

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

***COURANTOMETRIE
DU SITE D'ELEVAGE DE SALMONIDES
EN GRANDE RADE DE CHERBOURG***

par

M. MERCERON et J.D. GAFFET



R.INT.DEL/94.02/BREST

IFREMER - Centre de Brest
B.P. 70
29280 PLOUZANE
Tél. 98.22.40.40 - Télex 940 627
Télécopie 98.22.45.48

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

LABORATOIRE ECOLOGIE

AUTEUR(S) : M. MERCERON et J.D. GAFFET	CODE : N° DEL/94.02/BREST
TITRE : Courantométrie du site d'élevage de Salmonidés en Grande Rade de Cherbourg <i>Currents measurements on a fish farming site in the Cherbourg Harbour</i>	Date : janvier 1994 Nb tirages : 90
	Nb pages : 5 Nb figures : 12 Nb photos :
	DIFFUSION : Libre <input checked="" type="checkbox"/> Restreinte <input type="checkbox"/> Confidentielle <input type="checkbox"/>

RESUME :

— Des enregistrements de courant ont été réalisés près du milieu de la Grande Digue de Cherbourg (Côté Rade) durant deux mois de l'été 1993. Ils montrent que, dans cet endroit, le courant porte la plupart du temps à l'ouest. Il ne porte à l'est que durant la première moitié du montant. L'unique étale de courant du cycle est à basse mer. A pleine mer, on observe les vitesses maximum de courant : 0,5 à 0,6 m.s⁻¹. Les cages d'élevage de poissons en place semblent accélérer le courant sous elles, et donc contribuer à la dispersion des rejets.

Les enregistrements de température et de salinité sont également présentés. —

ABSTRACT :

— Current recordings were performed near the middle of the great breakwater of Cherbourg ("Grande Digue", inner side) during two months of the 1993 summer. The data show that, in this site, the currents drive mostly westwards. They are driving eastwards only during the first half of flood. In the tidal cycle, there is only one current slack, at low tide. The most important velocities are observed during the high tides : 0.5 to 0.6 m.s⁻¹. The fish net pens, which are located there, tend to speed up the underneath currents and, thus, contribute to scatter the farm effluents.

The temperature and salinity records are also displayed. —

Mots-clés : Courant, cage, élevage, poisson, Cherbourg

Key words : Current, net pen, farm, fish, Cherbourg

COURANTOMETRIE DU SITE D'ELEVAGE DE SALMONIDES EN GRANDE RADE DE CHERBOURG

M. Merceron et J.D. Gaffet

INTRODUCTION

Le caractère plus ou moins dispersif du milieu recevant les rejets d'élevage est un paramètre primordial dans les impacts de l'aquaculture sur l'environnement. Il interagit, en effet, avec tous les flux polluants. Le courant et l'agitation de surface sont les deux principaux facteurs de dispersion. Dans les mers à marée, c'est la courantologie qui constitue le facteur dynamique prépondérant.

Dans le cas des élevages de poissons effectués dans des structures en mer telles que des cages, celles-ci peuvent agir en retour sur le courant proche. C'est ce type de phénomène que nous avons étudié sur le site de l'élevage des Salmonidés d'Aquitaine (SALMONA) en Grande Rade de Cherbourg (fig. 1).

Installé près de la grande digue de Cherbourg un peu à l'ouest du Fort Central, le radeau d'élevage est composé de deux unités (sept. 1993). Il abrite des truites fario. L'ensemble flottant (40 m x 100 m) évite assez peu du fait d'un système d'amarrage comportant des chaînes lourdes et, selon les éleveurs, du courant portant presque constamment vers l'ouest.

Avant l'installation de l'élevage, une étude de la courantologie et de la dispersion avait été effectuée par SALOMON et BRETON (1990) sur une portion de zone côtière englobant la Grande Rade de Cherbourg. Le modèle bidimensionnel réalisé à cette occasion indique que, sur le site de l'élevage actuel, les courants de marée sont faibles. Selon ce modèle, en morte-eau, ils y sont toujours inférieurs à 20 cm.s^{-1} , et la durée de flot équivaut à celle du jusant. En vive eau, la vitesse maximum est donnée comme étant légèrement supérieure à 20 cm.s^{-1} , et le jusant nettement prépondérant en durée.

Pour mieux connaître l'accélération du courant au voisinage de l'obstacle constitué par les cages, et, d'autre part, vérifier très localement les résultats de la simulation mathématique, des mesures de courant ont été effectuées. Accessoirement, des données de marée, température et salinité ont été obtenues.

1 - DESCRIPTION DES MESURES

a) Période d'enregistrement : du 13.07.93 au 20.09.93.

b) Stations (cf fig. 1) : faute de pouvoir installer un courantographe exactement sous le radeau, nous en avons mouillé un à l'aplomb du bord ouest de celui-ci, sous le courant dominant (station A). La station de référence (B) est située hors influence du radeau (donc hors de l'axe est-ouest passant par le radeau), mais à faible distance de celui-ci (150 m environ).

c) Appareils : trois courantographes MORS - Environnement (= ex - SUBER) ont été utilisés, dont deux de type SLS 21 (au bord du radeau au fond et à la station de référence en surface) et un de type MC 3XO (à la station de référence au fond).

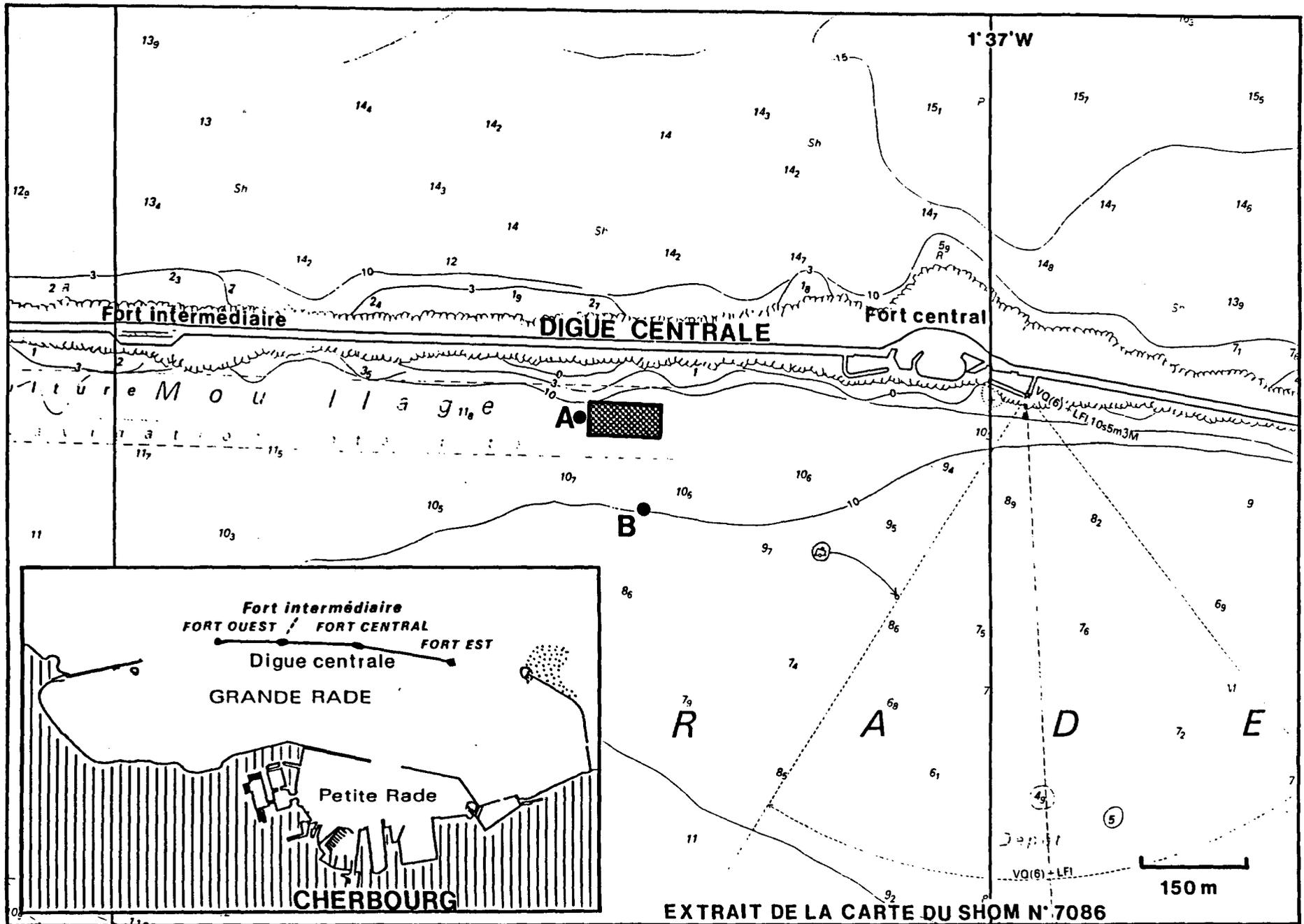


fig.1 Localisation du radeau d'élevage et des stations de mesures en Grande Rade de Cherbourg

Les appareils de fond étaient à 1,8 m au-dessus du sol sur un bâti en forme de potence, et celui en surface était suspendu à 2 m sous la surface. Outre une girouette et un rotor de Savonius, tous les appareils étaient équipés de capteurs de pression, conductivité et température. Au relevage, un important fouling à base d'hydrozoaires a été constaté, entravant partiellement le mouvement des organes mobiles.

d) **Enregistrements** : Un examen rapide des données de courants montre une altération des mesures après un peu plus d'un mois d'immersion. Seuls les enregistrements du premier mois ont été exploités en courant et conductivité. Pour la pression et la température, toute la période a pu être conservée. Néanmoins :

- le capteur de pression a été inopérant sur l'appareil situé sous le radeau ;
- le capteur de conductivité a été inopérant sur l'appareil situé à la station de référence au fond ;
- pour les différents paramètres, quelques valeurs isolées étaient manifestement aberrantes et ont été corrigées ponctuellement ;
- les seuils de vitesse de démarrage des appareils n'étaient pas similaires : référence-surface = $1,9 \text{ cm.s}^{-1}$, référence-fond = $5,8 \text{ cm.s}^{-1}$, radeau-fond = $7,8 \text{ cm.s}^{-1}$ (LEROY, 1993). Néanmoins, la calibration a été réalisée après la campagne de mesure, sur des appareils incomplètement nettoyés ;
- la récupération des données brutes à partir des enregistreurs à l'aide du logiciel du constructeur ("Oceansoft") a été retardée par diverses difficultés liées à la conception du logiciel.

2 - RESULTATS ET INTERPRETATION

a) Marée

Les hauteurs d'eau à la station de référence sont illustrées par les figures 2 et 3.

Les marées caractéristiques sont les suivantes :

Marée	Coefficient	Date	Marnage observé (m)
Morte-eau	43	15.07.93	2,50
Marée moyenne	70	07.08.93	4,20
Vive-eau	95	23.07.93	5,40
Grande vive-eau	112	19.08.93	6,50

b) Courants

Les trois courantographes fournissent des valeurs proches en vitesse et en direction. L'évolution de ces paramètres au radeau en vive-eau et en morte-eau est représentée par les figures 4 et 5 en fonction de la hauteur d'eau.

La Grande Rade de Cherbourg, du fait de l'effet de jet des courants dans ses passes, est le siège de tourbillons. L'un d'eux, situé au sud de la moitié ouest de la Digue Centrale, a lieu pendant la deuxième partie du montant. Ce tourbillon, peu visible dans les champs de courant instantané de SALOMON et BRETON, est mieux illustré par les champs de courant résiduel (fig. 6). Il engendre à proximité de la digue un contre-courant pendant la fin du montant, et induit sur un cycle de marée une prédominance de la direction de jusant (courant portant à l'ouest).

Fig. 2 Enregistrements marégraphiques près de l'élevage de SALMONA (Cherbourg)

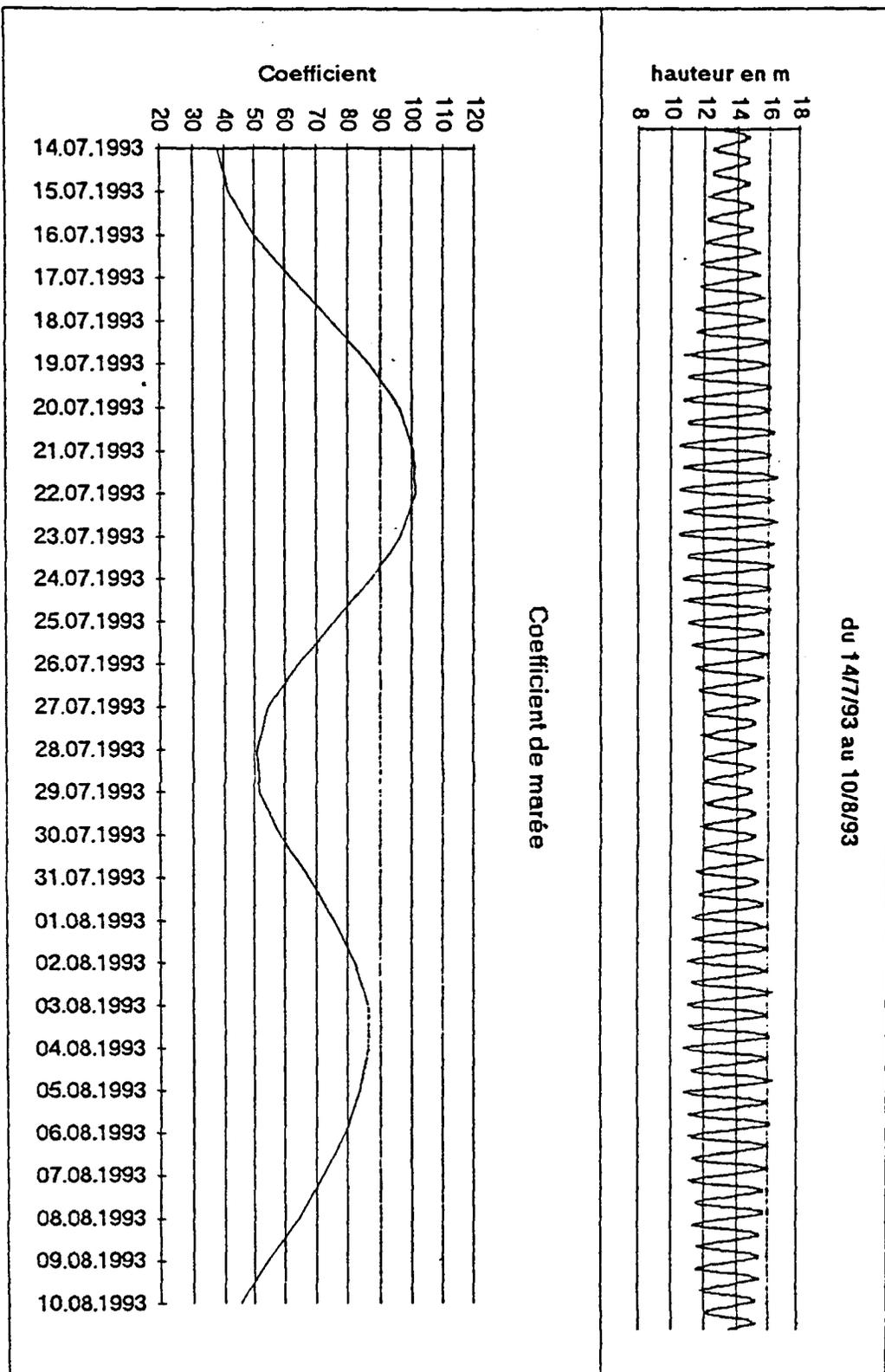


Fig. 3 Marées caractéristiques

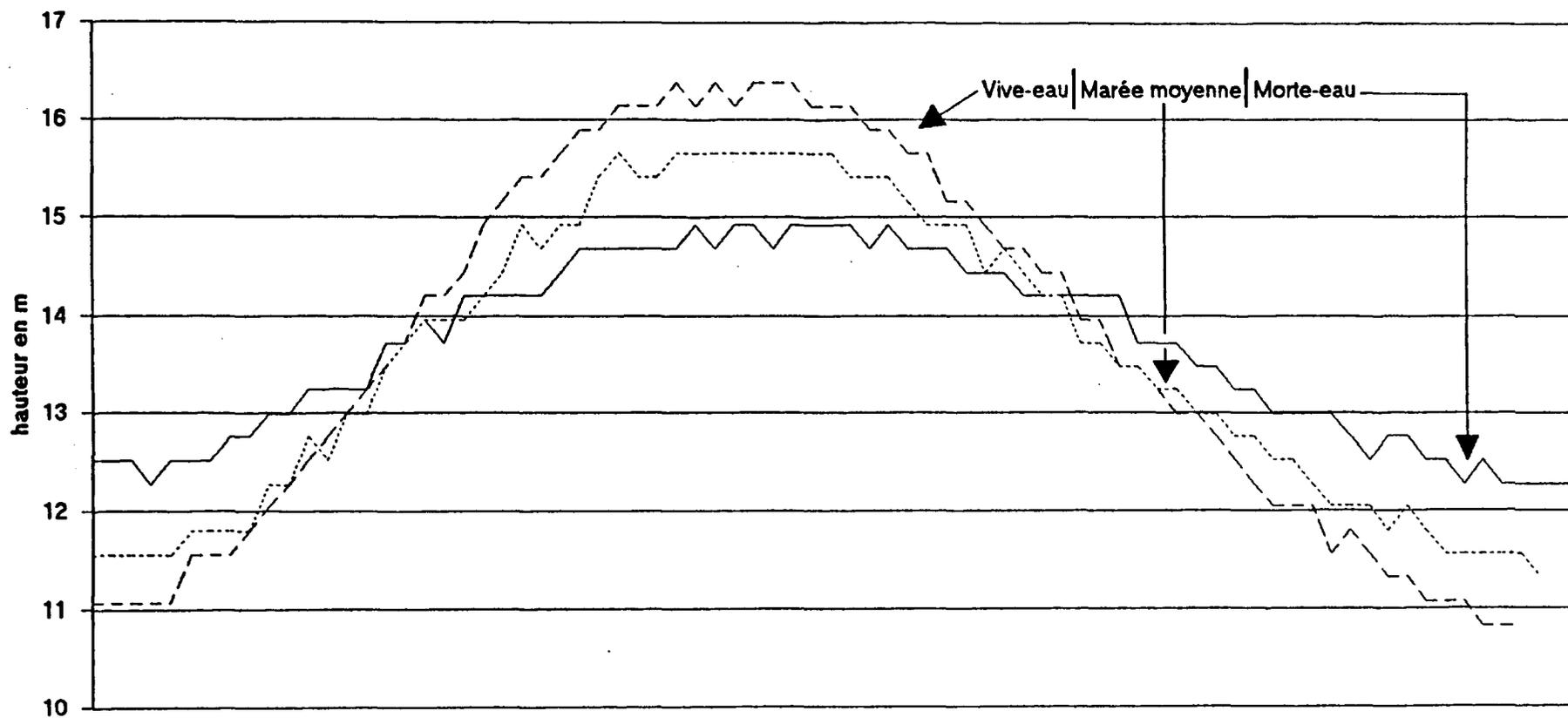


Fig. 4 Courant au radeau (fond +1.8m)
(15/7/93 - coeff. 40-43)

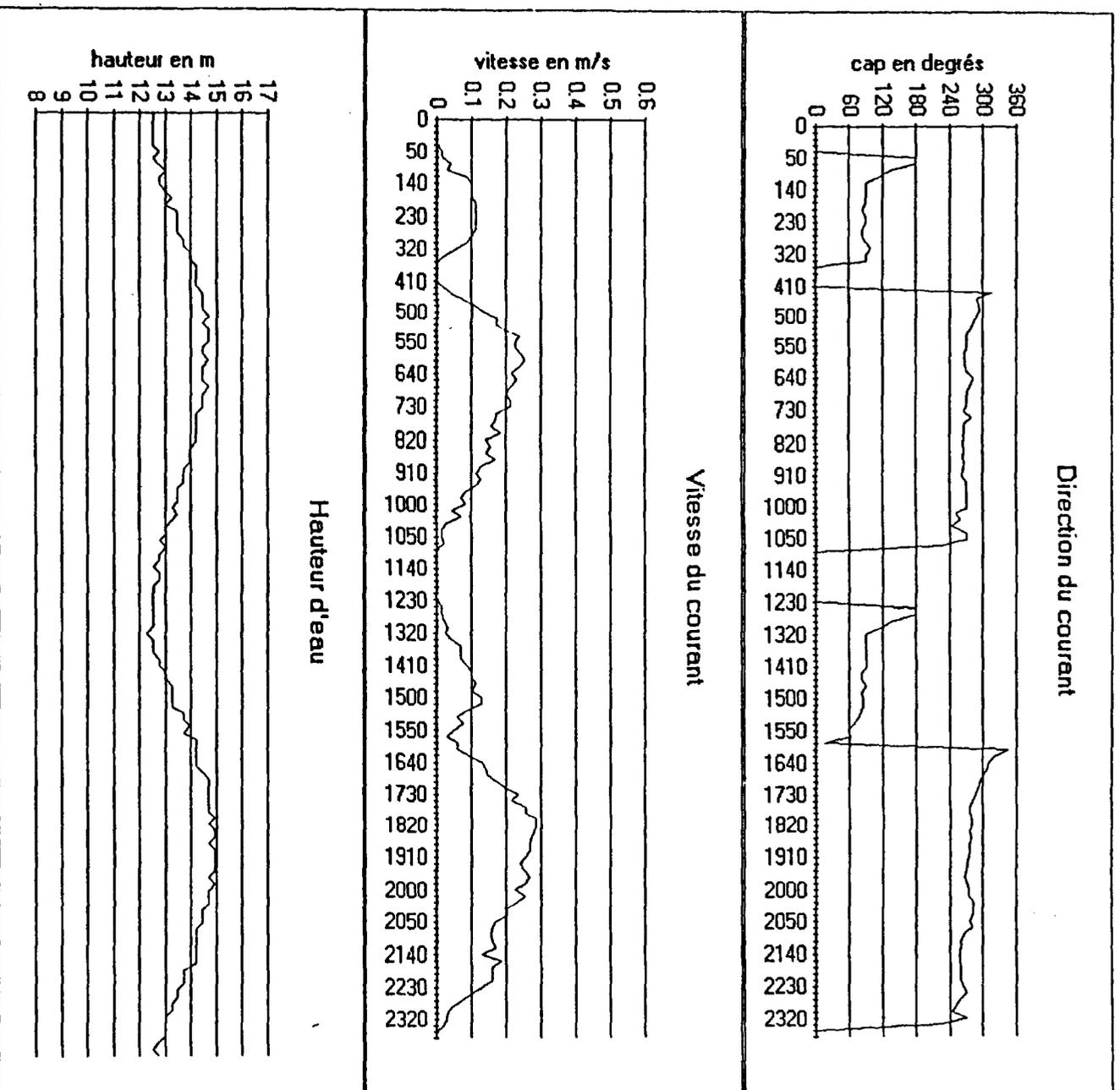


Fig. 5 Courant au radeau (fond +1.8m)
(23/7/93 - coeff. 98-95)

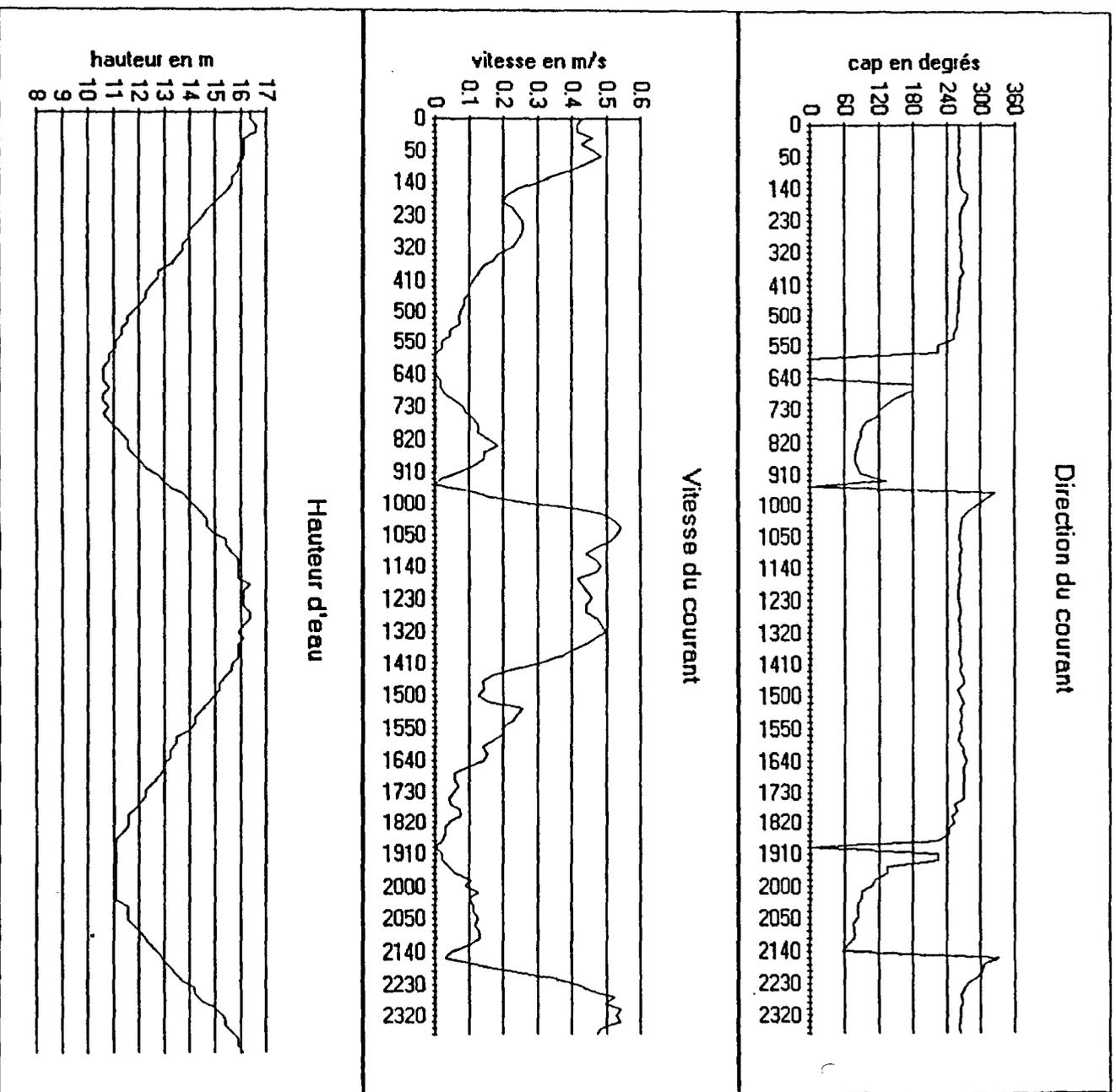
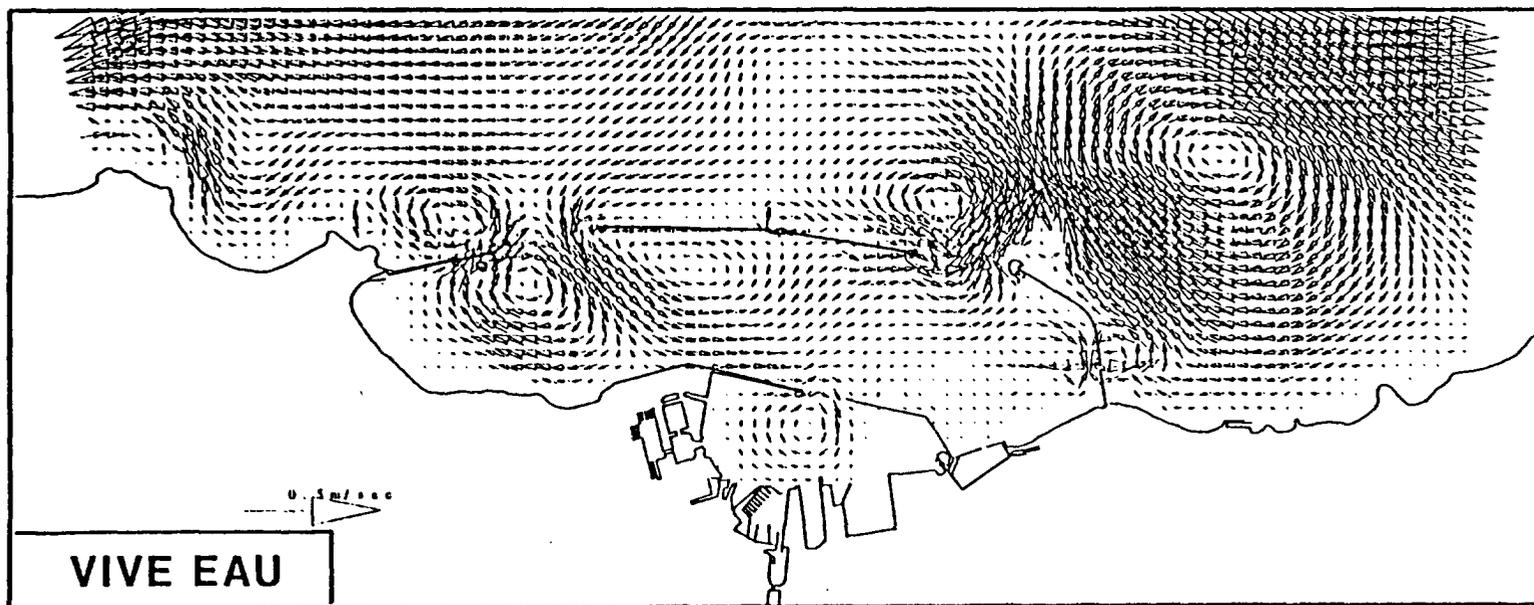


Fig.6 _ VITESSES RESIDUELLES EULERIENNES

(d'après Salomon et Breton, 1990)



Près du radeau, en vive-eau, on observe que, durant le perdant, le courant porte à l'ouest. Les vitesses s'annulent au moment de l'étale de basse mer. En début de montant, après être passé par le sud, le courant porte à l'est avec des vitesses faibles. Cette situation ne dure qu'environ trois heures. Et, après une brève annulation de la vitesse, le courant redevient portant à l'ouest durant le reste du montant, ainsi qu'à la pleine mer et au perdant suivant. La vitesse maximum a lieu autour de la pleine mer pendant environ trois heures. Le courant est presque purement alternatif, avec une forte prépondérance de la période où il porte à l'ouest (9h30 contre 2h00) et des vitesses maximum très différentes (0,53 m.s⁻¹ au jusant et 0,15 m.s⁻¹ au flot). Pour des marées de coefficients 110-112, ces valeurs sont identiques.

En morte-eau, on observe un cycle comparable avec, cependant, une moindre prépondérance de la période où le courant porte à l'ouest (7h30 contre 3h30). Les vitesses maximum sont moins élevées, mais restent très différentes (0,26 m.s⁻¹ et 0,12 m.s⁻¹, respectivement au jusant et au flot).

A la station de référence, on observe la même allure générale des cycles avec de légères différences :

- une direction du courant en début de jusant proche de 300°, probablement due au positionnement différent sur le tourbillon,
- des vitesses maximum de jusant un peu inférieures à celles observées plus près de la digue, et un moindre écart avec les vitesses maximum de flot, qui, elles, sont un peu supérieures.

Au cours d'un cycle lunaire, on observe une évolution régulière des vitesses maximum en relation avec les coefficients de marée (fig. 7).

Les valeurs remarquables du courant sous le radeau aux différents moments de la marée et pour différentes coefficients sont explicitées dans le tableau 1.

Tableau 1. Courant au radeau (fond - 1,8 m)

Courants	Flot			Etale	Jusant			Etale
	Vit. max. (m.s ⁻¹)	Dir. Vit. max. (°)	Durée (h)		Durée (h)	Vit. max. (m.s ⁻¹)	Dir. Vit. max. (°)	
Morte eau	0,12	90	3h30	≈ 0h20	0,26	270	7h30	1h10
Marée moyenne	0,14	90	2h50	0h10	0,40	270	9h00	0h20
Vive eau	0,15	≈ 90	2h00	≈ 0h10	0,53	270	9h30	≈ 0h40
Grande Vive eau	0,15	60 - 130	2h10	0h05	0,52	270	9h30	0h40

A la figure 8, la vitesse du courant au fond au bord du radeau est comparée à celle à la station de référence. Par courant de flot (vitesse faible), la différence est nulle. Par courant de jusant (rapide), les vitesses sont plus élevées sous le radeau. Cette différence s'accroît, par ailleurs, avec le coefficient de marée.

A la station de référence, la comparaison des vitesses de courant au fond et en surface est représentée à la figure 9. Les vitesses en surface sont presque toujours supérieures à celles au fond, mais la différence semble moins sensible aux coefficients de marée que précédemment.

En conclusion de ces observations de courants sur le site de l'élevage des Salmonidés d'Aquitaine, on note que :

- Les observations faites par les éleveurs selon lesquelles les courants portant à l'ouest (jusant) sont fortement prépondérants sont corroborées par nos mesures. Celles-ci montrent que le jusant est à la fois plus long et plus rapide que le flot pour tous les coefficients. La cause en est un tourbillon qui s'établit à mi-montant dans le sud de la moitié ouest de la Grande Digue.
- Les vitesses maximum ont lieu au moment de la pleine mer. Les maximums observés se situent entre 50 et 60 cm.s⁻¹.
- Au fond, sous le radeau, les vitesses sont accrues par rapport à la station de référence située à faible distance. Mais il est difficile de distinguer l'effet d'accélération dû à l'obstacle du radeau, de celui éventuellement dû à une position différente des courantographes. Le tourbillon et la digue sont en effet susceptibles d'induire des gradients notables dans les courants locaux.
- Ces données de terrain confirment une part des résultats des simulations de SALOMON et BRETON (1990) sur la partie est de la concession (celle actuellement occupée) : courant nul à basse mer, courant de flot s'annulant vers PM-3 et s'établissant ensuite vers l'ouest (= sens du jusant) jusqu'à la basse mer suivante. Néanmoins des différences existent :
 - * en morte-eau, la vitesse maximum du courant d'ouest est enregistrée à pleine mer (en vive-eau aussi), et non lors du perdant. Sa valeur observée est de 30 cm.s⁻¹ contre 20 à 25 cm.s⁻¹ par simulation. La résiduelle des mesures porte visiblement à l'ouest, tandis que la simulation la donne pour nulle ;
 - * en vive-eau, la vitesse maximum observée en flot est de 14 à 20 cm.s⁻¹, alors qu'elle est de 25 cm.s⁻¹ selon le modèle. La vitesse maximum enregistrée en jusant à pleine mer est de 55 cm.s⁻¹ contre < 40 cm.s⁻¹ sur zone et 10 cm.s⁻¹ au Fort Central pour le modèle.Les principales différences entre mesures et simulations consistent donc en une résiduelle vers l'ouest plus importante et plus constante selon nos observations, et par un maximum de vitesse se situant à pleine mer *versus* lors du perdant. La maille spatiale du modèle (150 m), relativement grande par rapport à celle du tourbillon local, est susceptible d'expliquer en bonne partie ces écarts.
- Les observations du sédiment réalisées lors de l'échantillonnage du benthos sur la zone (sept. 93) montrent une diminution de la fraction fine du sud vers le nord. Ceci indique une augmentation des vitesses.

c) Température

Durant la période d'observation, la similitude entre les trois enregistrements de température est quasi-totale. Les températures extrêmes ont été 15,4 et 18°C, et la moyenne 16,6°C (fig. 10). On note des oscillations quotidiennes ou biquotidiennes des valeurs. Elles sont liées à la marée comme l'illustre la figure 11. Les pleines mers correspondent aux minimums et les basses mers aux maximums. L'amplitude de ces variations à courte période augmente et diminue avec les coefficients des marées. Les plus marquées ont lieu lors des vives-eaux. En surface, l'amplitude maximum de ces variations journalières est de 1,1°C, et en moyenne sur la période elle est de 0,4°C. Au niveau du fond, ces amplitudes ne sont que de 0,6° au maximum et de 0,3°C en moyenne.

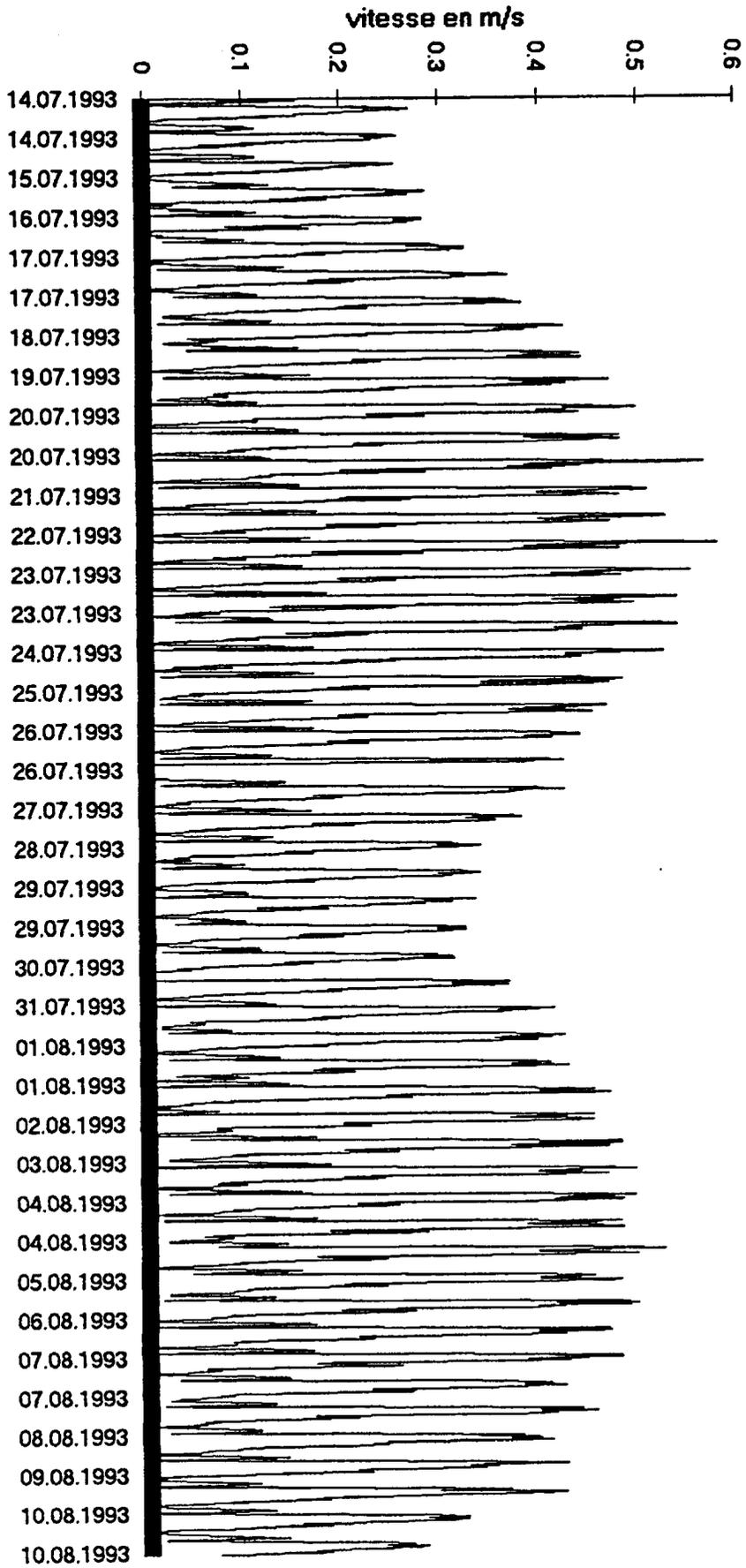
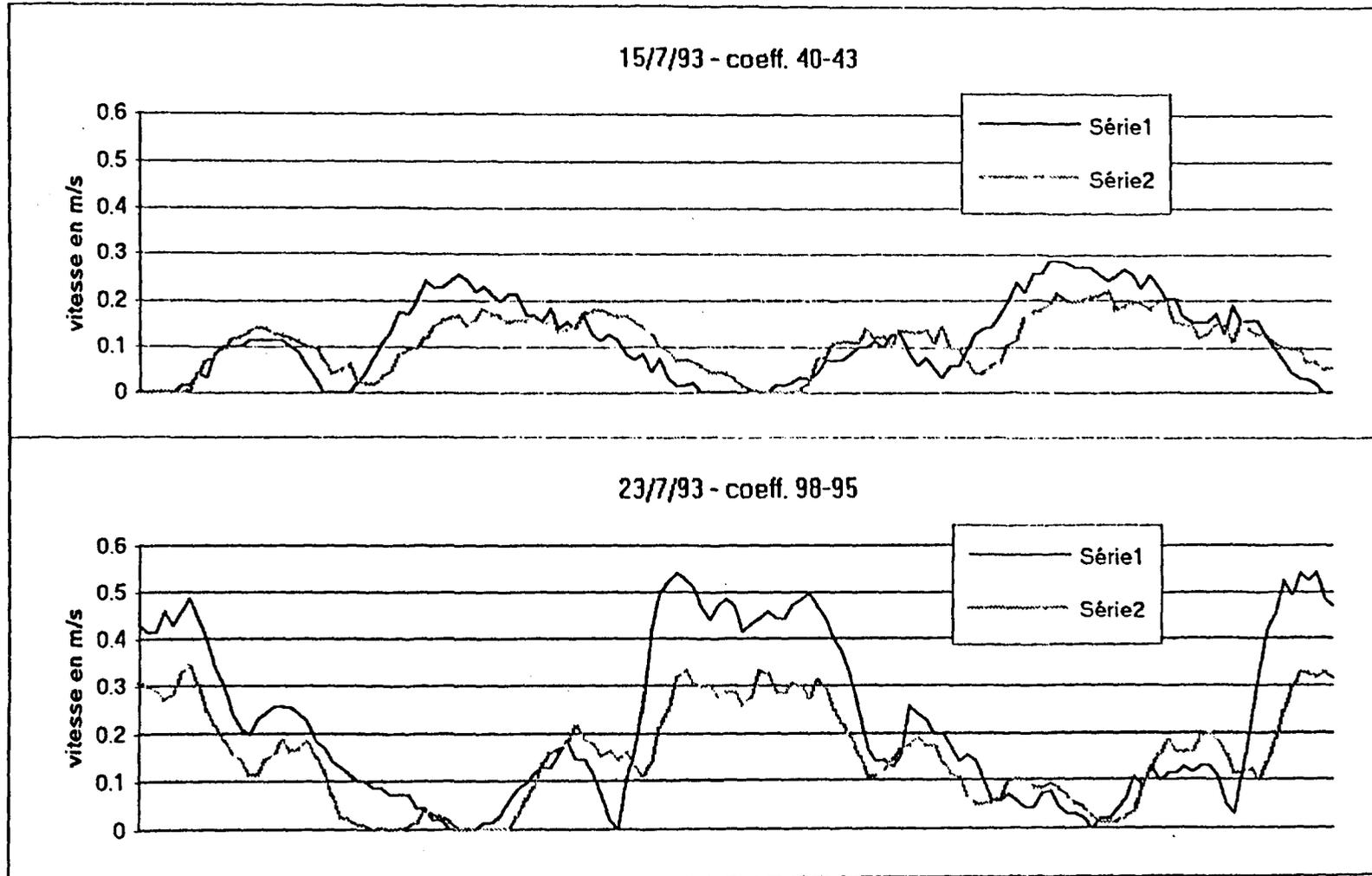


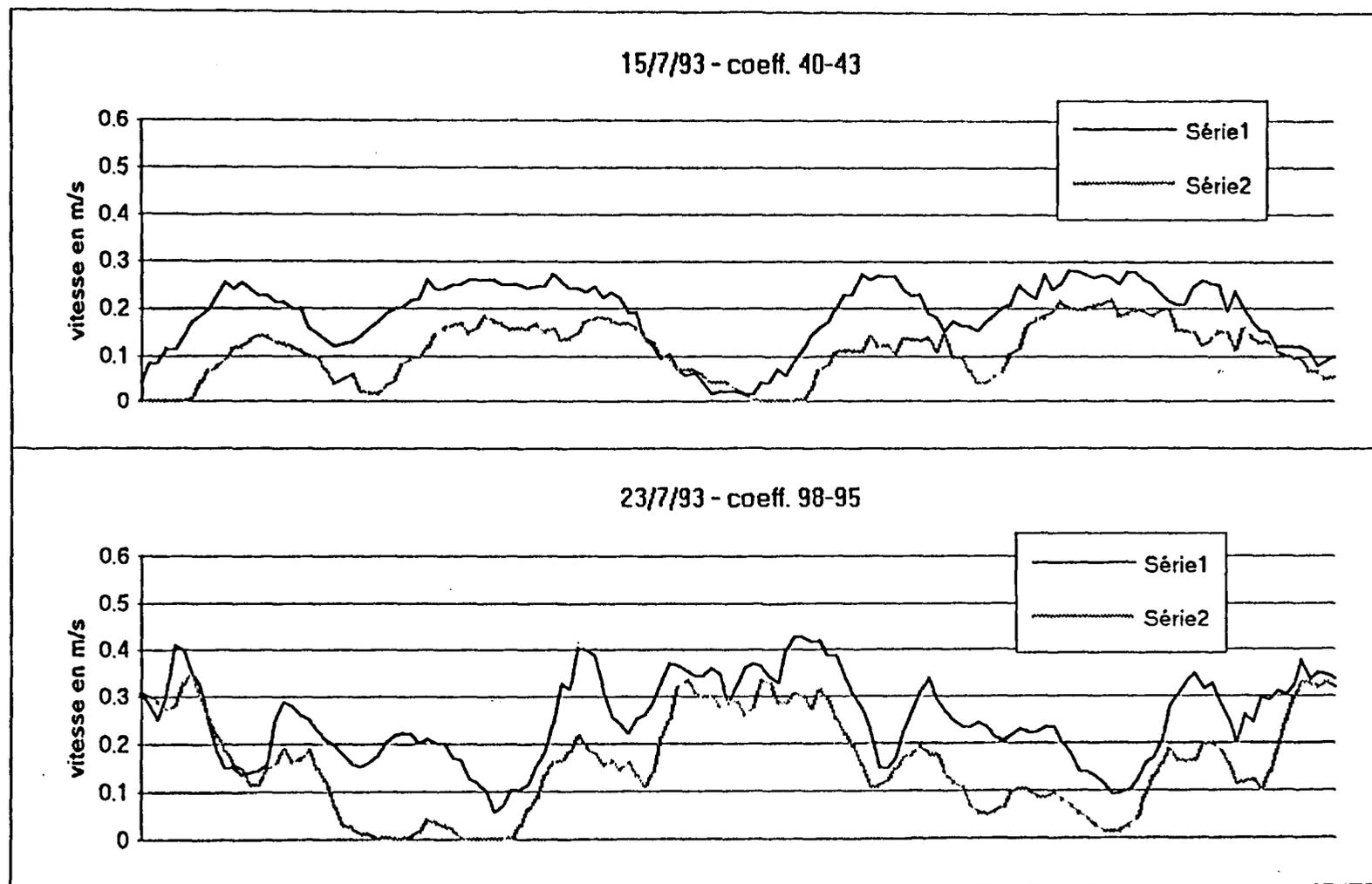
Fig. 7 Vitesse du courant au radeau (fond + 1.8m)

Fig. 8 Comparaison Radeau - Référence
Vitesses du courant au fond



Série 1 = Radeau Série 2 = Référence

Fig. 9 Comparaison Surface - Fond
Vitesses du courant - Référence



Série 1 = Surface Série 2 = Fond

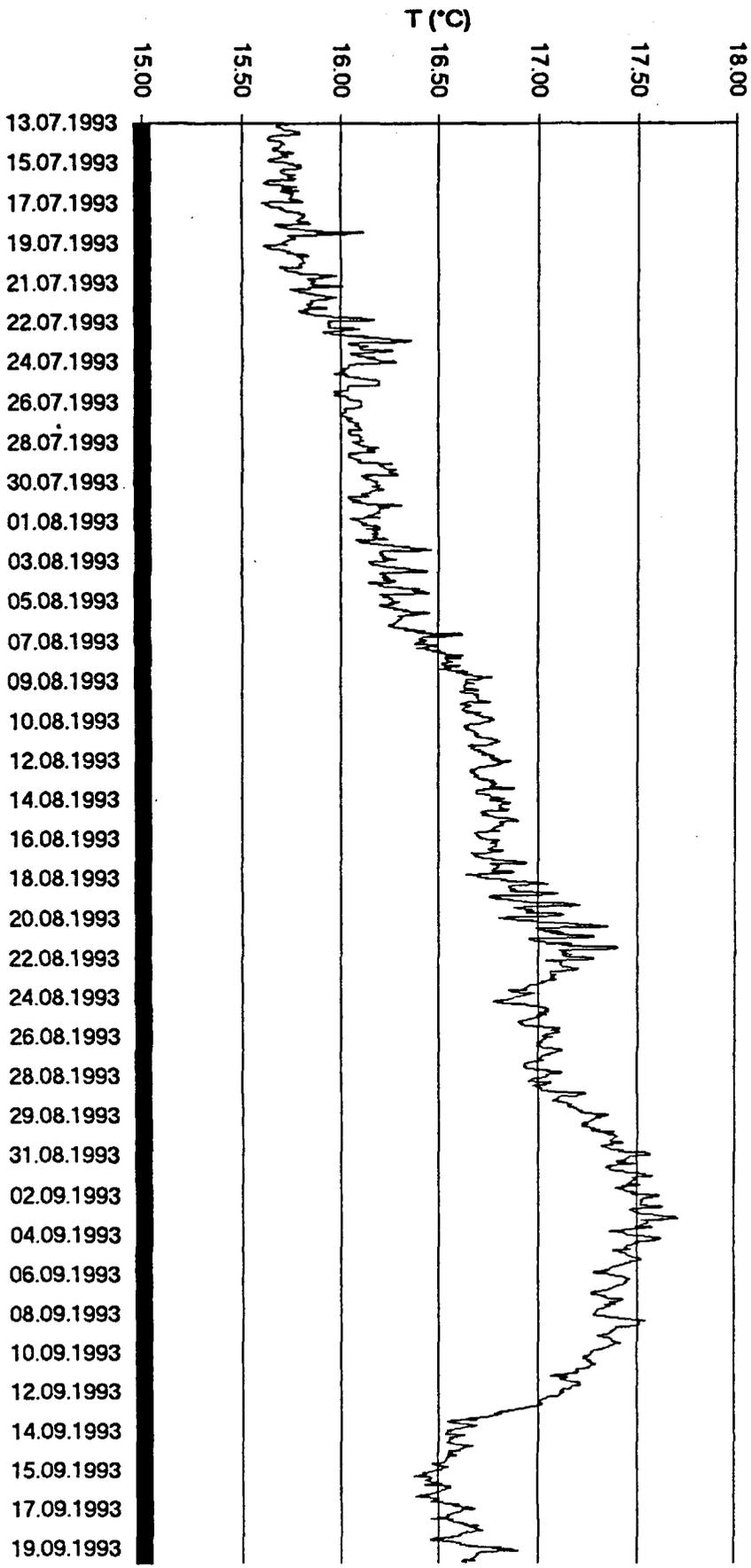


Fig. 10 Température au radeau (fond + 1.8m)

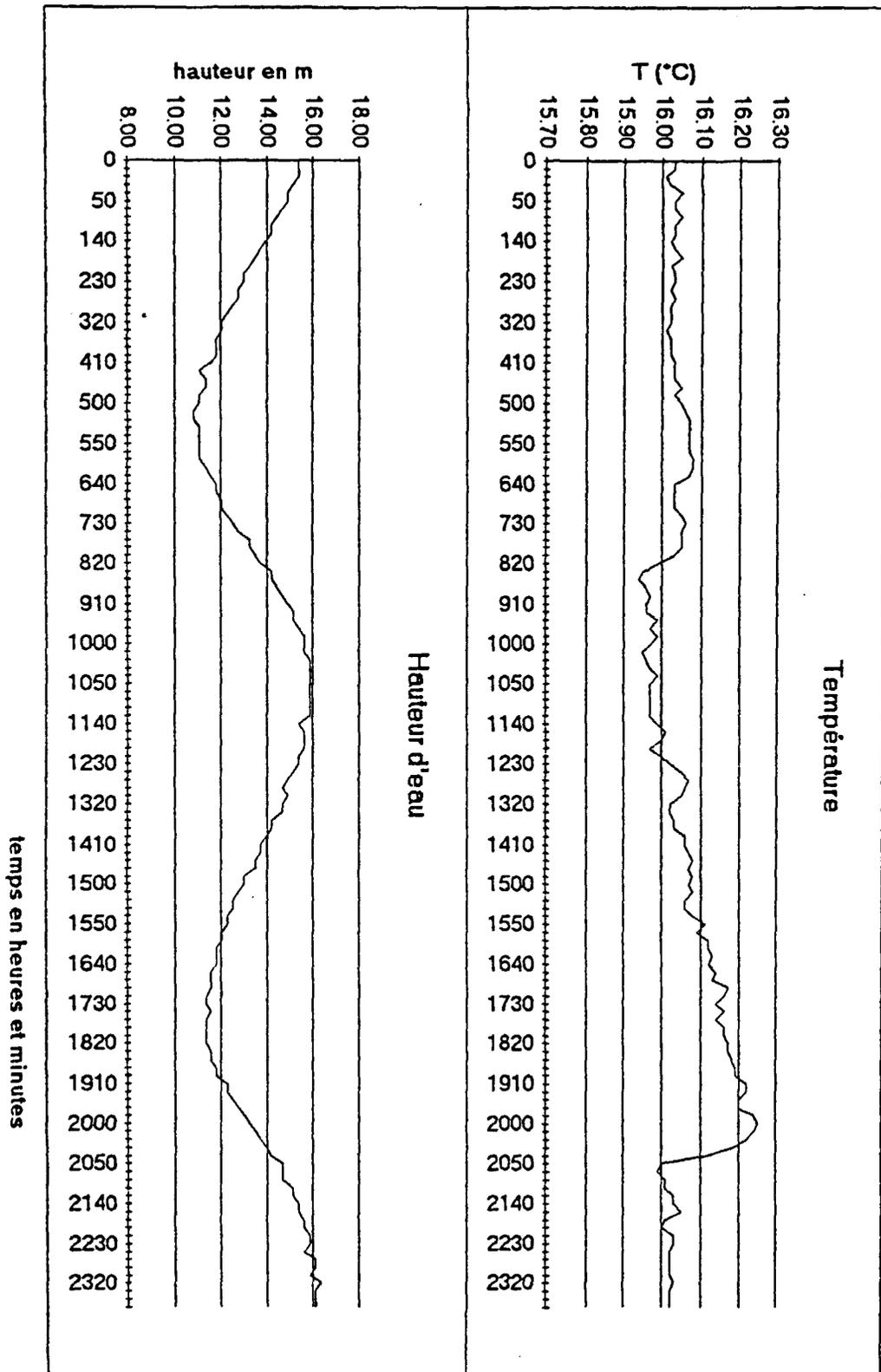


Fig.11 Température au fond (4/8/93)

d) Salinité

La similitude entre les deux enregistrements opérés est quasi-totale pour ce paramètre également. Les valeurs de salinité sont toujours élevées, comme il est normal dans une station située loin des apports d'eau douce (fig. 12).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LEROY J.J., 1993. Rapport de calibration, 3 p. (document interne).

SALOMON J.C., M. BRETON, 1990. Etude courantologique et de capacité dispersive de la Grande Rade de Cherbourg. Rapport IFREMER, DERO-EL 90-08, réalisé pour le compte du Syndicat Mixte d'Equipement du Littoral de la Manche, 18 p. + 67 fig.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont au personnel de SALMONA pour l'aide au mouillage et au relevage des courantographes, et spécialement à Lionel FARROUEAU pour ses plongées.

Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'opération "Environnement et Aquaculture" conduite conjointement par les Directions de l'Environnement Littoral et des Ressources Vivantes de l'IFREMER, dont l'objectif est de quantifier les rejets des élevages de poisson en mer et d'en apprécier l'impact sur l'environnement.

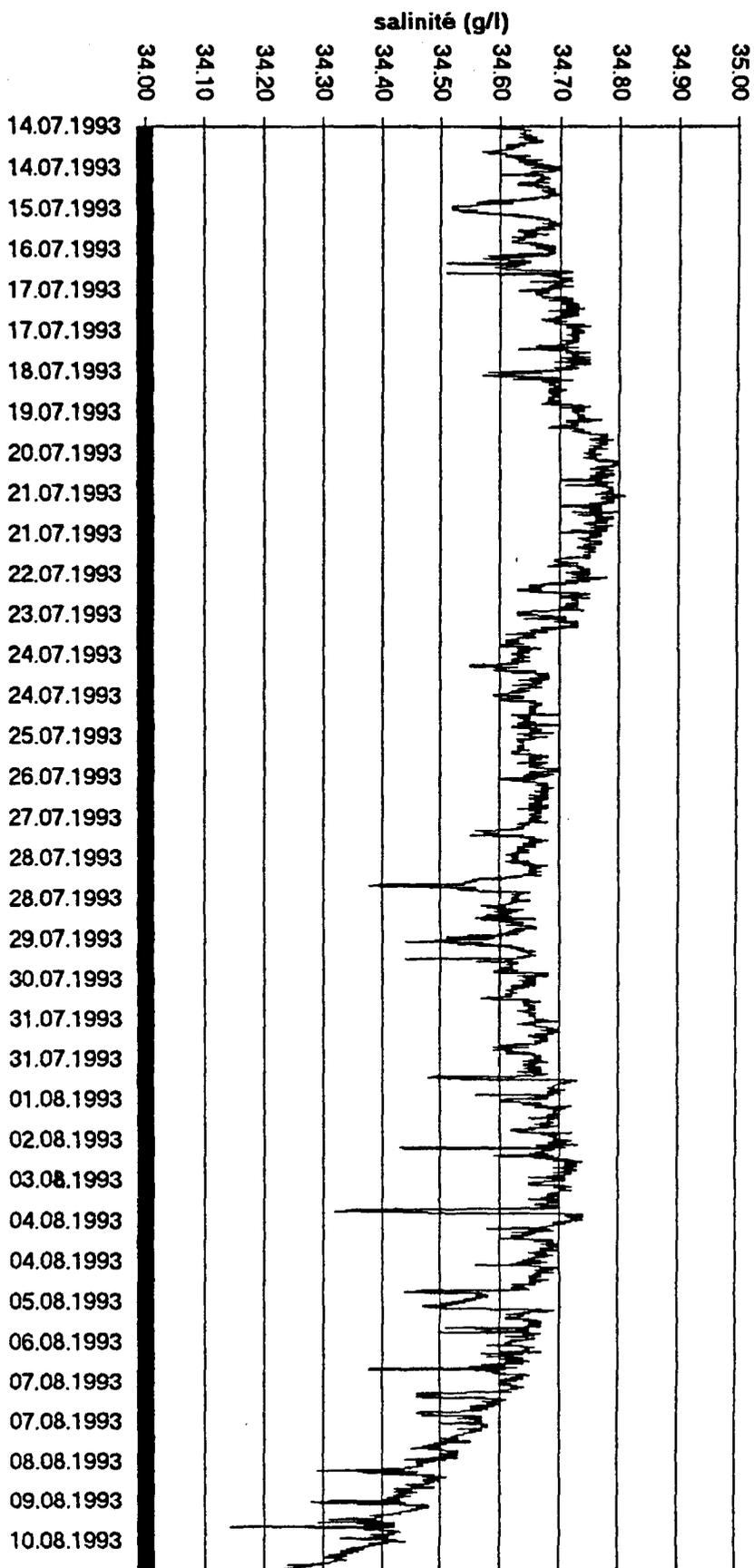


Fig. 12 Salinité au radeau (fond + 1.8m)