

OFFICE de la RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE  
OUTRE-MER  
-----

République du MALI  
-----  
MISSION d'ETUDES et d'AMENAGEMENT  
du NIGER  
-----

MONOGRAPHIE du NIGER

B - La CUVETTE LACUSTRE

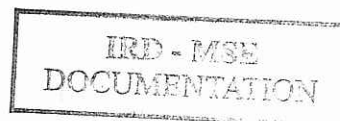
II

Interprétation des résultats d'observations

Eléments caractéristiques du régime

par C. AUVRAY

Ingénieur E.I.H.  
Directeur de Recherches à l'ORSTOM



1960

70081/-2

\* 1525

# S O M M A I R E

## 4ème Partie

### ELEMENTS CARACTERISTIQUES du REGIME - INTERPRETATION des RESULTATS

	Page
<u>CHAPITRE I</u> - Rappel des régimes à KOULIKORO et DOUNA	2
A - Le NIGER à KOULIKORO	2
B - Le BANI à DOUNA	5
<u>CHAPITRE II</u> - Etude du régime à KIRANGO	11
- Comparaison entre les débits moyens mensuels à KOULIKORO et KIRANGO	11
A - Années récentes 1950-1957	11
B - Années anciennes 1927-1934	17
- Modules et volumes écoulés à KIRANGO	17
<u>CHAPITRE III</u> - Etude du régime à KE-MACINA	27
I - Etiages	28
II - Comparaison des débits de basses eaux à KOULIKORO et KE-MACINA	31
III - Crues	32
IV - Débits moyens mensuels à KIRANGO et KE-MACINA	34
<u>CHAPITRE IV</u> - Etude du régime à TILEMBEYA	37
I - Crues	38
II - Etiages	40
III - Modules	42
IV - Débits moyens mensuels	51
V - Volumes écoulés	52
VI - Remarques sur la période d'observation	53
<u>CHAPITRE V</u> - Etude du régime du DIAKA à KARA	60
I - Etiages	60
II - Crues	61
III - Modules	61
IV - Débits moyens mensuels	62
V - Pertes en volumes entre KOULIKORO et TILEMBEYA amont	62

	Page
<u>CHAPITRE VI</u> - Etude du régime à MOPTI	70
I - Généralités	70
II - Etudes des crues	72
III - Etiages	73
IV - Débits moyens mensuels et modules	75
<u>CHAPITRE VII</u> - Etude du régime de la station de DIRE	90
I - Généralités	90
II - Etude des étiages à DIRE	91
III - Etude des crues	93
IV - Etude des débits moyens mensuels	101
V - Modules	110
VI - Essais de corrélation entre les modules à DIRE et les modules des stations amont	112

## 4ème Partie

---

### ELEMENTS CARACTERISTIQUES DU REGIME - INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans les trois premières parties de cet ouvrage, nous avons présenté les aspects géographiques et climatiques de la cuvette lacustre et la somme des documents hydrologiques possédés en essayant d'utiliser au maximum tous les relevés d'échelle.

Cette quatrième partie sera consacrée à l'analyse des débits du fleuve et de ses effluents sous les diverses formes intéressantes : débits moyens mensuels, modules, étiages, crues maximales, ces débits seront examinés et soumis au contrôle statistique.

Nous étudierons ainsi successivement le régime du NIGER aux principales stations hydrométriques, après avoir succinctement rappelé quels sont les traits dominants des régimes à KOULIKORO du NIGER et à DOUNA du BANI, les deux principales stations en amont de la cuvette lacustre ; puis une vue d'ensemble retrospective permettra de mettre en évidence la régularisation croissante du régime de l'amont vers l'aval grâce aux déversements.

Enfin, deux chapitres entreprendront, sous l'angle du bilan hydrologique, l'examen des volumes écoulés de KOULIKORO à DIRE et du remplissage de la cuvette lacustre.

CHAPITRE I

---

RAPPEL DES REGIMES A KOULIKORO ET DOUNA

A - LE NIGER A KOULIKORO -

Située au débouché d'un bassin versant de 120 000 km<sup>2</sup>, station de base du NIGER, observée depuis 1907, KOULIKORO se trouve à l'entrée de la cuvette lacustre et son régime conditionne directement ceux de KIRANGO, KE-MACINA, TILÉMBLYA et KARA, que nous allons étudier dans les chapitres suivants.

Le NIGER Supérieur possède un régime du type tropical de transition, caractérisé par une saison de hautes eaux unique d'au moins quatre mois, et par une saison de basses eaux très marquée, quoique moins sévère qu'en régime tropical pur. Son bassin est bien arrosé et reçoit 1 600 mm en moyenne.

Certains affluents, (MILO, NIANDAN), bénéficient, en outre, des précipitations abondantes des montagnes forestières de GUINEE.

Voici les débits moyens mensuels (m<sup>3</sup>/s) à KOULIKORO, pour la période (1907-1957).

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
399	192	100	67	95	361	1239	3214	5284	4560	2088	864

Le module moyen estimé à partir de cette période est de 1 545 m<sup>3</sup>/s (12,9 l/s.km<sup>2</sup>). L'analyse statistique a montré que les modules se distribuaient correctement suivant la loi normale de GAUSS, entièrement déterminée par la moyenne ci-dessus et l'écart-type égal à 366 m<sup>3</sup>/s. Un exemple de leur variation est donné dans le tableau suivant, où figurent les valeurs décennales et centennaires des modules.

Fréquence au dépassement:	Module en m <sup>3</sup> /s	Irrégularité interannuelle
Centenaire (0,01)	2 397	K <sub>3</sub> = 1,87
Décennale (0,1)	2 013	
Décennale (0,9)	1 077	
Centenaire (0,99)	695	

Ce tableau permet de juger de la fréquence des années exceptionnelles de la période d'observation : 1925 avec 2 346 m<sup>3</sup>/s et 1913 avec 839 m<sup>3</sup>/s.

La propagation de la crue étant assez longue dans la cuvette lacustre, le décalage par rapport à l'année calendaire s'accroît jusqu'à atteindre 6 mois à DIRE, où cette crue passe de Juillet à Juin. Pour l'homogénéité de l'étude des volumes écoulés, nous avons dû adopter des années hydrologiques différentes de l'année calendaire, et variables d'une station à l'autre.

Le tableau n° I donne les débits moyens mensuels et les modules de KOULIKORO, pour l'année hydrologique allant du 1er Mai au 30 Avril, qui seront utilisés dans le reste de ce volume et qui diffèrent (les modules évidemment) quelque peu des valeurs étudiées dans la Monographie du NIGER Supérieur et rappelées ci-dessus.

Ajoutons que le module moyen monte à 1641 m<sup>3</sup>/s pour la période 1922-57, prise comme base dans la cuvette lacustre.

En régime tropical de transition, l'importance et la date de la dernière crue d'une part, la précocité de la saison des pluies suivante d'autre part, sont telles qu'il existe pratiquement pour un bassin d'une certaine étendue une limite statistique en-dessous de laquelle le débit d'étiage du cours d'eau ne peut pas descendre. Pour le NIGER à KOULIKORO, cet étiage limite est de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $0,12 \text{ l/s.km}^2$ ).

Les 51 étiages connus varient entre  $18 \text{ m}^3/\text{s}$  (en 1917) et  $137 \text{ m}^3/\text{s}$  (en 1955) ; cet échantillon admet  $36 \text{ m}^3/\text{s}$  comme valeur la plus fréquente et  $46 \text{ m}^3/\text{s}$  comme moyenne.

La distribution statistique d'un tel ensemble avec une borne inférieure, est évidemment dissymétrique mais peut correctement être ajustée à l'aide d'une loi de GIBRAT-GAUSS à troncature logarithmique. En voici les valeurs-clés :

Etiage limite	$15 \text{ m}^3/\text{s}$	
- décennal (0,90)	21	-
- le plus fréquent	32	-
- moyen	48	-

Signalons, en outre, que le tarissement est assez régulier d'une année à l'autre, et que sa loi moyenne est

$$Q = Q_0 e^{-0,22 t}$$

Les crues annuelles du NIGER, présentent en général, un seul maximum connu par le plus fort débit journalier observé. La répartition des pluies dans l'année limite la période d'apparition de ce maximum à l'intervalle 1er Septembre - 20 Novembre pour KOULIKORO. En serrant les phénomènes, on constate que 83 % de ces pointes surviennent en fait au cours des 30 jours allant du 10 Septembre au 10 Octobre.

Ces crues maximales annuelles atteignent des débits assez variables, puisqu'ils s'échelonnent de  $3\ 646 \text{ m}^3/\text{s}$  (en 1913) à  $9\ 700 \text{ m}^3/\text{s}$  (en 1925), bien que cette dernière valeur soit soupçonnée d'excès pour environ  $1\ 000 \text{ m}^3/\text{s}$ . L'analyse statistique a permis l'ajustement correct à l'aide des lois de GIBRAT-GAUSS, GOODRICH et III de PEARSON, dont les conclusions sont les suivantes :

Crue décennale	(0,1)	7 900 m <sup>3</sup> /s
- centenaire	(0,01)	9 600 m <sup>3</sup> /s
- millénaire	(0,001)	11 000 m <sup>3</sup> /s

Quant au bilan hydrologique de l'écoulement annuel, il montre une assez bonne constance dans le temps. Les coefficients d'écoulement varient de 18,7 à 35,5 % autour d'une moyenne égale à 27 %, à laquelle correspond un déficit d'écoulement moyen de 1 164 mm (1 333 mm et 1 065 mm en sont les valeurs extrêmes).

Concluons en disant que le volume d'eau charrié par le NIGER a pris des valeurs de 26 milliards de m<sup>3</sup> en 1913 et de 75 milliards en 1925, mais qu'en moyenne il faut s'en tenir à un chiffre de 48 à 50 milliards de m<sup>3</sup>.

B - LE BANI A DOUNA -

Le BANI draine 101 000 km<sup>2</sup> à son passage à DOUNA dont la position est comparable à celle de KOULIKORO du point de vue hydrologique. Le bassin versant présente de nombreuses analogies avec celui du NIGER, il est cependant moins montagneux, et moins arrosé (1 265 mm de pluviométrie moyenne) ce qui conduit le BANI à un régime plus voisin du tropical pur typique.

L'abondance annuelle est donc plus faible que celle du NIGER, comme il ressort de la lecture du tableau des débits moyens mensuels (en m<sup>3</sup>/s) de la période d'observation (1950-1957) :

=====																								
:	J	:	F	:	M	:	A	:	M	:	J	:	J	:	A	:	S	:	O	:	N	:	D	:
:	-----																							:
:	225	:	128	:	77	:	46	:	32	:	52	:	209	:	1298	:	2625	:	2710	:	1558	:	542	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
=====																								

Le module moyen de cette période est de  $794 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $7,8 \text{ l/s.km}^2$ , débit spécifique qui ne représente que 60 % de celui du NIGER).

Cette courte période de 8 ans est insuffisante pour une étude statistique sérieuse et, en outre, elle est nettement plus humide que la moyenne. Dans la Monographie du NIGER Supérieur, on a mis en évidence 2 corrélations qui permettent de créer un échantillon de 51 valeurs beaucoup plus important et susceptible, lui, d'être analysé. Ces corrélations sont relatives aux pluviométries annuelles P et aux lames d'eau écoulées à KOULIKORO  $H_K$  auxquelles sont liées les lames d'eau (ou modules) du BANI à DOUNA  $H_D$  ; elles sont linéaires :

$$H_D = 0,324 (P - 600) \text{ en millimètres}$$

$$H_D = 0,37 (H_K + 181) \quad -$$

Les paramètres de l'ajustement de GAUSS pour la distribution des modules à DOUNA sont  $668 \text{ m}^3/\text{s}$  pour la moyenne et  $116 \text{ m}^3/\text{s}$  pour l'écart-type. Les valeurs rares de cette distribution sont les suivantes :

Fréquence au dépassement	Module en $\text{m}^3/\text{s}$	Irrégularité Interannuelle
Centenaire (0,01)	938	} $K_3 = 1,57$
Décennale (0,1)	816	
Décennale (0,9)	520	
Centenaire (0,99)	398	

On constatera que, sur la période de référence de ~~COULIKORO~~ le module du BANI à DOUNA ne vaut plus que  $6,6 \text{ l/s.km}^2$ , soit guère plus des 50 % du module du NIGER à cette station. Malgré cette faiblesse très marquée, l'irrégularité interannuelle, prise sous la forme du  $K_3$ , est légèrement moins élevée que pour le bassin du NIGER.

Les étiages en régime tropical pur sont plus longs et plus sévères. Le BANI à DOUNA n'échappe pas à cette loi, et s'il ne peut pas s'assécher, sa limite statistique inférieure d'étiage n'est que de l'ordre de 5 à 6 m<sup>3</sup>/s. Les valeurs observées se groupent entre 10 et 36 m<sup>3</sup>/s. Le faible nombre d'observations ne permet pas d'étude statistique et aucune corrélation n'est possible dans ce domaine avec KOULIKORO. On a dû se contenter de situer les ordres de grandeur des étiages comme suit :

Etiage décennal (0,90)	10 m <sup>3</sup> /s
- le plus fréquent	15 à 20 m <sup>3</sup> /s
- moyen	20 à 25 m <sup>3</sup> /s

Ici aussi les débits du BANI sont grossièrement inférieurs de moitié à ceux du NIGER. La loi du tarissement, de même forme, admet un coefficient moyen de 0,016.

La crue maximale annuelle du BANI à DOUNA ne peut se produire qu'entre le 10 Septembre et le 20 Novembre avec une prédominance marquée (71 %) pour la période du 20 Septembre au 20 Octobre. Vu le petit nombre de données, il ne paraît pas y avoir d'écart systématique avec les dates d'apparition des crues du NIGER à KOULIKORO.

Pour un bassin étendu comme celui du BANI, il existe une bonne corrélation entre modules et crues maximales ce qui permet, connaissant la loi de distribution statistique des premiers, d'en déduire celle des seconds. Sur le schéma d'une loi de GIBRAT-GAUSS, on est arrivé aux conclusions suivantes :

Crue décennale (0,1)	3 040 m <sup>3</sup> /s
- centenaire (0,01)	3 550 m <sup>3</sup> /s
- millénaire (0,001)	4 060 m <sup>3</sup> /s

La valeur spécifique du débit de crue décennale n'est que de 30 l/s.km<sup>2</sup>, alors qu'elle atteignait 66 l/s.km<sup>2</sup> pour KOULIKORO. En plus de la faiblesse du régime, il faut incriminer une pente plus faible du BANI et la présence de zones d'inondation non négligeables sur son haut-bassin (BAGOE en particulier).

Les crues annuelles observées varient, elles, entre 2 466 m<sup>3</sup>/s en 1954 et 3439 m<sup>3</sup>/s en 1954.

Soumis à un climat plus sec, donc à une évaporation plus forte le BANI a un coefficient d'écoulement moyen nettement inférieur à celui du NIGER : 17,8 % contre 27 %. Son déficit d'écoulement moyen vaut 1 132 mm pour la période observée 1950-1957, mais recalculée sur 35 ans, depuis 1923, à partir de la corrélation pluies-modules évoquée précédemment, il s'abaisse en fait à 1 050 mm, ce qui semble plus logique.

Le volume annuel qui s'écoule à DOUNA doit osciller entre 12 et 30 milliards de m<sup>3</sup>, avec 20 milliards comme moyenne probable.

Ces caractéristiques hydrologiques du BANI à DOUNA s'atténuent considérablement avant la confluence de MOPTI, par suite des nombreux débordements de la rivière. A SOFARA, dernière station par exemple, on ne trouve plus qu'un module moyen de 512 m<sup>3</sup>/s et une crue décennale estimée à 1 620 m<sup>3</sup>/s se produisant tardivement entre le 20 et le 31 Octobre. En revanche, l'irrégularité interannuelle est évidemment plus faible :  $K_3 = 1,38$  ; le volume écoulé ne dépasse que difficilement 20 milliards de m<sup>3</sup>.

Le régime du NIGER à MOPTI est conditionné par celui du NIGER à KOULIKORO et du BANI à DOUNA et plus étroitement lié à ceux des stations de TILIMBEYA et SOFARA, plus proches. Il en est de même, mais à un degré moindre, du régime à DIRE, en aval de la cuvette lacustre.

N.B. : Une note rectificative sur le régime du BANI à DOUNA sera publiée après cette Monographie. La revalorisation des relevés anciens, de la période 1922-40, portera le nombre d'années observées à la quinzaine. Il est possible que les débits présentés dans ce Chapitre, surtout ceux résultant de l'analyse statistique et corrélatrice, soient quelque peu modifiés. Mais, comparativement à KOULIKORO, les caractères qualitatifs intrinsèques du BANI ne seront évidemment pas influencés.

## NIGER à KOULIKORO

- 9 -

Débits moyens mensuels (m<sup>3</sup>/s) - Année hydrologique de Mai à Avril

	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1907-08	52	274	823	1900	3908	3126	1983	920	352	160	73	36	1126
1908-09	34	205	668	2315	4300	4000	1664	793	314	163	93	60	1222
1909-10	184	897	1921	4902	6294	4562	2712	1128	515	191	87	52	1963
1910-11	47	192	848	3058	4542	3713	1432	573	248	90	48	32	1241
1911-12	53	306	1194	4133	6257	4147	1754	783	364	163	84	38	1609
1912-13	28	84	936	2315	4599	4704	1679	677	366	154	50	24	1307
1913-14	28	131	656	1284	3120	2335	1383	515	203	59	42	53	819
1914-15	89	286	602	1206	3689	3196	1162	587	199	67	31	29	933
1915-16	105	614	1586	2908	4879	3788	1481	656	345	165	67	38	1389
1916-17	45	147	1428	3382	5106	4182	1244	486	235	118	75	24	1377
1917-18	43	250	784	3621	5936	3756	1496	957	464	232	121	124	1487
1918-19	173	898	1685	4030	4632	4186	1832	857	398	192	120	48	1596
1919-20	58	597	1605	3268	4757	3790	1430	637	292	124	65	46	1392
1920-21	71	381	1518	2657	4434	3185	1454	629	264	118	74	43	1241
1921-22	42	104	709	2393	4058	2867	1227	586	220	106	46	32	1037
1922-23	95	219	622	2293	4535	5695	2406	1113	470	187	88	138	1495
1923-24	99	328	1388	3032	5051	4283	2451	1009	472	259	115	44	1547
1924-25	36	235	1883	5093	7344	7088	2616	1069	546	272	134	72	2211
1925-26	88	477	1595	4134	6859	8558	3919	1358	576	358	152	78	2365
1926-27	61	559	2192	3820	5929	4054	1795	937	457	197	83	43	1685
1927-28	96	291	1564	3230	5651	6234	4107	1332	617	286	120	61	1969
1928-29	131	411	1289	5107	7709	6054	2964	1126	608	260	163	107	2169
1929-30	120	784	2353	4261	6228	6385	2542	1022	519	293	153	93	2074
1930-31	88	925	1825	4674	6118	5884	2657	1013	558	271	127	166	2035
1931-32	327	947	1702	3877	5584	4731	1676	889	553	271	136	118	1738
1932-33	166	570	1769	3250	6599	4782	2187	971	485	229	142	88	1776
1933-34	94	500	2020	3978	6214	3523	1476	893	430	201	102	62	1631
1934-35	52	145	957	3642	5056	4194	2057	809	362	187	77	54	1473
1935-36	39	97	1124	4037	5224	4160	1478	612	266	127	76	44	1445
1936-37	357	694	1381	3023	5514	5836	2104	998	424	197	112	93	1736
1937-38	98	206	864	2310	4786	4033	1828	655	290	130	83	58	1283
1938-39	55	183	751	3107	5322	4780	2171	720	312	138	67	39	1476
1939-40	73	260	669	2262	4613	4925	2023	838	370	158	84	45	1362

NIGER à KOULIKORO

Débits moyens mensuels (m<sup>3</sup>/s) - Année hydrologique de Mai à Avril

	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module
1940-41	47	180	909	2671	3516	3657	1867	657	297	142	59	32	1175
1941-42	42	218	942	2420	5368	3093	1487	709	324	150	65	46	1242
1942-43	121	290	753	2251	4104	2155	1213	596	233	108	47	44	996
1943-44	72	165	667	2159	4762	3988	1479	539	245	106	43	28	1189
1944-45	49	111	472	1798	4445	2828	1333	528	199	93	39	23	995
1													
1945-46	34	117	434	2772	4592	4266	1631	592	217	101	41	41	1242
1946-47	79	287	957	3034	4825	5273	2460	854	371	154	62	25	1539
1947-48	30	165	911	2599	5002	4333	1231	482	183	85	47	31	1261
1948-49	51	322	1643	3882	6086	4516	2088	757	365	190	108	98	1683
1949-50	82	122	619	3332	6281	3478	1433	656	286	145	74	42	1383
1950-51	65	128	730	2518	5198	5547	2391	768	374	207	142	87	1519
1951-52	221	544	1583	3753	5349	5431	5433	1814	751	419	208	116	2137
1952-53	100	186	1208	3221	5134	5513	2316	906	508	238	143	81	1638
1953-54	97	560	2174	4436	6575	5152	2373	1069	608	325	195	188	1988
1954-55	208	642	1947	4284	6127	5148	3280	1674	760	432	289	207	2091
1955-56	222	677	2037	4076	6095	5985	2763	1286	659	377	238	174	2054
1956-57	127	198	980	2272	4807	4561	1733	769	394	186	108	56	1356
1957-58	71	323	1333	3850	6495	6915	3581	1253	627	376	163	140	2101
Moyennes	95	361	1239	3214	5284	4560	2088	864	404	195	101	69	1545

## C H A P I T R E   I I

### ETUDE DU REGIME A KIRANGO

Le régime à KIRANGO diffère peu du régime du NIGER à KOULIKORO. Deux facteurs interviennent cependant :

- 1°) Apports d'hivernage entre KOULIKORO et KIRANGO.
- 2°) Perturbations au régime de saison sèche causées par les prélèvements de l'Office du NIGER, pour les besoins de l'irrigation et le maintien en eau des canaux, ainsi que par les manoeuvres de hausses du barrage.

### COMPARAISON ENTRE LES DEBITS MOYENS MENSUELS A KOULIKORO ET KIRANGO -

#### a) Années récentes (1950-1957) - Tableau n° 2 -

Par rapport à KOULIKORO, les débits moyens mensuels sont presque toujours déficitaires à KIRANGO ; ce déficit va croissant jusqu'en Septembre où il atteint  $649 \text{ m}^3/\text{s}$  en moyenne ; il s'atténue ensuite, disparaît pratiquement de Novembre à Février puis réapparaît en étiage, lors des prélèvements de l'Office du NIGER ; en début de décrue, généralement les débits à KIRANGO sont légèrement excédentaires ( $57 \text{ m}^3/\text{s}$  en Décembre).

Pendant les 4 mois pluvieux (Juin, Juillet, Août et Septembre), les débits moyens à KIRANGO sont inférieurs, du fait surtout du temps de propagation de la crue et de la montée très rapide à KOULIKORO. D'autre part, en Septembre les débits dérivés par le FALA du MOLODO sont certainement de l'ordre d'une centaine de m<sup>3</sup>/s. Tout cela compense les apports hydrauliques dus aux pluies dans le bassin intermédiaire, et même au-delà.

En Mars, Avril, Mai et Juin, nous retrouvons les prélèvements de l'Office du NIGER en amont du barrage. Ils croissent de Février à Mai. Nous ne pouvons guère nous fier au chiffre de Juin, car la retenue du barrage amortit certainement dans de fortes proportions les petites crues amont dues aux premières pluies de l'hivernage. De plus, les manoeuvres des hausses du barrage sont exécutées à la demande, c'est-à-dire sans liaison avec les stations amont. Il en résulte parfois des lâchures trop brutales suivies rapidement d'une remontée des hausses, le plan d'eau s'affaissant trop vite. Le régime, en tout début de crue, est donc assez irrégulier à l'aval du barrage. Une mesure limnimétrique journalière ne suffit plus pour apprécier convenablement les débits écoulés à travers le barrage.

Pendant les trois mois les plus secs : Mars, Avril et Mai, les prélèvements moyens mensuels de l'Office du NIGER semblent varier entre 25 et 110 m<sup>3</sup>/s suivant le débit amont naturel du fleuve.

En proportion du débit moyen naturel, retenons les chiffres suivants :

Abondance des débits de basses eaux	Pourcentage moyen du débit moyen mensuel (Mars, Avril, Mai) prélevé par l'O.N.
Etiage abondant (supérieur à 150 m <sup>3</sup> /s)	30 à 40 %
Etiage normal	50 à 60 %
Etiage sévère (inférieur à 50 m <sup>3</sup> /s)	(60 à 70 %) ?

TABEAU N° 2

COMPARAISON DES DEBITS MOYENS MENSUELS ENTRE KIRANGO ET KOULIKORO

Années 1950 - 1958

Années	Stations	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
1950-1951	KIRANGO				2229	4583	5334	2438	753	341	140	65	37
	KOULIKORO	65	128	730	2518	5198	5547	2391	768	374	207	142	87
	Ecart				289	615	213	47	15	33	67	77	50
1951-1952	KIRANGO												
	KOULIKORO	91	431	1346	3270	4690	5050	4954	1979	807	363	154	77
	Ecart												
1952-1953	KIRANGO												
	KOULIKORO	221	544	1583	3753	5349	5431	5433	1814	751	419	208	116
	Ecart												
1953-1954	KIRANGO												
	KOULIKORO	50	105	967	2829	4642	5340	2404	977	471	210	118	52
	Ecart												
1954-1955	KIRANGO												
	KOULIKORO	102	537	1698	3693	5590	4948	3149	1750	766	415	194	164
	Ecart												
1955-1956	KIRANGO												
	KOULIKORO	208	642	1947	4284	6127	5148	3280	1674	760	432	289	207
	Ecart												
1956-1957	KIRANGO												
	KOULIKORO	106	105	249	591	537	200	131	76	6	17	95	43
	Ecart												
1957-1958	KIRANGO												
	KOULIKORO												
	Ecart												

TABIEAU No 2 (Suite)

COMPARAISON DES DEBITS MOYENS MENSUELS ENTRE KIRANGO ET KOULIKORO

Années 1950 - 1958

Années	Stations	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
1955-1956	KIRANGO	130	459	1828	3473	5379	5798	2768	1299	667	381	182	104
	KOULIKORO	222	677	2037	4076	6095	5935	2763	1286	659	377	238	174
	Ecart	- 92	- 218	- 209	- 603	- 716	- 137	+ 5	+ 13	+ 8	+ 4	- 56	- 70
1956-1957	KIRANGO	59	112	908	1955	4002	4466	1739	799	517	247	59	22
	KOULIKORO	127	198	980	2272	4807	4551	1733	769	394	186	108	56
	Ecart	- 68	- 86	- 72	- 317	- 805	- 95	+ 6	+ 30	+ 123	+ 61	- 49	- 34
1957-1958	KIRANGO	19	186	1123	3218	5504	6382	3760	1375	629	340	97	87
	KOULIKORO	71	323	1333	3850	6495	6915	3581	1253	627	376	163	140
	Ecart	- 52	- 137	- 210	- 632	- 991	- 533	+ 179	+ 122	+ 2	- 36	- 66	- 53
Moyenne des													
écarts		- 81	- 125	- 305	- 504	- 677	- 238	- 32	+ 57	+ 9	- 28	- 61	- 50

TABEAU N° 3

COMPARAISON DES DEBITS MOYENS IENSUELS ENTRE KIRANGO ET KOULIKORO

Années 1927 - 1934

-----

Années	Stations	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
1927-1928	KOULIKORO	96	291	1564	3230	5651	6234	4107	1332	617	286	120	61
	KIRANGO	66	155	1373	2896	5034	5894	3940	1351	551	233	112	74
	Ecart	30	136	191	334	617	340	167	19	66	53	8	13
1928-1929	KOULIKORO	131	411	1289	5107	7709	6054	2964	1126	608	260	163	107
	KIRANGO	91	266	1021	4099	6698	6007	2962	1114	525	238	124	86
	Ecart	40	145	268	1008	1011	47	2	12	83	22	39	21
1929-1930	KOULIKORO	120	784	2353	4261	6228	6385	2542	1022	519	293	153	93
	KIRANGO	85	533	2130	3790	5599	6110	2705	1022	458	243	133	76
	Ecart	35	251	223	471	629	275	163	0	61	50	20	17
1930-1931	KOULIKORO	88	925	1825	4674	6118	5384	2657	1013	558	271	127	166
	KIRANGO	61	729	1540	4151	5647	5777	2753	987	470	206	99	75
	Ecart	27	96	285	523	471	107	96	26	88	65	28	91

TABLEAU N° 3 (Suite)

COMPARAISON DES DEBITS MENSUELS MOYENS ENTRE KIRANGO ET KOULIKORO

Années 1927 - 1934

Années	Stations	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
1931-1932	KOULIKORO	327	947	1702	3877	5584	4731	1676	889	553	271	136	118
	KIRANGO	158	675	1551	3570	4972	4825	1738	764	307	120	86	82
	Ecart	169	272	151	307	612	94	62	125	246	151	50	36
1932-1933	KOULIKORO	166	570	1769	3250	6599	4782	2187	971	485	229	142	88
	KIRANGO	108	350	1505	2994	5748	4864	2326	990	416	187	113	67
	Ecart	58	220	264	256	851	82	139	19	69	42	29	21
1933-1934	KOULIKORO	94	500	2020	3978	6214	3523	1476	893	430	201	102	62
	KIRANGO	59	278	1834	3394	5737	3580	1544	878	363	154	75	45
	Ecart	35	222	186	584	477	57	68	15	67	47	27	17
Moyenne des													
Ecart		56	192	224	498	668	77	51	25	97	61	29	27

B) Années anciennes (1927-1934) - Tableau n° 3

Il est intéressant de comparer les débits moyens mensuels à KOULIKORO et KIRANGO pour des années antérieures à la mise en eau du barrage de MARKALA. Nous avons choisi les 7 cycles hydrologiques compris entre 1927 et 1934.

Les résultats de cette comparaison ne sont pas très édifiants. Les débits moyens mensuels à KIRANGO restent inférieurs à ceux de KOULIKORO, en période de crue ; l'écart est du même ordre de grandeur que pour les années récentes. Le sens de l'écart change en Octobre et se maintient, irrégulièrement, jusqu'en Décembre seulement.

Le déficit de KIRANGO semble excessif en Janvier ( $97 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et en Février ( $61 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ; par contre, il s'atténue assez nettement en Mars, Avril et Mai. Les écarts moyens respectifs pour ces 3 mois sont de 29, 27 et  $56 \text{ m}^3/\text{s}$  alors que depuis l'installation de l'Office du NIGER, ces écarts sont devenus 61, 50 et  $81 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Si, pour ce trimestre, les prélèvements de l'Office du NIGER sont bien visibles, il ne semble pas qu'à l'échelle annuelle, ces quelques variations d'écarts suffisent à mettre en évidence les modifications apportées au régime du fleuve à KIRANGO par la mise en valeur de la rive gauche, et les besoins en eau d'irrigation. La propagation de la crue masque ces prélèvements à l'échelle mensuelle. En outre, les courbes d'étalonnage présentent une certaine imprécision, comme on le verra ci-après.

MODULES et VOLUMES ECOULES à KIRANGO -

Le tableau n° 4 donne les débits moyens mensuels, modules et volumes à KIRANGO pour les 2 périodes d'observations : 1925 à 1940 et 1950 à 1958. Il n'y a, en tout, que 20 années complètes pour lesquelles a été calculée la moyenne brute figurant en bas de ce tableau. Le module moyen ressort à  $1573 \text{ m}^3/\text{s}$  ; pour la même série d'années, celui de KOULIKORO vaut  $1805 \text{ m}^3/\text{s}$  : il s'agit évidemment de valeurs trop fortes, puisque manquent les années déficitaires de la décennie 1940-1950. Le module moyen de KOULIKORO pour les 51 ans de 1907 à 1957 valant  $1545 \text{ m}^3/\text{s}$ , on peut admettre en première approximation que le module à KIRANGO varie proportionnellement et peut être pris égal à  $1346 \text{ m}^3/\text{s}$  pour la même période.

Ce chiffre accuse un déficit de 13 % par rapport au module de KOULIKORO. L'étalonnage de la courbe de KOULIKORO, qui a fait l'objet de nombreux recoupements (voir Première Partie de la Monographie), doit être exact à 2 ou 3 % près, celui de KIRANGO doit être un peu moins bon.

TABLEAU N° 4

DEBITS MOYENS MENSUELS A KIRANGO - (m<sup>3</sup>/s)

Années	M	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Module	Volume : 109 m <sup>3</sup>
1925 - 1926			(1400)	5735	7346	4271	(1400)			(112)	(55)		
1926 - 1927	45	308	3547	5164	4233	1811	830	315	162	80	46	1535	48,4
1927 - 1928	66	155	3368	5034	5894	3940	1351	551	233	112	74	1810	57
1928 - 1929	91	266	2896	6698	6007	2962	1114	525	238	124	86	1944	61,3
1929 - 1930	85	533	4099	5599	6110	2705	1022	458	243	133	76	1917	60,4
1930 - 1931	61	729	3790	5647	5777	2753	987	470	206	99	75	1884	59,4
1931 - 1932	158	675	4151	4972	4825	1738	764	307	120	86	82	1575	49,6
1932 - 1933	108	350	3570	5748	4864	2326	990	416	187	113	67	1646	51,9
1933 - 1934	59	278	2994	5737	3580	1544	878	363	154	75	45	1502	47,4
1934 - 1935	34	68	3394	4765	3892	2163	782	305	147	62	36	1337	42,1
1935 - 1936	27	38	3034	4838	4070	1593	568	221	97	51	24	1319	41,6
1936 - 1937	192	531	2773	4634	5451	2139	1052	373	162	70	53	1565	49,4
1937 - 1938	57	128	(2064)	(4223)	3806	(1875)	845	293	116	59	(35)	1355	42,7
1938 - 1939	31	97	2568	4767	4628	2162							
1939 - 1940	(150)	97	1848	4126	4718								
1940 -	(20)	60	2199										
1950 - 1951	(30)	(75)	2229	4583	5334	2438	753	341	140	65	37	1396	44
1951 - 1952	91	431	3270	4690	5060	5140	1979	807	363	154	77	1958	61,7
1952 - 1953	50	105	2829	4642	5340	2404	977	471	210	118	52	1521	48
1953 - 1954	29	423	3712	5973	5019	2398	1068	557	239	125	105	1812	57,1
1954 - 1955	102	537	3693	5590	4948	3149	1750	766	415	195	164	1925	60,7
1955 - 1956	130	459	3473	5379	5798	2768	1299	667	381	182	104	1882	59,4
1956 - 1957	61	112	1955	4002	4466	1739	799	517	247	59	22	1246	39,3
1957 - 1958	19	186	3218	5504	6382	3760	1375	629	340	97	87	1901	60
Moyenne brute													
(Sur 1926-27 à													
36-37, 38-39 et	70	309	3065	4951	4842	2459	1009	445	210	98	64	1573	
1950-51 à 57-58)													