

OFFICE de la RECHERCHE
SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE
OUTRE-MER

09704
MISSION d'AMENAGEMENT
du FLEUVE SENEGAL

Organisation pour la Mise en valeur
du Fleuve Senegal (OMVS)
Haut Commissariat
Centre R de Documentation
Saint-Louis

MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE
du FLEUVE SENEGAL

1ère Partie

Les FACTEURS CONDITIONNELS du REGIME

par

H. CAMUS
H. DANUC

S. PEREIRA BARRETO
C. ROCHETTE

Février 1968

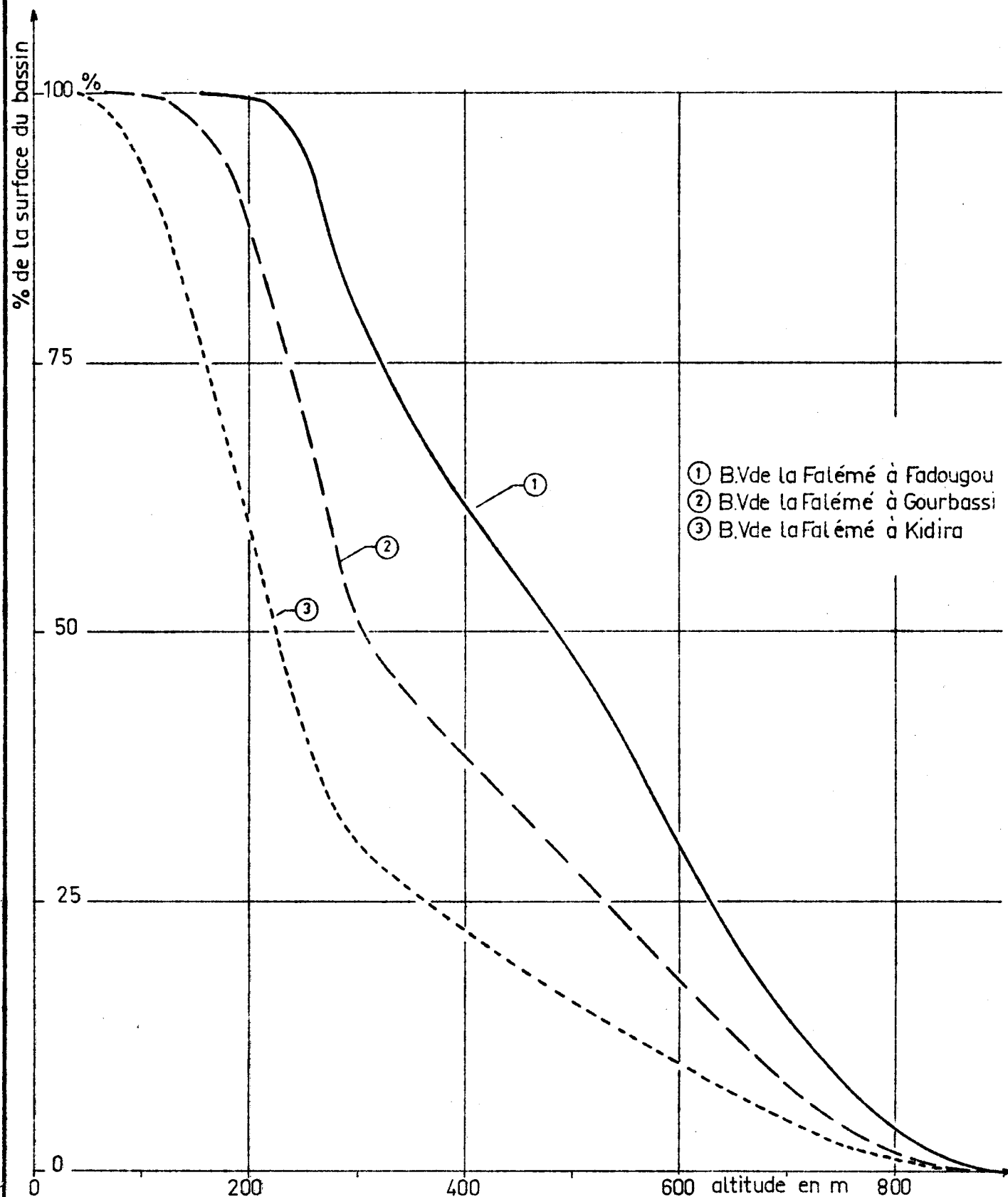
09704

S O M M A I R E

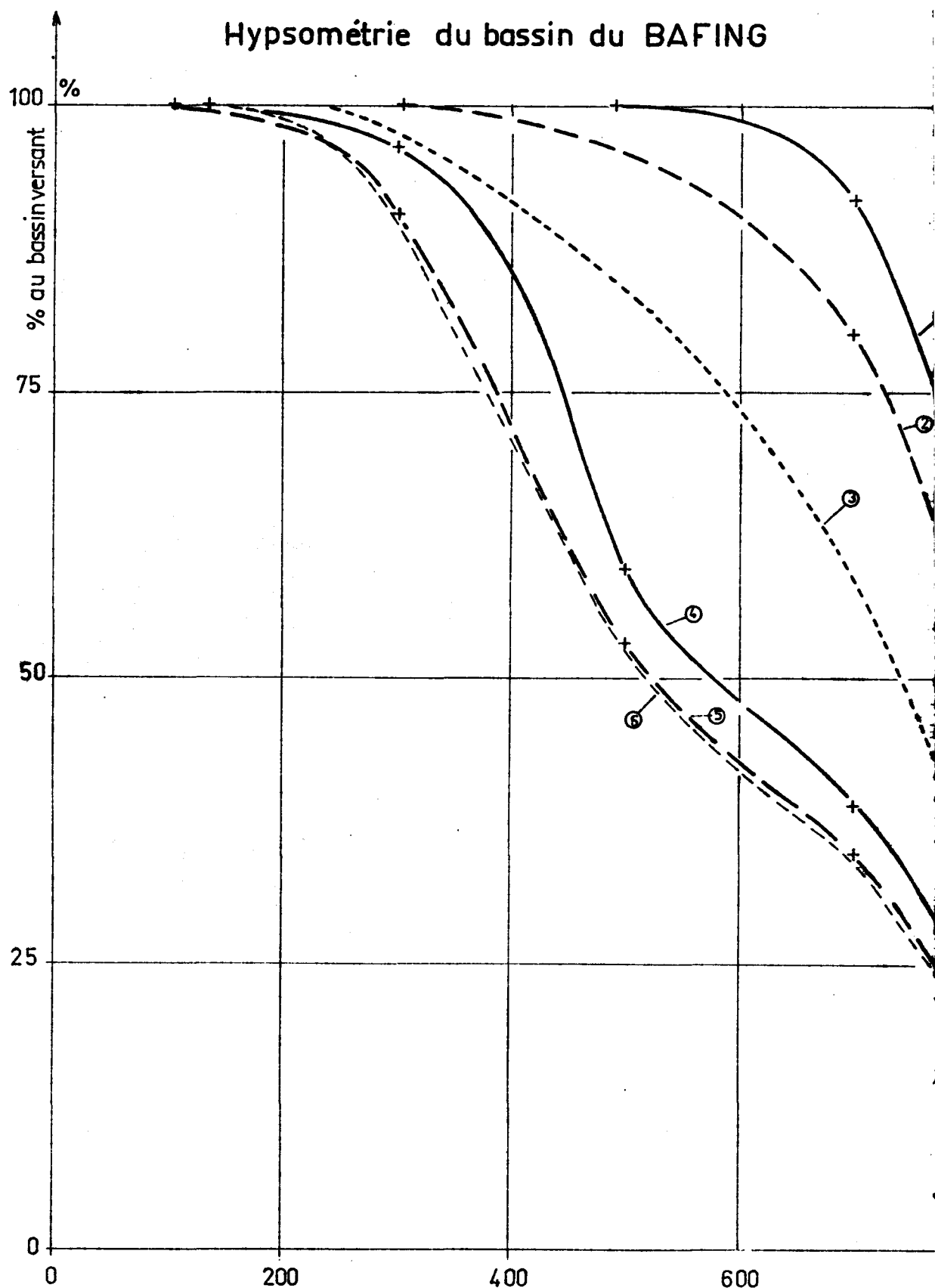
Organisation pour la Mise en Valeur
du Fleuve Senegal (OMVS)
Haut Commissariat
Centre Régional de Documentation
Saint-Louis

<u>INTRODUCTION</u>	Page	1
<u>CHAPITRE I - CARACTERES PHYSIQUES du HAUT BASSIN</u>		3
I.1 - Forme, Surface, Relief		3
I.2 - Réseau hydrographique		16
I.3 - Profil en long		19
I.4 - Géologie		24
I.5 - Etude des sols		33
I.6 - Végétation		55
<u>CHAPITRE II - FACTEURS CLIMATIQUES</u>		59
2.1 - Généralités		59
2.2 - Régime des vents		60
2.3 - Température de l'air		62
2.4 - Humidité relative de l'air		63
2.5 - Evaporation		67
2.6 - Insolation		68
2.7 - Régime pluviométrique		69
<u>CHAPITRE III - CARACTERES PHYSIQUES du BASSIN du SENEGAL INFERIEUR</u>		79
3.1 - Forme, Surface, Relief		79
3.2 - Réseau hydrographique		80
3.3 - Profil en long		81
3.4 - Géologie		84
3.5 - Etude des sols par S. PEREIRA BARRETO		93

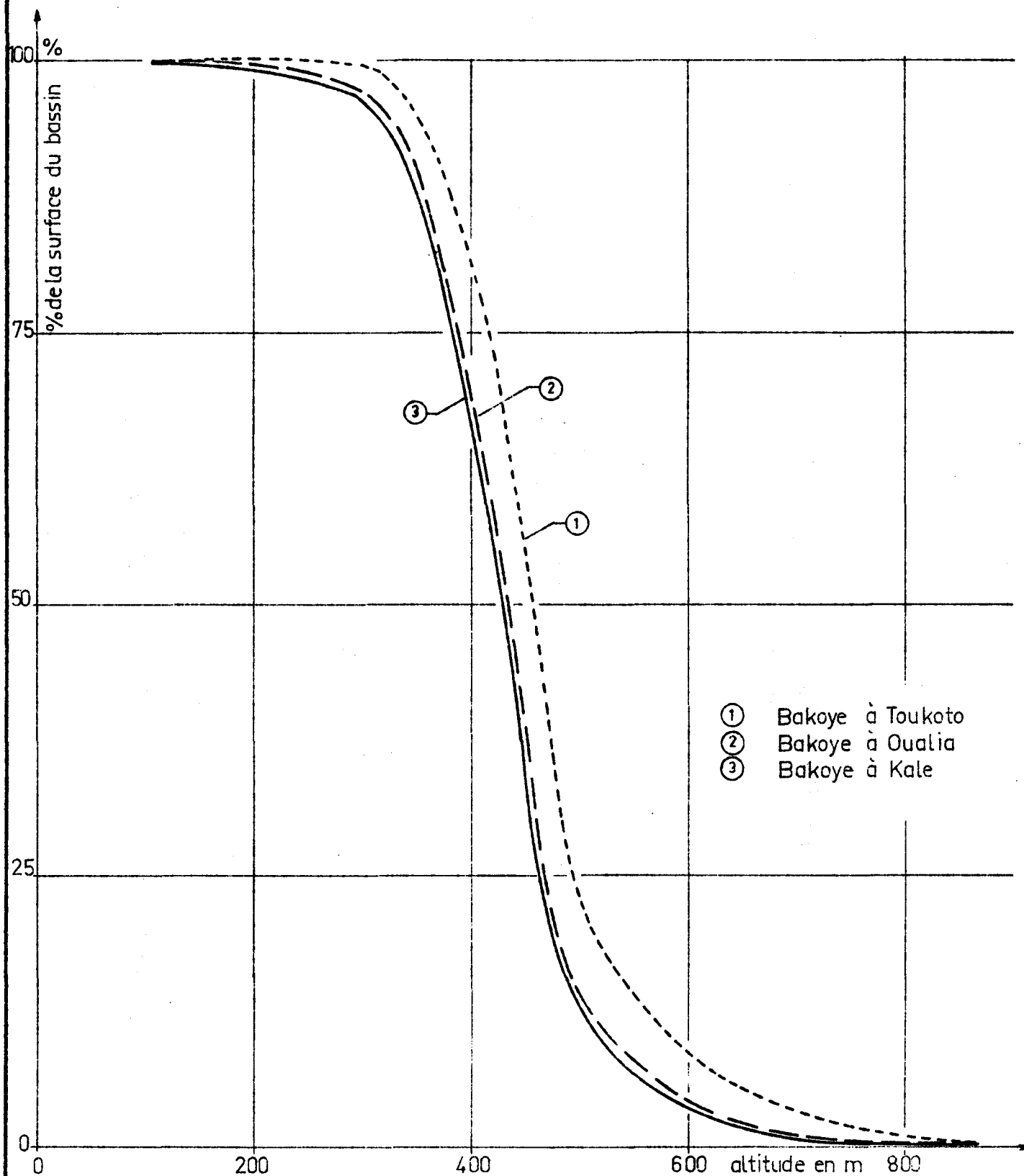
HYPSOMÉTRIE du Bassin de la FALÉMÉ



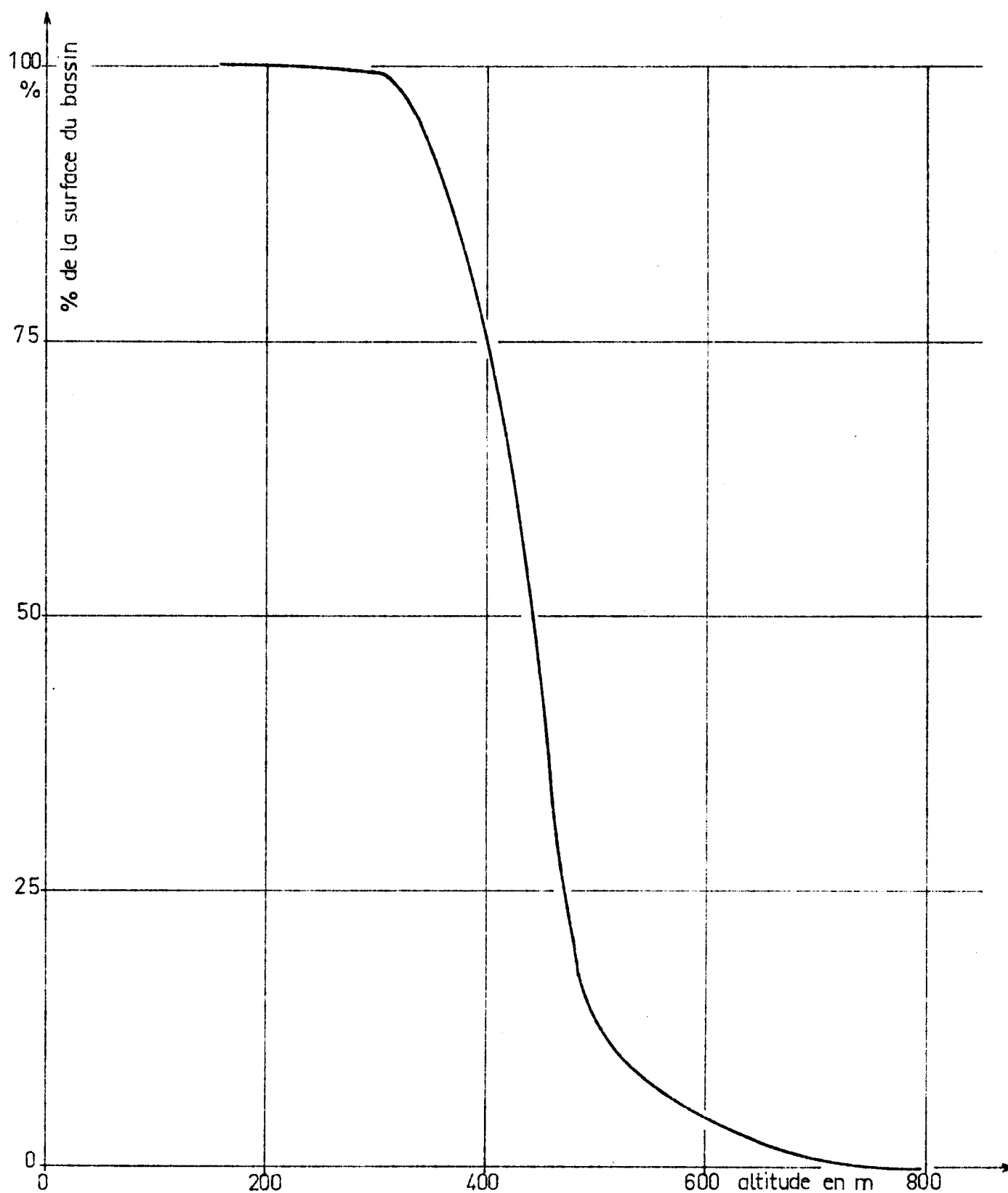
Hypsométrie du bassin du BAFING



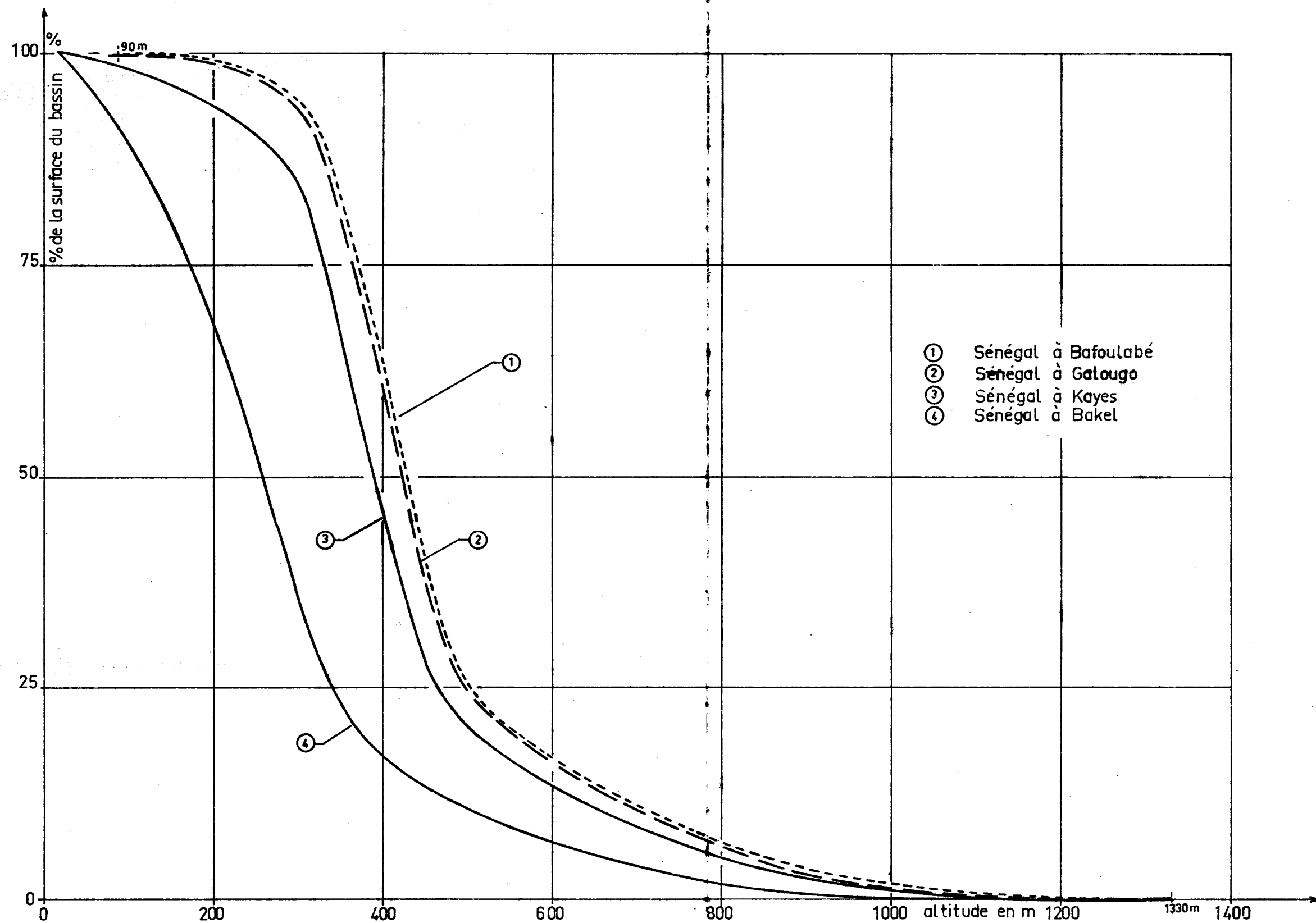
HYPSONOMÉTRIE du Bassin du BAKOYE



HYPSONOMÉTRIE du BAOULÉ à SIRAMAKANA



HYPSONÉTRIE du BV du SÉNÉGAL SUPÉRIEUR



- son indice de pente : $I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=1}^n \sqrt{b_i (a_i - a_{i-1})}$

(b_i : représentant la fraction de la surface A comprise entre les courbes de niveau cotées a_i et a_{i-1})

- son indice général de pente $IG = \frac{D}{L}$

(D : représentant la dénivelée qui sépare les altitudes ayant 5 % de la surface du bassin au-dessus et au-dessous d'elles).

L'ensemble de ces résultats est donné par le tableau n° I.1 avec, en plus, les altitudes maximales et minimales. Tous ces paramètres ont été déterminés soit sur les cartes au 1/200 000°, soit sur les cartes au 1/500 000°.

Nous avons rassemblé ci-après les données hypsométriques des différents bassins et les indices de pente correspondants.

Les courbes hypsométriques de ces bassins sont tracées sur les graphiques n° I.1 à I.5.

Tableau n° I.1.

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES du HAUT BASSIN

Bassin	Superficie (km ²)	Périmètre (km)	C	L (km)	l (km)	Ip	IG (m/km)	Altitude max. (m)	Altitude min. (m)
<u>BAFING</u>									
:BAFING à BALABORI..	: 11 600	: 570	:1,48:	236:	49	:0,051:	1,78:	1 330	490
:BAFING à DAKKA-SAIDOU	: 15 700	: 777	:1,74:	343:	46	:0,047:	1,59:	1 330	307
:BAFING à BAFING-MAKANA	: 22 000	: 1 144	:2,16:	531:	41	:0,040:	1,30:	1 330	235
:BAFING à DIBIA	: 33 500	: 1 374	:2,10:	633:	53	:0,038:	1,05:	1 330	134
:BAFING à DEGUERE	: 37 900	: 1 483	:2,13:	685:	55	:0,037:	1,04:	1 330	103
:BAFING à MAHINA	: 38 400	: 1 514	:2,16:	701:	55	:0,037:	1,01:	1 330	89
<u>FALEME</u>									
:FALEME à FADOUGOU	: 9 300	: 418	:1,21:	145:	64	:0,073:	3,72:	906	119
:FALEME à GOURBASSI	: 17 100	: 625	:1,39:	248:	64	:0,050:	2,30:	906	79
:FALEME à KIDIRA	: 28 900	: 938	:1,54:	396:	73	:0,033:	1,50:	906	19
<u>BAKOYE</u>									
:BAKOYE à TOUKOTO	: 16 500	: 698	:1,52:	292:	57	:0,041:	1,03:	873	160
:BAKOYE à OUALIA	: 84 700	: 1 600	:1,54:	674:	126	:0,026:	0,38:	873	108
:BAKOYE à DIOUBEBA	: 84 900	: 1 635	:1,57:	695:	122	:0,025:	0,37:	873	105
:BAKOYE à KALE	: 85 600	: 1 645	:1,57:	697:	123	:0,025:	0,37:	873	102

Tableau n° I.1. (suite)

Bassin	Superficie: (km ²)	Périmètre: (km)	C	L (km)	l (km)	Ip	IG (m/km)	Altitude: max. (m)	Altitude: min. (m)
<u>BAOULE</u>									
BAOULE à SIRAMKANA	59 500	1 210	1,39	482	123	0,028	0,52	795	150
<u>SENEGAL</u>									
SENEGAL à BATOULABE	124 700	2 520	2,00	1152	108	0,025	0,48	1 330	90
SENEGAL à GALOUGO	128 400	2 530	1,98	1154	111	0,025	0,48	1 330	75
SENEGAL à GOUINA	128 600	2 530	1,98	1154	111	0,025	0,49	1 330	62
SENEGAL au FELOU	131 500	2 630	2,03	1206	109	0,025	0,46	1 330	40
SENEGAL à KAYES	157 400	2 680	1,89	1210	130	0,025	0,49	1 330	25
SENEGAL à BAKEL	218 000	3 144	1,89	1418	154	0,022	0,43	1 330	15

1
7
1

I.1.1 - La FALENE à FADDOUGOU (9 300 km²) -

Indice de pente Ip = 0,073
Indice général de pente I_G = 3,72 m/km

Hypsométrie :

de 119 m à 200 m d'altitude	20,5 %
de 200 m à 400 m d'altitude	31,0 %
de 400 m à 600 m d'altitude	33,9 %
de 600 m à 800 m d'altitude	14,0 %
de 800 m à 906 m d'altitude	0,6 %

I.1.2 - La FALENE à GOURBASSI (17 100 km²) -

Indice de pente Ip = 0,050
Indice général de pente I_G = 2,30 m/km

Hypsométrie :

de 79 m à 100 m d'altitude	2,5 %
de 100 m à 200 m d'altitude	46,6 %
de 200 m à 400 m d'altitude	22,6 %
de 400 m à 600 m d'altitude	20,2 %
de 600 m à 800 m d'altitude	7,8 %
de 800 m à 906 m d'altitude	0,3 %

I.1.3 - La FALENE à KIDIRA (28 900 km²) -

Indice de pente Ip = 0,033
Indice général de pente I_G = 1,50 m/km

Hypsométrie :

de 19 m à 100 m d'altitude	20,4 %
de 100 m à 200 m d'altitude	49,1 %
de 200 m à 400 m d'altitude	14,6 %
de 400 m à 600 m d'altitude	11,4 %
de 600 m à 800 m d'altitude	4,4 %
de 800 m à 906 m d'altitude	0,1 %

I.1.4 - Le BAFING à BALABORI - (11 600 km²) -

Indice de pente Ip = 0,051
Indice général de pente I_G = 1,78 m/km

Hypsométrie :

de 490 m à 600 m d'altitude	8,3 %
de 600 m à 800 m d'altitude	60,6 %
de 800 m à 1000 m d'altitude	26,3 %
de 1000 m à 1200 m d'altitude	4,5 %
de 1200 m à 1330 m d'altitude	0,3 %

I.1.5 - Le BAFING à DAKKA-SAÏDOU (15 700 km²) -

Indice de pente Ip = 0,047
Indice général de pente I_G = 1,59 m/km

Hypsométrie :

de 307 m à 400 m d'altitude	4,2 %
de 400 m à 600 m d'altitude	15,9 %
de 600 m à 800 m d'altitude	54,3 %
de 800 m à 1000 m d'altitude	22,1 %
de 1000 m à 1200 m d'altitude	3,3 %
de 1200 m à 1330 m d'altitude	0,2 %

I.1.6 - Le BAFING à BAFING-MAKANA (22 000 km²) -

Indice de pente Ip = 0,040
Indice général de pente I_G = 1,30 m/km

Hypsométrie :

de 235 m à 400 m d'altitude	16,1 %
de 400 m à 600 m d'altitude	24,7 %
de 600 m à 800 m d'altitude	40,6 %
de 800 m à 1000 m d'altitude	16,0 %
de 1000 m à 1200 m d'altitude	2,4 %
de 1200 m à 1330 m d'altitude	0,2 %

Hypsométrie :

de <u>105</u> m à 200 m d'altitude	3,0 %
de <u>200</u> m à 400 m d'altitude	83,3 %
de 400 m à 600 m d'altitude	12,8 %
de 600 m à 800 m d'altitude	0,8 %
de 800 m à <u>873</u> m d'altitude	0,1 %

I.1.13 - BAKOYE à KALE (85 600 km²) -

Indice de pente I_p = 0,025
Indice général de pente I_G = 0,37 m/km

Hypsométrie :

de <u>102</u> m à 200 m d'altitude	3,4 %
de <u>200</u> m à 400 m d'altitude	82,9 %
de 400 m à 600 m d'altitude	12,8 %
de 600 m à 800 m d'altitude	0,8 %
de 800 m à <u>873</u> m d'altitude	0,1 %

I.1.14 - BAOULE à SIRIMAKANA (59 500 km²) -

Indice de pente I_p = 0,028
Indice général de pente I_G = 0,52 m/km

Hypsométrie :

de <u>150</u> m à 200 m d'altitude	0,6 %
de <u>200</u> m à 400 m d'altitude	86,2 %
de 400 m à 600 m d'altitude	12,8 %
de 600 m à <u>795</u> m d'altitude	0,4 %

I.1.15 - SENEGAL à BAFLOULABE (124 700 km²) -

Indice de pente I_p = 0,025
Indice général de pente I_G = 0,43 m/km

Hypsométrie :

de 90 m à 100 m d'altitude	0,08 %
de 100 m à 200 m d'altitude	5,82 %
de 200 m à 400 m d'altitude	68,58 %
de 400 m à 600 m d'altitude	14,47 %
de 600 m à 800 m d'altitude	7,74 %
de 800 m à 1000 m d'altitude	2,84 %
de 1000 m à 1200 m d'altitude	0,43 %
de 1200 m à 1330 m d'altitude	0,04 %

I.1.16 - SENEGAL à GALOUGO (128 400 km²) -

Indice de pente I_p = 0,025
Indice général de pente I_G = 0,48 m/km

Hypsométrie :

de 75 m à 100 m d'altitude	0,14 %
de 100 m à 200 m d'altitude	6,46 %
de 200 m à 400 m d'altitude	68,33 %
de 400 m à 600 m d'altitude	14,36 %
de 600 m à 800 m d'altitude	7,51 %
de 800 m à 1000 m d'altitude	2,76 %
de 1000 m à 1200 m d'altitude	0,41 %
de 1200 m à 1330 m d'altitude	0,03 %

le BAOULE, a une pente équivalente à celle du BAKOYE sur les 60 premiers km de son cours (2,7 ‰) mais celle-ci s'établit rapidement à 0,3 ‰, valeur qu'elle conserve jusqu'au confluent avec le BAKOYE (cf. graphique I.8).

I.3.3 - La FALEME -

La FALEME, qui constitue le dernier affluent important du SENEGAL en amont de BAKEL, a une pente moyenne de 1,24 ‰ correspondant à une longueur de 625 km pour une dénivelée de 777 m. La partie supérieure du cours de la FALEME a une pente extrêmement forte puisqu'elle passe de l'altitude 800 m à l'altitude 200 m en 70 kilomètres environ, soit une pente de près de 9,0 ‰ (8,57 ‰ exactement). La pente s'adoucit ensuite pour n'être plus que de 0,24 ‰ entre FADOUGOU et son confluent avec le SENEGAL (cf. graphique I.9).

I.3.4 - La KOLIMBINE et le KARAKORO -

Le WADOU qui constitue le cours supérieur de la KOLIMBINE a une pente assez forte (3,3 ‰) dans sa partie amont (région de NIORO). Sur le reste de son cours, la pente moyenne est très faible (0,37 ‰). La KOLIMBINE a une pente du même ordre (0,47 ‰ sur 225 km) de même que le KARAKORO (0,37 ‰).

Le tableau n° I.2 donne les caractéristiques principales du réseau hydrographique en amont de BAKEL.

Hypsométrie :

de 25 m à 100 m d'altitude	4,1 %
de 100 m à 200 m d'altitude	11,0 %
de 200 m à 400 m d'altitude	64,3 %
de 400 m à 600 m d'altitude	11,8 %
de 600 m à 800 m d'altitude	6,2 %
de 800 m à 1000 m d'altitude	2,3 %
de 1000 m à 1200 m d'altitude	0,3 %
de 1200 m à 1330 m d'altitude	# 0,0

I.1.20 - SENEGAL à BAKEL (218 000 km²) -

Indice de pente I_p = 0,022
 Indice général de pente I_g = 0,43 m/km

Hypsométrie :

de 15 m à 100 m d'altitude	11,7 %
de 100 m à 200 m d'altitude	21,1 %
de 200 m à 400 m d'altitude	50,3 %
de 400 m à 600 m d'altitude	10,0 %
de 600 m à 800 m d'altitude	5,0 %
de 800 m à 1000 m d'altitude	1,65 %
de 1000 m à 1200 m d'altitude	0,25 %
de 1200 m à 1330 m d'altitude	# 0

Les indices de pente décroissent rapidement de l'amont vers l'aval notamment sur la FALEME. Eu égard à la superficie de son bassin, c'est le BAOULE qui présente l'indice de pente le plus faible.

Les altitudes moyennes des bassins varient de 550 m pour le BAFING à MAHINA à 300 m environ pour la FALEME à KIDIRA et le SENEGAL à BAKEL.

I.2 - RESEAU HYDROGRAPHIQUE -

On trouvera hors-texte une carte au 1/2 000 000 (carte II) du réseau hydrographique du SENEGAL jusqu'à SAINT-LOUIS avec mention des limites topographiques des différents bassins et des stations hydrométriques principales.

Le SENEGAL en amont de BAKEL est formé par la jonction du BAFING et du BAKOYE à BAFOULABE. Le BAFING peut être considéré comme la branche mère du SENEGAL bien que son bassin versant total ne soit que de 38 400 km².

1.2.1 - Le BAFING -

C'est, comme nous venons de le dire, la branche mère du SENEGAL. Le BAFING prend sa source dans le massif du FOUTA-DJALLON, à quelque 800 mètres d'altitude, source qui se trouve à une quinzaine de kilomètres au Nord-Ouest de MAMOU en territoire guinéen.

Son cours supérieur est tourmenté et il circule entre des massifs granitiques et doléritiques qui l'obligent à prendre des orientations très diverses ; dès la cote 600 m (km 97), il prend jusqu'à sa confluence avec le BALE, premier affluent rive droite, une direction SW-NE. De la cote 600 m jusqu'à la station de DAKKA-SAÏDOU (cote 304, km 377), il traverse, par une série de rapides, la zone doléritique située à l'Ouest de DINGUIRAYE. Il entre ensuite sur le plateau de grès infracambriens et traverse cette région au relief peu accusé en décrivant de nombreux méandres. Dans cette partie de son cours et jusqu'à DIBIA (km 657) on relève la présence d'un certain nombre de petits rapides dus à des seuils formés par des bancs de grès infracambriens.

A partir du km 600, il prend une direction E-W et à DIBIA prend une direction S-N jusqu'à BAFOULABE, où il reçoit le BAKOYE (km 750). De BAFOULABE à BAKEL, le SENEGAL a une direction SE-NW et traverse une zone plate, coupée

cependant par quelques rapides dus à des seuils de grès infracambriens (seuil de TALARI) ou par des chutes (chutes de GOUINA et du FELOU). Depuis BAFOULABE, où il reçoit les apports du BAKOYE, ses principaux affluents rive droite sont la KOLIMBINE (près de KAYES) et le KARAKORO, 70 km en amont de BAKEL. Côté rive gauche, il ne reçoit qu'un affluent important : la FALEME, dont la confluence avec le SENEGAL a lieu à une cinquantaine de kilomètres en amont de BAKEL.

I.2.2 - Le BAKOYE -

Le BAKOYE a un bassin versant de 85 600 km². Il prend sa source à 760 m d'altitude environ dans la région des monts MENIEN (11° 50' N, 9° 40' W), au Nord-Ouest de SIGUIRI. Il atteint rapidement la cote 400 m (km 14) après avoir traversé cette région granitique par une série de chutes et de rapides. A partir de cette cote, il traverse une région plate, sans relief accusé, constituée de schistes birrimiens et de grès infracambriens. Le BAKOYE décrit alors de multiples méandres ; la direction générale de son cours est S-N. Il reçoit, côté rive droite, le BAOULE (km 445) avant de se jeter dans le BAFING (km 561) un peu en amont de BAFOULABE.

I.2.3 - Le BAOULE -

Affluent principal du BAKOYE, le BAOULE prend sa source à 750 m d'altitude, dans la région Sud-Est de BAMAKO. Il traverse dans la partie supérieure de son cours des reliefs doléritiques puis débouche sur le plateau MANDINGUE où sa faible pente et le manque de relief font qu'il décrit une série de nombreux méandres. Il a une direction sensiblement N-S puis, après avoir dessiné deux immenses boucles, rejoint le BAKOYE suivant une direction NE-SW.

I.2.4 - La FALEME .-

Affluent du SENEGAL (50 km en amont de BAKEL), la FALEME a, dans l'ensemble, une orientation de son cours sensiblement parallèle à celui du BAFING. Elle prend sa source à 800 m d'altitude dans une région de plateaux doléritiques (BOWAL SEGUERE FOUGOU, 11° 52' N, 10° 52' W).

Elle a un cours supérieur assez irrégulier prenant tour à tour une direction N-S puis E-W, ensuite SW-NE afin de contourner les sills doléritiques importants. Ensuite, elle traverse une région plus plate, constituée de schistes birrimiens en prenant des orientations variées. Ces changements d'orientation de son cours sont dus à la présence de reliefs constitués par des pointements de dolérites, qui traversent les schistes birrimiens (cf. Géologie I.4). Au km 110, elle reçoit le KOULOUN-KO et prend une direction W-E jusqu'à FADOUGOU (cote 110 m, km 220). De FADOUGOU à GOURBASSI, elle coule suivant une orientation SE-NW, puis s'infléchit encore plus vers l'Ouest pour reprendre une direction S-N jusqu'à KIDIRA et sa confluence avec le SENEGAL (km 625).

La FALEME, plus que les autres fleuves décrits, est caractérisée dès sa sortie des reliefs doléritiques par une série impressionnante de méandres. Signalons cependant que dans le second tiers de son cours, entre FADOUGOU et GOURBASSI, elle traverse une suite de petits rapides dus à des seuils rocheux constitués tantôt de bancs de grès durs, tantôt de roches vertes ou de microgranites.

I.2.5 - La KOLIMBINE -

Le cours supérieur de la KOLIMBINE est formé par la rivière OUADOÛ qui prend naissance dans la région Sud-Est de NIOURO du SAHEL à une altitude de 300 m environ. Cette rivière traverse une région très plate et ensablée constituée par des schistes et des grès précambriens. Le bassin du OUADOÛ, bien que rattaché topographiquement à celui de la

KOLIMBINE, forme une unité distincte du point de vue hydrographique à cause de l'endoréisme qui le caractérise. La superficie adoptée pour le bassin de la KOLIMBINE correspond à la partie active du bassin topographique telle qu'elle est représentée sur la carte au 1/2 000 000. Dans son cours inférieur, la KOLIMBINE traverse une suite de dépressions marécageuses, dont la plus remarquable est celle de MAGUI, avant de se jeter dans le SENEGAL, un peu en amont de la ville de KAYES. Les apports de la KOLIMBINE, comme ceux du KARAKORO sont peu abondants par suite de l'aridité croissante du climat.

I.2.6 - Le KARAKORO -

Le KARAKORO prend sa source dans la région située au N-E de KIFFA et se jette dans le SENEGAL à LAMI-TOUNKA en aval d'AMBIDEDI. L'orientation générale de son cours est N-S. Sa pente est faible et il traverse également des zones basses et marécageuses.

I.3 - PROFIL en LONG -

En général, les profils en long des cours supérieurs du SENEGAL-BAFING et de ses principaux affluents, que ce soit le BAKOYE, le BAOULE ou la FALEME, sont très accidentés et coupés de nombreux rapides.

I.3.1 - Le SENEGAL-BAFING -

Nous avons groupé le SENEGAL et sa branche mère le BAFING afin de comprendre le fleuve SENEGAL en amont de BAKEL.

En amont de BAKEL, le BAFING-SENEGAL a une longueur de 1006 km pour une dénivelée totale de 789 mètres, soit une pente moyenne de 0,78 ‰. Le BAFING de BAFOULABE à sa source a une longueur de 750 km pour une dénivelée de 712 m, soit une pente de 0,95 ‰. Sur le haut-BAFING, en amont de DAKKA-SAÏDOU, la pente varie de 5,5 ‰ à 0,50 ‰. Elle tend

à décroître vers l'aval, bien que l'on rencontre encore de nombreux rapides jusqu'à DIBIA (km 1132). Entre DIBIA et BAFOULABE la pente reste voisine de 0,5 ‰.

Nous donnons ci-après la répartition de la pente le long du cours du BAFING-SENEGAL en ‰.

km 1790 à 1767	4,35 ‰	
km 1767 à 1693	1,35 ‰	
km 1693 à 1684	5,55 ‰	zone de rapides
km 1684 à 1583	0,49 ‰	
km 1583 à 1570	4,61 ‰	km 1570, station de BALABORI
km 1570 à 1551	2,10 ‰	
km 1551 à 1532	2,63 ‰	
km 1532 à 1500	1,56 ‰	
km 1500 à 1412	0,49 ‰	km 1412, station de DAKKA-SAÏDOU
km 1412 à 1410	3,50 ‰	zone de rapides
km 1410 à 1389	0,95 ‰	
km 1389 à 1365	1,66 ‰	
km 1365 à 1299	0,15 ‰	km 1299, station de BAFING-MAKANA
km 1299 à 1271	1,07 ‰	
km 1271 à 1132	0,47 ‰	km 1132, station de DIBIA
km 1132 à 1059	0,42 ‰	km 1059, station de DEGUERE
km 1059 à 1046	1,00 ‰	km 1046, station de MAHINA
km 1046 à 1039	0,14 ‰	km 1039, station de BAFOULABE
km 1039 à 1009	0,66 ‰	km 1009, station de GALOUGO
km 1009 à 989	0,35 ‰	<u>chutes de GOUINA</u> (62 m/47m)
km 989 à 929	0,13 ‰	<u>chutes du FELOU</u> (39m/23,5m)
km 929 à 914	0,22 ‰	km 914, station de KAYES
km 914 à 872	0,07 ‰	km 872, station d'AMBIDEDI
km 872 à 784	0,07 ‰	km 784, station de BAKEL

On peut remarquer sur le profil en long (cf. graphique I.6) que le BAFING-SENEGAL n'est pas toujours à une altitude inférieure à ses affluents, bien au contraire. Nous avons représenté également le profil en long du BAFING seul (cf. graphique I.7).

On peut, dans l'ensemble, diviser le cours du BAFING-SENEGAL en amont de BAKEL en 3 grandes parties :

La première, de la source à DAKKA-SAÏDOU (km 1 412), avec une pente moyenne de 1,31 ‰. C'est une zone de franchissements **successifs** de rapides. La seconde, de DAKKA-SAÏDOU à BAFOULABE (km 1 039) a une pente moyenne de 0,59 ‰. Cette pente n'est plus torrentielle ; on peut toutefois signaler quelques rapides en amont de DIBIA. Enfin, une 3ème partie qui va de BAFOULABE à BAKEL (km 784) et dont la pente moyenne est de 0,30 ‰. Il convient de noter cependant qu'après la jonction du BAFING et du BAKOYE à BAFOULABE, le SENEGAL coule sur des grès Infracambriens dont il franchit les bancs les plus durs par des rapides (seuil de TALARI) ou par des chutes (chutes de GOUINA, passant de 62 m à 47 m, et chutes du FELOU entre 39 m et 23,5 m). Ainsi, entre BAFOULABE et KAYES, soit **sur** 125 kilomètres, le SENEGAL perd 68 m environ, ce qui correspond à une pente moyenne de 0,54 ‰.

A KAYES, qui est situé à quelque 900 km de la mer, l'altitude du plan d'eau en étiage n'est plus que de 20 mètres. La navigation en hautes eaux n'est entravée par aucune chute ni rapide. On peut noter cependant quelques bancs rocheux apparaissant à l'étiage. La pente moyenne devient très faible et ne dépasse pas 0,07 ‰ entre KAYES et BAKEL.

I.3.2 - Le BAKOYE et le BAOULE -

Pour une longueur de 561 m et une dénivelée de 672 m, le BAKOYE a une pente moyenne de 1,19 ‰, soit une pente légèrement supérieure à celle du BAFING. Dans le tiers supérieur de son cours, le BAKOYE a une pente assez forte 2,60 ‰, elle décroît nettement jusqu'à sa confluence avec la BAFING et ne dépasse pas 0,55 ‰. Son affluent principal,

le BAOULE, a une pente équivalente à celle du BAKOYE sur les 60 premiers km de son cours (2,7 ‰) mais celle-ci s'établit rapidement à 0,3 ‰, valeur qu'elle conserve jusqu'au confluent avec le BAKOYE (cf. graphique I.8).

I.3.3 - La FALEME -

La FALEME, qui constitue le dernier affluent important du SENEGAL en amont de BAKEL, a une pente moyenne de 1,24 ‰ correspondant à une longueur de 625 km pour une dénivelée de 777 m. La partie supérieure du cours de la FALEME a une pente extrêmement forte puisqu'elle passe de l'altitude 800 m à l'altitude 200 m en 70 kilomètres environ, soit une pente de près de 9,0 ‰ (8,57 ‰ exactement). La pente s'adoucit ensuite pour n'être plus que de 0,24 ‰ entre FADOUGOU et son confluent avec le SENEGAL (cf. graphique I.9).

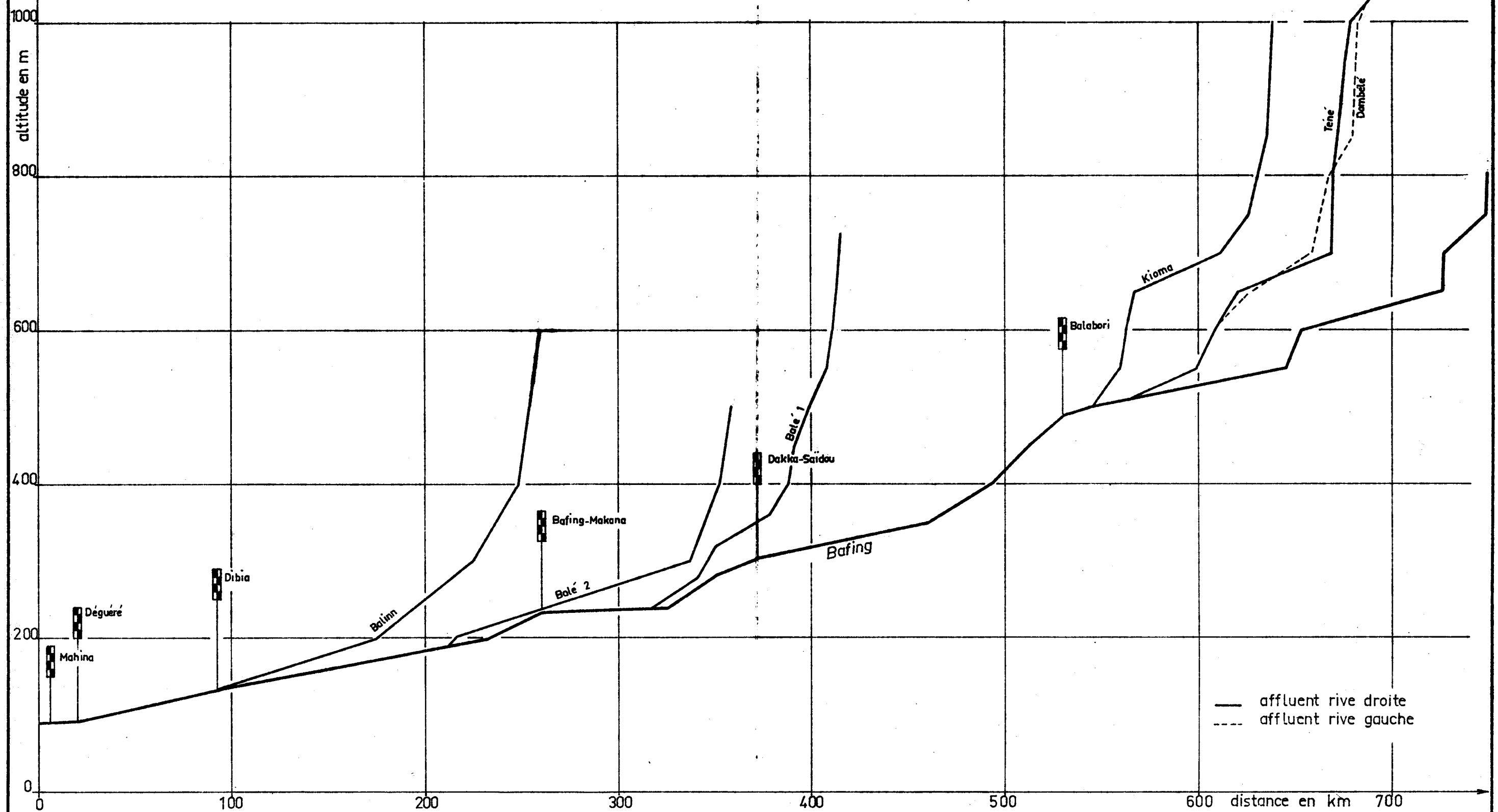
I.3.4 - La KOLIMBINE et le KARAKORO -

Le WADOU qui constitue le cours supérieur de la KOLIMBINE a une pente assez forte (3,3 ‰) dans sa partie amont (région de NIORO). Sur le reste de son cours, la pente moyenne est très faible (0,37 ‰). La KOLIMBINE a une pente du même ordre (0,47 ‰ sur 225 km) de même que le KARAKORO (0,37 ‰).

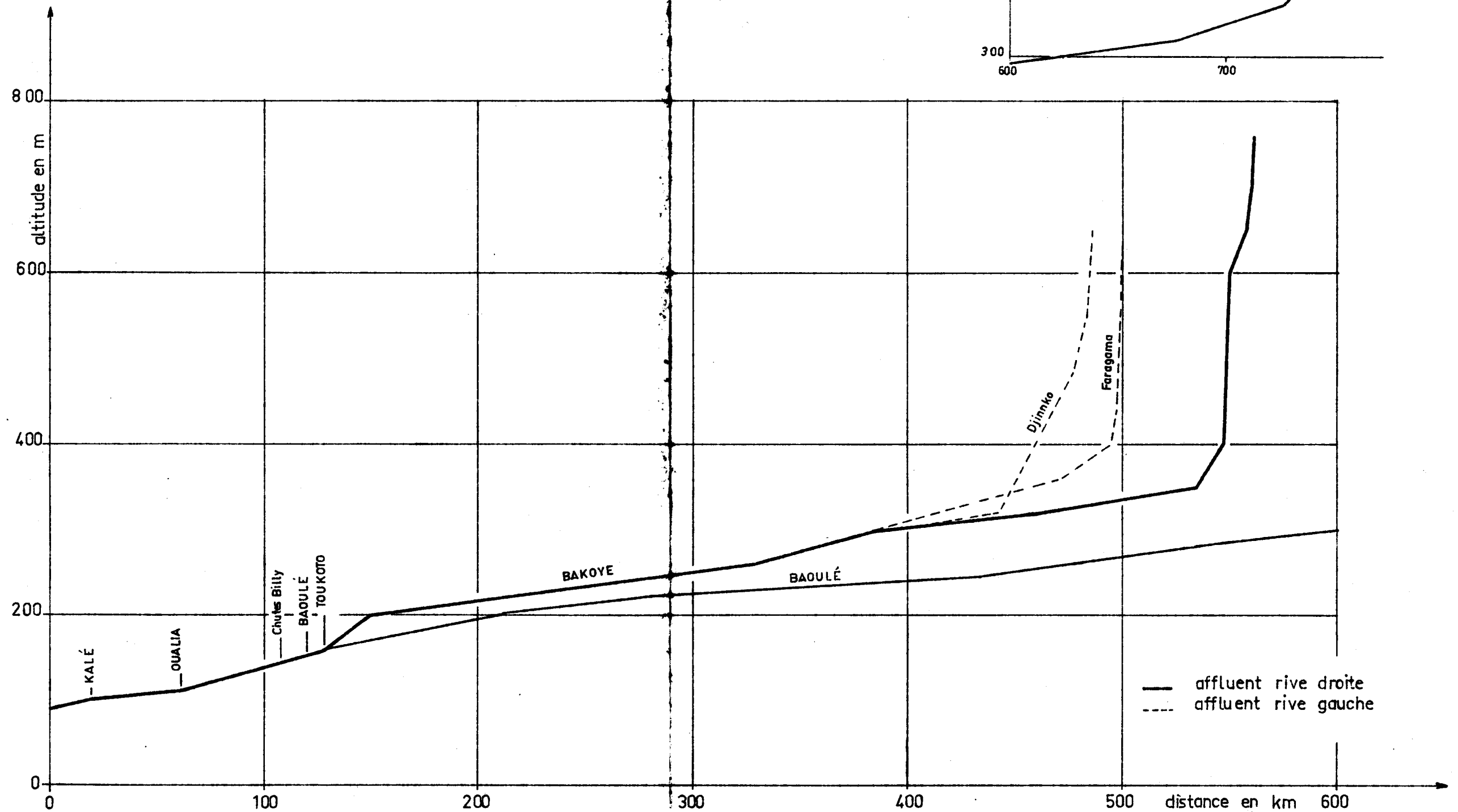
Le tableau n° I.2 donne les caractéristiques principales du réseau hydrographique en amont de BAKEL.

BAFING

Profil en long du Bafing et de ses principaux affluents



Profil en long du BAKOYE
et de ses principaux affluents



FALÉMÉ

Profil en long de la Falémé et de ses principaux affluents

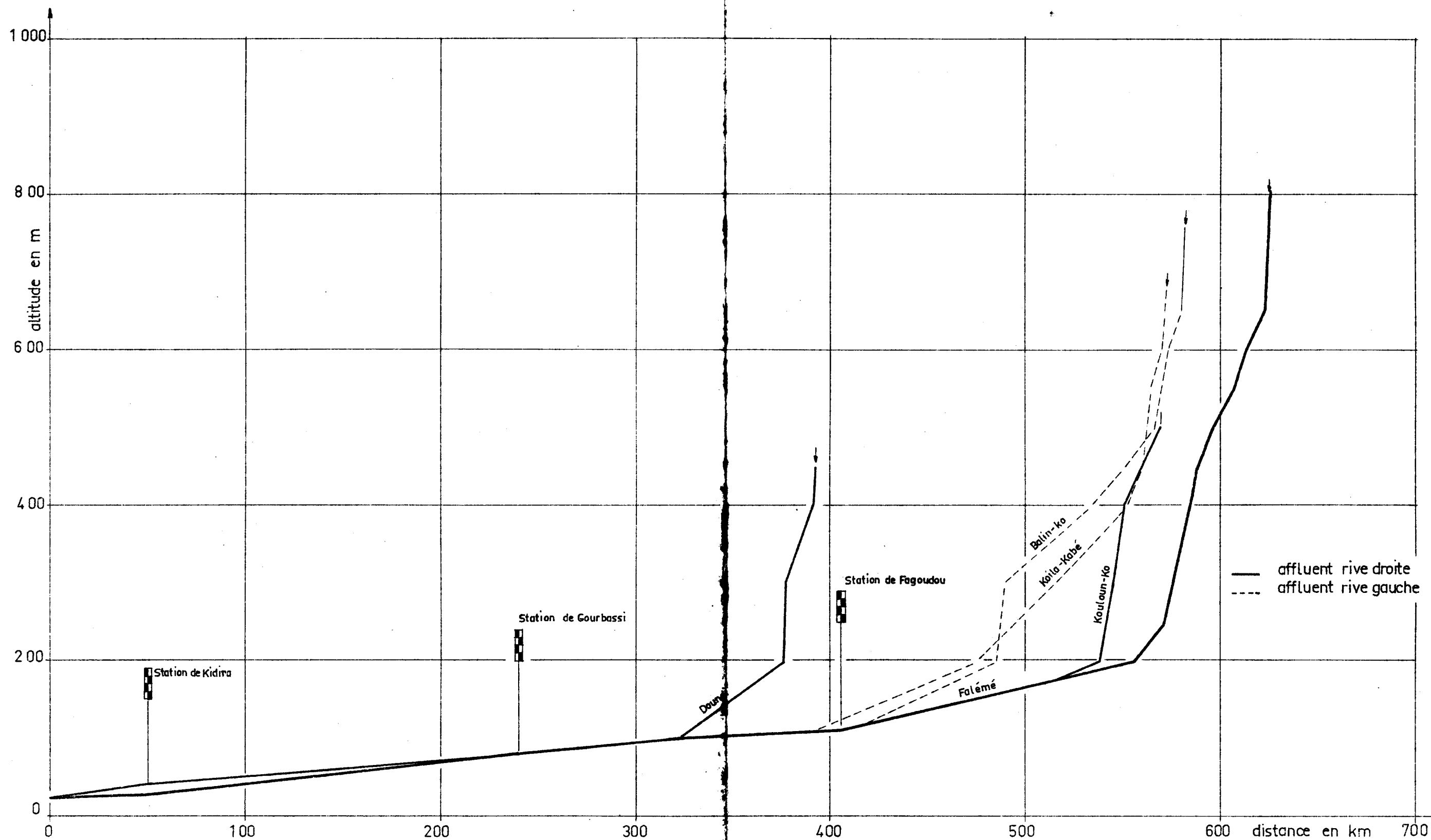


Tableau n° I.2

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES du RESEAU HYDROGRAPHIQUE
en AMONT de BAKEL

Fleuves et sous-affluents	Longueur (km)	Altitude max. (m)	Altitude confluent (m)	Dénivelée (m)	Pente moy. (‰)
SENEGAL-BAFING (en amont de BAKEL)	1006	800	11	789	0,78
BAFING (en amont de BAFOULABE)	750	800	88	712	0,95
TENE (1)	136	1200	510	690	5,07
KIOMA (1)	93	1000	500	500	5,37
BALE 1 (1)	114	725	240	485	4,25
BALE 2 (1)	138	500	190	310	2,24
BALINN-KO (1)	164	600	135	465	2,83
BAKOYE	561	760	88	672	1,19
DJINNKO (2)	73	650	305	345	4,72
KOKORO (2)	82	375	307	68	0,83
FARAGAMA (2)	87	630	300	330	3,79
BAOULE (2)	632	500	155	345	0,55
FALEME	625	800	18	782	1,25
KOULOUN-KO (3)	56	500	225	275	4,91
BALINN-KO (3)	165	750	115	635	3,85
KOILA-KABE (3)	182	680	110	570	3,13
DOUNDI (3)	70	450	100	350	5,00
KOLIMBINE + WADOU	450	300	22	278	0,62
KARAKORO	310	130	15	115	0,37

- (1) affluents principaux du BAFING
(2) affluents principaux du BAKOYE
(3) affluents principaux de la FALEME.

I.4 - GEOLOGIE - (voir carte n° III hors texte) -

I.4.1 - Formations géologiques -

Sur le bassin supérieur du SENEGAL on peut distinguer les formations suivantes :

- A - Le socle ancien
- B - Le Paléozoïque
- C - Le Tertiaire.

Les formations dominantes sont les deux premières citées.

A - Le socle ancien -

Il est composé en général de roches ayant subi un léger métamorphisme et appartenant à la zone des micaschistes supérieurs, plus rarement à celle des micaschistes inférieurs. On y distingue : des cipolins, des schistes ou micaschistes, des quartzites et des anciennes roches basiques transformées en roches vertes. Dans tout cet ensemble se sont mis en place des granites qui ont été classés en granites synkinématiques, granites tardicinématiques, granites et grano-diorites post-tectoniques.

En raison de leur composition chimique et de leur faible intensité de métamorphisme, ces formations ont été rattachées au système birrimien qui tire son nom de la rivière BIRRI au GHANA.

A-1 - Schistes, micaschistes et quartzites :

Ces formations sont largement représentées dans le bassin de la FALEME (région de KEDOUGOU). On les trouve également dans la région de SIGUIRI où le BAKOYE prend sa source.

Ces granites sont assez hétérogènes tant du point de vue de leur mise en place que du point de vue pétrographique : Ils correspondent aux granites "BAOULES" de L. BODIN.

A-4 - Les granites ou granodiorites post-tectoniques :

Ils se présentent en petits massifs de forme arrondie, recoupant à l'emporte-pièce les terrains birrimiens. Les contacts avec les terrains encaissants sont nets. Tous ces massifs sont à tendance granodioritique ou dioritique. Les principaux types de ce granite se rencontrent au Nord-Est de DINGUIRAYE (bassin supérieur du BAKOYE), au Nord de KEDOUGOU et au Nord de KAYES, à l'Est du KARAKORO.

B - Le PALEOZOÏQUE -

Toutes les formations que nous venons de décrire ont été recouvertes en discordance par des terrains d'origine sédimentaire qui, mise à part une bande d'orientation subméridienne (série de BAKEL-AKJOUJT), n'ont subi l'action d'aucun métamorphisme.

Ces formations ne contiennent aucun fossile permettant de les dater à coup sûr. Cependant, par corrélation avec les schistes à graptolithes de Guinée qui les recouvrent normalement, on admet que ces terrains, antérieurs au Gothlandien, sont paléozoïques.

B-1 - L'infracambrien :

Cette série est constituée de formations subhorizontales où se distinguent des grès, des quartzites, des pélites (roches siliceuses et argilo-siliceuses correspondant aux shales des anglo-saxons) et des calcaires.

Le Cambrien inférieur débute par une formation d'origine glaciaire : c'est un conglomérat calcaro-argileux dont l'extension apparaît considérable dans le bassin de TAOUDENI. Reconnu par les anciens auteurs, en particulier par L. BAUD qui l'a décrit sous ce terme, il présente localement des galets striés qui permettent de lui appliquer le terme de Tillite. On a choisi arbitrairement la Tillite comme base du Cambrien car elle marque un phénomène (glaciation) très étendu dans l'espace. De plus, elle repose en légère discordance sur l'Infracambrien gréseux.

Cet ensemble de formations sédimentaires et paléovolcaniques intéresse la plus grande partie du bassin supérieur du SENEGAL. Elle se prolonge, à l'Est de KAYES, jusqu'au-delà du méridien 8° et à l'Ouest de KAYES en une bande allant de l'Ouest de KEDOUGOU à KIFFA.

B.2.2 - Le Cambrien supérieur :

Il s'agit de grès argileux rouges mal classés qui passent en concordance aux pelites inférieures.

Il est assez peu représenté dans le bassin supérieur du SENEGAL (on relève quelques affleurements au Sud-Est et au Nord-Est de BAKEL). Il affleure surtout dans la région du massif de l'ASSABA (bassin du SENEGAL inférieur).

B.2.3 - L'Ordovicien :

Par corrélation avec les grès de la falaise de DOMBIAGUI en Guinée, on attribue à l'ordovicien une formation de grès blancs saccharoïdes, pouvant passer par tectonisation à des quartzites. Leur cohésion, due à leur grande dureté et à une faible latéritisation, permet de les observer dans de bonnes conditions. Ils forment des synclinaux plus ou moins pincés et reposent en discordance sur les grès rouges du Cambrien supérieur.

On peut les observer au Sud-Est et au Nord-Est de BAKEL ainsi que dans l'ASSABA.

B.3 - Faciès métamorphiques du Primaire :

Une partie du Primaire a subi des plissements pouvant localement être extrêmement violents. Dans les zones les plus tectonisées, les roches ont subi des transformations dans leur structure même : Il y a eu métamorphisme s'accompagnant de la destruction des anciens minéraux et de l'apparition de minéraux nouveaux. Ces formations sont composées essentiellement de roches vertes et de schistes et quartzites. C'est la série de BAKEL-AKJOUJT.

B.4 - Les Dolérites post-primaires :

Des intrusions de roches basiques, apparentées au groupe des dolérites traversent :

- le Birrimien au Nord et à l'Ouest de KEDOUGOU
- l'Infracambrien (région du BAFING supérieur et région Est et Ouest de KITA)
- le Cambrien à l'Est et au Nord-Est de BAFOULABE.

Ces intrusions forment des sills, dont la mise en place a été contrôlée par la nature et la stratification des roches traversées. D'importants phénomènes de métamorphisme peuvent être observés au toit et au mur de ces intrusions. Toutes ces venues doléritiques appartiennent à un même système volcanique. Elles sont très développées en Guinée où elles recoupent les formations dévoniennes : elles sont donc post-dévoniennes.

Ces intrusions de dolérites forment la charpente des régions les plus élevées du FOUTA DJALLON et du Massif qui s'étend de BAFOULABE à NIORO.

C - Le Tertiaire -

Les formations sédimentaires plus récentes ne sont représentées sur le bassin supérieur du SENEGAL que par un affleurement de Continental Terminal, situé à l'Est de NIOURO, à la limite du bassin. Le Continental est largement représenté dans le bassin inférieur du SENEGAL. Le Continental Terminal est formé de sables argileux aux couleurs très variées dans lesquels s'intercalent des niveaux argileux ou gréseux.

I.4.2 - Hydrogéologie :

Du point de vue de la capacité de rétention en eau, toutes les formations du haut bassin du SENEGAL doivent être considérées comme imperméables.

Dans les roches métamorphiques comme dans les grès, les systèmes aquifères se réduisent à des cuvettes topographiques peu étendues, favorables à l'accumulation d'alluvions et de sables.

Dans tous les cas, on ne peut que rencontrer des nappes alluviales, très limitées dans l'espace et constituant de petites retenues naturelles à la faveur de seuils rocheux barrant le lit des marigots.

On peut signaler que les nappes d'arènes existent dans les niveaux altérés des granites et des schistes, mais ce sont de petites nappes locales et d'un débit très faible (n'excédant pas, pour les plus importantes, $10 \text{ m}^3/\text{j}$) suffisantes cependant pour permettre aux autochtones de faire la soudure "entre la fin de la saison sèche et les premières pluies".

On peut encore citer les cônes d'éboulis engendrés par l'érosion des dolérites et des grès. Ces cônes d'éboulis souvent très importants (région de KEDOUGOU, falaise d'Infra-cambrien gréseux) constituent d'excellentes roches magasins et il n'est pas rare de trouver, à la rupture de pente, des sources alimentées par le drainage de ces éboulis. Il ne faut pas s'attendre à trouver des débits dépassant le m³/j.

Mais dans l'ensemble, la capacité de rétention du haut bassin est très faible, comme le prouve d'ailleurs la sévérité des étiages.

I.4.3 - Erosion :

La résistance à l'érosion du bassin ne dépend qu'indirectement de la nature géologique du sous-sol. Elle dépend plus immédiatement de la couverture végétale (voir paragraphe I.6) et de la nature des sols superficiels (voir paragraphe I.5).

Dans le bassin du BAFING, ainsi que dans les bassins supérieurs de la FALEME, du BAKOYE et du BAOULE (pluviométrie supérieure à 900 mm), le couvert végétal est suffisant pour que l'érosion mécanique soit négligeable, sauf dans certaines zones où l'on a défriché de façon trop intensive, mais l'érosion chimique est active.

Dans le reste du haut bassin la végétation est moins vigoureuse et souffre des feux de brousse. L'érosion mécanique paraît donc assez active. On note, en particulier, des affouillements importants dans les remblais sableux qui longent le haut SÉNÉGAL et plusieurs de ses affluents, comme c'est le cas, par exemple, de la FALEME en amont de KIDIRA.

I.4.4 - Géomorphologie :

Au point de vue morphologique, le bassin du haut SENEGAL peut se diviser schématiquement en deux grands ensembles :

- une succession de reliefs sub-tabulaires, constitués par des formations doléritiques et granitiques, recouverts de formations latéritiques discontinues (cuirasse et carapace latéritiques), dont l'altitude va décroissant vers le Nord où ces plateaux n'atteignent plus que 300 à 400 m, alors que dans le haut BAFING et la FALEME supérieure ils sont fréquemment voisins ou supérieurs à 1 000 m.
- une région au relief moins accentué que nous appellerons la "plaine" et qui s'étend au Nord du 12° de latitude et n'est marquée par aucun relief important à l'exception des massifs doléritiques situés au Nord-Est de KAYES.

Ces hauts plateaux (dont certains, nous l'avons dit, culminent à plus de 1 000 m, dans la région de LABE-DABOLA, sur le haut BAFING et dont l'altitude va en s'abaissant progressivement vers le Nord) sont constitués de granites et de dolérites. La partie supérieure est sub-tabulaire et recouverte de formations latéritiques discontinues. Les versants sont, en bien des endroits, abrupts et il n'est pas rare d'y trouver des formations de pente bien développées : goullets, blocs de roches et de cuirasse latéritique pour les éléments les plus gros, reposant sur des éléments plus fins allant des graviers et gravillons latéritiques aux éléments détritiques fins : sables. L'ensemble de ces plateaux a été découpé par le réseau hydrographique en une succession de vallées en V aux flancs plus ou moins redressés. Ces reliefs s'abaissent petit à petit vers le Nord. Au Nord du 12° de latitude ils dominent une immense étendue constituée soit par des formations gréseuses (Infracambrien et Cambrien), soit par des formations schisteuses (Birrimien). C'est cette région que, par opposition à la précédente, nous avons appelée la "plaine".

En effet, par opposition à la précédente, le relief de cette "plaine" est **peu** accentué (à l'exception des massifs doléritiques qui forment les massifs au N-E de KAYES). Cette plaine, morcelée par le réseau hydrographique, est constituée en fait d'une succession de plateaux latéritiques de dimensions variables (pouvant s'étendre sur plus de 30 km comme c'est le cas dans la région Ouest de la FALEME).

La surface de ces plateaux est très plane ou descend par des versants très doux jusqu'aux thalwegs. Leur pente est parfois inférieure à 1 %. Par endroits, les affleurements de cuirasse latéritique forment de petits **ressauts** de 0,50 m à 1 m. Ce n'est qu'à la suite de profondes entailles de la FALEME, du BAFING et du BAKOYE qu'ils se traduisent par un **talus** d'une hauteur de 5 à 20 m. En contrebas s'étend généralement une **bande** de terres sablo-argileuses, inclinée vers le lit majeur des marigots et des fleuves.

Une autre caractéristique du paysage est la présence de nombreuses petites vallées, en forme de couloir, ou de dépressions étroites et allongées, à fond plat. Parfois, un petit marigot serpente au milieu de cette bande de terrains sablo-argileux, aménagés par la riziculture pendant l'hivernage ; ailleurs on n'observe pas de traces d'un écoulement concentré. Ces dépressions et petites vallées que l'on peut qualifier de fossiles sont organisées en un réseau hiérarchisé qui aboutit aux vallées des principaux cours d'eau.

I.5 - ETUDE des SOLS -

La présente étude est due à S. PEREIRA BARRETO, pédologue du Centre ORSTOM de DAKAR. Nous reproduisons in-extenso la note pédologique rédigée par ce chercheur.

La Monographie des sols d'une aussi vaste région que celle du bassin du fleuve SENEGAL exige au moins que soit effectuée une reconnaissance sur l'ensemble de la zone. Dans cette région, l'extrême complexité de la répartition des sols et surtout les variations très importantes qui apparaissent de façon inattendue entre zones apparemment

complexés par le colluvionnement (Bonfils). A ce facteur dominant il faut cependant et surtout ajouter les processus de cuirassement anciens, récents ou actuels, liés aux mouvements du fer.

Utilisant la classification française des sols, les principaux types de sols rencontrés sont :

- les sols Minéraux Bruts,
- les sols Jeunes ou peu Evolués
- les sols Ferrallitiques
- les sols Hydromorphes.

Mais, comme nous l'avons signalé ci-dessus, tous les sols sont marqués par la nature colluviale de leur matériau.

1° - Sols Minéraux bruts :

Ils sont essentiellement constitués par un matériau rocheux (sens large) ne manifestant pratiquement aucune évolution pédologique apparente. Ils sont alors représentés par des affleurements de roches plus ou moins saines et dures (Lithosols) ou par des accumulations de matériaux meubles (Régosols). Dans la région qui nous intéresse il s'agit presque exclusivement de Lithosols, pour la plupart mis en place par des processus d'érosion qui ont décapé les couches superficielles (sols ou manteau d'altération) qui les recouvraient. Ces sols sont représentés d'une part, par les cuirasses et débris de cuirasses et d'autre part, par les formations rocheuses en affleurement.

En effet, par opposition à la précédente, le relief de cette "plaine" est **peu** accentué (à l'exception des massifs doléritiques qui forment les massifs au N-E de KAYES). Cette plaine, morcelée par le réseau hydrographique, est constituée en fait d'une succession de plateaux latéritiques de dimensions variables (pouvant s'étendre sur plus de 30 km comme c'est le cas dans la région Ouest de la FALEME).

La surface de ces plateaux est très plane ou descend par des versants très doux jusqu'aux thalwegs. Leur pente est parfois inférieure à 1 %. Par endroits, les affleurements de cuirasse latéritique forment de petits **ressauts** de 0,50 m à 1 m. Ce n'est qu'à la suite de profondes entailles de la FALEME, du BAFING et du BAKOYE qu'ils se traduisent par un **talus** d'une hauteur de 5 à 20 m. En contrebas s'étend généralement une **bande** de terres sablo-argileuses, inclinée vers le lit majeur des marigots et des fleuves.

Une autre caractéristique du paysage est la présence de nombreuses petites vallées, en forme de couloir, ou de dépressions étroites et allongées, à fond plat. Parfois, un petit marigot serpente au milieu de cette bande de terrains sablo-argileux, aménagés par la riziculture pendant l'hivernage ; ailleurs on n'observe pas de traces d'un écoulement concentré. Ces dépressions et petites vallées que l'on peut qualifier de fossiles sont organisées en un réseau hiérarchisé qui aboutit aux vallées des principaux cours d'eau.

I.5 - ETUDE des SOLS -

La présente étude est due à S. PEREIRA BARRETO, pédologue du Centre ORSTOM de DAKAR. Nous reproduisons in-extenso la note pédologique rédigée par ce chercheur.

La Monographie des sols d'une aussi vaste région que celle du bassin du fleuve SENEGAL exige au moins que soit effectuée une reconnaissance sur l'ensemble de la zone. Dans cette région, l'extrême complexité de la répartition des sols et surtout les variations très importantes qui apparaissent de façon inattendue entre zones apparemment

identiques, doivent en effet mettre en garde contre toute intrapolation ou extrapolation abusive à partir de zones connues. Cette précaution est sans cesse confirmée et se justifie de plus en plus à mesure que des travaux de prospection et de cartographie sont effectués dans la région.

Une Monographie des sols axée sur la considération des caractéristiques hydrologiques suppose qu'elle puisse être faite dans le cadre d'une classification aussi adaptée que possible à ce propos. Celle que nous avons adoptée dans cette étude (classification pédologique utilisée en France de G. AUBERT et Ph. DUCHAUFOUR) n'atteint que très partiellement ce but.

Dans les limites de notre étude, nous pensons cependant que c'est surtout au niveau de la famille (pouvant donner une idée de la texture) que doivent être dégagées les principales caractéristiques à rôle hydrologique.

Ces considérations donnent donc à notre étude une portée restreinte. Elle n'aura pas la prétention de présenter un inventaire complet des sols de la région et encore moins de dégager le rôle de ces sols dans la genèse de l'écoulement. Mais limitant son objet à l'étude de zones bien délimitées, elle aura l'avantage de mettre l'accent sur la complexité de la répartition des sols dans ces régions et d'inciter à la prudence lorsqu'on se propose de définir le comportement hydrologique d'une région ou d'une zone aussi petite soit-elle, en fonction de ses données pédologiques.

Quel que soit le contenu donné au concept sol, il est unanimement reconnu comme étant cette partie, généralement meuble, de l'écorce terrestre qui résulte de l'action combinée du climat et de la biosphère sur la lithosphère. De cette définition se trouve d'emblée dégagés les facteurs principaux et généraux de pédogénèse que sont : le climat, la roche-mère et la végétation (qui a le rôle biologique de loin le plus important).

- Le climat -

La considération de l'ensemble du bassin montre que l'on passe du climat soudano-guinéen au Sud, au climat sahélo-saharien au Nord. Le climat sahélo-soudanais, intermédiaire, correspond au climat dominant de la majeure partie du bassin.

De bonne heure, les études menées dans ces régions tropicales ont dégagé, en correspondance avec cette zonalité climatique, une zonalité pédo-génétique horizontale presque parfaite. Ainsi, dans la terminologie de la classification française des sols, nous trouvons des sols ferrallitiques en zone soudano-guinéenne, des sols ferrugineux tropicaux en zone sahélo-soudanaise et des sols subarides en zone sahélo-saharienne. Cette zonalité horizontale liée au climat se trouve cependant, dans de nombreuses régions, fortement perturbée par d'autres facteurs : nature de la roche-mère ou du matériau originel, conditions géomorphologiques et divers processus anciens ou récents.

- Roche-mère et matériau originel -

Au point de vue géologique, l'ensemble du bassin peut être divisé en deux provinces bien distinctes, dont la séparation se situe approximativement au niveau de BAKEL.

Toute la zone du bassin en amont de BAKEL se trouve installée sur des formations anciennes : primaires et anté-cambriennes constituées par tout un cortège de roches dont les mieux représentées sont : les grès et quartzites, les faciès schisteux et pélitiques, les roches vertes et quelques formations granitiques.

En aval de BAKEL, le bassin (à l'exception d'une partie des bassins du GORGOL et du SAVALEL) est installé sur des formations tertiaires (généralement calcaires), mais surtout sur le Continental Terminal sablo-argileux ou grés-argileux et sur le Quaternaire, sableux à sablo-argileux.

En relation avec ces matériaux, on peut généralement dégager les corrélations suivantes :

- en zone soudano-guinéenne, on observe pratiquement des sols ferrallitiques sur tout matériau. Les sols sont alors d'autant plus rouges et plus argileux que la roche-mère est basique, la ferrallitisation ayant en plus tendance à pousser la granulométrie vers le pôle argileux (cahier ORSTOM Ser. Pédol. vol. IV - n° 4 - 1966 - p.16 et 18). Fort heureusement, les processus d'agrégation en pseudosable dans certains sols ferrallitiques arrivent à atténuer les conséquences défavorables que pourrait provoquer cette "argilification".

Il est à signaler parfois, en milieu ferrallitisant, mais dans des conditions spéciales, l'existence de sols particuliers : Bruns Eutrophes (roche-mère très basique en microclimat sec ou subissant une érosion permanente qui rajeunit constamment le sol).

- en zone soudanienne, sur matériaux neutres ou acides sableux à sablo-argileux, on a surtout des sols ferrugineux tropicaux plus ou moins lessivés ou remaniés en fonction de leur position topographique ou de leur situation climatique. Sur matériaux basiques, sols particuliers en fonction du type d'argile et de la proportion relative et/ou globale des cations échangeables du complexe : sols Bruns Eutrophes, Vertisols, sols Halomorphes.
- enfin, en zone subdésertique (sahélienne) on rencontre des sols Subarides sur matériaux sableux ou sablo-argileux, des sols Bruns Eutrophes, des Vertisols ou des sols Halomorphes sur matériaux argileux dérivés de roches plus ou moins basiques ou développés directement sur matériau d'altération superficiel ou dépôt argileux.

- Végétation -

En milieu tropical surtout soudanien et sahélien, la végétation est avant tout sous la dépendance assez étroite du sol et du climat. Mais en retour, l'action directe ou indirecte de la végétation sur le sol peut être déterminante, surtout d'un point de vue hydrologique. Cette action est fonction du type de végétation.

Au point de vue végétation, la zone soudano-guinéenne est caractérisée par le domaine de la forêt dense fouta-nienne à *Parinari excelsa*, bush de montagne, savane boisée, brousses secondaires (Aubreville). Les études de détail (Langdale - Brown 1961/62) effectuées dans ce domaine révèlent un ensemble très complexe, constitué de paysages multiples et variés, plus ou moins imbriqués, reflets du substrat géologique et des sols, du modelé et de l'emprise humaine. On peut ainsi distinguer :

- 1° - Des zones de savanes à *Parinari excelsa* essentiellement dans les régions doléritiques très accidentées de hautes altitudes.
- 2° - Des zones de savanes dites de transition dans des conditions géologiques et pédologiques variées (sols sur dolérite, grès, granite etc...) d'altitudes moyennes inférieures aux zones à *Parinari*, caractérisées par *Erythrophleum suaveoleus*, *Parkia biglobosa* et *Andropogons* (le *Parkia biglobosa* se rencontrant plus fréquemment sur matériaux dérivés des grès).
- 3° - Des zones de savanes sèches avec petites prairies généralement en régions granitiques à modelé peu accentué, pente douce mais longue.
- 4° - Des zones constituées d'une mosaïque de prairies à *Hyparrhenia s.p.p.* sur sols "Dantari" plus ou moins bien drainés, et *Loudetia coarctata* sur sols "Hollandès" à mauvais drainage.

- 5° - Des zones de prairie à *Tristachya* généralement sur sols squelettiques à éléments de cuirasse ferrugineux ;
Enfin :
- 6° - Des zones de steppes graminéennes et arbustives en modelé de collines squelettiques (généralement cuirassées) et de vallées encaissées à sols profonds ; les collines portant une végétation de steppes claires à *Loudetia* s.p.p. et *ctenium newtonii*, et les vallées à versants abrupts, une savane à *Parinari*. D'une façon plus générale, la zone Soudano-Guinéenne, à l'exclusion de la zone Foutanienne assez particulière, est caractérisée par les reliques de forêts sèches denses à légumineuses, à *Ptérocarpus erinaceus* et *Parkia biglobosa*, à *Agnogeissus*. C'est aussi le domaine de la forêt claire à *Isoberlinia*, *Uapaca*, de peuplement de Karité, de la savane boisée à *Lophira Alata*, à *Terminalia Macroptera*, à *Ptérocarpus erinaceus*, à *Daniella Oliveri*, à *Burkea Africana* ; domaine de galeries forestières importantes (Aubreville).

La zone sahélo-soudanienne est le domaine de la steppe et savane boisée à épineux. Bush à *Combrétacées*, Bush à *Ptérocarpus Luceus*, forêts claires à *Isoberlinia* à *Uapaca* (limites supérieures), à *Boswellia*, à *Anogneissus*, peuplement de Karité, forêts reliques à *Cynometra glandulosa*, savanes boisées à *Bombax costatum*, à *Prosopis Africana*, palmeraie d'*Hypheane* et *Borassus*.

Différents auteurs notent, dans ce vaste domaine, des variations importantes dans la physionomie et la composition des formations végétales en fonction des conditions pédologiques, géomorphologiques et sous-climatiques. Ainsi se différencient les formations végétales des sols kaolinitiques, Vertisols et des Sols Halomorphes (Kaloga 1966). Dans la partie sénégalaise du domaine soudanien (sahélo-soudanien d'Aubreville) Trochain distingue dans les différents sous-climats et pseudo-climats : les végétations sur matériau sableux, sur cuirasse ou sur matériau argileux.

La zone subdésertique (sahélo-saharienne) est caractérisée par les formations d'épineux : forêts claires d'acacia, steppes arbustives à *Commiphora Africana*, à *Balanites aegyptiaca*, à *Euphorbia balsamifera*. Mais dans ce domaine plus que partout ailleurs, la végétation est fixée par les ressources locales en eaux elles-mêmes sous la dépendance de la topographie et des caractéristiques physiques des sols (texture principalement). Ces dernières conditions déterminent souvent l'aspect contracté des formations ligneuses qui se disposent soit perpendiculairement aux lignes de ruissellement ou parallèlement aux canaux d'écoulement, soit en îlots dans les zones à submersion temporaire (Gavaud - 1960). Elles déterminent aussi surtout des variations assez importantes dans les associations végétales. Ainsi se distingue la végétation des glacis de celle des formations sableuses dunaires (Gavaud - 1967).

Dans ce grand ensemble que constitue le Haut Bassin, seules quelques zones très particulières et périphériques ont fait l'objet d'études pédologiques. Il s'agit, d'une part, de la partie tout à fait méridionale du bassin du BAFING, dans la région de MAMOU-DALABA ; et d'autre part, de la partie Ouest du bassin de la FALEME en zone Sénégalaise (cf. graphique I.10).

I.5.1 - Bassin du BAFING Supérieur : région de MAMOU-DALABA :

Cette région est en pleine zone foutanienne (zone I, graphique I.10), domaine des sols ferrallitiques montagnards. Mais en fait, comme l'ont souligné différents auteurs (Maignien - 1953, Bonfils - 1954, Van Es et Pereira Barreto - 1961/62), toute la pédogénèse des sols du FOUTA-DJALLON est dominée par le colluvionnement, conséquence directe de l'érosion hydrique (Maignien). Le ruissellement joue un tel rôle dans cette région que l'on pourrait considérer tous les sols comme des sols de montagne très érodés,

complexés par le colluvionnement (Bonfils). A ce facteur dominant il faut cependant et surtout ajouter les processus de cuirassement anciens, récents ou actuels, liés aux mouvements du fer.

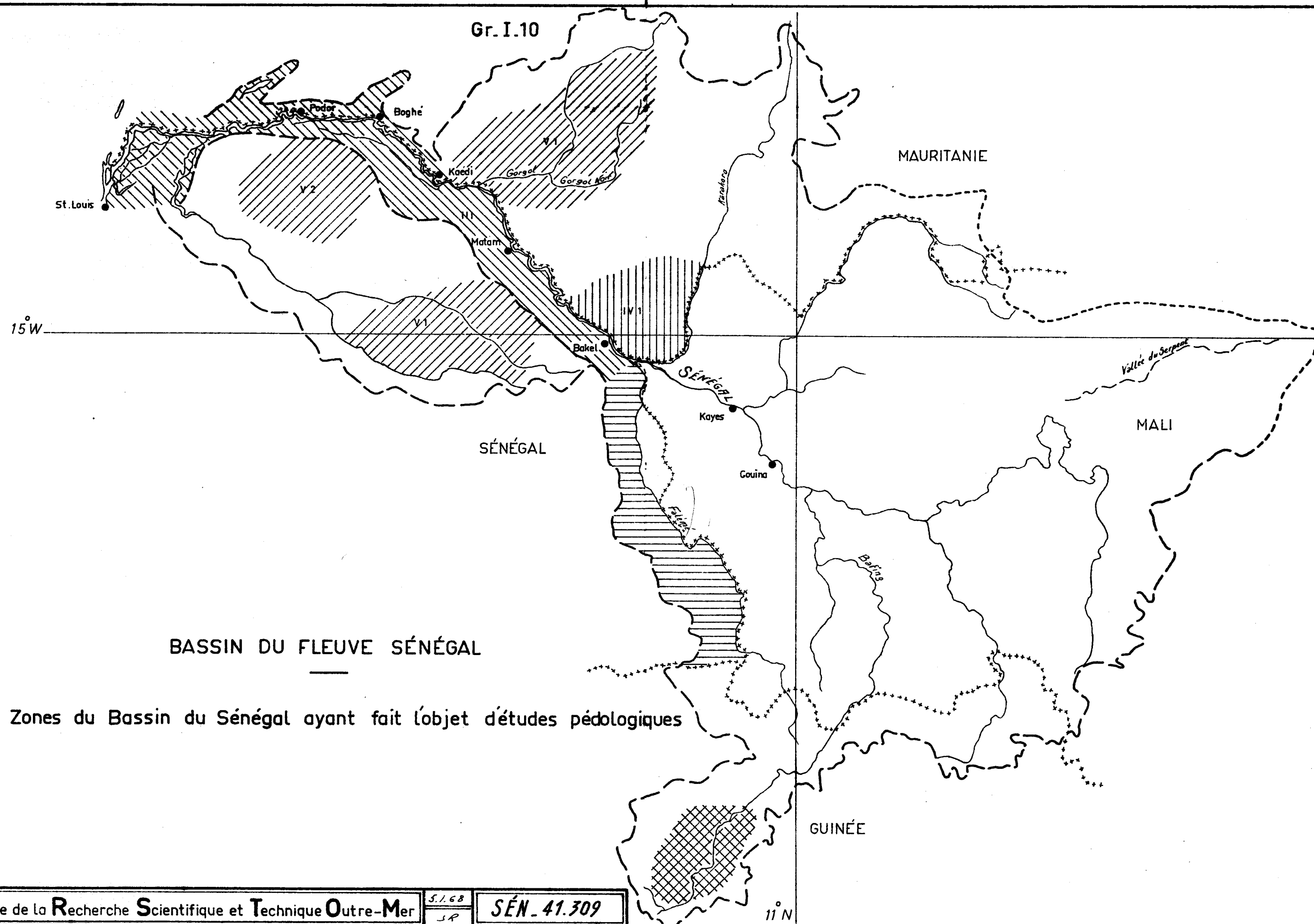
Utilisant la classification française des sols, les principaux types de sols rencontrés sont :

- les sols Minéraux Bruts,
- les sols Jeunes ou peu Evolués
- les sols Ferrallitiques
- les sols Hydromorphes.

Mais, comme nous l'avons signalé ci-dessus, tous les sols sont marqués par la nature colluviale de leur matériau.

1° - Sols Minéraux bruts :

Ils sont essentiellement constitués par un matériau rocheux (sens large) ne manifestant pratiquement aucune évolution pédologique apparente. Ils sont alors représentés par des affleurements de roches plus ou moins saines et dures (Lithosols) ou par des accumulations de matériaux meubles (Régosols). Dans la région qui nous intéresse il s'agit presque exclusivement de Lithosols, pour la plupart mis en place par des processus d'érosion qui ont décapé les couches superficielles (sols ou manteau d'altération) qui les recouvraient. Ces sols sont représentés d'une part, par les cuirasses et débris de cuirasses et d'autre part, par les formations rocheuses en affleurement.



a) Cuirasses et débris de cuirasses :

Très répandus dans l'ensemble de la région, ils sont d'âges très différents. On les rencontre en toute position topographique : sommets des plus hauts plateaux ou des pointements rocheux ; sur pentes plus ou moins abruptes ; en plaine et dans le fond des vallées. De structure très variable, ils ont comme caractéristiques communes leur très grande richesse en sesquioxides de fer et/ou d'alumine, leur compacité et leur dureté. Recouvrant pratiquement toutes sortes de formations, ils forment souvent de vastes plateaux dénudés de toute végétation (surtout arbustive) : ce sont alors des bowés, recouverts par place d'un tapis graminéen ou de cypéracées accrochés à une couche superficielle de limon ou de sable fin noirâtre, riche en matière organique. Par endroits ils sont affectés d'effondrements occupés par des mares plus ou moins permanentes.

D'un point de vue hydrologique, les surfaces cuirassées sont, d'une façon générale, caractérisées par une imperméabilité quasi absolue. Le ruissellement et l'érosion hydrique qui en est la conséquence sont maximaux surtout en bordure des ravins. Il en résulte fréquemment un démantèlement de la cuirasse en énormes blocs séparés par des fissures plus ou moins larges, par lesquelles les eaux de ruissellement peuvent s'infiltrer et former par érosion des horizons sous-jacents plus meubles, tout un réseau de grottes dans lesquelles coulent de véritables cours d'eau souterrains, invisibles de la surface (Maignien - 1958).

b) Formations rocheuses diverses :

Elles sont constituées par une grande variété de roches parmi lesquelles il faut surtout citer : les grès affleurant sous forme de massifs ou de buttes témoins plus ou moins étendus, des granites en blocs, boules, coupoles ou dômes plus ou moins vastes, et les roches vertes en massifs ou pointements. Comme les cuirasses, ces formations sont caractérisées par une grande imperméabilité. Mais en fonction de leur sensibilité à la désagrégation pouvant résulter de

de leur structure, du système de diaclases qui les affecte ou de la direction des plans de schistosité, elles peuvent présenter une perméabilité en grand assez élevée.

2° - Sols jeunes ou peu évolués :

Ils sont, pour la plupart, étroitement liés aux sols Minéraux bruts : cuirasses ou formations rocheuses. On peut principalement distinguer :

- les sols peu évolués régosoliques sur matériau squelettique ferrugineux ou rocheux.
- les sols sur remblais colluviaux généralement sur cuirasse.

a) Les sols peu évolués régosoliques sur matériau squelettique :

Ils sont formés en proportion variable d'éléments ferrugineux (provenant de la cuirasse démantelée) et de débris de roches mélangés à une fraction terreuse plus ou moins abondante.

De profondeur très variable, leur comportement hydrique est sous la dépendance non seulement des éléments rocheux ou ferrugineux (quantité, dimension, nature) mais également de la nature (surtout texturale) et de l'abondance de la gangue matricielle. Ces sols sont représentés par une gamme assez variée de sols dont les plus fréquents sont :

- les sols squelettiques d'éboulis de pente.
- les sols squelettiques plus ou moins caillouteux et gravillonnaires des plateaux.

Ils sont très répandus dans la zone où ils représentent certainement 50 à 80 % des surfaces suivant les régions.

b) Les sols sur remblais colluviaux :

Ils sont constitués d'un matériau limono-sableux plus ou moins argileux. On les rencontre assez fréquemment mais par taches sur certains plateaux cuirassés. Ils sont fréquemment marqués par l'hydromorphie.

3° - Sols Ferrallitiques :

En fonction de la nature de la roche-mère ou du matériau originel, on peut distinguer :

- les sols rouges ferrallitiques sur roches plus ou moins basiques.
- les sols beiges ou jaunes ferrallitiques dont la genèse semble liée aux formations plus acides (grès, granites ...).
- les sols ferrallitiques lessivés sur matériaux sableux à sablo-argileux dérivés des grès.

a) Sols rouges ferrallitiques :

Généralement installés sur des pentes fortes, ils sont développés sur une argile rouge ferrallitique, produits de décapage de pitons ou massifs de roches basiques (dolérite essentiellement) qui sont venus recouvrir des surfaces irrégulières cuirassées ou non.

La nature colluviale de leur matériau est souvent confirmée par des éléments rocheux ou/et de cuirasse qu'on rencontre irrégulièrement dans le profil. Ces éléments peuvent, du reste, devenir dominants, il s'agit alors des sols rouges ferrallitiques plus ou moins squelettiques très **répandus** dans la région des Hauts Plateaux.

I.5.2 - Bassin de la FALEME (en zone sénégalaise et sous climat sahélo-soudanais). Zone II, graphique I.10.

Les données pédologiques relatives à cette zone sont tirées de travaux récents effectués dans la région du SENEGAL Oriental et qui s'inscrivent dans le cadre d'une cartographie au 1/200 000 du SENEGAL.

Les principaux types de sols recensés sont :

- 1° - les sols minéraux bruts
- 2° - les sols peu évolués
- 3° - les vertisols et paravertisols
- 4° - les sols à mull
- 5° - les sols à sesquioxides
- 6° - les sols halomorphes
- 7° - les sols hydromorphes.

1° - Sols minéraux bruts :

Ils sont pratiquement de même type que ceux rencontrés dans la région foutanienne. Il s'agit donc :

- d'affleurements de cuirasse nue ou plus ou moins colonisée par une végétation herbacée et/ou arbus-tive lorsqu'elle est plus ou moins en démantèlement.
- d'affleurements de roches diverses : grès, granites, schistes, roches vertes etc...

2° - Sols peu évolués :

En relation avec la cuirasse, on trouve des sols plus ou moins squelettiques, gravillonnaires et caillouteux des plateaux ou des éboulis de pente.

Liés aux formations rocheuses, on a :

- des sols plus ou moins squelettiques sur matériaux dérivés de granites ou de schistes fortement parcourus par des filons de quartz (les éléments ferrugineux dérivés de cuirasse démantelée sont rarement absents).
- des régosols constitués d'accumulations sableuses, dérivées de formations gréseuses au pied des massifs ou transportées plus ou moins loin par le ruissellement ou par le vent.

Dans la classification française, on distingue : les sols peu évolués d'érosion et les sols peu évolués d'apport. Dans la région étudiée cette distinction n'est pas toujours aisée, les sols relevant le plus souvent des deux processus combinés.

a) Sols peu évolués d'érosion :

Essentiellement sur matériau gravillonnaire. Ces sols sont alors largement développés sur des matériaux riches en éléments ferrugineux plus ou moins arrondis de la taille des graviers. D'origine généralement allochtone, ces éléments peuvent cependant résulter de la libération progressive sur place des éléments nodulaires ferrugineux contenus dans la cuirasse originelle.

Très largement répandus dans toute la région, ils sont, en fait, très hétérogènes. Ils peuvent être distingués, d'une part d'après le matériau de recouvrement, la nature et proportion relative de la terre fine matricielle, d'après

leur épaisseur ; d'autre part, d'après le matériau sous-jacent sur lequel ils reposent directement.

On distingue ainsi :

- les sols gravillonnaires (s. str.) avec peu ou pas de terre fine,
- les sols gravillonnaires à recouvrement sableux,
- les sols gravillonnaires plus ou moins limono-sablo-argileux et à recouvrement sableux ou sablo-limoneux.

Tous ces sols sont d'épaisseur très variable et peuvent reposer directement sur cuirasse ou sur matériau d'altération de roches diverses.

Leur comportement hydrique est commandé à la fois par la terre fine matricielle et par leur profondeur ainsi que par la nature du matériau sous-jacent. La plupart du temps ils sont marqués par une hydromorphie plus ou moins temporaire.

b) Sols peu évolués d'apport :

Leurs matériaux ont subi un transport plus ou moins long, les agents de transport étant en milieu strictement continental le ruissellement ou le vent et en milieu alluvial les cours d'eau.

On peut distinguer :

- les sols peu évolués d'apport, bien drainés -

Ils manifestent une évolution vers les sols ferrugineux tropicaux climatiques. Ce sont tous les sols développés sur matériaux drainants dérivés de formations diverses généralement acides ou neutres, d'où la distinction entre :

- sols sur matériaux sableux à sablo-argileux dérivés de grès plus ou moins feldspathiques,
- sols sur matériaux sableux à sablo-argileux provenant des granites,
- sols sur remblais sablo-argileux plus ou moins gravillonnaires dérivés du Continental Terminal dans les axes alluviaux.

Très localisés et peu répandus, ces sols sont avant tout caractérisés par un excellent drainage interne. Ils s'opposent alors aux sols ayant même origine (sols d'apport) mais qui, en raison de leur position topographique ou de certaines caractéristiques intrinsèques de leurs matériaux, subissent une hydromorphie plus ou moins accentuée ou acquièrent des propriétés particulières.

Il s'agit alors :

- des sols peu évolués plus ou moins hydromorphes,
- et des sols peu évolués vertiques.
- Sols peu évolués hydromorphes -

Ils correspondent essentiellement aux sols développés sur matériaux gravillonnaires plus ou moins limono-argileux. Ils sont associés à tous les sols gravillonnaires et sols squelettiques des plateaux dont ils ne représentent souvent qu'un terme plus hydromorphe. Une autre famille de ces sols est représentée par les sols développés sur arène granitique argileuse. L'hydromorphie qui les affecte est d'origine pétrographique. Les feldspaths et autres minéraux se sont transformés très rapidement et totalement en argile et le matériau bien que très graveleux (gros grains de quartz) surtout en surface devient alors compact et imperméable. L'hydromorphie peut également être due au niveau d'arrêt brutal constitué par la roche saine (ces sols étant généralement peu profonds).

- Sols peu évolués vertiques -

Ils sont représentés par les sols très profonds développés sur certaines alluvions argileuses de la FALEME.

3° - Vertisols et Paravertisols :

Dans le bassin de la FALEME, cette catégorie de sols se limite à tous les sols liés aux provinces de roches basiques. Ils sont alors, avant tout, caractérisés par la richesse de leur matériau en argile gonflante du type montmorillonite. D'un point de vue morphologique, ce sont des sols caractérisés par une couleur foncée et une structure large. Leur richesse en argile du type 2/1 gonflante est responsable, à la suite de l'alternance des phénomènes d'humectation et de dessiccation qu'ils subissent, des efforts mécaniques internes qui se traduisent généralement en surface par de larges fentes (se poursuivant en profondeur), par un microrelief *gilgai* (alternance de bosses et zones effondrées) et en profondeur par des faces de glissement striées et luisantes (*slickenside*). On les divise en vertisols lithomorphes et vertisols topomorphes en fonction du pédoclimat.

Les premiers, temporairement humides, sont marqués par une hydromorphie d'origine essentiellement pétrographique. Les vertisols topomorphes, comme l'indique leur dénomination, sont déterminés par leur position topographique (zone plane ou déprimée). Ils subissent, de ce fait, une hydromorphie plus intense et plus prolongée.

Dans la zone soudanienne, étant donné la tendance au cuirassement des roches riches en ferro-magnésiens, le matériau des vertisols est fréquemment complexé par des gravillons ferrugineux provenant des cuirasses qui recouvrent ces régions.

D'un point de vue hydrologique, les vertisols sont des sols totalement imperméables. En début de saison des pluies ils peuvent, cependant, présenter temporairement une certaine perméabilité en grand lorsque les fentes restent encore ouvertes. L'imperméabilité de ces sols dans certaines zones peut

être réduite par ameublissement du matériau par les gravillons et graviers ferrugineux ou rocheux.

Dans le bassin de la FALEME, associés aux vertisols, on peut signaler :

- pour mémoire (car peu répandus) les sols bruns eutrophes tropicaux de la classe des sols à MULL.
- mais surtout les sols halomorphes.

4° - Sols bruns eutrophes tropicaux :

Ils sont fondamentalement très proches des vertisols. Ils en possèdent les principales caractéristiques chimiques mais s'en distinguent essentiellement par une amélioration sensible du drainage interne (surtout lorsqu'ils sont plus ou moins complexés par les gravillons). Mieux structurés, ils sont généralement plus riches en oxyhydrates de fer.

Ils restent cependant, d'une façon générale, des sols argileux relativement imperméables. Leur matériau dérive comme les vertisols de roches basiques mais peuvent également être constitués par des alluvions argileuses, ils sont alors plus hydromorphes.

5° - Sols halomorphes :

Les sols halomorphes du bassin de la FALEME sont déterminés par la richesse en sodium échangeable du complexe absorbant d'un horizon au moins, le sodium provenant directement de l'altération du matériau parental.

Ces sols halomorphes sont très largement représentés sur le versant Ouest entre les affleurements de grès cambriens et la FALEME où ils se développent sur les "schistes" dits de la FALEME. Partout ailleurs, ils dérivent de roches vertes et sont en association étroite avec les vertisols.

Leurs matériaux peuvent être plus ou moins complétés par des gravillons ferrugineux.

Très imperméable comme les vertisols en raison de leur texture argileuse (argile 2/1), ce caractère est ici fortement accentué par la présence du sodium qui favorise une forte dispersion des argiles.

6° - Sols riches à sesquioxydes et hydrates métalliques :

Représentés presque exclusivement par les sols ferrugineux tropicaux.

Définis par leur richesse en sesquioxydes de fer bien individualisés et répartis sur l'ensemble du profil, ou le plus souvent accumulés dans les horizons inférieurs, les sols ferrugineux tropicaux de la région du bassin de la FALEME appartiennent au groupe "lessivé" caractérisé par un ou plusieurs horizons enrichis à la fois en argile et sesquioxydes lessivés des horizons supérieurs. Le "lessivage" présumé n'est pas toujours le phénomène responsable de l'existence de l'horizon B dit d'accumulation. Ce dernier dans le contexte de la région résulte parfois d'un polyphasage ou d'un processus d'accumulation relative par remaniement des horizons de surface.

Suivant les matériaux, on peut distinguer quatre principales familles :

- sols ferrugineux sur matériau colluvio-alluvial, sablo-argileux à argilo-sableux.
- sols ferrugineux sur matériau argilo-sableux à argileux plus ou moins limoneux des plateaux.
- sols ferrugineux sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux dérivés des granites.
- sols ferrugineux sur matériau sableux à sablo-argileux dérivés des grès.

- Sols ferrugineux tropicaux sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial -

D'extension variable suivant les zones, ils sont localisés dans les axes alluviaux et correspondent aux sols ferrugineux les plus typiques développés sur les produits du Continental Terminal remaniés par le réseau hydrographique qui a entaillé la couverture de cuirasse.

Généralement très profonds, ils peuvent, par endroits, être brutalement limités en profondeur par un niveau gravillonnaire et caillouteux (débris de cuirasse colluvionnés).

Ils présentent une gamme variée de couleurs s'étendant du jaune ou beige au rouge en fonction des conditions de drainage et de la position topographique.

D'un point de vue hydrologique, ce sont des sols qui présentent un bon drainage interne surtout dans leurs horizons supérieurs. Ils sont néanmoins assez sensibles à l'érosion hydrique en nappe (stabilité structurale faible) qui provoque progressivement le décapage des horizons superficiels et la mise en affleurement des horizons B. Ces horizons, déjà riches en argile et en oxyde de fer, vont durcir à l'air et constituer, de ce fait, des couches quasi imperméables.

En région très érodée, les zones de sols ferrugineux lessivés même dérivés de matériau à texture grossière auront donc tendance à constituer des zones de ruissellement intense.

- Sols ferrugineux sur matériau argilo-sableux à argileux plus ou moins limoneux des plateaux -

Il s'agit, en fait, de sols profonds que l'on rencontre sur les plateaux. Ils se développent sur un matériau à texture variable dérivé probablement des sables argileux ou grès argileux plus ou moins altérés du Continental Terminal en affleurement par disparition de la couverture cuirassée.

La direction des vents dominants et la portion de rose des vents couverte par ces derniers sont données par le tableau n° I.4 :

Tableau n° I.4

VENTS DOMINANTS

		Saison sèche		Saison des pluies	
Stations		Vent dominant	Intervalle	Vent dominant	Intervalle
KAYES	E	NE - SE		W	SW - NW
KENIEBA	NE	SE - NW		W	SW - NW
LABE	E	NE - SE		SW	SE - NW

2.3.- TEMPERATURE de l'AIR -

Les valeurs caractéristiques étudiées sont les suivantes :

\bar{T}_x : Moyenne mensuelle des températures maximales journalières.

\bar{T}_n : Moyenne mensuelle des températures minimales journalières.

$\frac{\bar{T}_x + \bar{T}_n}{2}$: Température moyenne mensuelle.

2

On trouvera sur le tableau n° I.5, les variations de ces 3 caractéristiques, durant l'année pour les différentes stations d'observations et les stations climatologiques du Haut Bassin.

la remontée de la nappe. Ils sont développés essentiellement sur alluvions argileuses des cours d'eau et sur matériau colluvio-alluvial du Continental Terminal dans les axes de drainage.

En résumé, au point de vue sols, le bassin de la FALEME se trouve caractérisé dans sa partie inférieure (versants Est et Ouest) par des sols squelettiques : cuirasses, sols gravillonnaires et affleurements de roches avec tout le cortège de sols jeunes plus ou moins hydromorphes qui leur sont associés. Ca et là, se rencontrent des sols de type vertique. Dans la partie supérieure du bassin, les sols squelettiques restent dominants, mais liés aux schistes de la FALEME, il y a de vastes zones très planes de sols halomorphes surtout sur le versant Ouest.

I.6 - VEGETATION -

La végétation reflète la variété climatique, étant donné que les chutes annuelles de pluies s'échelonnent de 2 000 mm à 200 mm.

Les classifications des différents spécialistes sont variées. J. TROCHAIN distingue 3 domaines :

- a) le domaine guinéen
- b) le domaine soudanien
- c) le domaine sahélien (1)

-
- (1) - Cette classification ne correspond pas exactement à celle des régimes hydrologiques de J. RODIER :
- a) Régime tropical de transition (pluviométrie 2000 à 1500 mm)
 - b) Tropical pur (1250 mm à 750 mm)
 - c) Sahélien (750 mm à 250 mm).

I.6.1 - Le domaine guinéen :

Ce domaine, situé sensiblement au Sud du parallèle 12° 30' (précipitations annuelles supérieures à 1000 mm), est marqué par l'existence de galeries forestières comprenant un certain nombre d'espèces de la forêt dense et par l'apparition d'*Eleis guinéensis* et *Lophira alata*.

Avec l'altitude, on trouve un type spécial de végétation englobé par AUBREVILLE dans le bioclimat "guinéen foutahien". Les pluies sont abondantes, mais la végétation est soumise à l'action intense de l'Harmattan. On a affaire à une forêt dense, très dégradée. Quand la forêt est à peu près intacte, le ruissellement est très faible. Les défrichements abusifs font courir un grand risque à ces massifs forestiers. Les pluies abondantes ravinent les terrains et la forêt ne peut plus se reconstituer.

I.6.2 - Le domaine soudanien :

Ce domaine est limité approximativement par les parallèles 12° 30' et 15° 30' (précipitations annuelles comprises entre 1000 et 500 mm). Le nombre des jours de pluie s'y échelonne entre 70 et 40.

La végétation de cette zone est caractérisée au Sud par une forêt claire qui devient progressivement une savane plus ou moins boisée en allant vers le Nord.

De nombreux arbres et arbustes restent complètement dépouillés de leurs feuilles pendant 2 à 4 mois. Un peu avant la saison des pluies, ils entrent en feuillaison. Dans cette zone apparaissent certaines espèces dont : *Bombax buonopozense* (faux kapokier), *Parkia biglobosa* (Néré).

La forêt claire n'est nulle part intacte par suite des feux de brousse. Elle est remplacée maintenant par une savane arborée ou une savane forestière.

Vers le Sud, la forêt a deux aspects suivant que le taillis, que dépassent de nombreux arbres, est dominant (savane forestière) ou, au contraire, réduit (forêt-parc). Les herbages sont trop rapidement consumés par les feux de brousse pour que les arbres aient le temps de s'enflammer, mais ceux-ci ont des fûts tortueux, contournés, chancreux.

La forêt est trouée de grandes clairières, absolument dépourvues de végétation en saison sèche. Elles deviennent marécageuses à la saison des pluies. Ce sont des plateaux latéritiques où l'eau s'écoule lentement. Ils portent en peuhl le nom de "bowal" (pluriel "bowé").

Les galeries forestières subsistent dans cette région. Les alluvions, s'étendant de part et d'autre du lit mineur des cours d'eau, sont envahies par une végétation dense où dominent souvent les rôniers. Dans les dépressions marécageuses bordant ces rivières, on trouve fréquemment des palmiers-raphia.

Vers le Nord, les espèces dominantes sont les Combretum sur les sols sableux et Acacia Seyal sur les sols argileux. Les essences épineuses commencent à apparaître au Nord de l'isohyète 750 mm et la "savane à épineux" marque la transition avec le domaine sahélien.

I.6.3 - Le domaine sahélien :

Très peu représenté sur le bassin supérieur du SENEGAL, il prendra une importance dominante dans le bassin inférieur. Ce domaine, situé au Nord du parallèle 15° 30', est limité par les isohyètes 500 mm à 200 mm. La végétation est caractérisée par des espèces ligneuses peu nombreuses, rabougries et le plus souvent épineuses. Quelquefois, elles sont étalées en parasol, le feuillage étant réduit et caduc.

A la saison des pluies, de nombreuses plantes, ne formant pas un tapis continu, parsèment le sol. L'ensemble constitue une pseudo-steppe ou une savane claire, arbustive ou arborée.

Le groupement végétal est saccagé par les cultures, le pâturage et les coupes de bois de feu. Les feux de brousse se propagent bien malgré la faible densité du tapis herbacé. Le sol est entièrement mis à nu, les espèces herbacées vivaces sont rares et le feu ne provoque pas une reprise de végétation.

- CHAPITRE II -

FACTEURS CLIMATIQUES

2.1 - GENERALITES -

Le bassin du SENEGAL Supérieur, situé entre les régions tropicales et les confins du Sahara, présente une grande diversité climatique. Son climat s'explique par les déplacements du Front Intertropical boréal (FIT) qui sépare l'air tropical (Harmattan) et l'air équatorial (Mousson). L'air continental caractérisé par une faible humidité est véhiculé par des vents de secteur N-E. L'air équatorial, très humide, est véhiculé par des vents faibles de secteur S-W. Son épaisseur à quelques centaines de km de la trace au sol du FIT ne dépasse pas 2000 à 3000 mètres. Pendant les 4 premiers mois de l'année, le FIT reste en dessous de la latitude 12° N, l'Harmattan souffle de façon permanente et la sécheresse règne sur tout le bassin.

Avec le mouvement apparent du soleil, les basses pressions équatoriales se déplacent lentement vers le Nord et s'unissent à celles causées par l'échauffement du continent. Le FIT progresse vers le Nord et la Mousson pénètre sur le bassin. Sa progression sur un sol chauffé par l'Harmattan aboutit à la formation de tornades. La surface du bassin, intéressée par les précipitations, croît au fur et à mesure que le FIT atteint des latitudes plus élevées. La Mousson arrose le FOUTA-DJALLON dès le mois d'Août. Au mois d'Août, le FIT a atteint sa position la plus septentrionale vers la latitude 22°, la Mousson domine partout et il pleut sur l'ensemble du bassin. Puis le mouvement du FIT s'inverse et la Mousson reflue vers le Sud. Les pluies sont encore abondantes en

Septembre car le régime de la Mousson prolonge la saison des pluies tropicales. Il cesse de pleuvoir vers la mi-Octobre. En Novembre, l'Alizé apporte un peu de fraîcheur, mais bientôt l'Harmattan balayera à nouveau le sol. Compte tenu de la faible densité des stations climatologiques et de l'hétérogénéité des périodes d'observations, on ne prétend nullement procéder à une étude complète des divers éléments du climat, mais seulement de faire apparaître les caractères les plus saillants de ces éléments qui interviennent comme facteurs conditionnels du régime hydrologique.

2.2 - REGIME des VENTS -

Le régime des vents découle de la circulation générale de l'atmosphère dans la zone intertropicale caractérisée par la présence de 2 courants : un de secteur NE (Harmattan), l'autre de secteur SW (Mousson).

Vitesses et directions au sol du vent sont mesurées à 6 stations climatologiques : KAYES, KENIEBA, KITA, NIORO, LABE et SIGUIRI. Pour la présente étude, nous avons retenu celles de KAYES (14 années d'observations), KENIEBA (14 années) et LABE (7 années).

2.2.1 - Vitesse des vents :

Les vitesses sont mesurées 3 fois par jour (6h 00, 12h 00, 18h 00). Le tableau n° I.3 donne, pour les 3 stations considérées, les fréquences observées pour diverses classes de vitesse et les vitesses moyennes du vent. On remarque la fréquence très faible des vents supérieurs à 15 m/s. Des vents dépassant 21 m/s ont été enregistrés à KAYES en Juillet 1951.

Tableau n° I.3

FREQUENCE par CLASSE (%)
et VITESSE MOYENNE des VENTS (m/s)

Stations	$V < 1$	$1 < V < 4$	$4 < V < 6$	$6 < V < 14$	$14 < V < 21$	$V > 21$	Vitesse : moyenne
KAYES	27,8	61,2	8,6	2,35	0,03	0,02	2,57
KENIEBA	54,2	44,0	1,1	0,7	0	0	1,71
LABE	38,3	43,5	14,1	4,07	0,03	0	2,49

2.2.2 - Direction des vents :

On a réuni sur les graphiques n° I.11 et I.12 les roses des vents moyennes relatives à la saison sèche et à la saison des pluies pour les 3 stations considérées. Ces roses sont établies de la manière suivante : sur chacune des 8 directions principales de la rose des vents, on porte une longueur proportionnelle à la fréquence provenant de cette direction, indiquée en pourcentage au nombre total d'observations. La différence entre 100 et la somme des pourcentages suivant toutes les directions donne la fréquence des calmes.

On remarque, sur ces graphiques, une assez forte dispersion des vents à LABE en saison des pluies et à KENIEBA en saison sèche. Ces deux situations un peu aberrantes mises à part, les graphiques reflètent bien la physionomie du bassin au point de vue du régime des vents : influence saharienne en saison sèche, influence guinéenne en saison des pluies.

La direction des vents dominants et la portion de rose des vents couverte par ces derniers sont données par le tableau n° I.4 :

Tableau n° I.4

VENTS DOMINANTS

		Saison sèche		Saison des pluies	
Stations		Vent dominant	Intervalle	Vent dominant	Intervalle
KAYES	E	NE - SE		W	SW - NW
KENIEBA	NE	SE - NW		W	SW - NW
LABE	E	NE - SE		SW	SE - NW

2.3.- TEMPERATURE de l'AIR -

Les valeurs caractéristiques étudiées sont les suivantes :

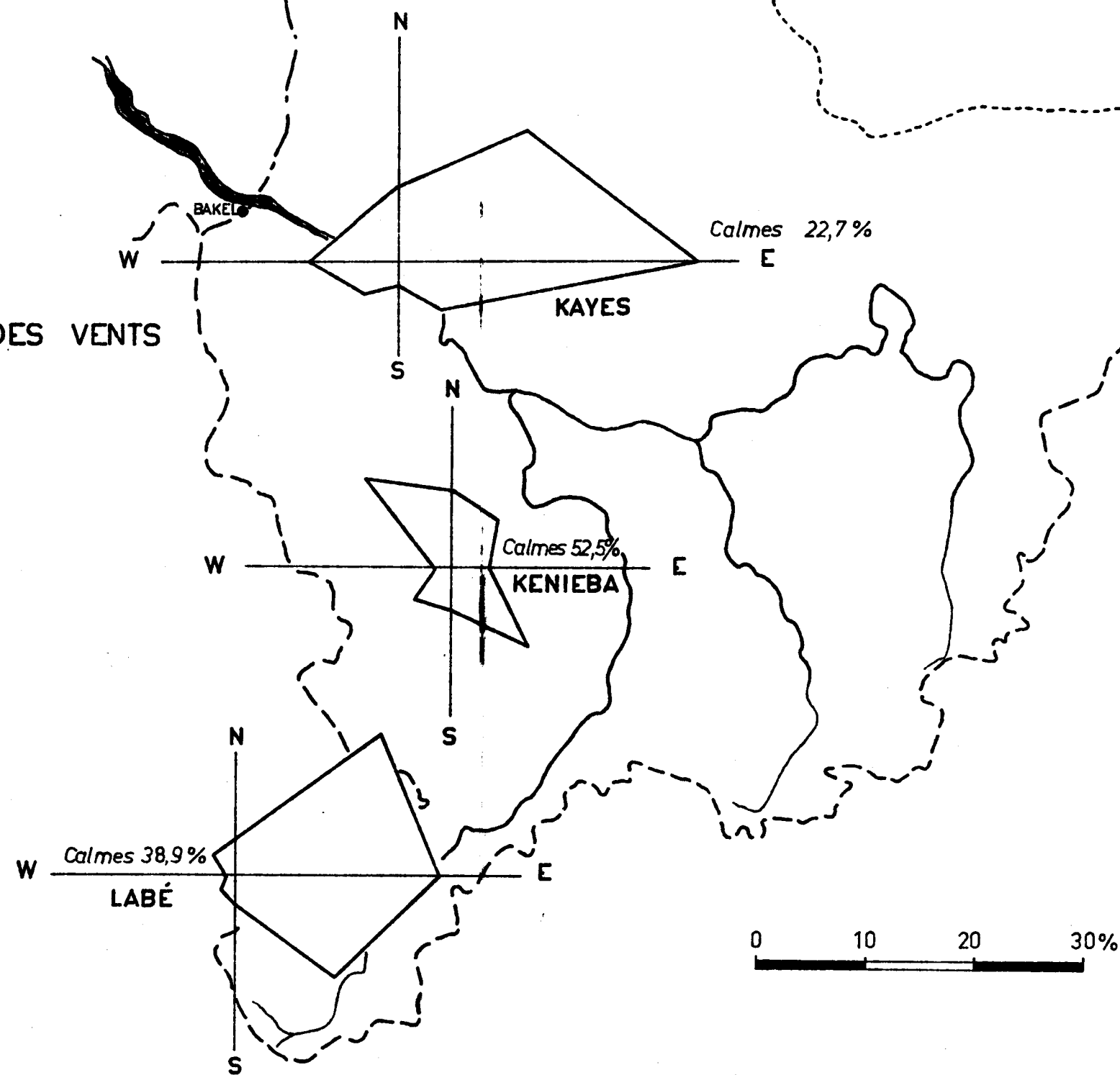
T_x : Moyenne mensuelle des températures maximales journalières.

T_n : Moyenne mensuelle des températures minimales journalières.

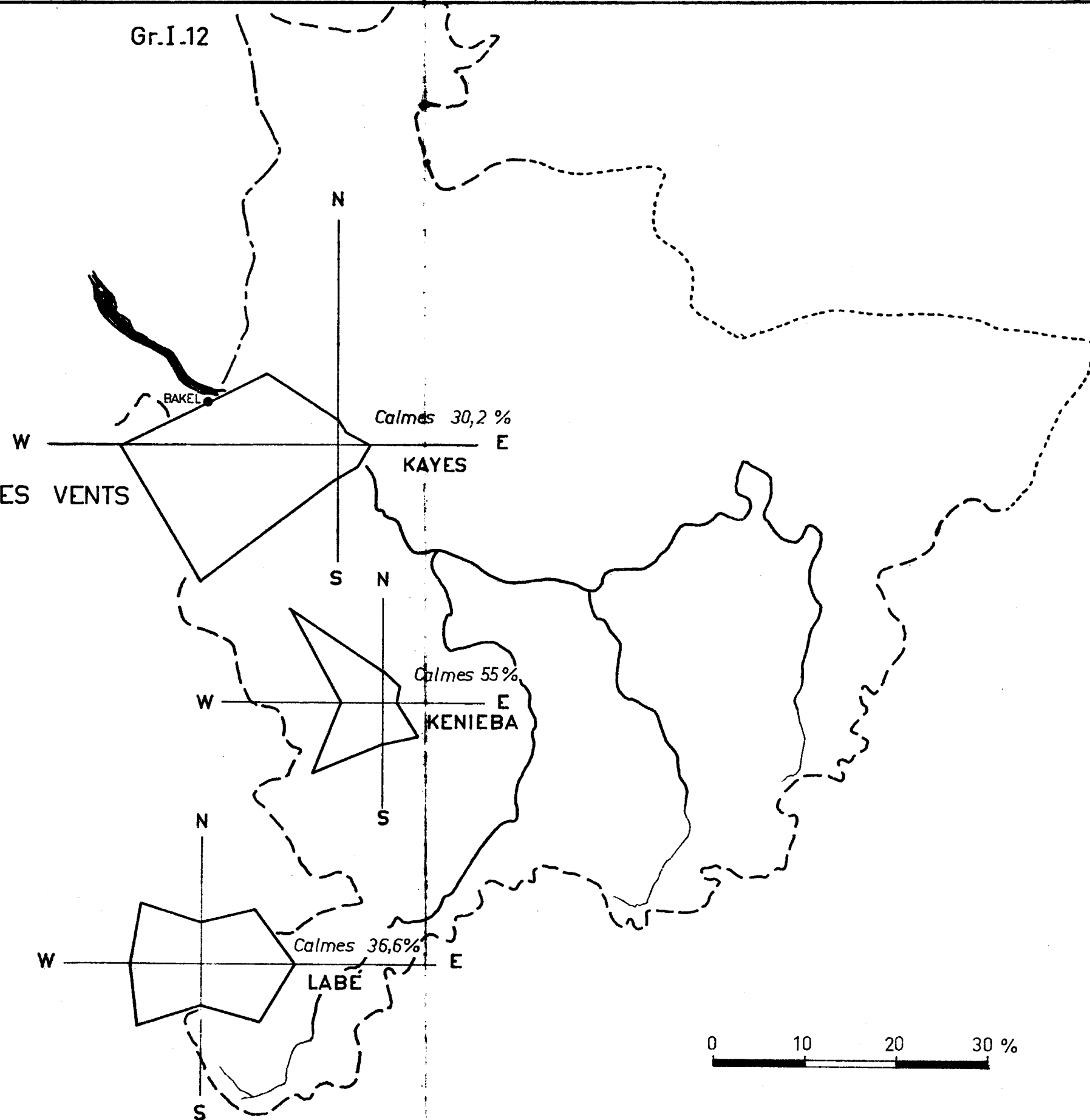
$\frac{T_x + T_n}{2}$: Température moyenne mensuelle.

On trouvera sur le tableau n° I.5, les variations de ces 3 caractéristiques, durant l'année pour les différentes stations d'observations et les stations climatologiques du Haut Bassin.

FRÉQUENCE DES DIRECTIONS DES VENTS
EN SAISON SÈCHE
(Haut Bassin)



FRÉQUENCE DES DIRECTIONS DES VENTS
EN SAISON DES PLUIES
(Haut Bassin)



Le graphique n° I.13 présente les variations de la température moyenne mensuelle pour 4 stations. On constate une légère tendance à l'accroissement de la température moyenne annuelle du Sud vers le Nord, notamment entre LABE et KAYES, tendance qui s'explique en partie par la diminution de l'altitude. Les moyennes mensuelles maximales s'observent, en général, dans le mois qui précède le début de la saison des pluies, c'est-à-dire en Mars-Avril dans le Sud du bassin et en Mai plus au Nord.

On constate l'apparition d'un maximum secondaire en Octobre qui est d'autant plus marqué que l'on se déplace vers le Nord. Les moyennes mensuelles sont minimales en Décembre ou Janvier.

Les maximums moyens mensuels \bar{T}_x sont au plus bas de leur courbe au milieu de la saison des pluies (en Août) sauf pour NIOURO où le minimum de \bar{T}_x se produit en Janvier.

Les minimums moyens mensuels \bar{T}_n sont au plus bas de leur courbe en Janvier. Ils suivent d'un mois environ les minimums de la température moyenne mensuelle. Les variations diurnes qui dépendent étroitement de la sécheresse de l'atmosphère sont les plus fortes en Janvier, Février et tendent à augmenter sensiblement des régions guinéennes aux régions sahariennes ($\bar{T}_x - \bar{T}_n = 17^\circ$ à LABE et 21° à NIOURO). Elles sont minimales pendant la saison des pluies ($\bar{T}_x - \bar{T}_n = 7^\circ$ à LABE et 11° à NIOURO), l'air humide de la Mousson limitant alors le rayonnement nocturne.

2.4 - HUMIDITE RELATIVE de l'AIR -

L'humidité relative est définie par
$$U = 100 \frac{e}{e_w}$$
 e étant la tension de vapeur d'eau dans l'air.
 e_w la tension de vapeur saturante aux mêmes conditions de température.

Tableau n° I.5

TEMPERATURES MOYENNES aux STATIONS du HAUT BASSIN

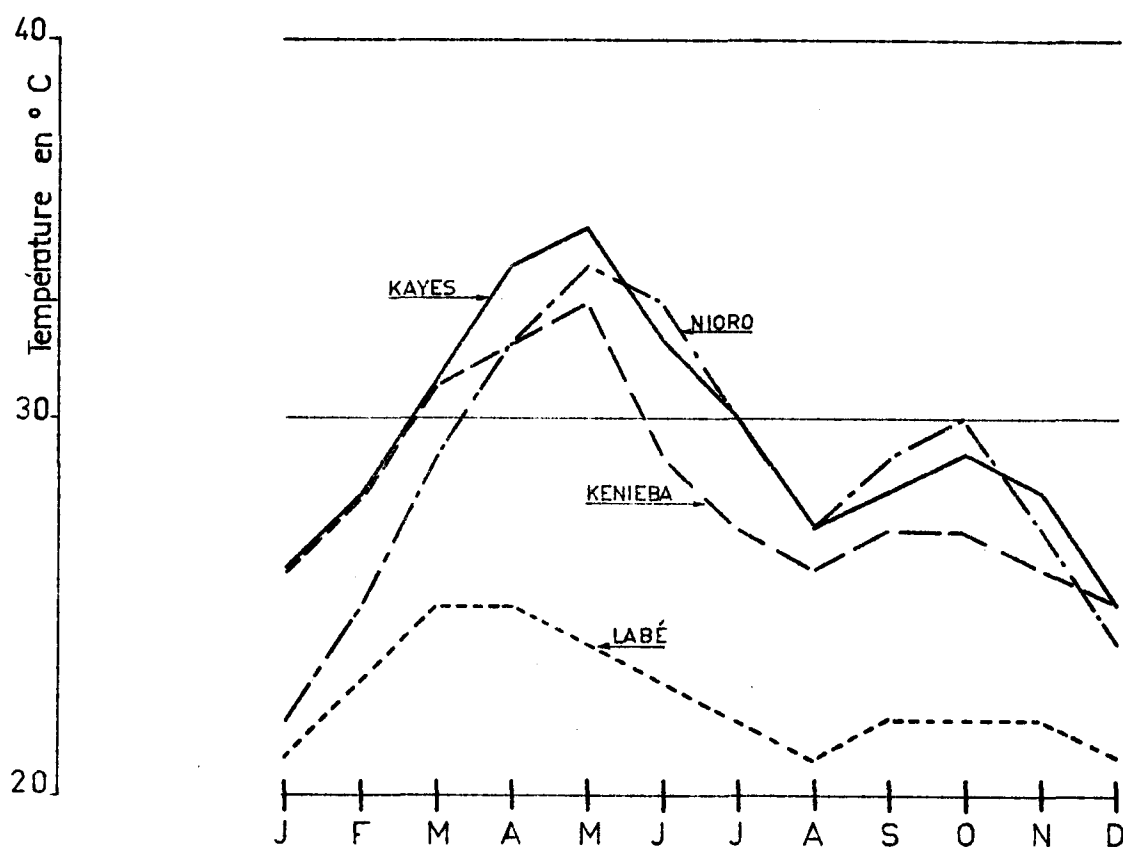
Tx 8 température maximale

Tn température minimale

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyennes	Période observée
NIORO														
Tx	32	35	39	42	42	40	36	33	35	38	37	33	36,8	
Tn	12	15	18	23	26	26	24	22	23	22	18	14	20,2	1936-64
$\frac{T_x + T_n}{2}$	22	25	29	32	34	33	30	27	29	30	27	24	28,5	
KAYES														
Tx	34	37	40	43	43	38	34	32	33	35	36	34	36,6	
Tn	17	19	22	26	28	26	25	22	23	23	20	17	22,3	1934-64
$\frac{T_x + T_n}{2}$	26	28	31	34	35	32	30	27	28	29	28	25	29,4	
BAFOULABE														
Tx	39	38	40	42	41	36	34	31	32	34	35	33	36	
Tn	17	19	22	25	27	24	23	22	22	22	20	19	22	1921-48
$\frac{T_x + T_n}{2}$	28	28	31	34	34	30	28	26	27	28	27	26	29	
FALADIE														
Tx	33	37	39	39	40	37	31	30	31	34	34	33	35	
Tn	11	14	18	22	24	23	22	21	21	20	16	12	19	1931-48
$\frac{T_x + T_n}{2}$	22	25	28	30	32	30	26	25	26	27	25	23	27	
KITA														
Tx	34	36	38	40	38	35	31	30	31	33	35	31	34,3	
Tn	18	22	23	25	25	23	22	22	21	22	19	18	21,7	1959-64
$\frac{T_x + T_n}{2}$	26	29	31	32	32	29	26	26	26	27	27	25	28,0	
KENIEBA														
Tx	35	37	40	41	40	35	32	30	32	33	35	34	35,3	
Tn	17	20	22	24	26	24	23	22	22	22	18	16	21,3	1943-64
$\frac{T_x + T_n}{2}$	26	28	31	32	33	29	27	26	27	27	26	25	28,3	
SIGUIRI														
Tx	34	35	38	38	36	32	30	30	31	33	34	33	33,7	
Tn	15	18	21	24	24	22	22	21	21	21	18	15	20,1	1943-57
$\frac{T_x + T_n}{2}$	25	26	30	31	30	27	26	25	26	27	26	24	26,9	
LABE														
Tx	30	31	33	32	31	28	26	25	26	27	28	28	28,7	
Tn	13	15	16	18	18	18	18	18	17	17	15	14	16,4	1939-57
$\frac{T_x + T_n}{2}$	21	23	25	25	24	23	22	21	22	22	22	21	22,6	

VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE MENSUELLE

$$\frac{T_x + T_n}{2}$$



L'humidité relative présente un maximum à 6h 00 et passe par un minimum à 12h 00. Les humidités relatives moyennes relevées aux stations de KAYES, KENIEBA et LABE sont portées dans le tableau n° I.6.

\bar{U}_x désignant la moyenne des maximums journaliers

\bar{U}_n la moyenne des minimums journaliers

et \bar{M} l'humidité relative moyenne calculée par la formule :

$$\bar{M} = \frac{\bar{U}_{08h} + \bar{U}_{13h} + \bar{U}_{18h} + \bar{U}_x + \bar{U}_n}{5}$$

Tableau n° I.6

HUMIDITE RELATIVE dans le HAUT BASSIN

\bar{U}_x = maximum journalier
 \bar{U}_n = minimum journalier
 \bar{M} = moyenne journalière

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle	Période observée
KAYES														
\bar{U}_x	40	34	30	33	50	79	92	96	97	92	71	49	64	
\bar{U}_n	13	10	8	10	17	37	56	64	59	43	22	16	30	12 ans
\bar{M}	24	20	17	20	32	57	73	<u>79</u>	78	67	44	30	45	
KENIEBA														
\bar{U}_x	58	51	48	54	72	92	98	99	99	98	94	78	78	
\bar{U}_n	17	16	15	18	31	51	64	<u>68</u>	<u>63</u>	56	36	24	38	12 ans
\bar{M}	34	30	28	34	50	69	81	<u>84</u>	82	78	64	47	57	
LABE														
\bar{U}_x	76	73	79	87	95	98	98	98	98	98	96	87	90	
\bar{U}_n	21	20	20	27	42	58	<u>65</u>	<u>68</u>	<u>64</u>	<u>59</u>	43	30	43	7 ans
\bar{M}	43	42	45	54	68	79	83	<u>85</u>	84	80	69	54	66	

Les valeurs maximales sont soulignées.

Les moyennes annuelles les plus fortes s'observent en climat guinéen où elles dépassent 60 %. Dans le Centre et le Nord du bassin elles descendent légèrement au-dessous de 50 %.

Le graphique n° I.14 représente les variations mensuelles de l'humidité relative moyenne pour les 3 stations considérées.

Les valeurs mensuelles de l'humidité relative : moyenne oscillent entre un minimum en saison sèche (en Février-Mars) et un maximum en saison des pluies (en Août). Les valeurs extrêmes atteintes varient en raison inverse de la latitude comme le montre le tableau ci-dessous où ces valeurs ont été rassemblées.

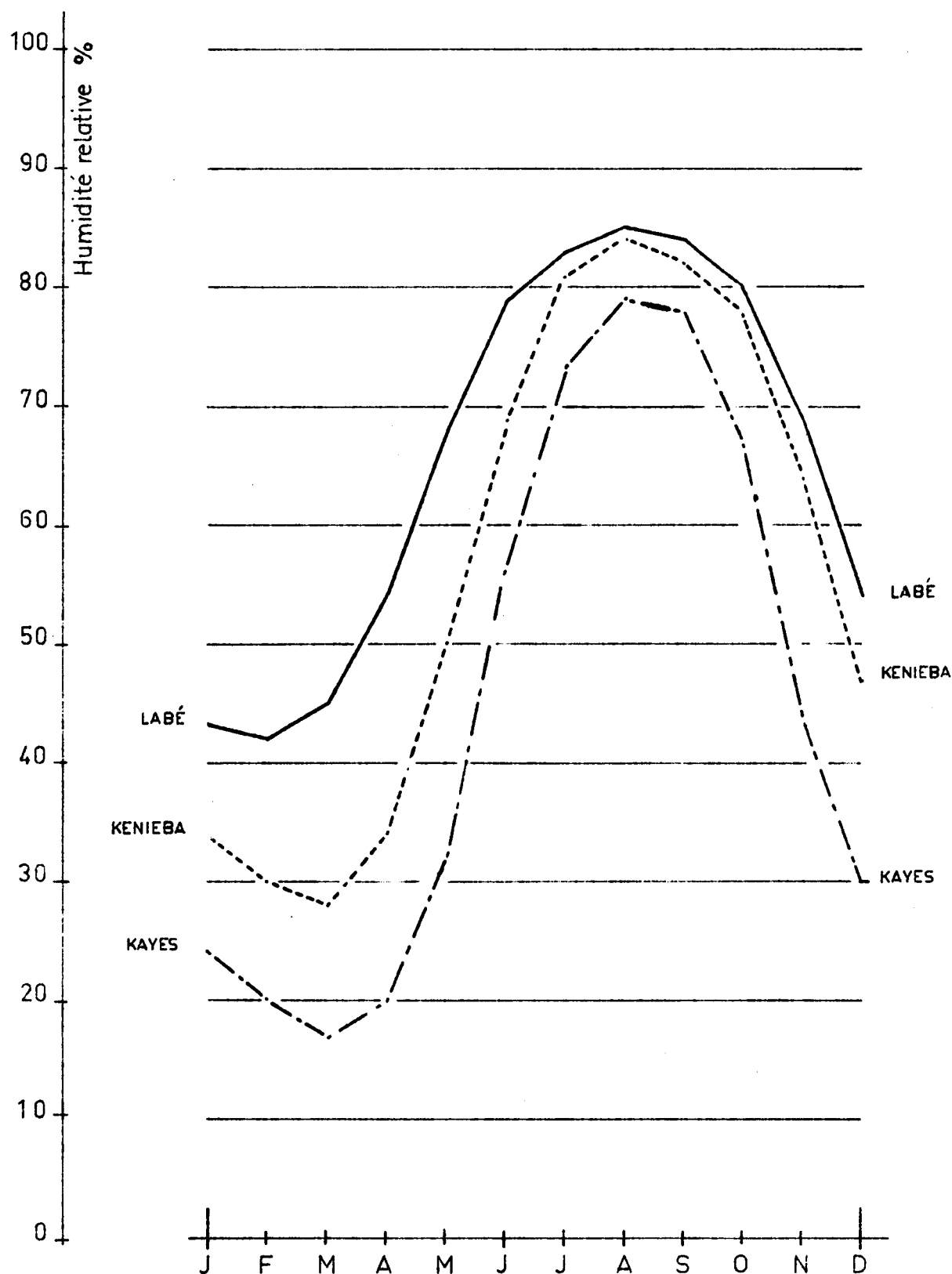
VALEURS MENSUELLES EXTREMES de
l'HUMIDITE MOYENNE

=====				
:	:Maximum:Minimum:		:	:
:	:-----:-----:		:	:
: KAYES :	79	:	17	:
: KENIEBA :	84	:	28	:
: LABE :	85	:	42	:
=====				

Les maximums mensuels \bar{U}_x atteignent leurs plus fortes valeurs pendant la saison des pluies, où ils dépassent partout 95 %. Cependant, en climat guinéen (LABE), on relève un maximum de 98 % pendant 5 mois consécutifs tandis qu'à KAYES les valeurs maximales oscillent entre 79 et 97 % de Juin à Octobre.

On voit, d'après ces variations de l'humidité relative, que l'abaissement de la température nocturne en saison des pluies est suffisant pour provoquer l'apparition de rosée sur l'ensemble du bassin.

VARIATION DE L'HUMIDITÉ RELATIVE MOYENNE JOURNALIÈRE



Les minimums mensuels Un atteignent leurs plus faibles valeurs en saison sèche avec 20 % à LABE et moins de 10 % à KAYES.

2.5 - EVAPORATION -

Les valeurs moyennes de l'évaporation mensuelle PICHE aux stations climatologiques retenues pour le Haut Bassin sont rassemblées dans le tableau n° I.7. Ces valeurs sont reportées sur le graphique I.15. Les variations de l'évaporation PICHE suivent celles de la température et vont en sens inverse de la pluviométrie.

Tableau n° I.7

EVAPORATION MOYENNE (mm)

MESUREE à l'APPAREIL PICHE

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	Période observée
KAYES	287	311	392	410	<u>416</u>	252	127	75	72	131	212	259	2944	14 ans
KENIEBA	241	263	<u>292</u>	278	221	116	66	49	51	71	118	180	1946	13 ans
LABE	259	276	<u>295</u>	241	153	82	55	48	51	82	126	198	1866	7 ans

Ces données sont assez difficilement exploitables et ne procurent, en fait, que des indications qualitatives sur l'intensité de l'évaporation potentielle.

Les données concernant l'évaporation sur bac sont très peu nombreuses. On dispose uniquement des résultats fournis par la station du FELOU, observée de Mai à Juillet et par celle du KENIE, voisine de BAMAKO, station située en dehors du bassin. Ces données sont rassemblées dans le tableau n° I.8.

Tableau n° I.8

EVAPORATION sur BAC COLORADO (mm)

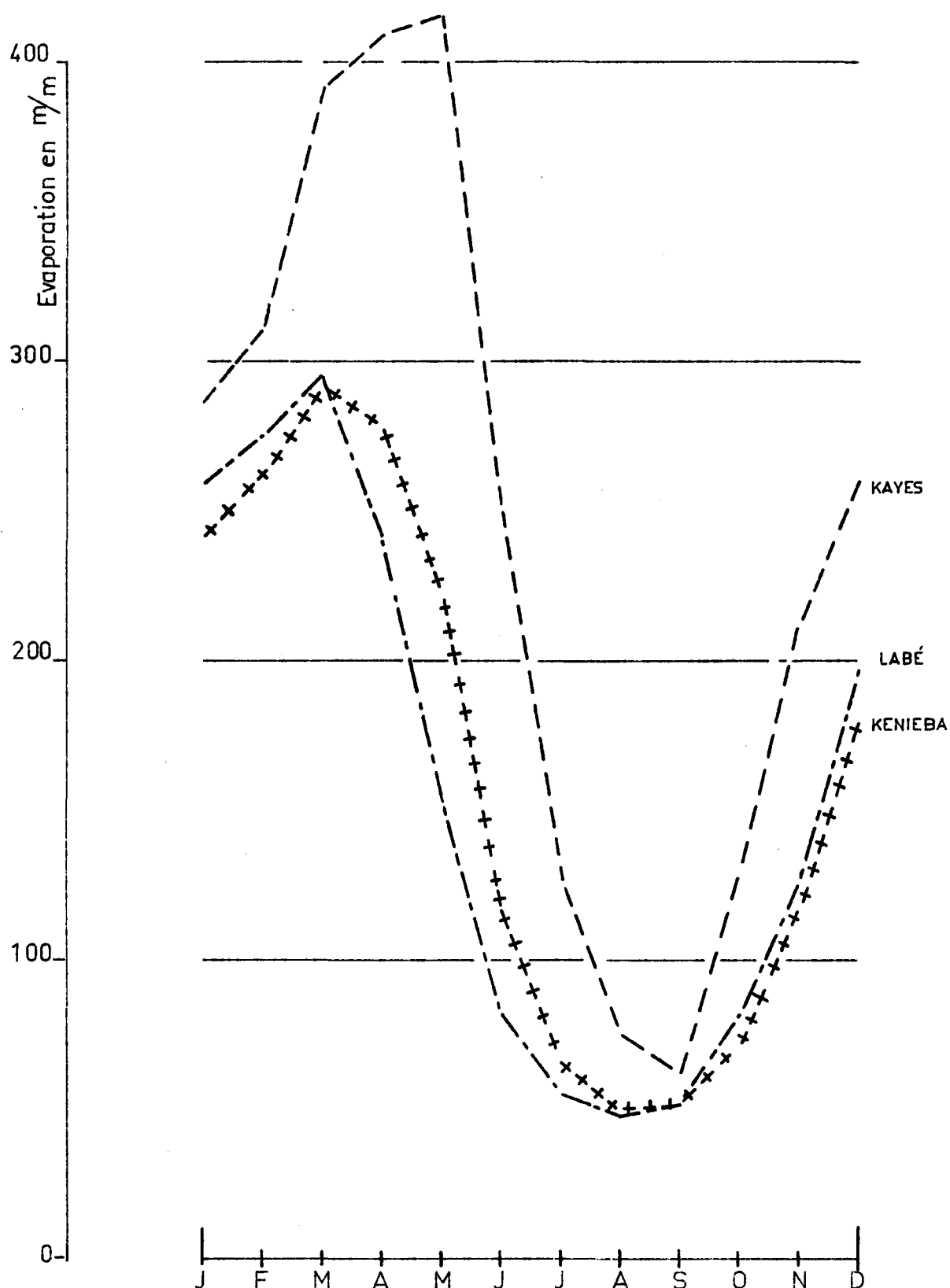
Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
FELOU					260	189	140						
KENIE	212	249	301	321	301	231	146	109	126	155	192	198	2540

On peut grossièrement estimer que l'évaporation **potentielle** annuelle varie d'environ 1500 mm dans les zones guinéennes à plus de 3000 mm dans l'extrême Nord du bassin.

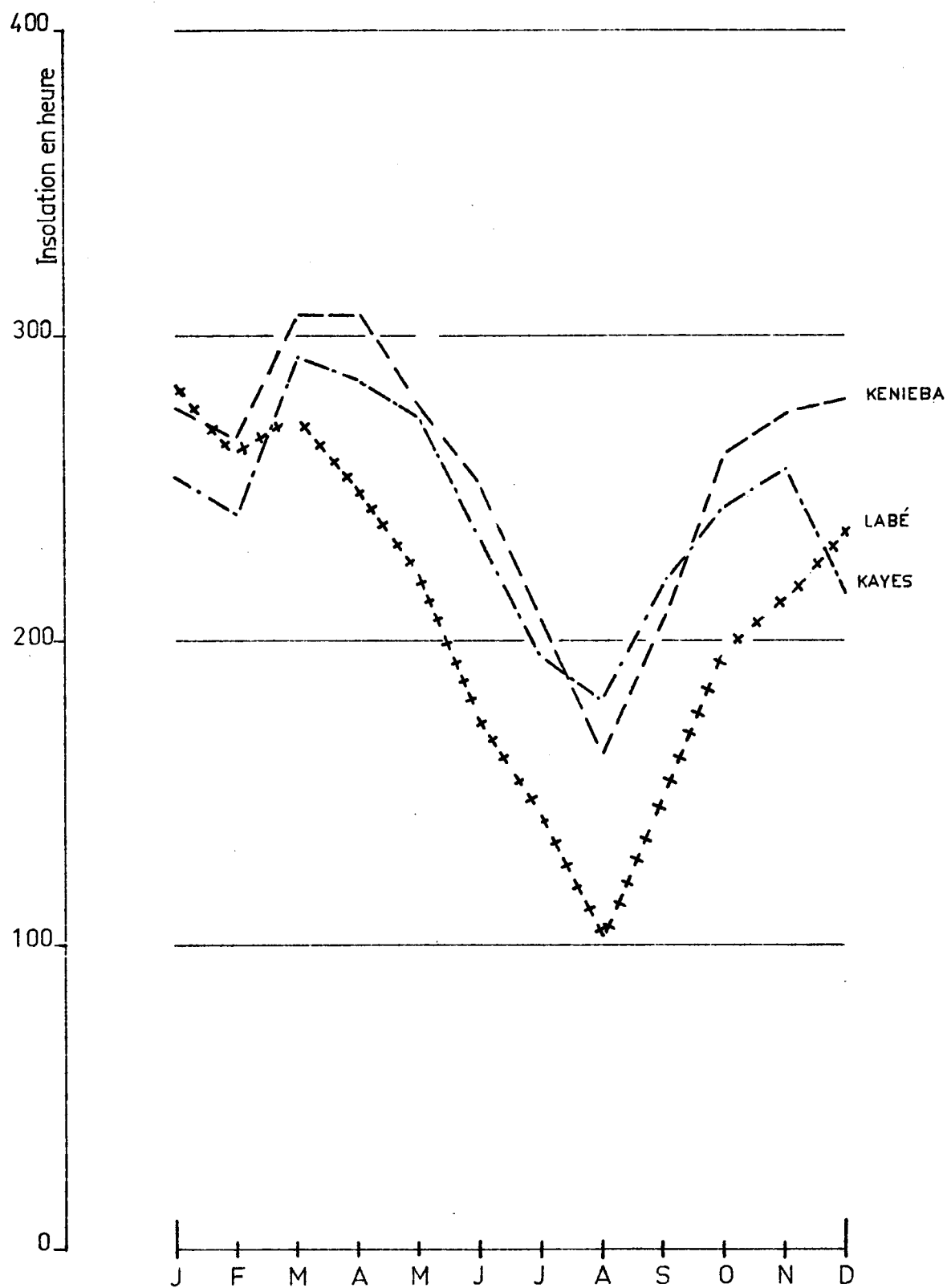
2.6 - INSOLATION -

Les variations de la durée d'insolation, exprimées en heures, aux trois stations de référence figurent sur le graphique n° I.16. Les valeurs correspondantes sont rassemblées dans le tableau n° I.9.

VARIATIONS DE L'ÉVAPORATION MENSUELLE PICHE



VARIATIONS DE L'INSOLATION MENSUELLE



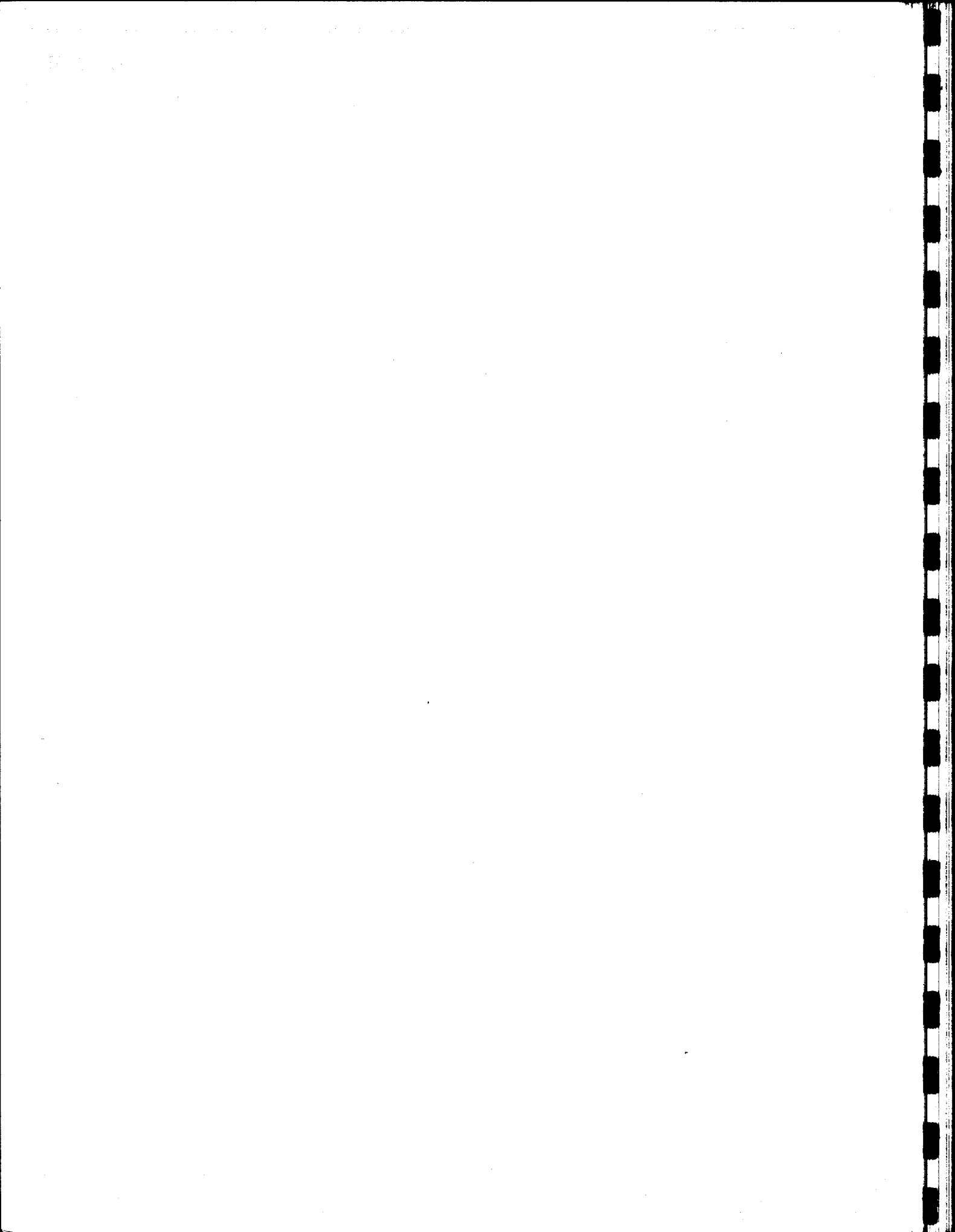


Tableau n° I.9

DUREE d'INSOLATION (en heures)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	Période observée
KAYES	254	241	293	286	273	232	195	180	218	244	256	216	2888	14 ans
KENIEBA	276	267	307	307	277	250	204	162	207	261	274	279	3071	5 ans
LABE	284	262	273	249	221	173	142	102	148	198	213	236	2501	5 ans

L'insolation est maximale en Mars-Avril à KAYES et à KENIEBA et en Janvier à LABE. Aux deux premières stations on observe un maximum secondaire en Novembre-Décembre.

L'insolation est minimale en Août aux 3 stations. L'insolation totale annuelle augmente du Sud au Nord du bassin, l'écart entre LABE et KAYES atteignant 387 heures.

2.7 - REGIME PLUVIOMETRIQUE -

2.7.1 - Pluviométrie annuelle :

Le tableau n° I.10 donne les moyennes des hauteurs annuelles de précipitations aux stations pluviométriques pour lesquelles on possède au moins dix années d'observations. Ces moyennes sont provisoires étant donné qu'elles n'ont pas été homogénéisées, c'est-à-dire ramenées à une même période d'observations. Elles donnent toutefois une image très approchée du régime pluviométrique.

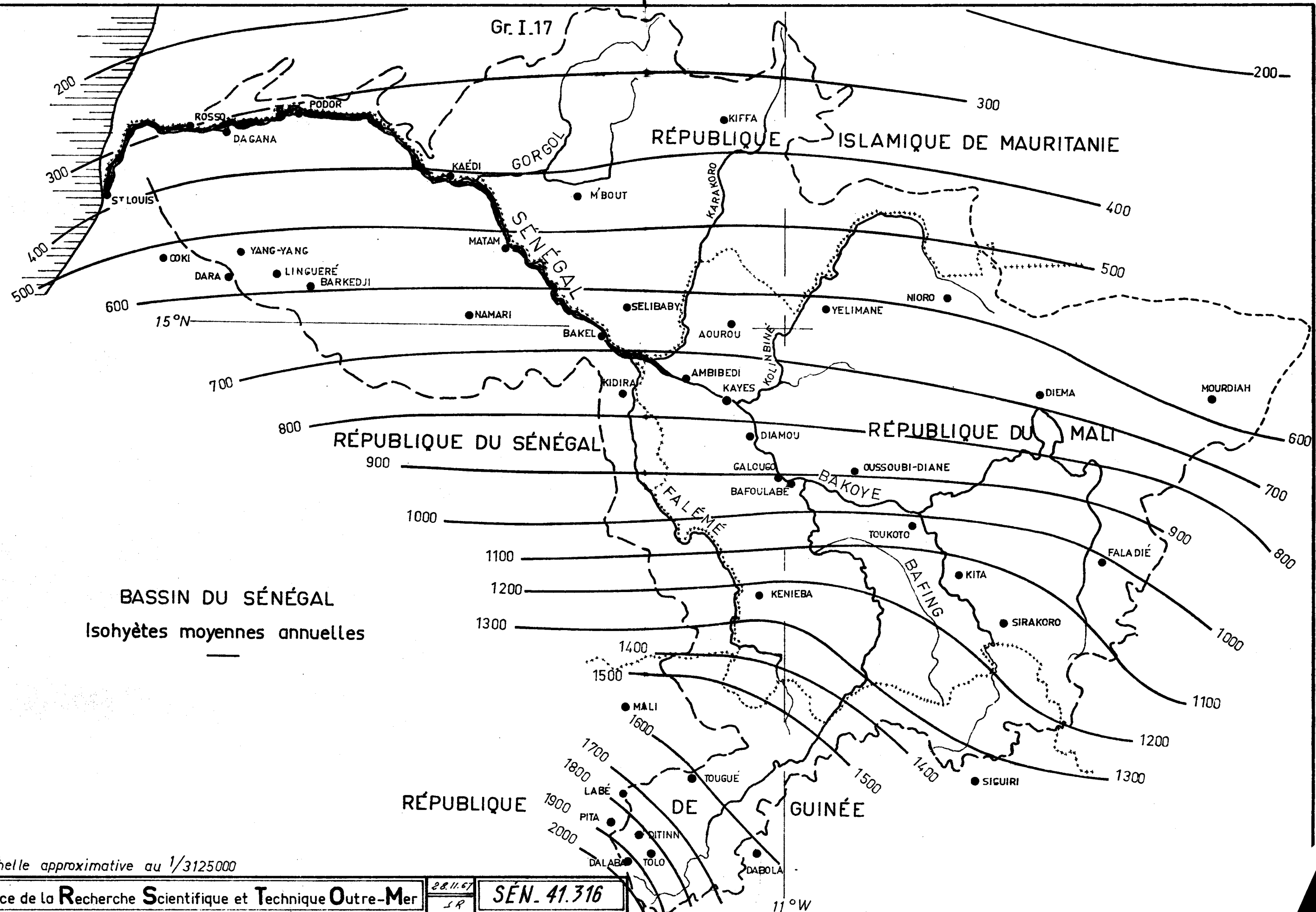
Le tracé des isohyètes interannuelles, présenté par le graphique I.17, pour le SENEGAL Supérieur et la Vallée est extrait de la carte des isohyètes de l'Afrique Occidentale établie à l'occasion d'une étude générale des pluies effectuée à la demande du Comité Inter-africain d'Etudes Hydrauliques. Le tracé qui intègre les données des postes situés en dehors du bassin est plus rationnel que celui qu'on obtient à partir des données des tableaux n° I.10 et n° I.

Il montre que la pluviosité varie considérablement à l'intérieur du bassin puisqu'elle passe de 2000 mm sur sa bordure méridionale à 250 mm seulement sur sa limite septentrionale.

Tableau n° I.10

PLUVIOMETRIE MOYENNE ANNUELLE aux POSTES du HAUT BASSIN

Stations	:Hauteur : :annuelle: :(mm)	Nombre : :d'années : :d'obser.:	Stations	:Hauteur : :annuelle: :(mm)	Nombre : :d'années : :d'obser.:
<u>MALI</u>			<u>GUINEE</u>		
AMBIDEDI	810	14	DABOLA	1632	35
AOUROU	631	13	DALABA	2131	27
BAFOULABE	922	28	DITIRM	1626	14
DIAMOU	830	10	LABE	1730	37
DIEMA	655	19	MALI	1761	28
FALADIE	1025	30	PITA	1868	32
GALOUGO	919	10	SIGUIRI	1336	37
KAYES	754	40	TOLO	1868	24
KENIEBA	1367	24	TOUGUE	1651	29
KITA	1149	36			
MOURDIALI	572	31	<u>MAURITANIE</u>		
NIOURO	614	38	AIOUM el ATROUSS	318	18
OUSSOUET DIANE	902	10	KIFFA	355	43
SIRAKORO	1163	10	KOUKOSSA	428	13
TOUKOTO	927	27	SELIBABI	635	28
YELIMANE	603	30	TAMCHAKETT	260	30
<u>SENEGAL</u>					
BAKEL	683	43			
KIDIRA	748	35			



Échelle approximative au 1/3125000

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

28.11.67
SR

SÉN. 41.316

La décroissance des précipitations est d'abord très rapide sur le rebord du FOUTA-DJALLON où en moins de 20 kilomètres on passe de l'isohyète 2000 mm à l'isohyète 1700 mm. La décroissance est ensuite plus progressive et assez régulière, les isohyètes ayant dans l'ensemble une orientation Nord-Ouest - Sud-Ouest.

L'isohyète 1500 mm qui passe à DAKKA SAÏDOU limite le bassin supérieur du BAFING et couvre l'extrémité méridionale du bassin de la FALEME en territoire guinéen.

Les trois quarts du BAFING et la partie supérieure des bassins de la FALEME et du BAKOYE sont situés en-deçà de l'isohyète 1500 mm qui limite le domaine tropical de transition où l'écoulement est important.

Plus au Nord s'étend le domaine tropical pur où l'orientation des isohyètes devient Est-Ouest. L'isohyète 750 mm que l'on peut considérer comme la limite septentrionale du domaine tropical passe sensiblement à la latitude de KAYES et KIDIRA.

Au-delà de cette latitude, la décroissance des précipitations est assez régulière jusqu'à l'isohyète 250 mm qui encadre la limite du SENEGAL. C'est le domaine Sahélien.

L'étude statistique des pluies annuelles a été faite pour 7 stations dont les périodes d'observation sont comprises entre 24 et 49 années.

Les valeurs observées ne sont pas distribuées suivant une loi normale, mais suivant une loi dissymétrique. Parmi les diverses lois envisagées, c'est la loi de Pearson III qui s'applique le mieux aux distributions expérimentales. Le tableau n° I.11 donne les résultats des ajustements de la loi de Pearson III à ces distributions en indiquant, pour chaque station, les valeurs des paramètres de cette loi (γ et $\frac{1}{a}$).

Tableau n° I.11

DISTRIBUTION des PLUIES ANNUELLES

Stations	Nombre d' années	Pluviométrie			Loi Pearson III		Valeurs pour un temps de récurrence de :						
		annuelle			Paramètres		Années sèches			Médiane	Années pluv.		
		Moy.	Max.	Min.	γ	$\frac{1}{a}$	20 ans	10 ans	5 ans	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans
KIFFA	43	355	662	143	8,55	41,52	181	211	251	341	451	516	575
NIORO	38	614	964	310	19,23	31,84	402	441	493	602	726	797	859
KAYES	40	754	1136	494	24,01	31,36	519	564	622	743	878	956	1023
KITA	36	1149	1620	767	29,76	36,66	827	890	970	1138	1323	1428	1518
KENIEBA	24	1367	1914	900	27,43	49,36	958	1035	1133	1337	1565	1694	1805
DABOLA	35	1632	2004	1202	50,31	32,43	1261	1327	1429	1620	1827	1943	2041
LABE	37	1730	2160	1321	52,81	32,76	1358	1433	1527	1719	1927	2046	2140

et les hauteurs annuelles atteintes en année sèche et en année humide pour divers temps de récurrence.

L'irrégularité interannuelle s'accroît lorsque la pluviosité diminue et que l'on passe du régime guinéen au régime soudanien, puis sahélien. Cette évolution est précisée par le tableau n° I.12 qui donne, pour les stations étudiées, le coefficient d'irrégularité k obtenu en faisant le rapport des hauteurs décennales humide et sèche.

Tableau n° I.12

IRREGULARITE INTERANNUELLE

Stations	k	Pluie annuelle : médiane (mm)	Stations	k	Pluie annuelle : médiane (mm)
DABOLA	1,46	1620	KAYES	1,69	743
LABE	1,50	1719	NIORO	1,81	602
KENIEBA	1,64	1337	KIFFA	2,36	341
KITA	1,61	1138			

L'irrégularité interannuelle augmente notablement lorsque la pluviosité passe de 800 à 300 mm.

2.7.2 - Pluviométrie mensuelle :

Les hauteurs moyennes mensuelles aux 7 stations de référence, calculées sur la période d'observations de chaque station, ainsi que les hauteurs mensuelles maximales et minimales observées sont rassemblées dans le tableau n° I.13.

Nous présentons dans le tableau n° I.14 les résultats des ajustements effectués en Pearson III de quelques-unes des stations étudiées par Y. BRUNET-MORET et ceux relatifs à la station guinéenne de LABE. Ce tableau donne les hauteurs de précipitations journalières pour divers temps de récurrence (1, 2, 5, 10 et 20 ans) et le nombre moyen de jours de pluie dans l'année.

Pour un même temps de récurrence, on constate que les hauteurs de précipitations journalières augmentent progressivement des régions sahéliennes aux régions soudanaises pour diminuer à nouveau en zone guinéenne où l'étalement de la saison des pluies s'accompagne d'une diminution de l'intensité des précipitations.

Cette évolution de la pluviométrie journalière en fonction de la latitude n'exclut pas le cas particulier de stations comme celle de KENIEBA où les conditions d'exposition dues au relief local ont une action évidente sur les précipitations journalières.

HAUT BASSIN PLUVIOMÉTRIE MENSUELLE

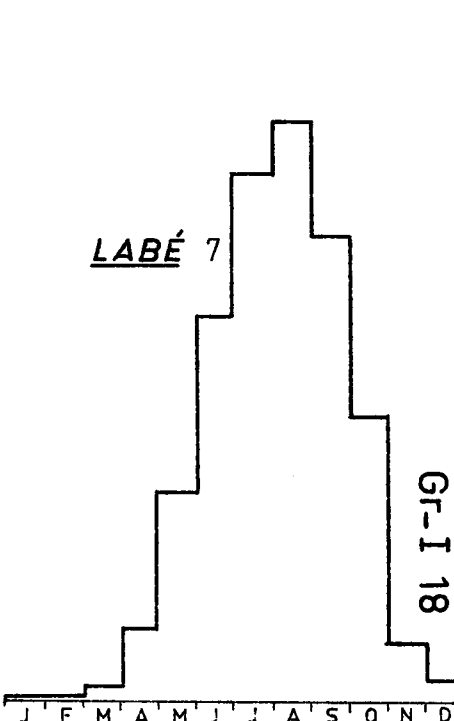
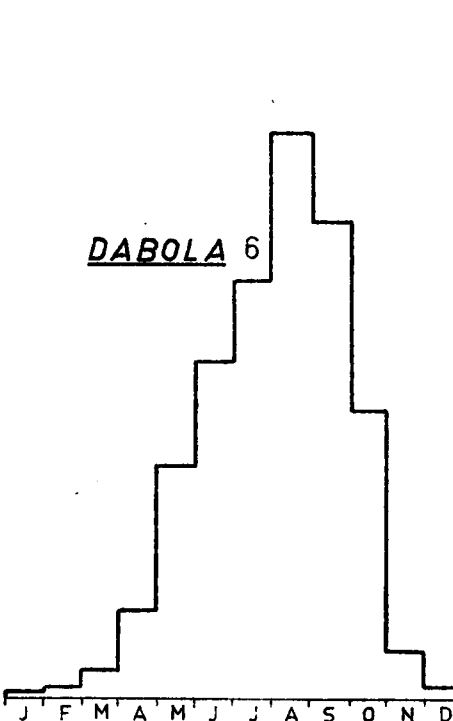
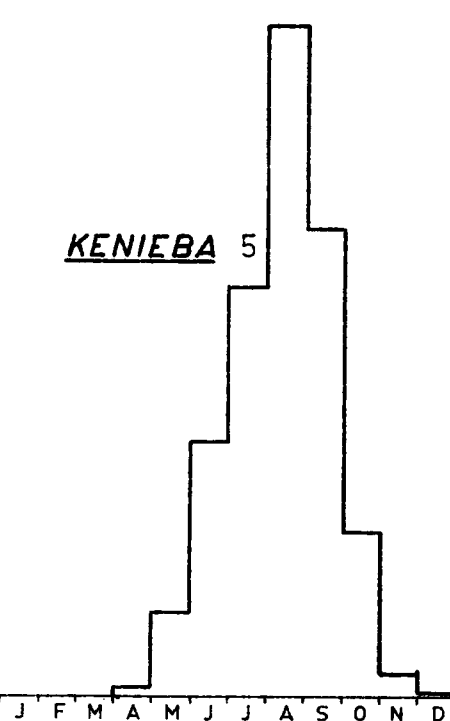
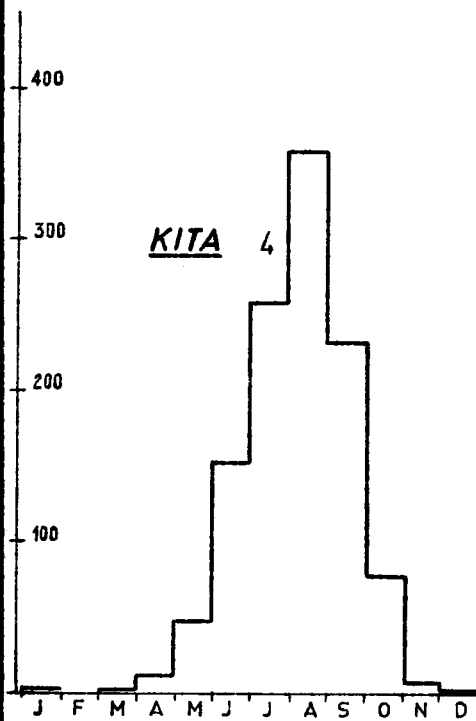
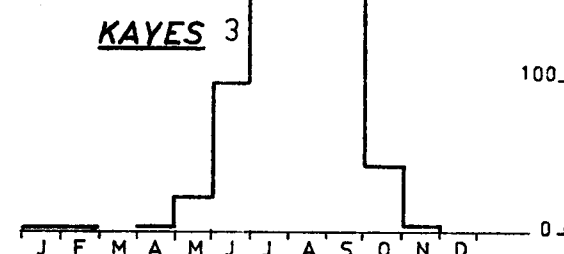
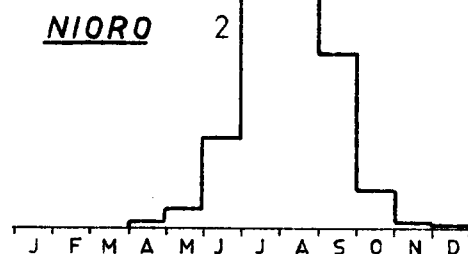
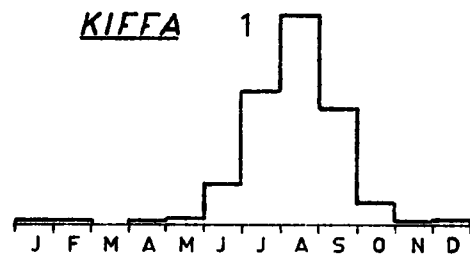


Tableau n° I.14

HAUTEURS des PRECIPITATIONS JOURNALIERES
pour DIVERS TEMPS de RECURRENCE
(en m m)

Stations	Nombre d' années	Nbr. moy. de jours de pluie par an	1 an		2 ans		5 ans		10 ans		20 ans	
			Calc.	obs.	calc.	obs.	calc.	obs.	calc.	obs.	calc.	obs.
:KIFFA	: 42	: 27,4	:46,8:	45,5:	57,6:	54,5:	72,0:	75,4:	83,0:		: 94,1	:
:NIORO	: 33	: 46,9	:57,2:	55,1:	69,3:	71,4:	85,6:	89,2:	98,1:		:110,8	:
:KAYES	: 35	: 57,0	:62,3:	63,6:	74,5:	77,0:	90,2:	94,8:	102,2:		:114,1	:
:KITA	: 30	: 74,2	:70,0:	70,2:	81,7:	84,0:	97,3:	98,1:	109,1:		:121,0	:
:KENIEBA	: 20	: 82,5	:88,0:	94,1:	105,0:	120,4:	127,8:		145,3:		:163,0	:
:LABE	: 33	: 122,2	:70,9:	70,9:	81,5:	82,0:	95,5:	95,6:	106,1:	113,9	:116,7	:

- CHAPITRE III -

CARACTERES PHYSIQUES
du BASSIN du **SENEGAL** INFERIEUR

3.1 - FORME, SURFACE, RELIEF -

Le bassin du **SENEGAL** inférieur en aval de **BAKEL** se présente comme **une** vaste étendue peu accidentée, ne présentant ça et là que quelques reliefs plus marqués correspondant à des buttes témoins de grès infracambriens (région voisine de **BAKEL**), ou de quartzites (tels les monts **OUA-OUA** dans le bassin du **GORGOL**). Il convient cependant de signaler le massif de l'**ASSABA**, entre les vallées du **GORGOL** et du **KARAKORO**, constitué de grès ordoviciens, et dont les plus hauts points atteignent 400 m environ. C'est de ce massif de l'**ASSABA** que descendent les oueds **NIORDE**, **GHORFA** et les deux **GORGOLS** Blanc et Noir. Hormis quelques points hauts, l'altitude est comprise entre 0 m (région du delta) et une cinquantaine de mètres. maximum.

Nous donnons ci-après le détail des caractères physico-morphologiques ainsi que l'hypsométrie du bassin à **DAGANA**.

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES du BASSIN du **SENEGAL** à **DAGANA**

- Superficie	S = 268 000 km ²
. Périmètre	P = 4 144 km
Coefficient de forme	C = 2,24
Longueur du rectangle équivalent	L = 1 933 km
Largeur du rectangle équivalent	l = 139 km
- Indice de pente	I _p = 0,020
Indice général de pente	IG = 0,31
Altitude maximale	= 1 330 m
Altitude minimale	= 3 m

- Oued GHORFA -

L'oued GHORFA a une longueur de 193 kilomètres environ, pour une dénivelée totale de 310 mètres. Il prend sa source dans le massif de l'ASSABA à 318 m environ et se jette dans le SENEGAL à quelque 40 kilomètres en aval de OUAOUNDE. Sa pente moyenne est de 1,60 ‰, ce qui est assez élevé. Mais si l'on décompose le cours du GHORFA depuis sa source, on peut dire que le cours supérieur, soit une cinquantaine de kilomètres, a une pente de 4,80 ‰, correspondant au passage des falaises bordant le massif de l'ASSABA. Ensuite, pour 141 km, et une dénivelée de 60 mètres, la pente n'est plus que de 0,42 ‰.

- Le GORGOL -

Le GORGOL se jette dans le SENEGAL à KAEDI. Il est formé de la jonction du GORGOL Noir (long de 194 kilomètres pour 95 m de dénivelée, soit une pente moyenne de 0,49 ‰) et du GORGOL Blanc (long de 345 km pour une dénivelée de 336 m, soit une pente moyenne de 0,97 ‰). Comme l'oued GHORFA, si l'on prend séparément le cours supérieur et le cours inférieur, on s'aperçoit que pendant les soixante premiers kilomètres, en ce qui concerne le GORGOL Blanc, la pente est de 4,25 ‰ (franchissement des falaises de l'ASSABA) et que pour le cours inférieur la pente n'est plus que de 0,24 ‰ pour le GORGOL Blanc et de 0,37 ‰ pour le GORGOL Noir.

Nous donnons, ci-après, les caractéristiques principales du réseau hydrographique en aval de BAKEL.

- CHAPITRE III -

CARACTERES PHYSIQUES
du BASSIN du **SENEGAL** INFERIEUR

3.1 - FORME, SURFACE, RELIEF -

Le bassin du **SENEGAL** inférieur en aval de **BAKEL** se présente comme une vaste étendue peu accidentée, ne présentant ça et là que quelques reliefs plus marqués correspondant à des buttes témoins de grès infracambriens (région voisine de **BAKEL**), ou de quartzites (tels les monts **OUA-OUA** dans le bassin du **GORGOL**). Il convient cependant de signaler le massif de l'**ASSABA**, entre les vallées du **GORGOL** et du **KARAKORO**, constitué de grès ordoviciens, et dont les plus hauts points atteignent 400 m environ. C'est de ce massif de l'**ASSABA** que descendent les oueds **NIORDE**, **GHORFA** et les deux **GORGOLS** Blanc et Noir. Hormis quelques points hauts, l'altitude est comprise entre 0 m (région du delta) et une cinquantaine de mètres. maximum.

Nous donnons ci-après le détail des caractères physico-morphologiques ainsi que l'hypsométrie du bassin à **DAGANA**.

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES du BASSIN du **SENEGAL** à **DAGANA**

~ Superficie	S = 268 000 km ²
~ Périmètre	P = 4 144 km
Coefficient de forme	C = 2,24
Longueur du rectangle équivalent	L = 1 933 km
Largeur du rectangle équivalent	l = 139 km
~ Indice de pente	Ip = 0,020
Indice général de pente	IG = 0,31
Altitude maximale	= 1 330 m
Altitude minimale	= 3 m

Hypsométrie :

de 3 à 100 m d'altitude	24,9 %
de 100 à 200 m d'altitude	19,1 %
de 200 à 400 m d'altitude	42,2 %
de 400 à 600 m d'altitude	8,2 %
de 600 à 800 m d'altitude	4,1 %
de 800 à 1000 m d'altitude	1,3 %
de 1000 à 1200 m d'altitude	0,2 %
de 1200 à 1330 m d'altitude	~0,0 %

3.2 - RESEAU HYDROGRAPHIQUE -

Le SENEGAL entre BAKEL et St. LOUIS a une longueur de 784 kilomètres, et circule dans une vallée plate, plus ou moins large où il décrit de nombreux méandres.

De BAKEL à KAEDI, le fleuve suit une direction SE-NW, puis prend une orientation E-W jusqu'à la côte et longe ensuite celle-ci (N-S) pendant une vingtaine de kilomètres avant de se jeter dans l'Océan Atlantique (à 15 km au Sud de St. LOUIS).

A la hauteur de KAEDI, et jusqu'à une cinquantaine de kilomètres en amont de DAGANA, le SENEGAL a un bras secondaire important : le DOUE.

Entre BAKEL et son embouchure, le fleuve reçoit quelques affluents côté rive droite : ce sont les oueds GHORFA et NIORDE, le GORGOL (formé de la jonction du GORGOL Blanc et du GORGOL Noir). Ces affluents prennent leurs sources dans le massif gréseux de l'ASSABA et coulent suivant une direction E-W. Etant donné la pluviométrie de cette région, l'apport de ces affluents au fleuve n'a rien de comparable avec ceux de la FALEME ou du BAKOYE.

Ces affluents traversent des zones basses, marécageuses, où ils décrivent de nombreux méandres.

Fleuve ou affluents	Longueur en km	Altitude max. (m)	Altitude min. (m)	Dénivelée (m)	Pente moy. en ‰
SENEGAL depuis sa source	1790	800	0	800	0,45
SENEGAL (entre BAKEL et St. LOUIS	784	12	0	12	0,015
GHORFA	193	318	8	310	1,60
GORGOL Blanc	345	340	4	336	0,97
GORGOL Noir	194	110	15	95	0,49

3.4 - GEOLOGIE -

3.4.1 - Formations géologiques :

Nous avons vu que le bassin supérieur du SENEGAL englobait la plus grande partie des formations anciennes. C'est pourquoi nous ne reprendrons pas une description détaillée de ces formations, dans l'étude géologique du bassin inférieur du SENEGAL (aval de BAKEL), mais nous nous contenterons de les mentionner. Les formations plus récentes seront plus amplement étudiées. C'est la raison pour laquelle nous distinguerons :

A - Les terrains anciens : socle et paléozoïque

B - Les formations tertiaires

C - Le quaternaire.

A - Les terrains anciens :

A.1 - Le Cambrien inférieur :

Bien représenté au Nord de BAKEL et affleurant de part et d'autre du massif de l'ASSABA.

A.2 - Le Cambrien supérieur :

Ce sont des grès argileux rouges mal classés, qui passent en concordance aux pélites inférieures. Il affleure sur le pourtour du massif de l'ASSABA, constitué, nous le verrons, d'ordovicien gréseux, reposant en discordance sur le Cambrien supérieur.

A.3 - L'Ordovicien :

Formations de grès blancs saccharoïdes, constituant le massif de l'ASSABA, synclinal, reposant en discordance sur le Cambrien supérieur.

A.4 - La série de BAKEL-AKJOUJT :

Cette série, nous l'avons vu, est constituée principalement de roches vertes et de schistes et quartzites à structure fine. Elle est bien représentée au Nord de BAKEL et s'élargit de plus en plus au fur et à mesure que l'on progresse vers le Nord.

A.5 - Granites postérieurs à la série d'AKJOUJT :

Ils forment une bande située au Nord de SELIBABI.

B - Les formations tertiaires :

Elles sont représentées par l'éocène moyen et le continental terminal.

B.1 - Eocène moyen :

Il est très largement représenté dans le bassin inférieur du SENEGAL et c'est lui que l'on trouve généralement immédiatement sous le continental terminal. Il est subaffleurant ou même affleurant dans une partie importante de la vallée du SENEGAL en aval de BAKEL (région de MATAM). Son épaisseur moyenne est de l'ordre de 200 m environ.

L'éocène moyen a été divisé en lutétien inférieur et lutétien supérieur. Seul le lutétien supérieur intéresse la vallée du SENEGAL.

L'éocène moyen est constitué principalement par des calcaires, des dolomies et des argiles. Localement, il renferme des niveaux de phosphates de calcium et d'alumine.

B.2 - Le Continental Terminal :

Le Continental Terminal est largement représenté dans le bassin inférieur du SENEGAL. Il affleure de BAKEL à DAGANA de part et d'autre de la vallée.

Il repose, en général, sur l'éocène moyen marin, son épaisseur est variable et peut atteindre 150 m environ. Les faciès les plus courants sont des sables argileux aux couleurs variées : roses, beiges, jaunes, blancs, violacés bariolés, dans lesquels s'intercalent des niveaux argileux ou gréseux.

C - Le Quaternaire :

C.1 - Quaternaire Supérieur :

Il a existé au quaternaire récent deux transgressions marines dont les dépôts remplissent les vallées inférieures des grandes rivières (vallée du SENEGAL, vallée du GORGOL).

La première a été datée par J. TRICART de l'Ouldjien, défini auparavant au MAROC (dernière période interglaciaire). Dans la vallée du SENEGAL, recreusée par le fleuve à travers les dunes rouges lors d'une nouvelle période humide, la mer s'est avancée en un golfe étroit dans la région de BOGHE. Les sables marins constituent une terrasse particulièrement étendue dans le Sud du delta, dont le niveau se situe entre les cotes + 4 et + 6 m. Dans la basse vallée, il n'en subsiste plus que quelques témoins, mais on trouve sous les alluvions récentes des sables gris-blanc datant de cette incursion marine.

La deuxième, datée du Flandrien, intéresse surtout la CASAMANCE.

C.2 - Les alluvions fluviales :

Elles sont de nature et d'âge très divers. Le SENEGAL en amont de BAKEL, la FALEME ont abandonné des sables plus ou moins argileux, qui recouvrent les graviers sous berges. Le dépôt est contemporain de la mise en place des dunes rouges. Depuis lors, les rivières et fleuves ont construit des levées alluviales formées de sable fin et de limon qu'il n'a pas été possible de faire figurer sur la carte en annexe.

En aval de BAKEL, la vallée du SENEGAL s'élargit considérablement dans les formations tertiaires. Des alluvions récentes occupent tout le lit majeur. Il faut distinguer parmi elles, les levées à matériel finement sableux (sable fin, limon) jaunâtre et les dépôts argileux bruns des cuvettes.

Ces formations se rencontrent dans la vallée du SENEGAL en aval de BAKEL et dans celle du GORGOL en amont de KAEDI. /

C.3 - Les dunes actuelles :

Elles sont représentées surtout dans la région Ouest et Nord de KIFFA. Ce sont des dunes de sables au modelé confus, portant une végétation buissonnante, et pouvant être ravinées par les pluies.

Les formations quaternaires, qui sont plus importantes dans le bassin inférieur du SENEGAL que dans le bassin supérieur, sont relativement peu épaisses et très variées ; on rencontre :

- savane latéritique, plus ou moins démantelée
- dépôts de sables
- invasion de dunes, formation d'un cordon littoral etc...

3.4.2 - Hydrogéologie :

En aval de BAKEL, le fleuve coule sur ses propres alluvions qui sont certainement le siège d'un inféro-flux non négligeable. En outre, il existe une nappe alluviale d'extension plus vaste dans les sédiments argilo-gréseux qui bordent la vallée. Cependant, le degré de colmatage du lit du fleuve est mal connu et l'on sait peu de choses sur les échanges hydrauliques entre le fleuve et sa nappe alluviale.

On retrouve également, dans cette partie du bassin, des nappes alluviales, plus ou moins importantes. Ces nappes, comme c'était le cas dans le haut bassin, sont bien souvent alimentées directement par les eaux de pluies (infiltration dans les alluvions,...). Mais étant donné l'intense évaporation à laquelle elles sont soumises, il est bien rare, sauf cas exceptionnels, qu'elles recèlent encore quelques réserves au-delà du mois de Février.

On trouve également quelques niveaux aquifères reconnus dans le bassin sédimentaire du bas-SENEGAL (sables et calcaires de l'éocène moyen), mais on ignore les relations exactes entre le fleuve et ces différentes nappes.

Signalons enfin que les possibilités en eau du Continental Terminal (principalement les niveaux de grès argileux) sont très variables. Intéressantes dans le Sud du pays, elles diminuent notablement dans la région du FERLO où l'alimentation est faible et où les puits atteignent 40 à 60 mètres de profondeur (une trentaine de mètres dans la région de BAKEL). Dans le Nord-Ouest du FERLO, l'eau est drainée dans les calcaires éocènes sous-jacents et le Continental Terminal n'est pratiquement pas aquifère.

3.4.3 - Erosion :

Dans le bassin inférieur du SENEGAL et particulièrement en aval de KAEDI, la faiblesse des précipitations, l'absence de relief et fréquemment la perméabilité du terrain sableux empêchent tout ruissellement généralisé. L'érosion torrentielle ne prend qu'une importance locale. Par contre, l'action éolienne n'est pas négligeable : des dunes, plus ou moins fixées par la végétation, peuvent être ravivées par les excès du pâturage.

3.4.4 - Morphologie de la Vallée :

Du point de vue morphologique, le bas SENEGAL en aval de BAKEL constitue un fleuve typiquement alluvionnaire, coulant au milieu d'un lit majeur plus ou moins large qu'il a remblayé de ses propres transports solides : sables et limons. /

La vallée inférieure du SENEGAL, entre BAKEL et St. LOUIS, présente quelques différences notables. On peut la diviser en deux ensembles :

- la partie comprise entre BAKEL et KAEDI
- la partie ~~située~~ en aval de KAEDI jusqu'à St. LOUIS.

De KAEDI au KARAKORO, les influences eustatiques diminuent au profit, d'une part, des apports typiquement climatiques du SENEGAL (lignes d'eau plus tendues, transports solides plus importants, marnage important ...), d'autre part, de l'influence relative des affluents. Par ailleurs, de l'aval à l'amont de KAEDI, la nature des formations rencontrées explique la présence d'une vallée très large dans l'éocène calcaire, alors qu'elle reste relativement étroite dans le Précambrien.

Ils se développent sur une gamme variée de matériau de texture très variable :

- alluvions fluviatiles de débordement constituées par un sédiment moins fin, limoneux, déposé en bordure même du lit mineur où il forme les levées naturelles qui gainent le fleuve et ses principaux défluent ; clair il est limono-sableux ; il est plus foncé lorsqu'il est plus argileux.
- matériau d'épandage latéral prolongeant les glaci, sédiments variables dont l'origine est un remblayage ancien aux dépens des versants voisins.
- terrasses alluviales diverses.

c) subissant également une submersion plus ou moins prononcée, il y a des sols ne manifestant aucune évolution. Ce sont les sols jeunes peu évolués d'apport ou d'érosion développés sur matériaux divers mais essentiellement sables fluviatiles.

d) nous pouvons, également, dans les sols hydromorphes de la zone alluviale, inclure sans inconvénient certains sols d'argile noire (Tirs de MAYMARD) qui appartiennent plutôt à la classe des vertisols. Développés sur matériau fluviatile de décantation, ils subissent une submersion très prolongée. Ils sont caractérisés par une couleur foncée et par une structure large et massive. Leur texture est toujours très fine.

Le graphique I.20 donne une idée de la diversité des sols hydromorphes que l'on peut rencontrer dans la zone alluviale inondée.

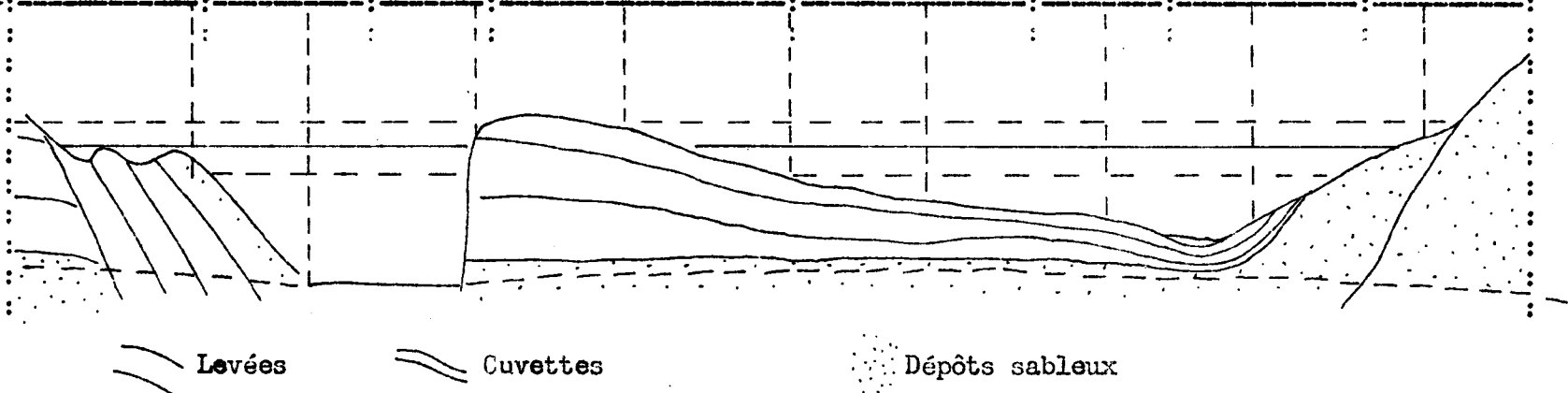
GRAPHIQUE I.20

		LIT	MINEUR		CUVETTES ARGILEUSES			
MORPHOLOGIE	LEVEES			HAUTES LEVEES	Sédimentation actuelle		TERRASSE	DUNES
	subactuelles	dépôt actuel	érosion	deltaïques		Mare	du Nouakchottien	rouges fixées
Nature du terrain	Sablo argileux	Sableux		Finement sableux	Argileux	très argileux	sableux	très sableux
Pédologie d'après J. MAYMARD	Complexe de sols à taches	Sol d'apport fluviatile (sol peu évolué)		sols à taches et concrétions sur li- mons de débordement	tirs sur argile de décantation	Sol à gley	sol à taches et concrétions sur terrasse	Sol brun-rouge
				———— SOLS	HYDROMORPHES			SOL ISOHUMIQUE
NOMS VERNACULAIRES (toucouleurs)	DIACRE	FALO		FONDE blanc : noir	———— OUALO blanc : noir	vindou	———— DIERI djedjogol	

HYDROLOGIE

CRUE forte
moyenne
faible

ETIAGE et
niveau de
la nappe



COUPE SCHEMATIQUE DE LA BASSE VALLEE DU SENEGAL
dans la région de PODOR

d'après P. MICHEL

Au niveau de PODOR et même déjà de BOGHE, certains de ces sols hydromorphes manifestent, à des degrés variables, une certaine salinité surtout en profondeur (G. BEYE : DEMET-NIANGA). Ils annoncent donc les sols halomorphes.

2°) - Sols halomorphes -

Ils constituent la presque totalité des sols du pseudo-delta à partir de RICHARD-TOLL. Bien que très hydromorphes, ces sols ont leur dynamique avant tout dominée par l'excès de sels. Ils sont fréquemment représentés par des sols salins (à structure non dégradée), mais également par des sols à alcalis. De texture très variable, ils se développent sur des matériaux très divers dont les principaux sont les suivants :

- alluvions de décantation fluviale
- dépôts fluvio-marins
- levées dunkerquiennes.

3.5.1.2 - sols situés hors de la vallée :

L'évolution de ces sols est plus strictement sous l'influence du climat atmosphérique. Les influences paléoclimatiques ont cependant assez fortement déterminé la présence de certains sols (cuirasse).

Soumis donc à l'influence du climat, on peut distinguer :

- les sols en zone sahélo-soudanaise,
- les sols en zone sahélo-saharienne.

- Sur les dunes basses on aurait des paléosols : sols de type ferrugineux lessivés maintenus en zone sahélienne. Ils sont donc caractérisés par la présence d'un horizon B textural qui ralentit sensiblement leur drainage.

Leurs horizons supérieurs A riches en sables fins déterminent fréquemment des phénomènes de battance très marqués.

Les observations relevées par GAVAUD sur le régime hydrique de ces sols ont mis en évidence une grande différence de comportement des deux types de formations sableuses (les sols de dunes basses étant caractérisés par un drainage généralement déficient).

Dans cette zone en bordure immédiate de la vallée, il faut signaler des sols plus ou moins squelettiques liés à la cuirasse du Continental Terminal et des sols calcimorphes dérivés des calcaires et marno-calcaires éocènes (entre BOGHE et KAEDI).

En résumé, pour la vallée du fleuve en aval de BAKEL, il faut retenir (graphique n° I.21) :

- dans la zone alluviale des sols hydromorphes (jusqu'à PODOR) et des sols halomorphes (dans le pseudo-delta), caractérisés par une très grande diversité de leurs matériaux et des conditions de submersion auxquelles ils sont annuellement soumis.
- Hors de la zone alluviale en zone sahélo-soudanaise, on a surtout des sols squelettiques ou jeunes liés au Continental Terminal et à sa couverture de cuirasse. En bordure immédiate du fleuve on a des sols dominés par la présence de calcium et qui sont liés aux affleurements des calcaires éocènes. En zone sahélo-saharienne, le bassin est dominé par les grands massifs dunaires qui, couvrant tout le TRARZA et la majeure partie du BRAKNA, s'étendent au Sud du delta jusqu'au CAYOR. Ils portent des sols subarides très sableux.

3.4.3 - Erosion :

Dans le bassin inférieur du SENEGAL et particulièrement en aval de KAEDI, la faiblesse des précipitations, l'absence de relief et fréquemment la perméabilité du terrain sableux empêchent tout ruissellement généralisé. L'érosion torrentielle ne prend qu'une importance locale. Par contre, l'action éolienne n'est pas négligeable : des dunes, plus ou moins fixées par la végétation, peuvent être ravivées par les excès du pâturage.

3.4.4 - Morphologie de la Vallée :

Du point de vue morphologique, le bas SENEGAL en aval de BAKEL constitue un fleuve typiquement alluvionnaire, coulant au milieu d'un lit majeur plus ou moins large qu'il a remblayé de ses propres transports solides : sables et limons.

La vallée inférieure du SENEGAL, entre BAKEL et St. LOUIS, présente quelques différences notables. On peut la diviser en deux ensembles :

- la partie comprise entre BAKEL et KAEDI
- la partie située en aval de KAEDI jusqu'à St. LOUIS.

De KAEDI au KARAKORO, les influences eustatiques diminuent au profit, d'une part, des apports typiquement climatiques du SENEGAL (lignes d'eau plus tendues, transports solides plus importants, marnage important ...), d'autre part, de l'influence relative des affluents. Par ailleurs, de l'aval à l'amont de KAEDI, la nature des formations rencontrées explique la présence d'une vallée très large dans l'éocène calcaire, alors qu'elle reste relativement étroite dans le Précambrien.

Le lit majeur, en rive droite, est constitué d'une série de méandres de faible et moyenne importance, isolant des systèmes hydrauliques simples qui répondent aux schémas suivants :

- une série de levées subactuelles en croissants emboîtés isolant du fleuve une ou plusieurs cuvettes,
- un schéma comparable, mais avec un fondé submersible isolant des collaldés,
- enfin un schéma plus complexe composé d'un glacis sablo-argileux rouge antérieur aux alluvions du lit moyen et recoupé par celui-ci. Il est entaillé par des chenaux profonds et étroits à section rectangulaire et d'un glacis beige à brun clair, sablo-limoneux, contemporain ou juste postérieur aux alluvions anciennes du lit majeur ; ce glacis peut constituer une banquette alluviale, correspondant à la terrasse ouljienne. Ce glacis se prolonge parfois dans le oualo par des langues sablo-limoneuses, encadrant les mares.

De MATAM à OUAOUNDE, c'est la région des grands oualos, soumis à l'influence directe des oueds GHORFA et NIORDE.

Le oualo proprement dit est généralement constitué de grandes levées rarement insubmersibles, séparées du fleuve par des levées subactuelles en croissants et séparées de la bordure du lit majeur par des cuvettes de décantation auxquelles elles se raccordent par un glacis alluvial. Ces cuvettes de décantation sont reliées entre elles par des chenaux. Enfin, la section située entre OUAOUNDE et BAKEL, où la vallée est plus resserrée entre des chaîons quartzitiques d'orientation générale N-S. Ces derniers sont tantôt parallèles, tantôt perpendiculaires au fleuve.

Le lit majeur présente, en rive droite, non plus un oualo, mais une série d'alignements de mares plus ou moins isolées du fleuve. Les levées subactuelles en croissants sont très rares alors que les recoupements des méandres avec des bancs sableux sont de plus en plus fréquents.

Si les chaînons de quartzites sont parallèles au fleuve, les marigots affluents entaillent les quartzites par un véritable canyon et débouchent dans le lit mineur du SENEGAL par un chenal très encaissé dans le lit majeur. Si le relief est peu marqué, les marigots alimentent des bassins semi-indépendants avant d'alimenter les mares du lit majeur. Dans le cas où les chaînons de quartzites sont perpendiculaires au fleuve, l'existence de mares est liée à la présence d'un pseudo-bourrelet de berge qui semble, en fait, correspondre à des lambeaux de terrasses anciennes à nombreux galets de quartz recouverts d'un dépôt éolien.

On peut donc dire que la dynamique du fleuve a tendance à colmater et à repousser vers l'aval les chenaux de remplissage et de vidange du oualo. En contrepartie, les apports latéraux (GORGOL, GHORFA, NIORDE), qui sont de plus en plus sensibles de l'aval vers l'amont, entretiennent avant et après la crue du fleuve des chenaux entaillés profondément dans le lit majeur.

Alors qu'en amont de KAEDI on passait progressivement à un climat Nord Soudanien, en aval, nous nous trouvons dans une région typiquement sahélienne et uniforme dans ses grandes lignes. De même, on quitte le domaine des roches dures à relief quelque peu accusé du Précambrien pour entrer dans celui de l'éocène sédimentaire à prédominance calcaire et gréseux.

D'une vallée relativement étroite, à pente plus accentuée, nous entrons dans une vallée plus large (10 à 20 km), où le fleuve décrit de nombreux méandres et nous quittons la zone d'influence climatique pour celle de l'influence eustatique.

La formation de la vallée sous son aspect actuel s'est poursuivie pendant tout le Quaternaire Supérieur et a été fort complexe. Elle a subi l'influence de variations climatiques et de plusieurs transgressions marines, dont la dernière, au Dunkerquien, a atteint approximativement la cote + 1,5 m. Depuis cette époque le fleuve a eu tendance à s'encaisser dans les dépôts dunkerquiens et à agrandir ses méandres. Bien que ceux-ci soient encore a ~~lez~~ loin d'avoir atteint leur plein développement et manquent de régularité, le lit apparent du bas-SENEGAL appartient nettement au type "sinueux" dans lequel se classent les cours d'eau à pente douce et en voie de lente stabilisation (par opposition au type "comblant", aux chenaux anastomosés et essentiellement instables). Le type sinueux offre des caractéristiques plutôt favorables à la navigation.

Le lit majeur du bas-SENEGAL présente, sur une largeur variant de 10 à 20 km, une microtopographie extrêmement complexe. On y distingue d'innombrables petits "marigots" sinueux et entrelacés, des méandres abandonnés, des buttes correspondant à d'anciens "bourrelets de berges".

Du point de vue agricole, le lit majeur fertilisé par les crues annuelles présente un grand intérêt, depuis les cuvettes argileuses ou "oualos" qui permettent à la décrue de riches cultures de mil jusqu'aux vastes étendues plates du delta qui ont permis l'aménagement du casier rizicole de RICHARD-TOLL.

Enfin, le delta du SENEGAL se présente comme une vaste zone marécageuse au relief très faible, parcourue en tous sens par un grand nombre de chenaux plus ou moins profonds.

Le manque de relief net de cette partie de la basse vallée donne une importance primordiale au micro-relief, en ce qui concerne l'écoulement on rencontre un certain nombre d'îlots insubmersibles, formés de levées alluviales d'âge Dunkerquien, et des formations plus récentes, subactuelles, submersibles, au relief moins prononcé.

Un réseau de chenaux serpente au travers de ces levées alluviales. On peut signaler qu'en certains endroits des levées alluviales plus importantes tendent à isoler une zone d'étendue variable.

Enfin, étant donné son manque de relief, c'est une région où les phénomènes d'estuaire perturbent l'écoulement sur de grandes distances depuis la mer. D'autre part, la mobilité de l'embouchure du fleuve, les modifications de section et d'écoulement du débouché en mer, font sentir leurs influences dans tout le delta.

3.5 - ETUDE des SOLS par S. PEREIRA BARRETO -

3.5.1 - Vallée du Fleuve en aval de BAKEL (zone III gr.IIC)

A une quarantaine de km en aval de BAKEL, près de BEMBAKANE, le fleuve SENEGAL quitte les formations métamorphiques, schistes et surtout quartzites paléozoïques. Il coule alors dans une très grande vallée alluviale dont la largeur varie de 10 à 20 km, avec de part et d'autre, constituant le reste du bassin, des terrains Tertiaires et Quaternaires. De BEMBAKANE au Nord de KAEDI, on a des terrains Tertiaires calcaires et Quaternaires anciens (grès argileux du Continental Terminal et sa couverture de cuirasse). En aval de KAEDI, encore quelques lambeaux de Tertiaire et de Quaternaire ancien, mais surtout (après BOGHE) du Quaternaire récent sableux. Nous sommes dans cette dernière partie du Fleuve et de son bassin en pleine zone pédoclimatique de sols subarides.

Ainsi donc en aval de BAKEL, le bassin peut être divisé en deux parties distinctes situées dans deux zones pédoclimatiques différentes :

- De BAKEL à KAEDI en zone sahélo-soudanaise le bassin est essentiellement installé sur les formations Tertiaires et Quaternaires anciennes ;
- De KAEDI à l'embouchure en zone sahélo-saharienne, le bassin se trouve dominé par des formations sableuses dunaires du Quaternaire récent.

Les données pédologiques relatives à l'ensemble de cette zone relèvent de deux sources :

- D'une part, des études menées dans le cadre de la Mission d'Aménagement du fleuve SENEGAL (M.A.S.) et qui portent presque exclusivement sur les sols de la Vallée auxquels J. MAYMARD a attaché son nom.
- D'autre part, pour le reste du bassin, des travaux de recherches plus généraux de pédogénèse effectués dans cette région (ORSTOM).

On peut, en fonction de cette situation, distinguer la zone alluviale et sa bordure immédiate d'une part, et d'autre part, les versants exondés du bassin.

- La zone alluviale et sa bordure immédiate inondable sont le domaine des sols hydromorphes ou/et des sols halomorphes. Les distinctions que l'on peut établir dans cette zone dépendent alors beaucoup de la composition chimique et granulométrique des alluvions ; ces deux facteurs résultant eux-mêmes des variations paléoclimatiques et des oscillations eustatiques qui ont institué différentes conditions de sédimentation et fixé le modelé actuel de la vallée, dont dépend, par l'intensité des processus de submersion, toute l'évolution des sols.

- Hors de la vallée, l'évolution des sols est plus strictement sous l'influence du climat atm. phérique (le rôle du matériau originel intervenant pour la mise en place de sols spéciaux : vertisols et sols rendziniiformes).

3.5.1.1 - Zone alluviale et sa bordure immédiate :

Domaine des sols hydromorphes et halomorphes, il est alors moins affecté par le climat atmosphérique que par l'inondation annuelle à laquelle il est soumis (MAYMARD).

1°) - Sols Hydromorphes -

Dominés par un excès d'eau, ces sols constituent la quasi-totalité des sols de la vallée jusqu'à PODOR. Les différents types que l'on peut distinguer dans cette classe sont, comme nous l'avons signalé, sous l'influence de la composition granulométrique de leur matériau et de leur position dans le modelé de la vallée. On peut distinguer :

a) les sols à gley :

Ils sont marqués par une très longue persistance de l'eau dans leur profil. Dans ces conditions, le fer se trouve réduit à l'état ferreux d'où les couleurs caractéristiques gris bleuté ou gris verdâtre de ces sols. Ils sont essentiellement développés sur alluvions fluviales de décantation.

b) les sols à pseudo-gley (à taches et/ou concrétion) :

Ils sont caractérisés par des taches et traînées irrégulières de couleur variable : blanchâtre, grisâtre, jaunâtre ou rougeâtre, et/ou par des concrétions ferro-mangésifères, plus rarement calcaires.

Ils se développent sur une gamme variée de matériau de texture très variable :

- alluvions fluviatiles de débordement constituées par un sédiment moins fin, limoneux, déposé en bordure même du lit mineur où il forme les levées naturelles qui gaignent le fleuve et ses principaux défluent ; clair il est limono-sableux ; il est plus foncé lorsqu'il est plus argileux.
- matériau d'épandage latéral prolongeant les glacis, sédiments variables dont l'origine est un remblayage ancien aux dépens des versants voisins.
- terrasses alluviales diverses.

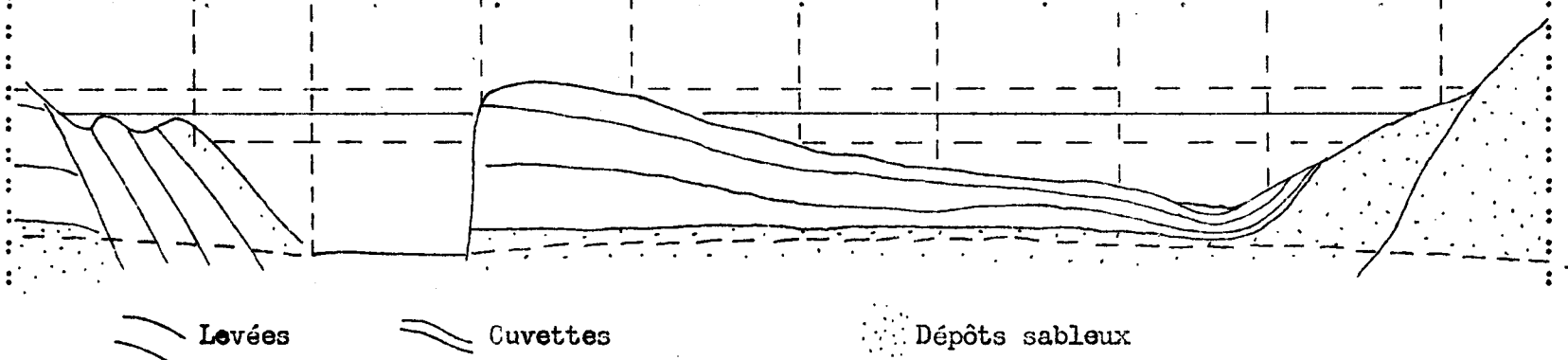
c) subissant également une submersion plus ou moins prononcée, il y a des sols ne manifestant aucune évolution. Ce sont les sols jeunes peu évolués d'apport ou d'érosion développés sur matériaux divers mais essentiellement sables fluviatiles.

d) nous pouvons, également, dans les sols hydromorphes de la zone alluviale, inclure sans inconvénient certains sols d'argile noire (Tirs de MAYMARD) qui appartiennent plutôt à la classe des vertisols. Développés sur matériau fluviatile de décantation, ils subissent une submersion très prolongée. Ils sont caractérisés par une couleur foncée et par une structure large et massive. Leur texture est toujours très fine.

Le graphique I.20 donne une idée de la diversité des sols hydromorphes que l'on peut rencontrer dans la zone alluviale inondée.

GRAPHIQUE I.20

		LIT MINEUR			CUVETTES ARGILEUSES			
	LEVEES			HAUTES LEVEES	Sédimentation actuelle		TERRASSE	DUNES
MORPHOLOGIE	subactuelles	dépôt actuel	érosion	deltaïques		Mare	du Nouakchottien	rouges fixées
Nature du terrain	Sablo argileux	Sableux		Finement sableux	Argileux	très argileux	sableux	très sableux
Pédologie d'après J. MAYMARD	Complexe de solstirs et de sols à taches	Sol d'apport fluvial (sol peu évolué)		sols à taches et concrétions sur limons de débordement	tirs sur argile de décantation	Sol à gley	sol à taches et concrétions sur terrasse	Sol brun-rouge
				SOLS	HYDROMORPHES			SOL ISOHUMIQUE
NOMS VERNACULAIRES (toucouleurs)	DIACRE	FALO		FONDE blanc noir	OUALO blanc noir	vindou	DIERI djedjogol	
HYDROLOGIE								
CRUE forte moyenne faible								
ETIAGE et niveau de la nappe								



COUPE SCHEMATIQUE DE LA BASSE VALLEE DU SENEGAL
dans la région de PODOR

d'après P. MICHEL

SEN. 41.319

Au niveau de PODOR et même déjà de BOGHE, certains de ces sols hydromorphes manifestent, à des degrés variables, une certaine salinité surtout en profondeur (G. BEYE : DEMET-NIANGA). Ils annoncent donc les sols halomorphes.

2°) - Sols halomorphes -

Ils constituent la presque totalité des sols du pseudo-delta à partir de RICHARD-TOLL. Bien que très hydromorphes, ces sols ont leur dynamique avant tout dominée par l'excès de sels. Ils sont fréquemment représentés par des sols salins (à structure non dégradée), mais également par des sols à alcalis. De texture très variable, ils se développent sur des matériaux très divers dont les principaux sont les suivants :

- alluvions de décantation fluviale
- dépôts fluvio-marins
- levées dunkerquiennes.

3.5.1.2 - sols situés hors de la vallée :

L'évolution de ces sols est plus strictement sous l'influence du climat atmosphérique. Les influences paléoclimatiques ont cependant assez fortement déterminé la présence de certains sols (cuirasse).

Soumis donc à l'influence du climat, on peut distinguer :

- les sols en zone sahélo-soudanaise,
- les sols en zone sahélo-saharienne.

1° - Sols de la zone sahélo-soudanaise -

Les principaux sols sont :

- les sols Minéraux Bruts
- les sols Peu Evolués
- les sols Calcimorphes
- les sols à Sesquioxides.

a) les sols Minéraux Bruts :

Dans cette zone, il ne s'agit essentiellement que des sols sur cuirasse ferrugineuse du moyen et bas glacis, très compacte elle peut être plus ou moins démantelée en blocs et gravillons.

Développés en bordure du fleuve sur les affleurements du Continental Terminal, on a des sols régosoliques fortement remaniés par l'érosion hydrique.

b) les sols Peu Evolués :

Ils sont liés aux cuirasses et sont les mêmes que ceux rencontrés dans le bassin de la FALEME. Très hétérogènes, ils peuvent être distingués d'après le matériau de recouvrement. Sur cuirasse à faible profondeur, ils présentent parfois des phénomènes d'hydromorphie. Sur éboulis de cuirasse au pied des escarpements cuirassés en bordure des talwegs, ils sont profonds et ont un bon drainage interne.

c) les sols Calcimorphes :

Nous groupons dans cette classe des sols qui ont été différemment classés par certains auteurs : sols bruns subarides de la classe des sols isohumiques (Maignien), sols rendziniformes (rendzines ou sols bruns calcaires) de la classe des sols calcomagnésimorphes (Maynard). Ils sont liés aux affleurements de calcaire lutétien en bordure du fleuve.

d) les sols à Sesquioxides et Hydrates Métalliques :

Exclusivement représentés par les sols ferrugineux peu ou non lessivés. Ils sont plus fréquemment développés sur matériau colluvio-alluvial des axes alluviaux, mais on les rencontre également sur matériau sableux d'origine plus ou moins éolienne. Profonds, la plupart de ces sols présentent un excellent drainage interne. Cependant leur tassement (piétinement par les bestiaux) peut les rendre imperméables et très sensibles à l'érosion, surtout lorsqu'ils sont riches en sables fins.

2° - Sols de la zone sahélo-saharienne -

Nous avons essentiellement représenté les sols brun-rouge subarides de la classe des sols isohumiques développés sur sables dunaires qui enserrrent assez étroitement la vallée.

En fait, des études plus minutieuses ont montré qu'il fallait, dans cet ensemble de sables dunaires recouvrant un glacis plus ou moins cuirassé et gravillonnaire, distinguer trois paysages dont deux correspondent à deux systèmes dunaires différents : elbs longitudinales N.N.E. - S.S.O. et système de dunes basses, le troisième paysage correspondant à des plaines sableuses caractérisées par la minceur de la couverture sableuse qui se manifeste par de petites plages gravillonnaires (GAVAUD 1967).

- Les sols des elbs longitudinales correspondraient typiquement aux sols brun-rouge subarides, caractérisés par un matériau sableux à bon drainage interne. Ils ne présentent presque jamais de variation structurale appréciable. En position basse (d'interdunes) ils peuvent manifester une certaine compacité susceptible de ralentir leur drainage interne.

- Sur les dunes basses on aurait des paléosols : sols de type ferrugineux lessivés maintenus en zone sahélienne. Ils sont donc caractérisés par la présence d'un horizon B textural qui ralentit sensiblement leur drainage.

Leurs horizons supérieurs A riches en sables fins déterminent fréquemment des phénomènes de battance très marqués.

Les observations relevées par GAVAUD sur le régime hydrique de ces sols ont mis en évidence une grande différence de comportement des deux types de formations sableuses (les sols de dunes basses étant caractérisés par un drainage généralement déficient).

Dans cette zone en bordure immédiate de la vallée, il faut signaler des sols plus ou moins squelettiques liés à la cuirasse du Continental Terminal et des sols calcimorphes dérivés des calcaires et marno-calcaires éocènes (entre BOGHE et KAEDI).

En résumé, pour la vallée du fleuve en aval de BAKEL, il faut retenir (graphique n° I.21) :

- dans la zone alluviale des sols hydromorphes (jusqu'à PODOR) et des sols halomorphes (dans le pseudo-delta), caractérisés par une très grande diversité de leurs matériaux et des conditions de submersion auxquelles ils sont annuellement soumis.
- Hors de la zone alluviale en zone sahélo-soudanaise, on a surtout des sols squelettiques ou jeunes liés au Continental Terminal et à sa couverture de cuirasse. En bordure immédiate du fleuve on a des sols dominés par la présence de calcium et qui sont liés aux affleurements des calcaires éocènes. En zone sahélo-saharienne, le bassin est dominé par les grands massifs dunaires qui, couvrant tout le TRARZA et la majeure partie du BRAKNA, s'étendent au Sud du delta jusqu'au CAYOR. Ils portent des sols subarides très sableux.

3.5.2 - Zones endoréiques :

Elles correspondent, pour la rive droite, à la zone comprise entre la vallée du Serpent et celle du GORGOL (seule cette dernière est connue) et, pour la rive gauche, à la vallée du FERLO.

D'intérêt hydrologique réduit, ces zones ne présentent, du reste, pas grande originalité pédologique par rapport aux zones déjà étudiées.

3.5.2.1 - Bassin du GORGOL :

Il est entièrement situé en zone sahélo-saharienne et se trouve caractérisé au point de vue géologique par l'extrême avancée orientale du bassin sédimentaire du SENEGAL. L'éocène vient s'appuyer à l'Est sur les formations antécambriennes schisto-quartzitiques et il est surmonté au Nord de KAEDI par les sédiments gréseux Mio-pliocènes.

Les principaux types de sols rencontrés sur ces formations sont alors les suivantes :

- Sols Minéraux Bruts,
- Sols Jeunes ou Peu Evolués
- Sols Steppiques (Isohumiques)
- Sols Hydromorphes.

1° - Sols Minéraux Bruts -

a) Les sols Minéraux Bruts d'Erosion :

Ils sont représentés par :

- des lithosols ferrugineux surtout en bordure des plateaux. Au centre, par démantèlement, ces lithosols passent à des sols plus ou moins gravillonnaires et caillouteux qui évoluent vers les sols subarides à mesure que les matériaux deviennent plus fins.

- des amoncellements de débris de roches diverses :
 - Lithosols quartzitiques composés de matériau très grossier où à des débris de quartz se mêlent des sables quartzitiques légèrement éolisés.
 - Lithosols sur des produits de démantèlement des schistes gréseux.

Très souvent, entre les débris de roches, s'accumulent des matériaux plus meubles. Lorsqu'ils deviennent dominants et que les débris sont plus fins, on passe à des régosols.

b) Sols Minéraux Bruts d'Apport :

Ils se classent en trois catégories en fonction des processus de transport :

- Sols Fluviatiles
 - Sols Colluviaux
 - Sols Eoliens.
- Les sols Fluviatiles sont assez limités. L'hydromorphie qui les affecte les fait passer dans la classe des sols hydromorphes.
 - Les sols Colluviaux sont, par contre, assez fréquents. Ils s'étendent au pied des reliefs et en bordure du plateau ferrugineux. Ils sont constitués d'un mélange de débris de cuirasse ferrugineuse, de grains de sables et d'argile.
 - Quant aux sols Eoliens, ils constituent plutôt des faciès dégradés d'anciennes dunes rouges stabilisées, à sols subarides. La dégradation résulte du piétinement par le bétail des horizons de surface qui deviennent très sensibles au vent. Ils se présentent alors généralement sous forme de reprises éoliennes en bordure de certains oueds ou aux alentours des villages.

2° - Sols Peu Evolués -

Mis à part des sols jeunes sur sable intergrades et des sols brun-rouges, on a essentiellement des sols développés sur les longs glacis du modelé actuel. Très érodés en surface, ils sont caractérisés par un horizon argileux rougi très compact, qui repose sur une succession d'horizons beiges à brun-olive riches en carbonate. Certains des profils de ces sols ont une grande analogie avec des sols bruns eutrophes et même avec certains sols halomorphes (solonetz solodisés du TCHAD et du SENEGAL Oriental). Ils présentent un drainage externe excellent du fait de leur imperméabilité et de leur position dans le modelé. Ils s'opposent donc aux sols jeunes sur matériaux alluviaux à drainage interne et externe déficient.

3° - Sols Subarides Tropicaux -

Ils constituent les sols climatiques de la région. Ils se développent sur matériaux divers : sur sables, sur produits argileux et sur roches basiques. Sur ces derniers matériaux, les conditions d'hydromorphie accusées par une position topographique qui limite le drainage provoquent le passage aux sols d'argile noire (vertisols).

4° - Sols Hydromorphes -

Ces sols sont extrêmement communs et variés. Ils se rencontrent principalement le long et dans les collatures ou les vallées temporaires. Ils sont presque tous marqués par une hydromorphie partielle de surface ou de profondeur toujours temporaire.

CHAPITRE IV

- FACTEURS CLIMATIQUES -

(Bassin du SENEGAL Inférieur)

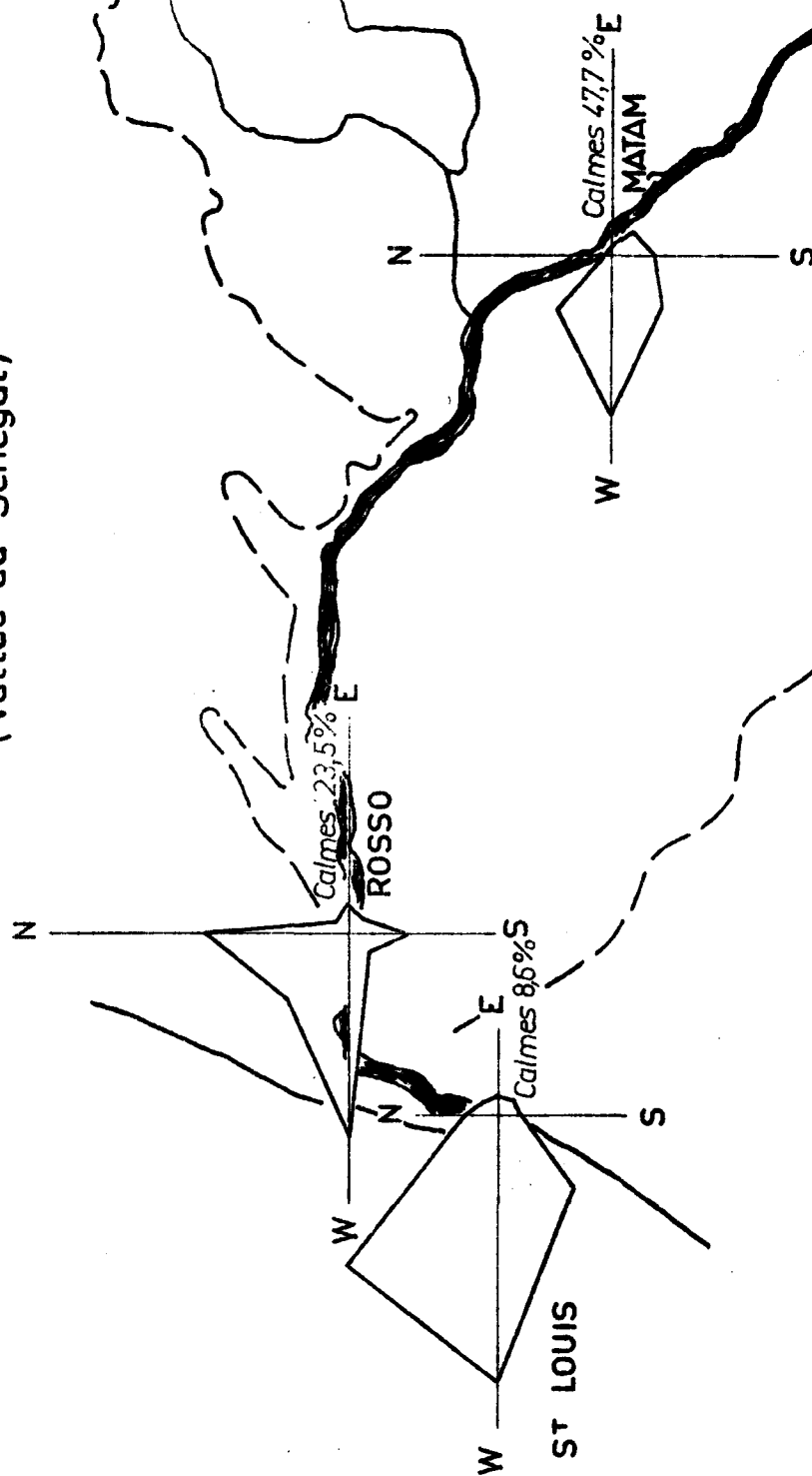
La partie inférieure du bassin du SENEGAL, comprise entre les latitudes 14° 47' et 17° 30' N est soumise à un climat peu varié allant du type soudano-sahélien au Sud-Est du bassin au type sahélien au Nord et à l'Ouest. La durée de la saison des pluies varie de 4 mois à BAKEL à 3 mois pour la partie septentrionale du bassin. Une pluviométrie annuelle comprise entre 650 et 250 mm et l'absence de relief sur les 4/5 du bassin (18 % de la surface situés à une altitude supérieure à 100 m) expliquent la faiblesse des apports que reçoit le SENEGAL à l'aval de BAKEL.

Comme pour le Haut Bassin, nous dégagerons les caractères les plus saillants du climat en nous basant sur les stations climatologiques les mieux observées. Les stations de MATAM, ROSSO et SAINT-LOUIS, toutes les trois situées sur le Fleuve, ont été retenues.

4.1 - REGIME des VENTS -

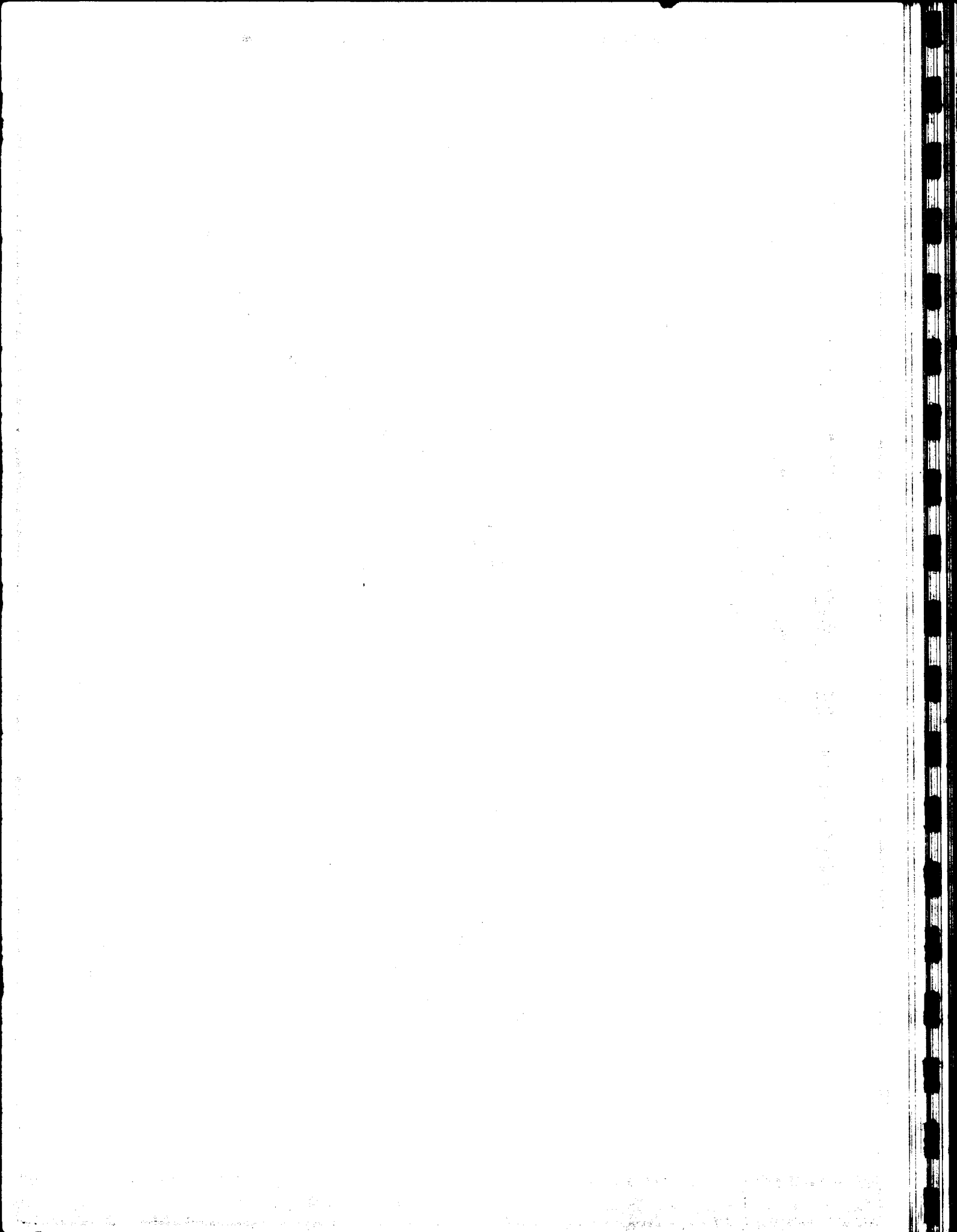
Le régime des vents est conditionné par les déplacements annuels du F.I.T. qui sépare l'air sec véhiculé par des vents de secteur N-E de l'air humide véhiculé par des vents de secteur S-W. D'autre part, l'alizé maritime venant du Nord (vent vif, frais et humide) et longeant la côte s'oppose de Novembre à Juin à l'action de l'Harmattan. Il

FRÉQUENCE DES DIRECTIONS DES VENTS EN SAISON DES PLUIES (Vallée du Sénégal)

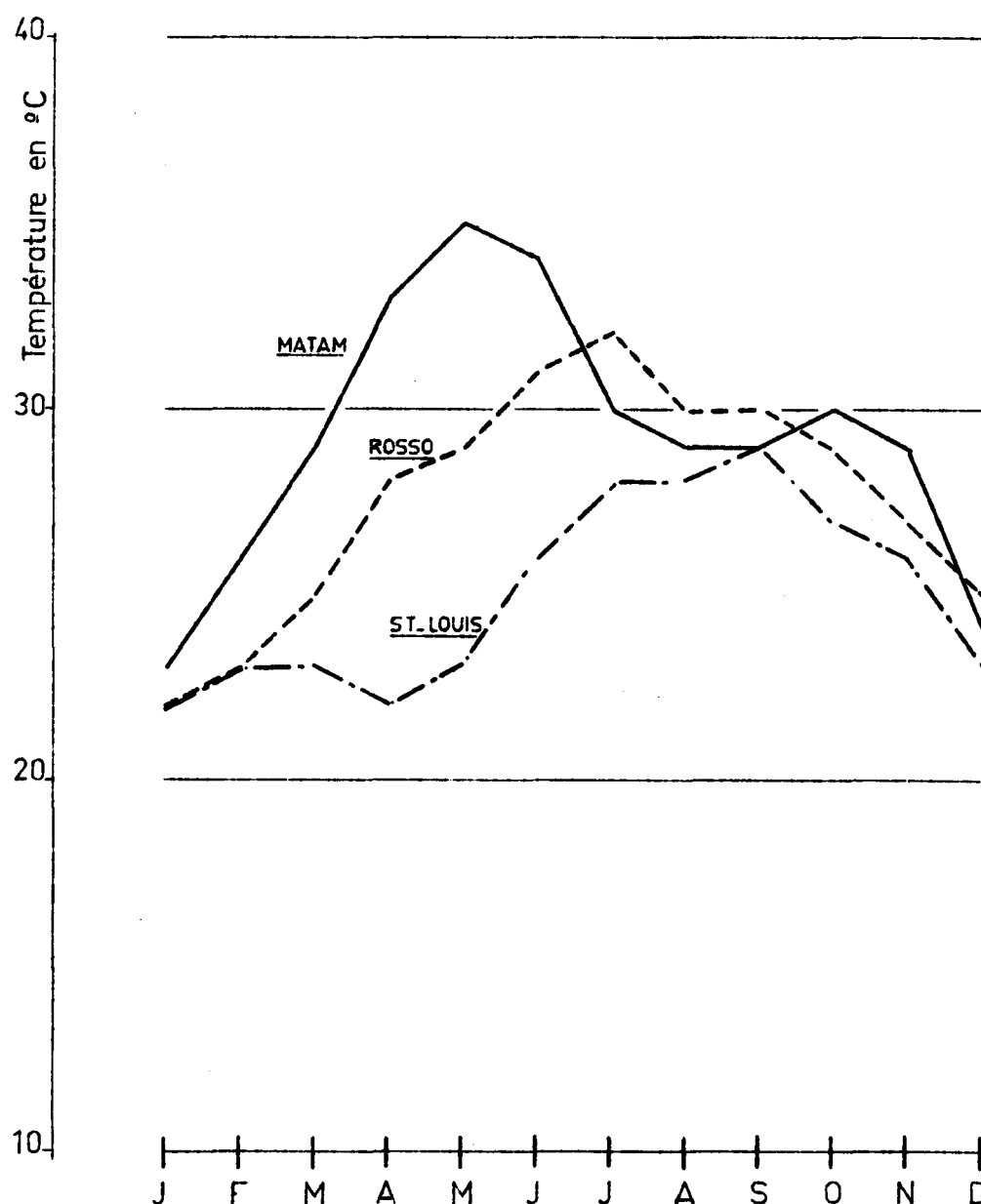


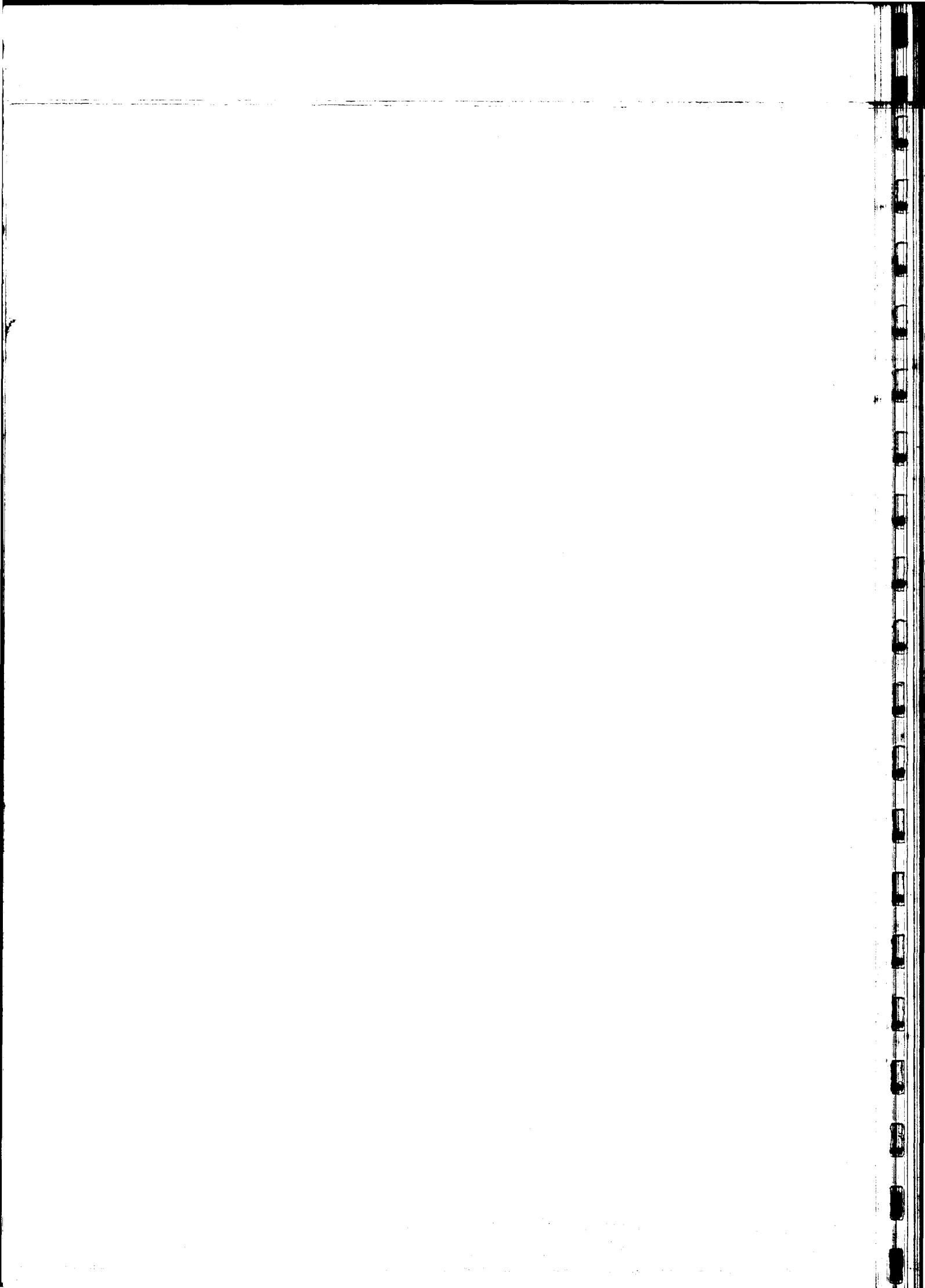
Gr.I.23

0 10 20 30%



VALLÉE DU SÉNÉGAL
VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE MENSUELLE





Variations de l'évaporation mensuelle PICHE

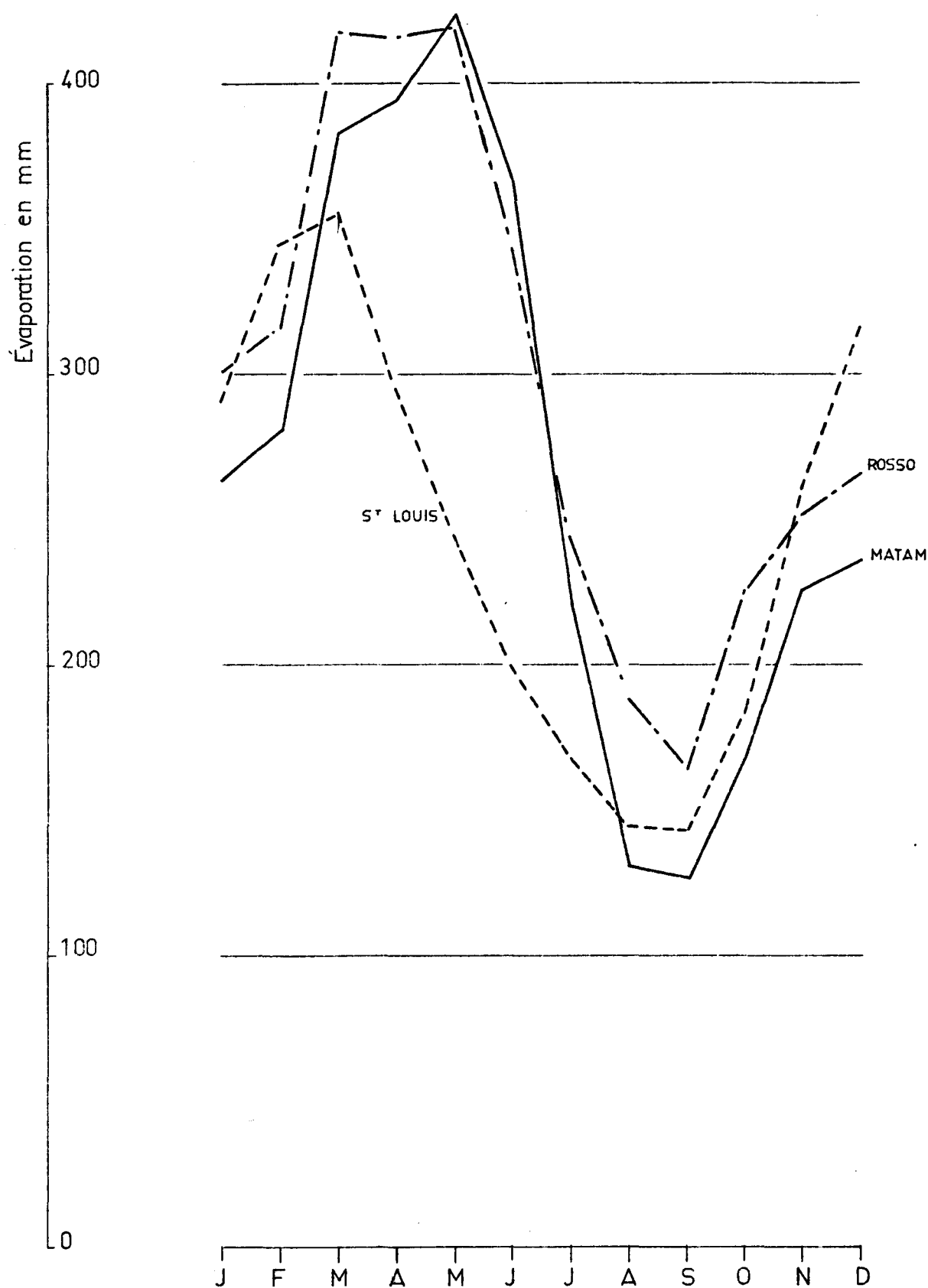


Tableau n° I.18

EVAPORATION MOYENNE (mm)

Mesurée à l'appareil PICHE

(Vallée du SENEGAL)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Période observée
MATAM	:264:	:281:	:383:	:394:	: <u>423</u> :	:365:	:223:	:130:	:126:	:168:	:225:	:236:	: 3218:	: 14 ans :
ROSSO	:300:	:316:	:417:	:415:	: <u>418</u> :	:344:	:244:	:188:	:164:	:226:	:251:	:265:	: 3548:	: 14 ans :
SAINT-LOUIS	:291:	:344:	:355:	:295:	:245:	:200:	:168:	:145:	:143:	:183:	:260:	:317:	: 2946:	: 6 ans :

Les résultats fournis par les bacs évaporatoires du type COLORADO sont rassemblés dans le tableau n° I.19. Ils proviennent de stations situées dans la moitié Nord du bassin : KEUR-MACENE à l'Ouest de ROSSO, est à la latitude 16° 35' N, ALEG (NNE de BOGHE) et DIONABA (GORGOL Blanc) sont à la latitude 17° 10' N.

Dans cette zone, l'accroissement de l'évaporation potentielle avec la latitude est assez important, on en déduit que l'évaporation annuelle atteint 3 500 mm à la limite Nord du Bassin.

4.5 - INSOLATION -

Les variations de la durée d'insolation à MATAM et à SAINT-LOUIS figurent sur le graphique I.27 (il n'existe pas de relevés pour ROSSO).

Les valeurs correspondantes sont rassemblées dans le tableau n° I.20.

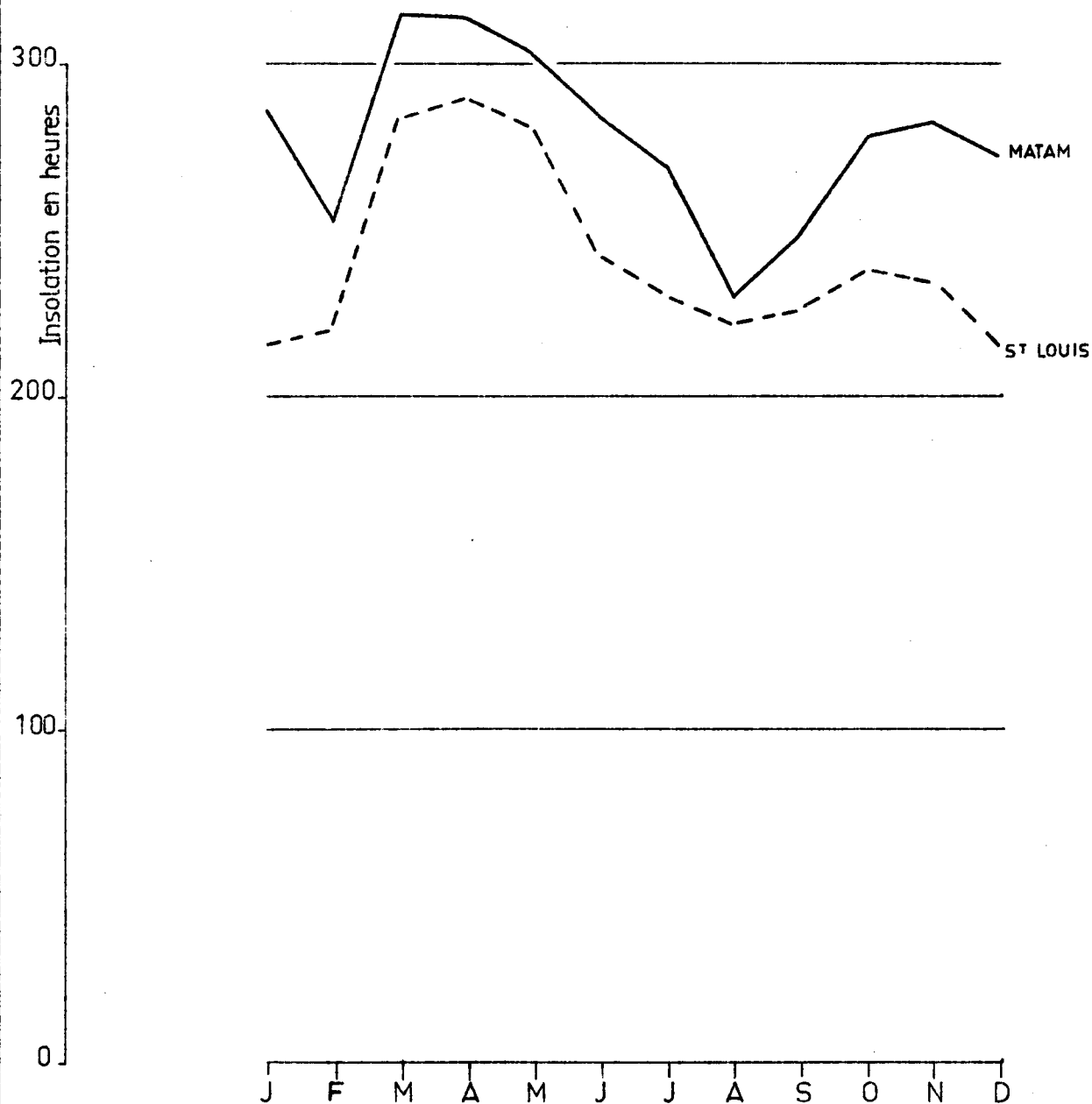
L'allure des variations est identique pour les 2 stations : maximum principal en Mars-Avril, minimum en Août et maximum secondaire en Octobre-Novembre.

4.6 - REGIME PLUVIOMETRIQUE -

4.6.1 - Pluviométrie annuelle :

Les hauteurs moyennes annuelles de précipitations aux stations pluviométriques du bassin du SENEGAL inférieur observées depuis plus de 10 ans sont rassemblées dans le tableau n° I.21. Rappelons qu'il s'agit de données non homogénéisées. Les courbes isohyètes établies pour l'ensemble du bassin figurent sur le graphique I.17. Les hauteurs

VALLÉE DU SÉNÉGAL
Variations de l'insolation mensuelle



annuelles de précipitations décroissent régulièrement avec la latitude de 683 mm (BAKEL) à 276 mm (ALEG). Ces valeurs correspondent sensiblement aux limites du domaine sahélien et justifient l'appartenance du bassin inférieur à ce domaine climatique. Dans la zone littorale, les isohyètes s'infléchissent légèrement vers le Sud.

L'étude statistique des pluies annuelles a été effectuée pour les stations de MATAM, ROSSO et DAGANA. Comme pour les stations du Haut Bassin, c'est la loi de Pearson III qui conduit aux meilleurs ajustements des distributions expérimentales. L'utilisation de cette loi conduit à la détermination des hauteurs atteintes en année sèche et en année humide pour divers temps de récurrence (tableau n° I.22). Le coefficient k d'irrégularité interannuelle (rapport des hauteurs décennales humide et sèche) varie de 1,87 pour MATAM à 2,35 pour ROSSO (valeurs comparables à celles obtenues pour les stations du Haut Bassin à latitude égale).

4.6.2 - Pluviométrie mensuelle :

Les hauteurs moyennes mensuelles à MATAM, ROSSO et SAINT-LOUIS ainsi que les valeurs extrêmes atteintes pendant la période d'observations de chaque station sont rassemblées dans le tableau n° I.23.

Les diagrammes correspondant aux précipitations moyennes mensuelles figurent sur le graphique I.28.

La durée de la saison des pluies varie dans des limites assez étroites à l'intérieur du bassin (4 mois dans la région de BAKEL - MATAM et 3 mois dans le Nord du bassin). L'influence de la latitude se traduit presque exclusivement par un renforcement ou une diminution de la hauteur pluviométrique des 3 mois de Juillet, Août et Septembre.

VALLÉE DU SÉNÉGAL

Pluviométrie mensuelle

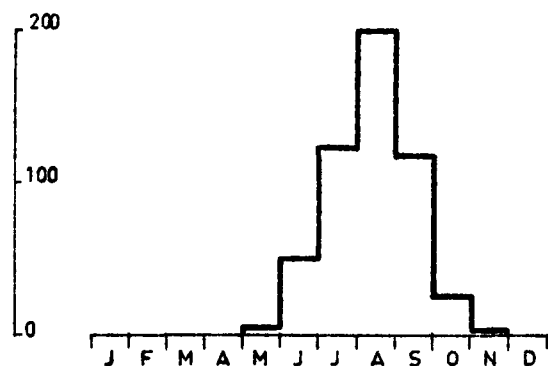
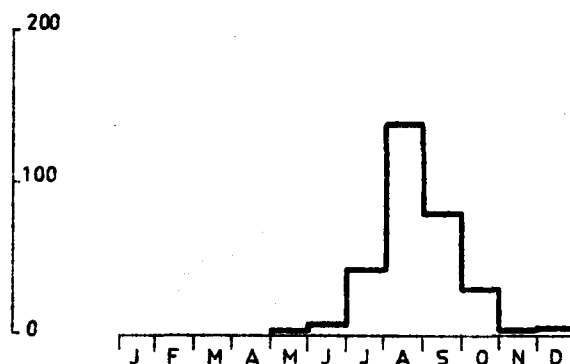
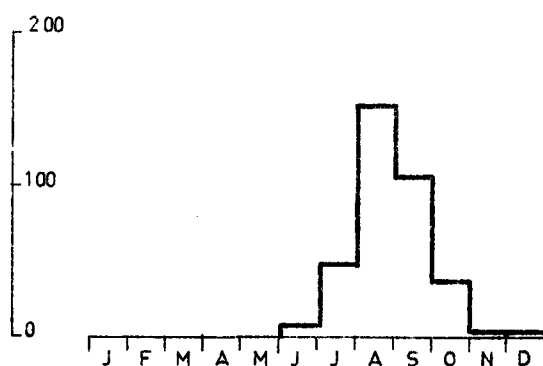
MATAMROSSOST LOUIS

Tableau n° I.21

PLUVIOMETRIE MOYENNE ANNUELLE

(Bassin du SENEGAL Inférieur)

: Hauteur:Nombre :			:Hauteur : Nombre :		
: Stations :	: annuelle :	: d'années :	: Stations :	: annuelle :	: d'années :
:	: (mm) :	: d'obser. :	:	: (mm) :	: d'obser. :
: <u>SENEGAL</u> :			: :		
: BAKEL :	: 683 :	: 43 :	: SAINT-LOUIS :	: 355 :	: 37 :
: BARKEDJI :	: 518 :	: 13 :	: YANG YANG :	: 535 :	: 38 :
: COKI :	: 519 :	: 23 :	: <u>MAURITANIE</u> :	:	:
: DAGANA :	: 320 :	: 47 :	: ALEG :	: 276 :	: 43 :
: DARA :	: 529 :	: 24 :	: BOGHE :	: 323 :	: 44 :
: LINGUERE :	: 534 :	: 27 :	: KAEDI :	: 402 :	: 41 :
: MATAM :	: 526 :	: 49 :	: M'BOUT :	: 420 :	: 28 :
: PODOR :	: 317 :	: 42 :	: ROSSO :	: 306 :	: 31 :

4.6.3 - Pluviométrie journalière :

Nous présentons dans le tableau n° I.24 les résultats des ajustements effectués en Pearson III des distributions des pluies journalières à MATAM et à ROSSO.

Ce tableau donne les hauteurs des précipitations journalières pour divers temps de récurrence (1, 2, 5, 10 et 20 ans) et le nombre moyen de jours de pluie dans l'année.

Pour un même temps de récurrence, on constate que les hauteurs de précipitations journalières varient en raison inverse de la latitude et prennent des valeurs comparables à celles obtenues pour la zone sahélienne du Haut Bassin.

Tableau n° I.24

Hauteurs des précipitations journalières
pour divers temps de récurrence
(en mm)

Stations	Nombre d' années	Nombre moyen de jours de pluie/an	1 an Calc:Obs.	2 ans Calc:Obs.	5 ans Calc:Obs.	10 ans Calc:Obs.	20 ans Calc:Obs.
MATAM	43	33,8	61,0:62,1	75,6:76,1	94,5:96,0	109,0:108,5	123,5:135,0
ROSSO	30	26,6	42,9:42,3	53,3:56,5	67,2:68,2	77,8:	88,4:

