10962

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DE L'HYDRAULIQUE

DIRECTION DE L'ENERGIE ET DE L'HYDRAULIQUE

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE PHREATIQUE DE L'ILE DE SOR (Saint-Louis)

par

J. DEBUISSON

BRGM

DAK 67 - A 13

R E S U M E

L'étude hydrogéologique de la nappe superficielle de l'île de Sor entre dans le cadre d'un projet d'assainissement de la ville de Saint-Louis.

Les observations ont été faites au cours d'une année sur un réseau de 17 piézomètres, par un agent de la Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal.

De cette étude se dégagent les principaux faits suivants.

1°/- Les formations constituant le gisement de la nappe sont caractérisées par une faible perméabilité. Ce sont des sables, sables argileux et argiles ayant la consistance de vases d'une très mauvaise tenue.

2°/- La surface de la nappe d'eau est proche du sol, 2 m représentant la profondeur maximale observée. L'importance de la frange capillaire, de grande extension verticale, est à souligner.

3°/- L'alimentation de la nappe d'eau est uniquement sous la dépendance du régime des pluies. Aucun apport ne se fait par le fleuve Sénégal ou ses affluents.

4°/- Les eaux s'écoulent lentement sur tout le pourtour de la nappe qui affecte la forme d'un dôme ellipsoïdal, mais surtout en direction de l'Est et du Sud Est, avec des gradients hydrauliques de 2 à 8.10^{-4} environ.

5°/- Les eaux sont diversement minéralisées : le total des sels dissous varie entre 1 et 84 g/l.

Beaucoup de ces eaux sont douées d'une forte agressivité.

I - INTRODUCTION

Le marché n° 44/MEH/449/FM, financé sur le budget d'équipement du Sénégal, définit comme suit l'étude confiée au Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

1°/- Fourniture et pose de 17 piézomètres dans l'agglomération de Saint-Louis en vue de l'étude de la nappe superficielle.

2°/- Exploitation, dans un rapport final, des observations faites sur ces piézomètres par un agent de la Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal, pendant un an.

La connaissance des niveaux piézométriques de la nappe et de leurs fluctuations dans le temps entre dans le cadre d'un projet d'assainissement de l'agglomération de Saint-Louis.

La première phase des opérations, réalisée en fin du premier semestre de l'année 1966, a fait l'objet d'un rapport préliminaire notifiant entre autre le bon fonctionnement des ouvrages implantés.

Les observations faites durant un an ont débuté en juillet 1966 et se sont terminées en juillet 1967, au rythme d'une série de mesures par mois. Le présent rapport traitera essentiellement des connaissances acquises sur la nappe superficielle de Saint-Louis du fait de ces observations. Auparavant, et dans un but de synthèse de toutes les données recueillies au cours de l'étude, nous reviendrons brièvement sur les faits d'observation et conclusions déjà exposés dans un compte rendu de travaux préliminaire concernant la pose de ces piézomètres.

II - LE RESEAU DE PIEZOMETRES D'OBSERVATION

II.1 - Implantation

Le plan initial d'implantation des ouvrages proposé par le Bureau d'Etudes de la Direction de l'Hydraulique n'a finalement subi que peu de modifications. Celles-ci sont intervenues :

- soit pour soustraire le piézomètre aux intentions malveillantes et le préserver des dégradations volontaires malheureusement trop souvent constatées,
- soit pour éviter une submersion de l'ouvrage lors de la crue du fleuve,
- soit pour tenir compte des conditions imposées par l'habitat.

Les piézomètres ont été nivelés avec précision au niveau WILD, les cheminements partant des plus proches repères de nivellement.

II.2- Caractéristiques techniques des piézomètres (Pl. I)

Les piézomètres ont été confectionnés à partir de tubes de diamètre 66/76 mm, crépinés à la base sur 1,10 m par "coups de scie" transversaux. Une toile de tissu nylon enroulée sur le tube au niveau des perforations fait fonction de filtre contre l'ensablement. Le tableau de la Planche I donne les caractéristiques techniques de chaque piézomètre, la cote du sommet du tube ainsi que la cote du niveau de l'eau en fin des travaux, le 15 juillet 1966.

III - LITHOLOGIE DES TERRAINS

"Le bas-delta du fleuve Sénégal est un milieu géomorphologique complexe dans lequel s'exerce un colmatage actuel par épandages argilo-limoneux qui se produisent par décantation lors des décrues" (1). Les dépôts antérieurs à la dynamique actuelle résultent de transgressions et de régressions successives dont J. TRICART donne le schéma suivant :

- régression pré-ouljienne avec formation des dunes rouges
- transgression ouljienne dont l'action s'est manifestée
  - d'une manière destructive : arasement des dunes rouges, quasi-complet dans la région de Saint-Louis
  - d'une manière constructive : dépôts de bancs de sable
- régression pré-flandrienne avec remaniements éoliens des sables ouljiens et formation des dunes jaunes
- transgression flandrienne - maximale au Dunkerquien - avec dépôt de sables limoneux riches en coquilles
- régression post-dunkerquienne au cours de laquelle le bas-delta s'est édifié.

Les formations recoupées dans l'île de Sor au cours du fonçage des piézomètres appartiennent soit au Flandrien-sables et sables argileux coquilliers, argile sableuse, tous plus ou moins remaniés lors de l'édification du bas-delta- soit aux dépôts actuels argilo-limoneux. Ces derniers tapissent le fond des dépressions et se rencontrent essentiellement sur la bordure orientale de l'île de Sor où tous les piézomètres jalonnant du Nord au Sud

---

(1) J. TRICART : "Notice explicative de la carte géomorphologique du delta du Sénégal" - Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, n° 8, 1961.

la limite des terres inondées les ont traversés. Ces terrains ayant la consistance de vases sont d'une très mauvaise tenue.

En figures 1 et 2, nous donnons la coupe des terrains rencontrés à chaque emplacement de piézomètre et ci-dessous la description lithologique des formations.

III.1 - Coupe au droit des piézomètres

Nous adopterons la notation suivante :

- RM = ronds mats
- SRM = subronds mats

-P 1

de 0 à 0,15 m : sable grisâtre moyen hétérométrique, RM et SRM dominants, nombreux débris de coquilles

de 0,15 à 1,30 m : sable beige moyen hétérométrique, nombreux débris de coquilles, RM et SRM dominants

de 1,30 à 1,40 m : sable verdâtre légèrement plus grossier, débris de coquilles moins nombreux, RM et SRM dominants

de 1,40 à 1,45 m : sable très hétérométrique, moyen, débris de coquilles plus nombreux et plus gros

de 1,45 à 1,80 m : sable clair moyen avec traînées ferrugineuses

de 1,80 à 2,00 m : sable très hétérométrique moyen, petits débris de coquilles, RM et SRM dominants

de 2,00 à 2,89 m : sable fin beige.

-P 2

de 0 à 0,60 m : sable fin presque blanc, RM et SRM dominants

de 0,60 à 1,63m : argile sableuse grise avec passées ferrugineuses.

de 1,63 à 2,53m : sable très argileux noirâtre

de 2,53 à 3,84m : argile sableuse grisâtre.

- P 3

de 0 à 0,75m : sable gris moyen

de 0,75 à 3,80m : sable moyen grisâtre avec débris de coquillages

de 3,80 à 4,93m : argile grisâtre.

-P 4

de 0 à 1,10m : sable beige peu homométrique, fin, quelques débris de coquilles, RM et SRM dominants

de 1,10 à 3,80m : sable très clair fin, avec débris de coquilles plus nombreux, RM et SRM dominants.

-P 5

de 0 à 1,10m : sable fin jaunâtre peu homométrique, RM et SRM dominants.

-P 6

de 0 à 0,80m : argile sableuse plastique beige

de 0,80 à 1,10m : sable beige moyen avec passées ferrugineuses, RM et SRM dominants, hétérométriques

de 1,10 à 3,15m : sable grisâtre, moyen, RM et SRM dominants

de 3,15 à 3,80m : sable grisâtre, avec fin débris de coquilles RM et SRM dominants.

-P 7

de 0 à 1,05 m : sable grisâtre de surface

de 1,05 à 1,50 m : sable hétérométrique, débris de coquilles, RM et SRM dominants

de 1,50 à 1,60 m : sable moyen jaunâtre

de 1,60 à 4,00 m : sable fin blanchâtre avec débris de coquillages

de 4,00 à 4,75 m : sable grisâtre argileux.

-P 8

de 0 à 0,94 m : sable fin homométrique, RM et SRM dominants

de 0,94 à 2,10 m : sable fin blanc laiteux avec passées ferrugineuses homométriques, RM et SRM dominants

de 2,10 à 2,30 m : sable fin noirâtre avec quelques gros éléments très légèrement argileux, quelques débris de coquilles

de 2,30 à 3,80 m : sable fin argileux grisâtre avec débris de coquilles, RM et SRM dominants

de 3,80 à 4,50 m : sable très argileux grisâtre.

-P 9

de 0 à 0,10 m : sable de surface

de 0,10 à 2,60 m : sable grisâtre argileux fin homométrique, RM et SRM dominants

de 2,60 à 3,20 m : sable noirâtre argileux fin homométrique.

-P 10

de 0 à 1,20 m : argile plastique beige

de 1,20 à 3,10 m : sable argileux grisâtre

de 3,10 à 3,80 m : sable gris avec quelques débris de coquillages.

-P 11

de 0 à 0,90 m : sable gris hétérométrique avec fins débris de coquillages, RM et SRM dominants

de 0,90 à 2,80 m : sable grossier blanchâtre avec gros débris de coquillages, très hétérométrique.

-P 12

de 0 à 1,80 m : sable beige hétérométrique, débris de coquillages abondants, RM et SRM dominants

de 1,80 à 3,15 m : sable grossier, hétérométrique, débris de coquilles moins nombreux, RM et SRM dominants.

-P 13

de 0 à 0,73 m : argile sableuse gris jaunâtre ferrugineuse

de 0,73 à 1,90 m : sable argileux grisâtre

de 1,90 à 3,50 m : sable argileux grisâtre avec débris de coquillages.

-P 14

de 0 à 0,88 m : sable très argileux avec passées ferrugineuses

de 0,88 à 2,66 m : sable argileux grisâtre, fin, RM et SRM dominants

de 2,66 à 4,00 m : sable légèrement argileux, débris de coquillages peu nombreux.

-P 15

de 0 à 1,00 m : argile sableuse avec passées ferrugineuses

de 1,00 à 2,10 m : sable argileux grisâtre

de 2,10 à 2,80 m : sable argileux grisâtre avec débris de coquillages.

-P 16

de 0 à 1,10 m : argile sableuse avec passées ferrugineuses

de 1,10 à 3,20 m : argile sableuse grisâtre avec débris de coquillages.

-P 17

de 0 à 0,25 m : argile sableuse de couleur mastic

de 0,25 à 1,00 m : sable argileux blanchâtre, fin, homométrique, avec passées ferrugineuses

de 1,00 à 3,00 m : sable argileux fin, grisâtre, RM et SRM dominants.

POSE DES PIEZOMETRES A SAINT_LOUIS

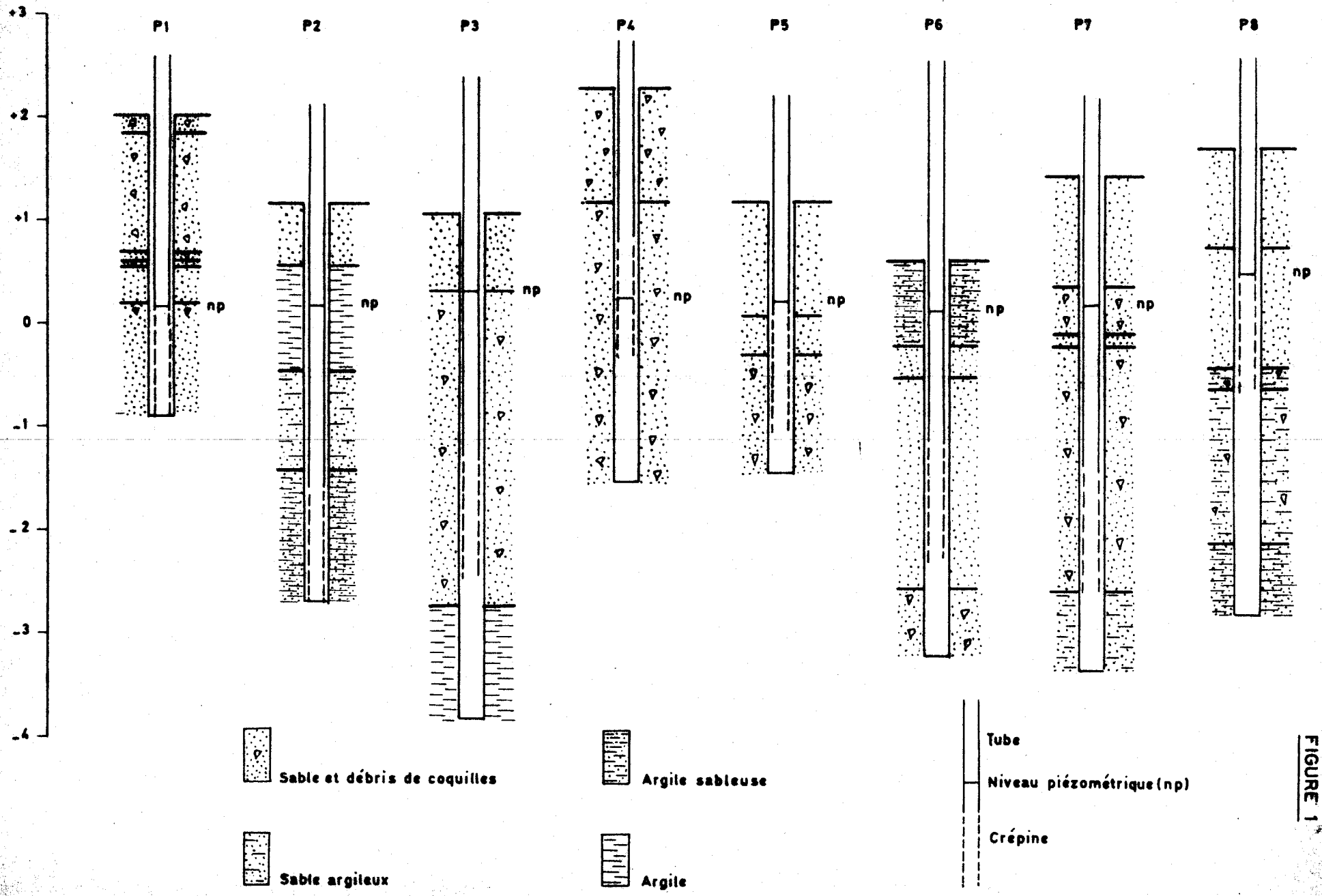

FIGURE 1

DAK 67_A 13

POSE DES PIEZOMETRES A SAINT_LOUIS

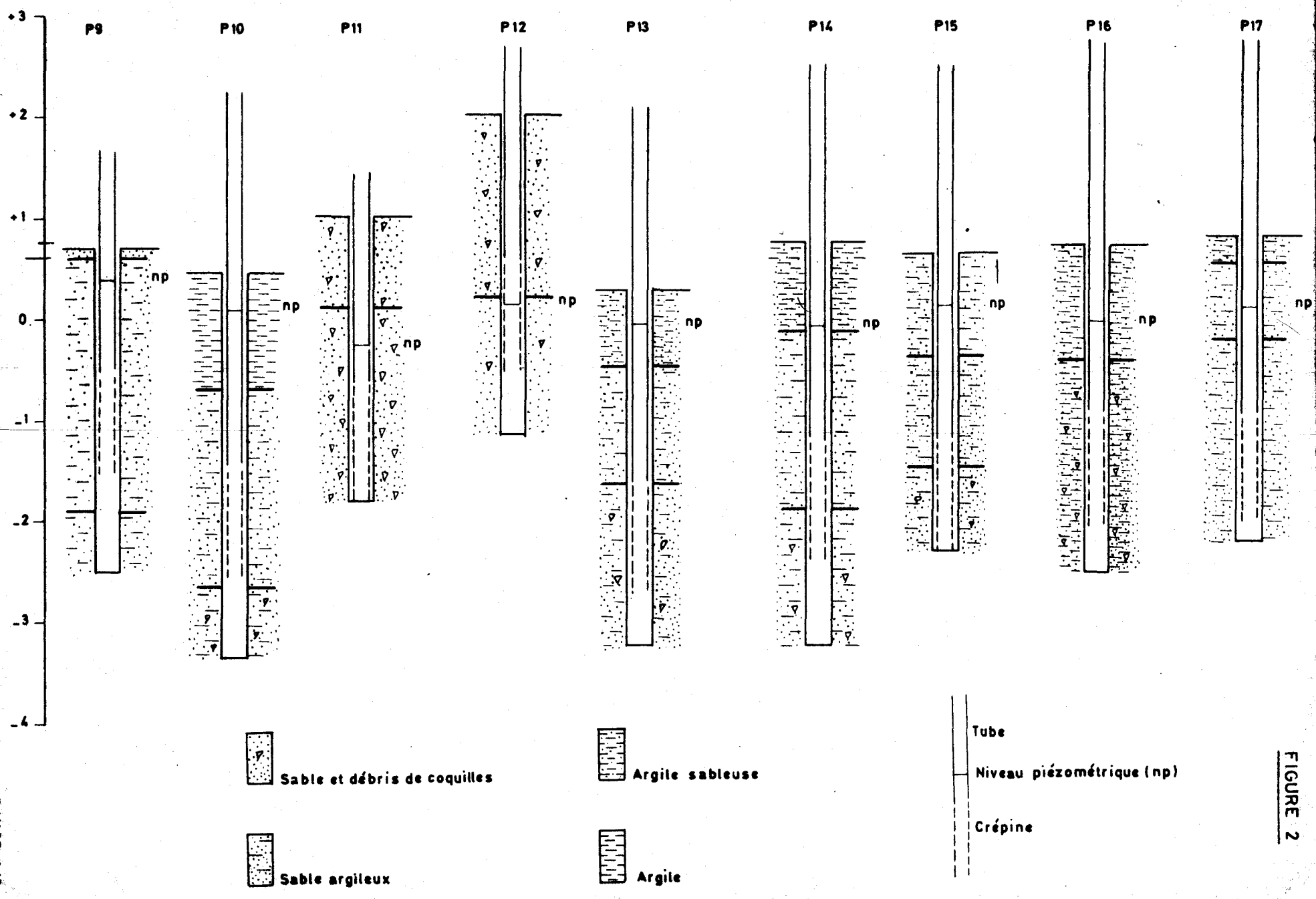

FIGURE 2

DAK 67_A 13

IV - MORPHOLOGIE DE LA NAPPE ET FLUCTUATIONS ANNUELLES DES NIVEAUX

IV.1- Morphologie et limites de la nappe (Pl. II-III-IV)

La nappe superficielle de l'île de Sor affecte sensiblement la forme d'un dôme ellipsoïdal dont le grand axe est dirigé Nord-Sud, sa morphologie étant calquée sur celle de l'île elle-même qui est ceinturée :

- au Nord et à l'Ouest, par le fleuve Sénégal,
- à l'Est et au Sud, par des marigots affluents du fleuve, des lagunes ou des zones marécageuses inondées durant la période de crue.

Toutes ces eaux de surface constituent les exutoires de la nappe qui s'y déverse de façon semble-t-il quasi permanente durant toute l'année. L'écoulement des eaux souterraines s'effectue sur tout le pourtour de la nappe à partir d'une crête de pression centrée sur les piézomètres P 8 et P 9 avec des gradients hydrauliques moyens, toujours faibles, et variables suivant le mois et la direction de l'écoulement :

- vers l'Est et le Sud, le gradient moyen est de l'ordre de 6 à 8.10^{-4}, (courbes isopièzes de janvier) (Pl. III),
- vers le Nord Ouest et vers l'Ouest, il est de l'ordre de 2.10^{-4}, mais il augmente rapidement en bordure du fleuve où les courbes piézométriques se resserrent, notamment au niveau du piézomètre P 3.

C'est là l'indice d'une plus faible perméabilité.

Au Sud Ouest, il faut signaler une anomalie positive où les courbes piézométriques traduisent un écoulement privilégié vers l'Est et vers l'Ouest, à partir d'une crête centrée sur les piézomètres P 12 et P 1.

IV.2- Fluctuations annuelles des niveaux (Pl. V-VI)

De juillet 1966 à juillet 1967, les niveaux d'eau dans tous les piézomètres ont été relevés une fois par mois. A partir de ces mesures, nous avons reporté pour chaque piézomètre la cote du niveau de l'eau dans le mois d'observation correspondant. Sous ce graphique des profils de niveaux d'eau figure la hauteur de pluie en millimètres, enregistrée dans le mois à la station de Saint-Louis, ainsi que la courbe cumulative des précipitations pour l'année

Certaines des mesures nous paraissent aberrantes, mais nous les avons toutes reportées telles qu'elles nous ont été communiquées. Cependant, en ce qui concerne la mesure du mois d'avril 1967 pour le piézomètre P 3 et la mesure du mois de juin 1967 pour le piézomètre P 2, nous avons fait figurer en trait discontinu la courbe probable de fluctuations en plus de la courbe que donnent les mesures portées sur les relevés transmis. En effet, nous pensons que pour ces mesures, une erreur égale à l'unité (1m) a été commise dans la lecture de l'appareil ou lors de la frappe dactylographiée des relevés.

A l'appui du graphique et pour analyser d'une façon plus commode les fluctuations saisonnières des niveaux d'eau, nous avons dressé un tableau (p. 14) où sont consignées pour chaque piézomètre les cotes maximale et minimale observées des niveaux piézométriques (avec le mois correspondant) ainsi que l'amplitude de la fluctuation. Les cotes s'étagent de -0,73 (étiage P 13) à +1,09 (crue P 1). Les amplitudes des variations saisonnières vont de 0,47 m à 1,37 m, et sont en relation avec la pluviosité.

Ce sont principalement les premières pluies qui contribuent le plus largement à alimenter la nappe et rehausser les niveaux. La hauteur de pluie du mois d'octobre 1966, bien que la plus importante, ne provoque plus qu'une remontée que l'on peut qualifier de minime comparée aux hausses des niveaux enregistrées les mois précédents. En effet c'est que la capacité d'infiltration des eaux de pluie dépend avant tout du coefficient de perméabilité des terrains. Or ce coefficient est ici faible, comme en atteste la lithologie des formations recoupées, essentiellement constituées d'argiles et de sables argileux. Mais un autre facteur intervient aussi : c'est l'intensité de la pluie. Les pluies de caractère orageux, instantanées et violentes, favorisent un ruissellement intense au détriment de l'infiltration. Ces pluies sont les plus fréquemment observées en septembre et en octobre sous climats tropicaux où il n'est pas rare qu'elles atteignent 150 à 200 mm pour quelques heures de précipitation.

Seules donc, les premières pluies participent pour la plus grande partie à l'alimentation de la nappe superficielle de Saint-Louis. Très vite, l'eau imbibe complètement le sol et l'observation de la frange capillaire qui arrive en surface du sol atteste de la saturation en eau des terrains.

La vitesse de réaction de la nappe à la réalimentation par les pluies est à peu près identique pour tous les emplacements; les tronçons des profils entre les mois de juillet et de septembre 1966 sont sensiblement parallèles entre eux. Seuls les profils des piézomètres P 17, P 6 et P 9 accusent un fléchissement entre août et septembre, ce dernier mois correspondant d'ailleurs pour P 17 et P 6 à la cote maximale observée. Le profil de P 9 pour lequel la cote maximale se situe en octobre a un fléchissement encore plus marqué.

Le piézomètre P 1 se singularise par la cote très élevée enregistrée le jour de la mesure faite en septembre mais en octobre, le niveau d'eau a retrouvé une cote normale qui est plus conforme à la réalité. Il semble que la mesure du mois de septembre soit entachée d'une erreur instrumentale, sans que l'on puisse rechercher d'autre explication.

Le mois correspondant à la cote maximale atteinte est variable suivant le piézomètre considéré. C'est octobre généralement. Le facteur déterminant est ici le degré de saturation des terrains directement lié à leur perméabilité.

La vidange de la nappe par ses exutoires naturels est assez régulière durant la saison sèche, sauf pour le piézomètre P 13 pour lequel le profil de décrue est très accentué. L'amplitude de fluctuation est d'ailleurs la plus importante enregistrée. L'évacuation très rapide des apports peut attester ici d'une meilleure perméabilité des terrains.

Le niveau d'eau de certains piézomètres - P 13, P 14, P 15, P 16, P 6, P 17 et P 5 - accuse une remontée en mai ou juin. En l'absence de toute réalimentation importante de la nappe par les pluies en cette période de l'année, il faut admettre la possibilité d'une reprise de l'infiltration des eaux de surface sur la bordure orientale de la nappe qui se trouve être en permanence inondée.

Le piézomètre P 1 se singularise par la cote très élevée enregistrée le jour de la mesure faite en septembre mais en octobre, le niveau d'eau a retrouvé une cote normale qui est plus conforme à la réalité. Il semble que la mesure du mois de septembre soit entachée d'une erreur instrumentale, sans que l'on puisse rechercher d'autre explication.

Le mois correspondant à la cote maximale atteinte est variable suivant le piézomètre considéré. C'est octobre généralement. Le facteur déterminant est ici le degré de saturation des terrains directement lié à leur perméabilité.

La vidange de la nappe par ses exutoires naturels est assez régulière durant la saison sèche, sauf pour le piézomètre P 13 pour lequel le profil de décrue est très accentué. L'amplitude de fluctuation est d'ailleurs la plus importante enregistrée. L'évacuation très rapide des apports peut attester ici d'une meilleure perméabilité des terrains.

Le niveau d'eau de certains piézomètres - P 13, P 14, P 15, P 16, P 6, P 17 et P 5 - accuse une remontée en mai ou juin. En l'absence de toute réalimentation importante de la nappe par les pluies en cette période de l'année, il faut admettre la possibilité d'une reprise de l'infiltration des eaux de surface sur la bordure orientale de la nappe qui se trouve être en permanence inondée.

COTES MAXIMALES ET MINIMALES DES NIVEAUX DANS CHAQUE PIEZOMETRE ET AMPLITUDES CORRESPONDANTES DES FLUCTUATIONS POUR L'ANNEE D'OBSERVATION

N° piézomètre	Mois	Cotes minimales des niveaux	Mois	Cotes maximales des niveaux	Amplitudes de fluctuation en m
P 9	juillet	+ 0,38	octobre	+ 0,85	0,47
P 2	mai	+ 0,07	septembre	+ 0,62	0,55
P 8	juillet	+ 0,45	octobre	+ 1,05	0,60
P 15	mai	+ 0,07	octobre	+ 0,68	0,61
P 10	juillet	+ 0,05	octobre	+ 0,67	0,62
P 4	juillet	+ 0,23	octobre	+ 0,88	0,65
P 7	juillet	+ 0,11	octobre	+ 0,76	0,65
P 11	juillet	- 0,27	octobre	+ 0,40	0,67
P 12	juillet	+ 0,12	octobre	+ 0,80	0,68
P 3	juillet	+ 0,30	octobre	+ 1,02	0,72
P 5	avril	- 0,03	septembre	+ 0,71	0,74
P 14	juillet	- 0,10	oct.-nov.	+ 0,74	0,84
P 17	mai	- 0,18	septembre	+ 0,66	0,84
P 6	mai	- 0,20	septembre	+ 0,67	0,87
P 16	mai	- 0,22	novembre	+ 0,65	0,87
P 1	juillet	+ 0,18	septembre	+ 1,09	0,91
P 13	juin	- 0,73	novembre	+ 0,64	1,37

V - RELATIONS ENTRE LES EAUX SOUTERRAINES ET LES EAUX LIBRES DU FLEUVE SENEGAL ET DE SES AFFLUENTS

Le fleuve Sénégal et les nombreux petits bras et affluents s'y déversant à la hauteur de Saint-Louis fonctionnent comme exutoires permanents de la nappe sans qu'il y ait apport inverse à une quelconque période de l'année. En fait, la vidange de la nappe s'effectue surtout en direction de l'Est et du Sud Est où les gradients hydrauliques sont beaucoup plus importants. Vers l'Ouest, les eaux souterraines s'écoulent très lentement. Aux abords du fleuve, la pente de la nappe augmente brutalement mais c'est là l'indice d'une plus faible perméabilité des terrains et non pas le signe d'un important débit.

La crue du fleuve ainsi que les variations de son niveau engendrées par le jeu des marées, sensible jusqu'en amont de Saint-Louis, n'ont pas non plus d'influence apparente sur la piézométrie de la nappe, contrairement à ce qu'il serait sensé de penser. Tout au moins, les répercussions ne se font pas sentir très loin. Elles existent peut-être au voisinage très immédiat du fleuve et sont alors très limitées, mais ne disposant que d'une mesure par mois, il n'est pas possible d'affirmer que les marées sont sans influence sur la nappe. Des observations plus précises et fréquentes faites durant 24 h et au moment de l'arrivée de l'onde de crue, sur un profil tel que P 2, P 9, P 15, devraient apporter confirmation de ce que nous avançons.

VI- VARIATIONS SAISONNIERES DE LA SURFACE PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE DE SAINT-LOUIS (Pl. II-III-IV)

Trois cartes en courbes isopièzes ont été établies d'après les mesures d'octobre 1966, de janvier et de mai 1967, qui nous donnent donc l'allure de la surface piézométrique à trois époques différentes de l'année s'étageant entre l'étiage et la crue.

La même structure d'ensemble apparaît sur ces trois cartes : allure de dôme grosso-modo ellipsoïdal, anomalie positive au Sud Ouest, centrée sur les piézomètres P 12 et P 1. L'aspect plus étalé des courbes isopièzes en octobre 1966 témoigne bien de l'alimentation apportée à la nappe par les pluies : la nappe "emmagasine" et son écoulement est très lent. En saison sèche, au fil des mois, l'écoulement s'accentue suivant les directions privilégiées signalées.

VII - CHIMIE DES EAUX

Une carte des isochlores (Pl. VII : courbes d'égales concentrations en ions Cl^-) a été dressée à partir des dosages effectués sur les eaux prélevées au mois de janvier 1967, et l'on retrouve pour ces isochlores le même ordonnancement que pour les courbes isopièzes : les concentrations les plus faibles se répartissent d'une part autour des points P 9, P 8, P 4, d'autre part autour des points P 11, P 12 et P 1; les fortes concentrations s'observent sur le pourtour est de la nappe et surtout au Sud Est, les eaux se chargeant de plus en plus en sels dissous dans le sens des écoulements.

La nappe de l'île de Sor est salée. Toutes les eaux ont un résidu sec supérieur à 1 g/l, compris entre 1,286 g (P 11) et 83,816 g (P 13) et sont du type chloruré-sodique comme on peut le constater sur les diagrammes semi-logarithmiques tracés à partir des analyses complètes effectuées sur 10 échantillons (fig. 3).

Les eaux des piézomètres P 3, P 4, P 5, P 6, P 10 et P 13 sont hypocarbonatées. Leur pH (1) varie entre 2,2 et 6,9 avec un excédent d'ions H^+ pour P 6, P 13 et P 3. <u>Ces eaux sont fortement agressives</u>, c'est à dire qu'elles possèdent au plus haut degré la faculté de dissoudre du carbonate de chaux.

---

(1) Il s'agit de pH mesurés au laboratoire, dont les valeurs sont toujours plus élevées que celles des pH mesurés sur le terrain (échappement des gaz dissous). Les pH dont il est fait état ici ne peuvent donc être que surestimés.

Les eaux des piézomètres 8 et 12, dont le pH est voisin de 8, sont par contre hypercarbonatées.

Les eaux des piézomètres 11 et 15, avec pH compris entre 7 et 8, sont normalement carbonatées.

Divers auteurs ont proposé des méthodes qui aboutissent à définir le degré d'agressivité d'une eau. La validité de ces méthodes est malheureusement limitée aux eaux douces dont le résidu sec n'excède pas 1 g/l, et en aucun cas on ne saurait les appliquer à toutes ces eaux très minéralisées.

On trouvera dans le tableau p. 19, les résultats des analyses complètes et des dosages de chlorures effectuées sur des échantillons d'eau prélevés le 27 janvier 1967 dans les piézomètres de Saint-Louis.