

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER  
ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL

## MEMOIRE

En vue de l'obtention d'un Diplôme des Etudes Universitaires Appliquées  
en Aménagement et Protection de l'Environnement

Option : POLLUTION

### T H E M E

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES VARIATIONS  
PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU DES CIRCUITS  
DE REFROIDISSEMENT DE LA CENTRALE THERMIQUE  
DE CAP DJENET ET DE LEURS IMPACTS.

Devant le Jury composé de :

Mr. BOULAHIDID  
Mr. BELKESSA  
Mr. LARID  
Mr. KERZABI

Président  
Promoteur  
Examinateur  
Examinateur

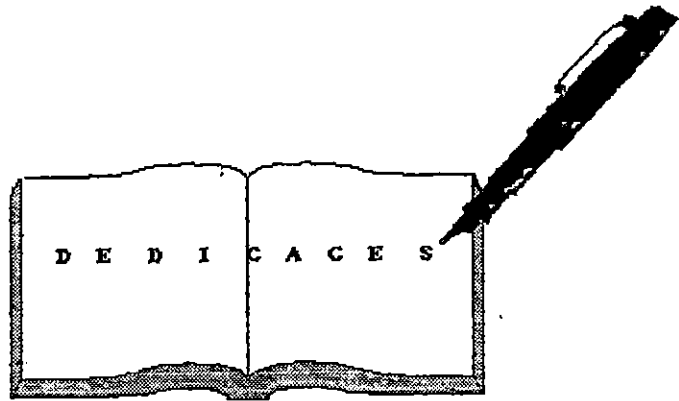
Présenté par :

Mr. ISMAIL OUAFI  
Mr. L'YACINE BALI

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	9
CHAPITRE I : GENERALITE .....	11
I.1 : SITUATION GEOGRAPHIQUE	
I.1.a – Présentation de la zone	
I.2 : CLIMATOLOGIE	
I.2.b – La température	
I.2.b – Les précipitations	
I.2.c – Le vent	
I.3 – HYDRODYNAMISME	
I.3.a – La houle	
I.3.b – Les courants	
CHAPITRE II : TRAVAUX SUR TERRAIN .....	24
II.1 : Introduction	
II.2 : Reconnaissance sédimentologique	
II.2.a – Analyse granulométrique des échantillons	
II.2.b – Description du protocole	
II.2.c – Traitement et exploitation des résultats	
II.2.d – Les indices	
II.2.e – Résultats et interprétation	
II.2.f – Conclusion	
II.3 – ETUDE DE PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	
II.3.a – Prélèvement des échantillons d'eau	
II.3.b – Les paramètres physico-chimiques étudiés	
* La température	
* L'oxygène dissous	
* Salinité	
* Matière en suspension	
* PH	
* Turbidité	
II.3.c – Conclusion .....	49

CHAPITRE III : IMPACT DE LA CENTRALE THERMIQUE DE CAP DJENET	50
III.1 – INTRODUCTION	51
III.2 – IDENTIFICATION DES SOURCES DE POLLUTION OU DES AGENTS PERTURBATEURS	51
III.2.a – La chloration : stress chimique	
* La chloration des circuits à CAP DJENET	
* Les bases chimiques de la chloration	
* Description du procédé de chloration	
* Performance de l'installation	
* Dosage du chlore	
* Mécanisme d'action et effet du chlore : toxicité du chlore	
III.2.b – Le réchauffement des eaux rejetés et choc mécanique	
* Introduction	
* Interprétation	
* Effet des variations de température	
III.3 – APPRECIATION DU DEGRE DE PERTURBATION	67
III.3.a – Approche Benthique	
III.3.b – Conséquences du réchauffement et incidences de la chloration sur les populations phytoplanctoniques	
III.4 – CONSEQUENCES SUR LE MILIEU RECEPTEUR	71
CHAPITRE IV : CONCLUSION GENERALE	81
ANNEXES	85
BIBLIOGRAPHIE	89



**DEDICACES**

---

*DEDICACES*

*A mes parents.  
A mes freres et soeurs.  
A tous ceux que j'estime.*

*ismail ouafi :*

*A ma mere.  
A mon pere.  
A mes freres et soeurs.  
A ceux que j'aime.*

*l'yacine bali :*

## REMERCIEMENTS

A t erme de cette étude c'est avec un immense plaisir que nous tenons à remercier

- Monsieur *boula did* qui nous fait l'honneur de bien vouloir presider le jury d'examen

- Monsieur *M, LARID*, qui a accepté de juger notre travail.

- Monsieur *F, KERZABI*, qui a bien accepté d'examiner ce manuscrit.

- Monsieur *R, BELKESSA*, qui a su nous motivé à travailler et a surmonté nos problèmes

\* Nous ne pouvons remercier assez Melle *CHENIBET ,h* pour toute l'aide et le soutien qu'elle a prodiguée pour ce travail du début   la fin avec une générosité inégalable

\*- Nous tenons à remercier Mr *CHERFI, Mr ALLOUCHE, Mr SAADA* ainsi que tous le personnel de la centrale de CAP DJENET pour leur compréhension et leurs aide

\* une attention particulière va envers Mr *ZAHRIR, H ; Mr BAAZIZI, A* alias *gabriel sfling* et Mr *HAMANI, Z* pour l'esprit d'équipe et de cooperation lors de nos inoubliable sorties

\* Nous tenons à exprimer nos remerciements à Mr *BALI, A* pour toute l'aide et la contribution pour l'elaboration de ce manuscrit

\* Il est impossible de cite tous les gens qui nous on aidés seulement nous tenons à remercier Melle *MERROUCHE, L ; Mr REFES , W ; Mr BOUDJELAL, H, Mr ZAOUI , N*

ainsi que toute personne ayant contribué de près ou de lo n à l'elaboration de ce travail

INTRODUCTION

*thème*

*contribution a l'étude des variation physico-chimique de l'eau des  
circuit de refroidissement de la centrale thermique de CAP DJENET et de  
leurs impact*

## INTRODUCTION:

Le développement de l'urbanisation et de l'industrialisation du littoral ont fait prendre conscience des risques de rejets en mer des eaux qui transit par les circuits de refroidissement des centrales thermiques .

D'après RAMADE ( 1982 ) Le rejet de ces eaux dans l'environnement constitue de nos jours une forme de pollution du milieu marin susceptible de provoquer de véritable bouleversement biocénotique; puisque à son retour à la mer cette eau n'a plus ces caractéristiques initiales du point de vue physico-chimique.

Les principaux buts de ce travail sont d'apporter des éléments de réponse permettant l'identification des agents qui perturbent l'écosystème; perturbation résultant du transit de masses d'eau importantes par les circuits de refroidissement de la centrale thermique.

C'est un essai d'évaluation des conséquences de ce transit sur les propriétés physico-chimique de ces masses d'eau ainsi que sur la biomasse planctonique et benthique.

Ce travail comporte trois (03) grands chapitre

- Un premier chapitre qui consiste à présenter la zone d'étude, son aspect climatique et hydrologique, cela pour une meilleure appréciation du comportement des masses d'eau et leur circulation ( avant et après leur transit ).

- Le deuxième chapitre est consacré aux travaux sur terrain il

se divise en deux parties.

Une partie consacrée à une reconnaissance sédimentologique et une autre consacrée à l'étude de paramètre physico-chimique; les mesures ont été effectuées près de l'aspiration et du rejet pour pouvoir comparer les variations survenues après le transit.

- Le dernier chapitre est divisé en trois parties.

Il est consacré à l'étude d'impact de la centrale de CAP DJENET, donc l'impact du transit de ses masses d'eau par ces circuits de refroidissement.

Ce chapitre comporte une identification des sources de perturbation (chloration, rechauffement) et une appréciation du degré de perturbation sur les espèces benthiques et phytoplanctoniques.

PROGRAMME DES SORTIES EN MER

DATE	NAVIRES	TRAVAUX effectués	MATERIELS utilisés
Du 19/07/92 au 23/07/92	Ben Yahia IBTACIM embarcation	Prélèvement d'eau et de sédiment	Benne "VAN VEEN" Bouteille "VAN DORM" Salinomètre
30/07/92	Ben Yahia	Paramètres physico-chimiques Prélèvement d'eau	Salinomètre, Oxygène, Thermomètre Bouteille "VAN DORM"
Du 21/09/92 au 25/09/92	IBTACIM embarcation	Paramètres physico-chimiques Prélèvement d'eau	Disque de secchi Thermomètre Benne "VAN VEEN" Oxygène, Bouteille
Du 21/11/92 au 25/11/92	Ben Yahia Zodiac	Paramètre Physico-chimiques	Oxygène, Thermomètre Bouteille "VAN DORM" Salinomètre, Phmètre

GENERALITES

CHAPITRE I

### I.1- PRESENTATION ET DESCRIPTION DE LA ZONE:

Le site d'étude (Centrale thermique de CAP DJENET), se situe dans l'EST Algerois à environ 77 Km par route et 3 Km au Sud Ouest du village de CAP DJENET au point de latitude  $36^{\circ}51'05''$  et  $3^{\circ}42'00''$  Longitude.

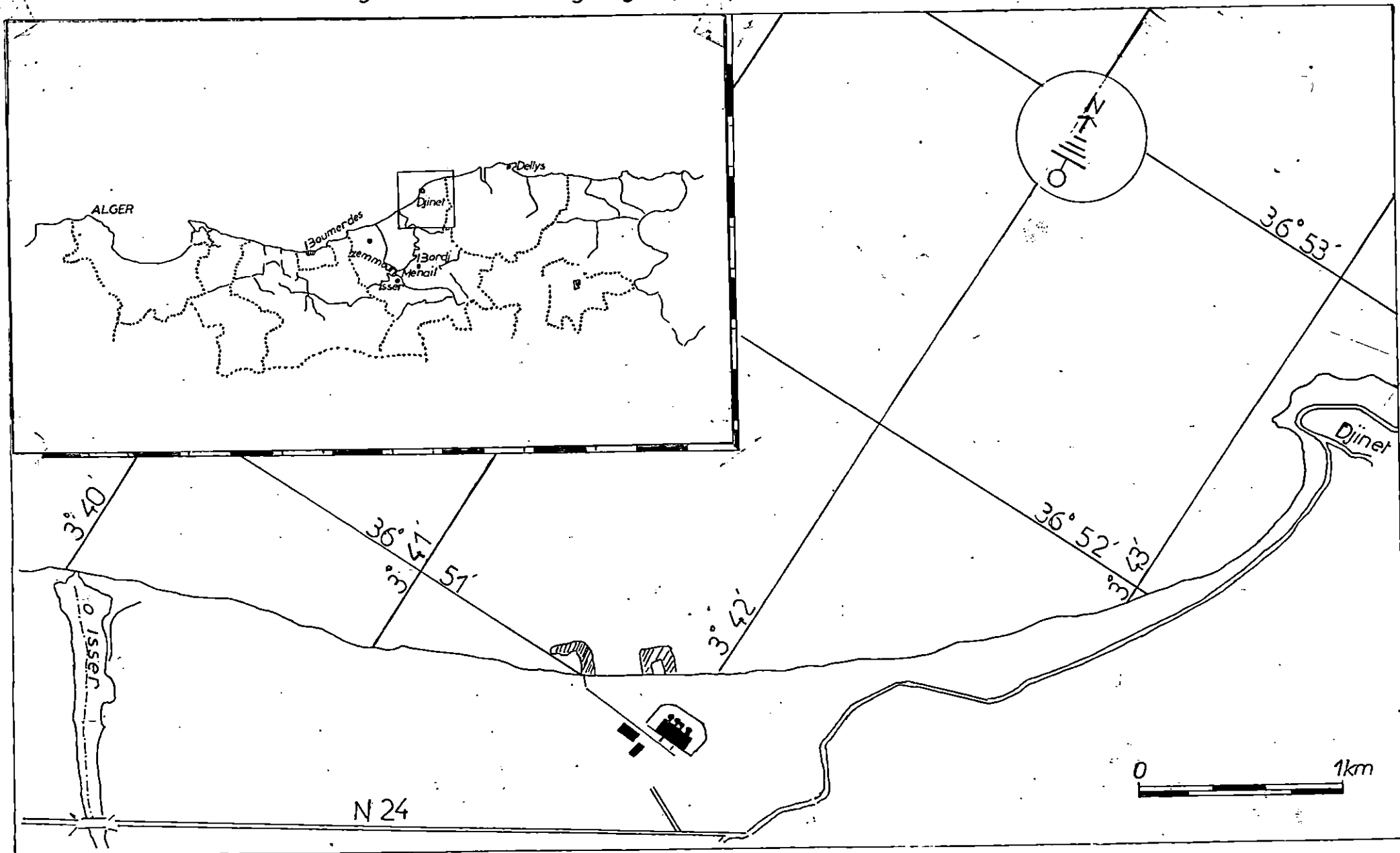
Administrativement la centrale thermique appartient à la daïra de Bordj Menail WILAYA de Boumerdes.

-Le site situé en bordure de la Méditerranée; est inclu dans la baie de Zemmouri Bahri qui est largement ouverte.

-Enclavée dans le tell Algerois, son climat est humide, son relief peu montagneux (400 m au Djebel Djened).

-Cette région voit le développement d'une végétation typiquement Méditerranéenne, broussaille, Vignoles et petit bois.

Fig Situation géographique de la zone



## I.2- ETUDE CLIMATIQUE:

### I.2.a- Température:

Des données de température, recueillies à l'Office National de Météorologie (l'ONMD) résultent le graphe ( FigI.1) représentant la variation des températures observées sur une période de vingt quatre ans (24).

Le graphe a l'allure d'une gaussienne où on note une température maximale moyenne de 28.8°C en saison estivale et une température minimale moyenne de 10.5°C pendant la saison hivernale.

La fourchette de température varie entre 1.2°C ( Janvier ) et 44°C (Août). Températures minimales et maximales enregistrées sur vingt quatre ans (ANNEXE I.1 ).

En conclusion on remarque que les saisons ne sont pas bien marquées et la période sèche peut s'étendre de la fin Mai à la fin Septembre .

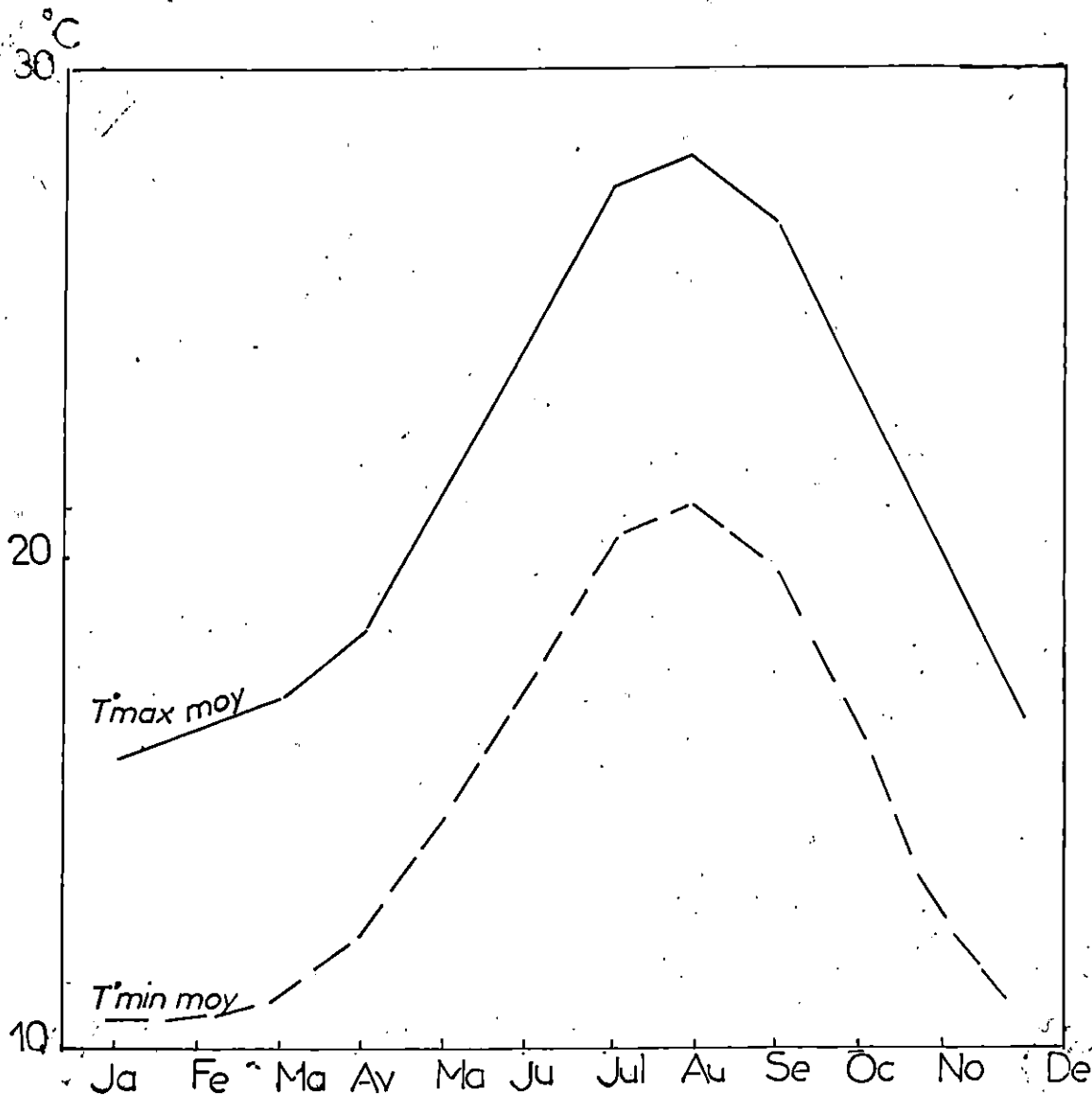
La région de CAP DJENET est caractérisée par un hiver doux et un été sec et chaud (ZAMMOUM et DAHMANI, 1988).

### I.2.b- Précipitation:

Les données pluviométrique recueillies auprès de l'office National de météorologie (ONMD) pour une période de vingt quatre ans ont permis une analyse pluviométrique assez étalée dans le temps.

A partir des données des précipitations mensuelles moyennes enregistrées entre 1972 - 1984 ( 13 ans ) le graphe ( Fig I-2 ) a été établie .

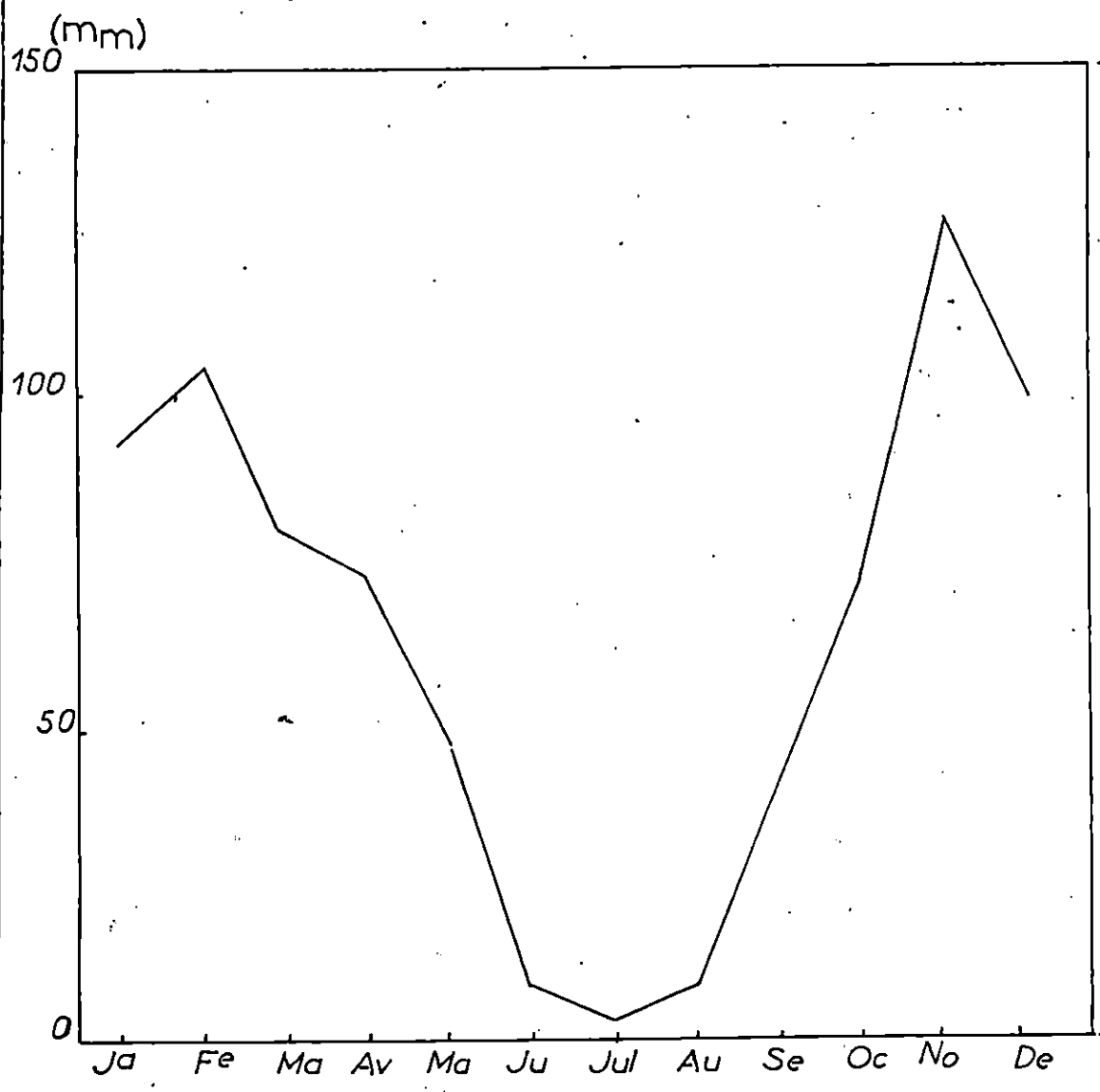
On remarque que les précipitations sont maximales en Automne puis diminuent progressivement jusqu'au Printemps pour devenir minimale



Représentation graphique des moyennes des températures maximales et minimales dans la région de cap Djinet Fig I- 1

(station cap Bengut : 60 - 134)

Fig I-2 Representation graphique des  
precipitations mensuelles moyennes dans la  
region de cap Djinet (station cap bengut 60-834)



voir s'annuler par certaine période en été.

L'été connaît de très faibles quantités de précipitations voir même sécheresse sauf quelques orages, notant une moyenne de précipitation de 6.4 mm pour l'été contrairement à l'Hiver (Fev 101-88 mm).

### I.2.c- Les Vents:

Le vent qui est un facteur climatique important joue un rôle primordiale par sa fréquence et sa force .  
Il est responsable de la provocation des houles de déferlement.

En Méditerranée occidentale, le régime des perturbations météorologiques est assez particulier car il n y a pas de vents réguliers pour créer des houles régulières donc prévisibles.

La zone de CAP DJENET présente deux saisons pour les secteurs dominants;

-du mois d'Octobre au mois d'Avril, il y'a prédominance des vents venant des secteurs Ouest-Nord-Ouest (O-N-O) et Sud-Sud-Est (S-S-E) ;

-du mois de Mai au mois de Septembre, du Nord-Est ( N-E ) et du Sud-Est (S-E).

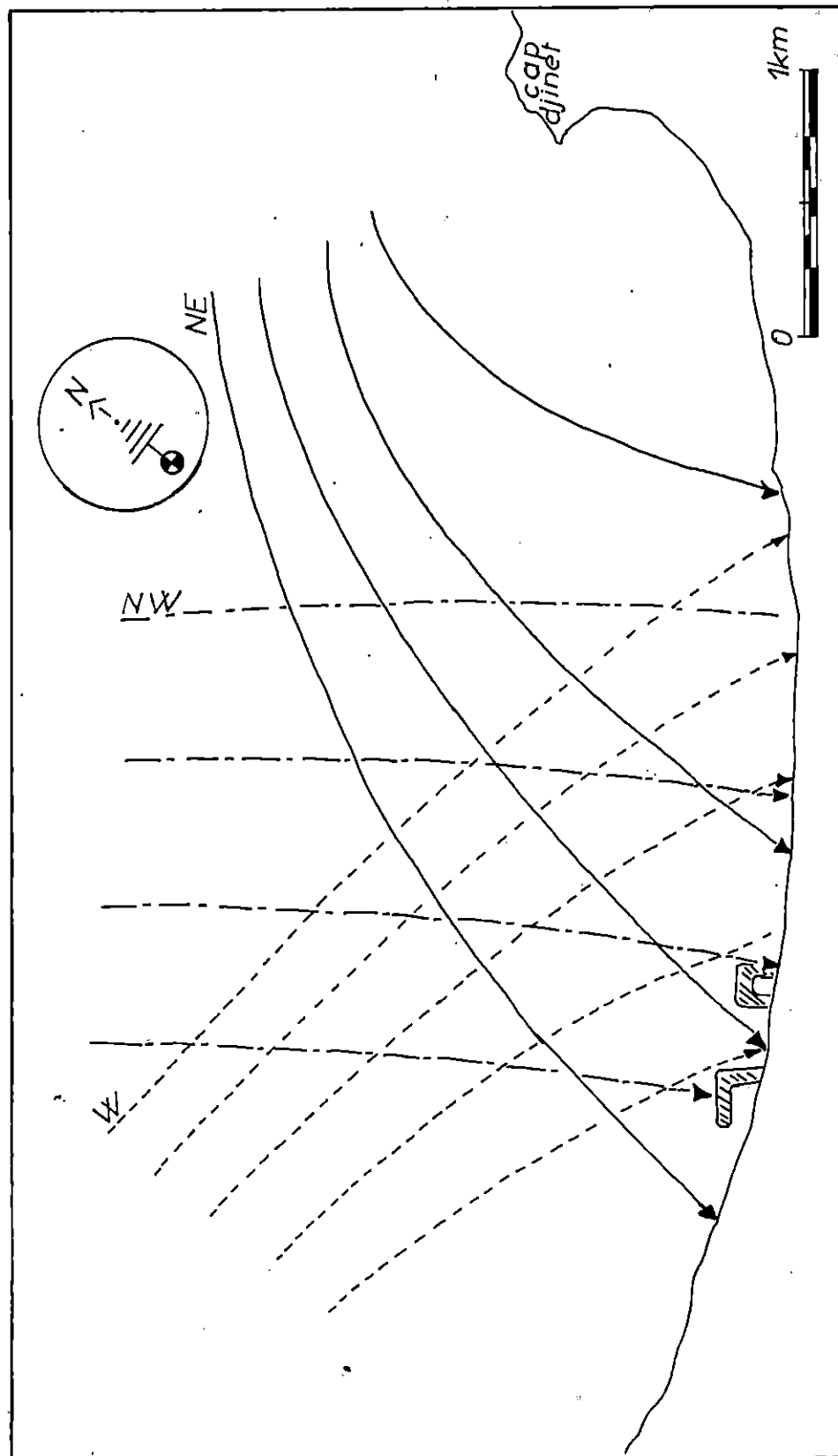
Des vitesses maximales ont été relevées pendant le mois de Décembre, venant du secteur Nord-Est (N-E) et atteignant 20 m/s ,et du mois de Février à Avril des vitesses comprises entre 20 et 22 m/s des secteurs Nord-Est (N-E) et Sud-Est (S-E) (Rapport Sonelgaz, 1980).

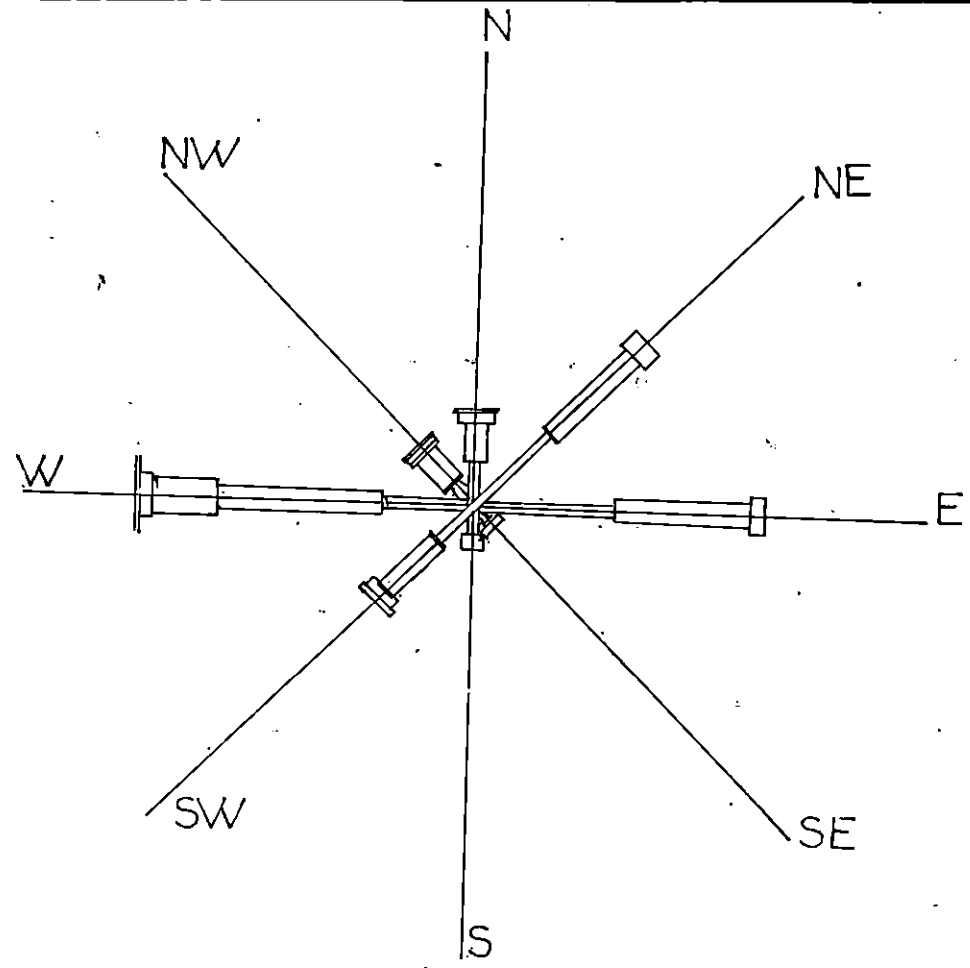
## I.3- FACTEURS HYDRODYNAMIQUE:

### I.3.a- Les houles :(SONELGAZ, 1980)

On appelle houle un système d'oscillations plus ou moins régulier correspondant à une déformation de la surface de l'eau; vu l'importance et l'influence des houles sur les courants, les masses d'eau et son impact sur tout aménagement littoral .Une étude

Fig I-3 Repartition des orthogonales à la houle





mois de: annual    Etat calme = 16-30%

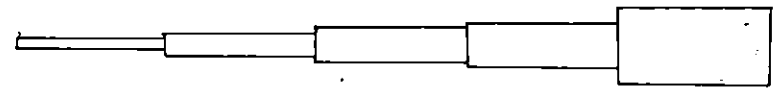


Fig I- 4    ROSE DES HOULES ANNUELLE

s'impose.

Les observations de houles établies sur une année (Dec 73 - Nov 74) montrent l'existence de deux saisons des houles près de CAP DJENET.

Saison calme d'avril à Septembre.

Saison houleuse d'Octobre à Mars.

La direction de la houle a en principe une variation saisonnière correspondant à la variation du vent.

En été (Juillet - Août) la direction Nord-Est est dominante.

En hiver ( Novembre - Février ) deux directions dominantes Ouest à Nord-Ouest et du Nord sont apparentes. (Fig. I.4)

Notons bien qu'à son approche de la côte la houle subit un changement de direction dû à l'influence du fond réfraction.

A CAP DJENET la réfraction change la direction de la houle vers la perpendiculaire ( Fig I-3 ) de la côte avec une légère atténuation de son amplitude.

Le changement de direction très accentué pour les houles du Nord-Est (NEC).

Les statistiques donnent les valeurs de houles suivantes:

Secteurs	H. significative		Haut. Max
	3 heures / an	3 heures / 10 ans	
280	1.20 m	1.50 m	1.80 m
285 - 315	2.70 m	3.00 m	5.60 m
315 - 345	4.30 m	5.30 m	9.90 m
345 - 015	4.10 m	4.80 m	9.00 m
015 - 020	4.10 m	3.80 m	7.10 m

On définit la hauteur significative, (Hs) comme étant la moyenne des

hauteurs du tiers supérieur de la série statistique.

Suite à ces résultats on conclut que :

La hauteur significative pour une année se situe autour de 4.30 m, pour une durée de dix ans elle peut atteindre 5.30 m.

La hauteur maximale se situe vers 9.90 m.

Les périodes de la houle varient en moyenne entre 5 et 9 secondes, les plus courtes sont en provenance de l'Ouest, et les plus longues en provenance de l'Est.

Le secteur à prendre en considération va de 280° Ouest, à 20° Est en passant par le Nord.

Les périodes moyennes diffèrent suivant les secteurs, avec les périodes les plus longues vers l'Est.

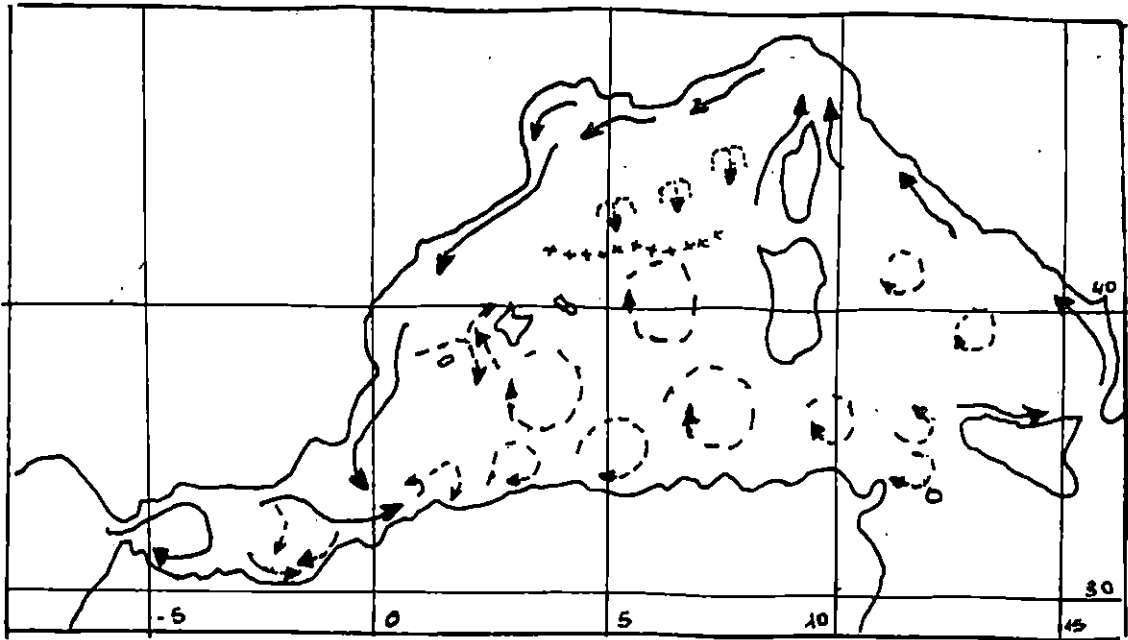
Secteur	Période moyenne
Ouest a Nord-Ouest	5 à 7 secondes
Nord-Ouest a Nord	6 à 8 secondes
Nord a Nord-Est	7 à 9 secondes

### I.3.b- Les courants: (Fig.I. 5)

L'importance des courants n'est pas à négliger car ils interviennent dans le transport des matériaux et influent sur la circulation des masses d'eau.






Une veine de courant atlantique entrant par le détroit de Gibraltar vient se plaquer aux côtes algériennes vers la latitude 0°.

Cette veine prend la dénomination de courant algérien à cause de son caractère spécifique d'écoulement le long des côtes algériennes.



circulation de l'eau d'origine ATLANTIQUE

(MILLOT 89) Fig I- 5 .

-  : Circulation plus ou moins permanentes
-  : Courants à moyenne échelle tout ou long
-  : Courants à moyenne échelle en Hiver
-  : le Front Nord BARRAGES.
-  : Isobathe 0m

Car vers 1° et 2° Est ce courant dégénère en méandres et tourbillons ( Benzohra, Bouslimane, 1989).

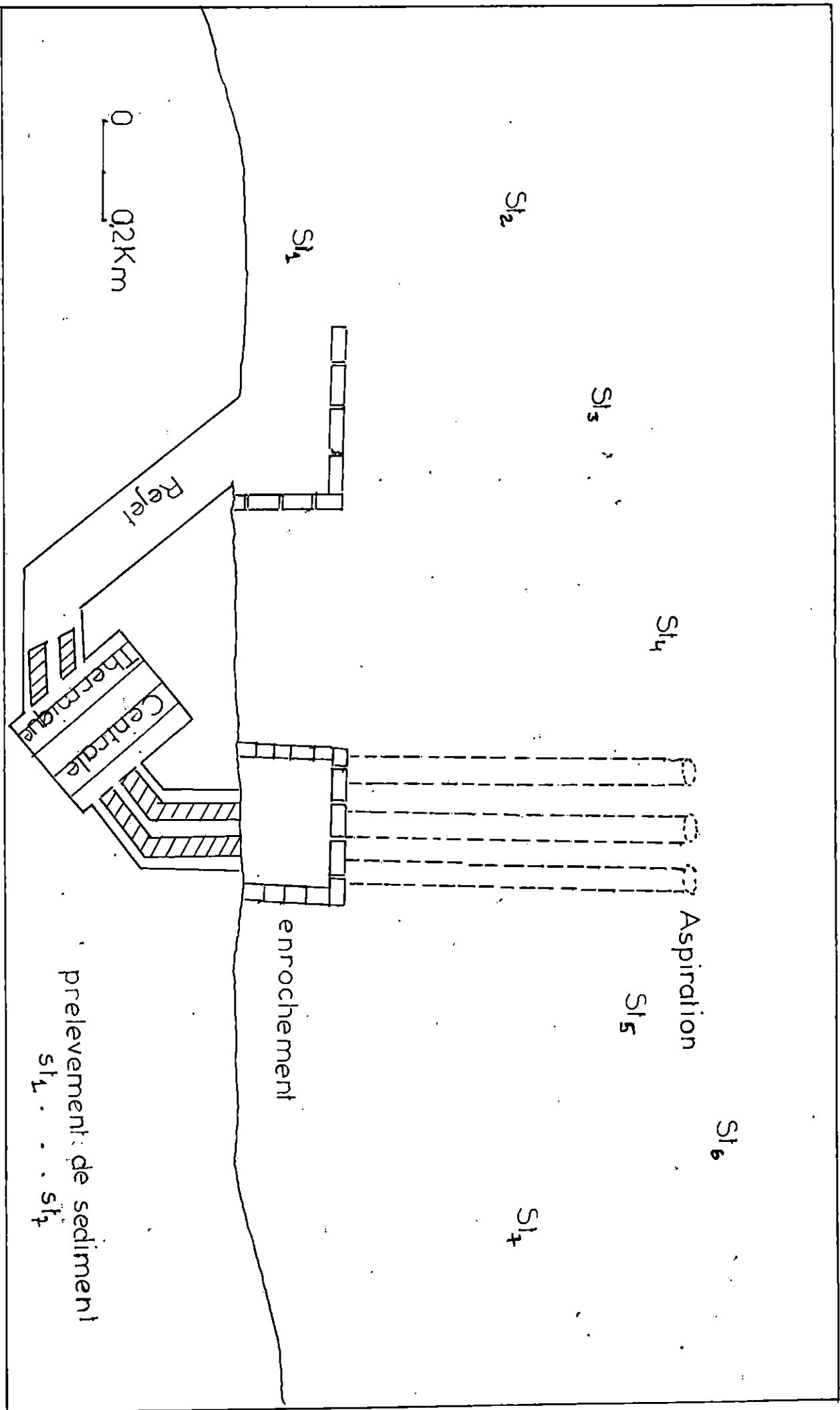
A CAP DJENET on constate un courant dominant ( Mai - Juin ) d'une vitesse de 0.3 m/s vers l'Ouest et en Avril de 0.1 m/s vers le Sud-Ouest.

● En conclusion:

Ces courants secondaires circulent d'Est en Ouest contrairement au courant principale du large, ils conditionnent les transports littoraux de sables et entraînent une circulation et une dispersion des masses d'eau.

CHAPITRE II

TRAVAUX SUR TERRAIN.



Carte N°II-1 : Position des bornes et station de prelevement

## II.1- INTRODUCTION:

L'équilibre de l'écosystème est en fonction de nombreux facteurs environnant dont les paramètres physico-chimiques (température, salinité, PH, édaphique) qui sont des facteurs écologiques primordiaux.

Par leur interaction et leurs variations, ils gouvernent la majorité des processus biologiques et chimiques.

## II.2- RECONNAISSANCE SEDIMENTOLOGIQUE:

Une reconnaissance sédimentologique a été effectuée lors des sorties en mer, elle consistait à prélever des échantillons de la couche superficielle de sédiment, en face de la centrale thermique. Une douzaine d'échantillons ont été prélevés à l'aide d'une benne type "VAN VEEN".

Les échantillons ont été prélevés sur des petits fonds (max 10m) et à une distance de la côte n'exédant pas 900m ( Carte II-1 ).

### II.2.a- Analyse granulométrique des échantillons:

Les échantillons de sédiment ont été analysés au laboratoire de géologie marine de l'ISMAL.

Cette analyse comporte une technique expérimentale conduisant à l'évaluation en pourcentage de chaque dimension de particule à la masse totale du sédiment.

### II.2.b- Description du protocole : ( Fig II-1 )

Le sédiment a été traité selon le protocole standard qui consiste en:

-un premier séchage à l'étuve ( étuve type MEMMERT ) pendant 24 heures à 60° C.

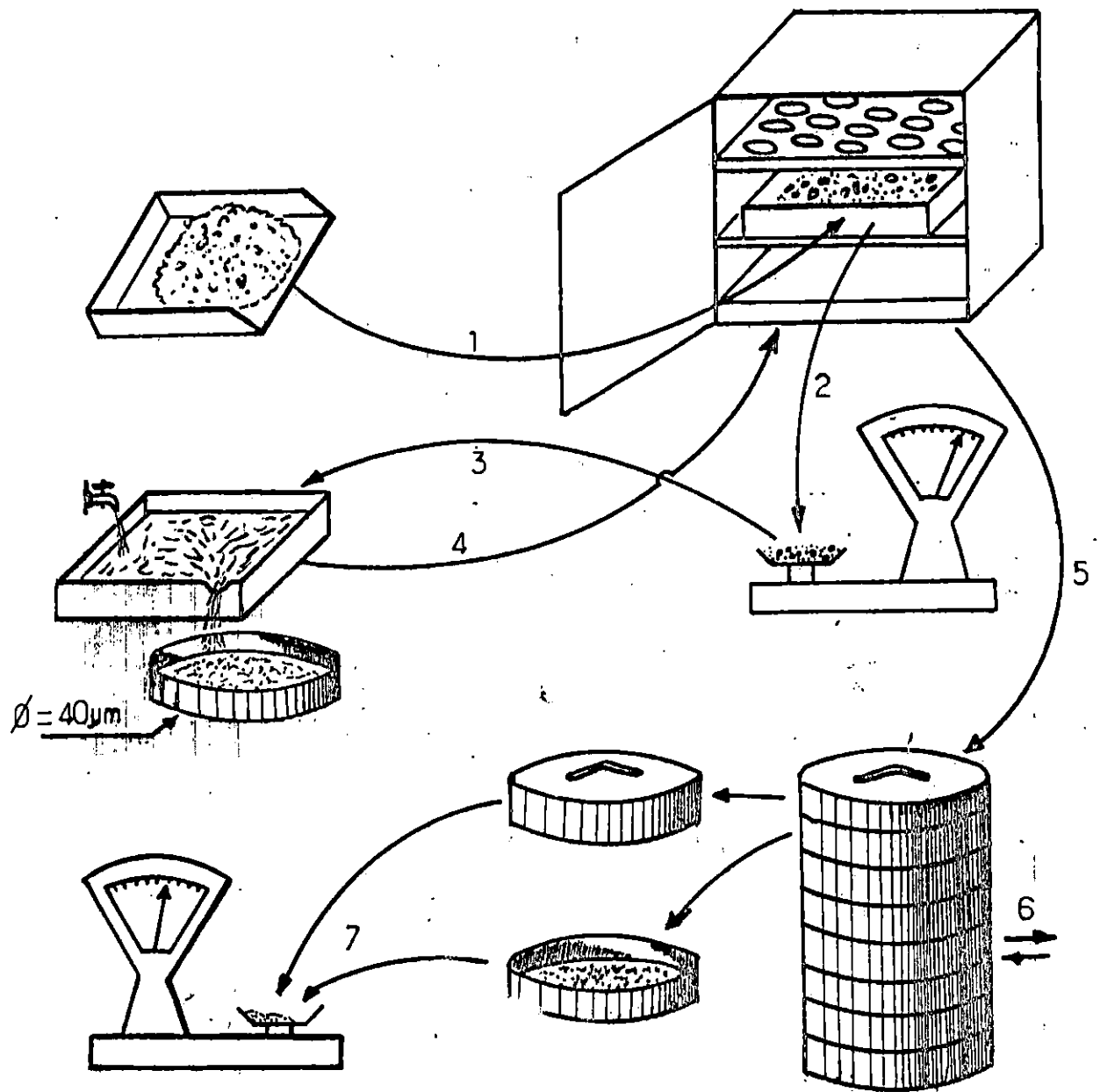


Fig II-1 : Analyse granulométrique par voie sèche.

-pesée d'une quantité de sédiment de 200 g a l'aide d'une balance (type METTLER P 1210 ) .

-On rince l'échantillons a l'eau pour éliminer le sel et les pelites avec un tamis de 40 microns de maille.

-après lavage on procède a un deuxième séchage à l'étuve.

-tamisage de l'échantillon pendant 10mn sur un vibreur (type HAVER & BOECKER EML 200) .

Pour le tamisage une série de 22 tamis de type AFNOR ont été utilisés dont le diamètre évolue comme suit : ( 40 50 63 80 100 125 160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500 ) .

Il est à noter que pour certain échantillon la serie a été élargie jusqu'au tamis 5000  $\mu$

#### II.2.c- Traitement et exploitation des resultats:

C'est une phase ou l'on procède à l'interprétation des résultats obtenus par la granulométrie .

Les courbes granulométriques sont tracées sur papier semilogarithmique (l'axe des X suit une progression logarithmique ) où en ordonnée sont porté les pourcentages cumulés et en abscisse les diamètres des tamis ( VATAN, 1967 ) .

Les courbes résultantes ont dans la majorité des cas l'allure d'une sigmoïde et à partir desquelles on a pu identifier et faire la reconnaissance sédimentologique et cela grâce aux indices granulométriques .

#### II.2.d- Les indices:

##### \* La mediane:

Elle représente la valeur de l'abscisse relative a l'ordonnée 50% ,c'est la taille pour laquelle il y a 50% de sédiment de taille supérieure et 50% de taille inférieure à cette valeur.

LE CLASSEMENT  $S_o$  ( sorting de TRASK ) (VATAN , 1967)

$$S_o = \left[ \frac{Q_3}{Q_1} \right]^{1/2}$$

ou:

$Q_1$ : est le point de la courbe pour lequel 75% du sédiment est d'une taille supérieure et 25% d'une taille inférieure; c'est à dire le point d'ordonnée 25.

$Q_3$ : est le point de la courbe pour lequel 25% du sédiment est d'une taille supérieure et 75% en dessous.

D'après TRASK ( 1930 ) in VATAN ( 1967 )

limites	classement
$S_o < 2.5$	le sable est bien classé
$S_o > 4.5$	le sable est mal classé
$S_o = 3$	le sable est normale

★ L'ASYMETRIE :  $S_k$  (VATAN, 1967)

Ce coefficient exprime la symétrie par rapport à la médiane

$$S_k = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{Q_2^2}$$

ou  $Q_2$  est la médiane

limites	classement
$S_k=1$	le mode (sommet de la courbe de fréquence) coïncidé avec le diamètre moyen
$S_k>1$	le classement est maximale du côté fin
$S_k<1$	le classement est maximal du côté grossier

### II.2.e- Resultats et interpretation :

Traduit sur du papier semilogarithmique les courbes granulométries se présentent sous forme de sigmoïde dans la majorité des cas ,de type unimodale ( 72.71% ) ;réuni ces courbes forment un faisceau. Fig II-2, Fig II-3.

La sédimentologie est variable et se traduit par un faisceau large regroupant divers type de sédiment.

La médiane :elle varie entre 155 et 3600 micron mais il est à noter que certains échantillons ont été prélevés près du noyau de la digue de protection; Pour les prélèvements hors cette zone la médiane varie entre 155 et 263 micron.

Le mode: A partir de là classification de ( FOLK , 1974) ( Tab II-1) nous avons dégagé deux (2) classe de mode :

1er classe :

caracterise les station a "sable fin" ( 63.64 % ) des cas avec une médiane moyenne de 184.57 micron il caractérise surtout les échantillons prélevés entre la centrale (-2 m) et l'isobathe (-10 m).

2ieme classe :

caractérise les stations a sable grossier à très grossier

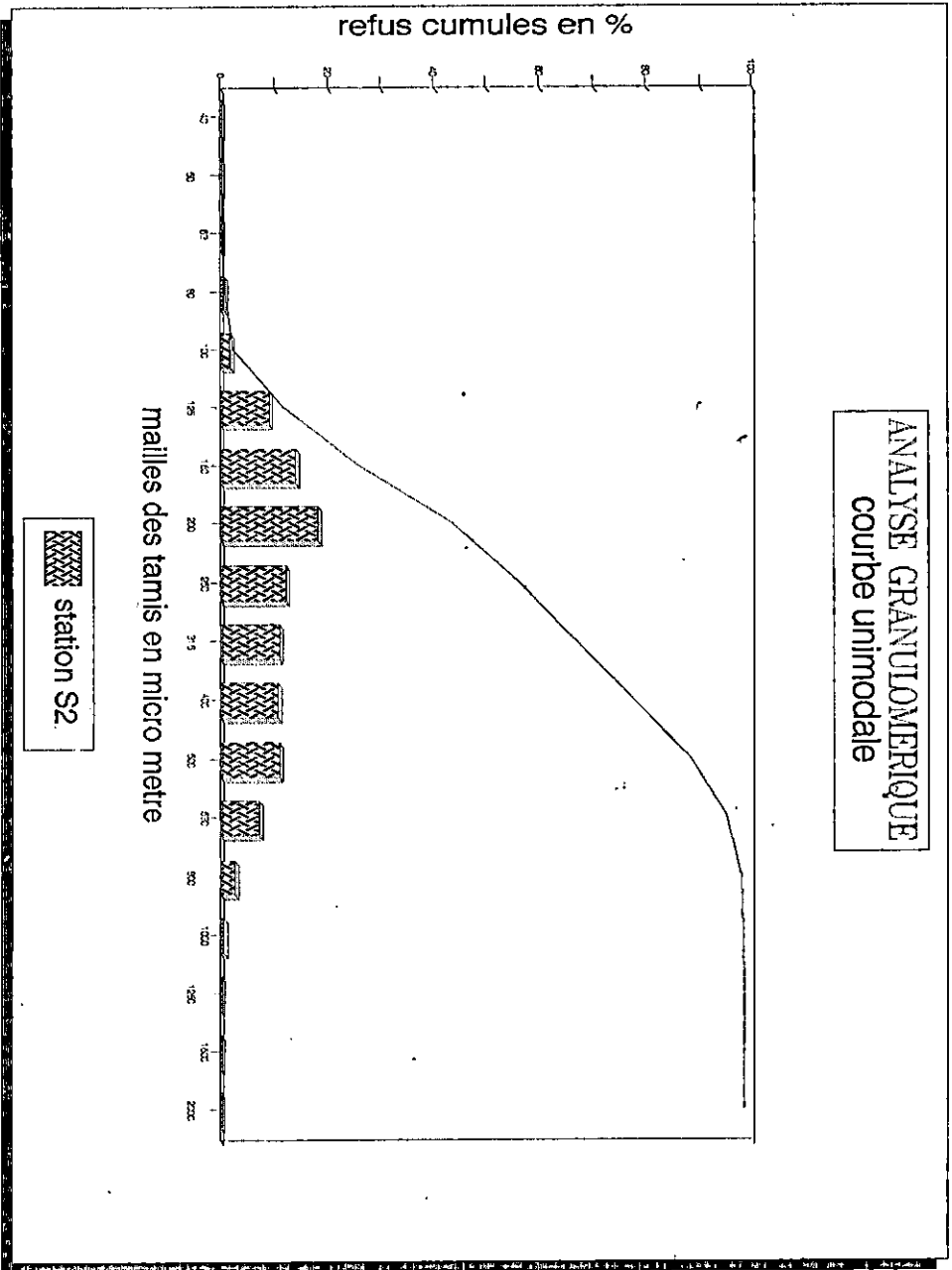


Fig II-2-

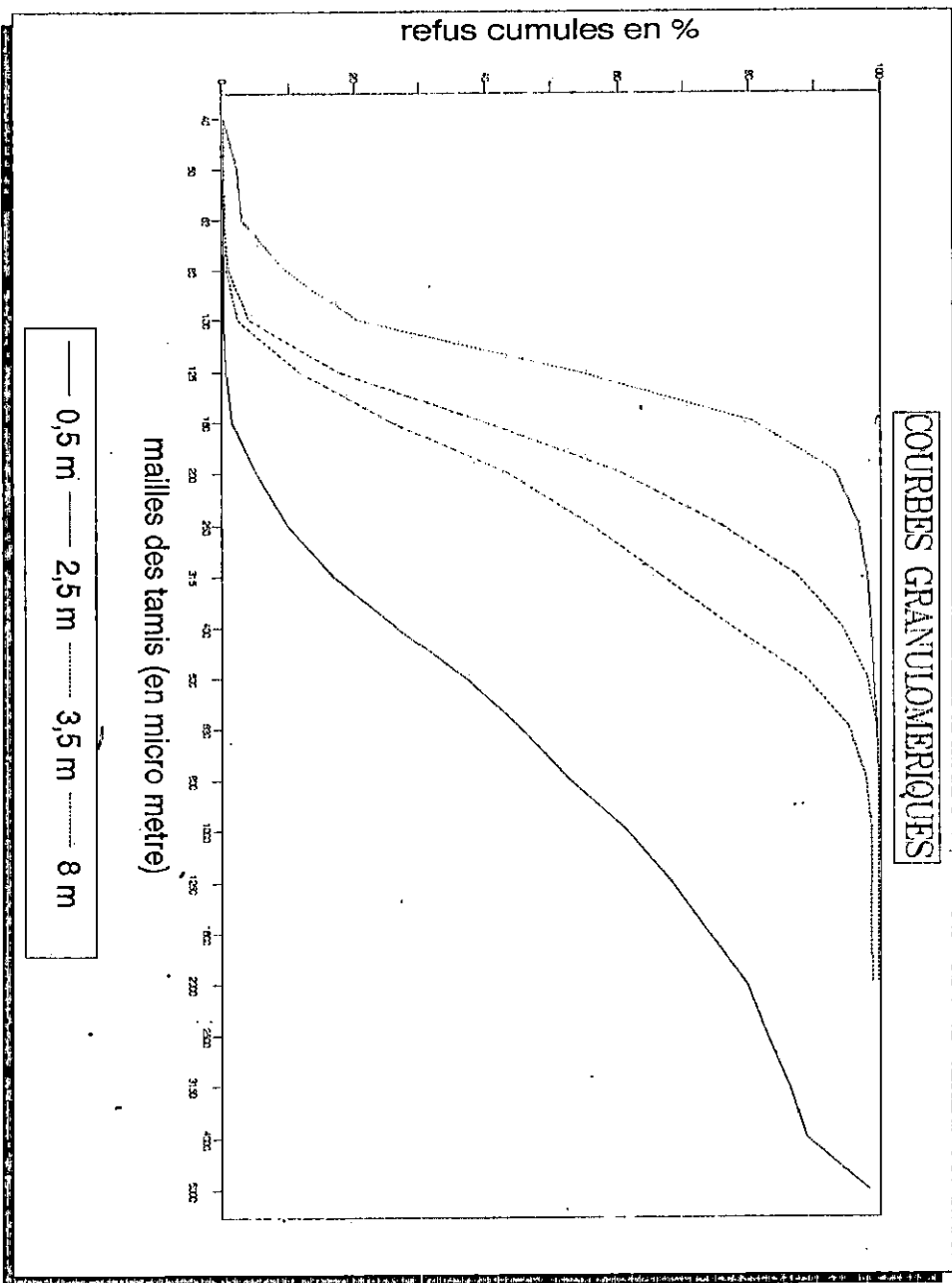


Fig II-3

CLASSIFICATION DES SEDIMENT selon FOLK

DIAMETRE DE MAILLE UTILISE (mm)	DIAMETRE DE LA MAILLE selon FOLK (mm)	
4.00	4.00	
3.15	3.36	
2.50	2.83	GRANULES ou PETITS GRAVIERS
	2.38	
2.00	2.00	
	1.68	
1.60		SABLE TRES GROSSIER
1.25	1.41	
	1.19	
1.00	1.00	
	0.84	
0.80		SABLE GROSSIER
0.63	0.71	
	0.59	
0.50	0.50	
	0.42	
0.40	0.35	SABLE MOYEN
0.315	0.30	
0.25	0.25	
0.20	0.21	
0.16	0.177	SABLE FIN
	0.149	
0.125	0.125	
0.10	0.105	
0.08	0.088	SABLE TRES FIN
	0.074	
0.063	0.0625	
	0.053	
0.050	0.044	SABLON GROSSIER
0.04	0.037	

TABEAU N° II-1.

(36.37%) des cas ,il caracterise les échantillons prélevés à proximité de la centrale ou à l'intérieur du bassin de rejet dont la texture sédimentologique est affectée par l'intervention humaine lors de l'installation des conduites et de l'enrochement de protection .

Le classement :

L'indice  $S_o$  est inférieur à 2.5 dans tous les prélèvements ce qui traduit que c'est un sédiment bien classe .

L'asymetrie :L'indice  $S_k$  est supérieure a 1 dans 63.63 % des cas ce qui fait que le classement est dans la majorité des cas du cote fin .

Les pelites :l'évaluation de la fraction fine inférieure a 40 micron dans chaque prélèvement sédimentologique nous montre que d'une manière générale les pourcentages en pélites n'excèdent pas les 10 % dans tous les échantillons traités.

#### II.2.f- CONCLUSION :

A la lumière de ces données on remarque une certaine homogénéité du faciès sédimentaire en dehors de la zone de rejet (enrochement de protection) caractérisée par un sable fin bien classe avec un taux de pélite n'excèdent pas les 10 % .

Une hétérogeneite apparait a l'intérieur du bassin de rejet (de même qu'en face et près de la centrale) ,qui est due a l'intervention humaine lors de l'installation du noyau de l'enrochement de protection et des conduites d'aspiration .

#### II.3- ETUDE DE PARAMETRE PHYSICO-CHIMIQUE :

##### II.3.a- Prélèvement des échantillons d'eau :

Les prélèvements ont nécessité quatre (04) sorties en mer à bord du navire océanographique M.S.BENYAHIA et l'IBTACIM (Voir plan de sortie).

Le positionnement des stations a été fait par RADAR ( Carte II-2 ). Quarante neuf (49) échantillons repartis sur vingt deux (22) stations ont été prélevés dont :

- Cinq (05) en surface seulement ( petite profondeur ) .
- Quatorze (14) en surface et au fond .
- Trente (30) en surface ,couche intermédiaire et au fond.

Les échantillons ont été prélevés a l'aide d'une bouteille de prélèvement de type "VAN DORM", il s'agit d'un cylindre de PVC (polychlorovynile ) de deux clapets a ces extrémités maintenus ouverts lors de la descente et à la profondeur voulue on envoie le message le long d'un câble hydrographique; le choc permet le verrouillage de la bouteille.

### II.3.b- Les paramètres physico-chimiques étudiés:

#### \* La température

La température est un paramètre très important ,influant sur le cycle biologique ,et la répartition des espèces marines horizontales et verticales .

C'est un paramètre essentiel dans la reconnaissance et l'étude du mélange des masses d'eau .

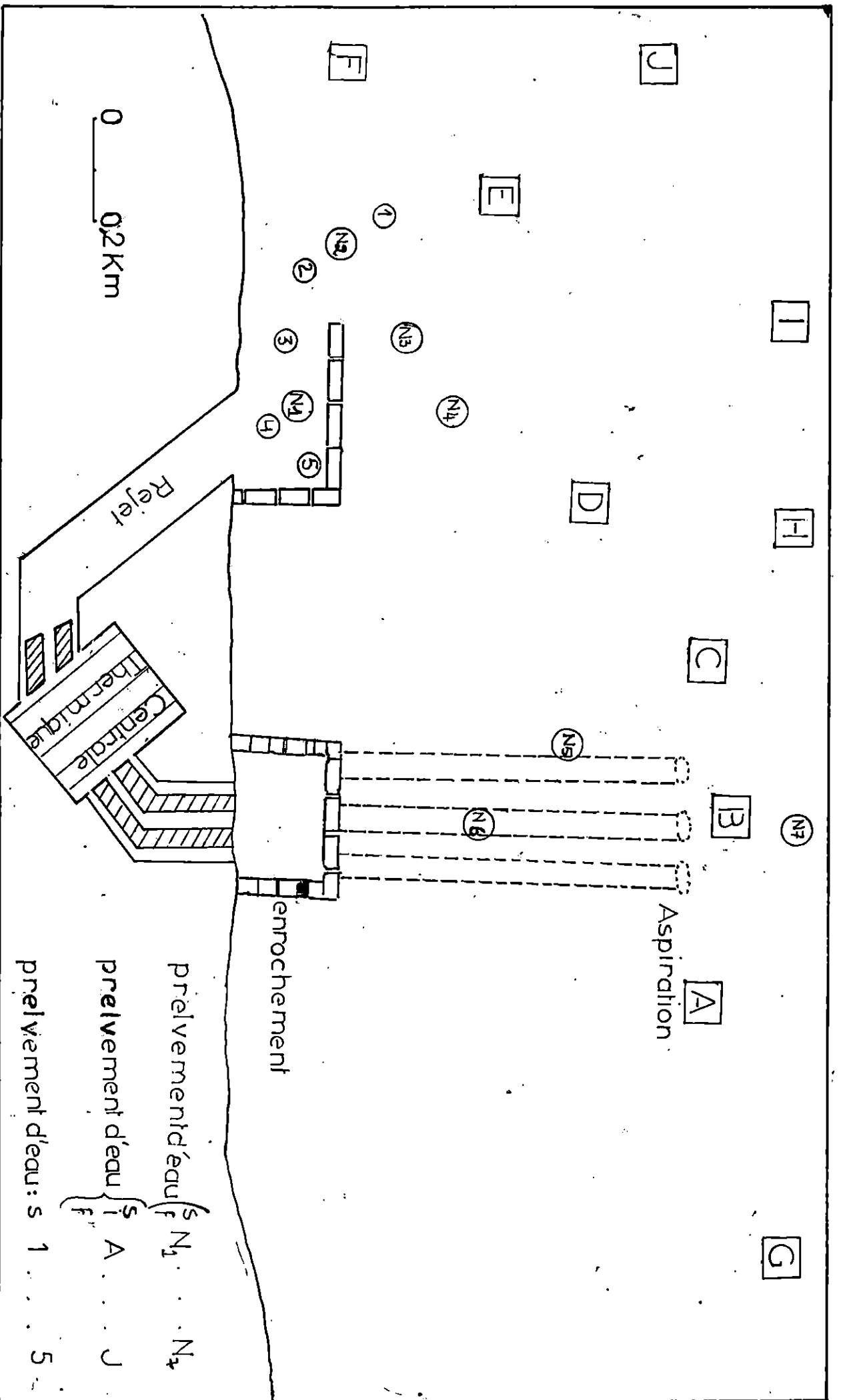
Les variations de température peuvent modifier la densité des masses d'eau ,réduire la viscosité et accroître la vitesse de sédimentation'.

#### ● Matériel utilisé

Les mesures de la température ont été effectués a l'aide d'un thermomètre de laboratoire gradué au 1/10 ( avec une précision de 0.1 degré Celsius).

#### ● Résultat

La température est minimale a l'aspiration ( 21°C en surface ,et 20°C



Carte N°II-2 : Position des bornes et des stations de prelevement

au fond ) et elle est maximale au rejet 28°C avec un écart moyen de 1.07°C entre le fond et la surface .

### ● Conclusion

Le test statistique appliqué aux résultats des mesures de température montre qu'il n'existe pas de différence significative entre la surface et le fond ,cependant on remarque une nette différence entre la température a l'aspiration et au rejet avec un gradient de 7°C.

L'homogénéité peut être expliquée par l'écart relativement réduit entre la surface et le fond ( maximum 10 m ) ,et le brassage .( Mer agitée ).

### \* Oxygène dissous

L'oxygène dissous est un gaz qui conditionne de nombreux phénomènes tant biologique que chimique .

C'est un des paramètres les plus important pour la définition des masses d'eau et compréhension des processus de mélange et circulation océanique ( ANTOINE, LEMOINE, 1979 ) .

Sa teneur est maximale en surface ,et est en fonction des facteurs physiques ( température , salinité ) ,et biologiques ( oxydation chimique ) .

### ● Matériel utilisé

Les mesures de l'oxygène dissous ont été prises a l'aide d'un oxymetre ( type OXI 92 . wTw ) préalablement étalonné affichant les taux de l'oxygène dissous exprimés en mg/l .

### ● Résultat

La teneur en oxygène dissous varie en surface et en profondeur .  
 En surface entre : 7.4 et 8.6 mg/l avec une moyenne de 8.19 mg/l .  
 Au fond entre : 7.4 et 8.3 mg/l avec une moyenne de 7.87 mg/l .  
 Un maximum de 8.6 en surface et 8.3 au fond ,et un minimum de 7.4 en surface et au fond .

Notons que les valeurs maximales correspondent au prélèvement prises à l'aspiration et les valeurs minimales a celle du rejet .

Les résultats des variations de l'oxygène dissous au large ont donné les valeurs suivantes :

En surface entre : 5.40 mg/l et 6.00 mg/l une moyenne de 5.70 mg/l

En couche intermédiaire entre : 4.7 mg/l et 5.6 mg/l une moyenne de 5.15 mg/l .

Au fond entre : 5.4 mg/l et 5.7 mg/l une moyenne de 5.50 mg/l.

### Conclusion

Le test statistique ( Voir Annexe ) a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les teneurs de surface ,intermédiaire ,et au fond .

Seulement il est à noter que les teneurs de la première sortie sont loin des teneurs locales observées par ( Aid et Samson, 1981 ) ou l'oxygène dissous varie entre 5.30 mg/l en période estivale et 6.20 mg/l.

Seulement les résultats de la deuxième sortie semble être très proche des leurs , compte tenue de l'heure et la date de prélèvement ( Hiver ).

### \* La salinité

Exprimée en gr/kg ,la salinité représente la proportion de sel minéraux dissous dans l'eau de mer .

Sa mesure est importante dans l'étude du milieu marin car elle influe sur la densité de l'eau de mer ,l'identification les masses d'eau poursuivre leur mélange et de connaître la circulation océanique .

Certains auteurs donnèrent une classification des eaux marines selon leur salinité .

Mixo - Halines			Euholines	Hyperhaline
Mixo	Mixo	Mixo		
Oligo	Meso	Poly		
Haline	Halines	Halines		

Mer noir  
Mer baltique

Mer rouge  
Mer Méditerranée

*SCHEMA PROPOSE PAR PORA ET BACESCU 1977 IN SEMROUD 1983*

● **Matériel utilise**

Les mesures ont été prise in-situ a l'aide d'un salinomètre préalablement étalonné .

● **Methode utilisé**

Pour la mesure de la salinité ,il existe deux méthodes :

-Directe : Condumetrique .

-Indirecte : Volumétrique .

La méthode utilisée est la méthode condumetrique dont le principe est de mesurer la conductivité électrique de l'eau de mer en valeur relative par rapport a " l'eau normale " ,la relation entre la conductivité et la salinité permet de calculer cette dernière .

Elle est donnée avec une précision de  $\pm 0.003$  .

### ● Résultat

Les mesures de salinité montrent qu'elle varie en :

- Surface entre 35.2 et 35.7 avec une moyenne de 35.61 %.
- Médiane entre 35.40 et 35.77 avec une moyenne de 35.58 %.
- Profondeur entre 35.20 et 35.80 avec une moyenne de 35.62 %.

D'autres prélèvements ont été effectués mais seulement en surface et qui ont donné : En surface ,une salinité variant entre 36.20 e 37.20 avec une moyenne de 36.61 .

### ● Conclusion

Le test " ANOVA " a montré qu'il existe une homogénéité entre la surface, la médiane et le fond de chaque station mais qu'il n'existe pas d'homogénéité entre les stations ( Annexe )..

La fourchette de salinité varie dans un intervalle montrant qu'elle est spécifique a la Méditerranée ( eaux de mer Euhalines ) .

On note que les valeurs de surface sont plus importantes ce qui peut s'expliquer par le fait qu'elles ont été prises dans le bassin de rejet (bassin semi ferme ) a des profondeurs n'excédant pas 3 m .

N.B :

rejet d'eau chaude ,ce qui implique une augmentation de l'évaporation donc augmentation de la salinité .

### \* Matière en suspension (MES)

Ce sont des matières particulières de type organique ou minérale de divers origine ( SKOLKA, 1974 in Habed et Al, 1989 ) .

La connaissance de la quantité de matière en suspension ( M.E.S ) est importante pour l'étude des milieux aquatiques puisqu'ils réduisent la transparence de l'eau ,donc réduction du phénomène de photosynthèse .

Elles peuvent être une source de nutrition non négligeable .

#### ● Matériel et méthode

Le principe de la méthode consiste à filtrer de l'eau de mer sur une membrane filtrante ( Filtre WHATMAN ) afin de retenir toutes les particules supérieures à 0.45 micron ( AMINOT, 1983 ) .

#### ● Mode opératoire

L'opération s'effectue en trois phases

Préparation des filtres :

Les filtres sont successivement

- Séchés a l'étuve a 105°C pendant une heure puis mis dans un dessiccateur .
- Pesés sur une balance ( Type METTLER AE 163 ) de précision 0.01 mg et on note le poids initial P1 .
- Les filtres sont conservés dans des boîtes de pétri préalablement numérotées .

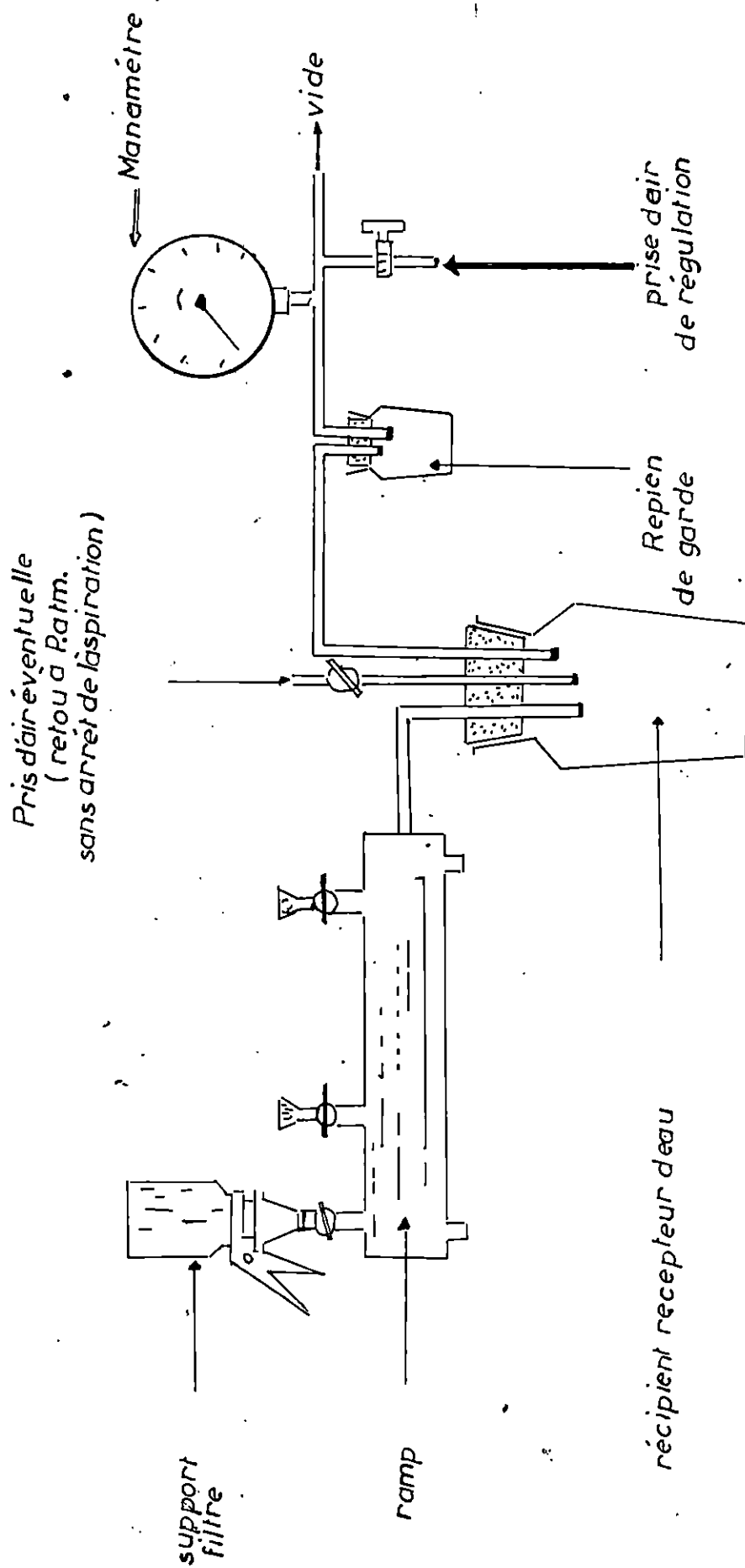
La filtration :

Pour cette phase on prend 250 ml d'eau de mer pour chaque échantillon

- Ce volume est filtré dans une colonne de filtration "MILLIPORE " sous une depression ne dépassant pas 2/3 bar ; après agitation du flacon ( Fig II-4 ).

- Rinçage des parois de la colonne a l'eau distillé afin de récupérer toutes particules y est restées collées .

Après filtration , les filtres sont mis a l'étuve pendant 24 heures à 45°.



FIGII-4: schéma d'un ensemble complet pour la filtration simultanée Deplusieur échantillons.

**Quantification :**

On met les filtres pendant vingt minutes dans le dessiccateur avant de les peser une seconde fois soit avoir P2 ,poids final .

La concentration en M.E.S en ( mg/l ) s'obtient par la formule suivante :

$$\text{M.E.S} = \frac{\text{P2} - \text{P1}}{\text{Volume filtre}} \quad \text{mg/l}$$

**● Résultat**

La concentration en M.E.S varie .

En surface entre 11.6 mg/l et 25.6 mg/l avec une moyenne de 21.66 mg/l .

En médiane entre 19.6 mg/l et 70.4 mg/l avec une moyenne de 31.53 mg/l .

En profondeur entre 12.8 mg/l et 30.8 mg/l avec une moyenne de 25.6 mg/l .

La concentration en M.E.S varie entre 18.8 et 55.6 avec une moyenne de 37.84 mg/l .

**● Conclusion**

Le test statistique " ANOVA " a montré une homogénéité entre les étages qui n'existent pas entre les stations .

La concentration en M.E.S est relativement élevée ,cela pourrait être dû a la remise en suspension et au brassage lors de l'échantillonnage ( mer agitée ) .

Aussi d'après ( OMALY ,68 in Belloul ,81) les apports des oueds dans la région de CAP DJENET font que les eaux sont très très riche en M.E.S mais cette richesse se limite aux eaux costières .

### \* Potentiel hydrogene PH

On sait que le PH d'un milieu est la concentration en ions hydrogène et qu'il sert à définir l'acidité ou l'alcalinité de ce milieu ( GUILCHER, 1979 ) .

Théoriquement il est exprimé par le logarithme décimal de l'inverse de la concentration d'ion hydronium (  $H_3O^+$  ) .

$$PH = \text{Log} \frac{1}{[ H_3O^+ ]} = - \text{Log} [ H_3O^+ ]$$

L'eau de mer est faiblement alcaline ,son PH varié généralement entre 7.5 et 8.4 ( AMINOT, 1983 ) .

La modification des concentrations en  $CO_2$  ( respiration photosynthèse échange air océan ) entrainera donc une modification du PH ( AMINOT, 1983 ) .

Ainsi que certains rejets en milieu côtier d'origine anthropique s'avèrent une causes de la variation du PH qui dans ce cas devient un indicateur de pollution .

### ● Matériel utilise

Les mesures du PH ont été effectuées par la méthode électrochimique à l'aide d'un PH-mètre type METROHM 1605 PH-METER ,muni d'une électrode en verre ,préalablement étalonné par des solutions tampon de PH 9 et 4 .

### ● Résultat

Les mesures du PH montrent qu'il varie :

En surface entre 8.31 et 8.42 avec une moyenne de 8.35 .

En médiane entre 8.14 et 8.38 avec une moyenne de 8.31 .

En profondeur entre 8.04 et 8.38 avec une moyenne de 8.30 .

### ● Conclusion

Les valeurs du PH se trouvent dans un intervalle acceptable pour la Méditerranée .

L'application du test statistique à ces données a montré qu'il n'existe pas d'homogénéité spatiale entre les stations ,mais qu'il existe une homogénéité entre les étages d'une même station ( Surface - Médiane - Fond ) .

### \* La turbidité

La pénétration de la lumière est un paramètre important à connaître car elle détermine l'épaisseur de la couche photosynthétique productive ,et permet une approche de la quantité de particules en suspension .

La turbidité des eaux cotières est variable selon les lieux et les saisons .

### ● Matériel utilisé

Pour la mesure de la turbidité ,on a utilisé un disque de SECCHI de 30 cm de diamètre ayant deux quart peint en blanc et les deux autres en noir .

Ce disque est lesté par un poids et relie par une corde graduée par des noeuds équidistant de 0.5 m les uns des autres ,et on note la profondeur à laquelle le disque n'est plus visible .

### ● Résultat

La limite de visibilité lors des mesures varie entre 1 m ( dans des fonds de 1 m ) et 6.75 m ( dans des fonds de 10 m ) avec une moyenne de 3.68 m dans un fond moyen de 5.75 m..

**TABII-2:**  
**RESULTATS DES MESURES DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES**  
**(22-07-1992)**

Station	Paramètre		Moy. Col.		Salinité
	PH	M. E. S	PH	M. E. S	
As	8.31	22.8	8.213	24.4	35.20
Am	8.21	19.6			35.40
Af	8.12	30.8			35.20
Bs	8.35	21.6	8.32	20.43	35.5
Bm	8.34	28.4			35.5
Bf	8.29	12.8			35.65
Cs	8.38	25.6	8.346	25.46	35.45
Cm	8.28	25.2			35.40
Cf	8.38	25.6			35.65
Ds	8.32	11.6	8.35	36.	35.70
Dm	8.37	70.4			35.75
Df	8.36	27.2			35.80
Es	8.35	25.6	8.36	24.33	35.55
Em	8.36	20.0			35.70
Ef	8.37	29.2			35.75
Fs	8.42	22.8	8.383	25.66	35.70
Fm	8.38	25.6			35.77
Ff	8.35	28.0			35.65
S1	8.43	18.8			37.20
S2	8.37	21.2			36.20
S3	8.42	55.6			36.60
S4	8.38	42.8			36.60
S5		50.8			36.45

**TABII-3:**  
**RESULTAT DES MESURES DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES**  
**(22-09-1992)**

Etage	Surface				Fond	
	Temp.	Oxy.	Turbidité		Temp.	Oxy.
Stations						
Station N 1 rejet	28	7.4	1 m	1 m	28	7.4
Station N 2 devant le phare	24	8.25	3 m	3 m	21	7.8
Station N 3 50m au Nord du phare	22	8.1	4.25	6	21	7.6
Station N 4 200m en face la jetée	21	8.3	3.90	6.75	20.5	8.0
Station N 5 500m en face du debut de l'enrochement	21.5	8.4	3.25	7	20.5	7.9
Station N 6 300m en face l'encor- chement	21	8.3	3.60	6.5	20	8.1
Station N 7 l'aspiration	21	8.6	6.75	10	20	8.3

## TABII-4:

RESULTATS DES MESURES DES PARAMETRES PHYSICO-CHEMIQUES  
(24-11-1992)

STATION	POSITION	ROFOND	TEMPE C	SALI %	PH	OXYGENE dissous
G	36°56'88''	1 m	18.6	35.71	8.44	6.0 mg/l
	03°41'88''	10 m	18.2	35.82	8.38	5.6 mg/l
		30 m	18.6	35.86	8.43	5.4 mg/l
H	36°52'45''	2 m	17.9	36.30	8.46	5.6 mg/l
	03°38'00''	20 m	18.0	36.20	8.46	4.7 mg/l
		38 m	18.4	36.17	8.45	5.4 mg/l
I	36°50'50''	1 m	18.6	35.71	8.44	6.0 mg/l
	03°38'40''	10 m	18.2	35.82	8.38	5.6 mg/l
		30 m	18.6	35.86	8.43	5.4 mg/l
J	36°49'89''	2 m	18.2	37.02	8.44	5.4 mg/l
	03°35'60''	23 m	17.7	36.92	8.45	5.4 mg/l
		49 m	17.5	36.82	8.44	5.7 mg/l

### II.3.c- Conclusion Générale :

A la lumière des résultats de ces mesures apparaît une nette variation de ces facteurs entre l'entrée ( aspiration a 900 m de la cote ) et la sortie ( bassin de rejet ) .

Cette variation est due au passage de l'eau de mer dans les circuits de refroidissement de la centrale de CAP DJENET qui subit une augmentation de température .

Malgré, qu'il y aie une légère corrélation entre les différents paramètres physico-chimique mesure dans la colonne d'eau les tests statistiques montrent qu'il n'existe pas de variation significative entre les étages d'une même station (surface - médiane - profondeur) d'ou l'homogénéité dans les masses d'eau de ces stations .

Cette homogénéité peut s'expliquer par l'état de la mer lors de l'échantillonnage ( mer agitée ) et les fonds relativement peu profond ( maximum 10 m ) .

CHAPITRE III.

*IMPACT de la CENTRALE THERMIQUE de CAP DJENET.*

### III.1- INTRODUCTION

De grandes quantités d'eau de mer atteignant  $100.000 \text{ m}^3/\text{h}$  sont aspirées à 900 m de la côte à une profondeur de 12 m, utilisées comme agent réfrigérant des condenseurs de la centrale thermique de CAP DJENET et fonctionnant en circuit ouvert ( Fig III-1 ) perturbent l'écosystème marin.

Cette perturbation peut être ressentie essentiellement à deux niveaux:

-Au niveau des organismes planctoniques qui transitent dans les circuits de refroidissement, et la qualité de cet eau à la sortie.

-Au niveau du milieu récepteur : vu les variations physico-chimique qu'a subit cette eau de transit et son impact sur le milieu à son retour.

### III.2- IDENTIFICATION DES SOURCES DE POLLUTION OU DES AGENTS PERTURBATEUR .

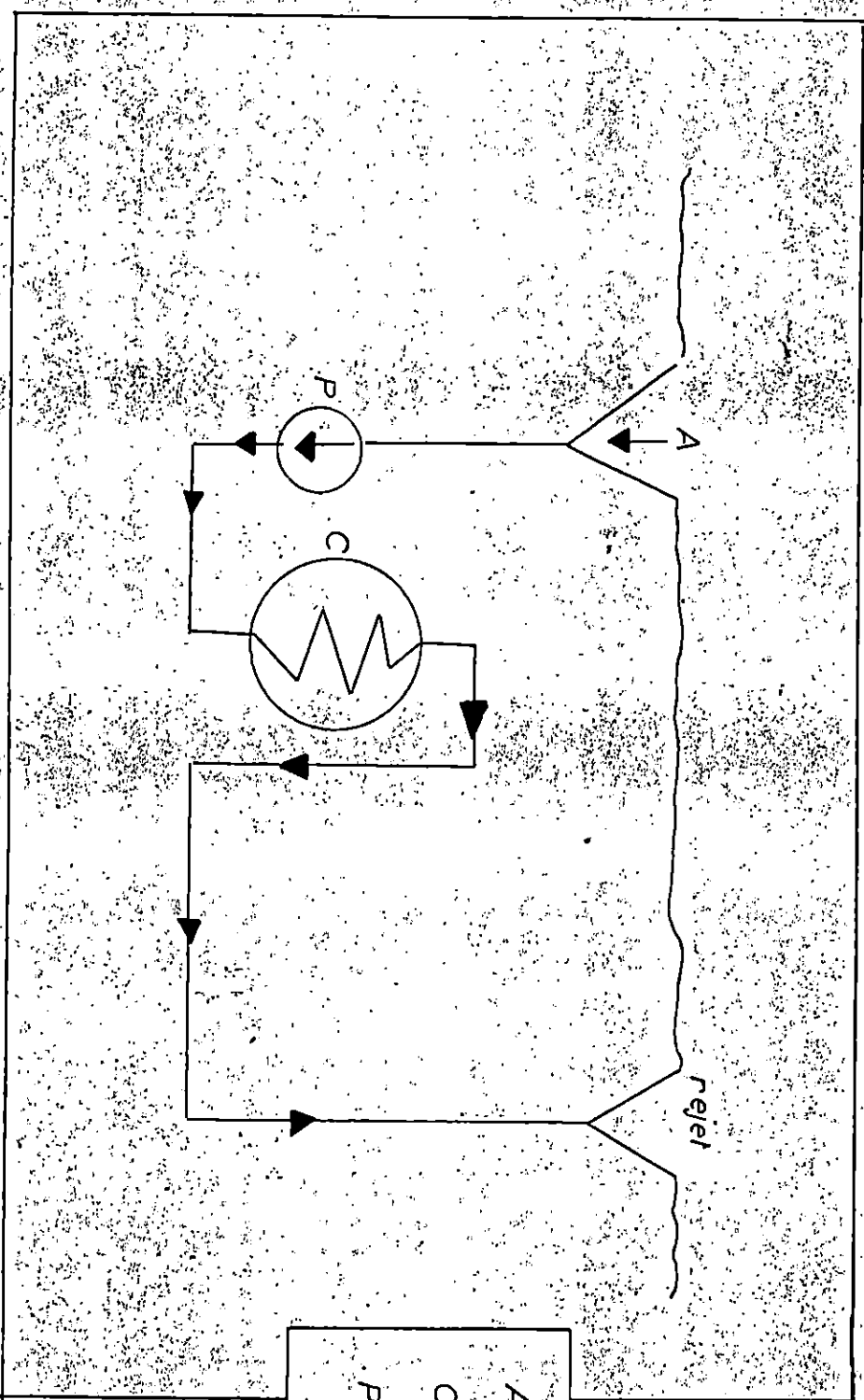
Lors du transit des masses d'eau par le circuit de refroidissement les organismes entraînés sont soumis à trois types de perturbation (chimique, thermique et mécanique). Dont l'origine est :

#### III.2.a- La chloration :

L'emploi de chlore comme biocide ou comme inhibiteur de croissance, ou de fixation des organismes, n'apparaît pas sans répercussion au niveau de la vie aquatique marine, surtout en ce qui concerne le premier maillon de la chaîne alimentaire.

Ce traitement antifooting est utilisé à titre préventif et qui consiste en des injections périodiques ou continues de chlore.

Fig:III.1 : Schema d'une centrale thermique à circuit ouvert



A : Aspiration  
C : Condenseur  
P : Pompe

### \* La chloration des circuits de la centrale de CAP DJENET

La station de CAP DJENET possède un procédé de chloration très intéressant du fait qu'il n'y a pas d'ajout de chlore mais celui-ci est extrait de l'eau de mer sous forme d'hypochlorite.

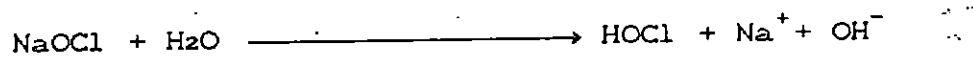
#### ● Les bases chimiques de la chloration

L'utilisation du chlore comme agent antiseptique est liée à son pouvoir biocide et à sa grande réactivité vis à vis des composés dissous dans l'eau, ce qui peut transformer le traitement de chloration en une contamination chimique.

#### ● Chimie de chlore libre

Elle correspond aux réactions suivantes avec l'eau

1-chloration à partir de l'hypochlorite de sodium (eau de javel)



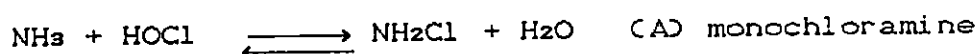
2-dissociation de l'acide hypochloreux .

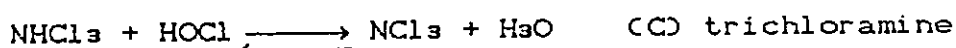
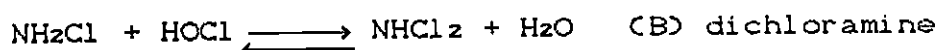


Le chlore est introduit dans l'eau sous forme d'hypochlorite de sodium ( eau de javel ) -1- (cas de la centrale de CAP DJENET ) qui donne l'acide hypochloreux ( HOCl ), cet acide faible se dissout -2- , les formes dissociées (OCl<sup>-</sup>) et non dissociées (HOCl) constitue le chlore libre; Ce sont les formes toxiques et désinfectantes du chlore

#### ● Le chlore combine

En présence d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) le chlore donne lieu à la formation selon les relations A . B . C de chloramines





Les chloramines moins oxydantes que le chlore conservent une activité désinfectante, elles constituent le chlore actif combiné.

On appelle chlore actif total la somme du chlore actif libre ( $\text{HOCl}$ ) et du chlore actif combiné.

#### ● La demande immédiate en chlore

La présence dans l'eau de composés réducteurs entraîne une consommation très rapide des oxydants c'est la demande immédiate en chlore.

Cette demande a été mise en évidence par les travaux de DELATTRE et DELESMONT (1981) (CABARNOU, 1990.) où ils observèrent une consommation immédiate des oxydants de l'ordre de 0,8 mg/l pour des chlorations de 1 mg/l.

#### ● Description du procédé (schema synoptique) :

Le procédé de la chloration électrolytique (NORA) est constitué par les phases suivantes :

- filtration et alimentation des électrolyseurs : l'eau de mer est filtrée de ses MES avec un filtre de 0.5 mm.
- électrolyse de l'eau de mer (Voir Annex III)
- Stockage de l'eau de mer chlorée
- Refoulement de l'eau de mer chlorée au diffuseur
- Lavage acide périodique de l'électrolyseur avec du HCl.

#### ● Performance de l'installation et injection

L'installation a été projetée pour produire 2x150 kg/h de chlore actif totale avec deux unités (Seaclor) composés par quatre électrolyseurs chacune.

DOSAGE DU CHLORE ENTRE L'ENTREE ET LA SORTIE TABLEAU N°III.1

Date	Cl <sub>2</sub> à l'entrée d'électrolyseur	Cl <sub>2</sub> de Sortie condenseur
28-12-91	900 mg/l	0.4 mg/l
25-11-91	1050 mg/l	0.3 mg/l
26-10-91	900 mg/l	0.3 mg/l
22-09-91	590 mg/l	0.4 mg/l
26-08-91	1250 mg/l	0.4 mg/l
28-07-91	1200 mg/l	0.5 mg/l
26-06-91	1170 mg/l	0.5 mg/l
27-01-92	920 mg/l	0.4 mg/l
21-02-92	900 mg/l	0.4 mg/l
28-03-92	920 mg/l	0.4 mg/l
20-04-92	890 mg/l	0.4 mg/l
13-05-92	780 mg/l	0.3 mg/l

- Le chlore actif est produit sous forme d'hypochlorite de sodium a 2000 mg/l

- En condition de chloration continu les eaux de refroidissement sont continuellement chlorées jusqu'à 1.5 mg/l.

- La chloration continue a lieu en deux points : à la prise d'eau et à la station de pompage, la chloration à choc a lieu à la prise d'eau en mer ou à l'entrée des condenseurs .

- La concentration totale de chlore actif dans l'eau de refroidissement augmente pendant ce traitement ( de choc ) à 5 mg/l.

(\*) pendant le fonctionnement, les electrodes sont périodiquement lavées avec de l'acide chlorhydrique dilue .

N.B :

Le stress chimique peut avoir comme source la production d'une eau déminéralisée qui se fait par dessalement de l'eau de mer et conduit au rejet de saumures qui sont neutralisés pour éviter toute pollution avant d'être rejetés .

#### \* Dosage du chlore

A partir des données du laboratoire de chimie de la station et sur la base d'un suivi mensuel sur la quantité du chlore dosée a l'entrée et a la sortie d'un condenseur on a établi un tableau (Tab III) qui a donné le graphe ( Fig III-2 ) .

#### ● Interprétation

Le graphe obtenu montre les variations des concentrations de chlore dosé à l'aspiration et au rejet (sur 2 unité VK50 , VK60) .

On remarque des doses maximales injectées pour les mois de Juin, Juillet et Août, avec respectivement de 1.25 g/l, 1.20 g/l, 1.17 g/l pour l'unité VK50 et de 1.05 pour le mois de Novembre ( les données disponible vont du mois de Novembre à Mai ) .

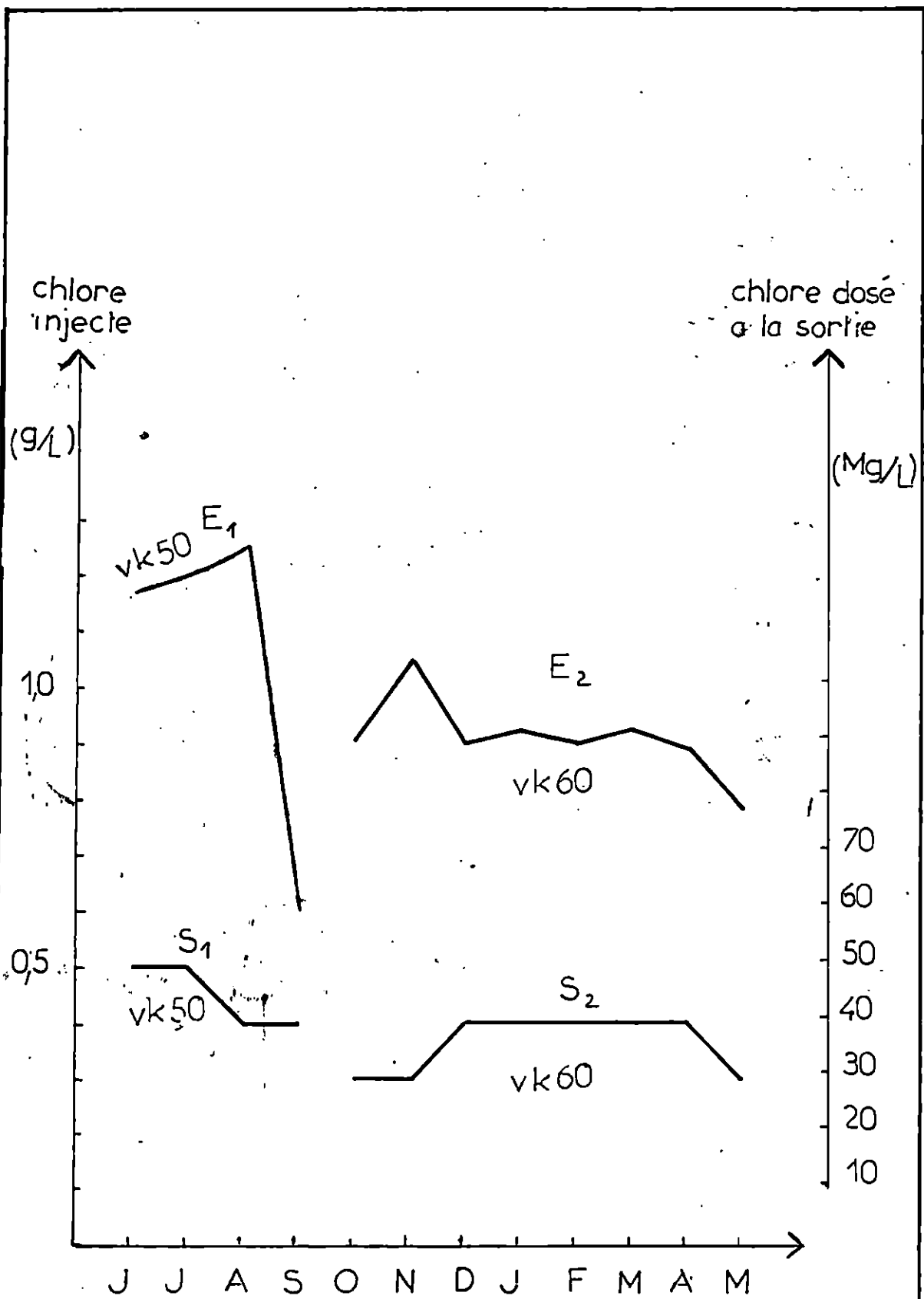


Fig III-2  
 Variation annuelle du chlore entre l'entrée  
 et la sortie

On note une quantité moyenne de chlore injectée de 1.0525 g/l pour VK50 et de 0.9075 g/l pour VK60.

Seulement à la sortie on note une dose maximale de 0.5 mg/l pour le mois de Juin et Juillet avec une moyenne de 0.45 mg/l pour l'unité VK50 contre une dose maximale de 0.4 mg/l avec une moyenne de 0.36 mg/l pour unité VK60

**\* Mécanisme d'action et effet du traitement au chlore .**

L'utilisation du chlore comme agent antisalissure dans les centrales thermiques fait que cette chloration a des effets sur la vie aquatique, cette action peut être immédiate ou différée le tableau ( Tab III-2 ), (in ABARNOU et AL), synthétise les effets différés sur les différents groupes aquatique .

Il en ressort que quelque soit le groupe biologique et le stade de développement on observe une réduction de croissance ainsi que des modifications morphologiques.

Chez les espèces phytoplanctoniques on note une réduction de la photosynthèse et du taux respiratoire ce qui entraîne des perturbations du métabolisme cellulaire.

Ces observations sont valables pour les animaux où on constate des lésions anatomiques et des modifications aux niveaux des branchies qui provoquent un déséquilibre des échanges ioniques et gazeux .

Car les tissus branchiaux sont d'autant plus fragiles qu'ils sont en contact direct avec le milieu extérieur , et que par leurs fonctions d'échange (respiration , osmose) la surface et l'épaisseur épithéliales sont fines et peu protégées .

Cette exposition de certains individus au chlore engendre un impact sur la respiration .

espèces	effets différés	concentration minimal Mg/l
PHYTO PLANCTON	Réduction de croissance et de photosynthèse	0.1
	diminution du taux de respiration Modification de perméabilité membranaire blocage du métabolisme des cellules	0.1
ROTIFERE	Diminution du taux de croissance	0.1
	Diminution du taux de fécondité	0.1
	Diminution de la filtration	
HYDRAIRE	Diminution du taux de croissance	>1.0
mollusque	Diminution du taux de croissance	0.01
	Baisse du potentiel reproductif	0.1
	Atteinte de la glande digestive	0.1
	Modification de la respiration	0.1
Echinoderm	Perte de mobilité du sperme	0.05
	Diminution de la viabilité du sperme	0.002
CRUSTACES	Diminution du taux de croissance	0.01
	Modification de l'excrétion ammoniacale	0.68
	Dysfonctionnement de l'osmoregulation	0.36
	Atteinte branchiale	<1.0
	Retard à l'éclosion	0.16
	Augmentation de la durée larvaire	0.01
poissons	Atteinte morphologique des oeufs	>0.4
	Chute du pourcentage d'éclosion	0.1
	Ralentissement du développement larvaire	0.09
	Lesions anatomique des tissus branchiaux	0.09
	Baisse du PH sanguin	0.11
	Hémolyse	0.03
	Dégénérescence hépatique	0.21
	Ralentissement de croissance	0.068

TABLEAU N° III.2 SYNTHÈSE DES DONNÉES DE TOXICITÉ  
DIFFÉRÉES

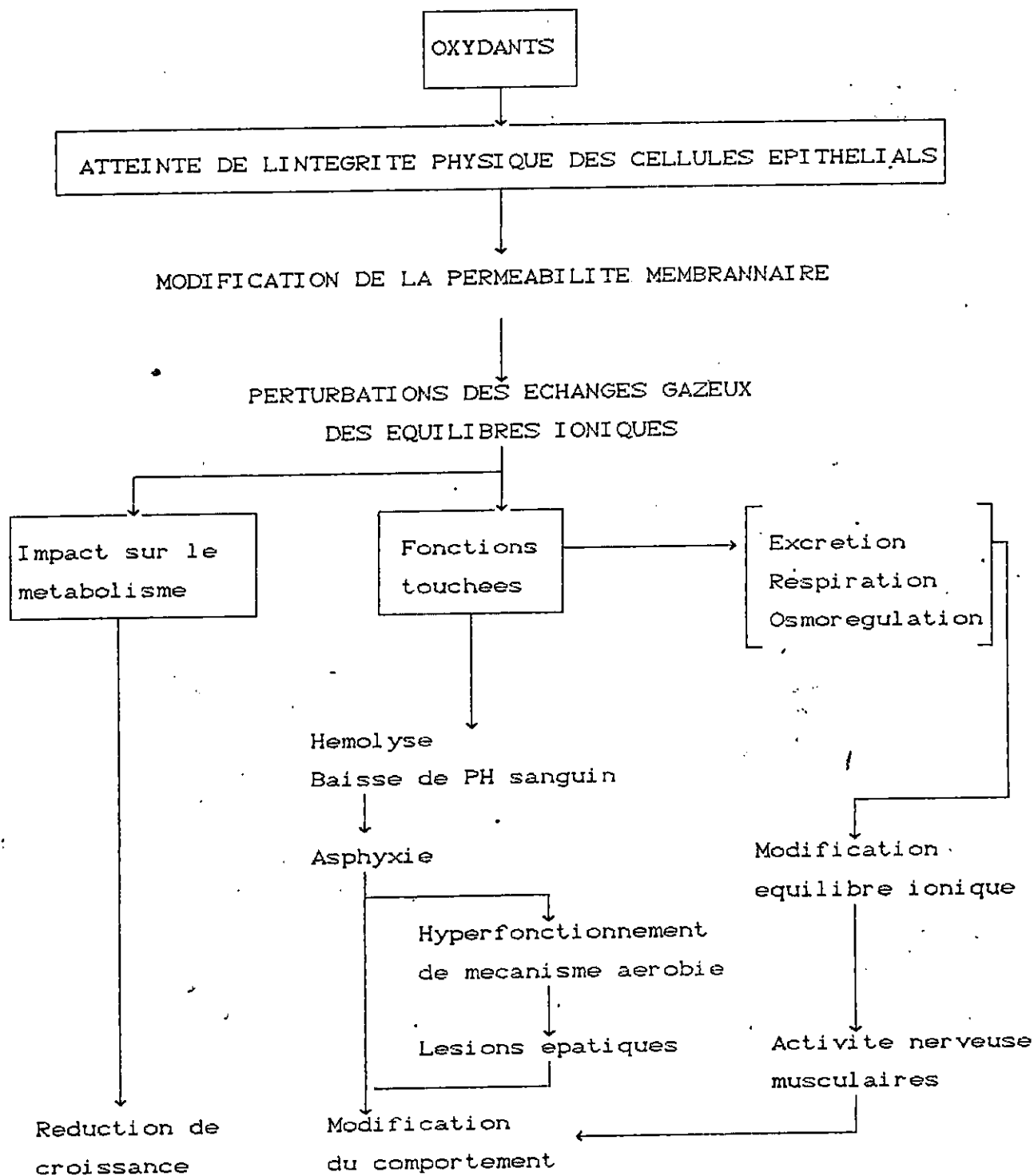


Fig III-3 : MECANISME D'ACTION DU CHLORE .

Ces atteinte des cellules epitheliales font de la respiration la première fonction physiologique touchée. De plus des modifications de la composition sanguine ont été décrites chez les poissons , ainsi qu'une baisse du PH sanguin et du taux d'hémoglobine ce qui bloque le transfert de l'hoxygène .

On note chez certain poisson un hyperfonctionnement du foie qui conduit à une dégénérescence des tissus hépatique .

D'une manière globale nous présentons dans la figure ( Fig III- 3 ) le mode d'action du chlore qui apparaît toxique à des teneurs inférieur à 0.1 mg/l .

### III.2.b- VARIATION DE TEMPERATURE STRESS THERMIQUE

#### \* Le réchauffement des eaux rejetés et choc mécanique

\* On distingue par l'expression "Pollution thermique" l'échauffement de l'eau de mer résultant du passage de celle-ci dans les circuits de réfrigération d'installation industrielle . cotières (PERES, 1976) .

\* D'après RAMADE, 1982 le rejet de chaleur dans l'environnement constitue de nos jours une forme de pollution du milieu naturel , car elle agit sur un facteur primordial la température du milieu.

\* la centrale de CAP DJENET est dimensionnée pour un réchauffement de l'eau au condenseur de 8c a 10c a une puissance maximale de (4x176 MW) et pour un débit de circulation de l'eau de refroidissement de 27.7 m<sup>3</sup>/s.

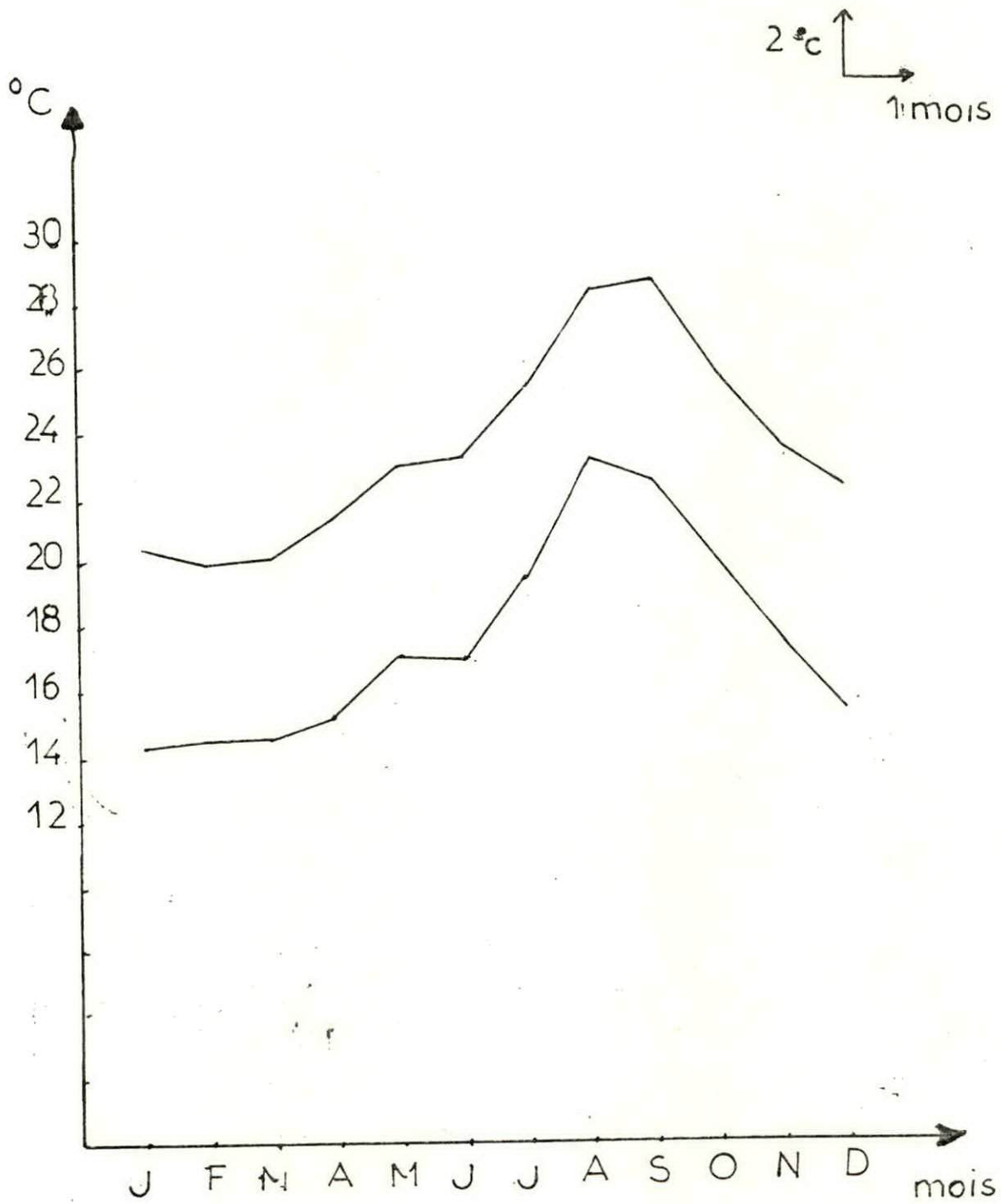
#### \* Variation de température a CAP DJENET

Pour mieux sentir cette variation de température et sur la base d'un suivie mensuel sur trois (03) ans établie par le laboratoire de chimie de la centrale ( Tab III- 3 ) nous avons pu établir le graphe qui montre nettement l'écart de température entre l'entrée et la sortie .

	1989			1990			1991			Moy E	Moy S
	Ent.	Sort.	S-E	Ent.	Sort.	S-E	Ent	Sort	S-E		
Janvier	14	20.4	6.4	14.5	21.25	6.75	14	20	6	14.17	20.55
Fevrier	14.5	20	5.5	15	20	5	14	20	6	14.5	20
Mars	14.5	21	6.5	15	20.25	5.25	14	19	5	14.5	20.8
Avril	15	21	6	16	22.25	6.25	15	21	6	15.33	21.42
May	17.5	22.5	5	19	25.5	6.5	15	21	6	17.16	23
Juin	16	22.25	6.25	17	22.75	5.75	18	24.5	6.5	17	23.17
Juillet	19.5	25.5	6	19	24.75	5.75	20	26	6	19.5	25.42
Août	25	31	6	21.5	25.75	4.25	23	28	5	23.16	28.25
Septembre	22	29	7	22.5	27.25	4.75	23	29.5	6.5	22.5	28.60
Octobre	18	24.25	6.25	21	26.25	5.25	21	27	6	20	25.83
Novembre	18	24	6	17	24	7	17	23	6	17.33	23.66
Décembre	16	25.5	9.5	15	20	5	15	21	6	15.33	22.17

Variation de température annuelle entre  
l'entrée et la sortie

TABLEAU N° III.3



Variation annuelle de la moyenne de température  
entre l'entrée et la sortie Fig III-4

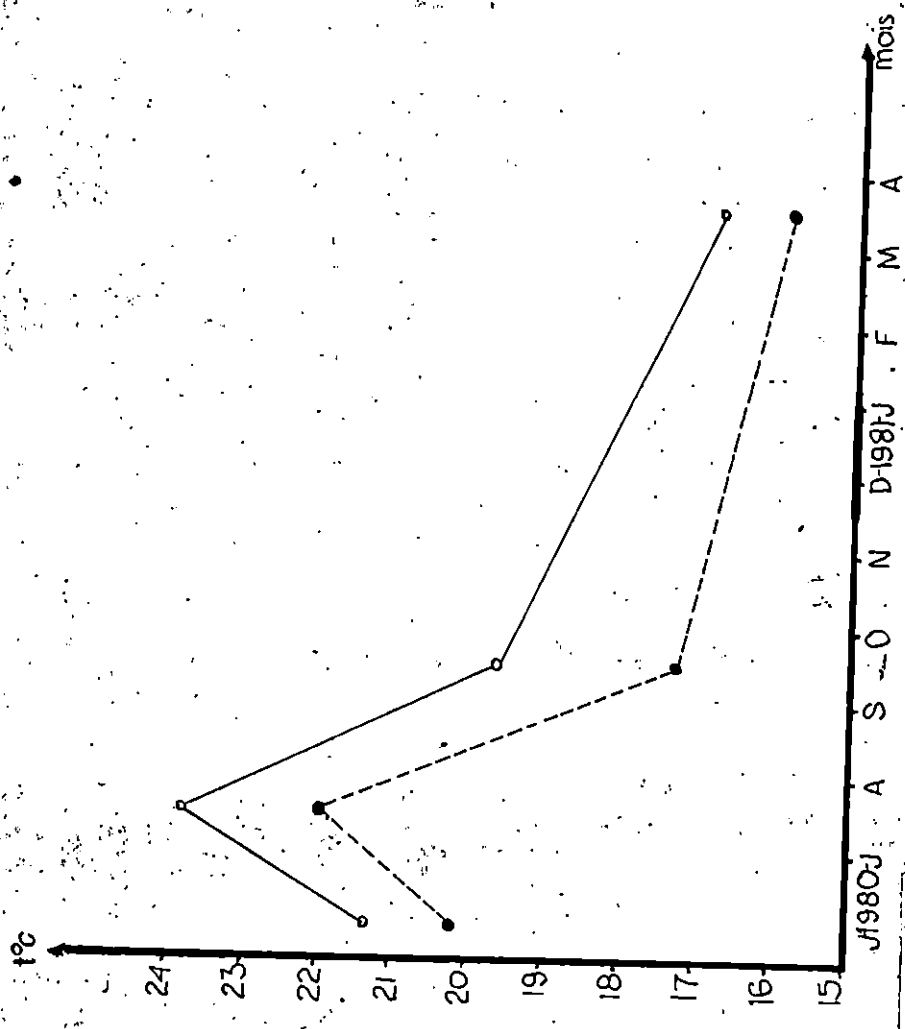


Fig III-5 Evolution mensuelle de la température moyenne de surface (○—○) et de fond (●---●) dans la zone de la centrale

#### \* Interprétation des données

Le graphe (Fig III- 4 ) représente les variations de température annuelle observées à l'entrée et à la sortie.

On remarque une similitude entre les variations annuelles à l'entrée et les variations mensuelles des températures moyennes de surface . dans la zone de la centrale trouvée par AID et SAMSON en 1981, (Fig III- 5 ).

les graphes montrent la variation normale saisonnière de la température entre la période chaude d'été et une période froide d'hiver .

On remarque la nette augmentation de la température à la sortie qui est proportionnelle a la température de l'entrée .

On note une valeur moyenne minimale de  $14.17^{\circ}\text{C}$ , pour le mois de Janvier une valeur moyenne maximale de  $23.16^{\circ}\text{C}$  pour le mois de Août Avec un minimum absolue de  $14^{\circ}\text{C}$  et un maximum absolue de  $25^{\circ}\text{C}$  .

Pour la sortie on a une température moyenne minimale de  $20^{\circ}\text{C}$  pour le mois de Février avec un minimum absolu de  $19^{\circ}\text{C}$  , et la moyenne des températures maximales est de  $28.60^{\circ}\text{C}$  avec un maximum absolu de  $31^{\circ}\text{C}$  .

Dans le tableau (Tab III- 4 ) on peut mieux distinguer les variations par saison entre l'entrée et la sortie . Notons que pour les trois années on a eu un écart de température moyen entre l'entrée et la sortie de  $6^{\circ}\text{C}$  avec un écart maximum de  $9.5^{\circ}\text{C}$  .

#### \* Effet des variations de température

La température agit sur presque tous les processus physico-chimiques et biologiques se déroulant dans l'eau.

variation de temperature par saisons entre  
l'aspiration et le rejet

SAISON	T° entrée	T° sortie
jan, fev , mars	14.39	20.21
avril, mai, juin	16.50	22.53
juill, aout, septembre	21.72	27.42
oct, nov, decembre	17.55	23.89

TABLEAU N° III 4

\* L'élévation de température peut réduire la durée de vie de certaines espèces qui font partie de la chaîne trophique .

\* Un déversement d'eau chaude abaisse la teneur en oxygène dissous alors que les besoins en oxygène de la plupart des organismes aquatiques se trouvent accrus bien plus la toxicité de certaines substances chimiques augmentent avec la température (VAILLANT, 1973) . Il est à noter qu'il a été remarqué sur les populations phytoplanctonique une altération des effectifs phytoplanctonique (BRIGITTE, 1980) .

\* D'après PERES (1976) l'élévation de température diminue la densité de l'eau et rend le mélange de l'effluent avec l'eau du milieu récepteur d'autant plus difficile que celle-ci sont froide de plus l'échauffement en diminuant le coefficient de viscosité diminue la flottabilité des planctontes qui risque de s'enfoncer au delà des couches qui leurs sont favorables .

### III.3- APPRECIATION DU DEGRE DE PERTURBATION

#### III.3.a- Approche benthique

##### \* Introduction

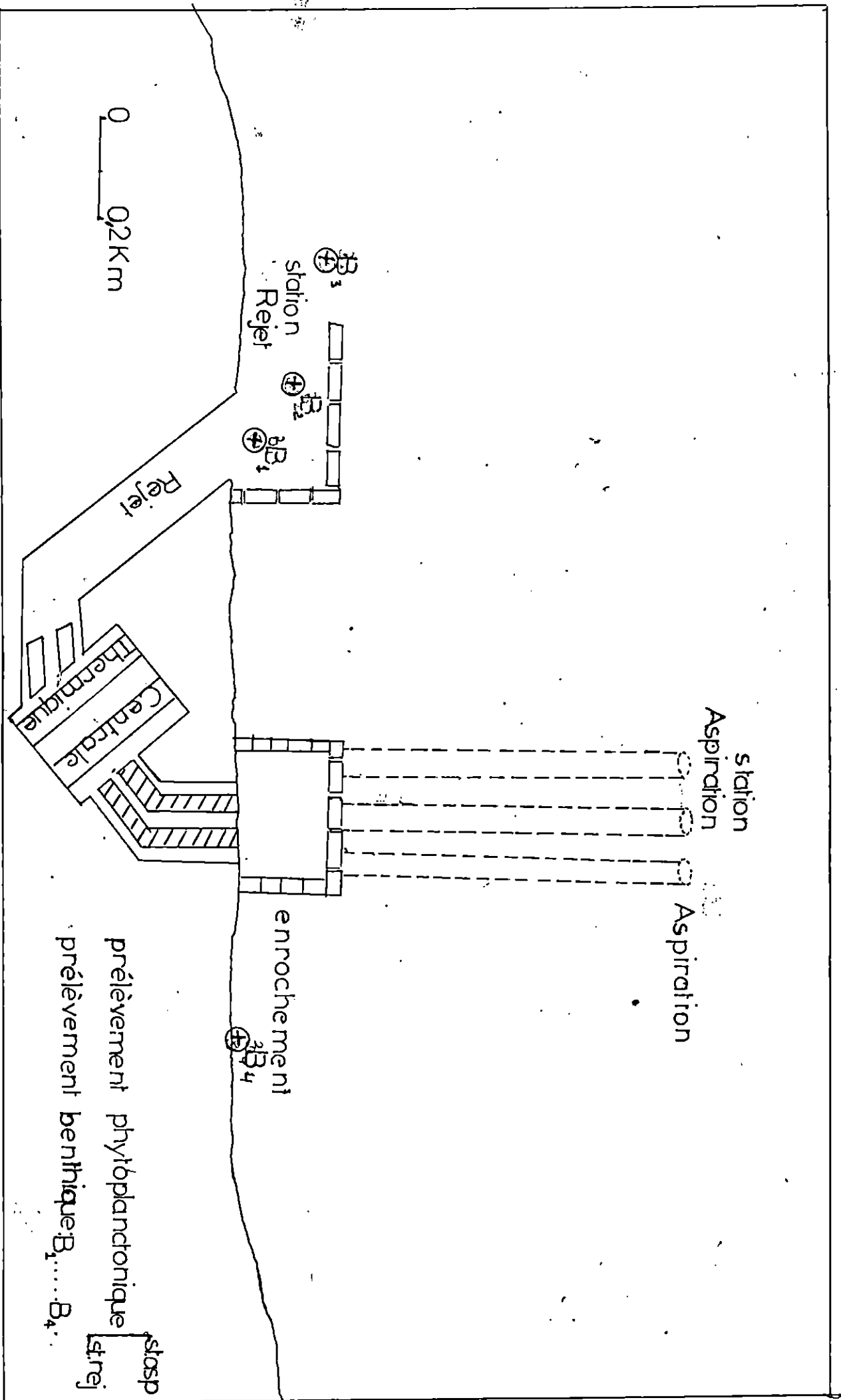
Dans le but d'avoir un aperçu sur la faune benthique , on a procédé a une étude a titre indicatif sur cette faune d'une manière qualitative faisant correspondre a chaque espèce sa signification écologique .

##### \* Travaux et méthodologies

###### i ) Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons a nécessité une seule sortie en mer le 24/09/92

- Quatre échantillons ont été prélevés ( Carte III-1 ) .



Carte III- 4 Position des stations de prélèvement

- L'engin de prélèvement est une benne de type " VAN VEEN" qui permet d'effectuer des prélèvements quantitatifs du benthos .

- Chaque prélèvement correspond au contenu de cinq bennes qui représente le "Volume minimum qui est la plus petite quantité de sédiment qu'il est nécessaire de prélever pour obtenir la quasi-totalité des macro-especes vivant normalement dans le biotope " ( PICARD , 1965 in BELLOUL, 1981 ) .

### ii ) Traitement des échantillons

Le tamisage a été effectué in-situ sur un filet de benthos et conservés au formol dans des bocaux . Au laboratoire les individus récoltés sont triés puis déterminés et comptés .

### iii ) Resultat et Discussion

Suivant la répartition des stations on a remarqué que les deux stations se trouvent a l'intérieur du bassin de rejet ( Station B1 et B2 ) sont exemptées d'organisme benthique.

Cette absence est probablement dû à l'intervention humaine ( facteur anthropique ) sur le paramètre édaphique de la zone ( construction de la jetée ) cela s'ajoute a l'apport de chlore et de chaleur qui peuvent contribuer a cette disparition .

Pour la station B4 l'absence d'organismes peut être expliquée par le fort hydrodynamisme et a la fraction relativement grossière ( gravier ) qui constitut un milieu défavorable pour l'installation d'organismes .

La station B3 située a un endroit relativement éloigné du rejet et de l'intervention de l'homme révèle l'existence d'espèces benthique ( Voir Tab III- 5

Ces résultats ne diffèrent pas trop du point de vue qualitatif et quantitatif , de ceux obtenus avant l'implantation de la centrale thermique ( pour la station B3 )

## Synthèse des résultats du comptage de la faune Benthique

Station B1 Néant

Station B2 Néant

Station B4 Néant

Station B3

Espèces	Nombre	Densité	Signification écologique
Polychètes :			
<u>Glycera Convoluta</u>	2	8	SS
<u>Capitellidé sp</u>	1	4	SSPR
Total des Polychètes	3	12	
Crustacés :			
<u>Caprella Aculifrons</u> (Amplipodes)	1	4	SSPR
<u>Gastrosaccus Sanctus</u>	2	8	
Total Crustacés	3	12	
Mollusques :			
(classes gasteropodes)			
<u>Névérta Joséphina</u>	1	4	SSPR
Total Mollusques	1	4	
Total des espèces	5	28	

(Type de sédiment grossier)

SS : Strictement Sableuse.

SSPR : Sans signification Précise

TABLEAU N° III 5

Seul une étude approfondie peut nous donner le degré de perturbation des peuplements benthiques causées par l'implantation de la centrale thermique .

### III.3.b- Conséquence du rechauffement et incidence de la chloration sur les populations phytoplanctonique

#### \* Introduction

Le fonctionnement en circuit ouvert de la centrale thermique de CAP DJENET utilisant l'eau de mer comme agent réfrigérant , des condenseurs posent le problème de savoir dans quelle mesure les algues unicellulaires entraînées dans les circuits sont affectées par les chocs mécaniques et thermiques par ailleurs l'emploi du chlore n'apparaît pas sans répercussions au niveau de la vie aquatique marine. Utilisé à titre préventif, ils consistent en des injections périodique de chlore .

En raison de leur importance écologique pour la vie marine nous avons entrepris un essai d'évaluation de l'impact du transit sur les principales espèces des populations phytoplanctonique locales .

#### \* Méthodes

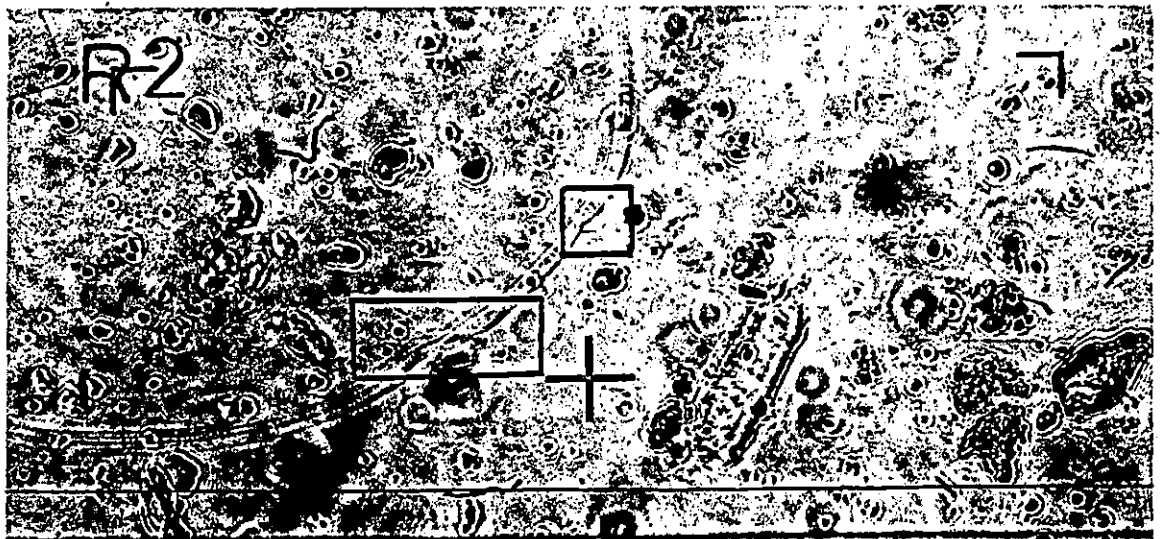
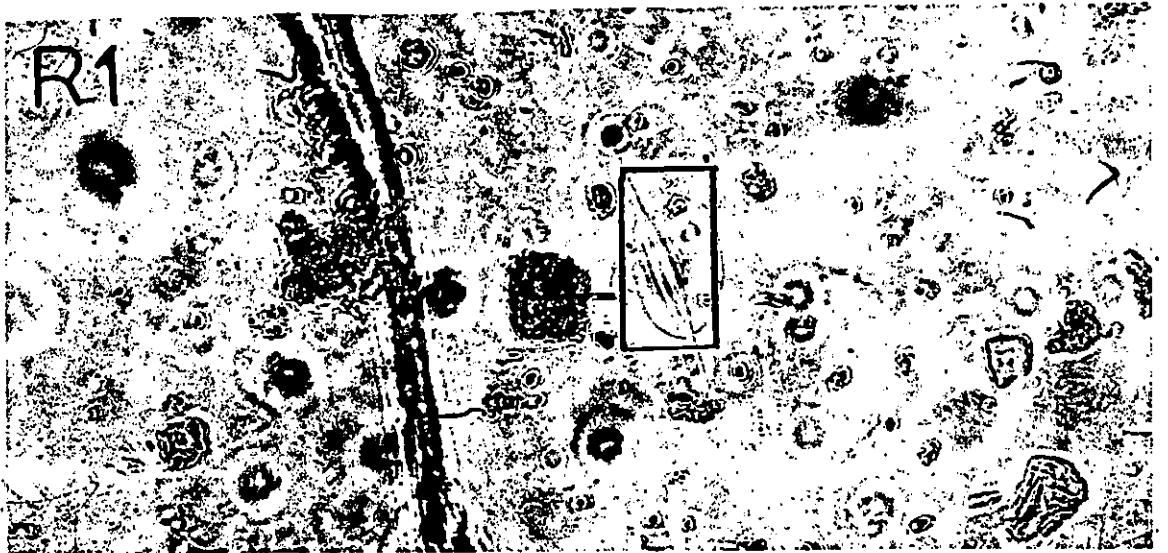
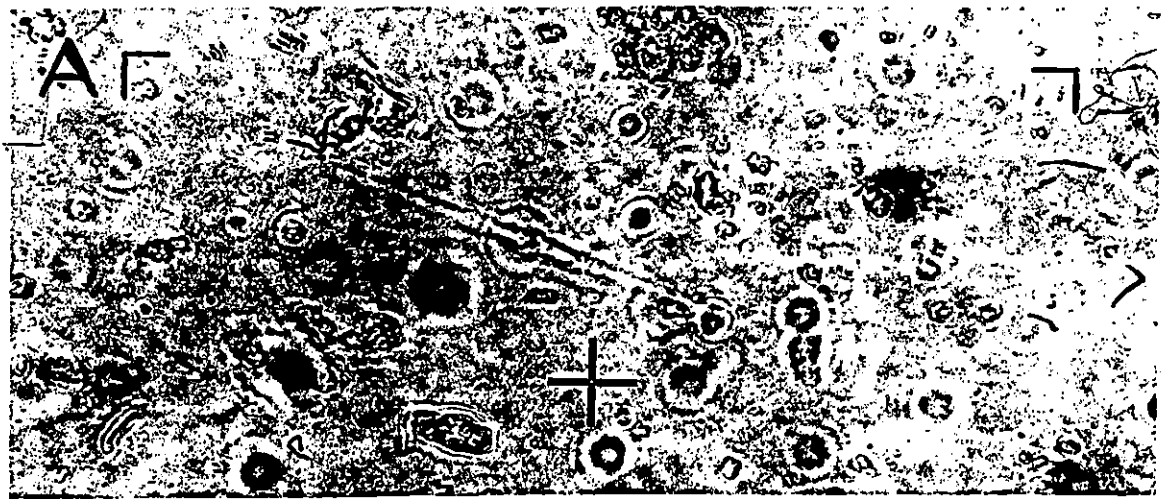
##### i ) Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons d'eau a été effectué en une sortie le 22/09/1992 . on a pris deux stations de surface

1 - station aspiration : située près de l'aspiration (environ 900 m de la côte) .

2 - station rejet : située a l'intérieur du bassin de rejet .

L'eau a été mise en bouteille puis conservée au formol



• Photos A: aspiration

R<sub>1</sub> R<sub>2</sub>: rejet

Incidence du transit avec chloration sur

les espèces

(PHOTO III 1)

STATION	Espèces	Nb d'espèces par diamètre	Nb de cellules par litre	Totaux par Gp	%
Aspirat.	Diatomés	32	45700	46650	8.01
	Coccolithophoridé	47	677100	677100	11.52
	Dinoflagellés	12	17100	18200	3.01
	Flagellés nus	316	451250	451250	16.63

STATION	Espèces	Nb d'espèces par diamètre	Nb de cellules par litre	Totaux par Gp	%
Rejet	Diatomés	20	28600	29800	21.07
	Coccolithophoridé	25	35800	35700	25.26
	Dinoflagellés	02	2900	29400	2.08
	Flagellés nus	51	72800	72900	50.21

Résultats du comptage sur les échantillons de  
l'Aspiration et du Rejet.

TABLEAU N° III 6

## ii ) Travaux au laboratoire

La détermination et le comptage ont été effectués au laboratoire de plancton de l'ISMAL.  
Le comptage a été effectué selon le protocole standard .

## iii ) Résultat et discussion

Il ressort des résultats du comptage et par comparaison des effectifs entre l'aspiration et le rejet une réduction notable de l'effectif phytoplanctonique .

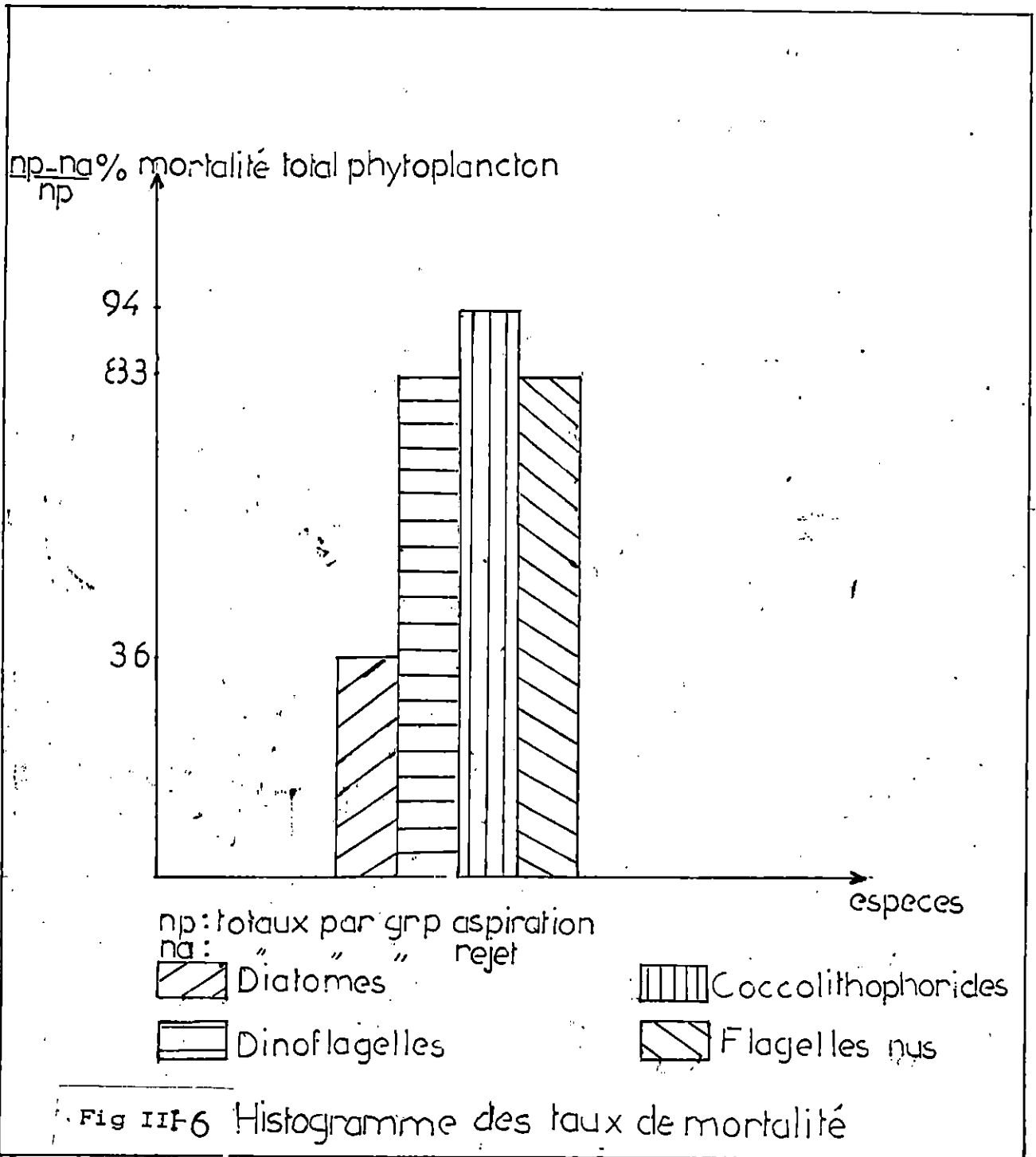
Notons aussi la différence de sensibilité d'un groupe taxinomique a un autre , en effet nous constatons lors du calcul du pourcentage de mortalité au rejet , produit par l'action conjuguée du choc mécanique , thermique et chimique la réduction de l'effectif totale suivant (Histo).

- 83% chez les dinoflagelles .
- 94% chez les coccolithophorides .
- 36% chez les diatomes .
- 83% chez les flagelles nus .

Résultats qui font apparaitre nettement la différence de sensibilité d'un groupe a un autre .

Seulement ce qui est à noter que lors du comptage il a été remarqué que les organismes phytoplanctonique dans l'échantillon du rejet presentaient des dégradations morphologiques allant des altérations du contenu plasmique , éclatement des cellules ( observation de fraguement ) , déformation des parois et des structures cellulaires ( Photo III-1 ) .

Cette destruction qui est due a l'action simultanée de trois agents qui sont le chlore injecté, comme agent inhibiteur , l'augmentation de température et au fort hydrodynamisme .



### \* Conclusion

Cet essai met en évidence la réduction notable des effectifs phytoplanctoniques accompagnée d'une réduction de la diversité spécifique après leur transit dans les circuits de la centrale .

### \* Generalites sur les especes trouves lors des prelevements .

#### ● Les diatomes

Ce sont des algues unicellulaires , les espèces sont nombreuses , benthique comme planctonique , les dernières jouent un rôle très important dans l'écosystème marin ( premier maillon de la chaîne tropique ).

#### ● Les coccolithophorides

Extrêmement abondants dans les eaux tempérés chaudes , pauvres en substances nutritives forment 30 a 98 % des populations phytoplanctonique en Méditerranée ( LALAMI-TALEB, 1971 ) .

#### ● Les dinffagelles

Sont très abondants dans les mers chaudes , et forment un groupe assez important dans le phytoplanctonique.

#### ● Les flagelles nus

Petits et mous , abondants surtout dans les couches profondes participent activement a la production totale en zone euphotique .

Peuvent être considérés pour nos régions (Méditerranée) plus important que les diatomes .

Ils sont responsable de plus de 50 % de la productivité . On observe leur large distribution , horizontale et verticale (LALAMI-TALEB, 1971).

## III.4- CONSÉQUENCE SUR LE MILIEU RÉCEPTEUR . Fig III-7

En reprenant les conclusions de (FAVA et MELIDRIM 1965 IN ABARNOU.) nous pouvons classifier les organismes d'un écosystème en trois groupes et en étudier leur sensibilité par rapport a ce rejet on a :

- les organismes sessiles mollusques ou espèces benthique
- Les organismes planctonique , copépodes , oeufs de poissons ou larves et les crustacés .
- Les organismes mobiles comme poisson , ou les gros crustacés .

\* Les premiers subissent un risque non négligeable si le rejet de chlore les atteints , les bivalves ont cependant la faculté de s'isoler temporairement du milieu extérieur .

\* Les organismes planctoniques ou immobiles sont plus souvent en rapport avec le déplacement des masses d'eau . ils ne peuvent activement éviter l'exposition . tandis que les organismes tels que les mollusques et les crustacés peuvent l'éviter .

Dans la mesure où leur système sensoriel n'est pas à altérer, ils peuvent fuir la site touché , ce qui provoque une perte d'habitat qui peut être définitive ou temporaire .

\* Suivant les concentrations et les espèces chimiques rejetées dans le milieu la toxicité peut être immédiate, provoquant la disparition d'espèces ( les organismes planctonique et sessiles d'autant plus sensibles qu'ils ne peuvent échapper a la source de pollution . comme les poissons et les macro invertébrés ) .

De faible teneur provoque des effets différés, il en résulte une réduction de la biomasse a long terme , et de la richesse spécifique.

Les effets sur l'écosystème sont fonctions de nombreux facteurs qui interagissent entre eux ce sont d'ordres environnementaux (Température, Salinité et PH) , les espèces marines confrontées à des conditions de température et de salinité défavorable ce qui diminue leur pouvoir de résistance .

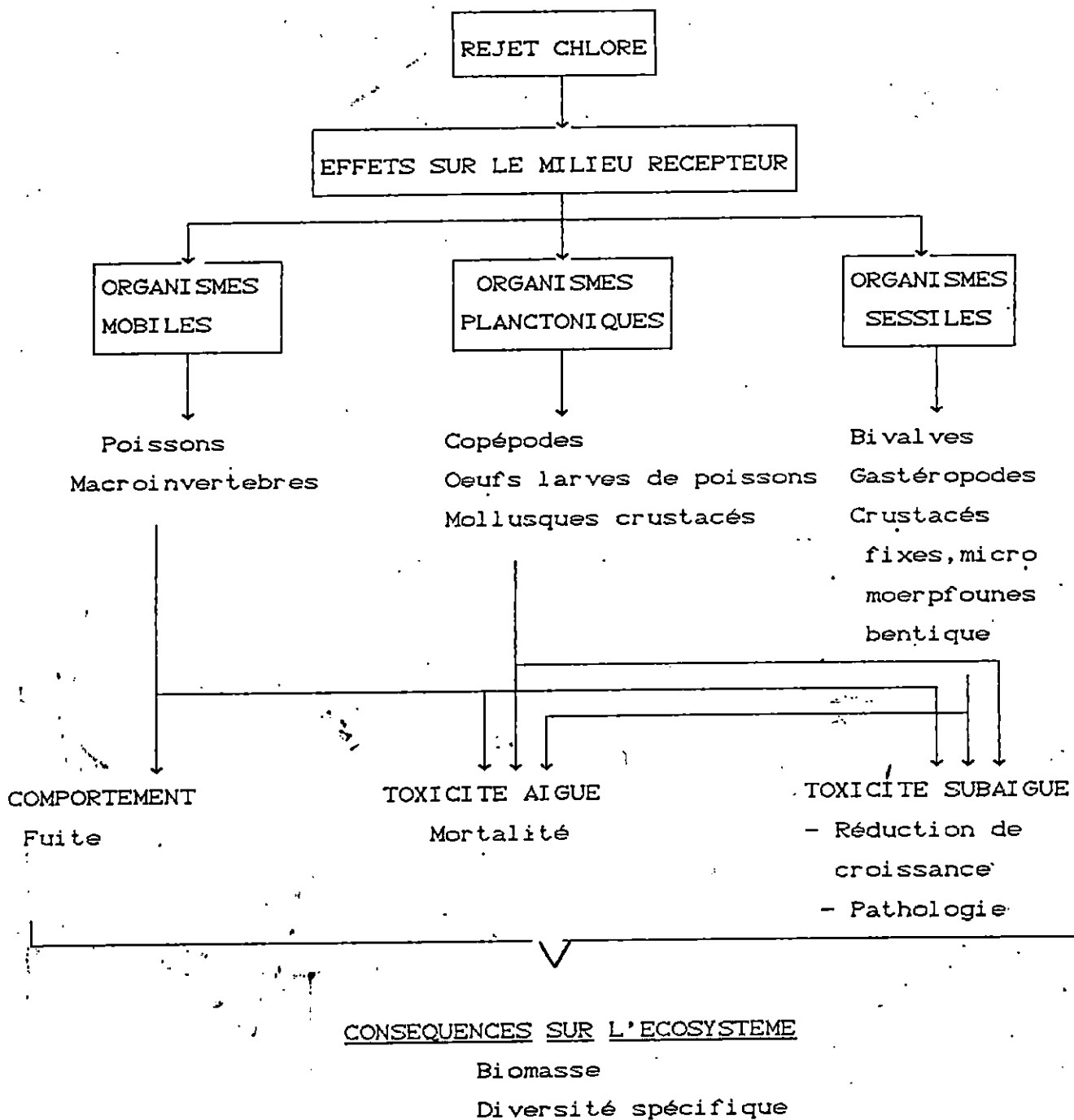


Fig III- 7 :

CONSEQUENCE D'UNE CHLORATION SUR LE MILIEU RECEPTEUR

FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

Températures

Salinité

PH

FACTEURS BIOLOGIQUES

Sensibilité, mobilité

Habitudes alimentaires

Stade de développement

MODIFICATION DE L'ECOSYSTEME

FACTEURS CHIMIQUES

Spéciation chimique

Concentration

Demande en oxydants

Réactivité .

FACTEURS PHYSIQUES

Durée du stress

Dilution

Configuration de la zone

INTERACTION DES facteurs SUR LES MODIFICATIONS DE L'ECOSYSTEMES

( D'APRES FAVA ET MELDRIM 1985 )

Fig III- 8

Ainsi les conséquences sur le milieu récepteur ne peuvent être estimés sans tenir compte des conditions physiques de celui-ci (débit, courant, brassage, marées) et de la périodicité des rejets.

Sachant qu'une masse d'eau brassé favorise la dilution et la dispersion des effets perturbateurs .

une zone calme prolongera le temps de contact des effets perturbateur.

CHAPITRE IV

CONCLUSION GENERALE

## CONCLUSION

La centrale thermique de Cap Djenet est située en bordure de la méditerranée, elle est incluse dans la baie de Zemmouri El Bahri largement ouverte.

Cette zone caractérisée par un climat typiquement méditerranéen, les données de houles montrent que ce site est caractérisé par un fort hydrodynamisme.

Du point de vue sédimentologique on peut distinguer deux (02) zones .

Zone 1 - en dehors du bassin de rejet où on note une certaine homogénéité du faciès sédimentaire, caractérisé par un sable fin bien classé avec un taux de pélite inférieur à 10% .

Zone 2 - à l'intérieur du bassin de rejet où on note une hétérogénéité ( de même qu'en face et près de la centrale ) qui est dû à l'intervention humaine lors de l'installation du noyau de l'enrochement de protection et des conduites d'aspirations.

Les résultats de l'étude des paramètres physico-chimiques bien que ponctuelles dans le temps font paraître une nette variation de ces facteurs entre l'aspiration et le rejet. Cette variation est dû au passage de l'eau de mer dans les circuits de refroidissement de la centrale de Cap Djenet ( qui subit une augmentation de température et un ajout de chlore ) .

Malgré qu'il y ait une légère corrélation entre les différents paramètres physico-chimiques mesurés dans la colonne d'eau, les tests statistiques montrent qu'il n'existe pas de variation significative entre les étages d'une même station, d'où l'homogénéité dans les masses d'eau de ces stations; Cette homogénéité peut s'expliquer par l'état de la mer lors de l'échantillonnage ( mer agité ) et les fonds relativement peu profond ( max de 10 m ) .

Dans l'étude d'impact on a pu indentifier deux (02) sources majeure de perturbation du milieu

La chloration , avec des doses injectées tres elevées atteignant 1.0525 g/l en moyenne sachant que l'action du chlore et de ces composés chimique apparaissent toxique à des teneurs inferieur à 0.1 mg/l.

La seconde source est l'augmentation de température de l'eau de mer ou on a vu une augmentation de la température au rejet pouvant atteindre 9°C qui est très proche du maximum de température toléré par la loi ( augmentation maximale 10°C ), cette tolérance n'est pas évidente pour ce qui est de l'écosystème.

De plus cette élévation est combinée à un fort hydrodynamisme lors du transit ( choc mecanique ) qui augmente le taux de mortalité des espèces phytoplanctoniques entrainées dans les circuits.

Cette mortalité dû au transite par les circuits de la centrale (effet conjugué de la chloration, augmentation de température et du choc mécanique) est apprécié par le biais d'un essai d'évaluation de l'impact du transit sur les principales espèces phytoplanctoniques locale qui a mis en évidence une réduction des leurs effectifs ainsi que de leurs diversités spécifique .

D'autre part un essai portant sur l'étude de la faune benthique du point de vu qualitative a été effectué dans le but de voir jusqu'a quelle point la faune benthique ete touche par ces rejet.

Il en découla une absence totale d'organisme benthique à l'interieure du bassin de rejet (probablement dû au rejet d'eau rechauffe et chloré) en s'eloignant du rejet cette faune benthique retrouve unedensité normale ( loin du rejet ) .

Un autre aspect de perturbation est remarque a Cap Djenet qui est d'ordre esthétique (pollution esthétique) causé par la sortie d'écumes avec les masses d'eau après leur transit par les circuits de la centrale; Cette ecume a été retrouvéé pres du port de Zemmouri El Bahri .

Nous tenons à signaler que l'impact de la centrale de Cap Djenet bien que peu apparant (pas d'eutrophisation) vu la situation de la baie ( très ouverte ) qui offre une bonne dispersion des masses d'eau rejetés . Cette impact n'est pas à négliger , surtout que cette perturbation sera doublée avec le lancement d'une nouvelle centrale thermique sur le même site ( à coté de l'actuel et rejetant l'eau de refroidissement dans le même bassin ) ayant les même capacité que l'actuelle.

Pour cela nous recommandons une étude et un suivi plus détaillé pour pouvoir déterminer jusqu'a quel point le milieu recepteur est et sera affecté .

*BIBLIOGRAPHIE*

## BIBLIOGRAPHIE

- ABARNOU .A. GUILLAUD. J.F ,MIOSSEC .L. BATT .A.- 1990
- La chloration des effluents urbains avant rejet en mer-  
Rapport scientifique et techniques de l'IFREMER N 20 90
  
- AID. K et SAMSON, K ., 1981 - Etude hydrologique de  
la zone d'implantation de la centrale thermique de  
Cap Djenet. -  
Laboratoire de production primaire . CROP (ALGER).
  
- Ait KACI et PAUC .,1977 - Rapport de la mission  
" MARTINE " du C.R.S.M.P. 12 P
  
- AMARA. R., 1988 - Contribution a l'etude dynamique de  
la pollution en zone cotiere ( cas de BOU-ISMAIL ) .  
Memoire de D.E.S en oceanographie . ISMAIL (ALGER). 109 p.
  
- AMINOT .A et CHAUSSEPIED .,1983 - Manuel des analyse  
chimique en milieu marin - Ed C.N.E.X.O
  
- ANTOINE,E et LEMOINE,L. 1979 - Structure en beton a la mer-  
Ed C.N.E.X.O
  
- ANONYME ., 1970. - Analyse granulometrique  
par tamassage - Ed DUNOP (PARIS)
  
- BAKALEM .A.,1979 - Contribution a l'etude des  
peuplements benthiques de la baie d'ALGER-  
These de doctorat de 3em cycle . Crop ,Le laboratoire  
d'oceanographie biologique , UBO Brest .
  
- BELLAN, G et D. BELLAN- SANTIN. 1972 - Influence de la  
pollution sur les peuplements marins de la region de  
Marseille- IN Marine pollution and Sea life .
  
- BELLOUL N-Z ., 1981. - Contribution a l'etude des  
peuplements benthiques des petits fonds meubles de la  
region Est Algeroise : Djenet, Baie d'Alger .-  
Memoire D.E.S USTHB (Alger) . P 124
  
- BENON VON UNRUH.P .1980 - etude experimentale de la  
toxicite du chlore en relation avec la temperature sur  
un copepode pelagique (ACARTIA CLAUSI).-  
5emjournées d'etud. pollutions CAGLIARI,  
C.I.E.S.M, pp 687-694.
  
- BOURGADE-LE.B - 1980 - incidence de la chloration  
sur des populations phytoplanctoniques naturelles -  
5em journées d'etud. pollutions. CAGLIARI, C.I.E.S.M  
pp 701-708

- BOURGADE-LE,B -1980- consequences des chocs mecaniques et thermiques sur les populations phytoplanctoniques entrainees dans les circuits de refroidissement d'une centrale thermoelectrique. -  
5<sup>iem</sup> journées d'etud pollutions, CAGLIARI C.I.E.S.M,  
pp 695-700
- BOWKER A.A et LIEBERMAN G.J .1965 - Methodes statistiques de l'ingenieur .traduit par Van Grevelin G. et, Bamas,H Ed DUNOD .
- FOLK,K, 1965 - petrology of sedimentary rocks -  
Ed hemphis , TEXAS. 139p
- GUILCHER .A .. 1979 - Precis d'hydrologie marine et continentale .- 2<sup>eme</sup> edition , Ed MASSON
- HABED .H.D ,MATOUK.T ,ZAIR.A ..1980 - Approche a un aménagement aquacole en mer ouverte . site de CAP Djenet (Est d'Alger ).  
memoire d'ingenieur d'etat en halieutique, ISMAL,(Alger).
- KHIARI .N et SBIHAT .F.,1992 - Projet de reamenagement du port de Zemmouri El Bahri .- Mémoire de T S ISMAL
- LALAMI-TALEB ,1971-Facteur de repartition verticale du phyto-  
plancton au large d'ALGER -  
PELAGOS , 3(3) : P 186
- MILLOT,C, 1985 - some features of the ALGERIAN current -  
J.of geophysical research, 90,C4 :7169-7176
- OMARI .N et ALLOUI S.L.,1991 - Contribution a l'etude du processus d'ensablement du nouveau port de Skikda .  
memoire d'ingenieur d'etat en geologie  
: USTHB (Alger)., p 103
- PERES ,M.,1976. - Consequences de la pollution thermique sur le peuplements marin . IN . La pollution des eau marines.  
Ed GAUTHIER- NILLARS. , pp : 87-92
- PNUE/OMS.,1979. - Principe et directive application au deversement de dechets dans le milieu marin ,  
Copenhague, 1979
- RAMADE,A.-1980- impact du transit sur la production primaire dans les circuits de refroidissement de la centrale de MARTIGUE-PONTEAU  
5<sup>iem</sup> journées d'etud. pollutions, CAGLIARI, C.I.E.S.M  
,pp 709-714
- RAMADE, F.,1982. - Element d'ecologie . Ecologie appliquee .  
Ed M C GRAW-HILL. 362p

- SCHWARTZ. D. ,1963 - Methodes statistiques : A l'usage des medecin et les biologistes . 3<sup>me</sup> edition .  
ED Frammarion Medecin - Science .
  
- SEMROUD ,A. ,1979 - Contribution a l'etude ecologique des milieux saumâtres Mediterraneens : Lac Mellah (EL KALA:Algerie) These de doctorat de 3<sup>leme</sup> cycle  
Crop , USTHB
  
- SONELGAZ. , 1980 - Centrale de Cap Djenet : ouvrages de refroidissement . Rapport de faisabilite - Phase I .  
Tractional engineering. , pp 1-31
  
- VAILLANT J.R. . 1973. - Protection de la qualite des eau et maitrise de la pollution, controle de deversement d'eau polluees, Ed . EYROLLES .
  
- VATAN A. .1967 . -Manuel de sedimentologie .-  
Ed TECHNIP .. 397 p .
  
- ZAAMOUM .A et DAHMAN .M, 1988- Diagnose ecologique de la retenue colineaire de Cap Djenet .

*partie*

ANNEXES

DONNEES SUR LA TEMPERATURE (ONMD)  
(annexe I.I)

T° Max. M.	26.5	30	29	32.5	35	38	42	44	38	34	34	26
T° Max. M.	16	16.6	17.2	18.6	21.5	24.3	27.6	29.2	26.8	23.3	19.7	16.6
T° Min. M	1.2	3	3.5	5.1	8.5	12.5	15.5	15.5	13	9	5.5	9
T° Min. M.	10.5	10.5	11	12.3	14.9	17.9	20.5	21.3	20	17.1	13.4	11
T° Moy. M.	13.3	13.5	14.1	15.5	18.2	21.1	24.1	24.8	23.4	20.2	16.6	13.8
Amplitude	5.5	6.1	6.2	6.3	6.5	6.5	7.2	6.9	6.8	6.2	6.3	5.7

Temp. Max M : Temperature maximale mensuelle

Temp. Max Moy. : Moyenne des Temperature Maximales Mensuelles

Temp. Min M : Temperature Minimale Mensuelle

Temp Min Moy. : Moyenne des Temperature Minimales Mensuelles

Temp Moy. Moy. : 
$$\frac{\text{Temp. Max Moy.} + \text{Temp. Min Moy.}}{2}$$

Amplitude : Temp. Max Moy. - Temp. Min Moy.

Annexe I.2 : Données climatologiques: la pluviométrie (période 1960-1984)

( Données O.N.M. )

A N N E E	JAN.	FEV.	MARS	AVRIL	M AI	JUN	JUL.	A O U T	S E P T.	O C T O B .	N O V .	D E C E M B R E
1960	74.0	40.4	51.8	96.2	14.1	0.0	0.0	0.0	3.0	13.5	17.8	131.9
1961	74.7	0.0	3.1	15.5	1.0	5.1	-	0.0	0.0	51.0	38.8	39.8
1962	74.7	73.2	52.0	60.2	0.0	19.1	0.0	0.0	0.0	37.0	139.0	98.0
1963	80.3	34.7	6.9	15.9	17.3	19.0	6.5	9.3	23.8	69.8	29.9	165.5
1964	48.2	52.1	54.6	29.5	0.0	22.8	0.0	3.6	0.0	88.0	79.8	80.3
1965	133.4	66.3	10.1	37.2	2.8	5.9	0.0	0.0	17.9	30.5	49.7	85.9
1966	35.9	2.4	154.5	62.4	81.2	0.7	1.3	0.0	21.8	89.7	203.5	44.5
1967	43.3	86.0	24.0	121.1	41.8	10.6	0.0	2.1	-	92.2	200.6	156.9
1968	24.3	101.5	64.7	64.3	10.7	24.3	-	0.0	4.7	0.0	130.6	138.8
1969	-	103.5	117.2	104.5	14.4	20.7	0.0	0.0	98.7	263.3	88.9	232.3
1970	44.8	23.8	50.7	51.4	69.9	-	-	3.6	0.5	140.1	11.1	226.6
1971	95.7	21.0	96.7	37.1	4.5	1.3	1.1	0.0	47.9	34.5	168.1	-
1972	208.6	65.9	66.9	106.7	133.4	6.5	0.0	19.0	83.5	101.3	49.0	173.1
1973	164.5	258.8	82.4	10.3	-	27.2	0.0	0.0	106.4	66.8	24.1	108.5
1974	22.5	228.2	183.5	94.4	2.8	9.7	-	-	35.0	-	-	-
1975	69.4	35.6	114.3	35.7	96.1	30.1	0.0	-	10.0	60.5	34.5	18.4
1976	-	-	-	-	-	-	22.9	17.2	14.9	109.4	89.7	120.0
1977	90.2	29.2	50.9	74.3	28.3	2.5	-	39.7	1.1	15.0	135.0	28.3
1978	80.5	44.3	88.6	229.5	56.8	0.7	3.8	0.0	10.0	85.3	41.3	50.0
1979	56.4	195.3	74.6	59.4	11.0	1.8	0.0	4.0	143.8	79.3	190.7	32.5
1980	118.8	24.1	47.5	102.3	11.7	1.8	0.0	0.0	-	-	-	264.1
1981	41.6	52.4	45.1	79.9	38.7	2.0	0.0	-	11.2	78.8	26.3	53.7
1982	166.4	106.4	18.3	22.4	40.2	5.3	0.0	3.5	96.5	51.9	230.2	127.9
1983	1.4	75.5	75.5	11.5	10.1	0.0	0.0	5.1	2.0	35.1	107.2	90.5
1984	65.6	-	-	19.3	64.8	7.6	0.0	0.0	14.7	107.0	-	-

COORDONNEES DES STATIONS DE PRELEVEMENT Cannexe II.D

STATION	LONGITUDE	LATITUDE	PROFONDEUR (CM)
A	3 41 74	36 51 55	10
B	3 41 55	36 51 50	11
C	3 41 41	36 51 46	10
D	3 41 41	36 51 12	5.5
E	3 41 35	36 51 08	9
F	3 41 30	36 51 06	8
S1	3 41 37	36 50 94	2.5
S2	3 41 38	36 51 10	8
S3	3 41 51	36 51 02	3.5
S4	3 41 55	36 51 23	8
S5	3 41 83	36 51 25	3.5
S6	3 41 81	36 51 37	5
S7	3 41 93	36 51 33	3.5
S8	-	-	6
S10	-	-	5
L1	3 41 88	36 56 88	-
L2	3 38 00	36 52 45	-
L3	3 38 40	36 50 50	-
L4	3 35 60	36 49 89	-

resultats de l'analyse granulometrique (annexe II.2)

Code stats	Mode	Mediane	Sk	So	As	Type Sedt
St1	125	195.53	1.040	1.21	1.45	SF
St2	200/500	245	1.039	1.56	2.43	SF
St3	160	185	0.966	1.347	1.81	SF
St4	200	263.85	1.110	1.39	1.94	SM
St5	160	171.87	0.990	1.32	1.74	SF
St6	-	-	-	-	-	-
St9	125	161.28	1.040	1.25	1.57	SF
St11	160	178.21	0.970	1.23	1.50	SF
St15	160	155	1.049	1.32	1.74	SF
B1	500 1000 5000	730	1.240	2.08	4.36	SG
B2	5000 2000	3600	0.690	1.5	2.26	
B3	1600	1400	1.08	1.1	1.21	

Mode 160      26.66% des cas

Mode 125      13.33% des cas

Mode 200      13.33 des cas

## TEST DE STUDENT ( SCHWARTZ, 1963) (annexe II.3)

Pour une meilleure compréhension des valeurs obtenues lors des mesures ,on a soumis les résultats a un test statistique " test de student " qui consiste à établir une comparaison des moyennes paramètre par paramètre entre la surface et le fond.

Cette méthode consiste en la comparaison de deux séries appariées de faible effectif ,on forme pour chaque paire la différence des deux mesures , et on compare la moyenne des différences a zero par le rapport :  $t = \frac{m}{n/s}$  ou m et s designant la moyenne et l'écart type estime sur l'échantillon des n différences .

Si t est inférieur à la valeur lue dans la table de T pour le nombre de degré de liberté ( n-1 ) et le risque ,les moyennes ne différent pas significativement .

Dans le cas contraire ,les moyennes différent significativement .

Il est a noter que :

t :est la valeur de student calculer .

T : est la valeur de student lue sur le tableau .

# TEST STATISTIQUE SUR LES VALEURS DE LA TEMPERATURE

$$m = 0.714$$

$$s = 1.03$$

$$n = 7$$

$$ddl = 7 - 1 = 6$$

$$= 0.05$$

$$t = \frac{m n}{s} = \frac{0.714 * 7}{1.03}$$

$$t = 1.834$$

$$t = 1.934$$

$$t_{tab} = 2.447$$

donc

$$t_{cal} < t_{tab}$$

Cela implique que les moyennes ne diffèrent pas significativement .

## Remarque

Ces résultats sont vrais pour  $\alpha = 0.001$  aussi

N.B

m : la moyenne des différences .

s : l'écart type .

n : nombre d'observation .

ddl : Degré de liberté .

t<sub>cal</sub> : la valeur de student calculée .

t<sub>tab</sub> : la valeur de student tabulé .

Une deuxième méthode statistique a été utilisée pour l'étude de ces échantillons appelé " Analyse of variance " .

C'est une méthode qui permet de faire le test de comparaison de plusieurs moyennes de n populations .

On l'appelle " ANOVA " car ce test érive de l'estimation de la variance de différente manière .

Etage / Station	Surface S	Médiane M	Profondeur P	
A	35.2	35.4	35.2	105.8 35.27
B	35.5	35.	35.65	106.65 35.55
C	35.45	35.40	35.65	106.5 35.5
D	35.70	35.75	35.8	107.25 35.75
E	35.55	35.70	35.75	107 35.67
F	35.70	35.75	35.65	107.1 35.7
	213.1	213.5	211.7	640.3
	35.52	35.5	35.66	t..

Calcule de la Constante C

$$C = \frac{1}{rc} t_{..}^2$$

$t_{..}$  = du totale des valeurs .

C : constante .

r : nombre de ligne

c : nombre de colonne .

$$C = \frac{1}{rc} t_{..}^2 = \frac{1}{6 \times 3} \times 840.3$$

$$C = 22776.894$$

Calcul de la variabilité totale SST :

$$SST = \sum x_i^2 - C$$

$$x_{i_2} = 22777.47$$

$$SST = 0.576$$

Calcul de la variabilité des x en lignes SSB :

$$SSB = 1/c \sum t_{i.}^2 - C$$

$$t_{i.} = \sum (A_s + A_m + A_p)$$

⋮

$$t_{i.} = \sum (F_s + F_m + F_p)$$

$$SSB = 0.468$$

Calcul de la variabilité des y en colonnes SSC :

$$SSC = 1/r \sum t_{.j}^2$$

$$t_{.js} = A_s + B_s + C_s + D_s + E_s + F_s$$

$$t_{.jm} = A_s + B_s + C_s + D_s + E_s + F_s$$

$$t_{.jp} = A_s + B_s + C_s + D_s + E_s + F_s$$

$$SSC = 0.031$$

Calcul de la variabilité de l'erreur SSE :

$$SSE = SST - SS C - SSB$$

$$= 0.576 - 0.468 - 0.031$$

$$SSE = 0.077$$

TABLEAU ANOVA

	SS	ddl	MS
Station	0.468	6-1=5	MSB=0.468/5=0.0936
Etage	0.031	3-1=2	MSC=0.031/2=0.0155
Résiduel	0.077	5x2=10	MSE=0.077/10=0.0077

Calcule de :

$$\frac{MSC}{MSE} \quad \text{et} \quad \frac{MSB}{MSE}$$

$$\frac{MSC}{MSE} = \frac{0.0155}{0.0077}$$

$$= 2.01$$

MSC/MSE suivent la loi de FISHER

$$MSC/MSE \quad F(c-1, (r-1)(c-1)) = F_{2,10}$$

D'après le tableau de FISHER on a

$$F_{2,10;0.95} = 3.1$$

Posons les hypothèses suivantes ,soit :

H0 : une hypothèse indiquant qu'il existe une homogénéité spatial entre les stations .

H1 : une hypothèse indiquant qu'il n'y a pas d'homogénéité .

Après avoir fait le calcul nous remarquons que :

$$MSC/MSE < F_{2,10;0.95} .$$

donc l'hypothèse H0 est acceptée .

$$MSB/MSE = 12.16 \text{ donc la valeur de } MSB/MSE > F_{5,10;0.95} .$$

alors l'hypothèse H0 sera rejetée ce qui implique qu'il n'y a pas d'homogénéité entre les stations .

#### CONCLUSION GENERALE POUR LES STATIONS :

L'étude effectuée a révélé qu'il existe une homogénéité entre les étages de chaque stations sur la même colonne d'eau .

Qu'il n'existe pas une homogénéité spatiale entre les stations .

N.B :

Les résultats obtenus ont été calculés avec un risque de 0.05 ( ces résultats sont vérifiés pour un risque de 0.01 ) .

Situation de la rupture d'homogénéité entre les stations :

Pour situer la rupture de l'homogénéité entre les stations nous avons effectué ce calcul :

$$\text{LSD} = \frac{2}{c} \text{MSE } F_{1, (r-1)(c-1); \alpha}$$

$$\text{LSD} = \frac{2}{3} \times 0.0077 \times 4.96$$

$$\text{LSD} = 0.016$$

On calcule la différence ( valeur absolue ) entre les  $x_i$  de chaque station et suivant cette différence qu'elle soit :

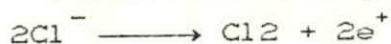
Inférieur ou égale ,ce qui implique qu'elle ne crée pas de rupture .

Supérieur ce qui implique qu'elle crée une rupture .

Le procédé consiste en une électrolyse partielle du chlorure de sodium dissous dans l'eau de mer qui est forcé à travers des couples d'électrodes (anode - cathode) assemblés en un électrolyseur, connecté à une source de courant combiné.

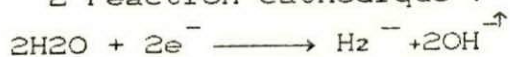
De successives réactions chimiques se développent à l'intérieur de l'électrolyseur parmi les produits de l'électrolyse.

1 réaction anodique :



le chlore gazeux se développe à l'anode

2 réaction cathodique :



l'hydrogène gazeux s'évalue à la cathode avec formation d'ions hydroxydes.

3 réaction chimique :



Le chlore et les ions hydroxydes se combinent chimiquement pour produire des ions de chlorure et d'hypochlorite.

Généralement, l'hypochlorite est définie en termes de chlore actif libre c'est à dire, la quantité de chlore ayant le même pouvoir oxydant que l'hypochlorite lorsque ils sont analysés suivant les méthodes standard.

L'hypochlorite produit par voie électrochimique est suffisamment stable pour supporter les périodes de stockage nécessaires à la chloration choc, et sans importante perte en pouvoir oxydant toutefois l'exposition à la lumière, ou dans des périodes de stockage plus longues de 48 heures, doivent être évités.