

Direction de l'Environnement et de
l'Aménagement Littoral

Laboratoire de La Tremblade



**ETUDE COMPAREE DES PERFORMANCES DES DIVERS
SYSTEMES D'AERATION EN BASSINS CONCHYLICOLES**

Premiers essais

FOUCHE D. et BOIRON Ph.



Juin 1989
Remise à jour Juin 1992

IFREMER

Adresse : <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> B.P.133 17 390 LA TREMBLADE

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE
L'AMENAGEMENT DU LITTORAL

DEPARTEMENT

STATION/LABORATOIRE LA TREMBLADE

AUTEURS (S) : <div style="text-align: center;">D.FOUCHE Ph.BOIRON</div>	CODE :
TITRE : ETUDE COMPAREE DES PERFORMANCES DES DIVERS SYSTEMES D'AERATION EN BASSINS CONCHYLICOLES	Date : Juillet 1992 Tirage en nombre : Nb pages : 47 Nb figures : 21 Nb photos :
CONTRAT (intitulé) N° _____	DIFFUSION libre <input type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

<p style="text-align: center;">RESUME</p> <p>On constate actuellement une profusion d'appareils d'aération en vente sur le marché. En même temps, il apparait nécessaire pour les professionnels de la conchyliculture de s'équiper convenablement pour éviter l'apparition de mortalités en bassins de finition. Ceci impose donc la mise en place de suivis d'efficacité des différents systèmes utilisés, dans les conditions de travail de la profession en ce qui concerne le stockage des mollusques bivalves.</p> <p>Les premiers résultats permettent de classer quatre systèmes en terme d'efficacité, mais ne permettent pas encore de proposer des rythmes d'utilisation journaliers en toutes saisons. D'autres études en cours répondront à ce problème.</p> <p>Des résultats des mesures effectuées sur l'eau et sur les mollusques, il se dégage quelques faits marquants, d'ordre physiologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> . la température joue un rôle dominant dans l'activation de la respiration chez <i>Crassostrea gigas</i> . la respiration serait indépendante de la filtration
mots clés : aérateurs, C.gigas, bassin de finition, respiration, filtration.
key words :

INTRODUCTION

L'emploi de plus en plus fréquent de systèmes d'aération dans la profession ostréicole, face à des marchés estivaux de plus en plus nombreux ainsi que des ventes importantes en fin d'année, nous ont amenés à étudier d'un peu plus près leur efficacité, et ceci de deux manières concrètes :

- * tout d'abord sur le terrain, par le biais d'une enquête effectuée chez les professionnels détenteurs d'un aérateur (voir rapport précédent), afin d'évaluer le mode d'utilisation, les motivations et les besoins.

- * ensuite, au moyen d'une courte étude effectuée sur quatre systèmes-type, dans des bassins expérimentaux du CSRU à Ronce les Bains.

Cette étude, vise à fournir aux professionnels une fiche technique de gestion de leur appareil en rapport avec des densités d'huîtres, une eau de qualité déterminée, des bassins dégorgeoirs type et une situation météorologique donnée.

Elle ne constitue cependant qu'une ébauche, afin de délimiter le sujet, les contraintes à cette époque de l'année ne permettant pas de réaliser une expérimentation totalement structurée. L'emprunt des appareils aux fabricants, vendeurs et ostréiculteurs a, de plus, réduit le temps d'étude. Un premier essai, tenté au début de juillet 1988 s'est soldé par un échec face à de mauvaises conditions météorologiques (pluie et vent). L'expérience a donc été reportée à la fin du mois d'Août.

Le protocole expérimental est défini à partir de recherches bibliographiques sur l'oxygène et ses paramètres associés, de la station et de la configuration des bassins, de la disponibilité en huîtres et enfin des systèmes à tester.

Chaque système sera ensuite étudié séparément et les résultats seront exposés et commentés. Enfin, nous tenterons de comparer les systèmes afin d'aboutir à une fiche technique de gestion pour les professionnels.

MODE OPERATOIRE

1. Principe de base

Il s'agit de suivre le fonctionnement de chacun des systèmes pour des taux de saturation d'O₂ dans l'eau variant de 100 à 70% de saturation sur un cycle de 24 H, en particulier du lever du jour à la tombée de la nuit, de façon à encadrer précisément la montée des températures.

Cette variation du taux de saturation couplée avec des mises en marche et des arrêts de l'aérateur sera suivie en continu au moyen d'un oxymètre enregistreur et comparée à l'évolution de la teneur en O₂ d'un bassin témoin non aéré. L'eau est renouvelée chaque matin à partir d'une réserve.

2. Choix de la saison

La saison choisie pour l'expérience est la période estivale, pour trois raisons :

2.1. l'utilisation massive d'aérateurs à cette époque par les professionnels.

2.2. la variation de paramètres influant sur la présence d'O₂ dans l'eau soit :

– la température, la pression atmosphérique, la salinité. Les deux premiers facteurs étant sujets à de fortes variations journalières et pouvant influencer sur le taux de saturation (les calculs de saturation seront effectués à partir du Tab.12 présenté à la fin de ce rapport).

– la production primaire, le pH, la turbidité et l'état physiologique des huîtres, le premier et le dernier facteur étant eux aussi enclins à faire varier la concentration en O₂ de l'eau soit par production, soit par consommation.

2.3. Une gestion plus aisée du stock d'huîtres disponibles

3. Disponibilité en huîtres

Les huîtres moyennes et grosses stockées dans les 2 bassins (essai et témoin) proviennent d'un stock constitué par l'équipe CSRU du bassin de Marennes Oléron et destiné à ce type d'études ainsi que d'un achat à un professionnel. Elles sont ramenées des parcs à l'occasion d'une marée de vives eaux, contrainte supplémentaire pour le choix de notre semaine d'étude.

4. Systèmes testés :

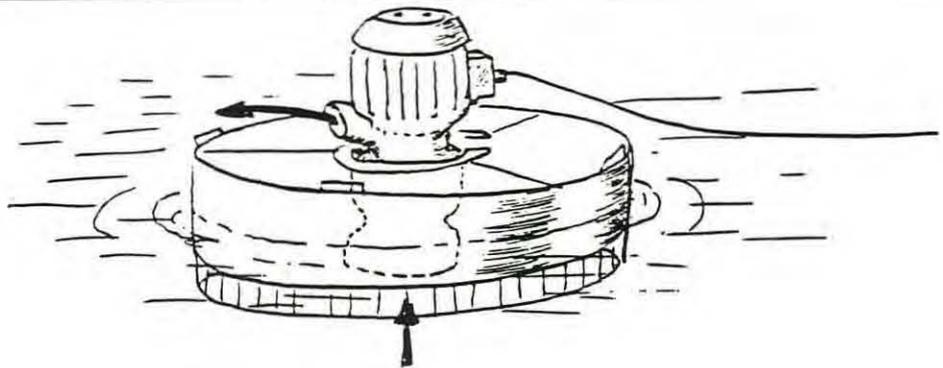
- aération par hélice aspirante et rejet latéral
- aération par trompe à vide, système de Venturi
- aération par hélice aspirante et rejet en cascade
- aération par pompe immergée et rejet dans la masse d'eau

5. Plan de l'installation : (voir Plan 1)

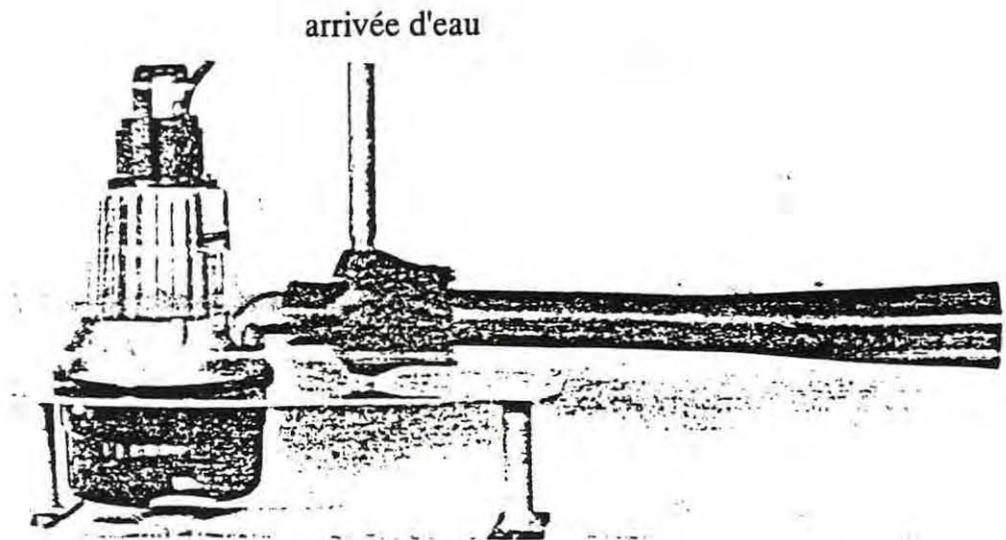
6. Matériel utilisé :

6.1. Aérateurs (le branchement s'effectue sur 380 V)

- . aérateur piscicole : oxyjet 210, puissance de 1 ch



. hydroéjecteur + pompe Flygt GF 3041 (puissance 20 m³/H environ 1 ch).

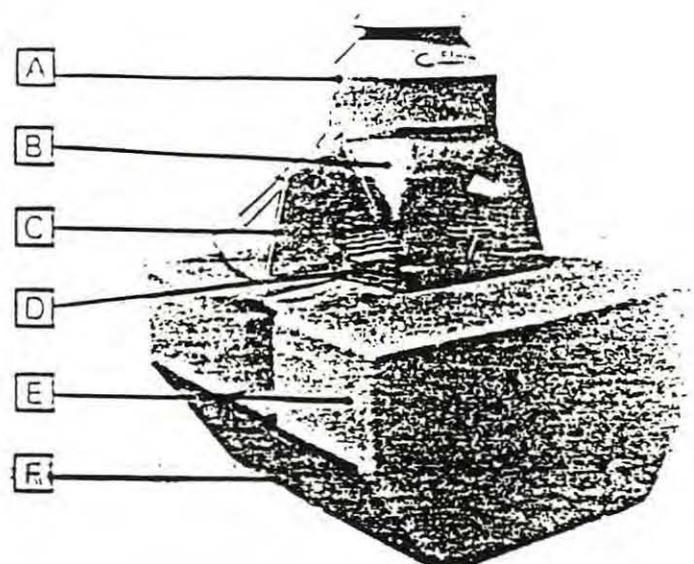


. Flobull, puissance 1ch :

- A. Moteur IP55, sous capot de protection en polyester.
- B. Cône diffuseur-mélangeur d'air, en alliage alu AS 13.
- C. Bras d'assemblage en alliage alu AS 13
- D. Grille de protection sur sortie d'eau, en acier inoxydable 18/10
- E. Flotteur polyéthylène rotomoulé
- F. Grille d'aspiration de grande capacité, en acier inoxydable 18/10

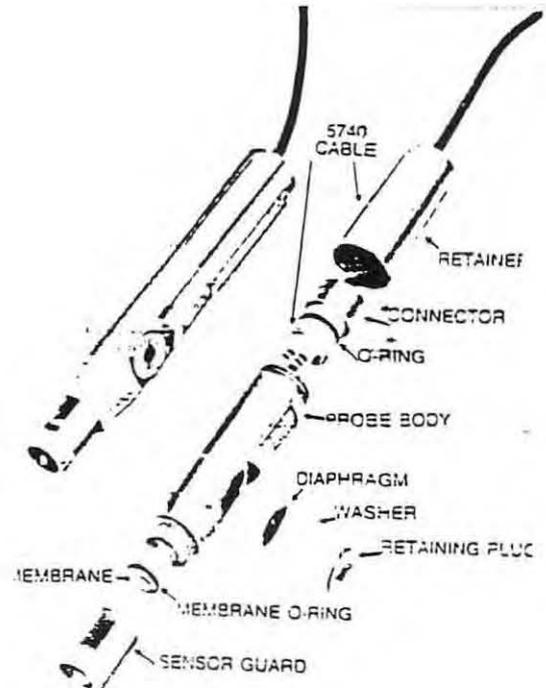
Pour l'utilisation en eau de mer, les pièces en alliage alu AS 13 sont remplacées par des pièces en acier inoxydable AISI 316

Propulsion de l'eau par turbine spéciale à quatre pales et par impulseur



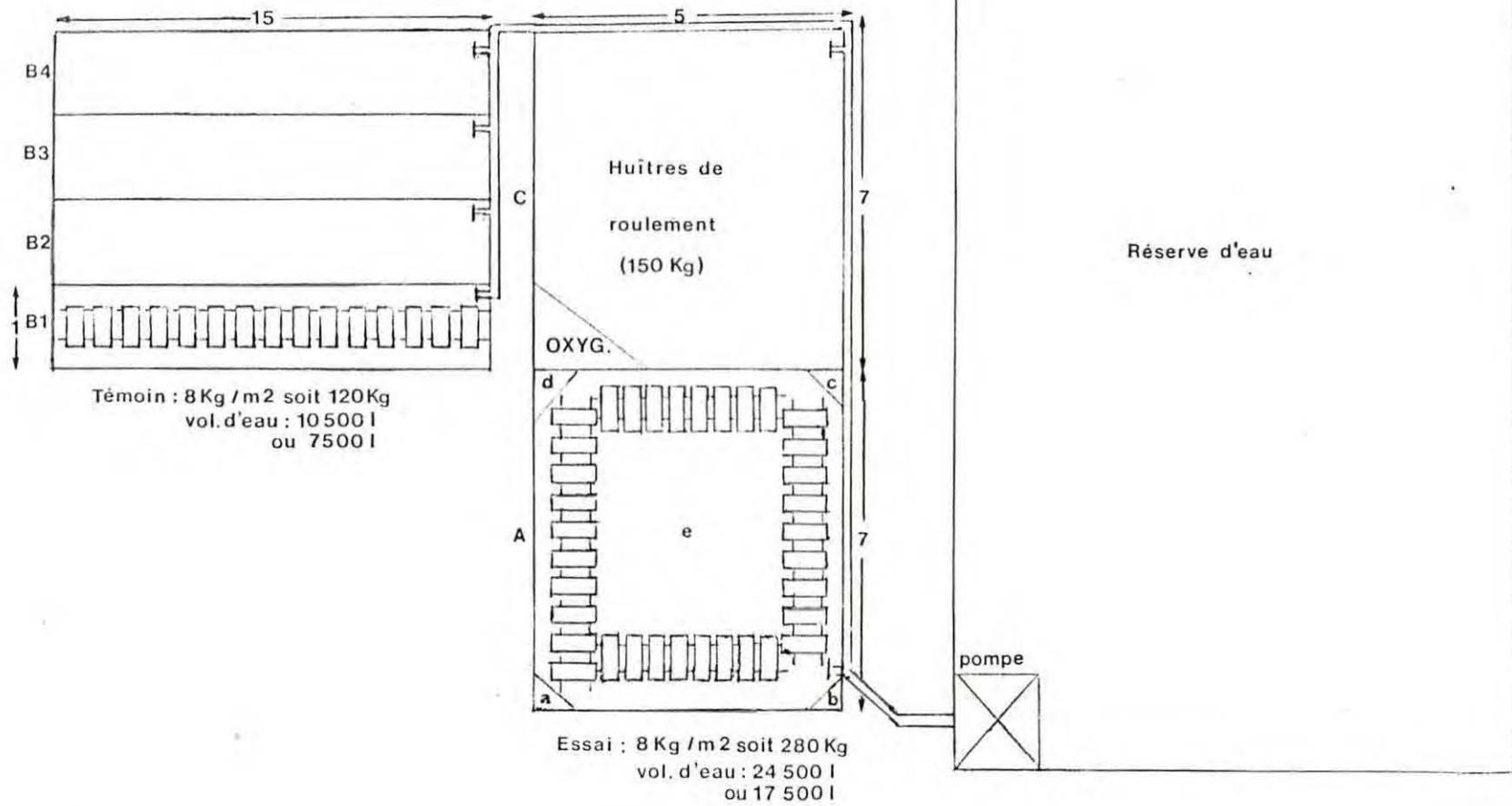
6.2. Armoire de minuterie à déclenchement manuel ou automatique (fréquence minimale de marche : 15')

6.3. Oxymètre enregistreur Isy 58 :



6.4. Thermomètre enregistreur Richard et Peclý et thermomètre à affichage digital.

6.5. Flacons opaques pour le dosage d'O₂, méthode de Winkler flacons blancs pour la mesure du pH et de la turbidité. Flacons blancs pour le dosage de la chlorophylle a.



Plan 1 | Plan de l'installation de Ronce les Bains

7. Protocole expérimental :

7.1. Choix du bassin témoin :

L'installation de Ronce se composant de 6 bassins, il est nécessaire de choisir un témoin dont les qualités de réchauffement soient proches de celles du bassin d'essai A. Nous avons donc suivi simultanément la montée en température au cours de la journée dans le bassin A et dans B1, B2, B3, B4 et C. Ces essais ont été effectués sur une journée précédant le début de l'expérience.

7.2. Mesure de la variation d'oxygène dans un bassin rempli d'eau :

Il s'agit d'établir un témoin oxygène dans l'eau en l'absence d'huîtres. L'oxymètre enregistre en continu et des mesures manuelles de vérification sont effectuées le jour précédant le début de l'expérience.

7.3. Mise en place des huîtres dans les bassins :

Les témoins ayant été définis auparavant, les huîtres sont traitées de la façon suivante, la veille de l'expérimentation :

- . lavage soigneux au jet d'eau afin d'éliminer la vase et les épibiontes.
- . tri méthodique, permettant de ne garder que des huîtres parfaitement saines.
- . mise en place des huîtres dans les deux bassins d'essai et témoin, à raison de 8 Kg/m² dans des plateaux, en surelevé (densité dictée par la quantité d'huîtres disponibles).
- . stockage d'huîtres dans le bassin C (environ 150 kg). Celles-ci servent en roulement à remplacer les huîtres du témoin de façon à commencer chaque matin avec un lot en bon état physiologique, comparable au lot testé. Ce lot est, bien sur, oxygéné en permanence dans le bassin.

7.4. Protocole journalier à suivre pour chaque type d'aérateur

	BASSIN ESSAI	BASSIN TEMOIN
Avant le lever du jour	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mesures manuelles sur l'eau stockée depuis la veille : Température (T°), Oxygène (O₂), pH, Turbidité (Ntu), Chlorophylle A (Chla) 2. Vider les bassins 3. Compter les huîtres mortes 4. Réajuster les stocks d'huîtres dans chaque bassin 5. Nettoyer rapidement les bassins au jet d'eau 6. Remplir les bassins jusqu'à 70 cm de hauteur simultanément si possible, afin de commencer le suivi avec une eau de qualité similaire dans les 2 bassins. Eau décantée venant de la réserve 7. Effectuer un prélèvement de salinité au remplissage et l'analyser immédiatement au laboratoire. Mesure unique pour la journée permettant d'obtenir la concentration en O₂. 8. Installer l'aérateur en bonne place dans le dégorgeoir. 	
Bassins remplis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mise en route de l'oxymètre (électrode à hauteur des huîtres) 2. Noter la pression atmosphérique 3. Mise en route de l'aérateur jusqu'à l'obtention de 100% de sat.d'O₂ dans l'eau : .noter l'équivalent en mg/l . noter le tps de marche tmo* 4. Arrêt de l'aérateur <p>100% Mesures manuelles sat To-O₂-pH-Ntu-Chla</p> <p>70% Mise en marche - Noter ta1 sat</p> <p>100% Arrêt - noter tml sat</p> <p>70% Mise en marche - noter ta2 sat</p> <p>100% Arrêt - noter tm2 sat etc....</p> <p>* tm = temps marche ta = temps arrêt</p>	<p>Mise en route du thermomètre enregistreur</p> <p>Mesures manuelles To-O₂-pH-Ntu-Chla</p> <p>T1-O₂-pH-Ntu-Chla</p> <p>T2-O₂-pH-Ntu-Chla</p>
24H	<ul style="list-style-type: none"> - mesures régulières et manuelles dans les 2 bassins : T°, O₂, pH, Ntu. - mesures impératives de l'activité chlorophyllienne à 14h (soleil au zénith) et 23h (tombée de la nuit) - suivi de la pression atmosphérique - suivi de la pluviosité - suivi du comportement des huîtres <p>Mise en route de l'aérateur avec la minuterie réglée sur la + forte valeur de tm et la + faible valeur de ta</p>	

DEROULEMENT DU SUIVI

1. Choix du bassin témoin

Après étude comparative des températures relevées dans les 6 bassins lors d'une journée assez chaude de juin, notre choix s'est porté sur le bassin B1 dont la réponse en température était la plus proche de celle de A.

Le bassin C aurait pu convenir mais la quantité d'huîtres disponibles ne suffisait pas à assurer la densité minimum requise dans les 2 bassins (voir Tab.1 et courbe correspondante)

Bassin Heure	A	B1	B2	B3	B4	C	
9h20	21.6	21.4	21.4	21.3	21.3	21.6	Température de l'air : 20.2 °C
10h07	21.8	21.5	21.5	21.4	21.4	21.5	
11h20	22.1	21.8	21.7	21.7	21.6	22.1	Température de l'air : 22.6 °C
11h55	22.3	21.8	21.8	21.7	21.7	22.2	
14h00	23.5	22.6	22.5	22.5	22.4	23.4	Température de l'air : 27.4 °C
16h25	24.9	23.7	23.6	23.5	23.5	24.9	
17h44	25.4	24	23.9	23.9	23.9	25.2	
18h30	25.6	24.1	24.1	24.1	24.0	-	
19h00	25.6	24.3	24.2	24.2	24.1	-	
20h00	25.6	24.4	24.3	24.3	24.2	-	

Tab.1. Températures en °C relevées dans les 6 bassins le 27 Juin 1988

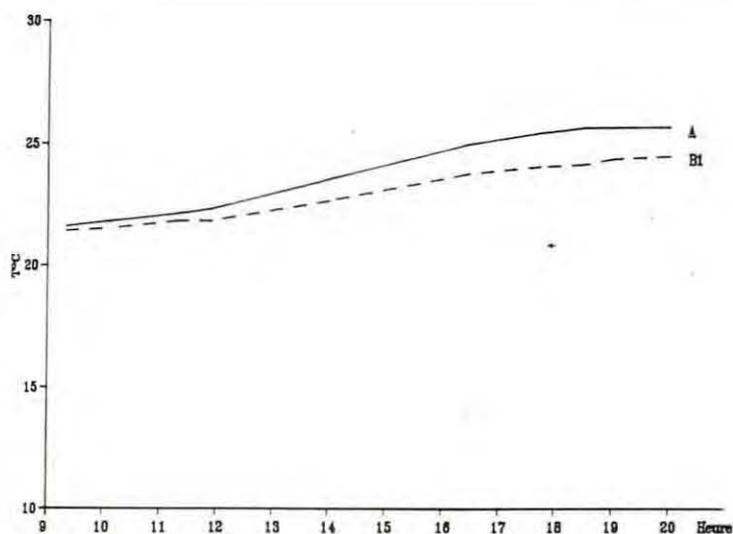


Fig.1. Montée en température dans les bassins A et B1

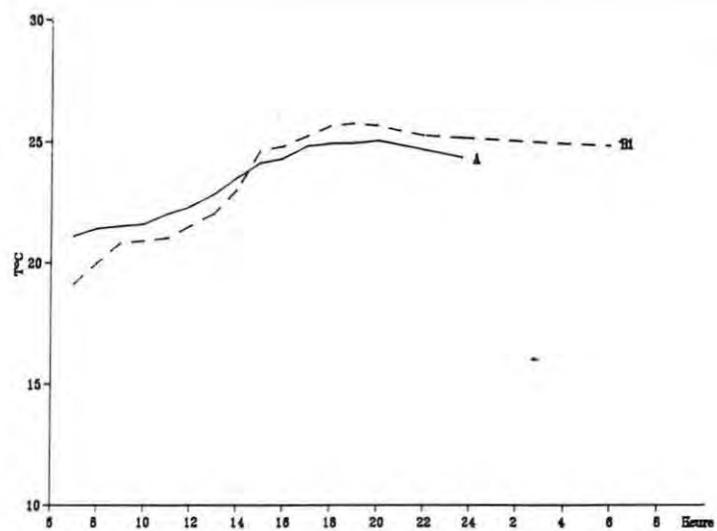


Fig.2. Variations de la température au cours du temps dans les bassins A et B1

3.1.2. pH, turbidité, chlorophylle a (voir Tab.2)

. pH et turbidité :

Valeurs normales et similaires du pH dans les 2 bassins

Valeurs faibles et similaires de la turbidité dans les 2 bassins.

. Chla (voir Fig.3) :

Assez importante à la mise en place des huîtres, elle chute en 2 heures, probablement du fait de l'intense filtration des huîtres, puis elle se régénère très lentement jusqu'à 23H).

. conditions climatiques :

Pression atmosphérique en hausse jusqu'à 14H. Brise légère de 13H à 16H.

Mesure Heure	BASSIN A			BASSIN B1		
	pH	NTU	Chl a	pH	NTU	Chl a
8	-	-	1.40	-	-	1.40
10	-	-	0.25	-	-	0.16
12	8.11	1.5	0.10	8.05	1.5	0.15
14	8.10	1.5	0.12	8.02	1.5	0.13
18	7.97	1.5	-	7.84	1.5	-
23	7.97	1.8	0.37	7.86	2.4	0.30
6	7.89	1.9	0.16	7.85	2	0.34

Tab.2. Valeurs de pH, turbidité en NTU, chlorophylle en ug/l dans les deux bassins sur un cycle de 24 heures environ.

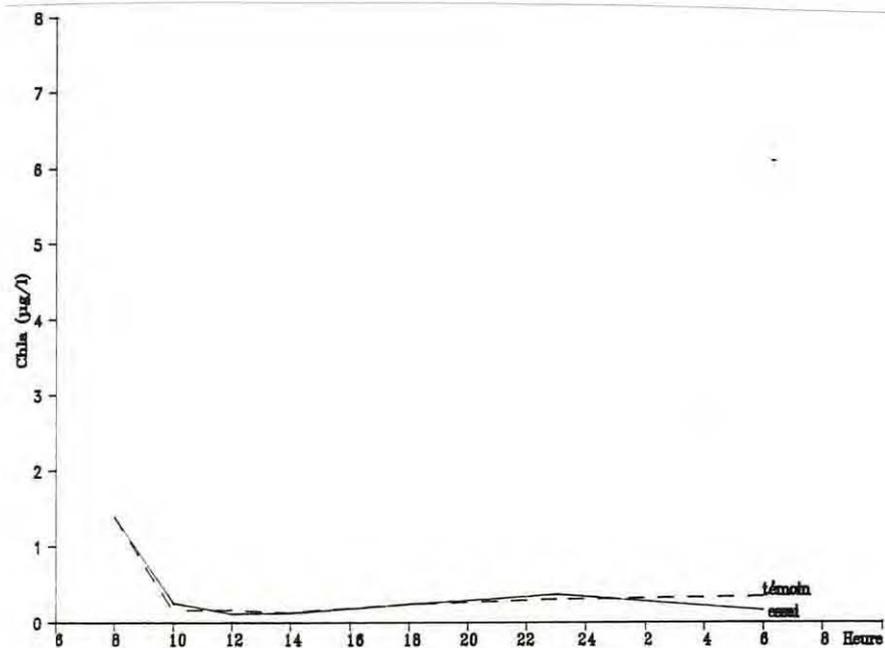


Fig.3. Variations de la chlorophylle a au cours du temps.

3.1.3. Oxygène : (voir Tab.3 et Fig.4a et 4b)

Lente chute dans le bassin B1. Compensation par aération dans le bassin A.

V E N T	P L U I E	P atm	H E U R E	TEMOIN B1	ESSAI A		
					O2 mg/l WINKLER	O2 mg/l CXYMETRE	% SATURATION
B R I S E		1025	08h00	7.55 (104%)	7.34	101.0	ta0 : 80'
			09h05		6.64	91.4	
			09h20		6.54	90.7	Manuel
			10h00	6.78	7.00	96.0	
			10h35		7.10	99.0	tm1 : 75'
			10h36		7.37	102.6	
			11h00		7.20	100.0	ta1 : 325'
			12h00	6.78	7	98.0	
			13h05		6.62	94.5	tm2 : 47'
		1030	14h00		6.49	93.0	
			15h05		6.26	91.3	ta2 : 193'
		1030	16h00	4.83	6.05	89.0	
			16h47		6.78	100.0	tm3 : 100'
			17h00		6.70	99.0	
			18h00	4.09	6.41	95.0	ta3 : 140'
			20h00	3.83	6.12	90.0	
			21h00		7.10	99.0	Automatique
			21h40		7.20	104.0	
			22h30	2.80	-	-	tm : 90'
			24h00	2.19 (32%)	6.21	90.0	
		01h30		7.60	-	ta : 120'	
		03h30		6.90	-		
		05h00		7.80	-	tm : 90'	
		06h00	2.79 (40%)	7.50	-		

Tab.3. Valeurs de l'oxygène dissous en mg/l et saturations correspondantes. Temps de marche (tm) et d'arrêt (ta) de l'aérateur.

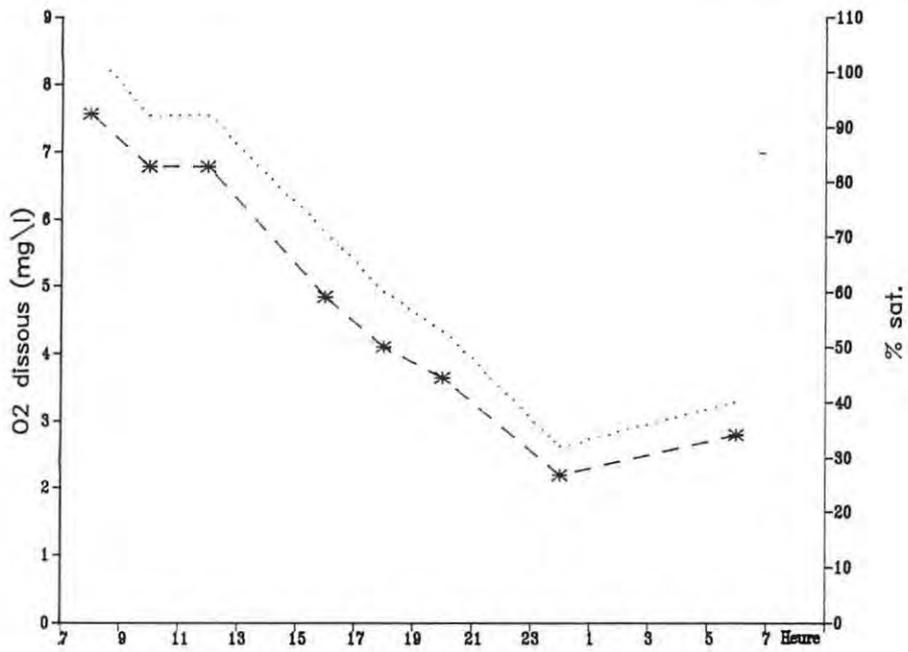


Fig.4a. Evolution de la teneur en O2 dissous dans le bassin témoin (*---*). Tracé du % de saturation (.....).

o

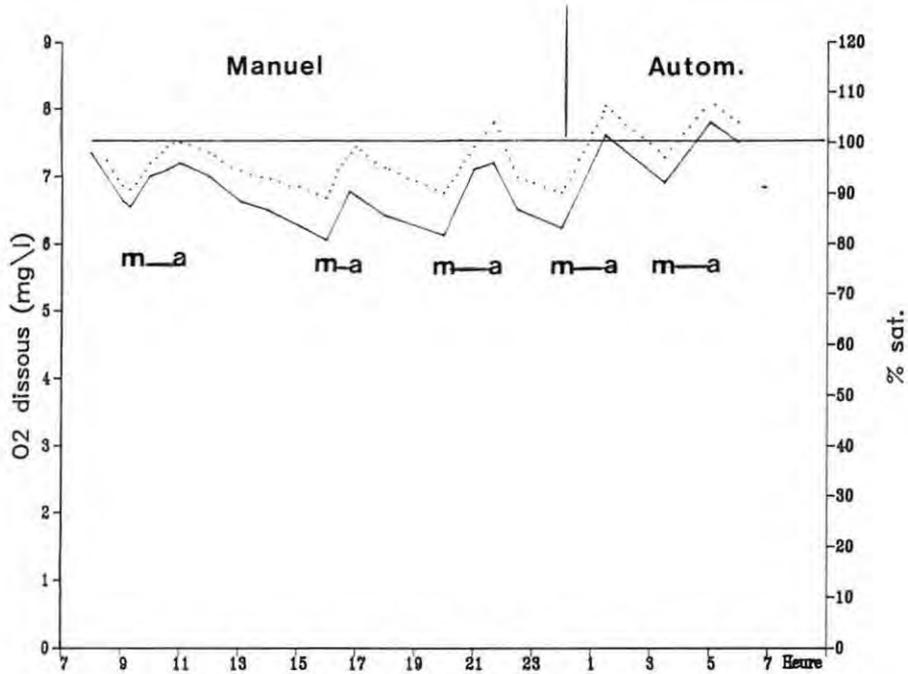


Fig.4b. Evolution de la teneur en O2 dissous dans le bassin essai (—). Tracé du % de saturation (.....).

m : marche de l'aérateur
a : arrêt de l'aérateur

3.2. Discussion :

3.2.1. Action des divers paramètres sur la concentration en oxygène dans le témoin B1 :

. Si la montée des températures et la forte salinité peuvent diminuer la solubilité de l'oxygène dans l'eau, l'action de la pression atmosphérique et de la brise de l'après-midi ont permis néanmoins de compenser cette chute.

. Le pH et la turbidité n'ont en rien perturbé la présence d'oxygène dans l'eau.

. La chute brutale de Chla n'a pas été suivie d'une reprise marquée de la production primaire.

. La respiration des huîtres activée par la hausse de température (Shumway 1982) (Gerdes 1983) et le maintien de ces fortes températures jusqu'à 23H a peut être occasionné la chute d'oxygène. Nous pouvons détailler la consommation de l'oxygène par les huîtres de la façon suivante, en intégrant les valeurs de la courbe 4a :

– de 8H à 14H :

Température : mini 20,3°C, maxi 22,5°C (hausse de 2,2)

Oxygène : maxi 7,55 mg/l, mini 5,80 mg/l (baisse de 1,75)

La consommation d'O₂ est de 1,75 mg/l donc de $1,75 \times 1\,000 = 1\,750$ mg/m³ pendant 6H. Si une densité de 8 kg/m³ correspond à 80 huîtres, nous aurons donc :

Consommation moyenne : 3,64 mg O₂ / huître / heure

– de 14H à 19H :

Température : mini 22,5°C, maxi 25,8°C (hausse de 3,3)

Oxygène : maxi 5,80 mg/l, mini 3,85 mg/l (baisse de 1,95)

Consommation moyenne : 4,87 mg O₂ / huître / heure

– de 19H à 23H :

Température : maxi 25,8°C, mini 25,2°C (baisse de 0,6)

Oxygène : maxi 3,85 mg/l, mini 2,65 mg/l (baisse de 1,66)

Consommation moyenne : 5,18 mg O₂ / huître / heure

On remarque donc que la consommation d'oxygène par les huîtres, est en hausse pendant toute la journée et est en relation avec la température (écart de température de 5,5°C).

De plus nous remarquons une légère augmentation de la consommation d'oxygène entre 22h et 23h (voir pentes figures 7a et 7b).

3.2.2. Action de l'aérateur dans le bassin essai A :

Le taux de saturation ne s'abaissant pas jusqu'à 70%, nous avons mis l'aérateur en route à 90% de saturation et l'avons suivi entre 100% et 90% environ.

. **en manuel** : nous nous heurtons à des difficultés d'analyses de son fonctionnement puisque le temps de marche le plus court ($t_{m2} = 47'$) correspond à une phase de consommation d'oxygène intense dans le bassin témoin. Néanmoins il semble qu'un rapport $t_m/t_a=1/3$ soit le plus judicieux dans de pareilles conditions, t_{m3} étant certes suffisant avec une valeur de 60' et t_{a3} étant plus proche en réalité de 180' (voir Tab.3).

. **en automatique** : $t_m = 90'$ et $t_a = 120'$ ont assuré des taux de saturation supérieurs à 100% pendant toute la nuit, ce qui paraît excessif.

3.2.3. Efficacité de ce système :

Ce système paraît peu efficace puisqu'il lui faut au minimum 45' pour augmenter de 10% la valeur de la saturation.

4. *Suivi système de Venturi : (18 août)*

Appareil mis en place à proximité du coin a, de façon à présenter l'ouverture de l'hydroéjecteur dans la ligne a-d et permettre ainsi un courant d'eau circulaire dans le bassin.

Sonde de l'oxymètre en place dans le coin b à 20 cm du fond, au niveau des huîtres.

Bassins A et B1 entièrement remplis à 10H avec l'eau décantée de la réserve, oxygène à 104% de saturation. Hauteur d'eau : 70 cm. Ils sont suivis en parallèle de 10H à 9H le lendemain matin.

4.1. Résultats :

4.1.1. Salinité et température :

. salinité : 33‰

. température (Fig.5) : montée lente dans les 2 bassins

- minimum : 19,8°C à 10H
 - maximum : 25°C à 18H
- } bassin B1

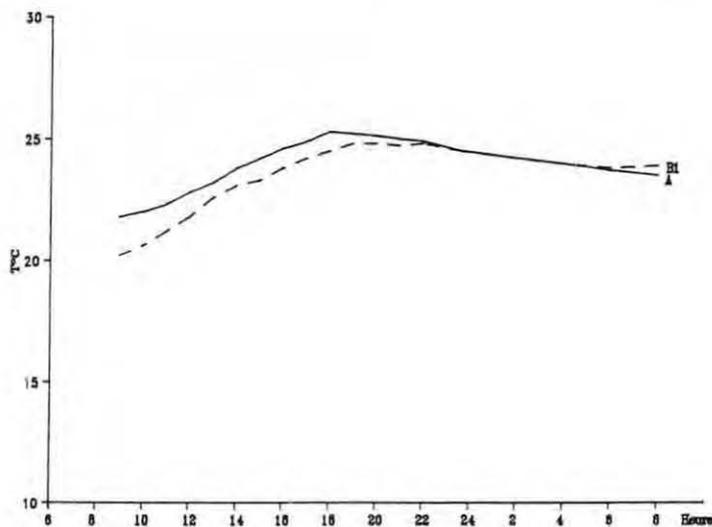


Fig.5. Variations de la température au cours du temps dans les bassins A et B1

4.1.2. pH, turbidité, chlorophylle a (voir Tab.4)

. pH et turbidité :

Valeurs normales et similaires du pH dans les 2 bassins. Valeurs faibles et similaires pour la turbidité.

. Chla (voir Fig.6) :

Peu abondante en début de matinée, elle chute dans le bassin témoin de 10 à 14H, puis reste quasiment nulle. Dans le bassin d'essai, elle reste stable puis chute à partir de 14H. Les conditions dans les deux bassins étant rigoureusement identiques ces

divergences ne sont pas explicables. Seuls les résultats dans le bassin témoin avec consommation par filtration des huîtres seront retenus.

. conditions climatiques :

Pression atmosphérique en baisse de 18H à 24H.

Mesure Heure	BASSIN A			BASSIN B1		
	pH	NTU	Chl a	pH	NTU	Chl a
10	8.24	1.9	0.62	8.21	1.7	0.62
12	8.19	1.5	-	8.23	1.2	-
14h15	8.22	3.4	0.71	8.19	1.3	0.13
18	8.21	1.5	0.18	8.17	1.7	0.23
23	8.12	1.4	0.10	8.06	1.3	0.13
9	8.04	1.1	0.10	7.91	1.5	0.02

Tab.4. Valeurs de pH, turbidité en NTU, chlorophylle en ug/l dans les deux bassins sur un cycle de 24 heures environ.

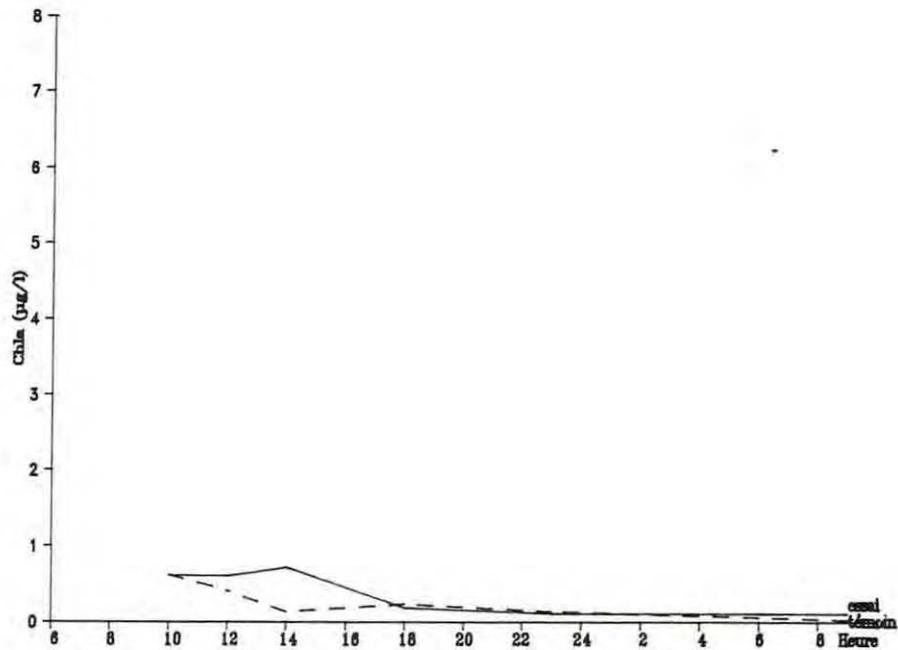


Fig.6. Variations de la chlorophylle a au cours du temps

4.1.3. Oxygène (voir Tab.5 et Fig.7a et 7b)

Lente chute de l'oxygène dissous, la valeur de 22H ne pouvant être qu'un artefact de mesure.

Des mesures supplémentaires d'oxygène ont été faites dans le bassin essai dans le coin a à 20 cm du fond ;ces mesures étant manuelles, elles sont forcément biaisées ; cependant elles montrent l'hétérogénéité de la quantité d'oxygène au sein de la masse d'eau.

V E N T	P L U I E	P atm	H E U R E	TEMOIN B1	ESSAI A		
				O2 mg/l WINCLER	O2 mg/l OXYMETRE	% SATURATION	Oxygénateur Ventart
			10h00	7.30	7.45	104	
			12h00	7.32	6.90	99	
		1027	13h00		6.82	97	
			14h15	6.42	6.55	95	ta0 : 360'
			16h00	6.05	6.34	93	
			16h15		7.10	104	Manuel tm1 : 15'
			18h00	6.21	6.96	103	
		1026	19h10		6.72	99	
			20h00	5.75	6.62	97	ta1 : 315'
		1026	21h00		6.49	95	
			21h30		6.19	90	
			21h36		6.85	100	tm2 : 6'
			22h00	2.25 (33%)	6.54	95	ta2 : 99'
		1022	23h15		6.24	90	
			23h20	4.56 (66%)	6.88	100	tm3 : 5' Automatique
		1022	24h00		6.60	95	ta : 105'
			01h15		6.60	95	
			01h30		7.60	109	tm : 15'
			03h15		7.10	102	ta : 105'
		1021	09h00	3.16 (46%)	7.18		etc...

Tab.5. Valeurs de l'oxygène dissous en mg/l et saturations correspondantes. Temps de marche (tm) et d'arrêt (ta) de l'aérateur.

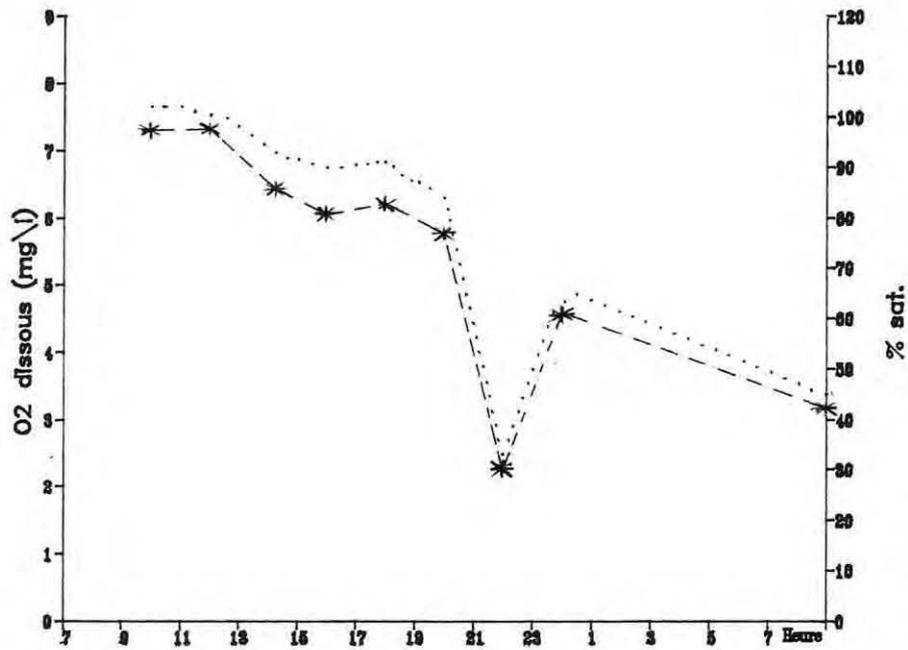


Fig.7a Evolution de la teneur en O2 dissous dans le bassin témoin (*---*). Tracé du % de saturation (....).

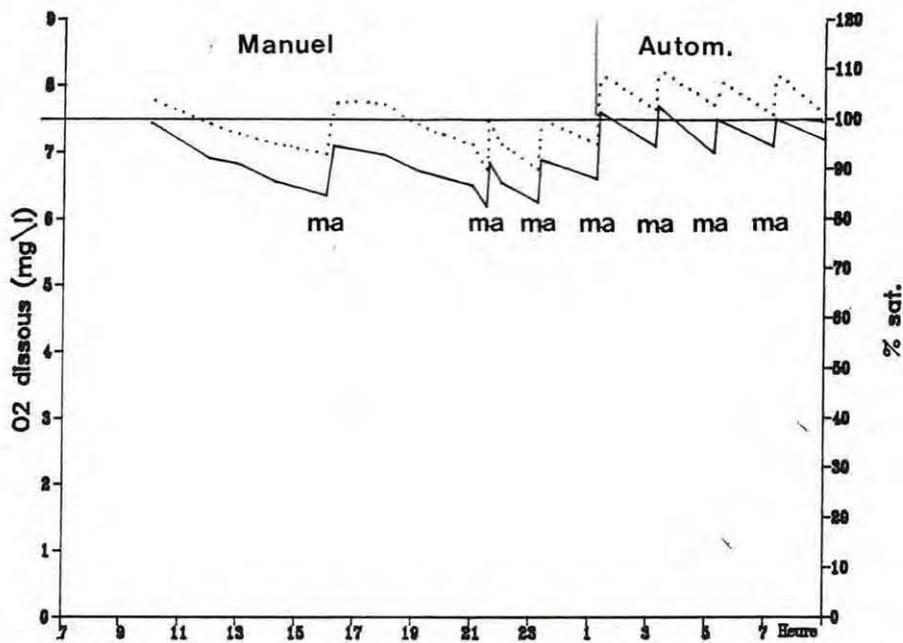


Fig.7b. Evolution de la teneur en O2 dissous dans le bassin essai (—). Tracé du % de saturation (...).

m : marche de l'aérateur
a : arrêt de l'aérateur

4.2. Discussion

4.2.1. Action des divers paramètres sur la concentration en O₂ dans le bassin témoin B1 :

. La forte montée en température et la forte salinité font à priori baisser la solubilité de l'oxygène. La pression atmosphérique n'ayant pas bougé jusqu'à 18H, n'influe par contre pas sur la solubilité de l'oxygène.

. La turbidité et le pH sont normaux. Il n'y a pas de production primaire.

. De même, la respiration des huîtres doit (en conjonction avec les fortes températures et salinités) jouer un rôle important dans la chute de l'oxygène (néanmoins plus lente que le jour précédent) ; nous pouvons estimer approximativement ces consommations, tout en gardant à l'esprit qu'elles doivent être plus faibles en réalité :

– de 10 H à 14 H :

Température : mini 20,5°C, maxi 23,2°C (hausse de 2,7)

Oxygène : maxi 7,30 mg/l, mini 6,45 mg/l (baisse de 0,85)

Consommation moyenne : 2,65 mg O₂ / huître / heure

– de 14 H à 19 H :

Température : mini 23,2°C, maxi 24,8°C (hausse de 1,6)

Oxygène : maxi 6,45 mg/l, mini 6 mg/l (baisse de 0,45)

Consommation moyenne : 1,12 mg O₂ / huître / heure

– de 19H à 23H :

Température : maxi 25°C, mini 24,7°C (baisse de 0,3)

Oxygène : maxi 6 mg/l, mini 4,90 mg/l (baisse de 1,1)

Consommation moyenne : 3,43 mg O₂ / huître / heure

La consommation est un peu plus faible que la veille mais reste toujours assez forte. Cette consommation semble toujours en relation avec la température (écart de température de 4,5°C).

De même il y aurait augmentation de la consommation d'oxygène vers 22 H (voir pentes figures 7a et 7b).

4.2.2. Action de l'aérateur dans le bassin essai A :

. **en manuel** : nous avons commencé à le faire fonctionner à partir de 16H. Quinze minutes d'aération ont suffi à réhausser le taux d'O₂. Ce taux s'est maintenu pendant la période de plus forte consommation d'oxygène ; il est probable qu'en évitant de faire fonctionner de nouveau l'appareil à 21H30 le taux de saturation se serait maintenu au dessus de 70% jusqu'à 23H. On obtiendrait alors $t_m/t_a=1/25$ avec $t_m=15'$.

. **en automatique** : $T_m=15'$ et $T_a=105'$. Appliqués cette nuit là ils semblent excessifs puisque les conditions météorologiques, de température et de production primaire n'ont pas changé.

4.2.3. Efficacité de ce système :

Ce système paraît très efficace dans des conditions stables et normales puisqu'il lui faut seulement 15' pour augmenter de 10% la valeur de la saturation. Il assure une bonne aération en profondeur.

5. Suivi aérateur à hélice aspirante (22 Août) :

Appareil mis en place au centre du bassin, de manière à projeter sa cascade symétriquement.

Sonde de l'oxymètre en place dans le coin b à 20 cm du fond, au niveau des huitres.

Bassins A et B1 entièrement remplis à 8H30 du matin avec de l'eau décantée (oxygène à 108% de saturation). Hauteur d'eau 70 cm jusqu'à 16H, réduite ensuite à 50 cm. Ils sont suivis en parallèle de 8H30 à 6H le lendemain matin.

5.1. Résultats :

5.1.1. Salinité et température :

. salinité : 33,3‰

. température (Fig.8)

Quasiment pas de montée en température.

Courbes d'allure semblable pour les deux bassins.

- minimum : 19°C à 8H00

bassin B1

- maximum : 19,7°C à 17H

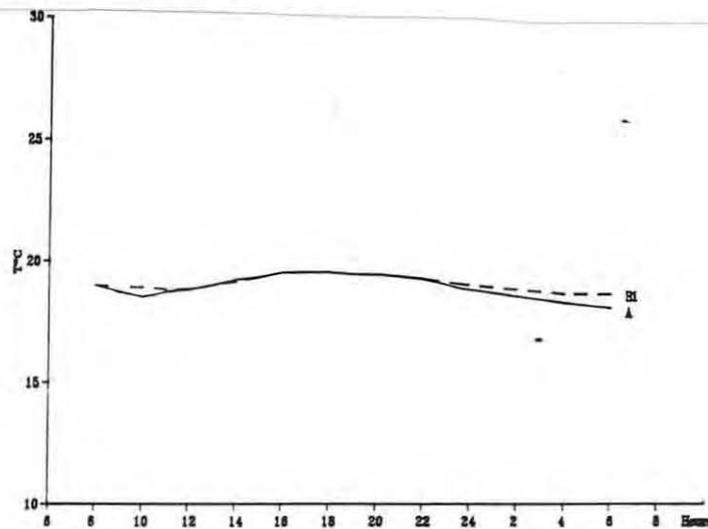


Fig.8. Variations de la température au cours du temps dans les bassins A et B1.

5.1.2. pH, turbidité, chlorophylle a (voir Tab.6) :

. pH et turbidité :

Du fait des problèmes d'analyse ou de pertes de données, nous ne disposons pas suffisamment de chiffres, les valeurs semblant inchangées d'un jour à l'autre.

. Chla (voir Fig.9)

Assez abondante après le remplissage, elle chute rapidement de 8H30 à 14H, probablement par filtration des huîtres (la valeur trouvée pour le témoin à 6H du matin, ne peut être qu'un artefact de mesure, la production primaire étant nulle durant la nuit).

. Conditions climatiques :

Pressions hautes et stables durant toute la journée. Faible brise de 12H à 20H.

Mesure Heure	BASSIN A			BASSIN B1		
	pH	NTU	Chl a	pH	NTU	Chl a
8h30	-	-	2.98	-	-	2.98
14	-	-	0.04	-	-	0.08
21	7.92	1.5	0.05	7.91	1.5	0.03
6h15	1.50		0.15	7.88	2.5	1.09

Tab.6. Valeurs de pH, turbidité en NTU, Chlorophylle en ug/l dans les deux bassins sur un cycle de 24 heures environ.

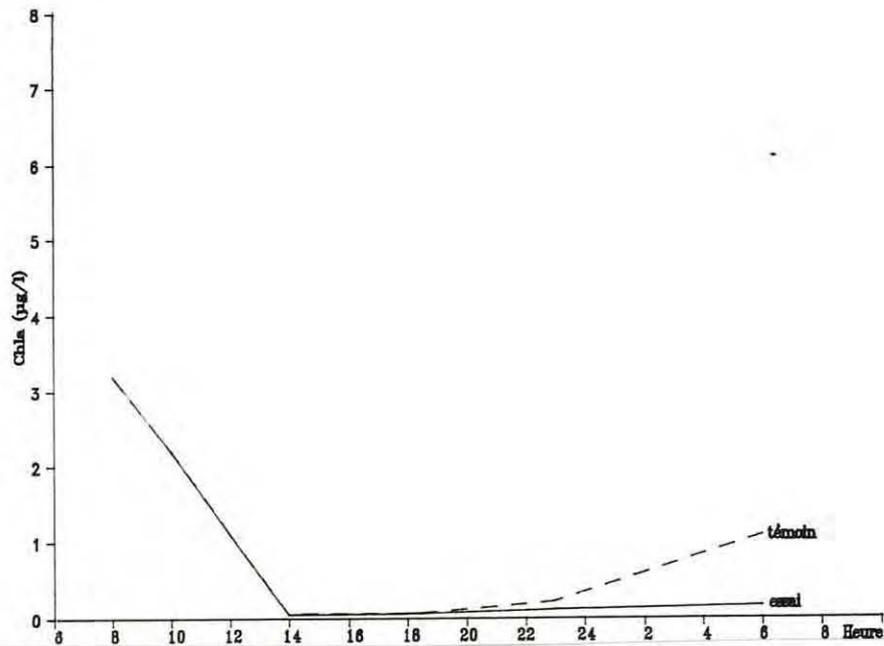


Fig.9. Variations de la chlorophylle a au cours du temps

5.1.3. Oxygène (voir Tab.7 et Fig.10a et 10b) :

Des problèmes de dosage d'oxygène au laboratoire (Winkler) n'ont pas permis de suivre avec exactitude l'évolution dans le témoin. Cependant le suivi en continu du bassin essai montre la présence d'oxygène dans l'eau : $8,30 < O_2 \text{ mg/l} < 7,80$. Ces valeurs liées à des températures plus faibles et une pression atmosphérique élevée assurent un fort taux de saturation.

VENT	PLUIE	P atm	HEURE	TEMOIN B1	ESSAI A		
				O ₂ mg/l WINKLER	O ₂ mg/l OXYMETRE	% SATURATION	Oxygénateur hélice supplémentaire
BRISSE		1026	08h30	8.08 (100%)	8.30	108	Hauteur d'eau réduite à 50 cm dans les deux bassins
			10h00	7.94	7.90	102.7	
		1026	12h00	7.92	7.90	103.2	
			14h00	7.08	7.76	102	
			16h20	7.28	7.70	103	
		1026	19h00	8.98	7.35	98	
			20h05	7.12	7.45	99	
			21h00	7.58 (100%)	7.37	97	
		1026	22h00		7.20	94.6	
			22h15		7.80		
			00h15		7.40		
			00h30		7.80		
			02h30		7.40		
			06h15	7.05 (98%)	8.00	102	

Tab.7. Valeurs de l'oxygène dissous en mg/l et saturations correspondantes. Temps de marche (tm) et d'arrêt de l'aérateur.

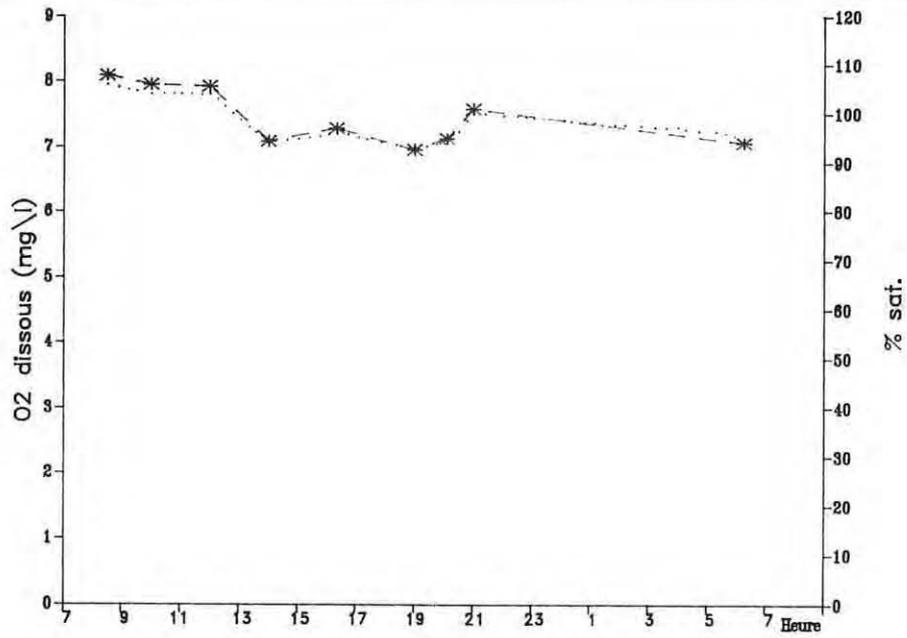


Fig.10a. Evolution de la teneur en O₂ dans le bassin témoin (*---*). Tracé du % de saturation (...).

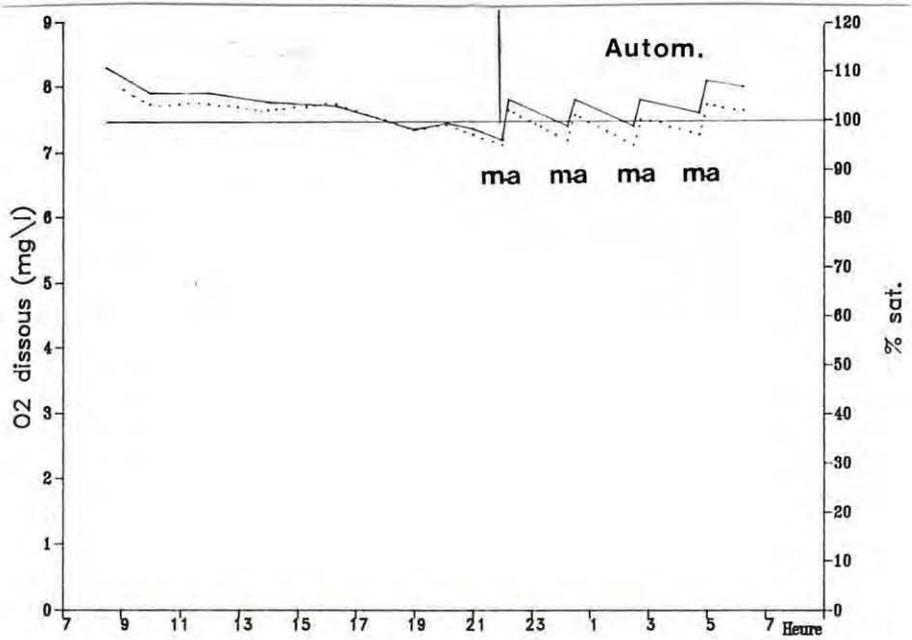


Fig.10b. Evolution de la teneur en O₂ dissous dans le bassin essai (—). Tracé du % de saturation (.....).

m : marche de l'aérateur
a : arrêt de l'aérateur

5.2. Discussion

5.2.1. Action des divers paramètres sur la concentration en oxygène dans le témoin B1 :

. Le seul facteur d'aération des bassins reste la brise, présente de 12H à 20H.

. Le seul facteur d'appauvrissement en oxygène reste la consommation par les huîtres. En intégrant les valeurs de la courbe, nous obtenons :

– de 8H00 à 14H :

Température : mini 19°C, maxi 19,3°C (hausse de 0,3)

Oxygène : maxi 8,09 mg/l, mini 7,08 mg/l (baisse de 1,01)

Consommation moyenne : 2,29 mg O₂ / huître / heure

– de 14H00 à 19H00 :

Température : mini 19,3°C, maxi 19,6°C (hausse de 0,3)

Oxygène : maxi 7,08 mg/l, mini 6,95 mg/l (baisse de 0,13)

Consommation moyenne : 0,32 mg O₂ / huître / heure

– de 19H à 23h :

Température : maxi 19,6°C, mini 19,3°C (baisse de 0,3)

Oxygène : mini 6,95 mg/l, maxi 7,5 mg/l (hausse de 0,55)

Apport moyen : 1,71 mg O₂ / huître / heure

Cette faible consommation d'oxygène, contrairement aux journées précédentes, peut s'expliquer par la température plus basse et stable (écart de température de 0,7°C) et peut être par "une mise au repos physiologique" des huîtres de façon temporaire.

L'apport constaté entre 19H et 23H peut s'expliquer par la présence de la brise qui a réoxygéné la masse d'eau entre 19H et 21H. Cet apport est constaté dans le bassin essai et dans le bassin témoin.

5.2.2. Action de l'aérateur dans le bassin A :

Il n'a fonctionné qu'à partir de 22H en automatique. L'expérimentation de ce système est reportée au lendemain.

6. Suivi aérateur à hélice aspirante : 23 Août

Appareil mis en place au centre du bassin

Sonde de l'oxymètre entre les coins a et b, à hauteur des huîtres, maintenue fixe par une barre transversale.

Bassins A et B1 entièrement remplis à 7H25, avec de l'eau décantée, oxygène à 80% de saturation. Hauteur d'eau : 50 cm. Ils sont suivis en parallèle de 7H25 à 6H le lendemain matin.

6.1. Résultats :

6.1.1. Salinité et température :

. salinité : 33 ‰

. température (Fig.11).

Très lente montée dans les 2 bassins jusqu'à 19H. Il convient de remarquer la chute de température entre 8H et 12H dans le bassin A (17,2°C à 10H).

- minimum : 17,9°C à 7H25
 - maximum : 20,6°C à 19H
- } bassin B1

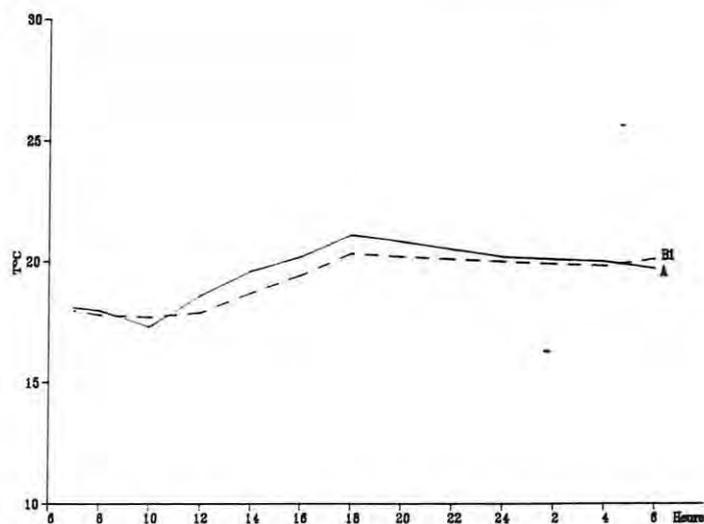


Fig.11. Variations de la température au cours du temps dans les bassins A et B1.

6.1.2. pH, turbidité, chlorophylle a (voir tab.8)

. pH et turbidité :

Valeurs ne montrant aucun changement par rapport aux journées précédentes.

. Chla (voir Fig.12)

Très abondante juste après le remplissage, elle chute jusqu'à 12H pour atteindre des valeurs nulles. N'ayant pas de données intermédiaires entre 7H25 et 12H, il est impossible de situer précisément cette chute, fait gênant pour l'interprétation des données d'oxygène. Seule la filtration par les huîtres (d'autant plus intense que la consommation de la veille a été plus limitée) peut expliquer cette disparition. Il n'y a pas de reprise ultérieure de la production primaire.

. conditions climatiques :

Forte baisse de pression atmosphérique de 8H à 9H30 environ, remontée ensuite jusqu'à 10H30 puis stabilisation.

Mesure Heure	BASSIN A			BASSIN B1		
	pH	NTU	Chl a	pH	NTU	Chl a
8h30	-	-	2.98	-	-	2.98
14	-	-	0.04	-	-	0.08
21	7.92	1.5	0.05	7.91	1.5	0.03
6h15	1.50		0.15	7.88	2.5	1.09

Tab.8. Valeurs de pH, turbidité en NTU, chlorophylle en ug/l dans les deux bassins sur un cycle de 24 heures environ.

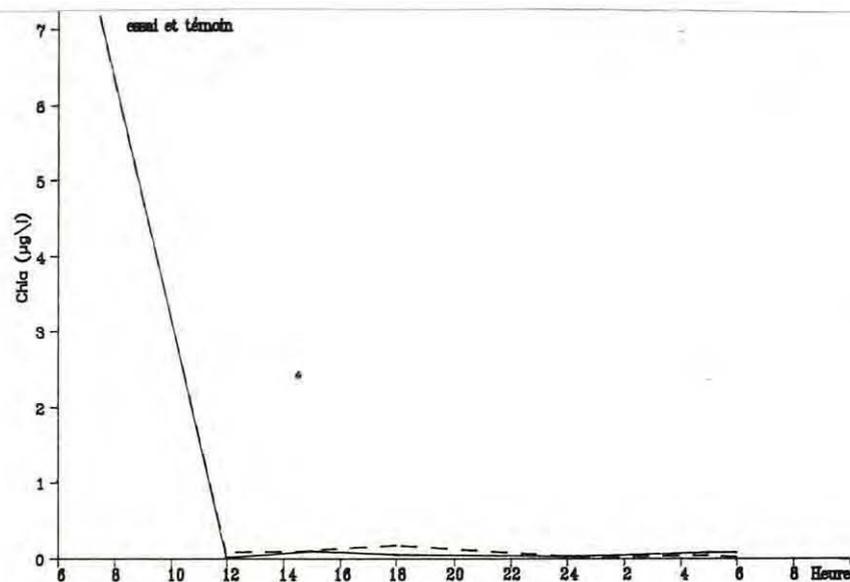


Fig.12. Variations de la chlorophylle a au cours du temps.

6.1.3. Oxygène (voir Tab.9 et Fig.13a et 13b)

La chute d'oxygène enregistrée dans le bassin d'essai A (10% en 3') n'est pas visible dans le bassin témoin. Il aurait été souhaitable d'effectuer plus de mesures dans le témoin pendant cette matinée ou le taux d'oxygène a subi de fortes fluctuations : les trois prélèvements analysés à 7H25, 10H et 12H ne rendent peut être pas compte de l'évolution réelle de l'oxygène. L'aérateur a été utilisé dans le bassin essai de manière intensive.

V E N T	P L U I E	P atm	H E U R E	TEMOIN	ESSAI A		
				B1	O2 mg/l WINCKLER	O2 mg/l OXYMETRE	% SATURATION
			07h25	8.75 (84%)	6.20	80.0	
			07h28		5.30	68.4	Manuel
			07h30		7.70	100.0	tm1 : 2'
			07h40		5.34	69.0	ta1 10'
			07h45		7.90	102.0	tm2 : 15'
1028			07h55		8.03	103.0	ta2 : 15'
			08h10		5.40	70.0	tm3 : 15'
			08h11		7.80	101.0	
			08h25		7.71	100.0	tm3 : 15'
			08h35		5.23	67.0	ta3 : 15'
			08h40		5.45	70.0	
			08h41		7.90	101.0	tm4 : 15'
			08h55		7.93	102.0	
1023			09h40		5.40	69.0	ta4 : 60'
			09h55		4.91	63.0	
			10h00	7.13 (91%)	7.94	102.0	
1025			10h25		7.80	100.0	tm5 : 30'
			10h55		5.05	65.0	ta5 : 30'
			10h58		8.00	102.0	tm6 : 30'
1026			11h25		7.96	103.0	
			12h00	8.86	7.96	103.0	
			13h00		8.00	105.1	
			15h00		8.08	108.5	
1025			18h10	8.58	8.36	115.0	
			20h00	8.36 (89%)	8.22	112.0	
			22h00	5.77	8.04	106.0	
			00h00	5.53 (74%)	7.73	103.7	
			00h10		7.80		
			00h25		8.00		Automatique tm : 15'
			02h25		7.60		tm : 120'
			02h40		8.05		tm : 15'
			04h40		7.90		tm : 120'
			06h00	4.73 (63%)	7.80	102.7	

Tab.9. Valeurs de l'oxygène dissous en mg/l et saturations correspondantes. Temps de marche (tm) et d'arrêt (ta) de l'aérateur.

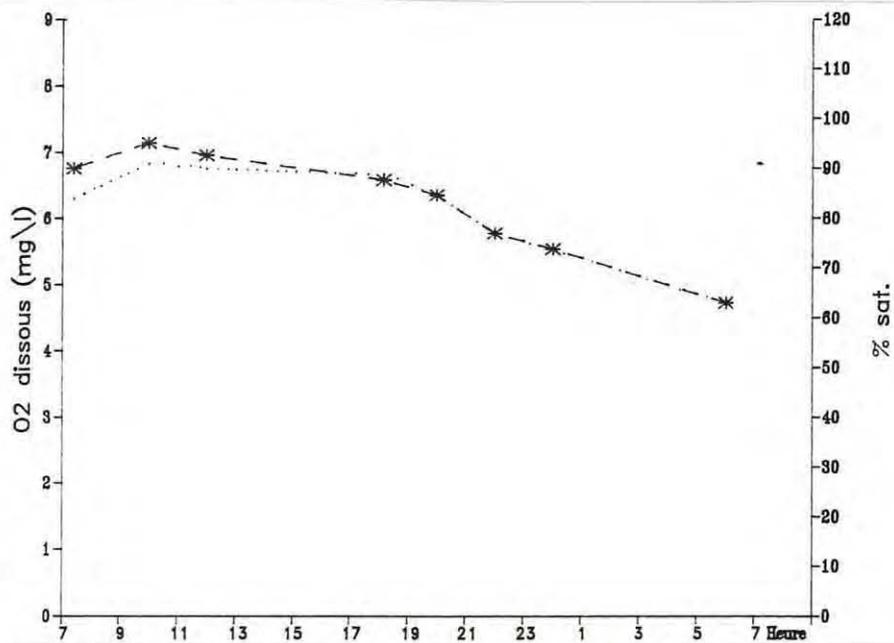


Fig.13a. Evolution de la teneur en O₂ dissous dans le bassin témoin (*---*). Tracé du % de saturation (....).

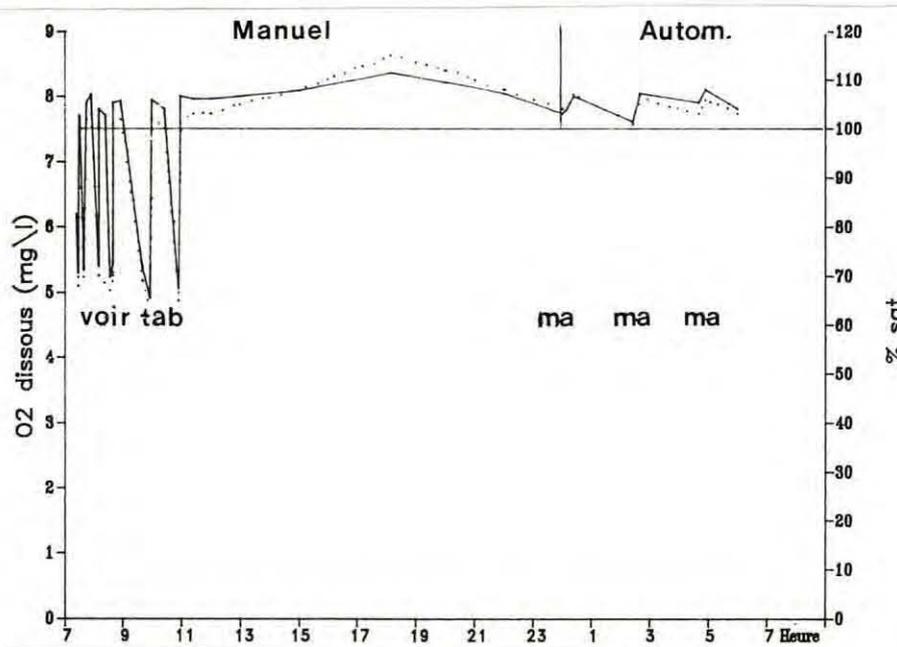


Fig.13b. Evolution de la teneur en O₂ dissous dans le bassin essai (—). Tracé du % de saturation (....).

m : marche de l'aérateur
a : arrêt de l'aérateur

6.2. Discussion

6.2.1. Action des divers paramètres sur la concentration en oxygène dans le témoin B1 :

Nous remarquons :

. une élévation très faible des températures au cours de la journée, celle-ci n'agit donc pas sur l'oxygène dissous.

. des pressions atmosphériques élevées et assez stables sont également sans effet.

. de même nous pouvons évaluer la consommation par les huîtres :

– de 8H à 14H :

Température : mini 17,8°C, maxi 18,8°C (hausse de 1)

Oxygène : maxi 6,85 mg/l, mini 6,85 mg/l (bilan nul)

Consommation moyenne : 0

– de 14H à 19H :

Température : mini 18,8°C, maxi 20,4°C (hausse de 1,6)

Oxygène : maxi 6,85 mg/l, mini 6,5 mg/l (baisse de 0,35)

Consommation moyenne : 0,73 mg O₂ / huître / heure

– de 19H à 23H :

Température : maxi 20,4°C, mini 20,2°C (baisse de 0,2)

Oxygène : maxi 6,5 mg/l, mini 5,7 mg/l (baisse de 0,8)

Consommation moyenne : 2,5 mg O₂ / huître / heure

La consommation est toujours très modérée, à relier avec une montée en température faible (écart de température de 2,7°C).

L'apport d'oxygène entre 8H et 10H, assurant globalement un bilan nul pour la période 8H–14H, est peut être dû à la photosynthèse par le phytoplancton présent dans l'eau (taux de chlorophylle a le plus fort de nos expériences).

Une baisse d'oxygène assez nette est constatée entre 20H et 22H.

6.2.2. Action de l'aérateur dans le bassin d'essai A :

Nous avons suivi le taux de saturation de 100% à 70% pendant toute la matinée en ramenant très rapidement la période minimale de marche à 15' puis à 30' avec un rapport $t_m/t_a=1$ (voir Tab.9).

Nous avons été très désorientés par les chutes d'oxygène fréquentes et brutales observées pendant cette matinée dans le bassin essai, le témoin ne réagissant pas de

la même façon. Toutefois, la méthode de mesure n'étant pas continue dans le témoin, nous ne pouvons avancer aucune hypothèse.

L'aérateur a fonctionné très souvent jusqu'à 11H25, il n'a pas servi durant l'après midi.

6.2.3. Efficacité de ce système

Ce système paraît très efficace puisque le taux de saturation monte très vite (30% en 2'). La valeur $t_m = 15'$ fixée ci-dessus correspond au temps minimal proposé par les programmeurs électriques et permet donc une gestion plus facile pour le professionnel.

De plus, la dépression constatée sur la courbe de température entre 8H et 12H peut s'expliquer par l'utilisation quasi-ininterrompue de ce système pendant la matinée, celui-ci ayant permis, par retombée de ses micro gouttes sur une surface importante, un refroidissement de la tranche d'eau de surface.

7. Suivi pompe immergée : 24 Août

Appareil mis en place de façon à obtenir l'aération au centre du bassin.

Sonde de l'oxymètre entre a et b, à hauteur des huîtres.

Bassins A et B, entièrement remplis à 7H45 avec l'eau décantée, oxygène à 104% de saturation. Hauteur d'eau : 50 cm. Ils sont suivis en parallèle de 7H45 à 5H15 le lendemain matin.

7.1. Résultats :

7.1.1. Salinité et température :

. salinité : 33‰

. température (Fig.14). Montée très faible et similaire dans les deux bassins.

– minimum : 19,7°C à 8H

bassin B1

– maximum : 21°C

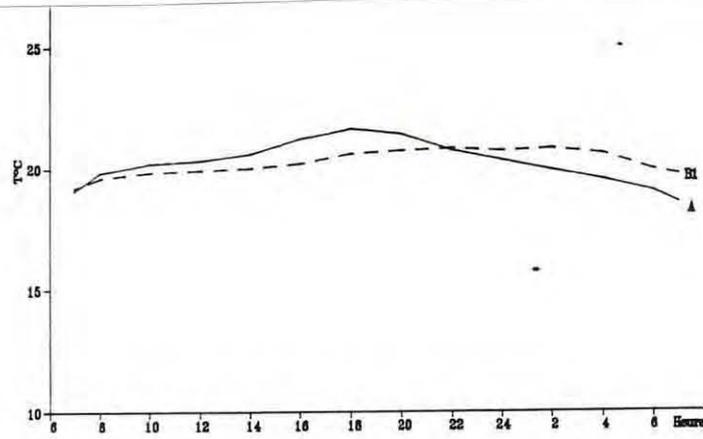


Fig.14. Variations de la température au cours du temps dans les bassins A et B1.

7.1.2. pH, turbidité, chlorophylle a (voir Tab.10)

. pH et turbidité :

Aucun changement

. Chla (voir Fig.15)

Assez forte à 8H du matin (4,28 ug/l), elle est également en chute libre jusqu'à 12H. Il manque des données intermédiaires.

. Conditions climatiques :

Pression atmosphérique stable. Pluie de 8H à 14H30 et de 20H à 23H.

Mesure Heure	BASSIN A			BASSIN B1		
	pH	NTU	Chl a	pH	NTU	Chl a
7h45	8.31	2.9	4.28	8.15	1.2	4.28
12	8.10	1.3	0.13	8.00	1.5	0.35
18	8.13	2.3	0.19	8.14	1.9	0.16
5h15	-	-	0.01	-	-	1.30

Tab.10. Valeurs de pH, turbidité en NTU, chlorophylle en ug/l dans les deux bassins sur un cycle de 24 H environ.

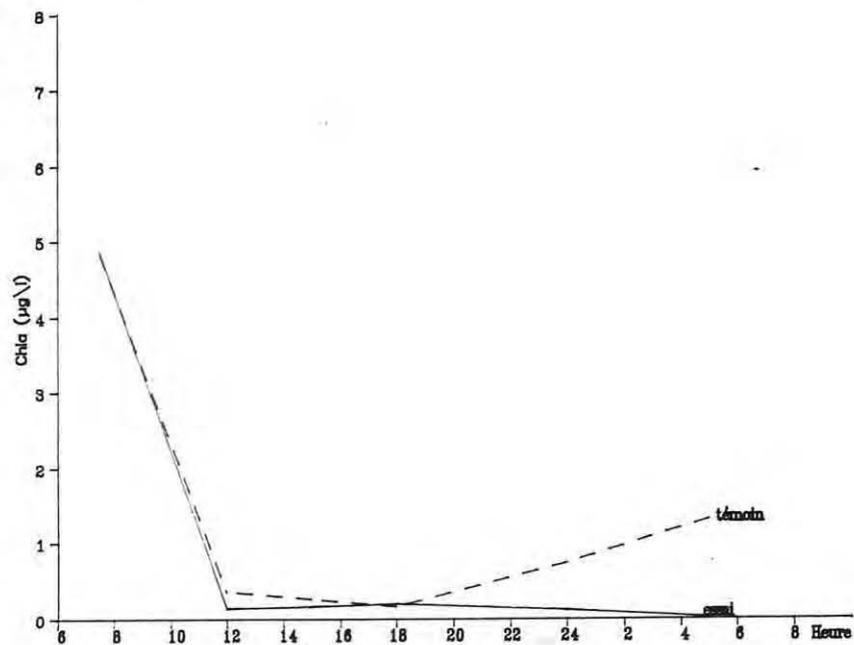


Fig.15. Variations de la chlorophylle a au cours du temps.

7.1.3. Oxygène (voir Tab.11 et Fig.16a et 16b)

Chute d'oxygène dans le bassin B1. Compensation par aération dans le bassin A.

V E N T	P L U I E	P atm	H E U R E	TEMOIN B1	ESSAI A		
				O ₂ mg/l WINCHELLER	O ₂ mg/l OXYMETRE	% SATURATION	Oxygénateur pompe immergée
A v e r s e s P l u i e f i n c P l u i e	1020	07h45	7.88 (102%)	7.80	104.0	Manuel tm : 105' tal : 17h	
		09h00		6.90	91.0		
		10h30	7.20	6.75	90.0		
		12h00	6.88 (92%)	7.46	100.0		
		12h15					
		14h30					
		15h15	8.44	7.70	104.9		
	1019	18h00	6.40 (87%)	8.20	113.0		
	1018	20h00		8.23	113.0		
		22h00		7.90			
		23h00	5.90	7.65	104.0		
		05h15	5.57 (78%)	7.05	92		

Tab.11. Valeurs de l'oxygène dissous en mg/l et saturations correspondantes. Temps de marche (tm) et d'arrêt (ta) de l'aérateur.

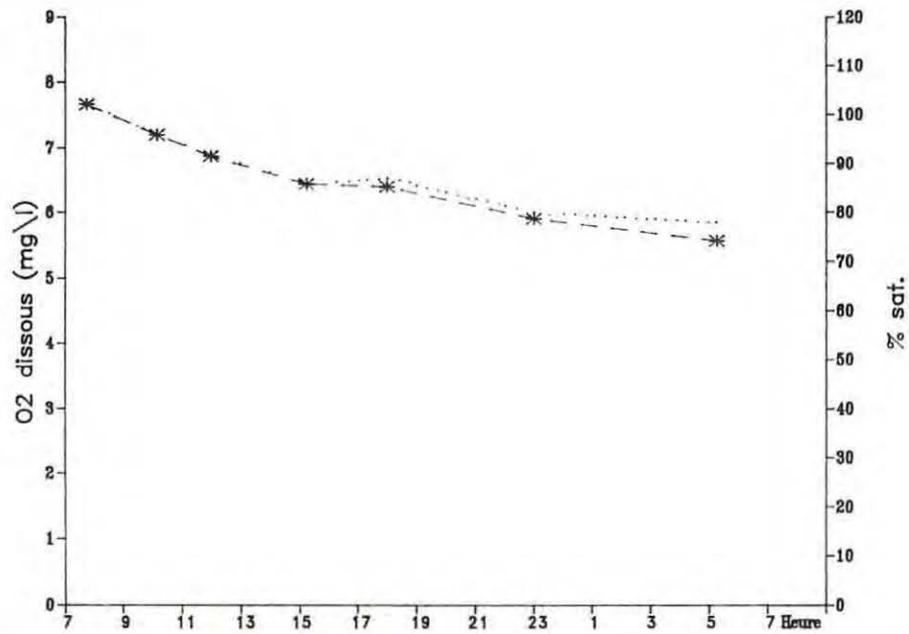


Fig.16a. Evolution de la teneur en O₂ dissous dans le bassin témoin (*---*). Tracé du % de saturation (....).

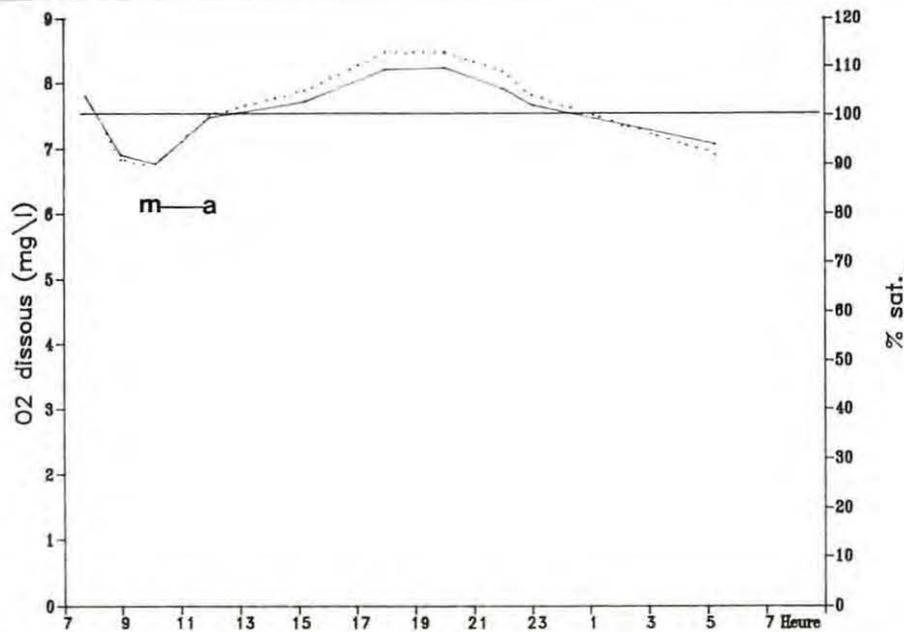


Fig.16b. Evolution de la teneur en O₂ dans le bassin essai (—). Tracé du % de saturation (....).

m : marche de l'aérateur
a : arrêt de l'aérateur

7.2. Discussion

7.2.1. Action des divers paramètres sur la concentration en oxygène dans le témoin B1 :

Nous remarquons :

. Des valeurs faibles et stables pour la température, le pH et la turbidité. Pas d'action probable sur l'oxygène dissous.

. Pas de variations de la pression atmosphérique, faible pluie. Pas d'action.

. Une diminution lente et constante de l'oxygène dissous est constatée. Nous évaluons donc la consommation par les huîtres :

– de 8H à 14H :

Température : mini 19,7°C, maxi 20°C (hausse de 0,3)

Oxygène : maxi 7,58 mg/l, mini 6,6 mg/l (baisse de 1,02)

Consommation moyenne : 2,08 mg O₂ / huître / heure

– de 14H à 19H :

Température : mini 20°C, maxi 20,7°C (hausse de 0,7)

Oxygène : maxi 6,6 mg/l, mini 6,3 mg/l (baisse de 0,3)

Consommation moyenne : 0,75 mg O₂ / huître / heure

– de 19H à 23H :

Température : mini 20,7°C, maxi 21°C (hausse de 0,3)

Oxygène : maxi 6,3 mg/l, mini 5,90 mg/l (baisse de 0,4)

Consommation moyenne : 1,25 mg O₂ / huître / heure

Légère reprise de la consommation malgré un écart global de température de 1,5°C. Elle reste cependant très modérée.

7.2.2. Action de l'aérateur dans le bassin d'essai A :

. **Mode manuel** : une seule mise en marche à 90% de saturation d'oxygène a suffi à remonter le taux à 100% et le maintenir entre 100% et 90% jusqu'à 5H le lendemain matin.

7.2.3. Efficacité de ce système :

Malgré $t_m=1H45'$, il nous est difficile de conclure, car il aurait fallu tester ce système avec des conditions de température et de pression atmosphérique différente. On peut toutefois penser que ce système est moins efficace que les précédents.

8. Discussion générale

8.1. Variations de la température dans l'eau :

A cette époque de l'année les températures varient entre 17°C et 26°C, le maximum se situant toujours entre 18 et 19H. Dans nos expériences, la montée en température a été différente chaque jour, avec cependant quelques similitudes entre les deux premiers jours (voir tableau 13).

JOUR	SYSTEME	ECART DE T° MAXIMUM ENTRE 8H et 19H	VALEUR DU PIC DE T°	HEURE DU PIC DU T°
1	aérateur piscicole	5,5°C	25,8	19 H
2	venturi	5,2°C	25	18 H
3	aérateur à hélice	0,7°C	19,7	17 H
4		2,7°C	20,6	18 H
5	pompe immergée	1,5°C	21,2	18H à 23H

Tableau 13 : Données de température sur le bassin témoin

8.2. Variations de la chlorophylle

De manière générale, la totalité de la chlorophylle a disparu 5 à 7 heures après la mise à l'eau des huîtres. La consommation de la chlorophylle a est décrite dans le tableau 14.

Tranche horaire	Jour	Variations température	Consommation chlorophylle a Natg/l	Consommation d'oxygène mg/huître/heure
8H ↓ 14H	1	+ 2.2	1.27	3.64
	2	+ 3.4	0.67	2.65
	3	+ 0.3	3.00	2.29
	4	+ 1.0	6.25	0.00
	5	+ 0.3	4.00	2.08
14H 19H	1	+ 2.6	env. 0	4.87
	2	+ 1.6	env. 0	1.12
	3	+ 0.3	env. 0	0.32
	4	+ 1.6	env. 0	0.73
	5	+ 0.7	env. 0	0.75
19H 23H	1	- 0.6	env. 0	5.18
	2	- 0.3	env. 0	3.43
	3	- 0.3	env. 0	+ 1.71
	4	- 0.2	env. 0	2.5
	5	+ 0.3	env. 0	1.25
23H 5H	1	- 0.4	env.0	+ 0.10
	2	- 0.7	env.0	2.29
	3	- 0.6	env.1 (artefact)	0.73
	4	- 0.4	env.0	1.87
	5	- 0.7	env.1.3 (artefact)	0.62

Tableau 14 : Variations des 3 paramètres par tranche horaire

8.3. Variations de l'oxygène

Si nous regardons le tableau 14 ainsi que les courbes témoins pour chaque expérience, plusieurs remarques s'imposent :

– la consommation moyenne par huître est plus forte dans la tranche horaire 19–23H (sauf jour 3) et en général plus faible dans la tranche horaire 14–19H (voir tableau 14). Néanmoins ce phénomène est plus marqué lors des jours 1, 2 et 4 qui ont subi des écarts de température plus importants.

** la température joue probablement un rôle très important dans le processus d'activation de la respiration.*

– la consommation nocturne n'est pas particulièrement accentuée et nous ne saurions expliquer les différences constatées chaque jour (voir tableau 14).

Tranche horaire	Jour	Variations température	Consommation chlorophylle a $\mu\text{tg/l}$	Consommation d'oxygène mg/huître/heure
8H ↓ 14H	1	+ 2.2	1.27	3.64
	2	+ 3.4	0.67	2.65
	3	+ 0.3	3.00	2.29
	4	+ 1.0	6.25	0.00
	5	+ 0.3	4.00	2.04
14H ↓ 19H	1	+ 2.6	traces	4.87
	2	+ 1.6	traces	1.12
	3	+ 0.3	traces	0.32
	4	+ 1.6	traces	0.73
	5	+ 0.7	traces	0.75
19H ↓ 23H	1	- 0.6	traces	3.75
	2	- 0.3	traces	3.43
		- 0.3	traces	+ 1.71 (apport)
	4	- 0.2	traces	2.5
	5	+ 0.3	traces	1.25
23H ↓ 5H	1	- 0.4	traces	+ 0.10 (apport)
	2	- 0.7	traces	2.29
	3	- 0.6	1 (artefact)	0.73
	4	- 0.4	traces	1.87
	5	- 0.7	1.3 (artefact)	0.62

Tableau 14 : Variations des 3 paramètres par tranche horaire

8.3. Variations de l'oxygène

Si nous regardons le tableau 14 ainsi que les courbes témoins pour chaque expérience, plusieurs remarques s'imposent :

– la consommation moyenne par huître est plus forte dans la tranche horaire 19–23H (sauf jour 3) et en général plus faible dans la tranche horaire 14–19H (voir tableau 14). Néanmoins ce phénomène est plus marqué lors des jours 1, 2 et 4 qui ont subi des écarts de température plus importants.

* la température joue probablement un rôle très important dans le processus d'activation de la respiration.

– cette consommation ne semble pas être en rapport avec la disparition de la chlorophylle.

** la respiration est sans doute indépendante de la filtration (voir tableau 14).*

– le bilan global de l'oxygène exprimé en pourcentage d'oxygène disparu, laisse apparaître de grandes disparités entre chaque expérience pour une même époque et pour des densités en huîtres identiques (de 63% à 9% – voir tableau 15).

** ceci confirme une fois de plus le rôle joué par le paramètre température.*

Pourcentage d'oxygène disparu			
JOUR	10H à 19H	19H à 15H	8H à 5H
1	35%	17.5%	62%
2	14%	20%	/
3	11%	+ 4% produit	9%
4	4%	21%	20.5%
5	11%	8%	24%

Tableau 15 : Bilans d'oxygène par tranche horaire

CONCLUSION

Au vu de ces premiers résultats, il nous paraît encore difficile de comparer les divers systèmes d'aération, le protocole établi en grandeur nature pour chaque système étant trop réduit dans le temps. Chaque système demande une étude plus longue sans changement de l'eau de stockage, car il s'est avéré que nous travaillions chaque matin dans des conditions optimales. De ce fait, nous n'avons pu mesurer la réelle efficacité des appareils, le taux de saturation n'oscillant chaque jour qu'entre 80 et 100%. Le but de l'étude n'est qu'en partie atteint.

En temps de réponse, nous pouvons cependant affirmer que les systèmes à hélice aspirante et de Venturi sont les plus efficaces. Nous donnerons, en fin de rapport, une approximation quant à l'utilisation de chacun de ces systèmes tout en souhaitant que des études plus longues soient refaites sur les deux systèmes précités (voir tableau 16).

Les résultats, s'ils n'ont atteint le but recherché, permettent de penser que dans des conditions climatiques assez stables (température, salinité, pression atmosphérique, précipitations), seule la respiration des huîtres activée par des températures comprises entre 20 et 25°C constitue la principale cause de chute de l'oxygène. Il est possible également que l'état physiologique des huîtres (par exemple : la gamétogénèse et la ponte) soit un facteur d'activation de la filtration qui n'a pu être mesuré.

Au cours du déroulement de notre étude, diverses difficultés sont apparues, produisant des biais :

- . un trop grand nombre de manipulateurs que ce soit pour les prélèvements ou pour les analyses, a influé sur les résultats (pertes, non reproductibilité, artefacts de mesure). La nécessité de dégager du temps réservé à ces études pour les agents concernés est évidente.
- . Les résultats obtenus sur le bassin témoin B1 se sont avérés insuffisants, ce bassin eût nécessité, un suivi en continu de l'oxygène et de plus fréquentes mesures de la chlorophylle. De plus, il faudrait utiliser des appareils de mesures identiques dans les deux bassins : oxymètre enregistreur et thermomètre enregistreur avec leur sonde respective à même profondeur, les données obtenues en mode manuel et en automatique étant évidemment différentes. Un baromètre enregistreur pour suivre en continu les variations de la pression atmosphérique est également nécessaire.

. La consommation d'oxygène par les huîtres étant apparemment la cause majeure des baisses d'oxygène dans les bassins, le témoin "oxygène dans l'eau sans huîtres" nous a manqué pour estimer plus précisément cette consommation.

Nous souhaiterions voir se compléter cette étude dont la principale difficulté est sa réalisation en grandeur nature ; elle a souffert d'une trop grande dispersion et d'une imprécision dans les mesures (comparaison témoin non oxygéné—essai oxygéné).

. pour mieux appréhender le comportement des huîtres, il serait d'abord souhaitable de comparer un bassin vide et un bassin plein d'huîtres avec les mêmes appareils de mesure en continu (température, oxygène, pression atmosphérique) ainsi que de mesurer plus fréquemment la chl_a sur plusieurs jours, sans renouvellement d'eau.

. ensuite, il faudrait réitérer éventuellement le suivi de l'oxygénation avec les deux systèmes les plus efficaces, de la même façon mais sur plusieurs jours, également sans renouvellement d'eau.

. il faudra enfin conseiller aux professionnels un couplage oxygénateur—oxymètre pour gérer efficacement et économiquement leur appareil.



TEMP	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	TEMP	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5
14.0	5.88	5.86	5.84	5.82	5.80	5.79	21.0	5.13	5.12	5.10	5.09	5.07	5.06
14.2	5.85	5.83	5.82	5.80	5.78	5.76	21.2	5.11	5.10	5.08	5.07	5.05	5.04
14.4	5.83	5.81	5.79	5.78	5.76	5.74	21.4	5.09	5.08	5.06	5.05	5.04	5.02
14.6	5.81	5.79	5.77	5.75	5.73	5.72	21.6	5.08	5.06	5.05	5.03	5.02	5.00
14.8	5.78	5.76	5.75	5.73	5.71	5.69	21.8	5.06	5.04	5.03	5.01	5.00	4.98
15.0	5.76	5.74	5.72	5.71	5.69	5.67	22.0	5.04	5.02	5.01	5.00	4.98	4.97
15.2	5.74	5.72	5.70	5.68	5.67	5.65	22.2	5.02	5.01	4.99	4.98	4.96	4.98
15.4	5.71	5.69	5.68	5.66	5.64	5.63	22.4	5.00	4.99	4.97	4.96	4.95	4.93
15.6	5.69	5.67	5.65	5.64	5.62	5.60	22.6	4.99	4.97	4.96	4.94	4.93	4.91
15.8	5.67	5.65	5.63	5.62	5.60	5.58	22.8	4.97	4.95	4.94	4.92	4.91	4.90
16.0	5.64	5.63	5.61	5.59	5.58	5.56	23.0	4.95	4.94	4.92	4.91	4.89	4.88
16.2	5.62	5.60	5.59	5.57	5.55	5.54	23.2	4.93	4.92	4.90	4.89	4.88	4.86
16.4	5.60	5.58	5.57	5.55	5.53	5.52	23.4	4.92	4.90	4.89	4.87	4.86	4.85
16.6	5.58	5.56	5.54	5.53	5.51	5.49	23.6	4.90	4.88	4.87	4.86	4.84	4.83
16.8	5.56	5.54	5.52	5.51	5.49	5.47	23.8	4.88	4.87	4.85	4.84	4.83	4.81
17.0	5.53	5.52	5.50	5.48	5.47	5.45	24.0	4.86	4.85	4.84	4.82	4.81	4.79
17.2	5.51	5.50	5.48	5.46	5.45	5.43	24.2	4.85	4.83	4.82	4.81	4.79	4.78
17.4	5.49	5.47	5.46	5.44	5.43	5.41	24.4	4.83	4.82	4.80	4.79	4.78	4.76
17.6	5.47	5.45	5.44	5.42	5.40	5.39	24.6	4.81	4.80	4.79	4.77	4.76	4.75
17.8	5.45	5.43	5.42	5.40	5.38	5.37	24.8	4.80	4.78	4.77	4.76	4.74	4.73
18.0	5.43	5.41	5.40	5.38	5.36	5.35	25.0	4.78	4.77	4.75	4.74	4.73	4.71
18.2	5.41	5.39	5.38	5.36	5.34	5.33	25.2	4.76	4.75	4.74	4.72	4.71	4.70
18.4	5.39	5.37	5.35	5.34	5.32	5.31	25.4	4.75	4.73	4.72	4.71	4.69	4.67
18.6	5.37	5.35	5.33	5.32	5.30	5.29	25.6	4.73	4.72	4.71	4.69	4.68	4.67
18.8	5.35	5.33	5.31	5.30	5.28	5.27	25.8	4.72	4.70	4.69	4.68	4.66	4.65
19.0	5.33	5.31	5.29	5.28	5.26	5.25	26.0	4.70	4.69	4.67	4.66	4.65	4.63
19.2	5.31	5.29	5.27	5.26	5.24	5.23	26.2	4.68	4.67	4.66	4.64	4.63	4.62
19.4	5.29	5.27	5.25	5.24	5.22	5.21	26.4	4.67	4.66	4.64	4.63	4.62	4.60
19.6	5.27	5.25	5.23	5.22	5.20	5.19	26.6	4.65	4.64	4.63	4.61	4.60	4.59
19.8	5.25	5.23	5.22	5.20	5.18	5.17	26.8	4.64	4.62	4.61	4.60	4.59	4.57
20.0	5.23	5.21	5.20	5.18	5.17	5.15	27.0	4.62	4.61	4.60	4.58	4.57	4.56
20.2	5.21	5.19	5.18	5.16	5.15	5.13	27.2	4.61	4.59	4.58	4.57	4.56	4.54
20.4	5.19	5.17	5.16	5.14	5.13	5.11	27.4	4.59	4.58	4.57	4.55	4.54	4.53
20.6	5.17	5.15	5.14	5.12	5.11	5.09	27.6	4.58	4.56	4.55	4.54	4.53	4.51
20.8	5.15	5.14	5.12	5.11	5.09	5.08	27.8	4.56	4.55	4.54	4.52	4.51	4.50

SOLUBILITE DE L'OXYGENE : Tab. 12 . solubilité de l'oxygène en fonction de la température et de la salinité pour une pression atmosphérique de 760 mm, soit 100% de saturation.

	Température minimale de l'eau vers 8h	Température maximale de l'eau vers 18 - 19h	Temps de marche aérateur	Temps d'arrêt aérateur
Aérateur piscicole hélice aspirante à jet latéral	20°	26°	1h30	4h
	Ce rythme permet de tempérer la diminution plus forte vers 22h			
Venturi pompe Flight + hydroéjecteur	20°	25°	15'	4h
	Même remarque en ce qui concerne la diminution de 22h			
Système à hélice aspirante type Flobull	19°	20°	15'	24h
	18°	21°	15'	22h
Une mise en marche le matin suffit				
Pompe immergée	20°	21,5°	1h30	24h

Tab.18 : Quelques exemples de fonctionnement de l'aérateur en fonction d'écart de température journaliers dans l'eau.

Nous souhaiterions voir se compléter cette étude dont la principale difficulté est sa réalisation en grandeur nature; elle a souffert d'une trop grande dispersion et d'une imprécision dans les mesures (comparaison témoin non oxygéné-essai oxygéné).

. pour mieux appréhender le comportement des huîtres, il serait d'abord souhaitable de comparer un bassin vide et un bassin plein d'huîtres avec les mêmes appareils de mesure en continu (température, oxygène, pression atmosphérique) ainsi que de mesurer plus fréquemment la chla sur plusieurs jours, sans renouvellement d'eau.

. ensuite, il faudrait réitérer éventuellement le suivi de l'oxygénation avec les deux systèmes les plus efficaces, de la même façon mais sur plusieurs jours, également sans renouvellement d'eau.

. il faudra enfin conseiller aux professionnels un couplage oxygénateur-oxymètre pour gérer efficacement et économiquement leur appareil.

BIBLIOGRAPHIE

- Aminot A. et Chaussepied M., 1983 : Oxygène dissous. Dans : Manuel des analyses chimiques en milieu marin – CNEXO.
- Gerdes D., 1983 : The pacific oyster *Crassostrea gigas*. Part II Oxygen consumption of larvae and adults. *Aquaculture*, 31 pp 221–231.
- Haven D.S., Perkins F. and al. 1976. Vol. II. Depuration of oysters in commercial – size tanks and laboratory trays. Virginia Institute of marine science.
- Hale J.M.. Instrumental measurements of dissolved oxygen concentrations in saline water. Technical notes. Orbisphère laboratories.
- His E., 1970. Comportement de *Crassostrea angulata* Lamarek sous des conditions d'asphyxie. *Rev, Trav. Ins. Pêches Maritimes* 34(2), p. 189.
- Kemp W.M. and Boynton W.R., 1980. Influence of biological and physical processes on dissolved oxygen dynamics in an estuarine system : implication for measurement of community metabolism. *Estuarine and coastal marine science* 11, 407–431.
- Malouf R. and al., 1972. Occurence of gas–bubble disease in three species of bivalve molluscs. *Journal fisheries research board of Canada* vol.29, n°5.
- Mangum C. and Van Winkler, 1973. Responses of aquatic invertebrates to declining oxygen conditions. *Amf. Zool.* 13 : 529–541.
- Matthieu J.L., 1981. La mesure et la régulation de l'oxygène dissous dan l'épuration biologique aérobie. *La pisciculture française* n°64.

Matthieu J.L., 1981. Solubilité de l'oxygène dans l'eau salée et relations entre conductivité, salinité et densité de l'eau salée. La pisciculture française n°65.

Petit J. et Maurel P., 1987. La gestion de l'oxygène. Tendances actuelles en pisciculture. Aqua Revue n°15 et n°16.

Shumway S.E., 1982. Oxygen consumption in oysters : an overview Marine Biology letters 3, 1-23.

Van Winkle W. and Mangum C., 1975. Oxyconformers and oxyregulators : a quantitative index. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 17 pp. 103-110.

ARMOR

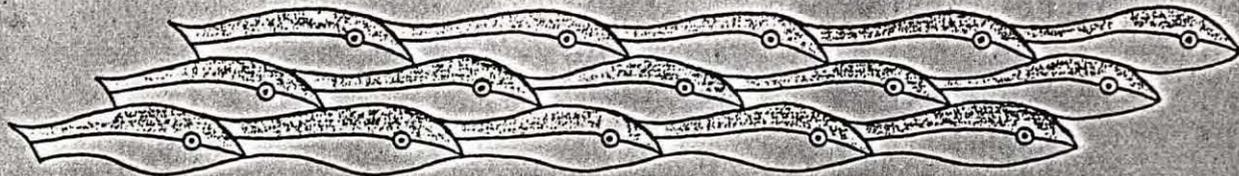


POMPES

11, rue des Petits Champs
Z.I. Sud

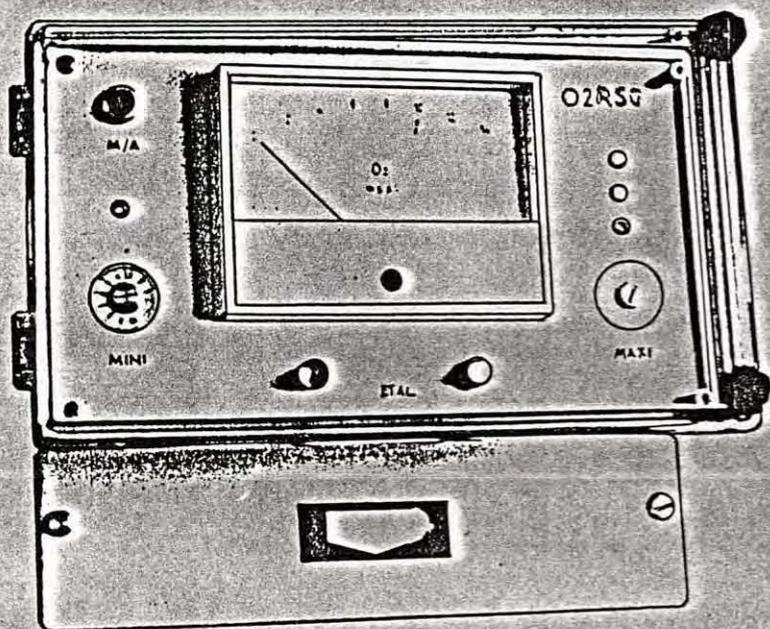
Tel. 99 82 42 69

35400
SAINT-MALO



La teneur en oxygène dissous, La température,

**L'ALARME - RÉGULATION, SIMPLE, ÉCONOMIQUE,
ET EFFICACE, A LA PORTÉE TECHNIQUE ET
FINANCIÈRE DE TOUS !!**



- Affichage sur galvanomètre (0-14 mg/l)
- Etalonnage simplifié (calage sur un repère du cadran)
- 2 seuils indépendants réglables sur l'étendue de mesure
- Contact sec (10 A - 250 V 50 Hz)
- Capteur avec compensation automatique de température
- Alimentation 220 V 50 Hz (12 V cc sur option)
- Boîtier isolant protection IP 54 (étanche à l'aspersion)
- Dimensions 165 x 155 x 115
- Support de capteur adapté aux conditions piscicoles

**LE SERVICE ET LE RAPPORT QUALITÉ/PRIX
QUE VOUS ATTENDIEZ.**

PHYSICO-CHIMIE

NOTA / Cet appareil peut être adapté à la régulation des petites unités d'épuration