



MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE
DU SENEGAL

00133

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

La Monographie Hydrologique du Sénégal, que la Mission d'Aménagement du Sénégal a confiée à l'O.R.S.T.O.M., en est encore au début de sa préparation. La présente édition n'a donc qu'un caractère très provisoire. Le cadre complet de la future monographie a été indiqué mais seules ont été traitées les parties pour lesquelles une documentation suffisante a pu être rapidement rassemblée.

M A I 1960

MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU SENEGAL

I - FACTEURS CONDITIONNELS DU REGIME

A - DESCRIPTION GEOGRAPHIQUE DU BASSIN

Le Sénégal, long de 1.800 km, compte parmi les grands fleuves d'Afrique et le fait qu'il traverse sur une bonne partie de son cours des régions subdésertiques lui donne une importance toute particulière. Il apporte "une trainée de vie au milieu des régions désolées".

Son bassin, situé dans sa presque totalité sur le Territoire du Mali, est encadré par :

- les méridiens 6° 50' W et 16° 32' W
- et les parallèles 10° 20' N et 17° 55' N

Il est bordé au Sud et à l'Est par le bassin du Niger et à l'Ouest par ceux de la Gambie et de quelques fleuves cotiers, dont le Konkouré. Au Nord on rencontre des régions quasi-désertiques sans écoulement ou à endoréisme local.

L'orientation générale du bassin du Sénégal est d'abord dirigée vers le Nord-Ouest, puis s'infléchit vers l'Ouest dans sa partie inférieure. L'extrémité méridionale du bassin qui empiète sur le territoire de la Guinée, est la plus montagneuse, elle est bordée par le massif du Fouta-Djallon qui culmine à 1.425 mètres, et par le plateau Mandingue, situé au Nord-Ouest de Bamako. Dans le reste du Bassin, le relief est moins élevé et l'on ne rencontre des altitudes supérieures à 400 mètres que dans le massif de l'Affolé, au Nord. Bien que n'atteignant pas 400 mètres d'altitude, on peut encore signaler le plateau Tambaoura entre les vallées de la Falémé et du Bafing-Sénégal, le plateau Assaba entre les vallées du Karakoro et du Gorgol, enfin les Monts Oua-Oua dans le bassin du Gorgol.

A l'Est de Kayes, entre les vallées du Baoulé et de la Kolombiné, le bassin est occupé par un vaste plateau au relief très mou, situé entre 200 et 300 mètres d'altitude. A l'Ouest du méridien 13°, l'altitude devient très faible et reste presque partout inférieure à quelques dizaines de mètres.

La courbe hypsométrique ci-jointe (MH3) donne la décomposition suivante par tranche d'altitude :

Altitude supérieure à 1000 mètres	:	500 Km ²
Altitude supérieure à 600 mètres	:	13.000 Km ²
Altitude supérieure à 400 mètres	:	37.000 Km ²
Altitude supérieure à 200 mètres	:	195.000 Km ²
Altitude supérieure à 100 mètres	:	260.000 Km ²
Altitude supérieure à 0 mètre	:	(390.000 Km ² env.)
L'altitude médiane est de 200 mètres		

La superficie totale du bassin versant du Sénégal est voisine de 390.000 km², mais cette évaluation reste approximative. La cartographie précise du bassin (échelle 1/200.000) n'est, en effet, pas encore complètement achevée dans sa partie Nord-Est. D'autre part, l'existence de zones aréiques à l'Est, au Nord et surtout à l'Ouest (Ferlo, Trarza) laisse indéterminée la limite du bassin dans ces régions.

Les principaux bassins versants partiels que l'on peut distinguer dans le bassin du Sénégal, (cf. "Réseau hydrographique") admettent les superficies suivantes :

- Bassin versant du Bafing	= 37.500 Km ²
- Bassin versant du Baoulé	= 68.750 Km ²
- Bassin versant du Bakoy (y compris Baoulé)	= 97.000 Km ²
- Bassin versant de la Kolombiné	= 62.500 Km ²
- Bassin versant du Karakoro	= 33.750 Km ²
- Bassin versant de la Falémé	= 28.000 Km ²
- Bassin versant du Gorgol	= 22.000 Km ²
- Bassin du Sénégal à Bafoulabé	= 134.500 Km ²
- Bassin du Sénégal à Kayes	= 202.500 Km ²
- Bassin du Sénégal à Bakel	= 270.000 Km ²
- Bassin du Sénégal à Matam	= 283.000 Km ²
- Bassin du Sénégal à Kaédi	= 308.000 Km ²

La superficie du bassin versant des stations du Sénégal situées en aval de Kaédi devient mal déterminées pour les raisons déjà indiquées.

B - GÉOLOGIE - (d'après P. MICHEL et P. ELOUARD).

1 - L'histoire géologique du bassin du Sénégal reflète celle du continent africain, pays de vieilles plate-formes. Des formations sédimentaires très anciennes ont été fortement plissées et métamorphosées par suite des injections de roches éruptives, surtout de granites. Puis ces massifs montagneux ont été complètement nivelés. C'est le Socle précambrien.

Les roches métamorphiques les plus anciennes (schistes et roches vertes Birrimiens) se rencontrent dans le bassin de la Falémé, au Nord de Kayes et dans la région de Siguiri, où le Bakoy prend sa source.

Dans les régions de Bakel et de M'Bout affluence une série métamorphique assez particulière (quartzites et schistes) qui forme une bande allongée se prolongeant vers le Nord-Ouest jusqu'à AKJOUJT.

Les quartzites marquent parfois le paysage de crêtes rectilignes (OUA-OUA) qui apparaissent notamment dans le bassin du Gorgol.

Les intrusions granitiques birrimiens s'observent en un complexe imposant sur le cours supérieur du Bafing, ainsi que dans le bassin de la Falémé et au Nord de Kayes.

Des venues granitiques post-birrimiennes moins importantes ont affecté le bassin supérieur du Bakoy, le bassin de la Falémé, ainsi que la région s'étendant de Sélibabi jusqu'au delà de M'Bout.

2 - Pendant l'infracambrien et le primaire se sont déposées d'épaisses séries sédimentaires, surtout gréseuses. Elles sont traversées de venues doléritiques très épaisses et affectées par des plissements dans certaines régions. Ces séries sédimentaires anciennes forment les principaux reliefs du haut-bassin.

De puissantes formations gréseuses à l'Infracambrien constituent le rebord septentrional du Fouta-Djallon, le Plateau de Tambaoura et le Plateau Mandingue. Ces grés siliceux ou schisteux se succèdent en bancs de dureté variable qui donnent lieu à des irrégularités du profil en long des cours d'eau (seuil de Talari, chutes de Gouina et du Félou sur le Sénégal, entre Bafoulabé et Kayes).

00/33
4.

Au Nord-Est de Kayes et à l'Est de Kiffa s'étend le vaste plateau de l'Affolé, constitué également de grés infra-cambriens, les uns durs à débit ruiniforme, les autres peu résistants aux formes moutonnées.

Une série sédimentaire du Cambrien, dite "série de Kayes", est essentiellement schisto-dolomitique. Très sensible à l'érosion due par sa nature pétrographique, elle occupe une vaste région située à l'Est de Kayes, où d'importantes venues de dolérite la coiffent partiellement.

A l'Ouest du Karakoro, la série de Kayes est recouverte par une nouvelle série grésine, rattachée au Cambrien Supérieur et à l'Ordovicien, qui forme le plateau de l'Assaba et plus au Nord celui du Tagant.

A l'Ouest de l'Assaba s'étend une zone déprimée à cha-pelets de buttes où affleurent des terrains sédimentaires qui se prolongent sur une largeur moyenne de 20 Km dans le bassin inférieur de la Falémé. Cette série plissée, dite "Falémien", qui est d'âge Cambro-Ordovicien, se compose de schistes renfermant des niveaux calcaires et surmontés de grés bruns-rouges.

Les intrusions de dolérites forment la charpente des régions les plus élevées du Fouta-Djallon et du massif qui s'étend de Bafoulabé à Nioko. Elles sont également fréquentes sur le Plateau Mandingue.

5 - Pendant le Crétacé et l'Eocène, la mer s'est étendue en un vaste golfe sur le Sud-Ouest de la Mauritanie et la majeure partie du territoire du Sénégal. Seuls affleurent les dépôts calcaires ou argilo-grésieux de l'Eocène moyen qui sont eux-mêmes en grande partie recouverts par une formation détritique plus ou moins épaisse, appelée "Continental Terminal". Ces séries sédimentaires recouvrent la plus grande partie du bassin inférieur.

L'Eocène moyen affleure dans la vallée du Sénégal entre Bakel et Boghé, ainsi que dans la vallée inférieure du Gorgol dans la dépression du lac de Guiers. Il forme, en outre, plusieurs seuils dans le lit du fleuve, dus à des grés quartzites ou à des calcaires fossilifères (seuils de Koundé, Diovol, Daoualel - M'Boane et Diouldé-Diabé, notamment.).

Après les phases de transgressions marines de l'Eocène, il y a eu une émergence généralisée suivie d'une longue période d'érosion des massifs anciens. Simultanément se sont produits les dépôts du "Continental Terminal", vaste manteau de grès argileux recouvrant l'ensemble du bassin sédimentaire Sénégal-Mauritanien. Le "Continental Terminal" constitue l'assise principale du bassin inférieur du Sénégal.

4 - Enfin, au quaternaire, la mer a envahi certaines régions côtières, à deux reprises au moins, et l'ensemble du bassin a connu plusieurs oscillations climatiques. Les formations quaternaires qui prennent principalement de l'importance dans le delta sont peu épaisses mais variées: cuirasse latéritique plus ou mieux démantelée, épandage gravillonnaires, dépôts de sables, de calcaires lacustres ou de coquillages, invasion de dunes, formation d'un cordon littoral, etc...

5 - Du point de vue de la capacité de rétention en eau, toutes les formations du haut-bassin 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. Une faible frange d'altérations des schistes, des grès ou des granites ainsi que des zones de broyages des dolérites peuvent également constituer localement des roches-magasins, mais dans l'ensemble la capacité de rétention du haut-bassin est faible, comme le prouve d'ailleurs la sévérité des étiages.

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.

D'autres formations aquifères plus ou moins importantes ont été reconnues dans le bassin sédimentaire du Bas-Sénégal (sables et calcaires de l'Eocène moyen, grès argileux du Continental Terminal) mais on ignore les relations exactes entre le fleuve et ses différentes nappes qui peuvent au moins en partie être directement alimentées par les infiltrations des eaux de pluies.

6 - La résistance à l'érosion du bassin dépend généralement plus de la couverture végétale, que de la nature géologique du sous-sol. Dans le bassin du Bafing ainsi que dans les bassins supérieurs de la Falémé, du Bakoy et du Baoulé (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. Par contre, l'érosion bio-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.

Dans le bassin inférieur du Sénégal, et particulièrement en aval de Kaédi, 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.

C - RESEAU HYDROGRAPHIQUE

1 - TRACE - EN - PLAN

Le fleuve **SENEGAL** est formé par la jonction à Bafoulabé de deux affluents, le **BAFING** ("Rivière Noire", en Malinké) et le **BAKOY** ("Rivière Blanche").

Le Bafing qui prend sa source près de Mamou, dans le massif bien arrosé du Fouta-Djallon; bien que son bassin versant (37.500 Km²) soit plus petit que celui du Bakoy, son débit moyen est, en effet, sensiblement plus abondant. Dans son cours supérieur, qui est situé sur le territoire de la Guinée et coule dans une direction Nord-Est, le Bafing reçoit deux sous-affluents principaux, la Kioma et la Téné. Son bassin d'abord assez évasé se retient ensuite sensiblement; puis le bafing entre sur le territoire du Soudan, près de Dakka-Saidou et infléchit son cours vers le Nord. Il reçoit encore quelques sous-affluents importants, dont les deux Balé, avant de rencontrer le Bakoy.

Le Bakoy dont le bassin versant est plus important (97.000 Km²) mais nettement moins arrosé que celui du Bafing, prend sa source au Nord de Siguiri, sur le rebord méridional du plateau Mandingue. Il coule sensiblement en direction du Nord, reçoit un peu en aval de Toukoto son principal sous affluent, le Baoulé ("Rivière Rouge"), puis se dirige vers le Nord-Ouest jusqu'à Bafoulabé où ses eaux se mêlent à celles du Bafing.

Le Baoulé, qui prend sa source à proximité de Bamako, draine un vaste bassin de 69.000 Km², dont la limite septentrionale est assez mal définie (région à relief très mou, plus ou moins endoreique) et dont le climat est nettement plus sec que celui du Bafing. Les apports du Baoulé sont donc assez faibles par rapport à ceux du Bakoy et surtout du Bafing. Il est à noter que son cours emprunte à plusieurs reprises de grandes diaclases qui ont affecté les formations gréseuses de la région, d'où un tracé en plan très sinueux. Il coule d'abord dans une direction générale Sud-Nord, puis infléchit assez brusquement son cours vers le Sud-Ouest avant de rejoindre le Bakoy. Il semble que ce changement de direction s'explique par un phénomène de capture, signalé par R. DARS.

En aval de Bafoulabé où se mêlent les eaux du Bafing et du Bakoy, le Sénégal coule en direction du Nord-Ouest pendant plus de 500 Km, mais les régions qu'il draine sont disposées de façon très dissymétrique par rapport à son cours.

Sur sa rive gauche, il ne reçoit qu'un seul affluent important, la FALÉME ("Rivière de l'Or") dont le bassin allongé (28.000 Km²) est contourné au Sud et à l'Est par celui du Bafing. La Falémé qui coule vers le Nord-Nord-Ouest et draine les régions assez pluvieuses dans son bassin supérieur rejoint le Sénégal à une cinquantaine de kilomètres en amont de Bakel.

Sur sa rive droite, le Sénégal reçoit trois affluents qui drainent des bassins de superficie importante mais dont les apports sont peu abondants par suite de l'aridité croissante du climat. Ce sont :

- La Kolimbine (62.500 Km²) qui vient de la région comprise entre Kayes, Nioro et le massif de l'Affolé. Elle se jette dans le Sénégal un peu en amont de Kayes, après avoir traversé une dépression marécageuse, la mare Magui.

--Le Karakoro (33.750 Km²) qui descend de la région de Kiffa et rejoint le Sénégal à mi-distance entre Kayes et Bakel.

- Le Gorgol (22.000 Km²) qui amène au Sénégal ses eaux peu abondantes immédiatement en amont de Kaédi, après avoir traversé les monts Oua-Oua. L'une des branches (Gorgol Blanc) descend du Brakna et l'autre (Gorgol Noir) du plateau de l'Assaba.

En aval de Kaédi, du fait de l'absence de relief ainsi que de la perméabilité du sol et de la faiblesse des précipitations, il n'existe plus aucun système hydrographique organisé qui collecte un écoulement en direction.

Le Fleuve, qui depuis le confluent de la Falémé, n'avait reçu aucun apport notable, devient strictement autochtone. Son cours s'infléchit bientôt vers l'Ouest et se dédouble. En effet, sur près de 200 Km, le débit se partage entre le lit du fleuve proprement dit et un bras secondaire, appelé "marigot de Doué" qui enserre une île très allongée, l'île amorphile.

En aval de Dagana, le Sénégal est en communication avec deux dépressions, le lac R'Kiz en rive droite et le lac de Guiers en rive gauche (Depuis l'aménagement du Casier Rizicole de Richard-Toll, le remplissage du lac de Guiers est contrôlé par un barrage à vannes).

Il est à noter d'ailleurs que le lac de Guiers est également en communication avec un système hydrographique fossile qui traverse la région désertique du Ferlo. Celui-ci ne collecte aucun débit mais joue plutôt le rôle de défluent par rapport au lac de Guiers.

En aval de Richard-Toll commence le Delta du Sénégal qui affecte sensiblement une forme triangulaire. Le fleuve y conserve un lit bien calibré, duquel se détachent cependant en rive gauche de nombreux bras secondaires plus ou moins ramifiés. Le lit principal continue à se diriger vers l'Ouest puis s'infléchit assez brusquement vers le Sud. Ayant atteint St-Louis, il poursuit son cours parallèlement à la mer, dont il n'est séparé que par un étroit cordon de sable, la "Langue de Barbarie". A quelques 20 Km au Sud de Saint-Louis, le fleuve se jette enfin dans la mer. Son embouchure quelque peu instable est, d'ailleurs, sujette à d'assez fréquentes modifications au cours des très fortes marées.

2 - PROFIL EN LONG

Le profil en long des branches supérieures du Sénégal est accidenté et coupé de nombreux rapides et chutes. Sur le Haut-Bafing en amont de Dakka-Saidou la pente varie de près de 2 mètres/kilomètres à environ 50 cm/kilomètres. Elle tend à décroître vers l'aval, bien que l'on rencontre encore de nombreux rapides jusqu'à Dibia. Entre Dibia et Bafoulabé, la pente reste voisine de 25cm/km.

La pente moyenne du Haut-Bakoy est voisine de 1, km/km. Celle du Baoulé lui est nettement supérieure à l'extrémité amont de son cours (plus de 2m/km), mais elle décroît ensuite rapidement jusqu'à 30 cm/km au voisinage de son confluent avec le Bakoy, alors que celui-ci conserve une pente nettement plus torrentielle. Entre le confluent du Baoulé et Bafoulabé, la pente moyenne du Bakoy s'abaisse à environ 40 cm/km.

Après la jonction du Bafing et du Bakoy, le Sénégal coule sur les grès infra-cambriens dont il franchit les bancs les plus durs par des rapides (seuil de Talari) ou par des chutes (chutes de Gouina et du Félou). Entre Bafoulabé et Kayes, soit sur 130 km, le Sénégal perd ainsi 70 mètres d'altitude, ce qui correspond à une pente moyenne de 55 cm/km.

A Kayes, qui est encore situé à quelques 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 pas entravée par aucune chute ni rapide. On note cependant quelques bancs rocheux émergeant à l'étiage. La pente moyenne devient faible et ne dépasse pas 7 cm/km entre Kayes et Bakel.

La Falémé qui constitue le dernier affluent important du Sénégal, a une pente très forte dans son cours supérieur puisqu'elle descend en une soixantaine de kilomètres de l'altitude 750 m à 180 m, soit en moyenne 9,5 m/km. La pente s'adoucit ensuite progressivement jusqu'à environ 15 cm/km dans son cours inférieur.

A Bakel, le Sénégal quitte le "Haut-Bassin" et entre dans son cours inférieur qu'on désigne par la " Vallée ", car il est bordé d'une vaste plaine alluviale de 10 à 20 km de large, qui est en grande partie inondée pendant la crue annuelle.

La pente du Sénégal dans la vallée devient très faible et d'ailleurs assez variable en valeur relative, suivant le débit écoulé.

En étiage, le profil en long présente de nombreuses petites irrégularités locales dues à la présence de seuils sableux et surtout de quelques affleurements rocheux en partie. Les principaux bancs rocheux qui créent une accélération locale du courant sont ceux de Koundel (P.K.600), (P.K.522), M'Bagne (P.K.490) et Diouldé-Diabé (P.K.435). En aval de Diouldé-Diabé qui marque la limite extrême de l'influence de la marée, la pente devient infime à l'étiage, surtout après le seuil de Mafou (P.K.330) qui constitue le dernier banc de sable émergé. Le chenal navigable s'approfondit rapidement en aval de Boghé et à partir de Podor les profondeurs inférieures à 4 mètres y deviennent exceptionnelles en étiage.

En moyennes-eaux, tous les seuils rocheux ou sableux noyés et les irrégularités du profil en long s'estompent. La pente est voisine de 3 cm/km entre Bakel et Matam; elle diminue très légèrement vers l'aval jusqu'à Boghé, puis sa décroissance s'accroît jusqu'à une valeur voisine de 1 cm/km dans le secteur Podor - Dagana - Richard-Toll. Dans le delta elle est de l'ordre de 0,6 cm/km.

En très hautes eaux, la pente augmente sensiblement entre Bakel et Matam où elle approche de 4,5 cm/km; entre Kaédi et Boghé, elle reste voisine de 3 cm/km, puis ne décroît que lentement jusqu'à Richard-Toll. Dans le Delta, elle est approximativement de 1 cm/km.

Au point de vue morphologique, le Bas-Sénégal constitue un fleuve typiquement alluvionnaire, coulant au milieu d'un vaste lit majeur qu'il a remblayé de ses propres transports solides, sables et limons.

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 Dunckerquien, a atteint approximativement la cote + 1,5 m. Depuis cette époque le fleuve a eu tendance à s'encaisser dans les dépôts Dunckerquiens et à agrandir ses méandres. Bien que ceux-ci soient encore assez loin d'avoir atteint leur plein développement et manquent de régularité, le lit apparent du Bas-Sénégal 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 lit majeur du Sénégal 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 cuvettes marécageuses, des méandres abandonnés, des buttes correspondant à d'anciens "bourrelets de berges" (ou "levées").

Du point de vue agricole, le lit majeur du Bas-Sénégal fertilisé par les crues annuelles présente un grand intérêt, notamment par ses cuvettes argileuses appelées "Oualo" qui permettent à la dérive de riches cultures de mil. Notons également les possibilités du delta où de vastes étendues plates analogues à la Camargue ont permis l'aménagement du casier rizicole de Richard-Toll.

0133
12.-

D - CLIMATOLOGIE (texte provisoire)

1 - GENERALITES -

Le bassin du Sénégal se situe entre les régions tropicales et les confins du Sahara. Deux facteurs commandent son climat : le mouvement apparent du soleil et le déplacement des grandes masses d'air, qui y est lié dans une certaine mesure.

Les alizés soufflent au début de l'année des hautes pressions centrées sur les Açores vers les basses pressions équatoriales. L'alizé maritime, venant du Nord et longeant la côte, est un vent vif, frais et humide (de 6 à 11 g de vapeur d'eau par m³). Il atteint fréquemment une vitesse de 5 à 10 m/sec. Vers l'intérieur du continent sa vitesse diminue et il ne se fait sentir que par intermittence. Cet alizé continental du Nord-Est fait place au sol à partir de Février-Mars au vent d'Est, l'harmattan, qui souffle de façon permanente en altitude, atteignant parfois 10.000 m. Traversant le continent africain d'Est en Ouest, le long du front intertropical, l'harmattan est chaud et très sec (2 à 4 gr de vapeur d'eau par m³). La sécheresse règne sur tout le bassin du Sénégal pendant les quatre premiers mois de l'année.

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. Des vents de mousson, soufflent du Sud-Ouest, progressent vers l'intérieur. La mousson est un courant tiède et humide (15 à 18 gr), de faible vitesse et peu développée en altitude. Elle arrose la Fouta Djallon dès le mois d'Avril. Mais la mousson se heurte bientôt à l'harmattan. Des dépressions se creusent le long du front de séparation des deux masses d'air. Ces "tornades" venant du Nord-Est apportent en Juin les premières pluies à la Vallée du Bas-Sénégal. Au passage de ces grains orageux, le vent peut atteindre 15 à 25 m/sec.

Au mois d'Août, la mousson domine partout. Il pleut sur l'ensemble du bassin. Les pluies sont encore abondantes en Septembre, car le régime de 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.

.../

2 - PLUVIOMETRIEa - Pluviométrie annuelle

On trouvera dans le tableau ci-joint, malheureusement très incomplet, la valeur des précipitations annuelles relevées depuis 1922 aux différentes stations météorologiques installées dans le bassin du Sénégal ou sur son pourtour.

Ces relevés nous ont permis de tracer le réseau des isohyètes en année moyenne (Voir carte MH6). La pluviosité varie considérablement à l'intérieur du bassin puisqu'elle passe de 2.000 mm sur sa bordure méridionale à 200 mm seulement sur sa limite septentrionale.

La décroissance des précipitations est d'abord très rapide sur le rebord du Fouta-Djallon, où en moins de 20 Km on passe de l'isohyète 2.000 à l'isohyète 1.700 mm. La décroissance est ensuite plus progressive et assez régulière, les isohyètes ayant dans l'ensemble une orientation N.O. - S.E.

L'isohyète 1.500 mm, qui passe près de Dakka-Saldou, limite le bassin supérieur du Bafing et couvre l'extrémité méridionale du bassin de la Falémé.

La totalité du bassin du Bafing et une part importante des bassins de la Falémé, du Bakoy et du Baoulé Supérieur sont situées en-deçà de l'isohyète 1.000 mm qui passe un peu au Sud de Bafoulabé. Elle limite le domaine Guinéen où l'écoulement annuel est important.

Plus au Nord, s'étend le domaine soudanien où l'orientation générale des isohyètes devient Est-Ouest, avec quelques déviations locales. La décroissance des précipitations est assez rapide sur le bassin inférieur de la Falémé; elle est plus lente dans la région comprise entre le Baoulé et la Kolombiné.

L'isohyète 500 mm que l'on peut considérer comme la limite septentrionale du domaine Soudanien, passe très sensiblement à la latitude de Matam.

Plus au Nord, la décroissance des précipitations est assez régulière jusqu'à l'isohyète 200 mm qui encadre la limite septentrionale du bassin du Sénégal. C'est le domaine Sahélien.

b - Irrégularité interannuelle

Les relevés dont nous disposons sont trop incomplets pour que l'on puisse entreprendre pour l'ensemble des stations d'une étude des précipitations de diverses fréquences (par exemple, années humides de fréquences 25 et 10%, années sèches de fréquences 75 et 90 %).

Pour caractériser l'irrégularité interannuelle, nous sommes donc contentés de calculer le rapport à la valeur moyenne des valeurs maximales et minimales observées pendant une période de 25 ans (de 1933 à 1957). Nous n'avons retenu que les stations pour lesquelles on possède des relevés suffisants. On aboutit aux résultats du tableau ci-dessous :

Station	Précipitation moyenne	Précipitation maximale	Précipitation minimale	Maxi moy.	Mini moy.
Mamou	2.015	2.580	1.205	1.28	0.60
Tougué	1.640	2.240	1.130	1.36	0.69
Siguiri	1.390	1.845	930	1.33	0.67
Faladié	1.125	1.395	660	1.24	0.59
Toukoto	930	1.185	640	1.27	0.69
Kidira	775	1.275	465	1.65	0.60
Kayes	770	1.125	495	1.46	0.64
Nioro	705	965	400	1.37	0.57
Kiffa	360	665	160	1.85	0.45

On constate que l'irrégularité interannuelle tend à augmenter lorsque la pluviosité moyenne diminue. Au-dessus de 900mm, les écarts par rapport à la moyenne restent compris entre 25 et 40%. Au-dessous même de 900 mm, les écarts peuvent dépasser 50% et atteignent même 85% à Kiffa dont le climat est de type Sahélien.

c - Variations saisonnières

Les variations saisonnières de la pluviométrie sont représentées dans le tableau ci-dessous par les précipitations moyennes mensuelles de différentes stations situées à l'intérieur du bassin du Sénégal ou dans son voisinage immédiat :

STATION		Janv	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	ANNEE
MAMOU	H	5	7	32	106	177	245	308	449	383	235	58	10	2015
	N	0,5	0,5	2,5	8	12	18	23	25	23	19	5,5	1	138
KEDOU-GOU	H	0	0,5	1	5	48	183	246	328	333	121	18	1,5	1285
	N	0	0,1	0,2	0,5	4	11	13	17	16	8	1	0,2	71
BAMAKO	H	0	0	4	19	68	139	232	338	199	61	10	0	1070
	N	0	0	1	3	6,5	11,5	16	19,5	15	6,5	1	0	80
KIDIRA	H	2	0,5	0	2	135	87	179	253	182	49	6	1	775
	N	0,1	0,1	0	0,2	1	5	7,5	11	8,5	3	0,5	0,1	37
NIORO	H	0	0	0	7,5	24	78	180	248	135	29	2,5	1	705
	N	0	0	0	0,5	2	6,5	10,5	12,5	9	3	0,5	0,5	45
MATAM	H	1	0	0	0	7	54	109	204	103	19	1	2	500
	N	0,1	0	0	0	0,5	4	6,5	10,5	7,5	2	0,5	0,2	32
ST-LOUIS	H	1	1	0	0	2	11	47	170	120	24	2	2	380
	N	0,5	0,5	0	0	0,5	1,5	4	11,5	8,5	2,5	0,5	0,5	30,5
BOUTILI MTT	H	0	1	0	0	4	6	35	73	49	11	5	1	185
	N	0	0,2	0	0	0,5	1	3	5,5	4,5	1,5	0,5	0,3	17

H : hauteur moyenne des précipitations en millimètres
N : nombre moyen de jours de précipitations.

Les précipitations atteignent partout leur maximum de Juillet à Septembre, mais alors que dans le Nord (Boutilimit - Saint-Louis) la saison des pluies se limite à trois mois, elle s'étend de Juin à Octobre dans la partie médiane du bassin (Nioko Kidira), de Mai à Octobre plus au Sud (Bamako, Kédougou), et enfin d'Avril à Novembre à l'extrême Sud (Mamou). Les précipitations sont généralement de caractère orageux. Elles sont violentes mais brèves dans le Nord et assez espacées (17 jours de pluies à Boutilimit). Elles sont plus prolongées et nettement plus fréquentes dans le Sud (138 jours de pluies à Mamou). En dehors de la saison des pluies, les précipitations sont absolument nulles ou infimes.

3 - TEMPERATURE

La température moyenne annuelle en différentes stations du bassin du Sénégal admet les valeurs suivantes :

STATION	MAMOU	SIGUIRI	TOUKOTO	FALADIE	BAFOU-LABE	KAYES	KENIE BA	MATAM	STL
T°	23,7	26,9	27,9	26,6	28,3	29,8	28,0	28,0	245

On constate une légère tendance à l'accroissement de la température du Sud vers le Nord, tendance qui s'explique en partie de la diminution de l'altitude, notamment entre Mamou et Bafoulabé. A noter qu'il existe dans la région littorale une étroite bande (largeur de quelques kilomètres à quelques dizaines de kilomètres) qui doit à l'alizé maritime une température fraîche de Novembre à Mai. C'est le climat Sub-Canarien de Saint-Louis.

En ce qui concerne les variations saisonnières de la température, on peut citer les valeurs moyennes mensuelles des températures minima aux stations suivantes :

.../

STATION	Janv	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	AN- NEE	
MAMOU	Tn	14,5	16,4	18,8	19,9	20,3	19,3	19,2	22,4	18,6	18,8	18,0	15,2	18,5
	Tx	31,1	32,2	33,7	32,3	30,0	27,8	26,0	25,3	26,6	27,9	29,0	30,0	29,4
BAMAKO	Tn	17,0	19,5	22,9	24,8	25,2	23,3	22,1	21,8	21,6	21,7	19,1	17,4	21,4
	Tx	33,0	36,1	38,6	39,7	38,9	34,3	31,6	30,2	30,6	33,8	34,8	32,9	34,5
ST LOUIS	Tn	15,0	16,2	16,9	17,3	18,9	22,7	24,6	24,5	24,9	24,1	20,7	17,4	20,3
	Tx	28,5	28,4	27,4	25,4	25,5	28,9	30,8	31,4	31,9	31,4	30,0	29,2	29,1

Les températures 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-Juin plus au Nord. Cependant à Saint-Louis du fait des alizés et dans l'extrême Nord du bassin qui confine aux régions sahariennes, les températures maximales s'observent en Août-Septembre.

Les températures sont minimales en Janvier sur tout le bassin. 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. Elles sont minimales pendant la saison des pluies, l'air humide de la mousson limitant alors le rayonnement nocturne.

4 - VENT

5 - HUMIDITE - EVAPORATION

E - VEGETATION -

La végétation reflète la variété climatique puisque les chutes annuelles de pluies s'échelonnent de 2000 mm à 200 mm.

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

- 1°) Le domaine guinéen
- 2°) Le domaine soudanien
- 3°) Le domaine sahélien

1°) LE DOMAINE GUINEEN

Ce domaine situé au Sud du parallèle 12° 30' (précipitations annuelles supérieures à 1m) 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 foutanien. 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.

2°) LE DOMAINE SOUDANEN

Ce domaine est limité par les parallèles 12° 130' et 15° 30' (précipitations annuelles comprises entre 1000 et 500 mm). Le nombre de jours de pluies 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 suite des pluies. Ce sont des plateaux latéritiques où l'eau s'écoule mal. Ils portent en peul 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.

3°) LE DOMAINE SAHEL IEN

Ce domaine situé au Nord du parallèle 15° 30' est limité par les isohyètes 500 et 200 mm. La végétation de ce domaine 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 un départ de végétation.

III - RÉGIME DE LA VALLÉE ET DU DELTA

A - EQUIPEMENT HYDROLOGIQUE

1 - Historique

Des échelles limnimétriques existent depuis très longtemps dans les différents postes échelonnés le long du fleuve. Les renseignements de ces échelles étaient très utiles pour la navigation, ce qui explique que l'on en trouve des traces dans les archives du passé. (Relevés limnimétriques de Richard-Toll de 1823 à 1827, par exemple).

Ces relevés très fragmentaires sont pratiquement inutilisables, d'autant plus que le zéro des échelles est inconnu. On peut seulement supposer qu'il correspondait grossièrement aux niveaux des basses eaux.

Les premiers relevés présentant une certaine continuité remontent à 1902 - 03 (Mission hydrographique du Lieutenant de VAIS. MAZERAN pour les stations de Bakel, Kaédi, Matam, Galdé, Podor et Dagana. Le zéro de ces échelles était en principe au niveau des plus basses eaux de l'étiage de Mai 1903. (En fait, cet étiage ne semble avoir été partout directement observé mais extrapolé de façon assez grossière d'après les relevés de Novembre - Décembre 1902. (A Bakel, l'erreur est d'environ de 1 mètre). Le zéro des échelles a en outre, été rattaché au premier nivellement général du fleuve exécuté en 1904 de Saint-Louis à Kayes par la Mission Topographique du Capitaine du Génie MATHY. Malheureusement certaines erreurs se sont introduites dans ce nivellement, de sorte que les altitudes des zéro des échelles données par MATHY ne peuvent être considérées comme exactes. Il est seulement possible de les rectifier lorsque les repères de ce nivellement subsistent. Les zéros des échelles ont d'ailleurs subi par la suite de nombreux déplacements plus ou moins importants, à l'occasion de réparations fréquentes.

En 1916-17, en vue de l'étude de la propagation de la marée dans la partie maritime du fleuve, la mission LOUISE a installé une dizaine de marégraphes, notamment à CASCAS, PODOR, RICHARD-TOLL, SAINT-LOUIS et à l'embouchure. Leur zéro a été rattaché au nivellement MATHY.

Entre 1930 et 1934, le Service Hydraulique de l'Office du Niger (SHON) réalisa un nouveau nivellement général du fleuve entre Kayes et Saint-Louis, nivellement auquel furent rattachés les zéros des différentes échelles de l'époque.

Au cours de la période 1935 - 1939, la Mission d'Etudes du Fleuve Sénégal (M.E.F.S.) dirigée par le Colonel ROOU procéda à un troisième nivellement général entre Saint-Louis et Mahina, par rapport auquel on constata des écarts sensibles du nivellement SHON. Les échelles limnimétriques furent soigneusement rattachées au nivellement M.E.F.S.

Plusieurs vérifications des échelles furent effectuées de 1935 à 1939, mais même pendant cette période où les études du fleuve furent particulièrement actives, les lectures d'échelles ne paraissent pas avoir toujours été effectuées avec tout le soin désirable. De 1940 à 1949 elles furent encore davantage négligées.

En 1950, la mission d'étude de l'Union Hydro-Electrique Africaine réorganisa les observations hydrologiques. Les anciennes échelles en bois qui étaient généralement obliques et dont les graduations étaient repeintes chaque année avec plus ou moins de soin furent progressivement remplacées par des échelles verticales en lave émaillée. Cinq limnigraphes furent également installés dans la Vallée, en aval de Bakel.

En 1952, la Mission d'Aménagement du Sénégal reprit en charge les études hydrologiques. Depuis cette époque, elle assure l'exploitation du réseau mis en place par l'U.H.E.A., auquel elle a apporté quelques compléments. Bien qu'elles comportent encore quelques défaillances difficiles à éviter totalement, les observations peuvent être considérées comme assez sûres depuis 1950. Cependant le fonctionnement des limnigraphes (surtout ceux à 140 jours de marche) s'est avéré assez décevant.

En 1956, l'Institut Géographique National exécuta un nouveau nivellement général du fleuve qui actuellement fait foi et auquel la M.A.S. a rattaché tous les zéros d'échelles.

Réalisé avec toutes les garanties désirables, il peut être considéré comme très précis et doit désormais être seul utilisé. Le zéro I.G.N. correspond au niveau moyen des mers, alors que le zéro M.E.F.S. correspondait au niveau des plus basses mers aux marégraphes de Saint-Louis. A titre indicatif, les écarts entre le nivellement I.G.N. et le nivellement MEFS à différentes stations sont donnés ci-dessous :

Saint-Louis	=	0,455 m.	!	Boghé	=	0,725 m.
Richard-Toll	=	0,37	!	Kaédi	=	0,68
Dagana	=	0,445	!	Matam	=	0,715
Podor	=	0,44	!	Kayes	=	0,505

En conclusion, les observations hydrologiques de la Vallée du Sénégal sont dans l'ensemble de qualité douteuse, sauf celles postérieures à 1950. Elles sont soumises à différentes causes d'erreurs :

- Erreurs de graduations (repeintes grossièrement tous les ans.)
- Déplacements des zéros, à l'occasion de fréquentes réparations.
- Ecarts, généralement inconnus, des nivellements successifs auxquels ont été rattachés les zéros.
- Fantaisies éventuelles des lecteurs.

Malgré ces incertitudes, on a tenté de valoriser les relevés limnimétriques des principales stations, car il avait été trop regrettable de laisser perdre complètement près d'un demi-siècle d'observations. Deux méthodes permettent de dépister les erreurs grossières et de déterminer approximativement l'altitude du zéro à une époque donnée. Ce sont :

- l'étude de la corrélation des hauteurs d'eau journalières entre deux stations voisines.
- la comparaison des courbes de tarissement (de Novembre à Mai) qui présentent généralement une bonne régularité d'une année à l'autre, pour une station donnée.

La première méthode donne surtout des résultats satisfaisants au début de la montée des eaux et à la fin de la décrue, époque où la corrélation est la plus serrée. (Elle est assez lâche au voisinage du maximum de la crue).

La deuxième méthode n'est applicable que si l'on dispose de relevés suffisants pendant la saison sèche, époque où malheureusement les observations ont été le plus négligées.

La précision des relevés ainsi valorisées reste médiocre. La marge d'erreur est d'environ 20 à 30 cm en général, mais peut dans certains cas atteindre 50 cm.

On trouvera ci-joint la nomenclature complète et une carte de situation des échelles et limnigraphes installés dans la Vallée et le delta du Sénégal.

2 - JAUGEAGES

a - BAKEL

Des jaugeages ont été effectués en grand nombre à la station de Bakel :

- plus d'une centaine par la M.E.F.S. en 1935-36.
- une quarantaine par l'U.H.E.A. en 1950-52.
- une trentaine par la M.A.S. de 1952 à 1955.

Les jaugeages de la M.E.F.S. qui ont été dépouillés par une méthode arithmétique simplifiée, sont assez peu précis et présente une dispersion importante.

Les jaugeages de l'U.H.E.A. sont précis pour les débits inférieurs à 1.500 m³/sec; au-delà, les mesures de vitesses du courant n'ont été faites qu'en surface et la précision des jaugeages s'en ressent fortement.

Les jaugeages effectués par la M.A.S. apparaissent dans l'ensemble d'une précision satisfaisante. Pour les débits inférieurs à 1.500 m³/sec, ils présentent une excellente concordance avec ceux de l'U.H.E.A. Pour les débits supérieurs, ils offrent une dispersion assez faible qui permet d'admettre une relation univoque entre hauteurs d'eau et débits. On trouvera ci-joint, la courbe d'étalonnage adoptée, qui a été établie à partir des jaugeages de la M.A.S. dont la liste suit. Cette courbe peut être considérée comme définitive, sauf pour les débits extrêmes (inférieurs à 30 m³/sec. et supérieurs à 5.000 m³/sec.).

2 - NOMENCLATURE DES ECHELLES ET LIMNIGRAPHERS

On trouvera ci-contre un tableau (MHIO) donnant la nomenclature complète des échelles et limnigraphes actuellement exploitées dans la vallée et le Delta. On y a joint une carte de situation (MH 11).

Nous compléterons ces renseignements par les données que nous avons pu recueillir dans les archives de la M.A.S. sur le calage des anciennes échelles.

a - B A K E L

DATE	Altitude du zéro (en mètre)				Correction (cm)
	THIBAUT	SHON	M.E.F.S.	11,75	
1906	14,03		12,59	11,75	+ 60
1932		14,28	-	-	(+ 80 env.)
1935			12,92	12,08	+ 90
1952			12,00	11,16	0

La correction à appliquer aux relevés est de + 25 cm de 1903 à 1905, de + 60 cm de 1906 à 1922, et d'environ 80 cm de 1923 à 1932.

En 1932, l'erreur des graduations de l'échelle variait de - 10 à + 20 cm.

De 1935 à 1949, la correction est voisine de + 90 cm sans tenir compte des erreurs de graduation qui sont inconnues.

En 1950 et 1951, l'U.H.E.A. a établi une courbe de correction tenant compte des erreurs de graduation.

Depuis 1952, les lectures n'ont plus à subir de correction et paraissent satisfaisantes.

b - MATAM

DATE	Altitude du zéro				CORRECTION
	THIBAUT	SHON	M.E.F.S.	MAS	
1904	8,89				(-35 environ)
1906	8,82				(-45 environ)
1932		grad 8m 16,67			(apprx. nulle)
Juin 1935			7,68		+ 65
Juin 1938			7,47		+ 45
Juin 1939			7,47		+ 45
Février 1941			7,09		+ 05
Juillet 1946			7,07		+ 0,5
Août 1952			7,04		0
Juin 1954			7,57		+ 55
Avril 1960			7,04	6,324	0

La correction est d'environ - 35 cm de 1903 à 1905 et de - 45 cm de 1906 à 1910. Elle est ensuite sensiblement nulle jusqu'en 1932. Mais à cette époque l'échelle était très mal entretenue : les erreurs de graduation y atteignaient 80 cm.

En 1935, la correction à appliquer est de 65 cm.

De 1936 à 1939, elle est de 45 cm.

De 1940 à 1951, elle est de 5 cm.

En 1952, elle est nulle.

En 1953 et 1954, elle est de 55 cm, sauf au-dessous de 5 m, en 1953 (lectures douteuses) et au-dessous de 1 m en 1954 (correction nulle).

Depuis 1955, la correction est nulle. Les lectures paraissent satisfaisantes.

00133
26.-

c - KAEDI

DATE	Altitude du zéro			CORRECTION
	THIBAUT	M.E.F.S.	I.G.N.	
1906	3,89			(- 170 cm)
Juin 1935		4,53		0
Juin 1936		4,53		0
Juillet 1951		4,61		8
Juillet 1954		4,53	3,85	0

Les relevés limnimétriques de Kaédi sont dans l'ensemble les plus discontinus et les plus douteux de tous ceux de la Vallée.

La correction à appliquer est d'environ - 170 cm de 1903 à 1906, de - 90 cm de 1907 à 1910, de - 60 cm de 1920 à 1926 et de - 45 cm de 1927 à 1934.

Depuis 1935, la correction est sensiblement nulle, mais les lectures sont souvent douteuses, notamment en 1945, 49, 51, 52, 53, 55 et 56.

d - BOGHÉ

DATE	Altitude du zéro		CORRECTION
	M.E.F.S.	I.G.N.	
Mai 1935	0,155		0
1956	0,155	- 0,57	0

Les relevés de Boghé doivent subir une correction de + 100 cm de 1909 à 1915. Depuis 1917, le zéro de l'échelle est resté sensiblement à son altitude actuelle.

e - PODOR

ANNEE	Altitude du zéro (mètre)				CORRECTION (cm)
	THIBAUT	SHON	MEFS	I.G.N.	
1904	0,95				(approximativement nulle)
1906	0,95				id° -
1932		2,38			(+ 75 env)
Mai 1935			0,67		+ 67
Janv 1941			0,87		+ 87
Janv 1950		0,00	0,44		0

La correction à appliquer aux relevés de Podor est sensiblement nulle de 1903 à 1908. De 1914 à 1934, elle est voisine de + 75 cm; elle est de + 65 cm en 1935 et 1936, de 85 cm de 1937 à 1949 et de 80 cm en 1950 et 1951. Elle est nulle depuis 1952.

Notons qu'en 1951, l'erreur de graduation atteignait 15 cm.

f - DAGANA

ANNEE	Altitude du zéro (en mètre)			CORRECTION (cm)
	THIBAUT	M.E.F.S.	I.G.N.	
1903	1,30			(+ 20 env)
1906	1,00			(- 10 env)
Mai 1935		0,73		+ 73
Mai 1937		0,73		+ 73
1938		0,73		+ 73
1950		0,78		+ 78
Janv. 1951		0,00	- 0,44	0

La correction à appliquer aux relevés est d'environ + 20 cm de 1903 à 1905, de -10 cm de 1906 à 1934, de + 75 cm de 1935 à 1951.

Elle est nulle depuis 1951. Les relevés de Dagana sont dans l'ensemble satisfaisants.

8 - CONCLUSION

Les relevés limnimétriques des stations de la Vallée et du Delta sont consignés dans des carnets annuels détenus par la M.A.S. Ces relevés doivent être utilisés avec circonspection car ils comportent d'assez nombreuses erreurs.

Les corrections que nous avons indiquées sont seulement approximatives et ne doivent pas être appliquées aveuglément. Elles ne tiennent pas compte des erreurs de graduation des échelles, qui sont parfois non négligeables, et encore moins des fautes de lectures ou de transcription. Un examen attentif des relevés et leur comparaison entre stations voisines permet de déceler les erreurs grossières. Ces remarques s'appliquent spécialement aux relevés antérieurs à 1935 qui sont les plus douteux. Ceux postérieurs à 1950 sont au contraire les plus surs.

A titre de recoupement, nous avons étudié les corrélations entre les hauteurs maxima annuelles aux différentes stations en nous basant sur les années récentes (voir chapitre B - 1). Ces corrélations nous ont permis de vérifier pour les années anciennes les corrections à apporter aux relevés. On trouvera ci-joint un tableau récapitulatif des corrections déterminées par cette méthode rapide.

D A T E	HAUTEUR A L'ECHELLE (cm)	DEBIT (m3/sec)
28 - 8 - 1952	6,60	1.530
29 - 8 - 1952	6,22	1.435
5 - 9 - 1952	5,40	1.075
15 - 9 - 1952	8,85	3.065
28 - 9 - 1952	10,22	3.655
21 - 10 - 1952	8,55	2.635
7 - 11 - 1952	4,43	800
15 - 11 - 1952	3,63	495
18 - 11 - 1953	3,20	415
19 - 11 - 1953	3,16	380
20 - 11 - 1953	3,15	400
21 - 11 - 1953	3,13	380
7 - 9 - 1954	12,28	6.440
9 - 9 - 1954	11,98	5.665
11 - 9 - 1954	11,24	4.675
12 - 9 - 1954	10,88	4.290
14 - 9 - 1954	10,30	3.715
16 - 9 - 1954	10,02	3.450
19 - 9 - 1954	9,40	2.840
7 - 10 - 1954	8,05	1.812
8 - 10 - 1954	7,80	1.480
16 - 5 - 1955	0,97	35.3
18 - 5 - 1955	0,94	35.0
25 - 5 - 1955	0,86	29
28 - 5 - 1955	0,85	28.8
<u>JAUGEAGES D'ETIAGE UHEA</u>		
25 - 4 - 1951	0,53	7.08
28 - 4 - 1952	0,70	14.6

.../

D - DAGANA

Une cinquantaine de jaugeages ont été effectués à Dagana, tant par l'U.H.E.A. en 1950-1951 que par la M.A.S en 1953-1954.

Ces jaugeages présentent apparemment une dispersion importante que l'on doit attribuer à plusieurs causes :

- l'influence de la marée
- les variations de la pente superficielle du fleuve
- une certaine imprécision des mesures

La première cause est prépondérante en basses eaux, pour des cotes à l'échelle inférieures à 1 mètre et reste sensible jusque vers 1m,4. En étiage, le débit oscillant de la marée est, en effet, très important par rapport du débit propre du fleuve; il faudrait des mesures extrêmement minutieuses et prolongées pour évaluer ce dernier.

Les variations de la pente du fleuve jouent un rôle très important en moyennes et en hautes-eaux. La courbe d'étalonnage généralement univoque est remplacée à Dagana par une courbe cyclique dont l'une des branches correspond à la crue et l'autre à la décrue.

A défaut de données plus précises, nous avons admis que la pente à Dagana était proportionnelle à la différence ($H_p - H_D$) des hauteurs d'eau aux échelles de Podor et Dagana, dont les zéros sont à la même altitude (-0,44 m.). Cette supposition n'est pas très rigoureuse mais donne une approximation suffisante.

L'examen des relevés limnimétriques de 1950 à 1959 à Podor et Dagana montre qu'à la crue il existe une corrélation serrée entre H_p et H_D , qui s'expriment par la relation linéaire :

$$H_p = 175 (H_D - 20) \quad \text{en cm.}$$

La pente à Dagana peut donc s'écrire à un facteur constant près :

$$I = H_p - H_D = 0,75 H_D - 35$$

"Nous appellerons pente normale" la pente ainsi définie.

Du fait qu'il existe une relation étroite entre la pente et la hauteur d'eau à Dagana, on peut admettre que la courbe d'étalonnage reste inchangée d'une année à l'autre, pendant la période de montée des eaux.

Au contraire, vers le maximum de la crue et pendant toute la période de décroissance, il n'est absolument pas possible de dégager une relation unique entre la pente et la hauteur d'eau à Dagana.

Cette relation varie considérablement d'une année à l'autre suivant l'ampleur de la crue. Nous serons donc amenés à considérer plusieurs courbes d'étalonnage pour la pointe et la décrue.

Pour déterminer la courbe d'étalonnage valable à la crue, qui est la mieux définie, nous avons considéré tous les jaugeages effectués soit par l'U.H.E.A. soit par la M.A.S. et leurs avons appliqué une correction pour les ramener à la pente normale. On a admis suivant les formules d'écoulement classiques que le débit variait comme la racine de la pente. Le coefficient de correction appliqué est donc :

$$c = \left\{ \frac{0.75 \text{ HD} - 35}{\text{HP} - \text{HD}} \right\}^{1/2}$$

On trouvera ci-après la liste des jaugeages ainsi corrigés.

.../

LISTE DES JAUGEAGES DE DAGANA

DATE	Q brut	H Dagana	H Podor	H _P -H _D	0,75H _D - 35	c	Q corrigé	OBSERVA- TION
6 - 9-50	2.020	300	520	220	190	0,93	1.888	orue
22 - 9-50	2.450	355	598	248	231	0,965	2.365	"
27 - 11-50	1.810	378	505	127	248	1,395	2.525	décru
20 - 12-50	375	99	-	-	-	-	-	"
28 - 7-51	695	125	-	-	-	-	-	orue
14 - 8-51	985	166	260	94	90	0,98	965	"
18 - 8-51	1.050	196	310	114	104	0,955	1.000	"
29 - 8-51	1.490	233	380	147	139	0,97	1.445	"
3 - 9-51	1.540	252	408	156	154	0,995	1.530	"
11 - 9-51	1.635	271	438	167	168	1,00	1.635	"
18 - 9-51	1.705	287	460	173	180	1,02	1.740	"
1 - 10-51	1.860	309	495	186	196	1,025	1.905	"
13 - 10-51	2.035	336	532	196	217	1,05	2.135	"
22 - 10-51	2.365	345	539	194	224	1,075	2.545	"
7 - 12-51	1.900	353	500	147	230	1,25	2.375	décru
11 - 12-51	1.675	326	450	124	210	1,30	2.180	"
14 - 12-51	1.520	299	405	106	139	1,145	1.740	"
17 - 12-51	1.170	263	360	97	162	1,29	1.510	"
19 - 12-51	1.050	230	310	80	137	1,31	1.375	"
21 - 12-51	845	190	265	75	107	1,195	1.010	"
22 - 12-51	790	170	240	70	92	1,145	905	"
24 - 12-51	630	130	-	-	-	-	-	"
26 - 12-51	525	110	-	-	-	-	-	"
9 - 9-53	1.720	270	437	167	167	1,00	1.720	orue
22 - 9-53	1.720	300	487	187	190	1,01	1.735	"
3 - 10-53	1.720	324	519	195	208	1,03	1.770	"
8 - 10-53	1.820	332	530	198	215	1,04	1.890	"
15 - 10-53	1.980	337	530	193	218	1,06	2.100	décru
21 - 10-53	1.785	336	520	184	217	1,085	1.935	"
29 - 10-53	1.780	323	486	163	207	1,125	2.005	"
12 - 11-53	1.110	227	322	95	135	1,19	1.320	"
16 - 11-53	820	175	252	77	96	1,115	915	"
21 - 11-53	515	137	-	-	-	-	-	"
30 - 11-53	390	94	-	-	-	-	-	"

.../

DATE	Q brut	H Dagana	H Podor	H _P - H _D	0,75H _D - 35	c	Q corrigé	OBSERVA- TIONS
23- 7-54	1.050	162	247	85	86	1.00	1.050	orue
30- 7-54	1.200	186	300	114	104	0,955	1.145	"
28- 8-54	2.140	305	498	193	193	1,00	2.140	"
3- 9-54	2.200	319	520	201	201	1,005	2.210	"
5-10-54	3.320	421	636	215	281	1,145	3.800	"
8-10-54	3.540	428	632	204	286	1,185	4.200	"
25-10-54	2.775	420	603	183	280	1,235	3.425	déorue
8-11-54	2.425	384	540	156	253	1,275	3.090	"
16-11-54	1.975	345	470	125	224	1,34	2.640	"
22-11-54	1.560	303	398	95	192	1,42	2.215	"
29-11-54	1.070	214	283	69	125	1,35	1.445	"
3-12-54	855	171	213	42	93	1,485	1.270	"
9-12-54	725	138	-	-	-	-	-	"
16-12-54	560	106	-	-	-	-	-	"
22-12-54	590	93	-	-	-	-	-	"
31-12-54	235	94	-	-	-	-	-	"

Après correction, les résultats des jaugeages présentent une dispersion nettement atténuée qui permet de tracer une courbe d'étalonnage de façon assez satisfaisante, sauf en basses eaux où se fait sentir l'influence de la marée. On peut cependant prolonger la courbe vers les faibles débits en remarquant :

- primo, que le point de débit nul correspond au niveau moyen de la mer, c'est-à-dire à la cote 45 cm.

- secundo, que la tangente à la courbe en ce point est verticale. On peut, en effet, écrire, d'après la formule de STRICKLER :

$$Q = K.S.R. \frac{2}{3} . I^{1/2}$$

Lorsque le débit propre du fleuve devient très faible, la pente I tend vers zéro alors que la section mouillée S et le rayon hydraulique R restent très importants. Dans ces conditions, il est facile de montrer que :

$$\frac{dQ}{dH} = \frac{a}{I^{1/2}} \frac{dI}{dH}, \text{ lorsque } Q \rightarrow 0$$

.../

Cette particularité de la station de jaugeage de Dagana montre que même si on évaluait de façon précisée l'influence de la marée, les débits d'étiage resteraient difficilement saisissables.

La courbe d'étalonnage que nous avons ainsi établie pour les débits croissants (MH 14) peut être également utilisée à la décrue à condition d'appliquer aux débits obtenus un coefficient de correction k , inverse du coefficient c déjà mentionné.

C'est en appliquant ce procédé aux crues enregistrées de 1950 à 1959 que l'on est parvenu à reconstituer les cycles complets d'étalonnage pour des crues d'amplitude variées (voir MH 15). On en a déduit le barème d'étalonnage (MH 16) pour des crues atteignant respectivement des hauteurs maxima de 350, 400, 450 et 475 cm.

On constate qu'à la décrue les débits subissent une réduction importante par rapport à la crue, réduction qui peut dans certains cas extrêmes approcher de 50 %. On s'exposerait donc à de graves erreurs en admettant pour Dagana une courbe d'étalonnage univoque.

Les courbes cycliques que nous avons mises en évidence, ne prétendent pas à une très grande précision (environ 10%), étant donné les approximations admises.

B - HAUTEURS D'EAU

1 - DESCRIPTION GENERALE DU REGIME :

Le régime du Sénégal dans la Vallée est lié à la répartition saisonnière des pluies dans le Haut-Bassin et s'apparente au type tropical. D'une grande simplicité, il se caractérise essentiellement par :

- une saison de hautes eaux de Juin-Juillet à Octobre-Novembre.
- une saison de basses eaux, à décroissance très régulière, de Novembre-Décembre à Mai-Juin.

Les traits généraux du régime se conservent dans toute la Vallée et le Delta du Sénégal. On note cependant une nette modification de l'amont vers l'aval, qui s'explique par le "laminage" de la crue annuelle, sous l'effet de vastes débordements dans le lit majeur. L'évolution de la crue devient plus progressive, ses irrégularités s'effacent, son amplitude maximum diminue, sa durée s'étale.

A Bakel, en tête de la Vallée, la première montée des eaux se fait sentir dans le courant de Mai ou au début de Juin, mais jusqu'en Juillet la croissance reste assez lente. Elle s'accélère en Août et dès cette époque on peut relever des pointes de début importantes, car l'hydrogramme général de la crue présente des irrégularités notables. L'amplitude maximum est généralement atteinte dans le courant de Septembre. En Octobre, la décrue est rapide mais se trouve parfois interrompue par de petites recrudescences passagères. En Novembre, la décroissance devient continue et très régulière. Elle se poursuit à un rythme de plus en plus ralenti jusqu'au mois de Mai de l'année suivante.

A Dagana, dans la partie inférieure de la Vallée, la montée des eaux qui débute en Juin, reste peu sensible jusqu'à vers la mi-juillet. Elle s'amorce alors nettement et conserve un rythme assez lent mais régulier en Août, Septembre et jusque vers le milieu d'Octobre. La crue atteint alors son amplitude maximum qui se maintient pendant plusieurs jours. Ensuite, commence une lente décroissance, qui s'accélère en Novembre puis s'affaiblit en Décembre. Le tarissement se poursuit d'un rythme très atténué jusqu'au mois de Juin mais sa régularité est alors masquée par les oscillations de la marée.

Entre Bakel et Dagana, l'évolution de la crue s'effectue de façon assez progressive. On note cependant que son amplitude diminue fortement entre Bakel et Matam, reste à peu près constante entre Matam et Boghé, puis décroît à nouveau de façon très sensible entre Boghé et Dagana. Cette décroissance se poursuit en aval de Dagana, jusqu'à l'embouchure. A Saint-Louis l'amplitude de la crue n'est plus que d'environ 1 mètre, réduite approximativement au dixième de sa valeur à Bakel.

La date à laquelle le maximum de la crue est atteint se trouve progressivement retardée de l'amont vers l'aval, comme le montre le tableau ci-après, établi d'après les relevés de 1935 à 1959.

STATIONS	Dates extrêmes observées		Intervalle minimum englobant 67% des hauteurs maxima		Intervalle minimum englobant 33% des hauteurs maxima.	
BAKEL	22 Août	9 Oct.	28 Août	21 Sept.	9 Sept.	18 Sept.
MATAM	23 Août	17 Oct.	7 Sept.	25 Sept.	13 Sept.	19 Sept.
KAEDI	29 Août	23 Oct.	10 Sept.	26 Sept.	18 Sept.	24 Sept.
BOGHE	3 Sept	5 Nov.	23 Sept.	13 Oct.	23 Sept.	28 Sept.
PODOR	15 Sept	16 Nov.	30 Sept.	19 Oct.	11 Oct.	15 Oct.
DAGANA	16 Sept	23 Nov.	3 Oct.	25 Oct.	23 Oct.	23 Oct.

L'étude de la propagation de la crue sera étudiée de façon plus précise ultérieurement (Ch.B-4). A titre d'exemple, le graphique MH 17 donne une représentation de l'évolution dans le temps et dans l'espace de la crue de 1958, année de forte hydraulité.

2 - VARIATIONS SAISONNIERES

Les variations saisonnières des hauteurs d'eau, dont l'allure générale a été décrite au paragraphe précédent, demandent à être définies de façon plus précise.

Dans ce but, on peut établir des diagrammes annuels de hauteurs d'eau journalières, correspondant à des fréquences variées 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95%.

On considère des dates fixes, échelonnées de 5 en 5 jours ou de 10 à 10 jours, suivant la rapidité des variations, et l'on étudie la répartition statistique de toutes les hauteurs d'eau observées à chacune de ces dates, par exemple : 10 Juin, 30 Juin, 10 Juillet, etc...

Les diagrammes annuels ainsi établis indiquent, pour un jour donné, la hauteur d'eau qui à telle ou telle probabilité d'être atteinte ou dépassée.

Précisons que la probabilité considérée n'a de signification que pour un jour donné, pris isolément, et non pour une période de plus longue durée (sauf si les hauteurs d'eau de journées consécutives sont étroitement liées entre elle, comme c'est le cas en saison sèche). On conçoit, par exemple, que la probabilité pour que pendant une période de six mois on observe uniquement des hauteurs d'eau journalières de probabilité individuelle égale à 10%, est elle même très inférieure à 10%. De multiples éventualités sont, en effet, possibles. Par exemple, une crue précoce mais de faible amplitude pourra donner des hauteurs d'eau très supérieures à la moyenne en Août, mais très inférieures en Septembre.

Compte-rendu de cette restriction, les diagrammes annuels de diverses fréquences donnent une bonne représentation des variations saisonnières et de leur irrégularité d'une année à l'autre.

On trouvera ci-joint, les diagrammes relatifs aux stations de (en préparation).

3 - HAUTEURS CARACTERISTIQUES

Nous désignons par "hauteurs caractéristiques" les hauteurs d'eau qui sont atteintes ou dépassées pendant diverses durées: 10 jours, 20 jours, 1 mois, 1 1/2 mois, 2 mois, 3 mois, etc... - en années de fréquences variées: 5, 10, 25%, etc... L'étude des hauteurs caractéristiques permet de déterminer l'étendue, la durée et la fréquence des submersions dans le lit majeur qui sont d'un grand intérêt pour les cultures.

Pour la raison déjà exposée, il n'est pas possible de déduire directement les hauteurs caractéristiques des diagrammes annuels établis précédemment (parag. B-2).

Il est nécessaire de les déterminer séparément pour toutes les années d'observation et d'en étudier ensuite la répartition statistique.

(travail à faire ultérieurement)

4 - HAUTEUR MAXIMUM ANNUELLE

L'étude de la hauteur maximum de la crue annuelle présente une importance toute particulière pour la protection contre les inondations des escales établies le long du fleuve, ainsi que pour les divers projets d'aménagement de la Vallée. Nous examinerons, d'une part, la propagation de la crue et procéderons, d'autre part, à une étude des hauteurs maxima observées.

a/ Propagation de la crue

En nous basant sur les relevés des années 1935 à 1959, qui sont les plus sûrs, nous avons établis des courbes de corrélation entre les hauteurs maxima enregistrées aux différentes stations de la Vallée (graphique MH 19).

Entre Bakel et Matam, la corrélation est linéaire et peut s'écrire :

$$H_M = \frac{9}{16} H_B + 270$$

La corrélation n'est pas extrêmement serrée, mais l'expression ci-dessus permet de prévoir le maximum de Matam à partir de celui de Bakel, avec une marge d'erreur le plus souvent inférieure à 25 cm.

Entre Matam et Kaédi, la corrélation est sensiblement linéaire, sauf pour les très faibles crues. Elle peut s'écrire :

$$H_K = \frac{11}{12} H_M + 15$$

expression qui permet de prévoir le maximum de Kaédi à partir de celui de Matam, avec une marge d'erreur généralement inférieure à 15 cm.

Entre Kaédi et Boghé, la corrélation est encore linéaire et se traduit par l'équation :

$$H_B = \frac{15}{14} H_K - 20$$

qui permet de prévoir la hauteur maximum de Boghé à 15 cm près.

Entre Boghé et Podor, la corrélation n'est pas tout à fait linéaire mais peut cependant s'exprimer avec une approximation d'environ 10 cm par l'équation ci-dessous :

$$H_P = \frac{16}{17} H_B - 235$$

Entre Podor et Dagana, la courbe de corrélation ne peut plus être assimilée à une droite mais peut être représentée par une équation du second degré :

$H_D = 1,35 \times 10^{-3} H_P^2 - 0,675 H_P + 305$
qui permet généralement de prévoir à 5 cm près le maximum de Dagana à partir de celui de Podor.

Entre Dagana et Saint-Louis, (quai MAS) la corrélation des maxima n'est pas aussi serrée qu'on pourrait s'y attendre, à cause de la marée et de l'instabilité de l'embouchure. On peut cependant admettre une corrélation sensiblement linéaire de la forme :

$$H_{SL} = \frac{4}{25} H_D + 100$$

qui permet généralement de prévoir à 15 cm près le maximum de Saint-Louis.

.../

Toutefois l'écart atteint ou même dépasse 25 cm certaines années. Précisons que notre corrélation fait abstraction des oscillations de la marée, qui sont d'environ ± 5 cm en forte crue. On devra en tenir compte pour obtenir le maximum absolu à Saint-Louis.

On remarque, d'après les formules de corrélation, que l'amplitude des variations interannuelles des hauteurs maxima décroît fortement entre Bakel et Dagana (dans le rapport $\frac{9}{16}$), qui diminue légèrement entre Matam et Kaédi ($\frac{11}{12}$), augmente un peu entre Kaédi et Boghé ($\frac{13}{14}$) puis décroît à nouveau entre Boghé et Podor ($\frac{16}{17}$).

Entre Podor et Dagana, l'amplitude des variations continue à diminuer, mais dans un rapport qui n'est plus constant (valeur moyenne : $\frac{9}{11}$).

Entre Dagana et Saint-Louis, l'amplitude des variations interannuelles décroît considérablement (dans le rapport $\frac{4}{25}$).

La vitesse de propagation du maximum de la crue est assez mal définie.

Les très faibles crues (type 1944) se déplacent d'une façon analogue à une onde de translation et conservent de Bakel à Dagana une vitesse à peu près constante et relativement élevée (environ 103 km/jour). Mais ce cas est exceptionnel.

La plupart des crues subissent un laminage, d'autant plus important que leur amplitude est forte, qui ralentit considérablement leur vitesse de propagation apparente. La crue de 1936 constitue un cas extrême, pour lequel la vitesse moyenne entre Bakel et Podor a été seulement de 13/km/jour.

Le tableau ci-dessous résume les observations effectuées à ce sujet de 1935 à 1959.

	DUREE DE PROPAGATION (EN JOURS) DE BAKEL à :				
	MATAM	KAEDI	BOGHE	PODOR	DAGANA
Valeur maximum	23	27	36	47	55
Valeur de fréquence 25%	8	17	27	40	48
" 50%	5 1/2	11	23	34	38
" 75%	3	8 1/2	17	26	33
Valeur minimum	1	4	6 1/2	11	12

b/ Etude statistique des hauteurs maxima annuelles

Cette étude statistique comporte les opérations suivantes :

- classement par ordre décroissant de toutes les hauteurs maxima observées à chaque station, de 1903 à 1959. Ces hauteurs ont été au préalable vérifiées et éventuellement corrigées ou extrapolées d'après les corrélations établies précédemment.

- calcul de la fréquence correspondant à chaque hauteur maximum, d'après la formule :

$$F \% = 100 \times \frac{n}{N+1}$$

n : numéro de classement

N : nombre total d'années d'observation, soit 57 de 1903 à 1959.

- Report graphique des hauteurs maxima en échelle linéaire et des fréquences correspondantes en échelle gaussique.

- Ajustement graphique d'une courbe de fréquence serrant au plus près les points expérimentaux.

- Détermination à partir de la courbe ajustée, des hauteurs maxima correspondant à des fréquences variées : 0.1, 1, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50%, etc...

L'intérêt de l'échelle gaussique adoptée est de permettre une extrapolation plus sûre de l'ajustement graphique vers les fréquences extrêmes. Elle permet, en outre, de comparer la répartition statistique des points expérimentaux à la loi théorique de gauss qui se traduit par une droite sur notre graphique.

Les tableaux ci-joints MH 26, 24 et 25 ainsi que le graphique MH 22 condensent les opérations qui viennent d'être mentionnées.

On remarque que l'ajustement de Dagana est constitué par deux droites, légèrement décalées et de pente un peu différente, qui se raccordent de façon assez brusque entre les fréquences 30 et 40 %. Cette singularité qui apparaît de façon plus atténuée sur les courbes des autres stations, ne semble pas s'expliquer par des erreurs d'observation. Il faut probablement en chercher la cause soit dans des facteurs météorologiques soit dans les conditions hydrauliques de l'écoulement du fleuve (notamment la configuration du lit majeur qui commande les débordements).

En amont de Dagana, la courbe de fréquence s'incurve d'abord faiblement de Podor à Kaédi, puis de façon plus marquée à Matam et surtout à Bakel. Cette courbure dénote une dissymétrie dans la répartition des hauteurs maxima, qui n'obéissent plus à une loi de gauss. Les fortes crues "plafonnent" à des niveaux qui ne sont pas très supérieurs à la moyenne, tandis que les faibles crues restent très au-dessous.

Le graphique MH 23 donne pour des fréquences variées le profil en long des hauteurs maxima dans la Vallée. La régularité de ces profils, qui est particulièrement satisfaisante entre Kaédi et Podor, permet d'interpoler les hauteurs maxima entre les différentes stations, sans risque d'erreur grave.

00 133

- HYDROGRAPHIE HYDROLOGIQUE -

LESSE DES COURSES HYDROGRAPHIQUES

- Réseau hydrographique	60	03	MH	1
- Hydrographie	60	04	MH	2
+ Courbes de débit	60	04	MH	3
+ Étiage	60	04	MH	4
- Débit	60	04	MH	5
+ Débit moyen	60	04	MH	6
- Débit minimum	60	04	MH	7
- Débit maximum	60	04	MH	8
- Plan d'eau	60	04	MH	9
- Niveau	60	04	MH	10
- Nomenclature des cours d'eau	60	04	MH	11
- Classification des cours d'eau	60	04	MH	12
- Évaluation des débits	60	04	MH	13
- Relation entre débit et hauteur	60	04	MH	14
- Courbes de débit	60	04	MH	15
- Temps de concentration de crue	60	04	MH	16
- Courbes de débit	60	04	MH	17
- Courbes de débit	60	04	MH	18
- Courbes de débit	60	04	MH	19
- Courbes de débit	60	04	MH	20
- Courbes de débit	60	04	MH	21
- Courbes de débit	60	04	MH	22
- Courbes de débit	60	04	MH	23
- Courbes de débit	60	04	MH	24
- Courbes de débit	60	04	MH	25
- Classification des hauteurs maximales annuelles observées	60	06	MH	26
- Courbes de débit	60	06	MH	27
- Courbes de débit	60	06	MH	28