



SEUIL DE DJENNÉ

—
ETUDES

HYDROLOGIE

HYDRAULIQUE

J. P. LAMAGAT

NOVEMBRE 1986

INTRODUCTION

Le présent rapport correspond à la mise à jour des données de base édité en décembre 1983 "PROJET D'AMENAGEMENT DU SEUIL DE DJENNE - Etudes Hydrologiques et Hydrauliques".

Les points préoccupants pour la Direction Nationale du Génie Rural ont été introduits, soit dans le texte, soit en annexe. Une note préliminaire les examine point par point dans ce qui suit.

Jean - Pierre LAMAGAT
Novembre 1986

AVANT PROPOS

1. Données hydrométriques

Les données utilisées sont celles de la banque en possession du Service Hydrologique de l'ORSTOM. Elles sont constituées par les saisies du contenu des originaux des observations.

Une analyse de ces données a été effectuée sur écran graphique afin d'éliminer les observations de qualités douteuses dues aux Observateurs peu consciencieux.

Les mesures de débits utilisées totalement ne donnent pas lieu à des critiques notaires, les courbes de tarages et les tableaux correspondants sont situés en annexe.

2. Ajustements graphiques

L'étude statistique des HMD a été effectuée à partir de DOUNA et MOPTI. Les modèles de propagation ont permis de transférer à BENENI KEGNY et SDFARRA les matrices 36*9 des HMD en fonction de la fréquence au dépassement. Les ajustements des décades correspondant au remplissage ont été rajoutés au texte.

Les troncatures ont été choisies d'après la représentation sur écran graphique de l'ordinateur, le test d'adéquation du χ^2 a été utilisé pour montrer la qualité des ajustements. A chaque essai, la probabilité de dépassement de la valeur du χ^2 calculée a été supérieure à 10%. Les ajustements sont donc très satisfaisants (en matière de test du χ^2 , il est admis par les Statisticiens et les Hydrologues que 5% est le minimum pour que le l'ajustement soit considéré comme satisfaisant).

3. Courbes de tarage

Les courbes de tarage sont présentées en annexe ainsi que les tableaux de traitements des mesures de débits et les analyses pour les cas de non bi-univocité.

Le passage du débit univoque au débit réel est fixé par deux paramètres, la hauteur et le gradient. Ce dernier peut-être évalué de diverses manières. Dans le cas présent il est estimé par:

$$G = (H_i - H_{i-1}) / (JDi - JDi-1)$$

G en cm/j.

H_i = hauteur de la decade i - H_{i-1} = hauteur de la decade précédente.

JDi = n° du jour central de la decade.

JDi-1 = n° " " " " " précédente.

4. Modèle de propagation

Il est tiré de la note :

"MODELE DE PROPAGATION DES CRUES DU FLEUVE NIGER"

Des essais d'applications sont présentés dans le texte. En particulier la crue 1984 qui ne fait pas partie de la période utilisée pour l'ajustement du modèle. Il est aisé de constater que les résultats obtenus sont particulièrement précis.

5. QMD de BENENI KEGNY

Le tableau des QMD a été revu. Il y a eu une erreur au niveau du coefficient de correction de gradient.

6. CRUE de PROJET

Elle est présentée dans le cas le plus pessimiste, l'amortissement étant supprimé dans le bief BENENI KEGNY - SEUIL. La crue réelle subira un amortissement, peut-être faible après endiguement, mais elle sera dans tous les cas légèrement amortie, ne serait-ce que par le volume du bief endigué.

7. Comparaison des HMD 1981 et 1983

En 1981 l'étude a été réalisée "à la main", il n'y a pas eu la possibilité d'ajuster des lois type Distribution Exponentielle Généralisée. Les ajustements étaient effectués graphiquement par "lissage" des courbes. Cette méthode, qui n'a plus cours à l'heure actuelle, était la seule opérationnelle en l'absence d'un gros ordinateur. Les résultats obtenus de cette façon tiennent trop compte des valeurs extrêmes et peu des valeurs centrales qui ont, en fait, le même poids.

8. Points VIII

Les deux points mis en cause n'ont pas lieu d'être, les courbes de remplissage ont été fournies en leur temps par la Direction du GR, de même que les niveaux de remplissage. Ces valeurs faisaient partie des contraintes imposées (voir Conseiller Technique de l'époque).

1. METHODOLOGIE

La méthodologie utilisée dans la précédente étude des HMD du DELTA CENTRAL DU NIGER a été revue entièrement. Les lois établies en vue de l'automatisation du traitement statistique sont opérationnelles.

Ce traitement permet d'obtenir l'homogénéité des résultats basés sur l'application de la DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE (GOODRICH - JENKINSON).

1.1. Analyse des paramètres

La morphologie du DELTA CENTRAL DU NIGER induit 2 régimes d'écoulements dont les paramètres hydrauliques sont sensiblement différents :

- Les crues faibles restent dans le lit mineur du fleuve et ne subissent pratiquement pas d'amortissement.
- Lorsque la fréquence au dépassement atteint .4, le plan d'eau dépasse le bourrelet de berge et il y a alors inondation dans les plaines. On assiste aux captures des points bas (mares, lac et émissaires, etc...), les pertes deviennent très importantes.
- L'analyse des Hauteurs Maximales classées montre que le seuil de dépassement du bourrelet est circonscrit à une fréquence de l'ordre de .4. Ceci s'explique physiquement par l'apparition rapide d'écoulements en nappes dans les plaines d'inondation.
- L'effet d'amortissement sur les modules (pertes par évaporation et infiltration, captures) est sensible à partir du seuil correspondant à une fréquence plus faible (.25). On peut expliquer ce phénomène par la durée du dépassement du bourrelet dont la période de retour est elle-même différente de celle du Hmax. Ceci induit une fréquence plus élevée pour les modules, ainsi que pour les Qmax.
- La solution préconisée pour le traitement automatique des échantillons de HMD est l'utilisation de 2 lois tronquées en fréquence, avec troncature commune, supérieure pour les valeurs faibles et inférieure pour les fortes.

1.2. Lois statistiques

On distingue deux cas:

- Borne inférieure : paramètre d'échelle $s > 0$

$$\text{fonction de répartition : } g(x) = e^{-(x-x_0)/s} \quad (1)$$

- Borne supérieure : paramètre d'échelle $s < 0$

$$\text{fonction de répartition : } g(x) = 1 - e^{-(x_0-x)/s} \quad (2)$$

La variable réduite u est:

$$u = (x - x_0)/s$$

Signification des paramètres :

x_0 = paramètre de position
 s = " d'échelle
 d = " de forme

s a les mêmes dimensions que x et x_0 .

1.2.1. Loïs tronquées

Dans le cas du DELTA du NIGER où les échantillons de hauteurs correspondent à 2 systèmes de transit de la crue, il a paru utile d'orienter les analyses dans le sens de 2 ajustements, en prenant comme paramètre de position la valeur de la variable qui correspond aux fréquences de troncatures déterminées graphiquement comme indiqué au § précédent.

1.2.1.1. Expressions de la loi

Elle s'écrit dans les 2 cas de la même manière :

$$F(x) = F_0 + (F_1 - F_0) * g(x) \quad (3)$$

1.2.1.2. Borne inférieure

$F_0 = 0$ et $g(x) = e^{-(x-x_0)^{1/d}}$ $F_1 =$ borne inf.

$$F(x) = F_1 * e^{-(x-x_0)^{1/d}} \quad (4)$$

La fonction s'écrit :

$$x = x_0 + s * (\ln(F_1/F))^{1/d} \quad (5)$$

1.2.1.3. Borne supérieure

$F_1 = 1$ $F_0 =$ borne sup.

$$F(x) = F_0 + (1 - F_0) * (1 - e^{-(x-x_0)^{1/d}}) \quad (6)$$

Fonction inverse :

$$x = x_0 + s * (\ln((1-F_0)/(1-F)))^{1/d} \quad (7)$$

1.2.1.4. Calcul des paramètres

Le paramètre de position est connu ainsi que la fréquence de troncature. Le signe du paramètre d'échelle est imposé à priori suivant la borne.

La méthode la plus simple consiste à passer par les moments non-centrés pour l'évaluation des paramètres des lois.

Posons :

$R_1 = (1/N) * \sum (x_i - x_0) = s * \Gamma(d+1) = S_1$ ceci sachant que le moment non-centré de la variable réduite (ordre i) est :

$$m_i = \Gamma(i*d+1) \text{ de même :}$$

$$R_2 = \sum (x_i - x_0)^2 / \sum (x_i - x_0) = s * \Gamma(2*d+1) / \Gamma(d+1) = S_2 / S_1$$

S_1 et S_2 étant les 2 premiers moments.

R1 et R2 étant connu, l'équation (1) peut se résoudre, soit par approximations successives, soit en utilisant des tables qui donnent la valeur du rapport R1/R2 en fonction de d :

$$R2/R1 = \Gamma(2*d+1) / (\Gamma(d+1))^2 \quad (8)$$

s est alors calculé par :

$$s = R1/\Gamma(d+1) \quad (9)$$

En calcul automatique la fonction Γ est présente en bibliothèque, le rapport R2/R1 étant connu, un calcul itératif donne d à partir de l'équation (8).

1.2.1.5. Efficacité des lois

Elle a été étudiée par Y. BRUNET-MORET qui est arrivé à la conclusion suivante :

- "Au point de vue efficacité, la méthode des moments pour déterminer les paramètres d'échelle et de forme (le par. de position étant connu) est acceptable lorsque la valeur du paramètre de forme de la population mère est de l'ordre de .5, médiocre si cette valeur est inférieure à .05 ou supérieure à 1."

Le tableau n°1 fourni en annexe permet de calculer les valeurs du paramètre de forme pour les valeurs du rapport R2/R1 comprises entre 1 et 2. Ce qui correspond à un intervalle de variation de d compris entre 0 et 1.

La figure n°1 représente l'efficacité relative de la méthode des moments non-centrés en fonction de d.

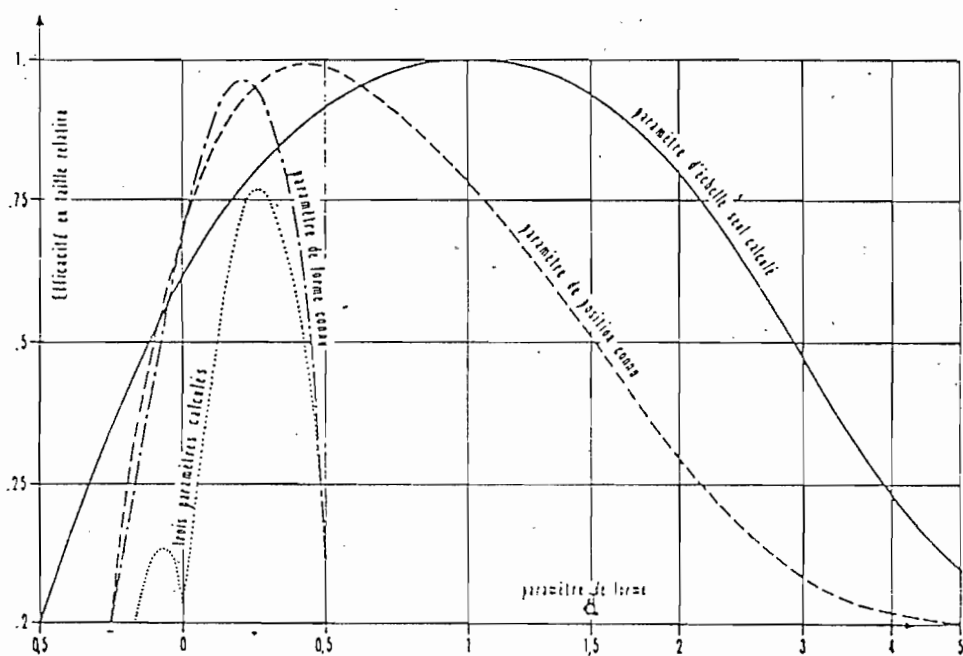
Dans la première colonne du tableau n°1 se trouvent les valeurs de d, dans la deuxième celles de $\Gamma(d+1)$ et dans la troisième celle du rapport R2/R1.

DELTA	4	5	DELTA	4	5	DELTA	4	5
0.0	1.00000	1.00000	0.25	0.70640	1.07870	0.50	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00201	.00478	DIF	.00036	.00992
0.01	0.99999	1.00000	0.26	0.70640	1.07870	0.51	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00199	.00478	DIF	.00036	.00992
0.02	0.99998	1.00000	0.27	0.70640	1.07870	0.52	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00198	.00478	DIF	.00036	.00992
0.03	0.99997	1.00000	0.28	0.70640	1.07870	0.53	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00197	.00478	DIF	.00036	.00992
0.04	0.99996	1.00000	0.29	0.70640	1.07870	0.54	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00196	.00478	DIF	.00036	.00992
0.05	0.99995	1.00000	0.30	0.70640	1.07870	0.55	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00195	.00478	DIF	.00036	.00992
0.06	0.99994	1.00000	0.31	0.70640	1.07870	0.56	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00194	.00478	DIF	.00036	.00992
0.07	0.99993	1.00000	0.32	0.70640	1.07870	0.57	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00193	.00478	DIF	.00036	.00992
0.08	0.99992	1.00000	0.33	0.70640	1.07870	0.58	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00192	.00478	DIF	.00036	.00992
0.09	0.99991	1.00000	0.34	0.70640	1.07870	0.59	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00191	.00478	DIF	.00036	.00992
0.10	0.99990	1.00000	0.35	0.70640	1.07870	0.60	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00190	.00478	DIF	.00036	.00992
0.11	0.99989	1.00000	0.36	0.70640	1.07870	0.61	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00189	.00478	DIF	.00036	.00992
0.12	0.99988	1.00000	0.37	0.70640	1.07870	0.62	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00188	.00478	DIF	.00036	.00992
0.13	0.99987	1.00000	0.38	0.70640	1.07870	0.63	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00187	.00478	DIF	.00036	.00992
0.14	0.99986	1.00000	0.39	0.70640	1.07870	0.64	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00186	.00478	DIF	.00036	.00992
0.15	0.99985	1.00000	0.40	0.70640	1.07870	0.65	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00185	.00478	DIF	.00036	.00992
0.16	0.99984	1.00000	0.41	0.70640	1.07870	0.66	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00184	.00478	DIF	.00036	.00992
0.17	0.99983	1.00000	0.42	0.70640	1.07870	0.67	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00183	.00478	DIF	.00036	.00992
0.18	0.99982	1.00000	0.43	0.70640	1.07870	0.68	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00182	.00478	DIF	.00036	.00992
0.19	0.99981	1.00000	0.44	0.70640	1.07870	0.69	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00181	.00478	DIF	.00036	.00992
0.20	0.99980	1.00000	0.45	0.70640	1.07870	0.70	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00180	.00478	DIF	.00036	.00992
0.21	0.99979	1.00000	0.46	0.70640	1.07870	0.71	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00179	.00478	DIF	.00036	.00992
0.22	0.99978	1.00000	0.47	0.70640	1.07870	0.72	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00178	.00478	DIF	.00036	.00992
0.23	0.99977	1.00000	0.48	0.70640	1.07870	0.73	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00177	.00478	DIF	.00036	.00992
0.24	0.99976	1.00000	0.49	0.70640	1.07870	0.74	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00176	.00478	DIF	.00036	.00992
0.25	0.99975	1.00000	0.50	0.70640	1.07870	0.75	0.80623	1.27324
DIF	.00000	.00000	DIF	.00175	.00478	DIF	.00036	.00992

TABLEAU n° 1

DELTA	4	5	DELTA	4	5
0.75	0.91906	1.57379	1.00	1.00000	2.00000
DIF	.00231	.01444	DIF	.00427	.02013
0.76	0.92137	1.58821	1.01	1.00427	2.02013
DIF	.00235	.01466	DIF	.00435	.02039
0.77	0.92376	1.60287	1.02	1.00862	2.04052
DIF	.00244	.01488	DIF	.00444	.02065
0.78	0.92622	1.61772	1.01	1.01306	2.06117
DIF	.00254	.01509	DIF	.00452	.02092
0.79	0.92877	1.63277	1.04	1.01758	2.08210
DIF	.00262	.01526	DIF	.00460	.02119
0.80	0.93134	1.64803	1.05	1.02218	2.10328
DIF	.00269	.01547	DIF	.00469	.02146
0.81	0.93402	1.66349	1.06	1.02687	2.12475
DIF	.00277	.01568	DIF	.00477	.02174
0.82	0.93681	1.67917	1.07	1.03164	2.14649
DIF	.00285	.01589	DIF	.00486	.02202
0.83	0.93969	1.69506	1.08	1.03650	2.16851
DIF	.00292	.01610	DIF	.00495	.02230
0.84	0.94261	1.71116	1.09	1.04145	2.19081
DIF	.00300	.01632	DIF	.00504	.02259
0.85	0.94561	1.72749	1.10	1.04648	2.21340
DIF	.00308	.01654	DIF	.00512	.02288
0.86	0.94869	1.74403	1.11	1.05161	2.23628
DIF	.00315	.01676	DIF	.00521	.02317
0.87	0.95184	1.76079	1.12	1.05682	2.25946
DIF	.00323	.01699	DIF	.00530	.02347
0.88	0.95507	1.77778	1.13	1.06212	2.28291
DIF	.00331	.01721	DIF	.00539	.02376
0.89	0.95838	1.79499	1.14	1.06751	2.30667
DIF	.00339	.01744	DIF	.00548	.02407
0.90	0.96177	1.81243	1.15	1.07300	2.33074
DIF	.00346	.01767	DIF	.00558	.02437
0.91	0.96523	1.83011	1.16	1.07857	2.35512
DIF	.00354	.01791	DIF	.00567	.02469
0.92	0.96877	1.84801	1.17	1.08424	2.37980
DIF	.00362	.01814	DIF	.00576	.02499
0.93	0.97239	1.86614	1.18	1.09000	2.40480
DIF	.00370	.01838	DIF	.00585	.02532
0.94	0.97610	1.88454	1.19	1.09585	2.43011
DIF	.00378	.01862	DIF	.00594	.02564
0.95	0.97988	1.90316	1.20	1.10180	2.45575
DIF	.00386	.01887	DIF	.00604	.02596
0.96	0.98374	1.92203	1.21	1.10785	2.48171
DIF	.00394	.01912	DIF	.00614	.02629
0.97	0.98768	1.94115	1.22	1.11399	2.50801
DIF	.00402	.01936	DIF	.00624	.02662
0.98	0.99171	1.96051	1.23	1.12023	2.53463
DIF	.00410	.01962	DIF	.00634	.02696
0.99	0.99581	1.98013	1.24	1.12657	2.56159
DIF	.00419	.01987	DIF	.00644	.02731
1.00	1.00000	2.00000	1.25	1.13300	2.58897

FIGURE n° 1



2. HAUTEURS MOYENNES DECADAIRES CALCULEES

Dans ce qui suit est présenté un exemple d'analyse. La décade retenue est la 2ème décade d'août (n°23 ou 8.3).

Le tableau n°2 contient les HMD observées à DOUNA, dans le tableau suivant (n°3) se trouvent ses HMD classées en ordre décroissant.

2.1. Analyse des HMD d'une décade

Le tableau n°4 présente les résultats de l'analyse automatique. On y trouve les HMD classées en ordre décroissant et leurs fréquences correspondantes.

En analyse automatique le programme réalisé par le micro-ordinateur figure les HMD classées en abscisses graduées en variables réduites de GAUSS. Les valeurs H_0 et F_0 inscrites dans le tableau sont entrées au clavier et le calcul des paramètres se fait automatiquement. Les lois de GAUSS et GAMMA se trouvant dans la bibliothèque du micro.

Les valeurs des paramètres H_0 , F_0 , D_1 , S_1 , D_2 , S_2 sont emmagasinées en mémoire sous forme d'un fichier à 36*6 dim. dans le cas d'une seule troncature. Dans certains cas il est nécessaire de calculer un nouvel ajustement en introduisant une nouvelle troncature appelée "basse" qui correspond à un phénomène physique identifiable dans presque tous les cas.

Dans le tableau n°5 sont reportées les valeurs des paramètres, 6 colonnes s'il n'y a qu'une seule troncature et 12 s'il y en a 2. Les valeurs de la ligne correspondante sont égales à 0 des colonnes 7 à la 12. Pour DOUNA 18 décades présentent le cas de double troncature.

La figure n°2 présente l'ajustement de la loi sur l'échantillon de la décade 8.3. Cette loi, constituées de 2 lois tronquées, est définie par les paramètres du tableau n°4.

2.2. Tableau des valeurs des HMD en fonction de F

Le tableau n°6 contient l'application du tableau n°5. Les équations (5) et (7) donnent la valeur de H en fonction de F. Le calcul est effectué par l'ordinateur qui donne le tableau directement sur l'imprimante. Chaque colonne correspond à une décade, les paramètres des équations ci-dessus se trouvent dans la ligne dont le n° est celui de la décade dans le tableau n°5.

Dans le cas de 2 troncatures, les 6 premiers paramètres donnent les valeurs calculées $H(F_1)$, les 6 suivants donnent les valeurs de H pour F_2 . Entre F_1 et F_2 c'est la valeur moyenne donnée par les 2 séries de paramètres qui est choisie.

2.3. Extensions des HMD de DOUNA

La méthode ci-dessus a été appliquée à MOPTI, elle a conduit au tableau n°7.

Tableau n°3

STATION: DOUNA
 HAUTEURS MOYENNES DECADEAIRES CLASSEES
 (Cotes relatives en cas)

Zéro de l'Echelle = 270.712

RANG	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC																											
1	205	237	134	114	174	167	149	134	123	111	102	90	83	96	160	154	186	257	410	628	766	839	904	957	1046	1089	1063	978	916	801	724	587	474	399					
2	284	258	232	205	184	165	150	134	120	111	102	90	85	79	81	85	120	149	173	253	403	562	698	816	896	947	981	993	1017	974	815	706	590	495	402	326			
3	278	247	222	200	182	165	147	133	118	95	88	81	65	79	76	84	117	137	169	249	377	555	675	786	886	944	974	990	970	950	807	701	587	454	385	316			
4	268	241	220	198	176	163	146	127	108	91	80	79	75	78	73	81	99	130	168	240	352	504	670	779	858	933	972	979	968	890	804	688	562	445	372	311			
5	266	238	217	195	175	156	143	120	105	90	79	74	75	74	72	81	96	126	157	234	347	484	627	772	858	925	950	968	951	874	789	657	530	437	343	291			
6	256	233	213	191	173	154	136	118	102	89	76	72	75	74	70	74	92	107	156	227	326	483	622	755	855	924	946	954	931	856	785	636	524	431	341	284			
7	255	225	207	185	167	150	132	118	101	83	70	70	67	73	70	72	85	106	141	222	325	479	612	755	848	912	945	940	906	845	757	622	520	396	333	284			
8	245	223	189	165	146	147	129	116	98	77	69	68	67	72	68	68	83	102	132	218	321	465	606	747	844	889	940	933	897	841	737	620	475	392	325	280			
9	245	223	189	165	146	130	113	99	87	73	68	65	66	71	66	68	82	102	129	208	319	453	599	734	834	888	937	931	886	830	734	583	448	357	308	272			
10	233	209	187	164	142	126	111	96	84	73	67	64	66	67	65	67	82	88	128	189	302	449	598	724	824	887	897	903	868	822	719	574	442	355	304	269			
11	211	187	164	148	133	120	107	93	82	72	66	62	65	65	64	67	76	86	127	167	292	432	587	713	818	887	897	900	860	796	688	544	426	353	295	262			
12	211	184	164	147	131	118	106	92	82	70	65	61	65	65	61	66	73	84	112	166	291	425	521	693	817	884	895	892	856	789	687	536	414	335	288	243			
13	206	184	164	145	128	115	104	89	78	69	64	60	64	63	61	64	72	83	111	160	280	424	521	692	809	883	885	890	854	779	676	521	414	326	281	241			
14	204	182	164	144	127	112	98	88	78	69	62	59	62	61	58	63	71	83	110	153	279	420	520	689	801	877	885	890	851	778	666	521	405	326	280	239			
15	199	176	155	137	122	109	97	87	78	68	62	58	61	59	58	62	70	83	109	153	274	410	505	681	796	866	884	887	851	777	637	517	397	321	266	230			
16	197	176	153	136	122	109	97	83	77	66	59	57	59	59	57	62	64	82	108	148	270	405	501	677	792	858	884	880	850	757	634	475	365	318	260	228			
17	194	176	153	135	118	107	94	83	74	60	55	53	57	58	57	61	63	81	108	139	234	377	500	672	791	837	879	878	843	752	620	473	361	314	260	226			
18	192	172	152	134	118	106	92	79	69	58	51	50	53	51	57	60	63	81	105	138	233	356	496	648	786	822	875	871	841	750	576	465	378	311	260	225			
19	191	171	151	132	118	106	87	74	65	58	51	49	52	50	56	57	60	80	104	138	219	344	492	645	770	818	868	869	828	740	575	454	378	302	259	219			
20	189	168	150	127	115	105	86	73	65	57	51	49	49	47	51	56	60	86	103	135	214	335	492	632	766	805	851	858	824	733	574	450	377	299	254	217			
21	188	166	149	125	113	100	74	67	63	56	51	47	46	47	52	56	60	77	102	133	212	336	473	618	736	793	859	856	824	723	569	444	366	296	254	217			
22	187	163	140	121	101	93	69	58	59	55	49	43	46	47	47	51	59	75	102	130	212	327	472	616	721	789	850	856	824	712	559	438	354	295	250	214			
23	177	158	137	112	92	80	67	57	53	52	46	43	46	46	45	52	59	71	101	125	197	319	472	601	714	780	831	854	816	704	537	431	345	290	247	214			
24	162	143	130	105	88	80	57	53	51	45	40	43	45	45	43	51	58	71	99	124	179	315	470	587	705	779	824	849	802	660	534	395	335	281	235	211			
25	161	142	126	99	79	71	55	51	47	41	40	38	44	41	43	49	56	70	98	121	178	305	465	585	702	778	819	836	787	654	528	392	325	279	231	202			
26	152	135	116	96	71	65	54	47	44	37	34	37	43	41	42	46	56	69	98	112	171	296	445	581	699	774	813	833	772	606	479	389	317	269	228	184			
27	145	126	108	81	69	62	48	39	40	29	27	26	42	40	42	46	54	67	98	111	170	295	441	580	663	763	804	827	768	602	472	381	296	246	213	184			
28	140	120	106	81	63	55	42	37	32	29	26	24	39	39	41	44	54	65	97	108	163	295	438	578	657	759	785	799	764	596	462	375	294	245	208	183			
29	120	106	93	64	54	51	41	36	31	28	26	24	32	39	39	44	51	64	95	106	162	293	428	572	649	756	771	787	741	590	449	343	271	236	207	178			
30	119	105	92	62	53	47	41	34	31	27	25	23	31	38	39	43	51	62	89	105	159	292	412	566	647	727	768	727	719	554	434	319	268	223	195	165			
31	108	92	73	57	52	47	40	34	30	26	21	22	27	38	39	40	48	62	88	104	152	275	404	547	635	717	737	706	644	531	389	313	259	217	187	163			
32	99	82	70	57	50	45	40	34	30	26	20	20	26	29	36	40	46	57	83	101	151	272	393	539	634	696	716	700	638	520	381	286	246	207	183	161			
33	98	77	65	54	50	45	32	28	29	22	20	19	25	28	31	39	45	57	80	96	143	242	389	529	633	695	711	686	630	492	369	278	239	199	169	140			
34	89	75	65	48	46	45	27	23	23	21	19	17	24	27	29	37	40	56	78	94	138	228	369	518	628	688	697	671	600	460	334	251	229	197	155	139			
35	87	73	60	46	42	37	21	19	19	16	14	13	19	24	23	28	30	40	55	76	90	134	228	368	514	620	628	678	662	556	436	322	248	220	182	155	127		
36	86	73	60	40	36	31	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
37	72	63	54	41	34	31	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
38	60	52	46	31	24	21	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
39	51	44	38	24	18	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
40	42	35	30	18	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
41	33	27	22	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
42	24	19	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
43	15	11	8	14	14	14	1																																

Tableau n°4.1

STATION: MOPTI SUR LE FLEUVE BANI
 HAUTEURS MOYENNES DE LA DECADE 23
 TAILLE DE L'ECHANTILLON : 47

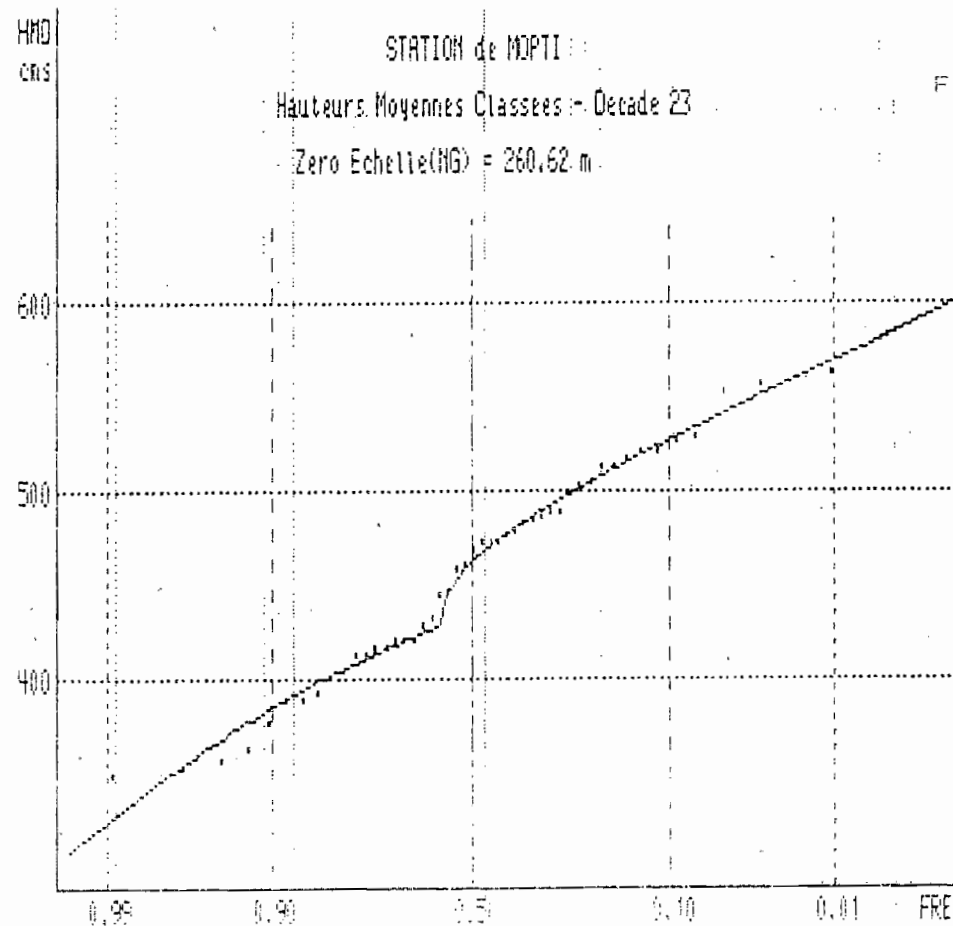
1	0.011	561	2	0.032	555	3	0.053	552	4	0.074	528	5	0.096	526	6	0.117	520	7	0.138	520	8	0.160	516	9	0.181	512	10	0.202	511
11	0.223	503	12	0.245	501	13	0.266	497	14	0.287	487	15	0.309	487	16	0.330	486	17	0.351	484	18	0.372	486	19	0.393	478	20	0.414	479
21	0.436	472	22	0.457	472	23	0.478	471	24	0.500	467	25	0.521	459	26	0.543	456	27	0.564	446	28	0.585	443	29	0.606	436	30	0.628	429
31	0.649	417	32	0.670	419	33	0.691	416	34	0.713	416	35	0.734	415	36	0.755	411	37	0.777	411	38	0.798	403	39	0.819	394	40	0.840	392
41	0.862	387	42	0.883	387	43	0.904	375	44	0.926	362	45	0.947	356	46	0.968	351	47	0.989	341									

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) Borne inferieure - (2) Borne superieure

h1= 125 f1= .58 d1= .4290331939731 s1= 76.96597522452

h2= .9022591808541 s2= -31.74712660973



STATION: OOUNA SUR LE FLEUVE BANI

HAUTEURS MOYENNES DE LA DECADE 22

TAILLE DE L'ECHANTILLON : 46

Tableau n°4.2

1	0.011	818	2	0.033	562	3	0.054	555	4	0.076	504	5	0.098	484	6	0.120	483	7	0.141	479	8	0.163	465	9	0.185	453	10	0.207	449
11	0.228	432	12	0.250	425	13	0.272	424	14	0.293	426	15	0.315	410	16	0.337	405	17	0.359	377	18	0.380	356	19	0.402	344	20	0.424	335
21	0.446	339	22	0.467	327	23	0.489	319	24	0.511	315	25	0.533	305	26	0.554	296	27	0.576	295	28	0.598	295	29	0.620	293	30	0.641	292
31	0.663	275	32	0.685	272	33	0.707	242	34	0.728	228	35	0.750	238	36	0.772	226	37	0.793	219	38	0.815	208	39	0.837	204	40	0.859	189
41	0.881	193	42	0.902	172	43	0.924	177	44	0.946	166	45	0.967	147	46	0.989	141												

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE LES TROUVEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) borne inferieure - (2) borne superieure

H= 365 K= 75 S1= 16895127655941 S2= 97.95536589518

W= 117542912903 S2= -142.6593548923

DISTRIBUTION EXPONENIELLE GENERALISEE LES TROUVEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) borne inferieure - (2) borne superieure

H= 212 K= 18 S1= 164185272811 S2= 177.5878860056

W= 162991674175 S2= -39.81050358175

Figure n°2.2

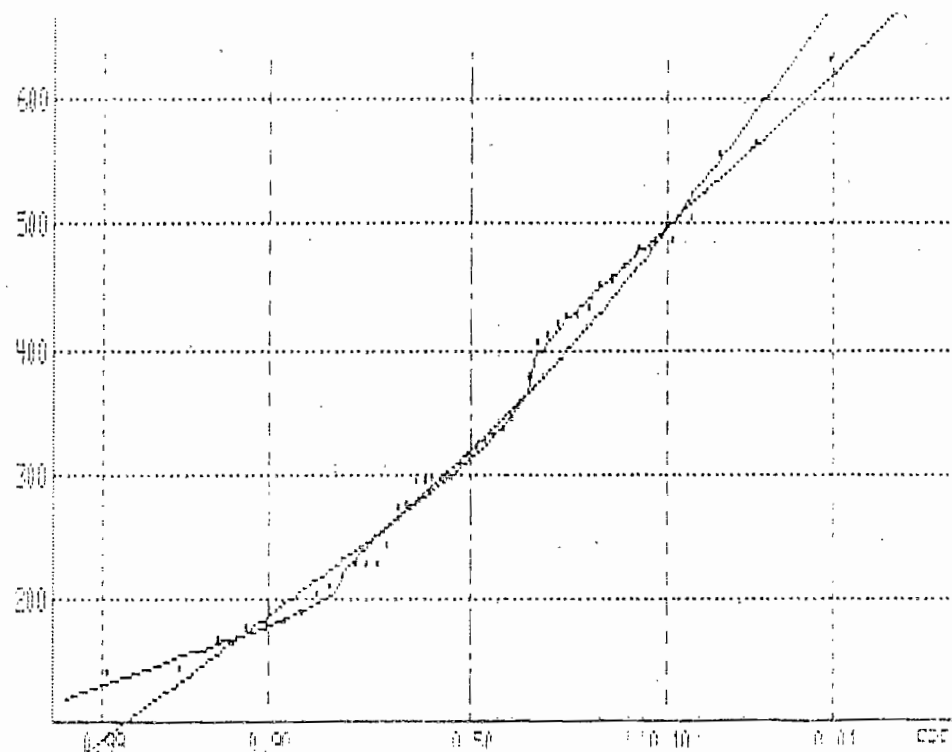


Tableau n°5

PARAMETRES DES LOIS TRONQUEES AJUSTEES AUX ECHANTILLONS DES HAUTEURS

DECADAIRES DE LA STATION DE DOUNA

N	H1	F1	D1	S1	D2	S2	H2	F2	D1	S1	D2	S2
1	172.0	0.600	0.68014	59.346	0.52436	-66.307	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
2	187.0	0.270	0.25177	53.295	0.82417	-57.931	85.0	0.800	0.42741	110.778	0.73355	-14.097
3	170.0	0.270	0.34882	47.627	0.75786	-58.242	77.0	0.800	0.45293	97.242	0.51300	-17.347
4	150.0	0.290	0.36278	44.787	0.75445	-53.094	85.0	0.730	0.50899	75.170	0.48477	-29.356
5	152.0	0.230	0.34698	27.869	0.57834	-67.269	73.0	0.700	0.48075	71.496	0.50276	-22.265
6	82.0	0.650	0.58124	50.039	0.43932	-33.424	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
7	75.0	0.600	0.55399	47.386	0.51638	-29.247	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
8	81.0	0.500	0.76251	28.656	0.50690	-36.709	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
9	34.0	0.780	0.50103	52.004	0.67588	-6.232	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
10	49.0	0.650	0.70914	28.141	0.36456	-22.267	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
11	40.0	0.700	0.69916	27.442	0.25067	-17.944	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
12	38.0	0.700	0.64048	26.167	0.35918	-17.055	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
13	41.5	0.700	0.69134	21.787	0.39685	-17.965	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
14	48.5	0.500	0.63893	22.675	0.76947	-14.254	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
15	54.0	0.500	0.67025	13.250	0.56307	-18.586	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
16	57.0	0.500	0.75063	14.636	0.63508	-15.305	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
17	60.0	0.500	0.95934	26.218	0.93001	-10.552	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
18	80.0	0.500	0.90958	23.295	0.62026	-18.628	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
19	102.0	0.500	0.95902	28.877	0.79572	-19.188	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
20	185.0	0.230	0.43282	50.436	0.40398	-79.003	101.0	0.750	0.83701	64.641	0.53971	-23.773
21	219.0	0.430	0.58911	99.968	0.54208	-80.405	131.0	0.810	0.70823	125.948	0.47333	-33.875
22	385.0	0.350	0.68851	97.955	0.51735	-142.659	212.0	0.800	0.64808	177.588	0.62989	-39.811
23	320.0	0.850	0.61613	194.860	0.68849	-63.633	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
24	657.0	0.370	0.60231	89.288	0.72819	-162.461	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
25	717.5	0.500	0.45982	114.090	0.84381	-152.288	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
26	820.0	0.400	0.46051	85.310	0.89836	-170.216	660.0	0.770	0.44429	192.452	0.58007	-183.718
27	840.5	0.500	0.66899	81.631	0.82977	-204.812	580.0	0.850	0.37679	297.463	0.52661	-149.963
28	813.0	0.600	0.65486	101.101	0.62470	-258.955	540.0	0.850	0.37340	337.209	0.54703	-134.492
29	816.0	0.500	0.94207	71.975	0.67865	-268.627	470.0	0.850	0.38165	370.712	0.59527	-109.231
30	685.0	0.520	0.62992	140.493	0.57105	-248.712	388.0	0.850	0.46715	361.695	0.78615	-82.755
31	490.0	0.600	0.55886	210.039	0.63590	-164.327	352.0	0.780	0.52840	298.464	0.58403	-97.034
32	400.0	0.570	0.63680	177.292	0.68760	-124.242	265.0	0.800	0.56851	258.327	0.61018	-57.916
33	365.0	0.500	0.95798	100.188	0.54150	132.451	213.0	0.830	0.64731	199.368	0.54948	-47.129
34	295.5	0.500	0.96673	79.706	0.64814	-98.669	167.0	0.850	0.61905	166.964	0.52551	-37.023
35	229.0	0.600	0.82384	76.224	0.60442	-79.384	137.0	0.840	0.52046	148.624	0.64054	-27.224
36	188.0	0.600	0.66593	76.356	0.69413	-57.607	145.0	0.770	0.55106	105.474	0.58925	-40.276

PARAMETRES DES LOIS TRONQUEES AJUSTEES AUX ECHANTILLONS DES HAUTEURS

Tableau n°5bis

DECADAIRES DE LA STATION DE MOPTI

N	H1	F1	D1	S1	D2	S2	H2	F2	D1	S1	D2	S2
1	355.0	0.600	0.51538	144.751	0.53464	-82.689	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
2	313.0	0.600	0.64268	115.785	0.59552	-79.893	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
3	266.0	0.600	0.65775	101.633	0.59576	-68.327	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
4	187.0	0.750	0.60887	116.509	0.68824	-34.081	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
5	180.0	0.700	0.64204	93.770	0.52145	-39.821	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
6	168.0	0.650	0.64318	81.650	0.46894	-46.860	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
7	112.0	0.800	0.57356	96.744	0.46821	-19.760	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
8	117.0	0.750	0.74580	65.937	0.66405	-27.977	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
9	88.0	0.820	0.74522	63.936	0.31899	-22.318	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
10	76.0	0.800	0.71244	59.707	0.29766	-18.901	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
11	65.0	0.750	0.64474	61.000	0.45271	-14.515	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
12	56.0	0.750	0.65721	60.866	0.31078	-14.009	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
13	68.0	0.600	0.65411	47.425	0.49732	-24.928	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
14	53.0	0.700	0.71938	45.197	0.37341	-18.963	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
15	46.0	0.750	0.70784	53.800	0.57203	-16.055	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
16	63.0	0.650	0.75960	59.020	0.72323	-21.150	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
17	79.0	0.650	0.67995	74.859	0.83792	-26.234	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
18	125.0	0.600	0.64734	83.494	0.58867	-56.419	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
19	203.0	0.530	0.69567	64.497	0.59115	-75.768	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
20	266.0	0.400	0.63424	70.098	0.70200	-60.781	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
21	322.0	0.400	0.72866	62.588	0.80459	-57.992	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
22	405.0	0.400	0.66761	48.486	0.60277	-81.772	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
23	429.0	0.580	0.49477	72.365	0.79705	-49.517	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
24	490.0	0.650	0.55573	57.360	0.81354	-43.092	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
25	546.0	0.630	0.63386	42.354	0.58420	-42.985	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
26	584.0	0.600	0.61561	36.666	0.45329	-48.358	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
27	603.0	0.600	0.50348	42.484	0.49524	-43.336	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
28	675.0	0.150	0.94855	10.543	0.67192	-62.815	570.0	0.850	0.44992	81.193	0.46072	-14.356
29	633.0	0.620	0.51178	44.447	0.63774	-49.973	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
30	636.0	0.620	0.49004	51.893	0.81667	-56.858	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
31	667.0	0.420	0.46248	38.806	0.88524	-78.776	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
32	651.0	0.420	0.37036	54.547	0.88867	-92.265	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
33	636.0	0.430	0.45232	56.511	0.79886	-124.577	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
34	663.5	0.200	0.54829	31.670	0.75499	-165.406	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
35	540.0	0.520	0.59319	82.117	0.43286	-182.056	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
36	465.0	0.530	0.57764	105.388	0.36644	-149.686	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000

DOUNA
HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cms-hauteurs relatives)
Zero de l'echelle = 270.712m NG

Tableau n°6

F (dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUI			JLT			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	327	259	242	220	193	197	178	162	143	127	115	104	101	103	87	98	157	161	209	268	437	620	808	850	931	976	1044	1067	1076	1019	952	832	735	593	472	383
0.05	282	248	227	205	184	169	153	135	120	104	94	87	84	87	77	84	118	130	166	246	376	540	690	793	885	940	983	996	974	925	839	712	588	474	390	329
0.10	260	240	218	196	179	154	140	122	109	93	84	78	76	79	72	78	101	116	148	232	344	499	631	762	859	919	953	961	929	877	781	652	523	422	352	301
0.20	235	226	201	181	166	137	125	108	95	81	72	68	67	70	66	71	84	102	129	207	304	451	565	724	827	892	917	921	882	822	711	583	457	369	311	269
0.50	191	163	144	128	113	105	93	81	69	60	53	51	52	49	54	57	60	80	102	130	199	317	452	601	718	788	827	826	789	680	559	441	353	288	245	212
0.80	117	85	77	69	59	56	51	46	33	31	26	26	29	35	36	43	50	62	84	90	137	212	355	477	576	601	683	658	597	486	327	265	237	196	168	132
0.90	93	74	63	56	50	45	40	34	29	25	22	20	23	28	30	36	44	55	74	78	104	180	286	404	490	495	457	458	406	347	268	219	180	144	120	109
0.95	75	67	56	47	43	37	32	25	26	21	19	17	19	21	24	31	37	49	65	70	92	163	252	337	410	425	422	398	354	299	230	194	160	128	107	93
0.99	41	53	47	33	32	24	17	9	21	14	16	12	12	8	14	21	22	37	45	56	75	133	194	200	236	304	327	308	272	207	164	152	129	105	85	66

MOFTI
HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cms-hauteurs relatives)
Zero de l'echelle = 260.62m NG

Tableau n°7

F (dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUI			JLT			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	654	599	523	471	417	373	338	313	281	247	222	215	187	181	198	238	277	333	371	426	484	521	574	617	650	671	689	702	725	734	734	734	733	721	726	699
0.05	586	521	451	401	355	318	296	256	226	199	181	173	154	144	155	184	221	276	320	378	429	484	542	587	622	648	670	687	704	718	722	723	716	701	676	638
0.10	551	481	415	365	324	290	259	228	199	177	161	152	137	126	134	158	194	247	295	352	401	465	525	571	608	637	660	679	693	706	713	713	703	689	650	607
0.20	507	436	374	325	288	259	227	198	171	151	138	129	118	106	112	130	163	214	266	322	370	443	504	553	592	623	648	665	680	691	701	700	686	664	620	569
0.50	415	352	299	254	227	203	175	151	126	111	99	90	84	74	74	84	109	153	212	248	307	376	457	517	563	597	621	633	653	660	652	634	611	570	552	485
0.80	287	249	211	175	155	132	112	107	92	76	58	47	47	39	39	49	63	80	134	201	259	318	390	463	514	543	567	593	595	596	584	553	507	452	368	324
0.90	257	216	183	155	138	116	95	91	69	59	51	42	39	33	31	38	47	57	105	174	229	289	363	438	496	528	552	561	573	564	537	499	442	376	319	289
0.95	233	189	160	140	126	104	89	79	64	55	47	40	32	29	25	29	33	38	81	151	201	263	339	416	482	517	541	555	555	535	493	446	382	306	281	264
0.99	189	139	117	111	105	83	79	56	57	50	40	36	20	23	15	10	3	3	35	102	142	214	287	369	455	497	520	547	519	473	395	330	256	159	213	220

BENENI KEGNY
 HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cms-hauteurs relatives)
 zero de l'echelle = 265.89m NG

Tableau n°8

Fidep.:	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUI			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	344	278	246	222	206	205	193	175	156	138	126	115	109	109	99	102	149	168	196	254	399	555	672	768	798	831	850	862	869	870	869	857	783	675	531	421
0.05	301	257	231	206	195	182	166	148	132	115	104	96	92	93	87	89	116	134	165	228	350	498	614	701	762	811	837	853	860	859	842	790	658	530	428	353
0.10	279	245	221	207	192	170	153	135	120	104	93	86	83	85	81	83	101	119	147	212	322	465	579	669	747	799	828	845	851	844	815	726	591	468	382	320
0.20	252	227	203	192	179	154	136	120	106	91	81	76	74	75	74	76	87	103	128	185	284	423	532	632	726	781	816	832	836	820	763	655	516	405	333	283
0.50	197	179	157	140	125	115	104	92	79	69	61	58	57	55	58	62	65	60	102	130	190	298	424	549	651	713	752	780	779	736	619	495	388	309	257	217
0.80	124	102	86	77	68	63	59	53	43	37	33	31	33	39	41	46	54	65	84	95	131	194	325	452	550	597	638	668	632	542	376	284	243	213	184	150
0.90	102	87	73	64	58	53	48	42	36	31	28	26	27	31	34	40	47	57	74	84	103	170	265	382	478	503	500	482	435	373	289	229	196	162	135	119
0.95	89	76	66	56	50	45	40	33	31	28	25	23	23	26	29	34	41	51	66	75	92	154	233	323	403	434	437	418	377	319	245	210	178	145	120	104
0.99	66	55	55	43	38	32	25	16	21	21	20	18	17	14	17	24	27	37	48	59	75	125	187	207	229	291	328	319	285	221	180	164	144	119	98	78

SOFARA
 HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cms-hauteurs relatives)
 zero de l'echelle = 262.76m NG

Tableau n°9

Fidep.:	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUL			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	442	379	321	286	262	251	243	222	197	170	150	136	125	118	113	103	139	191	222	272	357	467	534	592	647	667	684	697	704	709	711	711	706	673	611	518
0.05	392	341	299	266	245	229	210	185	161	141	124	105	94	90	88	83	100	140	161	240	329	434	506	563	613	643	670	688	698	704	705	698	674	602	518	452
0.10	365	321	285	261	243	219	192	166	147	128	104	88	79	76	76	73	86	115	150	220	310	413	490	546	597	634	664	683	694	699	697	684	640	558	478	418
0.20	330	293	263	240	224	199	169	149	131	103	83	69	62	60	62	61	69	91	128	193	279	385	469	523	578	622	654	675	687	691	684	658	599	508	436	374
0.50	256	227	200	172	156	143	124	103	82	62	48	38	33	32	30	36	42	52	83	128	197	294	388	471	535	583	617	640	657	660	638	575	495	419	347	291
0.80	163	134	97	74	61	49	41	33	24	8	-1	-8	-11	-8	1	6	14	29	53	83	123	203	300	407	487	532	556	568	575	559	513	403	323	280	241	197
0.90	120	97	73	53	41	32	24	16	7	-4	-11	-16	-20	-18	-11	-5	3	16	38	66	87	158	262	360	448	492	500	497	490	459	397	319	259	213	170	147
0.95	102	77	58	42	29	21	13	3	-8	-12	-17	-22	-25	-24	-20	-15	-6	4	24	50	71	140	236	323	404	452	466	466	451	414	343	279	235	189	156	131
0.99	63	42	29	24	8	0	-8	-21	-36	-28	-28	-30	-33	-35	-39	-34	-24	-18	-1	18	40	90	168	241	268	309	362	383	365	311	240	206	179	154	125	88

PARAMETRES DU MODELE DE PROPAGATION

Tableau n°10

BIEF: DOUNA / BK

PERIODE UTILISEE POUR LE CALAGE: 1966 à 1982

1	0.000000000	5	4.720000000	9	-23.625400000
2	0.000000000	6	-0.000000457	10	0.000000000
3	0.000000000	7	0.000257610	11	-0.001537970
4	1.023470000	8	1.060600000	12	3.288180000
13	-887				
14	200				
15	800.000000000	19	0.000000000	23	3.750000000
16	0.000000000	20	0.000000006	24	0.000000000
17	0.000000000	21	0.000015888	25	0.000000000
18	0.000000000	22	-0.009623100	26	0.000000000
27	0				
28	-100				

PARAMETRES DU MODELE DE PROPAGATION

BIEF: DOUNA / SOFARA

PERIODE UTILISEE POUR LE CALAGE: 1975 à 1976

1	0.000089439	5	0.000000000	9	0.000000626
2	-0.016184500	6	0.000000000	10	-0.001682689
3	2.281640000	7	1.600000000	11	1.783180000
4	-58.540000000	8	-61.000000000	12	-24.180000000
13	100				
14	200				
15	0.000000000	19	-0.000000141	23	0.000000000
16	0.000000000	20	0.000666768	24	-0.000020517
17	0.000000000	21	-0.107303200	25	0.039990500
18	10.000000000	22	14.390000000	26	1.858000000
27	60				
28	180				

BAC de DJENNE
 HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)
 Zero de l'echelle = 264.14m NG

Tableau n°11

F (dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUI			JLT			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	327	266	232	208	192	190	179	162	144	127	114	103	97	97	88	89	131	152	178	231	357	495	597	675	705	731	748	758	764	765	764	755	701	617	500	399
0.05	286	244	217	193	181	168	153	136	121	105	93	85	80	81	76	77	101	119	148	206	315	445	551	623	674	714	736	750	757	756	744	705	606	498	404	335
0.10	265	231	207	193	178	157	140	123	109	94	83	76	72	73	70	71	87	105	131	189	291	416	520	597	660	704	729	743	749	745	723	657	553	442	362	304
0.20	238	213	190	176	165	142	125	109	95	81	71	65	63	64	63	65	74	90	113	165	256	379	479	567	643	689	719	733	737	726	684	601	486	385	317	269
0.50	183	166	145	128	113	103	93	81	69	59	51	47	47	45	47	51	54	67	88	114	169	269	381	492	582	634	667	691	692	661	574	466	369	296	244	205
0.80	113	92	76	67	58	53	49	44	34	28	24	22	23	28	31	36	42	53	71	82	115	172	291	405	496	542	576	601	578	505	364	274	230	200	172	140
0.90	91	77	63	54	48	43	38	33	27	22	19	17	18	21	24	29	36	46	62	71	89	149	238	344	431	460	460	445	406	352	279	218	183	151	124	108
0.95	79	66	56	46	41	36	30	24	21	18	16	14	14	16	19	24	30	39	53	63	79	134	208	293	366	398	403	388	353	303	235	197	166	135	110	94
0.99	56	46	44	34	28	23	16	8	11	12	11	9	8	6	7	14	17	26	37	47	62	107	166	190	211	266	303	299	269	211	169	151	132	109	88	69

SARE MALA
 HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)
 Zero de l'echelle = 261.00m NG

Tableau n°12

F (dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUI			JLT			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	617	559	489	443	401	368	343	320	290	259	235	226	204	198	206	229	266	321	357	410	477	541	599	647	688	709	727	740	757	764	765	765	762	743	723	673
0.05	555	495	435	391	354	325	298	269	242	218	200	188	172	164	170	187	217	266	309	367	432	505	568	618	658	686	710	726	742	752	755	753	740	705	658	610
0.10	523	463	408	367	334	304	274	245	220	198	180	169	156	147	153	167	194	239	282	344	408	486	552	601	644	675	701	720	733	743	747	742	720	681	628	578
0.20	482	424	373	334	305	276	246	220	196	173	157	147	137	129	133	144	168	209	256	314	377	461	531	581	626	662	699	708	722	731	734	724	694	647	593	538
0.50	397	346	303	264	240	220	196	173	149	133	120	110	105	98	98	106	124	156	205	244	307	385	471	540	592	631	659	675	694	700	687	652	609	555	517	454
0.80	281	247	209	178	160	142	126	119	107	91	76	67	65	62	65	73	85	101	144	198	250	316	397	482	543	578	602	623	627	622	598	539	480	429	362	317
0.90	246	212	183	157	142	125	109	103	86	76	68	61	57	54	55	62	71	81	120	175	217	281	366	449	518	554	573	577	582	565	526	473	415	357	305	277
0.95	225	188	163	144	130	113	101	91	77	70	63	57	51	49	48	52	58	65	100	154	194	258	341	422	493	533	553	562	557	531	478	425	368	303	275	255
0.99	183	143	125	119	109	93	87	68	63	61	55	51	40	42	35	33	33	35	61	111	144	208	284	362	427	468	502	527	503	454	378	325	268	196	221	211

Le calage du modèle de propagation des crues entre DOUNA et SOFARA a permis d'extrapoler la matrice des HMD calculées en fonction de DOUNA (BENENI KEGNY et SOFARA).

Connaissant la cote de la station amont le modèle permet de déterminer la cote aval d'un bief avec un délai donné qui correspond au temps de propagation de l'onde de crue. ce temps est fonction de la cote de la station amont.

Chaque bief est caractérisé par 29 paramètres :

- 12 représentant 3 polynômes traduisant la régression entre cotes en régime permanent.
- 2 correspondent aux limites des tranches de hauteurs de la station amont, limites de validité des polynômes.
- 12 représentent 3 pol. caractérisant le temps de propagation.
- 2 correspondent aux limites des pol. "temps".

Le tableau n°10 contient les paramètres caractéristiques des biefs DOUNA/BENENI KEGNY et DOUNA/SOFARA.

Exemple :

- Calcul de la cote de BK à partir de DOUNA :

Cote de DOUNA le 25/8 : 422 cms le 24/8 : 401 cms

Les paramètres 5 à 8 donnent les cotes à BK :

H24 = 413.63 H25 = 435.48 DH = 21.85 cms

T24 = 2.8 T25 = 2.93 DT = 1.13 jours

$HBK = 413.63 + 2 * (21.85 / 1.13) = 417.5 \text{ cms}$

2.3.1. HMD fonction de F à DJENNE

Elles sont calculées à partir de celles de BK en utilisant les relations suivantes :

$HBK < 300 \quad HDj = .965 * HBK - 8.5 \quad (\text{cms})$

$300 \leq HBK \leq 600 \quad HDj = .9933 * HBK + 13 \quad (\text{ " })$

$HBK > 600 \quad HDj = .8 * HBK + 69 \quad (\text{ " })$

2.3.2. HMD fonction de F à SARE MALA

L'interpolation est effectuée entre SOFARA et MOPTI pour les mêmes décades, en fonction des distances aux 2 stations :

MOPTI - SARE MALA = 26.3 kms MOPTI - SOFARA = 72.7 kms

Coefficient d'interpolation : $k = .36176 = 26.3 / 72.7$

Station: DOUNA

Tableau n°13

Paramètres de la transformation H/Q

Nombre de tronçons: 7 Coef. de cor. de gradient: 0

a=	86.785698	67.579369	18.601191	22.566086	48.062294	0.000000	58.518520
b=	-0.007143	36.542065	76.934502	91.947128	114.521713	372.000000	381.111110
Qmin=	0.000000	3.470000	19.000000	42.000000	122.000000	763.000000	1600.000000
Hmin=	0.040000	0.240000	0.520000	0.800000	1.600000	4.250000	6.500000

Station: BENENI KEGNY

Paramètres de la transformation H/Q

Nombre de tronçons: 6 Coef. de cor. de gradient: .0255

a=	14.667000	67.111000	22.000000	17.500000	34.000000	77.778000
b=	17.132999	23.308001	135.000000	189.500000	286.000000	403.329990
Qmin=	1.600000	6.800000	56.000000	213.000000	662.000000	1370.000000
Hmin=	0.050000	0.300000	1.000000	2.000000	4.000000	6.000000

Station: SOFARA

Paramètres de la transformation H/Q

Nombre de tronçons: 5 Coef. de cor. de gradient: .0387

a=	16.867001	38.000000	15.000000	27.500000	41.111000
b=	0.527000	20.000000	81.500000	115.500000	235.000000
Qmin=	0.020000	4.500000	62.500000	159.000000	500.000000
Hmin=	-0.500000	0.000000	1.000000	2.000000	4.000000

Station: MOFTI

Paramètres de la transformation H/Q

Nombre de tronçons: 7 Coef. de cor. de gradient: .03

a=	100.000000	33.333000	32.000000	106.000000	78.000000	70.000000	169.320007
b=	-2.500000	66.667000	130.000000	195.000000	414.000000	715.000000	777.340030
Qmin=	0.000000	15.000000	67.000000	229.000000	530.000000	1670.000000	2455.000000
Hmin=	0.000000	0.400000	1.000000	2.000000	3.000000	5.000000	6.000000

La cote de SARE MALA (zéro de l'échelle imposé fictivement : 261.00 m) est tiré de l'équation d'interpolation linéaire :

$$HSM = HMo + k*(HSo - HMo) + 39.4 \quad (\text{cms}) \quad (2.2)$$

Les tableaux n°11 et 12 contiennent les valeurs de H en fonction de F au dépassement.

2.4. Débits moyens décennaires

Les débits sont directement calculés à partir des matrices de HMD(F). Les stations sont toutes à étalonnages non bi-univoques, les traductions sont faites en utilisant le gradient limnimétrique journalier G(cm/j) et la courbe d'étalonnage en régime uniforme (G=0).

Cette courbe est représentée par des tronçons de paraboles, le débit est donné par :

$$Q = a*(H - Hmin)^2 + b*(H - Hmin) + c \quad (2.3)$$

Hmin = limite inférieure du tronçon de parabole.

$$G = (H(i) - H(i-1)) / (JD(i) - JD(i-1)) \quad (\text{cm/j}) \quad (2.4)$$

i = n° de la décade. H(i) = hauteur de la décade i.

JD(i) = jour auquel est rapporté la hauteur de la décade i.

2.4.1. QMD DOUNA

La courbe d'étalonnage de DOUNA est bi-univoque, les paramètres de transformation sont contenus dans le tableau n°12. Le tableau n°13 contient les valeurs décennaires du débit en fonction de la fréquence.

2.4.2. QMD BENENI KEGNY - SOFARA et MOPTI

Ces 3 stations ne sont pas bi-univoques. Les tableau n°12 contient les valeurs des paramètres caractérisant les courbe en régime uniforme et les valeurs des coefficients de correction de gradient qui permettent de traduire les hauteurs en débits à l'aide des équations 2.3 et 2.4. Les traductions des tableaux de HMD en fonction de F sont numérotés de 14 à 16 pour ces 3 stations.

L'équation 2.5 donne la valeur du débit instantané en fonction du débit en régime uniforme qui correspond à la cote à traduire :

Soit Q_0 le débit donné par 2.3 en fonction de H et Q le débit réel :

$$Q = Q_0 * (1 + k*G)^{0.5} \quad (2.5)$$

Q et Q_0 en m³/s - G en cm/j - k = coef. de correction de gradient.

Lorsque G devient < -16.7 cm/j, le produit k*G est limité à -0.50. Cela correspond à une diminution du débit réel en décrue qui ne dépasse pas 50% de la valeur de ce même débit en régime uniforme.

DOUNA
QMD CALCULES EN FONCTION DE F (en m³/s)

Tableau n°14

F (dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUI			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	447	282	249	207	166	171	145	124	102	85	74	63	60	62	48	57	119	123	189	301	808	1487	2350	2599	3134	3461	4008	4211	4287	3802	3283	2485	1967	1390	940	617
0.05	334	260	221	183	153	132	114	94	79	63	54	48	45	48	40	46	77	88	129	255	594	1190	1762	2263	2818	3194	3519	3623	3448	3092	2531	1860	1368	945	641	450
0.10	285	245	204	169	144	115	100	81	67	53	45	40	39	41	35	40	61	74	108	229	495	1040	1531	2100	2655	3050	3290	3352	3117	2770	2200	1609	1128	751	520	378
0.20	235	219	177	149	129	96	83	67	55	43	35	32	31	33	31	34	45	61	87	186	388	659	1283	1912	2458	2865	3038	3059	2801	2426	1856	1349	883	570	405	305
0.50	162	126	104	87	71	64	53	43	32	25	20	18	19	16	21	23	25	42	61	89	174	421	863	1418	1884	2236	2460	2453	2240	1720	1261	822	523	346	254	195
0.80	76	46	35	32	24	22	18	15	7	6	4	4	5	8	9	13	18	27	45	51	96	195	527	958	1325	1419	1734	1632	1404	989	448	295	238	170	131	91
0.90	55	37	27	22	17	14	11	8	5	4	3	2	3	5	6	9	13	21	37	41	63	147	342	686	1005	1023	993	885	695	505	301	206	146	104	79	68
0.95	27	21	21	16	13	9	7	4	4	2	2	1	2	3	4	6	9	17	29	34	52	126	268	476	708	764	754	668	527	374	226	167	122	87	66	53
0.99	11	20	15	7	7	3	2	0	2	1	1	0	1	0	1	2	3	9	14	22	37	91	166	175	237	385	446	397	311	186	127	113	88	63	46	30

BENENT KEGNY

DEBITS MOYENS DECADAIRES EN FONCTION DE LA FREQUENCE (m³/s)

Tableau n°15

F (dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	473	339	291	248	220	222	197	166	135	108	91	76	68	68	54	59	135	162	213	343	772	1385	1938	2529	2558	2829	2933	3006	3045	3030	3014	2875	2133	1461	871	656
0.05	396	308	264	218	201	178	151	123	99	75	61	51	47	48	42	44	81	107	159	288	614	1130	1626	2052	2380	2723	2853	2947	2971	2933	2746	2251	1328	896	641	510
0.10	355	288	246	223	195	157	130	103	82	60	47	41	38	40	36	38	59	84	129	255	532	995	1457	1869	2316	2640	2792	2886	2894	2792	2508	1760	1079	723	544	443
0.20	305	257	212	196	173	131	104	82	63	45	36	32	30	31	30	32	42	61	99	200	430	839	1242	1688	2209	2515	2718	2779	2769	2579	2081	1375	835	573	448	368
0.50	203	172	136	111	89	76	60	46	34	26	20	19	18	17	19	21	23	36	60	102	210	465	842	1336	1775	2072	2268	2430	2338	1946	1237	797	538	394	304	240
0.80	87	57	40	32	25	22	19	16	11	9	8	7	8	10	10	12	16	24	40	51	104	217	551	943	1293	1436	1613	1743	1436	998	471	336	282	229	178	125
0.90	58	41	29	22	18	16	13	10	8	7	6	6	6	7	8	10	13	18	31	39	62	173	383	702	1001	1024	978	898	719	544	355	248	197	142	102	81
0.95	43	31	24	17	14	12	10	7	7	6	6	5	5	6	7	8	10	15	24	31	48	145	304	524	730	793	775	697	571	428	275	222	167	116	81	60
0.99	24	17	17	11	9	7	6	4	5	5	4	4	4	3	4	5	6	9	13	19	32	96	205	232	276	430	507	458	370	232	169	148	117	80	52	33

SOFARA

QMD CALCULES EN FONCTION DE F (en m3/s)

Tableau n°16

F (dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUI			JLT			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	533	408	311	253	232	221	211	180	150	122	104	92	82	77	73	64	102	161	194	276	453	778	975	1186	1436	1461	1536	1588	1615	1631	1632	1625	1590	1375	1062	723
0.05	435	347	282	234	209	190	166	137	113	95	80	65	56	53	51	47	64	104	146	228	394	669	878	1066	1273	1374	1493	1558	1592	1607	1601	1549	1398	1011	721	574
0.10	389	315	264	230	208	173	144	118	102	84	63	50	43	42	41	39	51	78	112	201	356	609	827	997	1204	1344	1466	1536	1571	1582	1556	1470	1214	845	618	497
0.20	331	274	232	202	184	150	120	102	87	62	46	36	31	30	31	31	37	56	91	165	298	535	764	909	1131	1302	1424	1504	1539	1541	1485	1323	1020	687	523	403
0.50	220	184	153	124	110	98	81	63	45	30	22	17	15	15	14	17	26	26	56	92	169	331	535	761	977	1139	1263	1345	1408	1394	1252	934	661	481	342	264
0.80	113	88	56	39	30	23	19	15	11	6	4	3	3	3	3	6	8	14	27	50	87	180	343	589	817	938	1004	1028	1048	956	761	416	298	250	199	146
0.90	76	58	38	25	19	15	12	9	6	4	3	2	2	2	3	4	5	9	18	35	53	126	277	466	760	799	785	763	737	625	445	294	215	163	119	100
0.95	61	41	28	19	13	10	8	5	3	3	2	2	1	1	2	2	4	5	12	25	39	107	232	381	568	678	688	672	618	507	337	240	188	136	107	86
0.99	31	19	13	11	6	5	3	2	0	1	1	1	1	0	0	1	1	2	4	10	19	57	139	231	259	338	449	476	413	297	187	157	131	106	81	49

HOPII

QMD CALCULES EN FONCTION DE F (en m3/s)

Tableau n°17

F (dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUI			JLT			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.01	2719	2240	1634	1346	1029	796	660	564	436	326	265	258	98	98	113	336	466	729	913	1272	1674	1921	2406	2739	3024	3181	3356	3468	3779	3810	3763	3763	3746	3552	3688	3242
0.05	2151	1633	1199	945	725	562	450	353	274	107	96	93	81	78	85	105	290	471	657	972	1272	1680	2145	2483	2773	2973	3173	3317	3517	3638	3649	3643	3517	3321	3010	2625
0.10	1869	1369	1005	770	592	459	364	278	107	92	85	82	75	71	76	89	113	270	546	831	1097	1558	2009	2352	2657	2873	3078	3258	3380	3499	3559	3529	3360	3201	2711	2352
0.20	1552	1098	802	590	457	358	280	105	89	80	75	73	69	67	69	76	92	277	436	672	912	1415	1844	2202	2526	2759	2962	3108	3245	3335	3439	3374	3167	2905	2439	2037
0.50	987	689	487	340	276	223	91	79	70	67	65	55	50	41	42	52	71	98	275	364	604	975	1532	1937	2288	2549	2719	2770	3000	3009	2868	2660	2458	2063	2005	1416
0.80	452	329	239	89	81	71	67	67	58	42	27	20	20	14	14	22	33	48	81	253	412	661	1064	1547	1898	2077	2256	2488	2424	2428	2273	1976	1594	1223	734	593
0.90	354	246	95	80	75	67	60	57	36	28	22	16	14	10	9	14	20	27	72	104	316	527	908	1374	1775	1964	2134	2155	2276	2130	1866	1562	1162	797	556	468
0.95	290	97	83	75	71	65	54	45	32	26	20	15	9	8	6	8	10	14	51	90	247	431	776	1227	1683	1883	2043	2129	2079	1974	1513	1209	831	489	438	387
0.99	99	71	68	68	67	48	46	26	27	22	15	12	4	5	2	1	0	0	12	74	82	284	531	943	1524	1745	1861	2104	1731	1382	868	596	326	72	276	274

HAUTEURS MAXIMALES CLASSEES DE LA STATION DE BENENI REON:

TAILLE DE L'ECHANTILLON : 48

1	0.010	926	11	0.121	899	21	0.052	885	31	0.073	871	41	0.094	870	51	0.115	869	61	0.135	862	71	0.156	851	81	0.177	856	91	0.198	846
11	0.219	840	21	0.240	838	31	0.260	831	41	0.281	829	51	0.302	825	61	0.323	823	71	0.344	822	81	0.365	821	91	0.385	815	101	0.406	814
21	0.427	810	31	0.448	807	41	0.469	803	51	0.490	792	61	0.510	789	71	0.531	787	81	0.552	782	91	0.573	778	101	0.594	768	111	0.615	764
31	0.635	753	41	0.656	731	51	0.677	722	61	0.698	693	71	0.719	689	81	0.740	686	91	0.760	668	101	0.781	623	111	0.802	613	121	0.823	608
41	0.844	604	51	0.865	559	61	0.885	501	71	0.905	496	81	0.927	490	91	0.948	486	101	0.969	452	111	0.990	443						

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) Borne inferieure - (2) Borne superieure

H0= 750 F0= .65 D1= .515718553967 S1= 86.48671787789

0.001	776	0.050	391	0.100	670	0.200	844	0.500	793
0.900	624	0.950	547	0.990	486	0.990	373	0.990	242

D2= .1548893485995 S2= -177.4111642836

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) Borne inferieure - (2) Borne superieure

H0= 580 F0= .85 D1= .3760165941043 S1= 232.5907136041

0.001	1077	0.050	924	0.100	890	0.200	847	0.500	763	0.800	661
0.900	506	0.950	474	0.990	434	0.990	398				

D2= .13573932225467 S2= -102.0832313266

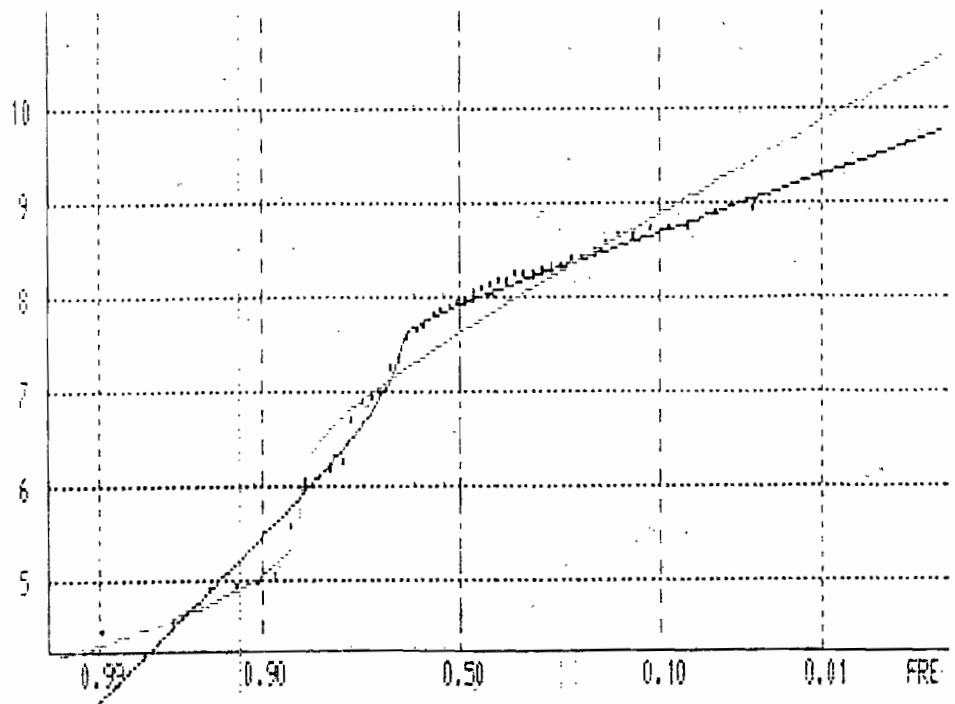


Figure 203

2 - Troncature basse

.80	5	661
.90	10	506
.95	20	474
.99	100	434

La fréquence .80 comprises entre les deux troncatures est prise égale à la moyenne : $H(.8) = 642.5$ cms

La figure n°3 présente les divers ajustements. Les valeurs ci-dessus sont à ramener au nivellement général en leur ajoutant la cote du zéro de BK : 265.89 m NG

Les débits maximaux sont tirés directement du précédent tableau à l'aide de la courbe de tarage (régime uniforme).

F (dép.)	H(F) (cm)	Q(F) (m ³ /s)	Période (ans)
.0002	1006	4290	5000
.001	978	4010	1000
.01	932	3570	100
.10	870	3030	10
.50	793	2440	2

2.5.2. Extension au site

La régression de hauteurs entre les valeurs de BK et celles de KQUI est :

$$H_{KQUI} = .80256 * H_{BK} + .8 \quad (\text{en m})$$

F (dép.)	H(F) (cm)	Q(F) (m ³ /s)	Période (ans)
.0002	887	4290	5000
.001	865	4010	1000
.01	828	3570	100
.10	778	3030	10
.50	717	2440	2

$$\text{Zéro KQUI} = 264.13 \text{ m NG}$$

Comme indiqué au § précédent, il faudra effectuer une estimation de la variation d'amortissement pour les Q_{max} et surtout pour les hauteurs. Les lignes d'eau pouvant être très sensiblement relevées en raison des contractions de sections mouillées imposées par les endiguements.

$$\text{CRUE de PROJET : } F(.001) \approx 4000 \text{ m}^3/\text{s}$$

La cote de la crue de projet sera estimée à partir des paramètres hydrauliques de l'ouvrage qui relèvera cette dernière au droit du site (contraction de l'écoulement).

2.6. COMPARAISON DES HMD CALCULEES 1981/83

Les tableaux suivants (19 à 24) contiennent les valeurs calculées en 1981 et celles de 1983. La crue 1983 a été reportée en bas de chaque tableau lorsqu'il y a eu des observations.

Les calculs de la présente note donnent en général, sauf pour DOUNA, des valeurs légèrement inférieures à celles de 1981 pour la fréquence .99.

La crue de fréquence .99 calculée en 1981 correspond sensiblement à celle de .98 de 1983.

La crue observée en 1983, dont le maximum n'a atteint que 2.87 m à DOUNA, est la plus faible jamais enregistrée à ce jour et sa fréquence est difficilement appréciable. De même aux autres stations :

Stations :	DOUNA	EK	SOFARA	MOPTI
Hmax (F=.999)	400	398	409	537
Hmax (1983)	287	?	341	502

Les valeurs ci-dessus sont exprimées en cm (cotes relatives aux échelles de crues).

La plus faible crue observée à DOUNA a atteint 451 cms en 1972, soit un débit de 850 m³/s au lieu de 345 m³/s en 1983.

A MOPTI, le débit maximum n'a pas excédé 1580 m³/s alors que le max de crue (F=.99) est évalué à 2080 m³/s.

Le module de la crue 1983 ne peut pas être calculé à l'heure actuelle, mais sa fréquence sera sûrement du même ordre de grandeur que celle du maximum.

BOUMA
 IMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)
 Zero de l'echelle = 270.72x NG

TABLEAU N°19

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.90	93	74	63	56	50	45	40	34	29	25	22	20	23	28	30	36	44	55	74	78	104	180	266	404	490	495	487	458	406	347	268	219	180	144	120	105
0.95	75	67	56	47	43	37	32	25	26	21	19	17	19	21	24	31	37	49	65	70	92	163	252	337	410	425	422	398	354	299	230	194	160	128	107	93
0.99	41	53	47	33	32	24	17	8	21	14	16	12	12	8	14	21	22	37	45	56	75	133	194	200	236	304	327	308	272	207	164	152	129	105	85	64

LE TABLEAU CI-DESSUS EST TIRE DE L'ETUDE STATISTIQUE DES HAD(2.)

HAUTEURS MOYENNES DECAIDAIRES CALCULEES EN AVRIL 1981 - FREQUENCE 0.99

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.98	58	50	44	36	34	29	25	21	17	17	15	14	14	16	16	23	25	43	46	50	60	132	181	235	260	350	325	320	285	204	190	145	120	99	82	68

HAUTEURS MOYENNES DECAIDAIRES OBSERVEES EN 1983

1983	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	80	69	58	49	41	35	29	26	21	18	15	12	13	16	33	39	58	73	74	76	111	106	154	218	234	244	276	270	232							

BENENT KEGNY
 IMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)
 Zero de l'echelle = 265.69x NG

TABLEAU N°20

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.90	102	87	73	64	58	53	48	42	36	31	26	26	27	31	34	40	47	57	74	84	103	170	265	382	478	503	500	482	435	373	289	229	198	162	135	119
0.95	89	76	66	56	50	45	40	33	31	28	25	23	23	26	29	34	41	51	66	75	91	154	233	323	403	434	437	418	377	319	245	210	178	145	120	104
0.99	66	55	55	43	38	32	25	16	21	21	20	16	17	14	17	24	27	37	46	59	75	125	187	207	229	291	328	319	285	221	180	164	144	119	98	71

LE TABLEAU CI-DESSUS EST TIRE DE L'ETUDE STATISTIQUE DES IMD(par. 2)

HAUTEURS MOYENNES DECAIDAIRES CALCULEES EN AVRIL 1981 - FREQUENCE = 0.99

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAI			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.99	59	42	27	10	5	0	0	-2	-2	-4	-10	-10	-10	-10	-5	-3	-2	-1	18	42	82	105	155	225	260	330	345	330	295	225	200	170	145	95	80	60

LES OBSERVATIONS DE 1983 SONT TRES INCOMPLETES A BENENT KEGNY - PAS DE PUBLICATION DES IMD

BAC DE DJENNE
HAD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)
Zero de l'echelle = 264.14x NG

TABLEAU N°21

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.90	91	77	63	54	48	43	38	33	27	22	19	17	18	21	24	29	36	46	62	71	89	149	238	344	431	460	460	445	406	352	279	218	183	151	124	168
0.95	79	66	56	46	41	38	30	24	21	18	16	14	14	16	19	24	30	39	53	63	79	134	208	293	366	398	403	384	353	303	235	197	166	135	110	94
0.99	56	46	44	34	28	23	16	8	11	12	11	9	8	8	7	14	17	26	37	47	62	107	166	190	211	266	303	299	269	211	169	151	132	109	86	69

LE TABLEAU CI-DESSUS EST TIRE DE L'ETUDE STATISTIQUE DES HAD(p.p. 2.)

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES CALCULEES EN AVRIL 1981 - FREQUENCE = 0.99

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.99	25	19	13	7	3	4	0	-3	-9	-15	-20	-18	-18	-18	-14	-12	-11	-10	7	30	67	91	136	202	239	302	320	320	362	256	192	150	118	87	60	38

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES OBSERVEES EN 1983

ANNEE	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1983																			41	36	59	84	88	165	208	218	243	268	249							

SOFANA
HAD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)
Zero de l'echelle = 262.76x NG

TABLEAU N°22

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.90	120	97	73	53	41	32	24	16	7	-4	-11	-16	-20	-18	-11	-5	3	16	38	66	87	158	262	360	448	492	500	497	490	459	397	319	257	213	170	147
0.95	102	77	58	42	29	21	13	3	-8	-12	-17	-22	-25	-24	-20	-15	-6	4	24	50	71	140	236	323	404	452	466	466	451	414	343	277	235	189	156	131
0.99	63	42	29	24	8	0	-8	-21	-36	-28	-28	-30	-33	-35	-39	-34	-24	-18	-1	18	40	90	168	241	288	309	362	353	365	311	240	204	179	154	125	88

LE TABLEAU CI-DESSUS EST TIRE DE L'ETUDE STATISTIQUE DES HAD(2.)

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES CALCULEES EN AVRIL 1981 - FREQUENCE = 0.99

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.99	40	25	20	17	13	7	-4	-6	-11	-25	-35	-45	-45	-40	-40	-40	-40	-40	4	20	35	86	160	240	295	366	400	410	380	340	265	190	163	115	55	40

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES OBSERVEES EN 1983

ANNEE	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUN			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1983	75	59	46	37	29	19	12	4	-2	-7	-14	-17	-21	-28	-28	-31	3	30	46	55	82	120	124	216	273	269	309	336	334							

3. EVOLUTION DU REGIME HYDROLOGIQUE DU BANI

L'étude est conduite au niveau de la station de BENENI KEGNY.

Nous disposons de 21 modules annuels observés à cette station, modules calculés pour l'année hydrologique. L'échantillon des observations est étendu en utilisant une régression parabolique avec DOUNA :

$$Q_{bk} = (Q_{dc} + 586)^{0.5} * 56 - 1356 \quad (m^3/s) \quad (3.1)$$

L'échantillon étendu depuis 1950 contient 33 valeurs qui sont reportées dans le tableau n°25.

La pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin a été calculée arithmétiquement à l'aide des valeurs observées en années calendaires aux stations suivantes :

SIKASSO(1) - KOUTIALA(2) - BOUGOUNI(3) - DIOILA(4) - KADIOLO(5)
QUELESSEBOUGOU(6) - NIENA(7) - SAN(8)

La valeur moyenne de la pluviométrie annuelle est reportée dans la 10ème colonne du tableau n°25.

La figure n°4 présente les modules annuels des crues (en année hydrologique) en fonction de la pluviométrie moyenne correspondante.

Il est clair que le déficit pluviométrique depuis 1971 a engendré une forte diminution des volumes écoulés au droit de la station de BENENI KEGNY.

L'année 1975 présente une anomalie au niveau des modules. Il s'agit là probablement d'une forte irrégularité spatiale et temporelle des précipitations qui ont provoqué cette anomalie.

La régression entre modules et pluviométries moyennes est de la forme :

$$Q_m = k * (P_m - P_0) \quad (3.2)$$

avec : $k = 1.39$ $P_0 = 712 \text{ mm}$ $Q_m \text{ en } m^3/s$ $P_m \text{ en } mm.$
 $n = 30$ $r = 0.985$

L'hydraulicité de la récente période est très faible par rapport à 1950-70. La moyenne des modules est :

Période 1950-70 $Q_m = 630 \text{ m}^3/s$

" 1971-82 $Q_m = 253 \text{ m}^3/s$

En 1983 (crue 93/84) le module, déduit de la valeur du Q_{max} à DOUNA n'excèdera pas $120 \text{ m}^3/s$.

SARE MALA
 HAD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)
 Zero de l'echelle = 261.00m NG

TABLEAU N°23

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUI			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.90	246	212	183	157	142	125	109	103	86	76	66	61	57	54	55	62	71	81	120	175	217	281	366	449	518	554	573	577	582	545	526	473	415	357	305	277
0.95	225	188	163	144	130	113	101	91	77	70	63	57	51	49	48	52	58	65	100	156	196	258	341	422	493	533	553	562	557	531	476	425	368	303	275	256
0.99	183	143	125	119	109	93	87	68	63	61	55	51	40	42	35	33	33	35	61	111	144	208	284	362	427	468	502	527	503	454	378	325	268	196	221	211

LE TABLEAU CI-DESSUS EST TIRE DE L'ETUDE DES INSD(par. 2.)

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES CALCULEES EN AVRIL 1981 - FREQUENCE = 0,99

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUI			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.99	127	140	123	122	117	104	88	80	74	63	56	48	45	40	37	34	31	30	78	144	162	213	282	364	452	500	525	541	530	468	412	340	294	262	239	177

PAS D'OBSERVATION EN 1983

ADPTI(Confluent NIGER/SANI)
 HAD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)
 Zero de l'echelle = 260.62m NG

TABLEAU N°24

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUI			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.90	257	216	183	155	138	116	95	91	69	59	51	42	39	33	31	38	47	57	105	174	229	289	363	438	496	528	552	561	573	564	537	499	442	376	319	289
0.95	233	189	160	140	126	104	89	79	64	55	47	40	32	29	25	29	33	38	81	151	201	263	339	416	482	517	541	555	555	535	493	446	382	304	261	264
0.99	187	139	117	111	105	83	79	56	57	50	40	36	20	23	15	10	3	3	35	102	142	214	287	369	455	497	520	547	519	473	395	330	258	159	213	270

LE TABLEAU CI-DESSUS EST TIRE DE L'ETUDE DES HAD(par. 2.)

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES CALCULEES EN AVRIL 1981 - FREQUENCE = 0,99

F(dep.)	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUI			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
0.99	190	140	115	115	110	92	74	62	55	46	41	34	30	18	13	8	4	3	52	148	168	220	286	400	476	510	530	550	550	507	430	360	305	260	205	210

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES OBSERVEES EN 1983

ANNEE	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUI			JUL			AOU			SEP			OCT			NOV			DEC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1983																			222	257	279	301	313	392	442	458	471	498	500							

TABLEAU N°25

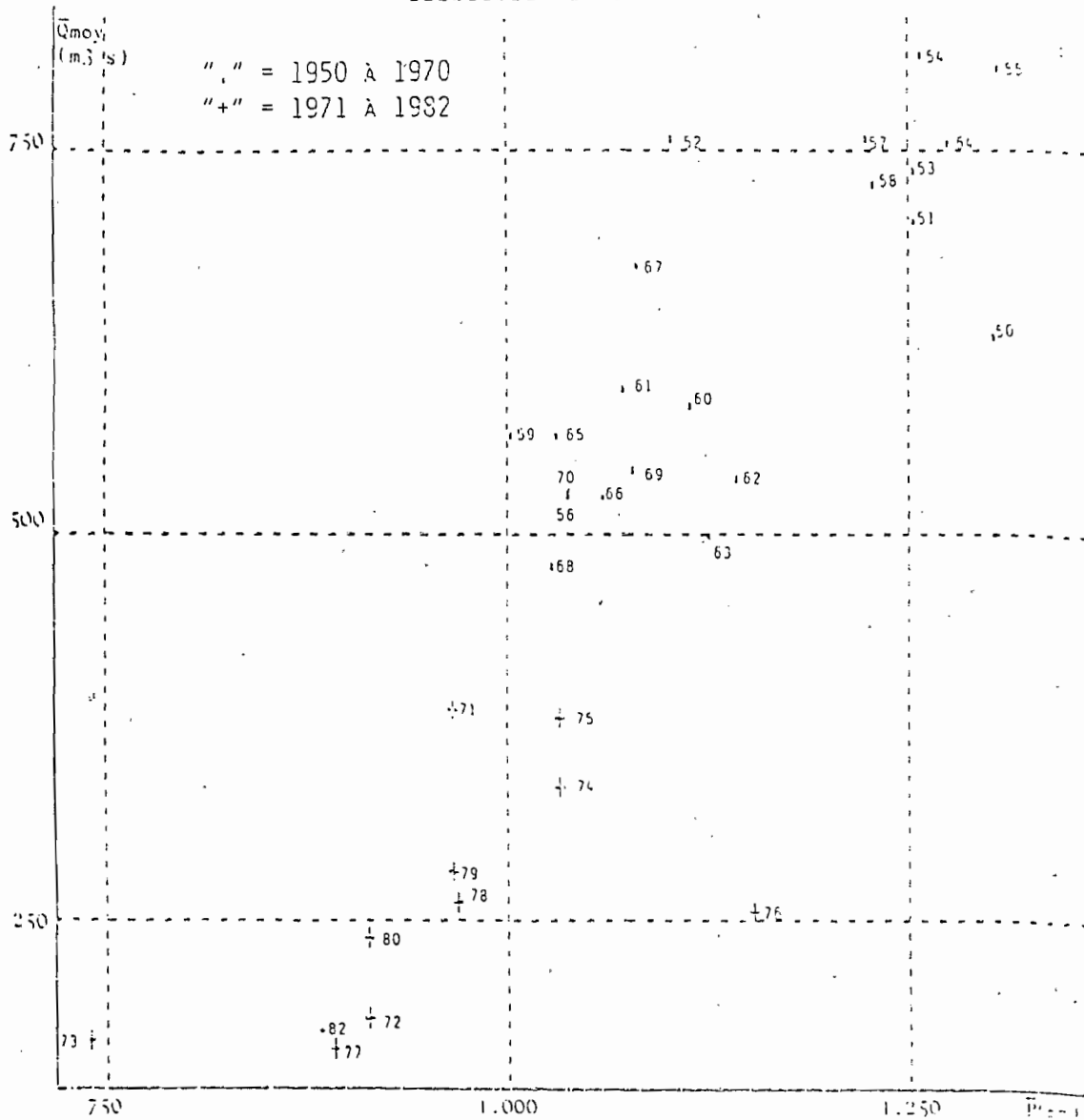
PLUVIOMETRIE DES 8 POSTES DE 1950 A 1980 - PLUVIOMETRIE MOYENNE - ADDU.E ANNUEL A BENENT KEGNY

	SIKASSO	KOUTIALA	BOUGOURI	DIOILA	KADILO	QUELESSE	NIENA	SAH	MOY	MOYENNE G.K.
1950	1530	1168	1554	1285	xxxx	xxxx	xxxx	974	1302	627
1951	1510	1433	1398	1077	xxxx	xxxx	xxxx	845	1253	700
1952	1160	1152	1424	1225	xxxx	xxxx	xxxx	605	1101	752
1953	1558	1067	1317	1097	1435	xxxx	1360	931	1252	734
1954	1439	934	1321	1205	1482	1361	1458	858	1257	806
1955	1408	1233	1534	1124	1375	1089	1788	888	1305	798
1956	1185	961	1248	857	1077	963	1294	709	1037	521
1957	1310	1041	1661	1015	1465	1189	1284	810	1222	753
1958	1450	1291	1022	1082	1390	xxxx	1502	850	1227	723
1959	1270	875	1039	865	xxxx	996	1163	796	1091	562
1960	1196	995	1395	892	1248	1073	1371	731	1112	580
1961	1141	1343	1205	xxxx	882	926	1191	808	1071	594
1962	1144	1086	1489	1097	975	1359	1300	701	1141	534
1963	1248	914	1335	833	1279	1148	1355	880	1124	497
1964	1240	1281	1449	1014	1620	1284	1450	847	1273	750
1965	979	1024	954	1191	1103	1052	1150	777	1029	560
1966	1229	704	1328	982	1323	1093	1072	732	1058	520
1967	1279	1112	1053	953	1112	1100	1208	817	1079	672
1968	1478	908	883	918	1229	988	1088	752	1027	477
1969	1232	824	1165	1120	1400	1182	1133	559	1077	539
1970	1347	939	1154	578	1482	1135	1096	563	1037	523
1971	888	925	1105	922	981	988	1145	756	983	377
1972	1017	831	907	709	1100	938	993	791	911	177
1973	796	888	843	723	809	749	755	585	739	160
1974	1072	1125	1050	968	1371	975	1061	623	1031	324
1975	1099	837	1124	xxxx	1205	xxxx	1274	642	1030	389
1976	1535	999	1238	1182	1137	xxxx	1270	695	1151	245
1977	1210	811	1009	758	834	861	842	793	890	155
1978	1280	807	1219	828	1001	xxxx	743	888	967	251
1979	1249	885	1185	860	731	1130	985	678	983	270
1980	1131	755	1127	788	1201	871	648	770	911	228
1981	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	305
1982	993	831	1181	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	515	xxxx	175

MODULE MOYEN ANNUEL - PLUVIOMETRIE MOYENNE SUR LE BASSIN
 DU BANI A BENANI KEGNY
 ++++++

PERIODE 1950 A 1982

Figure n°4



4. ETUDE DES NIVEAUX RELATIFS DU BANI ET DU NIGER

4.1. Contraintes

Elles ont été imposées par le bureau d'étude chargé de la coordination :

- Pour 3 débits imposés au BANI : 0 - 50 - 100 m³/s et une crue de fréquence sensiblement centennale du NIGER à MOPTI, évaluer les niveaux en 3 points du cours du fleuve BANI :

SOFARA - KOUNA - BAC de DJENNE

4.2. Données

Nous disposons du limnigramme et de l'hydrogramme calculés à MOPTI en fréquence centennale, de même à SOFARA.

Actuellement le modèle de propagation des crues du NIGER n'est pas calé dans la zone de confluence NIGER-BANI. nous ne pouvons donc pas l'utiliser.

Les points intéressants sont, dans le temps :

25/8 au 1/9 - 20/9 au 25/9 - 20/11 au 30/11, soit les décades :

8.3 et 9.1 - 9.2 et 11.3

4.3. Analyses

Les débits moyens décadaires du BANI à SOFARA sont déduits de ceux de MOPTI avec une décade de retard, la hauteur moyenne décadaire est reconstituée en additionnant les débits imposés qui sont supposés uniformes dans le temps. Nous admettons que le gradient limnigraphique est peu modifié à MOPTI et le changement de cote à l'échelle de crue est évalué à l'aide de la courbe pseudo-univoque de cette station.

Le tableau suivant est dressé comme indiqué ci-dessous :

- Nous admettrons que le temps de propagation de l'onde de crue est égal dans les deux sens, c'est-à-dire SOFARA/MOPTI et MOPTI SOFARA, avec une décade d'écart.

- Nous prenons les valeurs calculées des HMD et QMD des 3 décades en crue centennale faible à MOPTI, avec une décade de retard puisque c'est la cote qui correspondra à SOFARA pour les décades étudiées.

- Nous retirons aux QMD de MOPTI de la décade précédente le débit de SOFARA, 2 décades avant. Nous appellerons ce débits résultant (qui est le débit du NIGER) : $Q_{MD}(-1)$

- Nous calculons les cotes qui correspondent, en régime uniforme, donc à gradient nul, aux différents QMD, nous obtenons un écart entre cote en régime uniforme :

Soit F la fonction qui donne en régime uniforme $Q_0 = F(H)$ et G son inverse :

$$G = F^{-1}$$

$$Ho1 = G(QMD) \text{ et } Ho2 = G(QoMD(-1)) \quad DHo = Ho1 - Ho2$$

- Nous en déduisons la HMD à MOPTI avec une décade d'avance sur la décade étudiée à SOFARA pour un débit nul du BANI. Pour les 2 autres cas, 50 et 100 m³/s à SOFARA, il suffit d'ajouter ces 2 débits à QoMD(-1) et de faire le même calcul que ci-dessus.

Tableau n°26

Décades	9.2	9.3	9.1	9.2	11.2
HMDM	2.87	3.68	4.55	4.97	3.30
QMDM	531	543	1524	1740	596
QMD(-1)	200	237	286	442	143
HoMDM	3.00	3.86	4.80	5.10	3.16
1er cas : Q SOFARA = 0					
QMDM(0)	331	706	1238	1303	453
HoMDM(0)	2.01	3.40	4.36	4.46	2.80
DHo(0)	-0.99	-0.46	-0.44	-0.64	-0.36
HMDM(0)	1.88	3.23	4.11	4.33	2.94
2ème cas : Q SOFARA = 50 m ³ /s					
QMDM(50)	381	756	1288	1352	503
HoMDM(50)	2.59	3.50	4.44	4.54	2.93
DHo(50)	-0.41	-0.38	-0.36	-0.56	-0.23
HMDM(50)	2.46	3.33	4.19	4.41	3.07
3ème cas : Q SOFARA = 100 m ³ /s					
QMDM(100)	431	806	1338	1402	553
HoMDM(100)	2.74	3.60	4.52	4.62	3.06
DHo(100)	-0.28	-0.26	-0.28	-0.48	-0.16
HMDM(100)	2.61	3.43	4.27	4.49	3.20

Significations des variables :

QMDM(0) = Débits Moyens Décadaires à MOPTI pour la décade -1 et débit nul du BANI.

HMDM = HMD à MOPTI réelle pour la décade -1.

QMD(-1) = HMD SOFARA pour la décade -2.

HoMDM = HMD correspondant au Q uniforme (S=0) réel.

HoMDM(50) = idem avec Q = 50 m³/s à SOFARA.

Les valeurs résultantes HMDM(QS) avec QS = 0, 50, ou 100 m³/s sont celles de MOPTI une décade avant celle étudiée à SOFARA, ce qui correspond donc à un temps moyen de propagation de la crue de 1 décade entre les deux stations. (Les hauteurs sont exprimées en mètres et les débits en m³/s).

4.4. Résultats

1er cas : Débit nul à SOFARA

Zéros échelles de crues : MOPTI = 260.62m SOFARA = 262.76m (NG)

Nous admettons que pour un débit nul il n'y a pas de perte de charge entre MOPTI et SOFARA pour les débits du NIGER à MOPTI et que la cote de MOPTI se retrouve sensiblement à SOFARA avec une décade de retard. Nous obtenons les valeurs suivantes:

Décades	8.3	9.1	9.2	9.3	11.3
HMDM(-1)	1.88	3.23	4.11	4.33	2.94
HMDS(NG)	262.50	263.85	264.73	264.95	263.56
HMDS(0)	-.26	1.09	1.97	2.17	.80

2ème cas : Débits de 50 et 100 m³/s à SOFARA

En première approximation nous supposons que ces deux débits transiteront à SOFARA pour un DH au droit de l'échelle égal à celui qu'il faudrait pour transiter le même DQ en régime uniforme. La cote de base est celle du débit nul: HMDS(0).

Décades	8.3	9.1	9.2	9.3	11.3
QMDS(0)	1.1	70	156	182	45
QMDS(50)	51	120	206	232	95
HMDS(50)	.87	1.63	2.38	2.56	1.37
HMDS(50)NG	263.63	264.39	265.14	265.32	264.13
QMDS(100)	101	170	256	282	145
HMDS(100)	1.44	2.09	2.72	2.88	1.87
HMDS(100)NG	264.20	264.85	265.48	265.64	264.63

Tous les débits sont exprimés en m³/s et les hauteurs en mètres. En régime uniforme, sans remontée de courbe de remous à SOFARA, les cotes enregistrées sont les suivantes :

$$QS = 0 \quad \text{m}^3/\text{s} \quad HS = 262.25\text{m NG}$$

$$QS = 50 \quad \text{"} \quad HS = 263.62\text{m NG}$$

$$QS = 100 \quad \text{m}^3/\text{s} \quad HS = 264.19\text{m NG}$$

Ces cotes ne sont qu'une estimation. Afin de mieux traduire la remontée de la courbe de remous du NIGER pour les différents débits envisagés, il conviendra d'utiliser le modèle de propagation en fonction des différentes contraintes. Cela pourra se faire dès que ce dernier sera calé à la confluence NIGER - BANI.

ANNEXE 1

Répartition statistique des HMD

.. DOUNA : décades n°24 à 27

MOPTI : décades n°23 et 24

STATION: DOUHA SUR LE FLEUVE BANI

HAUTEURS MOYENNES DE LA DECADE 24

TAILLE DE L'ECHANTILLON : 47

Tableau n°1

1	0.011	839	2	0.032	816	3	0.053	786	4	0.074	779	5	0.096	772	6	0.117	755	7	0.138	755	8	0.160	747	9	0.181	734	10	0.202	724
11	0.223	713	12	0.245	693	13	0.266	692	14	0.287	689	15	0.309	681	16	0.330	677	17	0.351	672	18	0.372	648	19	0.394	645	20	0.415	632
21	0.436	618	22	0.457	616	23	0.479	601	24	0.500	587	25	0.521	585	26	0.543	581	27	0.564	580	28	0.585	578	29	0.606	572	30	0.628	566
31	0.649	547	32	0.670	539	33	0.691	529	34	0.713	518	35	0.734	514	36	0.755	506	37	0.777	497	38	0.798	482	39	0.819	456	40	0.840	448
41	0.862	438	42	0.883	380	43	0.904	368	44	0.926	364	45	0.947	363	46	0.968	324	47	0.989	202									

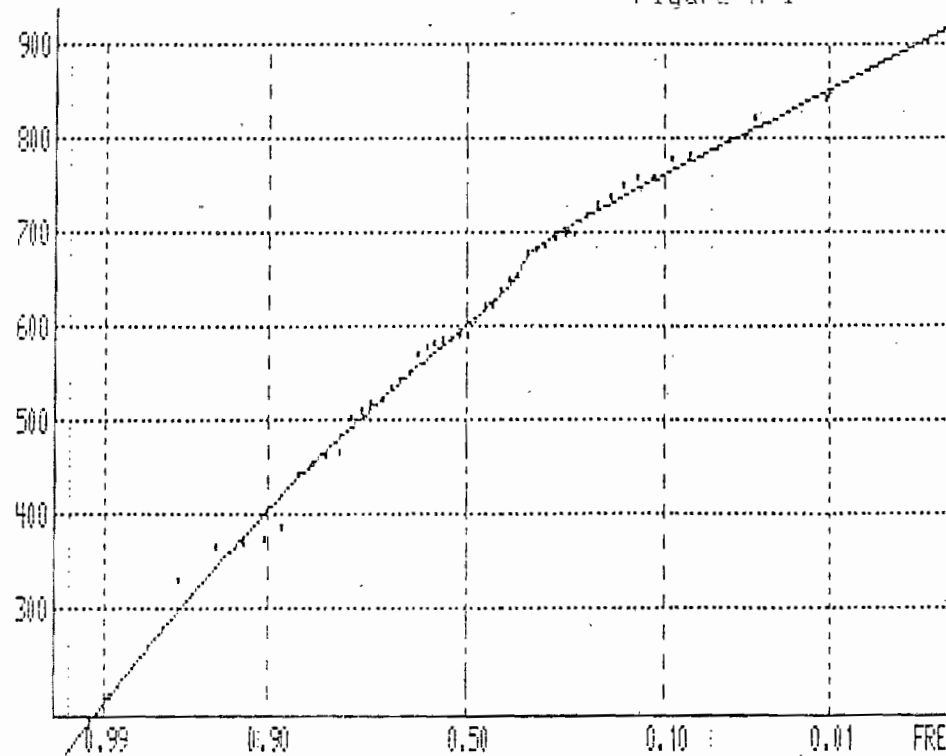
DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) Borne inferieure - (2) Borne superieure

H0= 657 F0= .37 D1= .6023111798306 S1= 89.28833028432

02= .7281935264606 S2= -162.461046314

Figure n°1



STATION: DOUNA SUR LE FLEUVE BANI

HAUTEURS MOYENNES DE LA DECADE 25

TAILLE DE L'ECHANTILLON : 44

Tableau n°2

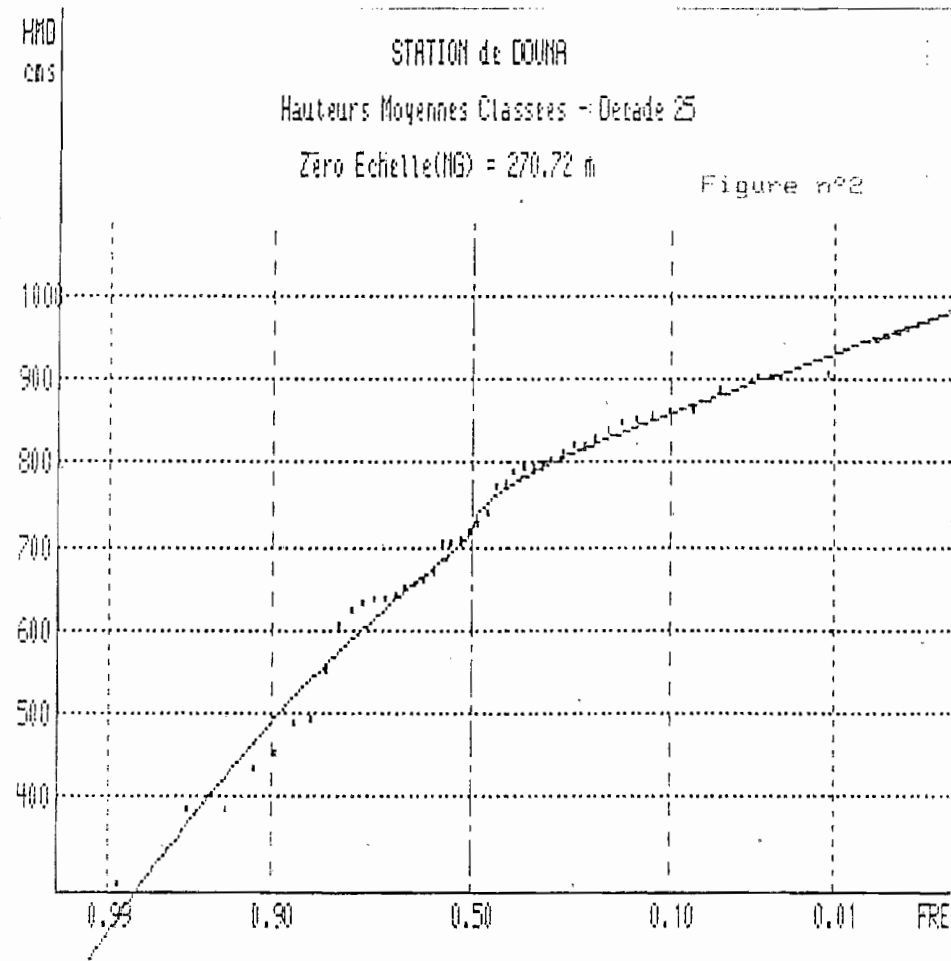
1	0.011	904	2	0.034	896	3	0.057	888	4	0.080	858	5	0.102	856	6	0.125	855	7	0.148	848	8	0.170	844	9	0.193	834	10	0.216	824
11	0.239	818	12	0.261	817	13	0.284	809	14	0.307	801	15	0.330	796	16	0.352	792	17	0.375	791	18	0.398	786	19	0.420	770	20	0.443	766
21	0.466	736	22	0.489	721	23	0.511	714	24	0.534	705	25	0.557	702	26	0.580	699	27	0.602	663	28	0.625	657	29	0.648	649	30	0.670	647
31	0.693	635	32	0.716	634	33	0.739	633	34	0.761	628	35	0.784	620	36	0.807	599	37	0.830	547	38	0.852	487	39	0.875	482	40	0.898	448

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) Borne inferieure - (2) Borne superieure

H0= 717.5 f0= .5 D1= .4579180535301 S1= 114.0903889716

D2= .8438122187823 S2= -152.2876826649



STATION: DOUNA SUR LE FLEUVE BANI

HAUTEURS MOYENNES DE LA DECADE 26

TAILLE DE L'ECHANTILLON : 44

Tableau n°3

1	0.011	957	2	0.034	947	3	0.057	944	4	0.080	933	5	0.102	925	6	0.125	924	7	0.148	912	8	0.170	889	9	0.193	888	10	0.216	887
11	0.239	887	12	0.261	884	13	0.284	883	14	0.307	877	15	0.330	866	16	0.352	858	17	0.375	837	18	0.398	822	19	0.420	818	20	0.443	805
21	0.466	795	22	0.489	789	23	0.511	780	24	0.534	779	25	0.557	778	26	0.580	774	27	0.602	763	28	0.625	759	29	0.648	756	30	0.670	727
31	0.693	717	32	0.716	696	33	0.739	695	34	0.761	698	35	0.784	628	36	0.807	611	37	0.830	606	38	0.852	605	39	0.875	450	40	0.898	445

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) Borne inferieure - (2) Borne superieure

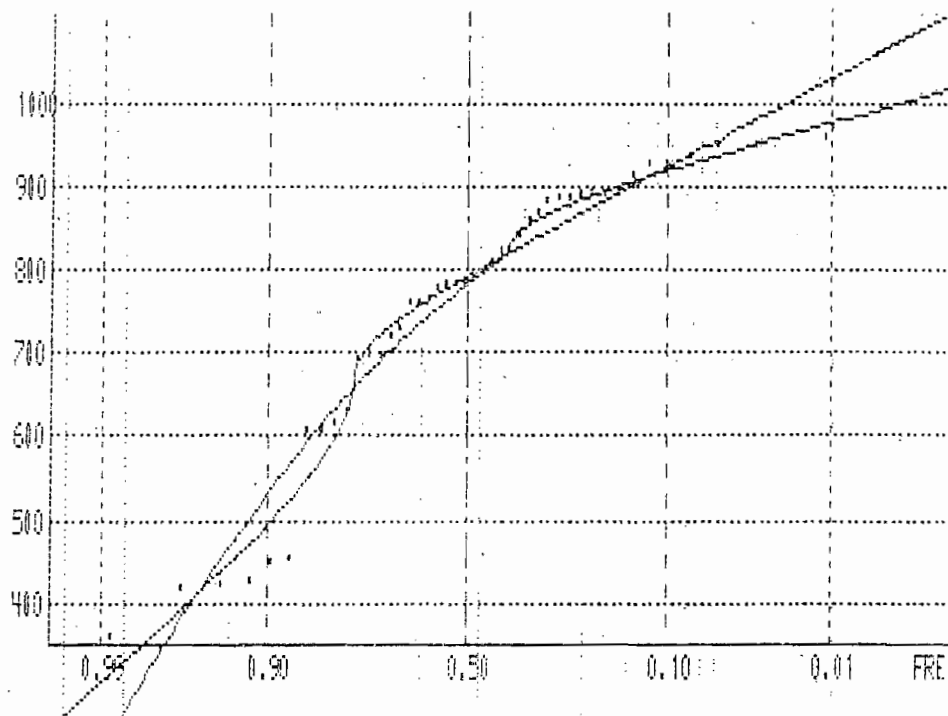
H0= 820 F0= .4 D1= .460510750950e S1= 85.31014395544
 D2= .8993564406711E S2= -170.2156607997

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) Borne inferieure - (2) Borne superieure

H0= 660 F0= .77 D1= .4442855284559 S1= 192.451783480e
 D2= .589066520993E S2= -183.7178905996

Figure n°3



STATION: DOUNA SUR LE FLEUVE BANI

HAUTEURS MOYENNES DE LA DECADE 27

TAILLE DE L'ECHANTILLON : 44

1	0.011	2 1046	2	0.034	981	3	0.057	974	4	0.080	972	5	0.102	950	6	0.125	946	7	0.148	945	8	0.170	940	9	0.193	937	10	0.216	897
11	0.239	897	12	0.261	895	13	0.284	885	14	0.307	885	15	0.330	884	16	0.352	884	17	0.375	879	18	0.398	875	19	0.420	868	20	0.443	861
21	0.466	859	22	0.489	850	23	0.511	831	24	0.534	824	25	0.557	819	26	0.580	813	27	0.602	804	28	0.625	785	29	0.648	771	30	0.670	768
31	0.693	757	32	0.716	716	33	0.739	711	34	0.761	697	35	0.784	678	36	0.807	597	37	0.830	590	38	0.852	576	39	0.875	491	40	0.898	480
41	0.920	447	42	0.943	397	43	0.966	393	44	0.989	345																		

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) borne inferieure - (2) borne superieure

H0= 840.5 F0= .5 D1= .5689854775647 S1= 81.63052116763

D2= .8297714413639 S2= -204.8116725732

Tableau n°4

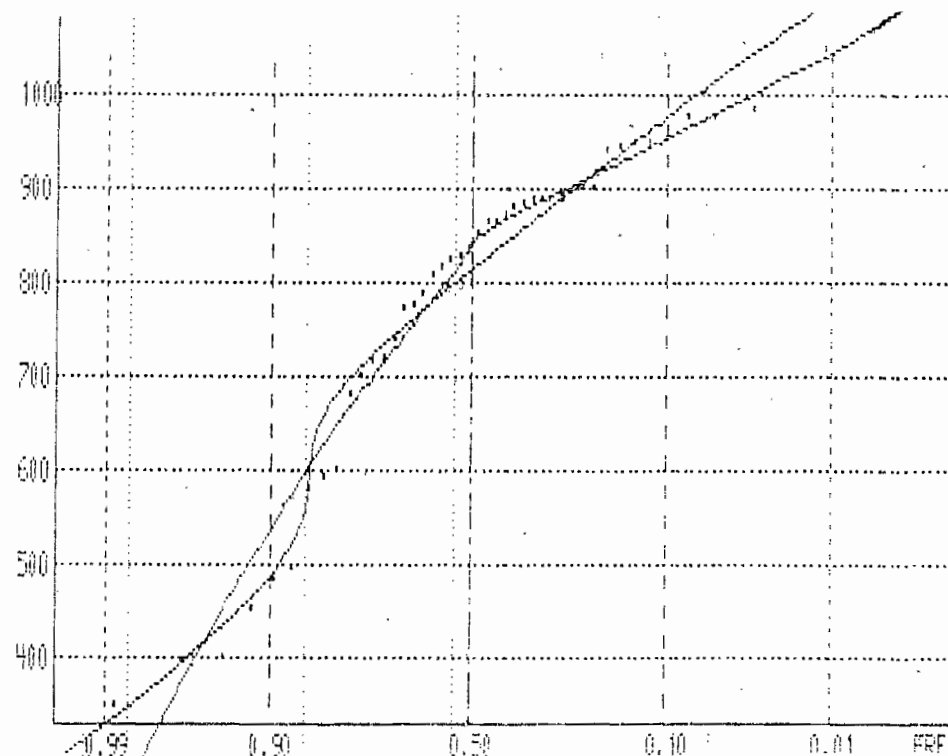
DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) borne inferieure - (2) borne superieure

H0= 580 F0= .85 D1= .376787243711 S1= 297.4634918153

D2= .5265675110477 S2= -149.9628949375

Figure n°4



STATION: MOPTI SUR LE FLEUVE BANI
 HAUTEURS MOYENNES DE LA DECADE 23
 TAILLE DE L'ECHANTILLON : 47

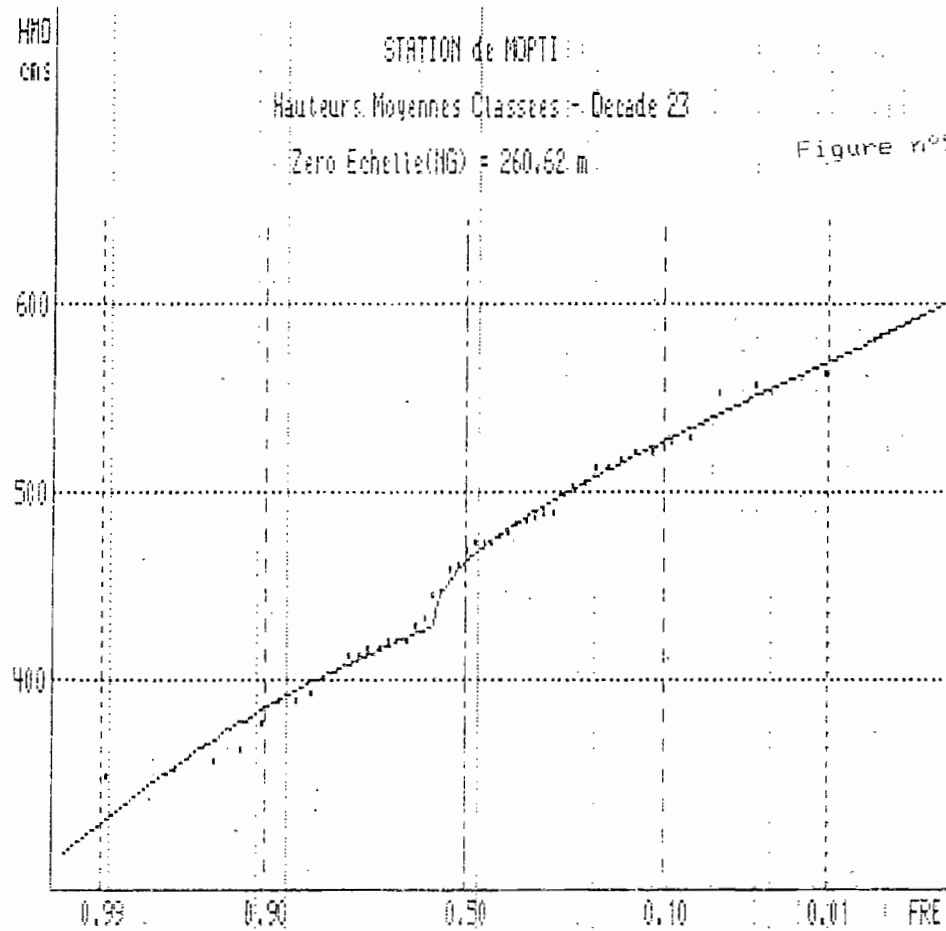
1	0.011	561	2	0.032	555	3	0.053	552	4	0.074	538	5	0.096	526	6	0.117	520	7	0.138	520	8	0.160	516	9	0.181	512	10	0.202	511
11	0.245	503	12	0.267	501	13	0.289	471	14	0.311	467	15	0.333	466	16	0.354	466	17	0.376	462	18	0.398	464	19	0.419	468	20	0.441	469
21	0.462	476	22	0.484	472	23	0.506	478	24	0.528	476	25	0.550	476	26	0.572	470	27	0.594	471	28	0.616	463	29	0.638	468	30	0.660	462
31	0.682	367	32	0.704	367	33	0.726	375	34	0.748	362	35	0.770	352	36	0.792	351	37	0.814	347	38	0.836	347	39	0.858	347	40	0.880	342

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TROUVEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) borne inferieure - (2) borne superieure

H0= 425 F0= .58 D1= .4290351939731 S1= 76.96597522452
 D2= .9022541808541 S2= -31.74712660973

Tableau n°5



STATION: HOPTI SUR LE FLEUVE BANI

HAUTEURS MOYENNES DE LA DECADE 24

TAILLE DE L'ECHANTILLON : 47

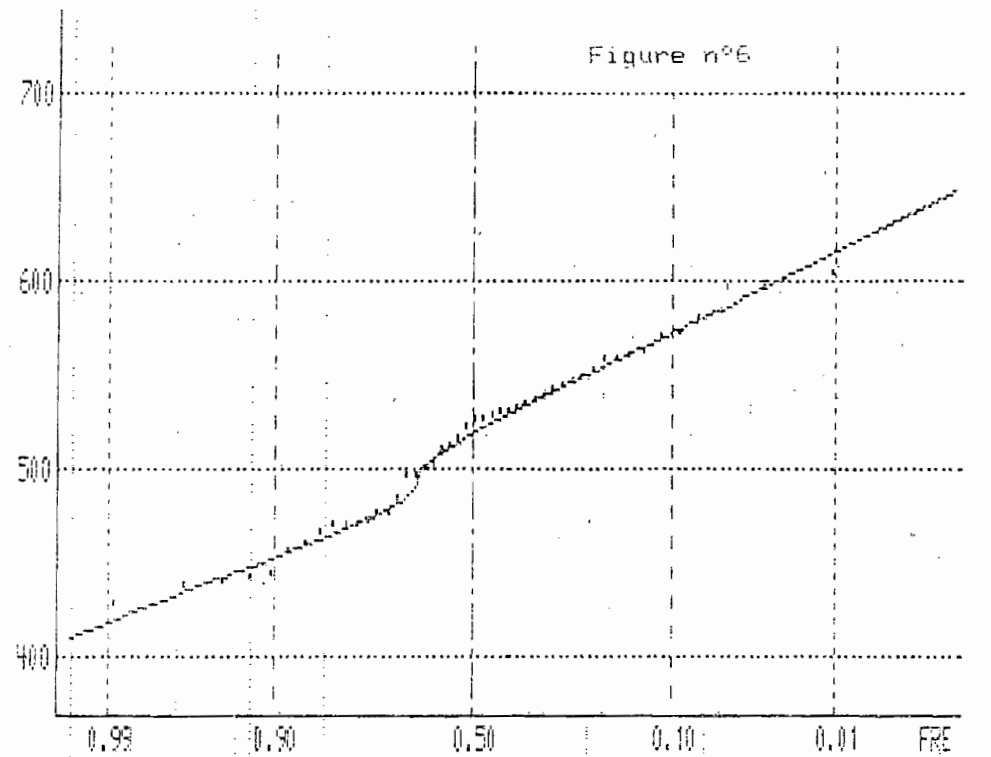
1	0.011	604	2	0.032	597	3	0.053	596	4	0.074	590	5	0.096	572	6	0.117	569	7	0.138	562	8	0.160	560	9	0.181	558	10	0.202	558
11	0.223	551	12	0.245	548	13	0.266	545	14	0.287	543	15	0.309	542	16	0.330	538	17	0.351	535	18	0.372	534	19	0.394	531	20	0.415	530
21	0.436	530	22	0.457	528	23	0.477	526	24	0.500	526	25	0.521	521	26	0.543	516	27	0.564	511	28	0.585	510	29	0.606	500	30	0.628	499
31	0.647	496	32	0.670	495	33	0.691	483	34	0.713	476	35	0.734	475	36	0.755	472	37	0.777	470	38	0.798	470	39	0.819	469	40	0.840	465
41	0.862	459	42	0.883	455	43	0.904	444	44	0.926	441	45	0.947	440	46	0.968	437	47	0.989	427									

DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TACONDEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

Tableau n°6

PARAMETRES DES DEUX DISTRIBUTIONS : (1) Borne inferieure - (2) Borne superieure

M0= 490 F0= .65 D1= .528153925419 S1= 59.13611384996
D2= .623625928158E S2= -32.25781270584



ANNEXE 2

MODELE DE PROPAGATION DE L'ONDE DE CRUE

BIEFS : DOUNA - BENENI KEGNY

DOUNA - SOFARA

CARACTERISTIQUES DU BIEF: DOUMA / BEMENI KEGNY

Temps en jours - Hauteurs en cas - N = Nombre de valeurs de la tranche analysees - R = coefficient de correlation correspondant

X = Hauteur moyenne de la station amont(en cas) - Y = idem station aval

N= 62	R= 0.884	X= 57.0	Y= 55.5	T= 3.75
N= 64	R= 0.914	X= 70.3	Y= 69.0	T= 4.75
N= 58	R= 0.916	X= 91.9	Y= 92.2	T= 4.75
N= 41	R= 0.840	X= 110.7	Y= 114.4	T= 5.25
N= 33	R= 0.775	X= 138.7	Y= 143.5	T= 6.25
N= 25	R= 0.724	X= 156.9	Y= 165.4	T= 9.50
N= 21	R= 0.615	X= 185.6	Y= 196.4	T= 4.50
N= 21	R= 0.625	X= 211.4	Y= 226.0	T= 4.00
N= 19	R= 0.604	X= 240.3	Y= 256.9	T= 2.25
N= 23	R= 0.768	X= 264.7	Y= 279.7	T= 4.25
N= 24	R= 0.840	X= 284.7	Y= 299.1	T= 4.25
N= 24	R= 0.877	X= 319.4	Y= 330.5	T= 4.50
N= 23	R= 0.599	X= 334.7	Y= 344.0	T= 4.50
N= 24	R= 0.727	X= 364.4	Y= 376.4	T= 5.25
N= 27	R= 0.585	X= 387.4	Y= 405.0	T= 4.75
N= 24	R= 0.673	X= 406.5	Y= 426.1	T= 3.75
N= 24	R= 0.731	X= 420.1	Y= 438.6	T= 5.25
N= 20	R= 0.831	X= 439.0	Y= 460.9	T= 5.75
N= 14	R= 0.908	X= 475.8	Y= 495.9	T= 5.00
N= 10	R= 0.822	X= 491.9	Y= 519.9	T= 5.50
N= 13	R= 0.880	X= 535.6	Y= 561.3	T= 5.50
N= 15	R= 0.908	X= 562.4	Y= 581.0	T= 5.50
N= 13	R= 0.908	X= 590.8	Y= 603.5	T= 6.25
N= 15	R= 0.956	X= 611.5	Y= 616.9	T= 6.00
N= 11	R= 0.985	X= 649.4	Y= 643.5	T= 7.00

Tableau n°1

PARAMETRES DU MODELE DE PROPAGATION DU BIEF : DOUMA / BEMENI KEGNY

CALAGE EFFECTUE POUR LA PERIODE: 1966 / 1982

1	0.000000000	2	0.000000000	3	1.023470000	4	4.720000000
5	-0.000004570	6	0.0002576100	7	1.060600000	8	-23.625400000
9	0.000000000	10	-0.0015379700	11	3.288100000	12	-887.490000000
13	200						
14	800						
15	0.00553995	16	0.15383000	17	-0.96231000	18	3.75000000
19	0.00000000	20	0.00000000	21	0.00000000	22	0.00000000
23	1300.00000						
24	-100.00						
25	0.00						

CARACTERISTIQUES DU BIEF: DOUMA / SOFARA

Temps en jours - hauteurs en cas - N = Nombre de valeurs de la tranche analysées - R = coefficient de corrélation correspondant

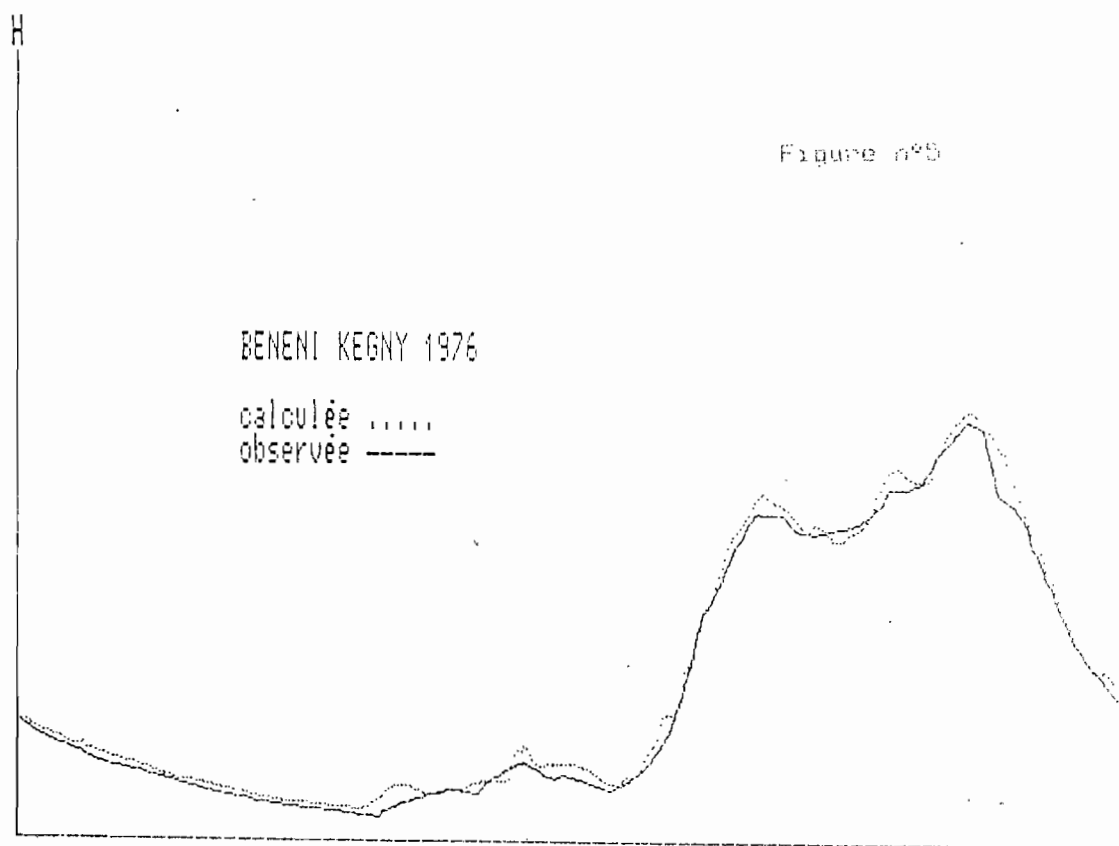
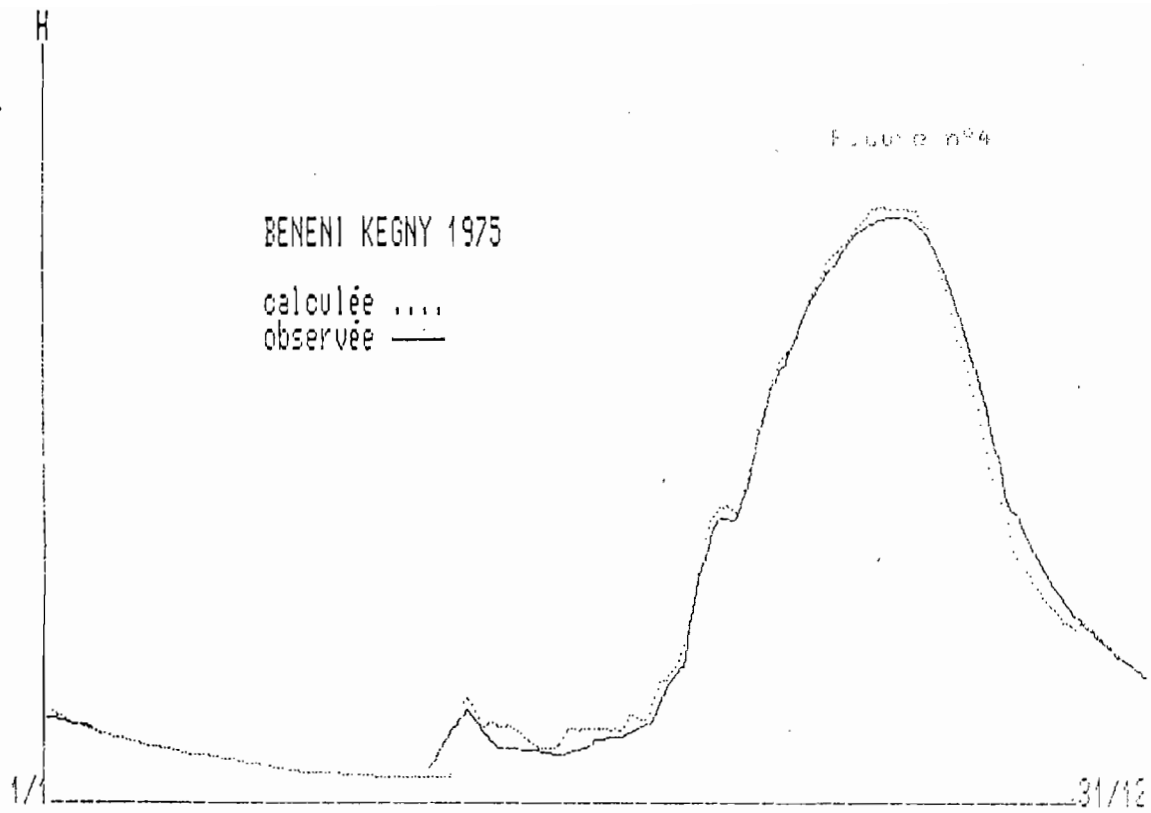
N= 177	R= 0.952	X= 61.4	Y= 40.4	T= 10.00
N= 138	R= 0.940	X= 77.5	Y= 63.4	T= 9.50
N= 100	R= 0.907	X= 96.7	Y= 92.5	T= 8.75
N= 76	R= 0.863	X= 112.1	Y= 119.5	T= 8.75
N= 66	R= 0.861	X= 127.7	Y= 145.0	T= 8.75
N= 58	R= 0.823	X= 143.8	Y= 171.0	T= 8.75
N= 48	R= 0.796	X= 159.0	Y= 193.2	T= 8.50
N= 44	R= 0.795	X= 175.3	Y= 219.2	T= 8.25
N= 43	R= 0.792	X= 195.4	Y= 248.7	T= 8.50
N= 33	R= 0.592	X= 209.3	Y= 272.8	T= 9.75
N= 33	R= 0.771	X= 226.1	Y= 293.1	T= 9.25
N= 33	R= 0.606	X= 244.8	Y= 322.9	T= 11.25
N= 32	R= 0.730	X= 275.5	Y= 355.1	T= 10.75
N= 43	R= 0.736	X= 299.7	Y= 381.8	T= 12.50
N= 49	R= 0.771	X= 329.3	Y= 403.8	T= 12.25
N= 55	R= 0.766	X= 360.5	Y= 428.7	T= 13.25
N= 56	R= 0.688	X= 386.1	Y= 447.9	T= 14.00
N= 54	R= 0.727	X= 421.1	Y= 474.4	T= 15.25
N= 50	R= 0.777	X= 451.3	Y= 493.7	T= 15.75
N= 46	R= 0.608	X= 496.9	Y= 522.5	T= 17.00
N= 43	R= 0.833	X= 541.4	Y= 546.1	T= 17.00
N= 38	R= 0.760	X= 592.8	Y= 572.3	T= 18.50
N= 36	R= 0.831	X= 622.7	Y= 584.9	T= 19.50
N= 24	R= 0.888	X= 692.9	Y= 611.7	T= 19.25
N= 10	R= 0.931	X= 753.8	Y= 630.8	T= 20.00

Tableau n°12

PARAMETRES DU MODELE DE PROPAGATION DU BIEF : DOUMA / SOFARA

CALAGE EFFECTUE POUR LA PERIODE: 1967 / 1982

1	0.0000894390	2	-0.0161845000	3	2.2816400000	4	-58.5400000000
5	0.0000000000	6	0.0000000000	7	1.6000000000	8	-61.0000000000
9	0.0000006260	10	-0.0015826890	11	1.7231200000	12	-24.1800000000
13	100						
14	200						
15	-1.40807790	16	6.66768000	17	-10.73932000	18	14.39000000
19	0.00000000	20	-0.20516500	21	3.99905000	22	1.85000000
23	150.00000						
24	60.00						
25	10.00						

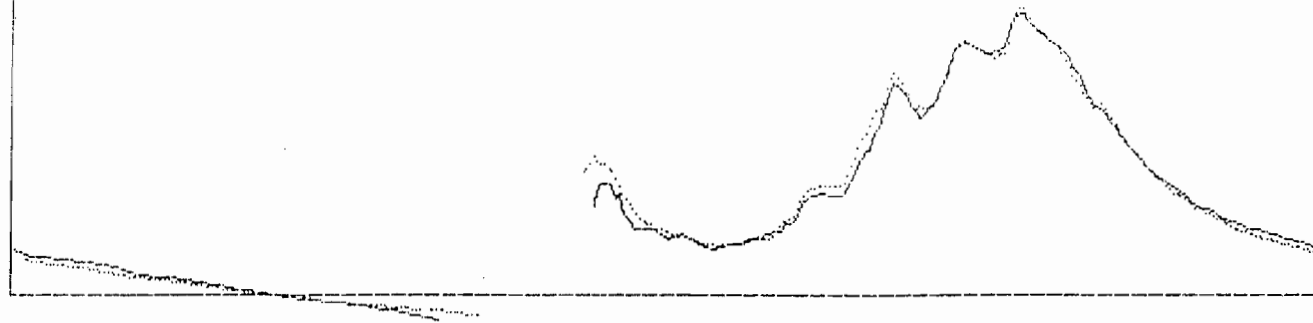


1984

BENENI KEGNY 1984

calculée
observée ———

Figure 176



ANNEXE 3

ETALONNAGES DES STATIONS DU BANI

BENENI KEGNY - SOFARA - MOPTI

Tiré de :

"ETUDES DES ANOMALIES DES CRUES DU FLEUVE NIGER"

J.P. LAMAGAT - M. MOLINIER - 1982

2.1.6. ANALYSE DES MESURES EFFECTUEES A BENENI KEGNY

Nous disposons de deux séries de mesures qui correspondent chacune à un étalonnage non-univoque. Les comparaisons de modules par la méthode des double-cumuls nous a permis de placer dans le temps ce détarage au 1er Mai 1971.

2.1.6.1. Période antérieure à 1971

31 mesures de débits ont été effectuées de Novembre 1954 à Mai 1971. 21 d'entre elles sont utilisées pour l'analyse. La courbe pseudo-univoque est traduite par cinq tronçons de parabole dont les paramètres respectifs sont :

Tronçons (en m.)	0,05-1,00	1,00-2,00	2,00-4,00	4,0-7,0	7,0-9,0
a	44,468	34	24	40	87,5
b	9,745	97	166	246,7	477,5
c	1,61	51	182	610	1710

La correction utilisée qui reste la même pour toute la période des observations est la suivante :

$$Q_c = Q / (1 + 0,0255 \cdot G)^{0,5}$$

Le tableau n° 6 contient le détail de l'analyse qui a été réalisée comme les précédentes. Après analyse et l'application de la correction de gradient ci-dessus nous obtenons les résultats suivants :

N = Nombre de mesures utilisées.

	Q mesurés	Q corrigés
Total des écarts en % (N = 21)	244,2	95,0
Ecart moyen en %	11,6	4,5
Total des écarts en % (N = 19)	211,2	72,7
Ecart moyen en %	11,1	3,8

2.1.6.2. Période postérieure à 1971

La même correction est appliquée aux mesures de débits dont nous disposons. Nous traçons une courbe moyenne qui est traduite par six tronçons de parabole dont les paramètres respectifs sont :

Tronçons: (m)	0,05 - 0,3	0,3 - 1	1 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 9
a	14,667	67,111	22	17,5	34	77,778
b	17,133	23,308	135	189,5	286	403,333
c	1,6	6,8	56	213	662	1370

Le tableau n° 6.1. bis contient le détail de l'analyse. La réduction des écarts est la suivante :

	Q mesurés	Q corrigés
Total des écarts en % (N = 11)	61,3	21,0
Ecart moyen en %	4,7	1,6
Total des écarts en % (N = 10)	42,2	15,5
Ecart moyen en %	3,5	1,3

TABLEAU N° 6.

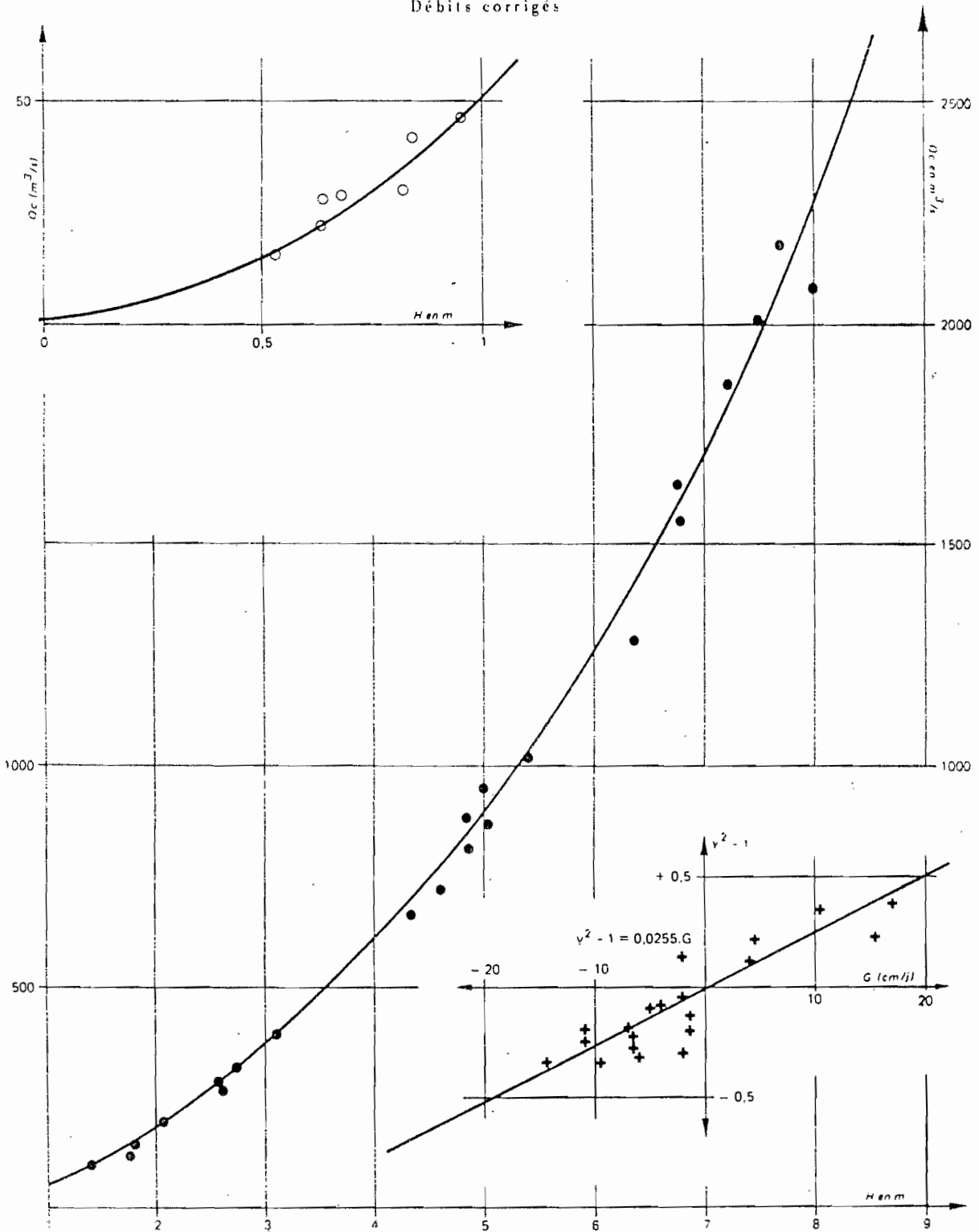
STATION DE BENENI KEGNY

- Analyse des mesures effectuées

N°	DATE	H (m)	Q (m3/s)	DH-1 (cms)	$y^2 - 1$	Q _c (m3/s)	DQ/Q _c (%)	DQ _c /Q _c (%)
1	28/11/54	6,77	1.410	- 6,5	- 0,224	1.554	- 11,9	- 2,9
2	14/02/55	2,04	190	- 2,0	+ 0,014	197	+ 0,7	+ 4,4
3	24/05/55	0,72	70,2	- 0,5		71,3		
4	6/12/55	5,00	804	-11,0	- 0,196	953	- 10,3	+ 6,3
5	18/07/56	0,84	44,0	+ 4,0		42,3		
6	14/12/56	3,10	353	- 7,0	- 0,196	392	- 10,3	- 0,4
7	20/12/56	2,71	297	- 5,0	- 0,094	320	- 4,8	+ 2,6
8	25/01/57	1,79	138	- 1,5	- 0,140	142	- 7,3	- 4,6
9	9/08/57	4,33	771	+15,5	+ 0,228	660	+ 10,8	- 5,1
10	16/09/57	7,67	2.280	+ 4,5	+ 0,214	2.180	+ 10,2	+ 5,4
11	14/01/58	2,57	271	- 4,0	- 0,092	288	- 4,7	+ 1,3
12	11/03/58	1,39	96,0	- 2,0	+ 0,043	99,3	+ 2,1	+ 5,6
13	15/08/58	5,39	1.211	+17,0	+ 0,382	1.023	+ 17,6	- 0,7
14	17/11/58	6,36	1.175	- 6,0	- 0,310	1.286	- 17,0	- 9,1
15	5/12/58	4,85	735	- 6,5	- 0,250	810	- 13,4	- 4,5
16	20/08/58	4,83	982	+10,5	+ 0,359	881	+ 16,6	+ 4,6
17	18/09/59	7,52	2.090	+ 4,0	+ 0,112	2.010	+ 5,5	+ 1,4
18	22/10/59	7,98	2.027	- 1,5	- 0,197	2.084	- 10,4	- 7,9
19	3/11/59	7,23	1.571	-11,0	- 0,259	1.861	- 13,9	+ 2,0
20	7/11/59	6,76	1.293	-14,5	- 0,343	1.634	- 19,0	+ 2,4
21	19/11/59	5,02	700	-17,5	- 0,399	868	- 22,5	- 3,9
22	23/11/59	4,60	624	- 9,5	- 0,347	721	- 19,2	- 6,7
23	20/01/60	1,75	120	- 2,0	- 0,295	124	- 16,0	- 13,2
24	15/03/60	0,95	45,4	- 1,0		46,4		
25	28/03/60	0,82	29,4	- 1,0		30,0		
26	17/04/60	0,68	28,8	- 1,0		29,4		
27	8/05/60	0,64	28,0	0,0		28,0		
28	21/07/60	2,59	312	+15,5		267		
29	12/06/63	0,53	16,1	+ 2,0		15,8		
30	20/05/60	0,63	21,5	- 1,0		22,0		
31	9/10/67	8,34	2.725	- 0,5	- 0,011	2.738	- 0,5	- 0,1
32	5/09/71	5,95	1.430	+ 6,0	+ 0,124	1.324	+ 6,0	- 1,9
33	5/04/74	0,05	1,6	0,0	0,000	1,6	+ 0,0	0,0
34	29/08/76	3,62	585	+ 6,5	+ 0,069	538	+ 3,4	- 4,9
35	11/10/76	3,93	670	+ 3,0	+ 0,083	643	+ 4,1	- 0,1
36	1/05/78	0,28	6,5	0,0	+ 0,059	6,5	+ 2,9	+ 2,9
37	7/05/80	0,22	4,9	0,0	- 0,015	4,9	- 0,7	- 0,7
38	3/08/80	1,74	177	+ 5,0	+ 0,111	166	+ 5,4	- 1,2
39	29/08/80	3,50	539	+10,0	+ 0,418	566	+19,1	+ 5,5
40	7/09/80	4,65	940	+ 8,0	+ 0,188	851	+ 9,0	- 1,3
41	12/09/80	5,22	1.150	+ 6,0	+ 0,174	1.065	+ 8,3	+ 0,3
42	27/09/80	5,47	1.150	- 2,0	- 0,010	1.180	- 0,5	+ 2,1

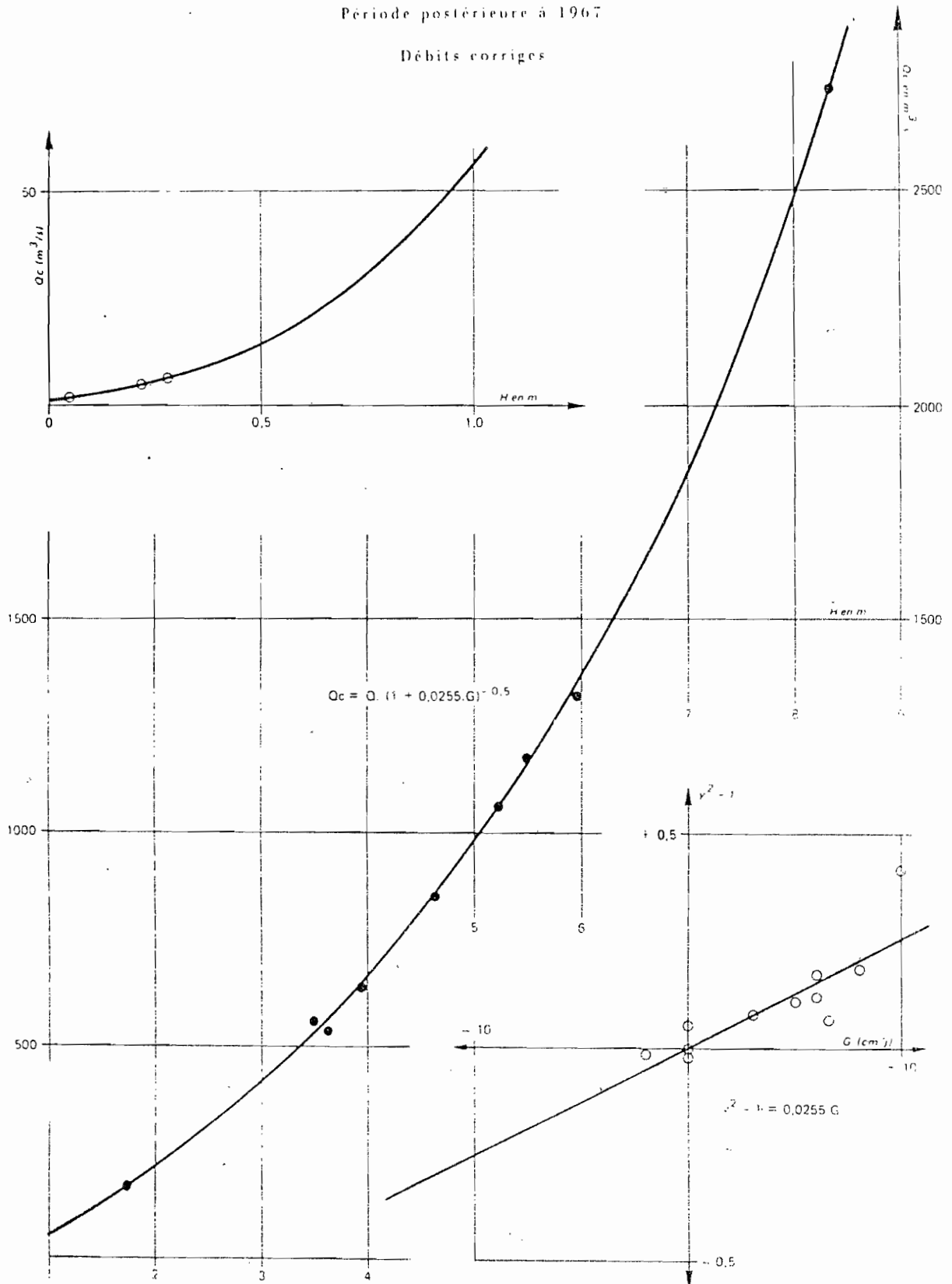
Période antérieure à 1967

Débits corrigés



Période postérieure à 1967

Débits corrigés



2.1.7. ANALYSE DES MESURES EFFECTUEES A SOFARA

39 mesures de débits ont été effectuées à SOFARA du 24/11/51 au 29/09/60. Ces mesures ont été analysées et après correction de gradient :

$$K = 0,0387$$

Le débit corrigé est de la forme :

$$Q_0 = Q / (1 + 0,0387 \cdot G)^{0,5}$$

Nous avons tracé la courbe pseudo-univoque à l'aide des débits corrigés, elle est représentée par cinq tronçons de parabole dont les paramètres sont :

Tronçons (m):	-0,5-0,0	0,0-1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	4,0-7,2
a	16,867	38	15	27,5	41,111
b	0,527	20	81,5	115,5	235
c	0,020	4,5	62,5	159	500

Le tableau n° 7 contient le détail de l'analyse. Nous n'avons pas pris en considération les mesures effectuées à des cotes à l'échelle de crue inférieures à 1,0m. Seules 22 mesures ont été utilisées dans l'évaluation du coefficient de correction de gradient limnimétrique. Pour le tracé de la courbe pseudo-univoque, toutes les mesures ont été utilisées.

La valeur limite inférieure, ACO est égale à :

$$ACO = - 0,50$$

A partir du tableau n° 7 nous tirons de l'analyse les éléments suivants :

	Débits mesurés	Débits corrigés
Total des écarts en ‰ (N = 22)	196,4	39,3
Ecart moyen en ‰	8,9	1,8
Total des écarts en ‰ (N = 20)	178,4	31,9
Ecart moyen en ‰	8,9	1,6

La valeur fixée pour ACO correspond à un gradient minimal de - 16,7 cm/j. La figure n° 7 représente la courbe pseudo-univoque avec les mesures corrigées par le gradient limnimétrique.

TABLEAU N° 7.

STATION DE SOFARA

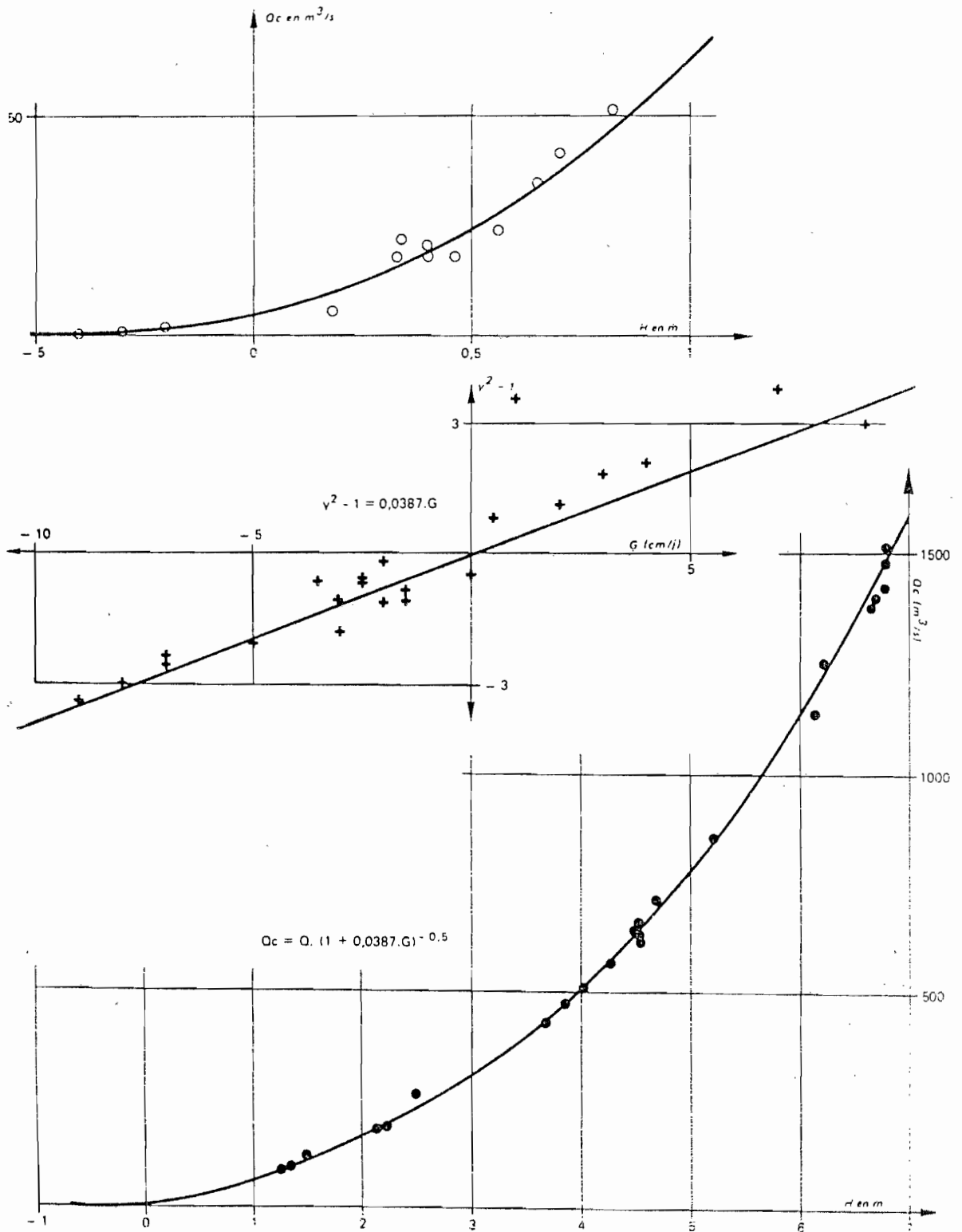
- Analyse des mesures effectuées à SOFARA -.

N°	DATE	H(m)	Q(m ³ /s)	DH-1 (cms)	y ² - 1	Q _c (m ³ /s)	DQ/Q _c (%)	DQ _c /Q _c (%)
1	24/11/51	6,79	1392	- 3	- 0,111	1481	- 6,5	- 0,4
2	28/01/52	3,86	404	- 7	- 0,258	473	-14,6	0,0
3	28/03/52	1,27	81	- 2	- 0,015	84	- 5,4	- 1,9
4	7/06/52	0,34	22			22		
5	1/12/54	6,64	1345	- 1,5	- 0,086	1386	- 3,9	- 1,0
6	12/02/55	2,69	244	- 3,5	- 0,061	262	- 4,0	+ 3,1
7	27/03/56	1,32	87	- 2,5	- 0,068	92	- 3,5	+ 2,1
8	23/05/56	0,70	40	- 2		42		
9	15/12/56	4,50	548	- 7	- 0,238	642	-14,0	+ 0,8
10	19/12/56	4,26	457	- 9	- 0,343	566	-20,0	- 0,9
11	26/01/57	2,15	171	- 2,5	- 0,066	180	- 3,7	+ 1,4
12	9/05/57	0,56	24	+ 1		24		
13	15/09/57	6,22	1345	+ 4	+ 0,207	1252	+12,0	+ 4,2
14	15/01/58	4,02	421	- 8	- 0,304	507	-17,3	- 0,4
15	14/08/58	4,53	741	+ 0,5	+ 0,357	634	+14,8	- 1,8
16	30/11/58	6,13	1075	- 3	- 0,180	1143	- 8,0	- 2,2
17	23/08/59	4,54	730	+ 9	+ 0,306	629	+12,6	- 3,0
18	26/10/59	6,75	1420	0,0	- 0,050	1420	- 3,0	- 3,0
19	6/11/59	6,68	1340	- 2	- 0,116	1395	- 5,8	- 2,0
20	21/01/60	2,20	173	- 1,5	- 0,108	178	- 6,0	- 3,2
21	15/03/60	0,82	50	- 2		52		
22	1/04/60	0,65	34	- 1		35		
23	23/04/60	0,46	17,4	- 1		18		
24	12/05/60	0,40	19,1	+ 0,5		19		
25	11/06/63	0,33	17,3	- 1		18		
26	21/05/67	0,40	21,0	- 1		21		
27	11/10/67	6,78	1530	+ 0,5	+ 0,082	1515	+ 3,2	+ 2,2
28	9/07/73	0,18	5,8	- 0,5		5,9		
29	25/04/74	-0,30	0,8	0,0		0,8		
30	22/06/74	-0,40	0,1	0,0		0,1		
31	28/04/78	-0,20	2,4	0,0		2,4		
32	22/08/79	3,685	385	- 5	- 0,205	429	-11,6	- 1,5
33	6/05/80	-0,16	3,3					
34	1/08/80	1,49	148	+10,5	(0,948)	125	+39,6	+17,5
35	19/08/80	3,125	456	+ 4				
36	27/08/80	3,44	487	+ 4				
37	9/09/80	4,54	675	+ 2	+ 0,116	650	+ 4,1	+ 0,3
38	11/09/80	4,68	7,98	+ 7	+ 0,382	708	+15,9	+ 2,8
39	29/09/80	5,20	904	+ 3	+ 0,185	856	+ 6,5	+ 0,9

le BANI à SOFARA

Fig. 7

Débits corrigés



2.1.8. ANALYSE DES MESURES EFFECTUEES A MOPTI

L'analyse conduit à conserver la même courbe d'étalonnage et la même correction pendant toute la période des observations.

La série de cinq mesures effectuées en 1980 ne permet pas de conclure à un détariage de la section pour diverses raisons. Il semble bien que l'équipe ait surévalué les résultats des mesures. La confirmation des valeurs fortes obtenues en 1980 s'impose et une campagne complète de jaugeages doit être réalisée à NANTAKA.

2.1.8.1. Mesures antérieures à 1963

Comme indiqué ci-dessus nous avons établi une courbe correspondant au régime uniforme. Cette courbe est essentiellement tracée à partir des jaugeages effectués après 1960, ceci pour la partie des débits supérieurs à 2000 m³/s, soit sensiblement pour les cotes supérieures à 5,50 mètres à l'échelle de crue de MOPTI.

Au-delà de 5,5 m, les mesures antérieures à 1960 semblent bien avoir été réalisées à la station de NIMITIGO comme l'indique C. AUVRAY dans la première monographie du NIGER; il estime que les débits sont sous-estimés de 4% environ. Au moment de la rédaction de l'ouvrage d'Auteur ne possédait pas les séries de mesures de 1967 et 1969 qui couvrent complètement la plage de cotes comprises entre 5,5m et 7,2 mètres à l'échelle de crue de MOPTI.

Il y a une mise en vitesse des débordements qui se produisent, au-delà de la cote 5,50, dans les plaines d'inondations de rive gauche et dans le bras de rive droite. Pour une faible augmentation de cote, les vitesses doivent croître très rapidement et les erreurs de l'ordre de 6 à 7% à la cote 6,00 passent à environ 17% à la cote 7,00 mètres à l'échelle de MOPTI.

Il serait illusoire de conclure à un détariage de la section de NANTAKA, et en fait de l'échelle de crue de MOPTI, car toutes les mesures effectuées au dessous de la cote 5,50 sont bien dans le système de tarage utilisé actuellement. Quelques erreurs dues au fait que nous prenons comme cotes de références celles de l'échelle de MOPTI, qui est située sur le BANI à l'amont de la confluence avec le NIGER, correspondant davantage à une dispersion provenant de l'imprécision de la connaissance des cotes du plan d'eau au niveau de la section de jaugeages de NIMITIGO.

120 mesures de débits, mises à part les mesures effectuées au-dessus de 5,50 mètres à MOPTI, sont utilisées pour tracer la courbe "pseudo-univoque" correspondant à un régime uniforme. Avant 1964 il a été réalisé 30 mesures dont 6 au dessus de 5,5 mètres. La courbe moyenne est représentée par 7 tronçons de paraboles dont les paramètres sont les suivants:

Tronçons (m) :	0,0	0,4	1,0	2,0	3,0	5,0	6,0	7,3
a	100	33,33	32	106	78	70	148,32	
b	-2,5	66,67	13	195	414	715	777,34	
c	0,0	15	67	229	530	1670	2455	

La correction de gradient limnimétrique est la suivante :

$$Q_c = Q / (1 + K \cdot G)^{0,5} \quad \text{avec } K = 0,030$$

Le tableau n° 8 contient le détail de l'analyse. la réduction des écarts est la suivante :

	Mesurées	Corrigées
Total des écarts en % (N = 29)	532,1	412,1
Ecart moyen en %	6,0	4,6
Total des écarts en % (N = 80)	405,5	302,1
Ecart moyen en %	5,1	3,8

Les figures 8.1. et 8.2. présentent la courbe "pseudo-univoque" et la droite de correction.

La valeur limite du gradient négatif (ACO) est fixée à :

$$ACO = - 0,50$$

Soit :

$$G_{min} = - 16,7 \text{ cms/jour}$$

TABLEAU N° 8

STATION DE MOPTI

- Analyse des mesures de débits effectuées avant 1964 -.

N°	DATE	H(cm)	Q(m3/s)	DH-1 (cms)	$y^2 - 1$	Q_c (m3/s)	DQ/Q ₀ (%)	DQ _c /Q ₀ (%)	H(cm) Obs.
1	22/08/51	527	1.780	+ 5,5	- 0,092	1.649	- 4,1	- 11,7	527
2	21/11/51	710	2.805	+ 0,5	- 0,356	2.784	- 19,7	- 20,3	709
3	26/01/52	527	1.570	- 6,5	- 0,294	1.750	- 16,0	- 6,3	527
4	27/03/52	232	279	- 6,5	- 0,148	311	- 7,7	+ 2,9	232
5	8/06/52	126	130	+ 3,0		125			127
6	19/02/54	310	507	- 3,5	- 0,215	536	- 11,4	- 6,3	300
7	30/03/55	231	325	- 2,5	+ 0,176	338	+ 8,5	+ 12,8	231
8	23/03/56	230	292	- 3,5	- 0,034	309	- 1,7	+ 4,0	230
9	18/12/56	540	1.772	- 7,0	- 0,189	1.994	- 9,9	+ 1,4	544
10	18/02/57	233	265	- 4,5	- 0,245	285	- 13,1	- 6,5	233
11	8/05/57	100	74	0,0		74			100
12	6/08/57	473	1.600	+ 6,0	+ 0,169	1.473	+ 8,1	- 0,5	466
13	14/09/57	639	2.590	+ 3,0	- 0,132	2.481	- 6,9	- 10,8	633
14	16/01/58	514	1.573	- 8,0	- 0,212	1.804	- 11,2	+ 1,8	516
15	19/02/58	346	530	- 6,5	- 0,483	591	- 28,1	- 19,8	344
16	12/03/58	268	278	- 6,5	- 0,542	310	- 32,3	- 24,5	265
17	4/06/58	227	357	+14,0	+ 0,522	300	+ 23,4	+ 3,7	222
18	25/07/58	414	1.224	+ 2,5	+ 0,231	1.181	+ 10,9	+ 7,0	412
19	13/08/58	464	1.554	+ 5,0	+ 0,200	1.449	+ 9,5	+ 2,1	462
20	22/08/58	515	1.942	+ 4,5	+ 0,192	1.823	+ 9,2	+ 2,5	509
21	6/09/58	580	2.400	+ 3,5	+ 0,101	2.283	+ 5,0	- 0,2	577
22	2/10/58	672	2.769	+ 3,0	- 0,198	2.652	- 10,4	- 14,2	659
23	21/11/59	670	2.555	- 2,0	- 0,308	2.635	- 16,8	- 14,2	676
24	9/12/59	604	2.134	- 4,5	- 0,263	2.294	- 14,2	- 7,7	610
25	14/03/60	142	120	- 2,5		125			143
26	31/03/60	120	84	- 1,5		86			120
27	22/04/60	92	55	0,0		55			92
28	11/05/60	74	39	- 1,5		40			83
29	23/07/60	376	1.075	+ 8,0	+ 0,460	865	+ 20,8	+ 8,2	374
30	9/06/63	140	130	0,0		130			140

- La dernière colonne contient les hauteurs consignées sur la feuille de relevés de l'observateur de l'échelle de crue de MOPTI -.

TABLEAU N° 8.1.

STATION DE MOPTI

- Analyses des mesures effectuées à partir de 1964 -.

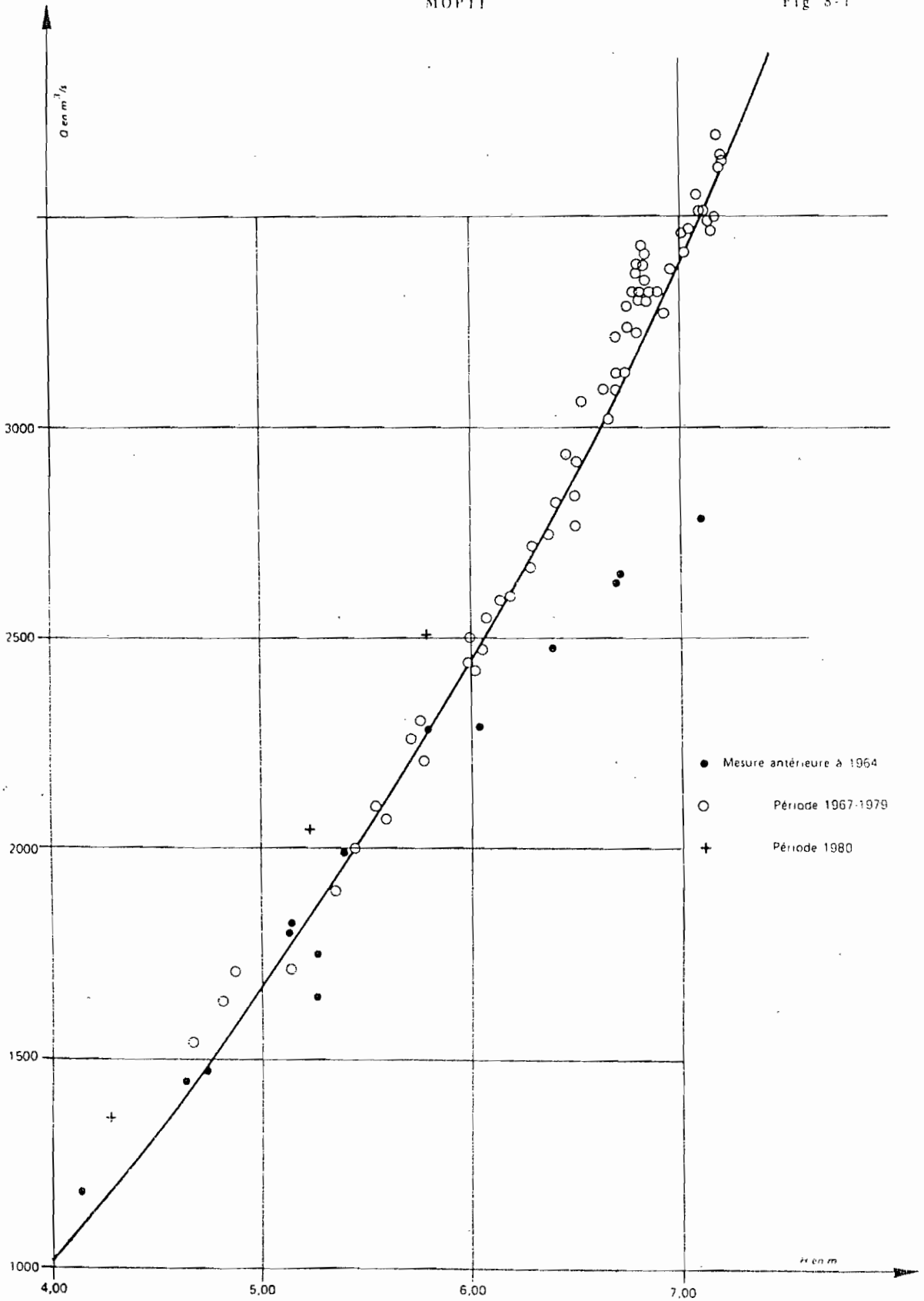
N°	DATE	H (cm)	Q (m ³ /s)	DH-1 (cm)	y ² -1	Q _c (m ³ /s)	DQ/Q _o	DQ _c /Q _o
32	24/05/67	052	44	0,0		44		
33	15/10/67	690	3370	+ 1,0	0,029	3321	+ 1,4	0,0
34	17/10/67	693	3340	+ 1,5	-0,009	3267	- 0,5	- 2,6
35	19/10/67	696	3450	+ 1,5	+0,036	3375	+ 1,8	- 0,4
36	24/10/67	702	3465	+ 1,0	+0,004	3414	+ 0,2	- 1,3
37	29/10/67	708	3605	+ 1,0	+0,045	3552	+ 2,2	+ 0,7
38	1/11/67	710	3565	+ 1,0	+0,008	3513	+ 0,4	- 1,0
39	4/11/67	713	3540	+ 1,0	-0,025	3488	- 1,3	- 2,7
40	7/11/67	716	3525	+ 0,5	-0,052	3499	- 2,6	- 3,4
41	11/11/67	719	3625	0,0	-0,023	3615	- 1,1	- 1,1
42	13/11/67	720	3640	0,0	-0,015	3640	- 0,8	- 0,8
43	16/11/67	720	3630	0,0	-0,021	3630	- 1,0	- 1,0
44	19/11/67	718	3610	- 1,5	-0,019	3694	- 0,9	- 1,4
45	22/11/67	715	3440	- 1,0	-0,091	3493	- 4,7	- 3,2
46	25/11/67	711	3460	- 1,0	-0,056	3513	- 2,9	- 1,4
47	28/11/67	704	3390	- 1,5	-0,051	3469	- 2,6	- 0,3
48	30/11/67	701	3330	- 2,5	-0,066	3462	- 3,4	+ 0,5
50	22/10/68	650	2840	0,0	-0,045	2840	- 2,3	- 2,3
51	25/10/68	651	2790	+ 0,5	-0,084	2769	- 4,3	- 5,0
53	1/11/68	650	2900	- 0,5	-0,004	2922	- 0,2	+ 0,6
55	8/11/68	641	2760	- 4,5	-0,041	2824	- 2,1	+ 0,2
57	14/11/68	629	2610	- 1,5	-0,070	2671	- 3,6	- 1,3
59	18/11/68	619	2500	- 2,5	-0,087	2599	- 4,5	- 0,7
61	22/11/68	608	2390	- 4,0	-0,102	2548	- 5,2	+ 1,0
62	25/11/68	602	2310	- 3,0	-0,126	2422	- 6,5	- 2,0
63	10/10/69	666	3110	+ 2,0	+0,029	3021	+ 1,4	- 1,5
64	12/10/69	670	3140	+ 1,0	+0,021	3094	+ 1,0	- 0,4
65	14/10/69	670	3180	+ 1,0	+0,047	3133	+ 2,3	+ 0,8
66	16/10/69	674	3220	+ 2,0	+0,045	3128	+ 2,2	- 0,7
67	19/10/69	676	3275	+ 1,0	+0,067	3237	+ 3,3	+ 1,8
68	21/10/69	678	3320	0,0	+0,082	3320	+ 4,0	+ 4,0
69	23/10/69	678	3360	+ 1,0	+0,108	3311	+ 5,3	+ 3,7
70	25/10/69	680	3380	0,0	+0,106	3380	+ 5,2	+ 5,2
71	27/10/69	680	3385	0,0	+0,110	3385	+ 5,3	+ 5,3
72	29/10/69	681	3380	+ 0,5	+0,099	3355	+ 4,8	+ 4,1
73	31/10/69	681	3375	+ 1,0	+0,096	3325	+ 4,7	+ 3,1
74	2/11/69	684	3350	0,0	+0,058	3350	+ 2,9	+ 2,9
75	4/11/69	684	3300	0,0	+0,027	3300	+ 1,3	+ 1,3
76	7/11/69	681	3250	- 1,0	+0,016	3300	+ 0,5	+ 2,3
77	10/11/69	680	3220	0,0	+0,004	3220	+ 0,2	+ 0,2
78	13/11/69	680	3270	+ 1,0	+0,035	3222	+ 1,8	+ 0,3
79	15/11/69	684	3370	+ 1,0	+0,071	3321	+ 4,4	+ 2,9
80	17/11/69	684	3410	0,0	+0,096	3410	+ 5,7	+ 5,7
81	20/11/69	682	3380	- 1,0	+0,092	3432	+ 5,4	+ 7,1
82	12/11/69	682	3360	- 0,5	+0,079	3385	+ 4,8	+ 5,6
83	24/11/69	680	3340	- 0,5	+0,080	3365	+ 4,9	+ 5,7
84	26/11/69	679	3310	- 0,5	+0,068	3335	+ 4,3	+ 5,1
85	28/11/69	678	3275	- 1,5	+0,053	3351	+ 3,5	+ 5,9
86	30/11/69	675	3215	- 1,5	+0,035	3290	+ 2,6	+ 5,0
87	2/12/69	670	3140	- 1,5	+0,021	3213	+ 1,9	+ 4,3
88	5/12/69	664	3000	- 2,0	-0,030	3094	- 0,7	+ 2,4
89	8/12/69	654	2870	- 4,0	-0,050	3059	- 1,8	+ 4,6
90	10/12/69	646	2760	- 4,0	-0,073	2942	- 3,1	+ 3,3
91	14/12/69	630	2550	- 4,0	-0,118	2718	- 5,7	+ 0,5

TABLEAU N° 8.1.1

STATION DE MOPTI

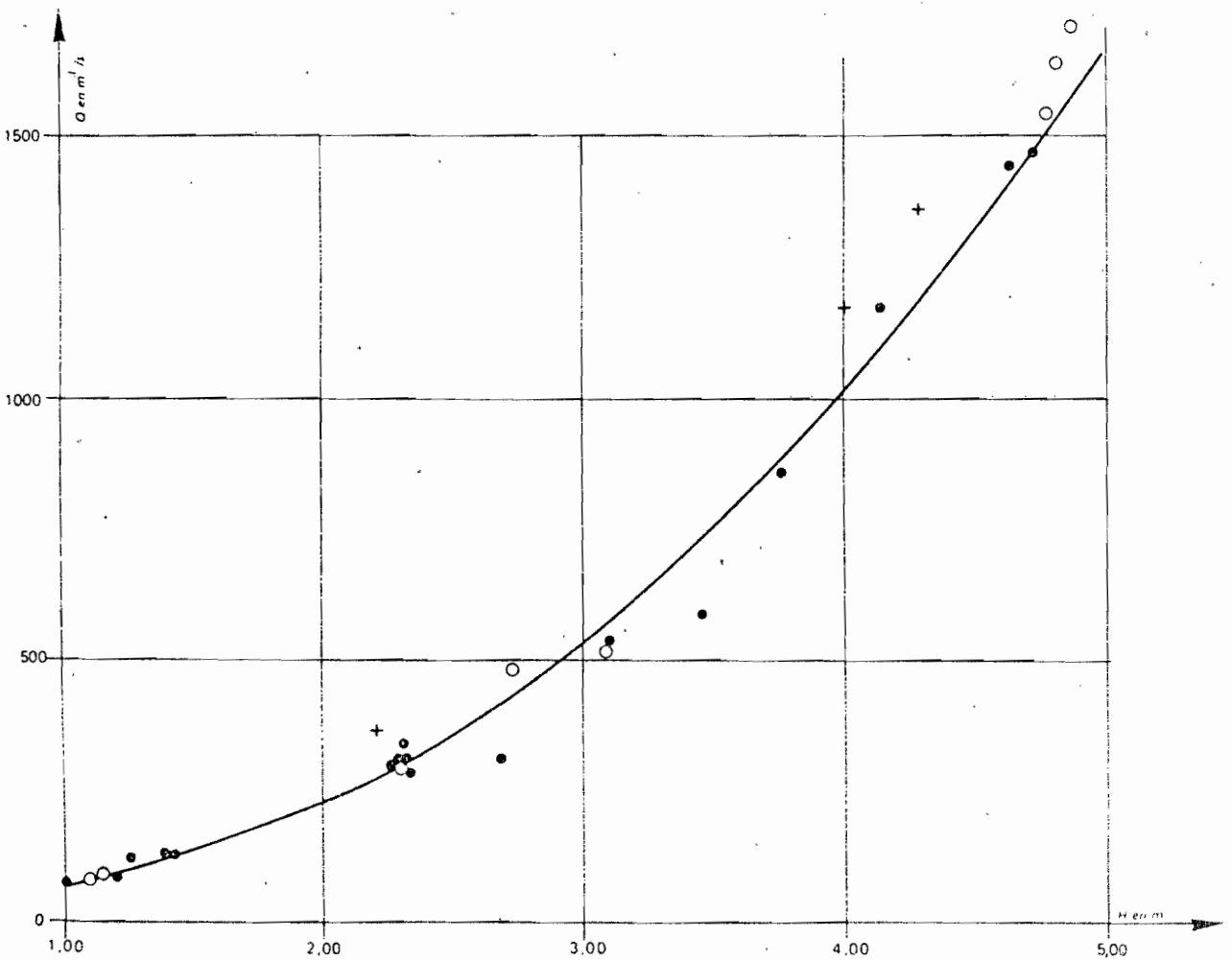
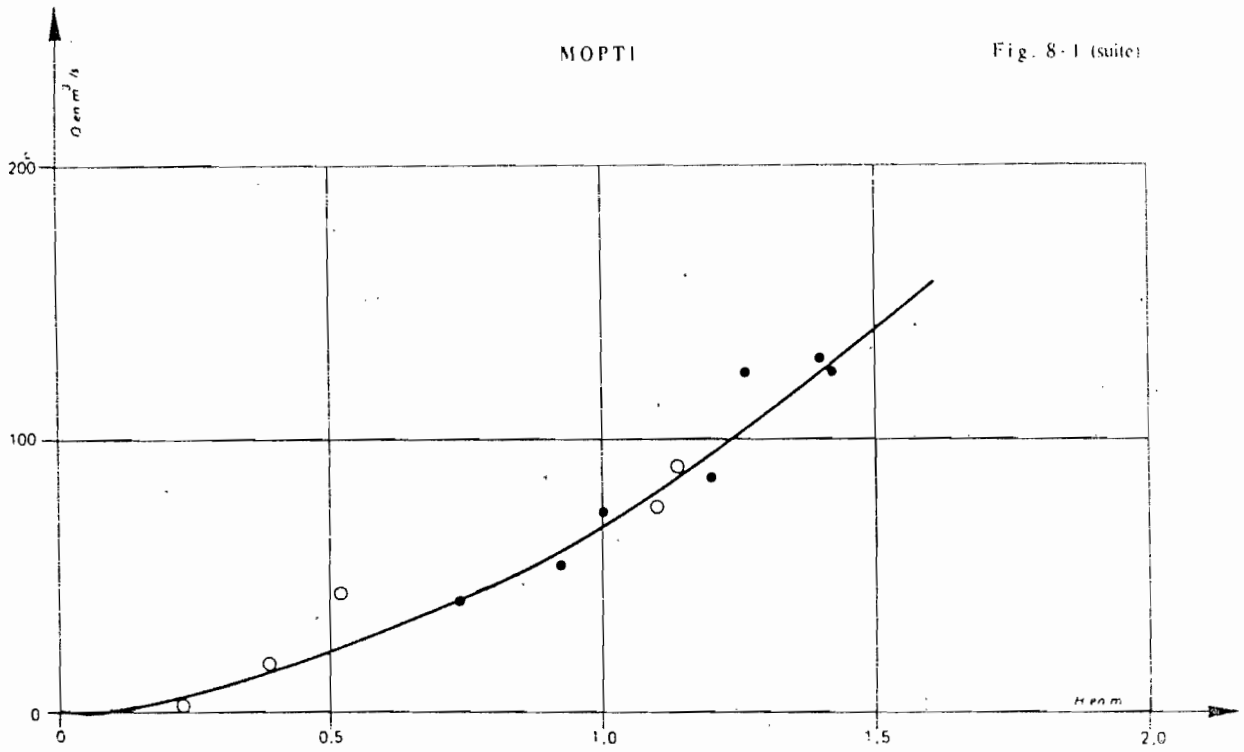
- Analyse des mesures effectuées à partir de 1964 (suite)

N°	DATE	H(cm)	Q(m ³ /s)	DH-1 (cm)	y ² -1	Q _c (m ³ /s)	DQ/Q _c	DQ _c /Q _c
92	17/12/69	615	2390	- 5,0	-0,143	2592	- 7,2	+ 0,6
93	20/12/69	600	2225	- 7,0	-0,179	2503	- 9,4	+ 2,0
94	23/12/69	578	2070	- 4,0	-0,169	2207	- 8,8	- 2,8
95	26/12/69	560	1890	- 5,5	-0,208	2068	-11,0	- 2,6
96	30/12/69	536	1690	- 7,0	-0,238	1901	-12,7	- 1,8
97	2/01/70	514	1550	- 6,0	-0,234	1712	-12,5	- 3,4
98	9/04/70	114	86	- 3,0		90,2		
99	24/04/70	110	82	+ 6,0		75,5		
100	5/60/73	023	2,5	0,0		2,5		
101	22/04/74	039	17,5	- 0,5		17,6		
102	5/11/74	638	2730	- 0,5	-0,043	2751	- 1,6	- 0,9
103	13/11/74	606	2365	- 3,0	-0,109	2479	- 5,5	- 0,9
104	22/11/74	555	1900	- 6,0	-0,169	2098	- 8,8	+ 0,7
105	30/11/74	487	1490	- 8,0	-0,118	1709	- 5,5	+ 8,4
106	7/12/76	599	2310	- 3,5	-0,108	2442	- 5,6	- 0,2
107	12/12/76	576	2105	- 5,5	-0,131	2304	- 6,8	+ 2,0
108	13/12/76	571	2063	- 5,5	-0,131	2258	- 6,9	+ 2,0
104	17/12/76	544	1755	- 7,5	-0,229	1994	-12,2	- 0,2
110	26/12/76	481	1430	- 8,0	-0,147	1640	- 6,8	+ 6,8
111	28/12/76	467	1360	- 7,5	-0,134	1545	- 5,5	+ 7,4
112	26/01/77	309	505	- 2,0	-0,311	521	-11,1	- 8,3
113	26/02/77	273	470	- 2,0	+0,095	485	+ 9,9	+13,4
114	15/09/77	230	308	+ 7,5	+0,043	293	+ 3,7	- 1,4
115								
116	31/07/80	221	425	+11,0	1,355	369	+54,8	+34,4
117	21/08/80	400	1300	+ 7,5	+0,476	1175	+27,2	+15,0
118	25/08/80	428	1510	+ 7,5	+0,511	1364	+27,1	+14,8
119	10/09/80	523	2220	+ 6,0	+0,459	2044	+20,8	+11,2
120	30/09/80	579	2544	+ 1,0	+0,247	2507	+11,7	+10,0



MOPT1

Fig. 8-1 (suite)



МОПТИ

Fig 8 2.

