

Ressources Aquacoles
Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes

Robert S., Le Moine O.

lframer

Septembre 2003 - RA/L.C.P.C.

Expertise des élevages de moules après la canicule estivale :

Rapport final



Table des matières

<u>Table des matières</u>	1
<u>Résumé</u> :	2
<u>Introduction</u>	3
<u>1. Les constats</u>	4
<u>1.1 Les observations visuelles</u>	4
<u>1.1.1 Constats sur les moules de taille commerciale</u>	4
<u>1.1.2 Constats sur les naissains</u>	4
<u>1.1.3 Quantité de produit pêché avant passage de la commission</u>	4
<u>1.2 Les prélèvements de contrôle et enregistrement des données professionnelles</u>	5
<u>1.2.1 Rendement biologique des moules en exploitation sur les côtes charentaises</u>	5
<u>1.2.2 Positionnement géographique des sites échantillonnés par la commission</u>	10
<u>1.2.3 Détermination de la période de mortalité</u>	13
<u>2 Les références scientifiques</u>	13
<u>2.1 Références bibliographiques</u>	13
<u>2.2 Les réseaux IFREMER</u>	16
<u>2.2.1 Le réseau de suivi de Croissance des moules REMOULA</u>	16
<u>2.2.2 Paramètres complémentaires du milieu REPHY, RAZCHAR, RAZLEC</u>	29
<u>2.2.3 Les informations du réseau REPAMO (pathologies des mollusques) Données Ifremer Laboratoire Pathologie, La Tremblade</u>	32
<u>2.3 Les références météorologiques : Météo France La Rochelle, Menet L. Echillais</u>	34
<u>2.4 Approche quantitative par zone d'élevage</u>	37
<u>3 Conclusion</u>	38
<u>Bibliographie</u>	40
<u>Index des illustrations</u>	41

Résumé :

La comparaison des rendements de production des moules commercialisables entre les relevés professionnels du mois de juillet et les prélèvements réalisés en présence de la commission montre qu'il y a effectivement eu un évènement particulier qui a entraîné la disparition d'une partie de la ressource.

Cette disparition a eu lieu après le 14 août. Elle a été estimée pour le littoral charentais : à 66% pour la zone Marsilly Esnandes, et à 43% pour la zone Baie d'Yves, île d'Aix..

L'analyse des données biologiques (longueur, poids total) souligne un arrêt de croissance inhabituel. Il est sans doute le reflet d'un stress des animaux. Il n'est pas observé d'amaigrissement important sur les deux sites explorés.

La mise en évidence dans la littérature de facteurs sensibles : température de l'eau (>25°C), température de l'air (34°C), sécheresse, convergent vers les limites de survie de l'espèce *Mytilus edulis* observées début août dans notre région. L'affaiblissement physique et physiologique de l'animal est certainement allé vers un épuisement à la limite de la mortalité massive.

Le constat d'un affaiblissement des moules caractérisé par la fragilité extrême du byssus de nombreux individus, laisse penser que plusieurs facteurs environnementaux ont pu fragiliser les animaux. La température de l'eau de mer est supérieure à 26°C pendant 7 jours sur Marsilly, et à 25°C pendant 5 jours sur Yves.

Un décrochage des moules situés sur la couronne extérieure de la biomasse en élevage sur le pieu a pu se produire. Les filets de catinage ont néanmoins permis de limiter les chutes. Cette analyse est renforcée par l'absence de mortalité importante observée dans le réseau REMOULA, les moules élevées en poche ne peuvent pas tomber. Tout risque n'est cependant pas écarté surtout si une tempête survenait rapidement. La baisse de la température de l'eau devrait permettre une récupération physiologique progressive des animaux en élevage.

Une observation réalisée le 27 août sur les moules du réseau REMOULA a confirmé la fragilité des filaments du byssus. Marsilly était le site le plus défavorisé. Le fait de ne pas retrouver ces animaux au pied des pieux d'élevage, laisse penser que la faiblesse des animaux n'a pas permis aux moules de se regrapper après leur chute.

Cet élément est très important, il est certainement la clef de l'explication de la diminution du rendement.

Des analyses histologiques (REPAMO) réalisées sur les animaux provenant des deux sites sinistrés révèlent un affaiblissement des animaux, mais pas d'agent pathogène actif.

L'ensemble des pertes de rendements est estimé entre 831 et 1247 tonnes pour Esnandes Marsilly et entre 742 et 1114 tonnes pour Yves Aix, selon que l'on considère une pêche totale de 60% ou 40% du stock exploitable au moment des faits (le 15 août).

On peut considérer que le naissain, plus fragile que les adultes, a pu disparaître dans des proportions similaires aux adultes.

Introduction

Saisie par la Direction Départementale de l'Agriculture, une commission d'observation s'est rendue sur les zones ciblées par les professionnels, suite à l'observation d'une diminution importante des rendements de pêche dans la baie de l'Aiguillon et la Baie d'Yves. Une procédure de classement dans le cadre des calamités agricoles est demandée par la profession.

Des observations ont été réalisées les 27, 28 et 29 août.

La commission d'observation était composée de représentants de la DDA (Direction Départementale de l'Agriculture), des Affaires Maritimes (Charente-Maritime et Vendée), de professionnels non-éleveurs dans les zones concernées, de l'IFREMER et de la Chambre d'Agriculture.

Les zones échantillonnées pendant les trois jours d'expertise sont les suivantes :

1. Mercredi 27 août : Baie de l'Aiguillon, zone de Marsilly Esnandes, La Carrelère, au Sud de la baie de l'Aiguillon.
2. Jeudi 28 août : l'ensemble de la côte Est du Pertuis Breton entre la pointe de l'Aiguillon et le lieu dit Les Roulières.
3. Vendredi 29 août : la baie d'Yves et l'île d'Aix, au Sud-Est du Pertuis d'Antioche.

Les observations réalisées sont de trois ordres :

1. Des observations visuelles, qui ont permis le constat des anomalies de garniture des bouchots. Des plongées de contrôle ont été effectuées pour identifier les moules détachées des pieux.
2. Des observations et des prélèvements afin d'estimer la production par pieu. Celle ci est comparée aux agendas de pêche des professionnels. Il est ainsi possible de déduire la perte de rendement
3. Des échantillonnages scientifiques, réalisés dans le cadre du réseau régional IFREMER de suivi de croissance des moules dans les pertuis charentais (REMOULA) et du réseau de surveillance de pathologie des mollusques REPAMO.

1. Les constats

1.1 Les observations visuelles

1.1.1 Constats sur les moules de taille commerciale

Les zones visitées ont toutes présenté des situations inhabituelles (plus ou moins marquées) dans les élevages en bouchots. Les filets de catinage, sont très visibles. Ces filets destinés à maintenir les moules en fin de grossissement sur les pieux d'élevage, ne sont habituellement pas visibles en cette saison. Deux hypothèses peuvent expliquer ce phénomène : un déficit de croissance ou une perte des moules présentes dans les filets.

a) Dans le cas d'un manque de croissance, les résultats moyens de pêche entre le mois de juillet et le mois d'août auraient dû se maintenir et on devrait constater des rendements proches pour les mois d'août (période d'observation de la commission) et de juillet sur les registres de pêche.

b) La perte des moules est une explication confortée par l'observation. Les moules actuellement présentes sur les pieux montrent encore maintenant une fragilité anormale du byssus, cause d'une faible attache sur les pieux. L'absence de filet de catinage aurait certainement entraîné une disparition beaucoup plus importante des moules en élevage.

Les plongées effectuées sur les sites de l'Aiguillon, sur une double ligne de bouchots, et d'Yves sur une ligne simple, ont permis d'observer qu'une partie des moules disparues se trouvait au pied des pieux de bouchot. Les moules étaient encore vivantes. De faibles mortalités ont cependant été observées sur les paquets pêchés.

Cependant, la quantité de moules sur le sol ne représente pas plus de 5 % de la quantité estimée disparue du pieu. Il semble donc que l'absence de capacité de fixation et les forts courants expliquent la disparition des moules.

1.1.2 Constats sur les naissains

Les évaluations sur le naissain capté sur place ou mis en place sont plus difficiles dans les zones prospectées. D'après une simulation par les modèles existants (Prou, Dardignac, 1993) 2003 ne serait pas une bonne année de captage. Les quantités de naissain capté sont faibles dans la zone des bouchots. De même, sur les filières, les résultats sont moins bons que ceux des années précédentes (de source professionnelle, le captage en mars était bon celui de mai mauvais).

De plus les naissains mis en place en boudins sur les pieux d'élevage entre la fin juillet et le 15 août sont morts ou en très mauvais état.

Habituellement, une récolte complémentaire de naissain (appelée plisse) est possible fin août, ce qui permet de regarnir les pieux vides. Ce n'est pas le cas cette année, et il est difficile de déterminer la cause de ce déficit, qui peut être dû à un manque de captage ou de croissance, ou à une perte identique à celle observée chez les adultes.

Sur la zone d'Esnandes certains pieux sont dégarnis de leur naissain sur leurs faces Est à Sud. C'est la face Nord-Ouest qui porte le naissain. Sur ces pieux il manque 70% du naissain.

A la date d'observation, les 2/3 des bouchots pêchés ont été regarnis de naissain.

Des observations complémentaires, hors commission, réalisées par l'IFREMER sur les Filières montrent que le naissain situé sur la partie haute de la filière s'est également décroché, comme sur les bouchots.

Au niveau de la baie d'Yves on observe également une disparition des naissains mis en place début août. La perte par glissement de la première plisse (couche extérieure de naissain mis en boudin pour ensemercer un nouveau pieu) semble plus problématique à expliquer.

Les deux zones les plus touchées par les problèmes de naissain semblent être celles d'Esnandes-Marsilly-La Carrelère et la baie d'Yves. Les secteurs des Roulières et du Casino ainsi que le secteur d'Aix semblent nettement moins touchés.

1.1.3 Quantité de produit pêché avant passage de la commission

En année normale, selon les professionnels de la zone d'Esnandes : 40% à 60 % de la production annuelle est commercialisée avant le 15 août. Des estimations complémentaires ont été obtenues sur Aix où 60 % de la pêche est effectuée au 15 août, pour une période de pêche située entre le 15 juin et le 15 octobre. Les proportions de produit pêché avant le 15 août sont différentes selon la gestion et l'importance de l'entreprise considérée.

Dans les zones où la période de vente habituelle est comprise entre le mois de juin et le mois de décembre, la proportion de la production commercialisée est plus faible au 15 août.

1.2 Les prélèvements de contrôle et enregistrement des données professionnelles

La commission a travaillé sur la base des rendements de produit nettoyé et calibré destiné à la vente

1.2.1 Rendement biologique des moules en exploitation sur les côtes charentaises

Les tableaux suivants récapitulent les données de différence de rendement biologique entre les mois de juillet et d'août (après le 15 août), sur les moules en exploitation.

Une partie des données a été obtenue en présence de la commission le jour de la visite. Les prélèvements ont été effectués sur site à partir d'un bateau mytilicole, sur trois pieux d'élevage par point d'échantillonnage. Les moules ont été pêchées, lavées, triées et pesées sur place. Le poids enregistré correspond aux moules calibrées et mises en sac pour la vente.

Une partie des données a été relevée sur les cahiers de production du professionnel concessionnaire de la zone observée. Elle correspond essentiellement aux données de production par pieu enregistrée au mois de juillet.

Certaines informations correspondent à l'estimation approximative des professionnels rencontrés sur les lieux de visite, dans ce cas une fourchette de valeurs est retenue.

Une estimation de perte de rendement exprimée en pourcentage est proposée par zone, par secteur défini comme homogène pour ce paramètre.

1.2.1.1 Zone de Marsilly Esnandes

La zone de Marsilly Esnandes visitée par la commission (Figure 1) est touchée assez uniformément. Les rendements obtenus (Tableau 1) permettent de définir une seule et même zone sinistrée. La perte moyenne de rendement est de 66%.

Tableau 1 : Rendements d'élevage sur la zone d'Esnandes (données recueillies par la commission)

Site	Date	Origine des données	nb de pieux pêchés	Poids total	Rendement par pieux
Esnandes	27-août-03	Comission prélèvement 1	3	42	14.0
Esnandes	27-août-03	Comission prélèvement 2	3	19	6.3
Esnandes	27-août-03	Comission prélèvement 3	3	44	14.7
Esnandes	27-août-03	Comission prélèvement 4	3	25	8.3
Carrelère	27-août-03	Comission prélèvement 5	3	39	13.0
Carrelère	27-août-03	Comission prélèvement 6	3	35	11.7
Passe de Coup Vague	04-juil-03	Professionnel	30	765	25.5
Passe de Coup Vague	18-août-03	Professionnel	50	650	13.0
Passe de Coup Vague	24-août-03	Professionnel	30	270	9.0
Passe de la Pelle	28-juil-03	Professionnel	50	1800	36.0
Passe de la Pelle	29-août-03	Professionnel	65	550	8.5
Carrelère	4-août-03	Professionnel	45	1575	35.0
Carrelère	26-août-03	Professionnel	45	585	13.0
Carrelère	02-juil-03	Professionnel	35	1350	38.6
Passe d'Esnandes	16-juil-03	Professionnel	30	915	30.5
Esnandes Marsilly	août-03			moyenne de la zone	11.1
Esnandes Marsilly	juil-03			moyenne de la zone	33.1
				Perte de rendement	66%

1.2.1.2 Zone Baie d'Yves, île d'Aix

L'ensemble de la région visitée par la commission a inclu le site d'élevage de l'île d'Aix et la zone mytilicole de la baie d'Yves (Figure 2). La cohérence des résultats de la région (Tableau 2) permet une estimation globale de perte de rendement de production de l'ordre de 43%.

Tableau 2 : Rendement d'élevage sur la zone Baie d'Yves, île d'Aix (données recueillies par la commission).

Site	Date	Origine des données	nb de pieux pêchés	Poids total	Rendement par pieux
Ile d'Aix	29-août-03	Professionnel			10
Ile d'Aix	juillet	Professionnel			17
Ile d'Aix	29-août-03	Commission	3	30	10.0
Ile d'Aix	29-août-03	Commission	3	32	10.7
Ile d'Aix	juillet	Professionnel			20
Yves Sud début Fouras	29-août-03	Commission			12
Yves Sud début Fouras	29-août-03	Commission			13
Yves	14-juil-03	Professionnel			22
Yves	7-août-03	Professionnel			19
Yves	12-août-03	Professionnel			21
Yves	13-août-03	Professionnel			20
Yves	14-août-03	Professionnel			20
Yves	30-août-03	Professionnel			13
Yves	28-août-03	Professionnel			12
Yves	25-août-03	Professionnel			13
Yves Sud 1/3 Fouras	juillet	Professionnel			23
Yves Sud 1/3 Fouras	29-août-03	Commission			9
Yves Sud 1/3 Fouras	29-août-03	Commission			10
Yves 2/3 Nord	juillet	Professionnel			20
Yves 2/3 Nord	août	Professionnel			14
Yves hors Fouras	août-03			moyenne de la zone	11.5
Yves hors Fouras	juil-03			moyenne de la zone	20.2
			Perte de rendement		43%

1.2.1.3 Récapitulatif par zone

Les pertes de rendements retenues (Tableau 3) sur les deux zones géographiques distinctes, suite aux passages de la commission sont les suivantes :

- pour la zone Marsilly Esnandes au fond du pertuis Breton 66%.
- pour la zone Baie d'Yves île d'Aix au fond du pertuis d'Antioche : 43%.

Tableau 3 : Récapitulatif des rendements d'élevage moyens par zone géographique visitée par la commission.

Zone	Estimation de la perte de rendement en moules marchandes entre juillet et août 2003
Marsilly Esnandes	66%
Baie d'Yves/ Aix	43%

1.2.2 Positionnement géographique des sites échantillonnés par la commission

Les Figure 1 et Figure 2 représentent l'ensemble des points des prélèvements réalisés par les professionnels sur la demande de la commission d'expertise des calamités agricoles.

Ils sont au nombre de cinq sur les deux zones prospectées : Marsilly Esnandes (le 27 août) et Baie d'Yves île d'Aix (le 29 août).

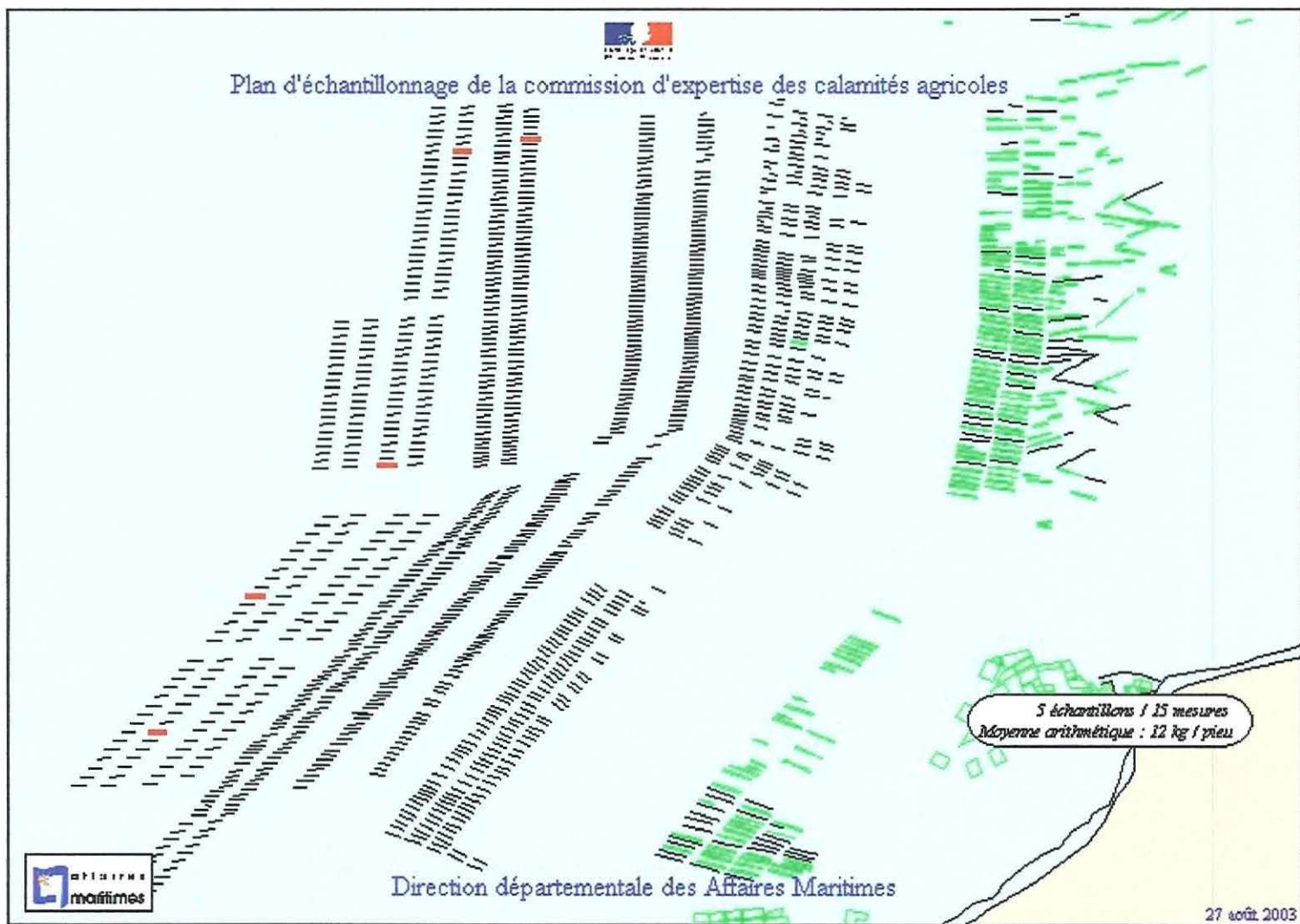


Figure 1 : Positionnement des visites réalisées par la commission du 27 août sur la zone d'élevage conchylicole de Marsilly Esnandes

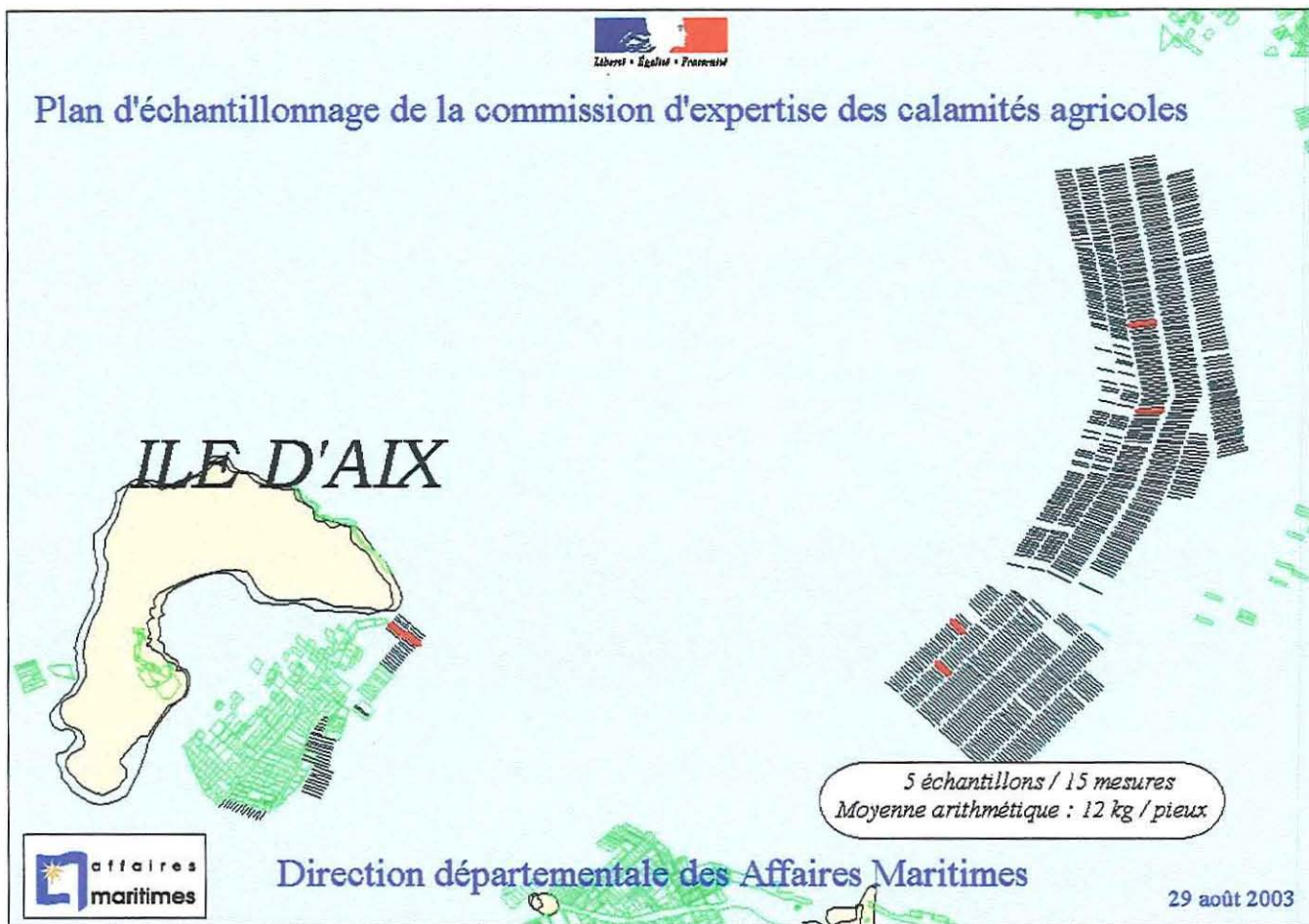


Figure 2 : Positionnement des visites réalisées par la commission du 29 août sur la zone d'élevage conchylicole de la baie d'Yves et de l'île d'Aix.

1.2.3 Détermination de la période de mortalité

Le relevé des cahiers professionnels fourni à la commission par les professionnels permet de conforter les informations recueillies sur le terrain. A partir de données provenant d'une même zone d'exploitation dans la baie d'Yves, la Figure 3 permet de situer l'apparition des pertes de rendement après le 14 août. Cette constatation est uniforme sur tous les sites sinistrés et reporte les premiers constats professionnels sur le terrain à partir du 16 août, le 15 août étant férié.

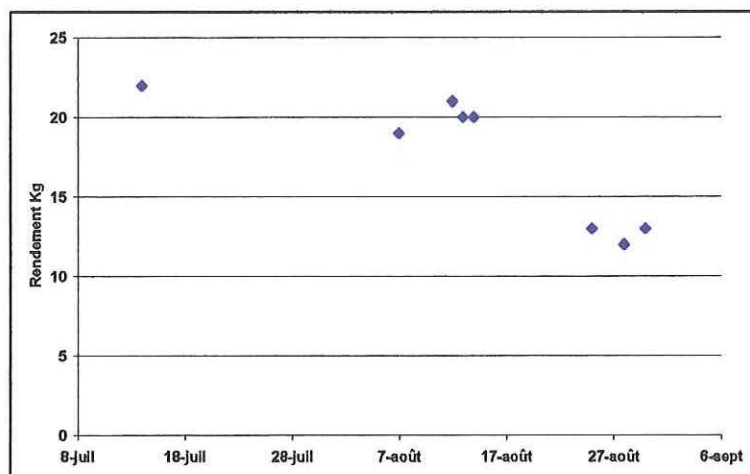


Figure 3 : Détermination de la période de mortalité sur les sites de Yves d'après les rendements professionnels d'une même zone d'élevage de la baie d'Yves.

2 Les références scientifiques

2.1 Références bibliographiques

Parmi les causes de mortalités naturelles, les facteurs physiques tels que les températures excessives négatives ou élevées, la dessiccation, l'excès de silt (vase fine), et les tempêtes sont connus pour entraîner des mortalités chez les moules (Seed et Suchanek, 1992).

De même la soudaineté et la durée des phénomènes ainsi que l'origine géographique (Myrand, 1991, 1995) des moules d'une même espèce (*M. edulis*) sont des facteurs qui se combinent et influencent l'importance des mortalités.

Précision sur l'influence des températures élevées :

TEMPERATURE DE L'EAU DE MER

Richies (1927) montre que dans les British Isles les moules meurent après 14 heures d'exposition à 28,9°C.

Bruce (1926) montre que des moules disposées une heure à 30°C peuvent récupérer si elle sont remises en eau plus fraîche.

D'autres auteurs estiment la température létale de la moule *M. edulis* à 27°C dans le Massachussets (Gonzalez et Yevish, 1976) et à 25°C dans le Maine (Incze, 1980)

Seed et Suchanek (1992) signalent que la moule européenne (*M. edulis*) ne supporte probablement pas de température supérieure à 25°C, mais qu'en Angleterre cette tolérance semble être voisine de 29°C.

Almada-Villela (1982) détermine sur de jeunes moules (1,5 cm) (*M. edulis*) les effets de la température sur la croissance. Il identifie un ralentissement très important de la croissance entre 20 (optimum) et 21°C. Il met en évidence un arrêt total de croissance à 28°C. Il détermine 29°C comme une température létale dans son expérience.

Wells et Gray (1960) observent que des larves de moules transportées par les tempêtes d'automne autour du Cap Hatteras dans Beauford Harbour (Caroline du Nord) se développent rapidement pour atteindre 30mm en juin de l'année suivante et disparaissent dès que la température dépasse 26,7°C.

Kenneth et Read (1967) arrivent à une conclusion équivalente sur la limitation de la distribution de cette espèce à une température de 27°C. Ces mêmes auteurs établissent une relation temps (jour) température de l'eau de mer sur la mortalité (DL 50) des moules (Figure 4), dans un environnement à température constante. Il faut ainsi 13 jours à 26°C et 3 jours à 27°C pour enregistrer une mortalité de 50% des individus conditionnés.

L'ensemble des données expérimentales présentées Figure 5 montrent un début de mortalité dès 25,8°C mais met en évidence qu'avec +0,2°C d'écart (26°C) la mortalité sur le long terme devient importante : 80% en 28 jours. Sur une autre expérience (augmentation de la température de 1°C tous les 3,5 jours) la mortalité totale survient à 30°C.

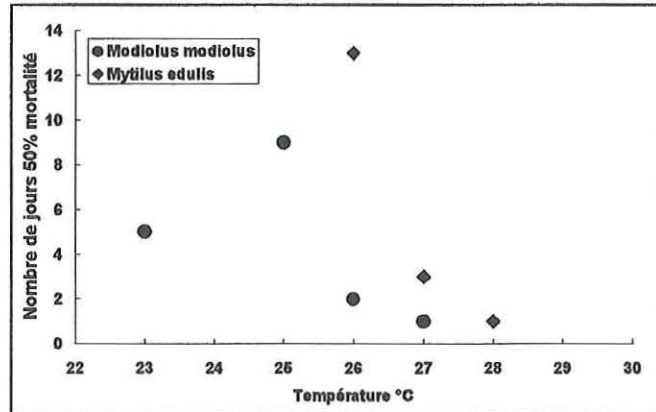


Figure 4 : Mortalité (50%) fonction de la température, chez deux espèces de moules *Modiolus modiolus* et *Mytilus edulis*. Essai en laboratoire à température constante (Read et Cumming, 1967).

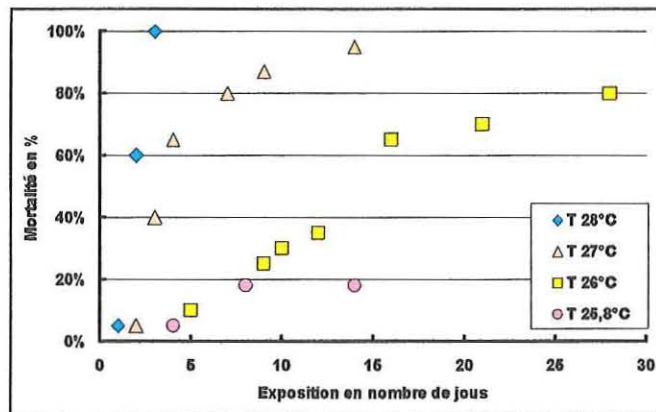


Figure 5 : Approche de la mortalité (%) de *Mytilus edulis* en fonction du temps d'exposition (jours) à différentes températures. Extrait de (Read et Cumming, 1967). Températures d'exposition (eau de mer) des moules, au moment de prélèvement dans le milieu naturel : essai 28°C : 7/04/65 (3,9°C), essai 27°C : 22/03/65 (1,4°C), essai 26°C : 3/03/65 (-1,4°C), essai 25°C : 4/11/65 (11,7°C)

TEMPERATURE DE L'AIR

Tsuchiya, (1983), apporte un regard différent sur l'origine possible des mortalités. Dans le Nord du Japon (Mutsu Bay) des mortalités importantes de moules (*M. edulis*) ont été enregistrées en 1960, 1967, 1968 et 1981, consécutivement à des températures d'été anormalement élevées. Un suivi précis réalisé en 1981 associe ces mortalités aux températures élevées de l'air voisines de 34°C, pendant les périodes d'émerision. La température de la chair atteint 46°C. Il s'ensuit une perte en eau très importante. 50% des moules meurt en moins d'une heure avec un constat d'une mortalité globale supérieure à 75% sur l'ensemble de l'estran. On enregistre que peu de différences de mortalités selon la taille des moules. Cette différence, en faveur des moules les moins grosses, est de 9% pour les tailles supérieures ou inférieures à 25mm sur les niveaux d'estran les plus hauts (60 à 70 cm). La Mortalité est donc semblable quelle que soit la classe de taille.

Pendant la période de canicule (1 et 4 août 1981) la température de l'air maximum a dépassé 30°C en concordance avec les cycles d'émerision. La température de l'eau était comprise entre 26°C et 27°C.

D'autres auteurs confirment cette approche. C'est ainsi que dans l'état de Washington (Tatoosh Island) il a été constaté une mortalité importante suite à une période de sécheresse en août 1984 (Suchanek, 1985).

Kenedy (1976) dans Suchanek (1985) a mis en évidence l'effet combiné et / ou synergique de la température du vent et de l'humidité relative sur différentes espèces de moules dont *M. edulis*. L'effet de la dessiccation est particulièrement négatif sur les naissains qui y résistent s'ils sont regroupés en paquet.

La fixation de la moule

Les filaments du byssus sont l'élément essentiel qui de fixation des moules à leur substrat. Leur résistance à l'environnement : tempête, température, est essentielle pour la survie de l'espèce. Des comportements différents sont observés selon les espèces étudiées. C'est ainsi qu'une augmentation de la production de filaments est enregistrée au fur et à mesure que la température de l'eau augmente chez la moule d'eau douce *Dreissena polymorpha* (Clarke, 1996), alors que Carrington (2002) constate une résistance deux fois plus importante en hiver qu'en été sur *Mytilus edulis*.

2.2 Les réseaux IFREMER

2.2.1 Le réseau de suivi de Croissance des moules REMOULA

Le réseau de suivi de croissance des moules (*Mytilus edulis*) des pertuis charentais (REMOULA) est un réseau qui a été mis en place en 2000. Il a fait suite à un travail réalisé dans le cadre du programme européen ESSENCE et à des séries d'acquisitions précédentes sur la croissance des moules réalisées dans le Pertuis Breton par la station IFREMER de l'Houmeau (Dardignac, 1996).

Le réseau REMOULA (Figure 6) suit la croissance des moules sur 6 sites d'élevage différents répartis aux travers des principales zones d'élevage des deux pertuis charentais : Antioche (au Sud) et Breton (au Nord). La croissance est suivie mensuellement (Aiguillon, Filières) ou trimestriellement (Roulières Marsilly, Yves Boyard, Filières, Aiguillon) à partir d'un même lot de moules réparti en lot de 120 individus, dans des poches en grillage plastique. La biométrie (longueur de coquille, poids total, poids sec de chair et de coquille, indice de chair), la mortalité est relevée à chaque échantillonnage. Une poche d'élevage est prélevée à chaque échantillon en totalité. La température ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) est mesurée toutes les 15 minutes, à l'aide d'une sonde thermique sur chaque site d'élevage (dans la poche d'élevage).

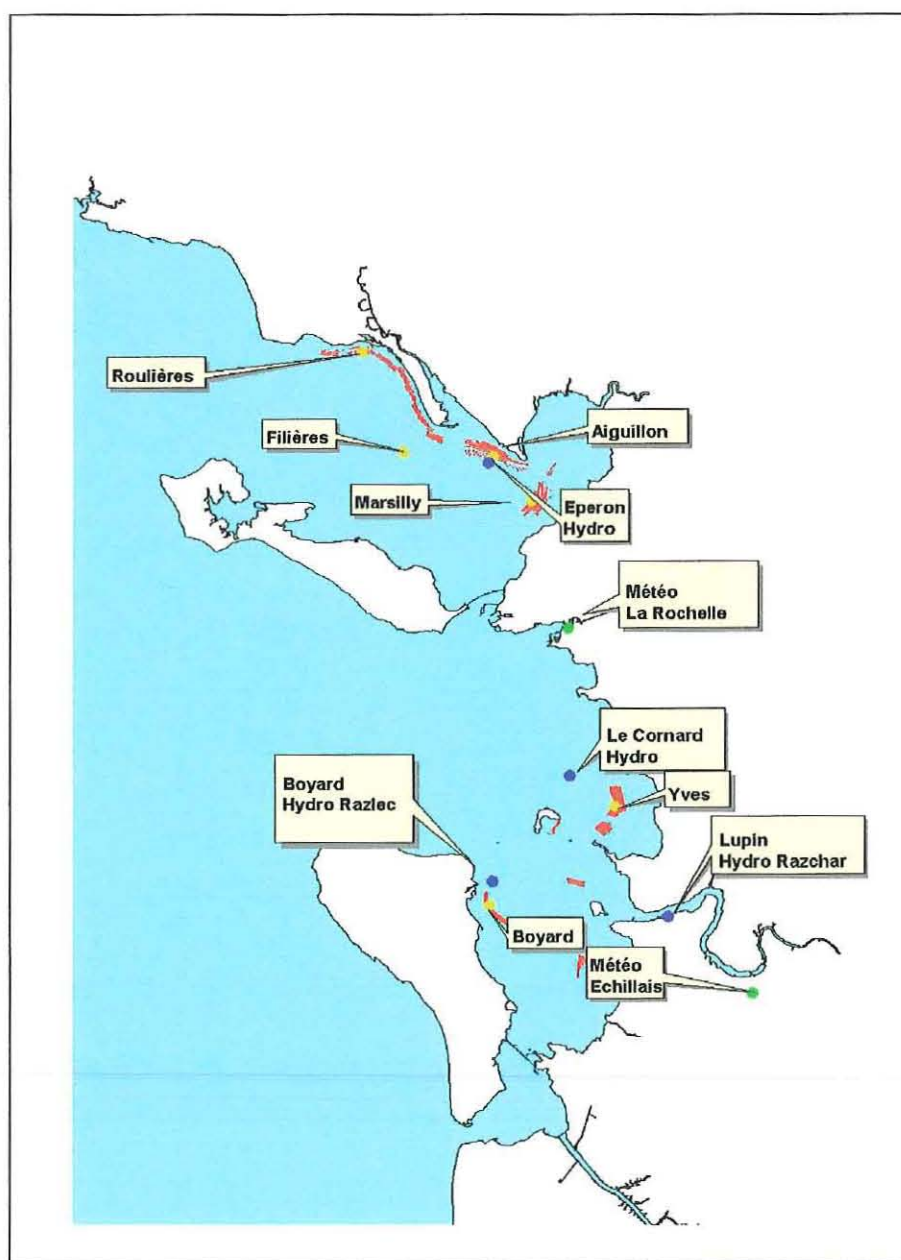


Figure 6 : Situation des différentes sources d'informations : croissance ● (REMOULA), hydrologie ● (REPHY, RAZLEC, RAZCHAR), météorologie ● (Météo France, Menet).

2.2.1 Les paramètres biologiques

2.2.1.1 La mortalité

Il n'est pas observé d'augmentation importante des mortalités (Tableau 4) entre le 12 juin et le 27 août, concordante aux pertes de rendement enregistrées sur les différents sites visités par la commission, notamment sur le site de Marsilly (-66%). Le niveau de mortalité moyen du réseau (Figure 7) pour cette période est semblable à celui de l'année 2001 (19%).

Les prélèvements (REMOULA) du 13 septembre n'indiquent pas d'évolution majeure sur l'ensemble des sites, autre que la variabilité liée à l'information individuelle des poches en élevage. Sauf sur le site de Marsilly où effectivement une mortalité de 30% est enregistrée, soit une augmentation de 13% en 15 jours. Information cependant sans commune mesure avec les pertes de rendement enregistrées sur la zone (66%).

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des mortalités trimestrielles cumulées (réseau REMOULA)

SITES	12-juin-03	27-août-03	différence	13-sept-03
Aiguillon	8%	11%	3%	13%
Boyard	13%	17%	3%	18%
Filière	9%	18%	8%	
Marsilly	17%	17%	0%	30%
Yves	15%	23%	8%	17%
Roulières	14%	28%	13%	23%
Moyenne globale	13%	19%		

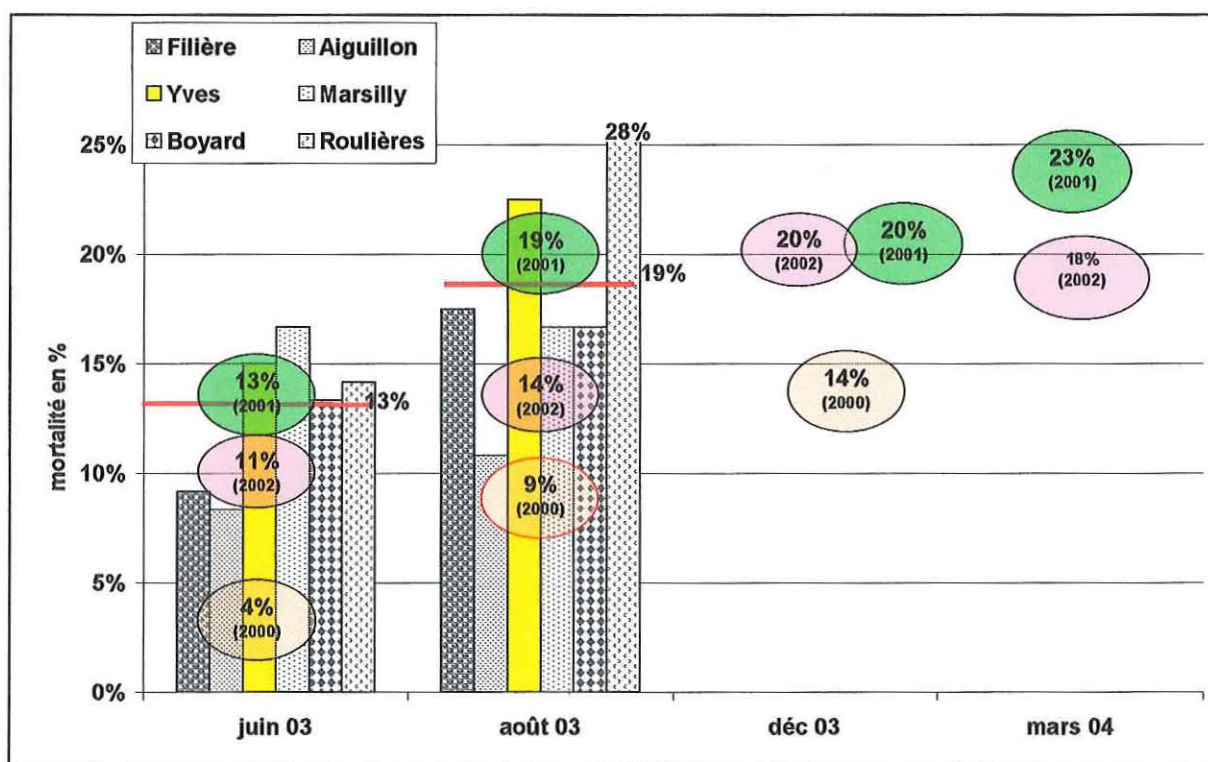


Figure 7 : Représentation de la mortalité trimestrielle par site d'élevage (réseau REMOULA) au travers des moyennes trimestrielles des années précédentes

2.2.1.2 La croissance

L'évolution des indices de chair (Tableau 5) est observée trimestriellement. Seul le secteur de Marsilly indique une très légère diminution (-1,6). Dans le suivi mensuel des Filières, une diminution sensible de cet indice est observée entre le 12 et le 27 août (-6,7). Cette diminution peut être la réponse à des conditions trophiques insuffisantes ou à un stress extérieur, mais pourrait également être le reflet d'une ponte. Néanmoins l'ensemble des sites conserve un très bon indice de qualité de chair, et même une augmentation entre juin et août.

Les prélèvements réalisés sur la même zone, dans le cadre de REPAMO, sur des moules calibrées par les professionnels donnent des indices de chair équivalent pour Marsilly (voisin de 26). Les prélèvements REMOULA réalisés le 13 septembre indiquent une situation équivalente sur tous les sites. Il n'y a pas eu de phénomène d'amaigrissement à la suite des prélèvements calamités agricoles du 27 et 29 août

Tableau 5 : Evolution de l'indice de chair mensuel (Filière, Aiguillon) et trimestriel (Roulières Marsilly, Boyard Yves) Réseau REMOULA.

Date	Evolution de l'indice de chair trimestriel					
	FILIERE	AIGUILLON	ROULIERES	MARSILLY	BOYARD	YVES
18/03/03	14.12	14.12	14.12	14.12	14.12	14.12
15/04/03	33.59	29.60				
15/05/03	29.7	29.23				
12/06/03	29.62	25.08	31.24	28.39	21.87	22.5
17/07/03	35.55	26.88				
12/08/03	42.48	27.37				
27/08/03	35.79	31.93	38.74	26.84	27.23	31.48
REPAMO 27/08/03				26.8		
REPAMO 27/08/03				24.1		

Tableau 6 : Correspondance de l'indice de chair et de la qualité visuelle de la moule

Appréciation visuelle de la moule	Indice de chair moules proposé
mauvais remplissage	16
début de remplissage	20
très belle qualité de remplissage	30

Evolution du poids total de chair

L'évolution (Figure 8) du poids total (Aiguillon, Filières) marque un léger ralentissement entre le 12 et le 27 août sur les deux sites suivis mensuellement. Sur les sites suivis trimestriellement (Roulières, Marsilly, Boyard, Yves), on enregistre une légère progression.

Les années précédentes (2000, 2001, 2002) il n'a pas été observé un tel ralentissement de croissance en poids total sur des périodes équivalentes (Figure 9, 10 et 11).

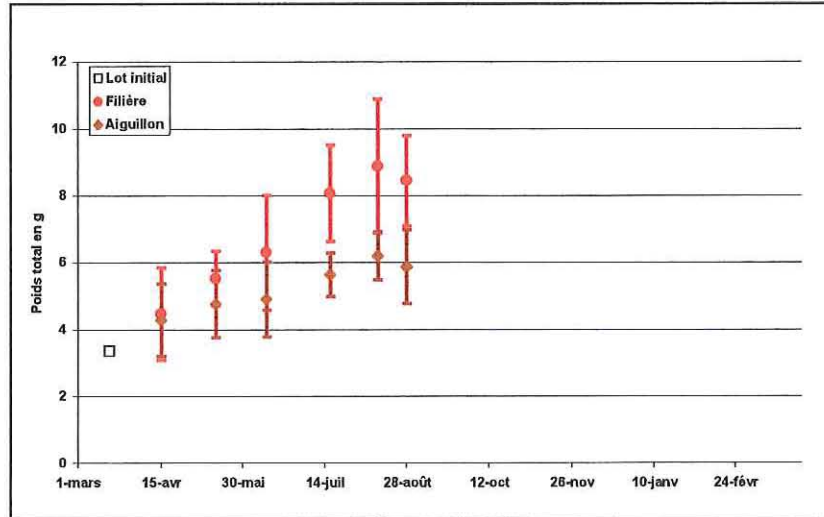


Figure 8 : Evolution mensuelle du poids total en 2003 (Aiguillon, Filières, réseau REMOULA).

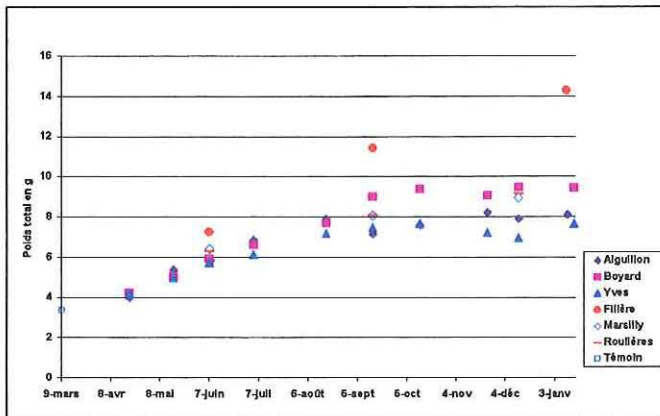


Figure 9: Evolution 2000 du poids total moyen des moules sur les sites d'élevage REMOULA. Les données sont mensuelles pour l'Aiguillon, Boyard et Yves, trimestrielles pour Marsilly, Roulières et Filières

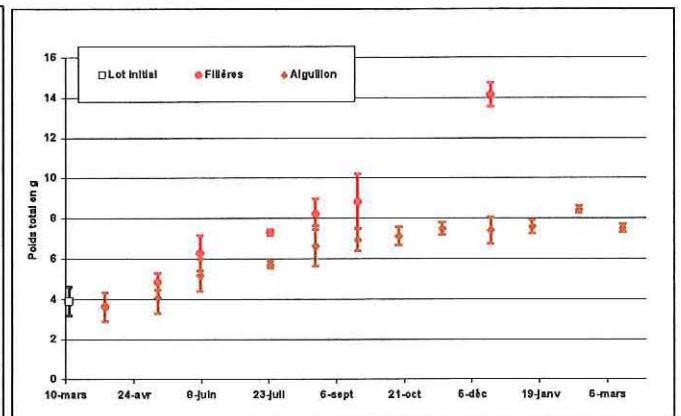


Figure 10: Evolution 2001 mensuelle du poids total moyen des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon et des Filières.

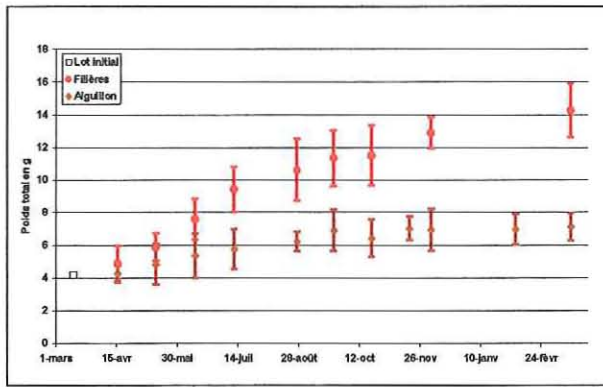


Figure 11: Evolution mensuelle du poids moyen total des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon et des Filières. REMOULA 2002. Intervalle de confiance à 95%

Evolution de la longueur

La croissance en longueur (Aiguillon, Filières) marque un arrêt entre le 12 et le 27 août pour les suivis mensuels de notre réseau (Figure 12). Sur les suivis trimestriels des autres sites, on enregistre une croissance normale. Les années précédentes (2000 à 2002) ne montraient pas un tel arrêt de croissance avant le mois de septembre (Figure 13,14 et 15)

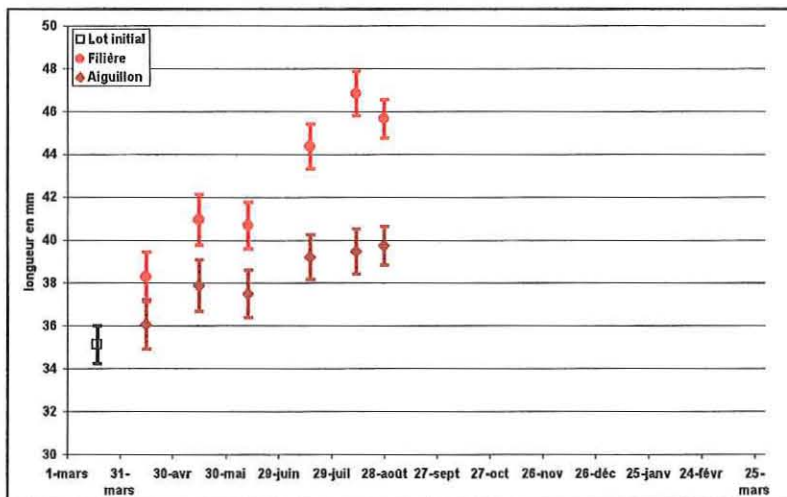


Figure 12 : Evolution de la longueur mensuelle (Aiguillon, Filières, réseau REMOULA).

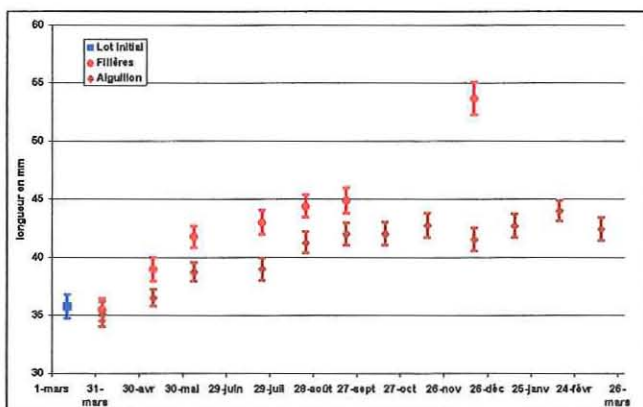


Figure 13: Evolution mensuelle de la longueur de coquille des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon et des Filières. REMOULA 2001. I.C. à 95%.

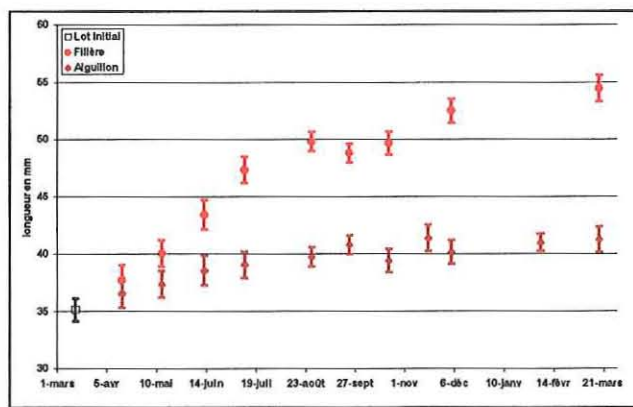


Figure 14: Evolution mensuelle de la longueur de coquille des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon et des Filières. REMOULA 2002. I.C. à 95%.

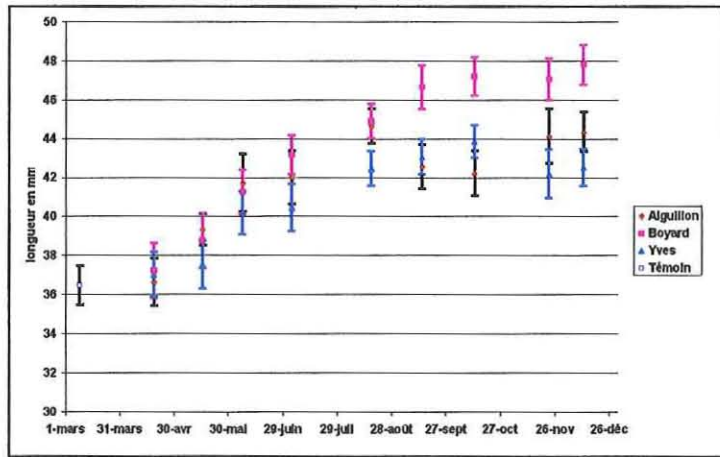
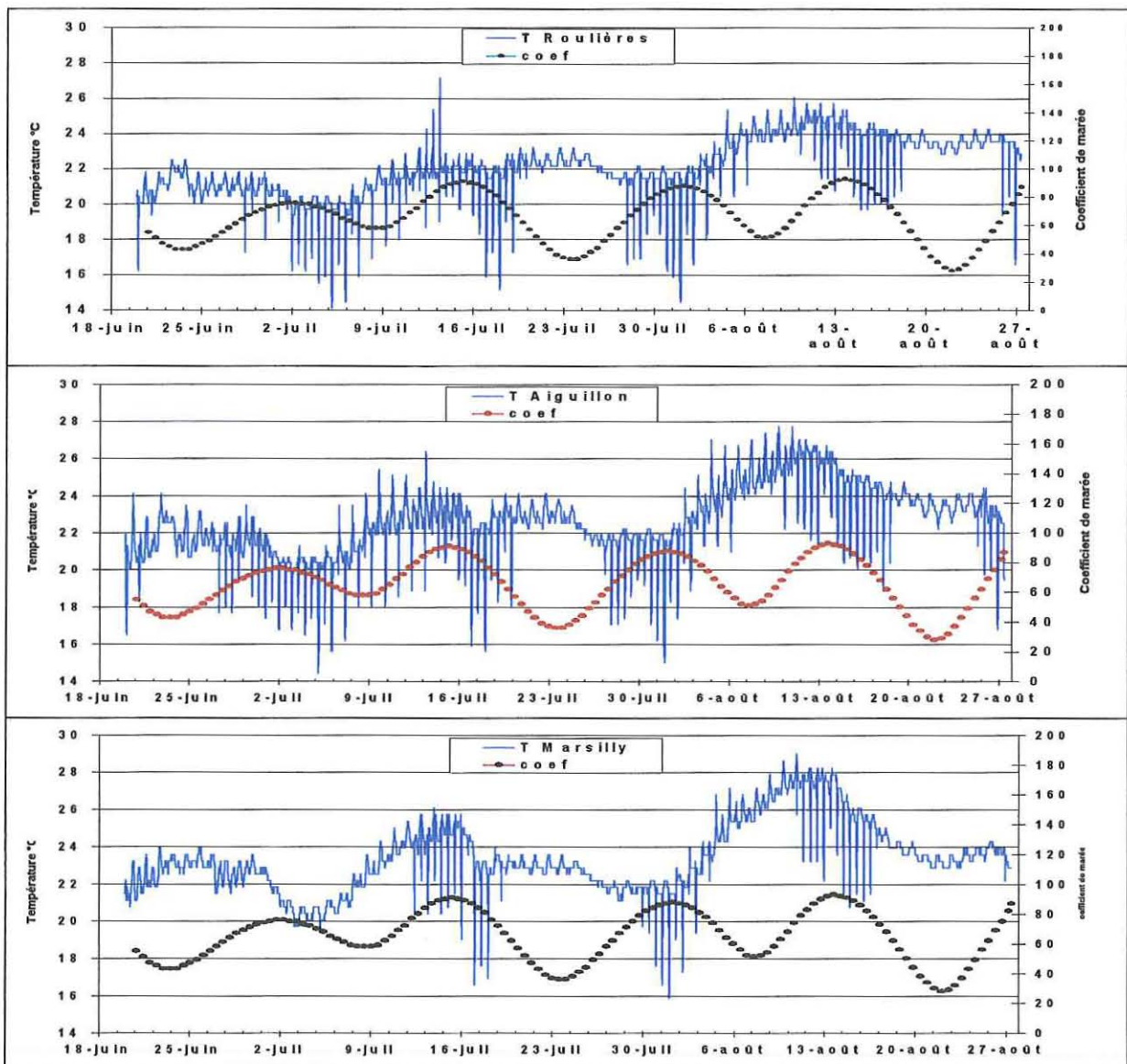


Figure 15: Evolution mensuelle de la longueur de coquille des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon de Boyard et des d'Yves. REMOULA 2000. I.C. à 95%.

2.2.2 Les paramètres physiques (températures)

L'enregistrement des températures sur les sites d'élevage est représenté Figure 16. Les pics de température correspondent aux périodes d'exondation des moules en période de fort coefficient de marée. On n'observe pas de températures supérieures à 30°C sur l'ensemble des sites suivis, à l'exception de Boyard. Chaque sonde est placée dans une poche d'élevage, à l'abri du soleil, les températures subies par les moules directement exposées à l'insolation peuvent être supérieures, et plus proches de la température de l'air.

Les températures du site Filières sont acquises au niveau sud de la zone filière, au milieu de la baie de l'Aiguillon. Ces températures sont largement supérieures aux enregistrements obtenus les années précédentes (Figure 20) puisqu'elles dépassent les 23°C pendant 17 jours (Figure 19). Cette valeur n'a jamais été atteinte les 3 années précédentes.



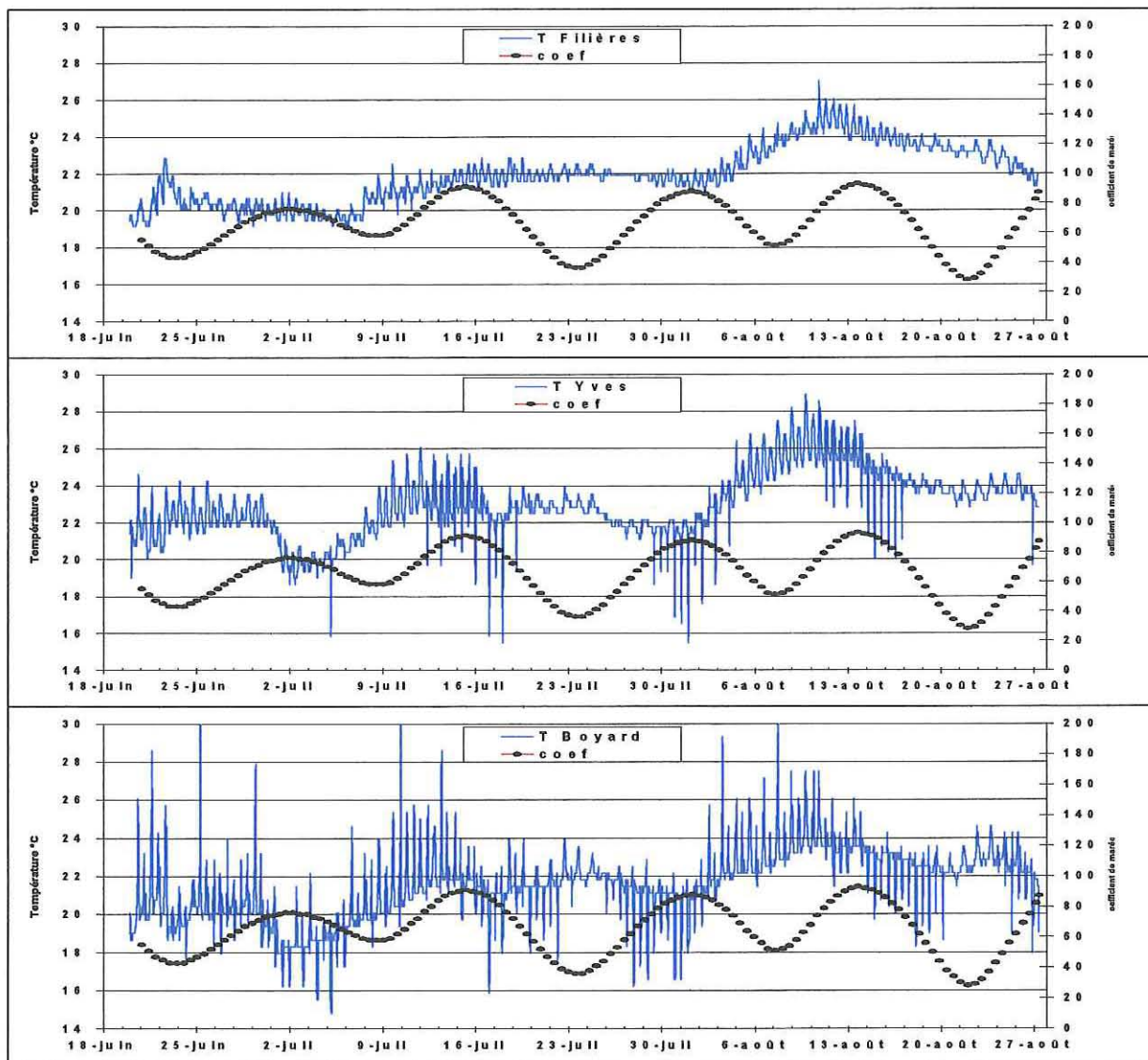


Figure 16 : Températures enregistrées sur les 6 sites d'élevage du réseau IFREMER REMOULA (Roulières, Aiguillon , Marsilly, Filières, Yves, Boyard,) dans la période juin - août 2003.

Le Tableau 7 représente les périodes où les températures moyennes autour de la pleine mer (2 heures avant et 2 heures après) sont supérieures à 25°C. Cette valeur de 25°C est citée dans la littérature comme seuil de sensibilité pour la moule européenne (*Mytilus edulis*) (Seed et Suchanek, 1992).

Il ressort de ces données que les sites les plus soumis aux effets des fortes températures de l'eau sont les sites de Marsilly (12 jours) de l'Aiguillon (8 jours) et d'Yves (5 jours).

Tableau 7 : Récapitulatif des périodes où la température moyenne de l'eau a été supérieure à 25°C

Date heure	coef de marée	Marsilly	Aiguillon	Yves	Roulières	Filières	Boyard
05/08/03 23:15	60	25.4					
06/08/03 12:30	56	25.2					
07/08/03 01:00	52	25.5					
07/08/03 13:45	51	25.4					
08/08/03 02:30	52	26.1					
08/08/03 14:45	54	26.1					
09/08/03 03:30	58	26.5		25.3			
09/08/03 15:45	63	26.9	25.1	25.3			
10/08/03 04:30	68	27.1	25.2	25.5			
10/08/03 16:30	74	27.4	25.6	25.3			
11/08/03 05:15	79	27.4	25.9	25.5			
11/08/03 17:15	83	27.5	26.4	25.6			
12/08/03 05:45	87	27.3	26.5	25.5			
12/08/03 18:00	90	27.7	26.6	25.5			
13/08/03 06:30	92	27.5	26.0	25.5			
13/08/03 18:30	93	27.9	26.1	25.3	25.0		
14/08/03 06:45	92	27.1	25.9				
14/08/03 19:00	91	26.5	25.2				
15/08/03 07:15	89	25.7					
15/08/03 19:30	86	26.1	25.1				
16/08/03 07:30	82	25.6					
16/08/03 19:45	78	25.6	25.0				
Nombre de marée 1/2 journée		22	13	10	1	0	
Nombre de jour sous influence		12	8	5	1	0	0

Une présentation plus détaillée des enregistrements (toutes les 15 minutes) de températures (REMOULA) réalisés sur le site de Marsilly Esnandes est proposée Figure 17. L'évolution des températures en 2001 et 2002 est comparée aux valeurs obtenues en 2003 sur ce site. Deux périodes d'évolution anormale s'identifient en juillet et en août de cette année. Du 6 au 17 août la température de l'eau est supérieure à 25°C. La température de l'air enregistré, dans les poches d'élevage, pendant cette même période ne dépasse pas 29°C. Les températures maximales de l'air ont atteint, sur la commune d'Echillais (données privées), respectivement 37, 35, 32, 32 et 36°C les 10, 11, 12, 13 et 14 août, données météo France indisponibles). Des valeurs voisines de 34°C avaient entraîné de fortes mortalités (entre 50 et 75%) au Japon en période de canicule (Tsuchiya, 1983).

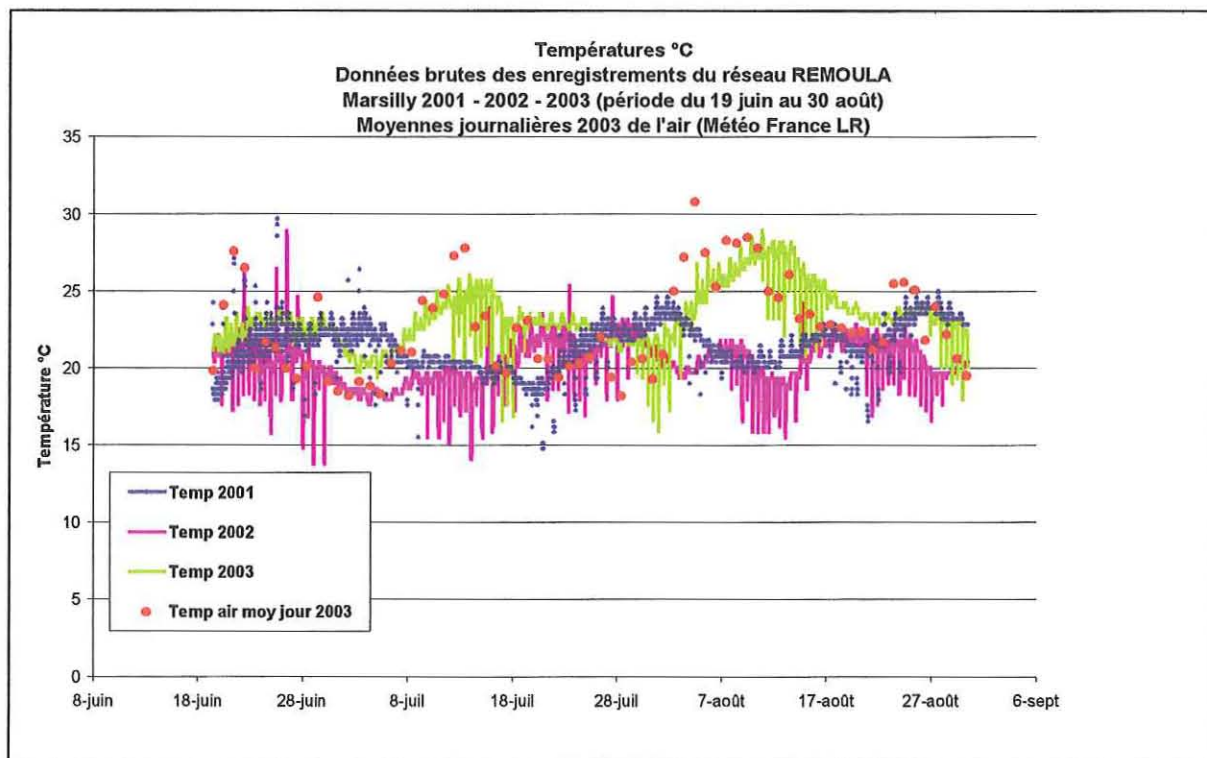


Figure 17 : Evolution de la température en °C sur le site de Marsilly. Données brutes (immersion émersion) du réseau REMOULA.

Les températures moyennes de l'eau (Figure 18) autour de la pleine mer, sur le site de Marsilly Esnandes, indique des périodes de réchauffement habituel et variable selon les années. Cependant les valeurs moyennes enregistrées ne dépassent que très rarement 24°C et pour des périodes courtes, comme le montre la courbe 2001 en juin et en septembre. L'année 2003 se caractérise par une montée en température supérieure à 24°C sur une période importante de 14 jours, entre le 4 et le 18 août.

La zone de Marsilly Esnandes située à proximité de grandes vasières peu profondes est dans une configuration particulière. La chaleur emmagasinée sur les vasières pendant le jour augmente par échange thermique la température de l'eau, surtout pendant les périodes de grandes marées (du 11 au 15 août). On enregistre une augmentation importante de la température de l'eau du 7 (25,4°C) au 13 août (27,9°C).

Une configuration de vasière similaire existe dans la baie d'Yves et à proximité de la pointe de l'Aiguillon. La Figure 19, qui résume les températures moyennes autour de la pleine mer, définit effectivement les zones de Esnandes, Aiguillon et Yves comme les zones le plus influencées par les augmentations de température de l'eau. Les zones positionnées dans un environnement isolé plus sableux comme Boyard sont nettement moins sensibles à ces montées de températures. On remarquera la position intermédiaire des Filières et des Roulières dont les valeurs sont toutes assez proches du fait du caractère plus océanique des masses d'eau sur ces deux sites. Pour cette période, l'influence des vasières du Pertuis Breton est cependant sensible, car les températures moyennes de ces deux sites sont plus élevées (> 24°C) que sur Boyard (< 24°C).

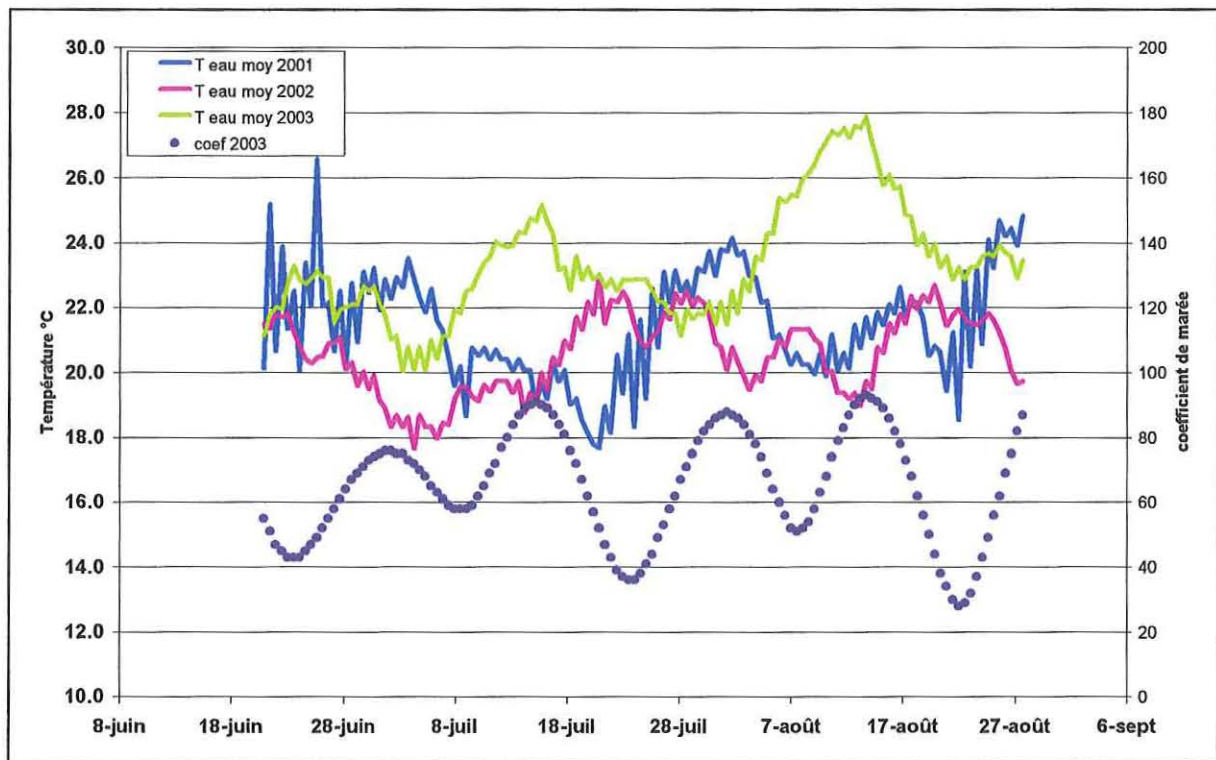


Figure 18 : Evolution de la température moyenne de l'eau de mer sur le point REMOULA du site Marsilly Esnandes (La Carrelère) années 2001 à 2003. Positionnement du coefficient de marée 2003.

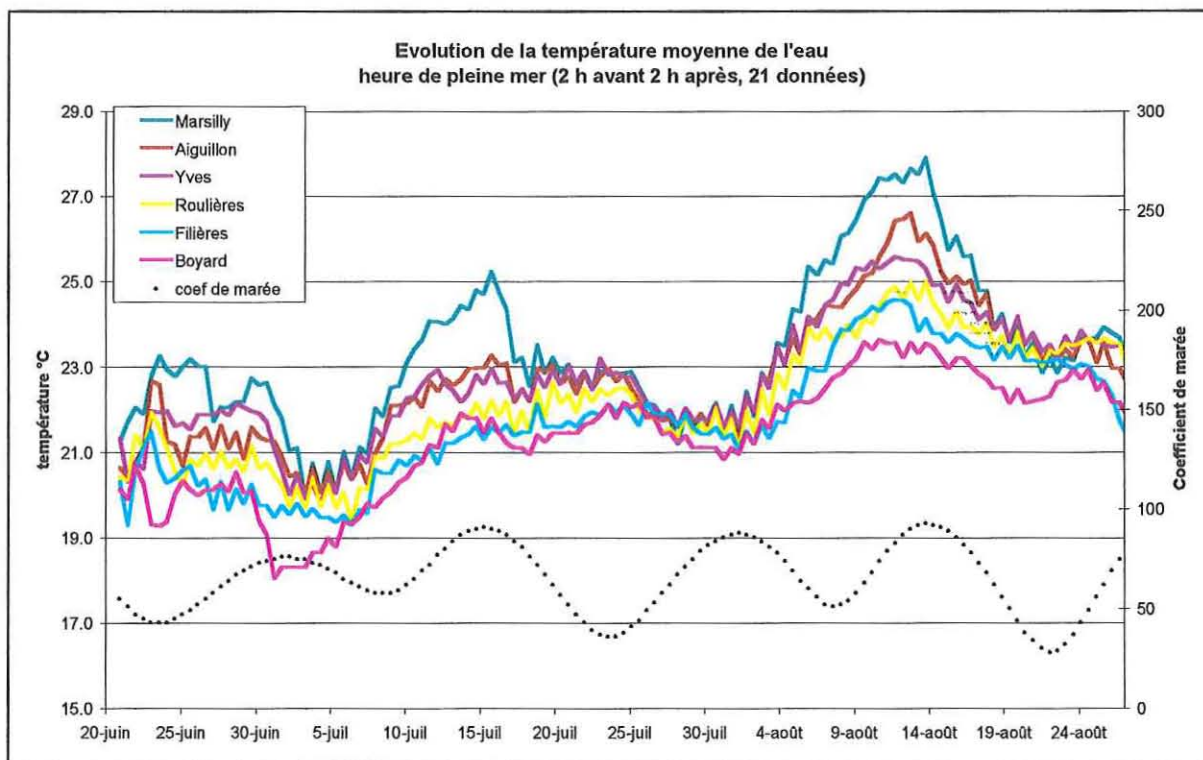


Figure 19 : Evolution de la température moyenne de l'eau autour de la pleine mer sur les 6 sites d'élevage du réseau REMOULA. Représentations des coefficients de marée semi-diurne.

Les températures moyennes journalières (Figure 20) enregistrées au niveau des Filières d'élevage du Pertuis Breton sont libres de toute influence liée à la proximité de l'estran. Cette information, corrélée à la température de l'air, reflète les différences climatiques inter annuelles.

La température de l'eau est supérieure aux 4 années précédentes dès le 8 juin et jusqu'au 28 août 2003. L'augmentation rapide de la température de l'eau entre le 3 et le 12 août, de 21,3°C à 24,6°C, caractérise bien la période des fortes chaleurs du début du mois d'août.

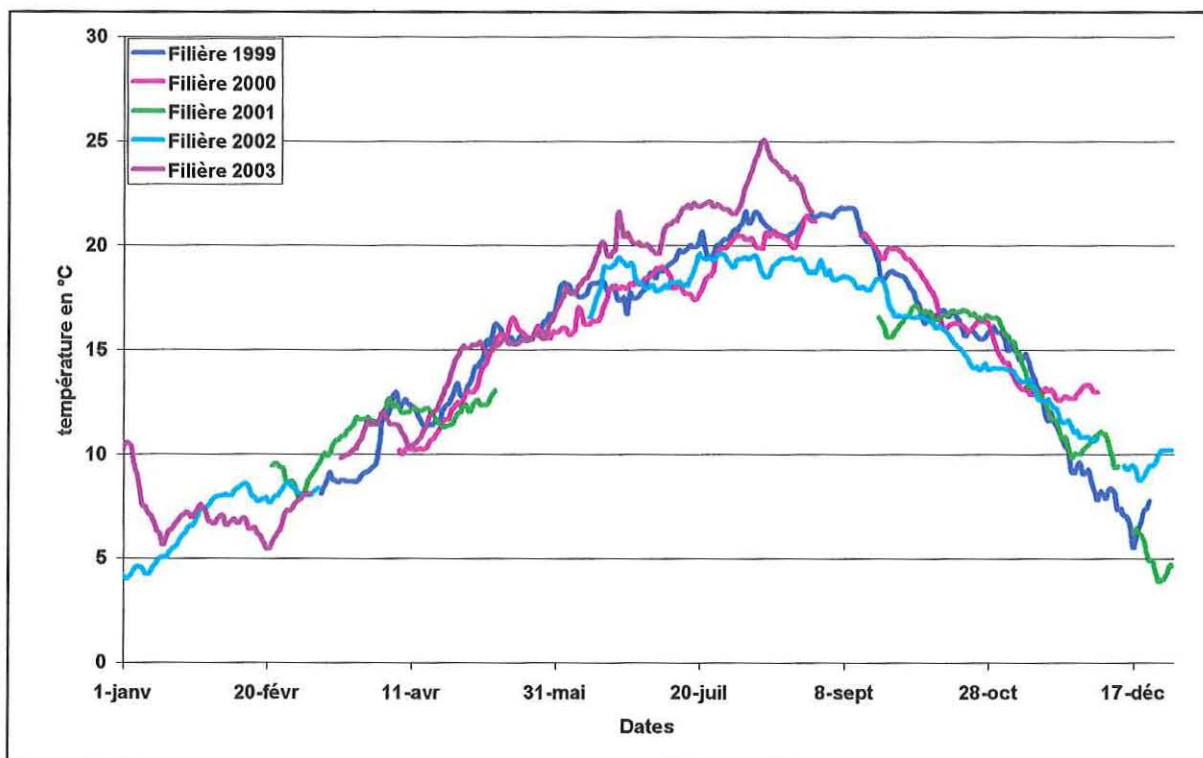


Figure 20 : Evolution des températures moyennes journalières dans le pertuis Breton entre 1999 et 2002

2.2.2 Paramètres complémentaires du milieu REPHY, RAZCHAR, RAZLEC

Le réseau de surveillance du plancton REPHY (donnée Ifremer, laboratoire DEL La Rochelle)

Les données enregistrées tous les 15 jours au travers du réseau de surveillance REPHY, permettent l'acquisition de série temporelle de la température, la salinité, la chlorophylle *a*. Les informations fournies ne permettent pas une analyse fine et précise des fluctuations journalières, mais donnent les tendances et les évolutions générales. Les deux sites présentés se situent chacun dans un pertuis. Le Cornard dans le pertuis d'Antioche près de la baie d'Yves et l'Eperon dans le pertuis Breton près de l'Aiguillon et de Marsilly Esnandes.

L'observation globale des variations annuelles représentées Figure 21 et 22 concordent avec celles obtenues dans le suivi des températures des 6 sites du réseau REMOULA : les températures du mois d'août expriment un niveau qui n'a pas encore été atteint depuis 1992 avec une valeur de 25,9°C le 11 août sur le Cornard, mais pas sur l'Eperon (23,5°C) le 19 août. Sur l'Eperon les mesures du 8 et du 19 sont extérieures au pic de températures REMOULA, enregistré sur l'Aiguillon et Marsilly.

Les salinités enregistrées en été 2003 ne sont pas exceptionnelles.

Les informations sur la chlorophylle *a* distinguent les deux sites représentés. Au niveau du Cornard on enregistre une concentration en chlorophylle supérieure aux 2 années précédentes. Alors qu'au niveau de L'Eperon les concentrations mesurées sont les plus basses des 10 dernières années.

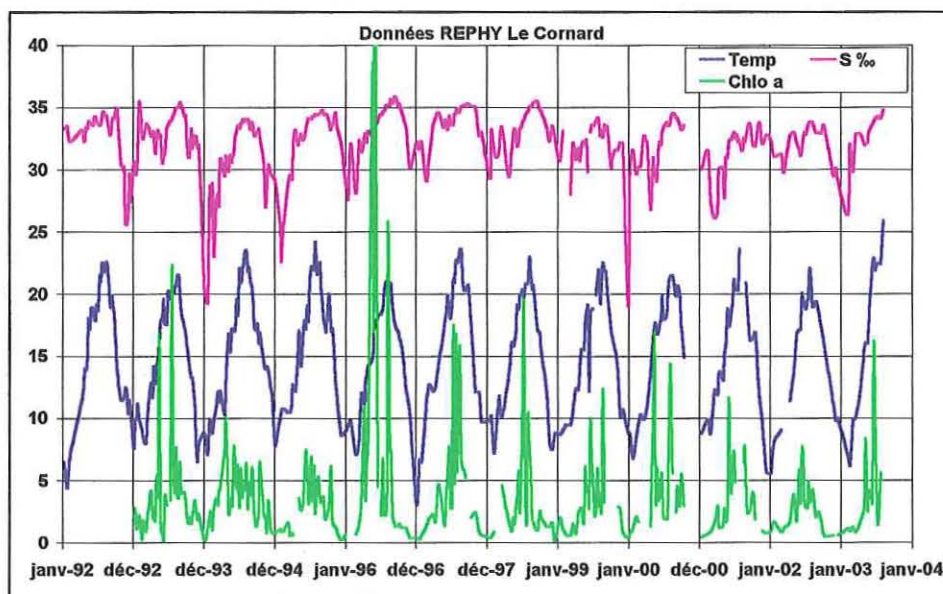


Figure 21 : Evolution des paramètres : température (°C), salinité (‰), chlorophylle a ($\mu\text{g l}^{-1}$) sur le site du Cornard dans le Pertuis d'Antioche, au large de la baie d'Yves (1992 -2003).

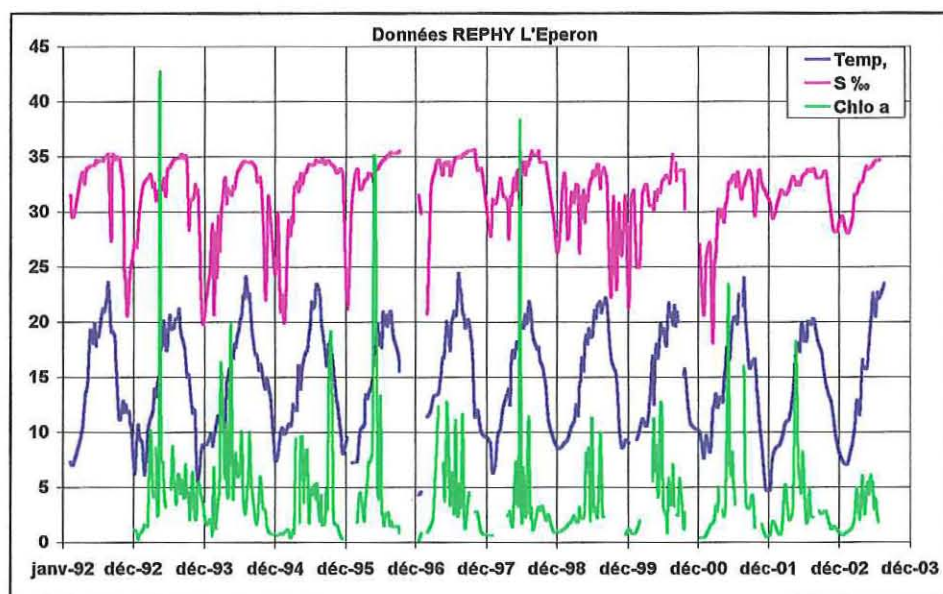


Figure 22 : Evolution des paramètres : température (°C), salinité (‰), chlorophylle a ($\mu\text{g l}^{-1}$) sur le site de l'Eperon dans le pertuis Breton, au large de l'Aiguillon et de Marsilly Esnandes (1992 -2003).

Informations hydrologiques base de données Marennes-Oléron : RAZLEC

En appui des données hydrologiques provenant du réseau REPHY. Les données enregistrées au travers du réseau hydrologique (1977 – 2003) du Bassin de Marennes-Oléron (RAZLEC), confirment le caractère exceptionnel de la température de l'eau de mer pour le mois 22,2°C le 20 août 2003. La salinité est élevée (35‰) mais pas exceptionnelle et la concentration en chlorophylle a reflète une année très moyenne. Ces données sont à mettre en relation avec le site (REMOULA) de Boyard.

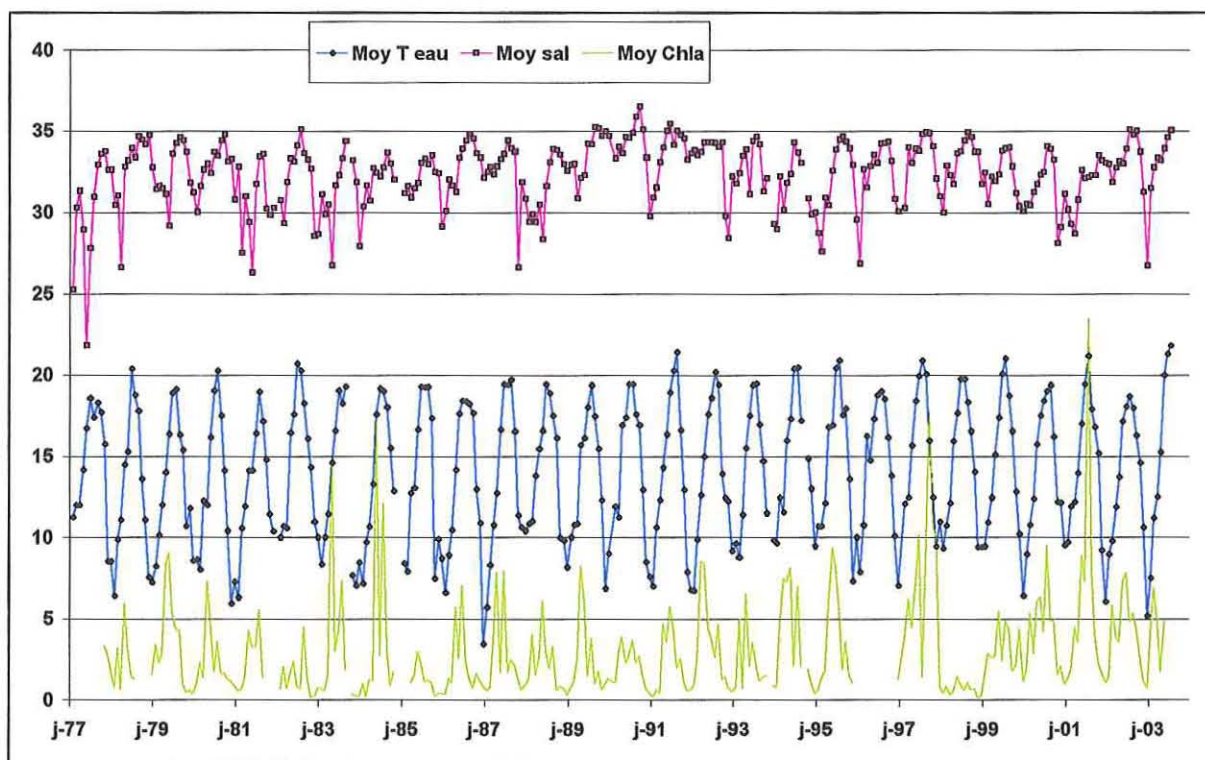


Figure 23 : Evolution des paramètres : température (°C), salinité (‰), chlorophylle a ($\mu\text{g l}^{-1}$) sur le site de Boyard dans le pertuis d'Antioche, au large du site REMOULA de Boyard. (1977 – 2003)

Informations hydrologiques sur l'Estuaire de la Charente (RAZCHAR)

L'évolution de la température dans l'estuaire de la Charente est enregistrée au niveau des fontaines de Lupin (Figure 24). Elle est effectivement assez proche de celle enregistrée sur le point REMOULA de Yves (Figure 19). Elles dépassent 25°C entre le 8 et le 13 août. Les maxima atteignent 27°C le 13 août.

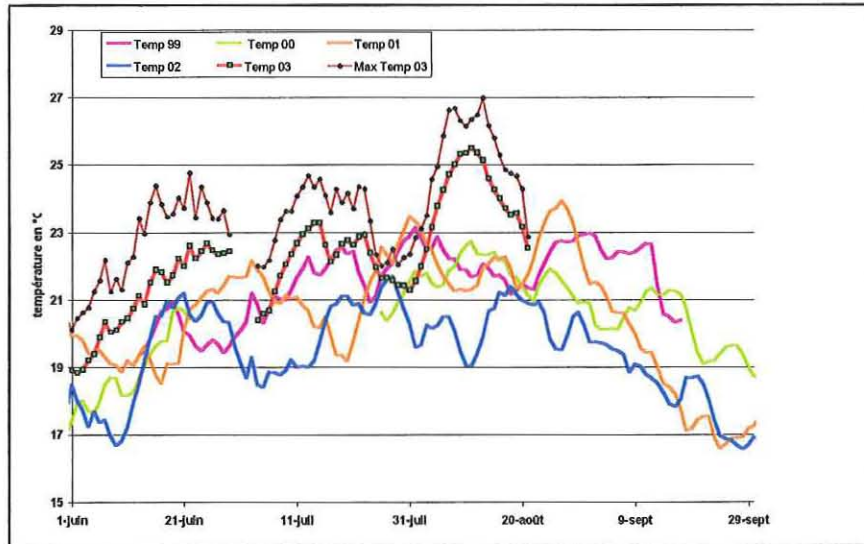


Figure 24 : Evolution de la température moyenne journalière (Lupin) dans l'estuaire de la Charente. De juin à septembre (1999, 2000, 2001, 2002) et de juin à août 2003. Maxima de juin à août 2003.

2.2.3 Les informations du réseau REPAMO (pathologies des mollusques) Données Ifremer Laboratoire Pathologie, La Tremblade)

Six lots de moules, *Mytilus edulis*, dont cinq de 30 individus et un lot de 40 individus, ont été prélevés les 27 et 29 août soit 11 et 13 jours après la constatation des baisses de rendement. Quatre de ces lots ont fait l'objet d'analyses histologiques par la cellule analytique du réseau REPAMO.

Les quatre lots analysés sont les suivants :

- référence 2003FRR99 : moules adultes calibrées de bouchot, prélevées en Passe d'Esnandes
- référence 2003FRR102 : moules adultes de bouchot, non calibrées, prélevées en Passe de la Pelle
- référence 2003FRR101 : naissain en boudin prélevé en Passe d'Esnandes
- référence 2003FRR : moules adultes de bouchot, non calibrées, prélevées le long du bouchot (haut, milieu, base, au sol) en Baie d'Yves

Résultats des observations :

Aucun crabe Pinnothère n'a été observé à l'ouverture des animaux.

Pour l'ensemble des lots de moules adultes analysés, l'examen histologique révèle :

- une atrophie des diverticules digestifs pour 25 % à 30 % des individus. Ce type de lésion peut être l'expression d'une déplétion d'éléments nutritifs dans le milieu.
- la présence de *Mytilicola* sp. dans le tractus digestif d'environ 20 % des individus. Ce métazoaire, exceptionnellement incriminé dans des mortalités de moules, est régulièrement rapporté en baie d'Aiguillon et baie d'Yves avec des fréquences de détection similaires.
- Des images de nécrose de la glande digestive, du tube conjonctif et d'autres organes pour 50 à 70 % des individus analysés. Les données acquises antérieurement sur le secteur rapportent des lésions similaires mais avec une moindre fréquence d'observation. Ces lésions révèlent généralement un affaiblissement, voire un mauvais état général des animaux.

Les analyses histologiques réalisées sur le naissain de moule de la Passe d'Esnandes révèlent principalement des images de nécrose (60 % des individus), signe d'un affaiblissement des animaux.

Ainsi, aucun agent pathogène susceptible d'expliquer les mortalités constatées sur le secteur n'a été rapporté. Les différentes lésions observées révèlent un affaiblissement des animaux pouvant être expliqué par des facteurs environnementaux qui ont sans doute joué un rôle, direct ou indirect, sur ces mortalités.

2.3 Les références météorologiques : Météo France La Rochelle, Menet L. Echillais.

La disponibilité des données météorologiques validées de Météo France est un complément indispensable pour interpréter les valeurs de température de l'air, de force et de direction du vent ainsi que le % d'humidité relatif de l'air. Il aurait été souhaitable de pouvoir comparer les séries chronologiques de ces valeurs dans un premier temps et d'observer dans le détail la période suspectée comme étant à l'origine des pertes de rendement. Nous ne disposons que des valeurs moyennes journalières sur la température de l'air entre 1972 et 2003. Une source d'information indépendante et privée (M. Menet agriculteur sur la commune d'Echillais) réalisée à partir d'une station météorologique informatisée (Weather station à usage domestique. Europe Supplies LTD W-2002/11 CEE KAT n° 351023 TFA SN 1V18) nous a été gracieusement fournie pour la période du mois d'août 2003. Les éléments comparatifs obtenus serviront cependant de complément d'explication aux pertes de rendement constatées dans les élevages mytilicoles.

La Figure 25 représente les températures de l'air (moyennes journalières) enregistrées sur cette station météorologique privée. Les valeurs moyennes journalières sont très proches des valeurs officielles fournies par Météo France La Rochelle (courbe rouge ■). Les écarts journaliers (moyennes 1972-2003 ▲ et valeurs 2003) sont particulièrement importants (4 à 10°C) entre le 2 et le 13 août. Des maxima supérieurs à 35°C sont enregistrés sous abri les 4, 7, 8, 9 et 13 août. Les minima sont largement au-dessus des moyennes établies depuis 37 ans (MENET com. pers.).

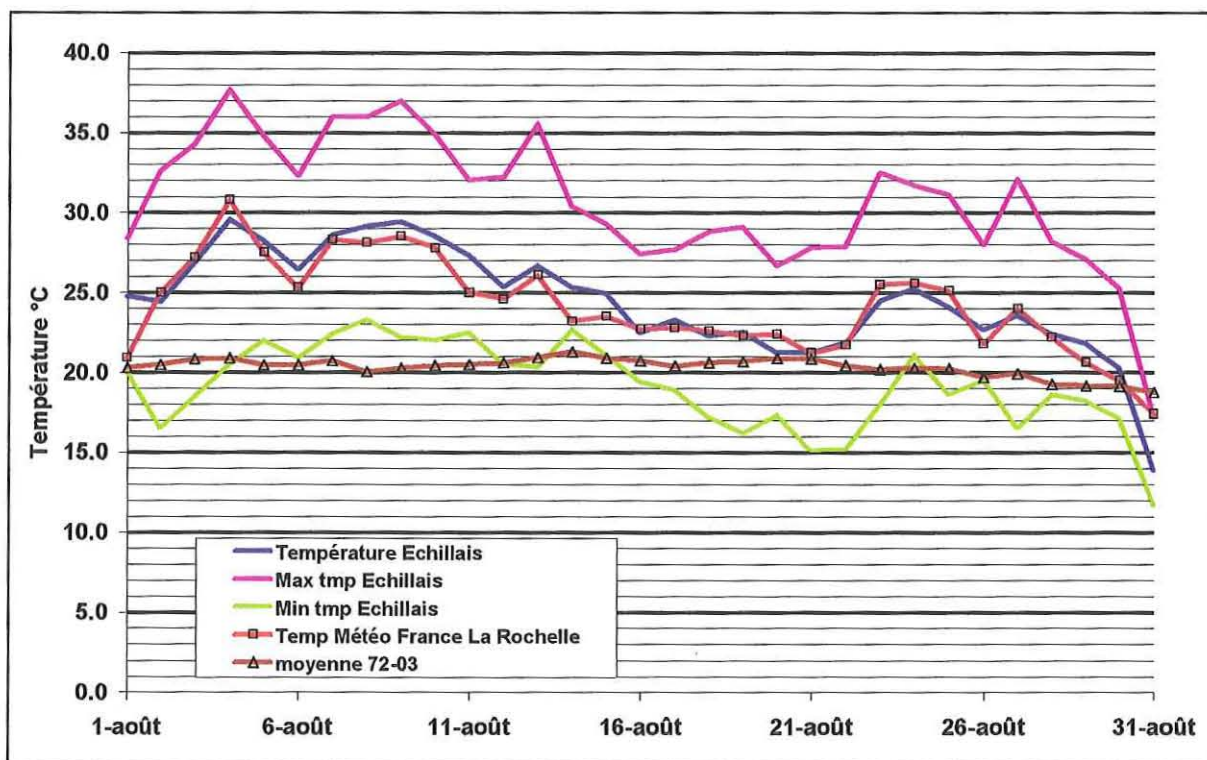


Figure 25 : Températures de l'air (données privées MENET Echillais et Météo France La Rochelle).

Les Figure 26 et Figure 27 représentent l'hygrométrie (%), la force du vent (km h⁻¹) et la température (°C) enregistrées sur la commune d'Echillais, avec un pas de temps de 5 minutes. L'ensemble de ces variables est complétée des heures de basse mer et des coefficients de marée correspondants. La Figure 26 permet de remarquer les événements météorologiques importants qui peuvent être retenus comme facteurs sensibilisant le cheptel d'élevage. Il s'agit des valeurs de plus faible hygrométrie (< 50%) des températures sous abri (> 30°C). Le vent ne dépasse qu'exceptionnellement 30 km heure et ne semble pas devoir être explicatifs dans notre analyse.

Les dégâts observés étant uniformes dans la perte de rendement, notamment au niveau des zones d'élevage les plus profondes, nous retiendrons les jours dont le coefficient est supérieur à 80. Ce qui élimine les 4, 5, 8 et 9 août de notre analyse. Les flèches représentent les périodes où l'influence des conditions météorologiques associées aux forts coefficients de marée et aux heures de basse mer représente le cumul des facteurs sensibilisants pour les cheptels. Il s'agit des basses mers de milieu de journée du 13, 14 et 15 août.

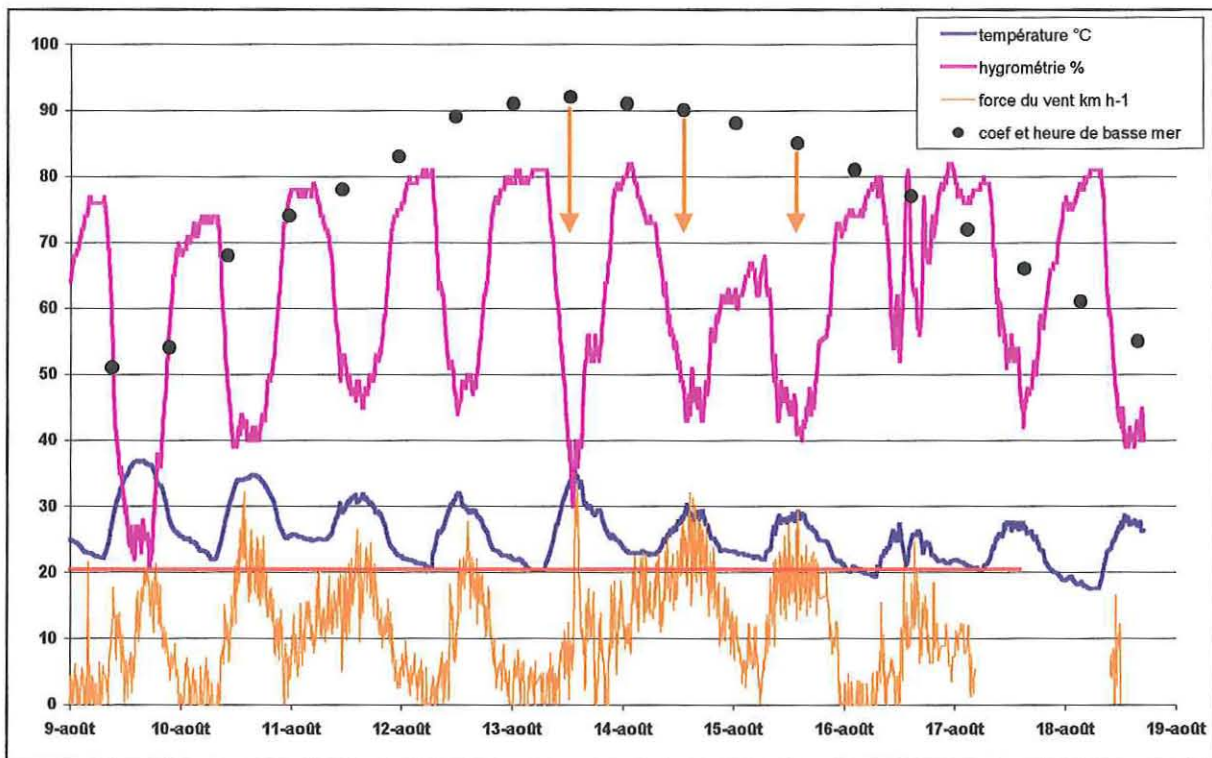


Figure 26 : Période du 9 au 18 août 2003. Température (°C), hygrométrie (%), Vitesse du vent (ms-1), stationmétéo privée. Positionnement des coefficients de marée et des heures de basse mer.

La Figure 27 représente le détail de ces 3 jours. Les valeurs les plus défavorables : température (35,6°C) hygrométrie (30%) vent d'orage (30 km h-1) se situent pendant la période de basse mer (12 h 41, coefficient 92) du 13 août. Le 14 et le 15 août les températures restent inférieures à 30°C l'hygrométrie est comprise entre 40 et 50%, la vitesse du vent évolue entre 20 et 30 km heure.

La combinaison sécheresse température du 13 août correspond a des conditions d'environnement qui ont pu affaiblir les moules.

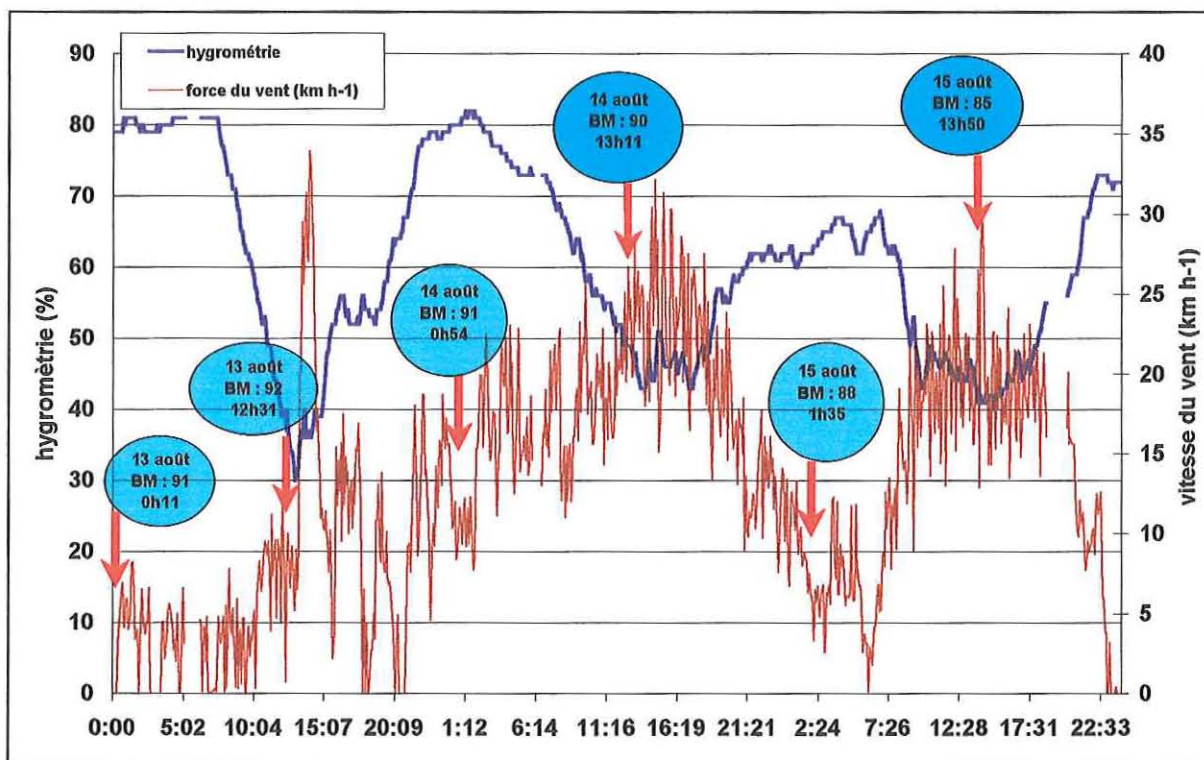


Figure 27 : Période du 14 au 15 août 2003. Température (°C), hygrométrie (%), Vitesse du vent (ms-1), 'station météo privée). Positionnement des coefficients de marée et des heures de basse mer.

2.4 Approche quantitative par zone d'élevage

L'étude des stocks de moules en élevage réalisée en hiver 2001 par l'IFREMER, sur l'ensemble des côtes charentaises et du Sud Vendée, a permis de déterminer le nombre de pieux par bouchot et par zone d'élevage, et d'estimer l'importance et le % de pieux non productifs (naissain) cette année là.

Grâce à l'actualisation des zones d'élevage mytilicole permettant de conforter le linéaire en élevage, il est possible d'estimer le déficit de production en utilisant les pertes de rendements évalués par la commission des calamités agricoles.

Les bases de calcul sont présentées dans le Tableau 8 : la production de moule est très fluctuante d'une année sur l'autre. Elle dépend des conditions environnementales dont la disponibilité trophique et la température de l'eau reste les facteurs déterminants. 2003 semble être une année moyenne en terme de croissance sur le site de l'Aiguillon au vu des données comparées 2000 – 2003 en août du réseau Remoula.

Deux résultats sont calculés par site. La fourchette des stocks perdus au 15 août est estimée selon les deux scénarios de calendrier de pêche pratiqués : pêche entre juin et décembre (40% des stocks pêchés), ou entre juin et octobre (60% des stocks pêchés). Les estimations sur la zone Yves Aix situent le tonnage perdu entre 742 et 1114 tonnes et entre 831 et 1241 tonnes pour la zone Esnandes Marsilly.

Tableau 8 : Présentation des calculs de tonnages perdus sur les sites d'élevages de la baie d'Yves - île d'Aix et d'Esnandes - Marsilly à partir des pertes estimées par la commission calamités agricoles les 27 et 29 août et de l'estimation des stocks de moules (IFREMER 2001) des côtes charentaises et du Sud Vendée.

NOM	Surface en hectares	Longueur totale des bouchots (m)	Nombre total de pieux	% pieux naissain	Estimation du nbr de pieux exploités	Estimation poids moyen pieux commission	Estimation tonnage production selon l'estim commission : 20,2 kg Yves et 33,1 Esnandes	Pertes estimées par pieux kg	Estimation stock perdu (40% du total pêché)	Estimation stock perdu (60% du total pêché)
Yves	287	107183	227496	7%	213342	11.5	4310	8.7	1114	742
Esnandes	265	50306	102673	8%	94460	11.1	3127	22.0	1247	831

3 Conclusion

Les moules en cours d'exploitation

Le constat d'une diminution importante des rendements d'élevage des moules (*M. edulis*) pêchées en plusieurs endroits du littoral charentais et de la côte du Sud Vendée a déclenché le processus de calamités agricoles. La disparition d'une partie de la ressource en élevage n'a pas été associée à un constat de mortalité : nombreuses coquilles de moules ouvertes, odeur nauséabonde caractéristique des mortalités rapides des zones d'élevage de coquillage. Une perte de rendement réelle a été constatée par la commission des calamités agricoles les 27 et 29 août. Les zones inspectées de Marsilly Esnandes (Pertuis Breton) et de la Baie d'Yves, île d'Aix (Pertuis d'Antioche) ont été caractérisées par une perte de rendement homogène de la zone visitée. A partir des informations enregistrées sur le terrain par la commission et des cahiers de pêche professionnels, nous avons estimé la diminution de rendement à 66% sur la zone de Marsilly Esnandes et à 43% pour la baie d'Yves et l'île d'Aix. La date de la disparition d'une partie du cheptel en élevage a pu être déterminée par l'étude des cahiers de pêche professionnels. Elle est postérieure au 14 août. La causalité de la disparition de ce cheptel est liée à l'observation de la faiblesse de l'attachement des moules (byssus) sur leur support.

Les paramètres environnementaux et biologiques marins ont été analysés sur la base des données acquises dans le cadre des réseaux IFREMER : réseau de suivi de croissance des moules (*Mytilus edulis*) dans les pertuis charentais (REMOULA), réseau de surveillance phytoplanctonique (REPHY), réseaux hydrologiques charentais (RAZLEC, RAZCHAR). Les données météorologiques ont été fournies par Météo France La Rochelle (température) M. MENET d'Echillais (station météo automatique) (température, hygrométrie, vent force et direction pour le mois d'août 2003).

L'analyse des données biologiques (longueur, poids total) montre un arrêt de croissance inhabituel entre le 12 et le 27 août. Cependant aucune mortalité anormale (Marsilly 17% et Yves 23%) n'est observée dans les poches des sites REMOULA, où elle se situe au même niveau que l'année 2001 pour la même période (19%). Les moules suivies dans le cadre de ce réseau sont en panier, donc protégées de l'influence directe du soleil, et retenues par la poche en cas de rupture du byssus. Aucune perte importante d'indice de qualité (> 25) n'est observée sur ces mêmes zones.

La disponibilité trophique sur trois sites géographiquement représentatifs des zones expertisées, ne peut expliquer la perte de rendement observée.

Les mortalités consécutives aux températures élevées de l'eau ou de l'air et au renforcement des facteurs négatifs dus à un faible taux d'hygrométrie sont signalées par de nombreux auteurs. Les niveaux d'influence sont souvent débattus et semblent être dépendants d'une origine géographique (certainement génétique, Myrand 1991, 1995). Un seuil de sensibilité de *M. edulis* à partir de 25°C est cité, avec mortalité exprimée autour de 29 à 30°C (Richies, 1927 ; Alameda, 1960 ; Kenneth, 1967). Entre 25 et 29°C le temps d'exposition de la moule (*M. edulis*) à son environnement conditionne l'apparition des mortalités : 13 jours à 26°C et 3 jours à 27°C (Kenneth, 1967).

L'ensemble des données physiques analysées dans ce travail, focalisent sur la période située entre le 1er et le 15 août. Les températures de l'eau de mer enregistrées au travers du réseau REMOULA (toutes les 15 mn) des réseaux REPHY, RAZLEC (tous les 15 jours) et RAZCHAR (toutes les 15 mn) caractérisent l'année 2003 comme une année particulièrement chaude. Un pic important supérieur aux autres années d'observations (1972-2003) est positionné dans la première quinzaine du mois d'août de cette année.

La température de l'eau est montée à des niveaux inhabituels (> 25°C) sur un certain nombre de sites suivis en permanence (REMOULA, RAZCHAR). Le pic a eu lieu le 13 août sur tous les sites : Marsilly (27,9°C) Aiguillon (26°C), Yves (25,5°C) Roulières (25°C) Boyard (23,6°C).

Dans notre cas, la température de l'eau de mer est supérieure à 26°C pendant 7 jour et > 27°C pendant 4 jours sur le site de Marsilly. Elle ne dépasse pas 26°C sur le site d'Yves et est inférieure à 24°C sur le site de Boyard qui ne déplore aucune baisse de rendement.

Les températures, sous abri, de l'air (Météo France) montrent les valeurs élevées des températures enregistrées en août. Les températures de l'air (maxima) enregistrées sur terre à Echillais n'ont pas été confrontées à celles de Météo France, acquises plus près de la mer (La Rochelle, St Laurent de la Prée). Le 13 août les informations météorologiques enregistrées sur Echillais associent une température élevée (entre 30 et 35,6°C) et une hygrométrie faible (30 à 40%) au moment de la basse mer (12h41) et d'un fort coefficient (92). Ce phénomène se reproduit les 14 et 15 août de façon plus atténuée : températures <30°C et hygrométrie comprise entre 40% et 50%. Ces observations diffèrent un peu des températures enregistrées à l'abri des poches expérimentales REMOULA où aucune valeur supérieure à 30°C n'a été enregistrée.

Le constat d'un affaiblissement des moules caractérisé par la fragilité extrême du byssus de nombreux individus, laisse penser que plusieurs facteurs environnementaux ont pu fragiliser les animaux. Carrington (2002) constate une influence saisonnière de la résistance des filaments du byssus. Elle est deux fois plus faible en été qu'en hiver. Un décrochage des moules situées sur la couronne extérieure de la biomasse en élevage sur le pieu a pu se produire. Les filets de catinage ont néanmoins permis de limiter leur chute. Tout risque n'est cependant pas écarté surtout si une tempête survenait rapidement. La baisse de la température de l'eau devrait permettre une récupération physiologique progressive des animaux en élevage.

Une observation réalisée sur les lots ramenés le 27 août a confirmé la fragilité du byssus. Marsilly était le site le plus défavorisé dans cette observation, suivi de Yves, Aiguillon et Filières. Le fait de ne pas retrouver ces animaux au pied des pieux d'élevage, laisse penser que la faiblesse des animaux n'a pas permis aux moules de se regrapper après leur chute.

Cet élément est très important, il est certainement la clef de l'explication de la diminution du rendement. La mise en évidence de facteurs sensibles (température de l'eau, température de l'air, sécheresse) convergeant vers les limites de survie de l'espèce *Mytilus edulis* élevée dans notre région, laisse supposer que les pertes de rendement d'élevage sont certainement dues à un affaiblissement physique et physiologique de l'animal, qui n'a pas eu les moyens de maintenir de manière efficace sa fixation. Cette analyse est renforcée par l'absence de mortalité importante observée dans le réseau REMOULA où les moules, maintenues dans leur panier, ont pu « récupérer » et se regrapper.

Les analyses histologiques (REPAMO) réalisées sur les animaux provenant des deux sites sinistrés n'ont révélé aucun agent pathogène susceptible d'expliquer les mortalités constatées sur ces deux secteurs. Les lésions observées révèlent un affaiblissement des animaux qui peut être expliqué par des facteurs environnementaux ayant joué un rôle, direct ou indirect, sur ces mortalités.

L'ensemble des pertes de rendements sur les sites d'Esnandes Marsilly et de Yves Aix sont respectivement de 66% et de 43% pour le rendement instantané (avant et après le 15 août). Elles sont estimées entre 831 et 1247 tonnes pour Esnandes Marsilly et entre 742 et 1114 tonnes pour Yves Aix, selon que l'on considère une pêche totale de 60% ou 40% du stock exploitable avant l'apparition des mortalités (le 15 août).

Les naissains

Les observations réalisées sur le naissain 2003 sont difficiles à interpréter. Néanmoins il paraîtrait curieux que des moules adultes aient souffert des conditions climatiques exceptionnelles et que le naissain n'y ait pas été sensible. Bien au contraire on peut considérer que le naissain, plus fragile, a pu disparaître en de plus grandes proportions, et que dans certain cas la plisse d'août soit totalement absente. Ces faits aggravent la situation déjà mauvaise du captage de l'année 2003.

Bibliographie

- Almada Villela P. C., Davenport J., Gruffydd L., 1982. The effect of temperature on the shell growth of young *Mytilus edulis*. L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol 59, 275-288.
- Bruce J. R., 1926. The respiratory exchange of the mussel (*Mytilus edulis*, L.). Biochem. J. 20, 829-846.
- Dardignac M.J., 1996. La Mytilliculture dans le Pertuis Breton. Synthèse des travaux réalisés de 1980 à 1992. RST Ifremer. 96 p.
- Gonzalez J., G., Yevish P., 1976. Responses of an estuarine population of the blue mussel *Mytilus edulis* to heated water from a stream generating plant. Mar Biol., Vol. 34, 177-189.
- Incze L. S., LUTZ R. A., Walting L., 1980. Relationship between effects of environmental temperature and season on growth and mortality of *Mytilus edulis* in a temperate northern estuary. Mar. Biol., Vol. 16, 69-86.
- Myrand B., Gandreault J., 1991. A better use of stock-site combinations to increase blue mussel production in the Magdalen Islands. J. Shel. Res. Vol 10 N°1, 299.
- Myrand B., Gandreault J., 1995. Summer mortality of blue mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Magdalen Islands (southern Gulf St Lawrence, Canada). J. Shel. Res. Vol 14 N°2, 395-404.
- Prou J., Dardignac M.J., 1993. Recrutement of mussels in the Pertuis Breton (France) in this last years. A preliminary analysis on the influence of temperature and sunshine. 2nth Workshop on spatfall and recrutement of mussels and cockles. Yerseke, Netherland. 7 p.
- Read K R. H. and Cumming K. B., 1967. Thermal tolerance of the bivalve molluscs *Modiolus Modiolus* L., *Mytilus edulis* L. and *Brachidontes Demissus* dillwyn. Comp. Biochem. Physio., Vol. 22, 149-155.
- Ritchies J., 1927. Reports on the prevention of the growth of mussels in submarine shafts and tunnels at the Westbank Electric Station, Portobello. Trans. R. Scott. Soc. Arts 19. (29 Dec. 1921), 1-20.
- Seed R., Suchanek T. H., 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. In The mussel *Mytilus edulis* : ecology, physiology, genetics and culture. Goosling G. Chap. 4, 87-170.
- Suchanek, 1978. The ecology of *Mytilus edulis* L. in exposed rocky intertidal communities. J. Exp.. Mar. Biol. Ecol. Vol. 31, 105-120.
- Suchanek, T.H., 1985. Mussels and their rôle in structuring rocky shore communities. In The ecology of rocky coasts. Lewis J.R. British Library cataloguing in publication data. Edited by Moore P. G., and Seed P. D. 70 – 96.
- Tsuchiya, 1983. Mass mortality in apopulation of the mussel *Mytilus edulis* L. caused by high temperature on rocky shores. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol 66, 101-111.
- Wells H. W., Gray I.E., 1960. The seasonal occurrence of *Mytilus edulis* on the Carolina coast as a result of transport around Cape Hatteras. Biol. Bull., Woods Hole. 119.

Index des illustrations

Figure 1 : Positionnement des visites réalisées par la commission du 27 août sur la zone d'élevage conchylicole de Marsilly Esnandes	11
Figure 2 : Positionnement des visites réalisées par la commission du 29 août sur la zone d'élevage conchylicole de la baie d'Yves et de l'île d'Aix.	12
Figure 3 : Détermination de la période de mortalité sur les sites de Yves d'après les rendements professionnels d'une même zone d'élevage de la baie d'Yves.	13
Figure 4 : Mortalité (50%) fonction de la température, chez deux espèces de moules <i>Modiolus modiolus</i> et <i>Mytilus edulis</i> . Essai laboratoire à température constante (Read et Cumming, 1967).	14
Figure 5 : Approche de la mortalité (%) de <i>Mytilus edulis</i> en fonction du temps d'exposition (jours) à différentes températures. Extrait de (Read et Cumming, 1967). Températures d'exposition (eau de mer) des moules, au moment de prélèvement dans le milieu naturel : essai 28°C : 7/04/65 (3,9°C), essai 27°C : 22/03/65 (1,4°C), essai 26°C : 3/03/65 (-1,4°C), essai 25°C : 4/11/65 (11,7°C).	14
Figure 6 : Situation des points de suivi du réseau de croissance moule REMOULA (Sud Vendée et Charente-Maritime).	16
Figure 7 : Représentation de la mortalité trimestrielle par site d'élevage (réseau REMOULA) au travers des moyennes trimestrielles des années précédentes.	17
Figure 8 : Evolution mensuelle du poids total en 2003 (Aiguillon, Filières, réseau REMOULA).	19
Figure 9 : Evolution 2000 du poids total moyen des moules sur les sites d'élevage REMOULA. Les données sont mensuelles pour l'Aiguillon, Boyard et Yves, trimestrielles pour Marsilly, Roulières et Filières	19
Figure 10 : Evolution 2001 mensuelle du poids total moyen des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon et des Filières.	19
Figure 11 : Evolution mensuelle du poids moyen total des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon et des Filières. REMOULA 2002. Intervalle de confiance à 95%.	20
Figure 12 : Evolution de la longueur mensuelle (Aiguillon, Filières, réseau REMOULA).	21
Figure 13 : Evolution mensuelle de la longueur de coquille des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon et des Filières. REMOULA 2001. I.C. à 95%.	21
Figure 14 : Evolution mensuelle de la longueur de coquille des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon et des Filières. REMOULA 2002. I.C. à 95%.	21
Figure 15 : Evolution mensuelle de la longueur de coquille des moules sur les sites d'élevage de l'Aiguillon de Boyard et des d'Yves. REMOULA 2000. I.C. à 95%.	22
Figure 16 : Températures enregistrées sur les 6 sites d'élevage du réseau IFREMER REMOULA (Roulières, Aiguillon, Marsilly, Filières, Yves, Boyard,) dans la période juin - août 2003.	24
Figure 17 : Evolution de la température en °C sur le site de Marsilly. Données brutes (immersion émergence) du réseau REMOULA.	26
Figure 18 : Evolution de la température moyenne de l'eau de mer sur le point REMOULA du site Marsilly Esnandes (La Carrelère) années 2001 à 2003. Positionnement du coefficient de marée 2003.	27
Figure 19 : Evolution de la température moyenne de l'eau autour de la pleine mer sur les 6 sites d'élevage du réseau REMOULA. Représentations des coefficients de marée semi-diurne.	28
Figure 20 : Evolution des températures moyennes journalières dans le pertuis Breton entre 1999 et 2002.	29
Figure 21 : Evolution des paramètres : température (°C), salinité (‰), chlorophylle a (µg l-1) sur le site du Cornard dans le Pertuis d'Antioche, au large de la baie d'Yves (1992 -2003).	30
Figure 22 : Evolution des paramètres : température (°C), salinité (‰), chlorophylle a (µg l-1) sur le site de l'Eperon dans le pertuis Breton, au large de l'Aiguillon et de Marsilly Esnandes (1992 -2003).	30
Figure 23 : Evolution des paramètres : température (°C), salinité (‰), chlorophylle a (µg l-1) sur le site de Boyard dans le pertuis d'Antioche, au large du site REMOULA de Boyard. (1977 - 2003)	31
Figure 24 : Evolution de la température moyenne journalière (Lupin) dans l'estuaire de la Charente. De juin à septembre (1999, 2000, 2001, 2002) et de juin à août 2003. Maxima de juin à août 2003.	32
Figure 25 : Représentation des températures de l'air (données privées MENET Echillais) recalées aux travers des références de Météo France La Rochelle.	34
Figure 26 : Période du 9 au 18 août 2003. Représentation simultanée des paramètres enregistrés toutes les 5 mn par la station météorologique privée. Température (°C), hygrométrie (%), Vitesse du vent (ms-1). Positionnement des coefficients de marée et des heures de basse mer.	35
Figure 27 : Période du 14 au 15 août 2003. Représentation simultanée des paramètres enregistrés toutes les 5 mn par la station météorologique privée. Température (°C), hygrométrie (%), Vitesse du vent (ms-1). Positionnement des coefficients de marée et des heures de basse mer.	36