

REPUBLIQUE DE GUINEE

MINISTERE DES RESSOURCES NATURELLES
DES ENERGIES ET DE L'ENVIRONNEMENT

**AMENAGEMENT HYDRO-ELECTRIQUE
DE GARAFIRI SUR LE KONKOURE
(GUINEE)**

SYNTHESE DE L'HYDROLOGIE

Avril 1996



Groupement d'Intérêt Economique ORSTOM - EDF
(Groupement en liquidation)

COYNE & BELLIER

ELECTRICITE DE FRANCE

REPUBLIQUE DE GUINEE

MINISTERE DES RESSOURCES NATURELLES
DES ENERGIES ET DE L'ENVIRONNEMENT

**AMENAGEMENT HYDRO-ELECTRIQUE
DE GARAFIRI SUR LE KONKOURE
(GUINEE)**

SYNTHESE DE L'HYDROLOGIE

Avril 1996



Groupement d'Intérêt Economique ORSTOM - EDF
(Groupement en liquidation)

COYNE & BELLIER

ELECTRICITE DE FRANCE

SOMMAIRE

	Page
1. HISTORIQUE DES ETUDES HYDROLOGIQUES.....	1
1.1 Etudes préliminaires	1
1.2 Etude de faisabilité	2
1.3 Avant-projet détaillé.....	2
1.4 Synthèse.....	2
2. MISE A JOUR DE L'HYDROLOGIE	4
2.1 Station hydrométrique de Garafiri.....	4
2.2 Les apports en eau au site de Garafiri	8
2.3 Les crues.....	14
3. PARAMETRES HYDROLOGIQUES DU PROJET	24
4. RECOMMANDATIONS	25
5 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	26

ANNEXES

Annexe 1 : Débits moyens journaliers du Konkouré observés à Garafiri (1988-1995)

Annexe 2 : Rappel sommaire sur la méthode du "gradex"

1. HISTORIQUE DES ETUDES HYDROLOGIQUES

Le projet de barrage de Garafiri est situé en Guinée Maritime, à 160 km au nord-est de Conakry, sur le cours supérieur du fleuve Konkouré, (Figure 1). Les coordonnées géographiques du site sont :

- latitude : 10° 33' 10" N
- longitude : 12° 38' 40" W
- altitude : 287 m

Le bassin versant du Konkouré au niveau du site a une superficie de 2 480 km². Les premières observations hydrologiques à Garafiri ne datent que de juin 1988.

1.1 Etudes préliminaires

Les premières estimations relatives à l'hydrologie de Garafiri ont été faites dans le cadre de l'inventaire des ressources hydroélectriques de la Guinée Maritime et de la Moyenne Guinée entrepris en 1987 par le groupement EDF - Coyne et Bellier.

A ce stade préliminaire de la prospection des sites potentiels, il avait été convenu d'entreprendre une étude sur la base des seuls documents existants. L'étude hydrologique reposait donc essentiellement sur les résultats de la synthèse régionale, effectuée en 1983 par le groupement Coyne et Bellier, Sir Alexander Gibb & Partners, Euroconsult, dans le but d'établir les plans généraux d'aménagements hydrauliques de la Guinée.

Compte-tenu de l'état déplorable du réseau hydrométrique guinéen de l'époque, cette synthèse constituait un outil très précieux permettant d'utiliser au mieux toute l'information hydro-pluviométrique disponible pour caractériser l'hydrologie des bassins versants non observés. Elle a conduit à une estimation raisonnable, sur la période 1951-1980, des paramètres hydrologiques des différents sites inventoriés.

Les méthodes utilisées et les résultats obtenus ont fait l'objet d'une première note hydrologique en novembre 1987 [*Etude des ressources hydroélectriques de la Guinée Maritime et de la Moyenne Guinée. Rapport intérimaire N° 2 - Note hydrologique*. Electricité de France International - Coyne et Bellier].

Ensuite, pour l'étude de préfaisabilité des 3 sites de barrage retenus (Kokou, Garafiri et Kaléta), il était nécessaire d'affiner l'hydrologie et surtout de prendre en compte l'impact des années récentes particulièrement déficitaires sur l'évaluation de la ressource en eau. Un complément d'étude a permis d'établir des séries homogènes d'apports en eau aux sites sur la période 1951-1986 [*Etude des ressources hydroélectriques de la Guinée Maritime et de la Moyenne Guinée. Préfaisabilité - Note hydrologique complémentaire*. Electricité de France International - Coyne et Bellier, mai 1988].

1.2 Etude de faisabilité

En 1988, un réseau de 5 stations hydrométriques, équipées d'une échelle limnimétrique et d'une plate-forme d'acquisition automatique et de transmission par satellite, a été mis en place par l'ORSTOM sur le bassin du Konkouré. Une de ces stations a été installée au site de Garafiri en juin 1988.

Ce réseau a été géré jusqu'en mars 1990 par l'ORSTOM avant d'être repris par la Direction Nationale de l'Hydraulique. On dispose de 4 rapports relatifs aux campagnes de mesures 1988 et 1989 réalisées par les hydrologues du Centre ORSTOM de Bamako.

L'étude de faisabilité, effectuée en octobre 1988, reprend les résultats déjà acquis sur l'évaluation des apports en eau (période homogénéisée 1951-1986) et précise l'estimation des crues de projet et de chantier. Cependant, l'étalonnage de la station de Garafiri étant encore très imprécis, cette étude n'utilise pratiquement pas les premières données acquises directement au site depuis juin 1988.

Elle fait l'objet d'un rapport édité en octobre 1988 [*Aménagement hydro-électrique du Konkouré. Complexe Garafiri-Kaléta. GARAFIRI - Etude de faisabilité - Volume 2.(Annexes) Hydrologie*. Electricité de France International - Coyne et Bellier, octobre 1988].

1.3 Avant-projet détaillé

L'étude hydrologique a été reprise en mars 1990 pour l'avant-projet détaillé [*Aménagement hydro-électrique du Konkouré. Complexe Garafiri-Kaléta. GARAFIRI - Avant-Projet Détaillé, Tome 3, Pièce B : Hydrologie*. Electricité de France et Coyne et Bellier, mars 1990]. Pour cette nouvelle étude, on disposait des données acquises en 1988 et 1989 à la station hydrométrique de Garafiri. Cela a permis une mise à jour à 1989 et un réajustement des hypothèses adoptées initialement pour le transfert des débits entre Garafiri et le Pont de Téléimélé. Par ailleurs, un complément d'information a été apporté par la récupération et l'analyse d'archives relatives aux débits du Konkouré au Pont de Téléimélé observés de 1948 à 1950. Finalement, cela a conduit à l'extension des séries homogènes d'apports mensuels aux sites de Garafiri et de Kaléta sur la période 1948 - 1989.

Enfin en 1994, une nouvelle mise à jour de l'hydrologie a été entreprise pour la réactualisation du projet.

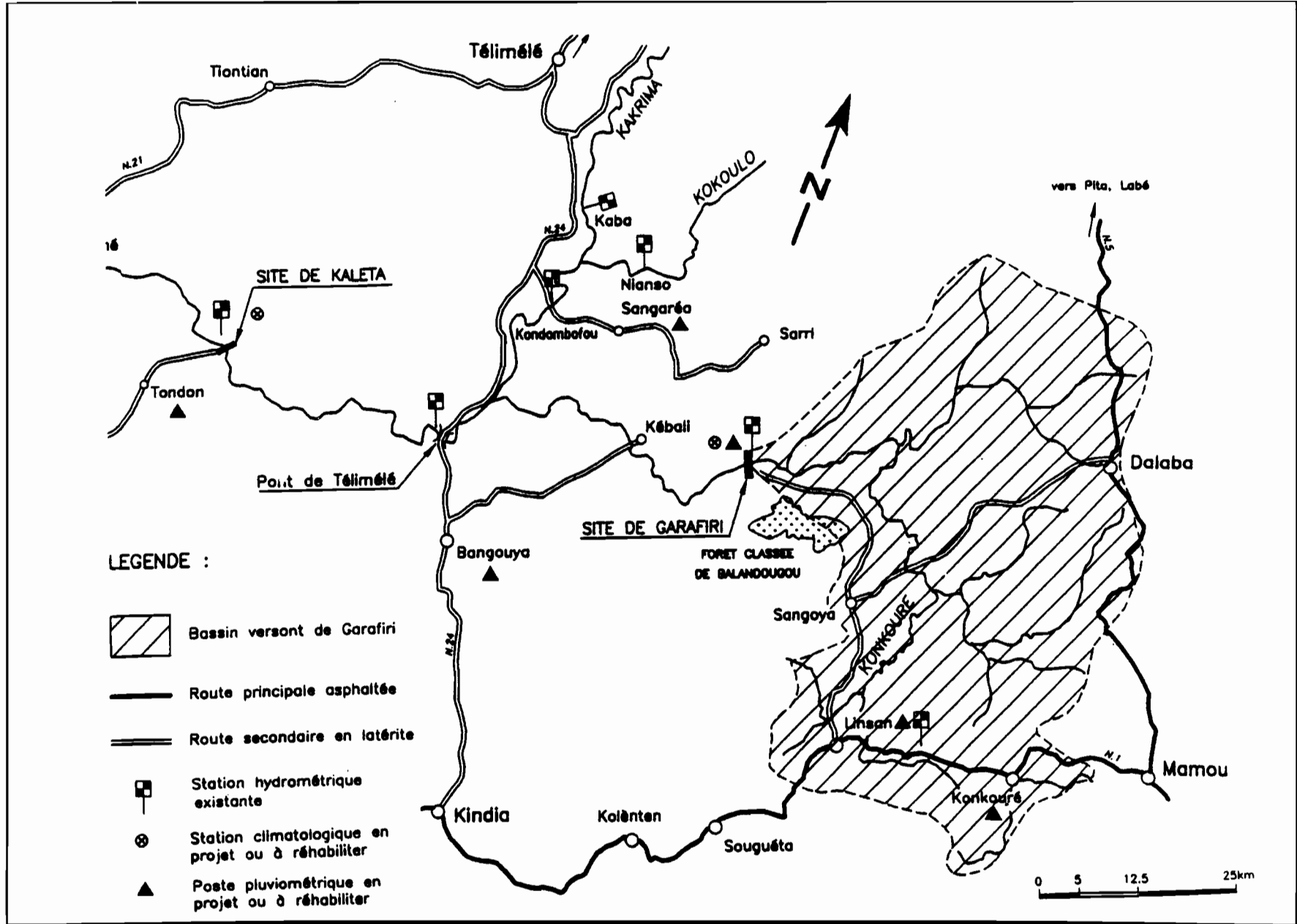
La prise en compte des observations et des mesures complémentaires effectuées à Garafiri de 1988 à 1993, a conduit à une révision de la courbe d'étalonnage de la station et donc à un nouveau calcul des apports en eau. Cela a également permis de reprendre l'évaluation des crues qui ne reposait initialement que sur les résultats de la synthèse régionale et à revoir à la hausse l'estimation des débits de pointe pour les crues de projet et de chantier.

Les résultats de cette mise à jour sont consignés dans une note rédigée en avril 1994 [*Aménagement hydro-électrique de Garafiri sur le Konkouré. Mise à jour de l'hydrologie*. HYDROCONSULT International, Electricité de France et Coyne et Bellier, avril 1994].

1.4 Synthèse

La présente note reprend sous une forme synthétique l'ensemble des résultats acquis relatifs à l'hydrologie du projet Garafiri, au moment où débutent les travaux de réalisation. Elle comporte une ultime mise à jour avec la prise en compte de deux années supplémentaires d'observations (1994 et 1995).

Figure 1 Situation générale



2. MISE A JOUR DE L'HYDROLOGIE

2.1 Station hydrométrique de Garafiri

Equipement

L'exploitation de cette station a été assurée par l'ORSTOM de juin 1988 à mars 1990. Depuis avril 1990, elle est gérée par la Direction Nationale de l'Hydraulique.

Une première batterie d'échelles limnimétriques a été installée, le 8 juin 1988, en rive gauche du Konkouré au niveau du débarcadère des pirogues. Elle a été remplacée le 22 mai 1989 par une deuxième batterie située à une cinquantaine de mètres à l'aval et complétée par une plate-forme automatique PH11 avec télébalise ARGOS dont les caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 1

Plate-forme hydrométrique PH11 de Garafiri (état au 16/11/1995 d'après M. Gautier)

Composants	Numéro et type	Observations
Carte CHLOE	8058	modèle ancien
Carte UHF ARGOS	CEIS	
Capteur*	2218	SPI type 2, piézo-résistif ancien .
Batterie	Soneshin 9,5 Ah	N°3
Cartouche CEE64	05 92 1035	EEPROM récente
Câbles liaison SPI	30m + rallonge de 30m	en place depuis 1988

* Compte-tenu de la vétusté du matériel en place depuis 8 ans, nous préconisons le remplacement du capteur SPI2 par un capteur piézo-capacitif type SPI3 beaucoup plus fiable.

Les hauteurs d'eau

Les observations limnimétriques journalières à Garafiri sont assez complètes et dans l'ensemble d'assez bonne qualité. Les quelques rares lacunes ont pu être facilement comblées à partir des autres stations du Konkouré. Cela est le cas pour les hauteurs d'eau non observées à Garafiri entre le 30 mars et le 19 août 1988 qui ont été reconstituées à partir de la station de Kondoya située à quelques kilomètres à l'aval. On a également reconstitué correctement quelques très courtes périodes de fin de la décrue en admettant une décroissance exponentielle (en particulier pour la période du 24 octobre au 31 décembre 1989). On dispose finalement d'une série complète de hauteurs d'eau du 30 mars 1988 au 31 décembre 1995.

L'étalonnage

L'étalonnage de l'échelle de Garafiri-aval, établi en avril 1994, n'est pas remis en cause par les 4 nouveaux jaugeages effectués en 1994 et 1995. La courbe d'étalonnage, représentée sur la figure 2, repose donc sur les 17 jaugeages effectués depuis 1988 dont la liste est donnée dans le tableau 2. Cette courbe conduit au barème hauteur/débit du tableau 3.

On constate que, par insuffisance de mesures en hautes eaux, la courbe reste fortement extrapolée pour les cotes supérieures à 414 cm, ce qui montre toute l'imprécision de l'estimation des débits des crues observées.

Les débits observés

On trouvera en annexe les débits moyens journaliers ainsi calculés sur la période du 30 avril 1988 au 31 décembre 1995.

Les débits moyens mensuels correspondants ont été ajoutés à la série des apports en eau reconstituée depuis janvier 1948.

Tableau 2
Liste des jaugeages du Konkouré à Garafiri

N°	Date	Heure	Cote (cm)	Débit (m ³ /s)	Auteur
1	08/06/1988	14 h 00	144	2,28	ORSTOM (Pépin)
2	20/08/1988	14 h 50	404	310	ORSTOM (Guiguen)
3	21/08/1988	10 h 15	395	290	ORSTOM (Guiguen)
4	29/10/1988	09 h 00	276	90,0	ORSTOM (Guiguen)
5	24/05/1989	08 h 30	124	0,46	ORSTOM (Guiguen)
6	09/09/1989	10 h 35	414	345	ORSTOM (Guiguen)
7	10/09/1989	07 h 15	409	332	ORSTOM (Guiguen)
8	23/10/1989	10 h 00	297	116	ORSTOM (Guiguen)
9	24/10/1989	07 h 30	306	131	ORSTOM (Guiguen)
10	12/02/1990	16 h 45	149	3,15	ORSTOM (Guiguen)
11	21/07/1993	13 h 12	240	46,1	ORSTOM (Gautier, Marieu)
12	10/09/1993	12 h 35	381	248	DNH + Marieu
13	09/12/1993	12 h 32	216	41,5	DRH Kindia
14	28/04/1994	00 h 00	111	0.05	DRH Kindia
15	14/04/1995	10 h35	123	0.413	Kaba
16	27/07/1995	11 h30	377	247	Kaba
17	31/10/1995	13 h 05	318	142	Kaba

Tableau 3

Barème Hauteur/Débit du Konkouré à Garafiri-aval

Hauteur (cm)	Débit (m³/s)	Hauteur (cm)	Débit (m³/s)	Hauteur (cm)	Débit (m³/s)
105	0,000	300	121	500	600
110	0,050	310	135	510	635
120	0,260	320	149	520	669
130	0,820	330	166	530	706
140	1,80	340	182	540	742
150	3,60	350	199	550	780
160	6,30	360	216	560	818
170	9,80	370	234	570	858
180	13,0	380	251	580	898
190	17,4	390	276	590	946
200	22,0	400	300	600	994
210	27,5	410	327	610	1042
220	33,8	420	354	620	1090
230	41,0	430	382	630	1145
240	49,0	440	409	640	1200
250	58,0	450	439	650	1255
260	68,0	460	468	660	1310
270	80,0	470	500	670	1370
280	93,0	480	532	680	1430
290	106	490	566		

Courbe d'étalonnage du Konkouré à Garafiri

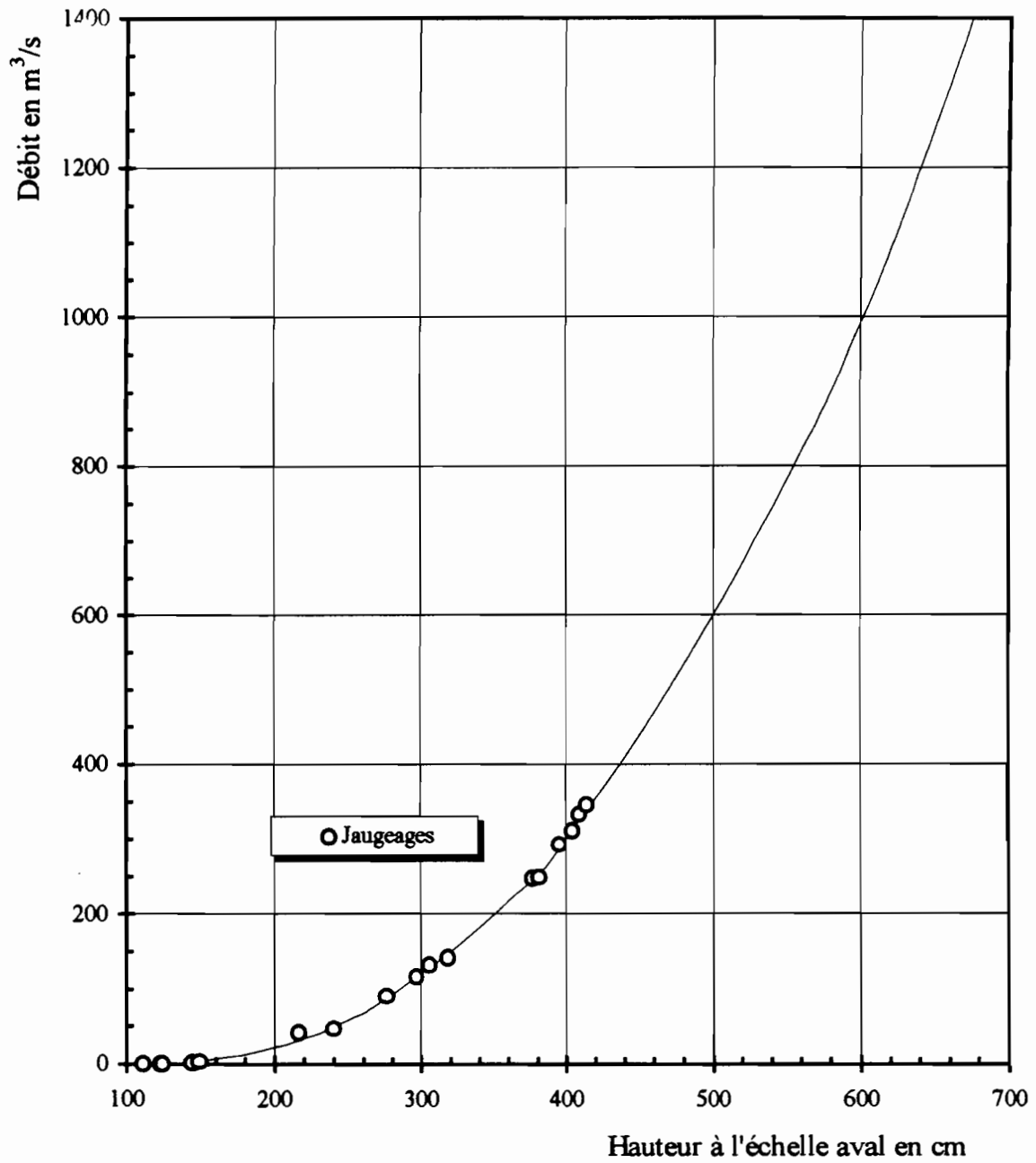


Figure 2

2.2 Les apports en eau au site de Garafiri

Etablissement de la chronique des débits moyens mensuels

La ressource en eau au niveau du barrage a été estimée sous la forme d'une chronique de débits moyens mensuels, homogénéisés sur la période 1948-1995 et devant être utilisés pour le calcul du productible à l'aide d'un modèle de simulation. L'établissement de cette chronique a nécessité une reconstitution des apports mensuels de janvier 1948 à mars 1988. Les méthodes utilisées pour cette reconstitution sont décrites dans les rapports précédents et synthétisées dans la mise à jour d'avril 1994.

Pour l'étude économique, en plus de Garafiri seul, il était nécessaire d'effectuer des simulations du fonctionnement de l'ensemble des aménagements prévus sur le bassin du Konkouré. Il a donc fallu établir également les chroniques homogènes d'apports en eau aux autres sites étudiés (Kaléta, Tiguéya et Kélibou). Le contrôle de cohérence entre les séries ainsi établies en différents points du bassin a entraîné la révision de certaines estimations initiales.

La chronique des apports mensuels obtenue pour Garafiri est donnée dans le tableau 5.

Abondance annuelle

Les apports en eau ont été abondants en 1994 et 1995 ce qui a pour incidence une sensible augmentation du module interannuel sur l'ensemble de la période 1948-1995 (70.9 m³/s) par rapport à la dernière estimation faite en avril 1994 sur la période 1948-1993 (69.7 m³/s).

Les valeurs caractéristiques mensuelles et annuelles sont rassemblées dans le tableau 4.

Tableau 4
Caractéristiques de l'écoulement du Konkouré à Garafiri (période 1948-1995)

Moyenne	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
(m ³ /s)	12.4	6.95	2.79	1.36	1.45	9.94	89.2	266.	231.	138.	62.5	25.2	70.9
(hm ³)	33.2	17.0	7.47	3.53	3.87	25.8	239.	712.	598.	369.	162.	67.5	2 238.
lame écoulée (mm)	13.4	6.84	3.01	1.42	1.56	10.4	96.3	287.	241.	149.	65.3	27.2	902.
% du total	1.48	.758	.334	.158	.173	1.15	10.7	31.8	26.7	16.5	7.24	3.02	100.
Extrêmes	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Max. (m ³ /s)	25.4	15.8	6.15	7.59	4.60	19.8	189.	485.	401.	299.	127.	52.6	114.
Min. (m ³ /s)	6.66	2.66	.505	.055	.231	2.50	38.4	106.	110.	57.2	28.2	14.2	40.1
Max (hm ³)	68.0	38.6	16.5	19.7	12.3	51.3	506.	1 299.	1 040.	801.	329.	141.	4 323.
Min (hm ³)	17.8	6.49	1.35	.143	.619	6.49	103.	284.	285.	153.	73.1	38.0	969.

Tableau 5

Débits du Konkouré à Garafiri (en m³/s)

Année	janv	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	oct	nov	déc	moy.
48	14.2	8.00	3.02	.980	1.19	12.9	93.4	204.	206.	134.	71.5	22.2	64.5
49	14.6	10.0	4.95	2.02	.520	10.1	65.8	237.	164.	108.	47.5	26.2	58.0
50	10.4	6.20	2.33	.790	1.24	9.20	62.4	478.	221.	138.	43.6	20.2	83.6
51	11.8	9.00	2.55	1.70	3.35	9.52	117.	274.	224.	299.	119.	34.1	92.8
52	17.0	10.2	3.45	1.30	1.15	9.36	97.0	251.	266.	167.	59.8	25.5	76.0
53	12.6	13.2	2.85	.800	1.00	19.0	99.4	288.	200.	144.	66.7	26.6	73.3
54	13.6	7.40	3.75	3.00	2.00	18.8	176.	398.	297.	142.	99.2	52.6	102.
55	20.4	10.8	6.15	4.80	4.60	19.8	155.	340.	223.	150.	73.9	32.3	87.4
56	15.8	9.20	3.45	1.70	1.75	11.9	97.4	366.	245.	142.	56.8	26.2	81.9
57	13.2	7.20	3.45	1.30	.700	9.76	99.2	258.	263.	238.	103.	28.8	86.0
58	12.8	7.60	2.85	2.70	3.45	19.3	189.	485.	338.	166.	92.0	42.7	114.
59	21.8	11.6	4.80	2.90	3.65	12.8	119.	368.	275.	112.	67.8	29.7	86.3
60	25.4	15.8	5.55	1.30	1.95	12.5	134.	288.	209.	150.	77.0	26.6	79.3
61	13.4	8.00	3.45	1.60	1.10	8.48	140.	398.	263.	108.	65.1	23.5	86.8
62	11.4	7.00	3.30	1.10	1.70	10.4	96.0	416.	299.	142.	81.8	37.6	92.9
63	17.2	10.4	4.20	1.10	.500	4.24	53.0	246.	293.	231.	62.9	22.4	79.3
64	14.6	9.00	3.75	1.00	2.15	16.0	122.	412.	376.	130.	50.4	27.5	97.4
65	14.8	6.60	2.40	1.00	3.00	9.36	103.	281.	351.	99.0	61.6	22.0	79.9
66	12.0	4.80	2.70	1.20	.600	8.80	66.0	288.	227.	204.	60.9	20.5	75.3
67	14.0	10.0	4.80	1.30	.900	12.7	126.	345.	290.	119.	55.9	24.4	84.2
68	12.8	7.60	2.85	1.10	2.30	12.5	65.0	217.	148.	88.0	43.8	22.4	52.2
69	13.4	6.60	3.45	1.10	1.15	10.3	88.6	242.	254.	212.	65.6	24.2	77.4
70	11.9	6.30	2.22	.600	.910	4.36	73.2	288.	236.	92.4	54.3	25.3	66.7
71	10.2	4.60	1.50	1.60	.850	4.48	83.6	190.	200.	116.	55.0	17.4	57.4
72	9.60	4.40	1.65	1.40	.850	5.86	74.8	138.	132.	124.	51.7	19.3	47.2
73	10.0	4.40	1.50	.400	1.75	9.76	61.8	196.	137.	90.2	46.2	18.7	48.5
74	8.86	4.82	1.44	.400	.535	5.93	51.0	186.	216.	120.	43.8	18.3	55.0
75	8.96	4.98	1.52	.510	.400	5.33	85.6	283.	349.	108.	61.6	28.8	78.5
76	8.80	4.40	1.50	1.10	1.20	16.0	90.0	202.	216.	210.	127.	40.9	76.8
77	14.3	7.06	2.54	1.13	1.80	6.57	57.4	130.	159.	82.7	42.2	15.2	43.5
78	7.40	3.40	.930	.410	.920	7.68	77.2	255.	209.	142.	56.8	18.7	65.4
79	8.98	4.46	1.44	.300	.900	9.44	62.0	228.	171.	99.0	52.6	28.6	55.9
80	9.00	4.20	1.13	.210	1.20	6.16	84.0	184.	110.	57.2	37.4	17.6	42.9
81	8.96	4.20	3.95	7.59	1.13	5.78	96.2	177.	218.	130.	79.2	32.8	64.1
82	14.4	6.68	1.98	.695	.530	7.12	58.2	128.	148.	129.	65.3	26.0	49.1
83	7.74	5.20	2.90	1.58	1.67	6.96	58.8	168.	166.	95.0	35.9	15.0	47.3
84	13.8	9.56	5.49	3.13	3.00	13.9	110.	106.	110.	100.	40.5	21.0	44.9
85	9.86	6.88	3.56	1.99	.800	3.92	65.8	288.	117.	66.4	28.2	14.5	51.1
86	6.66	4.92	2.82	1.49	1.36	4.15	43.6	151.	152.	66.0	30.1	14.2	40.1
87	8.48	5.30	3.23	1.93	1.82	7.71	38.6	129.	206.	103.	31.2	16.2	46.2
88	8.00	5.00	1.80	.304	1.24	5.84	81.8	333.	316.	112.	55.8	22.9	78.8
89	11.5	5.19	1.68	.621	.695	3.48	60.5	316.	253.	156.	63.0	26.4	75.4
90	10.1	3.51	.776	.340	.922	10.5	108.	233.	207.	108.	45.4	19.3	62.7
91	8.70	2.66	.505	.055	.231	2.50	75.6	244.	156.	183.	54.1	21.9	63.0
92	9.92	4.45	.852	.229	.843	19.1	113.	299.	294.	160.	67.6	24.6	83.1
93	11.3	4.40	1.26	.511	1.29	12.1	38.4	135.	264.	160.	71.0	34.0	61.3
94	16.9	11.2	4.46	.395	.899	12.8	91.6	239.	401.	232.	106.	31.4	96.0
95	13.7	5.22	1.24	.583	1.71	11.8	74.5	452.	299.	151.	71.6	22.6	92.8
Moyenne	12.4	6.95	2.79	1.36	1.45	9.94	89.2	266.	231.	138.	62.5	25.2	70.9
Maximum	25.4	15.8	6.15	7.59	4.60	19.8	189.	485.	401.	299.	127.	52.6	114.
Minimum	6.66	2.66	.505	.055	.231	2.50	38.4	106.	110.	57.2	28.2	14.2	40.1

Statistique des débits moyens annuels

Pour préciser la variabilité interannuelle des apports en eau, nous avons effectué l'analyse statistique de la série reconstituée. Le tableau 6 donne les caractéristiques de la distribution observée.

Tableau 6

Caractéristiques de la distribution des débits moyens annuels du Konkouré à Garafiri (période 1948-1995)

Paramètre	Valeur brute	Paramètre	Valeur brute
Minimum	40.1 m ³ /s	Ecart-type	18.1 m ³ /s
Maximum	114. m ³ /s	Coefficient de variation	0.26
Moyenne	70.9 m ³ /s	Coefficient de dissymétrie	0.08
Médiane	75.3 m ³ /s	Coefficient d'aplatissement	2.36
Coef. d'autocorrélation	0.55		

L'ajustement de différentes lois de distribution théoriques par la méthode du maximum de vraisemblance conduit à retenir la loi Normale qui est la plus adéquate.

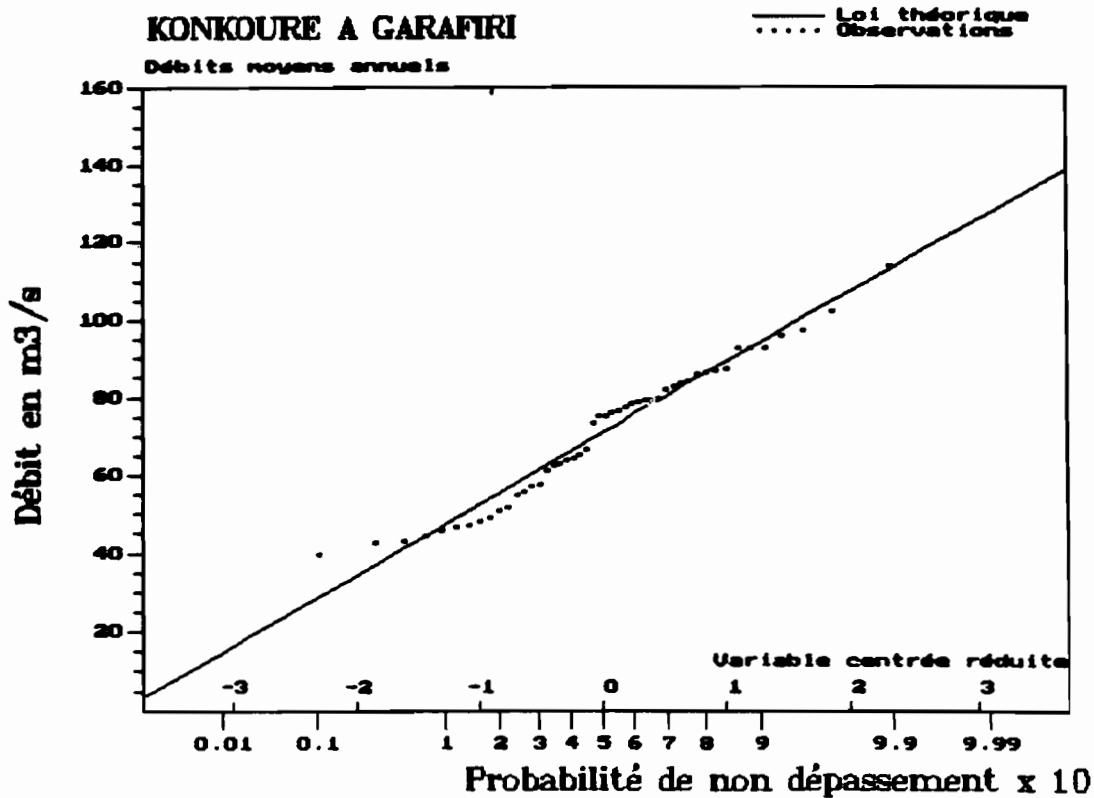
L'ajustement correspondant est représenté graphiquement sur la figure 3. A partir de cet ajustement, on peut estimer par extrapolation les valeurs des apports annuels pour différentes probabilités. Ces estimations sont données dans le tableau 7.

Le coefficient de variation (0.26) et le rapport (1.97) entre la valeur décennale humide et la valeur décennale sèche, indiquent une irrégularité interannuelle modérée.

Tableau 7

**Ajustement d'une loi Normale aux débits moyens annuels du Konkouré à Garafiri
(Période 1948-1995)**

Années sèches				Années humides			
Probabilité	Réurrence	Débit	Apport	Probabilité	Réurrence	Débit	Apport
	ans	m ³ /s	hm ³		ans	m ³ /s	hm ³
0.002	500	18.6	587	0.500	2	70.9	2 237
0.005	200	24.2	764	0.800	5	86.2	2 720
0.010	100	28.7	906	0.900	10	94.2	2 973
0.020	50	33.6	1 060	0.950	20	101.	3 187
0.050	20	41.1	1 297	0.980	50	108.	3 408
0.100	10	47.7	1 505	0.990	100	113.	3 566
0.200	5	55.6	1 755	0.995	200	118.	3 724
0.500	2	70.9	2 237	0.998	500	123.	3 882



**Figure 3 - Distribution statistique des débits moyens annuels du Konkouré à Garafiri
Ajustement d'une loi Normale**

Hydraulicité

La chronique des apports annuels peut être caractérisée par les deux paramètres suivants dont les valeurs sont données dans le tableau 7 :

- **hydraulicité H_i** : rapport du débit moyen annuel Q_i au module interannuel M

$$H_i = Q_i/M$$

- **écart-réduit x_i** : écart du débit moyen annuel Q_i au module interannuel M pondéré par l'écart-type σ de la distribution observée

$$x_i = (Q_i - M)/\sigma$$

Tableau 7

Hydraulicité du Konkouré à Garafiri (1948-1995)

Année	Débit (m ³ /s)	Hydraulicité	Ecart-réduit	Année	Débit (m ³ /s)	Hydraulicité	Ecart-réduit
1948	64.5	.909	-.354	1972	47.2	.665	-1.308
1949	58.0	.817	-.714	1973	48.5	.684	-1.235
1950	83.6	1.18	.696	1974	55.0	.776	-.875
1951	92.8	1.31	1.21	1975	78.5	1.11	.415
1952	76.0	1.07	.279	1976	76.8	1.08	.325
1953	73.3	1.03	.134	1977	43.5	.614	-1.509
1954	102.	1.44	1.70	1978	65.4	.922	-.303
1955	87.4	1.23	.909	1979	55.9	.789	-.825
1956	81.9	1.15	.602	1980	42.9	.605	-1.542
1957	86.0	1.21	.831	1981	64.1	.903	-.378
1958	114.	1.61	2.39	1982	49.1	.692	-1.202
1959	86.3	1.22	.848	1983	47.3	.668	-1.299
1960	79.3	1.12	.462	1984	44.9	.633	-1.432
1961	86.8	1.22	.874	1985	51.1	.720	-1.093
1962	92.9	1.31	1.21	1986	40.1	.565	-1.700
1963	79.3	1.12	.459	1987	46.2	.651	-1.362
1964	97.4	1.37	1.46	1988	78.8	1.11	.434
1965	79.9	1.13	.493	1989	75.4	1.06	.245
1966	75.3	1.06	.240	1990	62.7	.884	-.452
1967	84.2	1.19	.731	1991	63.0	.889	-.435
1968	52.2	.736	-1.032	1992	83.1	1.17	.670
1969	77.4	1.09	.356	1993	61.3	.864	-.532
1970	66.7	.940	-.233	1994	96.0	1.35	1.38
1971	57.4	.810	-.743	1995	92.8	1.31	1.20

Module $M = 70,9 \text{ m}^3/\text{s}$

Ecart-type $\sigma = 18,2 \text{ m}^3/\text{s}$

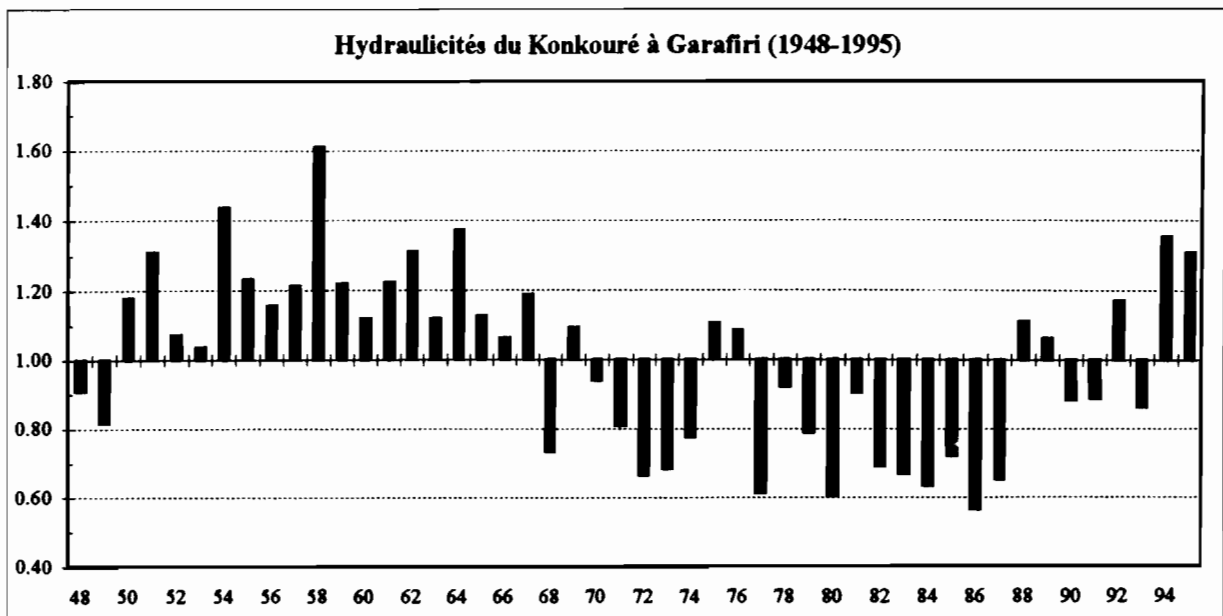


Figure 4

La figure 4 représente l'évolution de l'hydraulicité du Konkouré à Garafiri. On constate une succession de séries d'années excédentaires puis déficitaires par rapport à la moyenne interannuelle.

Après deux années de faible abondance (1948 et 1949), on constate une longue période humide de 1950 à 1967, suivie d'une très longue période fortement déficitaire de 1968 à 1987 (à l'exception de 1975 et 1976). On constate ensuite une tendance à un retour à des années plutôt excédentaires.

L'interprétation du graphique est toutefois délicate, en raison de la nature différente des données. Celles-ci sont en effet entièrement reconstituées entre 1948 et 1987 et observées depuis 1988.

2.3 Les crues

Le régime des crues

Le Konkouré est l'objet d'une grande crue annuelle caractéristique du régime tropical de transition. L'hydrogramme correspondant résulte de l'évolution progressive, au cours de la saison des pluies, du débit de base sur lequel se greffent des pointes de crues d'une durée de quelques jours.

La forme de l'hydrogramme est stable d'une année à l'autre. L'importance du couvert végétal sur le bassin versant est un facteur favorable au ralentissement du ruissellement et conduit à un amortissement des débits de crues. A cette influence de la végétation, s'ajoute le caractère des précipitations qui sont surtout des pluies de mousson, relativement peu intenses.

Les données disponibles

Pour l'étude de faisabilité, l'évaluation des crues de projet et de chantier ne reposait sur aucune observation directe au site. Cette première évaluation s'appuyait essentiellement sur l'étude hydrologique de synthèse régionale qui permettait d'estimer le débit de crue décennal à partir des seules caractéristiques physiques du bassin versant. Ensuite l'extrapolation aux fréquences rares était obtenue par la méthode du gradex (version CEMAGREF) à partir de la pluviométrie observée sur quelques rares postes, situés à proximité du bassin versant.

On dispose actuellement de huit années d'observations au site même de Garafiri (1988-1995) qui permettent de mieux appréhender les crues, bien que **la connaissance des débits de hautes eaux à Garafiri reste très imprécise en raison de l'insuffisance de jaugeages** (voir en 2.1.).

Prédétermination des débits de crue

Malgré l'imprécision sur les débits de pointe, nous avons utilisé cette information pour améliorer l'estimation de la crue annuelle décennale. Pour cela nous avons examiné la distribution des débits maximaux annuels dont les valeurs sont rassemblées dans le tableau 8. Les valeurs caractéristiques de la série sont :

- moyenne : 655 m³/s
- médiane : 612 m³/s

A cette très courte série des débits moyens journaliers maximaux annuels observés, on ajuste correctement une loi de Gumbel dont le paramètre d'échelle (gradex des débits observés) peut être estimé à 140 m³/s. On peut ainsi estimer le débit journalier maximum annuel de fréquence décennale à 884 m³/s. Cette valeur, supérieure de 13% à la valeur initialement estimée pour l'étude de faisabilité, implique donc la révision de l'évaluation des crues de fréquences rares. Nous avons donc repris l'extrapolation de la distribution des débits de crues en utilisant la variante CEMAGREF de la méthode du "gradex" (voir annexe 2), en procédant sur les bases suivantes :

- gradex des pluies journalières : 16.8 mm (correspondant à 482 m³/s),
- gradex des débits observés : 140 m³/s,
- débit moyen journalier décennal : 884 m³/s,
- rapport débit instantané / débit moyen journalier : 1.10

On obtient les nouvelles valeurs du tableau 9.

Tableau 8
Débits maximaux annuels observés à Garafiri (1988 - 1995)

Année	Débit instantané Q_i		Débit moyen journalier Q_j		Rapport $r = Q_i/Q_j$
	Date	m^3/s	Date	m^3/s	
1988	06/09	822	06/09	808	1,02
1989	28/08	799	28/08	706	1,13
1990	02/08	607	02/08	584	1,04
1991	22/08	556	22/08	548	1,01
1992	01/09	614	01/09	590	1,04
1993	01/09	430	02/09	422	1,02
1994	30/09	610	26/09	590	-
1995	22/08	1090	22/08	989	1.10
Moyenne		691		655	1,05

Tableau 9
Prédétermination des débits de crue du Konkouré à Garafiri

Probabilité	Réurrence (ans)	Débit moyen journalier (m^3/s)	Débit instantané (m^3/s)	Débit instantané spécifique ($l/s km^2$)
0,5000	2	626	689	278
0,9000	10	884	972	392
0,9500	20	987	1086	438
0,9600	25	1021	1123	453
0,9800	50	1128	1241	500
0,9900	100	1238	1362	549
0,9960	250	1389	1528	616
0,9980	500	1508	1659	669
0,9990	1000	1630	1793	723
0,9998	5000	1929	2122	856
0,9999	10000	2064	2270	915

Crue de Projet

Compte-tenu de la nature et de l'importance de l'aménagement (barrage-réservoir en remblai zoné de latérite compactée avec une retenue de 1,6 milliards de m³ à la cote normale 350), on a choisi une protection contre la crue qui correspond à une probabilité de dépassement annuel de 1/10 000.

Le débit de pointe de la crue de projet de Garafiri est donc estimé à 2 300 m³/s.

Cette pointe de l'hydrogramme de crue devrait être laminée d'environ 10% dans la retenue.

A titre de comparaison avec d'autres aménagements hydrauliques régionaux, nous avons calculé le coefficient K de Francou-Rodier correspondant à cette crue de projet.

Rappelons que la formule de Francou-Rodier, établie à partir de près de 1 500 crues-record observées sur diverses rivières du globe, correspond à la courbe enveloppe des pointes de crues possibles pour la région considérée. Elle s'écrit :

$$Q_{\max} = 10^6 \left(\frac{S}{10^8} \right)^{1-K/10}$$

soit :

$$K = 10 - 10 \frac{\log Q - 6}{\log S - 8}$$

avec :

Q_{\max} : Débit maximum de crue en m³/s.

S : Superficie du bassin versant en km².

K : Coefficient de Francou-Rodier ne dépendant que des facteurs climatiques locaux.

Pour Garafiri, nous obtenons $K = 4,27$

Cette valeur est relativement forte pour l'Afrique de l'Ouest, ce qui est plutôt un gage de sécurité.

Pour l'hydrogramme de la crue de projet, nous avons conservé la forme de l'hydrogramme synthétique, construit à partir de l'analyse statistique des débits du Konkouré au Pont de Télimélé et dont la description est donnée dans l'étude de faisabilité d'octobre 1988. L'ajustement de cet hydrogramme sur la pointe de crue de 2 300 m³/s conduit à l'hydrogramme de la crue de projet donné dans le tableau 10 et représenté sur la figure 5.

Le volume écoulé sur la durée totale de cette crue (90 jours) est de 4 600 hm³.

Tableau 10

Hydrogramme de la crue de projet

jour	Débit m ³ /s	Volume écoulé hm ³	jour	Débit m ³ /s	Volume écoulé hm ³	jour	Débit m ³ /s	Volume écoulé hm ³
1	177.	15.3	31	959.	1 096.	61	913.	3 771.
2	181.	30.9	32	940.	1 177.	62	861.	3 845.
3	184.	46.8	33	907.	1 256.	63	814.	3 916.
4	186.	62.9	34	833.	1 328.	64	761.	3 981.
5	189.	79.3	35	781.	1 395.	65	709.	4 043.
6	195.	96.1	36	755.	1 460.	66	633.	4 097.
7	200.	113.	37	735.	1 524.	67	556.	4 145.
8	205.	131.	38	735.	1 587.	68	481.	4 187.
9	210.	149.	39	748.	1 652.	69	405.	4 222.
10	216.	168.	40	827.	1 723.	70	330.	4 250.
11	223.	187.	41	940.	1 804.	71	313.	4 277.
12	230.	207.	42	1 066.	1 897.	72	298.	4 303.
13	237.	228.	43	1 542.	2 030.	73	283.	4 328.
14	243.	249.	44	2 103.	2 211.	74	275.	4 351.
15	251.	270.	45	2 300.	2 410.	75	251.	4 373.
16	275.	294.	46	2 103.	2 592.	76	243.	4 394.
17	283.	318.	47	1 542.	2 725.	77	237.	4 415.
18	298.	344.	48	1 066.	2 817.	78	230.	4 434.
19	313.	371.	49	940.	2 898.	79	223.	4 454.
20	330.	400.	50	827.	2 970.	80	216.	4 472.
21	405.	435.	51	748.	3 034.	81	210.	4 491.
22	481.	476.	52	735.	3 098.	82	205.	4 508.
23	556.	524.	53	735.	3 161.	83	200.	4 526.
24	633.	579.	54	755.	3 227.	84	195.	4 542.
25	709.	640.	55	781.	3 294.	85	189.	4 559.
26	761.	706.	56	833.	3 366.	86	186.	4 575.
27	814.	776.	57	907.	3 444.	87	184.	4 591.
28	861.	851.	58	940.	3 526.	88	181.	4 606.
29	913.	930.	59	959.	3 609.	89	177.	4 622.
30	966.	1 013.	60	966.	3 692.	90	175.	4 637.

Crue de Projet de Garafiri

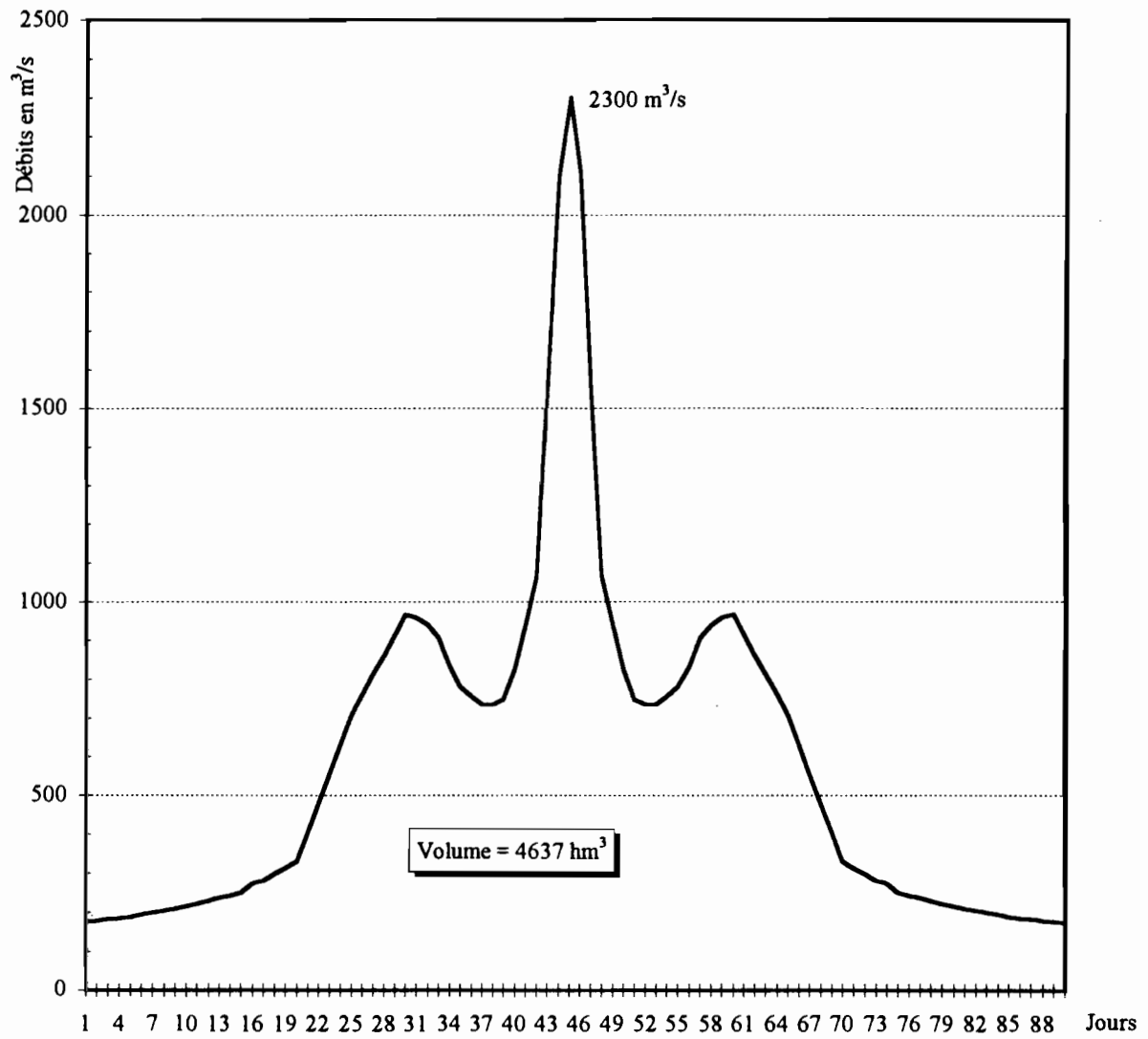


Figure 5

Crues de chantier

Toujours en raison de l'imprécision sur la connaissance des débits de hautes eaux, nous préconisons par prudence, de protéger le chantier contre la crue centennale.

Cette crue de chantier correspond à un **débit de pointe de 1360 m³/s** et à une cote à l'échelle limnimétrique de Garafiri-aval de 668.

Pour un chantier dont la durée couvrirait trois saisons des pluies, il existe une probabilité de 3 % pour que se produise au moins une crue supérieure ou égale à cette crue centennale.

L'analyse des crues du Konkouré au Pont de Télimélé permet de préciser l'occurrence de la pointe de crue au cours de la saison. Le maximum annuel se produit dans 99 % des cas entre la fin juillet et la première quinzaine d'octobre avec une très forte probabilité d'occurrence en août.

Nous avons adopté une forme d'hydrogramme analogue à celle de la crue de projet. Cela conduit à l'hydrogramme de la crue de chantier donné dans le tableau 11 et représenté sur la figure 6.

Le volume total écoulé sur 90 jours est de 2742 hm³.

En prenant un peu plus de risques, on peut adopter pour crue de chantier la crue cinquantennale.

Cette crue de chantier correspond à un **débit de pointe de 1240 m³/s** et à une cote à l'échelle limnimétrique de Garafiri-aval de 647.

Pour un chantier dont la durée couvrirait trois saisons des pluies, il existe une probabilité de 6 % pour que se produise au moins une crue supérieure ou égale à cette crue cinquantennale.

L'hydrogramme correspondant est donné dans le tableau 12 et représenté sur la figure 7.

Le volume écoulé total pendant les 90 jours est de 2500 hm³.

Crues saisonnières

Les débits observés à Garafiri de 1988 à 1995 permettent de préciser le risque saisonnier de crue.

Le tableau 13 donne les valeurs maximales des débits moyens journaliers pour chaque mois des 8 années observées. La figure 8 représente les valeurs extrêmes (maximum et minimum) des débits moyens journaliers sur la période 1988-1995.

On constate que le débit moyen journalier a toujours été inférieur à 50 m³/s (cote échelle Garafiri-aval < 240) de décembre à juin. Par contre, de juillet à novembre, il a dépassé 85 m³/s (cote échelle Garafiri-aval > 275) au moins une fois chaque année.

Tableau 11

Hydrogramme de la crue de chantier (T= 100 ans)

jour	Débit m ³ /s	Volume écoulé hm ³	jour	Débit m ³ /s	Volume écoulé hm ³	jour	Débit m ³ /s	Volume écoulé hm ³
1	105	9.06	31	567	648.	61	540	2 230.
2	107	18.3	32	556	696.	62	509	2 274.
3	109	27.7	33	536	742.	63	481	2 315.
4	110	37.2	34	493	785.	64	450	2 354.
5	112	46.9	35	462	825.	65	419	2 390.
6	115	56.8	36	446	863.	66	374	2 423.
7	119	67.1	37	435	901.	67	329	2 451.
8	121	77.6	38	435	939.	68	284	2 476.
9	124	88.3	39	442	977.	69	240	2 496.
10	128	99.	40	489	1 019.	70	195	2 513.
11	132	111.	41	556	1 067.	71	185	2 529.
12	136	122.	42	630	1 121.	72	176	2 545.
13	140	135.	43	912	1 200.	73	167	2 559.
14	144	147.	44	1243	1 308.	74	163	2 573.
15	148	160.	45	1360	1 425.	75	148	2 586.
16	163	174.	46	1243	1 533.	76	144	2 598.
17	167	188.	47	912	1 611.	77	140	2 610.
18	176	204.	48	630	1 666.	78	136	2 622.
19	185	220.	49	556	1 714.	79	132	2 633.
20	195	236.	50	489	1 756.	80	128	2 645.
21	240	257.	51	442	1 794.	81	124	2 655.
22	284	282.	52	435	1 832.	82	121	2 666.
23	329	310.	53	435	1 869.	83	119	2 676.
24	374	342.	54	446	1 908.	84	115	2 686.
25	419	379.	55	462	1 948.	85	112	2 696.
26	450	417.	56	493	1 990.	86	110	2 705.
27	481	459.	57	536	2 037.	87	109	2 715.
28	509	503.	58	556	2 085.	88	107	2 724.
29	540	550.	59	567	2 134.	89	105	2 733.
30	571	599.	60	571	2 183.	90	104	2 742.

Tableau 12

Hydrogramme de la crue de chantier (T= 50 ans)

jour	Débit m ³ /s	Volume écoulé hm ³	jour	Débit m ³ /s	Volume écoulé hm ³	jour	Débit m ³ /s	Volume écoulé hm ³
1	95.7	8.26	31	517.	591.	61	492.	2 033.
2	97.4	16.7	32	507.	635.	62	464.	2 073.
3	99.2	25.3	33	489.	677.	63	439.	2 111.
4	100.	33.9	34	449.	716.	64	410.	2 146.
5	102.	42.8	35	421.	752.	65	382.	2 180.
6	105.	51.8	36	407.	787.	66	341.	2 209.
7	108.	61.2	37	396.	821.	67	300.	2 235.
8	110.	70.7	38	396.	856.	68	259.	2 257.
9	113.	80.5	39	403.	891.	69	218.	2 276.
10	116.	90.6	40	446.	929.	70	178.	2 292.
11	120.	101.	41	507.	973.	71	169.	2 306.
12	124.	112.	42	575.	1 022.	72	161.	2 320.
13	128.	123.	43	831.	1 094.	73	152.	2 333.
14	131.	134.	44	1 134.	1 192.	74	148.	2 346.
15	135.	146.	45	1 240.	1 299.	75	135.	2 358.
16	148.	159.	46	1 134.	1 397.	76	131.	2 369.
17	152.	172.	47	831.	1 469.	77	128.	2 380.
18	161.	186.	48	575.	1 519.	78	124.	2 391.
19	169.	200.	49	507.	1 563.	79	120.	2 401.
20	178.	215.	50	446.	1 601.	80	116.	2 411.
21	218.	234.	51	403.	1 636.	81	113.	2 421.
22	259.	257.	52	396.	1 670.	82	110.	2 431.
23	300.	283.	53	396.	1 704.	83	108.	2 440.
24	341.	312.	54	407.	1 740.	84	105.	2 449.
25	382.	345.	55	421.	1 776.	85	102.	2 458.
26	410.	381.	56	449.	1 815.	86	100.	2 466.
27	439.	419.	57	489.	1 857.	87	99.2	2 475.
28	464.	459.	58	507.	1 901.	88	97.4	2 483.
29	492.	501.	59	517.	1 945.	89	95.7	2 492.
30	521.	546.	60	521.	1 990.	90	94.5	2 500.

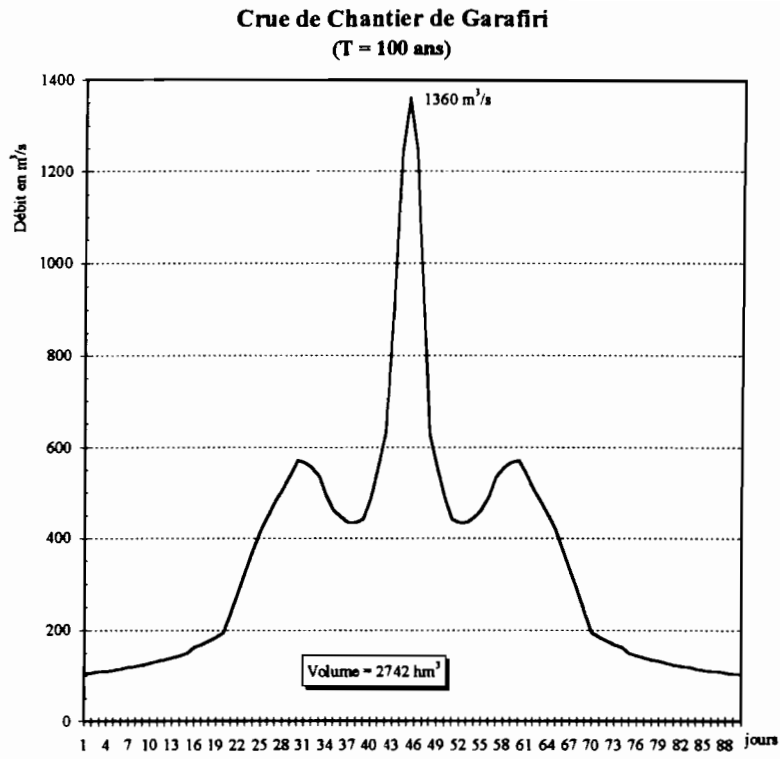


Figure 6

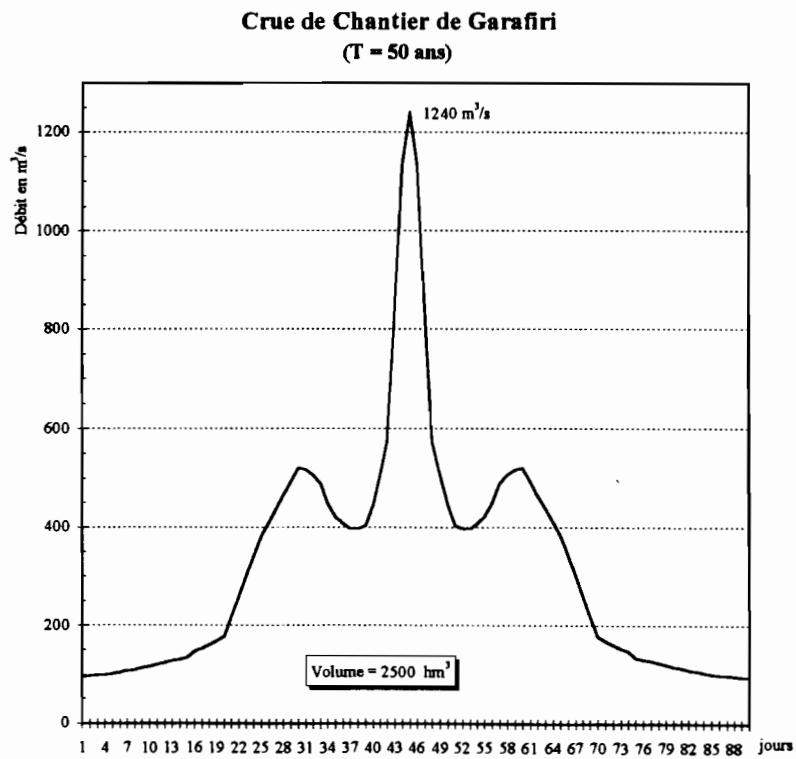


Figure 7

Tableau 13
Débites moyens journaliers maximaux observés à Garafiri

Année	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octo.	Nove.	Déce.
1988				.594	2.32	11.4	419.	440.	808.	174.	93.1	41.3
1989	15.7	8.08	2.98	1.13	1.91	9.56	135.	706.	485.	259.	92.7	39.2
1990	14.8	6.01	1.52	.727	1.94	47.9	279.	584.	297.	182.	85.9	25.9
1991	12.7	4.68	1.03	.191	.952	10.9	282.	548.	276.	337.	98.7	31.4
1992	13.9	7.70	1.70	.376	3.24	47.3	267.	541.	590.	225.	117.	35.6
1993	15.8	7.00	2.35	.764	7.70	30.5	216.	248.	422.	227.	107.	49.1
1994	20.0	14.0	6.13	1.13	5.62	34.1	135.	334.	590.	465.	199.	48.9
1995	19.6	9.41	2.34	1.20	10.7	23.5	211.	989.	490.	198.	143.	29.8
Min	12.7	4.68	1.03	.191	.952	9.56	135.	248.	276.	182.	85.9	25.9
Max	20.0	14.0	6.13	1.20	10.7	47.9	419.	989.	808.	465.	199.	49.1

Valeurs extrêmes des débits moyens journaliers maximaux observés à Garafiri sur la période 1988 - 1995

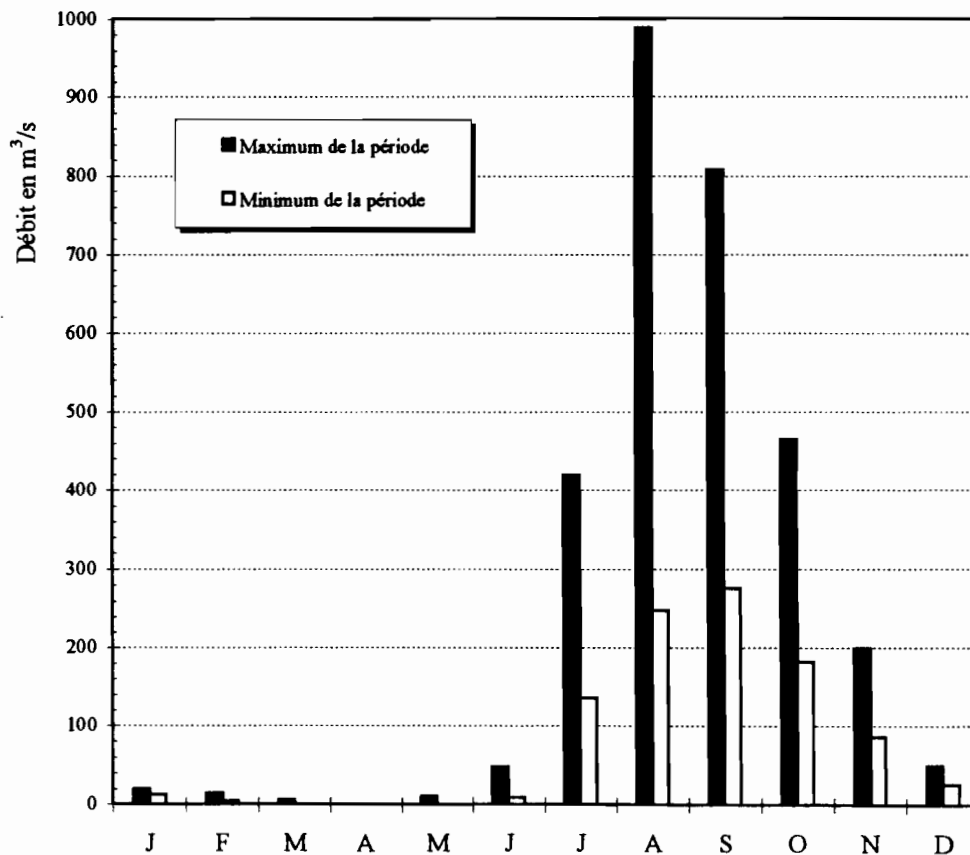


Figure 8

3. PARAMETRES HYDROLOGIQUES DU PROJET

Bassin versant	
Superficie	2 480 km ²
Altitude moyenne	600 m
Géologie	schistes avec intrusions doléritiques et couverture latéritique à fort cuirassement superficiel
Végétation	savane boisée "guinéenne"
Climat	
Température moyenne annuelle de l'air sous abri	24,4 °C
Humidité relative moyenne	69,9 %
Durée moyenne d'ensoleillement	2266 heures/an
Vitesse moyenne du vent	1,67 m/s
Evaporation annuelle sur bac "Colorado"	1 560 mm
Pluviométrie moyenne annuelle	2 060 mm
Apports en eau	
Apports en eau moyens annuels (1948-1995)	2 238 hm ³
Apports de l'année décennale sèche (1948-1995)	1 505 hm ³
Module (1948-1995)	70,9 m ³ /s
Lame annuelle écoulée	902 mm
Crues	
Débit de pointe de la crue de projet (T= 10 000 ans)	2 300 m ³ /s
Volume écoulé de la crue de projet (sur 90 jours)	4 637 hm ³
Débit de pointe de la crue de chantier	
• probabilité 1/50	1 240 m ³ /s
• probabilité 1/100	1 360 m ³ /s
Retenue	
Capacité à la cote normale 350	1 600 hm ³
Superficie du plan d'eau à la cote normale 350	91 km ²
Pertes nettes annuelles par évaporation	255 mm
Envasement annuel moyen	0,370 hm ³

4. RECOMMANDATIONS

Nous estimons que le maintien à long terme du réseau hydrométrique du bassin du Konkouré est une nécessité pour la connaissance hydrologique requise par toute entreprise régionale d'aménagement et de maîtrise des eaux.

Nous insistons donc, une fois encore, sur la nécessité de poursuivre et d'améliorer les observations hydro-climatologiques sur ce bassin et tout spécialement à la station du Pont de Télimélé qui est l'élément de base du réseau hydrométrique de Guinée Maritime.

Au niveau de Garafiri, il convient de maintenir le contrôle continu des débits pendant et après les travaux d'aménagement.

La station actuelle de Garafiri-aval paraît suffisamment éloignée du site pour ne pas être détériorée pendant la construction du barrage. Cependant l'écoulement sera très probablement perturbé par les travaux. Nous préconisons donc de **faire installer par la DNH une échelle complémentaire à l'amont du chantier** et de faire lire les deux échelles simultanément en période non perturbée, de façon à établir une correspondance entre elles.

L'accès à la station reste difficile en véhicule, en raison d'un petit affluent local dont le gué n'est pas aménagé. On pourrait utiliser les moyens disponibles sur le chantier pour améliorer cette piste.

La plate-forme hydrométrique de Garafiri fonctionne à peu près correctement mais elle n'est pas suffisamment contrôlée au cours des visites de la DNH. On constate des défaillances du capteur SPI2 (ancien modèle) **qui doit absolument être remplacé par un capteur piézo-capacitif SPI3** beaucoup plus fiable.

Cette station est relativement bien suivie grâce aux bonnes prestations d'un observateur consciencieux (Camara LANSANA). Il conviendra de continuer à le contrôler régulièrement.

L'étalonnage reste insuffisant avec une courbe très fortement extrapolée pour les cotes supérieures à 414 cm. Il faudrait absolument organiser une campagne de jaugeages en pleine saison des pluies (août - septembre) de façon à faire quelques mesures pour des cotes voisines (ou supérieures) à 500 cm.

Par ailleurs l'extrapolation sur base physique serait considérablement facilitée si l'on disposait d'un profil en travers de la section au droit de l'échelle jusqu'à la cote 700. Là encore, on devrait pouvoir profiter de la présence de topographes sur le chantier pour réaliser ce profil.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Gautier (M.) - ORSTOM - Février 1996

Aménagements hydro-électriques sur le Konkouré - Supervision de l'exploitation du réseau hydrométrique du Konkouré - Rapport Final. Hydrologie (Mission du 10 au 18 novembre 1995)

HYDROCONSULT International (GIE ORSTOM-EDF). EDF-Coyne et Bellier.

Gautier (M.) - ORSTOM - Juillet 1995

Aménagements hydro-électriques sur le Konkouré - Supervision de l'exploitation du réseau hydrométrique du Konkouré - Hydrologie (Mission du 6 au 21 avril 1995).

HYDROCONSULT International (GIE ORSTOM-EDF). EDF-Coyne et Bellier.

HYDROCONSULT International - Avril 1994

Aménagement hydro-électrique de Garafiri sur le Konkouré (Guinée). Mise à jour de l'Hydrologie.

HYDROCONSULT International (GIE ORSTOM-EDF). EDF-Coyne et Bellier.

Marieu (B), Sangaré (Sao) - Septembre 1993

Bassins fluviaux du Konkouré et de la Fatala (république de Guinée). Données hydrologiques corrigées et mises à jour sur 10 stations hydrométriques.

Direction Nationale de le Hydraulique - ORSTOM (DEC). Conakry-

Guigen (N) - ORSTOM - Avril 1990

Exploitation de cinq stations hydrométriques sur les bassins du Konkouré et de la Fatala. Résultats des campagnes 1988 et 1989 - Rapport Final.

ORSTOM - Bamako

Electricité de France International - Coyne et Bellier - Mars 1990

Etude des ressources hydroélectriques de la Guinée Maritime et de la Moyenne Guinée.

Aménagement hydro-électrique du Konkouré. Complexe Garafiri-Kaléta.

GARAFIRI. Avant-Projet détaillé. Tome 3 , Pièce B : Hydrologie

Guigen (N) - ORSTOM - Septembre 1988

Exploitation de cinq stations hydrométriques sur les bassins du Konkouré et de la Fatala. Rapport de mission en Moyenne Guinée et Guinée Maritime du 17 Août au 1^{er} Septembre 1988. ORSTOM - Bamako.

Pépin (Y.) - ORSTOM - Juin 1988

Rapport de mission en Guinée maritime du 4 au 14 juin 1988
ORSTOM - Bamako.

Guigen (N), Pépin (Y.) - ORSTOM - Avril 1988

Installation de 5 stations hydrométriques équipées d'un système d'acquisition limnigraphique CHLOE - ARGOS sur les bassins du Konkouré et de la Fatala en Moyenne Guinée.

Electricité de France International - Coyne et Bellier - Octobre 1988

Etude des ressources hydroélectriques de la Guinée Maritime et de la Moyenne Guinée.
Aménagement hydro-électrique du Konkouré. Complexe Garafiri-Kaléta.
GARAFIRI. Etude de Faisabilité. Hydrologie.

Electricité de France International - Coyne et Bellier - Mai 1988

Etude des ressources hydroélectriques de la Guinée Maritime et de la Moyenne Guinée.
Pré faisabilité. Note hydrologique complémentaire.

Electricité de France International - Coyne et Bellier - Novembre 1987

Etude des ressources hydroélectriques de la Guinée Maritime et de la Moyenne Guinée.
Rapport intérimaire N°2 - Note hydrologique.

Coyne et Bellier - Sir Alexander Gibb & Partners - Euroconsult - Novembre 1983

Plan Général d'Aménagement Hydraulique de la Guinée Maritime
Dossier Final. Volume 2. Hydrologie.
Projet PNUD-BIRD-GUI-79-004.

Coyne et Bellier - Sir Alexander Gibb & Partners - Euroconsult - Juin 1983

Plans Généraux d'Aménagements Hydrauliques. Hydrologie Générale
Projet PNUD-BIRD-GUI-79-004.

Roche (M), Simon (P), Vallee (J) - Electricité de France - 1959

Monographie du Konkouré.
EDF - Paris.

ANNEXES

ANNEXE 1

DEBITS MOYENS JOURNALIERS DU KONKOURE OBSERVES A GARAFIRI (1988 - 1995)

KONKOURE A GARAFIRI
Débits moyens journaliers (en m³/s) - année 1988

Station	1175000108 Garafiri aval	Latitude	10.33.10
Rivière	Konkouré	Longitude	-12.38.40
Pays	Guinée	Altitude	287m
Bassin	Konkouré	Superficie	2480 km ²

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	-	-	-	.428	.915	2.48	18.6	407.	324.	161.	70.3	41.3	1
2	-	-	-	.470	1.19	2.30	24.7	412.	295.	163.	78.2	37.3	2
3	-	-	-	.435	1.26	1.87	21.1	376.	307.	152.	72.4	32.6	3
4	-	-	-	.421	1.04	1.80	18.4	391.	568.	156.	74.9	30.4	4
5	-	-	-	.372	.911	2.00	17.1	438.	794.	174.	80.0	29.1	5
6	-	-	-	.323	.769	3.48	16.5	377.	808.	165.	93.1	27.9	6
7	-	-	-	.309	.659	5.13	15.6	307.	695.	148.	84.9	26.6	7
8	-	-	-	.267	.596	4.62	14.9	339.	544.	135.	75.6	27.3	8
9	-	-	-	.260	.554	3.56	15.5	396.	442.	124.	67.5	26.2	9
10	-	-	-	.260	.603	3.24	27.0	440.	347.	114.	63.2	25.1	10
11	-	-	-	.260	.708	3.11	69.7	381.	289.	108.	59.8	24.0	11
12	-	-	-	.260	.818	3.33	72.1	351.	242.	102.	60.7	22.9	12
13	-	-	-	.260	.906	4.06	68.9	328.	218.	95.9	59.1	22.3	13
14	-	-	-	.260	.918	4.48	70.5	302.	219.	91.6	54.7	21.6	14
15	-	-	-	.260	.943	5.15	103.	306.	225.	96.6	52.0	21.1	15
16	-	-	-	.260	1.09	5.46	96.7	366.	253.	105.	52.9	20.9	16
17	-	-	-	.260	1.13	5.49	75.9	429.	239.	105.	54.0	20.6	17
18	-	-	-	.260	1.22	5.56	65.0	403.	250.	104.	51.6	20.4	18
19	-	-	-	.260	1.41	5.93	57.0	358.	271.	112.	49.1	19.9	19
20	-	-	-	.260	1.59	5.95	55.2	321.	255.	104.	45.3	19.5	20
21	-	-	-	.260	1.69	6.80	63.1	290.	243.	100.	42.7	19.0	21
22	-	-	-	.260	1.68	7.00	64.4	260.	226.	95.7	39.7	18.6	22
23	-	-	-	.260	1.52	8.92	50.4	228.	209.	90.5	37.9	18.3	23
24	-	-	-	.260	1.42	9.99	45.2	218.	201.	85.8	37.0	18.1	24
25	-	-	-	.260	1.44	10.3	62.7	241.	189.	83.0	35.7	17.9	25
26	-	-	-	.260	1.68	11.4	83.5	267.	175.	86.1	35.2	17.6	26
27	-	-	-	.260	1.79	10.5	86.1	244.	171.	79.2	35.1	17.0	27
28	-	-	-	.260	1.80	9.96	137.	248.	166.	86.2	38.4	16.8	28
29	-	-	-	.302	1.82	10.3	249.	256.	158.	85.2	37.2	16.5	29
30	-	-	.330	.594	2.00	11.0	353.	303.	144.	80.1	36.1	16.3	30
31	-	-	.372		2.32		419.	336.		74.9		16.1	31
Max.	-	-	-	.594	2.32	11.4	419.	440.	808.	174.	93.1	41.3	Max.
Min.	-	-	-	.260	.554	1.80	14.9	218.	144.	74.9	35.1	16.1	Min.
Moy.	-	-	-	.304	1.24	5.84	81.8	333.	316.	112.	55.8	22.9	Moy.

La période du 30 mars au 19 août 1988 a été reconstituée à partir de la station aval de Kondoya

Année incomplète

Minimum instantané :	0.260 m ³ /s	le 8 avril à 12H00
Maximum instantané :	822 m ³ /s	le 6 septembre à 08H00
Minimum journalier :	0.260 m ³ /s	le 9 avril
Maximum journalier :	808 m ³ /s	le 6 septembre

KONKOURE A GARAFIRI
Débits moyens journaliers (en m³/s) - année 1989

Station	1175000108 Garafiri aval	Latitude	10.33.10
Rivière	Konkouré	Longitude	-12.38.40
Pays	Guinée	Altitude	287m
Bassin	Konkouré	Superficie	2480 km ²

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	15.7	8.08	2.98	.943	.239	.998	7.38	90.1	485.	147.	92.7	39.2	1
2	15.4	7.87	2.87	1.13	.239	.949	12.2	125.	406.	150.	90.1	38.1	2
3	15.2	7.22	2.63	1.03	.239	.996	11.6	111.	358.	171.	87.5	37.0	3
4	14.8	6.82	2.36	1.02	.229	.915	13.1	108.	323.	161.	85.0	36.0	4
5	14.3	6.32	2.16	1.02	.218	.836	32.5	105.	292.	191.	82.6	35.0	5
6	13.7	6.06	2.08	.971	.218	.873	27.7	95.5	296.	228.	80.3	34.0	6
7	12.9	5.91	1.98	.918	.217	.808	27.5	111.	273.	259.	78.0	33.0	7
8	12.7	5.75	1.90	.913	.199	.820	25.9	191.	286.	238.	75.8	32.1	8
9	12.7	5.52	1.80	.829	.199	.764	35.4	201.	339.	223.	73.7	31.2	9
10	12.5	5.49	1.76	.817	.225	.741	28.2	187.	319.	211.	71.6	30.3	10
11	12.4	5.49	1.70	.769	.286	.758	26.0	223.	314.	213.	69.6	29.4	11
12	12.4	5.37	1.66	.738	.285	.790	36.4	273.	283.	199.	67.6	28.6	12
13	12.2	5.22	1.60	.708	.721	1.27	30.5	253.	250.	184.	65.7	27.8	13
14	11.9	5.22	1.56	.679	1.36	1.89	26.0	222.	241.	170.	63.8	27.0	14
15	11.6	5.20	1.46	.576	1.91	3.03	28.7	263.	219.	156.	62.0	26.3	15
16	11.3	5.13	1.40	.514	1.67	3.66	101.	612.	195.	150.	60.3	25.5	16
17	11.1	5.05	1.32	.484	1.46	3.73	135.	668.	188.	145.	58.6	24.8	17
18	10.8	4.97	1.27	.481	1.35	3.44	112.	529.	201.	141.	56.9	24.1	18
19	10.5	4.83	1.21	.433	1.04	5.54	90.0	507.	202.	140.	55.3	23.4	19
20	10.3	4.56	1.17	.428	.922	6.15	77.3	414.	186.	138.	53.7	22.7	20
21	10.1	4.29	1.14	.428	.826	5.61	80.1	358.	188.	132.	52.2	22.1	21
22	9.97	4.14	1.47	.428	.718	4.89	71.9	313.	178.	122.	50.7	21.5	22
23	9.80	4.00	1.51	.402	.590	4.85	65.3	280.	226.	118.	49.3	20.9	23
24	9.80	3.54	1.51	.369	.484	4.54	57.3	271.	231.	115.	47.9	20.3	24
25	9.64	3.42	1.51	.318	.514	4.49	93.7	259.	222.	112.	46.5	19.7	25
26	9.29	3.34	1.51	.265	.597	5.38	103.	253.	203.	109.	45.2	19.2	26
27	9.08	3.24	1.51	.260	.634	9.56	100.	264.	195.	106.	43.9	18.6	27
28	8.78	3.16	1.50	.260	.789	9.38	119.	706.	181.	103.	42.7	18.1	28
29	8.73		1.37	.250	1.05	8.77	108.	647.	163.	101.	41.5	17.6	29
30	8.43		1.17	.239	1.08	8.12	94.9	597.	151.	97.9	40.3	17.1	30
31	8.38		1.02		1.04		97.3	573.		95.3		16.6	31
Max.	15.7	8.08	2.98	1.13	1.91	9.56	135.	706.	485.	259.	92.7	39.2	Max.
Min.	8.38	3.16	1.02	.239	.199	.741	7.38	90.1	151.	95.3	40.3	16.6	Min.
Moy.	11.5	5.19	1.68	.621	.695	3.48	60.5	316.	253.	156.	63.0	26.4	Moy.

Année complète

Minimum instantané :	0.197 m ³ /s	le 8 mai à 08H00
Maximum instantané :	799 m ³ /s	le 28 août à 03H30
Minimum journalier :	0.199 m ³ /s	le 8 mai
Maximum journalier :	706 m ³ /s	le 28 août
Débit moyen annuel :	75.4 m ³ /s	

KONKOURE A GARAFIRI
Débits moyens journaliers (en m³/s) - année 1990

Station	1175000108 Garafiri aval	Latitude	10.33.10
Rivière	Konkouré	Longitude	-12.38.40
Pays	Guinée	Altitude	287m
Bassin	Konkouré	Superficie	2480 km ²

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	14.8	6.01	1.52	.316	.197	1.70	75.4	558.	186.	182.	85.9	25.9	1
2	14.7	5.77	1.37	.343	.197	1.70	60.2	584.	188.	163.	75.2	24.8	2
3	13.9	5.50	1.30	.372	.197	1.70	63.7	562.	209.	145.	68.8	24.2	3
4	13.7	5.23	1.22	.372	.230	1.70	66.3	521.	211.	133.	64.0	23.7	4
5	13.1	4.97	1.21	.372	.666	1.70	73.1	425.	213.	128.	60.1	23.2	5
6	12.7	4.82	1.21	.372	.652	1.70	74.3	367.	223.	118.	57.6	23.6	6
7	12.6	4.66	1.12	.372	.652	1.70	96.4	357.	224.	122.	61.9	22.6	7
8	12.1	4.42	1.02	.395	.652	2.40	63.2	299.	266.	120.	58.7	22.0	8
9	12.0	4.15	1.01	.727	.826	11.5	62.2	265.	297.	111.	54.0	22.0	9
10	12.0	3.68	.920	.661	1.02	8.05	59.1	227.	280.	105.	50.0	22.0	10
11	11.5	3.42	.824	.646	.895	6.10	77.0	207.	253.	99.7	48.2	22.0	11
12	11.2	3.42	.768	.546	.758	5.29	103.	189.	266.	103.	45.9	22.0	12
13	11.0	3.42	.764	.482	.654	5.58	82.0	169.	271.	98.4	43.8	22.0	13
14	10.5	3.41	.764	.381	.522	6.92	72.1	162.	273.	93.8	42.2	21.1	14
15	10.4	3.24	.764	.372	.484	7.65	72.4	154.	277.	89.1	40.9	20.6	15
16	10.1	3.07	.764	.372	.484	7.72	99.4	160.	252.	85.4	42.3	20.2	16
17	9.50	3.06	.737	.369	.565	9.17	101.	179.	232.	83.2	40.4	19.5	17
18	9.45	3.05	.705	.316	1.14	10.4	127.	156.	219.	85.5	38.2	18.8	18
19	9.41	2.88	.656	.245	1.43	11.1	204.	139.	200.	81.4	36.7	18.2	19
20	8.80	2.70	.646	.239	1.26	12.3	206.	135.	184.	86.3	35.4	17.0	20
21	8.75	2.53	.549	.237	1.21	12.3	168.	124.	174.	82.3	34.6	16.5	21
22	8.71	2.52	.537	.200	1.21	12.1	132.	125.	157.	96.8	33.5	16.1	22
23	8.10	2.51	.488	.197	1.67	12.0	108.	132.	143.	137.	33.2	16.0	23
24	7.88	2.34	.484	.197	1.94	12.0	92.9	138.	139.	134.	32.6	15.2	24
25	7.66	2.16	.478	.195	1.60	14.2	96.4	133.	133.	119.	31.9	14.8	25
26	7.05	1.90	.381	.158	1.32	20.7	92.1	127.	126.	105.	31.3	14.7	26
27	6.98	1.71	.372	.157	1.22	20.4	92.5	121.	131.	92.8	30.1	13.9	27
28	6.68	1.69	.372	.194	1.20	22.6	105.	111.	139.	84.3	29.4	13.9	28
29	6.63		.372	.197	1.03	23.4	137.	108.	160.	83.1	28.7	13.9	29
30	6.31		.372	.197	1.06	47.9	205.	127.	193.	89.4	27.3	13.4	30
31	6.05		.345		1.65		279.	177.		81.9		13.0	31
Max.	14.8	6.01	1.52	.727	1.94	47.9	279.	584.	297.	182.	85.9	25.9	Max.
Min.	6.05	1.69	.345	.157	.197	1.70	59.1	108.	126.	81.4	27.3	13.0	Min.
Moy.	10.1	3.51	.776	.340	.922	10.5	108.	233.	207.	108.	45.4	19.3	Moy.

Année complète

Minimum instantané : 0.155 m³/s le 26 avril à 07H00
 Maximum instantané : 607 m³/s le 2 août à 07H00

Minimum journalier : 0.157 m³/s le 27 avril
 Maximum journalier : 584 m³/s le 2 août

Débit moyen annuel : 62.7 m³/s

KONKOURE A GARAFIRI
Débits moyens journaliers (en m³/s) - année 1991

Station	1175000108 Garafiri aval	Latitude	10.33.10
Rivière	Konkouré	Longitude	-12.38.40
Pays	Guinée	Altitude	287m
Bassin	Konkouré	Superficie	2480 km ²

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	12.7	4.68	1.03	.157	.060	.468	12.0	183.	263.	79.2	98.7	31.4	1
2	12.6	4.65	1.00	.191	.071	.647	12.0	139.	250.	76.6	95.6	31.1	2
3	12.1	4.18	.835	.148	.069	.000	12.3	121.	246.	89.3	89.4	29.1	3
4	12.0	4.11	.820	.134	.061	1.11	12.7	107.	257.	187.	83.2	28.8	4
5	12.0	3.64	.793	.132	.069	1.11	13.8	95.4	276.	265.	82.3	28.8	5
6	11.4	3.60	.764	.095	.047	1.16	13.3	103.	254.	268.	76.4	28.2	6
7	11.1	3.51	.764	.092	.049	1.21	12.7	168.	232.	295.	71.5	27.5	7
8	11.0	3.42	.734	.092	.040	1.21	12.7	163.	216.	337.	65.3	27.5	8
9	10.5	3.40	.656	.092	.035	1.31	14.7	139.	207.	291.	62.0	27.5	9
10	10.4	3.09	.652	.092	.029	1.14	40.8	120.	197.	256.	60.0	27.4	10
11	10.1	3.06	.652	.089	.025	.903	36.9	106.	189.	236.	57.2	25.4	11
12	9.48	3.04	.649	.053	.028	.768	31.2	127.	175.	220.	54.5	23.2	12
13	9.45	2.73	.597	.049	.015	.779	27.4	137.	170.	212.	52.5	23.0	13
14	9.41	2.61	.541	.040	.010	1.01	25.1	256.	175.	206.	49.2	21.6	14
15	8.80	2.52	.488	.040	.000	1.20	30.7	286.	152.	206.	48.2	20.6	15
16	8.75	2.50	.484	.040	.000	1.21	146.	254.	135.	207.	46.7	19.8	16
17	8.75	2.19	.481	.039	.009	1.21	128.	218.	127.	213.	45.8	19.7	17
18	8.71	2.16	.429	.030	.010	1.20	102.	195.	123.	208.	44.2	19.5	18
19	8.10	1.99	.376	.019	.024	1.03	103.	296.	114.	192.	42.6	19.2	19
20	7.88	1.79	.369	.002	.030	1.00	106.	296.	103.	175.	40.7	18.8	20
21	7.36	1.71	.317	.018	.028	.847	110.	473.	98.5	159.	39.0	18.3	21
22	6.96	1.69	.263	.010	.038	1.01	110.	548.	91.1	147.	38.8	17.9	22
23	6.35	1.52	.241	.000	.480	2.94	133.	500.	91.3	140.	38.1	17.4	23
24	6.28	1.51	.239	.000	.952	6.72	113.	448.	87.4	145.	36.7	17.0	24
25	6.02	1.41	.239	.000	.917	7.31	99.1	361.	81.9	150.	35.4	17.0	25
26	5.53	1.30	.239	.000	.800	5.82	85.3	306.	84.5	136.	35.1	16.9	26
27	5.49	1.22	.238	.000	.765	4.86	88.5	268.	80.7	129.	33.3	16.1	27
28	5.49	1.20	.218	.000	.709	5.01	88.4	276.	73.7	125.	33.2	16.1	28
29	5.23		.199	.000	.653	9.99	111.	290.	69.4	115.	33.2	16.0	29
30	4.93		.195	.000	.597	10.9	282.	294.	66.9	107.	33.1	14.8	30
31	4.70		.158		.541		231.	284.		101.		13.9	31
Max.	12.7	4.68	1.03	.191	.952	10.9	282.	548.	276.	337.	98.7	31.4	Max.
Min.	4.70	1.20	.158	.000	.000	.000	12.0	95.4	66.9	76.6	33.1	13.9	Min.
Moy.	8.70	2.66	.505	.055	.231	2.50	75.6	244.	156.	183.	54.1	21.9	Moy.

Année complète

Minimum instantané :	0.000 m ³ /s	le 20 avril à 07H00
Maximum instantané :	556 m ³ /s	le 22 août à 07H00
Minimum journalier :	0.000 m ³ /s	le 23 avril
Maximum journalier :	548 m ³ /s	le 22 août
Débit moyen annuel :	63.0 m ³ /s	

KONKOURE A GARAFIRI
Débits moyens journaliers (en m³/s) - année 1992

Station	1175000108 Garafiri aval	Latitude	10.33.10
Rivière	Konkouré	Longitude	-12.38.40
Pays	Guinée	Altitude	287m
Bassin	Konkouré	Superficie	2480 km ²

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	13.9	7.70	1.70	.376	.134	3.23	36.9	187.	590.	158.	117.	35.6	1
2	13.8	7.70	1.56	.372	.134	3.25	32.4	219.	555.	209.	116.	34.5	2
3	12.6	7.70	1.51	.372	.133	3.51	42.5	233.	504.	201.	106.	32.9	3
4	12.0	7.51	1.49	.372	.115	5.12	36.4	270.	470.	188.	98.9	31.9	4
5	11.5	7.01	1.28	.369	.114	6.10	36.4	303.	447.	204.	94.5	31.8	5
6	11.4	6.66	1.21	.320	.183	7.89	46.1	263.	393.	225.	85.0	30.7	6
7	11.1	6.20	1.21	.313	.239	.000	42.8	256.	365.	206.	80.1	30.7	7
8	11.1	6.03	1.07	.263	.239	14.3	43.2	256.	338.	192.	77.1	30.6	8
9	11.8	6.01	.920	.241	.239	17.6	60.9	258.	321.	181.	84.5	29.7	9
10	11.1	5.65	.824	.239	.239	19.4	98.6	259.	284.	162.	97.2	27.9	10
11	10.9	5.47	.769	.239	.239	21.3	95.2	262.	252.	173.	87.9	27.0	11
12	10.5	5.11	.770	.239	.239	21.1	67.5	267.	232.	184.	78.6	26.4	12
13	10.3	4.93	.779	.239	.239	21.9	57.2	269.	213.	179.	74.6	25.5	13
14	9.80	4.69	.788	.239	.239	26.9	74.7	250.	192.	176.	69.3	24.7	14
15	9.48	4.29	.796	.238	.443	29.6	116.	259.	188.	186.	64.1	24.0	15
16	9.45	3.75	.805	.220	.887	31.8	119.	250.	188.	173.	61.0	23.1	16
17	9.45	3.43	.813	.217	1.20	32.5	162.	244.	223.	174.	58.1	22.5	17
18	9.45	3.41	.793	.199	1.21	32.9	144.	244.	247.	170.	54.9	22.0	18
19	9.45	3.17	.761	.196	1.12	27.7	127.	241.	318.	164.	52.9	22.0	19
20	9.45	3.06	.686	.168	1.02	22.3	120.	259.	291.	154.	50.9	21.1	20
21	9.45	3.03	.652	.155	1.02	19.1	117.	259.	291.	141.	49.0	20.6	21
22	9.43	2.54	.649	.155	1.02	17.4	118.	230.	269.	136.	46.6	20.6	22
23	8.96	2.19	.597	.155	1.02	14.9	122.	227.	258.	133.	45.1	20.2	23
24	8.56	2.16	.544	.155	1.01	16.0	163.	304.	239.	124.	44.2	19.7	24
25	8.06	2.16	.540	.154	.931	16.5	162.	369.	228.	119.	42.9	19.2	25
26	7.71	2.07	.537	.136	1.01	16.3	155.	393.	209.	117.	40.4	18.8	26
27	7.36	1.89	.488	.134	1.02	16.1	180.	436.	194.	117.	40.2	18.3	27
28	7.01	1.79	.484	.134	1.39	21.5	223.	527.	183.	115.	38.2	17.9	28
29	6.91	1.71	.484	.134	2.71	39.8	267.	468.	171.	104.	36.7	17.8	29
30	7.80		.481	.134	3.15	47.3	243.	458.	163.	99.9	36.6	17.4	30
31	7.70		.429		3.24		198.	541.		103.		17.4	31
Max.	13.9	7.70	1.70	.376	3.24	47.3	267.	541.	590.	225.	117.	35.6	Max.
Min.	6.91	1.71	.429	.134	.114	.000	32.4	187.	163.	99.9	36.6	17.4	Min.
Moy.	9.92	4.45	.852	.229	.843	19.1	113.	299.	294.	160.	67.6	24.6	Moy.

Année complète

Minimum instantané :	0.113 m ³ /s	le 4 mai à 07H00
Maximum instantané :	614 m ³ /s	le 1 septembre à 06H00
Minimum journalier :	0.114 m ³ /s	le 5 mai
Maximum journalier :	590 m ³ /s	le 1 septembre
Débit moyen annuel :	83.1 m ³ /s	

KONKOURE A GARAFIRI
Débits moyens journaliers (en m³/s) - année 1993

Station	1175000108 Garafiri aval	Latitude	10.33.10
Rivière	Konkouré	Longitude	-12.38.40
Pays	Guinée	Altitude	287m
Bassin	Konkouré	Superficie	2480 km ²

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	15.8	7.00	2.35	.764	.434	7.70	24.2	48.1	412.	227.	107.	49.1	1
2	14.7	7.00	2.31	.758	.446	7.66	24.2	44.0	422.	221.	103.	48.1	2
3	13.9	6.66	1.84	.661	.381	6.94	23.5	43.7	372.	205.	98.3	47.1	3
4	13.9	6.17	1.74	.646	.372	4.95	23.8	86.6	311.	179.	94.1	46.1	4
5	13.9	6.00	1.52	.549	.372	3.91	29.2	130.	301.	171.	90.1	45.1	5
6	13.9	5.53	1.49	.537	.372	3.26	28.8	241.	291.	166.	86.2	44.2	6
7	13.3	5.23	1.33	.488	.372	3.06	28.8	209.	286.	173.	83.4	43.3	7
8	12.7	4.95	1.31	.484	.372	3.06	28.6	197.	278.	173.	80.7	42.4	8
9	12.6	4.95	1.31	.484	.382	3.29	26.0	173.	271.	173.	78.0	41.5	9
10	12.1	4.95	1.31	.481	.527	6.44	24.8	145.	308.	177.	76.4	40.2	10
11	12.0	4.95	1.31	.432	.540	10.1	24.2	134.	278.	184.	74.8	38.9	11
12	12.0	4.93	1.26	.428	.540	11.1	23.5	119.	249.	173.	73.2	37.7	12
13	12.0	4.67	1.21	.428	.600	11.1	23.2	116.	237.	172.	71.7	36.6	13
14	12.0	4.18	1.21	.428	.695	10.8	21.9	128.	222.	168.	70.2	35.4	14
15	11.4	4.14	1.21	.428	.549	10.1	20.8	124.	213.	156.	68.8	34.3	15
16	11.1	4.11	1.21	.428	.626	12.4	20.1	118.	205.	148.	67.3	33.2	16
17	11.1	3.64	1.21	.428	1.17	14.7	19.5	101.	193.	139.	65.9	32.2	17
18	11.1	3.59	1.21	.428	1.21	13.8	19.0	90.8	193.	127.	64.5	31.2	18
19	10.8	3.43	1.21	.428	1.22	11.5	19.1	82.4	209.	132.	63.2	30.2	19
20	10.4	3.42	1.21	.428	1.30	11.4	20.9	96.9	222.	122.	61.9	29.3	20
21	9.85	3.25	1.21	.428	1.31	14.5	23.6	123.	225.	140.	60.6	28.4	21
22	9.78	3.06	1.21	.428	1.40	14.7	23.9	123.	253.	139.	59.3	27.5	22
23	9.48	3.06	1.17	.535	1.51	13.9	23.5	115.	262.	139.	58.1	26.6	23
24	9.45	3.06	1.11	.652	1.37	13.8	36.0	117.	262.	156.	56.9	25.8	24
25	9.45	3.06	.930	.646	1.21	13.3	216.	118.	256.	155.	55.7	25.0	25
26	9.11	3.04	.820	.549	1.21	18.9	148.	114.	258.	146.	54.6	24.2	26
27	8.75	2.72	.817	.513	1.21	21.8	59.0	118.	244.	146.	53.4	23.4	27
28	8.75	2.52	.768	.484	1.36	30.5	50.4	216.	228.	141.	52.3	22.7	28
29	8.69		.764	.484	2.03	29.8	45.0	239.	224.	138.	51.2	22.0	29
30	7.74		.764	.484	7.23	25.1	45.0	237.	229.	138.	50.1	21.3	30
31	7.05		.764		7.70		45.2	248.		122.		20.6	31
Max.	15.8	7.00	2.35	.764	7.70	30.5	216.	248.	422.	227.	107.	49.1	Max.
Min.	7.05	2.52	.764	.428	.372	3.06	19.0	43.7	193.	122.	50.1	20.6	Min.
Moy.	11.3	4.40	1.26	.511	1.29	12.1	38.4	135.	264.	160.	71.0	34.0	Moy.

Année complète

Minimum instantané :	0.372 m ³ /s	le 1 mai à 18H00
Maximum instantané :	430 m ³ /s	le 1 septembre à 07H00
Minimum journalier :	0.372 m ³ /s	le 4 mai
Maximum journalier :	422 m ³ /s	le 2 septembre
Débit moyen annuel :	61.3 m ³ /s	

KONKOURE A GARAFIRI
Débits moyens journaliers (en m³/s) - année 1994

Station	1175000108 Garafiri aval	Latitude	10.33.10
Rivière	Konkouré	Longitude	-12.38.40
Pays	Guinée	Altitude	287m
Bassin	Konkouré	Superficie	2480 km ²

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	20.0	14.0	6.00	1.13	.113	1.60	35.3	120.	262.	465.	169.	48.9	1
2	19.8	13.8	5.87	1.11	.113	2.35	36.5	115.	261.	392.	144.	46.7	2
3	19.5	13.5	5.74	1.02	.113	3.06	74.9	112.	258.	365.	174.	45.0	3
4	19.3	13.3	5.61	.838	.113	3.06	78.2	166.	284.	326.	184.	42.5	4
5	19.1	13.1	5.49	.661	.111	3.17	59.7	178.	273.	282.	199.	40.8	5
6	18.9	12.8	5.37	.652	.074	4.94	98.1	232.	251.	282.	193.	39.4	6
7	18.7	12.6	5.25	.652	.071	9.41	58.2	249.	244.	272.	152.	38.8	7
8	18.5	12.4	5.14	.646	.071	12.0	49.3	226.	244.	257.	158.	38.8	8
9	18.2	12.2	5.02	.495	.071	12.0	48.8	210.	262.	233.	144.	37.4	9
10	18.0	12.0	4.91	.428	.071	12.7	56.4	244.	331.	211.	135.	35.5	10
11	17.8	11.8	4.80	.428	.071	13.4	57.1	254.	332.	201.	118.	34.5	11
12	17.6	11.6	4.70	.428	.071	13.4	57.0	244.	326.	212.	115.	33.5	12
13	17.4	11.4	4.60	.428	.151	13.4	57.1	236.	316.	203.	108.	33.2	13
14	17.2	11.2	4.49	.428	.567	13.4	80.7	257.	348.	191.	101.	33.1	14
15	17.0	11.0	4.40	.422	.652	13.8	78.3	254.	375.	187.	96.2	31.9	15
16	16.8	10.8	6.13	.325	1.83	19.4	112.	323.	452.	204.	90.2	28.8	16
17	16.6	10.6	5.77	.313	5.62	22.3	127.	298.	449.	212.	86.6	28.1	17
18	16.4	10.4	5.49	.263	3.62	19.0	127.	334.	436.	216.	82.5	27.7	18
19	16.3	10.2	5.46	.238	3.08	14.5	122.	331.	558.	214.	80.2	27.2	19
20	16.1	10.1	4.99	.175	1.94	12.7	127.	321.	556.	211.	72.8	26.9	20
21	15.9	9.88	4.90	.077	1.00	12.6	129.	269.	532.	211.	67.7	25.9	21
22	15.7	9.71	4.20	.071	.673	12.0	95.9	241.	499.	204.	65.7	24.9	22
23	15.5	9.55	4.14	.071	.652	9.96	90.9	232.	520.	201.	61.8	25.1	23
24	15.3	9.38	4.17	.071	.652	9.44	102.	230.	439.	201.	58.8	24.7	24
25	15.2	9.22	3.68	.071	.652	10.7	117.	232.	522.	200.	57.4	23.7	25
26	15.0	9.06	2.51	.071	.652	12.1	135.	223.	590.	193.	55.3	22.6	26
27	14.8	8.90	2.19	.062	.652	12.0	131.	209.	581.	178.	53.6	22.3	27
28	14.7	8.75	2.18	.060	.779	17.3	123.	276.	485.	171.	52.3	21.7	28
29	14.5		2.15	.089	.918	32.8	122.	271.	503.	170.	50.0	21.5	29
30	14.3		1.73	.113	1.20	34.1	121.	269.	553.	170.	49.8	20.7	30
31	14.2		1.33		1.51		132.	264.		170.		20.6	31
Max.	20.0	14.0	6.13	1.13	5.62	34.1	135.	334.	590.	465.	199.	48.9	Max.
Min.	14.2	8.75	1.33	.060	.071	1.60	35.3	112.	244.	170.	49.8	20.6	Min.
Moy.	16.9	11.2	4.46	.395	.899	12.8	91.6	239.	401.	232.	106.	31.4	Moy.

Année complète

Minimum instantané :	0.050 m ³ /s	le 27 avril à 18H00
Maximum instantané :	610 m ³ /s	le 30 septembre à 12H00
Minimum journalier :	0.060 m ³ /s	le 28 avril
Maximum journalier :	590 m ³ /s	le 26 septembre
Débit moyen annuel :	96.0 m ³ /s	

KONKOURE A GARAFIRI

Débits moyens journaliers (en m³/s) - année 1995

Station	1175000108 Garafiri aval	Latitude	10.33.10
Rivière	Konkouré	Longitude	-12.38.40
Pays	Guinée	Altitude	287m
Bassin	Konkouré	Superficie	2480 km ²

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	19.6	9.41	2.34	1.18	1.10	12.5	12.0	200.	443.	198.	142.	29.8	1
2	18.9	8.80	2.12	1.20	1.06	10.8	11.4	230.	424.	180.	143.	29.3	2
3	18.7	8.71	1.98	1.03	1.07	9.07	11.4	353.	447.	168.	135.	28.8	3
4	17.9	7.68	1.98	1.02	1.01	7.80	10.5	321.	399.	158.	115.	28.2	4
5	17.9	7.35	1.98	1.01	.872	7.27	12.0	299.	333.	145.	109.	27.7	5
6	17.9	7.31	1.87	.882	.748	6.47	23.2	337.	278.	146.	96.0	27.2	6
7	17.3	6.70	1.74	.770	.675	7.05	30.4	322.	249.	136.	91.9	26.7	7
8	17.0	6.65	1.70	.696	.615	7.83	38.0	305.	223.	137.	92.0	26.3	8
9	16.4	6.61	1.69	.661	.536	9.07	41.8	296.	205.	133.	99.2	25.8	9
10	16.1	6.08	1.52	.652	.522	9.99	37.2	249.	214.	146.	91.7	25.3	10
11	15.5	6.03	1.49	.584	.544	10.3	39.1	216.	198.	156.	88.0	24.9	11
12	14.4	6.00	1.25	.518	.440	9.68	106.	194.	181.	158.	79.3	24.4	12
13	14.0	5.53	1.11	.457	.404	9.27	96.4	188.	181.	145.	73.4	24.0	13
14	13.4	5.13	1.11	.449	.372	17.6	91.7	263.	192.	144.	70.9	23.5	14
15	13.2	4.45	1.11	.381	.424	23.5	73.5	239.	205.	145.	65.5	23.1	15
16	12.7	4.38	1.11	.372	.459	21.2	57.2	367.	194.	154.	62.0	22.6	16
17	12.7	3.91	.996	.372	.496	16.8	47.8	515.	240.	169.	58.8	22.1	17
18	12.7	3.87	.918	.372	.708	14.0	39.6	451.	322.	186.	55.7	21.7	18
19	12.6	3.71	.918	.304	.912	12.7	33.3	419.	449.	192.	52.8	21.2	19
20	12.1	3.60	.912	.259	1.39	12.6	29.4	418.	490.	184.	50.0	20.7	20
21	11.8	3.49	.828	.241	1.78	11.7	48.7	581.	446.	165.	47.4	20.3	21
22	10.8	3.42	.820	.239	1.57	10.5	61.9	989.	416.	152.	44.9	19.9	22
23	10.8	3.40	.820	.239	1.51	9.83	85.0	841.	367.	155.	42.5	19.5	23
24	10.7	3.09	.786	.239	2.29	10.6	104.	761.	335.	170.	40.3	19.0	24
25	10.2	3.06	.764	.247	2.93	9.45	116.	685.	311.	152.	38.2	18.6	25
26	10.1	2.93	.764	.362	3.28	9.72	118.	805.	273.	136.	36.2	18.2	26
27	10.1	2.48	.696	.372	3.37	11.9	211.	813.	268.	121.	34.3	17.8	27
28	9.93	2.34	.652	.541	3.30	15.7	194.	758.	250.	105.	32.5	17.2	28
29	9.59		.814	.684	2.97	15.8	182.	639.	227.	109.	30.8	16.7	29
30	9.45		.928	1.16	5.02	13.3	167.	515.	213.	113.	30.3	16.1	30
31	9.45		.850		10.7		180.	435.		129.		15.5	31
Max.	19.6	9.41	2.34	1.20	10.7	23.5	211.	989.	490.	198.	143.	29.8	Max.
Min.	9.45	2.34	.652	.239	.372	6.47	10.5	188.	181.	105.	30.3	15.5	Min.
Moy.	13.7	5.22	1.24	.583	1.71	11.8	74.5	452.	299.	151.	71.6	22.6	Moy.

Année complète

Minimum instantané : 0.239 m³/s le 21 avril à 07H00
 Maximum instantané : 1090 m³/s le 22 août à 08H15

Minimum journalier : 0.239 m³/s le 22 avril
 Maximum journalier : 989 m³/s le 22 août

Débit moyen annuel : 92.8 m³/s

ANNEXE 2

RAPPEL SOMMAIRE SUR LA METHODE DU GRADEX

METHODE DU GRADEX

Principes de base

La méthode du "gradex" (gradient des valeurs extrêmes), mise au point par la Division Technique Générale d'EDF dès 1965, est une méthode d'évaluation des crues de très faible probabilité d'occurrence à partir de la distribution de fréquence des pluies extrêmes.

Elle repose sur un minimum d'hypothèses physiques et statistiques simples, sans faire référence à un mécanisme précis de la relation pluie-débit, mais en considérant le processus spatio-temporel "**précipitation, infiltration, évaporation, débit de ruissellement direct**" sur le bassin versant comme un "processus statistique". Le principe consiste à déduire le comportement asymptotique de la loi de probabilité des volumes de crues rares de la loi de probabilité des cumuls des pluies extrêmes. En effet, la valeur moyenne de la capacité de rétention du bassin tend à devenir constante pour les fortes averses.

- Première hypothèse

La fréquence $F(P)$ de la précipitation P en H heures ($H = 2, 4, 6, \dots, 24, 48$ heures) en un lieu et pendant une saison donnée est à décroissance exponentielle simple et lorsque P est grand on a :

$$1 - F(P) \cong \lambda e^{-P/a}$$

Le paramètre a qui est appelé "**gradex**" (gradient des valeurs extrêmes) est calculé à partir de quelques dizaines d'années d'observations journalières ou à un pas de temps plus fin si on dispose de pluviographes. C'est un paramètre climatique qui peut être cartographié et caractérise le risque de pluie extrême. Ses variations spatiales peuvent être importantes; ainsi en France, pour les précipitations journalières, il varie de 5 mm/jour à 70 mm/jour selon la région et la saison. On peut l'estimer soit d'après la distribution empirique de toutes les précipitations observées (pour un même pas de temps), soit d'après la distribution des maxima mensuels si l'on dispose de longues séries historiques.

- Deuxième hypothèse

Quand on approche de la saturation du bassin versant (au delà de la crue décennale ou vingtennale en France), tout accroissement dP de la précipitation produit un accroissement dQ du débit qui tend à devenir égal à dP . La rétention moyenne atteint alors sa limite pratique et les deux distributions de valeurs extrêmes de la pluie $F(P)$ et du volume de crue $G(Q)$ sont asymptotiquement parallèles sur le graphique de Gumbel. On a donc lorsque Q est grand :

$$1 - G(Q) \cong \psi e^{-Q/a}$$

En pratique, la distribution empirique des débits extrêmes observés est donc extrapolée au-delà de la crue décennale ou vingtennale (point pivot) selon le gradex de la pluie moyenne sur la partie active du bassin versant.

- Troisième hypothèse

Pour passer de la probabilité du débit moyen QM en H heures au débit de pointe de crue Q_{max} , on admet que le rapport moyen $r = Q_{max}/QM$ est indépendant du débit (ce qui a été vérifié pour de nombreux cours d'eau).

A partir de l'échantillon des crues observées on estime la moyenne arithmétique des rapports r (généralement comprise entre 1,2 et 2) et on en déduit la distribution des valeurs extrêmes du débit de pointe de celle des débits moyens en H heures par une simple affinité de valeur r .

La méthode du gradex s'applique aux bassins versants dont la superficie est inférieure à 10 000 km² et éventuellement aux bassins de plus grande taille dans le cas favorable d'une bonne homogénéité spatiale des précipitations.

Cette méthode a l'avantage d'être simple, rustique et cohérente dans ses applications. Elle utilise essentiellement l'information pluviométrique généralement abondante et ne nécessite pas de longues séries de débits de crue. Faisant référence aux probabilités, elle permet un choix de crue de projet basé sur un calcul économique.

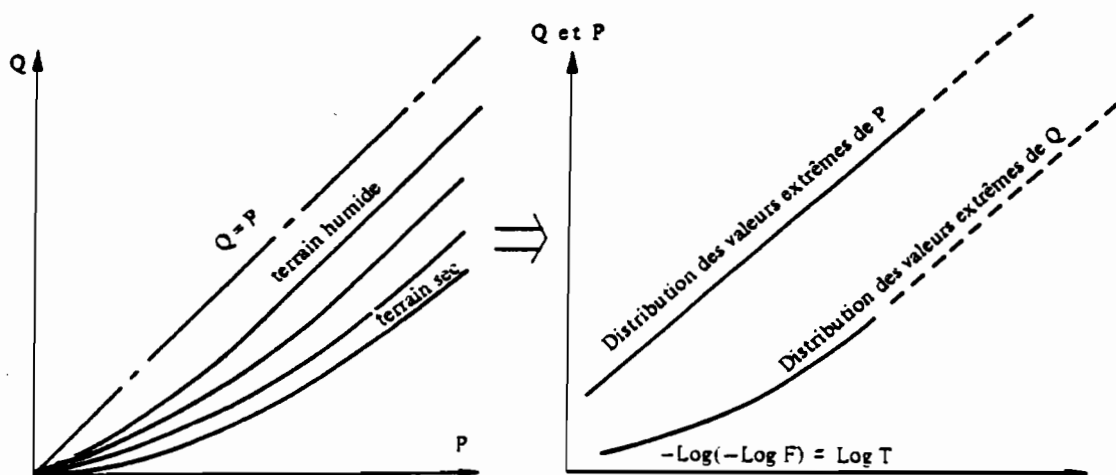


Schéma général de la méthode du gradex

Variante CEMAGREF

Les ingénieurs du CEMAGREF (Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts) ont formulé une variante du gradex qui permet de lisser la courbe d'ajustement au voisinage du point pivot. Cela permet d'obtenir une progressivité de la distribution des débits entre le domaine observable (crues observées) et le domaine rare tout en conservant le comportement asymptotique de la loi des crues à celle des pluies dans le domaine extrême.

Nous donnons ci-après l'une des solutions à ce problème d'extrapolation d'après l'article de C. Michel et G. Oberlin, paru dans le N° 3 - 1987 de la revue "La Houille Blanche".

La variante considère la relation suivante entre le débit Q et la précipitation P :

$$Q = \frac{(P - c)^2}{P + d}$$

avec $c + d > 0$ de façon que Q soit toujours défini pour $P > c$

Cette relation correspond à la formule de rendement des pluies, utilisée par le Soil Conservation Service des Etats-Unis (USSCS). On peut admettre qu'elle reste asymptotiquement valable pour les quantiles de ces variables et que l'on a, pour $P_F \gg c$:

$$Q_F \cong \frac{(P_F - c)^2}{P_F + d}$$

cette formulation exprime que Q suit asymptotiquement une loi de Gumbel de même gradex que P .

L'extrapolation utilisée revient à caler c et d de façon à éviter une cassure brutale au point pivot (q^* , F^*).

Soit a , le gradex des pluies et a_Q , le gradex de la distribution des débits observés (échantillon historique disponible). Soit u la variable de Gumbel $u = -\text{Ln}(-\text{Ln } F)$.

$$q^* = \frac{(P^* - c)^2}{P^* + d} \quad (1)$$

et, d'autre part, $\left(\frac{dQ_F}{du}\right) = a_Q$ avec $a_Q < a$

$$\left(\frac{dQ_F}{du}\right) = \frac{dP_F}{du} \cdot \left[1 - \left(\frac{c + d}{P_1 + d}\right)^2\right] \quad \text{avec} \quad \left(\frac{dP_F}{du}\right) = a$$

soit :

$$a_{\varrho} = a \left[1 - \left(\frac{c+d}{P^*+d} \right)^2 \right] \quad (2)$$

Les relations (1) et (2) permettent de déterminer c et d

En posant :

$$\sqrt{1 - \frac{a_{\varrho}}{a}} = \alpha \quad 0 < \alpha < 1$$

on en déduit :

$$\frac{c+d}{P^*+d} = \alpha$$

Soit :

$$d = \frac{\alpha P^* - c}{1 - \alpha}$$

d'où, en reportant dans (1) :

$$q^* = \frac{(P^* - c)^2}{P^* + \frac{\alpha P^* - c}{1 - \alpha}}$$

c'est-à-dire :

$$q^* = (1 - \alpha)(P^* - c)$$

d'où :

$$c = P^* - \frac{q^*}{1 - \alpha} \quad \text{et} \quad d = \frac{q^*}{(1 - \alpha)^2} - P^*$$

Finalement on obtient l'expression du débit Q_F recherchée pour l'extrapolation :

$$Q_F = \frac{\left[P_F - P^* + \frac{q^*}{1 - \alpha} \right]^2}{P_F - P^* + \frac{q^*}{(1 - \alpha)^2}}$$

Références bibliographiques

COMITE FRANÇAIS DES GRANDS BARRAGES - 1994

Les crues de projet des barrages : Méthode du gradex.

18^{ème} Congrès CIGB / ICOLD - N° 2 Novembre 1994.

COMMISSION INTERNATIONALE DES GRANDS BARAGES - 1992

Choix de la crue de projet - Méthodes actuelles. - Bulletin 82..

DUBAND (D.), MICHEL (C.), GARROS (H.), ASTIER (J.) - 1988

Evaluation des crues extrêmes et de la crue de projet par la méthode du gradex.

XVI^e Congrès international des grands barrages. San Francisco, 1988. Q63, R60.

MICHEL (C.), OBERLIN (G.) - 1987

Seuil d'application de la méthode du gradex.

La Houille Blanche, n°3, 1987.

GUILLOT (P.) - 1973

Précision sur la méthode du gradex. Utilisation de l'information hydrométéorologique pour l'évaluation de la crue de projet.

XI^e Congrès international des grands barrages. Madrid, 11-15 juin 1973. Q.41 R8, p.123-144

GUILLOT (P.), DUBAND (D.) -1967

La méthode du gradex pour le calcul de la probabilité des crues à partir des pluies.

Colloque international sur les crues et leur évaluation.

Léningrad, 15-22/08/1967 - AISH - Publication n° 84, p.560-569.