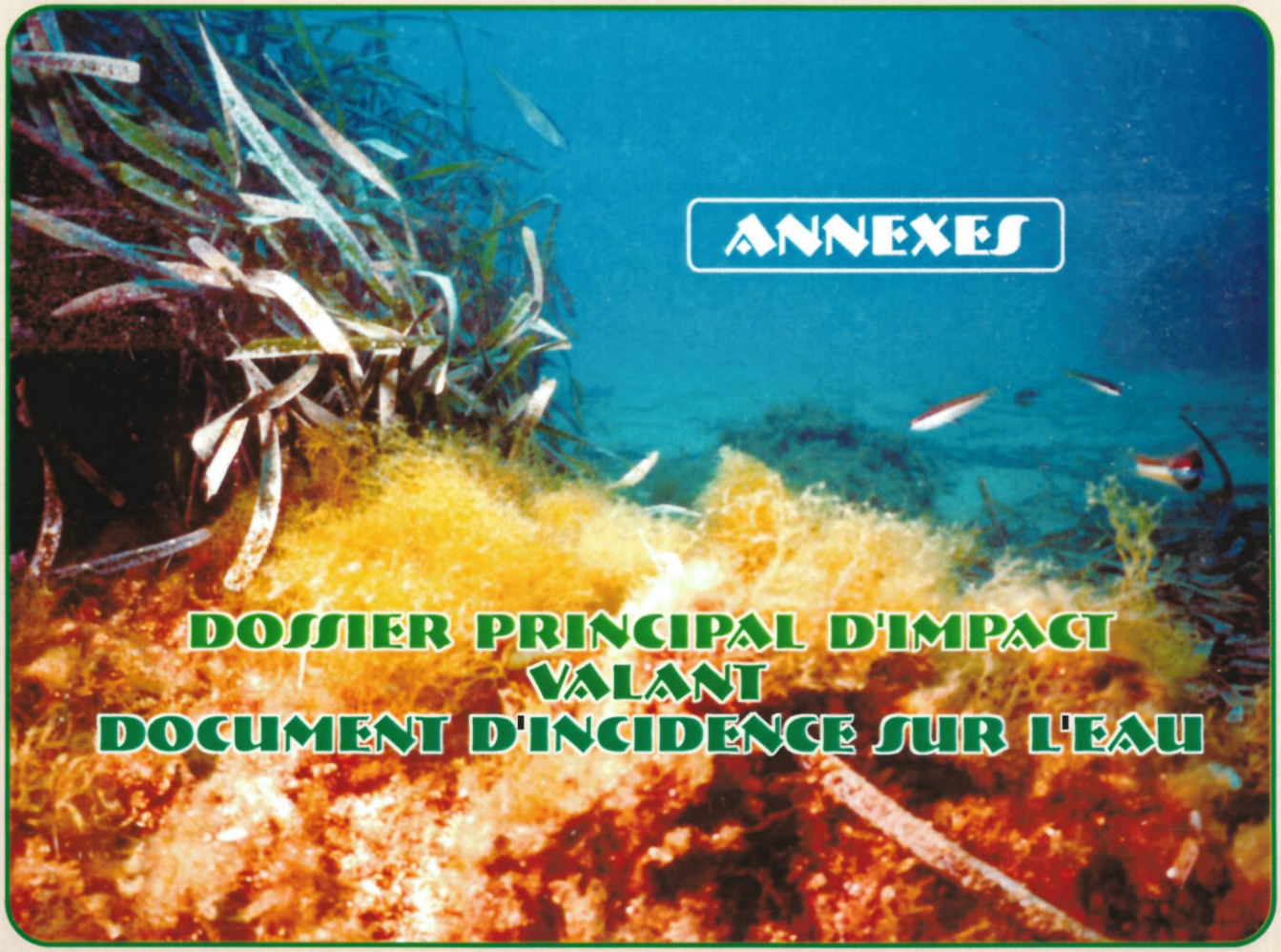
Agence de l'Eau
2-4, Allée de Lodz
(près avenue Tony Garnier)
69363 LYON CEDEX 07
Tél. 04 72 71 26 00
Document No 02Ju95

SIVOM DE LA COTE BLEUE

EXTENSION DE LA STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE CARRY LE ROUET / SAUSSET LES PINS



ANNEXES

DOSSIER PRINCIPAL D'IMPACT VALANT DOCUMENT D'INCIDENCE SUR L'EAU

CABINET A. RAMADE /GÉRIM
36, AVENUE PASTEUR - 13890 MOURIES

AVRIL 2000

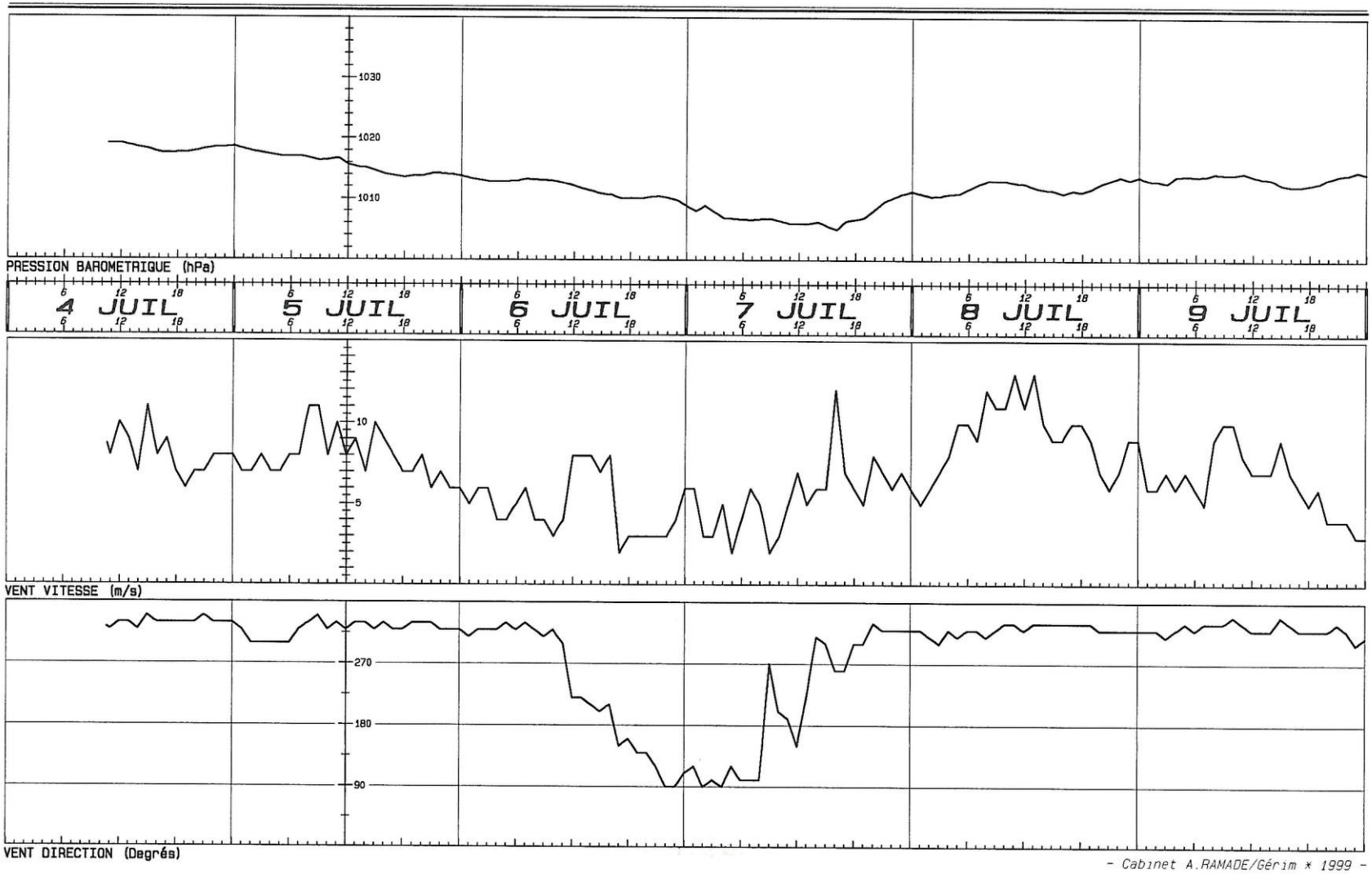
ANNEXE I :

- METEOROLOGIE -

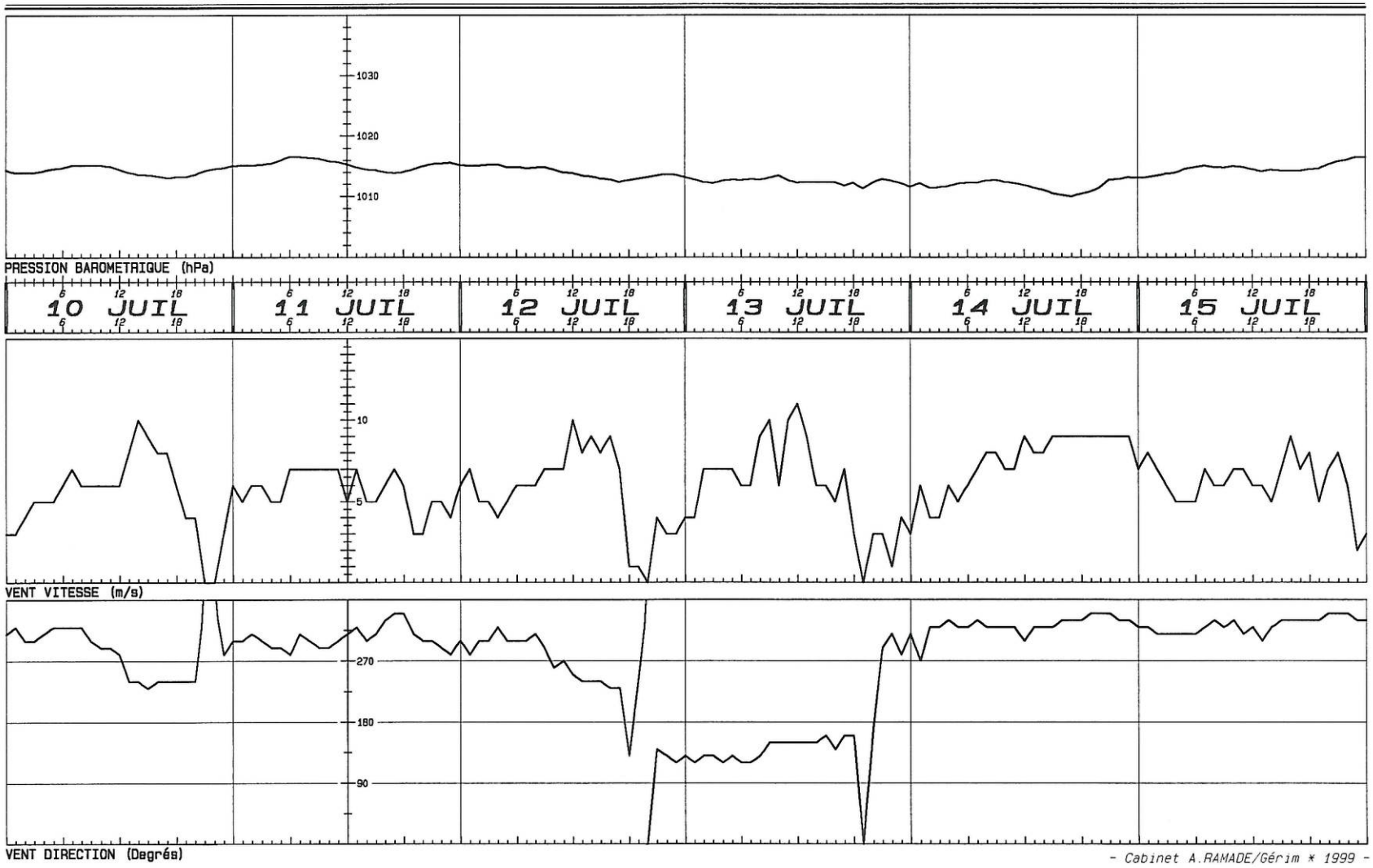
ETUDE : Rejet en mer CARRY-SAUSSET

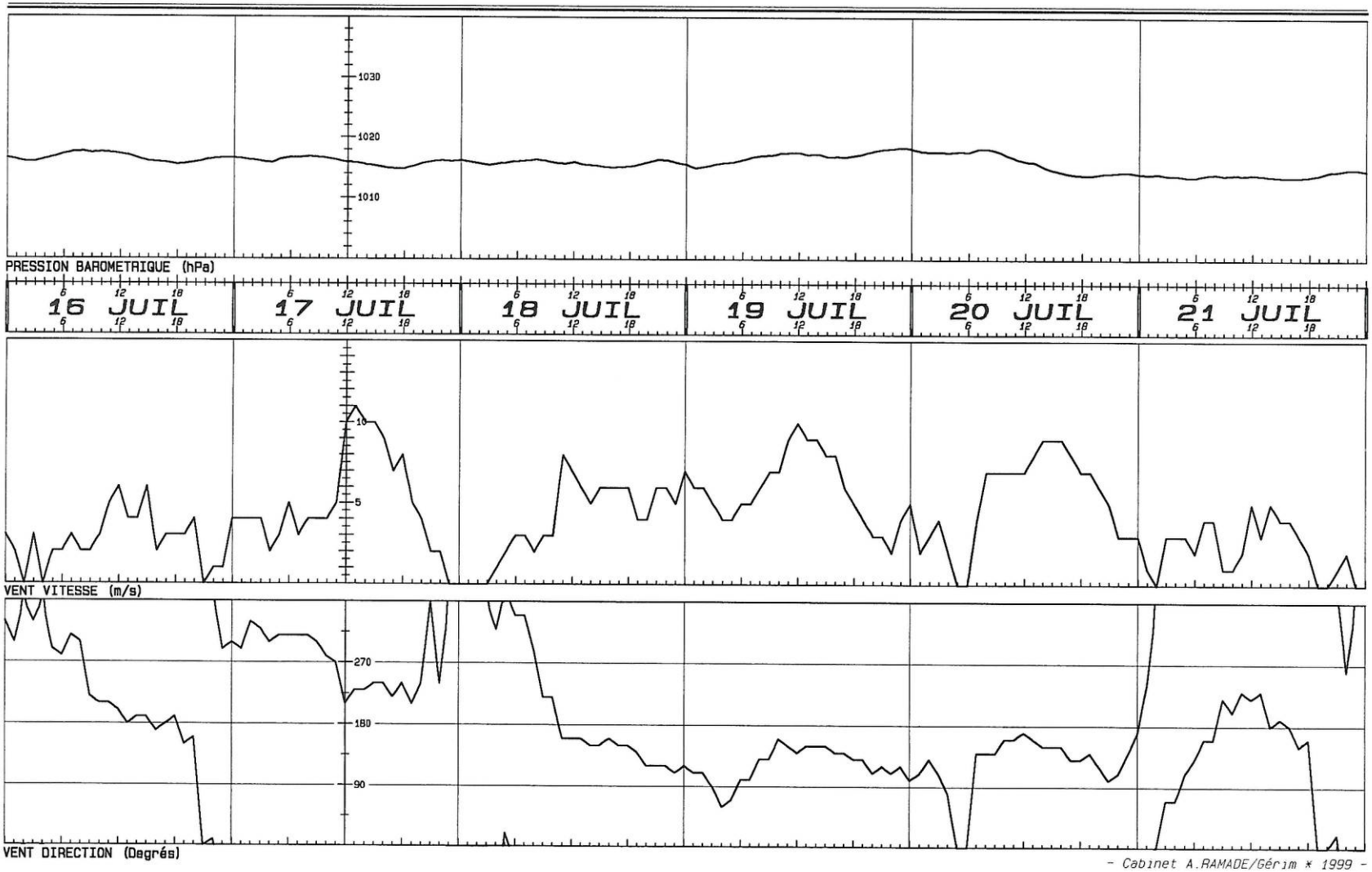
Période du 04/07/98 10:40
au 03/08/98 12:00

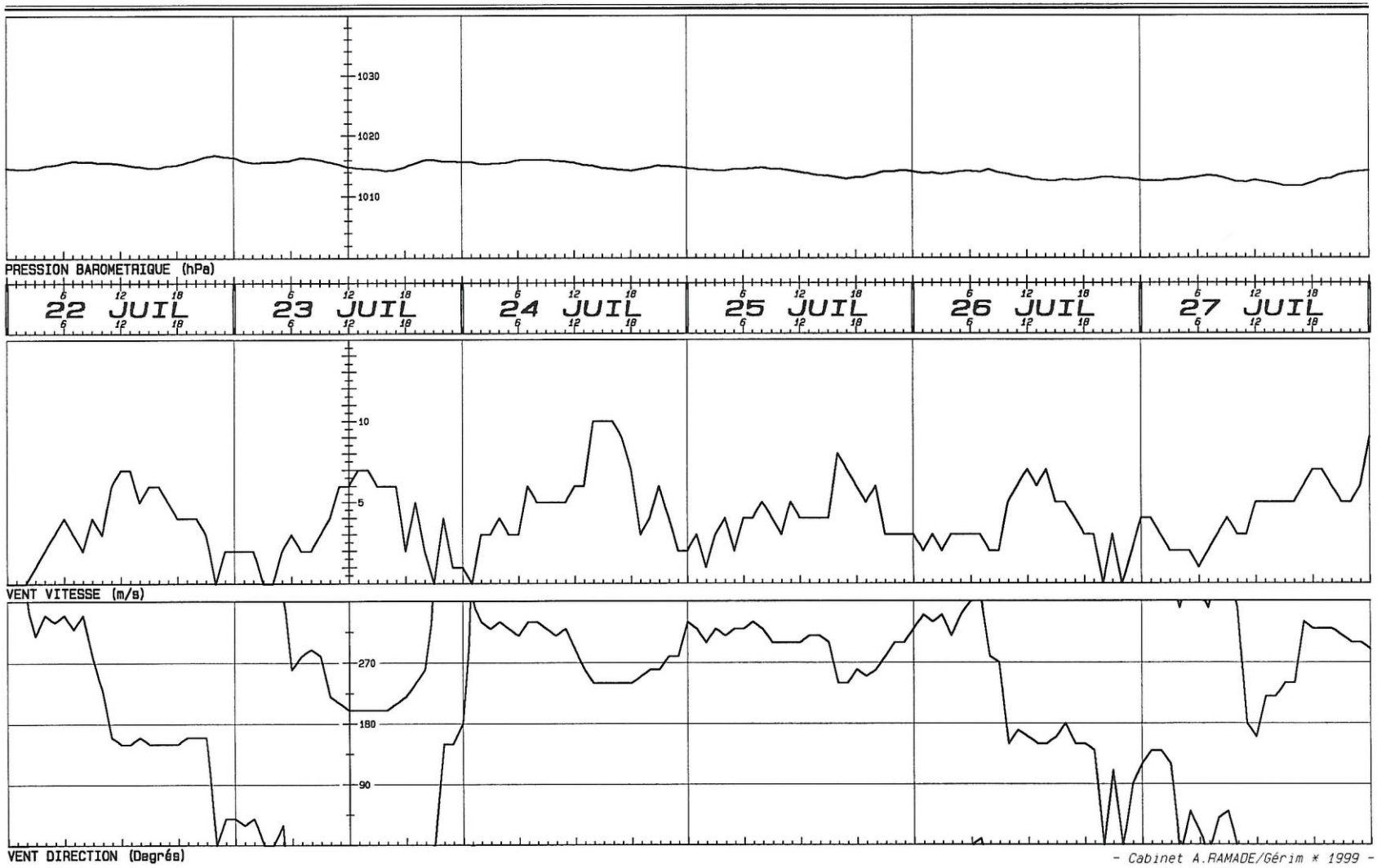
* METEOROLOGIE *

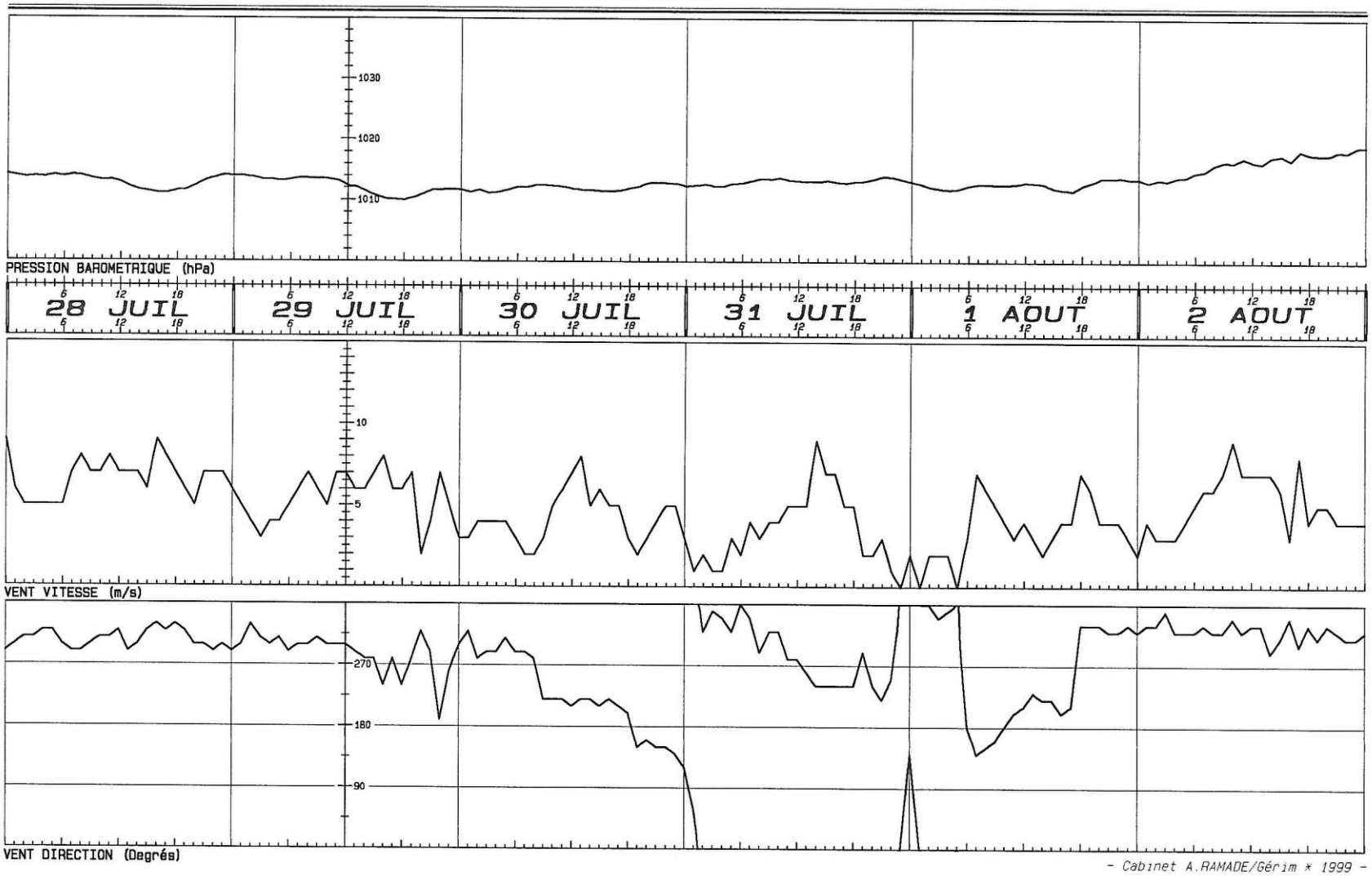


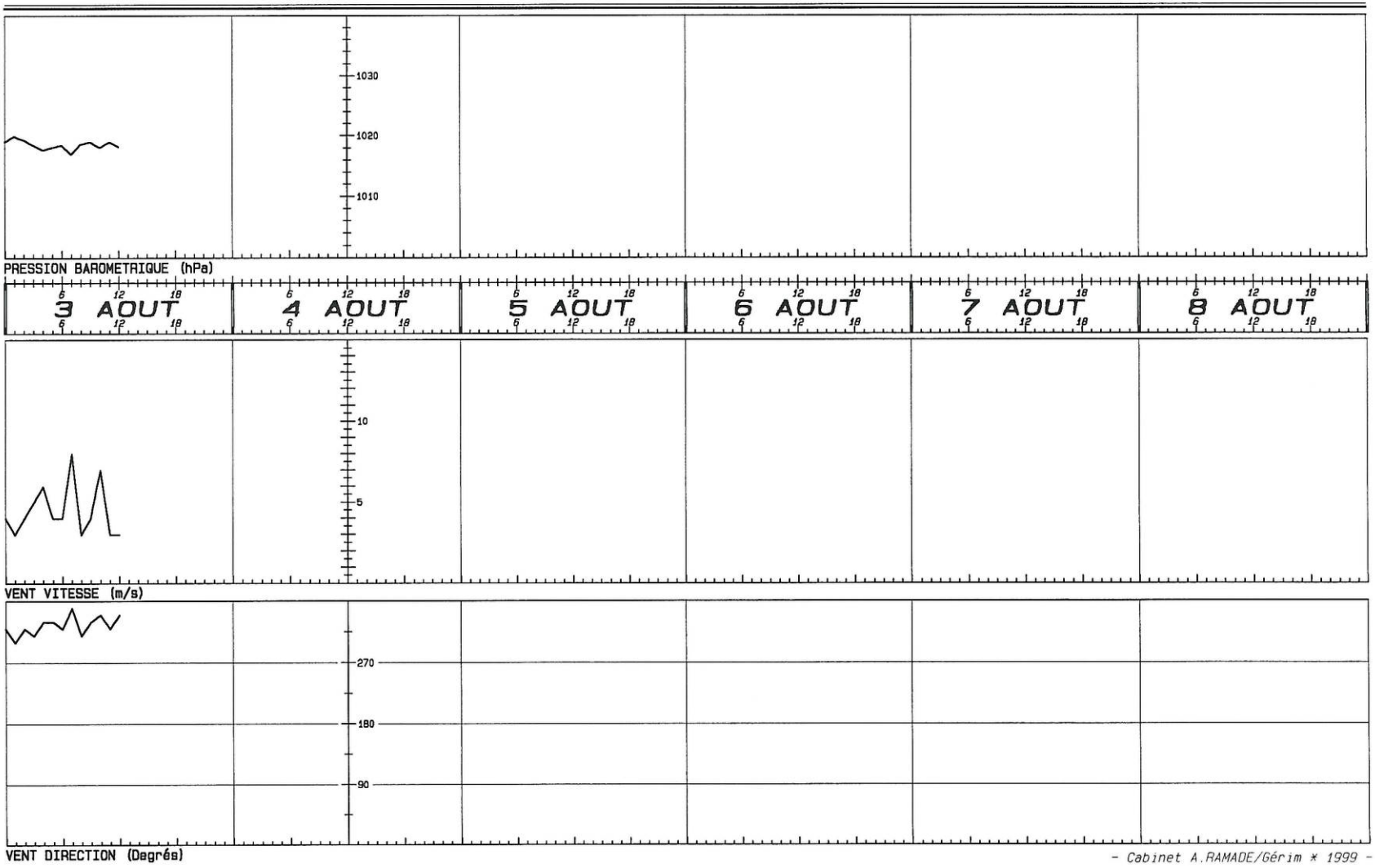
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


1030
1020
1010
PRESSION BAROMETRIQUE (hPa)
10 JUIL
11 JUIL
12 JUIL
13 JUIL
14 JUIL
15 JUIL
10
5
VENT VITESSE (m/s)
270
180
90
VENT DIRECTION (Degrés)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


1030
1020
1010
PRESSION BAROMETRIQUE (hPa)
16 JUIL
17 JUIL
18 JUIL
19 JUIL
20 JUIL
21 JUIL
10
5
VENT VITESSE (m/s)
270
180
90
VENT DIRECTION (Degrés)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


1030
1020
1010
PRESSION BAROMETRIQUE (hPa)
6 12 18
22 JUIL
23 JUIL
24 JUIL
25 JUIL
26 JUIL
27 JUIL
10
5
VENT VITESSE (m/s)
270
180
90
VENT DIRECTION (Degrés)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


1030
1020
1010
PRESSION BAROMETRIQUE (hPa)
28 JUIL
29 JUIL
30 JUIL
31 JUIL
1 AOUT
2 AOUT
10
5
VENT VITESSE (m/s)
270
180
90
VENT DIRECTION (Degrés)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


1030
1020
1010
PRESSION BAROMETRIQUE (hPa)
3 AOUT
4 AOUT
5 AOUT
6 AOUT
7 AOUT
8 AOUT
10
5
VENT VITESSE (m/s)
270
180
90
VENT DIRECTION (Degrés)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -

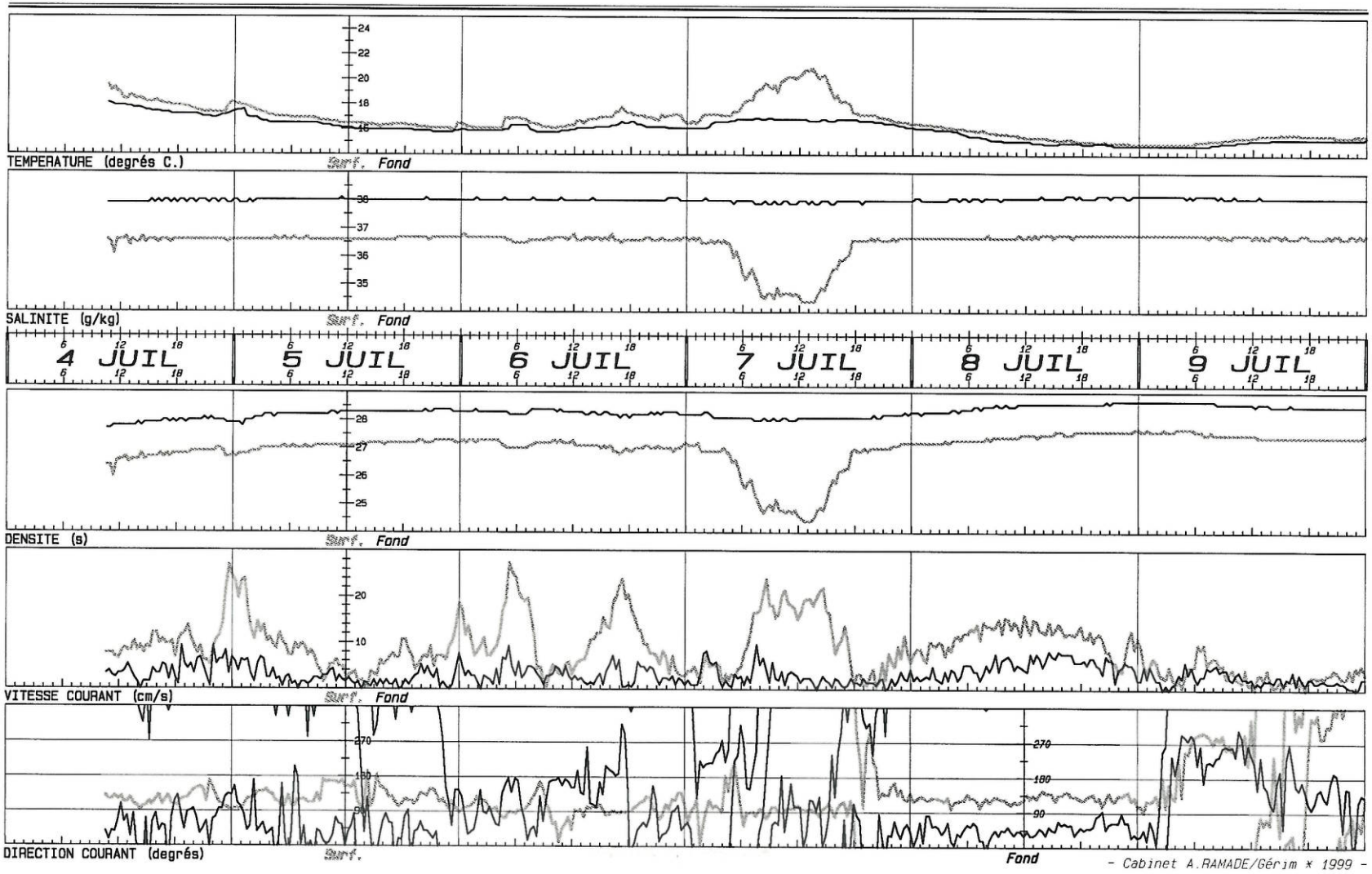
ANNEXE II :

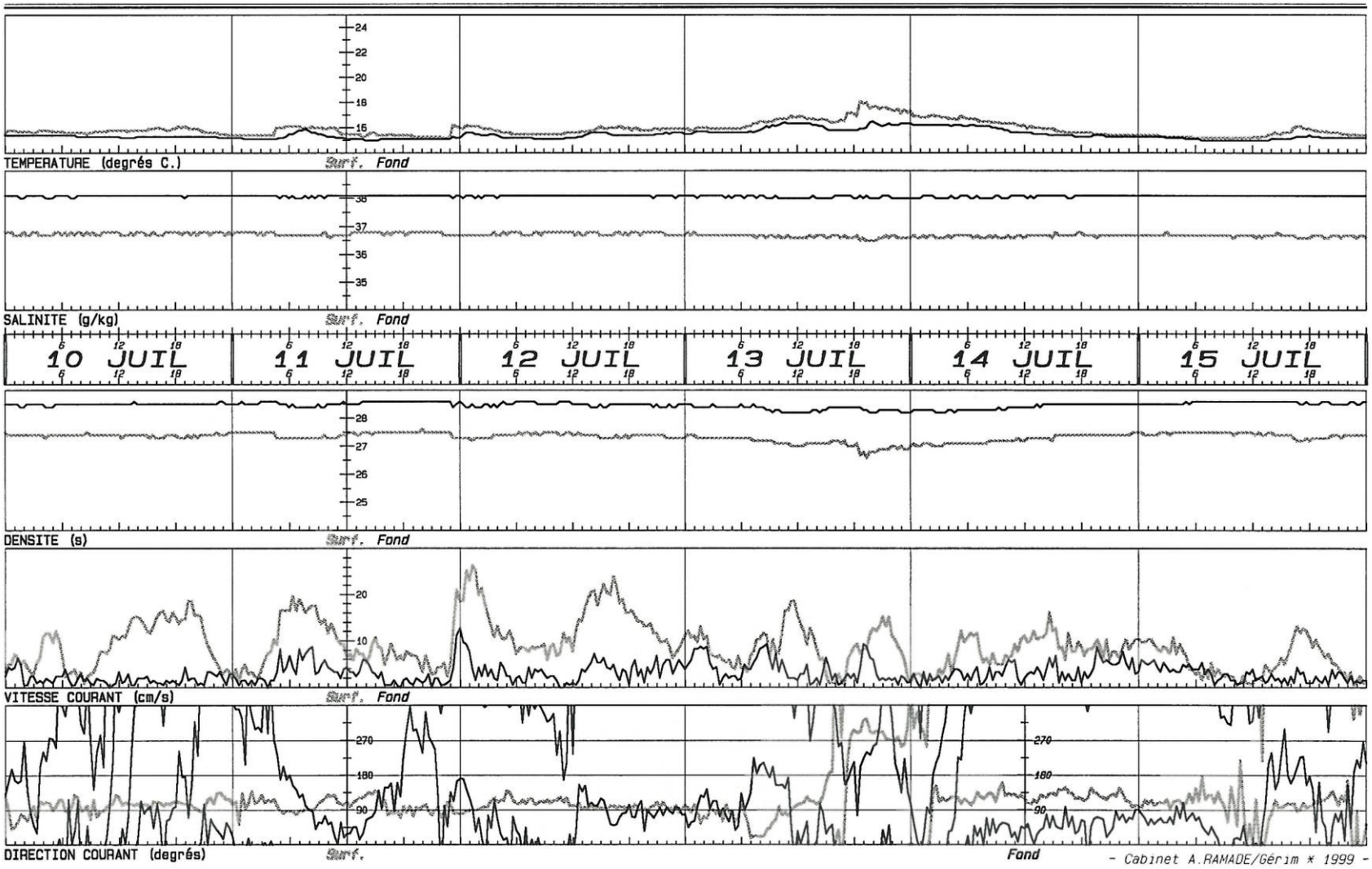
- COURANTOLOGIE -

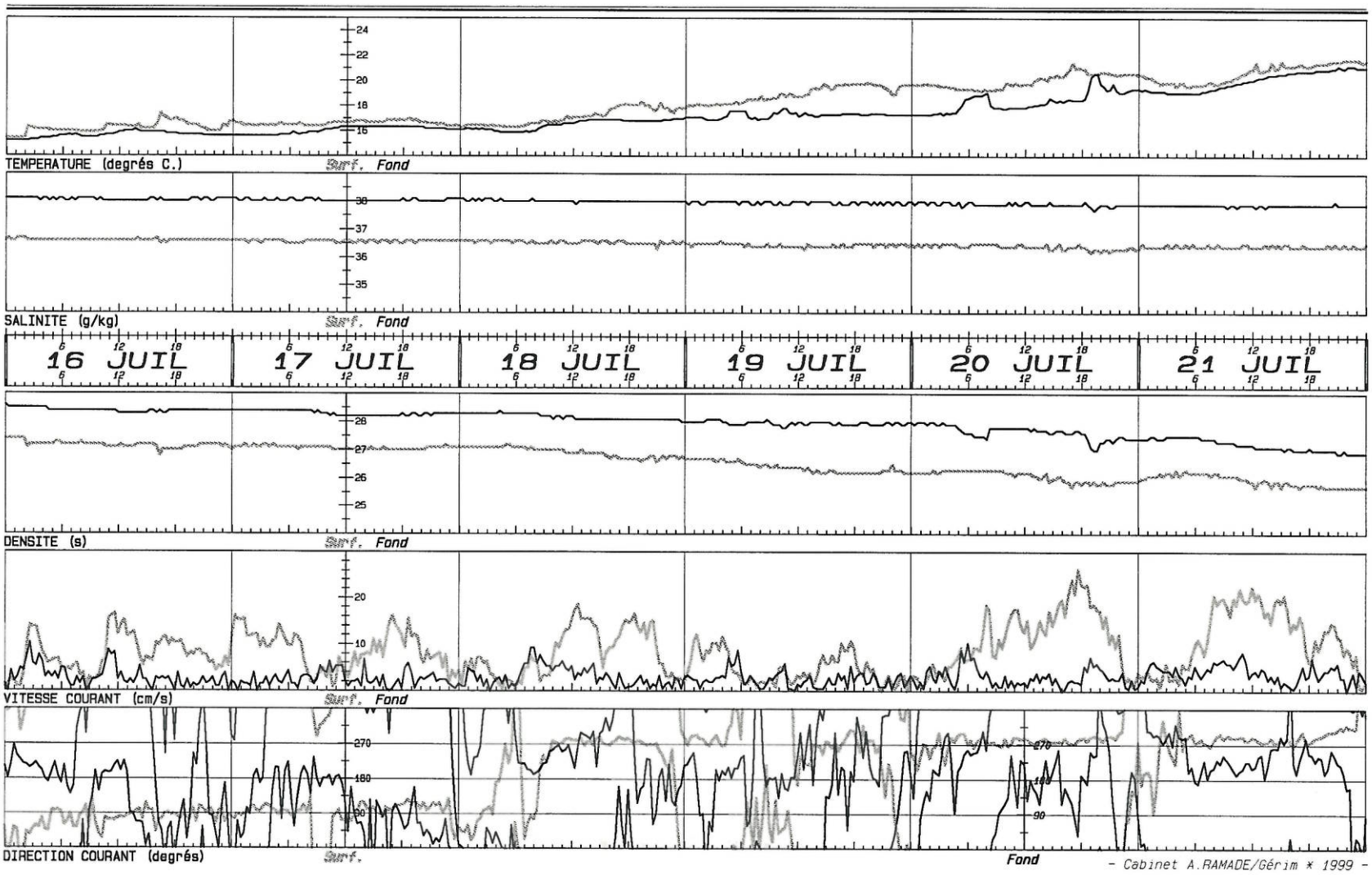
ETUDE : Rejet en mer CARRY-SAUSSET

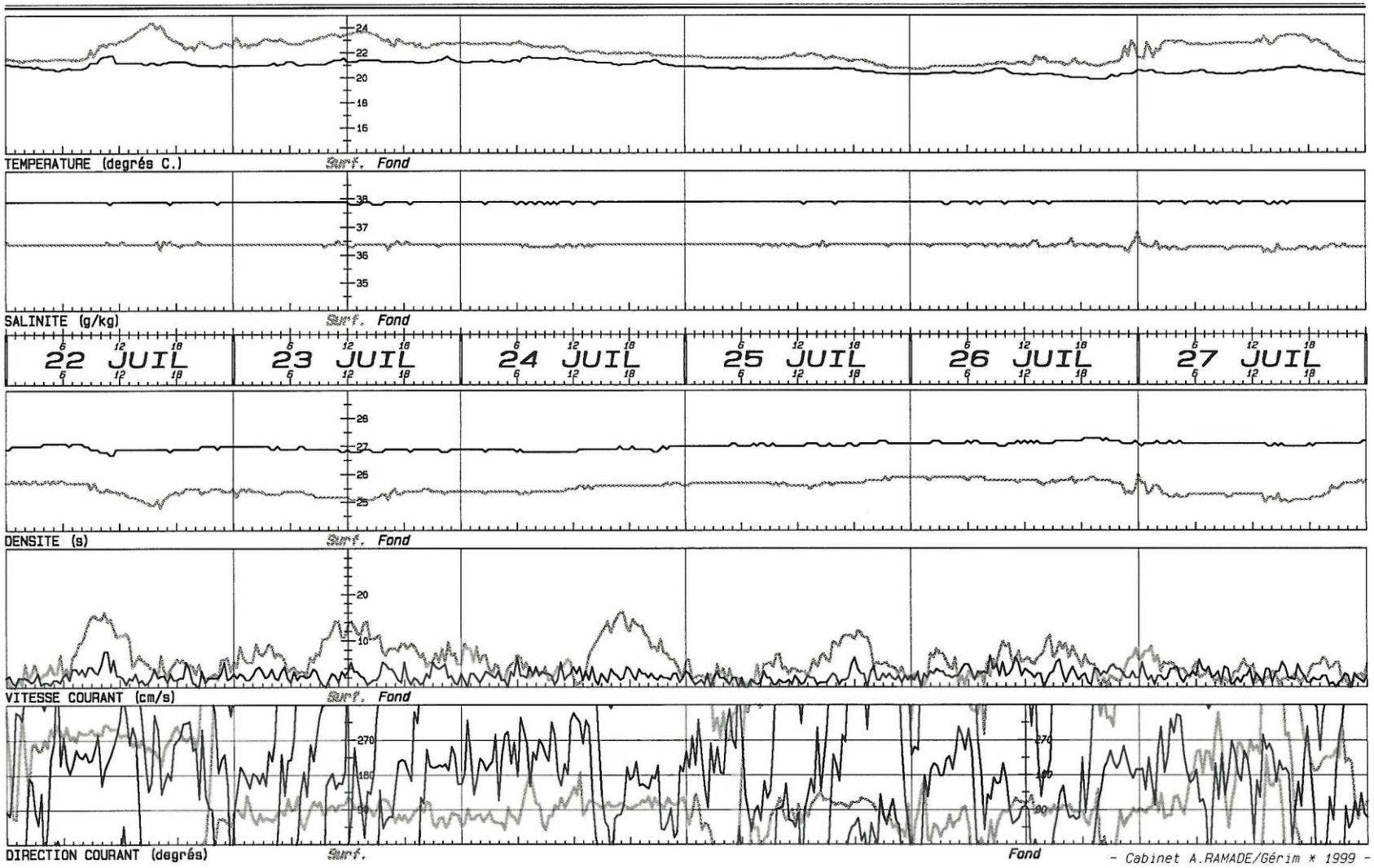
Période du 04/07/98 10:40
au 03/08/98 12:00

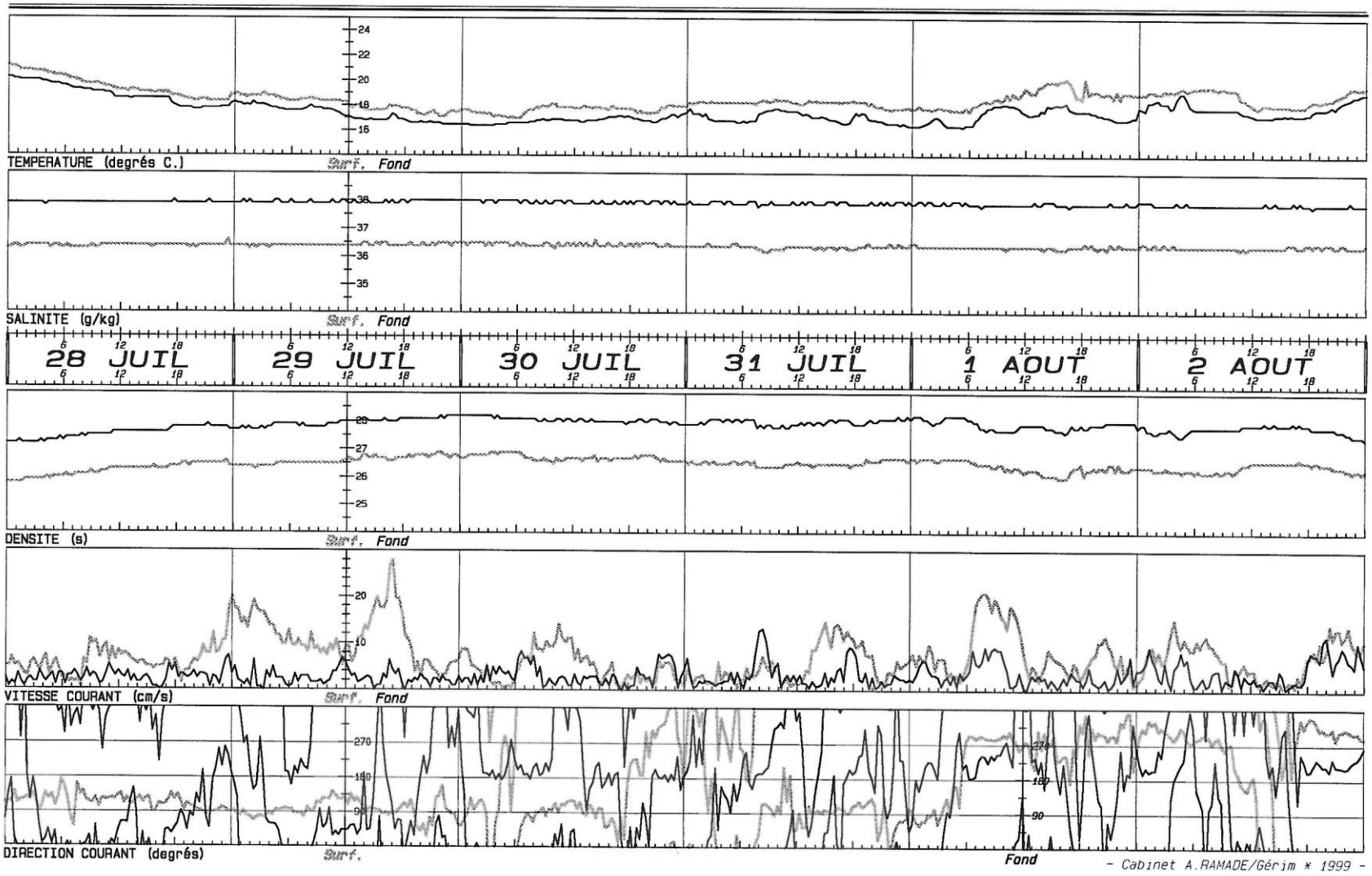
* T/S/D - COURANTOLOGIE *

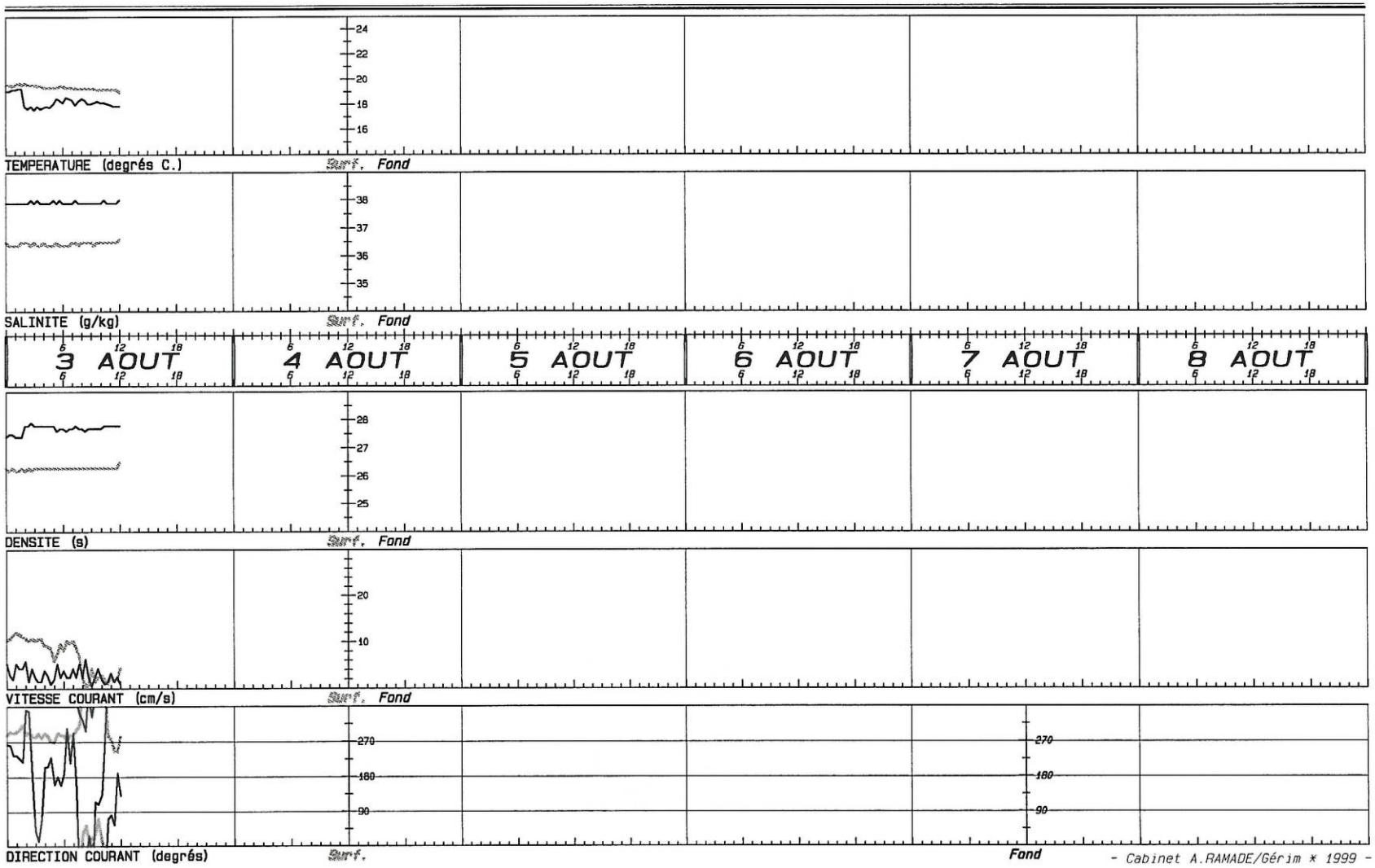



TEMPERATURE (degrés C.)
Surf.
Fond
SALINITE (g/kg)
Surf.
Fond
10 JUIL
11 JUIL
12 JUIL
13 JUIL
14 JUIL
15 JUIL
DENSITE (s)
Surf.
Fond
VITESSE COURANT (cm/s)
Surf.
Fond
DIRECTION COURANT (degrés)
Surf.
Fond
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


TEMPERATURE (degrés C.)
Surf.
Fond
SALINITE (g/kg)
16 JUIL
17 JUIL
18 JUIL
19 JUIL
20 JUIL
21 JUIL
DENSITE (s)
VITESSE COURANT (cm/s)
DIRECTION COURANT (degrés)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


TEMPERATURE (degrés C.)
Surf.
Fond
SALINITE (g/kg)
Surf.
Fond
22 JUIL
23 JUIL
24 JUIL
25 JUIL
26 JUIL
27 JUIL
DENSITE (s)
Surf.
Fond
VITESSE COURANT (cm/s)
Surf.
Fond
DIRECTION COURANT (degrés)
Surf.
Fond
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


TEMPERATURE (degrés C.)
Surf.
Fond
SALINITE (g/kg)
28 JUIL
29 JUIL
30 JUIL
31 JUIL
1 AOUT
2 AOUT
DENSITE (s)
VITESSE COURANT (cm/s)
DIRECTION COURANT (degrés)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


TEMPERATURE (degrés C.)
Surf.
Fond
SALINITE (g/kg)
3 AOUT
4 AOUT
5 AOUT
6 AOUT
7 AOUT
8 AOUT
DENSITE (s)
VITESSE COURANT (cm/s)
DIRECTION COURANT (degrés)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -

ANNEXE III :

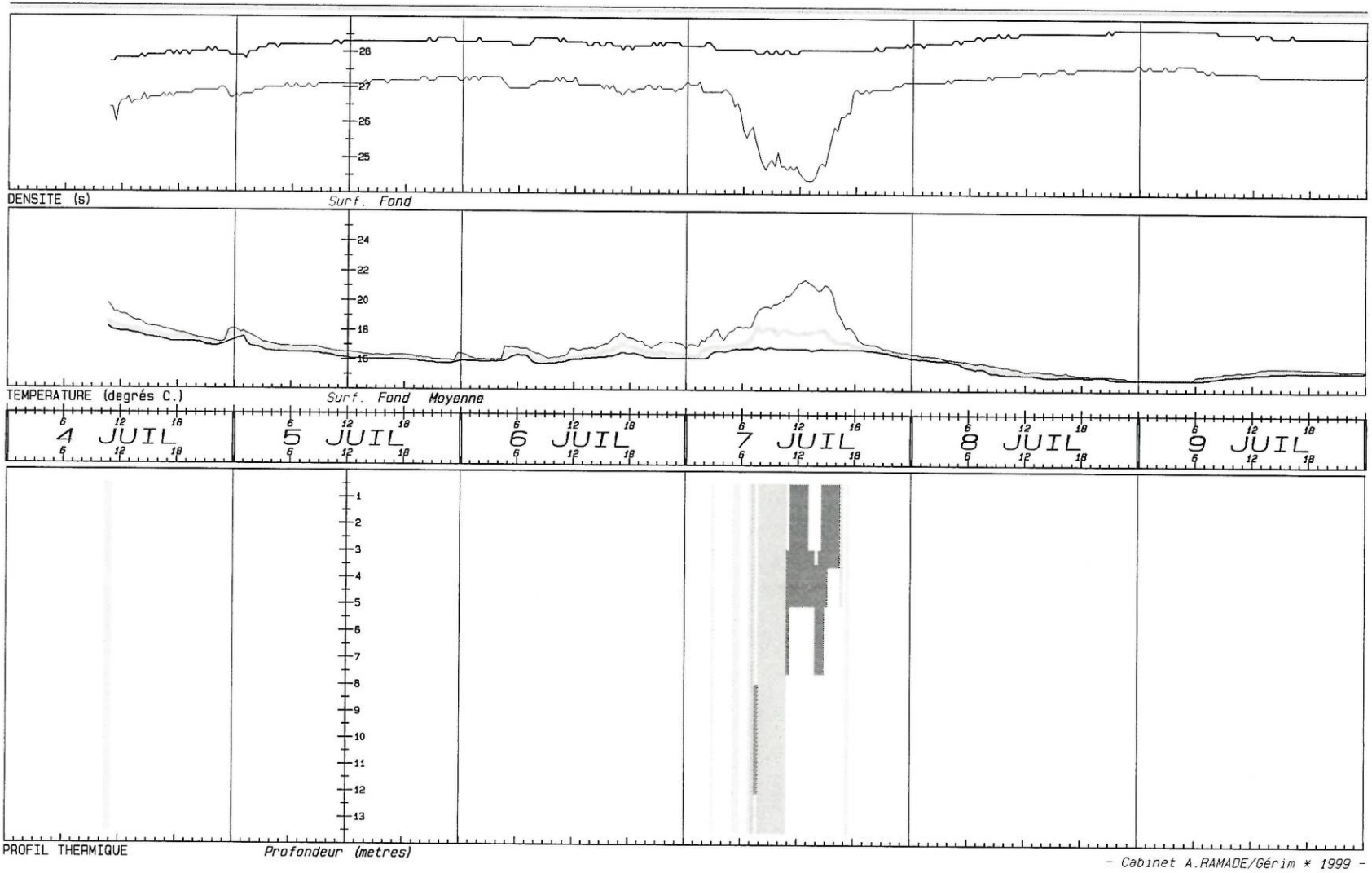
- PROFIL THERMIQUE -

ETUDE : Rejet en mer CARRY-SAUSSET

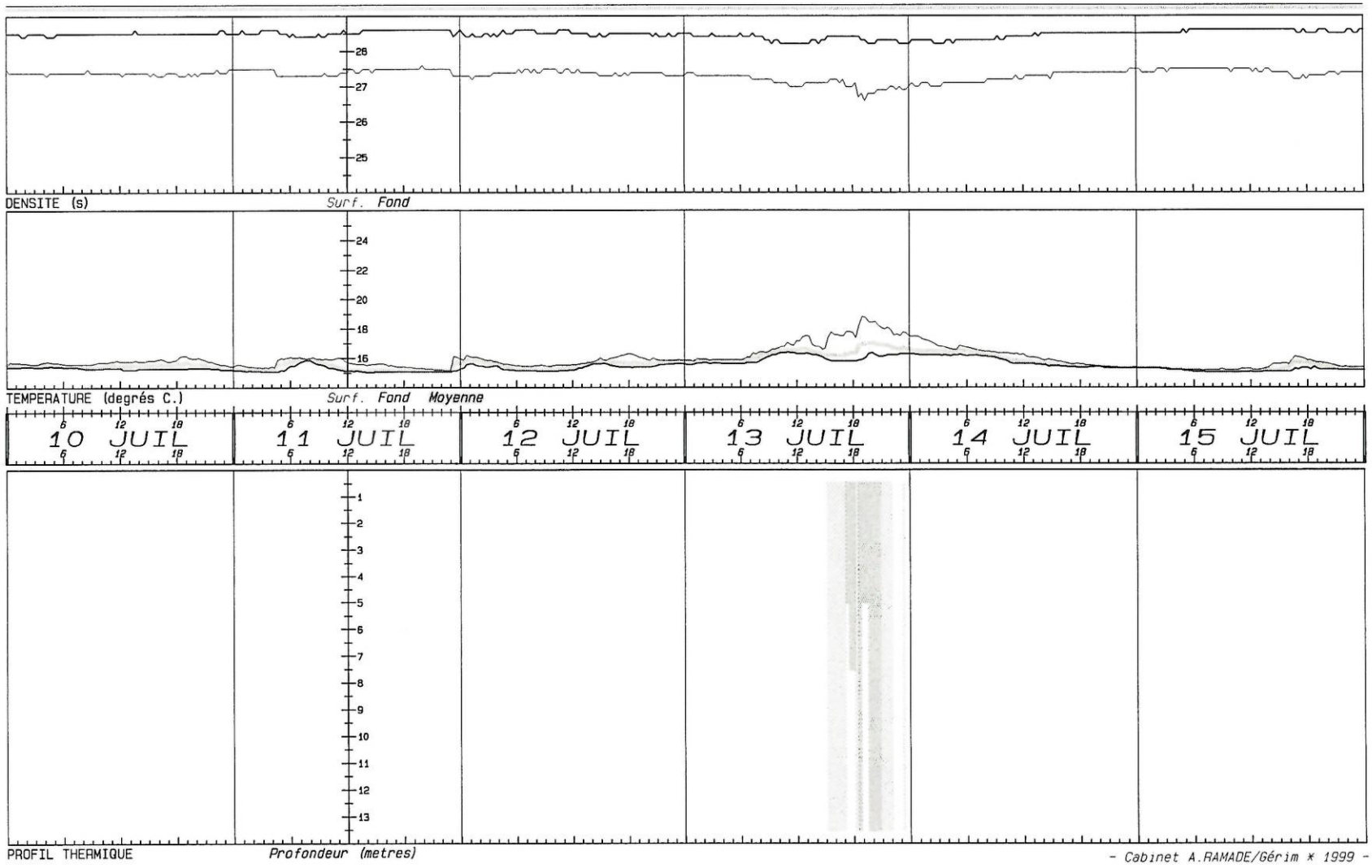
- MP.1 -

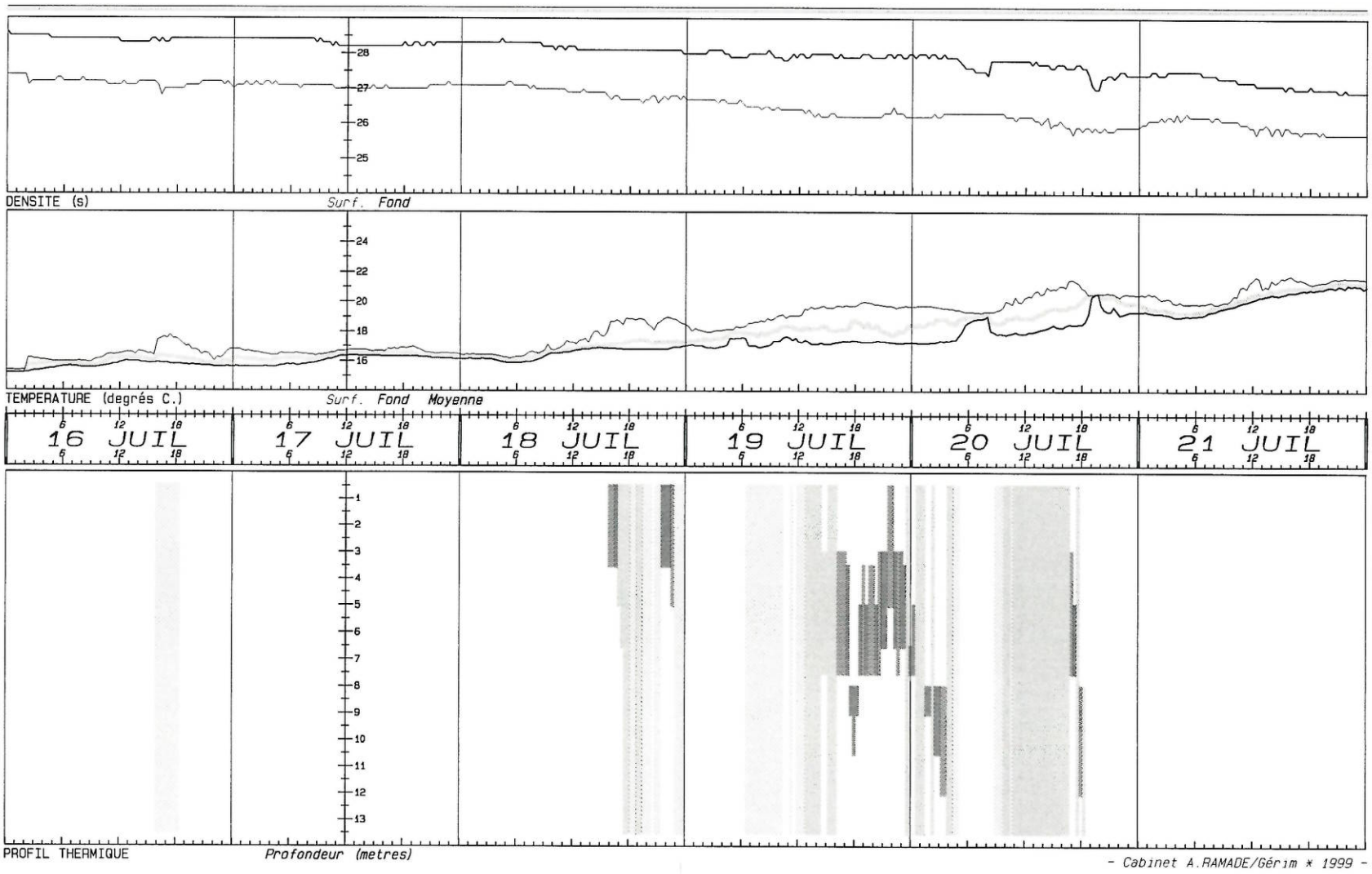
Période du 04/07/98 10:40
au 03/08/98 12:00

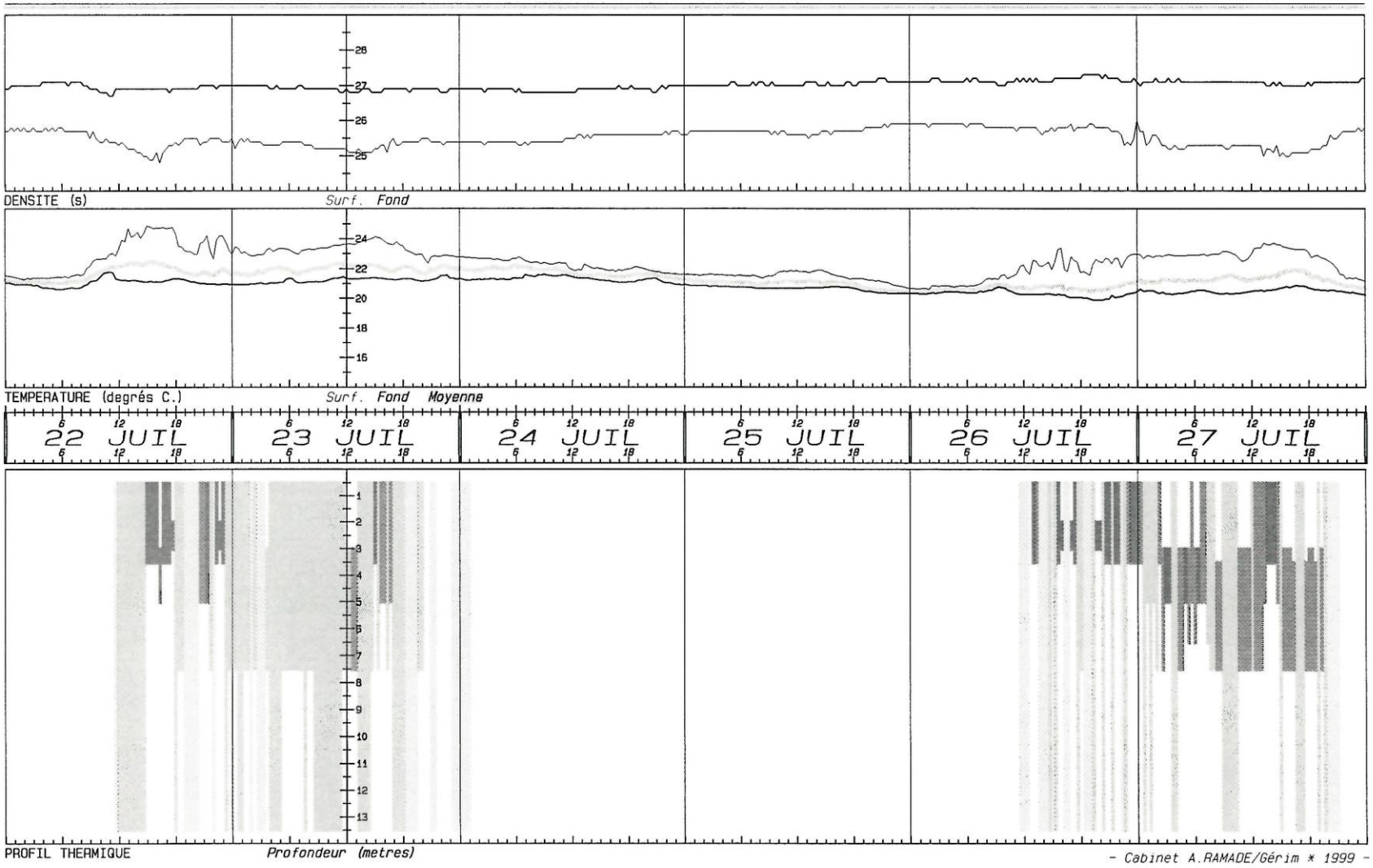
PROFIL THERMIQUE.

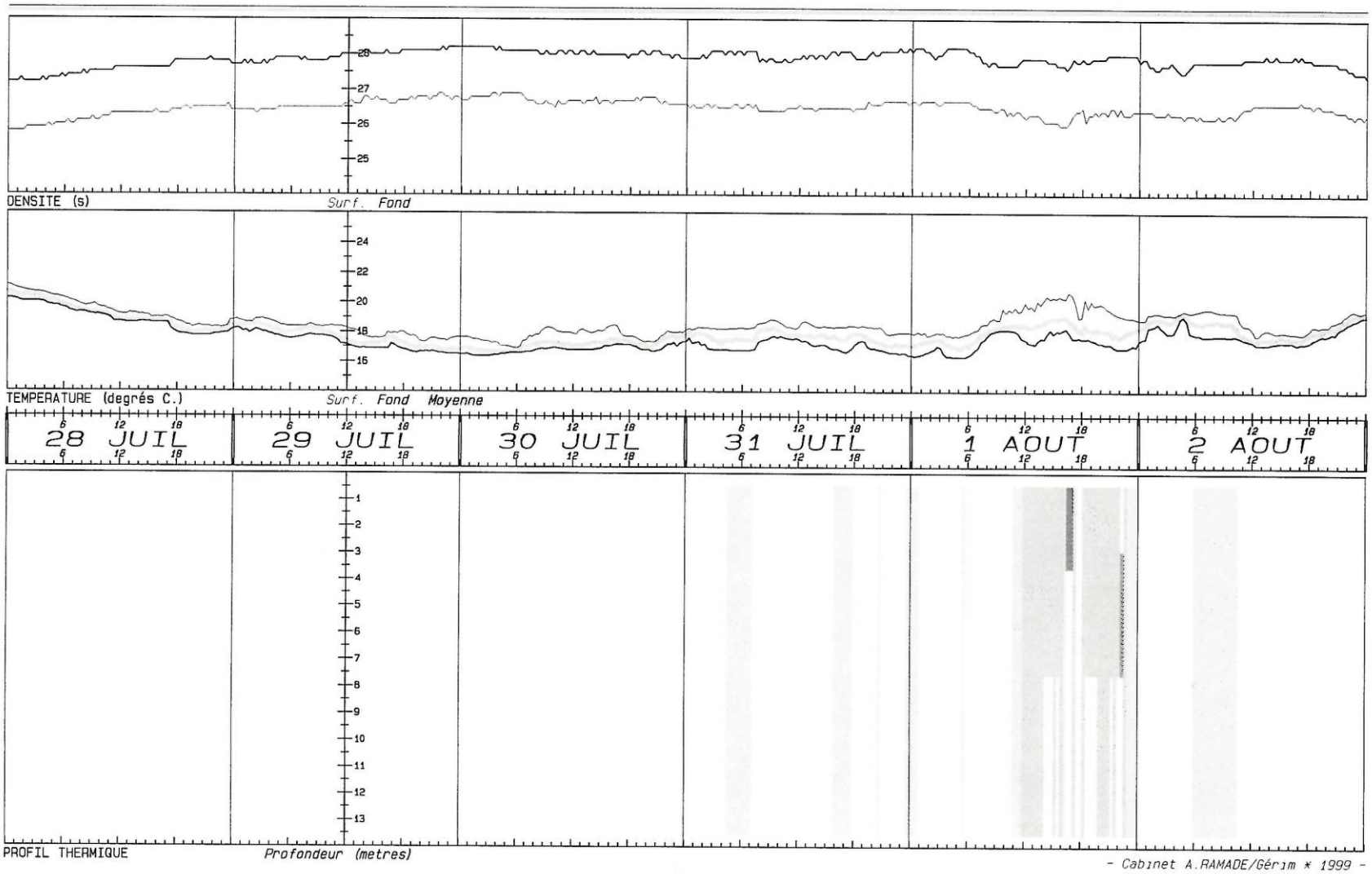


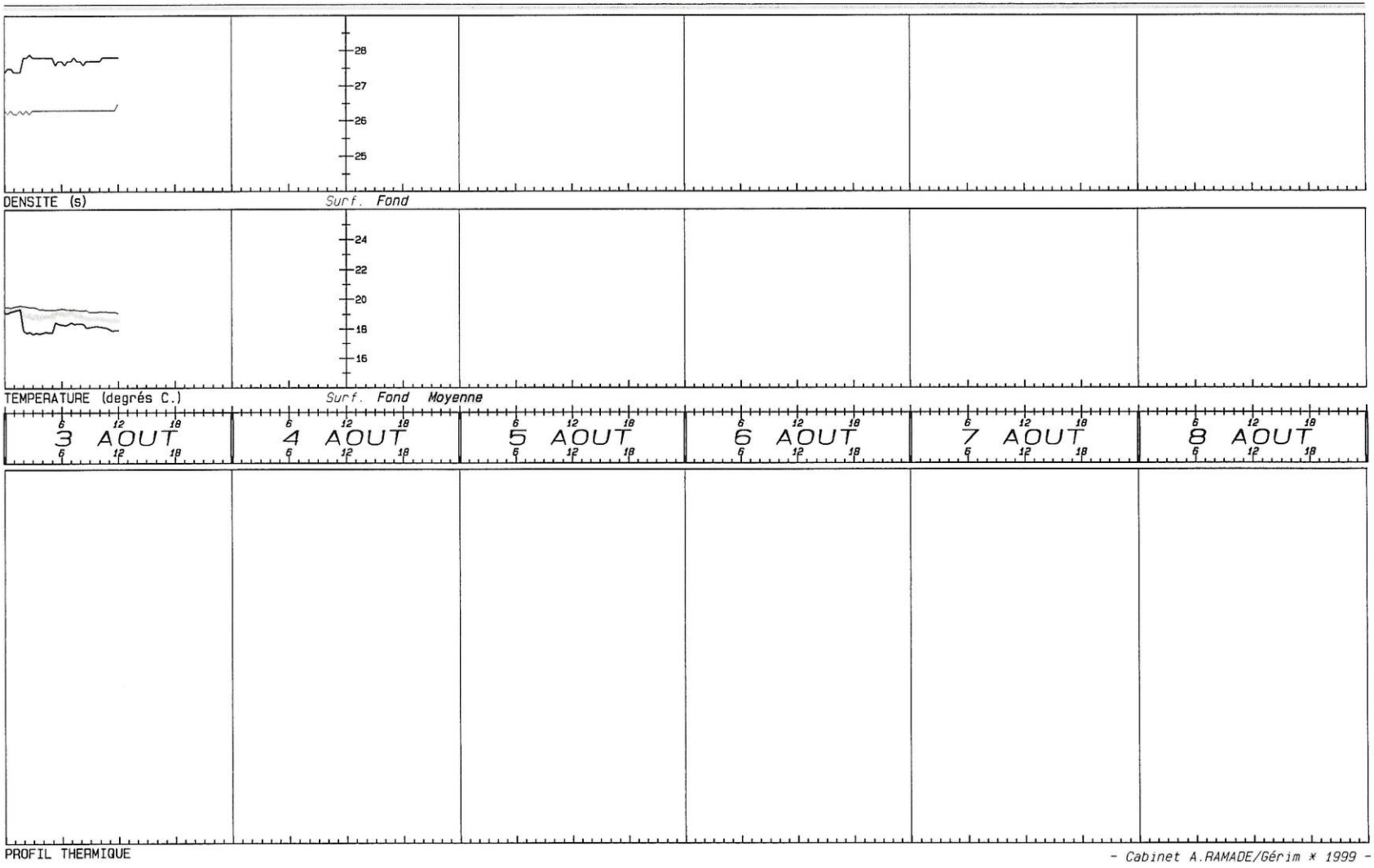
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


28
27
26
25
DENSITE (s)
Surf. Fond
24
22
20
18
16
TEMPERATURE (degrés C.)
Surf. Fond Moyenne
10 JUIL
11 JUIL
12 JUIL
13 JUIL
14 JUIL
15 JUIL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
PROFIL THERMIQUE
Profondeur (metres)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


28
27
26
25
DENSITE (s)
Surf. Fond
24
22
20
18
16
TEMPERATURE (degrés C.)
Surf. Fond Moyenne
16 JUIL
17 JUIL
18 JUIL
19 JUIL
20 JUIL
21 JUIL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
PROFIL THERMIQUE
Profondeur (metres)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


DENSITE (s)
Surf. Fond
TEMPERATURE (degrés C.)
Surf. Fond Moyenne
22 JUIL
23 JUIL
24 JUIL
25 JUIL
26 JUIL
27 JUIL
PROFIL THERMIQUE
Profondeur (metres)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


DENSITE (s)
Surf. Fond
TEMPERATURE (degrés C.)
Surf. Fond Moyenne
28 JUIL
29 JUIL
30 JUIL
31 JUIL
1 AOUT
2 AOUT
PROFIL THERMIQUE
Profondeur (metres)
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -


28
27
26
25
DENSITE (s)
Surf. Fond
24
22
20
18
16
TEMPERATURE (degrés C.)
Surf. Fond Moyenne
3 AOUT
4 AOUT
5 AOUT
6 AOUT
7 AOUT
8 AOUT
PROFIL THERMIQUE
- Cabinet A.RAMADE/Gérim * 1999 -

ANNEXE IV :

- SEDIMENTOLOGIE -

MASTERSIZER

Version 1.2 Fran Mer 29 Jul 1998 17:23

RA01SE9802 Run Number 1

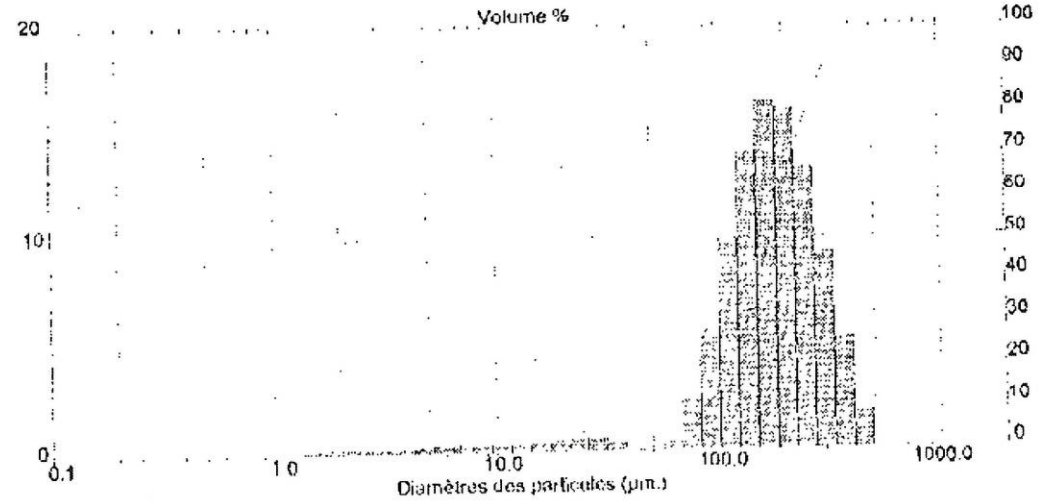
point A

Sample File Name: FOS Record 12 Source: Analysed
Measured on: Mer 29 Jul 1998 17:21 Last saved on: Mer 29 Jul 1998 17:22

Presentation: 2OHD
Polydisperse model Volume Result Focus : 300 mm.

Residual = 0.488 % Concentration = 0.274 % Obscuration = 27.35 %
ARGILES : 0.4 % LIMONS FINS : 3.6 % LIMONS GROSSIERS : 1.8 %
SABLES FINS : 56.0 % SABLES GROSSIERS : 38.2 %
MEDIANE 173.02 µm Mode = 178.04 µm
Specific Surface Area = 0.0911 sq. m. / gm Density = 1.00 gm / c.c.

Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %	Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %
0.50	0.05	1.32	0.05	25.46	0.62	31.01	5.35
1.32	0.14	1.00	0.19	31.01	0.41	37.79	5.75
1.00	0.20	1.35	0.39	37.79	0.05	46.03	5.80
1.35	0.22	2.38	0.61	46.03	0.00	56.09	5.80
2.38	0.22	2.00	0.83	56.09	0.43	68.39	6.23
2.00	0.21	3.50	1.04	68.39	2.37	83.36	8.60
3.53	0.32	4.30	1.36	83.36	5.83	101.44	14.18
4.30	0.25	5.24	1.61	101.44	9.95	123.59	24.13
5.24	0.30	6.39	1.82	123.59	14.04	150.57	38.18
6.39	0.34	7.78	2.16	150.57	16.38	183.44	54.56
7.78	0.38	9.48	2.52	183.44	16.05	223.51	70.61
9.48	0.36	11.55	2.87	223.51	13.27	272.31	83.88
11.55	0.35	14.08	3.21	272.31	9.22	331.77	93.10
14.08	0.40	17.15	3.61	331.77	5.15	404.21	98.25
17.15	0.50	20.90	4.12	404.21	1.74	492.47	99.99
20.90	0.61	25.46	4.73	492.47	0.01	600.00	100.00



Malvern Instruments Ltd.
Malvern, U.K.

Master Sizer E Ver. 1.2 Français
Serial No. 7310

p. 1
29 Jul 98 17:23

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
ET MOLYSMOLOGIE AQUATIQUE
FACULTE DE PHARMACIE
27 Boul.Jean Moulin
13385 MARSEILLE CEDEX 5

Dr Pierre REBOUILLON
Directeur Scientifique

Le 12.08.98

FICHE DE RESULTATS
DEBLAIS DE DRAGAGE

Organisme	Cabinet RAMADE
Origine	RA01SE9802
Bon de commande	
Date de réception	29/07/98 Réf. 096
Adresse de fact	Cabinet RAMADE
Gran sup 2 mm	0,18 % du sediment total
Gran sup 500 µm	10,3 % de la fraction < 2mm
Microgranulométrie sur la fraction < 500µm	
Gran 500-250	19,8 % de la fraction < 2mm
Gran 250 163	30 % de la fraction < 2mm
Gran 163-63	34,36 % de la fraction < 2mm
Gran Inf.63 µm	5,42 % de la fraction < 2mm
Mat.Calcinables	1,46 %
C organique	0,12 %
N total	0,022 %
P total	148 mg.kg-1
Al fusion alcaline	non demandé mg.kg-1 sec
Fer	non demandé mg.kg-1
Manganèse	non demandé mg.kg-1
Chrome	non demandé mg.kg-1
Zinc	non demandé mg.kg-1
Plomb	non demandé mg.kg-1
Cuivre	non demandé mg.kg-1
Cadmium	non demandé mg.kg-1
Nickel	non demandé mg.kg-1
Mercure	non demandé mg.kg-1
Arsenic	non demandé mg.kg-1
PCB	non demandé µg.kg-1 sec
Hydrocarb.tot IR	non demandé mg.kg-1

MALVERN MASTERSIZER

Version 1.2 Fran Mer 29 Jul 1998 17:28

RA028E9802 :Run Number 2

point B

Sample File Name: FOS , Record: 10
Measured on: Mer 29 Jul 1998 17:26 Last saved on: Mer 29 Jul 1998 17:27

Source: Analysed

Presentation: 2OHD
Polydisperse model

Volume Result

Focus = 300 mm.

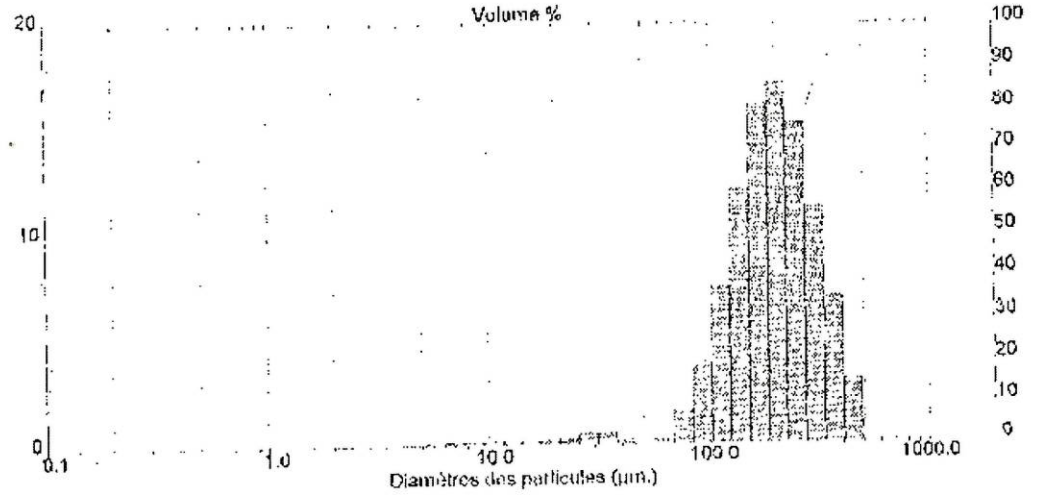
Residual : 0.334 %
ARGILES : 0.2 %
SABLES FINS : 49.4 %
MEDIANE 192.09 µm
Specific Surface Area = 0.0645 sq. m. / gm

Concentration = 0.554 %
LIMONS FINS : 2.1 %
SABLES GROSSIERS : 48.41%

Obscuration = 38.73 %
LIMONS GROSSIERS : 1.9 %

Mode = 196.83 µm
Density = 1.00 gm. / c.c.

Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %	Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %
0.50	0.03	1.32	0.03	25.46	0.07	31.01	3.40
1.32	0.08	1.50	0.11	31.01	0.59	37.79	3.96
1.50	0.11	1.95	0.22	37.79	0.26	46.03	4.21
1.95	0.11	2.38	0.33	46.03	0.01	56.08	4.22
2.38	0.10	2.90	0.43	56.08	0.30	68.33	4.52
2.90	0.08	3.53	0.51	68.33	1.67	83.26	6.18
3.53	0.09	4.30	0.61	83.26	3.97	101.44	10.15
4.30	0.12	5.24	0.73	101.44	7.48	123.59	17.64
5.24	0.17	6.39	0.89	123.59	12.09	150.57	29.73
6.39	0.21	7.78	1.11	150.57	16.70	183.44	45.93
7.78	0.23	9.48	1.34	183.44	17.36	223.51	63.01
9.48	0.23	11.55	1.56	223.51	15.30	272.31	78.61
11.55	0.22	14.08	1.79	272.31	11.26	331.77	89.87
14.08	0.25	17.15	2.04	331.77	7.01	404.21	96.89
17.15	0.33	20.89	2.37	404.21	3.09	492.47	99.97
20.89	0.45	25.46	2.83	492.47	0.03	600.00	100.00



Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK

MasterSizer E Ver. 1.2 Français
Serial No. 7310

p. 2
29 Jul 98 17:28

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
ET MOLYSMOLOGIE AQUATIQUE
FACULTE DE PHARMACIE
27 Boul.Jean Moulin
13385 MARSEILLE CEDEX 5

Dr Pierre REBOUILLON
Directeur Scientifique

le 12.08.98

B

FICHE DE RESULTATS
DEBLAIS DE DRAGAGE

Organisme	Cabinet RAMADE
Origine	RAD2SE9802
Bon de commande	
Date de réception	29/07/98 Réf. 096
Adresse de fact	Cabinet RAMADE
Gran sup 2 mm	0,66 % du sédiment total
Gran sup 500 µm	3,74 % de la fraction < 2mm
Microgranulométrie sur la fraction < 500µm	
Gran 500-250	27,32 % de la fraction < 2mm
Gran 250-163	34,42 % de la fraction < 2mm
Gran 163-63	30,29 % de la fraction < 2mm
Gran Inf.63 µm	4,23 % de la fraction < 2mm
Mat.Calcinables	1,21 %
C organique	0,08 %
N total	0,010 %
P total	151 mg kg-1
Al fusion alcaline	non demandé mg.kg-1 sec
Fer	non demandé mg.kg-1
Manganèse	non demandé mg.kg-1
Chrome	non demandé mg.kg-1
Zinc	non demandé mg.kg-1
Plomb	non demandé mg.kg-1
Cuivre	non demandé mg.kg-1
Cadmium	non demandé mg.kg-1
Nickel	non demandé mg.kg-1
Mercure	non demandé mg.kg-1
Arsenic	non demandé mg.kg-1
PCB	non demandé µg.kg-1 sec
Hydrocarb.tot IR	non demandé mg.kg-1

MALVERN MASTERSIZER

Version 1.2 Fran Mer 29 Jul 1998 17:34

RA03SE9402 , Run Number 3

point C

Sample File Name: RA03 , Record: 14 Source: Analysed
Measured on: Mer 29 Jul 1998 17:32 Last saved on: Mer 29 Jul 1998 17:32

Presentation: 2OHD
Polydisperse model

Volume Result

Focus = 300 mm.

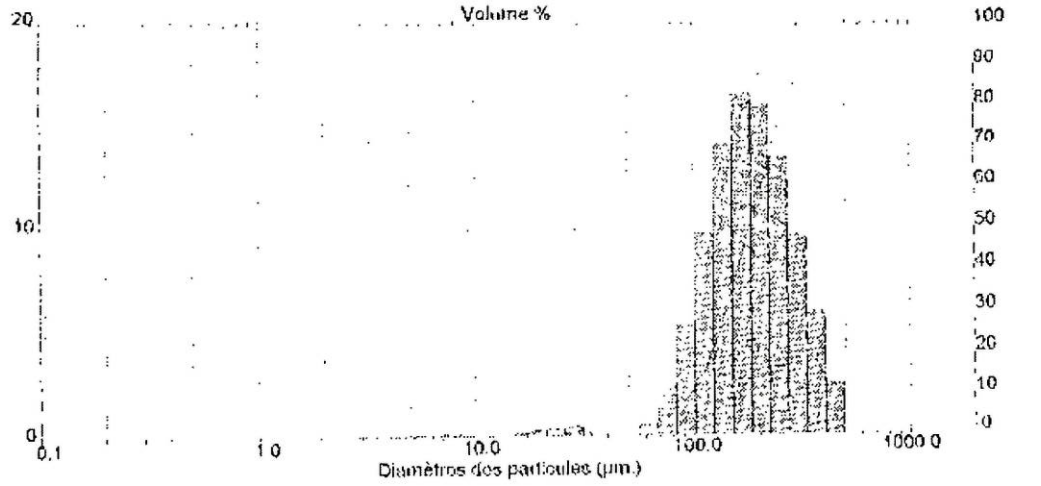
Residual = 0.474 %
ARGILES : 0.1 %
SABLES FINS : 58.3 %
MEDIANE 176.02 µm
Specific Surface Area = 0.0681 sq. m. / gm

Concentration = 0.509 %
LIMONS FINS : 1.8 %
SABLES GROSSIERS : 40.50%

Obscuration = 31.42 %
LIMONS GROSSIERS : 1.3 %

Mode = 176.28 µm
Density = 1.00 gm. / c.c.

Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %	Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %
0.90	0.00	1.32	0.00	25.46	0.48	31.01	2.91
1.32	0.02	1.60	0.02	31.01	0.35	37.79	3.16
1.60	0.06	1.93	0.08	37.79	0.00	46.03	3.16
1.93	0.10	2.34	0.19	46.03	0.00	56.09	3.16
2.34	0.12	2.90	0.30	56.09	0.58	68.33	3.74
2.90	0.12	3.53	0.42	68.33	2.48	83.26	6.22
3.53	0.13	4.30	0.55	83.26	5.51	101.44	11.73
4.30	0.13	5.24	0.68	101.44	9.76	123.60	21.50
5.24	0.15	6.39	0.83	123.60	14.12	150.57	35.62
6.39	0.16	7.78	0.99	150.57	16.95	183.44	52.57
7.78	0.21	9.48	1.19	183.44	16.09	223.51	68.67
9.48	0.13	11.55	1.32	223.51	13.45	272.31	81.12
11.55	0.14	14.06	1.47	272.31	9.73	331.77	91.45
14.06	0.22	17.15	1.69	331.77	5.99	404.21	97.44
17.15	0.34	20.90	1.99	404.21	2.64	492.47	99.08
20.90	0.46	25.46	2.43	492.47	0.92	600.00	100.00



Malvern Instruments Ltd
Malvern, U.K.

MasterSizer E Ver. 1.2 Français
Serial No. 2310

p. 5
29 Jul 98 17:34

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
ET MOLYSMOLOGIE AQUATIQUE
FACULTE DE PHARMACIE
27 Boul.Jean Moulin
13385 MARSEILLE CEDEX 5

Dr Pierre REBOUILLON
Directeur Scientifique

Le 12.08.98

FICHE DE RESULTATS
DEBLAIS DE DRAGAGE

Organisme	Cabinet RAMADE
Origine	RA03SE9802
Bon de commande	
Date de réception	29/07/98 Réf. 098
Adresse de fact	Cabinet RAMADE
Gran sup 2 mm	0,34 % du sédiment total
Gran sup 500 µm	10,71 % de la fraction < 2mm
Microgranulométrie sur la fraction < 500µm	
Gran 500-250	21,81 % de la fraction < 2mm
Gran 250-163	30,09 % de la fraction < 2mm
Gran 163-63	34,28 % de la fraction < 2mm
Gran Inf.63 µm	3,11 % de la fraction < 2mm
Mat.Calcinables	6,78 %
C organique	0,14 %
N total	0,019 %
P total	134 mg.kg-1
Al fusion alcaline	non demandé mg.kg-1 sec
Fer	non demandé mg.kg-1
Manganese	non demandé mg.kg-1
Chrome	non demandé mg.kg-1
Zinc	non demandé mg.kg-1
Plomb	non demandé mg.kg-1
Cuivre	non demandé mg.kg-1
Cadmium	non demandé mg.kg-1
Nickel	non demandé mg.kg-1
Mercure	non demandé mg.kg-1
Arsenic	non demandé mg.kg-1
PCB	non demandé µg.kg-1 sec
Hydrocarb.tot IR	non demandé mg.kg-1

MALVERN MASTERSIZER

Version 1.2 Fran

Mar 29 Jul 1998 18:02

RA049E9802 :Run Number 4

point D

Sample File Name: FOS , Record: 15
Measured on: Mar 29 Jul 1998 17:51 Last saved on: Mar 29 Jul 1998 18:01

Active Analysis

Presentation: 2OHD
Polydisperse model

Volume Result

Focus = 300 mm

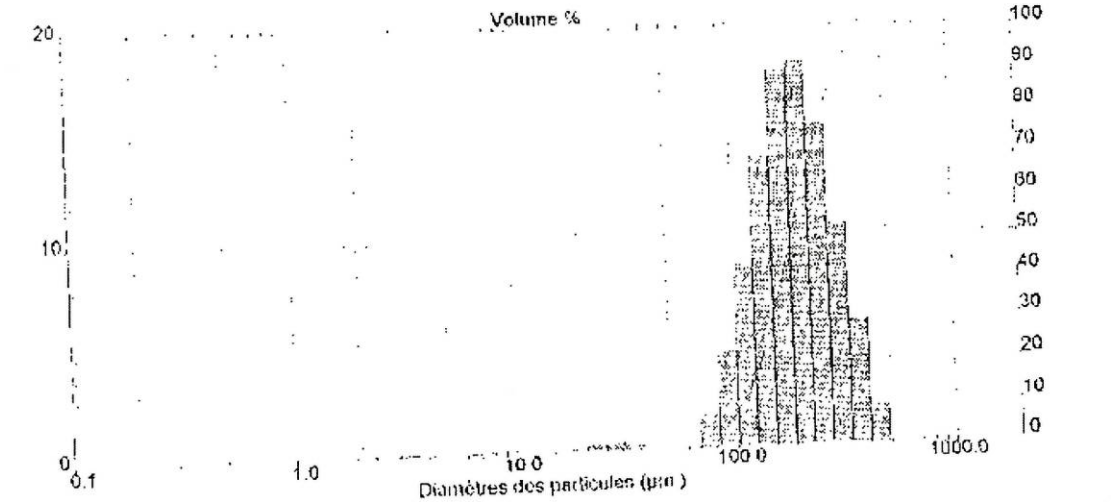
Residual = 0.596 %
ARGILES : 0.1 %
SABLES FINS : 54.6 %
MEDIANE 186,60 µm
Specific Surface Area = 0.0513 sq. m. / gm

Concentration = 0.880 %
LIMONS FINS : 0.8 %
SABLES GROSSIERS : 44.48%

Obscuration = 35.08 %
LIMONS GROSSIERS : 1.0 %

Mode = 186.59 µm
Density = 1.00 gm / c c

Size (Ln) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %	Size (Ln) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %
0.50	0.03	1.32	0.03	25.46	0.37	31.91	1.65
1.32	0.04	1.60	0.07	31.91	0.25	37.79	1.92
1.60	0.05	1.95	0.12	37.79	0.00	46.03	1.92
1.95	0.05	2.38	0.18	46.03	0.01	56.09	1.93
2.38	0.07	2.90	0.25	56.09	0.05	68.33	1.98
2.90	0.07	3.53	0.32	68.33	1.71	83.26	3.73
3.53	0.07	4.30	0.39	83.26	4.47	101.44	8.20
4.30	0.08	5.24	0.47	101.44	8.62	123.59	16.82
5.24	0.10	6.39	0.56	123.59	13.79	150.57	30.61
6.39	0.10	7.78	0.67	150.57	17.78	183.44	48.39
7.78	0.07	9.48	0.74	183.44	18.21	223.51	66.59
9.48	0.02	11.55	0.76	223.51	15.25	272.31	81.86
11.55	0.00	14.06	0.76	272.31	10.51	331.77	92.36
14.06	0.06	17.15	0.82	331.77	5.85	404.21	98.21
17.15	0.18	20.90	1.00	404.21	1.78	492.47	99.99
20.90	0.30	25.46	1.29	492.47	0.01	600.00	100.00



Malvern Instruments Ltd
Malvern, UK

MasterSizer S Ver. 1.2 Français
Serial No. 7310

P. 4
29 Jul 98 18:02

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
ET MOLYSMOLOGIE AQUATIQUE
FACULTE DE PHARMACIE
27 Boul.Jean Moulin
13385 MARSEILLE CEDEX 5

Dr Pierre REBOUILLON
Directeur Scientifique

Le 12.08.98

FICHE DE RESULTATS
DEBLAIS DE DRAGAGE

Organisme	Cabinet RAMADE
Origine	RA04SE9802
Bon de commande	
Date de réception	29/07/98 Réf. 098
Adresse de fact	Cabinet RAMADE
Gran sup 2 mm	0.09 % du sediment total
Gran sup 500 µm	2,24 % de la fraction < 2mm
Microgranulométrie sur la fraction < 500µm	
Gran 500-250	24,58 % de la fraction < 2mm
Gran 250-163	30,7 % de la fraction < 2mm
Gran 163-63	34,58 % de la fraction < 2mm
Gran Inf.63 µm	1,92 % de la fraction < 2mm
Mat.Carbonatées	2,07 %
C organique	0,26 %
N total	0,016 %
P total	132 mg.kg-1
Al fusion alcaline	non demandé mg.kg-1 sec
Fer	non demandé mg.kg-1
Manganèse	non demandé mg.kg-1
Chrome	non demandé mg.kg-1
Zinc	non demandé mg.kg-1
Plomb	non demandé mg.kg-1
Cuivre	non demandé mg.kg-1
Cadmium	non demandé mg.kg-1
Nickel	non demandé mg.kg-1
Mercure	non demandé mg.kg-1
Arsenic	non demandé mg.kg-1
PCB	non demandé µg.kg-1 sec
Hydrocarb.tot IR	non demandé mg.kg-1

MASTERSIZER

Version 1.2 Fran...

Mer 29 Jul 1998 18.10

RA01SE9802 :Run Number 5

petit E

Sample File Name: FOS . Record: 16
Measured on: Mer 29 Jul 1998 18:09 Last saved on: Mer 29 Jul 1998 18:09

Source: Analysed

Presentation: 2OHD
Polydisperse Model

Volume Result

Focus = 300 mm

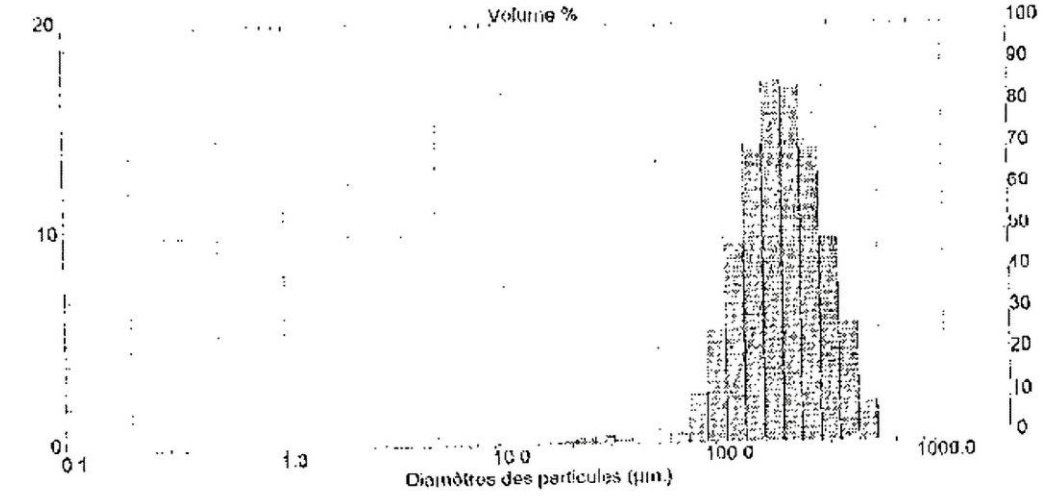
Residual = 0.0.6 %
ARGILES : 0.0 %
SABLES FINS : 56.8 %
MEDIANE 160.27 µm
Specific Surface Area = 0.0517 sq. m. / gm

Concentration = 0.581 %
LIMONS FINS : 1.2 %
SABLES GROSSIERS : 40.70 %

Obscuration = 31.07 %
LIMONS GROSSIERS : 1.2 %

Mode = 179.49 µm
Density = 1.00 gm / c.c.

Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %	Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %
0.00	0.00	1.32	0.00	25.46	0.45	31.01	2.11
1.32	0.00	1.60	0.00	31.01	0.29	37.70	2.40
1.60	0.01	1.95	0.01	37.70	0.00	46.00	2.41
1.95	0.07	2.38	0.08	46.03	0.00	56.09	2.41
2.38	0.11	2.90	0.20	56.09	0.50	68.33	2.91
2.90	0.11	3.53	0.31	68.33	2.33	83.26	5.24
3.53	0.10	4.30	0.40	83.26	5.28	101.44	10.52
4.30	0.09	5.24	0.50	101.44	9.59	123.59	20.05
5.24	0.11	6.39	0.60	123.59	14.24	150.57	34.29
6.39	0.11	7.78	0.71	150.57	17.27	183.44	51.56
7.78	0.08	9.48	0.79	183.44	17.03	223.51	68.59
9.48	0.06	11.55	0.85	223.51	14.07	272.31	82.66
11.55	0.06	14.08	0.91	272.31	9.90	331.77	92.46
14.08	0.13	17.15	1.03	331.77	5.67	404.21	98.07
17.15	0.25	20.90	1.28	404.21	1.91	492.47	99.09
20.90	0.38	25.46	1.66	492.47	0.91	600.00	100.00



Malvern Instruments Ltd
Malvern, U.K.

MasterSizer S Ver. 1.2 Francais
Serial No. 3110

p. 5
29 Jul 98 18.10

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
ET MOLYSMOLOGIE AQUATIQUE
FACULTE DE PHARMACIE
27 Boul.Jean Moulin
13385 MARSEILLE CEDEX 5

Dr Pierre REBOUILLON
Directeur Scientifique

Le 12.08.98

FICHE DE RESULTATS
DEBLAIS DE DRAGAGE

Organisme	Cabinet RAMADE
Origine	RA05SE0802
Bon de commande	
Date de réception	29/07/98 Réf. 098
Adresse de fact	Cabinet RAMADE
Gran sup 2 mm	2,03 % du sediment total
Gran sup 500 µm	6,94 % de la fraction < 2mm
Microgranulométrie sur la fraction < 500µm	
Gran 500-250	22,12 % de la fraction < 2mm
Gran 250-163	30,05 % de la fraction < 2mm
Gran 163-63	35,48 % de la fraction < 2mm
Gran inf.63 µm	2,91 % de la fraction < 2mm
Mat.Calcinables	1,76 %
C organique	0,13 %
N total	0,011 %
P total	151 mg kg-1
Al fusion alcaline	non demandé mg.kg-1 sec
Fer	non demandé mg.kg-1
Manganèse	non demandé mg.kg-1
Chrome	non demandé mg kg-1
Zinc	non demandé mg.kg-1
Plomb	non demandé mg.kg-1
Cuivre	non demandé mg.kg-1
Cadmium	non demandé mg kg-1
Nickel	non demandé mg.kg-1
Mercure	non demandé mg.kg-1
Arsenic	non demandé mg.kg-1
PCB	non demandé µg.kg-1 sec
Hydrocarb.tot IR	non demandé mg kg-1

MASTERSIZER S

Version 1.2 Fran

Mer 29 Jul 1998 18:18

RA66SE9802 :Run Number 6

point D

Sample File Name: FOS , Record: 17
Measured on: Mer 29 Jul 1998 18:17 Last saved on: Mer 29 Jul 1998 18:17

Source: Analysed

Presentation: 2CHD
Polydisperse model

Volume Result

Focus = 300 µm.

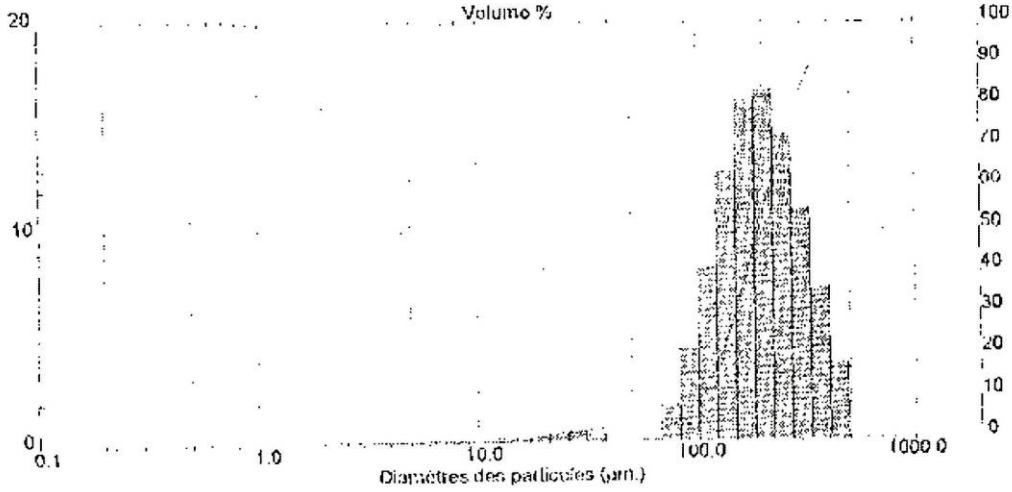
Residual = 0.000 %
ARGILES : 0.0 %
SABLES FINS : 50.9 %
MEDIANE 190.07 µm
Specific Surface Area = 0.0637 sq. m. / gm

Concentration = 0.472 %
LIMONS FINS : 1.8 %
SABLES GROSSIERS : 46.77%

Obscuration = 26.99 %
LIMONS GROSSIERS : 1.6 %

Mode = 199.10 µm
Density = 1.00 gm. / c.c.

Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %	Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %
0.50	0.00	1.32	0.00	26.46	0.56	31.01	2.90
1.32	0.00	1.60	0.00	31.01	0.43	37.79	3.33
1.60	0.00	1.95	0.00	37.79	0.01	46.03	3.34
1.95	0.00	2.38	0.00	46.03	0.00	56.09	3.34
2.38	0.16	2.90	0.16	56.09	0.15	68.33	3.49
2.90	0.18	3.53	0.34	68.33	1.71	83.26	5.20
3.53	0.14	4.30	0.47	83.26	4.35	101.44	9.54
4.30	0.13	5.24	0.60	101.44	8.23	123.59	17.77
5.24	0.15	6.39	0.75	123.59	12.62	150.57	30.39
6.39	0.15	7.78	0.91	150.57	15.22	183.44	46.61
7.78	0.14	9.48	1.05	183.44	16.71	223.51	63.32
9.48	0.14	11.55	1.20	223.51	14.09	272.31	78.11
11.55	0.14	14.08	1.34	272.31	11.01	331.77	89.12
14.08	0.20	17.15	1.54	331.77	7.35	404.21	96.38
17.15	0.32	20.90	1.86	404.21	3.58	492.47	99.96
20.90	0.47	25.46	2.33	492.47	0.04	600.00	100.00



Malvern Instruments Ltd
Malvern, U.K.

Master Sizer S Ver. 1.2 Français
Serial No. 3310

p. 6
29 Jul 98 18:18

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
ET MOLYSMOLOGIE AQUATIQUE
FACULTE DE PHARMACIE
27 Boul.Jean Moulin
13385 MARSEILLE CEDEX 5

Dr Pierre REBOUILLON
Directeur Scientifique

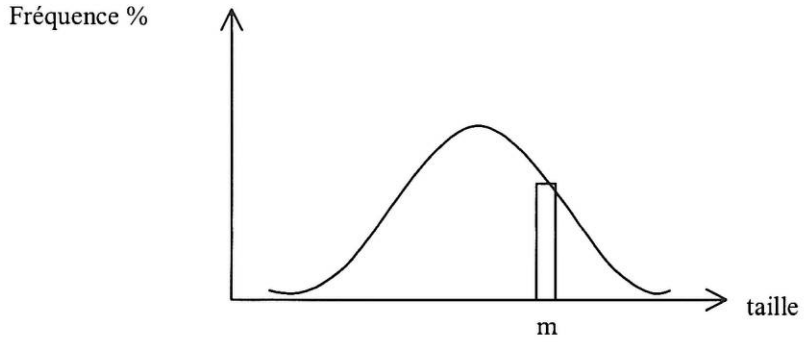
le 12.08.98

FICHE DE RESULTATS
DEBLAIS DE DRAGAGE

Organisme	Cabinet RAMADE
Origine	RA06SE9802
Bon de commande	
Date de réception	29/07/98 Réf. 096
Adresse de fact	Cabinet RAMADE
Gran sup 2 mm	1.25 % du sediment tota
Gran sup 500 µm	25.65 % de la fraction < 2mm
Microgranulométrie sur la fraction < 500µm	
Gran 500-250	21.24 % de la fraction < 2mm
Gran 250-163	25.81 % de la fraction < 2mm
Gran 163-63	24.76 % de la fraction < 2mm
Gran Inf.63 µm	2.55 % de la fraction < 2mm
Mat.Calcinables	5.04 %
C organique	0.21 %
N total	0.014 %
P total	150 mg.kg-1
Al fusion alcaline	non demandé mg kg-1 sec
Fer	non demandé mg.kg-1
Manganèse	non demandé mg kg-1
Chrome	non demandé mg.kg-1
Zinc	non demandé mg.kg-1
Plomb	non demandé mg.kg-1
Cuivre	non demandé mg kg-1
Cadmium	non demandé mg kg-1
Nickel	non demandé mg.kg-1
Mercure	non demandé mg kg-1
Arsenic	non demandé mg.kg-1
PCB	non demandé µg kg-1 sec
Hydrocarb.tot IR	non demandé mg.kg-1

Méthodologie.

Les indices utilisés pour l'interprétation de ces analyses ont pour origine une analogie entre la courbe des fréquences et le calcul des moments en mécanique :



Premier moment : (moment statistique de la distribution)

$$\alpha_1 = x = \frac{\sum f_m}{100}$$

Ce moment est assimilé à une taille moyenne des classes.

Second moment : (mesure de la dispersion)

$$\alpha_2 = \frac{\sum f(m - x)^2}{100}$$

Ce moment représente la valeur numérique du carré du triage : $s = \sqrt{\alpha_2}$

Troisième moment : (mesure de la symétrie de la courbe)

$$\alpha_3 = \frac{\sum f(m - x)^3}{100}$$

on a alors le coefficient d'asymétrie de la courbe qui vaut : Ski $(a_3) = \frac{\sigma^{-3}}{100} * \sum f(m - x)^3$

Quatrième moment :

$$\alpha_4 = \frac{\sum f(m - x)^4}{100}$$

on a alors : KG $(a_4) = \frac{\sigma^{-4}}{100} * \sum f(m - x)^4$

Les valeurs des indices obtenues en combinant les différents paramètres, selon les formules du tableau suivant, sont équivalentes à celles qui seraient obtenues en effectuant des calculs statistiques donnant donc : le premier moment (la taille moyenne), le deuxième moment (le triage), le troisième moment (l'asymétrie), le quatrième moment (l'acuité des distributions ou « Kurtosis »). Ces formules permettent une simplification des calculs en les réduisant à l'application de formules algébriques simples.

La plupart de ces indices sont calculés en échelle F car les formules sont issues de travaux anglo-saxons.

Tableau des formules des indices granulométriques

Indices	Formules	Références auteurs
taille moyenne TM	TM = (M16+M50+M84) / 3 TMΦ = Φ16+Φ50+Φ84) / 3	Weydert, 1971 (dérivée de Folk &Ward, 1957)
étalement dimensionnel GT	GT = log (M0 / M100)	Rivière, 1952
classement DΦ	DΦ = (Φ 75-Φ25) / 2	Krumbein, 1936
normalité de distribution KG	KG = (Φ95-Φ5) / (2,44*(Φ75-Φ25))	Folk & Ward, 1957
facteur hydro-dynamique FH	FH = KG - DΦ	Weydert, 1973
triage de Folk sigma	σ = ((Φ84-Φ16)/4) + ((Φ95-Φ5)/6,6)	Folk & Ward, 1957
symétrie de Skewness SKi	SKi = ((Φ16+Φ84)-2*Φ50) / 2*(Φ84-Φ16) + ((Φ5+Φ95)-2*Φ50) / 2*(Φ95-Φ5)	Folk & Ward, 1957
classement de Trask So	$S_0 = \sqrt{(M75/M25)}$	
asymétrie de Trask SK	SK = (M25*M75) / (M50*M50)	

A - La taille moyenne (TM) :

Le calcul de TM est discutable car la moyenne de la somme de trois logarithmes n'est pas équivalente à la moyenne de trois paramètres exprimés en mm et transformés en échelle F.

Le fait que dans la formule de ce paramètre ne soit inclus que 68% de la distribution (de 16% à 84%) permet d'éviter certains artefacts aux limites, mais par là même, il y a un risque de perte de l'information contenue dans les fractions non exprimées.

Néanmoins, la taille moyenne reste un paramètre utile pour classer les sédiments en se référant à des fractions théoriques :

Echelle de classification des matériaux meubles.

CODES	FRACTIONS THEORIQUES	TAILLES (mm)
MG	Mégablocs	>9999
TGB	Très gros blocs	1000-9999
GB	gros blocs	500-1000
B	Blocs	200-500
GT	Galets	20-200
GL	Gravelles	10-20
GV	Graviers	5-10
GN	Granules	2,5-5
SG	Sable grossier	1-2,5
SM	Sable moyen	0,5-1
SF	Sable fin	0,25-0,5
STF	Sable très fin	0,05-0,25
SB	Sablon	0,02-0,05
L	Limon	0,002-0,02
A	Argile	<0,002

B - L'étalement dimensionnel (GT) :

C'est le seul indice qui tient compte des dimensions de la plus grande et de la plus petite particule (M0 et M100) : plus ces valeurs sont proches (exemple : sable dunaire), plus les valeurs de GT sont faibles.

TERMES	CODE	VALEURS LIMITES
Extrêmement grand	EG	>2
Très grand	TG	1,5-2
Grand	G	1-1,5
Moyen	M	0,5-1
Faible	F	0,25-0,5
Extrêmement faible	EF	<0,25

Même si les valeurs de l'étalement peuvent donner une idée de la plage de taille représentée dans l'échantillon, le calcul de cet indice est critiquable par les termes de sa formule. En effet, l'utilisation des valeurs aux *extremum* va à l'encontre du souci d'éviter les artefacts aux limites qui prévaut dans la détermination des autres indices.

C - Le classement DF :

Cet indice apprécie la pente de la partie centrale de la courbe cumulative semi-logarithmique : plus celle-ci est redressée, plus le classement du sédiment est bon, c'est à dire qu'il a subi une évolution poussée, et est bien classé par les actions hydrodynamiques.

Le DF est équivalent au « sorting index » de Trask, So, mais il est plus facile à calculer ou même à déterminer graphiquement.

Plus les valeurs de DF sont faibles, plus le sédiment possédait une compétence poussée vis-à-vis de l'agent de transport considéré : ce dernier a entraîné, de façon préférentielle, uniquement les particules qui avaient une morphoscopie ou une taille bien précises. Il s'agit d'un phénomène de tri sélectif.

Un classement médiocre ne signifie pas obligatoirement une absence de courant, ceci peut être, par exemple, le résultat de variations des régimes de courant, ou du piégeage des particules fines dans les interstices par des phénomènes physico-chimiques.

TERMES	CODE	VALEURS LIMITES
Non classé	NC	>2
Faiblement classé	FC	1,5-2
Moyennement classé	MC	1-1,5
Bien classé	BC	0,5-1
Très bien classé	TBC	0,25-0,5
Extrêmement bien classé	EBC	<0,25

Tous les indices qui suivent sont établis en comparaison de la distribution de l'échantillon par rapport à celle de Gauss.

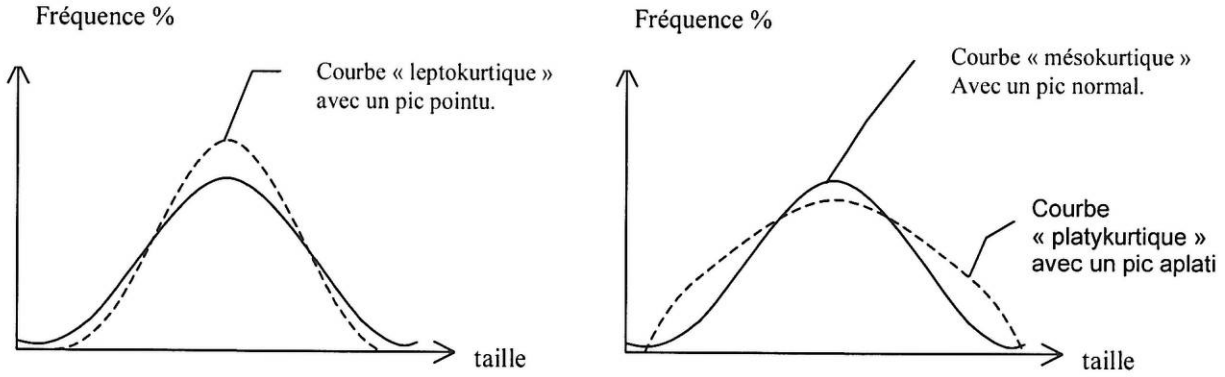
D - Normalité ou acuité de distribution (KG) : le kurtosis :

P. Weydert considère que plus les valeurs de KG sont fortes, plus l'histogramme des fréquences est pointu, dans ce cas la signification de KG se rapproche alors de celle de DF, mais en référence à la courbe de Gauss.

La formule est expliquée par le fait que dans la courbe de Gauss, le pourcentage d'éléments compris entre les points d'abscisse ±2s (5 et 95%) est 2,44 fois celui correspondant à 25 et 75%.

TERMES	CODE	VALEURS LIMITES
Extrêmement accusé	EA	>3
Très accusé	TA	1,5-3
Accusé	A	1,11-1,5
Moyennement accusé	MA	0,9-1,11
Peu accusé	PA	0,67-0,9
Très peu accusé	TPA	<0,67

Selon les valeurs de KG, les courbes de fréquence ont des formes différentes :



E - Le facteur hydrodynamique ou aptitude de transport (FH) :

Il synthétise les valeurs des deux indices précédents (FH = KG- DF).

Un sédiment facilement transporté par le courant est constitué de particules qui correspondent exactement à sa compétence. Son classement est alors très bon et sa distribution KG très accusée.

Plus les sédiments sont transportés par des courants violents, plus l'indice est grand dans les valeurs positives.

Lorsque les particules sont à la limite d'action d'un courant, le classement et la normalité de la distribution sont moyens, l'indice est proche de zéro : les courants sont soit faibles, soit incompétents vis-à-vis des particules constituant le sédiment.

Les valeurs positives caractérisent des sédiments en cours de transport par les agents, qui provoquent un entraînement préférentiel.

Les valeurs négatives se rencontrent lors de l'analyse d'échantillons qui seront difficilement remis en mouvement ou qui ne l'ont jamais été.

F - Le triage ou « standard déviation » (s) :

Son calcul englobe 90% de la distribution (c'est à dire l'intervalle ± 2s sur la courbe de Gauss). Du fait qu'il utilise les valeurs 5 et 95%, cet indice permet d'apprécier le rôle et l'importance soit de la fraction grossière, soit de la fraction fine, sur l'ensemble de l'échantillon.

Par exemple, lorsque TM diminue brusquement, surtout quand on est dans la gamme des sables fins, l'indice de triage, par son déplacement vers des valeurs médiocres, traduit l'enrichissement du milieu en particules fines, la symétrie est alors négative : le milieu correspond à une aire de sédimentation active où les sédiments sont «mécaniquement compacts», les particules les plus fines colmatent les espaces intergranulaires des plus grosses.

Les répartitions relatives des éléments traduisent les réponses du milieu sédimentaire vis-à-vis des apports biogènes ou détritiques et des actions hydrodynamiques.

Comme pour DF, plus les valeurs de s sont faibles, plus le sédiment est considéré comme bien trié. Mais l'exploitation des résultats doit toujours se faire en même temps que ceux fournis par la symétrie.

TERMES	CODE	VALEURS LIMITES
Très mal trié	TMT	>2
Mal trié	MT	1,5-2
Bien trié	BT	1-1,5
Très bien trié	TBT	0,5-1
Extrêmement bien trié	EBT	<0,5

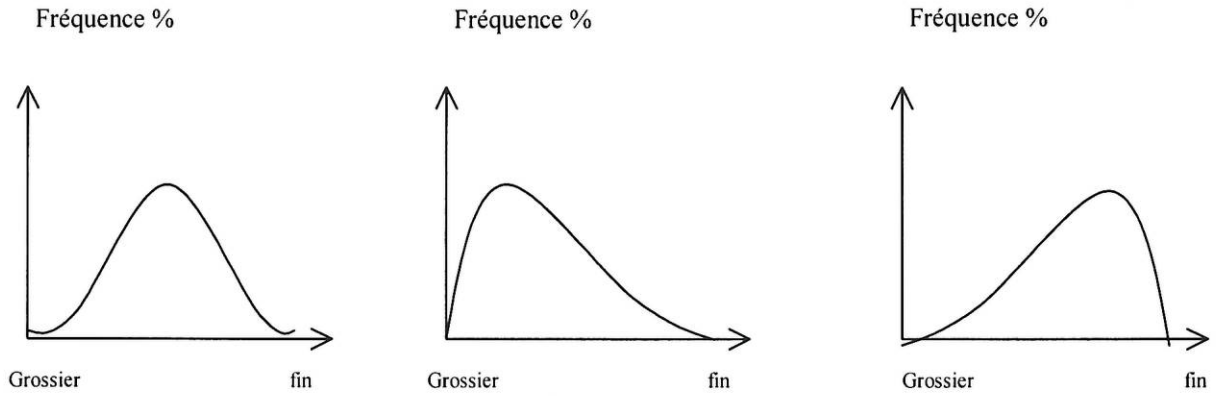
G - La symétrie SKi :

Cet indice a une valeur statistique, puisqu'il compare les paramètres de la courbe cumulative d'un sédiment à ceux qu'aurait la représentation de Gauss.

TERMES	CODE	VALEURS LIMITES
Asymétrie très négative	AT-	<(-0,3)
Asymétrie négative	A-	(-0,1)-(-0,3)
Symétrique	S	(-0,1)-0,1
Asymétrie positive	A+	0,1-0,3
Asymétrie très positive	AT+	>0,3

Les valeurs de SKi déterminent la répartition relative des particules, les unes par rapport aux autres.

Elle est positive s'il y a une prépondérance des éléments fins dans le sédiment, et négative si les particules grossières sont abondantes. La symétrie (valeurs proches de 0) indique que la distribution se rapproche de celle de Gauss.



SKi = 0 SKi <0 SKi >0

H - Le classement de Trask (S_0) :

Cet indice, comme son nom l'indique, donne le degré de classement d'un échantillon :

TERMES	CODE	VALEURS LIMITES
Bien classé	BC	<1
Mal classé	MC	>1

I - L'asymétrie de Trask (S_k) :

Cet indice, par l'évaluation de l'asymétrie, donne une idée de la taille prédominante dans un échantillon et donc des conditions du milieu

TERMES	CODE	VALEURS	INTERPRETATION
Asymétrie négative	A-	<1	Matériel fin - décantation
Symétrique	S	1	Proportions équivalentes
Asymétrie positive	A+	>1	Matériel grossier - lévigation

Evolution des indices :

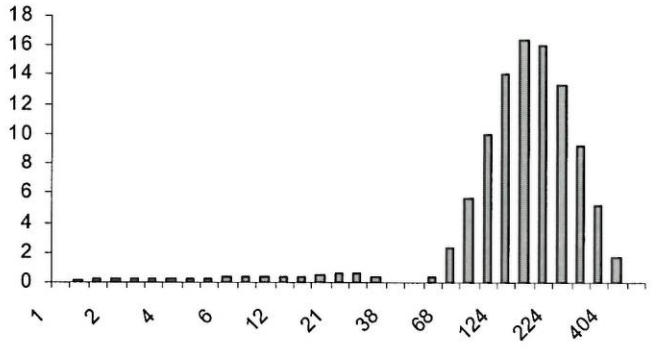
On peut apporter un autre élément de comparaison en observant les évolutions des indices granulométriques (par exemple TM = f(classement), FH = f(classement)...) ceci dans le but de pouvoir faire des rapprochements "géographiques" de certains points (en effet, des points ayant un comportement proche seront représentés par des points proches sur de tels graphiques).

Représentation et interprétation des résultats

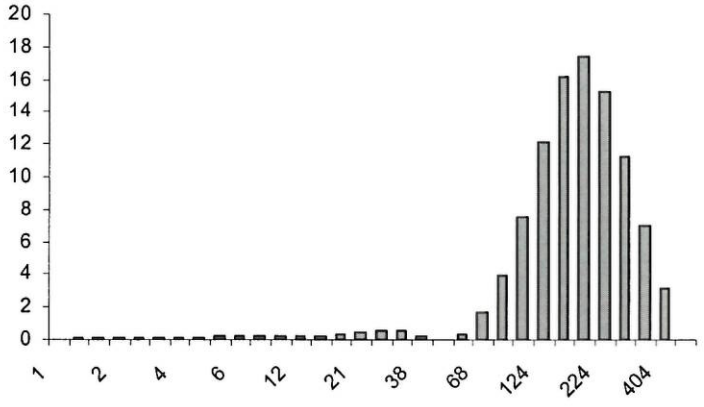
1- Histogramme des fréquences :

La première impression est celle d'une grande homogénéité des six échantillons. On peut observer un mode principal vers 200-220 µm, et un mode peut marqué vers 25µm : les échantillons sont donc constitués, a priori, de deux stocks bien distincts ayant des origines différentes et un comportement variable vis à vis des agents de transport.

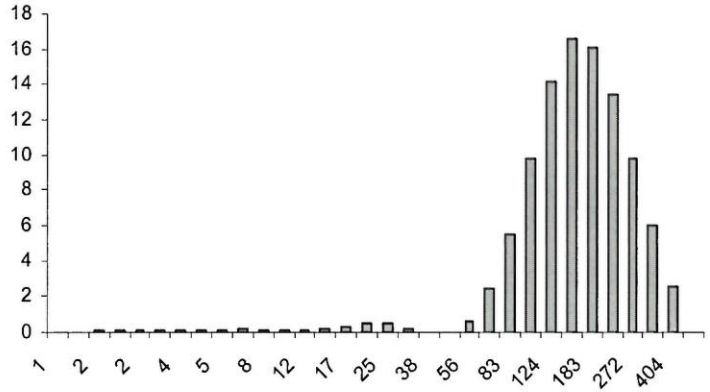
Point A



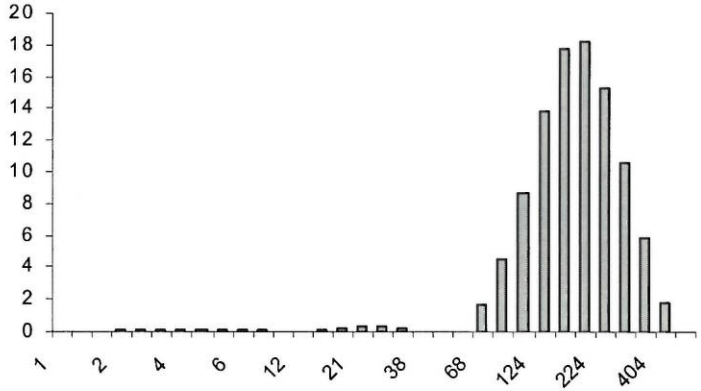
Point B



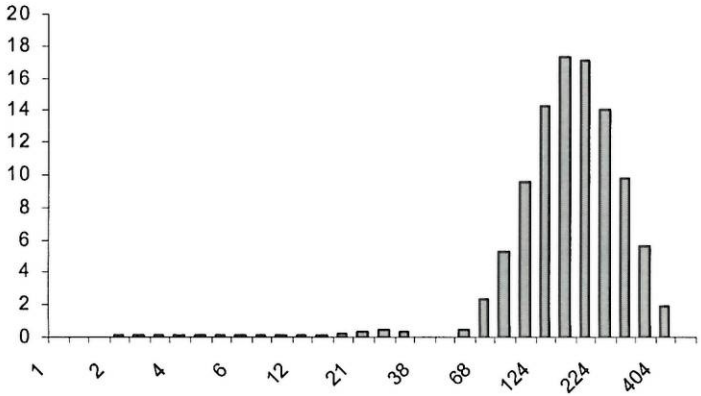
Point C



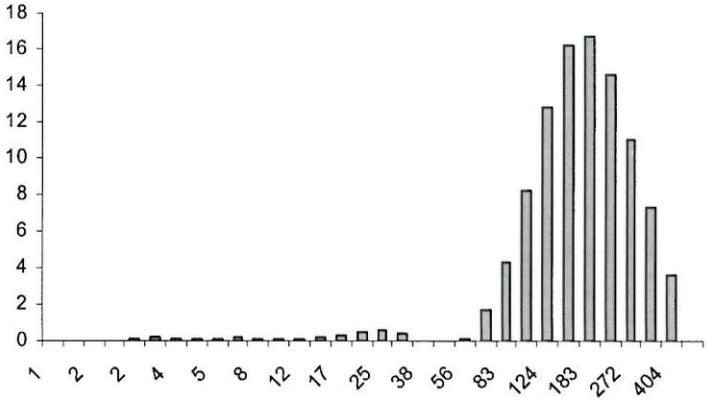
Point D



Point E



Point F



2- Représentation en diagramme triangulaire :

2.1- Répartition des fractions théoriques :

	Fraction >2mm	Fraction >500µm	Fraction 500-250µm	Fraction 250-163µm	Fraction 163-63µm	Fraction <63µm
Point A	0,18	10,3	19,9	30	34,38	5,42
Point B	0,06	3,74	27,32	34,42	30,29	4,23
Point C	0,34	10,71	21,81	30,09	34,28	3,11
Point D	0,09	2,24	24,56	36,7	34,58	1,92
Point E	2,03	6,94	22,12	32,95	35,48	2,51
Point F	1,25	25,65	21,24	25,81	24,76	2,55
	% du sédiment total	% de la fraction <2mm		% de la fraction <2mm		

La teneur en fraction grossière (>2mm) est dans tous les cas très faible (au maximum égale à 2%).

De la même façon, celle en fraction très fine (<63µm) est faible (au maximum 5%).

De façon générale, les répartitions sont assez proches, avec des variations plus ou moins marquées :

- Si la fraction >2mm est quasi absente en B et D, elle est un peu plus représentée en A et en C, et encore plus en F et en E (avec un maxima de 2% du sédiment total, ce qui reste tout de même très faible).

- La fraction >500µm a tendance elle à faire apparaître, a priori, trois groupes de points : B, D et E, points A et C, puis point F où la teneur est maximale.
- Les autres fractions présentent des pourcentages plus homogènes, avec environ 80% entre 63 et 500µm. Le point A apparaît comme étant relativement le plus "riche" en fraction fine.

2.2- Construction du diagramme :

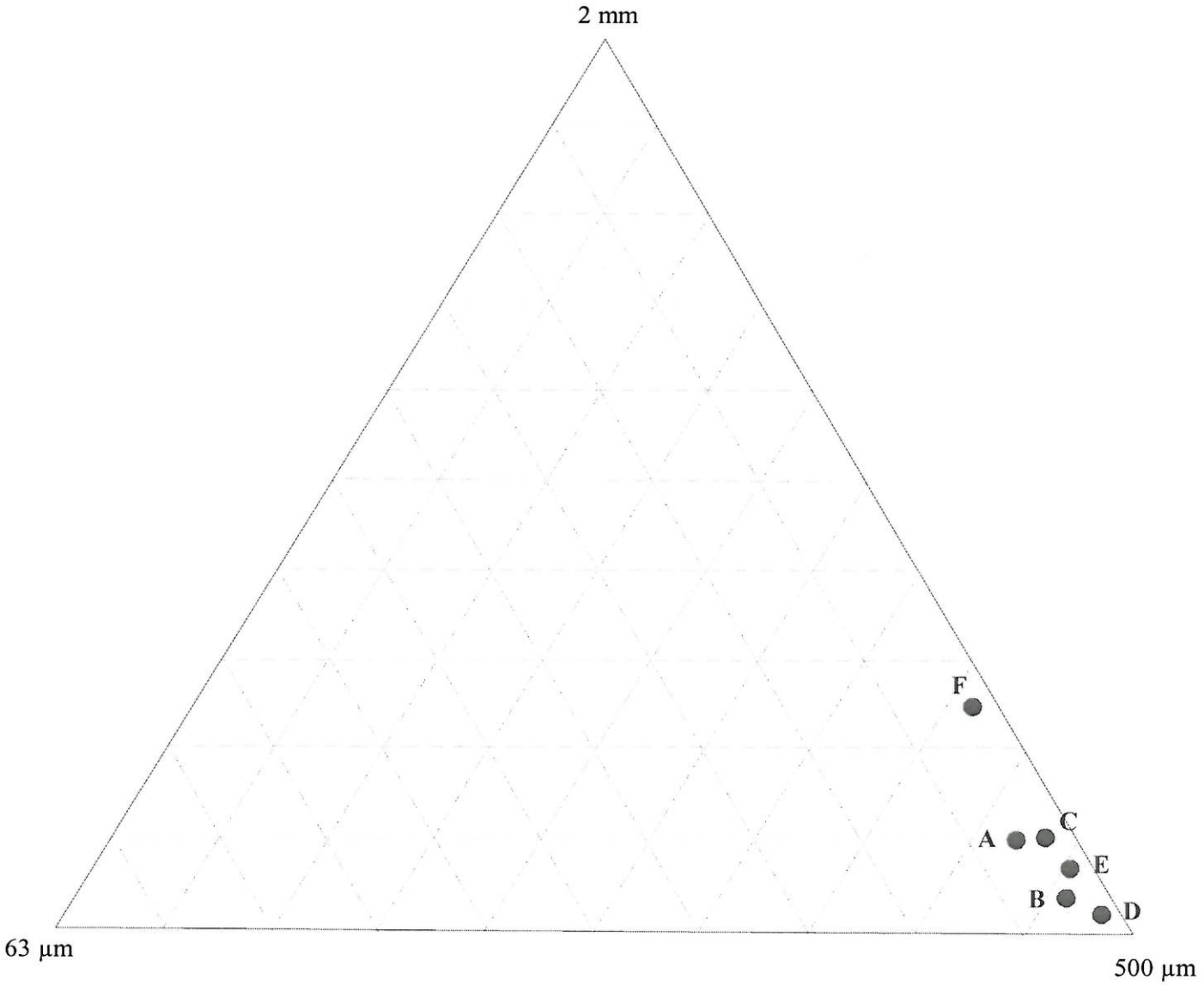
Pour la construction du diagramme, les valeurs limites sont 63, 500 et 2000 µm (voir figure page suivante).

	Point A	Point B	Point C	Point D	Point E	Point F
500-2000µm (%)	10,3	3,74	10,71	2,24	6,94	25,65
63-500µm (%)	84,28	92,03	86,18	95,84	90,55	71,81
<63µm (%)	5,4	4,23	3,11	1,92	2,51	2,55

Cette représentation confirme la "proximité granulométrique" des différents points de prélèvement. Cependant trois groupes légèrement différents semblent s'individualiser : E, B, D; A et C; et enfin F avec plus de fraction grossière.

Cependant, nous pouvons soulever un problème en ce qui concerne la définition de la classe granulométrique à laquelle les échantillons se rattachent : le mode principal, ainsi que comme nous allons le voir plus loin la médiane et la taille moyenne, ont pour valeur environ 200 à 250 µm, ce qui les place dans les sables fins, par contre, cette représentation en diagrammes triangulaires les place dans la zone des sables grossiers. Ceci est du au fait que les fractions considérées pour les définitions ne sont pas les mêmes : la représentation en diagrammes triangulaires ne fait la distinction qu'entre trois classes : silts (<63 µm), sables fins à moyens (500-2000 µm) et sables grossiers (>2000 µm), ici la classe la plus représentée en réalité, celle entre 63 et 250 µm (60 à 65% du sédiment), n'est pas mise en évidence, c'est surtout la faible proportion de matériel très fin (<63 µm) qui est soulignée.

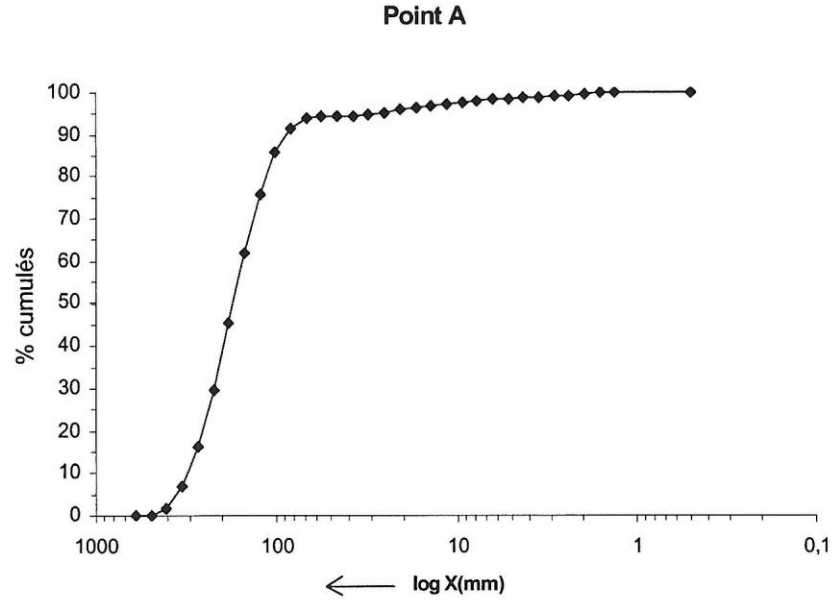
DIAGRAMME TRIANGULAIRE

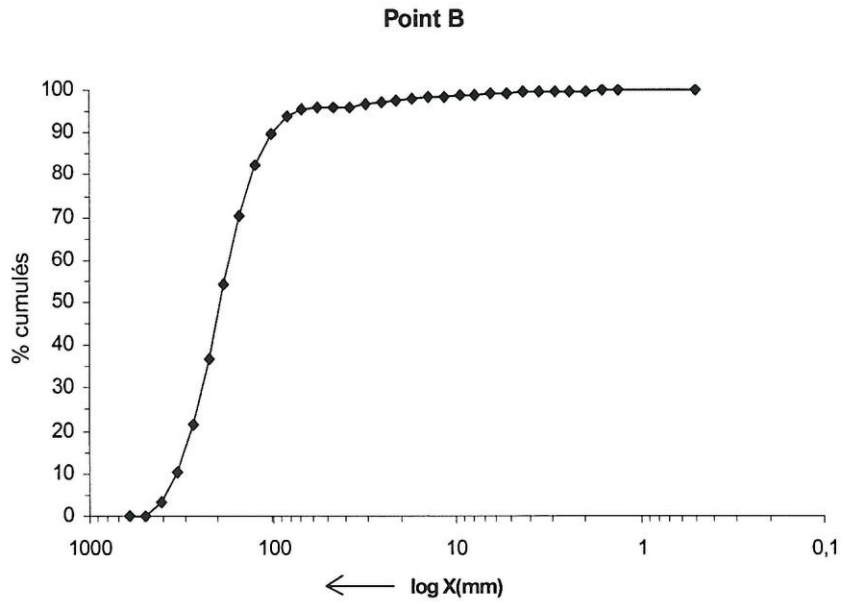


3- Les courbes cumulées :

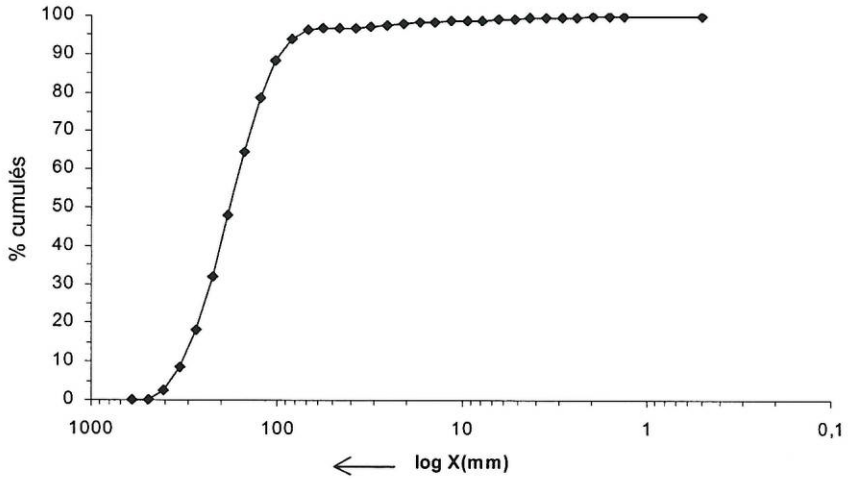
On retrouve l'homogénéité des échantillons, avec dans tous les cas :

- ☞ toujours plus de 90% des particules de taille supérieure à 100 µm
- ☞ environ 70% des particules entre 100 et 300 µml
- ☞ la médiane est autour de 230 µm

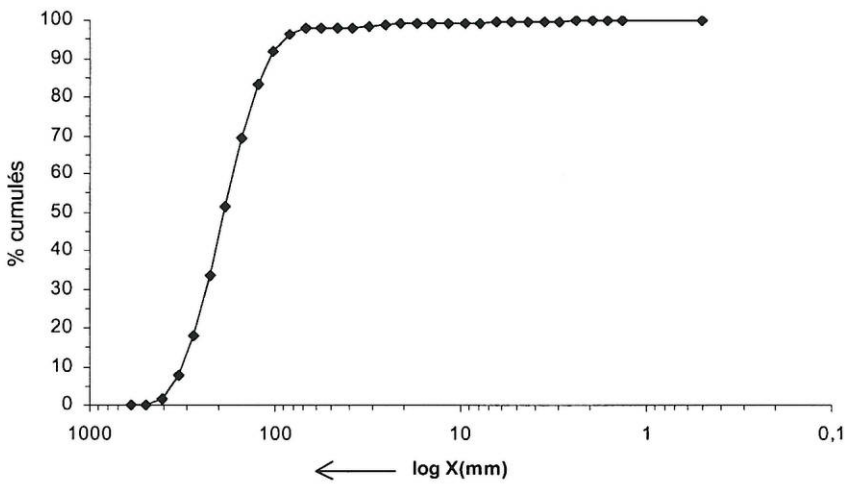




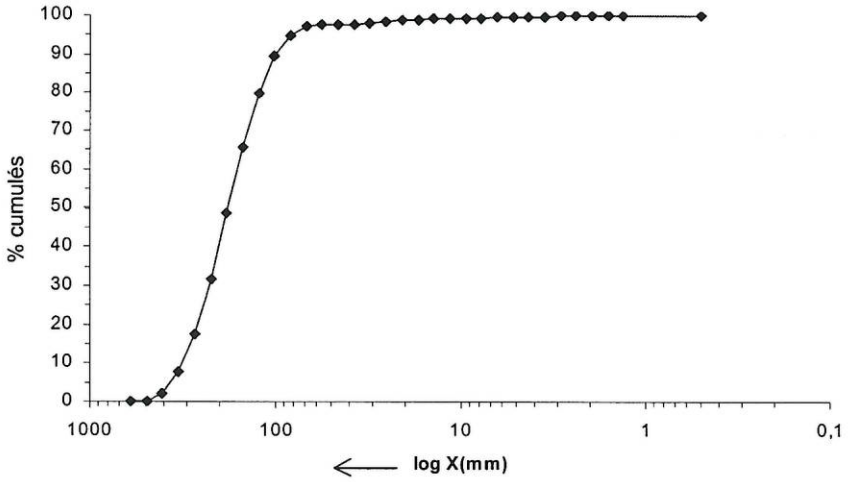
Point C



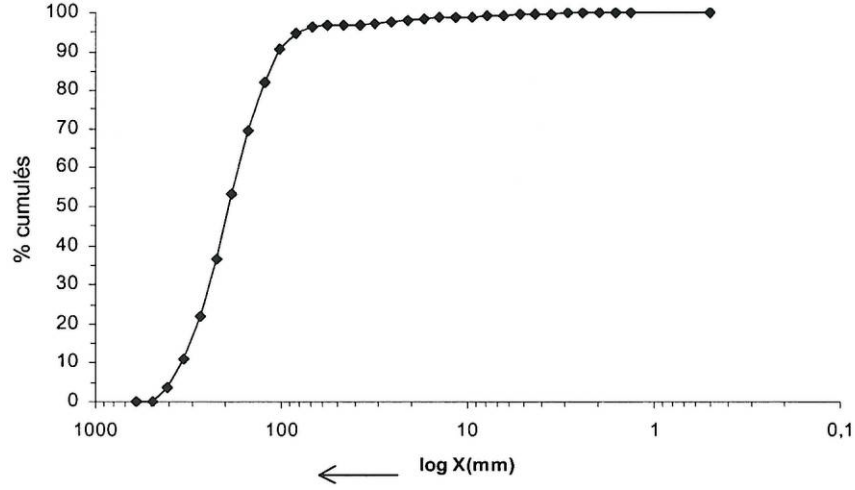
Point D



Point E



Point F



6- Analyse des principaux indices granulométriques :

	TM	S0	SK	KG	sigma	FH	Dphi	GT	SKI
Point A	227,00	0,72	0,94	1,59	0,88	1,13	0,46	2,66	0,41
Point B	256,00	0,75	1,01	1,18	0,69	0,75	0,42	2,66	0,05
Point C	239,00	0,73	0,94	0,99	0,66	0,52	0,46	2,78	0,08
Point D	240,33	0,76	1,03	1,04	0,60	0,65	0,39	2,78	0,00
Point E	232,00	0,77	1,04	1,15	0,64	0,77	0,38	2,49	0,09
Point F	248,33	0,73	1,04	1,04	0,68	0,59	0,45	2,32	0,01

On peut donc présenter un tableau récapitulatif de la signification des indices calculés, avant de développer un peu plus certains commentaires :

	TM	S_0	S_k	KG	sigma	DΦ	FH	GT	SKI
Point A	sable très fin	Bien classé	Quasi symétrique	très accusé	très bien trié	très bien classé	positif	extrêmement grand	asymétrie positive
Point B	sable fin	Bien classé	Quasi symétrique	accusé	très bien trié	très bien classé	positif	extrêmement grand	symétrique +
Point C	sable très fin	Bien classé	Quasi symétrique	moyennement accusé	très bien trié	très bien classé	positif	extrêmement grand	symétrique +
Point D	sable très fin	Bien classé	Quasi symétrique	moyennement accusé	très bien trié	très bien classé	positif	extrêmement grand	symétrique
Point E	sable très fin	Bien classé	Quasi symétrique	accusé	très bien trié	très bien classé	positif	extrêmement grand	symétrique +
Point F	sable très fin	Bien classé	Quasi symétrique	moyennement accusé	très bien trié	très bien classé	positif	extrêmement grand	symétrique +

ANNEXE V :

- HYDROCHIMIE -

VE DE LA MEDITERRANEE
d'Hydrologie et de Molysmologie Aquatique

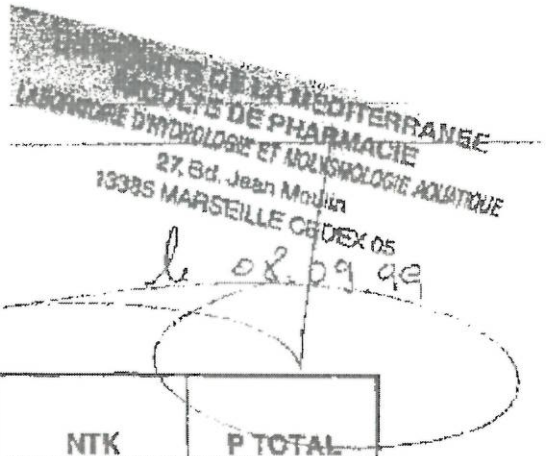
Pierre REBOUILLON

Scientifique

le 15/02/99.

RAMADE 14.01.99

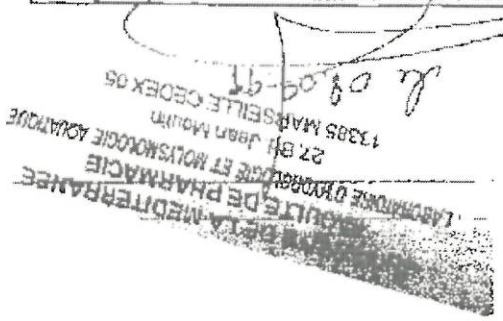
N°	Ammonium micro-mole/L	Phosphate micro-mole/L	Nitrite micro-mole/L	Nitrate micro-mole/L	P tot micro-mole/L	N tot micro-mole/L	MEST mg/L
1	0,7	0,43	0,47	0,15	1,4	5,8	4,5
2	6,45	0,64	0,51	Non détecté	1,4	34,9	4,3
3	1,98	0,43	0,52	0,41	2,9	13,9	1
4	0,7	0,86	0,49	0,31	0,9	7	1
5	0,12	0,36	0,51	0,93	0,6	7	1,1



DATE	MEST	PO4	NH4	NO2	NO3	NTK	P TOTAL
02. 07. 99	mg/l	µmole/l	µmole/l	µmole/l	µmole/l	µmole/l	µmole/l
1	1,5	0,14	0,48	0,1	0,51	21,8	4,57
2	1	0,14	0,12	0,04	1,7	0,46	4
3	0,8	0,57	0,29	0,056	1,68	16,9	2
4	1,2	0,29	0,46	0,04	3,13	0,7	4,29
5	1,3	0,14	0,47	0,04	0,79	<0,44	5,43

DATE 13/07/1999-COTE BLEUE	MEST mg/l	NH4 µmole/l	PO4 µmole/l	NO2 µmole/l	NO3 µmole/l	NTK µmole/l	P TOTAL µmole/l
1	17,1	23,6	1,36	<0,04 *	1,79*	5,57	2,57
2	3,7	5,1	0,36	0,78	1,92	<0,44	1,71
3	2,5	5,26	0,57	0,31	3,01	<0,44	1,43
4	4,9	8,75	0,29	0,04	2,97	6,74	1,71
5	5,7	2,73	0,14	0,16	1,83	<0,44	1,71

* La présence de Rhodamine dans l'échantillon ne permet pas une détermination précise de ces paramètres.



ANNEXE VI :

- BACTERIOLOGIE -

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP id
INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1998 (1 3,4 8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 104

Date de réception : 19/01/1999

Date prélèvement :

Prélèvement effectué par : Client

Bon n° 31

Le Thoronet, le 22/02/1999

Libéllé de l'échantillon : 1

Examen Bactériologique

Bactéries aérobies revivifiables à 37°C	4 par ml
Bactéries aérobies revivifiables à 22°C	0 par ml
Coliformes (NFT 90 414)	0 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	0 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	0 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Société Anonyme d'Economie Mixte au Capital de 24 662 700 F
R.C. Marseille B 057 515 191 - 00018 A.P.E. 701 D - FR 13 057 515 191

7 - DS / 10 Date : 1 / 05 Rev : 2

SCP Réseau qualité

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP id
INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1998 (1,3,4,8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 105

Date de réception : 19/01/1999

Date prélèvement :

Prélèvement effectué par : Client

Bon n° 31

Le Tholonet, le 22/02/1999

Libéllé de l'échantillon : 2

Examen Bactériologique

Bactéries aérobies revivifiables à 37°C	38 par ml
Bactéries aérobies revivifiables à 22°C	200 par ml
Coliformes (NFT 90 414)	1200 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	180 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	900 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP id
INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 60 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1998 (1.3.4.8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 106
Date de réception : 19/01/1999
Date prélèvement :
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 31
Le Tholonet, le 22/02/1999
Libéllé de l'échantillon : 3

Examen Bactériologique

Bactéries aérobies revivifiables à 37°C	53 par ml
Bactéries aérobies revivifiables à 22°C	144 par ml
Coliformes (NFT 90 414)	150 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	770 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	1170 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

Société Anonyme d'Economie Mixte au Capital de 24 692 700 F
RCS Marseille B 057 515 121 00018 APE 7310 TVA FR 10 057 515 121

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP id
INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1998 (1,3,4,8)
Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1998 - 1999

Prélèvement N° : 1999 / 107
Date de réception : 19/01/1999
Date prélèvement :
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 31
Le Tholonet, le 22/02/1999
Libéllé de l'échantillon : 4

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Examen Bactériologique

Bactéries aérobies revivifiables à 37°C		50 par ml
Bactéries aérobies revivifiables à 22°C		123 par ml
Coliformes (NFT 90 414)		70 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	<	10 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)		780 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP id
INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 60

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1998 (1,3,4,8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36. av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 108

Date de réception : 19/01/1999

Date prélèvement :

Prélèvement effectué par : Client

Bon n° 31

Le Tholonet, le 22/02/1999

Libéllé de l'échantillon : 5

Examen Bactériologique

Bactéries aérobies revivifiables à 37°C		2 par ml
Bactéries aérobies revivifiables à 22°C		2 par ml
Coliformes (NFT 90 414)	<	10 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	<	10 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)		20 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP
INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1993 (1,3,4,8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1996 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 1375
Date de réception : 06/07/99
Date prélèvement : 02/07/99
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 445
Le Tholonet, le 21/07/99
Libéllé de l'échantillon : Flacon 1

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)	<	10 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	<	10 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)		10 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP

INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1999 (1,3,4,8)
Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 1376
Date de réception : 06/07/99
Date prélèvement : 02/07/99
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 445
Le Tholonet, le 21/07/99
Libéllé de l'échantillon : Flacon 2

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)	<	10 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	<	10 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	<	10 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP
INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement:
Analyse des eaux : 1999 (1,3,4,6)
Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 1377
Date de réception : 06/07/99
Date prélèvement : 02/07/99
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 445
Le Tholonet, le 21/07/99
Libéllé de l'échantillon : Flacon 3

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)	<	10 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	<	10 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	<	10 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP

INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1995 (1,3,4,8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sol's : 1998 - 1999

Prélèvement N° : 1999 / 1378
Date de réception : 06/07/99
Date prélèvement : 02/07/99
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 445
Le Tholonet, le 21/07/99
Libéllé de l'échantillon : Flacon 4

Société GERIM
Mr Ramade
36. av Pasteur
13890 Mouries

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)	20 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	20 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	20 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

SCP Feyzin

17/08 - 10. Date : 17/86 Pan : 2

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP

INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1999 (I.3,4.8)
. Agréé par le Ministère de l'Agricu ture :
Analyse des sols . 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 1379
Date de réception : 06/07/99
Date prélèvement : 02/07/99
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 445
Le Tholonet, le 21/07/99
Libéllé de l'échantillon : Flacon 5

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)		10 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)		10 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	<	10 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP

INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1999 (1,3,4 8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture .
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 1446

Date de réception : 15/07/99

Date prélèvement : 13/07/99

Prélèvement effectué par : Client

Bon n° 466

Le Tholonet, le 26/07/99

Libellé de l'échantillon : POINT 1

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)	60000 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	65000 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	34000 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP
INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1999 (1,3,4 6)
Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 1447
Date de réception : 15/07/99
Date prélèvement : 13/07/99
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 466
Le Tholonet, le 26/07/99
Libellé de l'échantillon : POINT 2

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)	7500 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	7200 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	4400 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP

INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement .
Analyse des eaux : 1999 (1.3.4.8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture .
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 1448
Date de réception : 15/07/99
Date prélèvement : 13/07/99
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 466
Le Tholonet, le 26/07/99
Libellé de l'échantillon : POINT 3

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)	4100 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	2200 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	5600 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP

INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux : 1999 (1,3,4,8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouriès

Prélèvement N° : 1999 / 1449

Date de réception : 15/07/99

Date prélèvement : 13/07/99

Prélèvement effectué par : Client

Bon n° 466

Le Tholonet, le 26/07/99

Libellé de l'échantillon : POINT 4

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)	3150 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	750 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)	3900 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

LABORATOIRE
DES TERRES ET DES EAUX

SCP

INGENIERIE-DEVELOPPEMENT

BP 100 - 13603 AIX EN PROVENCE CEDEX 1 - FRANCE
TELEPHONE : 04 42 66 70 00 - TELECOPIEUR : 04 42 66 70 80

. Agréé par le Ministère de l'Environnement :
Analyse des eaux . 1999 (1,3,4,8)
. Agréé par le Ministère de l'Agriculture :
Analyse des sols : 1998 - 1999

Société GERIM

Mr Ramade
36, av Pasteur
13890 Mouries

Prélèvement N° : 1999 / 1450
Date de réception : 15/07/99
Date prélèvement : 13/07/99
Prélèvement effectué par : Client
Bon n° 466
Le Tholonet, le 26/07/99
Libellé de l'échantillon : POINT 5

Examen Bactériologique

Coliformes (NFT 90 414)		2000 par 100ml
Coliformes thermotolérants (NFT 90 414)	>	200 par 100ml
Streptocoques fécaux (NFT 90 416)		3200 par 100ml

L'INGENIEUR CHIMISTE

J.P. MORI

1/1

ANNEXE VII :

- MARQUAGE A LA RHODAMINE -

REPORT FILAIRE DES LIMITES DE TACHES (14/01/99)



REPORT FILAIRE DES LIMITES DE TACHES (02/07/99)



REPORT FILAIRE DES LIMITES DE TACHES (13/07/99)



EVALUATION DE LA DILUTION :
Résultats des marquages à la rhodamine

Mistral

Temps	(mn)	1	2	4	7	9	11	13
Surface	(ha)	0,06	0,11	0,26	0,38	0,48	0,55	0,60
Profondeur	(m)						0,4	0,4
Concentration relative							4,53	4,15

Temps	(mn)	15	17	19	23	25	27	30
Surface	(ha)	0,66	0,66	0,72	0,77	0,77	0,78	0,86
Profondeur	(m)	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
Concentration relative		3,77	3,04	2,79	2,16	2,18	1,83	1,65

Temps	(mn)	32	34	35	38	41	43	45
Surface	(ha)	0,87	0,91	1,05	0,88	0,88	0,88	0,72
Profondeur	(m)	0,8	0,9					
Concentration relative		1,43	1,22					

Temps	(mn)	47	49	51	52	55	57	57
Surface	(ha)	0,69	0,83	0,88	0,83	0,66	0,58	0,53
Profondeur	(m)							
Concentration relative								

Temps	(mn)	68	71	83	102
Surface	(ha)	0,60	0,55	0,61	0,49
Profondeur	(m)				
Concentration relative					

Vent de S-E

Temps	(mn)	1	2	2	2	4	7	8
Surface	(ha)	0,03	0,04	0,08	0,12	0,13	0,18	0,24
Profondeur	(m)				0,6	0,6	0,5	0,4
Concentration relative					13,8	12,7	11,0	10,4

Temps	(mn)	10	13	14	17	19	22	25
Surface	(ha)	0,31	0,33	0,35	0,40	0,45	0,54	0,52
Profondeur	(m)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Concentration relative		7,9	7,6	7,2	6,3	5,5	4,6	

Temps	(mn)	27	29	31	33	35	37	38
Surface	(ha)	0,47	0,48	0,42	0,41	0,39	0,34	0,37
Profondeur	(m)							
Concentration relative								

Temps	(mn)	40	42	45
Surface	(ha)	0,38	0,42	0,44
Profondeur	(m)			
Concentration relative				

Temps calme

Temps	(mn)	0,6	1	2	3	4	6	7
Surface	(ha)	0,08	0,10	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21
Profondeur	(m)							0,9
Concentration relative								0,54

Temps	(mn)	8	10	11	13	15	16	18
Surface	(ha)	0,21	0,23	0,23	0,25	0,25	0,25	0,28
Profondeur	(m)	0,9	0,9	1	1	1	1,1	1,1
Concentration relative		0,52	0,49	0,43	0,40	0,40	0,36	0,32

Temps	(mn)	19	21	23	25	27	29	32
Surface	(ha)	0,31	0,32	0,32	0,36	0,41	0,47	0,52
Profondeur	(m)	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
Concentration relative		0,29	0,26	0,26	0,23	0,19	0,16	0,15

Temps	(mn)	34	36	38	41	43	46	48
Surface	(ha)	0,53	0,59	0,67	0,69	0,72	0,75	0,78
Profondeur	(m)	1,4	1,4	1,4	1,5			
Concentration relative		0,13	0,12	0,11	0,10			

Temps	(mn)	51	54	57	59	62	64	67
Surface	(ha)	0,78	0,73	0,65	0,65	0,65	0,63	0,63
Profondeur	(m)							
Concentration relative								

ANNEXE VIII :

- BENTHOS -

Traitement des échantillons

Les refus de tamis fixés au formol neutre à 6 % ont été triés au laboratoire après coloration légère au rose bengale. L'ensemble des groupes zoologiques présents ont été séparés, déterminés dans la mesure du possible jusqu'au niveau spécifique et dénombrés.

Différentes méthodes mathématiques, graphiques ou basées sur la signification écologique des espèces ont été employées. Ces méthodes permettent de caractériser dans l'espace la composition et la structure du ou des peuplements étudiés en fonction des conditions du milieu.

L'analyse de base des prélèvements a été effectuée selon la méthode classique définie par PICARD (1965) en établissant pour chaque station un liste faunistique faisant apparaître :

- la richesse spécifique : nombre d'espèces dans le peuplement
- la densité : nombre d'individus de chaque espèce pour 1 m^2
- la dominance : pourcentage de chaque espèce calculé par rapport au nombre total d'individus obtenus dans le prélèvement.

La mise en évidence de l'altération plus ou moins marquée des peuplements a été effectuée en suivant dans chaque station l'évolution des dominances de divers indicateurs biologiques et la caractérisation des espèces dominantes et subdominantes

Les espèces subdominantes, d'après SANDERS et al (1980), sont les espèces représentant respectivement plus de 10 % du peuplement dans une station, en l'absence de l'espèce la plus abondante (espèce dominante).

Les comparaisons des différentes densités moyennes ont été réalisées en utilisant la technique de l'analyse de variance (ANOVA) après contrôle de l'homogénéité des variances (ZAR 1984).

La comparaison de la composition faunistique des peuplements des divers types de sédiments dans les différents stations a été effectuée en utilisant le coefficient quantitatif de BRAY-CURTIS (1957) .

La représentation graphique de la matrice de similitude de ce coefficient a été effectuée par classification automatique et plus précisément par la technique de l'analyse hiérarchique ascendante (algorithme du saut moyen, M.ROUX 1985)

La mesure de diversité des peuplements a été effectuée en utilisant l'indice de diversité (H) de SHANNON-WIENER (SHANNON et WEAVER, 1963).

L'indice de Shannon (H) est dérivé de la théorie de l'information et exprimé en bits/individus. Il est associé à une mesure de l'équitabilité (J) (PIELOU, 1966).

Résultats

Dans l'ensemble des 6 stations étudiées, 43 espèces ont été identifiées et 127 individus dénombrés.

Caractérisation de l'assemblage en place.

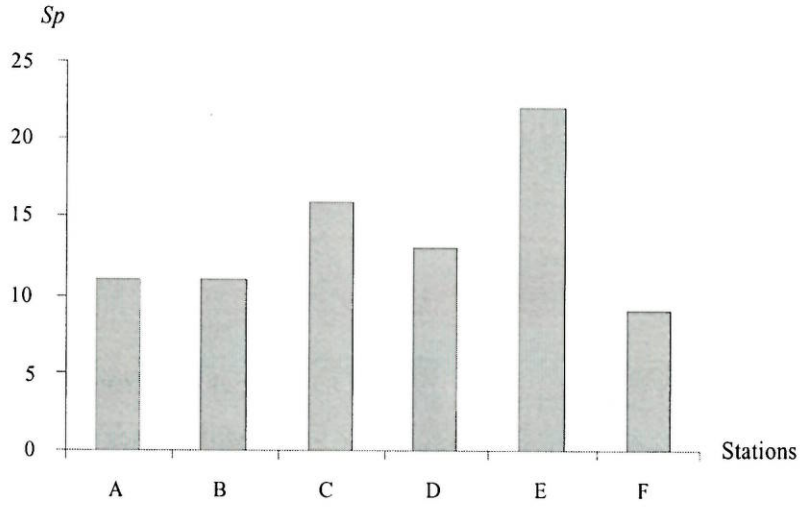
Au plan qualitatif différents indicateurs biologiques ont été récoltés caractérisant l'assemblage en place, les fractions granulométriques du sédiments ou les conditions environnementales globales. On trouve plus particulièrement :

- les Mollusques Tellina nitida, Spisula subtruncata, la Polychète Clymene cf oerstedi, le Crustacé Iphinoe serrata, l'Echinoderme Echinocardium cordatum, le Phoronidien Phoronis psammophila, espèces caractéristiques exclusives de l'assemblage des sables fins bien calibrés (SFBC), le Mollusque Tellina serrata, caractéristique exclusive de l'assemblage du détritique envasé (DE), en position accidentelle ;
- les Crustacés Ampelisca brevicornis, Diogenes pugilator, la Polychète Glycera convoluta, les Mollusques Dosinia lupinus et Venus galina, espèces sabulicoles strictes :
- les Polychètes Nephthys hombergi, Owenia fusiformis, espèces sabulicoles tolérantes
- les Mollusque Mysella bidentata, Abra alba, l'Echinoderme Amphiura chiajei, les Polychètes Mediomastus cf californiensis, Pectinaria auricoma espèces vasicoles tolérantes
- La Polychète Hyalinoecia bilineata, espèce à large répartition écologique .

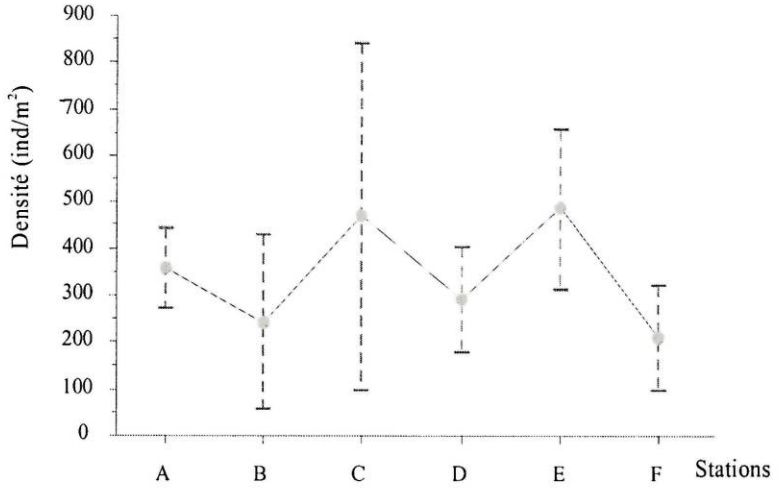
Richesse spécifique et densité des peuplements.

Au plan quantitatif, la richesse spécifique évolue de 9 à 22 espèces, la station présentant le nombre d'espèces le moins élevé étant la station F et la plus riche la station E.

RICHESSE SPECIFIQUE DES PEUPLEMENTS



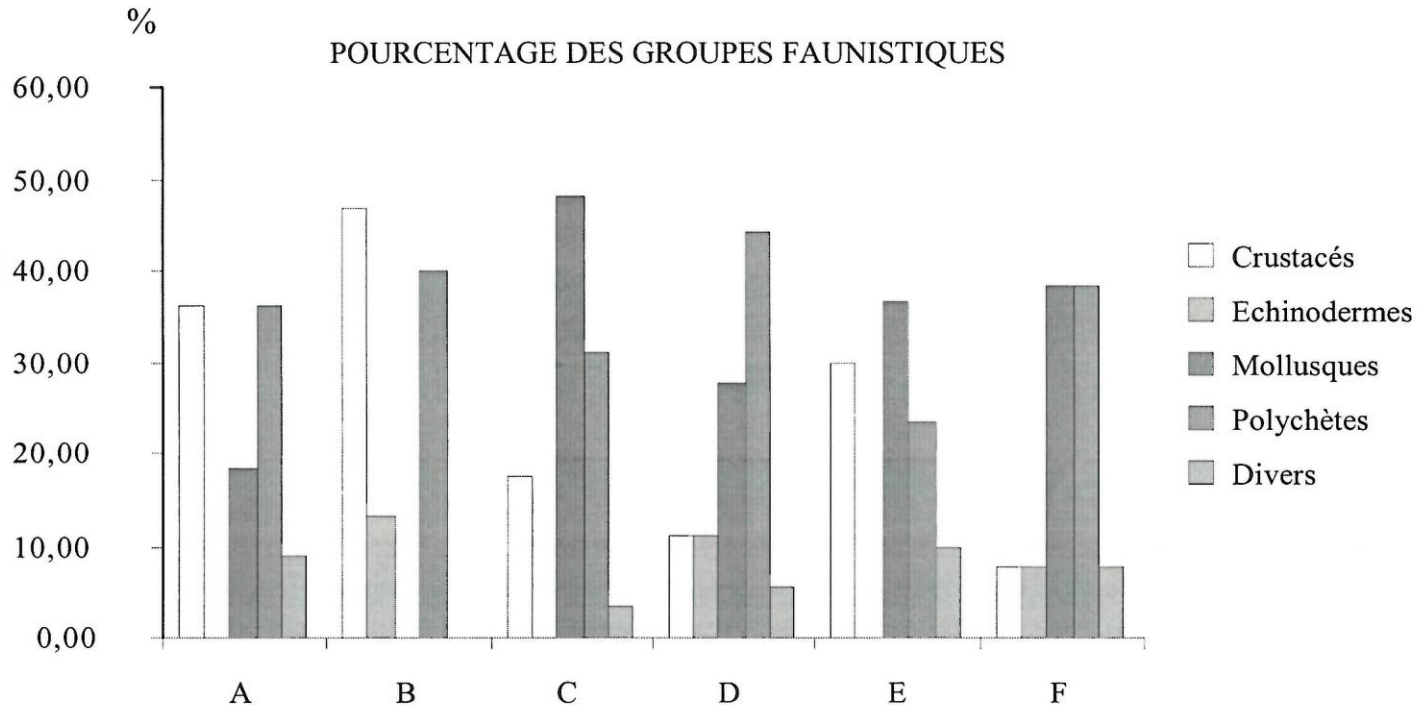
DENSITE MOYENNE DES PEUPLEMENTS



La densité moyenne des peuplements évolue de 211 à 487 individus par m², la station la plus riche au plan spécifique présentant la densité la plus élevée et la plus pauvre la densité la plus faible. Cependant, l'analyse de variance effectuée montre qu'en fonction des variations de densité au sein des différents réplicats réalisés dans chaque station, ces densités moyennes ne présentent pas de différences significatives (p= 0,28)

Répartition des groupes faunistiques

Comme le montre la figure ci-après, la représentation des groupes faunistiques est variable en fonction des stations. Les mollusques sont dominants au sein des stations C et E , les crustacés à la station B, les Polychètes à la station D. Les Mollusques et les Polychètes présentent une dominance équivalente à la station F ainsi que les Polychètes et les Crustacés au sein de la station A. Les Echinodermes et les groupes divers (sipunculiens, phoronidiens) présentent une dominance relativement faible dans l'ensemble des stations étudiées.

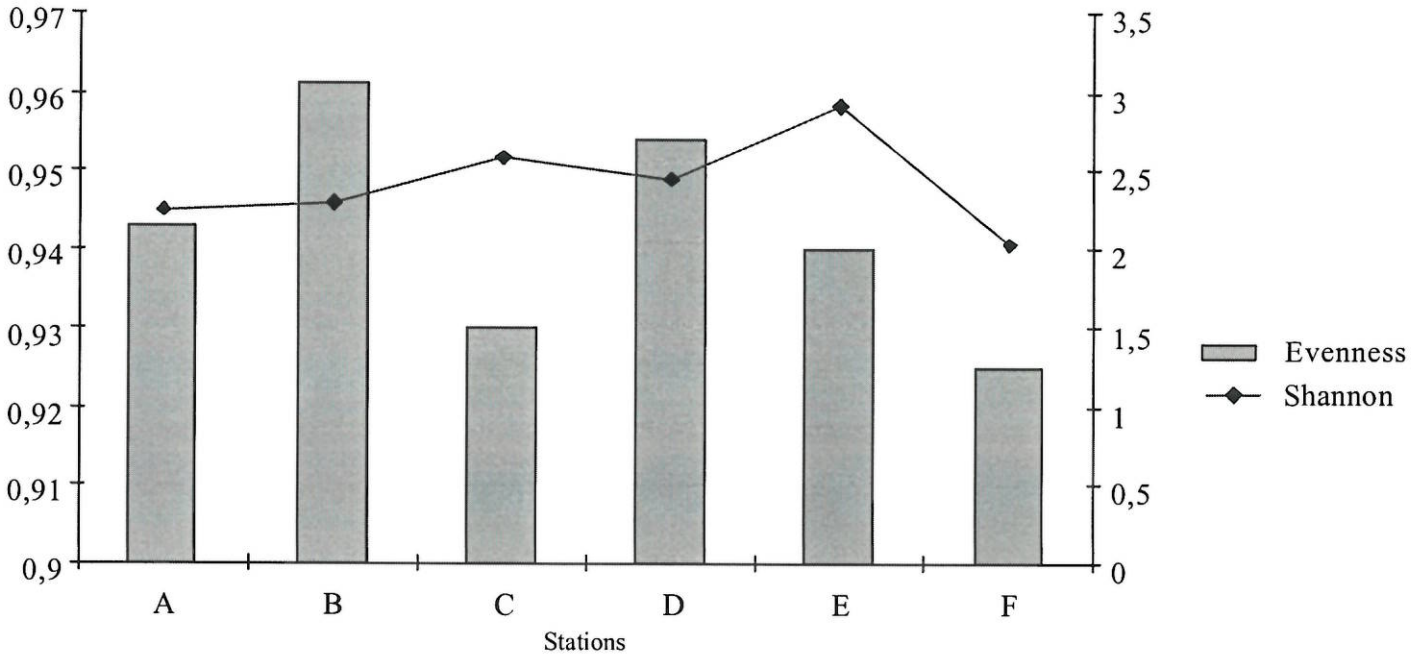


Diversité spécifique

La figure ci-après représente la diversité spécifique ainsi que l'équitabilité du peuplement de chaque station.

Les indices de diversité s'echelonnent entre 2,03 (station F) à 2,9 (station E). Les équitabilités calculées sont importantes pour l'ensemble des stations et toujours supérieures à 0,92.

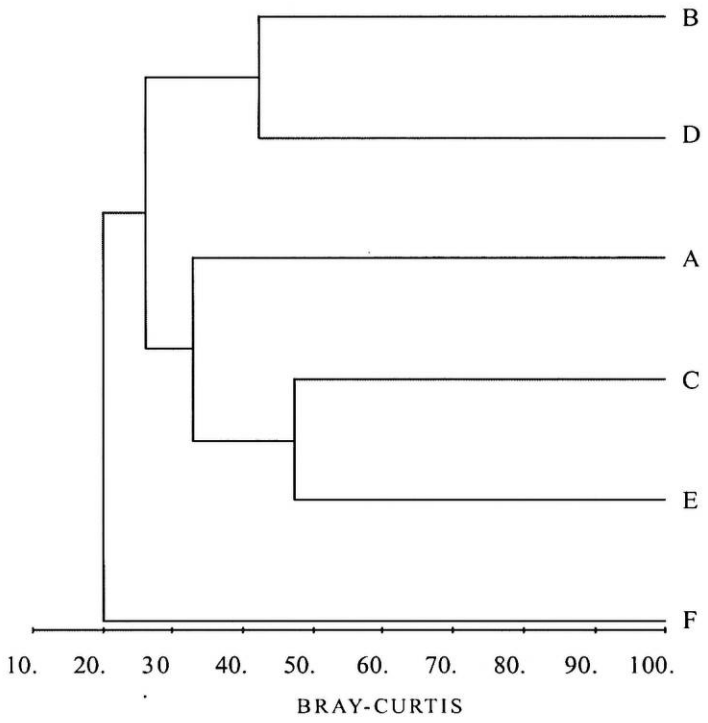
INDICES DE DIVERSITE ET EQUITABILITE DES PEUPLEMENTS



Comparaison des peuplements :

L'analyse hierarchique réalisée (Figure ci-après) montre le regroupement des stations C, E et à un degré moindre A, qui se séparent des stations B et D et de la station F complètement isolée. Comme le montre le tableau 2 ces regroupements tiennent en autres à la présence d'espèces communes en position dominante et/ou subdominante dans les différents prélèvements telles que Divaricella divaricata, Spisula subtruncata et Cirratulus sp dans les stations A, C, E et Microspio mecznikowianus dans les stations B et D. L'isolement de la station F semble beaucoup plus tenir au faible nombre d'espèces présentes et au mode de calcul de l'indice employé qu'à une véritable différenciation de cette station qui présente Spisula subtruncata en position dominante comme les stations C et E.

RESULTATS DE L'ANALYSE HIERARCHIQUE



Espèces dominantes et subdominantes :

Station A	Abondance	Dominance
Cirratulus sp	1,25	22,73
Bathyporeia sp	0,75	13,64
D. pugilator	0,50	9,09
M. pectinatus	0,50	9,09
D. divaricata	0,50	9,09
N. hombergi	0,50	9,09
P. psammophila	0,50	9,09

Station B	Abondance	Dominance
Bathyporeia sp	0,75	20,00
Cirratulus sp	0,50	13,33
M. meznikowianus	0,50	13,33

Station C	Abondance	Dominance
S.subtruncata	1,50	20,69
D. divaricata	0,75	10,34
N. hombergi	0,75	10,34

Station D	Abondance	Dominance
D. divaricata	0,75	16,67
M. meznikowianus	0,75	16,67
A. chiajei	0,50	11,11

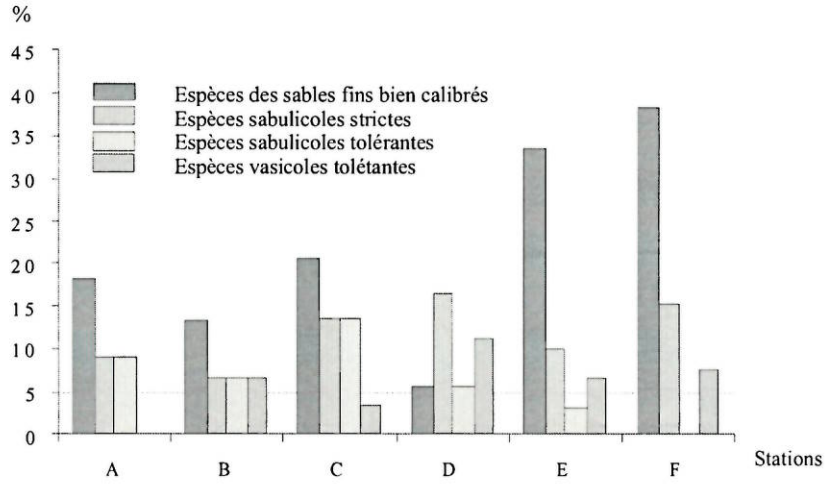
Station E	Abondance	Dominance
S. subtruncata	1,50	20,00

Station F	Abondance	Dominance
S. subtruncata	1,00	30,77
Paraonis sp	0,50	15,38
D. pugilator	0,25	7,69
E. cordatum	0,25	7,69
A.alba	0,25	7,69
Sabellidae indt	0,25	7,69
Syllidae indt	0,25	7,69
G. convoluta	0,25	7,69
P. granulatum	0,25	7,69

Discussion et conclusions :

Les indicateurs biologiques présents (Figure ci-après) montrent que le peuplement en place dans l'ensemble des stations est référable à un assemblage des sables fins bien calibrés. Plus de 26% des espèces présentes sont directement inféodées à la nature sableuse du substrat. Un leger envasement des stations est marqué par la présence d'espèces vasicoles tolérantes dont la dominance est dans la plupart des stations inférieure à 10%.

POURCENTAGE DES DIFFERENTS INDICATEURS BIOLOGIQUES



La présence d'espèces caractéristiques exclusives de l'assemblage des sables fins bien calibrés, l'absence d'espèces indicatrices de perturbation, les indices de diversité et d'équitabilité très proches dans l'ensemble des stations ne permettent pas de montrer une incidence particulière de l'émissaire dans la zone échantillonnée. Le caractère sableux du site en relation avec un hydrodynamisme important dans le secteur n'est certainement pas étranger à cet état de fait.

References

BRAY CURTIS J.T. , 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27: 325-349.

PICARD (J.) -(1965) - Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. Rec. Trav. St. Mar. Endoume, 52(36) 160p.

PIELOU(E.C.)-(1966)-The measurement of diversity indifférent types of biological collections. J.theor. Biol., 13 131-144.

ROUX (M.) -(1985). Algorithmes de classification. Masson editeur, Collection Methode + Programmes, 152 pp.

SANDERS H.L., 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. Am. Nat., 102: 243-282.

SHANNON (C.E.), WEAVER (W.) - (1963) - The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana Illinois.

ZAR (Z.H)-(1974) Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs;620 p.

LISTES FAUNISTIQUES DES STATIONS A, B, C, D, E ET F.

(MOY:DENSITÉ MOYENNE PAR M^2, DOM : DOMINANCE EN %)

Station A	moy	dom
Ampelisca brevicornis	0,00	0,00
Amphipode indt.	0,00	0,00
Aora spinicornis	0,00	0,00
Bathyporeia sp	48,73	13,64
Corophidae indt.	0,00	0,00
Cymodoce sp	0,00	0,00
Diogenes pugilator	32,49	9,09
Euphausiace indt.	0,00	0,00
Gammaridae indt	0,00	0,00
Iphinoe trispinosa	0,00	0,00
Larve de Décapode	0,00	0,00
Leucothoe sp	0,00	0,00
Lysianassa longicornis	16,24	4,55
Metaphoxus pectinatus	32,49	9,09
Amphuira chiajei	0,00	0,00
Echinocardium cordatum	0,00	0,00
Abra alba	0,00	0,00
Divaricella divaricata	32,49	9,09
Dosinia lupinus	0,00	0,00
Hinia incrassata	0,00	0,00
Mysella bidentata	0,00	0,00
Spisula subtruncata	16,24	4,55
Tellina nitida	16,24	4,55
Tellina serrata	0,00	0,00
Venus gallina	0,00	0,00
Nemerte indt.	0,00	0,00
Cirratulidae indt.	0,00	0,00
Cirratulus sp	81,22	22,73
Clymene cf oerstedi	0,00	0,00
Glycera convoluta	0,00	0,00
Hyalinoecia bilineata	0,00	0,00
Mediomastus cf californiensis	0,00	0,00
Microspio meznikowianus	0,00	0,00
Nephthys hombergi	32,49	9,09
Owenia fusiformis	0,00	0,00
Paraonis sp	0,00	0,00
Pectinaria auricoma	0,00	0,00
Sabellidae indt	0,00	0,00
Spio filicornis	16,24	4,55
Syllidae indt	0,00	0,00
Phoronis psammophila	32,49	9,09
Physcosoma granulatum	0,00	0,00

Station B	moy	dom
Ampelisca brevicornis	0,00	0,00
Amphipode indt.	16,24	6,67
Aora spinicornis	0,00	0,00
Bathyporeia sp	48,73	20,00
Corophidae indt.	0,00	0,00
Cymodoce sp	0,00	0,00
Diogenes pugilator	0,00	0,00
Euphausiace indt.	16,24	6,67
Gammaridae indt	0,00	0,00
Iphinoe trispinosa	16,24	6,67
Larve de Décapode	0,00	0,00
Leucothoe sp	0,00	0,00
Lysianassa longicornis	16,24	6,67
Metaphoxus pectinatus	0,00	0,00
Amphuira chiajei	16,24	6,67
Echinocardium cordatum	16,24	6,67
Abra alba	0,00	0,00
Divaricella divaricata	0,00	0,00
Dosinia lupinus	0,00	0,00
Hinia incrassata	0,00	0,00
Mysella bidentata	0,00	0,00
Spisula subtruncata	0,00	0,00
Tellina nitida	0,00	0,00
Tellina serrata	0,00	0,00
Venus gallina	0,00	0,00
Nemerte indt.	0,00	0,00
Cirratulidae indt.	0,00	0,00
Cirratulus sp	32,49	13,33
Clymene cf oerstedi	0,00	0,00
Glycera convoluta	16,24	6,67
Hyalinoecia bilineata	0,00	0,00
Mediomastus cf californiensis	0,00	0,00
Microspio meznikowianus	32,49	13,33
Nephthys hombergi	16,24	6,67
Owenia fusiformis	0,00	0,00
Paraonis sp	0,00	0,00
Pectinaria auricoma	0,00	0,00
Sabellidae indt	0,00	0,00
Spio filicornis	0,00	0,00
Syllidae indt	0,00	0,00
Phoronis psammophila	0,00	0,00
Physcosoma granulatum	0,00	0,00

Station C	moy	dom
Ampelisca brevicornis	0,00	0,00
Amphipode indt.	16,24	3,45
Aora spinicornis	16,24	3,45
Bathyporeia sp	0,00	0,00
Corophidae indt.	0,00	0,00
Cymodoce sp	0,00	0,00
Diogenes pugilator	32,49	6,90
Euphausiace indt.	0,00	0,00
Gammaridae indt	0,00	0,00
Iphinoe trispinosa	0,00	0,00
Larve de Décapode	0,00	0,00
Leucothoe sp	16,24	3,45
Lysianassa longicornis	0,00	0,00
Metaphoxus pectinatus	0,00	0,00
Amphuira chiajei	0,00	0,00
Echinocardium cordatum	0,00	0,00
Abra alba	16,24	3,45
Divaricella divaricata	48,73	10,34
Dosinia lupinus	0,00	0,00
Hinia incrassata	0,00	0,00
Mysella bidentata	0,00	0,00
Spisula subtruncata	97,47	20,69
Tellina nitida	0,00	0,00
Tellina serrata	32,49	6,90
Venus gallina	32,49	6,90
Nemerte indt.	16,24	3,45
Cirratulidae indt.	0,00	0,00
Cirratulus sp	0,00	0,00
Clymene cf oerstedi	0,00	0,00
Glycera convoluta	0,00	0,00
Hyalinoecia bilineata	16,24	3,45
Mediomastus cf californiensis	16,24	3,45
Microspio meznikowianus	16,24	3,45
Nephthys hombergi	48,73	10,34
Owenia fusiformis	16,24	3,45
Paraonis sp	32,49	6,90
Pectinaria auricoma	0,00	0,00
Sabellidae indt	0,00	0,00
Spio filicornis	0,00	0,00
Syllidae indt	0,00	0,00
Phoronis psammophila	0,00	0,00
Physcosoma granulatum	0,00	0,00

Station D	moy	dom
Ampelisca brevicornis	0,00	0,00
Amphipode indt.	0,00	0,00
Aora spinicornis	0,00	0,00
Bathyporeia sp	16,24	5,56
Corophidae indt.	0,00	0,00
Cymodoce sp	0,00	0,00
Diogenes pugilator	0,00	0,00
Euphausiace indt.	16,24	5,56
Gammaridae indt	0,00	0,00
Iphinoe trispinosa	0,00	0,00
Larve de Décapode	0,00	0,00
Leucothoe sp	0,00	0,00
Lysianassa longicornis	0,00	0,00
Metaphoxus pectinatus	0,00	0,00
Amphuira chiajei	32,49	11,11
Echinocardium cordatum	0,00	0,00
Abra alba	0,00	0,00
Divaricella divaricata	48,73	16,67
Dosinia lupinus	16,24	5,56
Hinia incrassata	0,00	0,00
Mysella bidentata	0,00	0,00
Spisula subtruncata	0,00	0,00
Tellina nitida	0,00	0,00
Tellina serrata	0,00	0,00
Venus gallina	16,24	5,56
Nemerte indt.	0,00	0,00
Cirratulidae indt.	16,24	5,56
Cirratulus sp	0,00	0,00
Clymene cf oerstedi	0,00	0,00
Glycera convoluta	16,24	5,56
Hyalinoecia bilineata	16,24	5,56
Mediomastus cf californiensis	0,00	0,00
Microspio meznikowianus	48,73	16,67
Nephthys hombergi	16,24	5,56
Owenia fusiformis	0,00	0,00
Paraonis sp	0,00	0,00
Pectinaria auricoma	0,00	0,00
Sabellidae indt	0,00	0,00
Spio filicornis	0,00	0,00
Syllidae indt	16,24	5,56
Phoronis psammophila	16,24	5,56
Physcosoma granulatum	0,00	0,00

Station E	moy	dom
Ampelisca brevicornis	16,24	3,33
Amphipode indt.	16,24	3,33
Aora spinicornis	0,00	0,00
Bathyporeia sp	0,00	0,00
Corophidae indt.	16,24	3,33
Cymodoce sp	16,24	3,33
Diogenes pugilator	16,24	3,33
Euphausiace indt.	0,00	0,00
Gammaridae indt	16,24	3,33
Iphinoe trispinosa	16,24	3,33
Larve de Décapode	16,24	3,33
Leucothoe sp	0,00	0,00
Lysianassa longicornis	16,24	3,33
Metaphoxus pectinatus	0,00	0,00
Amphuira chiajei	0,00	0,00
Echinocardium cordatum	0,00	0,00
Abra alba	0,00	0,00
Divaricella divaricata	32,49	6,67
Dosinia lupinus	0,00	0,00
Hinia incrassata	16,24	3,33
Mysella bidentata	16,24	3,33
Spisula subtruncata	97,47	20,00
Tellina nitida	0,00	0,00
Tellina serrata	0,00	0,00
Venus gallina	16,24	3,33
Nemerte indt.	16,24	3,33
Cirratulidae indt.	16,24	3,33
Cirratulus sp	32,49	6,67
Clymene cf oerstedi	16,24	3,33
Glycera convoluta	0,00	0,00
Hyalinoecia bilineata	0,00	0,00
Mediomastus cf californiensis	16,24	3,33
Microspio meznikowianus	0,00	0,00
Nephthys hombergi	16,24	3,33
Owenia fusiformis	0,00	0,00
Paraonis sp	0,00	0,00
Pectinaria auricoma	16,24	3,33
Sabellidae indt	0,00	0,00
Spio filicornis	0,00	0,00
Syllidae indt	0,00	0,00
Phoronis psammophila	32,49	6,67
Physcosoma granulatum	0,00	0,00

Station F	moy	dom
Ampelisca brevicornis	0,00	0,00
Amphipode indt.	0,00	0,00
Aora spinicornis	0,00	0,00
Bathyporeia sp	0,00	0,00
Corophidae indt.	0,00	0,00
Cymodoce sp	0,00	0,00
Diogenes pugilator	16,24	7,69
Euphausiace indt.	0,00	0,00
Gammaridae indt	0,00	0,00
Iphinoe trispinosa	0,00	0,00
Larve de Décapode	0,00	0,00
Leucothoe sp	0,00	0,00
Lysianassa longicornis	0,00	0,00
Metaphoxus pectinatus	0,00	0,00
Amphuira chiajei	0,00	0,00
Echinocardium cordatum	16,24	7,69
Abra alba	16,24	7,69
Divaricella divaricata	0,00	0,00
Dosinia lupinus	0,00	0,00
Hinia incrassata	0,00	0,00
Mysella bidentata	0,00	0,00
Spisula subtruncata	64,98	30,77
Tellina nitida	0,00	0,00
Tellina serrata	0,00	0,00
Venus gallina	0,00	0,00
Nemerte indt.	0,00	0,00
Cirratulidae indt.	0,00	0,00
Cirratulus sp	0,00	0,00
Clymene cf oerstedi	0,00	0,00
Glycera convoluta	16,24	7,69
Hyalinoecia bilineata	0,00	0,00
Mediomastus cf californiensis	0,00	0,00
Microspio meznikowianus	0,00	0,00
Nephthys hombergi	0,00	0,00
Owenia fusiformis	0,00	0,00
Paraonis sp	32,49	15,38
Pectinaria auricoma	0,00	0,00
Sabellidae indt	16,24	7,69
Spio filicornis	0,00	0,00
Syllidae indt	16,24	7,69
Phoronis psammophila	0,00	0,00
Physcosoma granulatum	16,24	7,69

ANNEXE IX :

- PAYSAGE -

Aménagement paysager d'accompagnement :

La perception principale à partir de la voie férrée impose, d'un manière générale un acompagnement en premier plan de masses végétales visant le découpage des volumes créés en séquences permettant l'atténuation de l'impact des volumes bâtis.

La recomposition du paysage dans le cadre du projet visera la dominante du végétal sur le minéral, le choix des essences végétales suivantes résultant de l'assimilation du projet dans le paysage environnant.

Les espèces utilisées pourront être retenues dans la description suivante :

- **Arbres d'ornement :**
  - Eucalyptus Gunii (arbre persistant et odoriférant)
  - Olivier de Bohème (liaison avec la végétation existante)
  - Albizias Julie Brissun, ect…

- **Arbres d'alignement et de protection aux vents dominants :**
  - Peupliers d'Italie
  - Saules
  - Cyprès Florentins isolés et Leyland en haie

- **Haie de protection défensive :**
  - Pyracanthas

☞ **Arbustes et plantes tapissantes :**

- Luzerne arborescente
- Genêts
- Prunus
- Romarins
- Lavandes
- Griffes de sorcières, ect …

Cet aménagement devra être réalisé avec une installation d'arrosage automatique qui utilisera l'eau au sortir de la station d'épuration.

ANNEXE X :

- PROTOCOLE DE SUIVI DE L'HERBIER DE POSIDONIE -

Protocoles d'observation et de suivi de l'herbier

Lors de la mise en place du Réseau de Surveillance Posidonie (RSP), un protocole d'étude et d'observation de l'herbier le long des balisages a été élaboré, basé aussi bien sur des paramètres physiques (orientation, distance et profondeur des balises, photographies herbier/balises, sédimentologie) que biologiques (paramètres descripteurs de la vitalité de l'herbier). Ces méthodes ont été affinées et améliorées au cours des suivis successifs, en fonction d'une part de l'expérience acquise par les équipes de terrain, mais également en bénéficiant directement des travaux des laboratoires d'écologie marine et des progrès de la recherche scientifique appliquée dans ce domaine.

Actuellement, avec un recul de plus de 10 ans, la plupart de ces descripteurs sont opérationnels et bien standardisés. Lors d'une récente réunion technique (13 mai 1998) sur les méthodes et leur validation, les responsables et opérateurs du RSP ont définit un protocole de suivi de l'herbier de Posidonie au niveau des balisages. Ce protocole, présenté ci-après, est divisé en 2 parties:

- Une série de paramètres de base, communs aux équipes des trois départements (13, 83, 06) et utilisés aussi bien en limite inférieure que supérieure d'herbier pour chacun des 33 sites suivis par le RSP.
- Une série de paramètres complémentaires, généralement utilisés par certaines équipes (exemple : phénologie et lépido-chronologie) ou en cas de régression de l'herbier.

En outre, afin d'établir un véritable manuel des méthodes et un protocole standardisé pour un suivi de routine de l'herbier dans le cadre du futur RLM (Réseau Littoral Méditerranéen) piloté par l'Agence de l'Eau, d'autres techniques d'étude restent à améliorer et sont en cours de validation. De même, une "grille multi-critères " d'évaluation de l'herbier est en cours d'élaboration, basée à la fois sur des paramètres de vitalité/qualité de l'herbier et sur ses aspects évolutifs (stabilité, régression ou progression), en incluant pour chaque paramètre considéré un indice de pondération/cotation. Ce type de grille multi-critères entre dans le cadre d'une démarche nationale inter-Agences de l'Eau sur les indicateurs écologiques de qualité, dont le principe est équivalent aux "systèmes d'évaluation qualité" des cours d'eaux.

1. Position des balises

Les azimuts de balise à balise et de piquet-photo à balise sont relevés à l'aide d'un compas, corrigé préalablement à terre. La précision de la mesure d'orientation est estimée à plus ou moins 5° près. Les distances de balise à balise et de balise à piquet-photo sont également mesurées (à quelques centimètres près), à l'aide d'un ruban gradué, ce afin de valider le positionnement de ceux-ci. L'ensemble de ces mesures permet de réaliser un plan côté précis au 1/100ème du balisage. En outre, ces mesures d'orientation et de distance permettent, lors des suivis ultérieurs des balisages des limites inférieures et supérieures, de repérer et de remettre en place la ou les balises qui auraient éventuellement été déplacées par les ancres ou le passage des arts traînants.

2. Profondeur des balises

La profondeur des limites de l'herbier est mesurée le long du balisage pour chaque balise, à l'aide d'un profondimètre électronique (précision évaluée à plus ou moins 10 cm). La mesure s'effectue au pied de chaque balise, elle est répétée systématiquement au cours des suivis successifs, afin de mettre en évidence d'éventuels mouvements sédimentaires, constatés par les changements de valeurs des profondeurs. Dans l'interprétation des éventuelles variations des profondeurs, il sera tenu compte des phénomènes de marée barométrique (30 à 50 cm d'amplitude au maximum).

3. Réalisation de photographies

Une série de photographies est réalisée le long des balisages. Ces prises de vues constituent des preuves visuelles de l'évolution de la dynamique de l'herbier (régression, stabilité ou progression) situé de part et d'autre de chaque balise de l'herbier et permettent également de faciliter l'interprétation des données relevées en plongée.

Chaque prise de vue est effectuée depuis le piquet-photo (ou petite balise-repère) qui est situé à 1,5 m en aval de chaque balise et qui dépasse de la ligne de base du sédiment de 50 cm. Trois prises de vues sont réalisées par balise :

- une photo décentrée à gauche de la balise ;
- une photo centrée sur la balise (ou au dessus de la balise, à une altitude de 2 m) ;
- une photo décentrée à droite.

Le matériel de prise de vue est généralement un Nikonos 5, équipé d'un objectif de 35 mm. Les clichés sont réalisés sans flash (ouverture diaphragme f3.5 à f8 selon luminosité), avec une pellicule noir et blanc (sensibilité de 400 ASA en limite inférieure et de 125 ASA en limite supérieure). L'appareil est tenu de telle sorte que la photo 24 x 36 ait son grand côté horizontal.

Par ailleurs, l'utilisation d'un repère mobile gradué est recommandé pour certaines limites inférieures présentant un contour d'herbier linéaire. Ce repère est constitué de deux tubes en PVC lestés, en forme de " T ", dont les deux branches de un mètre sont étalonnées tous les 10 cm. Chaque branche est placée de part et d'autre de la balise et permet de disposer d'un repère métrique linéaire sur la photographie.

4. Description générale de l'herbier et des fonds environnants

Lors des plongées d'observations sur les limites d'herbier étudiées par le RSP, une description générale de l'herbier, de la nature des fonds et des espèces accompagnatrices est tout d'abord réalisée.

4.1. Description générale de l'herbier

- **Type et état de la limite de l'herbier** : progressive, franche, érosive, régressive. La pente moyenne du fond est également décrite, en déroulant un ruban gradué de 20 m perpendiculairement à la limite et en mesurant les profondeurs aux extrémités. En cas de limite régressive, l'étendue de matte morte située en aval de la limite actuelle d'herbier est mesurée (mesure linéaire et profondeur).

☞✧ **Morphologie générale de l'herbier.** Différentes structures d'herbier peuvent être rencontrées, selon les caractéristiques du milieu, notamment de l'hydrodynamisme : herbier continu, herbier discontinu en mosaïque (alternance d'herbier et de matte morte, dans ce cas, la proportion de matte morte sera estimée), herbier de plaine (herbier sub-horizontal sans relief particulier), herbier de colline, herbier ondoyant, *etc...*

☞ **Structures érosives.** En cas de présence de structures érosives (tombants de matte, inter-mattes de sable ou de matte, chenaux, marmites, *etc...),* celles-ci sont décrites et leurs orientation et dimension sont notées.

4.2. Nature du fond

☞ **Approche descriptive.** Un sondage (profondeur 40 cm) est réalisé en aval des limites actuelles de l'herbier, pour déceler la présence éventuelle de matte morte ancienne sous le sédiment, traduisant un recul de l'herbier. La nature du fond en aval du balisage est également décrite : présence de *ripple-marks* (indication de l'hydrodynamisme), sable coquillier, sable grossier, sable fin, sable vaseux.

☞ **Compacité de la matte.** La tenue mécanique de la matte (sa compacité) peut être évaluée par la méthode mise au point par Francour *et al.* (1997) et facilement reproductible. Le dispositif est similaire à un " pénétromètre " et consiste à mesurer la distance d'enfoncement d'une tige en acier dans la matte de l'herbier.

☞ **Qualité des sédiments.** Un échantillon de sédiment est prélevé pour une analyse de sa granulométrie et des matières organiques totales. Le prélèvement est effectué au moyen d'un carottier (30 cm de long, 7 cm de diamètre), enfoncé horizontalement dans le sédiment sur une épaisseur d'environ 10 cm, car différentes strates sédimentaires doivent être échantillonnées (couche des particules fines en surface, sédiment superficiels (0 à 2 cm d'épaisseur) et couche bioturbée). Les matières organiques totales sont déterminées après une calcination au four à 500°C (4 heures) sur l'échantillon initial de poids connu. La différence de poids obtenue donne la proportion de matières organiques. La fraction fine du sédiment est ensuite déterminée par tamisage sous l'eau (maille 0,063 mm) et pesée (poids de pélites), puis l'analyse granulométrique de la fraction supérieure à 0,063 mm est réalisée selon la norme AFNOR (tamis de maille 0,125/0,25/0,5/1/2/4 et 8 mm). Les différentes fractions de chaque refus de tamis sont pesées. A partir des courbes de fréquences cumulées, différents indices sont ensuite calculés (Chamley, 1987). Il faut préciser que les analyses sédimentologiques ne sont pas actuellement effectuées, mais seront réalisées (uniquement pour les limites inférieures d'herbier) dans le cadre de l'intégration du RSP dans le RLM.

4.3. Faune et flore associées

Une attention particulière est portée aux principales espèces accompagnatrices de l'herbier où pouvant être rencontrées au voisinage des sites étudiés : espèces protégées en France (la grande nacre *Pinna nobilis),* menacées, d'intérêt patrimonial ; aux espèces de poissons et d'échinodermes présentant un intérêt commercial pour la pêche ; aux espèces bio-indicatrices (organismes filtreurs et suspensivores, dont l'abondance peut traduire la richesse en MES du milieu) ; enfin aux espèces introduites, comme l'algue verte *Caulerpa taxifolia,* dont l'expansion constitue un *« risque majeur pour les écosystèmes de Méditerranée »* (appel de Barcelone, décembre 1994).

5. Mesure de la densité de l'herbier

La densité correspond au nombre de faisceaux de Posidonies présents par unité de surface, généralement le mètre carré. Selon les herbiers, leur densité varie en fonction de la profondeur et des conditions du milieu (lumière, type de substrat où l'herbier est implanté). Du fait de l'intensité lumineuse élevée près de la surface, un herbier présentera des valeurs de densité très élevées dans des secteurs superficiels, alors qu'elles seront beaucoup plus faibles en profondeur (limite inférieure) ou dans des zones présentant une turbidité élevée. Par ailleurs, ce paramètre est bien approprié dans le cadre d'un suivi à long terme de la vitalité d'un herbier, car la densité dépend peu de la période à laquelle est réalisée la mesure et reste constante tout au long de l'année (Pergent *et al.,* 1995).

Dans le cadre du RSP, la densité est mesurée au hasard dans l'herbier, au moyen d'un quadrat de 20 cm de côté (surface minimale garantissant la représentativité de la mesure in Panayotidis *et al.,* 1981), avec 3 mesures derrière chaque balise, permettant d'apprécier la variabilité. Ces mesures de densité permettent ensuite de classer l'herbier en six différents types, selon la terminologie de Giraud (1977) : herbier très dense, dense, clairsemé, très clairsemé, semi-faisceaux isolés.

Toutefois, si l'échelle de Giraud (1977) permet de caractériser un herbier, elle n'intègre pas le facteur profondeur et est peu adaptée à la prise en compte de la densité comme paramètre descripteur de la qualité du milieu. En effet, une densité de 500 faisceaux/m^2 (soit un " herbier dense ") n'aura pas la même signification écologique si elle est mesurée à 5 m ou 20 m de profondeur (Pergent *et al.,* 1995).

Une nouvelle classification, intégrant la profondeur, a donc été récemment proposé par Pergent-Martini (1994) et Pergent *et al.* (1995). A partir d'une synthèse des données disponibles dans la littérature (près de 400 valeurs), il apparaît que l'évolution de la densité de l'herbier en fonction de la profondeur suit un modèle de type logarithmique (Pergent-Martini, 1994). La variabilité du facteur densité est

expliquée à 54% par la profondeur (qui intègre également la pénétration de la lumière). A partir de ce modèle, une grille de lecture simplifiée a été proposée et classe l'herbier en quatre catégories, selon les valeurs de densité mesurées en fonction de la profondeur: densité anormale, sub-normale inférieure, normale, sub-normale supérieure.

6. Mesure du déchaussement des rhizomes

Les rhizomes de Posidonie sont caractérisés par une croissance horizontale (rhizomes plagiotropes) et/ou verticale (rhizomes orthotropes). La croissance verticale est à l'origine de l'édification des mattes et permet à la plante de lutter contre l'enfouissement, lié à la sédimentation.

Le déchaussement des rhizomes traduit généralement l'existence d'un déficit sédimentaire de l'herbier. L'observation de ce paramètre permet donc d'apprécier rapidement et assez précisément l'hydrodynamisme d'une zone et les déplacements sédimentaires qui y ont lieu. En outre, un déchaussement important entraîne une fragilisation de l'herbier, ce qui accroit sa vulnérabilité vis à vis des actions de mouillages et de chalutage. La mesure du déchaussement des rhizomes est réalisée selon les conventions définies par Boudouresque *et al.* :

- Pour les rhizomes plagiotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la partie inférieure des rhizomes,
- Pour les rhizomes orthotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la base des feuilles, distance à laquelle on soustrait 2 cm.

7. Pourcentage de rhizomes plagiotropes

En limite d'herbier ou en bordure des taches et îlots de Posidonies, la présence de nombreux rhizomes plagiotropes traçants (croissance horizontale) est un indice de bonne vitalité de l'herbier, car elle traduit une tendance à la progression. La position majoritaire des rhizomes de Posidonies est donc notée et la proportion (en pourcentage) de rhizomes plagiotropes est estimée en bordure d'herbier, le long du balisage. Ce paramètre est uniquement étudié sur les points situés en limite supérieure d'herbier, car en limite inférieure, la majorité des rhizomes sont de type plagiotropes traçants. Selon les pourcentages de rhizomes plagiotropes obtenus, une échelle d'interprétation est proposée.

- BIBLIOGRAPHIE -

1. **ANTEA,** pour la Commune de Carry-le-Rouet, Etude de l'aptitude des sols à l'assainissement autonome, novembre 1997.

2. **BURGEAP-Région Sud-Eau-Sol-Environnement,** pour la Commune de Sausset-les-Pins, Aptitude des sols à l'assainissement non collectif, septembre 1996.

3. **Cabinet A.RAMADE/Gérim,** Syndicat intercommunal d'assainissement de Carry-Sausset, Future station d'épuration des Baumettes, Etude d'Environnement, juillet 1983.

4. **Cabinet A.RAMADE/Gérim,** Syndicat intercommunal de la Côte Bleue, Revision du schéma directeur de la Côte Bleue, Rapport de présentation, mars 1994.

5. **Cabinet A.RAMADE/Gérim,** pour la Ville de Sausset-les-Pins, Station d'épuration de Boumandariel-Impact sur la Roselière - Recherche de solutions, octobre 1996.

6. **CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE CF., MEINESZ A., BERNARD G., BONHOMME P., PATRONE J., KRUCZEK R., SERRE C., BERTRANDY M.C., FORET P., RAGAZZI M., LECCIA G., LE DIREAC'H L., 1999.** *Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.* Première partie : Présentation et Guide Méthodologique. Année 1999. Région PACA/GIS Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil Général 06/CQEL 06. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-73.

7. **CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE CF., MEINESZ A., PERGENT-MARTINI C., SAN-MARTIN G., BERTRANDY M.C.,FORET P., RAGAZZI M., LECCIA G., 1999.** - *Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.* Seconde partie : résultats du suivi 1997. Région PACA/GIS Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/ Conseil Général 06/CQEL 06. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-116.

8. **CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE CF., MEINESZ A., PATRONE J., KRUCZEK R., BERNARD G., BON HOMME P., BERTRANDY M.C., FORET P., RAGAZZI M., LECCIA G., LE DIREAC'H L., 1999.**- *Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.* Seconde partie : résultats du suivi 1998. Région PACA/ GIS Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil Général 06/CQEL 06. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-113.

9. **BELLAN G., SANTINI BELLAN D.,** Impact des nuisances, Prévisions sur le milieu marin, février 1990.

10. **D.D.E. des Bouches du Rhône,** pour la Commune de Sausset-les-Pins, Loi littoral Bouches du Rhône - Espaces et Milieux à préserver.

11. **IBOUILY G.,** Etude sédimentologique de la Rade de Marseille (Bouches-du-Rhône), Thèse, janvier 1981.

12. **INSPECTION GENERALE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'ENVIRONNEMENT,** Dégradations causées à la végétation sous-marine par les rejets d'émissaire, janvier 1983.

13. **MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE,** Etudes d'impact des stations d'épuration urbaines, Odeurs et Bruits,1980.

14. **OTH MEDITERRANEE, SIVOM** de Carry-le-Rouet Sausset-les-Pins Ensues la Redonne Le Rove. Etude de mise en conformité et extension de la station d'épuration intercommunale, Dossier de Consultation des Entreprises, avril 1999.

15. **CEBTP (CEMEREX),** pour OTH MEDITERRANEE, Rapport d'études géotechniques pour la station d'épuration de Carry-Sausset, mai 1999.

16. **PERGENT-MARTINI,** Contribution à l'étude des Stocks et des Flux d'éléments dans l'écosystème à *Posidonia oceanica,* octobre 1992.

17. **PERGENT-MARTINI C., GUYONNET V., PEREIRA E.,**Suivi de la zone de rejet de la station d'épuration de Carry-le-Rouet/Sausset-les-Pins, septembre 1995.

18. **PERGENT-MARTINI C., RICO-RAIMONDINO V., PERGENT G.,** Impact des nutriments sur les herbiers à *Posidonia oceanica* - Données préliminaires.

19. **RECYVAL, SIVOM** de Carry-Sausset, Etude de faisabilité de filières d'évacuation des déchets produits par la sattion d'épuration, Rapport final, novembre 1996.

20. **S.E.M. (Société des Eaux de Marseille),** Station d'épuration de Boumandariel (Commune de Sausset-les-Pins), Incidence sur les systèmes d'assainissement du transfert de tout ou partie des eaux usées du réseau ouest de Sausset vers la station d'épuration du S.I.V.O.M. de Carry-Sausset, avril 1996.

21. **S.E.M. (Société des Eaux de Marseille),** SIVOM de Carry-Sausset, Extension et mise en conformité de la station d'épuration intercommunale, avant projet, novembre 1997.

22. **S.I.E.E.(Société d'Ingénierie pour l'eau et l'Environnement),** Commune de Sausset-les-Pins, Société des Eaux de Marseille,Diagnostic de l'assainissement, Rapport intermédiaire, mars 1997.

23. **S.I.E.E. (Société d'Ingénierie pour l'Eau et l'Environnement),** Commune de Sausset-les-Pins, Société des Eaux de Marseille, Diagnostic de l'assainissement, Rapport final, août 1997.

24. **S.P.G.S. (Société Provençale de Gestion et de Services),** pour la Commune de Carry-le Rouet, Diagnostic de fonctionnement du réseau d'assainissement, juillet 1997.

25. **S.P.G.S. (Société Provençale de Gestion et de Services),** SIVOM Carry-Sausset, diagnostic de fonctionnement de la station d'épuration intercommunale Carry-Sausset, juillet 1997.

26. **S.P.G.S. (Société Provençale de Gestion et de Services),** Synthèse des études diagnostic des systèmes d'assainissement de Carry-le-Rouet et Sausset-les-Pins, septembre 1997.