

17.500 CAR

FC/SF

INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES VIVRIERES

(I . R . A . T .)

AIDE MEMOIRE

SUR LES RESSOURCES HYDRIQUES DU SENEGAL

- APERCU CLIMATOLOGIQUE
- CONDENSE GEOLOGIQUE
- NAPPES AQUIFERES

Rassemblé

par F. CARRERAS

Chef du Bureau d'Etudes

de l'IRAT/Sénégal

Décembre 1973

Centre national de la Recherche agronomique
de BAMBEY (Sénégal)

17.500 CAR



FC/SF

INSTITUT DE RECHERCHES AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES VIVRIERES

(I . R . A . T .)

AIDE MEMOIRE

SUR LES RESSOURCES HYDRIQUES DU SENEGAL

- APERCU CLIMATOLOGIQUE
- CONDENSE GEOLOGIQUE
- NAPPES AQUIFERES

Rassemblé

par F. CARRERAS

Chef du Bureau d'Etudes

de l'IRAT/Sénégal

Décembre 1973

Centre national de la Recherche agronomique
de BAMBEY (Sénégal)

S O M M A I R E

	<u>pages et figures</u>	
Avertissement	p. 1	
I.- <u>Climatologie</u>	p. 2	
Carte des précipitations	p. 3	f. 1
Carte des températures	p. 4	f. 2
ETP moyenne d'hivernage utile en mm/jour d'après la pluviométrie moyenne par jour d'hivernage utile 1932-1965	p. 5	f. 3
II.- <u>Géologie</u>	p. 6	
Maestrichtien : Morphologie de la surface piézométrique (emplacement des coupes géologiques)	p. 7	f. 4
Coupe géologique donnant un aperçu approxi- matif des isohyètes des diverses formations rencontrées	p. 8	f. 5
III.- <u>Hydrogéologie</u>	p. 9	
A - Les nappes au Sénégal	p. 9	
Carte hydrochimique des nappes phréatiques	p. 16	f. 6
Points de repère et courbes de profondeur du plafond maestrichtien comparativement à la cote 0 IGN	p. 17	f. 7
Hauteurs plafond du maestrichtien comparati- vement à la cote 0 IGN	p. 18	f. 8
B - Caractéristiques hydrochimiques	p. 19	
Esquisses hydrochimiques de la nappe des sables "Maestrichtiens" (II : Composition chimique)	p. 21	f. 9
Esquisses hydrochimiques de la nappe des sables "Maestrichtiens" (I : Résidus secs)	p. 22	f. 10
Esquisses hydrochimiques de la nappe des sables "Maestrichtiens" (III : pH-CO2 libre)	p. 23	f. 11
Annexe glossaire des principaux termes géolo- giques et hydrogéologiques	p. 24-25	

A V E R T I S S E M E N T

Le présent aide mémoire a été préparé à l'intention des chercheurs et ingénieurs se préoccupant de l'utilisation optimale des ressources hydriques du Sénégal au bénéfice de l'agriculture.

Il contribuera peut être à rappeler que face aux graves et imprévisibles risques de la sécheresse il existe des possibilités et réserves hydriques considérables, dont la mise en oeuvre constitue la première priorité des responsables du développement agricole du pays.

Les éléments du document concernant les nappes aquifères sont extraits de :

"Notice explicative de la Carte hydrogéologique du Sénégal au 1/500.000ème (coupes fig. 4 bis), et de la Carte hydrochimique au 1/1.000.000ème", élaborée en 1967 par MM. I. DEPAGNE et H. MOUSSU.

Les données climatologiques ont été fournis par C. DANCETTE, Division de Bioclimatologie, CNRA Bambey.

I.- CLIMATOLOGIE

Les facteurs climatologiques sont évidemment prépondérants tant dans les possibilités d'alimentation des nappes aquifères, par les précipitations météoriques, que dans les pertes provoquées par le mécanisme évaporatoire.

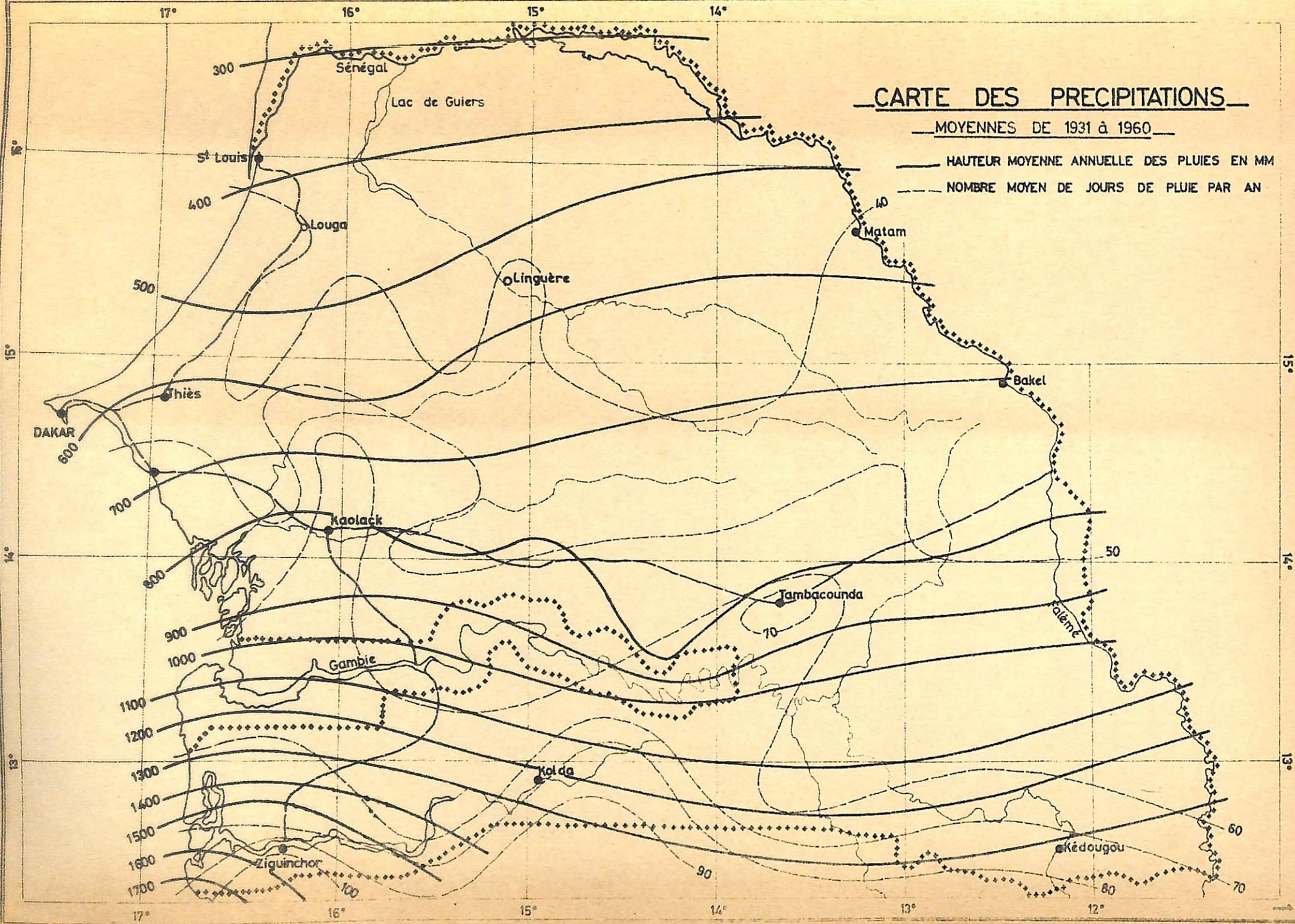
On peut considérer qu'au dessous du seuil des 400 mm de pluie les nappes, à part de très rares exceptions, ne sont pas alimentées par les précipitations et que de ce fait, il est nécessaire d'être très prudent quant aux possibilités de leur utilisation massive pour les besoins de l'irrigation.

Les cartes I, II, III (Précipitations - Températures - Evaporation) nous donnent un aperçu des possibilités de réalimentation des nappes les plus importantes du Sénégal, leur profondeur approximative ainsi que les coupes géologiques (n°4).

CARTE DES PRECIPITATIONS

MOYENNES DE 1931 à 1960

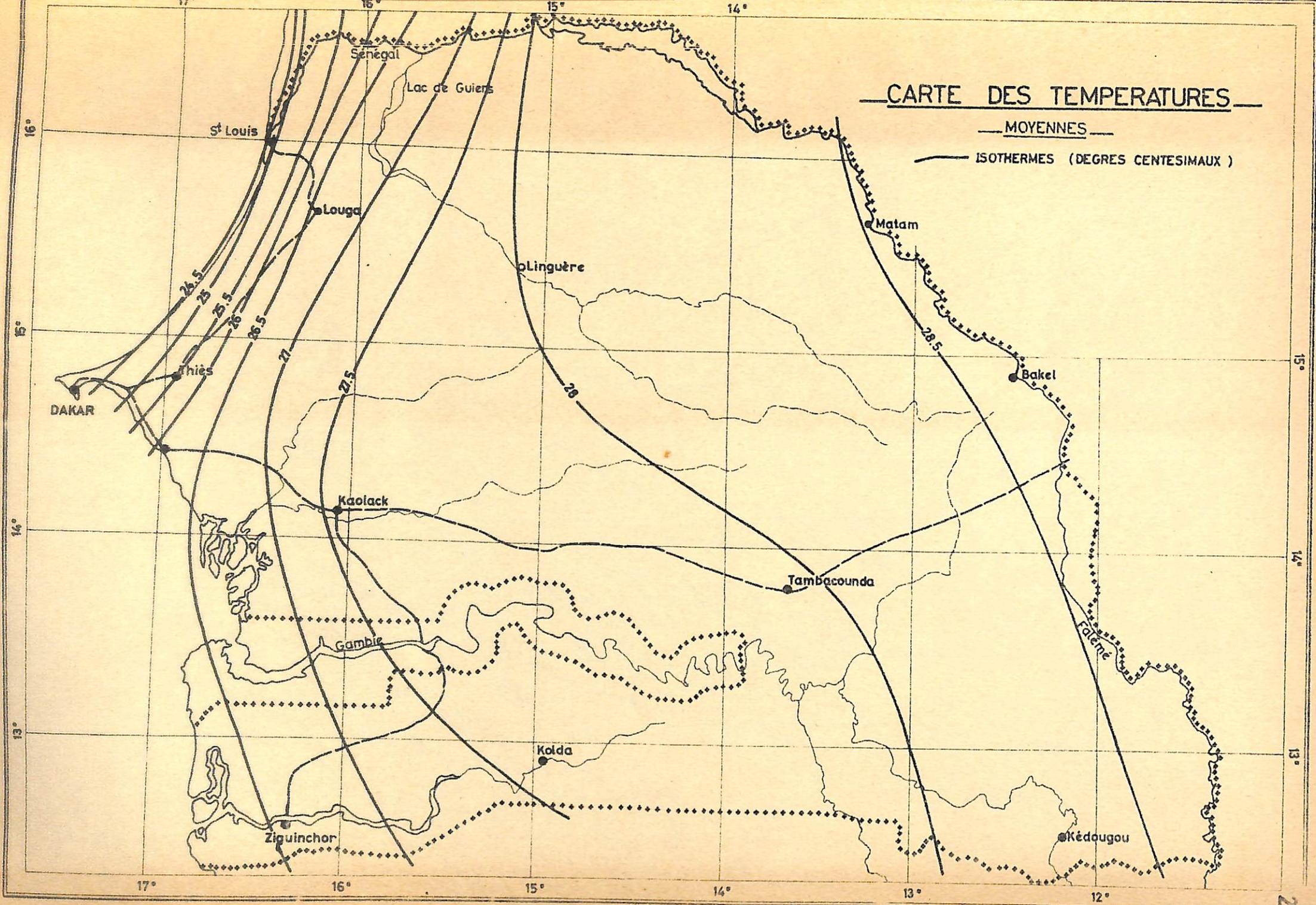
- HAUTEUR MOYENNE ANNUELLE DES PLUIES EN MM
- - - NOMBRE MOYEN DE JOURS DE PLUIE PAR AN



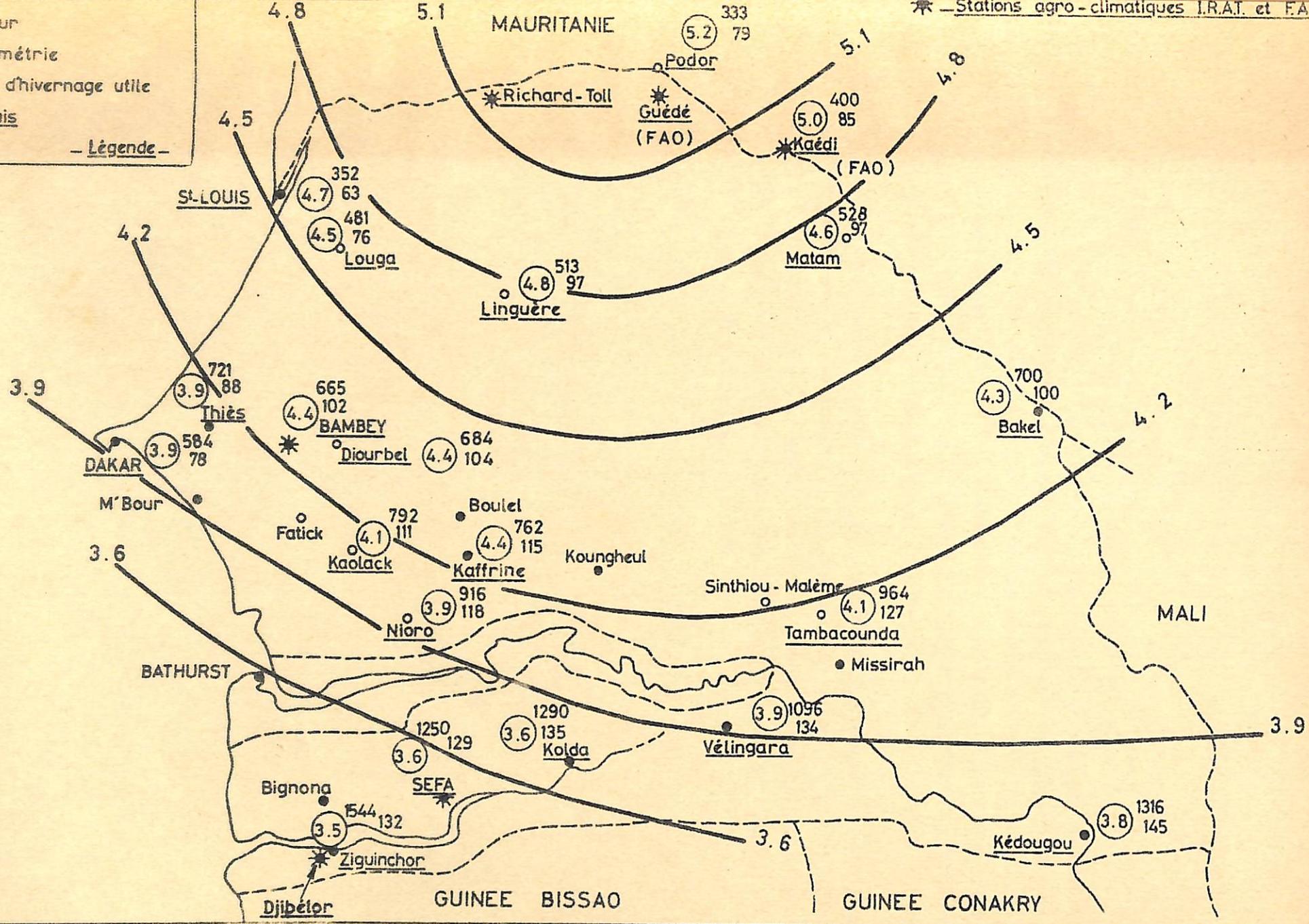
CARTE DES TEMPERATURES

— MOYENNES —

— ISOTHERMES (DEGRES CENTESIMAUX)



ETP mm / jour
 (4.7) 352 pluviométrie
 63 durée d'hivernage utile
 ○ St-Louis
 - Légende -



ETP moyenne d'hivernage utile en mm/jour d'après la pluviométrie moyenne par jour d'hivernage utile 1932 - 1965

II.- GEOLOGIE

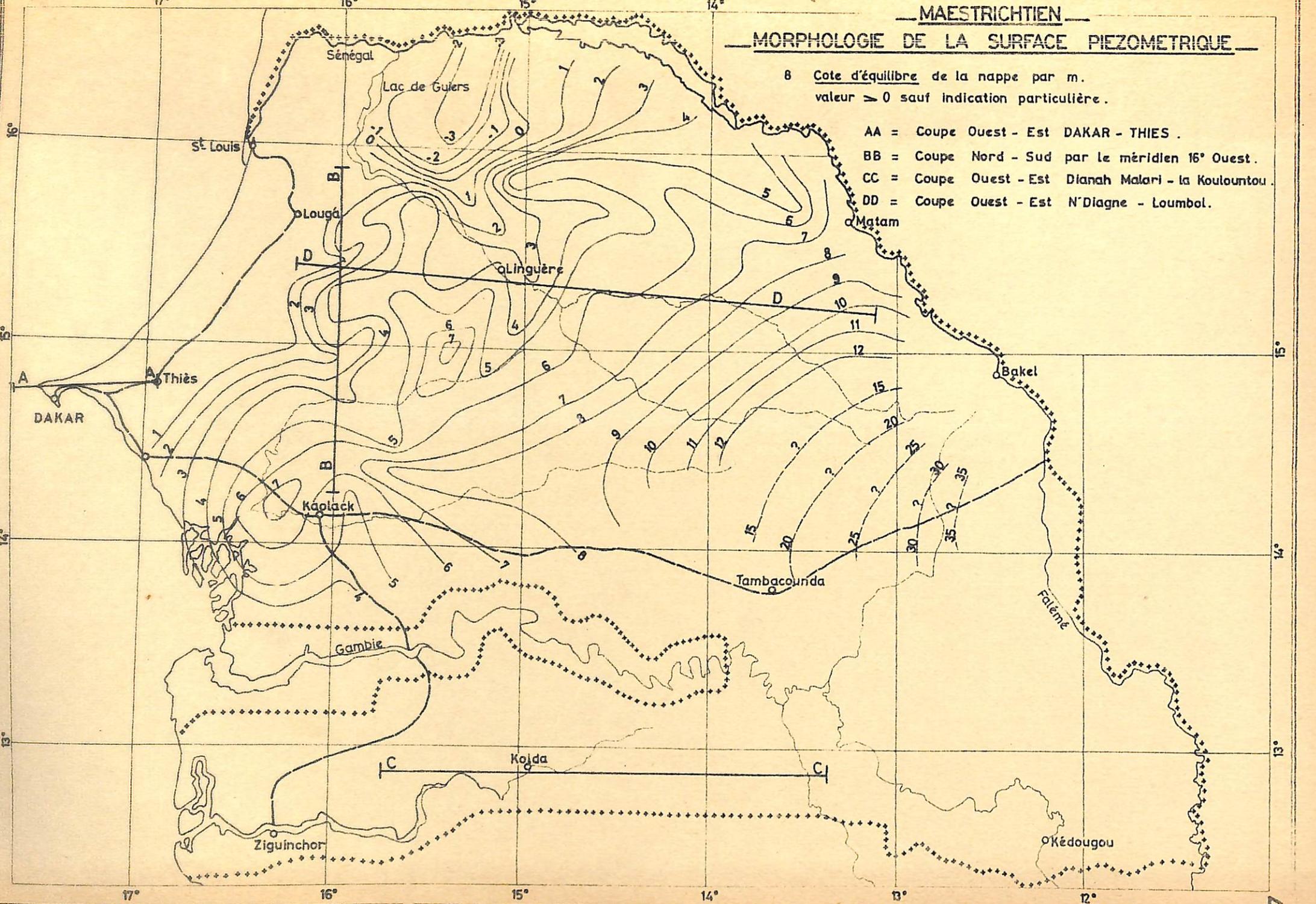
Les coupes jointes (fig.4) nous donnent un aperçu des formations principales rencontrées dans les régions aquifères les plus intéressantes. Le Sénégal oriental, de par sa formation ancienne (terrains antécambriens ou primaires le plus souvent cristallins ou métamorphiques) n'offrant aucune possibilité de formations aquifères suffisamment importantes pour être exploitées, n'est pas répertorié.

Ces coupes provenant de la projection de forages ne sont que très approximatives et de ce fait il est possible de rencontrer, lors du creusement d'un puits, des couches sédimentaires assez hétérogènes. Toutefois, elles donnent une idée générale pouvant servir de base à l'étude de coûts de forages ou de percements de puits.

MORPHOLOGIE DE LA SURFACE PIEZOMETRIQUE

8 Cote d'équilibre de la nappe par m.
valeur > 0 sauf indication particulière.

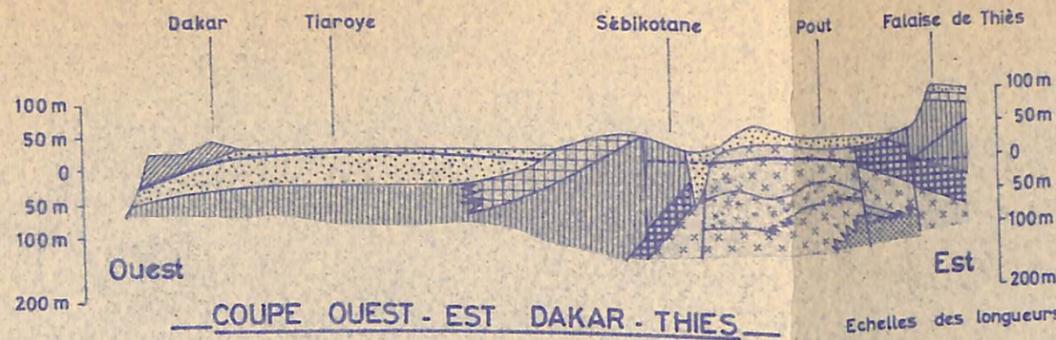
- AA = Coupe Ouest - Est DAKAR - THIES .
- BB = Coupe Nord - Sud par le méridien 16° Ouest .
- CC = Coupe Ouest - Est Dianah Malari - la Koulountou .
- DD = Coupe Ouest - Est N'Diagne - Loumbol .



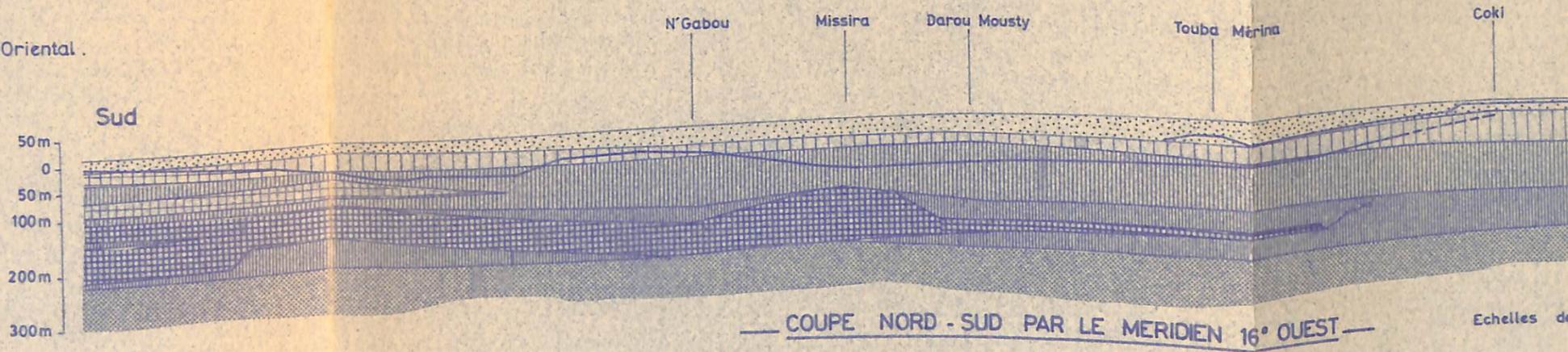
COUPES GEOLOGIQUES DONNANT UN APERÇU APPROXIMATIF DES ISOYPPSES

LEGENDE DES COUPES

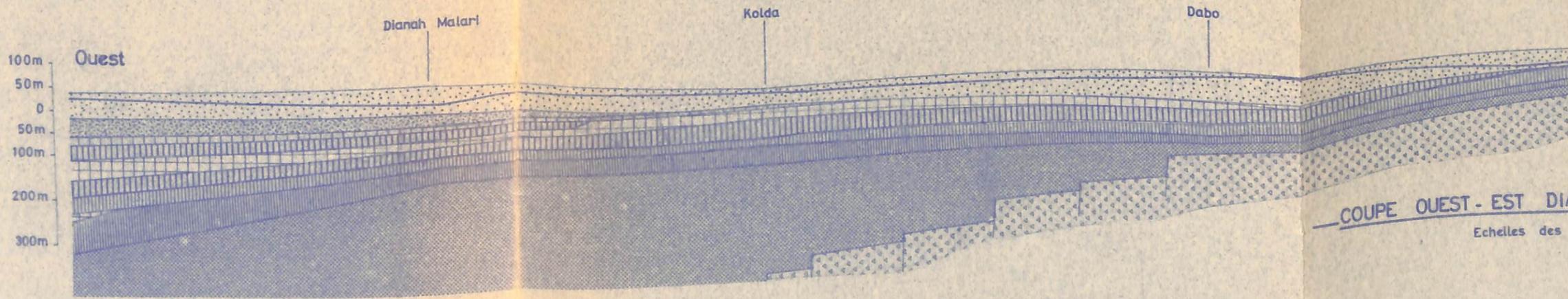
-  Sables et grés plus ou moins argileux.
-  Grés calcaires.
-  Argiles.
-  Terrains anciens du Sénégal Oriental.



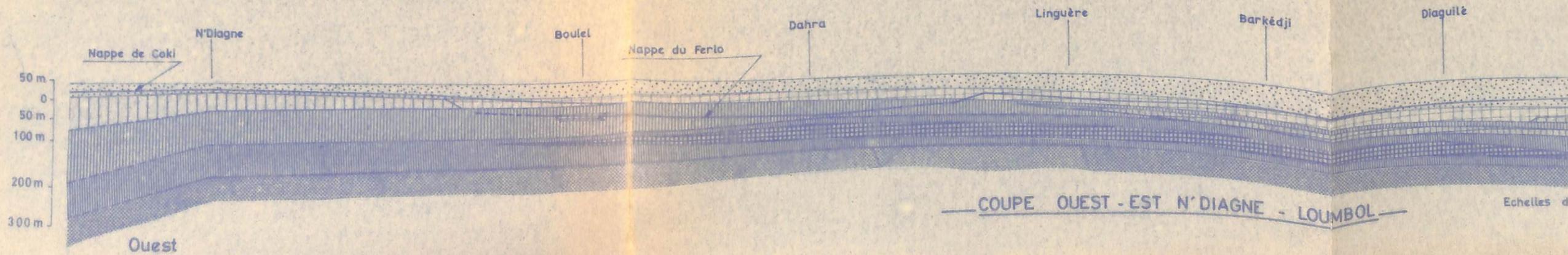
- ET CONTINENTAL TERMINAL
- Sables et grés plus ou moins argileux.
- Basaltes.
- Sables argileux.



- MARNES
- Calcaires et marno-calcaires.
- MARNES
- Calcaires et marno-calcaires.
- MARNES
- Calcaires et marno-calcaires.



- MARNES
- Calcaires et marno-calcaires.
- MARNES
- Calcaires et marno-calcaires.
- MARNES
- Calcaires et marno-calcaires.

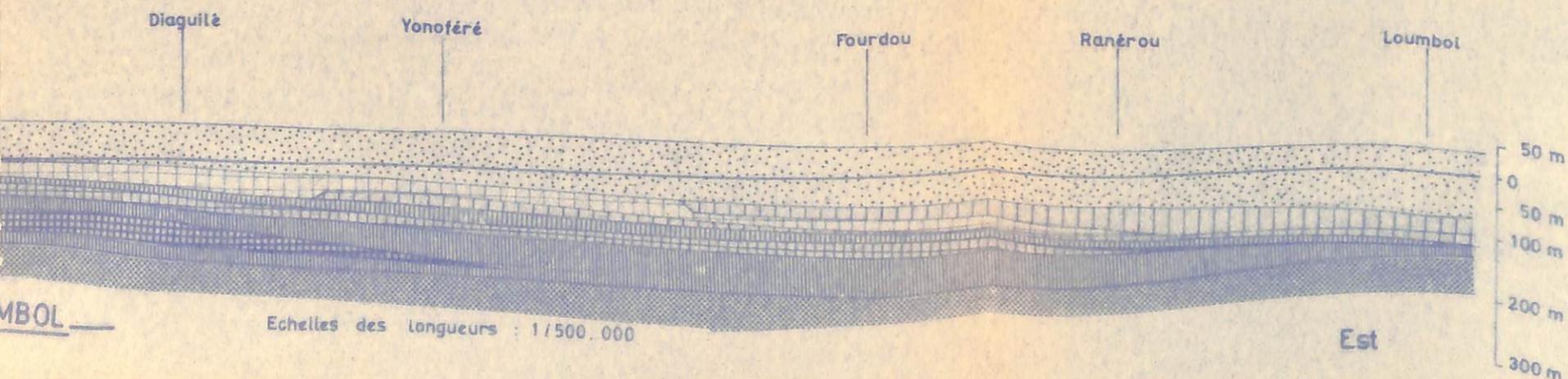
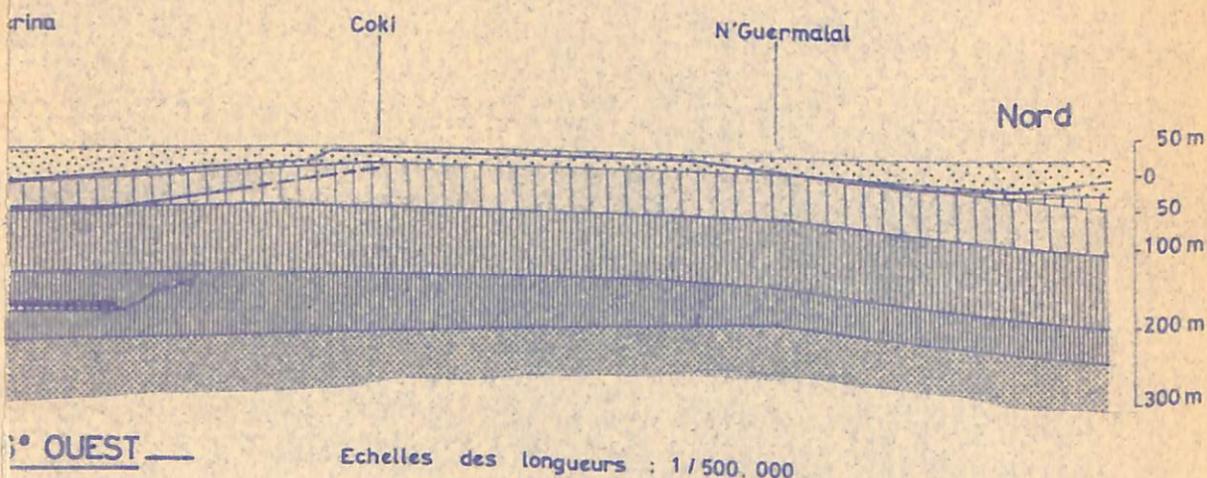
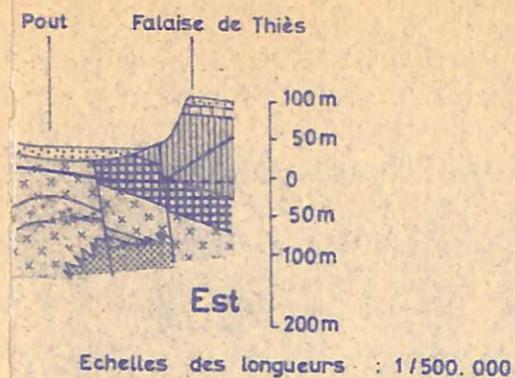


- Nappe de Coki
- Nappe du Ferlo
- MARNES
- Calcaires et marno-calcaires.
- MARNES
- Calcaires et marno-calcaires.
- MARNES
- Calcaires et marno-calcaires.

PROFIL DES ISOYPES DES DIVERSES FORMATIONS RENCONTREES

(Suivant projection des forages)

LEGENDE DES COUPES



QUATERNAIRE ET CONTINENTAL TERMINAL

Sables et grès plus ou moins argileux.

Basaltes.

OLIGO - MIOCENE

Sables argileux.

EOCENE SUPERIEUR

Marnes.

LUTETIEN

Calcaires et marno - calcaires.

Marnes.

PALEOCENE

Calcaires et marno - calcaires.

Marnes.

MAESTRICHTIEN

Calcaires et marno - calcaires.

Marnes.

III.- HYDROGEOLOGIE

A - LES NAPPES AU SENEGAL

1°/- Nappe du Ferlo

Très variée : Continental terminal, Lutétien et Yprésien varie de la cote 0 à 100 mètres.

Ces eaux sont en général très peu chargées sauf dans les zones Eocènes où le fluor est assez important compte tenu de la teneur en phosphates des terrains.

2°/- Nappe du Delta

Eocène supérieur : alluvions marines, alluvions fluviatiles, Arcas *semilis latérites*.

L'altitude de cette nappe se situe aux environs de la cote 0. Elle est la plus chargée des nappes du Sénégal (10 à 40 g de sel).

3°/- La nappe de la région des Niayes

Composée de dunes rouges et blanches sur lit Lutétien variant de la cote 0 dans le Nord à la cote 40 à 50 au Nord de Thiès.

Cette nappe d'eau douce légèrement chlorurée aide à la formation (cote océan) des marigots dits "Niayes".

Elle est excellente pour une mise en exploitation par l'agriculture.

4°/- Les nappes de Louga - Coki

Nappes dites superficielles.

La première se situe dans les marnes Yprésiennes et semble être une continuité de la nappe du Ferlo elle varie de la cote 0 à Coki à la cote -30 à Boulel d'un débit très faible, cette nappe est assez chargée 0,5 à 1 g/l.

Par contre, la deuxième nappe située dans les calcaires du Lutétien est beaucoup plus intéressante quoique plus profonde car permettant des débits beaucoup plus important (forage de Kébémér 60 m³/h) de plus, la proximité des Niayes assure l'alimentation de la nappe.

5°/- La nappe de Thiès - Tivaouane

Les hauteurs de Thiès-Tivaouane relaient vers le Sud le bombement de la région des Niayes. L'altitude du plan d'eau s'y élève jusqu'à 70 m au Sud de Thiès.

Le gisement de la nappe se trouve essentiellement dans les formations du continental terminal au sommet, mais aussi dans les calcaires lutétiens sous-jacents. Vers l'Ouest aux approches de la falaise de Thiès, la nappe passe dans les marnes de l'Eocène inférieur.

A partir de la région de Thiès, l'écoulement se fait dans trois directions :

- vers l'Ouest (presqu'île du Cap-Vert)
- vers l'Est (région de Khombole)
- vers le Sud (région de Tassette-Diaganiao)

La perméabilité des terrains aquifères est en général très bonne et l'eau y est peu chargée ($< 0,5$ g/l) ; elle constitue en quelque sorte un chateau d'eau qui alimente les régions voisines.

6°/- La nappe de la région Khombole - Bambey - Diourbel

A l'Est de la nappe précédente, elle se situe dans les calcaires lutétiens et les marno-calcaires yprésiens et se stabilise au niveau 0 pour son ensemble ce qui donne des profondeurs de 15 à 20 en général. La bonne perméabilité offre le désavantage de permettre une pollution plus facile et plus rapide de la nappe. D'autre part, les eaux sont assez chargées 0,5 à 2 g/l de résidus secs et la présence de fluor y est signalée.

7°/- La nappe du Baol

Au Nord et à l'Est de Diourbel elle se situe dans les marno calcaires de l'Yprésien aux environs de - 40 m sauf deux hauts fonds correspondant à la nappe du continental terminal.

De par la nature du sol et l'alimentation de la nappe, cette dernière a très peu de ressources et les débits très faibles.

8°/- La nappe du Delta du Sine Saloum

Les conditions sont très semblables à celles du Delta du Sénégal mis à part le processus d'alimentation. Au contraire du Sénégal, le Sine et surtout le Saloum drainent la nappe phréatique qui se situe sur les alluvions d'origines marines généralement très argileuses et salées.

Dans les îles du Nord ses lentilles sont très peu épaisses 3 à 6 m certaines îles n'ont pas de ressources en eau douce.

Les îles du Sud (Bétanti) plus massives, possèdent des ressources plus importantes mais inexploitées (lentilles de 8 à 15 m).

La région de Sokone - Toubakouta constituée par les sables perméables et épais (60 m) du continental terminal est envahie par les eaux salées (40 g/l).

9°/- La nappe de la région de Nioro du Rip - Kaffrine - Koungheul

Cette nappe située dans les sables et grès argileux du continental terminal, rejoint la nappe du Ferlo vers le Nord et l'Est ; elle est très peu chargée sauf dans le Bao-Bolon et est intéressante du point de vue exploitation.

Elle est alimentée en partie par la Gambie.

10°/- La nappe de la Casamance

Dans les détails les conditions varient beaucoup, en liaison avec la topographie et la végétation.

La nappe se trouve dans l'ensemble dans les niveaux les plus supérieurs du continental terminal. Toutefois, des alternances de sables plus ou moins argileux ainsi que trois niveaux latéritiques sont les principaux responsables des variations locales.

Dans l'ensemble, cette nappe est bien alimentée par les pluies et la Gambie et est drainée par les autres cours d'eau.

En Basse Casamance, la nappe se situe sur les sables ogoliens alimentée par les eaux de pluie ils forment une réserve importante et très intéressante lorsque la dite nappe est située au dessus des mangroves ; les recharges par les pluies, permettent presque toujours de trouver des ressources nécessaires à l'alimentation humaine même dans les zones à mangroves.

11°/- Le Sénégal oriental

La nature du sous-sol constitue de terrains anciens, antécambriens et primaires, le plus souvent cristallins ou métamorphiques, exclut toute possibilité d'existence d'une nappe généralisée. Tout au plus à l'extrémité Sud Ouest, les conditions climatiques permettent-elles la présence d'une nappe de peu d'importance sise dans les formations d'altération superficielle nappe en continuité avec celle de Casamance.

Plusieurs nappes peuvent se distinguer mais aucune d'entre-elles n'offre d'intérêt parce qu'insuffisantes ou sporadiques.

Elles se décomposent comme suit :

a) Nappes de remplissages alluviaux

Elles sont les seules à offrir un intérêt très limité.

b) Les zones à recouvrement latéritique

Se remplissent d'eau en hivernage, mais la vidange en est rapide en saison sèche.

c) Les zones granitiques

Elles peuvent renfermer des poches sporadiques et très faibles.

d) Les zones schisteuses

Peu de possibilités sous une zone d'altération argileuse.

e) Les régions quartzétiques

Composées de roches éruptives acides ou basiques elles recèlent quelques maigres ressources dans la fissuration des roches.

f) Les zones à substratum ultrabasique

Ces zones ne contiennent aucune ressource en eau car leur formation argileuse très imperméable bouche toutes les fissures de la roche saine.

De toutes les régions du Sénégal, la région du Sénégal oriental est la plus déshéritée en ressources aquifères souterraines.

12°/- Les ressources en eau de la presqu'île du Cap-Vert

Cette région de par sa position géographique et économique (proximité de Dakar) ainsi que par sa richesse en ressources en eau a fait l'objet d'études beaucoup plus poussées dans l'optique de l'alimentation en eau de Dakar de l'ensemble de la presqu'île.

Elle possède en outre la particularité de posséder des massifs affleurements (calcaires paléocènes et grès maestrichtiens) qui partout ailleurs sont en général très profonds.

On peut y distinguer deux systèmes aquifères principaux :

- celui des sables quaternaires
- celui du horst de N'Diass

a) Le système des sables quaternaires

Des dépôts dunaires très importants couvrent le littoral Nord depuis la presqu'île de Dakar jusqu'à Saint-Louis. L'importance de la nappe est fonction de la largeur et de l'épaisseur de ces sables.

A la tête de la presqu'île, les sables sont emprisonnés sous des coulées de basanite et de dolérite. Ces cordons dunaires emboîtés qui constituent le corps de la presqu'île sont rejetés le long du littoral à l'approche de N'Diass.

Ce système aquifère est exploité en deux points pour l'alimentation en eau de Dakar :

- sous la tête de la presqu'île tout près de Dakar
- à Thiaroye, là où les marnes sous-jacentes aux sables ont été érodées, permettant un épaississement de l'aquifère jusqu'à 50 m .

La nappe s'étend au delà de Thiaroye vers l'Est mais la hauteur des sables humides est plus faible 15 à 25 m. Ses réserves sont néanmoins très importantes et le renouvellement annuel sur la zone Thiaroye-Cayar doit correspondre à des possibilités de 100.000 m³/jour. Cette eau n'est que très partiellement utilisée dans les bas-fonds humides des Niayes le reste s'évaporant. L'ensemble du massif dunaire n'est pas exploité alors que la profondeur de la nappe n'excède pas 4 à 5 m.

Nappe de la tête de la presqu'île.

Cette nappe dite infrabasaltique est dans son ensemble maintenue captive par son toit volcanique. Ses sables aquifères sont exploités au Nord de la ligne Hann route des puits, là où leur épaisseur prend de l'importance 50 m.

14 forages distribuent de 16 à 18.000 m³/jour d'une eau peu chargée.

Nappe des sables de Thiaroye.

A l'Est de la presqu'île, dans la région de Thiaroye, les sables quaternaires accumulés sur une grande épaisseur contiennent une nappe douce, libre prolongement des sables infrabasaltiques, mais appartenant à un bassin versant bien distinct.

Une Station installée sur cette nappe à Thiaroye distribue par l'intermédiaire de 8 forages 10 à 12.000 m³/jour à la Ville de Dakar.

b) Le système aquifère du horst de N'Diass

Le horst de N'Diass et le fossé du Iao Tamma encadrés à l'Est et à l'Ouest par deux panneaux structuraux qui sont les retombées de l'anticlinal primitif sont à coeur maestrichtien ; les panneaux latéraux comportent des calcaires karstiques paléocènes surmontés de marnes de l'Eocène inférieur.

Cette structure conditionne l'existence de 3 aquifères qui interfèrent plus ou moins au centre : ce sont les nappes du massif de N'Diass de part et d'autre, les nappes des calcaires karstiques de Sébikotane à l'Ouest et de Pout à l'Est.

Des vallées fossiles quaternaires se surimposent et augmentent les communications entre les divers aquifères.

Nappes du massif de N'Diass.

Le massif de N'Diass qui culmine à près de 100 m et dont l'altitude moyenne s'établit autour de 50 m, forme chateau d'eau.

L'écoulement des eaux est centrifuge et profite aux nappes karstiques notamment à l'Ouest et à l'Est.

Il y a là une réserve importante, alimentée chaque année par les pluies. La perméabilité des sables maestrichtiens étant plus faibles que celle des calcaires karstiques ces derniers ont été choisis pour l'implantation d'ouvrages de captage ; toutefois, il n'est pas exclu que l'on s'adresse dans l'avenir à ses formations pour l'alimentation de la capitale.

Nappe de Sébikotane.

Deux failles Nord-Sud délimitent les calcaires du compartiment de Sébikotane, d'une superficie de 40 km². Ses calcaires recouverts par les marnes contiennent une nappe captive dont la surface qui se situait aux environs de + 5 m est descendue à la cote négative à la suite des pompages.

Cet abaissement d'eau a permis un drainage latéral des nappes du massif de N'Diass.

La Station de Sébikotane fournit à Dakar, par l'intermédiaire de 4 forages, 25 à 30.000 m³/jour.

Nappes de Pout.

Située au pied de la falaise de Thiès et identique à celle de Sébikotane, elle est délimitée par deux failles grossièrement Nord-Sud et possède une superficie de 200 km².

Elle est constituée par deux unités hydrauliques dues à deux bassins versants souterrains bien distincts.

La nappe est libre dans sa moitié Sud et captive dans sa moitié Nord sa surface avoisine 4 à 8 m.

L'unité Sud limitée au parallèle de Pout et insuffisamment équipée par trois forages n'en fournit pas moins 17.000 m³/jour à Dakar.

L'unité Nord non équipée pourrait fournir un débit au moins égal à celui de l'unité Sud.

L'eau est peu chargée (0 g, 400 l environ) mais un peu dure 31 à 35°F.

13°/- La nappe profonde du Sénégal "Nappe maestrichtienne"

Le Sénégal d'une superficie de 197.161 km² possède une nappe (maestrichtien) très étendue puisqu'elle couvre presque la totalité du territoire, sauf la partie primaire du Sénégal oriental, sa superficie est de 152.000 km².

La couche aquifère - C'est un ensemble de sables et de grès argileux dont l'âge est principalement maestrichtien. Le faciès argileux prédominant à l'Ouest (presqu'île du Cap-Vert) au delà du méridien de Pout. Des calcaires ou des sables et grès paléocènes participent au système aquifère.

Sa puissance - Elle croit de l'Est, du Sud Est et du Nord Est vers la côte atlantique, de 0 à plus de 300 m la moyenne étant 200 à 250 m.

La zone d'affleurement - l'aire en est limitée à l'Ouest, à la région de N'Diass.

Le substratum - Il est fourni par le socle primaire ou cristallin à l'Est et au Sud Est, le crétacé au centre et à l'Ouest, où l'eau est généralement salée. En pratique, le "mur" de la nappe est constitué par l'interface séparant les eaux douces des eaux salées ; un niveau argileux sépare le plus souvent les eaux douces des eaux salées sous-jacentes.

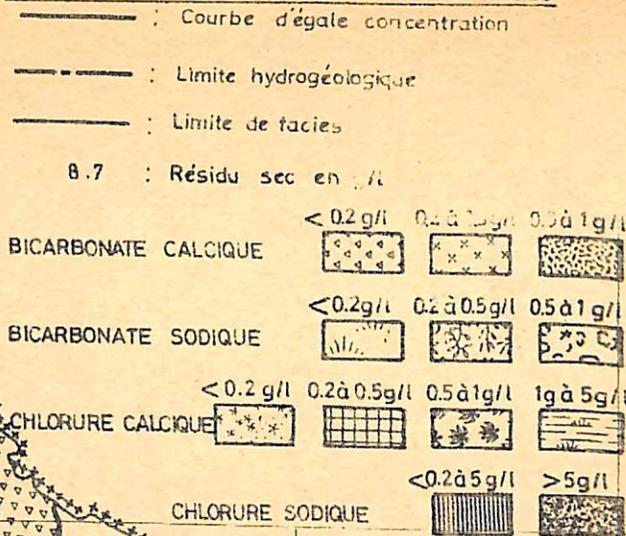
La nappe étant mal connue, on suppose qu'elle est statique ; la présence d'eau douce à légèrement salée 0,5 à 3 g/l de concentration totale, s'expliquerait par une alimentation par la périphérie où la nappe est semi libre et peut se confondre avec celle du Continental terminal et par drainage des nappes supérieures.

La principale alimentation se ferait par le Sud Est et l'Est où la nappe se confond avec le Continental terminal et remonterait en direction Nord-Ouest.

L'exploitation - Une exploitation du maestrichtien est certainement possible, dans les limites imposées surtout par les risques d'inter-influence des forages, le coût de deux-ci et les effets à craindre sur l'équilibre entre les eaux douces et les eaux salées sous-jacentes.

Nota important - d'après MM. J. DEPAGNE et H. MOUSSU, l'alimentation des nappes phréatiques ne pourrait se faire par la surface que par des précipitations dépassant les 400 mm, ceci étant dû aux conditions climatologiques et aux phénomènes d'évaporation. Il est possible de se faire une idée des possibilités de réalimentation de ces nappes en comparant les cartes de pluviométrie et d'évapotranspiration potentielle moyenne, durant l'hivernage.

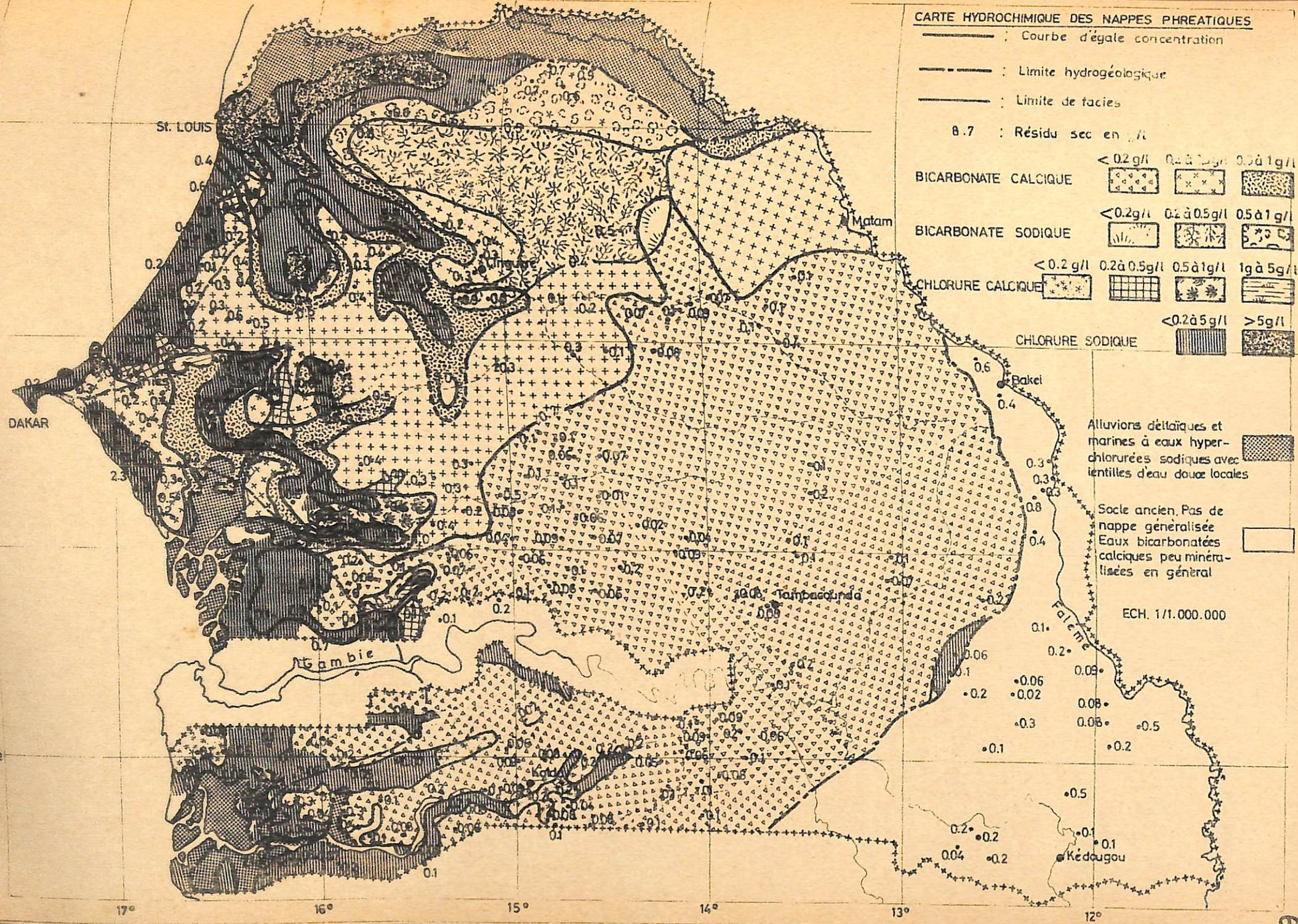
CARTE HYDROCHIMIQUE DES NAPPES PHREATIQUES



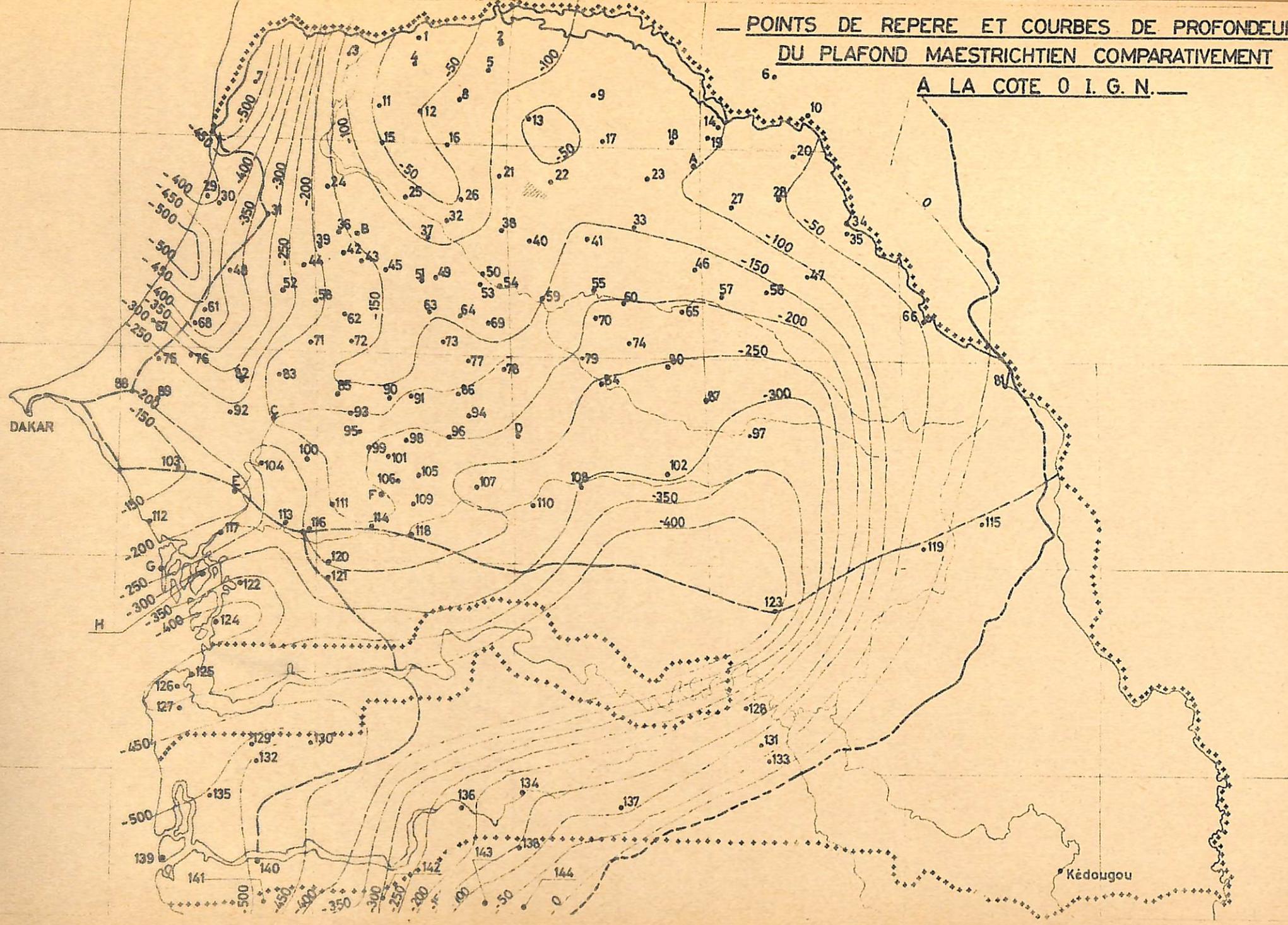
Alluvions deltaïques et marines à eaux hyperchlorurées sodiques avec lentilles d'eau douce locales

Socle ancien. Pas de nappe généralisée
Eaux bicarbonatées calciques peu minéralisées en général

ECH. 1/1.000.000



— POINTS DE REPERE ET COURBES DE PROFONDEUR
DU PLAFOND MAESTRICHTIEN COMPARATIVEMENT
A LA COTE 0 I. G. N. —



1. DAGANA	- 26
2. THILE BOUBACAR	- 85
3. ROSSO	- 96
4. BINGUELE DENE	- 36
5. SINOBOVAL	- 87
6. C. NIABINA	- 80 ?
7. TOUNDOU BESSET	-540
8. TATKI	- 60
9. ACH BALI	-108
10. KAEDI	—
11. DIAGLE	- 43
12. NIASSANTE	- 51
13. M'BIDI	-150
14. PETE	-100
15. BOWDE DOUDAL	- 50
16. TIENGUEUL	- 58
17. YARE LAO	-130
18. BOKE TEKOU M	-110
19. BOKI DIALOUBE	-115
20. THILOGNE	- 60
21. TESSEKRE	-105
22. LABGAR	-126
23. GAYE KADAR	-120
A. LOUR OUOLOF	-100
24. BOUDI SAKHO	-155 ?
25. KOTIEDIA	- 64
26. AMALI	- 54
27. LOUMBI SAOUDIARA	- 90
28. LIOU	- 52
29. LEONA 1	-324
30. LEONA 2	-420
31. LOUGA	—
32. M'BEULACKE	- 60
33. REVANNES	-144
34. MATAM	—
35. OURO SOGUI	- 30
36. KEUR BASSINE	-160
B. GANDE	-130
37. KAMB	-100
38. LOUMBI DEC DO	-134
39. COKI	-190
40. DODJ	-130
41. LOUGUERE TIOLI	-158
42. TIAMENE	-154
43. MOUK MOUK	-175
44. N'DIAGNE	-226
45. BOULEL	-144
46. VINDOU KATANE	-185 ?
47. DENNDOUDI	-106
48. KEBEMER	-386
49. D. ELEVAGE	-132
50. LINGUERE	-190
51. DAHRA	-154
52. SAGATTA	-262
53. Li F1	-140

54. Li F2	-142
55. DIAGUELI	-190
56. LOUMBOL	-160
57. RANEROU	-180
58. TOUBA MERINA	-206
59. BARKEDJI	—
60. YONOFERE	-200
61. KELLE	-436
62. SAM YAPAL	-186
63. GUELY	-146
64. TIARGNY	-146
65. FOURDOU	-210
66. SEME	- 45
67. TAIBA	-320
68. MECKE	-416
69. LINDE	-134
70. DIOUMANAN F1	-225
71. DARMOUSTY	-196
72. TAIF DIOP	-186
73. SANGHUE	-180
74. OUAPA	-223
75. TIVAOUANE	-214
76. DIACK SAO	—
77. GASSANE 1	-160
78. TIEL	-160
79. VELINGARA	-210
80. BOULO CEANE	-253
81. BAKEL	—
82. GAOUANE	-280
83. N'DINDY	-164
84. KORKOL F1	-254
85. M'BACKE	156
86. GASSANE	-160
87. M'BAM	-254
88. THIES	—
89. THIENABA	-218
90. TAIF BAILA	-158
91. SADIO	-154
92. BAMBEY	-234
C. DIORBEL	-200
93. TIP	—
94. DOLI	-175 ?
95. KOLOBANE 1	-175
D. N'DIODORI F1	-230
96. DIAGA KELKOME	—
97. OURO MAMOUD	-311
98. DIABEL	-216
99. M'BAR	-200
100. GOSSAS	-239
101. K. ABASSAL	-201
102. LOUMBI SUD	-296
103. THIADIAYE	-146
104. DIAKHAO	-275
105. SEMA 1	-224
106. TIONE	—

107. DIOUM GUENTE	- 280
108. RIBO	- 306
E. FATICK	- 184
F. M'BOSS	- 200
109. BOULEL	- 206
110. GUENTE PATE	- 264
111. GUINGUINEO	- 201
112. JOAL	—
113. LYNDIANE	- 260
114. BIRKELANE	- 214
115. BARBARA	+16
116. KAOLACK	- 230
117. FOUNDIUGNE	- 226
118. KAFFRINE	- 226
119. CAROLINE	- 3
120. N'DOFFANE 1	- 250 ?
121. N'DOFFANE 2	- 270
G. DJIFERE	- 236
H. TIALANE	- 306
122. SOKONE	- 358
123. TAMBACOUNDA	- 400
124. Ng. F1	- 435
125. BATHURST	—
126. SARA KOUNDA	- 383
127. BIRIKAMA	- 425
128. MICHELE	- 175
129. NC 1	- 504
130. NC F1	- 565
131. PENELOPE	- 75
132. BN 1	- 475
133. GERMAINE	- 39
134. KOLDA	- 160
135. Kt 1	- 500
136. Dm 1	- 210
137. DABO 1 bis	- 115
138. ———	- 50
139. Dg F1	- 620
140. ZIGUINCHOR	- 495
141. ———	- 480
142. ———	—
143. ———	- 70
144. ———	- 22
145. B. LEGATT	- 100 ?

B - CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES

1°/- Nappes phréatiques

Elles existent sur l'ensemble presque toujours en continuité sauf au Sénégal oriental où l'on ne trouve qu'une multitude de petits aquifères restreints.

Dans chaque zone délimitée le caractère dominant des eaux est représenté par la carte hydrochimique jointe.

Concentrations - On peut observer sur le territoire du Sénégal quatre zones qui correspondent à des teneurs en sel assez uniformes. Elles sont limitées sur la carte par des courbes de 0,2 gl - 0,5 gl - 1,00 gl - 5,00 gl.

On distingue alors :

- une large zone à très faible concentration ($< 0,2$ gl) correspondant à l'Est Sénégal et à la Casamance

- une zone à faible concentration (comprise entre 0 g 2 et 0,5 gl) fermant une auréole autour de la précédente et qui par le Baol, rejoint une bande de terrain le long de l'océan correspondant aux Niayes et à la presqu'île du Cap-Vert

- trois zones à concentrations importantes ($> 0,5$ gl) avec de noyaux supérieurs à 5 gl se situent dans le Bao Bolon, les régions de Kaffrine - Kaolack - Diourbel - Bambey et celle de Louga - Saint-Louis - Dagana.

Il faut noter la forte teneur en sel des eaux en bordure du delta du Fleuve Sénégal, territoire d'incursions marines du quaternaire.

On peut individualiser les eaux en quatre familles, réunies en deux grands groupes :

- les eaux bicarbonatées calciques qui sont de loin les plus répandues. On les trouve au Sénégal oriental, dans le Ferlo, le Baol, la Haute et Moyenne Casamance

- les eaux chlorurées sodiques, elles sont localisées le long des côtes et forment des avancées le long des fleuves (Sénégal, Sine Saloum, Casamance). C'est dans cette famille que l'on trouve les plus fortes concentrations.

Entre ces deux groupes, se situent deux familles intermédiaires.

- les eaux chlorurées calciques (Louga, Diourbel et Nord Kaffrine) dont le faciès apparent est le résultat d'un échange de bases entre l'eau et la roche (excès de Ca).

- les eaux bicarbonatées sodiques au Nord entre N'Diour Revane et Linguère.

2°/- Différentes nappes profondes

- Aquifères de la zone cristalline (Sénégal oriental).

Les concentrations sont toujours inférieures à 0,5 g/l. Ces eaux sont toujours bicarbonatées calciques à faibles résidus secs et pH à tendance acide. Dans la plupart des cas, les bicarbonates représentent de 70 à 90 % des cations et le calcium de 30 à 70 % des anions en milliéquivalents. Il faut noter la présence de nitrates dans la région de Bakel.

- Nappes du Ferlo, de la haute et de la moyenne Casamance.

C'est au centre de cette région que l'on rencontre les concentrations les plus faibles ($< 0,1$ g/l). D'une manière générale les résidus secs sont inférieurs à 0,5 g/l. Ces eaux sont toujours bicarbonatées calciques et légèrement acides. On n'y observe que très rarement la présence de nitrates. En fait les terrains aquifères étant identiques sur l'ensemble de la nappe (Continental terminal) et le niveau piézométrique étant généralement profond, la composition chimique de l'ensemble de ces aquifères est très uniforme. On trouve cependant des petites nappes perchées à composition très variable.

En haute et moyenne Casamance, ces eaux sont peu agressives et jamais incrustantes. Leur dureté est faible (10°F) et les teneurs en silice sont de l'ordre de 10 à 15 mg/l. Elles conviendraient donc à l'industrie.

Dans le Ferlo, une minéralisation plus importante pour l'aménagement Hydropastoral serait à souhaiter.

SABLES MAESTRICHIENS⁷

II : Composition chimique

Familles chimiques définies par l'anion et le cation prédominants.

Chlorurée sodique



Bicarbonatée sodique



Sulfatée sodique



Bicarbonatée calcique



ECH : 1/3.000.000

16°

15°

14°

13°

17°

16°

15°

14°

13°

12°

11°

Senegal

Saint-Louis

DAKAR

Lingule

Matam

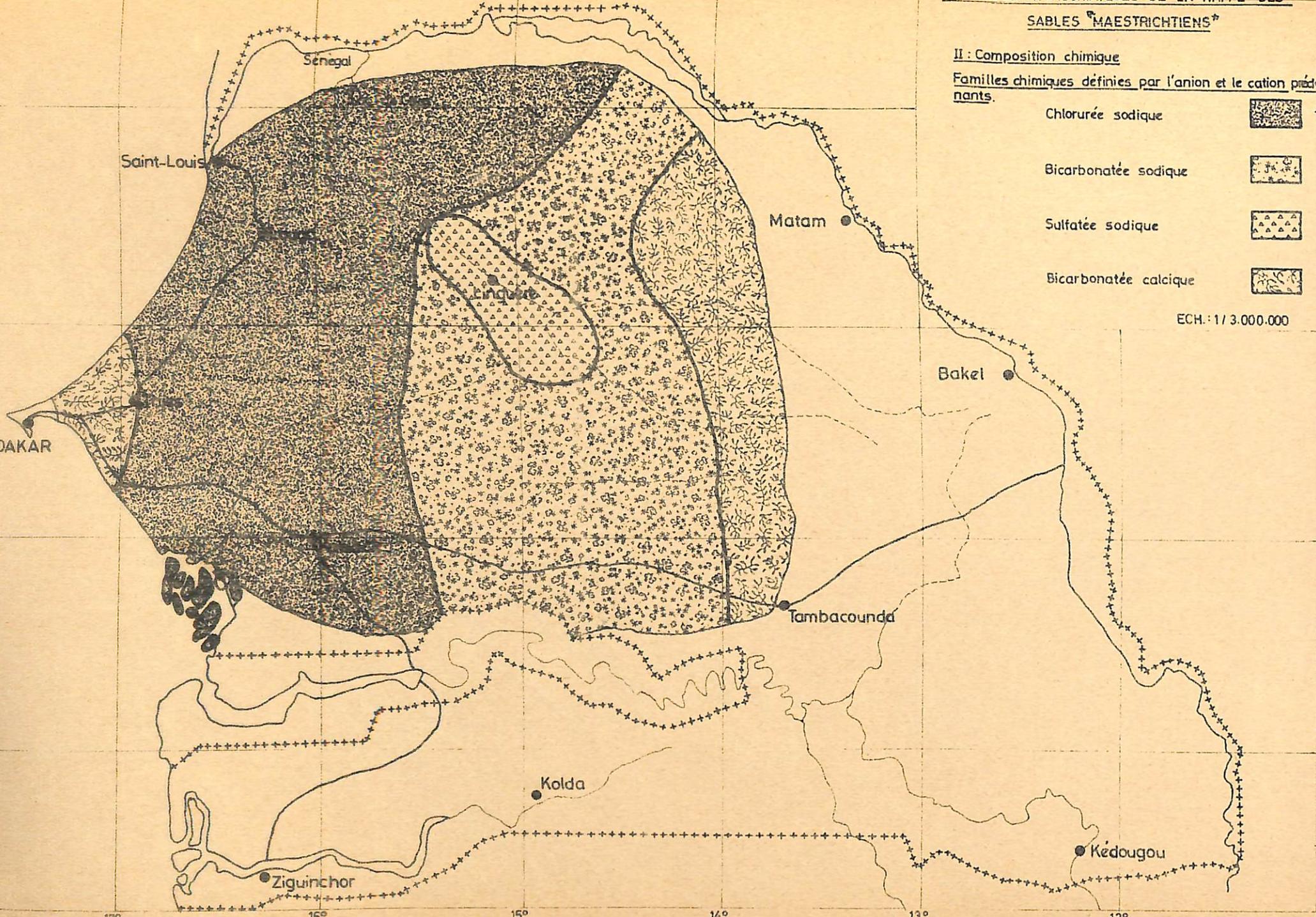
Bakel

Tambacounda

Kolda

Ziguinchor

Kédougou



ESQUISSES HYDROCHIMIQUES DE LA NAPPE DES

SABLES "MAESTRICHIENS"

I: Résidus secs

ECH: 1/3.000.000

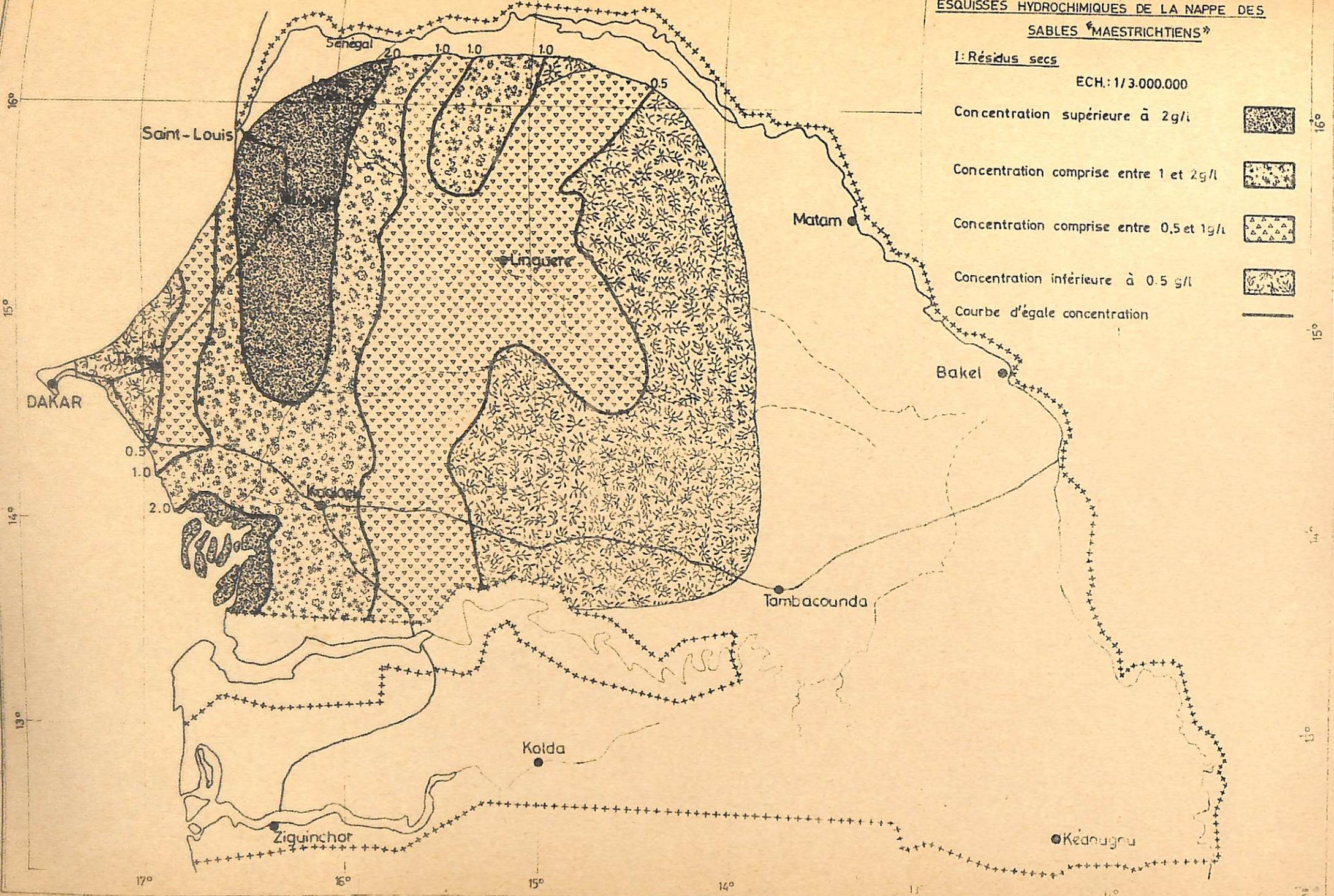
Concentration supérieure à 2g/l

Concentration comprise entre 1 et 2g/l

Concentration comprise entre 0,5 et 1g/l

Concentration inférieure à 0,5 g/l

Courbe d'égale concentration



ESQUISSES HYDROCHIMIQUES DE LA NAPPE DES
SABLES "MAESTRICHIENS"

III : PH - CO₂ Libre

Teneur en CO₂ libre supérieure à 0.05g/l



Teneur en CO₂ libre comprise entre
0.025g/l et 0.050g/l



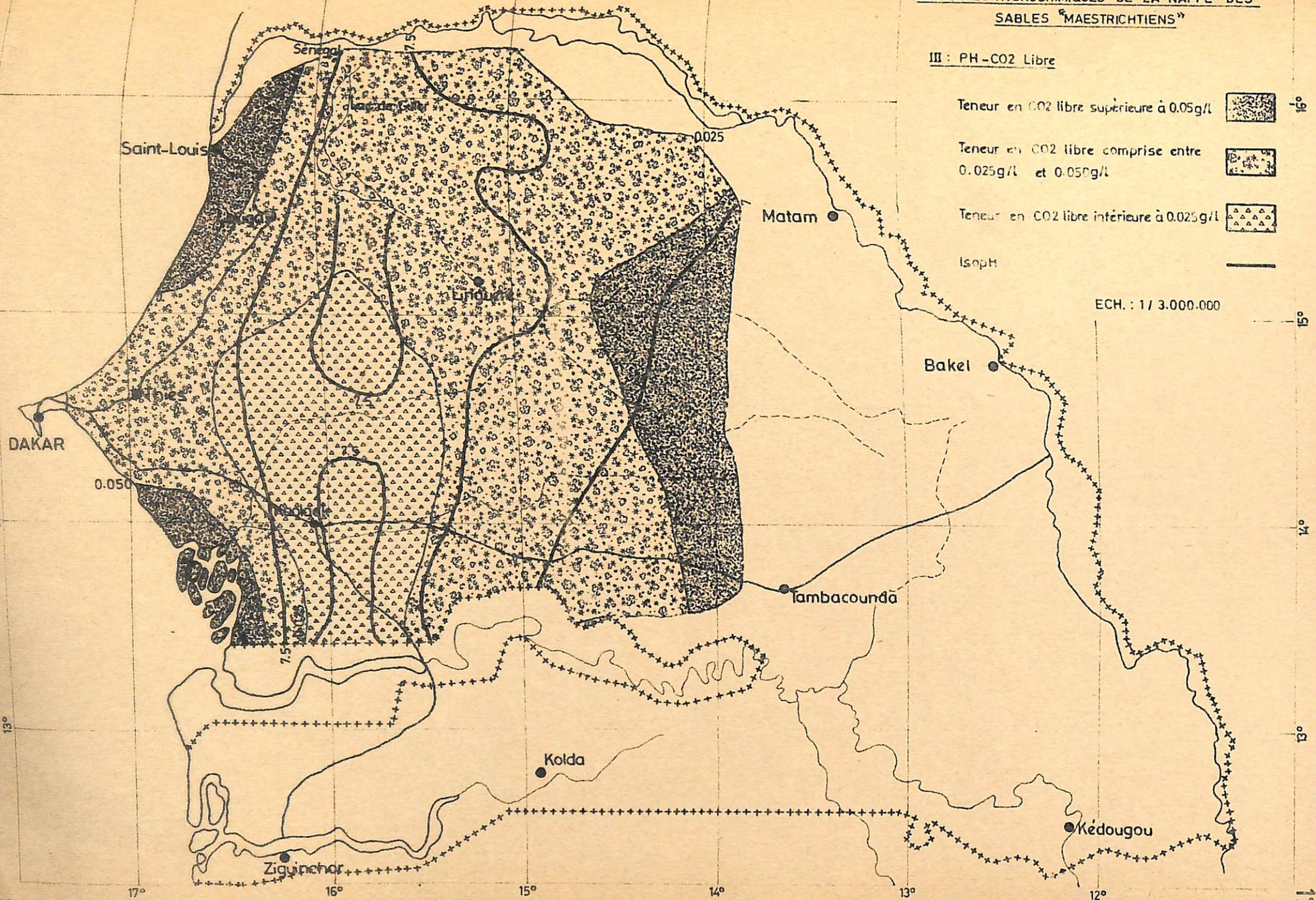
Teneur en CO₂ libre inférieure à 0.025g/l



Isoph



ECH. : 1 / 3.000.000



A N N E X E

GLOSSAIRE DES PRINCIPAUX TERMES

GEOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES EMPLOYES DANS L'INTERPRETATION
DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROCHIMIQUE DU SENEGAL,
DE J. DEPAGNE ET H. MOUSSU, BRGM, 1967

Antécambriens ou primaires

Terrains anciens cristallins ou métamorphiques (Sénégal oriental)
roches "Gneisson Micaschistes" d'origine sédimentaires ou endogènes.

Aptien ou crétacé inférieur

Couches lithologiques formées de grès calcaires et argiles noires (Aptien).

Continental terminal

Il est formé par des grès argileux et d'argiles sableuses jaunes et rouges,
d'argiles bariolées lie de ~~vin~~ et blanches, il est coupé parfois par deux
niveaux de cuirasse ferrugineuse.

Crétacé

Période de l'ère secondaire où se sont formées les roches crayeuses
(Craie) Crétacé supérieur.

Eocènes

1^{er} période de l'ère tertiaire qui est marquée par la diversification
des mammifères.

Eocène inférieur

Formé de Attapulgités, marnes à Ostracodes et marnes à lits de calcaire
fossilifères de l'Yprésien.

Eocène supérieur

Essentiellement argileux - étages en partie érodés après l'immersion qui
suit sa formation.

Hydroisohyètes ou isohyètes

Courbes figurant les hauteurs des précipitations pluviales suivant les
zones ou régions.

Hydroischypses ou courbes piézométriques

Courbes de niveau figurant les niveaux supérieurs présumés des diverses
nappes par rapport au niveau 0 (niveau de la mer).

Karstiques

Épaisses assises calcaires formées en grandes parties par l'action souterraine d'eaux dissolvants.

Lithologique

Qui se rapporte à la pierre - Figuré lithologique : dessin représentant les diverses couches de pierres ou résidus formant la structure d'un sol.

Lutétiens supérieur et inférieur

Supérieur : terrains calcaires du tertiaire (Eocène moyen)

Inférieur : marnes et calcaires.

Maestrichtien

Sables argileux et grès (tertiaire et quaternaire).

Oligo Miocène

L'Oligo est formé en partie de marnes et de calcaires attribués à l'Oligocène. Le Miocène est formé de sables argileux jaunes.

Ogoliens

Sables dunaires se situant entre la côte et une bande Thiès-Louga.

Paléocène

Calcaires et marno-calcaires karstiques pouvant être en liaison avec le "Maestrichtien" (première moitié du tertiaire Eocène et Oligocène).

Quaternaire

Formations diverses dunes et limons ou de produits de transformation récente de terrains plus anciens (latérites, produits d'altération du Sénégal oriental).

Dunes anciennes rouges, de l'Ogolien

Arcas Semilis Nouakchottien (formations de sables et coquillages)

Dunes jaunes

Dunes blanches

Le plus souvent le quaternaire ne peut être dissocié du Continental terminal.

Stratigraphie

Qui se rapporte à la lithologie et qui donne les hauteurs des diverses couches de formation des sols.

