

**M E M O I R E**

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

D'Ingénieur d'Etat en Halieutique

OPTION : MOLYSMOLOGIE ET CHIMIE MARINE

**T H E M E**

**Les Sels Nutritifs et la Matière en  
Suspension dans la Baie d'Alger  
et le Golfe d'Arzew  
Identification des Masses d'Eaux**

Préparé par :

Melle EDDALIA Nabila

Devant la commission de jury suivante :

Mr. A. CHOUIKHI ..... Président

Mr. K. BENGRAINE ..... Examineur

Mr. I. NACEUR ..... Examineur

Mr. M. BOULAHIDID ..... Rapporteur

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont aimablement accepté de contribuer et collaborer bénévolement de près ou de loin à la préparation de ce mémoire et il convient ici de signaler l'apport de certaines d'entre-elles.

Mes respects et mes remerciements vont au Président du Jury Monsieur CHOUIKHI ainsi qu'aux membres du jury :  
Monsieur NACEUR pour ses conseils qui m'ont été très bénéfiques et Monsieur BENGRAINE qui a bien accepté d'être membre du jury.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers Monsieur BOULAHIDID, mon promoteur pour son dévouement et sa compétence qui m'ont été d'un secours constant tout au long de la préparation de ce mémoire et son amélioration.

Je dois une reconnaissance particulière à tous ceux qui m'ont soutenu dans mes efforts, en particulier les deux Techniciens Supérieurs : Messieurs BOUDJELLAL et AZZOUZ , et j'associe à ces remerciements tout l'équipage du M.S BENYAHIA.

Je dois encore infiniment au travail minutieux de Dactylographie de Mme MAHDAD Faiza qui a bien voulu contribué à la rédaction finale de ce mémoire.

Je remercie également Monsieur FREDJ Belkacem et Tewfik pour leurs participation aux travaux de tirage de ce mémoire.

## S O M M A I R E

INTRODUCTION :

CHAPITRE I : GENERALITES.

I.A Les sels nutritifs dans l'eau de mer.

a - Définition.

b - Origine des sels nutritifs dans l'eau de mer.

c - Formation et recyclage des sels nutritifs dans l'eau de mer.

d - Distribution des sels nutritifs et oxygène dissous.

I.B Les matières en suspension.

a - Définition.

b - Origine des matières en suspension.

c - Composition des particules en suspension.

d - Les voies de transports.

e - Teneur des eaux en matière en suspension.

I.C Importance de l'étude des paramètres, Physico-Chimique.

1 - La température.

2 - L'oxygène dissous.

3 - P H.

4 - La salinite.

I.D. Importance des éléments nutritifs, matière en suspension et pollution dans l'eau de mer.

## CHAPITRE II : METHODOLOGIE ET ZONES D'ETUDES.

### II.A Présentation des zones d'études.

- 1.1 - Données générales sur le Golfe d'Arzew.
- 1.2 - Données générales sur la baie d'Alger.

### II.B Méthodologie :

- 2.1 - Travaux effectués en mer.
  - 2.1.1 Méthode de travail et matériel utilisé.
  - 2.1.2 Prétraitement et conservation des échantillons.
  - 2.1.3 Mode opératoire.
  - 2.1.4 Mesure des paramètres physico-chimiques.
    - a - Température et oxygène dissous.
    - b - La salinité.
    - c - P H.
- 2.2 - Travaux effectués au laboratoire.

### II.C Les sels nutritifs :

- 3.1 - Méthode de travail.
- 3.2 - Colorimétrie et méthodes analytiques des sels nutritifs.
  - 3.2.1 Généralités.
  - 3.2.2 Définition.
    - 3.2.2.1 Principe de la méthode.
    - 3.2.2.2 Loi de BEER LAMBERT.
  - 3.2.3 Description de la chaîne analytique.
  - 3.2.4 Méthodes analytiques des sels nutritifs.
    - 3.2.4.1 Méthode d'analyse des nitrates.
    - 3.2.4.2 Méthode d'analyse des nitrites.
    - 3.2.4.3 Méthode d'analyse des phosphates.
    - 3.2.4.4 Méthode d'analyse des silicates.

## CHAPITRE III: PRESENTATION DES RESULTATS.

III.A Analyse des résultats paramétriques.

III.B Analyse binaire.

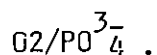
B.1 - Diagramme température - salinite.

B.2 - Diagramme température - oxygène dissous.

B.3 - Diagramme matière en suspension - oxygène dissous - P H.

B.4 - Diagramme Azote - Phosphore et le rapport N/P.

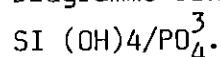
B.5 - Diagramme oxygène dissous - phosphates et le rapport



B.6 - Diagramme oxygène dissous - nitrates et le rapport



B.7 - Diagramme silicates - phosphates et le rapport



III.C Distribution spatiale et dynamique des masses d'eaux dans la baie d'Alger.

C.1 - Distribution horizontale.

C.2 - Distribution verticale.

IV. Discussion générale.

V. Conclusion générale.

BIBLIOGRAPHIE.

Annexes.

## INTRODUCTION :

De nos jours, la civilisation de l'homme et les progrès scientifiques présentent autant d'inconvénients qu'e d'avantages.

La mer par son immensité n'échappe en aucun cas à la pollution, car celle-ci reçoit sans cesse des rejets qui lui sont nuisibles.

La pollution des mers se présente comme d'autant plus dommageable que de plus en plus en égard à l'accroissement sans cesse de la population humaine. Ainsi donc, l'activité de l'homme est responsable de la pollution des eaux et en fait ressortir les inconvénients.

En effet, l'enrichissement en substances dissoutes et particulaires, est un phénomène fréquemment observé à la surface de l'eau de mer.

Pour ces deux phases, des teneurs plus élevées en carbone et azote organique ont été observées à la surface par rapport aux eaux sous-jacentes (WILIAMS, 1967, NISHIZAWA, 1971, MARTY, SALIOT, 1974, WALLACE, DUCE, 1978, MEYERS, KAWKA, 1982, DE SOUZA LIMA, ROMANO, 1983, CARLSON, 1983).

Les sels nutritifs dissous dans l'eau de mer constituent un moyen important pour l'étude chimique et dynamique de l'océan.

Leur comportement dans la colonne d'eau de mer, et leurs cycles biogéochimiques sont étroitement liés au matériel biogénique.

Dans ce contexte, notre travail s'est intéressé à deux régions différentes.

La première est située au Sud du bassin occidental de la méditerranée : la baie d'Alger soumise aux influences conjuguées du courant atlantique qui la baigne en permanence (BERNARD, 1958) des apports côtiers lors des crues des Oueds El-Harrach et El-Hamiz et la pollution provenant de l'agglomération algéroise.

La deuxième est située à l'Ouest en moyenne sur le méridien de GREEN WICH et 36 N : le Golfe d'Arzew soumis à l'influence du courant du littoral de la mer d'Alboran entraînant une dérive d'Ouest en Est due à l'entrée d'eau d'origine atlantique en surface au seuil du détroit de Gibraltar.

De ce fait, ces deux zones peuvent constituer un modèle pour l'étude et la caractérisation des masses d'eaux et leur fertilité dans les côtes algériennes.

La distribution et le comportement des sels nutritifs et matériel particulaire peut mettre en évidence l'importance et l'influence de l'apport côtier urbain et industriel en substances dissoutes et particulaires sur le milieu marin.

Dans une première partie, nous nous intéressons à la définition des sels nutritifs et leur comportement dans l'eau de mer.

Nous procédons de la même manière pour la matière en suspension. Après un bref rappel sur la colorimétrie et le dosage colorimétrique à flux continu, la deuxième partie est consacrée aux méthodes d'analyses utilisées pour le dosage des nitrites, nitrates, phosphates et silicates, méthodes développées sur une chaîne technique (Auto analyseur II.T) et à la mesure des charges solides en suspension par filtration. En plus de ces derniers, la mesure des paramètres physiques et chimiques (oxygène dissous, température, salinité, P H) est très importante pour l'étude des processus physico chimiques des eaux marines.

Les prélèvements des échantillons et la mesure de certains paramètres physiques et chimiques ont été effectués sur le bateau M.S . BENYAHIA.

Une description succincte des méthodes de traitements analytique et de mesure sont faites pour chaque sel et chaque paramètre.

Dans la troisième partie, les résultats d'analyses obtenus sont présentés et discutés par une comparaison avec d'autres données concernant la méditerranée.

CHAPITRE I

- GENERALITES

1 - GENERALITES :

1.A. Les sels nutritifs :

a. Définition :

Les sels nutritifs sont les formes d'azote, de phosphore et de silicium qui sont nécessaires à la croissance des plantes marines et en particulier pour le phytoplancton. Ce sont les nitrates, nitrites, les orthophosphates et orthosilicates et parfois même des polyphosphates et de l'acide nitrilo-acétique présents dans les détergents.

a. 1 Les nitrites : (No<sup>2-</sup>)

Les nitrites constituent une forme intermédiaire de l'azote. Ils résultent soit de l'oxydation partielle de l'azote ammoniacal sous l'action des bactéries nitreuses (NITROSOMONAS), soit de la réduction des nitrates par les bactéries dénitrifiantes, comme ils peuvent provenir des rejets industriels.

a. 2 Les nitrates : (No<sup>3-</sup>)

Les nitrates proviennent de l'oxydation des nitrites sous l'action des bactéries du type NITROBACTER (autotrophes et strictement aerobies). L'intérêt des nitrates réside dans leur rôle d'indicateur de pollution et surtout leur rôle de fertilisant puisque c'est essentiellement sous cette forme que les plantes assimilent l'azote.

a. 3 Les phosphates (Po<sup>3-</sup>)

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire orthophosphate est essentielle à l'activité photosynthétique. Dans l'eau de mer, les orthophosphates se présentent essentiellement sous trois formes :

$\text{HPO}_4^{2-} = 87 \%$  ;  $\text{Po}_4^{3-} = 12 \%$  ;  $\text{H}_2\text{Po}_4^- = .1 \%$  (KESTER et PYTROVICZ, 1967).

a. 4 Le silicium :

Il est le composant principal des squelettes des algues siliceuses, des radiolaires, des éponges siliceuses. Le silicium est présent sous forme de particules en suspension (origine biogénique squelette), ou terrigène (silicates) et à l'état dissous, directement assimilable par les organismes marins. La silice particulaire se dissocie sous forme d'acide orthosilicique jusqu'à environ 95 % dans les eaux profondes des océans.

b. Origine des sels nutritifs dans l'eau de mer :

Deux sources principales peuvent être mises en évidence :

- d'une part une source externe, dans ce cas ils proviennent des apports continentaux, fluviaux et éoliens.
- d'autre part une source interne : ils résultent de l'oxydation et de la dissolution de matériel biogénique présent dans la colonne d'eau et dans une moindre mesure de la régénération et diffusion à partir des sédiments marins.

Cette production interne liée à l'activité biologique influe sur les variations de concentration des sels nutritifs dissous marins.

c. Formation et recyclage des sels nutritifs :

La matière organique est essentiellement le produit de l'activité biologique. Cette dernière peut se définir par la reproduction et la croissance des organismes et micro-organismes animaux et végétaux (zooplancton, phytoplancton). Cette activité biologique s'effectue en surface où les conditions de vie sont favorables (lumière, température ...).

En effet, après leur mort, ces organismes fournissent une grande quantité de matière organique et de squelette à l'eau de mer.

Ce déchet organique est détruit, libérant ainsi le long de la colonne d'eau de mer d'autres composants.

Aux niveaux intermédiaires, la matière organique subit des

réactions d'oxydo-réduction, libérant d'une part les nitrates, phosphates, gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et consommant de l'oxygène dissous d'autre part.

Des bactéries nitrifiantes interviennent pour l'oxydation des nitrates.

En premier lieu, la matière organique se dissout en ions ammonium (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) puis il ya nitrosation de l'ion NH<sub>3</sub><sup>+</sup> en nitrites (NO<sub>2</sub>) et enfin la nitratisation des nitrites en nitrates (NO<sub>3</sub>).

La régénération des phosphates à partir de la matière organique se fait soit sous l'effet d'une réaction de synthèse et de dégradation due au métabolisme animal des micro-organismes, soit sous l'effet du métabolisme bactérien. Cependant, la régénération de la silice et des carbonates de calcium (Ca CO<sub>3</sub>) se fait par la dissolution des tests et squelettes siliciques et calciques le long de la colonne d'eau de mer pendant leur chute en profondeur. La dissolution de la silice dépend de son origine biologique, du lieu géographique et parfois même de la composition chimique et de l'association à d'autres éléments : par exemple : les diatomées contenant de l'aluminium résistent plus à la dissolution dans l'eau (LEWIN, 1961).

Enfin, la régénération des sels nutritifs continue aussi à se faire au niveau du sédiment. Cette régénération est moindre dans les sédiments océaniques mais peut être plus importante dans les sédiments côtiers. En effet, la fraction de la matière organique qui atteint le fond est dans un état de dégradation plus ou moins avancée. A la surface du sédiment, cette fraction de la matière organique continue à subir la minéralisation aerobique et alimente pour environ 90 % de sa masse la communauté des micro-organismes benthiques et abyssaux (KHRIPOUNOFF et ROWE, 1985). Ainsi, l'oxydation et la dissolution du produit organique à l'interface eau-sédiment libèrent des composés dissous qui diffusent dans l'eau de mer.

d. Distribution des sels nutritifs et oxygène dissous :

La distribution et le comportement des sels nutritifs sont liés à plusieurs facteurs tels que le mélange et la migration des masses d'eaux ainsi qu'à l'activité biologique.

En effet, l'influence des substances nutritives est réduite aux eaux côtières, aux estuaires et aux mers semi-fermées.

Le contenu en sels nutritifs très faible en surface augmente progressivement et rapidement en profondeur pour atteindre un maximum dans les niveaux intermédiaires. Contrairement à cela, la concentration en oxygène dissous est légèrement saturée en surface, suite à l'échange air-mer et la photosynthèse.

Sa concentration décroît avec la profondeur pour atteindre un minimum au niveau des eaux intermédiaires, ceci est dû à sa consommation lors de l'oxydation de la matière organique.

Dans les eaux profondes, la concentration en oxygène dissous augmente sensiblement pour atteindre presque sa valeur préformée.

Par ailleurs, dans les eaux côtières, la décroissance en oxygène dissout en fonction de la profondeur est relativement très faible et peu significative.

Dans ces eaux côtières, la colonne d'eau étant peu profonde, la matière organique n'aura pas le temps de s'y oxyder.

## 1.B Matière en suspension :

### a. Définition :

Les matières en suspension sont des matières minérales ou organiques de dimension variable.

Ces matières en suspension sont transportées au sein de la masse d'eau qu'elle soit douce ou marine ~~ou marine~~

### b. Origine des matières en suspension :

- Origine terrigène : déversé par les courants d'eau et résultant soit de l'érosion, soit de l'activité humaine.
- Origine éolienne : ce sont les aérosols transportés par le vent vers la mer ou par les précipitations.
- Origine biogène : c'est la matière organique vivante ou non vivante (tissus organique, excréments...etc).

### c. Composition des particules en suspension :

La composition des particules en suspension dans l'eau de mer dépend de leur origine.

En effet, la majorité des particules en suspension de l'eau de mer du large sont constituées de matériel biogénique (organismes vivants et leur débris...), alors que dans les eaux côtières elles peuvent avoir l'influence de la nature détritique d'origine continentale.

En général, dans la fraction biogénique, le carbone est le constituant essentiel de la composition des eaux de surface.

Par ailleurs, l'appauvrissement en matière organique est suivi d'un enrichissement de la matière minérale (silice, aluminium, fer).

La silice et le fer participent au processus biologique ; par contre l'aluminium qui participe très peu aux processus biochimiques est un élément de référence pour représenter les variations des autres éléments comme le phosphore, le calcium, magnésium, carbone, la silice et le fer.

d. Les voies de transports:

Suivant la taille des particules et le régime des courants, les substances particulaires se déposent dans les estuaires ou subissent un transport par les courants.

Dans les régions à marées, d'importantes quantités de matériaux sont remaniées et redéposées à chaque cycle de marée.

En effet, les matériaux très fins sont transportés en plein océan et se déposent lentement dans les eaux profondes.

e. Teneur des eaux en matière en suspension:

La variation des teneurs des eaux en matière en suspension se fait en fonction des saisons, en effet:

- Au printemps-été : La fraction organique doit être importante à cause de l'activité biologique
- En hiver : Dans les eaux côtières c'est surtout la fraction minérale qui doit être importante à cause de l'apport continental par les crues.

Aussi, cette teneur en matière en suspension est conditionnée par l'activité biologique et les apports éoliens.

En règle générale, les eaux côtières sont riches en matières en suspension par suite de l'érosion des côtes, l'apport fluvial ainsi que les déversements de déchets urbains, de ce fait, il y a une grande intensité de processus biologique qui pourrait s'expliquer de la façon suivante:

- Dans les eaux côtières la majorité de la matière en suspension est minérale (tels que les minéraux argileux inconsommables).
- Des teneurs élevées en matière en suspension peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer la teneur en oxygène dissous et limiter ainsi toute activité biologique.

## 1.C IMPORTANCE DE L'ETUDE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUE :

### 1.1 La température :

C'est une caractéristique physique importante qui a une influence sur l'activité biologique et qui permet la reconnaissance et le mélange des masses d'eaux.

En effet, l'élévation de la température de l'eau de mer s'accompagne d'une modification de densité, d'une réduction de la viscosité, une augmentation de la tension de vapeur à la surface, et une diminution de la solubilité des gaz tel que l'oxygène.

Ces effets peuvent avoir une action bénéfique (auto-épuration et accroissement de la vitesse de sédimentation).

### 1.2 L'Oxygène dissous :

L'oxygène dissous gouverne la majorité des processus biologiques et chimiques des écosystèmes aquatiques.

Les teneurs en oxygène dissous dans l'eau de mer dépendent des facteurs physiques ( $TC^{\circ}$  ; S ‰), biologique (photosynthèse, respiration, régénération) et chimique (oxydation chimique). Ce paramètre est très important dans les processus d'auto-épuration.

### 1.3 P H :

Il exprime si l'eau est à réaction acide ou alcaline et est défini par l'équation :

$$P H = -\text{Log } a (H)^{+} \text{ ou } a (H)^{+} \text{ est l'activité en ions hydrogène.}$$

La puissance hydrogénique (PH) ou la concentration des ions  $H^{+}$  dans l'eau de mer est de 8,2 en moyenne.

Le PH dépend de la teneur en dioxyde de carbone c'est à dire de la photosynthèse ou de la respiration in situ, de la température et de la pression.

#### 1.4 La salinite :

La salinite, traceur conservatif permet l'identification des masses d'eaux et l'adaptation des animaux marins.

Pour caractériser les concentrations en sels minéraux non biolimitants de l'eau de mer, on utilise trois paramètres :

##### 1.4.1 La chlorinite (cl ‰)

Elle est déterminée par argentimétrie et est égale à 0,3285234 fois le poids d'argent précipité sous forme d'hallogénures d'argent dans un kilogramme d'eau de mer.

##### 1.4.2 La chlorosite (cl/l)

Elle est déterminée par argentimétrie et est égale à :

$$\text{cl/l} = 0,3285234 \times \text{poids d'argent précipité s.f. d'argent dans 1 litre d'eau de mer d'hallogénures.}$$

##### 1.4.3 La salinite :

La salinite est la masse, en gramme des substances solides contenues dans un kilogramme d'eau de mer, quand les ions bromures et iodures sont remplacés par leur équivalent de chlore, les carbones convertis en oxyde et toute la matière organique oxydée.

La relation utilisée pour le calcul de la salinite (‰) (WOOSTER, et AL 1969) s'écrit :

$$S \text{ ‰} = 1,8655 \times \text{cl ‰}$$

I.6. Importance des éléments nutritifs, matière en suspension  
et pollution dans l'eau de mer :

Les sels nutritifs, traceurs non conservatifs, sont un outil important pour l'étude des processus biogéochimiques, et la caractérisation des masses d'eaux et leur mélange. Leur importance réside aussi dans la précision de l'état de l'eau de mer et sa fertilité.

Ils nous renseignent sur le substrat nutritif du cycle biologique marin et sur la consommation de l'oxygène dissous par l'estimation des rapports biochimiques.

Cependant, l'étude des matières en suspension contenues dans l'eau de mer et plus particulièrement dans les eaux résiduaires constitue un paramètre important, qui marque généralement bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou industriel.

Ainsi donc, le problème de la pollution des eaux marines est un souci croissant, notamment près des côtes. Les eaux usées, qui contiennent beaucoup d'éléments nutritifs et de matières organiques peuvent provoquer un déséquilibre de l'activité biologique.

Elles favorisent la prolifération des micro-organismes en produisant continuellement, surtout dans les régions bien ensoleillées, une grande quantité de la matière organique qui peut conduire lors de sa régénération à l'épuisement de l'oxygène dissous. Ceci constitue une menace pour la vie aquatique surtout dans les bassins fermés et semi-fermés.

La pollution des eaux marines peut être définie comme une modification de l'équilibre naturel par l'introduction dans le milieu de substances naturelles synthétiques ou d'énergie susceptibles de mettre en danger la santé de l'homme, de nuire aux ressources biologiques, à la flore et à la faune et d'altérer la qualité du milieu naturel ou de gêner son développement ou son utilisation.

Comme, elle peut être définie selon le règlement soviétique de 1961 :  
" Les eaux de surface sont polluées lorsque leur composition ou leur propriétés ont été modifiées sous l'influence directe ou indirecte d'une activité industrielle et des conditions de vie de la population à un degré les rendant impropres à un ou plusieurs des usages industriels auxquelles sont destinées".

Ainsi, notre approche sera une contribution à l'identification de ces paramètres, leurs importance et leur rôle dans la baie d'Alger. Ceci par l'analyse qualitative d'observation qui pourra mettre en relief les facteurs prédominant le milieu.

CHAPITRE II

METHODOLOGIE ET ZONE D'ETUDES

## METHODOLOGIE ET ZONES D'ETUDES

### A) Présentation des zones d'études :

Dans notre travail, on s'est intéressé à l'étude de deux grandes zones du littoral Algérien soumises à l'influence des activités humaines intensives, urbaines et industrielles.

Les stations de prélèvement ainsi que leur répartition ont été choisies avec soin, de façon à obtenir une image représentative de la distribution des paramètres qu'on étudie.

Ce choix n'est possible qu'après examen des caractéristiques hydrologiques météorologiques et des conditions morphologiques et géographiques des zones étudiées.

\* Le Golfe d'Arzew : 17 stations réparties sur 8 radiales ((Carte 1))  
Le prélèvement a été fait pendant la campagne d'hiver (Février 1989).

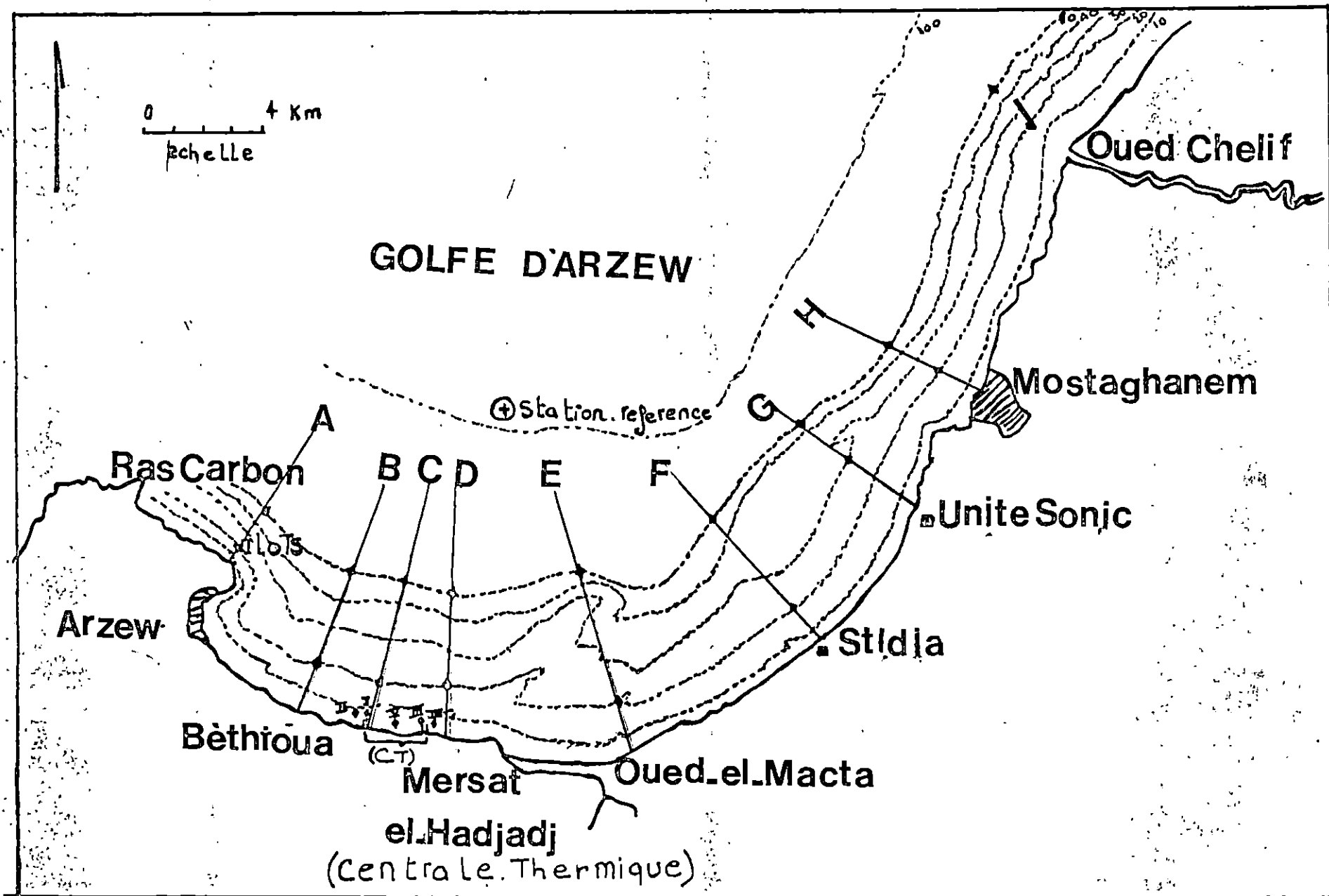
\* La baie d'Alger : 30 stations réparties sur 5 radiales ((Carte 2))  
Les prélèvements ont été effectués pendant la campagne printannière (Mai 1989).

### A1) Données générales sur le Golfe d'Arzew :

\* Situation géographique : Le Golfe d'Arzew se situe en moyenne sur le méridien de Green Wich et 36° N.

Il s'étend du Cap IVI (36° 37' N - 0° 13' W) au Cap carbon (35° 54' N - 0° 20' W).

Ces deux Caps forment les limites du Golfe d'Arzew. Partant du Cap IVI, on rencontre l'embouchure de l'Oued Chelif formé de sable et d'alluvions, puis à 7 milles, la ville de Mostaganem marquée par l'implantation d'une papeterie, ensuite s'étend une longue plage sableuse en arc de cercle,



Carte 1: REPARTITION DES STATIONS

15

se terminant sur le grand port méhanier de Bethioua-Arzew, là, la côte rocheuse remonte au nord jusqu'aux ilots d'Arzew et se prolonge vers l'Ouest jusqu'au Cap carbon.

\* Les courants :

La connaissance des courants est très importante pour estimer l'influence de la pollution.

Ceux-ci déterminent les phénomènes de mélange, de dilution et de transport des polluants.

Le principal courant dominant est le courant atlantique de surface qui longe les côtes algériennes d'Ouest en Est et peut engendrer des contres-courants au niveau des baies et Golfes (Tchernia, 1960).

\* Les vents :

Cette zone est marquée par la prédominance des vents d'Ouest à Sud-Ouest de Novembre à Avril et des vents d'Est à Nord-Est de Mai à Octobre.

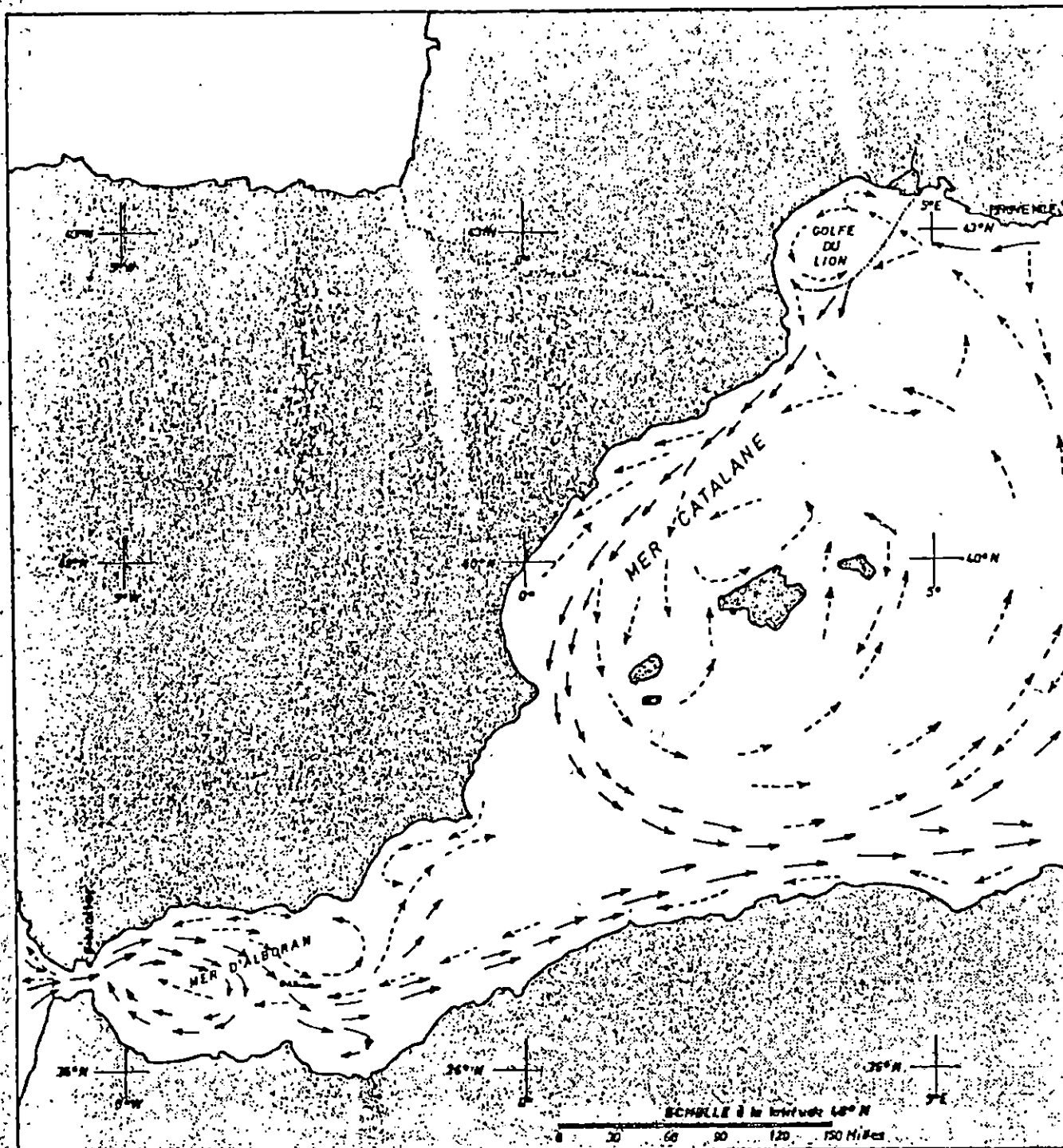
Les vents d'Ouest sont les plus fréquents.

\* Différents types de rejets :

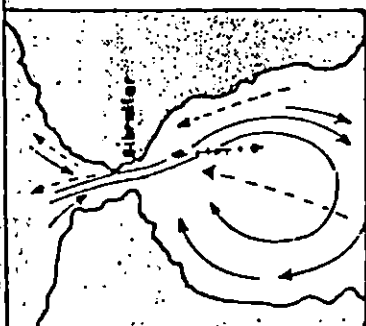
La région connaît un développement urbain assez important du fait de l'expansion industrielle.

\* Les principales sources d'apports de pollutions sont :

- les eaux usées domestiques et industrielles.
- les eaux usées résiduelles et les apports des cours d'eaux continentaux.



- > Courants généraux permanents
- - - - -> Courants généraux saisonniers
- · · · ·> Courants de marée
- > Eau du Rhône



Carte 3: COURANTS DE SURFACE EN MEDITERRANEE OCCIDENTALE  
 (Partie Ouest)  
 (Tiré de AUBERT et AL, 1983)

A2) Données générales sur la baie d'Alger :

\* Situation géographique :

La baie d'Alger est située dans la partie centrale de la côte algérienne.

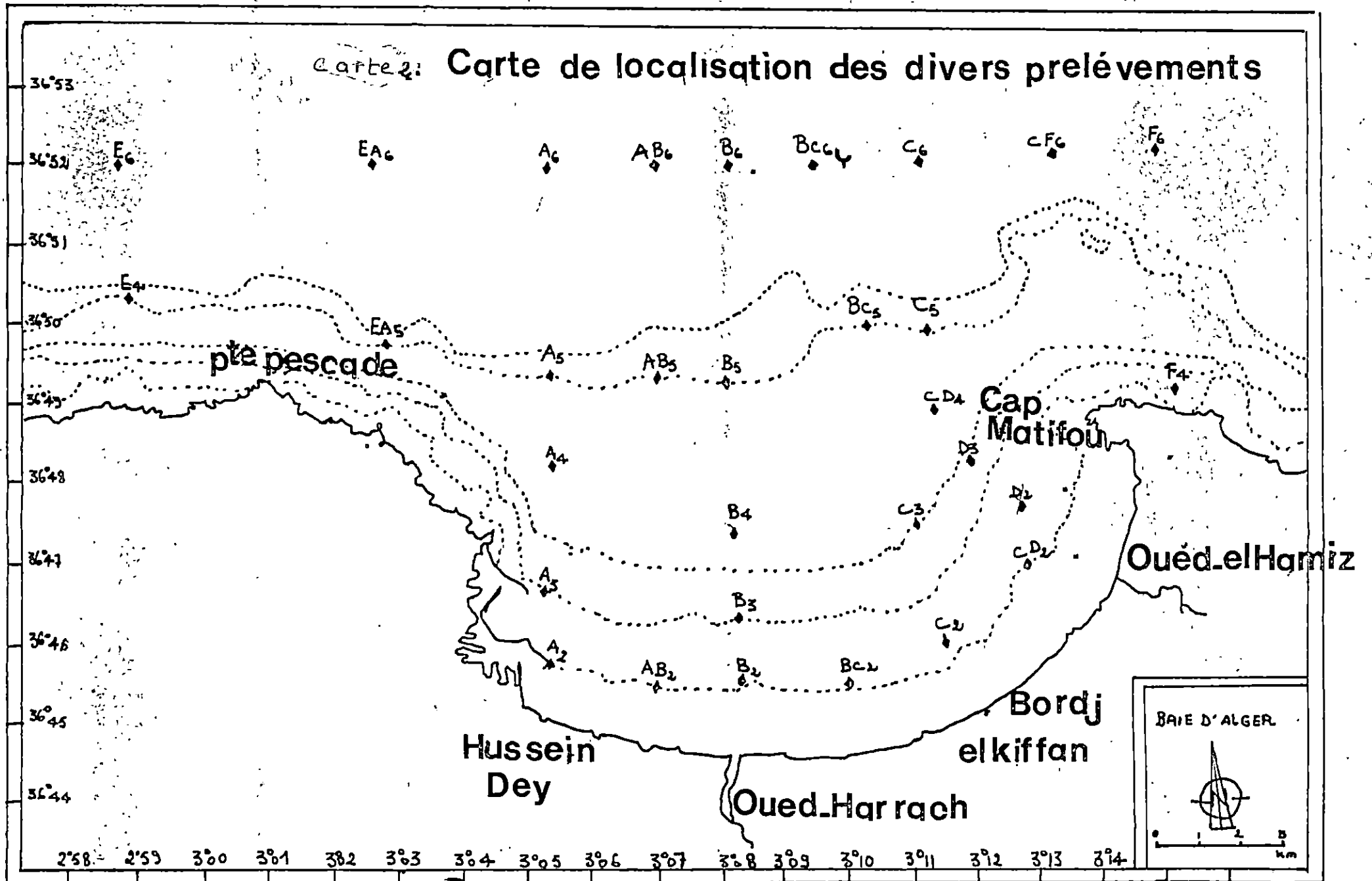
De forme semi-circulaire, elle est délimitée à l'Est par le Cap Matifou et à l'Ouest par la pointe pescade.

- Hussein dey : zone principalement soumise aux rejets urbains et à l'influence des activités portuaires.
- El Harrach : dont l'Oued traverse la plaine de la Mitidja puis la zone industrielle d'Alger. Au niveau d'El Harrach, l'Oued prend l'aspect d'un égout à ciel ouvert.
- Bordj-El-Kiffan : située à une dizaine de kilomètres à l'Est d'Alger. Ce secteur connaît un développement industriel et urbain qui l'expose à une pollution assez accentuée selon le sens du courant Est ou Ouest par les influences des Oueds El Harrach et El Hamiz.
- El-Hamiz : dont le débit est régulé par un barrage. L'activité industrielle y est réduite, il présente une charge polluante peu importante.

\* Les courants :

Le principal courant dominant est le courant atlantique de surface qui longe les côtes algériennes.

Carte 2: Carte de localisation des divers prélèvements



## \* Le courant Algérien et la dynamique des eaux en baie d'ALGER

MILLOT (1985) considère le courant Algérien comme étant un courant turbulent se déplaçant d'Ouest en Est en tourbillon croissant dans la couche de surface.-

En effet, à la sortie de la mer d'Alboran, la veine du courant Atlantique vient se coller aux côtes Maghrébines vers  $0^{\circ}$  et prend la dénomination de courant Algérien à cause de son caractère spécifique d'écoulement le long des côtes Algériennes.

Ce courant commence à dégénérer en méandres et tourbillons (Cycloniques et anticycloniques) vers  $1 - 2^{\circ}$  E.- Au fur et à mesure qu'ils dérivent vers l'Est avec des vitesses de quelques kilomètres par jour, seuls les tourbillons anticycloniques prennent de l'ampleur avec des diamètres assez importants. Ainsi leur passage induit des résurgences d'eau (ou upwelling) côtières qui sont advectées le long de la côte (fig.1.D).

La dynamique marine en baie d'Alger est caractérisée par des houles de faibles amplitudes et une circulation générale anti cyclonique avec l'absence de courant de marée.

Toutefois, des houles de fortes amplitudes peuvent être représentées, peuvent agir dans le domaine littoral et infralittoral.

Les houles d'hiver atteignent de manière frontale le secteur de BENI-MERAD à l'Est de l'embouchure du Hamiz. Elles induisent de part et d'autre de cette zone; deux courants de dérives qui divergent l'un vers Alger et l'autre vers Tamentefoust.

Le premier courant est parallèle à la dérive générale engendrée par le courant Atlantique dans la baie, le second s'écoule à contre sens et se trouve donc probablement plaqué à la côte.

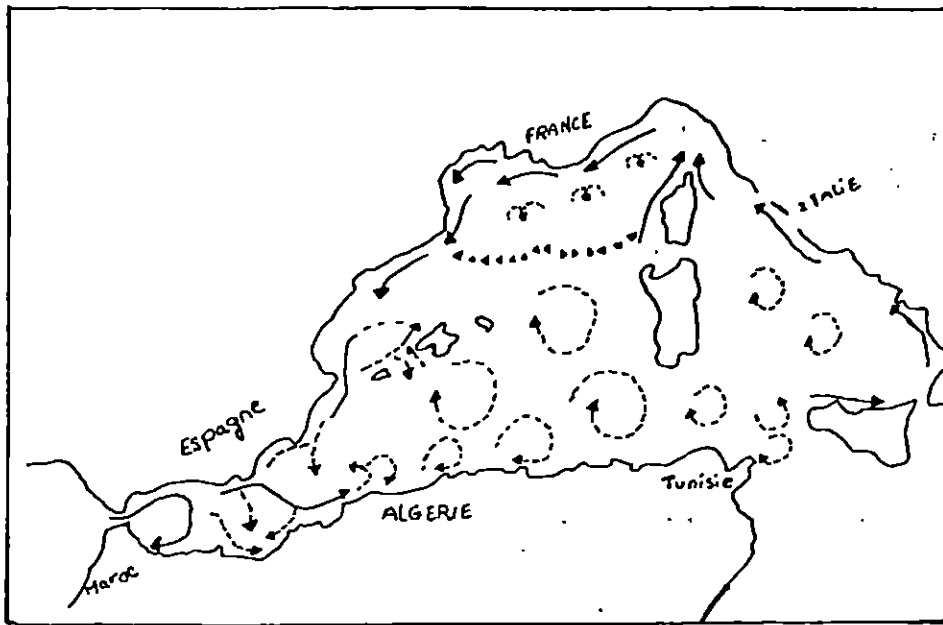


Fig.4 : Circulation de l'Eau Atlantique.

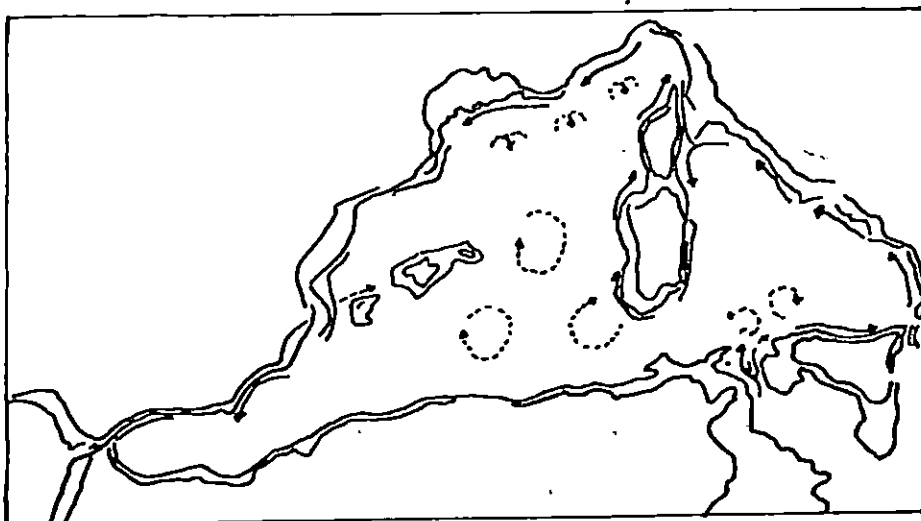


Fig.5 : Circulation de L'Eau Levantine

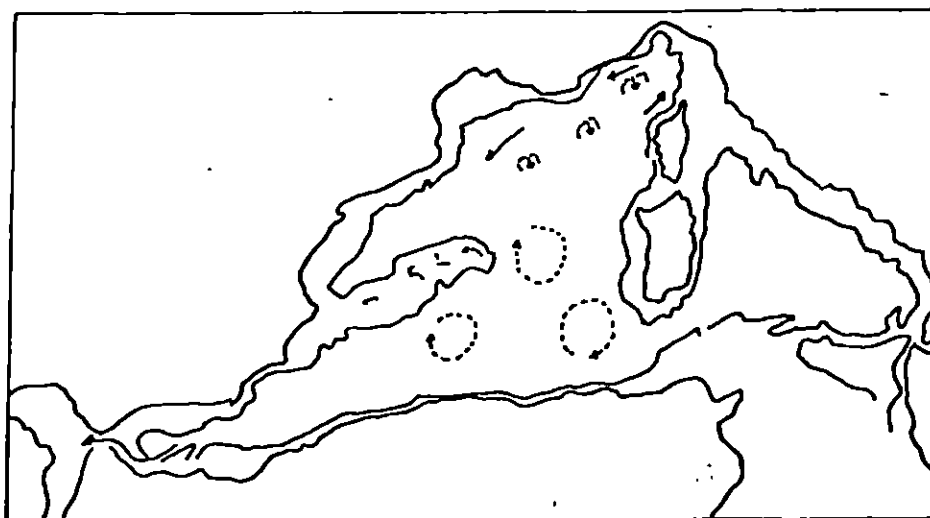


Fig.6 : Circulation de L'Eau Profonde

\* Les vents :

Selon LALAMI et TALEB (1970), les vents dominants de Novembre à Mai sont du secteur Ouest alors que les vents d'Est sont dominants de Juin à Octobre.

\* source de Pollution.

L'agglomération algéroise, qui s'étend autour de la baie avec une forte densité dans la partie Ouest, deverse les rejets urbains par l'intermédiaire des Oueds El Harrach et El-Hamiz, les eaux de drainages de la plaine de la Mitidja et par l'intermédiaire des égouts de la ville d'Alger.

B) Methodologie :

B1) Travaux effectués en mer :

1) Méthode de travail et matériel utilisé :

Le prélèvement est une source de contamination si un certain nombre de règles ne sont pas respectées.

Le matériel de prélèvement doit être propre et manipulé avec soin, et enfin stocké à l'abri de toute contamination possible.

Les bouteilles à clapets doivent être ouvertes seulement le moment de leur mise à l'eau ; ceci doit se faire du côté opposé aux orifices d'évacuations des eaux usées du navire.

Pour la récolte de nos échantillons, des bouteilles à clapets de type Niskin avec messenger ont été utilisées.

L'eau recueilli à chaque niveau de profondeur a été répartie en deux flacons. Ces flacons sont rincés à l'eau de mer deux fois avant le prélèvement des échantillons.

- l'un servira, dès le retour au laboratoire, aux dosages des sels nutritifs et à la mesure de la salinité.
- l'autre sera filtré à bord pour la mesure de la matière en suspension.

La mesure des paramètres physiques et chimiques à bord nécessite :

- Un P H mètre pour la mesure du P H.
- Un oxymètre : permettant la mesure de l'oxygène dissous et de la température.

Materiel utilisé :

Le type de matériau utilisé dépend de l'élément à analysé, du mode et de la durée de conservation.

- Pour le silicium, l'utilisation du verre est à prescrire, le plastique est nécessaire (polyéthylène).
- Pour les phosphates, nitrites et nitrates, on utilise le verre pour éviter toute contamination.
- A la fin de chaque prélèvement, les flacons doivent être étiquetés pour repérer les stations.
- Pour la matière en suspension, le matériel utilisé comporte :
  - une pompe millipore
  - une étuve
  - un dessiccateur
  - une balance de précision
  - boites à peterie en verre, pince à épilée etc...
- Pour les sels nutritifs :
  - verrerie
  - produits chimiques
  - une chaine technicon type "Auto-analyseur II" avec ses accessoires.

2- Prétraitement et conservation des échantillons :

Les échantillons destinés au dosage des sels nutritifs ont été immédiatement conservés par congélation dans un congélateur.

3- Mode opératoire :

- Mise à l'eau des bouteilles de prélèvement du côté opposé des orifices d'évacuations.
- Une fois que les trois bouteilles de prélèvement atteignent la profondeur désirée (ceci grâce au compteur du câble du treuil).

On envoie les messagers le long du câble, et les bouteilles se ferment.

Ces trois bouteilles serviront au prélèvement de l'eau de surface, aux niveaux intermédiaire et en profondeur.

On remonte les bouteilles à bord du bateau, on rince les flacons étiquetés deux fois avec l'eau de mer à analyser et on les remplit de façon à ne pas provoquer d'éclatement lors de la congélation.

#### 4- Mesure des paramètres physico-chimiques :

##### a) Température et oxygène dissous :

De nombreuses méthodes permettent la mesure de la température et de l'oxygène dissous.

Certains utilisent des thermomètres à renversement KURT et GOHLA dont la précision est donnée à  $0,01^{\circ}\text{C}$  pour la détermination de la température ; d'autre : des thermomètres à mercure adoptés généralement aux bouteilles de prélèvement.

La détermination de l'oxygène dissous peut se faire par l'analyse chimique de WINKLER par chromatographie en phase gazeuse et par la méthode électro-chimique.

Pour nos travaux, nous avons utilisé un oxymètre (WT OXI 92) qui permet la mesure in situ et rapide des deux paramètres.

Cet appareil muni d'une sonde électrolytique et qu'on plonge dans l'eau de mer jusqu'au niveau de la profondeur désirée ; permet de mesurer l'oxygène dissous en mg/l avec une précision de  $\pm 0,5$  mg/l et la température en  $^{\circ}\text{C}$  avec une précision de  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ .

a1 : avant utilisation, l'oxymètre doit être étalonné grâce à un baromètre en réglant la pression atmosphérique et le pourcentage de saturation.

b : La salinité :

Deux méthodes peuvent être utilisées :

b1 : Méthode directe ou conductimétrique : permettant l'obtention des résultats de précision  $\pm 0,003 \%$  avec un salinomètre.

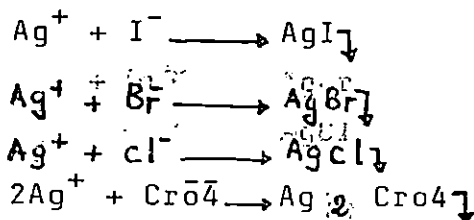
b2 : Méthode indirecte ou volumétrique : c'est la méthode de MOHR KNUDSEN que nous avons utilisé pour la détermination de la salinité de nos échantillons.

b2.1. Principe de la méthode :

Il repose sur la précipitation des hallogénures sous forme d'hallogénure d'argent par addition à l'eau de mer d'une solution titrant de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ).

La fin du titrage est détectée grâce à un indicateur bichromate de potassium  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  qui réagit avec les ions  $\text{Ag}^+$ .

Les principales réactions chimiques :



b.2.2. Réactifs :

- solution de nitrate d'argent à 0,288 mol/l : dissoudre 49 g d' $\text{AgNO}_3$  dans l'eau distillée puis ajuster à un litre.
- indicateur diluant : dissoudre 3,5 g de bichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) dans un litre d'eau distillée.

b.2.3. Mode opératoire :

- Étalonnage :
- pipeter 14,93 ml d'eau normale, dans un becher et ajouter quelques gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  puis mélanger.

- remplir la burette d'une solution d'Ag No<sub>3</sub> pour la titration.
- placer le becher contenant l'eau normale et la solution de K<sub>2</sub> Cro<sub>4</sub> sous la burette et titrer jusqu'a ce que la couleur devient rouge brique.
- noter le volume d'Ag No<sub>3</sub> titre : soit V<sub>1</sub> ce volume.
- refaire la même manipulation et noter le volume V<sub>2</sub>.
- puis faire la moyenne des deux volumes titres :  
$$\frac{V_1 + V_2}{2} = VM.$$
- même procédé pour les échantillons, prendre le volume moyen d'Ag No<sub>3</sub> titre.

A la fin, déduire à partir de ces deux volumes la salinité de l'échantillon considérée sachant bien entendu la salinité de l'eau normale qui est :

S ‰ = 35,00367 ‰ (calculée à partir de la chlorinite) d'où alors la salinité de l'échantillon sera :

$$Se \text{ ‰} = \frac{35,00367 \times \text{Volume moyen d'AgNo}_3 \text{ titre de l'échantillon}}{VM \text{ Ag No}_3 \text{ titre de l'eau normale}}$$

Calcul de la salinité de l'eau normale :

Chlorinite de l'eau normale = 19,37 ‰

soit d<sub>20</sub> : la densité de l'eau de mer à 20° C égale à 1,0248

cl ‰ = 19,376 X d<sub>20</sub> = 19,8565 ‰

S ‰ = 1,80655 X cl ‰ X  $\frac{1}{d_{20}}$

$$S \text{ ‰} = 1,80655 \times 19,8565 \times \frac{1}{1,0248} = 35,00367 \text{ ‰}$$

c. Mesure du P H : Méthode électrochimique :

Le P H est déterminé à l'aide d'un P H mètre 605 muni d'une électrode en verre qui permet une précision de l'ordre de 0,001.

c1. Etalonnage de l'appareil :

Cet étalonnage se fait avec une solution tampon de P H connu : 6,87 et 4.

c2. Mode opératoire :

- rincer l'électrode à l'eau distillée puis la faire secher.
- l'échantillon doit être à la même température que la solution tampon.
- plonger l'électrode dans l'échantillon après cinq minutes d'immersion on note le P H. Agiter l'échantillon si c'est nécessaire.

B2 . Travaux effectués au laboratoire :

Le travail au laboratoire doit se faire dans des conditions idéales pour éviter toute contamination et toute erreur au niveau de la manipulation.

2. Mesure de la matière en suspension :

2.1. Principe de la méthode :

Elle consiste à filtrer de l'eau sur une membrane filtrante afin de retenir toutes les particules supérieures à 0,45  $\mu\text{m}$  (AMINOT, 1983).

2.2 Mode opératoire : il s'est fait en deux étapes (fig B2.2)

2.2.1 Première étape :

- Préparation des filtres au niveau du laboratoire :

- Numéroter les boites à filtre.
- Rincer les filtres à l'eau distillée.
- Secher les filtres à 105°C pendant une heure puis laisser refroidir au dessiccateur.
- peser chaque filtre à la précision de 0,01 mg soit P1 ce poids.
- Replacer aussitôt chaque filtre dans sa boite à l'abri de la poussière.

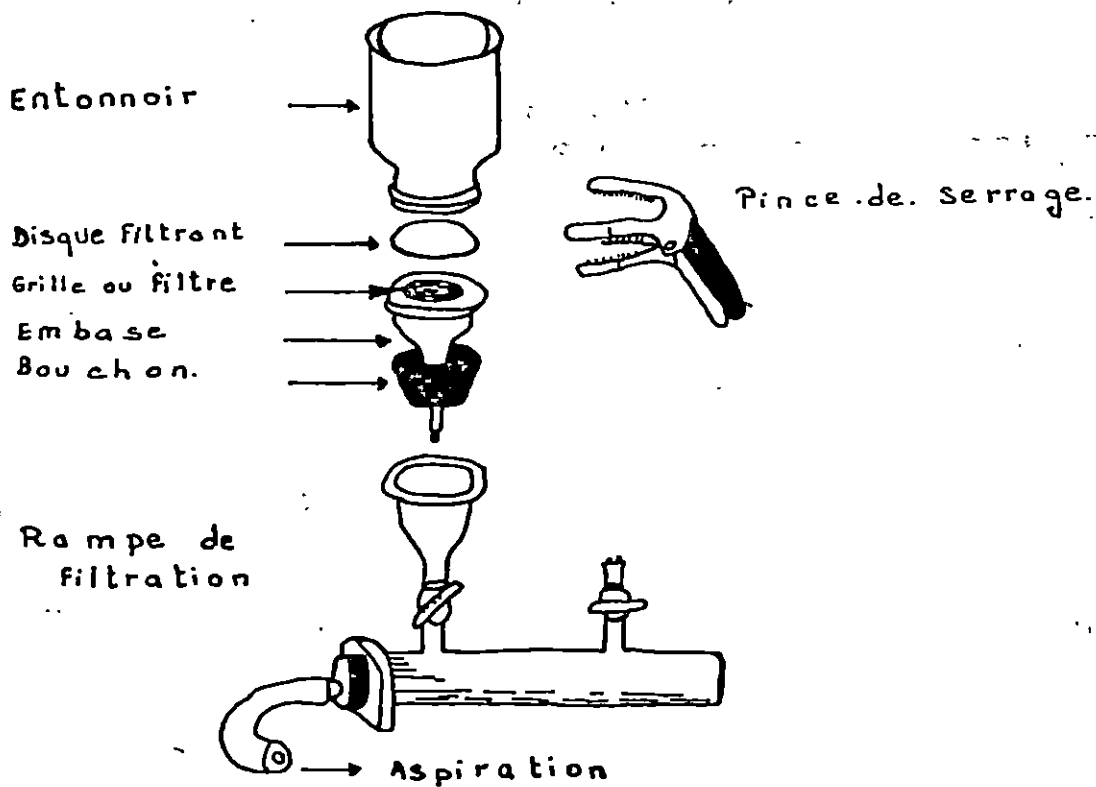


Fig. B<sub>2.1</sub> : Assemblage classique pour la filtration sur membrane

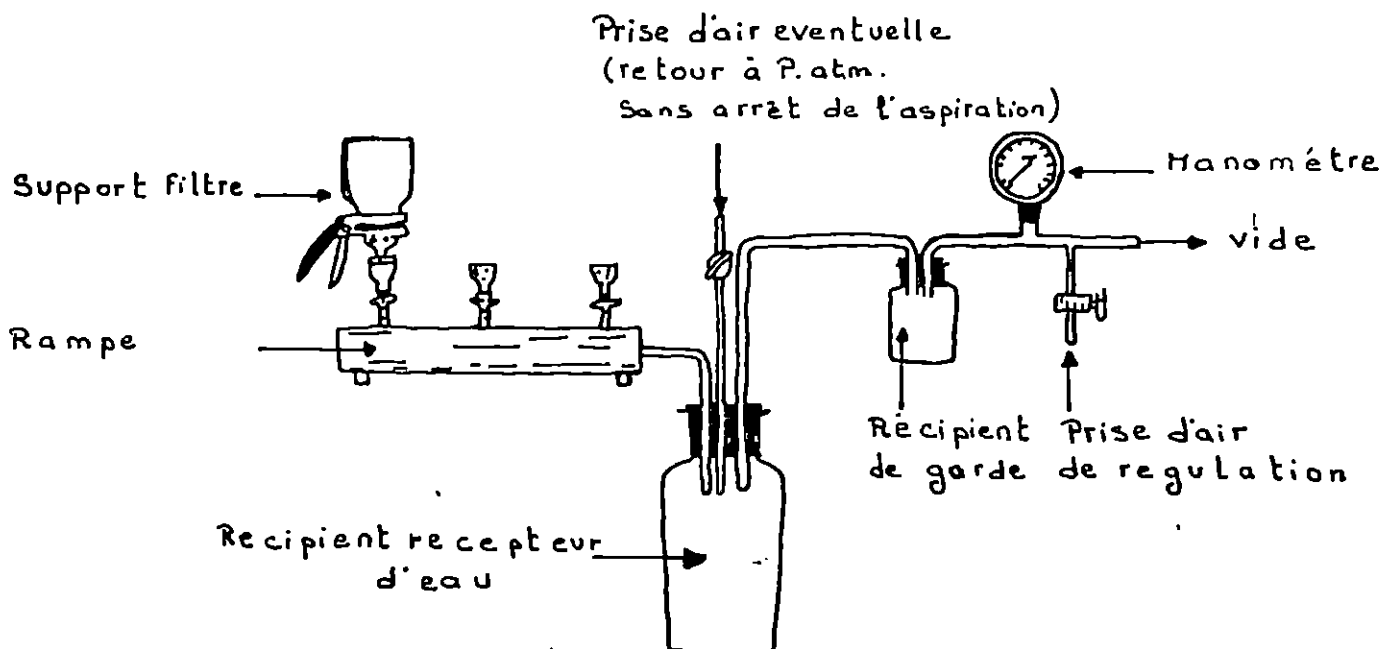


Fig. B<sub>2.2</sub> : Schema d'un ensemble complet pour la filtration

2.2.2 Etape de filtration de l'eau de mer (étape faite à bord du bateau).

- Faire agiter l'échantillon prélevé avant la filtration.
- Mesurer le volume à filtrer, pour être représentatif il doit être supérieur à 100 ml, (pour notre part nous avons filtrer des volumes de 250 ml et 500 ml).
- Filtrer l'échantillon sur le filtre de 0,45 Um de porosité et appliquer le vide, sans créer une dépression supérieure à 2/3 bar pour éviter :
  - . une modification du maillage du filtre.
  - . éclatement des cellules du filtre.
- Supprimer l'aspiration dès que le filtre est à sec, verser alors 5 à 10 ml d'eau distillée sur le filtre et aspirer de nouveau
- Recommencer une seconde fois cette opération de rinçage.
- Supprimer l'aspiration et remettre chaque filtre dans sa boîte numérotée.
- Mettre les boîtes, contenant les filtres dans le couvercle à l'étuve à 45 °C pendant 48 heures pour la deshydratation. L'étuve doit être exempte de poussières.

2.2.3. Etape de mesure (effectuée au niveau du laboratoire)

- Après refroidissement des filtres au dessiccateur, peser chaque filtre soit P2 de nouveau poids.
- La concentration des matières en suspension s'obtient par l'expression suivante :

$$[ M.E.S ]_{mg/l} = \frac{P2 - P1}{V}$$

P1 = poids du filtre avant la filtration (mg).

P2 = poids du filtre après filtration (mg).

V = volume filtré (litre).

### 11.3 Les Sels nutritifs :

#### 3.1 Méthode de travail :

La décongélation des échantillons doit se faire selon des règles strictes. C'est à dire décongeler peu d'échantillons à la fois et à l'eau froide.

Homogénéiser parfaitement l'échantillon (absence totale de glace).

#### 3.2 Colorimétrie et méthodes analytiques des sels nutritifs :

##### 3.2.1 Généralités :

La méthode utilisée pour les dosages chimiques automatiques des sels nutritifs est la colorimétrie à flux continu.

Cette technique d'analyse en flux continu est le principe fondamental de l'auto analyseur II.

Ce concept garantit qu'échantillons et étalons sont traités dans des conditions identiques et analysés à l'état d'équilibre constant.

Pour nos analyses, nous avons appliqué à la chaîne technique les méthodes d'analyse des nitrites, nitrates, phosphates et silicates.

##### 3.2.2 Définition :

La colorimétrie, appelée aussi absorptiométrie ou photométrie est une méthode de dosage chimique basée sur l'absorption de la lumière par la solution analysée.

##### 3.2.2.1 Principe de la méthode :

Un faisceau de lumière de longueur d'onde donnée traverse la solution à analyser. Une partie du faisceau sera transmise "Transmission", l'autre absorbée "absorbance", mesurée en densité optique (D 0).

### 3.2.2.2 Loi de Beer Lambert :

Quand un faisceau lumineux traverse un milieu absorbant, son intensité lumineuse subit une perte due à l'absorbance du milieu. Cette absorbance, fonction de la longueur du milieu et de sa concentration en corps absorbants est exprimée par la loi de Beer-Lambert.

$$D.O = \text{Log} (I_0/I) = \epsilon.L.C$$

avec :

- I et  $I_0$  : intensités lumineuses incidentes et émergentes du milieu
- $\epsilon$  : coefficient d'extinction molaire variant en fonction de la température et de la longueur d'onde exprimée en  $l/\text{mole. Cm.}$
- L : longueur du milieu traversée exprimée en Cm.
- C : concentration du milieu exprimée en mole/l.

### 3.2.3 L'Auto analyseur II Technicon :

#### \* Description de la chaîne analytique :

La chaîne technicon comprend :

#### 3.2.3.1. Le distributeur d'échantillons : (SAMPLER IV)

C'est un plateau de distribution comprenant 40 godets à échantillons disposés en couronne.

Les échantillons sont prélevés automatiquement avec une période programmable par une came.

Entre deux échantillons, un rinçage est assuré par le retour de l'aiguille de prélèvement à la cuve de rinçage (pour éviter la contamination entre les échantillons (fig 7)).

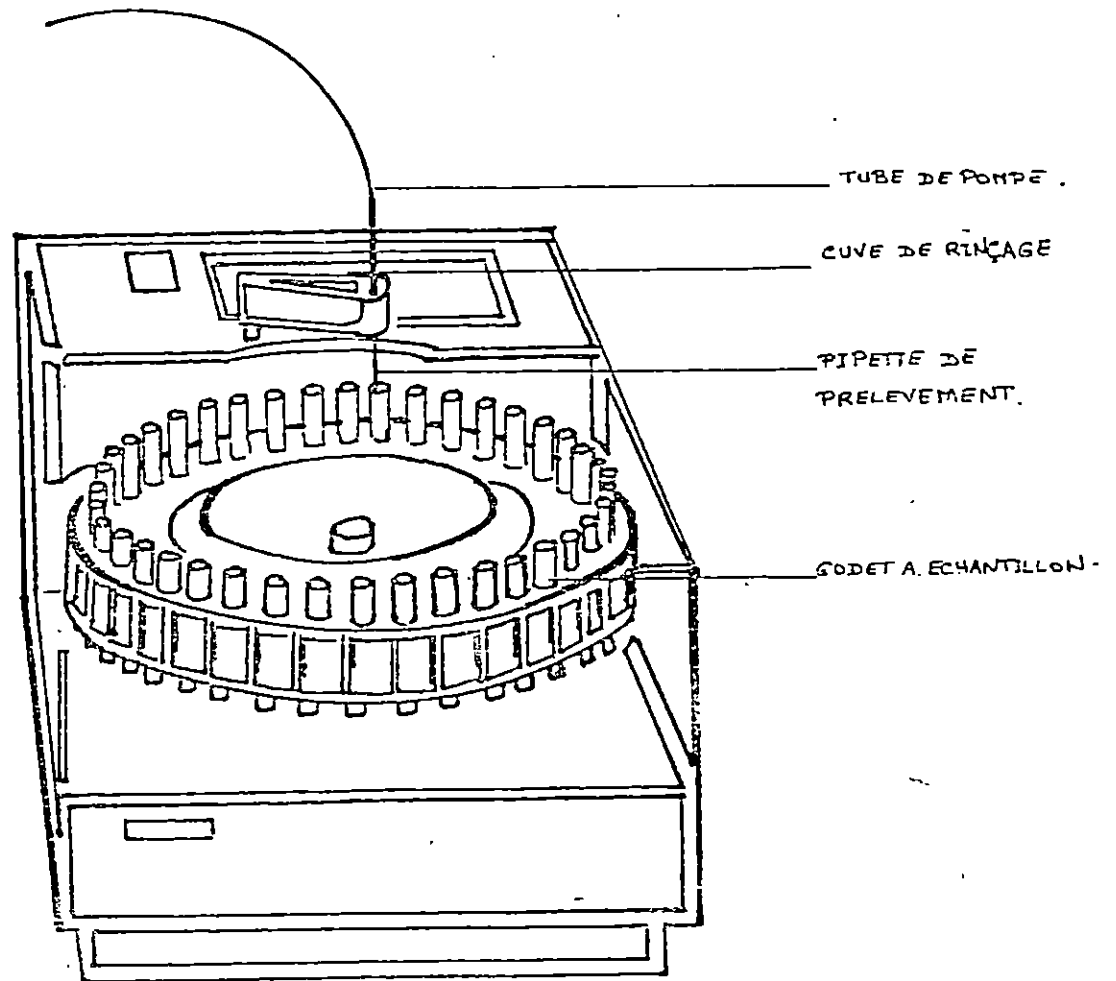


Fig. 7 Le distributeur d'échantillons de l' AUTOANALYSER II.

### 3.2.3.2 La pompe proportionnante : (type PII)

Le système d'analyse automatique des liquides impose l'emploi d'un dispositif qui assure la circulation des échantillons et des autres liquides (rinçage, réactifs...) dans le circuit.

Une pompe propulse donc liquides et bulles d'air dans les tubes grâce à un processus régulier de compression puis de relâchement de ces tubes. Le volume de liquide pompé ne dépend que du diamètre interne du tube puisque la vitesse de pompage reste constante.

Le flux est propulsé dans le circuit analytique où ont lieu les réactions chimiques avant la mesure de l'absorbance (fig 8).

### 3.2.3.3 Cassette analytique (ou manifold) :

Le manifold est l'ensemble du montage du circuit analytique. Ce dernier est construit à l'aide de pièces et de tubes en verres, en plastiques (PVC) et en polyéthylène ; des injecteurs à 2 ou 3 voies, bobines de 5, de 10 ou 20 tours pour assurer le mélange, débulleurs qui permettent l'évacuation des bulles d'air et le rétablissement d'un flux de liquide continu.

Certaines réactions chimiques, telles que celles des phosphates et silice nécessitent une température. Dans ce cas le manifold dispose à la fin, d'un bain marî à température fixée et connue dans lequel le flux analytique passe. (fig 9).

### 3.2.3.4 Colorimètre monocanal : (fig 10)

Le colorimètre monocanal de l'auto analyseur II assure la mesure de la densité optique (absorbance) des substances analysée en flux continu.

Le flux continu est obtenu par un système de débullage de la solution (échantillons + réactifs) au niveau de la cuve de mesure. L'énergie lumineuse prend source d'une lampe fixe de régime d'énergie constant et suit deux trajets optiques aboutissants à deux phototubes.

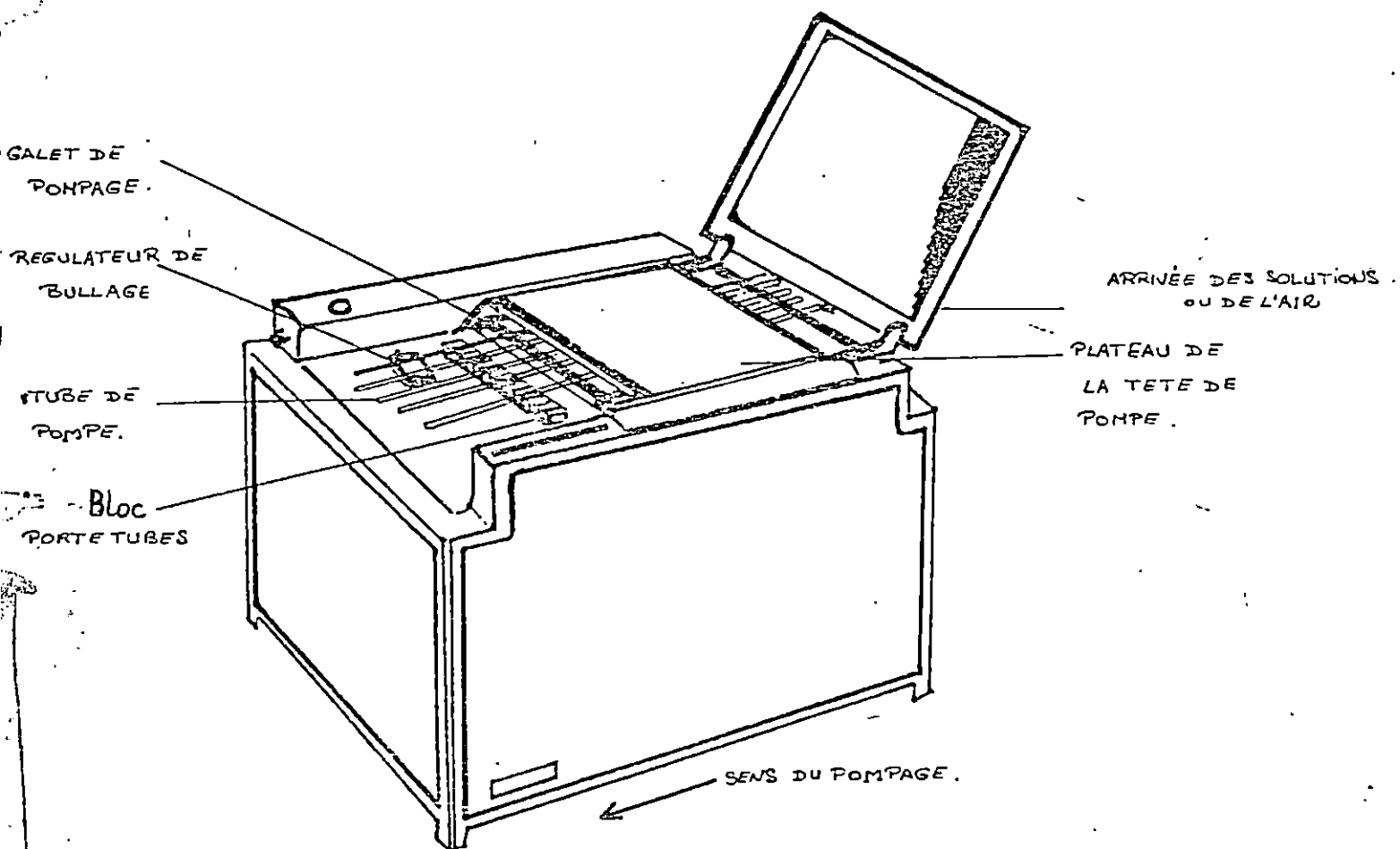


Fig. 8. La pompe proportionnante de l'AUTOANALYSER II.

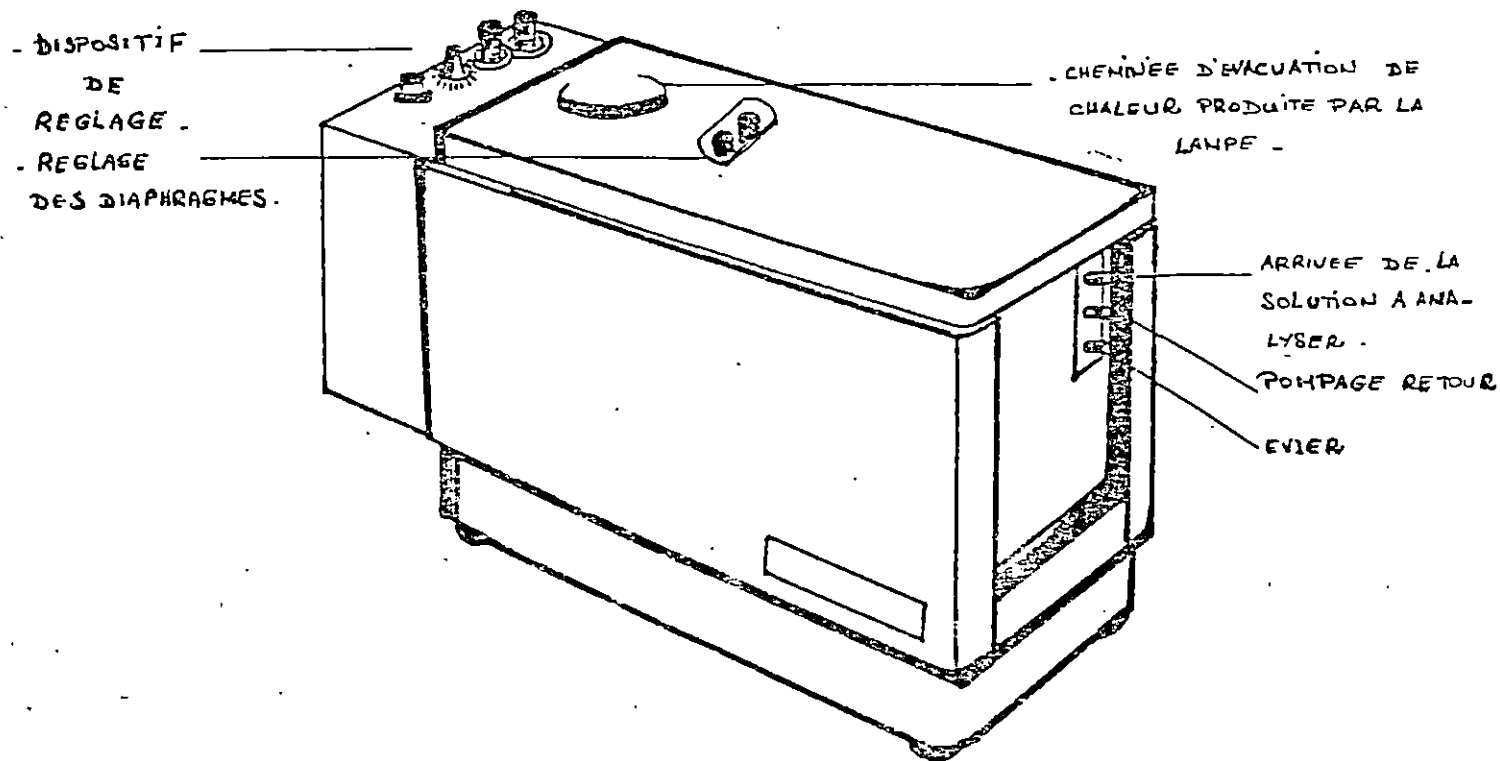


Fig. 9. Le colorimètre monocanal de l'AUTOANALYSER II.

L'un des trajets optiques, dit de "mesure" traverse le flux analytique résultant de la réaction chimique de coloration, tandis que l'autre traverse l'air et établit un niveau de référence fixe. Les deux phototubes reçoivent les faisceaux lumineux après traversé des cuves de mesure et produisent deux signaux électriques :

L'un de mesure, varie en fonction de la quantité de substance dosée dans la solution, l'autre de référence reste constant. Un commutateur permet la transmission de ces signaux au modèle de calcul de la densité optique.

Ce dernier établit le logarithme des rapports des signaux et les convertit directement en signaux (résultats graphiques) proportionnels aux concentrations de la substance dosée par comparaison : avec des étalons connus.

#### 3.2.4. Méthodes analytiques des sels nutritifs :

Actuellement, l'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer est l'objet d'une étude beaucoup plus raffinée et modernisée puisque de nos jours cet analyse est utilisée à bord des navires océanographiques.

La chaîne de l'auto-analyseur II-Technicon est l'une des moyens les plus employés qui a permis à l'océanographe chimiste de disposer rapidement de nombreux résultats.

##### 3.2.4.1 Méthode d'analyse des nitrates :

Mise à part la délicatesse de la préparation et montage de la colonne réductrice, l'analyse automatique des nitrates dissous dans l'eau de mer ne pose pas de problème et donne de bons résultats.

##### 3.2.4.1.1. Principe du dosage :

Les nitrates sont réduits en nitrites sur une colonne réductrice cadmium, cuivre (WOOD et AL, 1967).

Les nitrites sont dosés par colorimétrie après diazotation avec le sulfanilamide et copulation des diazoïques obtenus selon la technique décrite par BENDSHNEIDER et ROBINSON (1952). En milieu acide les ions nitreux combinés avec la sulfanilamide forment un diazoïque.

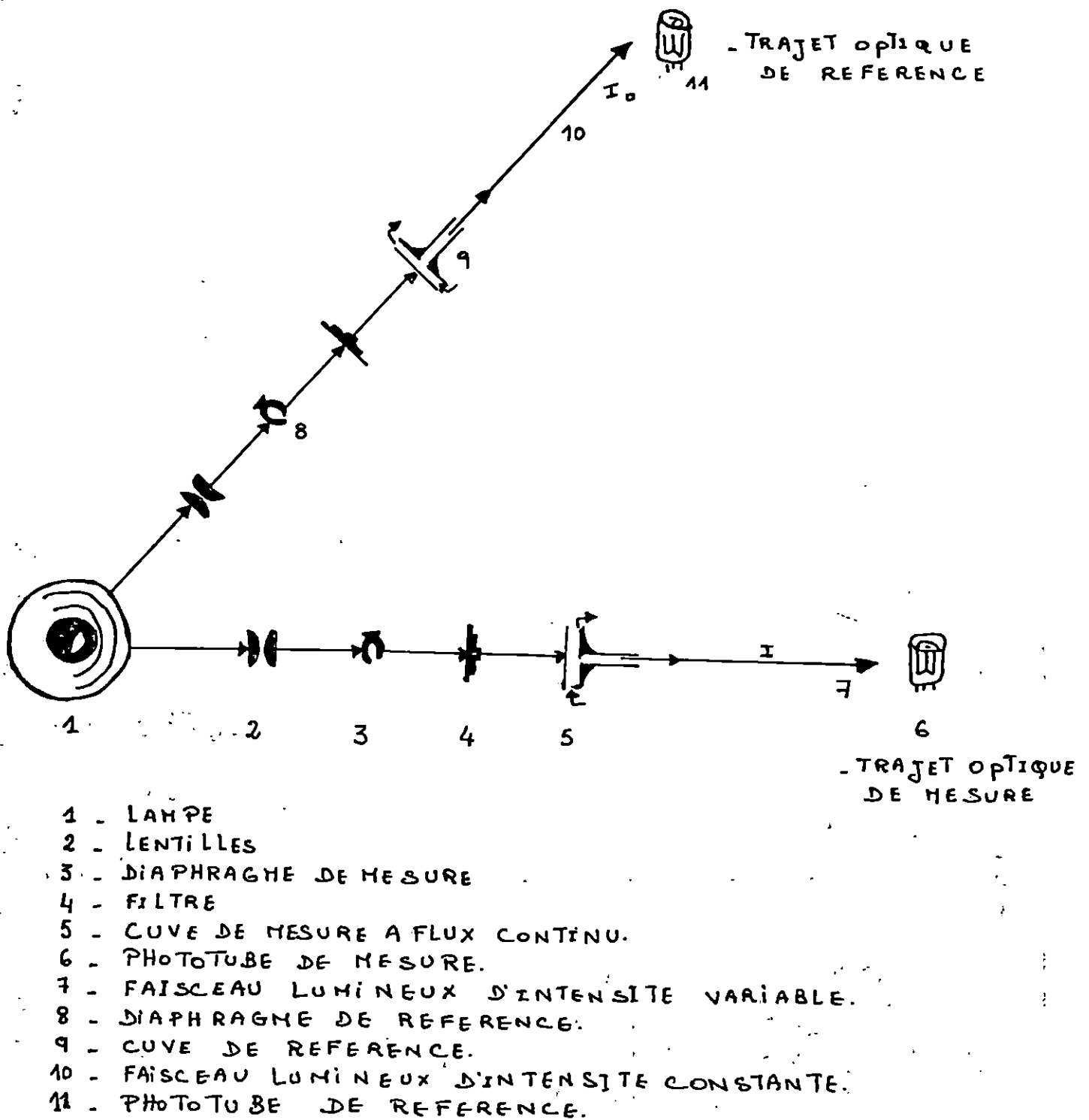
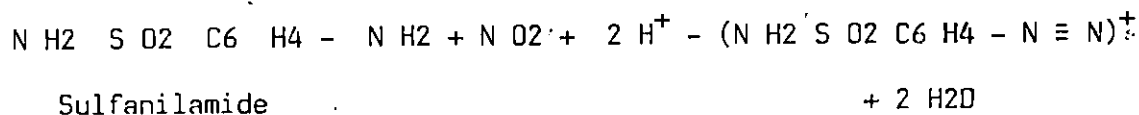
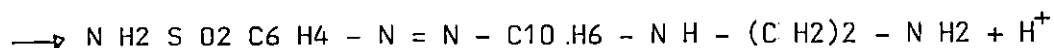
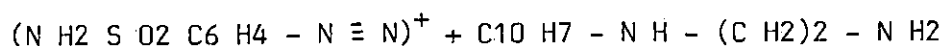


Fig 10: Trajets. Optiques. du. Colorimètre monocanal à Flux. Continu.



puis le diazoïque réagit avec le N- naphtyl éthylène - diamine pour former le colorant.



### 3.2.4.1.2 - Circuit analytique :

Le montage du circuit suit le schéma de TREGUER et LE CORRE (1974) (fig 1A).

La diminution du volume du circuit de la colonne réductrice a nécessité l'emploi de tubes de faibles diamètres et une colonne de dimension réduite.

Il faut surtout éviter la pénétration des bulles d'airs et le passage des détergents (BRIDJ) à l'intérieur de la colonne car ceux-ci peuvent provoquer une chute du rendement de la colonne réductrice.

### 3.2.4.1.3 - Préparation de la colonne réductrice :

(méthode du technicon).

- la colonne est en verre en forme de U de 2 mm de diamètre interne et de 35 mm de long.
- les grains de cadmium de produit MERCK sont sélectionnés par tamassage entre 0,315 mm et 0,710 mm.
- 3 g de cadmium sont lavés à l'ether-éthylique puis à l'eau distillée.
- ces grains sont rincés rapidement (environ une minute) avec 50 ml d'acide chlorhydrique (HCl, 6 N) puis plusieurs fois à l'eau distillée (ceci pour éviter la destruction des particules) et laisser décanter.
- lavage des grains de cadmium avec 50 ml d'une solution à 2 % de sulfate de cuivre (Cu SO<sub>4</sub>, 5 H<sub>2</sub>O) jusqu'à la disparition de la couleur bleue.
- décanter et laver soigneusement à l'eau distillée.

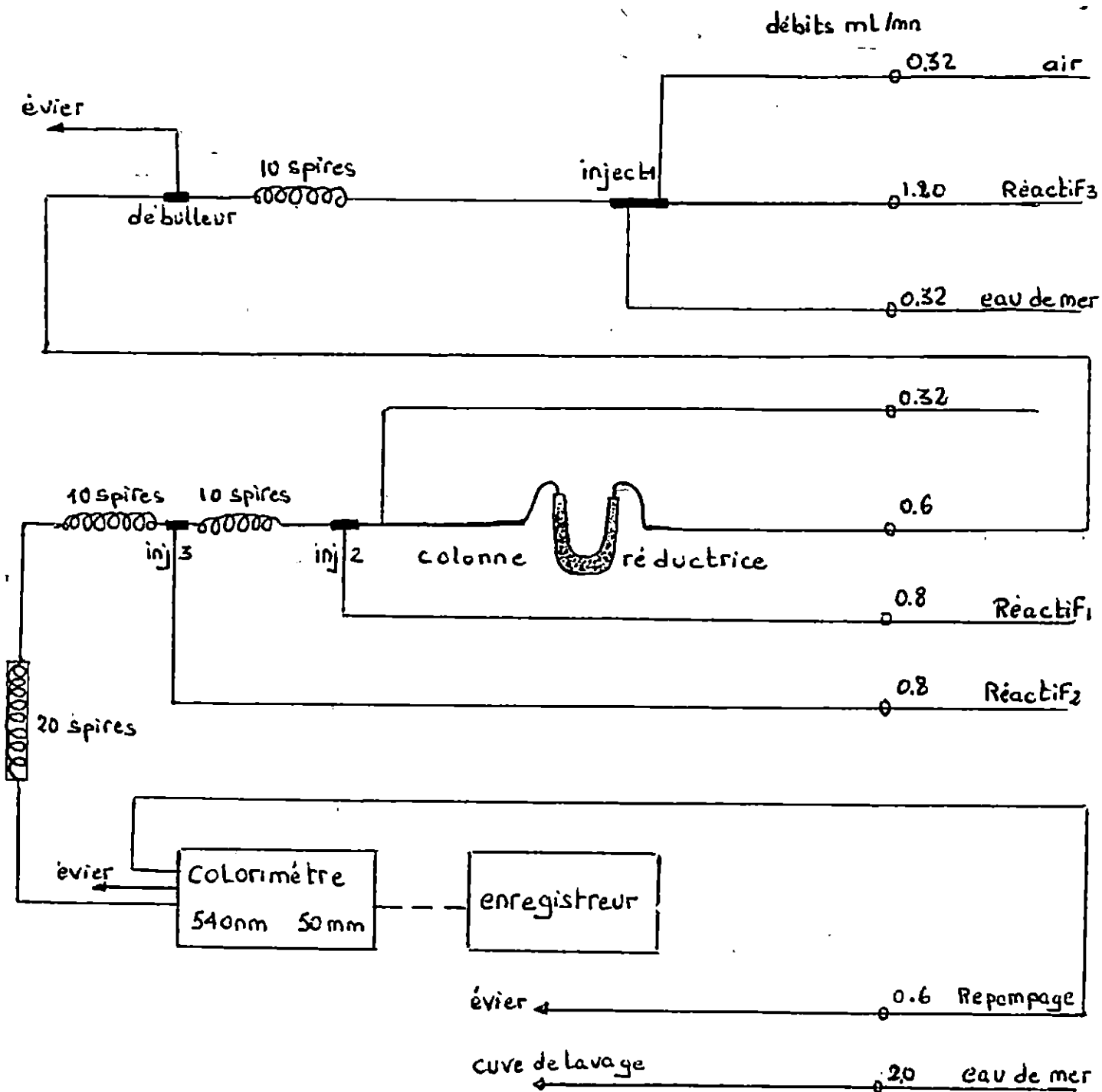


Fig 11 : CIRCUIT ANALYTIQUE des NITRATES

- laver de nouveau avec 50ml d'une solution à 2 % de sulfate cuivre jusqu'à l'apparition des particules colloïdales rouges, et laisser décanter.

- après cette opération, les grains de cadmium sont trempés dans une solution de chlorure d'ammonium  $NH_4Cl$  à 6,9 % et mis dans la colonne et ne doivent pas être en contact de l'air.

3.4.1.4 Préparation des réactifs :

Il sont réalisés à partir des produits Merck et d'eau distillée repassée sur une résine échangeuse d'ions maxy-modél.

Réactif 1 : 5 g de sulfanilamide sont dissous dans 500 ml d'eau distillée, on ajoute 50 ml d'acide chlorhydrique (HCl 12N) puis on complète à 1000 ml par l'eau distillée. A ce mélange, on ajoute 1ml de Bridj (agent mouillant).

Réactif 2 : 500 mg de dichlorure de N. (Naphtyl.1) éthylène diammonium sont dissous dans un litre d'eau distillée.

Réactif 3 : dissoudre 10 g de chlorure d'ammonium dans un litre d'eau distillée. Ajuster le PH à 8,5 par une solution d'ammoniac.

Solution de rinçage de la colonne :

NH<sub>4</sub> Cl dans un litre d'eau distillée.

3.4.1.5 Solution mère et standards :

La solution mère est préparée à partir de la dissolution de 506 mg de KNO<sub>3</sub> sec dans un litre d'eau distillée, avec un ajout de quelques gouttes de chloroforme pour la conservation.

1ml de la solution mère : 5 Uatg No<sub>3</sub> - N.

Les solutions standards sont préparées à partir de l'eau de mer pauvre en nitrate filtré à 0,48 Um.

3.4.1.6 Mode opératoire :

- Le colorimètre est allumé plus d'une heure avant l'analyse.
- Les mesures sont effectuées à 540 nm.
- Position damp 1.
- Standard calibration utilisé est compris entre 1 et 2 selon les concentrations à doser.
- Ligne de base : vérifier que le zéro électrique, le zéro sur l'eau distillée et la ligne de base après l'introduction des réactifs ne présentent aucune dérive.
- La colonne réductrice est introduite quand l'hydraulique du système est équilibré.
- Passage d'une série d'échantillons à analyser (environ 10) est précédé et suivi d'une série d'étalons en gomme montante.

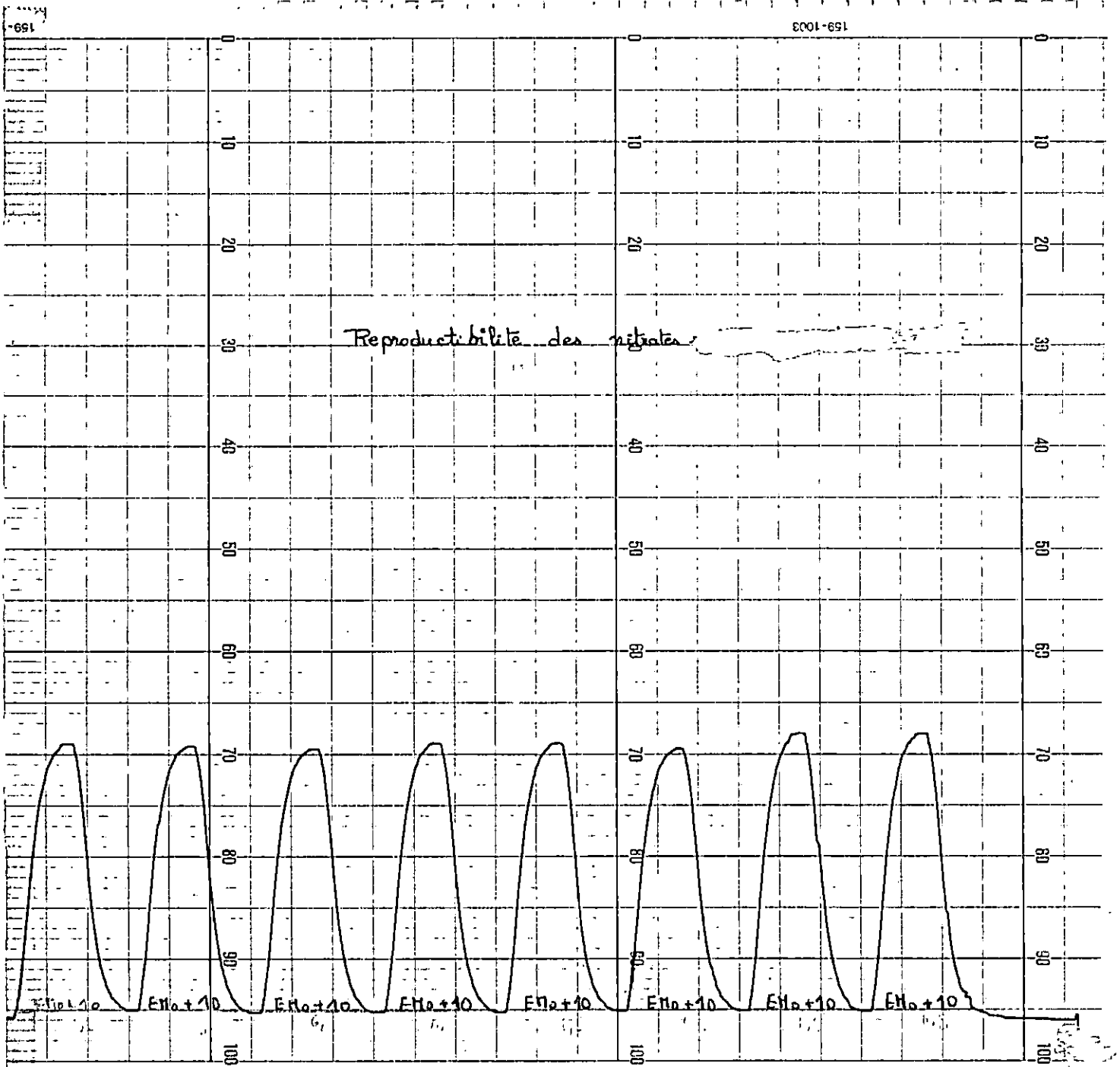


Fig 12. Dosage de nitrates Autoanalyseur II

Reproductibilité (10 mg/l)

Cadence analytique :

La came utilisée est de 10 échantillons par heure.

La cadence utilisée pour cette analyse est de 4 mn de prélèvement et de 2 mn de rinçage.

En fin d'analyse, on fait un test de reproductibilité sur 8 à 10 mesures d'un même échantillon ou un même standard.

3.2.4.1.7. Courbe d'étalonnage:

La relation  $D.0 \approx f(c)$  pour les nitrates, montre une courbe d'étalonnage faite par une série de standard analysé avec un débit de prélèvement de l'échantillon de 0,32 ml/mn.

Cette courbe vérifie la loi de BEER-LAMBERT jusqu'à une concentration de 15  $\mu\text{mole/l}$  (TREGUER et LE CORRE, 1974).

3.2.4.1.8 Précision.

Sur 8 mesures au niveau de 1,15  $\mu\text{mole/l}$ , l'écart type est de 0,043  $\mu\text{mole/l}$  et une reproductibilité de 96,26 %.

Hauteur du plateau (cm)

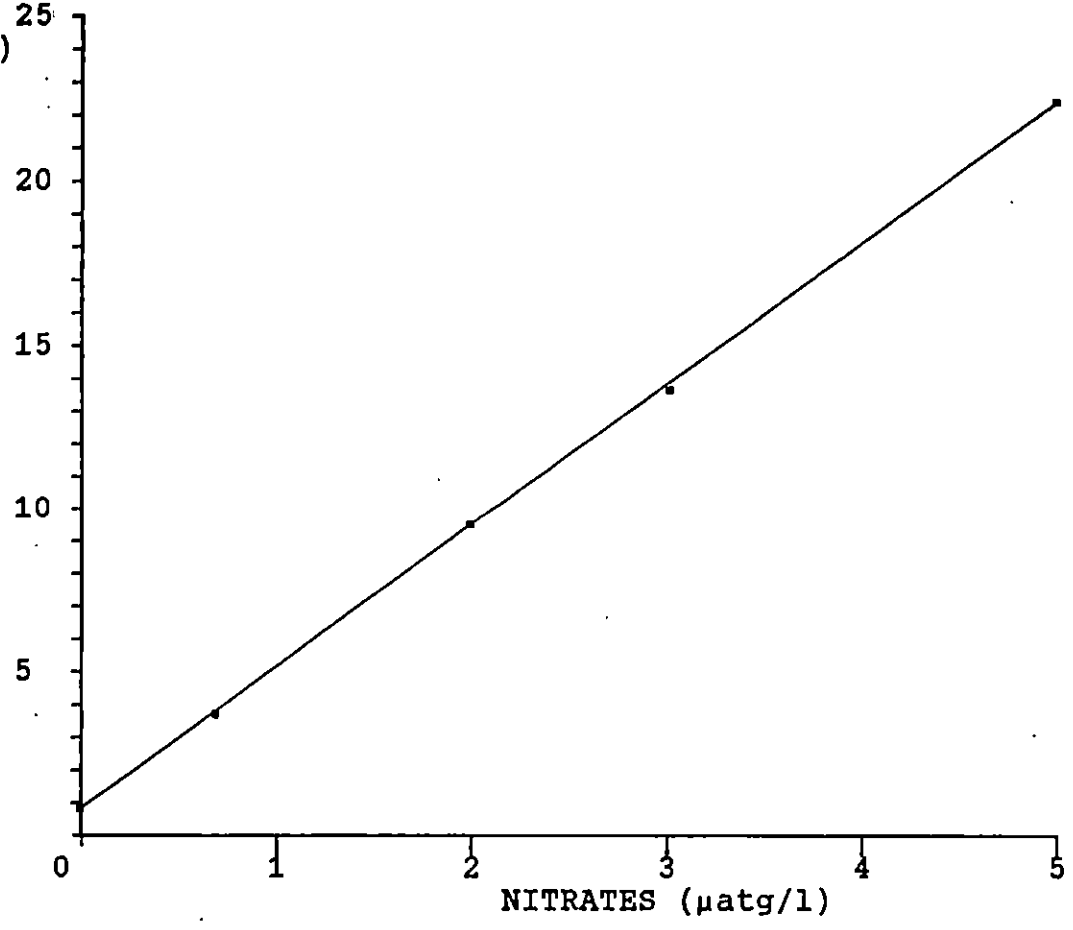


Fig 14: Courbe étalon des nitrates

Hauteur du plateau (cm)

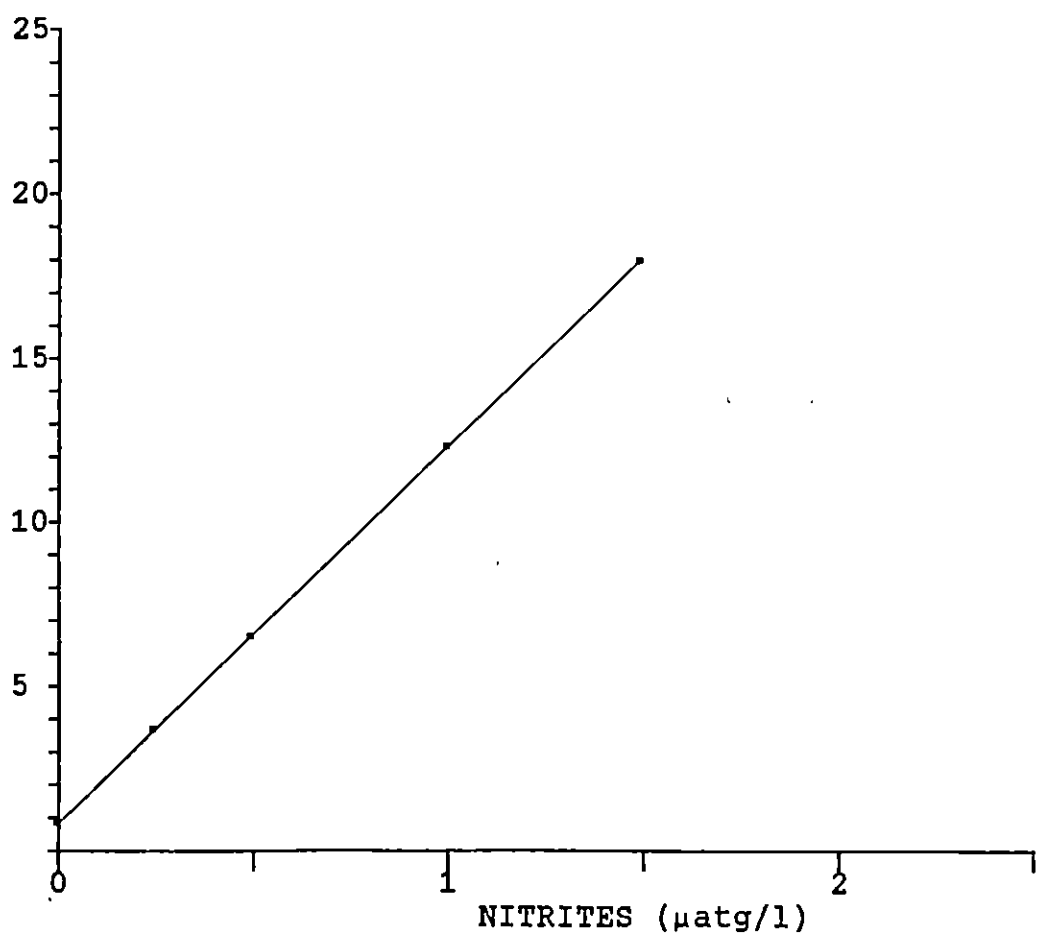


Fig 15: Courbe étalon des nitrites.

### 3.2.4.2. Méthode d'analyse des nitrites :

#### 3.2.4.2.1 Principe du dosage :

Le dosage automatique des nitrites est basé sur la même méthode que celle qui a été décrite pour les nitrates.

Cependant, quelques modifications sont apportées sur le circuit analytique pour éliminer la dérive chimique.

#### 3.2.4.2.2 Circuit analytique :

L'étage de dilution et de réduction des nitrates est supprimé du montage.

Les liaisons sont réalisées par des tubes en verre, des joints en plastique assurent cependant la souplesse du montage.

Les réactifs et l'eau de mer sont pompés dans un rapport identique à ceux utilisés dans les nitrates, seulement les débits sont augmentés. (fig 13) :

#### 3.2.4.2.3 Réactifs :

Ce sont les mêmes réactifs que ceux utilisés pour les nitrates avec en plus une solution de lavage de la cuve.

Solution de lavage de la cuve : 1 ml d'acide chlorhydrique (HCl) concentré dans un litre d'eau distillée.

#### 3.2.4.2.4 Solution mère (A) : est préparée à partir de la dissolution de 345 mg de nitrate de sodium ( $\text{NaNO}_2$ ) dans un litre d'eau distillée.

Solution fille (B) : prendre 5 ml de la solution (A) à diluer dans 100 ml d'eau distillée.

1 ml de la solution (B) = 0,25  $\mu\text{atg No}_2 - \text{N}$ .

Les solutions standards sont préparées à partir d'une eau de mer pauvre en nitrite et filtrée sur un filtre de 0,45  $\mu\text{m}$ .

#### 3.2.4.2.5 Mode opératoire : Il est identique aux nitrates.

#### 3.2.4.2.6 : Etalonnage : La relation $D.O = f(c)$ pour les nitrites est linéaire, jusqu'à des concentrations de 2 $\mu\text{mole/l}$ (TREGUER et LE CORRE, 1974).

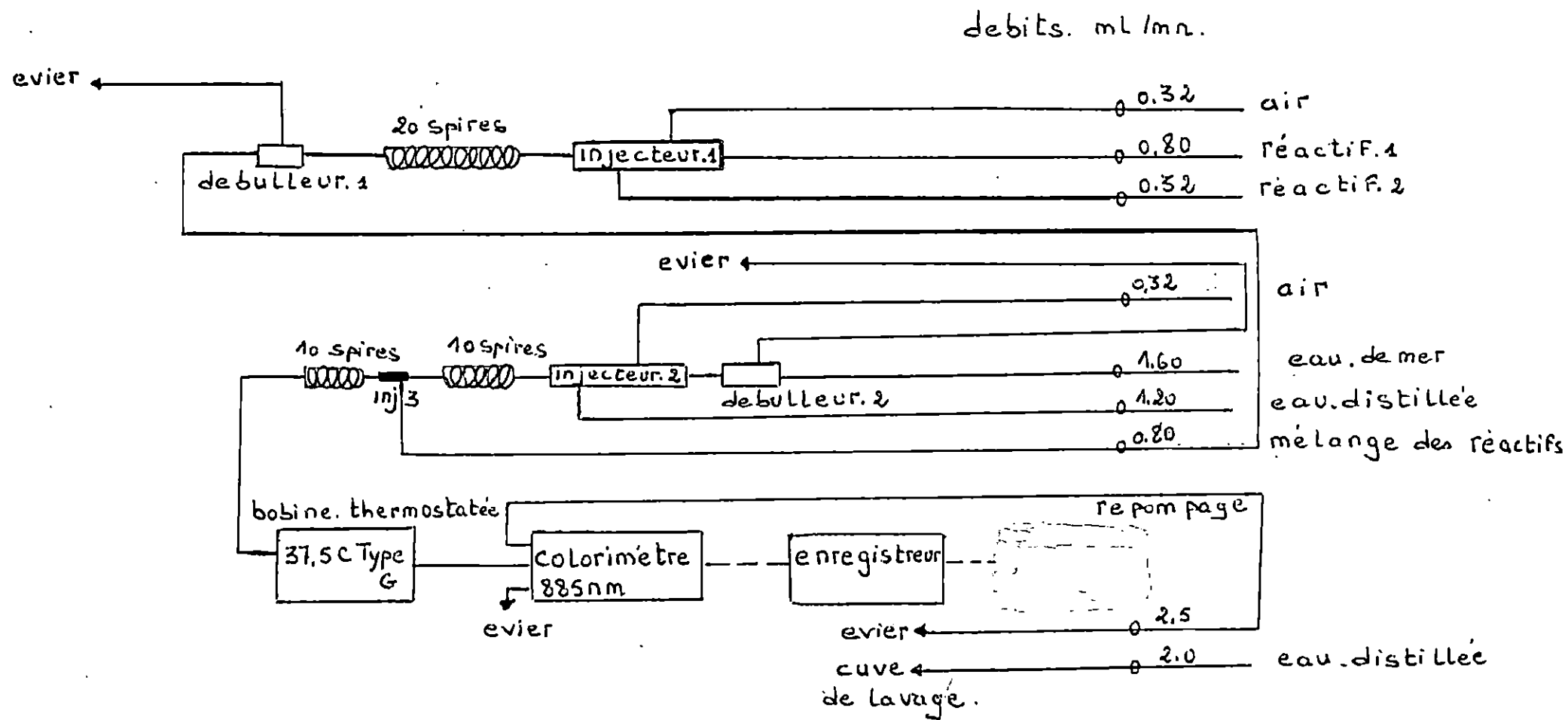


Fig 13: CIRCUIT ANALYTIQUE DES PHOSPHATES

3.2.4.2.7 Précision : Sur 6 mesures au niveau de 0,1078  $\mu\text{mole/l}$  l'écart type est de 0,0026  $\mu\text{mole/l}$  et une reproductibilité de 97,58 %.

### 3.2.4.3 Méthode d'analyse des phosphates :

Le dosage des phosphates dissous dans l'eau de mer se fait généralement par la réaction de DENIGES(1920) selon la méthode de MURPHY et RILEY (1962) adoptée à l'analyse automatique. Pour nos analyses, la méthode utilisée est celle qui a été décrite par TREGUER et le CORRE (1974).

#### 3.2.4.3.2 Circuit analytique :

Le circuit analytique est monté suivant le schéma de TREGUER et le CORRE (1974).

Il est indispensable de réduire les liaisons et d'utiliser des tubes de jonction en verre pour éviter toute contamination et assurer une meilleure circulation dans la cuve de mesure.

L'utilisation de liaisons en plastique peut se faire seulement au niveau des tubes de repompages pour permettre une souplesse suffisante au montage du système (fig 16).

#### 3.2.4.3.3. Les réactifs :

Réactif 1 : - 500 ml d'acide sulfurique 4,9 N (136 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré sont dissous dans un litre d'eau distillée).

- 150 ml d'une solution d'heptamolybdate d'ammonium (40 g  $\text{NH}_4\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  sont dissous dans un litre d'eau distillée).

- 50 ml d'une solution d'oxytartrate de potassium et d'antimoine (3 g de  $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  sont dissous dans un litre d'eau distillée) à conserver au congélateur, décongeler juste avant usage.

Réactif 2 : - Solution d'acide ascorbique : 9 g de  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_6$  dissous dans 500 ml d'eau distillée.

Eau de dilution : 1 ml de levor IV par litre d'eau distillée.

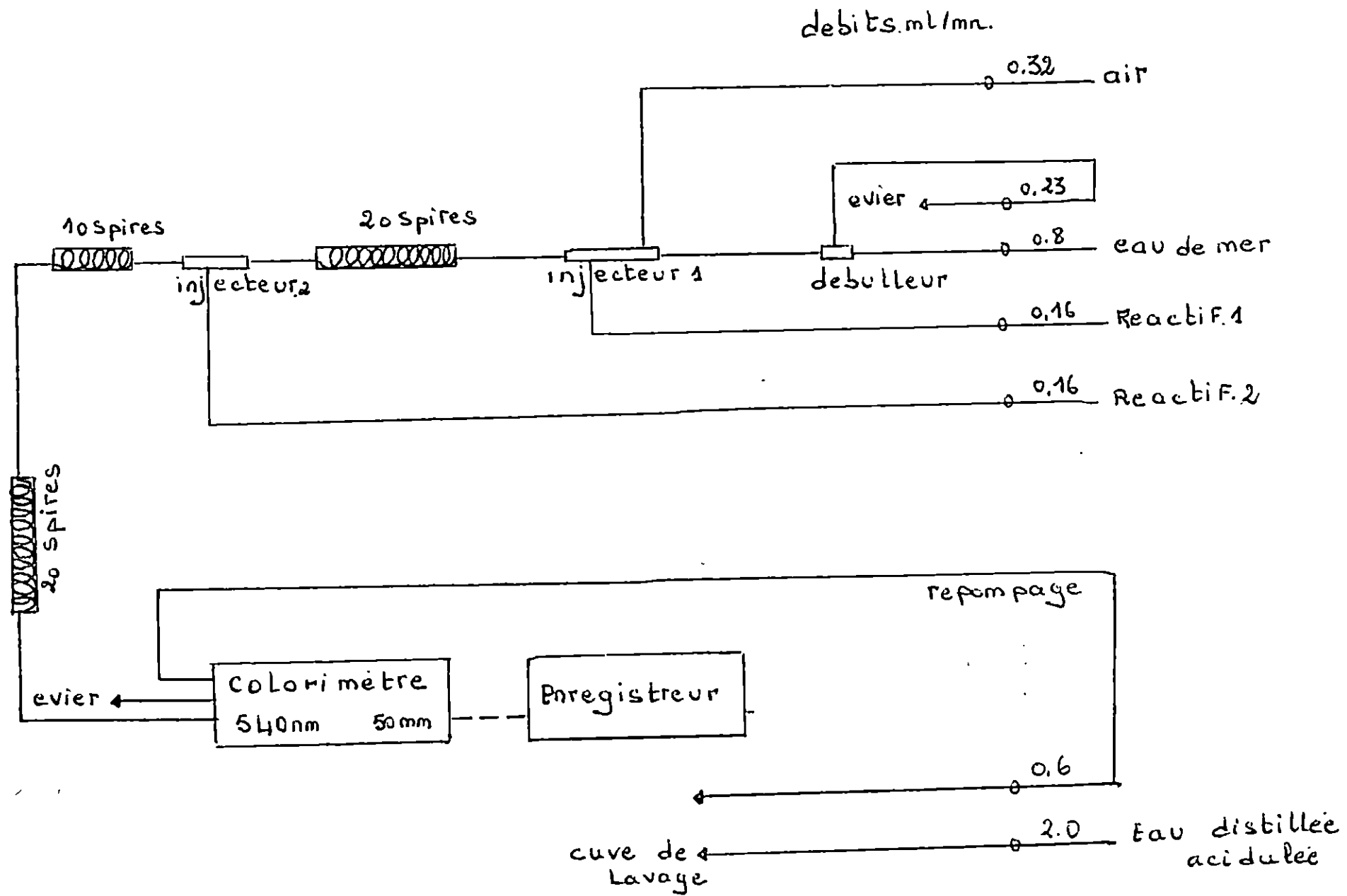


Fig 16: CIRCUIT ANALYTIQUE DES NITRITES

#### 3.2.4.3.4 Solution mère et standards :

La solution mère est préparée à partir de la dissolution de 68 mg de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dans un litre d'eau distillée avec ajout de quelques gouttes de chloroforme pour la conservation.

1 ml de la solution mère =  $0,5 \mu\text{atg Po}_4^{3-}$ .

Les standards sont préparées à partir d'une eau de mer pauvre en phosphate et filtrée sur un filtre de  $0,45 \mu\text{m}$  de porosité.

#### 3.2.4.3.5 Mode opératoire :

- Le colorimètre est allumé plus d'une heure avant l'analyse.
- Les mesures sont effectuées à 850 nm.
- Position damp 2.
- Le facteur calibration compris entre 7 et 8.
- La réalisation de la ligne de base, le passage des échantillons et le rythme d'analyse sont effectués selon les mêmes procédés que pour les nitrates et nitrites.

#### 3.2.4.3.6 Etalonnage :

La courbe d'étalonnage obtenue est une droite linéaire de la forme  $D.O = f(c)$ .

La loi de BEER-LAMBERT est vérifiée jusqu'à une concentration de  $3 \mu\text{mole/l}$  (TREGUER et LE CORRE, 1974).

#### 3.2.4.3.7 Précision :

Sur 7 mesures, au niveau de  $1,094 \mu\text{mole/l}$ , l'écart type est de  $0,0057 \mu\text{mole/l}$  et une reproductibilité de 99,48 %.

Hauteur du plateau (cm)

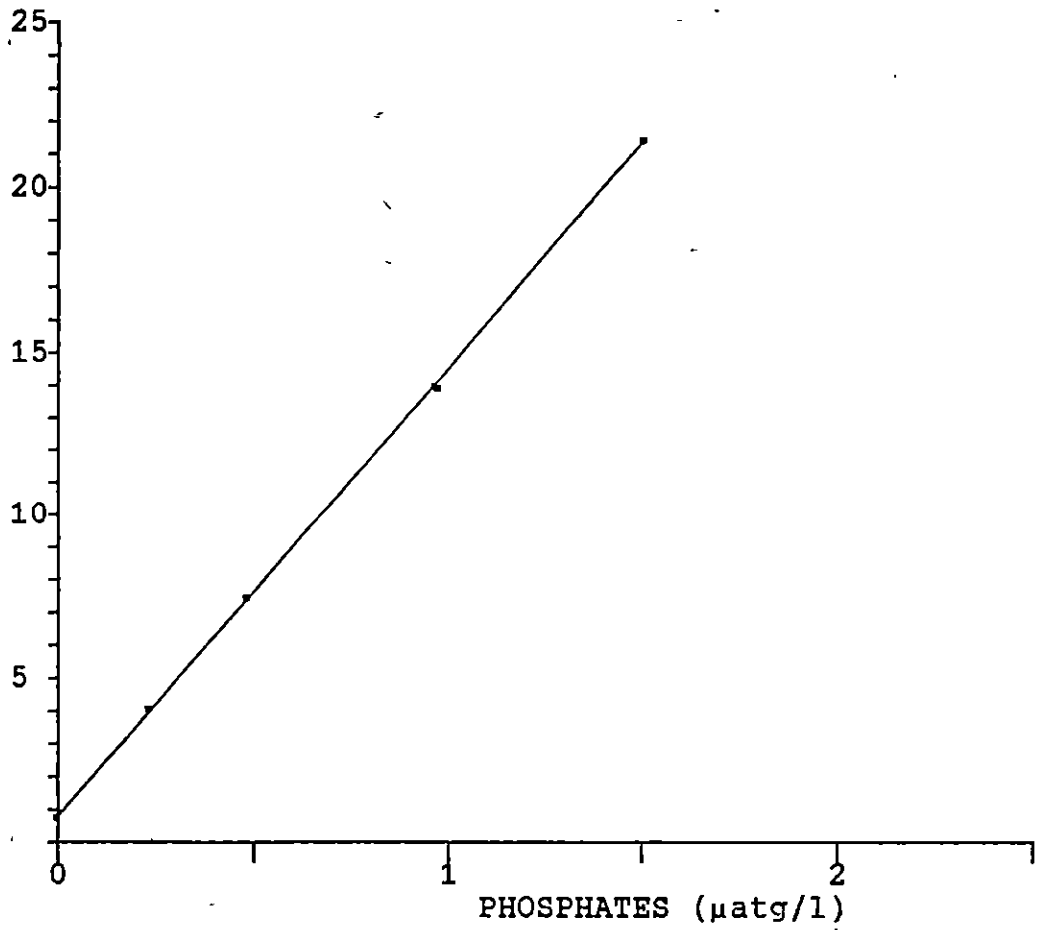


Fig 17: Courbe étalon des phosphates.

Hauteur du plateau (cm)

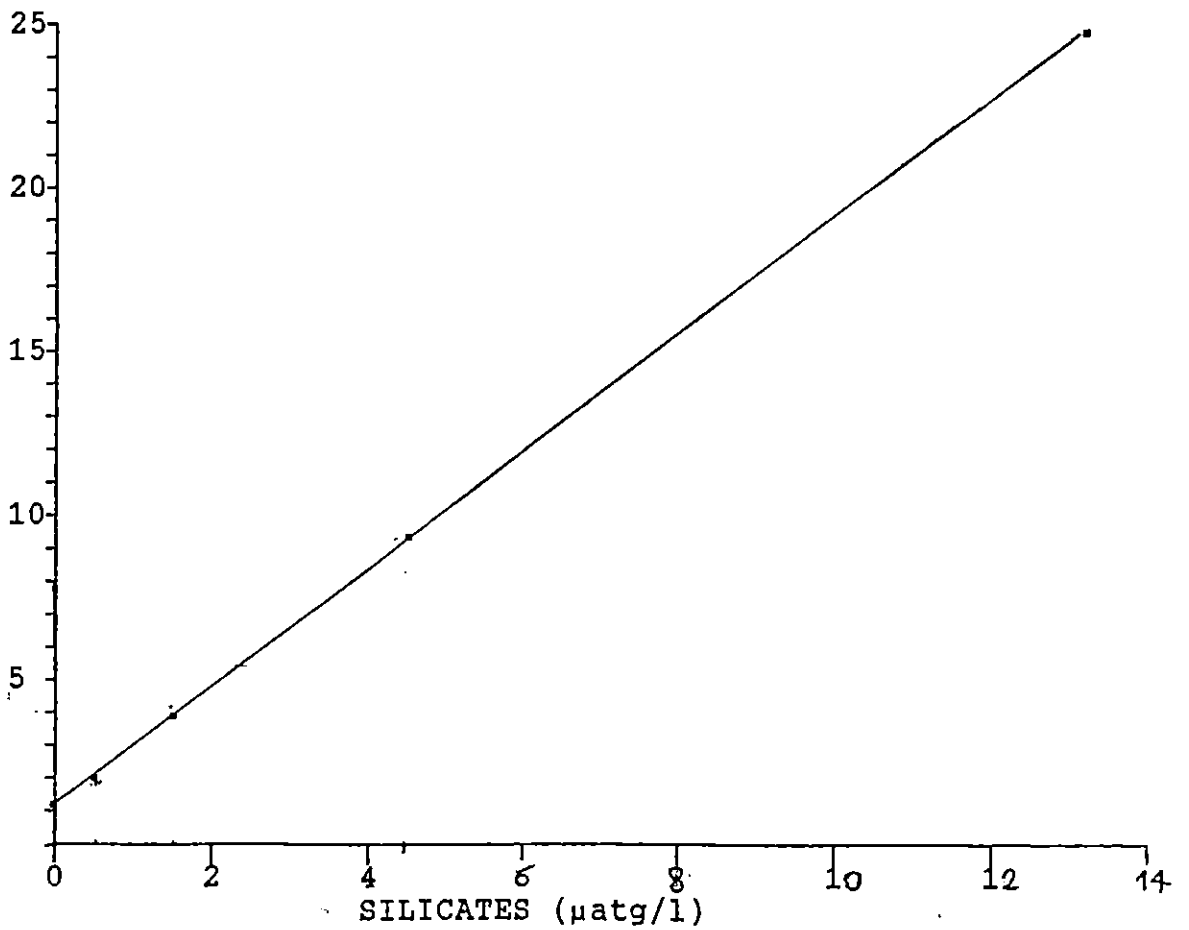


Fig 19: Courbe étalon des silicates.

### 3.2.4.4 Méthode d'analyse de silicates :

#### 3.2.4.4.1 Principe du dosage :

Le dosage des silicates dissous dans l'eau de mer est basé sur la méthode de MULIN et RILEY (1955).

Les ions de l'acide orthosilicique réagissent en milieu acide ( $1 < \text{PH} < 2$ ) avec le molybdate d'ammonium pour former un hétéro-poly-anion. Ce complexe est réduit au bleu  $\alpha$ -heptamolybdate par une solution de métol (sulfate de methyl-amino 4 - phénol) et de sulfite de sodium.

Les interférences avec les phosphates et les arseniates dissous dans l'eau de mer sont éliminés en opérant à PH convenable et en ajoutant de l'acide oxalique qui décompose les phospho et arsenio-molybdates éventuellement formés.

La réaction est accélérée sous l'effet de la température. Nous avons utilisé l'adaptation à l'auto-analyseur II technicon TREGUER et le CORRE (1974).

#### 3.2.4.4.2 Circuit analytique :

Le circuit analytique pour les silicates est différent suivant la gamme de concentration à analyser.

Pour des concentrations inférieures à 50  $\mu\text{mole/l}$ , notre manifold correspond au montage de TREGUER et le CORRE (1974). Cependant l'introduction "parasite" de bulles d'air dans la cuve de mesure nous a obligé de diminuer le repompage à la sortie de la cuve de mesure de 1,2 à 0,8 ml/mn (fig 10).

#### 3.2.4.4.3 Réactifs :

Les réactifs sont faits à partir de produits MERCK et d'eau bidistillée repassé sur une résine échangeuse d'ion maxy-modél.

Réactif 1 : 10 g d'heptamolybdate d'ammonium ( $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) sont dissous dans 500 ml d'eau distillée avec un ajout de 40 ml d'acide sulfurique 5N, puis compléter à 1000 ml par l'eau distillée. La solution est conservée au réfrigérateur dans un flacon de polyéthylène.

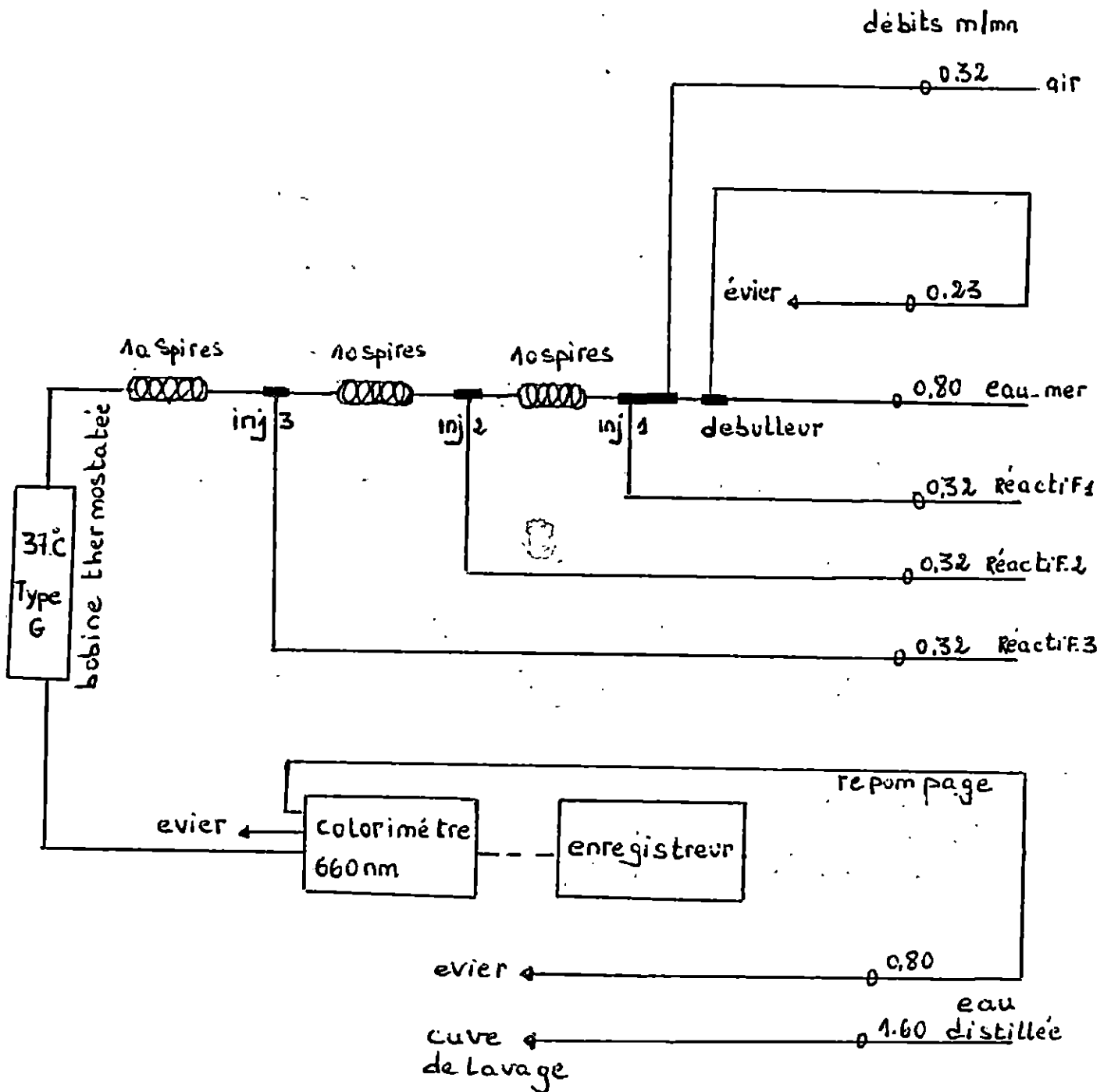


Fig 10 : CIRCUIT ANALYTIQUE DES SILICATES

Réactif 2 : 7 g d'acide oxalique sont dissous dans 100 ml d'eau distillée avec ajout de 100 ml d'acide sulfurique à 50 %, puis compléter à 1000 ml par l'eau distillée.

Réactif 3 : 17,8 g d'acide ascorbique sont dissous dans de l'eau distillée.  
ajouter 25 ml d'acétone puis compléter à 1000 ml d'eau distillée. 1 ml de Levor IV est ajouté comme mouillant. La solution est stockée au réfrigérateur à l'abri de la lumière.

#### 3.24.4.4 Solution mer et standards :

Solution mère : on pèse 960 mg d'hexafluorure de sodium sec ( $\text{Na}_2 \text{SiF}_6$ ) dans un bécher à teflon.

A l'aide d'une spatule de nickel, on écrase les agglomérats de façon à obtenir une poudre fine.

Puis les dissoudre dans 50 à 100 ml d'eau fraîchement distillée on transfère la solution dans une fiole jaugée de 1000 ml, on rince bien le bécher et on complète à 1000 ml par l'eau distillée.

La solution mer est placée ensuite dans un flacon de polyéthylène lavé à l'eau acidulée puis à l'eau distillée.

Cette solution doit être conservée au réfrigérateur.

Les solutions standards sont préparées à partir d'une eau de mer pauvre en silice et filtrée à 0,45  $\mu\text{m}$ .

#### 3.2.4.4.5 Mode opératoire :

- Le colorimètre est allumé plus d'une heure avant l'analyse.
- Les mesures sont faites à 660 nm.
- Position d'amp normal ou d'amp 1.
- Standard de calibration utilisé est de 9.
- La réalisation de la ligne de base et le passage des échantillons se fait de la même façon que celle citée pour les nitrites, nitrates et phosphates.

#### 3.2.4.4.6 Etalonnage :

La relation  $D.O = f(c)$  pour les silicates est linéaire.

La loi de BEER LAMBERT est vérifiée jusqu'à des concentrations de 20  $\mu\text{atg/l}$ . (Fig 19)

3.4.4.7 Précision :

Sur 8 mesures, au niveau de 2,717  $\mu$  mole/l, l'écart type est de 0,08  $\mu$ mole/l et une reproductibilité de 97,05 %.

CHAPITRE III

INTERPRETATION

### III Présentation des résultats :

Les résultats de mesure et d'analyse des paramètres physiques et chimiques obtenus au cours des campagnes : dans le Golfe d'Arzew (février 1989) et dans la baie d'Alger (Mai 1989) à bord du bateau le MS.BENYAHIA, sont reportés sur les tableaux II (mission d'hivers) et I (mission printanière). (voir annexe I)

Globalement, ces résultats permettent d'avoir une approche sur la distribution temporelle et spatiale des paramètres physico-chimiques et de la matière en suspension, et à travers une analyse binaire, nous pouvons étudier le comportement des éléments nutritifs et des autres paramètres et leur relation mutuelle.

#### III A Analyse des résultats (paramétriques) :

##### A .1 La température :

Les valeurs de la température in-situ observées dans le Golfe d'Arzew (février 1989) sont assez stables et comprises entre  $14,4^{\circ}\text{C}$  et  $15,6^{\circ}\text{C}$ . Cette stabilité s'observe horizontalement et verticalement, car en effet, le long d'une colonne d'eau de mer de 100 m de profondeur (station de référence, plus au large) la variation de la température est quasiment nulle ( $0,1^{\circ}\text{C}$ ). Cette station, qui peut être représentative du Golfe (loin de toute influence continentale) présente la température moyenne d'environ  $14,9^{\circ}\text{C}$ .

La valeur maximale de  $15,6^{\circ}\text{C}$  se trouve à la surface de la station B<sub>20</sub> (face Bethioua). Alors que la valeur minimale de  $14,4^{\circ}\text{C}$  se trouve à 50 m de profondeur (station G face à L'unité Sonic).

Au niveau du refoulement d'eau de la centrale thermique on observe une température assez élevée de  $19,5^{\circ}\text{C}$ . Ceci est dû à l'exploitation de l'eau pour le refroidissement. Cependant, au niveau de l'aspiration de l'eau par la centrale thermique la température de l'eau est de  $15,2^{\circ}\text{C}$ . Donc uniquement environ  $4,3^{\circ}\text{C}$  ont été utilisés pour le refroidissement.

Toutefois, l'homogénéité de la température des eaux du Golfe d'Arzew, revient vraisemblablement à ce que nous nous trouvons en pleine saison hivernale (5 à 8 février 1989), bien que l'échange thermique à l'interface air-mer ne concerne principalement que les eaux de surface. En revanche, les eaux profondes littorales ne sont pas épargnées par le mélange hivernale. Les températures observées peuvent être caractéristiques de la saison, car en effet, l'étude de Boudjellal, 1989 montre des températures, en fin d'automne (15,1 à 17,1°C) et en plein été (18,1 à 26,1°C) plus élevées et avec une variabilité beaucoup plus prononcée. Dans la baie d'Alger, les valeurs de la température sont plus élevées, probablement dues à un réchauffement printanier.

Elles sont comprises entre 14,6 et 19°C. Ces valeurs sont plus homogènes en surface (17,6 à 19°C). Si on ne tient pas compte de la station Bc5) qui en profondeur (14,6 à 17,1°C). La variation principale se trouve au niveau de la profondeur avec un écart maximal de 2,5°C observé à la station A5.

#### a 2 La salinité :

Elle s'élève au fur et à mesure que l'on s'enfonce. A la période printanière, la salinité varie de 35,5 ‰ au niveau des côtes et plus exactement entre Hussein Dey et El Harrach, à 36,64 ‰ au large (station C6), ceci pour les couches superficielles.

Cependant, la salinité des couches profondes peut atteindre jusqu'à 37,5 ‰ (station F5 et C5), c'est le cas de la baie d'Alger.

Pour des raisons techniques, nous n'avons pu faire le dosage de la salinité au niveau du Golfe d'Arzew, toutefois, les travaux de Boudjellal (1988) concernant cette région, montrent une salinité estivale comprise entre 35,5 à 35 ‰ en surface et 36,2 à 36,8 ‰ en profondeur et une salinité hivernale comprise entre 36 et 36,9 ‰ avec une salinité superficielle toujours inférieure à 37 ‰. Ce fait s'explique par la présence du courant atlantique qui en quelque sorte commande toute la dynamique des eaux.

Ces variations de salinité peuvent être influencées par les précipitations atmosphériques.

a 3 L'oxygène dissous :

La variation de l'oxygène dissous le long d'une colonne d'eau littorale n'est pas similaire à celle d'une colonne d'eau du large, car en effet, en plus de l'échange air-mer et la photosynthèse, la variation de l'oxygène dissous, dépend de son utilisation pour l'oxydation de la matière organique le long de la colonne d'eau de mer. Cependant, dans les eaux littorales, cette matière organique n'aura pas le temps de s'oxyder et donc chute au fond.

Les mesures observées sont de l'ordre de 7,1 mg/l à 10 mg/l en surface et de 6,8 à 8,3 mg/l au fond (baie d'Alger), et de 9 à 12,4 mg/l en surface et de 8,3 à 10,8 mg/l en profondeur (Golfe d'Arzew).

a 4 P H :

Le P H des eaux aussi bien de surface que de profondeur ne présente pas de variations significatives, il reste compris entre 7,74 à 7,8 dans le Golfe d'Arzew et en moyenne de 8,038 à 8,35 au niveau de la baie d'Alger.

Cependant la valeur la plus élevée est localisée au niveau de l'Oued d'El-Harrach et qui est de 8,41.

a 5 Répartition de la matière en suspension :

La répartition de la matière en suspension dans l'eau de mer, dépend des paramètres physicochimiques et de facteurs hydrodynamiques.

En effet, la charge solide en suspension dans la baie d'Alger varie de 3,4 à 34,8 mg/l. Les valeurs les plus élevées se trouvent au niveau des eaux de fond.

Si l'on considère les particules en suspension recueillies à divers niveaux de la tranche d'eau, nous pouvons constater (fig 20, 24, 22).

En surface, une diminution de la côte vers le large de 24 à 3,8 mg/l au niveau des stations 2 à 6 et une teneur de l'ordre de 26 mg/l au niveau de l'émissaire de l'oued El Harrach (station B2). Dans le centre de la baie et plus au large des oueds El Harrach et Hamiz, les teneurs en matière en suspension sont de l'ordre de 6,8 mg/l au niveau de la station EA5.

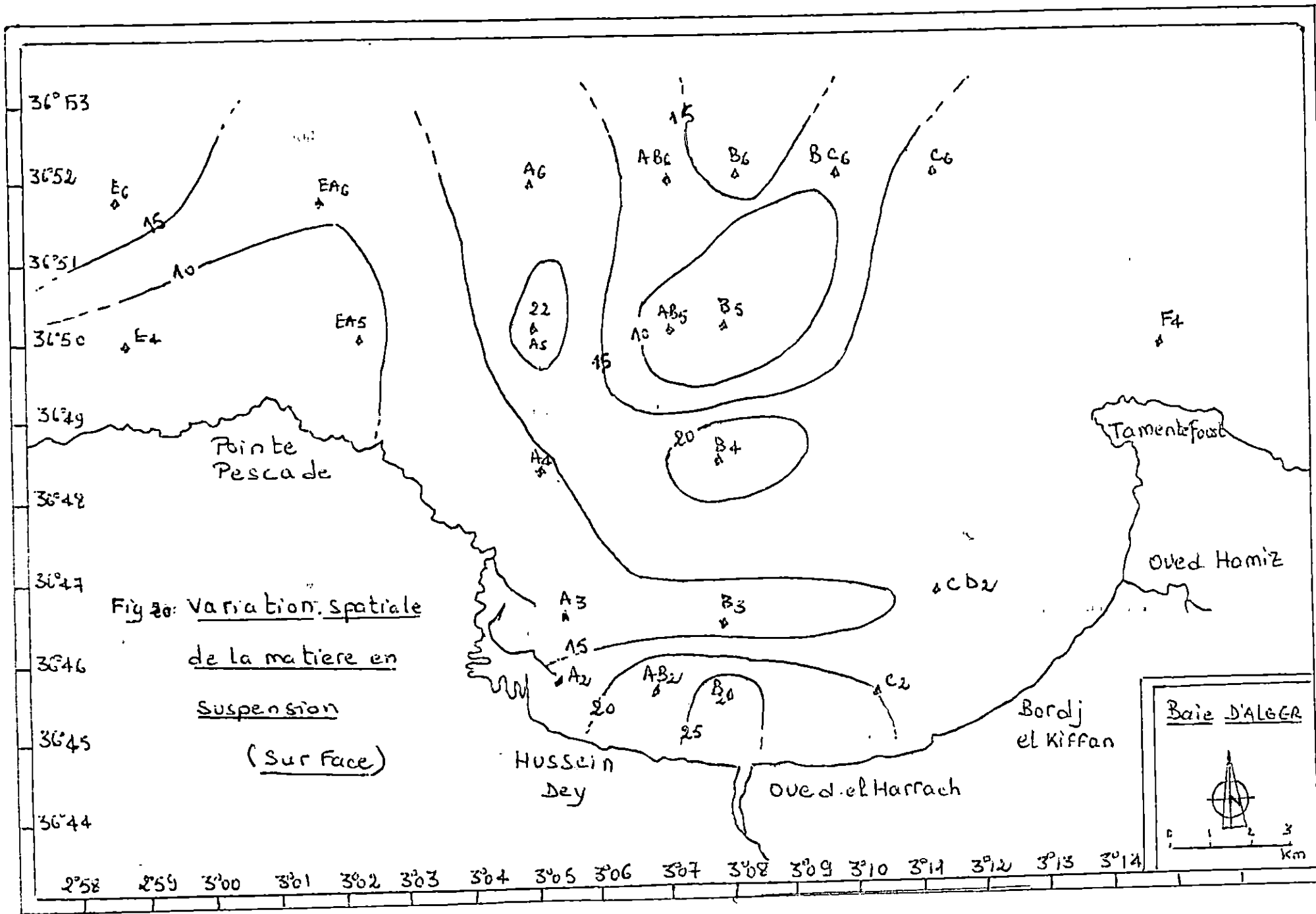
Enfin, en bordure du plateau (A5, B4, C2) les concentrations en matière en suspension sont respectivement : 22 mg/l, 13,2 mg/l et 15,6 mg/l.

Les charges intermédiaires semblent présenter une distribution contraire à celle qui a été décrite en surface. Dans les petits fonds (de 30 à 40 m de profondeur), la charge solide en suspension est de 11,6 à 6 mg/l.

Au niveau du large, ces teneurs s'accroissent jusqu'à 22 mg/l (cas de la station EA5), ceci peut être dû à des phénomènes hydrodynamiques et une remise en suspension des sédiments par les courants.

Près du fond, une augmentation très significative, des charges avec la profondeur. Les stations les plus éloignées des embouchures présentent les teneurs les plus élevées (3,4 à 26,8 mg/l).

Au niveau des prélèvements à 100 m de profondeur, nous constatons une stabilisation de la teneur en matière en suspension de l'ordre de 6 mg/l.



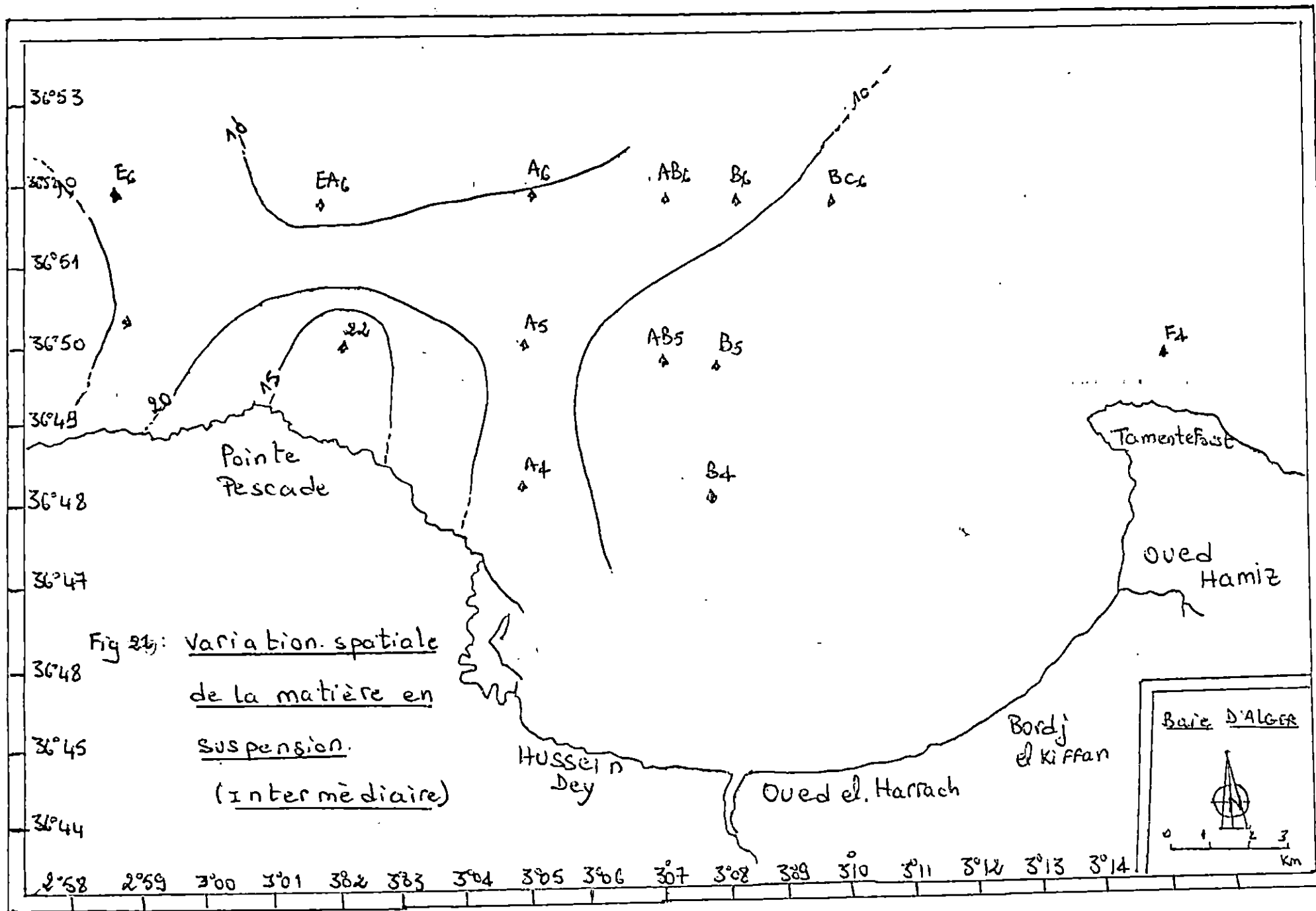
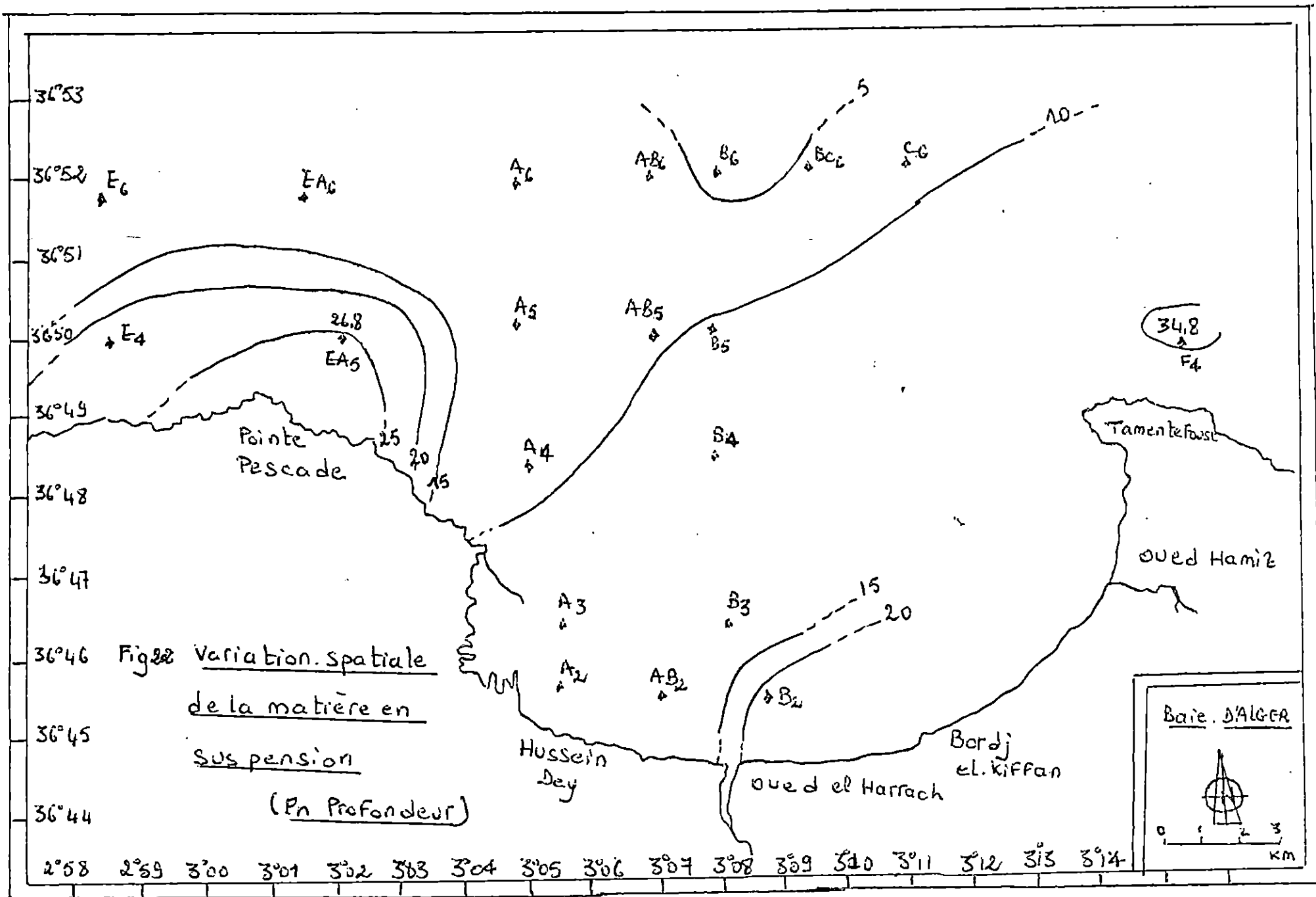


Fig 24: Variation spatiale  
de la matière en  
suspension.  
(intermédiaire)



Cependant, dans le Golfe d'Arzew, les teneurs en matière en suspension sont beaucoup plus élevées par rapport à celles trouvées dans la baie d'Alger et varient entre 11,2 à 54 mg/l en surface et de 7,6 à 78,8 mg/l en profondeur.

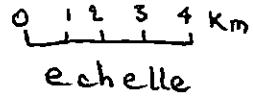
Les concentrations élevées en surface caractérisent surtout la centrale thermique et plus exactement la station III à droite au niveau du refoulement d'eau où la teneur est de 54 mg/l.

Toutefois, c'est surtout au niveau de l'oued El Macta que ce matériel biogène en suspension est important et s'élève jusqu'à 78,8 mg/l en profondeur avec quelques variations de l'ordre de 46 mg/l face à l'unité Sonic et 41,6 mg/l au niveau de l'oued Chelif.

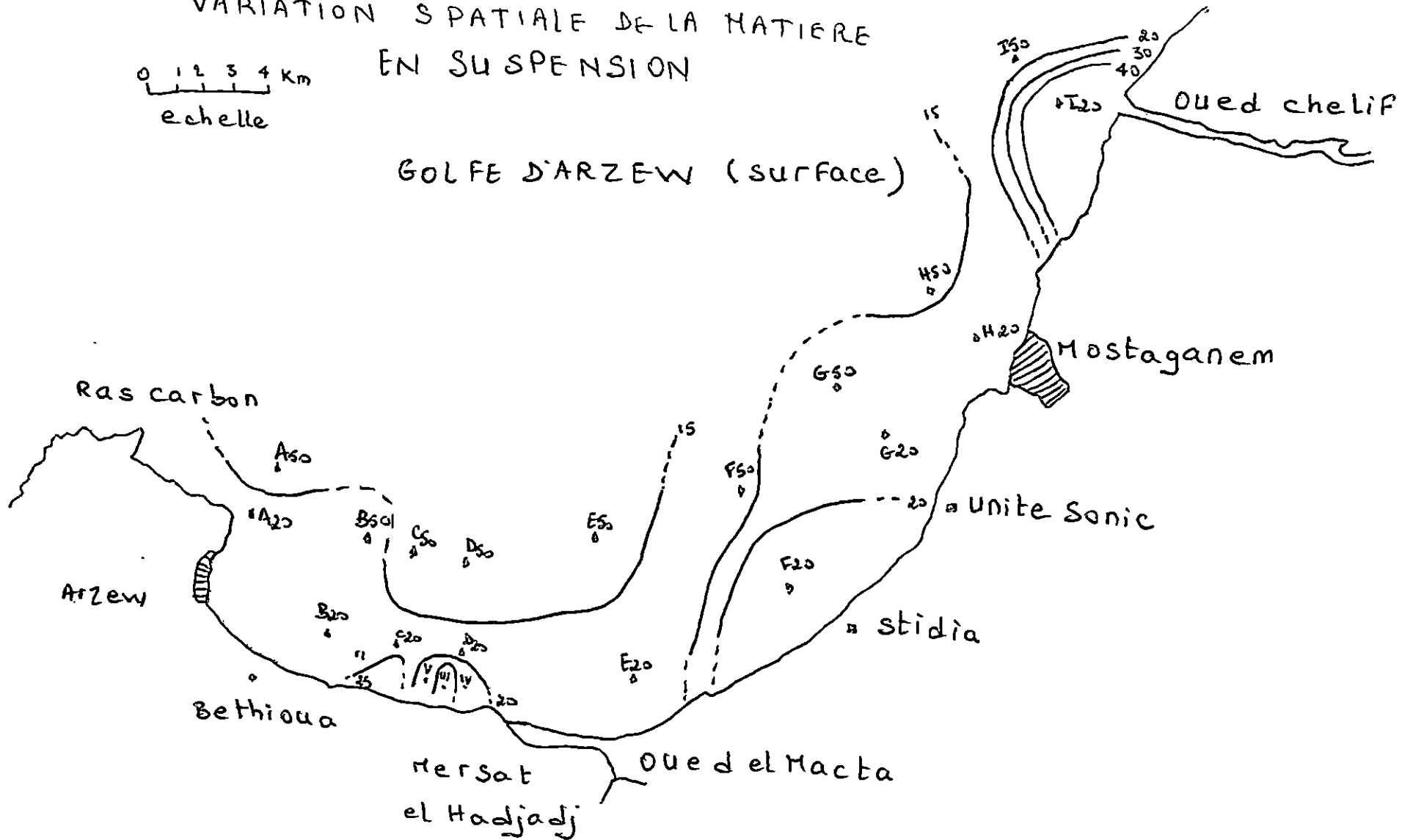
Ainsi donc, ces teneurs élevées en matière en suspension sont dûes aux apports urbains et industriels au niveau des côtes et sont à l'origine des périodes hivernale et de crues.

En comparaison avec d'autres travaux, nous pouvons dire que dans la baie d'Alger nos résultats concordent à ceux trouvés par MAOUCHE (1987) dans la même région d'étude. Par contre, les résultats du Golfe d'Arzew sont proches de ceux trouvés dans l'oued Mazafran (Ouest Algérois) par PAUC et où les concentrations en matière en suspension en période d'étiage (Avril - Octobre) varient entre 5 et 13 mg/l en surface et de l'ordre de 45 mg/l en profondeur. (voir Fig 62. 63)

VARIATION SPATIALE DE LA MATIERE  
EN SUSPENSION



GOLFE D'ARZEW (surface)

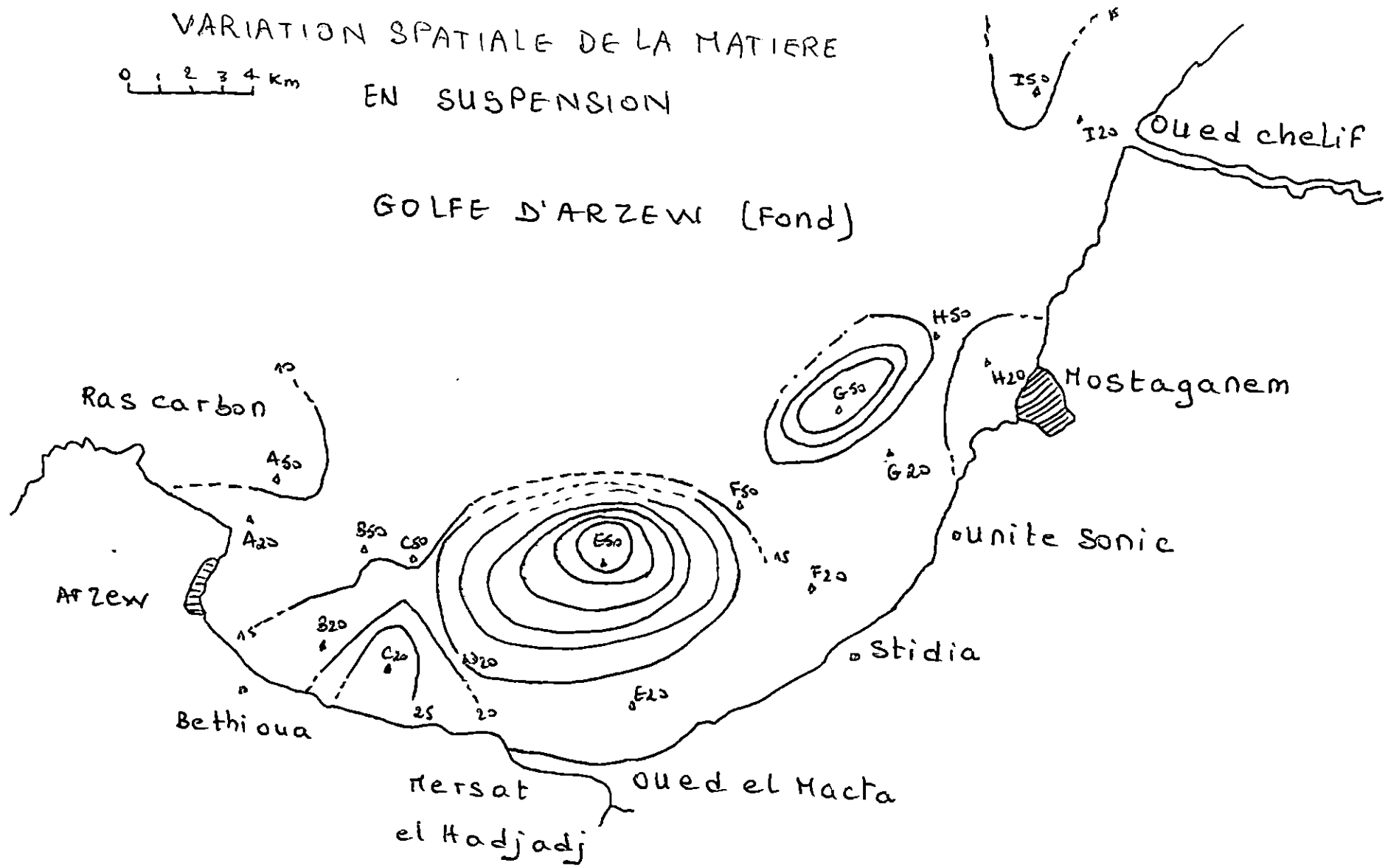


VARIATION SPATIALE DE LA MATIERE

0 1 2 3 4 Km

EN SUSPENSION

GOLFE D'ARZEW (Fond)



b. Les Sels Nutritifs :

D'une manière générale, les concentrations en sels nutritifs semblent varier d'une région à une autre et le long de la colonne d'eau de mer. Dans la zone euphotique, le cycle biologique agit sur leur réserves d'une part et d'autre part dans une moindre mesure agit sur leur régénération.

b 1 Les Phosphates :

Dans le Golfe d'Arzew, les teneurs en phosphates sont comprises entre 0,058 à 1,474 Uatg/l en surface. Les valeurs faibles caractérisent le centre du Golfe d'Arzew : stations C et F situées à 50 m des côtes et les valeurs élevées caractérisent la centrale Thermique.

En profondeur, cette région semble avoir une certaine augmentation en phosphate, la variation de la concentration étant de 0,5 à 1,076 Uatg/l. De plus les valeurs maximales en phosphates semblent évoluer au niveau de Bethioua et la centrale thermique. Ceci peut s'expliquer par les divers rejets surtout, industriels qui engendrent cette région. Par contre, la baie d'Alger a des teneurs en phosphates beaucoup plus élevées par rapport à celle du Golfe d'Arzew. Les teneurs étant comprises entre 0,085 Uatg/l à 0,4 Uatg/l en surface et de 0,2 à 1,58 Uatg/l en profondeur.

Toutefois, nos résultats sont comparables à d'autres travaux trouvés par SAMSON (1980) dans la baie d'Alger et par Boudjellal (1988) dans le Golfe d'Arzew.

Nos résultats sont aussi comparables à ceux trouvés par BOULAHIDJ (1983) dans le Golfe de Lion et MINÁS (1968) dans les eaux de surface méditerranéennes.

b 2 Les Nitrites :

Les teneurs en nitrites sont très faibles au niveau du Golfe d'Arzew, elles sont comprises entre 0,06 à 0,54 Uatg/l en surface, et entre 0,077 à 0,4 Uatg/l en profondeur.

Cependant, dans la baie d'Alger, les teneurs sont légèrement plus faibles que celles du Golfe d'Arzew et varient entre 0,03 à 0,16 Uatg/l en surface et de 0,10 à 0,4 Uatg/l en profondeur.

Nos résultats sont comparables à ceux trouvés par KIM (1979) dans une zone côtière du Golfe de Marseille soit 0,13 Uatg/l et à celles des aires de dilution des eaux rhodoniennes qui présentent une valeur moyenne de 0,24 Uatg/l (Benon et Al 1977).

Comme les nitrites sont un état intermédiaire de l'azote entre l'ammonium et les nitrates, leurs teneurs faibles s'expliquent par la transformation des nitrates d'origine urbaine et industrielle ou de la régénération en nitrates par nitrosation et aussi par leur consommation par les micro-organismes marins pendant la croissance.

b 3 Les Nitrates :

Les concentrations en nitrates augmentent au fur et à mesure que l'on s'enfonce. En effet, ces teneurs varient de 0,23 à 0,96 Uatg/l en surface, et entre 0,4 à 2,66 Uatg/l en profondeur, à l'exception de la station C6 ( au large de Bordj El Kiffan) où la teneur est trop élevée de l'ordre de 4,07 Uatg/l ; ceci concernant la baie d'Alger.

Globalement, les teneurs en nitrates sont très importantes au niveau des côtes, ceci est dû aux différents rejets qui s'effectuent par les Oueds (El Harrach et Hamiz principalement).

Ces résultats sont supérieures à ceux trouvés par MINAS (1968) dans les eaux oligotrophes de la Méditerranée, (0,11 à 0,67 Uatg/l, mais

inférieures à celles de la zone soumises à l'influence du Rhône (7,04  $\mu\text{atg/l}$ ).

Nos résultats sont aussi comparables à ceux trouvés par SAMSON (1980), BOULAHIDID (1983) dans le Golfe du Lion et par Boudjellal (1988) dans le Golfe d'Arzew.

En ce qui concerne le Golfe d'Arzew les concentrations n'ont pu être mesurées en raison d'une mauvaise conservation des échantillons.

b 4 La Silice :

Par rapport aux phosphates, nitrates et nitrites, les teneurs en silicates sont beaucoup plus importantes dans la colonne d'eau. Elles varient entre 0,7 et 2,7 Uatg/l en surface et entre 1,12 à 5,6 Uatg/l en profondeur dans la baie d'Alger. Ces résultats sont assez faibles par rapport à ceux trouvés par SAMSON (1980) en période hivernale dans la même région, ceci peut s'expliquer par la consommation biologique de la silice au printemps (bloom printanier). Par contre, le Golfe d'Arzew présente des concentrations comprises entre 1,57 à 1,2 Uatg/l en surface et entre 2,09 à 14,08 Uatg/l en profondeur. Donc des teneurs très élevées par rapport à la baie d'Alger et qui peuvent être expliquées par une redissolution importante de la silice en cette période.

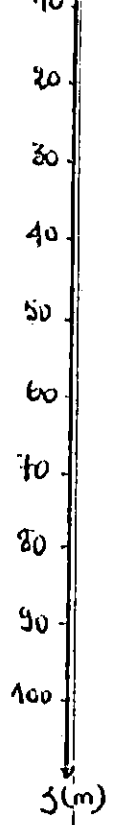
Ces teneurs sont comparables à ceux trouvés par Boudjellal (1988) et présentent une répartition assez homogène par rapport aux autres sels dissous.

C. Station de référence :

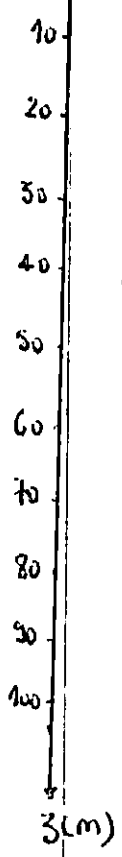
Cette station de référence permet d'avoir une idée sur la distribution des paramètres étudiés..

Située au large du Golfe d'Arzew, cette station où nous avons échantillonné à différents niveaux de profondeur présente de faibles concentrations en nitrites et phosphates par rapport aux stations côtières. Les teneurs en silicates plus élevées sont comparables à d'autres stations (de l'ordre de 14,15  $\mu$ atg/l).

Dans la baie d'Alger, comme zone de référence, nous avons réalisé une section à trois niveaux de profondeur au large. Cependant, les valeurs observées dans les stations de cette section sont comparables à la majorité des autres stations en surface et en profondeur.



0 8 pH



0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5  $PO_4^{3-}$  (Mug/l)



EVOLUTIONS EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DES PARAMETRES  
physico. CHIMIQUES (T, O<sub>2</sub>, PH) . Dans la station de référence  
(GOLFE D'ARZEW)

### III. B) Analyse binaire :

Cet analyse est très importante pour l'étude du comportement des paramètres physicochimiques et permet la mise en évidence des relations pouvant exister entre les différents paramètres physiques et chimiques, l'identification des masses d'eaux et leurs caractéristiques.

#### 1 - Diagramme température. Salinité :

Le diagramme température, salinité montre une relation linéaire qui existe entre la température et la salinité.

Nous remarquons que les eaux qui sont plus ou moins salées sont en même temps assez chaudes; ce sont les eaux de surface. De plus, plus les eaux sont froides et salées et plus elles sont profondes et denses, Car nous savons que dans une station donnée, quand la densité de l'eau augmente, ces eaux coulent en profondeur et donc plus rien ne modifie ces deux paramètres sauf quand il s'agit de mélange entre masses d'eaux de caractéristiques différentes.

Ces mélanges prennent un temps plus ou moins long, d'où alors variations très lentes en fonction du temps c'est ce qui explique l'aspect dynamique des eaux.

Ce graphe (fig 23) montre une certaine stratification de la colonne d'eau en deux types probablement due à l'installation de la thermocline saisonnière :

- une eau de surface allant de 0 à 20 m ; ce sont des eaux chaudes et peu salées, leur origine peut être la dérive des eaux atlantiques et dans une moindre mesure des eaux continentales.
- une eau profonde caractérisée par une forte salinité de l'ordre de 37 ‰ et une basse température de l'ordre de 14,7° C.

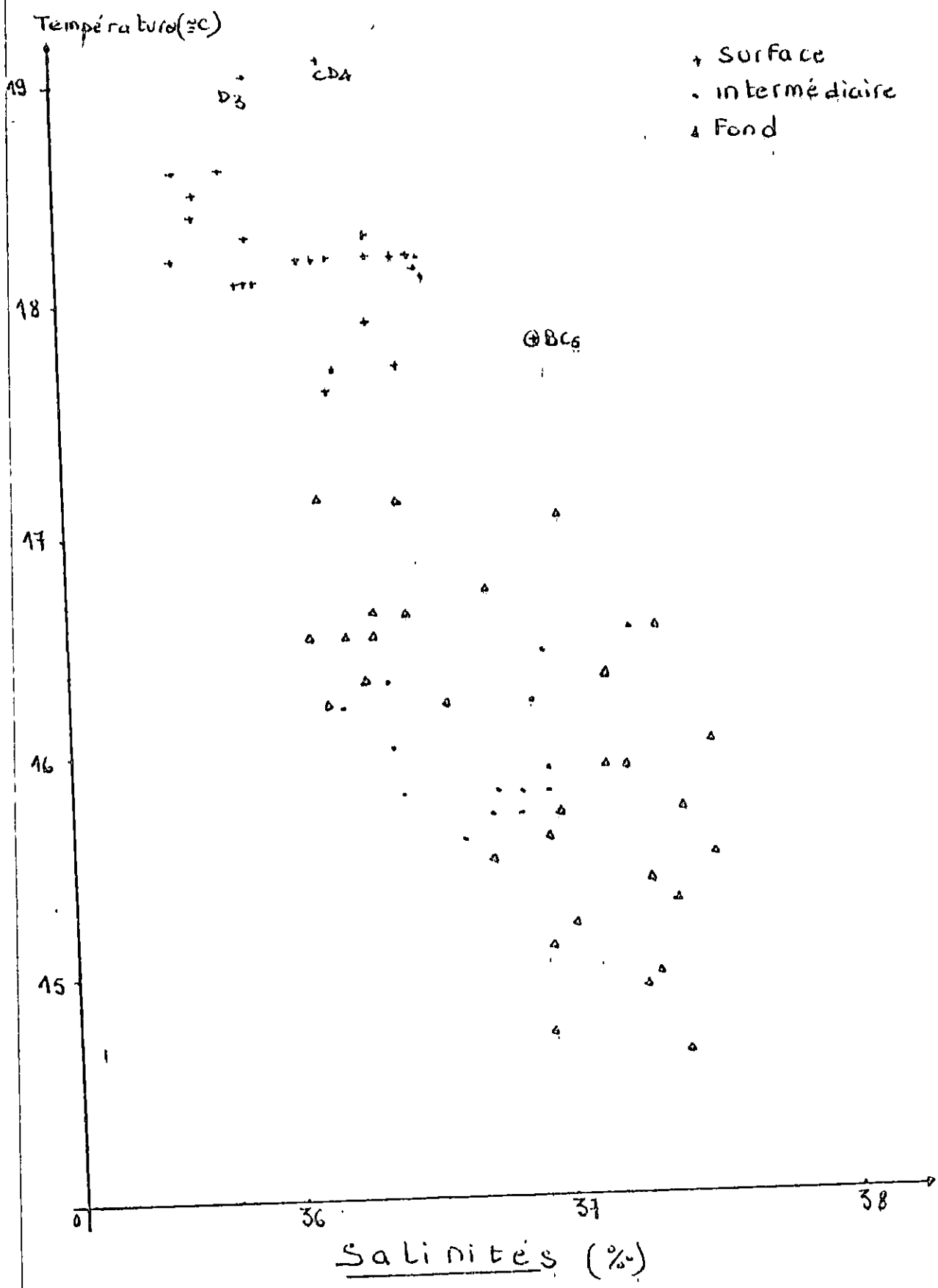


Fig 23 : Diagramme Température - Salinité  
(Baie D'Alger)

## 2 - Diagramme température -Oxygène dissous :

Comme nous l'avons vu, la salubilité de l'oxygène dissous est fonction de plusieurs facteurs dont le plus important est la température.

Ces deux paramètres ( $T_{\text{°C}}$ ,  $O_2$ ) donnent une corrélation linéaire négative.

Cependant, pour nos observations dans la baie d'Alger, la distribution de l'oxygène dissous en fonction de la température in situ ne manifeste aucune relation significative ceci ne peut être attribué qu'à la turbulence et la dynamique des eaux. Dans cette distribution, nous pouvons constater la différence entre les eaux superficielles et les eaux profondes qui est vraisemblablement due à la stratification thermique des eaux de la baie.

Par contre dans le Golfe d'Arzew, l'oxygène dissous et la température in situ donne une corrélation linéaire avec une pente nulle ou très légèrement positive. Ceci peut être dû d'une part à la grande stabilité de la température qui a un écart maximal de  $1,2_{\text{°C}}$  (si nous ne tenons pas compte de la station située près du refroidissement de la centrale thermique) et à l'agitation des eaux.

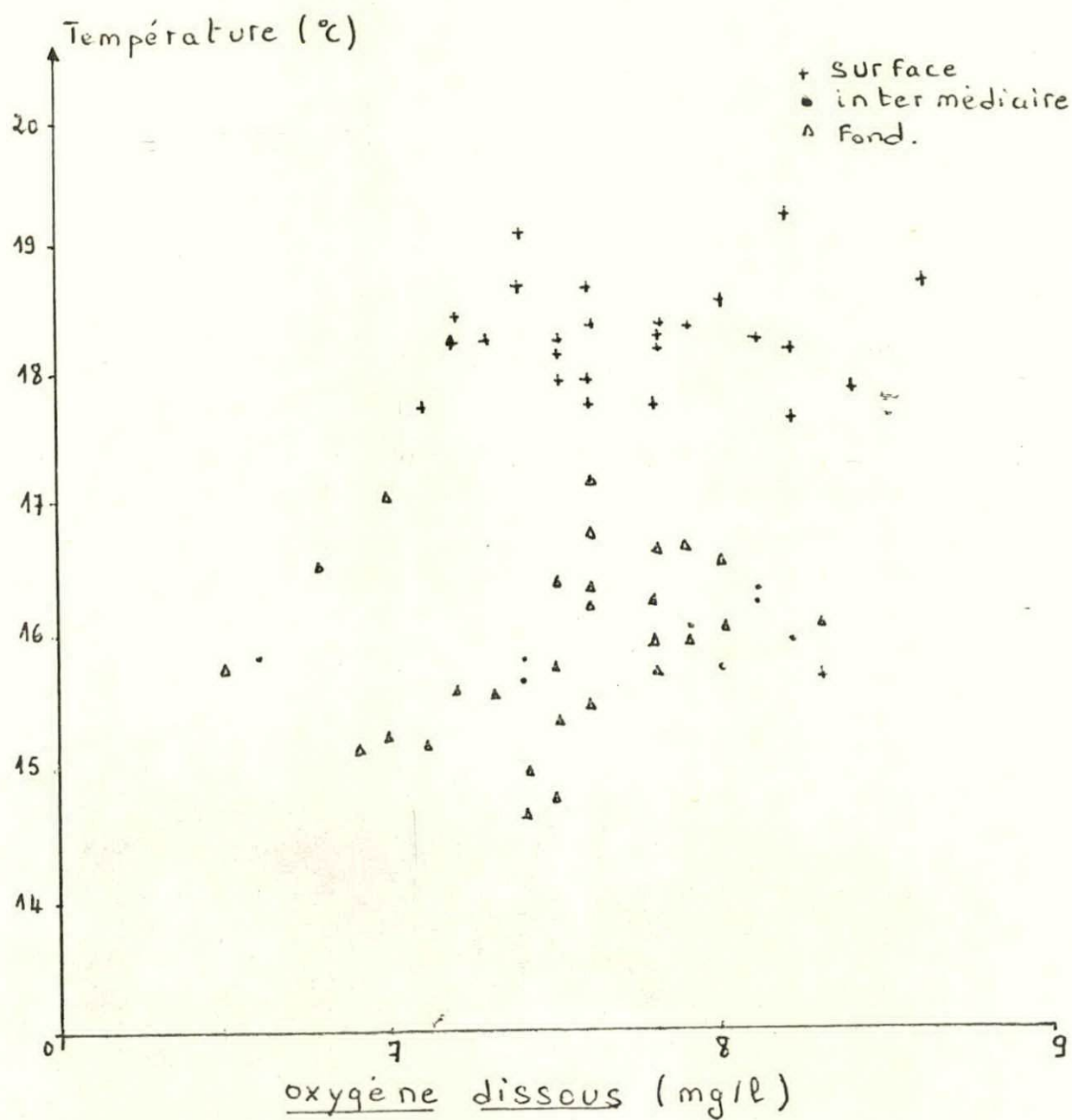


Fig 24: Diagramme de corrélation température-oxygène dissous  
 (Baie D'ALGER)

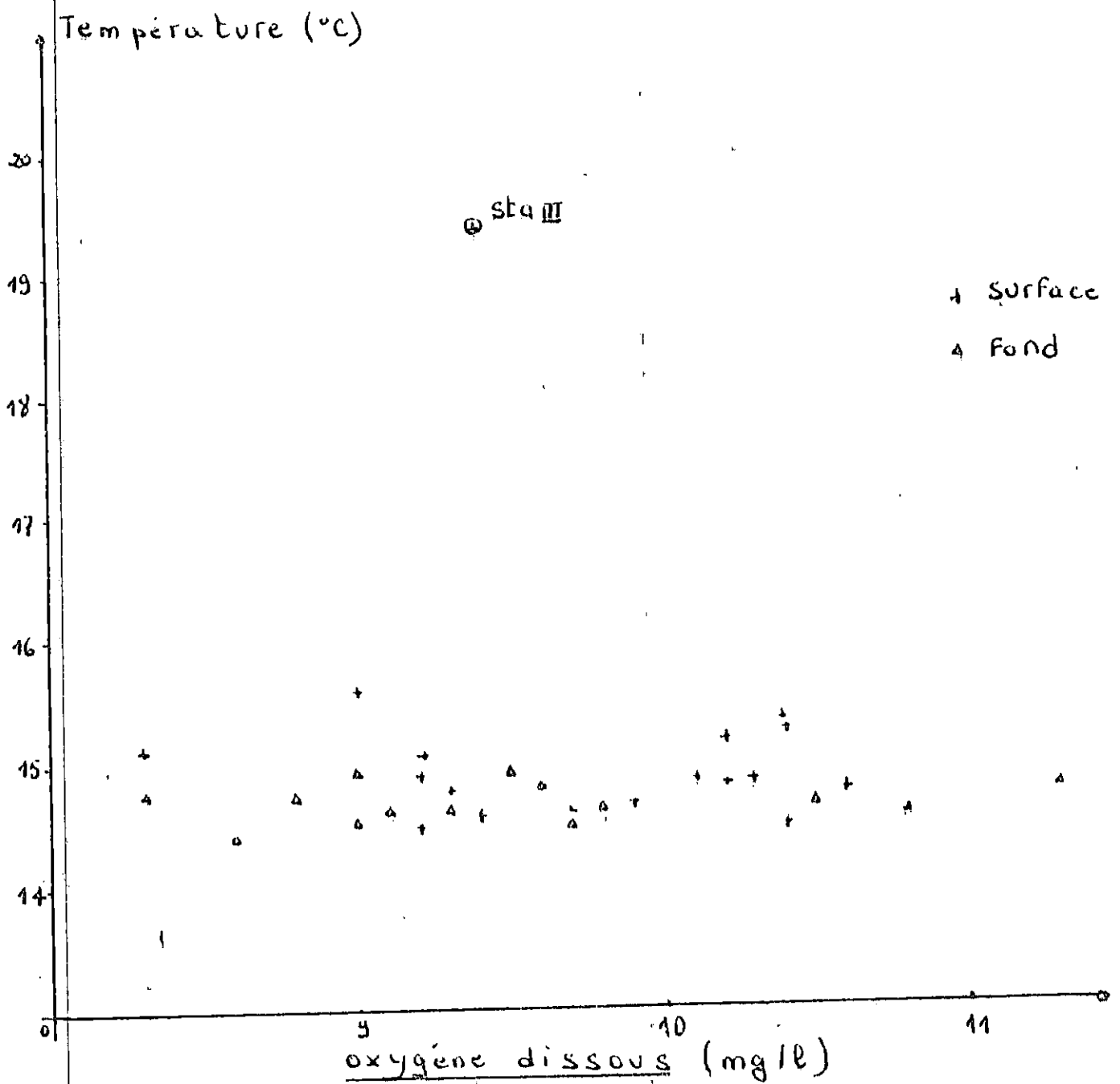
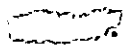
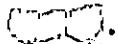


Fig 25: Diagramme de corrélation température-oxygène dissous  
(GOLFE D'ARZEW)

### 3 - Diagramme matière en suspension - Oxygène dissous - PH :

La distribution de la matière en suspension dans l'eau de mer dépend essentiellement de l'oxygène dissous, PH, l'état de la mer, des courants, et de l'agitation auxquels vont dépendre aussi la sédimentation et le déplacement des matières en suspension.

Concernant le diagramme matière en suspension - PH du Golfe d'Arzew, nous remarquons que le PH n'a pas une influence significative sur la matière particulaire et manifeste des valeurs pratiquement constantes (fig )

Au niveau de la baie d'Alger, nous distinguons facelement une distribution en deux populations (fig )

- la première population est formée par les échantillons à PH compris entre 8,10 et 8,41 (en moyenne 8,35) et une dispersion de l'ordre de 0,667 % (échantillons prélevés la nuit dans un milieu très agité et même perturbé par les pluies intenses qui ont eu lieu le 22 Mai 1989).
- la deuxième population est caractérisée par un PH compris entre 7,96 et 8,12 ( en moyenne 8,038) et une dispersion de l'ordre de 0,434 % (échantillons prélevés à l'aube dans un milieu assez calme.

En conclusion, nous pouvons déduire de ce diagramme matière en suspension - PH très caractéristique, que ce soit la première ou la deuxième population ; la variation du PH se fait toujours d'une façon homogène.

Cependant, le PH de l'eau de mer d'environ 8,2 est principalement fixé par la présence des carbonates  $\text{CO}_2$  -  $\text{HCO}_3^-$  -  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Donc, toute modification de la concentration des espèces carbonatées (respiration, photosynthèse, échange air-mer et précipitation) entrainera une modification du PH.

De plus en milieu côtier où les apports d'eaux continentales sont la cause des variations du PH s'avère dans ce cas un indice de pollution.

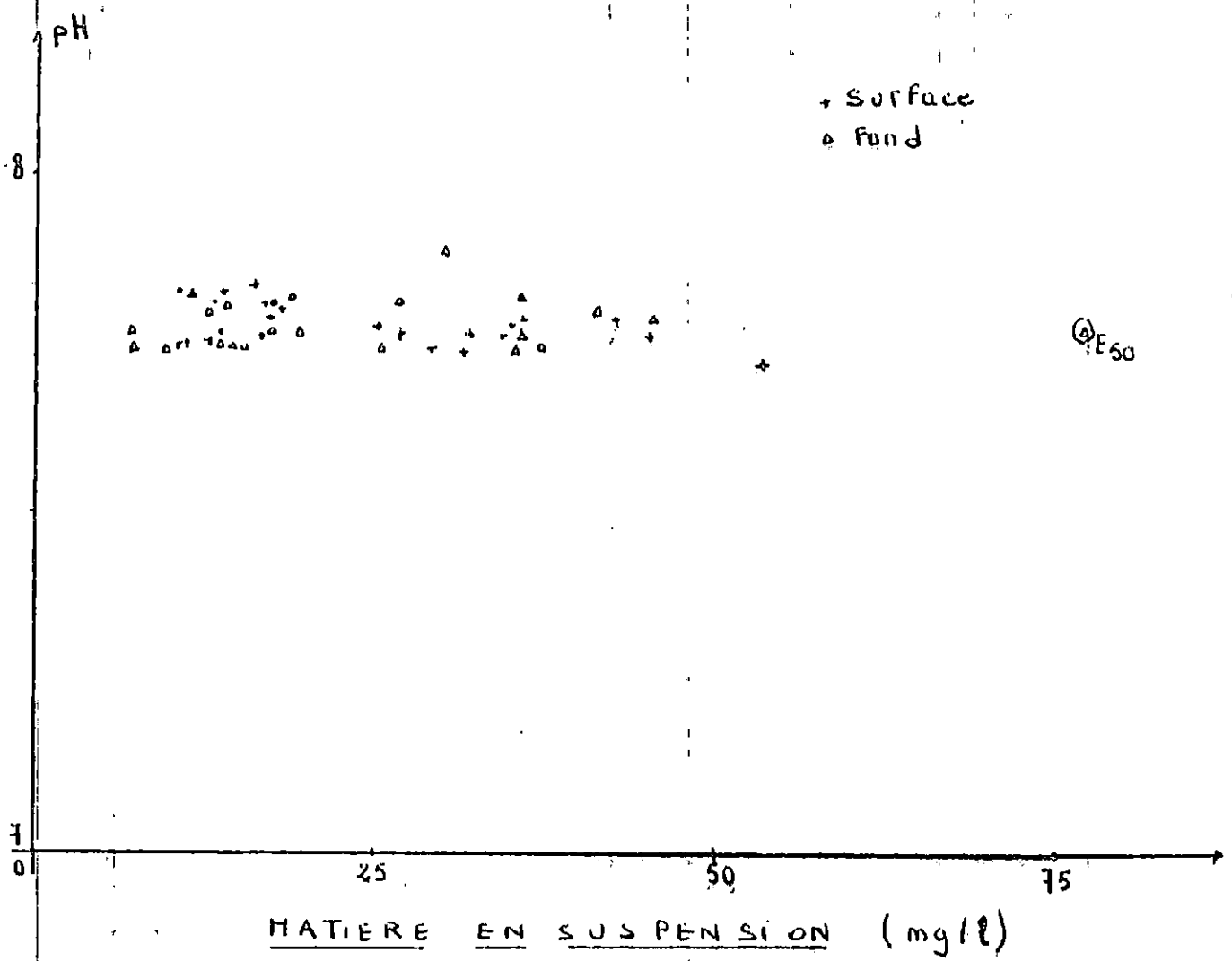


Fig 26 : Diagramme de corrélation pH-matière en suspension  
 (GOLFE d'ARZEW)

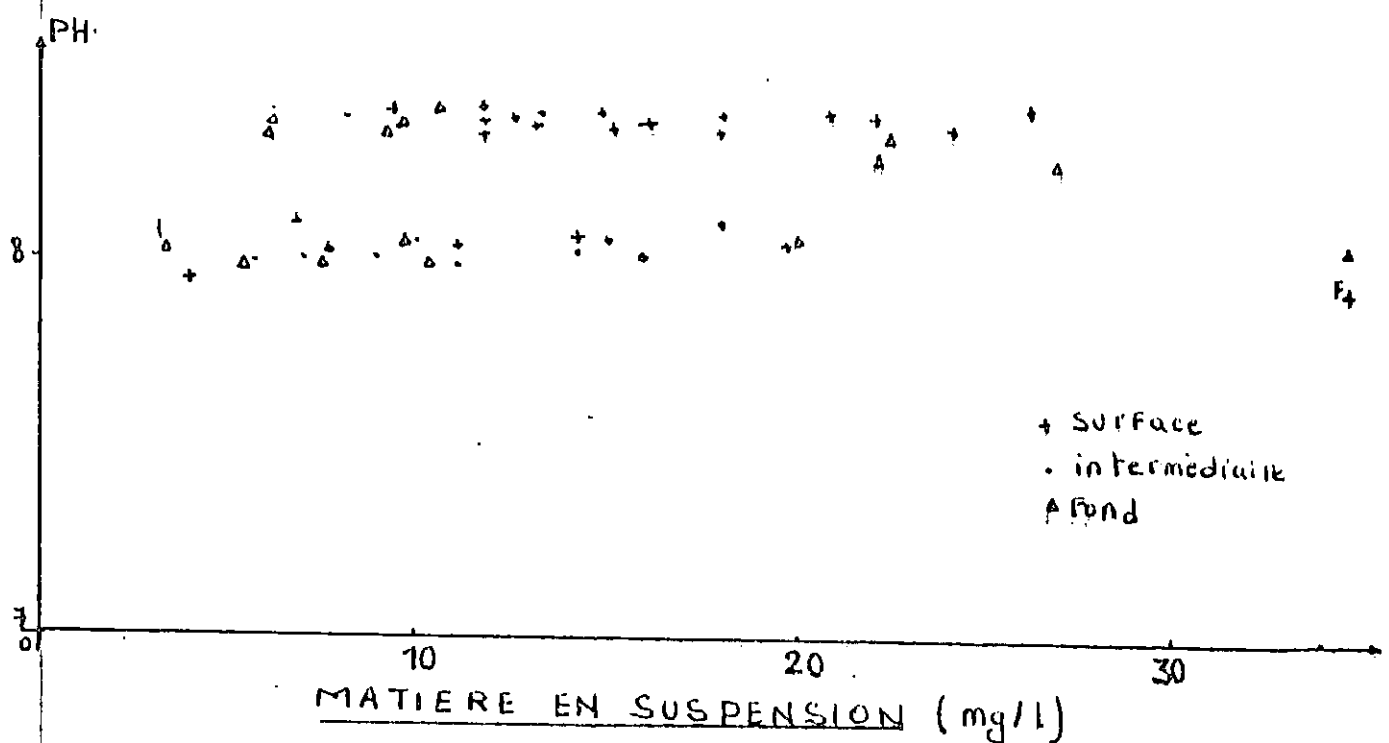


Fig 27: Diagramme de corrélation pH-matière en suspension  
 (Baie d'Loer)

Par contre, le diagramme matière en suspension - oxygène dissous, la corrélation trouvée est significative et présente une pente légèrement négative (fig 28).

La matière en suspension varie en fonction de la concentration en oxygène dissous et sont donc inversement proportionnelles, c'est à dire, plus la concentration en matière en suspension augmente et plus la teneur en oxygène dissous diminue, d'où alors une consommation en oxygène dissous par la matière en suspension et plus particulièrement la matière organique.

Par ailleurs, la relation n'est pas vérifiée pour le Golfe d'Arzew où nous sommes en présence d'une distribution assez dispersée et non significative entre ces deux paramètres (fig 25).

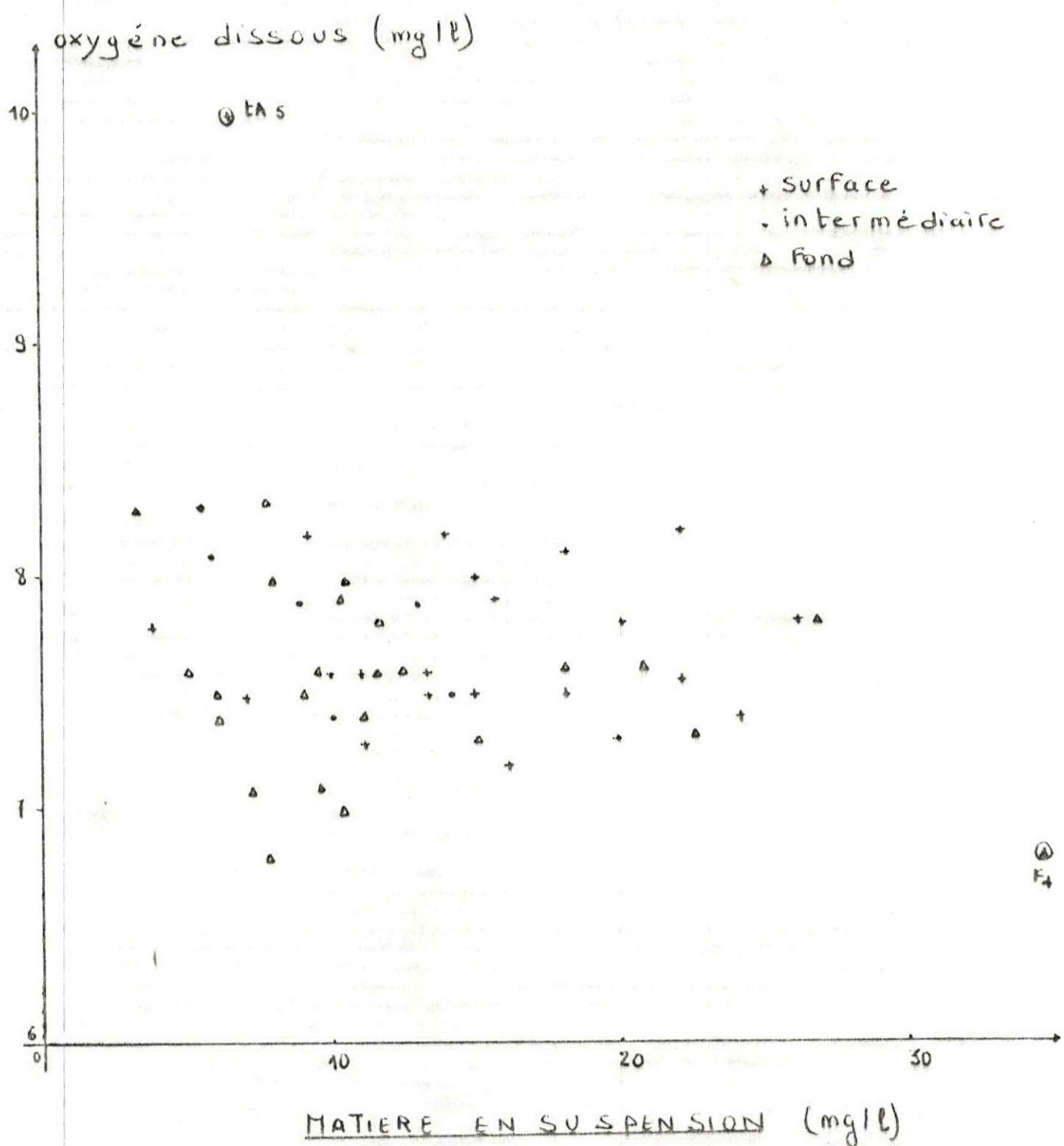


Fig 28: Diagramme de corrélation oxygène dissous - Matière en suspension  
 (Baie D'Alger)

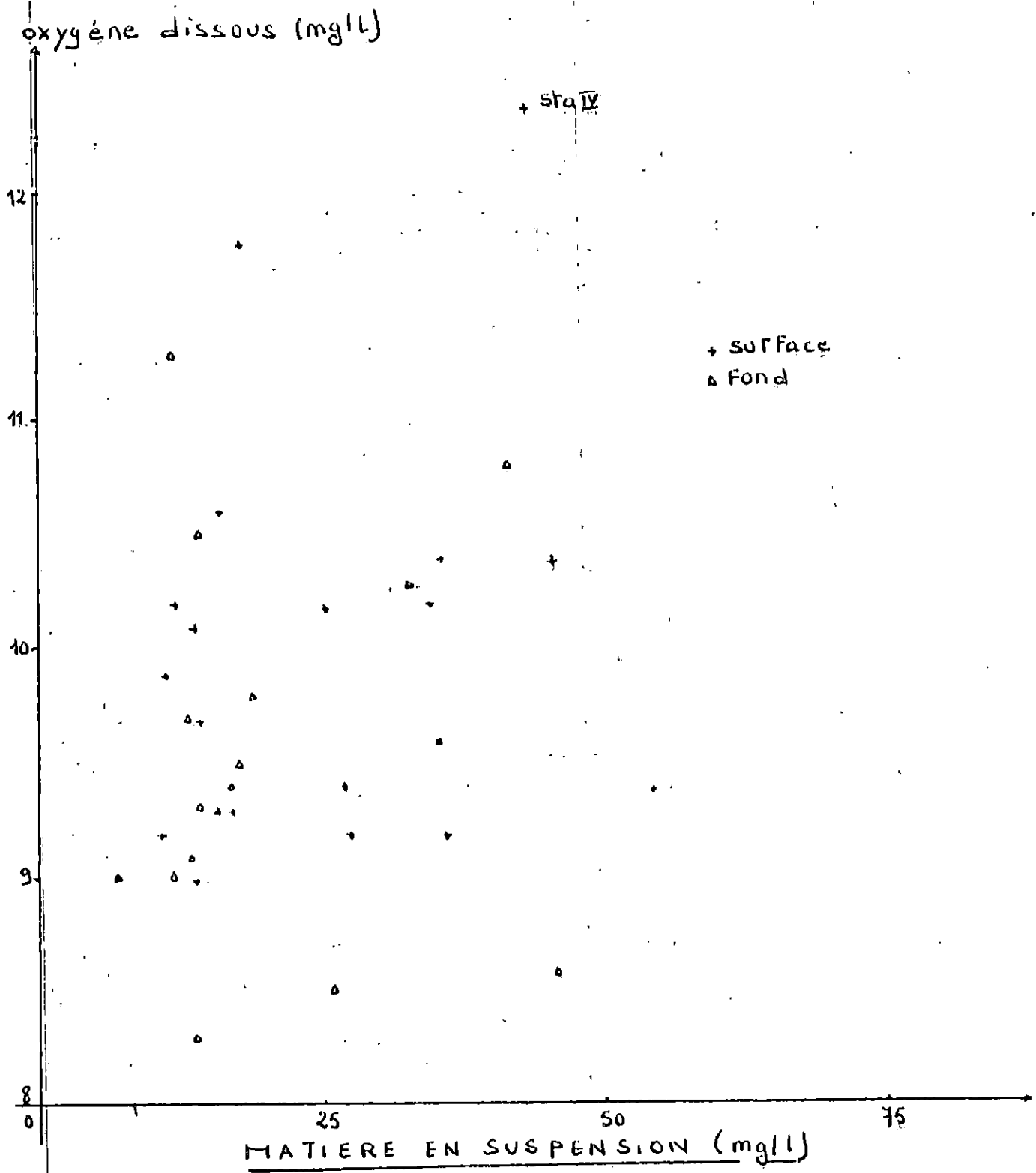


Fig (29): Diagramme de corrélation oxygène dissous.

Matière en suspension.

(Golfe. D'Arzew)

#### 4 - Diagramme Azote - Phosphore et le rapport N/P :

Selon la figure 30, la répartition des points est quasilinéaire avec un rapport  $\frac{N}{P} = 1,6$ .

Ainsi, MCG II (1965) mentionne des variations importantes de ce rapport en méditerranée avec des valeurs extrêmes comprises entre 1,39 et 23,44, donc notablement différentes de la valeur moyenne de l'ordre de 15 à 16, habituellement admise pour l'ensemble des océans.

Cependant, ce rapport  $\frac{N}{P}$  faible ne peut être expliqué que par une production primaire intensive assimilant les nitrates disponibles dans l'eau de mer, sachant que l'azote sous forme de nitrate est un facteur limitant la production primaire.

La variation de ce rapport (N/P) peut être expliquée ; par des apports littoraux par les cours d'eaux naturels ou les effluents industriels et domestiques (Herrera, Margalef, 1963 ; Poli, Molinas, 1970 ; Scaccini, Cicatelli et Al, 1972 ; Blanc et Al, 1976).

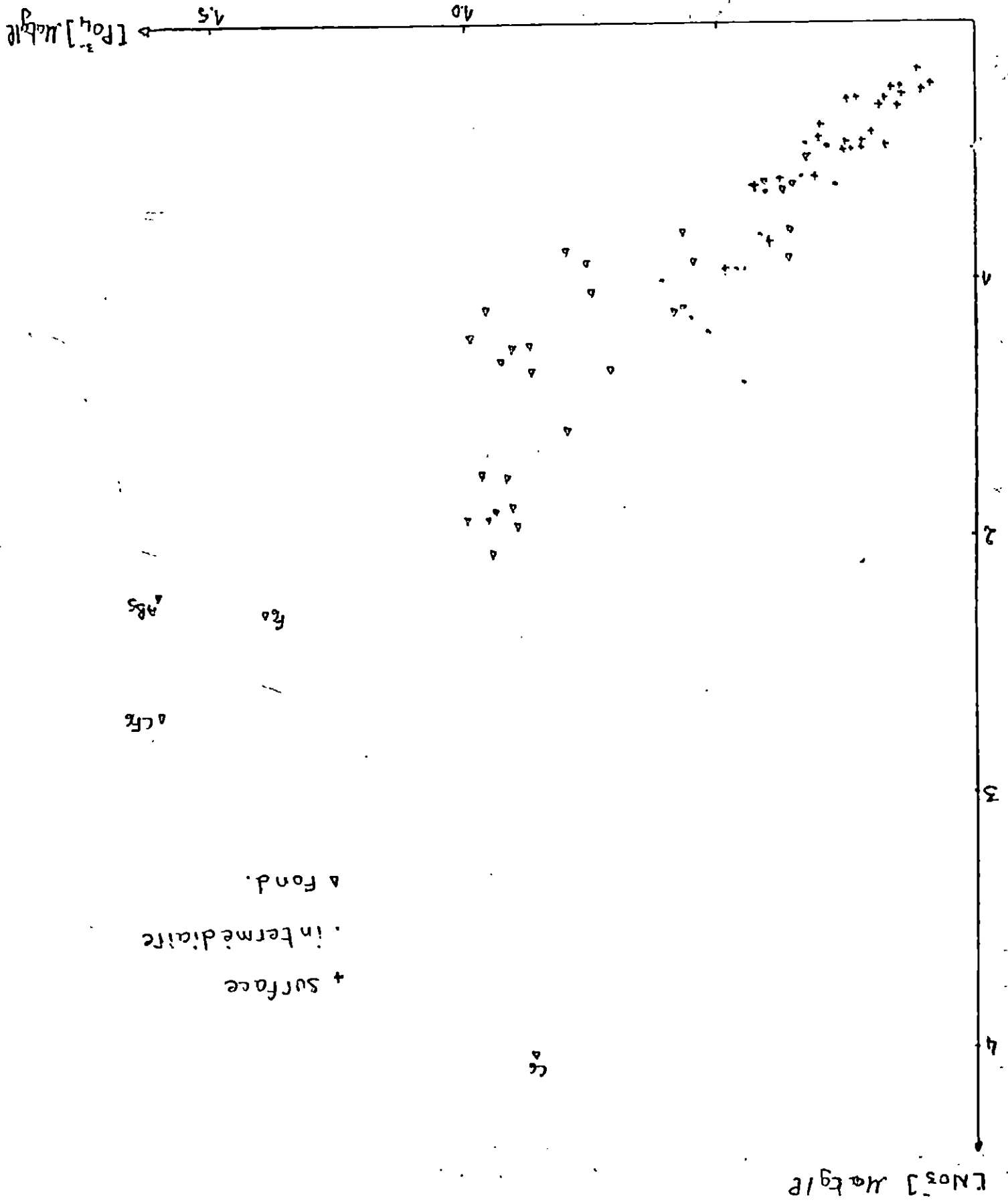
Enfin, en résumé la variation du rapport  $\frac{N}{P}$  peut être influencé par plusieurs facteurs tels que :

- l'activité biologique elle-même et son potentiel productif.
- la composition chimique élémentaire et les conditions de croissance des micro organismes dominant le cycle biochimique.
- le mélange des masses d'eaux de caractéristiques chimiques et physiques différentes.

En plus de ces facteurs, ce rapport peut être perturbé par la pollution par une source externe.

(Barré D. Alger)

Fig 30: Diagramme de corrélation nitrate-phosphates



5 - Diagramme oxygène dissous - Phosphates et le rapport  $\frac{O_2}{PO_4^{3-}}$

Ce diagramme oxygène dissous - phosphates montre une relation linéaire négative avec un rapport molaire d'abondance  $\frac{O_2}{PO_4^{3-}} = -105$  (fig 31).

Pour établir ce rapport, nous nous sommes surtout intéressés aux stations 2 à 5 c'est à dire aux zones côtières et la section N° 5 du large.

Ce rapport est comparable à celui trouvé par MINSTER et BOULAHIDJ 1989 dans les eaux profondes des océans Atlantiques, Indien, Pacifique avec une valeur moyenne de 116.

Par ailleurs, concernant le Golfe d'Arzew, le rapport  $\frac{O_2}{PO_4^{3-}}$  n'a pas pu être calculé, car selon le diagramme  $\frac{O_2}{PO_4^{3-}}$  (fig 32), la répartition est très dispersée.

Cependant, le rapport  $\frac{O_2}{PO_4^{3-}}$  estimé de cette façon dans les eaux côtières est à prendre avec précaution, car il n'est pas très significatif de la régénération du fait qu'il n'y a pas une consommation significative de l'oxygène dissous et plutôt il y a une saturation en oxygène dissous des eaux côtières en général.

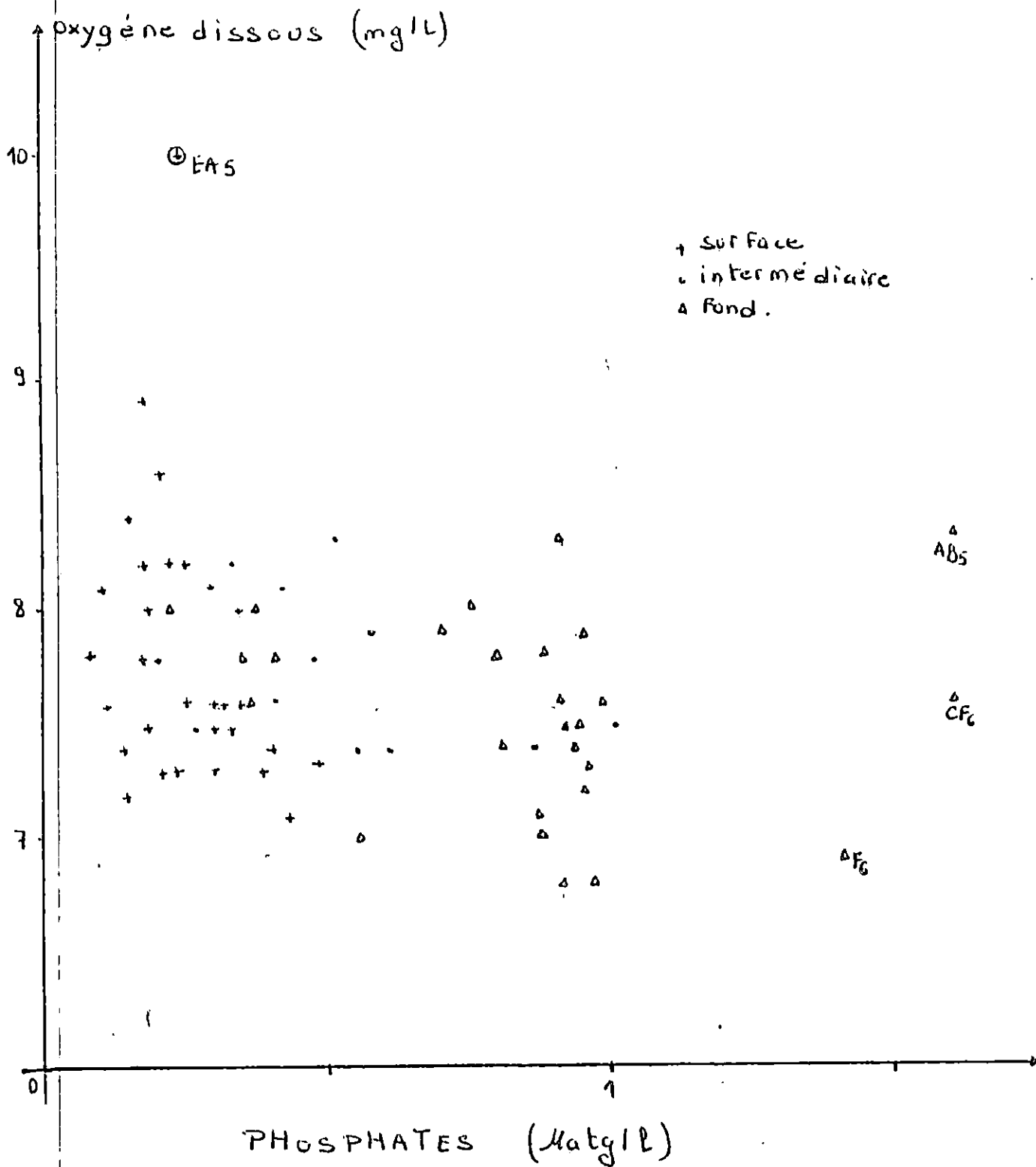


Fig. 31: Diagramme de corrélation oxygène dissous

Phosphates.

(Baie D'ALGER)

oxygène dissous  
(mg/l)

st II

12

11

10

9

0

st I

+ surface

o fond.

PHOSPHATES (µg/l)

0,5

1

Fig 32: Diagramme de corrélation oxygène dissous - phosphates (GOLFE D'ARZEW)

6- Diagramme oxygène dissous - nitrates et le rapport O<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub> :

La figure 33, montre une distribution plus significative que celle du diagramme oxygène - phosphate (fig 34) avec presque les mêmes points dispersés. Cependant cette distribution permet la distinction de deux nuages de points parallèles avec les caractéristiques suivantes :

- la première population est formée par un mélange d'échantillons prélevés en surface et au niveau intermédiaire avec quelques échantillons de profondeur.
- l'autre population représente seulement les échantillons de fond de certaines stations plus au large.

Par ailleurs, le rapport molaire d'abondance de O<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub> ≈ 7,9 donc il confirme bien le rapport trouvé dans les océans ≈ 9.

Ce rapport exprime aussi une consommation en oxygène dissous et une régénération des nitrates dans l'eau de mer. Il est à prendre avec précaution pour la même raison que le rapport O<sub>2</sub>/PO<sub>4</sub>.

7- Diagramme silicates - phosphates et le rapport SI(OH)<sub>4</sub>/PO<sub>4</sub> <sup>3-</sup>/<sub>4</sub>

La distribution assez dispersée présente une pente positive avec une corrélation silicium dissous - phosphate plus au moins linéaire d'un rapport de l'ordre de  $\frac{SI(OH)_4}{PO_4} = 2,55$  (fig 34).

Seulement, ce rapport représentative de la baie d'Alger est très faible par rapport celui trouvé par TAKAHASHI et AL 1985 dans les océans Indien et Atlantique qui est de 20,8.

Par contre, le diagramme silicium dissous - phosphate dans le Golfe d'Arzew, présente une distribution très dispersée de pente malconnue (fig 35).

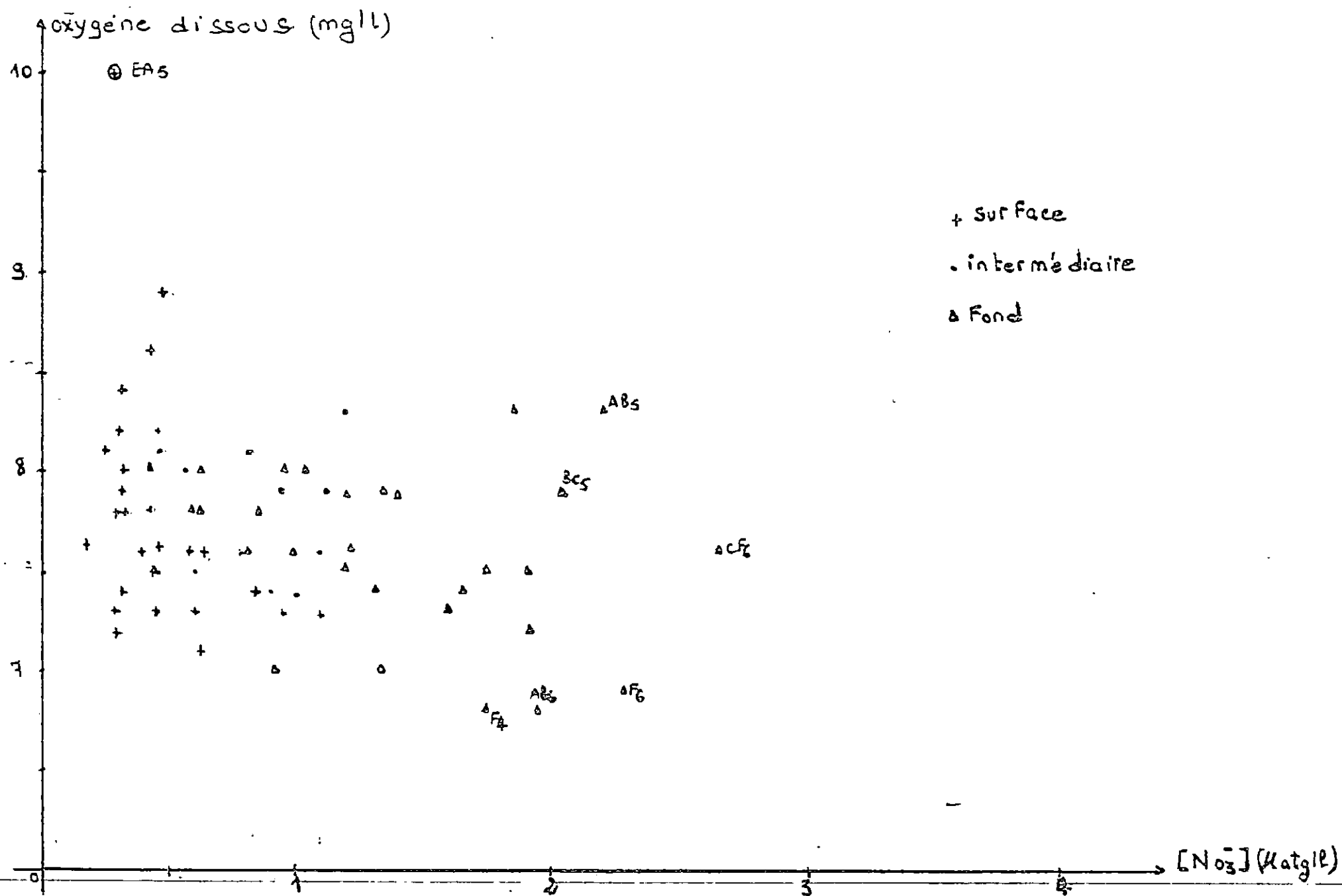


Fig 33 : Diagramme de corrélation oxygène dissous - Nitrates (Baie d'Alger)

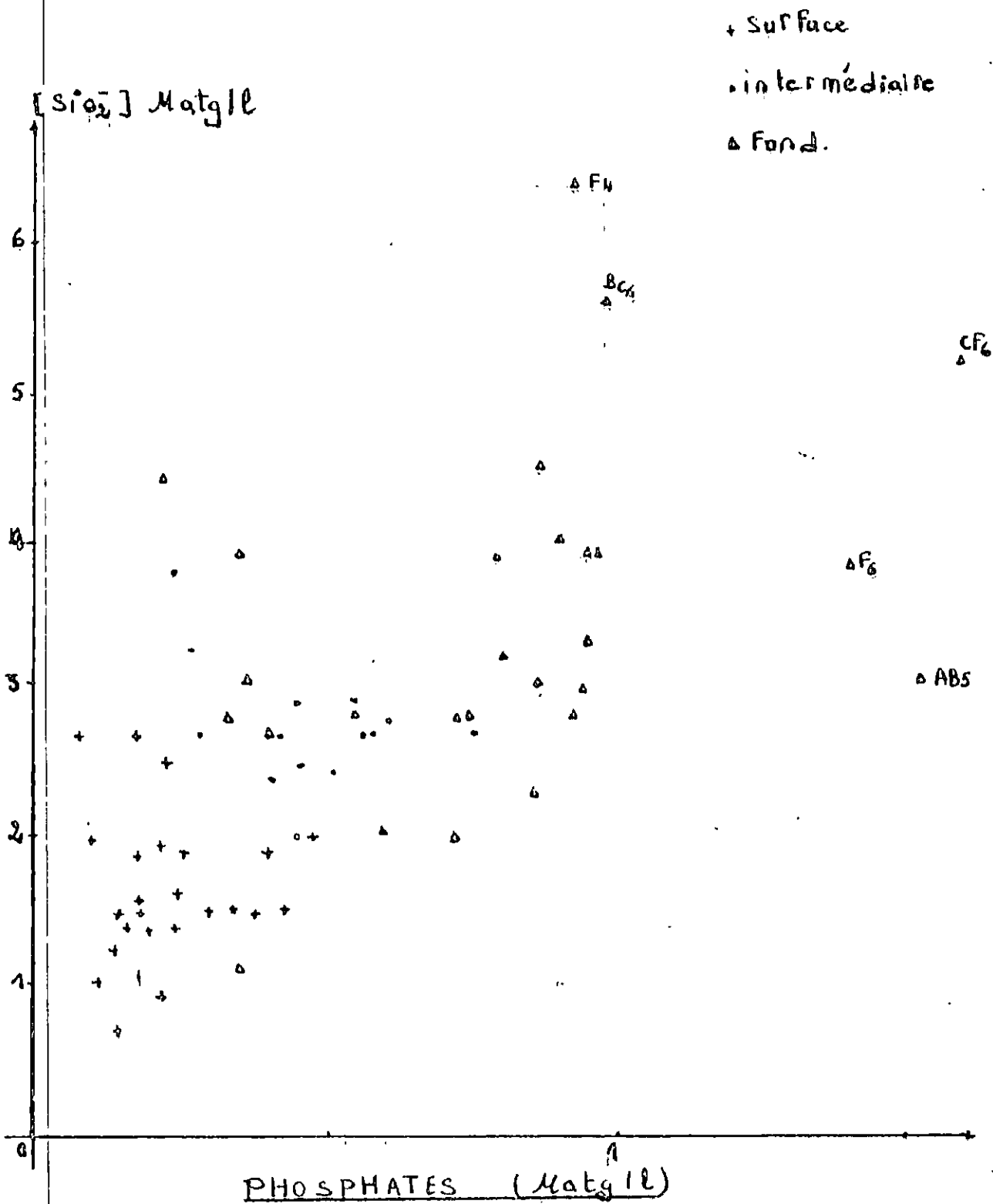


Fig. 34.: Diagramme de corrélation silicates-phosphates.  
(Baie D'Alger)

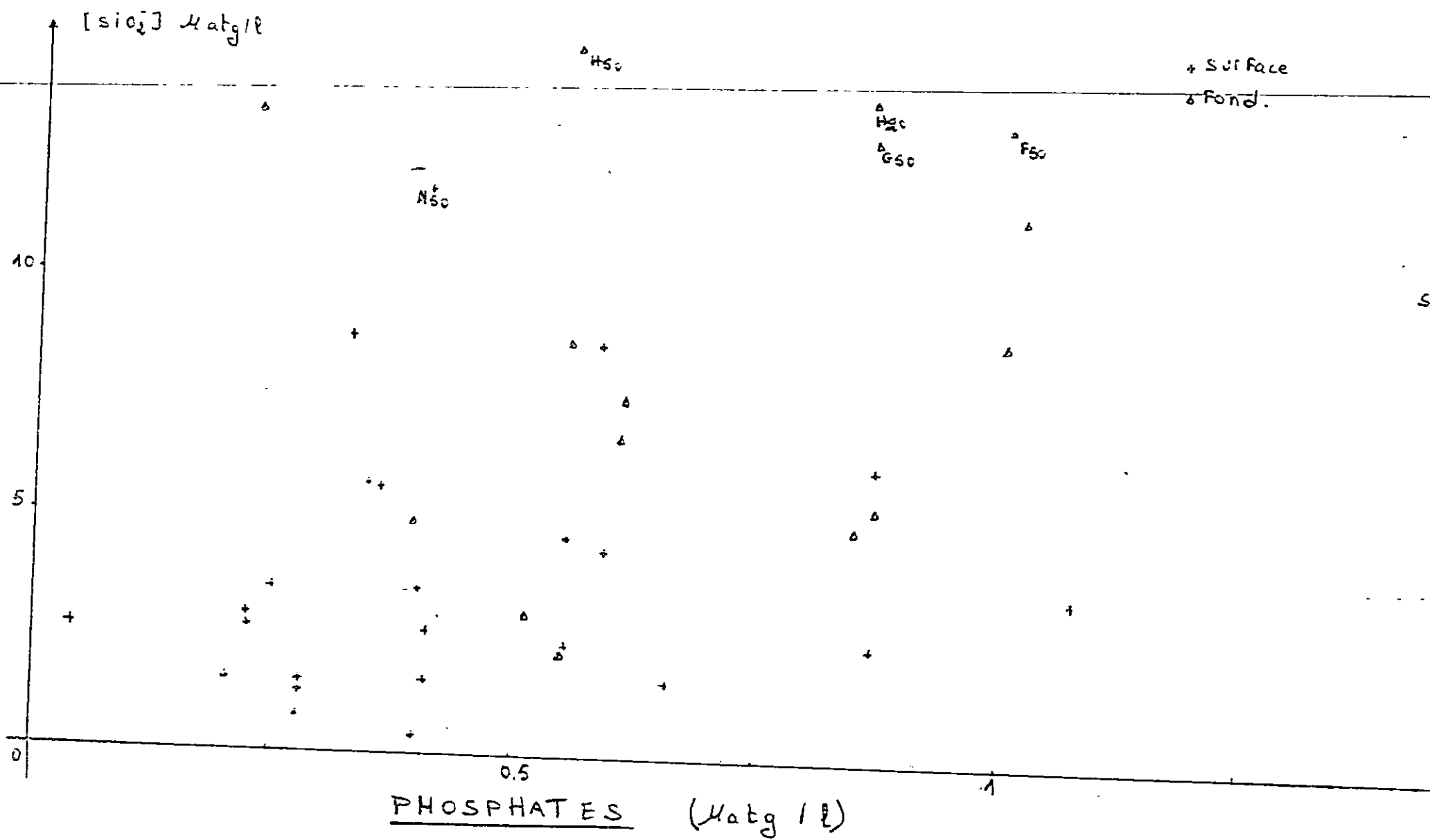


Fig 35 : Diagramme de corrélation silicates. phosphates.

(GOLFE D'ARZEW)

### IIIc Distribution spatiale et dynamique des masses d'eaux dans la baie d'Alger.

#### C1 - Distribution horizontale :

L'établissement des cartes d'isoconcentrations pour les différents paramètres nous permettra de voir la variation spatiale des concentrations, de distinguer plus ou moins les masses d'eaux et d'évoquer leurs sources.

D'une façon générale, les paramètres étudiés ne présentent pas une variation homogène et uniforme à l'échelle de la baie et du large.

Ces paramètres manifestent des maximas des minimas et des valeurs intermédiaires réparties en zones ou en fronts bien distingués.

Pour certains paramètres étudiés, on remarque bien une corrélation significative de leur distribution horizontale.

En ce qui concerne la température (fig 36) nous remarquons principalement deux zones de variation bien distinctes. Juste à l'Ouest de "TAMENTEFOUST", un front d'eau chaude avec une température maximale de  $19,1^{\circ}\text{C}$  se déplaçant vers l'Ouest. Ce front s'affronte rapidement avec des eaux froides ayant une température minimale de  $16,2^{\circ}\text{C}$ . Ces dernières se dirigent vers le large et à l'intérieur de la baie.

La disposition des lignes isothermiques évoque une source profonde que l'on discutera plus loin.

En dehors de ces zones, les valeurs de la température sont quasiment stables.

L'origine du front d'eau froide d'après la carte isothermique, ne peut être due qu'au réchauffement en surface des eaux froides qui tournent dans le sens inverse de l'aiguille d'une montre dans la baie (sens du gradient croissant de la température).

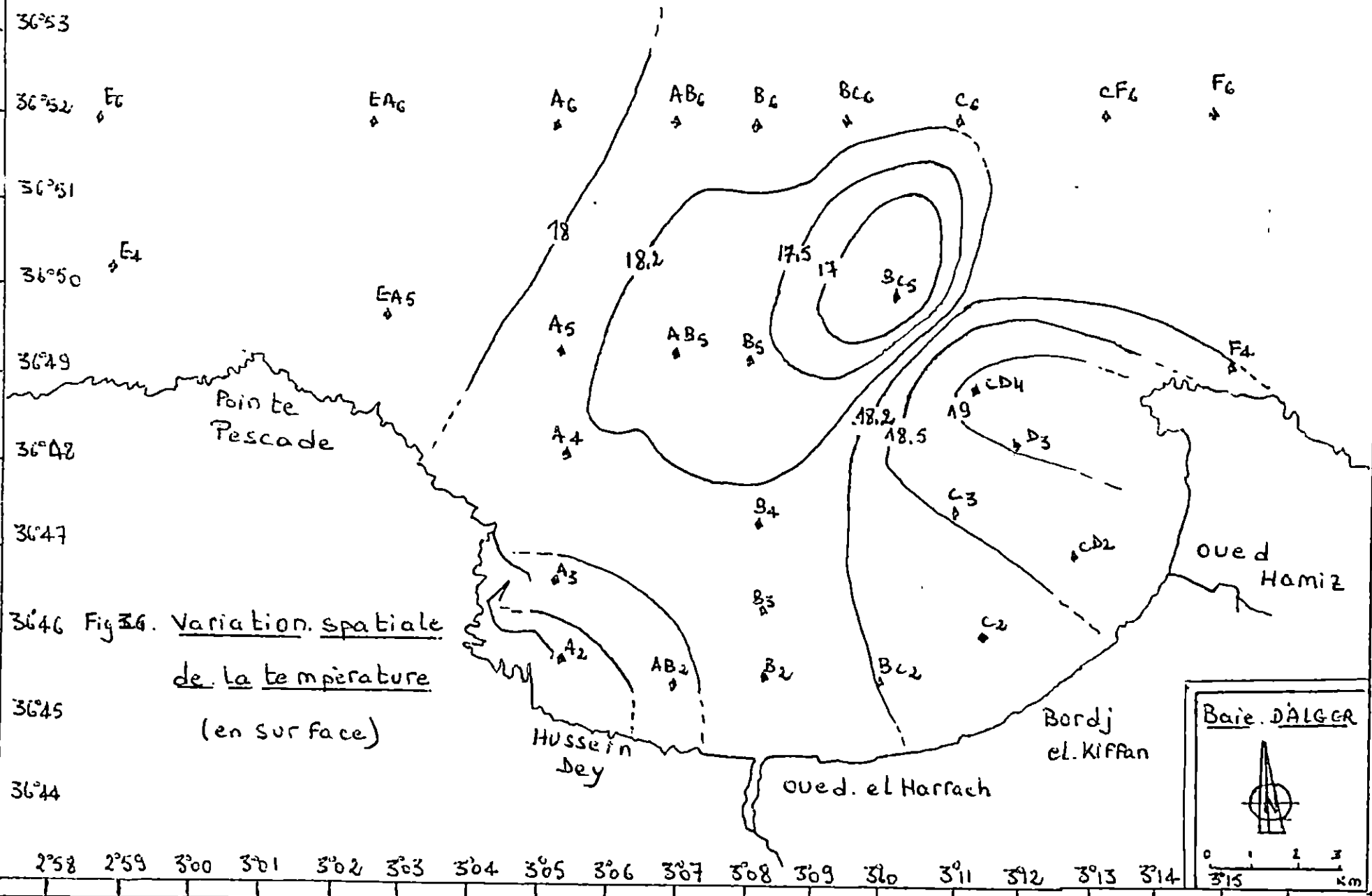


Fig 36. Variation spatiale de la température (en surface)

Baie. D'ALGER

0 1 2 3  
3°15 Km

Toutefois, la distribution horizontale de la salinite, bien que ce paramètre montre un gradient croissant de la côte vers le large, il manifeste des variations anormales au niveau de la baie. L'une de ces variations anormales est l'extension d'eau moins salines, juste à l'Est de l'Oued El-Harrach, vers l'Est de la baie. (Fig 37).

La dérive de ces eaux vers l'Est paraît être sous l'influence d'un front d'eau saline prenant naissance au centre de la baie. Dans cette dernière localité la disposition des isohalines évoque une source profonde et coïncide bien avec la remontée d'eaux froides évoquée précédemment. A l'endroit d'affrontement d'eaux froides et d'eaux chaudes montré par la température, la salinite montre aussi une variation anormale suivie par un front de salinite qui se dirige vers le large.

Le récapitulatif de ces observations permettra de constater une circulation génératrice dans le sens inverse de l'aiguille d'une montre des eaux de surface dans la baie d'Alger. Donc on retrouve le schéma de la dynamique des eaux donné par la distribution de la température.

Les sels nutritifs par contre montrent une distribution très hétérogène avec une corrélation assez nette\*. Pour les nitrates, les phosphates et la silice, les valeurs les plus faibles sont localisées au centre et à l'Est de la baie. Alors que les plus hautes valeurs des sels nutritifs ainsi que celle de la matière en suspension sont observées en deux endroits bien précis. Le premier endroit est situé juste en face de Hussein Dey, entre le port d'Alger et Oued El Harrach, et suggère un apport d'eaux usées riches en sels nutritifs et en matière en suspension.

L'autre endroit est situé au large, au nord Est de la baie, et reflète peut être les conditions du large moins abordées dans ce thème de travail.

\* corrélation des sels nutritifs entre eux.

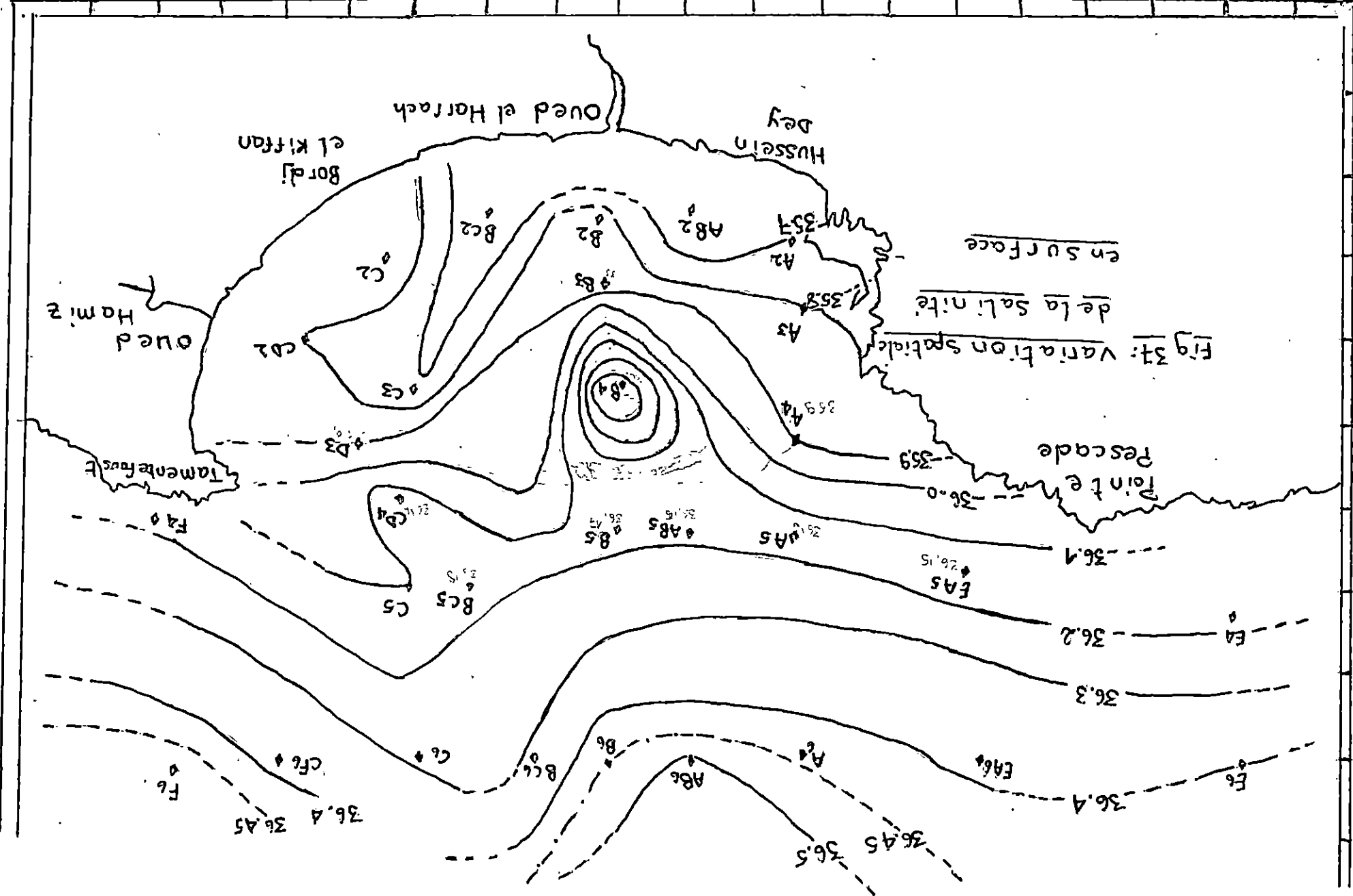
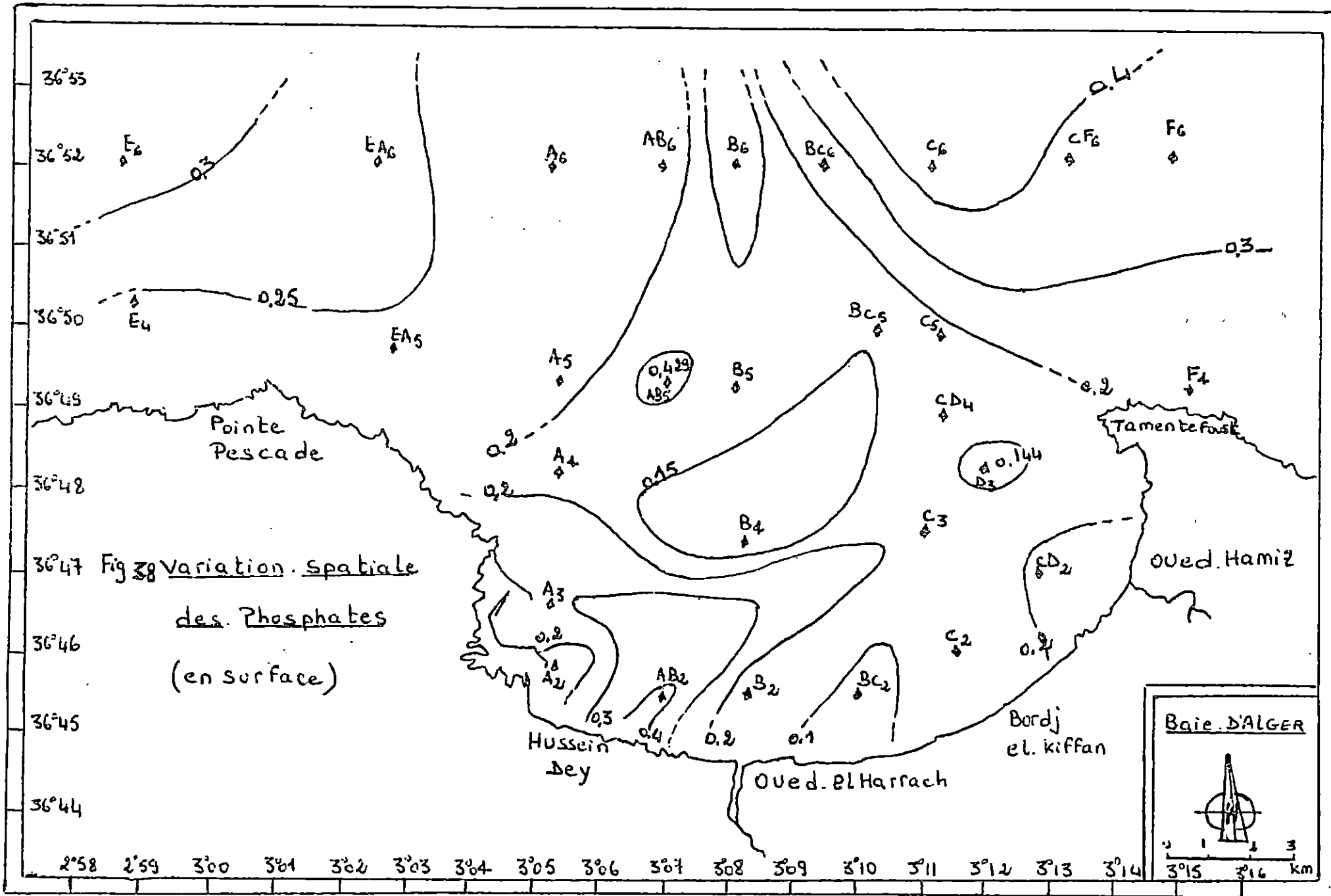


Fig 31: Variation spatiale de la salinite en surface

Enfin, cette distribution horizontale des sels nutritifs évoque d'une part, une activité biologique importante dans la baie d'Alger montrée par de faibles teneurs et signalée par la bassesse du rapport nitrates/phosphate ( $\text{NO}_3/\text{PO}_4$ ) et d'autre part, un apport continu en sels nutritifs par les eaux usées et peut être des conditions dans le large différentes de celles de la baie.



## C2 - Distribution verticale :

La distribution horizontale des paramètres physiques et chimiques dans la baie nous a permis de voir les caractéristiques générales de la baie et d'avoir une idée sur les mouvements des masses d'eaux en évoquant une remontée d'eau.

Pour confirmer cette dernière et mieux illustrer la dynamique des eaux, nous avons fait l'étude de la distribution verticale de certains paramètres. Ceci suivant des sections latitudinales et longitudinales préalablement prévues dans notre plan d'échantillonnage dans la baie.

Dans une section latitudinale située à la limite de la baie entre la Pointe Pescade et le Cap Matifou, nous avons représenté la variation verticale de la température, de la salinité et des phosphates (fig

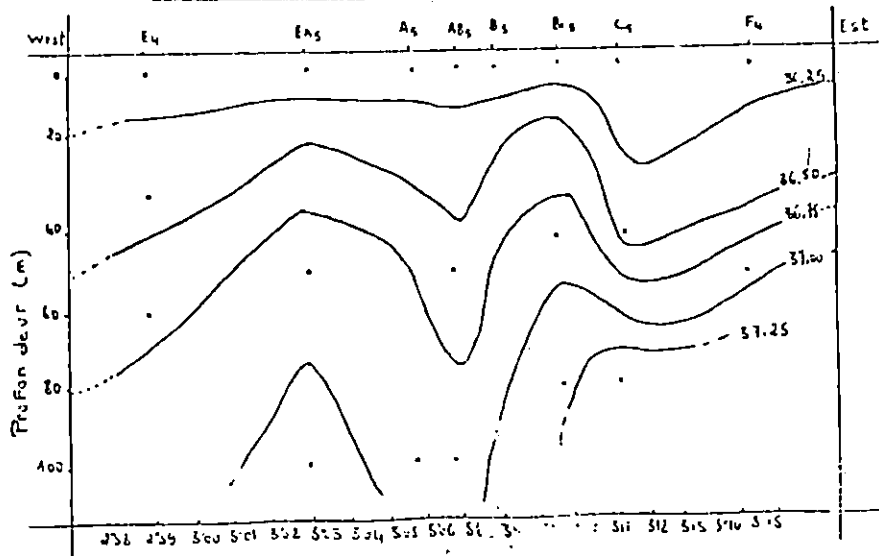
Ces trois paramètres montrent une similitude et une concordance dans leur variation le long de cette section. (Fig: 39, 40, 41)

Si d'abord, nous nous intéressons à l'examen de la section de la température, nous remarquons que la structure des isothermes, plus ou moins stables aux extrémités de la section, sont perturbés par la divergence d'eau froide au centre. Cette remontée d'eau froide est entraînée de part et d'autre par la plongée d'eau relativement chaude et qui est plus importante à l'Est qu'à l'Ouest.

Le schéma observé en surface pour la température (fig 40) est en relation directe avec cette situation. En effet, la zone d'affrontement entre des eaux chaudes et des eaux froides observées en surface correspond exactement à l'endroit où les isothermes plongent puis remontent. En plus, la section de la température nous montre une autre zone d'affrontement de faible ampleur entre les eaux qui se situent au centre Ouest de la baie et non observable par les variations de surface. Ce schéma, si nous l'imaginons à trois dimensions, laisse à réfléchir à une remontée d'eau froides, entraînant par là un enfoncement de part et d'autre des eaux plus chaudes probablement liée à un phénomène tourbillonnaire de très faible dimensions (2,5 à 6 Km de diamètre).

Fig. 1) Salinité

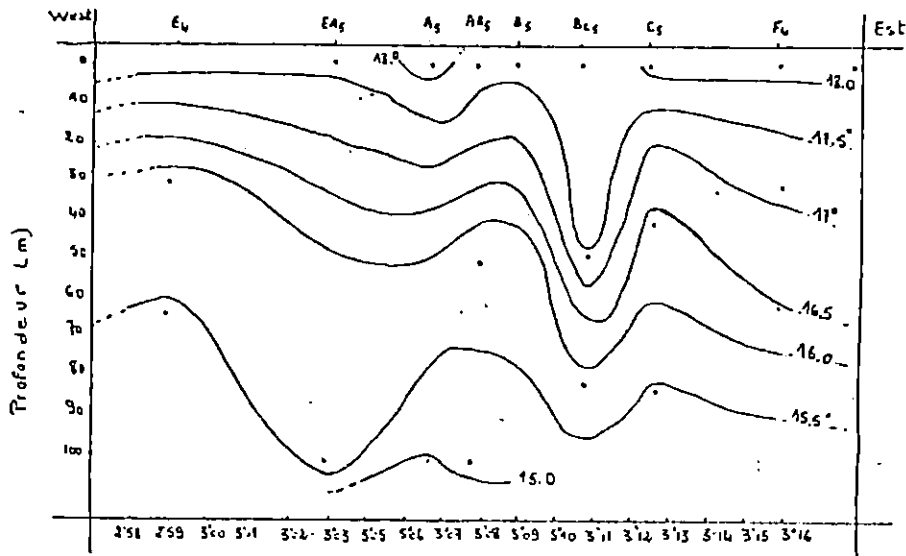
Positionnement des stations de la section n°5



LONGITUDES

Fig. 2) Température

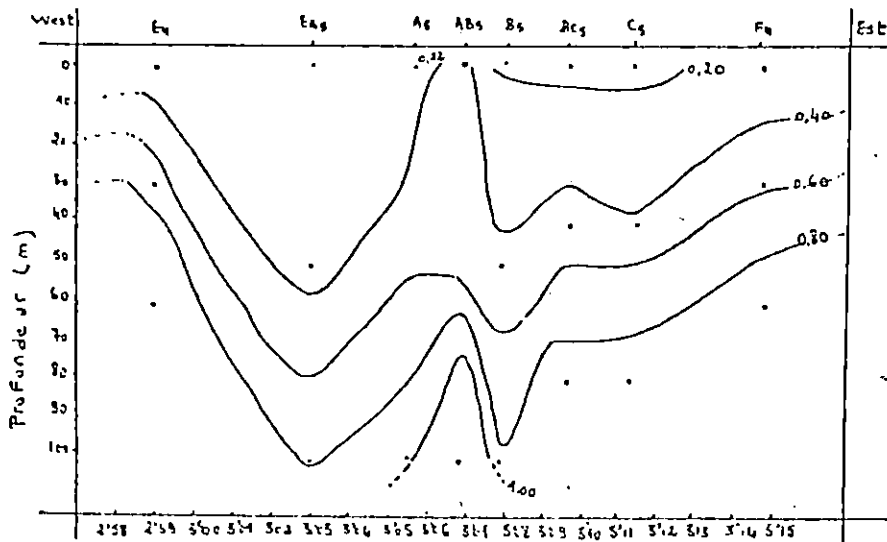
Positionnement des stations section n°5



LONGITUDES

Fig. 3) Phosphates

Positionnement des stations de la section n°5



LONGITUDES

Cependant, la superposition des trois sections de température, de la salinite, et des phosphates, montre que les basses valeurs de la température sont accompagnées de hautes valeurs de la salinite et des phosphates. Donc les caractéristiques de ces eaux en divergence sont des eaux froides, plus salines et plus riches en sels nutritifs (phosphates, nitrates, et silice).

L'examen des sections longitudinales (coupes côte-large) pour la salinite, qui sont en accord avec celles de SAMSON (1980), nous confirme encore les observations précédentes.

Les sections des radiales B et C, montrent nettement un front d'eau saline (37,5 ‰) qui remonte vers la surface en provenance des profondeurs du large.

Par contre, dans la section de la radiale A et même celle de la radiale C, il ya une tendance des eaux à plonger en profondeur près de la côte, probablement sous l'effet du vent en surface.

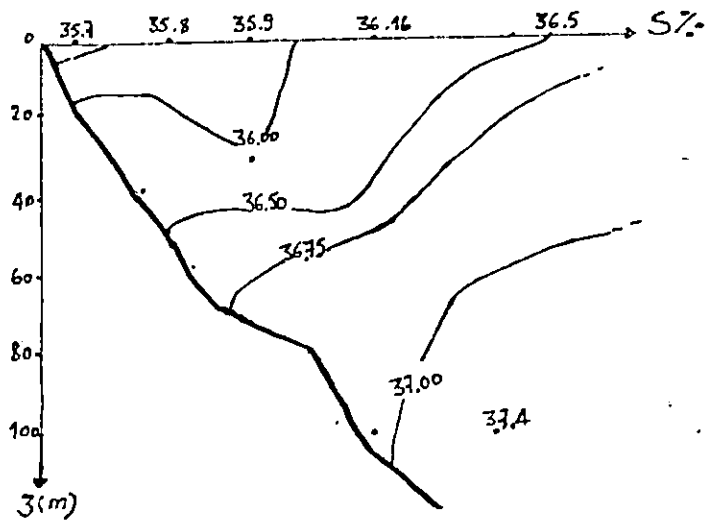


Fig 42: Distribution verticale de la salinité sur la radiale A. coupe côte-large, Hussein Dey

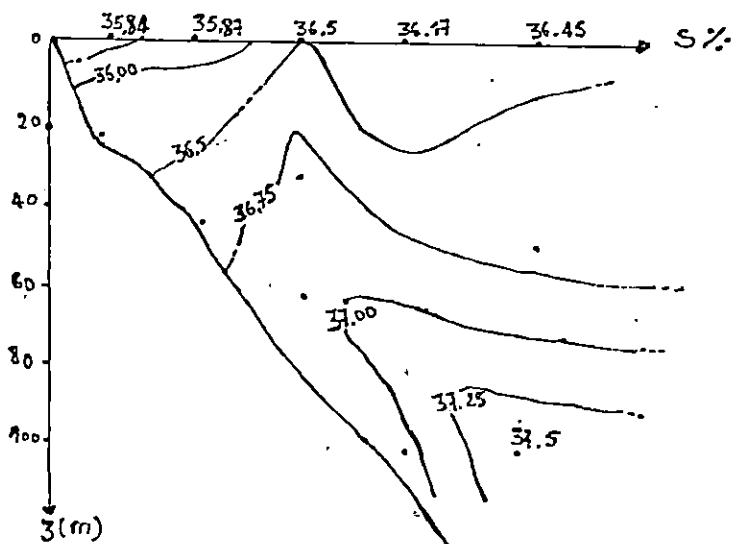


Fig 43: Distribution verticale de la salinité sur la radiale B. coupe côte-large, Oued EL Harrach.

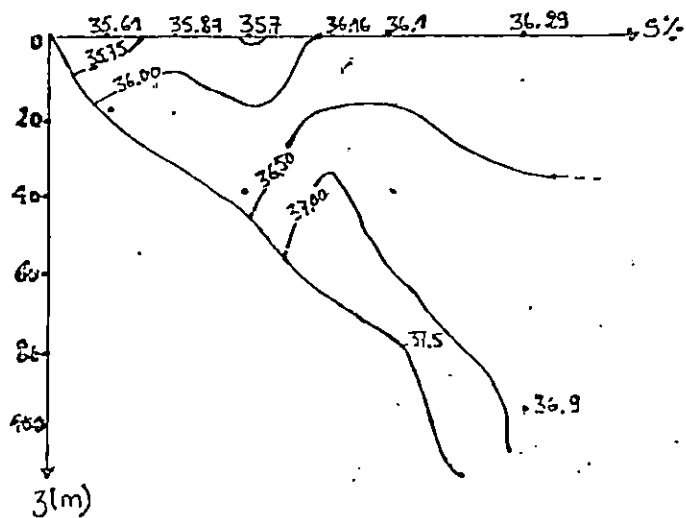


Fig 44: Distribution verticale de la salinité sur la radiale C. coupe côte-large, Sordj el Kiffan.

#### IV. DISCUSSION GENERALE :

Cette étude faite au niveau de deux zones côtières ; baie d'Alger et Golfe d'Arzew et en deux périodes différentes (Printemps, et hiver), nous a permis de voir le comportement et la distribution des sels nutritifs au niveau de ces eaux et ceci par :

un examen de divers facteurs physico-chimiques, météorologiques et leur incidence sur le milieu marin côtier. En effet, l'étude des caractéristiques physiques et chimiques a montré que les eaux superficielles sont le siège de fluctuations brutales et parfois même désordonnées, corrélables aux perturbations atmosphériques. Mais ces variations en surface, atteignent une certaine stabilité en profondeur (cas du Golfe d'Arzew).

Cependant, au niveau de la baie d'Alger, nous assistons à un foisonnement du phytoplancton du au réchauffement printanier et à un éclaircissement suffisant. De plus, l'examen de la température et de la salinité considérées comme les paramètres les plus caractéristiques des eaux marines a montré la présence permanente des eaux atlantiques. Les faibles salinités sont dues à l'influence des précipitations sur nos eaux côtières (le 21/05/89).

Par ailleurs, l'effet négligeable de l'évaporation au niveau des deux zones, est dû surtout au mélange permanent des eaux avec le large. En outre, l'activité biologique importante au cours de la saison printanière peut être en partie responsable des fortes concentrations en oxygène dissous dans la baie d'Alger. Toutefois, la teneur en sels nutritifs dans les deux sites étudiés augmente plus en profondeur qu'en surface :

Concernant le Golfe d'Arzew, nous remarquons de fortes teneurs en silice surtout au niveau de la station de référence ( $\approx 14 \mu\text{atg/l}$ ) qui est due à une régénération complète ou encore à un apport continental. Vu la faible profondeur de la colonne d'eau de mer, cela suggère une rediffusion et remobilisation à partir du fond.

Les teneurs en phosphates ne manifestent pas un déficit important et sont présents à des concentrations plus ou moins stables.

En revanche, les valeurs élevées en nitrates peuvent avoir deux origines :

- soit une origine interne à partir de la décomposition et oxydation de la matière organique sur le fond benthique ce qui est caractéristique des eaux côtières.
- soit une origine externe induite par les eaux naturelles, ménagères et industrielles.

La distribution de la matière en suspension est affectée par le courant du large et sa dérive. En effet, pour le Golfe d'Arzew les teneurs élevées sont localisées au niveau des ports d'Arzew et de Mostaghanem, de l'unité SONIC et de l'embouchure de l'Oued El Macta et de l'Oued Chelif. Ceci concorde avec les résultats de BOUDJELLAL (1989).

Un autre type de pollution pourrait prendre place, au niveau de la centrale thermique de la SONELGAZ, seulement, selon les mesures effectuées aux points d'aspiration et de refoulement des eaux utilisées pour le refroidissement et les eaux chaudes de refoulement deversées dans un bassin prévu pour un prérefroidissement présentent une nette différence de température de l'ordre de  $4^{\circ}\text{C}$  mais qui ne pourrait pas avoir un effet de pollution thermique.

En parallèle, au niveau de la baie d'Alger la répartition des nitrates se fait comme suit :

- au niveau de la couche euphotique, les faibles teneurs en silice sont dues à l'assimilation phytoplanctonique.
- au delà des eaux profondes, les teneurs sont plus élevées, ceci s'explique par le contact avec les sédiments.

Dans les eaux intermédiaires, la teneur en silice augmente, car il ya moins d'assimilation phytoplanctonique.

Les teneurs en phosphates sont basses en surface, mais les eaux profondes constituent un réservoir en cet élément, dû à une reminéralisation du phosphore organique.

Il en est de même pour les nitrates, les concentrations augmentent au fûr et à mesure que l'on s'enfonce en profondeur.

Dans cette étude nous avons estimé les rapports biochimiques de REDFIELD N/P qui selon nos résultats, nous pouvons dire que l'assimilation et la régénération ont lieu dans un rapport largement inférieur à 15, ce qui équivaut à l'apparition d'une dystrophie pouvant entraîner des déficiences nutritionnelles des populations naturelles, et ce qui est important c'est que ce rapport N/P = 1,6 caractérise bien les eaux méditerranéennes.

Cependant, le rapport si /P n'est pas très important à déterminer car selon les travaux cités par BERLAND et AL 1974, par SAMSON 1981, et par AID 1981, la silice est rarement considérée comme un facteur limitant puisque son omission n'est pas tellement gênante.

Enfin, l'analyse des sections méridiennes et des coupes verticales (côtes-large) dans la baie d'Alger, nous a permis de mettre en évidence le phénomène de remontée d'eaux profondes en surface (phénomène d'UPWELLING) entraînant par là, une réalimentation nouvelle des eaux de surface en sels nutritifs dissous d'une part, et d'autre part une plongée des eaux de surface froides (phénomène de DOWNLING).

Par ailleurs, la distribution horizontale de certains paramètres, tel que la température et la salinité, permet de définir le sens de circulation des eaux dans la baie d'Alger. Celle-ci se fait dans le sens géométrique, dans le sens inverse de l'aiguille d'une montre.

Ces deux phénomènes de remontée d'eau et de la circulation au sein de la baie, évoquent l'existence d'un tourbillon de faible dimension qui peut être en relation directe avec le courant algérien et les vents d'Est qui prédominent à cette période de la sortie en mer (21/5/89).

Ces observations originales dans la baie d'Alger, ne sont pas rares dans les côtes algériennes. Elles ont fait l'objet de plusieurs travaux qui se continuent encore actuellement. Cependant, ces travaux sont plus axés sur les phénomènes qui se déroulent au large qu'à l'intérieur de la marge continentale et des baies.

#### V. CONCLUSION GENERALE :

Dans notre travail, nous avons tenté de réaliser une étude analytique portant sur la distribution, le comportement des sels nutritifs et la matière en suspension.

A cet effet, nous avons utilisé la méthode colorimétrique pour le dosage chimique automatisé des sels nutritifs par la chaîne technique (A.A.II) et à travers une étude des paramètres physiques et chimiques nous avons essayé d'identifier les masses d'eaux présentées dans les zones étudiées (Golfe d'Arzew et baie d'Alger).

Ainsi, l'explication des distributions des sels nutritifs repose pour une grande part sur les processus physico chimiques et biologiques liés à la dynamique des eaux.

Cependant, l'apparition du phénomène de remontée des eaux a nécessairement conduit à un enrichissement des eaux côtières en sels nutritifs et donc à une stimulation directe de la production primaire qui est à la base de toute la chaîne trophique.

Toutefois, d'après GRALL et AL 1982, ce sont les vents forts qui provoquent de puissantes remontées d'eaux en surface, mais empêchent en même temps le développement rapide de la production primaire créant par un fort brassage une complète homogénéité verticale (LAROCHE et IDELHA, 1988).

En revanche, une étude approfondie de l'UPWELLING des côtes algériennes, nous paraît nécessaire à une large échelle temporelle et spatiale.

La connaissance précise des conditions hydrodynamiques et hydroclimatiques régnant sur le plateau continental, ainsi que l'analyse détaillée des sels nutritifs et matériel particulaire devrait nous permettre de modéliser la répartition de ces paramètres à différents niveaux, le long de la colonne d'eau de mer et entre la côte et le large.

Enfin, cette étude ponctuelle réalisée sur une courte période ne nous permet pas de définir l'importance de la pollution dans les zones d'étude.

Il existe certainement une pollution par les sels nutritifs et matières en suspension dans la baie d'Alger, mais qui ne peut être détectée. En raison de l'assimilation des sels nutritifs la régénération de la matière en suspension (fraction organique) et sa sédimentation (fraction minérale) de plus, comme l'hydrodynamisme de la baie d'Alger est important, remontée d'eau, courant du large ... etc), il y a forcément un renouvellement des eaux de la baie, donc une dilution par le large.

BIBLIOGRAPHIE

## BIBLIOGRAPHIE

- AID, F, 1981 : variations saisonnières de l'activité auto et heterotrophe du plancton de la baie d'Alger.  
Effets des facteurs nutritionnels.  
Thèse 3e Cycle U.S.T.H.B ALGER 89 P.
- AMINOT, A, 1983 : Manuel des analyses chimiques en milieu marin.  
CNEXO, 395 P, 169 - 175.
- BAKALEM, A, 1981 : Les sources de pollution sur la côte Ouest algérienne :  
Note préliminaire.  
BULL. SOC . HIST . NAT . AFR.NORD. 69 (3/4) 131-137.
- BENDSCHNEIDER, K, and ROBINSON, R.J., 1952 :  
A new spectrophotometric détermination of nitrite in sea water. J. Mar. Res. , 11, 87-96.
- BERLAND, B.R, BONIN, D-J., MAESTRINI, S.Y., 1980 :  
Azote ou phosphore ? Considérations sur le "paradoxe nutritionnel" de la mer méditerranée.  
Océanal. Acta, 1980, 3, 1, 135-141.
- BOUDJELLAL, B. H. , 1989 : Sels nutritifs et matière en suspension dans le Golfe d'Arzew.  
Contribution à l'étude de la pollution.  
Mémoire de Technicien supérieur en biologie des pêches (ISMAL) 81 P.
- BOULAHIDID, M. , 1984 : Analyse des sels nutritifs de l'eau de mer Détermination de rapport de Redfiel. dans l'atlantique nord. DEA.  
Université de Paris VII 34 P.

- BOULAHIDID, M., 1987 : Étude du mélange des masses d'eaux et de l'oxydation de la matière organique dans l'Océan.  
Thèse . Doct . 251 P.
- BOULAHIDID, M., JANDEL, C., GARCON, V., MINSTER, J.F., MARIAULT, A.,  
BOULELEUX, C., SIMIER, M. , 1989.  
Programme flux océanique. PNEDC : 5 progr WOCE  
Rapport d'activité 1986 - 1989.
- CHARLES, H., CULBERSON and KILHO, PARK, P., :  
Oxygene - nutrient, relation ships in the  
pacific ocean P 806 - 814.
- COPIN. MONTEGUT, C., et COPIN. MONTEGUT, G., 1979 :  
Evolution saisonnière de la répartition des  
particules en suspension dans l'eau de mer à la  
Bouée BOHRA.  
Rapp. Comm. int. Mer Medit, 25/26,9.
- DECASABIANCA. CHASSANY, M.L., :  
Lagunes méditerranéennes  
Bilan et discussion sur les sels nutritifs et le  
rapport N/P des eaux par rapport à la mer et aux  
lacs.  
Rapport et procès verbaux des réunions VOLZO,  
FASCICULT 2, 1986.
- DENIGES, M.G., 1920 : Réaction de coloration extrêmement sensible des  
phosphates et des arsénates, ses applications.  
C.R. Acad. Science, Paris , 802 : 4.
- DE SOUZA LIMA, Y., : Accumulation des sels nutritifs dans la microcouche  
de surface : influence possible des facteurs  
abiotiques et biotiques du milieu.  
Océanal. Acta, 1985, 8, 1, 47-58.

- PARNING, K.A., ET PILSON, H. BO., 1973 :  
On the spectrophotometric determination of dissolved  
silica in natural waters. Anal. Chem. 45,136.
- FROELICH, P.N., BENDER, M.L., LUEDIKE, W.A., :  
The marine phosphorus cycle.  
American journal of science, Vol 282  
April 1982, P 474 - 511
- HONJO, S., MANGANINI, S.J., ET COLE, J.J., 1982 :  
Sedimentation of biogenic matter in deep .  
Ocean deep sea res., 29,609.
- IVANOFF, A., 1972 :  
Elements d'oceanographie chimique dans :  
introduction à l'oceanographie, Tome I - VUIBERT.  
Propriétés physiques et chimiques des eaux de mer.
- JENKINS, W.J., 1988 :  
Nitrate flux into the euphotic zone near Bermuda.  
Nature Vol 11 - 331
- MACUCHE, S., 1987 :  
Mécanismes hydro-sédimentaires en baie d'Alger.  
Approche sédimentologique, géochimique et traitement  
statistiques.  
Thèse doctorat spécialité océanologie 213 P.
- MARTON, G., 1979 :  
Technique et documentation. Problème de l'azote dans  
les eaux.
- MEDJDOUB, S., 1987 :  
Bilan de pollution des eaux résiduaires de l'Oued El Har  
Mémoire de technicien supérieur option chimie U.S.T.H.B.
- MINAS, H.J., 1968 :  
A propos d'une remontée d'eau profonde dans les parages  
du Golfe de Marseille (octobre 1964).  
Cah. Océanogr. 1968 (8) 647 - 673.

MULLIN, J.B. AND J.P. RILEY 1955 :

The colorimetric determination of silicate with special reference to sea and natural waters. *Analytica chim. Acta* 12.162.175.

OTTMANN, F., :

Etude et impact des matières en suspension sur l'aménagement. *Bulletin de l'association internationale de géologie* n° 28 Paris 1983.

PAUC, H., :

La dynamique du matériel en suspension à l'interface fluvio-marine.

Etude du coin salé de l'Oued Mazafran (Ouest algérois). *Coll. intern. Oceanol. Perpignan, C.I.E.S.M. (1987) P 33.*

PERES, J.M., 1976 :

Pollution des eaux marines.  
Ed. Gauthiers Villars 231 P.

PIPER, D.Z., AND CODISPOTI, L.A., 1975 :

Marine phosphorite deposits and the nitrogen cycle.  
Vol. 188, n° 4183.

PNUE :

Rapport et étude des mers régionales n° 32 (1984) des polluant d'origine tellurique en méditerranée.  
(préparé avec la collaboration de : ONU/CEE - ONUDI - FAO UNESCO - OMS, AITA).

RAMADE, F., 1982 :

Eléments d'écologie (écologie appliquée).  
Action de l'homme sur la biosphère 422 P.

SAMSON, F., KECHACHA, L. :

Variations saisonnières des matières nutritives de la baie d'Alger.

Recherche des facteurs contrôlant le développement du phytoplancton.

Thèse Doct. (1981) 89 P.

SCHMARTZ, 1969 :

Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes.

Ed. Flammarion et coll. 1980.

SIMIER, M., 1987 :

Pilotage par micro-ordinateur de deux colorimètres, dépouillement et traitement en ligne des analyses.

Mémoire de stage de D E S S.

"Informatique et sciences expérimentales"

Université Paul SABATIER, UM-39 CNRS-GRGS, TOULOUSE 34 P.

TALIB, R., 1970 :

Facteurs de répartition verticale du phytoplancton.

Thèse, Doct (1970) 196 P.

TAKAHASHI, T., BROECKER, W.S., AND LANGER, S., 1985 :

Redfield ratio based on the chemical data from isopycnal surface  
journal of geophysical research, 90.6907.6924.

TAUPIER, L.I., AND MILLOT, C., 1988 :

Surface circulation in the algerian bassin during 1984.

Oceanol, Acta, Oceanographie pelagique méditerranéenne,  
MINAS (H) and Nival (P)

Edit. 79 - 85.

TCHERNIA, P., 1960 :

Hydrologie d'hiver en méditerranée occidentale.

Cah - oceanogr. 12 (3), 184 - 198.

TREGUER, P., ET LE CORRE, P., 1975 :

Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer.

(Utilisation de l'auto analyser II, Technicon)

110 P, Loc. UBO Brest.

TREGUER, P., ET LE CORRE, P., 1976 :

Contribution à l'étude de la matière dissoute en sels nutritifs  
dans l'eau de mer. Caractéristiques du Golfe de GASCOGNE et  
UPWELLING côtiers de l'Afrique du Nord Ouest.

Thèse Doct. Es. Sc. UBO. Brest.

VOINESCU, I., COCIASU, A., 1980 :

Considération sur les rapports N/P des eaux de mer du  
littoral Roumain de la mer noire.

Rapp. Comm. int. Mer médit, 28. 7. (1983).

Annexe I.

Tableau I :

a) Prélèvement effectué le 21/5/1989

Heure du prélèvement : 21h30

Etat de la mer : agitée

Stat.	Prof. (m)	Temp. (°c)	Oxy. dis. (mg/l)	Sal. (‰)	pH	(No2) $\mu\text{atg/l}$	(No3) $\mu\text{atg/l}$	(Po4) $\mu\text{atg/l}$	(Sio2) $\mu\text{atg/l}$	(M.E.S) (mg/l)
EA 5	0	17.6	10.0	36.15	8.10	0.18	0.30	0.25	1.4	6.8
	50	15.9	8.2	36.90	8.27	0.19	0.48	0.33	3.2	22.0
	100	15.9	7.8	37.11	8.27	0.30	0.87	0.78	3.9	26.8
E 4	0	17.6	8.2	36.17	8.39	0.07	0.48	0.25	2.2	9.2
	30	15.8	7.4	36.38	8.32	0.11	0.91	0.76	2.7	10.0
	60	15.5	7.3	36.70	8.32	0.26	1.12	0.96	3.9	22.4
E 6	0	17.7	7.6	36.40	8.36	0.15	0.59	0.32	2.1	18.0
	50	15.7	8.0	36.70	8.35	0.40	0.96	0.46	2.5	15.0
	100	15.3	7.5	37.35	8.32	0.60	1.76	0.92	3.9	9.0
EA 6	0	17.9	7.6	36.37	8.38	0.10	0.47	0.26	1.9	11.0
	50	15.7	8.0	36.80	8.38	0.11	0.58	0.34	2.06	8.0
	100	14.9	7.4	37.25	8.33	0.22	1.31	0.93	2.8	6.0
A 5	0	18.2	7.3	36.16	8.39	0.10	0.47	0.22	1.9	22.0
	50	16.0	7.9	36.75	8.37	0.11	1.18	0.58	2.7	13.0
	100	14.7	7.5	36.90	8.33	0.22	1.90	0.95	3.06	6.0
A 6	0	17.9	7.5	-	8.39	-	-	-	-	18.0
	50	15.6	7.4	36.90	8.37	0.15	1.15	0.55	2.9	10.0
	100	14.6	7.4	37.40	8.33	0.20	1.58	0.80	3.2	6.0
A 4	0	18.1	7.5	35.90	8.39	0.12	0.30	0.18	1.6	14.8
	30	18.2	7.6	36.06	8.39	0.20	0.65	0.41	2.4	11.6
	60	16.2	7.6	36.75	8.36	0.31	1.26	0.91	4.9	9.6
A 3	0	18.6	7.6	35.80	8.38	0.09	0.40	0.30	1.5	11.6
	40	16.6	7.9	36.40	8.39	0.12	1.34	0.72	2.01	10.4
A 2	0	18.4	7.2	35.70	8.37	0.16	0.29	0.14	0.77	16.0
	20	17.1	7.6	36.12	8.38	0.29	0.99	0.36	1.12	12.4
AB 2	0	18.6	7.4	35.64	8.36	0.09	0.85	0.40	1.9	24.0
	20	16.5	8.0	36.19	8.39	0.13	1.04	0.75	2.8	10.4

b) Prélèvement effectué le 22/5/1989

Heure du prélèvement : 10 h 52

Etat de la mer : agitée.

Stat.	Prof. (m)	Temp. (°c)	Oxy. dis. (mg/l)	Sal. (‰)	pH	(No2) µatg/l	(No3) µatg/l	(Po4) µatg/l	(Sio2) µatg/l	(M.E.S) (mg/l)
B 2	0	18.1	7.8	35.84	8.41	0.07	0.33	0.18	1.9	26.0
	20	16.3	7.6	36.25	8.39	0.11	0.82	0.57	2.2	20.8
B 3	0	18.1	7.5	35.87	8.40	0.12	0.45	0.31	2.1	13.2
	40	16.2	7.8	36.55	8.36	0.24	1.22	0.88	3.7	11.6
B 4	0	18.1	7.6	36.50	8.40	0.18	0.19	0.11	1.06	13.2
	50	16.4	8.1	36.9	8.39	0.22	0.48	0.29	1.7	6.0
	80	15.7	7.8	37.4	8.37	0.41	0.62	0.36	3.9	11.6
B 5	0	17.7	7.8	36.17	7.96	0.18	0.30	0.18	1.5	3.8
	50	15.8	7.9	36.80	8.00	0.28	0.95	0.45	2.1	9.0
	100	15.2	7.0	37.00	7.98	0.32	1.34	0.88	3.2	10.2
AB 5	0	17.7	7.1	36.16	8.05	0.07	0.64	0.43	1.5	9.6
	50	15.6	8.3	36.60	7.99	0.15	1.20	0.52	2.4	5.6
	100	15.6	8.3	36.90	8.03	0.17	2.22	1.61	3.2	7.8
AB 6	0	18.1	8.2	36.50	8.04	0.07	0.48	0.22	0.9	14.0
	50	15.6	7.4	36.69	8.01	0.13	1.66	0.87	2.3	11.0
	100	16.5	6.8	37.30	8.03	0.17	1.94	0.91	3.9	7.8
B 6	0	18.2	8.1	36.45	8.12	0.10	0.27	0.10	2.05	18.0
	50	15.7	7.5	36.70	8.03	0.15	0.62	0.27	3.3	14.0
	100	16.0	8.3	37.50	8.03	0.21	1.87	0.91	4.1	3.4
BC 6	0	18.3	7.3	36.30	8.05	0.05	0.29	0.23	2.6	11.0
	50	15.8	7.5	36.72	8.00	0.17	0.47	0.24	3.8	7.0
	100	15.7	7.6	36.95	7.98	0.51	1.22	0.99	5.6	5.2
C 6	0	18.2	7.3	36.29	8.05	0.035	0.96	0.48	2.08	19.8
	100	15.1	7.1	36.90	7.98	0.15	4.07	0.87	4.5	7.2
CF 6	0	18.2	7.3	36.39	8.06	0.07	0.59	0.38	1.5	
	50	16.2	7.5	36.84	8.02	0.15	1.92	1.06	3.1	
	100	15.4	7.6	37.26	8.00	0.22	2.66	1.58	5.6	

c) Prélèvement effectué le 22 / 5 / 1989.  
 Heure du prélèvement : 10 h 48.  
 Etat de la mer : agitée

Stat.	Prof. (m)	Temp. (°c)	Oxy. dis. (mg/l)	Sal. (‰)	pH	(No2) µatg/l	(No3) µatg/l	(Po4) µatg/l	(Sio2) µatg/l	(M.E.S) (mg/l)
F 6	0	18.2	7.6	36.48	8.01	0.06	0.80	0.36	1.5	-
	50	15.8	7.4	36.90	8.03	0.13	1.03	0.62	2.8	-
	100	15.1	6.9	37.29	8.06	0.23	2.28	1.40	3.8	-
F 4	0	18.2	7.3	36.17	8.05	0.08	0.46	0.26	1.6	15.0
	30	17.1	7.6	36.40	8.05	0.16	1.10	0.57	2.7	10.0
	60	16.5	6.8	37.20	8.02	0.27	1.75	0.97	6.4	34.8
C 5	0	18.2	8.9	36.10	8.13	0.11	0.48	0.17	1.7	-
	40	16.3	8.1	36.34	8.03	0.21	0.82	0.42	2.7	-
	80	15.5	7.2	37.50	8.01	0.27	1.93	0.95	3.9	-
BC 5	0	16.2	8.4	36.18	8.05	0.06	0.33	0.15	1.6	-
	40	17.8	7.8	36.90	8.04	0.12	1.39	0.48	2.9	-
	80	15.9	7.9	37.19	8.02	0.22	2.06	0.95	3.4	-
CD 4	0	19.1	8.2	36.16	8.09	0.09	0.31	0.18	2.7	-
	40	16.3	7.5	37.12	8.04	0.15	1.20	0.88	3.6	-
D 3	0	19.0	7.4	35.90	8.09	0.09	0.26	0.14	1.2	-
	40	17.0	7.0	36.96	8.04	0.11	0.92	0.55	2.8	-
CD 2	0	18.6	8.6	35.80	8.09	0.11	0.44	0.21	1.4	-
	20	16.6	7.8	36.10	8.04	0.16	0.61	0.42	2.7	-
C 3	0	18.5	8.0	35.7	8.08	0.08	0.32	0.18	1.7	-
	40	16.5	8.0	36.3	8.04	0.17	0.63	0.37	3.2	-
C 2	0	18.3	7.9	35.87	8.06	0.10	0.26	0.16	1.4	15.6
	20	16.7	7.6	36.76	8.04	0.26	0.50	0.33	2.8	-
BC 2	0	18.2	7.8	35.61	8.07	0.11	0.24	0.08	2.7	20.0
	20	16.5	8.0	36.06	8.05	0.16	0.43	0.22	4.4	-

Tableau II:

a/ Prélèvement effectué le 05/02/1989  
 Heure du prélèvement: 8h 20'  
 Etat de la mer: Calme

Stat.	Prof. (m)	Temp. (°c)	Oxy. dis. (mg/l)	pH	(M.E.S) mg/l	(NO <sub>2</sub> -) µatg/l	(SiO <sub>2</sub> ) µatg/l	(Po <sub>4</sub> ) µatg/l
E 50	0	-	-	7.80	17.6	0.08	0.8	0.28
	25			7.79	36.4	0.12	2.3	0.86
	50			7.77	78.8	1.15	11.5	1.01
E 20	0	-	-	7.76	13.2	0.06	0.4	0.40
	20			7.74	10.0	0.12	4.6	0.56
D 50	0	-	-	7.75	32.0	0.10	1.6	0.28
	50			7.89	33.2	0.13	2.1	0.56
D 20	0	-	-	7.76	11.6	0.07	1.6	0.205
	20			7.77	25.6	0.10	2.1	0.56
C 20	0	-	8.7	7.80	13.2	0.07	1.6	0.205
	20		8.5	7.75	25.6	0.13	2.1	0.56
C 50	0	14.5	9.2	7.77	27.6	0.08	2.6	0.05
	50	14.6	9.1	7.76	13.6	0.10	5.0	0.605
B 50	0	15.1	9.2	7.76	11.2	0.08	6.5	0.82
	50	14.7	8.3	7.71	14.0	0.12	8.9	1.01
B 20	0	15.6	9.0	7.76	14.0	0.38	2.03	0.34
	20	14.7	8.8	7.75	15.2	0.43	3.9	1.07
A 50	0	14.6	9.4	7.77	17.2	0.06	2.35	0.55
	50	14.5	9.0	7.75	7.6	0.08	4.9	0.80

b) Prélèvement effectué le 06/02/1989  
 Heure de prélèvement 14h

Sta.	Prof. (m)	Temp. (°c)	Oxy. dis. mg/l	pH	M.E.S mg/l	NO2 (µatg/l)	SI02 (µatg/l)	PO4 (µatg/l)
I	0	15.2	10.2	7.77	34.	0.43	6.6	0.55
	1	15.2	10					
II	0	15.2	10.2	7.78	25.	0.38	4.3	0.58
	1	15.2	9.9					
III	0	19.4	9.4	7.73	54	0.38	3.5	0.45
	1	19.5	9.7					
IV	0	15.4	12.4	7.79	42	0.43	5.6	0.36
V	0	15.5	11.8	7.81	18	0.54	10.2	1.67

d) Prélèvement effectué le 08/02/1989  
 Heure de prélèvement 09h 15  
 Etat de la mer calme

Sta.	Prof. (m)	Temp. (°c)	Oxy. dis. (mg/l)	pH	M E S (mg/l)	NO2 (µatg/l)	SI02 (µatg/)	PO4 (µatg/l)
I 20	0	14.5	10.4	7.77	45.2	0.40	3.5	0.40
	20	14.6	10.8	7.80	41.6	0.44	6.7	0.61
I 50	0	14.8	10.6	7.84	16.4	0.13	2.5	0.22
	50	14.7	10.5	7.81	14.4	0.38	2.9	0.22

c) Prélèvement effectué le 07/02/1989  
 Heure du prélèvement : 18h20mn  
 Etat de la mer : Calme

Stat.	Prof. (m)	Temp. (°C)	Oxy. Dis. (mg/l)	pH	M.E.S mg/l	NO2 µatg/l	SiO2 µatg/l	PO4 µatg/l
A	0	14.9	10.1	7.77	14.0	0.07	2.6	0.42
20	20	14.9	9.0	7.72	12.0	0.13	4.9	0.80
sta. de refér.	0	14.9	10.3	7.77	32.4			
	10	15.0	10.8	7.74	32.0			
	20	15.0	10.8	7.77	7.6	0.08	6.5	0.07
	30	14.9	10.8	7.77	17.6			
	50	14.9	9.9	7.77	36.0	0.22	13.4	0.42
	70	14.9	9.0	7.75	37.6	0.33	14.1	0.47
	100	14.9	9.3	7.75	16.0	0.43		
F	0	14.7	9.9	7.83	11.2	0.08	8.9	0.32
50	450	14.5	9.7	7.82	13.6	0.43	14.4	1.01
F	0	14.6	9.4	7.82	26.8	0.12	7.1	0.06
20	20	14.6	9.3	7.81	14.4	0.13	7.6	0.605
G	0	14.9	9.2	7.82	36.0	0.07	3.5	0.25
50	50	14.4	7.6	7.79	46.0	0.08	14.1	0.81
G	0	14.8	9.3	7.81	16.8	0.08	1.6	0.66
20	20	14.9	9.5	7.81	17.6	0.40	2.4	0.82
H	0	14.6	9.7	7.83	14.0	0.10	12.0	0.40
50	50	14.6	9.8	7.82	19.2	0.13	14.8	0.55
H	0	14.8	10.2	7.81	12.4	0.405	8.9	0.60
20	20	14.8	11.3	7.82	12	0.43	13.9	0.81

Anne x e II.

## Traitement des résultats :

Phase de calcul : Les enregistrements graphiques obtenus par l'enregistreur de la chaîne technique de l'auto-analyseur II sont dépouillés et traités.

### Méthodes de traitement :

Soit une analyse de 20 échantillons et des droites de standards construites à l'aide de quatre étalons et de l'eau de mer pauvre en sels nutritifs (EMO).

Le traitement de cette analyse se fait comme l'indique la figure en dessous : l'ensemble des échantillons est réparti en trois séries. Chaque série d'échantillons est dépouillée à l'aide d'une série de standards correspondant aux conditions les plus identiques.

La détermination des concentrations des échantillons nécessite deux régressions successives.

La première sert à déterminer EMO, et par conséquent les concentrations totales des standards. La deuxième régression sert à la détermination des concentrations des échantillons.

#### a) Première régression :

Pour une série de standards, la droite D.O = f (ajouts) est tracée par régression linéaire. L'équation de la droite est :

$$y = bx + a \text{ où } y = \text{D.O.}$$

a = ordonnée à l'origine de (densité optique de EMO)

b = la pente de la droite x

La valeur de EMO prise dans ce système d'axe comme étant zéro des standards et qui correspond à une densité optique égale à "a" et la valeur absolue de "x" valeur du point d'intersection entre la droite de régression et l'axe des abscisses c'est-à-dire, que d'après l'équation précédente pour :

$$y = \text{D.O.} = 0 \quad x = \left| -a/b \right| = \text{EMO}$$

#### b) Deuxième régression :

Calcul des concentrations des échantillons. Nous additionnons la valeur de EMO aux ajouts des standards, nous obtenons la concentration totale de ces derniers. D'où alors l'équation sera de la forme :

$$y = bx$$

Cette droite D.O = f (c totale) est la base de la détermination des concentrations des échantillons (fig b).

c) Calcul des concentrations des standards :

A partir de la solution mère (B), nous préparons trois dilutions. Pour cela, nous utilisons la formule suivante :

$$C1.V1 = C2.V2$$

- Où : C1 : La concentration de la solution mère (B)  
V1 : Le volume de la solution à prélever  
C2 : La concentration de la solution à préparer  
V2 : Le volume de la solution à préparer

d) Calcul des coélationns :

La coélation porte sur la liaison entre deux variables entièrement aléatoire par leur nature et leur distribution.

En ce qui concerne nos calculs de coélationns, nous avons fait appel au test de student pour faire valoir la liaison entre les différents paramètres physico-chimiques, éléments nutritifs et matière en suspension.

Ce test :  $t = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} = \sqrt{r - 2}$

La lecture de t se fait selon le tableau statistique.