RAPPORT de FIN de SONDAGE

Sébikotane
Kilomètre 38,9 . Route
Dakar - Thiès

<u>REFERENCES</u> : TESSIER - Exploration des eaux souterraines contenues dans l'étage Maëstrichtien. Rapport inédit. Direction des Mines de l'A.O.F.

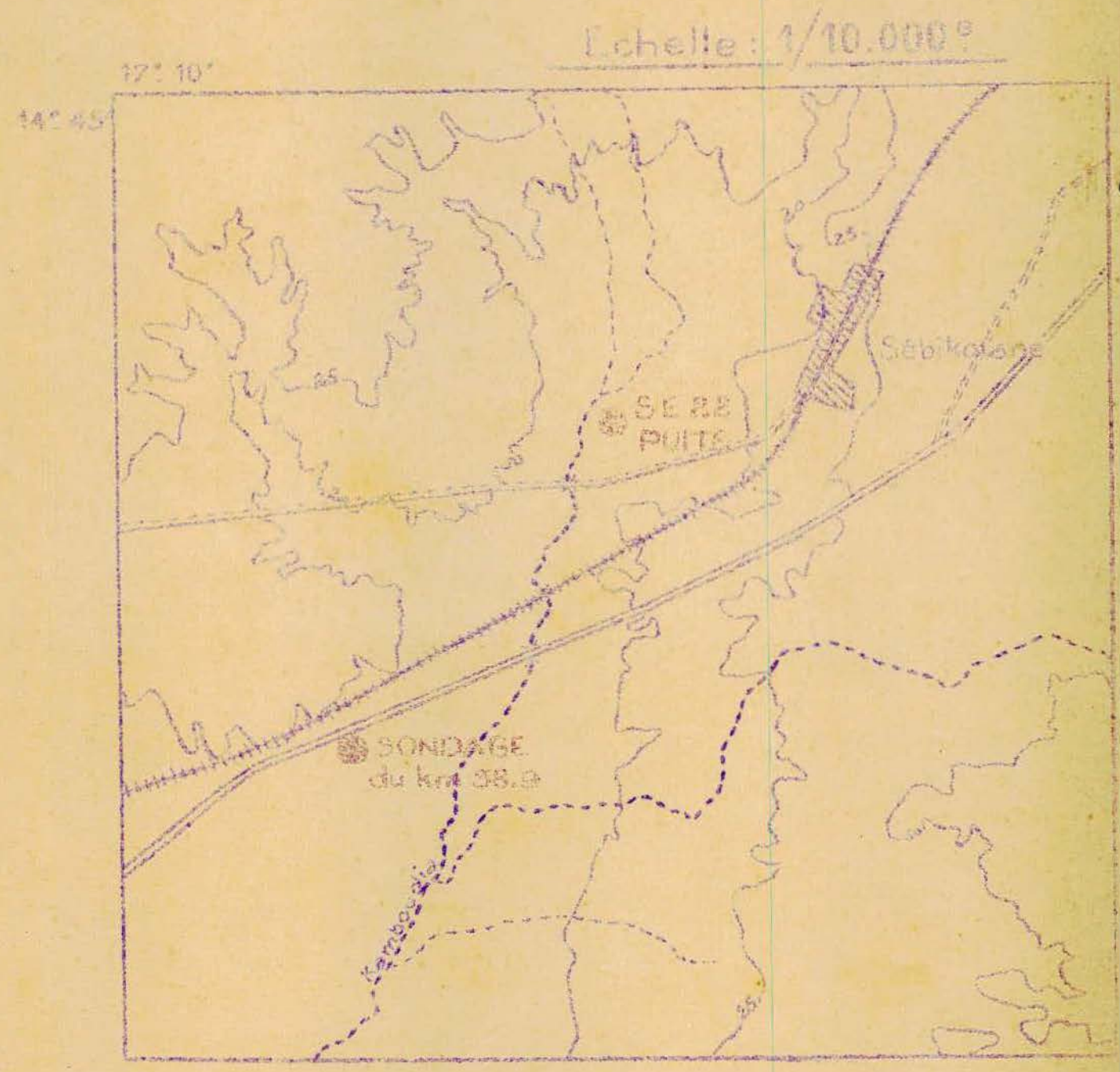
TESSIER - Note sur la nappe aquifère Paléocène dans la région de Sébikotane. Direction des Mines de l'A.O.F.

Dans le but de faire un choix entre deux régions d'exploitation : l'une à Pout, l'autre dans la région de Rufisque, la prospection des possibilités en eaux profondes dans le Secteur M'BAO - SANGALCAM - SEBIKOTANE - BARGNY, s'est poursuivie par un sondage placé près de Sébikotane au Km 38,9, à l'ouest immédiat de la grande faille F.2.

Il convient de souligner que ce travail était destiné en définitive à régler un problème d'interprétation géologique. En effet ou bien le Maëstrichtien gréseux, aquifère dans la majeure partie du Sénégal ainsi qu'à Pout, disparaissait ou changeait soudainement de caractère un peu à l'Ouest de Pout ou bien sa continuité vers l'Ouest était effective et on devait le retrouver abaissé à plus ou moins grande profondeur par les failles de Sébikotane, sous l'Eocène de la région de Rufisque.

Le sondage du Km 38,9 a montré que cette deuxième supposition était la bonne puisque le Maëstrichtien a été rencontré à peu près vers la profondeur prévue avec ses caractères habituels.

Un autre intérêt de ce sondage a été de confirmer la richesse en eau du Paléocène, richesse peut-être locale, mais qui doit motiver de nouvelles recherches centrées sur le problème précis des possibilités aquifères générales de cet étage en séparant éventuellement ce problème des prospections du Maëstrichtien.



CROQUIS d'EMPLACEMENT
du SONDAGE

EMPLACEMENT (voir carte jointe)

Détails d'exécution du sondage

Commencé le 1er mars, le sondage a progressé normalement jusqu'au 9 mars. La première carotte prévue vers 30 mètres a été prélevée entre 28,75 et 31,3 m. A 34,60 m.,un changement de nature du terrain (qui concorde bien avec les connaissance géologiques) a amené le sondeur à carotter. A 38 m.,nouveau changement,un calcaire apparaît et des pertes de boue se manifestent : 1 m3 environ de boue pour 2 m. d'avancement. Sauf de 45 à 80 m. le sondage a été réalisé à l'eau lourde (Bentonite).

Le 9 mars, à 44,7 m. la perte de boue devient totale et en 24 heures, 20 m3 de boue seront perdus, le calcaire est probablement très fissuré. Du 9 au 24 mars l'avancement sera très faible et irrégulier dans des conditions particulièrement délicates. Le sondeur observe les chutes d'outil confirmant la fissuration.

La 4ème carotte est prise entre 47 et 50 m.

Un premier tubage est effectué en 5" jusqu'à 50 m., le 10 mars,en vue d'un essai de nappe.

L'émulseur donne 36 m3/heure, le niveau statique étant à 12,45 m. de profondeur s'abaissant de quelques centimètres au moment de l'émulsion et se rétablissant en quelques minutes (voir ci-dessous les résultats d'analyses).
Le chiffre 36 m3/heure ainsi obtenu fixe un minimum, il ne permet pas d'évaluer le débit maximum que l'on pourrait obtenir. Après l'essai de nappe à 50 m.,un cimentage a été fait le 11 avec 350 kgs de ciment. Le 12 au matin,on constate que le ciment s'est écoulé dans le terrain. Le 13,reprise de l'avancement et à nouveau perte d'eau totale. De 45 à 80 m. le sondage sera fait à l'eau claire avec un tube à sédiments. La 5ème carotte est prise entre 62 et 65 m.

Au cours d'une manoeuvre,alors que l'avancement est de 65 m. un éboulement limité se produit vers 51 m. et l'outil "se pose" à ce niveau en redescendant.

Le jeudi 15,on tube de 50 à 60 m. L'entreprise décide de carotter de façon continue jusqu'à nouvel ordre pour réduire les pertes en eau. Un coincement se produit le 19 qui se termine le 20. Le 22 l'avancement arrive à 80 mètres, le tubage est descendu jusqu'à cette profondeur et l'on procède à 2 cimentations successives du pied du tubage les 22 et 23; l'avancement reprend le 24 à un rythme normal. Les pertes d'eau resteront insignifiantes; ...

le sondeur gardera une boue très épaisse jusqu'à la fin,cette boue s'épaissit d'ailleurs seule à partir de 125 m. en raison de la nature argileuse de certaines couches.

De 80 à 140 m. le sondeur note une alternance assez serrée de bancs tendres et de bancs durs comme le confirme la 7e carotte.

A partir de 150 m. il remarque que l'avancement se fait plus régulier.

La dernière carotte est faite vers 350 m. et le sondage est poursuivi en petit diamètre.

A 410 m. la boue d'injection est devenue sableuse et perd ses propriétés de viscosité. Aussi,pour éviter tout incident et poursuivre sur quelques mètres comme il a été décidé,le sondeur refait une nouvelle quantité de boue à la bentonite.

A 438 m. une tentative de carottage avec un tube carottier simple échoue et ce dernier reste coincé dans le trou. Il est décidé de faire un essai de nappe dans la partie inférieure, sableuse, du sondage. Pour cela,on tube jusqu'à 120 m. en 5". L'émulseur est descendu jusqu'à 80 m. le 10 avril,le niveau statique est à 12 m,15 du sol. Le débit atteint 12 à 15 m3/heure après quelques heures de pompage. Les premiers échantillons analysés paraissant incorrects,les essais sont arrêtés le 11 et repris le 12.

CAROTTAGE

1ère	carotte	28,75	à	31,30	m.	C = 2,5	m. prévue au marché
2ème	"	34,6	à	37,8	m.	C = 2,7	m. changement de terrain
3ème	carotte	38	à	40,8	m.	C = 2,1	m. changement de terrain
4ème	"	47	à	50	m.	C = 2	m. demandée
5ème	"	61,65	à	65,15	m.	C = 1,5	m. prévue au marché.

Entre 65 et 79,50 m. l'entreprise a décidé de sa propre initiative,de foncer en carottage continu pour réduire les pertes d'eau,elle a extrait environ 3 m. de carotte au cours de cette opération.

6ème	carotte	101,3	à	104,8 m.	C = 1 m.	prévue au marché
7ème	"	131,3	à	135,3 m.	C = 2 m.	prévue au marché
8ème	"	150,1	à	153,4 m.	C = 3 m.	demandée par anticipation
9ème	"	174,5	à	178,1 m.	C = 1,5 m.	prévue au marché
10ème	"	189,65	à	193,35m.	C = 0,7 m.	

A partir de 200 m. l'entreprise a décidé de carotter tous les 50 m. seulement c'est-à-dire :

11ème	carotte	250,8	à	254,2 m.	C = 0,8 m.
12ème	carotte	305,7	à	309,35m.	C = 2 m.
13ème	carotte	348,35	à	351,91m.	C = 1,10m.

La 14ème carotte à 438 m. n'a pas pu être extraite.

COUPE GEOLOGIQUE (voir ci-contre)

PERTE DE BOUE

Nulle entre 0 et 38 m.
De 20 m3 en 24 heures entre 38 et 45 m.
Totale à partir de 45 m.
Persiste jusqu'à 80 m.
De 80 m. à la fin pas de perte notable, perte légère dans les sables, la boue, en effet, a été maintenue très épaisse.

ESSAIS D'EAU et ANALYSES (voir ci-dessus dans les détails d'exécution).

Les différentes analyses sont les suivantes :

B. A. N°I28 du 16 mars 1951

Eau provenant du sondage n°5 route de Thiès, kilomètre 39, prélevée le 11 mars 1951 à 13 heures, après ?heures d'essai de débit à 36 m3/h. Niveau statique 12m,45
Nappe de 38 à 50 mètres.
Degré hydrotimétrique total 29
" " permanent 15

	milligrammes par litre	milliéquivalents par litre
Ions CO_3^{--}	138	4,6
SO_4^{--}	14	0,3
Chlore	72	2,0
Fer	2	0,1
Aluminium	1	
Calcium	97	4,8
Magnésium	14	1,1
Alcalins en sodium	21	0,9
Résidu fixe	380	-
Alcalinité	-	4,6

B. A. 267 - 272 du 16 avril 1951

Eaux de Sébikotane Sondage SIF km 38,9

M. TESSIER (S.I.F.)

12 avril 1951

Région de Pout Sébikotane - Sondage n°5
Kilomètre 38,9 Profondeur 120 mètres : Nappe de 120 à 438 mètres : niveau statique 12 mètres,50.

1 . Echantillon prélevé à 9h,45 après 25 minutes de pompage débit 13 m3/heure (10 avril 1951)

2 . Prélevé le 10 avril 1951 à 10h,45 après 1h,25 de pompage débit 13 m3/heure.

3 . Prélevé le 10 avril 1951 à 11h,45 après 2 heures,25 de pompage débit 13 m3/heure.

4 . Prélevé le 10 avril 1951 à 12h,45 après 3h,25 de pompage même débit.

5 .	d°	13h,45	"	4h,25	d°
6 .	d°	14h,45	"	5h,25	d°
7 .	d°	15h,45	"	6h,25	d°

8 . Prélevé le 9 avril 1951 à 17h,30 après 1h,00 de pompage débit 2 m3/heure.

9 .	d°	18h,30	"	2h,00	d°
10 .	d°	19h,30	"	3h,00	d°
11 .	d°	20h,30	"	4h,00	d°
12 .	d°	21h,30	"	5h,00	d°

B. A. Nos. 230 à 236 du 11 avril 1951

	I 9h,45 après 25m de débit à 13 m3/h.		2 10h,45		3 11h,45	
Degré hydrotimétrique						
total	21		22		22	
permanent	17		18		18	
résidu sec	398mgr./litre		356mgr/litre		470mgr/litre	
	mgr/l	méq/lit	mgr/l	méq/lit	mgr/l	méq/lit
Ions CO_3^{--}	129	4,3	132	4,4	123	4,1
SO_4^{--}	9	0,2	12	0,3	8	0,2
Cl^-	78	2,2	78	2,2	75	2,1
Fe^{++}	0 ou tr	-	0 ou tr	-	0 ou tr	-
Al^{+++}	0 ou tr	-	0 ou tr	-	0 ou tr	-
Ca^{++}	88	4,4	82	4,1	82	4,1
Mg^{++}	6	0,5	9	0,7	4	0,3
Alcalins évalués en Na^+	41	1,8	48	2,1	46	2,0

4 12h,45		5 13h,45		6 14h,45		7 15h,45	
22		23		22		24	
18		19		19		21	
470mgr/lit		366mgr/lit		340mgr/lit		364mgr/lit	
mgr/l	méq/l	mgr/l	méq/l	mgr/l	méq/l	mgr/l	méq/l
129	4,3	129	4,3	123	4,1	129	4,3
12	0,3	9	0,2	9	0,2	6	0,1
78	2,2	74	2,1	74	2,1	78	2,2
0 ou tr	-	0 ou tr	-	0 ou tr	-	0 ou tr	-
0 ou tr	-	0 ou tr	-	0 ou tr	-	0 ou tr	-
82	4,1	86	4,3	84	4,2	94	4,7
6	0,5	6	0,5	5	0,3	8	0,6
50	2,2	41	1,8	44	1,9	30	1,3

	8		9		10		11		12	
Degré hydrotimétrique : total	4		14		I7		20		2I	
permanent	2		12		16		18		18	
	mgr/l	méq/l	mgr/l	méq/l	mgr/l	méq/l	mgr/l	méq/l	mgr/l	méq/l
Ions CO_3	180	6	144	4,8	111	3,7	108	3,6	114	3,8
Cl^-	100	2,8	73	2	55	1,6	66	1,9	52	1,5
SO_4^{--}	119	2,5	79	1,6	67	1,4	73	1,5	63	1,3
Ca^{++}	19	0,9	61	3	69	3,4	81	4	88	4,4
Mg^{++}	3	0,2	8	0,7	10	0,8	9	0,8	10	0,8
Al^{+++}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe^{++}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alc.en Na	235	10,2	108	4,7	58	2,5	51	2,2	32	1,4
Résidu sec	665	-	481		377		398		376	

Additif - B.A. 230 - 236

	1 9h,45		4 12h,45		7 15h,45	
Durée du débit	25h		3h,25		6h,25	
	mgr/l	méq/l	mgr/l	méq/l	mgr/l	méq/l
Alcalins calculés en sodium	41	1,8	50	2,2	30	1,3
Sodium	33	1,4	35	1,5	27	1,2
Potassium	23	0,6	23	0,6	16	0,4

<u>N o t a</u> : Si l'on veut,en plus de l'analyse normale,déterminer directement les alcalins avec une précision satisfaisante,il faut pouvoir disposer,au minimum,d'un litre et demi d'eau (1,5 litre).-

B.A. 273 - 277 du 24 avril 1951

Région de Pout-Sébikotane, sondage n°5 (km.38,9)
Date : 10 avril 1951, nappe 120-438 mètres.

1 . Echantillon prélevé le 10 avril 1951
à I20 mètres après 8h,25 de pompage à 13 m3/heure
Niveau statique : 12m,50.

2 . Echantillon prélevé le 12 avril 1951
1 à I20 mètres après 1h,00 de pompage à 13 m3/heure
niveau statique : 12m,22.

3 . Prélevé le 12 avril 1951 à I20 mètres après 2h,00
de pompage à 13 m3/heure.

4 . Prélevé le 12 avril 1951 à I20 mètres après 3h,00
de pompage à 13 m3/heure
Niveau statique : 12m,22.

5 . Prélevé le 12 avril 1951 à 17h,00 à I20 mètres
après 4h,00 de pompage à 13 m3/heure
Niveau statique : 12m,22.

	1		2		3		4		5	
	mgr	méqv	mgr	méqv	mgr	méqv	mgr	méqv	mgr	méqv
Ions CO_3	153	5,1	150	5,0	150	5,0	150	5,0	147	4,9
SO_4^{--}	13	0,3	13	0,3	9	0,2	9	0,2	9	0,2
Cl^-	53	1,5	53	1,5	53	1,5	53	1,5	53	1,5
Ca^{++}	79	3,9	80	4,0	76	3,8	75	3,7	76	3,8
Mg^{++}	8	0,7	8	0,7	9	0,7	7	0,6	10	0,8
Na(calculé)	53	2,3	48	2,1	55	2,4	55	2,4	46	2,0
Résidu sec	400	-	390	-	395	-	390	-	385	-
D.H. total	22		22		21		22		21	
DH permanent	17		17		17		18		17	

Additif B. A. 273 - 277
du 27 avril 1951

	1		3		5	
	mgr/L	méq/L	mgr/L	méq/L	mgr/L	méq/L
Alcalins calculés en sodium	53	2,3	55	2,4	46	2,0
Déterminations directes sod.	42	1,8	46	2,0	42	1,8
Potassium	20	0,5	20	0,5	16	0,4

NOTE de L'ANALYSTE

Nous répétons que, si l'on peut, en plus de l'analyse normale, déterminer directement les alcalins avec une précision satisfaisante, il faut disposer d'un litre et demi d'eau au minimum .-

CUTTINGS & CALCIMETRIE

Un prélèvement métrique a été demandé. Il a été effectué grâce à un tamis vibrant qui filtrait la boue à sa sortie du tubage.

Dans les calcaires fissurés, les pertes d'eau ont entraîné les cuttings de sorte qu'il manque un certain nombre d'échantillons à cet endroit.

A partir de 300 m., il a été difficile d'obtenir des cuttings corrects, les sédiments ne remontant que difficilement. La teneur en CO_2 des prélèvements métriques donne la courbe de calcimétrie ci-dessous (fig.1). Vers 40 m. la teneur en CO_2 passe d'une moyenne de 15-30 % à 40-45 % puisque le Paléocène est atteint. La teneur en calcaire fléchit ensuite puis remonte assez régulièrement de 80 à 180 m. Après 200 m. la teneur en CO_2 est faible et s'affaiblit même graduellement avec la profondeur 10 à 15 % puis 5 à 10 % en moyenne.

Les ensembles suivants se dégagent nettement : de 0 à 40, de 80 à 180 avec peut-être une coupure vers 130-150 m. et vers 175, de 180 à la fin. Il semble probable que de 40 à 80 nous aurions une zone distincte à fortes valeurs en CO_2 comme le montrent d'autres observations et notamment les carottes.

CONCLUSIONS

Interprétation géologique(1)

Les marnes blanches ou jaunâtres à silex comprises entre 0 et 34,60 m. appartiennent à la base de l'Eocène inférieur, elles étaient connues dans le grand puits situé à 800 mètres à l'Ouest de la gare de Sébikotane (S.E.22) ainsi qu'en affleurement dans la région de Yen.

De 34,60 m. à 38 m. on a recoupé la couche phosphatée et glauconieuse, repère constant de stratigraphie locale, se situant à la limite du Paléocène et de l'Eocène inférieur.

De 38 à 80 m. les calcaires spathiques fossilifères contenant Chlamys sp.ind.aff. squamula LMK (trouvé aussi dans les calcaires de Pantior) appartiennent à l'étage Paléocène. On remarque également dans le sondage des Algues calcaires.

---

(1).Voir TESSIER : Contribution à la Stratigraphie et à la Paléontologie de la partie Ouest du Sénégal. Thèse, Marseille et Bulletin Dir.Mines AOF, n°14 en préparation.

De 80 à 160 m.(?) c'est le Danien,qui apparaît ici plus gréseux qu'il n'est aux affleurements de Popenguine.

Dans cette dernière localité on sait du reste qu'il n'est pas observable sur toute sa hauteur.

Dans les coupes des sondages de Thiès le Danien a été également reconnu comme assez gréseux dans l'ensemble. La limite inférieure est fixée arbitrairement à 160 m. Rien ne permet de la placer définitivement,elle peut varier entre 150 et 170 m.

Entre 174,50 et 178,10 m. en effet, j'ai noté un spécimen jeune de Chlamys virgata NILSSON caractéristique du Maëstrichtien.

Plus bas,vers 250 m. d'autres Chlamys virgata indiscutables montrent que le Maëstrichtien a été atteint avec certitude.

Les faciès : sables glauconieux,pyriteux,calcaires gréseux, argiles schistoïdes bleu-noirâtre et craie verte confirment cette interprétation puisque ce sont des faciès couramment rencontrés dans cet étage au Sénégal.

On remarquera que la partie terminale du Maëstrichtien est spécialement riche en calcaire alors que le reste est à prédominance sableuse.

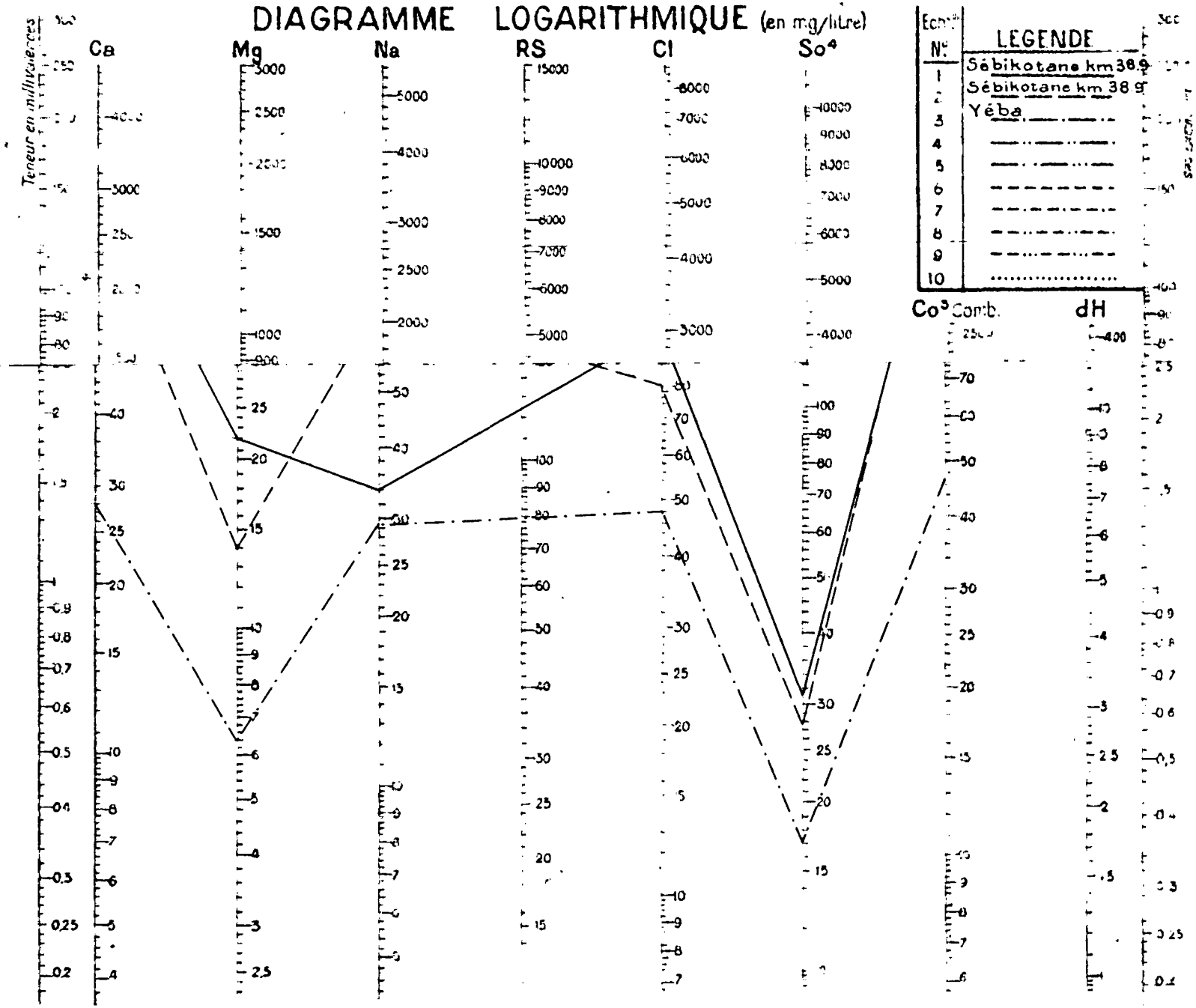
HYDROGEOLOGIE

Comme je l'ai déjà fait remarquer l'intérêt local du Paléocène comme réservoir aquifère est certain mais il ne faut pas en conclure qu'il demeurera identique à lui-même partout. On sait combien la fissuration des calcaires massifs est variable. Il est ici parcouru de cassures tectoniques qui augmentent sa perméabilité en grand et favorisent sa dissolution plus rapide d'où l'agrandissement des fissures et cavités.

Le débit de 36 m3/heure obtenu officiellement à l'émulseur ne permet pas de prévoir la limite supérieure du débit. M. SASSY nous a indiqué verbalement que le débit obtenu au cours des essais avait par moments dépassé ce chiffre de 36 m3/heure donné comme certain.

Fig. 2

DIAGRAMME LOGARITHMIQUE (en mg/litre)



Le Maëstrichtien s'est lui aussi révélé aquifère mais il n'a pas été possible de séparer aux essais le premier ensemble sableux 185 - 189,60 et 198 - 205 du reste. Le chiffre de débit de 12 m3/heure n'a pas de signification définitive pour l'avenir. Il sera nécessaire de développer l'ouvrage avant de pouvoir déterminer un chiffre de débit. Ces essais n'ont été poussés pendant quelques heures qu'en vue d'avoir une confirmation de l'existence de l'eau ainsi qu'un échantillon de qualité moyenne.

SYSTEME HYDRAULIQUE

Il est probable que les diverses nappes rencontrées dans ce secteur sont plus ou moins interconnectées, ainsi que je l'ai déjà montré pour le Paléocène dans une note précédente.

Le niveau statique, dans ce sondage, est voisin de la cote absolue +5 qu'il s'agisse de Paléocène ou de Maëstrichtien.

On remarquera que le niveau statique de l'eau du Maëstrichtien du sondage de Pout est sensiblement équivalent à la source de Pantior où l'on observe une résurgence à la cote topographique approximative +4 - +5.

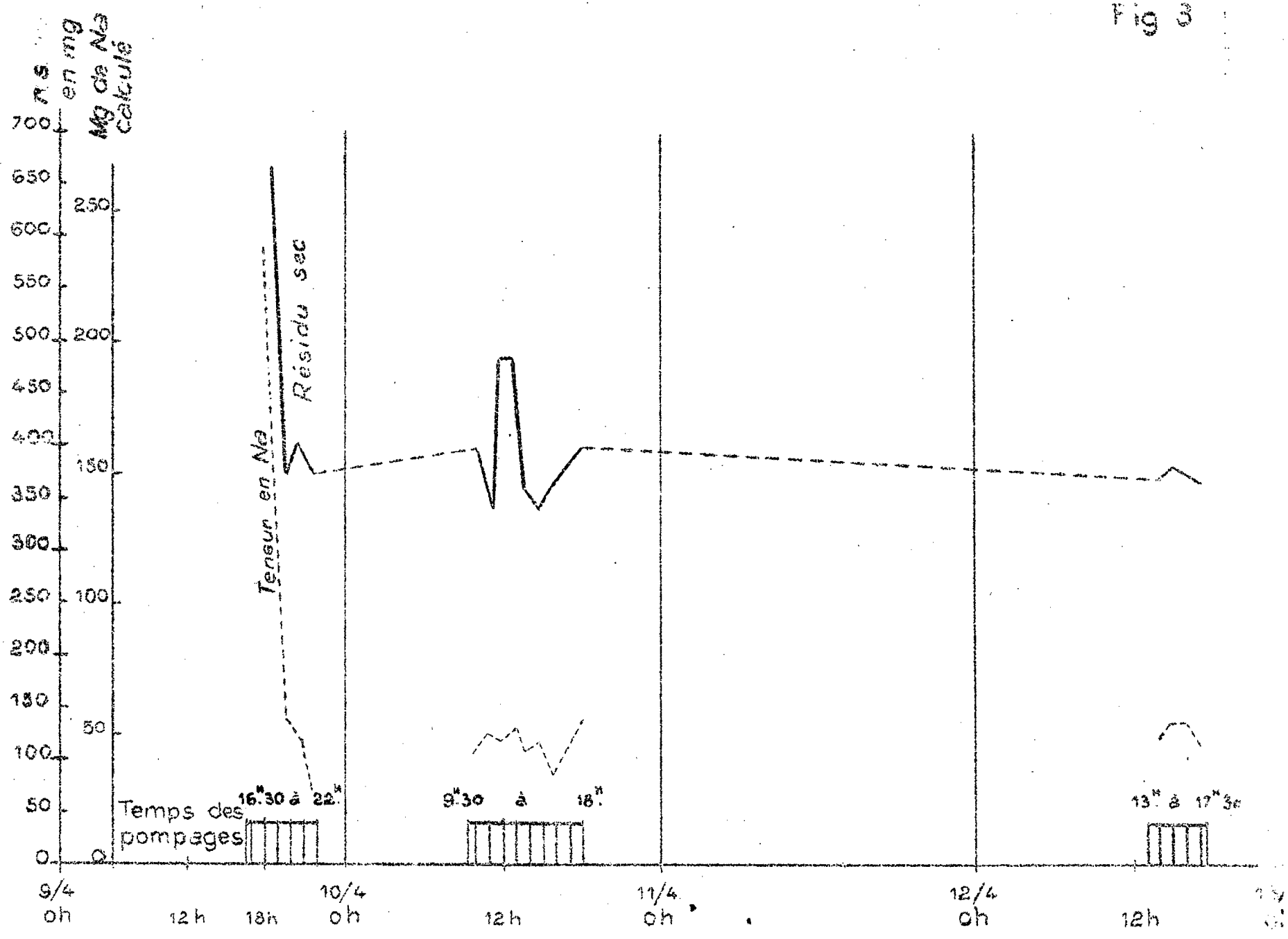
Si l'on établit les diagrammes ioniques des deux eaux prélevées dans ce sondage dans le Paléocène d'une part, dans le Maëstrichtien d'autre part (fig.2), la première a un aspect tout à fait singulier. En effet la teneur en Na est inférieure à la teneur en Mg. Ce caractère est peu fréquent et nous ne l'avons jusqu'ici pas encore rencontré dans les deux souterraines du Sénégal.

Si nous comparons cette eau à celle prélevée à Yéba dans le Tertiaire indifférencié, il est possible de supposer que la première dérive de la seconde par augmentation de la teneur en CO_3 Ca et Cl_2Mg .

En d'autres termes, il n'est pas impossible que l'eau du Paléocène soit issue du Tertiaire Indifférencié dont l'eau, très peu minéralisée et aggressive est susceptible de dissoudre les éléments calcaires et magnésiens contenus dans le Paléocène.

Le diagramme de l'eau de la nappe inférieure est très comparable à ceux des eaux du Maëstrichtien (Pout, Thiès).

Fig 3


R S en mg
Mg de Na calculé
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
250
200
150
100
50
0
Tenour en Na
Résidu sec
Temps des pompages
16h30 à 22h
9h30 à 18h
13h à 17h30
9/4 0h
12 h
18h
10/4 0h
12 h
11/4 0h
12/4 0h
12h

A N N E X E

L'utilisation des bentonites industrielles, roches argileuses, est susceptible de donner des phénomènes d'échange de base présentant certains inconvénients pour la comparaison des diagrammes ioniques des eaux. Pour éviter ces inconvénients il est indispensable de procéder à un pompage énergique et prolongé et à un nettoyage aussi complet que possible du trou de sondage avant tout prélèvement. On verra sur la figure 3 comment le résidu sec et la teneur en Na décroissent nettement au début du pompage. Ces deux quantités augmentent au repos et après une interruption on note des chiffres plus forts. Elles ont quelques fluctuations difficiles à expliquer. Une durée de pompage continu à fort débit (10 m3/heure au moins) supérieure à 6 heures paraît indispensable pour assurer la correction du prélèvement.