

RÉGENCE DE TUNIS :: PROTECTORAT FRANÇAIS

Direction Générale des Travaux Publics

STATION OCÉANOGRAPHIQUE DE SALAMMBÔ

BULLETIN

N° 26

SUR L'EAU NORMALE MÉDITERRANÉENNE

2° Partie

Travail expérimental. Résultats. Conclusions

PAR

M. P. FREUNDLER

&

M^{me} M. GUAISNET-PILAUD

Professeur

Préparateur

à la Faculté des Sciences de Paris (P. C. N.)

(Fondation J. A. Le Bel)



Juin 1932

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.

Des publications hors série : *Catalogues, Guides, Tables...*

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.

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

OUVRAGES PARUS

NOTES

- | | | |
|---|-----|------|
| N° 1. — H. HELDT : Sur un procédé nouveau d'aération et de renouvellement de l'eau en aquarium : la trompe S.O.S | Fr. | 2 50 |
| N° 2. — H. HELDT : 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 | Fr. | 5 » |
| N° 3. — M ^{me} H. HELDT : Sur un cas de trifurcation de l'antenne chez <i>Palimnurus vulgaris</i> Latr., et sur la persistance de cette malformation après la mue | Fr. | 4 » |
| N° 4. — M ^{me} H. HELDT : Sur la présence d' <i>Artemia salina</i> L. dans les anciens ports de Carthage. | Fr. | 3 » |
| N° 5. — M ^{me} H. HELDT : Sur la présence d'un <i>Cysticercocœde</i> chez <i>Artemia salina</i> L. | Fr. | 4 » |
| N° 6. — L. ROULE : Notice sur les Cyprinodons du lac Nord de Tunis. Fr. | | 4 » |
| N° 7. — H. HELDT : La Photographie d'Aquarium | Fr. | 5 » |
| N° 8. — H. HELDT : La Mue chez les poissons | Fr. | 5 » |
| N° 9. — H. HELDT & M ^{me} H. HELDT : Premières captures de Civelles dans le Lac de Tunis. | Fr. | 4 » |
| N° 10. — P. REISS & E. VELLINGER : Sur le pH de l'eau de mer circulant dans les bassins et aquariums de la Station Océanographique de Salammbô | | 5 » |
| N° 11. — Dr A. GANDOLFI-HORNYOLD : Recherches sur la taille et le sexe de la petite Anguille du Lac de l'Ischeul. | Fr. | 5 » |
| N° 12. — S. MOUCHET. Sur la biologie de <i>Paguristes Oculatus</i> (Fabr.) dans les environs de Salammbô. | | 5 » |
| N° 13. — H. HELDT & M ^{me} H. HELDT : Sur les modalités de l'empoisonnement en anguilles du lac de Tunis | Fr. | 5 » |

(Voir suite page 3 de la couverture).

RÉGENCE DE TUNIS :: PROTECTORAT FRANÇAIS

Direction Générale des Travaux Publics

STATION OCÉANOGRAPHIQUE DE SALAMMBÔ

BULLETIN

N° 26

SUR L'EAU NORMALE MÉDITERRANÉENNE

2^e Partie

Travail expérimental. Résultats. Conclusions

PAR

M. P. FREUNDLER

&

M^{me} M. GUAISNET-PILAUD

Professeur

Préparateur

à la Faculté des Sciences de Paris (P. C. N.)

(Fondation J. A. Le Bel)



Juin 1932

INTRODUCTION

Dans notre première Note (1), après avoir rappelé les nombreuses discussions auxquelles a donné lieu l'étalonnage de chloruration des eaux de mer méditerranéennes, nous avons conclu que, parmi les diverses solutions préconisées, seule, celle adoptée par le Laboratoire hydrographique de Copenhague pour les eaux atlantiques pouvait donner satisfaction, à savoir :

Emploi, comme étalon, d'une eau type méditerranéenne de chloruration fixe et rigoureusement déterminée.

Il restait à voir si cette solution était pratiquement réalisable, et si, en outre, elle était compatible avec les existants, c'est-à-dire avec les tables de correction de M. KNUDSEN.

Nos essais préliminaires effectués à Salammbô, il y a deux ans, paraissaient fournir une réponse affirmative; poursuivis à Paris d'une façon plus précise et plus systématique, ils ont abouti à une autre solution :

En effet, d'une part, nous avons dû reconnaître que, comme le suggérait M. KNUDSEN, les tables de correction faites pour les eaux de l'Atlantique ne sont pas applicables avec assez de précision aux eaux méditerranéennes; d'autre part, les échantillons d'eau de mer de la nappe 400-500 mètres (titre en chlore : 21,3 environ), comme d'ailleurs la plupart de ceux des eaux moins profondes, ont un titre de chloruration qui augmente avec le temps. Cette augmentation a été signalée depuis longtemps pour l'eau normale de Copenhague (1); on l'a attribuée à l'attaque du verre par l'eau de mer qui dissoudrait peu à peu une certaine quantité des chlorures renfermés dans le verre. Nous pensons que cette augmentation est due à un phénomène tout à fait différent; mais quoi qu'il en soit, elle est réelle et elle nécessite une très longue stabilisation des eaux récoltées avant l'échantillonnage.

(1) Sur l'eau normale méditerranéenne (1^{re} partie), Station Océanographique de Salammbô. Bulletin n° 19.

(1) M. KNUDSEN, Publication de Circonstance n° 2, p. 7.

De plus, nous nous sommes rendu compte de la difficulté pratique que présente la récolte d'eau de mer de 400-500 mètres avec les moyens dont disposent actuellement les stations hydrographiques méditerranéennes. En attendant que ces difficultés pratiques soient surmontées, que de nouvelles tables soient établies, nous avons dû nous résoudre à adopter une solution provisoire, assez simple, qui élimine les erreurs et les difficultés pratiques de la solution idéale, d'abord envisagée, mais non réalisable à l'heure actuelle.

Cette solution est basée sur le fait que, à condition d'employer une solution de nitrate d'argent de titre compris entre des limites assez étroites, et d'opérer également dans des limites de températures déterminées, les chiffres du titrage volumétrique direct concordent avec les titres gravimétriques avec une précision de l'ordre de deux unités de la deuxième décimale, et ceci pour des eaux dont le titre varie de 20,8 à 21,5; c'est-à-dire pour toute la série des eaux qu'on est appelé à récolter normalement en Méditerranée occidentale, entre la surface et la nappe de 400-500 mètres.

Si, donc, l'on se contente de l'approximation de $\pm 0,02$ qui est d'ailleurs celle qu'on requiert habituellement, on peut se passer de tables de correction.

L'emploi de solution de nitrate d'argent de concentration déterminée n'est pas une difficulté sérieuse; il serait d'ailleurs possible, disposant d'un personnel et d'une organisation appropriés, de préparer en outre des échantillons d'une eau de mer *stable*, avec laquelle on pourrait, de temps en temps, contrôler volumétriquement le titre de la solution de nitrate d'argent, si l'on ne veut pas s'astreindre à le faire gravimétriquement.

Quant aux limites de températures imposées, c'est là une condition plus difficile à réaliser, et la solution provisoire que nous préconisons devra être aussitôt que possible, améliorée par l'établissement d'une table de correction de température.

Les expériences qui nous ont amenés à ces conclusions ont été interrompues à diverses reprises par des contingences particulières qui ont retardé leur achèvement. Il serait utile qu'elles fussent répétées et confirmées à nouveau *sur place* et que soit également éclaircie la montée du titre en halogènes qui, au point de vue biologique, nous paraît présenter un très grand intérêt.

PREMIÈRE PARTIE

Résultats du travail préliminaire effectué en avril 1930, à la station de Salammbô

Notre mission avait comme objectif principal, avant tout, de nous rendre compte si la nappe d'eau salée de chloruration pratiquement constante (21,25), rencontrée par PRUVOT au cours de la croisière de l'Orvet (été 1921) en divers points de la Méditerranée, existait dans la région tunisienne, et si elle était régulièrement accessible avec les moyens dont dispose la station. Cet objectif a été atteint.

En second lieu, nous nous proposons de faire au Laboratoire de Salammbô quelques analyses et titrages volumétriques de façon à obtenir de suite des chiffres fournissant une première indication sur l'application possible aux eaux méditerranéennes des tables de correction de KNUDSEN.

Les circonstances (époque tardive de la récolte, courte durée de notre mission) ne nous ont permis que d'amorcer ce travail qui a été achevé depuis lors à Paris.

Enfin, il était nécessaire d'examiner les moyens de travail analytique de la Station de Salammbô où devraient être préparés et étalonnés les échantillons d'eau normale.

A. — RECHERCHE ET RENCONTRE DE LA NAPPE SALÉE DE CHLORURATION CONSTANTE

Les indications préalables nous ont été fournies, comme il a été dit, par les analyses que nous avons effectuées en décembre 1921, pour l'Office scientifique et technique des Pêches, des eaux récoltées par PRUVOT en juillet-septembre 1921. Cette croisière (1)

(1) *Bulletin de l'Office des Pêches* n° 25, mars 1923.

qui a eu lieu en Méditerranée occidentale, entre Banyuls et la Tunisie, a comporté un certain nombre de stations, en particulier celles qui portent les numéros VI, XXII, XXVI et XXIX.

La station VI se trouve au S.-S.-W. de Marseille, à peu près sur le parallèle de Port-Vendres (fond 1.600 mètres); la station XXII au Nord de Minorque (fond 2.500 mètres); la station XXVI sur le méridien de Bougie et sur le parallèle 38°45' environ (fond 2.700 mètres); la station XXIX sur le parallèle de la Galite, à peu près à distance égale de Philippeville et de Bougie (fond 2.750 mètres).

Nous reproduisons ici les chiffres de chloruration (1) déterminés par nous, par la méthode volumétrique usuelle, en utilisant comme base l'eau de Copenhague et en nous servant des tables de correction de KNUDSEN.

PROFONDEUR	STATION VI	STATION XXII	STATION XXVI	STATION XXIX
300 m.....	21,25	—	—	—
400 m.....	21,26	21,25	21,24	21,28
500 m.....	—	21,25	21,24	21,25
800 m.....	21,26	—	21,24	21,23
1.000 m.....	—	21,24	—	—
1.200 m.....	21,24	—	—	—

On voit donc qu'en divers points de la Méditerranée occidentale, sur des fonds de 1.600 à 2.750 mètres, on rencontre vers 400 mètres et au-dessous une nappe salée de chloruration pratiquement constante. Il s'agissait de savoir si cette nappe se retrouvait dans les eaux tunisiennes.

Or, aux abords immédiats de la station et assez loin au Nord et au Nord-Est, les fonds sous-marins sont hauts (100 à 500 mètres en moyenne) et parcourus par des courants assez forts, qui auraient beaucoup gêné la récolte.

Par contre au W.-N.-W. de l'île de la Galite, à 13-14 milles environ, les fonds s'abaissent assez brusquement à 1.800-2.000 mètres et au delà, en formant une sorte de cul de sac, dans lequel, en raison du seuil constitué précisément par le massif de la Galite,

(1) Ces chiffres ne figurent pas dans la publication de PRUVOT qui s'est borné à indiquer les salinités calculées, à partir de la chloruration, au moyen de la table de KNUDSEN.

on pouvait espérer rencontrer la nappe cherchée avec une stabilité assez grande pour que l'eau puisée entre 400 et 500 mètres répondit en tous temps aux conditions requises.

C'est en effet ce qui a eu lieu et grâce au concours très bienveillant des services de la Marine de guerre à Bizerte, nous avons pu, en avril 1930, effectuer une récolte de cette eau et réaliser ainsi le premier objectif de notre mission.

Nous tenons, à cette occasion, à adresser nos très vifs remerciements à M. le Capitaine de Vaisseau MOTET, commandant la Flottille de la 4^e région à Bizerte, ainsi qu'à M. le Capitaine de Frégate PILEVIN, commandant l'avis « *Lassigny* », qui nous ont grandement facilité notre travail.

Une première sortie a eu lieu le 18 avril, à bord de l'avis « *Lassigny* », mais en raison du mauvais temps et de la mer grosse, il a fallu rentrer le soir à Bizerte sans qu'il ait été possible de travailler.

Le surlendemain, la mer étant tombée, une nouvelle tentative a été faite, celle-ci couronnée de succès. Dans l'après-midi du 20 avril, une station a été faite dans l'W.-N.-W. du Galiton, à 13,5 milles environ de ce dernier par 3°38' de longitude Est et 37°37'5 de latitude Nord; en ce point la carte indique des fonds d'au moins 1.500 mètres.

Malgré un vent d'Ouest assez fort, provoquant une dérive considérable, il a été possible, en stoppant debout au vent, de prélever avec une bouteille Richard trois échantillons d'eau à des profondeurs comprises entre 400 et 450 mètres; l'évitage sous le vent du « *Lassigny* » était assez lent pour que le fil restât à peu près vertical pendant la descente de la bouteille jusqu'à l'envoi du messenger.

En fait, le titrage volumétrique de ces échantillons, effectué deux jours après au Laboratoire de la Station de Salammbô, en prenant comme base l'eau de Copenhague, et en utilisant les tables de correction de KNUDSEN, nous a fourni des chiffres pratiquement identiques à ceux que nous avons obtenus avec les eaux des stations de l'Orvet.

1 ^{er}	échantillon.....	21,23
2 ^e	—	21,25
3 ^e	—	21,25

La température indiquée par le thermomètre de la bouteille

Richard (13°2) ajoute une confirmation à l'évaluation de la profondeur fournie par le compteur de tours.

Depuis cette époque, M. HELDT, Directeur de la Station Océanographique de Salammbô, profitant des sorties du « *Raymond-Lane* » chargé d'opérer le ravitaillement des îles de la Galite, a récolté, à diverses reprises dans les mêmes régions, un certain nombre d'échantillons de l'eau de la même nappe, qui nous ont permis de confirmer nos premiers résultats, de sorte qu'à ce point de vue, le problème de l'étalonnage des eaux de mer méditerranéennes pouvait être considéré comme résolu, sous réserve de quelques difficultés pratiques.

B. — ESSAIS ANALYTIQUES PRÉLIMINAIRES

De retour à la Station Océanographique, nous avons d'abord procédé aux titrages volumétriques, dont les résultats ont été donnés ci-dessus.

En même temps, nous avons effectué quelques titrages sur des eaux tunisiennes prélevées soit antérieurement par M. HELDT, soit par nous, en divers points de la région.

Nous en donnons ici les résultats à titre documentaire :

Eau de Copenhague.....	19,35 (19,384)
Eau de surface devant Salammbô.	20,29
Eau de Zembra (60 m.).....	20,60
Eau du lac de Tunis.....	30,76

Enfin, nous avons procédé à quelques dosages gravimétriques préliminaires sur trois types d'eau, remettant à plus tard la comparaison rigoureuse des chiffres volumétriques et gravimétriques.

Voici les résultats obtenus dans ces premiers essais qui, en raison du peu de temps dont nous disposions, ne pouvaient avoir qu'une signification relative.

EAUX	TITRE VOLUMÉTRIQUE	TITRE GRAVIMÉTRIQUE
Eau de Zembra ancienne 60 m.	20.60	20.607
Eau de la Galite fraîche.....	—	—
400-450 m. (2 ^e échant.)..	21.25	21.275
(3 ^e échant.).....	21.25	21.243
Eau du lac (ancienne).....	30.76	30.68

En laissant de côté l'eau du lac extrêmement salée, les résultats des dosages volumétriques et gravimétriques semblaient à première vue concordants. Mais, comme il a été dit, cette concordance est devenue insuffisante, lorsque nous avons repris à Paris systématiquement le travail analytique. En outre, nous avons constaté la montée du chiffre de chloruration avec le temps et ces deux séries d'observations que nous allons maintenant exposer, nous ont conduits à chercher une autre solution.

DEUXIÈME PARTIE

Comparaison rigoureuse des titres gravimétriques et des titres volumétriques corrigés à l'aide des tables de Knudsen

Dosages gravimétriques. — La méthode employée a été la méthode classique : pesée au milligramme d'échantillons d'eau de mer variant entre 10 et 12 grammes, dilution à 250 cc. environ, addition de 1 cc. d'acide azotique pur et précipitation à chaud par un très léger excès de nitrate d'argent. Après douze heures de repos, filtration sur creuset de Gooch taré et pesée des sels d'argent après dessiccation à poids constant (0 mmg. 5) à 105°. Poids moyen des sels secs : 0 gr. 85.

Dosages volumétriques. — Nous avons employé la méthode usitée au Laboratoire hydrographique de Copenhague et qui a été mentionnée dans notre premier Mémoire (p. 19) ; tous les titrages ont été faits avec la même burette et la même pipette ; ces instruments avaient été fournis et étalonnés par ledit Laboratoire. Les corrections (variation du titre du nitrate d'argent et de la température) ont été faites au moyen de la table de KNUDSEN.

Das une première série d'essais, nous avons employé comme étalon de l'eau normale de Copenhague, en prenant pour base le titre indiqué sur l'étiquette, et en utilisant la solution de nitrate d'argent à 37 gr. 11 au litre.

Dans une deuxième série d'essais, nous avons pris comme base l'eau recueillie par nous à bord du « *Lassigny* » (400-500 mètres) et dont le titre était déterminé gravimétriquement. Mais pour pouvoir utiliser les tables de correction, il nous a fallu prendre une solution de nitrate d'argent un peu plus concentrée.

Nous donnons ici, sous forme de tableaux, les résultats comparatifs de ces deux séries d'analyses.

Première série. — Base : Eau de Copenhague 19,384.

A. — Septembre 1930.

ÉCHANTILLONS	CHIFFRES VOLUMÉTRIQUES	CHIFFRES GRAVIMÉTRIQUES
Eau de la Galite (400-450 m.)	21.290	21.350-21.348
— — — —	21.265	21.308-21.310
Eau de surface (Salammbô)	20.445	20.512

Des essais analogues, plus nombreux, ont été faits en janvier 1932 sur des échantillons recueillis par les soins de M. HELDT pendant les deux dernières années, et toujours avec le même étalon.

B. — Janvier 1932.

ÉCHANTILLONS	CHIFFRES VOLUMÉTRIQUES	CHIFFRES GRAVIMÉTRIQUES
Eau de la Galite, surf., sept. 1931 . .	20.85	20.907-20.908
— — — 450 m.	21.38	21.400-21.396
(14 milles dans le 315 du feu du Galiton)		
Eau de la Galite 400 m.	21.35	21.385-21.390
Eau (station A 4.9.31), 100 m. . . .	21.015	21.051-21.065
— — — 50 m.	20.55	20.602-20.606
La Galite. 10 m. . . .	20.87	20.884-20.883
Eau la Galite-Lassigny 400-450 m.	21.33	21.384
Eau la Galite-Lassigny (surface) . . .	20.76	20.789
Eau de Salammbô (surface)	20.475	20.525-20.535

On voit d'après ces chiffres que si l'écart entre les résultats gravimétriques et volumétriques n'est pas très considérable, il dépasse néanmoins dans la plupart des cas la limite que nous nous étions fixée, de deux unités de la deuxième décimale.

Deuxième série. — Base : Eau méditerranéenne

A. — *Septembre 1930* : eau de 400-450 m. (La Galite, avril 1930)
Titre gravimétrique : 21,310.

ÉCHANTILLONS	CHIFFRES VOLUMÉTRIQUES	CHIFFRES GRAVIMÉTRIQUES
Eau de Salammô (surface)	20.46	20.512
Eau la Galite 400-450 m. avril 1930	21.37	21.337

B. — *Janvier 1932* : eau de 450 m. (La Galite, 8 août 1930).
Titre gravimétrique : 21,398.

ÉCHANTILLONS	CHIFFRES VOLUMÉTRIQUES	CHIFFRES GRAVIMÉTRIQUES
Eau de surface la Galite, sept. 1931	20.825	20.907-20.908
Eau de 400 m. (Galiton)	21.31	21.385-21.390
Eau de surface (Salammbô)	20.445	20.525-20.535
Station du 4.9.31, 100 m.	21.075	21.051-21.065
— — 50 m.	20.52	20.602-20.606
Eau de la Galite (surface)	20.735	20.789
— — 10 m.	20.835	20.884-20.883
— — 400 m. (av. 30) . .	21.30	21.384

Il résulte de ces chiffres que l'écart entre les titres volumétriques corrigés avec la table de KNUDSEN et les titres gravimétriques est encore plus grand lorsqu'on prend comme étalon l'eau de la nappe 400-450 mètres (titre 21,3-21,4) que lorsqu'on utilise l'eau de Copenhague. La table de correction de KNUDSEN n'est donc pas compatible avec l'emploi de l'eau 21,3 comme étalon, c'est-à-dire avec la seule eau méditerranéenne dont la constance soit suffisante pour servir de base.

TROISIÈME PARTIE

Emploi d'un nitrate d'argent de concentration déterminée comme base des titrages volumétriques.

Obtention de chiffres directement utilisables, sans corrections, dans des conditions déterminées.

La comparaison des titres gravimétriques et volumétriques bruts obtenus dans nos expériences, avec divers nitrates d'argent, nous a suggéré l'idée qu'il serait possible, à condition d'opérer toujours avec une même burette et une même pipette, d'obtenir une concordance suffisante entre les deux ordres de résultats, pour qu'on puisse utiliser directement les chiffres fournis par les titrages volumétriques bruts sans employer de table de correction.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons repris un certain nombre des eaux analysées précédemment, et nous les avons titrées volumétriquement, toujours avec les mêmes appareils, en employant des nitrates d'argent de concentration un peu différente, dont le titre en argent était établi gravimétriquement.

Dans cette première série d'expériences, la température de toutes les solutions était de $15^{\circ} \pm 1^{\circ}$.

Voici les résultats de ces essais :

ÉCHANTILLONS D'EAU DE MER	TITRES GRAVI- MÉTRIQUES MOYENS	TITRES VOLUMÉTRIQUES			
		NO ³ Ag: 35 gr. 950 au kilo	ÉCARTS AUX TITRES GRAVIM.	NO ³ Ag: 35 gr. 598 au kilo	ÉCARTS AUX TITRES GRAVIM.
La Galite, sept. 1931:					
Surface	20.907	20.865	— 0.042	20.91	+ 0.003
10 m.	20.883	20.875	— 0.008	20.925	+ 0.042
50 m.	20.604	20.55	— 0.054	20.60	— 0.004
100 m.	21.058	21.025	— 0.033	21.08	+ 0.022
400 m.	21.388	21.37	— 0.018	21.41	+ 0.022
450 m.	21.398	21.40	+ 0.002	21.45	+ 0.052
Salammô, surface. . .	20.530	20.475	— 0.055	20.515	— 0.015

La simple inspection de ces chiffres indique qu'un nitrate d'argent intermédiaire et un peu plus rapproché du second devrait fournir des titres volumétriques bruts suffisamment concordants avec les titres gravimétriques pour qu'on puisse les utiliser directement (1).

C'est en effet ce qui a lieu :

ÉCHANTILLONS D'EAU DE MER	TITRE GRAVIMÉTRIQUE Moyenne	TITRE VOLUMÉTRIQUE NO ³ Ag: 35gr.725 au kilo	ÉCART
Galite, sept 31, surf.	20.907	20.895	— 0.015
10 m.	20.883	20.90	+ 0.017
100 m.	21.058	21.06	+ 0.002
400 m.	21.388	21.395	+ 0.007
450 m.	21.43	21.43	+ 0.032
Salammbo, surface...	20.530	20.510	— 0.02

Il ressort de ces chiffres qu'à part une eau de la Galite de 450 mètres pour laquelle l'écart dépasse d'une unité la limite que nous nous étions imposée, le titrage volumétrique direct peut être adopté sans correction.

Il va sans dire que la concentration de la solution de nitrate d'argent qui fournit ces chiffres a été déterminée pour une burette et une pipette du Laboratoire de Copenhague étalonnée à 15° et que nos conclusions ne sont *valables que pour cette température ou une température très voisine*.

Nous avons en effet répété une partie des titrages précédents à la température de 22° et nous avons constaté que les écarts entre les titres volumétriques directs et les titres gravimétriques augmentaient.

(1) A première vue, l'écart des titres des solution de nitrate d'argent employées (1,4 %) et celui des chiffres de chloruration (0,25 % en moyenne) peut paraître disproportionné. Mais il ne faut pas oublier que les chiffres de chloruration sont en fait les volumes de la solution de nitrate d'argent employés pour précipiter intégralement les halogènes d'un même volume d'eau de mer (15 cc.), que le titre moléculaire en poids du nitrate d'argent est environ trois fois plus faible que celui de l'eau de mer en Na Cl; enfin que les deux solutions n'ont pas la même densité, de sorte que la traduction des volumes lus en titres pondéraux, établie d'ailleurs empiriquement et vérifiée expérimentalement, s'ajoute à la différence des titres pour faire disparaître cette disproportion apparente.

Voici quelques chiffres qui le démontrent :

ÉCHANTILLONS D'EAU DE MER	TITRE GRAVI- MÉTRIQUE (Moyenne)	TITRES VOLUMÉTRIQUES NO ³ Ag (35 gr. 598)			
		T = 15°		T = 22°	
		LECTURE	ÉCART	LECTURE	ÉCART
Galite, surf., sept. 31	20.907	20.91	+ 0.003	20.925	+ 0.018
400 m.	21.388	21.41	+ 0.02	21.425	+ 0.037
Surface, Salammbô..	20.530	20.515	— 0.015	20.525	— 0.005
Galite, 100 m.	21.058	21.08	+ 0.022	21.10	+ 0.042
— 50 m.	20.604	20.60	— 0.004	20.615	+ 0.011

Il y a donc lieu de prévoir l'établissement d'une table de correction pour les températures, au moins dans les limites dans lesquelles on peut être appelé à effectuer les titrages, ceci pour éviter la difficulté de maintenir constante la température du Laboratoire.

QUATRIÈME PARTIE

Remarques relatives à la variation de la chloruration globale des eaux de mer avec le temps.

Nous croyons devoir signaler, en terminant, des observations préliminaires que nous avons faites au cours de nos expériences qui ont été espacées sur un intervalle de près de vingt-deux mois. Les conséquences pratiques de ces observations sont tellement importantes, qu'avant de les admettre définitivement, il sera nécessaire de refaire des séries d'analyses en prenant encore plus de précautions que nous l'avons fait pour conserver les échantillons sans aucune altération. Néanmoins, nous ne croyons pas que nos chiffres puissent être incriminés, d'autant plus que les faits que nous allons exposer sont en accord avec les observations des chimistes hydrographes, d'une part, et avec celles d'Armand GAUTIER, d'autre part. Seule, l'interprétation nouvelle que nous en donnons doit être vérifiée, et c'est ce que nous espérons pouvoir faire plus tard.

Le fait fondamental, déjà maintes fois signalé, donc bien établi, est la montée du taux de chloruration avec le temps. Le tableau suivant montre que cette montée est importante, surtout au début, et qu'elle tend ensuite à s'atténuer :

NATURE DE L'EAU DE MER ORIGINE	DATE DES ANALYSES ET TITRES GRAVIMÉTRIQUES		
	AVRIL 1930	SEPTEMBRE 1930	JANVIER 1932
	(intervalle 6 mois)		(intervalle 16 mois)
Galite 400-450 : 8°38' E...	21.243	21.310	21.384
37°37'5 N.	Diff.	0.067	Diff. 0.073
— 8°41' E...	21.273	21.350	
37°38'5 N.	Diff.	0.07	
Salammbô, surface.....		20.512	20.532
			Diff. 0.018

Les observations nouvelles que nous signalons sont de deux ordres :

1° Dans le cas de l'eau de surface, l'accroissement paraît être beaucoup plus faible que chez les eaux de profondeur (environ le quart pour le même intervalle de temps), c'est ce qu'indiquent les chiffres ci-dessus;

2° La concordance des titres gravimétriques et volumétriques (l'eau de Copenhague étant prise comme base) est sensiblement meilleure pour les eaux fraîches que pour les eaux anciennes.

Ainsi, une eau de 400-450 mètres récoltée à bord du « *Lassigny* » a donné deux jours et six mois après :

En avril 1930.....	Titre gravim.: 21.243	Titre volum.: 21.25
Et en sept. 1930...	— 21.310	— 21.265

Ces analyses sont rigoureusement exactes, mais elles devront être et seront répétées sur d'autres échantillons.

En attendant, et sous réserve de confirmations nombreuses, nous pensons qu'elles sont difficilement compatibles avec l'opinion généralement répandue que la montée du taux de chloruration résulte de l'attaque par l'eau de mer des récipients en verre, attaque qui provoquerait la solubilisation de matières chlorées.

On ne conçoit pas, en effet, que l'attaque soit plus forte par les eaux de profondeur que par les eaux de surface. Si, d'autre part, il y avait augmentation de la quantité de chlore dissoute, l'écart entre les deux séries de titrage devrait rester pratiquement constant, dans un intervalle de temps considérable, puisque le titre gravimétrique a été calculé en admettant que tout l'halogène précipité est du chlore, convention d'ailleurs très approchée de la réalité; or, les choses se passent au contraire comme si la composition réelle des précipités de sels d'argent (proportion relative des chlorures, bromures et iodures précipitables) n'était pas la même dans les eaux fraîches et vieilles, dans les eaux de surface et de profondeur.

D'autre part, A. GAUTIER a montré que la teneur en iode directement dosable n'était pas la même à la surface et à une certaine profondeur. Il a montré de plus que la majeure partie de l'iode de l'eau de mer, sinon la totalité, n'existait pas sous la forme d'iodures salins libres, mais bien sous celle d'une association colloïdale organique et minérale (plankton iodé) qu'il a pu isoler par filtration sur une bougie Chamberland assez fine.

Nous pensons donc que la montée progressive du taux de chloruration des eaux de mer pourrait être due à la transformation spontanée d'une association iodée non entièrement précipitable par le nitrate d'argent en une forme précipitable plus complètement. Cette hypothèse est absolument compatible avec les chiffres analytiques cités plus haut; elle pourrait trouver une confirmation dans l'existence démontrée analytiquement de l'iode dissimulé chez les Laminaires de profondeur (1). Nous ne doutons pas de pouvoir en donner un jour une démonstration directe et absolue par des dosages de l'iode précipitable par le nitrate d'argent en employant la méthode décrite sommairement dans une publication antérieure (2).

(1) *Introduction à l'étude des complexes biologiques*, 1928 (P. BELIN, éditeur). *L'iode des Laminaires*, Mémoires de l'Office des Pêches n° 41; *Bull. de la Soc. Chimique de France* (4), t. 37, p. 1133, 1466.

(2) *Bull. de la Soc. de Chimie Biologique*, 1928, t. 10, p. 1127.

CONCLUSIONS

A l'heure actuelle, étant données, d'une part la difficulté de prélever entre 400 et 450 mètres des quantités d'eau de mer un peu considérables et, d'autre part, le manque de tables de corrections applicables à cette eau de mer, il semble qu'il faille abandonner la base eau de mer de titre moyen 21,3 comme étalon pour les titrages volumétriques des eaux méditerranéennes.

Cette conclusion est fortifiée par le fait des variations progressives du titre de chloruration qui se produit lorsqu'on conserve cette eau pendant un certain temps.

En revanche, l'emploi comme base d'une solution de nitrate d'argent de titre 35 gr. 725 au kilo ($\pm 1\%$) facile à préparer, à ajuster et à conserver, nous paraît répondre d'une façon suffisante aux conditions de précision exigées pour les analyses courantes d'eau de mer. Ceci sous réserve de se servir d'instruments rigoureusement calibrés et d'opérer à la température de 15° ou à une température très voisine.

Il y aura lieu, en outre, dès que possible, d'établir une table de correction de température de façon à permettre d'effectuer les dosages dans des conditions plus généralement réalisables.

Paris, mai 1932.

OUVRAGES PARUS (SUITE)

NOTES

- N° 14. — M^{me} H. HELDT : *La crevette rose du large (Parapenæus longirostris Lucas) dans les mers tunisiennes* Fr. 5 »
- N° 15. — S. MOUCHET : *L'excrétion chez les Actinies* Fr. 5 »
- N° 16. — H. HELDT & M^{me} H. HELDT : *Des langoustines dans les mers tunisiennes* 10 »
- N° 17. — H. HELDT : *Sur le mal dont périssent les Muges de l'Ischkeul et sur les remèdes possibles* 5 »
- N° 18. — H. HELDT : *Nouvelles expériences pour le repérage des bancs de poissons par hydravion et ballon captif remorqué* 5 »
- N° 19. — NELLY POURBAIX : *Sur la présence de l'éponge, Pellina semitubulosa (Lieberkühn) O. Schmidt, dans le golfe de Tunis* Fr. 4 »
- N° 20. — NELLY POURBAIX : *Sur l'association de Murex trunculus L. avec éponge et Bryozoaire* Fr. 4 »
- N° 21. — H. HELDT : *Le fumage de l'anguille, industrie possible dans les pays méditerranéens* 12 »
- N° 22. — M^{me} M. PHISALIX : *Le venin de quelques poissons marins* Fr. 5 »
- N° 23. — M^{me} M. PHISALIX : *Prophylaxie et traitement des piqûres venimeuses des poissons* Fr. 4 »
- N° 24. — J. FELDMANN : *Note sur quelques Algues marines de Tunisie* Fr. 6 »
- N° 25. — J. KORINEK : *Sur la microbiologie des chotts de Carthage* Fr. 4 »

BULLETIN

- N° 1. — *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* Fr. 5 »
- N° 2. — L. ROULE : *Etude sur les déplacements et la pêche du thon (Oreynus thynnus L.) en Tunisie et dans la Méditerranée Occidentale* 5 »
- N° 3. — L. G. SEURAT : *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)* Fr. 20 »
- N° 4. — A. GRUVEL : *L'Industrie des Pêches sur les Côtes Tunisiennes*. Fr. 20 »
- N° 5. — H. HELDT : *Résumé de nos connaissances actuelles sur le thon rouge (Thunnus thynnus L.)* Fr. 10 »
- N° 6. — P. MONCONDUIT : *Situation de la pêche maritime en Tunisie au 1^{er} janvier 1927* Fr. 10 »
- N° 7. — H. HELDT : *Le thon rouge (Thunnus thynnus L.) Mise à jour de nos connaissances sur ce sujet* Fr. 10 »
- N° 8. — L. CHAMBOST : *Essai sur la région littorale dans les environs de Salammbô* Fr. 15 »
- N° 9. — H. HELDT : *Le thon rouge (Thunnus thynnus L.) Progrès des recherches sur la question* Fr. 15 »
- N° 10. — BERRUCAZ : *Nature et composition chimique des Fonds Marins entre La Goulette et le Cap Carthage* Fr. 10 »
- N° 11. — M^{me} H. HELDT : *Le Lac de Tunis (Partie Nord). Résultat des Pêches au filet fin* Fr. 20 »
- N° 12. — L. G. SEURAT : *Nouvelles observations sur les faciès et les associations animales de l'étage intercotidal de la petite Syrte (Golfe de Gabès)* Fr. 20 »
- N° 13. — H. HELDT : *Le Thon Rouge (Thunnus Thynnus). Examens des travaux publiés (1928). Observations nouvelles* Fr. 10 »
- N° 14. — H. HELDT & M^{me} H. HELDT : *Les Civelles du lac de Tunis* Fr. 15 »
- N° 15. — P. REISS & E. VELLINGER : *Mesure du pH de l'eau de mer aux environs de Tunis en vue d'une application à l'étude des migrations du thon* Fr. 10 »
- N° 16. — H. HELDT & M^{me} H. HELDT : *Etude sur les Civelles de Sidi-Daoud (Cap Bon)* Fr. 10 »
- N° 17. — Dr A. GANDOLFI-HORNOLD : *Recherches sur l'âge, la croissance et le sexe de la petite Anguille argentée du Lac de Tunis* Fr. 20 »

(Voir au dos).

BULLETIN (suite)

- N° 18. — H. HELDT : *Le Thon rouge et sa pêche, nouveaux aspects de la question* Fr. 15 »
- N° 19. — M. P. FREUNDLER, & M^{lle} M. PILAUD. *Sur l'eau normale méditerranéenne. 1^{re} Partie. Historique. Discussion des méthodes. Propositions* Fr. 10 »
- N° 20. — E. VELLINGER : *Recherches sur la respiration des poissons* Fr. 10 »
- N° 21. — H. HELDT : *Le Thon rouge et sa pêche, éléments d'un nouveau rapport. Bibliographique du sujet* Fr. 40 »
- N° 22. — NELLY POURBAIX ; *Notes sur Hippospongia equina (voyage d'étude à Adjim-Djerba)* Fr. 6 »
- N° 23. — NELLY POURBAIX : *Contribution à l'étude de la nutrition chez les Spongiaires (éponges siliceuses)* Fr. 12 »
- N° 24. — H. HELDT : *Rapport sur l'organisation, l'activité et les travaux de la Station Océanographique de Salammbô depuis sa création (1924-1931)*. 25 »
- N° 25. — M^{me} M. PHISALIX : *Action des venins de vipère aspic et de céraste cornu sur quelques poissons marins*. Fr. 10 »
- N° 26. — M. P. FREUNDLER & M^{me} M. GUAISNET-PILAUD : *Sur l'eau normale méditerranéenne. 2^e Partie. Travail expérimental. Résultats. Conclusions* Fr. 10 »
- N° 27. — M^{me} H. HELDT : *Sur quelques différences sexuelles (Coloration, taille, Rostre) chez deux Crevettes tunisiennes : Penæus caramote Risso et Parapenæus longirostris Lucas* Fr. 10 »

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^{lle} 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 »
- N° 5. — F. CANU & R.S. BASSLER : *Bryozoaires marins de Tunisie* Fr. 40 »
- N° 6. — S. MOUCHET : *Spermatophores des crustacés décapodes anomoures et brachyours et castration parasitaire chez quelques pagures* Fr. 50 »

TABLES DE pH

DE

- E. VELLINGER Fr. 50 »

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 »