

**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP**  
**Faculté des Lettres et Sciences Humaines**  
**Département de Géographie**

**AJUSTEMENT STATISTIQUE A DES ECHANTILLONS DE PLUIES ET DEBITS**  
**APPLICATION AUX DONNEES DU BASSIN VERSANT DE LA FALEME**

**Rapport de stage de D.E.A**  
**Présenté par Ousmane Dione**

**Avec la collaboration de l'institut français de recherche**  
**scientifique pour le développement en coopération (O.R.S.T.O.M)**

**Laboratoire d'hydrologie, Dakar - Hann**

**Année Universitaire 1991 - 1992**

## INTRODUCTION

L'étude des phénomènes climatiques et hydrologiques est une tâche assez délicate du fait des fluctuations saisonnières et interannuelles qu'elles peuvent revêtir. Ils sont complexes et dépendent d'un certain nombre de paramètres considérés comme aléatoires. Parmi ceux-ci, les précipitations et les débits sont les paramètres qui déterminent le plus l'évolution hydrologique.

Etablir donc la fiabilité de ces données pour leur utilisation a souvent nécessité le recours à plusieurs méthodes. Cependant, de toutes celles utilisées, la statistique semble être de nos jours la plus prisée.

Elle procède d'un tirage au hasard d'un échantillon d'une population mère et détermine à partir de lois spécifiques les probabilités d'ajustements des données. Elle pose ainsi un problème d'ordre technique, car elle est souvent confrontée aux séries de courtes durées qui réduisent la fiabilité de son application. Cependant, dans le bassin de la Falémé, la longueur des données relevées aux stations de références favorise une utilisation assez aisée de la méthode statistique.

Le sujet de notre stage "Les lois statistiques appliquées aux données du Bassin Versant" dénote de notre souci d'établir une fiabilité des données à l'étude et de mieux comprendre l'utilité des statistiques. Notre étude, conforme à ce souci s'articule autour de deux principales parties.

- Dans la première partie, nous dégageons les lois statistiques applicables à l'hydrologie et nous esquissons leur logiciel de base.

- Dans la seconde partie, nous analysons les tests d'ajustements relatifs aux données du bassin versant et nous soulignons l'importance de la statistique pour les études hydrologiques.

## CHAPITRE I : LES LOIS STATISTIQUES APPLIQUEES EN HYDROLOGIE

Pendant longtemps, le principal critère de choix d'une loi de probabilité par un utilisateur a été la possibilité d'emploi de cette loi. De celle-ci, il est possible de répondre à toute question concernant une éventuelle réalisation de la variable, et entre autres :

- De calculer l'estimation d'une valeur quelconque de la variable pour toute probabilité choisie,

- De tirer au sort autant de réalisations possible de la variable que besoin.

Le choix du type de loi susceptible de s'ajuster au mieux à l'échantillon s'effectue à l'aide de deux critères expérimentaux :

- Dans une région climatique donnée, une variable hydropluviométrique déterminée suit généralement la même loi en tout site d'observation, d'où l'intérêt des études régionales systématiques et celui de la connaissance de toute étude antérieure.

- En l'absence d'information régionale, l'utilisation du report graphique sur papier gaussique permet d'envisager le type de loi possible.

Toutefois, en hydrologie, l'habitude est prise de n'utiliser que des lois de probabilités absolument continues, ce qui nous permet d'individualiser deux types d'ajustements.

### I.1 Les tests d'ajustements classiques

Leurs fiabilités dépendent de la manière dont ils sont utilisés. Dans ces cas précis, on ne cherche pas à vérifier la validité de l'ajustement. Ce sont cependant des tests dont la

puissance et leur signification sont indépendantes de la formulation mathématique, de la loi de distribution de la population mère comme des valeurs numériques connues des paramètres entrant dans cette distribution. Ces tests ont en commun leur caractère non paramétrique. Ce sont les tests de CRAMER, d'ANDERSON, de KOLMOGOROV et le test  $\chi^2$ , que nous retenons.

Il n'est valable qu'avec un échantillon de taille assez grande, et sa puissance est bien inférieure à celle des tests cités en premier lieu. Par exemple, si  $N$  est l'effectif nécessaire pour garantir une certaine puissance du test de CRAMER, l'effectif nécessaire pour garantir la même puissance au même seuil significatif du test  $\chi^2$  sera de l'ordre  $N^{5/4}$ .

### **I.2 Les tests d'ajustements de Brunet Moret**

Leurs utilisations supposent au départ que la loi de distribution de la population mère soit parfaitement connue (par sa formulation mathématique) de même que les valeurs numériques des paramètres. On teste alors la probabilité de l'échantillon comme représentation de la population mère parfaitement connue. Parmi ces lois, nous en retenons quatre par leur importance:

### I.2.1 La loi de distribution normale ou de Gauss

C'est la loi normale la mieux connue et la plus étudiée des lois de probabilités usuelles. Elle s'écrit selon la formule

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

avec  $u = \frac{x - x_0}{\delta}$

$F(x)$  = est la fonction de densité

Lorsque  $u$  (ou  $x$ ) varie de  $-\infty$  à  $+\infty$ ,  $F(x)$  croît de zéro à un.

$x_0$  est le paramètre de position, valeur moyenne, ou mode, ou position.

$\delta$  est le paramètre d'échelle différent de zéro appelé écart type.

La loi de Gauss étant la loi normale dont les paramètres sont calculés d'après un échantillon de taille, l'anamorphose, consiste en un changement de variable qui transforme la variable d'origine en variable normale. On peut utiliser sur les échantillons de variables transformées, les tests et les distributions de moment mis au point pour les distributions normales.

### I.2.2 La loi de distribution de Gumbel

Elle est dite aussi loi doublement exponentielle ou loi des "valeurs extrêmes".

En considérant des échantillons de taille  $n$  de variable aléatoire indépendante, et une valeur  $U$  de la variante dont la probabilité au non dépassement est  $F(u)$ , la probabilité pour que toutes les valeurs d'un échantillon soient inférieures à  $u$  est  $[1 - (1 - F(u))]^n$ .

Nous l'écrivons

$$F(x) = \frac{1 - S}{2} + Se^{-e^{-\sigma}}$$

avec  $u = \frac{x - x_0}{S}$  et  $S = 1$

avec le signe de S.

Si  $f(x)$  est la fréquence au non dépassement et lorsque  $x$  varie de  $-\infty$  à  $+\infty$ ,  $F(x)$  croît de zéro à 1.

$x_0$  est le paramètre de position ou mode

S est le paramètre d'échelle différent de zéro positif ou négatif.

La fonction de densité est représentée par une courbe en cloche, asymétrique avec des points d'inflexion à  $u$ .

### I.2.3 La loi de distribution gaussienne logarithmique

Elle est aussi appelée loi de Galton et s'exprime par la fonction de répartition:

$$F(x) = \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} \int_0^u \frac{1}{u} e^{-\frac{\text{Log}^2 u}{2\delta^2}} du$$

avec  $u = \frac{x - x_0}{S}$

Formulation qui fait bien ressortir les rôles des paramètres plutôt que d'utiliser l'écriture, d'où la simplification de l'expression :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{u'} e^{-\frac{u'}{2}}$$

avec  $u' = a \text{Log}(x - x_0) + b$

$F(x)$ , la fréquence au non déplacement varie lorsque  $u$  varie de 0 à  $+\infty$  ( ou  $x$  de 0 à  $+\infty$ ),  $F(x)$  croît de 0 à  $u_n$ .

$x_0$  est le paramètre de position ou borne inférieure.

$S$  est le paramètre d'échelle positif différent de zéro.

$\delta$  est le paramètre de forme positif différent de zéro.

L'inversion de la loi de Galton se fait suivant la même démarche que l'inversion de la loi normale, avec la transformation de la variable normale en variable gaussienne logarithmique.

#### I.2.4 La loi de Distribution Exponentielle Généralisée

La fonction de répartition s'exprime par la relation :

$$F(x) = \frac{\delta + 1}{2} - \delta e^{-u^{1/\delta}}$$

$$\text{avec } x = \frac{x - x_0}{S}$$

$\delta$  étant égal à 1 avec le signe de  $S\delta$

La distribution exponentielle généralisée comprend deux lois qui correspondent :

- Si  $S$  et  $\delta$  sont positifs à la loi de Goodrich habituellement écrite :

$$F(x) = 1 - e^{-\delta(x - x_0)^{1/n}} \quad [n = \delta, \text{ et } \delta = 1/S]$$

- Si  $S$  est positif et  $\delta$  négatif à la loi de Frechet traduite par l'expression

$$F(x) = e^{-\delta(x - x_0)^{-k}} \quad [k = -1/\delta \text{ et } \delta = 1/S]$$

Toutefois, pour des raisons de commodité dues à nos échantillons, seule la première loi sera évoquée, car elle correspond au meilleur ajustement possible de nos données hydrométriques.

L'étude des lois statistiques nous permet donc de retenir deux principales qualités d'un test d'ajustement que sont :

- D'utiliser au mieux avec sa plus grande puissance possible toutes les valeurs de l'échantillon dont on dispose avec le même poids pour chaque élément de l'échantillon.

- De tenir compte du fait que l'hydrologue, non seulement choisit à priori la forme mathématique de la loi de répartition, mais encore calcule les valeurs des paramètres de cette loi d'après l'échantillon dont il dispose.

Ainsi, tel qu'il a été bâti, le test semblerait ne devoir être utilisé que lorsque les valeurs de deux paramètres ont été ajustées. Cependant, la principale utilisation d'un test d'ajustement est de permettre le choix entre différentes formulations mathématiques. Parmi celles-ci, certaines demandent l'ajustement du seul paramètre, d'autres de deux paramètres ou encore de trois ou plus.

Toutefois, il suffit dans tous ces cas de comparer les différentes valeurs de test pour retenir, avec Brunet - Moret que : "la plus faible valeur est considérée comme celle du meilleur ajustement", car elle représente la moindre divergence entre l'échantillon observé et l'échantillon idéal.



## CHAPITRE II : APPLICATION DES TESTS D'AJUSTEMENTS AUX DONNEES DU BASSIN VERSANT DE LA FALEME

L'application des tests d'ajustements est une notion fondamentale pour l'étude des données hydropluviométriques. Elle suppose au préalable une connaissance de la nature des données à étudier et une critique statistique de leur état.

Les tests d'ajustements qui en résultent ne sont en fait que la manière dont s'établit la fiabilité de ces données et s'apparentent à la fois à la situation climatique du poste d'observation et à la taille de l'échantillon obtenu.

### I. Présentation et critique des données du Bassin

La carte n°1 nous montre la répartition des postes pluviométriques et hydrométriques à l'étude dans le bassin.

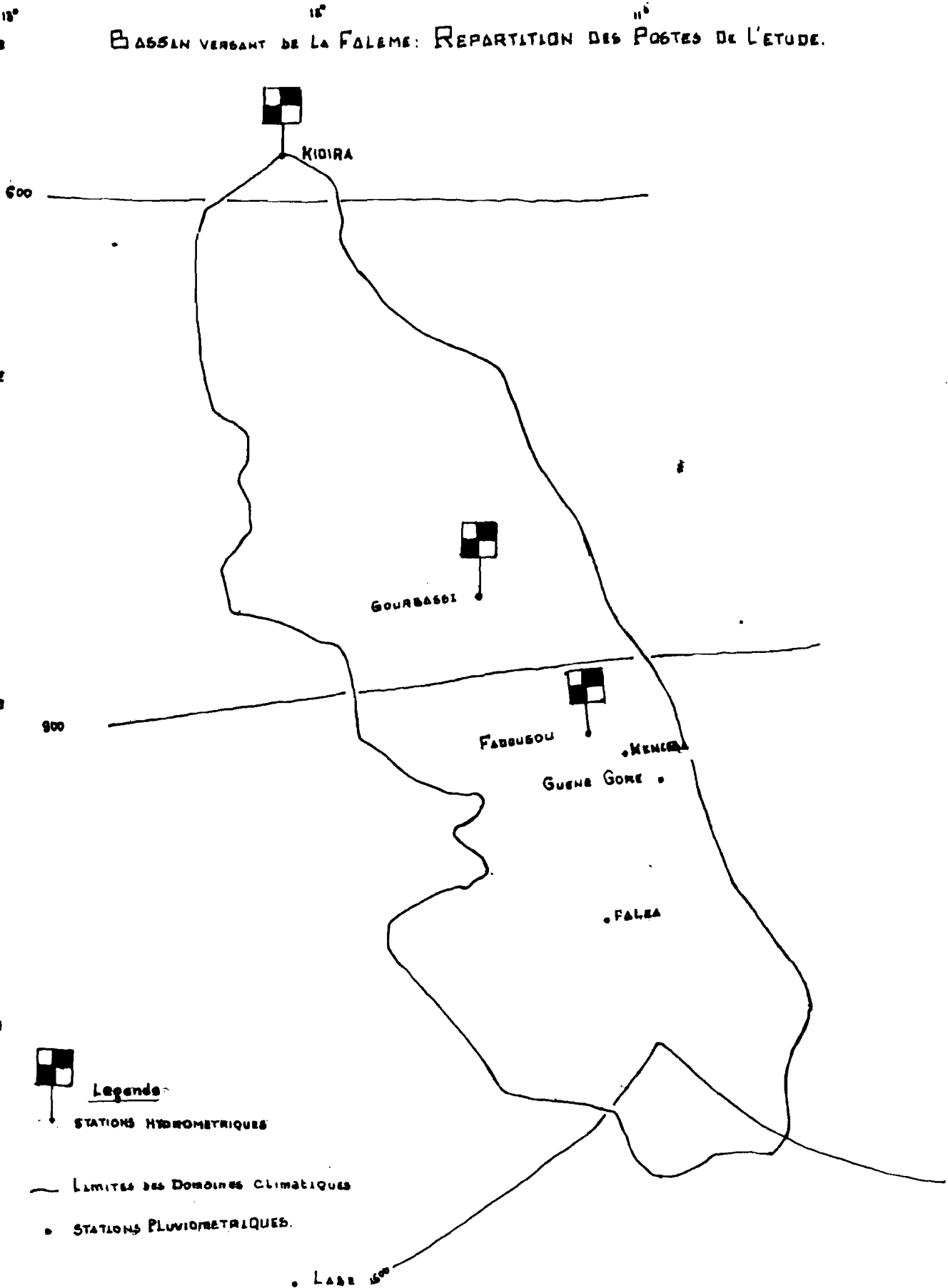
Le choix de ces postes répond à deux critères :

- Géographique d'abord car la répartition de la pluviométrie et la dynamique de l'écoulement résultent de certains facteurs comme la latitude, la longitude et l'altitude.

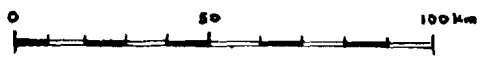
- Climatique ensuite d'autant plus que l'extension du bassin en latitude se traduit par l'existence de trois domaines hydropluviométriques assez nettes : (domaine guinéen au Sud, domaine de transition ou sud soudanien au centre et domaine tropical pur ou nord soudanien au Nord), qui déterminent les limites pluviométriques approximatives.

Les tableaux n°1 et 2 nous donnent les différentes caractéristiques des postes à l'étude dans le bassin . Cependant, ce choix est aussi fonction des nuances locales pouvant affecter un domaine climatique et explique le nombre de poste élevé à l'étude dans un tel domaine par rapport à l'autre.

BASSIN VERSANT DE LA FOLEME: REPARTITION DES POSTES DE L'ETUDE.



- Legende**
- STATIONS HYDROMETRIQUES
  - LIMITES DES DOMAINES CLIMATIQUES
  - STATIONS PLUVIOMETRIQUES.



• BABOLA.

## **I.1 Présentation des données pluviométriques et hydrométriques**

Les données pluviométriques et hydrométriques se caractérisent surtout par la différence de taille des échantillons à l'étude. En effet, si les données hydrométriques présentent l'avantage d'être longues et concordantes dans le temps, telles ne le sont pas les données pluviométriques qui même si elles dépassent la taille d'une normale (30 ans) se singularisent surtout par leur durée de mesure. Nous empruntons à O. DIONE (1991) sa classification en trois types de générations:

- une génération ancienne, celle des premières mesures opérées entre 1918 et 1925 et qui concernent les postes de Kidira, de Labé et de Dabola.

- une génération moyenne, qui concerne les données recueillies aux stations ouvertes entre 1930 et 1945 comme celle de Kenièba.

- une génération récente, relative aux mesures opérées depuis 1950 et qui concernent les postes de Faléa et Guéné Goré.

On peut donc retenir que les données à l'étude même si elles présentent des séries relativement appréciables qui permettent leur analyse dans le temps (données hydrométriques) se distinguent aussi par leur différence de taille ce qui justifie du reste une critique statistique de leur état.

**TABLEAU N°1 BASSIN VERSANT DE LA FALEME : CARACTERISTIQUES DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES A L'ETUDE**

	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	REFERENCE
KIDIRA	14° 28'N	12° 13'W	35 m	71 ans
KENIEBA	12° 48'N	11° 21'W	136 m	47 ans
GUENE GORE	12° 44'N	11° 01'W	240 m	38 ans
FALEA	12° 16'N	11° 17'W	455 m	38 ans
LABE	11° 19' N	12° 18'W	1 025 m	66 ans
DABOLA	10° 45'N	11° 07'W	438 m	66 ans

**TABLEAU N° 2 BASSIN VERSANT DE LA FALEME : CARACTERISTIQUES DES POSTES HYDROMETRIQUES A L'ETUDE**

	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	REFERENCE
KIDIRA	14° 28'N	12° 13'W	35 m	87 ans
GOURBASSI	13° 24'N	11° 28'W	79 m	87 ans
FADOUYOU	12° 31'N	11° 23'W	119 m	87 ans

## I.2 Critique statistique des données à l'étude

L'homogénéisation et la méthode de double cumul ayant déjà été faites, pour l'ensemble des stations du bassin, nous appliquons ici deux méthodes pour la critique des données.

### I.2.1 L'indice du vecteur régional

Il suppose une connaissance de l'évolution historique des postes soumis à l'étude. Les lieux d'emplacement, l'appareillage, les changements d'observateurs et les éventuelles interruptions doivent être signalées pour permettre l'établissement d'une suite chronologique des précipitations annuelles.

On complète de ce fait les années dont quelques totaux mensuels manquent ou sont inutilisables tels quels en se basant sur les stations environnantes jusqu'au tiers - ou 40 % du total annuel estimé avec une marge d'erreur de moins de 10 %.

La méthode du vecteur et le programme conçus par Brunet - Moret (Y) (1979) et amélioré par l'Hote (Y) (1985) permettent de prendre en compte toutes les stations, y compris celles de courte durée et celles dont la période d'observation présente des lacunes.

Le bassin de la Falémé étant divisé en trois grands domaines climatiques, nous avons adopté :

Le domaine guinéen (vecteur 1), le domaine sud soudanien (vecteur 2) et le domaine nord soudanien (vecteur 3). Les résultats obtenus indiquent une bonne homogénéité spatio-temporelle des séries pluviométriques. Les coefficients de variations compris entre 0.14 et 0.21 attestent de ce fait.

Les autres paramètres permettant la vérification de l'homogénéité des séries sont :

- les valeurs importantes ou non prises par les coefficients de corrélation entre station et vecteur (page "quatre").
- la valeur moyenne annuelle des écarts à Z (page "trois" colonne 5). Elles sont nulles à faibles si les corrections sont bien faites.

L'homogénéité des séries étant vérifiée, les totaux annuels manquants ont été complétés par reconstitution d'une série homogène selon la formule suivante :

$$P_x = P_{\bar{a}} - Z_i$$

$P_x$  est la pluie reconstituée,

$P_{\bar{a}}$  étant la moyenne par station calculée par le vecteur, et soit  $Z_i$  la valeur du vecteur pour chaque année.

Toutes les stations ayant des séries de pluies annuelles lacunaires ou brèves ont été complétées ou étendues à l'aide des indices des trois vecteurs pour couvrir la période 1922-1982.

### I.2.2 La corrélation linéaire

Elle permet à partir de l'évolution spatio-temporelle des données relatives, de procéder à une comparaison de phénomènes hydroclimatiques enregistrés sur un réseau d'observation. Nous avons ainsi utilisé le logiciel Exel pour compiler les données hydrométriques des stations du bassin de la Falémé. La corrélation linéaire s'applique selon l'expression :

$$Q_i = r \cdot Q \text{ avec}$$

$r$  = coefficient de corrélation

$Q$  = débit annuel

$Q_i$  = valeur homogène entre deux stations quelconques.

Ce coefficient est de 0.44 entre Fadougou et Gourbassi, il passe à 0.42 entre Gourbassi et Kidira, alors qu'il est de 0.36 entre cette dernière station et Fadougou.

Le tableau n°3 nous donne les valeurs de corrélations obtenues entre les stations hydrométriques du bassin. Rapportées à l'échelle graphique, la figure n°1 nous montre une variation similaire des débits entre stations hydrométriques, et dénote de l'homogénéité des séries.

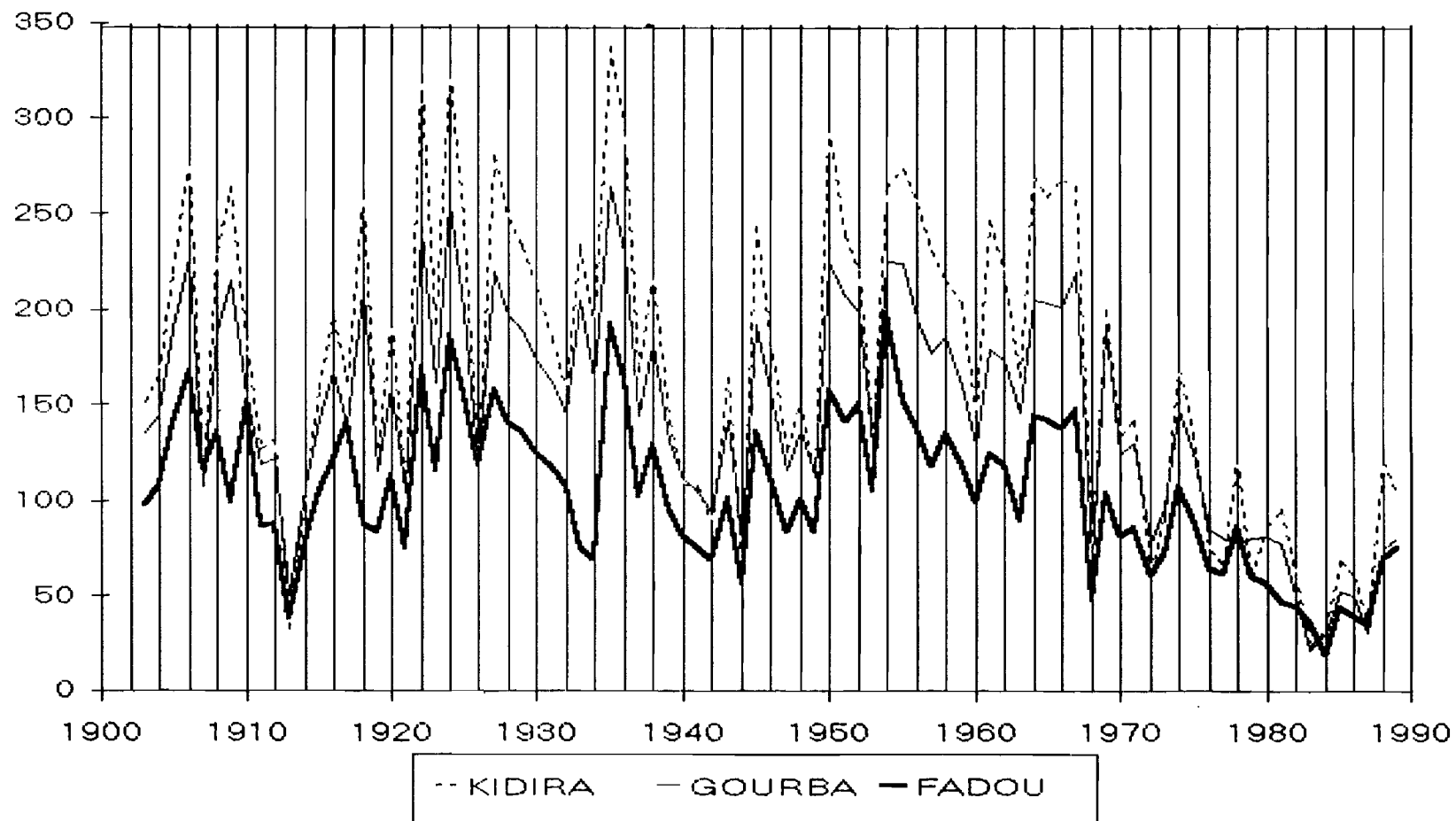
**BASSIN VERSANT DE LA FALEME Corrélation linéaire**

**TABLEAU N° 3**

ANNEE	STATIONS					ANNEE	STATIONS				
	KIIIRA	GOURBA	FALOU	GOUC	KIIIC		KIIIRA	GOURBA	FALOU	GOUC	KIIIC
1903	151	135	986	1365	1588	1938	152	137	101	1396	1630
1904	166	145	109	1501	1771	1949	112	113	844	1179	1339
1905	219	190	141	1921	2333	1950	296	225	158	2144	2631
1906	278	227	168	2275	2807	1951	239	207	142	1934	2350
1907	110	107	117	1606	1911	1952	220	198	151	2052	2508
1908	229	188	137	1869	2262	1953	131	128	106	1462	1718
1909	264	215	100	1383	1613	1954	263	225	199	2681	3351
1910	181	154	152	2065	2526	1955	274	224	152	2065	2526
1911	127	119	871	1214	1386	1956	256	195	138	1882	2280
1912	132	122	885	1233	1411	1957	231	177	118	1619	1929
1913	322	505	382	573	528	1958	216	186	136	1855	2245
1914	105	107	795	1115	1253	1959	203	160	120	1646	1964
1915	158	143	106	1462	1718	1960	144	129	998	1381	1609
1916	197	167	122	1672	1999	1961	245	179	125	1711	2052
1917	162	139	143	1947	2368	1962	220	173	120	1646	1964
1918	260	210	885	1233	1411	1963	164	146	905	1259	1446
1919	119	115	846	1181	1342	1964	270	205	145	1973	2400
1920	194	159	114	1567	1859	1965	259	203	143	1947	2368
1921	106	104	755	1062	1183	1966	268	201	138	1882	2280
1922	322	241	170	2301	2842	1967	265	220	148	2013	2455
1923	192	161	116	1593	1894	1968	748	672	482	704	703



### BASSIN VERSANT DE LA FALEME: corrélation hydrologique



## II. TESTS D'AJUSTEMENT DES DONNEES

L'analyse statistique a été envisagée à partir de l'échantillon des valeurs reconstituées et corrigées sur la longue série de référence 1922-1982 pour les précipitations et pour la série 1903-1989, relative aux débits. L'ajustement automatique des 11 lois du logiciel tenté aussi bien pour les séries pluviométriques et hydrométriques nous permet de retenir les traits suivants :

### II.1 L'ajustement des données pluviométriques

La répartition statistique des précipitations annuelles permet l'estimation de la fréquence d'apparition de certaines valeurs de pluie dont la prédétermination permet par exemple de situer le niveau optimal dans le cadre du remplissage d'un barrage, référence étant souvent faite aux valeurs médianes. Le test d'adéquation de Brunet Moret reposant sur l'ajustement des valeurs extérieures avec une minimisation des surfaces comprises entre la courbe théorique et la courbe de distribution exponentielle, la loi de Galton semble être la meilleure loi de distribution pour les stations du bassin. Le tableau n°4 nous donne les paramètres statistiques de la distribution de Galton:

- les fréquences de retour de (5, 10, 20, 100, et 1000 ans) pour les hauteurs de pluies annuelles enregistrées en période déficitaire comme excédentaire,
- le mode et la médiane,
- la moyenne de la période,
- les coefficients de variations ( $\delta/\bar{X}$ ) faibles et compris entre (0.14 et 0.30) qui attestent de l'homogénéité spatiale des pluies tout en confirmant leur irrégularité interannuelle.

Toutefois, d'autres lois comme celles de Pearson III et de Goodrich, elles aussi choisies, sur la base du meilleur ajustement graphique (page annexe) et par la valeur du test conviennent à certaines stations du bassin.

**TABLEAU N° 4 BASSIN VERSANT DE LA FALEME : STATISTIQUES DES PLUIES ANNUELLES SELON LA LOI DE GALTON (1922-1982)**

		KIDIRA	KENIEBA	G.GORE	FALEA	LABE	DABOLA
D E F I C I T A I R E	1000 ans	213.51	659.21	827.49	737.34	1197.28	985.21
	100 ans	295.13	772.49	894.80	846.53	1365.98	1102.51
	50 ans	327.94	817.59	923.98	891.43	1295.48	1147.68
	20 ans	381.21	889.97	973.61	956.46	1345.56	1218.96
	10 ans	432.97	959.77	1024.84	1038.65	1396.72	1286.02
	5 ans	501.77	1051.69	1097.24	1137.72	1468.39	1372.2
MODE		609.52	1199.67	1186.80	1283.95	1560.68	1520
MEDIANE		654.67	1252.89	1274.87	1364.41	1641.78	1553.61
MOYENNE		678.18	1280.39	1324.	1407.02	1686.50	1570.69
C.V.		0.30	0.21	0.20	0.22	0.15	0.14
E X C E D E N T A I R E	5 ans	840.53	1492.72	1520.16	1650.58	1875.70	1765.90
	10 ans	853.12	1635.88	1683.58	1828.90	2030.37	1877.16
	20 ans	1055.15	1764.42	1840.95	1993.45	2178.74	1980.63
	50 ans	1180.77	1921.24	2046.38	2199.57	2370.79	2103.94
	100 ans	1271.37	2033.48	2202.36	2350.53	2514.70	2190.40
	1000 ans	1558.05	2384.24	2737.24	2839.62	2990.24	2452.16

## II.2 L'ajustement des données hydrométriques

La longueur des échantillons traduit une tendance à la stabilité des données et explique une meilleure loi de distribution commune à toutes les stations. Après l'ajustement graphique et une référence à la valeur du test, c'est la loi de Goodrich qui répond la mieux à toutes les stations du bassin (page annexe).

Dans le tableau n°5, nous donnons les principales valeurs caractéristiques de la distribution de Goodrich :

- les fréquences de retour de (5, 10, 20, 50, 100, et 1000 ans) pour les hauteurs de débits annuels notés en période déficitaire et excédentaire
- le mode et la médiane
- la moyenne de la période
- les coefficients de variation compris entre 0.30 et 0.44 témoignent de l'homogénéité spatiale des débits, tout en rappelant les variations qu'ils peuvent revêtir d'une station à l'autre.

**TABLEAU N° 5 BASSIN VERSANT DE LA FALEME : STATISTIQUES DES DEBITS ANNUELS 1903-1989 SELON LA LOI DE GOODRICH**

		KIDIRA	GOURBASSI	FADOUGOU
D E F I C I T A I R E	1000 ans	3.74	8.38	9.49
	100 ans	23.39	19.31	24.29
	50 ans	33.84	31.68	31.39
	20 ans	53.16	52.24	43.72
	10 ans	73.81	72.06	56.13
	5 ans	102.62	97.23	72.51
MODE		170.7	149	105.35
MEDIANE		166.1	146.2	106.08
MOYENNE		170.7	145.5	106.77
C.V		0.44	0.38	0.36
E X C E D E N T A I R E	5 ans	235.65	193.74	140.27
	10 ans	273.	217.41	157.85
	20 ans	304.03	236.31	172.12
	50 ans	338.98	256.89	187.87
	100 ans	362.24	270.21	198.19
	1000 ans	427.	305.97	226.30

## CONCLUSION GENERALE

L'étude des lois statistiques appliquées aux données du bassin versant nous aura donc permis de retenir les caractéristiques suivantes :

- l'utilité des tests d'ajustements (classiques ou modernes) à l'analyse des données relatives à l'hydrologie,
- la nécessité de connaître l'évolution et l'équipement des stations génératrices des données à l'étude pour mieux affiner ces tests,
- de saisir les implications d'un test d'ajustement pour mieux appréhender son application et son analyse dans un bassin versant.

En somme, ce stage nous aura permis en plus d'affiner et d'approfondir nos connaissances sur l'exploitation des données hydrologiques, d'expérimenter de nouvelles méthodes statistiques et surtout de nous initier à l'utilisation de nouveaux logiciels informatiques (Dixlois, Pluviom, Exel).

Ceci constitue du reste un nouveau pas pour les recherches à venir, car l'informatique et la statistique tendent de plus en plus à devenir un recours indispensable pour le géographe.

Aussi, notre souhait va à un meilleur équipement informatique du département de géographie pour mieux affiner les différentes études en cours.

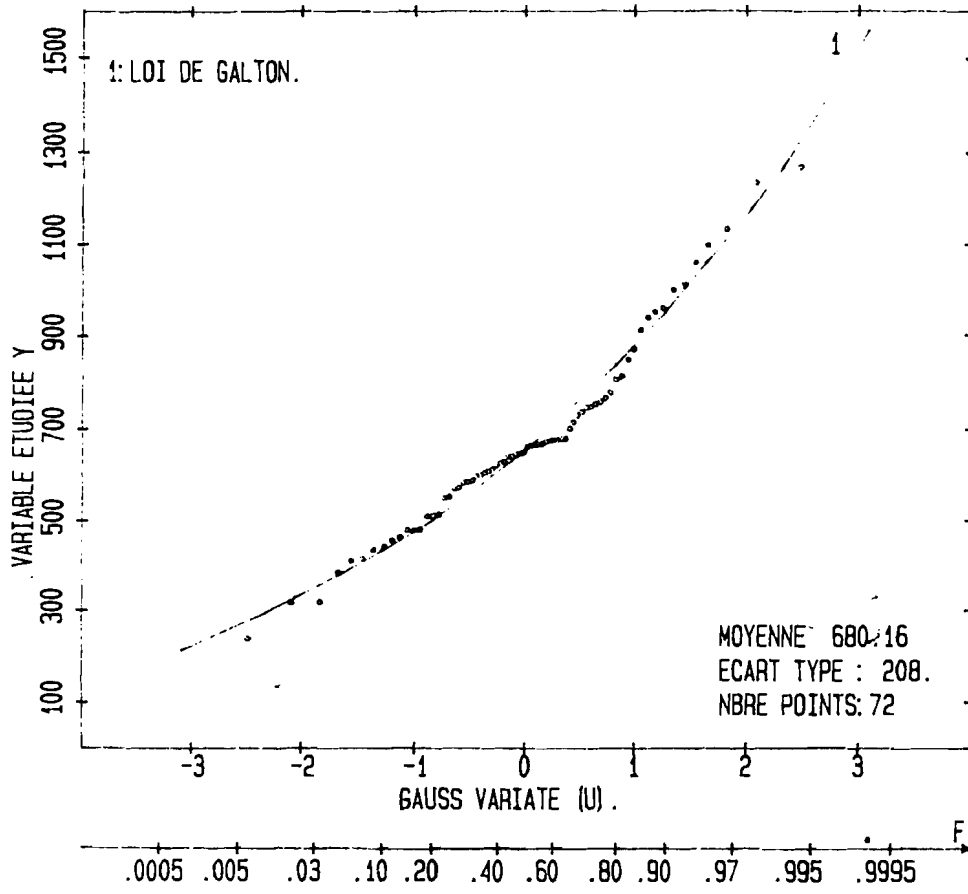
## BIBLIOGRAPHIE

- brunet - Moret (y) (1969) : Etude de quelques lois statistiques  
appliquées en hydrologie  
Cahiers O.R.S.T.O.M, série hydrologique,  
vol n°3
- brunet - Moret (y) (1973) : estimation de paramètres  
cahiers O.R.S.T.O.M, série hydrologique,  
volume x, n°2
- brunet - Moret (y) ( 1975) : distribution Gausso-logarithmique  
cahiers O.R.S.T.O.M, série hydrologique,  
volume XII, n°2
- brunet - Moret (y) (1979) : homogénéisation des Précipitations  
cahiers O.R.S.T.O.M, série hydrologique,  
volume n°XVI, n°3 et 4
- Gasenave et all (1981) : Simulation de pluie sur bassins  
versants représentatifs.  
cahiers O.R.S.T.O.M, série hydrologique,  
volume XIX, n°4
- Dubreuil (P) 1974 : Initiation à l'analyse hydrologique  
Masson et Cie, Editeurs, 216 pages.

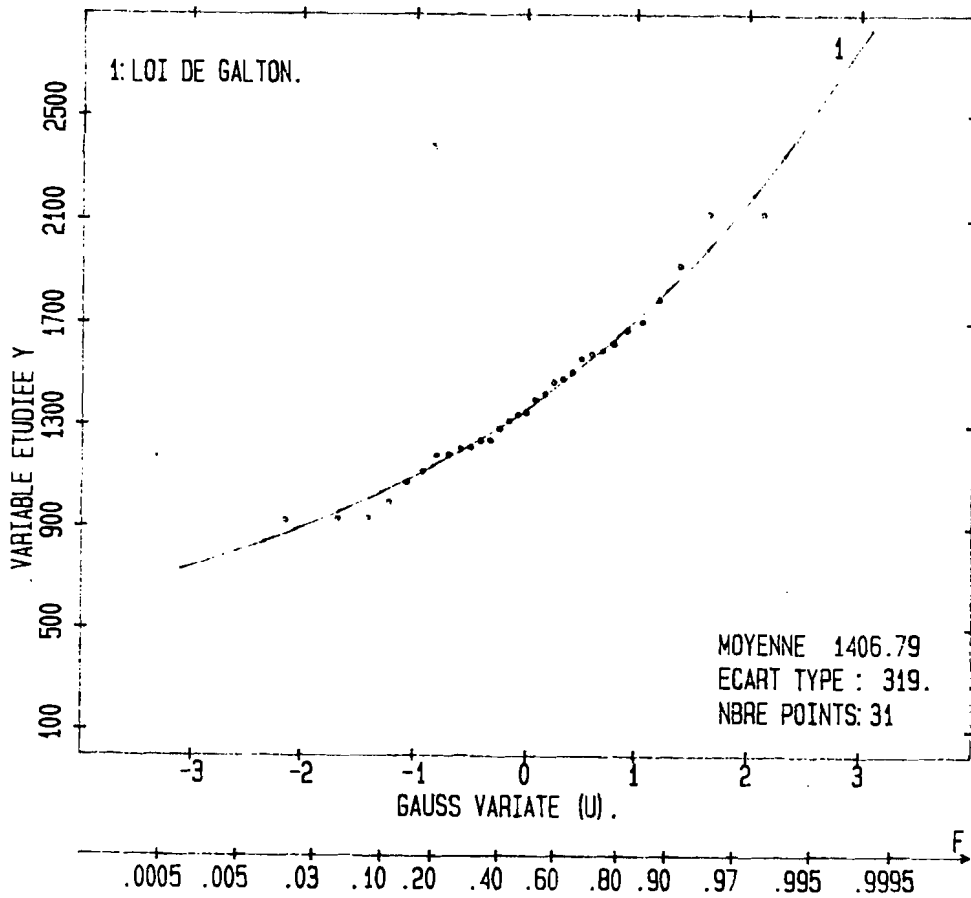
## **ANNEXE 5**



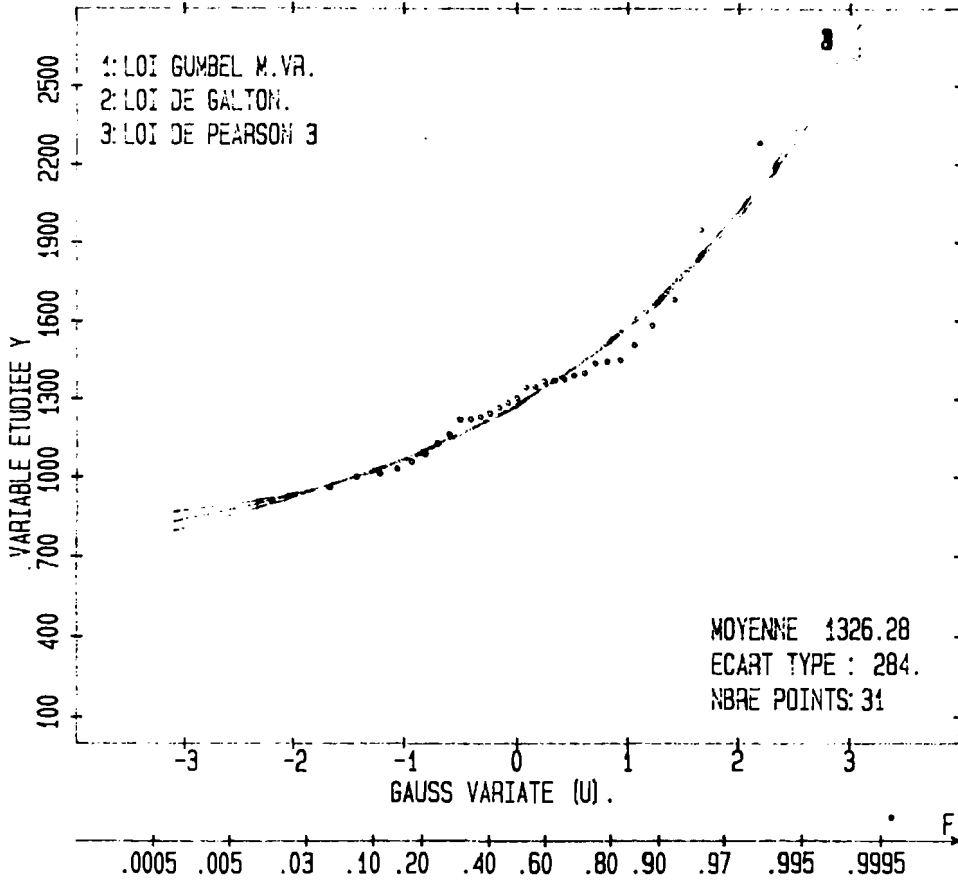
KIDIRA PLUIES ANNUELLES



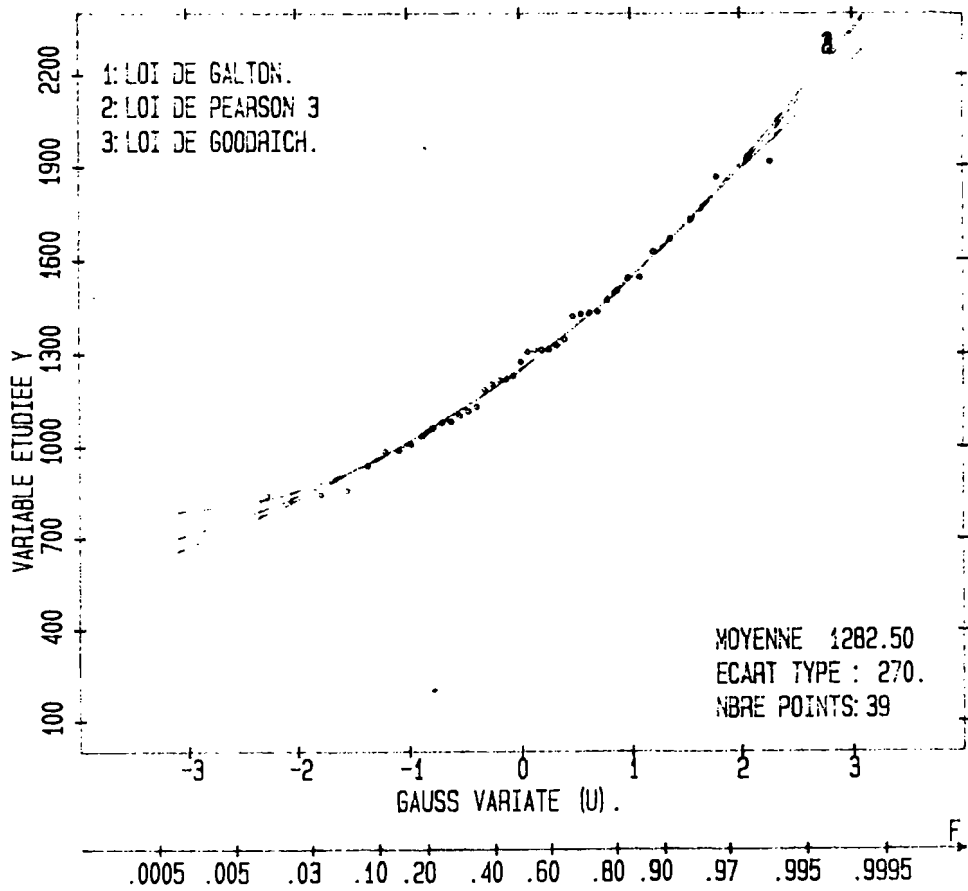
FALEA PLUIES ANNUELLES



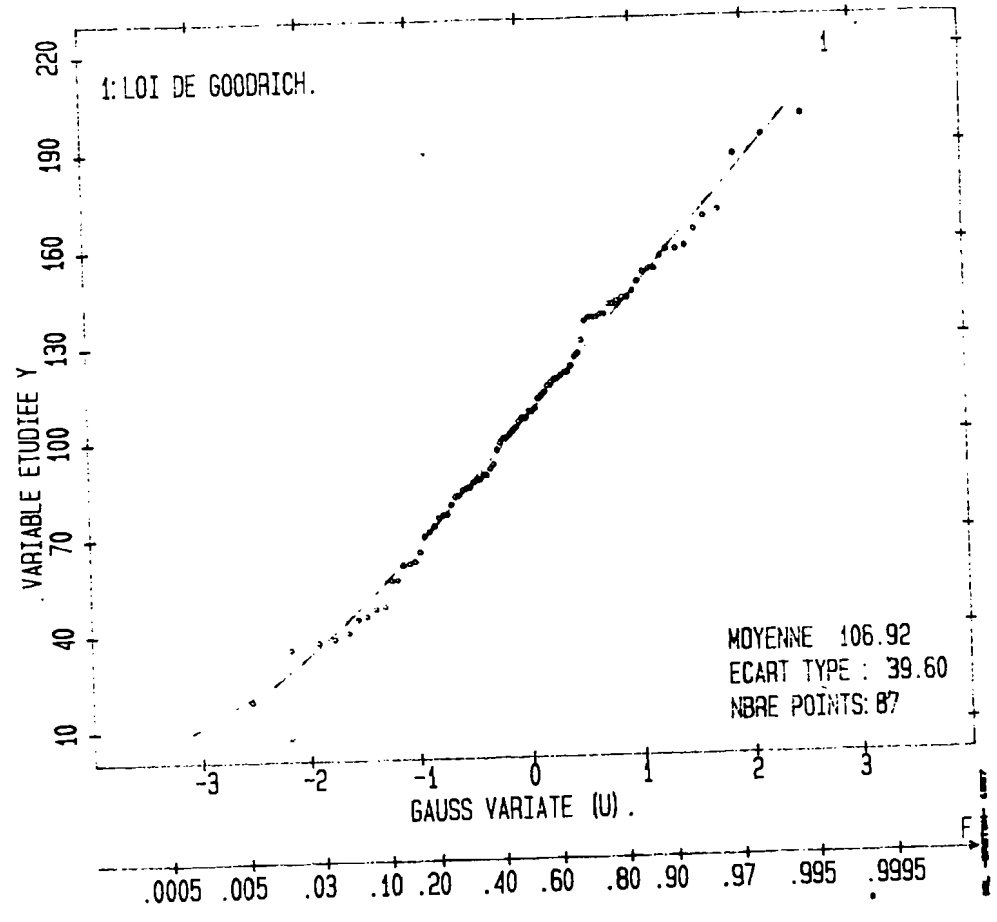
GUENE-GORE Px ANNUELLES



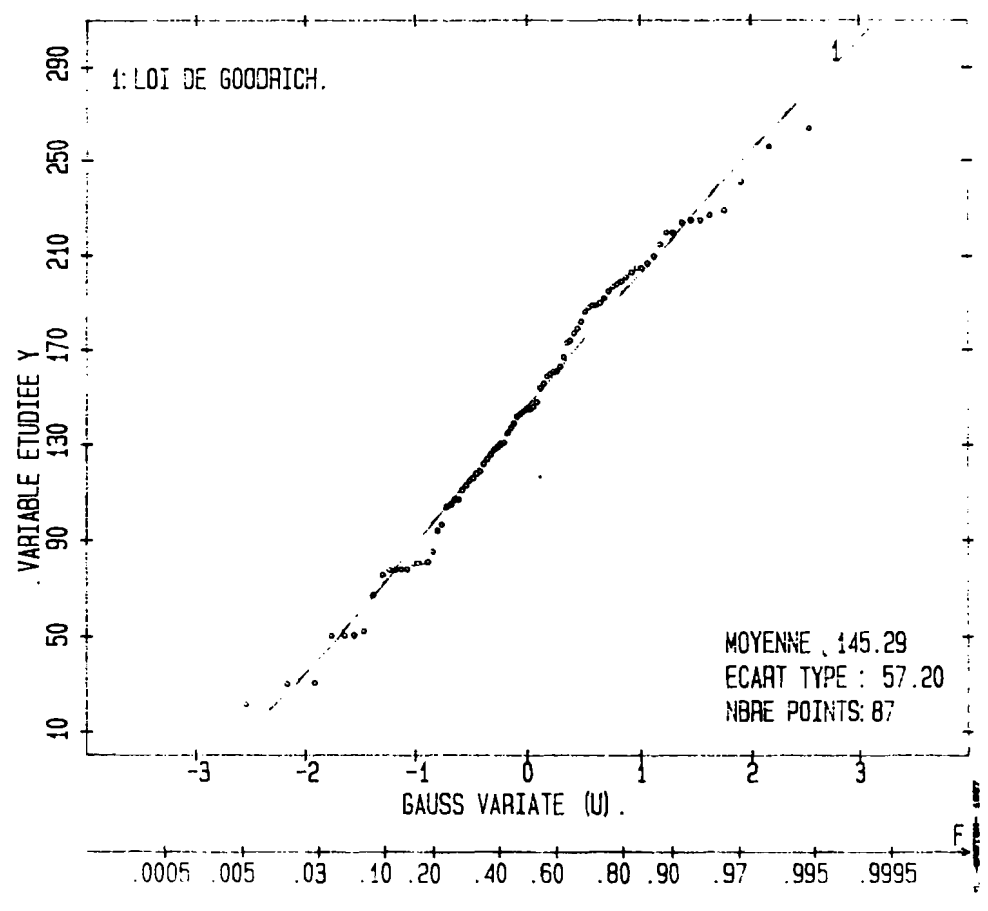
KENIEBA PLUIES ANNUELLES



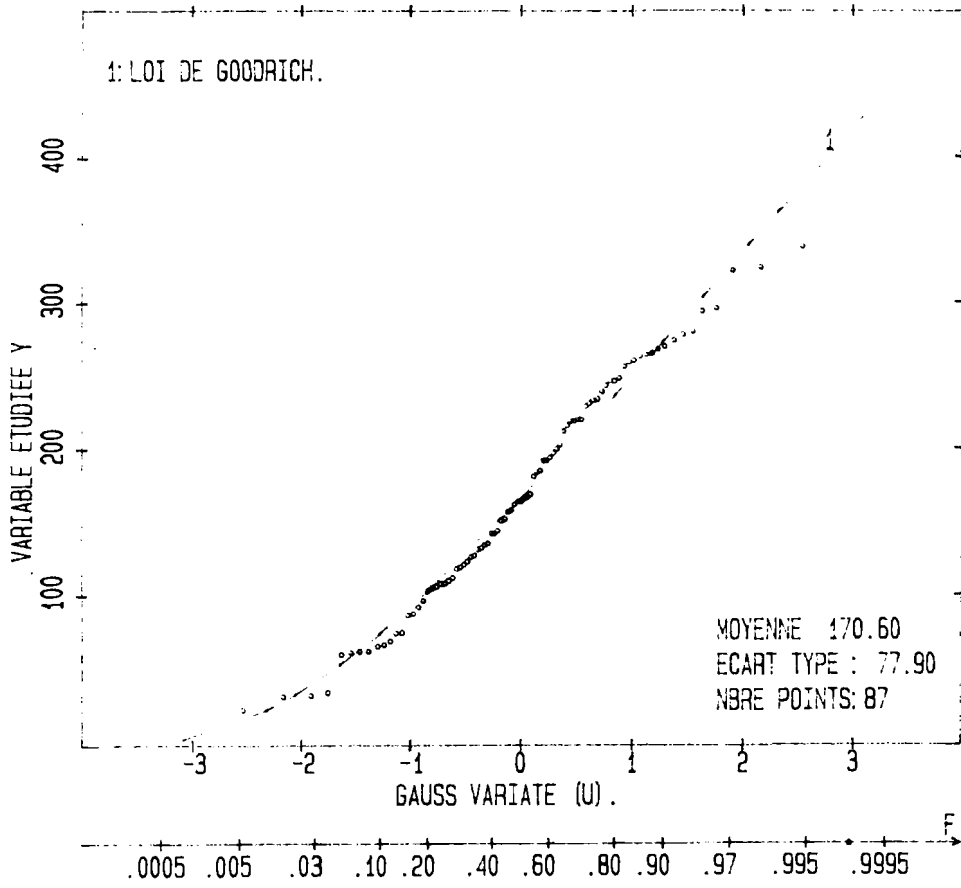
FADUGOU DEBITS ANNUELS



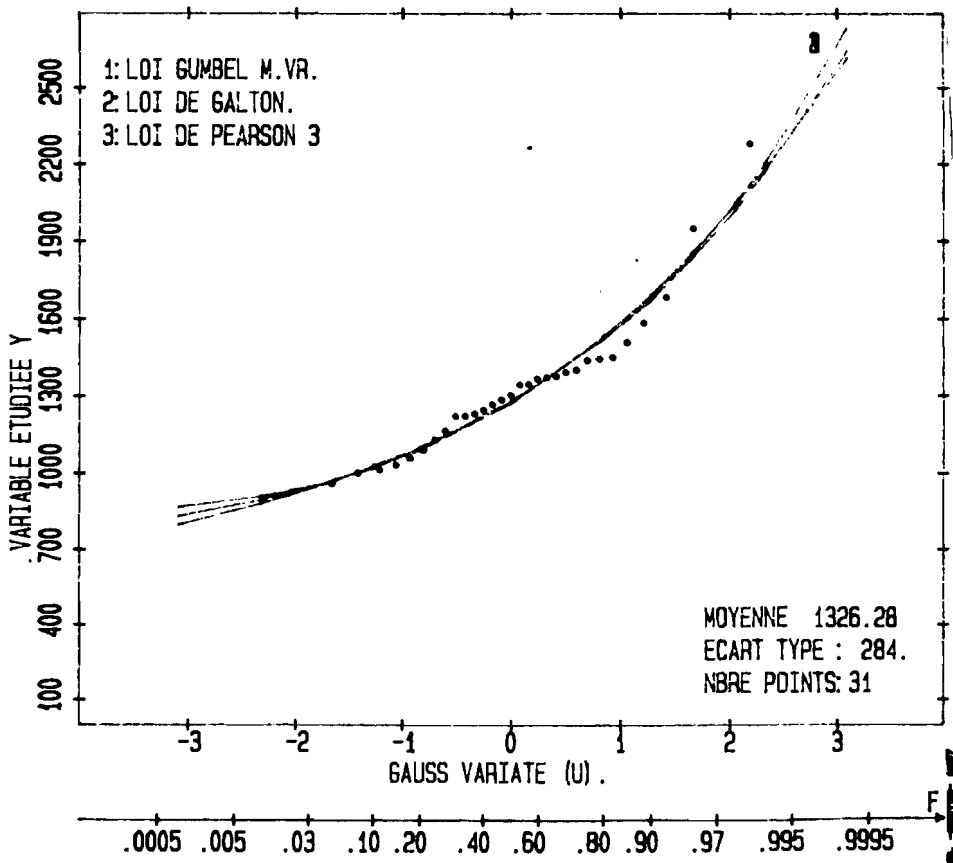
GOURBASSI DEBITS ANNUELS



KIDIRA DEBITS ANNUELS



GUENE-GORE Px ANNUELLES



## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I LES LOIS STATISTIQUES APPLIQUEES EN HYDROLOGIE.....	2
I.1 Les tests d'ajustements classiques.....	2
I.2 Les tests d'ajustements de Brunet Moret.....	3
I.2.1 La loi de distribution normale ou de Gauss.....	4
I.2.2 La loi de distribution de Gumbel.....	4
I.2.3 La loi de distribution gaussio logarithmique.....	5
I.2.4 La loi de distribution exponentielle généralisée...6	
CHAPITRE II APPLICATION DES TESTS D'AJUSTEMENTS AUX DONNEES DU BASSIN VERSANT DE LA FALEME.....	8
I Présentation et critique des données du bassin.....	8
I.1 Présentation des données pluviométriques et hydrométriques.....	9
I.2 Critique statistique des données à l'étude.....	11
I.2.1 L'indice du vecteur régional.....	11
I.2.2 La corrélation linéaire.....	12
II TESTS D'AJUSTEMENT DES DONNEES.....	16
II.1 L'ajustement des données pluviométriques.....	16
II.2 L'ajustement des données hydrométriques.....	18
CONCLUSION GENERALE.....	20
BIBLIOGRAPHIE.....	21
ANNEXES.....	22

## AVANT PROPOS

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'un perfectionnement aux méthodes informatiques utilisées en géographie. C'est en Avril 1992, que nous l'avons entrepris à l'O.R.S.T.O.M de HANN, sous la direction de Mr JEAN ALBERGEL, chef du département Hydrologie. Intervenant au Sénégal depuis 1949, l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), dont les travaux à l'origine étaient orientés vers l'inventaire des ressources du milieu sahélien, compte aujourd'hui 5 départements scientifiques :

- Terre, Océan, Atmosphère
- Eaux continentales
- Milieux et Activités Agricoles
- Santé
- Société, Urbanisme, Développement.

Notre thème de stage s'inscrit dans le second volet et est axé sur l'utilisation et l'application des lois statistiques. Ainsi, durant trois semaines, nous avons été initiés à la maîtrise de certains logiciels informatiques (Dixlois, Excel, pluviom) en plus de ceux déjà connus (STATITCF, GBX) et à dégager leur apport dans le traitement des données pluviométriques et hydrométriques. Au prix d'une documentation fournie, nous avons saisi l'importance des lois statistiques pour définir les grandes tendances de la pluviométrie et de l'écoulement dans le bassin versant.

Toutefois, ce travail ne saurait se mener à terme sans le concours constant du personnel de l'O.R.S.T.O.M.

Nos remerciements vont donc à Mr J. Albergel qui nous a accueilli et suivi durant tout notre stage. Les discussions que nous avons eues avec lui et ses conseils nous ont été d'un apport inestimable.

Nous avons trouvé en Mr Yannick PEPIN un informaticien qui ne s'est jamais ménagé au moment où des difficultés techniques se présentaient à nous.

Messieurs Seck Fulgence du C.R.D.O. et Gueye Pape du service de photoreproduction nous ont rendu d'éminents services.

Enfin, que Mrs Mamadou Sall et Sow Amadou Abdoul du département de Géographie qui se sont toujours souciés de ma bonne formation en géographie reçoivent ici ma reconnaissance la plus profonde.