

RÉGENCE DE TUNIS -- PROTECTORAT FRANÇAIS

Direction Générale des Travaux Publics

STATION OCÉANOGRAPHIQUE DE SALAMMBÔ

BULLETIN

N° 10

223801

NATURE ET COMPOSITION CHIMIQUE

des Fonds Marins

entre La Goulette et le Cap Carthage

PAR

M. BERRUCAZ



Juillet 1929

2^{me} édition



Vlaams instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

Publications de la "Station Océanographique de Salammbô"

Les publications de la Station Océanographique de Salammbô comprennent :

Les *Notes* pour les courts travaux, les communications préliminaires.

Le *Bulletin* pour les mémoires définitifs.

Les *Annales* réservées pour les travaux plus importants avec planches de grand format.

Les *Notes* et le *Bulletin* sont envoyés à titre d'échange.

Les auteurs reçoivent gratuitement 50 tirages à part de leurs travaux. Ils s'engagent à ne pas mettre ces tirages dans le commerce.

Pour faciliter l'établissement d'une "Bibliographie Internationale de l'Océanographie" (*Décision de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Méditerranée*) les auteurs sont priés de faire suivre leurs travaux d'un court exposé (10 à 15 lignes) les résumant.

Adresser tout ce qui concerne la publication au Directeur de la Station Océanographique de Salammbô, par Carthage (Tunisie).

RÉGENCE DE TUNIS -- PROTECTORAT FRANÇAIS

Direction Générale des Travaux Publics

STATION OCÉANOGRAPHIQUE DE SALAMMBÔ

BULLETIN

N° 10

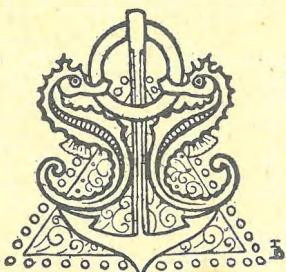
NATURE ET COMPOSITION CHIMIQUE

des Fonds Marins

entre La Goulette et le Cap Carthage

PAR

M. BERRUCAZ



Juillet 1929

2^{me} édition

NATURE ET COMPOSITION CHIMIQUE
des Fonds Marins
entre la Goulette et le Cap Carthage

PAR

M. BERRUCAZ

INTRODUCTION

Le présent travail a été effectué au cours d'un séjour de deux mois à la Station Océanographique de Salammbô, sur un sujet que M. Heldt, directeur de cet établissement, me proposa.

Avant d'entreprendre l'exposé de cette étude je veux remercier ici tous ceux qui m'ont facilité les moyens pour la mener à bien.

Toute ma gratitude va à M. Mourgnot, Directeur général des Travaux publics et Directeur de l'Office d'Etudes et du Développement des Pêches Tunisiennes, qui m'a favorisé d'une bourse d'études pendant mon séjour à la Station. Je suis reconnaissant à M. Heldt, des soins minutieux qu'il a pris pour mon installation ; il est regrettable que son départ en congé m'ait privé de conseils qui auraient été fructueux. Enfin, je ne saurais trop louer la bonté de M. Solignac, ingénieur géologue à la Direction générale des Travaux Publics qui, par sa patience, m'a permis d'acquérir la pratique des analyses minéralogiques.

M. B.

STATION OCÉANOGRAPHIQUE DE SALAMMBÔ

Nature et Composition Chimique des Fonds Marins entre La Goulette et le Cap Carthage

PREMIÈRE PARTIE

La région étudiée s'étend de la Goulette à Sidi bou Saïd, dont le phare s'élève sur la partie la plus haute du cap Carthage, et s'avance au large jusqu'aux fonds de 12 mètres.

Cette étude a pour but de fixer la nature des fonds dans la zone considérée, et, d'après cette connaissance, en déduire leur origine et leur formation :

Une idée s'impose immédiatement à l'esprit : la Méditerranée étant peu soumise aux mouvements des marées, les fonds ne peuvent avoir qu'une origine alluviale et, ce qu'il faut établir, c'est la provenance de ces alluvions. Les constituants seront déterminés au moyen de l'analyse chimique, tandis que l'analyse minéralogique servira à fixer l'origine du sol.

J'exposerai successivement les traitements subis par chaque échantillon.

Une analyse physique permet tout d'abord de le classer dans la catégorie sable ou vase, ce qui donne déjà une différenciation grossière ; d'autre part, le sable absorbant l'humidité de l'atmosphère, il faut connaître les lois de cette absorption pour corriger les pesées : un chapitre est donc consacré à l'hygrométrie des fonds.

Puis le calcaire est dosé dans tous les échantillons. Le dosage du fer et l'analyse minéralogique ont été faits sur le plus grand nombre possible, dans la limite du temps dont je disposais.

La seconde partie contient le compte rendu des analyses. Aucun échantillon n'a été dosé complètement au point de vue quantitatif ; c'eût été là

un travail extrêmement long et fastidieux et, de plus, dénué d'intérêt vu le peu d'homogénéité du fond qui ne permet pas de comparaison entre deux prises distantes d'un mètre à peine si l'on considère des corps en quantités minimes telles que l'ammoniaque ou le phosphore. Cette critique ne peut convenir au fer et surtout au carbonate de chaux qui sont en quantités beaucoup plus considérables.

Enfin, un dernier chapitre résume et établit des conclusions au moyen des résultats trouvés dans les parties précédentes.

En résumé, le plan de cette étude est le suivant :

- 1^o Récolte des échantillons ;
 - 2^o Classification des fonds ;
 - 3^o Hygrométricité des fonds ;
 - 4^o Dosage du carbonate de chaux ;
 - 5^o Dosage du fer ;
 - 6^o Analyse microscopique.
-

DEUXIÈME PARTIE

- 1^o Analyses ;
 - 2^o Conclusions.
-

1^o RECOLTE DES ÉCHANTILLONS

Les échantillons sont ramassés au sondeur Leger puis versés dans des flacons à large goulot que l'on bouche soigneusement. Ce moyen permet de ne pas perdre l'eau dont ils sont imbibés et que M. Thoulet nomme eau de carrière. La conservation des fonds dans des sacs de calicot ne permet pas

de recueillir cette eau, ce qui est très important, car je classe les fonds au moyen des vitesses de chute de leurs particules dans un tube en verre et la perte de cette eau de carrière entraîne une modification dans leur cohésion.

Pour cette même raison, la classification est faite le jour même, afin d'éviter toute altération due à une putréfaction quelconque, surtout si le fond est vaseux.

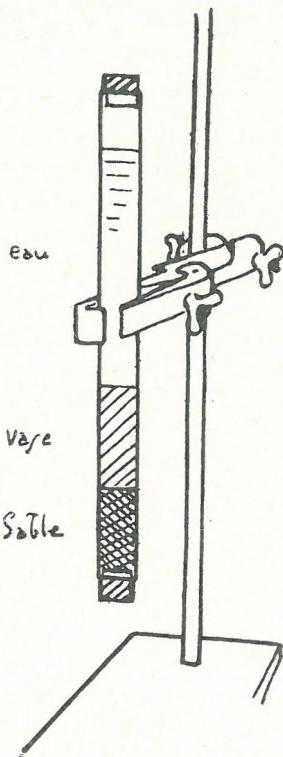


FIG. 1.

2^o CLASSIFICATION DES FONDS

Cette classification est faite au moyen de l'appareil indiqué par M. Thoulet pour avoir une connaissance approchée de la nature du fond. L'appareil est constitué simplement par un tube en verre de 23 centimètres de long et de 12 millimètres de diamètre ; à chaque extrémité est tracé un

cercle perpendiculaire à toutes les génératrices du cylindre. Le repère inférieur coïncide exactement avec un bouchon.

J'introduis dans le tube environ 5 grammes de l'échantillon et je remplis le tube jusqu'au repère supérieur avec de l'eau de mer.

En effet, l'expérience montre que c'est l'eau de mer qui donne les meilleurs résultats. Avec l'eau douce, le dépôt se fait plus lentement et lorsque la proportion d'argile est sensible, le tube est encore trouble au bout de plusieurs heures.

Le tube étant bouché, je l'agite fortement de façon à avoir une répartition homogène dans tout le tube. Je fixe le tube à un support et, au bout d'une minute exactement, je mesure avec soin, au moyen d'une réglette en os de 10 centimètres, la partie déposée, soit S cette partie. Au bout de trente minutes, je mesure la hauteur totale du dépôt T .

M. Thoulet indique que tout le sable tombe en une minute ; en effet, la partie déposée pendant la première minute n'a pas le même aspect que la partie supérieure constituée par la vase et l'on observe une ligne de séparation très nette entre ces deux parties.

La proportion de vase est alors donnée par le rapport $\frac{S}{T}$. Pour cette classification, j'adopte celle de M. Thoulet qui est la suivante :

$$\frac{S}{T} = 1 \text{ ou } \geq \frac{2}{3} = \text{Sable.}$$

$$\frac{2}{3} \geq \frac{S}{T} \geq \frac{1}{2} = \text{Sable vaseux.}$$

$$\frac{1}{2} > \frac{S}{T} \geq \frac{1}{4} = \text{Vase sableuse.}$$

$$\frac{S}{T} < \frac{1}{4} = \text{Vase.}$$

Ainsi pour la station 4.

$$\frac{S}{T} = \frac{4}{4.35} = 0.92$$

Sable 92 %

Vase 8 %

Donc : fond sableux.

Station 29

$$\frac{3.85}{8.20} = 0.470$$

Sable 47 %

Vase 53 %

Vase sableuse.

Cette méthode effectuée avec soin donne des résultats suffisamment précis ; on évite ainsi la perte de temps due aux tamisages successifs, mais on a l'inconvénient de ne pas séparer les différentes grosseurs de sable. Cependant, pour une classification rapide, cette méthode donne de bons résultats.

Je ne vois pas d'utilité de diviser le tube en centimètre cube, ce qui est, d'ailleurs, assez délicat ; l'emploi de la réglette graduée donne des résultats aussi exacts.

La carte ci-dessous résume les résultats obtenus au moyen de cette classification.

Les pourcentages indiquent la proportion de vase.

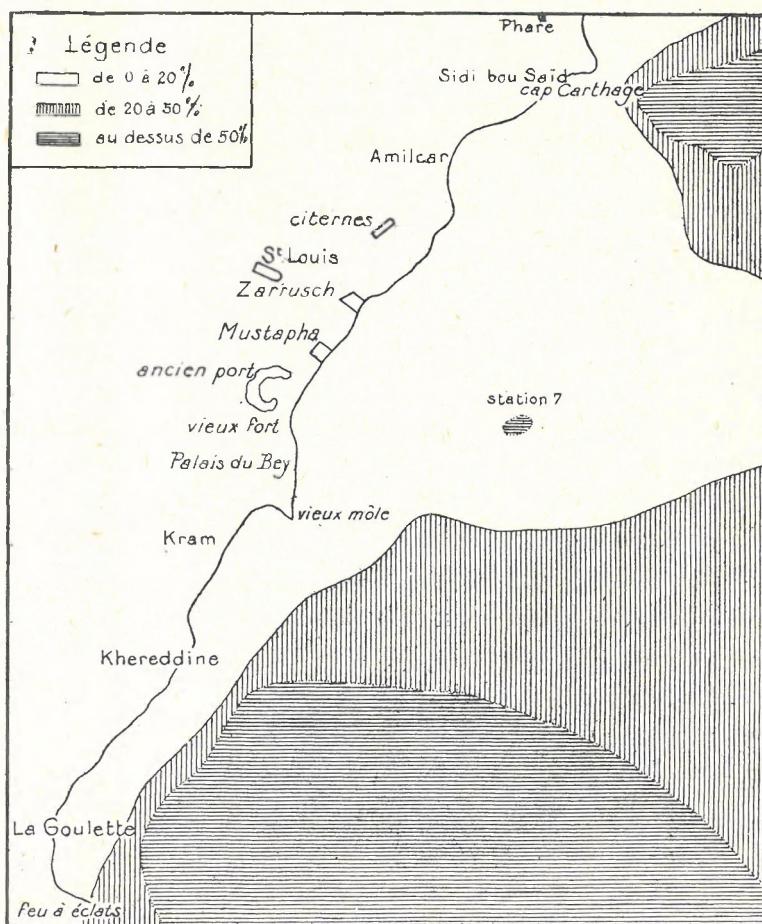


FIG. 2.

On voit qu'en face de la Goulette les fonds contiennent une assez forte proportion de vase à peu de distance de la côte. Les fonds recueillis dans cette zone sont noirâtres et nauséabonds. Plus l'on remonte, plus il faut s'avancer au large pour trouver une notable proportion de vase ; à la hauteur du Kram, il faut déjà atteindre des fonds de 8 mètres et 10 mètres en face de Salammbo, ce qui représente des distances de la côte respectivement égales à environ 1 mille et 1 mille et demi. Les fonds recueillis à cette station ne sont plus noirâtres, et, à la hauteur de Salammbo, je ne trouve plus que de légères traînées grises dans la masse jaunâtre.

En continuant vers Sidi bou Saïd, les échantillons ont tendance à devenir de plus en plus sableux. Cependant, au Sud-Est du Cap Carthage, la proportion de vase augmente brusquement. En douze minutes de latitude on passe de 15 % à 83,7 % de vase (Station 21). Outre les courants, cela doit être dû aux profondeurs relativement élevées se trouvant aux proches abords du Cap ; on passe, en effet, très rapidement des fonds de 8 mètres aux fonds de 12 mètres et, à 0,5 mille au large du cap, on trouve déjà des fonds de 14 mètres.

La vase recueillie dans cette zone est semblable à celle draguée dans la baie de la Goulette.

En s'avançant davantage au large, la répartition du sable et de la vase est très inégale, les proportions variant considérablement sur de petites distances.

En face de la Station, par fond de 7 m. 50, j'ai relevé une tache vaseuse donnant des échantillons noirs et nauséabonds ; cette tache est représentée sur la carte par la Station 7. Des sondages voisins m'ont permis de m'assurer que je n'étais qu'en présence d'une tache. Cette tache, assez importante, doit se déplacer sous l'effet des courants.

C'est donc dans la baie de la Goulette que se trouvent les fonds les plus vaseux. Il faut attribuer l'accumulation de cette vase aux courants existants dans le Golfe de Tunis ; malheureusement, ces courants n'ont jamais été étudiés.

3^e HYGROMETRICITE DES FONDS

Les fonds devant servir au dosage du calcaire et du fer doivent être desséchés. Il faut donc auparavant les laver à l'eau distillée pour les débarrasser des sels contenus dans leur eau de carrière ; ces sels, étant très hygroscopiques, ont une action sensible sur l'exactitude des pesées. Cependant l'échantillon lavé par décantations et siphonnage successifs est encore, capable de fixer l'humidité de l'air et cette absorption varie avec la nature de l'échantillon. Il est évident qu'un échantillon constitué par du sable pur fixera moins l'humidité qu'un échantillon vaseux et calcaire. C'est dans ce

dernier cas que j'ai étudié l'absorption. L'échantillon, fourni par la Station 7, a été soigneusement lavé dans une capsule puis complètement desséché au bain de sable et pesé à l'air libre, jusqu'à ce que son poids demeure stationnaire.

Les résultats de ces pesées sont résumés dans le tableau et la courbe ci-contre ; les temps sont portés en abscisses et les poids en ordonnées.

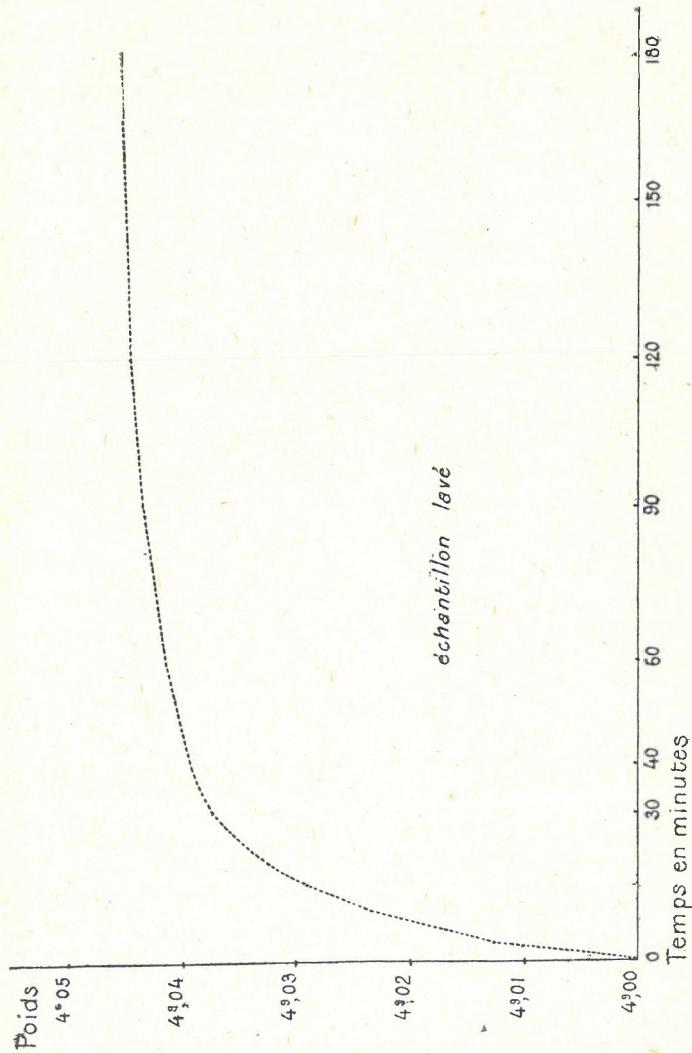
Temps en minutes	Accroissement de poids (en grammes)	%
0	4	0
5	4.012	0,3
10	4.022	0,55
15	4.028	0,7
20	4.032	0,8
25	4.035	0,88
30	4.037	0,93
35	4.039	0,98
40	4.040	1
50	4.0405	1,01
60	4.041	1,03
90	4.0435	1,09
120	4.044	1,1
180	4.0445	1,11

Ceci montre qu'au bout de trois heures, l'échantillon est arrivé à son maximum d'absorption 1,11 % ; de plus, on voit qu'au bout de quarante minutes le poids n'augmente plus sensiblement.

Par curiosité, j'ai refait la même expérience sur un échantillon du même fond, mais non lavé. Pour celui-ci l'absorption dure plusieurs jours et atteint 10 % au bout de cinq jours.

D'après cela, voici les précautions prises pour avoir des pesées exactes.

Le fonds est lavé, soigneusement desséché et abandonné à l'air libre pendant une heure au moins. Il suffit alors de diminuer chaque pesée de 1 % de sa valeur, ce qui suffit largement aux limites de précision que l'on peut apporter dans de telles analyses.



4^o DOSAGE DU CARBONATE DE CHAUX

Le carbonate de chaux est dosé par perte de poids de l'échantillon en CO_2 . L'appareil servant à cette mesure est constitué par un petit ballon en verre mince fermé par un bouchon laissant passer deux tubes renflés ;

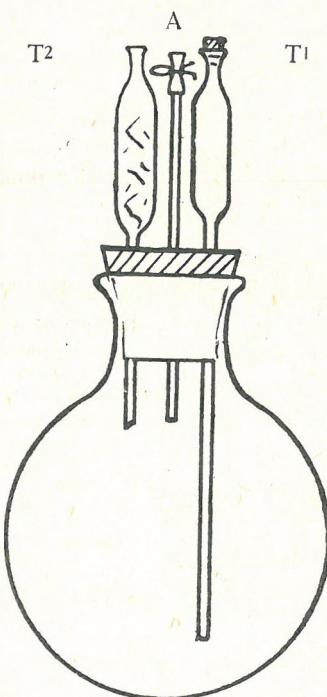


FIG. 4.

l'un T^1 , servant de réservoir à acide chlorhydrique et surmonté d'un bouchon ; l'autre T^2 , plein de chlorure de calcium. Un troisième trou laisse passer un tube A, pouvant être obturé complètement au moyen d'une petite pince. L'appareil prêt à servir, pèse environ 90 grammes.

Le réservoir contient 30 centimètres cubes d'un mélange à parties égales, d'HCl pur et d'eau distillée. Je fais la tare par double pesée ; soit P

le poids trouvé. J'ajoute alors exactement 4 gr. 040 du fond ; ce poids est connu par addition de poids marqués pour rétablir l'équilibre. Le poids total de l'appareil est alors :

$$P + 4 \text{ g}$$

Le tube A étant fermé, je soulève légèrement le bouchon du réservoir je fais tomber l'acide goutte à goutte ; il se produit une vive effervescence. Il ne faut laisser tomber l'acide que très lentement ; sans quoi la mousse produite, surtout si le fond est vaseux, risquerait de déborder et de compromettre l'expérience.

Quand tout l'acide est tombé, je porte l'appareil cinq minutes sur un bain de sable chauffé modérément ; puis, après avoir ouvert le tube A, je fais barboter de l'air dans la solution au moyen d'une trompe adaptée au tube à CaCl_2 , pour chasser la plus grande partie du CO_2 qui est restée dissout. Je pèse de nouveau l'appareil : soit p . Le poids de CO_2 dégagé est :

$$(P + 4) - p$$

Cependant, il faut tenir compte du gaz carbonique demeuré en dissolution. Pour cela, j'ai refait plusieurs expériences en employant du CaCO_3 pur (marbre blanc) au lieu de sable. La différence trouvée entre les chiffres pratiques et théoriques varie entre 0 gr. 004 et 0 gr. 006 ; donc, en ajoutant 0 gr. 005 à chaque pesée, je crois être très près de la vérité. C'est d'ailleurs la quantité qu'ajoute M. Thoulet. Finalement, le poids de CO_2 dégagé est :

$$(P + 4) - p + 0.005 \text{ gr.}$$

La proportion de CaCO_3 est donc :

$$(P + 4) - p + 0 \text{ gr. } 005 \times \frac{\text{CaCO}_3 \cdot 25}{\text{CO}_2}$$

Voici un exemple : (Station 10).

$$\begin{array}{r} P = 86.344 \\ P + 4 \end{array}$$

$$\frac{90.344}{p = 89.602}$$

$$\begin{array}{r} (P + 4) - p = \frac{0.742}{0.005} \\ \hline 0.747 \end{array}$$

$$\text{CaCO}_3 \% = 0.747 \times \frac{100 \times 25}{44} = 42.2 \%$$

Dans un tel dosage, cette approximation est suffisante, car elle est de même ordre que la variation qu'éprouve la composition de l'échantillon dans ses différentes parties.

Quant aux résultats, la région étudiée est trop limitée pour observer de grandes variations. Si l'on considère évidemment les proportions extrêmes trouvées au cours des analyses, on voit qu'elles varient de 30 à 52 %; mais ce sont là des chiffres extrêmes et ce qu'il faut surtout considérer, ce sont les résultats trouvés dans la majeure partie des analyses. De cette façon, le pourcentage de carbonate de chaux oscille entre 35 et 44 %.

5^o DOSAGE DU FER

Après attaque des échantillons par HCl, la solution est jaune verte pour les fonds vaseux et jaune d'or quand la matière organique fait défaut. D'autre part, une petite quantité de fonds, calcinée sur la lame de platine devient complètement rouge ; ces fonds contiennent donc une proportion notable de fer que j'ai dosé, après oxydation, dans le plus grand nombre de stations possible.

Environ 1 gramme de sable est attaqué dans un flacon conique par 20 centimètres cubes d'HCl pur ; on porte à l'ébullition pendant quelque instants, puis on ajoute, goutte à goutte, une solution de chlorure stannieux. La solution, qui était jaune, devient incolore ; il faut s'arrêter avec un excès aussi faible que possible de SnCl². Le fer a été ramené au minimum.

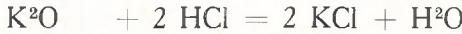
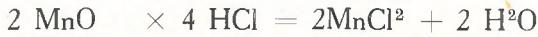
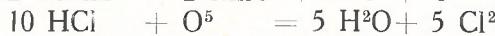


On refroidit rapidement sous un jet d'eau pour éviter toute oxydation ; on ajoute alors 10 centimètres cubes d'une solution saturée de chlorure mercurique pour détruire l'excès de SnCl².



Le contenu est versé dans un grand Erlen contenant 300 centimètres cubes d'eau additionnée de 25 centimètres cubes de liqueur de Reinhardt préparée ainsi : on fait dissoudre 200 grammes de MnSO⁴ dans 1 litre d'eau et on ajoute un mélange de 1 kilog de H³PO⁴, plus 400 grammes de H²SO⁴, plus 600 grammes d'eau.

Au préalable, on ajoute une goutte de caméléon dans les 300 centimètres cubes d'eau pour les teinter. On tire alors la liqueur ferreuse au permanganate goutte à goutte.



Dans ces conditions, HCl n'agit pas sur le caméléon. Le sulfate acide de manganèse, en présence de l'acide phosphorique, tend à former avec le permanganate un sel manganique sur lequel HCl et les sels manganeux agissent beaucoup plus lentement que sur MnO_4^- tandis que les sels ferreux agissent immédiatement sur ce sel manganique. De plus, l'acide phosphorique atténue la coloration du sel ferrique. Cette méthode est très avantageuse pour les dosages rapides à cause de la facilité de réduction des sels ferriques par le protochlorure d'étain.

Aucun échantillon ne dépasse 2,07 % en fer.

Ce fer n'est pas à l'état de sulfure, car il m'a été impossible de déceler la moindre trace d'hydrogène sulfuré dans l'attaque des fonds par les acides. L'acétate de plomb ne m'a jamais donné de précipité caractéristique de PbS pourtant excessivement sensible. Pourtant, j'opérais immédiatement après le dragage, ce qui éliminait toute chance d'oxydation.

En effet, tous les échantillons sont facilement oxydables, une fois séparés de leur eau de carrière contenant très peu d'oxygène en dissolution.

Dans l'eau douce, les fonds s'oxydent assez rapidement et prennent une teinte jaunâtre superficielle, puis gagnant peu à peu l'intérieur de la masse; au bout d'une dizaine de jours, on voit même apparaître des taches rouges dues à une oxydation plus complète du fer. Par lavage à l'eau oxygénée, l'oxydation se fait en deux jours. Elle ne dure qu'une heure et demie lorsqu'on dessèche à l'air et devient très rapide sous l'effet d'une forte calcination ; ce qui communique une couleur rouge brique au fond.

Cette coloration de la masse s'explique au microscope. En effet, on voit que la plupart des grains de quartz sont enveloppés d'une couche d'oxyde de fer. Tant que l'échantillon est dans son eau de carrière, comme l'oxygène dissous est en faible quantité, le fer est maintenu au minimum par l'action réductrice des matières organiques. Lorsque le fond est exposé à l'air, les matières organiques s'oxydent les premières, d'où la coloration jaune : l'oxydation se continue sur FeO qui se transforme en Fe^3O_4 et même en Fe^2O_3 sous l'action d'une calcination.

Ce phénomène est très marqué sur les échantillons vaseux qui, noirs au moment de la récolte, deviennent d'un jaune gris après lavage et dessiccation.

6^o ANALYSE MICROSCOPIQUE

Tous les fonds ayant été dragués à des faibles profondeurs, leurs grains sont suffisamment gros pour permettre une reconnaissance rapide au microscope des espèces minérales. Je tiens à souligner que ces analyses n'ont pas été poussées aussi loin que ce qu'elles auraient dû l'être, à cause du facteur temps qui a une si grande part dans cette étude.

Une parcelle du fond est mise sur une lame porte-objet, noyée dans une goutte d'huile de cèdre en l'absence de naphtaline mono-bromée, les indices de ces deux liquides étant voisins, puis examinée au microscope. L'échantillon est examiné en lumière réfléchie, puis en lumière polarisée ; les grains étant assez gros, il était aisément de les reconnaître, soit directement, soit à leurs teintes de polarisation.

Ainsi, le quartz et le feldspath sont aisément reconnaissants à leurs teintes de polarisation ; la glauconie par sa coloration verdâtre sur les bords, la magnétite par son opacité et ses bords arrondis.

Les organismes calcaires rencontrés se bornent aux globigérines et aux textilaires : on est donc en présence d'une vase à foraminifères ; je n'ai trouvé que dans deux échantillons des fragments de plantes calcaires et, très rarement, un grain de calcite isolé dans un échantillon.

L'origine des fonds est déterminée par la nature des minéraux non calcaires.

Au cours de ces examens, il a été possible de retirer de plusieurs échantillons des grains noirs, de forme quelconque. Ces grains ont résisté à tous les genres chimiques utilisés en microchimie.

Cependant, en les soumettant à l'action d'un Bunsen sur lame de platine, ces grains se sont volatilisés sans laisser de résidu. Nous avons alors pensé que ces corps étrangers étaient des parcelles charbonneuses dues au passage des nombreux paquebots dans cette région.

DEUXIEME PARTIE

ANALYSES

Station 1

L = 36°51' N
 G = 7°59'49" E. P.
 Prof. : 4 m. 50.
 Sable 89 %
 Vase 11 %
 Calcaire 41,3 %

Fonds sableux calcaire.

Sableux clair.

Globigérines, quelques-unes sont crêtées ; quelques textulaires.
 Beaucoup de quartz en grains anguleux recouverts d'oxyde de fer ;
 sphérolites de magnétites ; quelques agrégats argilo-calcaire et ferrugineux

Station 2

L = 36°50'46" N.
 G = 7°59'59" E. P.
 Prof. : 5 mètres.
 Sable 94,5 %
 Vase 5,5 %
 Calcaire 38,1 %

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Station 3.

L = 36°51'33" N.
 G = 8°00'09" E. P.
 Prof. : 5 mètres.
 Sable 98 %
 Vase 2 %
 Calcaire 35 %
 Fer 0,99 %

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Globigérines : textulaires plus nombreuses.

Quarts en grains anguleux avec couche d'oxyde de fer ; quelques sphérolites de magnétite : feldspath, orthose, présentant la macle de Carlsbad ; quelques agrégats argilo-ferrugineux ; paillettes de bétite.

Cet échantillon semble de la désagrégation d'un granit monzonitique.

Station 4

L : $36^{\circ}50'34''$ N.
G : $7^{\circ}59'44''$ E. P.

Fond : 5 mètres.
Sable 92 %
Vase 8 %
Calcaire 37,8 %

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Station 5

L : $36^{\circ}50'31''$ N.
G : $8^{\circ}00'27''$ E. P.

Fond : 7 mètres.
Sable 97,5 %
Vase 2,5 %
Calcaire 37,8 %

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Station 6

L : $38^{\circ}50'25''$ N.
G : $8^{\circ}00'16''$ E. P.

Fond : 7 mètres.
Sable 91,4 %
Vase 8,6 %
Calcaire 41,5 %
Fer 1,67 %

Fond sableux calcaire.

Sableux légèrement rose.

Globigérines abondantes ; peu de textulaires.

Beaucoup de quartz avec couche d'oxyde de fer ; un peu de mica.

Station 7

L : $36^{\circ}50'28''$ N.G : $8^{\circ}00'31''$ E. P.

Prof. : 7 m. 50

Sable	23,5 %
Vase.....	74,7 %
Calcaire.....	51,8 %
Fer.....	1,71%

Fond vaseux très calcaire.

Vaseux gris.

Globégérines et textulaires en abondance.

Beaucoup de quartz avec couche d'oxyde de fer, peu de feldspath ; nombreux agrégats d'argile ferrugineuse.

Station 8

L : $36^{\circ}50'28''$ N.G : $8^{\circ}00'04''$ E. P.

Prof. : 7 mètres.

Sable	91,3 %
Vase.....	8,7 %
Calcaire.....	43,1 %
Fer.....	0,99%

Fond sableux calcaire.

Sableux un peu rosé.

Globigérines et textulaires en abondance ; débris de bryozoaires quartz anguleux avec couche d'oxyde de fer ; beaucoup d'orthose maclée Carlsbad ; un peu de zircon.

Station 9

L : $36^{\circ}50'32''$ N.G : $7^{\circ}59'43''$ E. P.

Prof : 5 m. 50

Sable	99 %
Vase.....	1 %
Calcaire.....	41,8 %
Fer.....	0,99 %

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Quelques globigérines crêtées ; textulaires moins abondantes que dans les précédents ; grains de calcite isolés.

Quartz anguleux avec couche d'oxyde de fer ; quelques sphérolites de magnétite feldspath non maclé ; mica ; agrégats argilo ferrugineux ;

Station 10

L : $36^{\circ}50'19''$ N.
G : $8^{\circ}00'24''$ E. P.
Prof. : 6 mètres.

Sable 92,7 %
Vase 7,3 %
Calcaire 42,2 %

Fond sableux calcaire.

Sableux clair ; débris de coquilles.

Station 11

L : $36^{\circ}50'28''$ N.
G : $7^{\circ}59'54''$ E. P.
Prof. : 6 m. 80.

Sable 89,5 %
Vase 11,5 %
Calcaire 42,7 %

Fond sableux calcaire.

Sableux clair ; débris de coquilles.

Station 12

L : $36^{\circ}50'39''$ N.
G : $7^{\circ}59'52''$ E. P.
Prof. : 6 mètres.

Sable 90,7 %
Vase 9,03 %
Calcaire 41,7 %
Fer 1,85 %

Fond sableux calcaire.

Sableux clair débris de coquilles.

Globigérines et textulaires en abondance.

Beaucoup de quartz avec couche d'oxyde de fer ; orthose macléée Carlsbad : agrégats d'argile ferrugineuse.

Station 13

L : 36°50'25" N.
 G : 7°59'33" E. P.
 Prof. : 5 mètres.

Sable	99	%
Vase.....	1	%
Calcaire.....	38,4	%
Fer.....	1,49	%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Globigérines et textulaires en abondance ; fragments de thalles de lithothammium ; débris de bryozoaires.

Quartz abondant ; beaucoup de magnétite ; peu de mica.

Station 14

L : 36°50'23" N.
 G : 7°59'24" E. P.
 Prof. : 4 mètres.

Sable	99,5	%
Vase.....	0,5	%
Calcaire.....	35,8	%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Station 15

L : 36°50'42" N.
 G : 8° E. P.
 Prof. : 5 m. 50.

Sable	97,4%
Vase.....	2,6%
Calcaire.....	36,8%
Fer.....	1,27%

Fond sableux calcaire.

Sableux légèrement rouge.

Globigérines ; textulaires ; grains de calcite isolés.

Beaucoup de quartz avec couche d'oxyde de fer ; feldspath ; orthose ; zircon.

Station 16

L : 36°50'46" N.

G : 8°00'17" E. P.

Prof. : 6 mètres.

Sable	84,6%
Vase.....	15,4%
Calcaire.....	41%
Fer.....	1,42%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Globigérines et textulaires, beaucoup de quartz ; sphérolites de magnétite ; un peu d'orthose ; zircon.

Station 17

L : 36°50'58" N.

G : 8°00'29" E. P.

Prof : 5 m. 60.

Sable	97,1%
Vase.....	2,9%
Calcaire.....	34,2%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Station 18

L : 36°51' N.

G : 8°00'39" E. P.

Prof. : 5 m. 50.

Sable	98,1%
Vase.....	1,9%
Calcaire.....	40,4%
Fer.....	1,7%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Beaucoup de globigérines de quartz avec couche d'oxyde de fer ; magnétite assez abondante ; peu d'orthose ; un peu de mica.

Station 19

L : $36^{\circ}50'46''$ N.
 G : $7^{\circ}59'52''$ E. P.
 Prof. : 5 mètres.

Sable 97,2%
 Vase 2,8%
 Calcaire 35,6%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Station 20

L : $36^{\circ}51'19''$ N.
 G : $8^{\circ}00'44''$ E. P.
 Prof. : 5 m. 60.

Sable 98,4%
 Vase 1,6%
 Calcaire 34,6%
 Fer 1,56%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair. Globigérines rares ; textulaires ; *textularia loevigata d'Orb* (rare) ; nombreux fragments de thalles de *lithothammium*. Quartz en abondance ; sphérolites de magnétite ; mica, orthose.

Station 21

L : $36^{\circ}51'52''$ N.
 G : $8^{\circ}01'14''$ E. P.
 Prof. : 12 mètres.

Sable 16,3%
 Vase 83,7%
 Calcaire 52%

Fond vaseux très calcaire.

Vaseux grisâtre.

Station 22

L : $36^{\circ}51'43''$ N.
 G : $8^{\circ}00'47''$ E. P.
 Prof. : 5 m. 50.

Sable 96,4%
 Vase 3,6%
 Calcaire 30%
 Fer 1,40%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Globigérines ; quelques textulaires.

Beaucoup de quartz en grains anguleux n'ayant pas été roulés ; un peu de feldspath ; quelques agrégats argilo ferrugineux.

Station 23

L : $36^{\circ}50'16''$ N.
G : $7^{\circ}59'55''$ E. P.
Prof. : 6 m. 50.

Sable	95%
Vase.....	5%
Calcaire	40,6%

Fond sableux calcaire

Sableux clair

Station 24

L : $36^{\circ}50'10''$ N
G : $8^{\circ}00'02''$ E. P
Prof : 7 mètres

Sable	81,9%
Vase.....	18,1%
Calcaire	41,4%
Fer.....	1,69%

Sableux vaseux calcaire

Sableux un peu gris

Beaucoup de globigérines ; quelques textulaires ; rotalines ; spicules d'éponges ; un brun de corail ; très peu de calcite

Beaucoup de quartz en grains avec couche d'oxyde de fer ; glauconie en abondance, quelques feldspath ; zircon.

Station 25

L : $36^{\circ}49'55''$ N E P
G : 8°
Prof. : 8 mètres.

Sable	62,8%
Vase.....	37,1%
Calcaire.....	43,9%

Fond sableux calcaire.

Sableux un peu gris ; débris d'organismes.

Station 26

L : 36°49'53" N.
 G : 8°00'11" E. P.
 Prof. : 8 m. 25.

Sable	71%
Vase.....	29%
Calcaire.....	43,6%
Fer.....	1,97%

Fond sableux calcaire.

Sableux un peu gris ; nombreux fragments calcaires.

Globigérines : quelques textulaires.

Beaucoup de quartz en grains ; feldspath ; glauconies ; zircon.

Station 27

L : 36°49'40" N.
 G : 7°59'50" E. P.
 Prof. : 8 m. 50.

Sable	88%
Vase.....	12%
Calcaire.....	44,6%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair.

Station 28

L : 36°49'28" N.
 G : 7°59'38" E. P.
 Prof. : 8 mètres.

Sable	51%
Vase.....	48,5%
Calcaire.....	46,5%

Sable vaseux calcaire.

Vaseux gris.

Station 29

L : 36°49'37" N.
 G : 7°59'27" E. P.
 Prof. : 6 m. 50.

Sable	47%
Vase.....	53%
Calcaire.....	47,2%
Fer.....	2,18%

Vase sableuse calcaire. Glauconie en abondance. Quartz avec couche d'oxyde de fer. Beaucoup d'argile ferrugineuse.

Vaseux gris ; débris de coquilles.

Station 30

L : 36°49'26" N.

G : 7°59'09" E. P.

Prof. : 6 mètres.

Sable	65,7%
Vase.....	34,3%
Calcaire.....	41,5%
Fer.....	1,76%

Sable vaseux calcaire.

Sableux fin assez clair, avec de légères traînées grises ; débris.

Foraminifères en abondance, globigérines et textulaires ; moins argileux que le précédent.

Beaucoup de quartz avec couche d'oxyde de fer ; quelques globules de magnétite, peu de glauconie.

Station 31

L : 36°49'09" N.

G : 7°58'56" E. P.

Prof. : 6 mètres.

Sable	46,6%
Vase.....	53,4%
Calcaire.....	45,7%
Fer.....	2,11%

Vase sableuse calcaire.

Vaseux gris clair ; débris de coquilles.

Globigérines et textulaires en abondance.

Quartz avec couche d'oxyde de fer ; feldspath ; glauconie ; argile ferrugineuse, en agrégats crypto cristallins.

Station 32

L : 36°48'36" N.

G : 7°58'31" E. P.

Prof. : 6 mètres.

Sable	30,9%
Vase.....	69,1%
Calcaire.....	49,9%
Fer.....	2,53%

Vase sableuse calcaire.

Vaseux gris ; nombreux débris de coquilles.

Globigérines crêtées ; quelques textulaires.

Quartz en grains plus fins ; beaucoup de glauconie ; argile ferrugineuse.
Zircons allongés en baguettes.

Station 33

L : 36°48'36" N.

G : 7°59'29" E. P.

Prof. : 8 m. 50.

Sable	43,3%
Vase.....	56,7%
Calcaire.....	44,6%
Fer.....	2,1%

Vase sableuse calcaire.

Vaseux gris ; débris de coquilles. Globigérines abondantes quelques textulaires. Quartz finement pulvérisé ; quelques grains lobés de glauconie ; argile ferrugineuse en abondance.

Station 34

L : 36°48'55" N.

G : 7°59'25" E. P.

Prof. : 8 mètres.

Sable	50%
Vase.....	50%
Calcaire.....	45,8%
Fer.....	1,74%

Vase sableuse calcaire.

Vaseux gris clair ; débris de coquilles ; globigérines et textulaires.

Quartz en grains très fins ; très peu de feldspath ; glauconie ; ircon en assez grande quantité ; argile ferrugineuse.

Station 35

L : 36°51'01" N.

G : 8°01'13" E. P.

Prof. : 9 mètres.

Sable	86,4%
Vase.....	13,6%
Calcaire.....	38,1%

Fond sableux calcaire.

Sableux fin, assez clair.

Station 36

L : $36^{\circ}51'28''$ N.
 G : $8^{\circ}01'14''$ E. P.
 Prof. : 10 mètres.

Sable	85,5 %
Vase.....	14,5 %
Calcaire.....	38,1 %
Fer.....	1,83%

Fond sableux calcaire.

Sableux clair. Grains fins ; nombreux débris de coquilles.

Globigérines et textulaires. Quartz en grains plus gros que dans les précédentes ; feldspath abondant, un peu de disthène, glauconie bien lobée mais peu abondante ; argile ferrugineuse.

Station 37

L : $36^{\circ}51'36''$ N.
 G : $8^{\circ}01'07''$ E. P.
 Prof. : 9 mètres.

Sable	86,8%
Vase.....	13,2%
Calcaire.....	36,4%

Fond sableux calcaire.

Sableux fin clair ; quelques débris de coquilles.

Station 38

L : $36^{\circ}51'13''$ N.
 G : $8^{\circ}01'29''$ E. P.
 Prof. : 11 mètres.

Sable	80 %
Vase.....	20 %
Calcaire.....	43,4%
Fer.....	1,9%

Sable vaseux calcaire.

Sableux fin un peu gris ; débris de coquilles. Globigérines et textulaires peu abondantes. Quartz en grains roulés avec couche d'oxyde de fer ; un peu de feldspath, beaucoup de glauconie..

Station 39

L : $36^{\circ}50'52''$ N.
 G : $80^{\circ}1'33''$ E. P.
 Prof. : 12 mètres.
 Sable 88,4%
 Vase 11,6%
 Calcaire 34,4%
 Fer 1,9%

Fond sableux calcaire.

Sableux assez clair ; débris de coquilles ; mêmes foraminifères. Quartz en grains plus gros avec couche d'oxyde de fer, disthène ; zircon.

Station 40

L : $36^{\circ}50'37''$ N.
 G : $80^{\circ}1'33''$ E. P.
 Prof. : 11 mètres.
 Sable 84,3 %
 Vase 15,7 %
 Caïcaire 38,7 %
 Fer 2,67%

Fond sableux calcaire. Sableux fin clair ; peu de débris ; quartz ; globigérines bourrées de glauconie ; argile ferrugineuse.

Station 41

L : $36^{\circ}50'08''$ N.
 G : $80^{\circ}1'05''$ E. P.
 Prof. : 11 mètres.
 Sable 81,9%
 Vase 18,1%
 Calcaire 40 %

Fond sableux calcaire. Sableux fin clair ; débris de coquilles.

Station 42

L : $36^{\circ}49'47''$ N.
 G : $80^{\circ}1'06''$ E. P.
 Prof. : 12 m. 50.
 Sable 69,8 %
 Vase 30,2 %
 Calcaire 40,3 %
 Fer 2,11%

Sable vaseux calcaire. Sableux fin un peu gris ; débris de coquille. Foraminifères rares. Quartz fin avec couche d'oxyde de fer ; feldspath ; glauconie ; fragments de goethite ; argile ferrugineuse.

Station 43

L : 36°49'25" N.
G : 8°01'07" E. P.
Prof. : 11 m. 50.

Sable	67,4 %
Vase.....	32,6 %
Calcaire.....	43,7 %
Fer.....	1,83 %

Sable vaseux calcaire. Sableux fin légèrement gris ; débris de coquilles abondantes. Grains du quartz beaucoup plus roulés ; globigérines et textulaires ; globigérines transformées en glauconie ; un peu de feldspath ; goethite ; argile ferrugineuse.

Station 44

L : 36°50'04" N.
G : 8°00'30" E. P.
Prof. : 12 mètres.

Sable	96 %
Vase.....	4 %
Calcaire.....	42 %
Fer.....	1,84 %

Fond sableux calcaire. Sableux fin clair ; nombreux débris de coquilles. Globigérines et textulaires. Grains de quartz moins roulés avec couche d'oxyde de fer ; glauconie, feldspath.

CONCLUSIONS

a) L'analyse microscopique a révélé l'absence de minéraux calcaires ; le carbonate de chaux trouvé n'est donc dû qu'aux organismes de la vase à foraminifères. Il s'ensuit que plus un fond sera vaseux, plus il aura tendance à être calcaire.

On voit alors que la profondeur n'influe pas d'une façon absolue sur la teneur en carbonate de chaux. En effet, les grands fonds ont tendance à être plus vaseux que les autres, à cause de la finesse des grains due à l'éloignement de la côte ; cependant, ce n'est pas là une règle sans exception, car il faut tenir compte des courants et des conditions physiques modifiant la vie dans les couches d'eau sus-jacentes ; ainsi, les petits fonds de la Goulette sont plus vaseux que ceux au large de la Station.

D'ailleurs, voici des chiffres.

Station	Profondeur	Vase %	Calcaire %
22	5,5	3,6	30
39	12	11,6	34,4
26	8,25	29	43,6
43	11,5	32,6	43,7
28	8	40,5	46,5
34	8	50	45,8
29	6,5	53	47,2
32	6	69,1	49,9
7	7,5	74,7	51,8
21	12	83,7	52

Donc :

La profondeur n'intervient pas dans la proportion de calcaire, il faut plutôt en chercher les variations dans les conditions auxquelles sont soumises les couches d'eau en contact avec le fond.

b) Le fer dosé dans les échantillons provient d'oxyde ferreux enrobant les grains de quartz ; d'argile ferrugineuse, de glauconie et de magnétite. S'il ne provenait que de ces dépôts d'oxyde, ou seulement de l'argile, il y aurait une explication à ces variations.

Comme il est dû non seulement aux deux en même temps, mais encore à deux autres facteurs, toute explication devient impossible.

En effet, lorsque le fond est sableux, la quantité d'oxyde de fer croît. mais alors, la teneur en argile décroît par suite de la diminution de la vase. Lorsque le fond est vaseux, l'inverse se produit. On est en présence d'une certaine compensation à laquelle s'ajoutent les proportions tout à fait variables de glauconie et de magnétite.

L'argile ferrugineuse trouvée provient des terres rouges d'Amilcar.

Le microscope montre que les principaux constituants minéralogiques des fonds sont le quartz et des feldspaths (orthose, albite). On retrouve ces éléments dans les grès de Radès, du Bou Kornine et du Cap Bon ; l'origine de ces éléments dans les fonds qui nous occupent ne fait pas de doute.

On a vu que les fonds ne contiennent pas d'éléments calcaires ; de rares échantillons renfermaient quelques grains isolés de calcite. Et pourtant celle-ci ne manque pas autour du Golfe de Tunis.

Ceci marque, en somme, l'absence de constituants minéralogiques du continent ; il ne faut pas s'en étonner, car tous les oueds débouchant dans le Golf sont arrivés à leur stade de vieillesse et, par conséquent, sont incapables d'en dépouiller ce continent pour les déverser à la mer.

Les grès sur les hauteurs, sont plus exposés.

Inlassablement, le Temps les use, les vents et les pluies font le reste.

Salammbo, le 29 septembre 1928.

BIBLIOGRAPHIE

- J. THOULET. — *Étude des échantillons d'eau et de fonds récoltés pendant la campagne du yacht Princesse Alice dans l'Atlantique Nord en 1901.*
- J. THOULET. — *Etude de fonds marins provenant du voisinage des Açores.*
- J. MURRAY et J. HJORT. — *The depths of the Ocean.*
- L. CAYEUX. — *Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires.*
- SOLIGNAC. — *Etude géologique de la Tunisie septentrionale.*
-

OUVRAGES PARUS

NOTES

N° 1. — H. HELDT : <i>Sur un procédé nouveau d'aération et de renouvellement de l'eau en aquarium : la trompe S.O.S</i>	FR. 2 50
N° 2. — H. HELDT : <i>Sur la résistance à l'asphyxie des principales espèces d'animaux marins. — Applications à la tenue des aquariums et au transport des crustacés par bateaux-viviers</i>	FR. 5 »
N° 3. — Mme H. HELDT : <i>Sur un cas de trifurcation de l'antenne chez <i>Palaeonurus vulgaris</i> Latr., et sur la persistance de cette malformation après la mue</i>	FR. 4 »
N° 4. — Mme H. HELDT : <i>Sur la présence d'<i>Artemia salina</i> L. dans les anciens ports de Carthage</i>	FR. 3 »
N° 5. — Mme H. HELDT : <i>Sur la présence d'un Cysticercoidé chez <i>Artemia salina</i> L.</i>	FR. 4 »
N° 6. — L. ROULE : <i>Notice sur les Cyprinodons du lac Nord de Tunis</i> . FR.	4 »
N° 7. — H. HELDT : <i>La Photographie d'Aquarium</i>	FR. 5 »
N° 8. — H. HELDT : <i>La Mue chez les poissons</i>	FR. 5 »
N° 9. — H. HELDT & Mme H. HELDT : <i>Premières captures de Civelles dans le Lac de Tunis</i>	FR. 4 »

BULLETIN

N° 1. — <i>Organisation de la Station Océanographique de Salammbô et de l'Exploitation directe par la Direction Générale des Travaux Publics de la partie Nord du Lac de Tunis</i>	FR. 5 »
N° 2. — L. ROULE : <i>Etude sur les déplacements et la pêche du thon (<i>Orcynus thynnus</i> L.) en Tunisie et dans la Méditerranée Occidentale</i>	5 »
N° 3. — L. G. SEURAT : <i>Observations sur les limites, les faciès et les associations animales de l'étage intercotidal de la petite Syrte (G. de Gabès) (2^{me} édition 1929)</i>	20
N° 4. — A. GRUVEL : <i>L'Industrie des Pêches sur les Côtes Tunisiennes</i> . FR.	20 »
N° 5. — H. HELDT : <i>Résumé de nos connaissances actuelles sur le thon rouge (<i>Thunnus thynnus</i> L.)</i>	FR. 10 »
N° 6. — P. MONCONDUIT : <i>Situation de la pêche maritime en Tunisie au 1^{er} janvier 1927</i>	FR. 10 »
N° 7. — H. HELDT : <i>Le thon rouge (<i>Thunnus thynnus</i> L.) Mise à jour de nos connaissances sur ce sujet</i>	FR. 10 »
N° 8. — L. CHAMBOST : <i>Essai sur la région littorale dans les environs de Salammbô</i>	FR. 15 »
N° 9. — H. HELDT : <i>Le thon rouge (<i>Thunnus thynnus</i> L.) Progrès des recherches sur la question</i>	FR. 15 »
N° 10. — BERRUCAZ : <i>Nature et composition chimique des Fonds Marins entre La Goulette et le Cap Carthage</i>	FR. 10 »
N° 11. — Mme H. HELDT : <i>Le Lac de Tunis (Partie Nord). Résultat des Pêches au filet fin</i>	FR. 20
N° 12. — L. G. SEURAT : <i>Nouvelles observations sur les faciès et les associations animales de l'étage intercotidal de la petite Syrte (Golfe de Gabès)</i>	FR. »
N° 13. — H. HELDT : <i>Le Thon Rouge (<i>Thunnus Thynnus</i>). Examens des travaux publiés (1928). Observations nouvelles</i>	FR. 40

ANNALES

- N° 1. — LE DANOIS : *Recherches sur les fonds chalutables des côtes de Tunisie.*
— *Croisière du chalutier « Tanche » en 1924* FR. 15 »
- N° 2. — L. ROULE : *Étude complémentaire sur le Thon de la Tunisie* FR. 15 »
- N° 3. — L. ROULE ET M^{me} M. L. VERRIER : *Étude sur les barbillons des Rougets-barbets (G. Mullus)* FR. 15 »
- N° 4. — H. HELDT : *Contribution à l'étude des races de Thons* FR. 20 »

CATALOGUE ILLUSTRÉ

- du Musée et de l'Aquarium de la Station Océanographique de Salammbô*
par H. HELDT. Préface du Pr. L. ROULE FR. 40 »

GUIDE ILLUSTRÉ

- du Musée et de l'Aquarium de la Station Océanographique de Salammbô*
par H. HELDT. FR. 7 »

