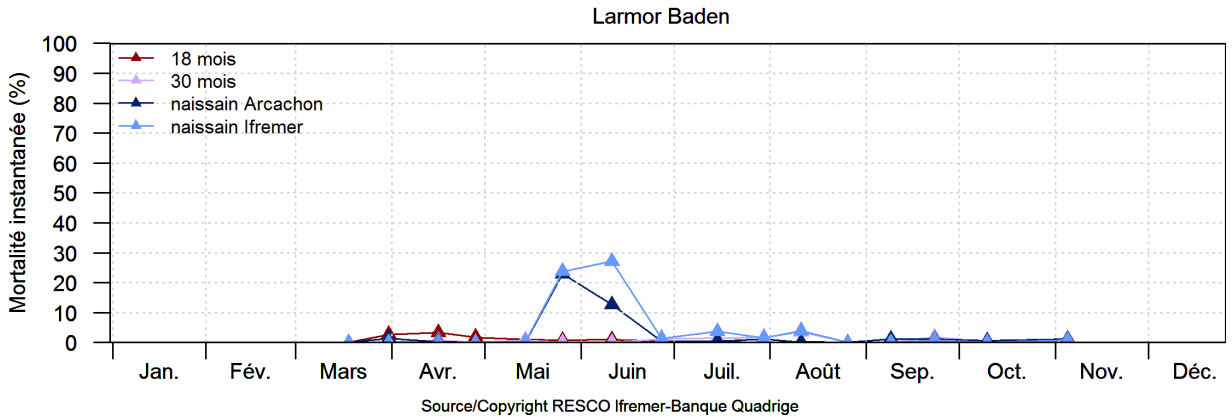
Bretagne Sud – Golfe du Morbihan

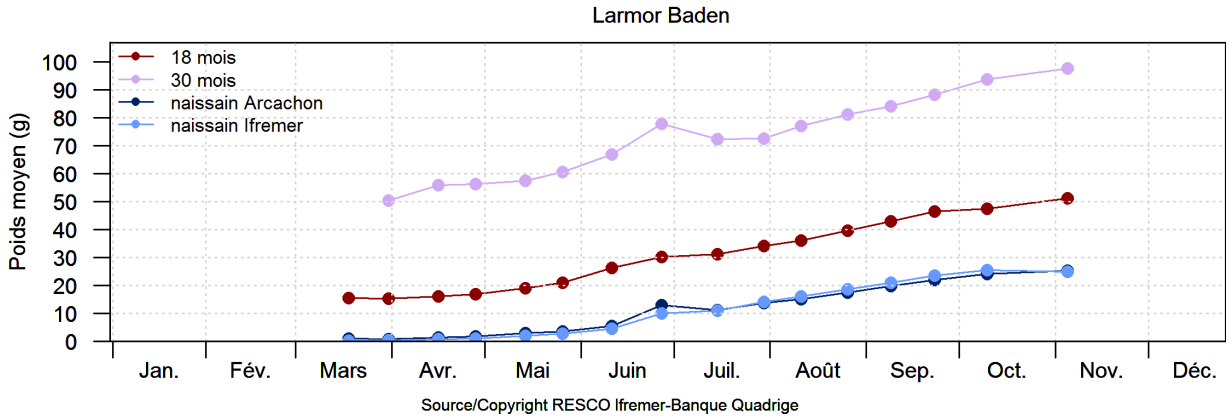
Le suivi du site **Larmor Baden** est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources Morbihan – Pays de Loire (LER-MPL).

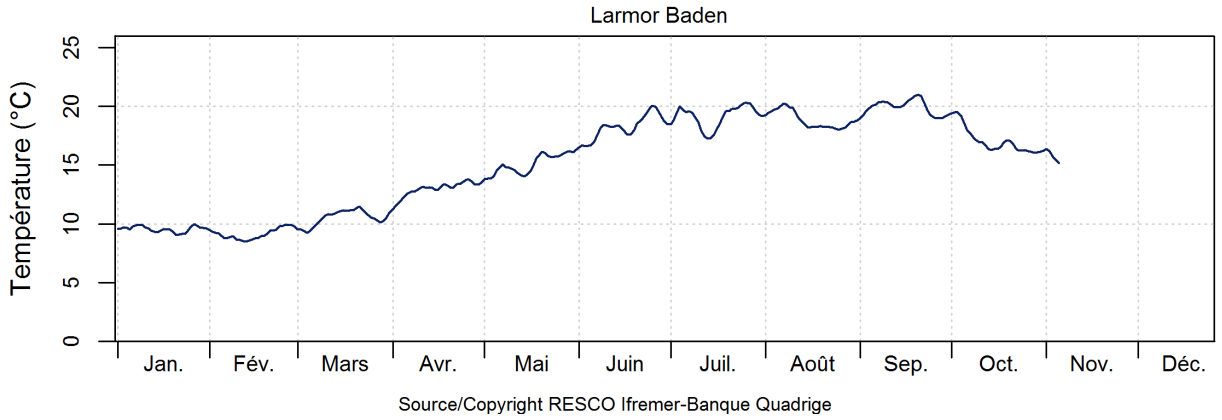


Résultats des suivis sur tous les lots 2014 sur le site de Larmor Baden









Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Larmor Baden

Références	Organismes(s) pathogène(s)	Résultat du lot (présence ou absence)	Individus analysés	Individus infectés
Méthode interne I.DE.1.11 éd. 6 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals", OIE, chapitres 2.4.2 et 2.4.3, §4.3.1.1, v2012	*Bonamia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.12 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.4, §4.3.1.1, v2012	*Marteilia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.13 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE chapitres 2.4.5 et 2.4.6, §4.3.1.1, v2012	*Perkinsus* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.17 éd. 4 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.8, §4.3.1.1, v2012	*Mikrocytos* sp.	Absence	15	0

Agent(s) pathogène(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Bactéries indéterminées	Tissu conjonctif du manteau, de la glande digestive, des branchies et du coeur	5/15
Copépode indéterminé	Branchies	2/15
Lésion(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Anomalies nucléaires	Tissu conjonctif du manteau et de la glande digestive	4/15
Infiltration hémocytaire	Tissu conjonctif du manteau, de la glande digestive, des branchies et du muscle	5/15
Nécrose	Tissu conjonctif et épithélia de la glande digestive, du manteau, du muscle et des branchies	12/15
Résultats	Les lésions histopathologiques observées sont les suivantes : - une légère infiltration hémocytaire focale du tissu conjonctif du manteau, de la glande digestive, des branchies et du muscle concerne 5/15 individus ; - une nécrose, focale à diffuse, légère à modérée, du tissu conjonctif et épithélia de la glande digestive, du manteau, du muscle et des branchies concerne 12/15 individus. Des bactéries ont été également observées associées à ces lésions chez cinq individus ; - la présence d'anomalies nucléaires, légère à modérée, dans le tissu conjonctif du manteau et de la glande digestive concerne 4/15 individus ; - la présence de copépode le long des branchies, en quantité, légère concerne 2/15 individus.	

Date d'analyse	Méthode(s)	Spécification technique	Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Nombre par groupe	Groupes atteints/analysés
16/05/14	Isolements bactériens	Milieu marine agar	Bactéries	Manteau, branchies	1	5/5
27/05/14	PCRQ multiplex	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Bactéries isolées	1	0/5
27/05/14	PCRQ multiplex	Chimie Taqman	*Vibrio splendidus*	Bactéries isolées	1	4/5
04/11/14	PCRQ	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Manteau, branchies	1	0/15
10/09/14	PCRQ	Chimie Taqman	OsHV-1	Manteau, branchies	1	15/15
Résultats	L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur l'ensemble des individus analysés de ce lot par PCR en temps réel. Des souches bactériennes majoritaires ont été isolées sur les 5 individus analysés (quatre huîtres moribondes et une huître vivante) mis en culture sur milieu Marine agar. La majorité des souches bactériennes isolées appartiennent au groupe *Vibrio splendidus*. La bactérie *Vibrio aestuarianus* n'a été détectée ni sur milieu de culture ni par PCR en temps réel.					

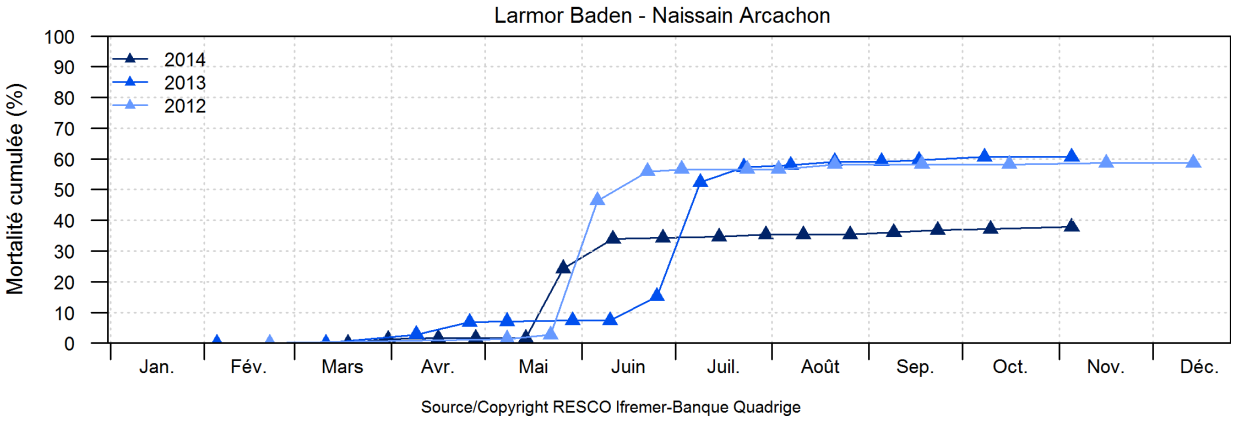
CONCLUSIONS

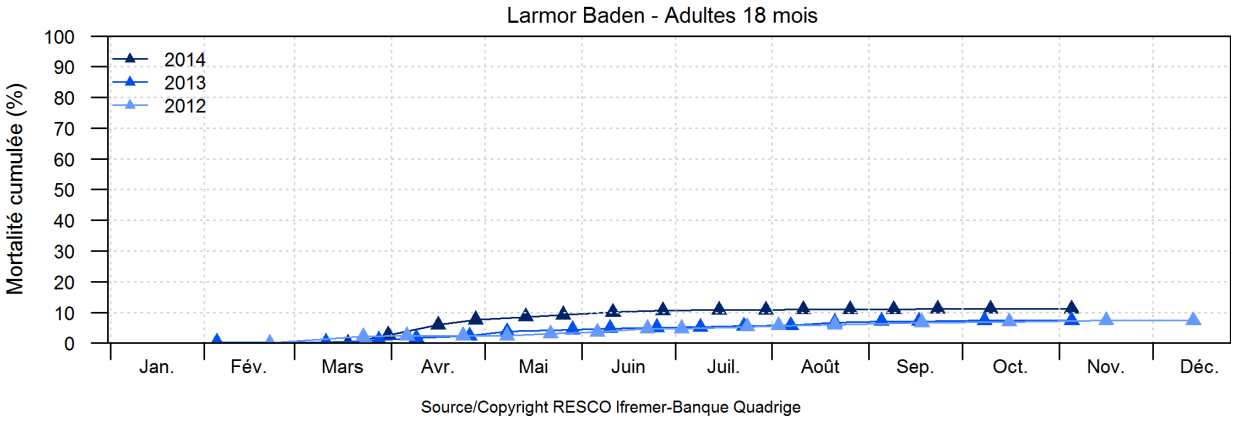
Aucun organisme pathogène réglementé n'a été observé sur ce lot d'huîtres creuses.

L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur ce lot d'huîtres creuses.

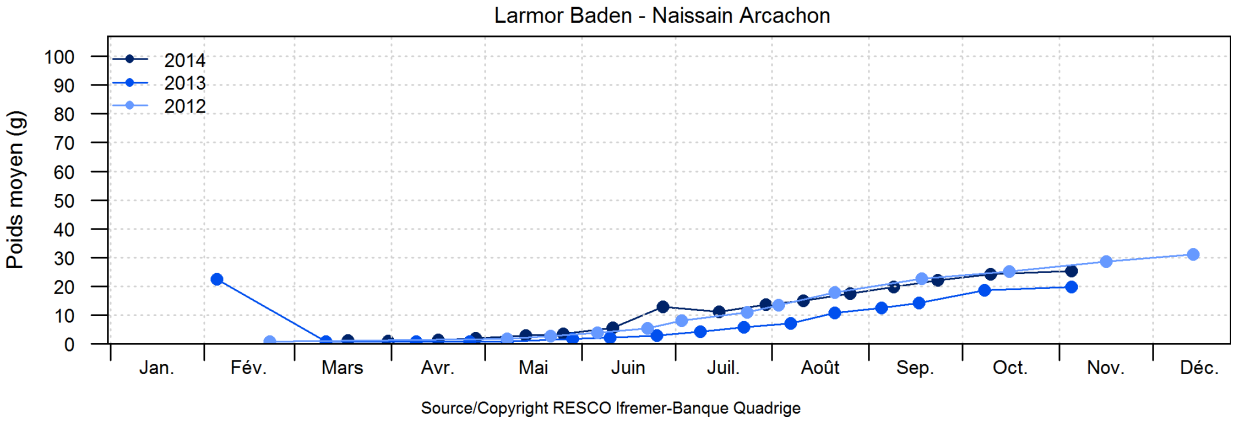
Des souches bactériennes majoritaires appartenant au groupe *Vibrio splendidus* ont été détectées sur ce lot d'huîtres creuses.

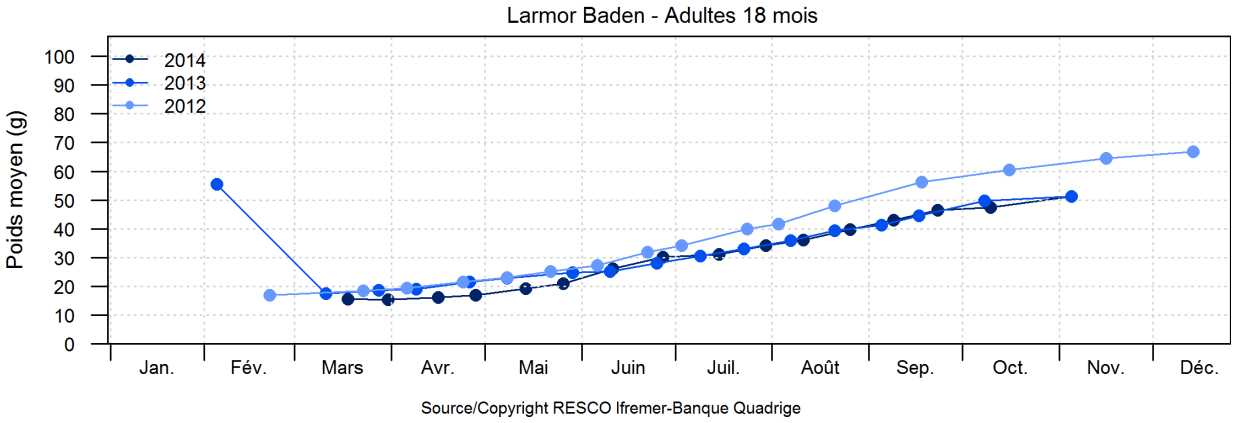
Comparaison inter-annuelle mortalité – Larmor Baden





Comparaison inter-annuelle croissance – Larmor Baden

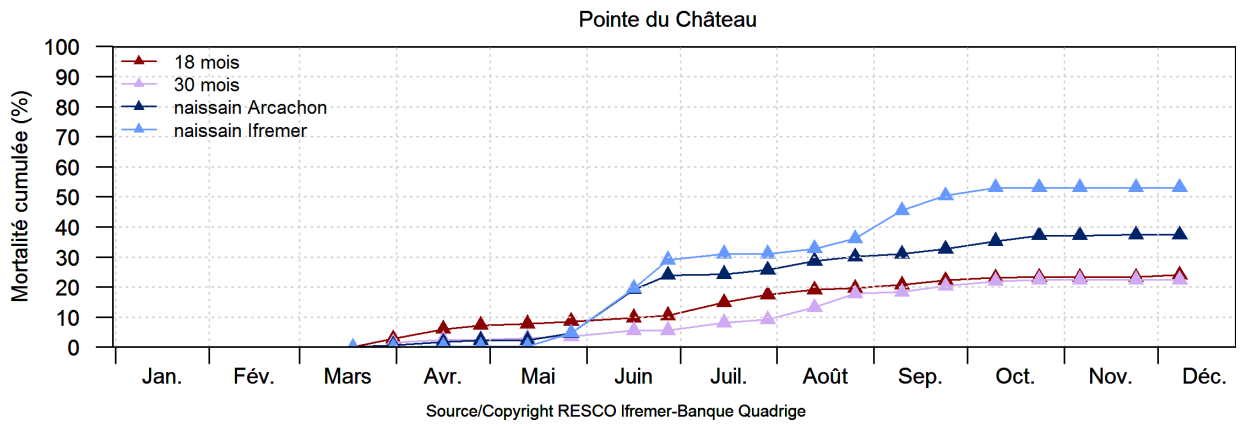


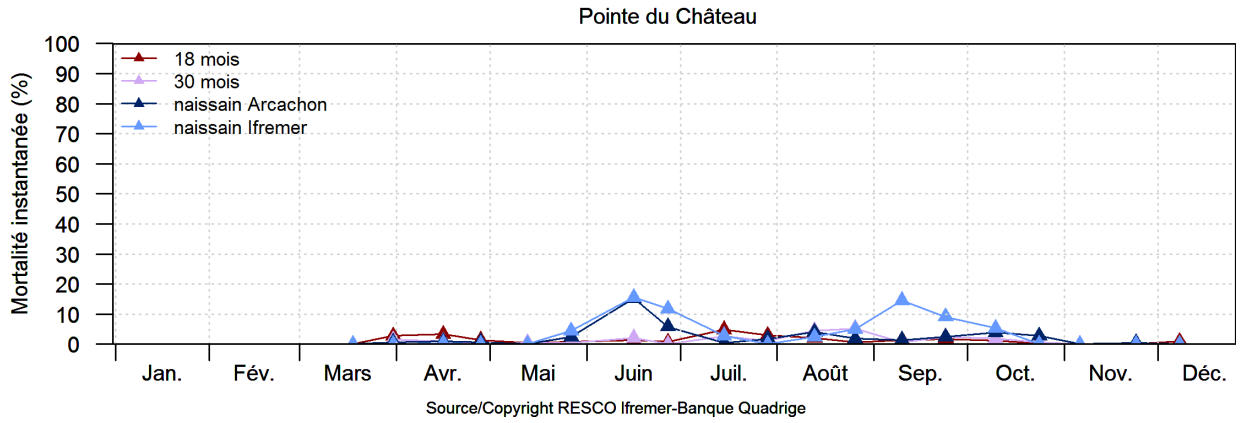


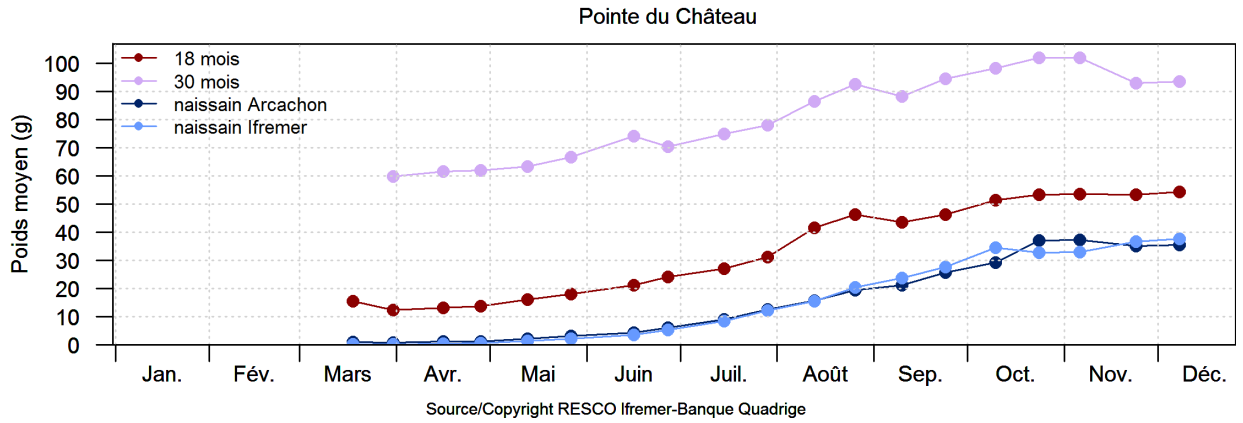
Bretagne Nord – Rade de Brest

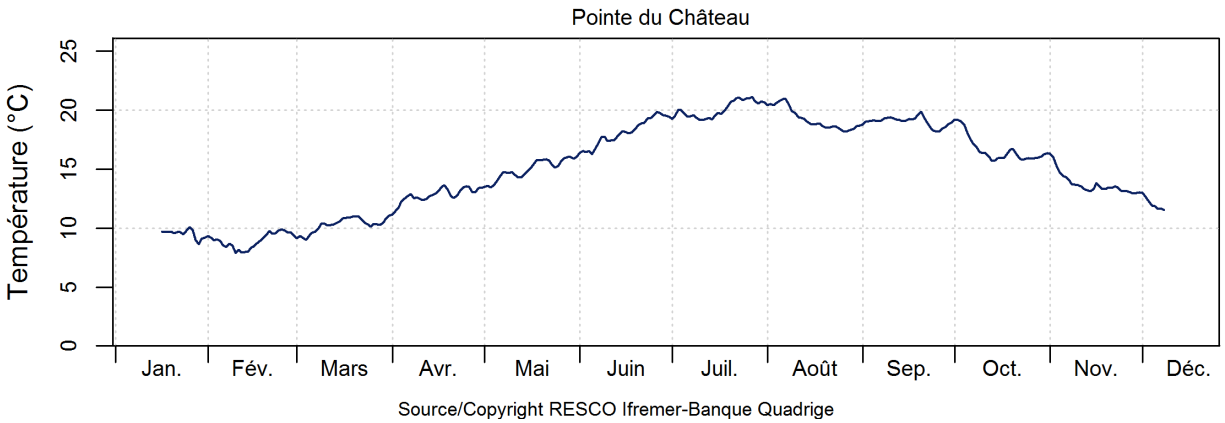
Le suivi du site **Pointe du Château** est assuré par le Laboratoire de Physiologie Fonctionnelle des Organismes Marins, station d'Argenton (PFOM).

Résultats des suivis sur tous les lots 2014 sur le site de Pointe du Château









Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Pointe du Château

Références	Organismes(s) pathogène(s)	Résultat du lot (présence ou absence)	Individus analysés	Individus infectés
Méthode interne I.DE.1.11 éd. 6 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals", OIE, chapitres 2.4.2 et 2.4.3, §4.3.1.1, v2012	*Bonamia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.12 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.4, §4.3.1.1, v2012	*Marteilia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.13 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE chapitres 2.4.5 et 2.4.6, §4.3.1.1, v2012	*Perkinsus* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.17 éd. 4 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.8, §4.3.1.1, v2012	*Mikrocytos* sp.	Absence	15	0

Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Individus atteints/analysés
Bactéries indéterminées	Tissu conjonctif du manteau, de la glande digestive, des branchies, des follicules gonadiques et du muscle	8/15
Lésion(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Anomalies nucléaires	Tissu conjonctif de la glande digestive	3/15
Infiltration hémocytaire	Tissu conjonctif et système circulatoire de la glande digestive	1/15
Nécrose	Tissu conjonctif de la glande digestive, du manteau, des follicules gonadiques, du muscle et des branchies	14/15
Désorganisation tissulaire	Tissu conjonctif de la glande digestive, du manteau, du muscle et des branchies	3/15
Résultats	Les lésions histopathologiques observées sont les suivantes : - une légère infiltration hémocytaire focale du tissu conjonctif et système circulatoire de la glande digestive concerne 1/15 individus ; - une nécrose, diffuse, sévère, du tissu conjonctif de la glande digestive, du manteau, des follicules gonadiques, du muscle et des branchies concerne 14/15 individus. Des bactéries ont été également observées associées à ces lésions chez huit individus ; - une désorganisation tissulaire, focale à diffuse, légère à modérée, du tissu conjonctif de la glande digestive, du manteau, du muscle et des branchies concerne 3/15 individus - la présence d'anomalies nucléaires, légère à modérée, dans le tissu conjonctif de la glande digestive concerne 3/15 individus.	

Date d'analyse	Méthode(s)	Spécification technique	Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Nombre par groupe	Groupes atteints/analysés
28/05/14	Isolements bactériens	Milieu marine agar	Bactéries	Manteau, branchies	1	5/5
10/06/14	PCRQ multiplex	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Bactéries isolées	1	0/5
10/06/14	PCRQ multiplex	Chimie Taqman	*Vibrio splendidus*	Bactéries isolées	1	3/5
10/12/14	PCRQ	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Manteau, branchies	1	4/15
04/09/14	PCRQ	Chimie Taqman	OsHV-1	Manteau, branchies	1	15/15
Résultats	L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur l'ensemble des individus analysés de ce lot par PCR en temps réel. Des souches bactériennes majoritaires ont été isolées sur les 5 individus analysés (quatre huîtres moribondes et une huître vivante) mis en culture sur milieu Marine agar. Certaines de ces souches bactériennes isolées appartiennent au groupe *Vibrio splendidus*. La bactérie *Vibrio aestuarianus* a été détectée par PCR en temps réel, en faible quantité, sur 4/15 individus analysés alors qu'elle n'a pas été détectée sur les 5 individus mis en culture sur milieu Marine agar.					

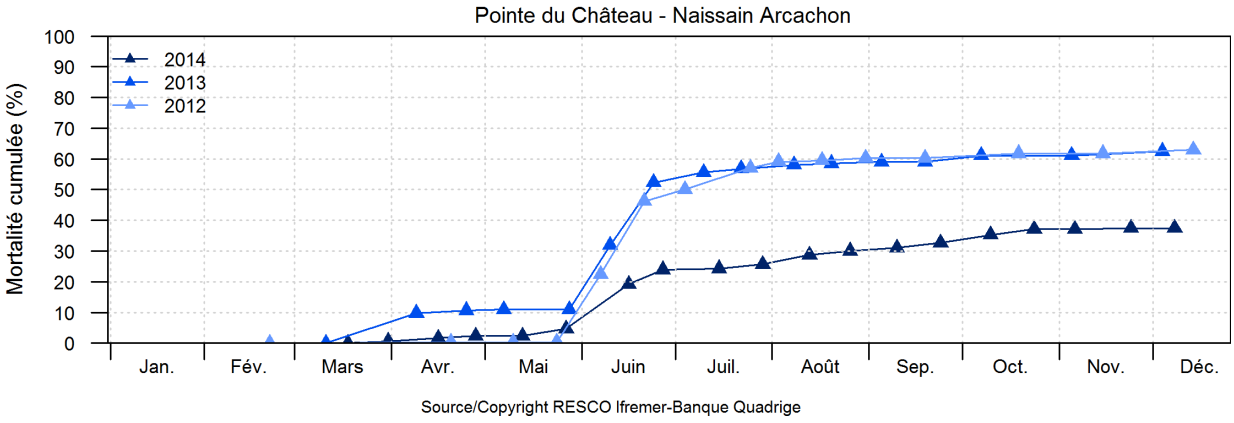
Aucun organisme pathogène réglementé n'a été observé sur ce lot d'huîtres creuses.

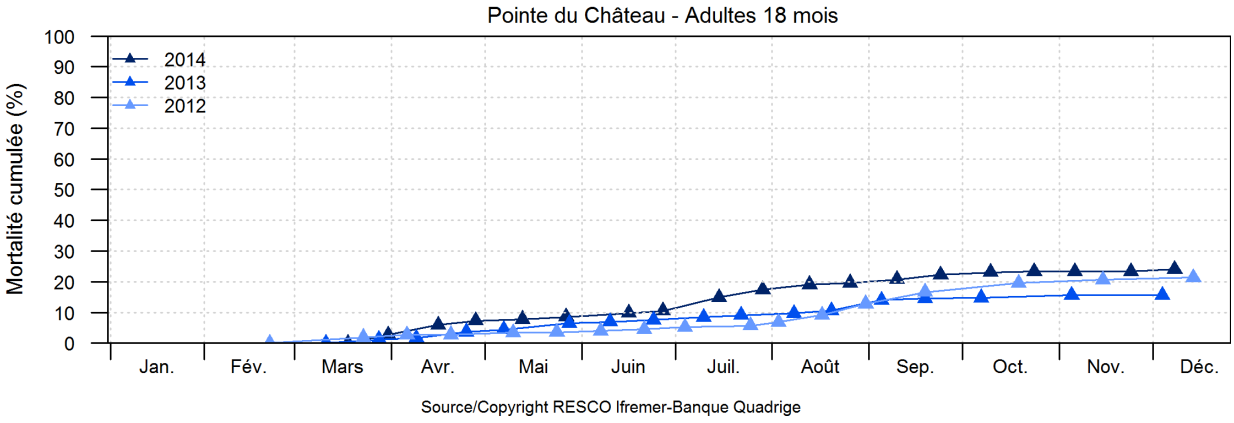
L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur ce lot d'huîtres creuses.

Des souches bactériennes majoritaires appartenant au groupe *Vibrio splendidus* ont été détectées sur ce lot d'huîtres creuses.

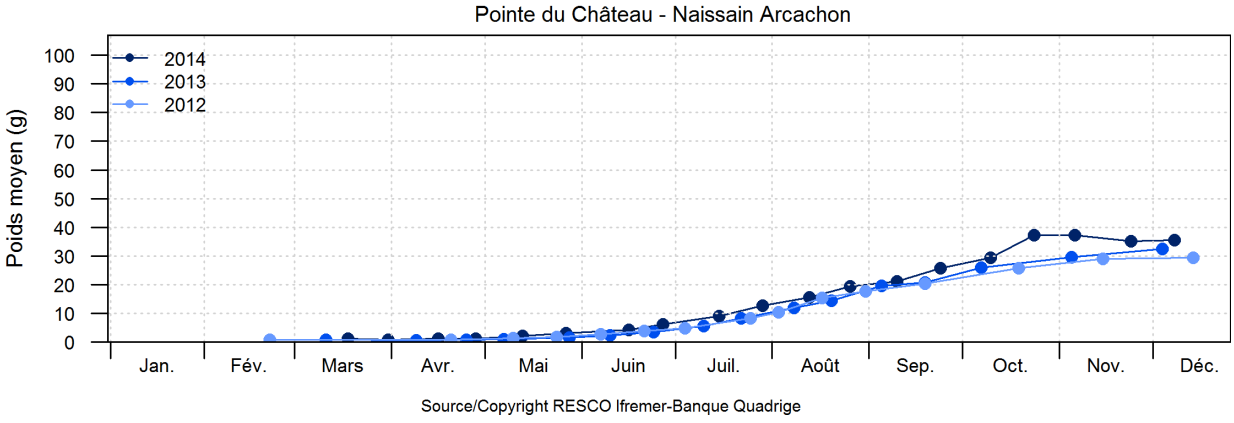
La bactérie *Vibrio aestuarianus* a été détectée en faible quantité sur ce lot d'huîtres creuses.

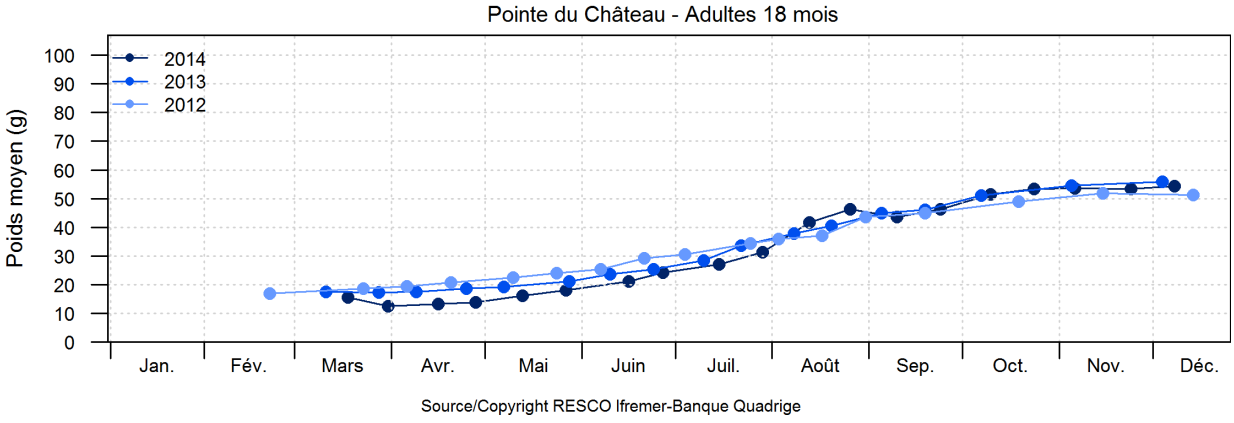
Comparaison inter-annuelle mortalité – Pointe du Château





Comparaison inter-annuelle croissance – Pointe du Château



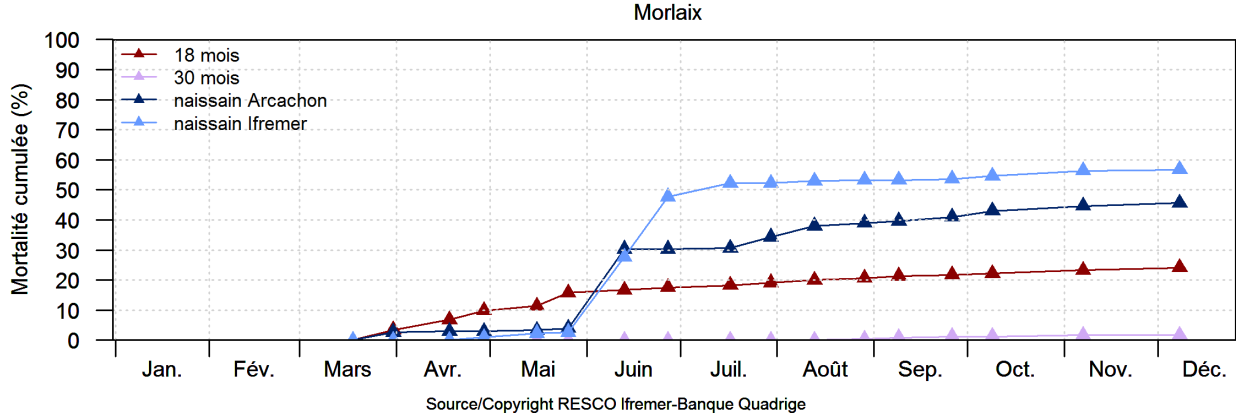


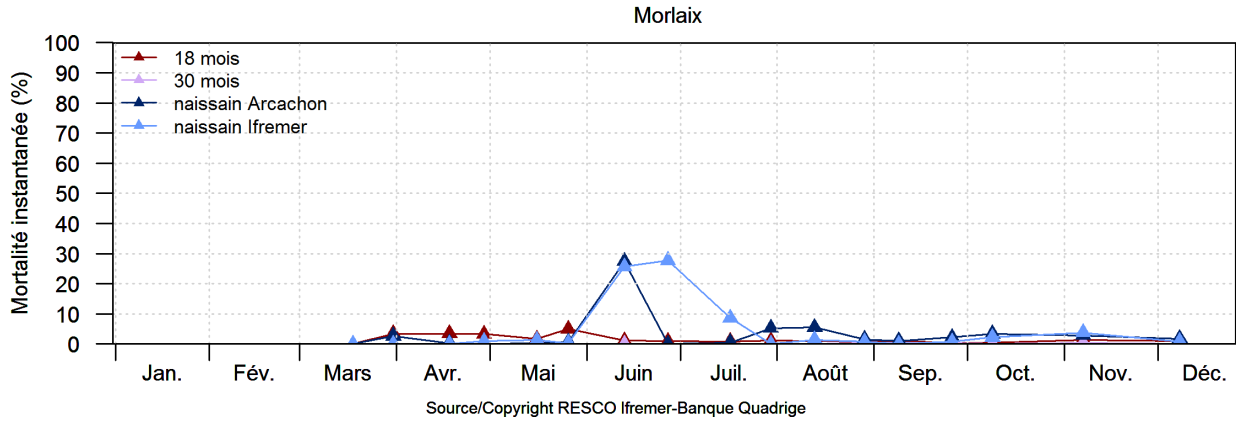
Bretagne Nord – Baie de Morlaix

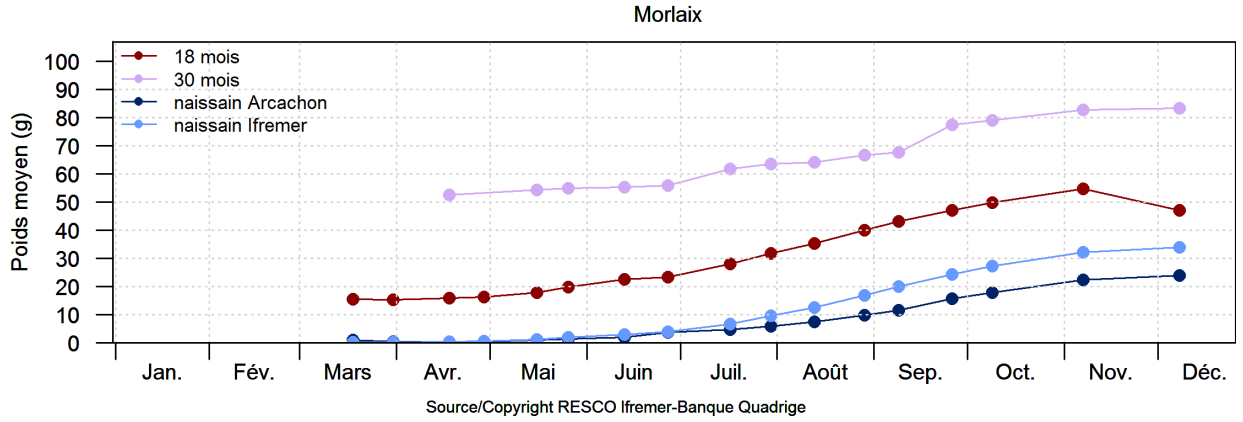
Le suivi du site **Morlaix** est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources Finistère – Bretagne Nord (LER-FBN).

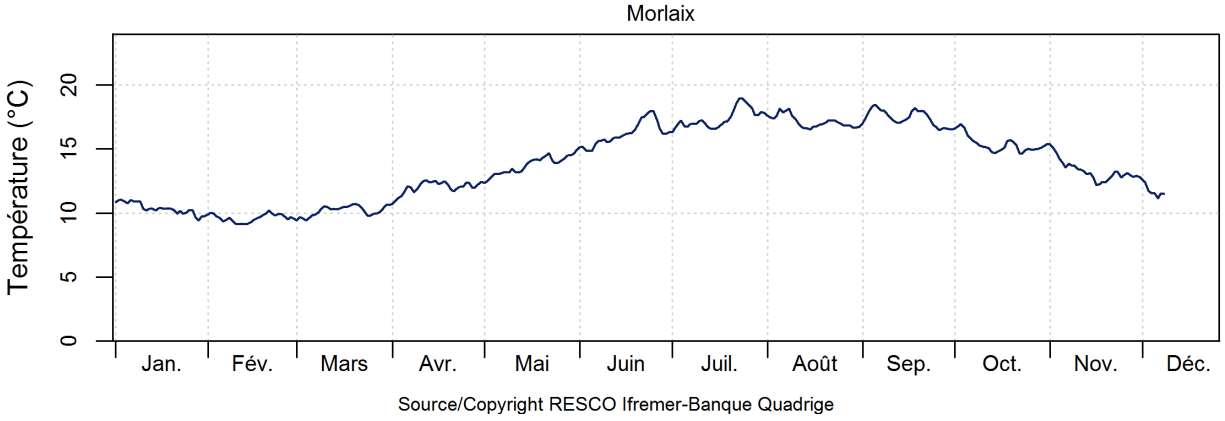
Projection Lambert 2 étendu

Résultats des suivis sur tous les lots 2014 sur le site de Morlaix









Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Morlaix

Références	Organismes(s) pathogène(s)	Résultat du lot (présence ou absence)	Individus analysés	Individus infectés
Méthode interne I.DE.1.11 éd. 6 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals", OIE, chapitres 2.4.2 et 2.4.3, §4.3.1.1, v2012	*Bonamia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.12 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.4, §4.3.1.1, v2012	*Marteilia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.13 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE chapitres 2.4.5 et 2.4.6, §4.3.1.1, v2012	*Perkinsus* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.17 éd. 4 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.8, §4.3.1.1, v2012	*Mikrocytos* sp.	Absence	15	0

Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Individus atteints/analysés
Bactéries indéterminées	Manteau	2/15
Myicola sp.	Branchies	1/15
Mytilicola sp.	Lumière du tube digestif	2/15
Cilié indéterminé	Manteau	1/15
Lésion(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Infiltration hémocytaire	Tissu conjonctif de la glande digestive, du manteau, des palpes labiaux, du cœur, des branchies et du muscle	10/15
Nécrose	Muscle, tissu conjonctif, fibres musculaires et épithélia de la glande digestive, du manteau et des branchies	8/15
Anomalies nucléaires	Tissu conjonctif du manteau, des branchies et de la glande digestive	2/15
Atrophie	Epihélium des diverticules digestifs	5/15
Résultats	Les lésions histopathologiques observées sont les suivantes : - une infiltration hémocytaire, légère à modérée, focale, des tissus conjonctifs de la glande digestive, du manteau, des palpes labiaux, du cœur, des branchies et du muscle concerne 10/15 individus ; - une atrophie, légère à modérée, des épithélia des diverticules digestifs concerne 5/15 individus. Cette lésion non spécifique atteste seulement d'un mauvais état général des animaux ; - une nécrose, légère à modérée, focale, du muscle, du tissu conjonctif, des fibres musculaires et des épithélia de la glande digestive, du manteau et des branchies concerne 8/15 individus. Des bactéries ont été également observées associées à ces lésions chez deux individus ; - la présence de légères anomalies nucléaires, dans le tissu conjonctif des branchies, de la glande digestive et du manteau concerne 2/15 individus ;	

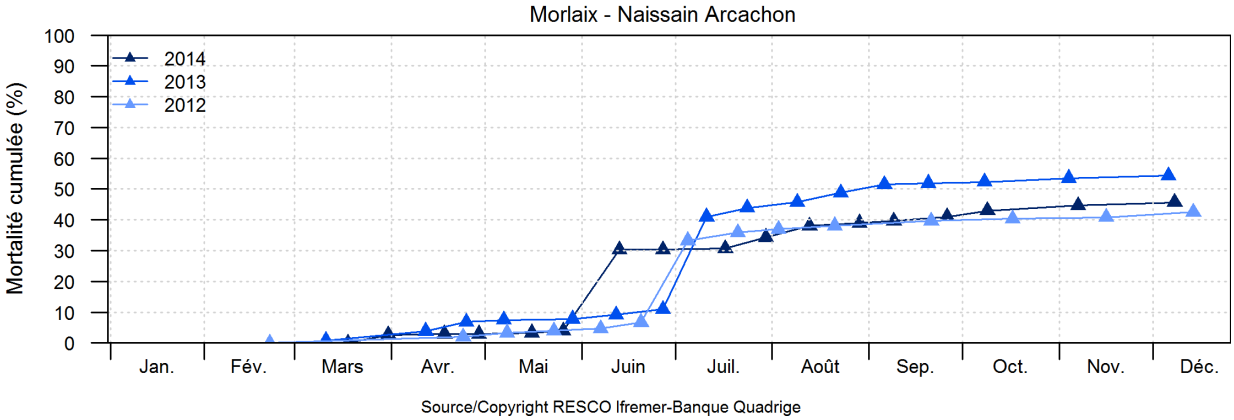
Date d'analyse	Méthode(s)	Spécification technique	Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Nombre par groupe	Groupes atteints/analysés
04/12/14	PCRQ	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Manteau, branchies	1	0/15
10/12/14	PCRQ	Chimie Taqman	OsHV-1	Manteau, branchies	1	10/15
Résultats	L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur 10/15 individus analysés de ce lot par PCR en temps réel en quantité légère à modérée. La bactérie *Vibrio aestuarianus* n'a pas été détectée par PCR en temps réel.					

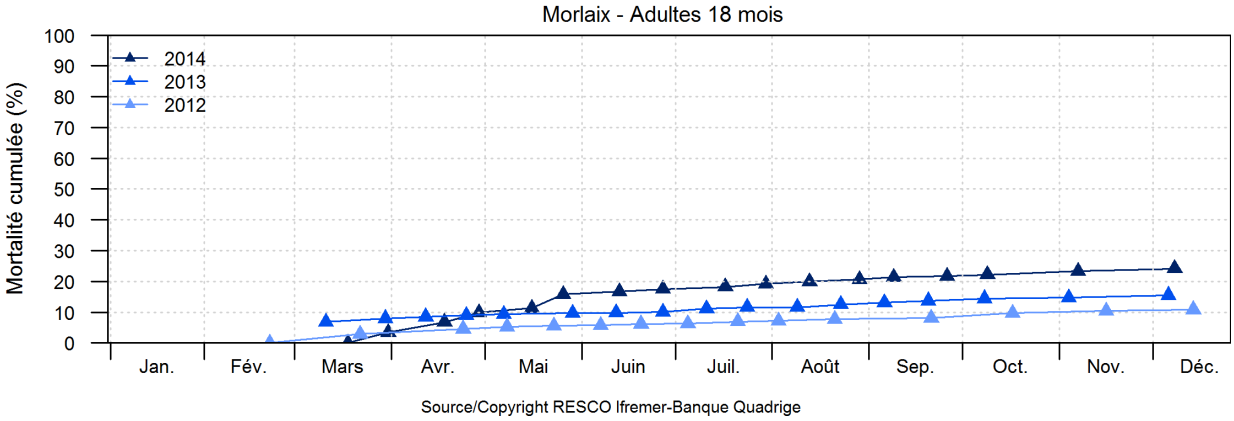
CONCLUSIONS

Aucun organisme pathogène réglementé n'a été observé sur ce lot d'huîtres creuses.

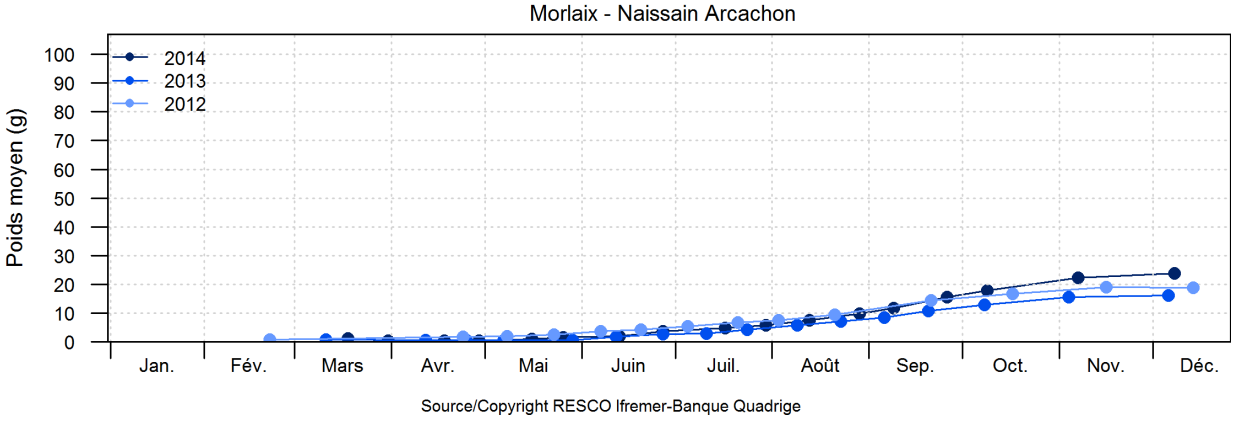
L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur ce lot d'huîtres creuses.

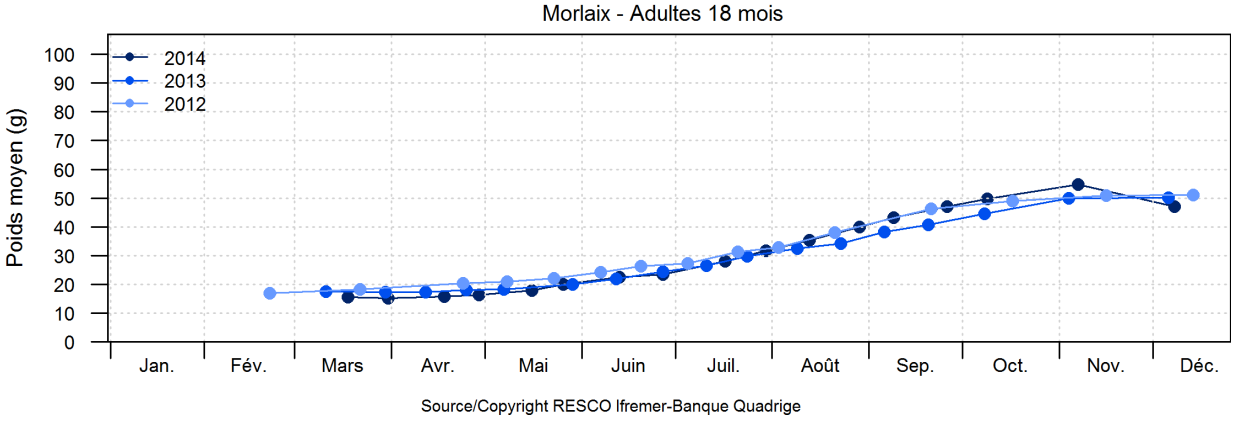
Comparaison inter-annuelle mortalité – Morlaix





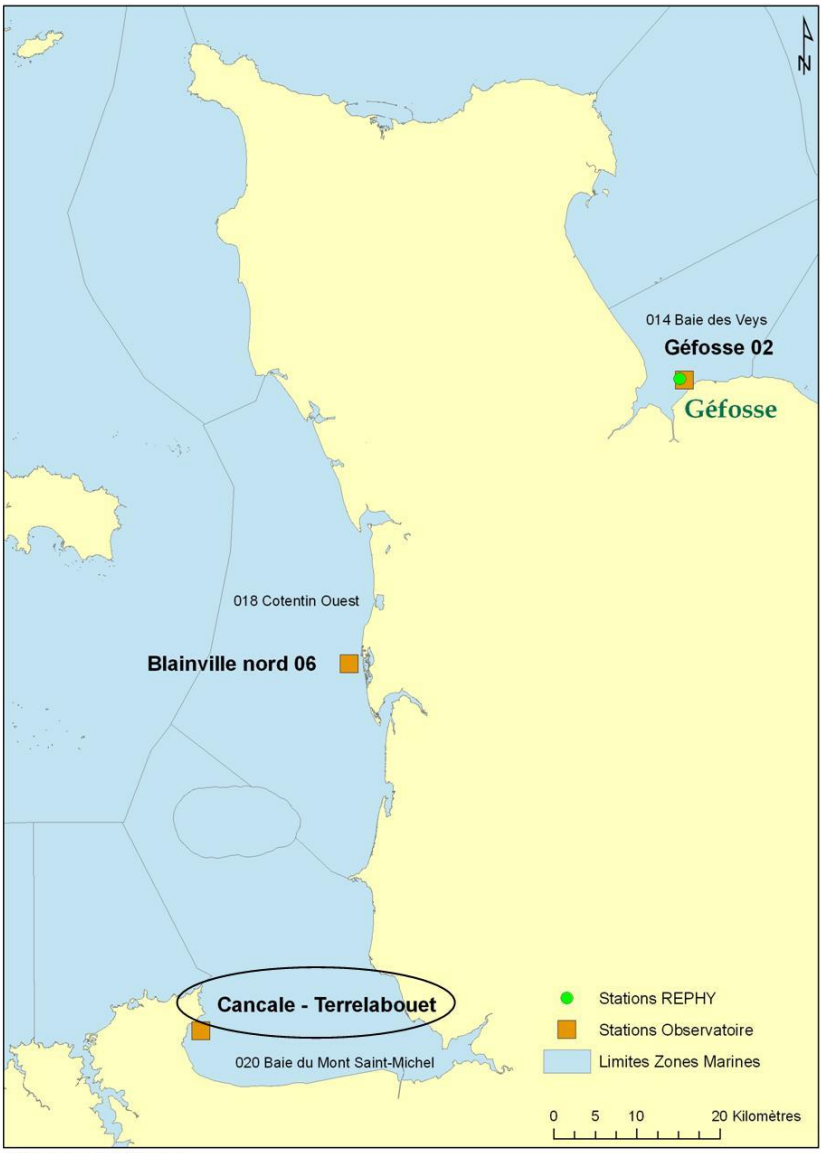
Comparaison inter-annuelle croissance– Morlaix





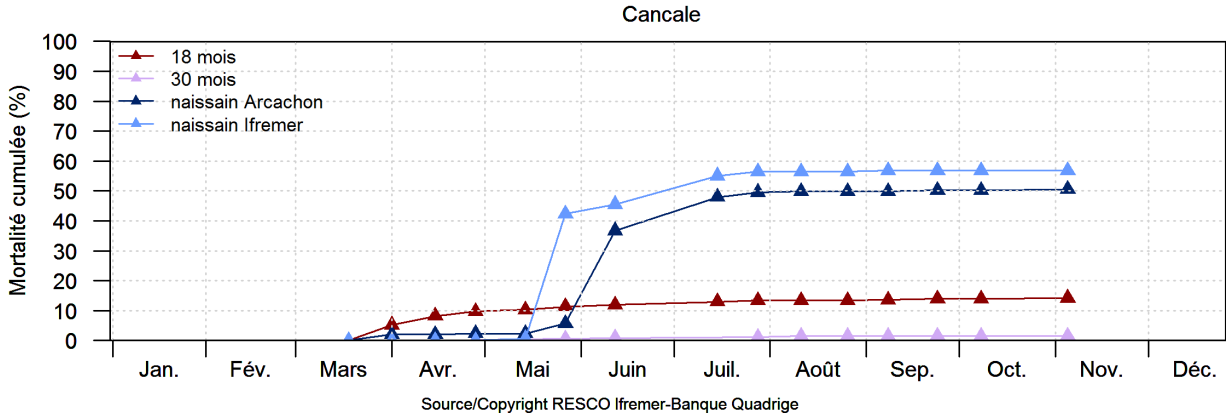
Bretagne Nord –Baie du Mont Saint Michel

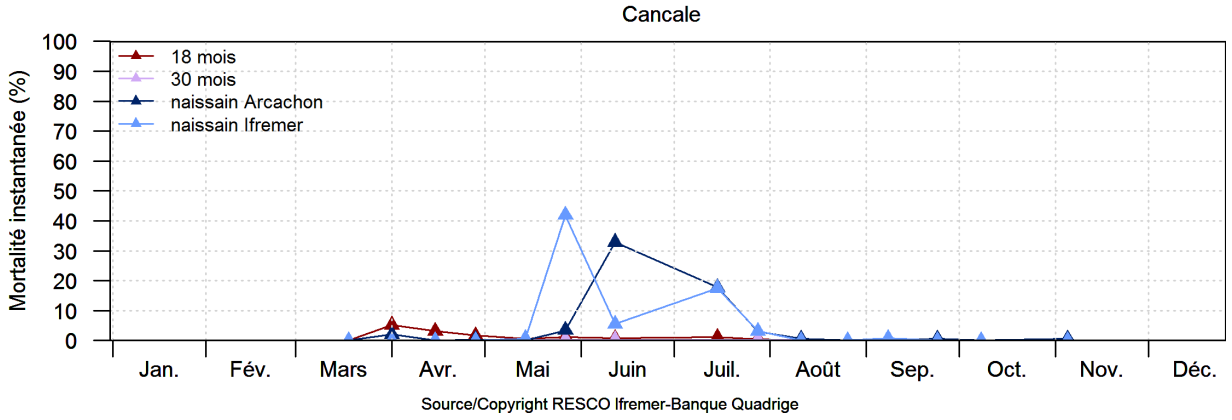
Le suivi du site **Cancale** est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources Finistère – Bretagne Nord (LER-FBN

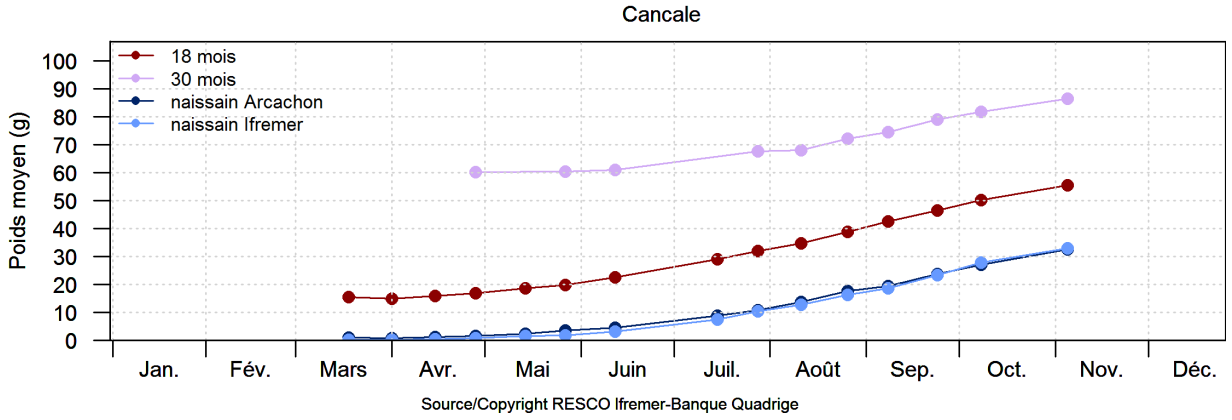


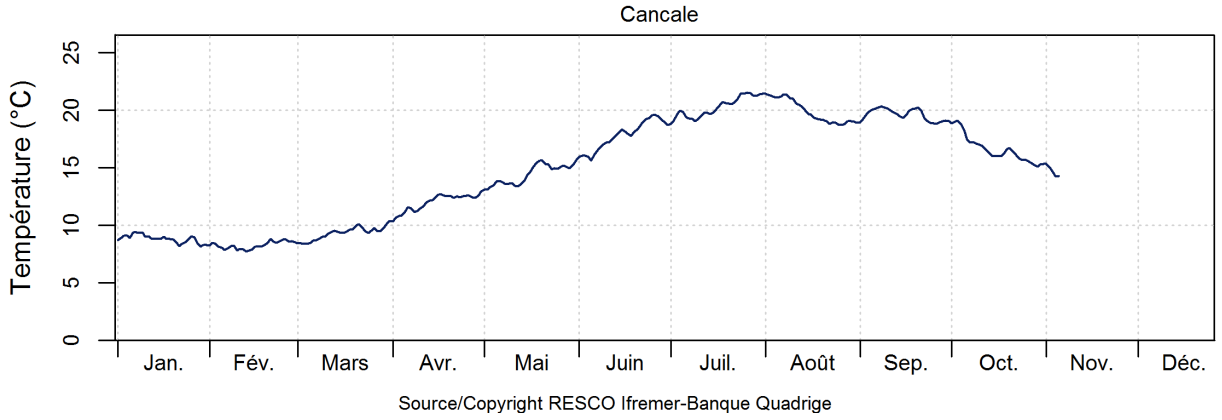
Projection lambert 2 étendu

Résultats des suivis sur tous les lots 2014 sur le site de Cancale





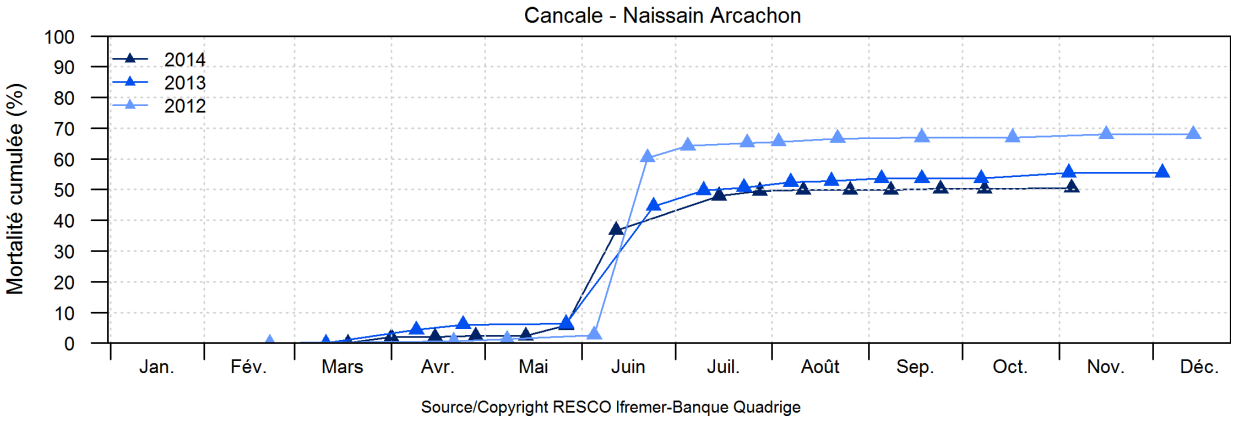


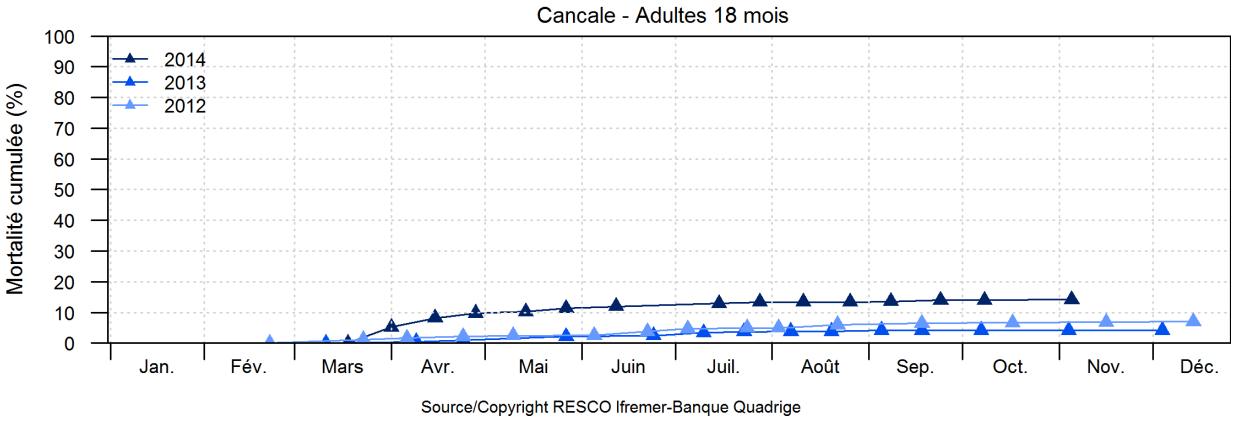


Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Cancale

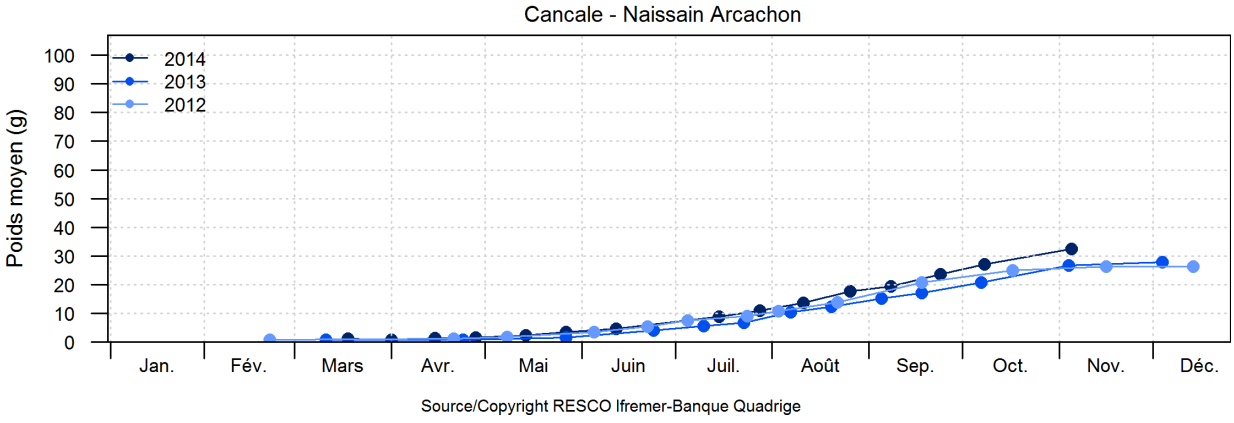
Pas de résultats d'analyses pathologiques sur le site du Tes

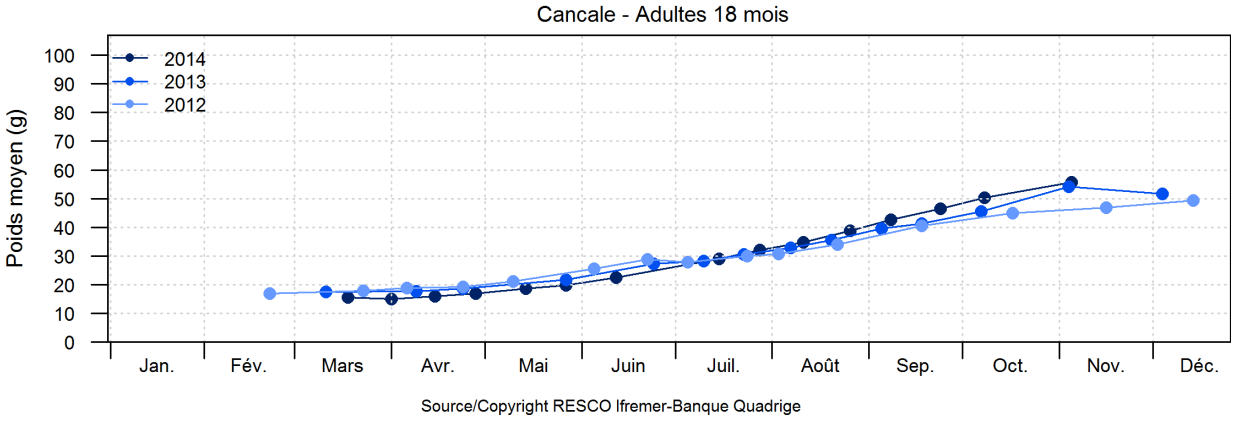
Comparaison inter-annuelle mortalité naissains – Cancale





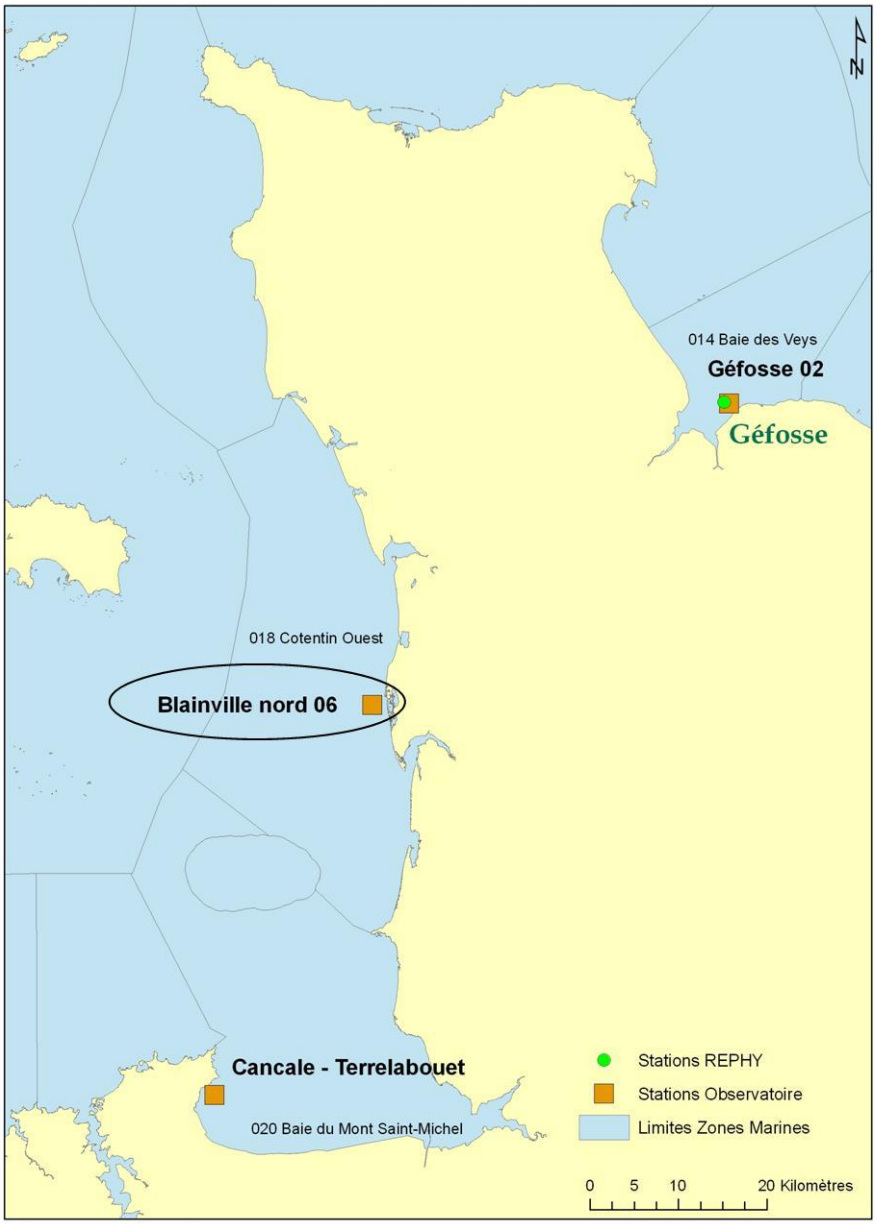
Comparaison inter-annuelle croissance – Cancale





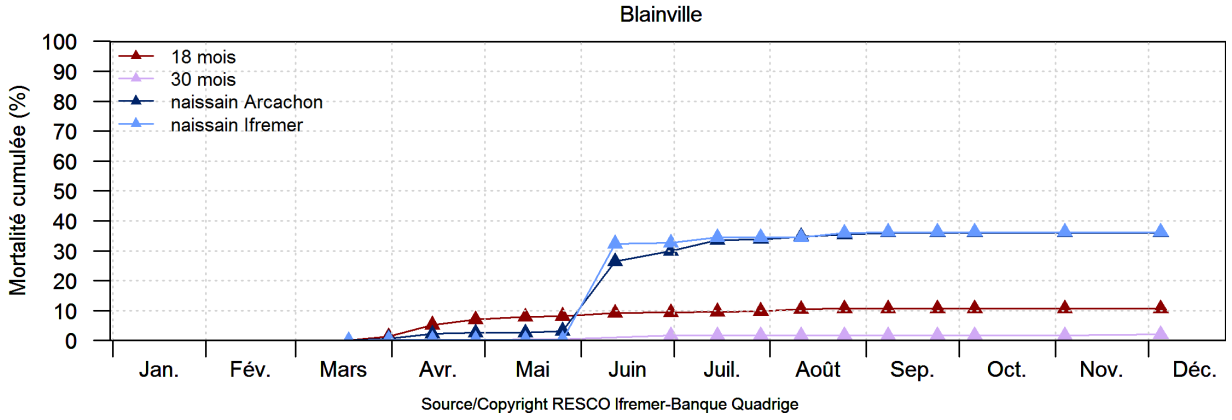
Normandie –Côte Ouest Cotentin

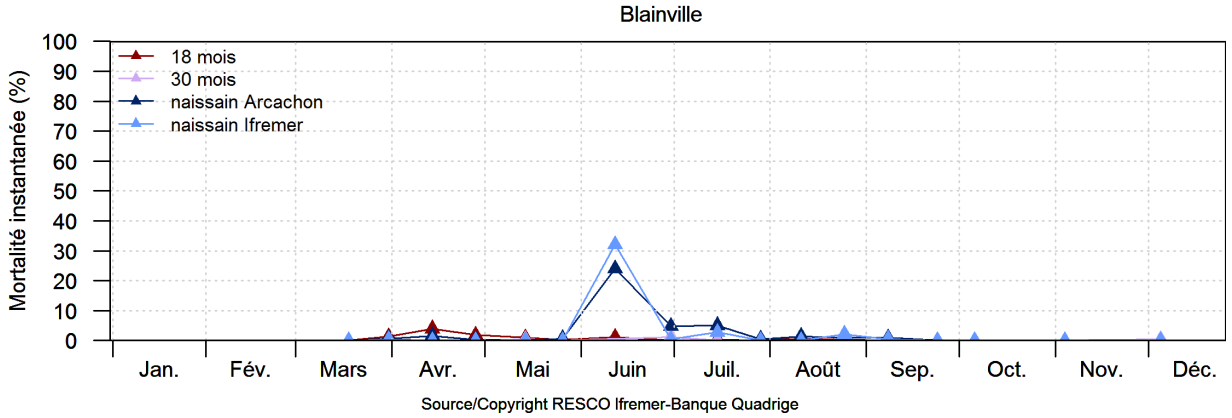
Le suivi du site **Blainville Nord** est assuré par convention par le Syndicat Mixte pour l'Équipement du Littoral (SMEL).

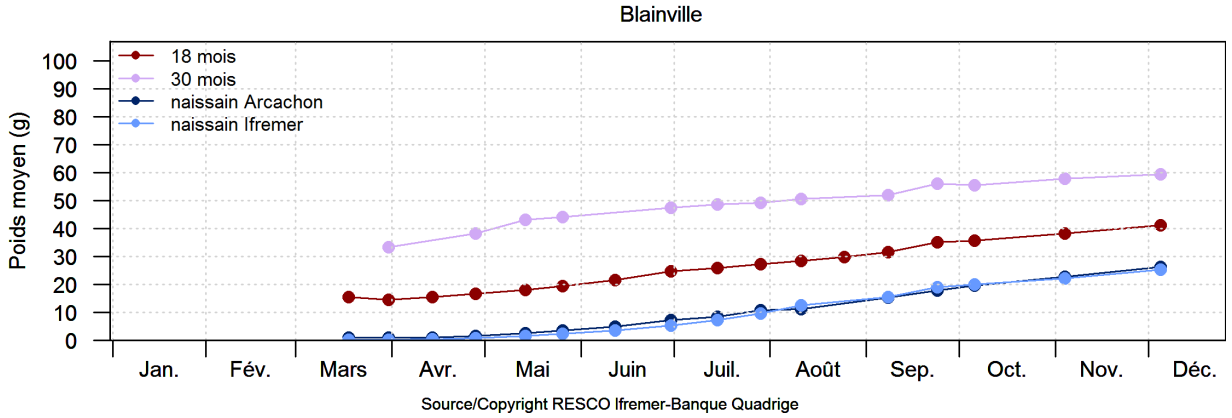


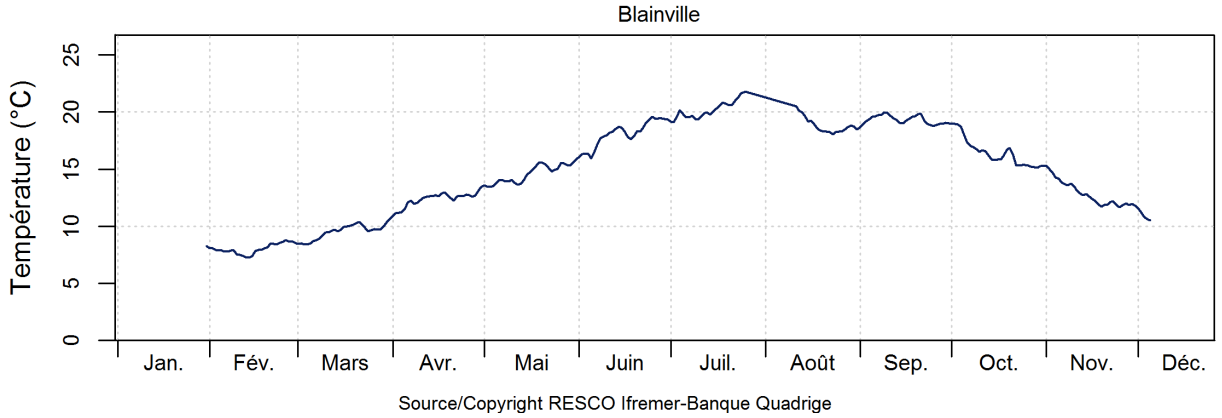
Projection lambert 2 étendu

Résultats des suivis sur tous les lots 2014 sur le site de Blainville









Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Blainville

Références	Organismes(s) pathogène(s)	Résultat du lot (présence ou absence)	Individus analysés	Individus infectés
Méthode interne I.DE.1.11 éd. 6 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals", OIE, chapitres 2.4.2 et 2.4.3, §4.3.1.1, v2012	*Bonamia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.12 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.4, §4.3.1.1, v2012	*Marteilia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.13 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE chapitres 2.4.5 et 2.4.6, §4.3.1.1, v2012	*Perkinsus* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.17 éd. 4 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.8, §4.3.1.1, v2012	*Mikrocytos* sp.	Absence	15	0

Agent(s) pathogène(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Bactéries indéterminées	Branchies	1/15
Cilié indéterminé	Lumière des diverticules digestifs	2/15
Lésion(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Infiltration hémocytaire	Tissu conjonctif et système circulatoire de la glande digestive et des branchies	6/15
Nécrose	Tissu conjonctif de la glande digestive et des branchies	2/15
Atrophie	Epihélium des diverticules digestifs	2/15
Résultats	Les lésions histopathologiques observées sont les suivantes : - une infiltration hémocytaire, légère à modérée, focale, des tissus conjonctifs et système circulatoire de la glande digestive et des branchies concerne 6/15 individus ; - une atrophie, légère à modérée, des épithélia des diverticules digestifs concerne 2/15 individus. Cette lésion non spécifique atteste seulement d'un mauvais état général des animaux ; - une légère nécrose, focale, du tissu conjonctif de la glande digestive et des branchies concerne 2/15 individus. Des bactéries ont été également observées associées à ces lésions chez un individu ; - la présence de ciliés indéterminés, en quantité légère, dans la lumière des diverticules digestifs, concerne 2/15 individus.	

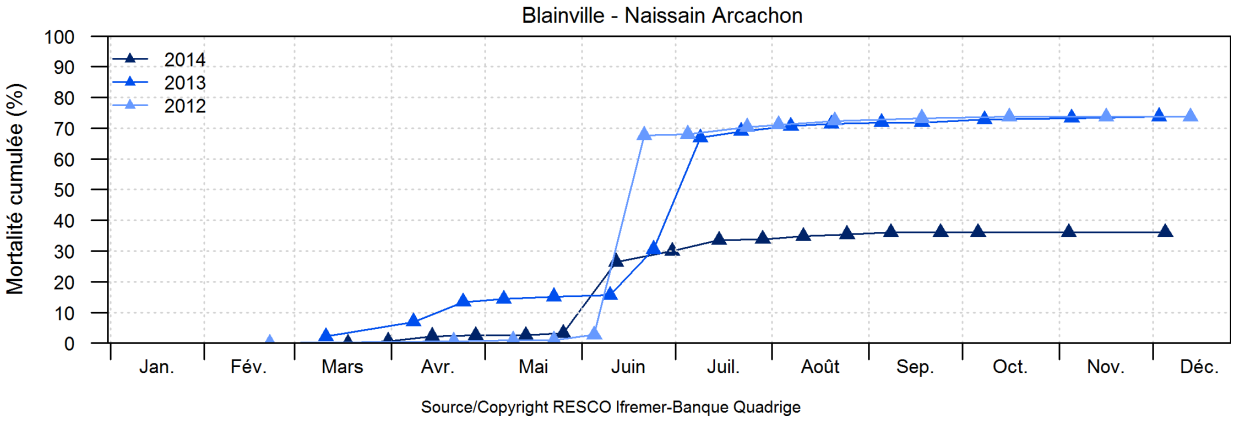
Date d'analyse	Méthode(s)	Spécification technique	Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Nombre par groupe	Groupes atteints/analysés
04/12/14	PCRQ	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Manteau, branchies	1	0/15
10/12/14	PCRQ	Chimie Taqman	OsHV-1	Manteau, branchies	1	3/15
Résultats	L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur 3/15 individus analysés de ce lot par PCR en temps réel en faible quantité. La bactérie *Vibrio aestuarianus* n'a pas été détectée par PCR en temps réel.					

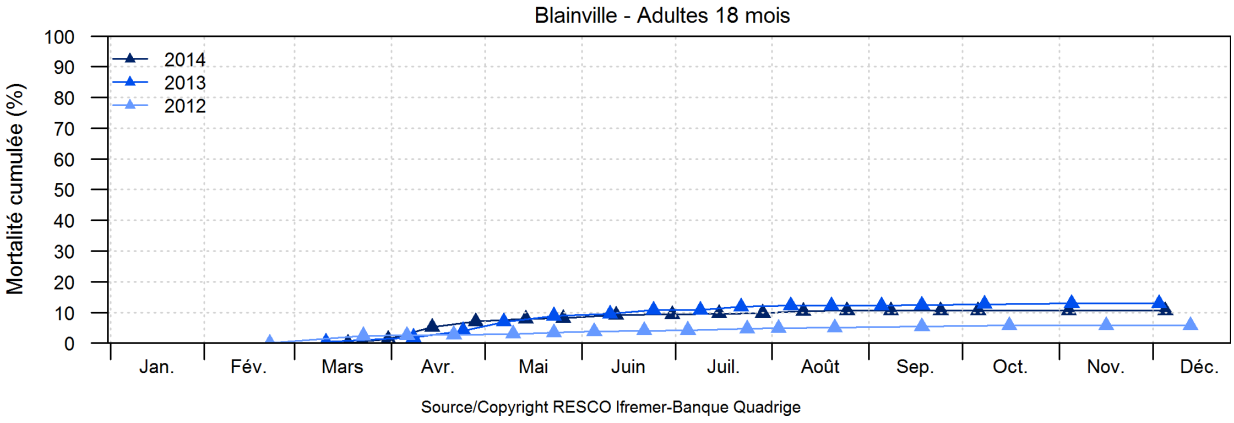
CONCLUSIONS

Aucun organisme pathogène réglementé n'a été observé sur ce lot d'huîtres creuses.

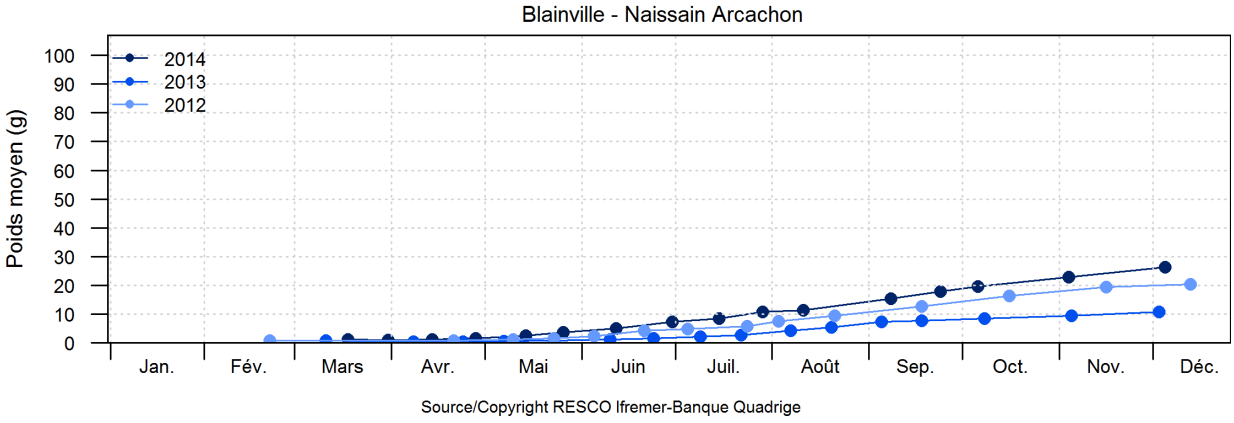
L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur ce lot d'huîtres creuses.

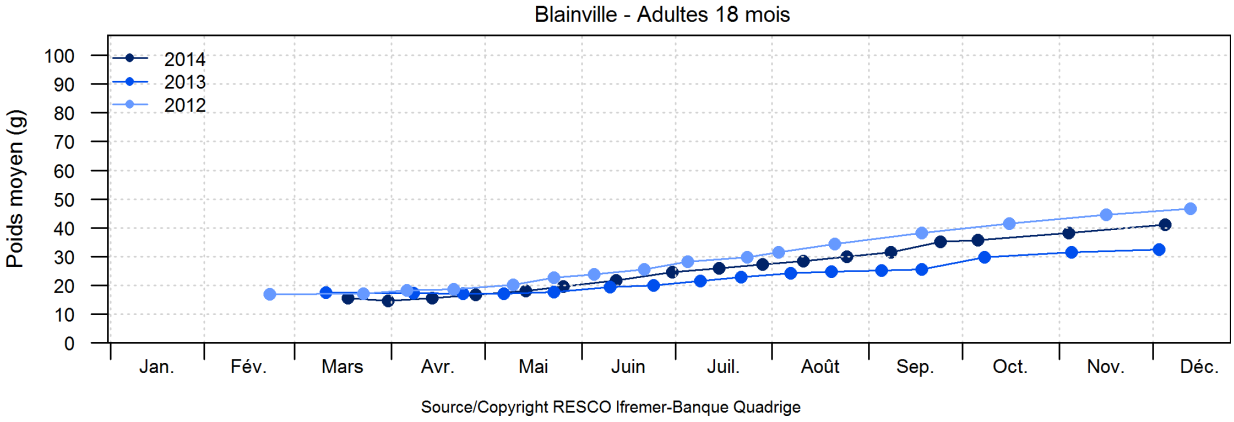
Comparaison inter-annuelle mortalité– Blainville





Comparaison inter-annuelle croissance– Blainville

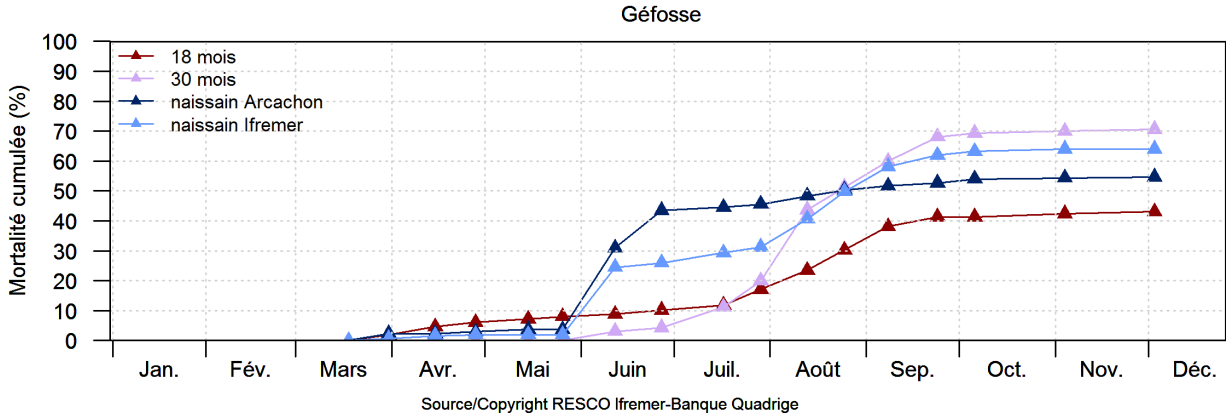


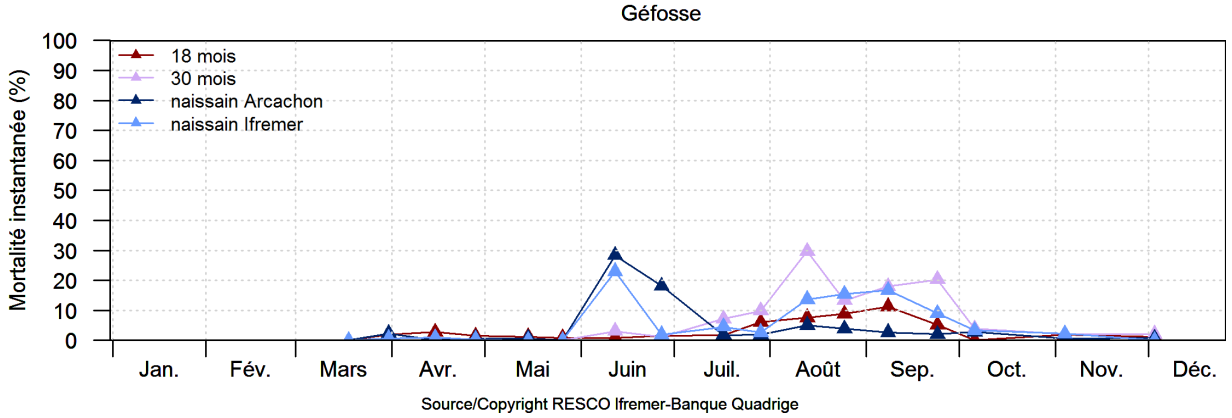


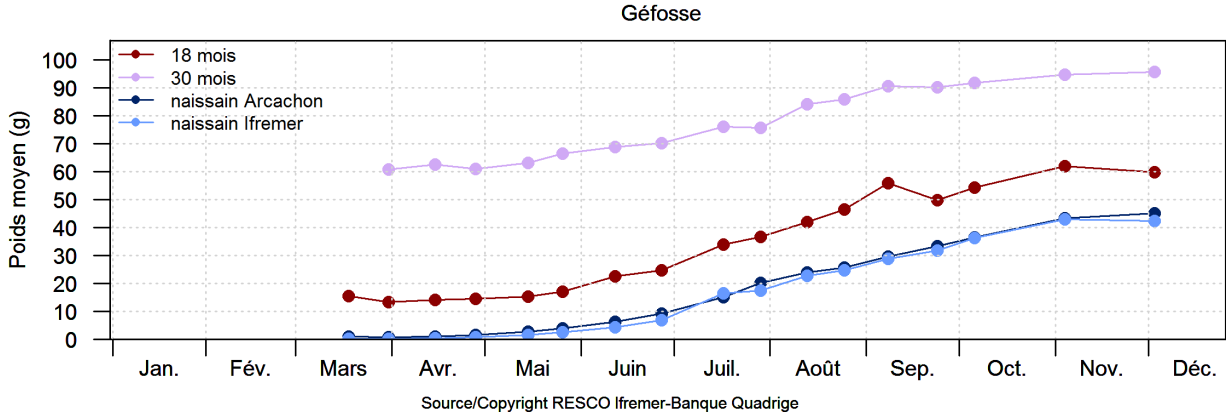
Normandie –Baie des Veys

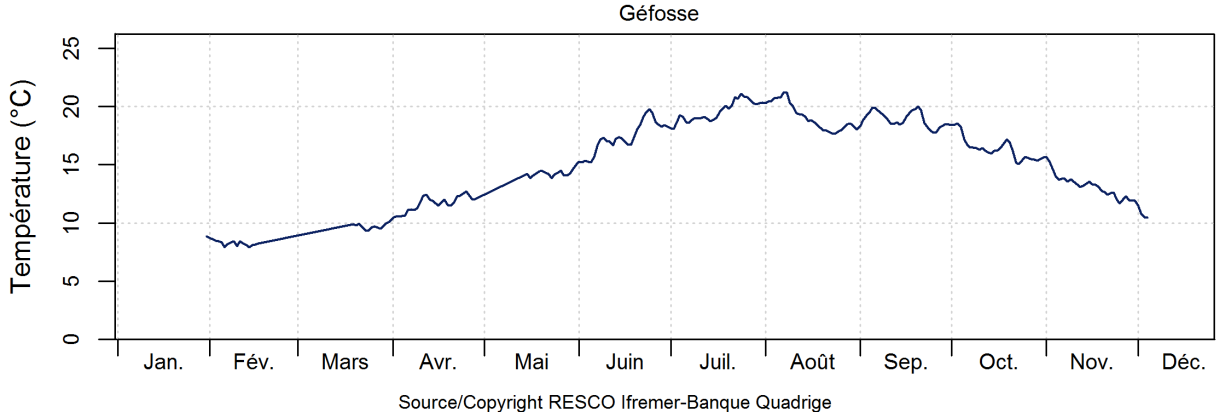
Le suivi du site Géfosse est assuré par le Laboratoire Environnement – Ressources Normandie (LER-N).

Résultats des suivis sur tous les lots 2014 sur le site de Géfosse









Résultats des analyses pathologiques du lot NSI sur le site de Géfosse

Références	Organismes(s) pathogène(s)	Résultat du lot (présence ou absence)	Individus analysés	Individus infectés
Méthode interne I.DE.1.11 éd. 6 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals", OIE, chapitres 2.4.2 et 2.4.3, §4.3.1.1, v2012	*Bonamia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.12 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.4, §4.3.1.1, v2012	*Marteilia* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.13 éd. 3 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE chapitres 2.4.5 et 2.4.6, §4.3.1.1, v2012	*Perkinsus* sp.	Absence	15	0
Méthode interne I.DE.1.17 éd. 4 selon le Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals, OIE, chapitre 2.4.8, §4.3.1.1, v2012	*Mikrocytos* sp.	Absence	15	0

Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Individus atteints/analysés
Bactéries de type rickettsien	Epithélium des diverticules digestifs	1/15
Myicola sp.	Branchies	1/15
Cilié indéterminé	Manteau, lumière des diverticules digestifs	3/15
Lésion(s)	**Organe(s)**	**Individus atteints/analysés**
Infiltration hémocytaire	Tissu conjonctif et système circulatoire de la glande digestive et des branchies	5/15
Nécrose	Tissu conjonctif, épithélia et fibres musculaires de la glande digestive, du manteau, des palpes labiaux et des branchies	4/15
Anomalies nucléaires	Tissu conjonctif du manteau, des branchies et de la glande digestive	1/15
Atrophie	Epihélium des diverticules digestifs	1/15
Résultats	Les lésions histopathologiques observées sont les suivantes : - une infiltration hémocytaire, légère à modérée, focale, des tissus conjonctifs et système circulatoire de la glande digestive et des branchies concerne 5/15 individus ; - une légère atrophie des épithélia des diverticules digestifs concerne 1/15 individus. Cette lésion non spécifique atteste seulement d'un mauvais état général des animaux ; - une nécrose, légère à modérée, focale, du tissu conjonctif, épithélia et fibres musculaires de la glande digestive, du manteau, des palpes labiaux et des branchies concerne 4/15 individus ; - la présence de légères anomalies nucléaires, dans le tissu conjonctif des branchies, de la glande digestive et du manteau concerne 1/15 individus ; - la présence de copépode appartenant au genre *Myicola*, le long des branchies, en quantité légère, concerne 1/15 individus ; - la présence de bactéries de type rickettsien dans les cellules épithéliales des diverticules digestifs, en quantité légère, concerne 1/15 individus ; - la présence de ciliés indéterminés, en quantité légère, dans le manteau et la lumière des diverticules digestifs, concerne 3/15 individus.	

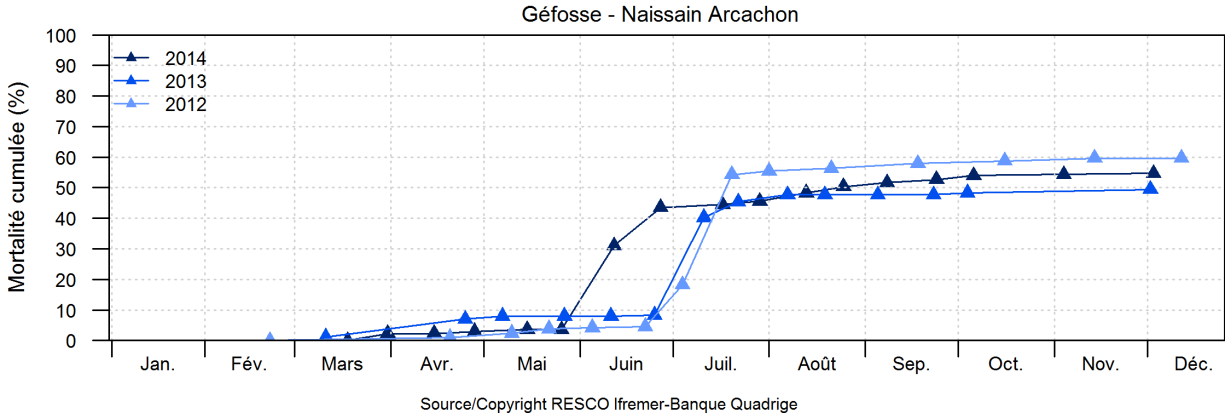
Date d'analyse	Méthode(s)	Spécification technique	Agent(s) pathogène(s)	Organe(s)	Nombre par groupe	Groupes atteints/analysés
10/12/14	PCRQ	Chimie Taqman	*Vibrio aestuarianus*	Manteau, branchies	1	0/15
11/12/14	PCRQ	Chimie Taqman	OsHV-1	Manteau, branchies	1	5/15
Résultats	L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur 5/15 individus analysés de ce lot par PCR en temps réel en quantité légère à modérée. La bactérie *Vibrio aestuarianus* n'a pas été détectée par PCR en temps réel.					

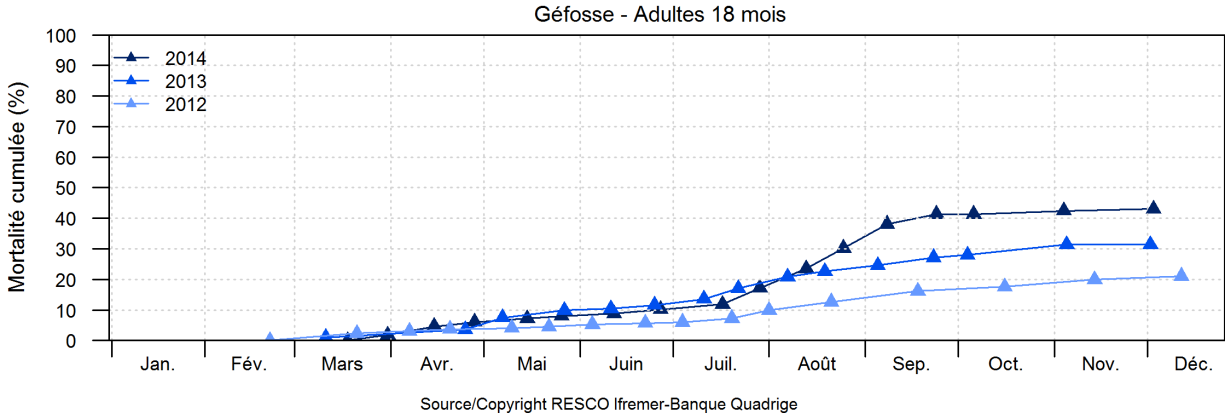
CONCLUSIONS

Aucun organisme pathogène réglementé n'a été observé sur ce lot d'huîtres creuses.

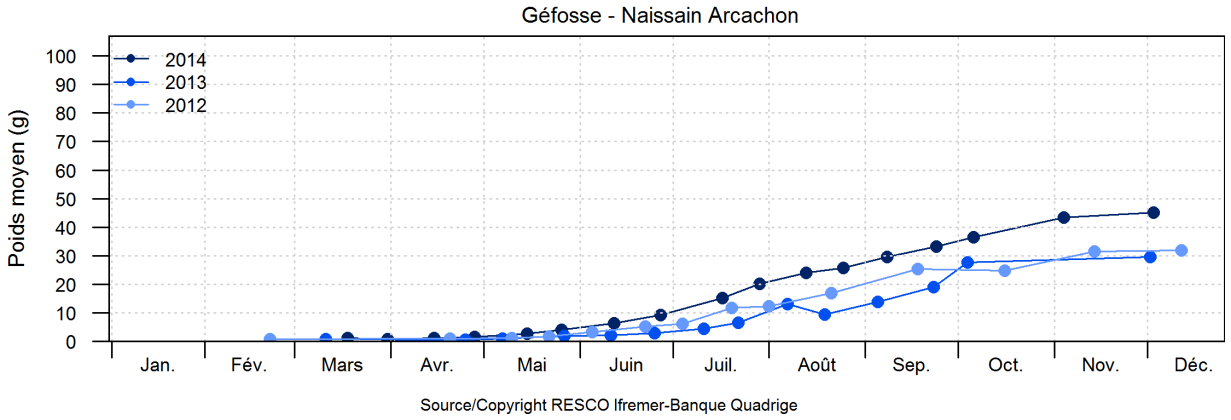
L'herpesvirus de l'huître OsHV-1 a été détecté sur ce lot d'huîtres creuses.

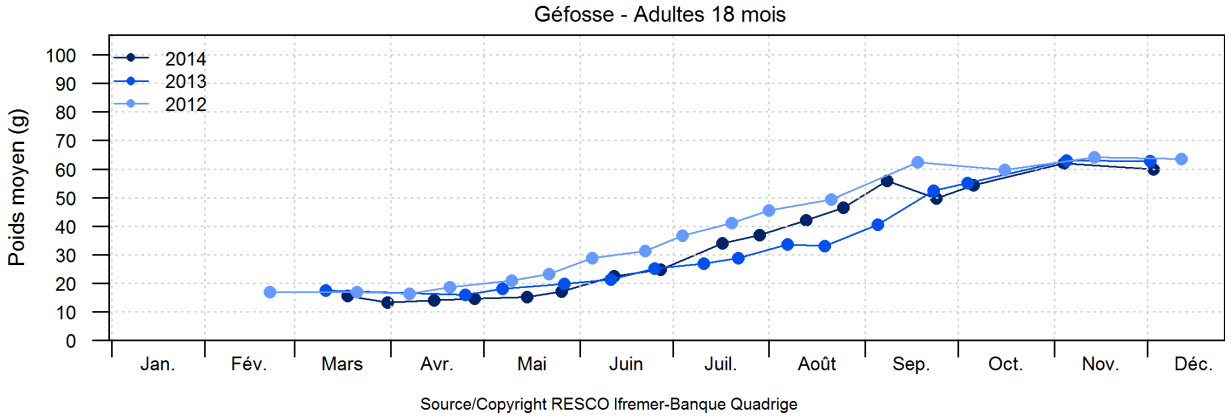
Comparaison inter-annuelle mortalité– Géfosse





Comparaison inter-annuelle croissance– Géfosse





Résumé *:*

Après cinq ans de suivi des performances conchylicoles sur 13 sites ateliers repartis sur le littoral français, le réseau RESCO a permis d'approfondir les connaissances concernant la dynamique spatio-temporelle des mortalités d'huîtres. Cependant, il était apparu très difficile d'être suffisamment exhaustif sur le choix des lots sentinelles suivis, et les résultats obtenus ne pouvaient pas représenter toute la diversité des lots d'huîtres creuses cultivées sur les côtes françaises. Par conséquent, le protocole du RESCO a légèrement évolué en 2014 afin de palier à ces biais mais aussi d'améliorer la lisibilité des objectifs du réseau. Pour ce faire, deux actions principales ont été mises en œuvre : (i) l'introduction dans les suivis d'un nouveau matériel biologique standard et reproductible (Naissains Standardisés Ifremer), et (ii) le suivi, sur un site pilote, des valeurs d'expression de marqueurs physiologiques préalablement identifiés dans la réponse de l'huître face aux infections et/ou aux modifications environnementales (action PHYSITU). Les objectifs principaux du réseau ont par conséquent évolué, ciblant désormais l'acquisition de données afin de qualifier la qualité des écosystèmes conchylicoles.

Les principaux résultats acquis lors de cette nouvelle campagne 2014 ont mis en évidence que les performances conchylicoles mesurées pour les lots de naissains NSI et issu de captage naturel d'Arcachon étaient comparables sur l'ensemble des sites. Ainsi, les mortalités pour ces lots sont apparues entre mi-mai et mi-juin, et les taux de mortalité cumulée finaux sont de l'ordre de 50%. Ces taux représentent donc une légère diminution par rapport aux taux de mortalité obtenus lors des campagnes précédentes, mais si cette baisse n'est pas statistiquement significative. Pour le lot « 18 mois », la moyenne nationale atteinte est d'environ 20% : ce taux constitue donc une légère augmentation par rapport aux années précédentes, même si ces mortalités se font continuellement dans le temps, sans réel pic de mortalité. Notons qu'un taux élevé de 43% a tout de même été observé pour ce lot à Géfosse. Des observations similaires peuvent être faites sur le lot de «30 mois» (suivis pour la 1ère fois dans le cadre du réseau) : aucune mortalité très importante n'est à déclarer sur ce lot, puisque les taux de mortalité cumulée atteignent progressivement les 15%, à l'exception du site de Géfosse pour lequel les mortalités dépassent les 70%.

Les analyses pathologiques réalisées au cours de cette campagne 2014 se sont essentiellement concentrées sur le nouveau lot NSI introduit cette année. Ainsi, des analyses initiales ont permis de confirmer que ce lot ne portait pas de parasites à déclaration obligatoire, ni d'Herpes virus (et ce, même après avoir subi un challenge thermique). Des analyses (par PCR et analyses histologiques) réalisées lors des 1ères mortalités de ce lot ont montré que l'ADN de l'Herpes virus était systématiquement détecté ; Parallèlement, des bactéries appartenant au groupe *Vibrio splendidus* ont été trouvées sur 4 sites, ainsi que du *Vibrio aestuarianus* sur 2 sites parmi ces 4 sites.

Parallèlement au réseau, une étude a été menée sur un site pilote afin de suivre l'évolution de certains marqueurs en lien avec l'apparition des mortalités des naissains. L'expression de 14 gènes préalablement identifiés comme étant impliqués dans la réponse de l'huître à l'infection et/ou aux modifications environnementales a ainsi été mesurée au cours d'un phénomène de mortalité *in situ*. L'analyse statistique du jeu de données a permis d'identifier certains gènes dont l'expression varie en fonction des cinétiques de mortalité. A terme ces marqueurs pourraient être utilisés comme des indicateurs précoces pouvant faciliter la mise en place de seuil d'état d'alerte.

Mots-Clefs : *Crassostrea gigas*, huître creuse, mortalité, croissance, température, expression gène, marqueurs physiologiques, herpes virus, *vibrio aestuarianus*, agent pathogène