

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE
OUTRE MER
+++++

SEUIL DE DJENNE - BANI
+++++

ETUDES HYDROLOGIQUES
ET HYDRAULIQUES
+++++

DÉCEMBRE 1983
JEAN - PIERRE LAMAGAT

SOMMAIRE
+++++

	Pages
- INTRODUCTION	1
1. Méthodologie de l'analyse statistique	2
2. Hauteurs Moyennes Décadaire calculées	7
2.1 Analyse des HMD de DOUNA	7
2.2 Tableaux des HMD en fonction de F (4 tableaux)	14
Paramètres du modèle de propagation	18
2.3 Tableaux des HMD de DJENNE et SARE MALA	19
2.4 Débits Moyens Décadaires	22
Paramètres de transformations H/Q	23
Tableaux des QMD en fonction de F	24
2.5 Crue de projet	28
2.6 Comparaison des HMD calculées 1981/83	32
Tableaux des comparaisons	33
3. Evolution du régime hydrologique du BANI	39
5. Etude des niveaux relatifs du NIGER et du BANI	42
5.3 Analyse pour SOFARA	42
5.5 Extensions à KOUNA et BAC de DJENNE	45

INTRODUCTION
 ++++++

Dans la présente note je reprends l'ETUDE des HAUTEURS MOYENNES DECADAIRES du bief DOUNA / MOPTI, sur le fleuve BANJ.

Après l'exposé de la méthodologie analytique mise au point récemment, une application sommaire d'étude statistique est présentée. Elle concerne les observations effectuées à la station de DOUNA.

Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide d'un micro-ordinateur, de même les sorties graphiques.

La comparaison des niveaux respectifs du NIGER et du BANJ dans la zone de confluence n'est fournie qu'à titre d'évaluation sommaire. La précision des cotes estimées à SOFARA ne permettrait pas d'analyser ou de simuler une gestion précise dans le cadre d'un projet d'exécution. Les évaluations ne sont valables que pour une étude de factibilité. Il faudra attendre le calage du modèle de propagation des crues du BANJ et du NIGER pour espérer une précision suffisante.

Le chapitre 4 n'est pas étudié dans cet ouvrage, le manque de données de base (1980 et 1981) ne permet pas d'apporter de modifications notables aux résultats obtenus par F. FOREST.

Quant à la variabilité des crues du BANJ, il est facile de constater que le déficit pluviométrique de la période récente (1971-1983) est la source d'une hydraulité plus que médiocre.

Jean - Pierre LAMAGAT
 Décembre 1983

1. METHODOLOGIE

La méthodologie utilisée dans la précédente étude des HMD du DELTA CENTRAL du NIGER a été revue entièrement. Les lois mises au point en vue de l'automatisation du traitement statistique étant maintenant opérationnelles.

Le traitement utilisé permet d'obtenir une uniformisation des résultats qui sont en outre basés sur des lois ayant largement fait leurs preuves dans le domaine de l'évaluation statistique.

1.1. Analyse des paramètres

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

- Les crues faibles restent pratiquement dans le lit mineur du fleuve et ne subissent dès lors qu'un amortissement réduit peu apparent.

- Lorsque la fréquence au dépassement de la crue atteint 0,40 l'eau dépasse le bourrelet de berge et s'étale plus ou moins dans les plaines d'inondations. Cet étalement ajouté aux captures des points bas, lacs et émissaires, quels qu'ils soient, provoquent une importante progression de l'évaporation et des pertes par infiltration ou captures.

- L'analyse des Hmax classées montre que le seuil de dépassement du bourrelet est circonscrit presque toujours à une fréquence au dépassement de l'ordre de 0,40. Ceci peut souvent s'expliquer physiquement par l'apparition rapide d'écoulements en nappes dans les plaines d'inondations.

- 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 (0,25). On peut aussi expliquer cela par la durée de dépassement du seuil des Hmax (fréquence 0,40) qui peut avoir une fréquence différente du Hmax lui-même. Ceci induit une fréquence plus élevée pour les modules, de même pour les Qmax dont le seuil est sensiblement le même que pour les modules.

- La solution préconisée pour le traitement automatique des échantillons de HMD est l'utilisation de deux lois tronquées en fréquence, avec une troncature commune, supérieure pour les valeurs faibles et inférieure pour les fortes.

1.2. Lois statistiques

Il faut distinguer deux cas, borne supérieure et inférieure du fait du changement de signe du paramètre d'échelle.

Borne inférieure : paramètre d'échelle positif : $s > 0$
fonction de répartition : $g(x) = e^{-u} 1/d$ (1)

Borne inférieure : paramètre d'échelle négatif : $s < 0$
fonction de répartition : $g(x) = 1 - e^{-u} 1/d$ (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 nous étudions des échantillons représentant deux systèmes, et quelquefois plus, de transit de la crue, il nous a paru utile d'orienter les analyses dans le sens de deux ajustements, en prenant comme paramètre de position la valeur de la variable qui correspond aux fréquences de troncatures déterminées graphiquement comme indiqué au paragraphe précédent.

1.2.1.1. Expression de la loi

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

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

1.2.1.2. Borne inférieure

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

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

La fonction inverse s'écrit :

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

1.2.1.3. Borne supérieure

$$F_1 = 1 \quad F_0 = \text{borne supérieure}$$

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

Fonction inverse :

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

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 a 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 :

$$R_1 = (1/N) \cdot \sum (x_i - x_0) = s \cdot \Gamma'(d+1) = S_1$$

Ceci sachant que le moment non-centré de la variable réduite (ordre i) est :

$$m_i = \Gamma'(i \cdot d + 1)$$

De même :

$$R_2 = \left(\sum (x_i - x_0)^2 \right) / N = s^2 \cdot \Gamma'(2d+1) / \Gamma'(d+1) = S_2 / S_1$$

S_1 et S_2 sont les deux premiers moments.

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

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

s est alors calculé par :

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

1.2.1.5. Efficacité des lois

Elle a été étudiée par Y. Brunet-Moret qui a donné la conclusion suivante :

"Au point de vue efficacité, la méthode des moments pour déterminer les paramètres d'échelle et de forme (le paramètre de position étant connu) est acceptable lorsque la valeur du paramètre de forme de la population mère est de l'ordre de 0,5, médiocre si cette valeur est inférieure à 0,05 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.

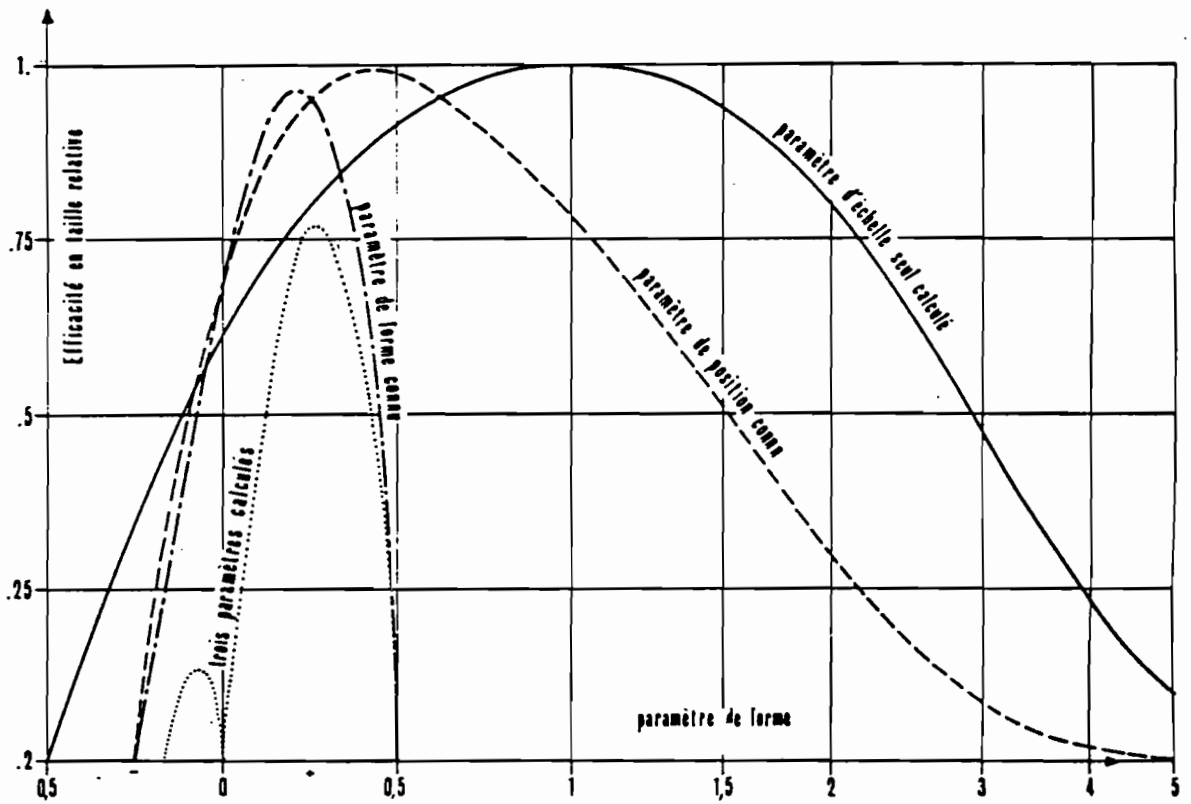
Dans la première colonne du tableau n°1 se trouvent les valeurs de d, dans la deuxième, celles de $\Gamma(d+1)$ et dans la troisième celles du rapport R2/R1.

DELTA	4	5	DELTA	4	5	DELTA	4	5
0.0	1.00000	1.00000	0.25	0.90640	1.07870	0.50	0.88623	1.27324
DIF	.00541	.00014	DIF	.00201	.00578	DIF	.00036	.00992
0.01	0.99459	1.00614	0.26	0.90440	1.08447	0.51	0.88555	1.27316
DIF	.00544	.00014	DIF	.00189	.00595	DIF	.00045	.01009
0.02	0.98814	1.00814	0.27	0.90250	1.09044	0.52	0.88487	1.27312
DIF	.00529	.00018	DIF	.00178	.00613	DIF	.00055	.01025
0.03	0.98152	1.00942	0.28	0.90072	1.09657	0.53	0.88418	1.27300
DIF	.00511	.00017	DIF	.00168	.00630	DIF	.00061	.01042
0.04	0.97444	1.00994	0.29	0.89904	1.10287	0.54	0.88348	1.27288
DIF	.00493	.00015	DIF	.00157	.00647	DIF	.00069	.01059
0.05	0.96735	1.00984	0.30	0.89747	1.10933	0.55	0.88277	1.27275
DIF	.00476	.00014	DIF	.00147	.00663	DIF	.00077	.01077
0.06	0.96024	1.00944	0.31	0.89600	1.11596	0.56	0.88205	1.27262
DIF	.00459	.00013	DIF	.00136	.00680	DIF	.00085	.01093
0.07	0.95312	1.00874	0.32	0.89464	1.12277	0.57	0.88133	1.27249
DIF	.00442	.00013	DIF	.00126	.00697	DIF	.00093	.01111
0.08	0.94600	1.00784	0.33	0.89338	1.12977	0.58	0.88061	1.27236
DIF	.00425	.00013	DIF	.00116	.00713	DIF	.00101	.01128
0.09	0.93888	1.00684	0.34	0.89222	1.13686	0.59	0.87989	1.27223
DIF	.00408	.00012	DIF	.00106	.00730	DIF	.00109	.01146
0.10	0.93176	1.00584	0.35	0.89115	1.14404	0.60	0.87917	1.27210
DIF	.00391	.00012	DIF	.00097	.00746	DIF	.00117	.01163
0.11	0.92464	1.00484	0.36	0.89018	1.15132	0.61	0.87845	1.27197
DIF	.00374	.00011	DIF	.00088	.00763	DIF	.00124	.01181
0.12	0.91752	1.00384	0.37	0.88931	1.15869	0.62	0.87773	1.27184
DIF	.00357	.00011	DIF	.00078	.00779	DIF	.00132	.01199
0.13	0.91040	1.00284	0.38	0.88854	1.16704	0.63	0.87701	1.27171
DIF	.00340	.00011	DIF	.00068	.00795	DIF	.00140	.01217
0.14	0.90328	1.00184	0.39	0.88787	1.17449	0.64	0.87629	1.27158
DIF	.00323	.00010	DIF	.00058	.00811	DIF	.00147	.01235
0.15	0.91616	1.00084	0.40	0.88726	1.18310	0.65	0.87557	1.27145
DIF	.00306	.00010	DIF	.00048	.00828	DIF	.00155	.01253
0.16	0.90904	1.00000	0.41	0.88674	1.19198	0.66	0.87485	1.27132
DIF	.00289	.00010	DIF	.00038	.00844	DIF	.00163	.01272
0.17	0.90192	1.00000	0.42	0.88631	1.19982	0.67	0.87413	1.27119
DIF	.00272	.00010	DIF	.00028	.00860	DIF	.00170	.01290
0.18	0.89480	1.00000	0.43	0.88598	1.20847	0.68	0.87341	1.27106
DIF	.00255	.00010	DIF	.00018	.00877	DIF	.00178	.01309
0.19	0.88768	1.00000	0.44	0.88574	1.21719	0.69	0.87269	1.27093
DIF	.00238	.00010	DIF	.00008	.00893	DIF	.00186	.01328
0.20	0.88056	1.00000	0.45	0.88559	1.22612	0.70	0.87197	1.27080
DIF	.00221	.00010	DIF	.00000	.00909	DIF	.00193	.01347
0.21	0.87344	1.00000	0.46	0.88554	1.23522	0.71	0.87125	1.27067
DIF	.00204	.00010	DIF	.00000	.00926	DIF	.00201	.01366
0.22	0.86632	1.00000	0.47	0.88559	1.24447	0.72	0.87053	1.27054
DIF	.00187	.00010	DIF	.00000	.00942	DIF	.00209	.01385
0.23	0.85920	1.00000	0.48	0.88574	1.25390	0.73	0.86981	1.27041
DIF	.00170	.00010	DIF	.00000	.00959	DIF	.00216	.01404
0.24	0.85208	1.00000	0.49	0.88598	1.26348	0.74	0.86909	1.27028
DIF	.00153	.00010	DIF	.00000	.00976	DIF	.00224	.01427
0.25	0.84496	1.00000	0.50	0.88631	1.27324	0.75	0.86837	1.27015
DIF	.00136	.00010						

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	1.58823	1.01	1.00427	2.02013
DIF	.00239	.01464	DIF	.00435	.02039
0.77	0.92376	1.60247	1.02	1.00862	2.04052
DIF	.00244	.01484	DIF	.00444	.02065
0.78	0.92623	1.61772	1.03	1.01306	2.06117
DIF	.00254	.01505	DIF	.00452	.02092
0.79	0.92877	1.63237	1.04	1.01758	2.08210
DIF	.00262	.01526	DIF	.00460	.02119
0.80	0.93136	1.64803	1.05	1.02218	2.10328
DIF	.00265	.01547	DIF	.00469	.02146
0.81	0.93408	1.66349	1.06	1.02687	2.12475
DIF	.00277	.01568	DIF	.00477	.02174
0.82	0.93684	1.67917	1.07	1.03164	2.14644
DIF	.00285	.01589	DIF	.00486	.02202
0.83	0.93964	1.69506	1.08	1.03650	2.16851
DIF	.00292	.01610	DIF	.00495	.02230
0.84	0.94246	1.71116	1.09	1.04145	2.19081
DIF	.00300	.01632	DIF	.00504	.02259
0.85	0.94531	1.72749	1.10	1.04648	2.21340
DIF	.00308	.01654	DIF	.00512	.02288
0.86	0.94819	1.74403	1.11	1.05161	2.23628
DIF	.00315	.01676	DIF	.00521	.02317
0.87	0.95104	1.76079	1.12	1.05682	2.25944
DIF	.00323	.01699	DIF	.00530	.02347
0.88	0.95397	1.77778	1.13	1.06212	2.28291
DIF	.00331	.01721	DIF	.00539	.02376
0.89	0.95688	1.79499	1.14	1.06751	2.30667
DIF	.00339	.01744	DIF	.00548	.02407
0.90	0.95984	1.81243	1.15	1.07300	2.33074
DIF	.00346	.01767	DIF	.00558	.02437
0.91	0.96283	1.83011	1.16	1.07857	2.35512
DIF	.00354	.01791	DIF	.00567	.02469
0.92	0.96587	1.84801	1.17	1.08424	2.37980
DIF	.00362	.01814	DIF	.00576	.02499
0.93	0.96897	1.86616	1.18	1.09000	2.40480
DIF	.00370	.01838	DIF	.00585	.02532
0.94	0.97211	1.88454	1.19	1.09585	2.43011
DIF	.00378	.01862	DIF	.00595	.02564
0.95	0.97530	1.90316	1.20	1.10180	2.45575
DIF	.00386	.01887	DIF	.00604	.02596
0.96	0.97854	1.92203	1.21	1.10785	2.48171
DIF	.00394	.01912	DIF	.00614	.02627
0.97	0.98182	1.94115	1.22	1.11399	2.50801
DIF	.00402	.01936	DIF	.00624	.02662
0.98	0.98514	1.96051	1.23	1.12023	2.53463
DIF	.00410	.01962	DIF	.00634	.02696
0.99	0.98851	1.98013	1.24	1.12657	2.56159
DIF	.00419	.01987	DIF	.00644	.02731
1.00	1.00000	2.00000	1.25	1.13300	2.58869

Figure n°1



2. HAUTEURS MOYENNES DECADEAIRES CALCULEES

Dans ce qui suit je présente un exemple d'analyse. La décade retenue est la 2^{ème} du mois d'Août (décade n°23).

Le tableau n°2 contient les HMD observées à DOUNA, dans le suivant (Tab. n°3) on trouve ces HMD classées en ordre décroissant.

2.1. Analyse des HMD d'une décade

Dans le tableau de cette analyse effectuée automatiquement (tab. n°4) on trouve les HMD classées par ordre décroissant et leurs fréquences correspondantes.

En analyse automatique le programme réalisé par le micro-ordinateur figure les HMD classées avec des 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 étant en mémoire dans le micro ordinateur.

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 36x6 dimensions dans le cas d'une seule troncature. Il arrive que pour certaines décades on soit obligé de calculer un nouvel ajustement en introduisant une nouvelle troncature que j'appellerai "basse" et qui correspond à une réalité physique.

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

La figure n°2 présente l'ajustement de la loi à l'échantillon de la décade n°23. Cette loi, constituée de deux 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 en sortie imprimante. Chaque colonne correspond à une décade, donc 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 deux troncatures, les six premiers paramètres donnent les valeurs calculées ($F < F_1$), les six suivants donnent les valeurs de H pour F supérieures à F_2 . Entre F_1 et F_2 on prend la valeur moyenne donnée par les deux séries de paramètres.

2.3. Extensions des HMD de DOUNA

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

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).

TABLEAU N° 2

STATION: DOUMA sur le SANGHAI

HAUT OBSERVEES A L'ECHELLE DE CRUE EN CMS -ZERO = 270,72 m NG

DEC.	JAN			FEV			MAR			AVR			MAY			JUN			JUL			AOT			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	
1922	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	45	39	43	52	58	67	73	88	151	219	365	587	657	778	895	933	931	890	785	620	448	357	308	262	
1923	****	****	****	****	****	****	****	****	84	73	69	81	85	79	70	62	63	80	98	86	163	335	412	529	635	695	711	706	644	554	462	395	335	279	235	203	
1924	177	158	140	127	118	107	92	79	65	56	51	47	44	41	36	30	32	83	156	218	403	562	670	779	848	889	945	993	1017	978	804	583	442	353	288	243	
1925	211	187	164	149	133	118	106	92	76	70	67	65	62	59	56	61	64	65	66	71	81	295	492	689	792	805	813	833	843	841	789	701	587	445	343	272	
1926	253	209	187	165	146	130	113	96	82	72	65	59	59	65	65	68	70	80	93	160	212	344	501	566	599	606	590	572	531	434	369	319	271	236	207	184	
1927	162	143	130	121	115	106	97	83	78	69	66	64	61	59	56	64	76	82	106	148	291	377	521	648	796	877	879	854	824	779	719	656	530	437	373	311	
1928	268	241	217	191	176	163	147	120	98	63	70	62	53	46	43	46	54	57	72	108	170	305	500	755	856	887	897	887	868	830	737	622	524	454	385	316	
1929	266	229	189	164	142	126	107	89	78	69	62	53	46	38	39	43	48	62	129	234	410	504	587	713	817	925	1046	1089	1063	950	734	****	****	****	****	****	
1930	****	****	****	****	63	55	48	39	29	22	19	19	22	23	25	44	73	102	169	333	253	275	483	692	844	837	861	849	768	602	****	****	****	****	****	****	
1931	99	73	60	54	50	47	42	34	31	26	20	24	31	40	42	49	60	71	102	133	270	483	698	786	766	756	831	903	816	660	534	392	245	157	155	127	
1932	108	82	60	46	46	51	54	53	53	52	46	38	27	27	39	51	59	62	81	68	122	204	397	518	601	687	946	979	951	****	****	****	****	****	****	****	
1933	145	126	108	99	79	71	67	58	44	28	26	26	24	23	31	44	56	71	****	****	****	432	496	645	813	957	981	954	824	****	****	****	****	****	****	****	
1934	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	108	112	212	296	339	539	736	793	768	671	556	460	381	313	259	217	187	161	
1935	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	110	153	234	327	470	672	824	883	884	869	824	757	634	473	366	296	250	214	
1936	188	168	150	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	111	153	302	484	627	755	834	888	897	892	850	750	576	444	376	326	281	239	
1937	206	184	164	145	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	104	106	197	330	472	585	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

TABLEAU N°2(suite)

STATION: DOUHA sur le BANI

HAUT OBSERVEES A L'ECHELLE DE CRUE EN CMS - ZERO = 170,72 m NG

DEC.	1	JAN 2	3	4	FEV 5	6	7	MAR 8	9	10	11	12	13	MAT 14	15	16	JUN 17	18	19	JUL 20	21	22	MUT 23	24	25	SEP 26	27	28	29	30	31	NOV 32	33	34	DEC 35	36									
1949	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****								
1950	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****								
1951	192	176	155	139	127	109	97	83	69	58	49	43	43	47	45	40	40	41	****	****	****	170	272	445	677	783	856	863	853	851	796	688	536	435	318	268	219								
1952	302	259	232	205	184	165	146	127	108	91	76	68	64	61	61	57	56	64	73	121	292	468	472	514	649	759	885	940	970	974	916	766	562	431	341	284									
1953	253	238	215	185	167	150	129	118	105	95	80	70	66	67	76	81	160	154	173	240	377	555	675	816	904	950	931	860	733	620	517	428	355	304	269										
1954	245	223	202	182	164	147	132	116	101	90	83	79	75	73	68	65	85	117	126	168	251	325	479	622	734	896	933	972	968	906	822	757	693	590	495	402	328								
1955	284	257	234	214	194	177	167	149	134	123	111	102	93	78	81	96	126	137	169	227	347	628	766	839	855	884	875	878	856	776	687	574	475	****	****	****									
1956	278	247	226	200	182	165	150	134	120	111	102	90	85	79	70	72	83	81	76	90	139	292	404	572	714	763	804	787	741	654	528	438	385	321	260	230									
1957	264	242	222	184	147	131	120	111	99	87	77	68	72	75	65	64	67	82	139	152	189	279	420	599	693	791	868	885	890	868	874	807	657	520	396	325	291								
1958	255	227	207	195	175	154	136	118	102	89	79	74	67	63	66	67	71	102	137	157	257	326	424	596	772	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****									
1959	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****							
1960	189	168	145	132	118	106	94	83	74	66	59	58	66	74	61	63	60	70	101	308	352	425	520	580	699	789	824	836	828	757	675	431	354	295	259	220									
1961	194	172	153	136	122	110	98	87	77	68	62	57	52	51	57	56	54	75	99	130	286	453	612	801	809	824	837	890	764	696	472	381	294	245	213	184									
1962	161	142	126	112	101	93	****	****	****	60	55	60	65	59	58	****	****	****	****	112	139	179	315	389	462	667	779	819	827	802	712	574	465	377	328	280	241								
1963	211	184	164	144	128	115	104	93	82	73	64	61	65	72	57	52	60	83	97	125	182	226	349	497	620	717	737	727	719	723	637	521	397	311	260	241									
1964	159	176	151	134	118	105	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	123	166	274	448	606	747	884	947	974	990	963	854	670	521	414	335	295	280								
1965	256	233	222	198	173	156	145	133	118	****	****	****	****	75	71	73	61	65	149	186	249	321	405	521	576	634	727	785	799	787	704	589	450	345	290	254	217								
1966	191	171	152	135	122	105	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	74	90	142	258	458	****	****	****	****	856	851	777	666	544	414	314	266	226								
1967	197	178	153	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****							
1968	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****						
1969	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****						
1970	187	163	139	123	113	103	86	73	65	58	51	50	46	45	52	62	59	61	95	105	171	293	438	581	721	818	858	858	772	590	434	343	283	223	195	163									
1971	140	120	106	96	88	80	74	67	59	55	51	49	46	41	41	40	45	56	98	167	214	242	368	506	633	696	716	662	555	436	325	248	200	173	155	139									
1972	120	106	93	81	71	65	57	51	47	41	40	43	39	38	47	64	86	107	127	124	134	177	272	324	380	419	447	407	343	282	242	203	166	131	110	106									
1973	86	73	65	57	52	45	40	36	32	29	26	25	24	28	28	29	30	40	55	54	67	86	183	343	448	482	445	393	339	277	215	162	146	129	103	82	73								
1974	60	52	46	40	38	31	27	23	21	19	18	16	15	17	16	24	27	41	102	136	219	319	393	618	628	611	574	547	500	382	277	222	183	145	125	108									
1975	67	75	65	57	50	45	40	34	31	29	27	24	25	24	25	24	23	23	27	34	43	57	50	57	66	92	33	76	65	103	179	235	364	382	359	345	370	414	423	429	454	378	399	226	185
1976	119	105	92	81	69	62	55	47	40	37	34	43	57	50	57	66	92	33	76	65	103	179	235	364	382	359	345	370	414	423	429	454	378	399	226	185	160	140							
1977	152	135	116	105	92	80	69	57	45	46	37	32	29	27	37	51	57	83	96	106	141	173	202	292	416	491	444	394	333	254	203	160	127	100	84	64									
1978	72	63	54	48	42	37	32	28	23	21	21	21	20	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22					
1979	98	88	73	64	54	45	41	37	30	26	26	17	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17						
1980	101	82	75	67	60	51	44	38	30	26	22	20	20	25	26	24	38	64	75	69	79	168	228	318	365	474	557	535	476	373	279	227	196	161	129	110	104								
1981	92	82	76	72	66	56	40	35	28	23	20	18	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16						
1982	89	77	70	62	53	47	41	34	27	25	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22						

STATION: DGUNA SUR LE FLEUVE BANI

HAUTEURS MOYENNES DE LA DECADE 23

TAILLE DE L'ECHANTILLON : 47

TABLEAU N° 4

1	0.011	766	2	0.032	698	3	0.053	675	4	0.074	670	5	0.096	627	6	0.117	622	7	0.138	612	8	0.160	606	9	0.181	599	10	0.202	598
11	0.223	587	12	0.245	521	13	0.266	521	14	0.287	520	15	0.309	505	16	0.330	501	17	0.351	500	18	0.372	496	19	0.394	492	20	0.415	492
21	0.436	473	22	0.457	472	23	0.479	472	24	0.500	470	25	0.521	463	26	0.543	445	27	0.564	441	28	0.585	438	29	0.606	428	30	0.628	412
31	0.649	404	32	0.670	393	33	0.691	389	34	0.713	369	35	0.734	368	36	0.755	353	37	0.777	349	38	0.798	343	39	0.819	341	40	0.840	339
41	0.862	307	42	0.883	285	43	0.904	277	44	0.926	273	45	0.947	264	46	0.968	258	47	0.989	173									

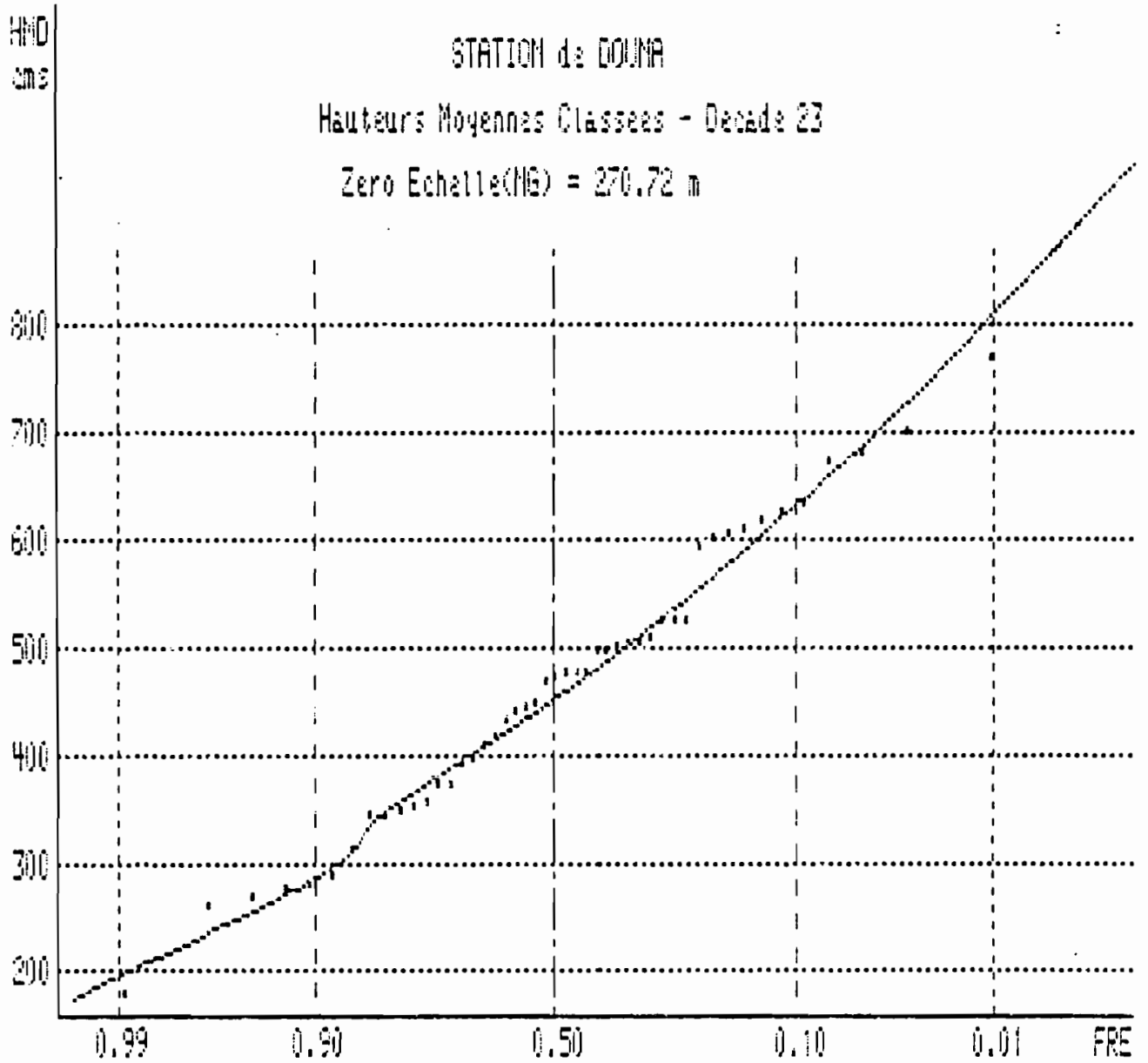
DISTRIBUTION EXPONENTIELLE GENERALISEE - LOIS TRONQUEES AVEC BORNE INFERIEURE ET SUPERIEURE

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

H0= 320 F0= .85 G1= .6161346387894 S1= 194.8602270279

G2= .6084893900642 S2= -63.6327306669

FIGURE N°2



PARAMETRES DES LOIS TROMQUEES AJUSTEES AUX ECHANTILLONS DES HAUTEURS

DECADAIRES DE LA STATION DE DOUHA

TABLEAU N° 5

N	H1	F1	D1	S1	O2	S2	H2	F2	D1	S1	O2	S2
1	172.0	0.600	0.60014	59.346	0.52436	-66.307	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
2	167.0	0.276	0.25177	53.295	0.62417	-57.931	85.0	0.800	0.42741	110.778	0.73333	-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	0.296	0.36278	44.787	0.75445	-53.694	85.0	0.730	0.50899	75.170	0.40477	-29.356
5	152.0	0.230	0.34698	27.869	0.57834	-67.269	73.0	0.700	0.48075	71.496	0.50076	-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	0.51838	-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	-36.789	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
9	34.0	0.700	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	0.76914	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	30.0	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	40.5	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	20.877	0.79572	-19.188	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
20	185.0	0.236	0.43202	50.436	0.40398	-79.003	101.0	0.750	0.33701	64.641	0.53971	-23.773
21	219.0	0.430	0.53911	99.968	0.54208	-80.405	131.0	0.810	0.70023	125.948	0.47363	-33.875
22	385.0	0.350	0.68851	97.955	0.51735	-142.659	212.0	0.800	0.64000	177.586	0.62989	-39.011
23	320.0	0.850	0.61613	194.360	0.60349	-63.633	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
24	657.0	0.370	0.60231	39.288	0.72819	-162.461	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
25	717.5	0.500	0.45902	114.090	0.34381	-152.288	0.0	0.000	0.00000	0.000	0.00000	0.000
26	820.0	0.400	0.46051	85.310	0.69836	-170.216	660.0	0.770	0.44429	192.482	0.58007	-103.710
27	840.5	0.500	0.66899	81.631	0.32977	-204.812	560.0	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	146.493	0.57105	-248.712	380.0	0.850	0.46715	361.695	0.70515	-62.755
31	490.0	0.600	0.55886	210.039	0.63590	-164.327	352.0	0.720	0.52840	298.464	0.58403	-97.034
32	400.0	0.570	0.63600	177.292	0.68760	-124.242	265.0	0.800	0.56051	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	0.54940	-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	0.82304	76.224	0.60442	-79.384	137.0	0.840	0.52046	148.624	0.64054	-27.224
36	100.0	0.600	0.66593	76.356	0.69413	-57.607	145.0	0.770	0.55106	105.474	0.50925	-40.276

TABLEAU N°6

DOUMA

HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)

Zero de l'echelle = 270.72m NG

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	227	268	437	620	800	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	328
0.10	260	240	218	196	178	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	100	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	95	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	487	458	406	347	268	219	180	120	100	
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	66

TABLEAU N°7

MOITI

HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cms-hauteurs relatives)

Zero de l'echelle = 260.62m NG

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	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	286	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	600	637	660	679	693	706	713	713	703	689	650	607
0.20	507	436	374	325	288	259	229	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	226

TABLEAU N°8

BIMENT KEGNY
 HND CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)
 Zero de l'echelle = 265.89m NG

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	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	80	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

TABLEAU N°9

SOFARA
 MMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cos-hauteurs relatives)
 Zero de l'echelle = 262.76m NG

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	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	181	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	598	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

TABLEAU N°10

PARAMETRES DU MODELE DE PROPAGATION DES CRUES DU BANI : bief DOUMA / SOFARA

BIEF DOUMA / BEMENI KEGNY

1	0.00000	2	0.00000	3	1.02347	4	4.72000
5	-0.90000	6	0.00026	7	1.06060	8	-23.62540
9	0.00000	10	-0.00154	11	3.28818	12	-887.49000
13	200						
14	800						
15	0.00554	16	0.15888	17	-0.96231	18	3.75000
19	0.00000	20	0.00000	21	0.00000	22	0.00000
23	1300.00000						
24	-100.00						
25	0.00						

BIEF BEMENI KEGNY / SOFARA

1	0.00000	2	0.00000	3	1.66529	4	-63.07000
5	0.00000	6	-0.00127	7	1.77609	8	-60.31000
9	0.00000	10	0.00000	11	0.56202	12	222.01000
13	125						
14	400						
15	0.00000	16	16.60443	17	-30.39572	18	20.24450
19	0.00000	20	-0.06236	21	1.92836	22	1.21000
23	125.00000						
24	40.00						
25	10.00						

BAC de DJENNE

TABLEAU N° 11

MND CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)

Zero de l'echelle = 264.14m NG

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	178	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 - BANI

TABLEAU N° 12

HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cos-hauteurs relatives)

Zero de l'echelle = 261.00m NG

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	689	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

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 à la station amont.

Chaque bief est caractérisé par 25 paramètres:

- 12 représentent 3 polynômes traduisant les correspondances de cotes entre les deux stations.
- 2 représentent les limites des tranches de hauteurs de la station amont pour lesquelles chaque polynôme est valable.
- 8 pour caractériser deux polynômes représentant les équations de temps de propagation.
- 1 pour limiter les champs d'action de ces deux polynômes.
- 2 pour définir la limite de hauteur inférieure à partir de laquelle on prend un temps de propagation constant égal au dernier paramètre.

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

Soit à calculer la cote de BENENI KEGNY à partir de celle de DOUNA:

Cote de DOUNA le 25 Août : 4,22 m et 4,01 le 24 Août.

Les paramètres 5 à 9 donnent les cotes correspondantes à BENENI KEGNY:

H24 = 413,63 H25 = 435,48 DH = 21,85 cms

T24 = 2,80 T25 = 2,93 DT = 1,13 (par. 15 à 18)

Cote du 27 Août à BENENI KEGNY interpolée :

HBK = 413,63 + 0,20 . (21,85/1,13) = 417,5 cms

2.3.1 HMD fonction de F à DJENNE

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

HBK inf. à 300 HDj = 0,965 . HBK - 8,5 (en cms)

HBK sup. 300
inf. 600 HDj = 0,8933 . HBK + 13 (" ")

HBK sup. à 600 HDj = 0,80 . HBK + 69 (" ")

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 deux stations :

MOPTI - SARE MALA = 26,3 kms

MOPTI - SOFARA = 72,7 kms

Coefficient d'interpolation: k = 0,36176 = 26,3/72,7

La cote de SARE MALA (zéro de l'échelle imposé fictivement : 261 m) est tiré de l'équation d'interpolation linéaire:

$$HSM = HM + k \cdot (HS - HM) + 39,4 \quad (\text{en cms}) \quad (2.2)$$

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

2.4. Débits moyens décennaux

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 correspondant au régime uniforme (gradient nul).

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

$$Q = a \cdot (H - H_{\min})^2 + b \cdot (H - H_{\min}) + c \quad (2.3)$$

H_{\min} = limite inférieure du tronçon de parabole.

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

i = n° décennie

$H(i)$ = hauteur de la décennie i

$JD(i)$ = jour auquel est rapporté la hauteur de la décennie i (année calendaire)

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 décennales du débit en fonction de la fréquence.

2.4.2. QMD BENENI KEGNY - SOFARA et MOPTI

Ces trois stations ne sont pas bi-univoques. Le tableau n°12 contient les valeurs des paramètres caractérisant les courbes de régime uniforme et les valeurs des coefficients de correction de gradient limnimétrique 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 les trois stations.

L'équation 2.5 donne la valeur du débit instantané en fonction du débit 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 :

$$Q = Q_0 \cdot (1 + k \cdot G)^{0,5} \quad (2.5)$$

Q et Q_0 en m³/s, G en cms/jour, k = coef. de correction de gradient

Lorsque G devient inférieur à - 16,7 cms/j, le produit k.G reste égal 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.

TABLEAU N° 13

PARAMETRES DE L'ETALONNAGE DE LA STATION DE : DOUMA

86.786000	67.579000	18.601000	22.556000	48.062000	0.000000	58.519000
-0.007140	36.542000	76.935000	81.947000	114.522000	372.000000	381.111000
0.000000	3.470000	19.000000	42.000000	122.000000	763.000000	1600.000000

LIMITES INFERIEURES DES TRANCHES

4	24	52	80	160	425	650
---	----	----	----	-----	-----	-----

PARAMETRES DE L'ETALONNAGE DE LA STATION DE : BEMENI KEGNY

14.667000	67.111000	22.000000	17.500000	34.000000	77.778000
17.133000	23.308000	135.000000	189.500000	286.000000	403.333000
1.600000	6.800000	56.000000	213.000000	662.000000	1370.000000

LIMITES INFERIEURES DES TRANCHES

5	30	100	200	400	600
---	----	-----	-----	-----	-----

CORRECTION DE GRADIENT : K = .0255 GRADIENT MINIMUM : Gmin = -16.7

PARAMETRES DE L'ETALONNAGE DE LA STATION DE : SOFARA

16.867000	38.000000	15.000000	27.500000	41.111000
0.527000	20.000000	81.500000	115.500000	235.000000
0.020000	4.500000	62.500000	159.000000	500.000000

LIMITES INFERIEURES DES TRANCHES

-50	0	100	200	400
-----	---	-----	-----	-----

CORRECTION DE GRADIENT : K = .0387 GRADIENT MINIMUM : Gmin = -16.7

PARAMETRES DE L'ETALONNAGE DE LA STATION DE : MOPTI

100.000000	33.333000	32.000000	106.000000	78.000000	70.000000	148.320000
-2.500000	66.667000	130.000000	195.000000	414.000000	715.000000	777.340000
0.000000	15.000000	67.000000	229.000000	530.000000	1670.000000	2455.000000

LIMITES INFERIEURES DES TRANCHES

0	40	100	200	300	500	600
---	----	-----	-----	-----	-----	-----

CORRECTION DE GRADIENT : K = .03 GRADIENT MINIMUM : Gmin = -16.7

DOUMA sur le BANI
 QMD CALCULES EN FONCTION DE F (en m³/s)

TABLEAU N° 14

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	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	859	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	39	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	53	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	37	31	22	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 KEGMY
 QMD CALCULES EN FONCTION DE F (en m³/s)

TABLEAU N° 15

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	694	334	291	247	219	222	390	350	312	277	256	236	227	230	93	217	326	355	421	348	1157	1960	2665	3375	3413	3726	3845	3915	3964	3931	3908	3727	2762	1901	1136	887
0.05	610	305	263	216	397	365	333	296	267	235	216	89	84	86	77	81	251	284	354	292	941	1637	2238	2774	3218	3611	3751	3847	3877	3814	3567	2930	1708	1177	900	734
0.10	350	286	244	222	386	334	305	271	244	215	85	76	72	75	69	72	221	254	314	257	829	1469	2008	2541	3154	3514	3685	3773	3780	3641	3254	2291	1391	983	790	657
0.20	302	255	213	389	360	301	274	244	219	82	69	62	60	62	60	63	78	224	276	413	432	1270	1736	2302	3037	3360	3595	3647	3623	3377	2703	1793	1099	817	674	355
0.50	393	358	313	281	253	235	217	82	65	53	45	42	42	40	43	47	50	70	224	279	424	478	1255	1833	2465	2812	3044	3240	3089	2594	1579	1069	774	603	299	233
0.80	246	209	75	64	53	48	43	38	28	10	9	8	9	10	28	32	39	50	75	91	284	436	867	1364	1814	1961	2198	2368	1926	1347	638	326	280	227	362	294
0.90	210	75	58	48	42	37	33	28	10	8	7	6	6	8	9	11	32	42	62	74	224	384	390	1056	1450	1433	1364	1258	1028	811	342	244	383	315	266	244
0.95	78	61	50	40	35	30	11	9	8	4	3	2	2	5	6	9	27	36	52	62	87	343	308	813	1108	1157	1121	1017	843	659	267	219	348	283	241	216
0.99	50	39	39	28	10	9	7	3	2	1	1	0	1	0	2	3	3	10	34	44	63	278	419	234	279	436	785	708	365	230	347	327	286	239	90	64

SOFARA
DMD CALCULES EN FONCTION DE F (en m³/s)

TABLEAU N°16

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	533	408	311	263	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	20	26	50	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	5	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	700	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

MOPTI (NIGER + BANI)

TABLEAU N°17

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

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	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	88	113	370	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	3438	3374	3167	2905	2439	2037
0.50	987	689	487	340	276	223	91	79	70	67	65	55	50	41	42	52	71	88	275	364	604	975	1532	1937	2268	2549	2719	2770	3000	3008	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	2270	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	1874	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	1881	2104	1731	1382	868	596	326	72	276	274

2.5. EVALUATION DE LA CRUE AU DROIT DU SITE

2.5.1. ETUDE STATISTIQUE DES QMAX A BENENI KEGNY

La plupart des aménagements hydroagricoles seront réalisés dans le bief qui s'étend de BENENI KEGNY au site de barrage. Le premier deffluent apparaît à l'aval du site et il est prudent de penser que l'amortissement de la crue entre BENENI KEGNY et le seuil sera très affaibli par les endiguements.

Dans l'attente de la modélisation du bief une hypothèse pessimiste sera retenue:

- Les très fortes crues ($F = 0,0002$ et $0,001$) conserveront leur valeur et leur estimation se fera à la station de BENENI KEGNY.

L'échantillon des observations contient 30 Hmax. Il est complété à l'aide d'une régression avec les valeurs correspondantes de DOUNA :

$N = 30$ Coef. de détermination : $r = 0,99811$

régression parabolique : $a = - 0,0004854$

$b = 1,49559$

$c = - 130,53$

L'étude statistique est menée comme pour les HMD avec un ajustement de deux lois tronquées. Le tableau n°18 contient les valeurs classées. Deux bornes ont été choisies graphiquement:

1/ $F_0 = 0,65$ $H_0 = 750$

2/ $F_0 = 0,85$ $H_0 = 580$

Les valeurs des paramètres des distributions se trouvent dans le tableau n°18. Les résultats à prendre en compte sont les suivants:

1/ Troncature haute : $F_{d\text{ép.}}$	Période(ans)	H(cms)
0,0002	5.000	1006
0,001	1.000	978
0,01	100	932
0,05	20	891
0,10	10	870
0,20	5	844
0,50	2	793
0,80	5	624
2/ Troncature basse : F_0	Période(ans)	H(cms)
0,80	5	661
0,90	10	506
0,95	20	474
0,99	100	434

La fréquence 0,80 comprise entre les deux troncatures est prise égale à la moyenne : $F(0,80) : H(0,80) = 642,5$

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 BENENI KEGNY : 265,89 m NG

Les débits maximaux sont tirés directement du précédent tableau à l'aide de la courbe de tarage (régime uniforme - voir les valeurs des paramètres du tableau n°13):

Fdép.	H(F) (cms)	Q(F) (m3/s)	Période (ans)
0,0002	1.006	4.290	5.000
0,001	978	4.010	1.000
0,01	932	3.570	100
0,10	870	3.030	10
0,50	793	2.440	2

2.5.2. Extension au SITE

La régression de hauteurs entre les valeurs de BENENI KEGNY et celles de KOUI est :

$$H_{koui} = 0,80266 \cdot H_{bk} + 0,80 \quad (\text{en mètres})$$

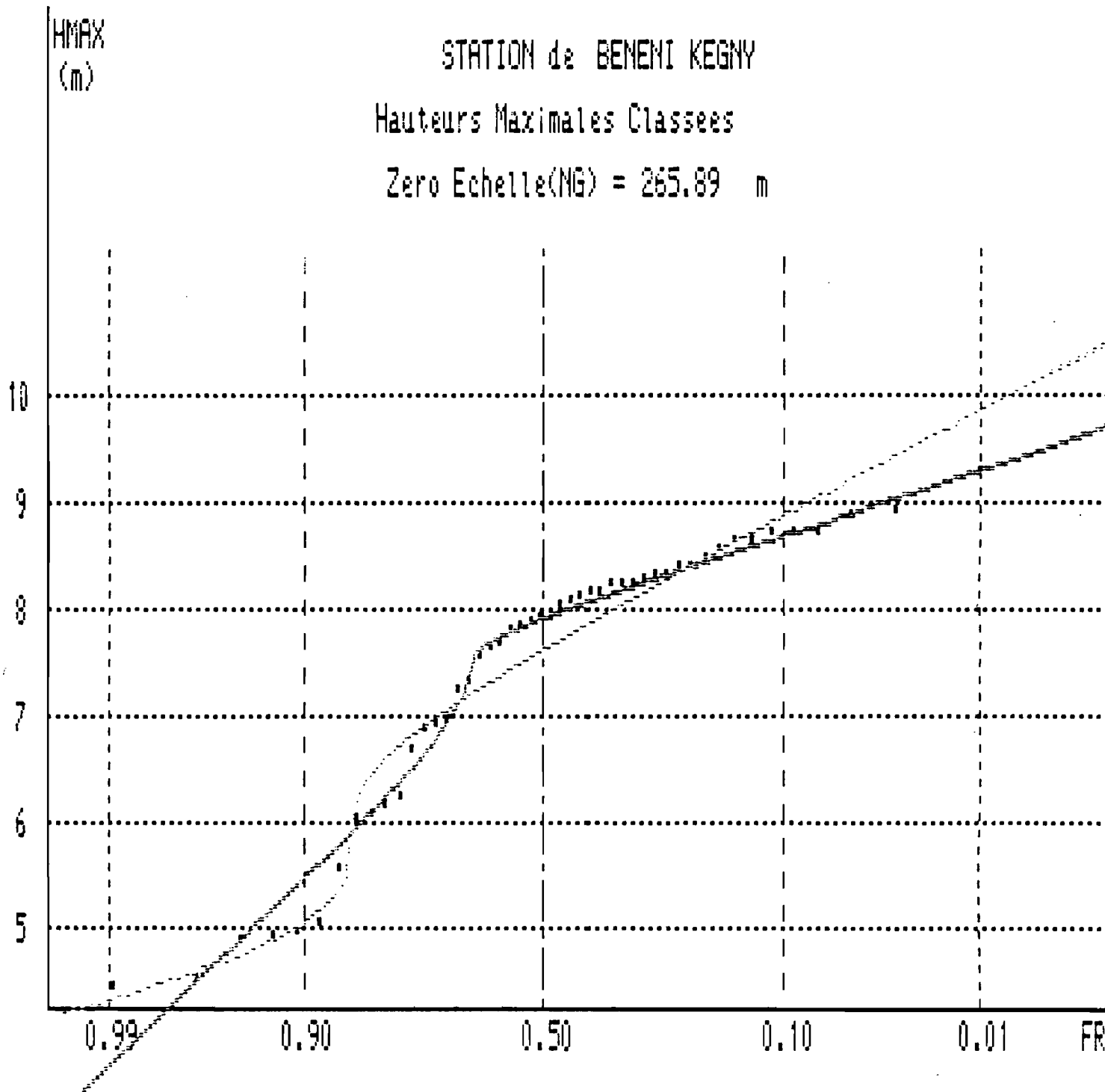
Fdép.	H(F) (cms)	Q(F) (m3/s)	Période (ans)	
0,0002	887	4.290	5.000	
0,001	865	4.010	1.000	
0,01	828	3.570	100	Zéro KOUI =
0,10	778	3.030	10	264,13 mNG
0,50	717	2.440	2	

Comme indiqué au paragraphe 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.

+++++
 + CRUE de PROJET : F(0,001) \neq 4.000 m3/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).

FIGURE N°3



2.6. COMPARAISON DES HMD CALCULEES 1981/1983

Les tableaux suivants (n° 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 0,99.

La crue de fréquence 0,99 calculée en 1981 correspond sensiblement à la fréquence 0,98 de 1983.

La crue observée en 1983, dont le maximum n'a atteint que la cote 2,87 m à l'échelle de DOUNA, est la plus faible enregistrée à ce jour et sa fréquence est difficilement évaluable. De même aux autres stations :

STATIONS :	DOUNA	BEN.KEG.	SOFARA	MOPTI
Hmax(F=0,999)	400	398	409	537
Hmax 1983	287	?	341	502

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

La plus faible crue observée à DOUNA avait atteint 451 cms en 1972, soit un débit de 860 m³/s au lieu de 345 m³/s en 1983.

A MOPTI le débit maximum n'a pas excédé 1.680 m³/s alors que le maximum de crue (fréquence 0,99) est évalué à 2.080 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.

DOUHA

HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cm-hauteurs relatives)

TABLEAU N° 19

Zero de l'échelle = 270.72m NG

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
0.90	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	487	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	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	66

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

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

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
0.99	58	50	44	38	34	29	25	21	17	17	15	14	14	16	16	23	25	43	46	50	80	132	181	235	280	350	325	320	265	204	190	145	120	99	82	68

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES OBSERVEES EN 1983

	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
1983	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							

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

TABLEAU N°20

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
0.90	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	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	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

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

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

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
0.99	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 BENENI KEGNY - PAS DE PUBLICATION DES HMD

BAC DE DJENNE
 HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cms-hauteurs relatives)

TABLEAU N°21

Zero de l'echelle = 264.14m NG

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
0.90	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

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

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

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
0.99	25	19	13	7	3	4	0	-3	-9	-15	-20	-18	-18	-14	-12	-11	-10	7	30	67	91	136	202	239	302	320	320	302	256	192	150	118	87	60	38	

HAUTEURS MOYENNES DECADAIRES OBSERVEES EN 1983

ANNEE	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
1983																			41	36	59	84	88	165	208	218	243	268	249							

SOFARA

TABLEAU N°22

HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cas-hauteurs relatives)

Zero de l'echelle = 262.76m NG

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
0.90	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

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

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

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
0.99	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	160	115	95	60

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES OBSERVEES EN 1983

ANNEE	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
1983	75	59	46	37	29	19	12	4	-2	-7	-14	-17	-21	-26	-28	-31	3	30	46	55	82	120	124	216	273	289	309	338	334							

SARE MALA

TABLEAU N°23

HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cm-hauteurs relatives)

Zero de l'echelle = 261.00m NG

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
0.90	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

37

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

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

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
0.99	177	140	123	122	117	104	88	80	74	63	56	48	45	40	37	34	31	30	78	144	162	213	282	384	452	500	525	541	530	488	412	340	294	262	239	197

PAS D'OBSERVATION EN 1983

NOPTI(Confluent NIGER/BANI)

TABLEAU N°24

HMD CALCULEES EN FONCTION DE F (en cms-hauteurs relatives)

Zero de l'echelle = 260.62m NG

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
0.90	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

∞

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

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES CALCULEES EN AVRIL 1981 - FREQUENCE = 0.99

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
0.99	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	280	255	210

HAUTEURS MOYENNES DECADETAIRES OBSERVEES EN 1983

ANNEE	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
1983																			222	257	279	301	313	392	442	458	471	496	500							

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 :

$$\bar{Q}_{bk} = (\bar{Q}_d + 586)^{\frac{1}{2}} \cdot 56 - 1356 \quad (\text{en m}^3/\text{s}) \quad (3.1)$$

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) - OUELESSEBOUGOU(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. Il ne faut pas chercher ailleurs d'autres explications.

L'année 1976 présente une anomalie assez forte au niveau des modules. Il s'agit probablement là d'une forte irrégularité spatiale et temporelle des précipitations qui ont engendré cette anomalie.

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

$$\bar{Q}(\text{m}^3/\text{s}) = k \cdot (\bar{P} - P_0) \quad (3.2)$$

avec : $k = 1,39$ $P_0 = 712 \text{ mm}$ \bar{P} est exprimée en mm.

$$N = 30 \quad r = 0,885$$

L'hydraulicité de la récente période est très faible en rapport à la période 1950 - 1970. La moyenne des modules est :

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

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

En 1983 (crue 83/84) le module, déduit de la valeur du débit maximal à DOUNA n'excèdera probablement pas $120 \text{ m}^3/\text{s}$.

TABLEAU N°25

PLUVIOMETRIE DES 8 POSTES DE 1950 A 1980 - PLUVIOMETRIE MOYENNE - MODULE ANNUEL A BENEMI KEGNY

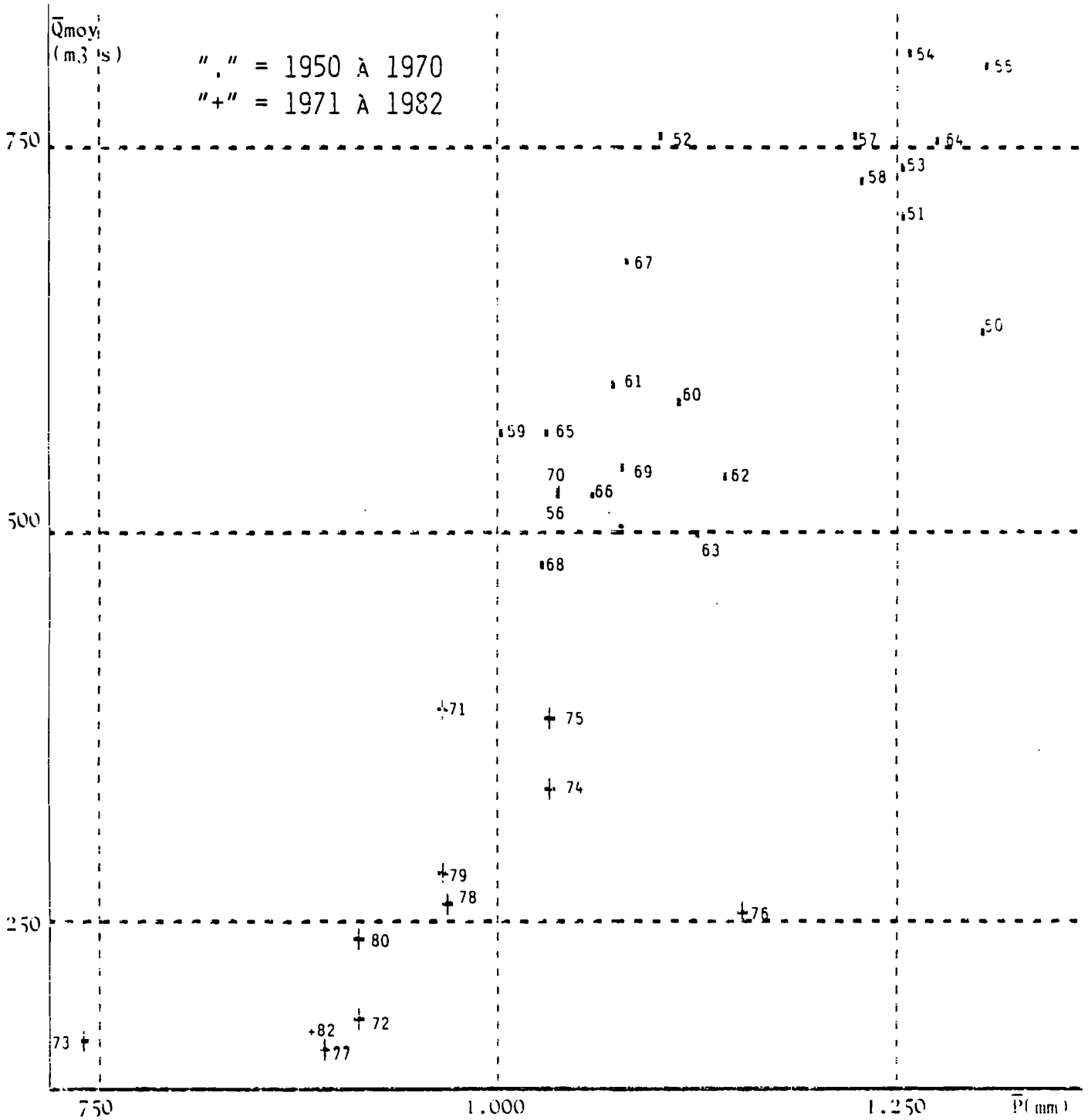
	SIKASSO	KOUTIALA	BOUGOUMI	DIOLA	KADIOLO	QUELESSE	NIENA	SAW	PROY	MODULE B.K.
1950	1530	1168	1554	1285	****	****	****	974	1302	627
1951	1510	1433	1398	1077	****	****	****	845	1253	700
1952	1100	1152	1424	1225	****	****	****	605	1101	752
1953	1558	1067	1317	1097	1435	****	1360	931	1252	734
1954	1439	934	1321	1205	1482	1361	1456	856	1257	806
1955	1408	1233	1534	1124	1375	1089	1788	886	1305	798
1956	1185	961	1246	857	1077	963	1294	709	1037	521
1957	1310	1041	1661	1015	1465	1189	1284	810	1222	753
1958	1450	1291	1022	1082	1390	****	1502	850	1227	723
1959	1270	875	1039	865	****	996	1163	796	1001	562
1960	1196	995	1395	892	1246	1073	1371	731	1112	580
1961	1141	1343	1205	****	852	926	1191	808	1071	594
1962	1144	1066	1489	1097	975	1359	1300	701	1141	534
1963	1248	914	1335	833	1279	1146	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	1206	817	1079	672
1968	1476	906	883	918	1229	986	1066	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	986	1145	756	963	377
1972	1017	831	907	709	1100	938	993	791	911	177
1973	796	668	843	723	809	749	755	565	739	160
1974	1072	1125	1050	968	1371	975	1061	623	1031	324
1975	1099	837	1124	****	1205	****	1274	642	1030	369
1976	1535	999	1238	1182	1137	****	1270	695	1151	245
1977	1210	811	1009	758	834	861	842	793	890	155
1978	1280	807	1219	828	1001	****	743	888	967	251
1979	1249	885	1185	860	731	1130	985	678	963	270
1980	1131	755	1127	788	1201	871	646	770	911	228
1981	****	****	****	****	****	****	****	****	****	305
1982	993	831	1181	****	****	****	****	515	****	175

MODULE MOYEN ANNUEL - PLUVIOMETRIE MOYENNE SUR LE BASSIN
DU BANI A BENENI KEGHY

+++++

PERIODE 1950 A 1982

Figure n°4



5. ETUDE DES NIVEAUX RELATIFS DU NIGER ET DU BANI

5.1. Contraintes

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

- Pour 3 débits imposés du BANI : 0 - 50 et 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

5.2. 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 :

3/8 et 1/9 - 2/9 et 3/9 - 3/11

5.3. Analyse

Les débits moyens décennaux du BANI à SOFARA sont retirés de ceux de MOPTI avec une décade de retard, la hauteur moyenne décennale 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 est évalué à l'aide de la courbe pseudo-univoque à cette station.

Le tableau suivant est dressé comme indiqué ci-dessous :

- Nous admettons 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, à UNE DECADE.
- Nous prenons les valeurs calculées des HMD et QMD des 5 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 au QMD de MOPTI de la décade précédente le débit de SOFARA, 2 décades avant. Nous appellerons ce débit résultant (qui correspond en fait au débit du NIGER seul): QOMD(-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 : $G = F^{-1}$

$H_{O1} = G(QMD)$ et $H_{O2} = G(QOMD(-1))$ $DHO = H_{O1} - H_{O2}$

- 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 deux autres cas, 50 et 100 m³/s à SOFARA, il suffira d'ajouter ces deux débits à QOMD(-1) et de faire le même calcul que ci-dessus.

TABLEAU N°26

DECADES	2/8	3/8	1/9	2/9	2/11
HMDM	2,87	3,69	4,55	4,97	3,30
QMDM	531	943	1524	1745	896
QMDS(-1)	57	139	231	259	187
HOMDM	3,00	3,86	4,79	5,10	3,16

1er cas : Débit nul à SOFARA $Q_s = 0$ m³/s

QMDM(0)	474	804	1293	1486	409
HOMDM(0)	2,86	3,60	4,45	4,74	4,09
DHO(0)	-0,14	-0,26	-0,34	-0,36	-0,48
HMDM(0)	2,73	3,43	4,21	4,61	2,82

2ème cas : $Q_s = 50$ m³/s

QMDM(50)	524	854	1343	1536	459
HOMDM(50)	2,99	3,69	4,53	4,81	2,82
DHO(50)	-0,01	-0,17	-0,26	-0,29	-0,34
HMDM(50)	2,86	3,52	4,29	4,68	2,96

3ème cas : $Q_s = 100$ m³/s

QMDM(100)	/	904	1393	1586	509
HOMDM(100)	/	3,79	4,60	4,88	2,95
DHO(100)	/	-0,07	-0,19	-0,22	-0,21
HMDM(100)	2,87	3,62	4,36	4,75	3,09

Significations des variables :

HMDM et QMDM = Hauteur et Débit moyens décadaires observés à MOPTI.

HOMDM = Hauteur tirée du barème de MOPTI qui correspond à QMDM univoque.

QMDS(-1) = QMD à SOFARA une décade avant.

$QMDM(Q_s) = QMDM - QMDS(-1) =$ Valeur du QMD à MOPTI diminuée de SOFARA et augmentée de Q_s .

$HOMDM(Q_s) =$ HMD à MOPTI en régime uniforme pour $QMDM(Q_s)$ tirée du barème.

$DH(Q_s) = HOMDM(Q_s) - HOMDM$.

$HMDM(Q_s) = HMDM + DH(Q_s) =$ HMD à MOPTI pour la modification correspondante du débit à SOFARA.

On considère que le temps moyen de propagation entre MOPTI et SOFARA est de 1 décade d'où le (-1) de QMDS(-1).

5.4. Résultats

L'évaluation des niveaux à SOFARA en fonction de la gestion se fait de la façon suivante :

1er cas : $Q_s = 0 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zéros échelles : MOPTI = 260,62 mNG
SOFARA = 262,76 mNG)

Nous admettons que pour un débit nul du BANI à SOFARA les pertes de charges entre MOPTI et SOFARA sont négligeables et que la cote de MOPTI se retrouve à SOFARA une décade plus tard.

Décades	3/8	1/9	2/9	3/9	3/11
HMDM(-1)	2,73	3,43	4,21	4,61	2,82
HMDS(0) (m NG)	263,35	264,05	264,83	265,23	263,44
HMDS(0)	0,59	1,29	2,07	2,47	0,68

2ème cas : $Q_s = 50 \text{ m}^3/\text{s}$

Les sections mouillées de MOPTI et SOFARA n'étant pas connues, le calcul de la courbe de remous entre les deux sections n'est pas faisable. On suppose que le débit uniforme Q_s vient s'ajouter au débit qui correspond à la hauteur HMDS(0) en régime uniforme.

QMDS(0)	30	87	167	219	36
QMDS(50)	80	137	217	269	86
HMDS(50)	1,21	1,80	2,45	2,80	1,27
HMDS(50) (m NG)	263,97	264,56	265,21	265,56	264,03

3ème cas : $Q_s = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

QMDS(100)	130	187	267	319	136
HMDS(100)	1,73	2,23	2,79	3,10	1,79
HMDS(100) (m NG)	264,49	264,99	265,55	265,86	264,55

Significations des variables :

$HMDS(0)(\text{m NG}) = HMDM(-1) + \text{Zéro MOPTI}$

$HMDS(0) = HMDS(0)(\text{m NG}) + \text{Zéro SOFARA}$

$QMDS(Q_s) = QMDS(0) + Q_s$

$QMDS(0) = QMD$ correspondant à HMDS(0) en régime uniforme.

$HMDS(Q_s) = HMD$ correspondant à QMDS(Q_s) en régime uniforme.

$HMDS(Q_s)(\text{m NG}) = HMDS(Q_s) + \text{Zéro SOFARA}$.

5.5. Extensions des résultats

5.5.1. Section de KOUNA

Située à 32,4 kms de SOFARA, soit au PK 273,4. Le calcul des hauteurs de KOUNA se fait par interpolation linéaire entre SOFARA et MOPTI pour la même décade. Il faut donc calculer les cotes de MOPTI modifiées pour la décade considérée. Dans les paragraphes précédents on considérait la décade antérieure(-1) à MOPTI.

Décades	3/8	1/9	2/9	3/9	3/11
HMDM	3,69	4,55	4,97	5,20	2,56
QMDM	943	1524	1745	1881	326
QMDS(-1)	139	231	259	338	157
QMDM(0)	804	1293	1486	1543	169
HOMDM	3,86	4,79	5,10	5,29	2,41
HOMDM(0)	3,60	4,45	4,74	4,82	1,67
DHO(0)	-0,26	-0,34	-0,36	-0,47	-0,74
HMDM(0)	3,43	4,21	4,61	4,73	1,82
QOMDM(50)	854	1343	1536	1593	219
HOMDM(50)	3,69	4,53	4,81	4,89	1,95
DHO(50)	-0,17	-0,26	-0,29	-0,40	-0,46
HMDM(50)	3,52	4,29	4,68	4,80	2,10
QOMDM(100)	904	1393	1586	1643	269
HOMDM(100)	3,79	4,60	4,89	4,96	2,18
DHO(100)	-0,07	-0,19	-0,22	-0,33	-0,23
HMDM(100)	3,62	4,36	4,75	4,87	2,33

Significations des variables:

QMDS(-1) = QMD à SOFARA une décade avant.

QMDM(0) = QMDM - QMDS(-1)

HOMDM et HOMDM(Qs) = HMD correspondant à QMDM et QMDM(Qs) en régime uniforme.

DHO(Qs) = HOMDM(Qs) - HOMDM = écart de cote en régime uniforme pris égal à celui de l'écoulement varié.

HMDM(Qs) = HMDM + DHO(Qs) = HMD MOPTI fonction de Qs donc de la gestion du seuil.

Dans le tableau suivant n°27 les valeurs de KOUNA sont interpolées entre SOFARA et MOPTI pour la décade considérée. Les cotes sont calculées en Nivellement Général.

$$Hkouna = Hmopti + K.(Hsof - Hmop)$$

avec $K = 0,55433 = 40,3/72,7$ (rapport des distances).

TABLEAU N°27

Décades	3/8	1/9	2/9	3/9	3/11
HMDM(0)	264,05	264,83	265,23	265,35	262,44
HMDS(0)	263,35	264,05	264,83	265,23	263,44
<u>HMDK(0)</u>	263,66	264,40	265,01	265,28	262,99
HMDM(50)	264,14	264,91	265,30	265,42	262,72
<u>HMDK(50)</u>	264,05	264,72	265,25	265,50	263,45
HMDM(100)	264,24	264,98	265,37	265,49	262,95
HMDS(100)	264,49	264,99	265,55	265,86	264,55
<u>HMDK(100)</u>	264,38	264,99	265,47	265,70	263,84

Significations des variables:

HMDK(Qs) = HMD à KOUNA interpolée entre les HMD de la même décade de SOFARA et MOPTI, pour le débit imposé Qs à SOFARA.

5.5.2. BAC DE DJENNE

Le débit imposé par la gestion est le même qu'à SOFARA, le zéro de l'échelle de DJENNE Bac est : 264,14 mNG.

Dans un mode de gestion donnée et pour une décade étudiée, le calcul est mené de la manière suivante :

- Qs = 0 m³/s si la cote à SOFARA est supérieure à 264,10 mNG (débit nul à DJENNE), on prend la cote de SOFARA pour DJENNE, en admettant que la perte de charge est nulle entre les deux stations de même que le temps de propagation.
- Qs ≠ 0 m³/s Si la cote à SOFARA est supérieure à 264,10 mNG, on ajoute à cette cote un écart correspondant à DJENNE à un débit supplémentaire de 50m³/s (base : cote de SOFARA ramenée à DJENNE).

Décade :	3/8	1/9	2/9	3/9	3/11
HMDS(0)	263,35	264,05	264,83	265,23	263,44
HMDDJ(0)	264,10	264,10	264,83	265,23	264,10
HMDS(50)	263,97	264,56	265,21	265,56	264,03
HMDDJ(50)	264,97	265,09	265,53	265,85	264,97
HMDS(100)	264,49	264,99	265,55	265,86	264,55
HMDDJ(100)	265,40	265,65	266,11	266,25	265,42

Exemple de calcul : Décade 1/9 - Qs = 100m³/s

HMDS = 264,99 soit ramenée à DJENNE : H1 = 264,99 - 264,14 = 0,85 m

Q1 = 53 m³/s Q2 = 153 m³/s H2 = 1,51 m HMDDJ(100) = H2+264,14 = 265,65 mNG