

10962

REPUBLIQUE DU SENEGAL

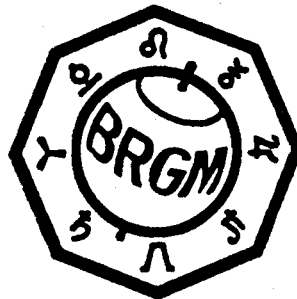
MINISTERE DE L'ENERGIE ET DE L'HYDRAULIQUE

DIRECTION DE L'ENERGIE ET DE L'HYDRAULIQUE

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

par

J. DEBUISSON



DAK 67 - A 13

5200A

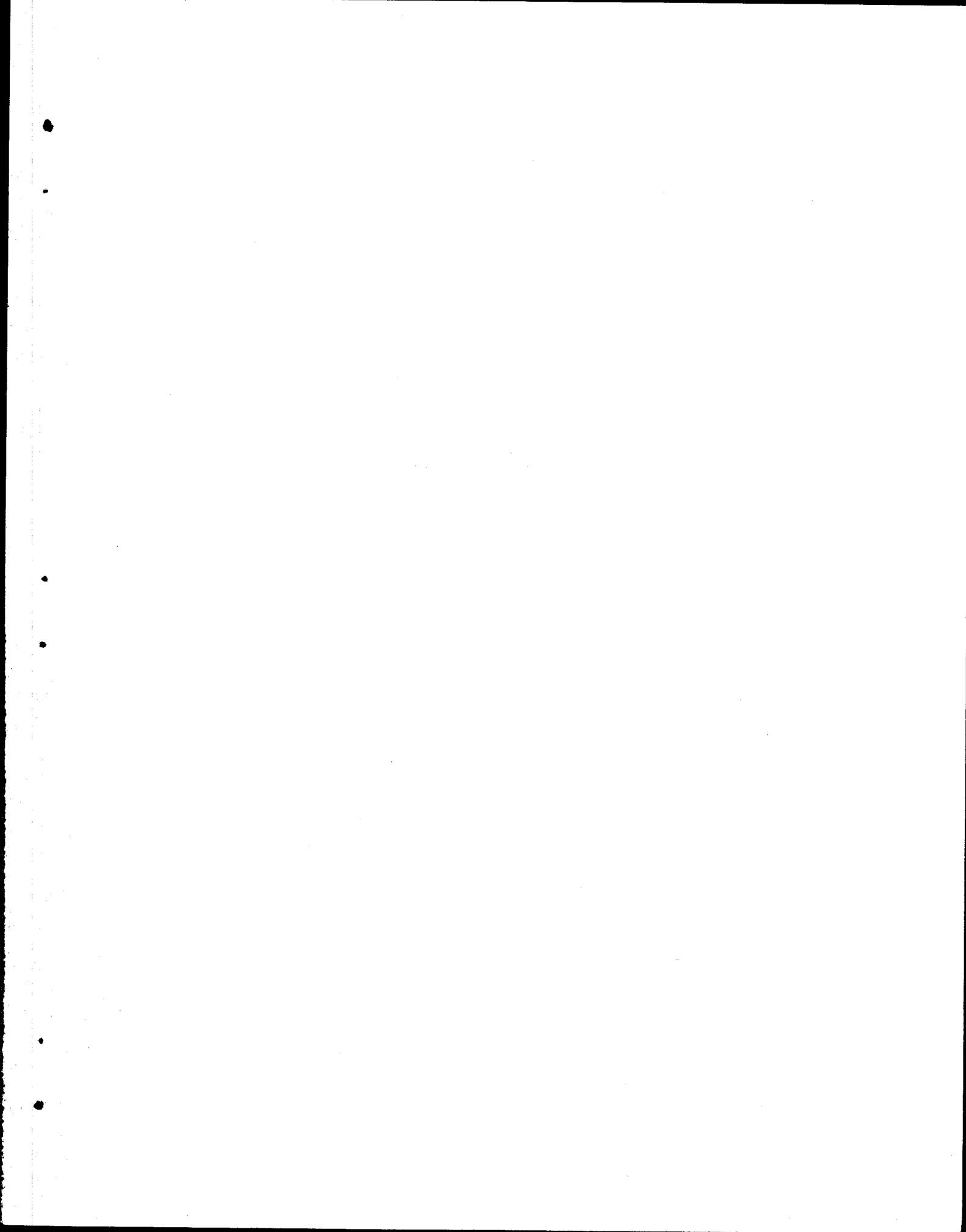


Table A

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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.

1912

Received of the Treasurer of the
Board of Directors of the
City of New York
the sum of \$100.00
for the year 1912

Witness my hand and seal
this 1st day of January
1913

Mayor of the City of New York

City of New York

Comptroller of the City of New York

City of New York

City of New York

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.

THEORY OF THE EARTH

1. THE EARTH'S CRUST

The crust is the outermost layer of the Earth, and is composed of various rocks and minerals. It is the layer that we live on, and it is the layer that we see.

The crust is divided into two main parts: the continental crust and the oceanic crust. The continental crust is made of lighter rocks, and is thicker than the oceanic crust. The oceanic crust is made of heavier rocks, and is thinner than the continental crust.

The crust is also divided into two main types: the primary crust and the secondary crust. The primary crust is the oldest crust, and is made of rocks that are older than the secondary crust. The secondary crust is made of rocks that are younger than the primary crust.

The crust is also divided into two main layers: the upper crust and the lower crust. The upper crust is the layer that we live on, and is the layer that we see. The lower crust is the layer that is below the upper crust, and is the layer that we cannot see.

The crust is also divided into two main regions: the continental shelf and the continental slope. The continental shelf is the flat part of the crust, and is the part that we live on. The continental slope is the sloping part of the crust, and is the part that we cannot see.

The crust is also divided into two main types of rocks: igneous rocks and sedimentary rocks. Igneous rocks are made of molten material, and sedimentary rocks are made of material that has been deposited on the surface of the Earth.

The crust is also divided into two main types of minerals: silicate minerals and non-silicate minerals. Silicate minerals are made of silicon and oxygen, and non-silicate minerals are made of other elements.

The crust is also divided into two main types of structures: the continental shelf and the continental slope. The continental shelf is the flat part of the crust, and is the part that we live on. The continental slope is the sloping part of the crust, and is the part that we cannot see.

The crust is also divided into two main types of rocks: igneous rocks and sedimentary rocks. Igneous rocks are made of molten material, and sedimentary rocks are made of material that has been deposited on the surface of the Earth.

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.

THE HISTORY OF THE UNITED STATES

The history of the United States is a story of growth and change. From the first settlers to the present day, the nation has evolved through various stages of development. The early years were marked by exploration and settlement, followed by a period of rapid expansion and industrialization. The American Revolution and the Civil War were pivotal moments in the nation's history, shaping its identity and values. The 20th century brought significant social and political changes, including the rise of the American Dream and the challenges of the Cold War. Today, the United States continues to grow and adapt to a globalized world.

The history of the United States is a story of growth and change. From the first settlers to the present day, the nation has evolved through various stages of development. The early years were marked by exploration and settlement, followed by a period of rapid expansion and industrialization. The American Revolution and the Civil War were pivotal moments in the nation's history, shaping its identity and values. The 20th century brought significant social and political changes, including the rise of the American Dream and the challenges of the Cold War. Today, the United States continues to grow and adapt to a globalized world.

The history of the United States is a story of growth and change. From the first settlers to the present day, the nation has evolved through various stages of development. The early years were marked by exploration and settlement, followed by a period of rapid expansion and industrialization. The American Revolution and the Civil War were pivotal moments in the nation's history, shaping its identity and values. The 20th century brought significant social and political changes, including the rise of the American Dream and the challenges of the Cold War. Today, the United States continues to grow and adapt to a globalized world.

The history of the United States is a story of growth and change. From the first settlers to the present day, the nation has evolved through various stages of development. The early years were marked by exploration and settlement, followed by a period of rapid expansion and industrialization. The American Revolution and the Civil War were pivotal moments in the nation's history, shaping its identity and values. The 20th century brought significant social and political changes, including the rise of the American Dream and the challenges of the Cold War. Today, the United States continues to grow and adapt to a globalized world.

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 ouljien 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.

THE HISTORY OF THE UNITED STATES

OF THE UNITED STATES OF AMERICA

The history of the United States is a story of a people who have grown from a small group of settlers on a remote island to a great nation that spans a continent. The story begins with the first settlers, who came to the Americas in search of a new home. They found a land of great beauty and abundance, but they also found a land that was already inhabited by a people who had lived there for thousands of years. The settlers and the native Americans lived in peace for many years, but then the settlers began to push the native Americans off their land. This led to a series of wars that ended in the defeat of the native Americans. The settlers then began to build a new nation, one that was based on the principles of liberty and justice for all.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

The new nation was built on the principles of liberty and justice for all. The settlers believed that every person had the right to life, liberty, and the pursuit of happiness. They believed that the government should protect these rights and should not interfere with the freedom of the people. These principles became the foundation of the new nation.

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.

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

...the ... of ...
...the ... of ...
...the ... of ...

- 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.

the following table is a summary of the results of the
 experiments conducted on the various types of soil.

The first column shows the type of soil used.

The second column shows the amount of water used.

The third column shows the amount of fertilizer used.

The fourth column shows the amount of seed used.

The fifth column shows the amount of seedling used.

The sixth column shows the amount of seedling used.

The seventh column shows the amount of seedling used.

The eighth column shows the amount of seedling used.

The ninth column shows the amount of seedling used.

The tenth column shows the amount of seedling used.

The eleventh column shows the amount of seedling used.

The twelfth column shows the amount of seedling used.

The thirteenth column shows the amount of seedling used.

The fourteenth column shows the amount of seedling used.

The fifteenth column shows the amount of seedling used.

-P 7

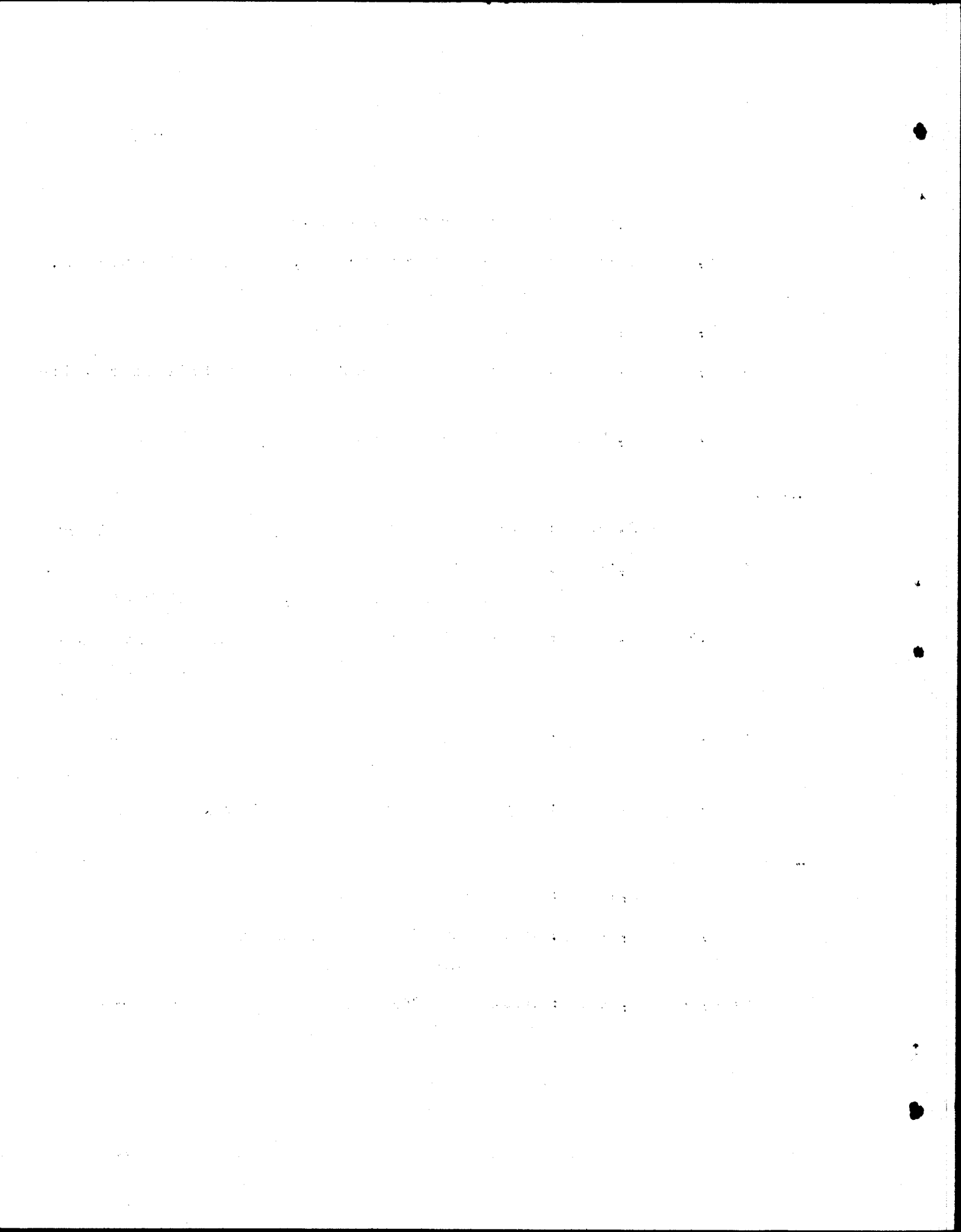
- de 0 à 1,05 m : sable grisâtre de surface
- de 1,05 à 1,50 m : sable hétérométrique, débris de coquilles,
RM et SRM dominants
- de 1,50 à 1,60 m : sable moyen jaunâtre
- de 1,60 à 4,00 m : sable fin blanchâtre avec débris de coquilles
- de 4,00 à 4,75 m : sable grisâtre argileux.

-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.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes the need for transparency and accountability in financial reporting.

2. The second part of the document outlines the various methods and techniques used to collect and analyze data. It includes a detailed description of the experimental procedures and the statistical analysis performed.

3. The third part of the document presents the results of the study. It includes a series of tables and graphs that illustrate the findings of the research. The data shows a clear trend of increasing activity over time.

4. The fourth part of the document discusses the implications of the findings. It suggests that the results have significant implications for the field of study and may lead to further research in this area.

5. The fifth part of the document concludes the study. It summarizes the main findings and provides a final statement on the importance of the research.

-P 15

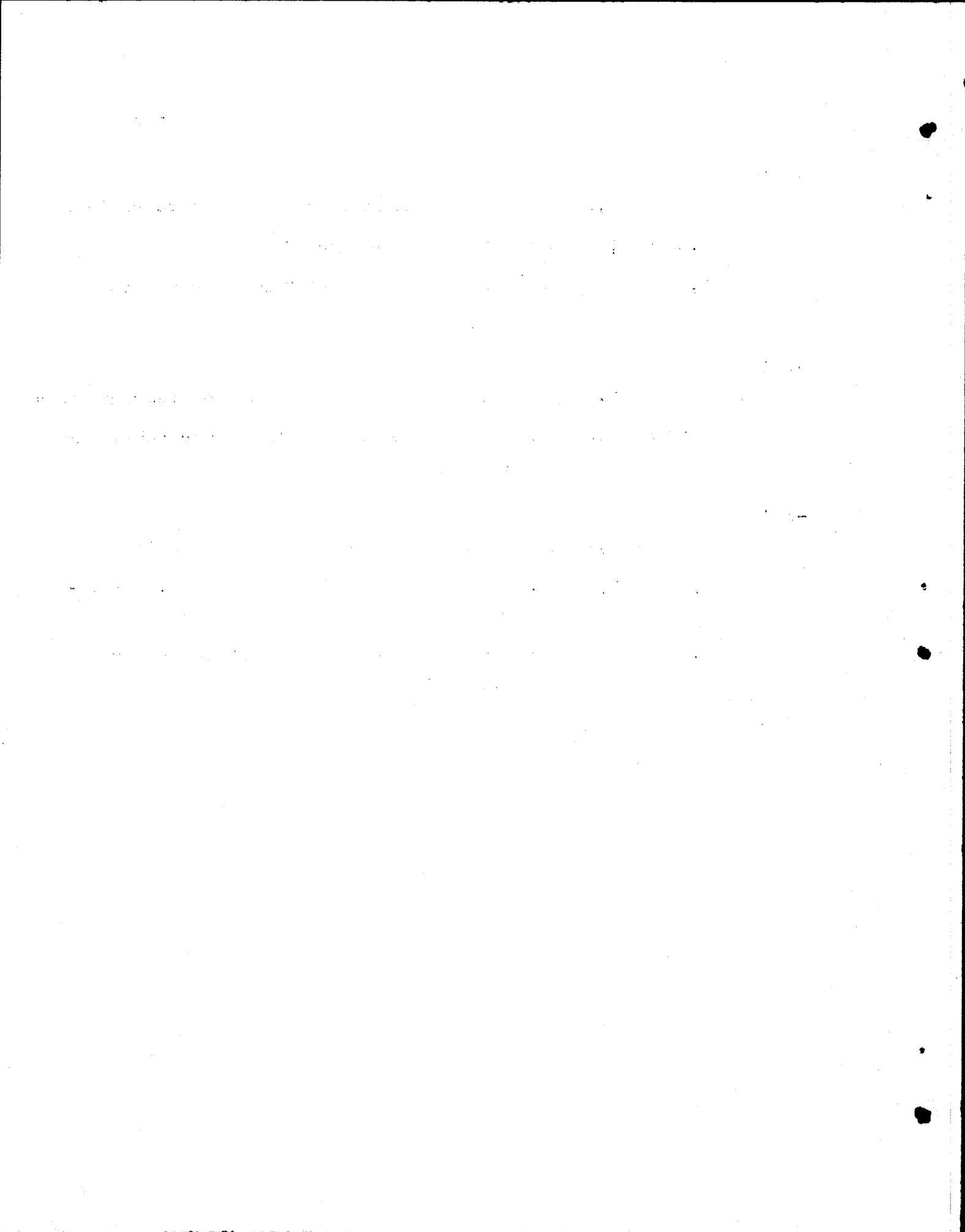
de 0 à 1,00 m : argile sableuse avec passées ferrugineuses
de 1,00 à 2,10 m : sable argileux grisâtre
de 2,10 à 2,80 m : sable argileux grisâtre avec débris de
coquillages.

-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, homomé-
trique, avec passées ferrugineuses
de 1,00 à 3,00 m : sable argileux fin, grisâtre, RM et
SRM dominants.



POSE DES PIEZOMETRES A SAINT-LOUIS

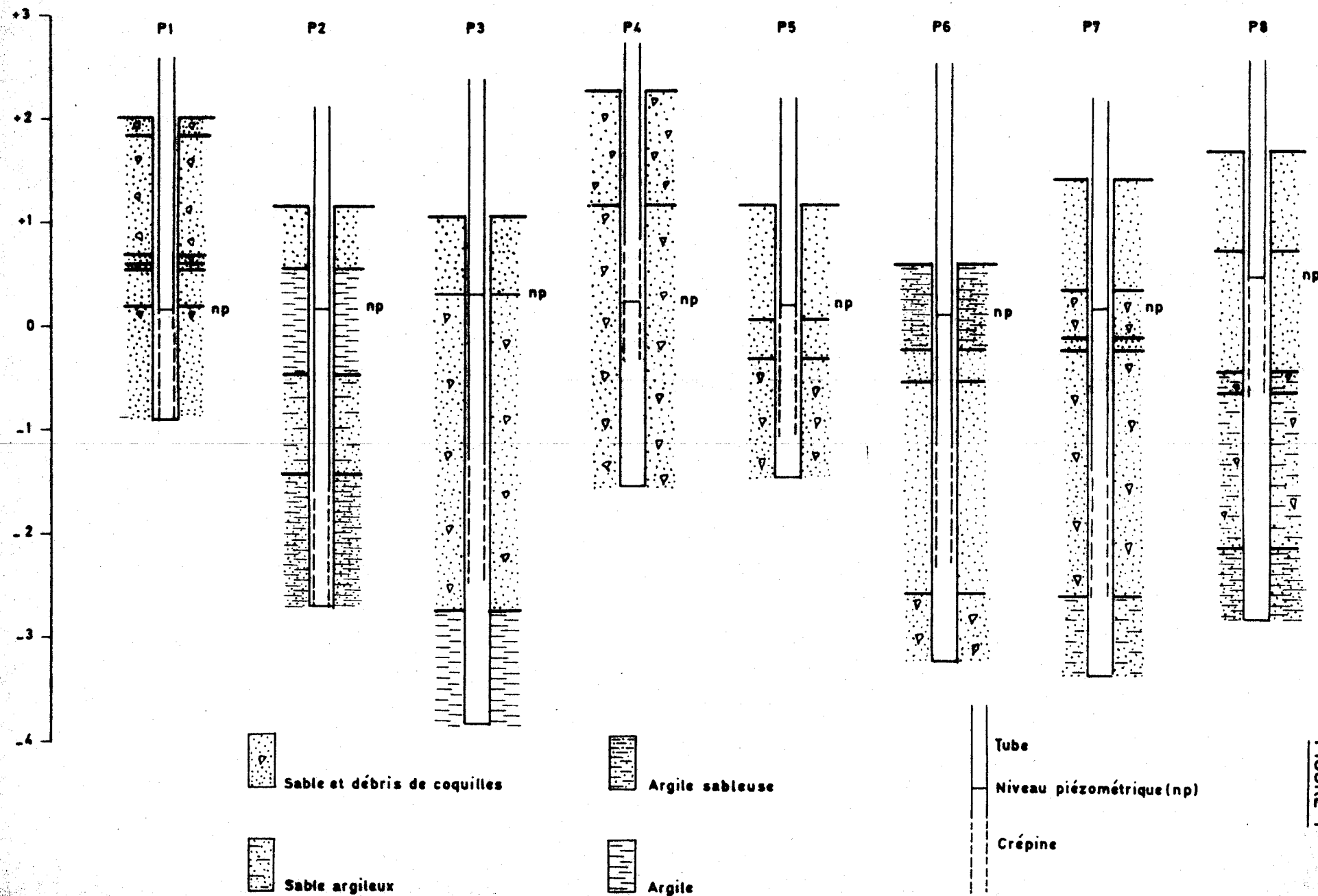
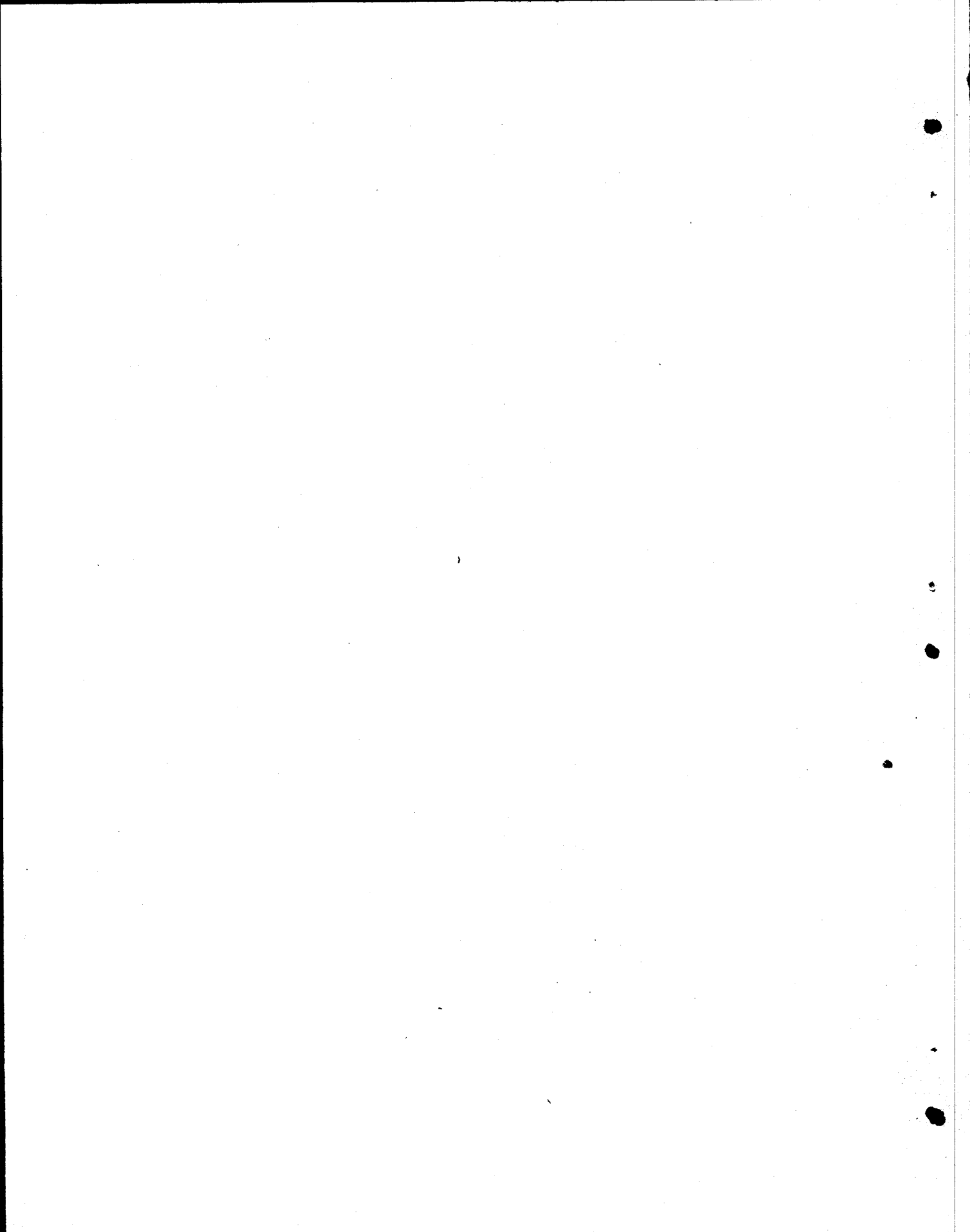
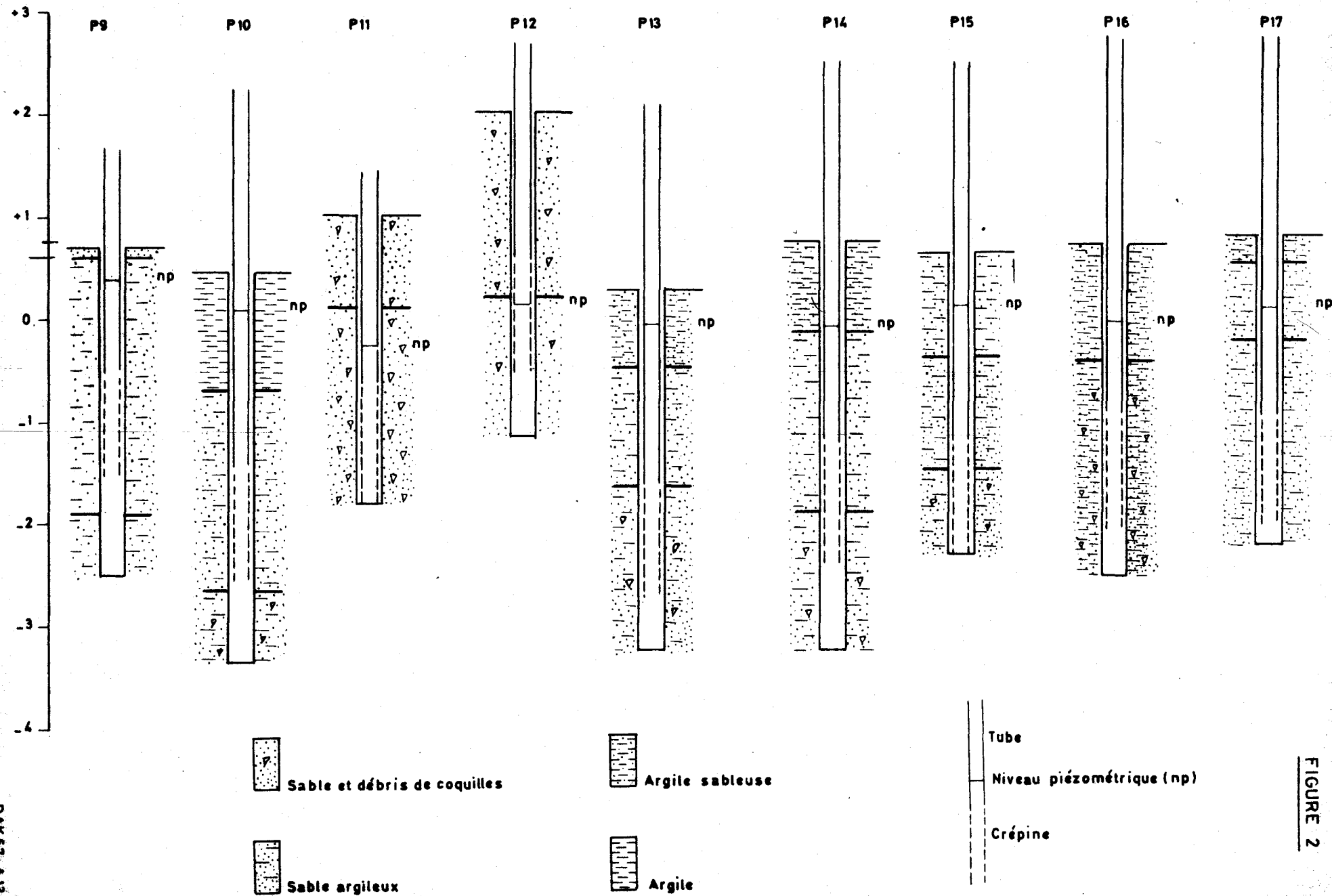


FIGURE 1



POSE DES PIEZOMETRES A SAINT-LOUIS



DAK 67-A13

FIGURE 2

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 $6 \text{ à } 8.10^{-4}$, (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.

1944

The first part of the year was spent in the field, working on the collection of plants and animals. The weather was generally good, but there were some periods of rain and fog.

The second part of the year was spent in the laboratory, working on the analysis of the specimens collected in the field. The results of the analysis were generally good, but there were some periods of delay.

The third part of the year was spent in the field, working on the collection of plants and animals. The weather was generally good, but there were some periods of rain and fog.

The fourth part of the year was spent in the laboratory, working on the analysis of the specimens collected in the field. The results of the analysis were generally good, but there were some periods of delay.

The fifth part of the year was spent in the field, working on the collection of plants and animals. The weather was generally good, but there were some periods of rain and fog.

The sixth part of the year was spent in the laboratory, working on the analysis of the specimens collected in the field. The results of the analysis were generally good, but there were some periods of delay.

The seventh part of the year was spent in the field, working on the collection of plants and animals. The weather was generally good, but there were some periods of rain and fog.

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.

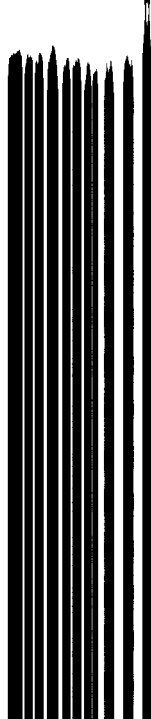
La vitesse de réaction de la nappe à la réalimentation par les pluies est à peu près identique pour tous les emplacements; les tronçons des profils entre les mois de juillet et de septembre 1966 sont sensiblement parallèles entre eux. Seuls les profils des piézomètres P 17, P 6 et P 9 accusent un fléchissement 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.

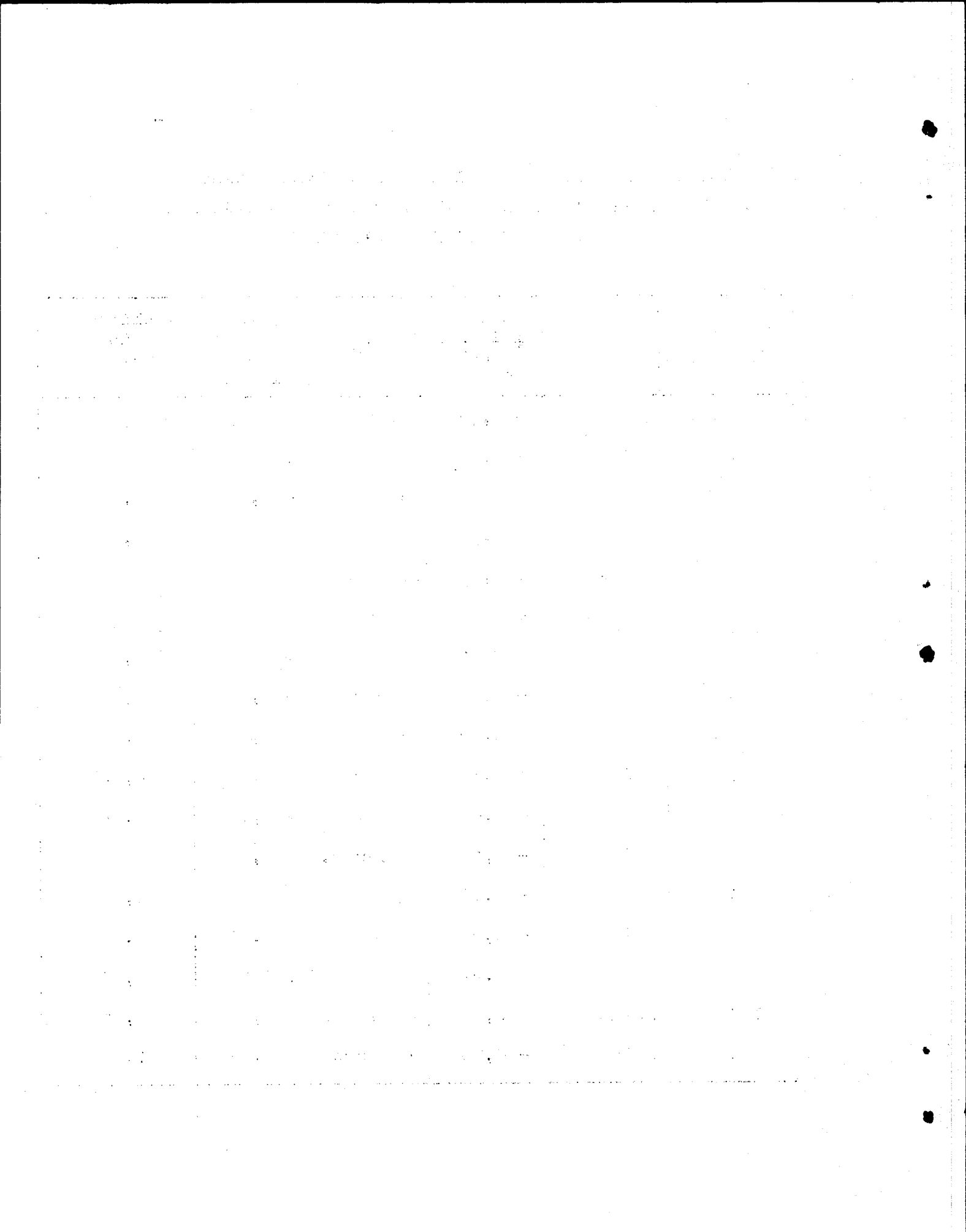
La vidange de la nappe par ses exutoires naturels est assez régulière durant la saison sèche, sauf pour le piézomètre P 13 pour lequel le profil de décrue est très accentué. L'amplitude de fluctuation est d'ailleurs la plus importante enregistrée. L'évacuation très rapide des apports peut attester ici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

100

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.

100

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study.

2. The second part of the report is a detailed description of the methods used in the study.

3. The third part of the report is a discussion of the results of the study.

4. The fourth part of the report is a conclusion and a list of references.

5. The fifth part of the report is a list of appendices.

6. The sixth part of the report is a list of figures and tables.

7. The seventh part of the report is a list of footnotes.

8. The eighth part of the report is a list of acknowledgments.

9. The ninth part of the report is a list of abbreviations.

10. The tenth part of the report is a list of symbols.

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'accroît suivant les directions privilégiées signalées.

$\frac{1}{2} \log \frac{1}{2}$

[illegible][illegible]

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. Ces eaux sont fortement agressives, 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.

[illegible][illegible]

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.

