

DONNEES POUR UN AMENAGEMENT DU LOGONE INFERIEUR

TOME I - ETUDE du LOGONE

par A. BOUCHARDEAU

chargé de recherches de l'O.R.S.O.M.
d'après des documents de la Mission
Logone-Tchad (1947-1952)

DONNEES POUR UN AMENAGEMENT DU LOGONE INFERIEUR

Avertissement

Depuis 1947, la section d'Hydrologie de la Mission Logone-Tchad étudie les problèmes posés par les déversements du Logone sur ses deux rives. Ces études, tout à fait générales, n'ont pas été menées dans le but de projeter des aménagements hydrauliques qui sortent du cadre de notre programme.

Nous avons cependant rassemblé un grand nombre d'éléments, tant topographiques qu'hydrographiques et hydrologiques qui peuvent être utilisés par l'organisme chargé du programme d'aménagements.

Les résultats de ces études ont été résumés dans un rapport de synthèse et font l'objet de rapports annuels dans lesquels sont exposés les résultats bruts.

Il est à noter que ces résultats bruts seront expliqués et interprétés dans un rapport général qui ne sera pas publié avant un ou deux ans.

Dans la Mission que nous avons faite avec M. MACHEFAUX où il s'agissait d'étudier le passage à la réalisation, nous avons été amenés à considérer la question sous un angle plus directement pratique. Pour faciliter le travail de l'organisme qui aura à charge de mettre au point le programme d'aménagements, organisme qui aurait, sommes toutes, les mêmes problèmes que nous à étudier, vus sous un angle différent, il nous semble intéressant de rassembler dans ce rapport les éléments de la question qui peuvent l'intéresser directement et les présenter sous une nouvelle forme.

On devra noter que, pour des renseignements plus précis, on aura intérêt à se reporter aux annexes des rapports annuels de la Mission Logone-Tchad.

Ces renseignements sont :

- d'ordre hydrologique (régime du Logone - écoulement à prévoir dans la zone à étudier)

.../

- d'ordre hydrographique (niveaux du plan d'eau du Logone à une époque donnée - précisions sur les courants et les rivières affluentes)
- d'ordre topographique (relevés topographiques sommaires des dépressions).

Nous ne donnons généralement pas de conclusions sur la façon d'utiliser ces renseignements, ni ne donnons la préférence à telle ou telle zone, conclusions qui s'imposent du reste d'elles-mêmes, tout au moins au point de vue hydraulique, certaines zones étant facilement drainables ou irrigables, d'autres moins.

Si nous avons été conduits, pour certains projets, à examiner d'assez près les conditions de régularisation, c'est uniquement sur la demande instante des Services du territoire du Tchad, Service Agriculture en particulier, des études de cet ordre sortant du cadre du programme général fixé par la Commission du Logone.

A - INTRODUCTION

Le bassin du Haut-Logone et les plaines du Logone inférieur

Le Logone constitue avec le Chari un des deux principaux tributaires du lac Tchad.

Ayant ses sources dans le massif de l'Adamaoua, dans une région où la pluviosité est forte, le Logone contribue dans une large part, par son abondance, à l'alimentation de ce lac. Son bassin est, en superficie, très inférieur à celui du Chari mais, grâce à une situation privilégiée, il reçoit des apports du même ordre que ceux de ce grand fleuve. En effet, toute la partie Nord-Est du bassin versant du Tchad a un régime subdésertique et reçoit, de ce fait, des apports extrêmement réduits.

Dès l'abord, une distinction s'impose :

1) le bassin du Haut-Logone, où différents rameaux s'épanouissent dans une région montagneuse couverte, en général, par une savane boisée : à l'Est, le bassin étroit de la Penné, à l'Ouest, celui du Logone proprement dit résultant de la réunion de la Wina et de la M'Béré.

2) les plaines du Logone inférieur où l'on ne peut plus parler de bassin versant, car nous verrons que ces plaines sont à un niveau inférieur à celui du fleuve. Sur un immense cône de déjection marécageux couvert en grande partie par la savane herbeuse avec, par endroit, des îlots boisés, les crues se déversent, donnant naissance à un réseau de rivières tributaires du bras principal; ces effluents rejoignent le Logone plus en aval et communiquent, au Nord de Mogroum, avec le Chari.

C'est dans la partie supérieure de son bassin seulement que le Logone s'alimente, zone où, grâce au relief accidenté et à la pluviosité importante, l'écoulement est grand, et c'est à ce point de vue que nous l'étudierons particulièrement.

Par contre, le Logone inférieur, coulant dans une plaine absolument plane et située dans les zones soudanaises et subdésertiques où l'écoulement est pratiquement nul, présente un grand intérêt du fait de ses particularités hydrographiques : intérêt géographique (car il n'est pas courant d'observer des déversements aussi importants, surtout le plus spectaculaire : celui qui alimente sur la rive gauche le bassin de la Bénoué) et intérêt économique, cette particularité hydrographique du Logone inférieur facilitant énormément un aménagement hydraulique des vastes plaines qui le bordent.

B - RELIEF du BASSIN et HYDROGRAPHIE

Les branches mères du Logone descendent soit du plateau de l'Adamaoua au Sud-Ouest (M'Wina, M'Béré) soit du plateau occidental de l'Oubangui au Sud-Est (Penndé, Lim). Une partie importante du bassin versant s'étend sur ces deux plateaux d'aspect légèrement différent.

L'Adamaoua qui culmine à la cote 1.700 à Gaudioua est un plateau mollement ondulé, à la cote moyenne 1.200, coupé par des cratères volcaniques et des arêtes granitiques déchiquetées. Ce plateau présente un rebord abrupt tourné vers la plaine du Tchad.

Le plateau occidental de l'Oubangui, dont l'altitude moyenne varie entre 1.000 et 1.100 m, est plus souvent constituée de mamelons que de véritables massifs. Il descend par paliers successifs jusqu'à la plaine du Tchad.

Sur ces plateaux particulièrement imperméables, le réseau hydrographique est dense.

En remontant vers le Nord, on rencontre un terrain de pente modérée comportant au voisinage des deux plateaux des contreforts montagneux, puis des massifs isolés (M'Bassoï, Baïbokoum, monts de Bokoré, monts de N'Gana, etc...) que les rivières traversent par des séries de rapides ou de cascades. Enfin, à partir d'une ligne Baïbokoum - Bégouladgé, les derniers massifs ont disparu, Logone et Penndé traversent une pénéplaine vers la cote 4 à 500 m en pente douce vers la plaine du Tchad proprement dite qui commence vers la ligne Moundou - Doba.

Elle est parsemée de collines couvertes de carapaces latéritiques que l'on commence déjà à rencontrer bien au Sud de la ligne Baïbokoum - Bégouladgé.

Nous ne nous étendrons pas sur la description du bassin, dont nous reparlerons pour le Logone inférieur à propos des aménagements, et pour le Logone supérieur à propos de l'étude de la régularisation (recherches de l'emplacement de barrages).

Nous donnons ci-contre le tableau hypsométrique du bassin et en hors-texte, les cartes générales des bassins supérieur et inférieur.

NOTA : La monographie du Logone et les rapports annuels de la Mission 1950 et 1951 donnent des détails sur les questions qui ne sont pas développées dans ce rapport succinct.

Hypsométrie du bassin du Logone

Altitude	Superficie Km ²
1.400-1.500	100
1.300-1.400	230
1.200-1.300	1.090
1.100-1.200	3.140
1.000-1.100	4.280
900-1.000	6.110
800-900	5.270
700-800	4.770
600-700	5.690
500-600	6.770
400-500	16.150
300-400	28.400

C H A P I T R E III

PLUVIOMETRIE

On trouvera dans les tableaux suivants la pluviométrie mensuelle et la pluviométrie annuelle moyenne dans le bassin du Logone (voir commentaires dans la Monographie du Logone).

Pluviométrie annuelle (Bassin du Haut-Logone)

	1942	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	Moyenne
Meïganga							1965	1430		<u>1430</u> (17 ans)
N'Gaoundéré						1868	1367	1588	1636	<u>1588</u> (27 ans)
Bocaranga									1371	1371
Sclimco									1290	1290
N'Dim							1570	1633		1601
Baïbokoum				1320	1377	982		1342	1626	<u>1330</u>
Panzangué									1309	1309
Bekao									1054	1054
Moundou	1138	1252	1349	1335	1322	1019	1020	1132	1375	<u>1200</u>
Goré							1357	1482	1426	1421
Doba		1208		1127	1199	1208	859	972	1019	<u>1080</u>
Bebedja		1254	1058	1343	1318	1208	859	972	1219	<u>1240</u>
Bozoum										<u>1350</u>
Bouar										1320

Nota : Seuls les chiffres soulignés correspondent à de véritables moyennes, les autres ne peuvent donner qu'une simple indication.

Pluviométrie mensuelle (Haut-Logone)

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Meiganga moy ONM:														
17 ans:		4,6	7,1	53,4	98	167,2	169,1	252,6	219,5	233,4	191,3	25	8,8	1430
N'Gaoundéré m. ONM:														
27 ans:		4,4	0,8	37,4	152,5	199,4	242,5	287,5	265,1	240,7	144,3	9,9	3,6	1588,1
Bocaranga 1951:		0	0	40,8	65,4	118,2	132,5	199	337,7	210,8	266,3	0	0	1371
Solimco 1951:		0	0	30,8	107,5	88,4	99	302,4	228,4	252	179,7	0	0	1290
Baïbokoum m. 3 ans:		0	0	12	60	145	149	348	284	224	105	0	0	1330
1951:		0	0	29,7	7	161	151,1	420	376,2	303,2	178,2	0	0	1626
Panzangué 1951:		0	0	0	13,6	85,5	141,3	371	322,6	277	95,9	2,5	0	1309
Bekao 1951:		0	0	12	3	118,8	113,3	308,6	251	138,8	108	0	0	1054
Moundou m. 8 ans:		0	1,1	3	24	117	160	216	310	236	79	7	0	1170
(adm) 1951:		0	0,6	3,2	36,3	110,5	163,3	242,7	314,5	247,5	84,6	4,4	0	1208
Moundou 1951:		0	0	14	9	137,6	124,2	333,4	340,2	362,5	234,9	0	0	1556
Goré moy. 3 ans:		0	0	8	54	106	150	318	399	273	109	0	0	1420
1951:		0	0	11,7	20	119,1	217,3	260,9	382,4	367,6	36,6	0	0	1426
Doba moy. 6 ans:		0	0,5	1,6	33	98	175	192	295	143	106	3,5	0	1050
1951:		0	0	0	19,6	186,4	131,2	130,8	155,9	234,7	150,3	0	0	1010
Bebedja 1951:		0	2,1	13,2	35,1	117,9	115,7	171	269,8	285,6	208,6	0	0	1219

Bassin inférieur du Logone

Précipitations annuelles

	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	
Boussou						913		740	820		719	819	802
Kélo (cotonfran)							1172	1241	873	995	1223	1023	1090
Lai							975	1180	976	978	1268	949	1054
Guidan												1092	1092
Gagal											1094	1089	1091
Gounou- Gaya											1027	991	1009
Pala (adm)								1156	1247	955	1079	1106	1131
Pala (cotonfran)	1073	1107	1062	950	767	1176	1173	1391	930	1135	1017	1071	
Bongor	1066	947	772	1150	745	886	934	959		722	861	1019	948 (13 ans)
Fianga (cotonfran)										797	757	723	759
Fianga (adm)												1050	1050
Tikem						1131	822	859	910		782	873	911
Pouss												771	771
Mogroum													
Fort-Lamy	624	564	752	652	354	578	877,5	461	354	401	792	550	580
Massénia							877,5	613	474	561	562	550	552

Bassin inférieur du Logone

Précipitations mensuelles

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
:Boussou	1951	0	0	0	50,7	26,6	175	237,9	299,3	27,8	0	0	819	:
:Kélo (adm.)	1951	0	27,2	7,5	146,2	89	231,7	187,8	262,8	98,9	0	0	1049	:
:Kélo (moy. 9 ans)		0	1	6	31	91	166	250	325	191	61,5	0,2	1100	:
:Kélo (cotonf.)	1951	0	0	0	120,4	53,9	265,7	175,3	266,6	82	0	0	1023	:
:Lai	1951	0	21,8	0	126,7	66,4	194,3	212,8	209,3	118,3	0	0	950	:
:Lai (moy. 6 ans)		0	0	8	35	95	132	185	299	214	79	2	1050	:
:Guidan	1951	0	0	15	9,5	66,5	63,5	314	267	252	104,5	0	1092	:
:Gagal	1951	0	0	3	39,4	65,8	99	141,3	208,7	330	200	2	1089	:
:Goundou-Gaya (adm)	1951	0	0	0	21	106,8	99,5	190,5	334	156,1	22	0	930	:
: " (cotonf)	1951	0	0	7,5	22	105,8	97,6	179,5	337,4	196,8	45,4	0	1049	:
:Pala (adm)	1951	0	0	11,3	0	80,8	99,4	293,2	198,8	-	109,5	0		:
:Pala (cotonf)	1951	0	0	6	0	124	94	281	145	273	84	0	1017	:
:Pala (base)	1951	0	0,5	5,7	51,3	117,9	144,4	247,6	287,7	183,6	66,4	2,6	1106	:
:Pala (moy. 10 ans)		0	1,4	10	40,5	108,6	148,1	268,3	235,1	188,1	69,5	9,3	1079	:
:Bongor (cotonf)	1951	0	0	9,5	0	133	80	213	287	261,5	35,5	0	1020	:
:Bongor (moy. 12 ans)		0	0,1	3,8	26	93	138	197	285	143	51	3	940	:
:Fianga (adm)	1951	0	0	20	2,3	81,2	48,4	242,5	335,6	294,4	25,8	0	1050	:
:Fianga (cotonf)	1951	0	0	19,5	1,5	48,5	47	180	218	186,5	22	0	723	:
:Fianga (4 ans)		0	0	5	29	73	51	198	237	192	36	0	820	:
:Tikem	1951	0	0	13	1,2	69,2	66,2	183,3	285,5	123	19,9	0	761	:
:Pouss														:
:Mogroum														:
:Fort-Lamy	1951	0	0	0	0	6,4	67,9	101,5	128,6	185,4	60,1	0	550	:
:Massenia	1951	0	0	0	0	30,9	89,3	156,1	-	-	71,7	0		:

CHAPITRE IV

I - Données sur l'hydrologie du Logone supérieur

En amont du confluent du Logone et de la Penn-dé, le bassin s'épanouit considérablement dans une région montagneuse où les précipitations sont beaucoup plus abondantes que dans la région du Logone moyen et inférieur. Pour ces deux raisons, fortes pentes du sol et forte pluviosité, c'est presque uniquement dans cette zone que se rassemblent les eaux s'écoulant dans le fleuve.

II - Emplacement des stations de mesures hydrologiques

Les stations ont été disposées de façon à préciser le régime des principales branches constituant le Logone.

La Wina du Nord, qui prend sa source au voisinage de N'Gaoundéré est, par sa longueur et l'étendue de son bassin versant, la branche la plus importante (elle devrait s'appeler Logone). Par suite de la difficulté d'atteindre cette vallée en saison des pluies (aucune piste n'y menant) les débits de la Wina ne sont pas mesurés directement, mais par différence entre ceux du Logone à Baïbokoum et ceux de la M'Béré à M'Béré.

La M'Béré provenant de la région de Meïganga est très différente de la Wina et a un bassin étroit et encaissé. Les débits sont mesurés à M'Béré. De plus, une station est installée sur un affluent de la M'Béré, le N'Gou à Yamba.

La Lim - affluent de R.D. - Débits mesurés à Ouli-Bangala, près du confluent avec le Logone.

Enfin, la station principale de Moundou contrôle les débits de la majeure partie du bassin du Logone en amont du confluent avec la Penn-dé.

Penndé

Le bassin de la Penndé, très allongé, s'étend parallèlement à celui du Logone. Deux stations y ont été installées :

- une station principale à Doba,
- une station secondaire à Bégouladgé en amont du confluent Penndé-Eréké.

.../

III - Etalonnage des stations

Ces étalonnages qui ont commencé en 1951 seulement pour la plupart des stations sont cependant suffisants pour donner une première approximation des débits.

Logone

A - Stations principales

- 1) Moundou (altitude 0 de l'échelle 389,94 - B.V. 34.900 Km²)

Les mesures sont rendues difficiles par un lit encombré de bancs de sable et s'élargissant considérablement en hautes eaux.

Sept mesures ont été faites, échelonnées entre l'étiage et les hautes eaux.

- 2) Baïbokoum (alt. 0 de l'échelle 431,10 - B.V. 22.200 Km²)

Station bien étalonnée par 7 mesures de débit.

B - Stations secondaires

- 1) N'Gou à Yamba (alt. 900 m environ - B.V. 1.630 Km²)

Petit bassin intéressant les chutes Lancrenon (150 m de hauteur). Etalonnage : 4 mesures en 1951.

- 2) M'Béré à M'Béré (alt. 520 m environ - B.V. 7.100 km²)

Donne les débits de la M'Béré en amont du confluent avec la Wina - 3 mesures de débit en 1951.

- 3) Lim à Ouli-Bangala (alt. 435,50 0 de l'échelle - B.V. 4.370 Km²)

4 mesures en 1951.

Penndé

- 1) Station de Doba (alt. 370.00 environ - B.V. 15.600 Km²)

Les mesures de basses eaux sont faciles, celles de hautes eaux difficiles par suite de l'étalement dans un lit majeur très étendu. 6 mesures de débit en 1951 et 1952.

.../

2) Station de Bégouladgé (alt. 430.00 environ -
B.V. 5.800 Km²)

Etalonnage par trois mesures en 1951.

Le détail des mesures de débit et des étalonnages, ainsi que les débits journaliers est développé dans la Monographie du Logone, à laquelle on prie le lecteur de se reporter.

Etude du régime

Il est évidemment prématuré de donner une étude du régime après une seule année d'observations. Cette étude a donc un caractère très provisoire et n'est donnée qu'à titre indicatif, d'autant que l'année 1951 a été exceptionnellement sèche.

Débits moyens mensuels en 1951

Haut-Logone (en m³/s)

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Yamba	:	:	:	:	14	13	30	63	51	58	25	14
M'Béré	:	:	:	:	:	:	89	229	191	224	97	54
Baïbokoum	:	:	:	22	59	98	225	681	617	584	266	124
Ouli-Bangala	:	:	:	3	9	14	41	129	138	128	44	25
Moundou	:	:	:	:	:	:	282	1190	1742	966	291	214
Bégouladgé	:	:	:	:	14	0,3	20	177	181	195	75	26
Doba	:	:	:	:	19	16	25	266	520	484	:	:
Lai	:	:	:	:	:	:	272	959	1342	1261	551	208
Bongor	:	:	:	:	:	149	277	842	1447	1492	761	289

Débits spécifiques moyens mensuels

Pour caractériser l'écoulement, nous indiquons mois par mois le débit spécifique moyen pour les divers bassins versants. Pour certaines zones, les débits spécifiques ont été obtenus en faisant la différence des débits de deux stations situées, l'une en amont, l'autre en aval de cette zone (Exemple : la Wina, par différence entre les débits aux stations de Baïbokoum et de M'Béré). Nous donnons également la hauteur mensuelle des précipitations traduite en l/s/km² pour cette même zone.

Débits spécifiques moyens mensuels du Bassin:

Supérieur du Logone en 1951

Bassins	Surf. km ²	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
du N'Gou	1.630	:	:	:	2	3	7,8	18,5	38,6	31,3	35,6	16,4	8,5
de la M'Béré	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
(sans le N'Gou)	5.470	:	:	:	1,5	2	:	10,7	30,4	25,8	30,4	13,2	7,3
de la Wina	16.730	Taris-	:	:	0,9	2,1	:	9,9	30,8	28,4	25,0	11,6	5,0
de la Lim	4.370	sement	:	:	3,5	2,1	3,3	9,3	29,5	31,6	29,3	10	5,3
Affluents entre	:	régulier:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Panzangou et	:	(pas de	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Moundou	8.330	pluies)	:	:	1	2	2,6	:	4,7	29,5	31,3	:	:
Affluents en amont:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
de Bégouladgé	5.800	:	:	:	:	2,4	0,06	3,5	30,5	31,2	33,6	12,9	4,4
Affluents entre	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Doba & Bégouladgé	9.866	:	:	:	:	0,5	1,6	0,5	9	34,4	30,4	:	:
Ensemble bassin du:	:	Minimum	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Logone (en amont	:	de l'étiage:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
de Lai)	60.876	0,82	:	:	:	:	:	4,5	15,3	22,1	20,6	9,1	3,4

Les crues

1) Etude de l'écoulement sur le bassin expérimental de Baïbokoum

Des mesures déjà nombreuses ont été faites sur ce petit bassin de 48 Km² et ont donné les résultats suivants :

Un coefficient d'écoulement annuel de l'ordre de 28 %.

Le débit spécifique maximum enregistré a été de 220 l/s/km². La durée de la crue est de l'ordre de 4 h. Celle de la décrue (phase de l'écoulement des nappes superficielles) 20 h. Dans ces premières 24 h 8 à 9 % des eaux s'écoulent, alors que le reste (20 % environ) alimente des nappes qui restituent très lentement (le sol est ici meuble et relativement perméable, au moins dans la vallée). On trouve en effet un débit important dans cette petite rivière longtemps après la fin des pluies.

2) les crues du Logone

Les plus fortes crues enregistrées en 1951 dans les bassins de faible étendue sont :

	<u>Débit max.</u> m ³ /s	<u>Débit spéc.</u> l/s/Km ²	<u>B.V.</u> Km ²	<u>Durée</u>
N'Gou	185	113	1.630	5 jours
M'Béré	695	97	7.100	6 jours
Lim.	265	60	4.370	6 jours

Les débits spécifiques de crues ne sont pas considérables, mais ces maxima ont été largement dépassés les années précédentes.

Sur un bassin plus important :

Baïbokoum 1250	56	22.200	7 jours
----------------	----	--------	---------

Par contre, les décrues sont lentes, tout au moins la deuxième phase (écoulement des nappes profondes) ce qui est le caractère d'un bassin à forte rétention et ce qui s'accorde avec le fait que les débits d'étiage sont élevés (différence très nette avec la Bénoué où ces débits sont insignifiants).

La vitesse de propagation des crues a été observée. Dans le haut-bassin, on peut l'estimer à 100 Km par jour.

Une crue se produisant dans le bassin du N'Gou est sensible 20 h après à M'Béré et Baïbokoum et 36 h après à Moundou. Par suite de l'étalement, la décrue se produit 24 h après à Baïbokoum et 72 h après à Moundou.

Entre Moundou et Laï, la propagation, beaucoup plus lente, est très difficile à observer, une pointe de crue de Moundou ne se traduisant généralement pas par une pointe de crue à Laï, mais simplement par une augmentation plus rapide du débit. La crue à Moundou semble mettre une semaine pour se faire ainsi sentir à Laï et 10 à 15 jours pour parvenir à Bongor.

3) Les étiages du Logone

Débits d'étiage mesurés

Station	Date	Débit m ³ /s	Débit spécifique	Remarque
Yamba (N'Gou)	16.5.51	4,7	3,1	{ pluies en mai
M'Béré (M'Béré)	15.5.51	25	3,5	
Baïbokoum (Logone)	24.4.51	21	0,9	
Ouli-Bangala (Lim)	25.4.51	4,5	1,03	{ pluies en mai
Moundou (Logone)	26.5.51	142	4	
Doba (Penndé)	28.5.51	19	1,2	
Laï	11.4.52	42,5	0,7	:
Bongor	22.4.52	40,3	0,65	

Les étiages absolus se situent donc au mois d'avril pour le bassin du Logone, début avril pour le haut-bassin et fin avril pour le bassin inférieur. Le minimum pour un bassin situé en altitude, tel que le N'Gou, est supérieur à 3 l/s/km². Même en saison sèche, il y a quelques pluies isolées expliquant ce débit soutenu.

La partie moyenne du bassin (Baïbokoum, Bégouladgé) a des débits d'étiage de l'ordre de 1 l/s/km²

Dans le bassin inférieur, les débits descendent à 0,6 l/s/km², mais il y a tout lieu de penser que, par suite de la faible crue de 1951, les débits spécifiques du bas-Logone sont exceptionnellement faibles en 1952.

Courbe de tarissement

Les pluies cessent fin Octobre et ne reprennent qu'en Avril. Il est donc intéressant de suivre le comportement de l'écoulement pendant ces 6 mois, écoulement qui n'est dû qu'à l'épuisement des nappes aquifères.

Représentées en coordonnées logarithmiques, les courbes de tarissement des rivières N'Gou, Lim, M'Béré et du Logone aux stations de Baïbokoum, Laï et Bongor présentent toutes des caractéristiques semblables et sont des droites parallèles.

1° - une première droite à forte pente représente une décrue rapide (probablement, épuisement d'une nappe superficielle

2° - à partir du 15 Novembre et jusqu'au 15 Avril, une droite de pente plus faible représentant l'épuisement de nappes profondes.

Pour la Penndé, le phénomène semble différent. A partir du 1er Novembre, on observe une droite unique jusqu'à l'étiage, de pente plus forte que celle obtenue pour le Logone (sol plus homogène ?)

Pour le Logone, la formule générale des courbes de tarissement est

$$Q = Q_0 e^{-0,0244 T} \quad (T \text{ en jours})$$

et pour la Penndé

$$Q = Q_0 e^{-0,027 T}$$

4) Volumes d'écoulement annuels - Coefficient de ruissellement

Observons d'abord que les lectures d'échelles sont incomplètes et qu'il est difficile d'évaluer le volume débité annuellement. Cependant, c'est surtout en période d'étiage que les échelles n'ont pas été lues d'une façon suivie. Or, pendant cette période, en gros les six premiers mois de l'année, le volume écoulé ne représente que 10 % du volume total annuel. Même si les débits sont exprimés grossièrement, on voit donc que le chiffre global ne sera pas affecté par ces approximations.

Volumes écoulés en 1951

	N'Gou	M'Béré	Baïbokoum	Lim	Bégouladgé	Laï
Volume (milliards de m ³)	0,77	2,64	7,46	1,51	1,86	13,89
Hauteur en m/m correspondante	472	372	336	346	322	228
Précipitations annuelles en m/m	1.420	1.470	1.440	1.460	1.385	1.330
Coefficient de ruissellement en%	28,8	29	23,6	23,6	23	17

Notons que la hauteur moyenne des précipitations sur les bassins est elle-même très sujette à discussion, étant donné le peu de stations dont nous disposons. On a, en effet, observé cette année des hauteurs de précipitations semblables à celles des années précédentes alors que la crue a été bien inférieure.

Volumes écoulés de 1948 à 1951 à Laï et à Bongor (en milliards de m³) :

	1948	1949	1950	1951
Laï			17,24	13,89
Bongor	17,01	16,12	17,60	15,24

Pour les années 1948, 1949 et 1950, on trouve un coefficient de ruissellement de 20 % à Laï.

C H A P I T R E V

DONNEES sur l'HYDROLOGIE et l'HYDROGRAPHIE

du LOGONE-MOYEN

HYDROLOGIE

1) Configuration du bassin versant

En aval du confluent Logone-Penndé, le système hydrographique est complexe du fait que le lit principal du Logone coule généralement à une altitude supérieure à celle de la plaine qui l'entoure, donnant naissance à des courants diffluents qui retournent en partie au bras principal.

- Sur la rive droite, ces courants donnent naissance :

- a) entre Satégui et Goundo, au Ba-Illi qui rejoint le Logone à Logone-Gana,
- b) entre Ham et Djoumane, à la rivière Bissim, qui alimente le Ba-Illi après leur passage dans la plaine de Bongor,
- c) en aval de Bongor, à une série d'effluents qui alimentent également le Ba-Illi.

Sur la rive droite, le bassin versant du Logone est donc limité jusqu'à Logone-Gana à la rive droite du lit principal, et en aval de Logone-Gana, il s'augmente de toute la surface du bassin versant du Ba-Illi du Nord.

- Sur la rive gauche, jusqu'à Eré, le Logone reçoit les apports de la Tandjilé et du bassin versant compris entre le Logone et la Tandjilé.

Au Nord d'Eré jusqu'à Yagona, le bassin se limite au lit majeur du Logone, les pertes par déversements étant perdues définitivement au profit du Mayo Kebbi.

.../

Au Nord de Yagona, sur 120 Km, le bassin se limite au lit majeur; les déversements se réunissent dans la Logomatia qui rejoint le Logone un peu en amont de Logone-Gana. A partir de ce confluent, le bassin s'accroît donc du bassin de la Logomatia qui reçoit elle-même des affluents importants dont les bassins s'étendent jusqu'à Maroua et Mora (en particulier le Mayo Tranaga à Maroua).

- En aval de Logone-Gana, faute de cartes et de reconnaissances précises, le réseau est mal connu. Vue d'avion, cette région est, en saison des pluies, entièrement submergée. L'Angoumba, à la frontière du Cameroun et de la Nigéria et qui se jette directement dans le Tchad, draine-t-elle une partie des eaux du Logone en aval de Logone-Gana (eaux ainsi soustraites au Chari) ? C'est une question qui n'est pas résolue.

2) Difficultés des études hydrologiques

Etant donné la complication du réseau hydrographique, on conçoit qu'il est très difficile de faire un bilan hydrologique en aval du confluent Logone-Pendé, étant donné que pour des stations telles Bongor, il est difficile de faire la part des pertes par déversements et celles par évaporation.

La seule solution a été de rechercher des bassins bien individualisés (tels que ceux de la Tandjilé en amont du pont de Bologo) et d'extrapoler les résultats.

Nous verrons d'ailleurs que cette région du Logone-Moyen est caractérisée par un très faible coefficient d'écoulement, déjà inférieur pour le bassin de la Tandjilé à 10 % bien que celui-ci soit situé dans la partie Sud où les précipitations sont les plus abondantes.

Ceci est évidemment de nature à simplifier l'étude des déversements, la part de l'écoulement dans un bassin comme celui du Ba-Illi n'intervenant que comme terme correctif.

3) Stations hydrologiques et hydrographiques

Sur le Logone même, 4 stations sont actuellement suivies :

Laï et Bongor (depuis 1948 et bien étalonnées (16 mesures de débits à Laï et 8 à Bongor). Laï, en amont de toute zone de déversements, fournit sans

ambiguïté les débits du Logone dans l'ensemble du bassin versant. Il n'en est pas de même de Bongor (pertes sur les deux rives).

Eré et Katoa-Pousse - échelles lues depuis 1948 non étalonnées - sont utilisées au point de vue hydrographique.

Dans le même but, d'autres stations seront installées en 1953 (Boumo - Ham - Logone-Gana - Logone-Birmi).

Dans les bassins adjacents :

Tandjilé (pont de Bologo) suivie depuis 1948 et étalonnée.

Ba-Illi (pont de Boudougour et Migou) encore peu suivies et non étalonnées.

Kabia (Gounou-Gaya - Patalao) suivies depuis 1948 - Patalao est étalonnée.

Loka (affluent de la Kabia) à Pogo - suivie depuis 1948 et étalonnée.

On trouvera dans la Monographie du Logone le détail de l'étalonnage de ces stations.

4) Etude de l'écoulement

Cette question étant très importante pour les études d'aménagements, nous donnons ici in extenso les conclusions que nous pouvons déduire des observations déjà faites.

Le relief a une importance toute particulière : le ruissellement est en particulier beaucoup plus grand pour le Mayo Binder que pour la Tandjilé bien que ces deux rivières soient situées dans la même zone climatique.

La Tandjilé

La Tandjilé prend sa source près de Tapol, à 450 m environ d'altitude. Son cours traverse d'abord un plateau de végétation très clairsemée, où son lit est encaissé et constitue une galerie forestière étroite.

Au pont de Bologo, le niveau d'étiage est à 6 m au-dessous du sommet des berges. En hautes-eaux, ce lit est rempli jusqu'à ras bord.

Après la traversée de la route de Kélo à Laï, la Tandjilé traverse les marais de Tchiré.

Le cours de la rivière redevient ensuite plus rapide. Elle se jette dans le Logone un peu en amont d'Eré où elle joue, en crue, un rôle dans le déversement en direction de la Loka. En effet, ses eaux très claires ont un pouvoir érosif qui peut être une des causes de la destruction rapide des berges du Logone en amont d'Eré, ainsi que de l'existence de la dépression de déversement (absence de dépôts sur ces berges).

L'altitude d'Eré est 348,14 (0 de l'échelle de crue).

Station du pont de Bologo

B.V. au confluent : 7.424 Km².

Une échelle a été installée en 1950 sur la culée R.D. du pont.

Mesures effectuées

29.9.48	4,35	flotteur	53 m ³ /s
5.11.48	1,85	flotteur	10 m ³ /s
26.9.50	5,39	moulinet	96 m ³ /s
22.11.51	1,99	moulinet	9 m ³ /s

(mesures à Eré le 8 Octobre 1950 - échelle Bologo 4,88 - débit 100 m³/s)

Crues et débits moyens mensuels

Pendant toute la saison sèche, le débit est insignifiant et le reste même après les premières pluies.

Nous avons observé, en 1950 un débit pratiquement nul le 7 Août, alors que le bassin de la Tandjilé avait déjà reçu au total 350 mm (le 1/3 du total annuel). La première crue a eu lieu le 30 Août (95 m³/s) et la deuxième le 26 Septembre (99 m³/s).

En 1948, le maximum a eu lieu le 5 Septembre (140 m³/s).

En 1951, par contre, la crue a été bien inférieure et beaucoup plus tardive (83 m³/s) le 28 Septembre.

Le bassin versant de la Tandjilé est, au pont de Bologo, de 3.260 Km². Le débit spécifique de crue est donc compris, suivant les années, entre 25 l/s/Km²

et 43 l/s/Km^2 ce qui est faible pour un bassin aussi peu étendu (pour le Mayo Binder : 190 l/s/Km^2).

En 1951, les débits moyens mensuels sont les suivants (sous toutes réserves, car l'échelle a été lue d'une façon très incertaine) :

	Janvier à Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Débit	0	0,30	2	26	27	21	3
Débit spécifique	0	0,09	0,6	8,0	8,3	6,4	0,9

Le volume écoulé en 1951 serait ainsi de 0,23 milliards de m^3 environ. Les précipitations annuelles dans cette région ont été en 1951 de l'ordre de 1.200 m/m (soit 3,9 milliards de m^3).

Le coefficient de ruissellement est donc seulement de 5,9 %. En 1948 et 1950, on a trouvé 12 %.

Le déficit d'écoulement est donc de 1.130 m/m .

On conçoit que ce coefficient soit très variable d'une année à l'autre. Il semble qu'il soit très influencé par la répartition des pluies au cours de l'année.

La hauteur des précipitations a été en 1951 la même qu'en 1950 et cependant l'écoulement a été très inférieur par suite de l'étalement plus grand des pluies dans le temps (Mai et Octobre plus abondants et Août et Septembre moins abondants que la normale).

En effet, on constate que les pluies assez espacées en début de saison des pluies ne donnent lieu à aucun écoulement.

La Kabia

Bien que la Kabia ne fasse pas partie du bassin du Logone, on peut la citer pour montrer la faiblesse de l'écoulement dans cette zone. En 1951, il n'y a pas eu à Eré de déversement du Logone qui alimente normalement la Kabia. Or, nous avons constaté en 1951 un débit maximum de $20 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $3,9 \text{ l/s/Km}^2$ (B.V. : 5.110 Km^2).

Le Ba-Illi

De même, nous avons fait une mesure au pont de Boudougour sur le Ba-Illi qui n'a reçu qu'un apport minimum des eaux de déversement du Logone en 1951 : nous avons trouvé $5,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Conclusion

Les écoulements dans toutes les plaines du Logone inférieur sont extrêmement faibles, bien qu'une partie du bassin soit située dans la zone soudanienne où l'on trouve des coefficients généralement plus élevés.

La limite extrême de l'écoulement se trouverait en effet au delà de l'isohyète 600 m/m, et la presque totalité des plaines sont dans une zone de 900 à 1.100m/m de précipitation.

Plus que la pauvreté des pluies, la platitude et la nature alluvionnaire du sol expliquent cette faiblesse de l'écoulement.

5) Etude des niveaux d'eau

Hauteurs d'eau aux échelles
de Laï, Eré, Bongor, Katoa

- 2I -

Cotes des 0 des échelles

Laï	351,77	Bongor	322,61
Eré	338,14	Katoa	308,61

Observation des échelles

Les échelles ont été observées régulièrement pendant les saisons des pluies (Juin à Décembre), mais beaucoup moins bien pendant les mois secs.

Nous donnons ci joint les cotes maxima et minima au cours des années 1948 à 1952.

L'année 1951 se révèle comme exceptionnelle, avec une crue tardive (autant d'ailleurs que la décrue) et un maximum très réduit. Les trois autres années donnent pour la crue et la décrue des dates à peu près semblables; l'allure d'une crue normale est donc probablement proche des maxima indiqués dans le tableau pour la crue et proche des minima pour la décrue.

La grande amplitude entre les cotes prises à une même date ne permet pas de donner une cote moyenne surtout au moment de la crue, (amplitude atteignant 1,3 à Laï en Juillet, 1,3 à Eré, 1,2 à Bongor et 1,2 à Katoa) ceci correspondant à un décalage possible de la crue d'une année sur l'autre d'un mois environ. La décrue se produit à des dates plus précises, le décalage entre les années précoces et tardives étant de l'ordre de 10 jours. Les maxima et les minima enregistrés sont donc plus rapprochés.

Aux maxima de la crue, les différences de cotes entre années abondantes et années maigrés est de 1,00 à Laï, 0,70 à Eré, 0,50 à Bongor. Quant à Katoa, quelle que soit l'année, le niveau se stabilise du 25 Août au 25 Octobre.

1) Saison sèche

HAUTEURS d'EAU du LOGONE-MOYEN

	LAI	ERE	BONGOR	KATOA
:Janvier	: 0,20-0,70	: 0,20-0,70	: 0,20-0,60	: 1,1-1,5
:Février	: 0,10-0,40	: 0,10-0,40	: 0,00-0,4	: 1,1-1,4
:Mars	: 0,10-0,20	: 0,10-0,20	: 0,00-0,3	: 1,0-1,3
:Avril	: 0,00-0,10	: 0,00-0,10	: 0,00-0,3	: 1,0-1,3
:Mai	: 0,20-0,10	: 0,00-0,40	: 0,00-0,2	: 1,0-1,2

2) Saison des pluies

- 22 -

HAUTEURS d'EAU du LOGONE-MOYEN
MAXIMA et MINIMA (de 1948 à 1952)

Mois	Date	LAI		ERE		BONGOR		KATOA		Année du max	Année du min
		max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.		
Juin	5	0,30	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	1,1	1,0	1950	1948
	10	0,30	0,1	0,4	0,1	0,4	0,2	1,2	1,1	-	52
	15	0,40	0,1	0,4	0,1	0,4	0,2	1,3	1,1	-	52
	20	0,60	0,1	0,4	0,1	0,7	0,2	1,4	1,1	48	-
	25	0,70	0,2	0,7	0,2	0,7	0,2	1,6	1,1	-	-
	30	1,40	0,3	1,5	0,3	1,2	0,3	2,1	1,3	-	-
Juillet	5	1,60	0,3	1,7	0,4	1,5	0,3	2,4	1,4	-	51
	10	1,70	0,4	1,8	0,4	1,6	0,4	2,5	1,4	-	-
	15	1,70	0,7	2,0	0,8	1,6	0,6	2,7	1,5	-	-
	20	1,80	1,1	2,0	1,1	1,8	0,9	2,8	1,8	-	-
	25	1,90	1,5	2,1	1,5	1,8	1,2	2,8	2,2	-	-
	30	2,30	1,3	2,5	1,3	1,8	1,3	2,9	2,3	-	-
Août	5	2,60	1,5	2,6	1,4	2,1	1,2	3,2	2,3	-	-
	10	3,00	2,0	3,0	2,0	2,3	1,6	3,4	2,7	-	-
	15	3,30	2,8	3,2	2,6	2,6	1,9	3,6	3,0	49	-
	20	3,50	2,9	3,4	2,8	2,7	2,3	3,7	3,5	50	-
	25	3,90	3,0	3,6	3,1	2,7	2,5	3,8	3,75	50	-
	30	4,70	3,4	3,8	3,5	2,9	2,7	3,8	3,75	48	-
Septembre	5	4,7	3,7	4,3	3,6	3,1	2,8	-	-	-	-
	10	4,6	3,2	4,3	3,5	3,2	2,8	-	-	-	-
	15	4,6	3,3	4,3	3,5	3,2	2,8	-	-	-	-
	20	4,6	3,4	4,2	3,6	3,3	2,8	-	-	50	-
	25	4,5	3,6	4,2	3,7	3,3	2,8	-	-	-	-
	30	4,4	3,7	4,1	3,7	3,3	2,9	-	-	-	-
Octobre	5	4,3	3,7	4,2	3,7	3,3	2,9	-	-	-	-
	10	4,1	3,5	4,1	3,8	3,2	2,9	-	-	-	-
	15	3,8	3,3	4,0	3,6	3,2	2,9	-	-	-	-
	20	3,5	3,0	3,9	3,0	3,1	2,8	-	-	-	48
	25	3,3	2,6	3,6	2,6	3,0	2,7	-	3,7	-	-
	30	3,0	2,1	3,5	2,4	2,8	2,3	-	3,5	49	-
Novembre	5	2,9	1,5	3,3	2,2	2,6	1,8	3,7	3,1	51	-
	10	2,4	1,4	2,7	2,0	2,3	1,6	3,6	3,0	-	-
	15	1,8	1,2	2,1	1,8	1,8	1,5	3,1	2,9	-	50
	20	1,7	1,0	1,8	1,5	1,5	1,3	2,8	2,5	-	-
	25	1,5	0,8	1,5	1,4	1,3	1,2	2,5	2,3	-	-
	30	1,0	0,7	1,3	1,2	1,2	1,1	2,4	2,2	-	-
Décembre	5	0,9	0,6	1,2	1,1	1,0	1,0	2,2	2,1	-	-
	10	0,8	0,5	1,1	1,0	1,0	1,0	2,1	2,0	-	-
	15	0,7	0,4	1,1	1,0	0,9	0,9	2,0	1,8	-	-
	20	0,6	0,4	1,0	0,9	0,8	0,7	2,0	1,7	-	-
	25	0,5	0,3	0,9	0,8	0,8	0,6	1,8	1,5	-	-
	30	0,5	0,2	0,7	0,6	0,7	0,5	1,7	1,4	-	-

MISSION LOGONE-TCHAD

DONNÉES POUR UN AMÉNAGEMENT DU LOGONE INFÉRIEUR

Par A. BOUCHARDEAU
chargé de recherches de l'O.R.S.O.M
d'après des documents de la Mission
LOGONE-TCHAD 1947-1952

BORDEREAU

I	ETUDE DU LOGONE
II	DEVERSEMENTS DU LOGONE ET CONDITION D'AMENAGEMENT
III	POSSIBILITES DE REGULARISATION DU LOGONE
IV	PLANS

NOVEMBRE 1952