IFREMER

AUTEUR (S) :	CODE :
Denis COATANEA, Bruno NGUYEN-THUYET et Alain FEBVRE	N° DRV/AQ/TAH89-30
TITRE Aération-circulation en bassins d'élevage intensif de crevettes Pénéides. Profils remarquables des courbes de teneur en oxygène dissous.	date : 17 mars 1989 tirage nb : 30 ex Nb pages : 62 Nb figures : 20 Nb photos : /
CONTRAT *(intitulé)* N° /	DIFFUSION libre ☒ restreinte ☐ confidentielle ☐

RÉSUMÉ

Dans les systèmes d'élevage intensif de crevettes Pénéides, la teneur en oxygène dissous du milieu d'élevage est un des éléments prioritaires à prendre en compte dans la gestion des bassins. Une aération d'appoint est nécessaire pour maintenir cette teneur en oxygène dissous dans une gamme de valeurs acceptables. Ce paramètre a été suivi sur deux fermes d'élevage intensif à Tahiti, dans différentes conditions de charge des bassins et dans différents schémas d'utilisation des aérateurs.

ABSTRACT

mots-clés : Aquaculture, Pénéides, intensif, aération, circulation.

key words :

S O M M A I R E

1. INTRODUCTION Page 5

2. MATERIEL ET METHODES 6

3. RESULTATS EN FONCTIONNEMENT ALTERNE CIRCULATION-AERATION 8

4. RESULTATS EN FONCTIONNEMENT EN CONTINU DES AERATEURS 20

5. RESULTATS EN FONCTIONNEMENT DISCONTINU DES AERATEURS 40

6. DISCUSSION 58

REFERENCES 62

TECHNOLOGIE AQUACOLE
IFREMER/COP
6 Mars 1989

AERATION-CIRCULATION EN BASSINS D'ELEVAGE INTENSIF DE CREVETTES PENEIDES:

PROFILS REMARQUABLES DES COURBES DE TENEUR EN OXYGENE DISSOUS.

Denis COATANEA, Bruno NGUYEN-THUYET et Alain FEBVRE

1. INTRODUCTION.

L'intensification des systèmes de production de crevettes Pénéides s'accompagne de la nécessité d'améliorer et de mieux contrôler la qualité du milieu d'élevage. En effet, l'augmentation de la charge d'un bassin en crevettes, algues phytoplanctoniques, bactéries, matière organique dissoute ou particulaire, accroit l'instabilité du système et rend nécessaire une gestion de l'élevage destinée à éviter les situations dangereuses. Au premier rang de celles-ci, la teneur en oxygène dissous (OD), qui ne doit pas descendre en-dessous de 3 ppm (AQUACOP et al., 1988).

Cette amélioration et ce contrôle du milieu d'élevage peuvent impliquer différentes techniques de gestion:

- le renouvellement du milieu, possibilité qui nécessite un dispositif d'amenée d'eau, en général par pompage, pour renouveler jusqu'à 50% par jour dans les situations critiques.
- le contrôle des populations phytoplanctoniques: il est difficile à réaliser dans l'état actuel des connaissances. L'objectif est d'éviter les trop fortes densités algales, qui peuvent entrainer des sursaturations en OD importantes le jour éventuellement toxiques pour la population algale elle-même (Richmond, 1986), et de très fortes consommations nocturnes de l'OD.
- l'élimination des déchets organiques résultant de l'accumulation des excés d'aliment non consommé, des feces et des cellules algales mortes.
- l'aération et la circulation du milieu d'élevage. L'objectif est de maintenir la teneur en oxygène dissous au-dessus du minimum admissible, et de répartir la masse d'eau ainsi oxygénée dans tous les compartiments du bassin, en cassant les stratifications, et en favorisant le développement de populations bactériennes aérobies qui décomposeront et

recycleront la matière organique accumulée au cours de l'élevage, en évitant la formation de facies de réduction (Chaimberlain, 1985). Divers appareils, aérateurs ou circulateurs, permettent à des degrés différents d'efficacité de satisfaire ces exigences.

Ce sont ces techniques d'aération et circulation qui ont été utilisées dans la présente étude: l'évolution de la teneur en OD a été enregistrée dans trois cas de gestion des systèmes d'aération:
- alternance jour/nuit des régimes circulation/aération
- aération en régime continu
- aération en régime intermittent

2. MATERIEL ET METHODES.

Les enregistrements ont été réalisés dans deux fermes d'élevage de Pénéides gérées selon la méthode super-intensive, développée à IFREMER-COP depuis 1980 (AQUACOP et al., 1987 et AQUACOP et al., 1989):
- SOPOMER: 10 bassins de 1000 m2, profondeur 0.8 m
- TAIARAPU AQUACULTURE, 1 ha de bassins de 1000 à 2000 m2, profondeur 1 m.

Tous ces bassins fonctionnent sur le modèle super-intensif:
- densité de 100 animaux/m2 ou plus, en P.vannamei essentiellement, P.stylirostris secondairement ou P.monodon occasionnellement.
- durée d'élevage: 4 à 7 mois.
- charges finales pouvant atteindre 1200 g/m2.
- taux de renouvellement d'eau de 5 à 50% par jour, ajustés selon le Secchi, l'aspect de la population algale du bassin, ou le niveau d'OD.
- aération assurée par des aérateurs AIRE O2 2HP, à raison de 2 appareils par bassin de 1000 m2 à SOPOMER, et quelle que soit la taille pour les bassins de TAIARAPU AQUACULTURE. Cette puissance d'aération a été déterminée empiriquement. Les horaires de fonctionnement sont détaillés dans les fiches explicatives accompagnant les figures.
- circulation assurée par les mêmes appareils AIRE O2 2HP, mais dont l'hélice a été bouchée, empêchant ainsi la diffusion à travers l'arbre creux de l'hélice du panache de microbulles normalement produites par effet Venturi. Dans ces conditions (hélice bouchée), les AIRE 02 se comportent en circulateurs stricts, et non plus en aérateurs, ainsi qu'en témoignent les figures 1 et 2.

Les enregistrements d'oxygène ont été effectués à raison d'un point toutes les minutes, par des sondes Orbisphère Modèle 2716 à membrane lente, équipées d'un système de régulation par points de consigne bas et haut (3,0 et 3,4 ppm) pouvant commander le mise en marche et l'arrêt automatiques d'un aérateur. Les sondes sont disposées directement dans le bassin, assurant un fonctionnement correct tant qu'une circulation de la masse d'eau existe, mais donnant des valeurs par défaut en périodes de calme complet du bassin. En ce qui concerne les mesures réalisées en 1987, les sondes étaient alimentées par un système de siphon. Les données sont stockées sur un data-logger SQUIRREL (GRANT) et traitées sur IBM/PC.

Figure 1 : Aération par AIREO2(2CV)

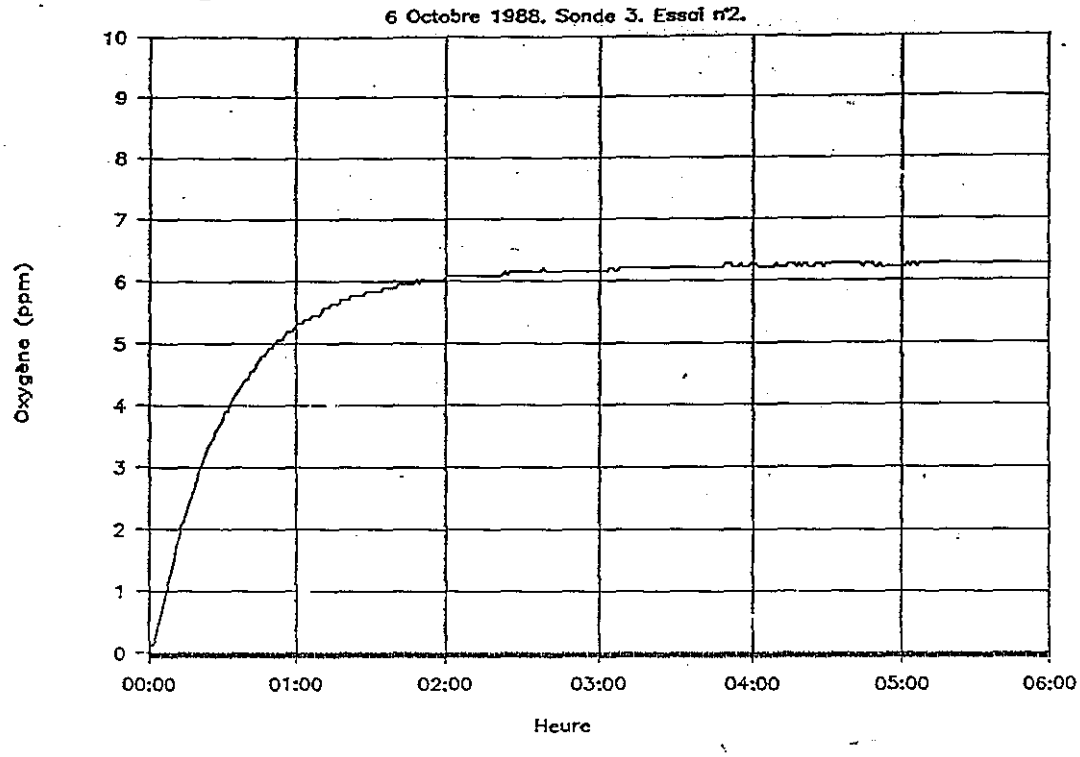
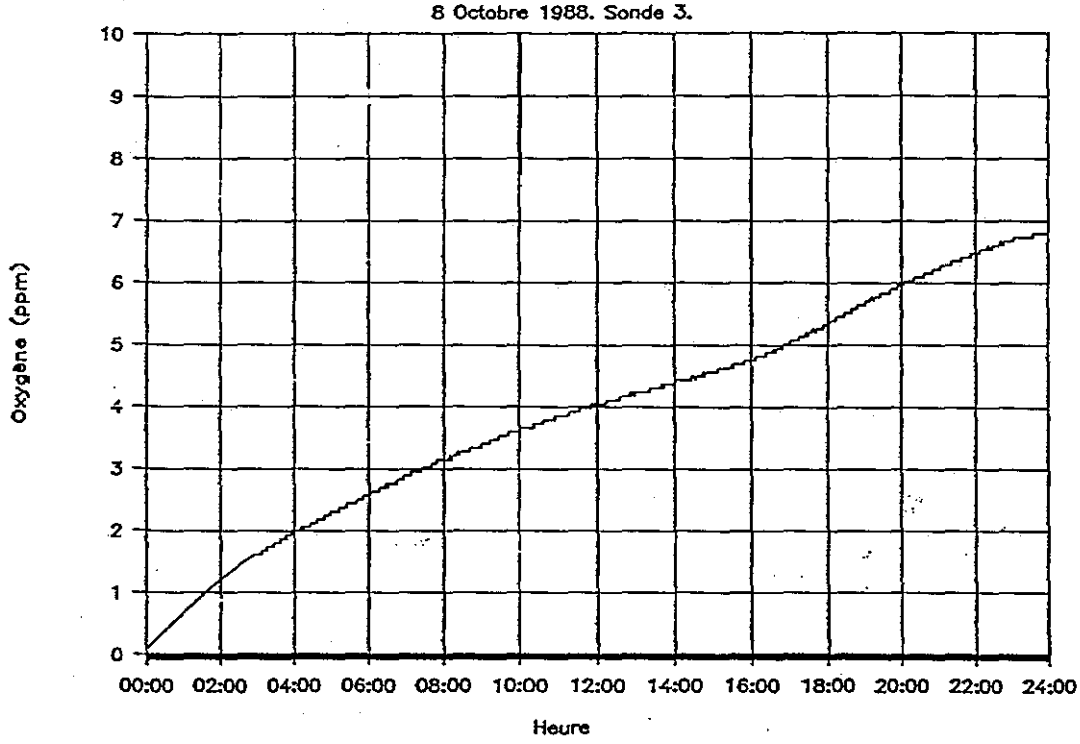


Fig 2 : Aération par AIREO2(2CV) bouché



3. RESULTATS EN FONCTIONNEMENT ALTERNE CIRCULATION/AERATION.

Ces données ont été acquises en 1987 sur la ferme de SOPOMER au cours du 2ème cycle d'élevage, dans la phase de démarrage de l'exploitation, et concernent les bassins 1 et 2 (Tableau 1).

Du point de vue de l'aération, ces bassins étaient gérés avec un ou deux AIRE O2 la nuit. De jour, un seul appareil restait en fonctionnement, mais en mode circulation, c'est-à-dire avec l'hélice bouchée. Ce fonctionnement en mode circulation était censé assurer le brassage de la masse d'eau, et limiter dans une certaine mesure les sursaturations diurnes.

Sur la période de suivi, la circulation du bassin de jour avec la technique de l'AIRE O2 à hélice bouchée n'a pas évité des sursaturations diurnes importantes (15 ppm et plus), ni des crises de la population algale (Figure 7). Dans ces périodes de crise, le bassin devient consommateur d'OD en permanence, et tout arrêt des aérateurs de jour comme de nuit s'accompagne d'une chute rapide de l'oxygène, présentant un danger pour l'élevage.

La gestion des AIRE O2 en mode automatique (Figure 6) permet d'ajuster strictement la durée de fonctionnement des aérateurs aux besoins du bassin, et donc d'économiser sur l'énergie électrique. Ce type de gestion permet en théorie d'éviter les inconvénients de la gestion par démarrages à heures fixes (Figures 4 et 5), dans laquelle il est nécessaire de réajuster périodiquement les horaires à l'évolution du bassin : la figure 5 montre le risque d'un démarrage trop tardif.

Enfin, dans cette série d'enregistrements, la figure 1 illustre la relation entre la sursaturation diurne et la quantité d'éclairement reçue.

SOPOMER		SERIE D'ELEVAGE :		2	1 9 8 7			
Bassin	Espèce	Nombre ensemencé	Age PL	Durée (j) date	Survie %	Production kg	I.C.	Rendement T/ha/an
1	P.vanna.	110 000	P.35	160 15/01/87	29	578	3,4	13,2
2	P.vanna	120 000	P.42	159 22/01/87	33	709	2,8	16,3

TABLEAU 1 : SOPOMER : bassins gérés en aération/circulation alternées.

Données générales :

Bassin : B1 SOPOMER — Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 15.1.87 — Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. vannamei
Nombre : 110 000
Densité : 110 / m^2

Situation au moment de la mesure :

Date : 28-30/2/87
Biomasse estimée : 200 kg — Charge : 200 g/m^2
Renouvellement d'eau :
Secchi : 40 cm
Repas : nombre/jour — Heures :
Aérateurs : nombre : 1 x 2 HP AIRE 02 en fonction circulation
heures de marche : (Hélice bouchée) le jour

Météo : 1 x 2 HP AIRE 02 en fonction aération de 22 h à 8 h 00

Commentaires :

Bassin jeune, peu chargé, de type phytoplanctonique. (figure 3)

Les valeurs minimales de l'oxygène dissous sont atteintes au lever du du jour, et ne présentent pas de risque pour l'élevage (4 ppm).

La quantité d'éclairement reçue au sol conditionne la productivité du bassin en oxygène. Le 2/3/87, journée bien ensoleillée, l'oxygène dissous dépasse les 13 ppm, alors que la veille, par temps couvert, le maximum se situait à 10 ppm.

Ces valeurs maximales sont atteintes entre 15 h et 17 h.

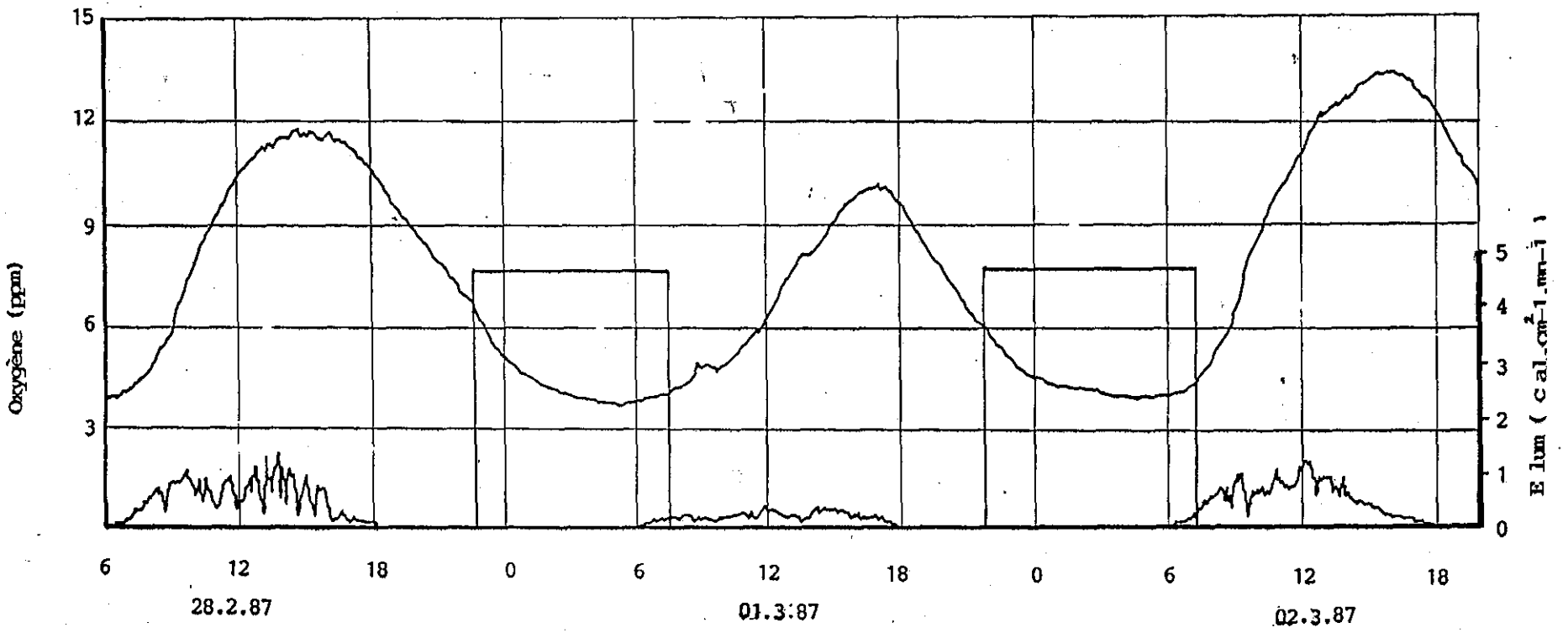


FIGURE 3 : Bassin B1 (SOPOMER) - Relation quantité d'éclairement - production d'oxygène par la population phytoplanctonique.

Données générales :

Bassin : B2 SOPOMER — Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 22.1.87 — Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. Vannamei
Nombre : 120 000
Densité : 120/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 8-9 et 15-17.05.87
Biomasse estimée : 700 kg — Charge : 700 g/m^2
Renouvellement d'eau :
Secchi : 35-40 cm
Repas : nombre/jour — Heures :
Aérateurs : nombre : 1 x 2 HP AIRE O2 en fonction circulation
heures de marche : (Hélice bouchée) le jour

Météo : 2 x 2 HP AIRE O2 en fonction aération
de 23h à 9h00

Commentaires :

Fig. 4 : Sur ce bassin relativement chargé, et qui a conservé un comportement très phytoplanctonique sur la période considérée, la gestion des aérateurs en démarrage à heures fixes (23h) et arrêt à 9h s'avère être une solution tout à fait acceptable. Le choix de l'heure de démarrage (23h) permet d'utiliser au mieux l'oxygène dissous emmagaziné pendant le jour. Par contre, l'arrêt est inutilement tardif (9h), contrariant la reprise d'activité de la population algale.

Fig. 5 : Ce même mode de gestion des aérateurs en démarrage/arrêt à heures fixes peut devenir dangereux si l'on n'a pas tenu compte de l'évolution de l'activité photosynthétique du bassin. Le bassin étant moins productif en oxygène sur la période diurne des 8 et 9.5.87, il aurait été judicieux d'avancer l'heure de mise en route des aérateurs (surtout le 9.05). Même remarque que précédemment en ce qui concerne l'heure d'arrêt.

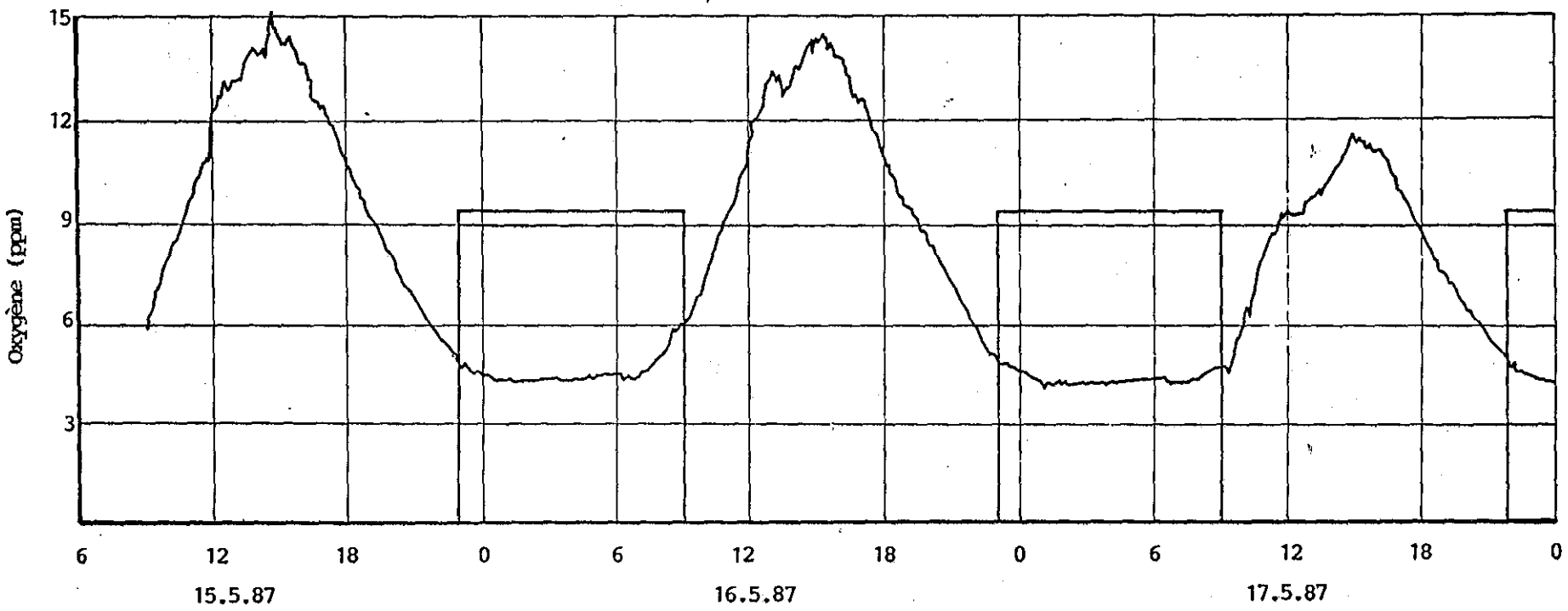


FIGURE 4 : Bassin B2 (SOPOMER) - Cycle de fonctionnement à heures fixes des aérateurs (marche/arrêt = 23 h/09 h)

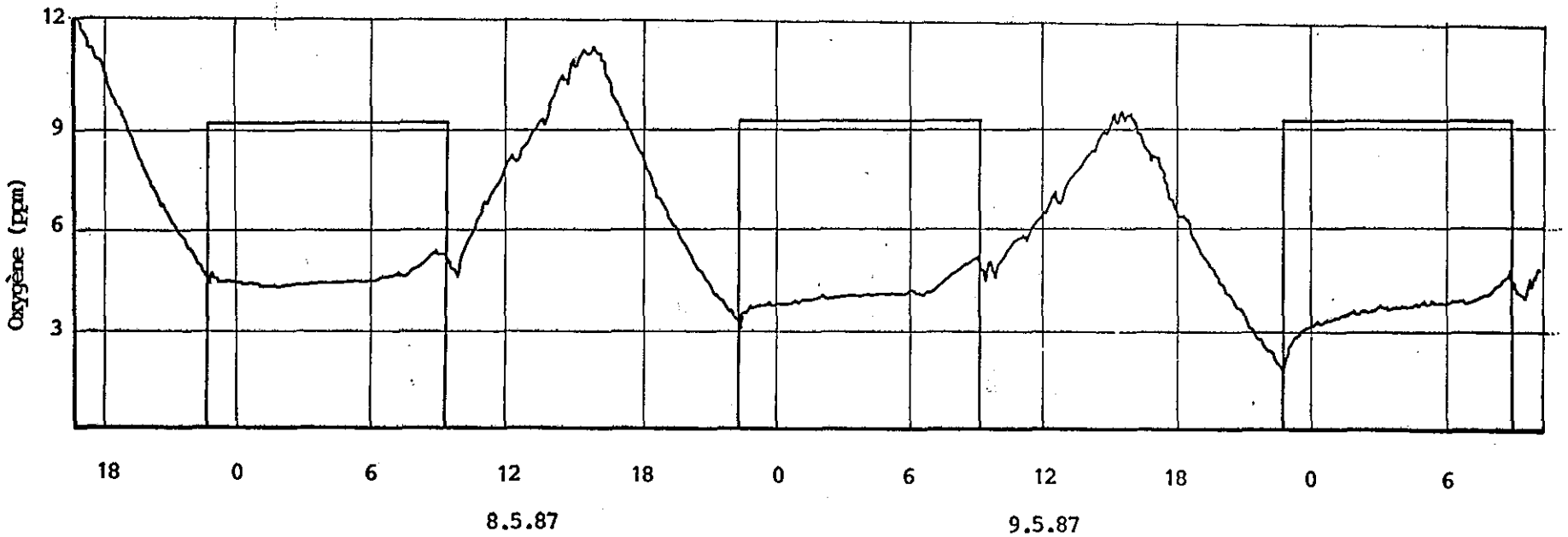


FIGURE 5 : Bassin B2 (SOPOMER) - Effet d'un démarrage trop tardif des aérateurs dans un cycle à heures fixes (Marche/arrêt = 22 h 30/10 h)

Données générales :

Bassin : B2 SOPOMER — Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 22.1.87 — Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. Vannamei
Nombre : 120 000
Densité : 120/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 25/2 - 2/3/87 et 19-20/3/87
Biomasse estimée : 200 kg — Charge : 200 g/m^2
Renouvellement d'eau :
Secchi : 55 - 35 cm
Repas : nombre/jour — Heures :
Aérateurs : nombre : 1x2HP AIRE O2 en fonction aération automatique
heures de marche : - démarrage : seuil bas 3,0 ppm
- arrêt : seuil haut 3,4 ppm
Météo : 1x2HP AIRE O2 en fonction circulation
(Hélice bouchée 24h/24

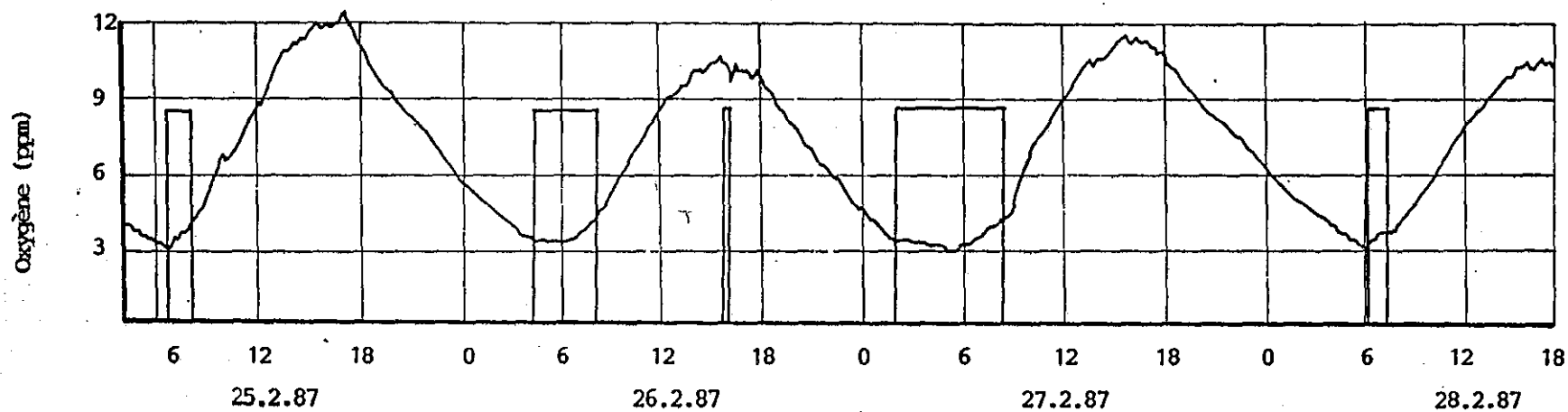
Commentaires :

La figure 6 représente un cycle complet sur 6 jours montrant l'ajustement du temps de marche de l'aérateur à l'activité de la population phytoplanctonique du bassin.

Sur la période considérée, le secchi est passé de 55 cm à 35 cm.

La faible activité photosynthétique du 1/3/87 s'explique par un faible ensoleillement (cf. figure 3), par rapport aux 28/2 et 2/3/87.

Ce type de gestion permet en théorie d'optimiser le temps de marche des aérateurs, si l'on ne prend pas en compte les aspects homogénéisation et circulation du problème.



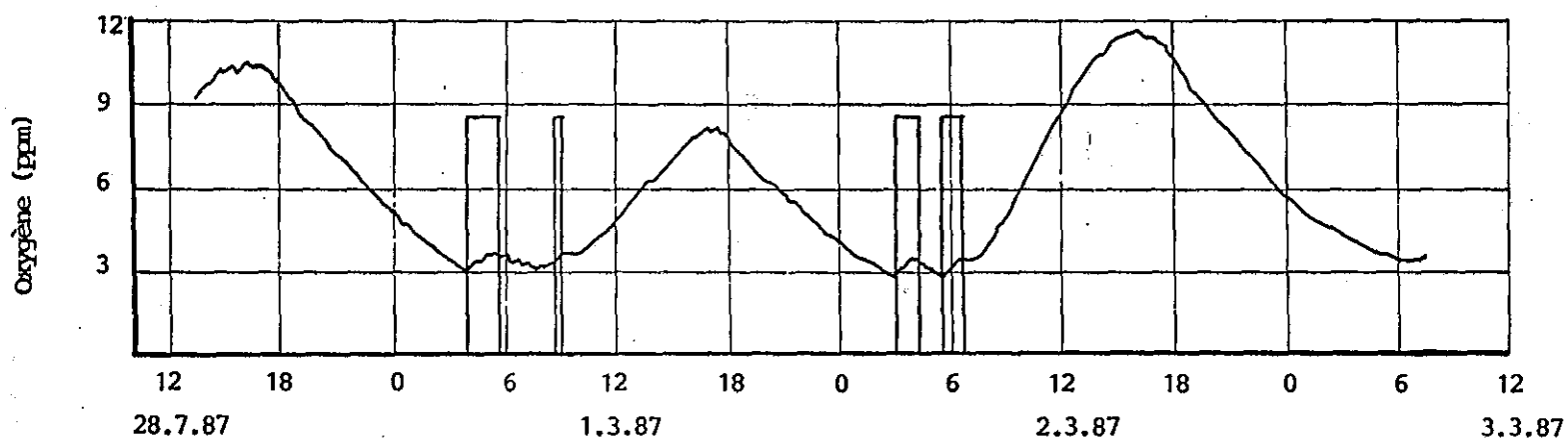


FIGURE 6 : Bassin B2 (SOPOMER) - Fonctionnement des aérateurs en démarrage/arrêt automatique (Seuil bas = 3 ppm/seuil haut = 3,4 ppm)

Données générales :

Bassin : B1 SOPOMER — Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 15.1.87 — Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. Vannamei
Nombre : 110 000
Densité : 110/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 4-15/05/87
Biomasse estimée : 450 kg. — Charge : 450 g/m^2
Renouvellement d'eau :
Secchi : DE 35 à > 75 cm
Repas : nombre/jour — Heures :
Aérateurs : nombre : 2x2HP R02 en fonction aération
heures de marche : 22h00 - 9h00

Météo : le jour, 1x2HP AIRE 02 en fonction circulation (Hélice bouchée)

Commentaires :

La figure 7 montre l'évolution de la teneur en oxygène dissous au cours d'un épisode couvrant la chute de la population phytoplanctonique du bassin, et sa reconstitution progressive en une dizaine de jour. Seules les périodes de fonctionnement des aérateurs en fonction d'aération sont figurées sur la courbe.

L'enregistrement de la journée du 5.5.87 est prémonitoire du phénomène, alors que ce même jour, le secchi reste encore stable à 35 cm. Le secchi ne passera à > 75 cm que le lendemain, lorsque la chute sera consommée.

A partir du 6.5.87, le bassin est en permanence consommateur d'oxygène. Il est périlleux dans ces conditions d'arrêter les aérateurs, même sur la période diurne. Dans de telles circonstances, les schémas de fonctionnement à heures fixes des aérateurs doivent donc être revisés.

A partir du 10.5.87, la population phytoplanctonique commence à se reconstituer. Mais elle est insuffisante pour éviter que le bassin ne soit consommateur en 2è moitié de l'après-midi. L'heure de mise en marche des aérateurs doit être avancée en conséquence.

La courbe de teneur en 02 dissous retrouve une allure normale au-delà du 13.5.87, soit 9 jours après le début du phénomène.

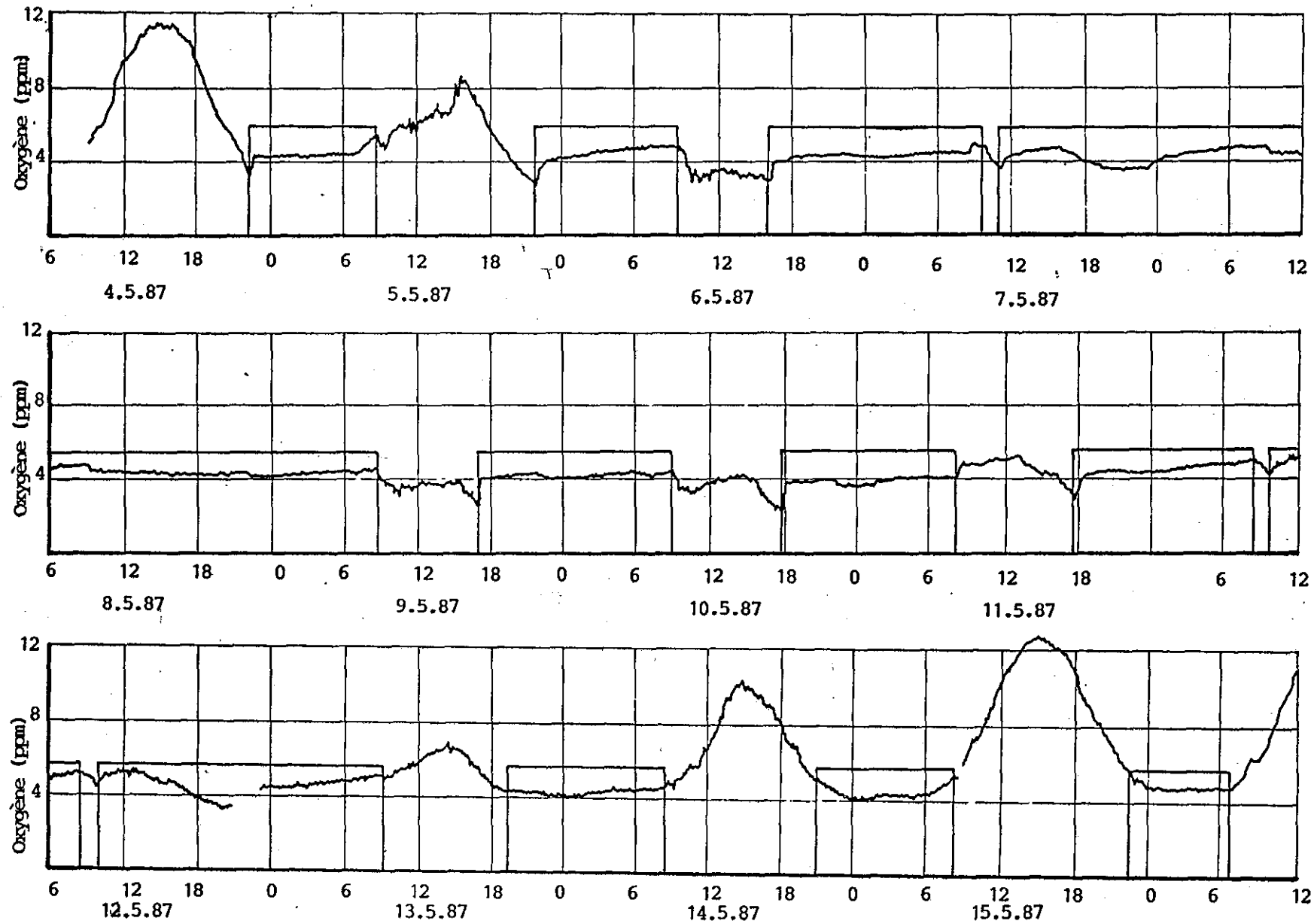


FIGURE 7 : Bassin B1 (SOPOMER) - Ecroulement d'une population phytoplanctonique.

4. RESULTATS EN FONCTIONNEMENT EN CONTINU DES AERATEURS.

Dans cette série de mesures réalisées à SOPOMER en 1988, les aérateurs sont gérés en mode aération seulement. La technique des aérateurs en mode circulation (hélice bouchée) a été abandonnée. Selon la charge estimée et l'état du bassin, un AIRE O2 fonctionne 24h/24, renforcé si nécessaire pendant la nuit de 18h à 06h par un deuxième AIRE O2. Les aérateurs sont mis en place en début d'élevage dès que les valeurs nocturnes de l'OD l'exigent, soit 2 à 4 semaines après l'ensemencement. Les résultats de production de ce cycle d'élevages sont regroupés dans le tableau 2 et les données d'OD et de température dans les tableaux 3, 4 et 5.

Les enregistrements sont classés par ordre croissant de biomasse, depuis un bassin jeune juste ensemencé (Figure 8) jusqu'à un bassin contenant une biomasse de 1000 g/m2 (Figure 14). Ces estimations de la biomasse au moment de la mesure ont été réévaluées a posteriori en fonction des données de la récolte (Tableau 2).

A aucun moment dans cette série, les enregistrements d'OD ne révèlent de situation dangereuse, les minimums restant toujours au-dessus de 3ppm. Le fonctionnement des aérateurs en période diurne limite efficacement la sursaturation aux alentours de 8 à 9ppm, à l'exception du bassin 10 (Fig. 8) qui n'est pas encore équipé d'aérateurs. Cette limitation de la sursaturation améliore selon les éleveurs la stabilité de la population phytoplanctonique des bassins.

Les profils de la teneur en OD évoluent avec la charge. Le bassin 10 (Figure 8) a une allure résolument phytoplanctonique: population algale jeune, peu dense, montée et surtout descente quasi-linéaires de l'OD, minimum atteint vers 06h le matin au lever du jour. Lorsque la charge du bassin augmente, ce type de courbe évolue en s'écrasant progressivement: les périodes de consommation en OD l'emportent sur les périodes de production, à mesure que se développent les secteurs de consommation dans la colonne d'eau (algues, bactéries, matière organique, crevettes) ou sur le fond (boues organiques).

Les fortes consommations nocturnes d'OD sont contenues dans des limites acceptables par le travail du ou des aérateurs. Cependant, ceux-ci n'empêchent pas le développement de pics de surconsommation d'OD au moment des repas du soir (21h) et du matin (06h). Ce phénomène, trés général et répétitif dans tous les bassins dont la charge dépasse 400 g/m2, résulte de l'agitation des crevettes au moment des repas et de la remise en suspension des boues et particules organiques au voisinage du fond (bioturbation). Le surcroit d'oxydation n'est pas immédiatement compensé par les aérateurs, le retour à la normale ne se faisant que vers 23h en ce qui concerne le repas du soir avec la remontée de la teneur en OD vers la saturation d'équilibre. Le pic de surconsommation du matin est absorbé par la reprise de l'activité photosynthétique de la population algale du bassin.

SOPOMER		SERIE D'ELEVAGE : 4 et 5				ANNEE	1988 - 1989				
Bassin	Espèce	Nombre ensemencé	Age PL	Durée (j) dates	Survie %	Production kg	I.C. alim.	Rdt t/ha/an sans assec avec assec 7j.	Pm (g) au moment de la mesure	Biomasse estimée (kg) au moment de la mesure	Biomasse estimée (kg) corrigée après la récolte
1	P.vanna	101 000 21 000	p.54 p.58	137 29/07/88 13/12/88	85,7	1493	2,5 3726	39,78 37,84	6,4	700	700
2	P.vanna	120 000	p.58	121 23/08/88 22/12/88	57,7	1188	2,6 3083	35,84 33,88	5	500	390
3	P.vanna	78 300 25 650	p.44 p.48	167 19/07/88 03/01/89	89,5	1287,6	2,8 3627	28,14 27,01	6,5	400	600
6	P.vanna	125 000	p. 8	165 10/06/88 22/11/88	64,7	1113,7	2 2194	24,64 23,63	10,4	960	910
7	P.vanna	100 000 30 000	p. 5 p. 5	168 23/05/88 08/11/88	67,9	1223,8	1,9 2326	26,59 25,52	15,7	1000	1000
9	P.vanna	95 700 17 500	p.65 p.58	146 30/08/88 24/01/88	79,2	1318	2,3 3021	33,04 31,53	3,8	300	407
10	P.vanna P.mono	135 000 38 000	p. 5 p.36	155 13/09/88 20/02/89	31,8	805	2,9 2331	18,96 18,36	< 0,01	1	6

TABLEAU 2 : SOPOMER : bassins gérés en aération continue

Heures	Oxygène B6 (ppm)	Température B6 (°C)	Oxygène B7 (ppm)	Température B7 (°C)
10:00	7,808	28	6,912	27,2
10:30	8	28	7,04	28
11:00	8,448	28,8	7,488	28
11:30	8,704	28,8	7,68	28
12:00	8,512	28,8	7,616	28,8
12:30	8,704	28,8	7,744	28,8
13:00	8,704	29,6	7,744	28,8
13:30	8,64	29,6	8,064	28,8
14:00	8,704	29,6	8,064	29,6
14:30	8,448	29,6	7,808	29,6
15:00	8,256	29,6	7,232	29,6
15:30	8	29,6	7,296	28,8
16:00	7,488	29,6	6,784	28,8
16:30	6,976	29,6	6,208	29,6
17:00	6,528	28,8	5,76	28,8
17:30	6,016	28,8	5,248	28,8
18:00	5,504	29,6	4,736	28,8
18:30	5,12	28,8	4,48	28,8
19:00	4,928	28,8	4,416	28,8
19:30	4,8	28,8	4,352	28,8
20:00	4,672	28,8	4,288	28,8
20:30	4,672	28,8	4,288	28,8
21:00	4,672	28	4,288	28,8
21:30	4,672	28,8	4,288	28
22:00	4,672	28	4,352	28
22:30	4,736	28	4,416	28
23:00	4,352	28	4,096	28
23:30	4,096	28	3,84	28
00:00	4,032	28	3,712	28
00:30	4,032	28	3,776	28
01:00	4,032	28	3,904	27,2
01:30	4,096	28	3,968	28
02:00	4,16	28	4,096	27,2
02:30	4,224	28	4,224	27,2
03:00	4,288	28	4,352	27,2
03:30	4,352	27,2	4,352	27,2
04:00	4,416	27,2	4,352	27,2
04:30	4,48	27,2	4,48	27,2
05:00	4,544	27,2	4,544	27,2
05:30	4,48	27,2	4,48	27,2
06:00	4,544	27,2	4,352	27,2
06:30	4,48	27,2	4,16	27,2
07:00	4,672	27,2	4,288	27,2
07:30	5,184	27,2	4,608	27,2
08:00	5,76	27,2	5,12	27,2
08:30	6,4	27,2	5,568	27,2
09:00	6,272	28	5,76	27,2
09:30				
10:00				

TABLEAU 3 : SOPOMER : données de température et d'oxygène des bassins 6 et 7 les 16-17/09/1988.

Heures	Oxygène B9 (ppm)	Température B9 (°C)	Oxygène B10 (ppm)	Température B10 (°C)
12:00	8,96	29,6	8,96	30,4
12:30	8,96	30,4	9,344	30,4
13:00	9,024	30,4	9,6	31,2
13:30	8,896	30,4	9,792	31,2
14:00	8,832	31,2	10,24	32
14:30	8,768	31,2	10,368	32
15:00	8,576	31,2	10,24	32
15:30	8,192	31,2	10,112	32
16:00	7,744	31,2	9,536	32
16:30	7,36	31,2	9,472	32
17:00	6,976	31,2	9,408	32
17:30	6,528	31,2	9,408	31,2
18:00	5,184	30,4	9,28	31,2
18:30	5,12	30,4	9,088	31,2
19:00	4,8	30,4	8,832	31,2
19:30	4,416	29,6	8,64	31,2
20:00	4,288	29,6	8,448	31,2
20:30	3,968	29,6	8,32	30,4
21:00	3,264	30,4	8,064	30,4
21:30	3,264	29,6	7,808	30,4
22:00	3,52	29,6	7,616	29,6
22:30	3,456	29,6	7,488	30,4
23:00	3,52	29,6	7,296	29,6
23:30	3,392	29,6	7,168	29,6
00:00	3,392	29,6	6,912	29,6
00:30	3,456	28,8	6,848	29,6
01:00	3,52	29,6	6,784	29,6
01:30	3,584	29,6	6,656	29,6
02:00	3,584	29,6	6,528	29,6
02:30	3,712	28,8	6,4	29,6
03:00	3,712	28,8	6,144	29,6
03:30	3,712	28,8	6,144	29,6
04:00	3,712	28,8	5,952	29,6
04:30	3,712	28,8	5,888	28,8
05:00	3,776	28,8	5,632	29,6
05:30	3,84	28	5,504	28,8
06:00	3,84	28	5,376	28,8
06:30	3,264	28	5,312	28,8
07:00	3,712	28	5,184	28,8
07:30	4,48	28,8	5,248	28,8
08:00	4,736	28,8	5,376	28,8
08:30	6,016	28,8	5,888	28,8
09:00	6,08	28,8	6,4	29,6
09:30	7,552	29,6	6,592	29,6
10:00	8,192	29,6	6,656	29,6
10:30	8,32	29,6	7,296	30,4
11:00	8,704	30,4	7,936	30,4
11:30	8,896	30,4	8,384	31,2
12:00	9,216	31,2	8,768	31,2

TABLEAU 4 : SOPOMER : données de température et d'oxygène des bassins 9 et 10 les 17-18/09/1988.

Heures	Oxygène B2 (ppm)	Température B2 (°C)	Oxygène B3 (ppm)	Température B3 (°C)
12:00	8,128	29,6	7,424	29,6
12:30	8,064	30,4	7,232	29,6
13:00	7,68	30,4	7,68	29,6
13:30	7,744	29,6	7,68	29,6
14:00	8,128	29,6	7,424	29,6
14:30	7,68	30,4	7,68	29,6
15:00	7,232	30,4	7,424	29,6
15:30	7,232	30,4	7,104	30,4
16:00	6,528	29,6	6,72	29,6
16:30	6,336	29,6	5,824	29,6
17:00	5,76	29,6	5,248	29,6
17:30	5,76	30,4	5,248	29,6
18:00	5,44	29,6	5,056	29,6
18:30	5,184	29,6	4,864	28,8
19:00	4,992	29,6	4,8	28,8
19:30	4,864	29,6	4,736	28,8
20:00	4,736	29,6	4,672	29,6
20:30	4,672	29,6	4,672	28
21:00	4,608	28,8	4,608	28,8
21:30	4,48	28,8	4,416	28,8
22:00	4,352	28,8	4,352	28,8
22:30	4,16	28,8	4,352	28,8
23:00	4,288	28,8	4,352	28,8
23:30	4,352	28,8	4,48	28,8
00:00	4,416	28	4,544	28,8
00:30	4,544	28	4,672	28
01:00	4,544	28,8	4,672	28
01:30	4,48	28,8	4,736	28
02:00	4,608	28	4,736	28
02:30	4,608	28	4,736	28
03:00	4,672	28	4,8	28
03:30	4,672	27,2	4,8	27,2
04:00	4,736	28	4,864	27,2
04:30	4,8	28	4,864	27,2
05:00	4,8	28	4,928	27,2
05:30	4,8	27,2	4,992	27,2
06:00	4,672	27,2	4,8	27,2
06:30	4,672	27,2	4,608	27,2
07:00	4,928	27,2	4,736	27,2
07:30	5,504	27,2	4,992	27,2
08:00	6,272	27,2	5,632	28
08:30	6,592	28	5,952	28
09:00	7,168	28	6,336	28
09:30	7,936	28	6,912	28
10:00	8,064	28,8	7,424	28
10:30	8,576	28,8	7,872	28,8
11:00	8,96	29,6	8,192	28,8
11:30	9,216	29,6	8,32	29,6
12:00	9,28	29,6	8,384	29,6

TABLEAU 5 : SOPOMER : données de température et d'oxygène des bassins 2 et 3 les 19-20/09/1988.

Données générales :

Bassin : SOPOMER B10 Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 12.09.88 Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. Vannamei
Nombre : 135.000
Densité : 135/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 17-18-19.09.88
Biomasse estimée : # 1 kg Charge : g/m^2
Renouvellement d'eau : 5
Secchi : 60
Repas : 3 nombre/jour Heures : 5h30/16h/21h00
Aérateurs : nombre : 0
heures de marche : 0

Météo : Beau temps ensoleillé les journées des 17 et 18.

Commentaires :

Les mesures effectuées dans ce bassin (figure 8) surviennent une dizaine de jours après l'ensemencement.

Ce bassin se caractérise par :

* une absence de biomasse significative
* un fond parfaitement propre
* la présence d'une population phytoplanctonique jeune provenant du siphonage du B9
* l'absence d'aérateurs.

L'allure de la courbe d'O2 dissous résulte donc de la seule population phytoplanctonique, et n'est pas marquée par les repas qui représentent une quantité de par distribution :

- maximum vers 15h00
- décroissance linéaire de 15h00 jusqu'à 07h00
- reprise de l'activité photosynthétique à partir de 7h - 7h30.

L'absence d'aérateur est parfaitement justifiée, dans la mesure où les extrêmes atteints par l'oxygène sont tout-à-fait raisonnables :

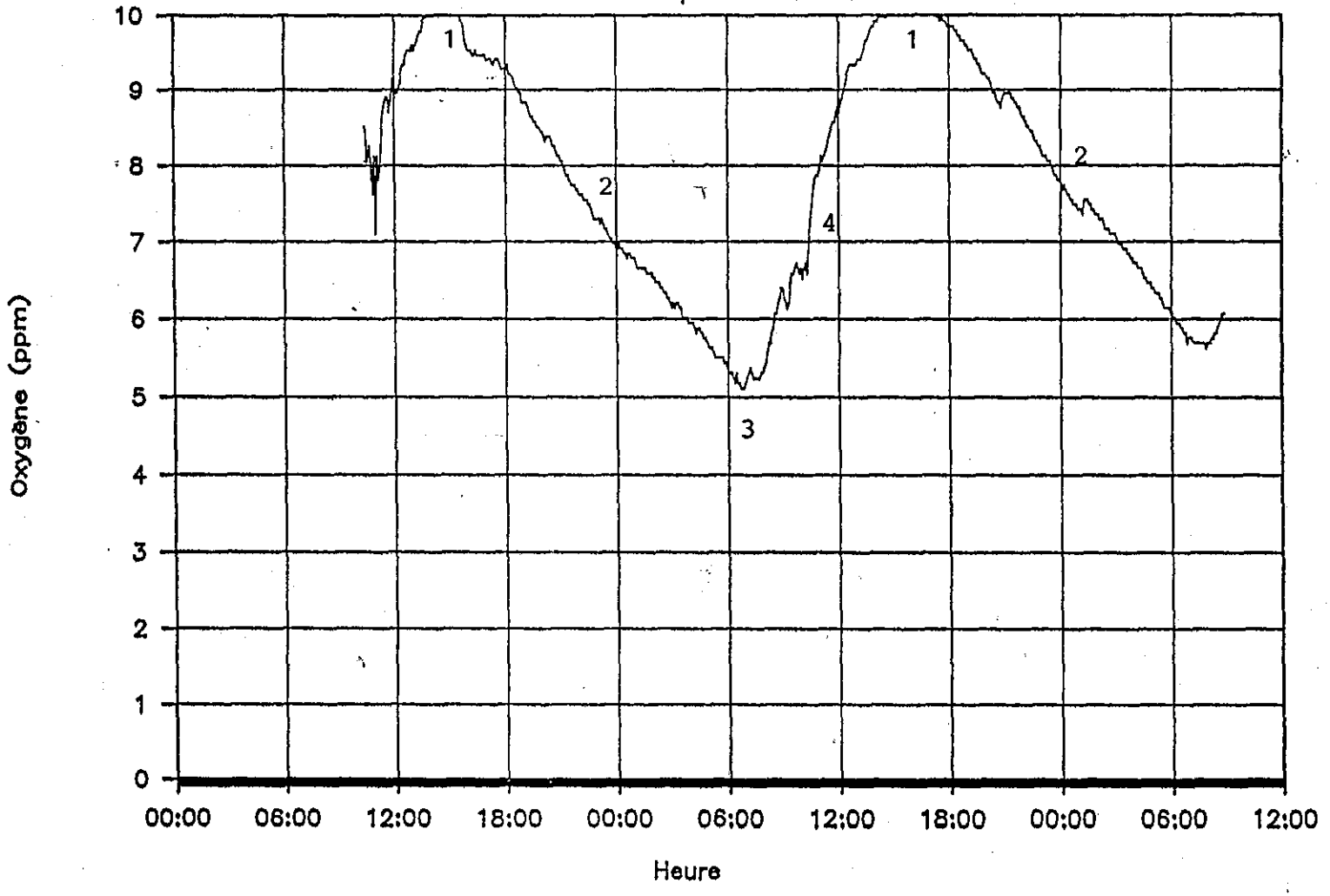
10 ppm au maximum
5 ppm au minimum

La limite de ce type de gestion de début d'élevage sera atteinte lorsque l'amplitude des variations de l'oxygène dissous augmentera avec la charge du bassin, rendant nécessaire l'utilisation d'un aérateur.

1 - Maximum O_2 3 - Minimum O_2
2 - Diminution linéaire O_2 4 - Remontée matinale

Figure 8 : Bassin B10 Sopomer

17-18-19 Septembre 1988.



Données générales :

Bassin : SOPOMER B9 Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 30/08/88 Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. vannamei
Nombre : 113 000
Densité : 113/m2

Situation au moment de la mesure :

Date : 17.18.19/09/88
Biomasse estimée : 400 kg Charge : 400 g/m^2
Renouvellement d'eau : 10 %
Secchi : 30 cm
Repas : nombre/jour 3 Heures : 5h30/16h/21h00
Aérateurs : nombre : 1 x 2 HP AIRE 02
heures de marche : 24/24 h

Météo : Beau temps ensoleillé

Commentaires :

FIGURE 9 : Bassin jeune, de type phytoplanctonique prépondérant, avec une population algale bien établie (Secchi 30 cm).

La présence d'un aérateur limite la montée d'O2 de jour : 9 ppm.

Le maximum est atteint vers 12 h - 13 h 00.

A partir de 13 h 00, le bassin devient globalement consommateur, et la désaturation est aggravée par l'aérateur. La saturation limite est atteinte vers 17 h 00. La désaturation se prolonge jusque vers 20 h 00 - 21 h 00, en se ralentissant.

A ce moment, immédiatement après le repas, on assiste à un pic de sur-consommation en O2, dû à l'agitation des animaux se nourrissant et de la perturbation qu'ils entraînent au niveau du sédiment (remise en suspension des boues organiques).

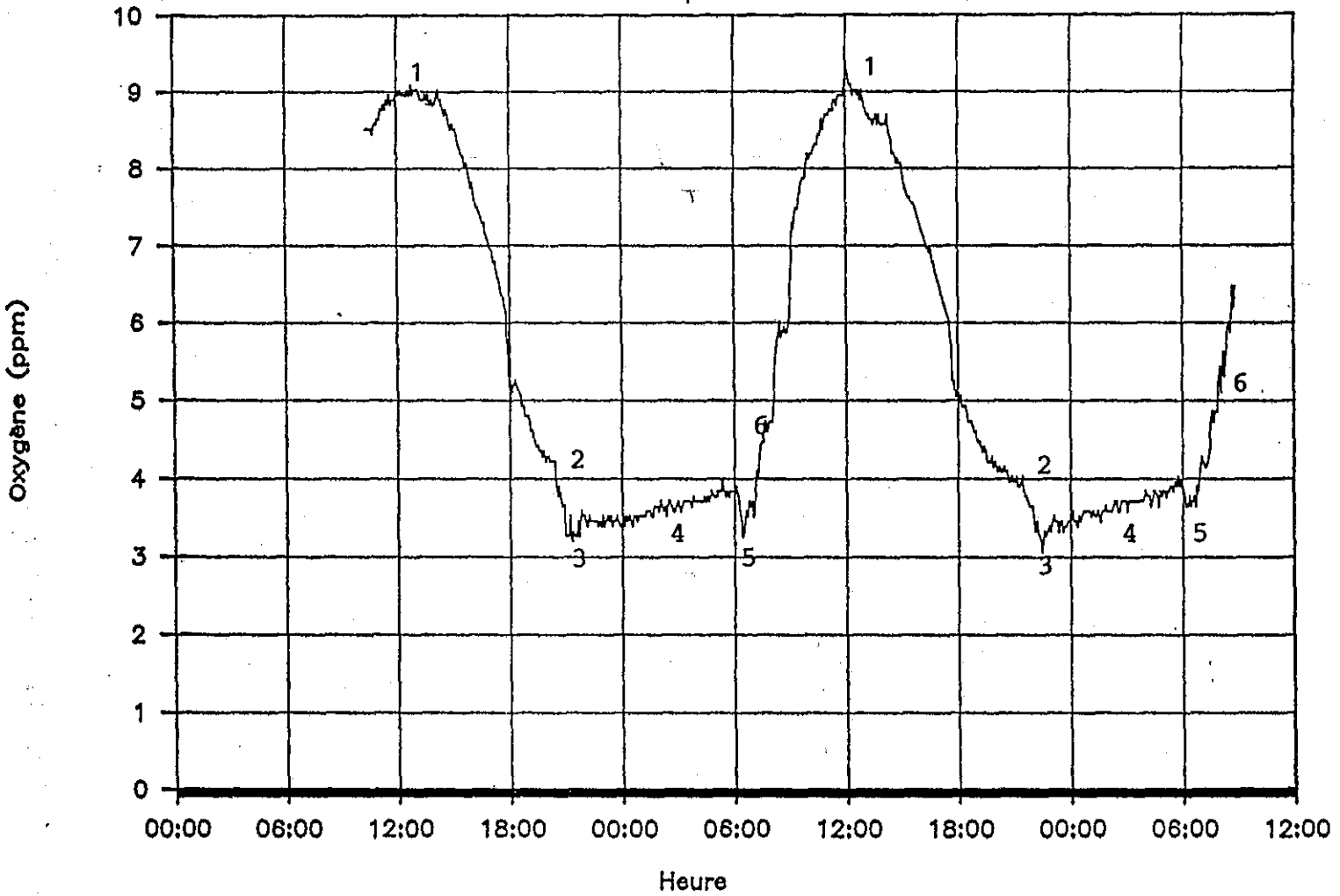
Retour au calme après 22 h 00 jusqu'à 6 h 00 du matin, et remontée de l'O2 de ≠ 0,5 ppm.

Même phénomène de pic de sur-consommation au repas de 6h30-7h00, vite compensé par la reprise d'activité du phytoplancton au lever du jour.

1- Maximum O2
2- Repas du soir
3- Sur-consommation O2
4- Remontée nocturne d'O2
5- Sur-consommation repas du matin
6- Remontée diurne d'O2

Figure 9 : Bassin B9 Sopomer

17-18-19 Septembre 1988.



Données générales :

Bassin : SOPOMER B2 Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 23.08.88 Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. Vannamei
Nombre : 120.000
Densité : 120/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 19-20-21/09/88
Biomasse estimée : 390 kg Charge : 390 g/m^2
Renouvellement d'eau : 10 %
Secchi : 35
Repas : nombre/jour 3 Heures : 5h30/16h/ 21h
Aérateurs : nombre : 1x2HP AIRE O2
heures de marche : 24/24 h

Météo : Couvert et pluie le 19/09
Beau ensoleillé les 20 et 21

Commentaires :

Fig. 10 : Bassin plus âgé, et avec une biomasse instantanée plus forte que B9

Cependant, le calcul a posteriori (en disposant des résultats après (récolte) de la biomasse instantanée au moment de la mesure conduit à réviser en baisse estimation du moment : environ 400 kg au lieu de 500

Malgré une même gestion au niveau aération 1 AIRE O2 24h/24, ce bassin s'avère moins consommateur que B9 (minimum > 4 ppm), ce qui peut traduire un comportement moins "phytoplanctonique" que B9.

L'aérateur en service remplit bien son rôle : en dessous de la saturation limite, il ralentit la désaturation.

Seuls les repas provoquent des sur-consommations en O_2 déjà observées dans le bassin B9

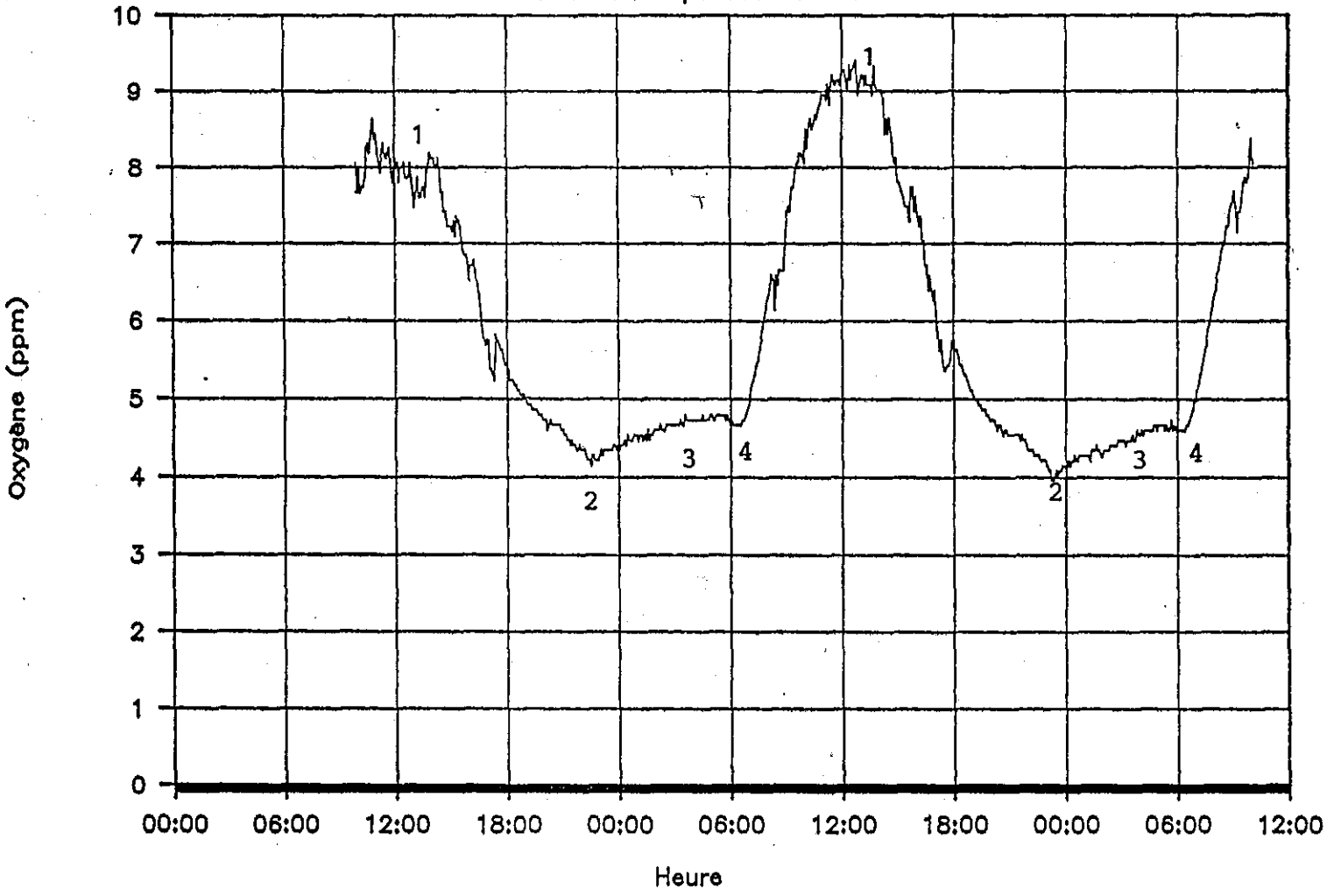
Globalement ce bassin a encore un comportement de bassin "jeune" :

- activité photosynthétique encore sensible
- pics de surconsommation d'O_2 aux repas visibles, mais peu marqués, ce qui est aussi l'indice d'un fond encore propre.

1 - Maximum O_2 3 - Remontée nocturne
2 - Surconsommation repas soin 4 - Surconsommation repas du matin

Figure 10 : Bassin B2 Sopomer

19-20-21 Septembre 1988.



Données générales :

Bassin : SOPOMER B3 Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 19/7/88 Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. vannamei
Nombre : 104 000
Densité : 104/m2

Situation au moment de la mesure :

Date : 19.20.21/09/88
Biomasse estimée : 600 kg Charge : 600 g/m^2
Renouvellement d'eau : 10 %
Secchi : 30 cm
Repas : nombre/jour 3 Heures : 5h30/16h/21h00
Aérateurs : nombre : 2 x 2HP AIRE 02
heures de marche : 24/24 h —> 1 AIRE 02
18h—>6 h —> 1 AIRE 02
Météo : Couvert et pluie le 19 - Beau les 20 - 21

Commentaires :

FIGURE 11 :

Biomasse évaluée à 400 kg au moment de la mesure, mais réajustée a posteriori à 600 kg (poids moyen probablement sous-estimé).

Mêmes commentaires généraux que sur le B2.

On peut noter les différences suivantes, à attribuer probablement à l'augmentation de la biomasse :

- Bassin peu productif en 02, traduisant une population phytoplanctonique plus limitée qu'en B2.
- Surconsommation en 02 au moment des repas plus marquée (biomasse plus forte).

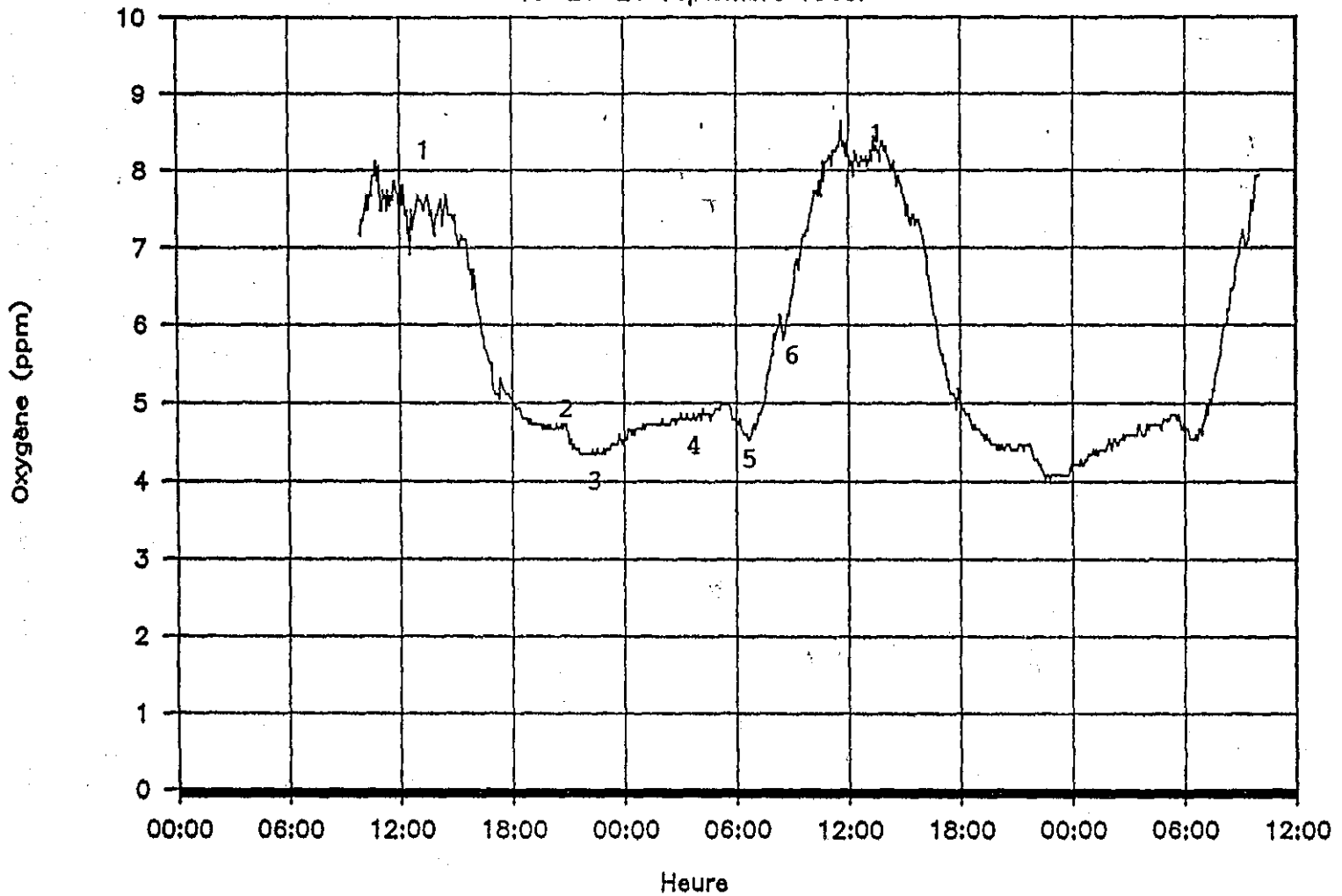
La mise en route d'un deuxième aérateur à 18 h ralentit fortement la désaturation, mais ne masque pas le pic de surconsommation du repas du soir.

Globalement, par rapport aux précédents, ce bassin est moins productif en 02. Les pics de surconsommation aux repas sont bien marqués, traduisant une présence de boues organiques plus importante, et aussi, cela étant confirmé a posteriori par l'excellent résultat de survie, la présence d'un grand nombre d'animaux.

1- Maximum 02
2- Repas de 21 h 00
3- Surconsommation 02 repas du soir
4- Remontée 02 nocturne
5- Surconsommation repas matin
6- Remontée 02 diurne

Figure 11 : Bassin B3 Sopomer

19-20-21 Septembre 1988.



Données générales :

Bassin : SOPOMER B1 Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 29.07.88 Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. Vannamei
Nombre : 102 000
Densité : 102/m^2

Situation au moment de la mesure :

Date : 9-10-11.09.88
Biomasse estimée : 700 kg Charge : 700 g/m^2
Renouvellement d'eau : 10 %
Secchi : 30
Repas : nombre/jour 3 Heures : 5h30/16h/21h00
Aérateurs : nombre : 1x2HP AIRE 02
heures de marche : 24/24

Météo : Beau temps ensoleillé

Commentaires :

Quelques problèmes de pile avec le data-logger : (obtention d'une courbe en pointillé (Figure 12).

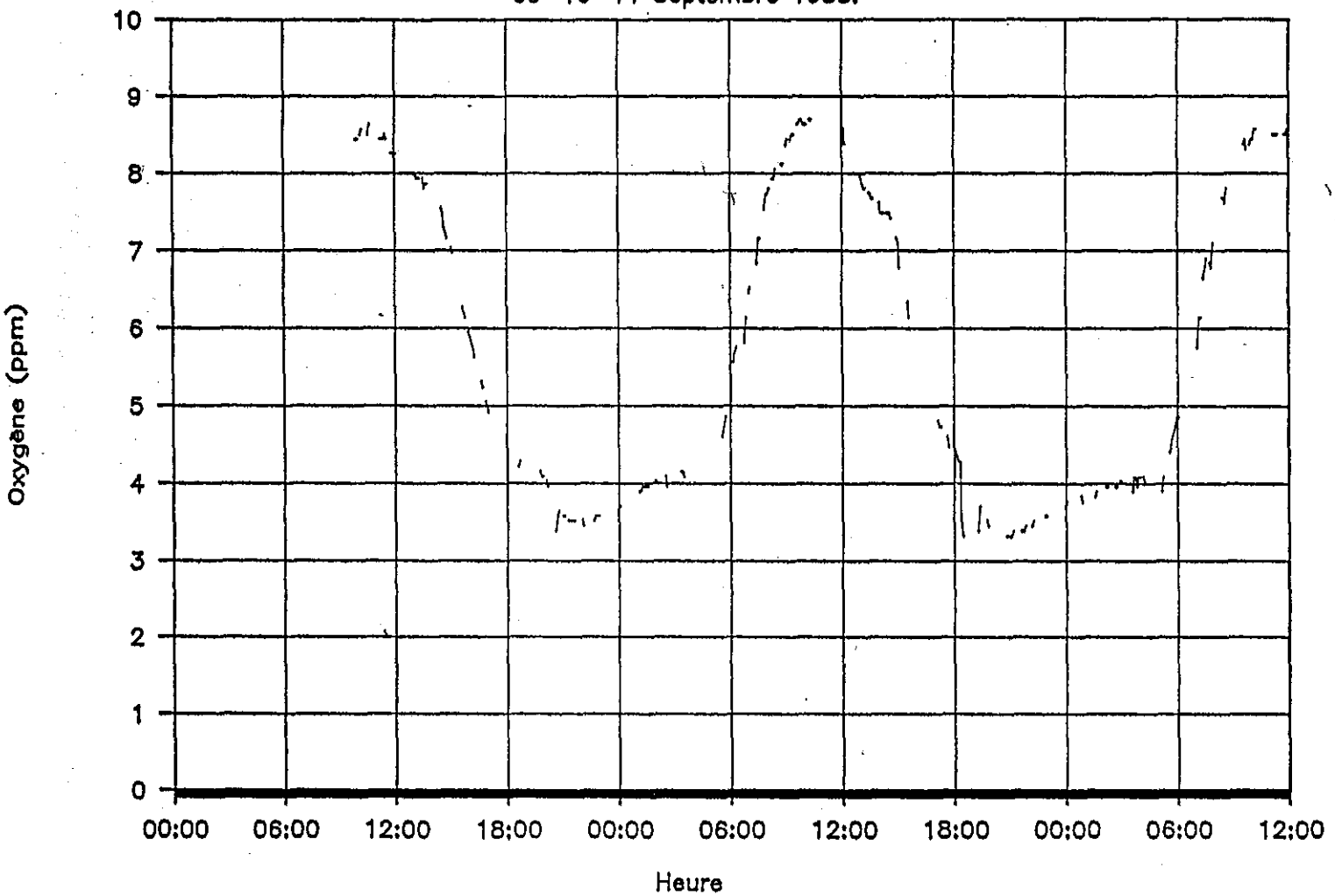
L'aérateur fonctionne 24/24h. De jour, il empêche la montée de l'oxygène (maximum < 9 ppm). A partir de 12 h, il accélère la désaturation, pour atteindre le minimum vers 21h00 au moment du repas.

Les pics de sur-consommation d'02 au moment des repas sont peu visibles à cause des problèmes d'enregistrement, mais l'allure générale de la courbe reste caractéristique :

- minimum vers 21h00 - 22h00
- remontée nocturne de 22h00 à 6h00

Figure 12 : Bassin B1 Sopomer

09-10-11 Septembre 1988.



Données générales :

Bassin : SOPOMER B6 Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 10/06/88 Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. Vannamei
Nombre : 125.000
Densité : 125/m^2

Situation au moment de la mesure :

Date : 15-16-17.09.88
Biomasse estimée : 910 kg Charge : 910 g/m^2
Renouvellement d'eau : 10 %
Secchi : 25 cm
Repas : nombre/jour 3 Heures :
Aérateurs : nombre : 2x2HP AIRE O2
heures de marche : 1 AIREO2 24/24 h
1 AIREO2 de 18h--> 6h
Météo : Beau temps

Commentaires :

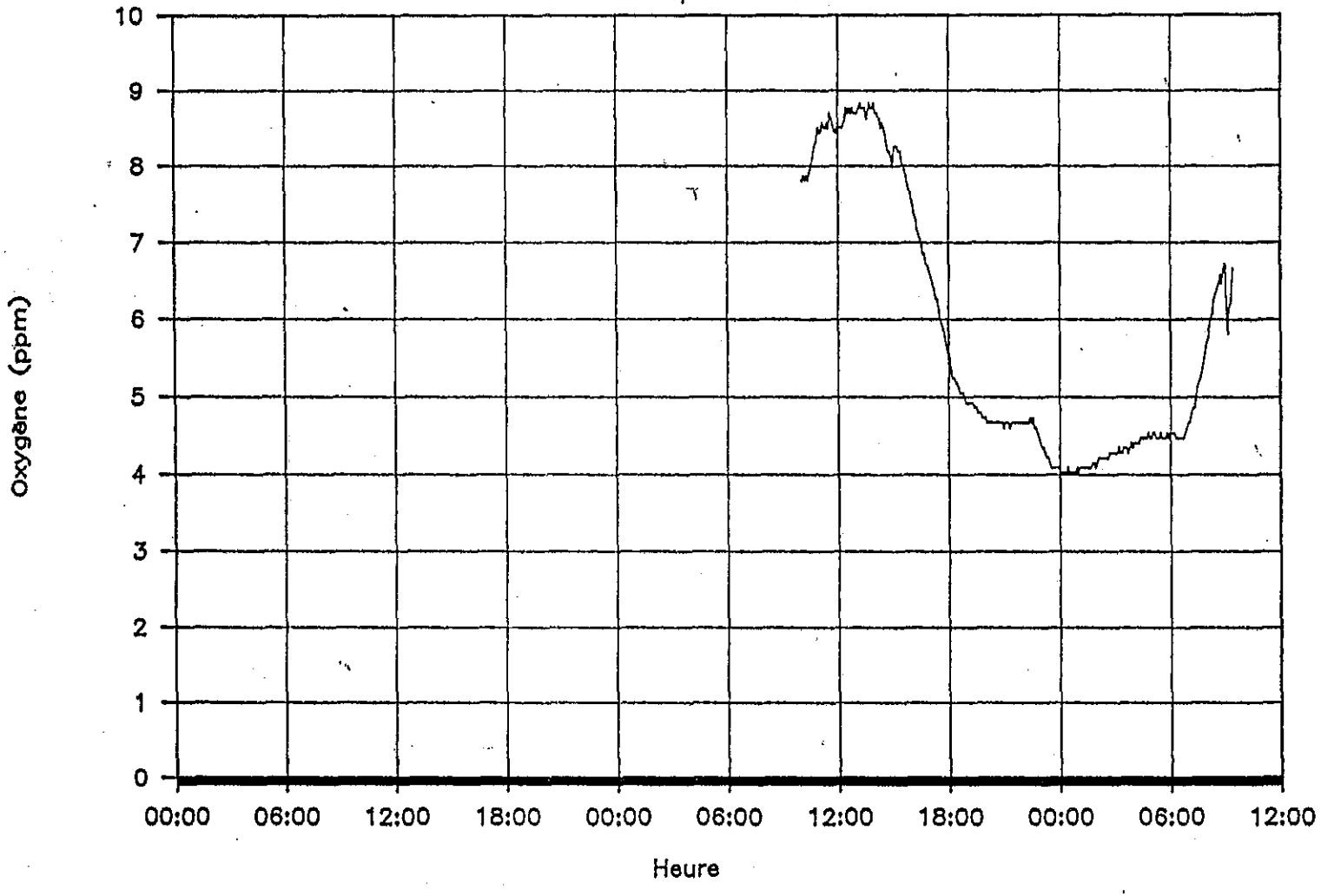
Figure 13 : Bassin caractérisé par une charge forte

Le phénomène de sur-consommation d'O2 au repas du soir est très marqué.

Le fonctionnement à 2 AIRE O2 la nuit maintient l'oxygène au-dessus de 4 ppm.

Figure 13 : Bassin B6 Sopomer

15-16-17 Septembre 1988.



Données générales :

Bassin : SOPOMER B7 Surface : 1000 m^2
Date mise en eau : 25.05.88 Profondeur : 0,8 m
Ensemencement : Espèce : P. Vannamei
Nombre : 135.000
Densité : 135/m2

Situation au moment de la mesure :

Date : 15-16-17.09.88
Biomasse estimée : 1.000 kg Charge : 1000 g/m^2
Renouvellement d'eau : 40 %
Secchi : 25 cm
Repas : nombre/jour 3 Heures :
Aérateurs : nombre : 2x2HP AIRE 02
heures de marche : 1 AIRE 02 24/24h
1 AIRE 02 18h--> 6h
Météo : Beau temps

Commentaires :

Figure 14 : Le plus chargé des bassins suivis (> 1000 g/m2)

Le profil de la courbe d'02 est très écrasé :

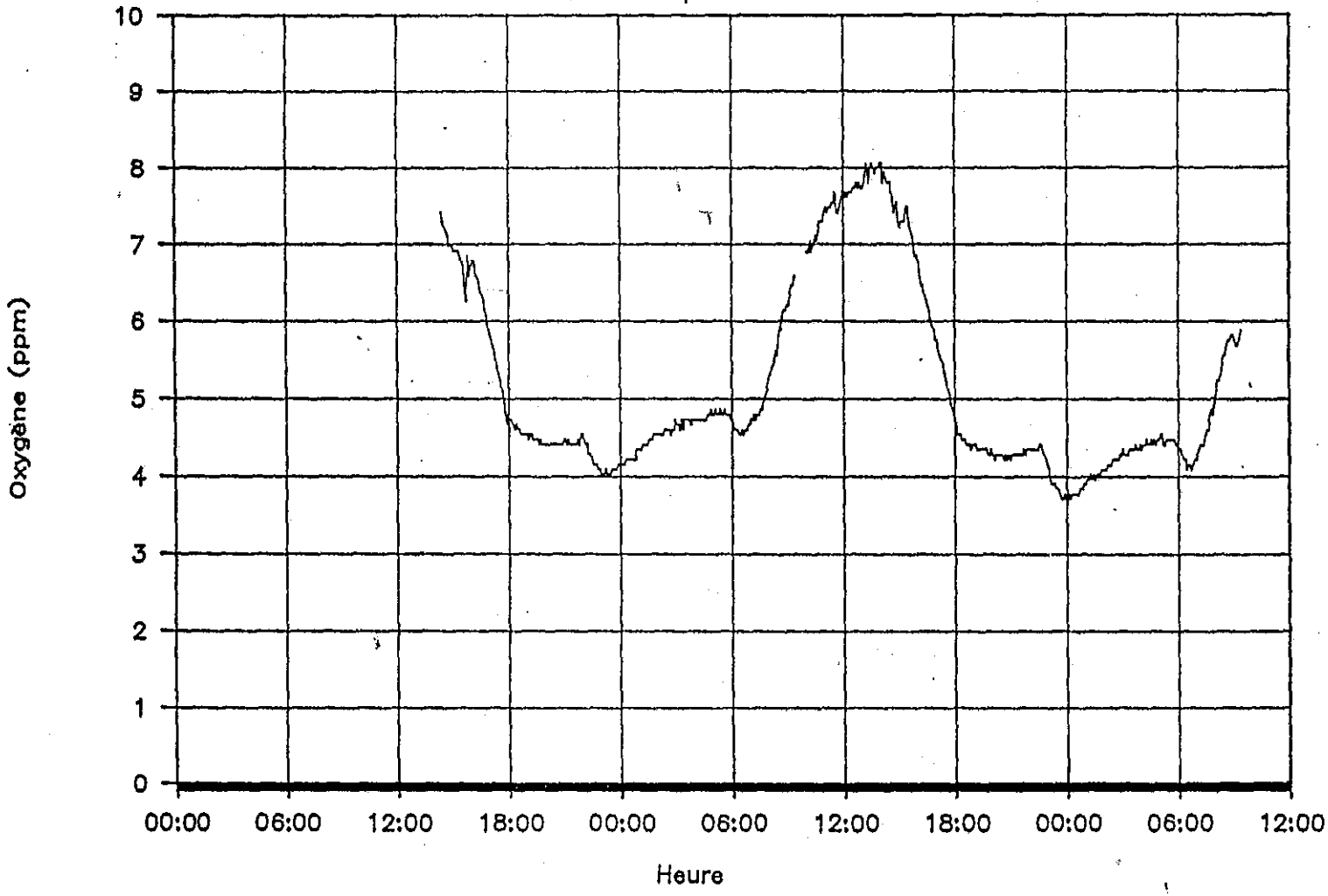
- le maximum atteint 8 ppm : l'activité photosynthétique est réduite par rapport à des compartiments type bactérien ou floc, ou sédiments organiques qui sont régulièrement siphonés.

- les sur-consommations d'02 associées aux repas sont très marquées, ce qui traduit la présence probable d'une biomasse importante.

- le fonctionnement de nuit à 2 aérateurs permet de remonter l'02 de plus de 0,5 ppm pendant la nuit, et donc de tourner sans risques, le minimum se situant aux environs de 4 ppm.

Figure 14 : Bassin B7 Sopomer

15-16-17 Septembre 1988.



5. RESULTATS EN FONCTIONNEMENT DISCONTINU DES AERATEURS.

Ce cycle de mesures réalisé à la ferme de TAIARAPU AQUACULTURE (Tableau 6) se caractérise par un mode de fonctionnement en discontinu des aérateurs: chaque matin (de 07h30 à 10h) et chaque après-midi (de 15h30 à 18h) les aérateurs sont arrêtés, provoquant une période de calme complet du bassin. Ces périodes de calme surviennent de jour, c'est-à-dire à un moment où la photosynthèse est active; ces arrêts ne mettent donc pas en danger le niveau d'OD, mais posent la question de l'influence d'un mode calme, sans circulation de la masse d'eau, sur les animaux.

Dans tous les bassins suivis, la puissance d'aération est suffisante pour maintenir la teneur en OD à un niveau acceptable (4 à 5ppm) pendant la nuit (Tableaux 7, 8 et 9). Seul le bassin 4 (Figures 17 et 19) semble pouvoir présenter un risque. Ce bassin de grande taille (2000 m2), gréé avec deux aérateurs seulement, reste très consommateur jusqu'au lever du jour, ce qui révèle une puissance d'aération un peu limite.

Les repas, qui sont distribués à 07h30 et 16h30, n'entrainent pas de pics de surconsommation visibles sur les enregistrements:
- d'une part, les heures de distribution correspondent à des périodes de forte activité photosynthétique, et la productivité du bassin en OD masque un éventuel pic de surconsommation
- d'autre part, les heures de distribution correspondent aux périodes d'arrêt des aérateurs: en absence de mouvement de la masse d'eau, les sondes Orbisphère insuffisamment circulées au voisinage de la membrane donnent des mesures aberrantes et par défaut. Les mesures effectuées indépendamment à la sonde YSI permettent de restituer le profil exact de la courbe (Figures 19 et 20).

Bassin	Espèce	Nombre ensemencé	Age PL	Durée (j) dates	Survie %	Production kg	I.C.	Rdt t/ha/an avec assec
4 (2000 m^2)	P.styli P.vanna	153 690 61 500 70 000 13 900	P.7 P.7 P.5	205 21/03/88 12/10/88	22,4	951,5	2,63	8,23
5 (1250 m^2)	P.vanna	59 290 80 000	P.27 P.27	215 16/06/88 17/01/89	26,7	640	2,62	8,69
6 (1500 m^2)	P.vanna P.styli P.mono	70 850 19 830 2 000 10 400	P.16 P. 5 P.30	215 28/04/88 29/11/88	58,0	929,8	2,49	10,47
7 (1300 m^2)	P.styli	105 500 35 000	P.14 P.16	245 26/04/88 27/12/88	58,6	1083,5	1,62	12,36

TABLEAU 6 : TAIARAPU-AQUACULTURE : bassins gérés en aération discontinue

Heure	Oxygène B6 (ppm)	Température B6 (°C)	Oxygène B7 (ppm)	Température B7 (°C)
12:00	8,704	27,2	8,384	27,2
12:30	9,216	27,2	8,832	27,2
13:00	9,408	27,2	9,024	27,2
13:30	9,664	28	9,024	28
14:00	9,6	28	9,024	28
14:30	10,368	28,8	9,152	28,8
15:00	9,856	28,8	8,96	28,8
15:30	9,664	28,8	8,704	28
16:00	9,152	28,8	7,936	28,8
16:30	9,536	28,8	8,384	28,8
17:00	9,152	28,8	8,064	28
17:30	8,384	28	8,064	28
18:00	8,128	28,8	7,232	28
18:30	7,936	28	6,528	28
19:00	7,36	28	5,76	28
19:30	7,488	28	6,784	27,2
20:00	6,912	28	6,4	27,2
20:30	6,4	27,2	5,952	27,2
21:00	6,016	27,2	5,696	27,2
21:30	5,824	27,2	5,44	27,2
22:00	5,568	27,2	5,376	27,2
22:30	5,44	27,2	5,312	27,2
23:00	5,376	27,2	5,376	27,2
23:30	5,312	27,2	5,376	26,4
00:00	5,312	27,2	5,312	27,2
00:30	5,248	26,4	5,312	26,4
01:00	5,184	26,4	5,376	26,4
01:30	5,184	26,4	5,376	26,4
02:00	5,184	26,4	5,44	26,4
02:30	5,12	25,6	5,44	26,4
03:00	5,184	25,6	5,44	26,4
03:30	5,12	25,6	5,44	25,6
04:00	5,12	25,6	5,44	25,6
04:30	5,184	25,6	5,44	25,6
05:00	5,12	25,6	5,504	26,4
05:30	5,184	25,6	5,568	25,6
06:00	5,248	26,4	5,568	25,6
06:30	5,12	25,6	5,504	25,6
07:00	5,184	25,6	5,568	25,6
07:30	5,504	25,6	5,76	25,6
08:00	4,288	25,6	5,056	25,6
08:30	4,16	25,6	5,184	25,6
09:00	4,864	25,6	4,992	25,6
09:30	4,992	25,6	4,736	25,6
10:00	5,696	26,4	5,376	26,4
10:30	7,936	26,4	7,488	26,4
11:00	8,128	27,2	7,936	27,2
11:30	8,448	26,4	7,936	26,4
12:00	8,832	27,2	8,448	27,2

TABLEAU 7 : TAIARAPU AQUACULTURE : Données de température et d'oxygène des bassins 6 et 7 les 23-24/09/1988.

Heure	Oxygène B4 (ppm)	Température B4 (°C)	Oxygène B5 (ppm)	Température B5 (°C)
12:00	9,792	28,8	7,552	28,8
12:30	10,112	29,6	7,744	28,8
13:00	11,008	29,6	7,68	29,6
13:30	11,2	30,4	7,616	29,6
14:00	11,328	30,4	7,488	29,6
14:30	11,584	30,4	7,488	29,6
15:00	11,776	30,4	7,424	30,4
15:30	11,392	30,4	7,168	29,6
16:00	10,432	31,2	6,592	30,4
16:30	9,984	31,2	6,144	30,4
17:00	9,6	31,2	6,336	30,4
17:30	10,304	31,2	6,208	29,6
18:00	10,368	30,4	6,016	30,4
18:30	9,92	30,4	6,464	29,6
19:00	8,896	30,4	6,08	29,6
19:30	8,064	30,4	5,76	29,6
20:00	7,424	29,6	5,632	29,6
20:30	6,848	29,6	5,44	28,8
21:00	6,848	29,6	5,376	28,8
21:30	6,4	29,6	5,44	28,8
22:00	6,144	28,8	5,44	28,8
22:30	5,824	28,8	5,504	28,8
23:00	5,504	28,8	5,504	28
23:30	5,312	28,8	5,568	28
00:00	5,184	28,8	5,568	28,8
00:30	4,928	28,8	5,632	28
01:00	4,8	28	5,632	28
01:30	4,736	28	5,632	27,2
02:00	4,672	28	5,696	27,2
02:30	4,608	28	5,696	27,2
03:00	4,48	28	5,76	27,2
03:30	4,416	28	5,696	27,2
04:00	4,416	27,2	5,76	27,2
04:30	4,288	27,2	5,76	27,2
05:00	4,288	27,2	5,76	27,2
05:30	4,288	27,2	5,824	26,4
06:00	4,224	27,2	5,824	26,4
06:30	4,288	27,2	5,824	26,4
07:00	4,416	26,4	5,888	26,4
07:30	4,864	26,4	6,08	26,4
08:00	5,376	27,2	6,208	26,4
08:30	5,632	27,2	5,76	26,4
09:00	5,952	27,2	5,952	27,2
09:30	6,912	27,2	5,952	27,2
10:00	7,04	27,2	7,168	27,2
10:30	8,832	28	7,488	28
11:00	9,856	28,8	7,616	28
11:30	10,496	28,8	7,744	28
12:00	10,88	28,8	7,808	28

TABLEAU 8 : TAIARAPU AQUACULTURE : Données de température et d'oxygène des bassins 4 et 5 les 25-26/09/1988.

Heure	Oxygène B4 (ppm)	Température B4 (°C)	Oxygène B5 (ppm)	Température B5 (°C)
12:00	10,048	29,6	7,232	28,8
12:30	10,368	29,6	7,36	29,6
13:00	10,496	29,6	7,36	29,6
13:30	10,112	30,4	7,296	29,6
14:00	10,432	30,4	7,232	29,6
14:30	10,176	30,4	7,168	29,6
15:00	10,112	30,4	6,976	29,6
15:30	10,24	31,2	6,912	29,6
16:00	9,728	30,4	6,72	30,4
16:30	9,344	30,4	6,912	30,4
17:00	9,216	30,4	6,912	29,6
17:30	9,088	30,4	6,464	29,6
18:00	8,32	29,6	6,336	30,4
18:30	8,512	30,4	6,656	30,4
19:00	9,472	29,6	6,912	29,6
19:30	8,96	29,6	6,4	29,6
20:00	8,32	29,6	6,016	28,8
20:30	7,808	29,6	5,696	28,8
21:00	7,488	28,8	5,632	28,8
21:30	7,04	28,8	5,44	28,8
22:00	6,464	28,8	5,44	28
22:30	6,144	28,8	5,44	28
23:00	5,76	28	5,44	28
23:30	5,376	28	5,44	28
00:00	5,248	28	5,44	27,2
00:30	4,992	28,8	5,44	27,2
01:00	4,928	28	5,504	27,2
01:30	4,736	28	5,504	27,2
02:00	4,608	27,2	5,504	27,2
02:30	4,544	27,2	5,568	27,2
03:00	4,48	27,2	5,568	26,4
03:30	4,288	27,2	5,568	26,4
04:00	4,288	27,2	5,632	26,4
04:30	4,288	27,2	5,568	26,4
05:00	4,16	26,4	5,568	26,4
05:30	4,096	26,4	5,632	26,4
06:00	4,032	26,4	5,632	25,6
06:30	3,52	26,4	5,248	26,4
07:00	3,456	26,4	5,44	26,4
07:30	3,328	26,4	5,632	25,6
08:00	2,816	26,4	4,608	25,6
08:30	2,88	26,4	4,928	26,4
09:00	4,288	27,2	5,44	26,4
09:30	4,608	27,2	5,952	27,2
10:00	6,016	27,2	6,336	27,2
10:30	6,528	28	6,592	27,2
11:00	6,848	28	6,592	28
11:30	6,912	28	6,784	28
12:00	7,04	28	6,848	28

TABLEAU 9 : TAIARAPU AQUACULTURE : données de température et d'oxygène des bassins 4 et 5 les 27-28/09/1988.

Données générales :

Bassin : TAIARAPU B6 Surface : 1500 m^2
Date mise en eau : 28/4/88 Profondeur : 1 m
Ensemencement : Espèce : P. vannamei - P. stylirostris - P. monodon
Nombre : 103 080
Densité : 69/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 23-24-25/09/88
Biomasse estimée : 600 kg Charge : 400 g/m^2
Renouvellement d'eau :
Secchi :
Repas : nombre/jour 2 Heures : 7h30 et 17h
Aérateurs : nombre : 2x2HP AIRE 02
heures de marche : automatique 21h->6h et 10h->15h30
manuel 18h->7h30

Météo : 23/9 Passages nuageux
24/9 Pluie le matin, soleil après 15h00
25/9 Beau

Commentaires :

Figure 15 : Bassin caractérisé par 2 périodes d'arrêt total de l'aération :
1) de 7h30 à 10h00 2) de 15h30 à 18h00

Fonctionnement du bassin :

1 - Mise en route 1 Aire 02 à 10h00 - Remise en circulation du bassin.

2 - La remontée brutale de l'02 correspond au retour à un fonctionnement normal de la sonde orbisphère, qui donnait des valeurs par défaut pendant la période de calme.

3 - Maximum atteint vers 15h00, compris entre 9 et 10 ppm (effet de désaturation de l'AIRE 02).

4 - Arrêt aération à 15h30.

5 - Repas du soir (16h30-17h00). La surconsommation d'02 liée aux repas est masquée par le fonctionnement médiocre de la sonde en mode calme, et par la haute teneur en 02 du bassin.

6 - Mise en route 1 AIRE 02. Homogénéisation, puis désaturation.
La saturation limite est atteinte vers 20h - 21h00 (6,2 ppm)

7 - Mise en route 2è AIRE 02 : la désaturation du bassin ralentit, et un équilibre production - consommation s'établit vers 5 ppm

8 - Arrêt un AIRE 02 à 6h00, alors que le bassin redevenait productif au lever du jour.

9 - Arrêt 2è AIRE 02 à 7h30 et distribution du repas du matin.

10 - Valeurs par défaut de la sonde en mode calme, qui masquent l'impact du repas sur la consommation en 02 du bassin.

Dans ce bassin B6, la période de marche d'1 aérateur de 10h à 15h30 suffit apparemment à contenir la montée de l'oxygène dissous à des valeurs < 10 ppm.

.../

L'arrêt de cet AireO2 à 15h30, et le fonctionnement en mode calme du bassin de 15h30 à 18h00, permet de ne pas désaturer le bassin prématurément, et de profiter du reste de productivité en O2 du bassin pendant l'après-midi.Dans ces conditions, à 18h00, à la tombée de la nuit, le milieu est encore fortement sursaturé (⩾ 8 ppm).

La surconsommation d'O2 liée à l'activité et à l'agitation du milieu au moment du repas du soir (qui est distribué à 16h30), est dans ces conditions complètement compensée par la production en O2 du bassin. Cette surconsommation se situe de toutes façons en phase de sursaturation du bassin, et ne correspond donc pas à un minimum d'O2 dans le bassin (comme à Sopomer).

Le repas du matin se situe vers 7h30, à un moment où le bassin redevient producteur en O2 malgré l'arrêt successif des 2 AIRE O2 (à 6h00 et à 7h30). Pas de risque de minimum dangereux a priori, d'autant plus que les jours rallongent à cette saison.

Restent à préciser :

1) l'influence de périodes de mode calme sur la vie du bassin et la croissance des crevettes, par rapport à un type de fonctionnement permanent des aérateurs (cf. SOPOMER)

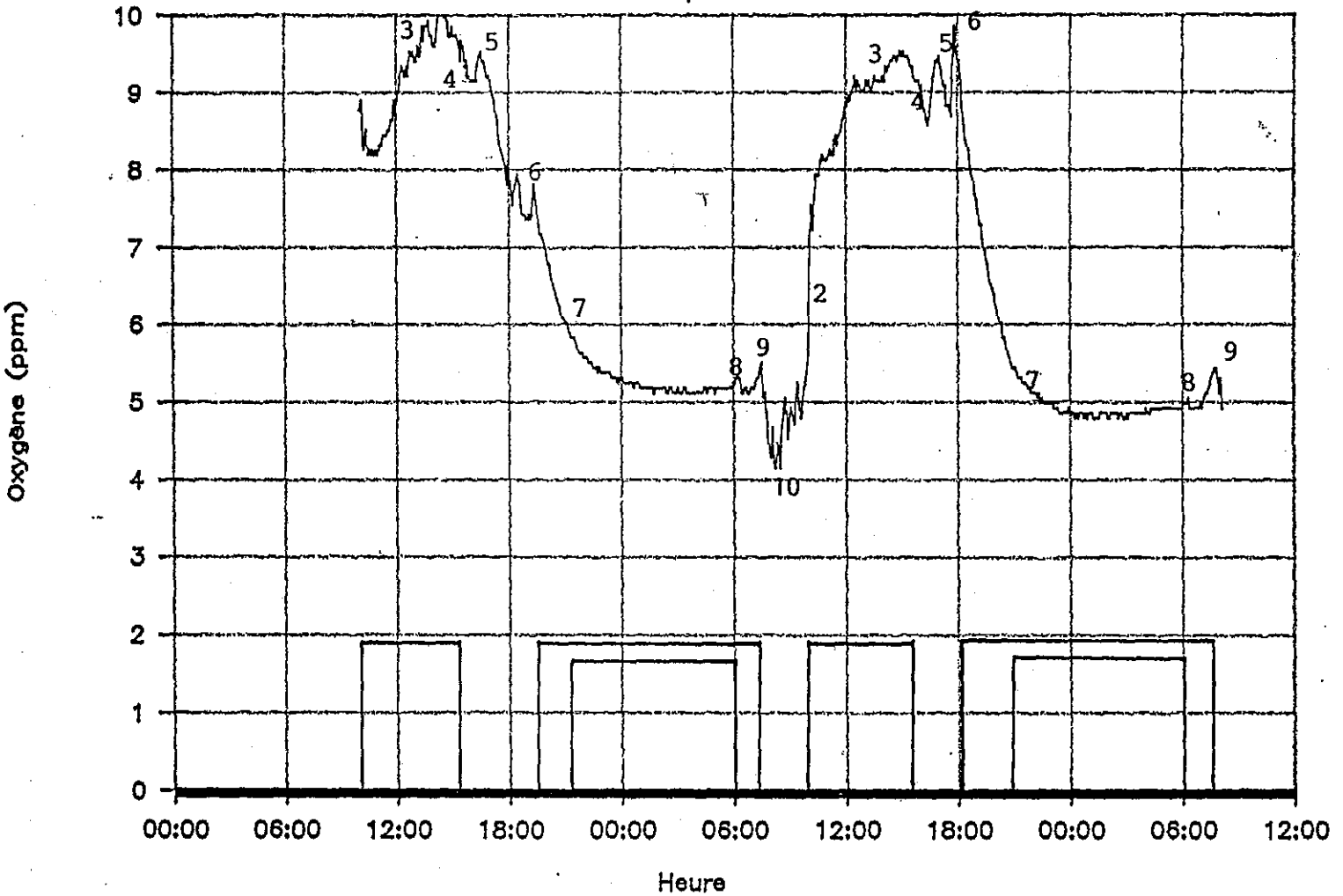
2) l'influence des heures de distribution des repas et du nombre des repas: 16h30 et 7h30 à Taiarapu, contre 5h30, 16h et 21h à Sopomer.

A noter ...

le mauvais fonctionnement des sondes Orbisphère en mode calme. Les valeurs annoncées le sont par défaut, en l'absence d'un agitateur de sonde (non disponible au COP).

Figure 15 : Bassin B6 Taiarapu

23-24-25 Septembre 1988.



Données générales :

Bassin : TAIARAPU B7 Surface : 1300 m²
Date mise en eau : 26/4/88 Profondeur : 1 m
Ensemencement : Espèce : P. stylirostris
Nombre : 140 500
Densité : 108/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 23-24-25/9/88
Biomasse estimée : 750 kg Charge : 577 g/m²
Renouvellement d'eau :
Secchi :
Repas : nombre/jour 2 Heures : 7h30-8h00 et 16h - 17h
Aérateurs : nombre : 2x2HP AIRE 02
heures de marche : automatique 21h00->6h00 et 10h->15h30
manuel 18h -> 7h30

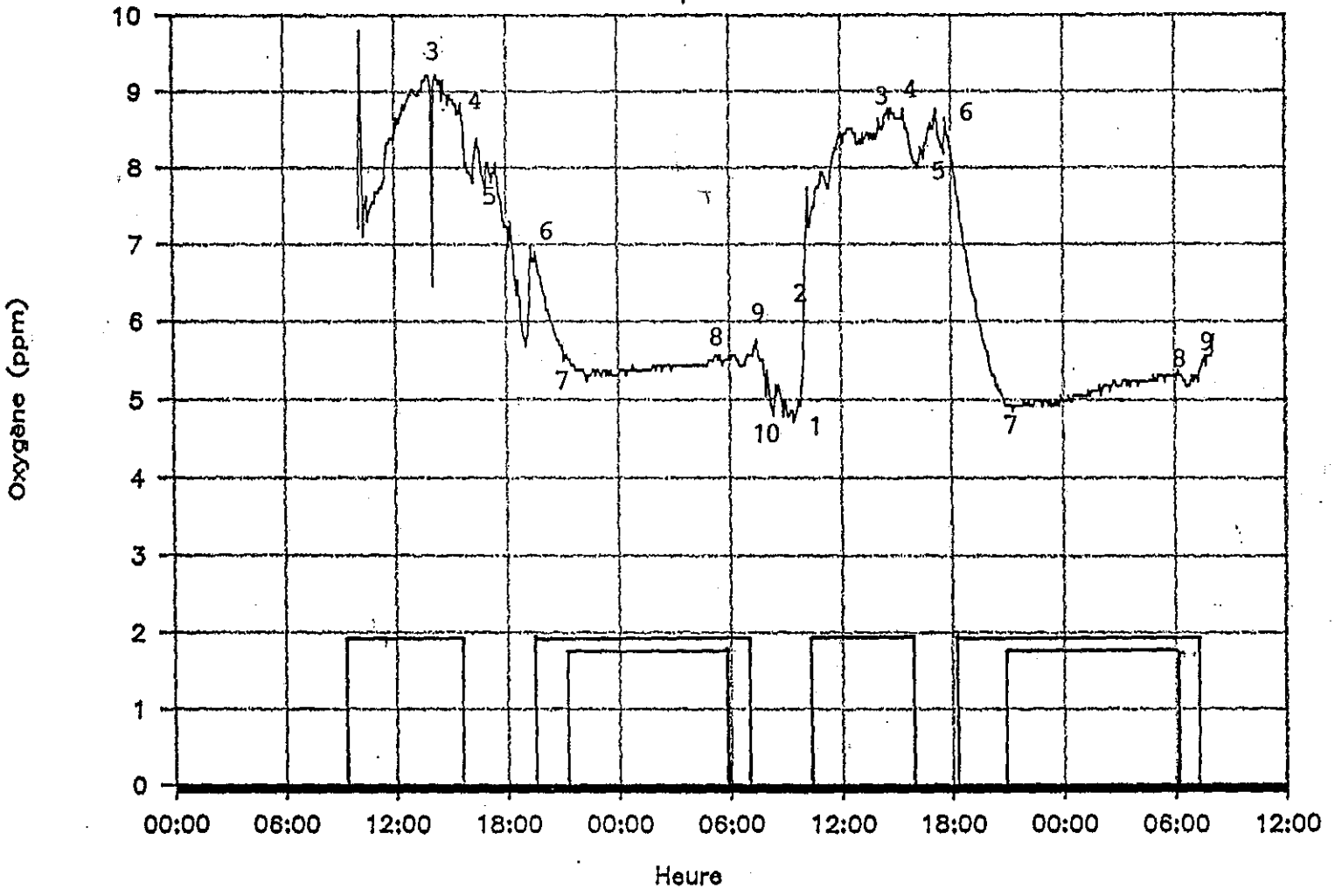
Météo : 23/9 passages nuageux
24/9 pluie le matin, soleil après 15h00
25/9 beau

Commentaires :

Figure 16 : Fonctionnement comparable au B6 sur la même période.

Figure 16 : Bassin B7 Taiarapu

23-24-25 Septembre 1988.



Données générales :

Bassin : TAIARAPU B4 — Surface : 2000 m²
Date mise en eau : 21/3/88 — Profondeur : 1 m
Ensemencement : Espèce : P. vannamei / P. stylirostris
Nombre : 269 090
Densité : 134/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 25-26-27/09/88
Biomasse estimée : 500 kg — Charge : 250 g/m²
Renouvellement d'eau :
Secchi :
Repas : nombre/jour 2 — Heures : 7h30 et 16h30
Aérateurs : nombre : 2x2HP AIRE 02
heures de marche : automatique 21h --> 6h et 10h-->15h30
manuel 18h --> 7h30
Météo :

Commentaires :

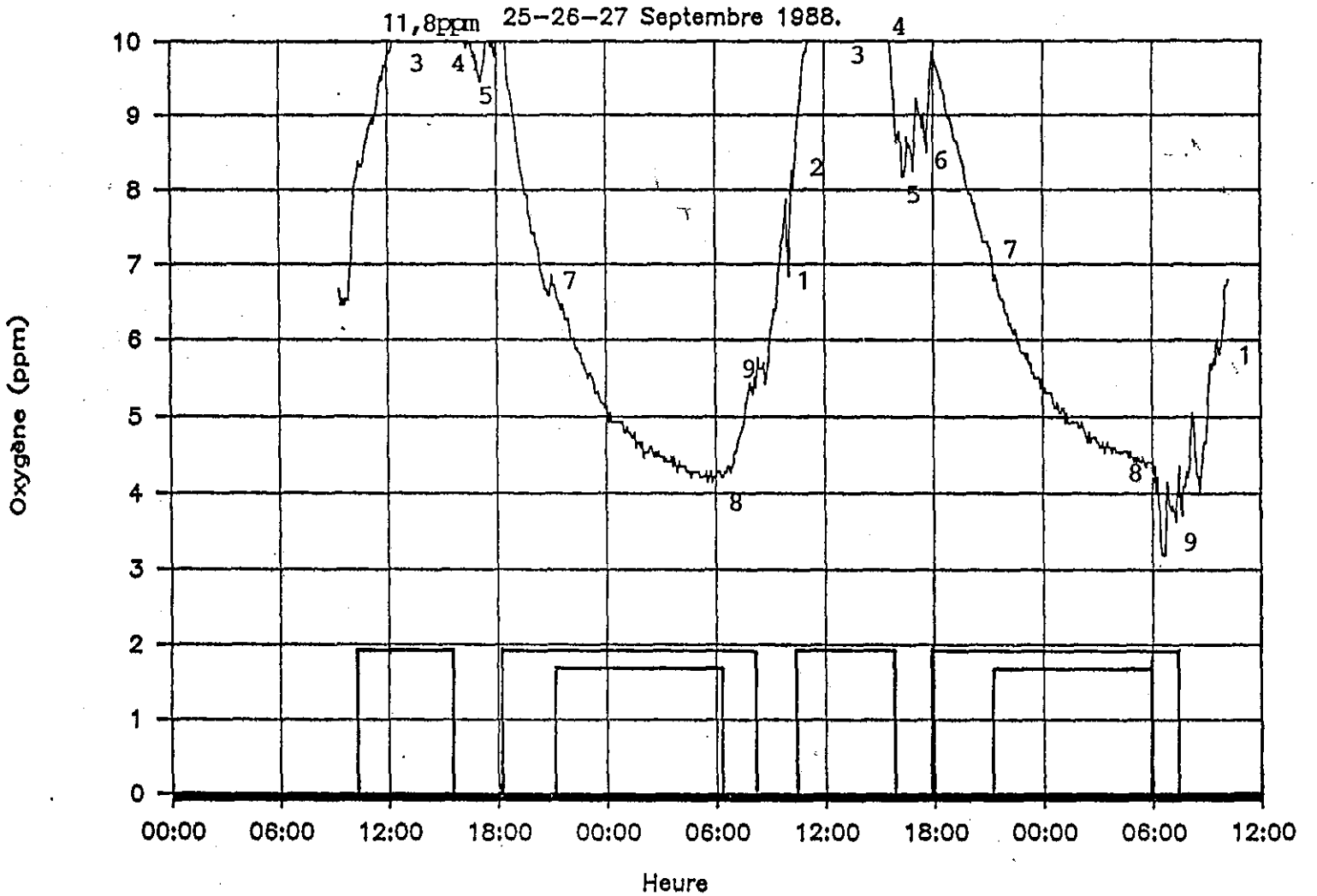
Figure 17 : Même séquence de fonctionnement que le B6 des 23-24-25/09

On notera cependant le comportement très "phytoplanctonique" de ce bassin, avec un maximum d'oxygène dissous approchant les 12 ppm en début d'après-midi, malgré la présence d'un aérateur travaillant en limitation de sursaturation.

Les périodes de fonctionnement sans aération se traduisent par un mauvais fonctionnement des sondes (absence de mouvement d'eau) : les valeurs sont mesurées par défaut.

Le profil de la courbe du 26/09 au matin diffère sensiblement de celui du 27/09 au matin. Le 27, le fonctionnement désordonné de la sonde dès 06h00 laisse penser à un arrêt de la circulation dans le bassin, et donc à un arrêt des 2 aérateurs dès 06h00.

Figure 17 : Bassin B4 Taiarapu



Données générales :

Bassin : TAIARAPU B5 — Surface : 1250 m²
Date mise en eau : 16/6/88 — Profondeur : 1 m
Ensemencement : Espèce : P. vannamei
Nombre : 139.000
Densité : 111/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 25-26-27/09/88
Biomasse estimée : 200 kg — Charge : 160 g/m²
Renouvellement d'eau :
Secchi :
Repas : nombre/jour 2 — Heures : 7h30 et 16h30
Aérateurs : nombre : 2x2HP AIRE 02
heures de marche : automatique 21h->6h et 10h->15h30
manuel 18h->7h30
Météo :

Commentaires :

Figure 18 : Même séquence de fonctionnement que le B6 des 23-24-25/09

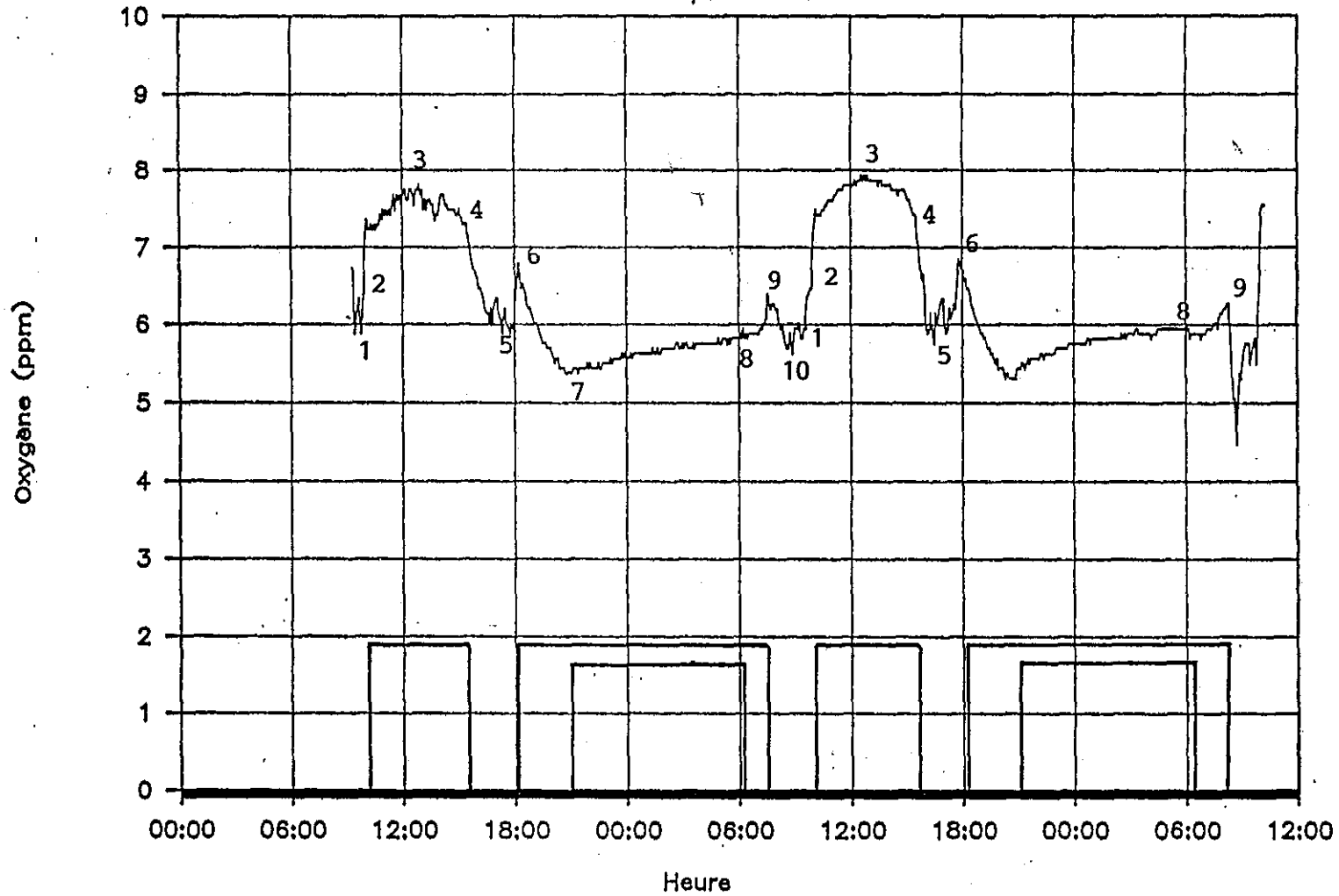
Bassin très peu "productif" en oxygène : les maximums diurnes n'atteignent pas 8 ppm.

Ce bassin pourrait sûrement fonctionner avec un seul aérateur, mis en route à 21h par exemple. L'utilisation de 2 aérateurs, un à 18h00 et le second à 21h, conduit à un profil de courbe très activement ramené vers l'asymptote (6 ppm) dès la mise en route du 2è aérateur : la puissance d'aération dépasse largement la consommation du bassin.

Noter le mauvais fonctionnent des sondes à O2 pendant les périodes de calme du bassin : absence de circulation de l'eau, valeurs par défaut des sondes.

Figure 18 : Bassin B5 Taiarapu

25-26-27 Septembre 1988.



Données générales :

Bassin : TAIARAPU B4 Surface : 2000 m^2
Date mise en eau : 21/3/8.8 Profondeur : 1 m
Ensemencement : Espèce : P. vannamei + P. stylirostris
Nombre : 269 000
Densité : 134/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 27-28-29/09/88
Biomasse estimée : 500 kg Charge : 250 g/m^2
Renouvellement d'eau :
Secchi :
Repas : nombre/jour 2 Heures : 7h30 et 16h30
Aérateurs : nombre : 2 x AIRE 02 2HP
heures de marche : automatique 10h->14h30 et 21h-6h00
manuel 18h-> 7h30
Météo :

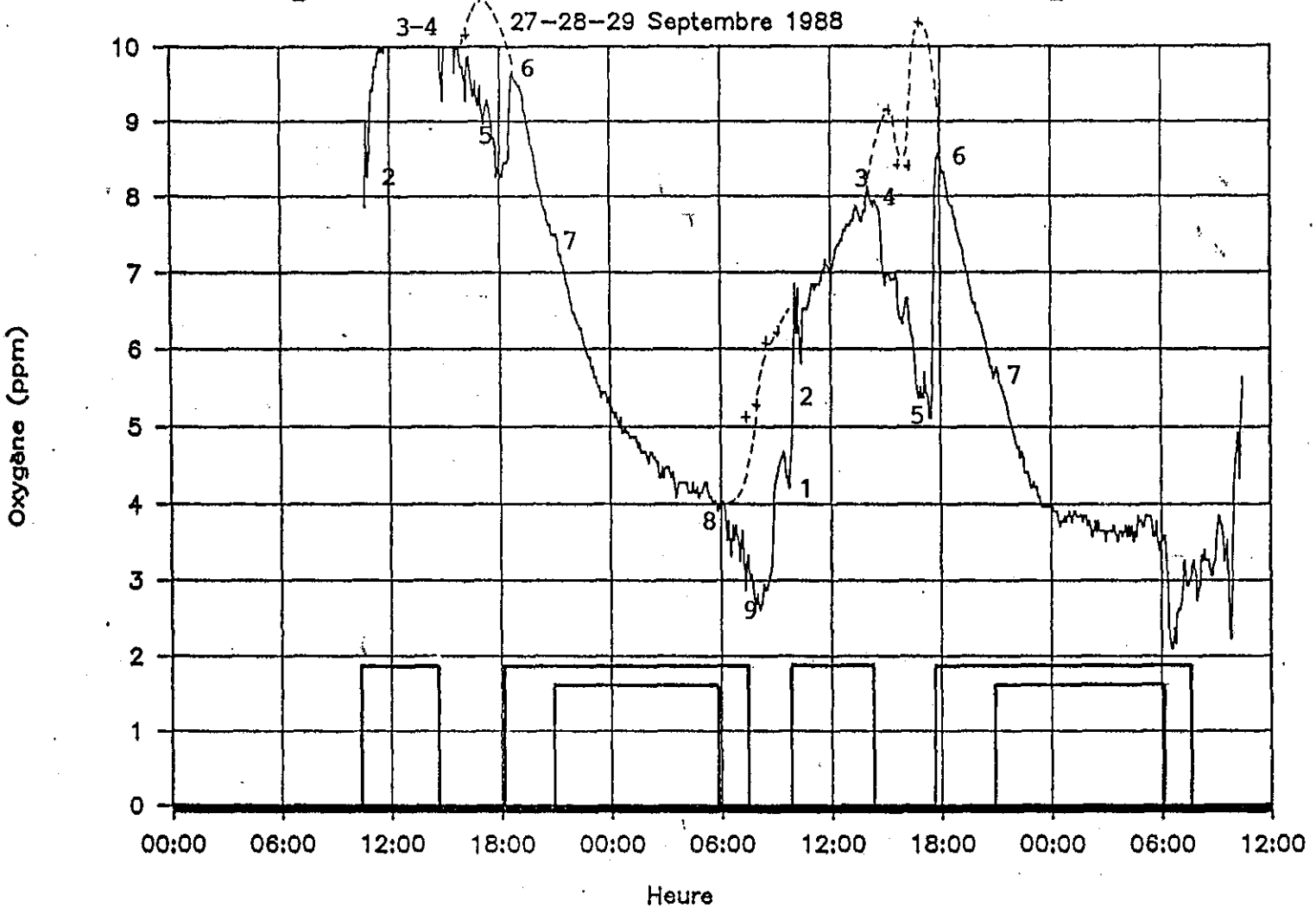
Commentaires :

Figure 19 : Par rapport à l'enregistrement du B4 des 25-26-27/09, une différence dans la gestion des aérateurs : l'AIRE 02 automatique fonctionne de 10h à 14h30, au lieu de 10h à 15h30.
Donc, 2 périodes de calme : 7h30-10h et 14h30 - 18h

Cette réduction d'une heure du fonctionnement de l'aérateur automatique de jour ne semble pas modifier sensiblement l'allure de la courbe d'oxygène dissous. Celle-ci semble bien plus sensible à la couverture nuageuse, comme en témoignent les maximums atteints le 28/09 et le 29/09.
Sur cette courbe sont également portées les valeurs de l'oxygène dissous mesurées à la sonde YSI (+—+—+) pendant les périodes de calme du bassin. Même si certaines valeurs paraissent erratiques (matinée du 29/09), ces mesures confirment que les valeurs mesurées par les sondes Orbisphère pendant ces périodes le sont par défaut, et qu'il convient de rectifier l'allure de la courbe par le profil en pointillé.

Même remarque que pour l'enregistrement des 25/26/27 dans ce bassin (figure 17) : le profil des enregistrements à partir de 06h00 fait supposer un arrêt simultané des 2 aérateurs dès 6h00.
Autre hypothèse : ce bassin étant le plus grand (2000 m²) pour 2 aérateurs seulement, l'arrêt d'un aérateur suffirait à ralentir la circulation au point d'altérer le bon fonctionnement des sondes Orbisphère.

Figure 19 : Bassin B4 Taiarapu



Données générales :

Bassin : TAIARAPU B5 Surface : 1250 m²
Date mise en eau : 16/6/88 Profondeur : 1 m
Ensemencement : Espèce : P. vannamei
Nombre : 139 000
Densité : 111/m²

Situation au moment de la mesure :

Date : 27-28-29/08/88
Biomasse estimée : 200 kg Charge : 160 g/m²
Renouvellement d'eau :
Secchi :
Repas : nombre/jour 2 Heures : 7h30 - 16h30
Aérateurs : nombre : 2x2HP AIRE 02
heures de marche : automatique 10h->14h et 21h->6h00
manuel 18h-> 7h30
Météo :

Commentaires :

Figure 20 : Deux périodes de calme : 7h30-10h et 14h-18h

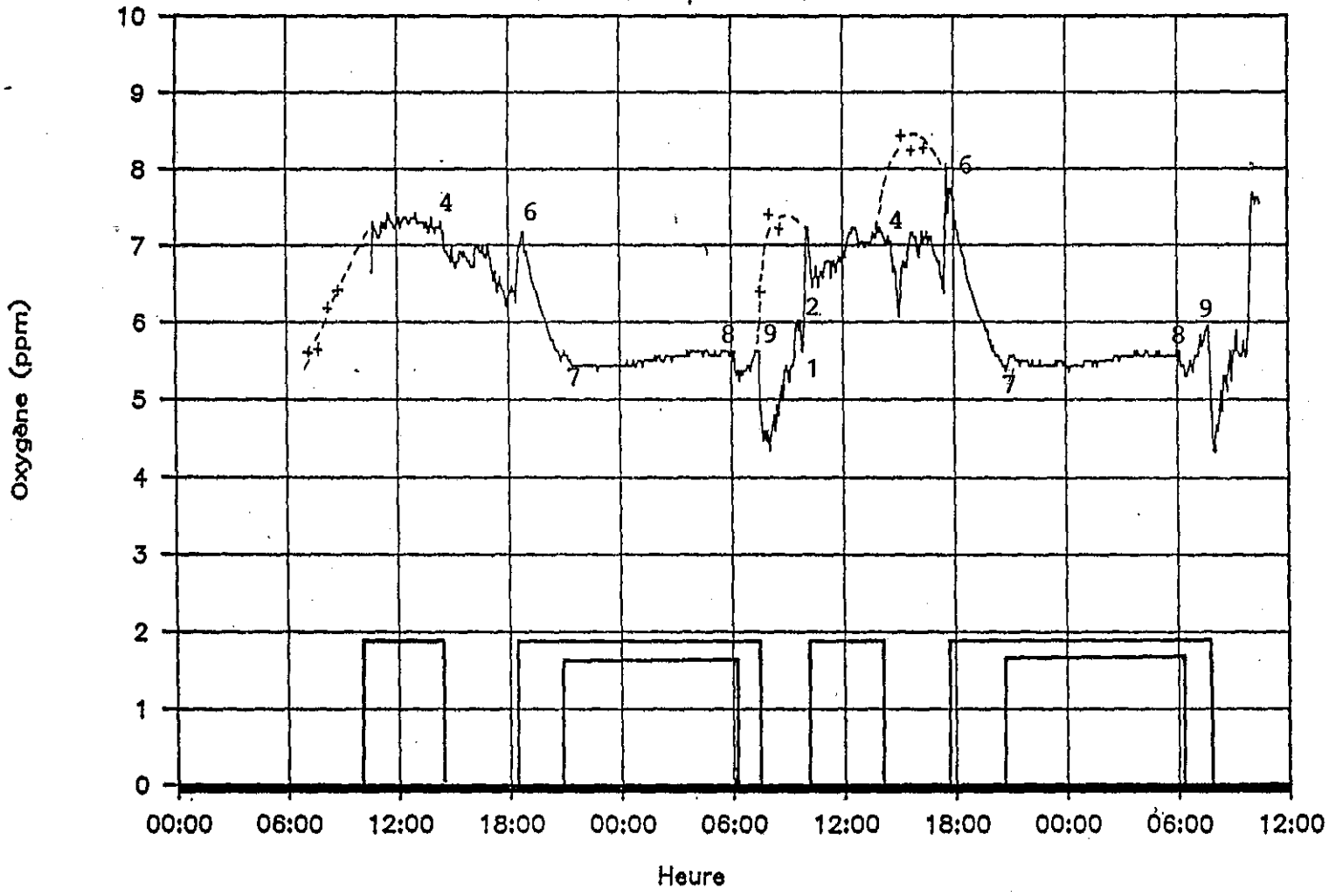
Même profil écrasé que pour le B5 des 25-26-27/09.
Bassin peu productif et peu consommateur en oxygène.

Mêmes remarques que pour B4 les 27-28-29/09 en ce qui concerne les valeurs mesurées en mode calme par les sondes orbisphères : valeurs par défaut, comme en témoignent les mesures simultanées effectuées sur sonde YSI.

L'économie d'une heure d'aération ne modifie pas sensiblement le profil général de la courbe d'O2 dissous.

Figure 20 : Bassin B5 Taiarapu

27-28-29 Septembre 1988



6. DISCUSSION.

Les différents enregistrements présentés dans les chapitres précédents correspondent à des situations réelles, observées sur des bassins dont la biomasse a pu varier de 0 à 1000 g/m2: l'éleveur pourra reconnaitre tel ou tel cas de figure dans ce catalogue non exhaustif. Ils correspondent aussi à différents modes d'utilisation des aérateurs, du point de vue des fonctions aération/circulation d'une part, et du point de vue de la gestion des horaires de fonctionnement d'autre part (continu, discontinu, marche/arrêt à heures fixes, régulation automatique). Cette gestion des aérateurs exercera son influence sur le niveau de sursaturation du milieu le jour, et pourra introduire en mode discontinu des périodes de calme total dans le bassin. Le choix d'une méthode de gestion des aérateurs devra donc tenir compte de plusieurs paramètres:
- respecter un impératif biologique (teneur en OD supérieure à 3 ppm)
- minimiser la dépense en énergie (électricité)
- évaluer l'influence des périodes de calme et des sursaturations sur la survie et la croissance des crevettes, ainsi que sur la stabilité du milieu d'élevage.

La première chose à considérer est de savoir à partir de quand il convient de placer un système d'aération dans un bassin. Le choix d'une date ne dépend pas de considérations de biomasse de crevettes, mais uniquement de l'apparition dans le jeune bassin d'une population phytoplanctonique. Dans un premier temps (Figure 8), cette population algale peut être modérément consommatrice la nuit, autorisant une gestion sans aération d'appoint. Mais très rapidement, on va se diriger vers un profil plus consommateur (Figure 9) nécessitant impérativement la mise en place d'un aérateur fonctionnant au moins la nuit. En pratique, l'aération sera indispensable de 2 à 4 semaines après la mise en eau du bassin. Certains bassins connaissent au moment de la mise en eau un développement d'algues macrophytes benthiques, qui sont ensuite dominées par l'installation naturelle ou provoquée (inoculum) d'une population phytoplanctonique. L'éleveur devra tenir compte de cet épisode de la vie du bassin: en effet, la dégradation de ces algues benthiques va entrainer un surcroit de consommation en OD dans les semaines qui suivent l'installation du bloom phytoplanctonique, et la puissance d'aération devra être calibrée en conséquence.

Les essais réalisés en mode alterne circulation diurne/aération nocturne n'ont pas permis de contrôler efficacement les montées diurnes d'OD dans le cas de populations phytoplanctoniques actives: en effet, la capacité de transfert d'OD (et donc de désaturation) par un AIRE O2 hélice bouchée est faible (Figure 2), et en tous cas négligeable par rapport à l'apport d'OD d'une population algale vigoureuse. Dans ces conditions, l'effet de stabilisation des blooms phytoplanctoniques n'a pas été atteint par cette méthode d'alternance jour/nuit des modes circulation/aération des aérateurs, et des chutes cycliques de la population algale ont été observées (Figure 7). Ces accidents peuvent être corrélés en partie à la toxicité pour les algues elles-mêmes de l'OD dans des milieux fortement sursaturés, situation s'accompagnant de phénomènes de photooxydation, photo- respiration et inhibition de la photosynthèse, surtout par fortes températures (Richmond, 1986). Ces altérations du fonctionnement normal de la photosynthèse favorisent le vieillissement prématuré des cellules algales, l'excrétion extracellulaire de produits dérivés organiques conduisant à la formation de mousse à la

surface du bassin et finalement l'écroulement du bloom phytoplanctonique.

L'éleveur cherche bien sûr à éviter ce genre de crise. L'utilisation de systèmes d'aération en régime continu, y compris de jour, constitue un moyen efficace de réduire les sursaturations (Figures 9 à 14), et contribue à espacer les crises phytoplanctoniques, selon les observations réalisées par les éleveurs. C'est avec ce système en continu que sont actuellement obtenus les meilleurs rendements en élevage intensif de Pénéides à Tahiti (Tableau 2), avec des productions atteignant 38 t/ha/an. Par contre, il ne semble pas que de fortes sursaturations (supérieures à 20 ppm) aient un effet néfaste sur la survie et la croissance des espèces concernées (AQUACOP, en préparation).

Ce système présente cependant l'inconvénient d'aborder la nuit, donc la période de consommation maximum, avec un capital réduit en OD: en effet, l'aérateur désature activement le bassin dès 15h-16h (maximum diurne de l'OD), et à la tombée de la nuit à 18h, la teneur en OD est voisine de 5 ppm, c'est-à-dire inférieure à la concentration d'équilibre de saturation qui, dans nos conditions de température (25-30°C) et de salinité (35 ppt), se situe autour de 6 ppm (Figures 9 à 14). Cette faible teneur en OD est encore diminuée vers 21-22h par le pic de surconsommation en OD lié à la bioturbation engendrée par le repas du soir. Ces fortes consommations sont normalement compensées par le fonctionnement de l'aérateur, et éventuellement du deuxième aérateur appelé en renfort.

Un aménagement à ce système de fonctionnement en continu des aérateurs réside dans l'application d'une gestion discontinue, avec un arrêt des aérateurs de 7h30 à 10h et de 15h30 à 18h (Figures 15 à 18). Ces horaires ont été modifiés, sans inconvénient apparent, en allongeant la période d'arrêt de l'après-midi de 14h30 à 18h (Figures 19 et 20). Dans ce système, les périodes d'arrêt sont trop brèves pour permettre l'installation de stratifications durables de la température ou de l'OD , et se situent de toute façon de jour, donc sans risque d'entrainer une chute de l'OD. Ces arrêts n'en constituent pas moins une économie sensible (6h par jour dans le cas des arrêts pratiqués à TAIARAPU AQUACULTURE). Le fonctionnement de l'aérateur de 10h à 14h30 permet de contenir la montée de l'OD aux alentours de 10 ppm. Cependant, le nombre de données est insuffisant pour comparer ce mode de gestion en discontinu par rapport au système en continu pratiqué à SOPOMER. L'avantage essentiel semble résider dans l'arrêt de l'après-midi, qui permet au bassin de rester globalement producteur en OD jusqu'au coucher du soleil, et d'aborder la nuit avec des teneurs en OD comprises entre 7 et 9 ppm, selon l'activité photosynthétique du bassin et les conditions d'ensoleillement. Par rapport à la gestion en continu des aérateurs, ce système en discontinu conserve au bassin un capital plus important en OD à l'approche de la nuit (de 2 à 4 ppm) et va donc dans le sens de la sécurité. Cette caractéristique pourra être utilisée lorsque la puissance d'aération installée dans un bassin atteindra ses limites d'efficacité.

Ce système de gestion de l'aération en mode discontinu introduit des périodes de calme, pendant lesquelles toute circulation de la masse d'eau est arrêtée. Cependant, ces périodes d'arrêt sont relativement brèves par rapport aux périodes de marche des aérateurs, et

le risque de stratifications thermique et d'OD inexistant. Cette situation s'éloigne de celle décrite par Rogers et Fast (1988), qui soulignent l'avantage du mode circulé par rapport à un état non circulé permanent dans des bassins de Macrobrachium rosenbergii à Hawaii. Des essais réalisés en structures expérimentales au COP sur P. vannamei montrent que l'élevage en mode calme n'entraine pas de conséquences néfastes, pourvu que soit respecté le niveau minimum de 3 ppm d'OD (AQUACOP, en préparation). Il ne semble donc pas, a priori, que ce mode de fonctionnement en discontinu soit préjudiciable à la bonne marche des élevages intensifs; cette analyse devra être confirmée par l'acquisition d'un plus grand nombre de résultats.

Mise à part la différence dans la gestion des cycles d'aération, les fermes de SOPOMER et de TAIARAPU AQUACULTURE se distinguent par ailleurs par le nombre et les heures de distribution des repas: 3 repas par jour, dont un tôt le matin et un tard le soir à SOPOMER; 2 repas par jour pendant les heures de jour dans le second cas. La gestion type SOPOMER correspond mieux à ce qu'on préconise généralement dans la littérature et à ce qu'on connait de la biologie des Pénéides: fractionnement des repas et distributions nocturnes pour répondre aux pics d'activité crépusculaires des crevettes. Les données manquent pour savoir si P. vannamei, espèce plus diurne et plus pélagique que d'autre Pénéides, s'inscrit nécessairement dans ce schéma. Du strict point de vue de l'aération, on a pu voir que ces distributions nocturnes entrainaient des pics de surconsommation de l'OD et précisemment à des moments où le bassin est très consommateur en OD, et sont donc plus pénalisantes que des distributions diurnes. Mais si cela s'avère justifié, il faut bien sûr adapter l'aération aux contraintes biologiques et non l'inverse.

Que préconiser alors comme mode de fonctionnement des aérateurs?
- l'alternance circulation diurne/aération nocturne: ce système n'a pas démontré d'avantage particulier; mais il présente l'inconvénient de ne pas contrôler les sursaturations diurnes, qui semblent augmenter la fréquence des chutes de blooms phytoplanctoniques.
- la régulation automatique: les aérateurs ne fonctionnent que dans l'intervalle imposé par les points de consigne haut et bas. Cette solution minimise la consommation d'énergie, mais nécessite un matériel coûteux que bien peu d'éleveurs pourront s'offrir le luxe de posséder. Ce matériel est de plus relativement fragile, et nécessite des interventions régulières de vérification, nettoyage, recalibration et reconditionnement. D'autre part, dans ce système, les sursaturations diurnes ne sont pas contrôlées, et le problème de l'influence de ce paramètre sur la stabilité des populations phytoplanctoniques se repose.
- les marche/arrêt à heures fixes: ce système ne nécessite que peu de matériel (horloges) et convient bien pour des bassins jeunes. Mais pour des bassins dont la population algale est active, ce système ne contient pas les sursaturations diurnes, et comme dans le cas précédent, pose le problème de l'influence de ce facteur sur la longévité et la stabilité du bloom algal. De plus, dans ce système, les horaires doivent être réajustés régulièrement (au moins chaque semaine), pour éviter les situations de démarrage tardif décrites dans la figure 5. Ces réajustements d'horaires imposent à l'éleveur de bien connaitre les niveaux de consommation de ses bassins, en vérifiant l'OD plusieurs fois par jour et par nuit (lever du

jour, maximum diurne, fin d'après-midi et 1 ou 2 heures après le coucher du soleil afin d'estimer le taux de consommation nocturne).
- le fonctionnement en continu des aérateurs: s'il n'est pas le plus économique, ce système a l'avantage de la simplicité, de l'efficacité et a démontré sa valeur à la ferme de SOPOMER. On peut cependant lui reprocher de désaturer inutilement le bassin dès le milieu de l'après-midi et donc d'aborder la nuit avec un déficit en OD par rapport au système de fonctionnement discontinu.
- le fonctionnement en mode discontinu: sur le principe, ce système parait le plus judicieux, permettant de faire des économies d'énergie là où c'est possible, limitant les sursaturations diurnes et aérant le bassin dans les périodes de consommation nocturne.

REFERENCES

AQUACOP, PATROIS J., BARRET J. and MAZURIE J. (1987). Intensive culture of P. vannamei and P. stylirostris: preliminary results. Présenté à WAS 1987, Guayaquil.

AQUACOP, BEDIER E. and SOYEZ C. (1988). Effects of dissolved oxygen concentration on survival and growth of P. vannamei and P. stylirostris . Présenté à WAS 1988, Hawaii.

AQUACOP, BADOR R., BARRET J. and BOISSON G. (1989). Production results and operating costs of the first superintensive shrimp farm in Tahiti. Présenté à WAS 1989, Los Angeles.

CHAIMBERLAIN G.W. (1985). Principles of aeration and aerators. Coastal Aquaculture, Vol. 2, n°2, Texas Agricultural Extension Service.

RICHMOND A. (1986). Outdoor mass culture of microalgae.in: Handbook of Microalgal Mass Culture, Richmond A. Editor, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp.285-329.

ROGERS G.L. and FAST A.W. (1988). Potential benefits of low energy water circulation in Hawaian prawn ponds. Aquacult. Engineering, 7, 155-165.