

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES**

6 JAN. 1988

EXCLU DU PRET

Programme REJETS URBAINS

Volet MEDITERRANEE

---

CYCLE ANNUEL DE MESURES PHYSIQUES  
DANS LE MILIEU RECEPTEUR MARIN  
MOUILLAGE T.O DANS LA GRANDE RADE DE TOULON

*THOUVENIN B., ROMANA L. A., LOARER R., JOLY R.*



IFREMER - Centre de TOULON  
BP 330.83607 LA SEYNE Cedex  
Tel 94.94.18.36

**DERO - 88.01 - EM**

N794 THO C1

N980 -THO-C

IFREMER  
Centre de TOULON  
B.P. 330  
83507 LA SEYNE CEDEX  
Tél. : 94.94.18.36  
Télex 400 662

DIRECTION ENVIRONNEMENT  
ET RECHERCHES OCEANIQUES

SERVICE ENVIRONNEMENT MEDITERRANEEN

<p>AUTEUR(S) :</p> <p>THOUVENIN, B., ROMANA, L.A., LOARER, R. et JOLY, R.</p>	<p>CODE :</p> <p>N° <u>DERO-88.01-EM</u></p>
<p>TITRE :</p> <p><b>CYCLE ANNUEL DE MESURES PHYSIQUES DANS LE MILIEU RECEPTEUR MARIN MOUILLAGE T.O. DANS LA GRANDE RADE DE TOULON PROGRAMME REJETS URBAINS VOLET MEDITERRANEE</b></p>	<p>Date : Octobre 1988</p> <p>Nb tirages : 25</p> <hr/> <p>Nb pages : 40 Nb figures : 8 Nb photos : 0</p>
<p>CONTRAT (intitulé) :</p> <p>N° _____</p>	<p>DIFFUSION :</p> <p>Libre <input checked="" type="checkbox"/> [X] Restreinte <input type="checkbox"/> [ ] Confidentielle <input type="checkbox"/> [ ]</p>
<p><u>RESUME</u> :</p> <p>Ce rapport, accompagné de son annexe (tracés), est une compilation des mesures de courants, vents, températures et salinités, effectuées pendant un an et demi dans la grande rade de Toulon, dans une zone située à proximité du débouché de l'émissaire de Sainte Marguerite.</p> <p><u>ABSTRACT</u> :</p> <p>This report is a compilation of current, wind, temperature and salinity measurements carried out during one and a half years, in the bay of Toulon, near the Sainte Marguerite sea outfall.</p> <hr/> <p>Mots-clés : Mesures, courants, température, salinité, météorologie, Toulon, Méditerranée.</p> <hr/> <p>Key words : Measurements, currents, temperature, salinity, meteorology, Toulon, Mediterranean sea.</p>	

**IFREMER TOULON**

**C Y C L E   A N N U E L   D E   M E S U R E S  
P H Y S I Q U E S   D A N S   L E   M I L I E U  
R E C E P T E U R   -   M O U I L L A G E   T O -**

**P R O G R A M M E   R E J E T S   U R B A I N S  
- V O L E T   M E D I T E R R A N E E -**

\*\*\*\*\*

**T E X T E**

**B.THOUVENIN, L.A. ROMANA, R. LOARER, R. JOLY  
DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES RESSOURCES OCEANIQUES  
SERVICE ENVIRONNEMENT MEDITERRANEEN**

Les organismes qui ont participé à la réalisation de ces mesures sont :

LA MARINE NATIONALE - D.P.

Les commandants et les équipages des gabarres:

- \* LA PERSEVERANTE
- \* LE SCARABEE
- \* LE CRIQUET
- \* LA TIANEE
- \* LA GIRELLE

et les plongeurs du 3ème GPD.

LA DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT :

Service Maritime - Cellule Antipollution

Les plongeurs: M. DESJARDIN

M. LODICO

M. TITE-GRES

L'IFREMER à BREST :

- DERO/EL: M. L'YAVANC
- M. KERDREUX
- M. JESTIN
- DI/CSM M. BRANELLEC

L'IFREMER à TOULON :

- SLOG : M. LAURANTIN H.
- SDIT : M. BOUDIGOU

Nous les en remercions tous ainsi que les personnes qui ont bien voulu nous aider ponctuellement à la maintenance des appareils ou au cours des campagnes en mer.

## INTRODUCTION

Le mouillage T0 a été mis en place dans le cadre du programme REJETS URBAINS - Volet Méditerranée. Ce programme étudie, en tant qu'exemple, le rejet de TOULON-EST qui s'écoule en mer par un émissaire débouchant à - 42 mètres de profondeur, à 1 800 m de la côte et au milieu de la grande rade de TOULON.

L'objectif principal proposé dans ce programme est d'évaluer le flux polluant (phase particulaire et dissoute) qui quitte la zone d'étude et la part qui se dépose aux alentours. Cette zone d'étude est définie comme étant la zone de dilution où les concentrations d'une majorité de paramètres issus du rejet sont mesurables ou atteignent le bruit de fond, et où des processus de transformation peuvent se produire.

La démarche choisie pour atteindre cet objectif comporte plusieurs étapes débouchant sur des informations quantitatives qui permettront en synthèse de mieux comprendre les différents phénomènes qui agissent sur les polluants pendant leur passage à l'interface rejet-eau douce/mer-eau salée et qui déterminent leur devenir ultérieur en mer.

L'une de ces étapes consiste à quantifier les mécanismes de transport physique dans la zone. L'approche qui en est faite est basée sur des mesures de longue durée des courants et des densités à différentes profondeurs. Ces mesures doivent permettre de définir un certain nombre de cas types de comportement de la masse d'eau au débouché de l'émissaire.

Le mouillage "T0" qui permet de faire ces mesures a été mis en place près du rejet, en faisant l'hypothèse que les courants et les densités sont uniformes horizontalement sur toute la zone d'étude, c'est à dire dans un rayon de 700 à 800 mètres autour de l'extrémité de l'émissaire.

Les mesures ont été réalisées pendant la période comprise entre les mois de Mars 1986 et de Septembre 1987 afin de couvrir l'équivalent d'une année pour chacun des paramètres étudiés.

Le texte du rapport est accompagné d'un grand nombre de planches et de figures que nous présentons dans un rapport annexe. Seules quelques figures de synthèse repérées par des lettres sont incluses dans le rapport principal.

## I. DEFINITION DU MOUILLAGE

Le mouillage T0 comprend :

- des mesures de courants, de conductivité et de température sur 4 niveaux :
  - . surface (-1,5 à -2,5 m)
  - . 5 à -7 mètres
  - . 15 à -17 mètres
  - . fond (-41 à -43 m)
- des mesures de température sur toute la hauteur d'eau (une valeur tous les deux mètres)
- une station météo installée à terre, proche de la zone d'étude, comportant les mesures suivantes :
  - . vitesse et direction du vent
  - . insolation
  - . température de l'air
  - . pression atmosphérique

Les appareils sont répartis en mer sur trois mouillages, conçus et réalisés par J. L'YAVANC (DERO/EL - BREST) et entretenus par R. JOLY (DERO/EL - TOULON).

Les figures I.1 et I.2 décrivent les plans des mouillages et la figure I.3 montre leur position dans la zone d'étude autour du rejet.

Les capteurs de températures sont des thermistances AANDERAA réparties sur des chaînes de 22 mètres de longueur (mouillage 1-figure I.1). Les courantomètres sont des SUBER SLS 11, en partie remplacés à partir d'avril 1987 par les nouveaux SUBER SLS 21 qui ont un seuil de démarrage plus faible. Tous ces appareils comportent des capteurs de température et de conductivité (mouillage 2,3,4-figure I.2).

Pour des raisons de disponibilité des appareils, les 4 courantomètres, répartis sur la verticale, n'ont pu être mis en place pendant toute la première partie de l'année. En général, nous avons choisi de faire en priorité des mesures en surface et au fond.

Le mouillage des chaînes de thermistances (figure I.1) comporte également des mesures d'oxygène dissous en surface et au fond. Ces mesures secondaires ne seront pas exposées dans ce rapport.

La station météorologique (position 5) est placée à 75 mètres d'altitude sur la côte Nord, à proximité du CROSSMED et de la pointe de Ste Marguerite. La figure I.4. présente l'installation utilisée.

La fréquence des mesures est de 10 minutes pour les courantomètres SUBER qui fonctionnent en VACM (c'est-à-dire en moyennant le vecteur vitesse sur 10 mn); elle est de 15 mn pour tous les capteurs AANDERAA (météorologie et thermistances).

L'ensemble des mesures a été séparé en séries, longues de un mois à un mois et demi, entre lesquelles un relevage des appareils est effectué afin de changer les batteries et de récupérer les enregistrements.

Les relevages ont été réalisés avec l'aide des gabarres de mer de la Marine Nationale et des plongeurs démineurs du 3ème GPD.

La densité de l'eau de mer a été calculée en fonction de sa température et de sa salinité mesurées au même point. La formule utilisée ici est celle de FOFONOFF (1958).

$$\sigma_t = A + B * \sigma_z + C * (\sigma_z)^{**2}$$

avec  $\sigma_z = \sigma_1 + \sigma_2*(S-35) + \sigma_3*(S-35)^{**2} + \sigma_4*(S-35)^{**3}$

$$\sigma_1 = 28,1263486129$$

$$\sigma_2 = 0,80597373759$$

$$\sigma_3 = 2,281293021 \quad E-04$$

$$\sigma_4 = 6,767861356 \quad E-06$$

$$A = (A1*T - A2*(T^{**2}) - A3*(T^{**3}) - A4*t5^{**4}) / (T + A5)$$

$$A1 = 4,53168$$

$$A2 = 0,54593$$

$$A3 = 1,98248 \quad E-03$$

$$A4 = 1,438 \quad E-07$$

$$A5 = 67,26$$

$$B = 1 - B1*T + B2*(T^{**2}) - B3*(T^{**3})$$

$$B1 = 4,7867 \quad E-03$$

$$B2 = 9,8185 \quad E-05$$

$$B3 = 1,0843 \quad E-06$$

$$C = C1*T - C2*(T^{**2}) + C3*(T^{**3})$$

$$C1 = 1,803 \quad E-05$$

$$C2 = 8,164 \quad E-07$$

$$C3 = 1,667 \quad E-08$$

## II. CAMPAGNES PONCTUELLES DE CALAGE

### II.1 PARAMETRES MESURES

Entre ces campagnes de relevage, des mesures régulières des principaux paramètres hydrologiques sont effectuées afin de caler les résultats de température et surtout de salinité pendant la série correspondante. En effet, une dérive non négligeable, due probablement au fouling, est systématiquement observée sur les capteurs de conductivité et d'oxygène dissous.

Ces campagnes ont été réalisées dans la mesure du possible une fois par semaine à bord de la vedette MAREVA du Centre de

Toulon/La Seyne. Des bouteilles à renversement sont utilisées pour les prélèvements en surface, au fond, vers 7 ou 10 mètres et vers 15 ou 20 mètres.

La température a été mesurée avec des thermomètres à renversement et la salinité analysée avec un salinomètre à induction BECKMAN.

D'autre part, des profils verticaux de salinité-température sont réalisées lors de ces campagnes avec une sonde T.S EIL. La stratification verticale de densité est donc connue à intervalles réguliers dans l'année.

## II.2 PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats de ces mesures instantanées sont présentées sur les figures II.1 à II.23 pour les paramètres suivants : densité, température et salinité. Les profils sont regroupés en séries correspondant aux périodes de mesures du mouillage T0 (voir tableau 1).

Notons que les valeurs mesurées par la sonde T.S n'ont pas été étalonnées. D'autre part, la sonde est tombée en panne en juillet 1987 et les valeurs antérieures à cette date sont suspectes à partir de la fin mars. Un étalonnage des températures a été réalisé en juin 87 mais les salinités demeurent exagérément faibles.

### **. Les profils de densité (planches II.1 à II.8):**

On observe une structure homogène de mars 86 à mi-mai 86 puis de nouveau à partir d'octobre 1986 jusqu'à la fin mai 1987.

Le gradient de densité s'installe en mai dans les 10 premiers mètres sous la surface. Lorsque l'eau s'homogénéise sur toute la profondeur, la densité est plus faible qu'en mars. En juillet, le gradient est à peu près linéaire de la surface au fond. En août et septembre, la stratification varie selon les jours, mais en général le gradient de densité est placé plus en profondeur (20 à 35 mètres). A partir d'octobre la densité homogène sur 44 mètres reprend sa valeur d'hiver autour de 28,00.

### **. Les profils de température et de salinité (planches II.9 à II.23) :**

On retrouve dans ces profils les mêmes caractéristiques que précédemment. Pendant la période "hivernale" (octobre à mars), l'homogénéité de la densité correspond bien à une homogénéité verticale de la température mais on observe tout de même une légère stratification de la salinité. En été, les gradients de température s'accompagnent également de gradients de salinité plus marqués.

La température est de 13°C d'octobre à mars. Pendant la période stratifiée, elle monte jusqu'à 20-24°C en surface et reste entre 14 et 17°C au fond. En septembre-octobre, lorsque la colonne d'eau s'homogénéise, la température du fond peut atteindre 21°C.

La salinité tourne généralement autour de 38,10 ‰ en période "hivernale" et devient plus faible en été.

### III. DEPOUILLEMENT DES ENREGISTREMENTS CONTINUS

#### III.1 CALENDRIER ET PROBLEMES RENCONTRES

Le tableau 1 récapitule les 15 séries de mesures en spécifiant les dates de début et de fin des enregistrements pour chacun des capteurs mouillés pendant ces périodes (voir également la figure III.1).

Sur ce tableau, des zéros apparaissent dans les cases correspondantes aux périodes pendant lesquelles l'appareil en question n'était pas disponible.

D'autre part, un certain nombre d'"incidents" sur les mouillages, les appareils et les enregistrements ont entraîné la perte de plusieurs séries de mesures.

- problèmes sur le mouillage des thermistances :

Les chaînes de thermistances (figure I.1) doivent être tendues sur leur mouillage afin que chaque capteur soit positionné à une profondeur moyenne par rapport à la surface. Or, les forces qui s'exercent sur la chaîne de support sont importantes et les mouvements de la surface de l'eau se répercutent jusqu'au fond; ils ont provoqué des chocs entre le lest et l'enregistreur qui, au départ, était placé au fond. Ces chocs ont conduit à un endommagement puis à une rupture de la chaîne de thermistance correspondante (séries 4 et 5). Par la suite, le mouillage a été légèrement modifié pour éviter cet incident; la chaîne du fond a été inversée (enregistreur placé à mi-profondeur).

- problèmes sur les courantomètres SUBER :

A plusieurs reprises, certains courantomètres SLS 11 n'ont pas démarré à cause d'un mauvais fonctionnement du contact de mise en route. A cette époque, il n'existait malheureusement pas de moyen pour vérifier que le départ des mesures avait bien eu lieu.

Par ailleurs, la table traçante qui permet de vérifier après chaque relevage si le courantomètre a bien fonctionné, n'était pas disponible pendant la première partie de l'année. Le dépouillement des bandes n'étant pas immédiat du fait du plan de charge du personnel concerné, les dysfonctionnements des appareils n'ont pu être décelés rapidement.

TABLEAU 1

CALENDRIER DES MESURES

SERIE	COURANTOMETRES				THERMISTANCES		NETEO
	-1.5	-7m	-15m	-41.5	SURF. -1A-21m	FOND -23A-43	
1 MARS 1986	S128 5/03 14h00 au 8/04 14h00	0	0	S188 5/03 14h00 au 8/04 14h00	T866 5/03 9h55 au 8/04 12h55	T865 5/03 9h55 au 8/04 12h55	0766 7/03 12h00 au 5/04 00h00
2 AVRIL -MAI 1986	S128 9/04 14h00 au 13/05 9h00	0	0	S188 9/04 14h00 au 13/05 9h00	T866 9/04 12h15 au 9h15	T865 9/04 12h15 au 13/05 9h15	0766 10/04 10h00 au 15/05 7h00
3 MAI -JUIN 1986	S128 13/05 15h50 au 24/06 00h00	0	0	S188 13/05 14h10 au 24/06 13h00	T866 13/05 15h15 au 24/06 8h00	T865 13/05 15h15 au 2/06 0h00	0766 15/05 7h45 au 2/06 5h15
4 JUILLET 1986	S188 n'a pas marché	0	0	S128 24/06 13h40 au 26/07 7h00	T866 24/06 14h15 au 29/07 9h00	câble coupe	0766 (M) 27/06 7h45 au 31/07 1h45
5 AOÛT 1986	S188 29/07 13h00 au 8/09 12h30	S189 n'a pas marché	S128 n'a pas marché	0	T866 (M) 29/07 14h45 au 8/09 13h15	câble coupe	0766 31/07 6h00 au 5/09 8h30
6 SEPT. 1986	S189 9/09 21h00 au 19/09 20h50	S188 9/09 11h00 au 09/10 10h10	S128 n'a pas marché	S164 9/09 8h50 au 10/10 8h40	T866 (M) 09/09 13h15 au 9/10 12h45	T865 (M) 9/09 13h15 au 9/10 9h45	0766 (M) 5/09 9h00 au 1/10 10h15

SERIE	COURANTOMETRES				THERMISTANCES		NETEO
	-1.5	-7m	-15m	-41.5	SURF. -1A-21m	FOND -23A-43	
7 OCTOBRE 1986	S164 n'a pas marché	S189 10/10 10h30 au 23/10 10h10	S128 n'a pas marché	S188 10/10 8h50 au 18/11 9h20	T866 (M) 10/10 10h30 au 18/11 9h45	T864 10/10 10h30 au 25/10 20h15	0766 01/10 11h00 au 23/10 23h00
8 NOV. DEC. 1986	S188 19/11 10h30 au 8/12 10h30	0	0	S164 19/11 10h10 au 8/12 9h20	T866 (M) 19/11 9h45	T863 19/11 9h45	0766 (M) 17/11 14h00 au 19/12 10h00
9 DEC.86 JANVIER 1987	S164 10/12 9h50 au 21/01 11h20	0	0	S188 10/12 10h40 au 27/01 11h10	1/01 18h45	10/01 1h00	0766 (M) 19/12 11h00 au 27/01 9h45
10 FEVRIER 1987	S164 28/01 12h50 au 2/03 8h30	S129 28/01 13h20 au 4/03 9h40	0	S127 27/01 15h30 au 4/03 9h40	T865 27/01 10h15 au 4/03 8h45	T863 (M) 27/01 10h30 au 4/03 14h15	0766 (M) 27/01 10h00 au 12/02 20h30
11 MARS -AVRIL 1987	S188 02/03 9h45 au 14/04 08h40	S129 05/03 13h30 au 14/04 9h30	S127 05/03 13h20 au 14/04 9h40	S164 04/03 9h20 au 16/04 8h20	0	0	0

(M) = SANDE AANDERAA MAGNETISEE

SERIE	COURANTOMETRES				THERMISTANCES		NETEO
	-1.5	-7m	-15m	-41.5	SURF. -1A-21m	FOND -23A-43	
12 AVRIL -MAI 1987	S188 15/04 8h30 au 14/05 8h50	S298* 14/04 10h00 au	S299* 14/04 10h00 au	S300* 16/04 8h30 au	0	0	0766 12/05 7h00 au 12/06 13h00
12B MAI 1987	S164 14/05 8h55 au 01/06 13h30	1/06 12h10	1/06 12h10	1/06 11h50			
13 JUIN 1987	S189 1/06 14h00 au 30/06 12h20	S299* 2/06 13h15	S298* 2/06 13h15	S300* 2/06 12h45 au 30/06 9h05	T866 1/06 13h30 au 30/06 9h15	T863 1/06 13h30 au 30/06 9h15	0766 12/06 13h30 au 24/07 7h00
14 JUILLET -AOÛT 1987	S128 30/06 13h10 au 12/08 7h00	S298* 2/07 7h55 au 12/08 8h35	S299* 2/07 7h55 au 12/08 8h35	S300* 2/07 7h55 au 12/08 8h25	T866 30/06 14h40 au 12/08 8h15	T863 30/06 14h40 au 12/08 8h15	0766 24/07 7h30 au 26/08 11h45
15 AOÛT -SEPT. 1987	S189 12/08 7h40 au 29/09 8h00	S298* 14/08 7h55 au 29/09 12h55	S299* 14/08 7h55 au 29/09 12h55	S300* 14/08 7h55 au 30/09 7h55	T866 12/08 14h20 au 30/09 8h50	T863 12/08 14h20 au 30/09 8h50	0766 26/08 12h15 au 1/10 13h45

(\*) Courantomètres SUBER SLS 21

De ce fait, les séries courantométriques 5, 6 et 7 sont souvent incomplètes.

Quelques difficultés ont également été rencontrées avec les nouveaux courantomètres SLS21. Par suite d'erreurs de manipulation sur la valeur maximale du courant donné à l'initialisation, le courantomètre n° 300 donne des résultats inexploitable dans les séries 12, 13, 14 et 15.

- problèmes sur les thermistances :

Certains capteurs de température ont été parfois endommagés, mais surtout sur chacune des chaînes, nous avons retrouvé un décalage important des valeurs correspondant à la troisième et à la neuvième thermistance.

Faute de pouvoir réétalonner ces capteurs et de vérifier leur bon fonctionnement, ces valeurs ont été considérées comme fausses et éliminées des dépouillements.

- problèmes sur les enregistrements :

De nouveau, le dépouillement tardif des enregistrements nous a empêché de trouver une solution rapide à cet "incident":

Un lot important de bandes magnétiques AANDERAA a du subir une magnétisation accidentelle lors de sa fabrication ou de son transport. L'enregistrement de ces bandes a été alors perturbé et leur relecture automatique fût impossible.

Elles ont pu néanmoins être relues en éliminant manuellement les valeurs erronées (qui se retrouvent périodiquement toutes les heures). En général, tous les cycles enregistrés ont été restitués et en dehors des nombreuses valeurs aberrantes qu'il a fallu corriger, les mesures ont été presque intégralement sauvées. Douze bandes sont concernées. Elles contiennent les enregistrements des séries 4 à 10, c'est-à-dire de juillet 86 à février 87.

### III.2 LE CALAGE DES MESURES

Des campagnes régulières sur le site ont été réalisées afin d'obtenir des mesures instantanées et précises de la salinité et de la température en 2, 3 ou 4 niveaux (cf. paragraphe II). Ces mesures ont permis de vérifier les résultats donnés par les capteurs du mouillage T0 et de les recalibrer en fonction du temps. Le tableau 2 donne les dates et les valeurs mesurées pendant ces campagnes d'une part à l'aide des bouteilles à renversement et d'autre part avec la sonde T.S.

TABLEAU 2

DATE	HEURE TU	PROF. mètres	TEMP. oC	TEMP.T.S oC	SALINITE 0/00	EC.TYPE S	SAL.T.S 0/00
<u>07-Mar-86</u>	9H30	-43,0	12,82	12,58	38,010	0,000	38,09
	10H22	-20,0		12,58	38,002	0,007	38,06
	10H05	-10,0		12,58	38,007	0,002	38,09
	9H50	-1,0	1,00	12,60	38,013	0,000	38,06
<u>18-Mar-86</u>	9H00	-43,0	13,10	12,90	37,983	0,012	38,10
	9H17	-1,0	13,20	12,90	37,923	0,000	38,06
<u>02-Avr-86</u>		-43,0	13,12	12,78	38,037	0,005	38,18
		-20,0	13,14	12,82	38,003	0,005	38,15
		-10,0	13,22	12,82	38,010	0,009	38,14
	9H15	-1,0	13,22	13,00	37,998	0,001	38,11
<u>08-Avr-86</u>	14H40	-43,0	13,53		37,937	0,012	
	15H00	-1,0	13,51		37,684	0,026	
<u>09-Avr-86</u>	13H05	-43,0	13,33		37,948	0,002	
	13H30	-1,0	13,47		37,413	0,179	
<u>21-Avr-86</u>	8H45	-43,0	13,70		38,026	0,008	
	8H45	-30,0	13,70		37,920	0,008	
	10H45	-20,0	13,30		37,918	0,006	
	10H45	-10,0	13,60		37,910	0,002	
	11H00	-1,0	14,60		37,900	0,000	
<u>02-Mai-86</u>	8H00	-43,0	13,97	14,05	37,819	0,005	37,84
	8H00	-20,0	13,97	14,10	37,840	0,000	37,85
	8H20	-10,0	14,42	14,25	37,835	0,004	37,82
	8H20	-1,0	14,95	14,95	37,772	0,002	37,70
<u>13-Mai-86</u>	9H20	-43,0		13,90	37,902	0,010	37,97
	9H20	-20,0		14,42	37,782	0,001	37,74
	13H45	-1,0	17,11	16,90	37,550	0,019	37,40
<u>15-Mai-86</u>	13H45	-43,0	14,50	14,45	37,796	0,036	37,80
	13H00	-10,0	18,10	17,67	37,536	0,056	37,42
	13H30	-1,0	18,33	18,30	37,580	0,078	37,36
<u>22-Mai-86</u>	11H25	-43,0	14,42	14,22	37,947	0,078	38,00
	11H37	-20,0		14,58	37,796	0,009	37,86
	11H50	-10,0		16,92	37,568	0,086	37,52
	11H45	-1,0	20,45	20,30	37,443	0,029	37,21
<u>27-Mai-86</u>	12H15	-43,0	14,40	14,40	37,881	0,021	37,92
	12H15	-20,0	16,80	16,00	37,763	0,026	37,69
	13H10	-10,0	18,60	18,90	37,591	0,046	37,26
	12H50	-1,0	20,80	20,20	37,660	0,004	37,41
<u>09-Jun-86</u>	13H40	-43,0	14,35	14,50	37,973	0,005	38,03
	13H30	-20,0	15,42	15,26	37,925	0,001	37,86
	14H15	-10,0	15,62	15,48	37,844	0,450	37,84
	14H10	-1,0	16,48	16,00	37,816	0,007	37,80

DATE	HEURE TU	PROF. mètres	TEMP. oC	TEMP.T.S oC	SALINITE 0/00	EC.TYPE S	SAL.T.S 0/00
<u>17-Jun-86</u>	12H40	-43,0	15,40	15,50			37,92
	15H10	-20,0	15,10	16,88			37,79
	13H00	-10,0	17,98	17,80			37,69
	15H00	-1,0	19,09	18,57			37,65
<u>24-Jun-86</u>	7H30	-43,0	14,45	14,15	38,029	0,011	37,95
	8H15	-20,0	16,20	15,90	38,029	0,011	37,82
	8H30	-10,0	18,55	18,40	37,964	0,033	37,62
	7H40	-1,0	21,20	21,00	37,935	0,004	37,57
<u>02-Jul-86</u>	9H50	-43,0	14,60	14,44	38,077	0,099	38,10
	10H05	-20,0	15,70	15,85	37,987	0,005	37,78
	10H25	-10,0	19,60	19,18	37,997	0,032	37,66
	10H30	-1,0	22,12	21,90	37,990	0,016	37,53
<u>10-Jul-86</u>	8H35	-43,0	14,62	14,20	38,013	0,013	38,02
	9H12	-20,0	17,12	16,85	37,989	0,004	37,86
	9H12	-10,0	17,35	17,40	37,965	0,040	37,81
	8H35	-1,0	18,35	18,12	37,972	0,110	37,76
<u>17-Jul-86</u>	7H30	-43,0	15,85	15,65	37,784	0,411	37,92
	8H10	-20,0	19,60	19,25	37,961	0,080	37,77
	8H10	-10,0	21,24	20,90	37,977	0,008	37,70
	7H30	-1,0	21,60	21,42	37,976	0,005	37,68
<u>29-Jul-86</u>	7H45	-43,0	15,35	15,10	38,165	0,002	38,00
	7H45	-1,0	22,40	22,40	38,244	0,039	37,70
<u>31-Jul-86</u>	10H05	-43,0	16,60	16,60	38,150	0,023	38,07
	10H30	-10,0	22,60	22,70	38,229	0,010	37,83
	10H05	-1,0	23,00	22,80	38,235	0,016	37,82
<u>07-Aoû-86</u>	9H35	-43,0	15,70	15,35	38,110	0,035	38,06
	9H35	-20,0	21,90	21,25	38,168	0,025	37,86
	9H55	-10,0	24,00	23,95	38,222	0,018	37,80
	9H55	-1,0	24,40	24,40	38,247	0,017	37,75
	LARGE			25,20	38,254	0,034	37,99
<u>21-Aoû-86</u>	11H45	-43,0	14,30	14,18	38,069	0,034	38,17
	12H40	-20,0	14,80	14,82	38,104	0,009	38,08
	12H25	-10,0	16,00	15,25	38,085	0,052	37,97
	12H00	-1,0	18,10	19,00	38,124	0,007	37,86
<u>02-Sep-86</u>	13H20	-43,0	14,90	14,62	38,051	0,014	38,09
	13H20	-20,0	16,00	16,02	37,919	0,011	38,00
	13H50	-10,0	17,40	17,17	37,955	0,007	37,86
	13H50	-1,0	18,80	18,90	38,001	0,019	37,82
<u>09-Sep-86</u>	15H40	-43,0	16,20	16,10	38,143	0,005	38,09
	15H20	-20,0	19,22	20,30	38,217	0,007	37,99
	15H38	-1,0	21,49	21,38	38,050	0,002	37,92

10

TABLEAU 2 - SUITE

DATE	HEURE TU	PROF. mètres	TEMP. oC	TEMP.T.S oC	SALINITE 0/00	EC.TYPE S	SAL.T.S 0/00
<u>18-Sep-86</u>	12H50	-43,0	15,63	15,40	38,021	0,010	38,12
	12H50	-20,0	22,82	22,82	38,243	0,007	38,08
	13H20	-10,0	22,85	22,90	38,249	0,003	38,03
	13H20	-1,0	23,21	23,22	38,250	0,003	38,00
<u>23-Sep-86</u>	7H15	-43,0	15,90	15,80	37,993	0,040	38,02
	7H05	-20,0		21,10	38,236	0,000	38,00
	8H00	-10,0		22,60	38,239	0,002	38,03
	8H00	-1,0	22,58	22,60	38,308	0,006	37,97
<u>09-Oct-86</u>	9H05	-43,0	21,10	21,10	38,278	0,010	38,13
	9H35	-20,0		21,60	38,341	0,080	38,01
	9H35	-10,0		21,70	38,303	0,010	38,01
	9H05	-1,0	21,59	21,70	38,267	0,020	37,97
<u>24-Oct-86</u>	11H05	-43,0	13,90	14,00	38,064	0,040	38,38
	12H00	-20,0	13,90	14,28	38,105	0,090	38,36
	11H55	-10,0	14,40	14,40	37,938	0,100	38,24
	11H05	-1,0	14,50	14,55	38,039	0,050	38,20
<u>04-Nov-86</u>	14H06	-43,0	17,30	17,40	38,203	0,020	38,30
	14H06	-1,0	17,90	18,02	38,245	0,040	38,16
<u>18-Nov-86</u>	8H40	-43,0	17,40	17,48	38,253	0,020	38,25
	8H40	-1,0		17,50	38,251	0,004	38,11
<u>25-Nov-86</u>	9H42	-43,0	16,70	16,70	38,201	0,060	38,19
	10H15	-20,0		16,82	38,168	0,080	38,09
	10H15	-10,0	16,75	16,82	38,164		38,08
	9H42	-1,0		16,82	38,222	0,020	38,06
<u>04-Déc-86</u>	9H30	-43,0		16,20	38,191	0,010	38,15
	9H45	-1,0		16,20	38,215	0,030	38,10
<u>09-Jan-87</u>	10H05	-43,0	12,90	13,00	38,208	0,006	38,32
	9H55	-1,0	13,30	13,48	38,194	0,003	38,20
<u>21-Jan-87</u>	14H00	-1,0	13,00	12,80	38,043	0,010	38,05
<u>26-Jan-87</u>	8H50	-43,0		12,80	38,163	0,050	38,30
	8H50	-1,0		13,00	38,212	0,097	38,24
<u>13-Fév-87</u>	10H35	-42,0		13,12	38,144	0,000	38,23
	10H45	-15,0	13,10	13,06	38,134	0,030	38,12
	10H45	-7,0	13,00	13,05	38,144	0,120	38,03
	10H35	-2,0		13,00	37,240	0,030	37,82
<u>23-Fév-87</u>	14H15	-43,0	11,30	12,60	38,224	0,030	
	14H15	-1,0	12,90	12,80	38,220	0,030	

DATE	HEURE TU	PROF. mètres	TEMP. oC	TEMP.T.S oC	SALINITE 0/00	EC.TYPE S	SAL.T.S 0/00
<u>04-Mar-87</u>	8H15	-43,0			38,181	0,002	
	8H35	-15,0			38,223	0,040	
	8H35	-7,0			38,194	0,026	
	8H15	-1,0			38,172	0,006	
<u>17-Mar-87</u>	10H?	-43,0	12,40	12,50	38,170	0,020	38,30
	10H?	-1,0	12,60	12,60	38,175	0,008	38,21
<u>26-Mar-87</u>	10H?	-43,0	12,60		38,188	0,030	
	10H?	-20,0	12,70		38,168	0,020	
	10H?	-10,0	12,80		38,170	0,002	
	10H?	-1,0	13,00		38,144	0,020	
<u>01-Avr-87</u>	10H30	-43,0	12,56	12,60	38,193	0,030	38,30
	10H30	-15,0	12,58	12,60	38,200	0,030	38,25
	10H30	-7,0	12,52	12,60			38,23
	10H30	-1,0	13,85	12,80			38,15
<u>14-Avr-87</u>	8H35	-43,0	12,62	12,62	38,383	0,098	38,30
	9H30	-15,0	12,85	12,80	38,261	0,076	38,18
	9H00	-7,0	12,85	12,80	38,268	0,017	38,18
	8H20	-1,0	13,08	12,90	38,286	0,006	38,15
<u>27-Avr-87</u>	12H18	-43,0	13,70		38,068	0,020	
	12H18	-15,0	14,42		38,075	0,004	
	12H40	-7,0	14,50		38,075	0,009	
	12H40	-1,0	15,00		38,011	0,019	
<u>06-Mai-87</u>	12H20	-43,0	13,80		38,097	0,030	
	12H20	-15,0	13,90		38,063	0,073	
	14H55	-7,0			38,042	0,017	
	13H40	-1,0	14,00		37,916		
<u>25-Mai-87</u>	10H00	-43,0	13,70		38,182	0,037	
	10H00	-15,0	14,15		38,165	0,041	
	10H17	-7,0	14,52		38,190	0,005	
	10H17	-1,0	15,25		38,193	0,015	
<u>01-Jun-87</u>	12H40	-1,0	16,20	16,40	38,125	0,060	
<u>10-Jun-87</u>	7H30	-43,0	13,30	12,80	38,171	0,009	
	9H50	-1,0	15,85	15,30	38,150	0,023	
<u>16-Jun-87</u>	12H45	-43,0	13,50	12,92	38,205	0,010	
	13H00	-1,0	14,80	14,62	38,166	0,001	
<u>30-Jun-87</u>	7H40	-43,0	15,35	15,08	38,217	0,060	38,08
	8H15	-15,0	19,30	18,84	38,257	0,020	37,70
	8H03	-7,0	20,40	20,06	38,233	0,073	37,76
	7H38	-1,0	20,85	20,40	38,218	0,048	37,72

TABLEAU 2 - SUITE

DATE	HEURE TU	PROF. mitres	TEMP. [C]	TEMP.T.S [C]	SALINITE 0/00	EC.TYPE S	SAL.T.S 0/00
<u>08-Jul-87</u>	9H40	-43,0	14,90	14,70	38,255	0,013	
	10H25	-15,0	18,58		38,211	0,025	
	10H	-7,0	23,28	23,20	38,223	0,008	
	9H35	-1,0	24,50	24,50	38,255	0,013	
<u>16-Jul-87</u>	8H10	-43,0	16,20	16,50	38,199	0,008	
	8H35	-20,0	18,80		38,822	0,015	
	8H30	-10,0	24,60	24,90	38,271	0,046	
	8H05	-1,0	24,80	25,10	38,235	0,010	
<u>23-Jul-87</u>	7H50	-43,0	14,00	14,40	38,184	0,007	
	8H30	-20,0	15,30		38,192	0,012	
	8H25	-10,0	16,60		37,970	0,007	
	7H45	-1,0	22,40		38,319	0,017	
<u>30-Jul-87</u>	7H40	-43,0	20,00		38,311	0,011	
	8H20	-20,0	19,10		38,243	0,005	
	8H15	-10,0	19,85		38,183	0,029	
	7H30	-1,0	21,40		38,301	0,093	
<u>06-Aoû-87</u>	12H50	-43,0	15,85	15,65	38,188	0,008	38,15
	12H50	-15,0	19,50	19,43	38,282	0,012	38,05
	13H10	-7,0	21,07	21,30	38,348	0,024	37,92
	13H10	-1,0	22,05	22,10	38,371	0,031	37,92
<u>12-Aoû-87</u>	8H30	-43,0	15,42	15,10	38,191	0,016	38,40
	8H30	-1,0	21,95	22,22	38,355	0,005	38,01
<u>14-Aoû-87</u>	8H	-43,0	14,90	17,00	38,210	0,005	38,22
	8H30	-15,0	20,18	21,15	38,306	0,029	38,05
	8H30	-7,0	21,71	22,20	38,329	0,021	37,95
	8H	-1,0	22,40	22,60	38,349	0,007	38,00
<u>21-Aoû-87</u>	6H45	-43,0	16,20	16,20	38,179	0,038	38,33
	7H25	-15,0	23,50	23,90	38,386	0,002	38,20
	7H25	-7,0	24,70	24,90	38,437	0,019	38,20
	7H35	-1,0	24,61	25,10	38,446	0,015	38,08
<u>02-Sep-87</u>	13H30	-43,0	17,64	17,85	38,182	0,007	38,41
	8H52	-15,0	23,46	23,66	38,406	0,005	38,18
	14H52	-7,0	23,75	23,98	38,378	0,002	38,02
	13H30	-1,0	24,22	24,47	38,422	0,006	38,02
<u>14-Sep-87</u>	9H45	-43,0	16,02	16,00	38,196	0,093	38,22
	10H10	-15,0	22,48	22,80	38,443	0,052	38,05
	10H05	-7,0	22,65	23,00	38,450	0,054	38,07
	9H35	-1,0	23,25	23,35	38,474	0,054	38,05

DATE	HEURE TU	PROF. mitres	TEMP. [C]	TEMP.T.S [C]	SALINITE 0/00	EC.TYPE S	SAL.T.S 0/00
<u>25-Sep-87</u>	9H	-43,0	14,84	14,95	38,24	0,057	38,24
	9H25	-15,0	23,85	24,08	38,04	0,032	38,04
	9H25	-7,0	23,90	24,15	38,07	0,014	38,07
	8H50	-1,0	24,00	24,15	38,06	0,008	38,06
<u>29-Sep-87</u>	8H30	-43,0	14,30	14,35	38,33	0,074	38,33
	8H30	-15,0	16,71	16,78	38,05	0,179	38,05
	8H55	-7,0	19,92	20,05	38,06	0,006	38,06
	8H55	-1,0	20,00	20,20	38,05	0,018	38,05

Les températures mesurées par les chaînes de thermistances sont toujours proches des valeurs de calage (à 0,1-0,2°C près), exception faite des numéros 3 et 9 sur les 2 chaînes (-5m, -17m, -27m, -39m) et de quelques valeurs qui dévient de plus de 0,5°C.

Sur les capteurs des courantomètres SUBER, elles sont en général également exactes à 0,2°C près, quoique parfois, elles s'écartent aussi, de façon aléatoire, de plus de 0,5°C. Nous n'avons pas corrigé les températures puisque les écarts ne peuvent être attribués ni à une dérive, ni à un décalage constant.

Les valeurs de salinité présentent un décalage et une dérive en fonction du temps qui ne sont pas négligeables et qu'il a fallu corriger avec le peu d'éléments disponibles.

Les séries 1 à 7 ont été recalées grossièrement en appliquant aux valeurs brutes de salinité une correction Delta, fonction du temps (tableau 4). Cette correction comprend généralement un décalage constant dans le temps plus une dérive linéaire ou exponentielle. Elle est tracée pour chaque série de mesures sur les planches III.2 à III.6.

Pour ces séries, le décalage se situe entre + 0,2 et +0,6%. excepté pour le courantomètre 164 (fond-série 6 : planche III.6) et pour les deux séries à -7 et -15 mètres (série 4 et 6 : planche III.5).

La dérive entraîne la diminution de la salinité sauf pour la série 4 (-15 mètres : planche III.5). Elle la fait chuter de 0,4 à 1,2 % au bout de 15 à 30 jours. On observe en général une faible dérive pendant les 10 premiers jours; elle s'accroît ensuite pour redevenir plus faible à la fin de l'enregistrement.

Les séries 8 à 15 ont été corrigées par la SOGREAH de façon plus systématique. Pour la plupart des fichiers, la dérive des capteurs est caractérisée par une simple loi de type parabolique dont les coefficients sont évalués par une méthode de moindres carrés. Pour certains enregistrements, une méthode de lissage plus complexe a été employée faisant intervenir des fonctions splines. Le tableau 3 donne les valeurs des coefficients obtenus pour les lissages polynomiaux du type  $y = a*(t**2) + b*t + c$ . (cf SOGREAH - 1988).

Certains enregistrements de salinité présentent des sauts de valeurs durant plusieurs heures et avec les nouveaux courantomètres SUBER SLS21 des oscillations de très fortes amplitudes pendant les séries 14 et 15. Ces variations peuvent être dues soit à l'appareil lui-même, soit au passage de masses d'eau hétérogènes, soit à des ondes internes.

**TABLEAU 3**  
**COEFFICIENTS DU POLYNOME DE LISSAGE UTILISE PAR LA SOGREAH**  
**POUR LA CORRECTION DES SERIES 8 A 15.**

(Les coefficients ne sont pas notés pour les séries corrigées à l'aide d'une fonction spline)

Courantographe n°	Profondeur d'immersion (m)	Période d'enregistrement				Coefficient du polynôme de lissage		
		début		fin		10 <sup>7</sup> .a	10 <sup>4</sup> .b	c
188	1,5	19 nov. 86	10 h 30	8 déc. 86	10 h 30	-0,33059	0,63637	38,679
164	41	19 nov. 86	10 h 10	8 déc. 86	9 h 30	0,21254	-1,48856	37,299
164	1,5	19 déc. 86	9 h 50	21 jan. 87	11 h 20	-0,24685	0,96551	37,213
188	41	10 déc. 86	10 h 40	27 jan. 87	11 h 10	-0,14548	0,62871	38,656
164	1,5	28 jan. 87	12 h 50	2 mars 87	8 h 30	0,08901	-0,88529	37,486
129	7	28 jan. 87	13 h 20	4 mars 87	9 h 40	-0,06830	0,36738	38,602
127	41	27 jan. 87	15 h 30	4 mars 87	9 h 20	-0,19117	0,60462	37,975
188	1,5	2 mars 87	9 h 40	14 avril 87	8 h 40	-0,07635	-0,24183	37,738
129	7	5 mars 87	13 h 20	14 avril 87	9 h 40	-1,21073	3,19414	38,540
127	17	5 mars 87	13 h 10	14 avril 87	9 h 40	-	-	-
164	41	4 mars 87	9 h 20	16 avril 87	8 h 30	-0,24799	-0,08221	37,391
188	1,5	15 avril 87	8 h 30	14 mai 87	8 h 40	-	-	-
164	1,5	14 mai 87	9 h 00	30 mai 87	10 h 20	0,70610	-3,51871	37,543
189	1,5	1 juin 87	14 h 00	30 juin 87	12 h 20	-0,83477	1,96650	39,190
298	7	14 avril 87	10 h 00	1 juin 87	12 h 10	-	-	-
299	15	14 avril 87	10 h 00	1 juin 87	12 h 10	-	-	-
300	41	16 avril 87	8 h 30	1 juin 87	11 h 50	-0,12001	-0,35021	37,347
299	7	2 juin 87	13 h 15	30 juin 87	9 h 15	-	-	-
298	15	2 juin 87	13 h 15	30 juin 87	9 h 15	-	-	-
300	41	2 juin 87	12 h 45	30 juin 87	9 h 05	-	-	-
128	1,5	30 juin 87	13 h 20	12 août 87	7 h 00	-	-	-
298	7	2 juil. 87	7 h 55	12 août 87	8 h 35	-	-	-
299	15	2 juil. 87	7 h 55	12 août 87	8 h 35	-	-	-
300	41	2 juil. 87	7 h 55	12 août 87	8 h 25	-	-	-
189	1,5	12 août 87	7 h 40	29 sept. 87	7 h 50	-	-	-
298	7	14 août 87	7 h 55	29 sept. 87	12 h 55	-	-	-
299	15	14 août 87	7 h 55	29 sept. 87	12 h 55	-	-	-
300	41	14 août 87	7 h 55	30 sept. 87	7 h 55	-	-	-

**TABLEAU 4**  
**CORRECTION DE LA SALINITE EN FONCTION DU TEMPS**  
**SERIES 1 A 7**

DELTA = S<sub>mes</sub> - S<sub>vrai</sub>  
n = numéro d'enregistrement

SERIES 1 ET 2	
SURFACE :	DELTA = EXP(-0,00022*n-0,68)
FOND :	DELTA = EXP(-0,00012*n-0,58)
SERIE 3	
SURFACE :	DELTA = 0,2 pour n < 1440 (10 jours) = -0,00035*n+0,5 pour 1440 < n < 4032 = -0,9 pour n > 4032 (28 jours)
FOND :	DELTA = 0,5-EXP(0,00039*n-2,8)
SERIE 4	
-15 m :	DELTA = 0,00016*n+0,04
SERIE 5	
SURFACE :	DELTA = 0,3 pour n < 1296 (9 jours) = -0,00053*n+0,99 pour 1296 < n < 3168 = -0,7 pour n > 3168 (22 jours)
SERIE 6	
SURFACE :	DELTA = 0,9 (6 jours de marche seulement)
-7 m :	DELTA = -1 pour n < 600 (4 jours) = -0,0003*n-0,82 pour 600 < n < 2600 = -1,6 pour n > 2600 (18 jours)
FOND :	DELTA = -0,5 pour n < 2500 (17 jours) = -0,00027*n+0,19 pour n > 2500
SERIE 7	
FOND :	DELTA = 0,65-EXP(0,00049*n-2,96)

#### IV. LES DONNEES METEOROLOGIQUES

Les résultats sont présentés ici sous forme de tracés bruts en fonction du temps et par série de mesures. Les figures, sauf indication particulière, et les planches sont incluses dans le rapport annexe, tandis que les tableaux sont dans le rapport principal.

La station météorologique comprend des mesures de :

- vitesse et direction du vent  
(direction d'où vient le vent)  
(vitesse: planches IV.V1 à V7)  
(roses des vents : planches IV.R1 à R5)
- température de l'air (Planches IV.T1 à T7)
- radiation solaire (Planches IV.S1 à S7)
- pression atmosphérique (Planches IV.P1 à P7)

La station météo a été mise en place à partir du 7 Mars 1986 et jusqu'au 29 septembre 1987. De mars à mi-mai 1987, il n'y a pas eu de mesures, le data logger étant révisé après un an de fonctionnement. D'autre part, la girouette n'a pas fonctionné pendant le dernier mois d'enregistrement (série 15-septembre 1987).

Le tableau 5 donne les minima, maxima et moyennes de chacune de ces variables, regroupés en séries correspondant au tableau 1.

Les hodographes intégrés et les vecteurs plots correspondant à chacune des séries de mesures ont été tracés en parallèle avec les courants mesurés dans le milieu marin (planches VI.P1 à P13 et VI.HV1 à HV15).

#### IV.I RESULTATS

La moyenne annuelle des vitesses du vent tourne autour de 6 m/s et on observe des pointes à 27 m/s. Les vents sont très faibles (<2 m/s) environ 20 % du temps, tandis que les vents forts (>10 m/s) interviennent 7 % du temps et correspondent essentiellement au Mistral.

Nous retrouvons les 3 types de temps, bien connus dans la région :

- Mistral : 38% du temps
- Vent d'Est : 38% du temps
- temps calme : 20% du temps

## TABLEAU 5

## MINIMA, MAXIMA ET MOYENNES DES PARAMETRES METEOROLOGIQUES

SERIE	RADIATION mW/cm2	PRESSION mbars	TEMPER. AIR °C	VITESSE (m/s)	
				MAX.	MOYENNE.
1	MARS	1986			
MIN	-3,7	989,4	4,05	0	0
MAX	86,94	1014,1	18,15	24	18
MOYENNE	17,36	1006,3	11,18	7,64	6,11
2	AVRIL-MAI	1986			
MIN	-2,0	988,1	3,13	0	0
MAX	108,16	1013,3	22,82	23	19
MOYENNE	21,22	1000,8	13,35	6,88	4,36
3	MAI-JUIN	1986			
MIN	-2,8	1001,5	8,76	0	0
MAX	109,79	1014,1	29,38	21	16
MOYENNE	27,37	1007,4	18,84	6,12	3,67
4	JUILLET	1986			
MIN	-4,9	998,5	16,26	0	0
MAX	106,12	1011,1	28,80	27	17
MOYENNE	26,09	1004,8	22,04	5,65	3,78
5	AOUT	1986			
MIN	-2,0	996,7	11,37	0	0
MAX	103,67	1014,6	30,35	22	18
MOYENNE	25,18	1004,7	22,02	6,47	4,31
6	SEPTEMBRE	1986			
MIN	-3,67	1000,2	12,97	0	0
MAX	87,75	1018,5	25,98	19	12
MOYENNE	17,56	1007,9	20,00	5,23	3,37
7	OCTOBRE	1986			
MIN	-2,4	996,3	10,9	0	0
MAX	68,16	1014,6	24,8	20	16
MOYENNE	12,2	1008,7	18,66	7,65	5,01
8	NOV. DEC.	1986			
MIN	-3,67	993,7	4,23	0	0
MAX	63,47	1026,7	18,63	24	16
MOYENNE	7,98	1012,3	11,19	6,19	4,10
9	DEC. JANV.	1986/1987			
MIN	-4,08	972,4	-7,12	0	0
MAX	67,14	1021,1	16,83	27	18
MOYENNE	8,35	1003,8	6,94	8,42	5,32
10	FEVRIER	1987			
MIN	-3,27	983,7	1,11	0	0
MAX	70,61	1014,6	16,79	27	13
MOYENNE	7,98	1002,2	9,49	7,12	4,59
12B	AVRIL-MAI	1987			
MIN	-4,49	996,03	7,92	0	0
MAX	117,96	1011,11	26,32	22	17
MOYENNE	27,9	1003,03	16,11	8	6
13	JUIN-JUILLET	1987			
MIN	-2,86	994,59	13,16	0	0
MAX	112,2	1014,6	29,09	24	18
MOYENNE	26,9	1006,03	21,26	6	4
14	JUILLET-AOUT	1987			
MIN	-2,46	992,86	14,75	0	0
MAX	101,2	1007,20	32,21	21	18
MOYENNE	26,1	1002,68	23,03	6,03	3,94
15	AOUT-SEPTEMBRE	1987			
MIN	-3,67	996,03	12,97	0	0
MAX	91,43	1016,90	27,93	21	16
MOYENNE	19,86	1007,36	21,56	6,70	3,72

Les données de cette station météo ont été complétées et comparées aux relevés effectués par la Météorologie Nationale en deux sites proches de la zone d'étude : station de TOULON LA MITRE et vigie de CEPET (fig. I.3).

Le bulletin de la Météorologie fournit les mesures suivantes :

- à CEPET :

- \* la direction et la vitesse du vent trihoraire
- \* la pression atmosphérique trois fois par jour
- \* la nébulosité totale trois fois par jour
- \* la visibilité trois fois par jour
- \* l'état de la mer trois fois par jour
- \* les précipitations à 18h, à 6h, et le total sur 24h

- à Toulon LA MITRE :

- \* la direction et la vitesse du vent trihoraire
- \* la nébulosité trihoraire
- \* la visibilité horizontale trihoraire
- \* la durée d'insolation avant et après 12h plus le total
- \* la durée et les hauteurs de précipitations.

Seules les données de précipitations journalières sont tracées ici pour les années 1986 (Mars à Décembre : planche IV.PL1) et 1987 (Janvier à Septembre : planche IV.PL2) et ceci pour les deux stations. Les durées journalières de pluie mesurées à Toulon LA MITRE sont décrites sur la planche IV.DP.

La Société SERITEL AZUR a réalisé, à notre demande, une étude comparative sur les mesures de vent réalisées par l'IFREMER et la Météorologie Nationale. Elle a recherché des lois de corrélation entre la station IFREMER située à CROSSMED et chacune des stations CEPET et LA MITRE, ceci sur 17 mois d'enregistrement et en éliminant les vents inférieurs à 5 m/s. Les données de la station IFREMER ont été sous-échantillonnées à 3 heures en prenant la vitesse moyenne mesurée pendant les 15 minutes précédant chaque instant. Un traitement spécifique a été réalisé également pour traiter les directions autour de 0-360°.

Le tableau 6 donne les coefficients de corrélation trouvés pour chacun des 17 mois, et pour la direction et vitesse du vent. Ce coefficient est bon (0,9) pour les directions, mais il reste généralement assez faible pour les vitesses.

Les droites de corrélation calculées conduisent aux équations suivantes :

Direction IFREMER = 0,76 ( $\pm 0,06$ ) Direction Toulon + 43 ( $\pm 17$ )  
 Direction IFREMER = 0,71 ( $\pm 0,08$ ) Direction Cepet + 70 ( $\pm 22$ )  
 Vitesse IFREMER = 0,61 ( $\pm 0,27$ ) Vitesse Toulon +1,8 ( $\pm 1$ )  
 Vitesse IFREMER = 0,48 ( $\pm 0,11$ ) Vitesse Cepet +1,5 ( $\pm 0,7$ )

Les rotations importantes des directions mesurées à CROSSMED par rapport aux autres stations peuvent s'expliquer par des effets locaux, dus par exemple aux effets de falaise. Les droites de corrélation linéaires sont à prendre avec beaucoup de prudence, étant donné les erreurs qu'elles induisent sur les valeurs extrapolées (environ 20 à 40 %). Les résultats montrent que la station IFREMER n'est guère représentative de la rade de Toulon mais celle-ci est elle-même assez découpée, bordée de falaises et de montagnes. La circulation atmosphérique est probablement perturbée à basse altitude. La station Cepet est, dit-on, la plus représentative de la région.

#### TABLEAU 6

#### COEFFICIENTS DE CORRELATION ENTRE LES DONNEES DE CROSSMED

#### (Station Ifremer) ET CELLES DE LA METEOROLOGIE NATIONALE A

#### TOULON LA MITRE ET VIGIE DE CEPET

MOIS	NBRE DE POINTS	DIRECTION		VITESSE	
		CROSSMED /LA MITRE	CROSSMED /CEPET	CROSSMED /LA MITRE	CROSSMED /CEPET
03/86	143	0.90	0.90	0.59	0.63
04/86	167	0.93	0.92	0.57	0.60
05/86	161	0.85	0.81	0.33	0.54
06/86	24	0.82	0.72	0.84	0.82
07/86	179	0.85	0.81	0.53	0.71
08/86	203	0.89	0.89	0.56	0.71
09/86	171	0.84	0.89	0.22	0.55
10/86	153	0.95	0.95	0.59	0.71
11/86	68	0.91	0.94	0.28	0.35
12/86	186	0.92	0.91	0.61	0.65
01/87	202	0.91	0.91	0.63	0.68
02/87	75	0.79	0.86	0.35	0.69
05/87	179	0.91	0.93	0.72	0.71
06/87	199	0.88	0.90	0.65	0.77
07/87	179	0.85	0.81	0.53	0.71
08/87	173	0.86	0.78	0.56	0.66
09/87	186		-	0.40	0.62

## V. LES PARAMETRES HYDROLOGIQUES

### V.1 PRESENTATION DES RESULTATS

La température est mesurée à la fois par les courantomètres et par les chaînes de thermistances. La salinité n'est connue que par les capteurs de conductivité associés à ceux de la température sur les courantomètres. La densité a été calculée à partir de la salinité et de la température mesurées sur les courantomètres.

Les tracés en fonction du temps de ces différents paramètres sont exposés sur les planches V.

*Les températures mesurées par les chaînes de thermistances à des profondeurs intermédiaires sont tracées seulement lorsqu'il existe une stratification notable ou bien quand les courantomètres n'ont pas donné de résultats.*

- Salinités (Planches V.S1 à S10)
- Températures (Planches V.T1 à T24)
- Profils de température (Planches V.P1 à V.P11)
- Diagrammes T.S (Planches V.D1 à D6)
- Densités (Planches V. $\sigma$ 1 à  $\sigma$ 18)

Les profils verticaux de température ont été tracés en valeurs instantanées toutes les 48 heures.

Les tableaux 7, 8 et 9 précisent les minima, maxima et moyennes de ces paramètres pour chaque série de mesures.

La totalité de ces enregistrements est récapitulée pour chacun des paramètres sur les figures A, B et C incluses dans ce rapport principal. D'autre part, afin de comparer les périodes communes de mesures sur les deux années 1986 et 1987, les figures D, E, F et G incluses également dans ce fascicule décrivent en parallèle les périodes mars à juin 86 et 87, et fin juin à septembre 86 et 87 pour la température et la densité.

### V.2 RESULTATS

Les salinités sont en général relativement constantes et homogènes sur la verticale. Elles se situent autour de 38,1 ‰ avec des valeurs légèrement plus faibles en surface mais de façon non systématique. On observe une forte dessalure en surface pendant le début du mois de Juin 86 qui ne correspond pas à une période de pluie. Les mesures sont très perturbées à partir du mois de juin 87 et jusqu'en septembre 87 (séries 13 à 15), avec des oscillations très importantes dues probablement au mauvais fonctionnement des capteurs des nouveaux courantomètres SUBER.

TABLEAU 7 : MINIMA, MAXIMA ET MOYENNES  
DES PARAMETRES HYDROLOGIQUES

SERIE	TEMPERATURE			SALINITE				
	SURF.	-7m	-15m	FOND	SURF.	-7m	-15m	FOND
1	MARS		1986					
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	12,64			12,46	37,54			37,87
MAX	13,76			13,60	38,18			38,15
MOYENNE	<u>13,26</u>			<u>13,15</u>	<u>37,94</u>			<u>37,98</u>
2	AVRIL	MAI	1986					
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	13,17			13,23	37,33			37,60
MAX	17,49			14,98	38,01			38,09
MOYENNE	<u>14,42</u>			<u>13,75</u>	<u>37,72</u>			<u>37,88</u>
3	MAI	JUIN	1986					
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	13,94			13,37	36,94			37,56
MAX	21,80			16,18	38,50			38,18
MOYENNE	<u>17,68</u>			<u>14,46</u>	<u>37,65</u>			<u>37,90</u>
4	JUILLET		1986					
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN			13,37				37,56	
MAX			16,18				38,18	
MOYENNE			<u>14,46</u>				<u>37,90</u>	
5	AOUT		1986					
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	14,92				37,30			
MAX	25,66				38,56			
MOYENNE	<u>21,29</u>				<u>38,12</u>			
6	SEPTEMBRE		1986					
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN		20,79		14,80	37,65			37,46
MAX		23,16		23,32	38,52			38,50
MOYENNE		<u>22,15</u>		<u>18,41</u>	<u>38,15</u>			<u>38,04</u>
7	OCTOBRE		1986					
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN				13,52				37,56
MAX				21,63				38,59
MOYENNE				<u>17,70</u>				<u>38,10</u>

SERIE	TEMPERATURE				SALINITE			
	SURF.	-7m	-15m	FOND	SURF.	-7m	-15m	FOND
8	NOV.	DEC.		1986				
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	16,10			15,92	37,92			37,61
MAX	17,51			17,36	38,54			38,45
MOYENNE	<u>16,65</u>			<u>16,50</u>	<u>38,21</u>			<u>38,19</u>
9	DEC.	JANV.		1986/1987				
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	12,27			12,49	37,67			37,66
MAX	16,05			16,07	38,76			38,63
MOYENNE	<u>13,90</u>			<u>13,66</u>	<u>38,18</u>			<u>38,17</u>
10	FEVRIER			1987				
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	12,21	12,39		11,95	37,88	37,95		37,77
MAX	13,16	13,26		13,09	38,99	38,36		38,36
MOYENNE	<u>12,83</u>	<u>12,97</u>		<u>12,72</u>	<u>38,20</u>	<u>38,16</u>		<u>38,15</u>
11	MARS-AVRIL			1987				
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	12,40	12,55	12,36	12,22	37,75	37,80	37,95	37,89
MAX	13,51	13,56	13,27	13,13	38,54	38,84	38,53	38,52
MOYENNE	<u>12,78</u>	<u>12,87</u>	<u>12,67</u>	<u>12,62</u>	<u>38,17</u>	<u>38,17</u>	<u>38,19</u>	<u>38,21</u>
12	AVRIL-MAI			1987				
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	12,86	12,85	12,88	12,96	37,36	37,41	37,79	37,28
MAX	16,13	16,45	15,68	14,76	38,49	38,48	38,29	38,37
MOYENNE	<u>14,33</u>	<u>14,26</u>	<u>14,01</u>	<u>13,66</u>	<u>38,08</u>	<u>38,11</u>	<u>38,11</u>	<u>38,13</u>
13	JUIN			1987				
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	13,30	13,34	13,09	13,14	37,66	35,87	37,75	37,02
MAX	20,86	20,71	19,39	17,20	38,80	39,58	38,45	38,32
MOYENNE	<u>16,61</u>	<u>16,40</u>	<u>15,62</u>	<u>14,26</u>	<u>38,15</u>	<u>38,17</u>	<u>38,18</u>	<u>38,18</u>
14	JUILL.-AOUT			1987				
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	15,22	14,93	14,51	13,63	37,88	36,50	35,42	37,21
MAX	25,25	25,10	24,93	19,25	38,92	38,98	39,34	38,50
MOYENNE	<u>21,67</u>	<u>21,22</u>	<u>19,35</u>	<u>15,44</u>	<u>38,29</u>	<u>38,20</u>	<u>38,20</u>	<u>38,21</u>
15	AOUT-SEPT.			1987				
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MIN	18,10	16,69	14,99	13,71	37,80	34,88	37,42	36,90
MAX	25,63	25,42	24,80	22,33	39,05	39,19	38,87	39,48
MOYENNE	<u>23,28</u>	<u>23,09</u>	<u>21,98</u>	<u>16,55</u>	<u>38,44</u>	<u>38,41</u>	<u>38,39</u>	<u>38,17</u>

MINIMA, MAXIMA ET MOYENNES DE LA DENSITE

SERIE	DENSITE			FOND
	SURF.	-7m	-15m	
1	MARS		1986	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	28,25			28,57
MAX	28,87			28,82
MOYENNE	<u>28,64</u>			<u>28,69</u>
2	AVRIL-MAI		1986	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	27,37			28,04
MAX	28,65			28,73
MOYENNE	<u>28,20</u>			<u>28,47</u>
3	MAI- JUIN		1986	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	26,46			27,73
MAX	28,72			28,67
MOYENNE	<u>27,37</u>			<u>28,34</u>
4	JUILLET		1986	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN			26,11	
MAX			28,52	
MOYENNE			<u>27,46</u>	
5	AOUT		1986	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	25,53			
MAX	28,52			
MOYENNE	<u>26,77</u>			
6	SEPTEMBRE		1986	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	26,08	26,23		26,30
MAX	27,45	26,96		28,49
MOYENNE	<u>26,60</u>	<u>26,58</u>		<u>27,49</u>
7	OCTOBRE		1986	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN				26,58
MAX				28,79
MOYENNE				<u>27,71</u>
8	NOV.-DEC.		1986	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	27,76			27,69
MAX	28,32			28,33
MOYENNE	<u>28,08</u>			<u>28,10</u>

SERIE	DENSITE			FOND
	SURF.	-7m	-15m	
9	DEC.-JANVIER		1986/87	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	27,96			28,02
MAX	29,26			29,18
MOYENNE	<u>28,67</u>			<u>28,72</u>
10	FEVRIER		1987	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	28,66	28,67		28,57
MAX	29,54	29,06		29,16
MOYENNE	<u>28,92</u>	<u>28,86</u>		<u>28,91</u>
11	MARS-AVRIL		1987	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	28,54	28,51	28,74	28,70
MAX	29,20	29,42	29,24	29,20
MOYENNE	<u>28,91</u>	<u>28,89</u>	<u>28,95</u>	<u>28,97</u>
12	AVRIL-MAI		1987	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	27,76	27,79	28,13	28,02
MAX	28,97	29,06	28,97	28,99
MOYENNE	<u>28,46</u>	<u>28,54</u>	<u>28,59</u>	<u>28,69</u>
12B	MAI		1987	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	28,06			
MAX	28,97			
MOYENNE	<u>28,56</u>			
13	JUIN		1987	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	26,78	25,84	27,37	27,25
MAX	29,05	28,86	28,94	28,91
MOYENNE	<u>28,02</u>	<u>28,10</u>	<u>28,29</u>	<u>28,61</u>
14	JUILLET-AOUT		1987	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	25,47	24,87	25,02	27,02
MAX	28,55	28,46	28,75	28,85
MOYENNE	<u>26,80</u>	<u>26,85</u>	<u>27,36</u>	<u>28,35</u>
15	AOUT-SEPT.		1987	
.....	.....	.....	.....	.....
MIN	25,51	23,98	25,63	26,29
MAX	28,06	28,42	28,83	29,58
MOYENNE	<u>26,46</u>	<u>26,49</u>	<u>26,79</u>	<u>28,05</u>

TABLEAU 9 : MINIMA, MAXIMA ET MOYENNES  
DES TEMPERATURES MESUREES PAR  
LES CHAINES DE THERMISTANCES

	SERIES .....	1	2	3	4	5	6	7	8/9	10	.....	13	14	15
		03 /86/	04-05 /86/	05-06 /86/	07 /86/	08 /86/	09 /86/	10 /86/	11-01 86/87	02 /87/		06 /87/	07-08 /87/	08-09 /87/
2 m	MIN	12,70	13,10	13,90	14,80	14,90	19,10	13,60	13,20	12,60		13,20	15,10	18,30
	MAX	13,60	17,40	21,80	23,50	25,80	23,50	22,00	17,70	13,60		21,20	25,40	25,80
	MOYENNE	13,15	14,33	17,72	21,28	21,43	22,33	18,49	15,54	13,19		16,68	21,88	23,47
3 m	MIN	12,60	13,10	13,80	14,80	14,90	20,80	13,70	13,10	12,30		13,20	15,00	17,80
	MAX	13,60	17,20	21,70	23,30	25,70	23,30	22,00	17,40	13,20		20,80	25,10	25,50
	MOYENNE	13,10	14,23	17,49	20,86	21,25	22,24	18,35	15,25	12,84		16,45	21,56	23,18
7 m	MIN	12,60	13,10	13,80	14,40	14,80	20,80	13,80	13,10	12,30		13,00	14,80	16,40
	MAX	13,50	17,00	21,30	23,20	25,60	23,20	21,90	17,50	13,20		20,50	24,90	25,20
	MOYENNE	13,08	14,12	17,01	20,10	20,81	22,20	18,37	15,30	12,91		16,01	20,84	22,83
9 m	MIN	12,70	13,20	13,90	14,40	14,70	20,60	13,70	13,10	12,30		13,20	14,80	16,20
	MAX	13,60	16,70	20,70	23,30	25,60	23,10	21,80	17,40	13,10		20,60	25,10	25,20
	MOYENNE	13,19	14,21	16,90	19,87	20,60	22,17	18,31	15,25	12,84		16,08	20,74	22,81
11 m	MIN	12,60	13,10	13,70	14,20	14,40	20,30	13,70	13,10	12,30		13,10	14,50	15,40
	MAX	13,50	16,50	20,30	23,20	25,50	23,10	21,80	17,40	13,10		20,00	25,00	25,10
	MOYENNE	13,08	14,07	16,56	19,43	20,32	22,12	18,25	15,23	12,82		15,84	20,30	22,50
13 m	MIN	12,60	13,10	13,60	14,10	14,40	20,00	13,60	13,10	12,20		13,00	14,40	15,00
	MAX	13,50	16,40	19,80	23,10	25,50	23,00	21,70	17,40	13,10		19,70	24,90	24,80
	MOYENNE	13,07	14,02	16,28	19,06	20,02	22,05	18,20	15,23	12,82		15,68	19,89	22,21
15 m	MIN	12,70	13,20	13,60	14,10	14,30	19,50	13,60	13,10	12,30		13,10	14,50	15,00
	MAX	13,60	16,40	19,60	23,20	25,50	23,00	22,00	17,40	13,10		19,60	25,00	24,90
	MOYENNE	13,16	14,09	16,11	18,79	19,70	22,05	18,17	15,24	12,81		15,65	19,53	22,02
19 m	MIN	12,60	13,10	13,40	14,00	14,10	19,00	13,60	13,10	12,20		13,00	14,20	14,40
	MAX	13,50	15,70	18,50	23,00	25,30	22,90	21,70	17,40	13,10		19,10	24,50	24,80
	MOYENNE	13,06	13,92	15,59	17,95	18,91	21,89	18,08	15,22	12,81		15,32	18,46	21,30
21 m	MIN	12,50	13,10	13,40	13,90	14,10	18,70	13,60	13,10	12,30		12,90	14,10	14,20
	MAX	13,50	15,50	18,20	23,00	25,30	22,90	21,70	17,40	13,20		19,00	22,50	24,80
	MOYENNE	13,06	13,89	15,41	17,56	18,48	21,78	18,06	15,25	12,86		15,20	18,02	20,95
23 m	MIN	12,50	13,10	13,60	-	-	-	-	12,90	12,10		12,90	13,90	14,00
	MAX	13,50	15,40	16,70	-	-	-	-	17,30	13,00		18,70	21,80	24,70
	MOYENNE	13,06	13,87	14,95	-	-	-	-	15,07	12,70		15,04	17,61	20,53
25 m	MIN	12,50	13,10	13,60	-	-	-	-	13,00	12,10		12,90	13,80	13,90
	MAX	13,50	15,30	16,40	-	-	-	-	17,30	13,20		18,50	21,70	24,70
	MOYENNE	13,04	13,82	14,79	-	-	-	-	15,07	12,70		14,91	17,28	20,11
29 m	MIN	12,50	13,10	13,30	-	-	-	-	12,90	12,10		12,90	13,60	13,60
	MAX	13,50	15,20	16,10	-	-	-	-	17,30	13,00		18,10	21,40	24,50
	MOYENNE	13,06	13,79	14,60	-	-	-	-	15,03	12,70		14,59	16,48	19,03
31 m	MIN	12,30	13,10	13,60	-	-	17,80	13,40	13,00	11,90		12,90	13,60	13,60
	MAX	13,50	15,20	15,80	-	-	22,80	21,60	17,30	13,00		18,10	21,10	24,50
	MOYENNE	13,03	13,74	14,48	-	-	21,30	18,95	15,05	12,71		14,52	16,23	18,54
33 m	MIN	12,30	13,10	13,60	-	-	16,70	13,40	12,90	12,10		12,90	13,50	13,50
	MAX	13,50	15,20	15,40	-	-	22,70	21,60	17,30	13,00		18,00	20,80	24,40
	MOYENNE	13,03	13,72	14,41	-	-	20,82	18,91	15,04	12,72		14,38	15,96	18,00
35 m	MIN	12,30	13,10	13,60	-	-	15,90	13,40	12,90	12,00		12,90	13,40	13,50
	MAX	13,50	15,20	15,20	-	-	22,70	21,60	17,30	13,90		17,70	20,40	24,30
	MOYENNE	13,02	13,70	14,35	-	-	20,20	18,86	15,02	12,71		14,27	15,71	17,49
37 m	MIN	12,30	13,10	13,60	-	-	15,20	13,40	12,90	12,00		12,90	13,40	13,50
	MAX	13,50	15,10	15,10	-	-	22,70	21,60	17,30	13,00		17,60	19,60	24,20
	MOYENNE	13,01	13,67	14,29	-	-	19,53	18,80	15,01	12,72		14,17	15,51	17,02
41 m	MIN	12,30	13,10	13,60	-	-	14,70	13,40	12,80	12,00		12,90	13,40	13,50
	MAX	13,50	15,00	15,00	-	-	22,50	21,60	17,30	13,00		16,90	18,90	22,60
	MOYENNE	13,01	13,63	14,22	-	-	18,49	18,70	14,96	12,71		14,00	15,14	16,25
42 m	MIN	-	-	-	-	-	14,60	13,40	12,80	12,00		12,90	13,40	12,80
	MAX	-	-	-	-	-	22,30	21,60	17,30	13,00		16,90	18,90	22,50
	MOYENNE	-	-	-	-	-	18,17	18,66	14,96	12,71		14,00	15,12	16,22

FIGURE A

**MOUILLAGE AU POINT FIXE DANS LA GRANDE RADE DE TOULON**  
**DENSITÉ EN FONCTION DU TEMPS**  
de mars 1986 à septembre 1987

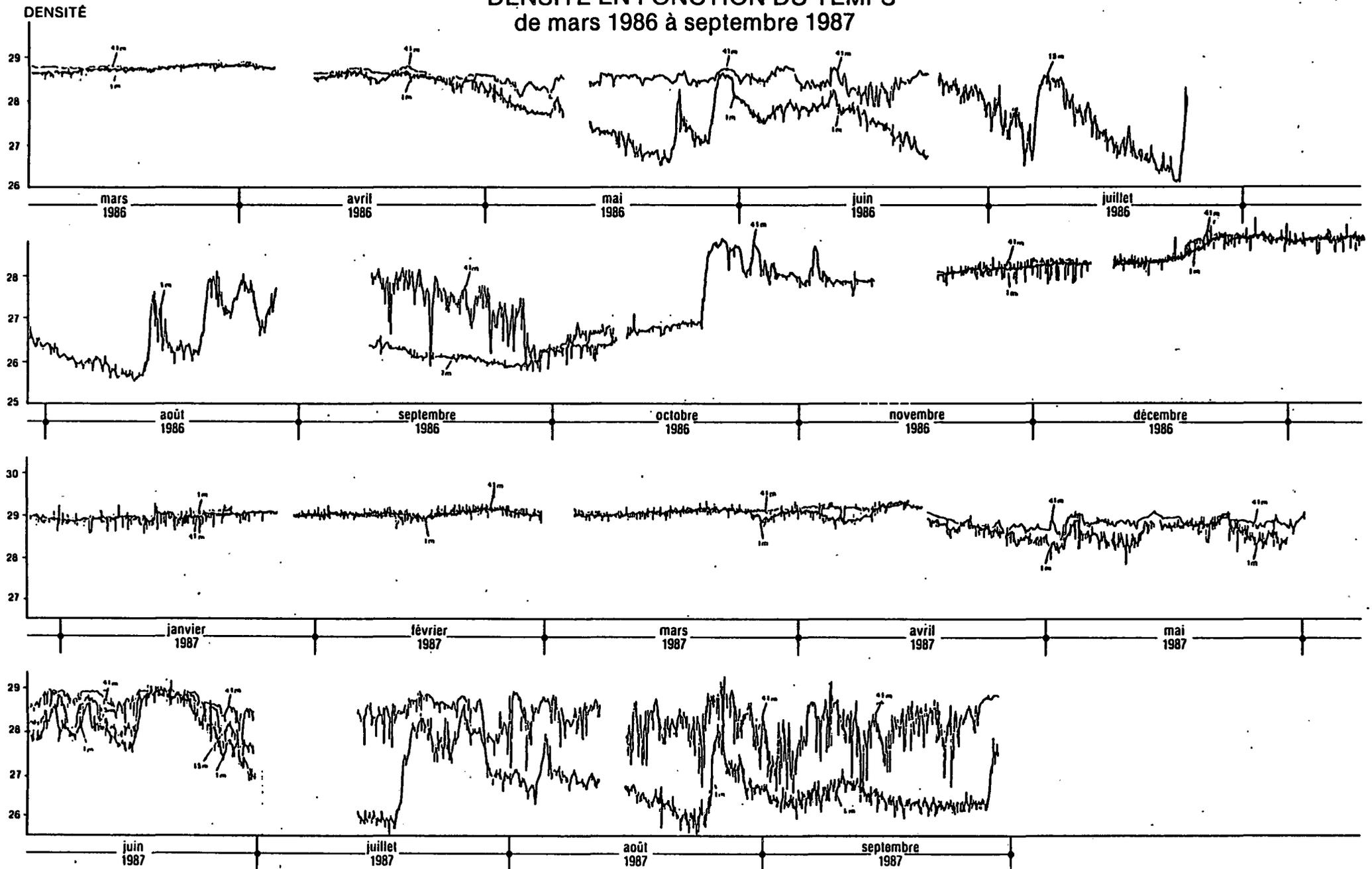


FIGURE B

**MOUILLAGE AU POINT FIXE DANS LA GRANDE RADE DE TOULON**  
**TEMPÉRATURE EN FONCTION DU TEMPS**  
de mars 1986 à septembre 1987

TEMPÉRATURE (°C)

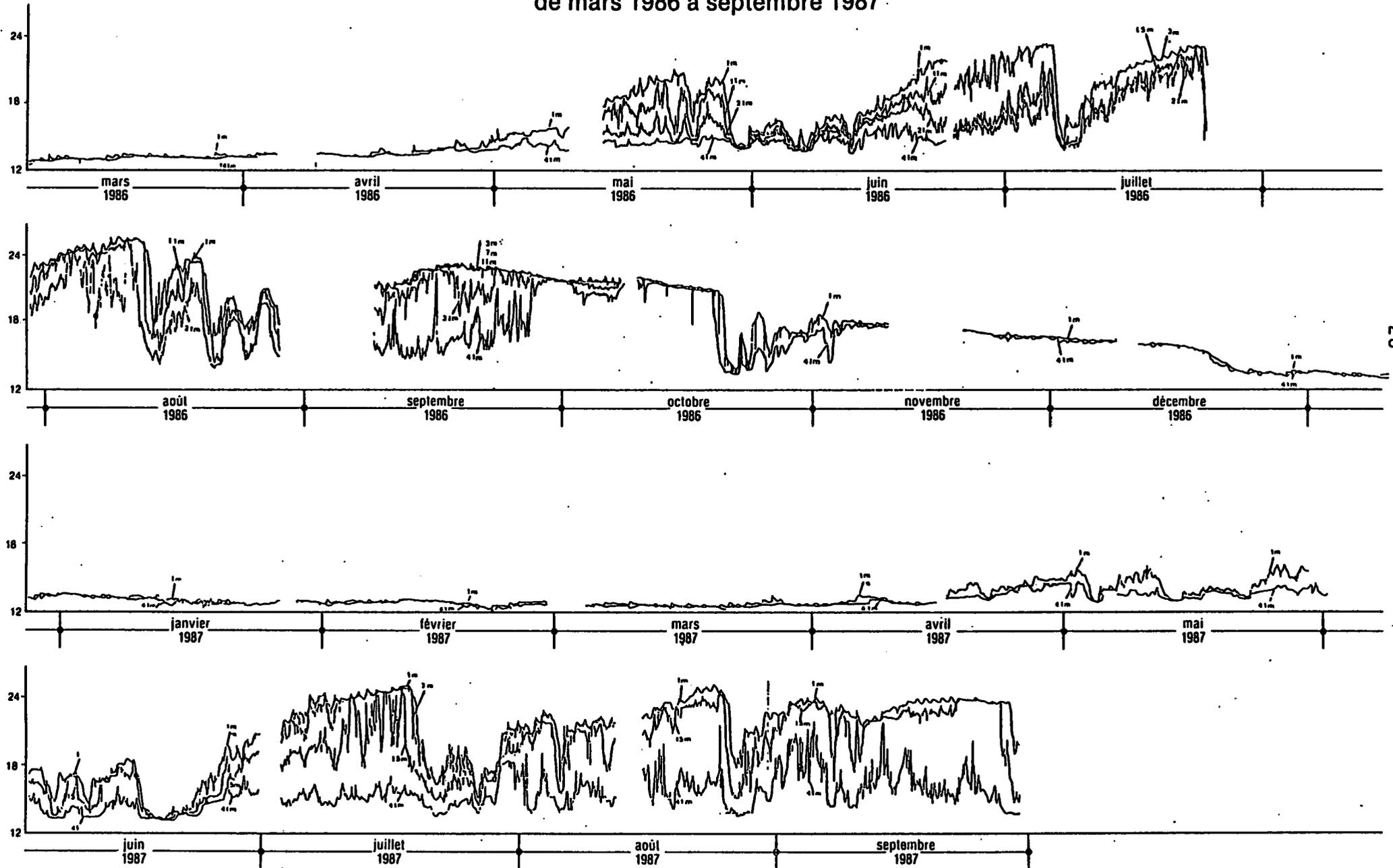


FIGURE C

**MOUILLAGE AU POINT FIXE DANS LA GRANDE RADE DE TOULON**  
**SALINITÉ EN FONCTION DU TEMPS**  
de mars 1986 à septembre 1987

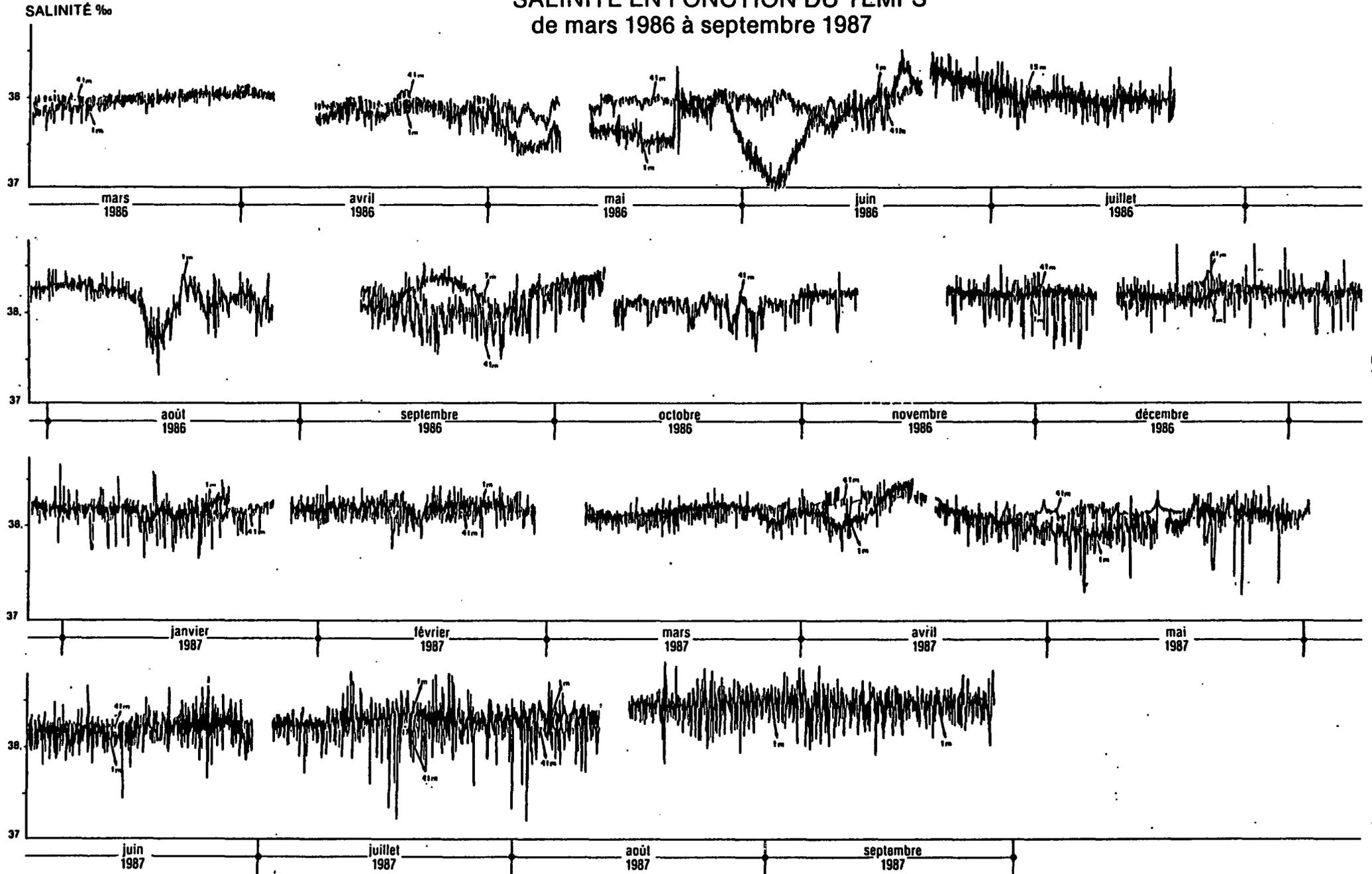
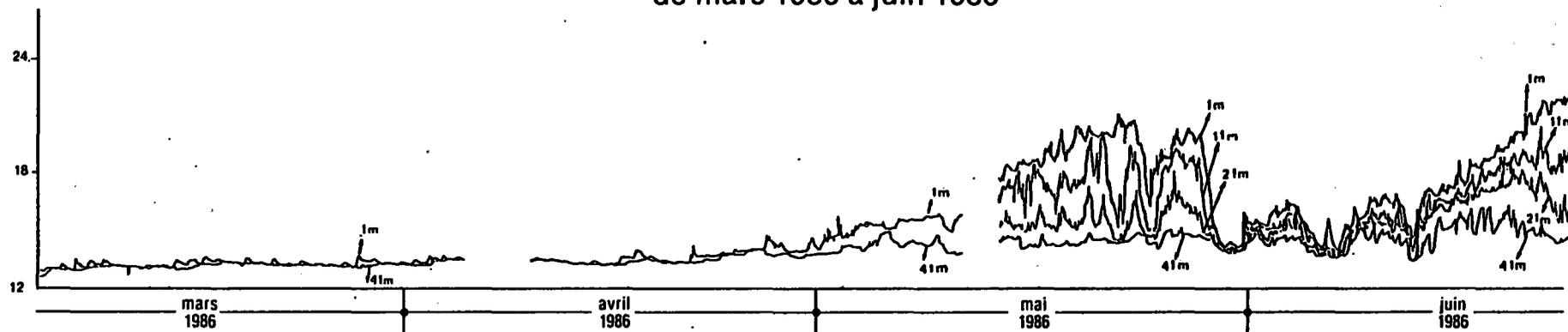


FIGURE D

**MOUILLAGE AU POINT FIXE  
DANS LA GRANDE RADE DE TOULON  
TEMPÉRATURE EN FONCTION DU TEMPS  
COMPARAISON ENTRE DEUX ANNÉES 1986 ET 1987**

TEMPÉRATURE (°C)

de mars 1986 à juin 1986



de mars 1987 à juin 1987

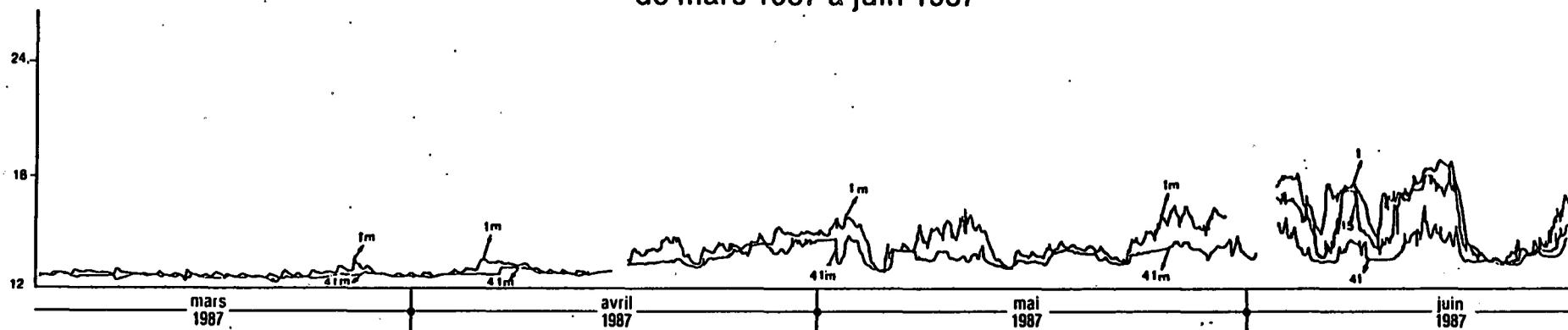
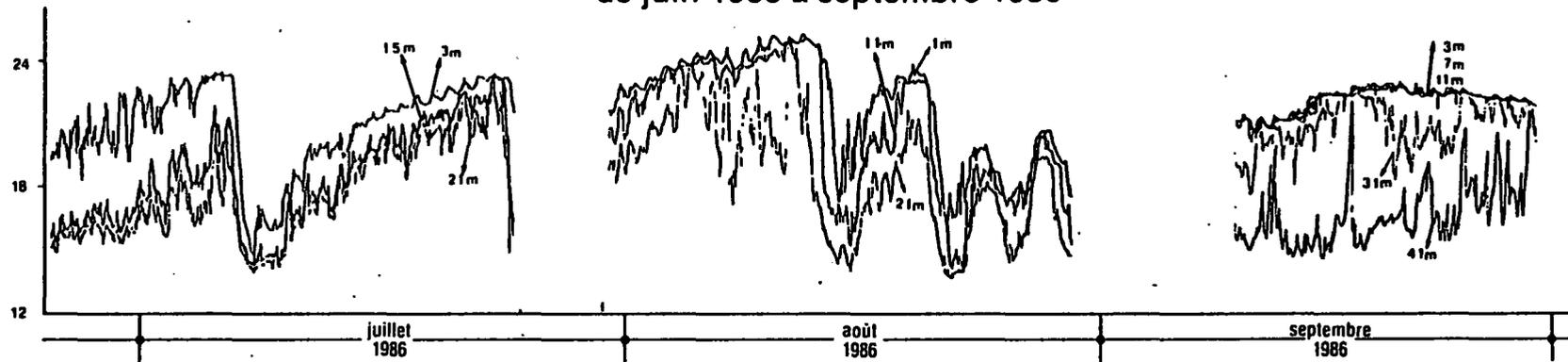


FIGURE E

**MOUILLAGE AU POINT FIXE  
DANS LA GRANDE RADE DE TOULON  
TEMPÉRATURE EN FONCTION DU TEMPS  
COMPARAISON ENTRE DEUX ANNÉES 1986 ET 1987**

TEMPÉRATURE (°C)

de juin 1986 à septembre 1986



de juin 1987 à septembre 1987

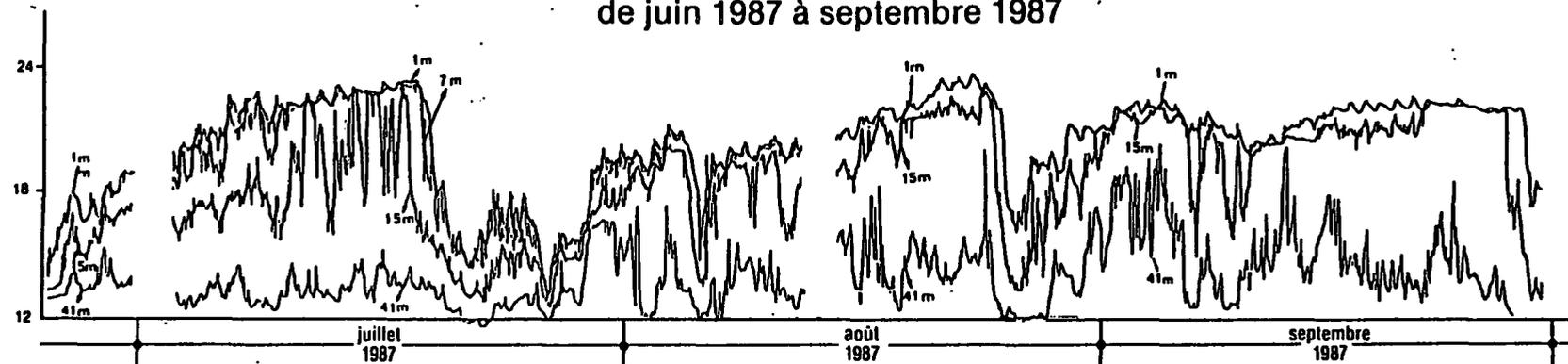
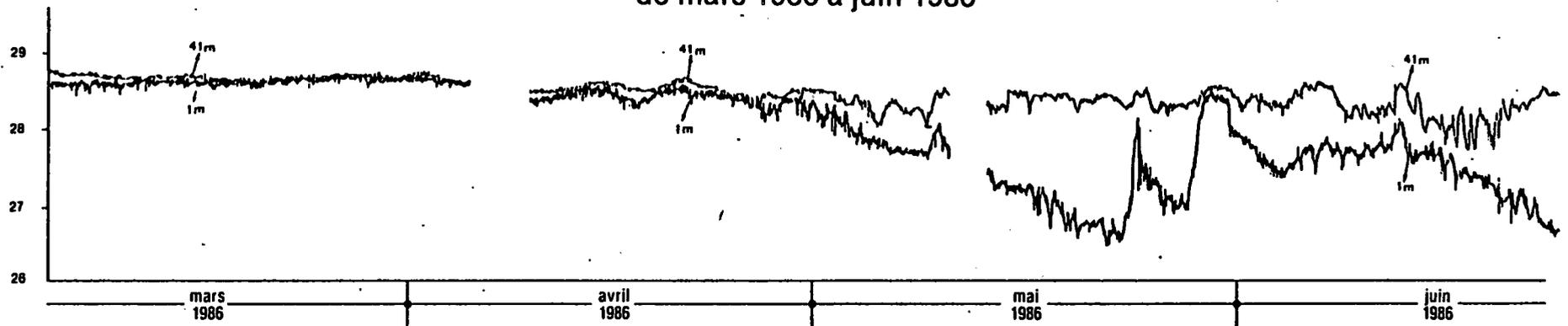


FIGURE F

**MOUILLAGE AU POINT FIXE  
DANS LA GRANDE RADE DE TOULON  
DENSITÉ EN FONCTION DU TEMPS  
COMPARAISON ENTRE DEUX ANNÉES 1986 ET 1987**

DENSITÉ

de mars 1986 à juin 1986



de mars 1987 à juin 1987

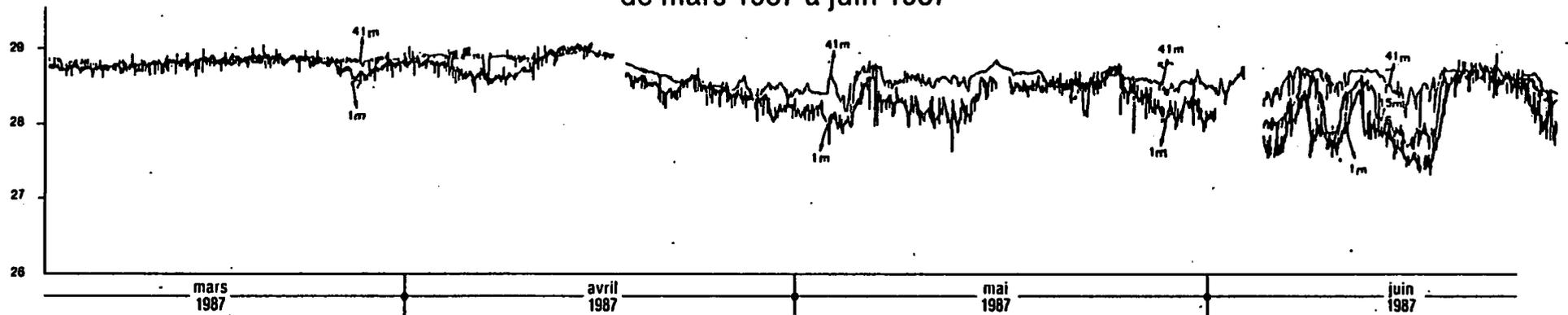
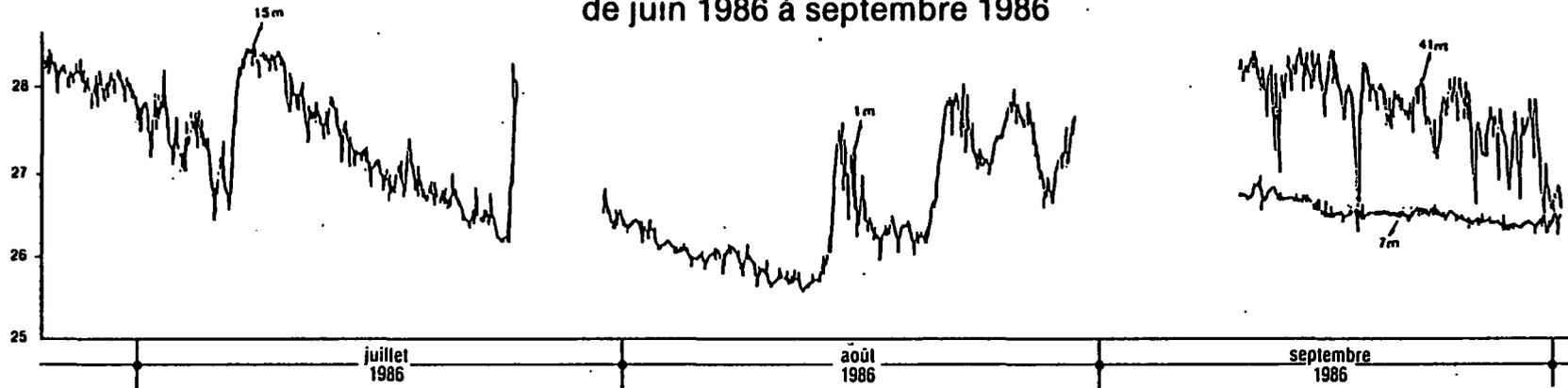


FIGURE G

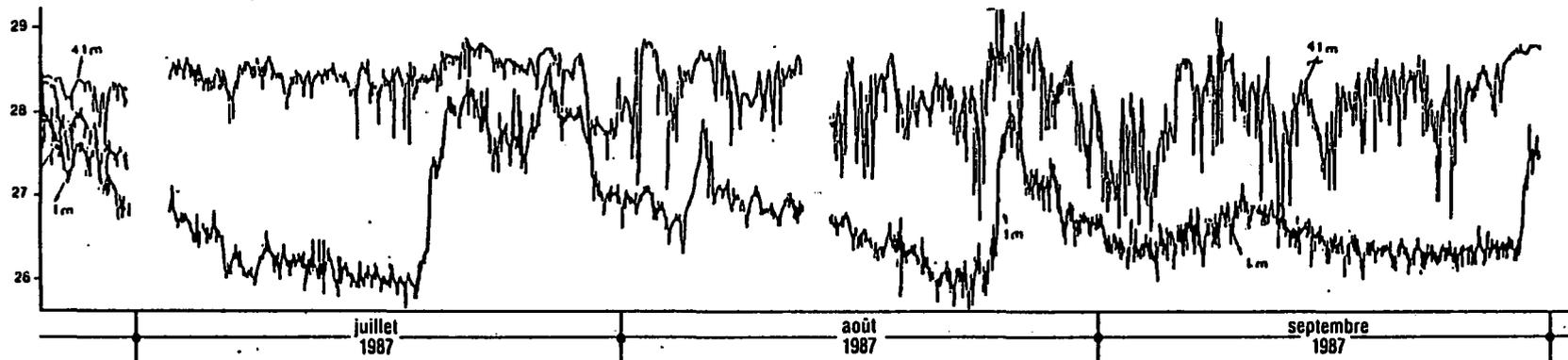
**MOUILLAGE AU POINT FIXE  
DANS LA GRANDE RADE DE TOULON  
DENSITÉ EN FONCTION DU TEMPS  
COMPARAISON ENTRE DEUX ANNÉES 1986 ET 1987**

DENSITÉ

de juin 1986 à septembre 1986



de juin 1987 à septembre 1987



Les températures, soumises à des variations plus importantes, décrivent une évolution saisonnière dont on a vu déjà les principales caractéristiques avec les campagnes ponctuelles (chapitre II).

Les températures hivernales (de Décembre à mi-avril) sont froides ( $13^{\circ}\text{C}$ ) et homogènes sur la verticale. Le réchauffement a lieu à partir de la fin avril-début mai. Une légère stratification apparaît de façon progressive en 1987, elle est plus rapide en 1986, la température de surface atteignant déjà  $20^{\circ}\text{C}$  fin mai 86 (gradient vertical =  $6^{\circ}\text{C}$ ), alors qu'elle reste inférieure à  $16,5^{\circ}\text{C}$  (gradient vertical =  $2^{\circ}\text{C}$ ) en 1987.

Entre les mois de juin et septembre, on observe de fortes stratifications ( $3$  à  $10^{\circ}\text{C}$ ) et, aux profondeurs intermédiaires, des variations importantes et rapides de la température qui peuvent correspondre à des ondes internes.

Les eaux se réchauffent progressivement et leur température augmente en moyenne de  $10^{\circ}\text{C}$  en 20 à 30 jours alors qu'elles chutent brusquement en un à deux jours sur toute la profondeur.

Les profils verticaux de température décrivent les enregistrements des chaînes de thermistances et retracent donc les mêmes événements. La thermocline se situe au début de l'été (juin-juillet) dans les 20 premiers mètres (0-10m ou 5-25m), à des profondeurs intermédiaires (20-30m) au mois d'août, et plutôt dans les dix derniers mètres (30-40m) en septembre. Les profils de forme linéaire du fond jusqu'à la surface sont observés surtout en août.

Les diagrammes Température-Salinité ne donnent guère d'informations supplémentaires. On retrouve l'eau méditerranéenne caractérisée par une température égale à  $13^{\circ}\text{C}$  et une salinité voisine de 38‰. Les variations par rapport à cette constante d'hiver sont essentiellement dues à celles de la température.

Les densités ont le même comportement que la température. La moyenne hivernale, homogène sur la verticale est d'environ 28,5.

Au niveau du fond, la densité tourne autour de 28,4 avec des baisses en septembre jusqu'à 26,3 ; elle se situe autour de 27,5 en été.

En surface, elle descend jusqu'à 25,5 -26 en été, avec des moyennes autour de 26,5. Les écarts entre la surface et le fond vont de 0 à 2,5 maximum.

## VI. LA COURANTOLOGIE

### VI.1 PRESENTATION DES RESULTATS

Deux courantomètres ont été mouillés de MARS à JUIN 86, et de NOVEMBRE 86 à JANVIER 87, l'un en surface et l'autre au fond. Pendant les autres périodes, deux à quatre appareils répartis sur la profondeur, à -1,5 ; -7 ; -17 et -41 mètres, ont été mouillés mais tous n'ont pas donné des résultats. (Voir tableau 1)

Le tableau 10 présente les minima, maxima et moyennes des courants mesurés pendant chacune des séries.

Les enregistrements en fonction du temps sont présentés sur les planches VI.V1 à VI.V21 et les roses de courant sur les planches VI.R1 à VI.R16.

Pour certaines séries et en profondeur, certaines roses de courant indiquent une direction caractéristique avec un nombre important de mesures de très faible intensité. Ces caps, qui sont égaux à 90 ou 270, correspondent aux courants très faibles (au-dessous du seuil de démarrage). Le courantomètre assigne ces directions fictives aux courants presque nuls. Ces informations doivent donc être écartées.

Les nouveaux courantomètres SUBER SLS21 sont plus sensibles et mesurent des courants plus faibles (séries 12, 13, 14 et 15) mais les enregistrements qui ont été effectués au fond avec le numéro 300 ne peuvent être exploités par suite d'une mauvaise initialisation de l'appareil.

Les vecteurs plots des courants et des vents sont tracés afin de mieux visualiser les variations des vitesses et des directions en fonction du temps (figures VI.P1 à P13).

Chaque trait représente le vecteur courant (ou vent) dont l'intensité est donnée par sa longueur et la direction par l'angle qu'il fait avec l'axe horizontal. Celui-ci dirigé vers la gauche représente la direction SUD-NORD. Chaque vecteur est une moyenne sur deux heures d'enregistrement (12 mesures).

D'autre part, les hodographes intégrés sont tracés par série d'enregistrement sur les figures VI.HV1 à HV15, en parallèle avec les hodographes intégrés de vent, tracés eux-mêmes avec la même convention que pour les courants (direction où porte le courant).

### VI.2 RESULTATS

La valeur moyenne des courants mesurés en surface est de 8,5 cm/s, elle est égale à 5 cm/s à -5 mètres, et proche du seuil de démarrage (3 cm/s) en profondeur.

**TABLEAU 10 : MINIMA, MAXIMA ET MOYENNES  
DES VITESSES DE COURANT (CM/S)**

	SERIES .....	1 ..... 03 /86/	2 ..... 04-05 /86/	3 ..... 05-06 /86/	4 ..... 07 /86/	5 ..... 08 /86/	6 ..... 09 /86/	7 ..... 10 /86/	8 ..... 11-12 /86/
1,5m	MIN MAX MOYENNE	2,0 39,0 <u>7,61</u>	2,0 36,0 <u>9,06</u>	2,0 54,0 <u>9,59</u>	- - -	2,0 39,0 <u>12,23</u>	2,0 27,0 <u>7,69</u>	- -	2,0 25,0 <u>7,09</u>
7 m	MIN MAX MOYENNE	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	2,0 16,0 <u>5,08</u>	2,0 35,0 <u>5,85</u>	- -
15 m	MIN MAX MOYENNE	- - -	- - -	- - -	0 17,0 <u>3,04</u>	- - -	- - -	- - -	- - -
41 m	MIN MAX MOYENNE	2,0 10,0 <u>2,54</u>	2,0 20,0 <u>3,24</u>	2,0 15,0 <u>3,03</u>	- - -	- - -	2,0 14,0 <u>3,71</u>	2,0 20,0 <u>5,16</u>	2,0 12,0 <u>4,22</u>

	SERIES .....	9 ..... 12-01 86/87	10 ..... 02 /87/	11 ..... 03-04 /87/	12 ..... 04-05 /87/	12B ..... 05 /87/	13 ..... 06 /87/	14 ..... 07-08 /87/	15 ..... 08-09 /87/
1,5m	MIN MAX MOYENNE	2,0 35,0 <u>8,38</u>	2,0 25,0 <u>7,74</u>	2,0 21,0 <u>6,57</u>	2,0 27,0 <u>8,28</u>	2,0 32,0 <u>10,94</u>	2,0 23,0 <u>7,14</u>	2,0 37,0 <u>6,73</u>	2,0 24,0 <u>5,91</u>
7 m	MIN MAX MOYENNE	- - -	1,0 24,0 <u>6,89</u>	1,0 27,0 <u>6,66</u>	0 23,8 <u>4,22</u>	- - -	0 21,5 <u>4,17</u>	0 23,0 <u>4,35</u>	0 33,0 <u>3,06</u>
15 m	MIN MAX MOYENNE	- - -	- - -	2,0 24,0 <u>5,84</u>	0 12,04 <u>2,14</u>	- - -	0 22,4 <u>3,56</u>	0 9,22 <u>2,26</u>	0 13,9 <u>2,77</u>
41 m	MIN MAX MOYENNE	2,0 15,0 <u>4,65</u>	2,0 14,0 <u>3,37</u>	2,0 14,0 <u>3,42</u>	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -

Les vitesses maximum sont comprises entre :

- \* 25 et 40 cm/s en surface,
- \* 15 et 35 cm/s à -5 mètres,
- \* 10 et 25 cm/s à -15 mètres et au fond.

Elles dépassent les 18 cm/s :

- \* 6% du temps en surface,
- \* 0,7% à -5 mètres,
- \* 0,4% à -15 mètres.

Elles sont très faibles, proches du seuil de démarrage:

- \* 15% du temps en surface,
- \* 46% à - 5 mètres
- \* 70 à 80% du temps à -15 mètres et au fond.

Les courants sont importants essentiellement sur les dix premiers mètres et varient en fonction probablement du vent.

Les vecteurs plots des courants montrent une variabilité beaucoup plus importante que pour le vent. Ce dernier peut rester constant en direction pendant plusieurs jours, tandis que les courants varient dans le même temps.

Les roses de courant présentent les directions privilégiées pour chaque série de mesures. La figure H récapitule l'ensemble des mesures en donnant les pourcentages des données à chaque profondeur qui indiquent des courants dans tel ou tel secteur de direction.

On observe néanmoins deux directions privilégiées en surface, l'une vers l'Ouest/Nord-Ouest correspondant au vent d'Est, l'autre vers l'Est/Sud-Est correspondant au mistral.

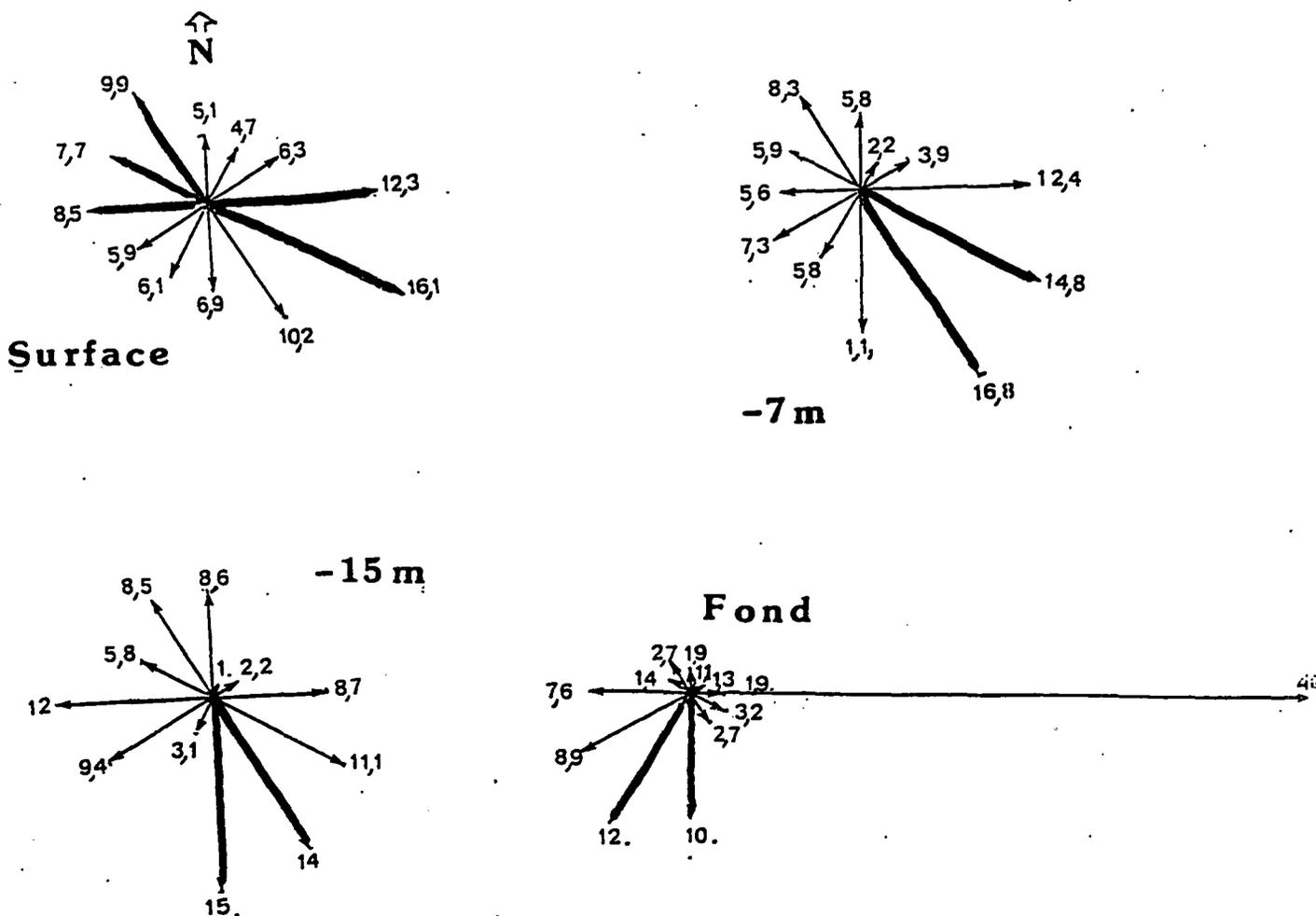
A - 5 mètres, la direction qui porte vers l'Ouest est moins marquée, tandis que celle due au mistral a tourné vers le Sud.

A - 15 mètres, la rotation s'accroît vers le Sud et enfin au fond, on observe la quasi-inexistence des courants portant vers le Nord/Nord-Est.

Ce comportement des courants peut être expliqué a priori par l'action des vents dominants qui entraînent les eaux de surface dans leur direction. Les courants plus en profondeur sont déviés essentiellement à cause des côtes. Il existe probablement un tourbillon dans la rade. Le retour vers le sud des eaux entraînées en surface vers la côte nord se fait dans les couches profondes afin de permettre la sortie des masses d'eau hors de la rade.

Les hodographes intégrés montrent de nouveau ces caractéristiques, avec les directions privilégiées correspondant aux vents dominants et ce malgré la rotation des courants observée sur les enregistrements.

**FIGURE H**  
**POURCENTAGE DES DONNEES DE COURANT CORRESPONDANT**  
**A CHAQUE DIRECTION ET POUR CHAQUE PROFONDEUR**



## VII. DONNEES DU MILIEU CORRESPONDANT AUX CAMPAGNES PONCTUELLES DE MESURES

Un certain nombre de campagnes de mesures ont été réalisées pendant la période 1986 - 1988 sur la zone d'étude.

Ces campagnes pluridisciplinaires ont donné lieu à des mesures de paramètres du milieu et de l'effluent pendant sa dispersion et son transport dans la zone.

Il a paru intéressant pour conclure ce rapport de donner le détail des données météorologiques, courantologiques et hydrologiques disponibles correspondant à la plupart de ces campagnes; ceci afin de situer les conditions dans lesquelles elles ont été réalisées.

Une première série de planches décrit les mesures faites pendant la période précédant la campagne (8 jours avant), la deuxième série donne les conditions du jour de la campagne proprement dite. Le tableau 11 indique les dates et les types des différentes campagnes avec les numéros correspondants utilisés dans ce rapport.

En ce qui concerne la dernière campagne d'Avril 1988, la station météo et quatre courantomètres ont été de nouveau mis en place. Malheureusement, des incidents ont eu lieu sur la station météo et sur le courantomètre mouillé en surface.

D'autre part, les données de courant du SUBER mouillé à -5 mètres sont également inexploitable.

Les campagnes C1, C3, et C5 le 10/09 se sont déroulées dans des conditions de courant N-NW, et les C2 et C5 le 8/09 avec des courants portant à l'Ouest. Le courant était dirigé vers l'E-SE pendant les campagnes C4 et C6 le 29/04, tandis qu'il portait vers le S-SW le 27/04/88.

Ces différentes campagnes ont permis également d'observer la dispersion de l'effluent dans différentes conditions de stratification.

\* Les campagnes C1 et C5 se sont déroulées en période stratifiée :  $\delta T = T_{\text{surf}} - T_{\text{fond}} = 4 \text{ à } 5^{\circ}\text{C}$  pendant la campagne C1, = 5 à 9°C pendant la campagne C5.

\* Les autres campagnes ont eu lieu dans des périodes où la colonne d'eau était presque homogène de la surface au fond ( $\delta T < 0,3^{\circ}\text{C}$ , sauf la campagne C6 où  $\delta T = 1,2^{\circ}\text{C}$ )

TABLEAU 11  
CAMPAGNES PLURIDISCIPLINAIRES DANS LE MILIEU RECEPTEUR

CAMP. N°	DATE	MARQUEUR			CARACTERISTIQUES		
		TYPE MARQUEUR	ENDROIT INJECTION	DUREE (MN)	DEBIT STATION	ETAT LA MER	PARAM. ETUDIES
1 : C1	18 JUN 1986	TECHNE- -TIUM	STATION EPURATION	0,75	600	BELLE	T
3 : C1	19 JUN 1986	AU 198	STATION EPURATION	61,5	450	BELLE	T H B
4 : C2	16 OCT. 1986	AU 198	STATION EPURATION	98	800	PEU AGITEE	T H P B
6 : C3	15 AVR. 1987	RHODAMIN	STATION EPURATION	1	860	BELLE	T H B E
7 : C4	19 JUN 1987	TECHNE- -TIUM	SURFACE	0	760	PEU AGITEE	T H B E
8 : C5	8 SEPT 1987	AU 1988	STATION EPURATION	137	700	AGITEE	T H PB E
9 : C5	10 SEPT 1987	AU 1988	STATION EPURATION	92	840	BELLE	T H PB E
11 : C6	27 AVR. 1988	BOUES	STATION EPURATION	240	1000	BELLE	H P B
12 : C6	29 AVR. 1988	RHODAMIN	STATION EPURATION	1	1120	AGITEE	T H B E

PARAMETRES ETUDIES :

T : Suivi du traceur

H : Paramètres hydrobiologiques

P : Paramètres de pollution chimique

B : Paramètres bactériens

E : Paramètres écotoxicologiques

## CONCLUSION

Le mouillage T0, mis en place dans la zone d'étude autour du rejet de TOULON EST dans la grande rade des Vignettes, a permis d'obtenir, dans son ensemble, un cycle annuel de mesures météorologiques, courantologiques et hydrologiques.

Ce cycle a débuté en Mars 1986 et s'est terminé en septembre 1987. La difficulté d'un mouillage longue durée en zone littorale, l'utilisation de nouveaux appareils et l'indisponibilité de certains autres nous ont amené à rencontrer différents problèmes techniques. Ceux-ci ont entraîné des trous dans la suite des données et n'ont pas permis d'obtenir un cycle annuel complet.

On peut considérer, néanmoins, qu'une somme importante d'informations a été recueillie. Le prolongement du mouillage pendant l'été 1987 a permis de récupérer les informations manquantes sur la stratification thermique et sur la structure verticale des courants, perdues en 1986. On arrive ainsi à couvrir 90% du temps pendant les mois de mars à septembre. En automne et en hiver, seul 45 à 80% du temps a été observé.

Ce rapport est une simple compilation de l'ensemble des données qui ont été enregistrées. Elles n'ont pas été analysées davantage.

Il semble en première analyse que la structure verticale de densité soit homogène sur la colonne d'eau pendant 60% du temps et qu'une thermocline apparaisse vers le mois de mai jusqu'en septembre. La stratification maximale observée à Toulon est de 10°C (2,5 en densité). Les courants sont en majorité faibles (maximum 30 à 40 cm/s); ils sont plus ou moins directement liés au vent en surface, indirectement en profondeur par le biais de la circulation générale dans la rade. A partir de 10 ou 15 mètres en dessous de la surface, les courants sont très faibles et de l'ordre de 3 cm/s en moyenne, ce qui est proche des seuils de démarrage des courantomètres à rotor communément utilisés.

Il est probable que ces caractéristiques sont assez généralement rencontrées dans les zones littorales méditerranéenne de ce type.

L'ensemble de ces mesures sera traité par la SOGREAH afin d'en dégager un certain nombre de situations types de circulation et de stratification rencontrées pendant un cycle annuel. Les modèles mathématiques de diffusion du panache de remontée et d'entraînement-diffusion dans la zone d'étude seront appliqués ensuite sur ces cas types en considérant une suite d'états stationnaires.

**BIBLIOGRAPHIE**

**SOGREAH 1988 : Analyse et Correction des fichiers de mesures**

**Juin 1988 - 60087 R1**

A040 TI	Cycle annuel de mesures physiques dans le milieu récepteur marin. Mouillage T. O. dans la Grande Rade de Toulon -						
A020 TIP							
A030 STI	Programme Rejets Urbains Volet Méditerranée						
A040 MEN	Bénédictine Thouvenin, Luis A. Romana, Ronan Loarer et R. Joly						
A050 AUT	Thouvenin Bénédictine / Romana, Luis A. / Loarer, Ronan / Joly, R.						
A060 AUC							
A070 AUS							
A080 CONG							
A100 MED.							
A121 VIL	La Seyne sur Mer						
A122 ED	Sfreres, Centre de Toulon, DERO / EM						
A130 ANN	1988	A230 ISBN		A110 LAN	fr	A200 PAYS	fr
A140 COLA	40 p. : ill. ; 30 cm + annexes						
A150 NOT	2 vol. : le vol. des annexes comporte 272 p.						
A190 JHB							

A 211 COL			A 213 NUM			A 221 SCOL			A 222 SIC	A 223 SNUM	A 506 SUP	1	A 507 PRO	D
--------------	--	--	--------------	--	--	---------------	--	--	--------------	---------------	--------------	---	--------------	---

Salinite  
Vent  
Temperature  
constant

NAUSCULES

ENISSAIRE  
METEOROLOGIE

260

TOULON / VAR DEP. / MEDITERRANEE

A 1100 VISI	0	A 290 TYP	R	A 300 PSC		A 501 INV		A 503 LIDC	A 504 DOM	C	A 505 GOT	F 11	
A 280 REN									A 321 CONT				
A 322 ORGC													
A 323 ORGB													
A 331 ORGY													
A 332 SEKL													
A 333 GROW													
A 310 RAP													
A 090 VGEO													
A 150 DMAT													