

Richesse en phytoplancton

des eaux côtières

dans la région de POINTE-NOIRE (Congo)

G. R. / BERRIT

Par

Jean-Paul

et

J. P. / TROADER.

Fonds Documentaire IRD



010026614

Fonds Documentaire IRD

Cote: B\* 26614 Ex: 100

Centre d'Océanographie - CRSTON-

POINTE-NOIRE (République du Congo)

# RICHESSE EN PHYTOPLANCTON DES EAUX CÔTIÈRES

## DANS LA RÉGION DE POINTE-NOIRE (Congo)

G.R. BERRIT et J.P. TRADEC.

Centre d'Océanographie - ORSTOM - POINTE-NOIRE (Congo)

### RÉSUMÉ

- I) - EXPOSÉ DES MÉTHODES ET DU TRAITEMENT DES RÉSULTATS
  - a) - mode d'échantillonnage
  - b) - périodicité des observations
  - c) - lieux de prélèvement
  - d) - méthode de dosage
  
- II) - OBSERVATIONS DANS LA RÉGION DE POINTE-NOIRE
  - a) - conditions écologiques : saisons marines - apports fluviaux et terrigènes.
  - b) - variations du phytoplancton en fonction des saisons marines
    - cycle annuel des densités phytoplanctoniques et ordre de grandeur de teneurs en chlorophylle.
    - influence de l'intensité des saisons marines sur ces teneurs.
  - c) - considérations sur l'évolution des densités phytoplanctoniques :
    - teneur en phosphates des eaux côtières.
    - comparaison entre les résultats des mesures effectuées en P.A. VA et B.
    - succession des peuplements planctoniques.
    - maxima de saison froide.
  
- III) - PRÉVISION SUR LA RICHESSE EN PHYTOPLANCTON
  - d'après la période de l'année.
  - d'après la température.

RICHESSE EN PHYTOPLANCTON DES EAUX CÔTIÈRES DE  
LA RÉGION DE POINTE-NOIRE (Congo).

---

La teneur en phytoplancton des eaux côtières de la région de Pointe-Noire a été suivie régulièrement pendant deux périodes : respectivement d'Octobre 1954 à Septembre 1956 et de Décembre 1957 à Décembre 1958, au moyen d'estimations de chlorophylle par la méthode de Harvey. L'étude des résultats permet de dégager les points suivants :

- 1<sup>o</sup>/- Les variations saisonnières sont liées à la succession des masses d'eau au cours de l'année; on peut facilement suivre celle-ci par l'étude du cycle thermique.
- 2<sup>o</sup>/- Au voisinage de la côte les teneurs en chlorophylle varient, au cours de l'année, de quelques milliers d'unités pigmentaires par m<sup>3</sup> (minimum absolu observé : 2.000 UP/m<sup>3</sup>) à plusieurs dizaines de milliers (maximum absolu observé : plus de 30.000 UP/m<sup>3</sup> en surface et 48.000 UP/m<sup>3</sup> dans la couche située de 15m. à 1m.).
- 3<sup>o</sup>/- Les valeurs obtenues avec les prélèvements effectués à 3 milles de la côte sont en gros la moitié des précédentes.
- 4<sup>o</sup>/- On peut donner des indications de prévision, sur la teneur en phytoplancton aux différents mois de l'année et d'une façon plus précise d'après la température des eaux ou la saison marine.

1) - EXPOSE DES METHODES ET DU TRAITEMENT DES RESULTATS

a) - mode d'échantillonnage

La répartition hétérogène du plancton pose le problème de l'échantillonnage : s'il est bien connu que les masses phytoplanctoniques se présentent de façon discontinue aussi bien dans des directions horizontales que verticales, il n'existe pas, à notre connaissance, de données sur l'amplitude de cette discontinuité.

Faute d'indications précises, nous procédons de la façon suivante afin de réduire les erreurs entraînées par la répartition hétérogène du plancton :

1<sup>o</sup>/- Les 10 litres d'eau, sur lesquels sont effectuées les mesures de plancton de surface, sont prélevés par fraction de 1 litre sur une distance de 1 mille environ.

2<sup>o</sup>/- De même, pour l'étude du plancton sur une verticale, nous réunissons un volume suffisant (4 litres) en prélevant aux niveaux classiques (1m, 10m, 15m) une certaine quantité d'eau des bouteilles à renversement. L'écart entre deux niveaux étant à peu près le même (5m sauf entre 1 et 5m) les volumes d'eau, pris à chaque niveau, sont identiques.

3<sup>o</sup>/- Pour éviter des erreurs dues aux migrations verticales diurnes, tous les échantillonnages sont effectués à la même heure (entre 9h. et 10h.).

#### b) - périodicité des observations

Le phytoplancton présent en un point donné est soumis dans le temps à des variations rapides dues au transport des essaims par les courants, aux mouvements verticaux des organismes, aux cycles de reproduction, à l'alternance phytoplancton-zooplancton. Nous avons examiné l'ordre de grandeur et la rapidité de ces variations d'un jour à l'autre. Du 13 Août au 15 Septembre 1958, 14 mesures de phytoplancton et 19 mesures de température effectuées au point A, ont permis de dresser les courbes de variation jour par jour de la T° et de la teneur des eaux en chlorophylle, (tableau I et figure I); alors que les différentes mesures de T° s'inscrivent sur une courbe régulière, montrant la variation continue de l'environnement, les mesures de phytoplancton s'inscrivent sur une ligne brisée en "dents de scie". La figure I montre que les facteurs cités plus haut entraînent une certaine indépendance des densités phytoplanctoniques vis à vis des conditions du milieu. Ainsi le

28 Août, nous avons noté une teneur en phytoplancton correspondant à 22.400 UP/m<sup>3</sup>, le lendemain (29 Août) cette teneur n'était plus que de 4.000 UP/m<sup>3</sup>. Pendant ce temps la température n'avait varié que de 4/10 de degré. Pour obtenir des résultats présentant quelque signification, il est donc nécessaire de ne tirer des conclusions qu'à partir de moyennes établies sur le plus grand nombre de prélèvements possibles. Ainsi sont atténués les écarts dus à la répartition en damier du phytoplancton. Des impératifs d'organisation des sorties ne nous ont pas permis de faire plus de deux séries de mesures par semaine. Toutes les conclusions de cette étude ont donc été tirées de moyennes mensuelles établies à partir de prélèvements bi-hebdomadaires.

c) - lieux de prélèvement

A partir d'Octobre 1954, des mesures ont été effectuées systématiquement deux fois par semaine sur des échantillons en provenance d'un point d'observation situé à environ 1 mille dans le NNW de l'entrée du port sur un fond de 15m. (Point A).

En ce même point, des estimations de densités moyennes verticales ont été exécutées de 0 à 15m., à partir de Novembre 1955 (VA).

Du 1er Décembre 1954 au 1er Novembre 1955, un point (Point B) situé à 8 milles dans le WSW de Pointe-Noire sur un fond de 50m. a été visité une fois par mois.

A partir de Juin 1955, les prélèvements bi-hebdomadaires se sont augmentés d'échantillons provenant du voisinage de la plage, dans la baie (Point P).

d) - méthode de dosage (1)

Le principe de la méthode est de doser colorimétriquement les pigments chlorophylliens du phytoplancton contenu dans un volume d'eau connu.

- Un échantillon d'eau de mer de 4 à 10 litres est passé sous vide sur un papier filtre (Durieux III). Il est généralement nécessaire d'utiliser plusieurs filtres, d'une part parce que la fragilité du papier oblige à employer l'entonnoir de BUCHNER avec

(1) Voir Bibliographie.

deux épaisseurs de filtre, d'autre part parce que, dans le cas d'eaux riches en plancton ou en suspension minérales, les filtres sont assez rapidement colmatés.

- Les filtres (3 généralement) sont introduits dans un petit becher et épuisés à l'acétone à 90%. L'extrait est filtré dans une éprouvette graduée.

- L'intensité de la coloration de l'extrait est déterminée à l'aide d'un comparateur Hellige par comparaison avec des couleurs étalon.

#### Étalons de comparaison

Ils sont préparés d'après Harvey et définissent une échelle arbitraire : 25 mg de chromate de potassium et 490 mg de sulfate de nickel sont dissous dans un litre d'eau. 1 cm<sup>3</sup> de cette solution correspond par définition à l'unité pigmentaire.

On prépare une solution contenant par litre 0,5 g de chromate de potasse et 5,6 g de sulfate de nickel, correspondant à 20 unités pigmentaires par cm<sup>3</sup>. A partir de cette solution de base, on prépare des étalons de 1, 2, 3, ... 10, ... 20 unités pigmentaires par cm<sup>3</sup>.

#### Calcul des résultats

Nous rapportons la teneur en chlorophylle au mètre cube, soit  $m$  cette teneur; si  $V$  est le volume de l'échantillon filtré,  $v$  celui de l'extrait acétonique,  $C$  la concentration de l'extrait en unités pigmentaires, nous avons :

$$m = \frac{v \times C \times 1000}{V} \quad \text{unités pigmentaires par m}^3 \text{ (UP/m}^3\text{)}$$

#### Précisions de la mesure

Avec le comparateur Hellige et les cuvettes de 15 mm, l'erreur due à la lecture colorimétrique est au maximum de 10% quand la couleur est supérieure à 5 UP/cm<sup>3</sup>. C'est-à-dire qu'on apprécie la 1/2 UP. La précision augmente quand la couleur devient plus forte jusqu'à 10 unités environ. Au delà on ne peut plus donner la couleur comme certaine qu'à l'unité près. Le domaine le plus commode pour la comparaison est une couleur de 5 à 10. On s'efforce donc, en jouant sur le volume de l'extrait, de rester dans ces limites.

II) - OBSERVATIONS DANS LA REGION DE POINTE-NOIRE

x 3 infatigues

A) - Conditions écologiques

10/- Saisons marines

Le régime des saisons marines régnant dans la région de Pointe-Noire, a été étudié par l'un de nous dans un précédent article. (2) Nous citerons ici quelques passages afin de rappeler les grandes lignes des conditions climatiques du milieu marin:

- "Il existe en permanence dans la région Est du Golfe de Guinée une masse d'eau superficielle très différente des autres masses d'eau qui la limitent tant dans le sens horizontal qu'en profondeur. Ces eaux sont caractérisées par une température élevée (24 à 30°) et une salinité nettement inférieure à celle des eaux océaniques (33 à 34 o/oo avec des valeurs extrêmes de moins de 25 o/oo)... Nous donnons à ces eaux le nom d'"Eaux Guinéennes".

- Immédiatement au-dessous de ces eaux on rencontre, sur une épaisseur qui peut aller de 10 à 30 mètres une couche dont la salinité élevée (proche de 36 o/oo) varie relativement peu, avec des températures qui vont de 24 à 18°, c'est la "couche de la thermocline"...

Au dessous des eaux de la thermocline, l'Eau Centrale Sud Atlantique, à température inférieure à 18° et à salinité comprise entre 34,5 et 36 o/oo...

Au cours de l'année, deux phénomènes viennent influencer la position de ces masses d'eau, dans les sens vertical et horizontal.

D'abord une "pulsation" des eaux guinéennes qui les amènent à occuper des domaines différents selon la période de l'année, suivant deux directions de développement, Sud et Ouest, le centre semblant se situer dans le golfe de Biafra, aux environs de l'île du Prince.

Le second phénomène est celui de l'up-welling qui se produit le long des côtes au sud du Cap-Lopez pendant la période où les eaux guinéennes ont leur minimum de développement sud.

(2) G.R. BERRIT. Les Saisons marines à Pointe Noire.  
Bulletin d'Informations du Comité Central d'Océanographie  
Inst. d'Etudes des Côtes, 3, 6, Juin 1958

Le mouvement des eaux guinéennes leur fait occuper une partie de l'année seulement les régions situées au sud du Cap-Lopez. L'up-welling amène en surface des eaux de différentes profondeurs pouvant aller jusqu'à plus de 100 mètres.

Les régions côtières au sud de Cap-Lopez connaîtront en conséquence trois sortes d'eau de surface :

- les eaux guinéennes
- les eaux de la thermocline
- l'eau Centrale Sud-Atlantique

Four la commodité de l'exposé, les deux dernières masses d'eaux seront souvent groupées sous le terme d'"eaux océaniques". [La présence d'eaux de caractères différents détermine à Pointe-Noire des saisons marines nettement marquées, tant dans leurs caractères physiques que dans leurs incidences biologiques.

Aux eaux guinéennes correspondent des périodes chaudes, alors que les eaux de la thermocline et celles qui sont dues à l'up-welling déterminent les saisons froides.

On note à Pointe-Noire deux périodes d'apparition d'eaux océaniques alternant avec des eaux guinéennes. Nous distinguons donc quatre saisons, deux froides et deux chaudes de longueurs et d'intensités inégales - d'ailleurs variables dans d'importantes proportions d'une année à l'autre...

Les périodes de saisons établies sont les suivantes :

- de janvier à avril      - grande saison chaude
- de mai à septembre    - grande saison froide
- en octobre-novembre   - petite saison chaude
- en novembre-décembre - petite saison froide."

Des conditions semblables existent en plusieurs points du globe, partout où il y a alternance d'eaux tropicales chaudes et dessalées et d'"eaux océaniques" plus froides et plus salées.

.../...



En particulier, la région nord occidentale de l'Afrique (Guinée, Sénégal, Mauritanie) présente un régime hydrologique symétrique de celui que l'on trouve le long des côtes africaines; la côte mauritano-sénégalaise peut être comparée, en ce qui concerne les saisons marines, aux régions côtières<sup>situées</sup> au sud du Cap-Lopez. Partout où un tel cycle hydrologique existe, nous devons attendre des incidences analogues sur le peuplement marin. Les fluctuations de la teneur des eaux en phytoplancton en fonction des saisons marines doivent y présenter des caractéristiques semblables à celles observées dans la région de Pointe-Noire.

### 22/- Apports Fluviaux et Terrstrènes

Bien que les prélèvements soient effectués dans les eaux littorales, les résultats ne sont pas altérés, de façon sensible, par l'influence des fleuves et peuvent être considérés qualitativement comme représentatifs de la région océanique voisine.

Géographiquement, deux fleuves peuvent influencer les mesures effectuées au voisinage de Pointe-Noire : le Congo qui se jette dans la mer à 50 milles au SSE de Pointe-Noire et le Kouilou dont l'embouchure est située à 22 milles au NW.

A leur arrivée dans la mer, les eaux du Congo sont entraînées par le courant NW qui longe la côte. Ces eaux, étalées sur une faible épaisseur, remontent vers le NW en s'écartant de la côte et sont peu à peu digérées par les eaux marines. Dans la baie de Pointe-Noire, leur présence n'a pratiquement jamais pu être décelée par les mesures de température et de salinité.

Les eaux du Kouilou sont entraînées aussi par ce même courant NW et ne peuvent donc influencer l'hydrologie de la baie de Pointe-Noire située plus au sud. Toutefois il peut arriver qu'à la suite d'un renversement de courant et de tornades particulièrement violentes, grossissant le débit du fleuve, ces eaux atteignent Pointe-Noire. Nous avons noté des baisses très fortes de salinité

(3 mars 1955  $\begin{matrix} 0m = 17,59\% \\ 5m = 25,58\% \end{matrix}$ ) dues à l'influence des eaux du Kouilou.

Mais de telles observations sont exceptionnelles et leur incidence sur les résultats des mesures de phytoplancton exprimées en moyennes est, du fait de leur rareté, toujours inférieure aux erreurs de la méthode.

Les petits ruisseaux qui se jettent en baie de Pointe-Noire ont un faible débit. L'influence des tornades, qui pourrait s'exercer par les apports d'eaux douces et par les apports terrigènes, est amortie, par le tapis végétal épais pendant la saison des pluies, et par le relief assez plat de la côte ponténergine.

*x initiales*

B) - Variations du phytoplancton au cours des saisons marines

Nous examinerons les variations quantitatives du phytoplancton au cours du temps, dans deux perspectives :

- Existe-t-il une relation entre les conditions hydrologiques et les teneurs en chlorophylle ? Le cycle hydrologique entraîne-t-il un cycle phytoplanctonique ?

Cette dernière étude consistera en une comparaison des densités phytoplanctoniques, observées au cours de plusieurs années, pour les mêmes saisons marines dont on comparera les intensités.

- L'intensité des saisons marines influence-t-elle les densités phytoplanctoniques ?

I<sup>o</sup>/- Cycle annuel et ordre de grandeur des teneurs en chlorophylle

Le tableau IV donne les valeurs moyennes de phytoplancton et de température au cours des 12 mois de l'année, calculées d'après les résultats des mesures exécutées de 1954 à 1959 en BA et VA (tableaux II et III). Ces valeurs moyennes permettent de représenter l'évolution, au cours de l'année, des densités phytoplanctoniques (fig. II).

L'examen du graphique indique une variation tout à fait analogue aux trois lieux de prélèvement. Si ce n'est l'amplitude, rien ne différencie les courbes de variation du phytoplancton en BA et VA.

L'étude du tableau IV et de la figure II permet de dégager les faits suivants :

- Les grandes richesses phyto planctoniques s'observent au cours de la grande saison froide, au moment des remontées d'eau semi-profondes (eau de la thermocline, eau centrale sud-atlantique). Du 15 Avril aux premiers jours d'Octobre, les densités sont toujours supérieures à 10.000 UP/m<sup>3</sup>; elles atteignent et dépassent 20.000 UP/m<sup>3</sup> en surface et 30.000 UP/m<sup>3</sup> dans les eaux sous-jacentes. Deux maxima s'observent en Mai et en Août. Entre ces deux mois, s'étend une période durant laquelle les densités en phytoplancton tout en restant élevées, n'atteignent pas de telles valeurs.

- En Octobre-Novembre (petite saison chaude), correspondant à l'apparition des eaux guinéennes chaudes, la teneur des eaux en chlorophylle diminue fortement. Les valeurs observées varient autour de 3.000 UP/m<sup>3</sup>.

- La petite saison froide n'amène d'augmentation de la teneur des eaux en chlorophylle que dans le cas où le refroidissement est suffisamment net. Du fait du caractère plus ou moins aléatoire de cette saison, son influence n'apparaît que très peu sur la figure II (légère augmentation de la moyenne de Janvier).

- Durant la grande saison chaude (15 Janvier à fin Avril), les densités phytoplanctoniques sont faibles : les eaux guinéennes chaudes baignent de nouveau le littoral ponténégrin. Les moyennes mensuelles sont toujours inférieures à 10.000 UP/m<sup>3</sup> et atteignent les valeurs les plus faibles de l'année.

- La petite saison froide ayant une influence faible ou nulle, le cycle annuel des densités phytoplanctoniques peut se résumer ainsi :

- du 15 Avril aux premiers jours d'Octobre : période de grande richesse.

- du 15 Octobre aux premiers jours d'Avril : période de pauvreté.

Dans la région qui nous intéresse, l'étude des densités phytoplanctoniques nous montre que celles-ci évoluent avec les conditions

hydrologiques. Ces dernières peuvent être caractérisées par une simple indication de T°. Aussi avons-nous comparé les courbes phytoplancton et température. A part quelques accidents (Mai et Juillet 1955 pour le Point A par exemple), on s'aperçoit qu'aux températures les plus basses correspondent les plus fortes concentrations. Inversement, les mois les plus pauvres en phytoplancton sont ceux pendant lesquels les eaux sont les plus chaudes. L'inversion de la courbe de température fait ressortir le parallélisme étroit qui existe entre les deux courbes (figures IV et V). Le parallélisme se vérifie également lors des petites saisons froides et chaudes et lors des périodes de transition.

La température, dont l'évolution permet à Pointe-Noire de suivre avec précision le cycle des conditions hydrologiques, paraît y être un excellent indicateur de productivité.

Il faut cependant noter que la corrélation étroite phytoplancton - température, n'implique aucune causalité. La température est prise comme indicateur des conditions hydrologiques, l'ensemble de celles-ci étant responsables de la densité phytoplanctonique.

#### 24/- Influence de l'intensité des saisons

Le cycle décrit précédemment était un cycle type établi d'après les moyennes des mesures effectuées de 1954 à 1959. Mais cette évolution varie avec les années, suivant les saisons marines. Pendant la période d'observation, les mêmes saisons ont eu des intensités et des positions quelque peu différentes; le fait d'avoir traduit les résultats par des moyennes, mois par mois, atténue la représentation du phénomène, en répartissant sur des mois différents les maxima ou minima correspondant à la même saison. Ceci explique, en partie, le faible maximum lié à la petite saison froide que nous avons signalé plus haut; du fait de sa position et de son intensité particulièrement variables, son effet est masqué sur la courbe des moyennes mensuelles des cinq années

1955 - maximum de petite saison froide : Décembre-Janvier  
1958 - " " " " : Février

Pour définir les caractéristiques des saisons marines, nous résumons la figuration employée par l'un de nous, dans un article précédent.(2)

"Chaque saison peut être caractérisée par trois particularités :

a)- sa position - repérée par la date du milieu

b)- sa durée - comptée en jours

c)- son intensité - c'est-à-dire le degré plus ou moins grand de caractérisation. Pour ce dernier trait, nous avons choisi un nombre lié à une température fixe (température moyenne à 15m. pendant les cinq années étudiées) et à la température moyenne à 15m. pendant la saison considérée. L'intensité de la saison s'obtient par soustraction du premier nombre du second .....

"Ainsi une saison froide aura une intensité qui s'exprimera par un nombre généralement négatif, exprimé en degré et d'autant plus grand en valeur absolue que la saison aura été plus froide. L'intensité d'une saison chaude s'exprimera au contraire par un nombre positif."

Nous avons examiné si l'appauvrissement était plus particulièrement marqué pour une saison chaude intense, et si une saison froide très nette amenait une production particulièrement élevée.

Sur la figure VIII correspondant aux données du tableau V, nous avons reporté pour chaque saison, d'une part son intensité et sa durée, et d'autre part la moyenne saisonnière de teneur en chlorophylle des eaux au Point A.

Nous n'avons pu constater d'influence de l'intensité sur la densité phytoplanctonique que pour la grande saison froide. La figure VIII montre que, pour les trois années où des dosage ont été effectués, plus la saison froide est intense, plus les teneurs en phytonancton sont élevées. En d'autres termes, nous n'avons pas constaté de limitation à l'influence de la saison froide.

Par contre, une telle relation n'est pas évidente entre les

valeurs phytoplanctoniques des différentes saisons chaudes et leurs intensités. Nous pouvons comparer les années 1955, 1956 et 1958 :

	Intensité	Phytoplancton
1955	+ 320	10.200
1956	+ 329	5.550
1958	+ 194	7.800 (9)

En 1955 et 1956, on constate bien qu'à la saison la plus intense correspond la plus faible densité. Par contre, en 1958, avec une intensité particulièrement faible, la moyenne de saison chaude observée s'inscrit entre les chiffres de 1955 et 1956. Rappelons que les chiffres de 1958 ne sont pas exactement comparables à ceux de 1955 et 1956.

L'analyse des petites saisons montre qu'à des intensités égales peuvent correspondre des teneurs en chlorophylle très différentes (petites saisons froides 1955 et 1958 - petites saisons chaudes 1954 et 1955 - tableau V). Il existe des facteurs influents responsables d'une certaine indépendance du plancton vis à vis des conditions de milieu, facteurs que nous avons évoqués à propos de l'échantillonnage.

Des observations portant sur un plus grand nombre d'années seraient nécessaires pour dégager avec certitude les règles de l'influence de l'intensité des saisons marines sur les densités phytoplanctoniques.

---

(9) En 1958, la grande saison chaude ne s'est manifestée que par des poussées sporadiques ; il y a eu succession des deux périodes de transition encadrant la grande saison chaude. Les chiffres donnés pour 1958 sont ceux des deux périodes de transition.

.../...

6) - Considérations sur l'évolution des densités phytoplanctoniques

1<sup>a</sup>/- Teneurs en phosphates des eaux côtières

De nombreux auteurs ont évoqué, comme cause de la teneur plus ou moins grande des eaux en phytoplancton, leur richesse en sels nutritifs. Nous avons effectué plusieurs dosages de phosphate dissous afin de voir si l'évolution des densités phytoplanctoniques était parallèle à l'évolution des teneurs en phosphates.

Nous n'avons pas dosé les nitrates, leur évolution est semblable à celle des phosphates.

Les dosages effectués (tableau VI) nous ont permis d'établir les moyennes suivantes :

- de Décembre à Mai 1958 - période d'eaux chaudes (la petite saison froide y fut très peu marquée) :

moyenne en surface (A) - 9 mg/m<sup>3</sup>

moyenne verticale (VA) - 19 mg/m<sup>3</sup>

moyenne à 15 mètres - 25 mg/m<sup>3</sup>

- au mois d'Août 1958 - en pleine saison froide :

moyenne en surface (A) - 60 mg/m<sup>3</sup>

moyenne à 15 mètres - 85 mg/m<sup>3</sup>

Ces moyennes mettent en évidence plusieurs faits :

- Si les eaux sont bien caractérisées par leur température et leur salinité, elles le sont aussi par leur richesse en phosphates.

- Pendant les périodes froides et riches en phytoplancton, les eaux sont également riches en sels nutritifs.

- Inversement, pendant les périodes chaudes et pauvres en phytoplancton, pauvreté du milieu en sels nutritifs. Les chiffres n'infirmement pas l'hypothèse énoncée au début du paragraphe, mais ils sont trop peu nombreux et il manque une expérimentation plus poussée pour pouvoir la confirmer.

.../...

- La teneur en phosphates des eaux superficielles est plus faible que celle des eaux sous-jacentes. Cette inégalité pourrait être due au mode d'arrivée des eaux froides. Celles-ci montent en chassant les eaux guinéennes chaudes de surface. On conçoit alors que leur effet se fasse mieux et plus longtemps sentir en profondeur qu'en surface. Le même phénomène se retrouve pour d'autres propriétés des eaux ( $T^{\circ}$ , teneur en phytoplancton) et sera étudié plus loin.

2<sup>a</sup>/- Comparaison entre les résultats des mesures effectuées en P-A-VA et B

- Points P - A et VA

Le tableau VIII donne quelques moyennes (moyenne annuelle, moyenne de période chaude, moyenne de période froide) et les maxima <sup>et</sup> minima absolus observés.

Les figures IV et V représentent les courbes de variation des densités de phytoplancton aux trois lieux de prélèvement pendant la période des mesures, d'Octobre 1954 à Décembre 1956.

De l'examen de ce tableau, et de ces figures, on peut dégager les conclusions suivantes :

Au cours des périodes chaudes, on n'observe pas de différences notables entre les valeurs obtenues en P, A et VA (même moyenne de période chaude, même maximum absolu observé, courbes très voisines). Les eaux guinéennes ont plus de 15m. d'épaisseur ; le régime est partout bien homogène. La seule différence appréciable porte sur la moyenne de période chaude en P, qui est légèrement plus élevée qu'en A et VA. La position de P peut expliquer cette anomalie (figure X) : les apports terrigènes se font davantage sentir près du rivage, et les accumulations planctoniques et détritiques sont plus fortes au fond de la baie.

.../...



Au cours des périodes froides, on peut constater que l'on n'obtient pas les mêmes valeurs en P, A et VA. La différence entre P et A est faible; par contre les moyennes de période froide, les maxima absolus observés, les courbes de densités en fonction du temps ne sont pas semblables pour A et VA. Comme nous l'avons vu dans l'étude de la richesse des eaux en phosphates, les valeurs obtenues en VA sont toujours plus élevées que celles obtenues en A. Ceci s'explique par l'étude des conditions hydrologiques régissant en baie de Pointe-Noire.

D'une part, les remontées d'eaux froides se font sentir sur VA plus tôt, plus longtemps et d'une façon plus nette : il en résulte que la poussée phytoplanctonique commence plus tôt en VA, y est plus marquée qu'en P et A et se termine plus tard (fig. IV et V).

Il subsiste très souvent au période froide, au fond de la baie, des lentilles d'eaux chaudes, qui ne sont que très lentement digérées. Ceci explique que les résultats des mesures soient supérieurs en A qu'en P.

D'autre part, les prélèvements en P et A ont lieu en surface tandis que ceux effectués en VA s'échelonnent de 15 à 1m. Entre 9h. et 10h., heure des prélèvements, il y a déjà une certaine fuite ou chute de phytoplancton vers le fond.

#### - Point B (tableau VII - Fig. IX)

Les résultats des dosages effectués au point B montrent qu'il existe une grande différence d'amplitude entre les variations des densités planctoniques en eaux littorales (points P et A) et les densités en eaux moins côtières (point B). Les moyennes annuelles aux trois lieux donnent les résultats suivants :

- Point B - 6.600 UP/m<sup>3</sup> - Décembre 1954 - Décembre 1955
- Point A - 13.100 UP/m<sup>3</sup> - Décembre 1954 - Décembre 1955
- Point P - 12.800 UP/m<sup>3</sup> - Juin 1955 à Juin 1956  
+ Décembre 1957 - Décembre 1958

La moyenne de B est environ 2 fois plus faible que la moyenne de A ou celle de P. Dans la région de Pointe-Noire, les eaux sont 2 fois plus riches près de la côte que plus au large (fig. IX).

### 3<sup>a</sup>/- Succession des peuplements planctoniques

Les pages précédentes nous permettent de conclure qu'aux masses d'eaux bien individualisées au point de vue physico-chimique (température, salinité et sels nutritifs) correspondent des masses phytoplanctoniques caractéristiques.

Si le passage d'une saison marine à l'autre, qui se fait d'une manière brusque, entraîne un changement brutal des conditions climatiques, il entraîne également des variations rapides des propriétés biologiques, à la fois sur un plan quantitatif et aussi sur un plan qualitatif :

Les remontées d'eaux froides provoquent une augmentation brusque de la quantité de phytoplancton. L'arrivée des eaux guinéennes a pour conséquence un appauvrissement rapide. En aucun cas le passage n'est progressif. M. ROSSIENOL a montré que dans la région de Pointe-Noire, "les différentes masses d'eaux pouvaient aussi être distinguées du point de vue systématique. En effet la présence et l'importance des principaux groupes planctoniques étaient liées à l'époque de l'année : Copépodes dont le nombre diminue en Février et Avril; Sergestidés et Lauciféridés, abondants en Mars et Avril; Mysidacés abondants en Novembre-Décembre; Siphonophores et Hydroméduses particulièrement abondants en Avril et en Septembre; larves d'Echinodermes en Janvier. Dans le cas plus particulièrement étudié des Ebridiens, il apparaît que leur apparition ou leur développement en baie de Pointe-Noire, est étroitement lié à l'arrivée des eaux océaniques froides et salées". (3)

### 4<sup>a</sup>/- Maxima de saison froide

Un autre phénomène intéressant observé est l'existence de deux maxima de phytoplancton au cours de la saison froide (Mai et Août) séparés par des valeurs légèrement moins élevées.

L'existence de ces deux maxima n'est pas fortuite, car nous les trouvons sur les courbes du cycle annuel, et sur les courbes des densités moyennes mensuelles de 1954 à 1959 et cela pour les trois lieux de prélèvement P, A et VA. Ce phénomène peut avoir deux causes : - la première serait un épuisement relatif des eaux

(3) H. Rossiérol - Physiologie du Planchon en baie de Pointe Noire.

Travail présenté au Congrès du C.I.R.O. - 1953. p. 63.

- Sur la présence d'Ebridiens dans le Planchon de la baie de Pointe Noire.  
Revue des Travaux de l'ISTPM. XX - Fasc. 3.

en sels nutritifs, semblable à celui observé au cours de l'été dans les eaux tempérées et dû à la première poussée phytoplanctonique; il s'en suit une diminution de la population à laquelle succède une seconde poussée lorsqu'il y a eu régénération des eaux. La seconde est suggérée par des considérations hydrologiques : au cours des mois de Mai et d'Août, on constate souvent deux remontées d'eaux froides particulièrement marquées, qui expliqueraient les maxima phytoplanctoniques observés. Des dosages de sels nutritifs nous apporteront sans doute des éclaircissements, mais les deux causes doivent concourir à l'établissement du phénomène.

### III) - PREVISIONS SUR LA RICHESSE EN PHYTOPLANCTON

#### a) d'après la période de l'année

On peut tirer du tableau II et des figures IV et V des indications sur l'ordre de grandeur de la richesse à attendre à chaque mois de l'année. Pour les raisons énoncées plus haut (position variable des saisons), ces chiffres varient d'une année à l'autre, particulièrement pour les mois correspondant aux périodes de transition et aux petites saisons. On ne peut donc donner aux chiffres du tableau IV et à la figure II qu'une valeur prévisionnelle assez grossière.

Une meilleure approximation peut être obtenue par référence aux moyennes saisonnières (tableau V et VIII).

#### b) d'après la température

Nous avons vu précédemment qu'une mesure de température constituait le plus simple et le meilleur indicateur des conditions hydrologiques régnant au moment de la mesure. Elle peut également fournir une estimation de la quantité de phytoplancton présente.

Sur un graphique phytoplancton - température (fig. XI), nous pouvons porter pour chaque mois de l'année les points représentant les moyennes mensuelles de température et de phytoplancton figurant sur le tableau IV. Nous obtenons ainsi 24 points :

I2 représentant les moyennes mensuelles obtenues à partir des mesures effectuées en profondeur (VA), et I2 concernant les mesures effectuées en surface (A). Nous pouvons, à partir de ces 24 points, délimiter 2 aires (aires moyennes température-phytoplancton). Connaissant une température, il est alors aisé de trouver entre quelles limites se placera la valeur de la densité phytoplanctonique à cet endroit au moment de la mesure de température.

Exemple : Si lors d'une mesure de température nous obtenons une valeur de 25°, à cette température doit correspondre une densité phytoplanctonique comprise entre :

- 1.400 UP/m<sup>3</sup> et 10.400 UP/m<sup>3</sup> si la température a été prise entre 1 et 15m. et 3.200 UP/m<sup>3</sup> et 16.800 UP/m<sup>3</sup> si la température a été prise en surface (fig. XI).

X

X X

En analysant les courbes de variations des densités phytoplanctoniques au cours du temps on peut tirer les conclusions suivantes :

- aux eaux guinéennes chaudes et pauvres (température de surface supérieure à 25°, température à 15m. supérieure à 24°) correspondent des valeurs de concentration planctonique relativement faibles :

- moyenne mensuelle en période chaude inférieure à 10-15.000 UP/m<sup>3</sup>

- moyenne de période chaude - 7.100 UP/m<sup>3</sup> en P  
6.550 UP/m<sup>3</sup> en A  
6.750 UP/m<sup>3</sup> en VA

- minima absolus des moyennes mensuelles 3.700 UP/m<sup>3</sup> en P  
2.000 UP/m<sup>3</sup> en A  
4.400 UP/m<sup>3</sup> en VA

- minima absolus observés 1300 UP/m<sup>3</sup> en A 5 et 10 Janv. 59  
1.800 UP/m<sup>3</sup> en VA 19 Déc. 58  
2.300 UP/m<sup>3</sup> en P 19 Déc. 58

- aux eaux semi profondes froides beaucoup plus riches en sels nutritifs (température de surface inférieure à 20°, température à 15m. inférieure à 13°) correspondent des valeurs de concentrations planctoniques très élevées :

- moyenne mensuelle en période froide supérieure à 15.000 UP/m<sup>3</sup>
- moyenne de période froide
  - 18.500 UP/m<sup>3</sup> en P
  - 18.500 UP/m<sup>3</sup> en A
  - 24.600 UP/m<sup>3</sup> en VA
- maxima absolus des moyennes mensuelles
  - 30.800 UP/m<sup>3</sup> en P
  - 33.700 UP/m<sup>3</sup> en A
  - 48.000 UP/m<sup>3</sup> en VA
- maxima absolus observés
  - 71.600/UP/m<sup>3</sup> en A 17 Août 1955
  - 58.300 UP/m<sup>3</sup> en VA 9 Mai 1958
  - 88.000 UP/m<sup>3</sup> en P 26 Juill. 1955

X

X X

			Phyto Surface	T <sup>2</sup> Surface
18	Août	1958	14.100	21.3
19	"	"	17.900	20.7
20	"	"	13.100	18.9
21	"	"	13.100	20.2
22	"	"		19.6
23	"	"		20.9
24	"	"		-
25	"	"		21.0
26	"	"	23.600	21.2
27	"	"	23.600	21.5
28	"	"	22.400	-
29	"	"	4.000	21.9
30	"	"		22.0
31	"	"		
<hr/>				
1	Septembre	"	7.200	21.8
2	"	"		22.0
3	"	"	3.600	22.2
4	"	"		
5	"	"	13.500	21.6
6	"	"		
7	"	"		
8	"	"	3.800	21.5
9	"	"		
10	"	"	12.500	21.5
11	"	"		
12	"	"		21.4
13	"	"		
14	"	"		
15	"	"	10.000	22.2

Tableau I - Variations jour par jour des densités phytoplanctoniques et de la température au Point A.

		P	A	VA		P	A	VA
1954	JANVIER				JUILLET			
1955			10.450			24.000	14.500	
1956		6.000	6.100	8.100		15.500	20.800	32.800
1957								
1958		10.275	7.500	7.200		14.900	22.600	21.800
1954	FEVRIER				A O U T			
1955			2.000			23.100	26.000	
1956		6.500	5.800	4.500		24.700	12.700	22.500
1957								
1958		9.300	10.600	22.200		15.600	23.000	34.000
1954	M A R S				SEPTEMBRE			
1955			8.000			15.950	19.900	
1956		7.500	6.600	8.800				
1957								
1958		7.800	5.300	11.100		12.700	8.500	19.900
1954	A V R I L				OCTOBRE		6.200	6.200
1955			11.200			10.400	13.850	
1956		4.400	4.500	4.800				
1957								
1958		16.400	13.100	16.900		6.400	5.850	4.400
1954	M A I				NOVEMBRE		9.500	
1955			7.800			11.700	8.600	9.800
1956		13.900	11.800	19.300				
1957								
1958		30.800	33.700	48.000		5.100	5.250	6.600
1954	J U I N				DECEMBRE		15.300	
1955		23.000	19.200			6.800	6.600	7.600
1956		22.000	18.900	13.400				
1957						3.700	3.700	4.800
1958		10.300	13.000	15.400		6.900	5.900	5.500

Tableau II - Moyennes mensuelles de Phytoplancton de 1954 à 1959.

	P	A	VA	P	A	VA
1954		25,3	23,8		19,1	17,3
1955		25,7	20,8		19,0	17,9
1956	Janvier	26,5	25,4	Juillet	20,2	18,9
1957		26,7	25,2		19,4	18,0
58		26,6	24,7		19,5	18,3
59		28,0	26,1			
54		27,3	26,2		18,3	16,6
55		26,3	25,0		19,6	17,8
56	Février	27,8	26,4	Août	21,0	19,7
57		28,4	27,8		19,9	19,0
58		25,2	22,6		20,2	18,1
54		28,0	26,7		22,4	21,4
55		27,9	25,9		23,0	22,4
56	Mars	27,4	26,3	Sept.	24,0	21,8
57		29,2	28,2		22,6	21,6
58		26,5	24,7		22,4	21,3
54		27,6	25,2		25,9	24,6
55		27,5	25,1		26,2	25,2
56	Avril	28,2	27,1	Octobre	24,6	23,3
57		28,4	27,3		25,1	24,0
58		24,5	22,5		24,9	23,5
54		24,2	22,4		26,0	24,2
55		25,7	23,6		26,7	24,8
56	Mai	24,6	22,2	Novemb.	24,9	23,3
57		25,6	24,4		25,4	24,2
58		21,8	19,9		25,6	23,9
54		21,0	19,2		25,2	22,8
55		21,4	20,0		25,6	23,6
56	Juin	22,2	19,8	Décemb.	25,1	23,0
57		21,8	20,5		26,8	25,0
58		19,4	17,4		26,7	24,2

Tableau III - Moyennes mensuelles de Température de 1954 à 1959.



	P	A	VA	T <sup>2</sup> A	T <sup>2</sup> VA
JANVIER	8.100 ++	8.000 +++	7.700 ++	26 <sup>23</sup>	25 <sup>21</sup>
FEVRIER	7.900 ++	6.100 +++	8.900 ++	26 <sup>24</sup>	24 <sup>25</sup>
MARS	7.600 ++	6.600 +++	6.300 ++	27 <sup>23</sup>	25 <sup>25</sup>
AVRIL	10.400 ++	9.600 +++	10.300 ++	26 <sup>27</sup>	24 <sup>28</sup>
MAI	21.800 ++	17.800 ++	33.600 ++	24 <sup>20</sup>	21 <sup>21</sup>
JUIN	18.400 +++	17.000 +++	14.400 ++	21 <sup>20</sup>	18 <sup>26</sup>
JUILLET	18.100 +++	19.300 +++	27.300 ++	19 <sup>26</sup>	18 <sup>26</sup>
AOUT	21.100 +++	20.600 +++	28.200 ++	20 <sup>23</sup>	18 <sup>29</sup>
SEPTEMBRE	14.300 ++	14.200 ++	19.900 +	22 <sup>27</sup>	21 <sup>23</sup>
OCTOBRE	8.300 ++	8.600 +++	4.400 +	25 <sup>27</sup>	23 <sup>25</sup>
NOVEMBRE	8.400 ++	7.800 +++	8.200 ++	26 <sup>21</sup>	24 <sup>24</sup>
DECEMBRE	5.500 +++	7.900 ++++	6.000 +++	23 <sup>29</sup>	24 <sup>23</sup>

Remarque : Les T<sup>2</sup> moyennes ont été calculées pour les mois où le phytoplancton a été observé.

Tableau IV - Cycle annuel du Phytoplancton établi d'après les mesures effectuées de 1954 à 1959.

NB. Les croix indiquées situées sous les résultats des moyennes mensuelles de phytoplancton indiquent le nombre d'années pendant lesquelles les mesures ont été effectuées -

	1954	1955	1956	1958	
Petite saison froide	Dates	12/II - 15/I	8/12 - 30/I	1/I2 - 5/I	31/I-9/3
	Position	14 Décembre	4 Janvier	17 Décembre	19 Février
	Durée j.	64	53	35	37
	Intensité	- 1,8	- 0,9	+ 0,5	- 0,9
	pKt : A		13.600	6.900	8.600
	: VA			7.950	19.700
Grande saison chaude	Dates	20/I - 20/4	26/2 - 24/4	18/I - 30/4	Nulle (transition)
	Position	6 Mars	26 Mars	10 Mars	30 Mars
	Durée j.	90	57	103	42
	Intensité	+ 3,5	+ 3,0	+ 3,9	+ 1,4
	pKt : A		10.200	5.550	7.800 ?
	: VA			5.800	8.800 ?
Grande saison froide	Dates	22/5 - 7/9	7/6 - 18/8	11/5 - 21/8	20/4-11/9
	Position	14 Juillet	13 Juillet	2 Juillet	10 JUILLET
	Durée j.	108	72	102	163
	Intensité	- 4,6	- 4,3	- 3,4	- 3,7
	pKt : A		19.400	16.600	18.500
	: VA			21.800	24.700
Petite saison chaude	Dates	10/10 - 22/II	22/9 - 12/II	15/10 - 30/10	1/1/59
	Position	1er Novembre	17 Octobre	22 Octobre	
	Durée j.	43	52	15	
	Intensité	+ 2,7	+ 2,7	+ 2,5	
	pKt : A	7.500	12.900		
	: VA				

Tableau V - Phytoplancton et Saisons Marines.

		A		VA		
PROFONDEUR →		0	1	5	10	15
DATE →						
13 Décembre 1957		3				
27 " "		10	16	21	14	10
3 Janvier 1958		11	21	14	19	32
14 Février 1958		3	3	7	12	22
28 " "		12	7	21	44	44
7 Mars 1958		13	18	19	18	23
14 " "		8		9	11	22
28 " "		11		13		25
4 Avril 1958						17
25 " "			16			34
1 Août 1958		98				109
8 " "		53				118
22 " "		40				63
29 " "		44				51

Tableau VI - Mesures de Phosphates en mg/m<sup>3</sup>.

DATE	UR/m <sup>3</sup>
3/12/54	8.000
6/1/55	7.200
27/ 1/55	5.400
19/ 2/55	600
19/ 3/55	13.000
5/ 4/55	1.600
17/ 5/55	2.000
18/6 /55	7.500
31/ 8/55	12.500
6/10/55	7.500
3/11/55	7.250

Tableau VII.- Observations au Point B.

	P	A	VA
<u>Moyenne annuelle calculée</u> d'après les moyennes mensuel- de septembre 1955 à septembre 1956 et de décembre 1957 à dé- cembre 1958	12.150	12.100	15.900
<u>Moyenne de période chaude</u> calculée d'après les moyennes mensuelles des mois d'octobre 1955 à mai 1956 de décembre 1957 à janvier 1958 - octobre novembre et dé- cembre 1958	7.100	6.550	6.750
<u>Moyenne de période froide</u> calculée d'après les moyennes mensuelles des mois de mai à septembre 1956 - d'avril à septembre 1958.	18.300	18.500	24.600
<u>Minimum absolu observé</u>	3.700 (Décembre) 1957	2.000 (Février 1955)	4.400 (Octobre) 1958
<u>Maximum absolu observé</u>	30.800	33.700 (Mai 1958)	48.000

Tableau VIII. - Comparaisons entre les résultats des mesures effectuées en P, A et VA.

# Bibliographie -

## 1) Méthode.

Hart (T.S.) 1941 - Phytoplankton periodicity in antarctic surface water - Disc. Reports. 21, 261, 356  
Harvey (H.W), Cooper (L.H.N.), Lebour (M.V) et Russell (F.S.) 1935.

Plankton production and its control - J. Mar. Biol. Ass. U.K. 20 - 407.

Kreps (E) et Verjbinskaya (N) 1930 - Seasonal changes in the nitrate and phosphate in the Barentz Sea - J. Cons. Int. Explor. Mer. 5 - 329.

1932 - The consumption of nutrient salts in the Barentz Sea - J. Cons. Int. Explor. Mer. 7 - 25.

Kney (S). 1933. Bestimmung des Chlorophylls. J. Cons. Int. Explor. Mer. 14 - 201

Riley (C.A.) 1937 - Plankton studies

I - J. Mar. Res - 1 - 335 (1938)

II - " " " 2 - 145 (1939)

III - Bul. Bingham ocean. coll. 7. Art. 3 (1941)

IV - " " " " 7 " 4 (1941)

Thomson (E.F.) et Gilson (H.C) 1937. The John Murray Expedition 2 n° 2.

2). G.R. BERRIT. Les Saisons Marines à Pointe - Noire - Bull. Inf. du COEC. X, 6, Juin 1958.

3) M. ROSSIGNOL - Physiologie du plancton en baie de Pointe - Noire.

II<sup>e</sup> Congrès du CIAO. 1953. p. 63.

- Sur la présence d'Eubridiens dans le plancton de la baie de Pointe Noire - Revue des Travaux de l'ISTAN. XX Fasc I.

Depuis la rédaction de cet article, j'ai rencontré deux publications de ce genre sur les relations quantitatives de tel ou tel organisme planctonique et de la température :

- Pedro BALLE (Madrid) - Analisis cualitativo del fitoplancton del puerto de Mallorca (paru en 1960 dans le Bulletin de l'Institut Océanographique Espagnol).

- JAGER (Pretoria) - Variations in the phytoplankton of the St Helena Bay area during 1954 (paru en 1960 dans les rapports du Service des Pêches de l'Afrique du Sud).

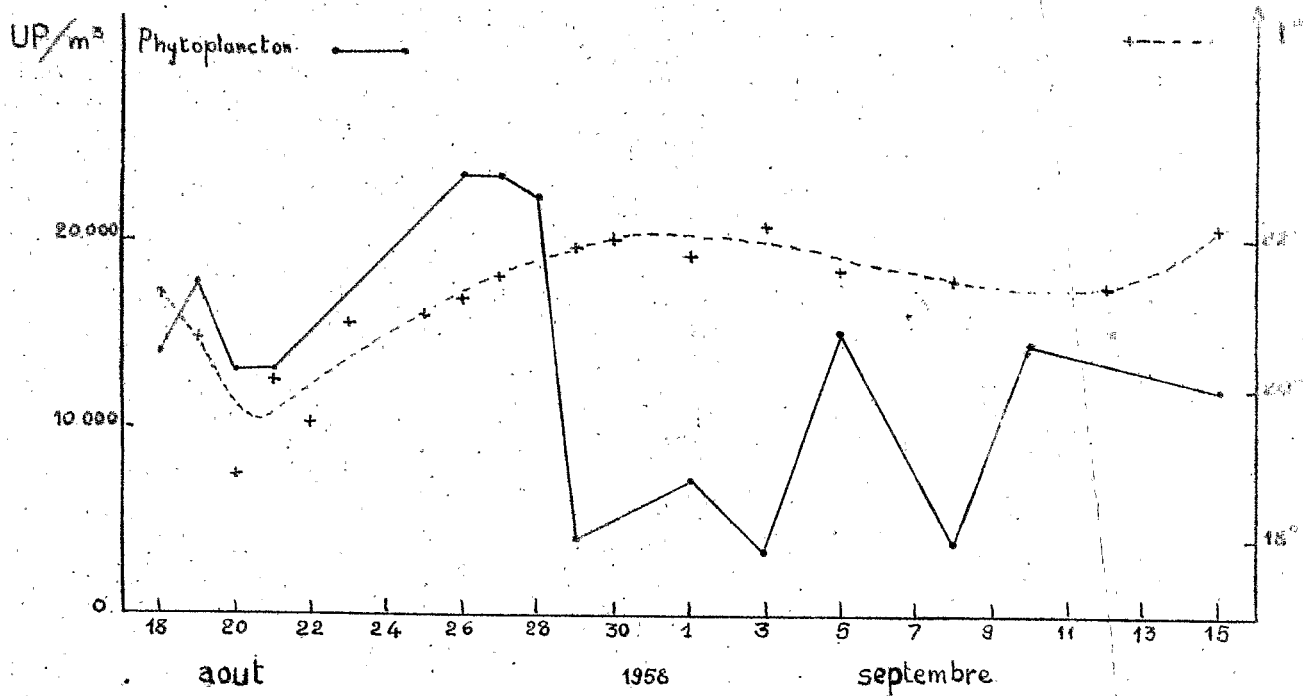


Fig. I - Variations jour par jour des densités phytoplanctoniques et de la température au Point A.

Phytoplancton  
UP/m<sup>3</sup>

30000

20000

10000

I

II

III

IV

V

VI

VII

VIII

IX

X

XI

XII

P  
A  
VA

Figure II. — Cycle annuel du phytoplancton.



Fig. II — Variations quantitatives du phytoplancton en 1954 à 1959  
 aux trois lieux de prélèvement P, A et VA.

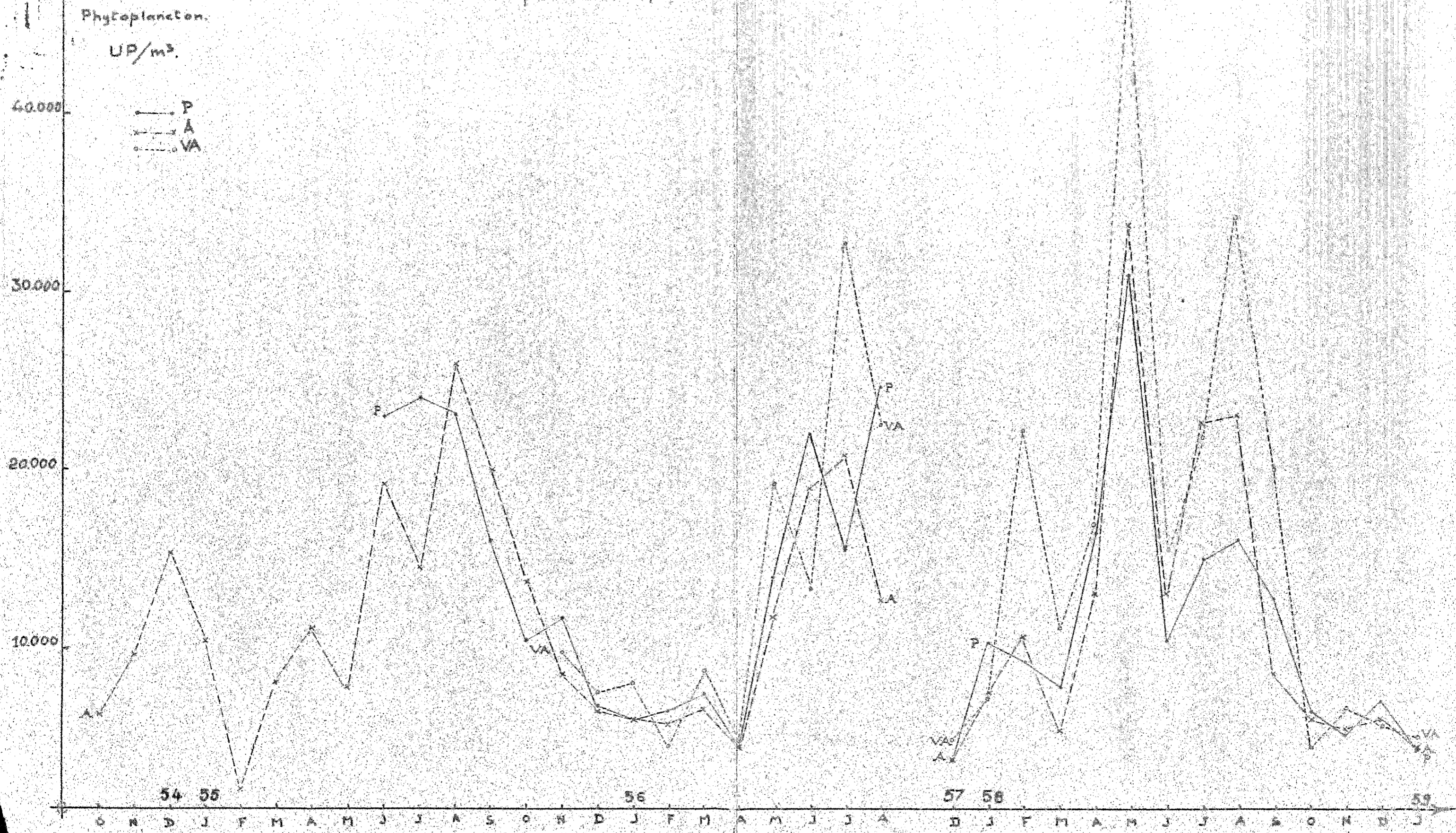
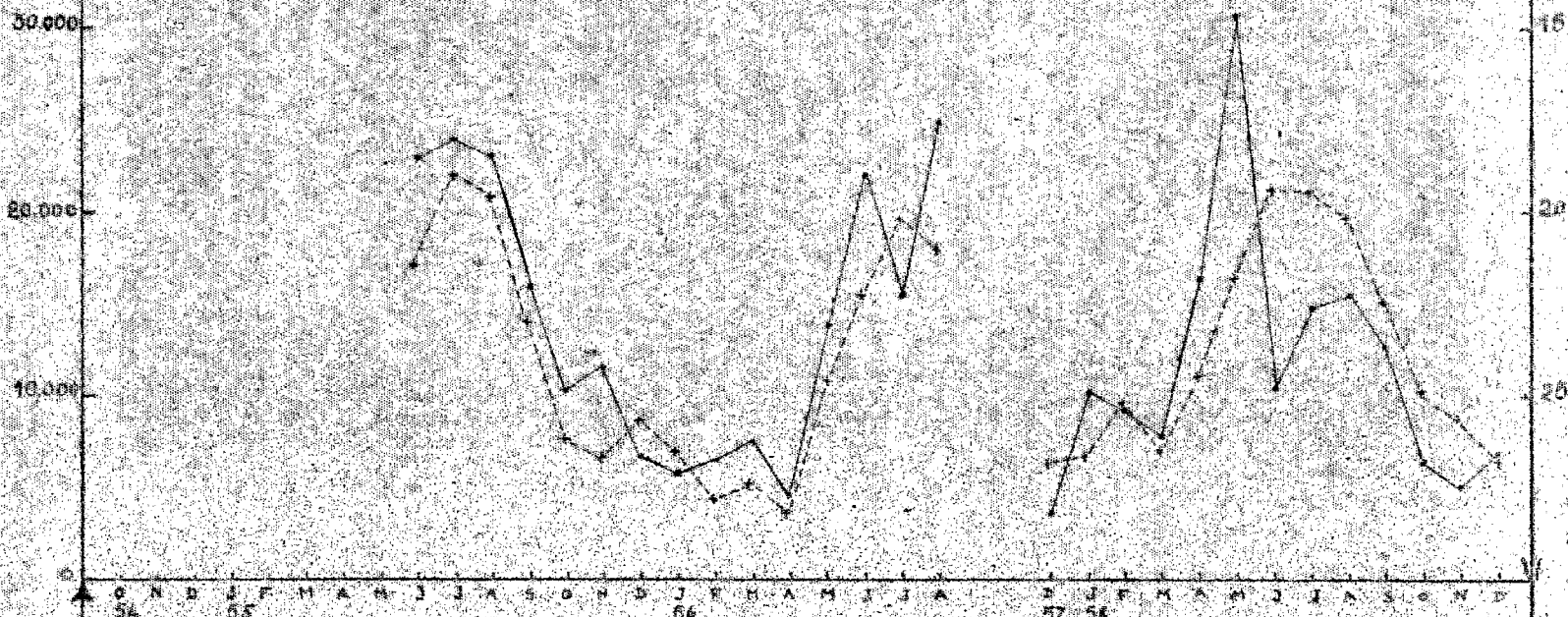


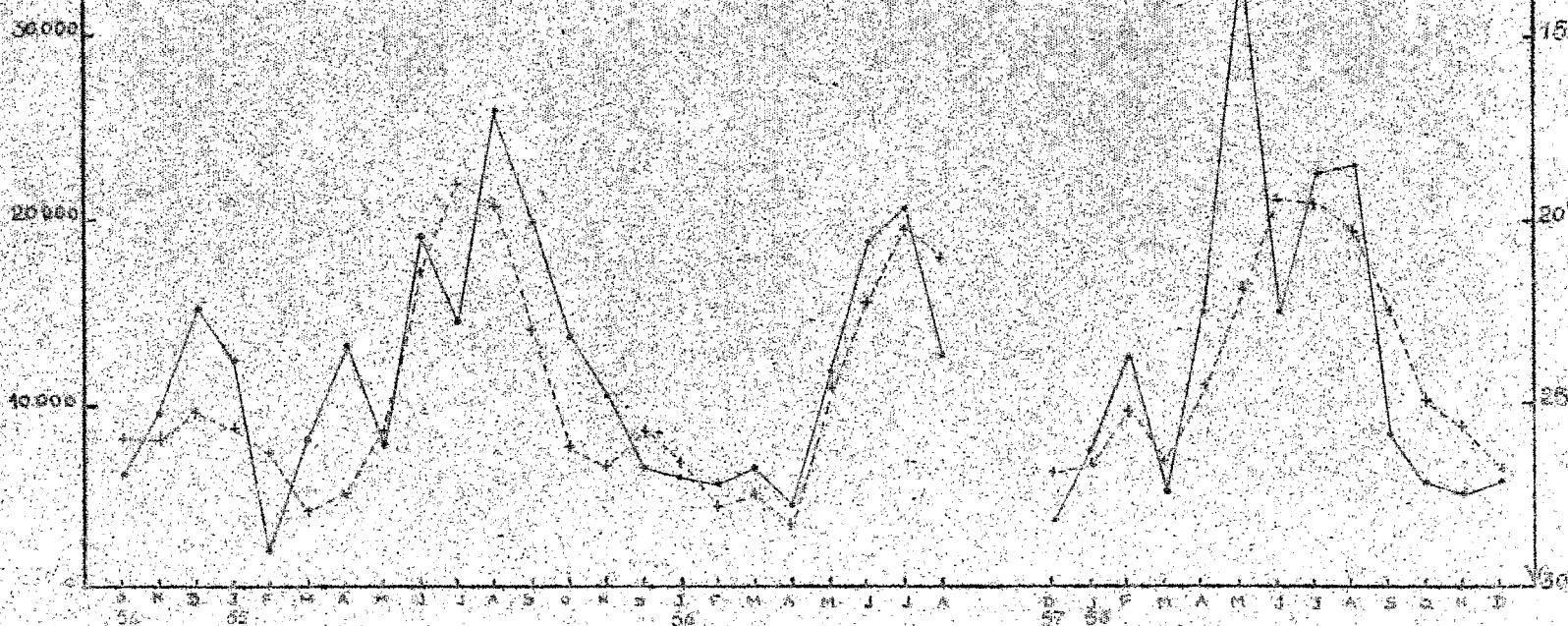
Fig IV — Relations phytoplancton - température en surface (Points P et A)

UP/m<sup>3</sup> Phytoplancton

Point P



Point A



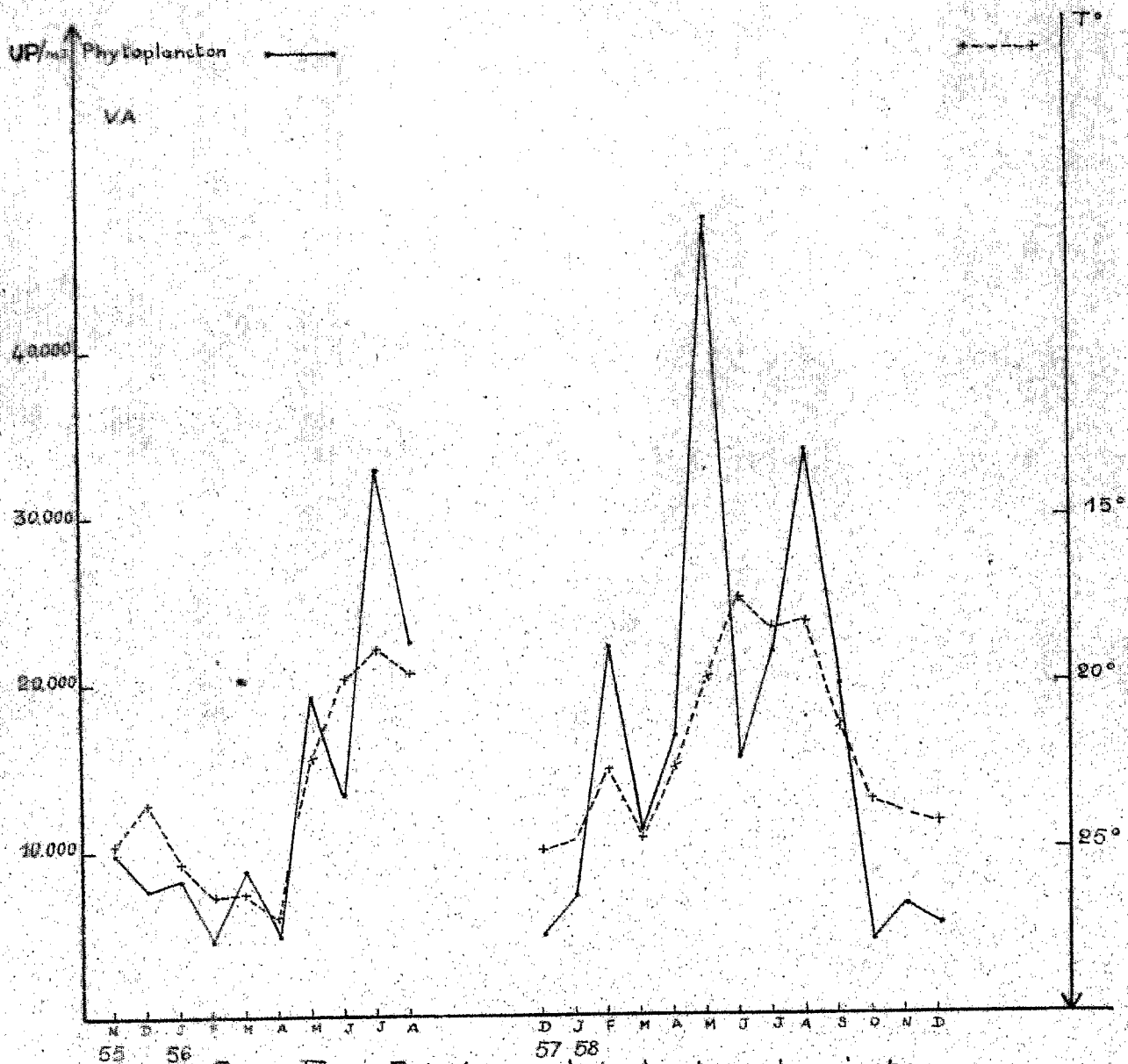
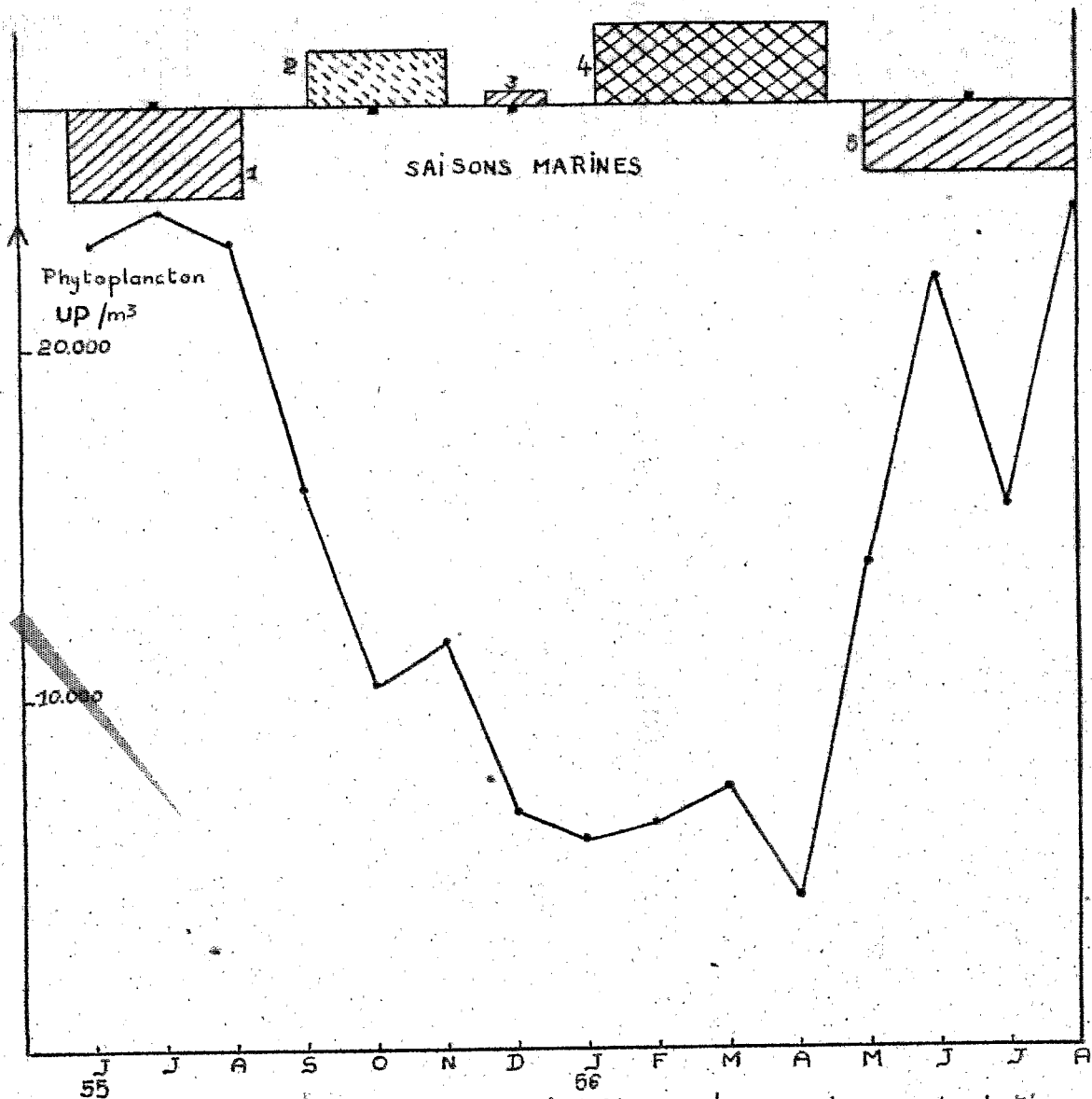


Figure V. — Relations phytoplankton - température en profondeur (VA).



POINT P

- 1 - Grande saison froide bien marquée  
 2 - Petite saison chaude nette.  
 3 - Petite saison froide courte et plus chaude que la moyenne  
 4 - Grande saison chaude très marquée  
 5 - Grande Saison froide

Figure VI. — Influence des saisons marines sur les densités phytoplanctoniques.

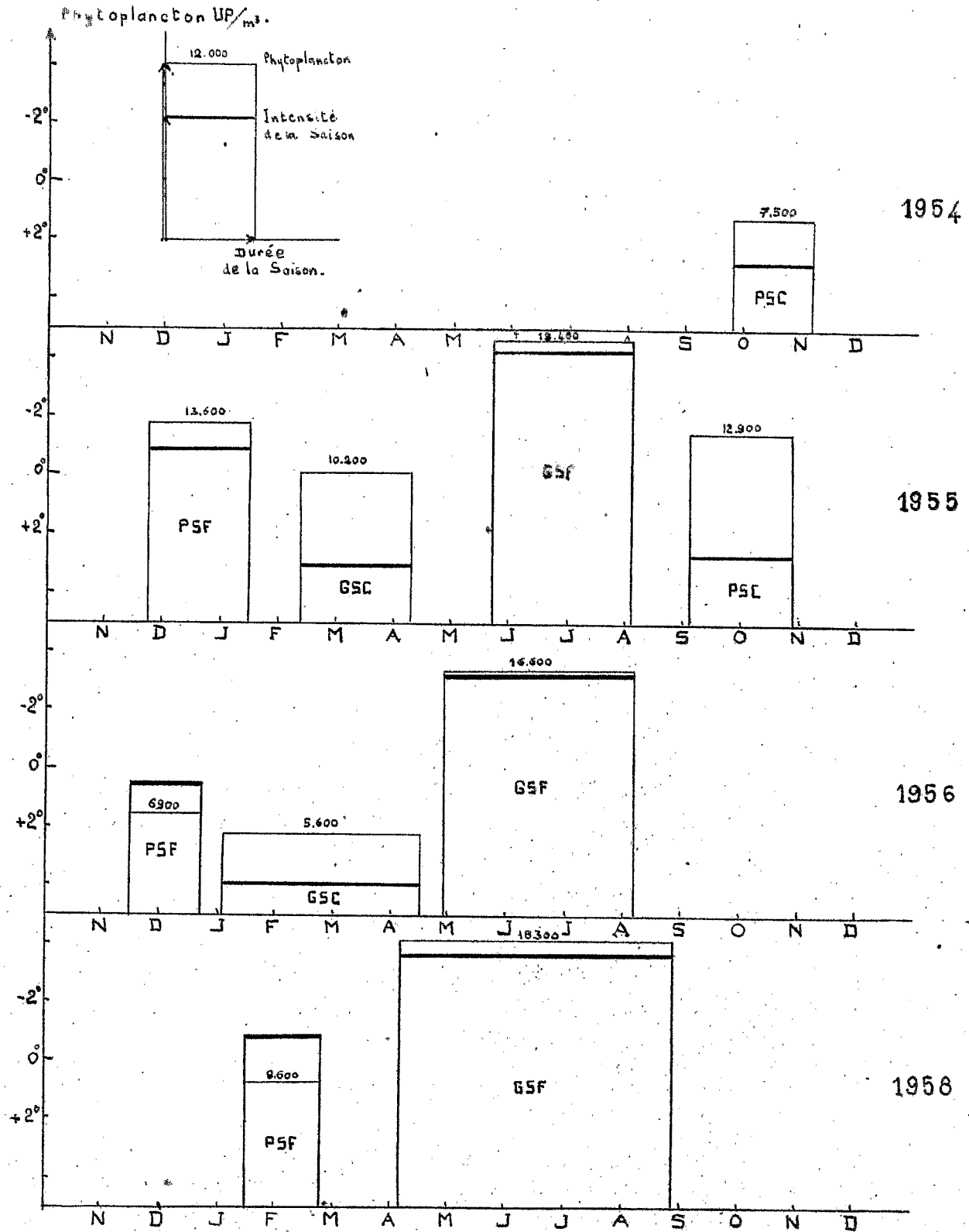


Fig. VII. Intensité des saisons marines et moyennes saisonnières des densités phytoplanctoniques

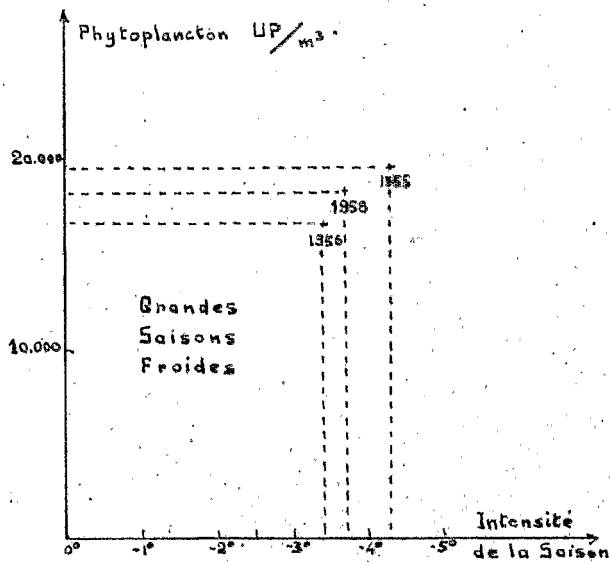


Fig. VIII

Influence de l'intensité des saisons froides sur les densités phytoplanctoniques en A.

Phytoplankton  
up/m<sup>3</sup>

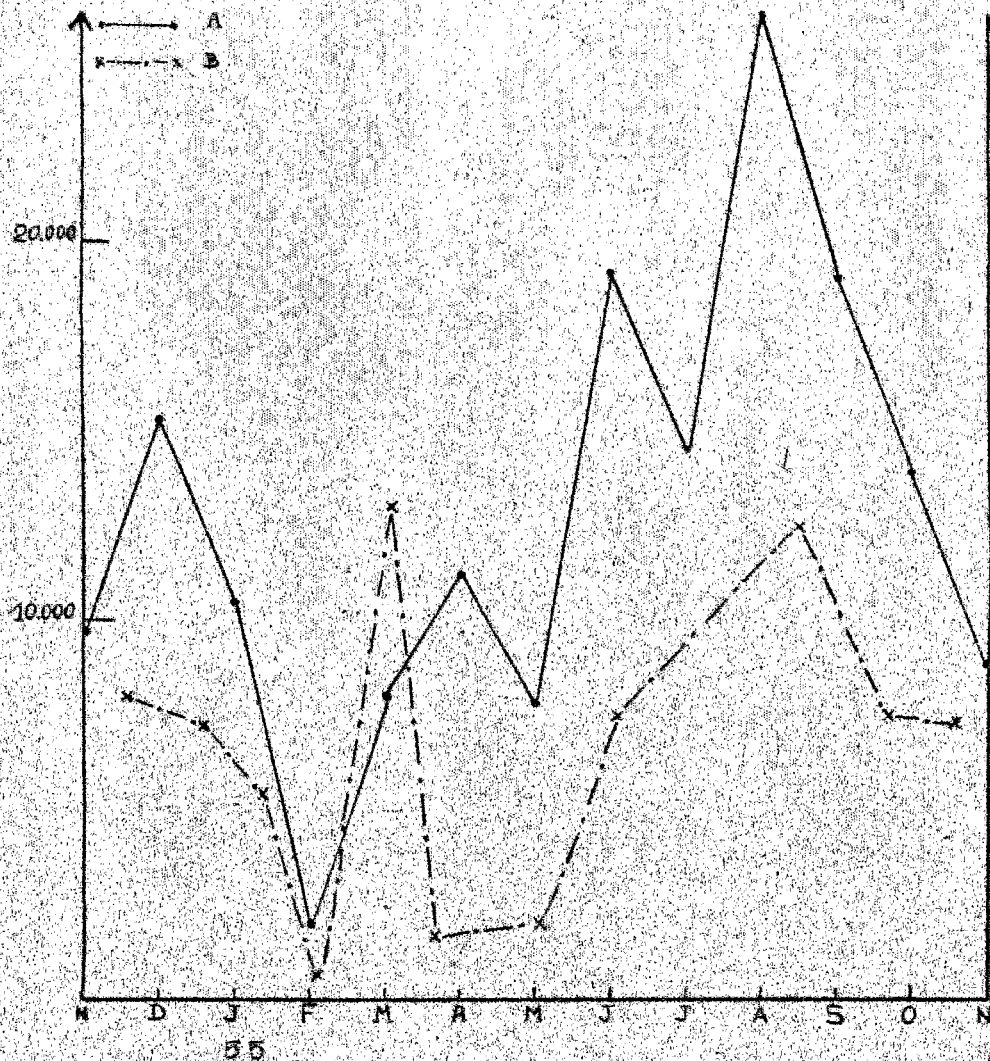


Figure IX

Variations des densités phytoplanktoniques aux points A et B.

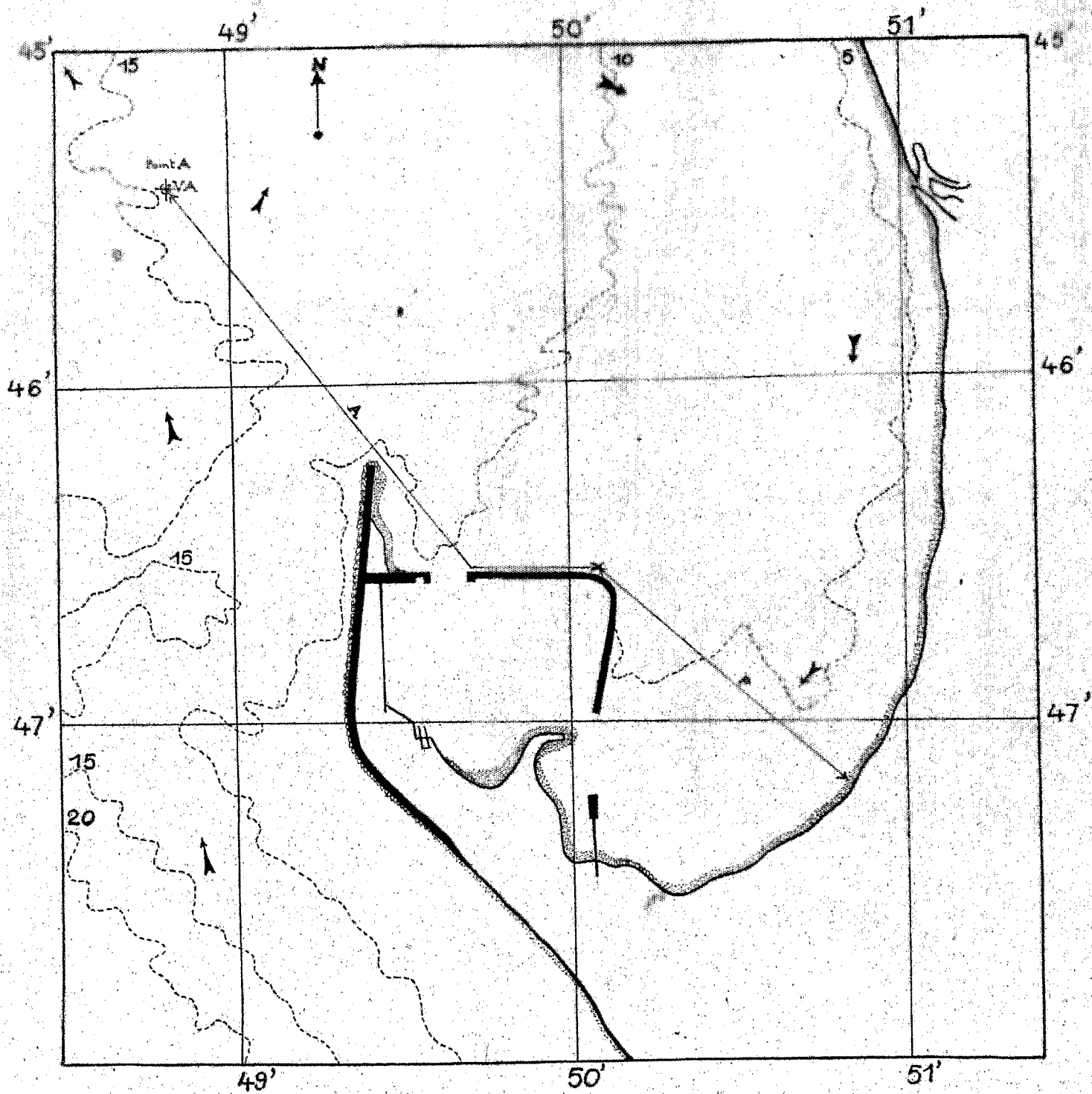


Figure X . BAIE DE POINTE - NOIRE.  
 (Lieux de prélèvement et courantologie générale).



Moyennes mensuelles  
de Phytoplancton.

UP/m<sup>3</sup>

30.000

20.000

16.800

10.400

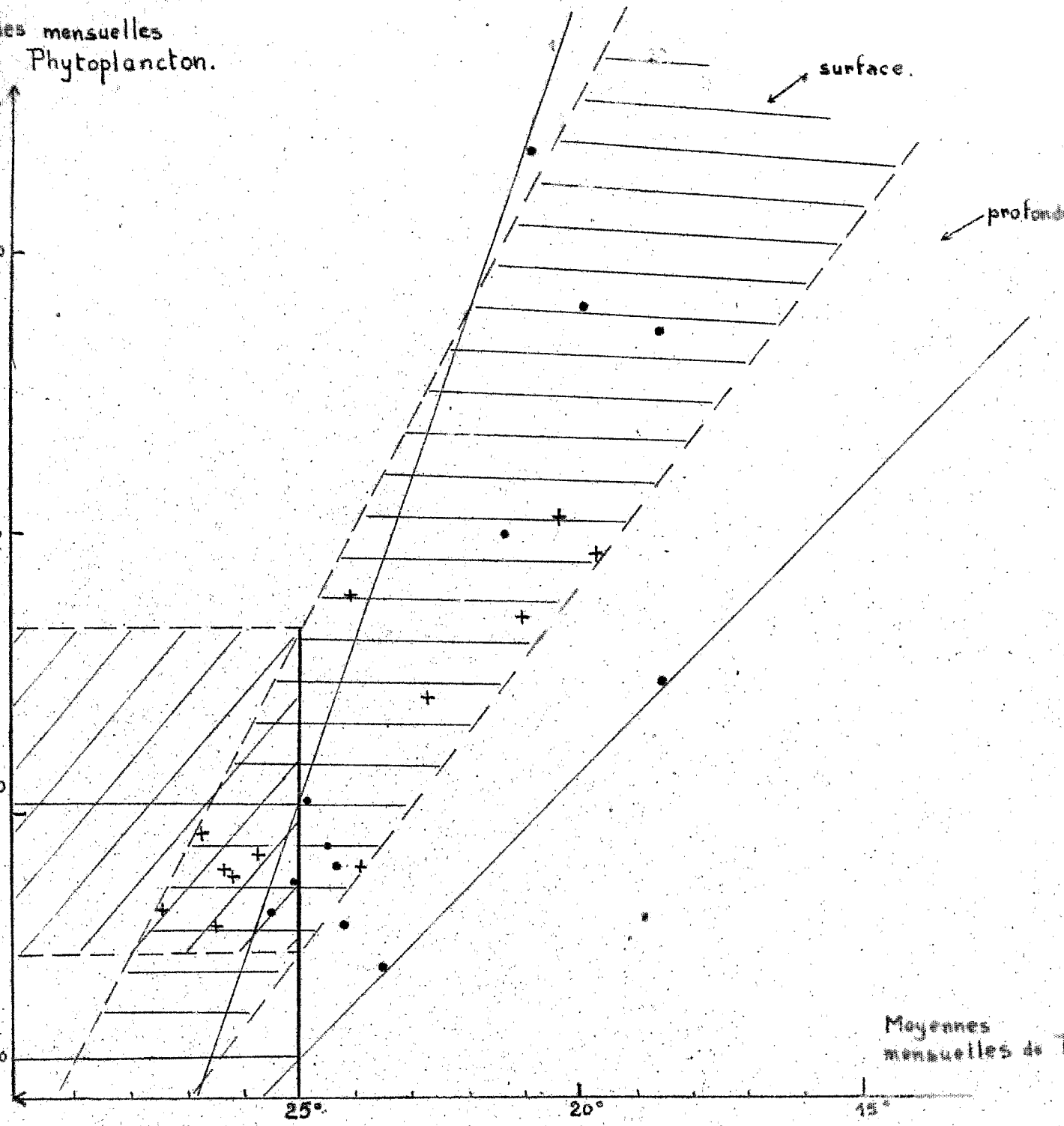
10.000

5.200

1.400

surface.

profondeur.



Moyennes  
mensuelles de T

Fig. XI

Prévisions de la richesse en phytoplancton d'après la température.