

AVIS

de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

**relatif à l'évaluation de l'efficacité d'une mesure préventive
vis-à-vis du risque de surmortalité d'huîtres creuses *Crassostrea gigas***

RAPPEL DE LA SAISINE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie le 15 novembre 2010 par la Direction générale de l'Alimentation (DGAI) d'une demande d'avis relatif à l'évaluation de l'efficacité d'une mesure préventive vis-à-vis du risque de surmortalité d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*.

CONTEXTE

La France connaît depuis une vingtaine d'années des épisodes de mortalité anormale dans les élevages d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*. Depuis 2008, des épisodes plus importants se sont manifestés, en particulier chez les naissains et les juvéniles. En 2008 et 2009, les taux de mortalité observés ont été compris entre 60 et 100%, selon les sites et les lots (Cochennec-Laureau *et al.*, 2009). Pour l'année 2010, le taux de mortalité moyen des huîtres de moins d'un an jusqu'au mois d'octobre 2010, a été de 69,2% pour l'ensemble des élevages conchylicoles français (sans prendre en compte les filières méditerranéennes en mer ouverte dont le taux moyen est de 13%), avec des extrêmes de 41% et 84%.

En 2010, les premiers cas ont été identifiés fin avril sur l'étang de Thau, en Méditerranée. Le littoral atlantique a été touché début juin et la côte normande mi-juin 2010. Il n'a pas été observé de progression du sud vers le nord de la côte atlantique telle que constatée en 2009, ce qui pourrait résulter d'une augmentation assez similaire de la température de l'eau aux différents sites (Bédier *et al.*, 2010). Le seuil de 16–17°C, au-delà duquel apparaît le phénomène de surmortalité, a donc été franchi de manière à peu près concomitante sur les différents sites.

Pour tenter de prévenir ces épisodes de surmortalité, à la demande des professionnels de la conchyliculture de Normandie - mer du Nord, deux arrêtés préfectoraux, dans le Calvados et la Manche, ont été signés les 10 et 12 février 2010 respectivement. Ils prévoient l'interdiction d'immerger pour la première fois des huîtres de moins de 18 mois pendant la période de fort risque de mortalité, du 1^{er} mai au 31 août inclus. L'arrêté préfectoral n° 03/2010 du Calvados interdit également d'immerger des lots d'huîtres de moins de 18 mois présentant des phénomènes de mortalité anormale ou provenant d'un secteur soumis à restriction en raison d'une mortalité anormale.

Dans ce contexte, l'avis de l'Anses est sollicité sur :

1. l'existence éventuelle d'une différence significative entre les taux de mortalité constatés :
 - dans les bassins de Basse-Normandie en 2009 et en 2010 ;

- dans les bassins de Basse-Normandie et les autres bassins, qui n'ont pas fait l'objet d'une interdiction d'immersion, en 2010.
- 2. la possibilité de corrélérer une éventuelle moindre mortalité en Basse-Normandie, en 2010, aux mesures d'interdiction d'immersion mises en place ;
- 3. l'intérêt de généraliser cette mesure à l'ensemble des bassins conchylicoles français non naisseurs en 2011.

METHODE D'EXPERTISE

L'expertise collective a été réalisée par le groupe d'expertise collective d'urgence « Prévention de la surmortalité d'huîtres creuses » réuni les 9 décembre 2010, 21 janvier 2011 et 04 février 2011. La coordination scientifique du Gecu « Prévention de la surmortalité d'huîtres creuses » a élaboré un projet d'avis qui a été validé par voie télématique le 25 février 2011.

L'expertise s'est appuyée sur :

- les documents suivants :
 - ✓ les données de mortalité de l'Observatoire national conchylicole d'Ifremer pour les années 2009 et 2010 ;
 - ✓ les données de mortalité des juvéniles triploïdes de Remonor (REseau MOllusques NORmand) pour 2009 et 2010 ;
 - ✓ les données de mortalité du naissain triploïde en 2009 et 2010 sur les secteurs de Normandie par rapport aux autres secteurs ostréicoles français, et leur analyse réalisée par Ifremer ;
 - ✓ les données du suivi sentinelle interrégional des agents infectieux de l'huître creuse 2010 effectué, en partenariat, par le CREAA (Centre régional d'expérimentation et d'application aquacole), le Smel (Syndicat mixte pour l'équipement du littoral) et le SMIDAP (Syndicat mixte pour le développement de l'aquaculture et de la pêche des Pays de la Loire) ;
 - ✓ les données issues du suivi de la dynamique des mortalités de juvéniles d'huîtres et de l'évolution des pathogènes associés sur le site de Blainville par le Smel en 2009 et 2010 ;
 - ✓ la présentation du Smel « Observatoire des mortalités et des agents infectieux associés » (relative au suivi dynamique des phénomènes de mortalité à Blainville et St Vaast La Hougue) lors des journées de restitution des résultats du projet « surmortalités des huîtres creuses » 2010 ;
 - ✓ les données de l'Observatoire des agents infectieux de l'huître creuse sur les cheptels bas-normands 2009 et 2010 ;
 - ✓ les données anonymisées des fiches de mortalité déclarées par les ostréiculteurs de Basse-Normandie en 2009 et 2010, recueillies par le groupe de vigilance, composé des DDTM (Direction départementale des territoires et de la mer) 14 et 50, du Smel, du CRC (Comité régional de conchyliculture) Normandie / Mer du Nord et du LERN (Laboratoire environnement ressource de Normandie de l'Ifremer) ;
 - ✓ Ifremer (2009) Bilan provisoire des analyses réalisées en pathologie pour hausse de mortalité (janvier – novembre 2009) en date du 23/11/2009 ;
- l'audition de M. Bédier (Ifremer) qui a réalisé l'analyse comparative de mortalités du naissain triploïde en 2009 et 2010 sur les secteurs de Normandie et dans les autres secteurs ostréicoles français ;
- l'audition du groupe de vigilance à l'origine des données relatives aux mortalités déclarées par les ostréiculteurs ;

- l'audition de Mme Anne Thébault, de l'unité AQRE-MSA, Anses ;
- les discussions entre les experts membres du Gecu.

Un appui scientifique et technique de l'Unité Appréciation quantitative du risque en microbiologie et santé animale (AQR-MSA) de l'Anses a permis le traitement statistique des données du groupe de vigilance mentionné ci-dessus.

ARGUMENTAIRE

L'argumentaire de l'Agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail est fondé sur l'avis du Groupe d'expertise collective d'urgence « Prévention de la surmortalité d'huîtres creuses » dont les éléments sont présentés ci-dessous :

« Pertinence de la mesure d'interdiction d'immersion des huîtres durant la période à risque de mortalité »

L'interdiction d'immersion des huîtres durant la période à risque de mortalité repose sur l'hypothèse que l'importance de la mortalité varie selon la période d'immersion du naissain.

La Basse-Normandie ne dispose pas d'élevages naisseurs ni de captage ; tous les naissains immergés en Basse-Normandie sont donc nécessairement transférés depuis d'autres sites du littoral français.

Au regard de l'épidémiologie de l'infection à virus OsHV-1, quatre situations peuvent se présenter lors d'immersion de naissain, selon les caractéristiques de l'environnement :

1. *immersion de naissain « propre » dans un environnement « propre » ;*
2. *immersion de naissain « propre » dans un environnement infecté ;*
3. *immersion de naissain infecté d'OsHV-1 dans un environnement « propre » ;*
4. *immersion de naissain infecté d'OsHV-1 dans un environnement infecté.*

Le terme « propre » signifie que le virus OsHV-1 n'a pas été détecté, ce qui ne veut pas dire « indemne ». Il faut en effet rappeler que l'absence de dépistage d'ADN viral n'exclut pas la présence du virus à l'état latent, à des niveaux inférieurs aux seuils de détection (Arzul et al., 2002), en particulier en dehors des périodes à risque. Dans des conditions favorables, notamment lors d'augmentation de la température de l'eau, le virus peut se multiplier et entraîner des épisodes de mortalité ; il peut alors être détecté et la charge virale quantifiée. Il semble exister un seuil critique de la charge virale au-delà duquel la mortalité apparaît ; selon Oden et al. (soumis), ce seuil se situerait à $4,4 \times 10^5$ unités génome / 50 mg de tissu d'huître. Dans une étude réalisée en 2010 sur 72 lots de captage naturel et d'écloserie, analysés avant leur mise à l'eau en utilisant la technique PCR développée au Laboratoire Frank Duncombe du Calvados (Martenot et al. 2010), 83% des lots présentaient une charge virale inférieure à ce seuil critique, dont 40% se situaient en dessous du seuil de détection de l'ADN viral. Les autres lots (17%) avaient une charge virale supérieure à $4,4 \times 10^5$ unités génome / 50 mg de tissus d'huître et avaient tous été détectés en période estivale (Oden et al. soumis). Par ailleurs, il a pu être montré que chez les animaux morts à la suite d'une infection expérimentale par le virus OsHV-1, les quantités d'ADN viral détectées étaient égales ou supérieures à 10 000 copies de génome par ng d'ADN total (Schikorski et al., 2011a; Schikorski et al., 2011b). Les animaux survivants présentaient quant à eux des quantités d'ADN viral inférieures à 100 copies par ng d'ADN total (Schikorski et al., 2011a).

- *Dans la première situation, si l'environnement et le naissain sont réellement indemnes de virus, le risque est nul. En revanche, si le virus est présent mais non détecté, il pourra, lorsque les conditions seront favorables, en particulier lors d'augmentation de température de l'eau, se répliquer et entraîner un épisode de mortalité.*

- *Dans la deuxième situation, le naissain, qu'il soit « propre » ou « indemne », risque d'être contaminé dans l'environnement infecté (en fonction de l'excrétion virale par les huîtres résidentes), situation à éviter.*
- *Dans la troisième situation, le naissain infecté va contaminer l'environnement. Il faut éviter d'immerger ces huîtres dans une zone ne présentant pas de mortalité, dans l'hypothèse où cette zone d'immersion serait effectivement indemne de virus.*
- *La quatrième situation est rendue possible par l'application de la dérogation prévue dans le Règlement (UE) n° 175/2010 de la Commission du 2 mars 2010, modifié par le Règlement (UE) n° 1153/2010, qui autorise des transferts entre zones de confinement, s'agissant de transfert entre zones infectées. Ce type de transfert ne modifie pas a priori la situation. Toutefois, si l'on immerge des animaux ayant une forte charge virale dans un milieu dont la charge virale est moindre, l'apport important de virus risque d'entraîner l'apparition de mortalité. L'intensité du phénomène sera modulée par différents facteurs tels que la proximité d'animaux sensibles, la charge virale et la survie du virus, l'hydrodynamique du secteur. Cette situation peut notamment se produire en période à risque de mortalité, dans le cas de transfert depuis une zone où la mortalité est déjà élevée, donc où la charge virale est importante, vers une zone où la mortalité n'est pas encore apparue. En dehors des périodes à risque, la charge virale des naissains immergés est généralement faible, d'où un moindre risque d'apparition de mortalité lors de l'immersion des huîtres. Bien que la mortalité n'apparaisse pas au moment de l'immersion, il reste cependant possible, voire probable, qu'elle se déclare ultérieurement à la faveur d'une augmentation de la température de l'eau entraînant une reprise de la réplication du virus.*

Ces différents cas de figure soulignent l'intérêt de connaître le statut sanitaire des élevages d'origine et de destination des naissains, et de disposer de méthodes diagnostiques permettant le dépistage de très faibles charges virales, comme indiqué dans un précédent avis de l'AFSSA (AFSSA, 2010).

Au vu de ces éléments, il ressort que, dans certains cas, dépendant du statut sanitaire d'origine et de destination des naissains, la date d'immersion, en conditionnant la température de l'eau, peut jouer un rôle dans l'expression des mortalités. On peut s'interroger sur les conséquences réelles d'une interdiction d'immersion en période à risque en termes d'expression de la mortalité. Dans la mesure où l'herpèsvirus peut rester latent chez les huîtres infectées, il est possible que les épisodes de mortalité soient seulement différés par la mesure d'interdiction, sans que le taux de mortalité cumulée sur une année donnée ne soit modifié. Aucune donnée scientifique ne permet de répondre à cette question à l'heure actuelle.

Une mesure d'interdiction d'immersion en période à risque devrait permettre d'éviter des transferts de naissains lorsque la charge virale est très importante, soit dans l'élevage d'origine, soit dans l'élevage de destination. Le Gecu « Prévention de la surmortalité d'huîtres creuses » souligne cependant qu'aucune étude dédiée n'a été réalisée en 2010 dans le but de mesurer les effets de l'interdiction d'immersion de naissain en Normandie. En l'absence de ce type de données, le Gecu a travaillé sur les données issues de suivis qui ont été mis en place afin de répondre à d'autres questions, ainsi que sur les données collectées lors de déclarations de mortalité par les professionnels.

Le Gecu fait également remarquer la multiplicité des sources de données, qui font appel à des protocoles différents (origine des naissains, méthodes de suivi et de comptage, etc.), ce qui rend difficile, voire impossible, la comparaison des résultats entre les différents suivis ; parfois, cette comparaison s'avère impossible pour un même suivi sur deux années consécutives, en raison de modifications de protocole entre les deux années.

Examen de la première question, relative à l'existence d'une différence entre les taux de mortalité constatés en Basse-Normandie en 2009 et en 2010, ainsi qu'entre les taux de mortalité observés en 2010 en Basse-Normandie par rapport à ceux relevés sur les autres sites du littoral français

Les différentes données dont a pu disposer le groupe d'experts ont été analysées et discutées. Ce sont :

- les données issues du suivi de la dynamique des mortalités de juvéniles d'huîtres et de l'évolution des pathogènes associés sur le site de Blainville par le Smel en 2009 et 2010 ;
- les données de l'Observatoire des agents infectieux de l'huître sur les cheptels ostréicoles bas-normands 2009 et 2010 ;
- les données anonymisées des fiches de mortalité déclarées par les ostréiculteurs de Basse-Normandie en 2009 et 2010 et recueillies par le groupe de vigilance ;
- les données du suivi sentinelle interrégional des agents infectieux de l'huître creuse 2010 ;
- les données de l'Observatoire national conchylicole, en 2009 et 2010 ;
- les données du réseau régional Remonor, en 2009 et 2010.

Les deux premiers paragraphes sont consacrés, d'une part, à la comparaison entre les mortalités des deux années 2009 et 2010 en Basse-Normandie et, d'autre part, à la comparaison entre les mortalités observées en 2010 en Basse-Normandie et sur les autres sites du littoral français. Le troisième paragraphe utilise des données qui ont permis de croiser les facteurs « années » et « sites ».

1. Comparaison des mortalités en 2009 et 2010, pour la Basse-Normandie

1.1. Suivi des mortalités d'huîtres à Blainville (suivi réalisé par le Smel)

Ce suivi n'a porté, pour 2009 et 2010, que sur un seul site normand, Blainville, sur la côte ouest du Cotentin.

1.1.1. Présentation et méthodes

En 2009, le Smel a suivi des naissains issus de captage et des naissains d'écloserie, diploïdes et triploïdes. Dans chaque catégorie, deux lots ont été suivis deux fois par mois de mai à début octobre, avec un relevé du taux de mortalité (ainsi qu'un suivi des données environnementales, des agents pathogènes et de la croissance des huîtres).

En 2010, pour chaque catégorie de naissain, un seul lot, de même origine, a été suivi.

1.1.2. Résultats

Tableau 1 : Taux de mortalité cumulée (%) en 2009 et 2010 à Blainville
(source : Smel)

	2009	2010
Captage naturel	82	86
Écloserie diploïde	89	84
Écloserie triploïde	96	85
Moyenne (tous naissains, n=3) (écart-type)	89 (7)	85 (1)

1.1.3. Conclusion

Ces chiffres assez proches ne permettent pas d'affirmer des tendances d'évolution entre 2009 et 2010 pour les lots des différents naissains suivis à Blainville. En l'absence des données brutes, et compte tenu des modifications de protocole entre 2009 et 2010, ils ne peuvent être analysés au plan statistique. Si l'on considère l'ensemble des naissains, toutes origines confondues, les moyennes des taux de mortalité cumulée pour 2009 et 2010 sont respectivement de 89% et 85%, ce qui n'est pas statistiquement différent. Les effectifs des groupes ayant permis l'estimation des pourcentages de mortalité n'étant pas connus, un test de Student de comparaison de moyennes de séries appariées (n=3) a été en première approche effectué. Il repose sur l'hypothèse que l'appariement sur la nature du lot (écloserie 2 N, captage) est justifiée, et suppose la normalité des différences, qui ne peut être vérifiée. Au seuil de 5% (avec 2 ddl) le résultat est non significatif. L'effectif est trop faible (n<6) pour utiliser un test non paramétrique (test de Wilcoxon).

1.2. Suivi de l'Observatoire des agents infectieux de l'huître creuse sur les cheptels ostréicoles bas-normands

1.2.1. Présentation et méthodes

Cet Observatoire a été mis en place en 2009 par la Section régionale conchylicole (SRC) Normandie/mer du Nord et ses partenaires (Etat, collectivités locales, Ifremer, Smel, laboratoires départementaux d'analyses de la Manche et du Calvados, université de Caen). Il a réalisé le suivi de naissain issu de captage naturel sur quatre sites normands à proximité de points Remonor : Meuvaines (MV01), Géfosse - Baie des Veys (BV02), St Vaast La Hougue (SV02) et Blainville (CO06).

En 2009, sur chaque site, deux poches ont été mises en place. Les comptages ont été effectués, à partir de deux poches d'environ 2 000 huîtres, soit par appréciation visuelle et sonore, soit par comptage, exhaustif ou non.

En 2010, des juvéniles ont également fait l'objet d'un suivi. Les relevés de mortalité ont été effectués deux fois par mois entre début mai et fin septembre. Chaque site a reçu deux poches de 2 500 individus, chaque poche renfermant deux pochons de 100 individus. Le comptage des huîtres vivantes et des mortes et moribondes a été réalisé sur ces pochons ; après chaque comptage, les animaux morts et moribonds ont été éliminés et remplacés par des huîtres vivantes prises dans chaque poche.

1.2.2. Résultats

Tableau 2 : Taux de mortalité cumulée (%) obtenus par l'Observatoire des agents infectieux de l'huître creuse sur les cheptels ostréicoles bas-normands en 2009 et 2010

	2009 (un résultat par poche)		2010 (un résultat pour les deux poches)
	Taux de mortalité par poche	Moyenne des deux poches	
Saint Vaast La Hougue	54,3 63,4	58,8	70,9
Baie des Veys	60,2 60,3	60,2	92,1
Meuvaines	71,3 66,0	68,6	73,5
Blainville	83,4 97,4	90,4	84,6
Moyenne par site pour le secteur est (n=3) (écart-type)		62,5 (5,3)	78,8 (11,6)
Moyenne par site, tous sites (n=4) (écart-type)		69,5 (14,6)	80,3 (9,9)

En 2009, un résultat par site était donné pour chacune des deux poches alors qu'en 2010, un taux moyen pour les deux poches est rapporté.

1.2.3. Conclusion

Les données de mortalité de cet observatoire ne sont pas réellement comparables entre les deux années car les méthodes de comptage ont été différentes.

En première approche, l'examen des taux de mortalité moyens sur les lots suivis dans ces quatre sites normands montre une augmentation d'environ 10% en 2010 par rapport à 2009. Cependant, cette différence n'est pas significative compte tenu des variations entre sites : alors que les trois sites du secteur est bas-normand (Saint Vaast la Hougue, Meuvaines, Baie des Veys) présentent une augmentation des mortalités (de 62,5 à 78,8% en moyenne, soit +17%, cf. tableau 2), cette tendance n'est pas observée à Blainville (côte ouest).

1.3. Etude des données anonymisées des fiches relatives aux mortalités déclarées par les ostréiculteurs de Basse-Normandie en 2009 et 2010

La SRC a adressé à l'Anses des fichiers des mortalités déclarées pour 2009 et 2010, relatives à quatre bassins ostréicoles de Basse-Normandie : Meuvaines, Baie des Veys, côte est du Cotentin, et côte ouest. Un appui scientifique et technique a été réalisé à la demande du

Gecu par l'unité AQRE-MSA de l'Anses afin d'analyser ces données. Dans l'objectif d'étudier l'effet de la date d'immersion sur les mortalités, il a été proposé à l'AQRE-MSA :

1/ de comparer les taux de mortalité relevés chaque année pour des immersions ayant eu lieu avant ou après une date seuil (31 mars ou 30 avril) ;
2/ de rechercher une éventuelle corrélation entre la date d'immersion et les taux de mortalité dans chaque concession déclarante.

Afin de tenir compte des nombreux facteurs autres que la date d'immersion qui ont pu avoir un effet sur les mortalités (69 variables au total ont été prises en compte), l'AQRE-MSA a conduit une analyse multivariée.

Le jeu de données a d'abord fait l'objet d'ajustements afin d'en permettre l'exploitation. Des informations cadastrales sur les concessions déclarantes ont été obtenues auprès des DDTM des secteurs concernés ; les mortalités ont été reliées aux données cadastrales chaque fois que cela était possible. Les données correspondaient à 810 déclarations, sur 633 parcs identifiés, dont 564 ont été inclus dans l'analyse. Ils ont donné lieu à 477 enregistrements analysables.

L'exploitation de ce type de données présente des limites qui sont inhérentes au mode de recueil, notamment l'absence de données sur les ostréiculteurs non-déclarants, qui peuvent correspondre à des concessions non touchées par les mortalités, à des mortalités non déclarées, ou à la production d'autres classes d'âge. De ce fait, il n'est pas possible d'affirmer la représentativité de l'échantillon étudié pour le secteur considéré. Le décalage possible entre la déclaration et la date de démarrage des mortalités et l'absence de suivi temporel des mortalités introduisent d'autres biais. En outre, les données saisies pour la mesure des mortalités n'étaient pas homogènes (nombre de comptages, nombre d'individus comptés) et certaines variables (identification du parc par ex) étaient mal renseignées, d'où des pertes d'information. Des améliorations du protocole de suivi ont été proposées par l'AQRE-MSA, notamment pour la collecte des données et leur analyse statistique ultérieure. Ces propositions seront détaillées dans le compte rendu final de l'appui scientifique et technique réalisé.

Ces réserves étant émises, les analyses effectuées ont montré que les pics de déclarations de mortalité ont été à peu près concomitants en 2009 et 2010, et observés sur tous les secteurs entre les semaines 20 et 30.

Le nombre de déclarations de mortalité entre 2009 et 2010 a évolué différemment selon les secteurs, seuls Meuvaines et Baie des Veys présentant une baisse en 2010. Toutefois, le nombre de concessions exposées pouvant avoir évolué entre 2009 et 2010, on ne peut pas conclure à une moindre mortalité en 2010 sur les deux secteurs précités.

L'analyse spatiale n'a pas mis en évidence de sous-secteur à risque pour chaque secteur étudié, les zones de dépôt et de production étant touchées de façon similaire.

L'interdiction d'immersion après le 30 avril 2010 a été globalement bien respectée, en particulier sur les secteurs de Meuvaines et Baie de Veys (aucune immersion non-conforme). Cependant, sur tous les secteurs, de nombreuses immersions ont eu lieu pendant le mois d'avril, donc peu avant l'interdiction d'immersion, ce qui complexifie encore l'analyse.

Pour un site donné, lorsque la date seuil définissant l'entrée en période à risque est fixée au 31 mars, on constate que les naissains issus d'immersions réalisées après cette date présentent, sur certaines semaines, des pourcentages de mortalité un peu plus élevés que ceux issus d'immersions antérieures à cette date. Lorsque le seuil est fixé au 30 avril, l'évolution des mortalités au cours de l'année (2009 ou 2010) ne présente pas de différence notable, ni dans la cinétique ni dans l'intensité des mortalités, selon que l'immersion a été réalisée avant, ou pendant la période à risque. Ceci peut être dû à la chute de l'effectif du groupe à risque, notamment en raison des nombreuses immersions réalisées pendant le mois d'avril.

L'examen des mortalités de 2009 et 2010 en regard de la date d'immersion pendant l'année en cours ou pendant l'année précédente, montre une évolution différente sur chaque secteur, et ne fait pas apparaître de tendance générale.

En conclusion, l'analyse conduite sur les données de mortalités déclarées n'a pas permis d'affirmer un effet de la date d'immersion des naissains sur les mortalités.

1.4. Conclusion générale

Si les études rapportées ci-dessus peuvent évoquer des tendances d'évolution par secteur et des différences entre sites, aucune d'entre elles ne permet de conclure à une mortalité significativement plus faible en 2010 qu'en 2009 sur l'ensemble des sites bas-normands étudiés. Elles ne permettent pas d'étayer l'hypothèse selon laquelle l'interdiction de l'immersion en période à risque en 2010 aurait conduit à limiter les taux de mortalité.

2. Comparaison des taux de mortalité, pour l'année 2010, entre la Basse-Normandie et les autres sites conchylicoles du littoral français

Le Gecu a examiné les résultats des données issues du « Suivi sentinelle interrégional des agents infectieux de l'huître creuse 2010 ».

2.1. Présentation

*Ce suivi résulte d'un partenariat entre le CREEA, le Smel et le SMIDAP. Il s'agit de naissains d'une même origine, faisant l'objet d'un suivi dès le captage naturel. Ce suivi a été mis en place en 2010, ce qui n'autorise qu'une comparaison entre les deux sites normands (Blainville et Saint Vaast La Hougue) d'une part, et les trois sites du littoral atlantique (Coupelasse, La Flotte et Mortanne), d'autre part. Outre les taux de mortalité, la croissance du naissain, la température moyenne de l'eau et la présence du virus OsHV-1, de *Vibrio splendidus* et de *V. aesturianus* ont été suivis sur un rythme mensuel entre le 14 juin et le 11 octobre 2010.*

2.2. Résultats

Sur les deux sites normands, les taux de mortalité des lots suivis ont été de 70% (Saint Vaast La Hougue, côte est Cotentin) et 85% (Blainville, côte ouest Cotentin), alors que, pour les sites de Mortanne, La Flotte et Coupelasse, les taux ont été respectivement de 94, 84 et 78%, ce qui correspond à une moyenne de 77,5% pour les sites bas-Normands et de 85,3% pour les sites de la côte atlantique.

2.3. Conclusion

La mortalité pourrait avoir été un peu plus faible en 2010 sur les lots suivis en Normandie que sur ceux de la Côte atlantique ; cependant, le nombre de sites suivis (deux versus trois) ne permet pas, en l'absence des données brutes, de procéder à une analyse statistique visant à comparer les taux de mortalité dans les deux régions.

3. Analyse des données de l'Observatoire national conchylicole et de Remonor

3.1. Présentation

3.1.1. L'Observatoire national conchylicole, piloté par l'Ifremer, a suivi en 2009 et 2010, des lots de naissains triploïdes et de naissains issus de captage naturel sur 13 sites français, dont deux situés en Normandie : Blainville Nord (CO06), sur la côte ouest Cotentin et la Baie des Veys (BV02) à l'est. Dix sites se répartissent sur le reste du littoral de la Manche et la côte atlantique, un dernier site étant suivi en Méditerranée.

3.1.2. Le Remonor, réseau mis en place en collaboration entre le LERN et le Smel à partir de 1998, a assuré, en 2009 et 2010, le suivi de 19 points situés sur le littoral normand,

répartis sur les côtes est et ouest Cotentin. Deux de ces points (CO06 et BV02) étaient communs à ces deux réseaux de surveillance. Les protocoles des deux réseaux n'étaient toutefois pas identiques, et chacun de ces points a accueilli des lots suivis selon chacun des protocoles, ce qui explique que les taux de mortalité observés n'aient pas été strictement identiques en un même endroit, selon le suivi auquel ils se réfèrent.

3.2. Analyse

Les suivis de l'Observatoire national conchylicole et du Remonor ont porté, en 2009 et 2010, sur des naissains triploïdes et des naissains de captage naturel. Toutefois, l'analyse statistique n'a été réalisée que sur les lots de triploïdes (Bédier et al. 2011). Les résultats obtenus sur naissains de captage n'ont pas été analysés car ils présentent un biais : en 2009, les taux de mortalité obtenus sur ces lots et suivis dans le cadre de l'Observatoire national conchylicole ont été très inférieurs à ceux observés par les ostréiculteurs. Ce phénomène pourrait s'expliquer par l'historique du naissain, qui en subissant une mortalité initiale due à l'infection par le virus OsHV-1 μ var, aurait en quelque sorte fait l'objet d'une sélection naturelle. Les individus ayant survécu à l'infection précoce seraient plus résistants au virus ou à ses effets pathogènes et présenteraient une moindre mortalité lors de réinfection.

Par ailleurs :

- ✓ les protocoles suivis par l'Observatoire national conchylicole en 2009 et 2010 étaient légèrement différents. En effet, le naissain suivi était constitué, en 2009, d'un mélange de lots issus de quatre écloseries françaises et, en 2010, de deux lots individualisés provenant chacun de deux écloseries françaises ;
- ✓ les protocoles de l'Observatoire national conchylicole et du Remonor ne sont pas identiques, le Remonor mélangeant les deux lots suivis individuellement par l'Observatoire.

De plus, des données manquaient pour l'un des 19 sites du Remonor et deux sites de l'Observatoire national conchylicole, qui n'ont pu être pris en compte.

L'analyse statistique a recherché l'existence d'une interaction significative entre les effets dus à l'année de suivi (2009 vs 2010) d'une part, et les effets liés à la localisation des sites (Normandie vs autres sites du littoral français) d'autre part. Les méthodes suivantes ont été utilisées : tests de Kruskal-Wallis (logiciel XL Stat) pour l'analyse descriptive, et tests suivant un modèle d'ANOVA à deux facteurs (année et réseau) avec interaction (logiciel Statgraphics). Le modèle ANOVA a d'abord été utilisé en considérant l'ensemble de la Normandie, puis en découplant côte ouest et les autres sites normands.

3.3. Résultats

**Tableau 3 : Taux de mortalité cumulée moyens (%)
sur les sites normands (n=18) et les autres sites français (n=9 ou n=10),
en 2009 et 2010 (source : Ifremer)**

	Sites normands	Autres sites
Moyenne 2009 (Ecart-type)	57,1 (n=18) 27,9	74,6 (n=9) 7,8
Moyenne 2010 (Ecart-type)	46,3 (n=18) 16,6	70,7 (n=10) 14,5
Variation entre 2009 et 2010	-10,8	-3,9

La synthèse des résultats présentée au tableau 3 et l'analyse de variance (annexe 4) réalisée sur les données présentées en annexe 1 révèlent que, sur les lots suivis :

- en 2009 comme en 2010, les taux de mortalité ont été en moyenne moins élevés sur les sites normands que sur les autres sites français ;
- en Normandie, les taux de mortalité en 2010 ont été inférieurs à ceux relevés en 2009.

En raison de la variabilité des taux de mortalité entre sites, la baisse de mortalité observée en 2010 par rapport à 2009 sur l'ensemble de la Normandie (- 10,8%) n'est pas significativement différente de celle qui a été observée sur le reste du littoral français (- 3,9%).

Cependant, l'analyse de variance (annexe 4) sur les données de l'annexe 1, après distinction des données de la côte ouest du Cotentin et celles du secteur est bas-normand (côte est du Cotentin, Baie des Veys, Meuvaines) a mis en évidence une baisse de mortalité entre 2009 et 2010 significativement plus marquée sur les sites normands de la côte ouest du Cotentin, par rapport aux autres sites normands et par rapport aux autres sites du littoral français. Ce point sera discuté dans la réponse à la question 2.

3.4. Conclusion

Les données Remonor et celles de l'Observatoire national conchylicole ont permis de réaliser une analyse statistique visant à comparer les taux de mortalité en Basse-Normandie entre 2009 et 2010, et les taux de mortalité en Basse-Normandie et sur les autres sites du littoral français en 2010. Si l'on considère que les sites étudiés étaient représentatifs de la région entière, il ressort que :

- (1) La Basse-Normandie a présenté en 2010 des taux de mortalité moins élevés que le reste du littoral français ;
- (2) Pour l'ensemble de la Basse-Normandie, les taux de mortalité ont légèrement baissé en moyenne entre 2009 et 2010 ;
- (3) La mortalité a également diminué sur les autres sites du littoral français, ce qui ne permet pas de distinguer à cet égard la Basse-Normandie du reste de la France ;
- (4) La côte ouest du Cotentin, tout en ayant subi des mortalités plus élevées que la côte est Cotentin en 2009, a connu une baisse marquée de la mortalité en 2010, la distinguant à la fois du secteur est bas-normand et des autres sites du littoral français.

Examen de la question n° 2 relative à la possibilité de corrélérer une éventuelle moindre mortalité en Basse-Normandie, en 2010, aux mesures d'interdiction d'immersion mises en place

Les points (1) (2) ci-dessus indiquent une moindre mortalité en Normandie en 2010, mais dans la mesure où la baisse de mortalité en Normandie n'est pas différente de celle observée sur le reste du littoral [point (3)], il est impossible de corrélérer cette baisse aux mesures d'interdiction mises en place.

La différence observée entre la côte ouest et la côte est du Cotentin (point 4) a amené le Gecu à s'interroger sur un rôle éventuel de la mesure d'interdiction d'immersion des huîtres de moins de 18 mois. Il apparaît cependant que :

- la mesure d'interdiction d'immersion s'adressait à la côte est comme à la côte ouest du Cotentin. Elle semble avoir été respectée par la plupart des ostréiculteurs, et de manière homogène sur l'ensemble de la Manche et du Calvados, d'autant que la mise en place de cette mesure répondait à une demande de ces professionnels ;

- d'autres facteurs ont pu jouer un rôle dans les différences de mortalités entre côte ouest et côte est, notamment :
 - ✓ les pratiques culturelles, dont la profondeur d'immersion des naissains ;
 - ✓ des facteurs environnementaux, dont la nature de l'environnement trophique. Par exemple, d'après les données du Smel, la concentration en chlorophylle « a », indicateur de ressources trophiques, est plus élevée à St Vaast La Hougue qu'à Blainville, en 2009 comme en 2010 (entre 2 et 3 µg / L sur le premier site, et entre 1 et 2 µg / L sur le second site). De plus, la température de l'eau à St Vaast La Hougue présente un peu moins de variations qu'à Blainville.

Actuellement, la part attribuable à ces différents facteurs ne peut être précisée.

Par conséquent, il n'est pas possible de rattacher la baisse de mortalité plus importante observée sur la côte ouest Cotentin à la mesure d'interdiction d'immersion des huîtres de moins de 18 mois.

Examen de la question n° 3 relative à l'intérêt de généraliser cette mesure à l'ensemble des bassins conchylicoles français non naisseurs en 2011

Compte tenu des réponses aux questions n°1 et n°2, à savoir l'impossibilité de confirmer ou d'infirmer l'efficacité de l'interdiction d'immersion d'huîtres de moins de 18 mois pendant la période à risque de mortalité, le Gecu ne peut en recommander la généralisation. Toutefois, il est pertinent (et relevant du bon sens) d'éviter d'introduire des naissains très infectés et fortement excréteurs en Basse-Normandie en période à risque de mortalité et lors d'augmentation de température de l'eau. Des études spécifiquement destinées à apprécier cette efficacité pourraient être mises en place.

Conclusions et recommandations du Gecu

1. L'interdiction d'immersion des naissains en période à risque repose sur l'hypothèse que le taux de mortalité dépend de la date d'immersion. En pratique, plusieurs situations peuvent être rencontrées, en fonction de l'état sanitaire des lots à immerger et du milieu d'accueil.

Parmi ces situations, pour au moins deux d'entre elles, la date d'immersion n'a pas d'importance en raison de la similitude de l'état sanitaire du naissain et du milieu d'accueil vis-à-vis de l'herpèsvirus de l'huître :

- naissain indemne et milieu d'accueil indemne ;
- naissain et milieu d'accueil infectés de façon comparable.

Pour deux autres situations, la date d'immersion peut jouer un rôle en raison de la différence d'état sanitaire entre naissain à immerger et milieu d'accueil :

- immersion d'un lot de naissain fortement infecté (en état de production intense d'herpèsvirus) en milieu infecté mais à faible concentration d'herpèsvirus ; cette immersion en période à risque conduit à une forte probabilité de déclenchement de surmortalité dans la région d'accueil. Il est donc préférable, pour des naissains infectés à introduire dans un milieu infecté, d'effectuer l'immersion en dehors de la période à risque ;
- naissain indemne à introduire dans un milieu infecté. Une immersion en période à risque entraîne une forte probabilité que le naissain soit rapidement infecté et subisse une forte mortalité. En cas d'immersion avant la période à risque, sa contamination est sans doute plus progressive et plus tardive, mais on peut se demander si le taux de mortalité cumulée en fin de saison à risque sera finalement différent de celui observé dans la situation précédente. La pertinence scientifique d'une immersion avant la période à risque n'est donc pas évidente.

Les données analysées par le Gecu n'ont pas permis de mettre en évidence une relation entre la date d'immersion des naissains et l'intensité de la surmortalité estivale en région infectée par

l'herpèsvirus de l'huître. Néanmoins, fondées sur les considérations de bon sens exposées ci-dessus, on peut proposer :

- *de ne pas immerger de naissain infecté en région indemne (Afssa, 2010) ;*
- *de ne pas immerger de naissain fortement infecté pendant la période à risque, quelle que soit la zone de réception ;*

Par ailleurs, le Gecu rappelle que l'immersion de naissain apparemment sain dans une zone subissant un épisode de mortalité, expose ce naissain à un risque élevé de mortalité. Les transferts de naissain devraient donc prendre en compte non seulement la période à risque dans la région d'origine du naissain mais également celle de la région de réception des naissains, ces périodes pouvant différer pour des raisons climatiques entre différentes zones du littoral français.

2. Le Gecu « Prévention de la surmortalité d'huîtres creuses » rappelle qu'aucune étude dédiée n'a été réalisée en 2010 dans le but de mesurer les effets de l'interdiction d'immersion de naissain en Normandie. En l'absence de ce type de données, le Gecu a travaillé sur des données de suivis mis en place afin de répondre à d'autres questions, ainsi que sur des données associées aux déclarations de mortalité effectuées par les ostréiculteurs.

Il convient de souligner la multiplicité des sources de données, qui font appel à des protocoles différents (origine des naissains, méthodes de suivi et de comptage, etc.), ce qui rend difficile, voire impossible, la comparaison des résultats entre les différents suivis ; parfois, cette comparaison s'avère impossible pour un même suivi sur deux années consécutives, en raison de modifications de protocole entre les deux années.

3. Les données disponibles à la date de rédaction du présent rapport portent sur des taux de mortalité enregistrés par différents systèmes de suivi de mortalité des huîtres, en Normandie et sur d'autres sites du littoral métropolitain, ainsi que sur des déclarations de mortalité. Certaines d'entre elles indiquent une plus faible mortalité en Normandie en 2010 par rapport à 2009, et une plus faible mortalité sur les lots suivis en 2010 en Normandie par rapport à ceux suivis sur le reste du littoral métropolitain. Cependant, dans la mesure où la baisse de mortalité entre 2009 et 2010 n'est pas différente en Normandie et sur le reste du littoral français, elles ne permettent pas de rapporter cette baisse de mortalité à la mesure d'interdiction d'immersion.

Par conséquent, les éléments dont dispose le Gecu ne lui permettent ni de confirmer, ni d'infirmer, l'intérêt de la mesure d'interdiction d'immersion des huîtres de moins de 18 mois en période de risque de mortalité.

L'absence de démonstration d'une relation entre la date d'immersion des naissains et le taux de surmortalité n'annule pas les recommandations de bon sens citées au point 1, à savoir de ne pas immerger en période à risque de naissain fortement infecté en milieu infecté (et, à plus forte raison, en milieu indemne).

4. Le Gecu souligne les difficultés prévisibles pour examiner l'existence d'une relation entre la date d'immersion et le taux de mortalité, étant donné la diversité des situations rencontrées en pratique et la multiplicité des facteurs pouvant intervenir dans la surmortalité. Il indique donc qu'il est important de mettre en place des protocoles standardisés permettant des comparaisons et un traitement statistique des données recueillies.

Dans ce contexte, le Gecu recommande :

- *si le gestionnaire voulait évaluer l'efficacité de l'interdiction d'immersion des huîtres de moins de 18 mois en période à risque de mortalité :*
 - ✓ *de bien définir la ou les situations dans laquelle (lesquelles) s'inscrit l'étude à réaliser, parmi les quatre cas de figure évoqués ci-dessus ;*
 - ✓ *de mettre en place des études expérimentales impliquant l'immersion d'huîtres de statut sanitaire défini, à des dates différentes, avec un suivi des taux de mortalité sur site. Ces expériences devraient être effectuées sur différents sites conchylicoles. Il serait intéressant notamment de connaître les taux de mortalité cumulée, afin de voir si ces taux sont plus faibles lorsque l'immersion a lieu en dehors des périodes à risque ;*

L'Ifremer a mené une étude de ce type en 2010, dont les résultats n'étaient pas disponibles début février pour le Gecu ;

- ✓ *de susciter et/ou soutenir la réalisation d'infections expérimentales par le virus OsHV-1 en conditions contrôlées, au cours desquelles l'effet de la température de l'eau sur les caractéristiques de l'infection (charge virale, mortalité) peut être étudié de façon univoque. De telles expérimentations sont en cours à l'Ifremer ;*
- *une coordination des différentes initiatives qui incluent des suivis de mortalité, afin que les très lourds efforts réalisés au plan national par différents acteurs de la conchyliculture concourent à l'obtention de jeux de données épidémiologiques harmonisées, complémentaires et fiables ;*
- *des suivis de la mortalité observée dans des élevages, obtenus grâce à un questionnaire rempli de manière complète, rigoureuse et harmonisée, incluant les dates d'immersion, et permettant également un traitement statistique.*

Le Gecu rappelle enfin que pour les régions infectées, ces mesures ne sont que des palliatifs en l'absence actuelle d'autres solutions plus efficaces et plus durables, telles que l'exploitation de lignées d'huîtres génétiquement plus résistantes vis-à-vis de l'herpèsvirus et/ou de ses effets pathogènes. »

CONCLUSION

Tels sont les éléments d'analyse que l'Agence est en mesure de fournir en réponse à la saisine de la Direction générale de l'alimentation concernant une demande d'avis relatif à une évaluation de l'efficacité d'une mesure préventive vis-à-vis du risque de surmortalité d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*.

Le directeur général

Marc MORTUREUX

MOTS-CLES

Huîtres creuses, surmortalité, date d'immersion, mesure de gestion

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Afssa (2010) Avis 2010-SA-0068 du 21 mai 2010 relatif à la surmortalité d'huîtres creuses (*Crassostrea gigas*)
- Arzul I, Renault T, Thébault A, Gérard A (2002) Detection of oyster herpesvirus DNA and proteins in asymptomatic *Crassostrea gigas* adults. *Vir. Res.* 84, 151-160.
- Bédier E, Mazurié J, Stanisière J-Y (2011) Analyse des données de mortalité du naissain en 2009 et 2010 sur les secteurs de Normandie par rapport aux autres secteurs ostréicoles français. Document LER/MPL n° 2011-011/tm en date du 27/01/2011.
- Bédier E, D'Amico F, Annezo JP, Barret J, Bouget JF, Champenois J, Claude S, Guilpain P, Hitier B, Le Gall P, Le Souchu P, Martin A-G, Mary C, Parrad S, Penot J, Pernet F, Pien S, Piriou JY, Pouvreau S, Robert S (2010) Observatoire conchylicole : résultats 2010 et perspectives 2011. Journées de restitution des résultats du projet « Surmortalités des huîtres creuses » organisées par Ifremer, Nantes 1-2/12/2010.
- Cochennec-Laureau N, Baud J-P, Bedier E, Boudry P, Huvet A, Nicolas J-L, Pepin J-F, Petton B (2009) Synthèse présentée lors des "Journées surmortalités des huîtres creuses, *Crassostrea gigas*" organisées par Ifremer, Nantes, 8-9/12/2009.
- Martenot C, Oden E, Travaillé E, Malas J-P, Houssin M (2010) Comparison of two real-time PCR methods for detection of ostreid herpesvirus 1 in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *J. Virol. Methods.* 170, 87-90
- Oden E, Martenot C, Berthaux M, Travaillé E, Malas J-P, Houssin M. Quantification of Ostreid Herpesvirus 1 (OsHV-1) in *Crassostrea gigas* by real-time PCR: Determination of a viral load threshold to prevent summer mortalities (soumis, Aquaculture)
- Schikorski D, Renault T, Saulnier D, Faury N, Moreau P, Pépin J-F (2011a) Experimental infection of Pacific oyster *Crassostrea gigas* spat by ostreid herpesvirus 1: demonstration of oyster spat susceptibility. *Vet. Res.* 42(1), 27.
- Schikorski D, Faury N, Pepin J-F, Saulnier D, Tourbiez D, Renault T (2011b). Experimental ostreid herpesvirus 1 infection of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*: kinetics of virus DNA detection by q-PCR in seawater and in oyster samples. *Vir. Res.* 155(1), 28-34.

ANNEXES

**Annexe 1 : Mortalité cumulée observée sur les lots triploïdes en décembre 2009
par Remonor en Normandie (source : Ifremer)**

Sites	Code	Mortalité cumulée (%)
Utah Beach	BV03	5,2
Géfosse	BV02	40,6
Grandcamp	BV01	47,7
Coulège	SV04	22,1
Tocquaise	SV03	32,4
Cul de Loup	SV02	51,6
Crasville	SV01	5,7
Lestre	SV05	61,1
Denneville	CO10	68,1
St-Germain	CO01	75,8
Gouville nord	CO07	83,4
Gouville sud	CO02	80,9
Blainville nord	CO06	86,1
Blainville sud	CO03	94,8
Lingreville	CO04	88,0
Chausey Lézard	CO05	82,7
Meuvaines	MV01	48,6
Ver-sur-Mer	MV02	53,8
Fermanville	NC01	--

**Mortalité cumulée observée sur les lots triploïdes en décembre 2009
par l'Observatoire national conchylicole
sur d'autres sites du littoral métropolitain (source : Ifremer)**

Sites	Code	Mortalité cumulée (%)
Cancale	CA02	82,7
Morlaix	MX02	71,9
Brest – Pointe du Château	BR08	79,5
Men er Roué	QB02	--
Larmor Baden	GM02	61,8
Penerf Rouvran	PF02	70,0
La Coupelasse	BO02	74,7
Loix en Ré	RE02	88,3
D'Agnas	MA03	71,9
Le Tès	AR03	70,7

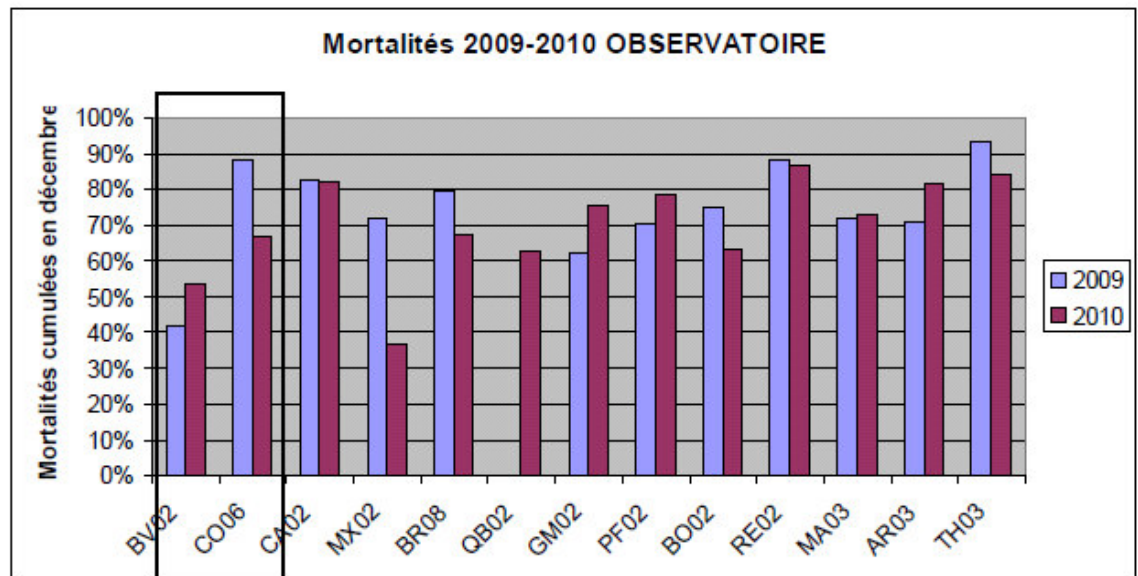
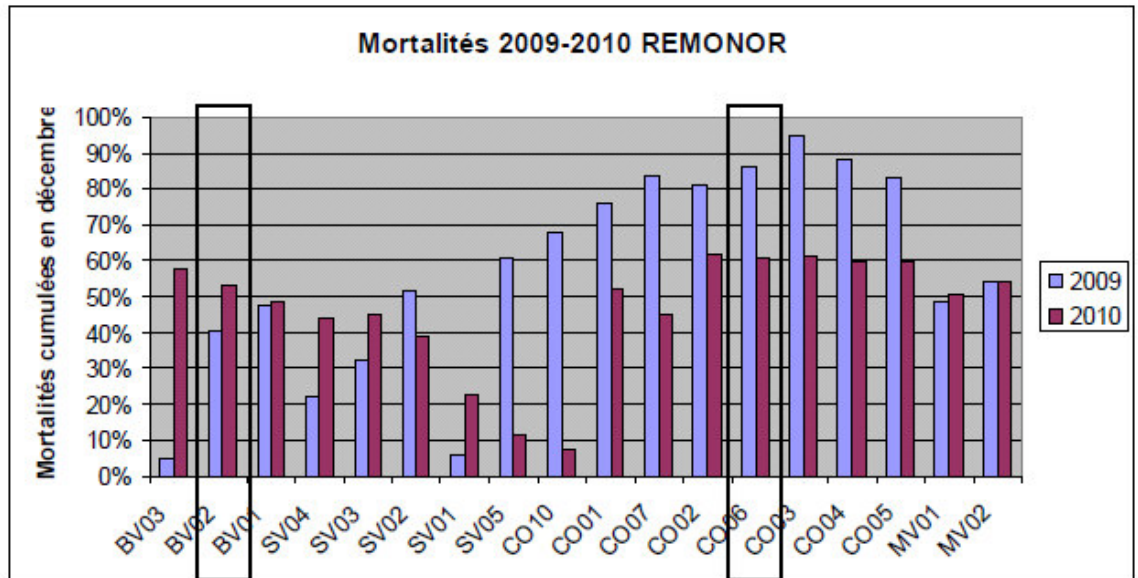
**Mortalité cumulée observée sur les lots triploïdes en décembre 2010
par Remonor en Normandie (source : Ifremer)**

Sites	Code	Mortalité cumulée (%)
Utah Beach	BV03	57,5
Géfosse	BV02	53,0
Grandcamp	BV01	48,6
Coulège	SV04	44,2
Tocquaise	SV03	45,1
Cul de Loup	SV02	38,6
Crasville	SV01	22,6
Lestre	SV05	11,7
Denneville	CO10	7,4
St-Germain	CO01	52,1
Gouville nord	CO07	44,9
Gouville sud	CO02	61,7
Blainville nord	CO06	60,5
Blainville sud	CO03	61,3
Lingreville	CO04	59,8
Chausey Lézard	CO05	59,9
Meuvaines	MV01	50,7
Ver-sur-Mer	MV02	54,0
Fermanville	NC01	--

**Mortalité cumulée observée sur les lots triploïdes en décembre 2010
par l'Observatoire national conchylicole
sur d'autres sites du littoral métropolitain (source : Ifremer)**

Sites	Code	Mortalité cumulée (%)
Cancale	CA02	82,1
Morlaix	MX02	36,8
Brest - Pointe du Château	BR08	67,3
Men er Roué	QB02	62,6
Larmor Baden	GM02	75,2
Penerf Rouvran	PF02	78,5
La Coupelasse	BO02	63,0
Loix en Ré	RE02	86,8
D'Agnas	MA03	73,0
Le Tès	AR03	81,7

Annexe 2 : Représentation graphique des taux de mortalité cumulée observée en décembre 2009 ou 2010 par Remonor et par l'Observatoire national conchylicole (source : Ifremer)



NB Les valeurs de TH03 correspondent à des valeurs relevées en juin 2010

Les sites CO06 et BV02 encadrés sont les sites communs au réseau Rémonor et à l'Observatoire national conchylicole. Pour comparer la Normandie et les autres sites du littoral français, les données issues de ces sites ont été retirées du jeu de données de l'Observatoire national conchylicole.

Annexe 3 : Comparaison des taux de mortalité cumulés en 2009 et 2010 sur la côte ouest Cotentin et le secteur est (côte est Cotentin et Calvados)

Côte ouest Cotentin

Réseau	Site	Code	2009 (%)	2010 (%)	Variation (%)
Remonor	Denneville	CO10	68,1	7,4	-60,7
Remonor	St-Germain	CO01	75,8	52,1	-23,7
Remonor	Gouville nord	CO07	83,4	44,9	-38,5
Remonor	Gouville sud	CO02	80,9	61,7	-19,2
Remonor	Blainville nord	CO06	86,1	60,	-25,6
Remonor	Blainville sud	CO03	94,8	61,3	-33,5
Remonor	Lingreville	CO04	88,0	59,8	-28,2
Remonor	Chausey Lézard	CO05	82,7	59,9	-22,8
Moyenne			82,5	50,9	

Secteur est (côte est Cotentin, baie des Veys et Meuvaines)

Réseau	Site	Code	2009 (%)	2010 (%)	Variation (%)
Côte est Cotentin					
Remonor	Coulège	SV04	22,1	44,2	+22,1
Remonor	Tocquaise	SV03	32,4	45,1	+12,7
Remonor	Cul de Loup	SV02	51,6	38,6	-13
Remonor	Crasville	SV01	5,7	22,6	+16,9
Remonor	Lestre	SV05	61,1	11,7	-49,4
Baie des Veys					
Remonor	Utah Beach	BV03	5,2	57,5	+52,3
Remonor	Géfosse	BV02	40,6	53,0	+12,4
Remonor	Grandcamp	BV01	47,7	48,6	+0,9
Meuvaines					
Remonor	Meuvaines	MV01	48,6	50,7	+2,1
Remonor	Ver-sur-Mer	MV02	53,8	54,0	+0,2
Moyenne			36,9	42,6	

Annexe 4 : Résumé des effets relevés dans les différents tests inclus dans l'analyse des données du Remonor et de l'Observatoire national conchylicole (Ifremer)

Type d'analyse*	Effet lié au secteur**	Effet lié à l'année	Interaction année - secteur
Normandie (dans son ensemble) vs autres sites du littoral français	0,001***	NS	NS
Normandie (en distinguant Côte est et Côte ouest) vs autres sites du littoral français	0,0000	0,0217	0,0014
Côte est Cotentin vs sites du littoral français hors Normandie	0,0000	NS	NS
Côte ouest Cotentin vs sites du littoral français hors Normandie	NS	0,0004	0,0035

*L'analyse statistique a été réalisée selon un modèle ANOVA à deux facteurs, année et réseau (Remonor-sites normands et Observatoire national conchylicole- autres sites du littoral français)

**Secteur : côte ouest Cotentin, côte est Cotentin (Remonor) et secteurs non normands (Observatoire national conchylicole)

***Probabilité p

NS = Non significatif