Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Hydrol, Vol. IV, n° 2 1967.

J. COLOMBANI *

Premiers résultats des mesures de qualité des eaux au Togo et au Dahomey

Au cours de l'année 1965, l'O.R.S.T.O.M. était amené à envisager l'organisation d'une campagne de mesures systématiques de qualité des eaux dans les principaux cours d'eau du Togo et du Dahomey. Il a été jugé nécessaire, avant de passer à l'exploitation d'un réseau relatif à de telles mesures, de procéder à une mise au point des techniques à utiliser.

Cette note a pour but de présenter les résultats obtenus durant le deuxième semestre 1965 et le mois de janvier 1966, ainsi que les observations qui ont pu être faites sur les diverses méthodes mises en œuvre.

* Maître de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.
avec la collaboration de MM. TOURNE, GOUZY et DOSSOU-YOVO

I. — ORGANISATION GÉNÉRALE DES MESURES

Pour effectuer les mesures on ne disposait à l'origine que du matériel courant des sections hydrologiques du Centre O.R.S.T.O.M. de Lomé et du Centre O.R.S.T.O.M. de Cotonou. Il nous a donc fallu compléter ce matériel et l'adapter.

Les hydrologues en poste au Togo et au Dahomey, Messieurs Dossou-Yovo et Tourné, ont été chargés des mesures sur le terrain et des prélèvements, Monsieur Gouzy, Chef du Laboratoire du Centre O.R.S.T.O.M. de Lomé, étant chargé des analyses.

Les mesures ont été couplées avec celles de débit solide exécutées dans le cadre de l'Etude du Bassin du Mono.

Quelques stations repères ont été suivies avec une certaine assiduité, tandis que des mesures extensives étaient faites sur l'ensemble du réseau.

II. — TECHNIQUES UTILISÉES

En sus du matériel hydrologique courant (moulinets, treuils, bateau pneumatique, etc.) des pompes Japy ont été utilisées pour effectuer les prélèvements et des gourdes en plastique pour transporter les échantillons d'eau. La pompe Japy a été choisie pour ses facilités d'emploi et son faible prix, malgré les reproches que l'on peut lui faire, dont le principal, dans l'étude présente, est la mise en contact de l'eau avec les pièces métalliques. En fait, ce contact est bref et ne semble pas avoir d'influence sur la qualité des eaux, d'après les essais comparatifs faits sur des prélèvements simultanés en surface effectués à la Pompe Japy et avec un seau de plastique.

Le transport des échantillons d'eau dans des gourdes de plastique n'est guère susceptible non plus de modifier la concentration en anions et cations (1). Par contre, le pH des eaux est sujet à des variations importantes, quel que soit le mode de transport utilisé, ce qui nous a amenés à effectuer la mesure sur place. Pour obtenir des valeurs très précises du pH, il faudrait utiliser des pH-mètres électroniques portatifs; ces appareils sont délicats, coûteux et surtout encombrants; les conditions dans lesquelles nos mesures sont effectuées (véhicules de capacité limitée, longs parcours sur des pistes difficiles, etc.) ne permettent pas leur emploi pour l'instant. Il existe bien des pH-mètres électroniques portatifs légers et peu encombrants, mais cette maniabilité est obtenue au détriment de la précision de la mesure. Nous nous sommes donc décidés à utiliser le comparateur Lovibond. Peu coûteux, ni fragile ni encombrant, pratique à l'emploi, cet appareil a l'inconvénient d'une précision restreinte. Cependant, une comparaison faite au laboratoire avec un pH-mètre électronique sur une série d'échantillons d'eau nous a permis de constater que l'écart entre le Lovibond et le pH-mètre électronique était généralement au maximum de l'ordre de 0,1 unité de pH. Dans ces conditions, il est préférable de mesurer le pH sur le terrain avec un comparateur Lovibond plutôt qu'au laboratoire avec pH-mètre électronique, puisque le pH de l'eau peut varier, entre l'instant du prélèvement et la mesure faite une ou deux semaines plus tard, d'une unité de pH et quelquefois plus. Notons que le pH des eaux très chargées en sels n'est pas mesurable avec précision par la méthode colorimétrique.

Pour des raisons d'ordre pratique, nous n'avons pu effectuer certains dosages : celui de l'oxygène dissous en particulier, dont la mesure doit être faite immédiatement après le prélèvement.

La température de l'eau est relevée à chaque série de prélèvements. Au laboratoire, les méthodes d'analyse utilisées sont classiques :

Dosage des chlorures (Bromures, Iodures) Méthode Volhard.

Les résultats obtenus ne sont acceptables que pour des concentrations supérieures à 10 ppm en chlore. La valeur obtenue est la chlorinité, c'est-à-dire la concentration en halogènes exprimée en chlore.

Dosage du Calcium et du Magnésium.

Par complexométrie. Les résultats obtenus sont assez bons.

Dosage du Sodium et du Potassium.

Par photométrie de flamme.

Les résultats sont précis, à condition de tenir compte des interférences possibles (en particulier interférence du Sodium dans le dosage du Potassium pour les eaux lagunaires).

---

(1) M. PINTA « Recherche et dosages des éléments traces, chapitre I, § 8, page 41.

MESURES DE QUALITÉ DES EAUX AU TOGO

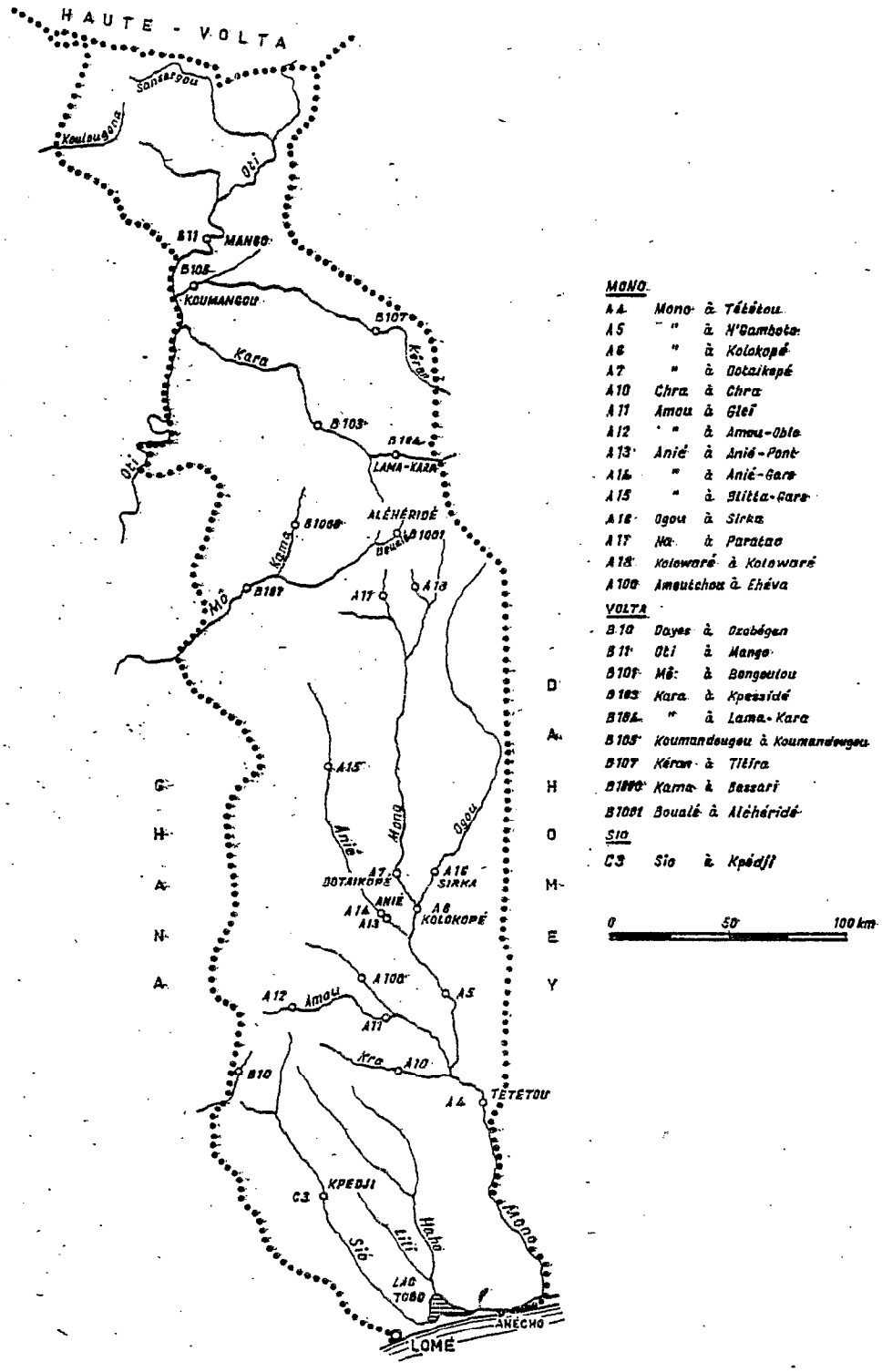


Fig. 1.

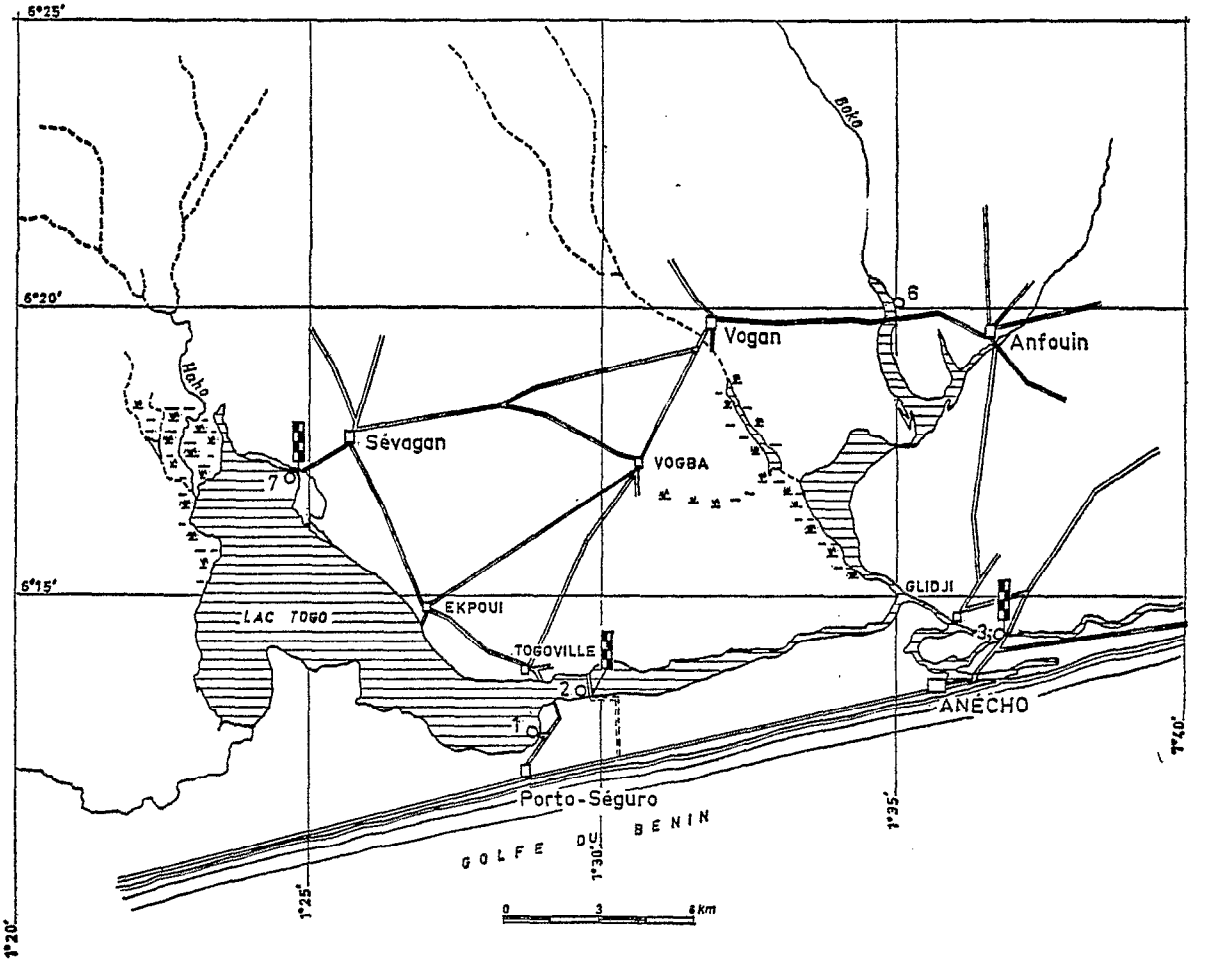


Fig. 2.

Dosage des sulfates.

Nous n'avons pu utiliser jusqu'à ce jour que la méthode par gravimétrie du sulfate de Baryum. La précision est très faible pour les teneurs inférieures à 30 ppm et les résultats obtenus sont quelque peu incohérents. L'utilisation d'un Spectrophotomètre Jean et Constant (qui n'existe pas au laboratoire du Centre de Lomé pour l'instant) permettrait le dosage par néphélométrie qui est beaucoup plus précis (Les colorimètres dont nous disposons n'ont pas de cuves suffisamment grandes pour être utilisables dans cette méthode).

Dosage des phosphates.

Par colorimétrie du bleu de molybdène. L'utilisation des colorimètres dont nous disposons nous limite à une longueur d'onde de travail maximale de 6 700 Angstroems, ce qui est insuffisant pour avoir une bonne précision. En effet, le dosage par colorimétrie au bleu de molybdène peut se faire dans une bande voisine de 6 300 Angstroems, ou une bande voisine de 8 300 Angstroems, mais la mesure n'est précise que dans la bande voisine de 8 300 Angstroems. Un Spectrophotomètre Jean et Constant permettrait de travailler dans cette bande.

Dosage de la silice.

Des dosages ont été effectués sur quelques échantillons par évaporation d'une grande quantité d'eau préalablement filtrée. Cette méthode n'est guère applicable pratiquement en grande série. Un Spectrophotomètre JEAN et CONSTANT permettrait des mesures assez précises.

Dosage du Fe.

Colorimétrie par l'orthophénantroline. La précision est moyenne au dessus de 2 ppm.

Divers.

La mesure de la résistivité des échantillons est également faite au laboratoire à l'aide d'un pont de Kolrausch.

III. — MESURES EFFECTUÉES

3.1. — Le but de la campagne de mesures 1965 était essentiellement de faire des essais nous permettant la mise au point d'une campagne de mesures systématiques en 1966. Pour cela, nous voulions étudier les variations dans le temps et l'espace des différents éléments définissant la « qualité » de l'eau. En fait, pour des raisons d'ordre pratique, nous nous sommes limités aux dosages des principaux cations (Ca, Mg, Na, K) et dans une moindre mesure, au dosage des anions (SO_4, Cl, PO_4). La mesure du pH, d'abord faite en laboratoire, n'a été systématiquement faite sur le terrain qu'à la fin de la campagne, ainsi d'ailleurs que la mesure de la température. Les mesures de résistivité n'ont été commencées pratiquement qu'au début de l'année 1966, le pont de Kolrausch utilisé ayant auparavant présenté des défaillances.

3.2. — Les stations de prélèvements sont les suivantes :

TOGO

	Observations
Bassin du Mono (fig. 1)	
Mono à Corrékopé (ou Kolokopé) Anié à Anié (Pont C.F.T.)	Stations où des mesures ont été faites sur l'ensemble de la section.
Mono à Tététou Mono à N'Gambéto Mono à Dotaikopé Anié à Anié Gare Anié à Blitta Ogou à Sirka Kolowaré à Kolowaré Na à Paratao Amou à Gléi Amou à Amou-Oblo Chra à Chra Amoutchou à Ebewa	Stations où des mesures ont été faites en un ou deux points de la section seulement.
Bassin du Sio (fig. 1)	
Sio à Kpédji	Mesures en un ou deux points de la section.
Bassin de la Volta (fig. 1)	
Oti à Mango	Mesures faites sur l'ensemble de la section.
Koumangou à Koumangou Kara à Lama-Kara Kara à Kpessidé Kéran à Titira Mô à Bongoulou Boualé à Aléhéridé Kama à Bassari Dayes à Dzogbégan	Mesures en un ou deux points.
Système lagunaire (fig. 2)	
Yacht Club à Porto-Séguro Pont de Kpémé Pont de Zébé Pont sur le Boko (Rte Anfoin-Vogan) Seva-Tonou (près de Sévagan)	Prélèvements hebdomadaires en surface de deux échantillons

MESURES DE QUALITÉ DES EAUX DANS LE DELTA DE L'OUÉMÉ

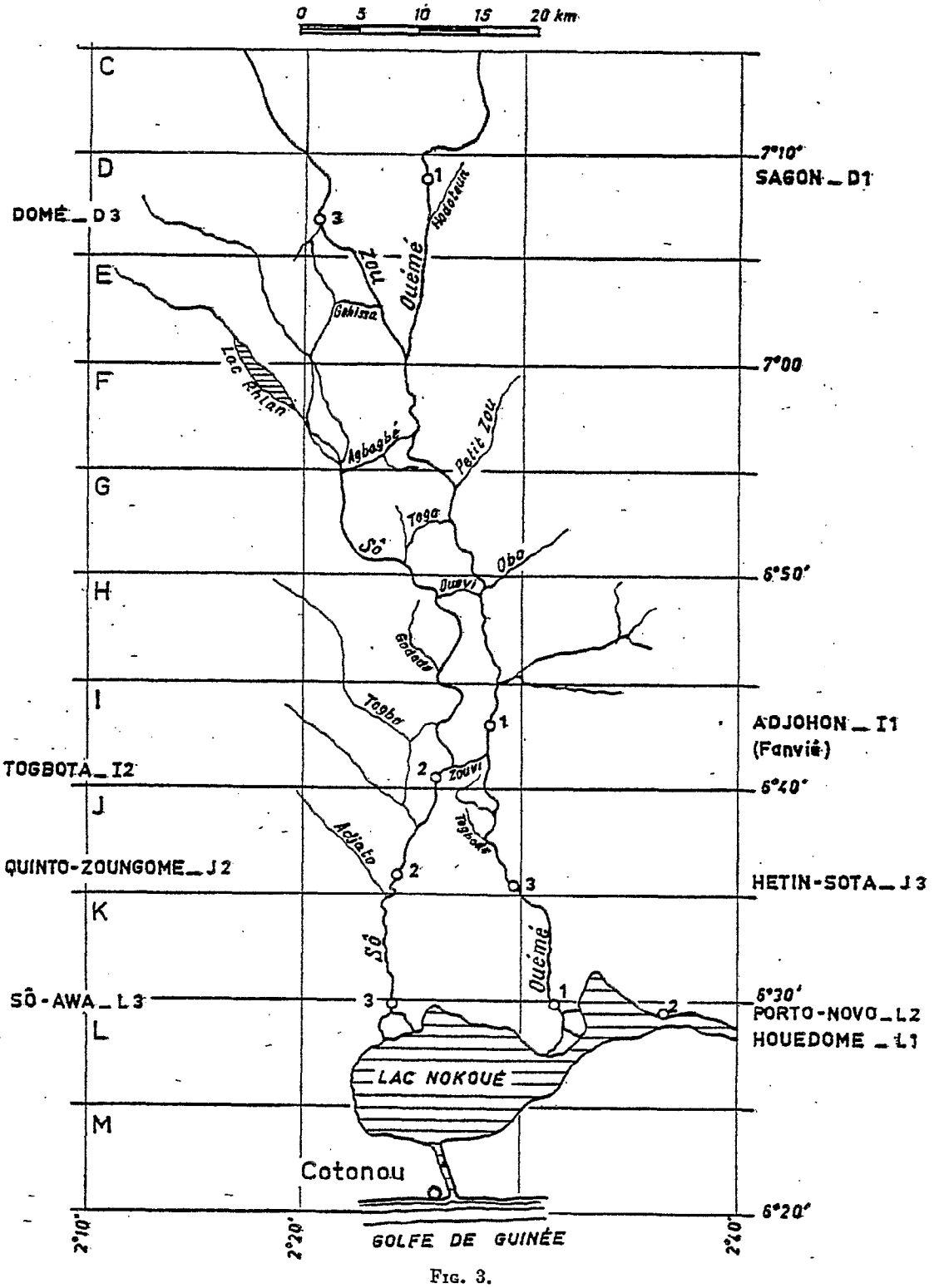


Fig. 3.

DAHOMEY

Bassin de l'Ouémé (fig. 3)	
Ouémé à Sagon Ouémé à Adjohon Ouémé à Hétin Sota So à Togbota So à Quinto Zoungomé Zou à Domé	Mesures sur l'ensemble de la section.
So à So Awa Ouémé à Houédomé Lagune de Porto-Novo	Mesures en quelques points seulement.

3.3. — **Examen des résultats obtenus.**

Les résultats obtenus à la plupart des stations du Togo, à l'exception des stations du système lagunaire pour lesquelles des graphiques sont présentés plus loin, sont donnés en annexe. Pour les stations du Dahomey, les résultats seront publiés dans la Monographie du Delta de l'Ouémé.

3.3.1. — **Nombre de points de prélèvement nécessaires dans une section pour obtenir une bonne représentation de la qualité des eaux.**

Aux stations suivantes :

Mono à Corrékopé
Anié à Anié - Pont C.F.T.
Oti à Mango
Ouémé à Adjohon
Ouémé à Hétin-Sota
Ouémé à Sagon
Zou à Domé
So à Togbota
So à Quinto Zoungomé
So à So Awa

nous avons effectué des séries de prélèvements en six à douze points différents de la section afin de déceler des variations éventuelles de la concentration des différents cations en relation avec la position dans la section. Les figures 4 à 16 donnent des exemples des résultats obtenus aux diverses stations. Les figures 17 à 19 représentent les mesures de chlorinité effectuées en mars 1965 sur la So à So Awa, la So à Quinto Zoungomé et l'Ouémé à Houédomé.

Il convient de distinguer le cas des eaux faiblement minéralisées et le cas des eaux fortement minéralisées ou moyennement minéralisées à faibles courants. Dans le premier cas (stations des fleuves en général), étant donné les erreurs de dosage possibles et les valeurs constatées des concentrations des différents cations pris comme repère (Calcium, Magnésium, Sodium et Potassium), il ne semble pas qu'il y ait une relation quelconque entre la position dans la section et la teneur en éléments dissous.

Par contre, dans le cas des eaux moyennement ou fortement minéralisées, il y a une hétérogénéité certaine des résultats liée à la profondeur comme on peut le voir en mars 1965 à So Awa, Houédomé et Quinto Zoungomé.

En règle générale, on peut retenir les résultats suivants :

3.3.1.1. — Dans les cas des eaux peu minéralisées, avec un écoulement à vitesse moyenne ou forte, le brassage est suffisant pour avoir des teneurs en éléments dissous sensiblement homogènes dans l'ensemble de la section. Trois prélèvements en trois emplacements différents à 20 cm

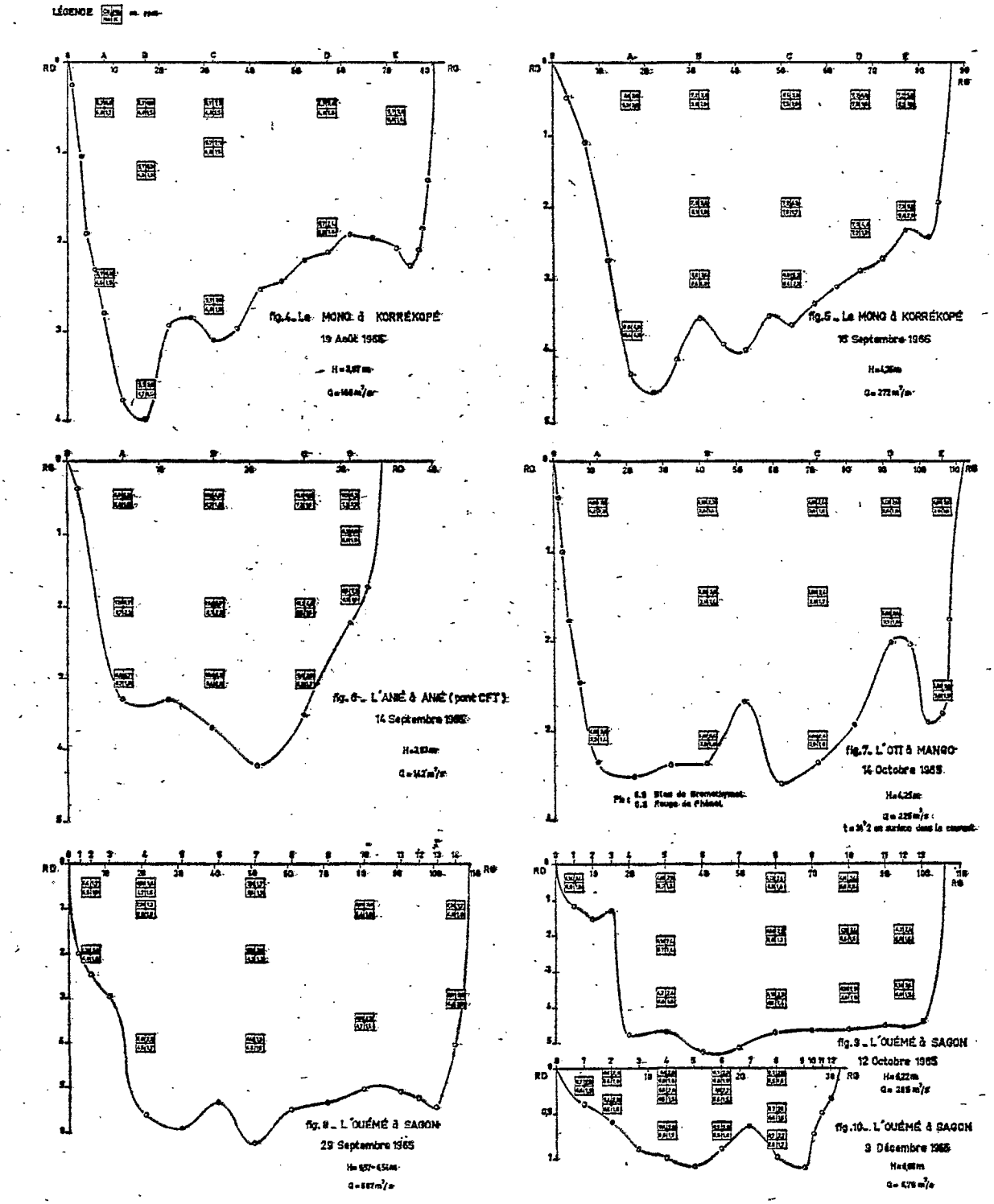


FIG. 4. FIG. 5. FIG. 6. FIG. 7. FIG. 8. FIG. 9. FIG. 10.

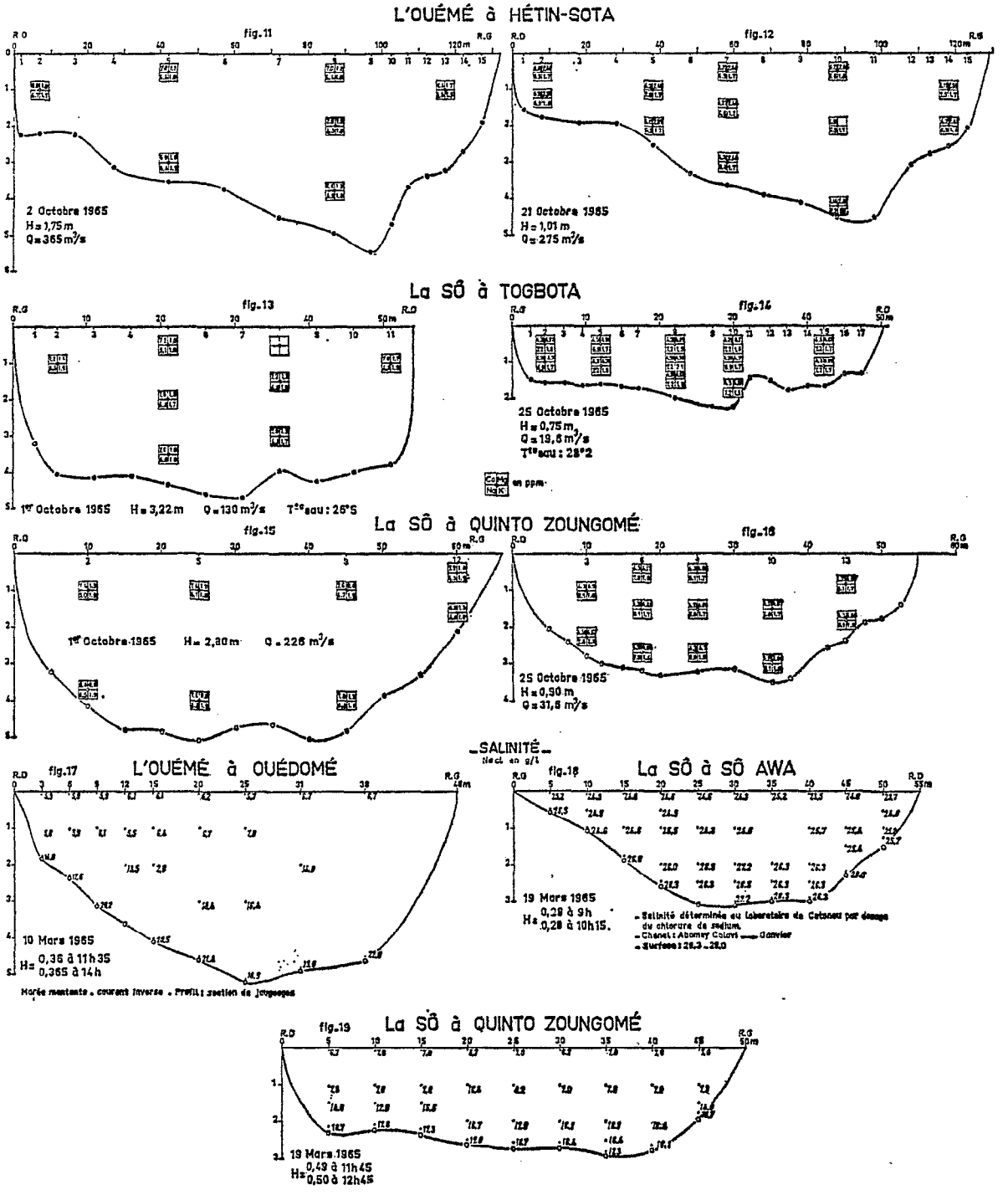


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.

de profondeur environ, dans les zones à vitesse forte, suffiront alors à caractériser la qualité de l'eau. Trois prélèvements valent mieux que deux ou un seul car si une erreur de manipulation ou de dosage intervient il sera facile d'éliminer la valeur inexacte qui se révèlera comme trop différente des deux autres. La probabilité pour que deux mesures sur trois soient entachées d'erreur est relativement faible.

Il conviendra cependant d'éviter les prélèvements à l'aval immédiat d'un confluent, le mélange des eaux pouvant nécessiter quelques kilomètres de parcours. A éviter aussi les prélèvements à l'aval immédiat des agglomérations importantes, surtout en basses eaux (à moins évidemment que l'on s'intéresse à la pollution des eaux).

3.3.1.2. — Dans les cas des eaux à minéralisation plus élevée, des prélèvements en une douzaine de points répartis sur toute la section sont nécessaires. Ce sera le cas des estuaires et deltas où le mélange des masses d'eau douce et d'eau salée est généralement très imparfait.

3.3.2. — Variations dans le temps des concentrations en cations.

Nos mesures n'ont pas été suffisamment systématiques pour avoir des séries de valeurs très longues, exception faite des prélèvements en lagune exécutés toutes les semaines. Les variations de la chlorinité et des teneurs en Calcium, Magnésium, Sodium et Potassium pour les stations de la lagune et du lac Togo sont représentées sur les graphiques des figures 20 à 24.

Les concentrations sont indiquées en équivalent par mètre cube (ou milliéquivalent par litre) de façon à rendre comparables, du point de vue ionique, les teneurs des différents éléments. Deux valeurs sont portées à chaque date pour chaque élément. Ces valeurs correspondent aux deux prélèvements qui étaient effectués.

Les concentrations divergent parfois de façon considérable. Si, dans certains cas, on peut soupçonner que cet écart provient d'une erreur de dosage ou de manipulation (en particulier les premiers dosages d'août 1965 et septembre étaient loin d'être parfaits), dans d'autre cas il est certain que nos prélèvements faits en surface à quelques mètres de distance étaient de compositions réellement différentes. Notre méthode de prélèvement en lagune est évidemment très critiquable, mais il ne pouvait être question d'étudier la lagune dans son ensemble. Cela nécessiterait des moyens que nous n'avions pas. De plus, en certains points soumis à l'influence des marées, la salinité peut varier sensiblement au cours d'une même journée.

En conclusion nous estimons nécessaire, pour suivre l'évolution de la qualité des eaux dans le temps, d'effectuer des prélèvements hebdomadaires au minimum et si possible journaliers.

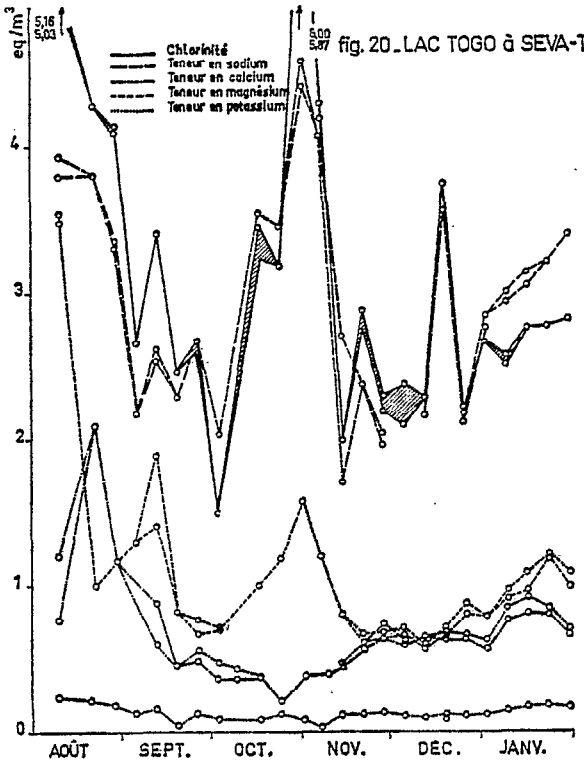
3.3.3. — Divers aspects des résultats obtenus.

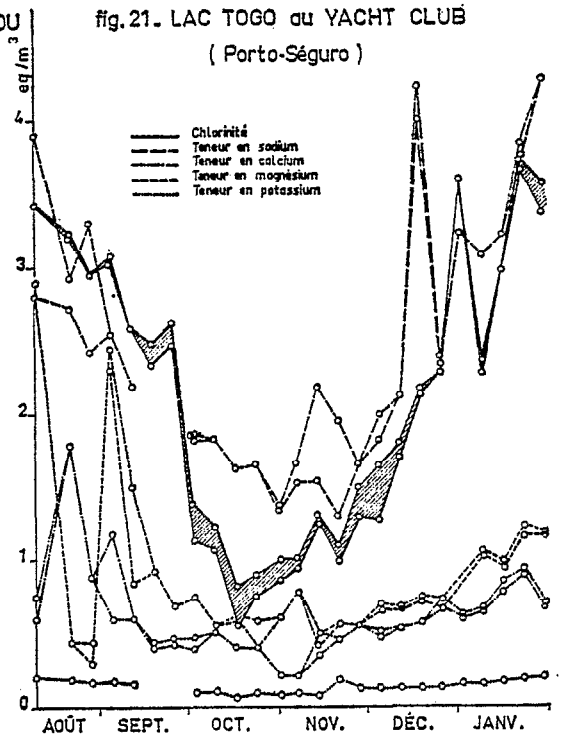
3.3.3.1. — *Mesures en lagune au Togo.*

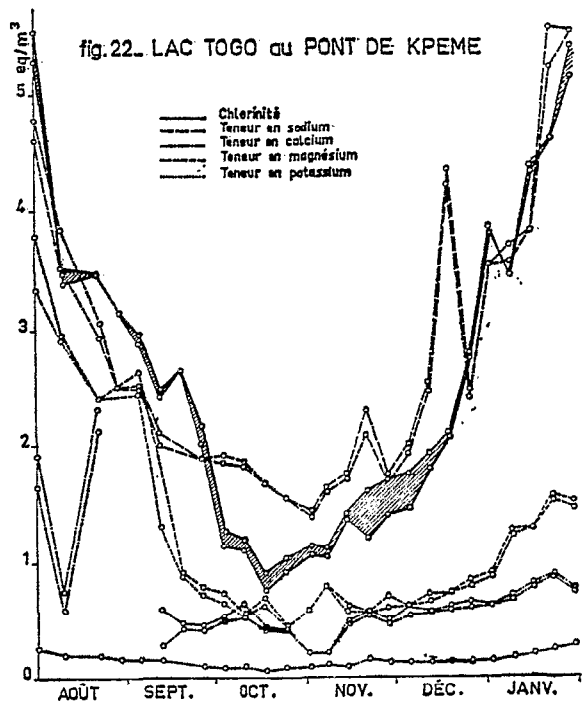
Nous constatons en lagune des variations importantes de la minéralisation, le minimum observé depuis août 1965 se situant en octobre. Il est vraisemblable qu'un maximum sera observé à la fin de la grande saison sèche.

Les éléments dominants sont le chlore et le sodium. Les variations des teneurs de ces deux éléments sont sensiblement parallèles dès que la concentration est suffisante. Les concentrations varient considérablement d'un emplacement à l'autre. Si l'on s'explique aisément les minéralisations assez faibles des stations de Seva-Tonou, du Yacht Club de Porto-Séguro et du Pont de Kpémé (situées à proximité des embouchures du Sio et du Haho et assez loin des débouchés sur la mer), et la forte salinité observée au pont de Zébé (proximité des débouchés sur la mer : le cordon lagunaire est ouvert à Anécho tous les deux ou trois ans), par contre la salinité élevée observée à la traversée de la route Anfoin-Vogan (extension de la lagune dans le lit du Boko) est un peu anormale à priori. En fait l'écoulement du Boko, dont le bassin versant est situé sur les « terres de barre », est très faible. Il n'est pas impossible aussi que des sols salés soient présents dans cette zone.

Il nous a paru intéressant de comparer sur des graphiques les valeurs obtenues pour certains rapports des éléments dans les eaux de lagune et dans l'eau de mer standard.







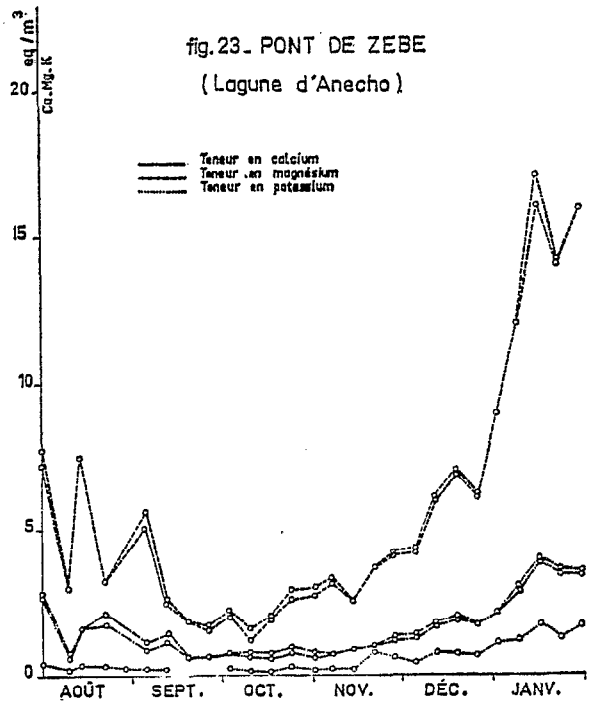
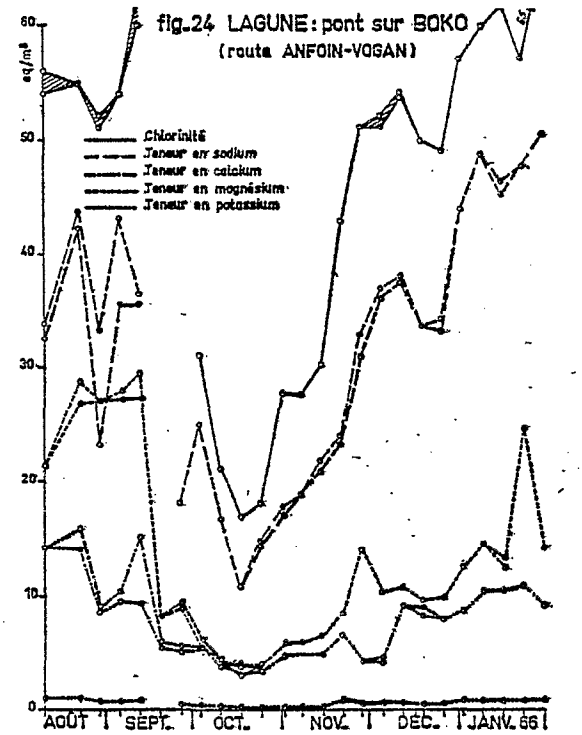
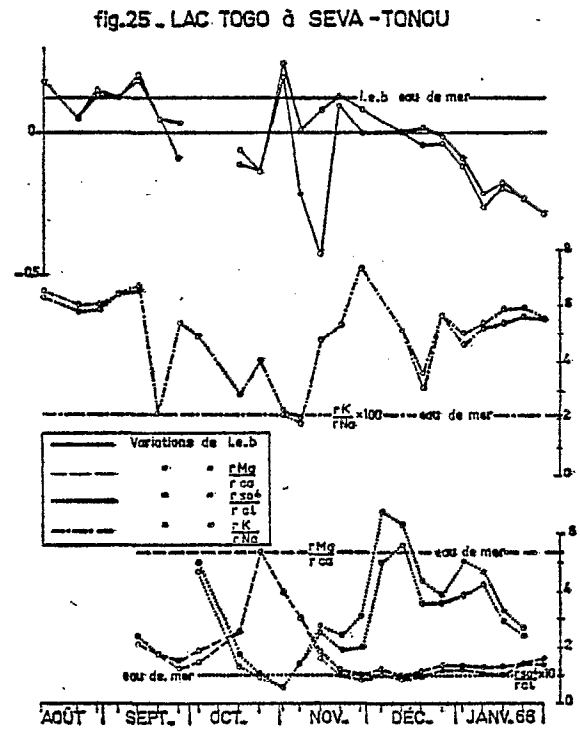
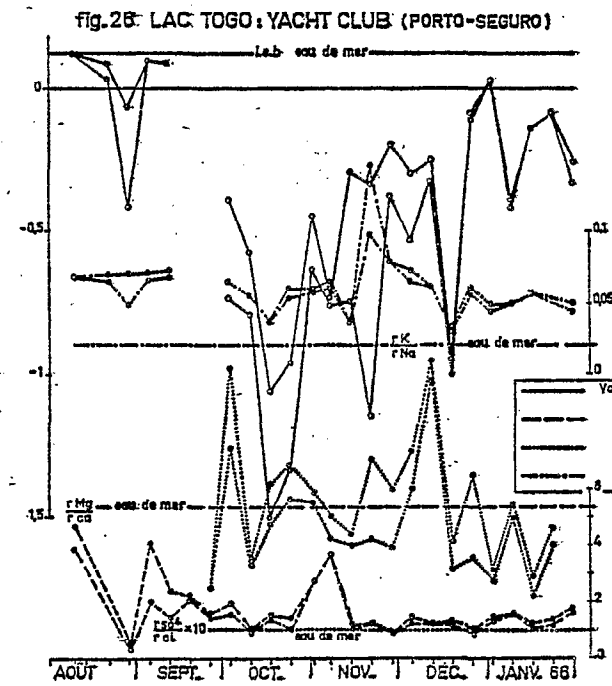


FIG. 20. · FIG. 21. FIG. 22. FIG. 23.







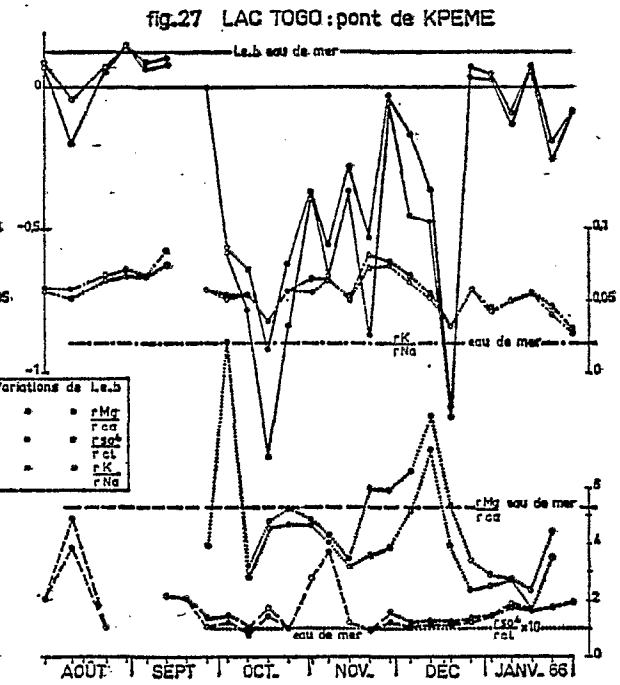


FIG. 24. FIG. 25. FIG. 26. FIG. 27.

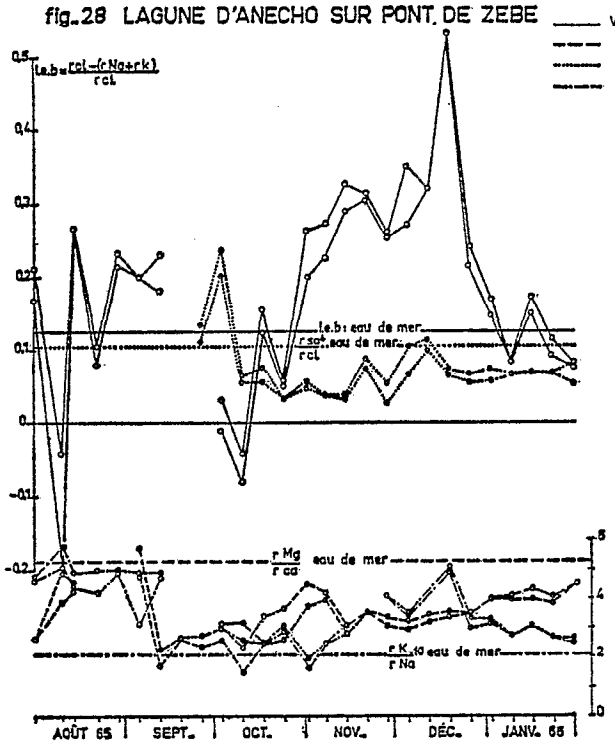


Fig. 28.

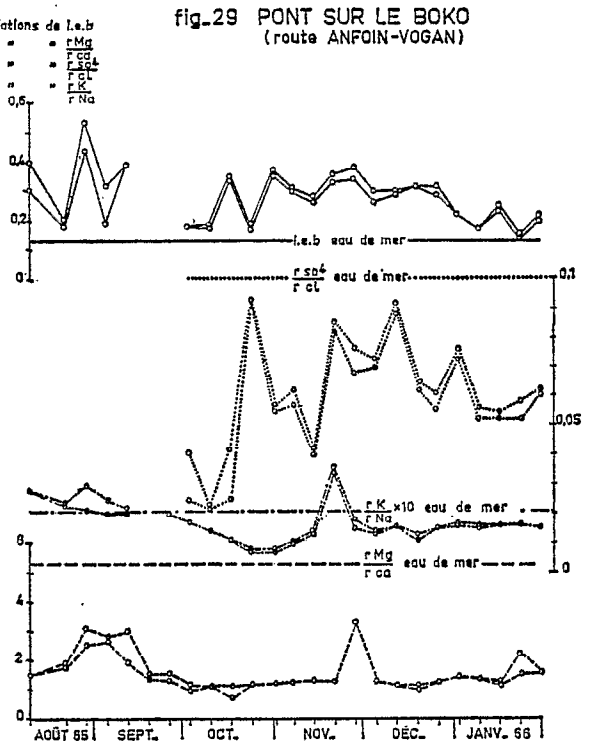


Fig. 29.

Des rapports souvent utilisés sont les suivants : (1)

— indice d'échange de base, noté i.e.b.

$$\text{i.e.b.} = \frac{r\,\text{Cl} - (r\,\text{Na} + r\,\text{K})}{r\,\text{Cl}}$$

— les rapports

$$\frac{r\,\text{Mg}}{r\,\text{Ca}},\quad \frac{r\,\text{SO}_4}{r\,\text{Cl}},\quad \frac{r\,\text{K}}{r\,\text{Na}},$$

les r Cl, r Na etc... représentent les concentrations des éléments dans l'eau en équivalents par mètre cube ou milliéquivalents par litre.

Les valeurs des rapports ci-dessus pour l'eau de mer « standard » (2) sont :

$$\text{i.e.b.} = +\,0{,}125\,\frac{r\,\text{Mg}}{r\,\text{Ca}} = 5{,}3\,\frac{r\,\text{K}}{r\,\text{Na}} = 0{,}0212\,\frac{r\,\text{SO}_4}{r\,\text{Cl}} = 0{,}104$$

Deux échantillons d'eau de mer prélevés au Wharf de Lomé à des dates différentes ont donné les valeurs suivantes :

(1) H. Schœller, « Les Eaux souterraines ».

(2) Par Ven Te Chow, « Hand Book of applied Hydrology » (La composition de l'eau de mer).

i.e.b.	+ 0,174	et	+ 0,173
$\frac{r\,Mg}{r\,Ca}$	(4,3)	et	5,7
$\frac{r\,SO^4}{r\,Cl}$	0,102	et	0,097
$\frac{r\,K}{r\,Na}$	0,023	et	0,023

Notons que l'indice d'échange de base ne correspond pas forcément à un échange de base, mais plus généralement au déséquilibre chlore-alcalins. Dans l'analyse des eaux de lagune, le chlore n'est pas distingué des autres halogènes, brome et iode, mais l'erreur résultante sur la teneur en chlore est faible.

On a reporté sur les graphiques des figures 25 à 29 les valeurs des rapports ci-dessus pour les différentes stations de la lagune, en indiquant les valeurs obtenues pour l'eau de mer standard. On voit sur ces courbes que la valeur de l'indice d'échange de base est d'autant plus proche de celle de l'indice d'échange de base de l'eau de mer que la salinité est plus forte, résultat auquel on pouvait s'attendre à priori.

Deux stations, le Yacht Club à Porto-Séguro et le Pont de Kpémé, présentent des caractéristiques remarquablement semblables (ces deux stations ne sont distantes que d'environ trois kilomètres par voie d'eau). Au pont sur le Boko, l'indice d'échange de base est constamment positif et supérieur à celui de l'eau de mer. Au pont de Zébé, l'indice d'échange de base oscille autour de la valeur de celui de l'eau de mer. Aux trois autres stations, l'indice d'échange de base est presque constamment inférieur à celui de l'eau de mer, restant presque toujours négatif.

3.3.3.2. — *Mesures sur les fleuves.*

Ces mesures, faites de façon très extensive, ne permettent guère d'interprétation. Notons seulement que les eaux des marigots dont le bassin versant s'étend sur le socle cristallin (granites, gneiss, miscaschites principalement) sont très peu minéralisées.

L'indice d'échange de base considéré plus haut n'a plus grand intérêt ici. En effet le chlore est très peu abondant dans ces eaux, et l'indice d'échange de base prend des valeurs négatives très fortes en valeur absolue. Nous nous contentons de donner en annexe les résultats bruts. Nous espérons obtenir en 1966 un plus grand nombre de mesures systématiques qui seront plus intéressantes à considérer, en relation avec les sols et les roches des bassins versants.

Station : MONO à Corrékopé
(ou Kolokopé)
Résultats d'analyses :

Dates	Ph (1)	Ph (2)	T ° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³											
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl	
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³
6-8-65	7,5				23,6	1,18	15,6	1,30	4,5	0,19	1,8	0,04				
	7,5				23,6	1,18	18,6	1,55	4,4	0,19	1,5	0,03				
	7,5				23,6	1,18	9,6	1,80	4,4	0,19	1,5	0,03				
	7,5				17,9	0,89	9,0	0,75	4,4	0,19	1,5	0,03				
Moyenne					22,0	1,10	13,2	0,1	4,4	0,19	1,6	0,04				
19-8-65	7,4				5,7	0,28	6,0	0,50	4,8	0,20	1,7	0,04				
	7,4				5,7	0,28	6,0	0,50	4,8	0,20	1,5	0,03				
	7,3				5,7	0,28	6,0	0,50	4,8	0,20	1,5	0,03				
	7,4				5,7	0,28	6,0	0,50	4,7	0,20	1,5	0,03				
	7,3				5,7	0,28	3,6	0,30	4,7	0,20	1,5	0,03				
	7,4				5,7	0,28	7,2	0,60	4,8	0,20	1,5	0,03				
	7,3				5,7	0,28	7,2	0,60	4,8	0,20	1,5	0,03				
	7,3				5,7	0,28	3,6	0,30	4,8	0,20	1,5	0,03				
					5,7	0,28	3,6	0,30	4,8	0,20	1,6	0,04				
					5,7	0,28	2,4	0,20	5,0	0,21	1,6	0,04				
					5,7	0,28	3,6	0,30	5,0	0,21	1,4	0,03				
Moyenne					5,7	0,28	5,02	0,41	4,8	0,20	1,5	0,03				
16-9-65					9,6	0,48	4,8	0,40			4,6	0,11				
					7,20	0,36	3,8	0,32	9,6	0,41	1,9	0,04				
					8,00	0,40	3,8	0,32	9,0	0,39	1,9	0,05				

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».

T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à 21° C.

Station : MONO à Corrékopé
(ou Kolokopé)
Résultats d'analyses :

Dates	Ph (1)	Ph (2)	T ° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³											
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl	
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³
16-9-65					7,60	0,38	3,4	0,28	8,1	0,35	1,9	0,04				
					8,00	0,40	3,4	0,28	8,4	0,36	1,8	0,04				
					8,40	0,42	3,4	0,28	7,5	0,32	1,8	0,04				
					7,20	0,36	4,3	0,36	7,8	0,33	1,7	0,04				
					8,0	0,40	5,3	0,44	8,4	0,36	2,2	0,05				
					7,2	0,36	6,0	0,50	7,5	0,32	1,6	0,04				
					7,2	0,36	4,8	0,40	7,2	0,31	1,3	0,03				
					7,2	0,36	5,8	0,48	8,1	0,35	1,9	0,04				
					7,2	0,36	5,8	0,48	8,4	0,36	2,1	0,05				
Moyenne					7,7	0,38	4,6	0,38	8,9	0,39	2,1	0,05				
21-10 65					4,3	0,21	4,8	0,39	6,0	0,26	1,4	0,03	10,3	0,21		
					4,2	0,21	4,8	0,39	4,8	0,20	1,2	0,03	10,3	0,21		
					4,3	0,21	4,8	0,39	5,1	0,22	1,2	0,03	12,4	0,25		
					4,3	0,21	4,7	0,39	4,6	0,20	1,1	0,03	10,3	0,21		
					4,3	0,21	4,7	0,39	6,0	0,26	1,3	0,03	8,2	0,17		
					4,3	0,21	4,8	0,39	5,4	0,23	1,5	0,03	8,2	0,17		
					4,3	0,21	4,7	0,39	6,9	0,30	1,3	0,03	10,3	0,21		
					4,3	0,21	4,7	0,39	6,6	0,28	1,2	0,03	10,3	0,21		
					4,2	0,21	4,7	0,39	6,3	0,27	1,2	0,03	10,3	0,21		

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».

T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Station : MONO à Corrékopé (ou Kolokopé).
Résultats d'analyses :

Dates	Ph (1)	Ph (2)	T° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³											
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl	
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³
21-10-65 *(Suite)*					4,3	0,21	4,7	0,39	7,2	0,31	1,2	0,03	14,4	0,30		
					4,2	0,21	4,8	0,39	7,5	0,32	1,2	0,03	10,3	0,21		
					4,3	0,21	4,7	0,39	6,6	0,28	1,2	0,03	18,5	0,38		
Moyenne					4,3	0,21	4,7	0,39	6,1	0,27	1,3	0,03	11,2			
19-12-65 – C 6	8,1	7,6			13,0	0,65	5,6	0,47	4,6	0,20	1,68	0,04	20,6	0,43	1,8	0,05
14-1-66 – C 7		7,6			12,6	0,63	6,4	0,53	7,0	0,30	2,2	0,06	11,6	0,24	8,9	0,25
		7,6			13,0	0,65	5,9	0,49	7,4	0,32	2,3	0,06	21,8	0,45	6,2	0,17
Moyenne					12,8	0,64	6,1	0,50	7,2	0,31	2,2	0,06	16,7		7,5	

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».
T = Température de l'eau au moment du prélèvement
R = Résistivité à ° C.

Station : ANIÉ à Anié (Pont C.F.T.).
Résultats d'analyses :

Date	Ph (1)	Ph (2)	T° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³													
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl			
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³
14-9-65					12,0	0,60	6,7	0,56	8,7	0,37	2,1	0,05						
					8,00	0,40	6,7	0,56	8,7	0,37	1,8	0,05						
					8,80	0,44	6,2	0,52	8,4	0,36	1,8	0,05						
					10,40	0,52	4,8	0,40	8,7	0,37	1,8	0,05						
					12,00	0,60	6,7	0,56	8,7	0,37	2,2	0,06						
					10,40	0,52	6,2	0,52	8,4	0,36	2,0	0,05						
					8,40	0,42	6,5	0,54	7,2	0,31	1,9	0,05						
					11,20	0,56	4,8	0,40	7,5	0,32	1,6	0,04						
					9,60	0,48	3,8	0,32	6,6	0,28	1,7	0,04						
					11,20	0,56	6,7	0,36	7,5	0,32	2,3	0,06						
					9,20	0,46	6,0	0,50	6,9	0,30	1,9	0,05						
					8,80	0,44	7,2	0,60	8,1	0,35	1,9	0,05						
Moyenne					10,00	0,50	6,0	0,50	8,0	0,35	1,9	0,05						
22-10-65	7,5				8,2	0,41	7,0	0,58	5,4	0,23	1,1	0,03	8,2	0,17				
	7,5				8,2	0,41	7,1	0,59	5,7	0,24	1,0	0,03	6,2	0,12				
	7,4				8,2	0,41	7,1	0,59	5,4	0,23	1,0	0,02	10,3	0,21				
Moyenne					8,2	0,41	7,1	0,59	5,5	0,24	1,0	0,03	8,2	0,17				

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».
T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Station : ANIÉ à Anié (Pont C.F.T.) — *(Suite).*
Résultats d'analyses :

Date	Ph (1)	Ph (2)	T° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³													
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl			
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³		
19-12-65	7,5	7,4			25,7	1,28	12,7	1,06	19,6	0,85	2,6	0,06	24,7	0,51	6,6	0,18		
11-1-66		7,6			24,1	1,21	16,9	1,41	32,4	1,41	4,0	0,10	34,2	0,71	15,1	0,42		
					24,5	1,23	16,7	1,39	33,2	1,44	3,9	0,10	23,4	0,49	15,1	0,42		
Moyenne					24,3	1,22	16,8	1,40	32,8	1,42	3,9	0,10	28,8	0,60	15,1	0,42		

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».

T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Station : MONO à Dotaikopé.
Résultats d'analyses :

Date	Ph (1)	Ph (2)	T° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³													
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl			
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³		
18-9-65	7,0				8,80	0,44	1,4	0,12	5,1	0,22	1,4	0,03						
19-12-65	7,8	7,6			14,5	0,72	4,6	0,39	4,6	0,20	1,68	0,04	22,2	0,46	3,5	0,10		
14-1-66		7,6			11,8	0,59	5,9	0,49	7,4	0,32	2,0	0,05	0,0	0,0	4,9	0,13		
					12,0	0,60	6,1	0,51	7,6	0,33	2,0	0,05	28,6	0,59	4,4	0,12		
Moyenne					11,9	0,60	6,0	0,50	7,5	0,33	2,0	0,05	?	?	4,6	0,13		

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».

T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Station : AMOU à Gléi.
Résultats d'analyses :

Date	Ph (1)	Ph (2)	T°C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³													
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl			
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³		
7-8-65	7,3				12,1	0,60	13,8	1,15	3,5	0,15	1,0	0,02						
23-9-65	7,0				4,00	0,20	2,8	0,24	4,2	0,18	1,1	0,02						
	7,2				4,00	0,20	3,3	0,28	4,2	0,18	1,2	0,03						
Moyenne					4,00	0,20	3,05	0,26	4,2	0,18	1,1	0,02						
27-10-65	6,7						2,5	0,20	3,6	0,15	1,1	0,02	16,5	0,34				
	6,7						2,4	0,20	3,3	0,14	1,1	0,02	16,5	0,34				
Moyenne							2,4	0,20	3,5	0,15	1,1	0,02	16,5	0,34				
18-12-65	6,9	7,2			9,1	0,25	2,2	0,18	1,0	0,04	0,8	0,02	17,3	0,36	1,8	0,05		

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».
T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Station : CHRA à Chra.
Résultats d'analyses :

Date	Ph (1)	Ph (2)	T°C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³													
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl			
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³
7-8-65	7,5				30,0	1,5	18,6	1,55	6,3	0,27	2,2	0,05						
23-9-65	7,2				11,2	0,56	10,5	0,88	9,0	0,39	1,6	0,04						
27-10-65	7,5				12,0	0,60	14,5	1,20	7,8	0,33	1,7	0,04	8,2	0,17				

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».
T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Station : OTI à Mango.

Résultats d'analyses :

Date	Ph (1)	Ph (2)	T° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³													
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl			
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³
14-10-65					4,06	0,20	2,4	0,20	4,2	0,18	3,2	0,08	Traces					
					4,00	0,20	2,4	»	3,3	0,14	1,4	0,03						
					4,10	0,21	2,3	»	3,0	0,13	1,4	0,03						
					4,05	0,20	2,4	»	3,0	0,13	1,4	0,03						
					4,08	0,20	2,4	»	3,6	0,15	1,6	0,04						
					4,00	0,20	2,4	»	3,6	0,15	1,6	0,04						
					4,04	0,20	2,4	»	3,6	0,15	1,7	0,04						
					4,04	0,20	2,4	»	3,9	0,16	1,8	0,04						
					4,06	0,20	2,4	»	3,6	0,15	1,6	0,04						
					4,08	0,20	2,4	»	3,3	0,14	1,6	0,04						
					4,05	0,20	2,4	»	3,6	0,15	1,6	0,04						
					4,06	0,20	2,4	»	3,6	0,15	1,5	0,03						
Moyenne					4,06	0,20	2,4	0,20	3,6	0,15	1,6	0,04						
22-1-66		7,4		14 400	5,2	0,26	2,8	0,22	3,5	0,15	1,22	0,03			10,6	0,30	0,5	

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».

T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Résultats d'analyses :

Stations et dates	Ph (1)	Ph (2)	T° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³													
					Ca		Mg		Ca		K		SO_4		Cl			
					ppm	eq /m	ppm	eq /m	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³		
BOUALÉ à Aléhéridé BA1	7,0	7,0			4,3	0,21	1,1	0,09	0,6	0,02	0,8	0,02	20,6	0,43	1,8	0,05		
BA2		6,6			2,8	0,14	0,9	0,08	1,2	0,05	0,9	0,02	22,0	0,66	2,7	0,07		
					2,6	0,13	0,6	0,05	1,6	0,07	0,8	0,02	13,8	0,29	3,5	0,10		
Moyenne					2,7	0,14	0,75	0,07	1,4	0,06	0,9	0,02	?	?	3,1	0,08		
GBAN-HOU à Brouffou 12-1-66 GB1	7,4				5,2	0,26	3,5	0,29	3,4	0,15	0,9	0,02	16,4	0,34	2,7	0,07		
					4,7	0,24	4,4	0,37	3,4	0,15	0,9	0,02	15,4	0,32	2,7	0,07		
Moyenne					4,95	0,25	3,95	0,33	3,4	0,15	0,9	0,02	15,9	0,33	2,7	0,07		
KOLOWARÉ à Kolowaré 29-9-65 K1		6,8			3,20	0,16	1,9	0,16	3,0	—	0,5	0,01						
		7,0			3,60	0,18	2,1	0,18	3,0	—	0,6	0,01						
Moyenne					3,4	0,17	2,0	0,17	3,0		0,6	0,01						
21-12-65 K2	7,1	7,2			4,5	0,23	2,2	0,18	1,00	0,04	0,52	0,01	24,7	0,51	2,7	0,07		
17-1-66 K3		6,8			3,4	0,17	2,6	0,22	2,2	0,09	0,9	0,02	23,0	0,48	2,7	0,07		
					3,0	0,15	2,2	0,18	2,0	0,09	1,0	0,03	30,4	0,63	2,7	0,07		
Moyenne					3,2	0,16	2,4	0,20	2,1	0,09	1,0	0,03	26,8	0,55	2,7	0,07		

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».

T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Résultats d'analyses :

Stations et dates	Ph (1)	Ph (2)	T° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³													
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl			
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³		
ANIÉ à Anié-Gare 19-12-65	7,3	7,6			27,6	1,38	12,6	1,05	20,0	0,86	3,6	0,09	17,3	0,36	6,6	0,18		
11-1-66		7,6			30,8	1,54	27,5	2,29	38,6	1,68	4,2	0,11	29,0	0,60	35,5	1,0		
					31,3	1,56	27,5	2,29	38,6	1,68	4,2	0,11	26,4	0,55	36,4	1,02		
Moyenne					31,05	1,55	27,5	2,29	38,6	1,68	4,2	0,11	27,7	0,57	35,9	1,01		
ANIÉ à Blitta 19-9-65	7,3				6,40	0,32	2,4	0,20	4,2	0,18	1,2	0,03						
					6,00	0,30	3,1	0,26	4,5	0,19	1,3	0,03						
Moyenne					6,20	0,31	2,7	0,23	4,35	0,19	1,25	0,03						
21-12-65	7,5	7,6			14,7	0,73	6,5	0,54	7,0	0,30	2,4	0,06	20,6	0,43	0	0		
AMOUTCHOU à Ebewa 13-1-66	7,1				12,1	0,60	10,8	0,90	5,4	0,23	0,3	0,07						
					2,7	0,14	1,9	0,16	2,2	0,09	0,9	0,02	30,2	0,63	3,50	0,10		
		6,8			2,5	0,12	1,9	0,16	2,4	0,10	0,8	0,02	11,6	0,24	3,50	0,10		
Moyenne					2,6	0,13	1,9	0,16	2,3	0,10	0,8	0,02	?	?	3,50	0,10		

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».
T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Résultats d'analyses :

Stations et dates	Ph (1)	Ph (2)	T° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³													
					Ca		Mg		Na		K		SO_4		Cl			
					ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³	ppm	eq /m³		
MÔ à Bongoulou 19-1-66					6,6	0,33	4,4	0,36	6,4	0,28	2,0	0,05						
		7,6			6,7	0,34	4,3	0,35	6,0	0,26	2,0	0,05						
Moyenne					6,65	0,34	4,35	0,36	6,2	0,27	2,0	0,05						
MONO à N'Gamboto 18-12-65 N1	7,6	7,6			15,0	0,79	5,6	0,46	7,0	0,30	1,68	0,04	20,6	0,43	3,5	0,10		
11-1-66 N2		7,6			13,6	0,68	7,8	0,65	9,8	0,43	2,3	0,06						
					13,5	0,68	7,7	0,64	9,4	0,41	2,3							
Moyenne					13,55	0,68	7,75	0,64	9,6	0,42	2,3	0,06						
SIO à Kpédji 28-10-65	7,4				4,00	0,20	2,6	0,20	7,5	0,32	1,2	0,03	14,4	0,30				
23-12-65	7,3	7,2			9,9	0,49	3,4	0,28	2,8	0,12	1,04	0,02	7,4	0,15	1,8	0,05		
DAYES à Dzogbégan 15-12-65	6,5				2,8	0,14	1,58	0,13	0,3	0,01	0,4	0,01	24,7	0,51	2,66	0,07		

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».
T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.

Résultats d'analyses :

Stations et dates	(1) Ph	Ph (2)	T° C		Teneurs en ppm et en eq/m³ — Ca ppm	Ca eq/m³	Mg ppm	Mg eq/m³	Na ppm	Na eq/m³	K ppm	K eq/m³	SO_4 ppm	SO_4 eq/m³	Cl ppm	Cl eq/m³	ppm	eq/m³
OGOU à Sirka																		
17-9-65 S1	6,8				9,20	0,46	1,2	0,10	6,0	0,26	2,0	0,05						
20-12-65 S2	7,4	7,6			15,6	0,78	6,2	0,52	8,4	0,36	2,0	0,05	16,9	0,35	3,5	0,10		
NA à Paratao	6,9				4,80	0,24	2,4	0,20	3,0	0,13	0,9	0,02						
20-9-65 P1	7,5				4,80	0,24	1,9	0,16	3,6	0,15	1,5	0,03						
Moyenne					4,8	0,24	2,15	0,18	3,3	0,14	1,2	0,03						
21-12-65 P2	7,0	7,3			6,2	0,31	2,4	0,20	2,8	0,12	1,56	0,04	28,8	0,60	0	0		
17-1-66 P3		7,0			4,7	0,23	2,8	0,23	4,0	0,17	3,1	0,08						
					4,6	0,23	3,1	0,26	4,0	0,17	3,3	0,08						
Moyenne					4,65	0,23	2,95	0,25	4,0	0,17	3,2	0,08						
MOU à Amou-Oblo																		
9-9-65 O1	6,5				4,0	0,20	1,4	0,12	3	—	0,5	0,01						
25-10-65 O2	6,4								3	—	1	—	6,2	0,12				
KARA à Kpéssidé		7,3			6,6	0,33	4,6	0,38	3,8	0,16	1,1	0,03	Traces		1,77	0,05		
21-1-66 KA1					7,0	0,35	4,2	0,35	4,8	0,21	1,3	0,03			0	0		
Moyenne					6,8	0,34	4,4	0,37	4,3	0,18	1,2	0,03			?	?		

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».

T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité ° C.

Résultats d'analyses :

Stations et dates	Ph (1)	Ph (2)	T° C	R	Teneurs en ppm et en eq/m³ — Ca ppm	Ca eq/m³	Mg ppm	Mg eq/m³	Na ppm	Na eq/m³	K ppm	K eq/m³	SO_4 ppm	SO_4 eq/m³	Cl ppm	Cl eq/m³	ppm	eq/m³
KAMA à Bassari					8,4	0,42	2,7	0,22	4,2	0,18	0,96	0,02	23,1	0,48	0,9	0,02		
22-12-65 KB1	7,2	7,4																
19-1-66 KB2		7,0			4,9	0,24	4,4	0,36	7,6	0,33	1,3	0,03	Néant		0,89	0,02		
					5,1	0,26	4,2	0,35	8,8	0,38	1,4	0,03			0	0		
Moyenne					5,0	0,25	4,3	0,36	8,2	0,35	1,3	0,03			?	?		
KOUMANGOU à Koumangou	7,4				7,1	0,36	4,0	0,33	3,8	0,16	0,9	0,02						
21-1-66					6,8	0,34	4,0	0,33	3,8	0,16	1,0	0,03						
Moyenne					6,95	0,35	4,0	0,33	3,8	0,16	0,95	0,03						
KERAN à Titira					4,3	0,22	2,6	0,21	2,4	0,10	0,8	0,02						
21-1-66		7,2			4,2	0,21	2,6	0,21	2,4	0,10	0,9	0,02						
Moyenne					4,25	0,21	2,6	0,21	2,4	0,10	0,85	0,02						
KARA à Lama-Kara					6,6	0,33	2,6	0,22	3,0	0,13	1,0	0,03						
21-1-66		7,2			5,6	0,28	2,9	0,24	3,0	0,13	0,9	0,02						
Moyenne					6,1	0,30	2,75	0,23	3,0	0,13	0,95	0,03						

Ph (1) = Ph au Laboratoire.
Ph (2) = Ph sur le terrain au « Lovibond ».

T = Température de l'eau au moment du prélèvement.
R = Résistivité à ° C.