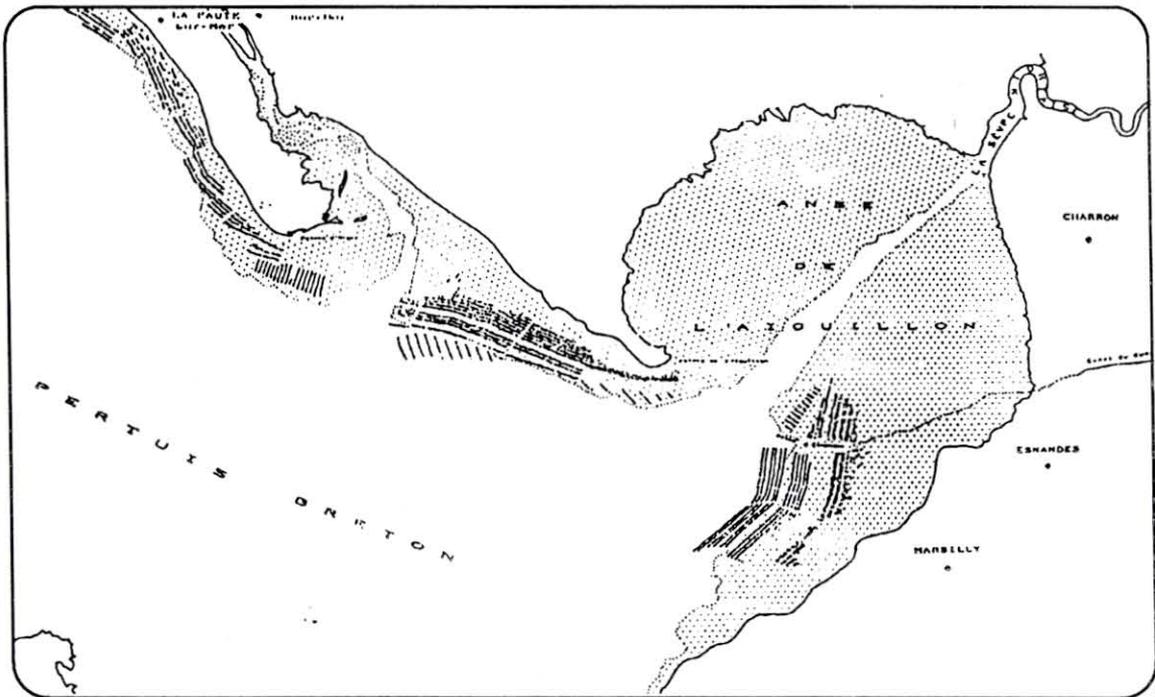


ETUDE DE LA MORTALITE DES MOULES
DANS LE PERTUIS BRETON EN 1989

36784
Hscoop 201
ETUDE

Marie-José Dardignac-Corbeil, Alain Bodoy, Jacqueline Garnier
Serge Heurtebise, Jacqueline Legrand



RIDRV-90.32-RA/La Rochelle-l'Houmeau

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

Adresse : IFREMER Place su Séminaire 17137 L'HOUMEAU
--

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

DEPARTEMENT Ressources Aquacoles

STATION/LABORATOIRE La Rochelle/L'Houmeau

AUTEURS (S) : Marie-José DARDIGNAC-CORBEIL, Alain BODOY, Jacqueline GARNIER, Serge HEURTEBISE, Jacqueline LEGRAND		CODE : RIDRV-90. 32 RA L'Houmeau
TITRE : Etude de la mortalité des moules dans le Pertuis Breton en 1989.		Date: Juin 1990 Tirage en nombre : Nb pages : Nb figures : Nb photos :
CONTRAT (intitulé) N° _____	Convention Poitou-Charentes 1989-1993.	DIFFUSION libre <input type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

RESUME

Une recherche des causes de la mortalité des moules au printemps dans le Pertuis Breton a été entreprise en 1989.

La faible pluviométrie observée cette année là n'a pas entraîné de dessalures importantes et les mortalités constatées ont été si faibles qu'elles n'ont pas eu de conséquences sur la production de moules.

Les essais réalisés en milieu contrôlé ont montré que même pendant la période de reproduction au cours de laquelle les moules sont plus fragiles, il fallait des salinités inférieures à 15 p. mille et se maintenant pendant plusieurs jours avant que des mortalités n'apparaissent.

Il est prévu de remettre le même programme en place au printemps 1990.

mots clés : moules, bouchots, mortalités, pollutions

key words : mussels, mortalities, pollutions



ETUDE DE LA MORTALITE DES MOULES DANS LE PERTUIS BRETON EN 1989

1 - INTRODUCTION

Depuis quelques années des mortalités de moules sont observées au printemps dans les bouchots du Pertuis Breton situés près du chenal d'Esnandes, au débouché du canal du Curé. Ces mortalités surviennent dans le courant des mois de mars ou avril et sont constatées seulement les années de forte pluviométrie. Il n'a pas pu être vérifié jusqu'à présent si elles étaient dues uniquement à des variations brutales de la salinité, mal supportées au printemps par des moules qui viennent de pondre, ou à l'action de produits issus de pratiques agricoles et qui seraient entraînés par les pluies dans le milieu marin. L'étude initiée par la D.D.A.F. de Charente Maritime en 1984 n'avait pas permis de porter un jugement définitif sur la qualité des eaux du canal du Curé. En revanche, les travaux menés par l'IFREMER (DURAND, 1987 ; MARCHAND, 1989) ont mis en évidence une contamination des eaux de ce canal par des herbicides, correspondant à des urées substituées, utilisés pour le traitement des céréales. Il n'est donc pas impossible que des produits phytosanitaires puissent être entraînés dans la partie sud de l'anse de l'Aiguillon, mais cela reste encore à prouver.

Quoi qu'il en soit, une contamination du milieu ne s'accompagne pas forcément d'un effet délétère sur les moules. Par contre, si cet effet existe, les produits incriminés peuvent agir soit directement sur les mollusques, soit indirectement en modifiant l'écosystème, par exemple, s'il s'agit d'herbicides, en détruisant le phytoplancton.

Compte tenu de ce qui précède, les recherches entreprises ont concerné :

- l'évolution, pendant la période critique, des paramètres suivants du milieu :
 - . température,
 - . salinité,
 - . plancton,
 - . matières en suspension ;
- la mortalité des moules dans le secteur étudié ;
- leur évolution physiologique afin de déterminer la période de ponte, celle-ci s'accompagnant d'une plus grande fragilité des animaux ;

- la résistance des moules aux basses salinités dans des conditions expérimentales ;
- la mise en évidence d'une contamination du milieu par des produits issus de l'agriculture.

2 - MATERIEL ET METHODES

2.1 Suivi du milieu

Dix stations ont été choisies en fonction de leur situation par rapport aux arrivées d'eau douce de la Sèvre niortaise et du canal du Curé (fig. 1 et 2).

Les prélèvements ont été réalisés à chacune d'elles à des intervalles de 5 à 8 jours pendant la période allant du 23 février au 20 avril. Ils étaient effectués soit un peu avant la basse mer (2 h au maximum), soit en début de jusant (entre 1h30 et 2h30 après la pleine mer).

En outre, deux sondes relevant la température et la salinité, au rythme d'une mesure toutes les dix minutes, ont été installées le 23 février aux stations 6 et 3. Elles sont restées en place jusqu'au 2 mai.

Les techniques d'analyses utilisées étaient les suivantes :

- salinité : méthode de MOHR-KNUDSEN ;
- plancton : dosage de la chlorophylle a et des phaeopigments par fluorimétrie (méthode de YENTSCH et MENZEL, 1963) ;
- matériel en suspension, minéral et organique : pesées de filtres GF/C préalablement calcinés avant et après crémation à 450°C.

2.2. Moules

- Mortalité

Le suivi a été réalisé avec des moules de deux ans car cette classe d'âge a la réputation d'être plus fragile que celle d'un an. Des lots de 100 individus ont été installés dans des paniers amarrés à des pieux de bouchot à chacune des dix stations choisies. Les paniers ont été mis en place le 22 février et visités à chaque marée, soit les 9 et 23 mars, 6 et 20 avril, jusqu'à leur sortie de l'eau le 18 mai. Le nombre de moules survivantes était compté à chaque visite.

En outre, des moules d'un an ont été installées en février aux stations 3, 5, 10 et 11 pour un suivi de croissance. Elles ont été visitées le 19 juin, ce qui a permis de comparer les taux de mortalité.

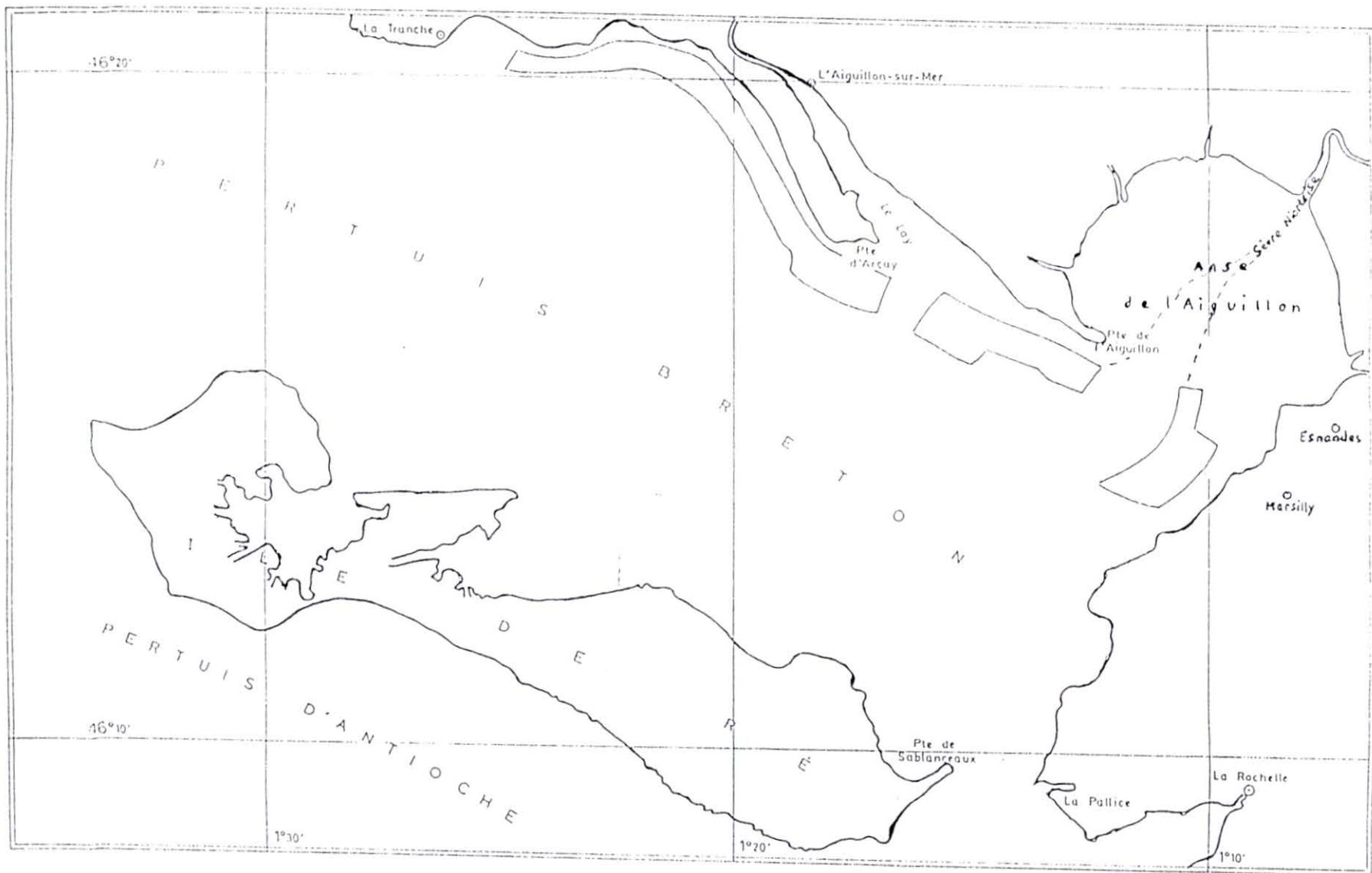


Fig. 1 - Emplacement des bouchots à moules dans le Pertuis Breton

- Evolution physiologique

Le cycle biologique d'un mollusque est généralement étudié à l'aide d'un indice de condition. Le plus couramment utilisé est celui de MEDCOFF et NEEDLER (1941) :

$$I = [\text{Poids sec (g) / vol. intervalvaire (cm}^3)] 10^3$$

A la suite d'une étude comparative de différents indices de condition chez l'huitre creuse, celui de LAWRENCE et SCOTT (1982), étroitement relié à celui de MEDCOFF et NEEDLER, est apparu comme présentant la plus forte sensibilité (BODOY et al., 1986). Sa formule est :

$$I = [\text{Poids sec (g) / (Poids total-poids coquille) (g)}] 10^3$$

Afin de vérifier ce qu'il en était pour les moules nous avons utilisé les deux méthodes. La figure 3 montre une bonne correspondance entre les deux séries de résultats. Compte tenu du fait que nous trouvons plus facile de mesurer un poids qu'un volume, c'est l'indice de LAWRENCE et SCOTT que nous avons retenu. Les moules sont maintenues dans l'eau jusqu'au moment de leur pesée. Chaque lot comprend 20 individus. Le poids sec est obtenu après passage à l'étude à 60°C jusqu'à poids constant (72 heures environ).

- Résistance des moules aux basses salinité

Deux séries d'expériences ont été réalisées : le 9 mars et le 7 avril. Les moules, prélevées à proximité des stations 3 et 6, c'est-à-dire en deux points opposés par rapport à l'action supposée du gradient de salinité (fig. 2), étaient transférées au laboratoire de La Tremblade en conditions isothermes de façon à éviter les chocs thermiques susceptibles d'entraîner des émissions de produits génitaux fragilisant les animaux.

Après nettoyage, elles subissaient une acclimatation de 48 heures à 10°C (température voisine de celle observée au moment du prélèvement) et 30 ‰ (salinité choisie arbitrairement). Au cours de cette période, elles étaient nourries ad libitum avec un mélange des espèces phytoplanctoniques *Chaetoceros calcitrans* et *Isochrysis galbana*. Des mesures biométriques (taille et poids) et des analyses biochimiques (protides, lipides, glucides) ont été effectuées sur 30 individus de chaque lot selon la méthode exposée par Deslous-Paoli (1981). Une attention particulière a été portée au taux de glycogène par rapport aux protéines (G/P ‰) qui chute chez la moule de manière caractéristique lors des émissions de produits génitaux.

Le plan expérimental adopté pour la mesure des salinités létales a consisté à exposer les moules à une gamme de salinités constantes, sans simulation d'émersion. Les individus étaient transférés directement du bac d'acclimatation aux bacs expérimentaux. Les salinités choisies (0, 5, 10, 15, 20 et 25 ‰) étaient obtenues par mélange d'eau de mer filtrée et d'eau déminéralisée. La salinité et le pH étaient contrôlés dans chaque bac avant et pendant le déroulement des expériences. La teneur en oxygène dissous était maintenue proche de la saturation et les animaux nourris avec l'espèce *Chaetoceros calcitrans* à raison de 100 millions de cellules par

individu et par jour. Des précautions spéciales ont été prises pour éviter tout stress en cours d'expérience (maintien à l'obscurité, agitation limitée ...).

Les contrôles de mortalité ont été effectués 3, 6, 12 et 24 heures après le début de l'expérience, puis toutes les 24 heures exactement. Les expériences ont duré respectivement 16 et 20 jours. Le critère de mortalité retenu a été l'absence de réaction du bord du manteau à une stimulation même appuyée. Des observations complémentaires portant sur l'activité de filtration, la production de byssus et de feces ou la sédimentation de la nourriture ont également été effectuées.

Les chiffres obtenus, exprimant des nombres de survivants, ont fait l'objet d'un ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés après transformation Probit. La validité de l'ajustement a été testée par la méthode du χ^2 . Les résultats sont exprimés en salinités létales pour 50 % de la population (SL 50), pour une durée d'exposition donnée et avec l'intervalle de confiance correspondant. L'ensemble des calculs a été effectué au moyen du programme écrit par TREVORS (1986) pour IBM.PC, en utilisant la transformation : $DL\ 50 = 35 - SL\ 50$ où DL 50 est la dose létale d'un produit pour 50 % de la population. En effet, le facteur expérimental provoquant la mortalité est lié non pas à la présence d'une substance toxique mais à la diminution de la teneur en sel simulant l'effet d'une dessalure.

2.3. Recherche dans le milieu de produits issus de l'agriculture

La recherche dans le milieu de produits issus des pratiques agricoles nécessite des méthodes de dosage spécifiques à chacun des contaminants susceptibles d'être présents et adaptées à leur détection même à l'état de traces.

Compte tenu du fait que la plupart de ces méthodes sont encore à mettre au point, il a paru plus judicieux, dans un premier temps, de rechercher si les moules pouvaient avoir été mises en contact avec les produits suspectés.

Les mollusques peuvent en effet accumuler certaines substances ou présenter des perturbations. Par exemple, le contact avec des pesticides peut entraîner l'inhibition d'une enzyme, la cholestérase. Cette approche est bien évidemment incomplète car elle ne permet pas d'affirmer que les substances détectées sont responsables des mortalités observées. Elle a cependant l'avantage de vérifier si des produits utilisés en agriculture ont bien contaminé le milieu marin.

A chaque visite des paniers, des moules ont été récoltées pour prélever des muscles adducteurs en vue d'une étude des perturbations enzymatiques (analyses : IFREMER-Nantes).

3 - RESULTATS

3.1. Suivi du milieu

3.1.1. Température

Elle diffère peu d'une station à l'autre. La figure 4 montre son évolution à la station 6. Proche de 7°5 C début mars, elle monte jusqu'à près de 14°C à la fin de ce mois pour retomber aussitôt à 10°C. Fin avril elle se situe aux alentours de 13°C.

3.1.2. Salinité

La salinité dépendant des apports d'eau douce, il était intéressant de vérifier ce qu'avait été la pluviométrie au cours de la période considérée.

a) Pluviométrie

Nous avons exploité les données des stations météorologiques de La Rochelle et de Marans (Bulletin climatologique mensuel de la Charente Maritime). Elles sont très voisines, aussi n'avons nous retenu que celles de Marans qui sont susceptibles de mieux représenter les apports d'eau douce dans le secteur étudié.

La figure 5 montre l'importance des précipitations entre le 23 février et le 1er mai. Après un excédent de pluie au cours de la dernière décade de février, le mois de mars a été caractérisé par un déficit de près de 31 % en quantité alors qu'en avril les précipitations ont été très importantes (206 % d'excédent). Quant au mois de mai, qui n'est pas reporté sur la figure, il a été exceptionnellement sec (79,5 % de déficit).

b) Données recueillies par les sondes

La figure 6 montre l'évolution de la salinité moyenne par jour aux stations 6 et 3. Toujours un peu plus élevée à la station 3, elle reste comprise entre 28 et 32 ‰ jusqu'au 12 avril, puis entre 27 et 31 ‰ ensuite. Toutefois deux chutes peuvent être observées à la station 6 les 4 mars et 17 avril (25 ‰).

Un examen plus détaillé de ces données montre que la salinité moyenne évolue d'une manière non négligeable d'un jour à l'autre. Toutefois, les écarts restent inférieurs à 4 ‰ au sud et 5 ‰ au nord. Au cours d'une même journée, en revanche, les variations de salinité sont beaucoup plus importantes : inférieures à 8 ‰ au sud (fig. 7), elles peuvent aller jusqu'à près de 19 ‰ à la station 6 (fig. 8). Ces changements brutaux ont lieu aux alentours de la basse mer : le 18 mars, par exemple, la salinité passe de 18,3 à 24,8 ‰, soit une augmentation de 6,5 ‰, au cours de la première heure de flot ; le 14 avril, on observe une chute de près de 7 ‰ pendant la dernière heure de jusant. On peut aussi assister à des passages de nappes d'eau douce. Ainsi le 27 mars, après la basse mer, alors que le capteur est immergé depuis déjà deux heures, la salinité passe

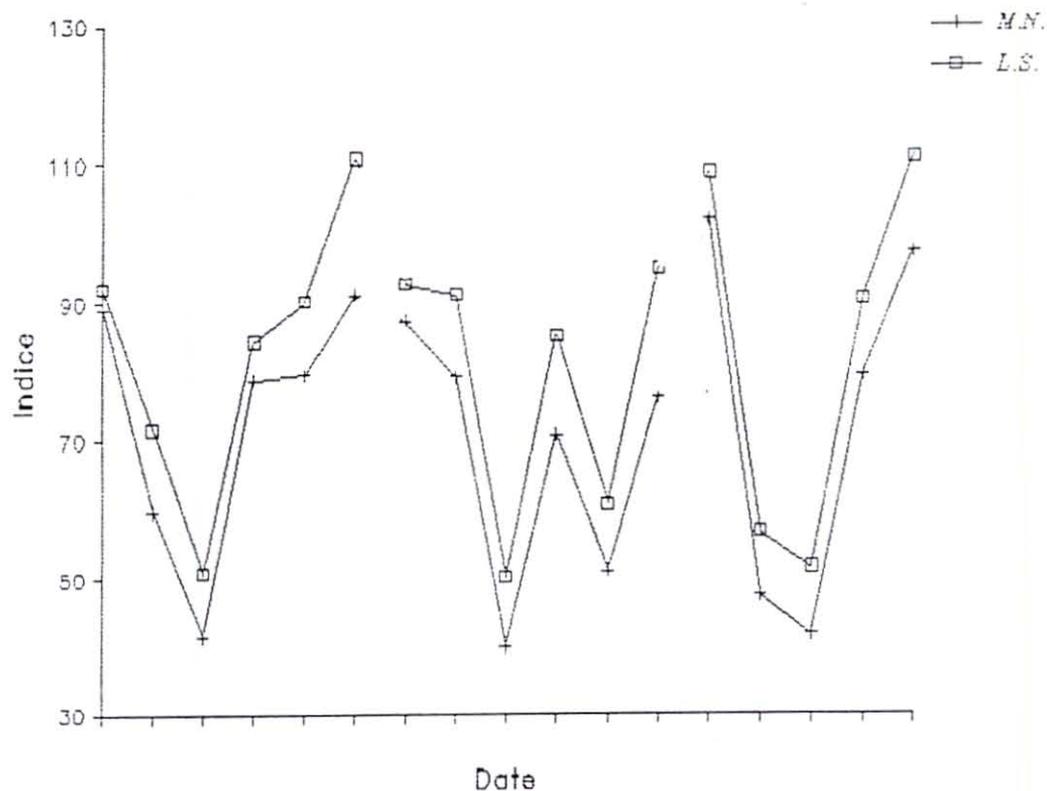


Fig. 3 . Indices de condition. Comparaison des résultats obtenus avec la méthode de MEDCOFF et NEEDLER (M.N.) et celle de LAWRENCE et SCOTT (L.S.) aux trois stations étudiées.

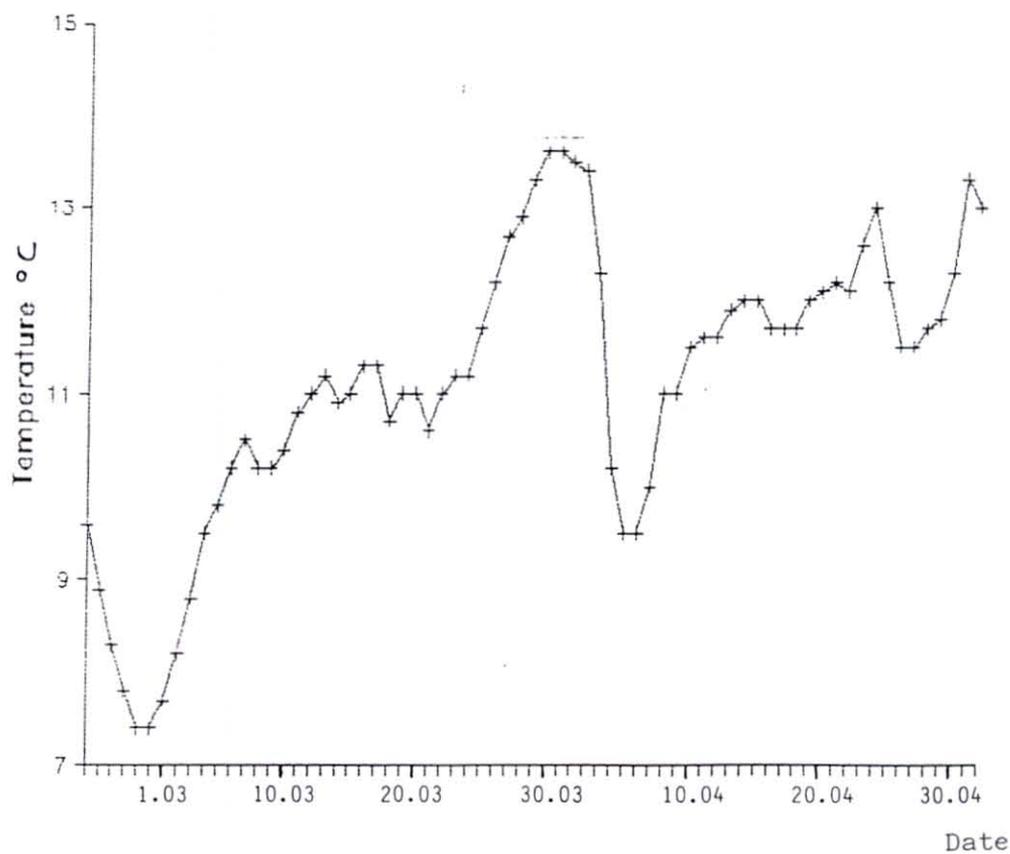


Fig. 4 . Evolution de la température à la station 6.

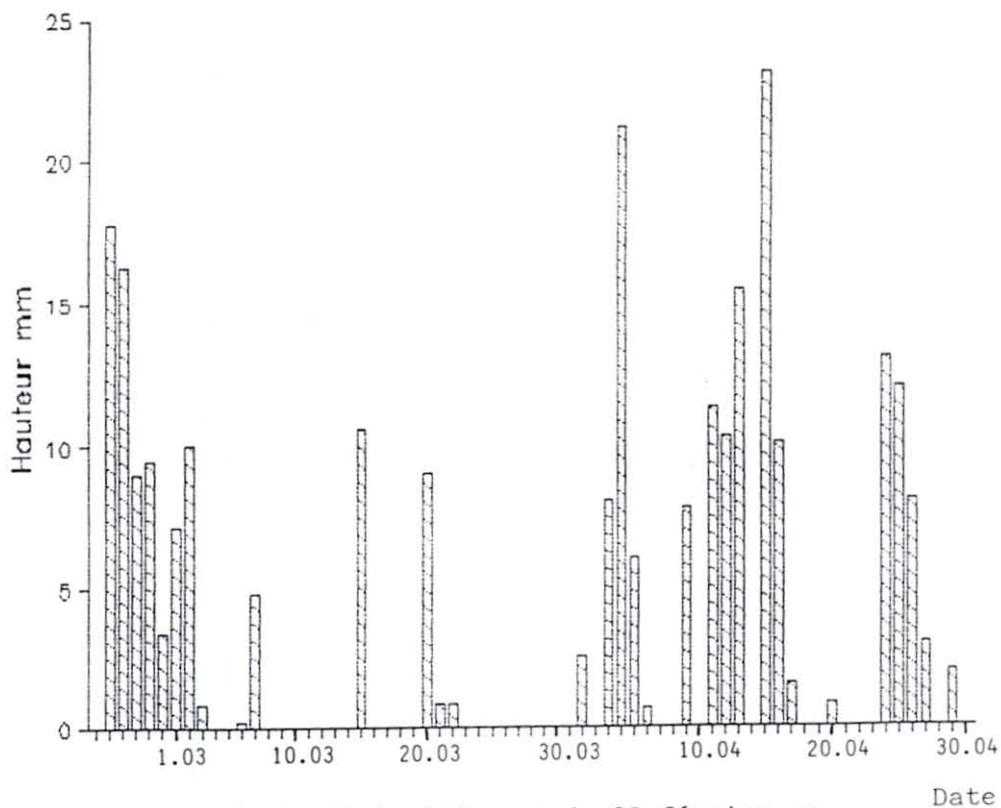


Fig. 5 . Pluviométrie à Marans du 23 février au 30 avril 1989.

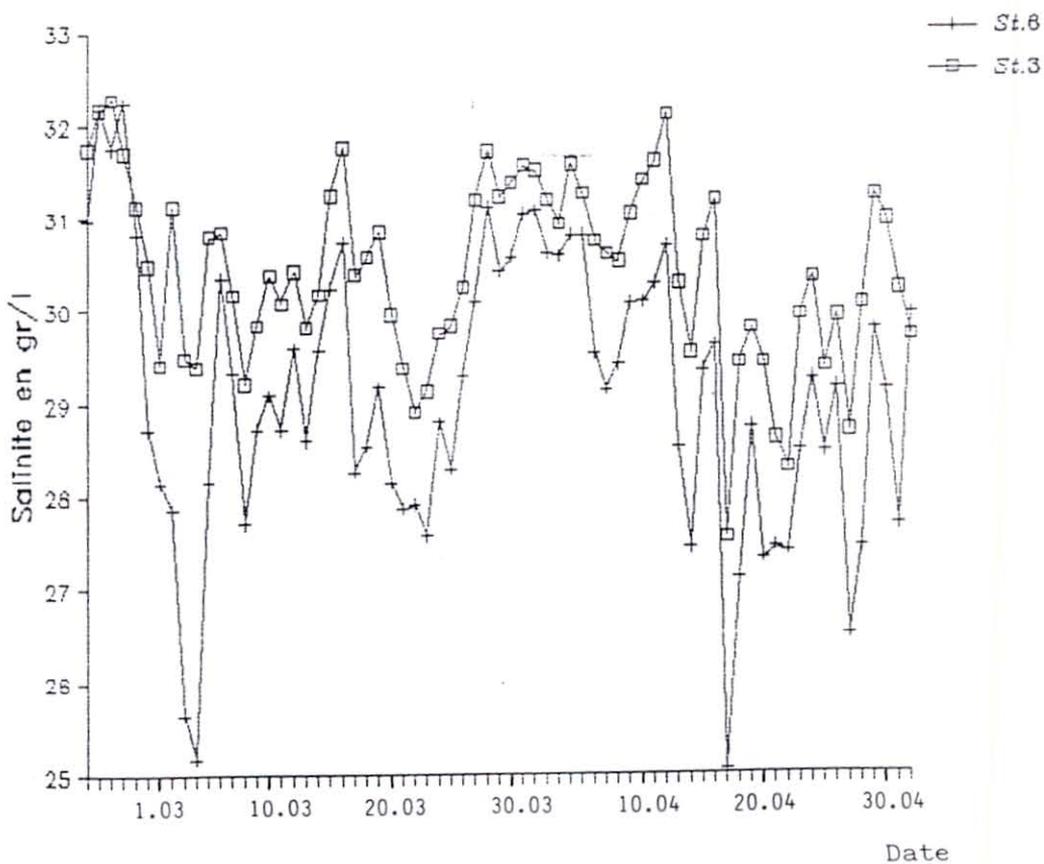


Fig. 6 . Salinité aux stations 3 (sud) et 6 (nord) entre le 23 février et le 2 mai. Moyennes journalières.

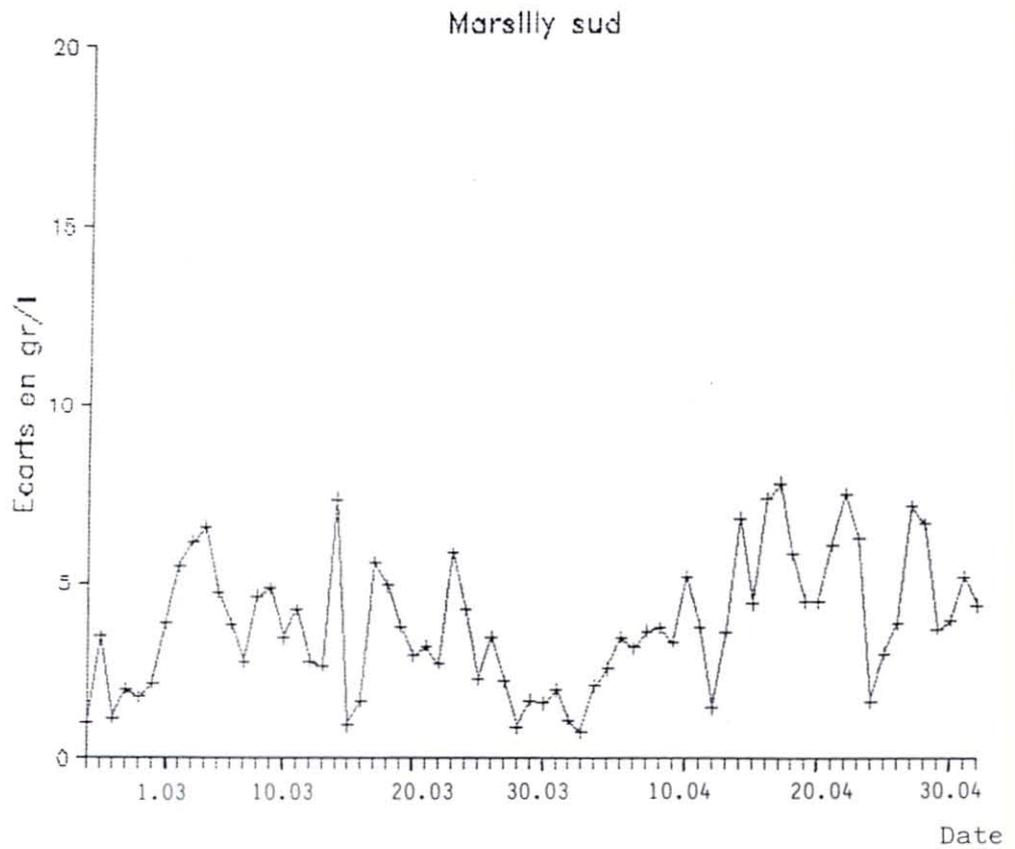


Fig. 7 . Station 3 - Différences entre les salinités maximale et minimale au cours de la même journée.

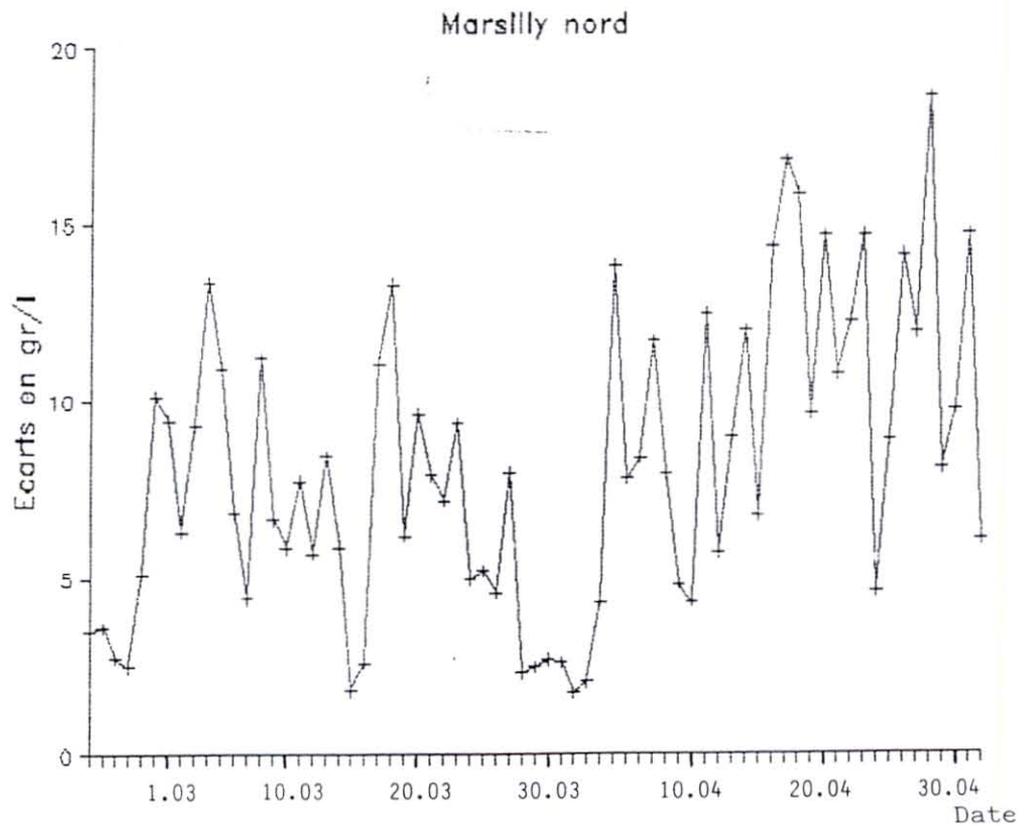


Fig. 8 . Station 6 - Différences entre les salinités maximale et minimale au cours de la même journée.

en 10 minutes de 30,1 à 13,3 ‰, soit une chute de près de 17 ‰; elle reste entre 13 et 15 ‰ pendant une demi-heure puis remonte aussi brutalement à 30,7 ‰.

Ces variations ne sont pas fonction du coefficient de la marée. Il est probable qu'elles sont liées à l'ouverture des écluses situées sur la Sèvre ou le chenal du Curé mais les données dont nous disposons concernant ces dates ne nous ont pas permis de le vérifier.

Enfin, nous verrons plus loin l'impact que peuvent avoir des salinités inférieures à 15 ‰. Pendant la durée de notre suivi, ces basses valeurs n'ont été atteintes qu'exceptionnellement (27 mars, 17, 18 et 28 avril) ; elles n'ont jamais été inférieures à 13 ‰ et ne se sont maintenues que pendant de très courtes périodes n'excédant pas 1h30.

c) Prélèvements effectués dans le milieu

Leur fréquence (tous les 5 à 8 jours) ainsi que les moments particuliers auxquels ils étaient réalisés (peu avant la basse mer ou en début de jusant) ne permettent pas, à l'inverse des sondes, d'avoir une représentation correcte de l'évolution de la salinité dans le temps. Par contre, ces prélèvements sont utiles pour comparer les stations entre elles.

Nous avons rapproché les écarts de salinité observés au même moment entre les stations et les variations mises en évidence par les sondes au cours de la même journée aux stations 3 et 6. En début de jusant (tableau 1) les écarts entre les stations sont presque toujours inférieurs aux écarts observés dans une même stations. Ils sont donc peu représentatifs. A basse mer (tableau 2), c'est le contraire, ce qui autorise un classement des stations que concrétise la figure 9. Sur cette dernière, on peut voir que c'est à la station 10 que les plus fortes salinités sont observées alors qu'à l'inverse c'est la station 8 qui reçoit le plus d'eau douce. Les différences entre les autres stations sont moins importantes mais les stations 3 et 2 présentent presque constamment des salinités plus élevées.

3.1.3. Matières en suspension

a) Seston total

Les valeurs sont très différentes selon que les prélèvements ont lieu au début ou en fin de jusant : 10 à 70 mmgr/l dans le premier cas ; supérieures le plus souvent (2 fois sur 3) à 400 mmgr/l dans le deuxième cas avec des écarts entre les stations beaucoup plus importants. En outre la station 8 se distingue en fin de jusant par des teneurs en seston beaucoup plus élevées que partout ailleurs (fig. 10).

Date	Ecart entre les stations	Ecart observé le même jour	
		Station 3	Station 6
1/3	5	3,84	9,47
14/3	2,3	7,33	5,87
31/3	1,2	1,95	2,60
14/4	4,8	6,87	12,02

Tableau 1 - Début de jusant - Différences de salinité entre les stations. Comparaison avec les écarts observés au cours de la même journée à la station 3 et à la station 6.

Date	Ecart entre les stations	Ecart observé le même jour	
		Station 3	Station 6
23/2	5	1,04	3,52
9/3	7,7	4,83	6,63
23/3	8,3	5,83	9,35
7/4	10,6	3,65	11,72
20/4	6,2	4,47	14,68

Tableau 2 - Basse mer - Différences de salinité entre les stations - Comparaison avec les écarts observés au cours de la même journée à la station 3 et à la station 6.

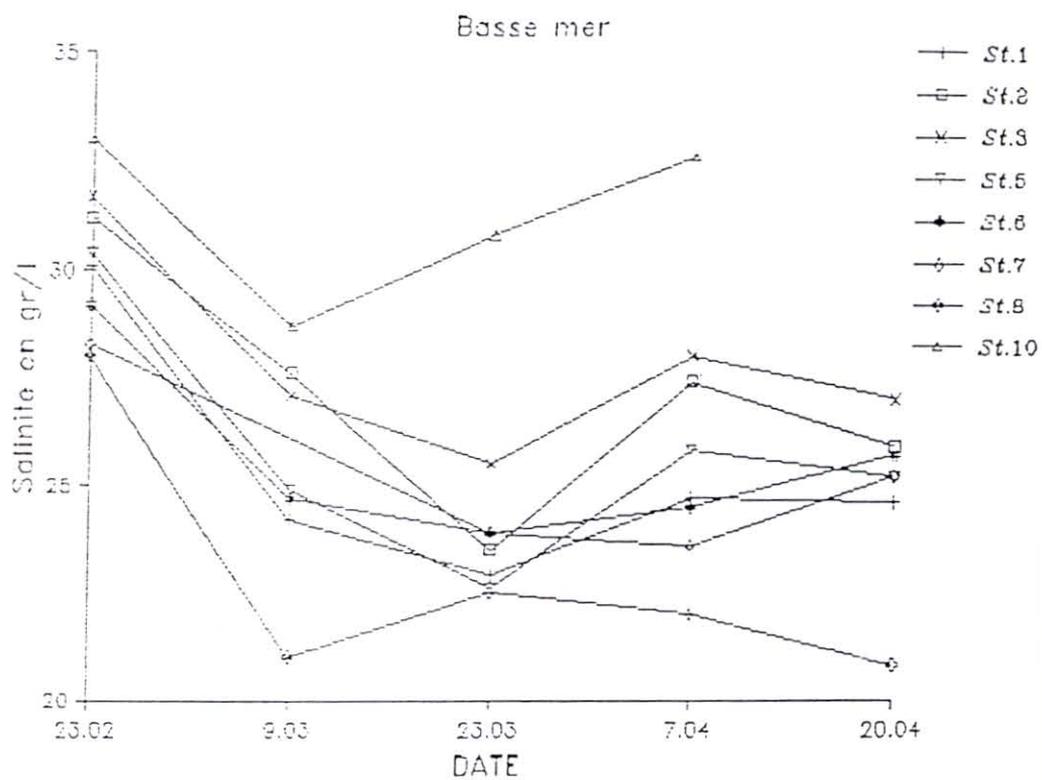


Fig. 9 . Evolution de la salinité dans les différentes stations (prélèvements effectués en fin de jusant).

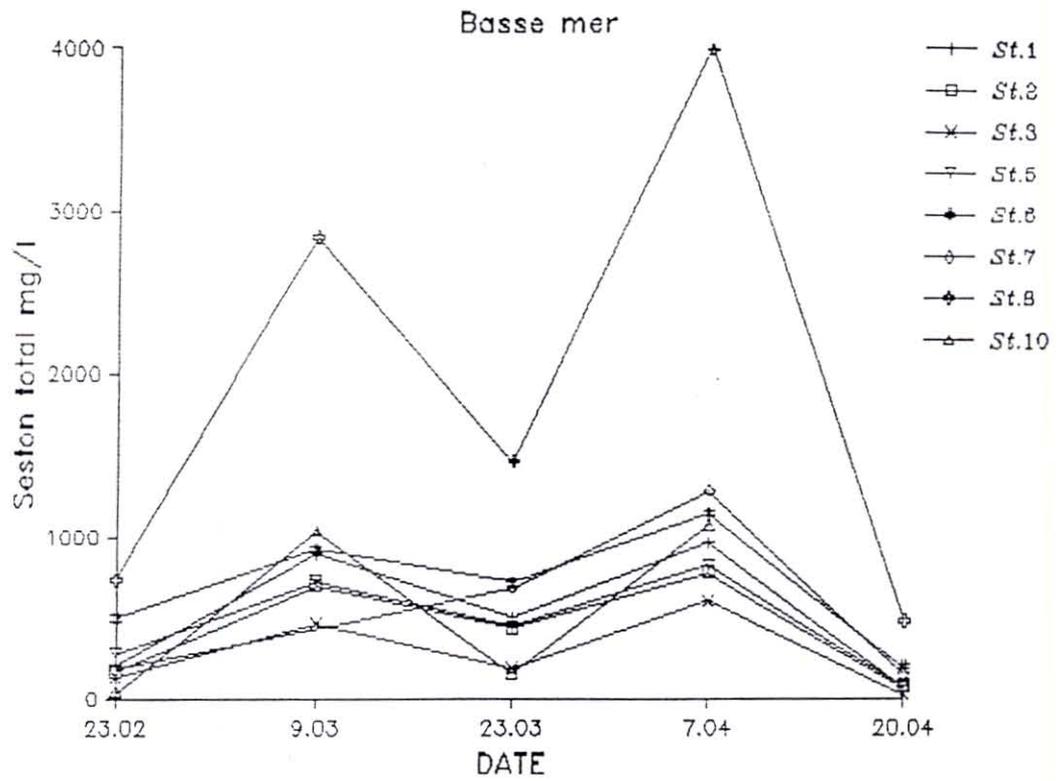


Fig. 10 . Evolution du seston total dans les différentes stations - Prélèvements réalisés en fin de jusant.

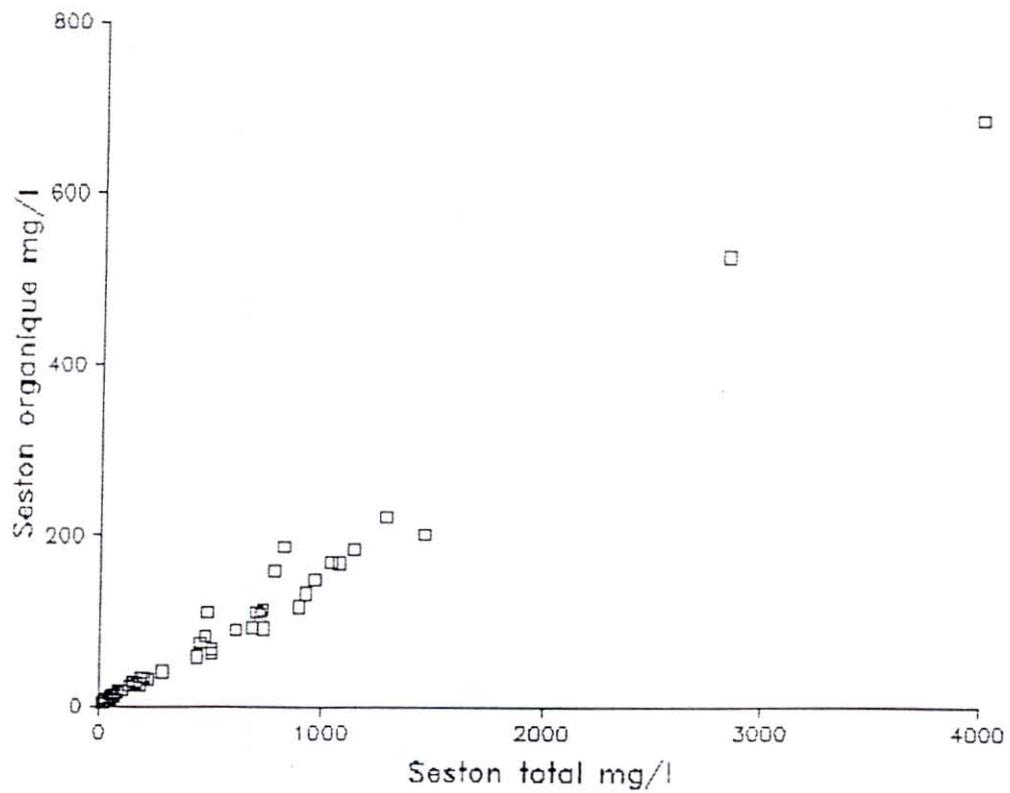


Fig. 11 . Relation Seston total - Seston organique.

b) Seston organique

Les courbes sont très proches de celles du seston total ce qui n'est pas étonnant compte tenu de la liaison évidente entre ces deux paramètres (fig. 11). La quantité de matériel organique par rapport au matériel total en suspension est relativement faible : 16 à 27 % (moyenne 21 %) en début de jusant ; 12 à 23 % (moyenne 17 %) en fin de jusant.

3.1.4. Chlorophylles et phaeopigments

Comme pour le seston, les valeurs varient selon le moment du prélèvement : elles sont moins fortes en début de jusant qu'en fin (chlorophylle, respectivement : 3 à 11 et 2,5 à 20 µg/l ; phaeopigments : 1 à 9 et 2 à 45 µg/l). Par ailleurs la chlorophylle représente une part plus importante des pigments totaux en début de jusant (37 à 79 % ; moyenne 62 %) qu'en fin (18 à 70 % ; moyenne 37 %). Enfin la comparaison des valeurs aux différentes stations ne permet guère de classer ces dernières : ce ne sont pas toujours les mêmes qui sont les plus riches, excepté la station 8 dont les teneurs, à basse mer, sont toujours plus élevées qu'ailleurs, en chlorophylle comme en phaeopigments.

3.2. Moules

3.2.1. Mortalité dans le milieu

La perte accidentelle des moules de la station 9, constatée dès le 9 mars, a éliminé un point d'observation.

On remarque sur la figure 12 que la mortalité sur l'ensemble de la période d'observation a été la plus forte (22 à 27 %) aux stations 5, 8 et 11. Moins importante en 6, 7, 1 (17 à 18 %) et 10 (15 %), c'est en 2 et 3 qu'elle a été la plus faible (13 %).

La figure 13 représente les mortalités survenues entre des visites successives, excepté pour les stations 10 et 11 qui n'ont pu être suivies régulièrement. Il apparaît tout d'abord que ce n'est pas toujours aux mêmes stations qu'on observe les mortalités les plus élevées. Cependant, dans la majorité des cas (3 observations sur 4), les stations 5 et 8 sont parmi les plus touchées ; à l'inverse, les stations 2 et 3 sont celles où la mortalité est presque toujours la plus faible.

On voit également que la dernière période se distingue par des pertes plus importantes. Au cours des trois premières, en effet, la mortalité varie entre 2 et 8 % et si nous caractérisons une période par la moyenne des mortalités observées à toutes les stations nous obtenons chronologiquement : 4.4, 2.8 et 3.6 %. En revanche, le 18 mai, nous constatons des taux de 6 à 13 % avec une moyenne générale pour la période de 8,7 %.

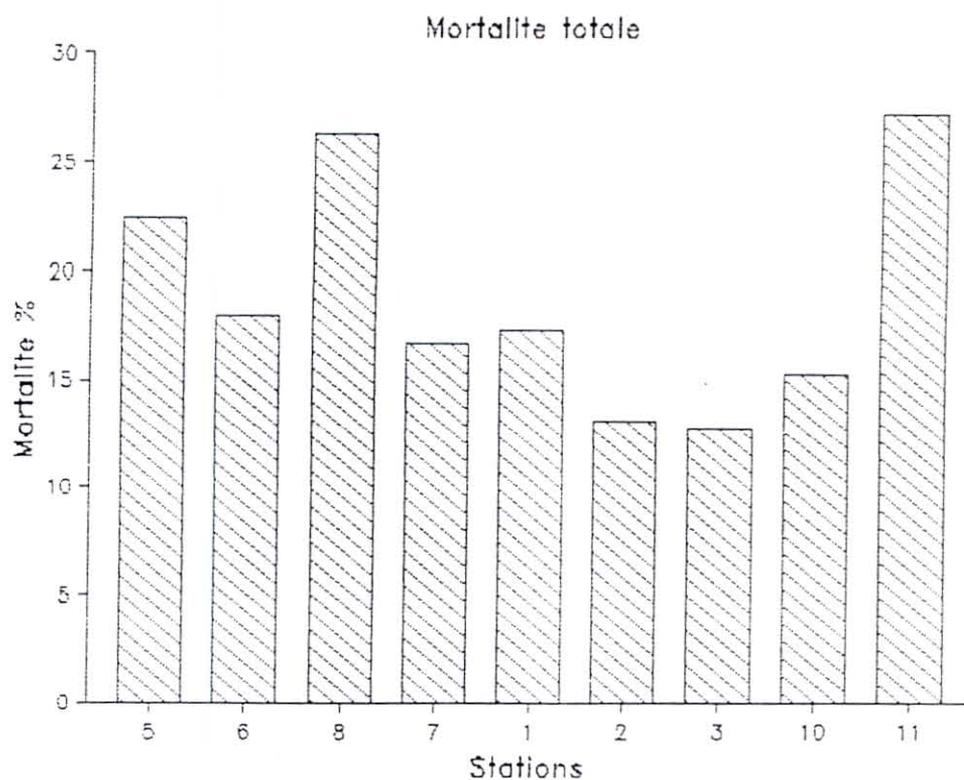


Fig. 12 . Total, par station, des mortalités survenues entre le 22 février et le 18 mai.

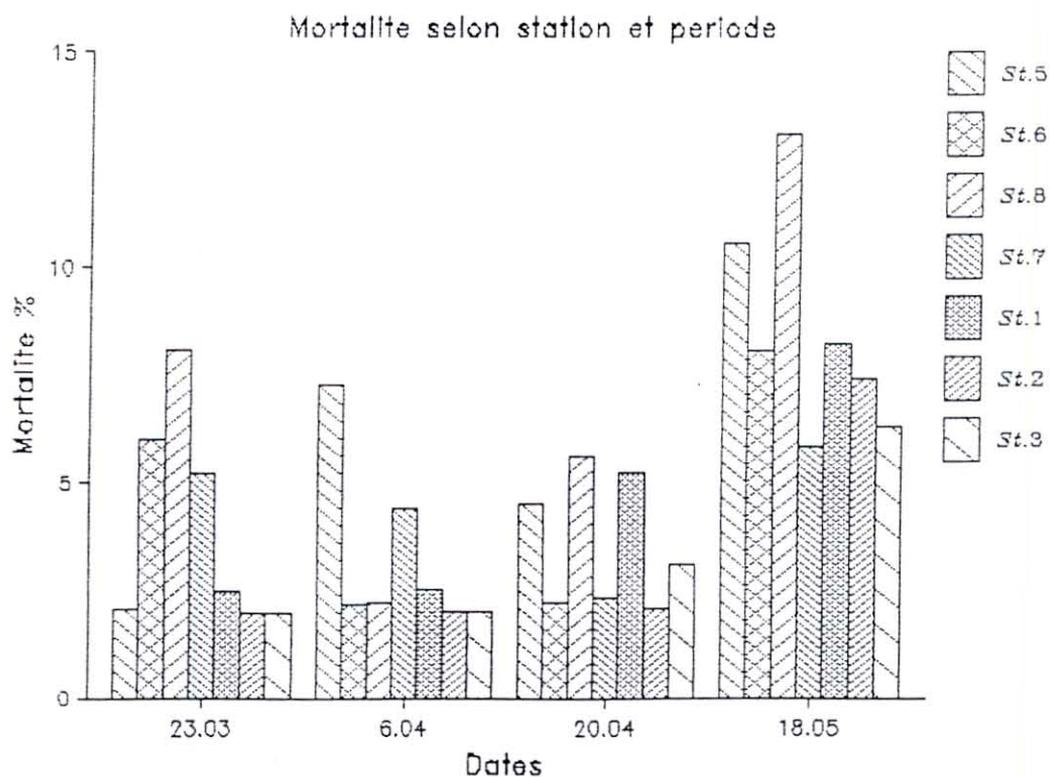


Fig. 13 . Mortalités survenues à chaque station entre chacune des visites effectuées au cours du suivi.

La mortalité survenue chez les moules d'un an mises en place le 22 février a pu être constatée lors de la visite effectuée le 19 juin. A chacune des stations 3, 5, 10 et 11, quatre paniers étaient installés. Les résultats ont été les suivants :

station 3 : 0,8 à 3,3 % (moyenne 1,7 %)
station 5 : 0 à 2,5 % (moyenne 1,7 %)
station 10 : 1,7 à 7,5 % (moyenne 4,2 %)
station 11 : 1,7 à 4,1 % (moyenne 3,1 %)

3.2.2. Evolution physiologique

La figure 14 montre l'évolution de l'indice de condition des moules aux stations 3, 6 et 9.

La ponte débute fin février aux stations 3 et 9 et se termine le 9 mars à cette dernière alors qu'elle s'étale jusqu'au 23 mars à la station 3. Elle commence un peu plus tard à la station 6 : le 9 mars.

Le 7 avril les moules ont presque retrouvé la condition qu'elles avaient le 23 février. Leur engraissement se poursuit ensuite mais plus lentement excepté à la station 6 où il semble y avoir eu une ponte secondaire entre le 7 et le 20 avril.

3.2.3. Résistance aux basses salinités

Une certaine hétérogénéité de la taille des moules dans chaque prélèvement a rendu impossible toute détermination d'âge : il a pu s'agir aussi bien de moules d'un an que de moules de deux ans et plus vraisemblablement d'un mélange des deux générations.

En ce qui concerne l'état physiologique des animaux au moment des essais, il faut noter que les moules récoltées le 9 mars pour le premier suivi n'avaient pas encore émis leurs produits génitaux : les gonades étaient en état de réplétion et le taux de glycogène par rapport aux protéines avait les valeurs respectives de 13,8 et 5,8 % aux stations 6 et 3 (tableaux 3 et 4). Le frai a eu lieu au cours du suivi, ce qui s'est traduit par un effondrement du rapport G/P % (entre 0,63 et 1,08 %), excepté dans les bacs à 0 et 5 ‰. Ce dernier point peut être attribué au stress de la dessalure qui a entraîné une fermeture totale et permanente des individus. Il faut aussi préciser que ces pontes n'ont pas été provoquées par la mise en expérience des moules car elles ont eu lieu au même moment dans le milieu naturel. Le suivi de la récolte du 7 avril a été effectué avec des animaux qui avaient tous frayé, certains d'entre eux présentant déjà des signes de restauration : G/P % entre 0,17 et 0,97 %, selon les lots, à la station 3 ; 0,26 et 3,16 % à la station 6. Ces valeurs indiquent qu'il est improbable qu'une rematuration des gonades suivie d'une deuxième ponte ait pu avoir lieu entre les deux expériences.

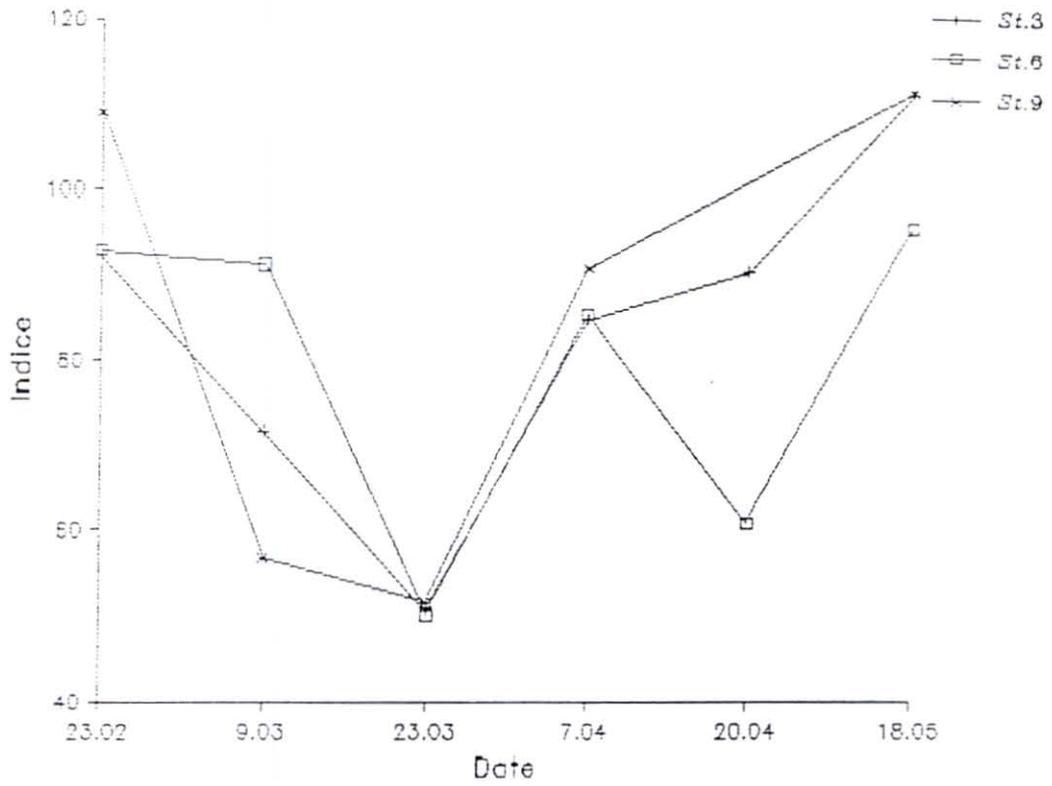


Fig. 14 . Evolution de l'indice de condition aux stations 3, 6 et 9 (Méthode de Lawrence et Scott)

Série	Conditions expérimentales	Poids total(gr)	Poids sec (gr)	Indice condition	Protéines	Lipides	Sucres totaux	Glycogène	G/P %
	A	8,850	0,562	63,50					
	Témoin	9,915	0,288	29,05	36,159	10,797	3,835	2,093	5,79
	10 ‰	7,502	0,421	56,11	41,536	11,650	1,312	0,312	0,75
	15 ‰	6,926	0,199	28,73	41,972	11,508	1,952	0,309	0,72
	20 ‰	9,263	0,305	32,93	41,483	10,192	1,135	0,436	1,05
	25 ‰	11,280	0,659	58,42	41,894	11,075	1,887	0,456	1,09
	30 ‰				40,185	10,635	2,373	0,303	0,75
	A	2,576	0,119	46,20					
	Témoin	3,546	0,205	57,81	54,219	8,797	3,462	1,716	3,16
	0 ‰				40,624	9,718	0,869	0,107	0,26
	5 ‰	3,330	0,122	36,64	43,707	11,135	0,781	0,518	1,19
	10 ‰	3,216	0,127	38,56	37,850	9,570	0,716	0,099	0,26
	15 ‰	3,820	0,197	51,57	36,526	8,198	0,886	0,180	0,49
	20 ‰	3,228	0,172	53,28	36,224	10,085	1,421	0,303	0,84
	25 ‰	3,738	0,184	49,22	33,771	8,631	1,351	0,119	0,35
	30 ‰				38,625	12,664	1,127	0,145	0,38

Tableau 3 - Station 3 - Caractéristiques biométriques et biochimiques (en % du poids sec) des moules de différents lots. A : avant mise en expérience.
G/P % : (glycogène/protéines) * 100

Série	Conditions expérimentales	Poids total (gr)	Poids sec (gr)	Indice condition	Protéines	Lipides	Sucres totaux	Glycogène	G/P %
	A	5,519	0,294	53,27					
	Témoin	8,435	0,275	32,60	32,685	11,775	6,422	4,530	13,86
	10 ‰	5,066	0,397	78,36	43,856	17,389	1,313	0,306	0,70
	15 ‰	8,590	0,215	25,03	42,361				
	20 ‰	9,300	0,274	29,46	40,875	9,923	1,734	0,278	0,68
	25 ‰	7,909	0,376	47,50	43,694	14,392	1,568	0,295	0,67
	30 ‰				42,703	9,949	1,725	0,422	0,99
	A	2,699	0,147	54,46					
	Témoin	3,097	0,167	53,92	38,122	7,975	1,370	0,371	0,97
	0 ‰				33,566	7,862	1,155	0,149	0,44
	5 ‰	4,618	0,178	38,54	30,626	7,182	0,798	0,110	0,36
	10 ‰	5,904	0,209	35,40	32,544	10,322	0,562	0,058	0,18
	15 ‰	5,372	0,230	42,81	30,591	9,339	0,868	0,244	0,80
	20 ‰	5,144	0,238	46,27	28,600	8,737	0,522	0,107	0,37
	25 ‰	5,872	0,236	40,19	33,279	7,037	1,165	0,146	0,44
	30 ‰				40,328	6,342	0,971	0,153	0,38

Tableau 4 - Station 6 - Caractéristiques biométriques et biochimiques (en % du poids sec) des moules de différents lots. A : avant mise en expérience.
G/P % : (glycogène/protéines) * 100

Aucune mortalité n'a été constatée sur le lot témoin ainsi que dans les bacs où les salinités étaient supérieures à 15 ‰. Entre 0 et 15 ‰ des différences significatives sont observées entre les deux séries, aussi bien en ce qui concerne la date d'apparition des premières mortalités que la salinité létale (SL 50) pour 50 % de la population (tableaux 5, 6 et fig. 15). Ces différences peuvent être résumées ainsi :

Suivi du 9 mars :

- . premières mortalités le quatrième jour pour les moules de la station 3 ; le sixième jour pour celles de la station 6 ;
- . SL 50 légèrement inférieure à 10 ‰ (9,04 et 9,26 ‰)

Suivi du 7 avril :

- . premières mortalités le septième jour pour les deux stations ;
- . SL 50 proche de 9 ‰ pour les moules de la station 3 ; inférieure à 3 ‰ pour celles de la station 6.

Les observations faites au cours des deux suivis ont montré que les individus exposés à des salinités de 0, 5 et 10 ‰ ne s'alimentaient pas et ne montraient aucun signe d'activité (valves constamment closes).

3.3. Produits issus de l'agriculture

Par suite d'une déficience de l'installation électrique, le congélateur où étaient stockés les muscles adducteurs est tombé en panne au cours d'un week-end. Craignant une altération des échantillons il a été décidé de ne pas réaliser les analyses dont les résultats risquaient de n'être pas fiables.

4 - DISCUSSION

Nous remarquons tout d'abord que les mortalités voisines de 20 % et même légèrement supérieures qui ont été observées dans la nature n'ont pas attiré l'attention des mytiliculteurs. Ces derniers, en effet, ne se sont pas plaints cette année de pertes dans leurs bouchots. Ceci s'explique sans doute par le fait que lorsqu'une moule meurt, le byssus disparaît et la coquille n'étant plus retenue sur le support finit par tomber sur le sol. Sans un artifice comme l'emploi des paniers, une mortalité ne peut donc être constatée que si elle est importante où si elle peut être observée très peu de temps après qu'elle se soit produite.

Ainsi on peut dire que pour les professionnels il n'y a pas eu en 1989 de pertes analogues à celles des années précédentes : la mortalité observée par nous est passée inaperçue.

Temps d'exposition (jours)	SERIE 1 (9 mars)			SERIE 2 (7 avril)		
	Ordonnée à l'origine	Pente	SL 50 (%)	Ordonnée à l'origine	Pente	SL 50 (%)
10	- 20,319	16,937	3,75	*	*	< 0
11	- 20,548	17,120	3,93	*	*	< 0
12	- 20,548	17,120	3,93	*	*	< 0
13	- 26,583	21,610	6,06	*	*	< 0
14	- 26,583	21,610	6,06	*	*	< 0
15	- 34,348	27,821	9,04	*	*	< 0
16	- 34,348	27,821	9,04	- 11,231	9,449	< 0
17				- 21,826	17,507	0,94
18				- 21,826	17,507	0,94
19				- 37,928	29,534	6,59
20				- 33,460	27,936	8,66

Tableau 5 - Station 3 - Coefficients des équations de régression calculés sur les gammes de salinités transformées (DL 50 = 35 - SL50) puis ayant subi une transformation Probit. Les étoiles (*) correspondent à des mortalités inférieures à 50 % de la population. SL 50 % : valeur de la salinité létale pour 50 % de la population.

Temps d'exposition (jours)	SUIVI DU 9 MARS			SUIVI DU 7 AVRIL		
	Ordonnée à l'origine	Pente	SL 50 (%)	Ordonnée à l'origine	Pente	SL 50 (%)
10	- 19,289	16,449	5,04	*	*	< 0
11	- 20,657	17,483	5,66	*	*	< 0
12	- 20,657	17,483	5,66	*	*	< 0
13	- 21,408	18,141	6,45	*	*	< 0
14	- 21,408	18,141	6,45	*	*	< 0
15	- 33,714	27,445	9,26	*	*	< 0
16	- 33,714	27,445	9,26	- 9,526	8,194	< 0
17				- 15,037	12,482	< 0
18				- 15,037	12,482	< 0
19				- 17,812	14,572	< 0
20				- 15,438	13,559	2,84

Tableau 6 - Station 6 - Coefficients des équations de régression calculés sur les gammes de salinités transformées (DL 50 = 35 - SL 50) puis ayant subi une transformation Porbit. Les étoiles (*) correspondent à des mortalités inférieures à 50 % de la population.

SL 50 % : valeur de la salinité létale pour 50 % de la population.

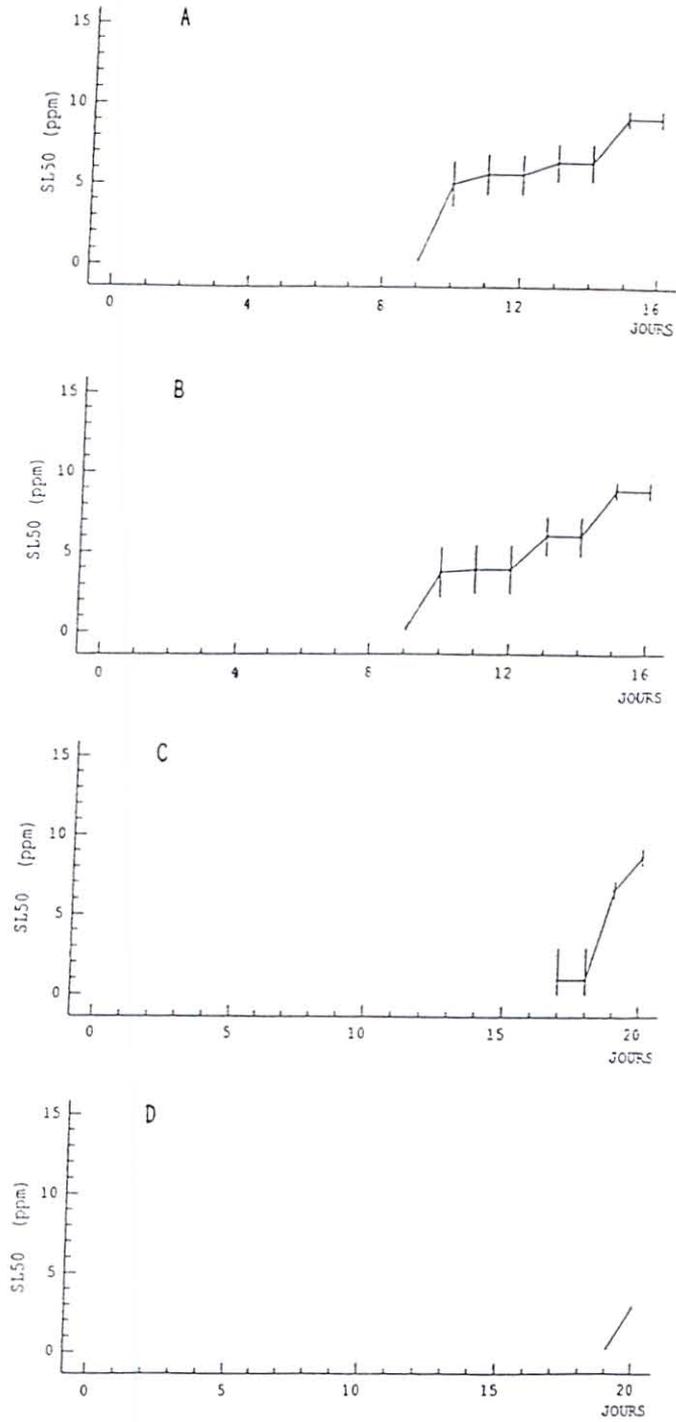


Fig. 15 - Evolution des salinités létales pour 50% des individus en fonction du temps d'exposition. Les barres verticales correspondent aux intervalles de confiance pour une probabilité de 0.95.

Expérience du 9 mars : A, moules de la station 3; B, moules de la station 6.
 Expérience du 7 avril: C, moules de la station 3; D, moules de la station 6.

Les expériences réalisées en laboratoire ont montré que les moules étaient plus fragiles au moment de la ponte mais qu'il fallait de toute façon une immersion prolongée de plusieurs jours dans une eau de salinité inférieure à 15 ‰ pour que des mortalités apparaissent. Les données recueillies sur le terrain indiquent que cette situation n'a été rencontrée à aucun moment. Il est bien arrivé qu'accidentellement la salinité chutât jusqu'à 13 ‰ mais ces basses valeurs ne se sont jamais prolongées plus d'une heure et demie. Si l'on se base sur les observations faites en milieu contrôlé, les moules ont dû se fermer totalement pendant ces épisodes qui, n'étant que momentanés, ne les ont pas affectées.

Le fait que les expériences n'aient pas reproduit le cycle d'émersion lié à la marée ne semble pas de nature à modifier ces résultats. En effet, les plus basses salinités rencontrées dans le milieu sont proches de celles qui n'ont causé aucune mortalité lors des expériences.

L'âge des moules suivies au laboratoire n'étant pas connu, il ne nous a pas été permis de savoir si les individus d'un an avaient un comportement différent de ceux de deux ans. Sur les bouchots cependant, ces derniers se sont révélés moins résistants, mais on peut aussi se demander si les manipulations bi-mensuelles qu'ils ont dû subir ne les ont pas fragilisés.

Contrairement à toute attente la mortalité a été la plus forte alors que la ponte était terminée et que les moules semblaient en parfaite condition. On ignore si la salinité a présenté des anomalies particulières à ce moment puisque les sondes n'étaient plus en place. Toutefois on remarque que les stations les plus affectées sont 5, 8 et 11 qui sont les plus hautes sur l'estran. L'ensoleillement ayant été particulièrement important à cette époque (44,4 % d'excédent), on peut se demander si ce facteur n'a pas été en partie responsable des mortalités observées.

5 - CONCLUSIONS

L'absence de mortalité (ou la faible mortalité constatée) au printemps 1989 n'a pas permis de mettre en évidence les agents responsables de ce phénomène. L'étude doit donc être reconduite en 1990. Compte tenu de l'expérience acquise en 89, nous apporterons les compléments ci-après :

- suivi dans les mêmes conditions (c'est-à-dire manipulations bi-mensuelles) de moules d'un an ; ceci afin de pouvoir mieux comparer le comportement des deux classes d'âge ;
- suivi de l'évolution de l'état physiologique (indice de condition) chez les deux classes d'âge ;
- maintien des sondes en place jusqu'à la fin mai environ ;
- relevé précis des périodes d'ouverture des portes des écluses de la Sèvre et du canal du Curé et, dans la mesure du possible estimation approchée des volumes d'eau douce déversés.

BIBLIOGRAPHIE

- BODOY A., PROU J., BERTHOME J.P., 1986. Etude comparative de différents indices de condition chez l'huître creuse (*Crassostrea gigas*). *Haliotis*, 15 : 173-182
- BULLETIN CLIMATOLOGIQUE MENSUEL DE LA CHARENTE MARITIME. Février, mars, avril 1989.
- D.D.A.F. de Charente Maritime, 1986. Note de synthèse sur l'étude menée en 1984 sur la qualité des eaux du bassin versant du Curé. Rapport non publié.
- DESLOUS-PAOLI J.M., 1981. *Mytilicola orientalis*, *Crassostrea gigas*'s parasite in the basin of Marennes-Oléron : impact on the condition and the biochemical composition of oysters during rearing. Note CIEM shellfish comm. K 29.
- DURAND G., 1987. Mise au point de l'analyse d'une famille d'herbicides, les phényles urées, dans l'eau. Rapp. DEA, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 24 pages.
- MARCHAND M., 1989. Les produits phytosanitaires agricoles et la qualité des eaux marines littorales. Techniques, Sciences et Méthodes . L'eau . n° 10, p. 511-519.
- TREVORS J.T., 1986. A basic Program for estimating LD 50 values using the IBM.PC . Bull. Environ. Contam. Toxicol., 37 : 18-26.
- YENTSCH C.S., MENZEL D.W., 1963. A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. Deep-Sea Res., 10 : 221-231.