

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Service hydrologique

SECRÉTARIAT D'ÉTAT AUX AFFAIRES ÉTRANGÈRES
CHARGÉ DE LA COOPÉRATION

MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU LOGONE



5^{ème} PARTIE INTERPRÉTATION DES DONNÉES DU LOGONE INFÉRIEUR

TOME 1

Le Logone

par

A. BOUCHARDEAU

Inspecteur Général de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.

DÉCEMBRE 1967

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER

SECRETARIAT d'ETAT aux AFFAIRES ETRANGERES
CHARGE de la COOPERATION

Service Hydrologique

MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE

du LOGONE

5ème Partie

INTERPRETATION des DONNEES du LOGONE INFÉRIEUR

TOME I

(Le LOGONE)

par André BOUCHARDEAU

avec la collaboration de

B.BILLON

M.ROCHE

J.RODIER

Décembre 1967

SOMMAIRE

	Page
Introduction	1
1 - <u>Hydrographie du LOGONE en aval du confluent de la PENDE</u>	7
1.1. Profil en long - Lignes d'eau	7
1.2. Tracé en plan - Divagation - Evolution des berges	45
1.3. Lit du LOGONE - Profil en travers - Hauteur des berges	47
1.4. Variation saisonnière du plan d'eau	49
2 - <u>Caractéristiques hydrologiques générales du fleuve</u>	51
2.1. Les modules : modules annuels et interannuels - Débits moyens mensuels, annuels et interannuels	51
2.2. Etude des crues du LOGONE	77
2.3. Etiages du LOGONE Inférieur	157

Annexes

Débits journaliers - Station d'ERE

Etalonnage et débits journaliers - Station de KATOA

Pour comprendre les orientations successives données aux études du LOGONE, il convient d'en faire un bref historique.

L'origine de ces études est à rechercher dans les craintes suscitées à la fois par les périodes de sécheresse observées au début du siècle et la découverte du phénomène de capture du LOGONE, le tout laissant présager un assèchement rapide de la Cuvette Tchadienne. L'impulsion fut donnée par l'Académie des Sciences et la Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD réunissant, dès 1947, les sommités scientifiques les plus compétentes, sous la présidence du Général TILHO. Il s'agissait à cette époque d'étudier un phénomène naturel : celui des déversements du LOGONE coulant en direction du Mayo KEBI, sous-affluent du NIGER, par l'intermédiaire de la dépression ERE-LOKA et les Lacs Toubouris. Les déversements risquaient, d'après TILHO, de provoquer une "capture du LOGONE par le Mayo KEBI". Il est incontestable que dans l'esprit du Général TILHO la géomorphologie et même la topographie de la région de la capture étaient les données déterminantes de ce phénomène. L'hydrologie ne venait s'y ajouter que pour préciser l'époque à laquelle se produirait un évènement jugé inéluctable du fait de l'attraction de la plus grande pente, celle de la dépression captante.

La Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD confia à l'Institut Géographique National les travaux cartographiques et topographiques, alors que l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer était chargé des études hydrologiques et pédologiques de la "région de la capture".

Dès la première campagne de 1948, l'équipe hydrologique se rendit à l'évidence : grâce à une solide couverture herbacée, l'érosion était inexiste dans la dépression ERE-LOKA-KABIA, il n'y avait aucun danger d'une défluviation totale du LOGONE dans les conditions normales, mais il convenait de prévoir les conséquences d'une très forte crue ou d'une succession de très fortes crues. Ainsi, l'étude du régime du LOGONE s'imposait et elle ne pouvait s'effectuer qu'en considérant l'ensemble du bassin et en y installant les stations hydrométriques nécessaires.

Cette extension de programme pouvait en outre se justifier, dans un pays dont l'économie était déjà en pleine évolution, ces travaux étant susceptibles de favoriser à long terme une amélioration des conditions d'exploitation des ressources naturelles et de déboucher sur des projets hydro-

agricoles ou hydro-électriques. Les études fondamentales de la Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD ont été suivies de nombreux projets : aménagement SATEGUI-DERESSIA, aménagement des plaines d'ERE, Casier A au Nord de BONGOR, aménagement du seuil de DANA, aménagement hydro-électrique des Chutes GAUTHIOT. Les réalisations qui ont suivi certains de ces projets ont eu des succès divers, mais en tout état de cause, sur le plan scientifique, les études confiées à l'ORSTOM n'ont pas été inutiles et ont contribué à bâtir peu à peu l'image du système hydraulique très complexe que constituent le LOGONE et ses défluents en aval de LAÏ.

Vingt années d'observations et de prospections ont donc permis de rassembler une volumineuse documentation, dont ont été extraites des données qui sont malheureusement de valeur inégale pour plusieurs raisons. Lors des premières campagnes de 1948 à 1954, les prospections ont été de véritables explorations : les communications étaient alors plus difficiles qu'aujourd'hui et les remarquables cartes que l'IGN a établies de cette région n'étaient pas encore sorties. Le matériel scientifique était très sommaire : pas d'enregistreurs, pas d'échelles limnimétriques émaillées, matériel hydrologique léger et moins précis qu'actuellement. Il ne faudrait d'ailleurs pas croire que des moyens plus importants auraient résolu le problème des déplacements dans les régions inondées. À moins de disposer d'hydroglisseurs ou d'hélicoptères, la marche et la pirogue resteront longtemps les seuls moyens d'atteindre le terrain, et il faut prendre son parti du fait que chaque expédition longue et pénible dans ces marécages inhospitaliers ne rapporte que des renseignements dérisoires et que leur somme permet, seule, de dénouer les problèmes.

Si le réseau d'échelles indispensable pour la connaissance des niveaux du plan d'eau fut facilement implanté au cours de saisons sèches, il fut beaucoup plus ardu d'obtenir des lectures d'observateurs recrutés parmi des populations fort peu instruites, bien qu'animées des meilleurs sentiments. Cependant, si les observateurs n'avaient qu'une idée très lointaine de la tenue d'un cahier, du moins n'ont-ils jamais triché et les résultats sont en fin de compte cohérents.

Le plan suivi dans la présente Monographie pour l'interprétation des données est le suivant : dans les deux premiers chapitres sont traités les phénomènes hydrographiques et hydrauliques concernant le LOGONE lui-même. Dans le 3ème chapitre, est étudié le seul affluent du LOGONE Inférieur,

la TANDJILE. Les chapitres 4 à 7 décrivent les zones de défluence et les rivières résultant des déversements du LOGONE. Enfin, le chapitre 8 est un essai de bilan des plaines inondées.

Rappelons brièvement comment se présente l'ensemble du réseau hydrographique du LOGONE Inférieur (1). C'est, à l'amont de LAÏ, à la sortie des collines et des plateaux de la région des Koros, après le confluent de la PENDE que le LOGONE quitte son bassin supérieur et pénètre dans d'immenses plaines s'étendant sur 400 à 500 km, jusqu'au CHARI et au Lac TCHAD, et dont la superficie est de l'ordre de 25 000 km². Ces plaines ont été alternativement recouvertes par les dépôts lacustres de la mer paléotchadienne, représentés surtout par des argiles noires à fort retrait et à concrétions calcaires, et par les alluvions du LOGONE, sablolimoneuses au voisinage des lits récents ou anciens, et argileuses dans les dépressions. L'allure très plate du paysage n'exclut donc pas une certaine diversité due à cette sédimentation variée et entrecroisée. Cette surface apparemment plane est d'ailleurs de forme conique et la topographie révèle que les génératrices, convergant sur la région de GABRIN-GOLO - LAÏ à l'amont, ont des pentes diminuant de 20 cm/km au sommet à 4 cm/km à la base du cône, au voisinage du Lac TCHAD. Les anciens tracés du LOGONE sont ainsi distribués en éventail. Sur ce cône, les traces d'anciens rivages du Lac TCHAD jalonnés par des cordons sableux et d'anciens deltas du LOGONE et du CHARI restent bien visibles. Le chapitre 1 présente les caractéristiques du lit du LOGONE : canalisé entre deux bourrelets de berges, il domine la plaine dans une position d'équilibre que l'alluvionnement continual semble rendre très fragile. En fait, le profil en long est régulier, preuve de stabilité actuelle, et ne semble être affecté qu'accidentellement par des transports exceptionnels de fond au cours de fortes crues, l'ensablement des lits mineurs ou le recouplement des méandres.

Malgré une apparente anarchie, les pertes par débordements subies par le fleuve, pertes provisoires dans le lit majeur, définitives dans les zones de déversements ou dans les effluents, semblent se répartir le long du cours, malgré les interventions humaines, selon des lois précises.

Ces pertes prennent, sur le LOGONE, des proportions telles (étude des crues, chapitre 2) que la régularisation des crues est totale, 300 km en aval de LAÏ. Chaque année, quelle que soit l'allure de la crue à cette station de base, le niveau à KATOA reste étale pendant plusieurs semaines. Mais le LOGONE récupère un peu en amont de LOGONE-GANA une partie des débits déversés, renforcés des précipitations sur les plaines, et le régime du cours inférieur se voit quelque peu ranimé de ce fait.

(1) Voir aussi Tome I "Facteurs conditionnels du régime".

Le chapitre 2, consacré aux crues, traitera donc principalement de problèmes d'hydraulique et l'hydrologie n'y aura qu'une assez faible part puisque le "bassin versant" du LOGONE entre LAI et KATOA est limité, en fait, aux rives du lit majeur.

Jusqu'ici on avait estimé très secondaire le rôle des précipitations et on avait imaginé un système hydrographique commandé par les seuls débits à l'entrée. Dans le détail la réalité ne paraît pas se plier à une loi aussi simple. Mais il est impossible de savoir si les difficultés à interpréter la dispersion notable trouvée dans les relations simples entre éléments de l'écoulement à l'amont et à l'aval de LAI et dans les défluents sont dues à la complexité d'actions superposées (pertes par déversements, amortissement par stockage, bilan précipitation - évapotranspiration sur les bassins intermédiaires) ou aux erreurs de tarage des stations hydrométriques servant de base aux comparaisons.

En basses eaux, lorsque le tarissement du lit majeur par drainage et évapotranspiration est terminé, le débit d'étiage du LOGONE s'établit. Il n'est plus alors fonction que des apports du bassin supérieur et varie donc très peu aux différentes stations de contrôle échelonnées le long du cours entre LAI et FORT-LAMY.

Les chapitres 3 à 7 étudient le sort des eaux déversées sur les rives du LOGONE.

Pour bien comprendre ce qui suit, ainsi que la répartition entre les chapitres 3 et 7, il importe de donner un bref aperçu du système hydrographique du LOGONE Inférieur.

1°) Les premiers déversements importants se produisent en rive droite, du km 14 au km 34 de LAI. Ils donnent naissance à ce qu'on appelle le Grand Courant qui, au village de MAROU, est concentré en un cours d'eau bien caractérisé lequel prend le nom de BA ILLI. Le BA ILLI coule à une notable distance du LOGONE, borde la plaine d'inondation de ce fleuve, au Nord de BONGOR, puis traverse la zone d'inondation entre CHARI et LOGONE et rejoint ce dernier en amont de LOGONE GANA, après avoir perdu une bonne partie de son débit.

2°) En aval du km 34 et jusqu'au km 59, toujours sur la rive droite, des déversements se produisent en très hautes eaux donnant lieu à un courant secondaire qui rejoint rapidement le LOGONE au km 87 en amont du village de DJOUMANE, c'est le courant HAM-DJOUMANE.

3°) Entre DJOUMANE et le km 133, près du village de NAINA, plusieurs déversements sur la rive droite créent la rivière BISSIM qui coupe la route BONGOR-MITAU, non loin de BONGOR, et rejoint le BA ILLI.

4°) Sur la rive gauche du LOGONE, entre le km 70 et le km 165, une série de déversements, dont les deux plus importants sont en amont du village d'ERE et au droit de BONGOR, donnent naissance au défluent de capture. Les eaux venant d'ERE rejoignent la dépression de la LOKA qui se jette dans la KABIA, affluent elle-même du Mayo KEBI qu'elle rejoint entre les lacs de FIANGA et de TIKEM : ce sont les lacs Toubouris. Les eaux venant de BONGOR passent au seuil de DANA et rejoignent l'extrémité Nord du lac de FIANGA. En aval du lac de TIKEM, la dépression Toubourie prend le nom de Mayo KEBI, celui-ci se jette dans la BENOUÉ, affluent du NIGER.

5°) A l'aval de BONGOR, du km 165 au km 320, les courants issus des déversements de la rive gauche donnent naissance d'abord à un premier défluent : le GUERLEOU, celui-ci se perd au voisinage du LOGONE dans la région de POUSS. Puis un second défluent se reconstitue toujours sur la rive gauche, plus à l'aval : c'est la LOGOMATIA, qui se jette dans la grande nappe d'inondation du Nord-CAMEROUN, qu'on appelle le GRAND YAERE ; là les eaux de ces défluents se mêlent à celles des mayos descendant des Monts MANDARA. Dans la partie Nord du GRAND YAERE prend naissance l'EL BEID, tributaire direct du Lac TCHAD. Une faible partie des eaux de la plaine rive gauche rejoint définitivement le LOGONE en amont de LOGONE-GANA.

6°) Sur la rive droite, à l'aval de BONGOR, les endiguements interdisent actuellement tout déversement jusqu'au village de MOGODI. A l'aval, du km 230 au km 340, les déversements et les défluents ayant la dimension de véritables bras se jettent dans la plaine entre LOGONE et BA ILLI, une partie des eaux drainées par la KOUNAMBOU (nom que prend le BA ILLI à son extrémité aval), retourne au LOGONE en amont de LOGONE-GANA.

7°) Plus en aval existent des communications entre LOGONE et CHARI, dans l'étroite plaine séparant les deux fleuves, il a été démontré que les débits échangés à cet endroit entre les deux cours d'eau étaient absolument négligeables.

Le LOGONE Inférieur n'a qu'un seul affluent notable, la TANDJIIE, qui se jette dans le LOGONE sur la rive gauche, à quelques kilomètres à l'amont d'ERE.

Ces différentes parties du réseau hydrographique sont décrites dans les chapitres 3, 4, 5, 6 et 7.

La "zone de la capture" a été particulièrement étudiée, ayant été, comme on l'a vu, à l'origine des travaux de la Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD.

Le "bassin" du LOGONE Inférieur s'étend au-delà des plaines dont nous venons de parler. Les limites varient d'ailleurs selon l'acceptation que l'on donne à ce terme de "bassin". Si le bassin de la TANDJILE (chapitre 3) en fait sans aucun doute partie, celui de la KABIA appartient, en réalité, au bassin du Mayo KEBI et du NIGER, toute la zone des "Mayos" du MANDARA appartient au bassin de l'EL BEID et du Lac TCHAD. Vers l'est, le "bassin versant du LOGONE Inférieur" est limité au sommet du bourrelet de berge de la rive gauche du CHARI. Nous entendons donc par "bassin" non pas le bassin versant drainé par le fleuve selon la définition habituelle, mais la région qui, hydrographiquement, fait partie du système, jusqu'à des limites raisonnables et quelquefois un peu arbitraires.

Nous avons essayé d'établir le bilan de ces vastes plaines, en grande partie inondées pendant la saison des pluies, et d'obtenir ainsi un ordre de grandeur de leur évapotranspiration. Ce ne fut possible que pour les plaines de rive droite du LOGONE entre BONGOR et LOGONE-GANA. Si les pertes totales du LOGONE sont en définitive bien connues grâce aux stations échelonnées le long de son cours, les débits sortant des plaines inondées le sont souvent beaucoup moins. Un bilan général précis ne peut pas être établi dans tous ses détails tant que certaines données ne seront pas mieux déterminées.

1 - HYDROGRAPHIE du LOGONE en AVAL du CONFLUENT de la PENDE -

1.1. Profil en long - Lignes d'eau

1.1.1. Eléments topographiques

Grâce aux nivelllements effectués par l'IGN et la Section d'hydrologie de la Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD, les altitudes de nombreux points de berges du LOGONE, entre GABRIN-GOLO près du confluent de la PENDE et FORT-LAMY au confluent du LOGONE et du CHARI, sont connues avec précision. L'IGN a communiqué ses résultats au fur et à mesure de leur élaboration, ce qui a permis aux autres équipes, en particulier aux hydrologues, de les utiliser, ces documents étant une des bases de leurs travaux. Les retouches successives des cotes primitives n'ont pas été sans embrouiller les résultats, d'autant plus que, par suite du jeu des compensations, les écarts entre les cotes des éditions successives n'étaient pas constants, même pour une région limitée. Après des éditions provisoires en 1948-1950 et 1952, les résultats ont été rectifiés en 1953 puis, d'une manière définitive, en 1956 ou 1962 suivant les régions. Sauf pour les deux régions de FORT-LAMY et FIANGA-TIKEM, les nivelllements n'ont plus été modifiés depuis 1953 que de quelques centimètres. Les nivelllements suivent le fleuve sur les sections :

- GABRIN-GOLO - LAÏ - KIM - ERE sur la rive droite,
- MASSA-IKA (en face de NAÏNA) à BONGOR sur la rive gauche, puis BONGOR, KOUMI, KATOA, GAMSEI sur la rive droite,
- un point isolé sur le cours inférieur à LOGONE-GANA.

La Section d'Hydrologie de la Mission LOGONE-TCHAD a quelquefois comblé les vides laissés par l'IGN, par exemple entre DJOUMANE et NAÏNA en amont de BONGOR et, avant que le nivelllement IGN ne soit effectué, entre BONGOR et KATOA (bornes du Service Hydrologique posées en 1952). Ces nivelllements se sont fermés sur le nivelllement de premier ordre de l'IGN avec une précision très acceptable (de l'ordre de 10 cm pour 100 km).

Des Sociétés privées ont également coopéré à ces nivelllements, mais uniquement pour des sections de faible longueur, déjà nivellées avec moins de points cotés par l'IGN (construction des digues entre BONGOR et KATOA sur les deux rives, route de SATEGUI). En conclusion, le profil du

LOGONE est reconstitué par un réseau de points serrés et précis entre GABRIN-GOLO et GAMSEI, alors que le tronçon GAMSEI-FORT-LAMY n'est connu que par trois points intermédiaires, très insuffisants.

Les données de l'IGN ont été largement diffusées, nous ne les reproduirons pas. Par contre, nous présentons ci-après les données principales des relevés de la Mission LOGONE-TCHAD qui font l'objet des paragraphes 1.1.1.1., 1.1.1.2., 1.1.1.3.

1.1.1.1 - Nivellement BERTHELOT-BESLON du 8 au 27 Janvier 1952 entre KOYON et NAIMA -

Borne de départ : non pas la borne XXXIII (qui est celle d'ERE), mais le rivet sur massif bétonné se trouvant sur le côté droit de la route à mi-chemin entre KIM et DJOUMANE à l'embranchement de la route d'ERE (soit à 1,10 km de KOYON) :

- cote IGN au moment du nivelllement : 340,818
- cote IGN 1953 : 340,581 différence :- 0,237

Borne d'arrivée : borne IGN n° 13 se trouvant sur la rive gauche près de MASSA-IKA en face de NAHEINA. Il s'agit du rivet :

- cote IGN au moment du nivelllement : 331,495
- cote IGN 1953 : 331,335 différence :- 0,160

Toutes les cotes sont donc à compenser de 0,237 au départ, à 0,160 à l'arrivée, proportionnellement au kilométrage.

NIVELLEMENT BERTHELOT-BESLON entre KOYON et NAINA

(Rive droite du LOGONE en amont de BONGOR)

Distance : km		Nivellement 1952 :		I G N 1967 :		Emplacement
LAI au km:	(niveaulement)	Cote sol	Cote eau maximale	△	Cote sol	Cote eau maximale
100 :						
172	0	340,818			340,58	Borne IGN, croisement d'ERE
173	1,10	341,02				KOYON
175	2,75	341,23	341,51	- 0,23	341,00	341,28
177	5,03	340,67	341,44	- 0,23	340,44	341,21
180	8,21	340,18	336,27	- 0,23	339,85	336,04 plan d'eau le 9-1-52
182	10,48	339,55	340,15	- 0,22	339,33	339,83
183	11,34	339,22	340,61	- 0,22	339,00	340,39 borne Astro DJOUMANE
184	11,97	340,22	340,20	- 0,22	340,00	339,98 borne H 52
184	12,18	339,36	335,77	- 0,22	339,14	point d'eau le 10.. 1-52
187	15,06	338,49	338,79	- 0,22	338,27	338,57
189	16,97	337,98	338,28	- 0,21	337,77	338,07 route de KOLODO
191	19,10	337,58	337,88	- 0,21	337,37	337,67 DIEP
192	19,74	337,53	337,93	- 0,21	337,32	337,72 contrôle en Sept. 52
195	22,80	336,56	337,21	- 0,20	336,36	337,01 BARA
196	24,54	336,31	336,40	- 0,20	336,11	borne près gros arbre
200	27,93	335,68	335,83	- 0,20	335,48	335,63
203	30,55	335,38	337,50	- 0,19	335,19	337,31 borne H 52 à HAM
204	31,7		331,97	- 0,19		331,78 plan d'eau le 21-1-52
			334,57	- 0,19		334,38 bas de l'échelle (qui n'atteint pas l'eau)
205	33,19	334,60	334,86	- 0,19	334,41	334,67
209	38,07	333,59	334,96	- 0,18	333,41	334,78 borne H 52 à DJAROUÉ
			330,45	- 0,18		320,37 plan d'eau le 29-1-52
215	42,54	332,78	332,93	- 0,17	332,61	332,76
216	44,15	333,20		- 0,17	333,03	DZIGUI
121	47,46	331,57		- 0,17	331,40	ponceau
222	49,84	332,18	331,71	- 0,17	332,01	331,54 borne H 52 NAINA
			328,25	- 0,17		328,48 plan d'eau le 29-1-52
	53		331,495	- 0,16	331,335	borne XIII sur la rive gauche

1.1.1.2 - Nivellement BOUCHARDEAU-TIXIER du 31 Janvier au 20 Février 1952
de BAKI MALARAM à KATOA -

Ce nivelllement en bordure du LOGONE a été refait par l'IGN. Cependant, il reste fort utile car les points d'eau relevés en cours de nivelllement permettent de vérifier les modifications du profil de la ligne d'eau du LOGONE à la suite de la construction des digues sur les deux rives.

	Ancienne cote	Correc- tion	IGN 1953	km
Borne de BAKI MALARAM (IGN)	318,44	- 0,24	318,196	0,00
Carrefour BONGOR-KATOA-BILAM- OURSI	319,22	- 0,19	319,03	64,00
	borne IGN 5	- 0,19	318,866	64,000
Village de KOUMI (cote sur la digue)	319,51	- 0,18	319,33	66,00
Point d'eau le 6-2-52	316,32	- 0,18	316,14	66,000
"	316,06	- 0,18	315,88	67,300
Village de KOUMI BAÏKA	318,05	- 0,18	317,87	70,700
Mayo ATCHINDA (fond)	315,35	- 0,18	315,17	74,700
Village GOGOLO	316,76	- 0,18	316,58	78,900
Point d'eau LOGONE le 8-2-52	313,80	- 0,17	313,63	79,900
Village de MOGODE	315,78	- 0,17	315,61	84,200
Point d'eau LOGONE le 12-2-52	313,07	- 0,17	312,90	87,00
Mayo large de 12 m (fond sous 30 cm d'eau)	312,70	- 0,17	312,53	90,900
Point d'eau LOGONE	312,29	- 0,17	312,12	92,400
Village de GOUAI Borne H 52	314,26	- 0,16	314,100	96,000
Point d'eau LOGONE	311,62	- 0,16	311,46	97,200
Mayo TCHAGAAL (largeur 65 m) fond sous 30 cm d'eau	311,35	- 0,15	311,20	97,200
le 20-2-52				
Point d'eau LOGONE le 21-2-52	311,02	- 0,15	310,87	99,300
" "	310,93	- 0,14	310,79	101,200
Village de KATOA, borne H 52(1)	313,46	- 0,13	313,328	108,200
Point d'eau LOGONE le 22-2-52	309,84	- 0,13	309,71	"
Zéro de l'échelle	308,61	- 0,13	308,478	

(1) Dans le système IGN 1956, la cote de la borne H 52 est 313,323 au lieu de 313,328, la cote du zéro de l'échelle deviendrait 308,473 (1956), soit une différence de 3 cm avec les autres nivelllements de l'échelle. On a admis 308,44.

1.1.1.3 - Rapport ROCETTE 1960

Etude des hautes eaux du LOGONE sur la rive gauche de BONGOR
à DJAFGA de 1955 à 1959 :

Année	Cote à l'échelle : alt. du max.	BONGOR (1)	TOUKOU	DJAFGA	BIGUE PALAM
1955	3,44	325,93	321,22	316,97	
1956	3,29	325,78	321,14	317,14	
1957	3,08	325,37	321,01	317,05	
1958	3,17	325,66	321,17	317,19	315,28
1959	3,33	325,82	321,43	317,36(2)	315,31

- (1) Le zéro de l'échelle de BONGOR est à 321,49 pour les éléments inférieurs, mais l'élément 3 à 4 m est décalé vers le haut de 2 cm environ, de sorte que les lectures indiquées ci-dessus ne sont pas les lectures originales, elles ont déjà subi une majoration de 2 cm, comme les lectures présentées dans la 6ème Partie de la présente Monographie.
- (2) Hauteur à DJAFGA, si la brèche sur la rive gauche ne s'était pas produite.

La construction des digues a relevé considérablement le niveau de TOUKOU et de DJAFGA.

1.1.2 - Stations de jaugeage

Les stations principales, où ont été installées des échelles de crue lues quotidiennement sont : LAÏ, ERE, BONGOR, KOUMI, KATOA-POUSS, LOGONE-GANA, LOGONE-BIRNI, FORT-FOURREAU, FORT-LINK.

L'historique des altitudes des zéros de ces échelles (qui ont souvent varié depuis 1948) est traité dans le Tome 2.

Pour chaque station, les cotes des plus hautes eaux et des étiages absolus, lectures brutes à l'échelle et altitudes dans le système IGN 1953 (modifié pour certaines régions en 1955 et 1962) sont données dans les tableaux ci-après :

1.1.2.1. LAÏ :

LAÏ-Poste : borne IGN de référence 358,104 (IGN 1953)

Cette échelle a été abandonnée après la création de la station de la Mission LOGONE-TCHAD.

Année	Cote du zéro	Cote des PHE	Altitude des PHE	Cote Et.absolu	Altitude étiage	Remarque
1935	351,57	4,64	356,21			2 230 m ³ /s
1948	351,81	4,70	356,51	- 0,10	351,71	
1949	351,81	4,40	356,21	-	-	
1950	351,71	4,60	356,31	- 0,15	351,56	chang ^t Mai 1950
1951	"	3,80	355,51	-	-	
1952	"	4,57	356,28	0,00	351,71	
1953	"	4,14	355,85	- 0,10	351,60	

LAI-Mission - Reconstitution des niveaux à l'échelle Mission avant 1953, d'après les niveaux à LAI-Poste.

Année	Cote du zéro	Cote des PHE	Altitude PHE	Cote ét. absolu	Altitude étiage	Remarque
1948	351,31	4,80	356,11			
1949	"	4,51	355,82			
1950	"	4,71	356,02			
1951	"	3,94	355,25			
1952	"	4,67	355,98			
1953	"	4,26	355,57	0,08	351,39	

LAI-Mission (2 km environ en aval de la précédente) même borne de référence et borne hydro (zéro à - 5,276).

Année	Cote du zéro	Cote des PHE	Altitude PHE	Cote ét. absolu	Altitude étiage	Remarque
1953	351,31	4,26	355,57	0,08	351,39	
1954	"	4,80	356,11	0,70	-	
1955	"	5,06	356,36	0,18	351,49	
1956	"	4,92	356,23	0,14	351,45	
1957	"	4,30	355,61	0,05	351,36	
1958	"	4,52	355,83	0,02	351,33	
1959	"	4,88	356,19	0,00	351,31	
1960	"	4,66	355,97	- 0,04	351,27	
1961	"	4,63	355,94	- 0,04	351,27	
1962	"	4,92	356,23	0,20	351,51	
1963	"	4,90	356,21	0,12	351,43	pas de lect.en S.O
1964	"	4,73	356,04	0,18	351,49	
1965	351,31	4,13	355,44			chang ^t 17-2-66
1966	350,31					

1.1.2.2. ERE (IGN 1962 définitif)

Borne de référence : XXXIII = 342,283 (macaron) 342,419 (sommet)
lorsque la borne était debout. Elle est actuellement renversée.

Année	Cote du zéro	Cote des PHE	Altitude des PHE	Cote étiage absolu	Altitude étiage absolu	Remarque
1947	338,00(1)	(1)				
1948	338,02	4,23 (2)	342,25	-	-	
1949	337,54	4,54 (3)	342,08	-	-	
1950	338,00	4,28 (4)	342,28	-	-	
1951	338,00	3,80 (5)	341,80	< 0,00	337,97	
1952	338,00	4,16 (6)	342,16	< 0,00	337,87	
1953	338,00	3,92 (7)	341,92	-	-	
1954	337,98	4,20 (8)	342,18	-	-	
1955	337,90	4,50 (9)	342,40	0,17	338,07	calage
1956	337,90	4,35	342,25	-	-	calage 15 Mai
1957	337,90	4,02	341,92	0,23	338,13	
1958	337,90	(4,16)	342,06	0,18	338,08	
1959	337,90	(4,43)	342,33	0,27	338,17	
1960	337,90	(4,31)	342,21	0,12	338,02	
1961	337,90	4,32	342,22	0,32	338,22	borne volée
1962	337,90	(4,41)	341,31	0,38	338,28	
1963	337,90	4,33	342,23	0,22	338,12	
1964	337,90	4,35	342,25	0,24	338,14	
1965	337,90	3,93	341,83	0,02	337,92	
1966	337,90					

(1) Echelle posée par IGN (campagne 1947-1948) 200 m en aval de l'échelle hydro (en deux tronçons).

(2) Nouvelle échelle hydro. Cote originale 1948 contrôlée par rapport au repère IGN (3 cm en dessous). La cote serait 4,35 avec le zéro actuel 337,90.

- (3) Cote originale 1949 contrôlée par rapport au piton de la borne (34 cm en dessous) 4,18 avec le zéro actuel.
- (4) Cote originale 1950 serait 4,38 sur l'échelle actuelle. On sait que la cote maximale de 1950 était identique à celle de 1948. Le zéro des éléments inférieurs était de 337,97, décalé de 3 cm par rapport aux éléments supérieurs de 1950 à 1953.
- (5) Cote originale 1951 : 390 sur l'échelle actuelle (zéro à 337,90)
- (6) Cote originale 1952 serait 4,23 " "
- (7) Cote originale 1953 " 3,92 " "
- (8) Cote originale 1954 " 4,28 " "
- (9) En 1955 l'élément supérieur est calé à 337,89 (Note A₁ A₂ ter et quater)
Cette cote a été arrondie à 337,90, les nivelllements successifs de cette époque ayant montré des variations de 1 cm autour de cette cote ronde.

1.1.2.3 BONGOR (Cotonfran)

Repères de référence : Hangar Cotonfran 328,095 IGN 1956

Borne Astro de BONGOR 328,313 IGN 1953 (ou 1956)

Borne Hydro : 327,46

:	: Altitude :	Cote	: Altitude :	Cote	: Altitude :	:
:	Année:	du zéro	des PHE	des PHE	étiage	Remarque
:				absolu	absolu	
:	1948	322,59	3,15 (1)	325,74	0,10	322,69
:	1949	322,59	3,12	325,71	-	
:	1950	322,49	3,25	325,74	-	Cht.Juin 1950
:	1951	"	2,94	325,43	-	
:	1952	"	3,20	325,69	-	incomplet
:	1953	"	3,10	325,61	+ 0,10	322,59
:	1954	"	3,26	325,75	+ 0,11	322,60
:	1955	"	3,44 (2)	325,93	-	
:	1956	"	3,29	325,78	-	
:	1957	"	3,08	325,57	- 0,16	322,33
:	1958	"	3,17	325,66	- 0,09	322,40
:	1959	"	3,33	325,82	- 0,14	322,35
:	1960	"	3,27	325,76	- 0,24	322,25
:	1961	"	3,30	325,79	- 0,19	322,30
:	1962	"	3,39	325,88	< 0,03	-
:	1963	"	3,32	325,81	< 0,01	-
:	1964	"	3,22	325,71	- 0,23	322,26
:	1965	321,49	4,12	325,61		Cht. Mai 1965
:	1966	"				

(1) Cote des PHE 1948 à 5 cm près.

(2) Les maximums des années 1955 à 1964 lus à l'échelle sont inférieurs de 2 cm à la cote indiquée. En réalité, le zéro de l'élément 3-4 n'est pas, en effet, 322,49 mais 322,51 et nous avons tenu compte de ce décalage.

1.1.2.4. KOUMI

Référence Borne IGN 318,364
Borne Hydro H 53 319,15

	Altitude : Année :	Cote des PHE :	Altitude des PHE :	étiage absolu :	Altitude étiage absolu :	Remarque :
	1953	315,51 315,44	3,67 (1)	319,18	0,33	315,77
	1954	315,61 315,54	3,68 (2)	319,29	0,32	315,86
	1955	315,54	3,84	319,38	0,28	315,82
	1956	315,53	4,00	319,53 (3)	0,20	315,73
	1957	"	3,76	319,29	0,09	315,62
	1958	"	3,93	319,46	0,07	315,60
	1959	"	4,20	319,73	-	-
	1960	"	4,12	319,65	-	-
	1961	"	4,12	319,65	-	-
	1962	"	4,14	319,67	0,46	315,99
	1963	"	4,14	319,67	0,38	315,91
	1964	"	4,10	319,63	0,15	315,68
	1965		3,76	319,29	0,43	315,96
	1966					

En 1955 : le zéro est 315,75 du 1er Juillet au 31 Août.

(1) 3,65 dans la 6ème Partie avec zéro ramené à 315,53

(2) 3,76 dans la 6ème Partie avec zéro ramené à 315,53

(3) A partir de 1956, on voit le relèvement du plan d'eau provoqué par les endiguements.

1.1.2.5 KATOA

Borne de référence: borne H 52 313,323 (IGN 1956) qui a disparu en 1952. La nouvelle borne hydro n'est pas encore rattachée.

	: Altitude	: Cote	: Altitude	: Cote	: Altitude	:
	: Année du zéro	: des PHE	: des PHE	: étiage	: étiage	: Remarque
	:	:	:	: absolu	: absolu	:
	1948	309,44	2,87 (2)	312,31	- 0,02	309,42
	1949	"	2,80	312,24	< 0	-
	1950	308,44	-	-	-	-
	1951	"	3,81	312,25	-	-
	1952	"	3,85	312,29	1,10	309,54
	1953	"	3,77	312,21	1,04	309,48
	1954	308,44	3,86	312,30	0,90	309,34
	1955	"	3,89	312,33	0,97	309,41
	1956	"	3,90	312,34	1,10	309,54
	1957	"	3,90	312,34	0,94	309,35
	1958	"	3,90	312,34	0,88	309,32
	1959	"	3,95 (3)	312,39	-	-
	1960	"	3,89	312,33	-	-
	1961	"	-	-	-	-
	1962	"	-	-	-	-
	1963	"	-	-	-	-
	1964	308,44	-	-	-	-
	1965	?	3,21 (1)	-	-	-

En 1959, il n'y a pas eu de lectures à KATOA. Les hauteurs et les débits ont été reconstitués à l'aide de l'échelle de ZINATA.

(1) Le calage de l'échelle est encore inconnu.

(2) 3,87 dans la 6ème Partie avec correction de zéro ramené à 308,44.

(3) 4,00 dans la 6ème Partie : ce chiffre est douteux.

1.1.2.6. POUSS

RG à 76 km en aval de BONGOR (complément de l'échelle de KATOA qui est située à 2 km en amont sur la RD).

Cote du zéro de l'échelle dans le système IGN 1956 : 310,54

Année	Altitude du zéro	Cote des PHE	Altitude des PHE	Cote étiage	Altitude étiage	Remarque
1952	310,54	1,64	312,18			
1953	310,54	1,65	312,19			
1954	"	1,65	312,19			
1955	"	1,68	312,22			
1956	"	1,70	312,24			
1957	"	1,70 (1)	(312,24)			
1958	"	1,67	312,21			
1959	"	1,68 (3)	312,22			
1963	(2)	3,00	-			
1964		3,00				

- (1) En 1957, l'échelle de POUSS est légèrement inclinée : 1,74, cote lue en réalité correspond à 1,70.
(2) Cote du zéro estimée à 310,54 donne une cote très douteuse du plan d'eau.
(3) Reconstituée d'après ZINATA.

1.1.2.6.bis ZINATA

RG à 80 km en aval de BONGOR (complément de l'échelle de KATOA pour reconstituer les lectures).

Année	Altitude du zéro	Cote des PHE	Altitude des PHE	Cote étiage	Altitude étiage	Remarque
1959	309,98	1,87	311,85			

1.1.2.7. LOGONE-GANA

Référence : HAÏLAO borne IGN : 301,425 IGN 1957

Borne hydro LOGONE-GANA : 301,255

Année	Altitude du zéro IGN 1957	Cote des PHE	Altitude des PHE	Cote étiage	Altitude Etiage	Remarque
1953	296,20(3)	4,38 (1)	300,58	-		
1954	"	4,48 (1)	300,68	- 0,38	295,84	lectures incomplètes
1955	"	4,76 (2)	300,96	- 0,26	295,96	"
1956	295,211	5,55	300,76	-		Remise en état
1957	"	5,37	300,58	+ 0,53	295,74	en Mai
1958	"	5,46	300,67	-		manque débit
1959	"	5,59	300,80	0,48	295,69	Octobre
1960	"	5,70	300,91	0,40	295,61	
1961	"	5,89	301,10	0,51	295,72	
1962	"	-	-	0,69	295,90	
1963	295,21	5,69	300,90	0,45	295,66	Contr. du zéro
1964	"	6,03	301,24	0,47	295,68	Manque fin Sept
1965	"	5,38	300,59	0,35	295,56	
1966	"					

(1) La 6ème Partie porte 5,38 rattaché au zéro à 295,21 (à 1 cm près)

(2) En 1955, lectures au-dessus de 5,00 ramenées à la cote du zéro des éléments inférieurs.

(3) Eléments inférieurs avec zéro à 296,22

1.1.2.8. LOGONE-BIRNI

Le zéro de l'échelle 1953 est 292,57 (IGN 1953). Il faut réduire de 19 cm pour amener dans le système 1956 ; le zéro est alors 292,38.

Année	Altitude du zéro	Cote des PHE	Altitude des PHE	Cote étiage	Altitude étiage	Remarque
: IGN 1956 :						
1950	295,30					BERIM
1951	"					
1952	"	4,57	296,87			
1953	292,38	4,42	296,80			Juin
1954	"	4,70	297,08	0,00	292,38	
1955	"	4,76	297,14	0,14	292,52	
1956	"	4,70	297,08	0,25	292,63	
1957	"	4,36 (?)	296,74	0,09	292,47	
1958	"	4,48	296,86	0,10	292,48	
1959	"	4,66	297,04	0,05	292,43	
1960	"	4,76	297,14	0,00	292,38	
1961	-	-		0,22	292,60	échelle emportée
1962	-	-	-	-		
1963	-	-	-	-		
1964	-	-	-	-		
1965	-	-	-	-		remise en place mais non nivélée
1966	-	-				

1.1.2.9. FORT-LAMY

Repère Air-Hôtel cote 297,45 IGN 1953

Année	Altitude du zéro	Cote des PHE	Altitude du zéro de 1966(1)	Cote des PHE	Altitude étiage	Altitude étiage	Remarque
1950 0-3	286,82	8,65	rapportée au zéro de 1966(1)	294,47			
1951 3-6	286,82	-					
1952		7,65		293,47			
1953 6-8	286,66	7,98		293,80	1,00	286,66	
1954		8,70		294,52	0,83	286,49	
1955		8,88		294,70	1,27	286,93	
1956	286,82	8,69		294,51	1,32	287,14	
1957	"	6,45		292,27	1,30	287,12	
1958	"	6,62		292,44	-	-	
1959	"	8,13		293,95	0,90	286,72	
1960	286,82	8,24		294,06	1,02	286,84	
1961	"	9,10		294,92			
1962	"	8,83		294,65			
1963	"						
1964	"						
1965	"						
1966	285,82						

(1) Zéro de l'échelle ramené à 285,82

1.1.3. Stations hydrométriques occasionnelles

Points d'eau au droit des repères IGN ou hydrologiques

Des stations secondaires ont été installées à la faveur des projets d'aménagements et observées le temps nécessaire aux études. Elles peuvent nous donner des indications précieuses pour l'établissement des lignes d'eau, particulièrement en crue. On trouvera la description de ces stations dans la 2ème Partie.

En outre, des points d'eau ont été relevés par l'IGN en Décembre 1950 et par les hydrologues de la Mission LOGONE-TCHAD en 1951 et 1952 pour l'établissement des pentes en étiage et en crue, à partir de repères nivélés.

Les points d'eau sont repérés par leur distance à LAÏ, situé au km 100. L'échelle de LAÏ sert, d'autre part, de référence pour les niveaux d'eau.

1.1.3.1. GABRIN-GOLO km 81 RD

Borne IGN cfg CE 89 365,216 syst IGN 1953.

Les points d'eau relevés à partir de cette borne (entre parenthèses cote correspondante à LAÏ-poste) ont été les suivants :

20-12-1950	356,60	(0,70)	(IGN)
Max. 1950	360,497	(4,60)	
5-8-1951	359,72	(3,78)	Max. 1951 : 359,74 (3,80)
5-3-1952	355,69	(0,06)	

1.1.3.2. Pour mémoire : LAÏ au km 100 (voir paragraphe 1.1.2.2.)

1.1.3.3. DRABASSA km 107 RD

Borne IGN C fg 8 355,537 (IGN 1953).

Les points d'eau à partir de cette borne (entre parenthèses cote correspondante à LAÏ) ont été les suivants :

19-12-1950	351,234	(0,72)	max. 1950	354,79 (3,80)
16-10-1951	353,63	(3,30)	max. 1951	354,10 (4,60)
5-3-1952	350,37	(0,06)		

1.1.3.4. SATEGUI km 112 RD

Borne IGN C fg 7 354,169 (repère IGN 1953). Points d'eau à partir de cette borne (entre parenthèses cote correspondante à LAI).

20-12-1950	349,885	(0,70)	max. 1950	353,59
5- 3-1952	349,18	(0,06)	max. 1951	353,04
13- 5-1955	349,69		max. 1954	353,64

L'échelle n° 5 de SATEGUI, max. 1954 : 3,90 (lecture 1er Août - 30 Novembre), permet d'établir la correspondance entre LAI et SATEGUI (zéro à la cote 349,74).

1.1.3.5. GOUNDO km 119,5 RD

Borne IGN C fg 6 352,457. Points d'eau à partir de cette borne (entre parenthèses cote à LAI correspondante).

20-12-1950	348,915	(0,70)	max. 1950	352,23
18-10-1951	351,56	(3,30)	max. 1951	351,71
5- 3-1952	348,19	(0,06)		

En 1953, une échelle n° 3 ou 4 a été relevée 4 fois : cote maximale relevée 2,20 m le 30 Septembre 1953, cote du zéro inconnue.

En 1962, 3 échelles étaient installées à GOUNDO, cote du zéro inconnue (voir 6ème Partie).

1.1.3.6. DRAÏN-GOLO km 125 RD

Borne IGN C fg 5 351,887

Points d'eau (entre parenthèses cote à LAI)

19-12-1950	348,01	(0,72)	max. 1950	350,81
27- 9-1951	350,49	(3,62)	max. 1951	350,53
5- 3-1952	347,28	(0,06)		
13- 5-1955	347,36			

Une échelle a été observée en 1953 (voir 6ème Partie) cote du zéro inconnue.

1.1.3.7. BOUMO km 134 RD

Borne IGN C fg 4 349,685 (IGN 1953)

Points d'eau

5-11-1951 347,92 (2,90) max. 1950 349,01

max. 1951 348,71

1.1.3.8. DOUMA-NESSERE km 140 RD

Borne IGN C fg 347,804. Points d'eau:

12-12-1950 347,71 (0,82) max. 1950 347,79

max. 1951 347,50 5-3-1952 344,08 (0,06)

1.1.3.8. bis MANGOU km 147 RD

Borne IGN 345,90. Points d'eau (entre parenthèses cote à LAI le même jour).

11-12-1950 342,78 (0,82) max. 1950 346,10

19-10-1951 345,43 (3,30) max. 1951 345,66

5-3-1952 341,77 (0,06)

1.1.3.9. KIM km 156 RD

Borne IGN C fgh 344,375

18-12-1950 340,84 (0,74) (entre parenthèses cote à LAI le même jour)

4-11-1951 343,22 (2,95)

26-9-1951 343,62 (3,68) max. 1951 343,74 (3,80)

5-3-1952 340,63 (0,06)

max. 1953 343,91 (4,14) le 8 Octobre

13-5-1955 340,45

(Voir aussi les lectures d'échelles de KIM dans la 6ème Partie).

1.1.3.10. Pour mémoire ERE au km 167

Zéro de l'échelle 337,97 en 1950 (basses eaux), 338,00 éléments supérieurs.

16-12-1950 338,63 (0,76) max. 1950 342,28

13-5-1955 338,62 (BONGOR 0,35) max. 1951 341,80

1.1.3.11. DJOUHANE km 183 RD (rattaché à la borne IGN de KOYON)

Borne Astro 340,434 borne H 52 près du fleuve 340,022

Point d'eau le 10-1-1952 335,592

13-5-1955 335,43 (BONGOR = 0,35)

1.1.3.12. HAM km 203 RD

Repère borne H 52 337,294 près du campement (sur une butte).

Une ancienne échelle qui n'atteignait pas l'étiage avait sa base à la cote 334,262.

En 1954, 1955 et 1956, une échelle a été observée dont la cote du zéro a pu être reconstituée par comparaison avec les échelles d'ERE et BONGOR :

le 21-1-1952, le niveau de l'eau était 331,78 à HAM, correspondant à des cotes de 0,56 à BONGOR et 0,59 à ERE. L'échelle de crue n'était pas encore installée à cette date.

Ces mêmes cotes correspondent en 1955 et 1956 aux cotes suivantes à l'échelle de HAM :

0,72, 0,60, 0,65, 0,73 en partant de BONGOR.

0,72, 0,62, 0,68, en partant d'ERE, soit en moyenne 0,67 m

Le zéro de l'échelle de HAM est donc :

$$331,78 - 0,67 = 331,11$$

: Année :	Altitude : du zéro	Cote : du maximum	Altitude : du maximum	Cote : de l'étiage	Altitude de : l'étiage
: 1954 :	331,11	3,72	334,83	-	
: 1955 :	"	3,98	335,09	0,30	331,41
: 1956 :	"	3,77	334,88	0,32	331,43
:	:	:	:	:	:

1.1.3.13. DJAROUÉI km 209 RD

Borne H 52 334,742 rattachée à IGN 1953

Plan d'eau le 29-1-1952 : 330,233 (BONGOR = 0,48).

1.1.3.14. NAÏNA km 222 RD

Borne H 52 331,475 (système IGN 1953).

Plan d'eau le 29-1-1952 : 328,015 (BONGOR = 0,48).

1.1.3.15. MASSA-IKA km 235 RG

Borne près de MASSA-IKA, en face de NAÏNA : 331,335 IGN 1953

1.1.3.16. Pour mémoire BONGOR au km 252

1.1.3.17. DJOKOYEYDI km 263 RG, zéro à 321,16 (IGN 1956)

maximum 1959 : 2,59 le 30 Septembre 323,75

1.1.3.18. HARAO km 267,6 RG

1) Echelle 1945 zéro à une cote inconnue Max. 1,33

2) Echelle 1959 zéro à 320,55 relevés Août et Septembre (IGN 1956)
H max. 2,27

1959 2,27 322,82 30 Septembre

1960 2,25 322,80 3 Octobre

1.1.3.19. TOUKOU km 275,2 RG

Zéro actuel 319,67 Relevés 1953-1959

Année	Altitude du zéro	Cote des PHE	Altitude des PHE
1953	317,92	3,08 (2)	321,00
1954	317,92	3,18 (1)	321,10
1955	318,40	2,82	321,22
1956	318,40	2,74	321,14
1957	319,67	1,34	321,01
1958	"	1,50	321,17
1959	"	1,76	321,43
1960	"	2,18	321,85
1961	319,67	1,67	321,34
1962	"	1,75	321,42
1963	"	1,72	321,39
1964	"	1,68	321,35
1965	"	1,35	321,02

(1) L'échelle de TOUKOU était fortement inclinée en 1954 entre le 1er et le 15 Septembre (23") (pour 5,45 il fallait lire 5,18).

(2) Dates de lectures de 1953 décalées de 5 jours à partir du 25 Août. Si les dates sont corrigées, la correspondance avec BONGOR est bonne.

Chaque année, les lectures ont été faites régulièrement d'Août à Octobre à l'échelle de TOUKOU.

1.1.3.20. KARTOA km 278,2 RG

Zéro 318,70 (IGN 1956) (Relevés de H.E.)

:	Année	Cote	Altitude	Date	:
:	1959	2,28	320,98	30 Septembre	:
:	1960	2,24	320,94	5 Octobre	:
:	1961	2,20	320,90	27 Septembre	:
:	1963	2,08	320,78	9 Septembre	:
:	1965	1,83	320,53	22 Septembre	:
:	:	:	:	:	

1.1.3.21. SOUHARAYE km 282,6 RG

Zéro à 317,74 (IGN 1956) relevés de H.E. (Août, Septembre et Octobre) en 1959 et 1960 .

:	Année	Cote du maximum	Altitude	Date	:
:	1959	2,50	320,24	29 Septembre	:
:	1960	2,40	320,14	4 Octobre	:

1.1.3.22. Pour mémoire KOUMI km 287 RD

Altitude du repère IGN (pas de rivet) à l'embranchement de la route de MAGAO (318,866 IGN 1966).

La borne Hydro dans le système IGN 1956 est à 319,15 (voir page 58 du tome 2 "lectures de 1953 à 1965").

1.1.3.23. BAGALAH km 291,9 RG

Zéro à 316,42 (IGN 1956). Relevés Août, Septembre et Octobre en 1959 et 1960.

:	Année	Cote du maximum	Altitude	Date	:
:	1959	2,36	318,78	29 Septembre	:
:	1960	2,28	318,70	4 Octobre	:

1.1.3.24. Mayo BALAYE km 299,00 RG

1.1.3.25. DJAFGA km 301,3 RG échelle

Zéro à 314,52 (IGN 1956)

Relevés de H.E. pour 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960

:	Année	Altitude: du zéro	Cote des PHE	Altitude: des PHE	Cote étiage	Altitude: étiage	Remarques
:	1953	:	:	316,90	:	:	:
:	1954	314,52	2,38	316,90	:	:	:
:	1955	"	2,45	316,97	:	:	:
:	1956	"	2,62	317,14	:	:	:
:	1957	"	2,53	317,05	:	:	:
:	1958	"	2,67	317,19	:	:	:
:	1959	"	2,78	317,30	:	:	15 Septembre : brèche digue
:	1960	"	2,93	317,45	:	:	:

Relevés de H.E. (Juillet à Décembre) de 1953 à 1958, Août à Octobre en 1959 et 1960.

1.1.3.26 TCHOMO km 304,9 RG Echelle 53 km en aval de BONGOR

Zéro à 314,39 IGN 1956

:	Année	:	Cote maximale	:	Altitude	:	Date	:
:	1958	:	1,76	:	316,15	:	27 Septembre	:
:	1959	:	2,34	:	316,73	:	17 Septembre	:
:	1960	:	2,27	:	316,66	:	4 Octobre	:
:		:		:		:		:

Relevés de H.E. de Septembre à Novembre en 1958 et d'Août à Octobre en 1959 et 1960.

1.1.3.27 BIGUE-PALAM km 312,0 RG Echelle

Zéro à 314,53 IGN 1956.

Maximum en 1958 : 315,28 (H = 0,75)

Maximum en 1959 : 315,31 (H = 0,78)

(Les relevés de H.E. existent seulement en 1958 et 1959, d'Août à Octobre).

1.1.3.28 GOUËI km 316 RD Echelle

Zéro 313,13 (système IGN 1956) rattachement à borne H 52 cotée 314,100 IGN 1953 Mab 9.1. et se trouvant à 1,13 au-dessus du zéro.

Une borne IGN se trouve dans le voisinage : Mab 9 (313,666 dans le système IGN 1953).

:	Année :	Cote du maximum	:	Altitude du maximum	:
:	1953	:	:	314,40	:
:	1954	-	:	-	:
:	1955	1,19	:	314,32	:
:	1956	1,22	:	314,35	:
:	1957	:	:	314,39	:
:	1958	:	:	(314,43)	:
:	1959	:	:	314,46	:
:	:	:	:	:	:

1.1.3.29 Pour mémoire KATOA km 329 RD

Borne du Service Hydro, d'après IGN 1953 Mab 9.11 : 313,328 et 313,323 IGN 1956.

Zéro de l'échelle de crue : 308,44

1.1.3.30 Pour mémoire POUSS km 329,8 RG

Installée en 1945. Exploitée en 1951 - Sert à compléter les lectures de KATOA qui se trouve presque vis-à-vis.

1.1.3.31 Pour mémoire ZINATA km 336,8 RG

1.1.3.32 GAMSEI km 348 RD

Borne IGN. Altitude repère : 311,262 (échelle élément supérieur).

Zéro de l'échelle 305,54 (1)

Maximum 1955 : 4,20 soit 309,74

Maximum 1956 : 4,18 soit 309,72

Maximum 1957 : 4,16 soit 309,70

Etiage 1956 : 1,00 soit 306,54

(1) Le zéro correspondant à l'élément supérieur était 305,54 en 1955 et 1956 (échelle dont les éléments étaient 0-1 et 3-4). Le zéro a été ramené à 306,54 (échelle dont les éléments étaient 0-1 et 2-3) après 1956.

1.1.3.33 HOLLOW km 395,00 RD

30-7-1954 H = 530 Q = 535

25-8-1954 H = 546 Q = 560

6-12-1954 H = 515 Q = 440

12-8-1955 H = 538 Q = 525

24-10-1955 H = 557 Q = 560

Maximum 1955 à 303,21 (IGN 1953).

1.1.3.34 Pour mémoire LOGONE-GANA km 427 RD

1.1.3.35 Pour mémoire LOGONE-BIRNI km 463 RG

1.1.3.36 FORT-FOURREAU km 517 RG

Zéro à 292,46 dans système 1952 et 292,25 dans IGN 1953

Maximum 1953 : 293,82 le 7 Novembre (IGN 1953).

1.1.3.37 Pour mémoire FORT-LAMY km 524

1.1.4. Tracé du profil en long de la ligne de P.H.E.

Les diverses stations permanentes ou occasionnelles établies le long du cours du LOGONE permettent de tracer les lignes d'eau à différents niveaux avec d'autant plus de précision que ce profil s'avère extrêmement régulier. Aucun accident ou passage difficilement érodable n'existe entre LAÏ et le confluent du CHARI, si ce n'est les bancs de latérite, d'ailleurs démantelés, de LAÏ et DRAÏN-GOLO.

Le tableau 1.1.4.1 donne les cotes de P.H.E. pour les années de 1951 à 1960. Des observations ont été faites antérieurement, depuis 1948, et n'ont pas cessé sur certaines stations primaires, mais des observations assez générales pour établir un profil n'ont été faites que pendant la décennie considérée.

Les observations sont classées par ordre de P.H.E. croissantes à LAÏ : il est remarquable que cet ordre de classement est déjà perturbé à ERE (par suite des apports de la TANDJILE qui n'a pas le même régime que le LOGONE) et de nouveau, de façon beaucoup plus importante, entre BONGOR et KATOA par suite de la construction de la digue côté CAMEROUN et des modifications de niveau qui en ont résulté. De plus, selon la durée de la crue à LAÏ, l'amortissement de la crue due au stockage dans le lit majeur est plus ou moins sensible. Pour ces diverses raisons, le même niveau maximal à LAÏ ne donne pas forcément des niveaux identiques aux stations aval. L'année 1955 arrive toujours cependant en tête et indique à toutes les stations les niveaux les plus élevés observés depuis le début des observations, sauf dans la zone perturbée par les aménagements où la crue 1959 l'emporte, suivie de près par 1960. Les irrégularités de classement entre ces deux années donnent une idée des erreurs de lectures faites probablement à TOUKOU, plus faibles ailleurs.

L'amortissement des crues est considérable. L'amplitude entre l'année la plus forte et l'année la plus faible est de 1,11 m à LAÏ, alors qu'elle n'est plus que de 0,50 à BONGOR, 0,20 à KOUMI, 0,14 à KATOA. Une si faible amplitude montre que malgré les difficultés rencontrées, le calage du zéro de l'échelle qui a été adopté est certainement exact, à moins de 3 cm près. Il est vrai que l'amplitude est de nouveau plus importante après la récupération partielle des eaux de déversement à LOGONE-GANI (0,38) ou à LOGONE-BIRNI (0,40 entre 1957 et 1955).

TABLEAU 1.1.4.1

Récapitulation des maximums enregistrés entre 1951 et 1960
classés par ordre croissant des maximums à LAI

Station	km	Années									
		1951	1953	1957	1958	1960	1952	1954	1959	1956	1955
		3,94	4,26	4,30	4,52	4,66	4,67	4,80	4,88	4,92	5,06
DRAIN-GOLO	81	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
LAÏ (Alt.)	100	355,25	355,57	355,61	355,83	355,97	355,98	356,11	356,19	356,23	356,37
SATEGUI	112	353,04	:	:	:	:	353,64	:	:	:	:
ERE	167	341,80	341,92	341,92	342,06	342,21	342,13	342,18	342,23	342,25	342,40
HAM	203	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
BONGOR	252	325,43	325,61	325,57	325,66	325,76	325,69	325,75	325,82	325,78	325,93
DJOKOIDI	263	:	:	:	:	:	:	323,75	:	:	:
MARAO	268	:	:	:	322,80	:	322,82	:	:	:	:
TOUKOU	275	-	321,00	321,01	321,17	321,85	-	321,10	321,43	321,14	321,22
KARTOA	278	:	:	:	320,94	:	320,98	:	:	:	:
SOUHARAYE	283	:	:	:	320,14	:	320,24	:	:	:	:
KOUMI	287	-	319,18	319,29	319,46	319,65	-	319,29	319,73	319,53	319,38
BAGALAMI	292	:	:	:	318,70	:	318,78	:	:	:	:
DJAFGA	301	-	317,05	317,19	317,45	-	316,90	317,30	317,14	316,97	:
TCHOMO	305	:	:	316,15	316,66	:	316,73	:	:	:	:
BIGUE PALAM	312	:	:	315,28	:	:	315,31	:	:	:	:
GOUËÏ	316	314,40	314,39	314,43	:	314,32	314,46	314,35	314,32	:	:
KATOA	329	312,25	312,21	312,34	312,34	312,33	312,29	312,30	312,39	312,34	312,33
GAMSEÏ	348	:	309,70	:	:	:	:	309,72	309,74	:	:
HOLLOM	395	:	:	:	:	:	:	303,21	:	:	:
LOGONE-GANA	427	-	300,58	300,58	300,67	300,91	-	300,68	300,80	300,76	300,96
LOGONE-BIRNI	463	-	296,80	296,74	296,86	297,14	296,87	297,08	297,04	297,08	297,14
FORT-LAMY	524	293,80	292,27	292,44	294,06	293,47	294,52	293,95	294,51	294,70	:

Si la courbe de remous du CHARI, dont le maximum à FORT-LAMY correspond généralement au maximum du LOGONE à LOGONE-BIRNI, n'atteint pas cette station, elle n'en est certainement pas très éloignée en H.E. Les niveaux du bas LOGONE, jusqu'à 30 km en amont du confluent, sont sous la dépendance du fleuve. L'amplitude entre le maximum de 1955 et celui de 1958 est de 2,26 m.

Le profil a été dessiné sur les planches 1.1.4.

Il est bien déterminé jusqu'à GAMSEÏ, soit sur une distance de 248 km, mais le cours inférieur, dépourvu de nivelllement général, n'a pas permis une précision aussi grande, de GAMSEÏ à FORT-LAMY, soit sur 126 km, il n'y a en effet que deux repères précis : LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI. Du point de vue pratique, (en admettant que ces recherches doivent aboutir à des aménagements), les zones peuplées sont les mieux étudiées.

La population est massée, en majeure partie, entre LAÏ et KATOA et les travaux se limiteront pendant longtemps, semble-t-il, à cette région.

Sur le tableau 1.1.4.2 sont indiquées les pentes des sections limitées par LAÏ, ERE, BONGOR, KOUTI, KATOA, LOGONE-GANA, LOGONE-BIRNI et FORT-LAMY, pour les années 1953, 1960, 1959 et 1955.

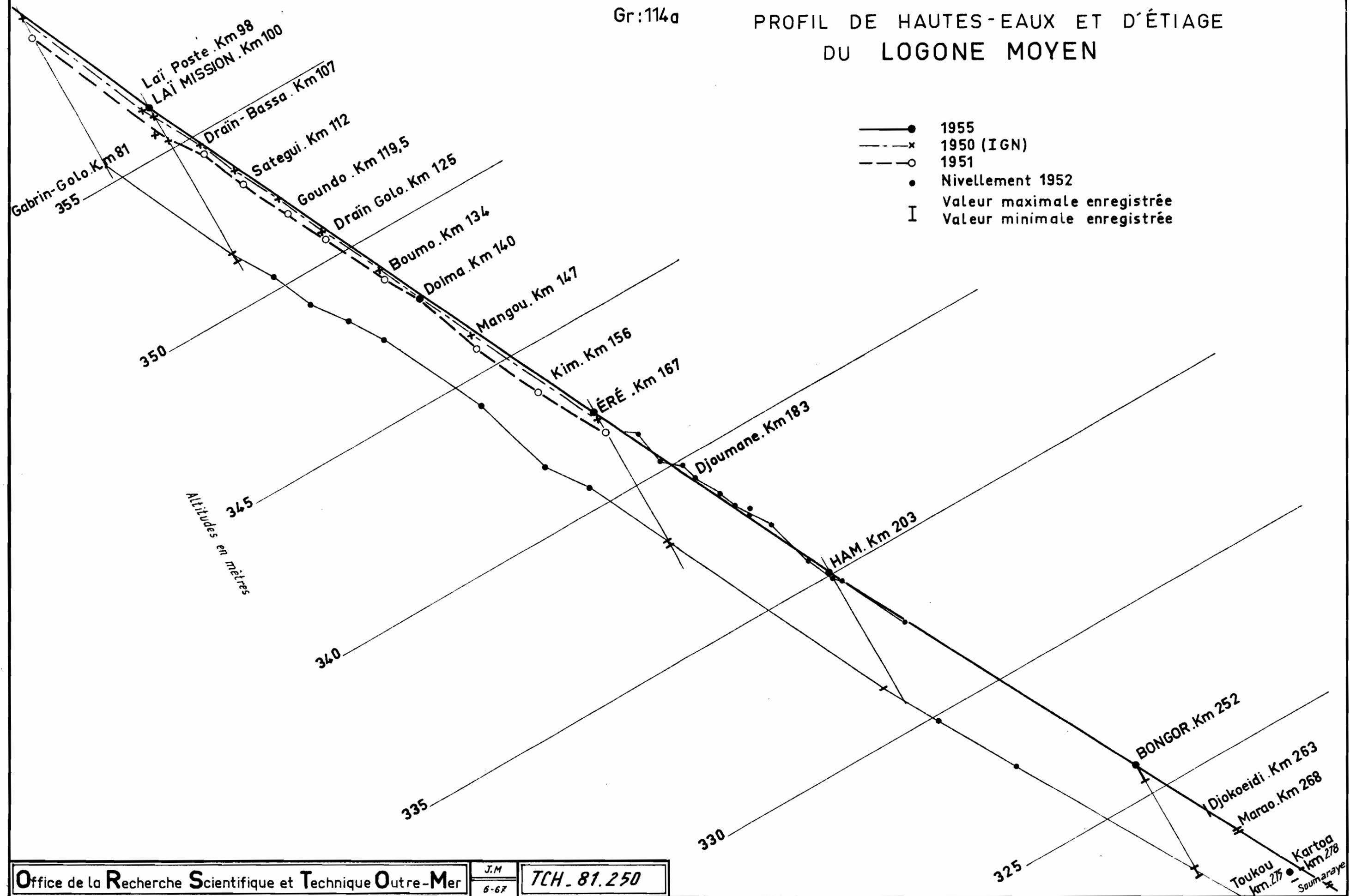
La pente diminue de plus de 20 cm/km en partant de LAÏ à moins de 4 cm/km en arrivant à FORT-LAMY. Il semble que l'on puisse distinguer 4 sections :

LAÏ-BONGOR	:	de 19 à 20 cm/km
BONGOR-KATOA	:	de 17 à 18 cm/km
KATOA-LOGONE-BIRNI	:	11 cm/km
en aval de LOGONE-BIRNI	:	4 à 5 cm/km

L'influence des endiguements du cours moyen est bien visible sur le tableau 1.1.4.2. Le profil de 1953-1955 a subi un renflement visible sur les courbes de 1959-1960 qui atteint à la hauteur de KOUTI 0,30 à 0,45 m selon l'importance de la crue. Par contre, la pente moyenne de BONGOR à KATOA n'a guère été affectée.

Gr:114a

PROFIL DE HAUTES-EAUX ET D'ÉTIAGE
DU LOGONE MOYEN



PROFILS DE HAUTES-EAUX ET D'ÉTIAGE DU
LOGONE INFÉRIEUR

Gr: 114 b

- 1955
- Valeur maximale enregistrée (voir tableaux)
- Valeur minimale enregistrée

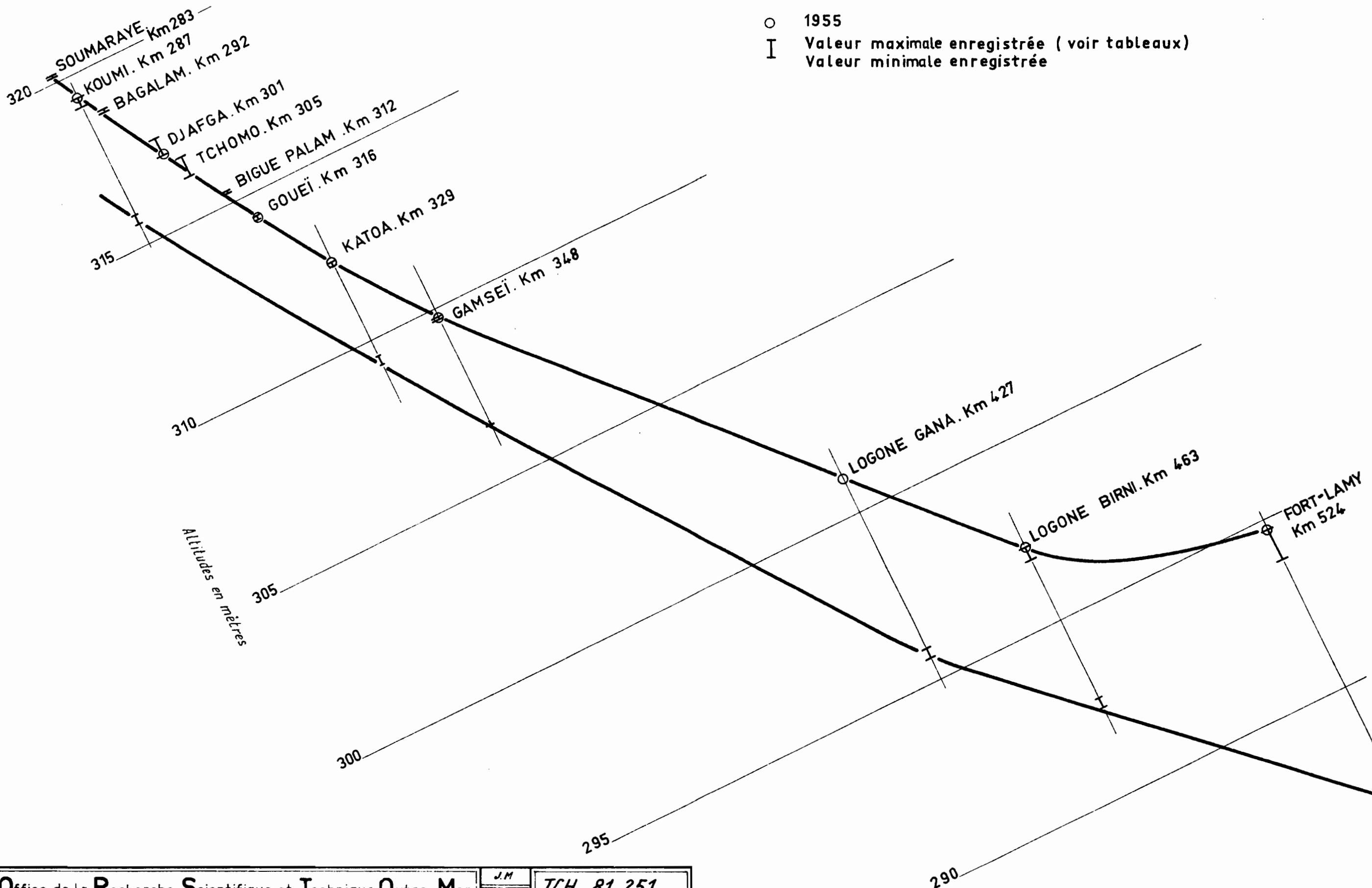


TABLEAU 1.1.4.2.
Pentes du LOGONE en hautes eaux

Sections	Distance	ΔH 53	ΔH 60	ΔH 59	ΔH 55	P 53	P 60	P 59	P 55
LAI - ERE	67	13,65	13,76	13,86	13,97	19,35	20,55	20,65	20,84
ERE-BONGOR	85	16,31	16,45	16,51	16,47	19,20	19,33	19,40	19,35
BONGOR - KOUMI	35	6,43	6,11	6,09	6,55	18,35	17,48	17,40	18,71
KOUMI - KATOA	42	6,97	7,32	7,34	7,05	16,60	17,40	17,50	16,78
KATOA - LOGONE-GANA	98	11,63	11,42	11,59	11,37	11,88	11,65	11,82	11,62
LOGONE-GANA - LOGONE- BIRNI	36	3,78	3,77	3,76	3,82	10,50	10,47	10,44	10,88
LOGONE-BIRNI - FORT- LAIY	61	3,00	-	3,09	2,44	4,92	-	5,06	4,00

TABLEAU 1.1.4.2 bis
Profils de hautes eaux entre GABRIN GOLO et ERE

		Maximum 1950	Maximum 1951
GABRIN-GOLO	: 81	: 360,497	: 359,74
LAI poste	: 98	: 356,31 cote 4,60	: 355,52 cote 3,81
DRAIN-BASSA	: 107	: 354,79	: 354,10
SATEGUI	: 112	: 353,59	: 353,04
GOUNDO	: 119,5	: 352,23	: 351,71
DRAIN-GOLO	: 125	: 350,81	: 350,53
BOUMO	: 134	: 349,01	: 348,71
DOUMA	: 140	: 347,79	: 347,50
MANGOU	: 147	: 346,10	: 345,66
KIM	: 156,2		: 343,74
ERE	: 167	: 342,28	: 341,80

Les endiguements en aval de BONGOR ont été réalisés selon le programme suivant :

1954 Digue RD (Tchad) entre OGOL et KOUMI

1956 Digue RG (Cameroun) de MARAOU à DJAFGA

Cette digue comporte des vannes pour l'irrigation des rizières : 29 vannes de 60 cm - 7 de 100 cm, alors que la digue côté TCHAD est absolument étanche.

1959 Poursuite des digues de DJAFGA jusqu'à POUSS, côté Cameroun.

Ces endiguements qui se sont révélés nuisibles côté Tchad (le casier "A" Nord BONGOR a été un échec) avaient été déconseillés par la Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD. On consultera en particulier la note A, A₂ 7 de 1950.

1.1.5. Profil en long des lignes d'étiage

Le tableau 1.1.5.1 récapitule les cotes d'étiages observées. Une partie du profil a été relevée avec précision en 1950 par l'IGN et, en 1952 et en 1955, par l'équipe hydrologique (Tableau 1.1.5.2.).

A LAI-poste, les étiages varient à l'échelle entre - 0,15 et 0,00, soit en altitude : 351,56 et 351,71.

A LAI-mission, à l'échelle entre - 0,04 et 0,20, soit entre 351,27 et 351,51 (cette station est située à environ 1 km en aval de la précédente).

Cette constance presque absolue des étiages est remarquable, alors que le lit d'étiage constitué de sable est apparemment affouillable et instable. Mais si le lit subit des déformations annuelles manifestes, son niveau moyen varie cependant relativement peu (1).

Le calcul des pentes d'étiage pour les sections déjà mentionnées pour les P.H.E. (tableau 1.1.5.3.) indique des différences sensibles avec les résultats du tableau 1.1.4.2., surtout de KOUMI à FORT-LAMY ; on devait s'y attendre connaissant les variations des profondeurs moyennes (maximales à LAI et à FORT-LAMY, minimales à KATOA). Le thalweg du Bas LOGONE ne présente pas, de ce fait, le relèvement important constaté en aval de LOGONE-BIRNI, pour le profil des P.H.E.

(1) Cela est bien visible sur le faisceau des courbes d'étiage : à LAI, pour le débit de 50 m³/s la variation extrême de position de la courbe de tarage a été de 0,24 m ; à BONGOR de 0,40 m. Ce déplacement du lit n'est plus sensible si l'on dépasse un débit de 200 m³/s. Il est dû à la création de petits barrages de sable, balayés à la première crue.

TABLEAU 1.1.5.1.
Récapitulation des niveaux des étages enregistrés
entre 1952 et 1962

Emplacement	km	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
GABRIN-GOLO	81	355,63										
LAI-poste	98	351,71	351,60									
LAI-mission	100	(351,50)	351,39	-	351,49	351,45	351,36	351,33	351,31	351,27	351,27	351,51
DRAIN-BASSA	107	350,37										
SATEGUI	112	349,12										
GROUNDÔ	119,5	348,13										
DRAIN-GOLO	125	347,22										
DOÏMA	140	344,02										
MANGOU	147	341,71										
KIM	156	340,57										
ERE	167	-	-	-	338,07	-	338,13	338,08	338,17	338,02		
DJOUMANE	183	-	-	-	335,18							
HAM	203				331,41	331,43						
DJAROUËI	209	329,85										
NAÏNA	222	327,53										
BONGOR	252	-	322,59	322,60	-	-	322,33	322,40	322,35	322,25	322,30	
TOUKOU	275											
KARTOA	278											
KOUMI	287		315,77	315,86	315,82	315,73	315,62	315,60	-	-	-	315,99
GOUËI	316											
KATOA	329	309,54	309,48	309,34	309,41	309,54	309,35	309,32	-	-	-	-
GAMSEÏ	348					306,54						
LOGONE-GANA	427			295,84	295,86	-	295,74	-	295,69	295,61	295,72	295,90
LOGONE-BIRNI	463	-	-	292,38	292,52	292,63	292,47	292,48	292,43	292,38	292,60	-
FORT-LAMY	524		286,66	286,49	286,93	287,14	287,12	-	286,72	286,84		

TABLEAU 1.1.5.2

Régularité des profils

Profils d'étiage de GABRIN-GOLO à ERE

Niveau à LAI = 0,70 et 0,06
(1) (2)

Emplacement	km	Déc. 1950	5-3-1952	13-5-1955	Observations
GABRIN-GOLO	81	356,60	355,69	:	:
LAÏ-poste	98	352,41 ⁽¹⁾	351,77 ⁽²⁾	:	:
DRAIN-BASSA	107	351,23	350,37	:	:
SATEGUI	112	349,89	349,18	349,69	:
GOUNDO	119,5	348,92	348,19	:	:
DRAIN-GOLO	125	347,99	347,28	347,36	:
BOUMO	134	:	:	:	:
DOÏMA	140	347,59	344,08	:	:
MANGOU	149	342,66	341,77	:	:
KIM	159,2	340,80	340,63	340,45	:
ERE	171,2	328,57	:	338,62	:
DJOUMANE	:	:	:	335,43	:

Sur cet élément de profil, où les points relevés sont relativement rapprochés, on constate une pente très régulièrre.

TABLEAU 1.1.5.3

Pentes d'étiage

Sections	Distance	Dénivelées en m				Pentes en cm/km (10^{-5})			
		ΔH 53	ΔH 55	ΔH 57	ΔH 60	P 53	P 55	P 57	P 60
LAI-ERE	67	13,42	13,23	13,25	-	20,01	19,75	19,77	
ERE-BONGOR	85	28,80	15,80	15,77	18,94	-	18,55	18,50	18,55
BONGOR-KOUMI	35	6,82	22,25	6,71	19,48	-	19,17		
KOUMI-KATOA	42	6,29	6,41	6,27	26,44	14,98	15,26	14,92	15,22
KATOA-LOGONE-GANA	98	13,45	13,61	-	-	13,72	13,88		
LOGONE-GANA -	36	22,82	3,44	3,27	3,23	11,7	9,55	9,08	8,97
LOGONE-BIRNI -	61	5,59	5,35	5,54	-	-	9,16	8,76	9,08
FORT-LAMY									

Les pentes d'étiage sont à comparer avec les pentes du profil des P.H.E. du tableau 1.1.4.2. Ces pentes sont plus fortes dans la section LOGONE-BIRNI - FORT-LAMY.

1.2. Tracé en plan - Divagation - Evolution des berges

Deux faits aident à comprendre le tracé actuel du LOGONE dans son cours inférieur. D'une part, en aval de GABRIN-GOLO, son lit s'inscrit sur un cône d'alluvions qui s'étend jusqu'au lac TCHAD (ce cône est commun au LOGONE et au CHARI dans le cours inférieur) et, d'autre part, le lit tend, dans la période actuelle, à se déplacer vers l'Est (rive droite), sans doute grâce à une subsidence récente d'Ouest en Est.

Les circonstances de la formation du cône, et le fait qu'il a été submergé par le Lac TCHAD récemment (géologiquement parlant) jusqu'au droit de BONGOR, expliquent que les caractéristiques hydrographiques soient différentes en amont et en aval de cette station.

La pente (chapitre 1.1.) du profil est beaucoup plus forte en amont (près du double). Les profils en travers des lits majeur et mineur sont différents (chapitre 1.3.). Le tracé est également dans l'ensemble d'un type différent de part et d'autre de BONGOR. Le tracé est quasi rectiligne de GABRIN-GOLO à GAMSEÏ et ce n'est que lorsque la pente atteint moins de 14 cm au km que les méandres deviennent accusés. Dans le cours très actif de LAI à DJOUMANE, le méandre apparaît comme un état précaire : toute velléité de divagation se traduit par une érosion rapide des berges et finalement, à brève échéance, par le recouplement de la boucle, à la faveur d'une forte crue et la rectification du tracé. Une telle activité est actuellement visible à ERÉ où en 1948-1950 des repères, placés le long de la berge, ont permis d'observer un recul de 1,00 m par an environ.

A DRAIN-GOLO, nous avons assisté au recouplement d'un méandre qui s'est réalisé au cours d'une seule crue.

Les conditions hydrographiques sont différentes en aval de GAMSEÏ, correspondant à une pente plus faible et à un débit appauvri. Les méandres se sont particulièrement développés dans la partie où le LOGONE est le moins abondant et où il se partage en deux bras, entre LAHAI et KOTOFA.

Sur la branche gauche, les méandres restent cantonnés à l'intérieur d'un lit majeur aux berges quasi rectilignes, encombré d'une abondante végétation. La branche droite, plus récemment taillée dans les alluvions lacustres, sort résolument de ce lit majeur et son cours où s'écoule la presque totalité du débit ne divague pratiquement pas. Les

méandres sont dus, dans la branche de KOTOFA, à une végétation envahissante dont le développement est favorisé par l'extrême régularité du régime du LOGONE dans cette partie du cours. Le rythme de croissance de ces graminées est calqué sur le rythme des crues.

Les parties du cours où les méandres sont suffisamment accusés pour constituer des boucles sont très rares (une telle boucle se trouve à LAHAÏ sur la branche "décadente". Très rares également sont les îles le long du cours, îles qui sont du reste la conséquence de recouplements des méandres.

Par contre, les coudes à angle droit sont relativement fréquents, ils se produisent le long des berges du lit majeur qui limite efficacement les divagations du lit mineur, dans tous les cas, si l'on excepte le bras de LAHAÏ-KOTOFA.

Le coude d'ERE pourrait bien avoir une autre origine que cette réflexion contre les matériaux relativement durs formant la gouttière du lit majeur. Sans doute s'agit-il d'un ancien coude de capture qui se serait formé lors du changement de cours du lit du LOGONE, lorsque celui-ci a cessé de couler en totalité dans la dépression ERE-LOKA pour se diriger vers le Lac TCHAD.

Si les berges du lit majeur sont constituées de matériaux indurés et concrétionnés, le fond du lit mineur est sableux et mobile. En période d'étiage, il est incomplètement occupé. Des bancs de sable se sont accumulés, résultant des transports de fond de la crue précédente (l'avancement du sable nouvellement déposé est bien visible et pourrait, dans bien des cas, être cubé). Ces bancs forment autant de barrages derrière lesquels se créent en étiage des mouilles : déversoirs de faible profondeur et de grande largeur, ils rendent la navigation des pinasses impossible malgré un débit important. Le tracé du lit d'étiage est anarchique dans le lit mineur atteignant en amont de BONGOR 250 à 350 m de large. Il longe tantôt la berge droite, tantôt la berge gauche.

En aval de GAMSEÏ, le lit mineur, plus étroit, est entièrement occupé par les eaux d'étiage, sur une profondeur plus ou moins importante (1,5 à 2,00 m à LOGONE-BIRNI).

1.3. Lit du LOGONE - Profil en travers - Hauteur des berges

Le lit est de manière générale très large, souvent cent fois plus large que profond, mais les caractéristiques des profils varient de GABRIN-GOLO à FORT-LAMY et sont en relation avec le débit transporté, la pente et la genèse du lit. Apparemment, le cours inférieur s'est creusé récemment dans les alluvions du Lac TCHAD, à la faveur de la régression actuelle, d'où ses formes beaucoup plus jeunes. De plus, sur une faible distance, les différences peuvent être considérables et le tableau suivant indique entre quelles limites sont comprises les dimensions caractéristiques du lit en divers points représentatifs du fleuve.

Station	Largeur du lit			Hauteur des ber-		Profondeur maximale étage	Niveau PHE par rapport au niveau d'étage
	majeur	apparent	d'étage	Rive droite	Rive gauche		
	km	m	m				
LAÏ (bac)	5 à 6	550	90	7,00	4,80	0,70	5,05
LAÏ (mission)	"	300	100			1,00	5,05
ERE	3 à 4	300	100	3,6	3,8		4,20
COGOINA	3	150	100				
BONGOR (Cotonfran)	3 à 4	441	250	6,00	2,5	0,5	3,20
BONGOR (ville)		883	150	6,00	3,00	1,0	3,20
KOUMI	(1) 1,8	543	(2) 1,2	3,90	3,90	1,0	3,68
KATOA	0,8 à 1,2	660		4,20	3,00	2,00	3,20
GAMSEÏ	- 0,6	128 à 275		4,60	3,10	2,00	3,20
HOLLOM	1,8	193	100				
LOGONE-GANA	0,7 à 1,2	116 à 253	100				
LOGONE-BIRNI	1 à 2	200	100	5,50	4,50	3,30	5,50
FORT-FOURREAU	0,5 à 1	150	100	8,00	10,00	4,00	8,10

- (1) bras principal : 396, derrière île : 45. De plus le "bras de YRDING" commence à débiter lorsque l'échelle de BONGOR atteint 2,20.
- (2) largeur de 750 m entre KATOA et la digue de POUSS, dont une île large de 140 m.
- (3) en aval de l'île se trouvant au droit de KOUMI.
- (4) à partir de KOUMI, la section de lit majeur est légèrement différente de celle utilisée à l'amont, si on entend par lit majeur la totalité de la largeur de la zone inondée, on arrive à l'aval à des largeurs énormes.

1.4. Variation saisonnière du plan d'eau

1.4.1. Cotes mensuelles d'une probabilité de dépassement donnée

Les cotes mensuelles ayant des probabilités de 0,75, 0,50 et 0,25 d'être dépassées sont mentionnées ci-dessous :

	Proba-	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	bilité												
LAI	75 %	0,09	0,25	0,51	1,39	2,89	4,28	3,50	1,47	0,68	0,40	0,22	0,08
cotes	50 %	0,13	0,30	0,62	1,75	3,08	4,44	3,78	1,68	0,81	0,46	0,27	0,12
zéro à 351,31	25 %	0,21	0,45	0,65	1,84	3,40	4,52	4,43	1,81	0,93	0,61	0,37	0,20
ERE	75 %	0,17	0,26	0,50	1,44	2,82	3,85	3,67	1,87	0,80	0,63	0,28	0,20
cotes	50 %	0,25	0,46	0,61	1,75	3,07	3,98	3,99	1,94	1,05	0,73	0,42	0,29
zéro à 338,00	25 %	0,32	0,54	0,75	1,83	3,30	4,11	4,14	2,72	1,28	0,89	0,55	0,35
BONGOR	75 %	0,02	0,16	0,45	1,11	2,12	2,97	2,90	1,52	1,81	0,52	0,31	0,15
cotes	50 %	0,15	0,36	0,53	1,42	2,34	3,10	3,10	1,74	0,84	0,53	0,35	0,18
zéro à 322,49	25 %	0,21	0,49	0,61	1,61	2,48	3,15	3,23	1,91	1,06	0,57	0,40	0,22
KOUMI	75 %	0,20	0,40	0,68	1,64	2,69	3,61	3,47	1,90	0,91	0,61	0,41	0,23
cotes	50 %	0,39	0,61	0,83	1,81	2,83	3,66	3,73	2,08	1,09	0,84	0,60	0,36
zéro à 315,53	25 %	0,47	0,66	0,99	1,90	3,06	3,89	3,93	2,52	1,21	0,88	0,68	0,53
KATOA	75 %	0,92	1,06	1,33	1,92	3,45	3,79	3,59	2,51	1,83	1,36	1,16	1,00
cotes	50 %	1,00	1,19	1,47	2,55	3,56	3,84	3,80	2,90	1,86	1,40	1,19	1,08
zéro à 308,44	25 %	1,17	1,20	1,81	3,04	3,71	3,88	3,85	3,33	2,09	1,52	1,28	1,12
LOGONE-GANA	75 %	0,45	0,74	1,08	2,34	3,96	5,01	5,35	5,13	2,51	1,30	0,85	0,60
cotes	50 %	0,54	0,85	1,15	2,82	4,16	5,19	5,46	5,38	3,05	1,47	0,91	0,63
zéro à 295,21	25 %	0,58	0,98	1,30	3,05	4,32	5,31	5,62	5,67	3,92	1,91	1,13	0,76
LOGONE-BIRNI	75 %	0,10	0,18	0,61	1,80	2,98	3,78	4,34	4,27	2,48	0,86	0,46	0,20
cotes	50 %	0,12	0,32	0,68	1,93	3,03	3,91	4,49	4,52	2,75	0,97	0,49	0,26
zéro à 292,57	25 %	0,17	0,43	1,09	2,25	3,33	4,07	4,52	4,69	3,85	1,55	0,75	0,38

Les graphiques 1.4.1.1. et 1.4.1.2. représentent les cotes de probabilité 0,50, c'est-à-dire celles que l'on doit observer le plus fréquemment au cours d'un mois donné.

On remarquera le décalage du maximum d'amont en aval. Il a lieu le plus fréquemment en Septembre à LAÏ, en Octobre à ERE, BONGOR, KOUMI. A KATOA, la régularité est extrême pendant la période Août, Septembre et Octobre. A LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI, le maximum a lieu fréquemment en Novembre.

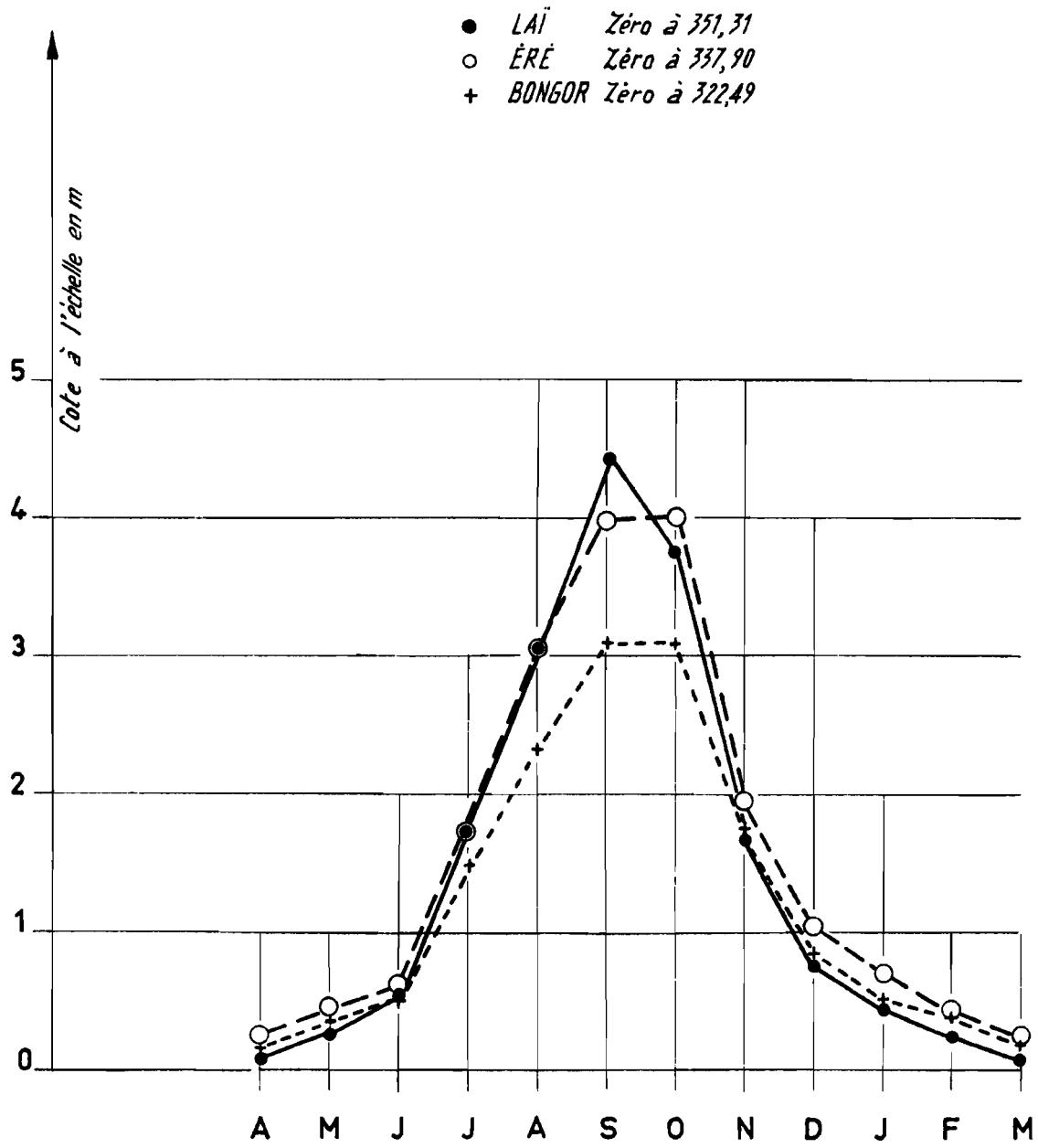
L'étiage a lieu à toutes les stations en Avril.

Les maximums maximorums sont présentés dans le tableau ci-après :

LAÏ	5,06	(zéro à 351,31)
ERE	4,40	(zéro à 338,00) le 4 Octobre 1955
BONGOR	3,44	(zéro à 322,49) le 21 Octobre 1955
KOUMI	(3,84) 4,14(1)	(zéro à 315,53) le 15 Octobre 1955 le 14 Octobre 1962
KATOA	3,95(2)	(zéro à 308,44) le 11 Septembre 1959
LOGONE-GANA	6,03	(zéro à 295,21) le 28 Septembre 1964
LOGONE-BIRNI	4,76	(zéro à 292,57) le 15 Novembre 1955

- (1) Après endiguements. Cette cote correspond à 3,84 avant les endiguements, pour un même débit.
- (2) Cote douteuse (après endiguements) ; les cotes les plus élevées avant cette période d'endiguements sont 3,89 en 1955 et 3,90 en 1956.

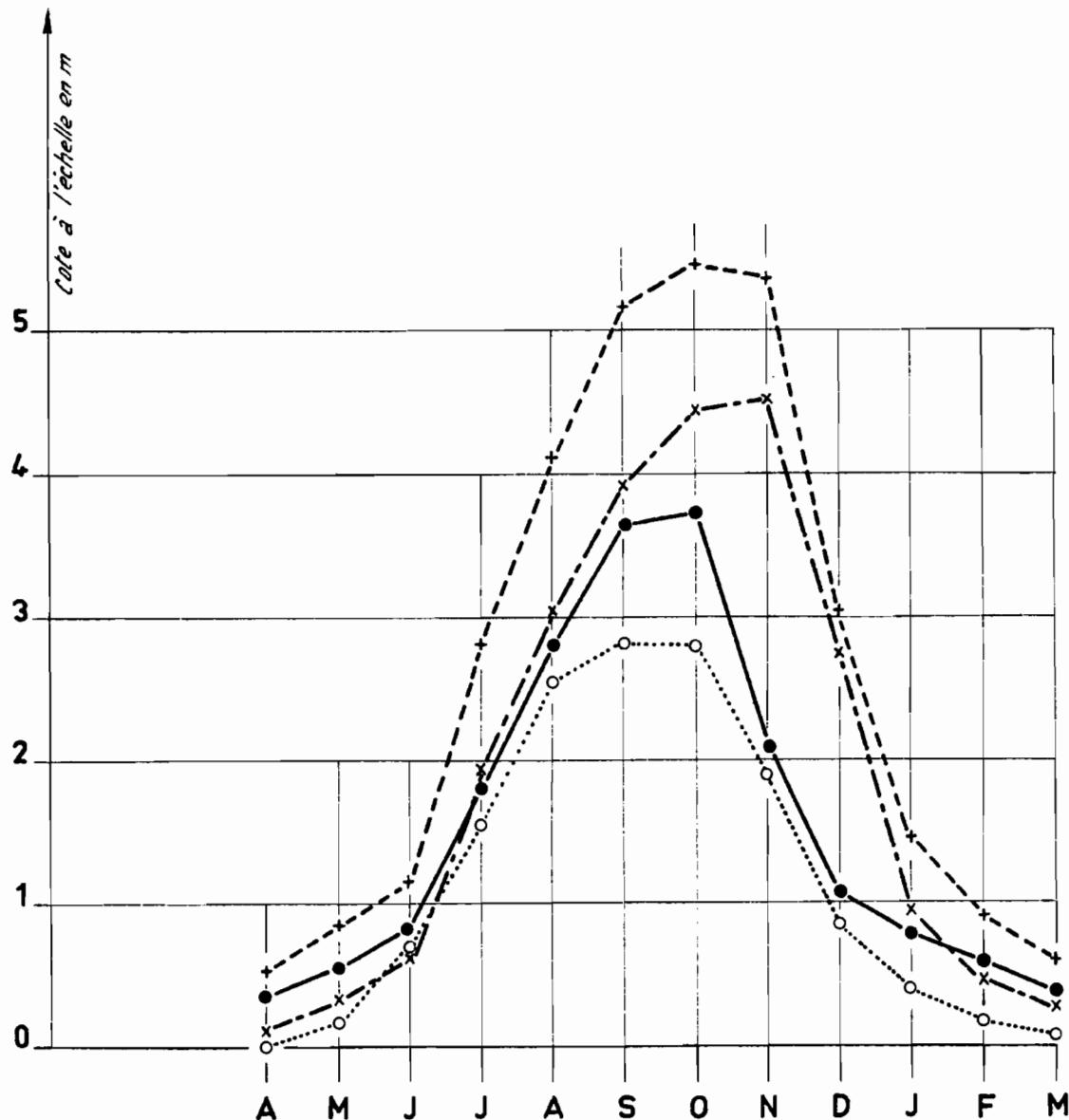
LOGONE INFÉRIEUR
HAUTEURS PROBABLES AUX ÉCHELLES



LOGONE INFÉRIEUR

HAUTEURS PROBABLES AUX ÉCHELLES

- KOUMI
- KATOA zéro à 309,40
- + LOGONE GANA
- x LOGONE BIRNI



2 - CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES du FLEUVE

2.1. Modules annuels et interannuels

Débits moyens mensuels annuels et interannuels

2.1.1. Rappel des données de base de l'étude du régime

Sept stations du LOGONE Inférieur ont été observées pendant un nombre d'années suffisant pour être prises en considération. Il convient d'ajouter à ces relevés ceux des stations de BOLOGO et de TCHOA pour l'évaluation des apports de la TANDJILE.

Le tableau ci-après résume la qualité des observations selon le code ci-après :

X : années complètes

/ : années incomplètes mais utilisables au moins pour l'étude de la crue

\emptyset : années ne présentant que quelques observations (maximum par exemple)

O : années sans observations ou avec observations inutilisables

(1) Il s'agit de l'année hydrologique d'Avril à Mars (48 signifie 1948-49).

Les débits journaliers sont consignés dans la 6ème Partie, Tome I pour LAÏ et Tome II pour BONGOR, KOUMI, KATOA, LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI. Les débits moyens mensuels et annuels et les débits caractéristiques sont calculés dans la 3ème Partie "Débits observés".

Toutefois, les observations de la station d'ERE n'ont pas été traduites en débits, cette traduction étant plus du domaine de l'interprétation que des méthodes rigoureuses qui ont pu être utilisées pour les autres stations. Les mesures dont on dispose à ERE sont en effet trop peu nombreuses et, de plus, assez douteuses comme il est exposé dans le paragraphe 2.1.2. Malgré ces considérations et la médiocrité des observations d'ERE, il est indispensable, pour la compréhension des phénomènes, d'utiliser les relevés de cette station avec les réserves qui s'imposent : en effet, la régularisation des débits et l'amortissement de la crue ont lieu en grande partie sur le parcours LAI-ERE et c'est là que se constitue le régime très spécial du cours inférieur.

2.1.2. Tarage de la station d'ERE - Débits journaliers - Débits moyens mensuels et annuels - Débits caractéristiques -

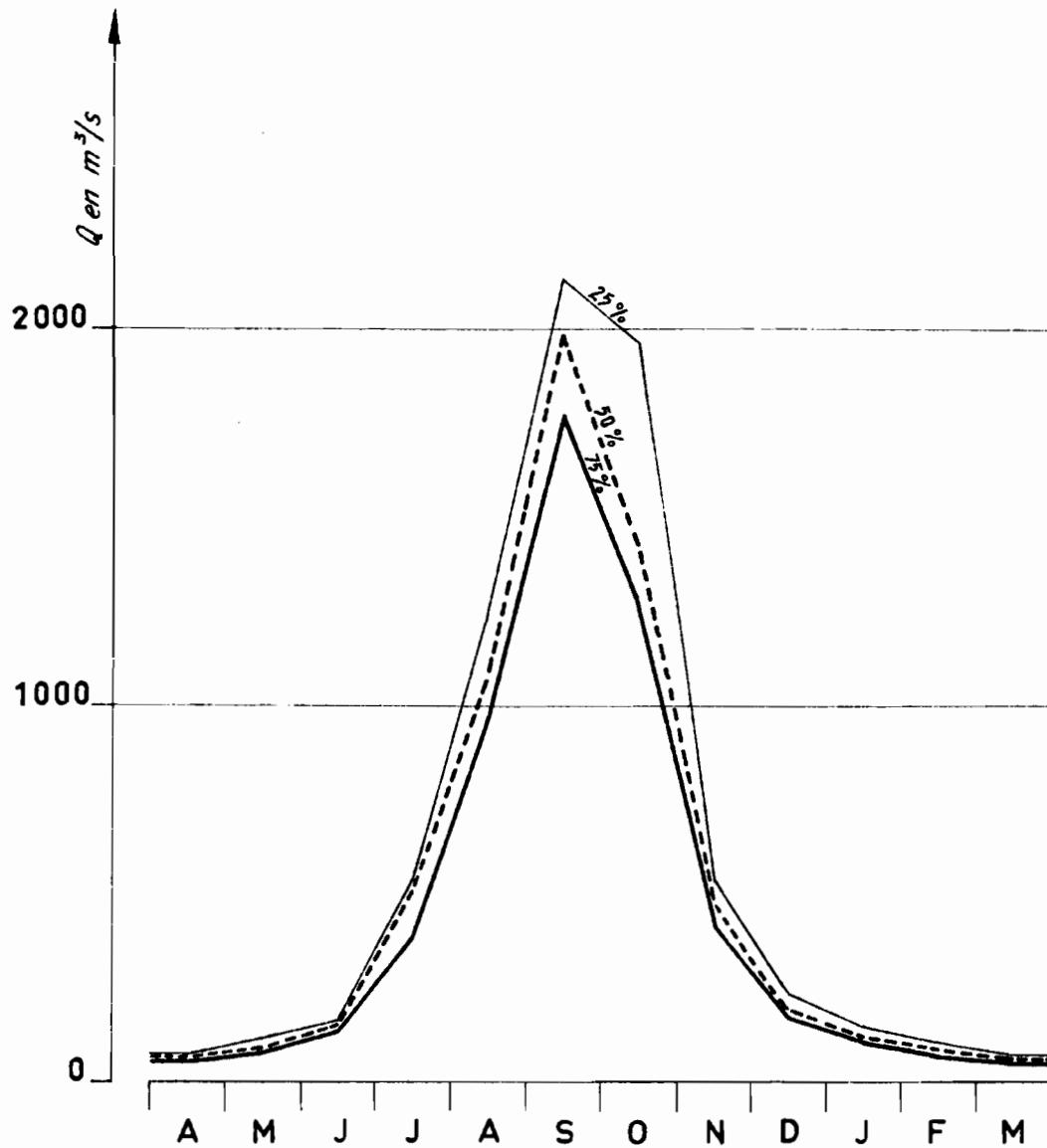
Les mesures de débits effectuées à cette station, dont on trouvera la liste ci-après, sont en nombre insuffisant pour en assurer le tarage. De plus :

- les cotes auxquelles ont été faites ces mesures sont incertaines,
- pour les mesures supérieures à la cote 3,80 à ERE, les débordements n'ont pu être mesurés, sur la rive droite, avec précision.

Sur la rive gauche, la route d'ERE à KAORAN constitue un seuil formant la séparation des déversements du LOGONE en direction de la dépression ERE-LOKA d'une part, et les courants en direction du lit majeur et de la plaine de KLOBO d'autre part. Grâce à ce seuil perpendiculaire au LOGONE, les écoulements parallèles au fleuve sont pratiquement inexistant sur la rive d'ERE, au droit de ce village.

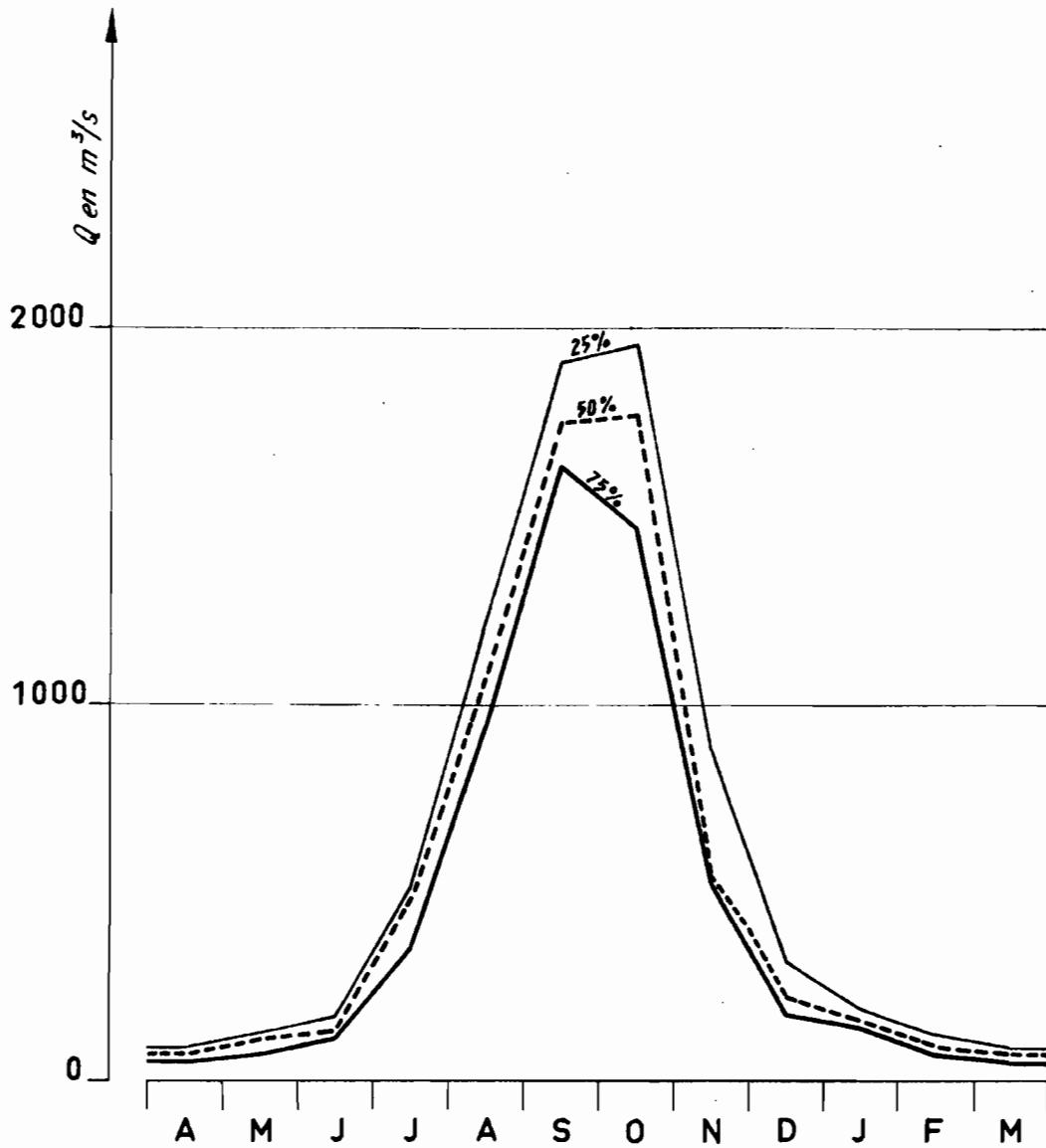
LE LOGONE à LAÏ

COURBES DES DÉBITS MENSUELS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE



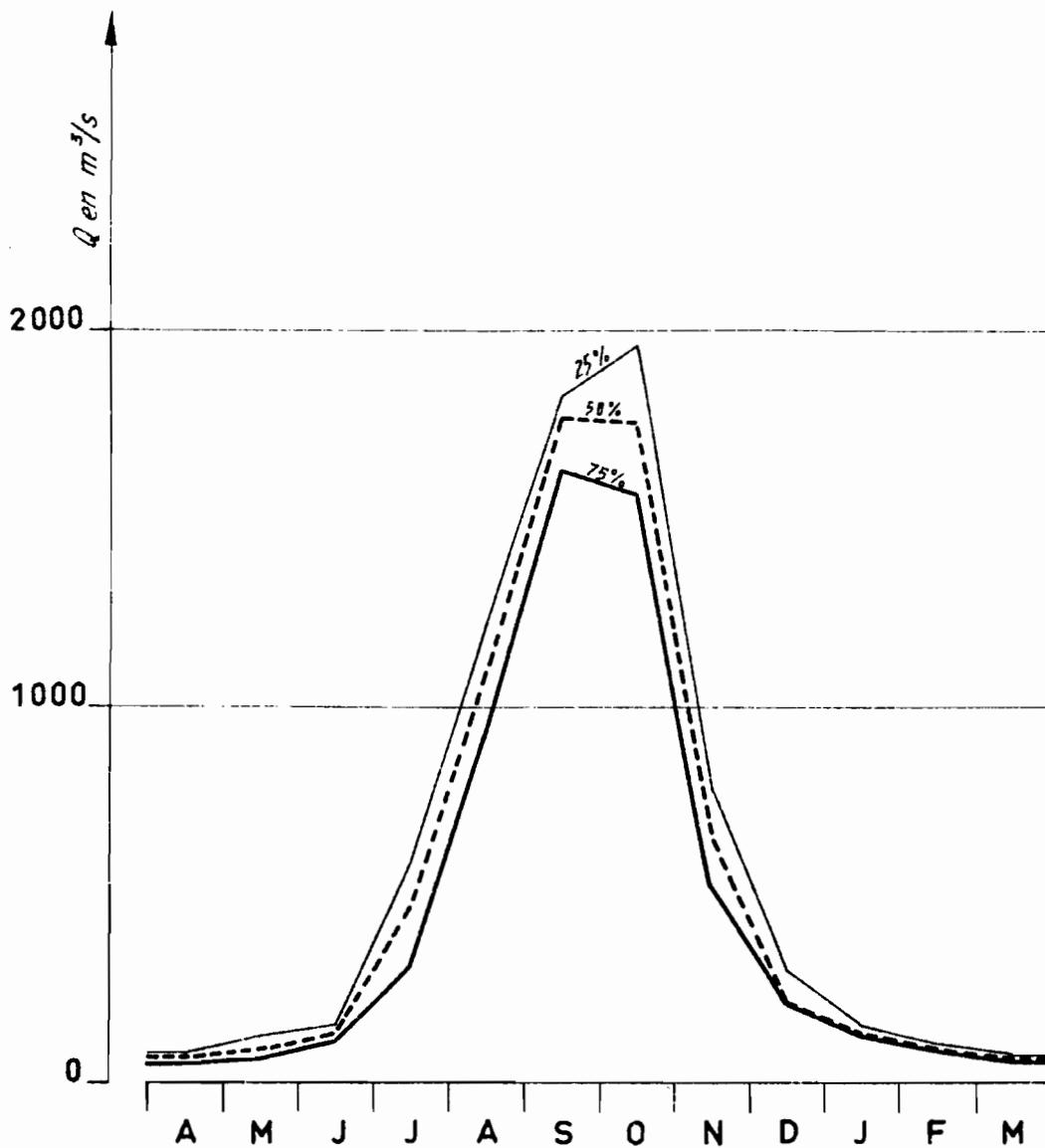
LE LOGONE à ÉRÉ

COURBES DES DÉBITS MENSUELS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE



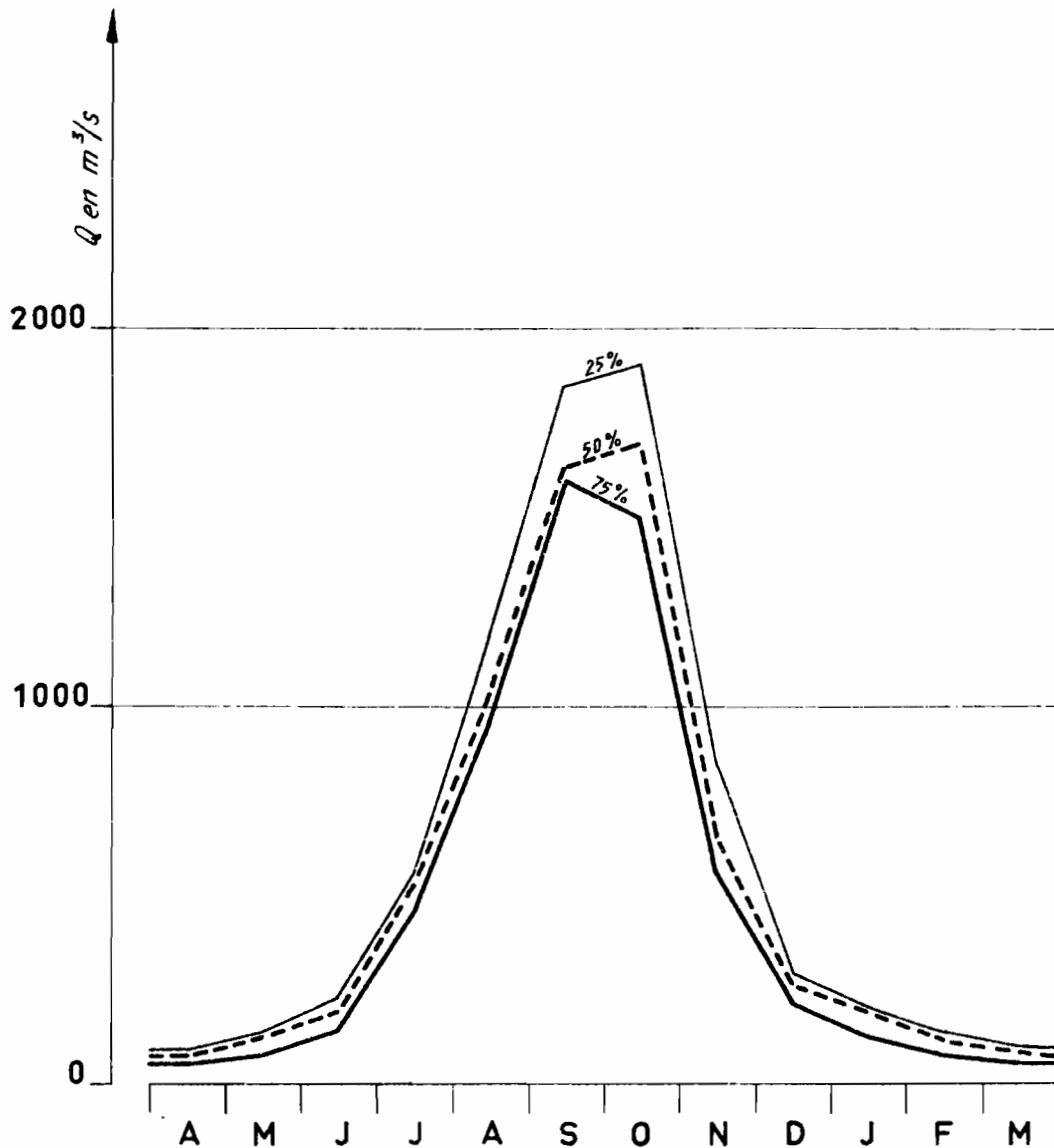
LE LOGONE à BONGOR

COURBES DES DÉBITS MENSUELS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE



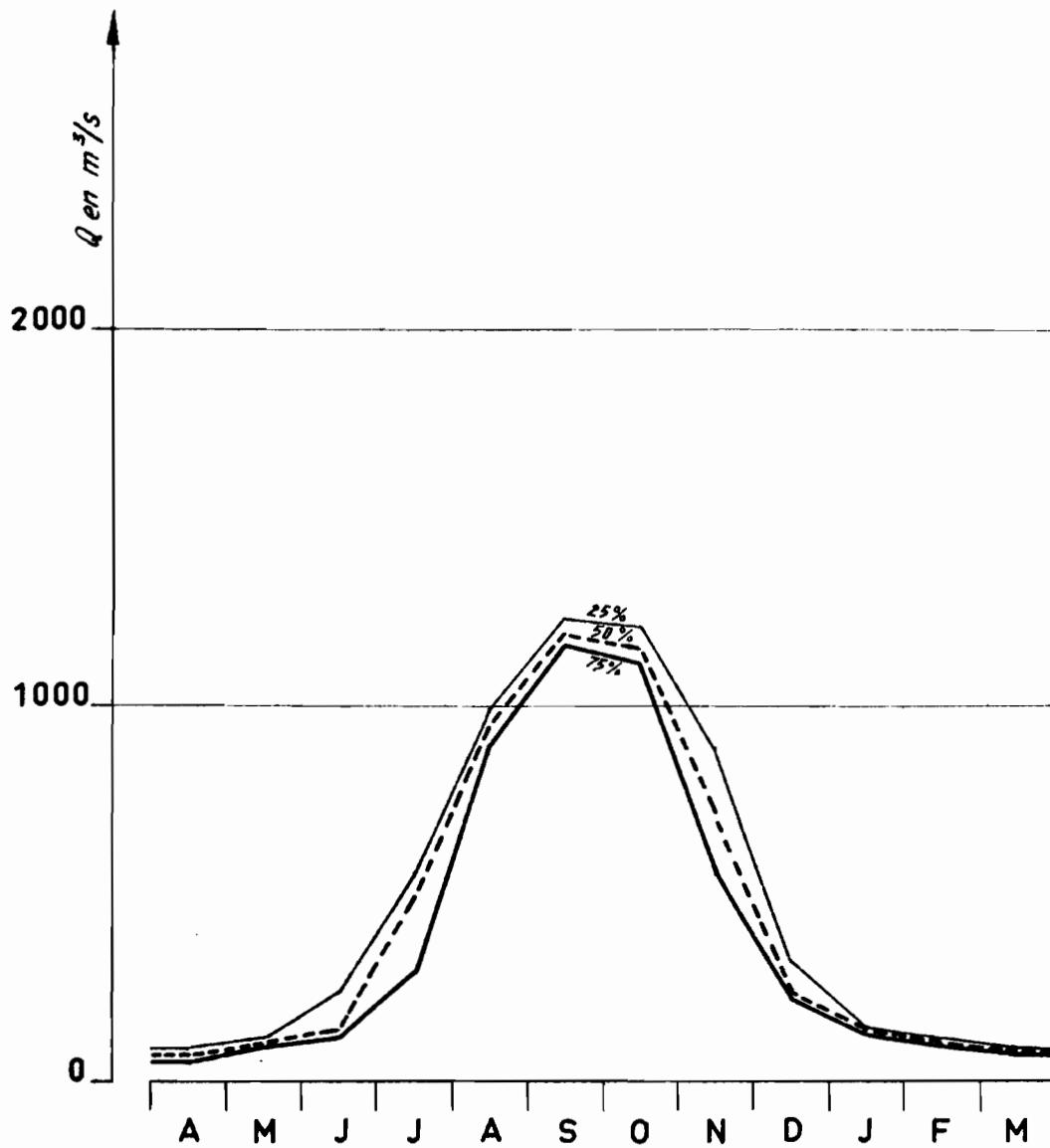
LE LOGONE à KOUMI

COURBES DES DÉBITS MENSUELS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE



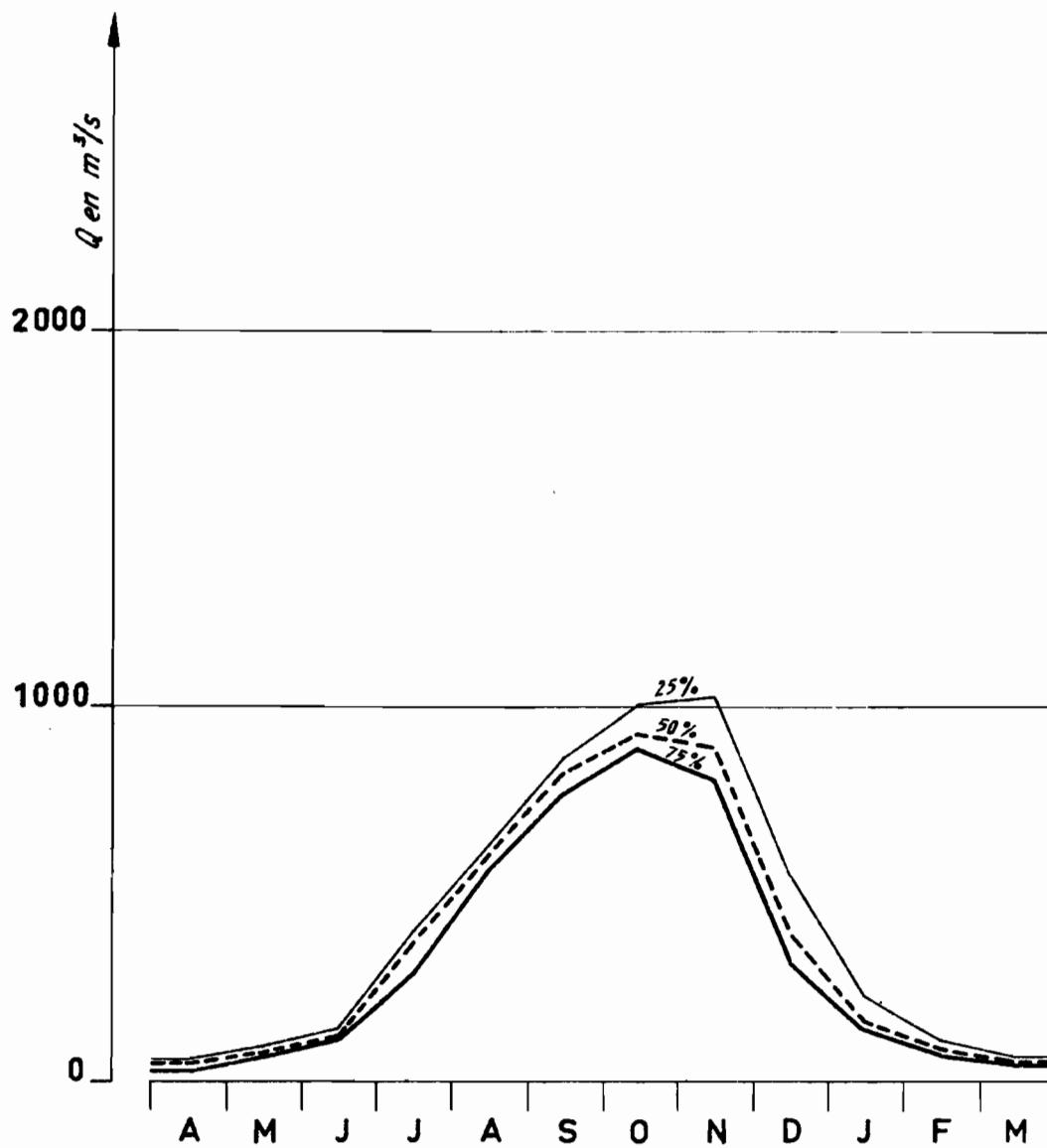
LE LOGONE à KATOA

COURBES DES DÉBITS MENSUELS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE



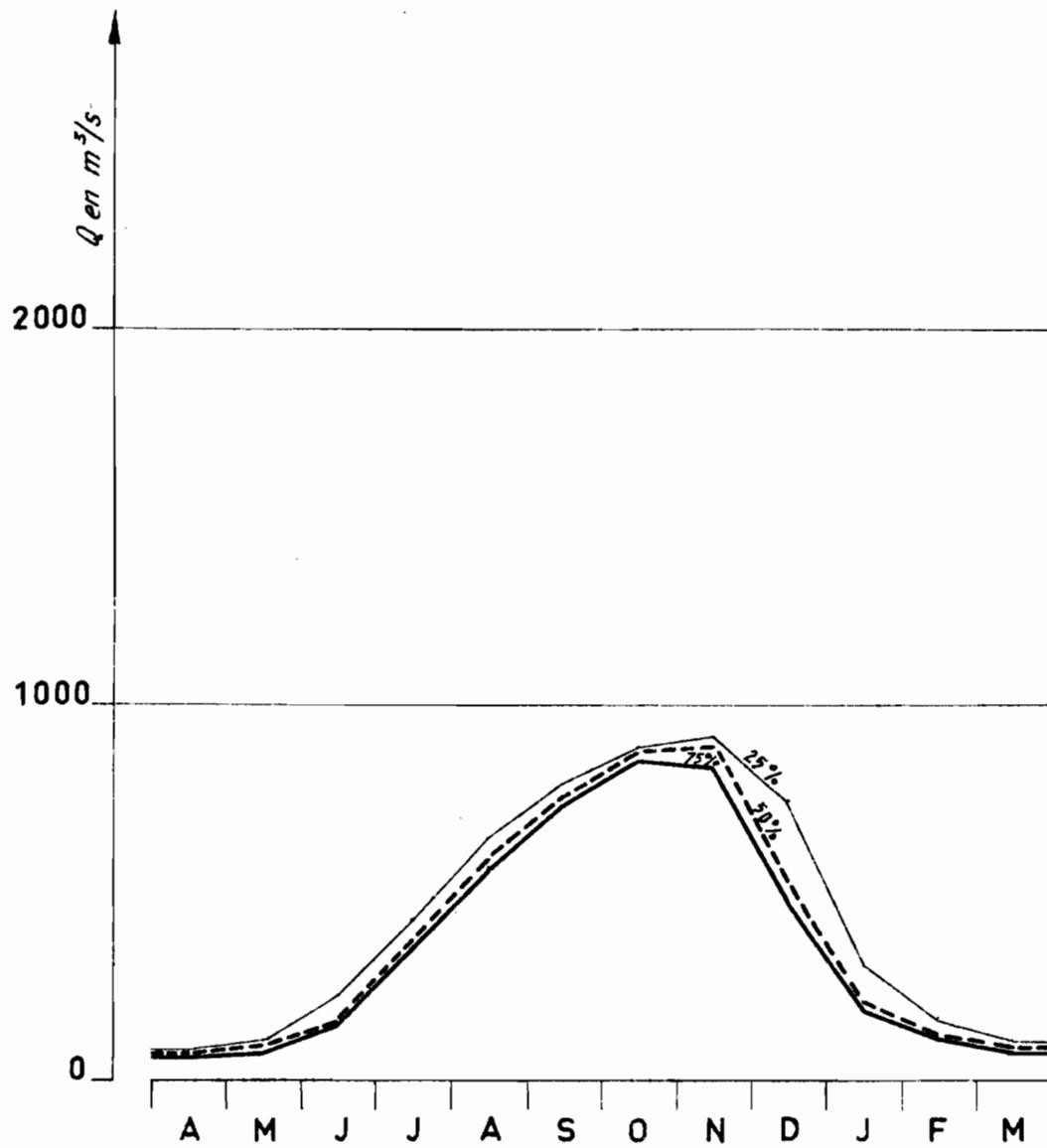
LE LOGONE à LOGONE-GANA

COURBES DES DÉBITS MENSUELS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE



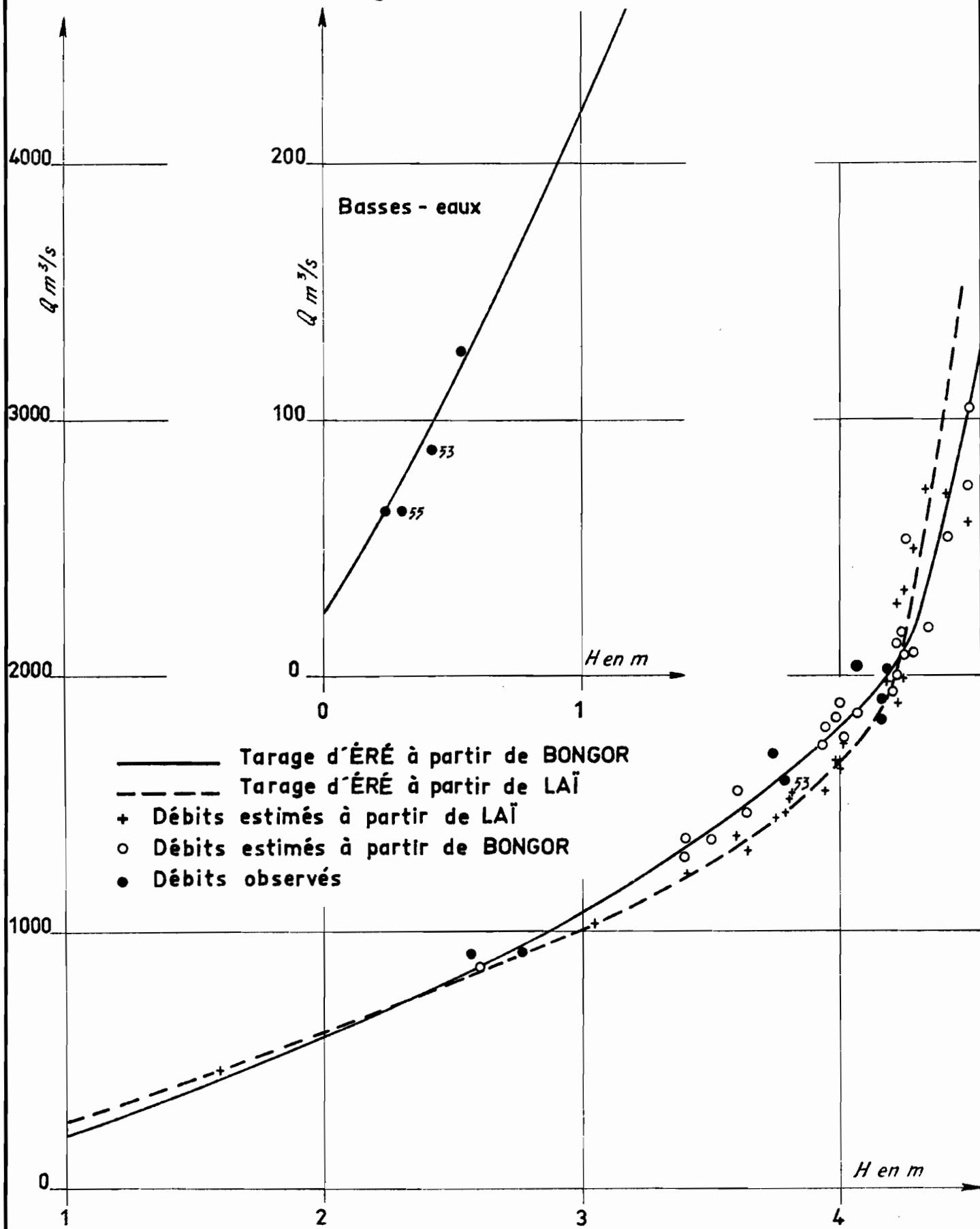
LE LOGONE à LOGONE-BIRNI

COURBES DES DÉBITS MENSUELS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE



Courbes de tarage du LOGONE à ÉRÉ

Gr : 21112



2.1.2.1. Mesures à ERE

:	Date	:	Débit	:	Cote originale	:	Zéro de l'échelle	:	Cote ramenée à 337,90	:
:	18-4-1953	:	89	:	0,27	:	337,97	:	0,34 (1)	:
:	12-9-1953	:	1592	:	3,72	:	338,00	:	3,82 (2)	:
:	18-8-1954	:	914	:	2,68	:	337,98	:	2,76 (3)	:
:	28-3-1955	:	66	:	0,24	:	337,90	:	0,24	:
:	13-5-1955	:	127	:	0,50	:	337,90	:	0,50	:
:	27-9-1955	:	2030	:	4,19	:	337,90	:	4,19	:
:										

(1) et non 0,51 correspondant au chiffre de la 2ème Partie

(2) et non 3,96 correspondant au chiffre de la 2ème Partie

(3) et non 2,68 correspondant au chiffre de la 2ème Partie

2.1.2.2. Mesures à KOLOBO

Les jaugeages effectués à KOLOBO peuvent être utilisés pour le tarage en tenant compte des apports probables de la "rivière de DJOUMANE" (drainant les déversements de rive droite en amont de KIM).

:	Date	:	H KOLOBO	:	H ERE	:	Débit total	:	Rivière DJOUMANE	:	Q probable à ERE	:
:	29-9-66	:	3,57	:	4,16	:	2140	:	15	:	2125	:
:	11-10-66	:	3,35	:	3,75	:	1730	:	0	:	1730	:

Ces débits sont les totaux de ce qui passe dans le fleuve et incluent donc les débits à ERE dans le lit majeur de la rive droite, ce qui n'était pas le cas pour les mesures précédentes d'ERE. On voit que l'on retrouve sensiblement le même débit, pour la cote 4,19 - 4,16 à ERE et des débits voisins pour la cote 3,82 - 3,75.

2.1.2.3. Tarage par comparaison avec BONGOR et LAÏ

Disposant de mesures précises des pertes le long du fleuve, ainsi que des apports de la TANDJILE, il est possible d'évaluer le débit à ERE par deux formules différentes :

a) $Q_{ERE} = Q_{LAÏ} + Q_{TANDJILE} - \text{pertes (SATEGUI et BOUMO)}$

b) $Q_{ERE} = Q_{BONGOR} - Q_{\text{Rivière DJOUMANE}} + \text{pertes (BISSIM)}$

Les résultats sont consignés dans les tableaux 2.1.2. a

2.1.2. b.

Pour éliminer les perturbations dues à l'accumulation dans le lit, seules ont été considérées les périodes d'étalement suffisamment longues. De plus, on a tenu compte de la propagation de l'onde de crue qui est en hautes et moyennes eaux de l'ordre de 5 jours entre LAÏ et ERE, et 5 jours entre ERE et BONGOR. Il faut d'ailleurs distinguer la propagation dans le lit mineur qui est très rapide, de 3 à 4 km/heure, donc de l'ordre de la journée sur les parcours LAÏ - ERE et ERE - BONGOR, et la propagation apparente de "l'onde totale" qui est retardée par le remplissage du lit majeur. La vitesse maximale de propagation a lieu au début du déversement, lorsque la profondeur est déjà grande dans le lit mineur (4 à 5 m) et le retard dû au stockage du lit majeur inexistant.

Compte tenu de l'incertitude qui résulte des différents paramètres qui ont servi à l'établir, les résultats du tarage par cette méthode sont satisfaisants. Les débits obtenus à partir de BONGOR sont systématiquement plus forts entre 1 000 et 2 000 m³/s que ceux obtenus à partir d'ERE et plus faibles au-delà de 2 000 m³/s. Ceci est dû à l'imprécision du tarage de ces deux stations principales, malgré le grand nombre de mesures de débits qui y ont été faites. Entre 1 000 et 2 000 m³/s, l'écart atteint un maximum de 150 m³/s pour 1 700 m³/s, soit de l'ordre de 10 % supérieur aux erreurs de mesures pour chaque station. L'écart, nul pour 2 000 m³/s, croît de nouveau jusqu'à 200 m³/s pour 2 500 m³/s à ERE, soit 8 %.

Par la suite, une méthode sera indiquée pour contrôler les erreurs relatives d'étalonnage des stations de BONGOR et LAÏ (paragraphe 2.2.5.4.).

Tableau 2.1.2. a

Etalonnage d'ERE en partant des débits de BONGOR

Date	ERE	Débit BONGOR	Pertes BISSIII	Récupération DJOUMANE	Q ERE
28-9-1951	3,60	1543	10	0	1553
9-10-1951	3,79	1588	10	0	1598
28-10-1951	3,64	1455	8	0	1463
27-9-1954	4,28	2039	80	35	2084
7-9-1955	3,76	1642	15	0	1657
2-10-1955	4,18	2015	70	15	2070
16-10-1955	4,50	2549	370	175	2744
26-10-1955	4,41	2366	270	100	2536
31-8-1956	3,40	1378	0	0	1378
14-10-1956	4,00	1855	37	3	1889
9-9-1957	3,60	1534	10	0	1544
28-9-1957	4,01	1740	22	3	1759
9-10-1957	3,94	1700	19	2	1717
18-9-1958	4,06	1801	30	3	1834
17-9-1960	3,99	1814	30	3	1841
30-9-1960	4,22	2015	72	25	2062
28-10-1960	4,20	1943	54	20	1977
20-9-1961	3,89	2111	120	0	2231
12-10-1961	4,25	2039	80	30	2089
18-10-1961	4,22	1967	57	25	1999
31-10-1961	3,95	1774	25	3	1796
24-7-1962	1,60	421	0	0	421
12-10-1962	4,25	2333	240	30	2523
10-9-1963	4,35	2111	120	50	2111
20-9-1963	4,23	2087	100	26	2161
7-8-1964	2,59	865	0	0	865
7-9-1964	3,81	1570	10	0	1580

Tableau 2.1.2. b

Etalonnage d'ERE en partant des débits de LAI

Période	ERE	Débit LAI + TCHCA	Pertes entre LAI et ERE	Pertes d'ERE	Q ERE
11 - 18.9.1951	3,60	1293	0	2	1291
23 - 30.9.1951	3,79	1495	10	8	1477
12 - 18.10.1951	3,64	1320	5	3	1312
11 - 15.9.1954	4,28	2804	152	142	2510
19 - 29.8.1955	3,76	1485	10	6	1469
14 - 22.9.1955	4,18	2126	67	82	1977
2 - 6.10.1955	4,50	3155	220	350	2585
13 - 16.10.1955	4,41	3178	220	254	2704
17 - 28.8.1956	3,40	1226	0	0	1226
1 - 5.10.1956	4,00	1668	20	30	1618
22.8 - 4.9.1957	3,60	1381	0	2	1379
13 - 16.9.1957	4,01	1811	35	32	1744
26.9 - 6.10.1957	3,94	1567	10	17	1540
14 - 18.9.1958	4,06	2146	75	42	2029
29.8 - 7.9.1960	3,99	1705	20	18	1667
12 - 20.9.1960	4,22	2320	94	54	2242
14 - 19.10.1960	4,20	2152	64	50	2038
11 - 14.9.1961	3,89	2447	100	15	2332
21.9 - 2.10.1961	4,25	2121	58	65	1998
3 - 8.10.1961	4,22	1992	50	56	1886
20 - 23.10.1961	3,95	1575	12	12	1551
14 - 25.7.1962	1,60	432	0	0	432
23.8 - 2.9.1962	3,05	1030	0	0	1030
24 - 30.9.1962	4,25	2505	110	60	2335
27 - 31.8.1963	4,33	3133	220	182	2731
6 - 13.9.1963	4,23	2508	110	58	2340
1 - 9.8.1964	2,59	862	0	0	862
25.8 - 3.9.1964	3,81	1541	10	10	1521
21 - 30.9.1965	3,35	1285	0	0	1285

L'évaluation des pertes par la comparaison des données des trois stations LAI - ERE - BONGOR est assez aléatoire et l'écart peut également provenir de cette incertitude lorsque le débit dépasse 1 700 m³/s.

Compte tenu de ces diverses difficultés, "l'encadrement" des évaluations d'ERE dans la fourchette LAI - BONGOR peut être estimé satisfaisant et certifie, en outre, la validité d'une bonne partie des mesures limnimétriques faites à cette station dans des conditions quasi-désespérées, les habitants s'étant révélés beaucoup plus aptes à l'agriculture et à la pêche qu'aux activités intellectuelles !

2.1.2.4. Courbe et barème d'étalonnage

Le graphique 2.1.1.1.2. représente la courbe adoptée dont voici quelques points particuliers (zéro à 337,90) :

:	H (m)	:	Q (m ³ /s)	:	H (m)	:	Q (m ³ /s)	:
:	0,10	:	35	:	3,50	:	1350	:
:	0,50	:	195	:	4,00	:	1780	:
:	1,00	:	225	:	4,10	:	1900	:
:	1,50	:	380	:	4,20	:	2040	:
:	2,00	:	580	:	4,30	:	2290	:
:	2,50	:	780	:	4,40	:	2660	:
:	3,00	:	1030	:	4,50	:	3050	:

2.1.2.5. Débits journaliers à la station d'ERE

Les hauteurs à l'échelle d'ERE sont données dans la 6ème Partie.
On trouvera en annexe les tableaux de débits journaliers correspondants.

On a reproduit ci-après les débits mensuels (tableau 2.1.2 c),
et les débits caractéristiques (tableau 2.1.2 d).

Tableau 2.1.2 c

Le LOGONE à ERE

Débits moyens mensuels et annuels en m³/s

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Module
1948-49							1777						
1949-50						1754	1690	524	166				
1950-51	(50)	(68)	113	332	1173	2206	1800	553	278	94	57	(50)	(567)
1951-52	(50)	39	91	229	893	1496	1550	735	232	141	99	62	470
1952-53	35	108				1911	1846			141			
1953-54	52	82	99	343	942	1623	1305	441	(175)	(107)	(76)	(55)	(443)
1954-55		(63)			989				(305)	(163)	63	70	
1955-56	66	124	136	493	1213	(1838)	(2663)	1046		238			
1956-57			167	370	1075	1860	1955						
1957-58	71	102		489	1061	1653	1269	531					
1958-59				813	900	1739						85	
1959-60	81	124	141										
1960-61	58	130	117	519	1267	1938	2115	1081	329	205	139	107	670
1961-62	92	116	176	759	1166	1711	1934	1163	402	197	147	111	668
1962-63	100	108	171	368	672	1631	2084	(630)	(259)	(162)	103	(77)	(533)
1963-64	(72)	143	118	481	1486	2031	1479	559	236	160	112	78	581
1964-65	80	127	162	440	1050	1910	1554	546	228	144	85	47	533
1965-66	28	68	147	505	1207	1494	908	325	152				
Moyennes	64	100	137	473	1078	1786	1729	678	251	159	98	74	555

(1) Parmi d'autres mois pour lesquels ceci est moins net, Novembre et Décembre 1961 sont suspects.

Tableau 2.1.2 d

Le LOGONE à EPE

Année	Etiage	Débits caractéristiques						Crue		Date
		DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	H max.	Q max.		
1948-49							435	2470	20-9	
1949-50							418	2012	3-10	
1950-51	50	50	70	170	750	2290	438	2584	25-9	
1951-52	31	40	75	140	800	1590	390	1670	10-10	
1952-53	31	31	95	-	-	2030	426	2172	9-10	
1953-54	35						402	1804	27-9	
1954-55	-						428	2216	16-9	
1955-56	-						451	3089	4-10	
1956-57	-						435	2470	16-10	
1957-58	-						402	1804	19-9	
1958-59	-						416	1984	10-10	
1959-60	-						443	2777	29-9	
1960-61	50	50	140	250	1340	2180	429	2238	29-9	
1961-62	70	70	140	290	1310	2100	430	2290	1-10	
1962-63	67	67	120	230	615	2200	441	2699	7-10	
1963-64	-	-	-	160	1020	2140	433	2398	2-9	
1964-65	31	40	110	210	820	2200	435	2470	29-9	
1965-66										
Médiane	40	50	110	210	820	2140				

Hauteurs rapportées à l'échelle de zéro : 337,90

2.1.3 Modules et volumes écoulés annuellement

Les modules annuels connus des stations de LAÏ, TCHOA, ERE, BONGOR, KOUMI, LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI sont récapitulés dans le tableau 2.1.3 a. Certaines années ont dû être complétées (elles sont indiquées entre parenthèses).

Les volumes écoulés annuellement correspondant aux modules précédents sont indiqués sur le tableau 2.1.3 b.

Les modules du LOGONE à LAÏ, auxquels ont été ajoutés les débits de la TANDJILE, mesurés à TCHOA, sont pris comme référence puisqu'ils commandent, dans une grande mesure, les débits de tout le système hydraulique du LOGONE Inférieur.

Sur le tableau 2.1.3 d les différences entre stations successives des volumes écoulés sont comparés aux pertes mesurées directement. On trouvera au chapitre 2, dans l'étude des crues, la récapitulation des pertes par déversement entre LAÏ et BONGOR, et leur calcul au moyen de barèmes établis en fonction des débits de LAÏ (pour les pertes entre LAÏ et KIM) en fonction des débits d'ERÉ (pour les pertes de la capture), et des débits de BONGOR (pour les pertes de la CISSI). L'écoulement de DJOURNIE est également pris en compte en fonction des débits d'ERÉ.

Les volumes annuels des pertes calculées à l'aide de ces barèmes sont portés sur le tableau 2.1.3. c. Leur total est en général supérieur aux pertes estimées par la différence des volumes du tableau 2.1.3 b : (LAÏ + TCHOA) - BONGOR, avec certains cas aberrants comme celui de 1962 où l'écart est de 700 000 000 m³.

Les volumes du tableau 2.1.3 b sont estimés, au mieux, à 2 % près, et leur différence à 4 % près, soit environ 0,8 milliard de m³ qui sont précisément de l'ordre de grandeur des plus grands écarts constatés. Il faut non seulement tenir compte de l'imprécision des étalonnages mais aussi de l'influence des pluies sur le LOGONE Inférieur, comme on le verra plus loin.

Tableau 2.1.3 a
Modules des stations du LOGONE Inférieur en m^3/s

Année	LAÏ	TCHOA	LAÏ	ERE	BONGOR	KOUMI	KATOA	LOGONE GANA	LOGONE BIRNI
(1)	(2)	(2)							
1948	(580)	15,6	596		552				
1949	(502)	15,6	518		548		((444))		
1950	(543)	(18,2)	561	567	525		((440))		
1951	(442)	(9,0)	451	470	466		((402))		
1952	(510)	15,6	526				((405))		
1953	(423)	15,6	439	443	443	((435))	((390))	339	338
1954	654	15,5	670		621	((569))	((482))	-	439
1955	708	13,3	721		685	(609)	(507)	442	445
1956	567	15,6	583		565	546	(454)	395	405
1957	468	14,9	483		507	(499)	(447)	(366)	389
1958	522	10,7	533		525	((527))		391	406
1959	(529)	11,3	540		516	((524))		((357))	385
1960	650	(22,3)	672	670	646	((655))		442	461
1961	573	(21,6)	595	(668)(3)	(611)	((613))		442	
1962	538	(17)	555	533	538	558			
1963	(587)	(8,3)	595	581	595	(611)		(394)	
1964	(513)	(17,7)	531	533	507	(559)		(395)	
1965	416	(8,7)	425			((478))		((331))	

(1) Année hydrologique du 1er Avril de l'année indiquée au 31 Mars de l'année suivante.

(2) Pour 1950, 1951, 1960, 1961, 1963, 1964 et 1965, les modules à TCHOA ont été calculés en multipliant les modules de BOLOGO par 1,45. Les modules connus de cette station sont :

Année	1950	1951	1954	1955	1960	1961	1963	1964	1965
Module	12,6	6,2	10,2	10,4	15,4	14,9	5,7	12,2	6,0

(3) Résultat très douteux.

Tableau 2.1.3. b

Volumes écoulés aux stations du LOGONE Inférieur en milliards de m³

Année	LAI	TCHOA	LAI + TCHOA	ERE	BONGOR	KOUMI	KATOA	LOGONE- GANA	LOGONE- BIRNI
1948-49	(18,3)				17,4				
1949-50	(15,9)				17,3		14,0		
1950-51	(17,2)	0,58	17,8	17,9	16,6				
1951-52	14,0	0,29	14,3	14,8	14,7		12,7		
1952-53	16,1						12,8		
1953-54	13,4			14,0	14,0	13,7	12,3	10,7	10,7
1954-55	20,7	0,49	21,2		19,6	17,9	15,2		13,8
1955-56	22,4	0,42	22,8		21,7	19,2	16,0	14,0	14,1
1956-57	17,9	0,49	18,4		17,8	17,2	14,3	12,5	12,8
1957-58	14,8	0,47	15,3		16,0	15,7	14,1	11,5	12,3
1958-59	16,5	0,34	16,8		16,6	16,6		12,3	12,8
1959-60	16,7	0,36	17,1		16,3	16,5		11,3	12,2
1960-61	20,5	0,70	21,2	21,1	20,4	20,7		13,9	14,5
1961-62	18,1	0,68	18,8	21,1(2)	19,3	19,3		13,9	
1962-63	17,0	0,54	17,5	16,8	17,3	17,6			
1963-64	(18,5)	0,26	18,8	18,3	18,8	19,3 ¹⁾		12,5	
1964-65	(16,2)	0,56	16,8	16,8	16,0	17,6		12,5	
1965-66	13,1	0,27	13,4			15,1		10,4	

(1) Suspect

(2) Erronné

Tableau 2.1.3 c

Volumes des pertes calculées directement en milliards de m³

Année	(1) Pertes de LAI à KIM	(2) Pertes d'ERE	(3) Total entre LAI et ERE (1+2)	(4) Apport rivière DJOUHANE	(5) Pertes BISSIM	(6) Total entre ERE et BONGOR (4-5)	(7) Total entre LAI et BONGOR (3+6)	(8) Differenc des volumes écoulés en- tre LAI et BONGOR
1948-49								
1949-50								
1950-51	0,36	0,54	0,90	0,14	0,20	0,06	0,96	1,2
1951-52	0,02	0,02	0,04	0	-	-	~ 0	- 0,4
1952-53	0,26	0,32	0,58	0,06	-	-		
1953-54	0,05	0,05	0,10	0,003	-	-		
1954-55	0,46	-	-		0,22	-		1,6
1955-56	0,63	0,87	1,50	0,32	0,73	0,41	1,91	1,1
1956-57	0,35	0,34	0,69	0,08	0,25	0,17	0,86	0,6
1957-58	-	-	-			-		- 0,7
1958-59	0,15	0,14	0,29	0,02	0,08	0,06	0,35	0,2
1959-60	0,37	-	-	0,13	0,28	0,15	0,9	0,8
1960-61	0,39	0,49	0,88	0,11	0,29	0,18	1,06	0,8
1961-62	0,24	0,25	0,49	0,05	-	-		
1962-63	0,33	0,36	0,69	0,09	0,41	0,32	1,01	0,2
1963-64	-	0,33	-	0,09	0,28	0,19		0,0
1964-65	0,23	0,29	0,52	0,07	0,11	0,04	0,56	0,8
1965-66	0,02	0,02	0,04	0	-	-	0,06	

Nota : Dans la 8ème colonne ont été reportées les différences des volumes entre LAI et BONGOR qui devraient être égaux au total des pertes entre LAI et BONGOR de la 7ème colonne.

Tableau 2.1.3 d

Pertes dans les diverses sections évaluées par différence
des volumes annuels écoulés

Module en m³/s (LAI + TCHOA seulement) - Volumes perdus en milliards de m³

Année	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Module LAI + TCHOA	561	451	-	-	670	721	583	483	533	540	672	595	555	595	531	425
Différence (LAI + TCHOA)-ERE	-0,5										0,1		0,7	0,5	0	(-0,3)
" LAI + TCHOA-BONGOR	1,2	-0,4			1,6	1,1	0,6	-0,7	0,2	0,8						
" ERE-BONGOR			0								0,7		-0,5	-0,5	0,8	(0)
" BONGOR-KOUMI			0,3	1,7	2,5	0,6	0,3	0	-0,2	-0,3		-0,3	-0,5	-1,6(1)		
" BONGOR-KATOA		2,0		1,7	4,4	5,7	3,5	1,9								
" KOUMI-KATOA			1,4	2,7	3,2	2,9	1,6									
" KOUMI-LOGONE-GANA								4,3	5,2	6,8	5,4		6,8	5,1		
" KATOA-LOGONE-GANA			1,6	1,4	2,0	1,8	2,6									
" LOGONE-GANA-LOGONE-BIRNI		0		-0,1	-0,3	-0,8	-0,5	-0,9	-0,6				(-0,5)	(-0,7)		
Total des pertes				7,4	8,7	5,6	3,0	4,0	4,9	6,7			(5,8)	(3,6)		
Volume LAI + TCHOA				21,2	22,8	18,4	15,3	16,8	17,1	21,3			18,8	16,8	13,3	
" LOGONE-BIRNI				13,8	14,1	12,8	12,3	12,8	12,2	14,5			13,0	13,2	(10,7)	
% du volume des pertes par rapport à LAI + TCHOA				35	38	30	20	24	29	31			31	21		

(1) KOUMI suspect.

Cette erreur pourra être considérablement réduite en considérant seulement les différences des volumes correspondant aux débits dépassant 1 500 m³, les seuls pour lesquels ont lieu les déversements. Cette méthode ne prend en compte qu'une période relativement brève et évite de cumuler les erreurs effectuées sur les débits de moyennes et de basses eaux avec les erreurs des débits de hautes eaux.

En tout état de cause, les volumes mesurés directement paraissent toujours plus forts que les débits résultant des différences entre les volumes estimés aux stations du fleuve. Nous en donnerons ultérieurement la raison.

Inversement, les différences des volumes écoulés à LAÏ et à BONGOR sont moins importantes que ne le laissait penser a priori la décroissance spectaculaire de 30 à 40 % des débits de crue entre ces deux stations. La raison en est simple et sera étudiée avec précision au chapitre des crues : l'amortissement des maximums résulte moins des pertes par déversement que du stockage dans le lit, qui est évidemment restitué à la décrue et n'apparaît pas dans le bilan annuel.

Entre BONGOR et KOUMI, les pertes sont presque nulles depuis l'endiguement des rives TCHAD et CAMEROUN.

Entre KOUMI et KATOA, elles sont énormes et atteignent 3 milliards de m³ : 15 % du volume annuel lors des fortes crues.

Entre KATOA et LOGONE-GANA, elles sont proportionnellement aussi fortes, malgré la récupération d'une partie des déversements grâce à la LOGONATIA et à la KOUNAMBOU, extrémité Nord du BA ILLI.

Enfin, entre LOGONE-GANA et le CHARI, il n'y a plus de variation notable des volumes écoulés, LOGONE-BIRNI, en particulier, étant très semblable à LOGONE-GANA.

Ainsi, entre LAÏ et FORT-LAMY, le LOGONE perd 14 % de son débit en année faible du type 1965, et 38 % en année abondante du type 1955.

2.1.4. Correspondance entre les modules LAÏ + TCHOA (LOGONE + TANDJILE) et les modules des stations en aval de LAÏ.

Les graphiques 2.1.4 a, b, c, d, e montrent qu'une corrélation existe entre les modules de LAÏ + TCHOA et ceux des stations du LOGONE Inférieur.

2.1.4 a Les modules d'ERE sont très proches des modules LAÏ + TCHOA, seule l'année 1961 est aberrante (1), nous le savons déjà.

2.1.4 b La correspondance entre BONGOR et LAÏ + TCHOA est excellente, d'autant que, comme il a été indiqué, les pertes entre LAÏ et BONGOR ne sont pas considérables : la dispersion résulte ou des erreurs d'observation, ou de l'influence des précipitations.

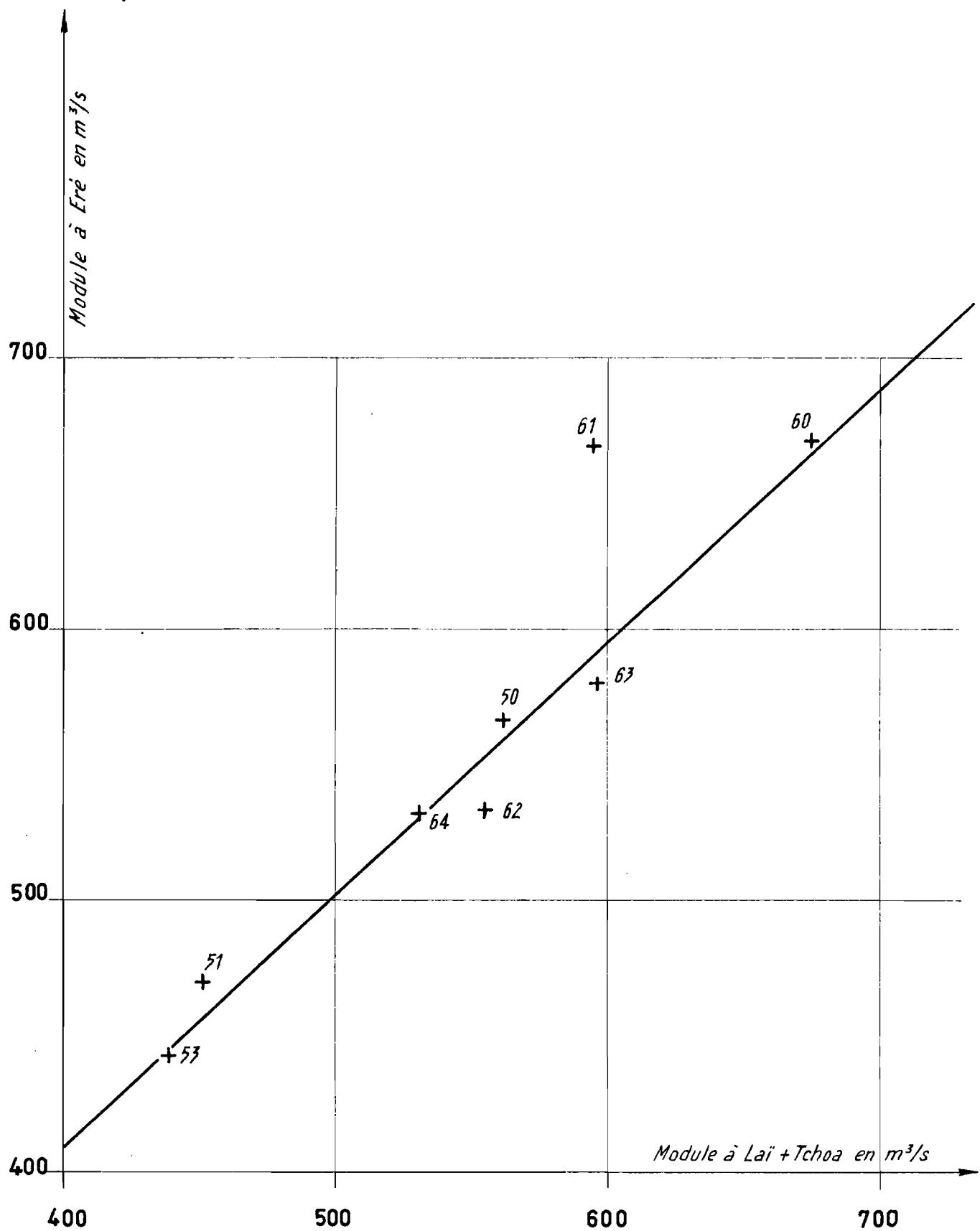
Pour la période d'observation commune de 16 ans (1948-1964), les caractéristiques des deux stations sont les suivantes :

:	x = LAÏ + TCHOA	:	y = BONGOR
Module moyen (m ³ /s)	563,5	:	553,8
Ecart-type (m ³ /s)	64,7	:	78,1
Coefficient de corrélation:		:	0,957
Droite de régression	y [*] = 553,8 + 0,793 (x - 563,5)	:	

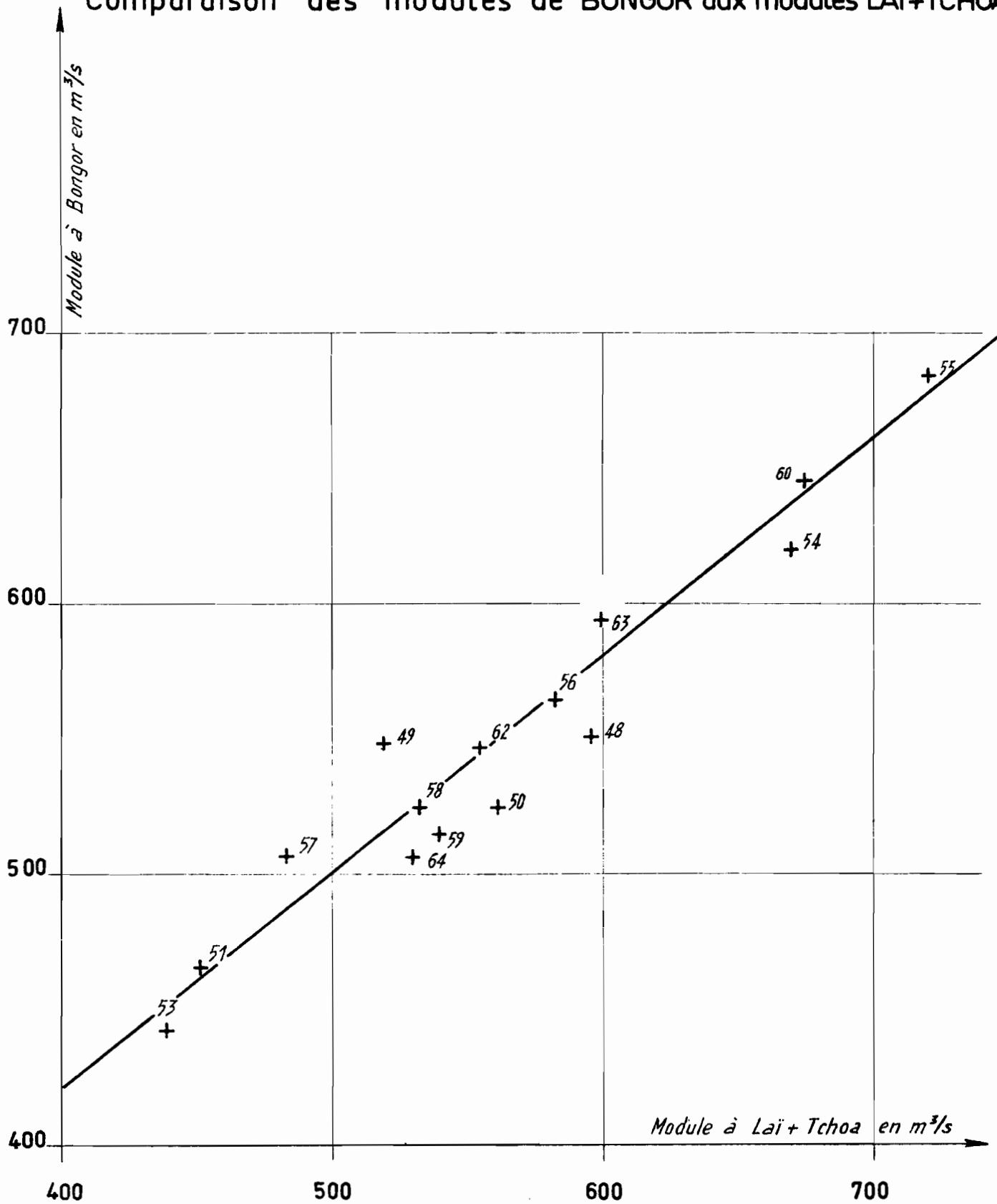
2.1.4 c La correspondance entre KOUNI et LAÏ + TCHOA est particulière : elle est différente avant 1955, et les endiguements des deux rives, et après 1955 alors que toutes les pertes ont été réduites à néant. Il y a donc deux courbes de correspondance. Les années 1960 et 1965 semblent aberrantes du fait d'observations défectueuses, d'ailleurs la qualité des lectures de KOUNI, inférieure à celle des lectures de BONGOR, ne peut pas permettre de corrélations sans défaut.

(1) ERE a été étalonné par correspondance avec les stations de LAÏ et de BONGOR. La corrélation existe donc a priori.

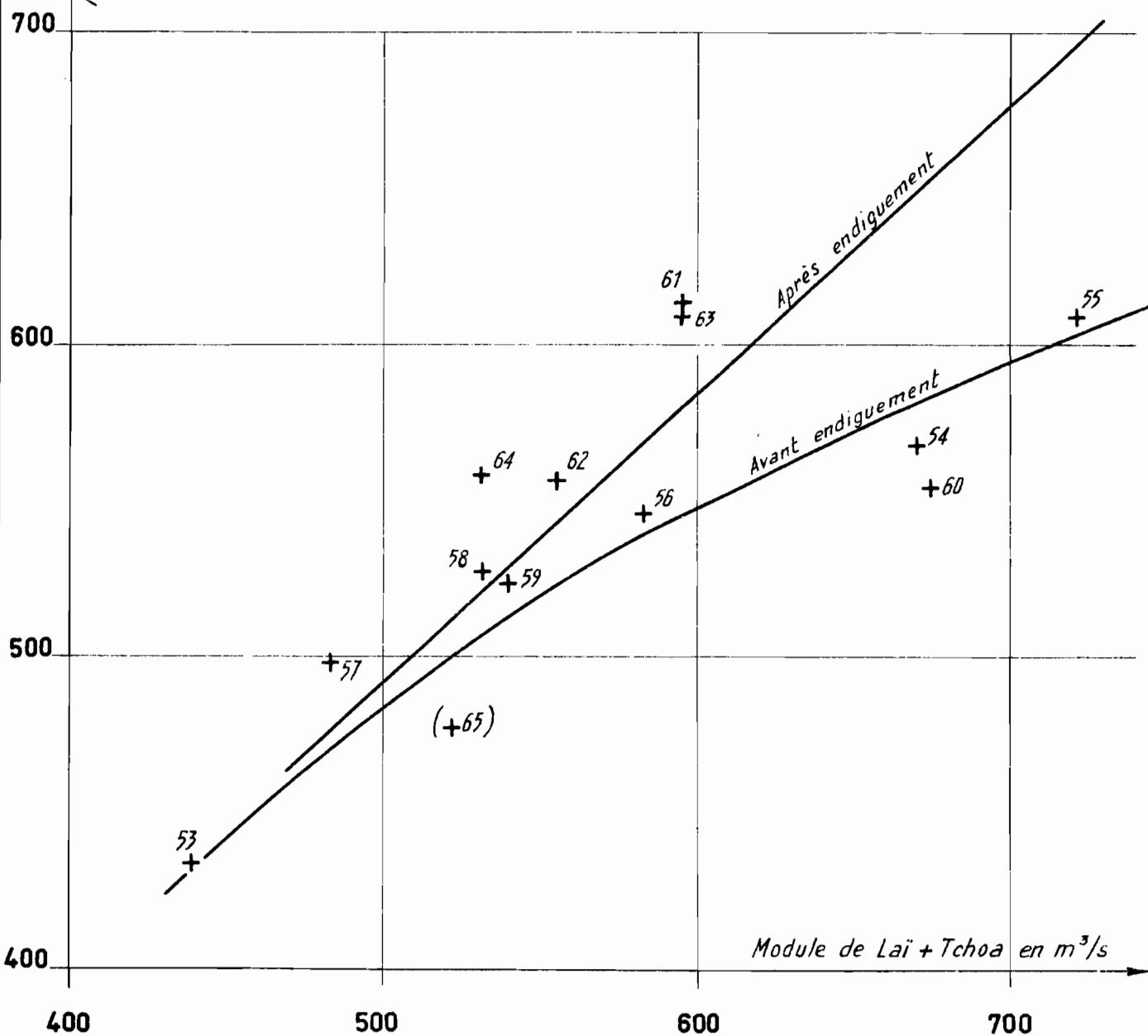
Comparaison des modules d'ÉRÉ aux modules de LAÏ+TCHOA



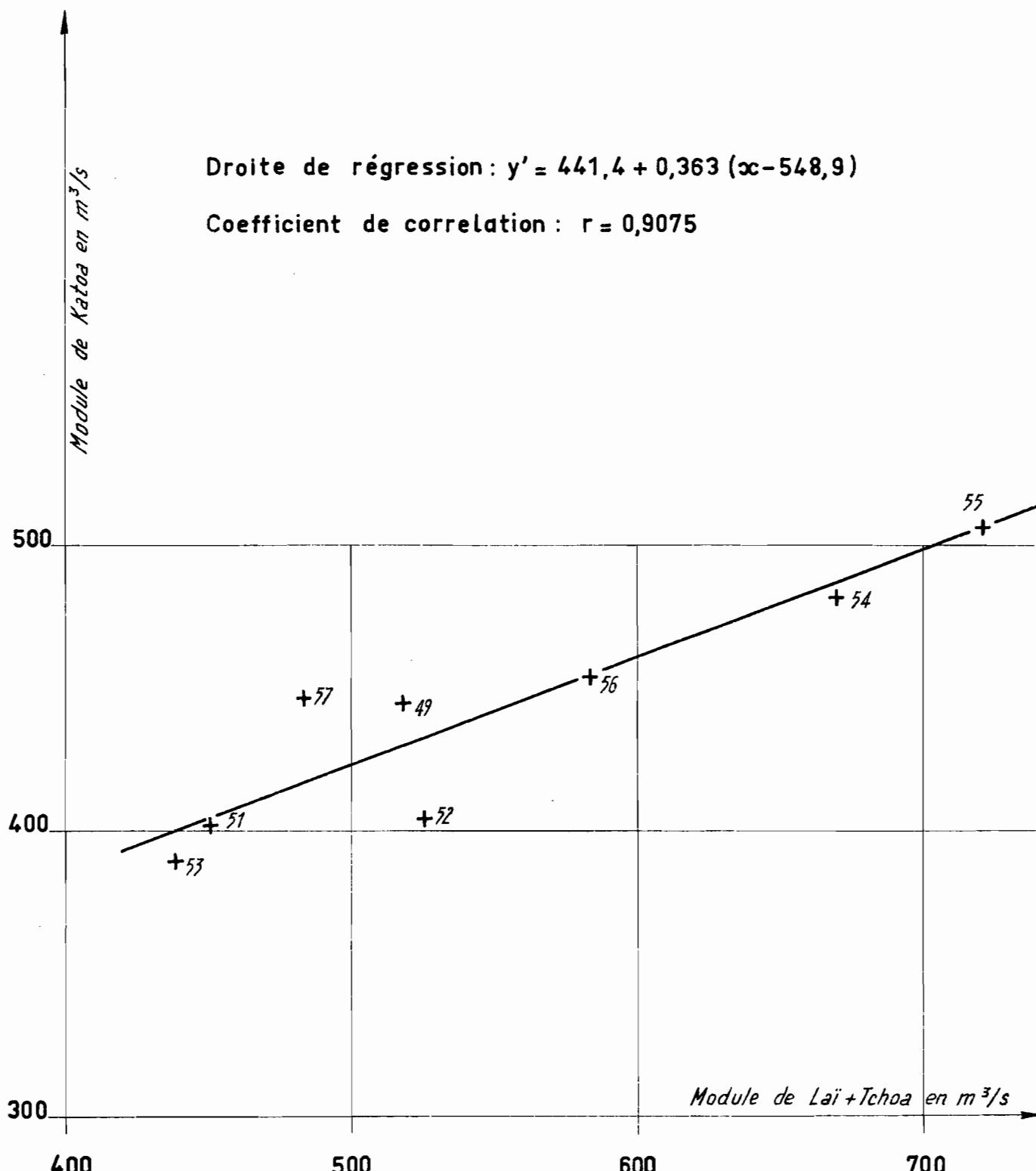
Comparaison des modules de BONGOR aux modules LAÏ+TCHOA



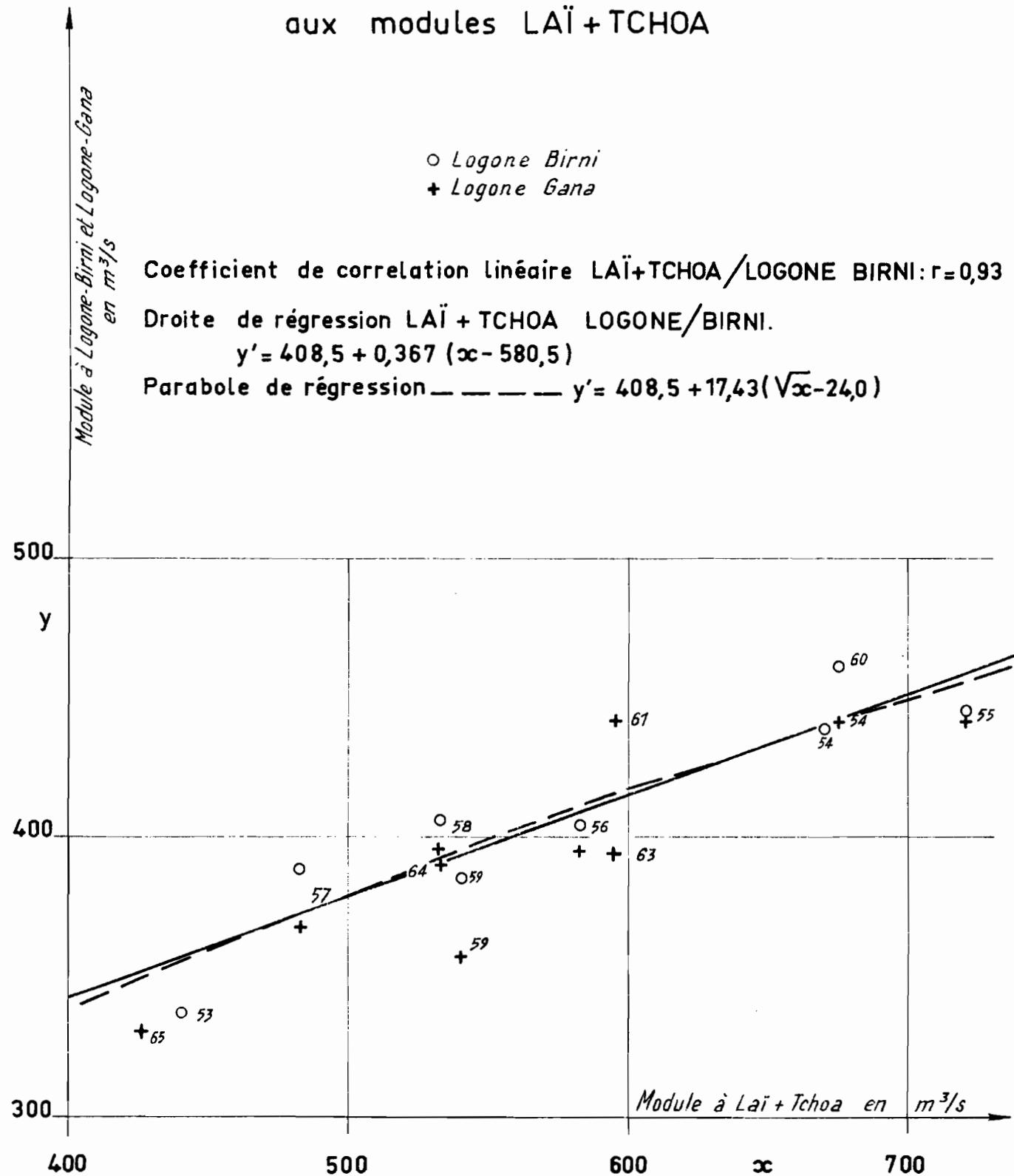
Comparaison des modules de KOUMI aux modules LAÏ + TCHOA



Comparaison des modules de KATOA aux modules LAÏ+TCHOA



Comparaison des modules à LOGONE -GANA et LOGONE -BIRNI
aux modules LAÏ + TCHOA



2.1.4.d La corrélation entre KATOA et LAI + TCHOA est excellente, contre toute attente, puisque les débits sont profondément modifiés, les crues étant "laminées" jusqu'à 1 200 m³/s.

Pendant la période d'observation de 8 ans (1949-1957) les caractéristiques sont les suivantes :

:	x = LAI + TCHOA	y = KATOA
:	548,9	441,4
:	102,1	40,8
:	0,908	
:		$y^* = 441,4 + 0,3633 (x - 548,9)$

2.1.4 e La corrélation entre LOGONE-BIRNI et LOGONE-GANA est excellente et quasi fonctionnelle si l'on excepte les années 1959 et 1965 de LOGONE-GANA qui sont d'ailleurs reconstituées en partie. LOGONE-BIRNI étant mieux observé que LOGONE-GANA, c'est cette dernière station que nous comparons à LAI + TCHOA. La corrélation entre les modules est très bonne pendant la période d'observation commune de 8 ans :

:	x = LAI + TCHOA	y = LOGONE-BIRNI
:	581	409
:	100	39
:	0,93	
:		$y^* = 409 + 0,367 (x - 580,5)$

Il est visible qu'une courbe s'adapterait mieux à la correspondance qu'une droite. En posant $X = \sqrt{x}$ on trouve une régression meilleure :

- droite de régression : $y = 408,5 + 17,43 (X \sim 24,0)$
- coefficient de corrélation : 0,933

La parabole est d'ailleurs très proche de la droite précédente.

Cette nouvelle régression a un intérêt pour l'extrapolation des données de LOGONE-BIRNI.

On remarquera enfin que les droites de régression de KATOA et de LOGONE-BIRNI, par rapport à LAÏ + TCHOA, sont parallèles et décalées de 44 m³/s, ce qui indique des pertes globales entre les deux stations : 1,4 milliard de m³, semblables tous les ans.

2.1.5. Calcul des modules des stations du LOGONE Inférieur à partir des données de LAÏ

Dans la 4ème Partie de la Monographie : "Interprétation des données du LOGONE Supérieur", les modules de la station de LAÏ ont été calculés pour une période de 27 ans depuis 1935. Les valeurs réellement observées portent sur 18 ans. Des extensions ont pu être réalisées grâce aux corrélations avec les précipitations sur le bassin et avec les stations de MOUNDOU et DOBA. Le nombre d'années réel de la période d'extension est de 22 ans. Avec les relations établies au paragraphe 2.1.4., nous pouvons reconstituer les débits à l'aval de LAÏ à partir des données de cette station, observées ou reconstituées sur 27 ans.

Dans les corrélations avec les stations du LOGONE Inférieur, nous donnerons la même valeur aux années observées et aux années reconstituées. Toutefois, les périodes d'observation communes sont des années réellement observées à LAÏ. Dans cette reconstitution, nous rencontrons une difficulté avec la TANDJILE. En effet, nous ne partons pas des débits de LAÏ mais des débits du LOGONE à LAÏ plus ceux de la TANDJILE à TCHOA ; mais ces derniers débits ne constituent qu'un terme correctif. Les années pour lesquelles cette rivière n'a pas été observée, son module sera pris égal à 16 m³/s.

Les régressions calculées précédemment entre les débits de BONGOR, KATOI, LOGONE-BIRNI et ceux de LAÏ permettent d'établir le tableau 2.1.5.

Nous tiendrons compte de l'année 1944, reconstituée, bien qu'elle paraisse trop faible pour être vraisemblable (et introduise une erreur factice dans les moyennes et les écarts-types des séries étendues).

Tableau 2.1.5

Modules annuels de la période étendue
(les valeurs observées sont soulignées)

Année	LAI	LAI + TCHOA	BONGOR	KATOA	LOGONE-BIRNI
1935	704	720	678	507	456
1936	573	589	572	457	414
1937	509	525	521	430	390
1940	460	476	482	452	410
1942	540	556	546	444	400
1943	678	694	656	495	446
1944	307	323	323 ?	323 ?	304 ?
1945	619	635	609	474	430
1946	564	580	566	454	412
1948	580	596	552	460	418
1949	502	518	548	444	393
1950	543	561	525	446	404
1951	442	451	466	402	350
1952	510	526	522	405	390
1953	423	439	442	390	338
1954	654	670	621	482	439
1955	708	721	685	507	445
1956	567	583	565	454	405
1957	468	483	507	447	389
1958	522	533	525	435	406
1959	529	540	516	437	385
1960	650	672	646	498	461
1961	573	595	611	460	418
1962	538	555	548	444	402
1963	587	595	595	460	414
1964	513	531	507	434	392
1965	416	425	430	392	335

2.1.6. Etude statistique des modules de BONGOR-KATOA et LOGONE-BIRNI Irrégularité interannuelle

2.1.6.1. Module interannuel d'après les années d'observations aux stations

Si le nombre d'années d'observations est relativement important pour le LOGONE à BONGOR, 16 années, il l'est beaucoup moins pour KATOA et LOGONE-BIRNI pour lesquelles nous ne disposons que de 8 ans.

D'après ces seules données, les distributions statistiques des modules des trois stations s'adaptent remarquablement à la loi de GAUSS avec les paramètres suivants :

	BONGOR	KATOA	LOGONE-BIRNI
Moyenne des modules de la période d'observations (m ³ /s)	554	441	409
Ecart-type des modules (m ³ /s)	65	41	39

On note à KATOA et surtout à LOGONE-BIRNI une légère tendance hypso-gaussique qui sera beaucoup plus marquée pour les débits de crues au point qu'il ne sera plus possible de conserver une distribution de GAUSS pour les débits de crues à LOGONE-BIRNI. Il y a d'ailleurs de sérieuses raisons physiques pour cela. Mais pour les modules, et qu'on ne considère pas des périodes de retour supérieures à 20 ans, on ne commet pas d'erreur sensible en supposant pour LOGONE-BIRNI une distribution normale.

2.1.6.2. Extension des données à une période de 27 ans

Au chapitre 2.1.5 les corrélations des modules de ces 3 stations avec les sommes des modules du LOGONE à LAÏ et de la TANDJIIE à TCHOA ont été étudiées. Les coefficients de corrélation sont très élevés, en particulier pour la station de BONGOR, 0,957, contre 0,91 à KATOA et 0,93 à LOGONE-BIRNI. Il est donc naturel d'étudier les séries établies à l'aide des modules reconstitués par corrélation avec la station principale de LAÏ, dont la période a pu être étendue à 27 ans (se reporter au chapitre 4 "Interprétation des données du LOGONE Supérieur").

Les modules "LAI + TCHOA" ont été calculés en tenant compte de la valeur réelle du module de la TANDJILE, mesuré à TCHOA, pour les années 1954-1965. En dehors de cette période, le débit de la TANDJILE a été évalué uniformément à 16 m³/s. Cette approximation se justifie pour un terme correctif tel que le module de la TANDJILE qui ne représente que 3 % du total des débits entrants.

Nous avons admis que l'écart-type de LAI + TCHOA n'était pas différent de celui de LAI pris isolément.

Les points de la période étendue sont bien répartis par rapport aux points d'observation directe, et les paramètres gaussiques correspondant à la période homogénéisée sont peu différents de ceux correspondant à la période d'observation :

:	LAI +	BONGOR	KATOA	LOGONE
:	TCHOA			: BIRNI
:	:	:	:	:
Moyenne des modules de la période étendue	560	547	445	402
m ³ /s				
Ecart-type des modules	91	80	39	36
m ³ /s				

Sans la TANDJILE, le module de la station de LAI est de 544 m³/s.

On remarquera toutefois que la prise en considération du module de LAI en 1944 estimé à 323 m³/s est la raison principale de la diminution des moyennes par rapport à celles du paragraphe 2.1.6.1. Mais rien ne permet d'affirmer que ce module, aussi douteux soit-il, ne soit pas réel et nous ne l'avons donc pas écarté.

Le regroupement des points autour des droites de HENRY (figures 2.1.6. a, b, c, d) est excellent. Les caractéristiques des distributions sont les suivantes :

	LAI + TCHOA	BONGOR	KATOA	LOGONE- BIRNI
Efficacité de la moyenne	0,81	0,65	0,44	0,44
Nombre réel d'années de la période étendue	27	25	18	18
Ecart-type de la distribution des moyennes	19	16	10	6
Intervalle de confiance à 95 %	37	32	20	12

Nous n'avons pas tenu compte du fait que la période de LAI était déjà une période étendue de 18 à 27 ans (efficacité réelle de 22 ans). Le nombre réel d'années de la période étendue à BONGOR, KATOA et LOGONE-BIRNI aurait dû être déterminé en conséquence et les chiffres indiqués sont optimistes.

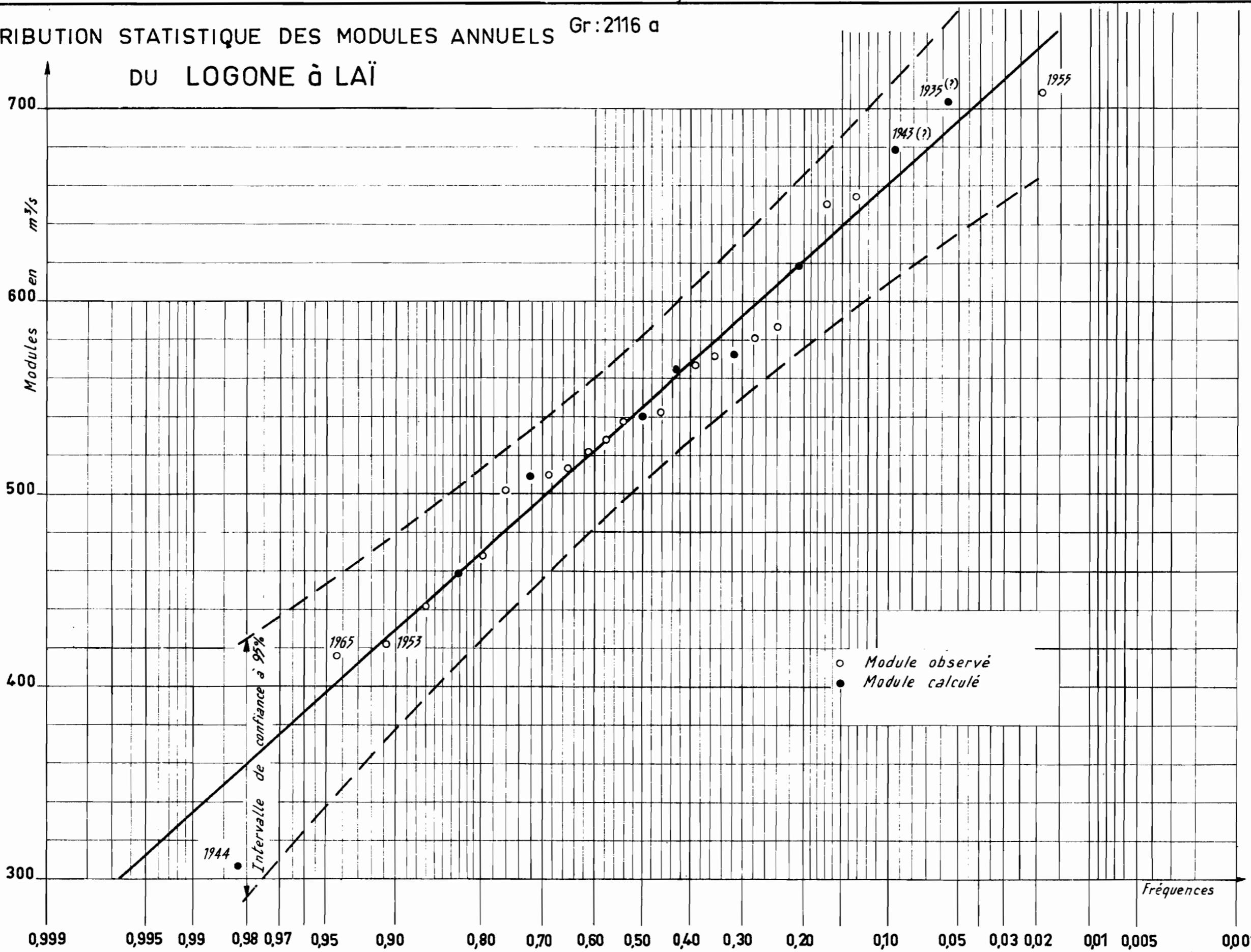
Les modules pour différentes fréquences ont les valeurs suivantes:

Modules	LAI + TCHOA	BONGOR	KATOA	LOGONE- BIRNI
Médiane	523 - 597	515-579	425 - 465	390 - 414
Décennal sec (fréquence 0,9)	444	445	395	353
Décennal humide (fréquence 0,1)	676	648	495	448
Cinquantenaire humide (fréquence 0,02)	746	709	524	476(1)

(1) Légèrement surestimé, voir plus haut 2.1.6.1.

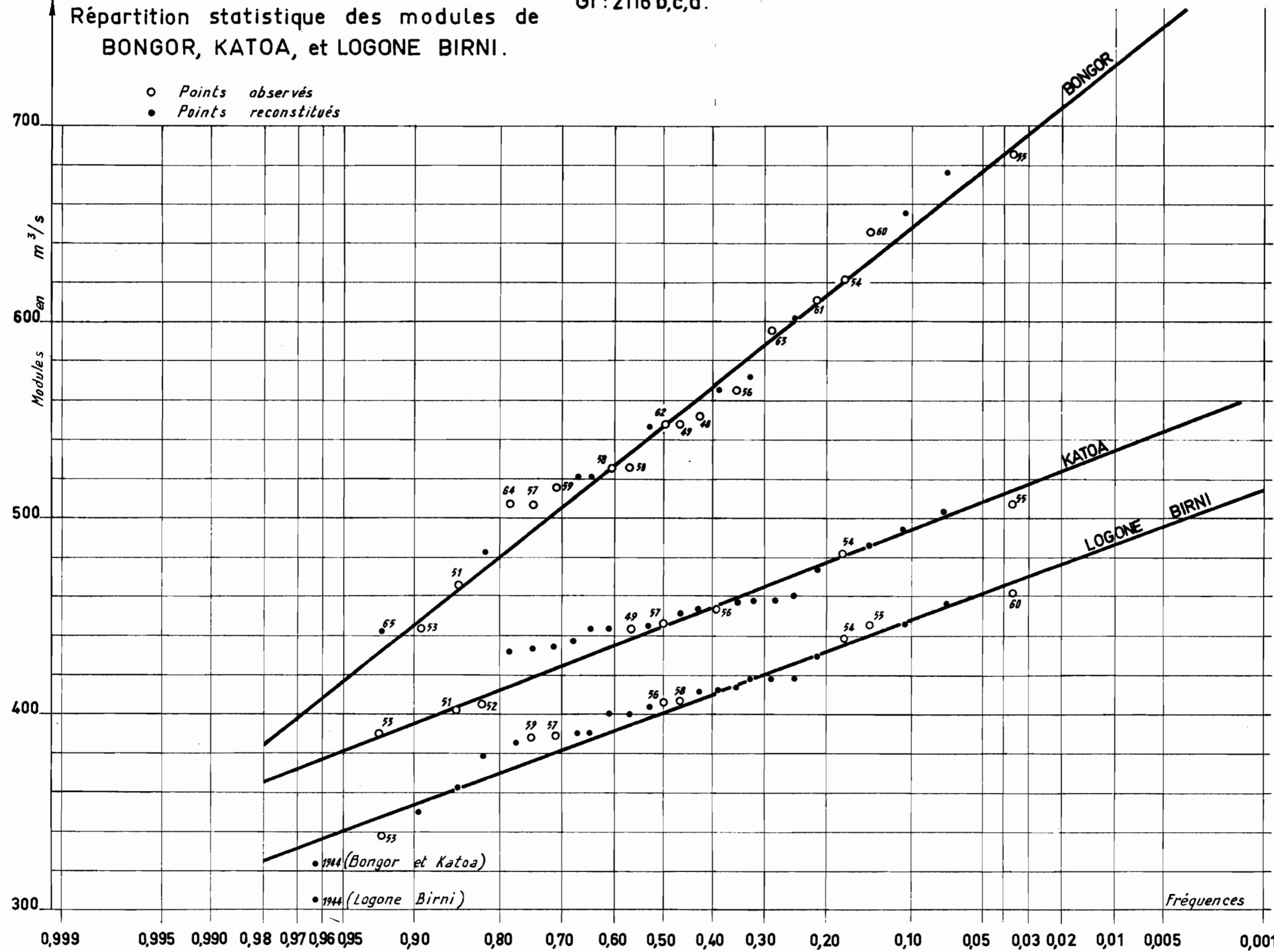
DISTRIBUTION STATISTIQUE DES MODULES ANNUELS Gr:2116 a

DU LOGONE à LAÏ



Répartition statistique des modules de BONGOR, KATOA, et LOGONE BIRNI.

Gr: 2116 b,c,d



Il n'y a pas de pertes entre LAÏ et BONGOR lors des années sèches, mais elles croissent rapidement en année de forte hydraulité. Par contre, les pertes entre KATOA et LOGONE-BIRNI ne varient pas quelle que soit l'abondance à LAÏ.

Les coefficients de variation :

C_V : rapport de l'écart-type à la moyenne

K_3 : rapport du premier décile au dernier décile

ont les valeurs suivantes pour la période étendue :

:	LAÏ	BONGOR	KATOA	LOGONE-BIRNI
C_V	0,16	0,15	0,09	0,09
K_3	1,52	1,45	1,25	1,25

Ces coefficients indiquent la régularisation progressive du régime, qui présenterait déjà à LAÏ une faible variabilité interannuelle. Les raisons de cette régularisation seront longuement exposées dans le chapitre 2.2 consacré aux crues.

2.1.7. Fréquence au dépassement des débits moyens mensuels des stations du LOGONE Inférieur

Le classement par ordre décroissant des débits moyens mensuels de LAÏ, ERE, BONGOR, KOUMI, KATOA, LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI a permis d'établir le tableau 2.1.7. où sont inscrits les débits ayant 75, 50 et 25 chances pour cent d'être dépassés. A ce tableau correspondent les graphiques 2.1.7 a, b, c, d, e, f, g où sont représentées les courbes de fréquence 0,25, 0,50 et 0,75 pour chaque station.

L'écart entre les courbes 0,25 et 0,75 est relativement peu important et se réduit à mesure que l'on descend le fleuve ; pour le mois de Septembre les écarts sont de 371 m³/s à LAÏ, 198 m³/s à BONGOR, 72 m³/s à KATOA et 58 m³/s à LOGONE-BIRNI, traduisant l'extrême régularisation du fleuve, tant annuelle qu'interannuelle.

Les débits de basses eaux décroissent d'amont en aval en période de crue (Mai, Juin et Juillet), mais sont peu différents ni variables d'une année à l'autre aux différentes stations. Inversement les débits croissent d'amont en aval en période de décrue, du fait de la récupération des eaux stockées dans le lit et les plaines. Les débits d'étiage sont presque constants le long du fleuve, et d'une faible variabilité interannuelle, mais ils devraient être identiques à toutes les stations si l'étalonnage était parfait et les sections stables.

Il est bon de noter que les moyennes annuelles obtenues pour chaque station à partir des 12 mois de l'année ne doivent pas être comparées aux modules du point 2.1.6. qui sont calculés sur des périodes différentes. En particulier, même pour une station, l'échantillon relatif à chaque mois diffère en durée d'un mois à l'autre.

Tableau 2.1.7

Valeurs des débits mensuels d'après leur fréquence au dépassement

Station	Nombre (1)	d'années	Fréquence (%)	Débits moyens mensuels (m³/s)											
				A	H	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
LAI	14	75	54	79	129	380	972	1764	1280	409	165	106	74	53	
	à	50	60	87	152	508	1068	1981	1426	482	197	118	83	59	
	18	25	73	118	160	539	1235	2134	1962	529	232	150	100	70	
ERE	11	75	50	68	115	355	942	1631	1479	527	175	141	70	55	
	à	50	66	108	138	481	1068	1754	1777	556	236	160	99	74	
	15	25	80	124	165	512	1207	1911	1955	890	305	197	125	85	
BONGOR	10	75	49	61	111	315	932	1632	1571	529	204	125	83	60	
	à	50	60	93	129	475	1097	1768	1761	669	214	129	90	63	
	18	25	67	120	149	585	1216	1830	1962	779	294	140	100	68	
KOULI	8	75	54	73	140	457	950	1595	1484	561	206	120	75	56	
	à	50	72	121	183	527	1031	1637	1698	643	260	184	117	69	
	13	25	88	134	228	560	1182	1852	1903	854	293	195	140	100	
KATOA	6	75	58	88	118	283	893	1160	1111	550	218	121	91	68	
	à	50	66	94	139	485	935	1193	1150	715	238	131	94	79	
	12	25	82	109	238	553	995	1232	1206	883	319	138	112	85	
LOGONE-GANA	7	75	37	65	109	292	563	775	885	807	320	141	78	50	
	à	50	45	78	119	370	601	825	930	895	407	164	85	53	
	12	25	48	95	140	405	631	870	1005	1028	557	227	116	67	
LOGONE-BIRNI	8	75	60	73	142	349	572	732	848	835	476	185	116	75	
	à	50	64	93	154	376	581	757	878	883	527	205	120	84	
	9	25	71	109	225	434	641	790	983	919	745	306	166	102	

(1) Les observations sont quelquefois incomplètes pendant les périodes de basses eaux. Par contre, les mois manquants sont très rares en Août, Septembre et Octobre.

2.1.8. Variations saisonnières des débits

Les débits moyens mensuels, rapportés aux débits annuels, indiquent les variations saisonnières du régime le long du cours inférieur du LOGONE.

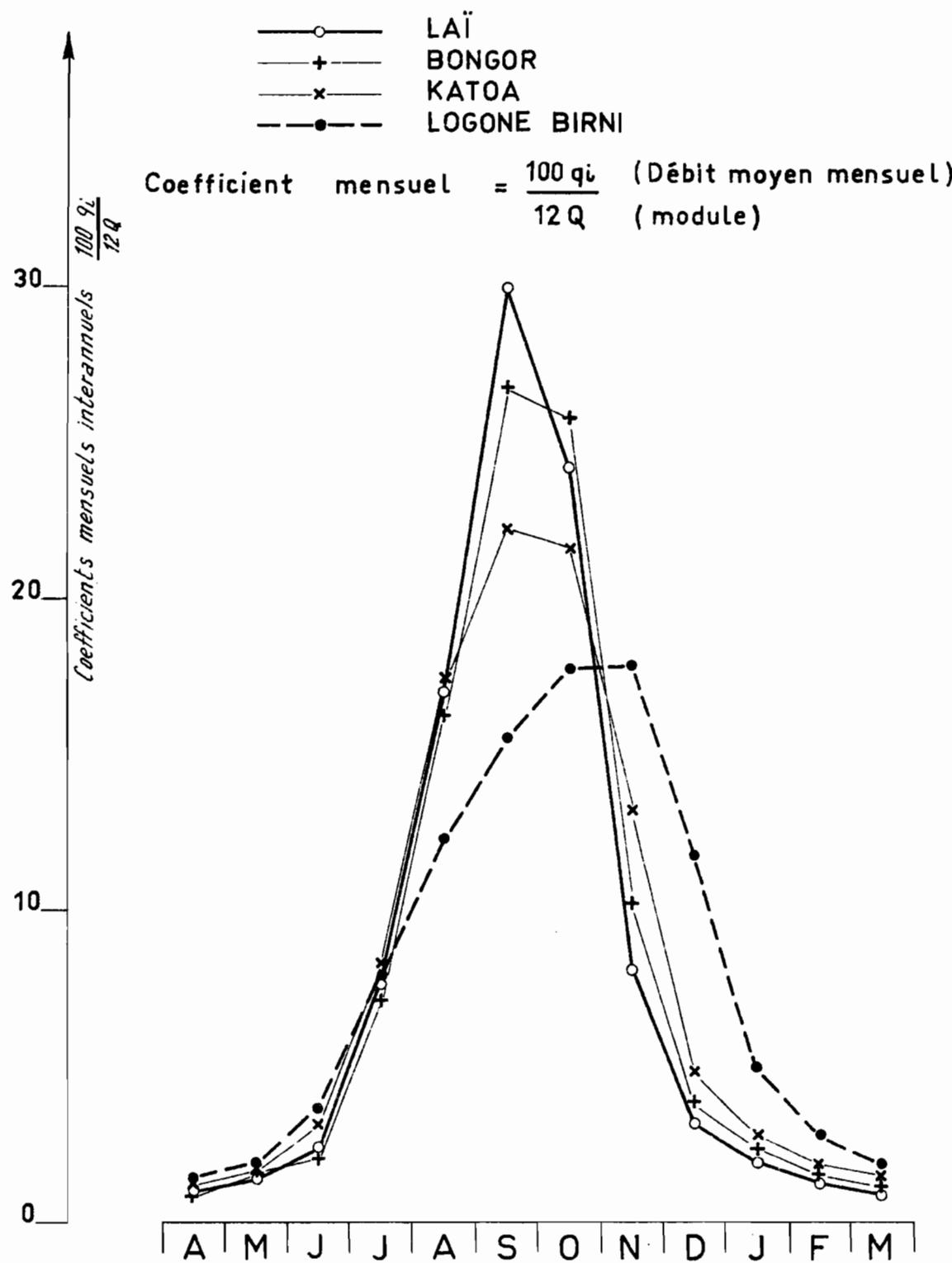
Le coefficient mensuel, généralement utilisé, est $\frac{100 q_i}{12 Q}$ où q_i étant le débit moyen mensuel et Q le module interannuel.

Coefficients mensuels interannuels

Station	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
LAÏ	1,0	1,4	2,4	7,7	17,0	30,0	24,2	8,1	3,1	1,9	1,3	0,9
ERE	1,0	1,5	2,1	7,1	16,2	26,8	25,9	10,2	3,8	2,4	1,5	1,1
BONGOR	0,9	1,4	2,1	7,0	16,3	26,0	26,5	11,0	3,6	2,1	1,4	1,0
KOUMI	1,1	1,7	2,8	8,0	15,6	25,2	24,8	10,5	3,7	2,4	1,7	1,2
KATOA	1,3	1,8	3,1	8,3	17,4	22,2	21,6	13,2	4,8	2,7	1,9	1,5
LOGONE-GANA	1,0	1,7	2,8	7,7	12,8	17,6	20,1	18,8	9,7	4,1	2,3	1,4
LOGONE-BIRNI	1,4	1,9	3,6	7,8	12,3	15,5	17,8	17,9	11,8	5,0	2,8	1,8
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

L'effet de retard dû à l'acheminement des eaux et aux différentes formes d'amortissement du régime est bien visible à la décrue, bien que ce phénomène soit estompé par le fait que la régularisation diminue, pour les stations du cours inférieur, les coefficients des mois de crue au profit des mois de basses eaux. Le coefficient du mois le plus fort est de 30,0 à LAÏ en Septembre et seulement de 17,9 à LOGONE-BIRNI en Novembre. Ces diverses particularités sont représentées pour les 4 stations de LAÏ, BONGOR, KATOA et LOGONE-BIRNI sur le graphique 2.1.8.

RÉGIMES COMPARÉS DES STATIONS
DU LOGONE INFÉRIEUR



2.2. Etude des crues du LOGONE

2.2.1. Généralités - Mécanisme des crues

En amont de la zone deltaïque et jusqu'à GABRIN-GOLO, voire jusqu'à LAÏ, l'hydrologie du LOGONE est relativement simple. On a pu par exemple trouver une corrélation excellente entre les débits à LAÏ et la somme des débits du LOGONE à MOUNDOU et de la PENDE à DOBA, et ceci à quelque niveau que ce soit. Ceci provient de la surface réduite des lits majeurs et de l'absence de pertes ou de déversements notables qui, plus en aval, perturbent l'écoulement pour le retarder considérablement.

En aval de GABRIN-GOLO, les problèmes hydrologiques proprement dits sont supplantés par des problèmes hydrographiques. Le LOGONE ne reçoit plus d'affluent important (la TANDJILE est le seul affluent du cours inférieur, ses apports sont compris entre 0,30 et 0,80 milliards de m³, alors que les volumes débités par le LOGONE à LAÏ varient de 13 à 22 milliards de m³).

L'étude des crues du LOGONE en divers points de son cours inférieur permettra de suivre comment se répartit cette masse d'eau introduite dans ce système complexe.

Le régime du LOGONE que nous étudions dans ce chapitre est donc affecté le long de son parcours de LAÏ à FORT-POURTEAU par deux sortes de phénomènes :

A - Les pertes par déversements ou par défluviation

Selon une disposition classique dans les zones d'alluvionnement, le niveau des eaux du LOGONE en crue est supérieur à celui des plaines situées au-delà des bourrelets de berge du lit majeur. Aux emplacements où les berges sont déprimées, voire ouvertes par de véritables "défluents", l'eau s'écoule donc aisément. Ces fuites sont localisées le long du LOGONE aux points suivants :

- 1°) Déversements et canaux de SATEGUI-GOUNDOU (Rive droite), donnant naissance au Grand Courant et au BA ILLI (voir chapitre 6).
- 2°) Déversements BOUMO-KIM (Rive droite) revenant en partie au LOGONE par la rivière de DJOUMANE et alimentant en partie la rivière BISSIM.

- 3°) Déversements d'ERE (Rive gauche) correspondant à la capture partielle du LOGONE en direction du Mayo KEBI (voir chapitre 4).
- 4°) Déversements de HAN et NAINA (Rive droite) en direction de la BISSIM (voir chapitre 7).
- 5°) Déversements de DANA (Rive gauche) en direction du Mayo KEBI, puis en aval de BONGOR (voir chapitre 4).
- 6°) Déversements de rive gauche entre YAGOUA et POUSS en direction du GUERLEOU (voir chapitre 4).
- 7°) Effluents et déversements de rive droite entre BONGOR et KATOA en direction du BA ILLI (voir chapitre 6).
- 8°) Entre KATOA et LOGONE-GANA, les effluents et les déversements ne sont plus des accidents localisés mais ils se produisent régulièrement tout le long du cours, le débit de crue subsistant en amont de LOGONE-GANA, dans le lit du fleuve, étant moins de 1/6 du débit de LAÏ.
- 9°) La section LOGONE-GANA - LOGONE-BIRNI fait au contraire suite à une série de "récupérations".

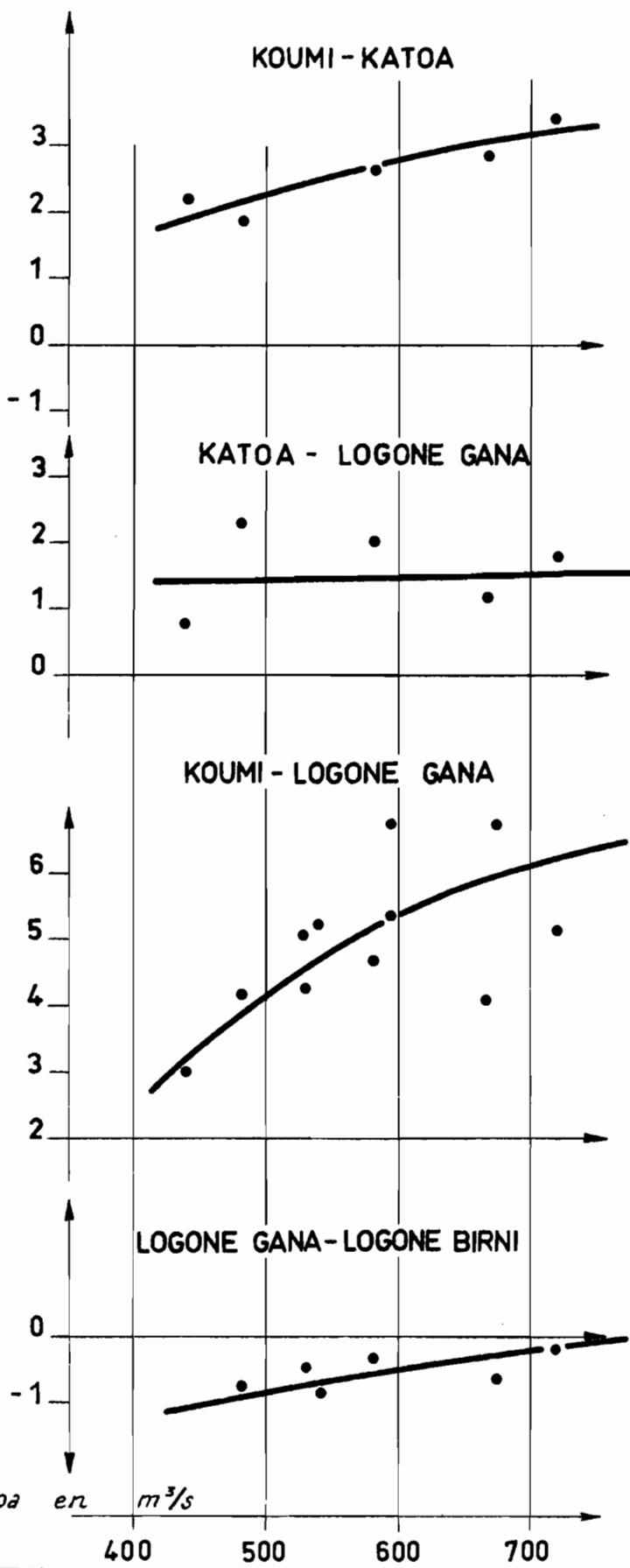
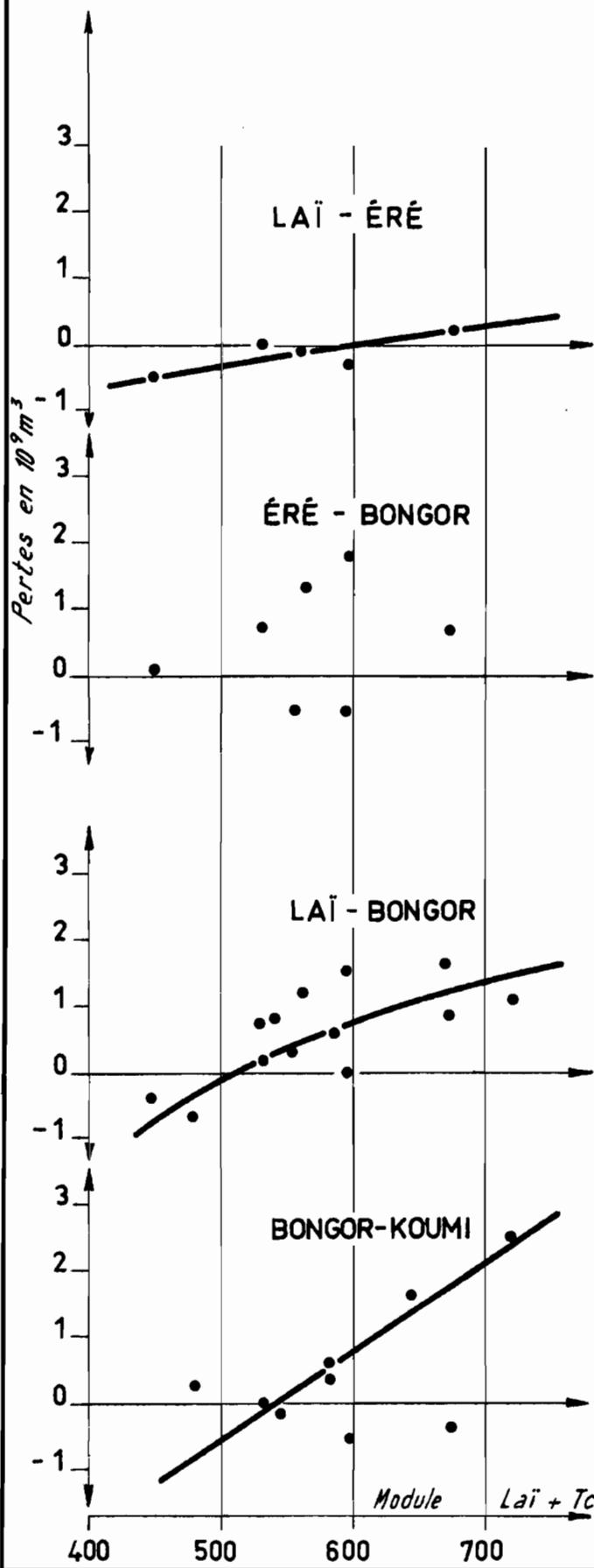
B - Débits accumulés dans le lit majeur

Les débits de déversement précédent sont prélevés au LOGONE selon une loi qui dépend uniquement du niveau du fleuve. L'accumulation des eaux dans le lit majeur est régie par une loi moins simple, puisqu'elle dépend à la fois de la surface du lit majeur inondé, donc du niveau du fleuve et de la différence de niveau entre le lit mineur et le lit majeur, donc du gradient de crue (les niveaux finissant par s'équilibrer si les apports du fleuve demeurent constants, lorsque le lit majeur est "plein"). De plus, les eaux ainsi accumulées sont restituées en partie à la décrue et viennent grossir les débits de décrue des stations en aval de LAÏ.

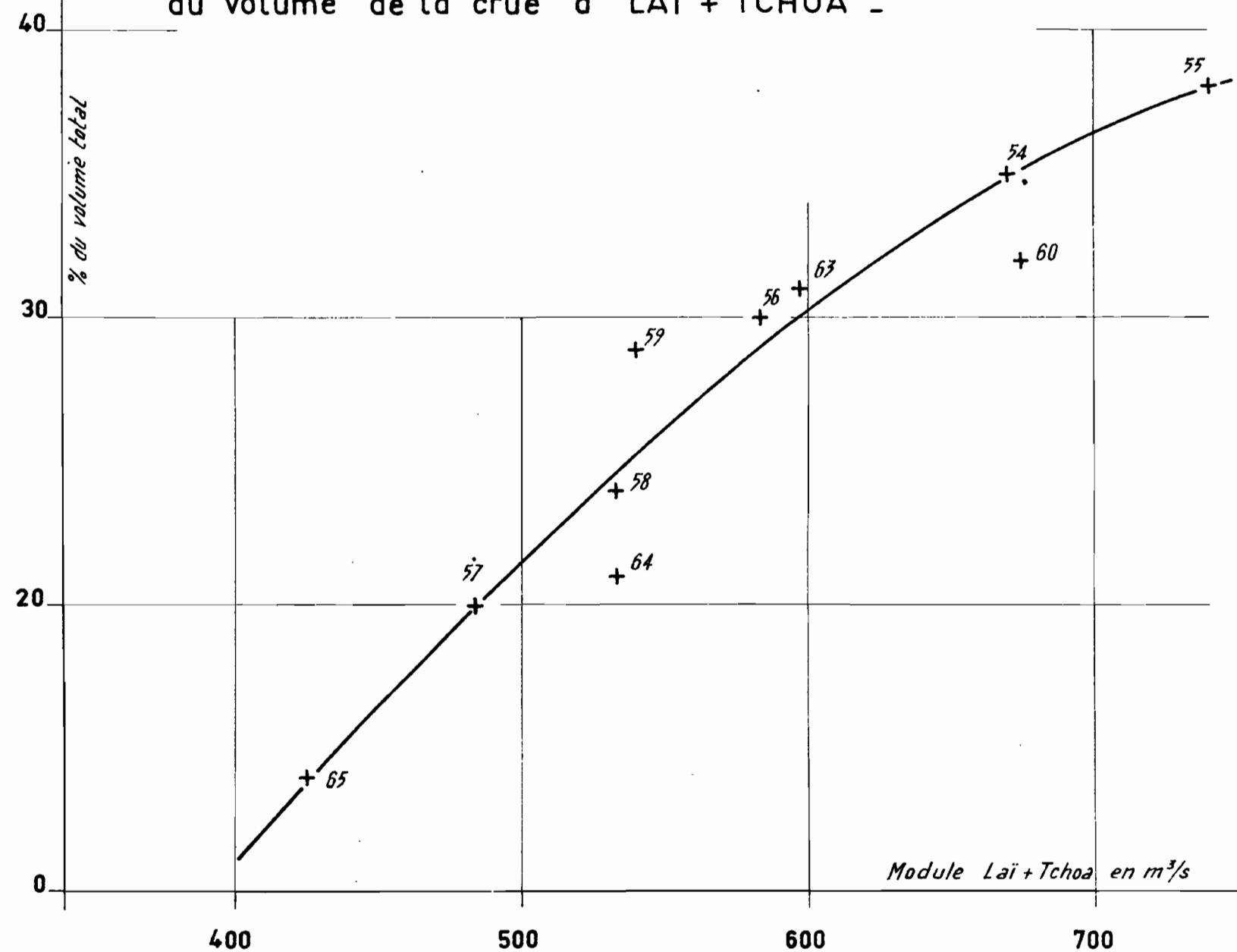
Ce phénomène d'accumulation, qui est la raison de l'amortissement des crues et de la lenteur de la propagation de l'onde de crue, prend une ampleur particulière entre LAÏ et BONGOR, où les débits accumulés lors des très fortes crues occupent des surfaces d'inondation très supérieures à ce que laisserait supposer les cartes (10 à 15 km de largeur). Entre BONGOR et

PERTES PAR SECTIONS ENTRE LAÏ ET LOGONE BIRNI

Gr: 222 a



Pertes du LOGONE entre LAÏ et LOGONE - BIRNI exprimées en %
du volume de la crue à LAÏ + TCHOA -



Gr: 222 b

KATOA, le lit majeur est actuellement limité, avec une largeur de moins de 2 km, par des endiguements définitifs entre BONGOR et OGOL, et par des endiguements plus ou moins précaires au-delà. D'autre part, le débit est déjà fortement régularisé et les faibles amplitudes de variation du niveau ne permettent pas d'accumulation très importante. Entre KATOA et LOGONE-GANA, les eaux se déversent directement dans les plaines. Le lit majeur englobe toutes ces plaines. Entre LOGONE-GANA et le CHARI, le lit majeur est reconstruit, mais le débit est ici totalement régularisé.

On attachera donc un intérêt particulier à la section LAI-ERE-BONGOR, où s'effectue, grâce à l'accumulation, un amortissement considérable des crues qui ne sera plus que parachevé sur le reste du cours inférieur.

Les pertes par déversements, défluviation et accumulation dans le lit majeur affectent donc considérablement le régime du LOGONE, tel qu'il a été étudié à son arrivée dans la zone deltaïque, à la station de LAI.

Mais d'autre part, le régime est également modifié, comme cela a déjà été constaté, entre BONCOR et KATOA, par les travaux d'aménagement qui y sont effectués. D'autres modifications affecteront encore le régime. Il n'est donc pas possible de se limiter à l'étude des faits bruts actuels par le traitement statistique des observations aux stations en aval de LAI, si le but recherché est de prévoir l'avenir. L'idéal serait de construire un modèle du système hydrographique du LOGONE ; nos données sont encore insuffisantes pour y parvenir de façon précise, mais l'évolution des débits de crue de station en station permet dès maintenant de tirer certaines conclusions sur l'emmagasinement des crues, qui est le problème le plus complexe que nous ayons à étudier.

2.2.2. Crues observées - Comparaison des débits mensuels, des modules et des volumes annuels aux stations.

Les tableaux 2.2.2. a et 2.2.2. g donnent les débits mensuels (de Juillet à Décembre), les modules et les volumes annuels (de l'année hydrologique) pour les stations de LAI, TCHOA (sur la TANDJILE), BONGOR, KOUMI, KATOA, LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI.

À la crue (Juillet, Août, Septembre), les débits mensuels décroissent de LAI à LOGONE-BIRNI et diffèrent peu pour les 4 premières stations du LOGONE tant que le débit ne dépasse pas 1 000 m³/s (le flot restant cantonné dans le lit mineur sans accumulation dans le lit majeur, la propagation de l'onde de crue est rapide).

En Octobre, le débit moyen commence à décroître à LAÏ, sauf lors des crues tardives (1954, 1955, 1960 et 1962). Par suite des restitutions du lit majeur, le débit est alors plus élevé à ERE, BONGOR et KOUMI qu'à LAÏ et il l'est d'autant plus que la crue a été plus faible et plus précoce.

Le maximum est reporté en Novembre à LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI.

La comparaison des débits mensuels ne permet pas d'approfondir le mécanisme des crues et d'évaluer les pertes. Il n'y a pas lieu de s'en étonner : 5 % du volume annuel de LAÏ représente 8 à 900 000 000 m³, chiffre qui est de l'ordre de grandeur des pertes entre LAÏ et BONGOR. Or, on ne peut exiger d'une excellente courbe de tarage une précision supérieure à 2 % qui, lorsqu'on considère des différences de débit, conduit à 4 %. Cette comparaison met en évidence, par contre, certaines incohérences notables. Ainsi, on doit signaler :

1951	à LAÏ	Septembre	faible
1953	"	"	"
1956	ERE		"
1958	ERE	Juillet	fort
1960	BONGOR	Octobre	faible
1961	LAÏ	Août	"
1961	BONGOR	"	fort
1961	ERE	Septembre	faible
1961	ERE	Novembre-Décembre	fort
1962	ERE	Juillet	faible
1962	KOUMI	"	fort
1963	KOUMI	"	"
1963	KOUMI	Septembre	"
1964	KOUMI	Septembre	"
1965	KOUMI	Juillet	"
1965	KOUMI	Septembre	"
1965	ERE	Octobre	faible

Ne cherchons pas à approfondir les raisons des écarts de KOUMI et surtout d'ERE dont la qualité des lectures est médiocre.

Pour LAÏ, notons que les valeurs trop faibles se produisent en année de faible hydraulicité et pour des débits inférieurs à 1 600 m³/s. L'influence des pluies locales est-elle plus sensible ? Il faudrait plutôt incriminer l'étalonnage de BONGOR probablement trop fort entre 800 et 1 600 m³/s comme on le verra plus loin.

De même, la comparaison des modules dénonce certains faits courants ; les modules doivent être en effet inférieurs à LAÏ + TCHOA aux stations aval, aux erreurs de tarage près qui ne dépassent pas 2 % pour une station donnée. On voit ainsi que :

1951	LAÏ	faible
1953	"	"
1957	"	"
1960	KOUMI	fort
1961	LAÏ	faible
1961	ERE	fort
1963	LAÏ et ERE faibles ou BONGOR et KOUMI forts ?	
1964	KOUMI	fort
1965	ERE	faible

On remarquera encore que LAÏ est souvent trop faible par rapport à BONGOR et presque toujours en année de faible hydraulicité. Ce défaut relatif de tarage se retrouvera par un autre procédé au chapitre 2.2.5.

Le tableau 2.1.3 d donne les pertes par section telles que l'on peut les calculer par différence entre les volumes écoulés aux stations. Les résultats sont portés sur le graphique 2.2.2. a où l'on voit que la dispersion est très importante en fonction des modules de LAÏ + TCHOA.

Sur le graphique 2.2.2. b sont représentées les pertes rapportées au volume LAÏ + TCHOA. La corrélation est satisfaisante, les pertes varient de 10 à 40 % quand le module varie de 400 à 750 m³/s.

Tableau 2.2.2. a

Crue 1950

(1) Modules et volumes se rapportant à l'année hydrologique 1er Avril 1950 au 31 Mars 1951 - Modules en m³/s - Volumes en milliards de m³.

Crue 1951

Tableau 2.2.2. b

Crue 1952

Station	J	A	S	O	N	D	Module : (1)	Volume (1)
LAI	340	1001	1962	1673	449	183	(510)	16,1
BOLOGO x 1,45	3	23	93	-	-	-	-	-
ERE			1911	1846				
BONGOR	249	1014	1799	-	-	-	-	-
KOUMI	-	-	-	-	-	-	-	-
KATOA	283	893	1098	1145	534	201	(405)	12,8
LOGONE-GANA	-	-	-	-	-	-	-	-
LOGONE-BIRNI	-	-	-	879	868			

Crue 1953

Station	J	A	S	O	N	D	Module : (1)	Volume (1)
LAI	380	921	1565	1188	377	157	423	13,4
BOLOGO x 1,45	-	-	30	-	-	-	-	-
ERE	343	942	1623	1305	441	-	(443)	14,0
BONGOR	314	932	-	1490	469	192	(443)	14,0
KOUMI		951	1484	1374	425	163	435	13,7
KATOA	314	875	1081	1072	415	-	(390)	(12,3)
LOGONE-GANA	263	(566)	767	(869)	(798)	(309)	(339)	10,7
LOGONE-BIRNI	251	554	715	852	807	335	338	10,7

(1) Modules et volumes se rapportant à l'année hydrologique 1er Avril au 31 Mars
Modules en m³/s - Volumes en milliards de m³.

Tableau 2.2.2. c

Crue 1954

Station	J	A	S	O	N	D	Module (1)	Volume (1)
LAI	678	969	2379	2051	757	276	654	20,7 (
TCHOA	3	12	72	64	19	6	15,5	) 21,2
ERE	-	989	-	-	-	-	-	-
BONGOR	638	1006	1785	1880	1068	333	621	: 19,6
KOUMI	(630)	949	(1608)	1642	977	(260)	569	: 17,9
KATOA	560	899	1218	1191	851	313	482	: 15,2
LOGONE-GANA	-	-	(822)	-	-	-	-	-
LOGONE-BIRNI	422	(670)	824	(877)	913	710	439	: 13,8

Crue 1955

Station	J	A	S	O	N	D	Module (1)	Volume (1)
LAÏ	547	1234	1938	2792	933	303	708	22,4 (
TCHOA	2	16	56	55	17	5	13,3	) 22,8
ERE	493	1213	-	-	1046	-	-	-
BONGOR	509	1216	1752	2314	1326	350	685	: 21,7
KOUMI	524	1140	1637	1772	(1149)	(325)	609	: 19,2
KATOA	523	1068	1247	1215	904	329	507	: 16,0
LOGONE-GANA	(401)	(563)	(775)	(943)	(1030)	(714)	442	: 14,0
LOGONE-BIRNI	386	573	766	887	925	791	445	: 14,1

(1) Modules et Volumes se rapportant à l'année hydrologique 1er Avril au 31 Mars.
Modules en m³/s - Volumes en milliards de m³.

Tableau 2.2.2. d

Crue 1956

Station	J	A	S	O	N	D	Module: (1)	Volume (1)
LAÏ	468	1089	2000	1962	482	197	567	17,9 (
TCHOA	1	5	81	72	16	6	15,6:	0,49(18,4
ERE	370	1075	1860	1955	-	-	-	-
BONGOR	459	1152	1768	1961	687	215	565	17,8
KOUMI	457	1067	1682	1893	684	222	546	17,2
KATOA	454	1028	1270	1224	(600)	(221)	454	14,3
LOGONE-GANA	-	(601)	821	917	924	(484)	395	12,5
LOGONE-BIRNI	361	587	788	880	906	554	405	12,8

Crue 1957

Station	J	A	S	O	N	D	Module: (1)	Volume (1)
LAÏ	532	1056	1549	1110	493	198	468	14,8 (
TCHOA	3	11	76	54	20	7	14,9:	0,47(15,3
ERE	489	1061	1653	1269	531	-	-	-
BONGOR	513	1101	1632	1426	568	218	507	16,0
KOUMI	523	1031	1581	1405	573	(224)	(499)	15,7
KATOA	515	952	1254	1120	565	(220)	(447)	14,1
LOGONE-GANA	418	552	762	881	807	((320))	366	11,5
LOGONE-BIRNI	446	572	718	833	819	468	389	12,3

(1) Modules et Volumes se rapportant à l'année hydrologique 1er Avril au 31 Mars.
Modules en m³/s - Volumes en milliards de m³.

Tableau 2.2.2. e.

Crue 1958

Station	J	A	S	O	N	D	Module: (1)	Volume (1)
LAÏ	777	913	1818	1376	496	189	522	16,5 (
TCHOA	4	15	34	47	13	6	10,7 : 0,34)	16,8 (
ERE	813	900	1739	-	-	-	-	-
BONGOR	746	913	1619	1595	619	204	525	16,6
KOUMI	751	906	1612	1620	585	(180)	527	16,6
KATOA	773	954	1189	-	(870)	(216)	-	-
LOGONE-GANA	476	(677)	(786)	(897)	(869)	407	391	12,3
LOGONE-BIRNI	503	660	748	844	850	485	406	12,8

Crue 1959

Station	J	A	S	O	N	D	Module: (1)	Volume (1)
LAÏ	350	1038	2375	1486	389	170	529	16,7 (
TCHOA	1	7	57	40	13	7	11,3 : 0,36)	17,1 (
ERE	-	-	-	-	-	-	-	-
BONGOR	323	1033	1835	(1759)	(504)	183	516	16,3
KOUMI	340	959	1870	1797	(550)	(195)	524	16,5
KATOA			935	(1164)	(1111)	-	-	-
LOGONE-GANA	292	539	829	-	901	384	357	11,3
LOGONE-BIRNI	337	575	746	878	883	(501)	385	12,2

(1) Modules et Volumes se rapportant à l'année hydrologique 1er Avril au 31 Mars.
Modules en m³/s - Volumes en milliards de m³.

Tableau 2.2.2. f

Année 1960

Débits comparés aux stations (crues)

Station	J	A	S	O	N	D	Module (1)	Volume (1)
LAÏ	535	1262	2104	2090	878	260	650	20,5 (
TCHOA	5	32	97	108	28	10	24,7	) 21,3
ERE	519	1267	1938	2115	1081	329	670	21,1
BONGOR	526	1285	1816	1967	1210	312	646	20,4
KOUMI	531	1208	1834	2066	1234	330	655	20,7
KATOA	-	-	1216	1206	-	-	-	-
LOGONE-GANA	357	624	870	1009	1030	727	442	13,9
LOGONE-BIRNI	366	622	791	906	931	781	461	14,5

Année 1961

Station	J	A	S	O	N	D	Module (1)	Volume (1)
LAÏ	776	1080	2049	1639	-	-	573	18,1 (
TCHOA	7	35	134	52	-	-	22,7	) 18,8
ERE	769	1166	1711	1934	1163	402	668	21,1
BONGOR	789	1269	-	1962	-	-	611	19,3
KOUMI	(708)	1167	1940	1913	643	263	613	19,3
KATOA	-	-	-	-	-	-	-	-
LOGONE-GANA	(409)	(714)	928	(1095)	1028	(557)	442	13,9
LOGONE-BIRNI	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) Modules et Volumes se rapportant à l'année hydrologique 1er Avril au 31 Mars
Modules en m³/s - Volumes en milliards de m³.

Tableau 2.2.2. g.

Crue 1962

Station	J	A	S	O	N	D	Module: (1)	Volume (1)
LAI	404	706	1847	1973	524	245	538	17,0 (
TCHOA	3	7	68	77	27	11	17,9	0,57()17,6
ERE	368	672	1631	2084	-	-	533	16,8
BONGOR	404	751	1605	2118	771	(294)	548	17,3
KOUMI	450	741	1511	2027	731	307	558	17,6
KATOA	-	-	-	-	-	-	-	-
LOGONE-GANA	-	-	-	-	-	-	-	-
LOGONE-BIRNI	-	-	-	-	-	-	-	-

Crue 1963

Station	J	A	S	O	N	D	Module: (1)	Volume (1)
LAI	508	1765	(2070)	((1300))	502	218	(587)	18,5 (
TCHOA	5	23	34	25	18	6	10,7	0,34()18,8
ERE	481	1486	2031	1479	559	236	581	18,3
BONGOR	492	1493	2015	1677	669	211	595	18,8
KOUMI	(560)	1395	2044	1563	673	270	611	19,3
KATOA	-	-	-	-	-	-	-	-
LOGONE-GANA	(293)	(631)	(895)	(1001)	(895)	(426)	394	12,5
LOGONE-BIRNI	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) Modules et Volumes se rapportant à l'année hydrologique 1er Avril au 31 Mars
 Modules en m³/s - Volumes en milliards de m³.

Tableau 2.2.2. h.

Crue 1964

Station	J	A	S	O	N	D	Module : (1)	Volume : (1)
LAÏ	462	1038	2135	(1280)	429	194	513	16,2 (
TCHOA	4	21	82	65	31	10	19,3	0,61) 16,8
ERE	440	1050	1910	1554	546	228	533	16,8
BONGOR	407	1038	1699	1571	613	203	507	16,0
KOUMI	483	1028	1737	(1698)	(623)	280	559	17,6
KATOA	-	-	-	-	-	-	-	-
LOGONE-GANA	(355)	(580)	(940)	1017	(866)	(398)	395	12,5
LOGONE-BIRNI								

Crue 1965

Station	J	A	S	O	N	D	Module : (1)	Volume : (1)
LAÏ							416	13,1 (
TCHOA							8,7	0,23) 13,3
ERE								
BONGOR								
KOUMI							478	15,1
KATOA								
LOGONE-GANA							331	10,4
LOGONE-BIRNI								

(1) Modules et Volumes se rapportant à l'année hydrologique 1er Avril au 31 Mars
Modules en m³/s - Volumes en milliards de m³.

2.2.3 Propagation de l'onde de crue entre LAÏ et LOGONE-BIRNI

Les tableaux 2.2.3 a et 2.2.3 b donnent les hauteurs, les débits, la date et le retard sur LAÏ des pointes de crue qui ont été enregistrées depuis 1948 entre LAÏ et LOGONE-BIRNI. Ce tableau appelle des commentaires.

2.2.3.1. Débits

Dans le chapitre 2.2.1. "Généralités sur les crues", ont été exposées les raisons de la dégradation des débits introduits à LAÏ dans le système hydrographique de la zone deltaïque.

Cette dégradation est particulièrement sensible pour le débit de crue maximal entre LAÏ et BONGOR ; à KATOA, la régularisation est telle que le palier qui correspond au maximum de débit du fleuve, compte tenu de ses caractéristiques hydrographiques, est atteint bien avant l'arrivée de la pointe de crue. Il ne saurait donc y avoir aucune relation entre les débits maximaux à LAÏ et à KATOA. Aux stations inférieures LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI, la crue résulte d'un ensemble de phénomènes complexes dans lesquels le débit transmis par le lit même du LOGONE n'intervient que pour moins de 50 %, l'autre moitié provenant de la restitution des débits déversés dans les plaines. Il n'y a donc plus aucun rapport entre les maximums à ces deux stations et les maximums à LAÏ, ceux-ci résultant en fait du volume total écoulé à L'I pendant la crue.

Revenons à l'amortissement entre LAÏ et ERE et entre ERE et BONGOR. Il y aurait une correspondance univoque entre les débits maximums à ERE et à BONGOR et les débits à LAÏ, si les débits perdus à la crue entre ces stations ne dépendaient que du débit instantané à LAÏ. C'est en effet le cas des "pertes par déversement" quittant le lit majeur qui ne sont fonction que de la hauteur du plan d'eau. Mais, comme nous l'avons vu, l'accumulation dans le lit dépend aussi de la dénivellation du plan d'eau entre lit mineur et lit majeur, qui est fonction du gradient de crue. L'introduction de ce facteur temps fait qu'il n'y a pas de relation univoque possible entre les débits maximaux. Cependant, les débits maximaux sont compris entre deux limites :

1°) Pour une crue régulière et lente, ou dont la période d'étalement prolongerait suffisamment pour que l'équilibre s'établisse entre lit mineur et lit majeur, les seules pertes subies dans la section sont des pertes par déversement, qui ont été évaluées avec une bonne précision. Les pertes par accumulation dans le lit n'existent plus.

TABLEAU 2.2.3. a
Débits, hauteurs et dates des maximums de LAÏ à KOUMI

Année	LAÏ			ERE			BONGOR			KOUMI					
	H ⁽¹⁾	Q	J	H ⁽²⁾	Q	J	R	H ⁽³⁾	Q	J	R	H ⁽⁴⁾	Q	J	R
1948	4,80	2855	30-8	4,35	-	-	-	3,25	2135	18-9	19	-	-	-	-
1949	4,51	2111	26-9	4,18	2012	24-10	-	3,22	1895	25-9	-	-	-	-	-
1950	4,71	2581	14-9	4,38	2584	25-9	11	3,25	2015	29-9	15	-	-	-	-
1951	3,94	1518	4-10	3,90	1670	10-10	6	2,94	1606	13-10	9	-	-	-	-
1952	4,67	2499	3-10	4,26	2172	9-10	6	3,20	1900	10-10	7	-	-	-	-
1953	4,26	1750	29-9	4,02	1804	27-9	-2	3,10	1760	1-10	2	3,65	1644	3-10	4
1954	4,80	2855	19-10	4,28	2216	-	-	3,26	2039	26-9	-	3,76	1724	22-9	-
1955	5,06	3770	9-10	4,50	3089	4-10	-5	3,44	2633	21-10	12	3,85	1802	14-10	5
1956	4,92	3256	11-10	4,35	2470	16-10	5	3,29	2111	23-10	12	4,00	1990	23-10	12
1957	4,30	1788	14-9	4,02	1804	19-9	5	3,08	1740	21-9	7	3,76	1724	24-9	10
1958	4,52	2131	15-9	4,16	1984	10-10 ⁽⁵⁾	25	3,17	1855	13-10	-	3,93	1903	26-9	11
1959	4,88	3119	21-9	4,43	2777	29-9	8	3,33	2234	27-9	6	4,20	2300	29-9	8
1960	4,66	2448	24-9	4,31	2238	28-9	4	3,27	2015	29-9	5	4,12	2164	3-10	9
1961	4,63	2372	12-9	4,32	2290	2-10 ⁽⁵⁾	20	3,30	2135	-	-	4,12	2164	23-9	11
1962	4,92	3256	3-10	4,41	2699	7-10	4	3,39	2366	13-10	10	4,14	2198	13-10	10
1963	4,90	3185	28-8	4,33	2398	2-9	5	3,32	2135	9-9	12	4,14	2198	10-9	13
1964	4,73	2611	25-9	4,35	2470	29-9	4	3,22	1943	8-10	13	4,10	2130	5-10	10
1965	4,13	1640	11-9	3,93	1703	14-9	3	3,12	1785	-	-	3,76	1724	19-9	8

(1) Zéro de LAÏ = 351,31 (2) Zéro d'ERE = 337,90 (3) Zéro de BONGOR = 322,49 (4) Zéro de KOUMI = 315,53

(5) Le maximum à ERE correspond à une pointe secondaire de LAÏ

J : Date de maximum ou du début de l'époque d'étale maximal

R : Retard de la crue par rapport à LAÏ

Tableau 2.2.3 b
Débits, hauteurs et dates des maximums de KATOA à LOGONE-BIRNI

Année	KATOA				LOGONE-GANA				LOGONE-BIRNI			
	H (1)	Q	J (4)	R (5)	H (2)	Q	J	R	H (3)	Q	J	R
1948	387	1252	27-8	- 3								
1949	380	1150	5-9	- 21								
1950	-	-										
1951	381	1165	26-8	- 40								
1952	385	1223	29-8	- 26					449	894	12-10	9
1953	377	1116	9-9	- 20	537	896	11-10	13	442	864	15-10	15
1954	386	1237	8-9	- 42	547	> 940			470	920	14-11	26
1955	389	1281	27-8	- 13	575	> 1080			476	932	8-11	29
1956	390	1295	2-9	- 40	555	971	8-11	28	470	920	11-11	31
1957	390	1295	30-8	- 15	537	892	23-10	39	436	852	1-11	48
1958	390	1295	30-8	- 16	546	930	1-11	41	448	876	31-10	46
1959			11-9	- 10	549	> 1020			466	912	1-11	41
1960	389	> 1281			570	1040			476	932	31-10	37
1961					589	1140	18-10	37				
1962					-	-						
1963					569	> 1040						
1964					603	> 1210						
1965	321 (7)				538	896	8-10	27				

(1) Zéro de KATOA = 308,44 (2) Zéro de LOGONE-GANA = 295,21 (3) Zéro de LOGONE-BIRNI = 292,38

(4) Début du palier (5) Le signe - indique que le maximum à KATOA s'est produit avant celui de LAÏ

(6) Même cote qu'en 1958 d'après les lectures de POUSS

(7) Calage de l'échelle inconnu

La courbe $Q (LAÏ + TCHOA) -$ Pertes dans la section LAÏ-ERE représente donc la limite supérieure atteinte par les débits à ERE dans ces conditions et la courbe $Q ERE -$ Pertes entre ERE et BONGOR représente la limite supérieure des débits de BONGOR. Ces courbes peuvent être tracées sur les graphiques $Q_{ERE} = f (Q_{LAÏ})$ et $Q_{BONGOR} = f (Q_{ERE})$ puisque les pertes par déversement ne sont fonction que des hauteurs maximales à LAÏ et à ERE. Elles constituent la limite des débits atteints à ERE et à BONGOR pour des débits à LAÏ et ERE donnés.

2°) Au contraire, lors d'une crue extrêmement brève, malgré la brièveté de la crue, l'onde de crue se déplace assez vite dans le lit mineur pour que le débit passant dans le lit mineur à la station amont atteigne en moins d'une journée la station aval ; le débit dans le lit mineur représente donc la part minimale du débit amont qui sera transmise à la station aval.

Sur le graphique 2.2.3. a les débits maximaux d'ERE réellement observés (corrigés de TCHOA) sont mis en correspondance avec les débits maximaux à LAÏ. On constate que les points représentatifs sont bien compris entre les deux courbes : d'une part, la courbe dite de "régime permanent" représentant LAÏ - Pertes dans le secteur LAÏ-ERE en fonction de LAÏ et la courbe donnant les débits du lit mineur à LAÏ et à ERE en fonction du débit à LAÏ.

Sur le graphique 2.2.3. b la même représentation a été faite pour la section ERE-BONGOR.

On remarquera enfin qu'en dépit de la dispersion des points, il est possible de tracer une courbe moyenne du débit maximal à ERE en fonction du débit maximal à LAÏ, et de même entre ERE et BONGOR. Ceci provient du fait que les gradients de crue varient dans des limites assez étroites pour que la dispersion soit malgré tout assez réduite. Mais cette courbe moyenne ne tenant pas compte de la nature des phénomènes, ne pourrait être extrapolée sans danger. En fait, l'extrapolation donnerait des débits supérieurs à ceux que l'on obtient avec la courbe de régime permanent, ce qui est évidemment aberrant.

2.2.3.2. Hauteurs des crues

Les hauteurs se déduisant des débits, les conclusions précédentes sont évidemment valables. Remarquons toutefois que par suite de l'allure parabolique de la courbe de tarage, les points représentatifs du graphique 2.2.3. c sont apparemment moins dispersés que ceux des graphiques précédents.

2.2.3.3. Propagation de la crue

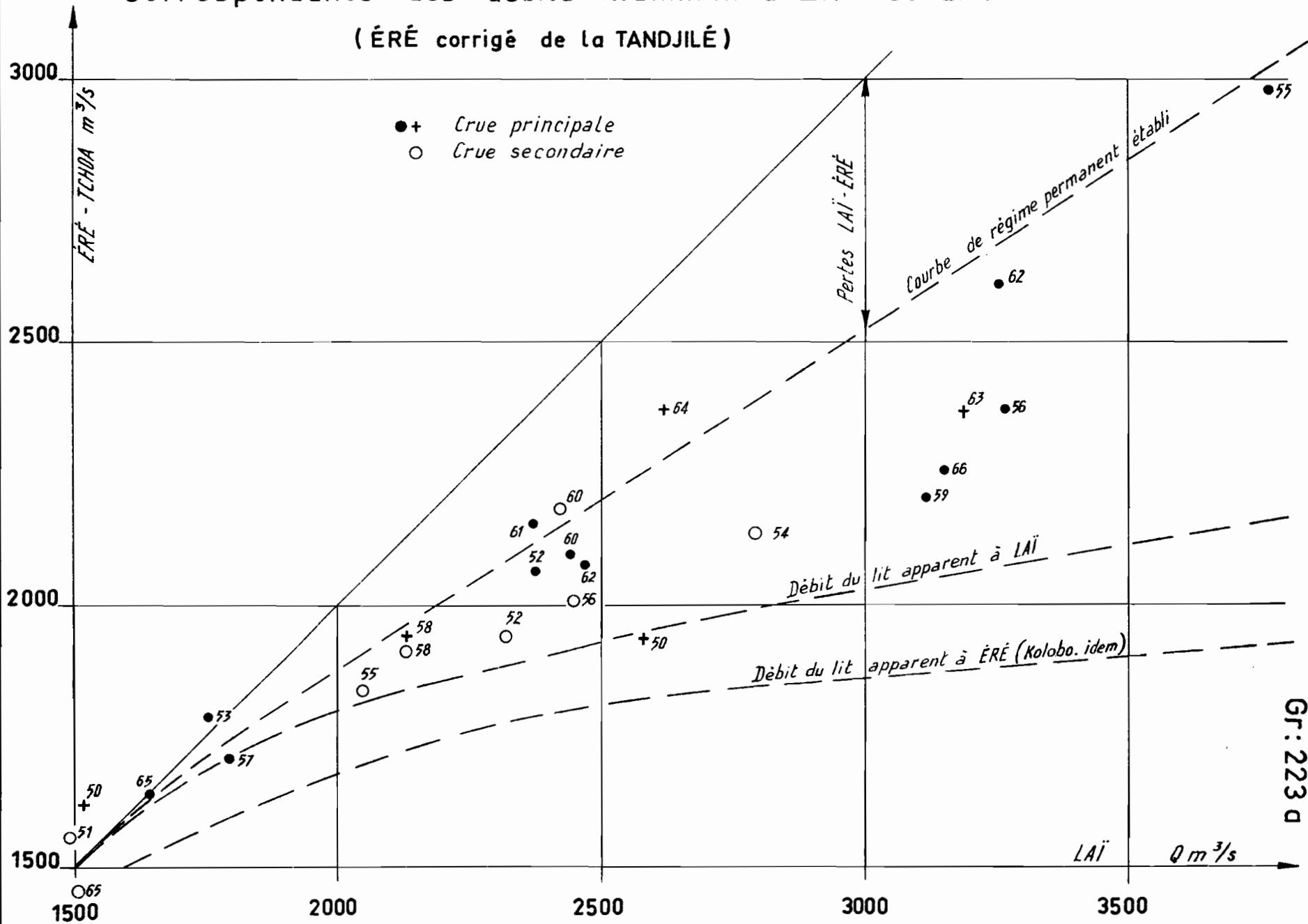
Nous avons vu que la propagation de l'onde de crue dans le lit n'a de sens que jusqu'à BONGOR et KOUMI. Cette durée est de l'ordre de cinq jours entre LAÏ et ERE. Les aberrations s'expliquent du fait que le maximum maximorum à ERE correspond quelquefois à une crue secondaire à LAÏ du fait qu'il n'y a pas relation univoque entre les maximums.

Entre LAÏ et BONGOR, la durée la plus fréquente est de l'ordre de 10 jours. Elle n'est pas très différente entre LAÏ et KOUMI car la crue n'est plus ralentie en aval de BONGOR par les pertes dans le lit majeur. A KATON, le maximum a toujours lieu avant LAÏ, puisque le débit ne varie plus dès que la cote maximale imposée par le lit est atteinte ; celle-ci est strictement limitée par les déversements latéraux.

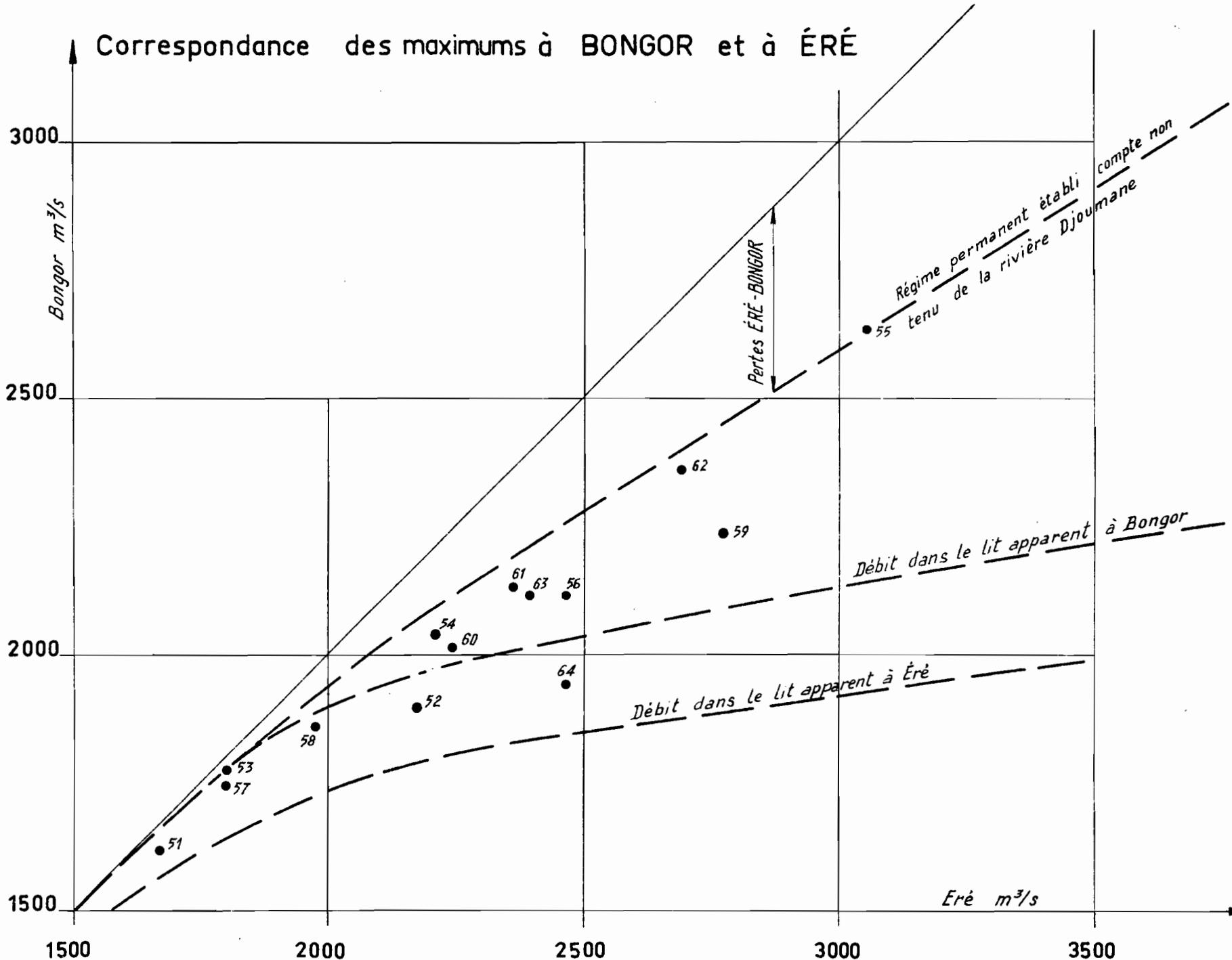
A LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI, la reconstitution très lente de la crue à partir des débits restitués par la plaine fait que le maximum ne se produit qu'avec un retard d'un mois et un mois et demi par rapport à LAÏ.

Correspondance des débits maximaux à ÉRÉ et LAÏ

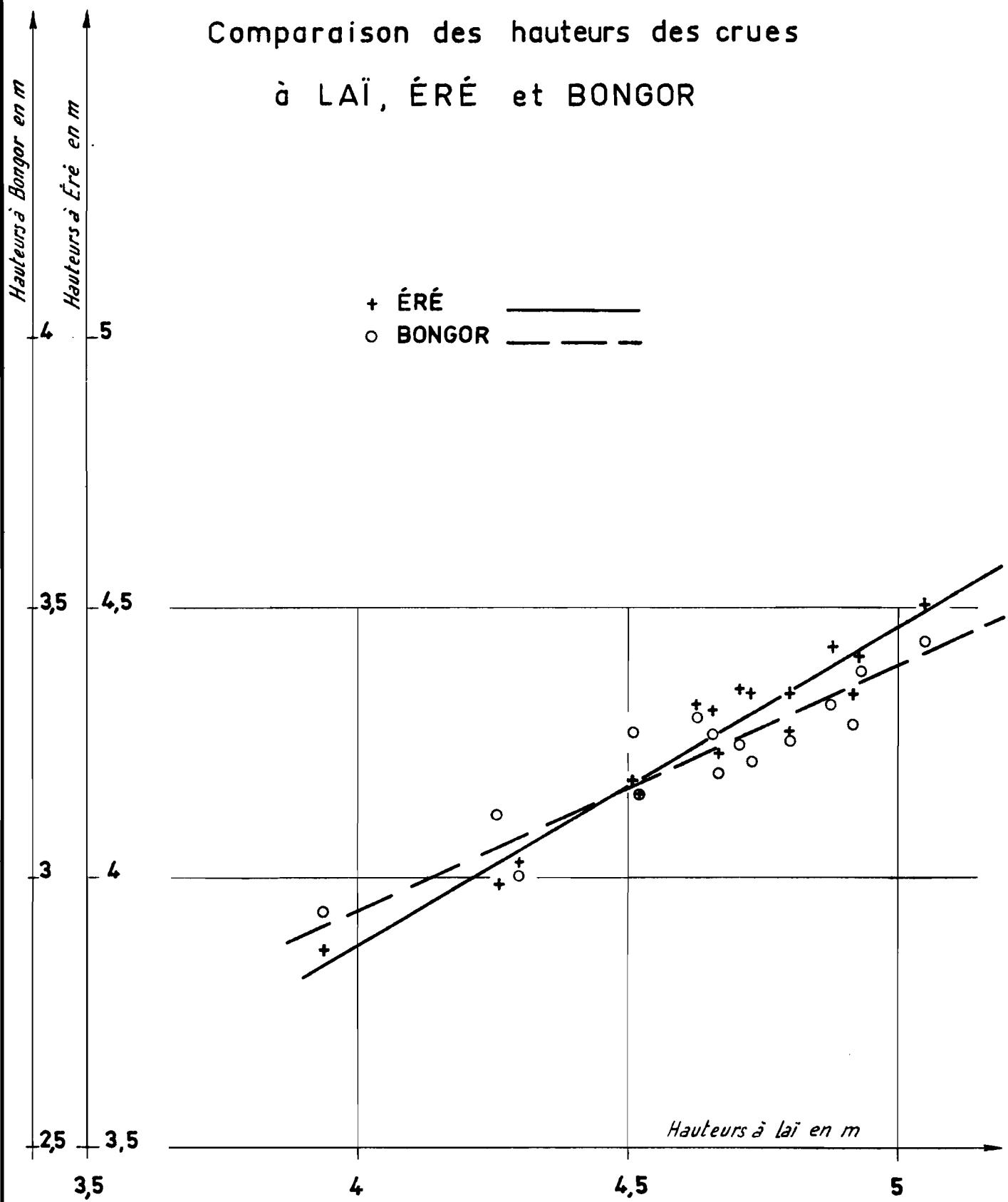
(ÉRÉ corrigé de la TANDJILÉ)



Correspondance des maximums à BONGOR et à ÉRÉ



Comparaison des hauteurs des crues
à LAÏ, ÉRÉ et BONGOR



2.2.4. Pertes du LOGONE par les déversements et les défluviations entre LAÏ et BONGOR

Ces pertes se produisent en certains points des berges énumérés dans le paragraphe 2.2.1. et sont étudiées en détail dans les chapitres 4, 5, 6 et 7. Dans ce paragraphe sont simplement rappelés les barèmes et les graphiques qui permettent de les évaluer en fonction des débits à la station de référence la plus proche.

2.2.4.1. Pertes entre LAÏ - KIM

Elles comprennent, sur la rive droite, les pertes de SATEGUI dont on connaît la valeur en fonction de la hauteur à LAÏ, à l'échelle de la Missic LOGONE-TCHAD, soit :

$$Q = 67 (H - 3,60)^{2,35}$$

et qu'on peut représenter par le barème suivant :

Hauteur à LAÏ	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,50	4,60	4,70	4,80	4,90	5,00	5,06
Débit à LAÏ	1300	1380	1553	1680	1920	2100	2250	2500	2700	3000	3540	3700
(m ³ /s)												

Débit de perte	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
à SATEGUI	:	0	5	12	23	41	52	67	82	102	121	145
(m ³ /s)	:											

On doit y ajouter les pertes entre BOUMO et KIM que nous avons évaluées par le barème suivant, à l'aide des mesures de EESLON et BERTHELOT, en fonction de la hauteur à l'échelle de LAÏ (Mission) :

H	:	4,00	:	4,2	:	4,4	:	4,5	:	4,6	:	4,7	:	4,8	:	4,9	:	5,0	:	5,06
Q	:	0	:	2	:	8	:	15	:	25	:	35	:	50	:	85	:	135	:	175

Les pertes totales entre LAÏ et KIM peuvent s'exprimer par le barème suivant (en m³/s) en fonction du débit maximal à LAÏ :

Hauteur à LAÏ	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,50	4,60	4,70	4,80	4,90	5,00
Débit à LAÏ	1300	1380	1553	1680	1920	2100	2250	2500	2700	3000	3540
Pertes	0	5	12	25	49	67	92	117	152	206	280

2.2.4.2 Pertes d'ERE

Ces pertes s'expriment en fonction de la hauteur et du débit à ERE par le barème suivant (en m³/s) :

Hauteur à ERE	3,5	3,75	3,80	3,90	4,00	4,10	4,20	4,30	4,40	4,50
Débit à ERE	1350	1540	1580	1670	1780	1900	2040	2290	2660	3050
Débit de perte	0	5	8	12	30	50	90	160	250	350

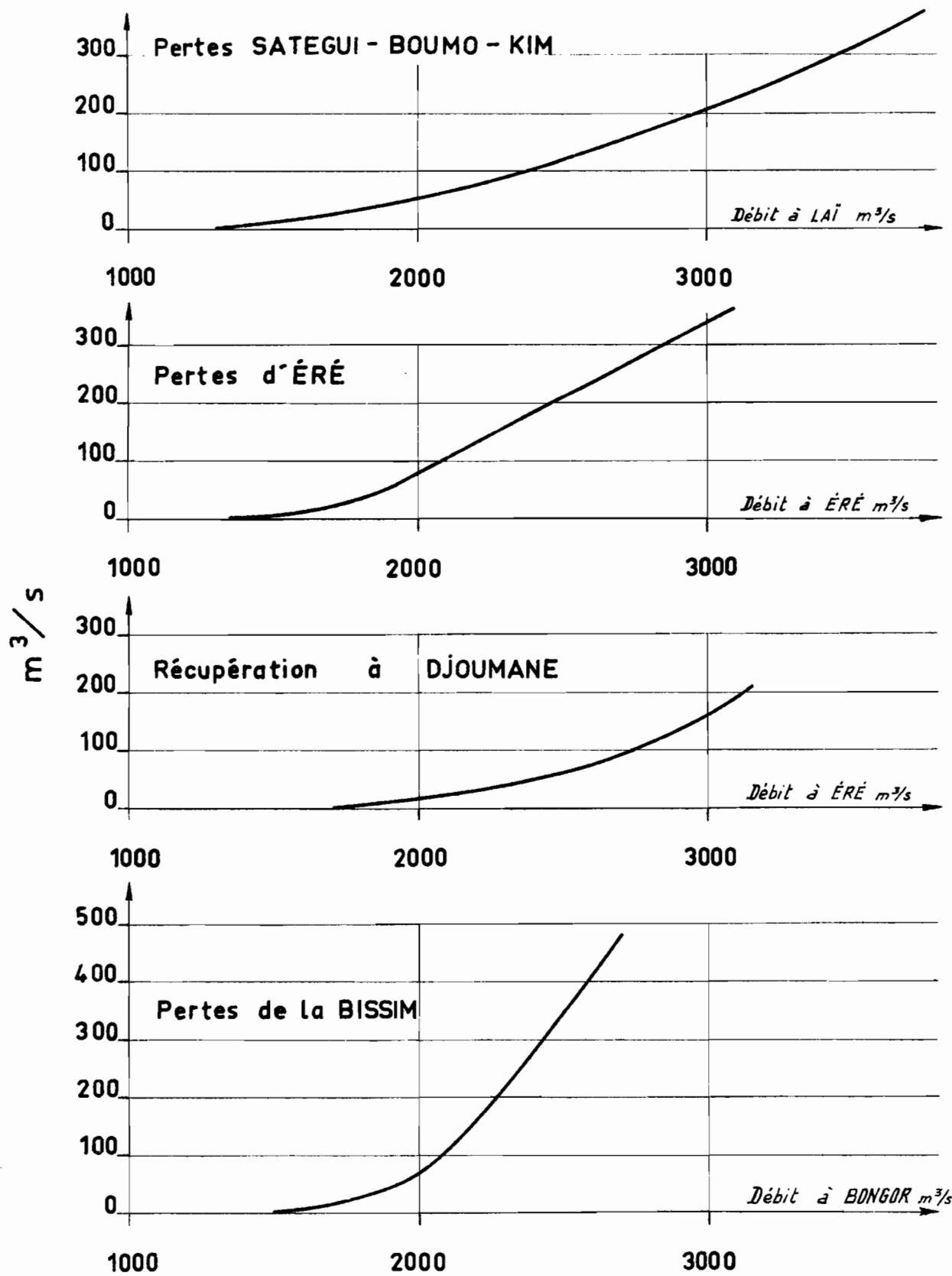
Les pertes sont une fonction linéaire du débit à LAÏ Q lorsque celui-ci dépasse 2000 m³/s : P = 80 + (Q - 2000) 0,26.

2.2.4.3 Récupération de la rivière de DJOUMANE entre ERE et BONGOR :

Cet apport provenant du courant BOUMO-KIM parvient à DJOUMANE avec un retard évalué à 5 jours. Il est donné en fonction du débit J - 5 à ERE par le barème suivant :

Q ERE	1700	1900	2100	2300	2500	2700	2900	3100
Q rivière DJOUMANE	0	9	25	45	70	99	137	192

DÉBITS PERDUS ET RÉCUPÉRÉS ENTRE LAÏ ET BONGOR



2.2.4.4. Pertes de la BISSIM, sur la rive droite, en amont de BONGOR

En fonction du débit à BONGOR, elles sont données par le barème suivant :

: Q BONGOR	:	1500	:	1700	:	1900	:	2100	:	2300	:	2500	:	2700
: Q pertes BISSIM	:	5	:	20	:	45	:	105	:	225	:	345	:	473

2.2.4.5. Calcul des volumes perdus entre LAÏ et BONGOR

En appliquant les barèmes précédents aux débits connus de LAÏ, ERE et BONGOR, nous avons obtenu les volumes perdus annuellement dans les zones de déversements de "LAÏ-KIM" P_1 , "ERE" P_2 , et "BISSIM" P_3 , ainsi que les volumes récupérés par la "rivière de DJOUMANE" A_2 . D'autre part, ont été calculés les apports A_1 de la TANDJILE pendant la durée de la crue, pour les mois d'Août, Septembre, Octobre et Novembre (ce qui représente d'ailleurs pratiquement 95 % du volume débité annuellement par cette rivière).

Les résultats sont portés sur le tableau 2.2.4.5.

2.2.4.6. Recherche d'un "indice de crue" caractérisant les pertes

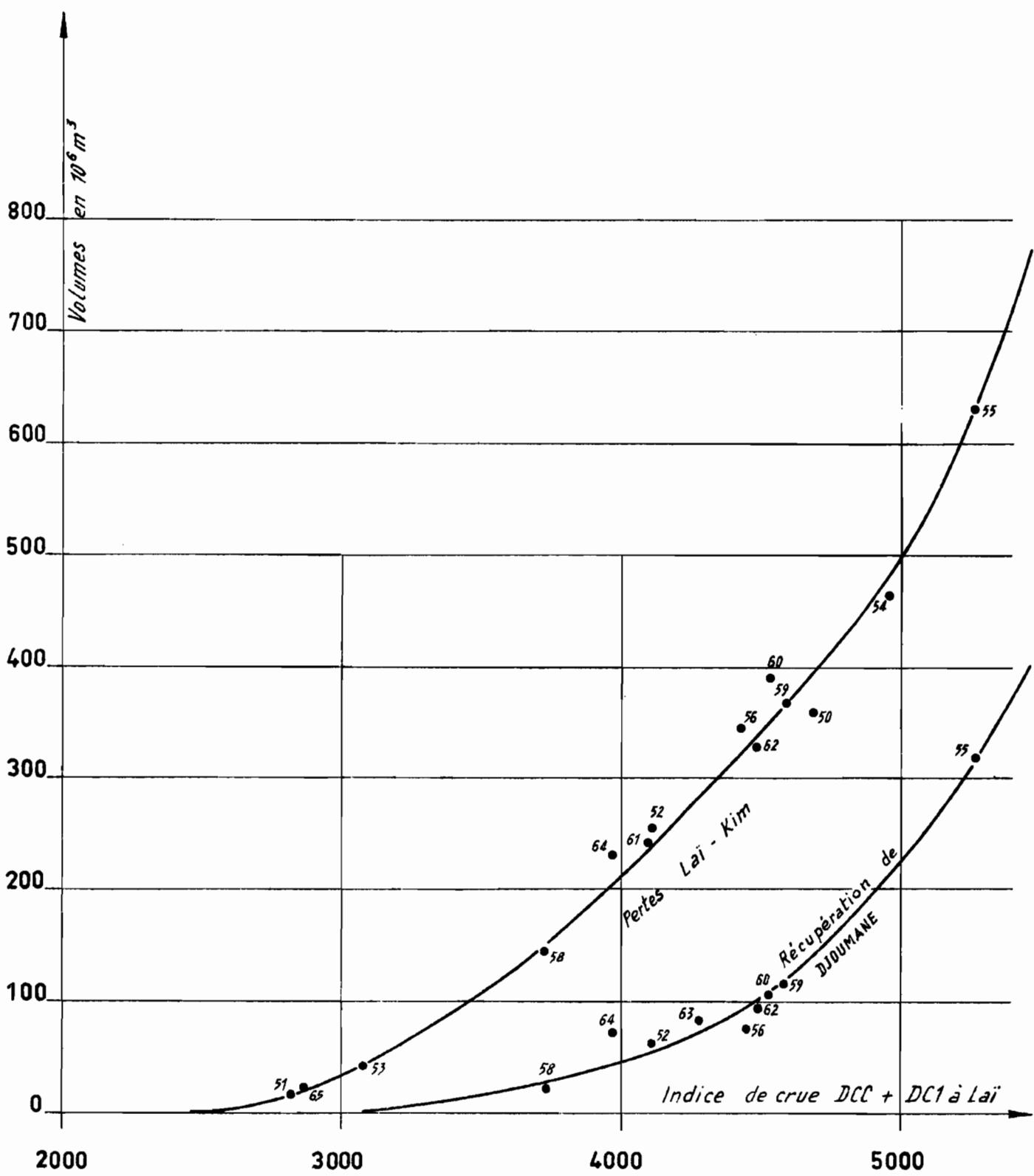
BILLON a indiqué que les pertes totales entre LAÏ et BONGOR et la somme des DCC et DC1 à LAÏ présentent une intéressante corrélation. Ceci est également vrai pour les pertes prises séparément. Ainsi, la figure 2.2.4.6 a montre que les pertes P_1 entre LAÏ et KIM et la "récupération de DJOUMANE" A_1 sont en relation avec DCC + DC1 à LAÏ. Notons que les pertes entre LAÏ et KIM ont été estimées à partir des débits de LAÏ, mais que la récupération de DJOUMANE a été calculée à partir d'ERE (voir 2.2.4.3.). Les pertes d'ERE P_2 , fonction de DCC + DC1, sont représentées sur la figure 2.2.4.6 b. La relation est bonne malgré l'influence de la TANDJILE. De même, les pertes de la BISSIM P_3 représentées sur la figure 2.2.4.6 c, mais la dispersion est plus importante, ces pertes ayant été calculées à partir des débits de BONGOR (paragraphe 2.2.4.4.). Les années 1950 et 1954 sont très en dehors de la courbe, mais les pertes de la BISSIM sont parfaitement représentées par la courbe du graphique 2.2.4.6 d, l'indice étant DCC + DC1 de BONGOR.

Tableau 2.2.4.5
Volumes perdus entre LAÏ et BONGOR en millions de m³

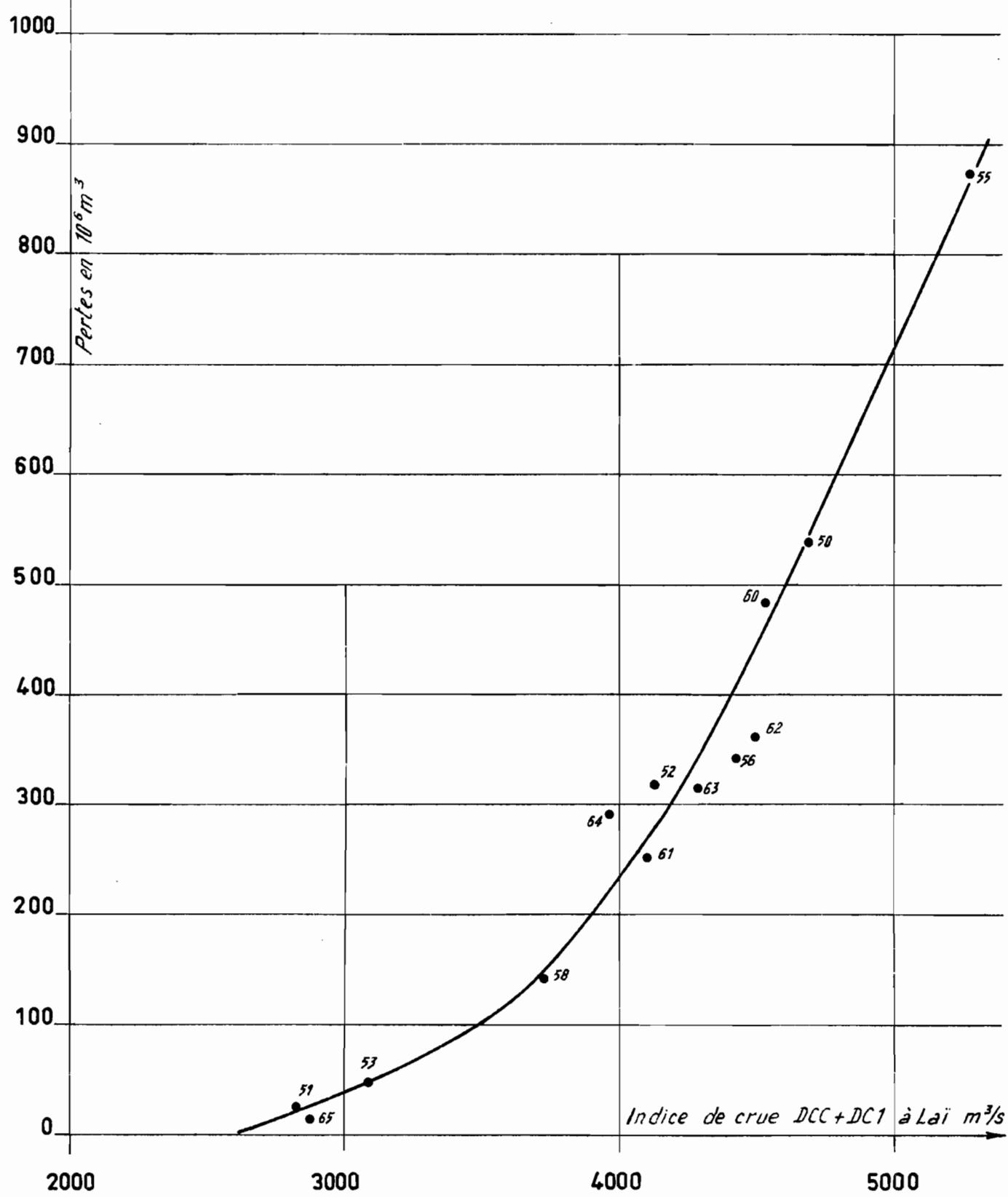
Années	Pertes			Apports			Pertes			Différence : réelles: LAÏ-BONGOR : LAÏ-BONGOR	
	$I_1 = \text{Indice de crue (DCC} + DC_1 \text{ à LAÏ})$	Pertes LAÏ-KIM	Pertes d'ERE	$I_2 = \text{Indice de crue (DCC} + DC_1 \text{ à BONGOR})$	Pertes BISSIM	Volumes TANDJILE (pendant la crue)	Récupération DJOUMANE	$P_1 + P_3 - A_1$	$P_2 + P_3 - A_2$	$P_1 + P_2 - A_1 - A_2$	entre LAÏ: d'après le bilan des pertes: volumes mesurés et BONGOR: lan des pertes: volumes mesurés et des apports: aux stations (1)
1948	4535	(350)	(465)	3790	(205)	((450))	(110)	((910))	((460))	900	
1949	3472	(105)	(95)	3655	(140)	((290))	(25)	((315))	((25))	- 1400	
1950	4692	356	541	(3897)	(204)	580	144	957	377	600	
1951	2833	17	25	3450	(65)	290	(0)	107	- 183	- 700	
1952	4113	256	317	-	(240)	((375))	63	((750))	((375))	-	
1953	3090	48	47	-	(50)	((250))	3	((145))	((-108))	- 600	
1954	4988	464	(700)	(3811)	219	((490))	(215)	((1168))	578	1100	
1955	5271	632	872	4588	731	420	318	1917	1497	700	
1956	4436	345	340	3915	249	490	75	859	369	100	
1957	3047	(40)	(45)	3370	(40)	((470))	1	124	((-346))	- 1200	
1958	3733	146	141	3501	83	340	23	347	7	- 100	
1959	4589	368	(490)	3942	276	360	127	1007	647	400	
1960	4538	393	488	3934	287	700	109	1059	359	100	
1961	4100	244	251	4126		680	51	658	- 22	- 1200	
1962	4487	330	363	4184	412	540	94	1011	471	- 300	
1963	4280	(285)	328	3915	278	260	85	((806))	546	- 300	
1964	3972	234	292	3555	111	560	72	565	5	200	
1965	2874	22	16		25	270	((0))	63	- 207	-	
1966											

(1) On ne tient pas compte des apports de la TANDJILE.

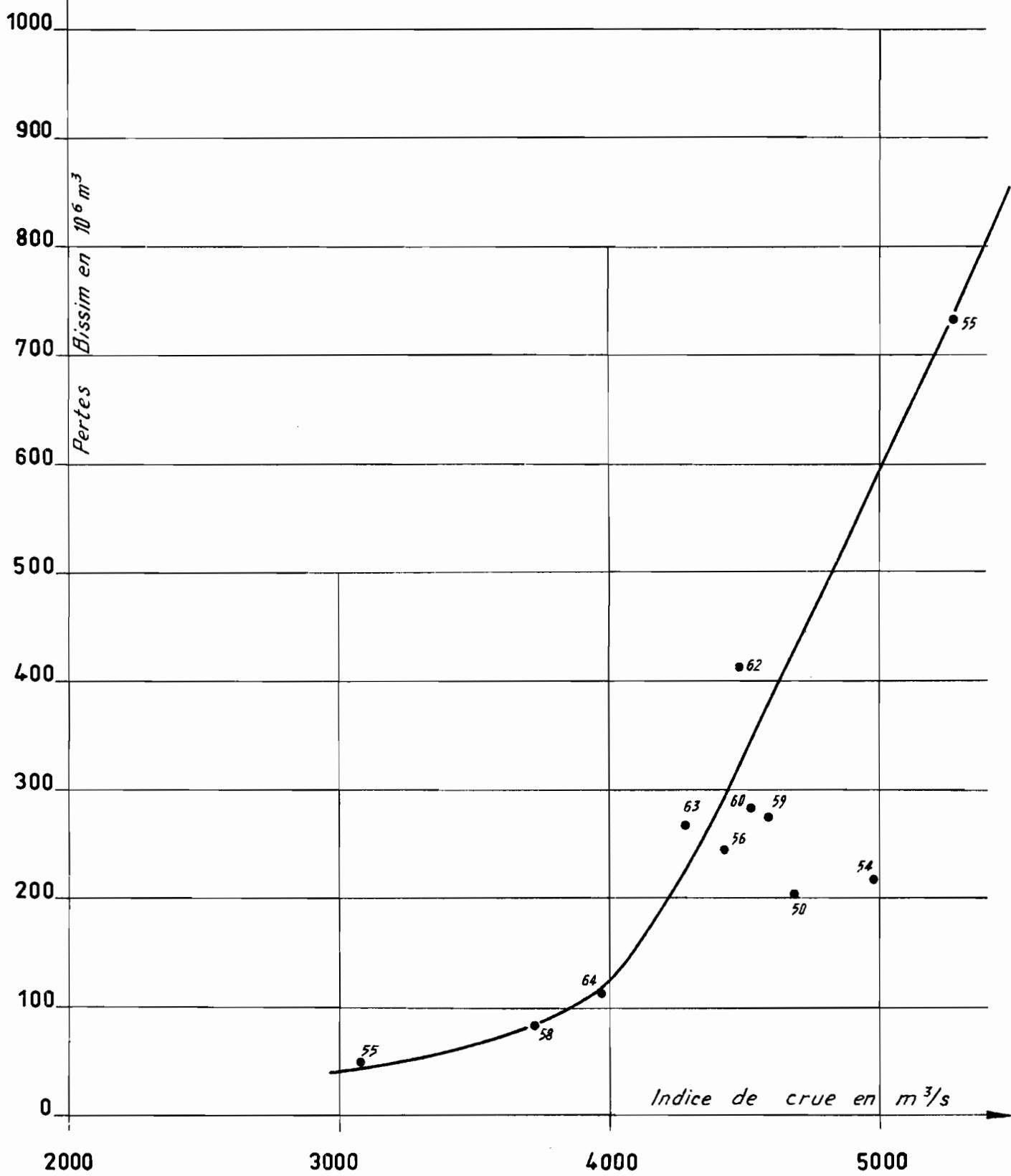
Pertes LAÏ-KIM et récupération de DJOUMANE en fonction de
l'indice de crue DCC + DCI à LAÏ -



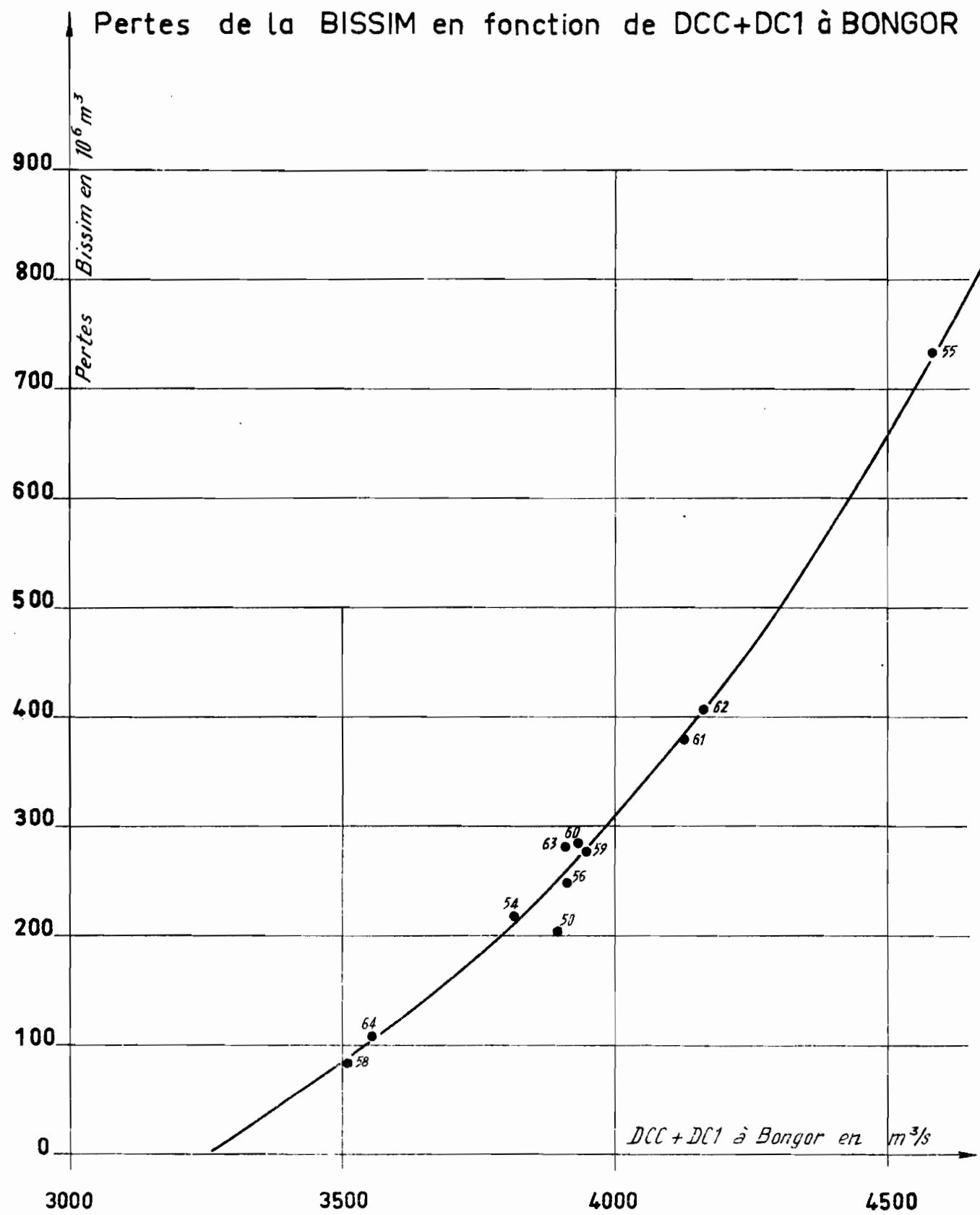
Pertes d'ÉRÉ en fonction de l'indice de crue DCC+DC1 à LAÏ



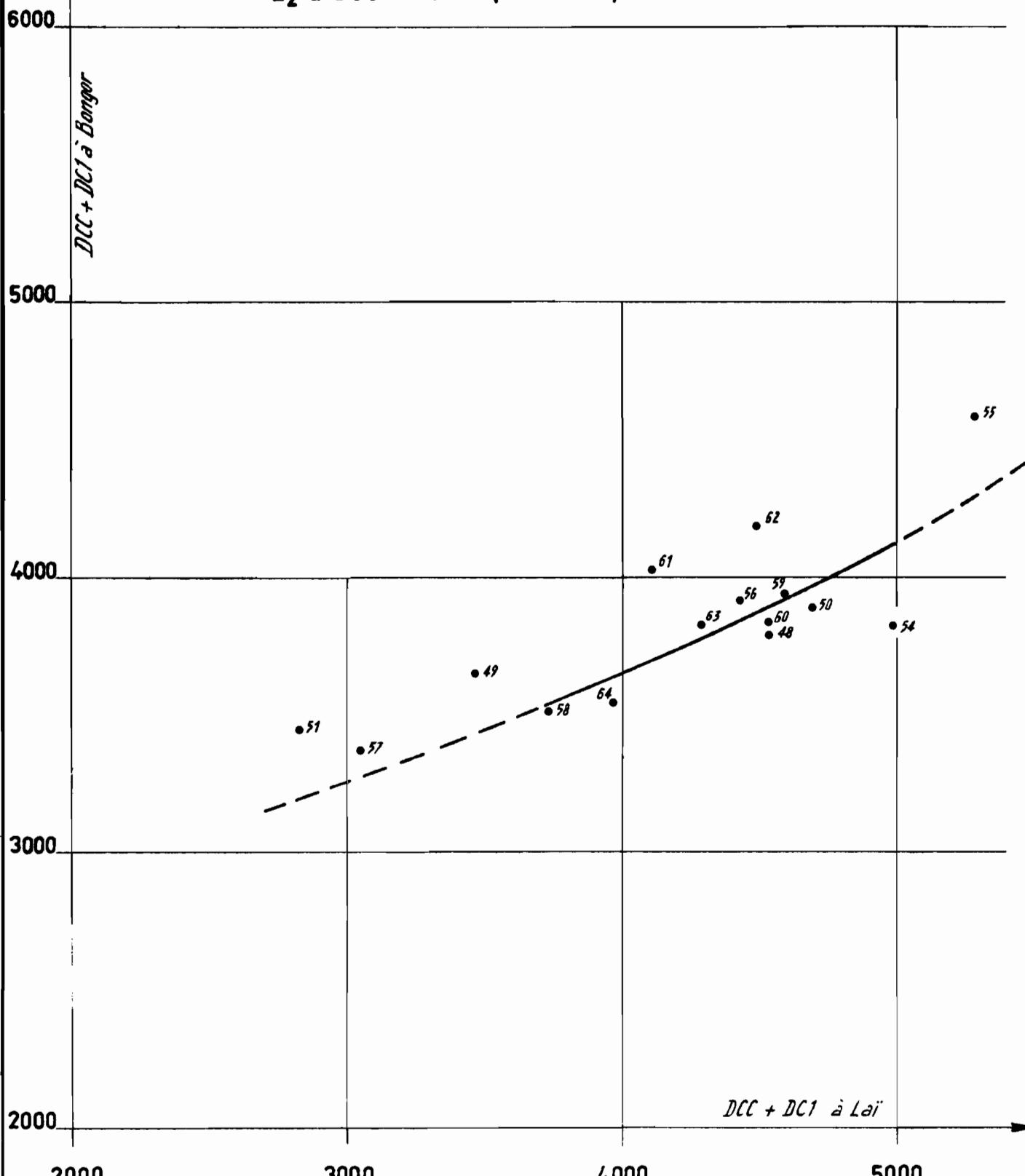
Pertes de la BISSIM en fonction de l'indice de crue DCC + DC1
à LAÏ



Pertes de la BISSIM en fonction de DCC+DC1 à BONGOR

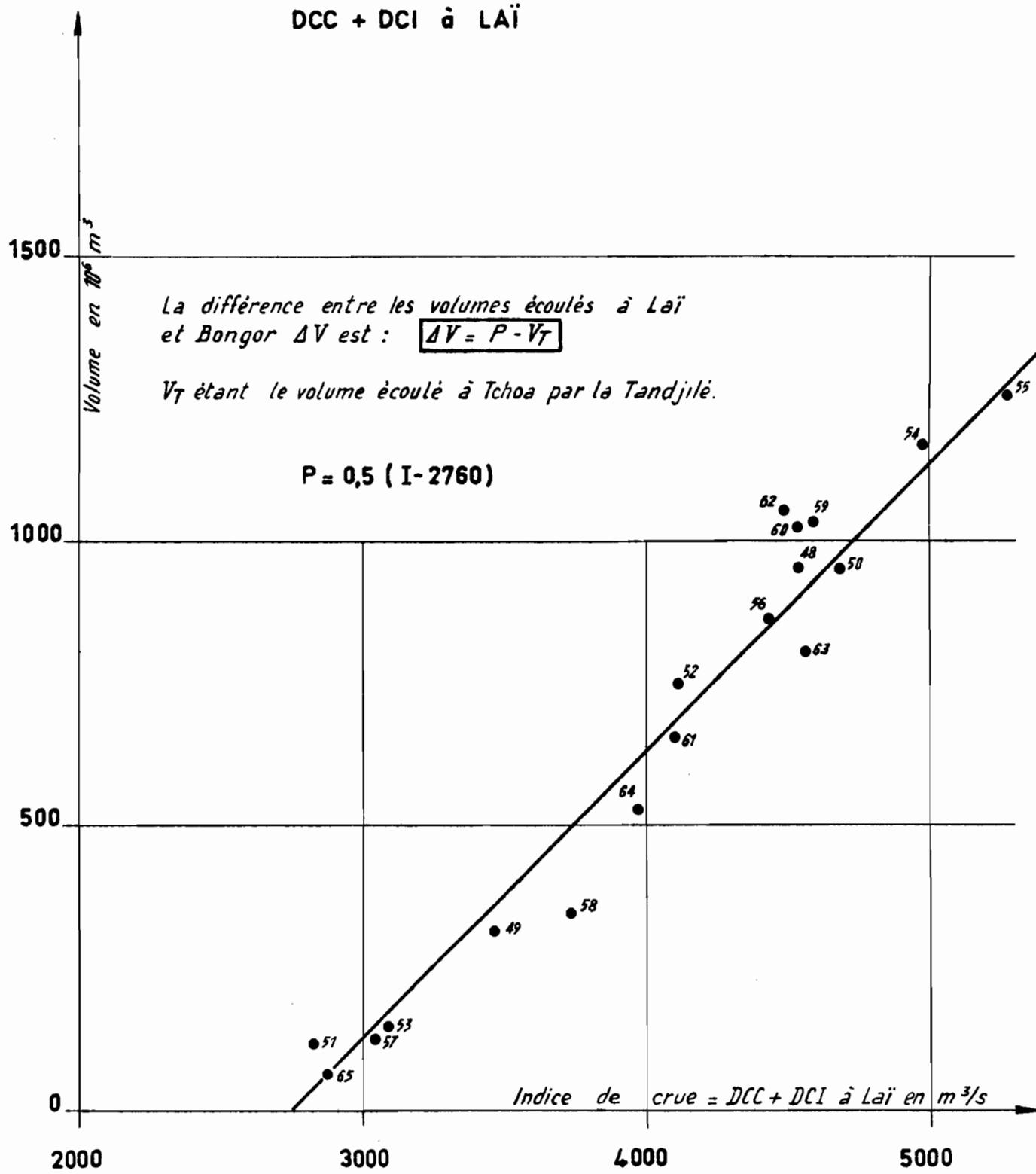


Correspondance des indices

 $I_1 = DCC + DC1$ (LAÏ) $I_2 = DCC + DC1$ (BONGOR)

Volumes perdus annuellement entre LAÏ et BONGOR (calculés)
en fonction de "l'indice de crue"

DCC + DCI à LAÏ



Ces différentes courbes permettent de compléter le tableau 2.2.
4.5. pour les années où les pertes ne sont pas connues.

Bien que l'indice DCC + DC1 ait été choisi par empirisme et intuition, il va sans dire qu'il a une signification physique plus précise et représente convenablement la partie de la crue au cours de laquelle se produisent les déversements. Une méthode plus rigoureuse, mais trop lourde, aurait consisté à intégrer la courbe des débits classés pendant la période de déversement (débits supérieurs à 1800 m³/s).

Les indices $I_1 = DCC + DC1$ de LAÏ, et $I_2 = DCC + DC1$ de BONGOR se correspondent bien, malgré l'influence de la TANDJILE. Mais les années 1954, 1961 et 1962 sont très en dehors de la courbe (voir graphique 2.2.4. 6 e). Ces années sont d'ailleurs considérées comme douteuses à BONGOR. Le point représentatif de 1955 semble indiquer que les débits de BONGOR ont été surestimés. Pour les faibles crues, il est normal que BONGOR soit supérieur à LAÏ, puisqu'il n'y a pas de pertes et que le LOGONE reçoit les eaux de la TANDJILE, mais l'écart est cependant trop élevé en 1951 (300 m³/s) et 1957 (170 m³/s) indiquant comme précédemment des débits trop forts à BONGOR.

La relation entre la somme des pertes entre LAÏ et BONGOR ($P_1 + P_2 + P_3$) (d'où l'on a déduit la "rivière de DJOUMANE" A₂) et l'indice $I_1 = DCC + DC1$ à LAÏ est excellente et représentée par la droite $P = 0,5 (I_1 - 2760)$ (P en 10⁶ m³ et I en m³/s graphique 2.2.4.6 f).

Il ne faut pas donner à cette formule plus d'importance qu'un moyen commode d'évaluer les pertes pour les années où l'on ne dispose que de la crue à LAÏ. Mais le seul fait qu'il existe une relation univoque entre les débits de LAÏ et le volume des pertes est très important : du fait des accumulations dans le lit majeur, les débits instantanés de BONGOR ne dépendent pas en effet uniquement des débits de LAÏ, mais aussi des gradients de crue : cette influence ne joue plus quand on considère les volumes annuels.

2.2.4.7 Bilan des pertes et des apports entre LAÏ et BONGOR

Si le volume de la crue de la TANDJILE est pris en considération, tous les éléments sont réunis pour établir la balance des volumes écoulés annuellement à LAÏ et à BONGOR.

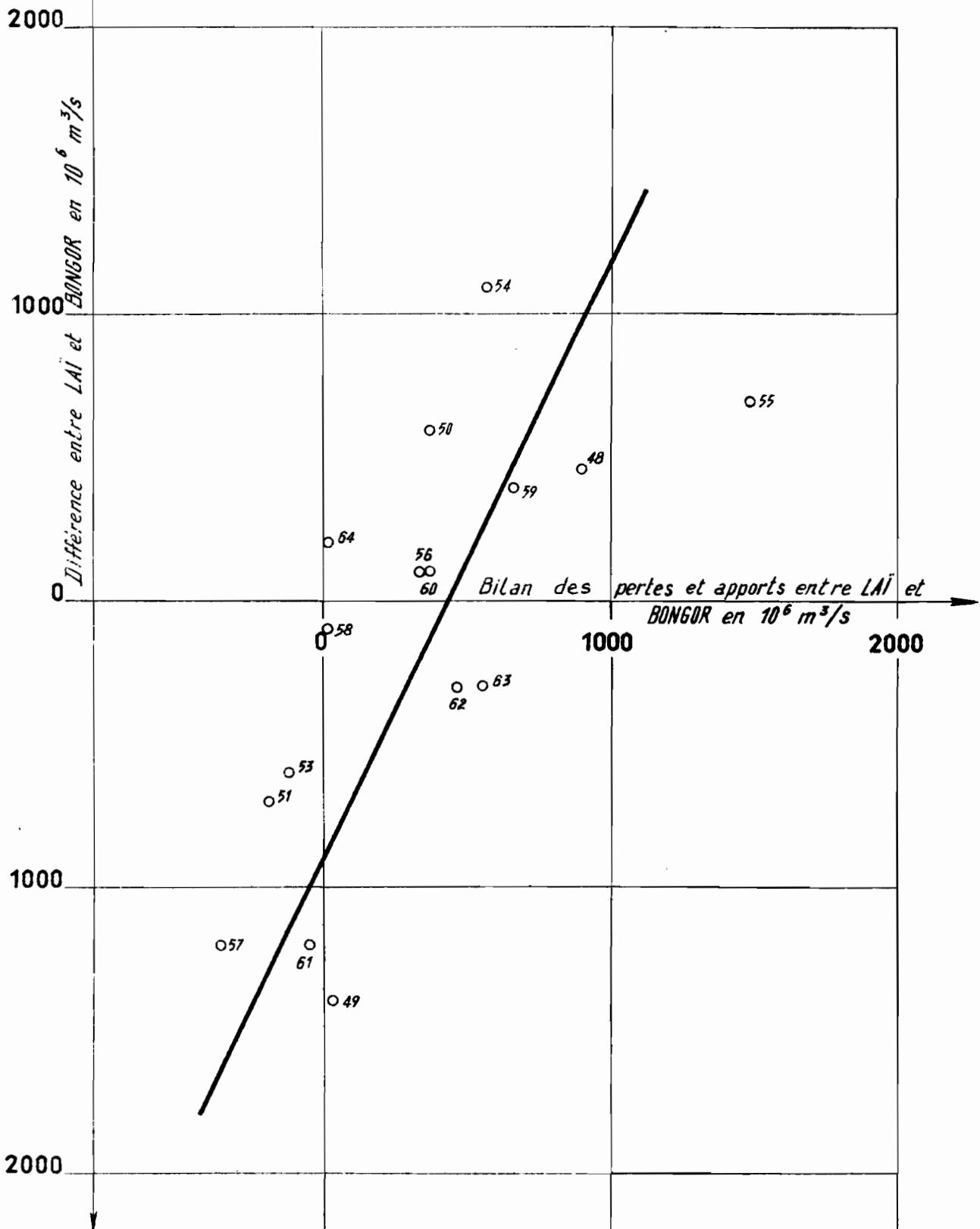
Le solde des pertes et des apports est inscrit dans l'avant-dernière colonne du tableau 2.2.4.5. Il n'est évidemment pas en relation univoque avec les débits de LAÏ, du fait des apports de la TANDJILE.

Il est intéressant de comparer la différence des volumes écoulés à LAÏ et à BONGOR, ainsi calculée, avec la différence des volumes annuels des débits (dernière colonne du tableau 2.2.4.5.). Le graphique 2.2.4.7 montre une très grande dispersion. Les points sont cependant groupés autour d'une courbe dont le gradient est voisin de 2, indiquant donc des estimations des pertes 2 fois plus faibles par la méthode de mesure directe que par la méthode des différences entre LAÏ et BONGOR.

Il ne faudrait pas en conclure hâtivement que ces estimations sont fausses : il ne faut pas oublier que les volumes écoulés annuellement à LAÏ et à BONGOR sont entachés d'une erreur relative qui atteint vraisemblablement $\pm 2 \%$. Leur différence peut donc être erronée de $\pm 4 \%$, soit, pour des volumes de l'ordre de 18 milliards de m³, 720 millions de m³. Ceci dans l'hypothèse où les lectures aux échelles sont exactes et complètes, ce qui est généralement le cas, sauf en 1949 et 1961. A supposer que les estimations des pertes soient exactes, et on verra la difficulté de ces estimations aux chapitres 3, 4, 5 et 6, la dispersion des points du graphique 2.2.4.7. peut donc s'expliquer du seul fait des erreurs faites sur les volumes écoulés annuellement aux stations. Mais nous verrons ultérieurement d'autres méthodes d'estimation des pertes, méthodes qui permettent de serrer de plus près ce problème délicat.

Comparaison des différences des volumes écoulés à LAÏ et à BONGOR annuellement évalués par deux méthodes:

1. DIFFÉRENCE ENTRE LES STATIONS
2. BILAN DES PERTES ET DES APPORTS



2.2.5. Accumulation dans le lit majeur et les plaines entre LAÏ et BONGOR

2.2.5.1. Existence de l'accumulation

Les pertes par déversements entre LAÏ et BONGOR ont été étudiées au paragraphe 2.2.4. Or la chute considérable des débits de crue, entre ces deux stations, dépasse largement l'estimation que l'on peut en faire par la seule considération de ces pertes.

Donnons quelques précisions sur ce phénomène qui fait apparaître de prime abord l'importance du "stockage" entre LAÏ et BONGOR :

En aval de LAÏ, les modules diminuent progressivement. De 560 m³/s correspondant au module à LAÏ majoré de celui d'un petit affluent la TANDJILE, on passe à 547 m³/s à BONGOR. Sur ce parcours, la différence LAÏ-BONGOR ne fait pas apparaître des pertes comparables à celles qui sont mesurées directement. Il faut sans doute attribuer cette incohérence à l'imprécision du tarage, en particulier à la surestimation relative des débits moyens de BONGOR. Il en est de même pour KOUMI qui accuserait un module de 555 m³/s (1). Mais à KATOA, il n'est plus que de 445 m³/s, de 395 m³/s à LOGONE-GANA et 402 à LOGONE-BIRNI, malgré la récupération en amont de ces deux stations d'une partie des eaux déversées dans les plaines par la KOUNAMBOU.

En fait, ce sont les débits de hautes eaux qui sont seuls affectés par les "écrêtements" dus aux déversements et par l'amortissement des plaines d'inondation.

Ainsi, la moyenne des maximums observés est de 2475 m³/s à LAÏ contre 2000 à BONGOR, 1990 à KOUMI et seulement 1260 à KATOA. Après une chute continue jusqu'à HOLLOM où ils sont réduits à 400 m³/s, les maximums remontent à 900 - 1000 m³/s à LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI.

La chute des maximums des années fortes est encore plus spectaculaire. En 1955 par exemple, 3770 m³/s à LAÏ ont donné 2633 à BONGOR, 1802 à KOUMI et le même débit qu'en année ordinaire à KATOA (1281 m³/s) et aux stations plus en aval (GAMSEÏ-HOLLOM). A LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI, les différences de la crue de 1955 avec la crue moyenne sont inférieures à 100 m³/s.

(1) Le module de KOUMI n'a été calculé que sur quelques années seulement.

En aval de BONGOR, les écrêtements sont dus visiblement aux déversements ou aux défluviations dans de véritables bras (larges parfois de 30 à 40 m) et les pertes sont très importantes.

En ce qui concerne la section LAÏ-BONGOR, comme il a été indiqué plus haut, en dépit d'une chute spectaculaire des débits de crue, les volumes annuels ne sont pas effroyablement touchés. Si l'on reprend une année forte, 1955 par exemple où les pertes sont maximales, on enregistre un volume de 22,4 milliards de m³ à LAÏ, 21,7 à BONGOR. Il y a donc (en tenant compte de la TANDJILE : 0,42.10⁹ m³), une perte de 1,1.10⁹ m³ entre LAÏ et BONGOR (sans tenir compte des imprécisions de tarage !). Ce chiffre relativement modeste provient du fait qu'entre LAÏ et BONGOR jouent simultanément déversements et accumulations dans le lit, dans des proportions assez voisines, grâce à un lit majeur très large (3 à 5 km) et surtout à des plaines d'inondation s'étendant très au-delà de ce lit majeur. Au contraire, en aval de BONGOR, le lit majeur est délimité par des endiguements définitifs ou précaires sur les deux rives, séparés de 1500 à 2000 mètres.

2.2.5.2. Topographie du lit majeur et des plaines d'inondation

La première manière d'atteindre le volume de stockage est évidemment la topographie.

Les débordements du lit apparent dans le lit majeur débutent pour des débits très voisins à LAÏ, ERE et BONGOR, entre 1550 et 1660 m³/s et pour les cotes suivantes :

- à LAÏ, pour une cote de 4,00 m à l'échelle (soit 4,00 m au-dessus de l'étiage) correspondant à un débit de 1553 m³/s.
- à ERE : 3,80 m (1580 m³/s)
- à BONGOR : 3,00 m (1660 m³/s)

A mesure que le niveau du plan d'eau croît, pour atteindre des maximums de 5,06 m à LAÏ, 4,50 m à ERE et 3,44 m à BONGOR, le lit majeur s'élargit progressivement et atteint alors entre berges (lorsqu'elles existent, ce qui n'est pas le cas aux emplacements des déversements), les dimensions suivantes (d'après les cartes topographiques) :

Section LAÏ-ERE

	LAÏ	DRAÏN-BASSA	SATEGUI	GOUNDO	BOUMO	BESSERE	KIM	ERE
Distance à LAÏ (km)	0	9	14	20	35	41	59	69
Largeur du lit majeur (km)	6	5	6	5,5	4	5	5	3

De même, entre ERE et BONGOR, les dimensions du lit majeur sont les suivantes :

	ERE	DJOUINNE	KOLOBO	HAM	DJA-ROUEÏ	DJIF-GUI	NAIM	MASSA	TOUG	BONGOR
Distance à ERE (km)	0	13	19	31	39	46	51	59	67	81
Largeur (km)	4	4,8	4,8	3,4	3,4	4	2,6	3	2,4	3,4

Il est facile d'en déduire les surfaces inondées entre berges du lit majeur.

Section LAÏ-ERE

Hauteurs à l'échelle de LAÏ	0	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00
Débit à LAÏ	40	1553	1692	1920	2295	2810	3540
Surface (km ²)	20	20	84	148	212	276	340

Section ERE-BONGOR

Hauteur à l'échelle de BONGOR :	0	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40
Débit à BONGOR :	50	1660	1760	1895	2135	2465
Surface (km^2) :	32	32	94	156	218	280

Mais les calculs des paragraphes suivants conduisent à des volumes stockés entre LAÏ et BONGOR impliquant des surfaces beaucoup plus importantes : 1300 km^2 entre LAÏ et ERE et 1500 km^2 entre ERE et BONGOR. Ceci prouve que l'inondation s'étend, dans les plaines bordant le LOGONE, très au-delà des limites visibles du lit majeur. Ceci n'était pas évident a priori car ces plaines, qu'effectivement nous avons vu inondées, paraissaient constituer un passage à sens unique emprunté par les déversements et ne paraissaient pas être drainées par le LOGONE à la décrue.

2.2.5.3. Répartition des débits du LOGONE entre lit apparent et lit majeur en période de crue (entre LAÏ et BONGOR)

Ainsi, lors des crues les eaux se répartissent entre le lit apparent où le courant est rapide : en moyenne de 1,10 à 1,30 m/s et le lit majeur où, par suite de la moindre profondeur et de la végétation, la vitesse, du reste très irrégulière, est comprise entre 0,10 m/s sur les hauts-fonds et 0,60 m/s ou plus dans les bras. En dehors de cette "zone active" constituée par les lits apparent et majeur, les eaux inondant les plaines stagnent ou se déplacent à une vitesse de 0,01 à 0,05 m/s, perpendiculairement au LOGONE.

L'importance du débit passant dans le lit majeur est intéressante à connaître, car elle croît très rapidement quand le niveau des eaux du fleuve augmente et constitue l'un des plus importants facteurs d'amortissement des débits de crue.

Débits passant dans le lit majeur (d'après les mesures directes (1) et l'extrapolation des débits du lit apparent par la formule de CHEZY) :

LAI

Débit total	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200
Débit du lit majeur	15	80	210	350	490	640	800	970	1130

ERE

Débit total	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
Débit du lit majeur	0	40	90	160	270	410	560	730	900

BONGOR

Débit total	1600	1800	2000	2200	2400	2600
Débit du lit majeur	0	30	100	200	320	460

(1) Le débit du lit majeur a pu être mesuré avec une bonne précision aux emplacements où il est traversé par une chaussée, par exemple entre LAI et ERE et entre BONGOR et YRDING.

2.2.5.4. Contrôle des débits du LOGONE

Etant donné l'ampleur des modifications subies par les débits de crue sur le parcours LAÏ-BONGOR, qui constitue un bief de 165 km, il est apparu que pour l'analyse des débits de crue il était insuffisant de contrôler les débits seulement aux extrémités, à LAÏ et à BONGOR, où l'on dispose de stations principales soigneusement étalonnées.

A mi-chemin, au km 71, la station d'ERE permet de partager le bief en deux sections. On dispose, à cette station, de lectures assez continues et peut-être moins mauvaises que ne l'aurait laissé supposer la nature des observateurs. Cependant, les mesures de débits effectuées ne permettent pas son étalonnage même en tenant compte des mesures faites récemment à KOLBO quelques kilomètres en aval.

L'étalonnage d'ERE (1) a été réalisé par le calcul en partant, d'une part de LAÏ et d'autre part de BONGOR, ce qui a permis d'"encadrer" les débits d'ERE. Le calcul n'était évidemment possible que pour les périodes d'étalement suffisamment longues, afin que l'amortissement des débits dû au stockage dans le lit entre les stations ne soit pas trop important.

Cette méthode admettait également l'hypothèse que les pertes le long des berges du LOGONE étaient correctement évaluées, ce qui, nous l'avons vu, est discutable. Les équations suivantes ont donc servi à encadrer les débits d'ERE.

1ère équation :

$$(\text{Débit en amont des pertes d'ERE}) = \text{Débit de LAÏ} - (\text{Pertes LAÏ-KIM}) + \text{Débit TANDJILE}$$

Le débit à ERE se déduit du débit en amont des pertes d'ERE en tenant compte des pertes d'ERE calculées suivant le barème d'après la cote à ERE comme par les observations.

2ème équation :

$$(\text{Débit à ERE} + \text{Débit de la rivière de DJOUMANE}) = \text{Débit à BONGOR} + \text{pertes de la BISSIM.}$$

On passera du débit entre parenthèses au débit à ERE en tenant compte du débit de la rivière de DJOUMANE calculé d'après le barème en fonction de la hauteur à l'échelle d'ERE.

(1) On se reporterà au paragraphe 2.1.1.2 "Tarage de l'échelle d'ERE".

La courbe de tarage d'ERE a été tracée, arbitrairement, à égale distance des courbes calculées à partir de LAÏ et de BONGOR.

On se rendra compte de la "précision" du procédé sur les graphiques des figures 2.2.5.4. a et 2.2.5.4 b.

Sur la figure a sont comparés la différence ($LAÏ + TCHOA$ (TANDJILE) - ERE) en période d'étale (donc sans accumulation) avec les pertes évaluées d'après les barèmes de mesures directes, en fonction des débits

$LAÏ + TCHOA$. On constate que l'écart est supérieur à l'erreur qui résulte du tarage de LAÏ, ce qui se traduit par une certaine dispersion des points autour de la courbe des différences. De plus, l'écart négatif entre 1000 et 2000 m^3/s , atteignant 100 m^3/s , signifie un apport entre LAÏ et ERE et non une perte.

Précisons bien que les pertes mesurées directement correspondent à des emplacements bien déterminés où il a été possible de procéder à des contrôles et ceci sur une petite partie du cours. Il est bien entendu qu'en dehors de ces zones, il n'y a pas de départs vers des effluents, mais tout le long du cours il y a pertes par évaporation et infiltration, dont la méthode de calcul par différence des débits à LAI + TANDJILE et BONGOR tient compte.

Nous avons fait l'hypothèse que l'apport du ruissellement sur le bassin intermédiaire était pratiquement nul et compensé en tout état de cause par l'évapotranspiration. Mais, pendant la période de crue de Juillet à Septembre, précisément lorsque les débits atteignent 1000 à 2000 m^3/s , les précipitations sont à leur paroxysme sur le bassin inférieur et atteignent 300 à 350 mm par mois, alors que l'évapotranspiration ne dépasse pas 120 à 160 mm.

D'autre part, le bassin intermédiaire ne se borne pas, comme il avait été supposé de prime abord, au lit majeur ; il déborde dans des plaines inondées, donc drainées par le LOGONE, comme on le verra dans l'étude du "stockage dans le lit", et sa superficie atteint 3000 km^2 entre LAÏ et BONGOR. Le bilan fait donc apparaître un volume disponible, pour les mois les plus pluvieux, de l'ordre de 0,45 milliard de m^3 , soit, avec un coefficient d'écoulement de 0,50 sur terrain saturé ou marécages, un débit de 87 m^3/s . A cette époque de la crue, l'influence des pluies sur le lit et les plaines adjacentes expliquerait l'accroissement de débit constaté entre LAÏ et BONGOR, et ceci nous rassure quelque peu sur l'étalonnage de ces deux stations.

Pour des débits à LAÏ supérieurs à $2000 \text{ m}^3/\text{s}$, les pertes évaluées directement deviennent nettement inférieures. A cette époque de l'année, correspondant au maximum, les précipitations sont assez rares et leur influence est tout à fait négligeable, les pertes par évaporation le sont moins. Pour $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ à LAÏ par exemple, la surface inondée est de l'ordre de 1600 km^2 entre LAÏ et ERE, ce qui correspond à des pertes par évaporation de l'ordre de $60 \text{ m}^3/\text{s}$. Il faut encore ajouter les pertes par infiltration qui sont, au grand maximum, du même ordre. On verra enfin que les pertes globales, définies par des méthodes plus précises, sont très légèrement inférieures à celles que nous venons d'évaluer, car les eaux ne sont pas tout à fait étales et ce régime pas tout à fait permanent. Au total, pour un débit à LAÏ de $3000 \text{ m}^3/\text{s}$, il reste un écart de $100 \text{ m}^3/\text{s}$ non expliqué, pour une perte globale de $550 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 18 %. Cet écart est tout à fait raisonnable, il correspondrait à 3 % d'écart d'étalonnage à LAÏ et il tient probablement aux imprécisions des tarages de LAÏ et BONGOR et de l'évaluation directe des pertes.

Les pertes globales entre LAÏ et ERE d'une part, ERE et BONGOR d'autre part, peuvent donc être estimées et elles ont été représentées sur les figures a et b. On se souviendra cependant de la part d'arbitraire qui intervient dans le tracé de la courbe d'étalonnage d'ERE, à mi-chemin entre les courbes obtenues par le calcul à partir de LAÏ et BONGOR, répartissant donc par moitié les pertes dans les deux sections. La considération du "stockage dans le lit" fournira une autre méthode d'estimation de ces pertes.

2.2.5.5. Le "stockage" dans le lit

Nous nous sommes placés jusqu'à présent dans l'hypothèse du régime permanent et pour les conditions existant à l'expiration de périodes d'étalement aussi longues que possible.

En régime varié, le problème est singulièrement compliqué du fait de l'accumulation dans le lit et les plaines inondables. Pour un bief donné et un intervalle de temps Δt , l'équation de continuité s'écrit :

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \sum Q_1 - \sum Q_2$$

en comprenant dans les débits entrants $\sum Q_1$ les affluents, et dans les débits sortants $\sum Q_2$ les pertes. ΔS désigne la variation du volume de stockage dans le bief pendant le temps Δt .

Débits de pertes en régime permanent entre LAÏ et ÉRÉ

- ① DIFFÉRENCES LAÏ + TCHOA - ÉRÉ (Débits moyens de 5 jours)
- ② PERTES EVALUÉES DIRECTEMENT (Pertes de Satégui à KIM, déversement d'ÉRÉ)

1000

500

0

0

1500

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

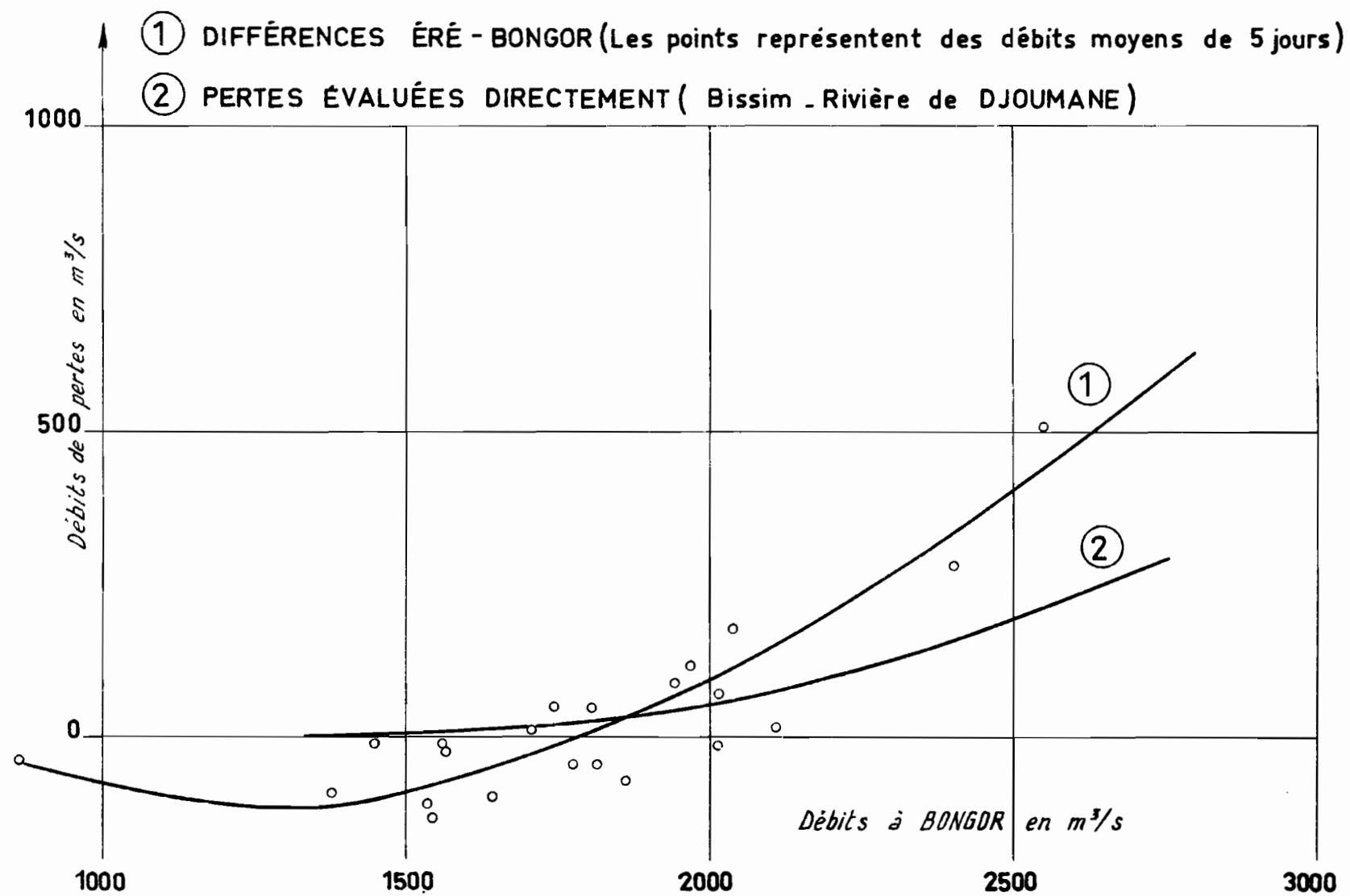
0

0

0

0

Débits de pertes en régime permanent entre ÉRÉ et BONGOR



Gr:2254 b

Le volume accumulé ΔS au cours de l'intervalle de temps Δt est proportionnel à la surface inondée A , fonction de la hauteur du plan d'eau et de la surélévation moyenne du plan d'eau ΔH pendant Δt :

$$\Delta S = A \Delta H$$

On ne connaît la surélévation du plan d'eau qu'aux stations situées aux extrémités du bief où l'on enregistre Δh_1 et Δh_2 . On appellera leur moyenne Δh .

Dans le lit apparent ΔH est voisin de $\frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{2} = \Delta h$

lorsque la crue est continue, mais risque d'être différent au moment du passage d'un maximum dans le bief, auquel cas ΔH sera supérieur à Δh calculé. On pourra parler à ce danger en considérant une période Δt assez longue pour que la crue ait le temps de se propager sur toute la longueur du bief. Si, au temps 0 le maximum est à la station 1 et au temps Δt à la station 2, Δh_1 sera négatif et Δh_2 positif. Δh correspond alors bien à la surélévation moyenne du plan d'eau ΔH pendant Δt .

En ce qui concerne le lit majeur et les plaines inondées, il faut tenir compte du fait que le remplissage ou la vidange ne sont pas immédiats.

En cas de crue rapide, la surélévation réelle du plan d'eau dans le lit majeur sera inférieure à Δh . La substitution de Δh à ΔH donnera donc (ΔS étant donné) une superficie d'inondation $\frac{\Delta S}{\Delta h}$ inférieure à la réalité.

En revanche, si une période d'étale (ou simplement de gradient de crue ou de décrue moindre) succède à une période de régime varié rapide, il subsistera une dénivellation entre le lit apparent et le lit majeur et, par conséquent, un débit de stockage ou de drainage différent de zéro alors que, pendant cette même période, la valeur de Δh correspondant sera pratiquement nulle, et l'on sera conduit à une aire A surévaluée.

Sans entrer plus avant dans les diverses hypothèses possibles, il ressort de cette analyse que l'évaluation de l'aire d'inondation A par le rapport $\frac{\Delta S}{\Delta h}$, où l'on substitue Δh à ΔH , ne peut pas donner de résultats constants, mais que ceux-ci ne sont cependant pas systématiquement, et dans tous les cas, estimés par défaut ou par excès.

Pratiquement, les données ont été traitées de la manière suivante :

Les durées de propagation de LAÏ à ERE, et d'ERE à BONGOR étant voisines de 5 jours, on a choisi $\Delta t = 5$ jours.

Les moyennes des débits de 5 jours ont été calculées à LAÏ, ERE, EONGOR et TCHOA (TANDJILE) : Q_1 , Q_2 , Q_3 et T .

Pour la section LAÏ-ERE, les couples $(Q_1 + T - Q_2)$, $(\frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{2})$ ont été classés en fonction des débits à LAÏ par tranches de débits de $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pour la section ERE-BONGOR, les couples $(Q_2 - Q_3)$, $(\frac{\Delta h_2 + \Delta h_3}{2})$ ont été classés en fonction des débits à ERE par tranches de débits de $200 \text{ m}^3/\text{s}$: $1600 - 1800$, $1800 - 2000$, $2000 - 2200$, $2200 - 2400$, etc...

Pour chaque classe de débits, on a considéré les graphiques représentatifs des couples. A titre d'exemple, nous donnons les graphiques correspondant à deux couples particuliers : figure 2.2.5.5 a pour LAÏ-ERE et figure 2.2.5.5 b pour ERE-BONGOR.

Les points représentatifs sont suffisamment nombreux et bien groupés pour les classes de débits compris entre 1000 et $2400 \text{ m}^3/\text{s}$ à LAÏ, 1000 et $2200 \text{ m}^3/\text{s}$ à ERE, pour que les droites ΔS en fonction de Δh puissent être tracées sans hésitation malgré la dispersion.

Calcul des pertes et du stockage :

Remarquons immédiatement que ces droites ne passent pas par l'origine. L'ordonnée à l'origine représente les pertes globales par déversements dans la section en régime permanent ($\Delta h = 0$), pour un débit donné à LAÏ, soit, si P est le débit moyen de pertes, un volume $P \Delta t$.

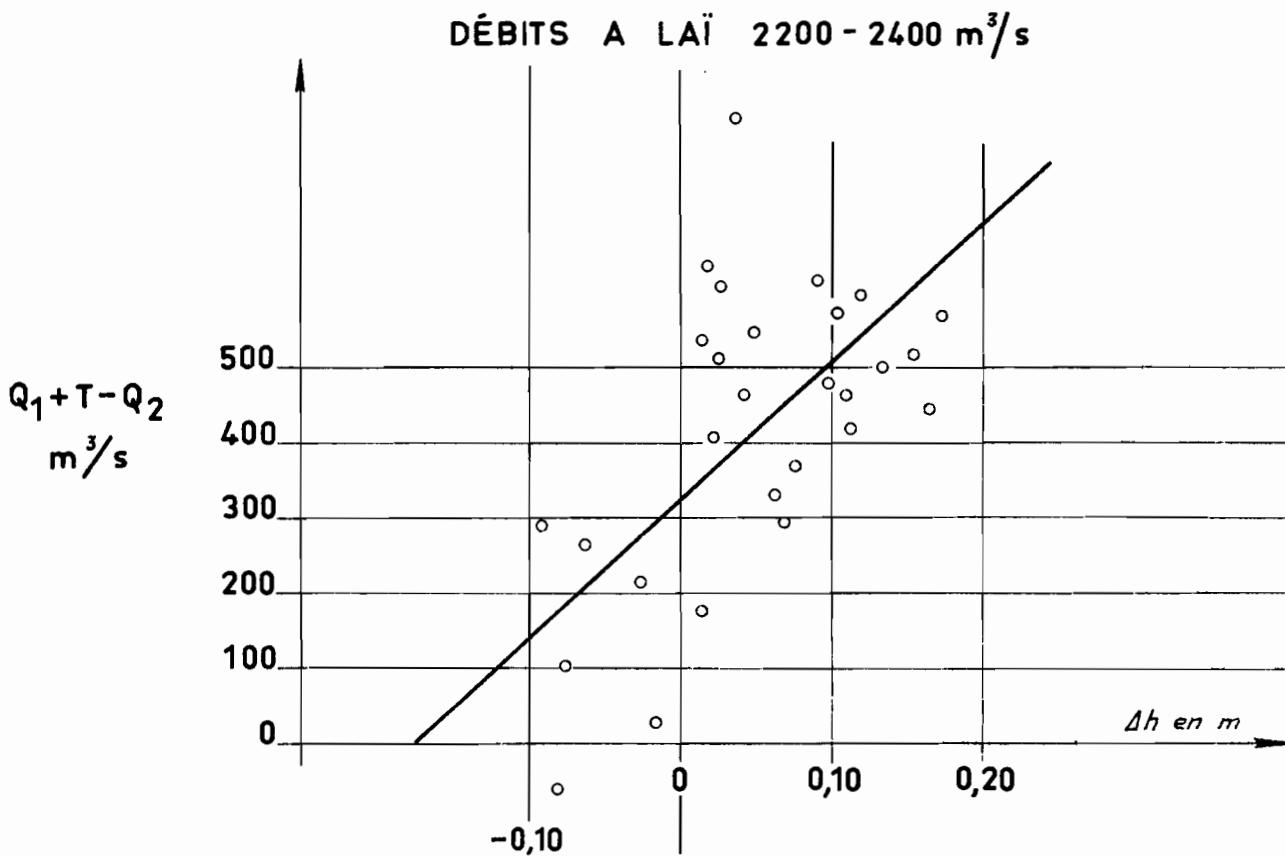
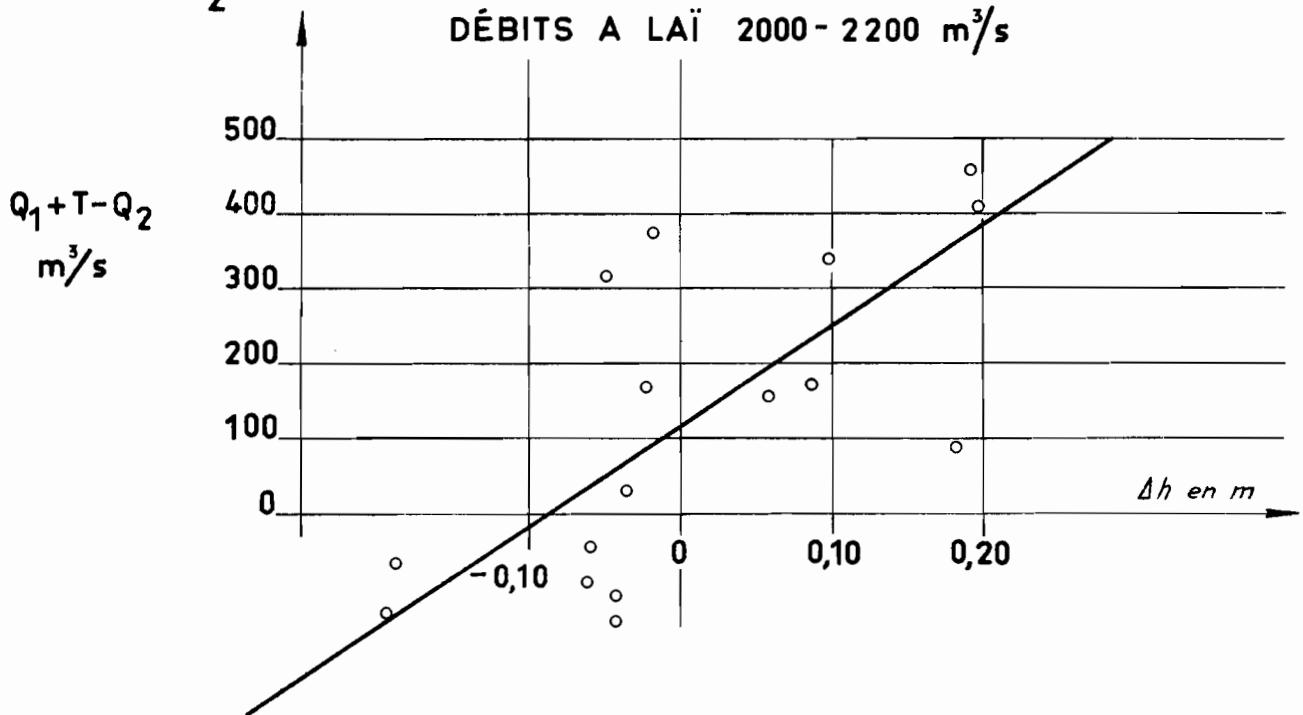
Si l'on admet que ces pertes sont les mêmes en régime varié et en régime permanent, pour un débit moyen donné à LAÏ (1) on pourra calculer le débit de stockage par la formule :

$$\frac{A_S}{\Delta t} = Q_1 - Q_2 - P$$

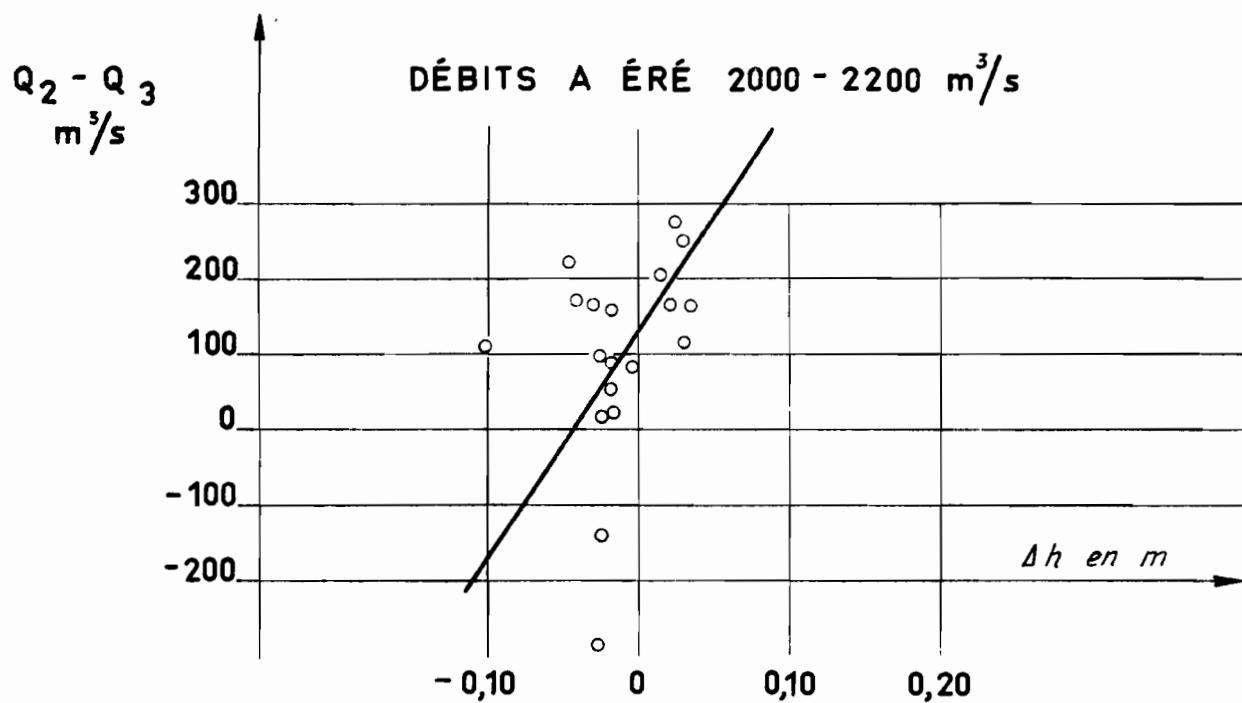
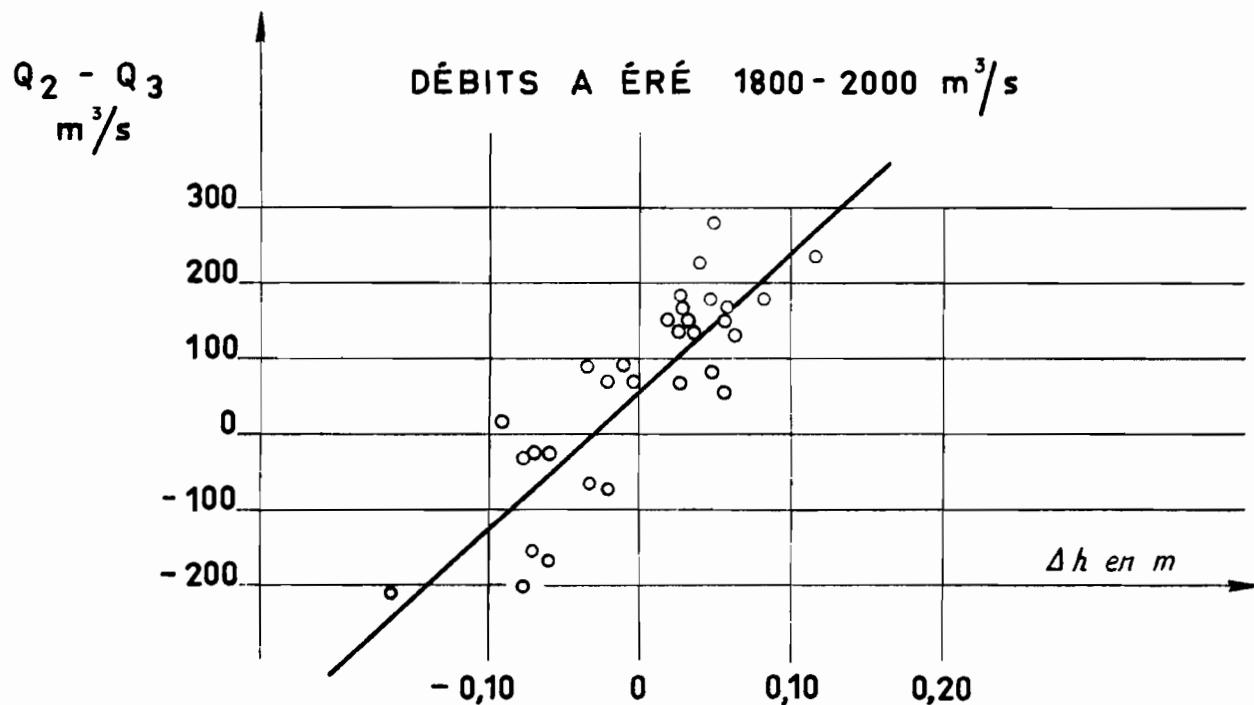
(1) Ce débit moyen est la moyenne des débits limites de chaque couple.

Pertes globales entre LAÏ et ÉRÉ en fonction de

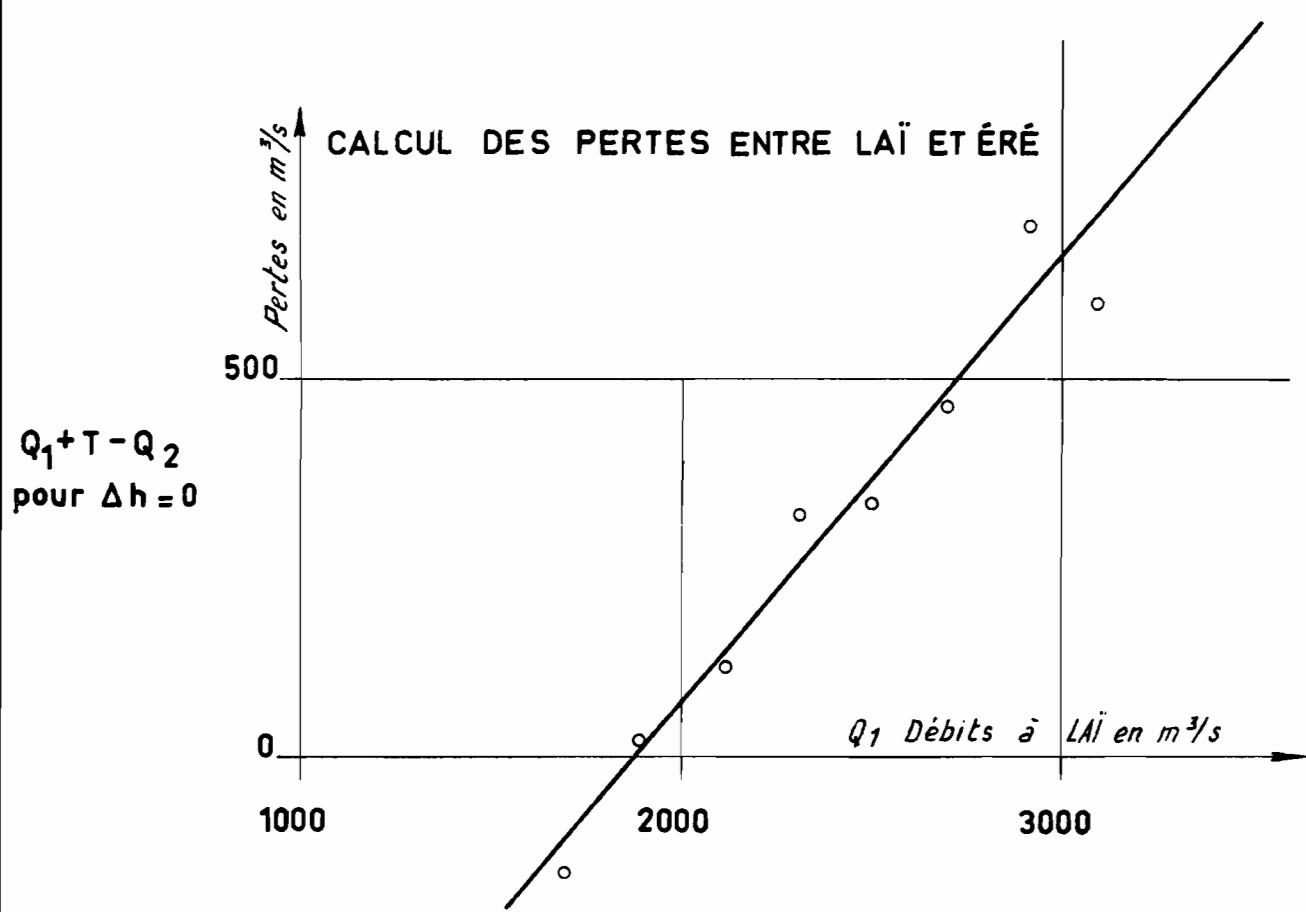
$\Delta h = \frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{2}$ (pour 2 classes de débits à titre d'exemples)



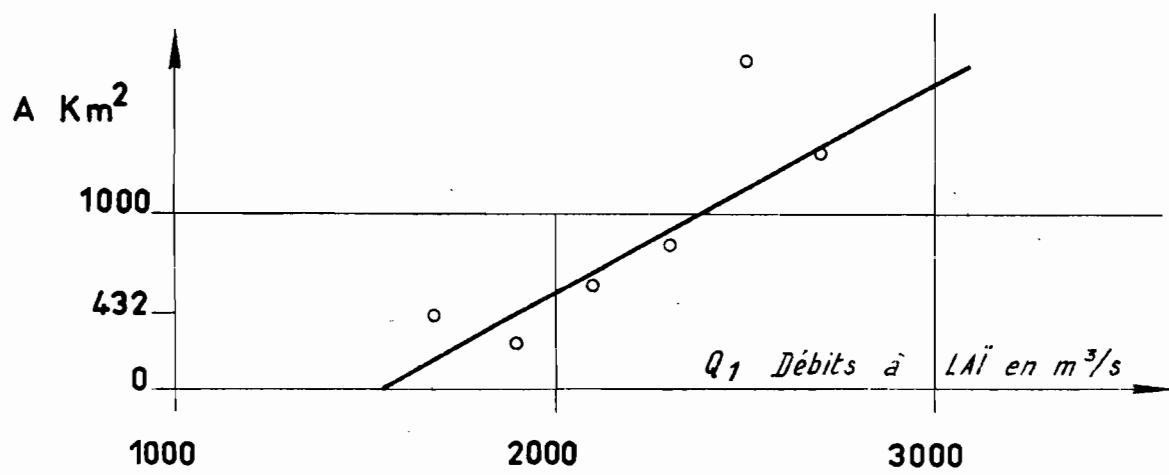
Pertes globales entre ÉRÉ et BONGOR en fonction
de $\Delta h = \frac{\Delta h_2 + \Delta h_3}{2}$ (pour 2 classes de débits à titre d'exemples) Gr:2255 b



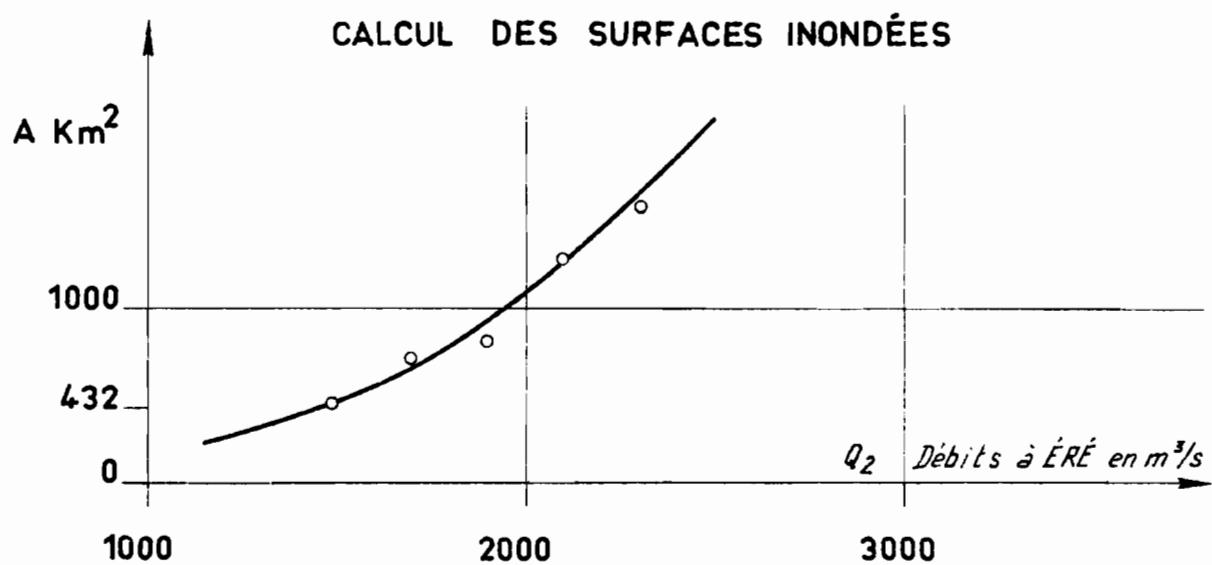
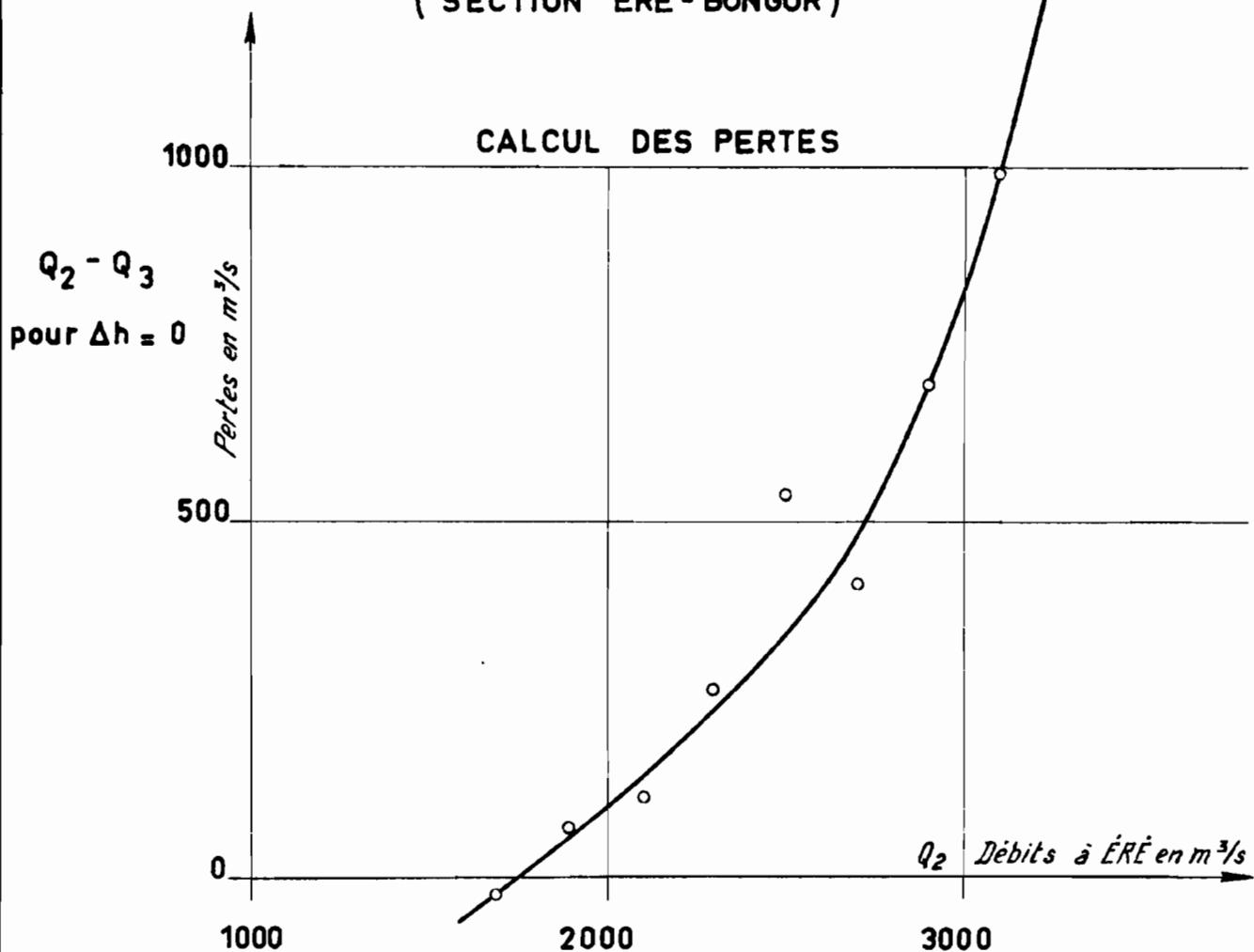
“Méthode Δh ” pour le calcul des pertes et des surfaces inondées A - (SECTION LAÏ - ÉRÉ) -



CALCUL DES SURFACES INONDÉES



"Méthode $\Delta h'$ pour le calcul des pertes et des surfaces inondées A
(SECTION ÉRÉ - BONGOR)



La surface inondée $A = \frac{\Delta S}{\zeta h}$ pour un débit donné à LAÏ sera donc représentée par la pente de la droite multipliée par Δt .

En fait, on conçoit que pour un débit donné à LAÏ les pertes dans la section LAÏ-ERE sont en réalité inférieures en crue à celles du régime permanent puisque le niveau moyen dans la section sera diminué du fait du stockage, et elles seront supérieures en décrue du fait du drainage ; $A = \frac{\Delta S}{\zeta h} = Q_1 - Q_2 - P$, sont donc sous-estimés dans un cas comme dans l'autre. Mais nous n'avons pas la possibilité de tenir compte dans les calculs de l'existence de ce phénomène que nous supposons cependant peu important sur le LOGONE, dont les gradients de crue ne sont pas extrêmement grands.

Cette méthode permet donc d'atteindre, d'une part les pertes globales et, d'autre part, les superficies inondées ; les résultats sont consignés sur les courbes des figures 2.2.5.5. c et 2.2.5.5. d.

En ce qui concerne les pertes, on retrouve les résultats obtenus par la méthode des périodes d'étalement (figures 2.2.5.4 a et b), soit, pour $2500 \text{ m}^3/\text{s}$ à LAÏ, $360 \text{ m}^3/\text{s}$ contre $370 \text{ m}^3/\text{s}$ perdus entre LAÏ et ERE. Entre ERE et BONGOR, la concordance est moins satisfaisante puisque l'on trouve pour $2200 \text{ m}^3/\text{s}$ à BONGOR (donc $2400 \text{ m}^3/\text{s}$ à ERE), $200 \text{ m}^3/\text{s}$ de pertes par la méthode des périodes d'étalement, contre $270 \text{ m}^3/\text{s}$ pour $2400 \text{ m}^3/\text{s}$ à ERE. La méthode des Δh est d'ailleurs inapplicable au-delà de $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ à ERE, le nombre de points des graphiques devenant insuffisant (on pourrait l'augmenter en déplaçant l'intervalle et en calculant des moyennes mobiles, procédé qui ne pourrait être employé que mécanographiquement et serait impraticable en calcul manuel).

Sur les graphiques des figures 2.2.5.5. c et 2.2.5.5. d sont représentés, pour les sections de LAÏ et d'ERE, d'une part les pertes en fonction du débit de la station amont et, d'autre part, la superficie des surfaces inondées. Nous rappelons que ces superficies sont probablement un peu sous-estimées. Entre LAÏ et ERE, on trouve ainsi en fonction du débit à LAÏ :

:	Débit à LAÏ (m^3/s)	:	1000	:	1700	:	1900	:	2100	:	2500	:
:	Superficie (Km^2)	:	110	:	275	:	432	:	690	:	1120	:

Entre ERE et BONCOL, les résultats sont les suivants :

Debits à ERE (m ³ /s)	:	1000	:	1400	:	1800	:	2200
Superficie (km ²)	:	94	:	390	:	775	:	1520

Ces superficies sont très supérieures à celles du lit majeur, ce qui signifie que la crue s'étend très au-delà des limites de ce lit, dans les plaines latérales.

2.2.5.6. Autre méthode de mesure du "stockage" dans le lit

Nous avons tenté de calculer l'accumulation à l'aide d'une autre méthode dont nous donnons un bref aperçu. Elle s'appuie sur le volume stocké au cours des crues et restitué à la décrue.

Considérons les sommes $V_1 = \sum (Q_1 - Q_2 - P) \Delta t$ du début des débordements au maximum de la crue et $V_2 = \sum (Q_1 - Q_2 - P) \Delta t$ du maximum de la crue à la fin des débordements. V_1 représente le volume stocké à la crue et V_2 le volume restitué à la décrue. Il est bien entendu que Q_1 comprend la TANDJILE. Les pertes globales P sont calculées grâce aux diagrammes 2.2.5.4 a et 2.2.5.4 b, ou 2.2.5.5. c et 2.2.5.5. d.

a) Section LAI-ERE

On obtient ainsi, en fonction du débit maximal à LAI, les volumes suivants stockés et restitués dans la section LAI-ERE en milliards de m³ :

Année	LAI	V ₁	V ₂
	Q maximal	: Volume stocké à la crue	: Volume restitué à la décrue
1950	2581	0,63	1,2
1951	1518	0,25	
1952	2499	0,42	
1953	1750	0,19	
1954	2855	0,60	
1955	3770	-	0,83

Année	LAI Q maximal	V ₁ Volume stocké à la crue	V ₂ Volume restitué à la décrue
1956	3256	0,73	
1957	1788		
1958	2131	0,49	
1959	3119		
1960	2448	0,57	0,63
1961	2372	0,67	
1962	3256	0,76	0,52
1963	3185	0,70	
1964	2111	0,52	0,58
1965	1640	0,32	

Les points ainsi obtenus ne sont pas trop dispersés et se répartissent autour de la droite d'équation :

$$V_1 = 0,345 \frac{(Q_1 - 1000)}{1000}$$

Q : débit à LAI en m^3/s

V_1 : Volume accumulé en milliards de m^3

Par une extrapolation très discutable, on peut passer de cette relation Volume/Débit à une relation Volume/Hauteur à LAI en faisant intervenir la courbe de tarage de LAI (on admet alors que la hauteur moyenne dans la section LAI-ERE n'est plus fonction que de la hauteur à l'échelle de LAI, h_1). En remplaçant donc

$$\frac{\Delta S}{\Delta H} = A$$

$$\text{par } \frac{\Delta S}{\Delta h_1} = \frac{\Delta S}{\Delta Q_1} \cdot \frac{\Delta Q_1}{\Delta h_1}$$

on obtient l'évaluation suivante de A, à titre purement indicatif :

Q_1	h_1	$\frac{\Delta Q}{\Delta h_1}$	A (km ²)	Largeur moyen+ ne de la zone inondée
Débit à LAÏ	Hauteur à LAÏ			
1000	2,90	500	173	2,5
1400	3,80	550	190	2,7
1800	4,28	1000	345	5
2200	4,52	2050	710	10,3
2600	4,72	3150	1100	16
3000	4,87	3300	1140	16,5
3200	4,93	3400	1190	17,3
3470	5,00	3600	1240	18,0

Cette méthode donne des résultats assez voisins de la "méthode Δh ". Mais les approximations qu'elle fait intervenir sont trop grossières pour attribuer aux résultats qu'elle donne plus de valeur que celle d'un ordre de grandeur.

b) Section ERE-BONGOR

Les résultats sont les suivants :

Année	Débit à ERE	Volume accumulé à la crue	Volume restitué à la décrue (jusqu'à 1000 m ³ /s)
1950	2584	-	-
1951	1670	0,45	0,12
1952	2172	0,24	
1953	1804		0,32
1954	2216	0,43	
1955	3050	1,00	0,84
1956	2470	0,26	
1957	1804		
1958	1984	0,47	
1959	2777		
1960	2238	0,43	0,17

Année	Débit à ERE	Volume accumulé à la crue	Volume restitué à la décrue (jusqu'à 1000 m ³ /s)
1961	2362		
1962	2699	0,19	
1963	2398	0,35	
1964	2470	0,78	0,17
1965	1703		

La dispersion est plus forte qu'entre LAÏ et ERE et la vitesse de remplissage du lit semble avoir plus d'importance dans cette section, du fait probablement de vitesses encore moins rapides dans les plaines mitoyennes, donc d'un phénomène d'hystérésis encore plus important.

Par la même méthode (et avec les mêmes réserves) qu'entre LAÏ et ERE, les surfaces inondées sont les suivantes en fonction des hauteurs et du débit d'ERE :

H à ERE	Q (m ³ /s)	Gradient $\frac{\Delta Q_2}{\Delta h_2}$ de la courbe de tarage: d'ERE	S (km ²) ERE-BONGOR
3,2	1140	650	325
3,4	1280	700	350
3,6	1420	750	375
3,8	1580	850	425
4,0	1780	1150	575
4,1	1900	1300	650
4,2	2040	1450	725
4,3	2290	1850	925
4,4	2660	3850	1925
4,5	3050	4000	2000

Ces valeurs ne sont données qu'à titre de simple indication de l'ordre de grandeur de la superficie inondée.

c) Entre LAÏ et BONGOR, le volume total stocké serait le suivant, en milliards de m³

Année	Débit à LAÏ	Volume stocké entre LAÏ et BONGOR
1951	1518	0,70
1952	2499	0,66
1954	2855	1,03
1956	3256	0,99
1958	2131	0,96
1960	2448	1,00
1962	3256	0,95
1963	3185	1,05
1964	2111	1,30

Mises à part deux années, 1952 et 1964 qui paraissent aberrantes, il semble que le volume total stocké entre LAÏ et BONGOR "plaferne" à une valeur voisine de 1,1 milliard de m³. On sait d'autre part qu'il se limite au volume du lit apparent quand le débit de crue à LAÏ reste inférieur à 1000 m³/s ; le volume du lit apparent jusqu'à la cote de débordement est de 200 millions de m³.

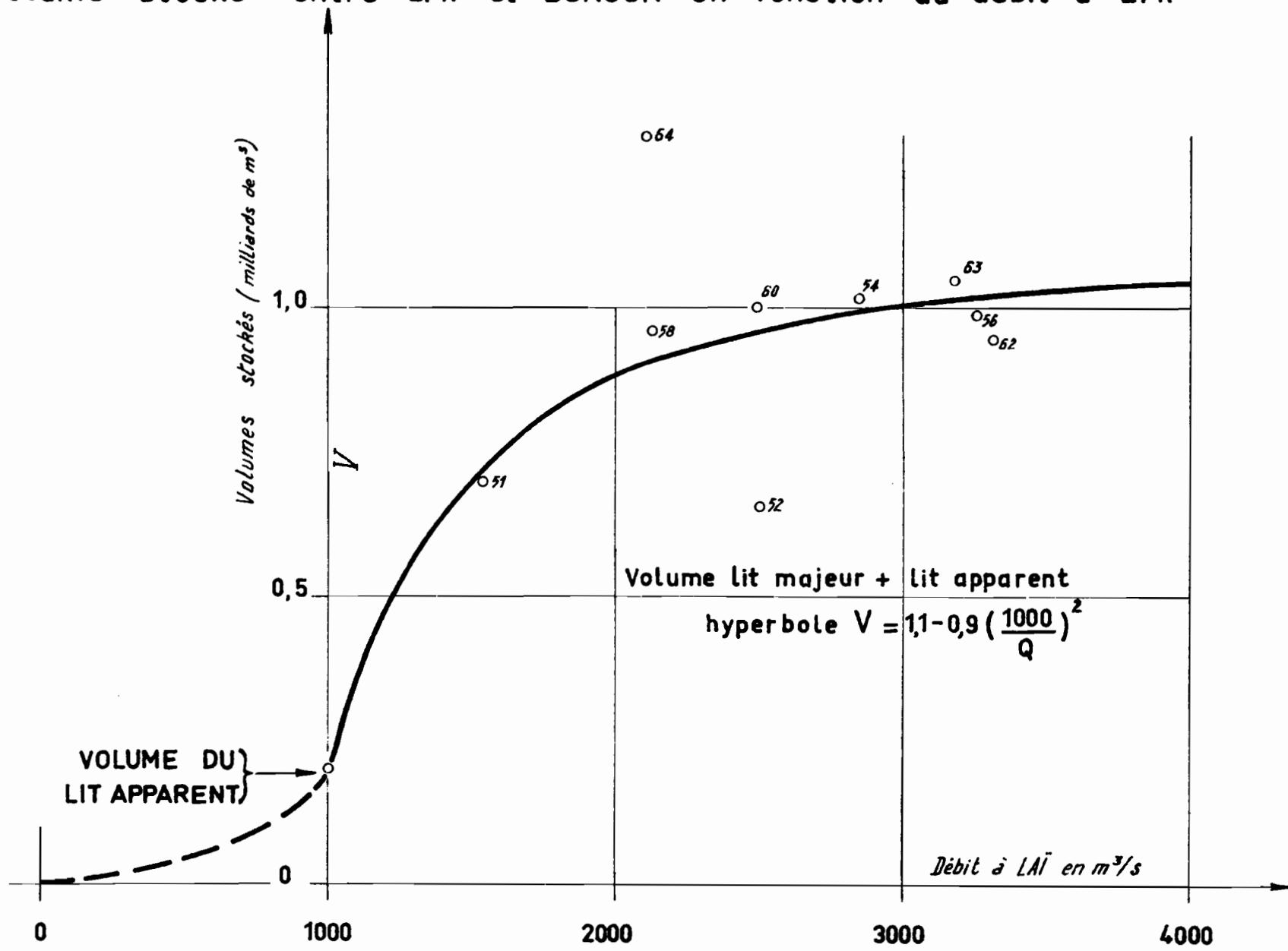
Ainsi, le volume stocké serait représenté par une courbe d'allure hyperbolique d'équation :

$$V = 1,1 - 0,9 \left(\frac{1000}{Q} \right)^2$$

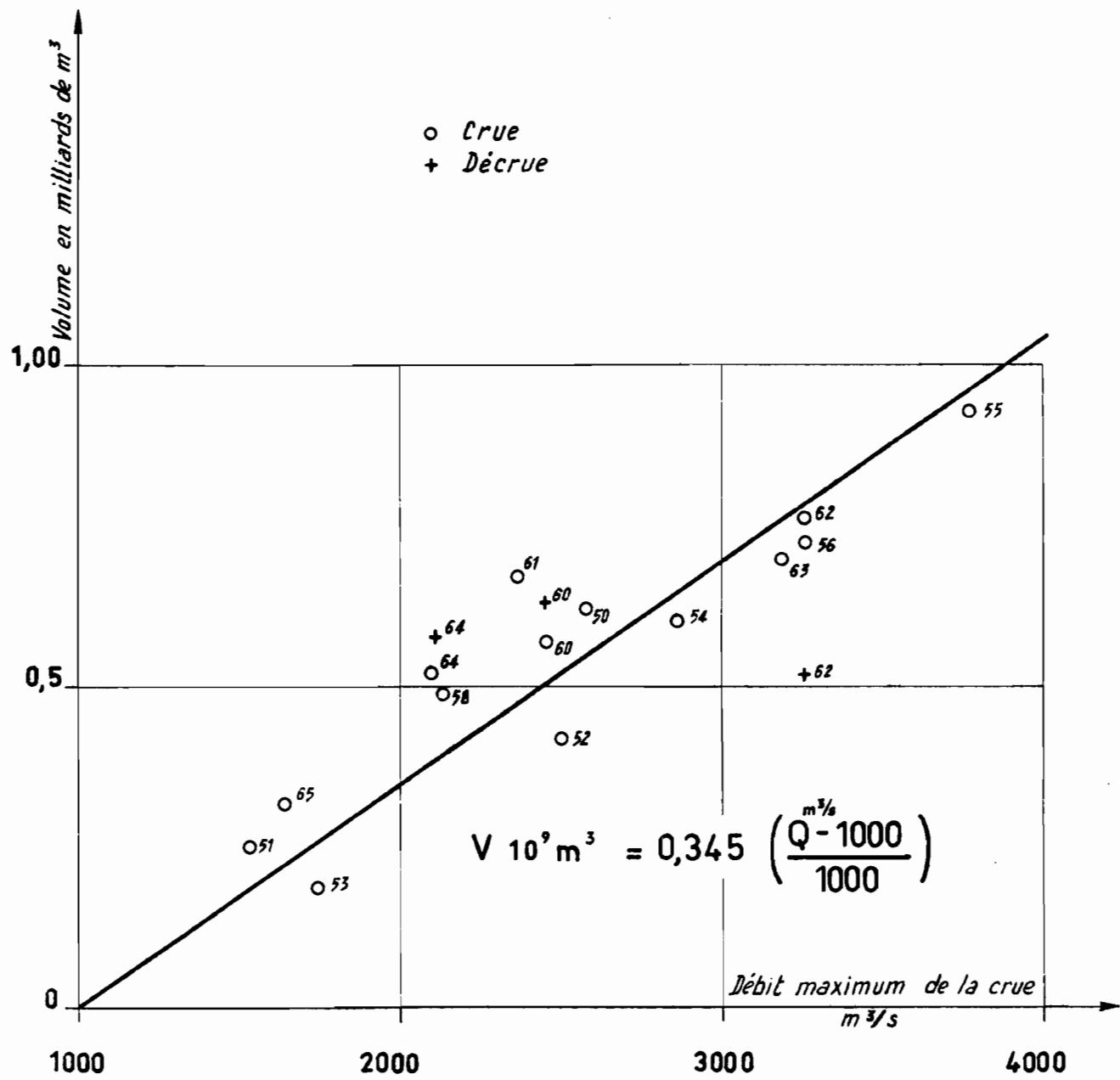
V en milliards de m³

Q débit à LAÏ en m³/s

Volume stocké entre LAÏ et BONGOR en fonction du débit à LAÏ

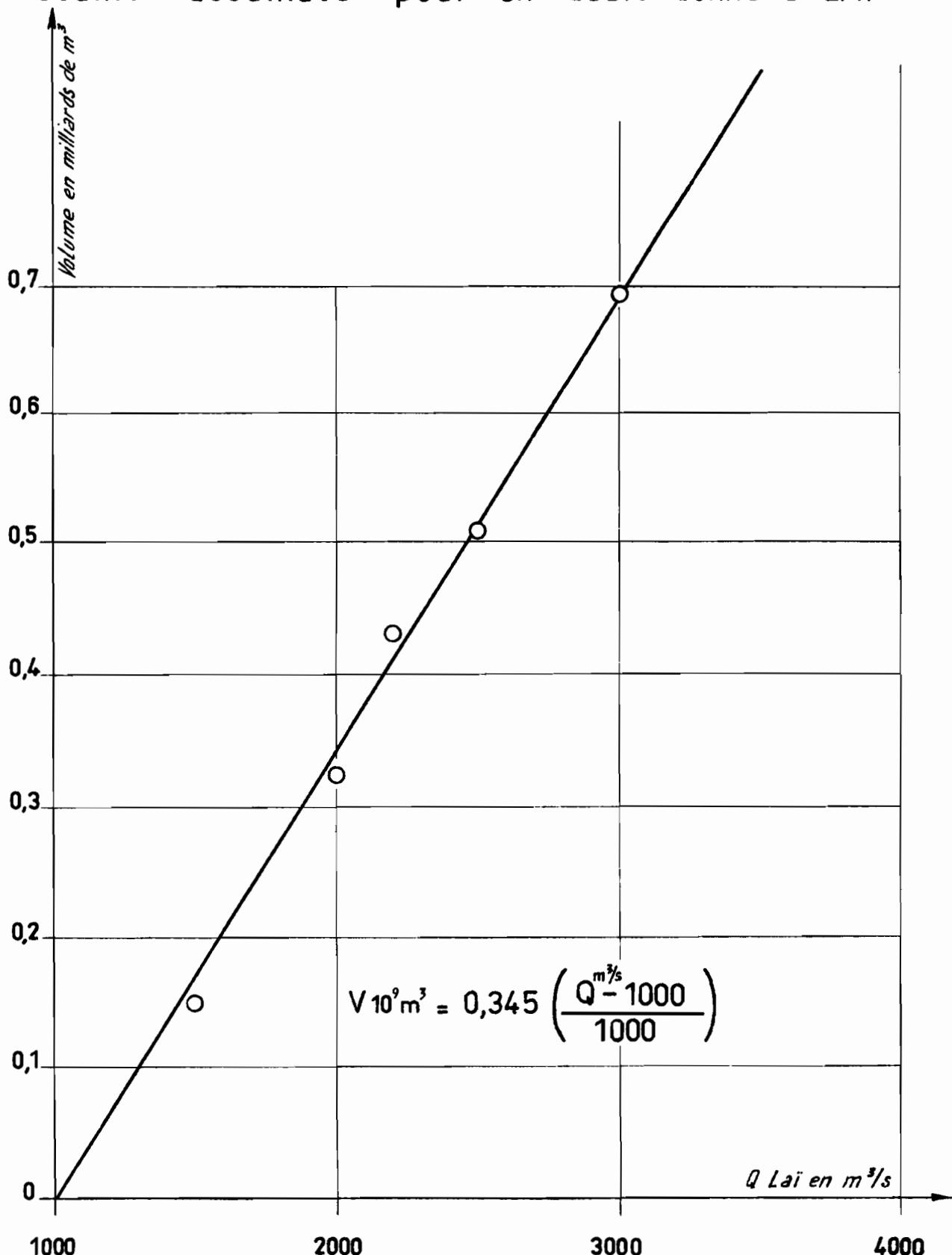


Volume des eaux accumulées dans le lit majeur
entre LAÏ et ÉRÉ



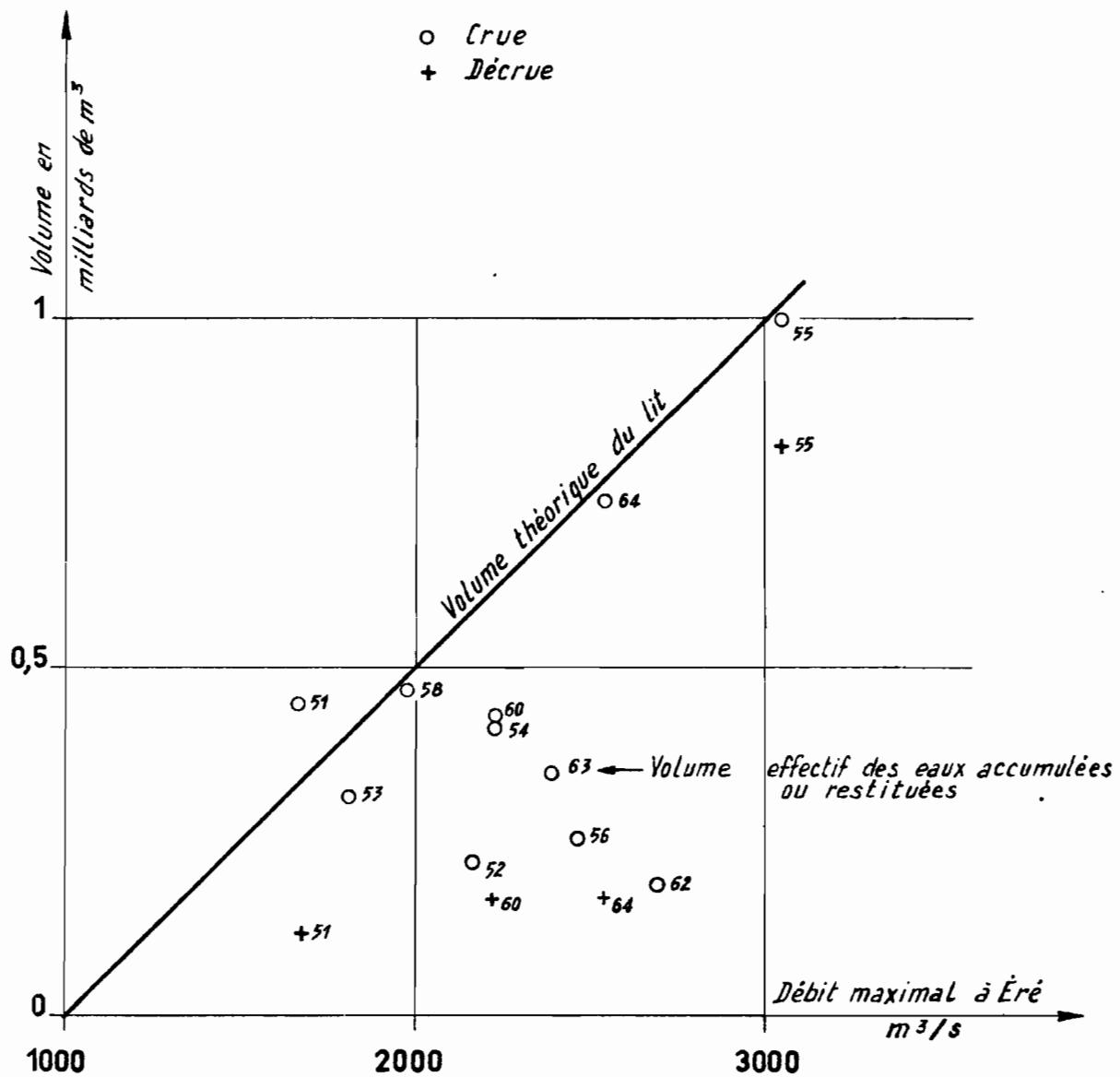
Section LAÏ - ÉRÉ

Volume accumulé pour un débit donné à LAÏ



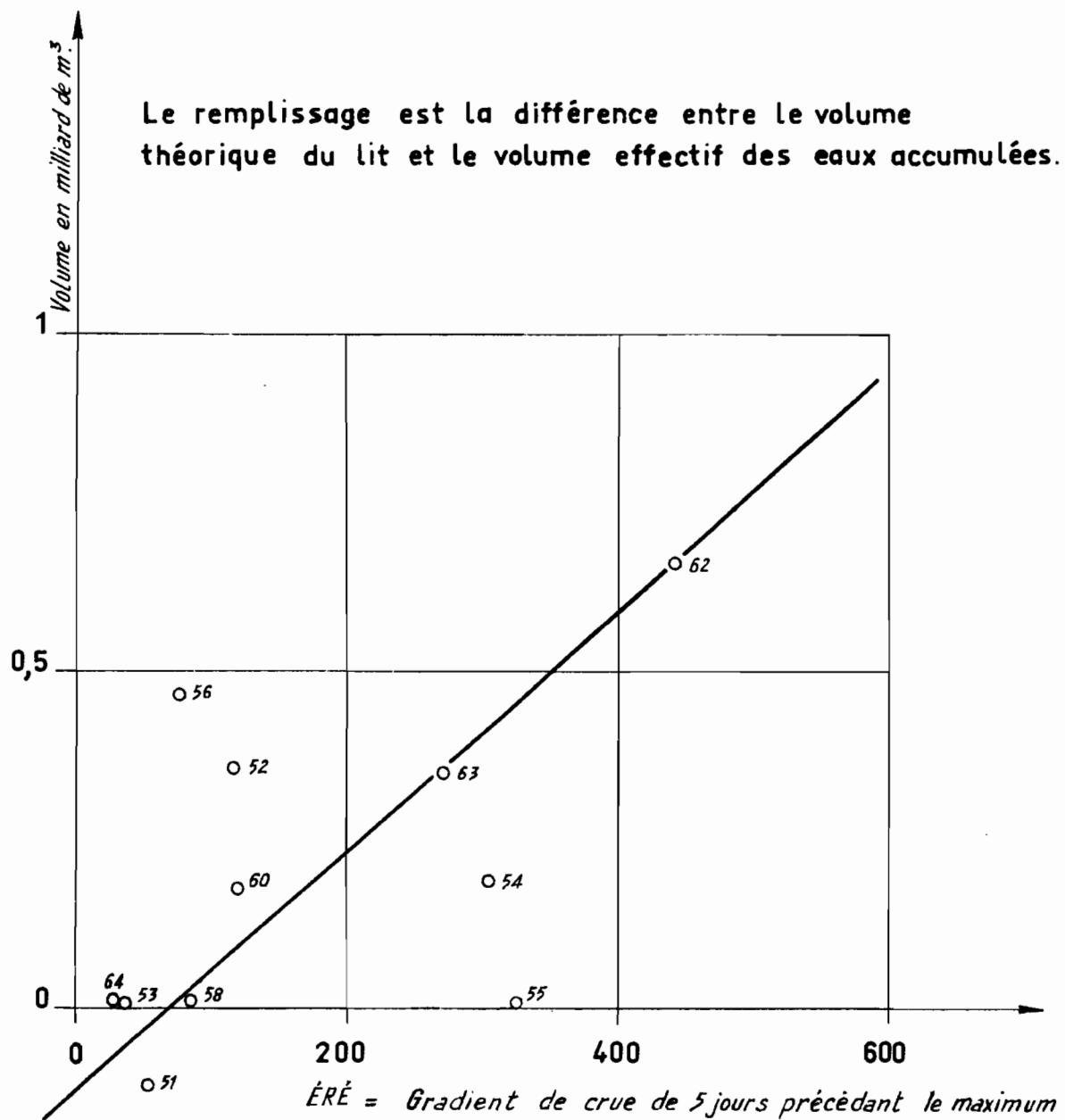
SECTION ÉRÉ - BONGOR

Volume accumulé dans le lit en fonction
du maximum d'ÉRÉ



SECTION ÉRÉ - BONGOR

Corrélation entre le "remplissage" du lit et le gradient de crue 5 jours avant le maximum.



d) Cette dernière méthode peut être perfectionnée :

Au lieu de considérer brutalement le volume total accumulé à la crue et restitué à la décrue, il est préférable de construire les courbes des volumes accumulés au cours de la crue en fonction des débits de la station amont.

Ces courbes sont sensiblement linéaires et de pentes voisines. Elles présentent un palier au moment du maximum de la crue, puisque l'accumulation se poursuit dans le bief parce qu'une différence de niveau persiste entre lit apparent et lit majeur.

Nous n'insisterons pas sur ces méthodes cumulatives (proches de la méthode de NUSKINGUM) parce que nous les considérons comme moins recommandables que la première méthode exposée dite "méthode Δh ". Ceci pour la raison suivante : nous connaissons la qualité assez douteuse des lectures. Une erreur d'observation, ou de tarage, pendant une des périodes de 5 jours se traduira, si l'on emploie une méthode "point par point" par un seul point aberrant, qui n'empêchera nullement de tracer la courbe moyenne dans le nuage de points, car on se contentera de laisser simplement de côté ce point aberrant. Mais cette même erreur se répercute sur l'ensemble des calculs si l'on emploie des méthodes cumulatives du 2ème type. L'argument contraire est évident, nous perdons le bénéfice des compensations des erreurs accidentelles bien connu des méthodes cumulatives. Mais cette compensation est elle-même dangereuse dans la mesure où elle ne permet pas de révéler des erreurs grossières qu'il est souvent possible de corriger.

2.2.6. Reconstitution des débits des stations en aval de LAÏ en fonction des débits de LAÏ

Dans la zone climatique à laquelle appartient le LOGONE Inférieur (d'une pluviométrie de 700 à 1100 mm), les coefficients de ruissellement sont peu élevés. Sur les plaines inondées, cu saturées, le bilan mensuel précipitations - évapotranspiration est positif pendant les mois de Juillet et Août (d'environ 120 mm) et négatif le reste de l'année. Le système hydraulique constitué par le LOGONE Inférieur et ses défluents ne dépend donc, en première approximation, que des débits entrants à LAÏ. Tous les débits du système devraient donc pouvoir être reconstitués à partir de ceux de LAÏ.

L'équation de continuité ne peut pas être utilisée dans ce but, le débit Q_2 de la station aval ne dépend pas uniquement des débits de la station amont. En effet, dans l'équation du paragraphe 2.2.5.5.

$$Q_2 = Q_1 - P - \frac{A \Delta H}{t}$$

Q_1 comprend les apports de la TANDJILE

P et A peuvent être exprimés en fonction de Q_1 , mais si ΔH peut être, avec une plus ou moins bonne approximation, remplacé par $\frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{2}$, il ne peut pas s'exprimer en fonction de Δh_1 seul. Δh_2 ne dépend pas seulement de la variation Δh_1 pendant l'intervalle Δt considéré, mais également de l'intervalle précédent du fait du temps de propagation de la crue entre les stations 1 et 2.

Nous avons donc été conduits à rechercher si la différence entre Q_2 et Q_1 , corrigée des pertes par déversement, n'était pas une fonction du gradient de crue à la station amont pendant un intervalle de temps précédant le jour J considéré et d'une durée correspondant à la période de propagation entre 1 et 2. Autrement dit, si i est la durée de cette période :

$$Q_1^j - Q_2^j - P = K (Q_1^j - Q_1^{j-i})$$

Par suite de l'irrégularité des données, il a été nécessaire de les pondérer en opérant sur des moyennes. La relation précédente sera transcrise identiquement, Q_1 et Q_2 étant des moyennes, si la période choisie est de durée i (par exemple 5 jours).

Les résultats du traitement des données par ce principe sont intéressants : si l'on classe les couples $(Q_2^j - Q_1^j)$, $(Q_1^j - Q_1^{j-5})$ selon des tranches de débits Q_1^j (de 200 m³ par exemple), les points représentatifs de ces couples sont bien groupés, mieux que par la méthode des Δh (figures 2.2.6 a et 2.2.6 b).

Pour un gradient de crue $Q_1^j - Q_1^{j-i}$ nul, le stockage est nul, et $Q_2^j - Q_1^j$ représente les pertes pour le débit Q_1^j entre les stations 1 et 2 dont on a ainsi un nouveau moyen d'évaluation.

Cherchons la signification physique du coefficient K :

$$Q_2^j = Q_1^j (1 - K) + K Q_1^{j-i} - P$$

Si la transmission de la crue dure effectivement le temps i le débit Q_2^j sera, aux pertes près, proche de $Q_1^{j-i} - P$ et l'on aura $K = 1$. Si la durée de propagation est inférieure à i , Q_2^j sera de plus fonction de $Q_1^j - P$. Si la durée est supérieure à i Q_2^j sera fonction de Q_1^{j-i} et Q_1^{j-2i} , mais certainement pas de Q_1^j . On doit donc choisir a priori un intervalle au plus égal à la durée de propagation de la crue pour que la relation ait un sens.

Pour un intervalle de 5 jours, on trouve que K passe par un maximum : pour la section LAÏ-ERE, $K = 0,8$ pour 2100 m³/s et pour la section ERE-BONGOR, $K = 0,88$ pour 1900 m³/s à ERE. Pour des débits supérieurs, on doit, comme nous l'avons vu précédemment, augmenter i , puisque la propagation est d'autant plus longue que le débit est plus élevé, sinon K n'a plus aucun sens, la crue n'ayant pas eu le temps de parvenir à la station 2 (1).

Les graphiques des figures 2.2.6 c et 2.2.6 d représentent les relations entre les pertes d'une part et le coefficient K d'autre part et le débit de la station amont.

Sur ces 4 graphiques, les points représentatifs sont relativement bien groupés et semblent permettre des extrapolations linéaires pour les débits de pertes en fonction du débit à la station amont.

(1) On pourrait aussi faire intervenir un terme supplémentaire en $K \cdot Q_1^{j-2i}$, mais ceci introduit un nouveau paramètre et rendrait le traitement des données beaucoup plus difficile.

Cette méthode permet donc de déterminer les pertes entre stations (en ayant conscience des écarts dus aux tarages de LAÏ et de BONGOR), la durée de propagation moyenne pour un débit donné et le coefficient K correspondant.

Inversement, à partir de débits connus à LAÏ Q_1 , on pourra, à l'aide de la durée i du coefficient K et de la courbe des pertes, calculer les débits d'ERE par la formule :

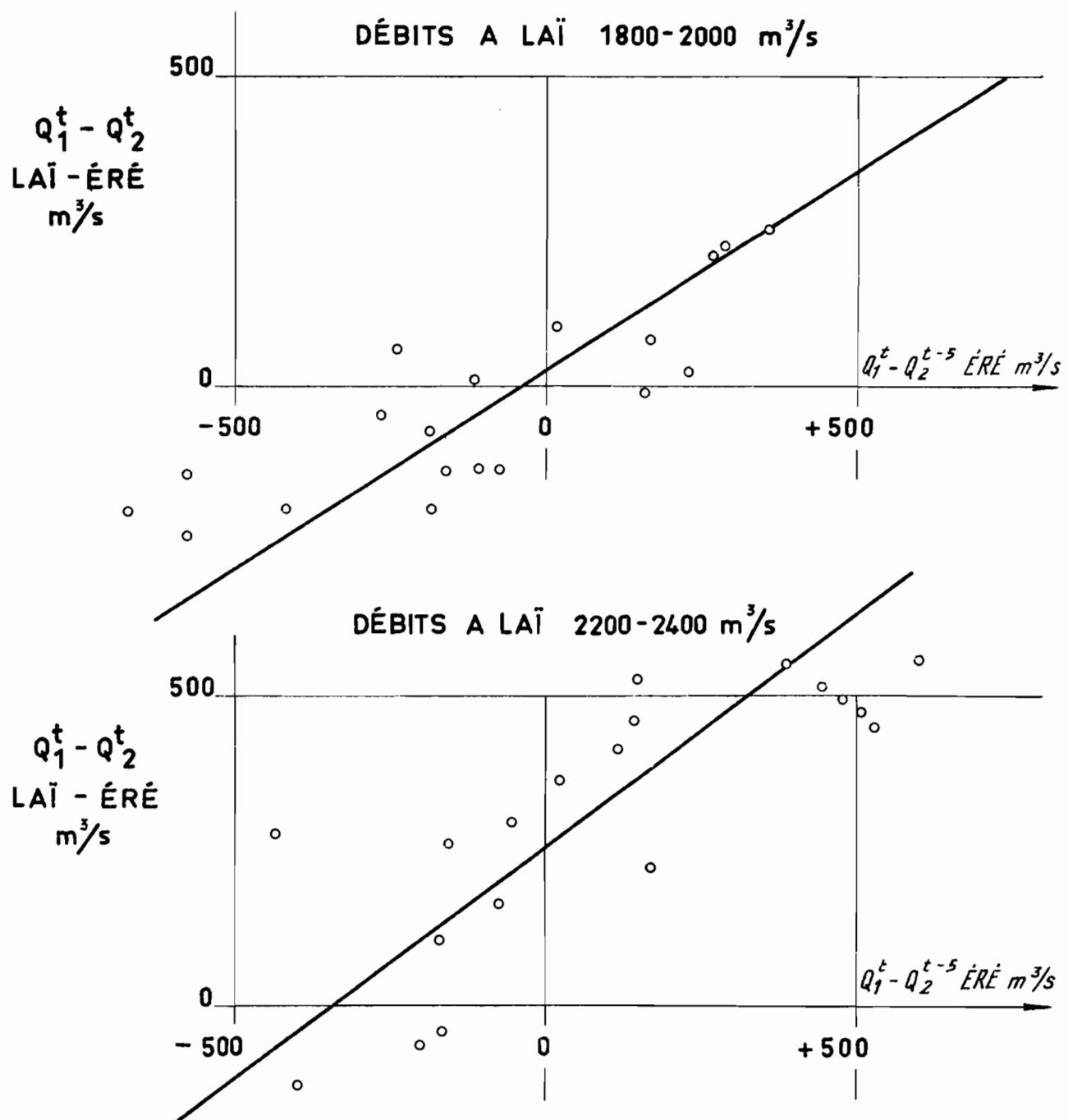
$$Q_2^j = Q_1^j (1 - K) + K Q_1^{j-i} - P$$

La méthode n'est susceptible de fournir que des moyennes. Ceci est suffisant si la durée ne dépasse pas 5 ou 6 jours, les débits de crue moyens de 5 jours étant voisins à ERE et à BONGOR du maximum lui-même.

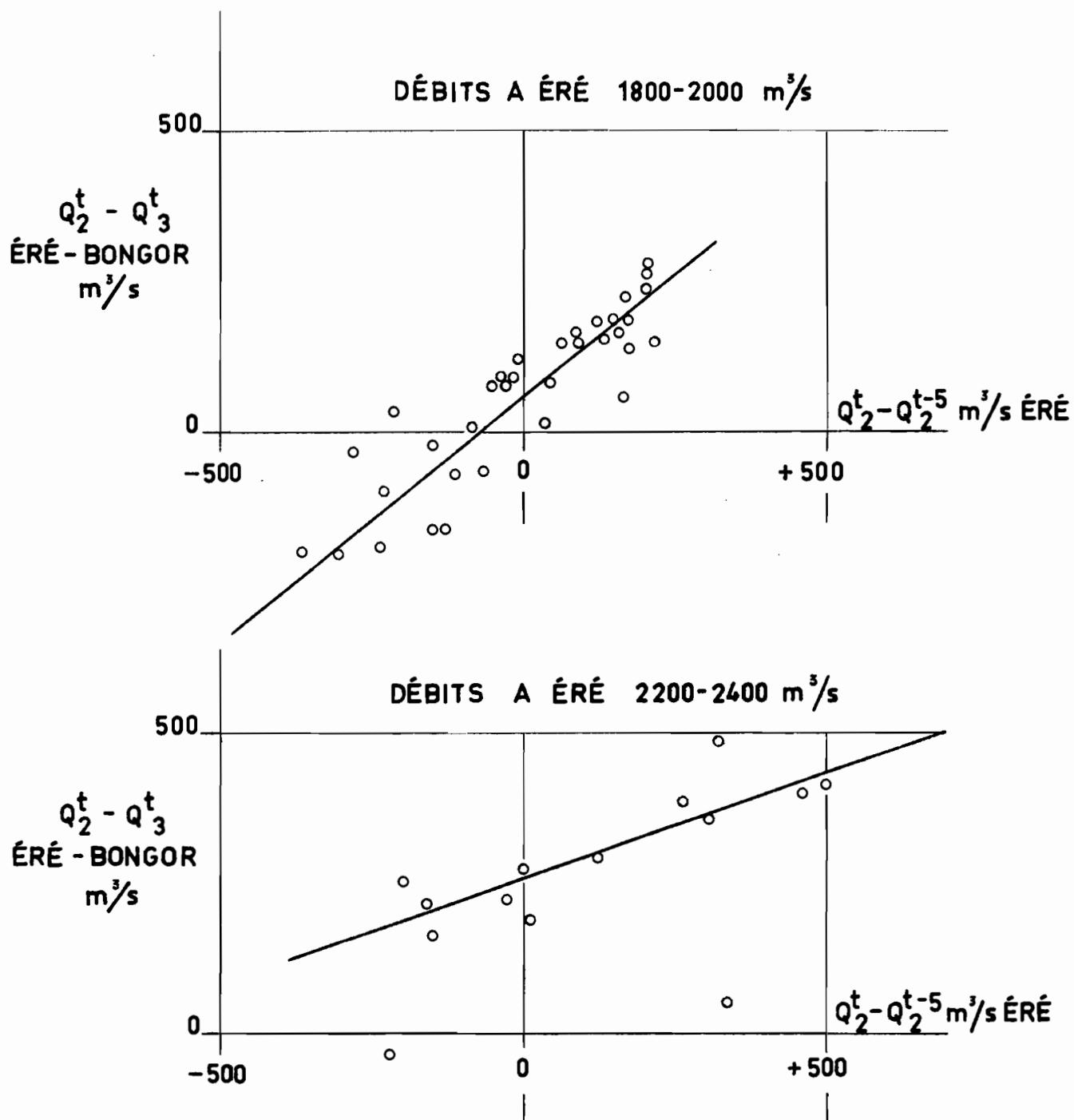
Conclusion :

Si l'on admet que les facteurs météorologiques, précipitations et évapotranspiration, ne jouent qu'un rôle secondaire dans le régime du LOGONE Inférieur en aval de LAÏ, il n'en reste pas moins que la construction d'un modèle qui reproduirait fidèlement les phénomènes hydrauliques à partir des seuls débits de LAÏ ne serait pas un problème simple. Ce chapitre a montré que les défluviations (pertes par déversements et défluents) sont relativement faciles à atteindre soit par des mesures directes, soit par la différence entre stations échelonnées le long du cours et, que de toutes manières, elles ne sont fonction que du seul niveau du plan d'eau du LOGONE. L'étude du stockage est beaucoup plus complexe, puisque la surface inondée, donc le volume de stockage pour un niveau donné, n'est pas actuellement mesurable sur les cartes et il n'est pas possible de le déterminer autrement que par déduction et d'après les calculs effectués sur les crues observées. De plus, le débit perdu du fait du stockage est fonction non seulement de la "capacité potentielle" de stockage, mais aussi du gradient de crue. La "capacité potentielle" est plus ou moins occupée selon la rapidité de la crue. Ce chapitre a jeté les bases d'une méthode qui nécessite d'assez longs calculs, bien qu'ils aient été simplifiés par le fait que nous avons opéré sur des moyennes, et qui ne sera véritablement fertile que lorsque les données pourront être traitées mécanographiquement. Dans cette première élaboration, elle ne peut prétendre qu'à des ordres de grandeur, déjà intéressants par eux-mêmes s'ils expliquent les phénomènes, mais qui ne peuvent parvenir à leur reconstitution fidèle ou éventuellement à leur prévision.

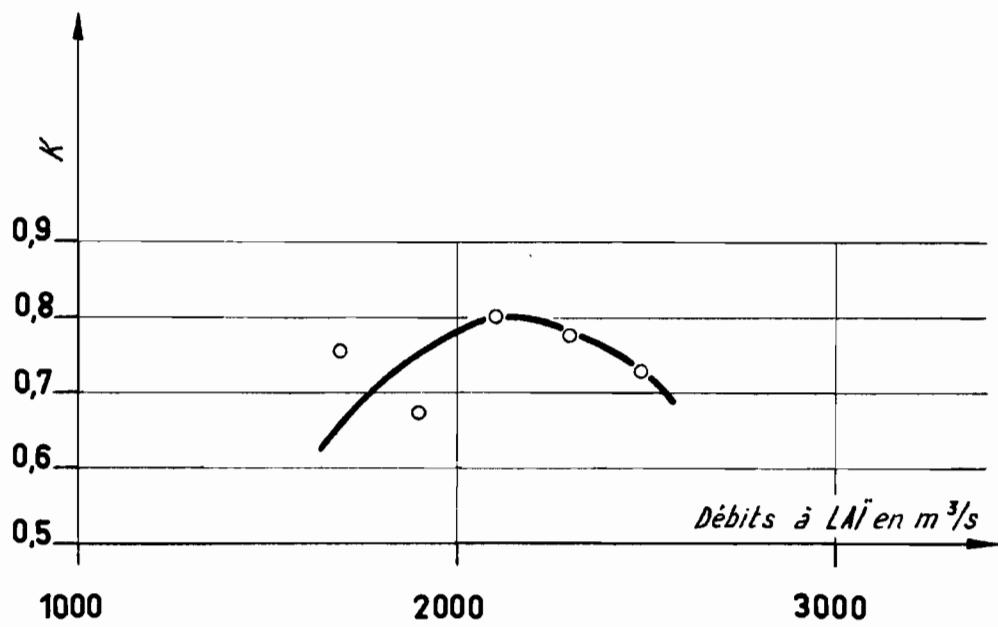
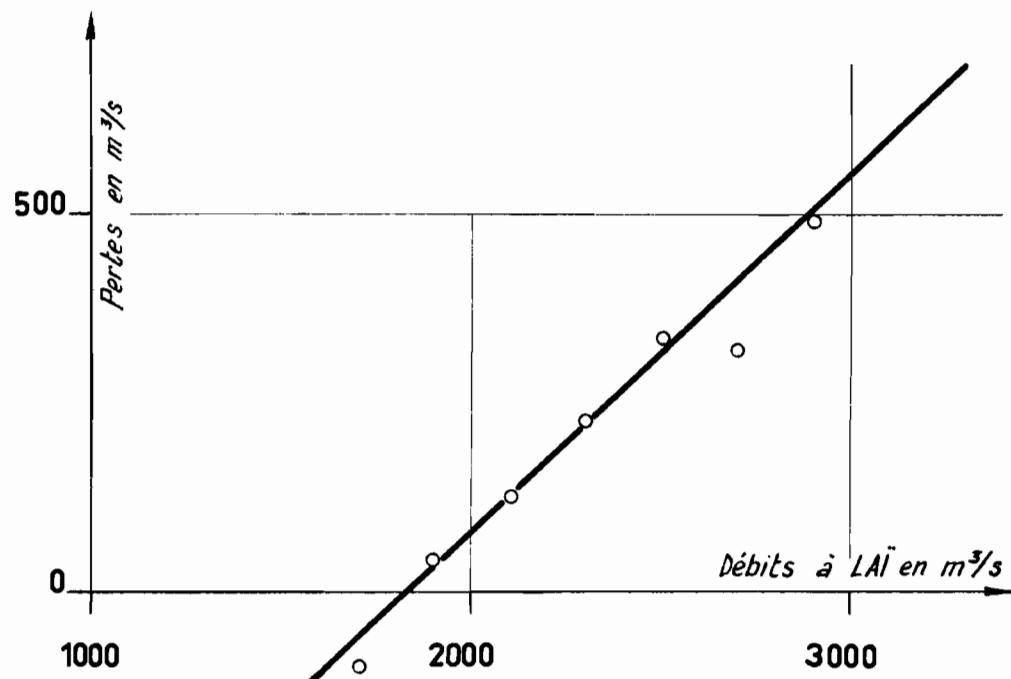
Pertes globales entre LAÏ et ÉRÉ en fonction de
 ΔQ (pour 2 classes de débits à titre d'exemples)



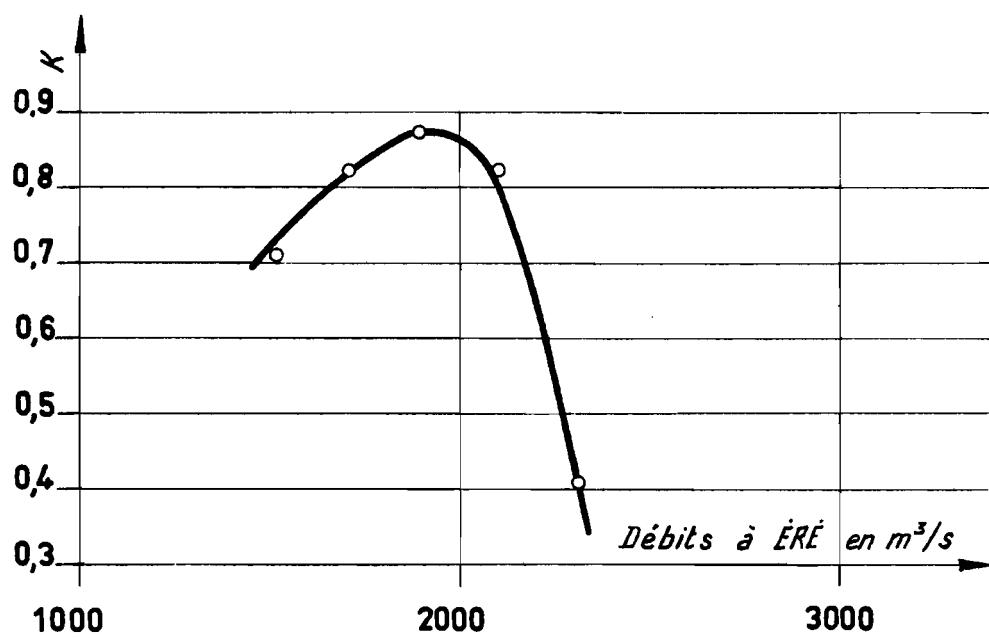
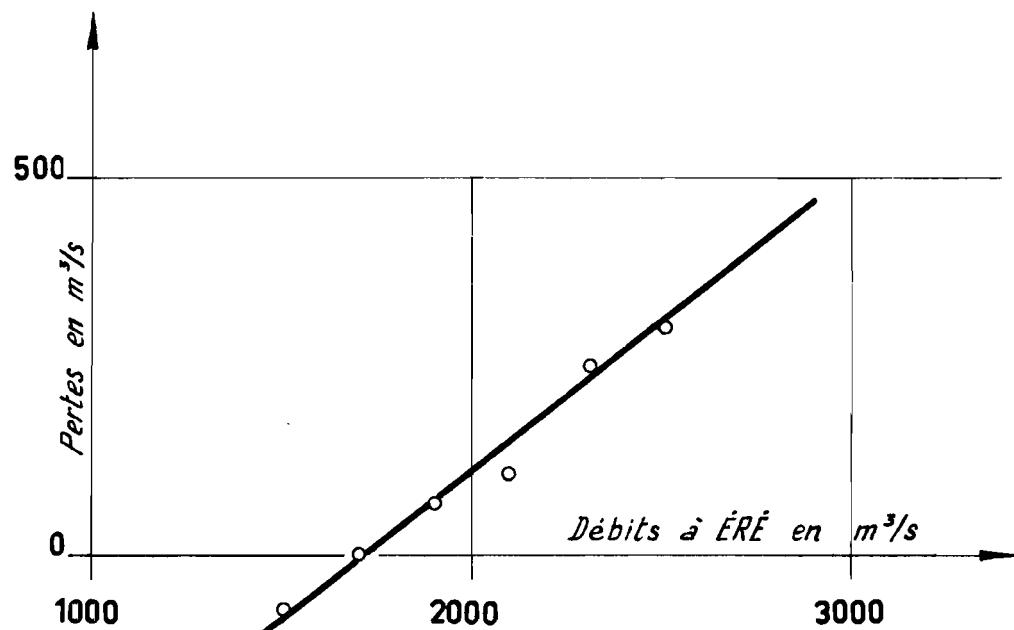
Pertes globales entre ÉRÉ et BONGOR en fonction de
 ΔQ (pour 2 classes de débits à titre d'exemples)



"Méthode ΔQ " pour le calcul des pertes et
du coefficient K entre LAI et ÉRÉ.



"Méthode ΔQ " pour le calcul des pertes et
du coefficient K entre ÉRÉ et BONGOR



2.2.7. Régime du LOGONE entre BONGOR et GAMSEÏ

Avant les importants travaux qui ont été exécutés sur cette partie du cours du LOGONE, de nombreux déversements se produisaient sur les deux rives de BONGOR à GAMSEÏ et donnaient naissance à des courants, ou même à de véritables rivières s'écoulant dans les plaines du LOGONE. Ces phénomènes sont décrits aux chapitres 4, 5 et 6. Nous insisterons dans le présent chapitre sur les modifications qui ont été apportées à "l'état naturel" (ou plutôt à "l'état précaire" que constituaient les diguettes africaines de hauteur et de résistance très limitées) par les endiguements du fleuve qui ont été exécutés, sur la rive droite, en 1952, entre BONGOR et MOGODI, sur la rive gauche, à partir de 1954, entre MARAO et DJAFGA, les travaux se terminant en 1958 par la semi-fermeture de la dépression alimentant le GUERLEOU.

Les déversements prélevaient à "l'état naturel" un débit considérable au LOGONE,achevant ainsi la régularisation commencée entre LAÏ et BONGOR. Après endiguement, les déversements ont été reportés en aval de MOGODI et DJAFGA. Le fleuve a donc subi une augmentation importante de son débit dans la zone endiguée, relativement à l'état antérieur, et dans une moindre proportion en aval. Naturellement, cette augmentation n'a été sensible qu'à partir de 1954, lorsque les deux berges ont été endiguées. En définitive, cependant, il n'y a pas eu de grand changement à GAMSEÏ et même à KATOA ; le débit maximal reste étale, comme à "l'état naturel", pendant une période variant de 30 à 90 jours selon l'importance de la crue : en effet, les déversements en aval de MOGODI sont suffisants pour parachever la régularisation commencée entre LAÏ et BONGOR.

L'étude du régime entre BONGOR et GAMSEÏ comprend deux parties. La première traite des observations et des mesures directes des pertes faites le long des deux rives du LOGONE; la deuxième, de l'analyse des débits aux stations échelonnées le long du cours : BONGOR, KOUMI, GOUËI, KATOA et GAMSEÏ.

2.2.7.1. Inventaire des déversements entre BONGOR et GAMSEÏ

Pour la commodité de l'exposé, le parcours BONGOR-GAMSEÏ a été partagé en 3 sections :

- A : section BONGOR-KOUMI
- B : section KOUMI-KATOA
- C : section KATOA-GAMSEÏ

La connaissance des débits du LOGONE à l'entrée et à la sortie de chacune de ces sections permet un contrôle des mesures directes de déversement. Avant 1954, les pertes étaient réparties le long du cours. Depuis les endiguements de 1954, elles ne se produisent plus que dans les deux dernières sections.

A - Section BONGOR-KOUMI

2.2.7.1.1. Seuil de DANA, Mayo DANAÏ et Mayo GUERLEOU (rive gauche)

Au voisinage de BONGOR et de YAGOUA, et sur une vingtaine de kilomètres, s'ouvrent sur la rive gauche plusieurs dépressions : celle de DANA, décrite au chapitre 4, est le prolongement jusqu'au LOGONE des lacs TOUBOURIS et du Mayo KEBI. Ce fut sans doute le déversoir naturel du Lac TCHAD au cours de l'importante transgression d'où est résulté le cordon littoral BONGOR-YAGOU-LIMANI. Ce fut probablement aussi, à rebours, le passage de la vallée du LOGONE lorsqu'il empruntait la dépression ERE-KABIA.

Dépression de DANA :

La dépression de DANA remonte dans le lit majeur du LOGONE jusqu'au "Bras de YRDING". Ce bras du LOGONE est alimenté par les déversements du fleuve sur la rive gauche du lit apparent au niveau de MASSA-IKA, situé 16 km en amont de BONGOR, lorsque le niveau dépasse 2,80 m à l'échelle d'étiage de la COTONFRAN. Le barème suivant donne les débits du Bras de YRDING :

<u>Niveau à BONGOR</u>	<u>Débit du Bras de YRDING</u>
2,90 m	30 m ³ /s
3,00	70
3,10	125
3,20	200
3,30	320
3,40	515

Le Bras de YRDING rejoint le LOGONE près de TSEBE, 6 km en aval de BONGOR.

En crue, la rive gauche du cours inférieur de ce bras appelée "seuil de DANA" est submergée de 0,50 à 1,00 m d'eau. Mais la faible pente et la végétation herbacée très serrée ne laisse passer qu'un débit peu important. Ce débit est difficile à mesurer, les vitesses ne dépassant pas 20 cm/s.

Les débits maximaux et les volumes passant du LOGONE au Lac de FIANGA par cette voie ont pu être évalués de 1954 à 1959.

:	Niveau maximal	Débit	Volume
Année	à BONGOR	maximal	écoulé
:	(cm)	(m ³ /s)	(millions de m ³)
:	:	:	:
1954	326	2	-
1955	344	100	92
1956	329	5	9
1957	308	0	0
1958	313	-	0
1959	333	50	-

La perte n'est sensible que si le niveau à BONGOR dépasse 3,30 (le zéro de l'échelle de BONGOR étant 322,49 I.G.N. 1956).

Les années 1957 et 1958 n'ont donc donné lieu à aucun écoulement alors qu'il est important en 1955 (niveau à BONGOR : 3,44).

Les endiguements du LOGONE en aval de BONGOR ont eu une répercussion sur les niveaux du marigot, au droit du seuil de DANA, qui ont augmenté de 5 cm environ pour un niveau donné à BONGOR.

Mayo DANAÏ et Mayo GUERLEOU

Le Mayo DANAÏ et le Mayo GUERLEOU partent du lit majeur du LOGONE, entre TSEBEE et MARAO, à des emplacements mitoyens. Des dépressions secondaires font d'ailleurs communiquer les deux embouchures.

Le DANAÏ, malgré son imposante vallée, n'est qu'un cul de sac où pénètrent les eaux du LOGONE lors des fortes crues, le courant se renversant à la décrue. Les débits ainsi échangés, très faibles, ne jouent aucun rôle sur le régime des crues du LOGONE.

Le GUERLEOU (voir chapitre 5) est, par contre, un drain très important des déversements de rive gauche. Contrairement aux effluents de rive droite (BONE, BAA, TCHAAGAR), son origine n'est pas marquée par une entaille spectaculaire de la berge. Le courant lui donnant naissance, dans le lit majeur du LOGONE, s'écoule en nappe ou dans les canaux des pêcheurs. A 3 km du LOGONE, des bras se creusent, se réunissent, et le GUERLEOU devient une rivière individualisée, aux berges franches. A la "Mission Catholique" de YAGOUA, station hydrométrique de l'ORSTOM située à 6 km du fleuve, le GUERLEOU est même encaissé de quelques mètres.

Le Mayo GUERLEOU s'écoule ensuite parallèlement au LOGONE et toujours à un niveau très inférieur aux berges correspondantes de celui-ci, jusqu'à la plaine d'inondation de POUSS où s'achève brutalement son cours.

Cet "encaissement", très relatif du reste, du GUERLEOU explique son rôle de drain par l'intermédiaire de ses 3 affluents de rive droite : AOUTA, ORO et MORDOYE. Mais la pente est très faible entre les plans d'eau du LOGONE et du GUERLEOU. Le Service du Génie Rural du CAMEROUN a pensé améliorer le drainage des plaines en réduisant les débits à l'entrée du GUERLEOU. Au début de 1958, la fermeture partielle du GUERLEOU était réalisée par une digue obstruant le bras Sud, mais laissant libre le bras Nord de MARAO.

Les hauteurs à la station principale, "Mission Catholique", ont ainsi été réduites de 30 à 40 cm pour des hauteurs à BONGOR comprises entre 3,00 et 3,30 m. Ceci correspondait à une réduction des débits de 10 m³/s (pour 3,00) à 150 m³/s (pour 3,30). La réduction des débits du GUERLEOU par la fermeture de son embouchure a été légèrement compensée, à la même époque, par les endiguements effectués en aval de KARTOA qui ont relevé le plan d'eau du LOGONE.

Les stations du GUERLEOU ont été établies dans le but de contrôler les apports des affluents de rive droite qui résultent, comme on l'a vu, des déversements de rive gauche du LOGONE.

Nous venons de parler de la station principale à la Mission Catholique de YAGOUA, on trouve plus à l'aval :

La station de MADALAM, installée en aval du confluent de l'AOUTA, qui recueille, en plus des eaux de précipitations sur son bassin propre, les déversements du LOGONE entre KARTOA et VELE (vis-à-vis de KOUMI).

La station de KAYE-KAYE se trouve en aval du confluent du MORDOYE, qui draine les déversements de DOREISSOU à BIGUE-PALAM, mais les mesures de débit sont faites en amont où la section est plus favorable et les débits donnés dans la 6ème Partie ne tiennent pas compte du MORDOYE, bien entendu.

Considérons les débits maximaux enregistrés dans le GUERLEOU de 1955 à 1959, en regard des hauteurs à l'échelle de BONGOR :

:	:	Hauteur à	:	Débit à	:	Débit maximal:	Débit maximal	:
:	Année	BONGOR	:	YAGOUA	:	à MADALAM	à KAYE-KAYE (1)	:
:	:	(m)	:	(m ³ /s)	:	(m ³ /s)	(m ³ /s)	:
:	1955	3,42	:	306	:	333	344	:
:	1956	3,23	:	225	:	179	250	:
:	1957	3,06	:	84	:	39	80	:
:	1958	3,15	:	22	:	28	92	:
:	1959	3,31	:	125	:	108	226	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:

En portant ces points sur le graphique 2.2.7.1, on constate que les 3 premières années les débits ont été très supérieurs à ceux des années 1958 et 1959. Mais la station de KAYE-KAYE est moins affectée que les stations de YAGOUA et de MADALAM. En effet, à YAGOUA et à MADALAM les apports du LOGONE ont été très réduits par la fermeture partielle de l'embouchure du GUERLEOU et la suppression des déversements entre MARAO et VELE, par l'endiguement de la rive gauche. Seuls passent les débits nécessaires à l'irrigation.

- (1) Les valeurs des débits maximaux à KAYE-KAYE indiqués ci-dessus sont différentes des débits maximaux mentionnés dans la 2ème Partie (Equipement et mesures hydrométriques), la 3ème Partie (Débits observés) et la 6ème Partie (Données numériques), qui sont les débits du GUERLEOU en amont du confluent du MORDOYE. Pour cette étude, ce sont évidemment les débits en aval du confluent qui nous intéressent. Ils sont déterminés très approximativement grâce à deux mesures :

29- 9-59 : 161 m³/s (dont 102 m³/s pour le MORDOYE)
11-10-55 : 275 m³/s (dont 55 m³/s pour le MORDOYE)

Par contre, dans la zone des déversements alimentant le MORDOYE, au-delà de DJAFGA, il n'existe plus que les diguettes précaires. De plus, les pertes du LOGONE, qui se produisaient autrefois dans la section YAGOUA-VELE, sont dorénavant reportées en aval de DJAFGA. Ainsi, le débit du GUERLEOU à KAYE-KAYE (MORDOYE compris) n'est-il pas réduit aussi radicalement qu'en amont, surtout en période de crue importante. En 1959, cette réduction a été de 50 m³/s sur 300, soit 17 %, et en 1958 de 100 m³/s sur 190, soit 53 %.

Mais la comparaison des débits instantanés mesurés aux stations successives du GUERLEOU est moins significative. En effet, l'étalement de la crue du GUERLEOU le long de son cours, dont le lit majeur s'étend sur une grande superficie, régularise les pointes de crue de YAGOUA. Celles-ci sont d'autant plus aiguës qu'il s'agit de déversements, et qu'une différence de niveau de 20 cm à BONGOR, de 3,10 à 3,30 fait brutalement passer le débit du GUERLEOU de 0 à 130 m³/s à la Mission Catholique de YAGOUA. A MADALAM, les pointes de crue sont remplacées par un long palier. Les différences des débits maximaux de YAGOUA et MADALAM ne rendent donc pas compte des crues de l'AOUTA, où des mesures directes permettent d'estimer les maximums à 10 m³/s en 1956, 1,8 seulement en 1959 alors qu'il a été de 90 m³/s en 1955.

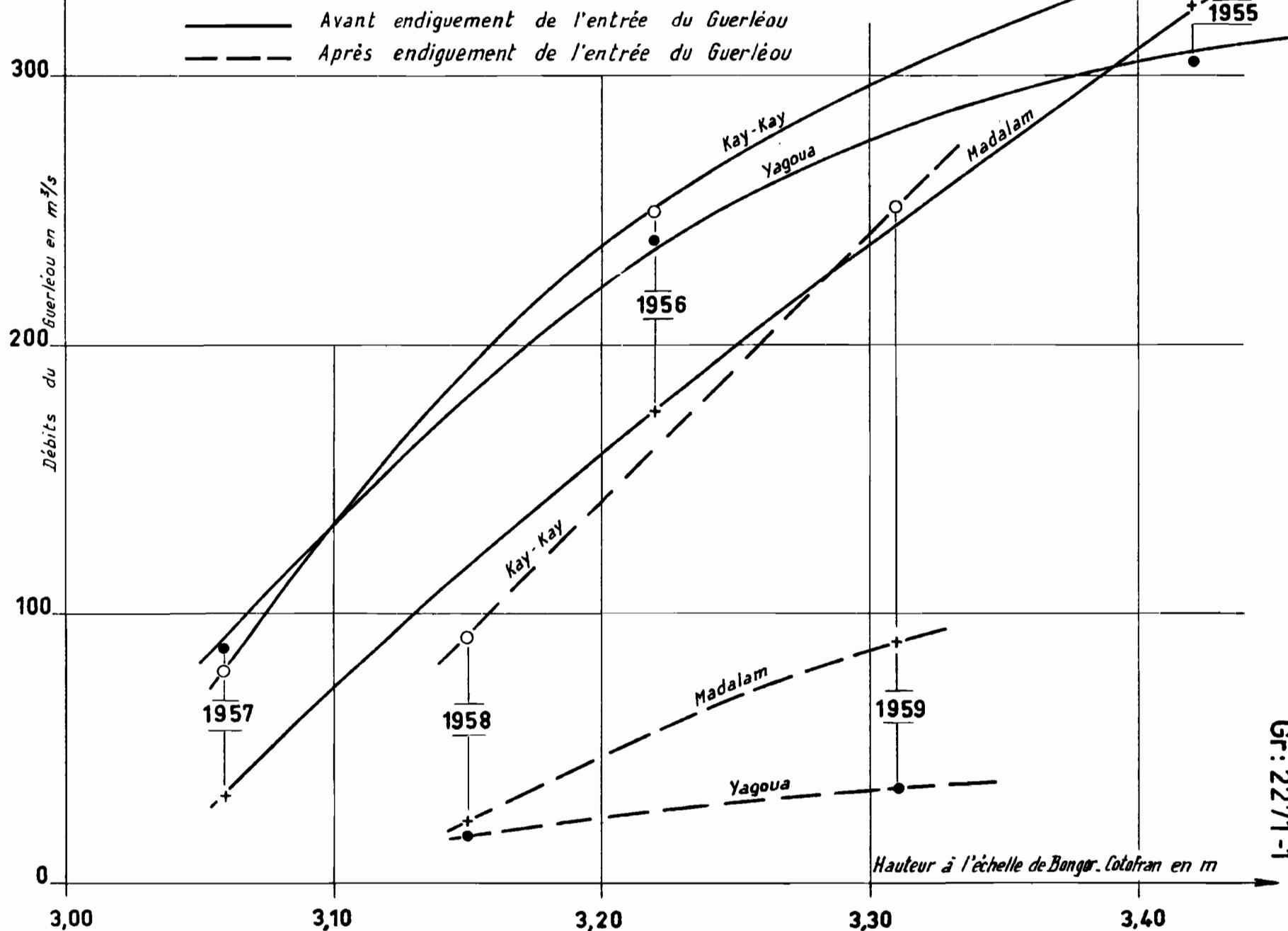
A KAYE-KAYE, malgré la régularisation, les crues du MORDOYE sont sensibles. En 1959, une énorme brèche dans la digue du LOGONE s'est creusée le 22 Septembre à DJAFGA. Le débit est passé de 80 m³/s à 207 m³/s le 6 Octobre. Le débit du MORDOYE était de 102 m³/s le 29 Septembre. Le 18 Octobre, la différence des débits du GUERLEOU à KAYE-KAYE et à MADALAM était de 180 m³/s.

Les mesures à ces stations ont permis de chiffrer, tant bien que mal (car il faut tenir compte des pertes par évapotranspiration ou de la simple accumulation dans les plaines), les volumes déversés dans les sections correspondantes de la rive gauche du LOGONE. Les mesures directes le long du LOGONE ont tant bien que mal confirmé ces résultats, car on sait l'imprécision des estimations par différences (voir chapitre 2.2.7.2.).

2.2.7.1.2. Rive gauche du LOGONE entre KARTOA et VELE (Cameroun)

Jusqu'en 1954, la berge du LOGONE était surmontée par des diguettes précaires en aval de MARAO, construites par les paysans et protégeant les emplacements habités ou cultivés (riz et mil). Après la construction par le TCHAD de la digue d'OGOL à MOGODI en 1952, et la suppression des déversements de rive droite, les diguettes du CAMEROUN se sont trouvées insuffisantes et les inondations catastrophiques ont obligé les Camerounais à établir une digue par des moyens mécaniques. Elle a dû être consolidée et relevée à plusieurs reprises jusqu'à son état définitif (1954-1958).

Évolution des débits maximaux du GUERLÉOU de 1955 à 1959



Plusieurs prospections effectuées à cette époque permettent de décrire la situation avant les endiguements.

Campagne 1954 : Les zones les plus fragiles des berges de la rive gauche ont été étudiées par P. DUBREUIL (10-12 Octobre 1954).

En aval de MARAO, et en amont des rizières de TOUKOU-KARTOA, le "courant de Vournaloum" prend naissance dans une région de savane boisée qui ne semble pas avoir une telle vocation. La berge est endiguée au quartier NANGAYE avec une levée de terre de 0,30 à 0,40 m.

En aval de NANGAYE, 3 brèches débitent au total $8,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (largeur 3 à 5 mètres).

Au quartier de VOURNALOUM, une brèche beaucoup plus importante débitait $47,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ce courant de VOURNALOUM traversait, non sans dégâts, les rizières de TOUKOU (exploitées par la Société "Sorilo"), à leur extrémité inférieure. Entre TOUKOU (LOGONE) et KARTOA, les rizières étaient irriguées, en 1954, par des canaux débitant respectivement $2, 8, 1$ et $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Ces canaux, trop larges, mal protégés et mal contrôlés, ont été profondément érodés (la crue de 1954 a été aussi importante en hauteur que celle de 1955 dans cette partie du cours du LOGONE). Les 2/3 des cultures de riz de la "Sorilo" et la plupart des rizières africaines situées en aval ont été détruites par l'érosion ou une trop longue submersion.

A KARTOA, une brèche débitait $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$, plus en aval le fleuve se déversait en nappe sur 100 m ($2,5 \text{ m}^3/\text{s}$) et une brèche débitait $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

A VELE, à l'extrémité aval de la grande île de KOUMI, une brèche dans la digue avait créé un courant traversant le village de VELE ($4 \text{ m}^3/\text{s}$).

En résumé, les débits déversés sur la rive droite, entre KARTOA et VELE, le 11 Octobre, représentaient au total en 1954 près de $100 \text{ m}^3/\text{s}$:

1°) - VOURNALOUM	:	$55,7 \text{ m}^3/\text{s}$
2°) - TOUKOU-SORILO	:	29
3°) - KARTOA	:	10,5
4°) - VELE	:	4
		<hr/> $99,2 \text{ m}^3/\text{s}$

Mais déjà, du 10 au 12 Octobre 1954, le niveau à BONGOR était descendu à 3,20 m. Lors du maximum de la crue du LOGONE (3,26 m à BONGOR le 26 Septembre) les pertes ont vraisemblablement atteint 140 m³/s.

En 1955, la rive gauche était ouverte en direction de DANA et du Mayo GUERLEO ; en aval de MARAO, la rive gauche était endiguée. Cependant quelques déversements subsistaient entre MIOGOUE et VELE en direction de la rivière AOUTA.

Les rizières de KARTOA étaient protégées par une digue, mais 8 prises d'eau débitaient 20 m³/s au total.

Des brèches importantes se sont ouvertes aux km 2,5 , 3,5 et 6,5 en aval du campement de KARTOA, près de GUEME et près du marché de VELE.

Le débit total de déversements entre MARAO et VELE atteignait ainsi 90 m³/s.

En 1956, la digue de MARAO à DJAFGA protégeait définitivement des inondations la rive gauche côté CAMEROUN.

Les prises d'eau pour l'irrigation étaient effectuées au moyen de 29 vannes de 60 cm de diamètre et 7 vannes de 100 cm. Ouvertes à partir du 27 Avril, elles ont prélevé en 1956, au LOGONE, un débit inférieur à 10 m³/s et un volume de 36 millions de m³ environ.

En 1959, en arrière de la digue définitivement étanche, l'aménagement des plaines se poursuit.

A la suite d'une Convention passée avec le CAMEROUN, l'ORSTOM est chargé d'étudier le drainage des plaines par le Lac TOUMASS et l'AOUTA (Mission BOUCHARDEAU-ROCHETTE), en direction du GUERLEO. On trouvera plus loin les résultats de cette mission.

2.2.7.1.3. Déversements de rive droite entre BONGOR et KOUMI

Entre OGOL et MOGODI, le LOGONE a été endigué sur sa rive droite dès 1952. Cependant, le Comité TCHAD-CAMEROUN a décidé que le Mayo BONE, en aval de BONGOR, serait ouvert lorsque la cote d'alerte serait dépassée (3,30 à BONGOR) : ce fut le cas en Octobre 1954, le débit maximal du Mayo BONE a été de 28 m³/s, ce qui, en définitive, constitue un prélevement négligeable. Mais, plus en aval, l'affluent de BAGAREYE (au droit de TCHOKOEIDI) et

la rivière BAA, immédiatement en amont de KOUMI, ont été définitivement condamnées en 1952 (1).

Cette dernière rivière était un effluent caractéristique du LOGONE, largement ouvert sur le LOGONE, que l'ORSTOM avait étudié en 1950. Bordée de bourrclets de berge élevés, elle serpentait pendant 8 km dans la plaine de KOUMI avant de se diviser en plusieurs bras et de disparaître. Le thalweg du BAA se trouve à une cote trop voisine de celle des plaines pour constituer un bon drain. Le débit du Mayo BAA était de l'ordre de 25 m³/s avant sa fermeture pendant les crues (largeur : 30 m à l'embouchure - vitesse de l'ordre de 1 m/s en crue).

En 1955, le Mayo BONE n'ayant pas été ouvert, bien que la cote d'alerte ait été largement dépassée, la rive droite est restée étanche de BONGOR à KOUMI pendant toute la crue, et il en a été de même les années suivantes, sauf en 1957 où les digues ont été rouvertes.

B - Section KOUMI-KATOA

2.2.7.1.4 Sur la rive gauche entre VELE et POUSS

Partiellement endiguée, cette rive présentait de nombreuses failles en 1954. Une brèche débitait 9 m³/s 300 m en aval du campement de VELE. Plus en aval, les digues submergées déversaient 6 m³/s sur 300 m. Au quartier de DILA, trois petites brèches débitaient 4 m³/s, puis un déversement en nappe sur 300 m : 13 m³/s, puis deux brèches de 9 m³/s et 2,5 m³/s et un déversement de 3 m³/s.

Entre DILA et DOREISSOU, l'entretien des digues était surveillé, en 1954, par un Chef de secteur français (installé à DJAFGA) et toutes les brèches étaient rapidement colmatées par pieux et fascines. La digue, très solide, avait une revanche de 0,50 à 0,60 m au lieu de 0,10 à 0,30 en amont. Malgré ces précautions, près de DOREISSOU, 2 brèches de 4,5 et 7,5 m³/s se sont ouvertes et la digue fut littéralement arrachée sur 25 m laissant passer un débit de 40 m³/s ; enfin, 100 m en amont du campement de DOREISSOU, à MUGUILI, une coupure débitait 22,5 m³/s.

(1) A KOUMI, les vannes sont cependant périodiquement ouvertes, non pour l'irrigation, mais pour permettre des pêches fructueuses.

Entre DOREISSOU et POUSS, très nombreuses coupures en 1954 dont les principales se sont produites :

- au Mayo BALAI, un peu en amont de DJAFGA,
- 1 km plus au Nord, à une autre brèche qui a été comblée en cours de saison (elle contournait le campement de DJAFGA),
- à PARAKWE, courants alimentant une mare intérieure,
- au Sud de BIGUE-PALAM, brèches au quartier HALIA et au quartier KALAK.

Plus au Nord, existaient l'effluent de DOUGUI et nombreuses brèches peu importantes jusqu'à POUSS (qui se trouve sensiblement vis-à-vis de KATOA).

En 1955, les mesures ont été très rudimentaires et les pertes évaluées par les débits récupérés dans le MORDOYE ($G_m = 45 \text{ V} = 324 \text{ m}$). Le LOGONE aurait ainsi déversé dans les plaines au moins 360 M m^3 qui sont récupérés par le GUERLEOU au-delà de KAYE-KAYE (volume écoulé à MADALAM : 1 192 millions de m^3 et 1 230 à KAYE-KAYE). Une digue était déjà en construction sur la rive gauche qui devait être définitive jusqu'à DJAFGA et devait renforcer la digue faite par les paysans entre DJAFGA et BIGUE-PALAM.

Après la crue en Février 1956, au cours d'une reconnaissance des berges de la rive gauche, plusieurs brèches importantes ont été observées : en aval du village de VELE (vers le Lac TOULMASS), 1,8 km en amont de DOREISSOU qui avait été entièrement noyé en 1954, mais était protégé par une digue en 1955, enfin, en amont de DJAFGA, au Mayo BALAI, dont le débit a dû dépasser $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

En 1957, des mesures directes des débits perdus entre KOUMI et KATOA donnent les résultats suivants :

- de BIGUE-PALAM à DOUGUI	: $31 \text{ m}^3/\text{s}$
- de DOUGUI à POUSS	: $65 \text{ m}^3/\text{s}$
<hr/>	
	$96 \text{ m}^3/\text{s}$

En 1958, aucune mesure de déversements.

La crue 1959 fut brève mais très forte (pointe de $3050 \text{ m}^3/\text{s}$ à LAÏ, la plus forte après celle de 1955) et a causé des ruptures de digue sévères : le 15 Septembre, une énorme brèche s'est ouverte dans la digue en aval de DJAFGA, et le 6 Octobre le débit atteignait $207 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il s'ajoutait à la brèche de DJAFGA $64 \text{ m}^3/\text{s}$ entre BIGUE-PALAM et POUSS.

Cependant, le Mayo MORDOYE ne débitait que $150 \text{ m}^3/\text{s}$ du fait de l'accumulation des eaux dans la plaine.

2.2.7.1.5. Sur la rive droite entre KOUMI et KATOA

En 1954, l'endiguement avait été terminé jusqu'à MOGODI.

En aval, l'effluent de MOGODI ouvert débitait de 30 à $40 \text{ m}^3/\text{s}$. De MOGODI à KATOA, les digues des paysans étaient très élevées ($0,8$ à $1,20 \text{ m}$) et d'autant plus fragiles. Les ruptures étaient fréquentes et causaient d'importantes pertes.

Les effluents les plus importants sont ceux de :

- KAYE OUANG
- GOUËÏ (Mayo TCHAAGAR, $85 \text{ m}^3/\text{s}$ en crue)
- KAYE KAYE (à ne pas confondre avec le KAYE KAYE de la rive gauche).

Les niveaux étaient à peu près les mêmes, à 3 cm, en 1953 et 1954. Mais l'étalement de la crue (environ $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ à KATOA) a duré 57 jours à KATOA en 1953 et 70 en 1954. Le débit a dépassé $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ à KOUMI 25 jours en 1953 et 52 jours en 1954.

En 1955, la rive droite était endiguée jusqu'à MOGODI, l'endiguement se poursuivant ensuite perpendiculairement au LOGONE en direction de BEDEM OURKILA pour empêcher la pénétration des eaux dans le "casier à Nord BONGOR" par l'aval.

Plus à l'aval, la digue construite par les riverains a été rompue en de nombreux points. Les effluents de MOGODI, KAYE OUANG et GOUËÏ, ont eu les mêmes débits que les années précédentes, l'étalement du LOGONE étant sensiblement au même niveau. Les débits maximaux de perte de 1955 ont été très

voisins de ceux de 1954 ($705 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1954, contre $630 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1955), mais le volume des pertes est plus important du fait de la durée de la crue (le palier de $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ de KATOA dure 90 jours en 1955, contre 70 en 1954).

En 1957, les 2, 3 et 4 Octobre, des mesures directes des débits ont été faites entre KOUMI et KATOA, qui ont donné les résultats suivants :

- de MOGODI à GOUËÏ	:	$103 \text{ m}^3/\text{s}$
- affluent de GOUËÏ	:	$72 \text{ m}^3/\text{s}$
- de GOUËÏ à KATOA	:	$57 \text{ m}^3/\text{s}$
soit au total	:	$232 \text{ m}^3/\text{s}$

En 1958, aucune mesure directe.

En 1959, les déversements, en aval de la digue, s'arrêtant à MOGODI, ont eu lieu :

- de MOGODI à GOUËÏ	:	$133 \text{ m}^3/\text{s}$
- affluent de GOUËÏ	:	$65 \text{ m}^3/\text{s}$
- de GOUËÏ à KATOA	:	$32 \text{ m}^3/\text{s}$
		$230 \text{ m}^3/\text{s}$

2.2.7.1.6. Les déversements et les affluents entre KATOA et GAMSEI

Sur la rive droite, les eaux se déversent dans la plaine et contribuent à former un vaste courant cheminant parallèlement au LOGONE avant d'être drainé par la KOUNAMBOU.

Sur la rive gauche, elles inondent la plaine de POUSS et seront récupérées très partiellement par la LOGOMATIA (voir chapitre 5). Ils sont moins importants que sur la rive droite.

Ces différentes pertes ont lieu soit par des effluents, soit par des brèches dans les diguettes souvent ouvertes volontairement pour l'irrigation des rizières (du côté CAMEROUN particulièrement).

Les quelques mesures directes qui ont été pratiquées dans ce secteur semblent indiquer une répartition régulière des pertes linéaires le long des berges, ce qui se comprend aisément du fait que les diguettes (qui atteignent souvent 1,00 m de hauteur et sont en fait des "murettes" de 30 à 40 cm de largeur seulement) s'effondrent localement dès que le niveau dépasse une cote critique.

2.2.7.1.7. Conclusion

Les tableaux 2.2.7.1.7 a et 2.2.7.1.7 b résument les résultats des mesures des débits de déversements. Ces mesures ont été faites au cours des campagnes de 1954 à 1959 : des mesures plus précises auraient exigé des moyens considérables dont ne disposait pas la Mission car on conçoit la difficulté de mesures de débit faites sur presque toute la longueur des berge du LOGONE de BONGOR à GAMSEÏ, soit sur près de 100 km.

Notons que les données pour 1958 et 1959 tendent à confirmer encore une fois que les débits de BONGOR sont légèrement surestimés.

Les mesures effectuées n'ont, pour la plupart, qu'un intérêt historique et permettent tant bien que mal de retrouver la répartition des pertes avant l'endiguement.

Dans le chapitre suivant, les pertes seront évaluées par un autre procédé : différences entre les stations successives de BONGOR, KOUMI, GOUËÏ, KATOA et GAMSEÏ.

Tableau 2.2.7.1.7 a

Débits perdus par le LOGONE entre BONGOR et KOUNI au maximum de la crue
(débits en m³/s)

Année	Rive droite:		Rive gauche			Débit maximal à BONGOR	Débit maximal à KOUNI	Différence
	Mayo BONE	Seuil de DANA	Mayo GUERLEOU (1)	Pertes de NARAO à VELE	Total Rive gauche à BONGOR			
1954	28	2	155	140	297	2039	1724	315
1955	0	100	306	90	496	2633	1802	831
1956	0	5	225	10	266	2111	1990	121
1957		0	84	10	94	1740	1724	16
1958	0	-	22	10	32	1855	1903	- 48
1959	0	50	125	15	190	2234	2350	- 66

(1) Déversements en direction du Mayo GUERLEOU mesurés à la station de YAGOUA "Mission Catholique"

Tableau 2.2.7.1.7 b

Crues du LOGONE - Volumes perdus entre BONGOR et KOUMI au cours de la crue
(Volumes en millions de m³)

Année	Rive droite:		Rive gauche		Total (2 rives)	Volumes annuels aux stations		
	Mayo BONE	Seuil de DANA	GUERLEOU (1)	Pertes MARAO-VELE		BONGOR	KOUMI	Différence
1954	73	-	446		> 519	19 600	17 900	1 700
1955	0	92	878	Débits vers l'AOUTA 90	> 1060	21 700	19 200	2 500
1956	0	9	677	Débits vers l'AOUTA 36	696	17 800	17 200	600
1957	60	0	130		130	16 000	15 700	300
1958	0	0	32		32	16 600	16 600	0
1959	0	?	270	Débits vers l'AOUTA 1,8	> 272	16 300	16 500	- 200

(1) Déversements en direction du Mayo GUERLEOU mesurés à la station de YAGOUA "Mission Catholique"

2.2.7.2 - Régularisation des débits entre BONGOR et GANSEÏ

2.2.7.2.1. Les stations principales - Qualité des mesures

Les trois stations principales qui ont servi à étudier le régime du LOGONE sur cette partie de son cours sont celles de BONGOR, KOUMI et KATOA.

Par le nombre et la répartition des points de mesure, les tarauges de BONGOR et de KOUMI paraissent satisfaisants. Mais nous avons vu, lors de l'étude de la section LAI-BONGOR, que des erreurs entachent certainement le tarage de BONGOR. Elles sont sans doute inférieures cependant à 100 m³/s pour des débits inférieurs à 2000 m³/s. De plus, les mesures d'étiage et l'examen des profils de jaugeage de cette station indiquent une grande mobilité des fonds : ainsi le lit du LOGONE à BONGOR s'est éloigné, entre 1948 et 1958, de plus de 200 m de la rive droite qu'il longeait autrefois. On aurait même pu attendre un tarage beaucoup plus médiocre de cette section particulièrement large où les bancs de sable s'accumulent et ne sont chassés que par les fortes crues.

Les sections de KOUMI et de KATOA sont relativement plus étroites et ne semblent pas sujettes à de tels aléas. Mais les mesures de débits sont beaucoup moins nombreuses à ces deux stations qu'à BONGOR, il est donc difficile de juger de leur stabilité par le regroupement des points de mesure. Les courbes sont particulièrement imprécises dans leur partie moyenne (4 points à KOUMI entre 100 et 1500 m³/s, et 1 point à KATOA entre 300 et 900 m³/s).

La stabilité de KOUMI et de KATOA en hautes eaux est cependant plus que douteuse : a priori, les endiguements de 1952 sur la rive droite et de 1954-1955 sur la rive gauche entre BONGOR et NOGODI ont eu d'importantes répercussions sur la morphologie des lits puisque les débits étaient, de ce fait, considérablement augmentés. Le lit ne semble avoir "travaillé" qu'au cours des 3 crues très importantes de 1954 - 1955 - 1956. Un remblaiement d'une vingtaine de centimètres à KOUMI et à KATOA expliquerait la position exceptionnelle des points de la courbe de tarage représentant les mesures de 1956. Le lit aurait par la suite repris sa profondeur normale (mesures de 1957 - 1959 - 1960). L'évolution du lit sur une période plus longue ne peut être étudiée qu'après un complément de tarage dans l'état actuel.

L'existence de courbes de crue et de décrue à KOUMI et KATOA n'est pas impossible, mais la question ne peut pas être résolue avec les éléments disponibles puisque la dispersion peut être due à d'autres causes.

La courbe de tarage de KATOA, pour les moyens débits, a été améliorée en prenant en considération la correspondance des hauteurs relevées aux échelles de KATOA, d'une part, de KOUMI et GAMSEÏ, d'autre part (BONGOR étant utilisé pour l'étiage). Cette correspondance s'est révélée satisfaisante et, comme on pouvait s'y attendre, les courbes de correspondance sont différentes en crue et en décrue. De plus, nous avons utilisé l'hypothèse très vraisemblable de débits variant progressivement de l'amont vers l'aval, pour la période de moyennes et basses eaux, en l'absence d'affluent et de perte (dans le sens de la diminution en crue et de l'augmentation en décrue), et de débits constants le long du cours à l'étiage, comme le confirment les campagnes de saison sèche.

Les lectures des échelles de BONGOR, KOUMI et KATOA, quand elles existent, sont généralement bonnes, comme le prouvent les corrélations faites entre ces stations et qui sont cohérentes, sauf quelques exceptions.

Les relevés de l'échelle de KATOA comportent de nombreuses lacunes. Il a été possible de combler quelques mois manquants en utilisant la station de POUSS, très voisine, et, pour 1959, l'échelle plus lointaine de ZINATA. La correspondance de KATOA et ZINATA est mal précisée, ce qui nous fait douter de la crue exceptionnelle de KATOA en 1959,(1)d'autant que la cote relevée à POUSS est la même en 1958 et 1959.

2.2.7.2.2. Autres stations

La station de GAMSEÏ, qui est située à l'extrême aval de la section considérée, a été observée de Juillet 1955 à Février 1957, et encore très irrégulièrement. Elle est cependant étalonnée provisoirement par 7 mesures de débit.

Le régime étant totalement régularisé à GAMSEÏ, les crues s'y reproduisent chaque année de manière identique. Le peu d'observations disponibles est donc suffisant pour une analyse du régime.

La station de GOUËÏ, située entre KOUMI et KATOA, bien étalonnée pour les débits de hautes eaux (5 mesures), a l'intérêt de contrôler la sortie de la zone endiguée et permet des comparaisons intéressantes avec la station de KATOA.

(1) repérée d'après les mesures de ZINATA.

Les échelles de crue implantées par le Génie Rural sur la rive droite, le long des digues construites de 1954 à 1958, n'ont servi qu'à relever la ligne des niveaux du LOGONE en crue et n'ont pas été étalonnées (voir Chapitre "Hydrographie").

2.2.7.2.3. Caractéristiques générales du régime de BONGOR à GAMSEI

Le fait important survenant en crue entre BONGOR et GAMSEI est une régularisation progressive du régime, jusqu'à complète égalisation interannuelle du débit maximal.

A BONGOR, la régularisation des débits de crue était déjà très avancée et due principalement à l'accumulation dans le lit entre LAI et BONGOR. Aussi spectaculaires que soient les pertes de SATEGUI, d'ERE ou de la BISSIII, elles ne prélèvent, somme toute, qu'un volume relativement faible des crues (et en partie compensé par les apports de la TANDJILE).

En aval, l'inverse se produit : l'accumulation dans le lit est peu importante. Le lit est du reste limité sur ses deux berges par des endiguements définitifs : entre BONGOR et MOGODI sur la rive droite et entre MARAO et DJAFMA sur la rive gauche, et par des ouvrages précaires construits par les riverains plus en aval. Par contre, les déversements sont considérables et le LOGONE dans cette section perd une part très importante du débit de crue : en fait, les débits de BONGOR, supérieurs à 1200 m³/s, sont "écrêtés".

Jusqu'en 1956, année au cours de laquelle a été mise la dernière main aux endiguements définitifs, les pertes se répartissaient tout le long du cours de BONGOR à GAMSEI. Après 1956, la seule fuite sur la section de BONGOR - MOGODI est celle de l'embouchure du GUERLEOU en amont de MARAO, sur la rive gauche (d'ailleurs à demi fermée à partir de 1958). La régularisation s'effectue donc très brutalement plus en aval entre MOGODI et KATOA, sur un parcours de 25 km seulement. Malgré cette modification, le débit de KATOA en crue n'a varié, depuis les travaux, que d'une cinquantaine de m³/s (1175 à 1220) et la régularisation est tout aussi parfaite qu'auparavant (un complément de tarage est nécessaire pour voir comment la situation a évolué depuis 1960).

Ces divers faits ont été étudiés en comparant les volumes annuels aux stations (paragraphe 2.2.7.2.4), les débits maximaux (2.2.7.2.5.) et les débits de 10 jours (2.2.7.2.7). L'amortissement, dû à l'accumulation dans le lit, est étudié au paragraphe 2.2.7.2.6.

2.2.7.2.4. Comparaison des volumes annuels - pertes globales

Les volumes écoulés aux stations principales du LOGONE sont portés sur le tableau 2.1.1.3 et les pertes sur les tableaux 2.2.2. a à 2.2.2. i.

On constate qu'il y a une différence importante entre les volumes écoulés à BONGOR et à KOUMI avant 1956 (1,7 milliard de m^3 en 1954 et 2,5 en 1955) et après 1956 (pertes très faibles et même quelquefois négatives du fait des aléas du tarage ou plutôt des lectures).

Entre KOUMI et KATOA, les différences restent toujours très fortes, le maximum atteint en 1955 étant de 3,2 milliards de m^3 .

Il est intéressant de suivre l'évolution des chiffres globaux des pertes entre BONGOR et KATOA.

Volumes écoulés en milliards de m^3 aux stations de BONGOR et KATOA

	1949	1951	1953	1954	1955	1956	1957
BONGOR	17,3	14,7	14,0	19,6	21,7	17,8	16,0
KATOA	14,0	12,7	12,3	15,2	16,0	14,3	14,1
Différences P	3,3	2,0	1,7	4,4	5,7	3,5	1,9
	:	:	:	:	:	:	:

Jusqu'en 1956, les points sont remarquablement groupés sur la droite $P = 5,25 (V - 11)$. P et V (volume annuel à BONGOR) sont exprimés en milliards de m^3 .

Mais les pertes de 1957 sont nettement plus faibles : elles auraient dû atteindre 2,6 milliards de m^3 , selon la formule. Les années suivantes étant incomplètes, et en 1965 la nouvelle échelle de KATOA n'étant pas encore rattachée, il n'est pas possible de dire si cette diminution est particulière à 1957 ou si elle s'est maintenue, auquel cas elle serait consécutive aux endiguements.

2.2.7.2.5 Comparaison des débits maximaux

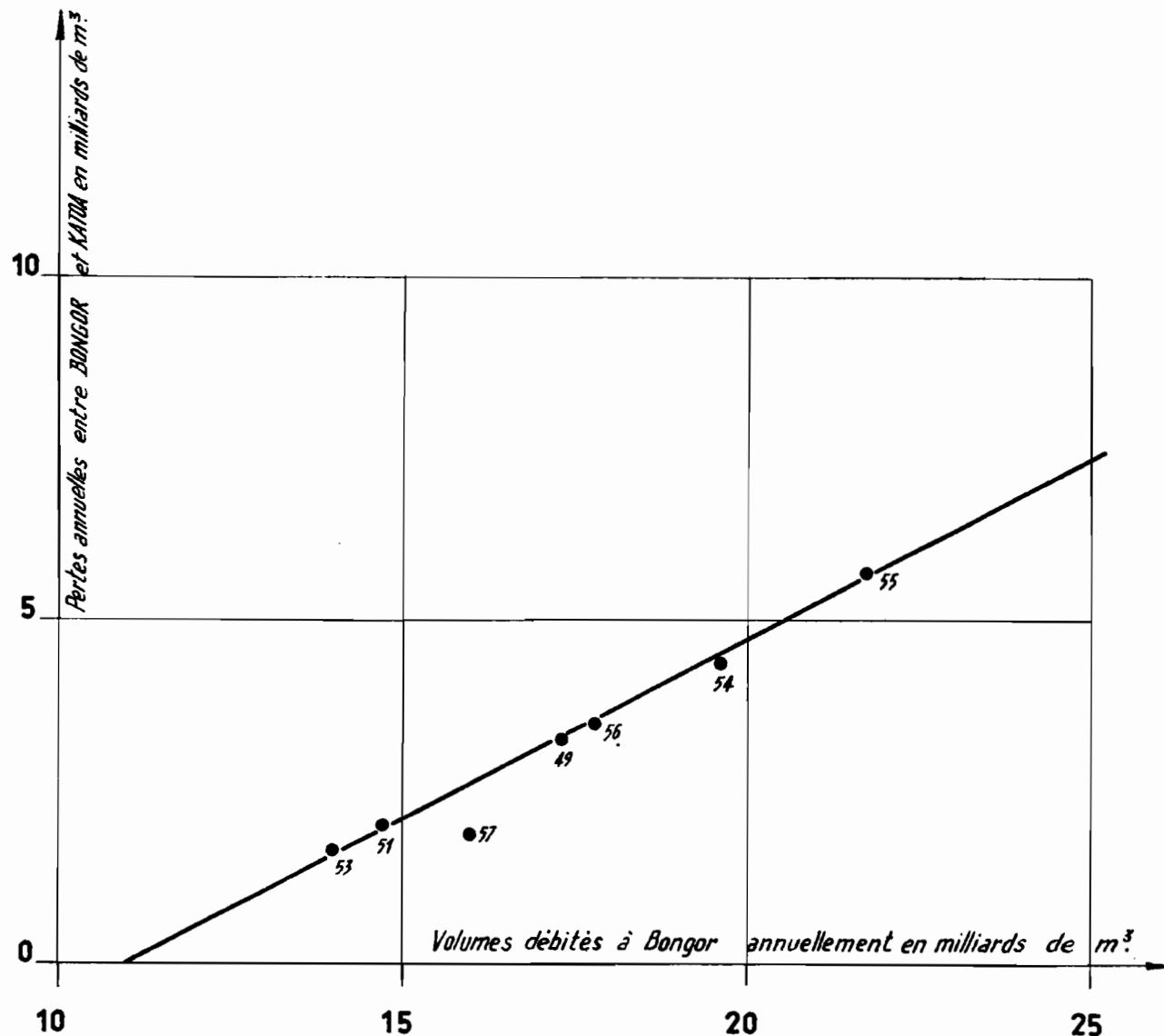
Les débits maximaux, mesurés à KOUMI et KATOA, ont été reportés dans le tableau ci-dessous :

Comparaison des débits maximaux du LOGONE
à KOUMI et à KATOA (en m³/s)

Année	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
KOUMI						1644	1724	1802	1990
KATOA	1252	1150	-	1165	1223	1116	1237	1281	1295
Différence						528	487	521	695
Année	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
KOUMI	1724	1903	2300	2164	2164	2198	2198	2130	1724
KATOA	1295	1295	-	1281					
Différence	429	608		883					

Les débits maximaux à KATOA n'ont pas varié depuis 1948 et se sont maintenus jusqu'à 1960 entre 1116 m³/s en 1953 (année particulièrement faible) et 1295 m³/s après l'endiguement de 1956. Le maximum correspondant à 1295 m³/s avant la fermeture des digues aurait été de 1250 m³/s. On notera que le débit de KATOA demeure pratiquement constant chaque année pendant une période allant de fin Août début Septembre jusqu'à fin Octobre (exceptionnellement en 1955 jusqu'au 13 Novembre). Cependant, le débit décroît malgré tout légèrement au cours de ce long palier, ceci étant dû à la diminution de résistance des diguettes africaines à mesure que la saison avance et aux fuites plus nombreuses que provoquent leurs ruptures.

Volume global des pertes annuelles entre BONGOR et
KATOA, en fonction du volume annuel débité à BONGOR.



Cette extrême régularisation est évidemment encore plus sensible aux stations aval. A GAMSEÏ, l'étale de hautes eaux a duré en 1955 du 17 Août jusqu'à Novembre (date indéterminée) avec un débit de 950 à 970 m³/s. En 1956, même durée avec un débit semblable. Nous verrons, au paragraphe 2.2.8. que la période d'étale est encore plus longue à HOLLOW, mais que le régime devient moins régulier en aval de LOGONE-GANA du fait des perturbations dues au retour des déversements par la KOUNAMBOU.

Si nous remontons le LOGONE en amont de KATOA, jusqu'à quel point du fleuve les débits présentent-ils encore un tel palier ? A GOUEÏ, 13 km en amont de KATOA, les maximums sont peu variables. De 1953 à 1959, les cotes du maximum à l'échelle de crue ont varié de 1,19 m à 1,33 m (voir chapitre 1.1.3.2.8.) et les débits de 1300 à 1500 m³/s, donc avec une régularité presque aussi parfaite que celle de KATOA. Le palier a duré en 1955 presque aussi longtemps qu'à KATOA (26 Août au 9 Novembre). La pointe est déjà mieux marquée en 1956 (débit supérieur à 1150 m³/s du 25 Août au 2 Novembre avec un maximum de 1370 m³/s du 20 au 24 Septembre).

Nous ne savons pas ce qu'il est advenu à GOUEÏ après la fermeture des berges en amont de MOGODI, mais à BIGUE-PALAM, 5 km en amont, le palier a duré du 20 Septembre au 16 Octobre seulement en 1958 et du 4 Septembre au 15 Octobre en 1959. Le débit variant d'ailleurs, pendant ces périodes, d'au moins 200 m³/s.

KOUMI présentait une certaine régularisation avant 1956 : palier de 20 jours en 1953, 30 jours en 1954, 35 jours en 1955, mais, après la fermeture des digues, seulement 10 jours en 1956, 10 jours en 1957, 20 jours en 1958. De toute manière, ces paliers ne correspondent pas au même maximum chaque année et ne sont guère plus longs que ceux de BONGOR. Les maximums relevés aux deux stations sont d'ailleurs en corrélation étroite, mais corrélation nettement différente avant et après 1956. Après 1956, les différences s'expliquent surtout par les erreurs d'évaluation, alors qu'avant 1956, on a vu que les pertes étaient réelles (831 m³/s en 1955). Notons qu'il y a eu après 1956 des crues supérieures à celle de 1954, pour laquelle la différence était déjà de 315 m³/s.

Année	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
Débits à BONGOR	1760	2039	2633	2111	1740	1855	2234	2015	2135
Débits à KOUMI	1644	1724	1802	1990	1724	1903	2300	2164	2164
Différence	116	315	831	121	16	48	66	149	29
	:	:	:	:	:	:	:	:	:

Pour l'année 1955, on comparera les pertes mesurées directement entre BONGOR et KOUMI et les estimations faites par différence.

Comme nous l'avons dit, cette comparaison n'a plus qu'un intérêt historique (ou scientifique si elle permet d'expliquer l'évolution du lit), étant donné l'endiguement actuel des deux rives de la section BONGOR-KOUMI-MOGODI.

2.2.7.2.6. L'accumulation dans le lit

Les étales durent toujours suffisamment, même à KOUMI, pour que les maximums ne soient pas affectés par ce facteur. Par contre, l'accumulation dans le lit joue pendant les périodes de crue et de décrue qui sont toujours brutales.

Schématiquement, le lit du LOGONE entre BONGOR et GAMSEI comprend : un lit apparent, aux berges franches et quasi verticales avec un fond sableux à peu près plan, dont la largeur varie de 500 à 1000 m (souvent encombré d'îles submersibles). A l'intérieur, le lit d'étiage n'occupe qu'une rivière de 50 à 150 m de largeur. Au-delà des berges du lit apparent, le lit majeur s'étend relativement peu d'autant qu'il est limité par des digues définitives ou précaires bâties sur les crêtes des bourrelets de berge.

Les berges du lit apparent ne dépassent pas 2 à 3 m de hauteur et sont submergées en crue de 0,10 à 1,00 m d'eau.

En définitive, en période de moyennes eaux, la totalité du lit apparent est occupée ; la surface du plan d'eau ne varie pas jusqu'à la submersion des berges qui a lieu lorsque le débit atteint environ 1000 m³/s (soit au-dessus du niveau d'étiage : 2,20 à BONGOR, 2,70 à KOUMI, 2,70 à KATOA). L'eau atteint presque immédiatement le pied des digues et la surface du plan d'eau est alors celle du lit majeur.

Les surfaces inondées sont ainsi approximativement :

:	: Section BONGOR-	:	: Section KOUMI-	:
:	: KOUMI (35 km)	:	: KATOA (42 km)	:
: Débits inférieurs à 100 m ³ /s :	4 km ²	:	4 km ²	:
: Débits compris entre 100 et 1000 m ³ /s :	24	:	26	:
: Débits supérieurs à 1000 m ³ /s :	99	:	50	:
:	:	:	:	:

A partir de ces données, la formule $q = S \frac{(\Delta H_1 + \Delta H_2)}{2 \times 86,4}$

donne le débit moyen accumulé ou restitué dans la section BONGOR-KOUMI ou KOUMI-KATOA pour une période de 10 jours (ΔH_1 et ΔH_2 : variation de niveau respectivement aux stations amont et aval).

Les hauteurs sont exprimées en cm, surface S en km² et débit q en m³/s.

Les débits ainsi accumulés varient entre BONGOR et KOUMI de 10 à 90 m³/s et entre KOUMI et KATOA de 3 à 60 m³/s. Il ne sont donc pas négligeables. Les débits restitués à la décrue sont encore plus élevés, atteignant de 10 à 100 m³/s entre BONGOR et KOUMI et 70 m³/s entre KOUMI et KATOA.

Sur le tableau 2.2.7.2 ont été portés les débits accumulés et restitués dans la section BONGOR-KOUMI et KOUMI-KATOA pour les crues de 1953 à 1961. Ils ont été calculés par le procédé indiqué ci-dessus. On voit que les volumes retenus dans le lit sont en moyenne de 117 millions de m³ entre BONGOR et KOUMI et 75 millions de m³ entre KOUMI et KATOA. Ceci est peu relativement au volume des pertes qui s'évaluent en milliards de m³.

On remarquera que le volume d'eau emmagasiné varie peu selon l'importance de la crue. Les volumes ont été comptés au-dessus des débits de 200 à 300 m³/s, soit environ 1 m au-dessus du niveau d'étiage. Un volume de 25 à 30 millions de m³ doit donc être ajouté à ceux qui ont été évalués pour chaque section pour obtenir le volume réel des emmagasinements (qui sont donc respectivement de 150 et de 100 millions de m³).

2.2.7.2.7. Comparaison des débits de 10 jours aux 3 stations - Mesure des pertes par différence des débits de 10 jours

Sur les graphiques 2.2.7.2 c et 2.2.7.2 d sont dessinés les hydrogrammes des débits moyens de 10 jours à BONGOR, KOUMI et KATOA. Ces graphiques permettent de comparer immédiatement l'allure des différentes crues observées depuis 1948.

La crue de 1955 est la crue de beaucoup la plus importante. Mais on remarquera qu'elle ne correspond plus aux conditions actuelles : en effet, après 1956, les débits sont sensiblement les mêmes à BONGOR et à KOUMI. Ce qui n'était pas encore le cas en 1954. Les crues de 1956 ou de 1959 sont donc plus représentatives. En 1955 et 1956, nous avons en outre pu porter l'hydrogramme de GAMSEÏ.

En crue et en décrue, les débits présentent des divergences dues à l'accumulation et la restitution du lit, et à la propagation de l'onde de crue (qui, en tout état de cause, ne dépasse pas une journée).

Corrigées des débits accumulés ou restitués, les différences des débits moyens de 10 jours donnent les valeurs instantanées des pertes entre les stations, dont la somme est portée sur le tableau 2.2.7.2.

Les pertes ainsi trouvées sont légèrement différentes des pertes mesurées par la différence des volumes annuels que l'on trouvera au tableau 2.2.2. k, puisque nous n'avons pris en considération que la période de crue de Juillet à Novembre. Théoriquement, les débits de moyennes et de hautes eaux sont très semblables à toutes les stations. Mais les erreurs de tarage ou les évaluations des mois manquants font que les volumes écoulés à ces époques ne sont pas toujours cohérents. D'autre part, les effluents profonds, commençant à débiter pour des cotes peu élevées du plan d'eau, occasionnent des pertes sensibles pour les faibles débits.

Comparons dans la section BONGOR-KOUMI les pertes avec le débit à BONGOR. Jusqu'en 1956, les pertes sont représentées par une courbe d'allure parabolique (graphique 2.2.7.2 a) et débutent pour $800 \text{ m}^3/\text{s}$. La dispersion est assez forte. Pour l'année 1955, on remarquera que l'on distingue nettement deux courbes différentes des pertes, l'une en crue, et une autre avec des pertes beaucoup plus fortes en décrue. Ceci est tout naturel, de nombreux endiguements ayant cédé pendant la crue. On remarquera aussi que les pertes écrêtaient totalement les débits dépassant $2200 \text{ m}^3/\text{s}$ à BONGOR (pertes égales aux accroissements de débit au-dessus de $2200 \text{ m}^3/\text{s}$).

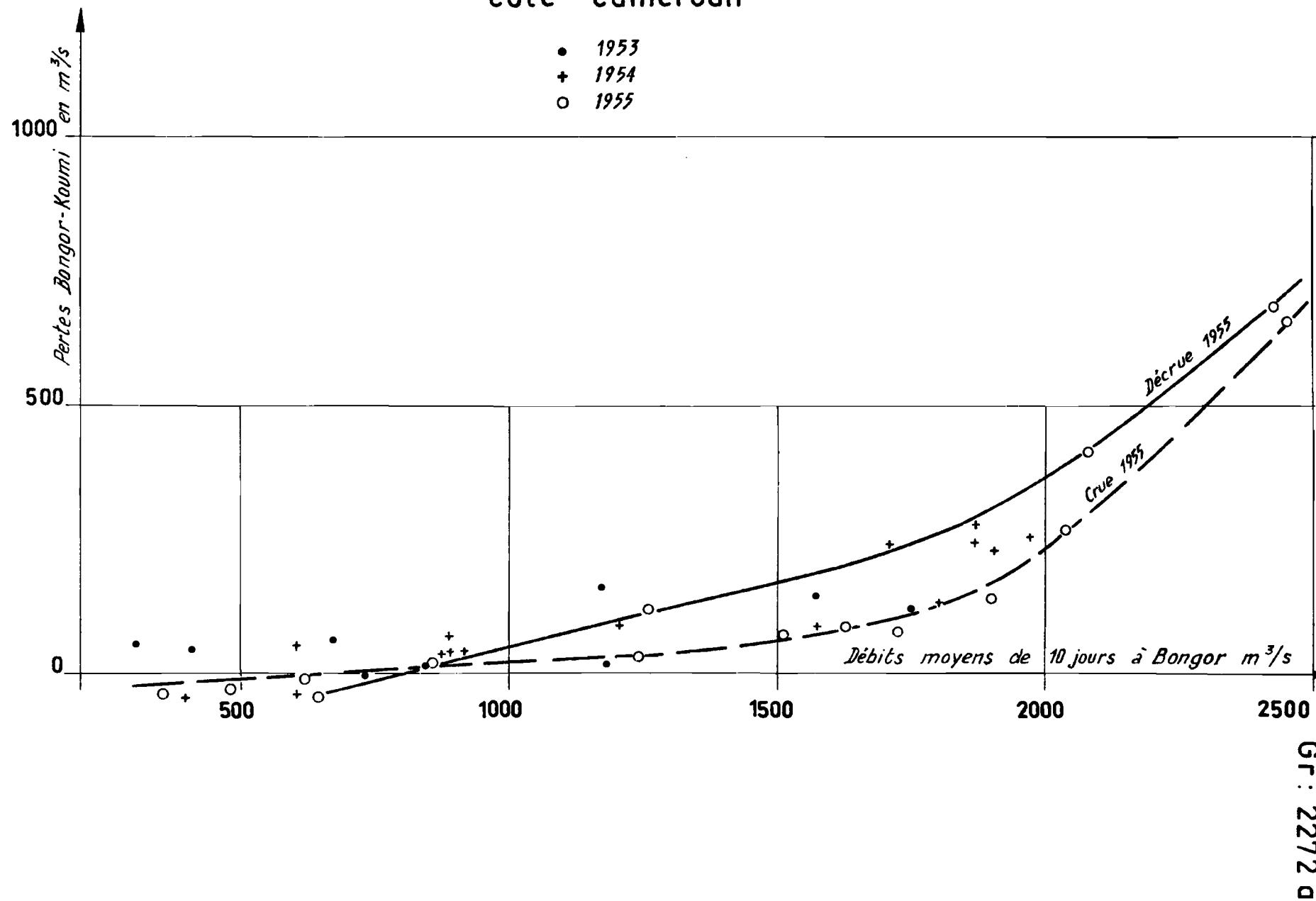
Dans la section KOUMI-KATOA (graphique 2.2.7.2 b), nous avons distingué la période 1953-1955 avant l'endiguement, et 1956-1958 après endiguement. La différence n'est guère sensible. Les pertes débutent un peu plus tard ($800 \text{ m}^3/\text{s}$ contre $600 \text{ m}^3/\text{s}$) et sont un peu moins élevées dans le second cas jusqu'à $1400 \text{ m}^3/\text{s}$ à KOUMI. Au-delà, les deux courbes se raccordent à la même droite $P = Q - 1240$ indiquant que les pertes sont alors totales.

Tableau 2.2.7.2.

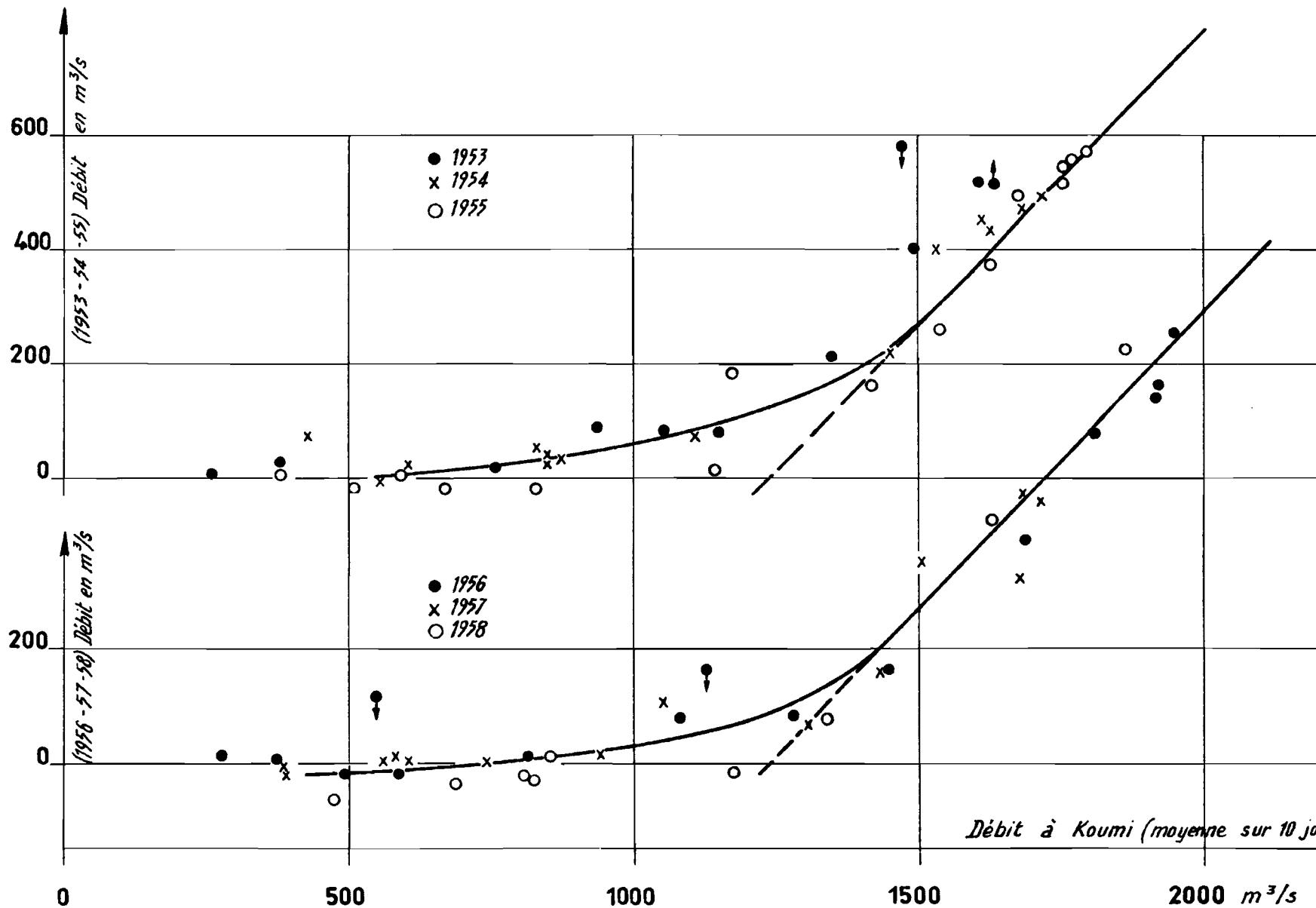
Capacité des lits et volume des pertes de la section BONGOR-KATOA
 (en millions de m³)

Année	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	Médiane
<u>Section BONGOR-KOUMI</u>										
: Volume accumulé en millions : de m ³	-	95	127	137	123	113	-	117	117	117
: Volume restitué jusqu'à : fin Novembre	111	95	59	165	138	133	102	141	118	118
: Volume des pertes		1469	2145	547	346	59	-	162	-	
<u>Section KOUMI-KATOA</u>										
: Volume accumulé	-	71	81	87	53	73	-	81	-	75
: Volume restitué	91	47	35	80	71	83	-	77	60	74
: Volume des pertes		2794	3148	3165	1712	-	-	-	-	
<u>Total des pertes entre BONGOR et KATOA</u>		4263	5293	3712	2058					
<u>Nombre de jours dépassant 1200 m³/s à BONGOR</u>										

Pertes BONGOR-KOUMI en fonction du débit à BONGOR avant les endiguements côté cameroun

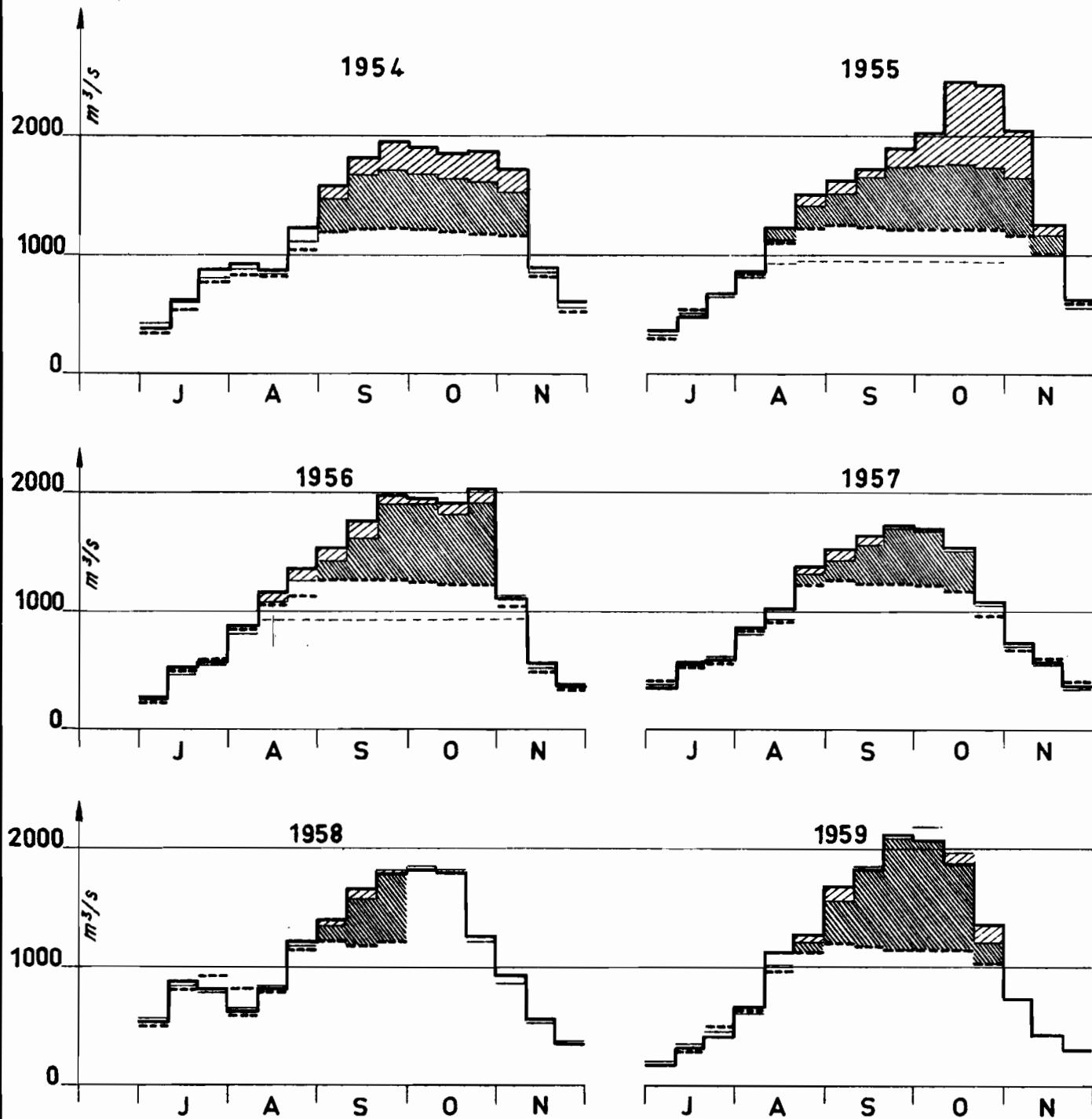


Pertes de débits du LOGONE entre KOUMI et KATOA en fonction du débit à KOUMI

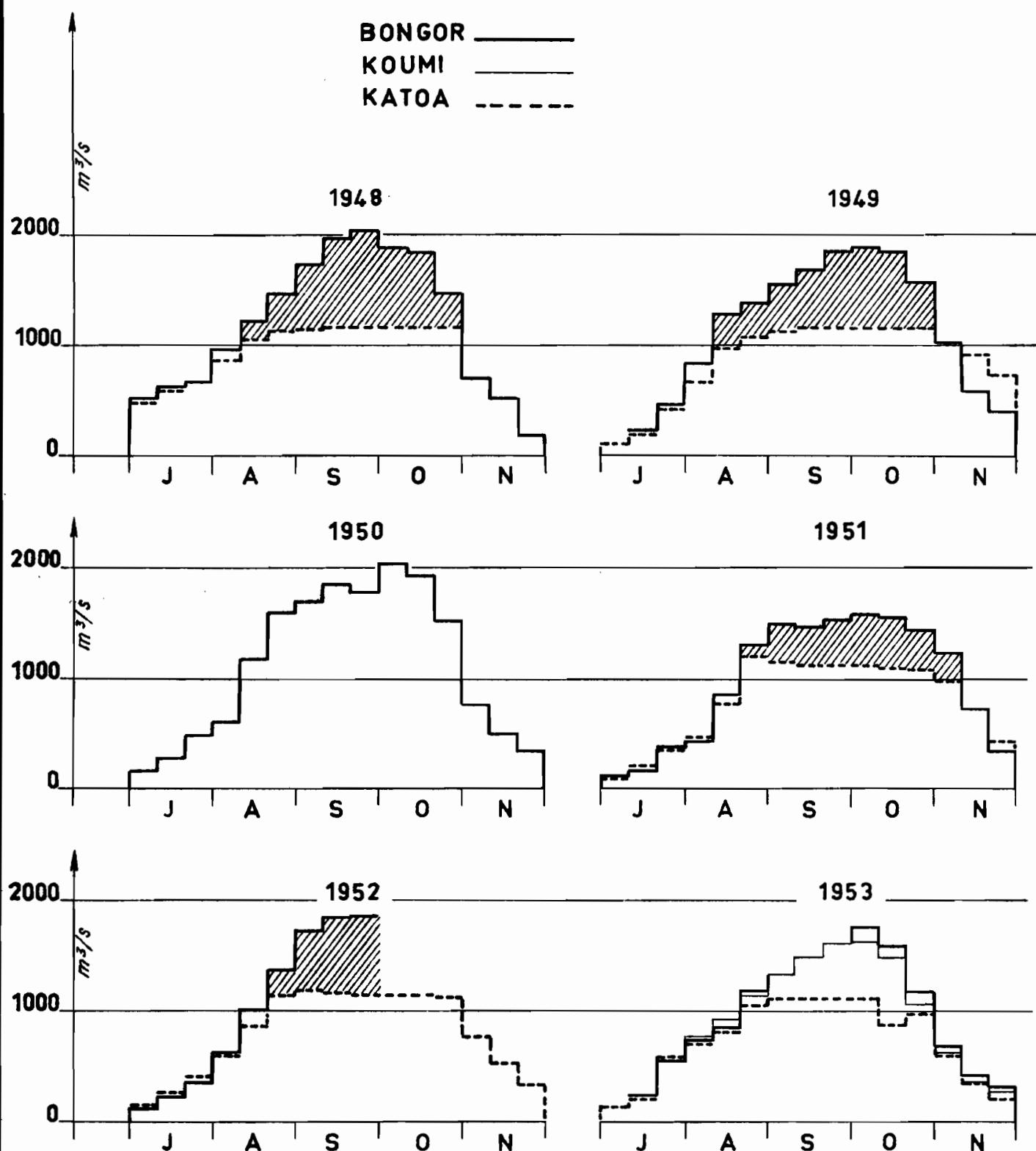


Crues du LOGONE 1954 - 1959

BONGOR _____
 KOUMI _____
 KATOA -----
 GAMSEÏ -----



Crues du LOGONE 1948 - 1953



2.2.8. Régime du LOGONE en crue entre GAMSEÏ et LOGONE-BIRNI

2.2.8.1. La crue du LOGONE est parfaitement régularisée à la station de GAMSEÏ par le jeu de l'amortissement dû au stockage dans le lit majeur et du laminage dû aux pertes subies tout le long du cours depuis la station de LAÏ, située 248 km en amont.

Déjà à KATOA, le débit de crue ne varie plus qu'entre des limites étroites : 1116 en 1953 et 1295 en 1956-1957-1958, pendant la période d'observations (12 ans, de 1948 à 1960). Il semblait qu'en 1959 cette valeur avait été dépassée avec une crue de 1500 m^3/s , mais il a été montré plus haut que ce chiffre reconstitué était erroné.

A GAMSEÏ, les débits en période de crue n'ont été mesurés d'une manière suivie qu'en 1955 et 1956.

En 1955, le débit atteint $960 m^3/s$ le 17 Août et conserve cette valeur jusqu'en Novembre (maximum $970 m^3/s$) donc pendant près de 3 mois.

En 1956, le débit de $946 m^3/s$ est atteint mi-Août et oscille jusqu'au début de Novembre jusqu'à $960 m^3/s$.

Ces deux années sont, il est vrai, deux années très fortes, le maximum ayant atteint à LAÏ $3770 m^3/s$ en 1955 et $3256 m^3$ en 1956. Mais il est peu probable que des années plus faibles telles que 1957 (maximum : $1788 m^3/s$ à LAÏ) auraient donné un résultat très différent (si ce n'est en ce qui concerne la durée de la crue) puisque le débit à KATOA a atteint la même valeur que l'année précédente.

Ainsi, alors que l'étude du régime sur le parcours LAÏ-BONGOR nécessitait de nombreuses années d'observations du fait de l'irrégularité interannuelle, celle du régime en aval de GAMSEÏ a été beaucoup plus facile et a pu se faire au cours d'une seule année d'observations. Pendant trois mois de débit constant à GAMSEÏ, le régime permanent a eu largement le temps de s'établir dans le réseau, pourtant complexe, du LOGONE, partagé en deux bras entre LAÏ et KOTOFA et flanqué de la LOGOMATIA et la KOUNAMBOU. Et les hydrologues ont eu tout le temps d'effectuer dans cette région les mesures nécessaires.

Il y a cependant une restriction. Si la régularisation est totale jusqu'au confluent de la KOUNAMBOU, il n'en est pas de même plus en aval. Cet affluent est extrêmement important puisque son débit égale et dépasse même celui du LOGONE en amont de LOGONE-GANA. Drainant les eaux apportées principalement par le BA ILLI, la rivière BISSIM et tous les

déversements de rive droite du LOGONE et enfin la LOUMIA provenant du CHARI, apports qui sont d'autant plus variables d'une année à l'autre qu'ils résultent du laminage des crues, la KOUNAMBOU redonne au LOGONE l'irrégularité qu'il avait perdue depuis KATOA. Les crues de LOGONE-GANA et LOGONE-BIRNI n'ont donc pas le caractère d'extrême monotonie de celles de GAMSEÏ ou d'HOLLON. Elles ne présentent plus un palier de 3 mois mais un maximum relativement accusé. Si les oscillations du maximum à LOGONE-GANA, entre 892 m³/s et 1210 m³/s en 12 ans d'observations, entre 852 et 932 m³/s à LOGONE-BIRNI en 9 ans, ne sont cependant pas très fortes, ceci est dû à l'écrasement des ondes de déversements transitant par les plaines du LOGONE avant de parvenir à la KOUNAMBOU.

Cette partie du fleuve a été prospectée en 1955 par l'équipe ROCHELINE-FAVREAU. Le caractère exceptionnel de l'année 1955 n'enlève pas, comme nous l'avons vu, le caractère de généralité que l'on a concédé à ces résultats. Les mesures des pertes et des gains ont eu lieu au mois d'Octobre, donc à une période où le régime permanent était depuis longtemps établi.

La méthode suivie a été la même qu'en amont de GAMSEÏ : les mesures directes des déversements ont été contrôlées par des jaugeages du LOGONE aux extrémités de chaque section.

2.2.8.2. Débits du LOGONE de GAMSEÏ à LOGONE-BIRNI en Octobre 1955

Le LOGONE et ses affluents sont représentés schématiquement sur le plan 2.2.8. (1). Le LOGONE se partage en deux bras, 6 km en aval de GAMSEÏ : celui de MAZERA à gauche et celui de IANDJOUR à droite, qui ont été considérés séparément.

Les mesures ont été faites simultanément sur le LOGONE, la LOGONIATIA et la KOUNAMBOU.

(1) Plan 2.2.8. hors texte.

Emplacement	Date	Débit (m ³ /s)
LOGONE à GAMSEÏ		940
LOGONE, 1 km en amont du partage en 2 bras	16-10-1955	780
LOGONE à l'emplacement du partage	(estimation)	756
BRAS de MAZERA, section amont	16-10-1955	236
" " section aval	24-10-1955	143
Bras de MANDJOUR section amont	(estimation)	520
" " section aval	24-10-1955	384
LOGONE à HOLLOM	24-10-1955	560
LOGONE à GOFA		406
LOGOMATIA à ZINA	13-10-1955	25
LOGONE en amont de la KOUNAMBOU		431
KOUNAMBOU		504
LOGONE à LOGONE-GANA	11-10-1955	935
LOGONE à LOGONE-BIRNI (1)	15-10-1955	888 (1)

(1) Le maximum de LOGONE-BIRNI : 932 m³/s aura lieu seulement du 8 au 17 Novembre.

2.2.8.3. Répartition des déversements et des débits refluent lors de la crue de 1955 entre GAMSEI et LOGONE-BIRNI

Les mesures directes ont été faites très en détail par l'équipe ROCHETTE-FAVREAU entre GAMSEÏ et KOTOFA. Les estimations sont moins précises de KOTOFA à LOGONE-GANA. Les pertes ou les retours de courant s'effectuent dans une multitude de brèches dans les berges, de la simple rigole à de véritables rivières, ou par des zones déprimées où les eaux s'écoulent en nappes peu profondes. Les rizières sont nombreuses le long du cours, au voisinage des villages établis sur les bourrelets de berges.

On conçoit les difficultés de mesures exécutées dans des sections irrégulières et souvent encombrées d'herbes, et on conçoit qu'elles ne peuvent atteindre la précision habituelle des jaugeages de rivière. L'évaluation des pertes par la différence des débits du LOGONE aux limites amont et aval des sections permet de rectifier quantitativement les résultats, la répartition proportionnelle des pertes entre les deux rives étant déterminée par les mesures directes.

Section A (6 km). De GAMSEÏ au partage du LOGONE en deux bras (LAHAI) :

Rive droite : $69 \text{ m}^3/\text{s}$

- 12 brèches de 2 à 40 m de largeur et de 0,2 à 2 m de profondeur
- 3 nappes de déversement peu profondes au droit des rizières

Rive gauche : $71 \text{ m}^3/\text{s}$

- Mayo TEKELE : largeur 22 m, profondeur 1,25 m, débit $11 \text{ m}^3/\text{s}$
- ARENABA : largeur 17 m, profondeur 2,10 m, débit $28 \text{ m}^3/\text{s}$

Ces deux cours d'eau sont à l'origine de la LOGOMATIA qui retourne au LOGONE à GOFIA.

De plus : 7 brèches et 2 nappes de déversement (sur 350 m).

La différence des débits du LOGONE à l'amont et à l'aval de cette section est de $184 \text{ m}^3/\text{s}$ au lieu de $140 \text{ m}^3/\text{s}$ mesurés directement.

En pondérant les résultats précédents, on trouve :

Total section A : 184, rive droite : 91, rive gauche : 93

Section B (41 km) Bras de MAZERA (bras gauche)

Le lit, large de 30 à 50 m, décrit des méandres dans le lit majeur encombré de hautes herbes où les mesures sont particulièrement délicates. Les déversements sont moins importants à l'aval qu'à l'amont et pratiquement nuls dans le dernier tiers.

Rive droite : brèches et rizières : $34 \text{ m}^3/\text{s}$

Rive gauche : " " : $36 \text{ m}^3/\text{s}$

70 m³/s). Par différence, on trouvait des pertes de 93 m³/s (au lieu de

Résultats pondérés.

Total section B : 93, rive droite : 45, rive gauche 48.

Section C (36 km) Bras de MANDJOUR (bras droit)

Son aspect est très différent du bras de MAZERA. Sa formation est récente et il n'y a pas de lit majeur. C'est un véritable canal aux bermes nettes et dégagées sans arbres ni hautes-herbes. Le plan d'eau domine les plaines environnantes qui s'étendent à perte de vue sur la rive droite. Les berges émergent à peine ou sont recouvertes d'une eau peu profonde. Les rizières sont nombreuses sur la rive gauche et sont coupées par de nombreuses brèches d'érosion. On observe déjà quelques courants de retour au LOGONE, ce qui prouve bien l'insensible différence des plans d'eau du fleuve et des plaines entièrement inondées au-delà des bourrelets de berges.

Les villageois ne redoutent pas les inondations et n'ont construit aucune diguette de protection, ni aucune levée de terre pour protéger leurs cases, sachant que les variations interannuelles des niveaux des crues ne dépassent jamais quelques centimètres.

Section C₁ (15 km) de LAHAÏ à ALAOUTEM

Rive droite : 9 brèches, l'une atteignant 11 m de largeur et 0,85 de profondeur, rizières, débits : 20 m³/s.

Quelques courants refluant par les rizières et des brèches.

Affluents larges de 14 m, profondeur de 3,4 - débits : 24 m³/s.
En définitive, la rive droite gagne 4 m³/s.

Rive gauche : Les rizières s'étendent le long du fleuve sur 2,7 km. Elles sont coupées par 11 brèches dont 2 atteignent 13 m de largeur et 1 à 2 m de profondeur.

La perte est au total de 59 m³/s.

Section C₂ (tiers central entre ALAOUTEM et KARASKA, 9 km)

Rive droite : Les 28 brèches, généralement peu profondes (0,2 à 1 m), l'une atteint cependant 28 m de large et 2 m de profondeur, débitent 47 m³/s.

Une petite brèche et un affluent important restituent 24,8 m³/s.

Rive gauche : 4 brèches et 2,1 km de rizières absorbent $16 \text{ m}^3/\text{s}$. 1 petit reflux de $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ par une brèche (large de 4,5 m et profonde de 2,2 m).

Section C₃ (tiers aval, de KARASKA à DALAH, 12 km)

Rive droite : Plus de 50 brèches généralement de faible largeur 1 à 4 m, excepté une brèche de 15 m et l'autre de 10 m, et de faible profondeur, de 0,10 à 0,50 m, débitent $57 \text{ m}^3/\text{s}$.

Rive gauche : Le reflux par un courant en nappe et 2 petits affluents: au total $8 \text{ m}^3/\text{s}$, est plus important que les pertes par 2 brèches, $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Total de la Section C :

Le bras de MANDJOUR perd sur sa rive droite :

$$20 - 30 + 47 - 25 + 57 = 69 \text{ m}^3/\text{s}$$

et sur sa rive gauche :

$$59 + 16 - 2 + 2 - 8 = 67 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{soit au total } 136 \text{ m}^3/\text{s}$$

La différence des débits mesurés aux extrémités de la section donne la même valeur.

Le résultat est donc conservé tel quel :

$$\text{Rive droite} = 69 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Pertes du Bras de MANDJOUR, rive gauche} = 67 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{soit au total } 136 \text{ m}^3/\text{s}$$

Remarques sur les débits déversés dans l'île entre les deux bras :

Les débits déversés sur la rive droite du bras de MAZERA, soit $45 \text{ m}^3/\text{s}$, et sur la rive gauche du bras de MANDJOUR, soit $67 \text{ m}^3/\text{s}$, s'accumulent dans une île inondée. Le régime permanent était certainement établi en Octobre 1955 et ces débits devraient s'écouler à la sortie aval.

L'évaporation en a cependant consommé une partie qui n'excède certainement pas $10 \text{ m}^3/\text{s}$ et, en définitive, c'est un débit de l'ordre de $100 \text{ m}^3/\text{s}$ qui sera récupéré à KOTOFA.

En aval du confluent, on aura donc dans le lit du LOGONE :

$$384 \text{ m}^3/\text{s} + 143 + 100 = 627 \text{ m}^3/\text{s}$$

On notera que la section de mesures aval du bras de MANDJOUR est située un peu en amont du confluent et que la rive gauche de ce bras, enfouie sous les hautes herbes, peut très bien laisser filtrer un débit de 100 m³/s.

Section D du confluent des deux bras KOTOFIA à HOLLOW

Des mesures directes des déversements n'ont pas été faites dans cette section, ROCHELINE a constaté cependant qu'ils ne se produisaient que sur la rive droite. D'après les estimations précédentes, les déversements de rive droite de cette section seraient donc de $627 \text{ m}^3/\text{s} - 560 = 67 \text{ m}^3/\text{s}$.

Section E de HOLLOW à GOFA

Non seulement il n'y a plus aucun déversement sur la rive gauche, mais un peu en amont de GOFA, la LOGOMATIA, après le brusque coude de N°GODENI, retourne au LOGONE. Une faible partie du débit déversé est ainsi récupérée : 25 m³/s mesurés le 13-10-1955 à N°GODENI. Les nombreux déversements en direction de la LOGOMATIA sont d'ailleurs littéralement passés par dessus cette rivière sans rien lui apporter, pour gagner les eaux du "GRAND YAERE" (voir chapitre 5.2.).

Les pertes dans cette section, uniquement sur la rive droite, s'élèvent donc à $560 \text{ m}^3/\text{s} - 25 = 425 = 160 \text{ m}^3/\text{s}$.

En amont du confluent de la LOGOMATIA, le débit de crue du LOGONE passe par son minimum avec 400 m³/s.

Section F de GOFA à LOGONE-GANA

Jusqu'à DOUVOUL, en amont du confluent de la KOUNAMBOU, le débit du LOGONE ne varie plus. La rive droite du fleuve, tout en restant largement ouverte sur la plaine, commence à s'encaisser, alors que s'établit sur la rive gauche un rideau d'arbres de plus en plus dense. Un peu en aval de DOUVOUL, le débit est de 431 m³/s donc très voisin de celui de GOFA.

Une première communication avec la KOUNAMBOU existe 2 km en amont de LOGONE-GANA où se trouve le véritable confluent. L'existence de ce village de pêcheurs est due au mélange des eaux troubles du LOGONE et limpides de la KOUNAMBOU. La KOUNAMBOU est, en amont de LOGONE-GANA, un chenal long de 4 km, rectiligne, large de 250 à 300 m, beaucoup plus impressionnant que le LOGONE lui-même. Mais, plus en amont, il se sépare en 4 bras qui s'évanouissent dans les hautes herbes de la plaine inondée.

En Octobre 1955, le débit de la KOUNAMBOU atteignait 504 m³/s, contre 431 pour le LOGONE. Le débit à LOGONE-GANA était de 935 m³/s.

Section G de LOGONE-GANA à LOGONE-BIRNI

A la condition d'effectuer les mesures en aval du confluent d'un bras important circulant dans les plaines de rive droite, on retrouve presque exactement à LOGONE-BIRNI, les débits de LOGONE-GANA, avec cependant un retard. Comme nous l'avons vu, le débit de crue du LOGONE n'est plus régularisé à partir de LOGONE-GANA, et il vient s'ajouter aux débits constants d'HOLLON la crue de la KOUNAMBOU, drainant les déversements et en retard de plus d'un mois sur celle du LOGONE.

2.2.8.4. Conclusion

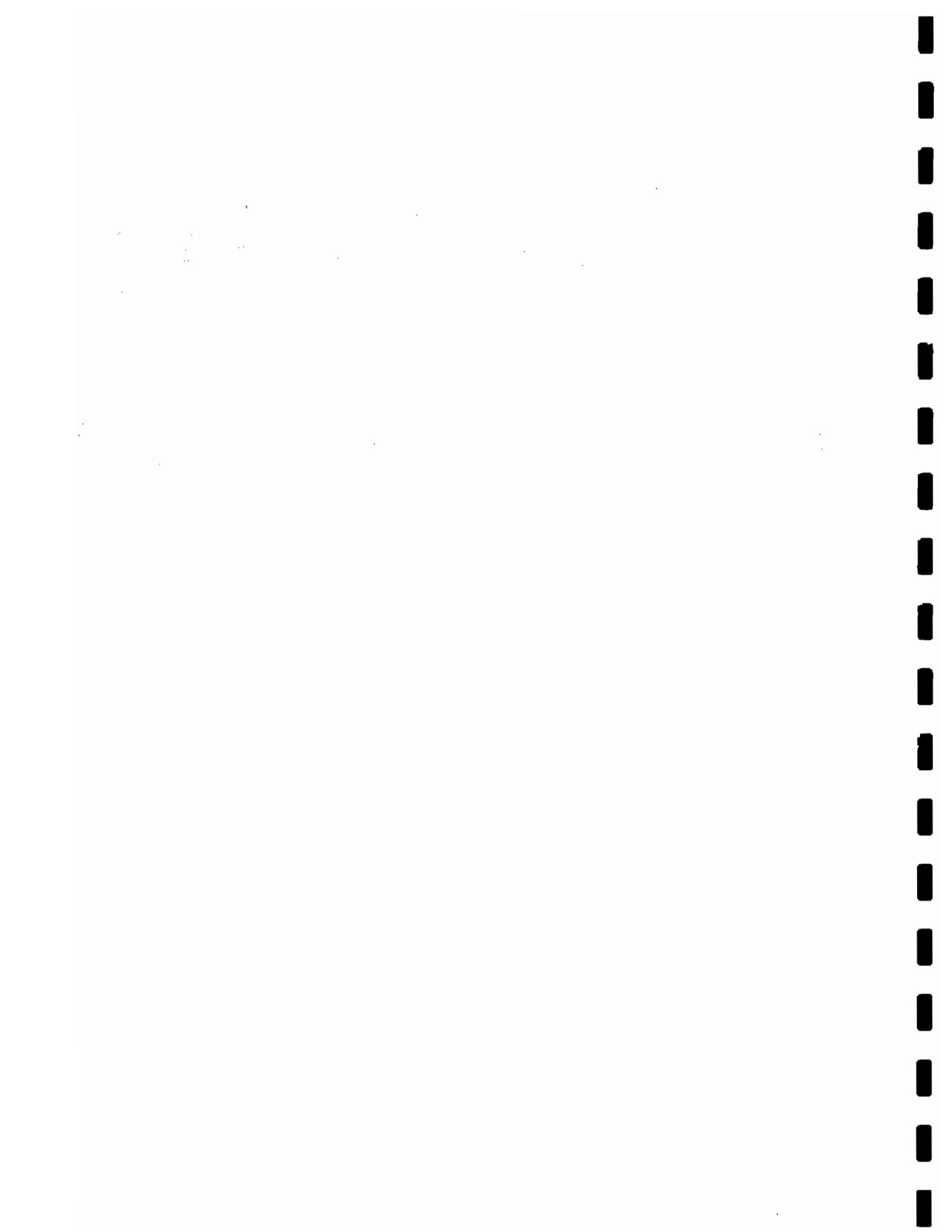
Récapitulation des pertes entre GAMSEI et LOGONE-GANA en 1955

			Pertes :	Pertes :	Pertes :	
	Limité de la Section:	Section :	rive droite	rive gauche	totales	Gains :
:	GAMSEI - LAHAI	A	91	93	184	0
:	LAHAI - KOTOFA	B + C	69	48	117	0
:	KOTOFA - HOLLON	D	67	0	67	0
:	HOLLON - GOFA	E	160	0	160	25
:	GOFA - LOGONE-GANA	F	0	0	0	504
	Total		387	141	528	529

On retrouve donc à LOGONE-GANA le même débit qu'à GAMSEÏ, mais il est bien évident que cette circonstance est purement fortuite, puisque ce n'est que le hasard des débits perdus et récupérés dans cette section, qui explique cette circonstance. La majeure partie des débits de la KOUNLIBOU provient en effet des déversements qui s'effectuent en amont de GAMSEÏ.

Les $387 \text{ m}^3/\text{s}$ déversés sur la rive droite sont récupérés par le LOGONE après un important tribut payé à l'évaporation.

Sur la rive gauche, par contre, seuls se retrouvent dans le LOGONE les $25 \text{ m}^3/\text{s}$ de la LOGOMATIA sur les $141 \text{ m}^3/\text{s}$ déversés. $116 \text{ m}^3/\text{s}$ vont à l'EL BEÏD et au lac TCHAD par la voie du YAERE, du moins ce qu'il en reste après évaporation. On retiendra la précarité du débit de GOFA où la crue du LOGONE est passée, après les laminages successifs, de $3770 \text{ m}^3/\text{s}$ à LAÏ à $400 \text{ m}^3/\text{s}$ en amont du confluent de la LOGOMATIA.



2.3. Etiages du LOGONE INFÉRIEUR

Au cours de la décrue du LOGONE, les réserves accumulées dans le lit majeur et les plaines s'épuisent rapidement. Le seul affluent que le fleuve reçoit sur son cours inférieur est la TANDJILE, dont les débits d'étiage sont très faibles. Cependant, grâce à l'alimentation permanente du LOGONE en amont de LAÏ, le débit d'étiage du LOGONE Inférieur reste important. Le ressuyage rapide des plaines, la faiblesse des pertes par évaporation du lit et les apports minimes de la TANDJILE sont autant de raisons pour que le débit d'étiage absolu soit transmis de LAÏ à FORT-LAMY sans grand changement.

Les origines de ce débit d'étiage ont été étudiées dans la 4ème Partie : "Interprétation des données du LOGONE Supérieur". Il provient du tarissement des nappes. Sur un débit d'étiage moyen de 56 m³/s parvenant à LAÏ, environ 33 m³/s, correspondant aux bassins du LOGONE en amont de PANDZANGUE (BAÏBOKOUM + LIM) et au bassin de la PENDE en amont de GORE, proviennent de la zone cristalline du bassin ; 23 m³/s proviennent de la "région des KOROS" constituant le Nord du bassin supérieur et situés dans une zone pourtant moins arrosée, mais les étages gréseux du Continental terminal sont d'excellents aquifères, efficacement drainés par un réseau hydrographique relativement encaissé.

En aval de GABRIN-GOLO, à la sortie du bassin supérieur et de la zone des KOROS, le lit mineur constitue pour ainsi dire une gouttière imperméable ne permettant aucun échange avec les nappes des plaines mitoyennes situées du reste en contrebas. Les nappes drainables sont localisées à très faible profondeur (3 à 5 m) dans les sols limono-sableux des bourrelets de berge, sols reposant sur les argiles lacustres interdisant toute pénétration vers les nappes plus profondes : elles sont très rapidement épuisées.

2.3.1. La TANDJILE

Seul affluent du LOGONE sur son cours inférieur, la TANDJILE mérite une mention spéciale. Les étiages de la TANDJILE ont été observés à BOLOGO et à TCHOA.

2.3.1.1. Mesures d'étiage sur la TANDJILE

	H	Q
BOLOGO	11-6-55	~ 0,05 m 0,17 m ³ /s
	30-6-55	~ 0,04 0,16
	14-4-65	0,04 0,22
	15-5-65	0,00 0,14
	10-3-66	0,13 0,30
	18-4-66	- 0,06 0,09

	H	Q
TCHOA	11-6-55	1,10 m 1,00 m ³ /s

En général, ces mesures n'ont pas été faites exactement à l'étiage absolu.

Les débits d'étiage sont donc mieux connus à BOLOGO qu'à TCHOA. Ils sont plus abondants à TCHOA comme le montre, en particulier, la mesure du 11-6-55. Cette abondance n'est pas en rapport avec les superficies des bassins versants (5 870 km² contre 3 850 km²). Il est possible que le cours inférieur draine des nappes profondes ou qu'une partie du débit d'étiage s'écoule en inféroflux à BOLOGO, mais le drainage des plaines inondées, des "doigts de gant" et des nappes sous-jacentes des lenticules les séparant constitue aussi une alimentation non négligeable.

2.3.1.2. Débits d'étiage absolu de la TANDJILE

Les très faibles débits d'étiage de la TANDJILE à BOLOGO, quand ils ne s'annulent pas totalement en surface, n'auraient pu être estimés qu'avec un aménagement spécial de la section (seuil cimenté, déversoir). La mobilité du fond ne permet pas de les mesurer à partir de l'échelle de crue sur une section non aménagée. Le débit s'annule presque tous les ans et décroît, en tout état de cause, à moins de 200 l/s.

À TCHOA, les mesures sont extrapolées pour les débits inférieurs à 1,00 m³/s et l'on ne peut prêter beaucoup de crédits aux transformations hauteurs-débits lorsque le débit décroît à moins de 0,50 m³/s. L'écoulement a cessé, d'après les estimations, en Avril-Mai 1954, Mai-Juin 1956, Juin 1957, Mai 1960, mais il a gardé des valeurs :

confortables en 1961	:	1,5 m ³ /s	1963	:	1,53 m ³ /s
en 1962	:	1,68 m ³ /s	1964	:	1,08 m ³ /s
et plus faibles en 1955	:	0,26 m ³ /s	1959	:	0,31 m ³ /s
en 1958	:	0,69 m ³ /s			

Il faut ajouter que la TANDJILE, à la station de TCHOA, a longtemps été coupée par un radier provisoire refait chaque année qui était loin de constituer une section stable. Ceci n'avait pas d'importance pour le contrôle des débits de crue de la TANDJILE, qui était en fait le but principal de l'aménagement des stations de BOLOGO et TCHOA.

Les apports de la TANDJILE au LOGONE en période de basses eaux ne représentent qu'un supplément de débit de 0 à 3 % et ne modifient donc pas sensiblement le régime d'étiage du fleuve.

2.3.1.3. Débits caractéristiques de la TANDJILE : DCE, DC9, DC6

Les observations à BOLOGO sont trop fragmentaires pour que les débits caractéristiques moyens puissent être calculés. Le DCE reste très proche des débits d'étiage absolu, il est donc presque nul, le DC6 et a fortiori le DC9 restent inférieurs à 1 m³/s, alors que le DC3 est proche du module 10,6 m³/s.

A TCHOA, les observations sont plus nombreuses en période de basses eaux qu'à BOLOGO et les débits caractéristiques médians seraient :

$$\text{DCE} : 0,5 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{DC9} : 1,5 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{DC6} : 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

alors que le DC3, avec 15 m³/s, est très proche du module : 15,6 m³/s.

En conclusion, la saison sèche est très durement ressentie par la TANDJILE dont le débit demeure extrêmement faible pendant 3 mois : Avril, Mai, Juin. La décrue, déjà presque terminée en Janvier, est suivie d'un tarissement, se prolongeant jusqu'au début de Juillet, qui n'est troublé par des petites crues dues à des pluies localisées qu'à partir de Juin.

2.3.1.4. Tarissement à BOLOGO

Tracées sur un diagramme en coordonnées semi-logarithmiques, les courbes de tarissement de BOLOGO sont toutes sensiblement rectilignes à partir du 1er Janvier. Le coefficient de tarissement K de la formule

$$Q_T = Q_0 e^{-Kt}$$

a pu être calculé pour 7 années et varie de 0,021 à 0,031. Les fortes valeurs ont été trouvées pour les années hydrologiques incomplètes, en Janvier ou en Février ; la valeur la plus vraisemblable du coefficient de tarissement en saison sèche est comprise entre la médiane de ces 7 valeurs et la plus faible valeur (0,025 et 0,021).

2.3.1.5. Tarissement à TCHOA

La décroissance s'exprime pour les débits compris entre 10 m³/s et 1 m³/s par des coefficients variant de 0,017 à 0,010. La moyenne de 11 années est de 0,013 et la médiane de 0,012 (fortuitement très semblable au bassin du LOGONE à LAT).

Quant le débit atteint 1 m³/s, la décroissance est beaucoup plus brutale. Mais nous avons vu que le tarage est très incertain pour les bas débits : cette décroissance anormale peut provenir d'une transformation hauteurs-débits erronée.

La décroissance du débit est plus rapide à BOLOGO ($K = 0,025$) qu'à TCHOA ($K = 0,012$). Alors que l'écoulement cesse presque chaque année à la première station, il se maintient une année sur deux à TCHOA.

2.3.2. Les étiages du LOGONE

2.3.2.1. Mesures de débits en étiage sur le cours inférieur

Les mesures et les étalonnages qui en résultent sont récapitulés dans la 2ème Partie. Les mesures ont été faites au cours des tournées générales et permettent d'utiles comparaisons à des dates très voisines. La variation du débit étant lente à cette époque de l'année hydrologique, ces comparaisons sont valables même si les dates diffèrent de quelques jours.

Sur le tableau 2.3.2.1. il est visible que mesurés à la même époque, les débits d'étiage sont identiques le long du cours du LOGONE, de LAT à LOGONE-BIRNI. Une exception à cette règle : la mesure du 25-3-1955 à BONGOR : 90 m³/s qui indique un débit trop fort qui ne peut s'expliquer que par un jaugeage déficient.

Tableau 2.3.2.1.

Mesures d'étiage faites à des dates voisines aux diverses stations

Année	Station	Date	Débit (m ³ /s)	Remarques
1952	LAI	11-4	43	
		12-4	43	
		18-4	42	
	BONGOR	22-4	40	
1953	LOGONE-GANA	29-5	87	
	LOGONE-BIRNI	29-5	87	
1955	ERE	28-3	64	(La mesure de BONGOR du 25-3 est très suspecte)
	BONGOR	25-3	(90)	
	KOUMI	27-3	62	
	LOGONE-GANA	31-3	65	
1956	LAÏ	7-4	97	(Débits très élevés succédant à la crue considérable de 1955)
	BONGOR	14-4	82	
	GAMSEÏ	15-4	88	
1957	LAÏ	10-5	55	
	BONGOR	8-5	66	
	KATOA	9-5	71	
1958	LAÏ	20-3	52	
	BONGOR	24-3	46	
1959	BONGOR	8-4	44	
	KOUMI	9-4	46	
	KATOA	9-4	45	
1966	LAÏ	15-4	35	L'année 1965 est la moins abondante de la période 1948-1966, d'où la précarité de l'année 1966 dont l'étiage est anormalement bas.
	KOUMI	5-4	38	
	KATOA	4-4	32	
	LOGONE-GANA	6-4	28	

En 1952, trois mesures de débits successives ont été faites à LAÏ par des méthodes différentes. Ceci a permis de contrôler la précision des mesures d'étiage qui sont toujours délicates, souvent parce que l'on ne prend pas autant de précautions que pour un jaugeage plus important. Si l'on emploie la méthode du wading, seul un opérateur averti évite des erreurs grossières.

Cette constatation de la constance des débits d'étiage le long du cours inférieur est évidemment un résultat très important. D'une part, elle permet d'utiliser la station de base, LAÏ, pour l'étude de tout le LOGONE Inférieur, d'autre part, elle incite à considérer avec suspicion les années où les débits d'étiage ne sont pas semblables tout le long du cours.

Dans la première partie, il a été souligné la mobilité des fonds qui joue tout particulièrement sur la précision du tarage en étiage. Des mesures de contrôle annuelles sont absolument nécessaires pour rectifier ce tarage. Pour diverses raisons, aucune mesure n'a pu être faite entre 1960 et 1966. Les résultats de cette époque sont donc sujets à caution et il ne faut pas s'étonner des différences entre les débits d'étiage aux diverses stations qui n'ont, en fait, aucune réalité physique mais sont dues à des modifications du tarage des stations qui n'ont pu être contrôlées. Ces résultats n'infirment en rien, en tous cas, la règle que nous avons énoncée plus haut de la constance des débits d'étiage.

2.3.2.2. Etiages absolu

Les débits d'étiage absolu aux diverses stations du LOGONE Inférieur sont reportés sur le tableau 2.3.2.2.

La règle énoncée au paragraphe 2.3.2.1. est loin de se vérifier pour deux des stations : ERE et LOGONE-BIRNI, pour lesquelles le tarage d'étiage a été particulièrement délaissé.

La correspondance entre LAÏ et BONGOR est excellente. Elle est bonne entre LAÏ et KOUMI pour les années 1953 à 1957 et très médiocre par la suite, mais il n'y a eu aucune mesure d'étiage entre le 9-4-1959 et le 5-4-1966.

La correspondance LAÏ-KITOA est bonne en 1955, 1956, 1957. Elle est bonne avec LOGONE-BIRNI en admettant que le drainage des plaines se poursuit certaines années tardivement, ceci étant en particulier la raison de débits d'étiage élevés en 1956, à la suite de la très forte crue de 1955.

Tableau 2.3.2.2.

Etiages absolus

Année	LAÏ	ERE	BONGOR	KOUMI	KATOA	LOGONE-GANA	LOGONE-BIRNI
1948	< 46		-	-	< 60	-	-
1949	-		-	-	< 75	-	-
1950	< 55		-	-	-	-	-
1951	-	50	< 81	-	-	-	-
1952	< 65	31	39	-	< 75	-	-
1953	< 53	31	< 51	< 65	< 66	< 83	-
1954	44	35	49	< 64	< 50	< 52	45
1955	45		< 80	60	58	< 73	66
1956	62		< 73	66	< 75	< 58	80
1957	49		49	47	51	44	59
1958	44		44	46	48	-	57
1959	51		51	-	45	39	53
1960	51		51	-	-	33	57
1961	56	50	47	-	-	42	90
1962	66	70	< 87	(86)		(59)	-
1963	55	67	47	71		(37)	-
1964	57		< 53	51		39	-
1965	42	31	< 70	79		30	-
1966	< 34					-	-

2.3.2.3. Débits caractéristiques d'étiage DC9 et DC6

Ceux-ci sont peu différents des étiages absolu et il n'y a pas lieu de reprendre la critique déjà faite à leur propos.

Par suite de l'accumulation des eaux dans le lit majeur et dans les nappes latérales (limitées aux bourrelets de berge) et de la restitution du volume emmagasiné à la décrue, les débits de basses eaux restent plus élevés aux stations inférieures; mais cette différence est d'autant moins sensible que la saison est plus avancée, et, nous l'avons vu, elle s'annule pour les débits d'étiage absolu, l'épuisement des débits accumulés dans les plaines étant terminé en Avril-Mai, sauf en année tout à fait exceptionnelle (1956 par exemple).

Ceci est visible sur le tableau 2.3.2.3. et le graphique 2.3.2.3.

Tableau 2.3.2.3

DCE et DC9

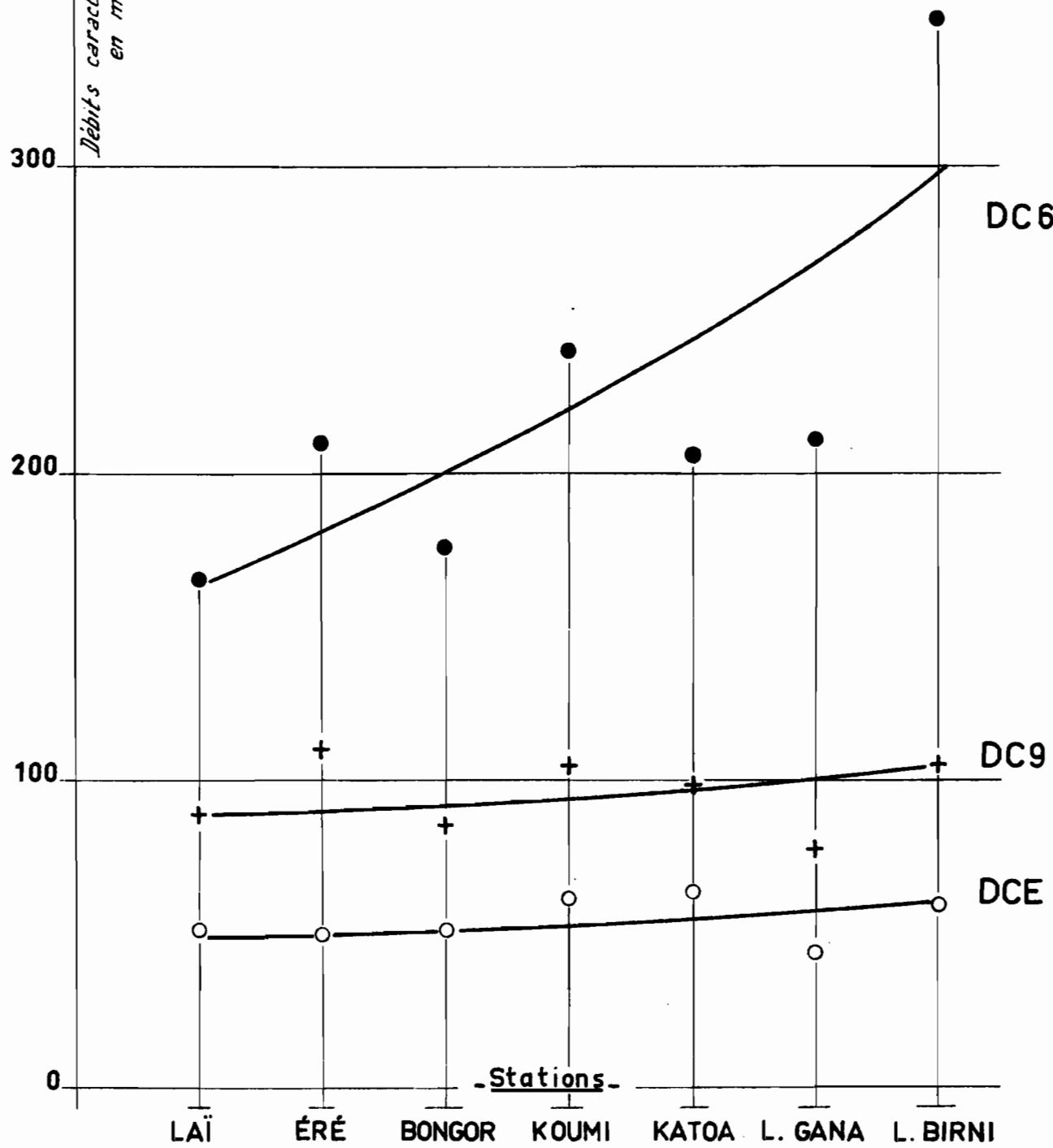
Station	Période d'observation (an)	DCE médian (m ³ /s)	DC9 médian (m ³ /s)	DC6
LAI	12	52	89	186
ERE	7	50	110	210
BONGOR	6	52	85	176
KOUMI	8	62	105	240
KATOA	5	60	103	(200)
LOGONE-GANA	7	44	77	211
LOGONE-BIRNI	7	60	105	350

La variation d'amont en aval des débits caractéristiques, loin d'être progressive, est assez incohérente. Ceci est dû à plusieurs raisons :

LOGONE INFÉRIEUR

Gr : 2323

Accroissement des débits caractéristiques de basses-eaux
d'amont en aval.



1°) Les DCE, DC9 et DC6 ne font pas intervenir seulement des débits de décrue, mais aussi les débits des crues précoce, leur influence jouant à contre sens de l'épuisement des nappes : le débit amont étant alors plus élevé que le débit aval.

2°) Le tarage est insuffisant en basses eaux et moyennes eaux à un bon nombre de stations.

3°) Les périodes d'observations prises en compte ne recouvrent pas les mêmes années.

2.3.2.4. Etude du tarissement aux stations du LOGONE Inférieur

Les calculs des coefficients de tarissement K de la formule $Q_T = Q_0 \cdot 1^{-Kt}$ à toutes les stations du LOGONE Inférieur donnent les résultats suivants :

LAI : Calculées sur 13 années d'observation, la moyenne des coefficients de tarissement K est 0,0113 jour⁻¹, et la médiane 0,0116. Il est à noter qu'un autre calcul avait donné pour la moyenne 0,0125, ce qui donne la mesure du coefficient personnel dans ce genre d'estimation (voir "Interprétation des données du LOGONE Supérieur" - Tome 4).

ERE : Les valeurs de K mesurées sur 9 étiages varient de 0,0177 à 0,0101. Ces extrêmes mis à part, les valeurs sont bien groupées autour de la moyenne 0,0127 et la médiane 0,0116 très proches des valeurs de LAI.

BONGOR : Au cours de 12 étiages les valeurs de K varient de 0,0090 à 0,0124, la moyenne étant 0,01068 et la médiane 0,01060. Les valeurs trouvées sont donc légèrement inférieures à celles de LAI et d'ERE.

KOUMI : Sur 9 étiages K varie de 0,0189 à 0,0975, ces deux valeurs étant nettement détachées. La moyenne : 0,01146 et la médiane : 0,102 sont proches des valeurs de BONGOR.

KATOA : Les étiages n'ont été observés que 4 ans et les valeurs de la moyenne 0,0135 et de la médiane 0,0132 ne sont guère significatives. Elles paraissent légèrement plus élevées que celles des stations amont, ce qui s'expliquerait par le drainage tardif des plaines.

LOGONE-GANA : Le coefficient de tarissement est nettement plus élevé qu'aux stations amont. Au cours de 8 années d'observations K varie de 0,0230 à 0,0173, la moyenne étant 0,0193 et la médiane 0,0192. Le ressuyage des plaines se poursuit beaucoup plus tard qu'aux stations amont et dès que cet apport s'épuise la chute est plus brutale pour atteindre le débit d'amont.

LOGONE-BIRNI : Contrairement à LOGONE-GANA où la décroissance est régulière, les courbes de tarissement présentent une cassure pour un débit de 80 à 100 m³/s.

Dans la première phase, le coefficient de tarissement varie au cours des 8 étiages observés de 0,0231 à 0,0151, avec une moyenne de 0,0178 et une médiane de 0,0169, valeurs assez proches donc de LOGONE-GANA.

Dans la deuxième phase, la décroissance est beaucoup plus lente, K variant de 0,0080 à 0,0049 avec une moyenne de 0,0062 et une médiane de 0,0057.

Les deux stations de LOGONE-BIRNI et LOGONE-GANA sont relativement proches ; cette différence s'explique par l'influence du CHARI dont la courbe de remous est susceptible de remonter jusqu'à LOGONE-BIRNI. On sait que dans cette partie du cours la pente est extrêmement faible : (2 à 4.10⁻⁵).

Les coefficients de tarissement évalués aux diverses stations ont été groupés dans le tableau 2.3.2.4.

Tableau 2.3.2.4

Coefficients de tarissement K
exprimés en jour $^{-1} \times 10^3$

Année	LAI	ERE	BONGOR	KOUHI	KATOA	LOGONE-GANA	LOGONE-BIRNI: 1° ph.: 2° ph:
1948-49							
1949-50							
1950-51		18					
1951-52		16					
1952-53		11			13		
1953-54	9		11	13	-		17 6
1954-55	11		10	19	13		18 6
1955-56	13		10	11	-		17 5
1956-57	12		12	10	13	17	15 5
1957-58	11		9	10	15	20	15 5
1958-59	11	11	11			18	15 5
1959-60	11		10			18	22 8
1960-61	12	11	11			20	23 8
1961-62	12	10	10	11			
1962-63	10	12	11	10			
1963-64	11	12	11	10		19	
1964-65	12	15	12	8		19	
1965-66	12					23	
Hoyenne	11		11	11	14	19	18 6
Médiane	12		11	10	13	19	17 6

2.3.3. Conclusion

La source principale, et presque exclusive, des basses eaux du LOGONE est l'alimentation du bassin supérieur.

A la station principale de LAI, les observations portant sur 12 années suivent une loi normale dont les paramètres sont ainsi définis en ce qui concerne le débit caractéristique d'étiage (voir 4ème Partie).

Moyenne des DCE	:	56 m ³ /s
Ecart-type	:	10 m ³ /s
Valeur médiane	:	56 m ³ /s
Valeur décennale sèche	:	43 m ³ /s
Valeur décennale pluvieuse	:	69 m ³ /s
Valeur sèche	:	40 m ³ /s
Valeur pluvieuse	:	72 m ³ /s

En l'absence de perturbation, ce sont ces mêmes paramètres que l'on retrouverait à LOGONE-BIRNI et à FORT-FOURREAU.

Les perturbations sont de 4 ordres :

1°) Les apports de la TANDJILE, qui représentent une contribution négligeable.

2°) L'épuisement des mares et des nappes superficielles du bassin inférieur. Les débits de basses eaux du LOGONE sont considérablement augmentés au début de la décrue par le drainage du lit majeur et des plaines, si bien que les débits croissent d'amont en aval. Ceci est sensible sur les DC6 et DC9. Par contre, les mesures faites en fin d'étiage (en Avril et Mai) montrent que les débits arrivent généralement à s'égaler et que les apports des plaines ne sont sensibles qu'exceptionnellement sur les étiages absolus (par exemple en 1956).

3°) Les pertes subies par évaporation dans le lit. Le lit d'étiage, peu profond, s'étale largement dans le lit mineur, mais la perte ainsi subie, en admettant une évaporation moyenne de 8 mm par jour, ne représente sur la distance de LAI à FORT-FOURREAU que 1,5 m³/s.

4°) Les pertes dues à l'alimentation des hommes, du bétail et à l'irrigation représentent tout au plus $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (pour une population de 200 000 têtes consommant 200 litres d'eau par jour).

En conclusion, les débits d'étiage du LOGONE ne sont perturbés que par les apports provenant du ressuyage des plaines, donc dans le sens de l'augmentation du débit au début des basses eaux, et c'est bien ce qui a été constaté.

En 1956, le débit d'étiage absolu de $60 \text{ m}^3/\text{s}$ à LAI à $80 \text{ m}^3/\text{s}$ à LOGONE-BIRNI semble devoir se reproduire une fois tous les dix ans. L'étiage de 1966, de l'ordre de $30 \text{ m}^3/\text{s}$ à toutes les stations aurait sans doute une fréquence du même ordre. L'état de nos connaissances ne paraît pas permettre des pronostics beaucoup plus serrés.

ANNEXES

Débits journaliers - Station d'ERE

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1948-1949

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1				468		1 692	2 326					
2				468		1 804	2 326					
3				548		1 804	2 326					
4				508		1 928	2 326					
5				508			2 326					
6				508			2 326					
7				548			2 326					
8				548			2 084					
9				548			2 084					
10				548	1 092		2 084					
11				588	1 092		2 084					
12				628	1 154		2 084					
13				628	1 154		2 084					
14				588	1 154		1 928					
15				628	1 154		1 928					
16				728	1 154		1 928					
17				620	1 224		1 804					
18				700	1 224		1 804					
19				648	1 294		1 692					
20				620	1 364	2 470	1 643					
21				668	1 364		1 516					
22				648	1 364		1 436					
23				628	1 364		1 436					
24				628	1 436		1 354					
25				648	1 436	2 326	1 294					
26				668	1 516	2 326	1 224					
27					1 598	2 326	1 154					
28					1 598	2 326	1 113					
29					1 598	2 326	1 062					
30					1 692	2 326	1 016					
31					1 692		969					
Moy							1 777					

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1949-1950

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1						1 452	1 998	1 128	262			
2						1 452	2 012	1 020	262			
3						1 452	2 012	980	235			
4						1 492	2 012	930	235			
5						1 532	1 998	(843)	235			
6						1 548	1 998	756	235			
7						850	1 556	1 998	716	210		
8						900	1 564	1 928	676	185		
9						950	1 598	1 900	636	185		
10						1 000	1 634	1 888	596	185		
11						1 050	1 661	1 888	556	163		
12						1 104	1 692	1 852	516	163		
13						1 168	1 736	1 816	476	163		
14						1 168	1 736	1 780	476	163		
15						1 168	1 758	1 736	436	163		
16						1 238	1 780	1 670	436	163		
17						1 308	1 804	1 634	396	143		
18						1 238	1 852	1 598	396	143		
19						1 238	1 876	1 564	356	143		
20						1 238	1 876	1 540	356	143		
21						1 168	1 888	1 492	356	143		
22						1 168	1 900	1 460	322	143		
23						1 168	1 928	1 420	322	123		
24						1 168	1 956	1 406	322	123		
25						1 238	1 956	1 420	322	123		
26						1 238	1 984	1 436	292			
27						1 308	1 984	1 444	292			
28						1 378	1 984	1 436	292			
29						1 378	1 984	1 413	262			
30						1 452	1 998	1 399	262			
31						1 452		1 245				
Moy						1 754	1 690	524				

Le LCGOME à FER

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1950-1951

Jours	A	H	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1			163	161	548	1 769	2 290	825	408	127	69	
2			153	175	564	1 792	2 290	795	400	125	67	
3			153	173	584	1 852	2 216	732	400	121	67	
4			155	173	604	1 876	2 216	720	376	117	65	
5			117	190	600	1 956	2 238	672	392	115	65	
6		51	125	190	604	1 984	2 238	640	384	113	65	
7		53	117	190	688	2 012	2 238	620	368	109	63	
8		59	107	190	790	2 012	2 238	612	352	109	63	
9		67	99	222	885	2 026	2 216	608	331	107	63	
10		69	117	228	955	2 084	2 194	592	316	105	61	
11		71	139	228	1 025	2 172	2 172	588	301	103	61	
12		71	141	238	1 092	2 172	2 150	568	301	101	59	
13		73	131	248	1 140	2 172	2 062	552	298	101	59	
14		73	121	274	1 196	2 172	2 040	540	286	99	57	
15		73	119	307	1 238	2 172	2 012	532	277	97	55	
16		71	115	316	1 280	2 172	1 970	524	271	93	55	
17		67	101	304	1 322	2 172	1 928	508	268	93	53	
18		67	99	304	1 350	2 216	1 900	500	259	89	53	
19		61	93	348	1 364	2 290	1 747	488	248	89	53	
20		59	93	456	1 392	2 434	1 714	488	243	87	53	
21		61	85	464	1 413	2 434	1 703	484	233	87	53	
22		61	85	448	1 436	2 470	1 670	476	230	85	51	
23		57	91	428	1 468	2 508	1 589	476	222	81	51	
24		55	85	428	1 492	2 546	1 560	460	218	77	49	
25		55	81	428	1 516	2 584	1 273	448	210	73	49	
26		61	79	444	1 548	2 508	1 203	440	208	73	47	
27		77	77	460	1 607	2 470	1 104	432	200	71	47	
28		91	87	560	1 634	2 434	1 040	428	192	71	45	
29		107	121	568	1 661	2 398	(950)	424	153	69		
30		123	141	568	1 670	2 326	(900)	416	149	69		
31		139		572	1 703		(850)		129	69		
Moy			113	332	1 173	2 206	1 800	553	278	94	57	

Module = (567) m³/s

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1951-1952

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1		45	51	113	325	1 548	1 580	1 154	322	169	111	79
2		45	53	117	304	1 548	1 589	1 238	316	167	109	77
3		43	55	119	325	1 556	1 598	1 280	304	165	109	75
4		43	67	125	352	1 548	1 625	1 301	301	163	107	73
5		41	69	121	388	1 548	1 625	1 301	295	161	105	73
6		41	73	113	424	1 532	1 634	1 294	277	157	105	71
7		41	77	109	496	1 500	1 652	1 122	271	155	101	71
8		39	81	105	560	1 484	1 652	1 025	265	155	101	69
9		39	83	111	592	1 420	1 661	980	259	153	105	69
10		39	89	115	608	1 420	1 670	920	256	151	107	67
11		39	91	131	628	1 385	1 652	865	245	149	107	65
12		37	89	145	664	1 385	1 616	820	243	147	111	65
13		37	89	149	744	1 406	1 580	760	243	145	111	65
14		35	93	165	785	1 406	1 532	692	238	143	109	63
15		35	95	190	865	1 420	1 500	632	228	141	107	63
16		34	97	197	935	1 420	1 452	592	222	139	105	63
17		34	99	213	995	1 420	1 444	568	213	139	101	61
18		32	101	233	1 025	1 436	1 444	548	210	137	99	61
19		32	103	243	1 080	1 468	1 452	516	208	135	97	61
20		31	105	277	1 092	1 500	1 468	492	205	133	95	63
21		32	107	286	1 104	1 516	1 484	472	200	131	93	59
22		34	107	301	1 154	1 532	1 508	452	200	129	91	57
23		35	107	331	1 210	1 540	1 524	424	197	129	87	55
24		35	105	368	1 266	1 518	1 508	416	192	127	87	53
25		37	105	416	1 294	1 556	1 484	404	192	127	85	51
26		39	105	440	1 336	1 564	1 420	384	190	125	85	49
27		41	107	416	1 364	1 572	1 357	368	187	125	79	49
28		43	109	392	1 392	1 572	1 280	356	187	125	69	49
29		45	111	376	1 436	1 572	1 217	334	182	123	47	
30		49	113	344	1 452	1 572	1 161	325	173	117	47	
31		49		352	1 484		1 116		171	117		45
Moy		39	91	229	893	1 496	1 550	735	232	141	99	62

Module = 470 m³/s

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1952-1953

Jours	A	N	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	45	31	169			1 670	1 900			169	111	
2	45	31	169			1 725	1 970			167	109	
3	45	47	192			1 725	1 970			165	109	
4	43	49	192			1 780	1 970			163	107	
5	41	49	192			1 780	2 062			161	105	
6	41	49	218			1 840	2 084			157	105	
7	39	59	218			1 900	2 106			155	101	
8	37	69	243			1 900	2 150			155	101	
9	35	69	256			1 970	2 172			153	105	
10	35	79	259			1 970	2 172			151	107	
11	35	93	262			1 970	2 150			149	107	
12	34	109	265			1 970	2 106			147	111	
13	31	129	263			1 970	2 040			145	111	
14	32	127	271			2 040	2 026			143	109	
15	32	123	271			2 040	1 998			141	107	
16	31	125			855	2 040	1 984			139	105	
17	31	129			910	2 040	1 970			139	101	
18	31	133			935	1 840	1 956			137	99	
19	31	137			(960)	1 970	1 956			135	97	
20	31	137			985	1 970	1 928			133	95	
21	31	137		(1 010)	1 970	1 900				131	93	61
22	31	129			1 055	1 970	1 998			129		61
23	31	129			1 336	1 970	1 780			129		61
24	31	133			1 413	1 900	1 670			127		61
25	31	145			1 406	1 900	1 598			127		61
26	31	145			1 428	1 900	1 420			125		61
27	31	143			1 420	1 900	1 399			125		61
28	31	147			1 500	1 900	1 273			125		61
29	31	149			1 580	1 900	1 210			123		61
30	31	149			1 625	1 900	1 175			121		61
31		153			1 625	1 140				117		61
Moy	35	108				1 911	1 846			141		

Le LOGONE à EDE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1953-1954

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	61	61	81	101	790	1 280	1 780	748	280			
2	61	61	81	103	785	1 315	1 714	688	271			
3	61	61	83	107	768	1 364	1 670	608	265			
4	57	65	83	109	744	1 399	1 643	624	256			
5	57	67	83	115	716	1 420	1 598	592	243			
6	57	69	85	119	688	1 436	1 564	556				
7	57	81	87	125	668	1 476	1 508	528				
8	57	81	87	129	648	1 500	1 492	512				
9	55	81	87	137	720	1 556	1 420	500				
10	55	85	89	143	764	1 580	1 420	488				
11	55	87	89	147	764	1 580	1 399	480				
12	55	93	87	153	815	1 589	1 385	464				
13	53	101	87	185	875	1 598	1 329	452				
14	53	105	87	190	940	1 616	1 301	436				
15	53	105	89	205	1 005	1 616	1 266	408				
16	53	113	89	240	995	1 670	1 224	404				
17	53	113	97	286	985	1 703	1 238	396				
18	53	101	107	368	960	1 714	1 259	388				
19	51	101	117	436	940	1 714	1 273	368				
20	51	101	123	468	945	1 725	1 245	360				
21	51	101	129	516	990	1 747	1 217	348				
22	51	101	127	536	1 005	1 769	1 224	344				
23	51	81	121	564	1 110	1 780	1 210	340				
24	51	79	117	568	1 140	1 780	1 189	331				
25	51	73	117	588	1 175	1 780	1 154	325				
26	51	67	111	588	1 175	1 792	1 104	316				
27	35	61	109	648	1 175	1 804	1 035	316				
28	35	61	109	668	1 189	1 792	965	313				
29	35	53	105	660	1 210	1 792	935	301				
30	35	65	101	688	1 245	1 792	865	292				
31		81		728	1 259		815					
Moy	52	82	99	343	942	1 623	1 305	441	(175)	(107)	(76)	(55)

Module = (443) m³/s

Le LOGOIS à BRE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1954-1955

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1			127		1 010	1 556			432		59	65
2			169		995	1 564			420		61	67
3			171		945	1 634			408		61	67
4			175		870	1 652			400		63	67
5			175		810	1 703			392		61	67
6			195		752	1 703			372		61	67
7			190	372	708	1 703			392		61	67
8		57	182	380	692	1 758			384		65	67
9		55	192	412	688	1 804		1 070	372		65	67
10		55	182	448	764	1 816		1 045	368		67	67
11		55	190	440	810	1 876		970	328		67	67
12		53	225	452	820	1 942		895	319		69	71
13		53	228	492	865	2 012		865	307		69	73
14		53	238	632	870	2 062		780	301		67	81
15		53		732	885	2 172		740	298		63	87
16		53		752	895	2 216		740	289		63	89
17		53		732	895	2 216		716	280		65	97
18		51		728	915	2 216		716	274		65	101
19		51		732	920	2 216		692	271		67	73
20		51		752	945	2 216		672	262		61	69
21		61		772	970	2 216		618	259		61	67
22		73		810	1 020	2 216		632	259		61	63
23		77		845	1 070	2 194		592	256		61	63
24		81		810	1 104	2 172		572	(249)		59	63
25		85		820	1 161	2 150		532	(245)		59	63
26		85		835	1 231			520	(226)		61	59
27		83		885	1 301			492	(224)		63	53
28		87		870	1 350			452	(222)		65	51
29		91		970	1 406			444	(219)		61	
30		93		1 010	1 476			436	(215)		69	
31		105		1 020	1 492				(213)			81
Moy		(63)			989				(305)	(163)	(63)	70

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1955-1956

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	63	87	103	220	676	1 616		2 040		265		
2	59	85	97	250	724	1 634		1 998		262		
3	57	89	95	262	752	1 643		1 956		259		
4	57	87	91	283	830	1 634	3 089	1 928		259		
5	57	77	91	310	870	1 625	3 050	1 914		265		
6	55	89	83	364	880	1 634	3 050	1 900		253		
7	55	93	81	452	920	1 634	3 050	1 888		250		
8	53	103	77	432	945	1 661	3 050	1 852		250		
9	51	99	75	512	935	1 681	3 050	1 736		248		
10	53	107	81	476	940	1 703	3 011	1 580		245		
11	53	111	91	456	960	1 736	2 972	1 460		243		
12	53	115	101	420	1 005	1 769	2 933	1 189		243		
13	53	123	107	396	1 080	1 792	2 933	1 010		240		
14	51	159	115	376	1 189	1 828	2 855	885		240		
15	51	187	117	420	1 245	1 840	2 816	748		238		
16	61	192	149	476	1 294	1 864	2 738	700		238		
17	61	180	195	456	1 357	1 876	2 699	644		235		
18	67	171	192	444	1 399	1 914	2 699	596		235		
19	75	163	185	472	1 371	1 970	2 699	560		233		
20	77	159	182	588	1 484	1 970	2 660	532		230		
21	81	153	182	680	1 460	1 998	2 546	508		230		
22	81	147	180	688	1 452	2 012	2 508	484		228		
23	81	137	182	672	1 500	1 998	2 508	464		228		
24	83	127	182	664	1 516	1 984	2 470	444		225		
25	85	119	175	624	1 532	2 012	2 434	424		225		
26	85	115	163	652	1 524	2 012	2 326	408		222		
27	85	109	161	656	1 556	2 026	2 326	396		222		
28	71	117	167	628	1 540	2 026	2 290	388		220		
29	77	115	173	668	1 548		2 172	376		220		
30	85	118	195	644	1 548		2 128	364		218		
31		107		644	1 564		2 062			218		
Moy	66	124	136	493	1 213	(1 838)	(2 663)	1 046		238		

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1956-1957

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1			87	200	592	1 399	1 984					
2			87	200	632	1 460	1 942					
3			87	190	684	1 500	1 914					
4			87	203	732	1 556	1 888					
5			85	213	820	1 580	1 864					
6			83	225	805	1 616	1 852					
7			83	233	820	1 643	1 828					
8			93	271	850	1 692	1 816					
9			99	277	880	1 725	1 816					75
10			105	286	925	1 804	1 816					75
11			113	295	975	1 804	1 828					73
12			113	328	1 010	1 828	1 840					71
13			115	356	1 066	1 864	1 876					69
14			119	408	1 086	1 956	1 984					75
15			125	480	1 122	1 942	2 150					75
16			135	496	1 154	1 984	2 470					75
17			143	480	1 168	1 998	2 362					75
18			157	436	1 245	2 012	2 326					75
19			173	404	1 280	2 040	2 290					73
20			175	388	1 252	2 084	2 238					71
21			180	384	1 245	2 106	2 216					71
22			187	444	1 266	2 062	2 172					71
23			192	408	1 280	2 062	2 150					69
24			182	416	1 301	2 040	2 150					67
25			182	420	1 308	2 026	2 026					65
26			182	452	1 287	2 026	1 970					65
27			185	488	1 266	1 998	1 876					63
28			175	512	1 259	1 998	1 652					65
29			178	512	1 301	1 996	1 598					63
30			185	508	1 343	1 998	1 436					61
31				548	1 371		1 266					61
Moy			167	370	1 075	1 860	1 955					

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1957-1958

Jours	A	N	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	61	73		322	785	1 436	1 725	716				
2	61	73		322	764	1 444	1 725	740				
3	61	71		322	708	1 444	1 714	740				
4	65	71		316	700	1 452	1 692	716				
5	67	71		325	768	1 476	1 692	692				
6	69	73		325	845	1 500	1 692	680				
7	67	79		334	880	1 516	1 681	688				
8	63	91		348	880	1 540	1 643	692				
9	63	95		340	850	1 564	1 589	700				
10	61	91		356	810	1 580	1 540	692				
11	63	87		325	790	1 616	1 460	652				
12	63	89		424	830	1 634	1 406	620				
13	65	85		448	865	1 652	1 350	596				
14	67	81		520	915	1 652	1 308	568				
15	69	77		592	945	1 670	1 280	540				
16	71	75		620	1 000	1 725	1 301	516				
17	73	79		640	1 020	1 758	1 301	492				
18	75	85		684	1 030	1 780	1 266	452				
19	77	99		692	1 104	1 804	1 210	444				
20	77	107		640	1 175	1 804	1 140	452				
21	77	105		500	1 238	1 792	1 110	432				
22	77	103		472	1 294	1 780	1 030	380				
23	77	111		456	1 336	1 780	1 020	364				
24	79	139		444	1 371	1 780	965	348				
25	79	155		448	1 406	1 670	905	352				
26	79	151		500	1 406	1 758	865	348				
27	79	151		580	1 476	1 747	780	337				
28	79	151		640	1 420	1 747	768	328				
29	77	155		696	1 420	1 747	732	328				
30	75	178		748	1 420	1 736	732	325				
31				795	1 428	(724)						
Moy	71	102		489	1 061	1 653	1 269	531				

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1958-1959

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1				684	708	1 252	1 876				101	
2				692	700	1 357	1 876				99	
3				700	600	1 420	1 864				97	
4				720	540	1 484	1 876				99	
5				736	532	1 516	1 876				99	
6				748	540	1 564	1 914				97	
7				820	600	1 598	1 956				95	
8				870	652	1 607	1 970				93	
9				870	668	1 670	1 970				91	
10				880	676	1 670	1 984				89	
11				940	676	1 703	1 928			119	89	
12				950	688	1 736	1 876			119	89	
13				955	700	1 758	1 780			119	87	
14				955	752	1 780	1 714			117	87	
15				955	780	1 792	1 580			117	85	
16				930	880	1 816	1 492			117	85	
17				915	945	1 840	1 420			115	83	
18				880	990	1 840	1 301			113	83	
19				830	1 030	1 852	1 231			113	81	
20				795	1 080	1 876	1 245			111	81	
21				776	1 104	1 876	1 371			111.	79	
22				768	1 140	1 928	1 350			109	77	
23				740	1 196	1 942	1 350			109	77	
24				772	1 238	1 942	1 308			109	77	
25				748	1 266	1 928	1 224			107	79	
26				772	1 266	1 900	1 140			105	79	
27				790	1 238	1 900				105	75	
28				772	1 196	1 876				103	75	
29				752	1 182	1 876					73	
30				752	1 168	1 876					73	
31				740	1 182						71	
Moy				813	900	1 739					85	

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1959-1960

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1960-1961

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	41	111	95	190	620	1 670	2 238	1 900	1 664	245	161	127
2	41	109	95	187	548	1 703	2 194	1 840	444	245	157	127
3	39	111	99	192	716	1 714	2 194	1 780	436	243	157	127
4	39	115	99	195	820	1 747	2 150	1 670	420	243	155	125
5	39	121	99	197	930	1 747	2 128	1 661	408	243	155	123
6	41	111	99	238	970	1 758	2 106	1 652	400	238	155	121
7	41	109	103	292	1 030	1 769	2 106	1 634	388	235	153	119
8	43	113	99	340	1 030	1 769	2 106	1 643	380	233	151	117
9	43	109	113	380	1 092	1 780	2 150	1 556	368	222	145	115
10	43	105	105	412	1 134	1 780	2 194	1 468	360	213	145	115
11	51	105	103	440	1 175	1 780	2 290	1 350	352	200	141	113
12	55	103	99	444	1 224	1 816	2 326	1 287	340	197	135	111
13	59	101	(93)	432	1 266	1 840	2 238	1 168	334	195	135	109
14	61	101	(93)	480	1 280	1 852	2 216	1 080	325	195	135	109
15	61	103	(91)	512	1 301	1 864	2 194	980	322	190	135	107
16	59	125	(91)	572	1 322	1 900	2 194	975	316	190	137	107
17	59	175	95	616	1 357	1 970	2 150	900	310	190	133	105
18	63	173	103	660	1 399	2 040	2 128	815	307	187	133	103
19	59	163	109	680	1 420	2 084	2 062	772	295	187	131	101
20	63	159	105	680	1 436	2 062	2 040	704	295	185	131	99
21	63	153	129	712	1 444	2 062	2 040	668	289	185	131	99
22	63	149	125	744	1 452	2 062	2 040	632	286	185	129	99
23	67	159	133	744	1 484	2 084	2 040	624	280	185	127	95
24	69	163	145	740	1 500	2 084	2 026	580	277	180	127	95
25	79	165	155	756	1 532	2 150	2 040	560	271	180	125	95
26	89	151	163	748	1 556	2 172	2 040	536	265	175	125	95
27	95	145	165	748	1 580	2 172	2 040	520	265	175	125	95
28	103	137	163	748	1 607	2 238	2 040	508	259	171	123	93
29	107	135	167	712	1 634	2 238	1 970	488	256	169	169	91
30	111	133	171	668	1 652	2 238	1 956	476	250	167	167	89
31		129		620	1 661		1 914		248	167		87
Moy	58	130	117	519	1 267	1 938	2 115	1 081	329	205	139	107

Module = 670 m³/s.

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1961-1962

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	87	105	111	400	1 238	1 540	2 290	1 670	620	220	167	123
2	87	105	107	380	1 224	1 548	2 362	1 625	616	220	167	123
3	87	109	95	352	1 210	1 556	2 238	1 540	616	218	167	123
4	85	111	105	310	1 203	1 556	2 150	1 500	608	218	165	121
5	85	115	103	352	1 134	1 556	2 150	1 476	608	218	163	121
6	85	115	101	360	1 080	1 564	2 106	1 444	608	213	163	119
7	83	115	107	400	1 092	1 564	2 106	1 406	580	213	163	119
8	81	115	113	432	1 075	1 580	2 106	1 378	540	210	161	119
9	81	115	117	464	1 070	1 589	2 040	1 350	540	205	161	119
10	79	117	119	524	1 030	1 598	2 062	1 336	524	200	155	127
11	81	119	121	620	1 030	1 616	2 084	1 315	516	200	155	127
12	83	121	119	704	1 025	1 634	2 026	1 287	516	200	155	129
13	85	119	121	736	985	1 643	2 012	1 259	504	197	153	129
14	87	117	123	740	(960)	1 652	1 928	1 231	488	197	151	123
15	89	113	125	780	(930)	1 661	1 928	1 210	460	195	151	121
16	91	111	129	772	(965)	1 661	1 900	1 196	420	195	143	115
17	93	109	145	728	985	1 670	1 888	1 168	404	195	141	115
18	93	111	155	708	1 025	1 580	1 888	1 128	250	195	141	111
19	95	113	163	708	1 025	1 681	1 888	1 080	240	192	141	107
20	99	115	167	724	1 030	1 714	1 780	1 055	240	192	135	107
21	99	119	171	890	1 210	1 725	1 758	930	240	190	133	101
22	103	121	175	970	1 224	1 747	1 769	925	245	187	133	101
23	105	123	187	1 025	1 238	1 758	1 769	905	248	190	129	97
24	103	127	197	1 110	1 252	1 769	1 758	880	245	192	129	97
25	101	125	228	1 224	1 280	1 769	1 725	860	245	195	129	97
26	103	123	337	1 217	1 322	1 840	1 725	845	225	192	125	95
27	105	121	360	1 210	1 378	2 040	1 725	825	225	175	125	95
28	105	119	380	1 231	1 436	2 150	1 714	740	222	175	125	93
29	103	117	396	1 231	1 444	2 172	1 703	700	220	175	125	93
30	103	117	416	1 266	1 500	2 194	1 703	620	222	169	129	91
31		115		1 273	1 532		1 681		222	169		91
Moy	92	116	176	769	1 166	1 711	1 934	1 163	402	197	147	111

Module = 668 m³/s

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1962-1963

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	91	101	109	274	360	1 025	2 194	(1 236)	352		115	93
2	93	103	111	268	340	1 025	2 172	(1 145)	352		115	93
3	93	103	117	268	322	1 066	2 150	(1 070)	337		115	87
4	93	103	121	265	316	1 080	2 216	(996)	331		113	85
5	95	103	123	280	307	1 134	2 470	(944)	319		111	83
6	95	105	129	301	344	1 280	2 660	(884)	307		111	83
7	99	107	133	331	364	1 315	2 699	(844)	304		107	79
8	99	107	135	348	420	1 385	2 660	(790)	295		107	75
9	99	107	135	392	484	1 420	2 622	(737)	292		107	73
10	99	109	143	372	512	1 460	2 584	(713)	274		107	71
11	103	109	145	368	520	1 500	2 470	(681)	274		105	71
12	103	111	149	364	616	1 532	2 398	(651)	265		105	71
13	105	113	151	334	624	1 589	2 326	(617)	265		103	67
14	107	113	151	334	612	1 652	2 238	(593)	250		103	65
15	109	117	155	388	576	1 661	2 194	560	250		103	65
16	107	117	159	388	584	1 692	2 150	532	245		101	65
17	105	111	165	376	652	1 725	2 150	508	240		101	67
18	105	111	169	356	724	1 769	2 062	488	235		99	67
19	101	109	175	348	764	1 816	2 062	464	233	159	99	
20	101	105	180	337	776	1 852	2 040	456	228	155	99	
21	103	105	180	420	764	1 888	2 040	448	228	153	97	
22	103	107	182	416	850	1 970	2 026	436	228	145	97	
23	103	107	190	408	955	1 998	1 970	428	225	139	95	
24	99	109	197	412	1 045	2 012	1 888	416		133	95	
25	99	109	200	416	1 080	2 026	1 758	404		131	95	
26	99	109	200	420	1 110	2 040	1 670	396		127	95	
27	97	107	250	468	1 080	2 084	1 556	376		127	93	
28	97	107	310	484	1 086	2 106	1 436	368		123	93	
29	99	107	286	456	1 060	2 150	1 329	356		121		
30	99	105	283	408	1 060	2 172	1 238	352		121		
31		105		400	1 040		1 182				117	
Moy	100	108	171	368	672	1 647	2 084	(630)	(259)	(162)	103	(77)

Module = (533) m³/s

Le LOGONE à L'ÈRE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1963-1964

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1		159	117	139	850	2 362	1 661	1 098	328	190	133	87
2		169	113	145	900	2 398	1 516	1 040	307	190	133	87
3		165	111	169	955	2 362	1 500	980	301	187	131	87
4		157	105	182	1 005	2 326	1 484	915	289	185	129	85
5		145	97	182	1 070	2 290	1 468	830	286	182	127	85
6		139	95	173	1 122	2 238	1 532	764	280	180	127	85
7		127	93	173	1 134	2 194	1 532	716	277	178	125	85
8		117	93	175	1 134	2 194	1 572	680	268	175	123	83
9		109	97	182	1 294	2 128	1 572	644	265	171	121	83
10		103	95	200	1 350	2 062	1 580	616	259	169	119	83
11		89	91	225	1 385	2 084	1 580	580	253	167	117	83
12		85	89	250	1 436	2 084	1 580	540	248	163	115	81
13		99	89	292	1 484	2 106	1 572	520	245	159	115	81
14		101	89	319	1 492	2 128	1 572	500	240	157	113	81
15		103	103	322	1 564	2 106	1 580	488	235	157	113	79
16		107	103	352	1 580	2 128	1 598	460	230	155	111	79
17		111	101	412	1 625	2 106	1 572	452	228	155	111	79
18		119	119	484	1 652	2 040	1 532	448	225	155	107	77
19		119	141	504	1 652	1 984	1 484	452	225	153	105	77
20		135	145	540	1 661	1 984	1 436	424	210	151	103	77
21		163	153	648	1 652	1 956	1 413	412	210	151	103	75
22		180	145	732	1 652	1 864	1 406	396	205	149	101	75
23		205	139	835	1 643	1 714	1 420	388	203	147	99	73
24		222	133	895	1 661	1 725	1 444	376	200	147	99	73
25		222	131	915	1 714	1 692	1 452	372	200	147	95	71
26		210	135	925	1 736	1 670	1 460	352	195	145	93	71
27		187	155	950	1 780	1 714	1 413	340	190	143	91	69
28		165	159	950	1 804	1 747	1 280	337	185	141	91	69
29		149	153	890	1 852	1 769	1 238	331	180	139	89	67
30		137	141	875	1 998	1 780	1 224	319	178	137	67	
31		125		870	2 238		1 182		178	135		65
Moy		143	118	481	1 436	2 031	1 479	559	236	160	112	78

Module = 581 m³/s

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1964-1965

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	65	97	171	240	772	1 572	2 326	1 010	298	178	107	67
2	63	95	161	268	810	1 572	2 398	920	292	175	105	65
3	63	93	151	298	840	1 589	2 362	850	283	173	103	65
4	63	89	141	307	840	1 598	2 362	805	277	171	101	63
5	65	83	135	307	825	1 607	2 290	764	271	171	99	63
6	65	79	135	304	850	1 625	2 150	740	262	169	99	61
7	65	81	133	292	845	1 652	2 106	712	256	167	97	61
8	65	75	129	307	860	1 661	2 062	696	250	165	95	59
9	63	73	123	304	880	1 670	2 040	668	248	163	93	57
10	63	69	119	310	925	1 692	1 928	648	243	161	91	55
11	63	69	119	356	930	1 736	1 780	624	235	159	89	53
12	65	87	121	388	875	1 758	1 736	600	233	159	89	51
13	65	85	121	412	850	1 769	1 598	572	228	155	87	51
14	67	101	123	408	825	1 840	1 548	556	225	153	85	49
15	71	101	131	372	790	1 900	1 524	520	222	151	83	47
16	71	139	135	310	780	1 928	1 460	496	220	149	81	45
17	73	165	149	325	776	1 956	1 350	472	218	147	81	43
18	71	169	171	325	860	1 970	1 245	448	215	147	79	41
19	77	171	175	404	920	1 970	1 224	436	213	143	79	41
20	79	171	197	428	990	1 970	1 238	420	210	127	77	39
21	79	165	195	428	1 075	1 984	1 189	396	208	125	75	39
22	81	159	187	480	1 189	1 998	1 110	380	205	123	75	37
23	101	163	185	580	1 266	2 062	1 030	360	205	121	73	37
24	121	171	187	620	1 343	2 106	975	352	203	119	73	35
25	125	169	190	628	1 413	2 150	970	340	200	119	71	35
26	121	163	213	648	1 436	2 362	1 000	331	197	117	69	37
27	117	151	218	720	1 492	2 326	1 030	328	195	115	69	37
28	107	161	210	704	1 524	2 398	1 060	322	192	113	67	35
29	103	180	215	680	1 564	2 470	1 045	313	190	111	64	34
30	99	178	225	716	1 580	2 398	1 020	307	187	111	62	32
31		180		756	1 616		1 025		185	109		31
Moy	80	127	162	440	1 050	1 910	1 554	546	228	144	85	47

Module = 533 m³/s

Le LOGONE à ERE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1965-1966

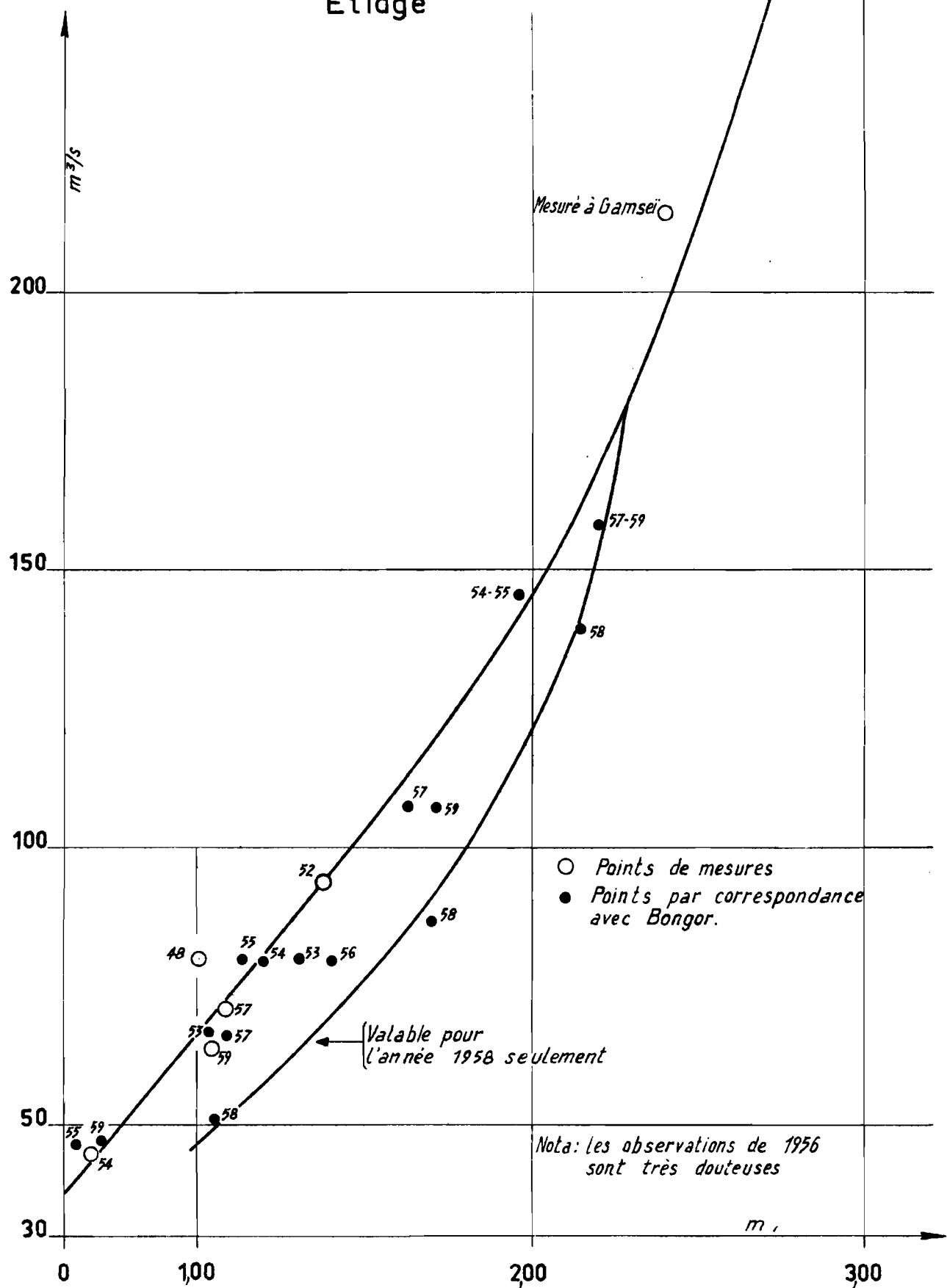
Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	. J	F	M
1	29	63	69	240	716	1 500	1 217	568	200			
2	29	75	71	243	305	1 508	1 110	500	197			
3	28	89	55	245	830	1 508	1 086	472	192			
4	26	91	61	265	955	1 524	1 066	448	187			
5	26	91	85	292	1 015	1 564	1 045	428	182			
6	26	93	95	301	1 020	1 616	1 092	404	175			
7	25	91	109	325	1 025	1 607	1 116	380	173			
8	25	89	107	444	995	1 589	1 066	380	169			
9	23	87	109	468	1 000	1 580	1 030	380	167			
10	23	83	111	456	1 020	1 634	935	372	165			
11	25	79	111	440	1 040	1 661	915	364	163			
12	25	75	113	468	1 098	1 703	945	340	159			
13	25	73	113	504	1 122	1 692	935	325	155			
14	23	69	119	528	1 134	1 703	970	316	153			
15	23	63	117	544	1 134	1 681	1 020	307	149			
16	25	53	121	616	1 161	1 661	1 005	298	147			
17	25	49	131	624	1 203	1 625	980	289	145			
18	23	45	133	640	1 245	1 524	935	280	143			
19	23	45	135	644	1 322	1 492	875	274	141			
20	25	43	145	648	1 378	1 452	845	268	139			
21	23	43	151	640	1 413	1 406	855	265	137			
22	25	45	159	632	1 436	1 413	840	262	135			
23	25	47	169	596	1 460	1 280	805	256	133			
24	23	49	248	564	1 476	1 343	768	245	131			
25	23	51	283	532	1 484	1 259	740	240	129			
26	32	63	289	516	1 484	1 203	716	230	127			
27	35	65	268	548	1 492	1 210	712	220	125			
28	43	65	253	680	1 500	1 259	692	213	125			
29	49	79	243	676	1 484	1 294	652	208	123			
30	49	75	238	668	1 476	1 315	604	205	121			
31		73		656	1 484		576		117			
Moy	28	68	147	505	1 207	1 494	908	325	152			

Etalonnage et débits journaliers - Station de KATOA

Courbe de tarage de KATOA

Katoa Gr:24

Etiage

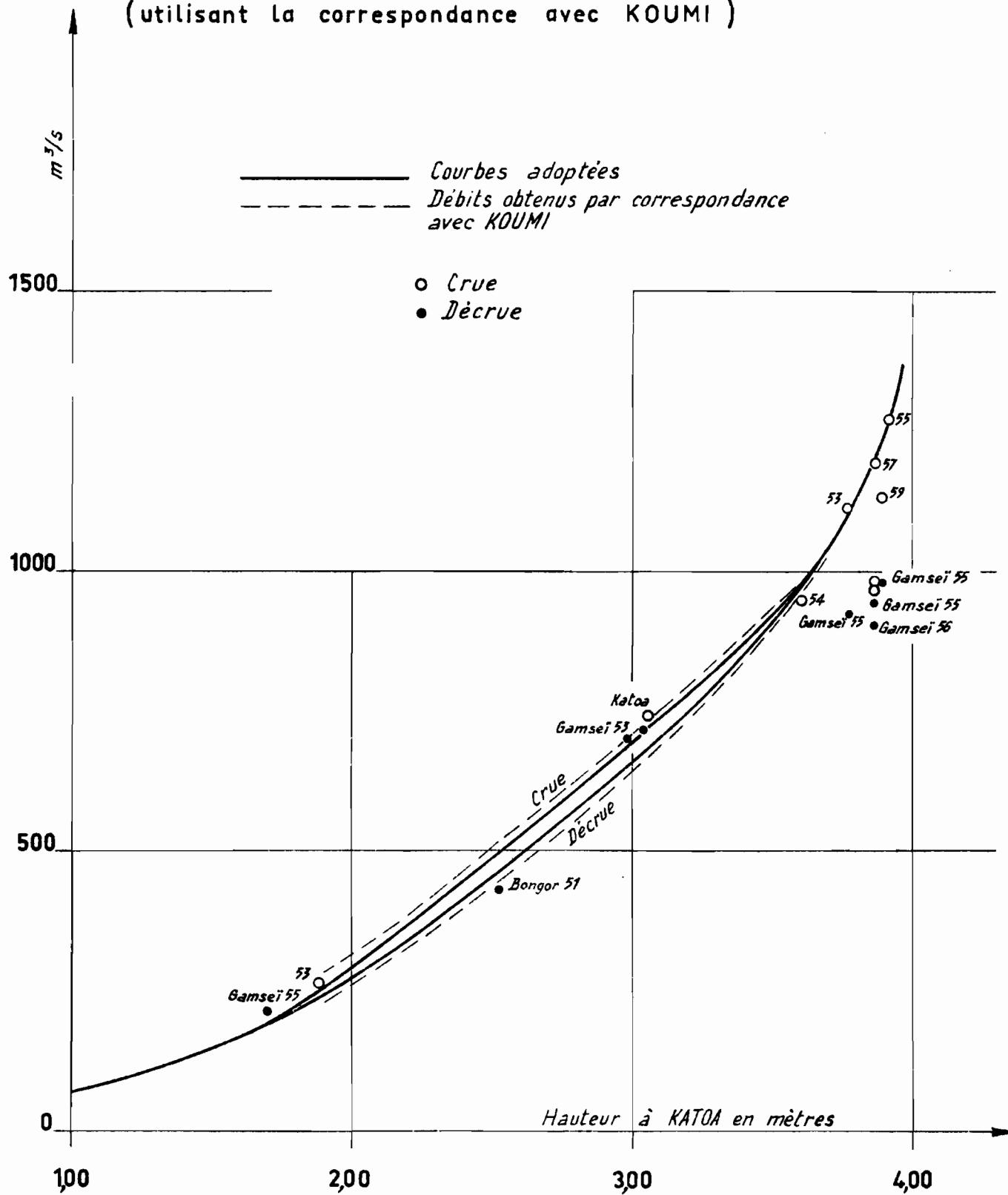


KATOA

Gr: 24 bis

Courbe de tarage

(utilisant la correspondance avec KOUMI)



Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1948-1949

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1			84	290	700	1 234	1 210		375	166		
2			84	372	700	1 174	1 234		375	166		
3			84	420	716	1 150	1 150		375	166		
4			84	452	758	1 162	1 150		375	146		
5			91	460	803	1 150	1 198		335	146		
6			95	468	848	1 198	1 150		335	146		
7			95	512	857	1 150	1 186		335	146		
8			98	500	884	1 150	1 150		335	146		
9			81	500	875	1 210	1 150		300	146		
10			81	532	839	1 150	1 150		300	127		
11	67		81	540	950	1 150	1 150		270	127		
12	66		81	548	1 026	1 150	1 150		270	127		
13	64		81	556	970	1 222	1 186		270	127		
14	67		92	588	1 010	1 150	1 150		270	127		
15	67		88	580	970	1 234	1 186		261	127		
16	67		95	596	1 140	1 234	1 150		240	127		
17	67		95	580	1 110	1 150	1 150		240	110		
18	67		95	580	1 050	1 150	1 150		240	110		
19	67		120	620	1 050	1 150	1 150		210	110		
20	67		127	620	1 050	1 234	1 234		210	110		
21	67		146	592	1 130	1 150	1 150		210	110		
22	70		146	588	1 080	1 150	1 234		186	110		
23	71		170	580	1 050	1 234	1 150		186	110		
24	73		173	584	1 050	1 222	1 150		186	95		
25	68		179	612	1 198	1 150	1 150		186	95		
26	67		176	620	1 150	1 150	1 198		166	95		
27	68		173	628	1 234	1 162	1 150		166	95		
28	67		176	636	1 150	1 150	1 150		166	95		
29	67		209	652	1 150	1 150	1 150		166	81		
30	67		230	660	1 150	1 234	1 150		166	81		
31	71			692	1 162		1 150		166	81		
Moy			120	553	995	1 177	1 167		254	121		

Le LOGOÏNE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1949-1950

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1				95	540	1 050	1 150	1 050	535			
2				95	540	1 050	1 150	1 050	535			
3				95	580	1 150	1 150	1 050	535			
4			81	95	620	1 150	1 150	1 050	495			
5			81	110	660	1 150	1 150	1 050	495			
6			81	110	660	1 150	1 150	1 050	455			
7				127	700	1 150	1 150	1 050	455			
8				127	740	1 150	1 150	1 050	415			
9				127	785	1 150	1 150	1 050	415			
10				127	830	1 150	1 150	1 050	415			
11				127	875	1 150	1 150	960	375			
12				127	875	1 150	1 150	960	375			
13				146	920	1 150	1 150	960	335			
14				146	970	1 150	1 150	960	300			
15				146	970	1 150	1 150	910	300			
16				170	1 050	1 150	1 150	910	300			
17				200	1 050	1 150	1 150	910	300			
18				230	1 050	1 150	1 150	860	300			
19				265	1 050	1 150	1 150	860	270			
20				300	1 050	1 150	1 150	860	270			
21				340	1 050	1 150	1 150	860	270			
22				340	1 050	1 150	1 150	860	240			
23				340	1 050	1 150	1 150	810	240			
24				380	1 050	1 150	1 150	810	210			
25				380	1 050	1 150	1 150	760	186			
26				380	1 050	1 150	1 150	710	186			
27				420	1 050	1 150	1 150	660	186			
28				420	1 050	1 150	1 150	615	186			
29				460	1 050	1 150	1 150	575	166			
30				500	1 050	1 150	1 150	575	166			
31				540	1 050		1 150	575	166			
Moy				241	905	1 143	1 150	896	325			

Le LOGOIE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1951-1952

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1				(120)	396	1 130	1 100	1 023	335	163	82	84
2				(120)	376	1 140	1 100	996	335	160	82	84
3				(125)	384	1 150	1 100	969	335	157	84	85
4				129	392	1 162	1 100	969	335	152	84	85
5				133	400	1 162	1 100	996	335	147	84	85
6				135	424	1 162	1 100	1 014	300	146	85	87
7				138	472	1 150	1 100	1 023	300	143	85	87
8				135	540	1 150	1 100	1 014	300	139	85	88
9				129	572	1 150	1 100	996	300	136	85	88
10				127	592	1 150	1 100	969	300	133	85	88
11				144	616	1 140	1 100	925	240	130	87	88
12				125	632	1 150	1 100	875	240	127	87	89
13				137	640	1 150	1 100	825	240	123	88	89
14				148	708	1 150	1 100	770	240	121	88	89
15				156	736	1 140	1 100	710	210	118	89	91
16				163	794	1 140	1 100	651	210	115	91	91
17				173	857	1 140	1 100	620	210	112	91	91
18				200	871	1 130	1 090	587	210	110	92	91
19				230	902	1 130	1 090	555	210	107	92	91
20				248	935	1 130	1 080	539	210	105	92	81
21				269	950	1 120	1 080	515	210	103	92	92
22				290	970	1 120	1 080	499	186	101	94	94
23				312	1 002	1 120	1 080	483	186	98	94	94
24				336	1 150	1 120	1 080	463	186	96	94	94
25				372	1 150	1 120	1 080	451	186	94	94	81
26				400	1 162	1 120	1 080	431	186	92	94	81
27				440	1 080	1 120	1 070	415	186	90	94	81
28				472	1 100	1 120	1 070	403	166	88	94	81
29				464	1 120	1 120	1 070	387	166	86	(99)	81
30				433	1 130	1 110	1 070	379	166	84		81
31				424	1 130		1 041		166	82		81
Moy				(233)	780	1 137	1 089	715	238	(118)	89	87

Module = (402) m³/s

Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1952-1953

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	81	94	98	110	500	1 210	1 150	960	285	116	(108)	81
2	81	94	98	113	540	1 210	1 150	910	270	146	(106)	81
3	84	94	103	119	580	1 210	1 150	860	270	146	(105)	80
4	84	94	113	131	600	1 210	1 150	810	255	146	(104)	80
5	84	94	117	137	600	1 210	1 150	760	255	146	(103)	80
6	84	94	119	158	620	1 210	1 150	710	240	146	(101)	78
7	85	94	119	197	640	1 210	1 150	660	240	146	(100)	78
8	85	94	113	179	660	1 210	1 150	660	240	137	(99)	77
9	87	94	112	188	740	1 210	1 150	638	225	137	98	77
10	87	94	107	197	785	1 210	1 150	638	225	137	98	75
11	85	94	104	206	830	1 210	1 150	615	210	137	98	75
12	88	94	104	215	853	1 210	1 150	595	210	137	95	74
13	88	94	103	248	853	1 210	1 150	575	210	127	95	74
14	89	94	98	265	830	1 210	1 150	535	198	127	95	73
15	89	94	98	272	830	1 210	1 150	515	198	127	92	78
16	89	94	98	283	875	1 210	1 150	495	186	127	92	78
17	89	95	98	300	898	1 210	1 150	455	186	127	91	78
18	89	97	100	320	920	1 210	1 150	435	186	127	91	80
19	91	103	103	320	920	1 210	1 150	415	186	127	89	80
20	91	103	103	340	970	1 210	1 150	385	176	119	88	81
21	91	103	100	360	1 050	1 210	1 150	395	176	119	87	81
22	92	103	97	380	1 050	1 210	1 150	395	176	119	87	81
23	92	95	98	380	1 150	1 210	1 150	375	176	119	85	81
24	92	95	98	380	1 150	1 210	1 150	335	166	119	85	81
25	92	97	104	400	1 150	1 150	1 150	335	160	110	84	81
26	92	97	103	420	1 150	1 150	1 150	318	156	110	84	81
27	92	94	104	420	1 150	1 150	1 150	318	156	110	82	81
28	94	97	106	420	1 150	1 150	1 150	300	156	110	82	81
29	94	95	106	420	1 210	1 150	1 100	300	156	110	81	
30	94	97	107	440	1 210	1 150	1 100	285	156	110	81	
31		98		460	1 210		1 100		146	110		81
Moy	89	(96)	104	283	893	1 198	1 145	534	201	128	(94)	79

Module = (405) m³/s

Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1953-1954

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1			95	109	668	1 100	1 120	790				
2			98	110	700	1 110	1 120	765				
3			107	127	758	1 110	1 120	715				
4			113	131	803	1 110	1 120	675				
5			119	137	794	1 110	1 120	638				
6			127	142	776	1 110	1 120	587				119
7			127	146	763	1 110	1 120	555				
8			124	148	716	1 110	1 120	527				
9			119	153	688	1 120	1 120	499				
10			117	153	660	1 120	1 120	475				
11			113	146	660	1 120	1 120	455				
12			110	144	652	1 120	1 120	435				
13			103	140	704	1 120	1 120	411				
14			95	146	740	1 120	1 120	379				
15			106	151	790	1 120	1 120	359				
16			110	170	880	1 120	1 120	355				
17			113	203	955	1 120	1 110	332				
18			117	262	1 026	1 120	1 110	314				
19			119	303	994	1 120	1 110	307				
20			122	356	986	1 120	1 100	304				
21			125	436	965	1 120	1 080	300				
22			127	496	955	1 120	1 060	300				
23			127	536	950	1 120	1 060	285				
24			127	544	986	1 120	1 050	276				
25			127	552	986	1 120	1 041	237				
26			127	560	1 070	1 120	1 023	(237)				
27			124	600	1 090	1 120	987	(237)				
28			119	632	1 100	1 120	945	(237)				
29			117	656	1 100	1 120	920	237				
30			125	668	1 100	1 120	885	(237)				
31				680	1 100		845					
Moy			117	314	875	1 081	1 072	415				

Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1954-1955

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	
1			94	283	902	1 198	1 222	1 162	487	(218)	146	98	
2			95	286	925	1 198	1 222	1 162	467	(215)	144	97	
3			110	328	930	1 198	1 222	1 162	455	(212)	144	95	
4			146	356	920	1 210	1 222	1 162	439	(209)	142	94	
5			165	380	911	1 210	1 222	1 162	423	(206)	140	92	
6			170	392	911	1 210	1 222	1 162	411	(203)	138	91	
7			170	376	799	1 210	1 222	1 162	391	(200)	137	91	
8			176	364	754	1 222	1 210	1 162	367	(198)	135	89	
9			191	360	696	1 222	1 210	1 162	363	(195)	133	89	
10	60		188	348	676	1 222	1 198	1 130	343	(192)	131	88	
11			200	372	716	1 222	1 198	1 023	335	(189)	129	88	
12			230	396	736	1 222	1 198	996	328	(187)	127	87	
13			251	420	758	1 222	1 198	900	318	(183)	125	85	
14			255	428	772	1 222	1 210	850	300	(180)	124	85	
15			248	468	817	1 222	1 186	820	297	(177)	122	84	
16			237	528	835	1 222	1 198	800	288	(175)	120	82	
17			237	652	835	1 222	1 198	750	282	(173)	119	81	
18	52		221	696	853	1 222	1 198	710	273	(170)	117	80	
19			54	258	700	871	1 222	1 198	710	267	(167)	115	78
20			55	290	696	866	1 222	1 186	690	261	(165)	113	77
21			57	300	680	871	1 222	1 162	680	(257)	162	112	77
22			60	279	708	889	1 222	1 162	651	(253)	160	110	77
23			67	265	720	925	1 222	1 162	615	(249)	158	109	77
24			81	255	763	960	1 222	1 162	595	(245)	158	107	75
25			85	258	767	1 002	1 222	1 162	567	(241)	158	106	75
26			92	276	776	1 042	1 222	1 162	551	(238)	156	104	75
27			92	300	772	1 080	1 222	1 162	519	(235)	154	103	75
28			92	300	785	1 120	1 222	1 162	495	(231)	150	101	75
29			91	300	817	1 140	1 222	1 162	491	(228)	148	75	
30			91	316	835	1 162	1 222	1 162	491	(225)	146		75
31			92		902	1 186		1 162		(221)	146		75
Moy				226	560	899	1 218	1 191	851	(313)	(178)	123	83

Module = (482) m³/s

Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1955-1956

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	74	82	124	206	712	1 258	1 222	1 198	495			
2	74	82	122	227	708	1 258	1 210	1 198	475			
3	73	84	120	262	716	1 258	1 210	1 198	455			
4	73	84	119	293	785	1 258	1 210	1 198	443			
5	71	85	119	320	857	1 258	1 210	1 186	427			
6	71	85	110	348	880	1 258	1 210	1 186	415			
7	71	82	107	376	898	1 258	1 210	1 186	407			
8	71	78	103	432	907	1 258	1 210	1 174	387			
9	70	77	98	500	945	1 258	1 210	1 174	375			
10	68	78	98	552	940	1 258	1 210	1 174	367			
11	68	77	101	564	960	1 258	1 210	1 150	363			
12	67	75	101	560	950	1 246	1 210	1 150	347			
13	67	71	103	544	970	1 246	1 234	1 150	335			
14	66	70	104	512	1 034	1 246	1 234	1 140	328			
15	64	101	110	504	1 110	1 246	1 234	1 140	325			
16	64	124	120	484	1 140	1 246	1 222	1 041	318			
17	64	170	125	504	1 198	1 246	1 222	. 935	300			
18	64	197	127	500	1 198	1 246	1 222	875	294			
19	64	197	148	556	1 210	1 246	1 222	815	288			
20	64	191	200	540	1 234	1 246	1 222	760	282			
21	63	188	218	536	1 234	1 246	1 222	720	276			
22	71	182	224	580	1 234	1 246	1 222	690	270			
23	74	179	218	660	1 246	1 246	1 210	656	267			
24	75	165	215	704	1 246	1 234	1 210	624	261			
25	75	156	221	720	1 246	1 234	1 210	603	258			
26	77	146	218	724	1 246	1 234	1 210	575	252			
27	77	138	206	720	1 258	1 234	1 222	559	246			
28	78	133	200	696	1 258	1 234	1 210	539	237			
29	81	131	194	688	1 258	1 234	1 210	523	231			
30	82	131	(200)	692	1 258	1 222	1 198	503	228			
31		129		716	1 258		1 198		222			
Moy	71	122	149	523	1 068	1 247	1 215	904	329			

Module = (507) m³/s

Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1956-1957

Jours	A	H	J	J	A	S	O	H	D	J	F	I
1		106	104	(194)	660	1 258	(1 258)	1 198	(308)	(168)	117	(85)
2		106	103	(206)	680	1 270	(1 258)	1 162	(300)	(166)	115	(87)
3		103	107	(213)	720	1 270	(1 253)	1 100	(294)	(164)	110	88
4		101	110	(224)	763	1 270	1 258	1 050	(288)	162	110	88
5		104	113	230	808	1 270	1 253	1 005	(280)	156	110	88
6		95	112	230	803	1 270	1 258	895	(274)	156	110	88
7		95	112	230	(826)	1 270	1 246	825	(268)	160	110	88
8		92	113	265	(848)	1 270	1 246	(780)	(262)	150	106	88
9		92	110	340	866	1 270	1 246	(725)	(257)	146	106	81
10		94	110	380	960	1 270	1 246	(685)	(250)	146	106	81
11		95	110	380	970	1 270	1 234	(645)	(245)	146	106	80
12		95	110	400	1 010	1 270	1 222	615	240	146	106	80
13		95	109	420	1 034	1 270	1 222	575	246	133	106	80
14		95	112	460	1 050	1 270	1 210	515	264	133	103	78
15		95	113	500	1 100	1 270	1 210	495	198	138	103	78
16	95	95	119	540	1 130	1 270	1 210	475	198	137	103	74
17	94	95	124	600	1 150	1 270	1 210	467	198	137	103	74
18	94	95	127	603	1 150	1 270	1 210	455	186	135	103	74
19	92	92	137	568	(1 186)	1 270	1 210	435	186	131	100	73
20	92	83	146	568	1 210	1 270	1 210	415	186	131	98	73
21	94	88	158	514	1 222	1 270	1 210	383	178	131	95	70
22	95	85	185	548	1 258	1 270	1 210	383	178	131	95	70
23	101	84	200	560	1 270	1 270	1 222	367	176	119	95	70
24	103	84	185	560	1 258	1 270	1 222	(360)	176	119	92	64
25	104	81	191	572	1 150	1 270	1 210	(352)	174	119	92	64
26	107	82	137	572	1 140	1 270	1 198	(345)	174	122	89	60
27	107	84	158	588	1 130	1 270	1 198	(338)	176	122	87	58
28	106	81	158	616	1 130	1 270	1 198	(330)	176	122	84	(58)
29	104	82	170	632	(1 130)	1 270	1 198	(332)	(174)	(120)	(58)	
30	101	85	182	660	(1 130)	1 270	1 198	(315)	(172)	(119)	(58)	
31		95		680	1 130		1 198		(170)	(117)		(58)
Moy		92	134	(454)	(1 028)	1 270	(1 224)	(600)	(221)	138	102	75

Module = (454) m³/s

Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1957-1958

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	(58)	71	170	380	740	(1 270)	1 222	760	(300)	(164)	(109)	75
2	(58)	71	170	392	812	(1 270)	1 222	760	(285)	(162)	107	74
3	(58)	73	200	392	830	(1 270)	1 222	760	(280)	160	106	72
4	58	73	248	380	808	(1 270)	1 222	760	(275)	158	104	72
5	58	71	237	400	772	(1 270)	1 210	760	(265)	156	103	71
6	58	68	258	408	763	(1 270)	1 210	735	(260)	154	101	70
7	58	68	215	408	(808)	(1 270)	1 210	715	(255)	152	100	69
8	58	68	170	420	853	1 270	1 210	700	(250)	146	98	68
9	54	70	146	428	875	1 270	1 210	695	(242)	144	97	67
10	54	70	158	440	898	1 270	1 210	685	(238)	144	95	67
11	54	71	170	444	889	1 270	1 210	685	(235)	142	95	65
12	54	73	127	448	862	1 270	1 198	660	(232)	140	94	64
13	54	74	127	448	848	1 246	1 198	642	(230)	138	94	63
14	54	81	170	480	857	1 246	1 186	615	(225)	137	92	62
15	54	88	185	504	862	1 246	1 186	633	(220)	135	92	61
16	58	88	200	560	911	1 246	1 174	615	(217)	131	91	60
17	58	81	206	608	920	1 234	1 174	551	(215)	129	89	59
18	58	78	209	640	970	1 234	1 150	531	210	127	89	58
19	64	78	265	660	1 018	1 246	1 150	495	205	127	88	57
20	66	78	265	668	1 100	1 234	1 150	475	203	125	88	56
21	67	88	460	660	1 130	1 246	1 140	455	200	124	87	56
22	70	95	496	600	1 162	1 246	1 130	435	196	122	85	55
23	70	110	480	580	1 174	1 246	1 100	415	188	120	84	55
24	70	119	448	568	1 186	1 246	1 080	395	186	120	84	54
25	70	127	372	540	1 210	1 258	1 050	(370)	182	119	82	54
26	70	131	332	532	1 234	1 246	(978)	(350)	178	(117)	81	53
27	70	146	340	520	1 246	1 246	(935)	(340)	176	115	80	53
28	71	146	400	560	1 246	1 246	(900)	(330)	172	110	78	52
29	71	146	392	580	1 258	1 246	(865)	(320)	168	112	52	52
30	71	158	380	600	1 270	1 222	(830)	(310)	166	110	52	52
31		158		716	(1 270)		(795)		166	(109)		
Moy	(62)	94	267	515	952	(1 254)	(1 120)	(565)	(220)	(134)	93	(61)

Module = 447 m³/s

Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1958-1959

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1	(52)	75	103	348	935	1 258		(1 100)	(390)			
2	52	77	106	372	920	1 258		(1 100)	(360)			
3	52	80	146	440	907	1 246		1 100	(330)			
4	52	81	117	484	902	1 246		1 090	(305)			
5	51	82	122	512	830	1 246		1 080	(282)			
6	49	81	127	572	830	1 246		1 070	(260)			
7	49	80	138	636	817	1 234		1 060	240			
8	49	73	144	620	794	1 234		(1 046)	240			
9	49	77	153	612	776	1 234		1 032	231			
10	52	75	163	652	740	1 222		1 023	225			
11	55	74	173	660	763	1 222		1 005	216			
12	57	70	194	716	740	1 222		978	213			
13	53	77	224	763	736	1 210		960	210			
14	58	84	230	812	732	1 210		945	205			
15	58	83	248	857	749	1 198		940	198			
16	57	91	265	902	799	1 198		910	196			
17	55	95	324	920	853	1 186		900	191			
18	53	104	348	916	893	1 186		890	186			
19	50	106	360	902	940	1 186		860	186			
20	60	101	392	875	970	1 174		840	182			
21	58	98	400	862	1 010	1 174		820	182			
22	57	94	380	871	1 050	1 162		810	182			
23	55	89	360	884	1 120	1 150		(742)	172			
24	57	88	332	898	1 150	1 140		(682)	170			
25	58	84	324	935	1 186	1 130		(628)	170			
26	60	82	320	970	1 198	1 120		(582)	166			
27	63	81	312	1 002	1 222	1 110		(540)	166			
28	67	81	312	1 026	1 234	1 100		(495)	164			
29	70	80	316	(1 000)	1 246	1 090		(458)	164			
30	74	80	324	(980)	1 270	1 090		(420)	164			
31		(89)		(955)	(1 270)				162			
Moy	(57)	(84)	249	773	954	1 189	(1 200)	(870)	(216)			

Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1959-1960

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1		73	112		(561)	1 210	(1 150)					
2		74	113		(568)	1 210	(1 150)					
3		75	115		608	1 210	(1 150)					
4		77	117		604	1 210	(1 150)					
5		78	119		612	1 210	(1 150)					
6		80	120		628	1 210	(1 150)					
7		81	122		(636)	1 186	(1 150)					
8		82	124		644	1 210	1 150					
9	43	84	125		664	1 162	1 150					
10	45	85	127		920	1 210	1 150					
11	46	87	129		862	1 174	1 150					
12	48	88	131		898	1 174	1 150					
13	49	89	133		945	1 174	1 150					
14	52	91	135		978	1 174	1 150					
15	54	92	137		978	1 174	1 150					
16	55	94	138		970	1 222	1 150					
17	55	95	140	432	1 042	1 222	1 150					
18	57	97	142	464	1 050	1 186	1 150					
19	57	98	144		1 050	1 186	1 150					
20	57	100	146	532	1 100	1 210	1 140					
21	58	101	148	512	1 120	1 186	1 130					
22	60	103	151	512	1 100	1 174	1 130					
23	61	104	153	500	1 120	1 186	1 120					
24	64	106	156	492	1 100	1 174	1 080					
25	66	107	158	480	1 140	1 130	1 070					
26	67	109	160		(1 150)	(1 150)	1 060					
27	68	110	163	508	(1 162)	(1 150)	1 002					
28	68	112	165	500	(1 174)	(1 150)	986					
29	70	113	168	512	(1 186)	(1 150)	978					
30	71	115	170	512	(1 198)	(1 150)	955					
31		117		524	(1 210)		(930)					
Moy	(58)	94	139		(935)	(1 184)	(1 111)					

Le LOGONE à KATOA

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1960-1961

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1						1 198	1 174	1 210				
2						1 186	1 198	1 162				
3						1 258	1 222	1 198				
4						1 246	1 246	1 210				
5						1 222	1 162	1 246				
6						1 198	1 162	1 186				
7						1 198	1 186	1 198				
8						1 174	1 210	1 210				
9						1 258	1 210	1 222				
10						1 234	1 234	1 234				
11						1 198	1 258					
12						1 258	1 174					
13						1 234	1 174					
14						1 210	1 198					
15						1 174	1 198					
16						1 258	1 210					
17						1 174	1 186					
18						1 186	1 210					
19						1 258	1 234					
20						1 210	1 258					
21						1 174	1 222					
22						1 258	1 162					
23						1 222	1 186					
24						1 198	1 210					
25						1 234	1 234					
26						1 210	1 210					
27						1 198	1 246					
28						1 246	1 234					
29						1 198	1 186					
30						1 210	1 198					
31							(1 198)					
Moy						1 216	1 206					

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Service hydrologique

SECRÉTARIAT D'ÉTAT AUX AFFAIRES ÉTRANGÈRES
CHARGÉ DE LA COOPÉRATION

MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU LOGONE



5^{ème} PARTIE INTERPRÉTATION DES DONNÉES DU LOGONE INFÉRIEUR

TOME 2

- La Tandjilé
- Les plaines du Logone inférieur

par

A. BOUCHARDEAU

Inspecteur Général de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.

JANVIER 1968

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER

SECRETARIAT d'ETAT aux AFFAIRES ETRANGERES
CHARGE de la COOPERATION

Service Hydrologique

MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE
du LOGONE

5ème Partie

INTERPRETATION des DONNEES du LOGONE INFÉRIEUR

TOME II

(La TANDJILE)

(Les plaines du LOGONE INFÉRIEUR)

par André BOUCHARDEAU
avec la collaboration de
B.BILLON M.ROCHE J.RODIER

Janvier 1968

SOMMAIRE

	Page
3 - <u>La TANDJILE</u>	170
3.1. Description du bassin	170
3.2. Régime de la TANDJILE	171
3.3. Cours inférieur de la TANDJILE et ses relations avec la "zone de capture"	183
4 - <u>PLAINES de RIVE GAUCHE du LOGONE DRAINEES en DIRECTION de la BENOUË (zone de capture du LOGONE)</u>	189
4.1. Généralités	189
4.2. Description et genèse de la dépression ERE-LOKA-KABIA	195
4.3. Seuil de DANA	225
4.4. Les lacs TOUBOURIS	247
5 - <u>PLAINES de RIVE GAUCHE DRAINEES en DIRECTION du LAC TCHAD</u>	275
5.1. Généralités	275
5.2. DANAÏ	277
5.3. GUERLEOU	279
5.4. La LOGOMATIA	295
5.5. Le GRAND YAERE - Les mayos du Nord-CAMEROUN	299
5.6. L'EL BEÏD	319
6 - <u>Les PLAINES de RIVE DROITE DRAINEES par le BA ILLI</u>	331
6.1. Sommaire	331
6.2. Cours supérieur du BA ILLI	333
6.3. Le BA ILLI du Nord entre LOGONE et CHARI	355
6.4. Plaines de rive droite en aval de BONGOR	373
7 - <u>PLAINE de la RIVE DROITE du LOGONE -</u>	
<u>Le courant BOUMO-KIM et la rivière BISSIM</u>	379
7.1. Description	379
7.2. Topographie de la région de la BISSIM	380
7.3. Hydrographie	383
7.4. Hydrologie de la rivière BISSIM	391
8 - <u>CONCLUSION</u>	401

3 - La TANDJILE

3.1. Description du bassin

La TANDJILE est le dernier affluent vraiment individualisé que reçoit le LOGONE. Les rivières confluent plus en aval ne sont, en fait, que des bras drainant les courants des plaines du LOGONE.

Elle prend sa source aux environs de TAPOL sur un plateau mamelonné de relief très mou, d'une altitude variant de 430 à 460 m. Elle mesure 270 km de sa source à son confluent avec le LOGONE à ERE. Son bassin couvre 7400 km².

Le bassin est entièrement situé sur des terrains sédimentaires appartenant au Continental terminal (séries des "KOROS"). Des cuirasses latéritiques couronnant les grès de la série de PALA apparaissent sur quelques buttes escarpées. Mais la majeure partie du bassin est recouverte par les "sables de KELO", géologiquement plus récents que les grès de PALA. Ils constituent un plateau mollement ondulé et ont évolué en sols ferrugineux tropicaux, beiges ou rouges, très perméables. Dans le bassin supérieur, la TANDJILE est encaissée de 80 à 100 m entre des versants en pente douce. Les vallées des affluents sont beaucoup moins profondes. Mais dans le Nord du bassin, à la latitude de KELO, le plateau descend brutalement, une région sableuse lui succède. Presque absolument plane, elle est découpée sur la rive droite du cours inférieur, en "doigts de gant". Ces dépressions marécageuses et argileuses forment une série de vallées parallèles profondes de 10 à 20 m et orientées Est-Ouest entre TANDJILE et KABIA.

Dans la dernière partie de son cours, la TANDJILE pénètre dans les plaines du LOGONE.

La pente de la TANDJILE est très faible : si l'on met à part le cours supérieur sur une trentaine de kilomètres, elle est rigoureusement constante sur plus de 200 km et égale à 0,17/1000, ce qui est caractéristique d'un profil très évolué.

Les affluents ont des pentes plus importantes : 2 à 10/1000, du fait de l'encaissement du thalweg de la TANDJILE.

Le lit est profond et étroit entre BOLOGO et TCHOA (largeur 40 m, berge de 6 à 7 m à BOLOGO). Il est bordé d'une galerie très touffue, alors que sur l'ensemble du bassin croît une savane arbustive dont la densité s'amoindrit au Nord du bassin où le climat est plus sec. La pluviométric

décroît de 1400 à 950 mm, du Sud au Nord. La densité de population est beaucoup plus forte au Nord du bassin et, par voie de conséquence, le défrichement et l'extension des cultures sont plus développés.

En aval de TCHOA, le lit s'étale, en période de crue, dans de larges plaines d'inondation débordant dans les "doigts de gant" (voir 3.2.).

Bien que la pluviométrie sur le bassin soit relativement forte, le coefficient d'écoulement est très réduit du fait de la forte perméabilité du bassin et de la faiblesse des pentes.

3.2. Régime de la TANDJILE

3.2.1. Généralités

Située à la limite septentrionale de la zone soudano-guinéenne et de régime tropical, la TANDJILE a un écoulement très réduit du fait de la faible pluviométrie. Ce caractère est encore accentué par la perméabilité du bassin. La crue dure, en fait, 4 mois : Août, Septembre, Octobre et Novembre, avec un maximum unique se produisant 9 fois sur 10 entre le 15 Septembre et le 15 Octobre. Cette crue débute très en retard sur les pluies déjà importantes de Juin et de Juillet, mais les premières averses sont absorbées sans provoquer d'écoulement. Si elles sont très violentes, elles donnent lieu à des crues brèves. L'étiage a lieu en Avril-Mai, le débit tombant alors à des valeurs très faibles et quelquefois nulles.

Le régime a été étudié à deux stations : l'une, BOLOGO, est située à l'issue du bassin supérieur ($3\ 850\ km^2$), la seconde, TCHOA, dont le bassin est de $5\ 870\ km^2$, est située aussi près que possible du confluent du LOGONE, à un point que la courbe de remous n'atteint cependant à aucun régime. En effet, la cote de l'étiage à TCHOA est de 352,68 (zéro de l'échelle), alors que l'étiage du LOGONE à son confluent avec la TANDJILE est de 338,10 (système IGN 1962). Des stations situées en aval de TCHOA, TCHIRE-GOGOR (étiage à 346,65) et MIBASGALIO (étiage : 340,81), seule MIBASGALIO est influencée par les crues du LOGONE, lorsque le niveau du confluent atteint ou dépasse 342,00. En étiage, le niveau de toutes les stations reste très supérieur à celui du LOGONE.

Les stations de BOLOGO et de TCHOA sont convenablement étalonées (voir 2ème Partie, paragraphes 1.1.1. et 1.1.2.) et les lectures portent sur plusieurs années (voir 6ème Partie "Recueil des données numériques") : à BOLOGO de 1950 à 1966, avec des manques nombreux, à TCHOA de 1954 à 1966, avec des lectures beaucoup mieux suivies, mais quelquefois sujettes à caution. La corrélation entre TCHOA et TCHIRE-GOGOR indique des observations

douteuses, en particulier les étiages de 1955 à 1960 (les éléments 1-2 et 2-3 ont vraisemblablement été mal calés par rapport aux éléments supérieurs au cours de ces 6 années, et plusieurs fois déplacés).

Les débits moyens mensuels et les débits caractéristiques sont présentés dans la 3ème Partie, pages 57-61.

3.2.2. Les basses eaux

La crue est à son maximum fin Septembre : le débit est alors de 30 à 160 m³/s à BOLOGO et de 30 à 200 m³/s à TCHOA. Les pluies cessent sur tout le bassin début Octobre et le débit décroît en Décembre jusqu'à 3 à 8 m³/s à BOLOGO et 6 à 10 m³/s à TCHOA. Il n'est plus alors entretenu que par le tarissement des nappes. Les hydrogrammes représentés en axe semi-logarithmique sont rigoureusement linéaires et obéissent à la loi classique $Q_T = Q_0 e^{-Kt}$. Les coefficients de tarissement s'écartent peu de leur valeur médiane qui est de 0,025 j⁻¹ à BOLOGO et 0,0133 j⁻¹ à TCHOA.

Valeurs de K en 10³ jours⁻¹

Année hydrologique	BOLOGO	TCHOA
1954-1955	21	14
1955-1956	25	14
1956-1957	22	12
1957-1958	-	12
1958-1959	-	16
1959-1960	-	17
1960-1961	26	12
1961-1962	-	12
1962-1963	-	11
1963-1964	23	12
1964-1965	27	14
1965-1966	31	-
Médiane	25,0	13,3

Il serait superflu de s'étendre longuement sur les étiages absolu, les chiffres mentionnés dans les tableaux de la 3ème Partie n'ayant qu'une valeur indicative : l'absence des aménagements nécessaires pour la mesure de débits d'étiage aussi faibles que ceux mentionnés, l'encombrement du lit d'étiage par les délaissés des crues, la réfection annuelle du radier de TCHOA traversé par la route LAI-KELO sont autant de difficultés pour l'estimation correcte des étiages. Notons toutefois que l'inféroflux est réduit à BOLOGO, où la section repose sur les fondations du pont, et à TCHOA où le lit est très argileux et imperméable.

A BOLOGO, le débit décroît chaque année à moins de 300 l/s, mais ne s'annule sans doute jamais totalement. Les mesures suivantes ont été faites en très basses eaux :

11-6-1955	:	170 l/s
30-6-1955	:	160 "
14-4-1965	:	220 "
15-5-1965	:	140 "
10-3-1966	:	300 "
18-4-1966	:	90 "

A TCHOA, les débits de basses eaux sont en corrélation quasi-fonctionnelle avec ceux de BOLOGO (sauf pour l'année 1956 dont les observations sont mauvaises à l'une des stations), si Q_B est le débit à BOLOGO et Q_T le débit à TCHOA :

$$Q_B = 0,57 (Q_T - 2,00) \quad \text{pour } Q_T > 3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_B = 0,2 Q_T \quad \text{pour } 0 < Q_T < 3$$

mais la relation n'est plus valable après 1961 pour les débits inférieurs à 5 m³/s. Le tarage de l'échelle de TCHOA en étiage n'est en effet plus valable du fait du renforcement du radier ou du déplacement des éléments d'étiage. Nous n'avons aucun moyen de retrouver la relation hauteur-débit, la seule mesure de basses eaux à cette station ayant été faite le 11-6-1955 (débit : 1 m³/s).

En conclusion, il est vraisemblable que les débits d'étiage absolu soient compris à TCHOA entre 0 et 700 l/s. Les évaluations faites après 1961 ne sont pas à prendre en considération tant qu'un nouveau tarage de

l'échelle d'étiage n'aura pas été réalisé . Si les chiffres mentionnés dans la 3ème Partie sont certainement trop forts du fait du tarage, il faut cependant remarquer qu'ils succèdent aux crues fortes de 1960, 1961 et 1962, qui ont pu recharger les nappes jusqu'à un niveau exceptionnel.

La corrélation entre TCHOA et TCHIRE-GOGOR confirme les changements de niveau à l'échelle de basses eaux de TCHOA vers 1960, mais l'échelle de TCHIRE-GOGOR se trouve en étiage dans une mare qui se dessèche lentement et ne saurait donner aucune information valable sur les débits d'étiage absolu.

3.2.3. Les crues

La perméabilité des sols sablonneux du bassin lui confère un coefficient d'absorption très élevé ; pour cette raison la crue de la TANDJILE ne débute qu'en Août, les premières pluies de Mai, Juin et Juillet ne provoquant que des pointes inférieures à 10 m³/s et de brève durée. Le maximum a lieu généralement au début de Septembre à la station de BOLOGO. Le tableau 3.2.3 donne les dates, les hauteurs et les débits maximaux de BOLOGO et TCHOA. L'acheminement de la crue de BOLOGO à TCHOA est normalement de 4 à 7 jours. Les débits maximaux sont peu différents aux deux stations, du fait de l'amortissement de la crue (le rapport est de 1,06 en moyenne d'après le graphique 3.2.3., indiquant la correspondance entre les débits maximaux à TCHOA et BOLOGO). A partir de fin Octobre, la décrue est régulière.

Correspondance entre les débits maximaux de Gr:323a
la TANDJILÉ à TCHOA et à BOLOGO

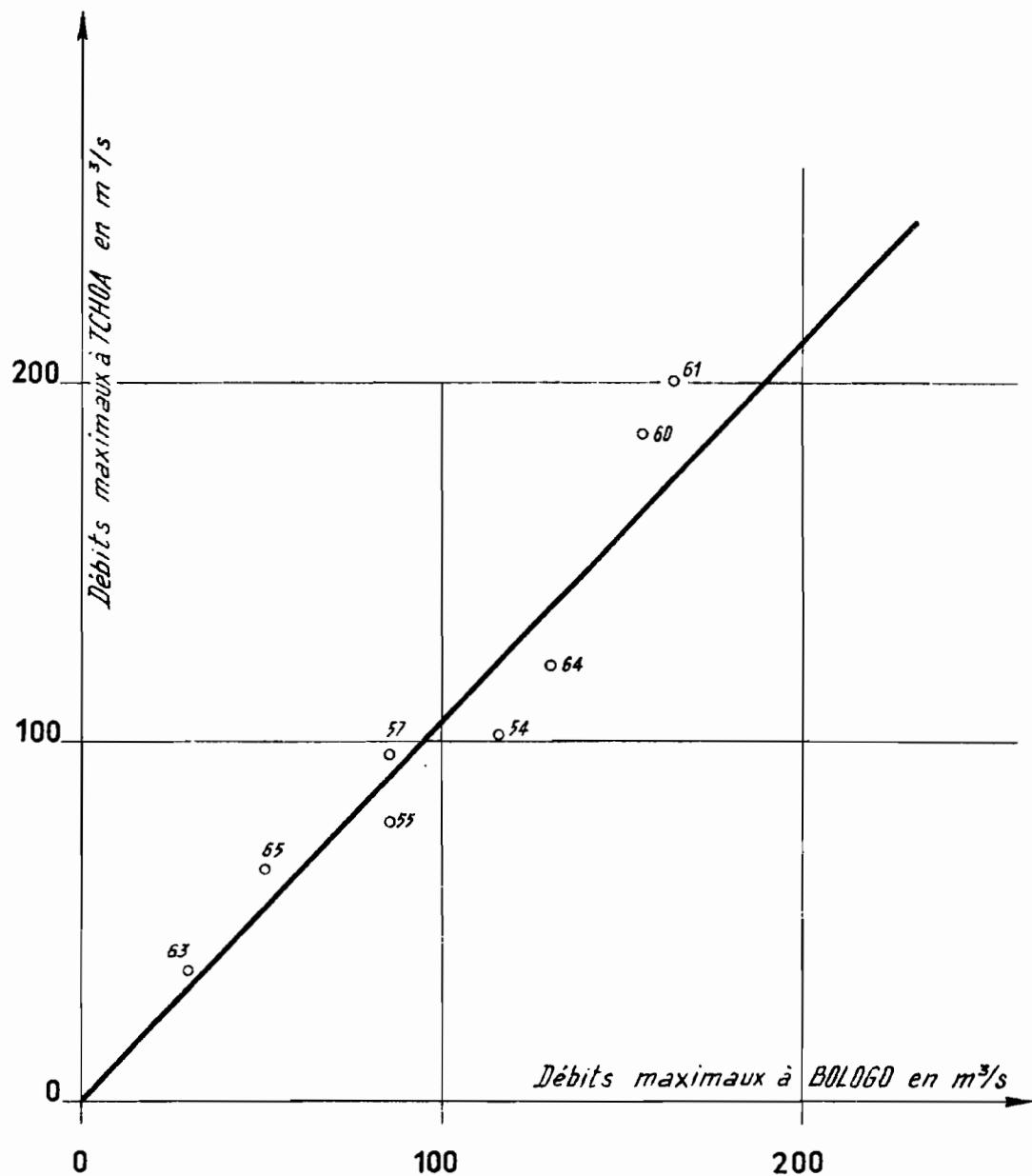


Tableau 3.2.3. a

Dates, hauteurs, débits des maximums de la TANDJILE

Année	BOLOGO			TCHOA			TCHIRE-GOGOR		AMBASGALAO		ERE	
	J	H	Q	J	H	Q	J	H	J	H	J	H
1950	27-9	5,32	96			((102))					25-9	438
1951	5-9	5,12	79			((84))					10-10	390
1952	23-9	(5,18)	(82)			((87))					9-10	426
1953	5-9	(4,10)									27-9	402
1954	6-9	5,75	115	2-10	477	101	4-10	3,08	1-10	(3,20)	16-9	428
1955	12-9	5,24	85	18-9	435	78	10-10	3,04	13-10	3,82	4-10	451
1956		-	((106))	17-9	490	113	28-9	3,02	21-9	3,54	16-10	435
1957	13-9	5,25	86	13-9	470	97	29-9	2,99	30-9	3,46	19-9	402
1958			((51))	16-10	390	54					10-10	416
1959			((69))	28-9	427	73					29-9	443
1960	1-10	6,35	156	7-10	563	186	24-9	3,14	31-9	3,68	29-9	429
1961	12-9	6,45	163	17-9	573	200	11-9	3,04	18-9	3,59	1-10	430
1962			((113))	27-9	497	120	5-10	2,99	9-10	3,68	7-10	441
1963	10-9	3,45	29	14-9	348	37	1-9	2,46			2-9	433
1964	13-9	5,99	130	20-9	498	121	30-9	3,16			29-9	435
1965	4-9	4,36	51	10-9	410	64	16-9	2,70				

Zéro de l'échelle de BOLOGO : 367,63
 " " de TCHOA : 352,68

Zéro de l'échelle de TCHIRE-GOGOR : 346,65
 " " d' AMBASGALAO : 340,81
 " " d' ERE : 337,90

Répartition statistique des débits maximaux de BOLOGO et de TCHOA

En tenant compte de la corrélation entre les deux stations de BOLOGO et de TCHOA, il est possible de constituer une série de 15 débits maximaux de crue (tableau 3.2.3. b).

Tableau 3.2.3 b

Distribution statistique des maximums annuels de la TANDJILE

BOLOGO			TCHOA			Fréquence
Rang	Année	Débit (m ³ /s)	Année	Débit (m ³ /s)		
1	1961	163	1961	200		0,0333
2	1960	156	1960	186		0,1000
3	1964	130	1964	121		0,1667
4	1954	115	1962	120		0,2233
5	1962	(113)	1956	113		0,3000
6	1956	(106)	1950	(102)		0,3667
7	1950	96	1954	101		0,4333
8	1957	86	1957	97		0,5000
9	1955	85	1952	(87)		0,5667
10	1952	82	1951	(84)		0,6333
11	1951	79	1955	78		0,7000
12	1959	(69)	1959	73		0,7667
13	1958	(51)	1965	64		0,8333
14	1965	51	1958	54		0,9000
15	1963	29	1963	37		0,9667

(Les débits entre parenthèses ont été reconstitués par corrélation réciproque entre BOLOGO et TCHOA).

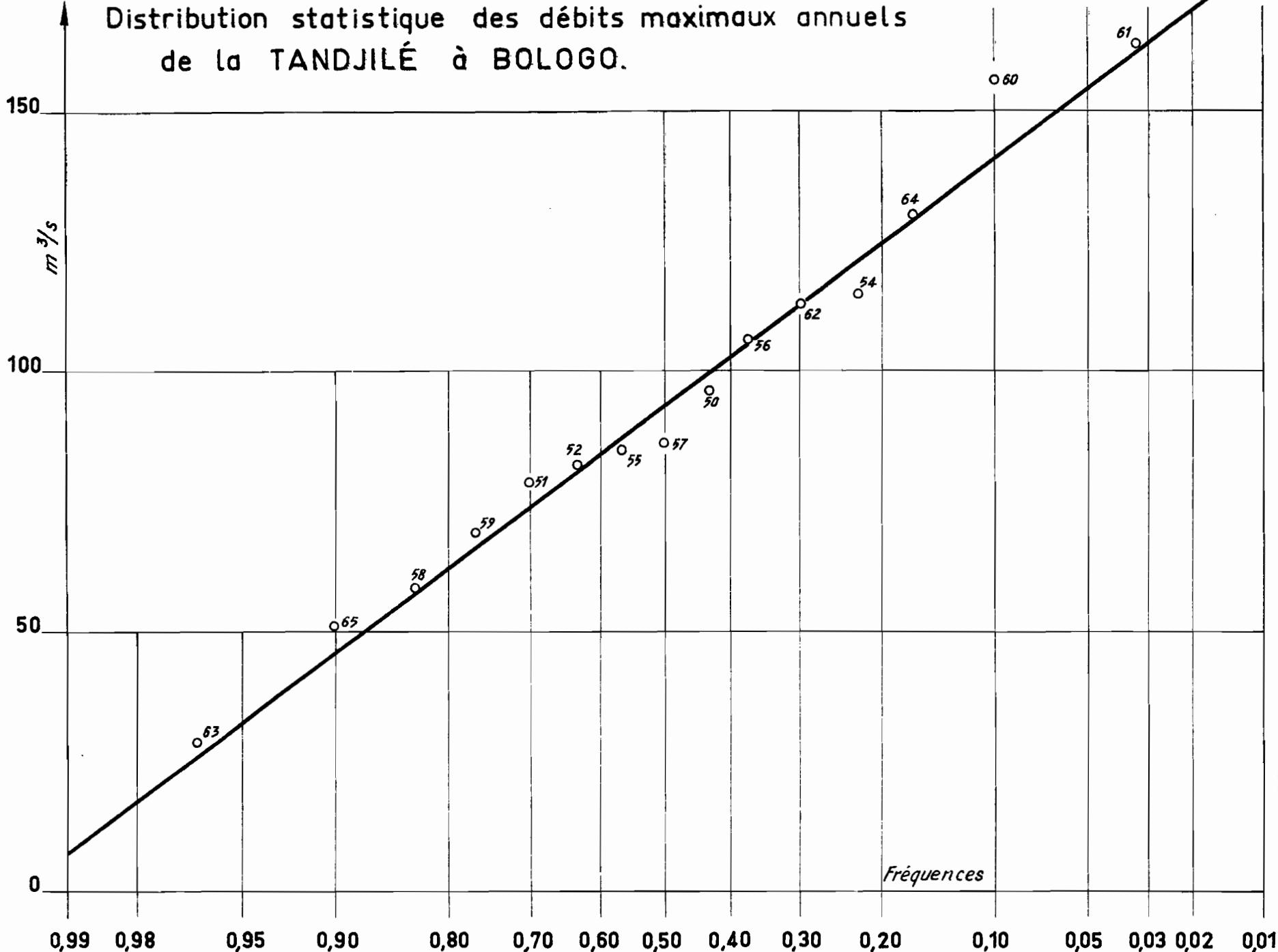
Distribution statistique des débits maximaux annuels
de la TANDJILÉ à BOLOGO.

DATE : 1968

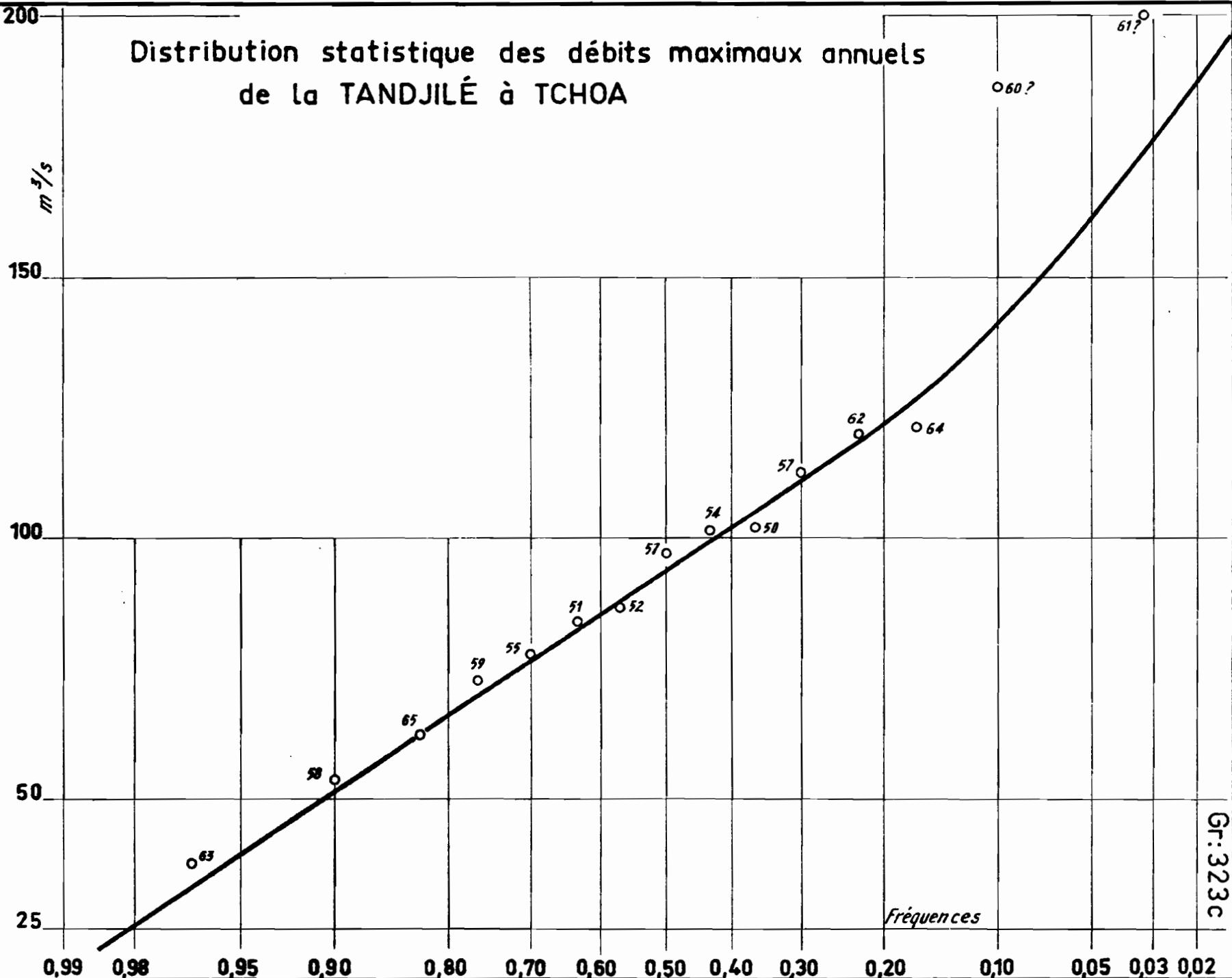
DESSINÉ : J. M

TRH. 81.307

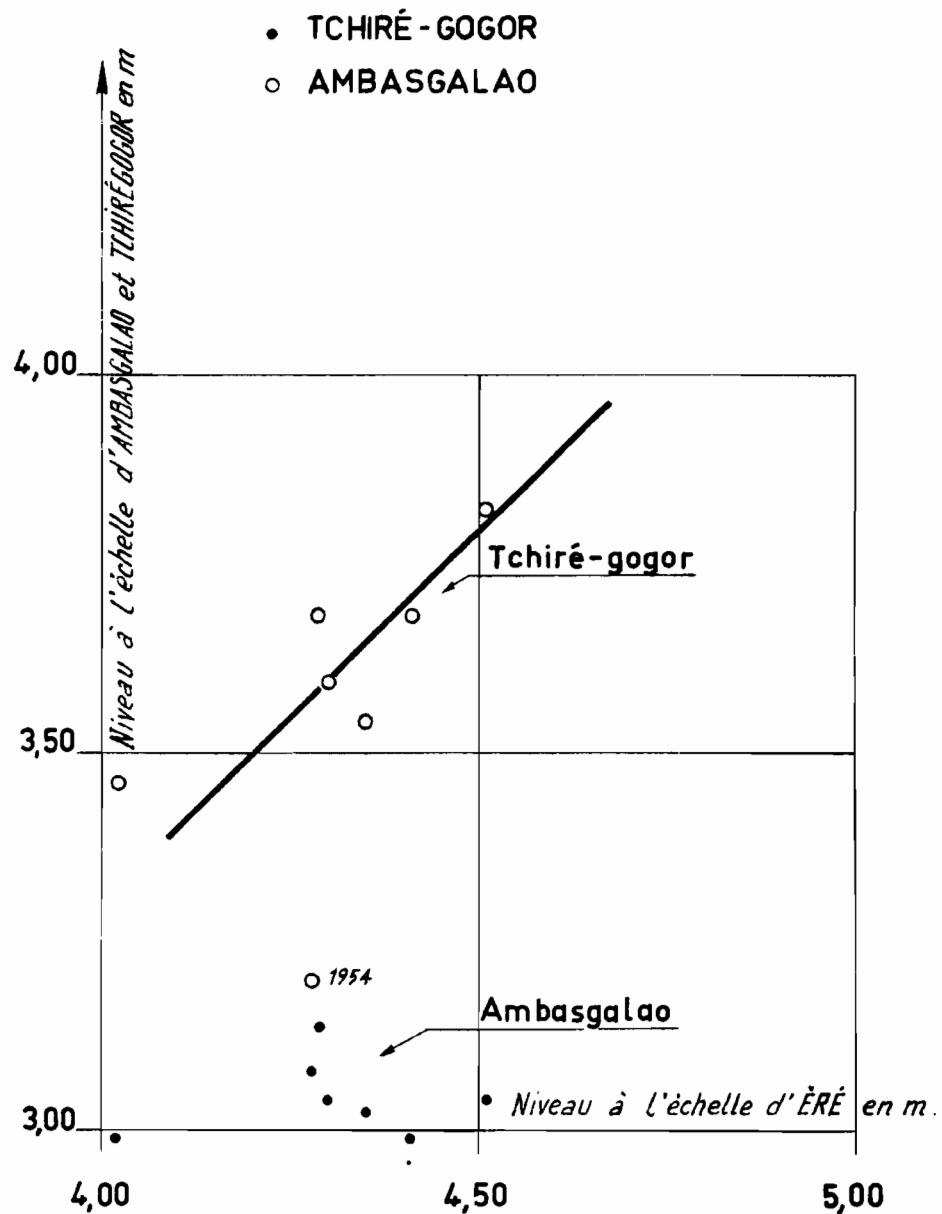
Gr: 323 b



Distribution statistique des débits maximaux annuels
de la TANDJILÉ à TCHOA



Influence des niveaux du LOGONE sur les niveaux
de la BASSE TANDJILÉ



Les distributions sont normales et l'ajustement graphique sur des droites de HENRY satisfaisant, excepté pour les deux débits les plus élevés (graphiques 3.1.3.3 b et c).

A TCHOA, 1960 et 1961 sont nettement au-dessus de la courbe, ils paraissaient déjà douteux par comparaison avec ceux de BOLOGO, mais ce relèvement de la courbe pour les forts débits n'est pas à exclure puisqu'il se produit pour celle de BOLOGO. Les caractéristiques des maximums sont les suivantes :

Débits maximaux					
	median	décennal sec	décennal humide	cinquante-naire humide	
TANDJILE à TCHOA	93	51	136	162	
TANDJILE à BOLOGO	93	46	141	170	

Courbe de remous des crues du LOGONE dans le lit de la basse TANDJILE

Sur le tableau 3.2.3 a nous avons porté les niveaux des stations de la TANDJILE Inférieure à TCHIRE-GGOR et AMBASGALAO en regard des niveaux du LOGONE à l'échelle d'ERE. Le graphique 3.1.3.3. d indique clairement que les niveaux d'AMBASGALAO dépendent de ceux du LOGONE, mais que la courbe de remous ne remonte pas jusqu'à TCHIRE-GGOR.

A cette station, le lit majeur s'étale et s'insinue profondément dans les "doigts de gant"; de ce fait, le niveau reste pratiquement invariable lors des crues et se maintient chaque année à la même cote : 349,70 (IGN 1966) à quelques centimètres près.

Le régime des déversements de la TANDJILE qui se produisent en aval d'AMBASGALAO en direction de la dépression ERE - LOKA - KABIA (voir paragraphe 3.3. et chapitre 4), ne dépend donc que des niveaux du LOGONE, mais il convient de ne pas oublier que ces niveaux résultent de la somme des débits de la TANDJILE et du LOGONE.

3.2.4. Modules de la TANDJILE

Sur le tableau 3.2.4 a sont portés les modules de la TANDJILE à BOLOGO et à TCHOA, les précipitations moyennes sur le bassin supérieur et le bassin total, les lames d'eau écoulées équivalentes et les coefficient d'écoulement.

Les précipitations moyennes ont été calculées par les formules suivantes :

- pour le bassin de BOLOGO :

$$P_m^B = 0,02 \text{ GOGOL} + 0,13 \text{ KELO} + 0,53 \text{ BEINAMAR} + 0,32 \text{ DELI}$$

- pour le bassin de TCHOA :

$$\begin{aligned} P_m^T = & 0,06 \text{ GOGOL} + 0,20 \text{ KELO} + 0,40 \text{ BEINAMAR} + 0,23 \text{ DELI} \\ & + 0,03 \text{ DOHER} + 0,03 \text{ LAI} \end{aligned}$$

Ces coefficients ont été déterminés par la méthode de THIESSEN.

Pour certaines années, les précipitations ont dû être reconstituées par corrélation (voir 1ère Partie, tableau XXXVII).

La corrélation entre les modules de BOLOGO et ceux de TCHOA est assez bonne, mais les années faibles (1955 et 1963) s'éloignent cependant notablement de la droite moyenne d'équation $M_T = 1,54 M_B$ (nous avons employé d'autre part le rapport 1,45 qui est le rapport des modules moyens). Le rapport des bassins versants de TCHOA et de BOLOGO est du reste $\frac{5870}{3850} = 1,52$, ce qui prouve que l'écoulement est, somme toute, homogène sur ce bassin (graphique 3.1.3.4 a).

Cette corrélation nous permet de reconstituer les débits de 1950 et 1951 à TCHOA et de porter le nombre des années où le module est connu de 12 à 14.

Les coefficients d'écoulement à TCHOA et à BOLOGO sont très voisins et ont été reportés sur le graphique 3.1.3.4 b.

Tableau 3.2.4 a

Modules, précipitations moyennes et coefficients d'écoulement
sur le bassin de la TANDJILE

Année	Module à BOLOGO :(m ³ /s)	Précipi- tations moyennes (mm)	Lame d'eau équiva- lente (mm)	Coeffi- cient d'écou- lement (%)	Module à TCHOA :(m ³ /s)	Précipi- tations moyennes (mm)	Lame d'eau équiva- lente (mm)	Coeffi- cient d'écou- lement (%)
1950	12,6	1156	103	9,0	((19,4))			
1951	6,2	1154	51	4,4	((19,5))			
1952								
1953								
1954	10,2	1306	84	6,4	15,5	1286	83	6,5
1955	10,4	1107	85	7,7	13,3	1089	71	6,6
1956					15,6	1061	84	7,9
1957					14,9	1175	80	6,8
1958					10,7	1096	58	5,3
1959					11,3	1039	61	5,9
1960	15,4	1402	126	9,0	24,7	1350	133	9,9
1961	14,9	1017	122	12,0	22,7	1062	122	11,5
1962					17,9	1201	96	8,0
1963	5,7	1043	86	8,2	10,7	1041	57	5,6
1964	12,2	1184	100	8,4	19,3	1167	104	8,9
1965	6,0	931	49	5,2	10,5	922	56	6,0
Hoy.					15,5	1124	83,8	7,4

Le coefficient varie, pendant la période observée, de 5 % à 10 %.

Les années aberrantes résultent probablement de la pluviométrie assez mal contrôlée de HEINAMAR qui est une station secondaire (et qui a malheureusement un coefficient de THIESSEN élevé). On constate que les points de 1961, 1958, 1957, 1954 et 1951 sont ramenés sur la courbe moyenne si l'on remplace la moyenne calculée pour l'ensemble du bassin par les précipitations annuelles de la seule station de KELO, où les précipitations sont plus sûres dans l'ensemble et ceci bien que KELO ait une position excentrique.

Ceci dit, il n'en reste pas moins que la dispersion est également due au fait que le bassin réagit différemment selon la concentration des précipitations pour un même total annuel. Mais les mesures ne sont pas assez fines pour permettre une étude de ce paramètre.

Distribution statistique des modules de la TANDJILE à TCHOA

Le tableau suivant donne le classement des modules de TCHOA.

Tableau 3.2.4 b

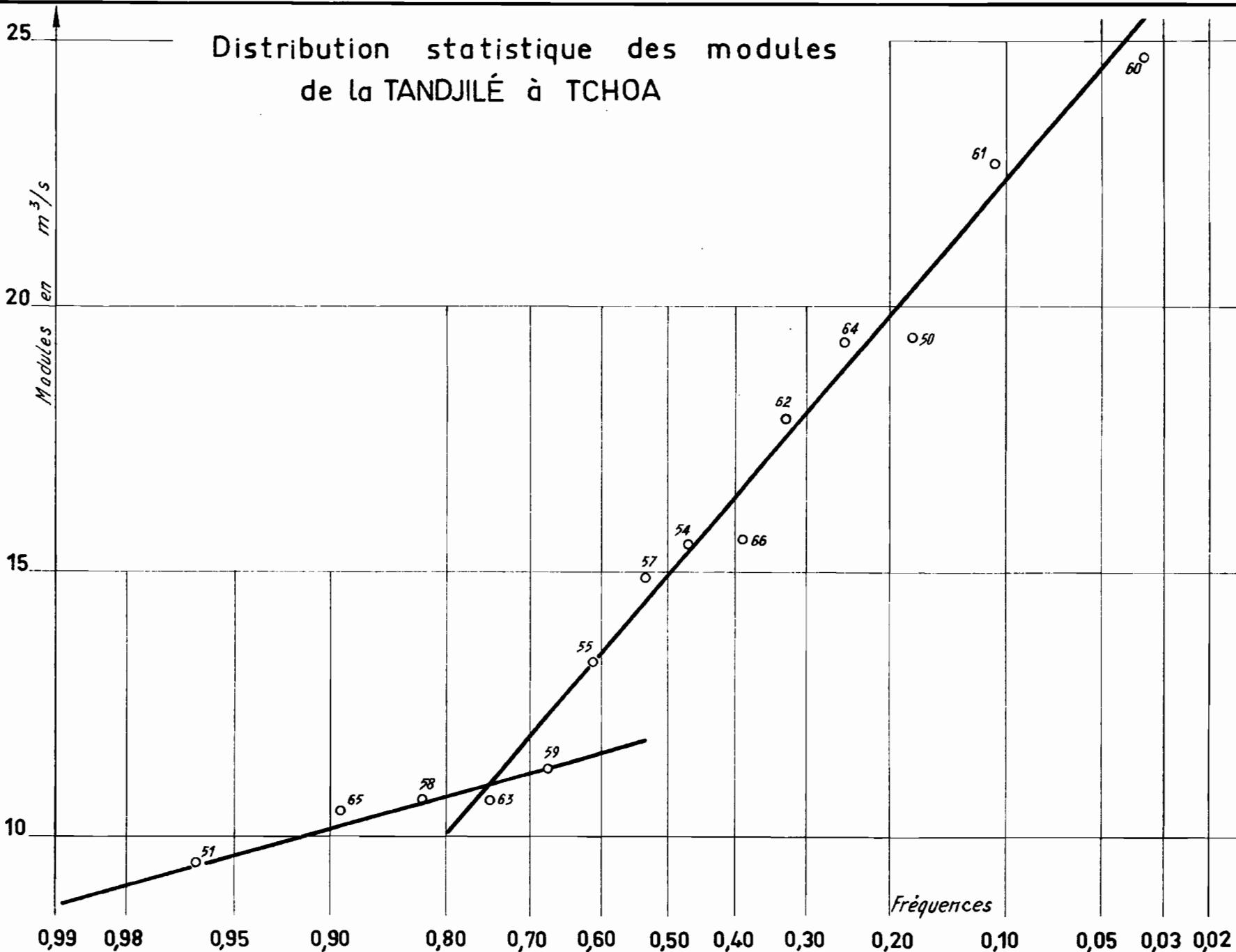
TANDJILE à TCHOA

Répartition statistique des modules

Rang	Année	Module (m ³ /s)	Fréquence
1	1960	24,7	0,0357
2	1961	22,7	0,107
3	1960	19,4	0,178
4	1964	19,3	0,250
5	1962	17,9	0,221
6	1966	15,6	0,392
7	1954	15,5	0,464
8	1957	14,9	0,535
9	1955	13,3	0,607
10	1959	11,3	0,678
11	1963	10,7	0,750
12	1958	10,5	0,821
13	1965	9,5	0,892
14	1951		0,964

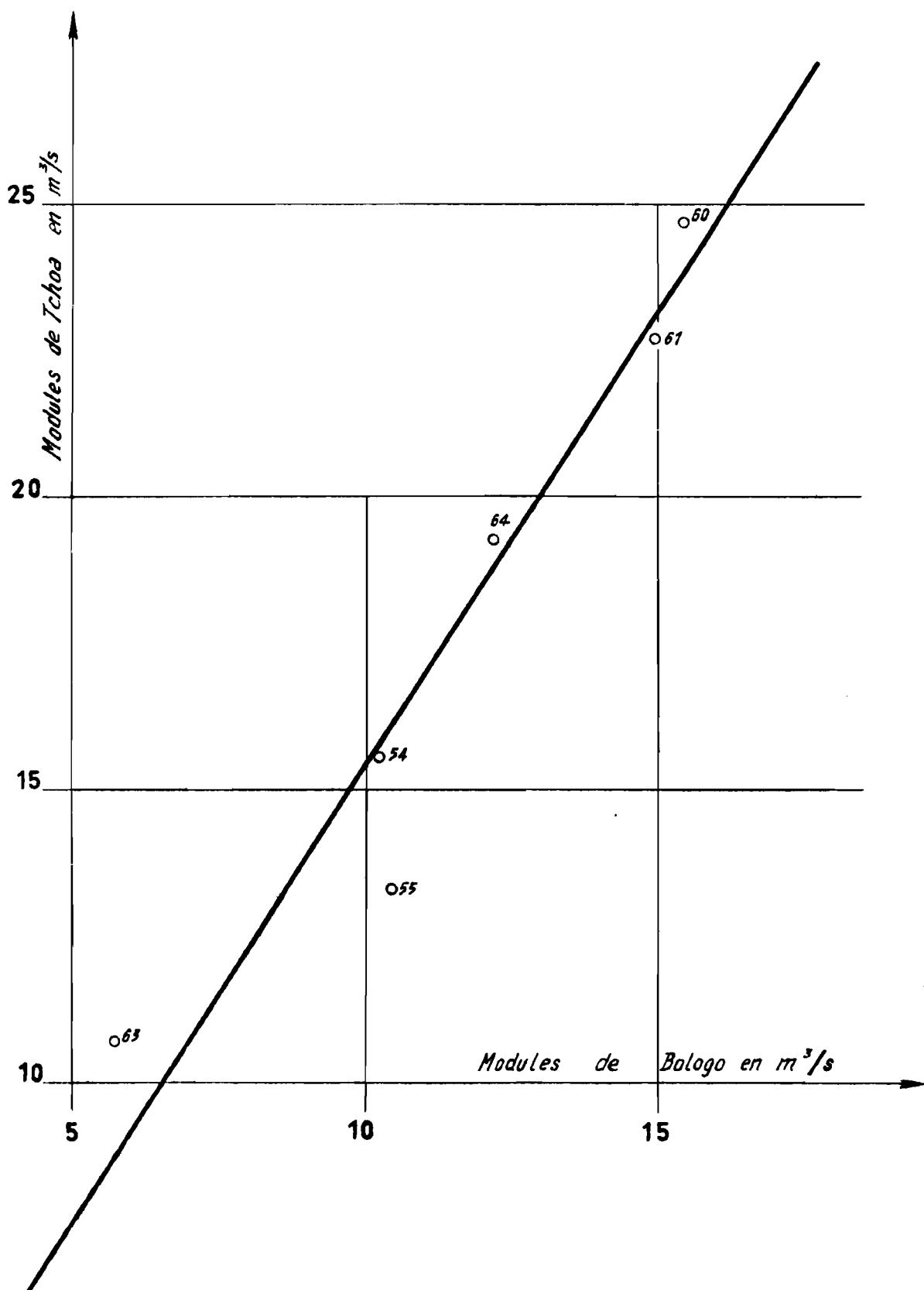
Distribution statistique des modules
de la TANDJILÉ à TCHOA

Gr: 324



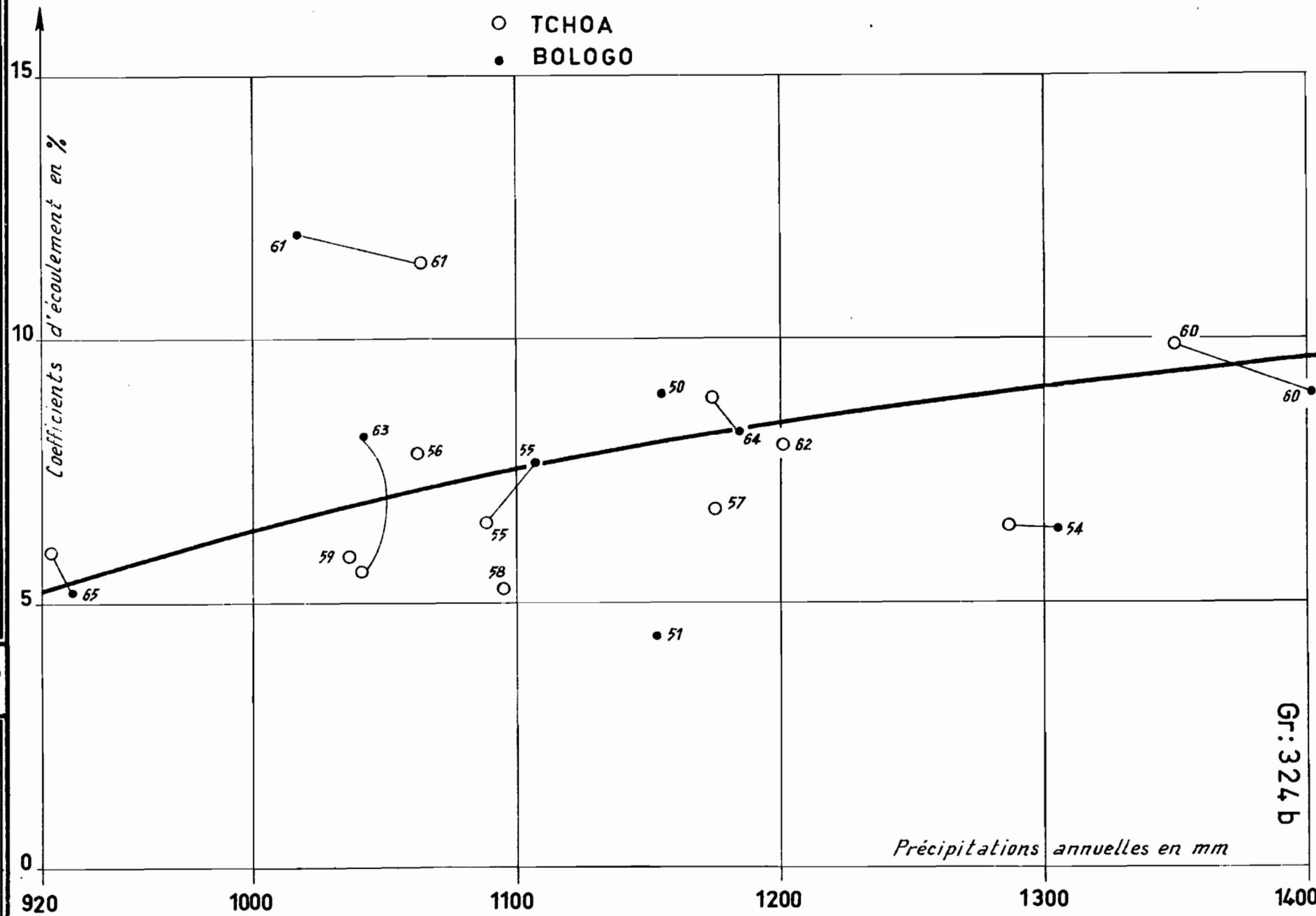
Correspondance entre les modules de la TANDJILÉ
à TCHOA et à BOLOGO

Gr: 324 a



Coefficients d'écoulement de TCHOA et de BOLOGO

○ TCHOA
● BOLOGO



La distribution ne suit pas une loi normale (graphique 3.1.3.4). Le régime d'écoulement est différent pour les modules inférieurs à 11 m³/s (qui correspondent aux années de précipitation moyenne sur le bassin inférieures à 950 mm) et les années de forte pluviométrie pour lesquelles les modules croissent beaucoup plus rapidement.

Les modules de différentes fréquences sont les suivants :

Module médian	:	14,7 m ³ /s
Module décennal humide	:	22,2 "
Module décennal sec	:	10 "
Module cinquantenaire humide	:	27 "

Remarques :

- 1) Le module médian de 14,7 m³/s correspond à un débit spécifique de 2,5 l/s.km².

Rappelons que le débit spécifique moyen du LOGONE à LAÏ est de 9,6 l/s.km².

- 2) La pluviométrie moyenne du bassin de la TANDJILE à TCHOA est de 1124 mm sur les 12 années considérées et le coefficient d'écoulement moyen de 7,4 %. Sur le graphique 21 de la 4ème Partie représentant la variation du coefficient d'écoulement moyen en fonction de la pluviométrie moyenne pour les stations du LOGONE Supérieur, le point représentatif du bassin de la TANDJILE 1124 mm, 7,4 %, est situé très au-dessus de la droite du graphique qui n'est évidemment pas extrapolable.
- 3) On notera enfin que le déficit d'écoulement moyen du LOGONE à LAÏ, de 1063 mm, est légèrement supérieur à celui de la TANDJILE, qui est de 1040 mm, mais tout de même remarquablement voisin.

3.2.5. Répartition saisonnière des débits à la station de TCHOA

Débits mensuels de fréquences au dépassement 0,25, 0,50

et 0,75

Les débits correspondant à ces fréquences sont récapitulés dans le tableau suivant :

Fréquences	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
0,25	1,9	1,6	2,0	4,7	21,8	81,5	68,1	23,7	8,8	5,8	4,4	3,0
0,50	1,0	1,0	1,6	3,3	15,5	73,8	54,5	18,0	6,3	4,0	2,3	1,6
0,75	0,8	0,3	0,7	2,1	8,8	52,6	43,4	14,5	5,8	3,0	1,9	1,4

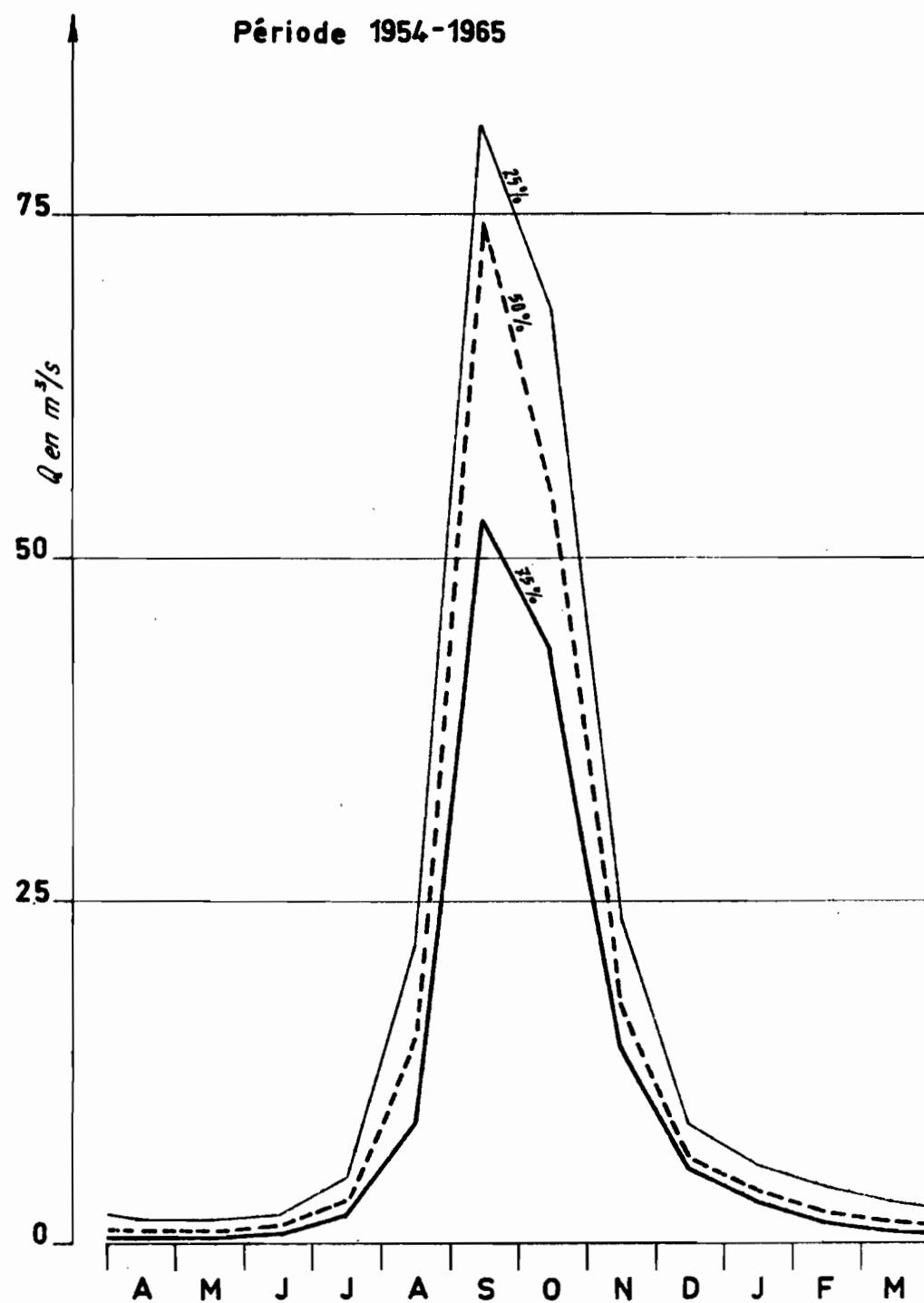
Le graphique 3.1.1.5 représente la variation saisonnière des débits mensuels de fréquence donnée.

Les courbes ont la même allure que pour les affluents du LOGONE Supérieur, mais les débits sont resserrés sur un nombre de mois plus réduit. Comme c'est souvent le cas en régime tropical, l'hydrogramme est de forme peu variable et le rapport du maximum au module presque constant.

LA TANDJILÉ à TCHOA

COURBES DES DÉBITS MENSUELS D'APRÈS LEUR FRÉQUENCE

Période 1954-1965



3.3. Cours inférieur de la TANDJILE et ses relations avec la "zone de capture"

3.3.1. Situation et morphologie

A TCHOA, station hydrologique ORSTOM située sur la route de LAÏ à KELO (et à KOLON), la TANDJIL quitte une vallée relativement encaissée, bordée d'une galerie forestière.

Jusqu'à AMBASGALAO, la rive droite garde le même aspect et reste boisée, mais, par contre, sur la rive gauche, s'ouvrent les "doigts de gant", dépressions allongées, encaissées entre des buttes d'allure dunaire, constituées de sables de la série de KELO. Ces vallées, orientées Est-Ouest, paraissent communiquer avec la KABIA. En fait, véritables culs de sac, elles présentent des cols bien marqués, et aucun courant, même en crue, ne les emprunte si ce n'est au moment de leur remplissage ou de leur drainage.

Ces dépressions se nomment TCHIRE (vers KELO), BATOUA, TAIGOU (station de TCHIRE-GOGOR), MOLOBA.

En aval d'AMBASGALAO, l'aspect change à nouveau : la TANDJILE pénètre en effet dans le lit majeur du LOGONE et la "zone de capture". AMBASGALAO est l'aboutissement d'une longue dépression orientée Nord-Ouest, appelée BOUBOUR-AGOU, dans le prolongement des étangs BORO et EROUI, au Sud de la dépression de capture.

Dans cette région, la berge gauche du lit majeur de la TANDJILE, comme sa berge droite, disparaissent (voir chapitre 4.2.). La végétation devient presque exclusivement herbacée. Plus en aval, le lit très profond, décrit des méandres dans le lit majeur du LOGONE, inondé en période de crue, et se jette dans cette rivière un peu en amont d'ERE. Le LOGONE fait, en aval du confluent, un coude très brutal et son cours se poursuit dans le prolongement de la TANDJILE.

En plus de ce bras principal, le plus occidental, d'autres bras de la TANDJILE rejoignent le LOGONE, entre le confluent et le village de TCHOUDE. Le principal aboutit en face du village de KIM.

Les sols de cette dernière partie du cours de la TANDJILE sont les mêmes que ceux des plaines du LOGONE et de la zone de capture : sols argilo-sableux à nodules calcaires, recouverts partiellement d'alluvions récentes du LOGONE : sables et limons. Les argiles se trouvent principalement dans les bas-fonds et les sommets des buttes.

Le niveau des eaux de la TANDJILE est influencé par celui du LOGONE très en amont du confluent. Mais si la station d'AMBASGALAO est sous la dépendance du remous du LOGONE, celui-ci ne remonte pas à TCHIRE-GGOR (voir paragraphe 3.2.3).

3.3.2. Topographie et hydrographie de la TANDJILE Inférieure

3.3.2.1. Nivellement

Les cheminements exécutés le long de la TANDJILE sont les suivantes :

a) Cheminement DORMOY (Mission TILHO) 1936 (1)

ERE - TANDJILE - KIM

TANDJILE à repère 651

b) Nivellement IGN

ERE - BASKLO (AMBASGALAO)

c) Nivellement ORSTOM

LAÏ - AMBASGALAO, tableau page 15 du supplément 1954 - Note B 1
Profil TCH 5529

d) Nivellement SATET (aménagement de la zone ERE - LOKA - TANDJILE)

3.3.2.2. Campagne hydrologique de 1950

Une tournée a été effectuée par J. TIXIER et M. ROCHE entre le 25 Septembre 1950, départ de BOLOGO, et le 2 Octobre 1950 arrivée à AMBASGALAO, soit près du maximum de niveau dans la zone de capture. Aucun chenal continu n'a été relevé entre TANDJILE et LOKA. Il y a au maximum de la crue des communications entre TANDJILE et courant de capture. Aucune ne laissait, en 1950, passer un débit supérieur à quelques centaines de litres/seconde.

3.3.2.3. Campagnes de Septembre 1954 et Mai 1955

a) La prospection de la rivière en aval de TCHOA a permis d'explorer les communications, en aval de TEHOUDE, en direction de KIM, dans le

(1) Le TCHAD et la capture du LOGONE par le NIGER.

lit majeur du LOGONE. Au moment de la crue, les eaux de la TANDJILE se distinguent des eaux troubles du LOGONE par leur limpidité. Le lit de la TANDJILE est, en amont du confluent avec le LOGONE, large et profond.

b) Un nivellement a été exécuté de LAÏ à AMBASGALAO en Mars 1955 par BERE et TCHOA.

La ligne de crête entre LOGONE et TANDJILE, au droit de BERE, dépasse de 9 m le niveau de l'étiage du LOGONE et de 4,4 m celui des plus hautes eaux. Aussi précaire que soit cette séparation entre les deux bassins, elle interdit les communications en amont de TEHOUDE entre les deux rivières.

c) Reconnaissance de la rive gauche de la TANDJILE et des 6 doigts de gant entre TCHOA et AMBASGALAO (campagne 1954).

La dépression de BOUBOUR-AGOU, aboutissant au Lac EROUI, a été reconnue en Septembre - Octobre 1950, comme on l'a vu plus haut.

La communication a un très faible débit vers le Lac BORO. La TANDJILE avait atteint la cote $344,597 - 0,57 = 344,03$ par rapport au repère IGN XXVII d'AMBASGALAO.

En 1954, avec une cote inférieure de 11 cm, un très léger courant a été observé, alors que la route de DJARGILA à AMBASGALAO était submergée de 10 à 15 cm, avec un débit total inférieur à 100 l/s.

La végétation, arbustive, est plus clairsemée sur les bords qu'au centre de la dépression, large de 300 m. Le sol est constitué d'argile à concrétions calcaires. Au Sud, elle est limitée par la butte de TCHIRE-MOUSEYE, sèche, sablonneuse et boisée. Par contre, vers le Nord, et jusqu'à AMBASGALAO, les terres, très argileuses mais sans concrétions, sont généralement inondées. En 1960, pour $2,30 \text{ m} + 2,30 = 343,11$, l'eau de la TANDJILE pénétrait entre TCHIRE-SIENI et AMBASGALAO.

La butte de DALOUI sépare les deux courants du marais BOUBOURAGOU rejoignant le Lac BORO.

3.3.2.3. Campagnes 1957 - 1958 - 1960

Complétant le système des échelles de crue posées par l'ORSTOM sur la TANDJILE à TCHOA, TCHIRE-GOGOR et NIBASGALAO, le Génie Rural (VIGNEAU) avait installé en 1957 une série d'"échelles de plaine". Mais celles-ci sont généralement situées en dehors de la zone d'inondation de la TANDJILE.

:	N°	Emplacement	:	Altitude	:	:
:	:		:	du zéro	:	:
:	:		:	IGN 1956-1962	:	:
:	29	TCHOA (1)	:	352,68	:	TANDJILE
:	30	TCHIRE-GOGOR	:	346,65	:	TANDJILE
:	18	:	:	347,79	:	inondée quand H : 348,00 à
:	:		:		:	TCHIRE-GOGOR
:	17	:	:	348,46	:	hors de la zone inondée
:	16	:	:	348,54	:	dépression doigt de gant hors
:	:		:		:	de la zone inondée
:	31	NIBASGALAO	:	340,81	:	TANDJILE
:	14	:	:	343,66	:	Hors de la zone inondée
:	13	:	:	343,63	:	Hors dépression inondée
:	12	:	:	344,73	:	Hors dépression inondée
:	:		:		:	:

- (1) La côte indiquée pour l'échelle de TCHOA ne résulte pas du niveling IGN effectué en 1960-1961, comme cela est indiqué dans la 2ème Partie, mais du niveling ORSTOM de Mars 1955 (voir supplément 1954 à la Monographie du LOGONE Inférieur); la borne cotée 358,167 dans ce niveling est vraisemblablement la borne 21 qui a été renivelée en 1960 par l'IGN (niveling de DJERA à LAI Cf. K₃ l₃ Ille 20) et dont le repère est à l'altitude 358,23, mais ceci est à vérifier sur le terrain. Dans ce cas, la cote exacte du zéro de l'échelle de TCHOA serait 352,75.

De plus, il semble que l'élément 1 - 3 n'ait pas été rattaché exactement aux éléments 3 - 5 de 1955 à 1960, ce qu'il est difficile de contrôler, les jaugeages d'étiage n'apportant aucune confirmation de ce déplacement d'échelle.

Ces échelles ne nous apportent donc aucun renseignement sur le régime d'inondation des plaines par la TANDJILE Inférieure, si ce n'est sur les limites extrêmes atteintes par les débordements de la TANDJILE.

4 - PLAINES de RIVE GAUCHE du LOGONE DRAINEES en DIRECTION de la BENOUÉ
(zone de capture du LOGONE)

4.1. Généralités

4.1.1. Historique des études

Par suite des conséquences désastreuses que pourrait avoir la capture totale du LOGONE par la BENOUÉ, cette partie du bassin a attiré l'attention de tous les scientifiques et techniciens depuis très longtemps et elle a été l'objet d'importantes études dans le passé. C'est pourquoi il a été jugé utile de présenter ci-après un court historique de ces recherches.

Le Général TILHO, dans son ouvrage "Le TCHAD et la capture du LOGONE par le NIGER", publié en 1947, fait le point de toutes les études et prospections effectuées dans cette région jusqu'à la fondation de la Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD (1947). Outre les récits des premières explorations, ce document fournit de nombreux renseignements géographiques et topographiques.

C'est à la suite d'un voeu de l'Académie des Sciences Coloniales, émis après avis donnés par le Bureau des Longitudes et l'Académie des Sciences, appuyé par le Ministre des Colonies que furent entreprises des études topographiques de 1935 à 1936 (nivellements TRIAL). La fondation de la Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD intervint, en 1947, pour compléter sur des bases plus générales les documents recueillis lors de ces explorations, notamment dans les domaines de la pédologie, de l'hydrographie et de l'hydrologie, insuffisamment étudiés jusqu'ici.

Le problème était ainsi posé par le Général TILHO dans "le TCHAD et la capture du LOGONE par la BENOUÉ" : "La mesure précise des pentes de la dépression par où s'effectue le détournement des eaux, la faible résistance à l'érosion opposée par ses terrains argilo-sableux, l'absence totale dans leur sous-sol immédiat de roches dures, l'aspect même de l'ensemble de la région, tout permet, en effet, de conjecturer que l'aggravation naturelle de cette capture partielle est inévitable et qu'elle a de grandes chances d'être plutôt rapide que lente". Le Général TILHO mettait en relief l'aspect économique de la mise en valeur des terres alluviales et la nécessité de maintenir dans le bassin tchadien "les eaux du LOGONE qui vont se perdre inutilement dans le NIGER par la dépression de capture".

Dès 1948, la Mission installée au TCHAD par la "Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD" avait constaté que les phénomènes étudiés sous un angle moins topographique et par des hydrologues ne présentaient pas un danger aussi pressant que le supposait le Général TILHO, et la suite des recherches entreprises en 1949 et 1950 avait nettement confirmé cet aspect rassurant du processus de capture. Par contre, l'intérêt économique qu'il avait souligné restait entier et de larges possibilités s'ouvraient à des aménagements hydro-agricoles. En outre, les déversements pouvaient accroître le potentiel des Chutes GAUTHIOT, sur le Mayo KEBI (ces objectifs avaient déjà été examinés rapidement par la Mission LHUILLIER-BETREILLEUX en 1947).

Dans le cadre des projets d'aménagement, de nombreuses études ont été lancées par le Service de l'Agriculture, du Génie Rural, des Travaux Publics et par l'Electricité de France, études auxquelles la Mission LOGONE-TCHAD a été conviée à participer, généralement à titre gratuit. Par la suite, avec l'aide de ces mêmes Organismes, des Conventions ont permis de poursuivre les observations à l'expiration des activités de la Commission Scientifique du LOGONE-TCHAD, relayée en Décembre 1958 par le "Centre ORSTOM de FORT-LAMY" (alors appelé "Centre de Recherches Tchadiennes").

Bien que ces circonstances aient permis de rassembler une documentation très importante, il est cependant regrettable que les observations aient dû être périodiquement interrompues par mesure d'économie lorsque l'équipe hydrologique était appelée dans d'autres secteurs. Si certaines parties des plaines du LOGONE ont été étudiées avec une minutie extrême, l'ensemble des résultats manque parfois de la cohérence qu'il aurait eu si un plan strict avait pu être suivi depuis le début des opérations et réalisé avec des moyens suffisants, ce qui n'a guère été le cas qu'en 1955.

Ainsi, les études d'aménagements agricoles dans la zone ERE-LOKATENDJILLI ont débuté en 1950 (projet de la digue d'ERE), elles ont été poursuivies en 1956, 1957 et 1958 sous l'impulsion du Génie Rural, reprises par l'ORSTOM en 1960, puis de nouveau en 1962. Il en a été de même pour les Chutes GAUTHIOT, commencées en 1959 et reprises en 1964, du Pont de TIKEM, étudié en 1950 et en 1965, etc....

Le mérite de l'ORSTOM est sans doute d'avoir assuré la continuité et d'avoir recueilli et conservé les documents accumulés pendant une vingtaine d'années d'études et de recherches dans le bassin du LOGONE, et d'avoir orienté, malgré tout, les travaux sur le terrain dans le sens de la recherche fondamentale, ce qui leur permettrait de conserver tout leur intérêt même si certains des aménagements projetés ne voyaient pas le jour.

4.1.2. Aspect général des plaines de la rive gauche du LOGONE entre la TANDJILE et YAGOUA

A la sortie de la région des KOROS, et en aval de GABRIN-GOLO, la voie est largement ouverte aux déversements sur la rive droite. Il n'en est pas de même sur la rive gauche, bien que le pays soit extrêmement plat jusqu'au confluent de la TANDJILE. Les nivellements montrent qu'un bombement, presque insensible, sépare les deux bassins jusqu'à TEHOUDE à l'Ouest de KIM. Mais en aval de TEHOUDE, les lits majeurs de la TANDJILE et du LOGONE se confondent et les bras émis par les deux rivières communiquent. Sur la rive gauche, une large dépression fossile, de la dimension du lit majeur du LOGONE, la dépression ERE - LOKA - KABIA, aboutit aux lacs TOUBOURIS. Cette dépression est à peine sensible sur le terrain dans un pays uniformément plat, mais elle est bien visible sur les cartes morphologiques ou pédologiques ; on y trouve les mêmes sédiments que dans les plaines du LOGONE : à la base, les sols argilo-sableux à nodules calcaires résultant des dépôts de la deuxième transgression du Lac TCHAD (1^{re} série lacustre), recouverts par des sédiments limoneux-sableux résultant d'anciens bourrelets, des sables grossiers déposés dans les lits mineurs, des argiles de dépression. Cette ancienne vallée du LOGONE est encore inondée chaque année par les déversements du LOGONE qui se produisent dans la région d'ERE.

Naissant dans la dépression, la LOKA recueille ces déversements. Cette rivière est vraisemblablement un ancien lit de la TANDJILE qui devait être un affluent de la KABIA, à une époque récente, avant d'être captée par le LOGONE.

La LOKA se jette dans la KABIA et lui apporte les eaux de la dépression ERE-FLANGA. La KABIA rencontre perpendiculairement la dépression des lacs de FLANGA et de TIKEM ou dépression toubourie, en face des Monts DAOUA. Ce massif montagneux granitique domine les plaines de 350 mètres.

Les Toubouris, formés de trois lacs successifs : FLANGA, TIKEM et N'GARA, recueillent non seulement la KABIA mais encore une seconde série de déversements de rive gauche du LOGONE qui se produisent au seuil de DANA en face de BONGOR. A l'Ouest des lacs s'étendent, au CAMEROUN, des sols ferrugineux tropicaux, de la série des sables de KELO, accumulés en dunes fossiles orientées Sud-Ouest - Nord-Est, qui constituent pour une fois une limite nette aux zones d'inondation.

Le Lac de TIKEM contourne l'extrémité Sud du Massif de FIANGA. Les affleurements rocheux sont fréquents dans la dépression Toubourié sans qu'ils semblent être la cause du "seuil" existant entre le Lac de TIKEM et le Lac de N'GARA. A M'BOURAO, la roche est si proche que l'existence du seuil rocheux n'est pas doutcuse, mais des barrages naturels sableux ou sablo-limoneux ont été créés par les mayos affluent de part et d'autre dans la dépression principale et relèvent localement ce seuil. Au-delà de M'BOURAO, la dépression, qui a pris le nom de Mayo KEBI et qui présente toujours des caractères fossiles, se dirige vers la BENOUE, mais ceci nous entraîne trop loin du LOGONE.

Il n'a été question jusqu'ici que des deux dépressions quittant le lit majeur du LOGONE à ERE et à BONGOR (DANA). Ceci ne veut pas dire qu'entre ces deux dépressions il y ait un triangle entièrement émergé en période de crue. En fait, un certain nombre de mares et de dépressions sont visibles dans ce triangle, bien que les débits transités entre LOGONE et BENOUE, par cette voie, soient négligeables. Mais les volumes d'eau mis ainsi en réserve pendant la crue jouent un rôle important et mal défini comme on a pu le constater dans l'étude des crues du LOGONE entre ERE et BONGOR (chapitre 2.2.5.).

L'hydrologie des plaines de rive gauche de cette section est encore compliquée du fait de l'imbrication des déversements du LOGONE et des crues des affluents locaux, TANDJILE, KABIA, en particulier.

Pour la commodité de l'étude, quatre régions ont été distinguées dans cet ensemble et seront étudiées successivement :

- 1 - TANDJILE Inférieure (chapitre 3 - 2)
- 2 - Dépression ERE-LOKA (chapitre 4 - 2)
- 3 - Seuil de DANA (chapitre 4 - 3)
- 4 - Lacs Toubouris (chapitre 4 - 4)

Avant d'aborder ces études de détail, est-il permis d'émettre une hypothèse sur la genèse de cette région qui a fait couler beaucoup d'encre ?

Loin d'être un phénomène en progression annonçant une "capture" du LOGONE par le Mayo KEBI" à brève échéance, les déversements du LOGONE à ERE paraissent être le dernier épisode d'une longue histoire géologique.

Le LOGONE a creusé la vallée ERE, FIANGA, DANA au Continental terminal, dans les séries sablo-argileuses des sables de KELO (résultant de la première transgression de la mer Paléotchadienne) qui ont évolué en sols ferrugineux tropicaux s'étendant largement tant au Sud de la dépression qu'au Nord, dans le triangle ERE-FIANGA-BONGOR.

Dans un deuxième épisode, le col existant entre le LOGONE et le Mayo KEBI, vraisemblablement dans le prolongement des montagnes de FIANGA, s'est abaissé par érosion, servant de trop plein aux eaux du Lac TCHAD, beaucoup plus étendu que le lac actuel. Le LOGONE a pu s'écouler par cette nouvelle voie. Cet abaissement du col s'est produit entre la deuxième et la troisième transgression du Lac TCHAD ; en effet, en amont de DANA et dans la dépression de capture et les lacs Toubouris, les dépôts de la troisième transgression (deuxième série lacustre) ne sont pas représentés et la crue du lac s'est manifestement arrêtée au niveau du déversoir Toubouris lors de cette transgression.

Dans un dernier épisode, les alluvions fluviales ont comblé la dépression ERE-FIANGA à un point tel que la voie ERE-BONGOR, d'ailleurs plus directe et plus courte, a été empruntée de préférence à la longue boucle passant par FIANGA. Il n'est pas impossible qu'il y ait eu, à certaines époques, un renversement du courant dans l'actuel lac de FIANGA et un écoulement du LOGONE de DANA vers FIANGA et M'BOURAO.

En effet, la dépression Toubourie est presque horizontale et il suffit d'un remblaiement très peu important, à une extrémité, ou d'une subsidence générale très faible pour que la pente s'inverse.

Ces conditions naturelles exceptionnelles, que complétait l'existence sur le Mayo KEBI des Chutes GAUTHIOT 25 km en aval de M'BOURAO, seraient favorables à un aménagement hydraulique de cette région, améliorant très sensiblement les conditions naturelles.

4.2. Description et genèse de la dépression ERE-LOKA-KABIA

On a vu qu'au niveau de KIM, la plaine d'inondation de la rive gauche du LOGONE s'étendait très loin vers l'Ouest et qu'une dépression fossile partait sensiblement du lit actuel du LOGONE. Cette dépression est à l'origine divisée en trois dépressions parallèles aboutissant au Sud-Ouest du village d'ERE, dans les plaines d'inondation du LOGONE et de la TANDJILE. Le lit de la LOKA est creusé un peu plus à l'aval dans ces dépressions et se jette dans la KABIA, affluent des Lacs Toubouris.

4.2.1. Origine et morphologie de la dépression ERE-LOKA-KABIA

Les hydrologues ont prospecté en 1948, 1950, 1957, 1958, 1960 et 1966 les différentes voies suivies par les courants de la dépression provenant des déversements du LOGONE et de la TANDJILE, mesuré la vitesse de ceux-ci et les profondeurs d'inondation.

Les cartes topographiques de l'IGN et les cartes pédologiques de l'ORSTOM permettent maintenant de mieux interpréter les résultats de ces observations.

La dépression ERE-LOKA-KABIA est une ancienne vallée du LOGONE que le fleuve a balayé de la même manière que les plaines de la rive droite. Les sols de la dépression, notamment les argiles à concrétion calcaire, sont caractéristiques des plaines du LOGONE.

Plusieurs faits inclinent à penser que l'abandon de cette voie par le LOGONE est un phénomène récent, mais il convient de décrire la vallée avant d'émettre une hypothèse à ce sujet : entre le confluent du LOGONE et de la TANDJILE à une extrémité, et le Lac de FINGA à l'autre, sur une bande large de 5 à 12 km et longue de 60 km, les sols de la série de KELO ont été déblayés par l'érosion fluviale à une époque antérieure à la deuxième transgression du Lac TCHAD. La vallée a ensuite été remblayée par des débâts lacustres, argilo-sableux, ayant donné les sols à concrétions calcaires qui tapissent le fond de la dépression et que les géologues datent de la deuxième transgression.

À une époque ultérieure, le fleuve a occupé cette vallée, comme en témoignent des cordons de sable grossier (provenant des lits), des plages de limon (provenant des bourrelets de berge) et d'argiles déposés dans les points bas. Le sable grossier, ayant été moins touché par les érosions ultérieures que les limons et les argiles, constitue les hauts-fonds actuels et parfois même les "îles" de la vallée qui est entièrement inondée au moment de la crue. Ces sables sont difficiles à distinguer des sables de KELO qui sont beaucoup plus anciens mais également d'origine fluviatile.

La partie supérieure de la vallée, sur 30 km à l'Ouest du LOGONE, est partagée, dans le sens de la longueur, par deux cordons de sable grossier orientés, comme la dépression, Ouest-Nord-Ouest. Le cordon Nord est étroit et presque continu ; le cordon Sud, plus large, est démantelé et paraît plus ancien.

Trois dépressions longitudinales sont ainsi délimitées, dont les sols sont soit des limons, soit des argiles à concrétion (voir carte hors-texte).

La dépression centrale mesure 4 km de largeur. La dépression Sud mesure 3 km, partant d'une zone déprinée de la rive gauche de la TANDJILE elle aboutit aux Lacs EROUI, aux Lacs BORO, et à la vallée de la LOKA. Mais la LOKA la quitte en aval de DJIDI-BIRGAÏ pour traverser la vallée fossile et rejoindre la rive droite. C'est la KABIA qui occupe ensuite la dépression Sud, puis la traverse également en biais pour rejoindre la LOKA sur la rive droite. La "dépression" KOULOUBI par laquelle les eaux de la LOKA se déversent partiellement dans la KABIA, en amont du confluent des deux rivières, se trouve précisément dans le prolongement de la dépression Sud.

Il paraît très probable que le LOGONE a coulé dans la dépression Sud (le long du cordon sableux actuel) et se déversait alors dans le Lac de TIKEM et le Mayo KEBI.

Plus récemment, la TANDJILE semble avoir également emprunté cette voie et creusé, cette fois-ci, dans la dépression elle-même, les étangs EROUI et BORO et le lit de la LOKA. Cette rivière ressemble d'ailleurs beaucoup à la TANDJILE, mais à une TANDJILE qui serait en train de se colmater et de se dégrader faute d'un débit et d'une puissance de transport suffisants.

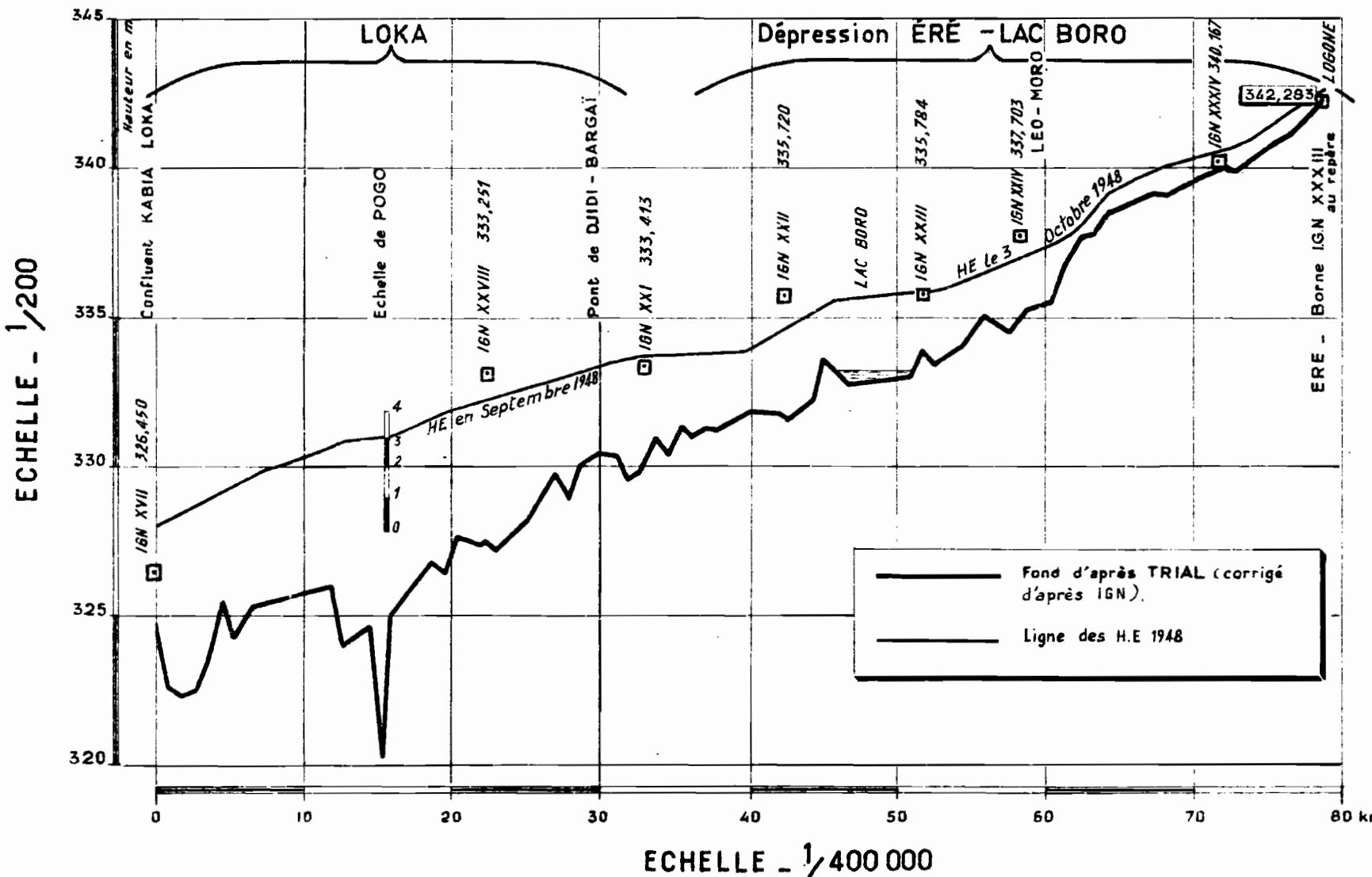
La dépression Nord de la vallée fossile est appelée "HORGUINA". C'est la partie qui est actuellement la plus active de la vallée.

Recouvrant les sols argilo-sableux à nodules calcaires anciens, les sédiments sableux récents, plus ou moins grossiers, et les limons sont dans l'alignement du cours du LOGONE tel qu'il se présente en amont du coude d'ERE.

La ligne de buttes exondées de KIORAN, KIORAN II, LEO M'BAYA et ERE se trouve dans le prolongement de la rive droite du LOGONE entre le coude de la TANDJILE et KIM.

PROFIL EN LONG DE LA DÉPRESSION DE CAPTURE
DU LOGONE A ÉRÉ AU CONFLUENT LOKA - KABIA

Borne astro de LAÏ - 358.104
" " de BONGOR - 328.315



TCH 81.314

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

ED:

LE: 1950

DES: J.M

VISA:

TUBE N°:

A.O

Il est donc très probable que le LOGONE a coulé dans la dépression Nord à une époque donnée : mais cette époque est-elle récente, au sens géologique naturellement ?

Plusieurs faits semblent le prouver :

- a) La coïncidence presque parfaite des rives droites de la dépression et du LOGONE en amont du coude, déjà signalée. La butte d'ERE serait l'un des derniers vestiges d'une berge démantelée peu à peu.
- b) La brusquerie du coude d'ERE a l'allure classique d'un "coude de capture". L'hypothèse de l'occupation d'un ancien lit de la TANDJILE par le LOGONE n'est pas à retenir, du fait des puissances relatives de ces deux rivières, puissances qui ne permettraient pas à la TANDJILE d'imposer un tracé au LOGONE. Ce coude ne semble pas plus le résultat d'un recouplement de méandre, dont il n'y a aucune trace. Par contre, une défluviation brusque du LOGONE, coulant primitivement vers l'Ouest, en direction du Nord, rendrait parfaitement compte de son existence.
- c) Le lit en aval du coude d'ERE est de toute évidence très jeune, comme le prouvent son étroitesse, la vitesse des courants et l'érosion très rapide de la rive gauche en amont d'ERE.
- d) Le déversement actuel le plus important en direction de la dépression est compris entre ERE et le coude de la TANDJILE. Ce serait précisément l'emplacement qu'aurait occupé le lit du LOGONE, dont on peut imaginer le colmatage progressif avant sa défluviation dans le lit actuel.

Contre cette hypothèse, il convient cependant d'observer qu'il n'existe aucune trace d'un lit récent du LOGONE dans la dépression (en particulier pas de trace des deux berges du lit apparent avec un écartement correspondant au débit du LOGONE) et que l'érosion a eu le temps de créer une inversion du relief, les anciens lits sableux constituant les buttes et les bourrelets les sols des dépressions actuelles.

Il n'est pas interdit de penser que le LOGONE a pu bifurquer à plusieurs reprises et emprunter tantôt la voie actuelle, tantôt la voie d'ERE-FIANGA, à mesure que l'une ou l'autre se trouvait colmatée ou surélevée par l'alluvionnement.

Le jeu de l'alluvionnement n'est d'ailleurs peut-être pas la seule raison de ces changements de direction et de ces défluviations. Des mouvements généraux du sol pourraient bien en être également responsables, malgré la stabilité légendaire du socle africain. Un fait frappant est bien celui de la tendance du LOGONE à s'appuyer constamment le long de la rive droite de son lit majeur tout le long de son cours. Ceci s'expliquerait par une subsidence récente d'Ouest en Est ; cette subsidence rendrait compte également de phénomènes secondaires tels que le retour au LOGONE de la LOGOMATIA, au coude de N°GODEI II : cette rivière se jetait autrefois dans le YAERE et le changement brusque d'orientation, primitivement Nord, maintenant Est, s'explique mal. Dans un pays où les pentes sont extrêmement faibles, le plus léger basculement peut avoir des conséquences très importantes sur le réseau hydrographique (1).

4.2.2. Direction des courants dans les plaines en aval d'ERE

Les eaux du LOGONE s'écoulant en direction de la dépression ERE-LOKA-KABIA proviennent presque toutes de la berge comprise entre le "coude d'ERE" (confluent de la TANDJILE) et le village d'ERE, sur une longueur de 1000 m environ.

En aval d'ERE, les eaux continuent à pénétrer dans le lit majeur du LOGONE, mais sont détournées parallèlement au LOGONE vers le Nord, en direction de KOLOBO. Le partage des eaux est dû à un haut-fond situé entre LEO M'BAYA et ERE, dans le prolongement de la rive droite de la dépression.

En amont du confluent de la TANDJILE, les pertes sont très peu importantes. Celles de la rive gauche de la TANDJILE à AMBASGALAO se dirigent vers les lacs EROUI et BORO. Plus en aval, elles s'écoulent dans la dépression centrale. En amont d'AMBASGALAO, il n'y a guère entre TANDJILE et dépression que de vagues communications sans écoulement appréciable.

Le sommet de la berge, entre ERE et TANDJILE, est à peine érodé, si ce n'est au voisinage du fleuve où les touffes d'herbes sont déchaussées par le courant. Le passage fréquent des hommes et des animaux a accentué cette érosion. Des "chenaux" coupent la berge, ils sont profonds de 0,50 à 0,90 m, mais ils ont été creusés par les pêcheurs. Le recul de la rive droite serait de l'ordre de 1,00 m par an. Elle n'est donc pas stabilisée ; le coude est récent et en pleine évolution.

(1) Au Nord du Lac VICTORIA, un basculement récent du sol a inversé le cours de plusieurs rivières et modifié totalement le réseau hydrographique alimentant le Lac KIOGA.

En s'éloignant du LOGONE vers la LOKA, le courant de capture, qui n'est pas encore entré dans la dépression, passe entre la "rive droite" (MAHORA) et l'île de M'BELE où il a pu être mesuré. Le courant venant de la TANDJILE passe au-delà de M'BELE et a été mesuré le long de la route de DALUI qui coupe perpendiculairement la dépression. Il n'est important que lors des fortes crues.

En aval de M'BELE, le courant se partage :

- a) au Nord, il suit la longue dépression HORGUIMA et traverse le cordon bordant le Sud de la dépression HORGUIMA pour rejoindre directement la LOKA au Nord-Ouest de DJIDI-BARGAI. Ce cordon n'est d'ailleurs qu'un haut-fond et des courants secondaires s'échappent vers la dépression centrale ;
- b) la seconde branche quitte la dépression Nord en aval de M'BELE et traverse en biais toute la vallée en direction de LEO MORO : elle emprunte ensuite la dépression Sud jalonnée par l'étang EROUÏ et les lacs BORO d'où s'échappe la LOKA.

Toute la "vallée" comprise entre la rive Nord ERE-LEO M'BAYA-KAORAN-DJARI-MORO BAYE ... et la rive Sud AIBASGALAO, DALUI, LEO MORO, est submergée lors des crues normales du LOGONE, mais avec des profondeurs variant de 0,70 à 1,00 m dans les dépressions, 1,20 à 3,00 m dans les lacs, 0,10 à 0,50 m sur les hauts-fonds constitués par les cordons sableux. L'écoulement en nappe est très lent. La direction des courants est généralement repérable, mais il n'est pas possible d'évaluer le débit de chaque dépression particulière, si ce n'est dans les passages relativement étroits tels que la section entre MAHORA et BELE.

En aval des Lacs BORO, à une trentaine de kilomètres du LOGONE, après avoir reçu les apports du HORGUIMA, la "vallée" se rétrécit (de 12 à 8 km) et le courant se concentre en majeure partie dans la LOKA, où a été établie une station de mesure, à POGO. Cette rivière au cours tortueux, au profil coupé de biefs et même de petits rapides, se jette dans la KABLA après un trajet de 36 km (suivant l'axe de son lit majeur), son lit n'est vraiment bien marqué qu'en aval de DJIDI-BARGAI et sa ressemblance avec la TANDJILE a été déjà signalée (même largeur, même profil accidenté, rideaux d'arbres touffus sur chaque berge).

Mais toutes les eaux de la dépression ne restent pas dans le lit de la LOKA. Une partie se déverse dans la KABLA, par la dépression KOULOUBI

La "vallée" se réduit à la plaine d'inondation de la KABIA en aval du confluent de la LOKA, d'une largeur de 4 à 5 km. Le lit principal de la KABIA longe la rive Nord et peut être facilement atteint en saison des pluies par MOLFOUDEI et PATALAO. C'est à PATALAO que sont contrôlés le plus aisément les volumes déversés dans la dépression d'ERE (en soustrayant pendant les apports du bassin propre). La largeur du lit majeur n'y dépasse pas 200 mètres. La KABIA décrit des méandres très resserrés en boucles quasi-fermées en aval du confluent de la LOKA, se recoupant parfois. Au voisinage du lac de FIANGA, son courant devient plus rapide, surtout au début de la crue, lorsque le lac n'est pas plein (le lit principal, large de 30 m à PATALAO se réduit à un canal rectiligne de 10 m de large à l'arrivée dans le Lac de FIANGA).

Le cône d'alluvionnement de la KABIA se déploie sur toute la largeur du lac (2,5 km) et vient s'appuyer sur les arènes granitiques descendant des montagnes de FIANGA. Ce seuil sépare les lacs de TIKEM et de FIANGA. Les flots de la KABIA se partagent au moment de la crue entre les deux lacs. Dans le chenal les reliant, le courant descend simultanément vers FIANGA et vers TIKEM. Ce phénomène est décrit dans l'étude des lacs TOUBOURIS au chapitre 4.3.

4.2.1. Travaux topographiques dans la dépression d'ERE-LOKA-KABIA

La topographie de la "zone de la capture" est précisée par les cartes au 1/100 000 de l'IGN, d'après photographies aériennes et complément sur le terrain, et de nombreux nivelllements de précision.

4.2.1.1. Nivellements de 1935-1936 de l'équipe TRIAL-DORMOY

a) Cheminement TRIAL, Mai-Juin 1935 de FIANGA à ERE (Tableaux D).

Ce cheminement part de la "borne 507" de FIANGA, dont la cote arbitraire est 300,00 m, emprunte la rive droite de la KABIA en passant par MOLFOUDEI, PATALAO, puis la vallée de la LOKA.

La cote de la borne d'ERE, 695, aboutissement du cheminement, était 321,435 m. Le cheminement indiquait une pente continue moyenne de 1/4600 sur un parcours de 103,5 km d'ERE au Lac de FIANGA.

Mais cette pente est irrégulière. À partir d'ERE, après un méplat de 2,5 km, la pente devient forte (4,83 m sur 15,3 km), plus faible dans la section des lacs BORO (4,33 m pour 9 km, puis 0,45 m sur 6 km). La LOKA est une succession de biefs et de rapides. Il en est de même de la KABIA. La pente de la KABIA devient de plus en plus forte à mesure que l'on se rapproche des lacs TOUBOURIS.

b) Nivellement DORMOY, Avril-Mai-Juin 1935 (Tableau E) de POGO à HAM (sur le LOGONE) de HAM à ERE (rive gauche du LOGONE de KOLOBO à ERE)

Ce nivelllement n'emprunte pas la dépression de la capture, mais le trajet de l'ancien "canal de HAM" reliant la KABIA au LOGONE, au droit de HAM puis passe sur la rive gauche entre DJOUMANE et KOLOBO.

Il donne la cote de la berge du LOGONE à HAM (repère 210), 313,861, et d'une échelle d'étiage (zéro 311,031). Le cheminement passe à DJOURAYE, à KOLOBO, et aboutit à ERE où le repère 695 est coté 321,132 contre 321,435 m dans le nivelllement Trial.

La différence d'altitude de la borne d'ERE 695 est donc de 0,303 m entre les cheminements DORMOY et TRIAL, ce qui est considérable pour un nivelllement de précision et difficile à attribuer à un enfoncement des bornes. De ce fait, ces nivelllements, excellents pour une première prospection, sont inutilisables pour des travaux de précision.

c) Cheminement DORMOY, Février 1936 (Rive gauche d'ERE à KIM)

Partant du repère d'ERE 695 avec l'altitude TRIAL 321,435, le cheminement passe au confluent de la TANDJILE (sol à 322,23) qui est franchie au km 6,32 en amont d'ERE, pour rejoindre KIM au km 12,030 sur la rive droite du LOGONE.

- Repère de KIM	:	F = 324,284
- Zéro de l'échelle d'étiage	:	320,445

d) Cheminement ARNAUD - JULVECOURT (Février 1935) (Tableau F) du confluent de la TANDJILE au repère 651 (cheminement TRIAL)

Précise la topographie de la dépression de capture entre le confluent de la TANDJILE et le point du nivelllement TRIAL situé à 6 km d'ERE.

e) Cheminement DORMOY le long de la route de LEO BATANA (Février 1936)

L'extrémité du cheminement au km 5,3 indique sensiblement la même cote qu'au départ, 321,266 contre 321,444. Cette route suit pratiquement une courbe de niveau.

- f) De la route de LEO BATANA point 1^e à 1,86 km d'ERE jusqu'au point 60, sur la TANDJILE, situé à 6,3 km d'ERE.

Cette transversale précise la topographie de la dépression.

- g) Les nivelllements d, e et f permettent de constater qu'il existe un large méplat en bordure de la TANDJILE, suivi d'une pente assez forte vers les lacs BORO ; mais nous avons pu constater que très peu d'eau se déversait de la TANDJILE dans la dépression de capture par cette voie à l'heure actuelle. La carte pédologique de cette région indique qu'il n'en a pas toujours été ainsi. Les modifications profondes par hydromorphie d'une très large bande indiquent que les passages d'eau y ont été très importants dans le passé.

4.2.1.2. Nivellements de l'Institut Géographique National

Ces nivelllements sont consignés dans le répertoire de la feuille de FIANGA.

- a) Cheminement de 2ème ordre de FIANGA à DJIDI-BARGAI Cah, équipe DIDELIN, PIEL, DESRUISEAUX, 1947-1948.

Il part à MOLFOUDEI au droit de FIANGA de la borne marquée VII C M 59 et longe la KABIA et la LOKA ; 2 bornes du cheminement TRIAL sont renivelées :

		(IGN 1962)	TRIAL	△
- à 2,6 km de MOLFOUDEI sur la KABIA, borne TRIAL 41 rivet	323,782	303,513	20,269	
- près du confluent LOKA-KABIA, borne TRIAL 160 rivet	326,345	306,396	19,949	

La grande divergence entre les cotes de ces deux points ne permet pas de les utiliser pour le rattachement du système de TRIAL au système IGN.

- b) Cheminement Caj^e de DJIDI-BARGAI à LEO MORO (même équipe) suit l'ancien parcours de TRIAL.

- c) Cheminement Chj de DJIDI-BARGAI à ERE par KAORAN, suit un nouveau tracé en dehors de la dépression de capture et aboutit à ERE à la borne fondamentale XXXIII près du campement :

Borne XXXIII : repère = 342,283 rivet = 342,419 (IGN 1953 et 1962),

Il retrouve la borne TRIAL 691 dont le sommet est à l'altitude (IGN 1953) de 341,040 contre 321,511 (TRIAL) - H = 19,529, mais DORMOY a trouvé pour la même borne : 320,745 soit avec IGN H = 20,295

la borne TRIAL 331 au confluent de la LOKA avec l'ancien canal de HAM (GUENE) est cotée 329,133 (IGN 1953) contre 310,878 TRIAL - H = 18,455

Les résultats sont donc encore incohérents.

- d) Cheminement Cjk ERE à DALUI traversant la zone de capture.

4.2.1.3. Nivellements de la Section d'Hydrologie de l'ORSTOM

- a) Nivellement pour un projet de digue (Mai 1950) de MAHORA à BONGOR par l'BELE - d'ERE à BONGOR - de BOUGOUNA à ERE etc...
- b) Nivellement du seuil de capture - piquet repère (Août 1950) du confluent de TANDJILE-LOGONE à ERE - Jalons en fer à 4,00 m de la berge, pour observer l'érosion de celle-ci.
- c) Cotes du plan d'eau du lac de FIANGA à ERE à l'aide de repères nivelés (Septembre 1950).

Ces repères ont été relevés pendant la crue.

4.2.1.4. Travaux de topographie des entreprises

De 1956 à 1958, une Société d'études de FORT-LAMY, la SATET, a réalisé une carte topographique précise de la zone de capture à l'échelle du 1/50 000. Ce fond topographique a servi à l'établissement de la carte pédo-logique par E. GUICHARD et J. BARBERY. Ces études étaient destinées à évaluer les possibilités rizicoles de la zone ERE-LOKA (Convention passée avec le Génie Rural du TCHAD). Les échelles établies dans la dépression de capture permettent de suivre les variations du plan d'eau en 1956-1957-1958-1960 et 1962 (Voir chapitre 4.2.2.).

4.2.2. Hydrographic de la zone ERE-LOKA

Au cours des campagnes des hydrologues de la Mission LOGONE-TCHAD, puis du Centre de Recherches de FORT-LAMY en 1948, 1950, 1954, 1957, 1958, 1960, 1966, l'hydrographie de cette région complexe a été progressivement "dégrossie".

Le tableau suivant situe ces diverses années du point de vue de leur hydraulité.

Cotes du LOGONE à LAÏ et à ERE
au maximum de la crue

Année	ERE	LAÏ
	zéro à 337,90 -- IGN 1953	zéro à 351,31 - IGN 1953
1948	4,35	4,80
1949	4,18	4,51
1950	4,38	4,71
1951	3,90	3,94
1952	4,23	4,67
1953	4,02	4,26
1954	4,28	4,80
1955	4,50	5,06
1956	4,35	4,92
1957	4,02	4,30
1958	4,16	4,52
1959	4,43	4,88
1960	4,31	4,66
1961	4,32	4,63
1962	4,41	4,92
1963	4,33	4,90
1964	4,35	4,73
1965	3,93	4,13
1966	4,31 ?	

4.2.2.1. Hydrographie de la zone ERE-LOKA-KABIA - Campagne 1950

- Profil en long de la dépression

Grâce à l'expérience des campagnes 1948 (BOUCHARDEAU) et 1949 (de BEAUREGARD) dans la "zone de capture", la campagne 1950 a pu être organisée dans de bonnes conditions. En Mai, puis Juillet et Août, des levés topographiques complémentaires ont été effectués et 25 repères ont été installés au voisinage des courants principaux (cloches dans les arbres, marques à la peinture), rigoureusement nivelés (TIXIER et BOUCHARDEAU). Relevés à partir de ces repères, des points d'eau ont permis d'établir la ligne des hautes eaux. Ces points ont été relevés par RODIER, BOUCHARDEAU et GIRERD:

- du 17 au 22 Septembre entre FIANGA et DJIDI-BARGAI
- du 23 au 26 Septembre entre DJIDI et ERE.

Les cotes d'altitude portées sur les plans de 1950 sont aisément transformées dans le système actuel en ajustant une constante variant (cette variation est due à la compensation) de 19,91 à 19,98 que nous avons calculée en comparant les altitudes des bornes IGN données dans l'ancien système et dans le système "définitif" (1962).

En 20 ans, il y a eu 6 crues supérieures ou égales à celle de 1950. L'onde de crue a mis 12 jours en 1950 pour parvenir d'ERE au lac de FIANGA. Le profil établi en 1950 n'est pas une image instantanée de la ligne d'eau à une date donnée, mais l'enveloppe des maximums :

- 1°) le 25 Septembre à ERE : 4,28 à l'échelle de 1950 (zéro à 337,968, système 1962), mais la base de l'élément 3 à 5 m est à 338,00 (système 1962), soit 4,38 m si l'on se rapporte à l'échelle actuelle (zéro à 337,90). La cote de l'eau était donc à 342,28 .
- 2°) La LOKA à POGO le 5 Octobre : $H = 3,29$. Le zéro de l'échelle de POGO étant 328,00 (IGN 1953), le débit atteint $142 \text{ m}^3/\text{s}$ (mais nous verrons que tout le débit de capture ne passe pas par la LOKA).
- 3°) La KABIA à PATALAO le 5 Octobre : $H = 2,36$, le zéro étant à 324,12 (IGN 1956) avait un débit de $214 \text{ m}^3/\text{s}$ (une mesure a été faite le 6 Octobre $H = 2,24$, $Q = 195 \text{ m}^3/\text{s}$).
- 4°) Le maximum du lac de FIANGA, le 10 Octobre, a été de 3,22, soit 323,40 (zéro à 320,18 - IGN 1962).

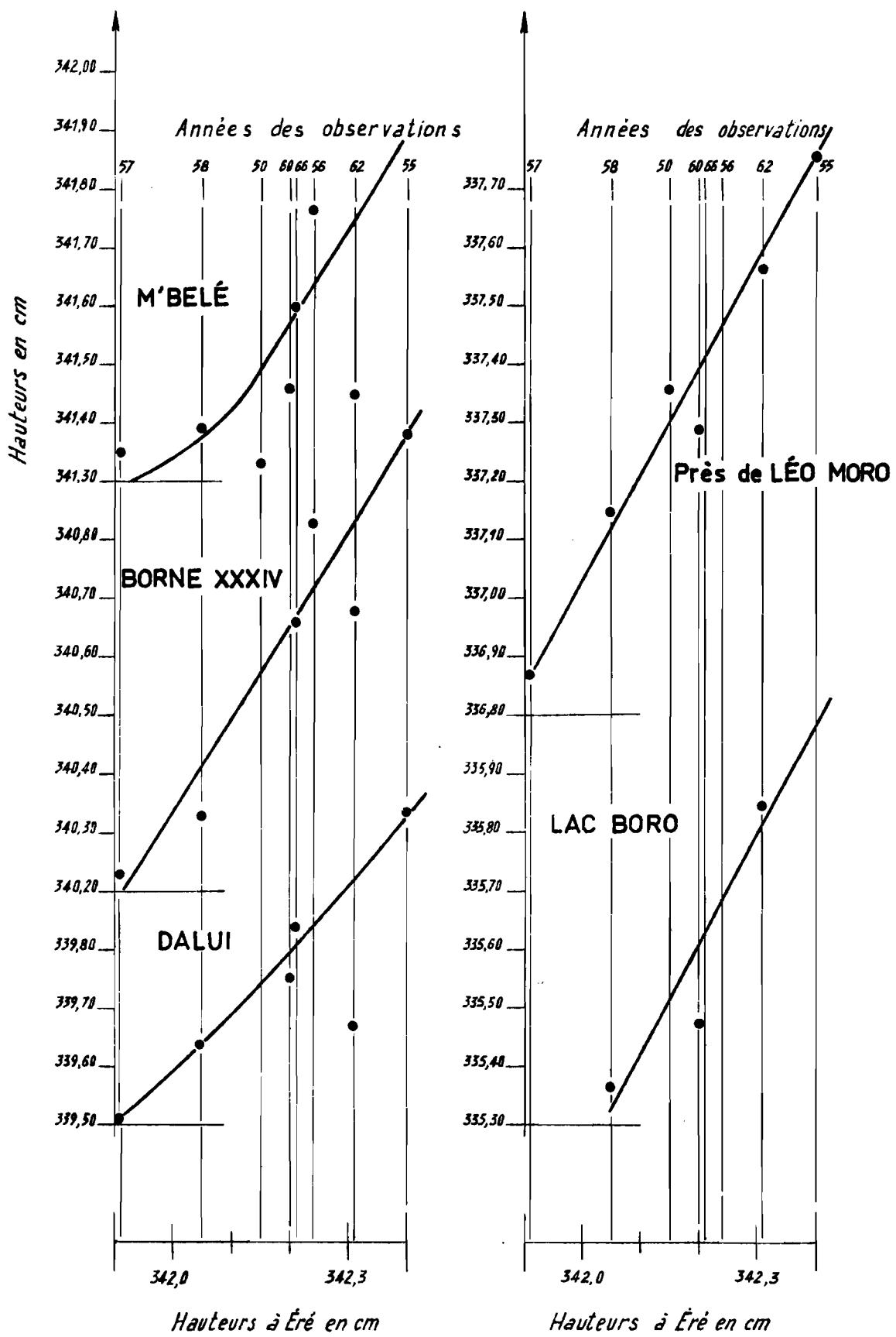
COTES des HAUTES EAUX en 1950

(toutes les cotes sont dans le système IGN 1962)

Lieu	Emplacement	Km à partir d'ERE (IGN 1962)	Cote du repère	Mesuré du 22 au 26 Sept.	Maximum mesuré ou estimé	Cote des P.H.E. 1950	Remarques
ERE (échelle)		0	338,00	+ 4,28	+ 4,28	342,28	H = 4,38 m avec le zéro 1964
M' BELE		3				341,33	
Borne 611		12	339,328	+ 0,21	+ 0,21	339,53	6 km en amont échelle 9
Repère du km 3 de la borne XXXIV		15	339,280	- 1,22	- 1,22	338,06	3 km en amont échelle 9
Dépression en face de LEO MORO		18	336,680	+ 0,68	+ 0,68	337,36	(échelle 9 du GR)
DJARAO-BORO BAYE		36	335,00	- 1,255	(- 1,05)	333,95	à ± 5 cm près à mi-chemin échelles 7 et 8
DJIDI-BARGAÏ borne IGN Cahj		50	333,542	+ 0,005	(+ 0,29)	333,83	à ± 5 cm près éch.7 du GR
POGO (échelle)		61	328,00	+ 2,91	+ 3,29	331,29	
LOKA km 10,3 du confluent L.K. borne 241		68	331,39	- 1,44	- 1,04	330,35	
LOKA km 7,3 du confluent L.K. seuil d'HOLLOM		69	330,62	- 0,85	- 0,45	330,17	
km 5,9 "		70	329,66	- 0,27	+ 0,13	329,79	
km 4,2 "		72,8	330,03	- 0,99	- 0,59	329,44	
Confluent LOKA-KABIA		76	329,54	- 1,40	- 0,97	328,57	
PATALAO (échelle)		89	324,12	+ 1,92	+ 2,36	326,48	
FIANGA (échelle)		102	320,18		+ 3,22	323,40	

Ce profil en long est représenté sur le graphique 4.2.2.1.

Comparaison des échelles de la dépression et de l'échelle d'ÉRÉ



4.2.2.2. Campagne 1954

Les observations de 1950 avaient montré que le "chemin des pirogues", chenal naturel conduisant aux lacs BORO passant au voisinage de LEO MORO (par conséquent par la rive gauche de la dépression, définie par ses caractères morphologiques et pédologiques) ne constituait pas la seule voie suivie par les eaux de déversements et qu'il existait également un chenal sur la rive droite de la dépression appelée "HORGUINA", plus court que le précédent, pour rejoindre DJIDI-BARGAÏ. Cette voie a été reconnue en 1954 par A. BOUCHARDEAU :

- 25 Septembre, hauteur à ERE : 4,15 (le maximum a été 4,18), le zéro est à la cote 338,00 comme en 1950.
- 25 Septembre ERE-LEO M'BAYA
- 26 Septembre LEO-M'BAYA-DJIDI-BARGAÏ

D'ERE à LEO M'BAYA, la BOUTA BOUGOUNA est une succession de mares très profondes (2 à 2,5 m). C'est un ancien lit où le courant est appréciable, 0,15 à 0,20 cm/s. Dans la plaine bordant ce cours d'eau, la profondeur d'inondation est de 0,50 m. Suivant la direction LEO M'BAYA et LEO MORO transversalement à la dépression, on rencontre trois dépressions parallèles séparées par des buttes sableuses.

Plus loin, vers le lac BORO, dans la dépression centrale (HORGUINA), la plaine est absolument plane et monotone et la profondeur comprise entre 0,50 et 0,70 m avec une vitesse de 4 à 5 cm/s dirigée suivant l'axe de la dépression.

Il faut traverser une butte boisée pour rejoindre le lac BORO où les barrages de pêche sont nombreux et la profondeur de 0,30 à 0,40 m ($V = 15 \text{ à } 20 \text{ cm/s}$). Dans les lacs BORO, la profondeur s'accroît (1,5 à 2,00 m). La végétation devient strictement herbacée, puis aquatique.

L'origine de la LOKA dans les lacs BORO se manifeste par une ligne d'arbustes caractéristiques, les mytragynes, qui croissent dans le lac le long du lit submergé de la LOKA où le courant est plus rapide (les mytragynes ne semblent se développer qu'en eau courante), profondeur 2,00 à 2,10 m. Plus en aval, les rideaux d'arbres se resserrent et le lit devient bien marqué, le courant étant de 0,40 à 0,60 m/s (pont de la route de DJIDI-BARGAÏ).

La borne IGN de DJIDI-BARGAÏ Cahj d'altitude 333,542 est submergée de 0,125 m (cote donc du plan d'eau 333,667 le 26/9/67), 2 km en aval de DJIDI-BARGAÏ se détache la dépression KOULOUBI qui rejoint la KABIA près du village du GANGLAN.

A PATALAO, l'échelle indique 2,75 soit 326,36 (le zéro de la nouvelle échelle installée le 2 Mai 1954 est à 323,61 contre 324,12 en 1950).

La crue de PATALAO en 1954 a été enregistrée. Elle comporte deux pointes : fin Septembre et début Novembre.

4.2.3. Hydrologie de la "dépression de capture"

4.2.3.1. Sommaire des études

Les déversements du LOGONE à ERE sont presque entièrement concentrés, comme nous l'avons vu, entre le village et le confluent de la TANDJILE (1 km). Des déversements moins importants se produisent lors des fortes crues le long de la rive gauche de la TANDJILE (qui est également la berge du lit majeur du LOGONE) sur une longueur de 3 à 4 km.

Les débits de déversement sont fonction du niveau du plan d'eau du LOGONE. Le volume annuel déversé dépend du maximum atteint par la crue du LOGONE, mais également de la forme de l'hydrogramme (paragraphe 4.2.3.2). La station de référence est celle d'ERE.

Les débits de déversement ont pu être mesurés directement entre MAHORA, M'EELE et SAGUE (route de DALUI), le long d'une section à peu près perpendiculaire à la dépression. Mais ces mesures sont très difficiles et entachées d'erreurs inévitables (paragraphe 4.2.3.3.).

Le débit de la dépression se rassemblait, croyait-on, dans la LOKA. La station installée sur cette rivière à POCO a été abandonnée lorsque fut découverte la communication entre LOKA et KABIA par la dépression KOULOUBI (paragraphe 4.2.3.4.).

Une nouvelle station fut donc établie à PATALAO sur la KABIA. Le contrôle des déversements est satisfaisant, mais il faut tenir compte des apports du bassin propre de la KABIA, mesurés à GOUNOU-GAYA (paragraphe 4.2.3.5.).

La corrélation entre les débits maximaux de PATALAO et les hauteurs maximales à ERE permettent de tarer sommairement le seuil d'ERE (paragraphe 4.2.3.6.).

4.2.3.2. Le niveau du LOGONE à la station d'ERE

On trouvera les caractéristiques et les variations du zéro de l'échelle d'ERE dans la Deuxième Partie, page 75.

L'altitude actuelle du zéro est 337,90, auquel sont rapportées les lectures d'ERE (voir paragraphe 1.1.2.2.). Le tableau suivant donne les hauteurs des crues à ERE et les débits maximaux atteints à LAI et TCHOA sur la TANDJILE. Ce dernier affluent a une influence évidente sur les crues à ERE. Les fortes crues dépassant 2600 m³/s à LAI correspondent des hauteurs supérieures à 4,35 m à ERE.

Année	Hauteur à ERE	Débits maximaux	
		LAI	TCHOA
1948	435	2855	
1949	418	2111	
1950	438	2581	
1951	390	1518	
1952	423	2499	
1953	402	1750	
1954	428	2855	101
1955	450	3770	78
1956	445	3256	113
1957	402	1788	97
1958	416	2131	54
1959	443	3119	73
1960	431	2448	186
1961	432	2372	200
1962	441	3256	120
1963	433	3185	37
1964	435	2611	121
1965	393	1640	64
1966	431	3152	

Les crues observées à LAI de 1948 à 1966 permettent d'estimer la crue centenaire à LAI à 4 300 m³/s. Elle correspondrait, à ERE, à une cote comprise entre 4,60 et 4,70 (1).

4.2.3.3. Mesures directes des débits sur le seuil d'ERE

Plusieurs essais de mesures directes ont été faits, moins décevants que ne le laissaient prévoir les énormes difficultés dues aux herbes et aux dimensions de la section.

1) Mesure du 25 Septembre 1954 (BOUCHARDEAU)

Le niveau à l'échelle d'ERE était 4,17 (le zéro se trouvant à la cote 337,98). Le maximum atteint en 1954 a été de 4,20 m. Le zéro de l'échelle a été changé en 1955 (337,90) ; la hauteur aurait été 4,25 sur cette nouvelle échelle.

La section de mesure a été choisie au-delà de la butte de M^{BELE} entre MAHORA et un point de la route de M^{BAYA} (point A) situé plus au Sud. Le profil Nord-Sud coupe les lignes de courant perpendiculairement et passe un peu à l'Est de la butte de SAHOUYA.

A travers ce profil, en plus des courants s'écoulant entre MAHORA et M^{BELE}, passent ceux venant de la TANDJILE entre M^{BELE} et TSAKADAJA. Une dépression située plus au Sud forme une succession de mares profondes de 2,00 m apparemment sans courant ; mais une reconnaissance lors de la campagne 1950 a montré que son débit était insignifiant.

Le profil avait une largeur de 3 600 m avec des profondeurs variant de 0,7 à 1,00 m et des vitesses de 5 à 15 cm/s (mesures tous les 200 m). Compte tenu de l'obliquité des courants, le débit était de 126 m³/s entre MAHORA et SAHOUYA et de 66 m³/s entre SAHOUYA et le point A, soit au total 192 m³/s (sans correction des mesures de vitesse faites uniquement en surface).

Dans les sections enherbées de la KABIA à PATALAO, ou de la LOKA à POGO, la vitesse moyenne est sensiblement la moitié de la vitesse

(1) Voir les crues, paragraphe 2.2.3.

moyenne en surface (1). En appliquant cette même correction au seuil d'ERE, on a établi que le débit, pour 4,25 à ERE, était de l'ordre de 96 m³/s.

2) Mesure du 28 Septembre 1966 (BILLON)

La hauteur à ERE était de 4,15 (zéro de l'échelle à 337,90), soit 10 cm de moins que lors de la mesure de 1954.

La section choisie est différente de celle de 1954, elle suit le parcours MAHORA-M^o BELE (1975 m), puis la route de DALUI sur un parcours de 5700 m.

Les mesures de vitesse et de profondeur ont été très nombreuses (tous les 25 m) et le résultat par conséquent plus précis que celui de 1954.

Les vitesses et les profondeurs étaient très régulières et les seules difficultés résidaient dans le temps passé aux mesures, et le choix du coefficient de réduction des vitesses.

Le coefficient de réduction $\frac{V}{V_{ms}}$ étant fixé à 0,5 (1), on trouve, pour une hauteur à ERE de 4,15, un débit de 74 m³/s.

3) Autres mesures faites sur le seuil d'ERE en 1966

Elles ont été faites par BILLON à un niveau plus bas :

- 9-10-66 H ERE (zéro à 337,90) : 401 Q : 28 m³/s
- 11-10-66 H ERE " : 375 Q : 5 m³/s

À ce niveau, seuls les canaux de pêche entaillés dans les berges débloquent en direction de la plaine.

Ces 4 mesures ne suffisent naturellement pas à étalonner le seuil d'ERE. Ramenées à l'échelle d'ERE de 1966, elles donnent les résultats suivants (zéro de l'échelle d'ERE : 337,90) :

(1) Cette interprétation est très discutable tant que des profils de vitesse n'auront pas été établis sur toute la profondeur, ce qui nécessite un appariage assez peu courant. Le coefficient de réduction est sans doute très supérieur à 0,5 si l'on accepte l'hypothèse d'un écoulement quasi-lamininaire.

25-9-1954 H = 4,25 m Q = 96 m³/s

28-9-1966 H = 4,15 m Q = 74 m³/s

9-10-1966 H = 4,01 m Q = 28 m³/s

11-10-1966 H = 3,75 m Q = 5 m³/s

L'écoulement sur le "seuil" devient très faible quand la hauteur à ERE descend au-dessous de 3,75 m.

Il atteindrait, d'après BILLON, 500 à 700 m³/s pour une crue centenaire (4,60 à 4,70 m à ERE).

Rappelons que la crue maximale d'ERE, celle de 1955, atteignait 4,50 m et que le débit de capture fut alors estimé à 400 m³/s.

Les débits obtenus par mesure directe à ERE peuvent être comparés à ceux de PATALAO correspondant aux débits maximaux des déversements, pour des crues de durée assez longue pour que le régime permanent ait eu le temps de s'établir.

Le graphique n° 4.2.3.3. (rapport BILLON "Le franchissement du LOGONE à ERE") montre que les résultats sont cohérents. L'amortissement de l'onde de crue n'est pas considérable (ceci avait déjà été constaté pour les plaines de DERESSIA) à condition que la crue ne soit pas trop brève.

Les mesures directes et les mesures faites à PATALAO ont donc été utilisées conjointement à étalonner le seuil d'ERE (paragraphe 4.2.3.7.).

4.2.3.4. Régime de la LOKA à POGO (voir pages 101 et 102 du Tome II).

Cette station a été observée pendant trois années : 1948, 1950 et 1951.

La cote du zéro de cette échelle était (dans le système IGN 1962) 328,00. Cinq jaugeages permettaient de la tarer convenablement.

La station ne présentait pas d'intérêt pour l'étude des déversements car une partie du flot de capture est "court-circuité" par la dépression de KOULOUBI, rejoignant directement la KABIA.

La dépression de KOULOUBI est difficile à repérer au départ de la LOKA dont les berges sont très boisées. Large au départ de 200 à 300 m avec 0,80 m de profondeur, elle se réduit à 80 m avec une profondeur de 0,60 m et un courant de 7 à 8 cm/s. Le fond, de sable grossier, témoigne du passage d'un courant important. Cette dépression aboutit aux berges de la KABIA, hautes à cet emplacement de 2,00 mètres.

Lors des fortes crues, le débit passant par la dépression de KOULOUBI est aussi important que celui passant par la LOKA à POGO. Par contre, les débits inférieurs à 80 m³/s passent entièrement dans le lit de la LOKA.

4.2.3.5. Etude de la KABIA

Cette rivière draine les déversements du LOGONE à ERE, qui affluent sur sa rive droite par le KOULOUBI et la LOKA. Théoriquement, le contrôle des volumes déversés est facilement réalisé par la comparaison des stations de PATALAO située en aval des confluents et de GOUNOU-GAYA située très en amont. Mais le phénomène est compliqué du fait de l'énorme capacité des plaines de la dépression ERE-LOKA, entièrement inondée lors des déversements, et du fait des apports des précipitations sur le bassin intermédiaire entre GOUNOU-GAYA et PATALAO dont la superficie est de l'ordre de 2200 km² (dont 600 km² inondés en saison des pluies). Enfin, les observations sont mauvaises tant à PATALAO qu'à GOUNOU-GAYA, stations difficiles à atteindre en saison des pluies : les routes sont en effet alors impraticables à tout véhicule.

4.2.3.5.1. Station de GOUNOU-GAYA

La description de cette station a déjà été faite à la page 105 du Tome II. Les débits connus sont donnés pages 46, 50 et 51 du Tome III.

Observée de 1951 à 1966 avec de nombreuses interruptions (toute l'année 1955 et des trous pratiquement tous les ans), elle ne permet la détermination précise d'aucun module annuel. Les moyennes des débits mensuels conduisent à une évaluation du module interannuel de 2,82 m³/s. Mais l'année 1959-1960 paraît extrêmement douteuse. N'en tenant pas compte, le module est ramené à 1,73 m³/s.

La corrélation des débits de la KABIA avec ceux de la TANDJILE est, a priori, étroite du fait de la mitoyenneté de leurs bassins. On constate, en effet, une corrélation satisfaisante entre les débits mesurés à GOUNOU-GAYA et ceux de la TANDJILE à BOLOGO et à TCHOA. Ceci a permis de compléter les mois manquants et de donner les modules annuels du tableau

ci-dessous. Nous avons porté également dans le tableau la pluviométrie moyenne du bassin évaluée en utilisant les stations de KELO, GOUNOU-GAYA, KAROUAL et GAGAL. Le coefficient d'écoulement est très variable (la corrélation hydro-pluviométrique est du reste inutilisable pour les débits mensuels). Ceci peut être dû à la mauvaise qualité des données, certes, mais aussi au fait que l'écoulement est fonction de la répartition des précipitations au cours de l'année.

KABIA à GOUNOU-GAYA
(Superficie : 3 840 km²)

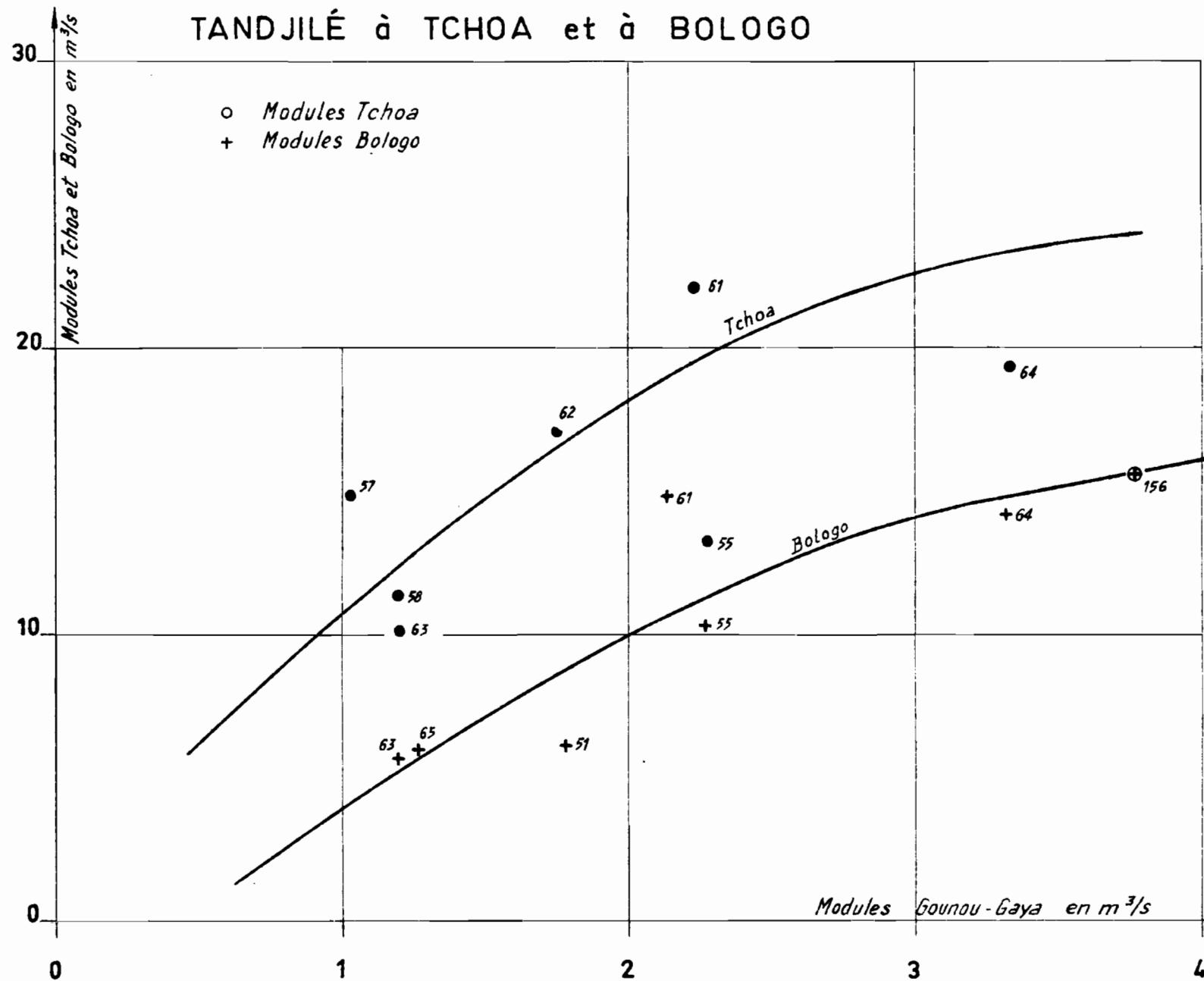
Modules - Volumes annuels - Lame d'eau et coefficient d'écoulement

Année	Module m ³ /s	Volume 10 ⁶ m ³	Lame d'eau mm	Précipi- tations mm	C %	Remarques
1950	2,58	81,0	:	:	:	
1951	1,78	37,2	9,6	1022	0,94	Octobre reconstitué
1956	3,68	115,8	30,1	1069	2,82	Juil. Janv. Fév. Mars reconstitués
1957	1,03	33,1	8,6	1020	0,83	Déc. Janv. Fév. Mars reconstitués
1958	1,09	34,2	8,8	1109	0,80	:complet
1961	2,13	66,9	17,4	1183	1,47	A.M.J.J.A.S. reconstitués
1962	1,76	55,4	14,3	1030	1,39	" "
1964	3,26	102,7	26,8	1034	2,58	" "
1965	1,27	39,9	10,4	904	1,15	" "
Moyenne	2,00	60,5	15,7	1406	1,07	
1955	2,27	71,5	18,6	981	1,90	entièrement reconstitué
1963	1,20	37,9	13,2	1040	1,28	entièrement reconstitué

J.M
1968

TCH - 81.319

Comparaison des modules de la KABIA à GOUNOU-GAYA aux modules de la TANDJILÉ à TCHOA et à BOLOGO



Gr:4253-4

Dans l'"Etude hydrologique des Chutes GAUTHIOT" - 1965, BILLON et RANDON donnent des chiffres un peu différents de ceux indiqués dans ce tableau, n'ayant sans doute pas utilisé les mêmes méthodes pour reconstituer les débits mensuels manquants.

Le coefficient d'écoulement de la KABIA est très faible, encore plus faible que celui de la TANDJILE, ce qui tient à sa position plus septentrionale lui conférant une pluviométrie inférieure. Dérivés des "sables de KELO", les sols de la KABIA sont très perméables. Le bassin est presque absolument plat. Une pluviométrie annuelle de 1000 mm représente la limite au-delà de laquelle cesse tout écoulement pour ce type de sol.

Le lit majeur de la KABIA, très large, et où il existe des plans d'eau tels que le Lac KABIA, connaît encore les faibles débits. Les débits mensuels de 1959, dix fois supérieurs aux débits normaux en Juillet, Août et Septembre sont suspects, d'autant qu'ils correspondent à des précipitations normales (moyenne sur le bassin : 1026 mm). Nous ne tiendrons pas compte de l'année 1959 quand nous comparerons les débits moyens mensuels de GOUNOU-GAYA à ceux de PATALAO.

4.2.3.5.2. Station de PATALAO

Cette station a été observée de 1949 à 1966, mais les interruptions ont été fréquentes et les lectures médiocres .

Par contre, l'étalonnage est satisfaisant grâce à 14 jaugeages.

Seules deux années d'observations sont complètes : 1955 et 1965. Mais en 1961 et 1964, ne manquent que les mois d'étiage d'Avril et Mai, au cours desquels le débit est généralement nul. 1950 est également utilisable en reconstituant la courbe de décrue en Décembre et Janvier, décrue qui s'avère très régulière pour les différentes années observées.

Au total, nous disposons donc de 5 années :

:	1950	1955	1961	1964	1965	Moyenne
:Module (m ³ /s)	21,2	41,7	17,9	10,3	2,4	18,7
:Volume : 10 ⁶ m ³	671	1315	561	325	76	629

Ces modules n'ont aucune signification hydrologique puisqu'ils résultent en partie des déversements du LOGONE. Il suffit d'ailleurs de comparer les modules de PATALAO : 18,7, et de GOUNOU-GAYA : 2,0 m³/s, pour s'en rendre compte. Le module calculé est supérieur à celui de la 3ème Partie : 14,6, car il ne tient pas compte de l'année 1951 qui est certainement mauvaise puisqu'elle donne des débits à PATALAO très inférieurs à ceux de la LOKI à POGO, ce qui n'est évidemment pas possible.

4.2.3.5.3. Apports des précipitations sur le bassin intermédiaire entre GOUNOU-GAYA et PATALAO

Etudions le régime hydrologique des plaines entre GOUNOU-GAYA et PATALAO. Les précipitations commencent en Avril. Fin Juin, le total des précipitations atteint 200 à 350 mm selon les années. Fin Juillet, 350 à 700 mm. Bien qu'il n'y ait aucune année où les deux stations de GOUNOU-GAYA et PATALAO aient été observées simultanément, les données existantes permettent d'affirmer que jusqu'à fin Juin le débit est presque nul à GOUNOU-GAYA et atteint entre 0,5 et 1 m³/s à PATALAO, grâce à des petites crues locales. En Juillet, les débits mensuels sont semblables à l'une et l'autre station et de l'ordre de 0,9 m³/s à GOUNOU-GAYA et 1,2 m³/s à PATALAO. En Août, si l'on ne tient pas compte de 1959, la moyenne est de 1,42 m³/s à GOUNOU-GAYA contre 6,9 m³/s à PATALAO. Malheureusement, il n'existe que deux années au cours desquelles les deux stations ont été observées simultanément au mois d'Août et permettent une comparaison :

:	Débit en m ³ /s à	:	1956	:	1966	:
:	GOUNOU-GAYA	:	0,35	:	3,16	:
:	PATALAO	:	16,5	:	2,9	:

Si la comparaison des moyennes (6,9 contre 1,42 m³/s) indique un apport du bassin intermédiaire important, et si la comparaison de 1956 semble concluante, celle de 1966 n'indique aucun accroissement.

Pour augmenter le nombre des données, les débits d'Août de PATALAO ont pu être reconstitués : on constate que pour 5 années : 1950, 1955, 1961, 1964 et 1965, ils sont fonction de la hauteur des précipitations cumulées d'Avril à Août inclus. Seule l'année 1956, beaucoup trop faible, est en dehors de la droite représentative.

	1950	1955	1956	1961	1964	1965	1966
: P cumulées à GOUNOU-GAYA d'Avril à Août	627	813	(733)	646	661	599	?
: Débit d'Août à PATALAO:	4,6	16,5	(4,7)	6,9	9	3,7	
	:	:	:	:	:	:	

Nous pouvons ainsi reconstituer les débits de PATALAO pour les années manquantes et les comparer aux débits de GOUNOU-GAYA.

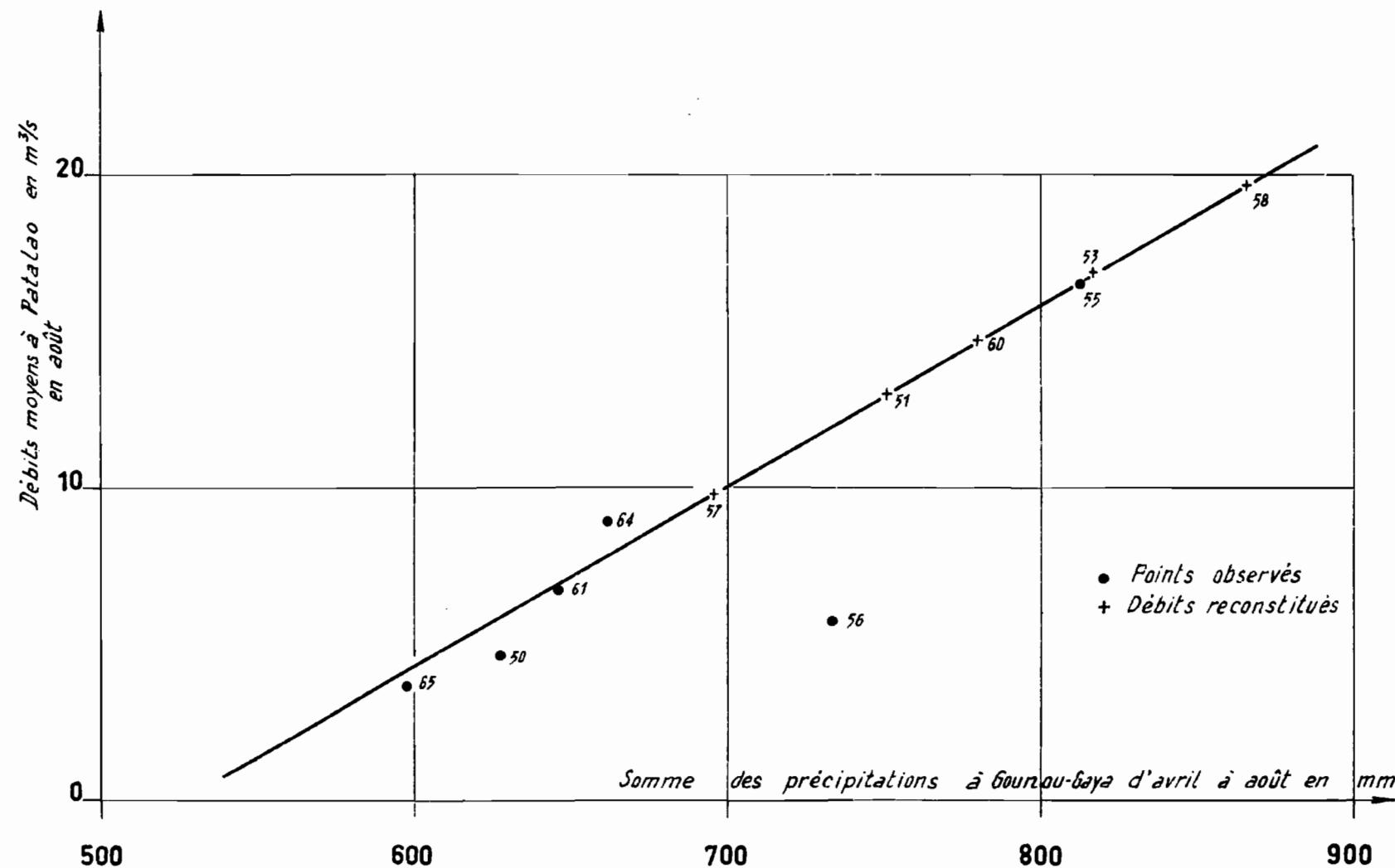
	1951	1953	1957	1958	1960
: P cumulées à GOUNOU-GAYA d'Avril à Août	751	817	696	866	780
: Débit à PATALAO (calculé) Août	12,8	17,0	9,8	19,7	14,7
: Débit à GOUNOU-GAYA Août	0,22	0,52	2,52	1,75	0,21
	:	:	:	:	

Cette méthode indique des apports importants du bassin intermédiaire en Août, très supérieurs en tout état de cause aux apports du bassin en amont de GOUNOU-GAYA.

Si les débits ainsi calculés sont exacts (tous les calculs reposant en fait sur un choix : celui du débit d'Août 1955, contre l'abandon du débit d'Août 1956 à PATALAO), on devra admettre qu'en Septembre, pendant la durée des déversements, le débit à PATALAO résultant des précipitations sur le bassin a été aussi important que le débit d'Août, les précipitations de Septembre étant du même ordre que celles d'Août, et qu'en Octobre, après cessation des pluies, le débit dû aux précipitations sur le bassin intermédiaire décroît à partir du maximum suivant une loi de tarissement logarithmique normale.

En conclusion, il apparaît que l'on doit tenir compte, dans le bilan du bassin compris entre GOUNOU-GAYA et PATALAO, des apports des précipitations qui ne sont pas aussi négligeables que le laissait prévoir le faible écoulement du bassin en amont de GOUNOU-GAYA et son apparente ressemblance avec le bassin intermédiaire. En fait, les plaines saturées ou inondées par les déversements ont un régime qui n'a plus rien de comparable avec celui du bassin supérieur.

Correlation débits à PATALAO en août et pluie cumulée à la station de GOUNOU-GAYA



Gr:4253-3

Comparaison des volumes écoulés à PATALAO, ERE et GOUNOU-GAYA

A défaut d'un bilan complet des plaines de la "zone ERE-LOKA", comparons les éléments dont nous disposons :

Année	Volumes annuels en millions de m ³			Pluviométrie GOUNOU-GAYA (mm)
	PATALAO	GOUNOU-GAYA	Déversements ERE (1)	
1950	671	((81,0))	541	49 1034
1951		37	25	
1952			317	
1953			47	
1954			-	
1955	1315	((72))	872	371 1166
1956		116	340	
1957		33	-	
1958		34	141	
1959			-	
1960			488	
1961	561	67	251	243 897
1962		55	363	
1963		((38))	328	
1964	325	103	292	- 70 835
1965	76	40	16	20 769
1966				

(1) résultant de l'^eétalonnage du seuil d'ERE, voir paragraphe 4.2.3.6.

(2) obtenus par différence PATALAO - (GOUNOU-GAYA + ERE)

Ce tableau montre que la confrontation des volumes rentrant à GOUNOU-GAYA et ERE et des volumes sortant à PATALAO n'est possible que 5 années, et encore parmi ces années privilégiées les débits de GOUNOU-GAYA en 1950 et 1955 sont entièrement reconstitués. Les années 1950 et 1955 sont vraisemblables à condition de supposer que les apports propres du bassin intermédiaire sont respectivement de 49 et de 371 millions de m³.

En 1961, cet apport aurait été de 243 millions de m³, et en 1965, de 20 millions de m³. Par contre, en 1964, la perte aurait été de 70 millions de m³.

Ceci est-il en accord avec la pluviométrie ? On observe en effet une certaine relation entre ces différences et les précipitations à GOUNOU-GAYA. Cette relation est cependant très incertaine, sans doute à cause de l'imprécision des données, mais peut-être aussi de la nature des phénomènes. Lorsque la dépression d'ERE est entièrement inondée, comme en 1955, les pluies sont collectées sur un vaste étang dont la superficie est de plus de 600 km². Les débits résultent alors du bilan précipitation - évapotranspiration sur un prairie inondée et non plus des phénomènes de ruissellement dans leur acception habituelle.

Nous retiendrons encore de cette comparaison qu'elle ne permet pas de vérifier l'exactitude des mesures de débits de déversement à ERE, la différence PATALAO (GOUNOU-GAYA + ERE) pouvant en toute vraisemblance être attribuée aux pluies sur le bassin intermédiaire. Mais il est également possible que les débits de déversement d'ERE soient sous-estimés, comme nous l'avons vu au paragraphe 4.2.3.3.

4.2.3.6. Relation entre les débits à PATALAO et les hauteurs à ERE -

Tarage du seuil d'ERE

(Le zéro de l'échelle d'ERE est à la cote 337,90).

Le tableau ci-dessous récapitule les dates et les débits des maximums dans la zone de capture.

Année	Hauteur maximale : d'ERE		Débit maximal : à PATALAO		Précipitations : à GOUNOU-GAYA		Débit : à PATALAO : à GOUNOU-	Débit : du bassin : GAYA
	Date	Hm (m)	Date	Qm (m³/s)	Année (mm)	Sept. (mm)	: (1)(m³/s) : (1)(m³/s)	
1949	2-4/10	418	17-18/10	50	(850)	-	10	-
1950	25/9	438	5/10	214	1034	352	15	
1951	10/10	390	26/8	14	993	197	30	2
1953	27/9	402	6-7/10	29	1103	216	28	3,3
1954	16-22/9	428	30/9	(187)	1023	190		
1955	5-9/10	450	27/10	302	1165	228	29	
1956	21/9	435	4/10	172	929	165	22	31,3
1961	2/10	432	30/9	150	897	232	30	4,3
1964	29/9	435	10-11/10	123	835	168	15	12,1
1965	14/9	393	20-21/9	12	769	146	12	(3)
1966		431		237	1198		15	

- (1) La part du débit qui résulte des pluies sur le bassin de la KABIA, au moment du maximum à PATALAO, a été estimée en tenant compte du débit de la KABIA au début de Septembre, avant le début des déversements.

L'étale durant quelques jours à ERE, au moment du maximum de la crue, il était tentant de comparer les niveaux à ERE et les débits à PATALAO correspondants et d'estimer ainsi les débits de déversement en supputant que le régime permanent a le temps de s'établir dans la zone de transit.

Le tableau de la page précédente montre que le maximum de PATALAO suit de 10 à 15 jours le maximum d'ERE, sauf s'il s'agit de très faibles déversements du LOGONE ($H_m < 4,00 \text{ m}$).

La dispersion des points représentant Q_m en fonction de H_m n'est pas trop élevée, malgré les facteurs secondaires qui la rendent inévitable : amortissement de l'onde de crue et précipitations sur le bassin propre de la KABIA et de la LOKA.

Les débits propres du bassin peuvent être grossièrement estimés en tenant compte du débit à PATALAO au moment de l'arrivée des eaux de déversement et des modifications que le débit propre a vraisemblablement subies du fait de la pluviométrie pendant le déversement (du fait des pluies de Septembre, la pluviométrie d'Octobre étant très faible). Le débit attribué au bassin a varié selon ces estimations de 10 à 30 m³/s.

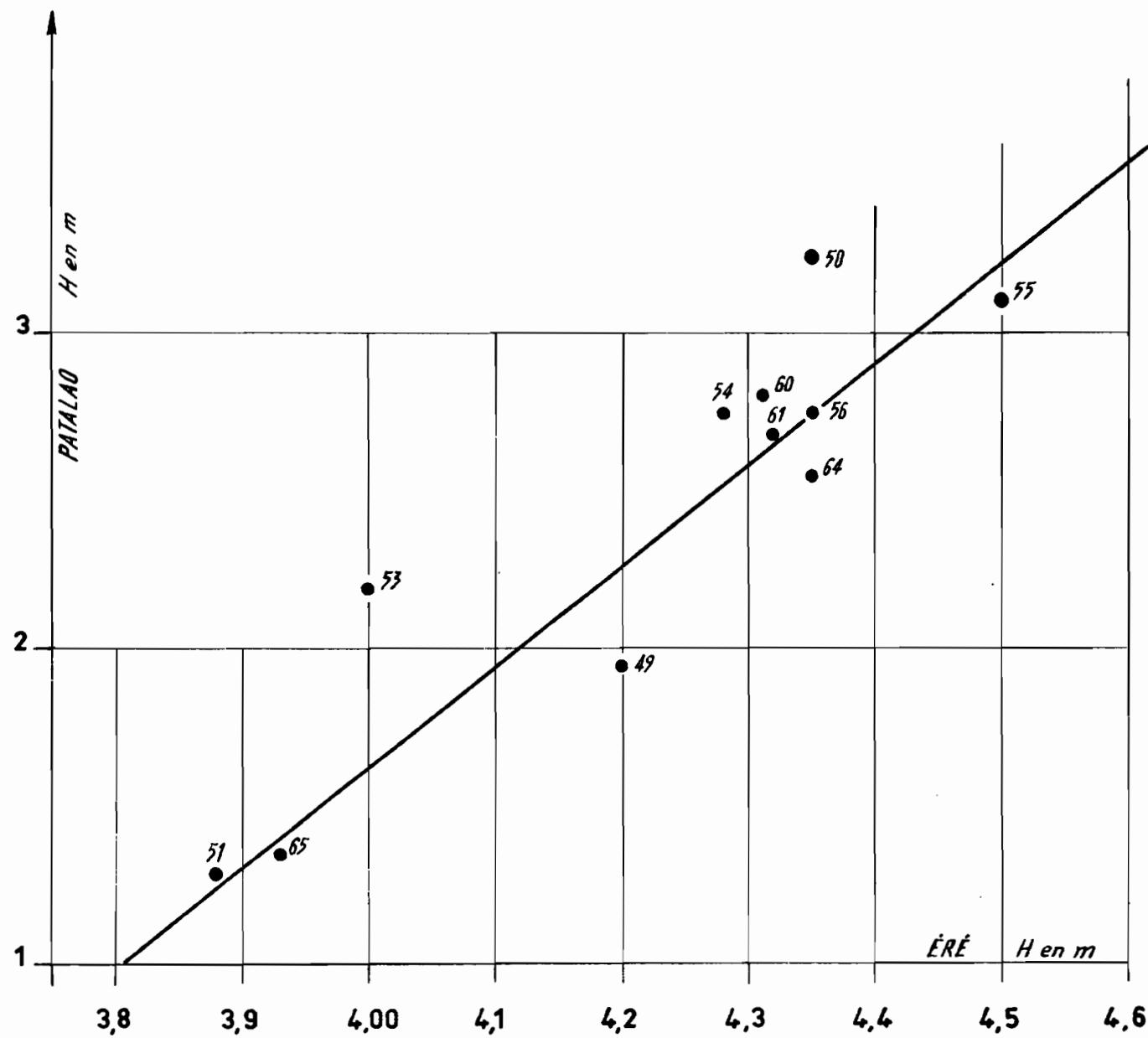
L'amortissement de l'amplitude de l'onde de crue, le long de son parcours de 60 km dans la dépression LOKA-KABIA, ne peut pas être calculé. Peut-être n'est-il pas très important lorsque la durée de l'étale à ERE est de 5, ou même 10 jours, et peut-être est-il compensé par l'effet des précipitations pour donner à PATALAO un maximum assez peu différent de celui d'ERE ? Dans ce cas, la courbe de correspondance entre les débits maximaux à PATALAO et les hauteurs à ERE serait très semblable à la courbe de tarage des déversements du LOGONE.

Ceci semble se vérifier puisque les points de mesures directes se placent bien sur cette courbe. Mais on sait, d'après le paragraphe 4.2.3.3., qu'ils sont incertains : selon l'hypothèse retenue pour le mécanisme de l'écoulement dans les herbes et la forme des profils de vitesse, le coefficient de réduction $\frac{V}{V_s}$ varie entre 0,50 et 0,90. Le coefficient de 0,50 ayant été retenu, ces débits seraient plutôt sous-estimés.

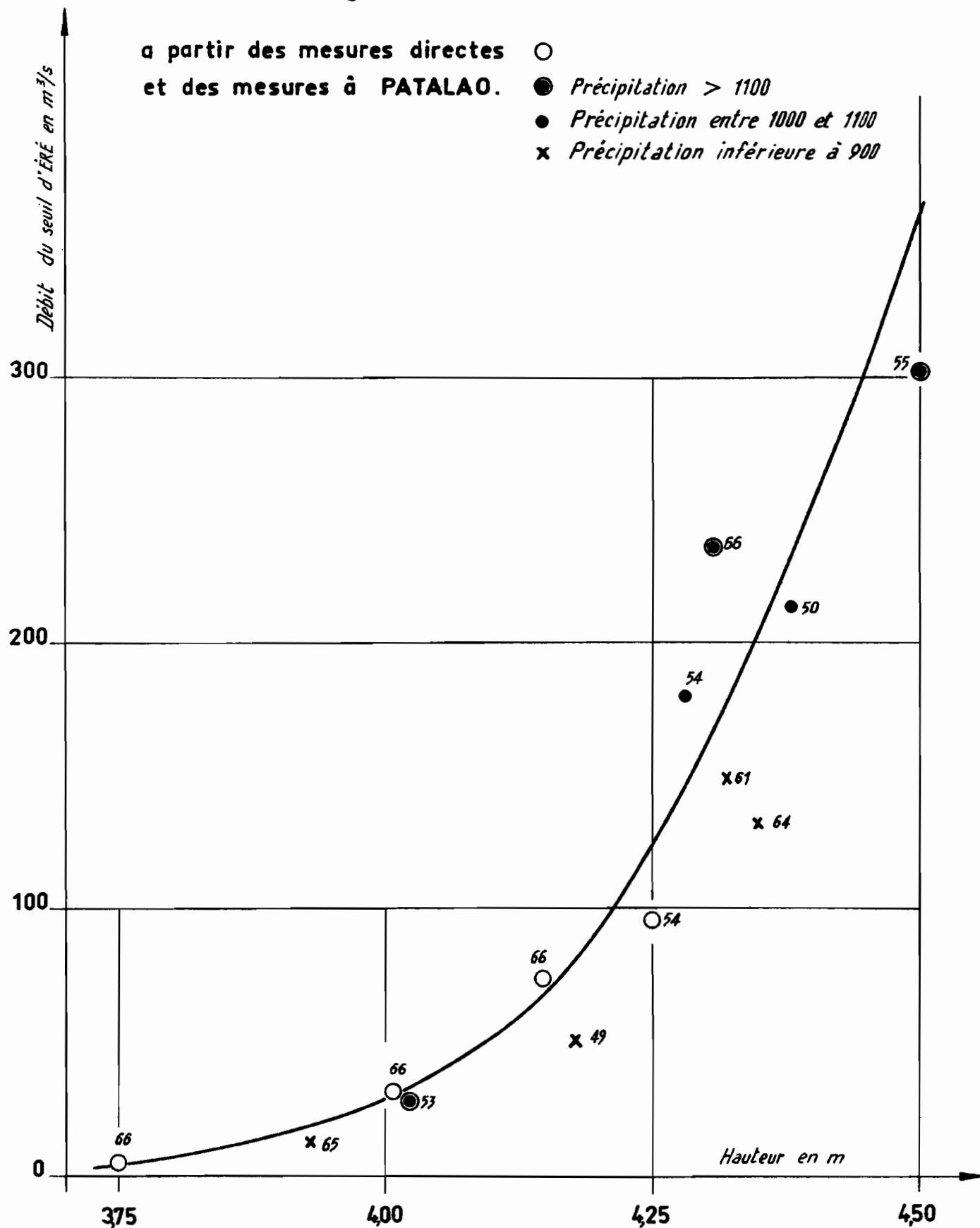
Une autre vérification est la comparaison des volumes annuels déversés, calculés d'après les observations à l'échelle d'ERE, avec les volumes annuels écoulés à PATALAO (voir au paragraphe 4.2.3.5.). Les différences peuvent tout aussi bien s'expliquer par l'apport des précipitations que par une sous-estimation des débits d'ERE.

Correspondance des hauteurs ÉRÉ - PATALAO

(La droite moyenne représentée correspond à une pluviométrie moyenne sur le bassin propre de la KABIA)



Etalonnage du seuil d'ÉRÉ



En conclusion, l'état de nos connaissances sur la zone ERE-LOKA ne permet pas de vérifier si le tarage des déversements d'ERE, en fonction de la hauteur à l'échelle de cette station, est exact. Les déversements pourraient avoir été largement sous-estimés, peut-être de 15 à 20 %.

Dans "Le franchissement du LOGONE à ERE, 1967", BILLON a raffiné sur la courbe Q_M/H_m en prenant en considération la pluviométrie annuelle sur le bassin. Le fait qu'il obtient ainsi une corrélation plus étroite n'enlève rien aux réserves que nous avons formulées sur cette méthode de tarage du seuil d'ERE, que nous avons cependant utilisée, faute de mieux, pour l'étude des crues au paragraphe 2.2.5.

4.3. Seuil de DANA

Histoire

Le 27 Octobre 1904, le Commandant LENFANT qui était remonté de GAROUA par le Mayo KEBI et les lacs TOUBOURIS, parvenait à franchir le "seuil de DANA" en longeant la berge Ouest, avec un chaland démontable, le "Benoit-Garnier" jaugeant 0,90 m. Il aboutit sur le LOGONE à DIOKOÏDI. Ceci était un véritable exploit, qu'il n'aurait du reste pas été possible de réaliser chaque année à une date aussi tardive ; d'ailleurs à certains passages difficiles, la baleinière avait été poussée sur des rouleaux. Cette voie a été abandonnée jusqu'en 1911 parce qu'elle se trouvait en territoire allemand. D'ailleurs le rapport du Capitaine d'ADHEMAR concluait que la communication ne se reproduisait pas tous les ans.

Dans cette zone déprimée qui prolonge vers le Nord le Lac de FIANGA, il est possible de parvenir au LOGONE chaque année en pirogues, et, plus rarement, en baleinières de 0,50 m de tirant d'eau. Cette voie était fréquemment utilisée avant 1960 par la Société "Cotonfran" et l'Administration pour l'aller et retour BONGOR-FIANGA : la route terrestre n'était en effet pas praticable pendant la saison des pluies (Septembre-Octobre à Novembre).

4.3.1. Description - géologie - pédologie

Le "seuil de DANA" constitue la séparation entre les eaux du LOGONE et celles du Lac de FIANGA. Géologiquement, tout laisse penser que le Lac de FIANGA est un ancien cours du LOGONE. Les mêmes sols que dans les plaines du LOGONE le bordent, notamment les argiles à nodules calcaires et effondrements. Au seuil de DANA, ces sols anciens d'origine lacustre sont recouverts par des alluvions récentes du LOGONE, qui ont été entraînées dans la dépression, jusqu'à DANA, où elles rencontrent les alluvions lacustres du Lac de FIANGA.

La dépression est encadrée à l'Ouest par des sables accumulés en "dunes" sableuses ou argilo-sableuses (sols beiges ferrugineux tropicaux), cependant moins élevées que les "dunes" de YAGOUA (1). Sur la rive Est, les "Nagas" dont la dénomination "savante" est solonetz-sablondisés : (sols sablo-argileux à couverture sableuse peu épaisse) forment des étendues rigoureusement planes, bourbiers en saison des pluies et véritable béton en saison sèche. Ces sols mêlés aux argiles à concrétions (vertisols) constituent les berges rive gauche du lit majeur du LOGONE en amont de la dépression de DANA jusqu'à GRAND TOUGOUDE, 20 km en amont.

(1) Les villages de DANA, TSOUANA, NANGABISSI, DOMO sont établis sur ces dunes de sable. Beaucoup plus argileuses en profondeur qu'en surface, elles sont imperméables.

La dépression de DANA mesure 6 km de largeur en bordure du lit majeur du LOGONE et se réduit à 2 km à son aboutissement dans le Lac de FIANGA à DANA.

Toutes les conditions topographiques sont remplies pour que les eaux du LOGONE se déversent par cette voie dès que le niveau à BONGOR dépasse 3,00 m, donc pour des crues moyennes ; mais les conditions hydrauliques sont beaucoup moins satisfaisantes du fait qu'il n'existe pas de lit marqué, mais seulement un écoulement en nappe dans une prairie où les herbes sont extrêmement denses. Le débit serait naturellement augmenté si le sol était simplement arasé et désherbé , cela a été réalisé à petite échelle. Cependant, à défaut de lit, un chapelet de mares très peu profondes jalonne le thalweg de la dépression sur la berge Ouest.

Les eaux du LOGONE ne pénètrent pas directement dans le passage de DANA. En effet, sur ce parcours, entre GRAND TOUGOUDE et TSEBE, le lit principal du fleuve longe la berge droite du lit majeur. Le long de la berge gauche s'est créé le "Marigot de YRDING" rivière importante et profonde naissant dans le lit majeur et se jetant dans le LOGONE à TSEBE. Il draine les eaux déversées dans le lit majeur qui est submergé dès que le niveau à BONGOR dépasse 2,80 - 3,00 m. Les eaux se décantent dans les herbes et parviennent au marigot parfaitement claires. Ces eaux déversant sur la rive gauche vers DANA n'apportent ainsi aucun alluvionnement au seuil. Rien ne s'opposerait d'ailleurs à une nouvelle divagation du LOGONE de la berge droite à la berge gauche de son lit majeur. L'alluvionnement reprendrait alors, comme cela a certainement eu lieu dans le passé.

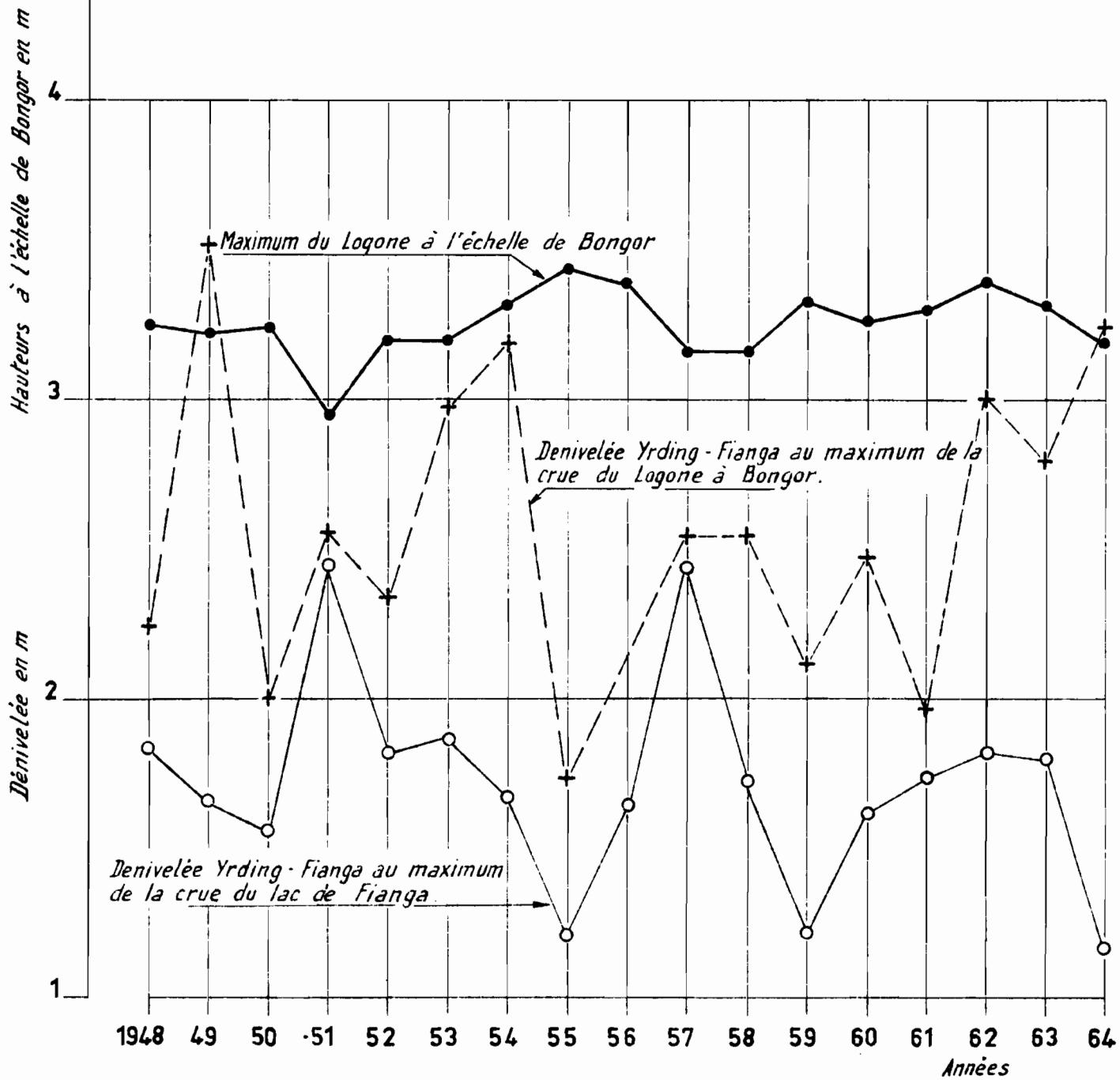
Pour limiter le débit des crues du LOGONE dans la partie endiguée de son cours, en aval de BONGOR et jusqu'à KATOA et POUSS, le projet de déverser les excédents par le seuil de DANA s'impose. La large "vallée" constituée par les lacs TOUBOURIS est capable "d'encaisser" un débit important sans élévation catastrophique de son niveau. Mais nous verrons que les possibilités sont cependant faibles, en raison de la faible dénivellation entre le LOGONE et le Lac de FIANGA.

4.3.2. Topographie

4.3.2.1. Nivellements de la Mission TRIAL

Deux cheminements partent de la borne 282 au Nord du village de SOUEY (14 km de DANA), longent les deux rives de la dépression du Lac et se rejoignent à DANA (borne 125) en passant l'un par DOMO, l'autre par NDANGABISSI (tableau K L'L).

Denivellation entre le marigot de YRDING et le lac de FIANGA pendant les crues de 1948 à 1964.



A partir de DANA, borne 125, rayonnent 3 cheminements :

- a) DANA-TSEBE (borne 20) le long de la rive Ouest de la dépression (ce cheminement suivant le trajet du chenal utilisé par LENFANT en 1904, dit "Communication LENFANT") (tableau C).
 - b) DANA-TSEEE (borne 20) par YRDING (borne 60) suivant la route de DANA-YAGOUA (tableau H).
 - c) DANA-GAÏNA en travers de la dépression et rejoignant la berge du LOGONE en face de BONGOR-SEKE (695) (tableau J).

Enfin, un nivellement longe la rive gauche du LOGONE jusqu'au droit de BONGOR (borne 751), puis aboutit à YRDING (borne 60) (tableau H).

Transposition des nivelllements TRIAL dans le système IGN 1962

La borne 457 de TRIAL, se trouvant à MASSA KONDEïKA, a été nivellée par l'IGN (330,957), mais cette borne ne figure pas dans le répertoire du document "Le TCHAD et la capture du LOGONE" - J. TILHO.

Les rattachements les plus proches du repère de base de FIANGA (1) sont :

(Tableau A¹)

Mais cette dernière borne était cassée et sectionnée au ras du sol lorsqu'elle a été nivélée par l'IGN. Donc, en fait, la cote TRIAL correspondant au point nivélé serait 301,00 environ, et la différence 20,49%.

(1) Ce repère n'a pas pu être retrouvé.

D'autre part, un autre nivellation (tableau A) donne pour la borne TRIAL 225 : 300,443. Nous n'avons pas retenu ce chiffre parce que le cheminement contourne le Lac de TIKEM et passe dans des régions marécageuses alors que celui du tableau A¹ emprunte la route de FIANGA-TIKEM où le nivellation est certainement moins mauvais.

D'autres comparaisons faites par l'IGN portent sur les bornes TRIAL 160 et 331 près du confluent de la LOKA et la borne 691 à ERE :

Borne TRIAL 160 (1 km en amont du confluent)	:	326,345 IGN 1962
		306,696 TRIAL

		19,649
Borne TRIAL 331 (confluent LOKA)	:	329,113 IGN 1962
		310,678 TRIAL

		18,435
erreur d'un mètre corrigée		19,435
Borne TRIAL 691 -- ERE	:	341,040 (IGN 1953 - 1962)
		321,511 TRIAL

		19,529

Les différences ne sont donc pas cohérentes. Mais ces cheminements sont longs et sur des terrains difficiles. Ils sont loin de présenter les mêmes garanties de qualité que les cheminements IGN, recommandés plusieurs fois et aux nombreuses fermetures. Il est à peu près certain que de nombreuses erreurs ont été faites sur les leviers anciens, ces chiffres ne sont pas à retenir.

Autres repères :

Tableau K, étiage du lac de FIANGA Mars-Avril 1936 :

Etiage : 320,44 (0 de l'échelle 1948)

Cote TRIAL : 300,06

différence 20,38

L'échelle de BONGOR a indiqué un maximum de 3,25 le 3 Octobre 1955. Il est vraisemblable que le zéro (d'après TILHO) correspondait à l'étiage, le zéro de l'échelle était à 301,470 (cote TRIAL), repère 751 de BONGOR 304,730. L'échelle est située à 400 m du bureau de l'Administration, donc très en aval de l'échelle COTONFRAN utilisée par la suite (4 km, ce qui représente $0,19 \times 4 = 0,76$), la cote du zéro était donc égale à la cote d'étiage à COTONFRAN, soit 0,86 m à l'échelle de 1966 avec zéro à 321,49 (322,49 avant 1966) moins 0,76, soit dans le système IGN 1956 et 1962 : $321,49 + 0,86 - 0,76 = 321,59$. La différence du système TRIAL et système IGN 1962 serait :

$$321,59 - 301,470 = 20,12$$

En conclusion, les estimations les plus vraisemblables des différences entre le système TRIAL et le système IGN 1962 pour la borne de départ FIANGA 507 sont : $20,269 - 20,494 \sim 20,38 \sim 20,12$. Nous retiendrons l'estimation qui résulte du point le plus proche de FIANGA :

Borne 41 $\Delta = 20,269$, arrondi à 20,300 m

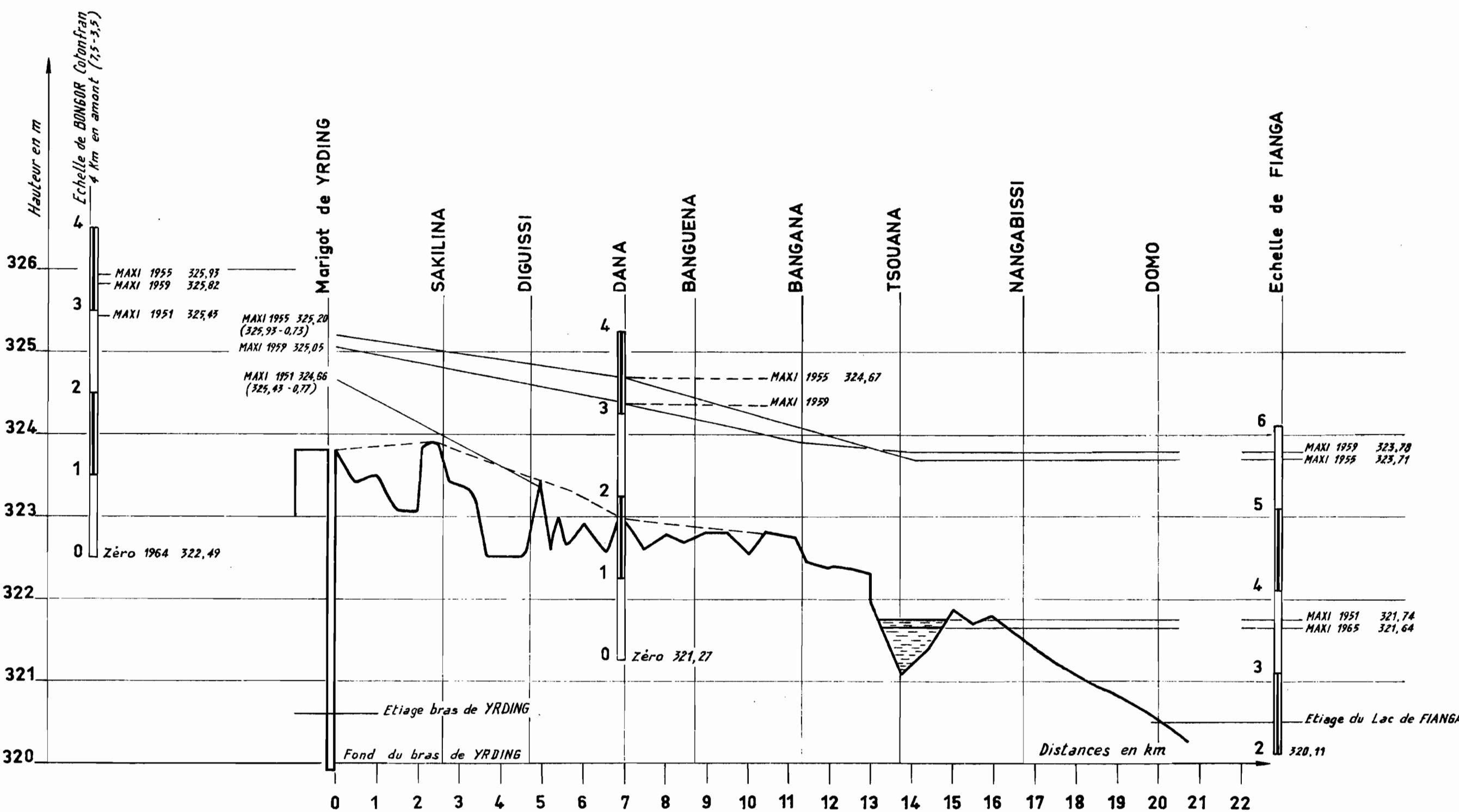
Avec toutes les réserves précédentes, ceci permet de transposer le profil en long de la dépression de BONGOR à SOUEÏ établi par TRIAL dans le système 1962.

Profil BONGOR-DANA-FIANGA (Rive gauche de la dépression)

	Cote TRIAL	Tableau TRIAL	km	Cote IGN 1962
BONGOR RD du LOGONE	307,597	H	0,257	327,89
BONGOR échelle de crue	301,470	H	0,400	321,77
BONGOR repère 751 (RG)	304,730	H	1,022	325,03
YRDING Borne 60	303,171	H	4,76	323,47
Marigot = plan d'eau	299,960	H		320,26
à la passarelle fond (Avril 1936)	299,560	H		319,86
point route n° 98	302,821		9,553	323,12
DANA 125	302,913	H	12,779	323,21
point rive W 114	302,23		14,6	322,53
LORA 155	302,580			322,88
MOURI 185	302,490		22,2	322,79
201	302,366		24,5	322,67
point 216	301,23		26	321,53
DOIO 250	302,143		29	321,53
point 252	300,01		30	320,31
SOUHEY 282	300,891	C	32,5	320,19
point 296	298,86	C	33,8	319,16
" 310	299,952	C		320,25
DJENERENG 354	300,158	C	39,8	320,46
point 316	298,11	C	41,8	318,41
KOROII repère COTONFRAN	300,274	C	54,4	320,57
point 482	298,03		54,7	318,33
FIANGA-HOUTA (échelle zéro) (FIANGA)	298,991	C		319,29
FIANGA 507 (dépression allant à MOLFOUDEÏ)	300,00		58	320,30

Profil en long du seuil de DANA

Gr: 432



Profil en travers de DANA à BONGOR - SEKE (tableau J)

	km	Cote TRIAL	Cote IGN 1962 (2)
Repère DANA 125	0	302,883 (1)	323,18
Chenal W point 2	0,04	301,585	321,89
	4	302,492	322,79
	6	301,949	322,25
	7	303,303	323,60
	9	302,345	322,64
Chenal du centre	12	302,836	323,14
NOULOU	13	303,363	323,66
	14	302,952	323,25
Chenal de l'Est	17	302,903	323,20
	19	303,289	323,59
	21	305,072	325,37
GAINA	29	305,652	325,952
	36	305,984	326,28
	43	305,655	325,96
	46	304,680	324,98
Marigot de YRDING	47	303,264	323,56
Mares	50	303,301	323,60
Sommet berge	64	305,386	325,69
LOGONE RG	66	304,811	325,11
Le long de la berge	67	303,999	324,30
du lit mineur	70	303,964	324,26
en amont	72	304,858	325,16
	74	305,567	325,87
Repère 695 en face de BONGOR	10,610	305,540	325,84 (3)
SEKE			

(1) Tableau I, cheminement JULVECOURT - Borne 125 : 302,913 (Nivellement DORMOY)

(2) Constante = 20,30 m.

(3) La borne IGN de GOUFKA, marquée XI repère 326,915 est située à 5 km en amont Le long de la ligne d'eau qui affleure la berge en crue, cela représente une altitude supérieure de $5 \times 0,18 = 0,90$ m. Le sol au voisinage de 695 serait donc à environ 326,00, ce qui confirme le nivelllement TRIAL.

4.3.2.2. Nivellements de l'Institut Géographique National

1) Repère de base

BONGOR, borne astronomique repère : 328,319

2) Repères le long du LOGONE, en amont de BONGOR dans la zone déversant vers le Marigot de YRDING à 11,76 km en amont de la borne Astro, sur la berge du lit mineur :

borne marquée XI repère : 326,915
rivet : 327,033

à IASSA IKA sur la berge du lit majeur (21 km en amont de BONGOR) :

borne marquée XII repère : 320,027
rivet : 320,162

3) Repères le long du Marigot de YRDING :

borne X au droit de BONGOR repère 64 : 324,495
rivet 64-1: 324,619

borne marquée 1 à YRDING repère : 324,465

borne du campement de YRDING, près du pont de la route BONGOR-
FIANGA et de son croisement avec la route de YAGOUA :

borne marquée 2 repère : 324,73

4) Repères dans la dépression de DANA

borne marquée 3 au croisement de la nouvelle route de DANA-TSEBE
et de la route BONGOR-YAGOUA à 3,4 km de YRDING (pratiquement dans la
dépression au droit de la "pointe de TSEBE") repère : 325,195

Les bornes suivantes font partie du nivelllement de 1er ordre
de GAROUA à FORT-LAMY :

GAINA en face de DANA en bordure du seuil de DANA

borne marquée IX repère 63 : 323,830
rivet 63-1: 323,956

DANGABISSI (rive Est de la dépression)

borne VIII repère 62 : 323,549
rivet 62-1: 323,718

DOUZEI

borne XV	repère 61 : 323,411
	rivet 61-1 : 324,558

FIANGA

bâtiment COTONFRAN	repère 53 : 326,669
	repère 62 : 326,675
échelle zéro (1948)	320,379 DIDELIN- PIEL

Mais les nivelllements de la Section Hydrologique donnent, en 1950, 320,44, cote qui a été admise dans cette Monographie.

4.3.2.3. Travaux topographiques de la Mission LOGONE-TCHAD

Le thalweg du "seuil de DANA" a été relevé en Juillet 1950 par l'équipe BOUCHARDEAU-TIXIER. Un nivelllement précis rattaché aux bornes IGN et TRIAL était complété par un relevé topographique à la planchette de part et d'autre.

Le thalweg est jalonné par un ligne de mares en saison sèche. Perpendiculaire au marigot de YRDING au départ, puis suivant de très près le talus sableux sur la rive Ouest, le thalweg traverse en biais la dépression à DANA et longe ensuite la rive gauche jusqu'à NANGABISSI situé en bordure du Lac de FIANGA.

Ce levé avait un but pratique : rechercher une voie d'eau navigable entre BONGOR et FIANGA utilisable pendant la crue du LOGONE, lorsque la route qui passait alors en bordure du Lac de FIANGA était coupée par la crue du lac. En fait, la baleinière de l'usine d'égrenage de la "COTONFRAN" c'est celle de l'Administration empruntait déjà cette voie depuis longtemps, ainsi que de nombreuses pirogues, et il s'agissait de l'aménagement d'une voie déjà connue, en rabotant, par exemple, les hauts-fonds les plus gênants (ce qui montre que l'exploit de LENFANT n'avait que la gloire d'une "première"!).

La transposition du nivelllement exécuté en 1950 dans le système actuel (1962) a pu être effectuée grâce à un certain nombre de repères mentionnés dans le tableau ci-après.

Borne IGN		Cote 1950	Cote 1966	Différence
Pont YRDING		303,756	323,746	19,990
Borne IGN IX	repère (1)	303,828	323,830	20,002
	rivet		323,956	
Borne IGN VIII	repère	303,590	323,549	19,959
	rivet	303,760	323,718	19,958
Borne TRIAL (2)		Cote TRIAL	Cote 1950	Cote 1966
Borne TRIAL 125 (DANA)		302,913	303,389	323,349
Borne TRIAL 155 (LORA)		302,580	302,780	322,722
Borne TRIAL 201		302,366	302,561	322,521

(1) Cotes données dans le carnet IGN édité en 1966. Antérieurement, les cotes de la borne IX étaient cohérentes avec l'ancien système :

repère : 323,790 (différence : 19,962)

rivet : 323,915

serait-ce une erreur de l'IGN ?

(2) Au tableau 4.3.2.1. nous donnons des cotes différentes de 10 cm. Ceci provient du jeu des compensations qui n'ont pas été exécutées de la même manière par TRIAL et IGN.

Mises à part les cotes de la borne IX dont on ne s'explique pas l'incohérence relative, la constante permettant de transposer le relevé topographique de TIXIER dans le système 1962 est donc de 19,96 m.

On trouvera les cotes principales du lit mineur, du fond du thalweg, dans le tableau 4.3.2.3.

Ce tableau indique également les cotes des plans d'eau en Juillet 1950 (lors du nivelllement il n'y avait que des mares isolées). En Septembre, pendant l'inondation, les points ont été relevés par J.RODIER.

Ce tableau est commenté au paragraphe 4.3.3.

Tableau 4.3.2.3

Campagne 1950 - Relevés de la Section d'Hydrologie

Profils de hautes eaux du seuil de DANA

Transposé dans le système 1966 = cote de 1950 + 19,96

	km	Lit mineur	Cote du fond	Eau le 27/7/1950	Eau le 13/9/1950	Hautes eaux
BONGOR repère, borne						
ASTRO : 328,319						
BONGOR - 0 échelle de crue						
322,49						
cote maximale 1950 : 325,74						
Campement YRDING	0	323,81	323,98	323,98	324,84	
	0,200	321,86	321,86	324,06		
	0,250	323,71	321,89	324,84		
	2,00	323,11	323,11	324,06		
	2,5	323,84	323,84	323,86		
	3,0	323,43	323,07	323,86		
	4,8	322,46	321,96	323,76		
	5,0	323,26	323,44	323,76		
DANA	6,85	323,00	323,06			
Borne TRIAL 125 : 323,34	7,00			323,66		
	7,700					
	8,500	322,84				
	9,500	322,71	321,96			
TSOUANA	11,200	322,71				
	12,00	322,36		322,86		
	13,70	321,09	320,70			
	15,00		320,66			
NANGABLISSI	16,50		320,61			
	17,00				320,61	
DOMO	20,00	320,56				
	23,00	321,56		321,56		
Lac de FIANGA (0 de l'échelle)						
le 320,44)						
Cote maximale 1950					323,40	

4.3.3. Hydrographie

4.3.3.1. Description de la "Vallée"

Les eaux se déversent sur la rive gauche du marigot de YRDING sur tout le parcours allant de la borne IGN n° X (village de YRDING) jusqu'au confluent avec le LOGONE. Mais en aval du pont de la route BONGOR-YAGOUA, (campement de YRDING), les déversements s'écoulent en direction du Nord et rejoignent le LOGONE dans la zone marécageuse où prend naissance le DANAÏ. Par contre, les déversements qui se produisent en amont du campement de YRDING, empruntent une direction Ouest, puis franchement Sud, et s'écoulent vers le lac de FIANGA par la dépression de DANA.

Au voisinage du marigot de YRDING, il n'y a pas de dépression marquée ni de voie privilégiée et les eaux s'écoulent soit dans les cuvettes à peine déprimées où la végétation herbacée est drue et serrée, ou même (au voisinage de la borne X) au travers d'une savane arbustive qui ne semble pas, en saison sèche, avoir la moindre vocation à l'inondation. En fait, le passage des eaux y est plus facile car le barrage des herbes y est moins compact.

Le passage des eaux le plus remarquable longe le talus de la rive gauche et un "lit" constitué de sables grossiers commence à se former à DIGUINI (3 km en amont de DANA) avec des berges de 1,00 m et une vallée dégagée sur 100 à 300 m. DANA correspond à un resserrement de la dépression. Puis le lit disparaît à nouveau sur 7 km entre DANA et TSOUANA. Seuls n'en subsistent que quelques tronçons. Le lit majeur s'élargit cependant et se partage en plusieurs bras.

Entre DANA et TSOUANA, le lit majeur est rigoureusement plat et horizontal sur 5 km puis fait une chute relativement brusque de 1 m. Entre TSOUANA et NANGABISSI, il est large et continu, mais peu profond (0,75 m). Le lac de FIANGA remonte dès le début de la crue jusqu'à NANGABISSI (RG) et DOMO (RD.).

4.3.3.2. Profil en long du fond de la dépression en 1950

Les éléments topographiques du paragraphe 4.3.2 permettent d'établir les profils en long du thalweg de la dépression. La succession de mares et de seuils, à vrai dire très peu élevés, les dénivellations étant au maximum de l'ordre du mètre, font que le profil est, dans le détail, irrégulier. Dans l'ensemble, on distingue cependant les caractéristiques suivantes : franchissement du léger bourrelet de berge du marigot de YRDING, pente très faible sur les 12 premiers kilomètres, dénivellée assez brusque à BANGANA 3 km en amont du point jusqu'où parviennent les eaux du lac de FIANGA en étiage.

Quant au lit majeur, il est aussi extrêmement plat et quasi horizontal puisqu'il passe de la cote 323,50 environ au départ de YRDING à 322,00 à DOMO sur une distance de 20 km, soit 7,5 cm au km.

On retiendra donc que la pente de la dépression de DANA est extrêmement faible. Compte tenu de la végétation qui l'encombre, cette voie théoriquement ouverte aux déversements du LOGONE, ne laisse passer que des débits insignifiants.

4.3.3.3. Profil en long de la ligne d'eau

Le seuil de DANA n'aurait pas retenu outre mesure l'attention des hydrologues si un grave problème technique ne s'était pas posé aux responsables des aménagements du LOGONE. L'endiguement du fleuve sur sa rive droite en aval de BONGOR et sur la rive gauche, côté CAHEROUN, en aval de MARAO, a eu des répercussions assez catastrophiques sur les niveaux du LOGONE pour que l'on envisageât de se décharger d'une partie des débits de crues du fleuve avant l'arrivée dans la zone endiguée.

On constate par exemple qu'entre 1955 et 1959, avant et après les endiguements, pour un même débit à BONGOR, la différence des niveaux à TOUKOU et à DJAFGA est très significative.

Ceci ressort de l'examen des niveaux de hautes eaux suivants relevés à BONGOR et à ces stations situées respectivement à 23 et 48 km de BONGOR.

:	BONGOR	TOUKOU	DJAFGA
:	325,93	321,22	316,97
:	325,78	321,14	317,14
:	325,57	321,01	317,05
:	325,66	321,17	317,19
:	325,82	321,43	(317,36)(1)
:	:	:	:

(1) Niveau qui aurait été atteint sans rupture de la digue.

Sur l'initiative du Génie Rural du CAMEROUN, des études ont été confiées à l'ORSTOM en 1959 qui ont fait l'objet de la note "Etude du LOGONE et des défluents Camerounais entre BONGOR et TEKELE, Mars 1960".

Quelle est en fait la possibilité de faire passer par le seuil de DANA un débit suffisamment élevé pour soulager la section située en aval ?

Le premier élément est évidemment la pente de la ligne d'eau entre le bras de YRDING et le lac de FIANGA. Il sera toujours possible par la suite, si la pente est suffisante, d'améliorer l'écoulement par un aménagement de la section (canal, simple désherbage, etc...) (1).

Examinons donc les niveaux des plans d'eau à YRDING, DANA et FIANGA pour des crues données du LOGONE.

Niveau du marigot de YRDING

Remarquons de prime abord que dans une section perpendiculaire du lit majeur du LOGONE, le bras de YRDING coulant sur la rive gauche et drainant les déversements du lit apparent est forcément à un niveau inférieur à celui du fleuve coulant sur la rive droite.

Basons-nous sur le niveau des crues à l'échelle de BONGOR-COTONFRAN, HC. Au voisinage de la borne X située à la limite Sud de la dépression de DANA, dans une section du LOGONE située 2 km en aval de celle de l'échelle COTONFRAN, le niveau sera :

$$H_C - (0,18 \times 2) = H_C - 0,36$$

(la pente du LOGONE à BONGOR étant $18 \cdot 10^{-5}$).

A YRDING, il sera :

$$H_C - 0,80$$

-
- (1) Une expérience de désherbage a été tentée par le Génie Rural, associé pour les mesures à l'ORSTOM, en 1959.

En bordure du marigot de YRDING, au voisinage de la borne IGN X, le chenal expérimental était désherbé sur une largeur de 20 m et sur une longueur d'une trentaine de mètres. Il débouchait dans une zone boisée mais dégagée d'herbes denses. La vitesse dans le chenal était 0,93 m/s en moyenne et le débit de l'ordre de 3,5 m³/s.

Ce niveau à YRDING a d'ailleurs été vérifié, une échelle ORSTOM ayant été observée pendant quelque temps au pont de la route BONGOR-FIANGA. Son zéro était à la cote 324,38 (1).

En 1958, au maximum de la crue, on a observé une différence de :

$$325,66 - 324,83 = 0,83 \text{ m}$$

En 1959 :

$$325,82 - 325,05 = 0,77 \text{ m}$$

Ces résultats confirment bien les conclusions précédentes.

A YRDING, le niveau du plan d'eau sera donc donné avec une approximation de quelques centimètres par la formule : $H_Y = H_C - 0,75$ que nous utiliserons dans nos comparaisons pour les niveaux à l'échelle de BONGOR supérieurs à 3,20. Mais ceci n'est valable que pour les niveaux relativement importants lorsque le plan d'eau du LOGONE et du bras de YRDING tendent à s'égaliser dans chaque section. Les débordements du LOGONE sur les berges du lit apparent entre MASSA IKA et BONGOR ne commencent que lorsque le plan d'eau atteint 3,00 m à l'échelle de la COTONFRAN. Pour les cotes inférieures, le débit du bras de YRDING est très faible et le niveau à YRDING est presque le même qu'au confluent du marigot avec le LOGONE. Si l'on admet une pente du LOGONE de $18 \cdot 10^{-5}$, ce niveau est :

$$H_C = (7,5 \times 0,18) = H_C \sim 1,35 \text{ m}$$

En fait, les quelques rares points de mesures dignes de foi dont nous disposons donnent une différence inférieure, peut-être parce que nous avons exagéré la pente du LOGONE dans cette section (2).

-
- (1) Echelle à ne pas confondre avec celle de l'entrée du canal du Génie Rural quelques kilomètres en amont, avec zéro à 324,00 (voir 2ème Partie de la Monographie). Dans cette seconde partie, les lectures données pour 1958 se rapportent à l'échelle ORSTOM avec zéro à 324,38.
 - (2) On notera cependant qu'entre BONGOR et TOUKOU, sur 23,5 km, la pente est de $19,2 \cdot 10^{-5}$, mais il y a certainement un effet "d'entonnement" à l'entrée dans la zone endiguée.

En effet, le 14 Septembre 1958, nous avions :

à YRDING :

$$324,38 + 0,13 = 324,51$$

à BONGOR :

$$322,49 + 2,96 = 325,45$$

donc une différence de 0,94 seulement.

Le niveau de la berge rive gauche du bras de YRDING voisinant 284,00, le déversement ne commence à être sensible que lorsque le niveau des eaux atteint à YRDING : 284,40, soit une côte à BONGOR de 3,10 m si nous acceptons une valeur moyenne entre les deux résultats précédents.

Niveau du Lac de FIANGA

Ces niveaux sont connus par l'échelle de la COTONFRAN à FIANGA. De toute évidence, la différence de niveau entre les deux extrémités du lac est insignifiante tant que les débits ne dépassent pas le record actuel (80 m³/s en 1955).

La courbe de remous du lac remonte naturellement d'autant plus loin dans la dépression que la crue du lac est plus importante et atteint DANA lors des **fortes** crues.

Dénivelée entre le bras de YRDING et le lac de FIANGA

A la date du maximum de la crue du LOGONE, le lac de FIANGA est encore en crue : la dénivelée est alors maximale. Inversement, à la date du maximum du lac de FIANGA, le LOGONE et le bras de YRDING sont déjà en période de décrue. La dénivelée est alors minimale. Les tableaux suivants examinent les deux cas depuis le début des observations en 1948.

Dénivelée YRDING - FIANGA à la date
du maximum du Lac de FIANGA

(Cotes d'altitude dans le système I.G.N. 1962)

Année	Echelle de BONGOR (1)	Altitude de BONGOR (m)	Altitude de YRDING (m)	Date PHE FIANGA	Altitude PHE FIANGA (m)	Dénivelée YRDING FIANGA (m)	Remarque
1948	3,15	325,64	324,89	30-9	323,07	1,82	
1949	2,85	325,34	324,04	26-10	322,38	1,66	
1950	3,24	325,73	324,98	10-10	323,40	1,58	
1951	2,71	325,23	324,19	16-9	321,74	2,23	pas de déversement
1952	3,15	325,64	324,89	28-9	323,07	1,82	"
1953	2,80	325,29	324,29	8-9	322,43	1,86	"
1954	3,20	325,69	324,84	11-10	323,16	1,68	
1955	3,37	325,66	324,91	26-10	323,71	1,20	
1956	3,18	325,67	324,67	10-10	323,03	1,64	
1957	3,08	325,57	324,57	22-10	322,13	2,44	"
1958	2,72	325,21	324,00	24-10	322,27	1,73	"
1959	3,26	325,75	325,00	8-10	323,78	1,22	"
1960	3,24	325,73	324,98	24-10	323,36	1,62	
1961	3,30	325,79	325,04	1-10	323,31	1,73	
1962	3,30	325,79	325,04	24-10	323,22	1,82	
1963	3,24	325,73	324,98	25-9	323,18	1,80	
1964	2,80	325,29	324,00	19-10	322,83	1,17	
Moyenne des années où il y a un déversement						: 1,61 m	

(1) Lectures à l'échelle de BONGOR le jour du maximum à l'échelle de FIANGA.

Dénivelée YRDING-FIANGA à la date
du maximum de la crue du LOGONE à BONGOR

Date	Echelle : de BONGOR : (maximum)	Altitude : (m)	Altitude : de YRDING : (m)	Echelle : de FIANGA : (1)	Altitude : de FIANGA : (m)	Dénivelée : YRDING : FIANGA (m)	Remarque
18-9-48	325	325,74	324,99	230	322,74	2,25	
30-9-49	322	325,71	324,97	101	321,45	3,52	
1-10-50	325	325,84	325,09	290	323,08	2,01	
13-10-51	294	325,43	324,23	149	321,67	2,56	pas de déversement
18-9-52	320	325,69	324,84	243	322,50	2,34	"
29-10-53	310	325,59	324,74	180	321,87	2,87	"
26-9-54	326	325,75	325,00	370	321,81	3,19	
21-10-55	344	325,93	325,18	540	323,51	1,67	
23-10-56	329	325,78	325,03	-	-		
21-9-57	308	325,57	324,37	371	321,82	2,55	"
13-10-58	317	325,66	324,66	400	322,11	2,55	
27-9-59	333	325,82	325,07	485	322,96	2,11	
29-9-60	327	325,76	325,01	442	322,53	2,48	
21-9-61	330	325,79	325,04	496	323,07	1,97	
13-10-62	339	325,88	325,13	402	322,13	3,00	
9-9-63	332	325,81	325,06	416	322,27	2,79	
19-9-64	320	325,69	324,84	351	321,62	3,22	"
	Moyenne des années de déversement					2,51 m	

(1) Lectures à l'échelle de FIANGA le jour du maximum à l'échelle de BONGOR.

Il n'y a aucune relation simple entre les niveaux des crues du LOGONE à BONGOR et les dénivellations entre le bras de YRDING et le lac de FIANGA, dont le niveau dépend de la crue du LOGONE puisqu'il est alimenté par les déversements d'ERE et de la KABIA ; mais le déphasage est évidemment très différent de celui de BONGOR.

Lorsque le niveau du LOGONE a dépassé 3,20 m à l'échelle COTONFRAN et qu'il y a eu liaison entre les plans d'eau de YRDING et FIANGA, la différence de niveau a été en moyenne de 2,51 m au moment du maximum du LOGONE à BONGOR, mais n'était plus que de 1,61 m à la date du maximum du lac qui a lieu 10 à 20 jours plus tard.

Ceci représente des pentes de $13 \cdot 10^{-5}$ et $8 \cdot 10^{-5}$. La meilleure déclivité que l'on puisse espérer pour un chenal est donc de l'ordre de 10 cm au km. C'est en tout état de cause bien faible pour des débits importants, à moins d'une section importante du canal. On remarquera que lors de l'année la plus forte, en 1955, les dénivellations ont été de 1,67 à la crue et 1,20 à la décrue, ce qui n'est guère encourageant.

4.3.3.4. Remarque sur les nappes d'eau souterraines de la dépression de DANA

Le nivelllement de 1950 montre que dans les mares en amont de TSOUANA les eaux étaient toutes à la même cote : 322,00 et correspondaient à la cote du marigot de YRDING à cette époque. La nappe se trouve dans des sables grossiers déposés entre des étages argileux. Ainsi les mares paraissent communiquer avec le marigot par l'intermédiaire de cette nappe.

En aval de TSOUANA et jusqu'à NANGABISSI, le niveau des mares était de 320,70, soit 0,30 au-dessus des eaux du lac de FIANGA en étiage.

Il semble exister un seuil souterrain formant barrage à l'emplacement de la rupture de pente du lit majeur et un écoulement souterrain en direction du Lac de FIANGA. Nous constaterons, dans le chapitre 4.4. sur les lacs TOUBOURIS, que la constance de niveau d'étiage du Lac de FIANGA et le léger écoulement au "seuil de MOLFOUDEI" impliquent une alimentation du lac par les nappes, compensant l'évaporation en saison sèche.

4.3.3.5. Les débits du seuil de DANA

Les débits déversés le long des berges du marigot de YRDING, dans la dépression, passent au droit de DANA dans une section relativement étroite (de l'ordre de 1 km de large), mais la très faible pente et la végétation freinant l'écoulement ne permettent pas au courant de dépasser quelques cm/s.

De plus, lors des fortes crues, les niveaux de DANA (1) dépendent du lac de FIANGA et ne sont pas en rapport univoque avec les débits passant dans la section. A priori et en faisant abstraction des précipitations, très rares au moment de l'arrivée des crues, ces débits sont fonction du niveau à BONGOR avec un retard que nous avons fixé arbitrairement à 5 jours.

:	: Niveau BONGOR : Date J :	: Niveau à DANA :	Débit :	Rémarques :
:	J - 5	(m)	(m ³ /s)	:
:	(zéro à 322,49)			
:				
:	12-9-50	305	1,9	
:				
:	29-9-50	322		mesure impossible (V trop faibles) - Remontée du lac de FIANGA
:				
:	25-10-55	336	65	maximum estimé à 100 m ³ /s
:				
:	56	327	5	
:				
:	26-9-59	321	322,36	50
:				
:	57	308	0	
:				

Ces quelques points de mesures ne permettent pas un tarage même sommaire des débits transitant par DANA.

(1) Il y a eu 2 échelles à DANA lues très sporadiquement en 1958 (zéro à 321,27) et en 1960 (zéro à 323,00).

Le maximum de 1958 aurait été de 2,56 le 28-9 (soit 324,83) et celui de 1960 : 1,39 le 16-10 (soit 324,39).

Nous estimons cependant qu'ils ont atteint les volumes suivants, très approximativement depuis 1949 :

	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Volumes déversés (en million de m ³)	1	0	1	0	0	2	90	8	0

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Volumes déversés (en millions de m ³)	0	25	4	10	50	18	0	0

4.4. Les Lacs TOUBOURIS

4.4.1. Description

Géologie et sols de la dépression TOUBOURIS

Les lacs TOUBOURIS occupent une dépression large de 2,5 à 4 km, inondée en saison des pluies et s'étendant de DANA à M'BOURAO, sur 101 km. Entre les deux extrémités de la dépression, la différence de niveau n'est que de quelques mètres. Trois lacs se succèdent : FIANGA, TIKEM et N'GARA.

Du LOGONE à l'extrémité des Monts de FIANGA (par le seuil de DANA, le lac de FIANGA, le coude de GABRA et le lac de TIKEM), la direction de la dépression est Sud-Sud-Ouest. Après avoir contourné les Monts de FIANGA, la dépression fait un large coude vers l'Ouest. Le seuil de DAOUA-BOULEMBALI est au Nord de cette demi-boucle et sépare le Lac de TIKEM du Lac N'GARA-YOUHE. Ce dernier Lac s'achève au "seuil de M'BOURAO" où prend naissance le Mayo KEBI qui garde, jusqu'aux Chutes GAUTHIOT, une direction Ouest-Sud-Ouest.

Cette large vallée a été le passage des eaux du LOGONE et du trop plein du Lac TCHAD dès la fin du tertiaire. On y retrouve les alluvions lacustres anciennes des plaines du LOGONE qui ont évolué vers les sols argilo-sableux caractéristiques à nodules calcaires, effondrements et fort retrait. Ces sols sont recouverts, dans la dépression, par des alluvions lacustres récentes très noires et riches en débris végétaux. Les argiles à nodules forment généralement les sols des berges, sauf en certains points : sur la rive gauche et une partie de la rive droite du Lac de FIANGA, elles sont recouvertes par des sols sableux dérivant des sables beiges de KELO. Entre LALE et NIMBAKRY sur la rive droite, les sables envahissent même la dépression : amassés en dunes, il sont responsables de l'existence du seuil de DAOUA-BOULEMBALI. Enfin, au voisinage de LALE et M'BOURAO des argiles noires tropicales se sont formées sur la roche verte basique du substratum.

Les arènes du petit massif de FIANGA, résultant de la décomposition des granits, atteignent rarement le Lac sauf au voisinage de FIANGA. La langue de sables grossiers descendant de la colline de FIANGA et du "Mont DORE" rencontre le cône d'alluvions de la KABIA qui traverse la dépression de part en part.

4.4.2. Etude topographique des Lacs TOUBOURIS

4.4.2.1. Nivellement de la Mission TRIAL (1935)

(d'après "Le TCHAD et la capture du LOGONE" par le Général TILHO - 1947)

Les nivelllements de la Mission TRIAL partent tous d'une borne repère marquée 507, cotée arbitrairement à l'altitude 300,00 et située en bordure du Lac de FIANGA près du croisement des routes de FIANGA-BONGOR et de la route de NOLFOUDEÏ. Cette borne n'a jamais été retrouvée, mais l'IGN a pu niveler un certain nombre d'autres bornes TRIAL ; la comparaison entre les deux systèmes a révélé d'importantes incohérences. Il nous paraît naturel par conséquent de nous baser sur la borne TRIAL nivélée par IGN la plus proche du repère de base 507 et qui risque donc le moins d'avoir souffert d'erreurs de nivelllement : c'est la borne 41 qui se trouve le long de la KABIA à 5,7 km de la borne 507 :

- Cote de la borne TRIAL 41 dans le système IGN	:	323,782
- " "	:	<u>303,513</u>
Différence		20,269

Nous utiliserons donc cette constante de 20,269 pour passer d'un système à l'autre, dans le voisinage de FIANGA.

1°) Nivellement du TOUPOURIS septentrional sur la rive Ouest (Tableau C)
de FIANGA, borne TRIAL 507 à SOUEI sur la route de FIANGA à BONGOR.

Les points les plus profonds du Lac ont été trouvés près de KAMARGUI à la cote 297,87, soit 318,14,00 près de KONOU (COTONFRAN) 297,69, soit 317,96.

2°) Nivellement entre FIANGA et le Bac de FIENG par 2 voies différentes
(Tableaux A et A').

L'un suit la rive Ouest du Lac de TIKEN, l'autre la route de FIANGA à FIENG.

Les deux nivelllements partent du repère 507 pour aboutir au repère 225 au Bac de FIENG (ce repère endommagé a été coté par l'IGN) :

Nota : Les numéros de Tableaux sont ceux du livre du Général TILHO.

$321,494 + 0,15$ et $301,131$ système TRIAL, donc une différence de $20,41$. Mais la borne étant cassée il n'est guère possible d'en tenir compte.

La cote du point haut du seuil entre le Lac de FIANGA et le Lac de TIKEM est situé à $299,60$ TRIAL, soit $319,97$ (IGN).

Le niveau de l'eau au Bac de FIENG était de $299,939$ le 8 Février 1936, soit $320,21$ dans le système IGN 1962. Cette cote est très vraisemblable et voisine de la moyenne actuelle du Lac de TIKEM à la même date : elle varie entre $320,21$ et $320,40$.

3°) Nivellement entre le Bac de FIENG et M'BOURAO (Tableau B)

Le repère 615 est placé sur le bord du Mayo KEBI à M'BOURAO. Sa cote est $296,611$ (système TRIAL) et dans le système IGN vraisemblablement ($296,611 - 0,688 + 20,41$) = $316,33$.

4.4.2.2. Nivellements IGN (dans la région des Lacs TOUBOURIS)

1°) De FIANGA à l'Usine COTONFRAN (rive droite du Lac de FIANGA)

		1950	1951	1962
- FIANGA, Centre administratif	borne 3	:	:	:
	repère	:	: $345,028$	: $343,862$
	rivet	:	: $345,163$	: $343,997$
- FIANGA, Station astronomique	douille	:	:	:
	56/11	:	: $348,627$	: $347,462$
- FIANGA, Pont à la sortie vers BONGOR	(Mayo NIZIROU)	57	:	: $323,182$
- COTONFRAN, repère sur hangar	58	:	: $326,844$	: $326,675$
- Echelle (1948)	58/1	:	: $320,373$	: $320,379$
		:	:	: (1)

2°) Rive gauche du Lac

- MOLFOUDÉI,	borne VII	repère 59	:	: $324,100$
		rivet 59/1	:	: $324,244$
- Borne TRIAL (rive droite)	n° 41		:	: $323,957$
	(cote TRIAL 303,513)		:	: $323,782$

(1) Le nivelllement entre le repère 58 et le zéro de l'échelle n'est pas sûr, nous avons admis : $320,44$ au lieu de $320,379$ (Voir 2° Partie).

			1950	1951	1962
3°) FIANGA-TIKEM	TRIAL	"	:	:	:
- Borne TRIAL 225 sectionnée (- 0,15 ?)	au bac de FIENG	3.11	:	322,651	321,494
- Borne marquée III (extrémité de la digue)	repère 4		:	324,461	323,305
	rivet 4-1		:	324,599	323,444
- IRCT Hangar	5		313,762	333,891	332,735
- Echelle de TIKEM (1) en 1947 zéro (trait nivéle 1,10 à 320,803)			:	320,859	319,703
			:	:	:
4°) FIANGA-DAOUA-M^o BOURAO	Anciens	Nouveaux	:	:	:
a) <u>Carnet de FIANGA</u>	: modules:	: modules:	:	:	:
- NIMBAKRI borne V	repère	56	(2)	328,092	326,938
	rivet	56-1		328,214	327,060
b) <u>Carnet LERE</u>			:	:	:
- Ponceau sur le marigot MAQIA	56-11	55-11	:	331,581	330,434
- LALE borne VI repère	56	55	311,908	332,044	330,899
	rivet	56-1	55-I		331,037
- Ponceau du marigot YOUE	55-11	54-11	:	331,943	330,802
- Aqueduc d'un marigot, rivet	55-1	54-1		327,652	326,512
- Aqueduc à 100 m du N ^o GARA	55	54		323,159	322,025
	rivet				
- Aqueduc à 2 km de M ^o BOURAO	54-1	53-1		323,848	322,723
- M ^o BOURAO borne indicatrice	54	53	306,463	326,599	325,476
5°) Traversée du TOUBOURIS au droit de LALE			:	:	:
a) <u>Carnet de LERE</u> (niv.1947 - carnet 1966)			:	:	:
- Village de LALE - borne VI	- repère	55			330,899
	rivet	55-1			331,037

(1) Voir dans la deuxième partie la discussion relative au zéro de cette échelle.

(2) Attention, les modules des bornes ont été changés par l'IGN dans le dernier carnet paru (1966), ce qui peut prêter à confusion.

		1950	1951	1962
- Village de MOKAY , borne IV :	:	:	:	:
(rive Sud du TOUBOURIS)	:	:	:	:
repère	: 6	:	:	: 321,386:
rivet	: 6-1	:	:	: 321,527:
	:	:	:	:

4.4.3. Hydrographie des Lacs TOUBOURIS

L'hydrographie des lacs TOUBOURIS est déterminée par l'existence de 3 seuils. Le premier, entre les lacs de FIANGA et de TIKEM, retient le lac de FIANGA. Le seuil de DAOUK - BOULEMBALI est situé en aval du lac de TIKEM, et le seuil de M'BOURAO, à la sortie du lac de N°GARA, est à l'origine du Mayo KEBI.

4.4.3.1. Seuil entre le Lac de FIANGA et le Lac de TIKEM

La dépression des TOUBOURIS fait une large boucle autour du petit massif orienté Nord-Sud de FIANGA (qui comprend la colline de FIANGA, le Mont DORE et le Mont ILI).

Ce coude est occupé par le Lac de TIKEM d'où émergent de nombreux îlots rocheux.

A l'Est de la Montagne de FIANGA, la KABIA se jette dans la dépression TOUBOURI, ou plus exactement dans le chenal joignant les deux lacs. Le confluent est proche du Lac de FIANGA alors qu'il est séparé de celui de TIKEM par un méplat long de 5 km, asséché presque entièrement de Janvier à Juillet et submergé pendant la crue des lacs.

Ces seuils séparent, en saison sèche, les deux lacs dont les niveaux varient alors indépendamment.

En crue, les flots de la KABIA (dont le lit est relativement instable sur ce cône de déjection) se partagent entre les deux lacs et les remplissent simultanément.

Malgré son imprécision le nivelllement TRIAL de 1936 permet d'évaluer la cote de ce seuil. Dans le système IGN 1962, la borne 41 est cotée 323,782 contre 303,513 dans le système TRIAL. La différence est donc de 20,269. Nous utiliserons cette constante pour le passage du système TRIAL au système IGN 1962.

Nivellement du seuil entre les lacs de FIANGA et de TIKEM

	Altitude TRIAL	Altitude IGN 1962
: km 0, repère FIANGA 507	: 300,00 + 20,269	: 320,269
: 0 fond de la dépression	: 299,84	: 320,11
: 1,1	: 299,26	: 319,53
: 1,5 MOUTA, repère 15	: 299,830	: 320,10
: 1,9	: 299,50	: 319,76
: 2,9	: 298,82	: 319,08
: 3,9	: 298,75	: 319,01
: 4,5 repère 45	: 300,503	: 320,77
: 4,7	: 298,20	: 318,47
:	:	:
: 5,7	: 298,47	: 318,74
: 6,7	: 299,06	: 319,32
: 7,5 Lac de TIKEM (début) repère borne 75	: 300,444	: 318,45
: 7,7	: 298,18	: 318,57
: 8,7	: 298,30	: 318,80
: 9,7	: 298,53	: 321,783
: 10,5 MBILI (repère 105)	: 301,513	: 317,15
: 10,6	: 296,88	: 316,07
: 12,4	: 295,80	: 316,07
:	:	:

Ce nivelllement a été exécuté sur la rive droite du petit chenal entre le lac de FIANGA et le lac de TIKEM. "Les cotes indiquées se rapportent au fond même de la dépression, ayant été obtenues par sondages en face des stations correspondantes de nivelllement" (Note du Général TILHO).

Malheureusement, ce nivelllement se ferme à FIENG sur le cheminement venant directement de FIANGA avec une erreur de 0,688 mètre. On ne peut donc lui attribuer qu'une confiance limitée. Cependant, le seuil se trouve près du point de départ du cheminement (repère fondamental 507). Nous pouvons espérer que l'erreur de nivelllement n'a pas été commise dans cette partie du cheminement.

On retiendra que le seuil atteignait en Juillet 1935 : 320,11 près de la borne 507 et que cette cote se maintient à peu près jusqu'au km 6,7 (319,32). Le seuil est donc presque horizontal, mais son point le plus haut se trouve au débouché du Lac de FIANGA.

La cote de l'étiage absolu du Lac de FIANGA a oscillé suivant les années entre 320,16 et 320,59 pendant la période 1948-1965.

La cote d'étiage du Lac de TIKEM de 319,57 à 319,91.

Le niveau d'étiage du Lac de FIANGA est donc imposé par l'existence de ce seuil. Un léger courant y subsistant toute l'année, le niveau du Lac de FIANGA ne descend pas en dessous du niveau du seuil, malgré l'évaporation.

Ce seuil a toujours servi de passage à gué entre FIANGA et MOLFOUDEÏ pour le ramassage du coton sur les marchés de la région de la KABIA. Les camions passaient en Janvier assez aisément et même en Décembre.

En 1950, le passage a été facilité par la construction d'une chaussée-digue passant sur 7 buses installées au point le plus bas, près de la rive de FIANGA. Cet ouvrage n'a guère changé les conditions d'écoulement antérieures.

Les mouvements de l'eau à la digue de MOLFOUDEÏ sont intéressants à suivre. Des observations ont été faites en 1964 à l'occasion d'un projet de chaussée-digue insubmersible entre FIANGA et MOLFCUDEÏ.

Quel débouché fallait-il prévoir ? A cette digue, parviennent, de l'amont, les eaux du Lac de FIANGA grossies soit par les pluies, soit par les apports de DANA et, de laval, les caux de la KABIA qui se partagent comme on sait, entre les deux lacs de FIANGA et de TIKEM. Enfin, les eaux du lac de TIKEM remontent quelquefois au début de la saison des pluies lorsque les Mayos DORBO et DEHE sont en crue, par ce même chenal très précaire, réunissant les deux lacs (nous avons vu que le seuil topographique du thalweg se trouve précisément à l'emplacement de la digue de MOLFCUDEÏ à la cote 320,11).

Les mesures de 1964 indiquent les cotes respectives suivantes des lacs et les débits mesurés à la digue de MOLFOUDEI.

Pendant cette période, le courant à MOLFOUDEI a toujours été dirigé dans le sens de TIKEM vers FIANGA.

: Date	: Zéro : Cote : FIANGA	Cote : FIANGA	Zéro : absolue	Cote : TIKEM	Cote : TIKEM	Zéro : absolue	Débit à MOLFOUDEI ..	(m ³ /s)
: 21-6-64	: 320,11	: 0,32	: 320,43	: 319,68	: 0,11	: 319,79	: 0	: .
: 3-7-64	: .	: 0,29	: 320,40	: .	: 0,13	: 319,81	: 0	: .
: 13-8-64	: .	: 0,49	: 320,60	: .	: 0,52	: 320,20	: 0	: .
: 22-9-64	: .	: 1,38	: 321,49	: .	: 1,87	: 321,55	: 4,7	: .
: 30-9-64	: .	: 1,54	: 321,65	: .	: 1,97	: 321,65	: 10	: .
: 9-10-64	: .	: 2,16	: 322,27	: .	: 2,20	: 321,88	: 15 - 20	: .

Il est visible que si le courant remontant débute pour un niveau de TIKEM supérieur à celui de FIANGA, il se maintient même lorsque le niveau de TIKEM devient inférieur : ce sont alors les eaux de la KABIA qui alimentent simultanément les deux lacs.

A partir de Novembre, on constate (graphique 4.4.4.3.) que la différence entre FIANGA et TIKEM ne cesse de s'accroître et le débit s'inverse vidant en fin de saison le lac de FIANGA dans le lac de TIKEM, jusqu'à ce que le niveau du seuil entre les deux lacs (320,11) soit atteint.

Si une digue définitive devait être construite à l'emplacement de la chaussée actuelle, submersible, les seuls débits à prendre en considération seraient ceux des déversements de DANA ; 150 m³/s seraient alors une estimation très large de la crue exceptionnelle. Le passage devra être toutefois de section généreuse en raison de la faible pente de la dépression et du reflux des eaux de la KABIA, de manière à éviter une élévation trop importante du plan d'eau du lac de FIANGA.

On constate que pendant tout le mois de Septembre les deux lacs ont des niveaux presque identiques, mais que le reste de l'année le lac de FIANGA est toujours plus élevé que celui de TIKEM. L'égalité des niveaux en Septembre peut sembler, a priori, surprenante puisque les eaux s'écoulent d'aval en amont dans la dépression; mais le lac de TIKEM est rempli par de nombreux affluents : la KABIA, le Mayo DEHE et le Mayo DONGO qui aboutit en aval de FIENG et remplit le lac de TIKEM d'aval en amont.

On observe à la digue de MOLFOUDEI des courants dans le sens de TIKEM vers FIANGA pendant pratiquement toute la crue. Cela provient du fait que la KABIA débite simultanément dans les deux lacs. La cote des eaux au confluent du chenal avec la KABIA est plus élevée que celle des deux lacs entre lesquels les eaux se répartissent : le fait que le courant coule au pont de la digue de MOLFOUDEI dans le sens TIKEM-FIANGA, n'implique donc pas que le niveau du lac de TIKEM soit plus élevé que celui de FIANGA.

RODIER et BOUCHARDEAU ont constaté ce fait à plusieurs reprises en passant en bateau d'un lac à l'autre, après avoir remonté le courant, souvent assez violent dans le petit chenal faisant communiquer les deux lacs, puis après avoir passé le confluent de la KABIA, on redescend le courant vers le lac de TIKEM. Mais, dans ce sens, la pente est plus longue et la perte de charge importante.

L'engravement du seuil entre les lacs de FIANGA et de TIKEM, qui n'est autre que le cône de déjection de la KABIA, ne peut qu'empirer d'année en année, mais les eaux de la KABIA sont peu turbides et l'alluvionnement manifestement lent.

L'empietement sur le lac des arènes descendant du Massif de FIANGA, réduisant encore la largeur du seuil, ne progresse pas plus rapidement. L'altitude du seuil n'a pas varié depuis 1937.

4.4.3.2. Seuil de DAOUA-BOULEMBALI

Un deuxième seuil important est celui séparant le lac de TIKEM du lac N'GARA. Ce "seuil" était déjà signalé sur les profils en long de la dépression du nivelllement TRIAL et dénommé ainsi par le Général TILHO dans son ouvrage sur la capture.

- La cote maximale dans le système TRIAL était : 300,08
- correction sur le repère fondamental FIANGA 507 : + 20,26
- correction TRIAL sur la borne 225 de FENG : - 0,69

Cote dans le système IGN 1962 : 319,65

Cette cote est très incertaine (les erreurs de fermeture sont considérables), mais il est remarquable qu'elle ~~soit~~ précisément la cote moyenne de l'étiage du lac de TIKEM, ce qui semble indiquer que cet étiage est imposé par la cote du seuil.

Lors de la campagne 1950 (9 et 10 Juin), BOUCHARDEAU et TIXIER ont repris la prospection de cette partie de la dépression.

En aval du lac de TIKEM, la dépression TOUBOURI amorce un grand coude l'amenant de la direction Nord-Sud à la direction Est-Ouest. La vallée est encombrée, au droit de NIMBAKRI-DAOUA, par une série de buttes d'allure dunaire allongées en biais par rapport à l'axe de la vallée (ce sont des sables très fins amoncelés, durcis par un ciment argileux et formant un ensemble très imperméable).

Entre la dune de GANGOU et celle de CHÈRE, la dépression est presque colmatée. Il y subsiste deux petits lacs à la cote 319,58 (1). Le sol de la vallée entre ces deux dunes est à l'altitude de 320,48 et le courant n'y passe que lorsque la crue atteint un niveau déjà élevé.

Cette même dune de GANGOU est coupée au droit de DERBI par un courant permanent et se prolonge ensuite en direction de N'DERE sans interruption, mais fort aplatie. A l'emplacement de la "gorge", le lit du courant

(1) Rattachement à la borne IGN de NIMBAKRI dont le macaron est à la cote 307,961 dans le système 1950 et 326,938, système 1962, différence : 18,977.

est bien dessiné et les fonds seraient suffisants pour que l'on puisse passer en pirogues vers le lac de N'GARA, même en étiage si ce n'était la végétation aquatique. Le niveau de l'eau au droit de DERBI est 318,30. Le lac de N'GARA était alors sensiblement à la même cote.

Manifestement, il n'y a donc aucun seuil en aval de GANGOU. Mais d'où provient le courant remontant la vallée vers le bac de FIENG entre le 15 Février et le 15 Juillet, comme l'affirment les riverains ?

Il faut admettre que les différents bras sont colmatés par des bouchoirs formés d'un mélange de boue et d'herbes, interdisant pratiquement l'écoulement vers N'GARA. Ainsi les eaux du bras situé au Sud de GANGOU et qui s'écoulent dans le courant de DERBI sont à un niveau de 319,126 (contre 318,263 au lac de N'GARA) et seraient donc déjà sur le "versant de TIKEM".

En conclusion, il est très difficile de déterminer dans cette large vallée marécageuse l'emplacement d'un seuil, surtout quand, d'autre part, les chenaux sont naturellement obstrués par la végétation. Le seuil a probablement la même direction que les dunes, coupant très en biais la vallée et non pas perpendiculaire à celle-ci. Pour cette raison, tous les profils en travers indiquent des thalwegs, tantôt sur la rive droite, tantôt sur la gauche. Ce seuil a une cote vraisemblablement comprise entre 319,13 et 319,65. Remarquons encore que la cote du bac de FIENG le 10 Juin 1954 était 320,06. Le seuil pourrait être à une cote légèrement inférieure car une perte de charge de 0,40 à 0,90 m, dans des chenaux très encombrés par les herbes où, en étiage, l'écoulement s'apparente à l'infiltration, n'a rien d'extraordinaire.

4.4.3.3. Seuil de M'BOURAO

En aval du lac de N'GARA prend naissance le Mayo KEBI au milieu d'une plaine large de 1300 à 2000 mètres. Son lit, large de 15 à 20 m, est bordé de bourrelets de berges de 1 à 2 mètres. Au droit de M'BOURAO, les affleurements rocheux dans le lit sont très fréquents et le socle manifestement à faible profondeur. Cependant le seuil de M'BOURAO n'est pas rocheux, mais résulte de la rencontre des cônes de déjection de deux affluents : le Mayo IIDONG sur la rive gauche et le Mayo M'BOURAO sur la rive droite.

1°) Nivellement TRIAL

TRIAL donne, pour le seuil de M'BOURAO, la cote 296,54 au voisinage de la borne 615, soit avec la même correction qu'au seuil de FIENG :

$$296,54 + 19,57 = 316,11 \text{ dans le système IGN 1962}$$

Deux cheminements ont été exécutés en travers de la vallée entre M^e BOURAO et SULKANDO, donnant le fond du Mayo KEBI à la cote 296,35 sur le profil amont et 295,857 sur le profil aval, soit en moyenne :

$$296,11 + 19,57 = 315,68 \text{ (IGN 1962)}$$

mais la précision de ce nivelllement est très douteuse. En partant du nivelllement exécuté par l'IGN, nous trouverons en fait un niveau plus élevé : 316,46 pour ce même emplacement.

2°) Campagne 1948 (BOUCHARDEAU)

Une échelle a été posée sur le Mayo KEBI le 20 Mai, près d'un repère point en rouge (nivelé en 1950) :

299,88 + 19,01	:	318,89 IGN 1962
Zéro de l'échelle à la cote 298,30 (nivelé en 1950)	:	317,31 "
fond 297,45	:	316,46 "
Etiage : 24 Juillet - 0,25	:	317,06 "
PHE 1948 : 1er Octobre 1,90	:	319,21 "
6-9-1948 : mesure de débit pour H = 1,89 Q = 100 à 130 m ³ /s		

3°) Campagne 1950 (nivelllements et relevés BOUCHARDEAU-TIXIER)

Les 6, 7 et 8 Juin 1950, le seuil a été nivélé entre M^e BOURAO et SULKANDO. Les nivelllements sont rattachés au repère de la "borne indicatrice" de M^e BOURAO cotée 325,476 dans le système IGN 1962 et 306,463 dans le système 1950, soit une différence de 19,01 que nous adoptons comme constante. Le rocher repère IGN près de l'échelle de crue a la cote suivante :

299,880 + 19,01	:	318,89 IGN 1962
Le niveau de l'eau à l'échelle était le 6 Juin 0,01, soit	:	317,32
Le niveau maximal le 22 Octobre 1950 a été		
300,64 + 19,01	:	319,65

Le relevé du seuil permet de faire diverses constatations.

-- Les bourrelets de berges du Mayo KEBI se sont formés sur la rive droite en aval du cône de déjection fossile du Mayo M'BOURAO (le cours actuel parvient plus à l'Ouest et se divise en plusieurs bras).

-- Sur la rive gauche, le bourrelet commence à se former en aval du confluent de la rivière MADONGA. Grâce à ces deux affluents dont les cônes de déjection se rejoignent, il s'est formé un barrage et le point haut du seuil serait ainsi au confluent du Mayo KEBI et du Mayo MADONGA. En étiage, on y observe un léger courant. La cote des eaux était le 8 Juin 1950 : 317,48 (IGN 1962). Le véritable seuil est donc situé en amont et beaucoup plus élevé que ne le signale le profil de TRIAL, dont les profils avaient d'ailleurs été relevés plus en aval.

De plus, les eaux du Lac de N°GARA sont retenues à un niveau supérieur puisque leur altitude était le 9 Juin : 318,263 et puisqu'il y a, de plus, écoulement entre le plan d'eau du lac et le point où nous avons fait le point d'eau. Le seuil "vrai" serait donc à une altitude de l'ordre de 318,00.

Cependant, en hautes eaux, le lac de N°GARA s'étend bien jusqu'au droit de M'BOURAO (1), car les cônes de déjection et les bourrelets de berge des Mayos M'BOURAO et MADONGA forment un barrage qui n'est submergé qu'au maximum de la crue. Le niveau des eaux atteint alors 319,60 (IGN 1962), alors que la majeure partie du profil dépasse la cote 319,00. Les eaux s'engouffrent dans le minuscule lit apparent du Mayo KEBI, encaissé entre les bourrelets de berges et large de 10 à 15 mètres. Les cônes de déjection des mayos sont dus à un alluvionnement récent, qui est sans doute en rapport avec le déboisement systématique qui a suivi la conquête FOULÉE au XIXème siècle. Mais le véritable seuil de M'BOURAO est le socle sous-jacent à faible profondeur et visible dans le thalweg du Mayo KEBI. Aussi spectaculaire que soit le barrage formé par la jonction des deux cônes de déjection, il ne résisterait certainement pas à l'érosion si le débit des crues du Mayo KEBI était augmenté naturellement ou artificiellement.

4.4.3.4. Profil en long de la dépression des TOUBOURIS

Nous avons vu que les lacs TOUBOURIS sont séparés du lit du LOGONE par un premier seuil, celui de DANA, et s'étagent ensuite selon 3 biefs, les lacs de FIANGA, de TIKEM et de N°GARA fermés par les seuils de FIANGA, de DAOUA-BOULEMBALI et de M'BOURAO.

(1) Lors de la tournée faite le 5 Septembre 1948 en baleinière, BOUCHARDEAU a constaté que le courant n'était visible qu'à partir de M'BOURAO (niveau à l'échelle : 1,89, soit 319,20).

Le tableau 4.4.3.4 a récapitule les points principaux du profil en long de ce thalweg (représenté sur le graphique 4.4.3.4 a).

En période d'étiage, les 3 plans d'eau se succèdent avec des différences d'altitude de l'ordre du mètre :

- lac de FIANGA	:	320,40	±	0,20
- lac de TIKEM	:	319,75	±	0,20
- lac de N'GARA	:	318,60	±	0,20

Les profondeurs ne dépassent pas alors 4 m dans les lacs de FIANGA et N'GARA, le lac de TIKEM atteignant 5 mètres. Un léger courant se maintient très longtemps sur les seuils entre les lacs, alimenté sans doute par le tarissement des nappes compensant tant bien que mal l'évaporation, ce qui explique la quasi constance des niveaux d'étiage. Cependant, les lacs sont franchement indépendants au moment de l'étiage absolu qui se produit à FIANGA vers mi-Juillet et beaucoup plus tôt, au début de Juin et même en Mai dans les lacs inférieurs (tableau 4.4.3.4 c). Ceci est dû à leur alimentation par les mayos déjà gonflés par les premières pluies de Mai, alors que le lac de FIANGA ne reçoit aucun affluent important sur son bassin propre.

Tableau 4.4.3.4 a

Profil en long du thalweg et de la ligne d'eau
des lacs TOUBOURIS de DANA à M'BOURAO

(Système IGN 1962)

km	Emplacement	Repère	Thalweg	Etiage	PHE 1955
0	<u>Seuil de DANA</u>	:	:	:	:
	Borne IGN IX au droit de DANA	: 323,830:		sec	:
0	Echelle de DANA	: 321,270:		"	324,60
7	Borne IGN VIII (au droit de DANGABASSI)	: 323,549:		"	323,78
		:	:	:	:
	<u>Lac de FIANGA</u>	:	:	Lac de	:
		:	:	FIANGA	:
13,5	Borne XV	: 324,411:	320,16	320,16	:
35	Point le plus profond (KOUMARGUI)	: 317,00		à	:
36	Repère COTONFRAN	: 326,675:		:	:
36	Echelle de FIANGA-COTONFRAN	: 320,11 :		320,59	323,71
38	Borne IGN n° VII Rive gauche	: 323,355:	319,50	:	:
40	Borne 507 (digue de HOLFOUDEÏ)	: 320,269:	320,11	:	:
40,5	Borne IGN n° XVI (rivé gauche)	: 323,925:		:	:
41	Fond de la KABIA au confluent RG	: 321,11			(323,80)
41	Rive droite	: 319,53		filet d'eau	:
		:	:	:	:
42	<u>Seuil FIANGA-TIKEM</u>	:	319,76	:	:
44	"	: 319,01			322,96
46	"	: 318,74		Lac de	:
		:	:	TIKEM	:
48	<u>Lac de TIKEM</u>	:	318,45	319,57	:
50	"	: 317,15		à	:
52	"	: 316,07		319,81	:
59	"	: 315,50		:	:
60	Hangar IRCT	: 332,735:		:	:
60	Echelle de TIKEM-IRCT zéro	: 319,68 :			322,96
63	Borne IGN III	: 323,305:		:	:
64	Pont de FIENG (route FIANGA-TIKEM)	: 318,50			322,96
		:	:	:	:
74	<u>Seuil de DAOUA-BOULENBALI</u>	:	319,40	filet d'eau	:
75	Borne IGN de MOKAY (rivage)	: 321,386:		:	:
		:	:	:	:
80	YOUHE, début du lac (étiage)	: 318,26		Lac de	:
				N'GARA	321,14
8	<u>Lac de N'GARA</u>	: 315,00		:	:
85	Echelle de YOUHE	: 315,20 :		318,60	(en 1961)
	Fin du lac de N'GARA (étiage)	: 318,26		318,26	321,14
93	IGN repère de M'BOURAO	: 325,476:		:	:
98	<u>Seuil de M'BOURAO</u>	: 318,00		filet d'eau	:
98	Echelle de M'BOURAO zéro	: 317,31 : 317,20		: 317,20	319,60

Tableau 4.4.3.4 b

Niveaux extrêmes des Lacs TCJEOURIS

Année	Maximums				Etiages			
	FIANGA	TIKEM	N°GARA	M° BOURAO	FIANGA	TIKEM	N°GARA	M° BOURAO
1948	323,07	322,38	-	319,21	320,16	-	-	-
1949	322,38	321,60	-	-	-	-	-	-
1950	323,40	322,80	320,95	319,65	-	-	318,29	317,44
1951	321,74	321,42	-	-	320,40	-	-	-
1952	323,07	322,50	-	-	-	-	-	-
1953	322,43	321,95	-	-	320,07	-	-	-
1954	323,16	322,57	-	-	320,33	319,68	-	-
1955	323,71	322,96	-	-	320,54	319,84	-	-
1956	323,03	322,39	-	-	320,55	319,79	-	-
1957	322,13	321,62	-	-	320,54	319,76	-	-
1958	322,27	321,86	-	-	320,38	319,78	-	-
1959	323,78	323,05	-	-	320,49	319,69	-	-
1960	323,36	322,80	-	-	320,42	319,69	-	-
1961	323,31	322,67	321,14	319,84	320,49	319,69	-	-
1962	323,22	322,50	320,56	319,25	320,30	319,68	318,55	-
1963	323,18	322,64	320,74	319,21	320,59	319,81	318,78	-
1964	322,83	322,32	320,03	319,60	320,36	319,71	318,52	-
1965	321,64	321,47	319,73	318,95	320,47	319,70	318,47	-

Tableau 4.4.3.4 c

Dates des maximums et des étiages

Année	Date des maximums			Date des étiages		
	FIANGA	TIKEM	N°GARA	FIANGA	TIKEM	N°GARA
1948	30-9	-		22-8	-	
1949	26-10	30-10		-	-	
1950	10-10	11-10		-	-	
1951	10-9	21-9		-	-	
1952	30-9	30-9		-	-	
1953	8-9	9-9		-	-	
1954	11-10	14-10		10-6	11-6	
1955	26-10	26-10		1-6	1-6	
1956	10-10	11-10		18-6	8-6	
1957	22-10	5-10		22-7	11-4	
1958	24-10	22-10		12-7	4-6	
1959	8-10	8-10		12-6	10-5	
1960	24-10	23-10		4-7	-	
1961	-	2-10	1-10	9-7	23-5	-
1962	24-10	27-10	9-11	18-7	6-6	12-6
1963	25-9	30-9	4-10	13-7	5-5	7-7
1964	19-10	22-10	7-11	19-7	5-6	27-4
1965	21-9	-	8-10	18-7	7-6	15-6

4.4.3.5. Niveaux de crue

Les lacs TOUBOURIS sont en crue 4 mois de l'année, de Juillet à Octobre, et en décrue 8 mois. Cette crue brutale n'est due aux pluies que dans une très faible proportion. Le total des précipitations est de 600 mm en Juillet, Août et Septembre (réduit à $600 - 450 = 150$ mm par l'évaporation). Les causes réelles de la crue sont les apports des affluents et les déversements du LOGONE (voir paragraphe 4.4.4.).

Le tableau 4.4.3.5 c montre que les maximums suivent la crue de la KABIA à PATALAO et ont lieu fin Septembre, début Octobre, presque le même jour aux trois lacs, avec un léger retard pour le lac de N'GARA (mais il n'y a que 5 années de comparaison). Le tableau n'indique pas la durée de l'étalement. Le niveau se maintient à la même cote, à 10 cm près, de 1 semaine à 1 mois.

La corrélation des maximums des lacs est bonne, comme l'indique le graphique de la 2ème Partie.

La perte de charge entre les lacs de FIANGA et de TIKEM s'accroît avec les débits transitant sur le seuil FIANGA-TIKEM : elle est de 0,30 m en année faible et atteint 0,75 m lors des très fortes crues, type 1955. Entre les lacs de TIKEM et de N'GARA, la perte de charge oscille entre 1,50 et 2,20.

La variation interannuelle des maximums est importante :

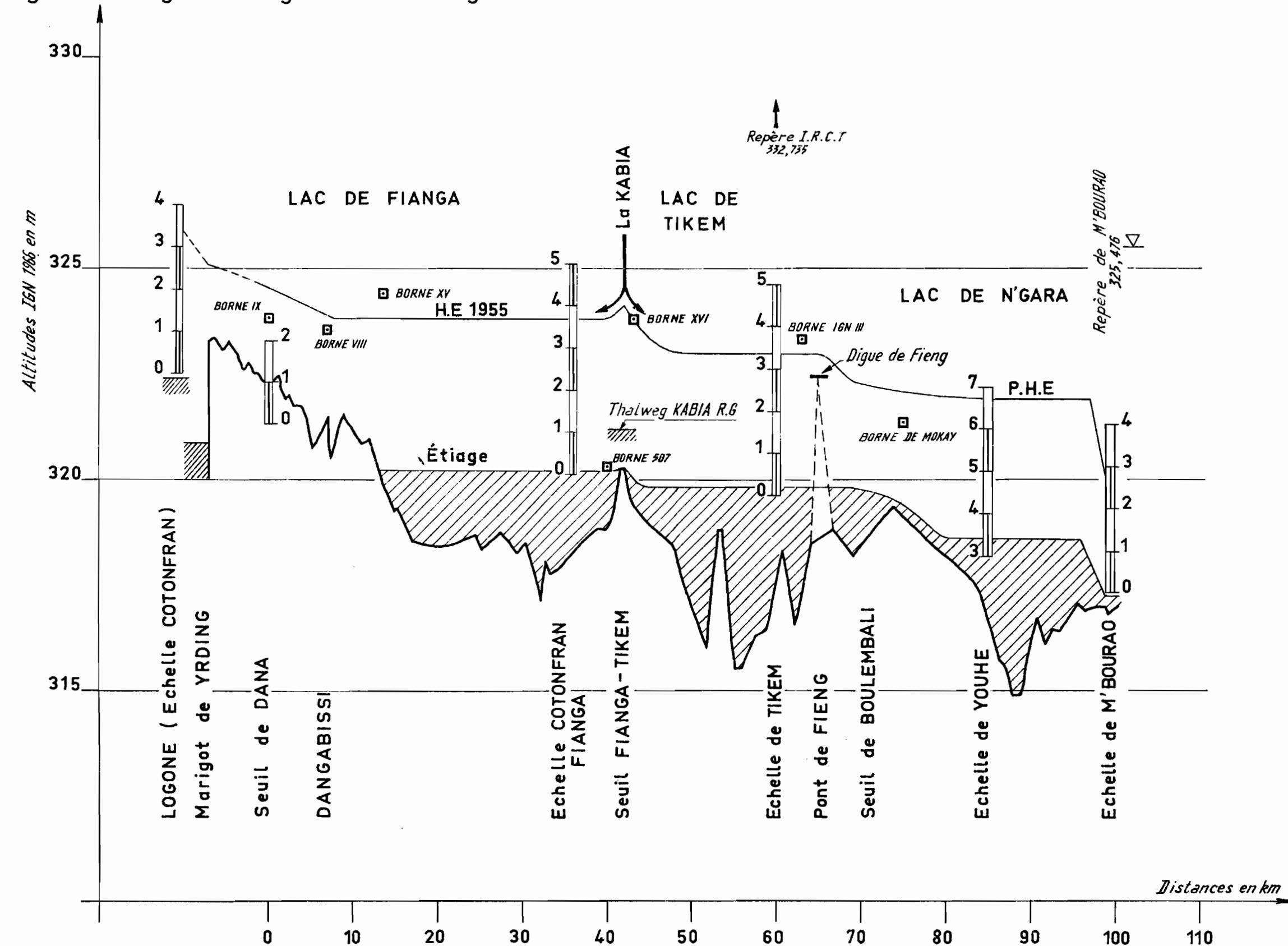
:	Plus grand maximum		Plus petit maximum			
:	:		:		Amplitude	
:	Année	Niveau	Année	Niveau		
:	FIANGA	1955	323,71	1965	321,64	2,07
:	TIKEM	1955	322,96	1965	321,47	1,49
:	N'GARA	calculé	(321,00)	1965	319,73	1,27
:						

L'effet de la régularisation est donc sensible, l'amplitude interannuelle s'amenuisant d'amont en aval.

DÉPRESSION DES LACS TOUBOURIS

Gr: 4435 a

Profils en long du thalweg et des lignes d'eau d'étiage et de P.H.E



4.4.4. Hydrologie des Lacs TOUBOURIS

Le bilan des lacs TOUBOURIS a été étudié en raison de son importance pour le projet d'aménagement des Chutes GAUTHIOT, situées sur le Mayo KEBI qui est l'émissaire des lacs.

Ce bilan comprend quatre parties :

- les paramètres météoriques, pluies et évaporation,
- les apports du bassin propre, KABIA et "Mayos" divers (torrents en langue Peuhle),
- les apports des déversements du LOGONE par la KABIA et, dans une certaine mesure, DAMA,
- les débits sortants mesurés à l'exutoire de NI'BOURAO et contrôlés au passage à la digue de FIENG (station de TIKEM).

4.4.4.1. Précipitations et évaporation

Aux postes de TIKEM et de FIANGA, les précipitations annuelles suivantes ont été enregistrées depuis 1948 :

	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
TIKEM	1086	637	770	729	969	1156	1030	981
FIANGA			748	1006	845	1014	862	975

	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
TIKEM	928	994	872	1213	838	824	804	1078
FIANGA	807	986	1069	1038	1156	937	696	886

La pluviométrie moyenne est de 906 mm à TIKEM et de 960 mm à FIANGA.

L'évaporation est proche de celle de la station de LAÏ où a été enregistrée sur bac Colorado une moyenne de 2019 mm par an. FORT-LAMY est d'ailleurs peu différent avec 2 102 mm.

Pour une surface étendue, l'évaporation annuelle sera donc de l'ordre de 1 900 mm. A priori, le bilan annuel des lacs est donc franchement négatif et représente une perte de près de 1000 mm, soit, en volume, environ 200 millions de m³.

Mais le bilan est positif pendant certains mois de la saison des pluies. En effet, la répartition des précipitations et des évaporations moyennes mensuelles est la suivante :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Précipitation FIANGA	mm	0	0	4	22	78	146	202	247	201	31	1	0
Précipitation TIKEM	mm	0	0	4	29	75	132	171	250	200	32	1	0
Evaporation Colorado à LAÏ = E	mm	185	205	251	231	186	131	96	94	96	167	196	181
Evaporation Lac E x 0,95	mm	175	195	238	219	176	124	91	89	91	158	186	172
Bilan	mm	-175	-195	-234	-194	-100	16	90	160	110	-127	-185	-172

Les apports des précipitations ne sont donc pas totalement absorbés pendant les mois de Juin, Juillet, Août et Septembre (au total : 376 mm qui représentent un débit moyen supplémentaire de 5 à 10 m³/s à la sortie de M² BOURAO).

4.4.4.2 Les apports des petits affluents (Mayos DORBO et DEHE). Le Mayo DORBO, qui se jette dans les lacs TOUBOURIS en aval de la digue de TIKEM, a été étudié en 1964 (enregistrement des crues, étalonnage de la station de TIKEM). Le maximum en 1964 a été de l'ordre de 8 m³/s, mais en année normale le débit atteindrait 20 à 30 m³/s. Son bassin s'étend sur 2000 km² et le coefficient de ruissellement est très faible.

Le Mayo DEHE se jette directement dans le lac de TIKEM. Ses apports seraient du même ordre que ceux du Mayo DORBO (soit 19 millions de m³ en 1964).

Si les volumes apportés par ces petits affluents sont peu importants, ils ont une influence sur la crue du lac en Août (renversement du courant d'aval en amont au pont de FIENG-TIKEM). Mais beaucoup plus importants sont les déversements du LOGONE.

4.4.4.3 Les déversements du LOGONE par le seuil de DANA sont fonction des crues du LOGONE, comme il a été vu au paragraphe 4.3., une faible partie des apports provient des zones riveraines du lac.

Les mesures faites à DANA permettent d'établir une relation très grossière entre le hauteur à BONGOR et les débits dans la dépression :

12-9-1950 H = 3,05 m Q = 2 m³/s
 1956 H = 3,27 m Q = 5 " "
 26-9-1959 H = 3,31 m Q = 50 "
 25-10-1955 H = 3,36 m Q = 65 " (maximum estimé à 100 m³/s)

On se reportera au chapitre 4.3. pour plus de détails sur le seuil de DNN.

Grâce au barème ci-dessus établi, les volumes déversés peuvent être évalués depuis 1948, ces chiffres ne représentant qu'un ordre de grandeur.

Année	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
Volumes écoulés en 10^6 m^3	0	0	25	4	40	50	18	0

4.4.4.4. Les apports de la KABIA sont de beaucoup les plus importants et sont bien connus grâce à la station de PATALAO (voir chapitre 4.3.). La crue de la KABIA a lieu de Septembre à Novembre. Le débit moyen mensuel d'Octobre sur 12 ans atteint $72,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Les débits de la KABIA à PATALAO sont dus en majeure partie aux déversements du LOGONE à ERE et sont en relation étroite avec eux. Les apports des précipitations sur le bassin propre de la KABIA sont faibles.

Les volumes écoulés à PATALAO ont pu être estimés avec une certaine précision les années suivantes :

Année	1950	1955	1961	1964	1965
Volumes écoulés en 10^6 m^3	671	1315	561	325	76

Le volume de l'ensemble des déversements parvenant à la dépression TOUBOURI est relié aux crues du LOGONE à BONGOR en calculant les débits déversés par une formule du type :

$$Q = K N (H - 3,00)$$

H représentant la hauteur à l'échelle de BONGOR et N le nombre de jours au cours desquels ils dépassent 3,00 m, et K une constante (voir tableau ci-après au paragraphe 4.4.4.6.).

Le plus fort volume apporté par la KABIA au lac depuis le début des observations est celui de 1955 (1315 millions de m^3). La valeur moyenne est de l'ordre de 500 millions de m^3 , la valeur minimale est pratiquement nulle.

Les débits sortants des lacs sont mesurés à M^e BOURAO, mais sont contrôlés au passage à la digue de FIENG, près de TIKEM, sur la route de FIANGA.

4.4.4.5. Les mouvements de l'eau à la digue de TIKEM (ou digue de FIENG) ont été étudiés dès 1948 et 1950 et repris par la suite en 1964 pour le projet du pont de FIENG. Les conditions hydrauliques de l'écoulement ont varié de 1948 à 1964, ainsi que le tarage de l'échelle de TIKEM utilisée pour la mesure des débits dans la section de FIENG.

En 1948, le lac de TIKEM était déjà fermé par la digue de FIENG, avec un chenal libre de 30 m environ de largeur. La traversée se faisait par un bac.

En 1949, a été construit un premier pont. Mais ce pont et la digue, bien que rehaussés à plusieurs reprises, étaient submergés à chaque crue.

En 1964, ont été réalisés trois nouveaux ponts, encore insuffisants.

La courbe d'étalonnage établie en 1964 n'est donc valable que pour les conditions particulières à cette seule année (graphique 7535 - tableau 4.4.4.6) :

Mesures de débits au pont de TIKEM			
Date	Hauteur (m)	Débit (m ³ /s)	
13-8-1964	0,52	1,2	
26-8-1964	1,19	6,0	
10-9-1964	1,55	12,0	
21-9-1964	1,86	20,0	
29-9-1964	1,97	23,6	
10-10-1964	2,21	33	
21-10-1964	2,63	95	

Les passes du pont de FIENG sont fréquemment obstruées par d'énormes paquets d'herbes et la digue est réparée chaque année. Tout ceci modifie l'étalement ; pour les niveaux supérieurs à 1,20 m à TIKEM, la digue est submergée et très rapidement la section de la lame déversante sur la digue devient très grande par rapport au débouché des ponts. Pour une crue encore plus forte, il n'y a plus aucune dénivellation entre les plans d'eau en amont et en aval de la digue. Le niveau du lac est alors imposé par les conditions d'écoulement à l'aval et probablement par la courbe de remous du seuil de DAOUA-BOULEMBALI et non pas par la configuration hydraulique de la chaussée-digue de FIENG.

Dans ces conditions, l'extrapolation de la courbe d'étalement, établie en 1964 jusqu'à un maximum de 2,63 m à TIKEM (débit 95 m³/s), jusqu'au maximum de 1955 (3,28) est malgré tout admissible. Cette extrapolation donne 400 m³/s, ce qui correspond bien à la somme des évaluations faites à PATALAO (320 m³/s) et DANA (100 m³/s).

BILLON et RANDON ont recherché les corrélations entre les maxima du lac de TIKEM et les maximums du LOGONE à LAÏ. La crue centenaire à TIKEM a été ainsi estimée à 620 m³/s ± 25 % (calcul effectué pour le calcul du débouché du pont de TIKEM). Cette extrapolation est certainement osée, mais a le mérite de donner un ordre de grandeur des débits susceptibles de transiter dans les lacs TOUBOURIS. Dans le cas d'une très forte crue, il faut cependant imaginer que l'on assisterait à une véritable débâcle de la végétation ou des digues naturelles encombrant les "seuils" de DAOUA-BOULEMBALI et de M[°]BOURAO et que ce nettoyage accroîtrait, dans des mesures que l'on ne peut guère prévoir, la débitance de cette vallée fossile que constitue la dépression TOUBOURI. Les prévisions basées sur les conditions actuelles risqueraient donc de ne plus être valables.

4.4.4.6. Débits sortants au seuil de M[°]BOURAO

Les eaux s'évacuent du dernier lac de la dépression TOUBOURI, celui de YOUHE (ou N[°]GARA), par le seuil de M[°]BOURAO décrit au paragraphe 4.4.3.4.

Une première échelle avait été installée à M[°]BOURAO en 1948, remise en état en 1950. Une deuxième échelle a été installée en 1961 et étalonnée en 1964 par 8 jaugeages :

:	Date	:	Hauteur (m)	:	Débit (m ³ /s)	:
:		:		:		:
:	15-8-1964	:	0,53	:	0,2	:
:	23-8-1964	:	0,84	:	2,6	:
:	22-8-1964	:	0,98	:	4,4	:
:	21-8-1964	:	1,13	:	6,8	:
:	4-9-1964	:	1,51	:	19,5	:
:	1-9-1964	:	1,60	:	22,4	:
:	19-9-1964	:	1,71	:	29,4	:
:	15-9-1964	:	1,89	:	39,4	:
:		:		:		:

Cette courbe ne serait en principe utilisable que pour 1964, car une forte érosion a été signalée entre 1961 et 1964. Mais ceci n'affecte que le lit mineur, très étroit et limité à des bourrelets de berge.

L'extrapolation de la courbe, hasardeuse, donne 51 m³ pour le débit maximal enregistré en 1964, le 3 Novembre. Ce maximum a eu lieu 12 jours après celui de TIKEM et 40 jours après celui de LAI.

Ces résultats sont confirmés par la station du km 20 située 20 km en aval de M[°]BOURAO, qui donne un maximum de 51 m³/s le 7 Novembre (44 jours après LAI). Cette dernière échelle est située immédiatement en amont des Chutes GAUTHIOT, pour lesquelles des études ont été faites en 1961 et 1964 (voir les rapports de BILLON et RANDON).

En saison des pluies, on observe à ces deux dernières stations un "débit permanent" dû à l'apport très régularisé des lacs, auquel viennent s'ajouter les pointes de crue des torrents du bassin propre du Mayo KEBI (graphique 4.4.4.7. : crue 1964 à M[°]BOURAO et km 20).

D'après BILLON et RANDON, la crue centenaire à M[°]BOURAO (et au km 20) s'élèverait à 450 m³/s \pm 25 % contre 600 m³/s à TIKEM, la différence étant due à l'amortissement de la crue par le stockage dans les lacs.

Le tableau suivant donne les volumes des crues du Mayo KEBI à M^o BOURAO décomposés en ces deux parties : apports du bassin propre et déversements du LOGONE. (Les déversements étant calculés globalement par la formule du paragraphe 4.4.4.4.).

Nous comparons ces volumes à ceux provenant de PATALAO. Ces évaluations ne doivent être considérées que comme des ordres de grandeur.

Année	Volumes des débits au km 20 de M ^o BOURAO en millions de m ³ :			
	(1)	(2)	Volume écoulé	Volume écoulé
	Bassin propre	Déversements du LOGONE	à M ^o BOURAO (1) + (2)	à PATALAO 10 ⁹ m ³
	10 ⁹ m ³	10 ⁹ m ³	10 ⁹ m ³	10 ⁹ m ³
1949	0,13	0,15	0,28	
1950	0,38	0,65	1,03	0,67
1951	0,11	0,00	0,11	
1952	0,20	-	-	
1953	0,25	0,10	0,35	
1954	0,30	0,60	0,90	
1955	0,38	1,31	1,69	1,31
1956	0,25	0,36	0,61	
1957	0,20	0,11	0,31	
1958	0,16	0,16	0,32	
1959	0,44	0,62	1,06	
1960	0,30	0,75	1,05	
1961	0,23	0,78	1,01	0,56
1962	0,16	0,54	0,70	
1963	0,39	0,78	1,17	
1964	0,13	0,27	0,40	0,33

Les apports du bassin propre comprennent les précipitations sur les lacs

Au km 20 en aval de M^eBOURAO, les apports des précipitations sur le bassin propre du Mayo KEBI sont donc du même ordre que les déversements du LOGONE, en année normale. Mais, en année exceptionnelle, du type 1955, les déversements du LOGONE représentent plus des 4/5 des apports.

En aval du km 20, et jusqu'aux Chutes GAUTHIOT, le Mayo KEBI reçoit un affluent important, le Mayo TAM. Mais nous limitons l'étude du LOGONE aux lacs TOUBOURIS. L'étude du Mayo KEBI fera partie de la Monographie de la BENOUE.

5 - PLAINES de RIVE GAUCHE DRAINEES en DIRECTION du LAC TCHAD -

5.1. Généralités

La limite des bassins versants du NIGER et du Lac TCHAD aboutit, dans le lit majeur du LOGONE, à TSEBÉ près de YAGOUA. Limite d'ailleurs mal définie car le triangle compris entre la dépression TOUBOURI et la dépression de DANAI est une région subhorizontale où s'entrecroisent deux systèmes de dunes fossiles, et où, par conséquent, les écoulements, d'ailleurs insignifiants, n'ont pas de direction déterminée.

Au Nord de cette région, les déversements du LOGONE se dirigent vers le GRAND YAERE du Nord-Cameroun, drainé vers le Lac TCHAD par l'EL BEID.

Bordant le cordon littoral YAGOUA-LEMAMI, ancien rivage du Lac TCHAD, la longue vallée du DANAI n'est qu'un cul-de-sac aboutissant à des marécages (chapitre 5.2.).

Le GUERLEOU (chapitre 5.3.) prend naissance dans le lit majeur du LOGONE, presque au même emplacement que le DANAI. Il draine les déversements du LOGONE entre DJOKOEIDI et la plaine de POUSS, où son lit s'interrompt brutalement.

La plaine de POUSS, entièrement inondée en saison des pluies, est limitée au Nord par des terres émergées, coupées par des canaux où se concentrent les courants cheminant parallèlement au LOGONE.

Mais la LOGOMATIA constitue, plus au Nord, le nouveau bras reproduisant le phénomène du GUERLEOU (chapitre 5.4.).

La LOGOMATIA n'est pas à proprement parler un drain de l'immense plaine dénommée YAERE du Nord-Cameroun. Recevant les eaux de déversement du LOGONE sur sa rive droite, elle les perd sur sa rive gauche et ne sert qu'au transit des eaux du LOGONE vers le YAERE.

Le YAERE reçoit des tributaires nombreux mais peu abondants (chapitre 5.5.), les "mayos" du Nord-Cameroun. L'ensemble des déversements du LOGONE et des apports des torrents dévalant des RANDARA sont finalement drainés par la KALIA et l'EL BEID (chapitre 5.6.) à la frontière Nigéro-camerounaise, qui se jettent dans le Lac TCHAD. Mais les pertes par évaporation du YAERE sont telles que le débit parvenant au Lac TCHAD est extrêmement réduit.

5.2. DANAÏ

Cette longue vallée (50 km), presque rectiligne, joue un rôle insignifiant dans le système hydrographique du LOGONE. Nous la citons à titre de curiosité. Elle est due à la présence du cordon sableux BONGOR-YAGOUA-BOGO-LIMANI, ancien rivage du Lac TCHAD (1) formé à partir de sables de la série de KELO remaniés. Ce cordon qui est souvent, du reste, un double, ou même un triple alignement de dunes dirigées Nord-Ouest-Sud-Est, constitue la bordure Nord-Est de la dépression du DANAÏ. Au Sud, ce sont les alignements dunaires de KALFOU-YAGOUA orientés perpendiculairement au cordon, système plus ancien, résultant également d'un remaniement éolien des sables de KELO. Les dépressions interdunaires de cette dernière région sont marécageuses et inondées pendant les pluies.

La vallée de DANAÏ, encaissée près de YAGOUA de 10 à 20 m, communique avec le lit majeur du LOGONE à TSEBÉ. L'ouverture est mitoyenne du seuil de DANA au débouché de la dépression TOUBOURI qui servait de trop plein au Lac TCHAD (ce qui explique la formation d'un cordon littoral, précisément à ce niveau). Dans la vallée du DANAÏ une coupure de la dune livre passage à une communication avec le GUERLEOU.

La vallée du DANAÏ communique avec les marécages interdunaires s'étendant au Sud et à l'Ouest (région de KALFOU-HOULVOUDAI). Dans le prolongement du DANAÏ, le mayo BOURLOUK semble être un ancien cours du Mayo BOULA, avant que celui-ci ne réussisse sa percée du cordon YAGOUA-LIMANI. Malgré cette percée très partielle, les eaux du Mayo BOULA continuent à se répandre dans la région plate et marécageuse au Nord-Ouest du barrage constitué par le cordon littoral.

Le lit du DANAÏ dépasse 4 m de profondeur en étiage. Les biefs restent en eau sur plusieurs kilomètres en saison sèche, sans doute grâce à une alimentation souterraine.

Au début de la saison des pluies, un léger courant provient du drainage des précipitations et des eaux du Mayo BOULA. Bien que la superficie du bassin soit importante, l'écoulement est insignifiant. Mais si le ruissellement est quasi impossible en surface du fait de la nature sablonneuse du sol, l'infiltration est rapidement arrêtée à faible profondeur par des niveaux d'engorgement argileux très compacts.

(1) Les pédologues considèrent cette limite comme importante car elle sépare la zone Sud, où les argiles de la première série argilo-sableuse à nodules calcaires est presque partout visible, et la zone Nord où elle est recouverte par une deuxième série lacustre, argileuse, correspondant à une transgression plus récente du lac qui s'est arrêtée au cordon YAGOUA-BOGO-LIMANI (le niveau du lac ayant été limité par le niveau du "déversoir" des TOUBOURIS).

Fin Août, le courant s'inverse dans la vallée du DANAÏ et les eaux du LOGONE y pénètrent si le débordement dans son lit majeur est suffisant. Lors des crues faibles, par exemple en 1953, cette inversion du courant n'a pas eu lieu. Enfin, à la décrue, le courant reprend sa direction primitive, fin Octobre.

Une échelle est installée sur le DANAÏ dans le village même de YAGOUA. Elle a été lue jusqu'en 1960.

5.3. GUERLEOU

5.3.1. Description du GUERLEOU

Le Mayo GUERLEOU , auquel succédera après la traversée de la plaine de POUSS, la LOGOMATIA, prend naissance dans le lit majeur du LOGONE et s'écoule parallèlement au fleuve.

Le Mayo GUERLEOU longe la limite Sud-Ouest des plaines du LOGONE : sur sa rive gauche se trouvent en effet les formations sédimentaires des séries de KELO, sablo-argileuses, et sur sa rive droite, les dépôts lacustres de la troisième transgression du Lac TCHAD (argiles à nodules) recouverts parfois d'alluvions du LOGONE, sablo-limoneuses.

Situé sur le rebord du cône de déjection alluvial du LOGONE, il en constitue la ligne la plus basse et draine les déversements de rive gauche du fleuve.

Il serait tentant de situer son origine au canal de TSEBÉ et à la dépression du DANAI. En effet, le cordon sableux qui sépare le DANAI et le GUERLEOU (et qui n'est autre que l'ancien rivage du Lac TCHAD déjà signalé) s'interrompt en aval de TSEBÉ et est traversé par un bras bien dégagé. Mais celui-ci se perd dans les herbes du lit majeur du LOGONE.

En fait, aucun détail topographique particulier ne marque le départ du GUERLEOU sur la berge du LOGONE un peu en amont de MARAOU, mais, en crue, cette berge est submergée de 30 à 50 cm (1) par un courant bien visible en direction des terres ; 60 m plus loin, des chenaux se forment. Ils se réunissent entre BAGARA et GALAK, et le lit définitivement formé est déjà profond de 4 à 5 m à la "Mission Catholique" où est installée la première station du GUERLEOU, 6 km en aval de MARAOU.

Sur cette partie du cours, la pente est forte et le courant rapide. Le lit majeur inondé lors des fortes crues est constitué de "Nagas", sols argilo-sableux salés. La végétation dense est formée de peuplements d'épineux. Dans le lit mineur, sableux, large de 40 à 50 m, profond et à berges franches, des mytragynes, caractéristiques des zones inondées, poussent à même le lit. Le profil en long est une succession de biefs et de hauts-fonds.

(1) Prospection du 16 Octobre 1954 : niveau 3,18 à BONGOR.

Plus en aval, à partir de GOLLA (km 12), la pente et la vitesse diminuent, le lit est inondé sur toute sa largeur, de 500 à 1 000 m, et le lit apparent ne se distingue que par sa bordure de mytragynes. De très gros arbres, acacias scorpioïdes poussent dans le lit.

Au km 26, en aval du confluent de l'AOUTA drainant les déversements du LOGONE de MARAOU à DOREISSOU, est installée la station de MADALAM.

Au km 36, l'ORO est un nouvel affluent de rive droite peu important, que les déversements du LOGONE n'atteignent pas.

Au km 40, le MORDOYE amène au GUERLEOU les eaux déversées par le LOGONE de DOREISSOU à BIGUE-PALAM.

Au km 50, est installée la station hydrologique de KIYE-KIYE.

Le YAERE KELEO prend naissance sur la rive gauche déprimée du GUERLEOU, entre les villages de GAOUEÏ et YANGA.

Au-delà de YANGA, après un parcours rectiligne jusqu'à BOURMI (km 63), le GUERLEOU présente une fourche dont le bras droit est un cul-de-sac.

La végétation arbustive disparaît à l'approche de la plaine de POUSS-GUIRVIDIG.

Tout le débit du GUERLEOU passe donc par le bras Ouest qui ne tarde pas à disparaître à son tour. Les eaux s'écoulent en nappe sur les berges à travers une végétation très dense de graminées, sur une profondeur de 1,00 à 1,50 mètre. Le lit s'amoindrit rapidement et disparaît totalement 4 km en aval de la fourche de BOURMI : ainsi se dispersait un débit atteignant 300 m³/s au moment de la prospection. Au Nord de BOURMI, dans la plaine de POUSS, les vitesses sont très faibles : 5 à 10 cm/s, ceci étant dû à l'importance de la section offerte au débit qui atteint effectivement, le long de la route de POUSS à GUIRVIDIG, 5000 à 6000 m².

Ce phénomène n'est pas récent. On constate en effet que les alluvions du GUERLEOU ne se sont pas déposées au-delà de YANGA, et que la fourche de BOURMI se trouve déjà dans les argiles lacustres constituant les grandes plaines d'inondation du LOGONE.

5.3.2. Le Mayo AOUTA :

Provenant des plaines de rive gauche du LOGONE, il conflue avec le GUERLEOU au km 26. En amont du confluent, c'est une rivière bien marquée et rapide (0,6 à 0,8 m/s), dans une zone boisée, au lit large d'une trentaine de mètres, profondeur 2 à 4 m, débit le 19 Octobre 1954 : 50 m³/s.

1,5 km en amont du confluent, la rivière débouche dans une plaine dégagée. L'AOUTA se divise en plusieurs bras profonds de 2,00 m (vitesse 0,20 m/s), qui prennent naissance dans la plaine inondée de 0,6 à 0,8 m. Ces conditions ont été observée lors de la crue de 1954 et avaient varié en 1959, après l'endiguement du LOGONE, entre MARAOU et DJFKA. Le Mayo AOUTA n'a en effet pas eu cette année là d'influence sur le régime du GUERLEOU. Le débit mesuré le 29 Septembre 1959 : 1,8 m³/s, ne correspondait qu'au drainage des eaux provenant des ouvrages de MARAO et VELE. Ces ouvrages débitaient au total, le 8 Octobre, 10 m³/s.

En effet, en 1959, les brèches de l'endiguement du casier de KARTOA étaient parfaitement colmatées. En 1955, l'AOUTA a débité au maximum de la crue : 90 m³/s et en 1956 : 10 m³/s.

5.3.3. Le Mayo MORDOYE

Plus impressionnant que l'AOUTA, le MORDOYE présente au confluent avec le GUERLEOU un lit majeur de 150 à 200 m avec un chenal d'eau libre de 80 m, profond de 3 à 5 mètres. En 1954, le 19 Octobre, la vitesse du courant était de 0,30 à 0,40 m/s et le débit de l'ordre de 60 m³/s.

Seul le MORDOYE draine les déversements entre DJAFKA et DOUGUI ; en effet, malgré les apparences, la rivière retournant au LOGONE à PARAKWE ne draine pas les déversements du Mayo BAIEI, qui s'écoulent en fait vers l'intérieur des plaines, avant d'atteindre le MORDOYE.

En 1959, l'abondance exceptionnelle du MORDOYE a été due à la brèche qui s'est formée le 22 Septembre dans la digue du LOGONE, 100 m en aval de DJAFKA, et qui débitait 207 m³/s le 6 Octobre, au maximum de l'ouverture : le 29 Septembre, le MORDOYE débitait 102 m³/s. Le maximum s'est produit le 18 Octobre avec un débit de 180 m³/s.

5.3.4. Le YAERE KELEO

Cette dépression s'échappe du GUERLEOU entre les km 54 et 57. Aucun chenal dans les berges ne marque le départ du KELEO à GAOUEYE, seulement un léger écoulement vers l'Ouest dans une zone boisée déprimée. Par contre, à YANGA, une large dépression s'ouvre sur la rive gauche. C'est le "chemin des pirogues" qui se rendent à GUIRIDIG ou à KELEO. La dépression est profonde de 0,70 m et large de 150 m, et le courant n'y dépasse pas 15 cm/s. Dégagée au départ, elle est ensuite encombrée d'acacias puis aboutit à une large plaine où la profondeur d'inondation est de 0,70 m. Le lit du KELEO ne se distingue que par une plus grande profondeur et une végétation spécifiquement aquatique (nénuphars). À KELEO, le YAERE est une mare sans aucun courant apparent. Cependant, il reçoit un débit diffus mais continu sur sa rive droite (même les zones boisées sont submergées de 0,70 à 1,00 m), et 11 km en aval, à MAGA, le YAERE poursuit sa course Sud-Nord. Son débit devient suffisant pour entretenir des chenaux d'eau libre (courants de 0,15 à 0,20 m/s). Cependant, au moment de la crue du GUERLEOU, le YAERE se déverse aussi sur sa rive gauche et inonde la plaine de ZALBRE-PIDIMIE.

De part et d'autre de la butte de MAGA, les eaux du YAERE KELEO se partagent entre deux directions : vers la plaine de POUSS et vers le Mayo GOROMA qui poursuit sa route vers le Nord. Le régime d'inondation des plaines à l'Ouest du YAERE KELEO est assez particulier. De Juin à Septembre, elles reçoivent les eaux des pluies ; en Août et Septembre, les apports des Mayos BOULA et TSANAGA ; en Octobre et en Novembre, elles sont inondées par la crue du GUERLEOU et du LOGONE. Du fait de cette irrigation continue, les rizières y sont très prospères.

En 1954, la crue du GUERLEOU a été exceptionnelle. Les villages, bien qu'installés sur des buttes, ont été détruits. Des terres qui n'avaient jamais été submergées de mémoire d'homme, étaient recouvertes de 20 à 40 cm d'eau. Les eaux provenaient des déversements du LOGONE, considérablement accrus du fait de l'influence de l'endiguement de rive droite du LOGONE. L'endiguement parallèle sur la rive du CAMEROUN n'était pas encore construit.

5.3.5. Plaines à l'Ouest et au Nord de POUSS

Les eaux du GUERLEOU échappées à BOURMI, ou celles provenant du KELEO, traversent la plaine de POUSS et atteignent une ligne de hauts-fonds émergeant au Nord de celle-ci, constituant en saison des pluies les îles de GOULIOUN et MAHOUDA.

Cette région a été prospectée en 1959 et 1960 par BOUCHARDEAU et ROCHELLE pour les études du périmètre rizicole de POUSS et de la route POUSS-GUIRVIDIG. Le tracé actuel de cette route, par ~~4 km~~, emprunte un itinéraire profondément inondé en saison des pluies, alors que cette route pourrait suivre plus au Nord un tracé plus avantageux passant par la butte de BANGAL, puis par celle de MAHOUDA presque contiguë (dépression de 800 m à traverser).

Si la butte de MAHOUDA ne s'avance pas très loin vers l'Ouest, celle de GOULMOUN qui lui est parallèle et située plus au Nord, se prolonge sans interruption jusqu'au Mayo VRIK, affluent du Mayo GOROMA (prolongement du YAERE KELEO qui longe la butte de GUIRVIDIG, à l'extrême limite Ouest des plaines du LOGONE).

Les barrages naturels formés par les buttes de MAHOUDA et de GOULMOUN sont traversés par le Mayo MANGA. Dans ce chenal, large de 20 à 25 m et profond de 3,00 m, le courant est rapide : 0,60 à 0,70 m/s (en Octobre 1959). Il se trouve dans le prolongement de l'effluent de POUSS, sans aucun courant. La majeure partie des courants de la plaine de POUSS se regroupe dans le Mayo MANGA. Des courants contournent cependant les buttes par la droite (dépression entre POUSS-BANGAL et MAHOUDA) ou par la gauche (Mayo VRIK). La fermeture de la dépression entre BANGAL et MAHOUDA ne changerait pas sensiblement le régime des écoulements dans la plaine, car ils sont actuellement insignifiants. En 1960, pour une crue inférieure à celle de 1959, ils étaient trop faibles pour être mesurables.

Dans la plaine, au Nord des buttes de GOULMOUN, prend naissance la LOGOMATIA.

Le Mayo GOROMA est l'un des bras affluents de ce cours d'eau qui s'écoule comme le GUERIEOU parallèlement au LOGONE. Mais la majeure partie du débit de la LOGOMATIA provient des défluents du LOGONE en aval de GAMSEÏ (voir chapitre 5.4.).

5.3.6. Comparaison des profils des lignes d'eau du GUERIEOU et du LOGONE

Le tableau 5.3.6. récapitule les altitudes connues avec précision de divers points du GUERIEOU, où les plans d'eau ont été relevés, en 1955 et en 1959, au maximum de la crue.

Le graphique 5.3.6 permet de comparer ces deux profils. Entre DJAFGA et MADALAN, séparés de 9 km, la différence de niveau est de 3,09 m. Ceci indique une pente moyenne de la plaine de 0,34/1000 supérieure à celle du LOGONE.

Tableau 5.3.6

Profils comparés des plans d'eau du LOGONE et du GUERLEOU
au maximum des crues de 1955 et 1959

Distance au confluent LOGONE-GUERLEOU	LOGONE				GUERLEOU			
	Point sur le LOGONE	Zéro de l'échelle IGN 1962	Altitude du plan d'eau 1955	Altitude du plan d'eau 1959	Point sur le GUERLEOU	Zéro de l'échelle	Altitude du plan d'eau 1955	Altitude du plan d'eau 1959
11	BONGOR	(1) 322,506	325,93	325,82				
0	DJOKOEIDI	321,16	323,80	323,75	IRDING DJOKOEIDI	324,33 321,16	323,80	325,05 323,75
4,6	MARAO	320,55		322,82	Mission Catholique	315,74	4,73 320,47	4,40 320,14
13,2	TOUKOU	319,67		321,43				
15,2	KARTOA	318,70		320,98				
19,6	SOUNAREYE	317,74		320,24				
28,0					Confluent AOUTA	314,00		315,55
28,9	BALAGAM	316,42		318,78				
36,0	Mayo BALAYE	314,70		317,61				

(1) L'élément 3-4 de l'échelle de BONGOR avait son zéro à la cote 322,506 d'Octobre 1955 à Juin 1960

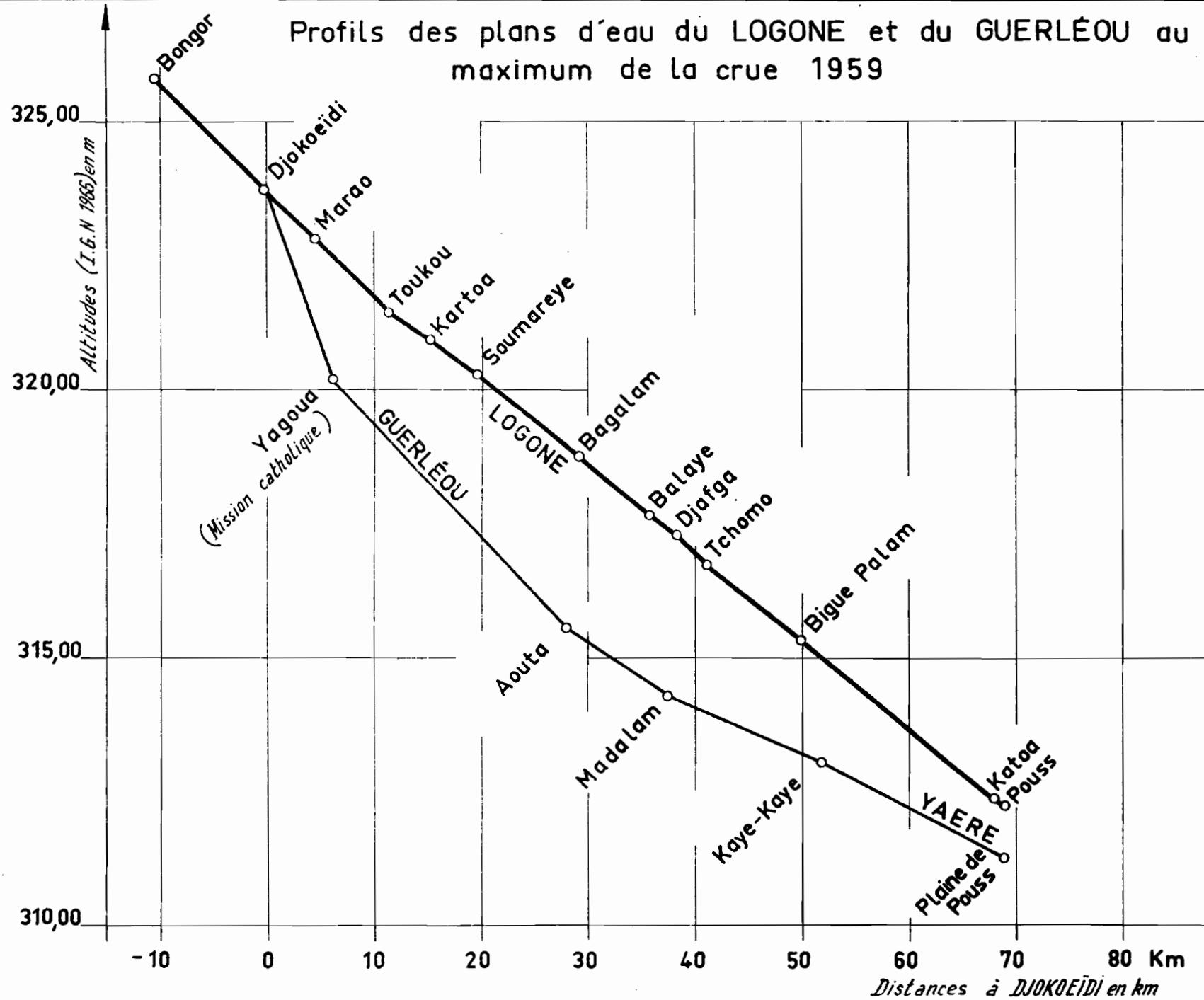


Tableau 5.3.6 (Suite)

Profils comparés des plans d'eau du LOGONE et du GUERLEOU
au maximum des crues de 1955 et 1959

Distance au confluent LOGONE-GUERLEOU	LOGONE				GUERLEOU			
	Point sur le LOGONE	Zéro de l'échelle	Altitude du plan d'eau 1955	1959	Point sur le GUERLEOU	Zéro de l'échelle	Altitude du plan d'eau 1955	1959
					MADALAM	311,46	4,15	2,75
38,3	DJAFGA	314,52		317,30			315,61	314,21
41,2	TCHOMO	314,39		316,74				
50,0	BIGUE-PALAM	314,53		315,31				
52,0					KAYE KAYE	308,72	4,88	4,35
55,0	GOUËÏ	313,13	314,32				313,60	313,07
68,0	KATOA	308,44	312,33		Plaine de POUSS	309,97		311,28
69,0	POUSS	310,54	312,22	312,22				(approché)

5.3.7. Hydrologie du Mayo GUERLEOU

5.3.7.1. Conditions générales du régime

Les précipitations sur le bassin propre du Mayo GUERLEOU n'ont que très peu d'influence sur le régime. L'écoulement dû au ruissellement demeure très faible, sinon nul aux trois stations jusqu'à l'arrivée des déversements du LOGONE.

Ceci s'explique par la platitude et l'horizontalité de l'ensemble du bassin et la nature de ses sols.

Sur la rive droite, entre GUERLEOU et LOGONE, les argiles à nodules calcaires sont, après une longue période de sécheresse, perméables en grand, grâce à de profondes fentes de retrait. Ces fentes ne sont colmatées que plusieurs mois après les premières pluies.

Sur la rive gauche, les sols dérivent des sables de KELO et sont donc très perméables ; le ruissellement est, en tout état de cause, encore inférieur à celui du bassin de la TANDJILE où la pluviométrie est supérieure (la pluviométrie annuelle normale est de 900 mm à BONGOR, de 918 mm à MAROUA contre 1100 mm à KELO).

Mais il faut aussi considérer la période où les plaines entre LOGONE et GUERLEOU sont saturées ou inondées : en Septembre en fin de saison des pluies, la pluviométrie mensuelle normale est de 180 mm. L'évaporation atteignant 120 mm, le bilan peut donc être, certaines années, positif. Ce bilan est négatif fin Septembre et en Octobre (pluviométrie normale 36 mm) précisément au maximum de la crue du LOGONE. La superficie des plaines entre LOGONE et GUERLEOU étant d'environ 800 km², l'évaporation est susceptible d'amputer les déversements du LOGONE drainés par le GUERLEOU de 30 à 40 m³/s.

Les déversements du LOGONE entre YAGOUA et POUSS ont été profondément modifiés depuis le début des observations du GUERLEOU en 1953. Les aménagements de cette section du fleuve ont été effectués de 1952 à 1958 (voir chapitre 2.2.7. "Crues du LOGONE entre BONGOR et GAMSEÏ"). A "l'état naturel", les pertes étaient considérables sur les deux rives, soit par les effluents, véritables bras se détachant du LOGONE, soit par les brèches des diguettes précaires établies par les habitants sur les berges pour la protection des villages et des cultures. Précaires et ne dépassant pas 80 cm de hauteur, ces ouvrages, prévus sans aucune revanche, ne résistaient qu'à une charge déterminée, ce qui réalisait en fin de compte une répartition régulière des déversements tout le long du cours.

La digue construite par le TCHAD de 1951 à 1954 sur la rive droite de BONGOR à MOGODI, solide et définitive, a eu pour effet le report de tous les déversements sur la rive opposée. D'où l'inondation catastrophique de la crue du GUERLEOU en 1954.

Une digue parallèle a donc été construite par le CAMEROUN à partir de 1955, qui a été renforcée à plusieurs reprises car elle s'est trouvée fréquemment submergée et rompue, en particulier sur le tronçon en aval de DJAFGA qui avait été prévu avec une revanche insuffisante et était mal compacté.

On constatera effectivement, par les débits du GUERLEOU drainant les déversements, que seul le tronçon amont de la digue était véritablement étanche (assèchement presque total de la rivière AOUTA).

En 1958, désirant améliorer la capacité de drainage du GUERLEOU, le Génie Rural du CAMEROUN a condamné partiellement son ouverture sur le LOGONE. Les effets de cette fermeture sont visibles sur les crues de 1958 et 1959 de YAGOUA et de MADALAM.

En conclusion, de 1952 à 1954 les déversements du LOGONE sur sa rive droite se sont trouvés accrus du fait des endiguements côté TCHAD, et, de 1955 à 1958, ils ont été réduits par l'endiguement côté CAMEROUN et la fermeture partielle de l'embouchure.

5.3.7.2. Les stations hydrométriques du GUERLEOU

Les trois stations ont été observées simultanément de 1955 à 1959, la station de YAGOUA étant plus ancienne : 1953.

La station de YAGOUA à la Mission Catholique est située à 11 km de l'embouchure du GUERLEOU dans le LOGONE et contrôle tous les déversements du LOGONE par le seuil de MARAOU.

Entre YAGOUA et MADALAM, le GUERLEOU reçoit la rivière AOUTA drainant les plaines inondées par les déversements de KARTOA à VELE.

La deuxième station de KAYE KAYE est située en aval du MORDOYE drainant les déversements entre DOREISSOU et BIGUE-PALAM.

Ces trois stations sont décrites dans la 2ème Partie et les débits moyens et caractéristiques donnés dans la 3ème Partie.

En ce qui concerne la station de KAYE KAYE, nous devons rectifier l'étalonnage et les débits indiqués dans ces ouvrages en tenant compte du MORDOYE.

5.3.7.3. Le GUERLEOU à la Mission Catholique

Cette station a été convenablement étalonnée et bien suivie de 1953 à 1959.

A priori, son régime dépend essentiellement des crues du LOGONE et l'on constate en effet qu'avant l'arrivée de la crue les débits demeurent très faibles; nuls en Mai, de 0,10 à 0,20 m³/s en Juin, ils passent à 0,70 - 1 m³/s fin Juillet. En Août, ils se maintiennent entre 1 et 2 m³/s jusqu'à l'arrivée de la crue du LOGONE qui se fait sentir lorsque les niveaux à l'échelle COTONFRAN de BONGOR atteignent 2,80 m.

Sur le tableau 5.3.7. sont indiquées les dates auxquelles ont été atteintes des cotes données à l'échelle de BONGOR, à la crue et à la décrue, et les débits correspondants du GUERLEOU.

La correspondance est moins bonne à la décrue qu'à la crue. La baisse du plan d'eau du LOGONE étant très rapide, les débits du GUERLEOU ne correspondent pas alors seulement aux déversements mais s'accroissent du drainage du lit, dont l'effet est très sensible malgré la proximité du LOGONE.

En Décembre, déversement et drainage ont cessé et le débit se trouve de nouveau réduit à moins de 1 m³/s.

On voit bien sur ce tableau l'influence des travaux du LOGONE sur le régime du GUERLEOU à YAGOUA. De 1953 à 1957, les endiguements côté TCHAD, puis côté CAMEROUN, ont progressivement relevé le plan d'eau du LOGONE. Le seuil de MARAOU, alimentant le GUERLEOU, est situé à l'amont de l'endiguement du CAMEROUN, mais est cependant affecté par le remous.

En 1958, la chute de débit du GUERLEOU à YAGOUA est brutale à niveau égal à BONGOR, du fait de la fermeture de l'embouchure : de 50 à 60 % par rapport aux années antérieures.

Le maximum observé à la Mission Catholique a été de 306 m³/s en 1955, à la même date que le maximum du LOGONE à BONGOR, le 20 Octobre 1955. La même crue à BONGOR ne provoquerait plus, depuis la fermeture partielle de l'embouchure, qu'un maximum de 180 m³/s sur le GUERLEOU.

Tableau 5.3.7.3.
Débits du GUERLEOU à la Mission Catholique
en fonction des niveaux à l'échelle COTONFRAN de BONGOR
Niveaux à BONGOR (Crue)

	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	Max. BONGOR (1)	Max. YAGOUA		
Année	Date	Débit	Date	Débit	Date	Débit	Hauteur	Date	Débit	Date
1953	5-9	2	8-9	2	14-9	8	27-9	29	29-9	29
1954	30-8	1	2-9	2	5-9	9	9-9	14	14-9	155
1955	19-8	1	24-8	3	1-9	8	8-9	16	17-9	306
1956	30-8	3	3-9	4	6-9	9	12-9	27	15-9	225
1957	26-8	4	3-9	8	11-9	11	17-9	23	-	24-10
1958	5-9	2	7-9	2	10-9	3	16-9	9	22-9	48
1959	28-8	3	30-8	3	1-9	3	4-9	5	12-9	22

(1) Zéro à 322,49 IGN 1962

Niveaux à BONGOR (décrue)

Année	2,30	3,10	3,00	2,90	2,80	2,70	2,60
	Date	Débit	Date	Débit	Date	Débit	Débit
1953	-	-	7-10	-	11-10	-	20-10
1954	4-10	70	6-11	52	7-11	-	23-10
1955	12-11	72	12-11	72	13-11	48	-
1956	8-10	134	1-11	56	1-11	56	5-11
1957	-	-	-	12-10	30	4-11	5
1958	-	-	16-10	16	19-10	11	23-10
1959	15-10	40	18-10	18	20-10	13	4

Nota : Pour chaque niveau à BONGOR sont donnés la date de ce niveau et le débit correspondant à YAGOUA, Mission Catholique.

5.3.7.4. Le GUERLEOU à MADALAM et à KAYE KAYE

Alors que la station de YAGOUA a été correctement étalonnée, celles de MADALAM et de KAYE KAYE ne permettent d'estimer les débits qu'avec une approximation très lâche puisque leur tarage ne tient qu'à trois mesures de débits. Il ne faudra donc retenir que l'ordre de grandeur des estimations de débits à ces stations.

Les débits du GUERLEOU à KAYE KAYE sont différents de ceux mentionnés à la 2ème et à la 3ème Parties de la Monographie, par suite d'une erreur d'interprétation, le tarage de cette station, située en aval du confluent du MORDOYE, résultant des trois points suivants :

					Total
15-10-55	:	H = 4,55	| GUERLEOU : 220 m ³ /s	+ MORDOYE : 55 m ³ /s	= 275 m ³ /s
11-10-56	:	H = 3,98	" : 68 "	+ " : 60 "	= 128 "
29-9-59	:	H = 4,02	" : 59 "	+ " : 102 "	= 161 "

Les débits journaliers établis à l'aide de ce tarage sont donnés en annexe à la fin de ce volume.

5.3.7.5. Evolution de la crue du GUERLEOU le long de son cours - Débits mensuels

Le tableau 5.3.7.5. permet de comparer les débits mensuels du Mayo GUERLEOU aux trois stations de son cours et à ceux du LOGONE à BONGOR. Les travaux d'endiguement ont visiblement modifié le régime et la recherche d'une relation permanente entre les débits mensuels correspondants des stations n'aurait donc pas beaucoup de sens.

Débits maximaux

Comparons les débits maximaux aux trois stations en fonction du maximum à BONGOR (tableau 5.3.7.2. e)

	BONGOR	YAGOUA	AOUTA	MADALAM	MORDOYE	KAYE KAYE	(1)
1953	1760	29	-	-	-	-	
1954	2039	155	-	-	-	-	
1955	2633	306	-	333	-	347	
1956	2111	225	-	311	-	-	
1957	1740	48	-	40	-	80	
1958	1855	22	?	28	?	96	
1959	2234	125	-	108	-	228	
1960	2015	-	-	-	-	149	

(1) Les valeurs citées dans la 3ème partie ont été corrigées.

Tableau 5.3.7.5

Débits moyens mensuels du Mayo GUERLEOU en regard
des débits moyens du LOGONE à BONGOR

		BONGOR	YAGOUA	MADALAM	KAYE KAYE
1953	A :	932	1,4	:	:
	S :	-	12,4	:	:
1954	J :	638	0,3	:	:
	A :	1006	1,2	:	:
	S :	1785	(71,6)	:	:
	O :	1880	(90,6)	:	:
	N :	1068	(16,6)	:	:
1955	A :	1216	2,6	0,2	:
	S :	1752	45,5	64,0	89,6
	O :	2314	229,0	257,0	281,0
	N :	1326	61,1	123,0	185,0
1956	A :	1152	1,09	:	:
	S :	1768	79,5	(49)	:
	O :	1961	153,0	:	:
	N :	687	4,9	:	:
	D :	215	0,9	:	:
1957	A :	1101	1,9	:	:
	S :	1632	24,6	(14)	54
	O :	1426	18,5	(24)	57
1958	A :	913	:	(0,1)	:
	S :	1619	9,5	(14,0)	48
	O :	1595	11,5	(18,0)	77
1959	A :	1033	1,0	:	:
	S :	1835	42,0	37	86
	O :	(1759)	43,4	54	187
1960	A :	:	:	:	13
	S :	:	:	:	57
	O :	:	:	:	103

Comme les débits mensuels, les maximums des crues du GUERLEOU croissent d'amont en aval malgré l'effet d'amortissement du lit majeur.

Il aurait été intéressant de connaître les débits de l'AOUTA et du MORDOYE au moment des maximums.

Les débits ont été mesurés simultanément aux trois stations lors des tournées de 1955, 1956 et 1959 pour des débits relativement importants :

	YAGOUA	AOUTA	HADALAI	MORDOYE	KAYE KAYE	BONGOR	(1)
10-15/10 1955	168 (crue)	90	270	55	275	3,30	
9-11/10 1956	122 (décrue)	5	124	60	(128) 155	3,18	
29/9 1959	42 (décrue)	1,8	85	102	161	3,33	

Si l'on tient compte du fait que la première tournée a été faite en période de crue et les deux autres en décrue, ces résultats concordent de manière satisfaisante. Il convient de remarquer que le débit de 128 m³/s mesuré à KAYE KAYE en 1956, pour H = 3,98, est sous-estimé, la vraie valeur paraissant être, d'après le tarage, 155 m³/s. Pour des conditions voisines à BONGOR en 1956 et 1959, la répartition des débits avant et après fermeture du GUERLEOU est très différente. Le débit de KAYE KAYE n'a en définitive pas varié. Coute que coute le LOGONE s'est régularisé en arrivant à KATOA et plafonne au même débit qu'avant les travaux exécutés sur le bief BONGOR-KOUIII.

En conclusion, les conditions d'alimentation du GUERLEOU par le LOGONE ont constamment varié depuis 1953 et les observations dans l'état actuel sont de trop courte durée pour établir la relation entre les maximums du GUERLEOU et les maximums du LOGONE, comme cela a pu être fait dans les sections restées tant bien que mal intactes (par exemple à ERE).

(1) Valeurs corrigées par rapport à la 6ème partie.

5.3.8. Volumes écoulés annuellement aux stations du GUERLEOU

Malgré la précarité des observations aux trois stations, nous avons pu estimer les volumes écoulés. En effet, pour les mois manquants, les débits sont relativement faibles et leur reconstitution ne peut pas entraîner d'erreurs rédhibitoires sur la valeur de l'ensemble.

Dans le tableau suivant, nous comparons les volumes ainsi calculés aux volumes écoulés annuellement à BONGOR. Les volumes écoulés à YAGOUA et MADALAM sont comparés aux différences BONGOR-KOUMI et les volumes écoulés à KAYE KAYE aux différences de l'ensemble de la section BONGOR-KATOA.

Volumes écoulés en millions de m³

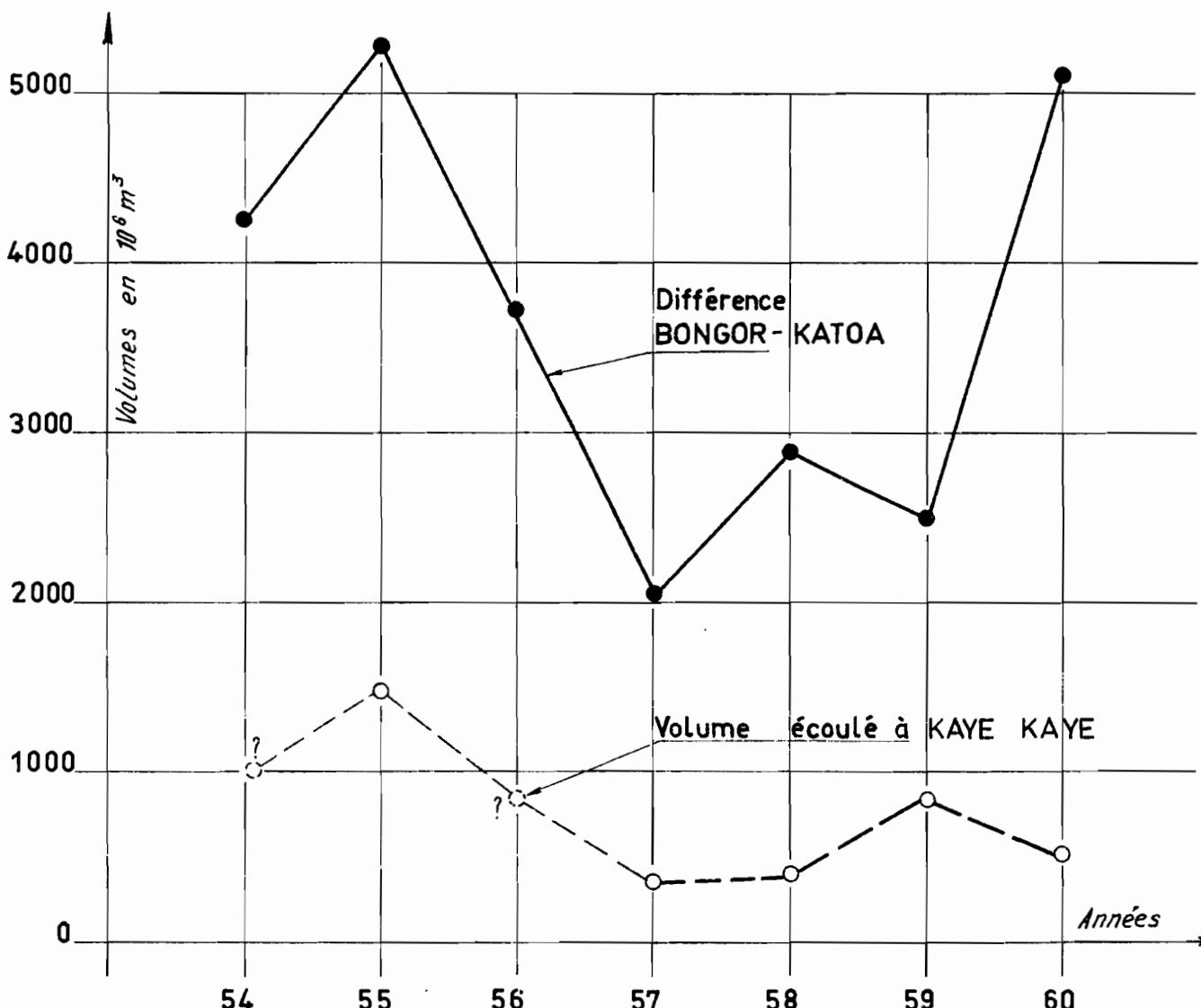
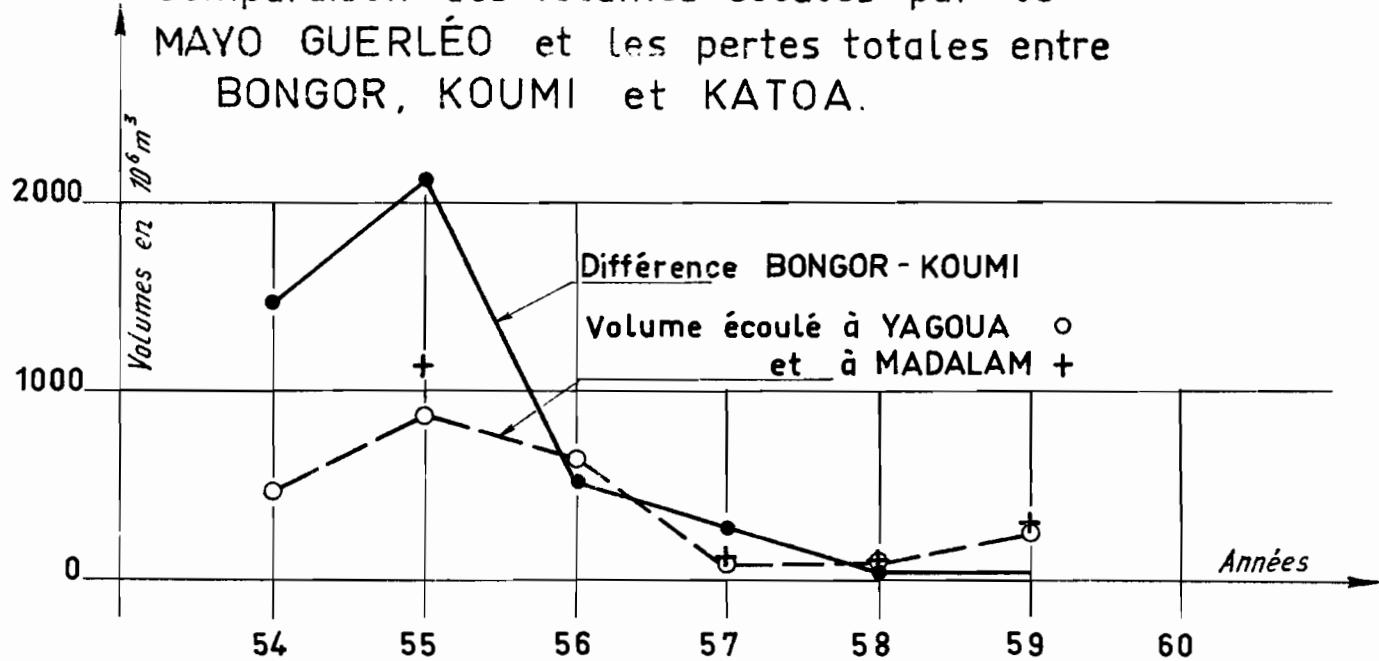
Année :	BONGOR	△ BONGOR - KOUMI	YAGOUA	MADALAM	△ BONGOR - KATOA	KAYE KAYE
1954 :	19 600	1 470	470		4 260	-
1955 :	21 700	2 150	882	1 173	5 290	1 495
1956 :	17 800	550	649		3 710	-
1957 :	16 000	350	123	122	2 060	377
1958 :	16 600	60	61	104	(2 900)	380
1959 :	16 300	-	228	254	(2 500)	821
1960 :	20 400	160			(5 100)	535

On constate sur le graphique 5.3.8. que les volumes écoulés par le GUERLEOU représentent une proportion assez faible des pertes totales subies par le fleuve sur ce parcours. Les pertes réelles de la rive gauche sont en effet réduites par l'évaporation et la saturation des sols et les pertes de rive droite sont très importantes en aval de MOGODI (voir chapitre 2.2.7.).

La série de crues faibles 1957-1958-1959 laisse penser que les débits du GUERLEOU ont été considérablement réduits par les endiguements. En fait, seule l'année forte 1960 permet d'en juger. Il est regrettable que les observations n'aient été poursuivies pour confirmer les résultats de 1960.

Comparaison des volumes écoulés par le
MAYO GUERLÉO et les pertes totales entre
BONGOR, KOUMI et KATOA.

Gr: 538



5.4. La LOGOMATIA

5.4.1. Description

En aval des plaines de POUSS, la LOGOMATIA paraît constituer le prolongement naturel du Mayo GUERLEOU ; entre le point de départ de l'ARENABA, bras principal de la LOGOMATIA partant du LOGONE en face de GAMSEÏ, et son retour au LOGONE, 18 km en amont de LOGONE-GANA, la distance est, à vol d'oiseau, de 45 km.

Le cours de la LOGOMATIA s'éloigne au maximum de 8 km du LOGONE à ZINA, station hydrologique située à mi-parcours. Au coude de NGODENI, le cours de la LOGOMATIA rejoint brusquement le LOGONE, mais, morphologiquement, un ancien cours bien visible se poursuit au Nord. En effet, les bourrelets alluviaux de la LOGOMATIA (semblables à ceux du LOGONE) se retrouvent encore à HINALE où le lit de la LOGOMATIA se perd dans des marécages (argile noire tropicale recouvrant les argiles à nodules calcaires). Une "boutaï", suite continue de mares, jalonne encore cet ancien cours au voisinage d'HINALE. Le lit actuel, retournant au LOGONE, est manifestement récent.

Il en est de même de la tête de ce cours d'eau. Morphologiquement, la LOGOMATIA est le prolongement du MAYO VRIK ou GOROMA qui fait partie du système provenant du GUERLEOU. Mais, actuellement, c'est la rivière ARENABA, défluent quittant le LOGONE en face de GAMSEÏ, qui constitue son alimentation principale. Ce petit chenal tortueux (large de 8 à 10 m) est très actif : il dévale littéralement le bourrelet de berge du LOGONE avec un courant de 0,50 à 0,90 m/s.

Le bourrelet de l'ARENABA lui-même est assez haut et abrité des inondations pour que des villages permanents s'y soient établis.

En aval du confluent de l'ARENABA, la LOGOMATIA, large de 20 à 25 m, ne reçoit aucun affluent. Les apports provenant du LOGONE et les déversements de la LOGOMATIA sur sa rive gauche en direction du YAERE s'effectuent par écoulement diffus en nappe, au travers des herbes recouvrant les berges. Mais, fréquemment, des canaux de pêche coupent le bourrelet de berge. Dans ces canaux, les eaux, plus rapides, circulent d'Est en Ouest d'une manière particulièrement bien visible entre SARA-SARA et ZINA.

5.4.2. Topographie

- Nivellement IGN de GAMSEÏ à ZINA (en bordure du LOGONE sur la rive gauche) IGN 1966

GAMSEÏ	borne as 11	repère : 311,255
au droit de GAMSEÏ	borne marquée 12	repère : 309,705
 - Sur l'autre rive du LOGONE

borne lieu-dit "ARENABA" marquée 13	repère : 308,945
-------------------------------------	------------------
 - Confluent LOGONE-ARENABA

borne 14 lieu-dit ARENABA à 3,8 km	repère : 308,12
------------------------------------	-----------------
 - En bordure du LOGONE

borne 15 village de DAVO-GAN	repère : 309,645
borne 16	repère : 307,115
borne 17 SIFNA	repère : 308,05
borne 18 près du LOGONE	repère : 306,17
borne 19 (route de HAZERA)	repère : 305,43
 - Répertoire de MORA (Villages en bordure de la LOGOMATIA)

SARA SARA, borne M ₆ K ₃ l ₃ 9	repère : 305,56
borne 21	repère : 304,59
DEBISSA, borne 11 (sur une élévation)	repère : 306,57
ZINA, borne M ₆ K ₃ m ₃	repère : 304,915
borne marquée 10, M ₆ K ₃ m ₃ 10	repère : 303,795
GARLE, M ₆ K ₃ m ₃ 9	repère : 304,085
borne marquée 8, M ₆ K ₃ m ₃ 8	repère : 301,88
N ^o GODENI, borne marquée 7 à 2 km 17 plus au Nord, borne 6	repère : 303,035
	repère : 302,08

A N°GODENI, la LOGOMATIA fait un coude et rejoint le LOGONE, mais une dépression à peine marquée se poursuit dans la même direction que la LOGOMATIA en amont de N°GODENI et aboutit, entre SCHI et HINALE (tête de la DIAOUA), à une altitude de 299 m (voir profil en travers du YAERE).

A noter que les bornes sont généralement situées sur des buttes artificielles plus élevées que le niveau général de la plaine ou des berges.

- D'HINALE à ZINA

Village de DABAG, borne 5	repère : 301,78
Village de BALGUE, borne 6	repère : 302,08
Village de NGODENI, borne 7	repère : 303,035

- LOGONE-GANA

borne 6, située au campement	repère : 301,425
borne H 52 à LOGONE-GANA	repère : 301,255
zéro de l'échelle de crue (1954-1955)	: 296,15

5.4.3. Régime de la LOGOMATIA

La LOGOMATIA est une succession de mares en saison sèche. Son débit reste nul jusqu'au mois de Juillet et le lit ne s'emplit qu'en Août avec les premiers débordements du LOGONE. Comme cette rivière se déverse elle-même dans le YAERE sur sa rive gauche, son niveau et son débit sont limités à un maximum qui atteint 70 m³/s à ZINA (correspondant à une cote de 2,80, soit une altitude du plan d'eau de 304,52) (1).

La variation du débit le long du cours ressort des mesures faites en Octobre 1955 : le principal affluent, l'ARENABA, débitait le 15 Octobre : 27,5 m³/s à son départ du LOGONE (le niveau du plan d'eau dans le système IGN 1955 était 309,14). A ZINA, le 14 Octobre, le débit était de 48,5 m³/s, ce qui permet donc de déterminer l'alimentation de la LOGOMATIA sur cette partie de son cours. En aval du coude de N^o GODENI, le débit n'était plus que de 25 m³/s, le 13-10-1955, 23 m³/s continuaient donc leur chemin dans le YAERE et ne retournent pas au LOGONE.

La station de ZINA a été observée trois années consécutives : 1953 - 1954 et 1955. L'étalonnage repose sur 5 mesures et permet de calculer les débits (voir 2ème, 3ème et 6ème Parties de la Monographie).

(1) Le plan d'eau de la LOGOMATIA à ZINA a été rattaché directement à la borne IGN. Le zéro de l'échelle de ZINA est, mesuré le 14-10-1955, pour H = 2,67 : 304,39 - 2,67 = 301,72.

Ces trois années d'observations sont suffisantes pour caractériser la constance des débits moyens mensuels :

Année	J	A	S	O	N	D	J
1953	0	35,4	47,4	51,5			
1954	0	41,7	52,1	61,7	64,2	40,9	0
1955	0	37,3	50,1	61,4	67,7	43,3	0

Ce phénomène n'est pas forfuit, d'autant que les crues du LOGONE ont été très différentes ces trois années, celle de 1955 étant la plus forte observée depuis le début des observations.

Même constance des modules, qui sont de 21,5 m³/s en 1954 et 21,1 m³/s en 1955..

Le débit de la LOGOMATIA est doublement régularisé. Il provient de la crue du LOGONE qui est écrêtée en arrivant à GAMSEI. De plus, le long de la LOGOMATIA, les déversements sur la rive gauche provoquent une nouvelle régularisation.

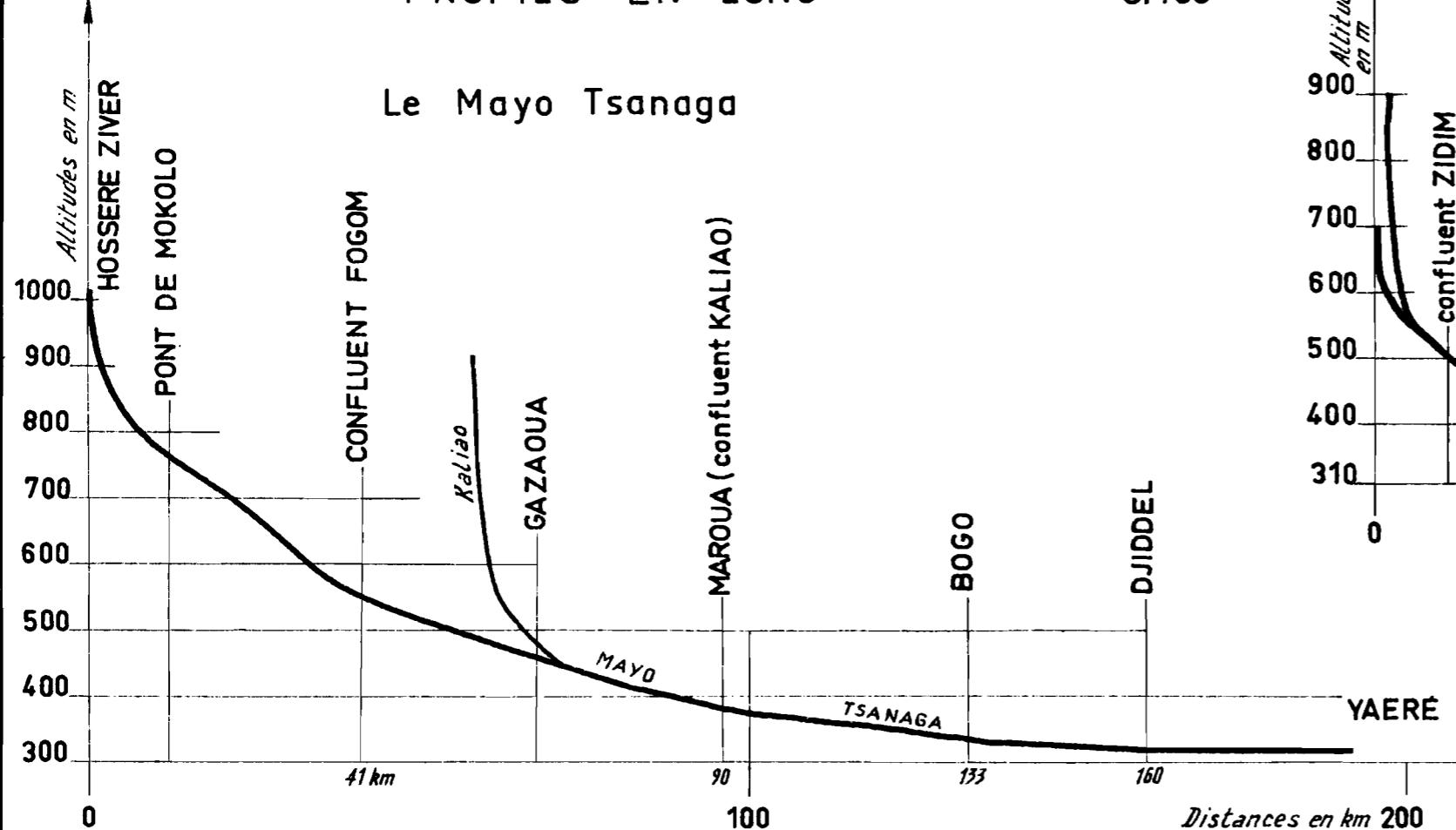
Mais l'étanchéité de cette rive gauche varie au cours de la saison avec la densité des herbes qui croissent sur les berges et le niveau des eaux du YAERE. C'est pour cette raison que l'on observe une croissance régulière du débit de la LOGOMATIA du début à la fin de la période d'inondation, à mesure que la capacité du lit augmente et que les pertes se réduisent.

Le régime de la LOGOMATIA est donc indépendant, pratiquement, de l'abondance de la crue du LOGONE et n'est lié qu'au cycle de croissance des végétaux au cours de la saison des pluies.

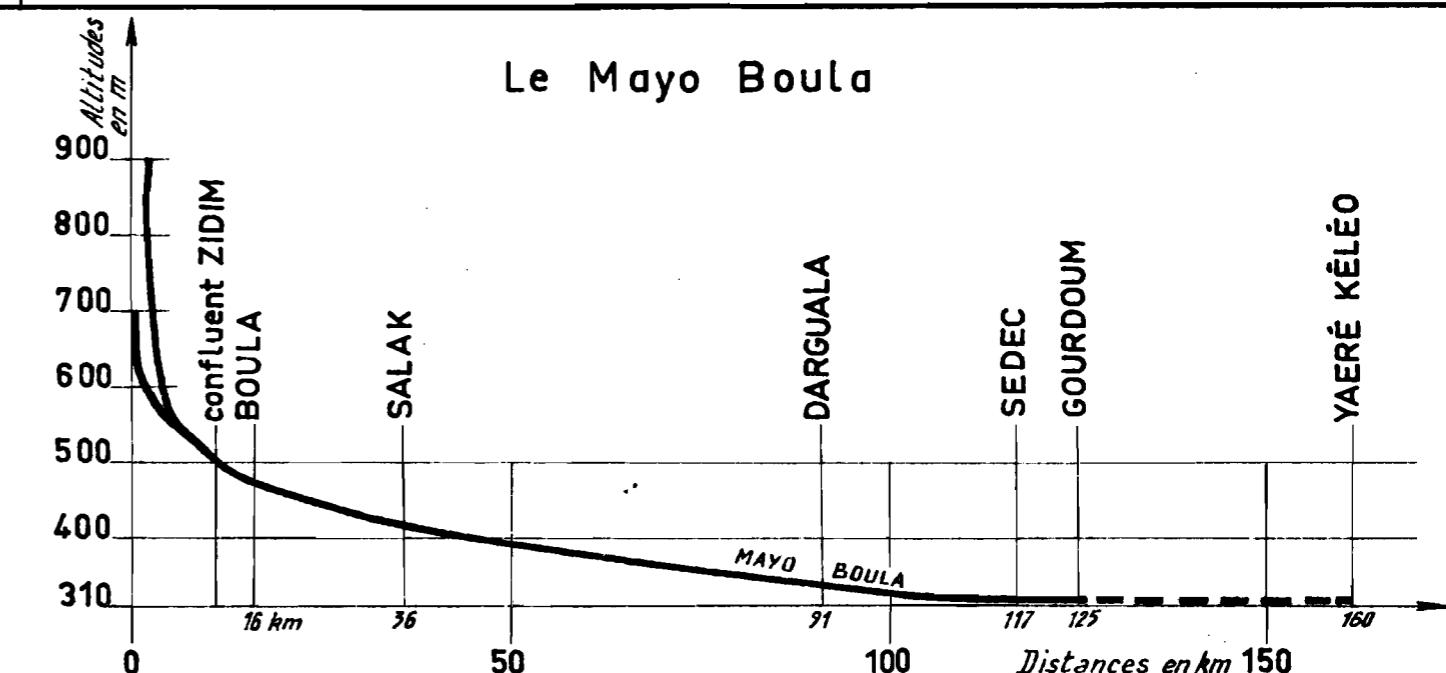
La mesure faite en aval de NGODENI permet d'évaluer le débit retournant au LOGONE : 25 m³/s le 13-10-1955. Cette récupération est faible, en comparaison des pertes énormes subies par le LOGONE le long de sa rive gauche depuis YAGOUA. Si nous nous en tenons à la seule mesure du 13-10-1955, le volume récupéré serait la moitié de celui qui s'écoule à ZINA, soit $\frac{660}{2} = 330$ millions de m³.

PROFILS EN LONG

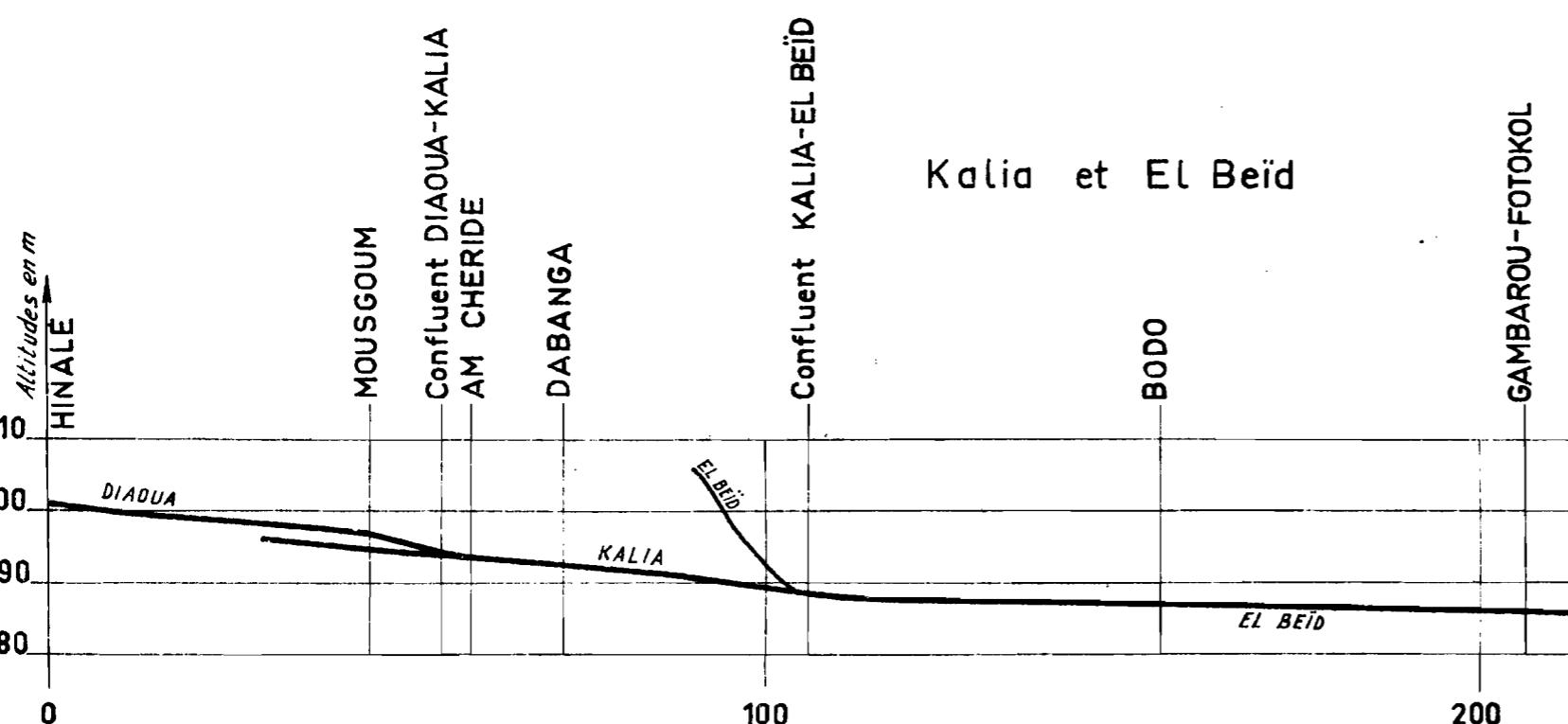
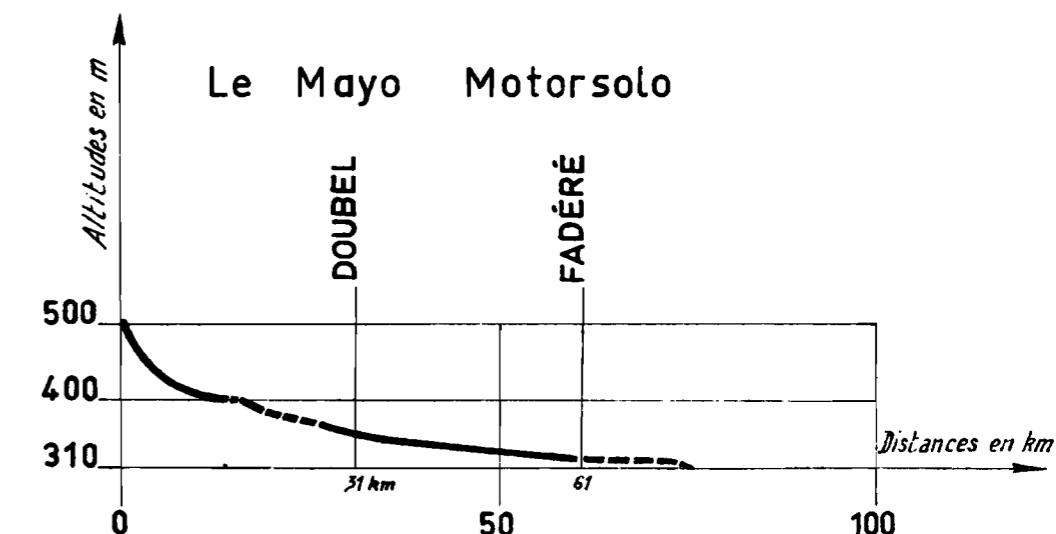
Gr:55



Le Mayo Boula



Le Mayo Motorsolo



- Nota -

L'échelle des hauteurs des profils des Mayos est 1/10,000 et celle du profil de la KABIA 1/1000.

5.5. Le GRAND YAERE - Les mayos du Nord-CAMEROUN

5.5.1. Configuration générale

Les vastes plaines du Nord-CAMEROUN, situées à l'Ouest du LOGONE, sont appelées "YAERES" en langue peuhle. Elles sont, chaque année, successivement inondées par les pluies, les Mayos du Nord-CAMEROUN et les débordements du LOGONE. Les mayos du Nord-CAMEROUN proviennent du versant Nord-Est du Massif des MANDARAS. Leur cours est coupé par le cordon littoral YAGOUA-LIMANI et leurs eaux ne parviennent que partiellement jusqu'au YAERE.

L'EL BEID, tributaire du Lac TCHAD, et son affluent la KALIA, constituant la frontière entre le CAMEROUN et le NIGERIA, sont les exutoires naturels de la plaine. Mais rapportés à la superficie du bassin versant, les débits de l'EL BEID sont insignifiants.

Une partie des eaux de la plaine est également drainée par la LOGOMATIA, dont le cours revient au LOGONE en amont de LOGONE-GANA, après le coude de N'GODENI. Cet apport au LOGONE est également très faible et l'on constate en définitive que la majeure partie des eaux accumulées dans le YAERE est perdue par évaporation.

5.5.2. Le YAERE

A l'Ouest du LOGONE, en aval de POUSS s'étend le "GRAND YAERE" du Nord-CAMEROUN, plaine rigoureusement plane et extrêmement monotone qui est inondée sur presque toute sa superficie d'Août à Décembre. Cette plaine mesure 32 km de large suivant le parallèle de GANSEI (11°) et 52 km entre HOLLOW et WAZA. Plus au Nord, la limite que nous lui avons donnée, suivant les cours de la KALIA et de l'EL BEID, frontière CAMEROUN-NIGERIA, est arbitraire puisque la plaine se poursuit bien au-delà jusqu'à MAIDUGURI en territoire nigérien. Les sols argileux à nodules calcaires qui la constituent dérivent des dépôts de la "2ème série lacustre" lors de la 3ème transgression du Lac TCHAD.

La LOGOMATIA se superpose à ces dépôts lacustres de la même manière que le LOGONE et avec les mêmes sédiments accumulés latéralement sous forme d'importants bourrelets de berge limono-argileux.

Les seuls éléments de relief sont des buttes, la plupart faites de main d'homme (buttes SAOS ou KOTOKOS). Quelques arbres sur les buttes et les bourrelets rompent la nudité d'une végétation exclusivement herbacée.

Le YAERE en période d'inondation

Le YAERE a été traversé en pirogue suivant le parallèle de LOGONE-GANA, en Octobre 1954, par A. BOUCHARDEAU.

Après quelques difficultés pour trouver un passage dans le bourrelet de berge du lit apparent du LOGONE, puis pour traverser la galerie forestière très dense qui borde son lit majeur, la navigation fut facile dans la plaine où la profondeur d'eau variait de 0,70 à 1,00 m et 2,00 à 3,00 m dans les "Boutas" (succession de mares profondes et encombrées de plantes aquatiques : nénuphars, riz sauvage). Cependant, les habitants connaissent des hauts fonds, souvent boisés, qui leur permettent de circuler à pied dans moins de 0,30 m d'eau, en allant de butte en butte (HINALE, SCHI, HOZOUË, NGAOUE). Ces buttes, d'importance variable, sont soit de simples refuges pour les pêcheurs Kotokos ou Massas, soit des villages permanents. Les plus importantes sont artificielles, comme le prouvent les fossés qui les entourent et semblent avoir été établies par les ancêtres des populations indigènes actuelles, les Saos. Les plaines et les Boutas sont très poissonneuses du fait que le poisson vient y frayer pendant la période d'inondation.

Le régime d'inondation du YAERE est le suivant : les terres restent sèches jusqu'au 14 Juillet. Le 15 Août, les pluies ont fait monter les eaux dans les plaines de 0,30 m. L'inondation du LOGONE parvient entre le 15 et le 20 Septembre. La crue est régulière et continuait encore, en 1954, le 25 Octobre. En Décembre, il n'y a plus que des mares autour desquelles se réfugient les bovins et les antilopes. Les routes sont réparées en Janvier et la circulation sur la route YAGOUA - HINALE - NAMA rétablie en Février.

A la latitude de LOGONE-GANA commence à se dessiner, dans le YAERE, le réseau de drainage aboutissant à la KALIA.

La DIAOUA (1) présente à HOZOUË une largeur de 50 m et un courant de 0,15 à 0,20 m/s (le débit atteignait 2 m³/s le 26 Octobre 1954). Entre HOZOUË et NGAOUE, c'est une succession de mares où croissent des plantes aquatiques et principalement des nénuphars. D'énormes paquets d'herbes flottantes dérivent très lentement : la navigation n'est pas possible dans le lit de la rivière. Les pirogues suivent les berges ou naviguent dans la plaine où les herbes dispersées et la profondeur plus faible sont des conditions idéales pour l'utilisation de la perche.

(1) DIAOUA au Nord, DOURÉ au Sud, sont les deux branches mères de la KALIA, côté CAMEROUN francophone. Leur aspect est semblable.

A partir de N'GAME, la DIAOUA pénètre dans une savane armée plus ou moins dense (épineux, acacias Seyal, Balanites groupés en bosquets, acacias scorpioïdes dans le lit même). La DIAOUA serpente dans la savane inondée. Le courant est très faible et la profondeur de 0,80 à 1,00 m. En aval de BARIAM, une véritable forêt d'épineux s'est développée dans le lit majeur large de 20 à 80 m (acacias scorpioïdes). On atteint alors la KALIA, affluent de l'EL BEID qui longe la frontière du NIGERIA et draine les eaux du YAERE qui ont échappé à l'évaporation.

5.5.3. Zone des mayos

5.5.3.1. Description

Au Sud-Ouest du YAERE, une large plaine exondée s'étend jusqu'au Massif des MANDARAS. Le massif central granitique est précédé de Monts isolés constitués en majorité de roches vertes (andésites) entre lesquels les plaines pénètrent profondément.

Cette plaine est traversée par une série de torrents parallèles ("mayos" en langue peuhle). Le plus important, le Mayo TSANAGA, draine le Nord du plateau du Massif des MANDARAS. Les neuf autres mayos prennent leur source sur le versant Ouest et passent entre les massifs des Monts MATAKAM et les montagnes de MORA, MAROUA et KINDIF. Parvenus dans la plaine de piémont, tous prennent une direction Sud-Ouest-Nord-Est. Véritables torrents, ils s'écoulent alors dans des lits très larges, de sable grossier, bordés de bourrelets de berge limoneux peu élevés (1,5 à 2,00 m). L'alluvionnement a produit des cônes de déjection très étendus recouvrant les séries plus anciennes que sont les sols argilo-sableux à nodules calcaires résultant des dépôts de la première série lacustre (2ème transgression du Lac TCHAD) et plus anciens, par conséquent, que les sols du YAERE.

Les lits sont brutalement interrompus au voisinage du cordon sableux YAGOUA-LIMANI, qui est considéré comme un ancien cordon littoral du Lac TCHAD. Ce barrage naturel paraît, en surface, sableux. En fait, il s'appuie sur une chaîne granitique noyée dans les sédiments et dont n'apparaissent que quelques pointements (rochers de KILISSAOUA, FADERE, BALDA). Les sables semblent s'être accumulés en s'appuyant sur les rochers qui auraient imposé le dessin de la côte.

L'existence d'un véritable barrage naturel est confirmée par la différence, de part et d'autre, des niveaux des nappes phréatiques. La nappe amont est bien alimentée par les pluies et surtout par les mayos qui ne peuvent franchir le cordon.

Selon leur puissance et la compacité locale du barrage, les mayos ont d'ailleurs des sorts différents. Le YAGOUA s'interrompt à LIMANI, le BOURGOUBA à MAGDENE, le MANGAFE à KILISSAOUA, le RANEO à PETE. Mais le MOTORSOLO poursuit son cours au-delà de FADERE, la TSANAGA au-delà de BALDA; le BOULA voit son cours détourné par la dune, mais la traverse à GOUDONOU.

De part et d'autre du cordon, les sols et la végétation sont également différents. La plaine entre le piémont et la dune est cultivée et la nappe est assez proche pour que les puits n'aient que quelques mètres de profondeur. Les grands arbres s'y développent particulièrement bien. Au Nord-Est de la dune s'étend par contre, jusqu'au YAERE, une savane armée beaucoup plus sèche, clairsemée, formée essentiellement de "nagas", sols argilo-sableux souvent salés. De vastes zones dégarnies d'arbres annoncent le YAERE dont les limites se trouvent de 10 à 40 km au Nord-Est du "barrage".

Le Mayo TSANAGA, qui est étudié ci-après, peut être considéré comme le type même des rivières du Nord-CAMEROUN se jetant dans le YAERE.

5.5.3.2. Topographie de la zone des mayos

Nivellement IGN (édition 1962)

Points en bordure du Mayo TSANAGA (carnet de MAROUA)

	Echelle hydrométrique sur le Mayo TSANAGA	N° du repère
GAZAOUA	zéro à 457,381	Mad 25-1
Pont MAROUA-SALAK sur la TSANAGA		
	repère sur culée 412,551	Mad 20
MAROUA	Borne Astro 392,741	Mad 13-1
MAROUA	repère sur le radier du KALIAO (culée) 395,825	Mad 16
BOGO (près du Mayo TSANAGA)	borne 1 337,024	Mad 1
" Ville	borne 2 344,162	Mad 2
" Ecole communale	rivet 3 344,250	Mad 3
DJIDDEL	DJIDDEL BINDOWO 316,753	Mab 23
" Place du chef	23 320,962	Mab 24

			N° du repère
GUIRVIDIG	croisement route de YAGOUA	310,715	Mab 22
"	dispensaire	313,787	Mab 20
"	Centre rural	311,484	Mab 19
"	YAERE GUERLEOU borne 11	308,630	Mab 17

Points le long du cordon sableux : MAGDEME - PETE - FADERE
(cordon YAGOUA-LIMANI)

<u>Distance</u>	<u>Emplacement</u>	<u>Marque</u>	<u>Altitude du repère</u>	<u>Module</u>
0	MAGDEME	borne A	328,52	Md K ₃ l ₃ 1
1,18	DOUBOULE ALAGARNO	borne 17	324,279	Mod 20
4,18	MAMBERE	borne 16	325,897	Mbd 19
6,13	BLAMADEIR	borne 15	323,179	" 18
12,26	KORSA	borne 14	325,748	" 17
16,67	MOGOUIE	borne 13	328,313	" 16
20,08	borne 12		319,621	" 15
24,08	BOLOUGOUA	borne 11	322,331	" 14
27,43	DJOHODE	rocher	327,246	" 13
30,49		rocher	325,779	" 12
32,31	KODJELIO	borne 10	319,522	" 11
36,00	KOUROUAME	borne 9	319,756	" 10
39,33	PETE	borne 8	330,261	" 9
43,88	KOURNIOUNIOU	borne 7	321,941	" 8
49,95	ABBIROU	borne 6	322,752	" 7
51,88	FADERE	borne 5	322,879	" 6
54,70	OURO-BOUBORE	borne 4	320,675	" 5
61,09	KOURDAIA	rocher	323,226	" 4
63,91	BALDA	borne 3	327,356	" 3
74,91	DJIDDEL	borne 5	320,962	Mab 24
149,91	YAGOUA		(318 à 332)	

Remarque :

Les points de nivellation le long de ce cordon sableux s'appuyant sur une ligne de blocs rocheux sont à des altitudes variant de 319,522 (km 32,3) à 330,26 (PTE), selon que les points sont situés plus ou moins près du sommet ou du pied de la "dune".

Nivellement des échelles de crue de MAROUA

Les deux échelles du Mayo KALIAO et l'échelle du Pont MAROUA-SALAK sur la TSANAGA ont été nivellées en 1954 à partir des repères du nivellation de MAROUA effectué par la SETTE, Société de topographie de DOUALA, en 1951.

Aucun rattachement des bornes SETTE ne semble avoir été fait par l'IGN par la suite et il est difficile de raccorder les deux systèmes. Cependant, le P.C.3, près de la Sous-Préfecture, coté par la SETTE 395,51, est très proche de la borne Astro de l'IGN (392,741) et du repère fixé sur le soubassement de la Préfecture (392,644). On passerait donc du cheminement SETTE au nivellation IGN par la constante - 2,80 m à \pm 0,20 m près.

Echelle du pont de la route MAROUA-SALAK sur la TSANAGA (aviation)

Dans le système SETTE, le zéro est à 411,13

$$\text{II} \quad \text{IGN} \quad \text{II} \quad 411,13 - 2,80 = 408,33$$

On observera qu'un repère a été fixé sur la culée de ce pont par IGN, non loin du tablier, repère Mad 20, 412,551.

Une différence de 4,22 entre le tablier du pont et le zéro de l'échelle est vraisemblable.

Echelle du radier, près du campement, sur le KALIAO

Repère SETTE, panneau central du radier : 400,00

$$\text{soit, dans le système IGN : } 400,00 - 2,80 = 397,20$$

Le point le plus proche est, dans le nivellation IGN, la maison du camp des fonctionnaires, repère 16 coté 398,20. La cote de 397,20 est donc vraisemblable. Le zéro de l'échelle radier est 395,60 (élément 0 - 1 installé au radier), 396,00 pour l'élément 1 - 2 (situé très à l'amont, mais cet élément 1 - 2 donne la même cote que l'échelle radier, du fait de la pente, au passage de la division 1,00 mètre).

Echelle du KALIAO-aval (pont situé plus en aval, les deux échelles étant séparées de 3 km).

Le repère utilisé est le PC4 SETTE, sur le socle du pont et coté 395,92, soit 393,12 dans le système IGN.

Sur le même pont, le repère IGN de 1961 : $M_a l_3 m_3 33$ est placé sur la culée rive gauche et coté 395,825. La différence est vraisemblable étant donné les positions de ces deux points, l'un sur le radier, l'autre au niveau du tablier.

Le zéro de l'échelle aval serait, dans le système IGN :

$$393,25 - 2,80 = 390,45$$

Un autre nivelllement effectué par rapport à PC 3 donne :

$$393,03 - 2,80 = 390,23$$

Ce nivelllement étant antérieur (il date du 4 Juin 1951), nous adoptons le premier exécuté en Septembre 1954).

En résumé, dans le système IGN 1966 les zéros des échelles seraient, avec une approximation de $\pm 0,20$:

: Echelle du pont MAROUA-SALAK sur la TSANAGA	:	408,33	:
: Echelle du radier du mayo KALIAO, élément 0 - 1	:	395,60	:
: Echelle du radier du mayo KALIAO, éléments 1 - 2 et 2 - 3	:		:
: (située 110 m en amont du radier)	:	396,00	:
⋮	⋮	⋮	⋮
: Echelle du pont du Mayo KALIAO située 3 km en aval de l'échelle précédente	:	390,45	:

Nivellement de l'échelle de la TSANAGA à BOGO

(Nivellement 1960-1961)

Macaron IGN Ecole rurale de BOGO	344,250
différence mesurée en 1953	- 9,027
zéro de l'échelle	335,223

Remarque :

L'étiage (lit à sec) correspond à la division 2,00 de l'échelle de crue.

Nivellement de l'échelle de GAZAOUA (TSANAGA)

Il est donné par IGN : zéro de l'échelle 457,381

Nivellement de l'échelle de MOKOLO (TSANAGA)

N'a pas été rattachée à notre connaissance.

5.5.3.3. Le Mayo TSANAGA

5.5.3.3.1. Caractéristiques hydrographiques

Un certain nombre de points nivélés permettent de dresser le profil en long du Mayo TSANAGA :

:	Emplacement	:	km	:	Altitude	:	Pente	:
:	HOSSERE ZIVER	:	0	:	1 425	:		:
:		:		:		:		:
:		:	0,3	:	960	:		:
:		:	1,8	:	880	:	2,1 10 ⁻³	:
:		:	3,0	:	840	:		:
:		:	8,0	:	800	:		:

Emplacement	km	Altitude	Pente
Pont de MOKOLO	10,0	780	$0,76 \cdot 10^{-3}$
	12	760	
	29	640	
Confluent N'DJOUKOU	37		
Confluent FOGOM	41	550	
Confluent GOUDDOULOU	50	520	
	57,5	494	
	62	480	
GAZAOUA (zéro à 457,38)	69	458	$0,30 \cdot 10^{-3}$
BANKARA	74	437	
Pont de MAROUA-SALAK (zéro à 408,33)	88,5	408	
Confluent KALIAO (MAROUA)	96	392	
Station de BOGO (zéro à 335,22)	113	360	$0,15 \cdot 10^{-3}$
	133	337	
DJIDDEL (seuil)	144	320	$0,04 \cdot 10^{-3}$
YAERE KELEO	160	314	
	176	308	

L'encaissement de la vallée qui pénètre profondément dans le Massif (50 à 100 m de profondeur au confluent du Mayo FOGOM) et l'absence de chutes semblent indiquer un profil déjà très évolué. Mais la forme d'équilibre est loin d'être atteinte et le profil conserve un bombement caractéristique à la descente du plateau (la pente est constante et non pas décroissante d'amont en aval entre le Pont de MOKOLO et FOGOM).

En aval de GAZAOUA, qui est le dernier seuil rocheux franchi, la TSANAGA est déjà dans la zone d'alluvionnement. Le passage entre les deux montagnes de MAROUA ne se traduit par aucun accident du profil.

La puissance de transport est encore suffisante jusqu'à BOGO, grâce à une pente de 15 cm au km, pour entretenir un lit bien défini. Plus en aval, le lit s'élargit. Les berges s'estompent à DJEDJEL à la rencontre du cordon sabloé BILDÉ, FADÈRE, FATE, puis le lit disparaît totalement. Les eaux se regroupent plus en aval dans la rivière GOURGOULEI, qu'il est possible de remonter en pleine crue, à partir de la LOGOMATIA et du GOROMA jusqu'au voisinage de GUIRVIDIG.

Nota : Les anciennes cartes situaient la source de la TSANAGA dans le Massif du WADDAÏ. L'emplacement exact serait l'HOSSERE ZIVER. Le bassin versant est ainsi réduit de 80 km².

Le Mayo KALIAO

Le principal affluent du Mayo TSANAGA est le Mayo KALIAO, confluant un peu en aval de MAROUA. Sa longueur est de 36 km. Situé beaucoup plus près du rebord du massif que le Mayo TSANAGA, sa pente est plus rapide et il descend de 450 m sur les 10 premiers kilomètres de son cours.

5.5.3.3.2. Hydrologie du Mayo TSANAGA

Deux stations ont été installées sur le cours du Mayo TSANAGA, à MAROUA et à BOGO, et une station sur son affluent principal, le KALIAO, à MAROUA.

1°) Station de MAROUA (pont de la route de SALAK) sur le Mayo TSANAGA

(Superficie : 932 km²)(1)

Installée le 1er Juin 1954, observée jusqu'en 1955.

Zéro de l'échelle : 408,33 (IGN 1962).

Située au Pont de la route de SALAK-GAROUA, à la sortie de MAROUA.

Sept mesures de débits :

23-6-1954	:	0,17	2,30	flotteurs
15-7-1954	:	0,35	16,3	
22-9-1954	:	0,46	27,6	
23-8-1954	:	0,50	31,3	
30-7-1954	:	0,62	39,1	
27-8-1954	:	0,70	66,5	flotteurs
27-8-1954	:	0,97	115	flotteurs

(1) Superficie corrigée par rapport à la 2ème partie.

Le lit est large, ensablé et instable. Il déborde et communique en période de crue un peu en amont de la station, entre GAZAWA et MAROUA, avec le Mayo KALIAO. Le débit d'étiage s'écoule en grande partie en inféro-flux dans le lit de sable grossier.

La station serait mieux située plus en amont. Un essai avait été tenté à IESKIN, 5 km en amont, et à GAZAWA, dans la zone de piémont, où le lit est déjà rocheux, mais il ne fut pas possible de trouver, en 1954, d'observateur dans ces deux villages.

Les résultats obtenus en 1954 et 1955 indiquent un maximum maximorum de 160 m³/s.

2°) Station de MAROUA sur le Mayo KALIAO (Superficie : 356 km²)

Zéro de l'échelle : 0 - 1 : 395,60
1 - 2 : 396,00 (1), installée le 1er Juin 1954.

étalonnée par 17 jaugeages :

7-7-1954	:	- 0,08	0,21 m ³ /s flotteurs	26-10-55	- 0,03	0,15 m ³ /s
28-6-1954	:	- 0,02	0,93	13-10-55	0,03	0,48
16-8-1954	:	0,07	1,9	29-9-55	0,12	2,8
18-6-1954	:	0,12	2,39	28-7-55	0,68	50,4
13-8-1954	:	0,20	5,7	19-8-55	1,03	89,7
5-7-1954	:	0,25	6	19-8-55	1,36	133,0
25-8-1954	:	0,34	13,3			
13-7-1954	:	0,40	14,1			
26-8-1954	:	0,53	31,3			
26-8-1954	:	0,64	44,1			
26-8-1954	:	0,85	73,7			

(1) Rappelons que l'échelle 1 - 2, située en amont, indique le même niveau que l'échelle 0 - 1 pour la division de passage, 1,00 m, de l'élément inférieur à l'élément supérieur.

Le radier assure à cette station une stabilité relative (une échelle avait été placée sur le radier par les Travaux Publics en 1945 et des mesures faites en 1946).

L'allure torrentielle des crues aurait nécessité un enregistrement continu, pour lequel nous n'étions pas équipés en 1954. Des lectures bi-quotidiennes sont peu significatives. Les débits de la page 65 du Tome 3 doivent être interprétés en tenant compte de ces imprécisions.

Le maximum maximorum, pendant ces deux années, a atteint 190 m³/s soit 534 l/s.km².

3°) Station de la TSANAGA à BOGO (Superficie : 1550 km²) (1)

L'échelle a été installée le 11 Août 1953 en contrebas du village de BOGO et un étalonnage approximatif a été réalisé à l'aide des jaugeages suivants :

15-8-1953	:	1,96	1,95 m ³ /s	3-11-55	1,95	0,20 m ³ /s
26-8-1953	:	2,25	11,5	11-10-55	2,15	8,1
24-7-1954	:	2,26	12,9	6-8-55	2,43	22,2
27-8-1953	:	2,40	19,4	17-8-55	3,05	91,3

En outre, la ponte mesurée pour H = 2,90 et H = 3,00 facilite l'extrapolation.

Les lectures ont été faites deux fois par jour en 1953, 1954 et 1955, pendant les mois de crue (de Juin à Octobre). L'exploitation de la station n'a commencé, en 1953, qu'au mois d'Août.

Le débit maximal a été de 244 m³/s le 29-8-1954, soit un débit spécifique de 150 l/s.km².

Régime de la TSANAGA

Les pluies commencent en Avril, mais les premiers écoulements n'apparaissent qu'en Mai dans le Mayo KALIAO, et en Juin dans le Mayo TSANAGA à MAROUA. La crue parvient à BOGO avec quelque retard, d'autant plus long qu'elle est plus faible.

(1) Se reporter aussi au Tome 3, page 64

Les pluies cessent en Septembre , le tarissement est presque immédiat et les débits sont nuls en Octobre.

Le temps de réponse du bassin supérieur étant bref, c'est au mois d'Août, le plus pluvieux, que le maximum de la crue a lieu.

Il n'y a plus aucun écoulement apparent dans le large lit sableux de la TSANAGA en saison sèche, mais l'inféro-flux est important et permet aux populations riveraines, et en particulier celle de MAROUA, de s'alimenter. Les puisards à même le sable du lit ou les puits des rives trouvent l'eau à faible profondeur.

Lorsqu'il existe un seuil rocheux, comme à GAZAOUA, le débit d'étiage apparaît en surface (2 à 3 l/s en 1954).

Le KALIAO a un régime plus torrentiel, à MAROUA, que la TSANAGA, du fait de la plus faible superficie de son bassin. Un bassin expérimental installé sur un sous-affluent du KALIAO, le BOULOIRE, donne des crues encore plus violentes :

Par exemple, les crues du 19 et du 28 Août 1954, provoquées par la même tornade, ont donné les écoulements suivants :

	TSANAGA à MAROUA	KALIAO à MAROUA	BOULOIRE
	Débit spécifique l/s.km ²	Débit spécifique l/s/km ²	Débit spécifique l/s.km ²
19 Août 1954	130	380	1 200
28 Août 1954	180	530	10 000

Débits mensuels et modules

L'étude des crues du Mayo TSANAGA n'entre pas dans le cadre de la Monographie du LOGONE et nous ne traiterons ici que le calcul des volumes mensuels et annuels susceptibles d'être déversés dans le Grand YAERE du Nord-CAMEROUN.

Le tableau 5.5.3.4. récapitule les débits moyens mensuels et les modules connus.

La comparaison des débits de BOGO avec la somme des débits de la TSANAGA et du KALIAO à MAROUA montre que ceux-ci se transmettent presque intégralement de MAROUA à BOGO en Août et Septembre. Par contre, les faibles débits se perdent dans le lit au début de la crue, partiellement ou en totalité. En décrue, les débits de BOGO peuvent être supérieurs à ceux de MAROUA comme semble le prouver Octobre 1955, mais ceci est démenti par Octobre 1954.

Bien que la faible durée des observations ne permette pas de conclure définitivement, il semble que le bassin de plaine intermédiaire entre MAROUA et BOGO n'apporte aucun débit supplémentaire à la TSANAGA. Au contraire, nous constatons des pertes au début de la crue et pour les faibles débits si bien que les volumes annuels s'écoulant à BOGO sont inférieurs de 10 à 30 % à ceux de MAROUA.

Ainsi, le débit de la TSANAGA semble provenir exclusivement de la zone montagneuse, qui serait la seule active.

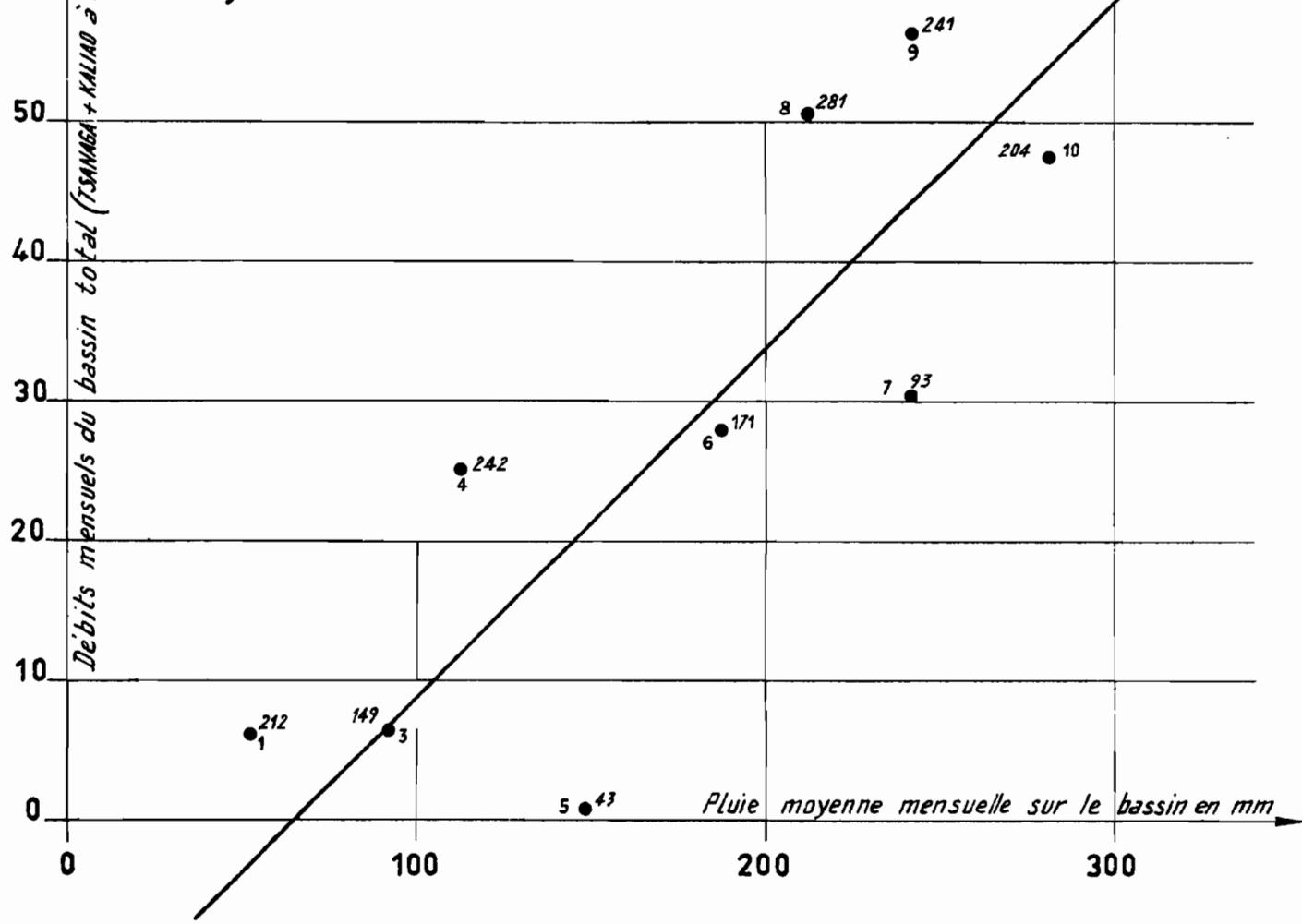
5.5.3.4. Corrélation entre les débits mensuels et les pluies du bassin supérieur

Sur le tableau 5.5.3.4. sont portés les P_m , précipitations mensuelles moyennes à la surface du bassin en amont de MAROUA.

Le graphique 5.5.3.4. montre la correspondance entre les débits moyens mensuels du bassin de la TSANAGA en amont de MAROUA et P_m . La corrélation est assez lâche mais on voit, sur le graphique 5.5.3.4. b, que la correction tenant compte de P_{m-1} du mois précédent est très efficace. Seul le mois d'Août 1955 est aberrant. Ceci résulte du fait que la pluviométrie dépend pour 60 % de la station de NOKOLO qui présente une précipitation exceptionnellement forte (385 mm) en Août 1955, représentant mal l'ensemble de la région.

Cette excellente corrélation hydropluviométrique permet de calculer les débits mensuels et le module de l'année normale dont la pluviométrie est connue aux trois stations de MOKOLO, MAROUA et SALAK.

a) Correlation entre les débits mensuels à MAROUA (Tsanaga + Kaliao) et les précipitations mensuelles moyennes sur le bassin.



b) Correction en fonction des précipitations du mois précédent

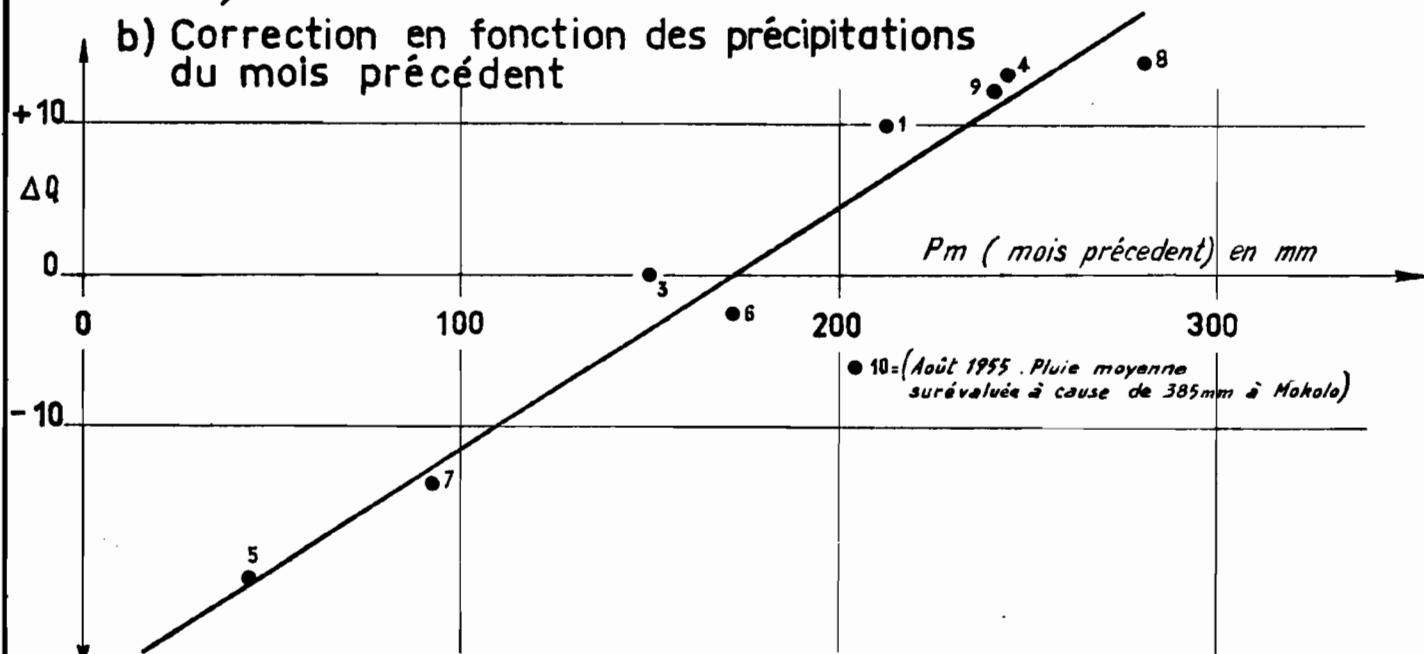


Tableau 5.5.3.4

Récapitulation des débits mensuels et modules aux stations de la TSANAGA à MAROUA
et à BOGO et des précipitations moyennes sur le bassin de MAROUA

		de Janvier	M	J	J	A	S	O	N	Total	Module
		à Avril								mm	m ³ /s
1953	Précipitations moyennes (mm)	15	191	168	180	171	187	7,4	0	918	
	TSANAGA à BOGO (B.V. 1550 km ²)			-	-	((4))	23	1,5	0		((2,3))
	Débits en m ³ /s										
1954	Précipitations moyennes (mm)	43	149	93	241	242	113	70	1	952	
	TSANAGA à MAROUA (B.V. 932 km ²)		0	3,8	19,7	32,9	21,2	7,4	0		7,1
	KALIAO à MAROUA (B.V. 356 km ²)		(0,8)	2,7	10,7	23,5	3,8	-			> 3,7
	Somme T + K		0,8	6,5	30,4	56,4	25,0				> 10,8
	TSANAGA à BOGO		0	(1,6)	(17)	59,3	24,8	0,7	0		8,5
1955	Précipitations moyennes (mm)	10	43	162	204	281	212	53	0	965	
	TSANAGA à MAROUA		0	-	-	34,6	-	4,7	0,1		
	KALIAO à MAROUA		1	(1,8)	6,7	(13,1)	8,9	1,5	0,02		2,4
	Somme T + K		1			47,7		6,2	0,12		
	TSANAGA à BOGO		0	0,6	7	(49,3)	50,5	13,9	(0,1)		9,5

Débits mensuels et modules normaux de la TSANAGA à MAROUA (T + K)
calculés par corrélation hydropluviométrique :

	Pluies mensuelles normales											Précipitations						
	J à A	M	J	J	A	S	O	N	et D	annuelles	normales							
MOKOLO	:	29	:	101	:	161	:	224	:	272	:	173	:	34	:	0	:	994
MAROUA	:	11	:	64	:	103	:	163	:	241	:	148	:	25	:	0	:	755
SALAK	:	18	:	63	:	140	:	233	:	217	:	159	:	31	:	0	:	861
Moyenne pondérée	:	23,2	:	86	:	145	:	214	:	255	:	165	:	32	:	0	:	920
Débit calculé (m ³ /s)	:	0	:	0	:	6	:	33	:	54	:	38	:	0	:	0	:	11

En utilisant le graphique 5.5.3.4. et la pluviométrie moyenne du bassin de MAROUA du tableau 5.5.3.4.a, les débits moyens mensuels et les modules des années 1953, 1954 et 1955 ont pu être calculés :

TSANAGA + KALIAO à MAROUA

	Débits mensuels calculés (m ³ /s)										P _m							
	M	J	J	A	S	O	N	Modules	annuelle									
								(m ³ /s)	(mm)									
1953	:	2	:	29	:	28	:	27	:	31	:	0	:	0	:	9,8	:	918
1954	:	0	:	4	:	31	:	55	:	23	:	0	:	0	:	9,4	:	952
1955	:	0	:	4	:	33	:	59	:	55	:	4	:	0	:	12,8	:	965
Année normale	:	0	:	6	:	33	:	54	:	38	:	0	:	0	:	10,9	:	920

La comparaison des débits calculés avec les débits réellement observés appelle quelques commentaires.

La similitude des débits mensuels est bonne pour les mois forts et plus aléatoire pour les débits de crue et de décrue. Les modules ne sont pas très différents, le seul terme de comparaison étant d'ailleurs celui de 1955.

Les différences sont très sensibles avec BOGO, mais les pertes sont bien de l'ordre de celles qui ont été observées entre MAROUA et BOGO. Le fait que nous basons notre corrélation sur trois pluviomètres seulement ne peut du reste pas nous laisser espérer une grande précision. On notera que BOGO n'a été observé en 1953 qu'à partir d'Août, mais qu'il semble que les chiffres présentés ci-dessus soient surestimés du fait d'un mois de Mai trop élevé à MOKOLO (259,3 mm).

En 1954, le réseau pluviométrique avait été complété par sept postes supplémentaires. Il est intéressant de noter les moyennes mensuelles ainsi obtenues, qui ne changent pas sensiblement nos conclusions, mais montrent le degré d'imprécision de la pluviométrie :

:	:	J	:	J	:	A	:	S	:	O	:	Total annuel	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: P _m (7 postes)	:	111	:	231	:	304	:	120	:	39	:	905	:
: P _m (3 postes)	:	93	:	241	:	242	:	113	:	70	:	952	:

En résumé, la zone montagneuse du bassin du Mayo TSANAGA présente les caractéristiques annuelles suivantes pour les trois années observées et l'année normale (bassin versant de 1 288 km²) :

:	P _{moy}	Module	Volume	Lame d'eau	Déficit	Coefficient
:	(mm)	(m ³ /s)	(10 ⁶ m ³)	(mm)	(mm)	de ruisseaulement %
:	:	:	:	:	:	:
: 1953	: 918	: 9,8	: 310	: 240	: 678	: 26
: 1954	: 952	: 9,4	: 298	: 231	: 721	: 24
: 1955	: 965	: 12,8	: 405	: 314	: 651	: 33
: Année normale:	: 920	: 10,9	: 344	: 267	: 653	: 28

Il est probable que l'écoulement de 1953 soit surestimé.

Comme il a été dit plus haut, il sera prudent de ne retenir que les ordres de grandeur des estimations de ce tableau. D'autre part, il s'agit de trois années proches de la moyenne qui ne nous renseignent pas sur les années très sèches ou très abondantes.

5.5.3.5. Le Mayo TSANAGA et les autres mayos

Nous ne citerons ici que les mayos les plus importants, car de nombreux torrents descendant du flanc Est des MANDARAS ou des massifs isolés de MORA à MAROUA. Ils se dégradent dans la plaine de piémont, après quelques centaines de mètres de parcours.

Le Mayo MANGAFE prend sa source près du col de MERI, presque au même emplacement que le FOGOM, affluent de la TSANAGA. Il se perd totalement au passage du cordon à KILISAOUA. Le lit, large de 20 mètres, décrit des méandres, se ramifie et ne laisse plus au Nord-Est du cordon d'autres traces que quelques mares et trous d'eau.

Le RANEO prend sa source près de DOULEK en contrebas de MERI. A PETE c'est un lit de 80 m de large avec des berges de 3 à 4 mètres. Il se perd dans la dépression du YAERE ABOULLI. Son cône de déjection, récent, est très bombé et large de 1,5 km.

Le MOTORSOLO, à l'Ouest de la route de MAROUA au col de MERI, passe très près du Mayo RANEO à la sortie des massifs. A DOUBELL, le lit mesure 20 m de largeur avec des berges de 2,5 m. Avant d'atteindre le cordon, il décrit de nombreux méandres. A FADERE, il a totalement disparu (un bras semble dirigé vers BALDA).

Enfin, au Sud du Mayo TSANAGA, le Mayo BOULA prend sa source sur le rebord Est des MANDARAS à 900 m d'altitude environ. En quelques km il atteint la plaine de piémont entre BOULA (476 m) et SALAK (398 m). Son cours est parallèle à celui du Mayo TSANAGA et situé 5 à 6 km plus au Sud. Après un très long parcours dans la plaine, il atteint DARGALA (340 m) où son lit immense à se dégrader avant de traverser le cordon sableux qu'il longe entre SEDEK et GOUDOUR. Une faible partie de ses eaux inonde ensuite les plaines de PIDIMIE en bordure du YAERE KELEO, dépression issue du GUERLEOU.

5.5.3.6. Rôle des mayos dans le remplissage du YAERE

La destinée des volumes d'eau apportés par les mayos qui se perdent en amont du cordon YAGOUA-LIMANI, sans pouvoir atteindre le YAERE, ne laisse pas de poser des problèmes intéressants.

L'hypothèse d'un seuil rocheux plus ou moins continu, formant un véritable barrage sous le cordon sableux, expliquerait que le niveau des nappes se maintient très près de la surface en amont du cordon (moins de 6 m) et qu'il est beaucoup plus profond en aval.

Mais cette nappe semble susceptible de s'infiltrer en certains points au travers du cordon ; le Mayo BALDA, qui prend naissance dans la plaine au-delà du cordon et conserve un écoulement permanent pendant toute la saison sèche, en serait un exemple.

La proportion des eaux atteignant le YAERE n'a pu être évaluée exactement. Qualitativement, les riverains affirment que les eaux claires atteignant le YAERE au début de la saison des pluies sont dues aux mayos. Elles contrastent avec les eaux plus troubles du LOGONE arrivant vers le 15 Septembre. Mais les précipitations apportent aussi des eaux claires.

En ce qui concerne la TSANAGA et le Mayo BOULA, il a été vérifié que la région à l'Ouest du GUERLEOU est inondée par ces rivières avant l'arrivée de la crue du LOGONE.

A défaut de connaître le volume exact des eaux déversées par les mayos dans le YAERE, nous pouvons en donner la limite supérieure.

Il semble bien établi, d'après les observations faites sur la TSANAGA, que la seule région susceptible de provoquer un écoulement est la partie montagneuse des bassins.

L'ensemble des bassins supérieurs des mayos MANGAFE, RANEO, MOTORSOLO, TSANAGA et BOULA représente une superficie de 2200 km².

La TSANAGA occupant dans cet ensemble une position centrale, nous pouvons admettre que les résultats obtenus sur son bassin sont extrapolables à toute la région considérée.

Ainsi, en année normale, il s'écoulerait des bassins de montagne, en direction du YAERE :

$$344 \times \frac{2200}{1288} = 587 \text{ millions de m}^3$$

Une forte proportion de ceux-ci se perdra dans la plaine de MAROUA, puis à la rencontre du cordon sableux. Un quart seulement atteindra peut-être le YAERE, soit 150 millions de m³.

Ce volume est à comparer avec les déversements du LOGONE, de l'ordre du milliard de m³, et surtout avec les précipitations sur la superficie inondée du YAERE, 500 à 700 mm sur 5 000 km², soit de l'ordre de 3 milliards de m³.

Les apports du LOGONE et les variations climatiques locales détermineront le régime du YAERE et les débits à son exutoire, l'EL BEÏD, les mayos ne constituant qu'un appoint secondaire. Une variation des précipitations moyennes sur le YAERE, de 50 mm, signifie en effet un volume de 250 millions de m³ apporté en plus, ou en moins, à l'EL BEÏD et au Lac TCHAD, soit beaucoup plus que les variations des apports pouvant résulter des fluctuations des volumes annuels des mayos.

5.6. L'EL BEID

5.6.1. Description

Nous avons vu, au chapitre précédent, que le grand YAERE du Nord-CAMEROUN reçoit les apports des mayos des MANDARAS, du LOGONE et enfin des précipitations.

Ces eaux suivent lentement la ligne de plus grande pente du YAERE, en direction du Nord, où elles sont drainées transversalement par la DIAOUA et la DOURIA qui se jettent dans la KALIA.

A l'extrême Nord du YAERE, à la limite des prairies inondées et de la savane arbustive, qui a la densité de véritables forêts en bordure des mares et des cours d'eau, les eaux qui ont échappé à l'évaporation ou au drainage par la KALIA aboutissent à l'EL BEID.

Cette belle rivière fait apparition dans le YAERE, 30 km à l'Ouest de FORT-FOURREAU; le BAHR MAROKO, petit affluent du CHARI, ne lui apporte que quelques m³/s et ce sont les eaux du YAERE, rassemblées par une sorte de barrage naturel jalonné du reste par de nombreux villages, qui constituent l'essentiel de son alimentation.

Après un parcours de 15 km, l'EL BEID reçoit la KALIA sur sa rive gauche. 46 km plus en aval, son cours extrêmement tortueux passe au village de BODO. Il longe ensuite la route de FORT-LAMY - FORT-FOURREAU - MAÏDUGURI et la traverse au poste frontière de GAMBAROU (côté nigérien) ou FOTOKOL (côté camerounais), situé à 36 km de BODO.

Le Lac TCHAD se trouve à 20 km de GAMBAROU ; l'estuaire varie d'emplacement avec la saison et s'est rapproché depuis quelques années, à la suite de la crue du Lac.

L'EL BEID mesure donc 117 km, sa pente est extrêmement faible et ne dépasse pas 3 ou 4 cm au km. En crue, l'EL BEID est large de 40 m à 60 m. Son lit est généralement argileux, mais il existe quelques bancs de sable, notamment à GAMBAROU.

Le courant est très lent et ne dépasse pas 0,40 m/s. Des barrières de pêche, formés de pieux fichés dans le fond du lit, restent établis en permanence sans être emportés par les crues.

A l'étéage, l'écoulement cesse. Des mares d'eau boueuse subsistent et servent à l'alimentation des villages établis le long du cours.

L'EL BEID, en aval du confluent de la KALIA, et la KALIA elle-même constituent la frontière du CAMEROUN et de la NIGERIA. Les Britanniques n'ont pas établi une carte du réseau hydrographique de la rive gauche aussi précise que celle du côté français, et le bassin de l'EL BEID est mal connu sur sa moitié Ouest. On sait cependant qu'entre le système KALIA-EL BEID et la YEDSERAM coulant 75 km à l'Ouest, existe un YAERE encore plus important que celui de la rive droite, mais la YEDSERAM n'a pas l'importance du LOGOÏL, puisque ses sources sont situées sur le flanc Nord-Ouest des MANDARAS et ses apports à la KALIA et à l'EL BEID sont, selon toute vraisemblance, négligeables.

Revenons-en à la KALIA. Nous serions tentés de situer les sources de cette longue rivière dans le Massif des MANDARAS près de N°GASI ($10^{\circ} 57'$ N - $13^{\circ} 43'$ E). En effet, il se forme là une importante rivière, la N°GASSANE, s'écoulant vers le Nord ; mais cette rivière suit le même sort que les mayos des MANDARAS que nous avons étudiés : elle s'arrête brusquement le long du seuil sablonneux YAGOUA-LIMANI, ancien rivage du Lac TCHAD.

Plus en aval, ne subsiste qu'une ligne de marécages suivant la frontière CAMEROUN - NIGERIA, à l'Ouest du Massif de WAZA.

La DIAOUA et la DOURMA, qui reçoivent les eaux du LOGONE par l'intermédiaire de la LOGOMATIA, redonnent de la vigueur à cette rivière moribonde et, en aval de DJEMENA, le cours est de nouveau bien marqué, limité par deux bourrelets de berge distant de 50 m, mais sans aucune trace d'érosion et émergeant à peine de la platitude générale du YAERE.

La vallée est une véritable galerie forestière d'épineux, extrêmement touffue, les acacias scorpioides poussant dans l'argile du lit qui conserve l'humidité nécessaire pendant toute la saison sèche. En crue, les troncs sont immergés dans 2 à 3 m d'eau et la navigation en pirogues est des plus inconfortables au milieu des branches épineuses.

Au confluent de la KALIA et de l'EL BEID, le lit se perd dans une forêt inondée où le courant est imperceptible.

5.6.2. Données topographiques

Nivellement de l'IGN

- Profil en travers des plaines de MAILAO - LOGONE-GANA à WAZA

Le tableau 5.6.2.1. donne le profil en travers des plaines comprises entre CHARI et LOGONE et de la rive gauche du LOGONE jusqu'à WAZA, le long du parallèle 11° 30'. Ce profil indique l'extrême latitude de cette région où prennent naissance la DIAOUA et la DOURMA.

Le terrain est presque absolument horizontal de MAILAO jusqu'à 1 km avant l'arrivée à WAZA. Dans la traversée du YAERE, les "points hauts" sont les bornes installées sur les buttes SAO faites de main d'homme (HINALE, SCHI, DIVEL, par exemple), la plaine étant à une altitude rigoureusement constante, comme on le vérifie d'ailleurs en période d'inondation, la hauteur d'eau restant comprise entre 0,40 et 0,90 m.

- Profil en long du système DIAOUA - KALIA - EL BEID

Le tableau 5.6.2.2. donne les cotes des repères en bordure du parcours DIAOUA-KALIA-EL BEID et permet d'établir le profil en long approximatif suivant :

		Distance	Altitude	Pente	
				(cm/km)	
DIAOUA	km	0	301		
	km	45	297	8,9	
KALIA	km	59	294		
	km	81	292	9,1	Pente moyenne
					18 m
EL BEID	km	106	290		
	km	207	284	6	220 km
					soit 8,2 cm/km
LAC TCHAD	km	220	283		

Tableau 5.6.2.1.

Profil en travers des plaines entre LOGONE et CHARI
et du YAERE du Nord-CAMEROUN de MAILAO à WAZA

1 - LOGONE-CHARI (approximativement le long du parallèle 11° 30' N)

Distance (km)	Emplacement	Marque	Altitude	Désignation
0	MAILAO échelle			
	MAILAO berge du CHARI		301,192	DM-15-II
4,27	OUALIBÉ	borne 1	301,585	M _b K ₃ n ₃ 1
8,09		borne 2	299,81	- 2
12,10		borne 3	301,03	- 3
14,97		borne 4	300,42	- 4
17,65		borne 5	300,43	- 5
19,15	LOGONE-GANA / LOGONE	borne 6	301,425	- 6
	LOGONE-GANA échelle			

2 - Le LONG du LOGONE

Distance (km)	Emplacement	Marque	Altitude	Désignation
25,12	KARAM	borne 8	299,585	- 8
27,80		borne 9	299,54	- 9
32,06		borne 10	298,79	- 10
33,78		borne 11	299,00	- 11
37,08	ZYNADO	borne 12	298,855	- 12

3 - En TRAVERS du YAERE

Distance (km)	Emplacement	Marque	Altitude	Désignation
39,83		borne 13	298,715	- 13
43,52	MOUKAK	borne 14	300,87	- 14
47,43		borne 15	298,29	- 15
50,43	HINALE	borne 16	300,945	M _b K ₃ m ₃ n ₃
55,19	MARAS	borne 17	298,765	M _b m ₃ n ₃ 10
58,14		borne 18	298,905	- 9
61,71	SCHI	borne 19	303,495	- 8
65,18		borne 20	299,405	- 7
67,91		borne 21	299,375	- 6
72,26	DIVEL	borne 22	300,395	- 5
75,33		borne 23	299,485	- 4
81,28	GOUDOUNDIAM	borne 24	300,775	- 3
84,06	GOULOUADOUMA	borne 25	303,02	- 2
86,89		borne 26	299,44	- 1
90,45	N° DIGUINA	borne 30	300,312	M _b d - 35
91,19	Borne Astro		300,312	- 34-1
93,43		borne 29	300,062	- 34
97,32		borne 28	300,171	- 33
101,83		borne 27	300,415	- 32
106,85	WAZA (village)	rochor	311,723	- 31
107,46	- rocher	rocher	320,782	- 30

Tableau 5.6.2.2.
Profil en long de l'EL BEID

Nom de la rivière		km	Emplacement	Altitude	N°	Borne repère	Altitude (IGN 1962)
DIAOUA		0	HINALE	301	Mb K ₃ m ₃ n ₃		300,945
		45	MOUSGOUM	297	Mb d 42		297,326
KALIA		55	Confluent DIAOUA-KALIA				
		59	AMCHERIDE	294	Mb d 45		294,382
		64	GASSARI	293	Mb d 46		293,229
		68	LABADO	293	Mb d 47		292,914
		72	DABANGA	292	Mb d 48		292,289
		75	FAÏDE	292	Mb d 49		292,259
		81	MADELHOUT	292	Mb d 51		291,935
Carte de GOULFEY		84	GASAMA	292			
		90	BAMBAO	291			
		94	GOUMA	291			
							Altitude (IGN 1963)
EL BEID		106	Confluent KALIA -				
			EL BEID (village de		M N 6		291,893
			SOU)				
		111	MATKOUS	288	Point coté		
		155	BODO	289	M N 9		288,744
		172	"Firma"	288	M N 10		288,216
		207	(Poste frontière de	287	M W 11		287,967
			(GAMBAROU (1)				
		218)					
	à 260)		Zone de marais du	283			
			lac	alt. du			
				lac			

(1) Le zéro de l'échelle de GAMBAROU, nivélé par rapport au repère IGN (édition 1953), est : 283,26. Les cotes 1953 de l'IGN n'ont pas été modifiées dans l'édition 1967.

5.6.3. Hydrologie

Le régime de l'EL BEID est complexe, son bassin est très étendu, de l'ordre de 14 000 km² (mais la superficie du côté nigérien, en l'absence de carte du réseau, ne peut être évaluée que très grossièrement). Ce bassin comprend les bassins des mayos descendant des MANDARAS et la surface des YAERE sur les deux rives.

En fait, nous avons vu que la part du ruissellement des MANDARAS atteignant la KALIA est extrêmement réduite sinon totalement annulée par les traversées de la plaine de piémont et du barrage naturel YAGOUA-LIMANI.

De plus, les précipitations sur le YAERE, de l'ordre de 700 mm en année normale, sont en majeure partie absorbées par l'évapotranspiration, exceptées celles d'Août et de Septembre.

A priori, ce sont donc les déversements du LOGONE sur sa rive gauche qui constituent l'alimentation principale de l'EL BEID.

Station de GAMBAROU et SOUERAM

Ces deux stations situées l'une au poste frontière de la route FORT-LAMY - MAÏDUGURI, l'autre quelques km en aval, ont permis de contrôler les débits de l'EL BEID de 1954 à 1963 (avec de nombreuses interruptions).

La proximité du Lac TCHAD et la faible pente de la rivière font craindre que la courbe de remous du Lac TCHAD ne remonte jusqu'à ces stations, surtout depuis la crue du lac de ces dernières années. Cette circonstance rend l'étalonnage de ces stations suspect. Dans l'avenir, il sera sans doute préférable d'installer une nouvelle station plus en amont, par exemple à BODO.

L'influence du Lac peut être examinée de plus près en comparant les maximums de l'EL BEID à GAMBAROU et les niveaux du Lac TCHAD à la même époque.

Le zéro de l'échelle de GAMBAROU est : 283,26 (IGN 1953, valable en 1966). Le niveau du Lac est repéré par rapport à l'échelle de BOL (zéro à 281,12).

:	Date	Cote : SOUERAM	Cote : GAMBAROU	Altitude : GAMBAROU	Niveau du Lac à BOL	Altitude du Lac TCHAD	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	20-12-1953:	:	3,62	: 286,88	: 0,80	: 281,92	:
:	12-1954:	:	> 5,00	: 288,26	: 1,37	: 282,49	:
:	12-1955:	:	> 5,60	: 288,86	: 1,80	: 282,92	:
:	12-1956:	:	> 5,00	: 288,26	: 2,09	: 283,21	:
:	8- 1-1959:	1,97	(4,42)	: 287,68	: 1,67	: 282,79	:
:	25-12-1960:	2,40	(5,05)	: 288,31	: 1,67	: 282,79	:
:	24-11-1961:	2,80	(5,65)	: 288,91	: 2,13	: 283,25	:
:	22-12-1962:	2,52	(5,24)	: 288,50	: 2,54	: 283,66	:
:	12-1963:	> 2,35	(4,95)	: 288,21	: 2,39	: 283,51	:
:	:	:	:	:	:	:	:

(entre parenthèses : niveaux reconstitués à GAMBAROU à l'aide des observations de SOUERAM).

Il existe donc une différence de niveau importante, de l'ordre de 5,00 m, entre les niveaux à GAMBAROU et ceux du Lac, ce qui est un gage de leur indépendance. SOUERAM est moins bien placé, mais la courbe de correspondance de ses niveaux avec ceux de GAMBAROU est très régulière.

Le tarage des stations a été réalisé par les mesures de débit, effectuées selon la commodité, soit à GAMBAROU, soit à SOUERAM.

:	Date	H (m)	Q (m ³ /s)	:
:	1-10-1953	1,38	5,5	:
:	14-10-1953	2,89	44	:
:	1-11-1955	3,42	74	:
:	2- 9-1954	4,16	135	:
:	20-11-1954	4,45	180	:
:	8-12-1955	5,56	350	:
:	:	:	:	:

Les points bien répartis permettent de tracer une courbe de tarage satisfaisante et de calculer les débits journaliers (voir les tableaux des débits à la fin de ce volume). La corrélation des hauteurs de GAMBAROU et de SOUERAM permet de calculer également les débits journaliers de l'EL BEID à SOUERAM.

Le tableau 5.6.3. récapitule les débits mensuels de l'EL BEID observés soit à GAMBAROU, soit à SOUERAM, ainsi que les modules et les volumes écoulés annuellement. Les années ont dû être complétées pour le calcul des modules, mais généralement pour la période d'étiage. Au total, sept années ont pu être reconstituées, parmi lesquelles l'année 1955-1956 correspond à la plus forte crue du LOGONE depuis 20 ans.

Régime de l'EL BEID

Après l'étiage qui se prolonge jusqu'en Juillet, la crue de l'EL BEID débute bien après les premières pluies sur le YAERE ; le temps de saturation des argiles à fentes de retrait profondes est en effet très long. En Août et Septembre parviennent les premiers ruissellements du YAERE (ou des mayos du Nord-CAMEROUN ?). La crue des déversements du LOGONE ne parvient à GAMBAROU qu'en Décembre. La décrue est lente, de fin Janvier à fin Mars, et tout écoulement cesse généralement en Juin pendant une période de durée variable.

Débits maximaux de l'EL BEID à GAMBAROU

:	Année	:	1953	:	1954	:	1955	:	1956	:	1958	:	1959	:	1960	:	1961	:	1962	:	1963	:
:	Débit (m ³ /s)	:	88	:	> 260	:	> 353	:	> 260	:	106	:	169	:	268	:	371	:	298	:	256	:

Tableau 5.6.3.
Débits mensuels de l'EL BEID

	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Volume (millions de m ³)	Module (m ³ /s)
<u>GAMBAROU</u>														
1953-1954	(10)	(5)	1	6,5	89	21,1	5,6	46	74	34	4,9	1,6	790	25
1954-1955	0,7	0	0	6	70	113	145	173	256	181	76,0	14,4	2 720	86
1955-1956	1,9	0	(0)	(7)	24	(41)	49	155	(336)	270	126	((63))	2 810	89
1956-1957					68	77	83	150						
<u>SOUERAM</u>														
1954-1955										183	76			
1955-1956					23	41	49	133						
1958-1959										93	44	22		
1959-1960	17	(8)	(4)	(7)	(60)	(60)	39	62	(145)	(100)	46	20	1 510	48
1960-1961	(10)	(5)	(3)	(7)	(60)	(60)	(70)	90	226	(170)	79	25	2 120	67
1961-1962	(12)	(6)	(3)	(7)	74	112	110	267	286	150	79	63	3 060	97
1962-1963	(30)	(15)	(7)	10	37	50	42	75	244	190	106	79	2 340	74
1963-1964	62	50	36			1	25	174	252					

5.6.4. Relation entre les crues de l'EL BEID et les crues du LOGONE

Les caractéristiques du système hydrographique font espérer une relation entre les crues de l'EL BEID et celles du LOGONE, mais les précipitations sur le YAERE doivent également être prises en compte.

5.6.4.1. Précipitations moyennes sur le YAERE du Nord-CAMEROUN

Sur le tableau 5.6.4.1., les précipitations moyennes ont été calculées à l'aide des précipitations de POUSS, MAROUA et MORA, situés au Sud du YAERE, FORT-LAMY et FORT-FOURREAU au Nord-Est.

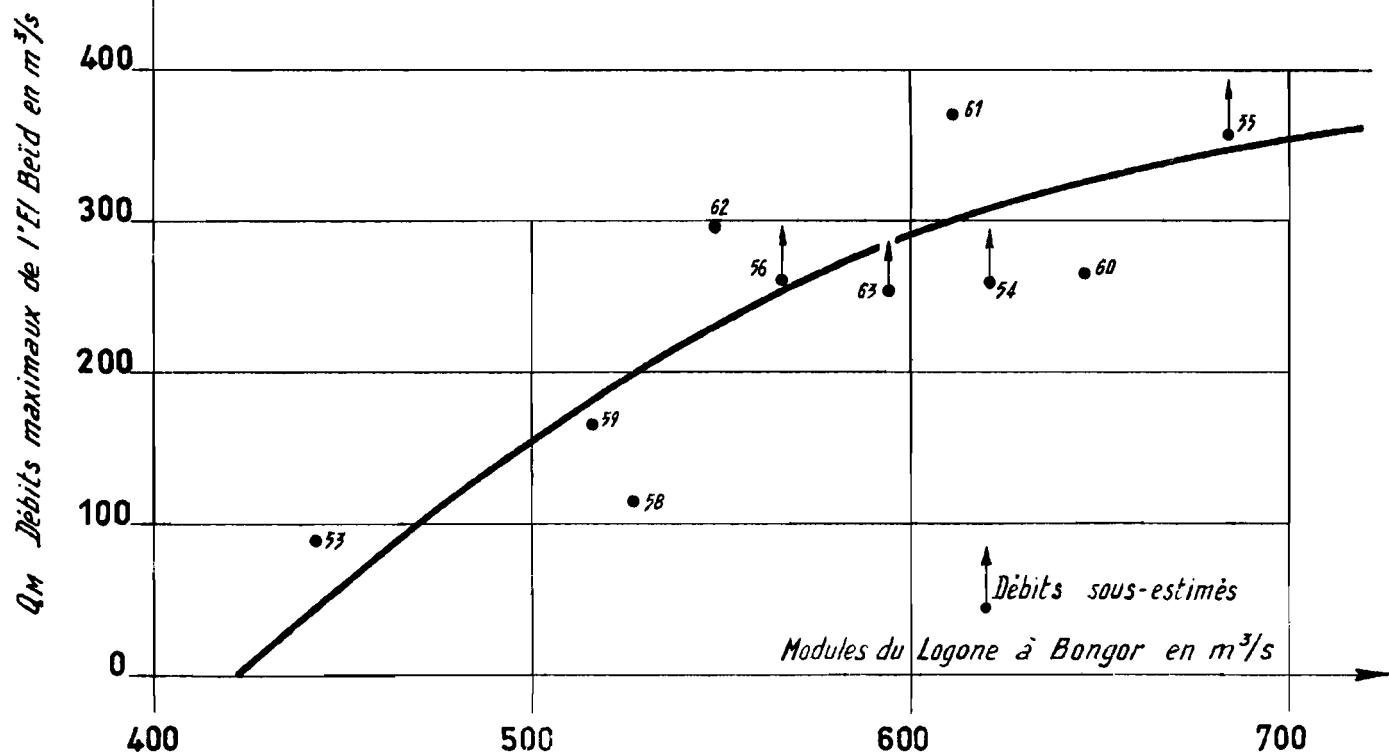
Tableau 5.6.4.1.

	POUSS	MAROUA	MORA	FORT-LAMY	FORT-FOURREAU	Moyenne
1953	955	779	681	643	550	721
1954	920	747	1009	779	655	822
1955	630	800	1048	735	576	757
1956	590	825	864	606	622	701
1957	759	720	617	739	524	665
1958	788	960	723	538	405	682
1959	(600)	710	573	990	598	694
1960	(629)	780	796	534	437	635
1961	676	890	717	781	569	726
1962	757	980	1051	491	677	791
1963	619	860	820	498	450	649
Normale (période d'homogénéisation)	716	755	778	642	547	687

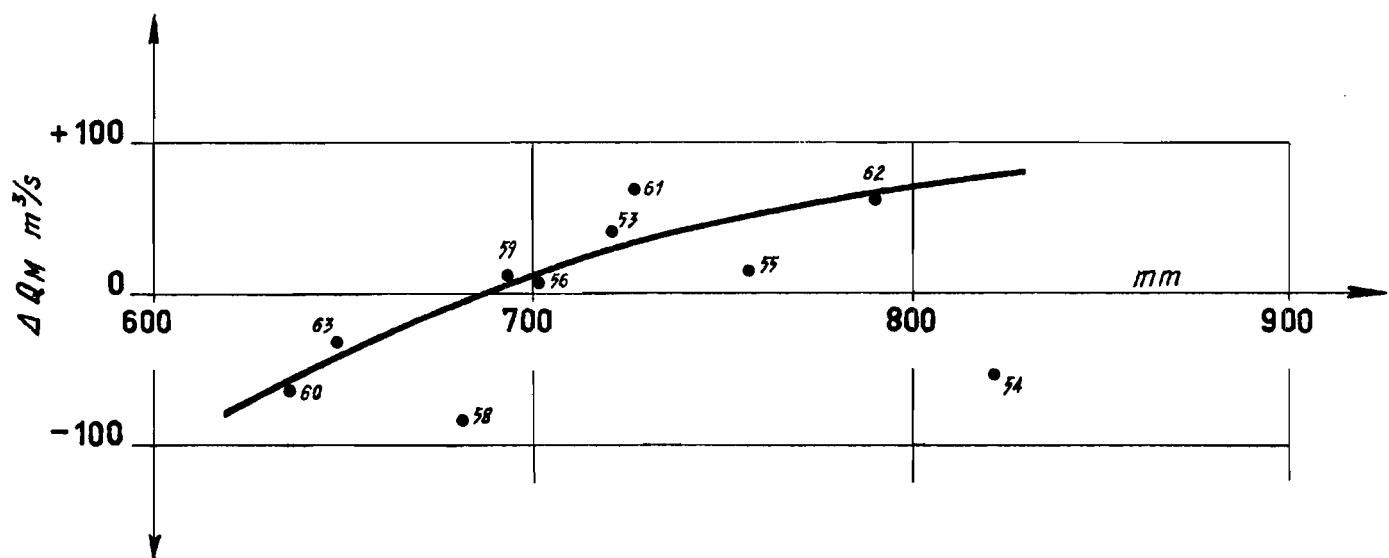
5.6.4.2. Corrélation entre les crues de l'EL BEID et les crues du LOGONE, corrigée des précipitations sur le YAERE

Le tableau ci-après (5.6.4.2.) récapitule, en regard des précipitations moyennes sur le YAERE et du module du LOGONE à BONGOR, les modules et les débits maximaux de l'EL BEID :

Correspondance entre les débits maximaux de l'El Beid
et les modules du LOGONE à BONGOR



Correction tenant compte des précipitations sur le YAÉRÉ



P_m : précipitation moyenne sur le YAERE
 M_L : module du LOGONE à BONGOR
 M_E : module de l'EL BEID (GAMBAROU-SOUERAM)
 Q_M : débit maximal de l'EL BEID

:	:	P_m	:	M_L	:	M_E	:	Q_M	:
:	1953-1954	:	721	:	443	:	25	:	88
:	1954-1955	:	822	:	621	:	86	:	> 260
:	1955-1956	:	757	:	685	:	89	:	353
:	1956-1957	:	701	:	565	:		:	> 260
:	1957-1958	:	665	:	507	:		:	-
:	1958-1959	:	682	:	527	:		:	106
:	1959-1960	:	694	:	516	:	48	:	169
:	1960-1961	:	635	:	646	:	67	:	268
:	1961-1962	:	726	:	(611)	:	97	:	371
:	1962-1963	:	791	:	548	:	74	:	298
:	1963-1964	:	649	:	595	:		:	> 256
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

Sur le graphique 5.6.4 a ont été portés les débits maximaux de l'EL BEID en fonction des modules du LOGONE à BONGOR.

Cette corrélation simple est assez lâche, mais le graphique 5.6.4 b montre que les écarts correspondent à la variation des précipitations sur le YAERE.

Il en est de même des modules (graphiques 5.6.5 a et b).

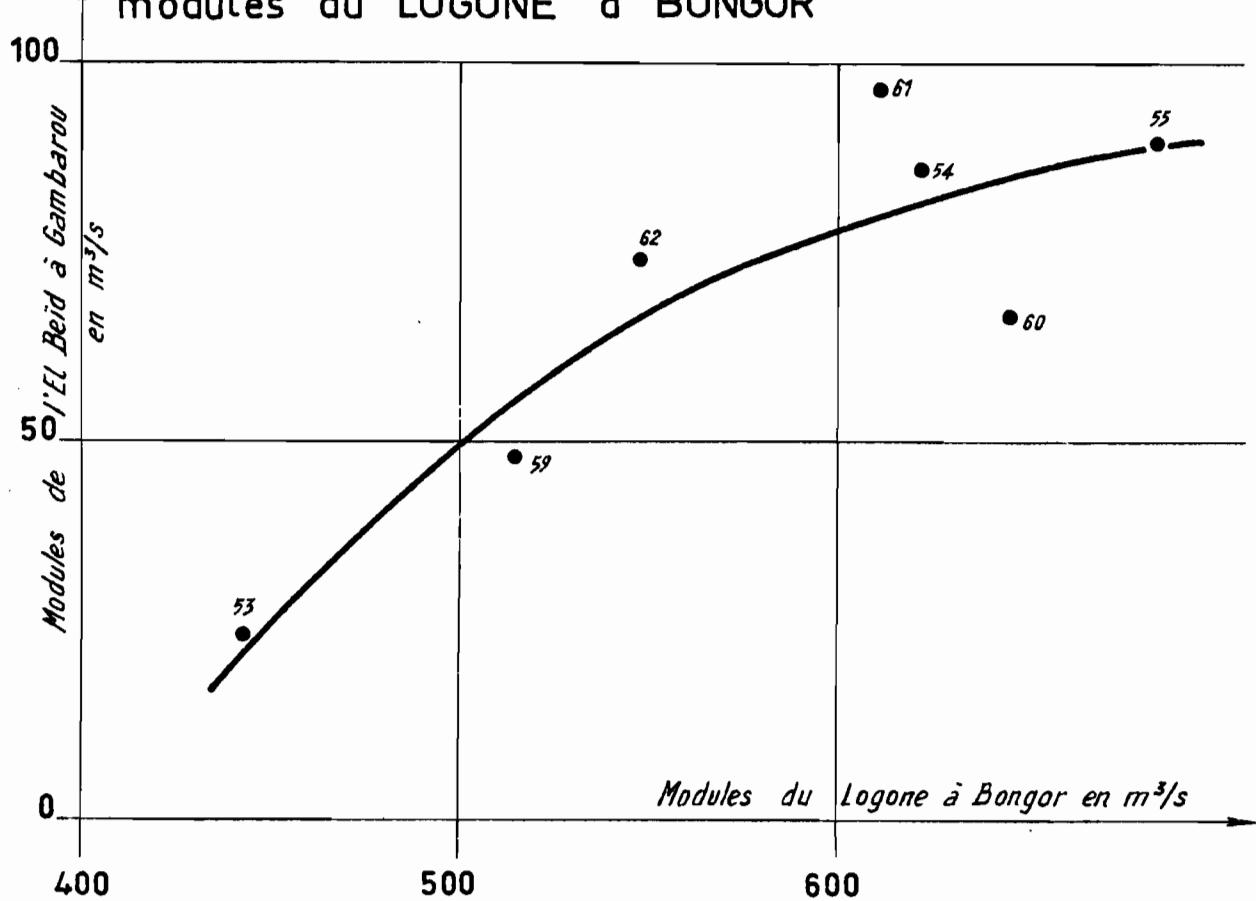
Quelques années sont cependant aberrantes, soit que les observations soient incomplètes ou erronées, soit que les précipitations sur le YAERE ne soient pas suffisamment bien définies.

Les différences interannuelles des précipitations sur le YAERE peuvent amener des variations de $\pm 50\%$ du débit maximal de l'EL BEÏD à GAMBAROU et de $\pm 20\%$ du module annuel, pour une crue donnée du LOGONE.

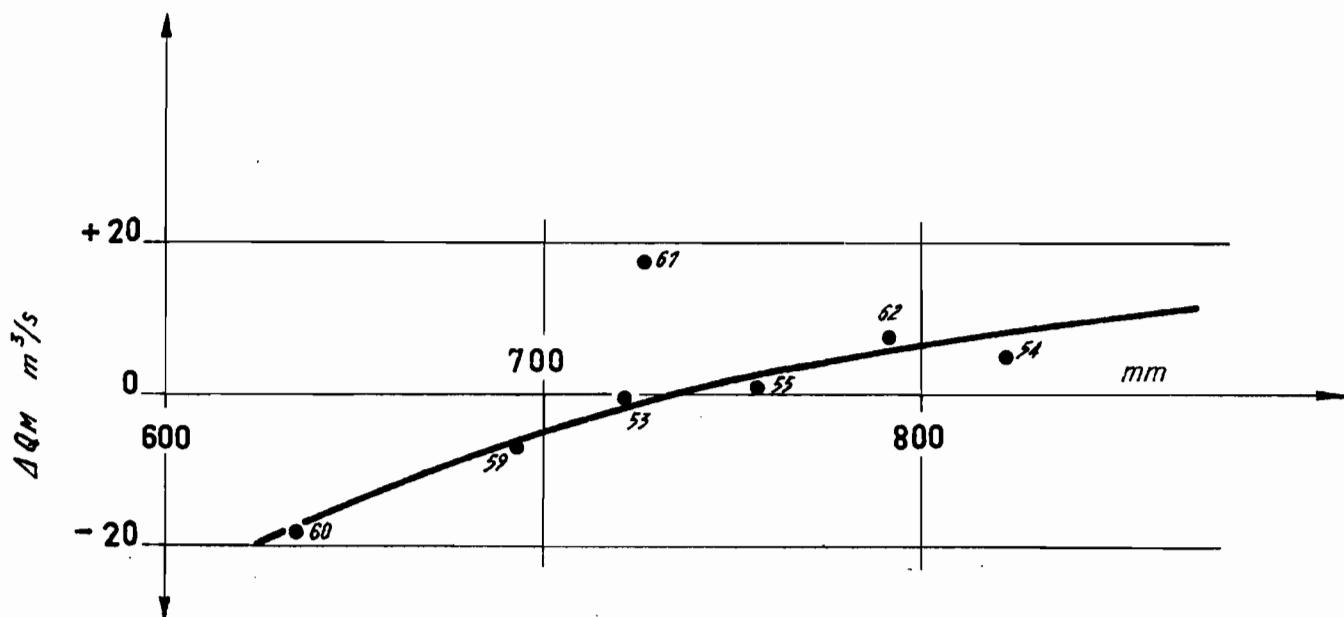
En conclusion, l'hypothèse de l'alimentation de l'EL BEÏD par le LOGONE et les pluies sur le YAERE se vérifie d'une manière satisfaisante.

Ceci nous permettra d'établir le bilan hydrologique général des plaines du LOGONE, en supposant négligeables, jusqu'à plus ample information, les apports de la rive gauche de l'EL BEÏD, ce qui est peut-être s'avancer un peu.

Correspondance entre les modules de l'El Beïd et les Gr:565 a_b



Correction tenant compte des précipitations sur le YAÉRÉ



6 - Les PLAINES de RIVE DROITE DRAINEES par le BA ILLI

6.1. Sommaire

Les débordements du LOGONE sur sa rive droite débutent à GABRIN-GOLO à la sortie de la zone relativement accidentée des KOROS, mais les courants inondant les plaines en arrière de LAI reviennent par la suite au fleuve.

Plus en aval, autour du village de SATEGUI, les déversements sont beaucoup plus importants et donnent naissance au "Grand Courant" (chapitre 6.2.), se transformant en aval de MAROU en une véritable rivière, le BA ILLI (qu'il ne faut pas confondre avec le BA ILLI du Sud, dont le cours est voisin et qui se jette dans le CHARI près de BOUSSO). Le BA ILLI garde la direction Sud-Nord jusqu'à KAOUALKE suivant la ligne de plus grande pente du sol, puis change de direction et continue sa route à mi-chemin entre LOGONE et CHARI jusqu'à HOULKOU et BOUDOUGOUR (Chapitre 6.3.).

Le lit du BA ILLI disparaît totalement à la traversée de la plaine au Nord de BONGOR, mais un nouveau cours reprend à MIGOU, grossi des déversements du LOGONE parvenant dans la plaine de BONGOR par la rivière BISSIM. Le lit du BA ILLI est reconstitué à GUIAO. Il reçoit sur cette partie de son cours la MANDJAFA, drainant la plaine de KOUMI.

Se perdant à nouveau dans la grande plaine entre LOGONE et CHARI, entièrement inondée en saison des pluies par les pluies et les déversements du LOGONE en aval de KATOA, c'est sous le nom de KOUNAMBOU que l'on retrouve le BA ILLI à son confluent avec le LOGONE à LOGONE-GANA. Cette rivière, drainant l'ensemble des déversements de rive droite, réduits de l'évaporation, double le débit du LOGONE en crue.

Les plaines de la rive droite du LOGONE en aval de BONGOR présentent une pente générale en direction du CHARI au droit de BONGOR (chapitre 6.4.). Les défluents du LOGONE, dont plusieurs sont maintenant barrés, s'écoulent dans la plaine entre LOGONE et CHARI, mais, plus en aval, la pente entre LOGONE et CHARI s'annule, puis s'inverse (au niveau de LOGONE-GANA) et l'on voit les eaux de la plaine refluer vers le LOGONE. Quelques défluents du CHARI s'écoulent même vers le LOGONE sans accroître sensiblement son débit (LOUMIA).

6.2. Cours supérieur du BA ILLI

Déversement entre LAÏ et KIM

6.2.1. Description géologie et pédologie

C'est un peu en aval du confluent du LOGONE et de la PENNDE, à GABRIN'GOLO, que les caractères hydrographiques de la vallée du LOGONE changent brusquement. À la zone accidentée des "Koros" font suite les grandes plaines du LOGONE Inférieur.

Entre les "Koros" de BENOYE, sur la rive gauche, et de GUIDARI, sur la rive droite, (plateaux démantelés datés du Continental terminal), les débordements du fleuve sont limités au lit majeur, relativement encaissé. Ce lit majeur se développe d'ailleurs uniquement sur la rive gauche et le LOGONE reste "collé" et le restera jusqu'à KIM contre la berge de la rive droite, fortement érodée et verticale de ce fait.

En aval de GABRIN'GOLO, à la sortie des Koros, il n'y a plus aucun relief en bordure du fleuve susceptible d'arrêter les divagations ou les débordements. Ce sont de grandes plaines où, au cours des périodes géologiques, se sont déposés successivement des sédiments lacustres (les plus répandus sont ceux de la première transgression qui ont donné des sols argilo-sableux à nodules calcaires et effondrements) et des alluvions fluviatiles (sols sableux ou limoneux disposés en alignements qui sont les bourrelets d'anciens lits abandonnés).

Nous nous trouvons donc sur un cône d'alluvionnement, mais il est à noter qu'en aval de GABRIN'GOLO, la pente générale du sol le long des génératrices, est plus forte le long de la perpendiculaire au fleuve vers le Nord-Est ($P = 0,50$) ou vers le Nord ($P = 0,32$) que selon la direction du fleuve, Nord-Ouest, où elle n'est que de 0,28 (0,17 le long du cours du LOGONE). Les conditions topographiques sont donc réunies pour faciliter les défluviations : berges basses et submergées en temps de crue, pentes latérales particulièrement fortes sur les bourrelets. Mais le micro relief local, voire l'action de l'homme, impriment aux courants déversés des directions qui ne sont pas forcément la ligne générale de plus grande pente.

Le premier courant quittant le LOGONE à DCMBALA, sur la rive droite, traverse la route LAÏ-TCHERE et revient au fleuve immédiatement en aval de LAÏ.

Mais plus en aval, de DRAI N°BASSA à BOUMO, des défluviations beaucoup plus importantes, donnent naissance au "Grand Courant", origine de la rivière "BA ILLI" qui, après avoir changé plusieurs fois de nom, parvient au LOGONE à LOGONE-GANA après un parcours de 410 km entre LOGONE et CHARI.

Au départ du LOGONE, le "Grand Courant" se présente ainsi :

Après avoir franchi le bourrelet argilo-limoneux de SATEGUI, les eaux du LOGONE empruntent de multiples chenaux, de 3 à 5 m de largeur, coupant la route entre SATEGUI et GOUNDO par 38 buscs. Ces chenaux sont utilisés par les pêcheurs lors de migration de frai. Ces canaux s'anastomosent et les eaux se dispersent après 400 ou 500 m de parcours dans la plaine : la pente, qui atteint 5/10 000 sur le bourrelet, devient en effet insuffisante pour éviter le colmatage des chenaux. Entre les buttes sableuses de DILA, MANDE, DAADCHOUN, NINGA, les courants se concentrent de nouveau.

Le courant le plus important est celui compris entre DILA et MANDE ; il est suffisant pour entretenir un lit de sable grossier au passage de la route traversant la dépression entre ces deux villages.

Plus en aval, le courant se partage de part et d'autre de la dune de TCHERLOBOU. Après un nouvel étalement dans la plaine de NINDE, le courant de droite, plus important, pénètre dans la plaine de DERESSIA après avoir traversé la digue transversale de SAMBRAME fermant presque totalement la dépression.

Dans la plaine de DERESSIA, enserrée entre deux langues sableuses orientées Nord-Sud, le BA ILLI (appelé BANDOUA) est déjà une rivière bien constituée ; il traverse le "seuil de MAROU" situé entre la butte de DERESSIA et celle de DJOGDO, qui se rejoignent presque.

Au-delà de MAROU, le BA ILLI poursuit une direction Nord, puis Nord-Ouest, jusqu'à KAOUALKE, dans des plaines inondables formées presque uniquement de sols argilo-limoneux à nodules calcaires, dépourvues de végétation et à peu près désertes. Vu d'avion, en saison des pluies, le lit majeur, totalement inondé, a l'aspect d'un lac.

Les habitants de la région du Grand Courant sont pêcheurs, tant dans le LOGONE que dans les canaux, et cultivent le riz. L'irrigation des rizières serait améliorée par le creusement d'une prise d'eau dans le LOGONE et d'un canal ; il en résulterait une période d'irrigation plus longue et des débits moins aléatoires et règlabes, mais les agriculteurs sont en désaccord avec les pêcheurs qui installent les barrages et engins de pêche en travers des chenaux d'irrigation.

Un autre aspect du problème des aménagements hydrauliques est l'intérêt d'accroître les déversements pour remédier aux inondations catastrophiques résultant des endiguements exécutés en aval de BONGOR. La zone du Grand Courant semble une des voies les plus faciles pour "encaisser" un débit important sans dégats, voie d'autant plus intéressante qu'elle permet un "écrêtement" de la crue en tête du parcours à aménager et réalisera donc une économie substantielle d'endiguements.

6.2.2. Topographie de la dépression du Grand Courant

De nombreux nivelllements de précision ou relevés topographiques permettent de dresser une carte très précise de la dépression du "Grand Courant" et de suivre le parcours des différents courants qui la traversent.

6.2.2.1 a) Nivellement IGN en bordure du LOGONE de LAÏ à DRAÏN-GOLO

Ce nivelllement donne des points de repères précis sur le seuil de déversement, sur lequel s'appuieront les relevés de l'ORSTOM et de la SETTE.

		Système : 1952	Système : 1953	Système : 1956
: LAÏ, borne Astro	repère 9	: 358,104	: 358,104	:
: échelle de crue (1950-1951)		: 351,71		:
: DRAÏN-M'BASSA	repère 8	: 355,44	: 355,537	: 355,537
: borne 8	rivet 8-1		: 355,326	: 355,326
: SATEGUI	repère 7	: 354,182	: 354,169	: 354,169
: borne 7	rivet 7-1	: 353,96	: 353,949	: 353,949
: GOUNDO	repère 6	: 352,41	: 352,457	: 352,457
: borne 6	rivet 6-1		: 352,295	: 352,295

			Système : 1952 :	Système : 1953 :	Système : 1956 :
DRAIN-GOLO	repère 5	351,80	351,887	351,887	
borne 5	rivet 5-1		351,691	351,691	
BOUMO	repère 4	349,57	349,685	349,685	
borne 4	rivet 4-1		349,510	349,510	
DOÏMA MESSERE (DOUEI)	repère 3	347,81	347,804	347,804	
borne 3	rivet 3-1		347,601	347,601	
MANGOU		345,93	345,90		
KIM		344,44	344,37		

b) Nivellement IGN en bordure du BA ILLI

Ce nivelllement donne des points cotés au voisinage du BA ILLI entre N'GAMI et KAOUALKE.

(Nivellement de 3ème ordre Cgh - feuille de BOUSSO)
(IGN 1956, non modifié en 1962).

NGAM borne 8	repère	333,771
Embranchement de BONGOR	repère 8-1	332,732
Près de BONGOURSO	repère 9-1	331,075
Borne K	repère 10	330,155
Borne K1	repère 10-1	329,174
Borne L	repère 11	328,760
L1	repère 11-I	327,627
Borne Astro KOUALKE	repère 11-II	328,570
Coude de la route près du BA ILLI à MILIMA	repère 12	326,414
Borne marquée M1, Point au Nord du BA ILLI	repère 12-1	326,479

Ce nivelllement révèle une pente générale forte du sol en direction du CHARI. Après le coude de KAOUALKE, à partir duquel le BA ILLI abandonne la direction Nord et poursuit sa route vers l'Ouest, la pente du sol reste dirigée vers le CHARI, ainsi à BATIM, 21 km au Nord de KAOUALKE, l'altitude est de 325,292. Ce n'est qu'en se rapprochant très près du CHARI, à 4 km de MOUSGOUGOU, que la pente s'inverse. On se trouve alors sur la pente transverse et le bourrelet de berge du CHARI : MOUSGOUGOU est lui-même à l'altitude 328 mètres.

Ainsi, il est inexact que le BA ILLI coule le long de la ligne la plus basse entre LOGONE et CHARI : à partir de KAOUALKE la pente vers l'Ouest est simplement plus forte que la pente vers le CHARI.

6.2.2.2. Nivellements de la Commission Scientifique du LOGONE et du TCHAD

La Mission LOGONE-TCHAD a effectué un certain nombre d'antennes perpendiculaires au LOGONE pour déterminer les pentes transverses des seuils de déversement et dans le but pratique de déterminer le meilleur emplacement pour un éventuel canal d'irrigation partant du LOGONE.

a) Dépression du courant en amont et autour de LAÏ

Campagne 1951 - Nivellement LAÏ - DJOUNI - TCHERE.

:	km	IGN 1952	IGN 1953	IGN 1966
:	:	:	:	:
Repère IGN de référence : macaron :				
du ponceau près de la case de pasage de LAÏ	0	357,28	357,209	337,209
	0,85	<u>357,66</u>		
	0,73	358,10		
	1,28	<u>357,78</u>		
	1,65	358,09		
	2,20	357,86		
	3,30	359,16		
	4,40	358,28		

La route est presque horizontale, la partie la plus basse est proche de LAI : elle est d'ailleurs inondée en saison des pluies.

b) DRAIN N°BASSA - TCHINDAYE

Cette perpendiculaire au LOGONE se trouve au Sud de la zone des déversements du Grand Courant :

:	km	: IGN 1952	: IGN 1953	: IGN 1966
: Repère IGN de référence :		:	:	:
: borne IGN DRAIN M° BASSA	0	: 355,44	: 355,537	: 355,537
: route	171	: 354,03	:	:
	290	: 353,91	:	:
	436	: 353,77	:	:
	659	: 353,79	:	:
	948	: 353,96	:	:
	1207	: 353,92	:	:
	1475	: 354,03	:	:
	1647	: 354,56	:	:
: Butte de TCHINDAYE	1974	: 355,99	:	:
	2114	: 354,27	:	:
		: 354,82	:	:

Le terrain est presque horizontal, la butte de TCHINDAYE n°émergeant que de 1,70. La pente est insuffisante pour permettre un écoulement notable, d'autant qu'il est freiné par une végétation herbacée dense.

c) Perpendiculaire au LOGONE à la lisière Nord de la dépression
du Grand Courant, de DRAIN-GOLO à NIABOUGA (en direction de DILA)

	km	IGN 1952	IGN 1953	IGN 1966
Repère IGN de référence :				
borne n° 5 de DRAIN-GOLO	0	351,85	351,887	351,887
	0,096	350,72		
	0,188	350,32		
	0,315	350,28		
	0,418	350,44		
	0,545	350,12		
	1,091	350,46		
	1,504	350,03		
	2,046	349,92		
	2,579	349,73		
	2,974	349,76		
	3,484	349,62		
	4,021	349,60		
	4,557	349,52		
Village	4,638	350,32		
	5,004	349,57		
	5,502	349,57		
	5,994	349,65		
	6,285	349,62		
	6,386	349,46		

Passé le bourrelet de berge (qui est ici large de 1,500 m), la plaine est rigoureusement horizontale dans la direction perpendiculaire du LOGONE (Nord-Est). Les déversements ne peuvent s'écouler que parallèlement au fleuve. Le village émerge de 80 cm.

d) Profil sur la bordure Nord de la dépression du Grand Courant :
de BOULIO-Village à BOUMO-Station Agro

	km	IGN 1952	IGN 1953	IGN 1966
Repère IGN de référence :				
Borne de BOUMO	0	349,67	349,685	349,685
	0,251	348,68		
	0,906	348,09		
	1,753	347,88		
	2,240	347,76		
	2,764	348,96		
Cote provisoire station rizicole de BOUMO	2,827	349,58		

Cette perpendiculaire au fleuve coupe la "dépression" BOUMO-KIM. La chute au passage du bourrelet est de 1 mètre. Le point le plus bas du profil est à 2,240 km du fleuve. Le niveau se relève à la station de BOUMO et atteint sensiblement la cote du bourrelet.

Cette dépression ouvre la voie d'un courant important et visible dans les rizières, qui s'écoule parallèlement au LOGONE selon une direction Sud-Nord (courant BOUMO-KIM).

e) Perpendiculaire au LOGONE, 600 m en amont de SATEGUI, le long d'un chenal naturel

	km	IGN 1952	IGN 1953	IGN 1966
Repère IGN de référence : borne de SATEGUI (Rivet)		353,96	353,949	353,949
Point d'eau du LOGONE en étiage le 16-11-1951		351,10		
Sommet buse côté plaine (sur la route)	0	353,10		
Ford du canal naturel	88	352,60		
Fin du chenal naturel	250	352,69		
Points cotés dans la plaine	407	352,38		
"	722	352,26		
"	884	352,01		
"	1032	352,05		
"	1352	351,94		
Piquet sur une butte	1411	352,39		

- même remarque que pour b) : la pente est insignifiante après le passage du bourrelet de berge occupé par la route LAI-BONGOR.
- noter le niveau de l'entrée du canal (352,60) : 3,30 m au-dessus de l'étiage du LOGONE (1,50 m au-dessus du niveau du 16-11-1951), niveau à LAI le 16-11-1951 : 1,80.

f) Dépression du Grand Courant : nivelllement SATEGUI-DERESSIA-DJOKTO (le long de la route), en Novembre 1951, par BOUCHARDEAU et TIXIER (méthode CHOLESKI)

Les nivelllements précédents, exécutés de part et d'autre du Grand Courant, démontraient que la pente des dépressions examinées, perpendiculairement au LOGONE, était insuffisante pour livrer passage à des courants de défluviation importants. La dépression du Grand Courant a par contre une pente continue et relativement forte.

	km	IGN 1952	IGN 1953	IGN 1966
Borne IGN de référence :		:	:	:
SATEGUI, n° 7/1 rivet	0	353,96	353,949	353,949
Route BONGOR-LAI	0,15	353,43	:	:
Rizières	2,0	351,78	:	:
DOUGOUR (piquet)	4,6	351,82	:	:
MANDE (piquet)	8,8	351,004	:	:
Antenne : dépression en direction de NINGA-KAUIAN : à 212 m de MANDE		350,042	:	:
" : à 582 m de MANDE		349,23	:	:
Traversée de la dépression entre DILA et MANDE (3,4 km)	10,2	349,39	:	:
	10,8	348,97	:	:
	11,5	348,86	:	:
eau		348,70	:	:
Fond de la dépression entre DILA et MANDE	12,6	348,70	:	:
	13,0	348,74	:	:
	13,6	350,19	:	:
Campement de DILA (piquet)	14,8	349,43	:	:
Piquet à MAKAINA	22,3	346,19	:	:

	km	IGN 1952	IGN 1953	IGN 1966
Rizières entre MAKAINA et DERESSIA	25,5	345,53		
Campement de DERESSIA (piquet)	29,1	345,478		
Antenne : thalweg du BA ILLI au droit de DERESSIA à 4,838 km =				
343,24				
Traversée au seuil de MAROU	25,0	343,75		
Fond du thalweg	36,1	341,64		
	37,6	343,20		
	39,0	344,80		
Borne Astro du campement de DJOKTO	44,2	343,529		
Route de TCHAGUEN (piquet)	47,6	341,73		
Antenne : point de fond du BA ILLI		339,68		

g) Dépression du Grand Courant

SATEGUI-DILA-DERESSIA-DJOKTO. Nivellement effectué par le BCEOM à la demande du Génie Rural (1956).

Ce travail reprend le cheminement de la Mission LOGONE-TCHAD de 1951 dont les piquets, de bois, étaient perdus.

Il s'agissait d'établir un plan d'aménagement de cette région pour améliorer la riziculture.

IGN 1966

SATEGUI	: IGN	: Cote rivet	: 353,949
MANDE	: MLT 56	: Cote repère	: 354,169
MANDE	: Echelle 7	: Cote rivet	: 350,998
Plaine DILA-MANDE	: MLT 56	: Cote zéro	: 349,305
Plaine DILA-MANDE	: Echelle 8	: Cote rivet	: 348,782
NEMGUR (TCHEBIOBOME)	: MLT 56	: Cote zéro	: 348,666
" "	: Echelle 10	: Cote rivet	: 347,726
		: Cote zéro	: 347,647

			IGN 1966	:
: SISSI (TCHEBIOBOME)	: MLT 56	: Cote rivet	: 347,807	:
: " "	: Echelle 11	: cote zéro	: 346,823	:
: DILA (carrefour GOULAR--	: MLT 56	: Cote rivet	: 349,430	:
: DERESSIA)				
: Carrefour piste vers NINDE	: MLT 56	: Cote rivet	: 347,457	:
: Plaine MOSSAKOYO	: MLT 56	: Cote rivet	: 345,549	:
: Plaine MOSSAKOYO	: Echelle 12	: Cote zéro	: 345,510	:
: DERESSIA	: MLT 54	: Cote rivet	: 345,539	:
: Plaine DERESSIA	: MLT 56	: Cote rivet	: 342,812	:
: Plaine DERESSIA	: Echelle 14	: Cote zéro		:
: MAROU	: MLT 56	: Cote rivet	: 343,441	:
: MAROU	: Echelle 15	: Cote zéro	: 340,945	:
: DJOKTO	: Borne Astro	: Cote rivet	: 343,959	:
: DILA (Carrefour GOULAR--				
: DERESSIA)	: MLT 56	: Cote rivet	: 349,430	:
: DILA (devant campement)	: BCEOM	: Cote rivet	: 350,542	:
: Plaine DILA-GOULAR	: MLT 56	: Cote rivet	: 343,125	:
: Plaine DILA-GOULAR	: Echelle 9	: Cote zéro	: 343,046	:
: Plaine GOULAR	: MLT 56	: Cote rivet	: 347,934	:
: Plaine GOULAR	: Echelle 17	: Cote zéro	: 347,820	:
: GOULAR	: MLT	: Cote rivet	: 348,561	:
:	:	:	:	:

h) Profil de la route SATEGUI-GOUNDO, déversant en direction du Grand Courant.

Une Société de Topographie de FORT-LAMY, l'ATGT, a effectué fin 1959, à la demande du Service du Génie Rural du TCHAD, le levé de la route BONGOR-LAI. Ce profil a été utilisé par BESLON pour évaluer les débits déversés en 1959 sur le "seuil de SATEGUI" (voir paragraphe 6.2.3. "Hydrographie").

6.2.3. Hydrographie

6.2.3.1. Ligne d'eau en bordure du LOGONE

Cette ligne d'eau a été repérée en 1962 sur une série d'échelles. Malheureusement, le niveau de leur zéro est inconnu, sauf celui de la Mission LOGONE-TCHAD à LAÏ et celui de SATEGUI.

N°	Emplacement	Maximum 1962	Altitude
6	Echelle Mission LOGONE-TCHAD à LAÏ	4,92	356,23
5	en amont de SATEGUI	:	:
2	à mi-chemin entre SATEGUI et GOUNDO	0,58	:
3	GOUNDO	0,58	:
4	dans la plaine en aval de la route	1,90	:

6.2.3.2. Echelles de la dépression

Plus en aval, le long de la dépression principale, étaient installées les échelles suivantes :

N°	Emplacement	Altitude du zéro
8	entre DILA et MANDE	348,666
10	le long de la Butte TCHELOBOM	347,647
11	"	346,886
1	DÉRESSIA	non cotée
15	seuil de MAROU	340,945
16	en aval de DJOKTO	non cotée

Les autres échelles placées par le BCEOM se trouvent en dehors de la dépression. Indispensables pour les études d'aménagements, elles sont sans intérêt pour le profil en long que nous recherchons.

Voici les cotes qui ont pu être relevées à ces échelles au maximum des crues et les niveaux correspondants de la ligne d'eau :

Niveaux maximaux relevés aux échelles de la dépression
du Grand Courant

	N°	1953	1954	1955	1956	1962
LAI (LOGONE)	2	4,26	4,80	5,06	4,92	4,92
entre DILA et MANDE	8	0,35	0,78	0,97	0,86	0,96
NEMGUR-TCHEDIOBOME	10		0,72	-	0,86	0,97
SISSI-TCHEDIOBOME	11	0,88	1,15	-	1,34	1,20
DÉRESSIA	1		-	-	-	0,73
MAROU	15	2,10	2,70	3,04	2,71	2,62

(zéro de LAI : 351,31)

Nous en déduisons les altitudes du plan d'eau de la dépression du Grand Courant au maximum de la crue.

	N°	1953	1954	1955	1956	1962
SATEGUI (échelle 2)	5	353,29	353,64	353,85	(353,73)	(353,73)
DILA-MANDE	8	349,02	349,45	349,64	349,53	349,63
NEMGUR -TCHELOBOM	10	348,10	348,37	-	348,51	348,62
" "	11		348,04	-	348,23	348,09
DERESSIA	1		-	-	-	-
MAROU	15	343,05	343,65	343,99	342,66	342,57

6.2.3.3. Vitesse de propagation de la crue entre SATEGUI et MAROU

Les délais séparant les maximums du LOGONE à SATEGUI et les maximums à l'échelle de MAROU sont d'autant plus courts que la crue est plus forte, comme l'indique le tableau suivant : (rapport BILLON 1962 "Zone SATEGUI-DERESSIA").

Niveau de la crue à l'échelle de LAÏ	Délai	Années (1)	Exceptions
inférieur à 4,65	13 jours	1960-1961 (1)	
4,65 à 4,80	12 "	1961-1956- 1954 (1)	1960 = 9 jours
4,80 à 4,92	11 jours	1954-1962	1959 = 6 jours
4,92 à 4,95	9 jours	1956 (1)	
4,95 à 5,00	6 à 8 jours	-	
5,00 à 5,05	5 jours	1955	

(1) 2 pointes de crue observées en 1961 et 1954.

Les délais varient donc de 5 jours pour les très fortes crues du type 1955 à 13 jours pour les faibles crues type 1960-1961. Pour les très faibles crues du LOGONE, type 1953 ou 1965, les déversements sont insignifiants.

6.2.3.4. Régime d'inondation de la plaine SATEGUI-DERESSIA

Les observations aux échelles montrent que dès Juillet-Août les pluies inondent la dépression sur une hauteur de 0,20 m.

En Septembre, les niveaux s'accroissent brusquement du fait des déversements et atteignent 0,40 à 0,60 m. Les averses de fin de saison créent des crues de brève durée.

Fin Septembre et début Octobre, au moment du maximum de la crue, les déversements sont à leur paroxysme et le niveau croît régulièrement jusqu'à des maximums atteignant 0,70 à 1,20 mètre.

Les graphiques CRT 7315 et CRT 7300 montrent l'allure des limnigrammes en 1962 (rapport 1962).

L'influence des pluies sur le régime de la dépression n'est donc pas négligeable.

6.2.3.5. Le profil en long de la ligne d'eau a pu être tracé (graphique 6.2.3.) entre SATEGUI et MAROU. La pente du thalweg est régulière, mais plus accentuée au voisinage du LOGONE, sur le bourrelet de berge.

En période de hautes eaux, le "seuil de MAROU" forme barrage et la courbe de remous remonte jusqu'au voisinage de DERESSIA.

Les lignes d'eau sont dessinées pour 1953, 1954 et 1955, d'hydraulicité faible, moyenne et forte. Les niveaux relevés en 1956 et 1962 ne sont pas indiqués : ils sont compris entre ceux de 1954 et ceux de 1955. Les diguettes établies par les pêcheurs et les riziculteurs sont variables d'année en année, ce qui explique en partie les variations de niveau à MAROU pour un niveau donné du LOGONE, les précipitations jouant aussi, naturellement, un rôle important.

6.2.4. Hydrologie du cours supérieur du BA ILLI

6.2.4.1. Les déversements du LOGONE en direction du BA ILLI -

Tarage du "seuil de SATEGUI-GOUNDO"

Six mesures de débits ont été effectuées en 1953, 1954, 1955 et 1959. Les 39 buses traversant la route débitaient lorsque le niveau à l'échelle de LAI-Mission atteignait 3,60 m.

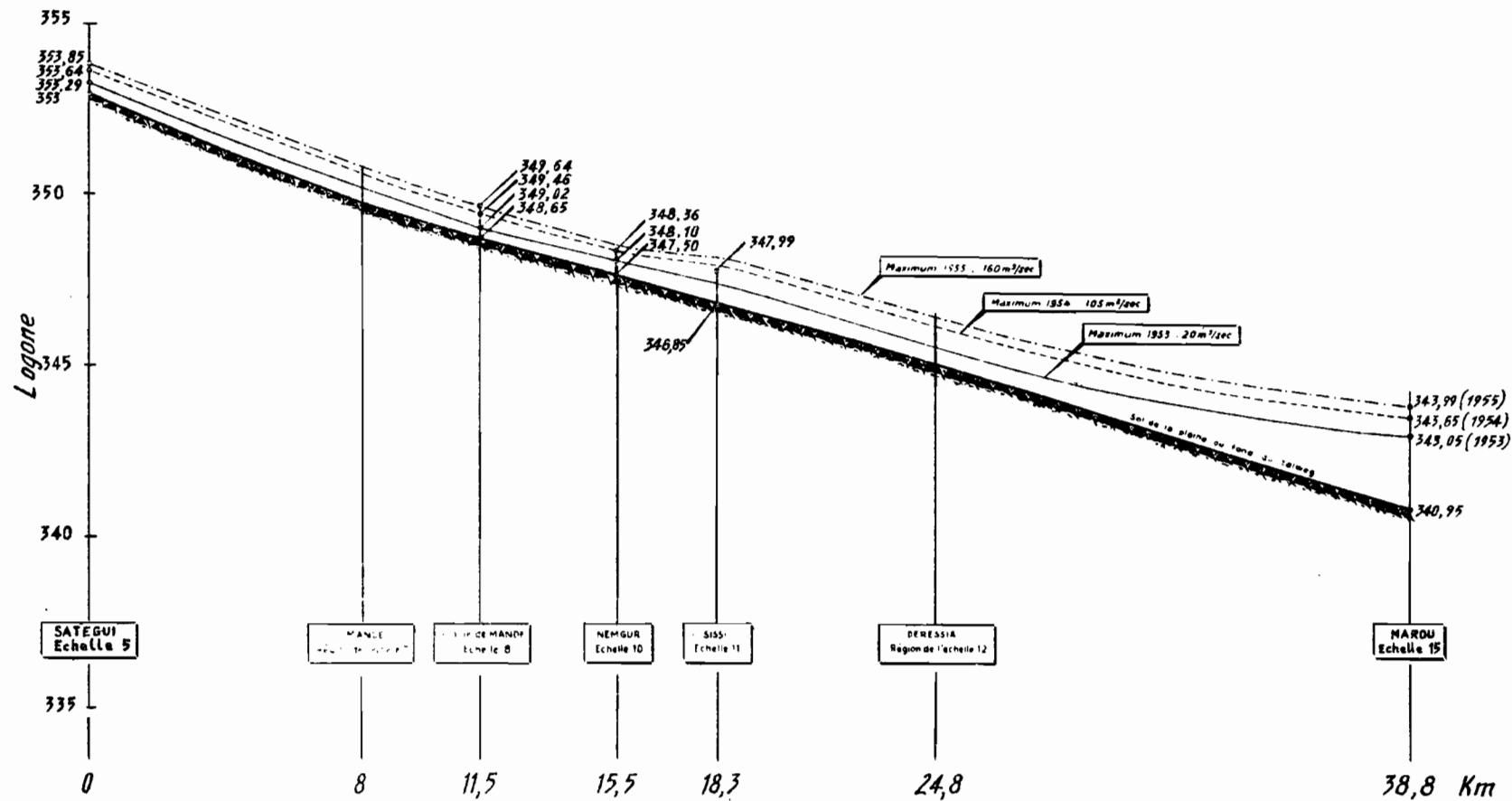
La route était submergée et transformée en déversoir lorsque le niveau à LAI dépassait 4,20 m.

Les résultats des mesures sont récapitulés dans le tableau suivant, en fonction de la cote à LAI et pour différentes sections de la route.

Date	Cote moyenne à LAI- Mission (m)	Sections				Total
		de LAI à BASSA (m)	DRAÏN- BASSA - (m ³ /s)	SATEGUI- SATEGUI (m ³ /s)	GOUNDO- DRAIN ¹ GOLÔ (m ³ /s)	
3-4/10/53 décrue	4,02	0	3,7	5,2	5 (estimé)	14
20/9/54 décrue	4,63	0	9	23	8,7	41
14/9/1955	4,47	0	9	25	-	-
16/9/55 étale	4,46	0	11	24	13	48
4 et 5/10/55	4,86	12	36	48	20	115
17-20/9/59	4,69 4,74 4,83	4	28,36 49,93 22,77			92

TCH-81.329

Origine du BA-ILLI
PROFILS EN LONG DES LIGNES D'EAU DE SATÉGUi à MAROU



Gr: 623

Les mesures de 1959 ont été exécutées par BESLON en utilisant une charette à boeuf. Pour plus de détail sur cette méthode, qui évoque bien à tort une idée "d'hydrologue fainéant", on se reportera à la note "Aménagement SATEGUIL-DERESSIA - campagne 1959".

Le "seuil de SATEGUIL" a vu sa capacité diminuer, de 1955 à 1959, pour une hauteur du LOGONE à LAÏ donnée, du fait de l'écrasement de nombreuses buses, comme le montre le tableau suivant :

Date	H à LAÏ (m)	Débit des buses (m ³ /s)
3-4/10/53	4,02	14
16 Septembre 1955	4,46	26
4-5 Octobre 1955	4,86	35
17-20 Septembre 1959	4,74	22 (contre 33 en 1955)

Mais le tarage du seuil est très différent à la crue et à la décrue, ceci se comprenant aisément, la dénivellation entre le LOGONE et la dépression étant bien inférieure en décrue. Le courant peut même s'inverser en cas de décrue rapide du LOGONE et un drainage des plaines vers le LOGONE est alors possible.

Mais la période de crue et d'étalement dure beaucoup plus longtemps que celle de décrue, si bien que nous ne ferons pas d'erreur considérable en utilisant seulement le tarage de crue, qui est déterminé en fonction des niveaux à l'échelle de LAÏ-Mission par le tableau suivant :

H (m)	Hauteur à LAÏ	3,60	4,02	4,46	4,74	4,86	5,06
Q (m ³ /s)	Débit de déversement	0	14	48	92	115	162

qui se traduit, sauf pour les très faibles débits, par la formule :

$$Q = 67 (H - 3,60)^2,35$$

Cette formule évoque un déversoir triangulaire (exposant 2,5). En fait, pour les forts débits, elle n'est plus valable et, le déversoir devançant rectangulaire, l'exposant se réduit à 1,5.

6.2.4.2. Les débits à l'origine du BA ILLI - Tarage de la station de MAROU

À MAROU, la dépression du Grand Courant se resserre et le Grand Courant prend le nom de BA ILLI.

L'étalonnage du BA ILLI à MAROU a été établi à l'aide de 6 mesures (voir 2ème Partie, pages 91 et 92).

De 1954 à 1956, les observations de MAROU ont été bonnes mais interrompues en 1957 et 1958.

Les débits journaliers sont récapitulés à la 6ème Partie, les débits mensuels et les modules pages 39 et 40 de la 3ème Partie.

6.2.4.3. Volumes écoulés à SATEGUI, du LOGONE en direction du "Grand Courant"

Les volumes écoulés à SATEGUI sont fonction des niveaux du LOGONE.

Il est commode de calculer ces volumes à l'aide de la courbe des hauteurs classées de l'échelle de LAÏ. Les durées de dépassement d'hauteurs données à LAÏ sont indiquées dans le tableau ci-après, année par année, ainsi que les volumes annuels écoulés à SATEGUI.

Hauteur du LOGONE à LAI (m)	3,50	4,00	4,20	4,50	4,80	5,00	5,06	Volumes annuels écoulés à SATEGUI (millions de m ³)
Débit déversé à SATEGUI (m ³ /s)	0	13	24	53	98	131	162	
Année	Nombre de jours de dépassement							
1952	61	51	45	5	-	-	-	177
1953	41	23	6	-	-	-	-	47
1954	68	59	56	38	1	-	-	312
1955	88	63	61	34	19	3	2	384
1956	58	48	39	27	5	-	-	250
1957	49	14	4	-	-	-	-	37
1958	45	37	29	8	-	-	-	125
1959	52	42	37	29	5	-	-	245
1960	85	66	55	38	-	-	-	290
1961	64	49	45	12	-	-	-	200
1962	48	40	37	31	5	-	-	235
1963	47	35	(29)	(23)	(7)	-	-	194
1964	49	32	(29)	(22)	-	-	-	177
Moyenne	58	43	36	20	2	0,2	0,15	208

6.2.4.4. Régime du Grand Courant

Les eaux déversées à SATEGUI, et qui alimentent le Grand Courant, sont retrouvées presque intégralement à MAROU, après un parcours de 40 km. Ceci s'explique du fait que les déversements arrivent dans une plaine déjà saturée et même inondée par les pluies. Ces premières précipitations n'ont

d'ailleurs pas donné lieu à un ruissellement notable à MAROU, car elles ont été absorbées par un sol desséché et, de plus, fendu profondément, une des caractéristiques, comme on sait, des argiles à nodules calcaires du fond des dépressions.

Le tableau suivant compare les volumes annuels écoulés à SATEGUI et à MAROU. La pluviométrie de BOUMO, LAÏ et DERESSIA y figure également.

Année	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
Volume annuel à SATEGUI en million de m ³	312	384	250	37	125	245	290	200	235	194	177	
Volume annuel à MAROU en million de m ³	280	391	183	-	-	268	233	252	224	363	474	7,6
Préc. annuelle à DERESSIA (mm)	1029	1415	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Préc. annuelle à BOUMO (mm)	(970)	1092	916	989	819	1026	-	894	983	(1328)	-	-
Préc. annuelle à LAÏ Adm ^{tion} (mm)	1166	1151	1535	821	913	940	1100	1011	1231	1045	1327	851
Préc. annuelle à LAÏ Hydrologie (mm)	1084	1073	1259	785	1205	-	-	-	-	-	-	-

La concordance entre SATEGUI et MAROU est généralement bonne. En notant que l'échelle de MAROU, d'importance secondaire, n'a pas toujours été, vraisemblablement, correctement lue, les divergences peuvent s'expliquer par la pluviométrie. Force est d'abord de constater que les données pluviométriques de LAÏ situé trop loin, sont imutilisables, la corrélation avec BOUMO cependant proche, étant manifestement très mauvaise. Ceci dit, le déficit de 1956 pe-

s'expliquer par les faibles précipitations de BOUMO; de même, les excédents de 1959 et 1963, et peut-être celui de 1964. Par contre, l'excédent de 1961 ne s'explique pas.

En ce qui concerne les maximums, on observe aussi une corrélation très satisfaisante, et même surprenante, si l'on tient compte de l'étalement de la crue dans la plaine et de la lenteur de son acheminement. Ceci est illustré par les crues de 1954 et 1955 représentées sur les graphiques 6.2.4.4 a et 6.2.4.4. b, en regard de l'hydrogramme de LAI.

Dans le tableau suivant figurent les hauteurs maximales à LAI, qui ont servi à calculer les débits maximaux du Grand Courant au départ du LOGONE comparés aux débits maximaux à MAROU :

Année	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
H_M à LAI	4,26	4,80	5,06	4,92	4,30	4,52	4,88	4,66	4,63	4,92	4,90	4,73	
Q_M à SATEGUI	25	101	162	129	32	57	120	78	73	129	123	85	
Q_M à MAROU	22	100	167	102	-	-	96	80	76	86	109	114	1,7

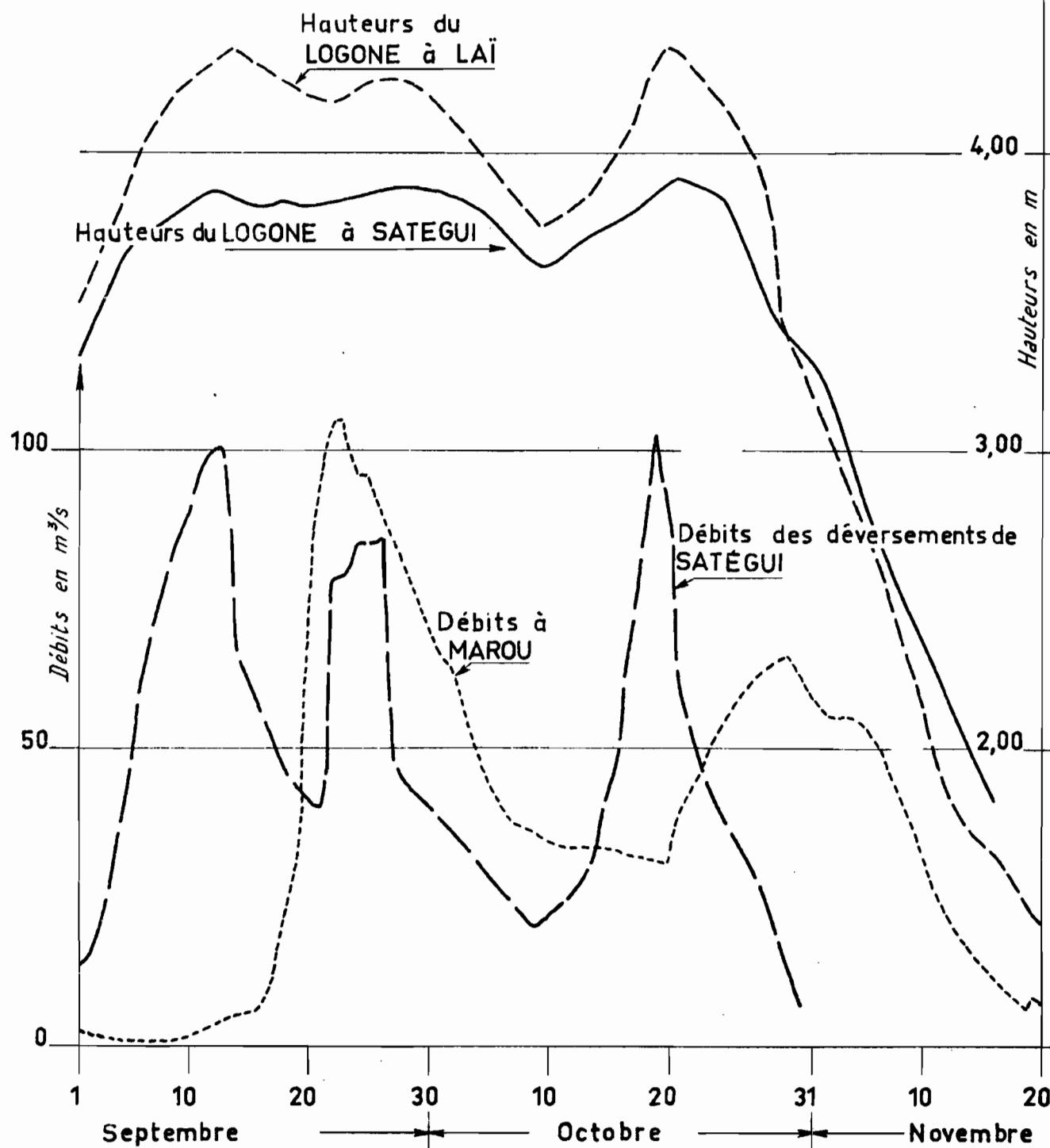
Les pluies de Septembre sont en partie responsables des différences observées entre les maximums et aussi de leur concordance, car elles viennent compenser l'étalement inévitable des pointes de crue.

Mais il faut aussi souligner l'influence des digues installées par les pêcheurs en travers de la dépression. Leur rupture soudaine provoque une crue plus importante à MAROU qu'elle ne le serait dans un lit bien dégagé.

En définitive, le régime du BA ILLI à MAROU est encore celui d'un bras détaché du LOGONE.

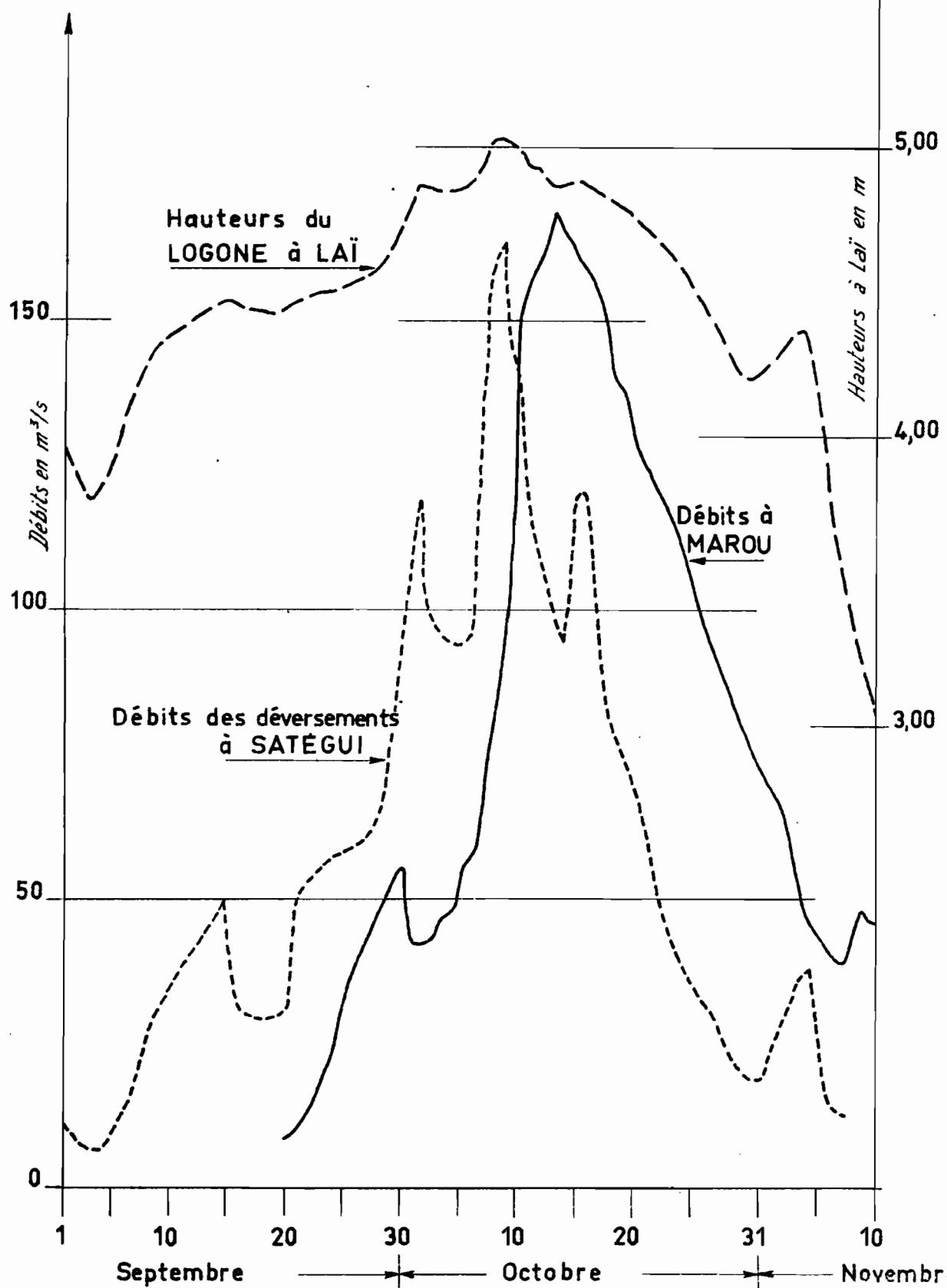
Débits du Grand Courant à SATÉGUIL et à MAROU en
fonction des hauteurs du LOGONE à LAÏ et SATÉGUIL

CRUE 1954



Débits du Grand Courant à SATÉGUIL et à MAROU Gr: 6244 b
en fonction de la hauteur du LOGONE à LAÏ

CRUE 1955



6.3. Le BA ILLI du Nord entre LOGONE et CHARI

6.3.1. Description

Alimenté par les déversements du LOGONE entre SATEGUI et GOUNDO (voir paragraphe 6.2.), le "Grand Courant" occupe l'un des sillons compris entre les longs cordons sableux, orientés Nord-Sud, véritables chaussées naturelles reliant LAÏ à BOUSSO.

A 38 km du LOGONE, au seuil de MAROU, les "écoulements en nappe" de la plaine de DERESSIA se rassemblent dans un cours d'eau bien constitué, le BA ILLI, qui suivra, entre LOGONE et CHARI, un trajet difficile de 340 km (1) jusqu'à son retour au LOGONE à LOGONE-GANA.

Section DJOKTO-KAOUALKE

En aval du seuil de MAROU, entre DJOKTO et KAOUALKE, le BA ILLI (2) décrit une large boucle s'infléchissant progressivement vers l'Ouest, direction qu'il prendra après le coude de KAOUALKE.

Dans la plaine constituée de sols argilo-sableux à concrétions calcaires, le lit fait de nombreux méandres. En étiage, les biefs sont occupés par des mares larges de 30 à 40 m et très profondes (3 à 5 m). En crue, les eaux recouvrent le lit mineur et le cours ne se distingue de la plaine inondée que par une végétation différente (némphars, herbes très denses). La végétation arbustive (savane, rônneraies) croît uniquement sur les cordons sableux bordant la dépression ; ces cordons parallèles forment un réseau de "dunes" allongées Nord-Sud jusqu'à N'GAI (km 20) et un réseau différent orienté Sud-Ouest - Nord-Est et perpendiculaire au cours d'eau entre N'GAI et KAOUALKE (km 131). Les réseaux recouvrant les argiles n'influcent d'ailleurs pas sur l'orientation du BA ILLI qui les recoupe sans être dévié.

Sur cette partie de son cours, le BA ILLI reçoit des eaux qui proviennent du LOGONE et emprunte les sillons Sud-Nord. Les riverains du LOGONE confirment qu'une pirogue peut, en forte crue, quitter le fleuve à MANGOU, entre KIM et DJOUMAÏ, et rejoindre le BA ILLI en se dirigeant droit au Nord par AMDJA, KOUMGOU et NGAM (3). Les fonds varient de 0,40 à 0,80 m.

(1) Les distances sont comptées suivant l'axe du lit majeur en recoupant les nombreux méandres du lit mineur.

(2) Dénommé "Marba" sur cette partie de son cours par les riverains.

(3) Voir chapitre 7 "Courant BOUMO-KIM et BISSIIF"

Près de KAOUALKE, le BA ILLI reçoit un petit affluent, large de 25 m, également praticable, selon la tradition, jusqu'au LOGONE. Ceci n'a rien d'impossible : entre KIM et KAOUALKE, la différence de niveau est de $344,375 - 328,570 = 15,795$ m pour une distance de 85 km, soit une pente de 18,8 cm au km, du même ordre que celle du LOGONE, et aucun relief ne barre le sillon.

Section KAOUALKE-BOUDOUGOUR

En aval de KAOUALKE, le BA ILLI traverse les plaines très sableuses et quelque peu accidentées situées au Nord-Est de BONGOR.

Elles sont recouvertes par la série des "sables de KELO" qui ont évolué en sols argilo-sableux ferrugineux, remaniés par l'érosion éolienne.

Le lit majeur, qui n'avait pas de limites précises entre DJOKTO et KAOUALKE, s'encaisse entre des berges presque verticales de 3 à 6 mètres. Large de 150 à 500 m, il est argileux alors que les berges sont limoneuses. Le lit mineur, bien dessiné, décrit dans ces limites des méandres encore plus développés qu'en amont, la pente étant plus faible. Les biefs restent en eau durant toute la saison sèche. La station de MOULKOU est installée dans cette partie du cours, 15 km en amont de BOUDOUGOUR, en contre-bas de la Mission Catholique. Les berges dominent la rivière de 4 à 5 mètres. Un pont en béton traverse le BA ILLI, emprunté par la nouvelle route BONGOR-GUELENGDENG.

(1) Cette région sableuse est recouverte par une forêt sèche très dense et la rivière coule entre deux rideaux d'arbres qui fixent les berges du lit majeur. Grâce à la proximité de la nappe phréatique, les arbres de cette "forêt sèche" sont beaucoup plus élevés que ceux de la savane sahélienne ordinaire, correspondant à une pluviométrie annuelle de 900 à 1000 mm.

Sur cette section, le BA ILLI ne reçoit aucun affluent. Des dépressions marécageuses y aboutissent et communiquent avec la rivière BISSIM mais, entièrement colmatées par la végétation, elles ne livrent passage à aucun courant.

Section de BOUDOUGOUR à MIGOU

La limite Ouest de cette zone sableuse, sur laquelle a été établie la route BONGOR-MITAU, est un véritable seuil bordant la "plaine du Nord de BONGOR", que le BA ILLI franchit péniblement.

(1) Forêt bien connue des chasseurs d'éléphants.

En arrivant à ce "seuil" il oblique en direction du Sud, vers HIRIM, puis remontant vers le Nord-Est, il suit la route HIRIM - BOUDOUGOUR. La traversée de la route se fait par plusieurs ponceaux échelonnés entre HIRIM et BOUDOUGOUR, le lit principal passant sous le pont de BOUDOUGOUR ; seules les hautes eaux empruntent les autres ponceaux.

La disparition du BA ILLI dans la "plaine au Nord de BONGOR" est un phénomène curieux : 2 km en aval du pont de BOUDOUGOUR, le BA ILLI se partage en deux bras de part et d'autre de MARKARIAM ; les lits mineurs disparaissent dans une zone marécageuse sans courant, encombrée d'herbes très serrées. Quelques arbres poussent à même le lit inondé. Cependant, il reste trace d'un lit majeur de 150 à 200 m, dont les berges ont de 1 m à 1,5 m et qui est bordé par une série de buttes exondées et boisées. Mais ce lit n'est plus emprunté par le BA ILLI, dont les eaux s'écoulent de préférence vers le Sud et traversent la plaine inondée au Nord de BONGOR près du village de GOULMOUN AFATA.

Le lit se reforme quelques kilomètres en amont de MIGOU : quittant la plaine de GOULMOUN AFATA, il est relativement encaissé à la traversée de la route de MAGAO, à 2 km de MIGOU (fond du lit 308,66, berges 313,76). Mais un courant plus important provient de la dépression située entre MAGAO et MIGOU et alimente le BA ILLI en aval de MIGOU. Ce courant draine, outre les eaux du BA ILLI, celles de la rivière BISSIM qui se jette également dans la plaine au Nord de BONGOR, après avoir traversé le "seuil" BONGOR-MITAU à la digue de BARYAM (1).

Les phénomènes constatés entre BOUDOUGOUR et MIGOU semblent signifier que la pente est plus faible sur cette partie du cours. Il n'en est rien, bien au contraire : elle est de l'ordre de 24 cm au km. L'étagement des eaux n'est dû qu'au changement de nature du sol, brusquement très argileux. Le tapis strictement herbacé, qui s'y développe, s'oppose à la formation des lits et provoque un écoulement diffus en nappe qui se maintient sous cette forme malgré l'importance du débit et de la pente.

Section de MIGOU à DIAO

En aval de MIGOU, le BA ILLI, redevenu une véritable rivière, reçoit de part et d'autre les petits affluents collectant les eaux d'inondation de la plaine dont il est séparé par un bourrelet de berge continu et exondé jusqu'à MAGAO-KOURBOUHOUNA.

(1) Voir chapitre 7

La largeur du lit est de 100 m et les profondeurs sont supérieures à 4 mètres. Le long des berges poussent des mytragines réalisant le même paysage que sur la rivière BISSIM ou sur la LOKA.

Les lits des affluents sont bien dégagés à leur arrivée dans le BA ILLI mais, plus en amont, leur profondeur décroît rapidement. Ils se colmatent progressivement et disparaissent dans les herbes. L'affluent de MAGOUA a un lit marqué sur une distance de 100 m, mais la profondeur est réduite à 0,30 m à 1500 m du confluent.

Depuis KOURBOUHOUNA au km 237, les berges sont beaucoup moins marquées, notamment sur la rive gauche, et le BA ILLI communique directement avec les plaines jusqu'au confluent de la MANDJAFÀ (au km 251). Le confluent de la MANDJAFÀ est bien visible, près de DIAO, mais après un parcours de 500 mètres en amont du confluent le lit est envahi par les roseaux et le riz vivace. Cette rivière drainait, avant l'endiguement de la rive droite du LOGONE en aval de BONGOR, les déversements du fleuve entre OOL et GOUAYE et les débits des "défluents", dont le plus important était le BAA, près de KOUTI. La MANDJAFÀ n'est pas une rivière à proprement parler mais une "Bouta", succession de mares sans courant dont les qualités de drain se sont révélées très contestables lors des fortes pluies de 1957. Ces mares sont séparées par des seuils affleurant au niveau des plaines. La végétation aquatique, nénuphars ou riz sauvage, y est très dense, à tel point que la circulation est plus facile sur les rives que dans la mare elle-même.

15 km en amont de MORNOU, au km 261, le lit s'est rétréci progressivement et n'atteint plus qu'une largeur de 2 à 3 mètres. Il est encadré d'arbustes poussant à même le lit. 10 km en aval de MATASSI, il n'y a plus trace de rivière. Les eaux se dispersent dans la plaine inondée autour du village de KRASKO. Parallèlement et 13 km à l'Ouest renaît un nouveau lit à peine marqué. Plus à l'Est, les géographes de l'IGN ont baptisé LOUMIA un autre cours possible du BA ILLI rejoignant la vraie LOUMIA entre CHARI et le LOGONE : en fait, la notion de lit n'a plus de sens dans cette région qui se transforme en saison des pluies en un immense lac submergeant tout relief, si ce n'est quelques buttes minuscules établies sur d'anciens bourrelets. Les lits indiqués sur les cartes ont perdu toute fonction : ce sont les traces d'anciens cours du LOGONE ou du BA ILLI dont l'activité remonte à l'époque lointaine où le delta LOGONE-CHARI était plus proche et le drainage de la plaine facilité par une pente plus forte qu'actuellement, et qui se sont maintenus parce que les eaux, totalement décantées, n'ont pu les colmater.

Le BA ILLI perd donc toute individualité en aval de MORNOU où il n'est qu'un tributaire particulier de la plaine inondée. Cependant, traditionnellement, l'important cours d'eau dénommé KOUNAMBOU, qui draine plus ou moins mal cette plaine, est considéré comme l'aboutissement du BA ILLI au LOGONE.

Cette rivière, large de 75 à 120 m, profonde de 8 à 10 m en crue, prend naissance dans la plaine, puis, après un parcours rectiligne d'une quinzaine de kilomètres rejoint le LOGONE à LOGONE-GANA.

Les eaux qu'elle reçoit du BA ILLI sont peu de chose en comparaison des déversements de rive droite du LOGONE en aval de KATOA (1) et, éventuellement, des apports du CHARI par la LOUMIA.

Le retour des eaux de la plaine au LOGONE et leur rassemblement dans la KOUNAMBOU s'explique par la topographie. La pente générale du sol était, en amont de LOGONE-GANA, dirigée du LOGONE vers le CHARI et tend ici à s'inverser (2). C'est en particulier pour cela que la LOUMIA coule du CHARI vers le LOGONE.

-
- (1) En amont de leur confluent, LOGONE et KOUNAMBOU ont un débit équivalent lors des fortes crues.
 - (2) Les pentes de la plaine entre LOGONE et CHARI (ou BA ILLI) sont les suivantes, selon diverses transversales :

BONGOR - MIGOU	:	25,4 cm/km
KOUMI - GUIAO	:	22
GOUÉÏ - GUIAO	:	18
KATOA - MORNOU	:	17
GAMSEÏ - MATASSI	:	11
LOGONE-GANA-MAILAO	:	0

En aval d'HOLLOM, la pente vers le CHARI est insignifiante et l'écoulement des eaux dans les plaines est parallèle au LOGONE.

Filtrées et décantées, les eaux de la KOUNAMBOU sont absolument limpides, souvent même assombries par les sels humiques (BA ILLI signifie "rivière noire"). Elles contrastent avec les eaux du LOGONE, opalescentes et troubles bien que relativement peu chargées en sédiments. Lors des fortes crues, les eaux ne se mélangent que plusieurs kilomètres en aval de LOGONE-GANA, où se trouve le confluent.

6.3.2. Profil en long du BA ILLI du NORD

Les altitudes de certains points du thalweg ont pu être déterminées avec précision grâce aux nivelllements de l'IGN et de l'équipe hydrologique de l'ORSTOM et ont été reportées sur le tableau 6.3.2. Dans le cours inférieur en aval de MIGOU, les cotes sont beaucoup plus imprécises. En aval de DIAO, dans la plaine inondée, la notion de rivière n'a plus de sens, mais nous savons que les cotes du plan d'eau sont celles du LOGONE à quelques centimètres près.

Les distances ont été évaluées le long de l'axe du lit majeur et non pas, comme cela avait été fait pour la première Monographie du LOGONE, suivant les méandres du lit mineur qui sont, du reste, recouverts en hautes eaux. Ainsi évalué, le trajet SATEGUI-LOGONE-GANA par le BA ILLI se réduit de 410 à 340 kilomètres.

Les pentes du profil du thalweg sont les suivantes :

Section		Dénivellation (m)	Distance (km)	Pente (cm/km)
du LOGONE à DILA (profil du thalweg)		4,7	10	47 10^{-5}
de DILA à DJOKTO (profil du thalweg)		9,02	34	26,5 10^{-5}
de DJOKTO à N°GAM	"	8,68	46	18,8 10^{-5}
de N°GAM à BOUDOUGOUR	"	16,40	113	14,5 10^{-5}
de BOUDOUGOUR à MIGOU	"	5,94	22	27 10^{-5}
de MIGOU à LOGONE-GANA (profil des PHE)		12,0	115	10,4 10^{-5}

Tableau 6.3.2
Profil en long du BA ILLI du Nord (IGN 1953-1962)

Emplacement	Distance (km) (1)	Repère	Cote du thalweg	Remarques
SATEGUI repère IGN 7 (macaron)			354,169	
GOUNDO " 6 "			352,457	
Route à mi-chemin entre SATEGUI et GOUNDO	0		353,40	
Zéro de l'échelle 8 entre DILA et NANDE			348,666	
Fond de la dépression " "	10		348,70	
Fond de la dépression au droit de DERESSIA	30		343,24	
Zéro de l'échelle 15 à MAROU			340,945	
Fond de la dépression au seuil de MAROU " au droit de DJOKTO	38		341,64	
	44		339,68	
Borne 8 à N°GAM repère			333,771	
Fond du BA ILLI au droit N°GAM à 6 km	90		331,00	à 1,00 m près
Borne 9-1 à BONGORSO			331,075	
Fond du BA ILLI près de SOTO	99		229,00	à 1,00 près
Borne Astro KAOUALKE repère 11 II			328,570	
Fond du BA ILLI près de KAOUALKE	131		326,00	à 1,00 m près
BA ILLI sur la route de MOUSGOUKOU repère 12			326,414	
Fond du BA ILLI	134		325,50	à 0,50 m près
MOULKOU zéro de l'échelle point de fond du BA ILLI	197			
BOUDOUGOUR repère IGN calé RD			318,798	318,94 IGN 1952
zéro de l'échelle de BOUDOUGOUR			315,548	315,69 IGN 1952
Fond du BA ILLI	203		314,60	H E 1950 : 319,048
Ponceau à 8,9 km de BAKI-MALARAM sur la route de MIGOU - fond	212		314,76	(plaine du Nord de BONGOR)
Ponceau à 5,4 km de MIGOU (route de BAKI-MALARAM)	219		312,14	point de fond (plaine au Nord de BONGOR)

(1) Distance mesurée suivant l'axe du lit majeur en recoupant les méandres du lit mineur.

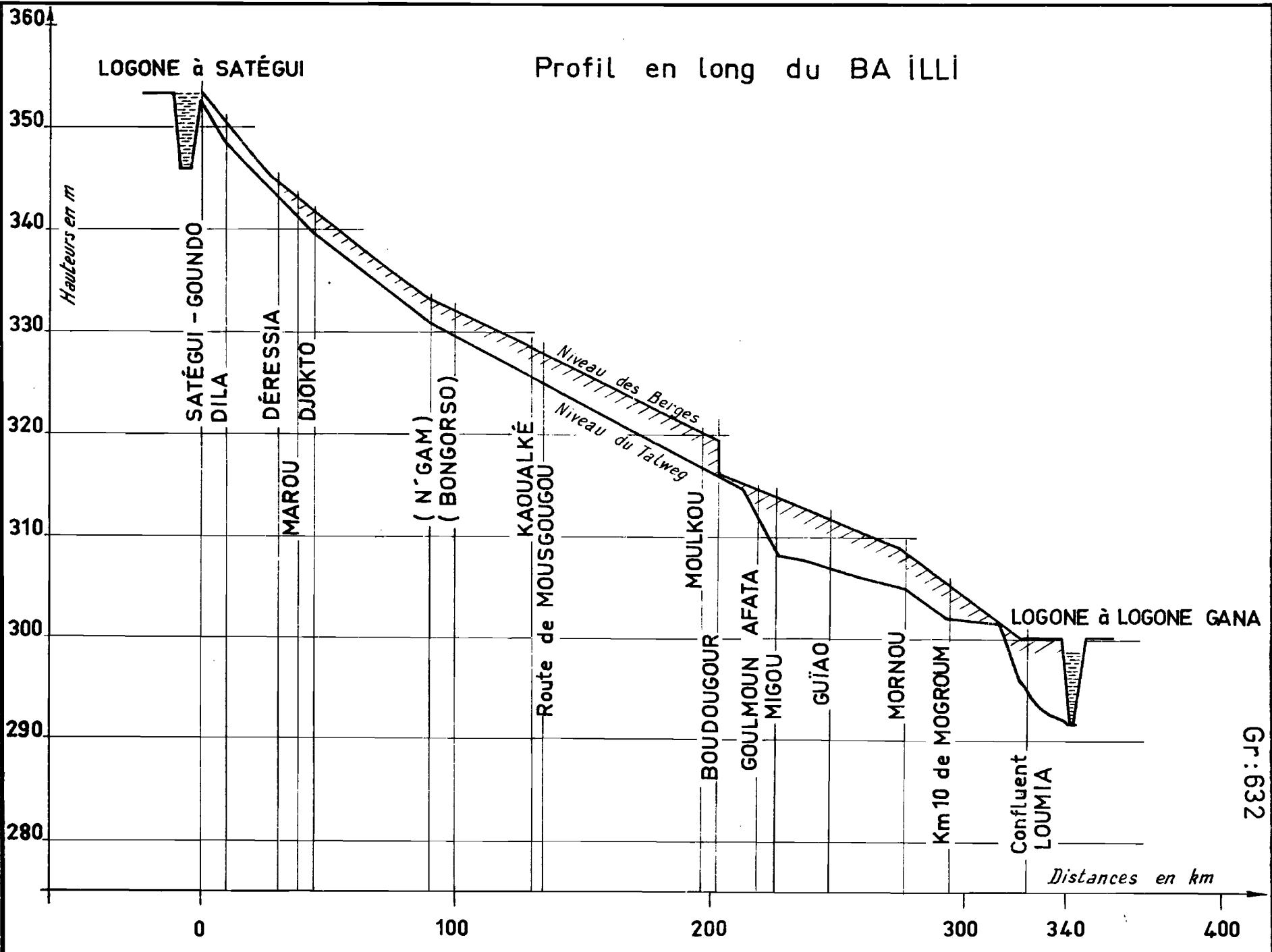
Tableau 6.3.2. (Suite)

Emplacement	Distance:		Cote du thalweg	Remarque
	km (1)	Repère		
Borne de BAKI-MALARAM H 52		313,67		
Km 1,6 de MIGOU - route de MAGAO point de fond du ponceau	225		308,66	H E 313,00
GUIAO échelle de crue n° 95 zéro	247			
MORNOU point coté sur la carte point de fond du BA ILLI à MORNOU		309,00	307,00	à 1,00 m près
Route de MOGROUÏ à FORT-LAMY borne IGN 7 IV à 7,71 km de MOGROUÏ borne IGN 8 à 10,32		306,700 305,878		
Point de fond de la LOUMIA - BA ILLI	293		302,00	à 1,00 m près
Confluent des 2 LOUMIA point coté sur la carte fond	325	300,00	296,00	à 1,00 m près
LOGONE-GANA borne IGN 6 borne H 52		301,425 301,255		
Zéro de l'échelle de crue étiage		295,21(2) 295,60		H E 301,00
LOGONE point de fond KOUNAMBOU	340		294,50 294,50	0,50 m près

(1) Distance mesurée suivant l'axe du lit majeur, en recoupant les méandres du lit mineur.

(2) Le répertoire IGN de MOGROUÏ indique 296,05 pour l'échelle nivelée en 1954-1955. Les vérifications ultérieures montrent que cette cote est manifestement erronée.

Profil en long du BA ILLI



Le profil est donc régulier jusqu'au km 203, à BOUDOUGOUR. Arrivé dans les basses plaines du LOGONE, le BA ILLI suit un cours beaucoup plus capricieux et accidenté. L'anéantissement de la rivière dans la plaine au Nord de BONGOR est suivi d'une réapparition à MIGOU avec un lit beaucoup plus profond, répondant d'ailleurs à un débit plus important qu'en amont (apports de la BISSIM) ; ceci se traduit par une forte dénivellation entre GOULMOUN-AFATA et MIGOU.

Au-delà de GUIAO le profil est très irrégulier, à des biefs profonds succèdent des seuils atteignant le niveau de la plaine et où, par conséquent, le lit disparaît totalement. Dans cette section, nous avons dessiné le profil de hautes eaux et non celui du thalweg.

Nivellement de la plaine au Nord de BONGOR, transversalement aux courants du BA ILLI

Nous avons vu que le BA ILLI disparaissait dans la plaine au Nord de BONGOR. Les nivellments suivants jalonnent l'extrême Nord de la plaine et la traversée entre MIGOU et MAGAO :

a) Dépression entre BOUDOUGOUR et MIGOU :

Nivellement extrait du cheminement BAKI MALARAM - KATOA effectué en Janvier 1952 (ce nivellment se ferme sur les bornes nivélées par l'IGN de BAKI MALARAM (cote 1952 : 318,44 contre 318,196 en 1956 : correction - 0,24) et de KATOA (cote 1952 de la borne H 52 : 313,46 contre 313,323 en 1956, correction - 0,13). Etant donné la proximité de BAKI MALARAM, nous effectuerons une correction constante de - 0,24 sur les cotes de 1952.

: Dépression entre BAKI MALARAM et MIGOU (le long de la route)	: km :	Cote 1952	: Cote 1956	: km :
:	:	:	:	:
: BAKI-MALARAI (borne IGN)	: 0 :	318,44	: 318,196	:
: Village de DIBANGERIO	: 5,9:	316,80	: 316,56	:
: Ponceau point de fond	: 7,6:	315,67	: 315,43	:
: " "	: 8,9:	315,00	: 314,76	: 212:
: " "	: 10,3:	315,17	: 314,83	:
: Village de NAHAÏM	: 11,0:	316,72	: 316,48	:
: GOULMOUN (borne H 52)	: 14,2:	315,52	: 315,28	:
: GOULMOUN AFATA	: 15,0:	315,12	: 314,88	:
: Ponceau BA ILLI (fond)	: 17,8:	312,38	: 312,14	: 219:
: Hautes eaux (estimées)	: 17,8:	314,80	: 314,56	:
: Village de DAMNA	: 21,1:	314,85	: 314,61	:
: Village de MIGOU (borne H 52)	: 23,2:	313,91	: 313,67	:
:	:	:	:	:

b) Dépression entre MIGOU et MAGAO

:	Emplacement	: km :	IGN	: IGN	: BA ILLI	:
:			1952	1956	(km)	:
:	MIGOU borne H 52 (au campement)	: 0 :	313,91	313,67	:	:
:	1er ponceau (niveau des berges) (chaussée)	: 0,8 :	313,24	313,00	:	:
:	" fond	: 0,8 :	311,34	311,10	225	:
:	2ème ponceau BA ILLI chaussée	: 1,6 :	310,10	309,86	:	:
:	" thalweg	: :	308,90	308,66	225	:
:	Borne H 52 route BONGOR-FORT-LAMY	: 1,7 :	312,48	312,24	:	:
:	Point sur la route (1)	: 1,8 :	314,06	313,82	:	:
:	Village de MAGAO borne H 52 (1)	: 14,0 :	315,96	315,72	:	:
:		: :	:	:	:	:

(1) Lors de notre passage sur cette route en 1952, en pleine crue, la route était inondée de 30 à 40 cm d'eau sur la majeure partie du trajet MIGOU-MAGAO (Note BOUCHARDEAU).

6.3.3. Topographie du "Bassin" du BA ILLI du Nord - Profil des plaines entre LOGONE et CHARI

De nombreux courants s'échappent du LOGONE en direction du BA ILLI :

Le "Grand Courant" de GOUNDO-SATEGUI est l'origine du BA ILLI. Il reçoit sur sa rive gauche d'autres courants provenant du LOGONE. Nous avons vu qu'il est possible de gagner KAOUALKE en partant de KILI et MANGOU, en che minant dans les dépressions Sud-Nord comprises entre les cordons sableux.

Plus en aval, le courant provenant de la rivière BISSIM en empruntant la plaine au Nord de BONGOR est un affluent beaucoup plus important. Les plaines de la rive gauche du LOGONE entre OGOL et GOUYE sont drainées en direction de la MANDAF qui n'est qu'un intermédiaire submergé par les courants gagnant le BA ILLI entre MIGOU et DIAO. Mais, au-delà, les courants ne sont plus dirigés vers le BA ILLI qui, du reste, est "noyé" dans l'immense plaine inondée en arrière de HOLLOW : ils sont orientés Sud-Nord, parallèlement au LOGONE, avant de se rabattre sur le fleuve à LOGONE-GANA.

Les pentes des plus courts chemins entre LOGONE et CHARI, que l'on trouvera dans les tableaux suivants, expliquent bien ces phénomènes. Le fait que le BA ILLI ne s'écoule pas suivant la ligne la plus basse entre LOGONE et CHARI est cependant surprenant ; ce phénomène est manifeste sur le profil HAM-MOSGOUGOU passant par le coude de KAOUALKE. La cote du thalweg du BA ILLI est 326,00 alors que le village de BATIM, 21 km au Nord en direction du CHARI, est à 325,00. A BOUDOUGOUR, le thalweg est à 315,00, les berges à 321,00 ; 18 km au Nord, le sol est à 316,70. Si le BA ILLI ne rejoignait pas le CHARI c'est en raison du bourrelet de berge relativement élevé qui borde le fleuve et atteint 3 mètres à MOUSGOUGOU, 6 mètres à MITAU, 2 à 3 mètres à GUELENGDENG, 2 mètres environ à MOGROUM.

Profil LAI-BOUSSO (recoupant le BA ILLI du Sud au km 100 du profil)

LOGONE à LAI km 0		CHARI à BOUSSO km 127	
Berge	358,10		334,50
PHE	356,37 (351,31 + 5,06)		331,05 (1955)
Fond	350,00		325,00
Etiage			326,20

Pente générale : 23,6/127 = 17,7 cm/km

Profil HAM-MOUSGOUGOU

LOGONE	:	KAORA	:	KOUMSOUL	:	HARBOGO	:	KAOUALKE	:	BA ILLI	:	BATIM	:	MOUSGOUGOU
à HAM	:		:		:		:		:	Nord	:		:	(CHARI)
km 0	:	km 8	:	km 18	:	km 45	:	km 67	:	km 68	:	km 89	:	km 93
	:		:		:		:		:		:		:	
Berge 337,30:	336	:	333,50	:	330,20	:	328,40	:	326,00	:	325,10	:	Berge 328,00:	
PHE	:		:		:		:		:		:		:	PHE 318,80:
Fond 330,00:		:		:		:		:					:	Fond 313,00:
Etiage	:		:		:		:		:		:		:	Etiage 314,01:
	:		:		:		:		:		:		:	

Pente générale entre LOGONE et CHARI = 9,30/93 = 10 cm/km

" " " LOGONE et BA ILLI = 8,90/68 = 14,8 cm/km

- 366 -

Profil BONGOR-MITAU

LOGONE	: Borne I:	BISSIM à	: Borne	: BAKI	:	AINI	: BA ILLI à	: Borne	: Borne	:	CHARI à MITAU
à BONGOR	: mle. 67:	BARIAM	: 68	: MALARAM	:		: BOUDOUGOUR	: 72	: 73	:	
km 0	: km 10,5:	km 15	: km 17	: km 27:	km 35:	km 38	: km 46	: km 56	:	km 73	:
	:		:								
Berge 328,00	321,80	Berge 322,00	320,53	318,19	319,002	Berge 321,80	317,272	316,717	Berge 323,00		
PHE 325,93:		: PHE 322,34:				: PHE 319,00:			PHE 313,80		
Fond 321,00:		: Fond 320,00:				: Fond 316,00:			Fond 307,00		
	:	:	:	:	:	: Etiage 317,50:			Etiage 308,83		

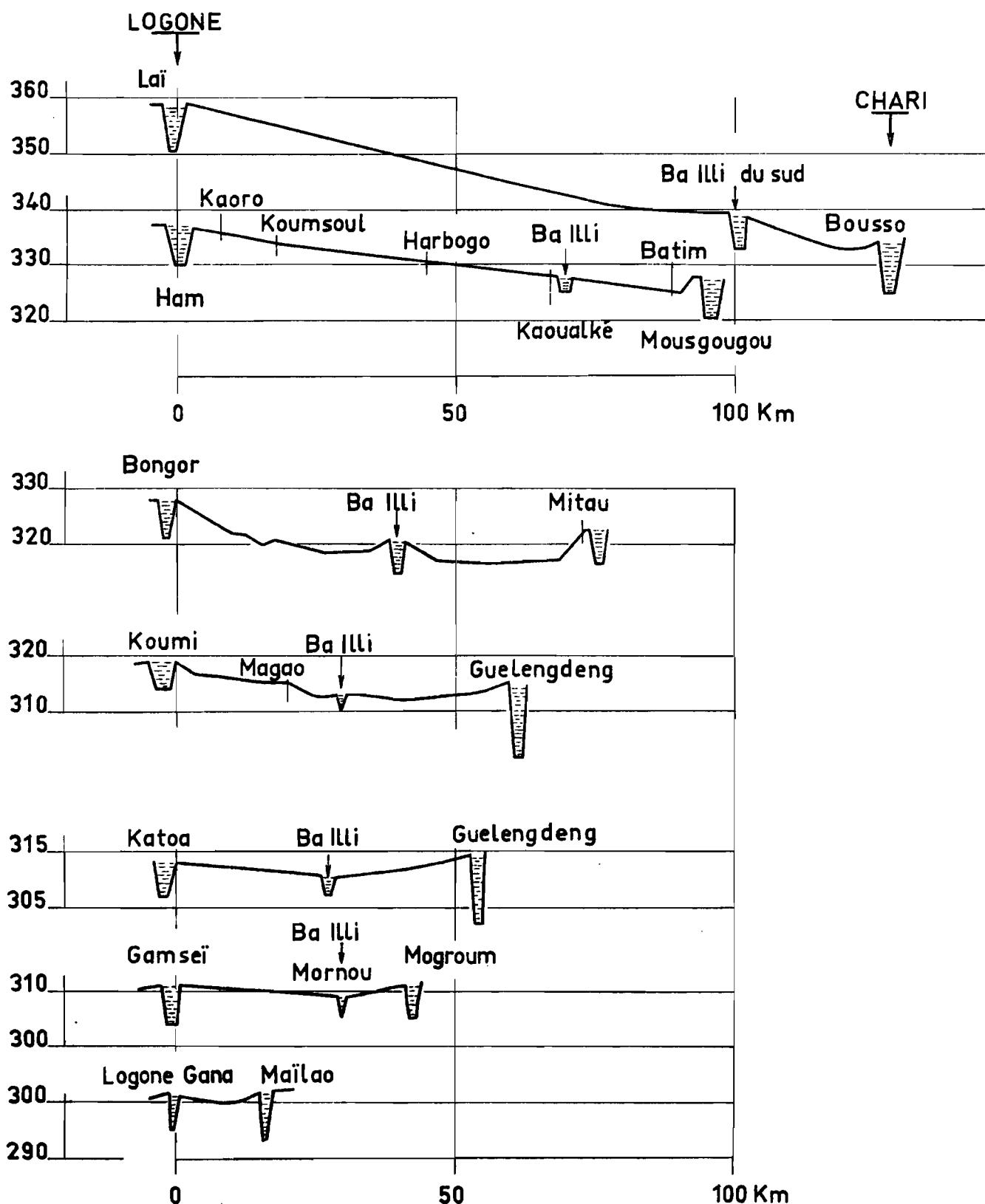
Pente entre LOGONE et BA ILLI = 7/38 = 18,4 cm/km

" " LOGONE et CHARI = 5/73 = 6,9 cm/km

Mais le point le plus bas de la dépression se trouve au-delà du BA ILLI et 4,00 m en dessous de ses berges.

Plaines de la rive droite du LOGONE

PROFILS ENTRE LOGONE ET CHARI



Profil KOUMI-GUELENGDENG

LOGONE à KOUMI	MAGAO (butte)	Dépression MAGAO-MIGOU	BA ILLI à MIGOU	CHARI à GUELENGDENG
km 0	km 20	km 25	km 30	km 60
Berge 319,15	315,70	(312,80)	Berge 313,80	Berge 315,20
PHE 319,51			PHE 313,00	PHE 310,47
Fond 314,50			Fond 308,00	Fond 303,50
:	:	:	:	Etiage 305,08
:	:	:	:	:

Pente entre LOGONE et BA ILLI (berges) 5,35/30 = 17,9 cm/km
 " " LOGONE et CHARI (") 3,95/60 = 6,6 cm/km

Mais les pentes sont très différentes en ce qui concerne les niveaux des nappes d'eau

Pente entre LOGONE et BA ILLI 6,51/30 = 21,6 cm/km
 " " LOGONE et CHARI 9,04/60 = 15,7 cm/km

Profil GAMSEI-MOGROU

GAMSEI (LOGONE) km 0	MORNOU km 30 point coté sur le sol	MOGROU (CHARI) km 41,5
Berge 309,0	309	Berge 310,624 (borne Astro)
PHE 309,74		PHE 307,55
Fond 304,00		Fond 301,00
:		Etiage 302,29

Butte de GAMSEI = 311,255

Profil LOGONE-GANA-MAILAO

LOGONE à LOGONE-GANA km 0	Dépression entre LOGONE- GANÀ et MAILAO km 8	CHARI à MAILAO km 16
Berge 301,20		Berge 302,00
PHE 301,00		PHE 301,50
Fond du lit 295,00		Fond du lit 294,00
:		Etiage 295,50
:		:

6.3.4. Hydrologie du BA ILLI Moyen

Sur les 4 stations installées sur cette partie du cours, MOULKOU (km 197), BOUDOUGOUR (km 203), MIGOU (km 219) et GUIAO (km 247), seule la station de MOULKOU a été suivie avec quelque continuité grâce à la présence de la Mission Catholique. Les autres stations situées dans un pays totalement dépourvu de lecteurs, il y a quelques années, ont été pratiquement abandonnées. La confiance que l'on peut accorder aux lectures de MOULKOU est limitée, mais se justifie a posteriori par le caractère rassurant de leur corrélation avec celles de MAROU.

Il est intéressant de comparer les débits de MAROU, presqu'à l'origine du BA ILLI (km 40) et ceux de MOULKOU, 157 km en aval.

Année	Module		Maximum		Délai (jours)
	MAROU m ³ /s	MOULKOU m ³ /s	MAROU m ³ /s	date	
1950					5,7 (1)
1954	8,9		100	29-9	199 (1)
1955	12,4	-	167	14-10	125
1956	(5,8)	-	102	20-10	76
1957	((1,1))	((1,6))	-		6
1958	((3,9))	-	-		20
1959	8,5	-	96	27-9	
1960	7,4	(9,3)	80	21-10	62
1961	8	-	76	23-9	> 84
1962	7,1	-	86	20-10	77
1963	11,5	(17)	109	17-9	122
1964	15	(12,4)	114	6-10	78
1965	0,24		5	29,9	16
					24-9

(1) Mesure faite à BOUDOUGOUR

On constate, avec le peu de points dont nous disposons, qu'il y a une certaine proportionnalité entre les débits de MAROU et de MOULKOU, cette dernière station ayant généralement des modules plus élevés en moyenne de 12 % et des maximums plus faibles de 20 %.

Les modules sont donc voisins et il apparaît que le BA ILLI reçoit peu d'apports entre MAROU et MOULKOU. Les apports dus aux précipitations sont vraisemblablement très faibles puisque l'on constate que lors des années de très faible déversement, il n'y a pas eu de crue du BA ILLI, malgré un bassin versant propre de quelques 9 000 km² (1).

La courbe de crue est plus écrasée à MOULKOU qu'à MAROU et le maximum est diminué de 20 % en moyenne, ce qui ne saurait nous étonner après le long parcours du BA ILLI.

Le délai d'acheminement normal de l'onde de crue semble être de l'ordre du mois. Les crues de MOULKOU, plus précoce que celles de MAROU, sont vraisemblablement dues à des précipitations sur le bassin versant.

En ce qui concerne les stations en aval de MOULKOU, il est difficile de tirer beaucoup d'informations des lectures fort dispersées et douteuses de BOUDOUGOUR, MIGOU et GUIAO.

D'autre part, les quelques mesures de débit faites à ces stations ne suffisent absolument pas pour traduire les lectures en débits. Nous retiendrons cependant la série de mesures fort intéressantes faites en Novembre 1955 à l'époque du maximum de la crue.

En amont de la plaine du Nord-BONGOR, à MOULKOU et à BOUDOUGOUR, le débit du BA ILLI est de 125 m³/s (MOULKOU), de 136 m³/s (BOUDOUGOUR). (Nous passons sous silence la mesure faite à BOUDOUGOUR le 15 Novembre 1955 : 45 m³/s qui n'enregistre qu'une partie du débit, celle provenant de la BISSIM et passant sous le "pont de BOUDOUGOUR").

A MIGOU, le 17 Novembre 1955, la mesure faite pour H = 3,98 donne 135 m³/s, donc le même débit, malgré la disparition du lit dans la plaine entre BOUDOUGOUR et GOULMOUN AFATA.

A GUIAO, le 18 Novembre 1955, pour H = 2,52, le débit est de 200 m³/s (le maximum a été de 2,56 le 24 Novembre 1955, légèrement supérieur au niveau du 18 Novembre). La différence entre GUIAO et MIGOU provient des apports de la rivière BISSIM qui a donné un maximum, le 26 Octobre 1955, de 380 m³/s, le débit n'étant plus le 15 Novembre 1955 que de 110 m³/s et le

(1) Une faible crue du LOGONE n'implique pas une pluviométrie déficiente sur le bassin du BA ILLI, situé dans une autre zone climatique que le haut bassin du LOGONE.

20 Novembre 1955 de 58 m³/s. L'accumulation dans la plaine au Nord de BONGOR semble avoir été telle que la crue du 26 Octobre 1955 de la BISSIM n'est parvenue à GUIAO que beaucoup plus tard, en même temps que celle du BA ILLI. Ajoutons, encore une fois, que les lectures sont trop douteuses, cependant, pour conclure.

En 1956, le maximum à MIGOU a été de 4,10 m³/s le 26 Octobre, qui correspond vraisemblablement au maximum de MOULKOU du 18 Octobre 1956. D'après la mesure faite le 10 Octobre 1954 à MIGOU, pour H = 4,00 m - Q = 58 m³/s, le maximum de 1956 aurait été de 64 m³/s, contre 76 m³/s enregistrés à MOULKOU. La correspondance est donc très bonne comme en 1955.

Le BA ILLI à MIGOU

L'échelle a été rattachée par TIXIER à la borne H 52 du campement de MIGOU, cotée en Février 1952 313,91 (nivellation ORSTOM de BAKI-MALARAH à KATOA), pour 318,44 à la borne IGN de BAKI-MALARAH.

La cote actuelle de la borne H 52 est donc 313,67 pour la cote IGN 66 de BAKI-MALARAH : 318,196.

En admettant que la correction n'a pas été faite sur le document en notre possession :

le zéro de l'élément 0-2 (1) était 309,26 IGN 1953 soit 309,02 IGN 1956
2-4 308,74 308,50
4-5 308,75 308,51
5-6 308,75 308,51

-
- (1) Un document GR donne des cotes supérieures de 1,00 m pour les relevés de la crue 1956. Il semble que ce soit une erreur d'addition. Il était facile de vérifier la cote exacte, l'échelle ne se trouvant qu'à 1 km de la borne H 52. D'ailleurs, d'après les niveaux avancés par le GR, le campement de MIGOU aurait été presque inondé en 1955 (4,98, soit 313,49), ce qui ne semble pas avoir été le cas à notre connaissance.

Deux mesures de débit seulement ont été faites à MIGOU (d'après un document de TIXIER) :

le 10-10-1954 : $H = 4,00 \text{ m}$ $Q = 58 \text{ m}^3/\text{s}$

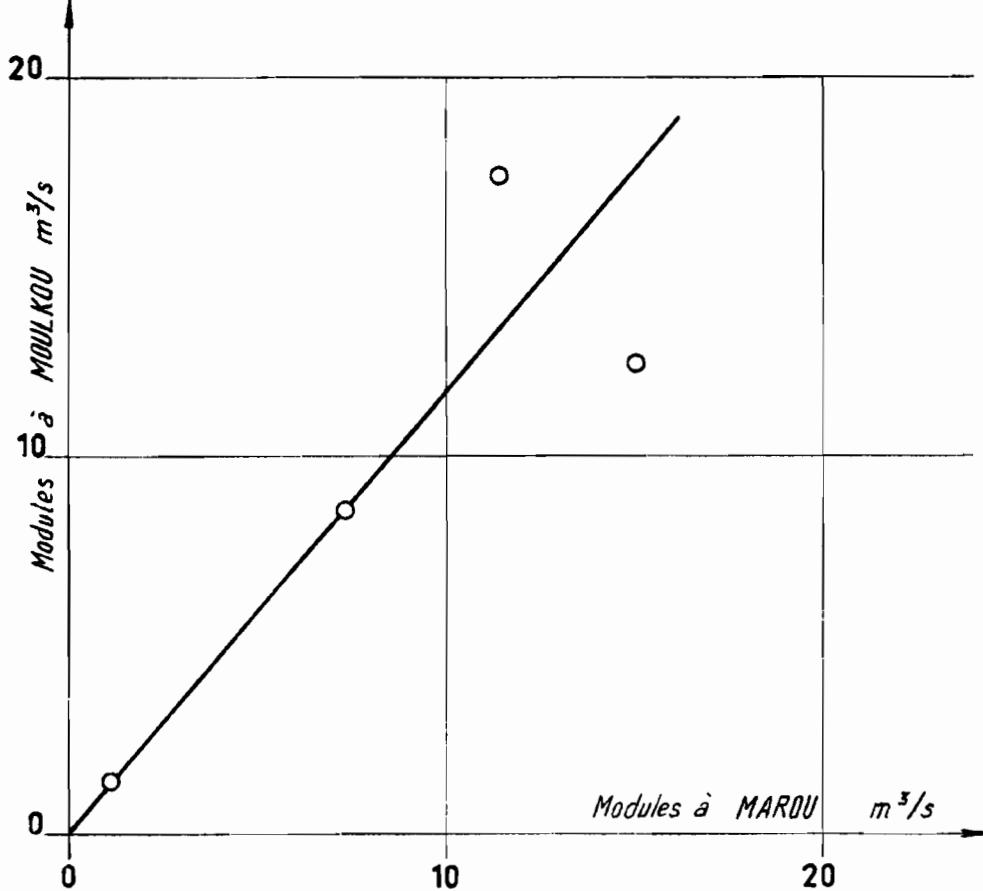
le 17-11-1955 : $H = 4,98 \text{ m}$ $Q = 135 \text{ m}^3/\text{s}$

Les maximums connus sont :

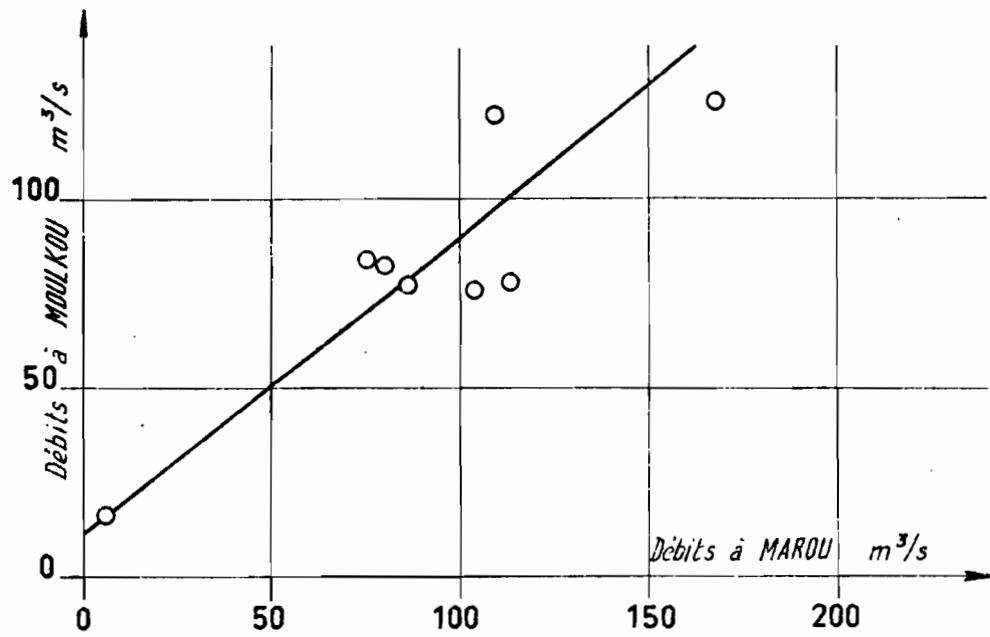
1952	:	(4,05 ?)	(1)
1954	:	supérieur à 4,00 m	
1955	:	4,98 m	
1956	:	3,71 m	

-
- (1) Le document original indique une autre estimation pour le maximum de 1952 : 5,05, qui paraît erronée. Il n'y avait pas alors d'échelle de crue à MIGOU et le niveau a été mesuré par niveling direct, il donnait 312,80, soit seulement 4,05 et non 5,05. De plus, le débit de 150 m³/s indiqué pour 1952 résultait de l'extrapolation de la mesure de 1955 ($H = 4,98$ $Q = 130 \text{ m}^3/\text{s}$). (En 1952, n'a pas pu être faite qu'une vague estimation de 130 m³/s dans la première Monographie du LOGONE). Il n'a plus de signification si le niveau est seulement 4,05. 1955 aurait donc été la plus forte année observée, ce qui est le cas général dans tout le système du LOGONE Inférieur.

Comparaison des modules du BA ILLI
aux stations de MOULKOU et de MAROU



Comparaison des débits maximaux du
BA ILLI à MOULKOU et à MAROU.



6.4. Plaines de rive droite en aval de BONGOR

6.4.1. De BONGOR à LOGONE-GANA

Les plaines entre LOGONE et CHARI présentent une pente générale vers le CHARI jusqu'à la hauteur de LOGONE-GANA. Au-delà, cette pente tend à s'inverser, puis les deux cours d'eau aboutissent au même niveau imposé par leur confluence à FORT-LAMY.

Immédiatement en aval de BONGOR, la pente transverse du bourrelet de berge est particulièrement forte. Avant l'endiguement effectué en 1952, entre BONGOR et KATOA (1), plusieurs défluents, maintenant fermés, inondaient la plaine. Il convient cependant d'en donner la description pour indiquer les modifications considérables apportées à l'équilibre naturel par leur suppression.

Le défluent de BONGOR ou "Mayo BON" prend naissance 3 km en aval de BONGOR, traverse la route BONGOR-OGOL à 150 m du fleuve, puis après un parcours sinueux de 3 km se divise en plusieurs bras qui s'évanouissent dans la "plaine au Nord de BONGOR" (qui est drainée au Nord par le BA ILLI de HIGOU). Pour une hauteur de 2,81 m à BONGOR, le 26 Octobre 1951, les caractéristiques étaient les suivantes :

- largeur	:	17 m
- profondeur moyenne	:	2,25 m
- vitesse moyenne	:	0,90 m/s
- débit	:	30 m ³ /s
- pente	:	0,22/1000

Les berges en période d'érosion active étaient verticales.

Le défluent de KOUMI ou "Mayo BAA", vient à la suite de deux défluents moins importants. Il est situé 2 km en amont de KOUMI. En 1951, il était navigable, bien que l'entrée soit ensablée, même par une pinasse. Le 24 Août 1951, pour une hauteur à BONGOR de 2,51 m, les caractéristiques étaient les suivantes, non loin de son départ du LOGONE :

- largeur	:	25 m
- profondeur	:	1 m
- vitesse en surface	:	1 m/s
- débit estimé en crue à :		50 m ³ /s

(1) Aménagement du "Casier Nord-BONGOR".

En pleine crue, les berges du BA étaient submergées. Après un parcours de 8 km, très sinueux, la rivière se partage en de nombreux bras, près de BILAM-OURSI, qui disparaissent dans la plaine. Les eaux de ce défluent se déversaient dans la MANDJAF, affluent du BA ILLI à DIAO.

Les rivières défluentes entre KOUMI et GOUEÏ à MOGODI et KOUOUANG étaient d'importance secondaire.

Le défluent de GOUEÏ ou "TCHAAGAR", très important, est par contre resté ouvert :

- largeur	:	68 m
- profondeur	:	2,5 m
- vitesse maximale	:	1,10 m/s
- débit	:	85 m ³ /s en 1953

Il n'a pas été barré comme les défluents précédents, puisque l'endiguement du casier à Nord-BONGOR s'arrêtait à MOGODI, à mi-chemin entre KOUMI et KATOA. À 1 km du LOGONE, il se partage en de nombreux bras qui se perdent rapidement, le plus long ne dépassant pas 7 km.

Par suite de la diminution de la hauteur du bourrelet et de la pente transverse, les défluents sont progressivement moins actifs et moins importants en aval du TCHAAGAR ; le défluent de SOUELEK (rivière BELAM) n'a que 2 m de largeur. Entre KATOA et GAMSEI, il y a 5 défluents : sur la rive droite, celui de BALA atteint 40 m de largeur et celui de MALA 25 mètres. Mais les courants sont beaucoup moins rapides que pour les défluents amont.

Les eaux déversées dans cette partie du cours cheminent parallèlement au LOGONE et sont reprises par la dépression de KOUIMBOU qui aboutit à LOGONE-GANA.

6.4.2. Les plaines de part et d'autre du LOGONE en aval de LOGONE-GANA

Dans cette partie du cours du LOGONE, sur une centaine de km, l'hydrographie est commandée par les niveaux respectifs du LOGONE et du CHARI.

Le profil en long du CHARI est mieux déterminé que celui du LOGONE, du fait que le cheminement du nivellation général de l'IGN suit sa berge rive gauche. En amont de l'échelle EDF de FORT-LAMY, ce profil est ainsi déterminé :

Tableau 6.4.2

Distance (1)	Borne de référence Mle 11	Cote 304,55	Borne ou échelle repère	Etiage 1955	Hautes eaux 1955	Pente Etiage	Hautes eaux
Km 111	LOUMIA borne n° 16 Mle 11	304,55	Borne Hydro 303,23	298,10	303,96		
Km 87	MAILAO borne macaron Mle 16	300,48	Echelle 295,27 Borne Hydro 302,08	295,49	301,51	$10,9 \cdot 10^{-5}$	$10,2 \cdot 10^{-5}$
Km 66	MANDELIA borne n° 20	299,82	ALIGARGE borne hydro 299,36	293,61	299,49		
Km 20	CHAGOUA IGN RG	294,56	HANDJAFIA	289,38	295,77		
			Echelle ATGT 291,87 borne hydro 296,84			$10,9 \cdot 10^{-5}$	$8,1 \cdot 10^{-5}$
Km 8	CHAGOUA IGN RG IGN RD	294,56 295,48	Echelle ATGT 292,81	288,42	295,12		
Km 0	Camp KOUFRA (FORT-LAMY)	295,03	Echelle 285,72	287,20		$15,3 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$
Km 2	Air Hôtel (FORT-LAMY)	297,45	Echelle TP 286,61	286,95	294,45		

(1) Les distances sont comptées d'aval en amont, à partir de l'échelle de l'usine électrique à FORT-LAMY.

En regard, le profil en long du LOGONE est déterminé par 3 points :

LOGONE			CHARI		
Distance (1)	Etiage : 1955	PHE : 1955	km	Etiage : 1955	PHE : 1955
km 99 LOGONE-GAMA	295,60	300,97	91	295,83	301,95
Echelle 295,21					
km 61 LOGONE-BIRNI	292,57	297,33	62	293,17	299,17
échelle 292,57					
km 15 FORT-LAIY (confluent)	287,40	294,68	1,5	287,40	294,68

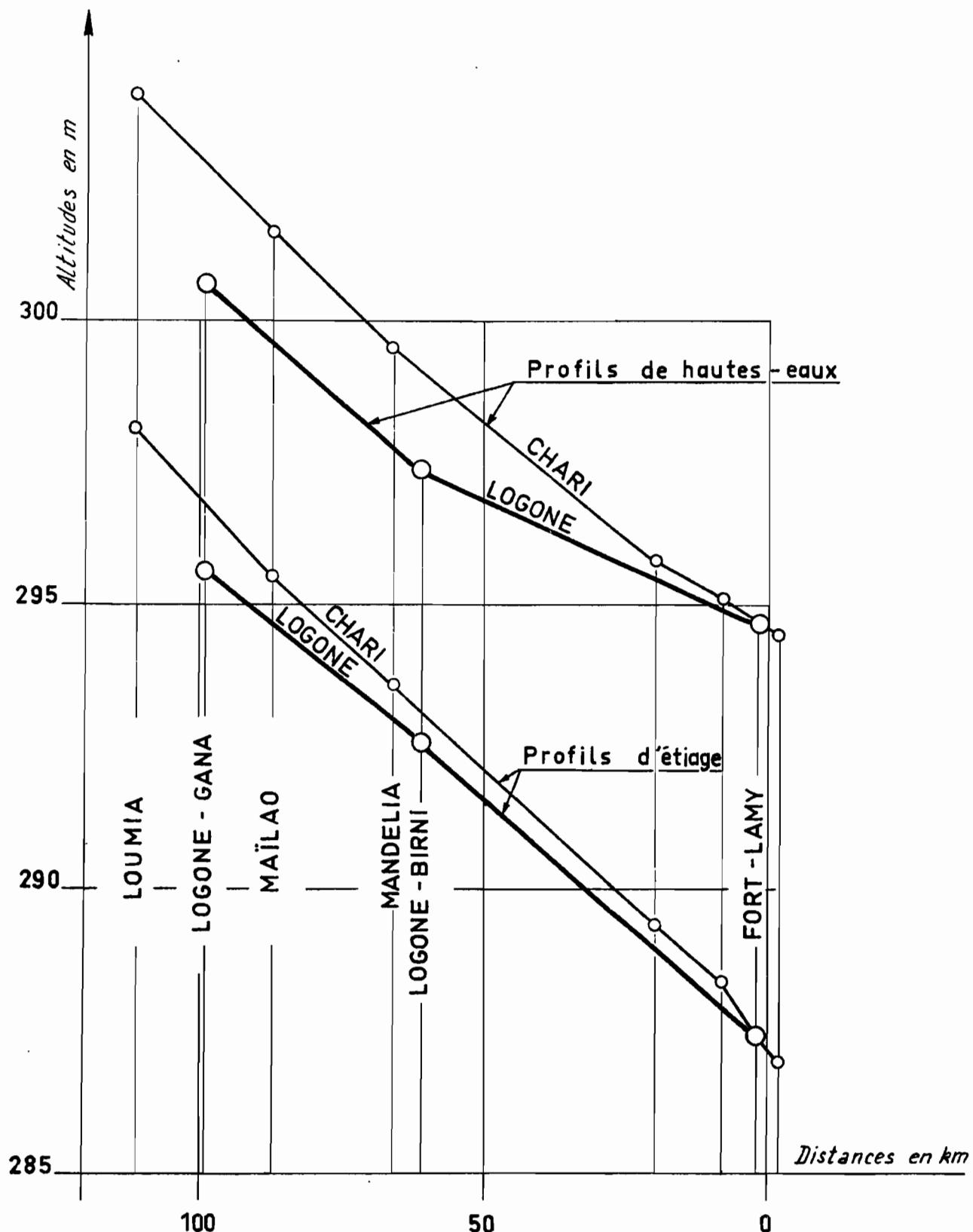
(1) Distances comptées d'aval en amont à partir de l'usine électrique de FORT-LAIY.

On voit sur le graphique 6.4.2. que les eaux du CHARI sont nettement plus élevées que celles du LOGONE, aussi bien en étiage qu'en crue. Ceci explique que les courants tels que la LOUMIA s'écoulent du CHARI vers le LOGONE.

En fait, les deux crues ne sont pas synchrones et celle du LOGONE parvient avant celle du CHARI. Bien que les renversements de courant soient théoriquement possibles, ils n'ont jamais produits durant nos observations.

De plus, en aval de LOGONE-BIRNI, tant sur la rive droite que sur la rive gauche, nous n'avons plus affaire aux immenses plaines inondées que l'on trouve au droit de HOLLOW ou KATOA. Sans être véritablement encaissé, le lit coule entre des bourrelets élevés, dans une région en majeure partie exondée. Simultanément, sur la rive gauche, les prairies cèdent la place à une savane souvent très dense prenant l'allure de galerie forestière en bordure du LOGONE ou dans les dépressions. Sur la rive droite, une zone large de quelque 6 km sépare le LOGONE de la région exondée bordant le CHARI. Cette prairie est une région marécageuse sillonnée de manière anarchique par d'anciens cours du LOGONE récemment abandonnés.

Profils comparés du LOGONE et du CHARI en amont
de FORT - LAMY



On remarquera l'influence du LOGONE sur les pentes du plan d'eau du cours inférieur du CHARI. Les apports du LOGONE en étiage semblent avoir provoqué un surcreusement du lit en amont de FORT-LAMY et une pente plus forte sur les 8 derniers km ($15,3 \cdot 10^{-5}$). Par contre, en crue, le remous de la crue du LOGONE pénètre dans le lit du CHARI en amont de FORT-LAMY et la pente moyenne diminue jusqu'à $6,7 \cdot 10^{-5}$ alors que la pente normale est de l'ordre de $11 \cdot 10^{-5}$. Le tarage univoque de l'échelle de LOGONE-BIRNI semble prouver que cette station est déjà en amont de la courbe de remous malgré la très faible pente moyenne entre LOGONE-BIRNI et FORT-LAMY en hautes eaux (4,5 cm/km).

7 - PLAINE de la RIVE DROITE du LOGONE

Le courant BOUMO-KIM et la rivière BISSIM

7.1. Description

La rive droite du LOGONE était submergée sur presque toute sa longueur pendant la crue exceptionnelle de 1955 entre BOUMO et NAÏNA, situés respectivement à 34 et 133 km en aval de LAÏ. Lors des crues normales, les déversements ne se produisent que près de BOUMO, et, plus en aval, entre DJOUHANE et HAM. Mais la dépression se trouvant entre DJAROUËI et DZIGUI (km 119 à 127), bien que largement ouverte sur le fleuve est beaucoup moins active et sa pente est si faible qu'elle reflue en fin de crue.

Ces déversements donnent naissance à des courants s'écoulant en nappes dans les plaines de la rive droite. Une partie des eaux du courant de BOUMO revient au LOGONE, drainée par la "rivière de DJOUHANE" qui traverse la route entre KIM et KOYON. Un courant peu important en année normale rejoint, vers le Nord, la dépression du BA ILLI. Mais la majeure partie des eaux provenant des déversements de BOUMO s'écoule parallèlement au LOGONE et se rassemble pour former la BISSIM ; le lit de cette rivière est relativement encaissé sur un parcours d'une trentaine de km en aval de TENA BOENA, mais se dégrade en atteignant la route BONGOR-MITAU. Se dispersant en aval de la "digue de BARYAM", dans la plaine au Nord de BONGOR, ses eaux viennent grossir à BOUDOUGOUR et à MIGOU le débit du BA ILLI.

La géologie de la région située au Nord du LOGONE entre BOUMO et BONGOR est complexe ; plusieurs réseaux de buttes résultant d'alluvionnements successifs s'entrecroisent, alignés soit suivant la direction Nord-Sud, soit du Sud-Ouest au Nord-Est, soit parallèlement au LOGONE (Sud-Est - Nord-Ouest). Cette dernière orientation résulte sans doute des passages les plus récents du fleuve. En outre, toute la région au Nord-Est de BONGOR est recouverte des "sables de Kélo" que l'érosion et les vents ont remaniés de la même manière que ceux de la rive gauche du LOGONE, au voisinage de YAGOUA. On trouve ainsi deux buttes d'allure dunaire à l'Est de BONGOR (la butte Sud parvenant jusqu'à cette ville), qui sont dans le prolongement du cordon littoral YAGOUA-LIMANI formé lors de la 2ème transgression du Lac TCHAD et que l'on a suivi au Nord-CAMEROUN jusqu'à la frontière du NIGERIA. Un relief de l'importance des "dunes de BONGOR" est tout à fait exceptionnel, bien qu'il ne domine la plaine que d'une dizaine de mètres au maximum. Elles sont cependant coupées sans déviation par la BISSIM.

Ces différences géologiques impliquent-elles des zones de déversement préférentiel ? Il ne le semble pas : les zones sableuses ou les bourrelets limoneux du LOGONE sont inondés tout aussi aisément que les zones argilo-sableuses à nodules calcaires où l'on serait tenté de situer systématiquement les dépressions. Ainsi, les déversements les plus importants ont lieu sur la berge entre DJOUMANE et HAM où le bourrelet limono-sableux est particulièrement développé, alors que la "dépression" entre DJAROUET et DZIGUEÏ, argilo-sableuse, ne laisse passer qu'un courant insignifiant. Le fait que la végétation herbacée est plus dense sur les terres argileuses que sur les terres sableuses est pour beaucoup dans cette répartition des courants. Les plaines argileuses sont rapidement colmatées et, en tout cas, ne laissent aucune prise à la formation de lits.

Le lit de la BISSIM ne se forme qu'en pénétrant dans la région sableuse débutant à TENA-BOENA et se dégrade dès qu'il parvient à la "plaine du Nord de BONGOR" formée de "berbères" argilo-sableux. Lors de la traversée des dunes de BONGOR, qui est le seul relief important de la région, son cours est dévié mais nullement interrompu.

Entre LOGONE et BISSIM, le pays est couvert d'une savane épineuse où dominent les acacias Seyal, les râniers et les Balanites. En bordure du LOGONE, la végétation arbustive est beaucoup plus clairsemée. Les déboisements des nombreux villages du fleuve et surtout de la ville de BONGOR n'ont laissé subsister que les espèces "utiles" tels que les Faidherbia Albida ou les Kaicedra, plantes d'ombre par excellence ! Dans les zones déprimées, la végétation est soit la prairie herbacée (zone à berbéré), soit des bosquets très régulièrement disposés (zone sableuse inondée). Au Nord de la BISSIM, et jusqu'au BA ILLI, s'étend une forêt sèche dont la densité s'explique par l'irrigation excellente du sous-sol.

7.2. Topographie de la région de la BISSIM

7.2.1. Nivellement IGN en bordure du LOGONE, à l'origine du courant BOUMO-KIM

- De BOUMO à KOYON

- BOUMO	borne 4	repère 4 rivet 4-1	:	349,685 (IGN 1953) 349,510 "
- MESSERE	borne 3	repère 3 rivet 3-1	:	347,804 (IGN 1953) 347,601 "

- MANGOU	borne 2	repère 2	:	345,900 (IGN 1967)
		rivet 2-1	:	345,707 "
- Borne limite 1		repère	:	345,641 "
- KIM	borne 1 cfgh	repère	:	344,375 "
	cfgh 1 rivet		:	344,204 "
- Ponceau entre KIM et KOYON	repère		:	340,375
- KOYON massif bétonné au départ de la route de ERE 01	rivet, sur la route BONGOR-KIM		:	340,581 "

Ce nivelllement donne des points précis du bourrelet dans une région particulièrement critique.

7.2.2. Nivellement ORSTOM en bordure du LOGONE à l'origine du Bassin entre KOYON et NAINA (BERTHELOT et BESLON).

Se reporter à la note 1.1.1. a, Chapitre de l'"Hydrographie du LOGONE - Eléments topographiques, paragraphe 1.1.1."

7.2.3. Nivellement ORSTOM en travers du courant de BOUMO

Se reporter au paragraphe 6.2.2. d (dépression du Grand Courant), nivelllement de BOUMO-village à BOUMO-Station de l'Agriculture (d'après les annexes du rapport 1952, tableau VIII). Nous avons vu que la pente de la dépression indique que le courant est d'abord perpendiculaire au fleuve suivant la pente transverse des berges, puis parallèle à celui-ci.

7.2.4. Nivellement IGN de KIM à GAYA en travers du courant de BOUMO-KIM et au-delà, vers le Nord

Km 0	KIM	borne 1 cfgh	repère :	344,375 (IGN 1967)
		cfgh 1	rivet :	344,204
Km 6,58		borne A (route de NGAM)		
		repère :		343,230
km 10,58		borne A ₁ (route de NGAM)		
		rivet :		342,091 limite du courant BOUMO-KIM, butte de MAGUIM

Km 13,17	borne B	repère	:	341,874
Km 19,61	borne C (GAYA)	repère	:	340,895
Km 40	BOTEGOL repère 3 près MARRAKA	repère	:	335,91

Ce nivelllement indique que "les fuites" vers le Nord sont possibles et que la "butte de MAGUIN" ne constitue pas un seuil infranchissable.

7.2.5. Nivellement IGN en travers de la dépression de la BISSIM entre Grand TOUGOUDE et TENA BOEYNA

Km 0	Grand TOUGOUDE borne 9	repère 9	:	330,255
4,64	MOLO près de YAERE MARAYESSOU borne 8	repère 8	:	329,87 (dépression Sud)
8,76	borne 7		:	330,395
13,50	BOLGUE borne 6		:	330,055
15,72	borne 5		:	330,395 fin de la savane
19,64	TENA BOEYNA borne 4		:	330,025
23,96	borne 3		:	329,905 (dépression Nord)
27,03	borne 2		:	330,30
29,87	MOTOMORO borne 1		:	331,55
34,55	MASFIOCA borne Chk ₃ M ₃ N ₃ I		:	331,935

Cette coupe en travers indique une dépression à peine marquée et très large.

7.2.5.bis Nivellement IGN entre KOURGOU et MASFIOCA le long de la dépression Nord alimentant l'affluent de rive droite de la BISSIM passant à MOTOMORA

KOUMSOUL borne 8	repère	:	333,48
------------------	--------	---	--------

7.2.6. Nivellement IGN le long de la digue de BARYAM
(route BONGOR-FORT-LAIY)

Km 0	BONGOR borne Astro	:	328,319 (IGN 1967)
11	borne marquée I à TCHINFOKO repère 67 :	321,801	
22	borne marquée 2 au-delà de BARIAM repère 68 :	320,531	
31	borne 3 à BAKI-MALARAM repère 69:	318,196	

La route est submergée par la BISSIM entre TCHINFOKO et BARYAM. BAKI-MALARAM est beaucoup plus proche du BA ILLI que de la BISSIM.

Point côté KAYNA - 328

7.3. Hydrographie

7.3.1. Courants déversés entre BOUMO et DJOUMANE

Lors des crues normales du LOGONE, les déversements sont localisés au voisinage de BOUMO. Le courant longe la ligne de buttes DARE-SOUOUN-MIRE-BARYAM. Il se partage en arrivant au "barrage" KOYON-MAGUIM. La presque totalité des eaux retourne au LOGONE et alimente la rivière de DJOUMANE (1). Un deuxième courant passe autour de la butte de GOA, rejoint la dépression aboutissant à KOULSOUL, passe entre MOTONORO et TENA-BONNI et se concentre dans l'affluent de rive droite de la BISSIM en aval de TENA-BONNI. Un troisième courant est dirigé vers le Nord et peut atteindre le BA ILLI.

Lors des années exceptionnelles, type 1955, les déversements sont généralisés entre BOUMO et KIM. La route BONGOR-LAI, couverte de 0,50 à 0,80 m d'eau, est navigable en pirogue. C'est un véritable torrent qui aboutit à la rivière de DJOUMANE et traverse la route entre KIM et KOYON (2).

(1) En 1955, BESLON estimait ainsi le débit de ce courant : rivière de DJOUMANE le 2-10:50 m³/s, le 14-10 : 175 m³/s. Courant alimentant le BA ILLI vers le Nord : 15 m³/s, et celui alimentant la BISSIM : 10 m³/s.

(2) En 1955, BESLON a effectué 2 tournées le long du LOGONE, le 1 et le 2-10 : (hautcours à LAI : 4,82 et 4,88), et les 14 et 15-10 : hauteurs à LAI : 4,86 et 4,88. Le maximum a eu lieu à LAI le 8-10 : H = 5,06. Etant donné les délais d'acheminement de l'onde de crue, le maximum de l'inondation dans les plaines de BOUMO a eu lieu lors de la 2ème tournée de BESLON. Toute la route était submergée. Mais lors de la 1ère tournée, la navigation était possible sur tout le parcours de BOUMO à MESSERE, sur 3 km entre MESSERE et MANGOU ($P = 0,45$), exondée au départ de MANGOU, la route était de nouveau submergée de 0,15 m à partir de 2 km de KIM (courants faibles) (Supplément 1955 à la Monographie, note B4).

Quelques points du thalweg des dépressions de ces courants sont déterminés à quelques dm près et donnent une idée du profil en long :

	<u>sol</u>	<u>pente</u>
Km 0 BOUMO	349,50	$31 \cdot 10^{-5}$
km 24 route KIM à GAYA	342,00	$24 \cdot 10^{-5}$
km 63 KOURISOUL	332,50	$18,5 \cdot 10^{-5}$
km 77 route TENA BOEYNA-MOTOMORO	329,90	

Compte tenu du débit récupéré dans l'affluent de DJOUMANE, les pertes réelles du LOGONE entre BOUMO et KOYON ne semblent pas avoir dépassé 25 m³/s en 1955, qui est la plus forte crue observée depuis 20 ans. Elles ne sont donc jamais très fortes mais elles sont beaucoup plus importantes en aval.

7.3.2. Courants déversés entre DJOUMANE et NAÏNA

Ces déversements ont été observés en 1955, mais malheureusement au début de la crue (prospection TIXIER du 30 Septembre pour H BONGOR = 3,23, alors que le maximum a été de 3,42 le 22 Octobre).

Le détail des profondeurs rencontrées et des vitesses mesurées est donné dans le tableau suivant.

Déversements entre KOYON et BONGOR

du 27 au 30 Septembre 1955

Emplacement	km	Longueur déversements (m)	Profondeur	Vitesse	Débits (litres)
KOYON	0	50	0,10	0,20	1 000
DJOUMLINE	9	10	0,25	0,40	1 000
	9,5	brèches	0,50	0,30	2 000
		5	0,30	0,35	525
		100	0,20	0,05	1 000
		5	0,20	0,30	300
		70	0,10	0,20	1 400
		65	0,10	0,25	1 650
		30	0,10	0,30	900
		50	0,10	0,25	1 250
Butte exondée		300			
	13	70	0,10	0,20	1 400
		15	0,30	0,30	1 100
		brèches	0,50	1,00	1 000
Butte exondée		110	0,20	0,20	4 400
		10	0,10	0,10	100
DIEP	15	3	0,60	0,25	450
Exondé	16				
		10	0,05	0,10	50
SAPTON		90	0,15	0,20	2 700
	17	700	0,20	0,03	4 200
KADJOUFIDI	21	450	0,20	0,05	4 500
HAI	26	4000	0,15	0,04	24 000
DJAROUËI	34				

Emplacement	km	Largeur zone inondée	Profondeur	Vitesse	Débits (litres)
DJAROUËI	34	10 m	0,05	0,10	50
	35	4	0,10	(0,40 (0,50	180
	36	0,5	0,15	0,60	45
		40	0,10	0,35	1 400
	37	37	0,10	0,30	1 200
	38	12	0,10	0,40	480
	39	100	0,10	0,40	4 000
DZIGUI	40	25	0,15	0,45	1 700
					9 055
NAINA		Plusieurs pe- tites brèches	0,10	0,30	5 000
TOUGOUDE		Brèches	0,10	0,20	1 000

Ce tableau montre que les déversements ont lieu dans deux zones distinctes séparées par un secteur exondé :

- 1 - entre DJOUMANE et HAM, passent les courants les plus importants (environ 80 % du total) totalisant une longueur de plus de 6 km répartis sur 20 km. Les profondeurs inondées varient de 0,10 à 0,30 m sur la route et de 0,50 à 0,60 dans quelques brèches. Ces courants sont dirigés vers TENA-BOEYNA.
- 2 - entre DJAROUET et NAÏNA, les sections inondées de la route totalisent 2,300 km sur une distance de 12 km. Les profondeurs sont faibles, 0,10 à 0,15, et le courant rapide, 0,40 à 0,60 m/s. Les plus grandes pertes ont lieu près de DZIGUI (100 m inondés).

Le courant se dirige vers la dépression de MOURAYESSOU (large de 3 km et profonde de 0,80 à la traversée de la route de GRAND TOUGOUDE à TENA BOEYNA, à ILLIA) qui aboutit à la BISSIMI, 12 km en amont de la digue de BARYAMI. En 1954, la vitesse du courant ne dépassait pas 5 cm/s. (BERTHELOT). Certaines années, le courant s'inverse au pont entre DZIGUI et NAÏNA et reflux, en décrue, vers le LOGONE. La berge, exondée entre HAM et DZIGUI, est dans le prolongement d'une ligne de haut fond s'étendant jusqu'à la BISSIMI.

Les éléments topographiques ne sont pas suffisants pour établir les profils en long de ces courants, dont on ne connaît que les points suivants (dans le système IGN 1967) :

:	1er courant	:	Altitude	:
:	Berge du LOGONE à DJOUMANE	:	339,0	environ
:	Berge du LOGONE à HAM	:	335,2	"
:	BISSIMI à TENA-BOEYNA	:	330,0	"

$$\begin{array}{lcl} \text{Pente de DJOUMANE à TENA} & (38 \text{ km}) & = 23 \cdot 10^{-5} \\ \text{de HAM à TENA} & (22 \text{ km}) & = 23,6 \cdot 10^{-5} \end{array}$$

	2ème courant	Altitude	
• Berge du LOGONE à DJAROUEI	:	333,40	environ
• Ponceau après DZIGUI	:	331,40	"
• Traversée de dépression de MOURAYESSOU (ILLIA) , route de TENA-BOEYNA	:	329,90	
• Confluent dépression BISSIM (1)	:	324,60	
•	:	:	

Pente de DJAROUEI à ILLIA (18 km) = $19,5 \cdot 10^{-5}$
 de DZIGUI à ILLIA (10 km) = $25 \cdot 10^{-5}$
 d'ILLIA au confluent (18 km) = $29 \cdot 10^{-5}$

Les pentes de la dépression Nord, comme celles de la dépression Sud, sont donc supérieures à celles du LOGONE. Mais les conditions d'écoulement sont évidemment très différentes.

7.3.3. La BISSIM

Les courants provenant du LOGONE se regroupent donc dans les trois branches-mères de la BISSIM : celle de TENA BOEYNA, l'affluent de rive droite et la dépression MOURAYESSOU. Sur son parcours, jusqu'à la digue de BARYAM, la pente moyenne du thalweg de la BISSIM est forte : 24 cm/km en moyenne. Mais la pente des PHE ne dépasse pas 20 cm/km du fait du remous de la digue de BARYAM. La largeur du lit varie de 30 à 50 m et les profondeurs de 4 à 5 m. Les méandres sont nombreux mais sans divagation exagérée (ils se maintiennent dans un lit majeur de 300 à 400 m de large). Entre les "dunes" de GUINEDE et GOLONA, que nous avons déjà signalées à l'Est de BONGOR, la BISSIM est plus encaissée. Presque immédiatement en aval, le lit se dégrade brusquement ; avant de parvenir à la plaine au Nord de BONGOR, le cours d'eau butte contre le barrage formé par une "NAGA" (sols argilo-sableux salés) (2). La digue de BARYAM

-
- (1) Le confluent est à 22 km de TENA, soit avec une pente moyenne du thalweg de $24 \cdot 10^{-5}$, à une altitude inférieure de 5,40 m à celle de TENA-BOEYNA.
 - (2) Solonetz solodisé : sols très durs lorsqu'ils sont secs, mais n'ayant aucune tenue à l'eau.

qui emprunte la route BONGOR-BAKI - MALAM est établie sur cette "naga". La dégradation du lit est antérieure à l'établissement de la digue, mais le débouché insuffisant offert aux eaux n'a fait que l'accentuer comme l'ont montré les crues de 1954 et 1955 ; des brèches de 30 m de largeur se sont ouvertes dans la digue, dont les matériaux sont sans consistance dès qu'ils sont mouillés.

En 1956, les buses et les ponceaux étaient ainsi répartis le long de la digue de BARYAM (relevé exécuté par l'ATCG) :

km	Nature de l'ouvrage	n°	Longueur x hauteur
0	Borne Astro BONGOR	:	:
5	Buse de 1 mètre	1	diamètre : 1 m
6,5	Buse double	2	" "
6,7	Dalot	3	2,00 x 1,50
7	Dalot double	4	2,90 x 1,95
7,2	Dalot	5	2,95 x 2,00
7,7	Dalot double	6	2,95 x 2,00
8,8	Pont n° 1	7	6,00 x 2,00
9,4	Dalot	8	2,90 x 2,00
9,6	Dalot	9	3,00 x 2,00
9,8	Pont n° 2	10	5,20 x 2,00
11,4	Dalot	11	2,10 x 1,15
11,9	Dalot	12	2,60 x 1,15
12,6	Dalot	13	3,00 x 1,50
14,1	Dalot	14	2,00 x 1,00
14,9	Dalot	15	1,95 x 1,50
16,0	Dalot	16	2,00 x 1,50
:	:	:	:

Ce tableau donne une idée de la complexité des mesures de débit à cette station hydrométrique. Les niveaux étaient contrôlés par l'échelle n° 14 (posée en 1954 en amont de la digue, au km 7,7 de BONGOR, zéro à la cote 320,95 en 1954 et 320,92 en 1955). La perte de charge entre l'échelle 14 à l'amont et l'échelle 13 à l'aval a été mesurée en 1954 et 1955 : elle a atteint 0,98 m avant la rupture de la digue, ce qui montre l'insuffisance des ouvertures.

7.3.4. Temps de parcours de l'onde de crue entre le LOGONE et la digue de BARYAM

Les observations de 1955 donnent les résultats suivants :

LOGONE à HAM	:	BISSIM à BARYAM
début du déversement 26 Septembre	:	début de crue 3 Octobre
	:	montée brutale du 16 au 22 Octobre
maximum le 13 et le 22 Octobre	:	maximum le 25 Octobre
fin du déversement le 11 Novembre	:	fin de l'écoulement fin Décembre

Le temps de propagation de l'onde de crue est relativement rapide (7 jours environ). Loin d'étaler la pointe de crue, le passage dans le lit a plutôt tendance à l'accentuer : ce fait a déjà été constaté sur le BA ILLI au seuil de MAROU et nous l'avons attribué à l'existence dans les plaines d'inondation de diguettes de pêche qui créent des retenues arrêtant d'abord l'écoulement, puis cédant toutes ensemble produisent une crue brutale.

Notons, d'autre part, que la pente de la BISSIM est plus forte que celle du LOGONE (la cote des eaux au droit de la digue de BARYAM est inférieure de 4 m à celle du LOGONE à BONGOR). L'écoulement est retardé par la présence d'une végétation dense de graminées, mais cette influence est d'autant plus réduite que la cote des eaux est plus forte.

On constate effectivement, sur le graphique comparatif n° 3, que le cheminement des premières nappes de déversements est plus lent que celui des apports ultérieurs : les maximums à HAM et à la digue de BARYAM ne sont séparés que de deux jours : la montée des eaux dans la zone de débordement dure 27 jours : elle ne dure que 22 jours à la digue de BARYAM. Par contre, la décrue est beaucoup plus lente.

7.4. Hydrologie de la rivière BISSIM

Les déversements du LOGONE en direction de la BISSIM ont été mesurés directement le long de la rive droite entre BOUMO et TOUGOUDE en 1954 et 1955. Mais c'est en définitive à BARYAM, où les mesures sont beaucoup plus faciles, que l'on avait décidé d'estimer ces déversements de la BISSIM de 1955 à 1958. Le même problème se pose que pour la KABIA à PATALAO et le BA ILLI à MAROU : dans quelle mesure intervient le bassin propre de ces cours d'eau et comment sont modifiés les courants entre la rive déversante et la station de mesure? Au-delà de BARYAM, la BISSIM se répand dans la plaine au Nord de BONGOR et ses eaux alimentent le BA ILLI.

7.4.1. Les déversements du LOGONE en direction de la BISSIM

Alimentation à partir du LOGONE

Les trois zones d'alimentation de la BISSIM par les déversements du LOGONE sont :

- a) la part du courant de BOUMO-KIM franchissant le "col" KOYON-BYRIAM,
- b) la zone de déversements HAM-DJOUHANE,
- c) la zone de déversements NAÏNA-DJAROUEI

a) Courant de KOYON-BYRIAM

Il a été reconnu en 1954 par R. HERTHELOT, alors que la cote du LOGONE était inférieure de 22 cm à celle du maximum 1955, et en 1955 par M. BESLON. La route était submergée sur plusieurs kilomètres, sur 60 à 80 cm de profondeur. Le courant était très lent (10 à 15 cm/s). Il est difficile d'évaluer le débit arrivant par cette voie. Retenons simplement que, lors de la reconnaissance de 1955, le débit était probablement de l'ordre de celui qui passe au maximum en année d'assez forte crue à DANA : quelques m³/s. Si l'on songe que, pour 17 cm de plus, on passe à DANA de 2 m³/s à plusieurs dizaines de m³/s, on voit que l'apport par cette voie n'est peut-être pas négligeable.

b) Zone HAM-DJOUHANE

C'est certainement la zone d'alimentation la plus importante. Les déversements ont lieu dès que la cote à BONGOR dépasse 3,20 ; l'écoulement a donc été continu en 1955 du 26 Septembre au 11 Novembre (47 jours)

avec maximum le 22 Octobre (3,44 à BONGOR). (Pendant la même période, les cotes à HAM étaient de 3,78 au début et à la fin du déversement et au maximum 3,98 le 15 Octobre suivi d'une période étale jusqu'au 20. La variation du niveau est donc bien la même qu'à BONGOR).

Une mesure de débit a été faite du 27 au 30 Septembre pour H BONGOR : 3,25 (19 cm en-dessous du maximum) et H HAM : 3,83 (15 cm en dessous du maximum), donc tout-à-fait au début du déversement. Cette mesure ne rend donc malheureusement pas compte du débit qui est passé par cette voie au moment du maximum.

En partant de KOYON (km 0), on a trouvé :

du km 0 à km 9 (KOYON à DJOUMANE)	:	2 m ³ /s
9 à 15 (DJOUMANE à DIEPTON)	:	17 "
15 à 21 (DIEPTON à KADJOUFIDI)	:	12 "
21 à 26 (KADJOUFIDI à HAM)	:	24 "
<hr/>		
Total ... 55 m ³ /s		

Le tableau 7.4.1. donne le détail des profondeurs et des vitesses mesurées.

c) Zone de déversement DJAROUEÏ-NAÏNA

Cette zone alimente la dépression de MOURAYESSOU qui conflue dans la BISSIM 11 km en amont de la digue de BARYAII.

On a reconnu les années précédentes que le flot se déversait dans une large zone d'épandage immédiatement en arrière de la berge, fermée en direction de la dépression de MOURAYESSOU par un seuil qui n'est submergé que si la cote du LOGONE dépasse 3,30 à BONGOR.

Les années où le niveau reste inférieur à cette cote, le flot remplit la zone d'épandage à la crue et retourne au LOGONE à la décrue.

Le flot de remplissage a été mesuré le 30 Septembre (niveau 3,23) à partir de DJAROUEÏ (km 0).

du km 0 à km 6 (DJAROUEÏ-DZIGUI)	:	9 m ³ /s
6 à 11 (DZIGUI-NAÏNA)	:	5
11 à 18 (NAÏNA-TOUGOUDE)	:	1
<hr/>		
15 m ³ /s		

Le tableau 7.4.2. donne les profondeurs et les vitesses observées dans cette zone.

Tableau 7.4.1

Déversements entre KOYON et DJAROUËI
(du 27 au 30 Septembre 1955)

Emplacement	km	Longueur déversante	Profondeur	Vitesse	Débit
	m	m	m	m/s	m ³ /s
KOYON	0	50	0,10	0,20	1,0
DJOUMANE	9	10	0,25	0,40	1,0
	9,5	brèches	0,50	0,30	2,0
		5	0,30	0,35	0,52
		100	0,20	0,05	1,0
		5	0,20	0,30	0,3
		70	0,10	0,20	1,4
		65	0,10	0,25	1,65
		30	0,10	0,30	0,9
		50	0,10	0,25	1,25
Butte exondée		300			
	13	70	0,10	0,20	1,4
		15	0,30	0,30	1,1
		brèches	0,50	1,00	1,0
Butte exondée		110	0,20	0,20	4,4
		10	0,10	0,10	0,1
DIEP	15	3	0,60	0,25	0,45
Exondé	16	10	0,05	0,10	0,05
SAPTON		90	0,15	0,20	2,7
	17	700	0,20	0,03	4,2
KADJOUFIDI	21	450	0,20	0,05	4,5
HAM	26	4000	0,15	0,04	24,0

Tableau 7.4.2

Déversements entre DJAROUÉI et NAÏNA

Emplacement	km	Largeur de la zone inondée m	Profondeur m	Vitesse m/s	Débit m³/s
DJAROUÉI	34	10	0,05	0,10	0,05
	35	4	0,10	(0,40)	0,18
				) 0,50	
	36	0,5	0,15	0,60	0,045
		40	0,10	0,35	1,4
	37	37	0,10	0,30	1,2
	38	12	0,10	0,40	0,48
	39	100	0,10	0,40	4,0
DZIGUI	40	25	0,15	0,45	1,7

					9,055
NAÏNA		Plusieurs petites brèches	0,10	0,30	5,0
TOUGOUDE		brèches	0,10	0,20	1,0

Conclusion

Les mesures directes à partir du LOGONE ont été faites à une cote inférieure au maximum et ne rendent pas compte du débit beaucoup plus important mesuré à la digue de BARYAM.

Le déversement se produit sur une longueur de 30 km et, ainsi, une surélévation de la cote du LOGONE de 17 cm augmente le débit dans de grandes proportions. Il n'est pas invraisemblable que, pour cette surélévation, le débit du courant principal devienne 5 ou 6 fois plus élevé. De sorte que l'on retrouverait le chiffre de 380 m³/s mesuré à la digue de BARYAM.

Les mesures de 1955, le long de la berge du LOGONE, n'ont pas été renouvelées par la suite. Les mesures des déversements ont été faites à la digue de BARYAM, en supposant que le bassin propre de la BISSIM n'avait pas d'influence sur les volumes déversés, sinon sur les maximums.

7.4.2. Régime de la BISSIM à la digue de BARYAM

Dans le paragraphe 7.3. (Hydrographie), nous avons inventorié les buses et les dalots de la digue livrant passage aux eaux de la BISSIM, non sans gêner leur écoulement dans la plaine au Nord de BONGOR : il résulte un effet d'accumulation de la digue modifiant le régime du cours d'eau (voir note B 4 bis "Supplément 1955 de la Monographie du LOGONE").

Les débits de cette digue ont été mesurés en 1954 et 1955. Des mesures complémentaires ont été faites en 1956, 1957 et 1959 (se reporter au paragraphe 8.7. de la 2ème Partie de la Monographie). Ces mesures ont été compliquées en 1955 par une importante brèche de la digue, construite d'un matériau friable et mal compacté ; au cours de la rupture, le débit a atteint 389 m³/s le 27 Octobre 1955, il doit être considéré comme très exceptionnel.

Pour comparer les débits mesurés à BARYAM et les hauteurs correspondantes du LOGONE, nous sommes amenés à examiner les temps de propagation des crues de la BISSIM, de la rive déversante du LOGONE à la station de BARYAM, par exemple au moment du maximum de la crue.

Temps de propagation de la crue de la BISSIM

Années	LOGONE à HAM		LOGONE à BONGOR		Digue de BARYAM		Délais (jours)
	Date	H (m)	Date	H (m)	Date	Débit (m ³ /s)	
1954	20-24/9	3,72	26-27/9	3,26	8/10	73	14 à 18 : 11 à 12
1955	14-15/10 20/10	3,98 3,97	15/10 21-24/10	3,42 3,44	27/10	389	12 à 13 : 12
1956	1-5/10 23-24/10	3,77 3,84	1-3/10 23/10	3,25 3,29	12/10	96	7 à 11 : 9 à 11
1957			21-30/9	3,08	3/10	27	3 à 12
1958			?	22/9	21		
			24-29/9	3,13	10/10	20	11 à 16
			13-14/10	3,17	?		

Les délais séparant les maximums sont donc assez imprécis. Mais il ne peut en être autrement, les maximums du LOGONE, sur cette partie de son cours, étant déjà très mal définis. Une première crue du LOGONE peut donner un maximum à BARYAM plus important que celui résultant du maximum maximorum ultérieur; en effet, une amplification des crues peut être créée par la rupture brutale des diguettes mises en place par les pêcheurs et les riziculteurs dans les lits de la BISSIM et des courants l'alimentant. L'influence des pluies sur le bassin, rarissimes en Octobre, est négligeable.

Le maximum se propage des bords du LOGONE à BARYAM en une douzaine de jours et le délai entre BONGOR et BARYAM est peu différent, une dizaine de jours environ.

Comparons les débits mesurés à BARYAM au jour J aux hauteurs à BONGOR au jour J-10 (classés par débits croissants à BARYAM) :

BARYAM		BONGOR (zéro à 322,49)			Remarques
Date	Débit (m ³ /s)	Date	Hauteur (m)		
11-8-1954	0	1-8-1954	2,50	crue	
11-9-1955	0,6	1-9-1955	2,90	crue	
11-9-1954	12	1-9-1954	2,78	crue	
11-10-1957	14	1-10-1957	3,07	crue	
20-10-1956	37	10-10-1956	3,18	décrue	
11-10-1955	49,5	1-10-1955	3,27	crue	
7-10-1954	72	27-9-1954	3,26	(maximum 1954)	
14-11-1955	119	4-11-1955	3,30	décrue	
21-10-1955	154	11-10-1955	3,32	crue	
7-11-1955	197	28-10-1955	3,36	décrue	
9-10-1959	261	29-9-1959	3,33	(maximum 1959)	
29-10-1955	350	19-10-1955	3,42	décrue	
27-10-1955	389	17-10-1955	3,42	crue (maximum à BONGOR : 3,44)	

La correspondance entre les débits de la BISSIM et les hauteurs du plan d'eau du LOGONE se révèle très significative. Les déversements croissent rapidement lorsque la hauteur à l'échelle de BONGOR dépasse 3,20 m. La différence entre crue et décrue n'est pas considérable, alors qu'elle est très sensible sur la courbe de tarage de la BISSIM en fonction du niveau à BARYAM.(1) Cependant, la précision devient illusoire au-delà de 3,30 à BONGOR. Mais on se souviendra des circonstances des mesures de 1955, compliquées par la rupture de la digue. (Une expression de cette perte du LOGONE, en fonction du débit du fleuve, à BONGOR, est donnée dans le chapitre 2).

Les observations à BARYAM sont généralement incomplètes. Mais en 1954, 1955, 1956, 1957 et 1958, les mois les plus abondants ont cependant été observés, et les volumes peuvent être ainsi évalués sans erreur considérable. Comparons ces volumes à l'indice DCC + DC1 de BONGOR (débit caractéristique de crue + débit de 30 jours) qui représente bien, comme nous l'avons vu, les crues du LOGONE.

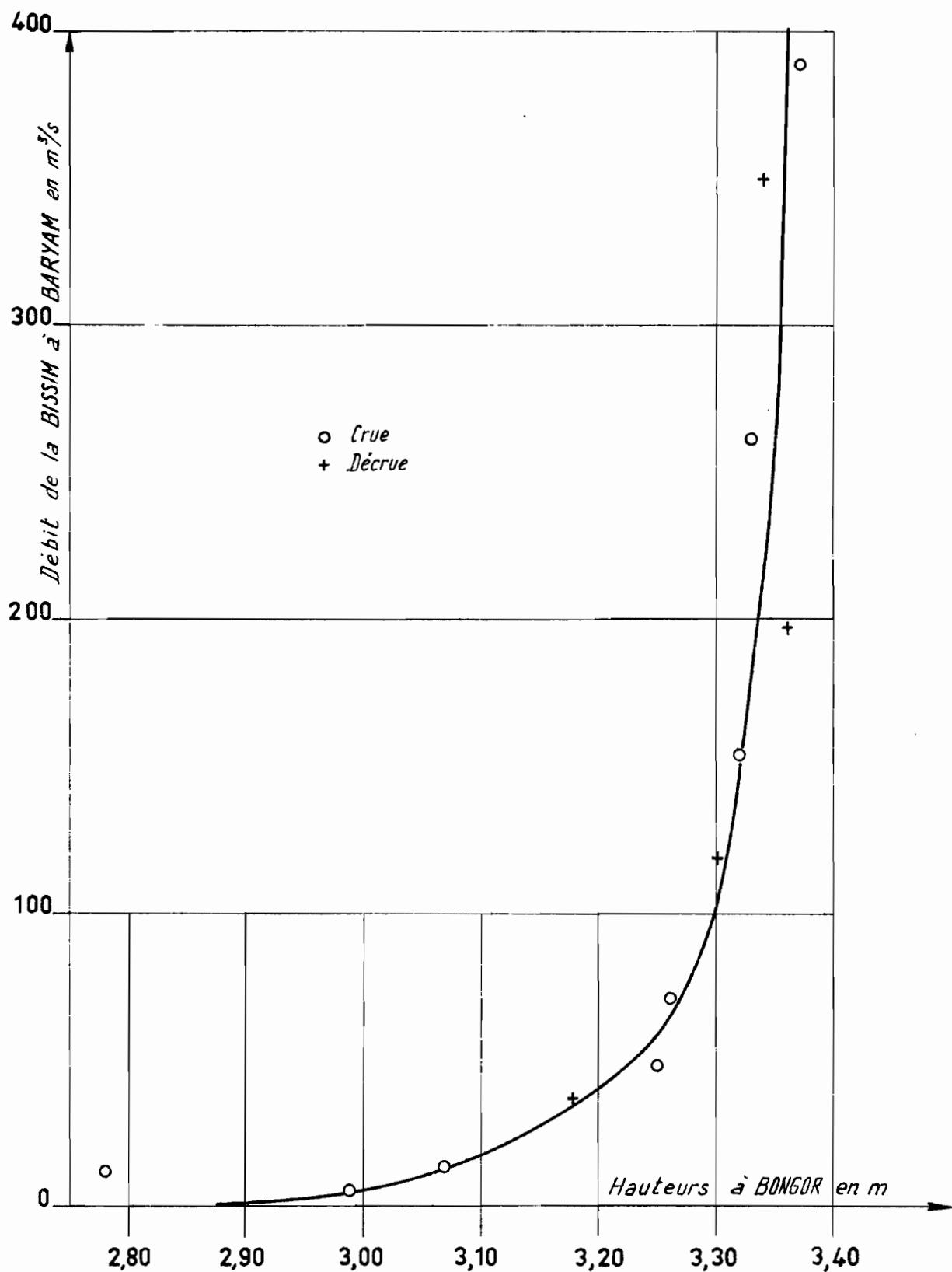
Année	DCC + DC1 BONGOR (Indice de crue)	Volume annuel de la BISSIM à BARYAM (millions de m ³)
1954	3 811	182
1955	4 588	685
1956	3 915	366
1957	3 370	75
1958	3 501	47

La corrélation entre l'indice de crue du LOGONE et le volume de la BISSIM se révèle linéaire avec des écarts peu importants en valeur absolue (50 m³/s), mais les années faibles sont relativement mal représentées. La droite a pour équation :

$$V \text{ (millions de m}^3\text{)} = 0,53 \text{ (DCC + DC1 - 3 300)}$$

(1) La relation entre hauteurs et débits à BARYAM n'étant pas univoque, en raison des ruptures chroniques de la digue à chaque crue importante.

Correspondance entre les débits de la BISSIM à Gr: 742
BARYAM et les hauteurs à BONGOR au jour J-10



En conclusion, les maximums et les volumes annuels de la BISSIM sont bien déterminés par les déversements du LOGONE. La brève durée de la crue de cette rivière s'explique du fait que son écoulement n'est dû qu'aux déversements qui se produisent quand le niveau dépasse 3,00 à BONGOR. L'absence de crue du bassin propre, crue qui devrait avoir lieu en Août et Septembre, indique bien l'insignifiance du ruissellement des précipitations sur ce bassin de 2000 km² de superficie. Toutefois la crue arrive sur un sol déjà saturé, et quelquefois inondé, ce qui explique le peu de perte subie entre la rive droite du LOGONE et BARYAM.

7.4.3. Le courant de la BISSIM dans la plaine au Nord de BONGOR en aval de la digue de BARYAM

On sait que la rivière BISSIM se déverse dans la plaine au Nord de BONGOR, après son passage à la digue de BARYAM, ce flot se répartissant plus en aval entre BA ILLI et MANDJAFÀ.

Des mesures précises ont été effectuées par J. TIXIER sur la vitesse de propagation de la crue et sur la répartition des débits dans les exutoires de la plaine au Nord de BONGOR.

1°) Vitesse de propagation de la crue de la BISSIM

La crue du BA ILLI n'arrive à BOUDOUGOUR qu'au début de Novembre.

Pendant le mois d'Octobre, le remplissage de la plaine au Nord de BONGOR et son déversement dans la MANDJAFÀ ou le BA ILLI ne sont dus qu'à l'influence de la BISSEMI.

Le tableau suivant montre la propagation entre la digue de BARYAM et les stations suivantes au cours de la campagne 1955 :

- KOUTOKO et SINDJORIO (6 km au Nord de MAGAO, sur affluent R.G. du BA ILLI)
- MIGOU (sur le BA ILLI)

:	Digue de BARYAM	:	KOUTOKO	:	MIGOU	:
:	Début écoulement 3/10	:	Début : 22 Octobre	:	Début : 22 Octobre	:
:	Montée brutale du 16	:	du 28 au 31 Octobre	:	du 23 au 27 Octobre	:
:	au 22/10	:		:		:
:	Etale du 22 au 31/10	:	Nouvelle montée due au	:	Nouvelle montée due au	:
:		:	BA ILLI le 5/11	:	BA ILLI le 5/11	:
:		:		:		:

On constate que la propagation est lente au début de la crue et plus rapide lorsque le débit devient important (vitesse maximale de l'ordre de 4 à 5 km par jour).

2°) Répartition des courants provenant de la BISSIM

D'après les mesures effectuées du 17 au 20 Novembre 1955, on peut estimer que le débit de 200 m³/s s'écoulant à la digue de BARYAM dix jours auparavant (7 Novembre) se répartit ainsi :

- 1 - à l'Ouest de MAGAO, sur la route submergée de 0,40 m sur 2 km, débit de 15 m³/s alimentant la MANDJAFÀ ;
- 2 - à l'Est de MAGAO, route submergée entre MAGAO et MARMAYE sur 2 km de 40 cm, puis sur 5 km de 20 cm (débit 43 m³/s), se déversant dans l'affluent du BA ILLI aboutissant à MAGONE ;
- 3 - entre MARMAYE et MIGOU, route submergée de 40 cm sur 4,5 km (débit 73 m³/s) se déversant dans l'affluent du BA ILLI de MAGUEGAOU.

Ce dernier courant était alimenté partiellement par le BA ILLI.

- 4 - de MARMAYE à MIGOU, une partie du flot coule parallèlement à la digue-route et se jette dans le BA ILLI à ABOUDOUGOU, immédiatement en amont de MIGOU. Le débit mesuré dans cet affluent était de 45 m³/s.

On arrive ainsi à un total de 176, voisin des 200 m³/s provenant de la digue de BARYAM, compte tenu de l'imprécision inhérente à ce genre de mesures dans les plaines inondées.

8 - CONCLUSION

Une Monographie hydrologique peut se concevoir de diverses façons. D'aucuns admettent qu'elle doit se limiter à l'exposé brut des faits, selon un plan méthodique permettant de trouver aisément ce dont auront besoin chercheurs, ingénieurs et techniciens. Même dans une conception à ce point étriquée, une comparaison des données est inévitable, ne serait-ce que pour contrôler la véracité des observations. Ceci conduit à des corrélations, puis à un examen de la cohérence de l'ensemble, ou plutôt, assez souvent, à la constatation de l'existence de nombreuses incohérences. La tendance première est de les attribuer à l'incompétence ou à la négligence des observateurs, mais l'expérience montre qu'en hydrologie les résultats surprenants a priori ne doivent pas être éliminés trop légèrement ; une recherche plus approfondie conduit souvent à trouver leur explication.

Fait bien surprenant, par exemple, que la décroissance considérable des débits du LOGONE entre LAÏ et LOGONE-GANA, puis son regain en aval. Dans ce cas, l'exposé brutal des données aurait paru sans aucun sens au lecteur et il était indispensable de lier ce phénomène avec les pertes subies par le fleuve le long de son cours et le stockage d'une partie des crues dans le lit majeur.

Plus que dans une Monographie hydrologique ordinaire où le régime de chaque bassin pris isolément représente une entité, il était nécessaire dans la Monographie du LOGONE d'expliquer, dans la mesure où les résultats le permettaient, le fonctionnement de l'ensemble du système. Comme nous l'avons vu, il s'agit, pour le cours inférieur du fleuve, principalement de problèmes d'hydraulique ; on a même pensé que le fonctionnement de ce système était entièrement commandé par les débits du LOGONE à l'entrée dans les plaines, mesurés à la station de LAÏ. Certes interviennent les précipitations, l'évapotranspiration, les apports de la TANDJILE, mais, à première vue, ce ne sont que des facteurs correctifs qui ne modifient pas très sensiblement le régime des divers éléments, pour un programme défini à LAÏ.

Si cette façon de penser peut être admise entre LAÏ et BONGOR où l'énormité des masses d'eau entrant en jeu cache effectivement les autres facteurs, il faudrait être beaucoup plus prudent plus en aval et les informations fournies par un modèle ne tenant compte que des phénomènes hydrauliques risqueraient fort de se trouver en contradiction avec les faits.

Quoiqu'il en soit, nous avons dû, dans la présente Monographie, sacrifier à la coutume qui est d'exposer in extenso les données, malgré qu'elles n'aient pas toutes le même intérêt ni la même valeur. Ceci afin de ne pas laisser perdre ces éléments d'information. Les développements scientifiques ont été limités aux matières indispensables à la compréhension des résultats, mais de toute évidence auraient pu être poussés beaucoup plus avant si le volume de l'ouvrage n'était déjà très important. Ces développements trouveront leur place dans des publications ultérieures et nous ne ferons qu'en signaler quelques titres.

Bilan hydrologique des plaines du LOGONE Inférieur

Pour des secteurs isolés, le bilan est souvent très insuffisant et n'a pu être établi avec les données actuelles. Ainsi, le bilan du bassin propre de la KABIA et de la LOKA entre le seuil d'ERE et la station de PATALAO, ou celui de la plaine SATEGUI-DERESSIA, entre les déversements de la route SATEGUI-GOUNDO et le seuil de MROU. Par contre, les résultats permettent d'ores et déjà d'établir le bilan général du système du LOGONE Inférieur, en considérant, d'une part, les apports du LOGONE à LAÏ, de la TANDJILE à TCHOA, des précipitations, éventuellement des mayos du Nord-CAMEROUN, et, d'autre part, les sorties par le LOGONE à LOGONE-BIRNI et l'EL BEID à GAMBAROU, les inconnues seraient l'évapotranspiration des plaines plus ou moins inondées selon l'époque de l'année et l'infiltration vers les nappes profondes. Nous avons fait l'hypothèse que l'alimentation des nappes profondes dans cette partie du bassin était négligeable et qu'elle ne provenait que du bassin supérieur. Il est certain que les débits mis en jeu par l'infiltration sont infiniment plus faibles que ceux qui ont été considérés ici, mais il serait essentiel, pour l'alimentation des nappes, de chercher à estimer l'ordre de grandeur de ces débits et à préciser les zones d'alimentation.

Rôle de la morphologie des plaines dans le dessin du système hydraulique du LOGONE Inférieur

Nous avons donné une description détaillée des plaines et l'on a vu le rôle joué par la topographie et la nature des sols sur les déversements du LOGONE et le parcours des courants ou des déflents qui en résultent.

Parmi les éléments topographiques, le cordon littoral BONGOR-YAGOUA-LIEMANI, jalonné par une ligne de rochers et de dunes, joue un rôle particulier. Il forme un véritable barrage sur lequel viennent buter, sur la rive gauche, tous les mayos du Nord-CAMEROUN et, sur la rive droite, la BISSIMI et le BA ILLI. Ce barrage semble être également souterrain au CAMEROUN entre BALDA et MAGDENE.

Rôle de la végétation dans le régime des déflents

Sols et végétation ne sont pas des facteurs indépendants. Les sols les plus sablonneux sont peuplés par la savane arbustive, les sols argileux par la prairie dense. Le passage d'un sol à un autre s'accompagne toujours d'un changement brutal de la végétation et partant de la forme d'écoulement. Les lits, généralement encaissés dans les zones limono-sableuses, sont colmatés dans les régions argileuses et se transforment en "écoulement en nappe". Cette forme d'écoulement est très mal connue parce que difficile à étudier. Les vitesses sont très lentes, généralement inférieures à 10 cm/s et l'on est réduit à des hypothèses sur le coefficient $\frac{U}{V_s}$ qui n'est connu

qu'à 30 % près. Ce problème mériterait une étude approfondie dans un canal d'essai, qui n'a pas été réalisée jusqu'ici. Elle conduirait à des conclusions beaucoup plus sûres que les simples estimations du débit. Nous pensons que pour une espèce de graminée donnée et une pente donnée, il s'établit un équilibre entre la profondeur d'inondation et l'alluvionnement. La constance de la profondeur dans les Grands Yaéré s'explique de cette manière. On constaterait également que du fait de l'existence d'un simple tapis végétal, le rôle prétendu décisif de la topographie sur l'érosion régressive est battu en brèche, comme c'est le cas dans la zone de la capture. La biologie joue dans l'hydrographie de cette région un rôle aussi important que la morphologie et nous sommes loin de l'hydraulique classique qui semblait pouvoir expliquer le fonctionnement de tout le système.

Comparaison du LOGONE avec les cours d'eau mitoyens : BAHR SARA (CHARI) et BENOUË

Cet autre sujet est séduisant du fait que l'on a pu reconstituer assez sûrement l'hydraulité du CHARI sur une période de 100 ans (en corrélation avec le Lac TCHAD). LOGONE et CHARI ont-ils des variations d'hydraulité analogues ? Les recherches faites à ce sujet montrent que la corrélation existe mais qu'elle est très lâche.

En ce qui concerne LOGONE et BENOUË, même constatation, les hydraulités de ces deux rivières, dont les sources sont pourtant voisines dans le Massif de l'ADAMAOUA, sont très différentes pour une année donnée.

Nous arrêtons là la liste de sujets qu'il aurait été possible de traiter, on pourrait en énumérer beaucoup d'autres. Mais du point de vue scientifique, nous devons attirer l'attention du lecteur sur le fait que l'intérêt que présentait le LOGONE, celui d'un fleuve encore à l'état vierge, ne durera sans doute plus très longtemps et que les conditions naturelles seront rapidement troublées par des interventions humaines importantes. Certes il existait, avant les aménagements modernes déjà réalisés : endiguements BONGOR-KOUMI et YAGOUA-POUSS, des ouvrages tels que canaux de pêche ou diguettes, mais ceux-ci, très précaires, étaient établis chaque année selon une tradition établie, puis se rompaient et se colmataient selon un cycle correspondant aux crues du fleuve, faisant en quelque sorte partie de l'équilibre naturel, au même titre que la croissance des graminées ou les migrations de frai.

Loin de nous la pensée de déplorer des aménagements de grande envergure du LOGONE et le but de nos études n'est pas du tout spéculatif, comme le rappelait le Général TILHO lui-même. Les données de base rassemblées depuis 20 ans sont destinées en priorité au développement économique de cette région. Mais nous devons attirer l'attention des projeteurs sur le fait que ce système est complexe, qu'il a existé et qu'il existe encore une régularisation naturelle des crues qui conditionne la vie et l'économie des populations riveraines ; elle n'est pas sans avantage, même si l'on envisage une forme d'exploitation plus évoluée.

Des travaux réalisés inconsidérément risquent de faire plus de mal que de bien : les expériences passées sont là pour le démontrer. Par contre, nous avons vu que certaines opérations pourront être réalisées sans danger, tel que l'écrêttement des crues par le seuil de DANA, si l'on estime que cette méthode évitera des inondations catastrophiques en aval. Nous espérons que les ingénieurs chargés de ces projets trouveront dans la présente Monographie les données qui leur sont nécessaires.

Les résultats hydrologiques sont irremplaçables, tant par la durée des observations que par le fait qu'elles ont été faites à une époque où le fleuve était encore à l'état naturel sur tout son cours.

Débits journaliers à la station de KAYE-KAYE

Le Mayo GUERLEOU à KAYE-KAYE

Débits moyens journaliers en m^3/s

Année 1955-1956

Année 1957-1958

Année 1958-1959

Jours		Sept	Oct	Nov		Sept	Oct	Nov		Sept	Oct	
1		18	194	328			60			23	92	
2		23	198	323			62			23	93	
3		30	204	316			66		11	23	95	
4		35	208	311			72			23	96	
5		42	214	304			76			23	96	
6		49	218	299			77			23	95	
7		57	228	297			78			23	93	
8		60	236	292			80			24	92	
9		62	240	288			80			25	91	
10		62	244	283		51	80			25	90	
11		63	248	278		51	80			29	90	
12		63	252	274		52	80			31	90	
13		65	262	270		52	78			35	88	
14		65	270	252		53	77			37	88	
15		67	278	236		53	76			41	88	
16		74	285	216		53	74			45	86	
17		80	295	198		53	69			48	86	
18		86	301	149		53	66			53	84	
19		92	308	122		53	58			56	84	
20		97	316	99		53	51			59	83	
21		107	323	77		53	46			63	77	
22		117	330	62		53	41			66	70	
23		126	333	52		53	37			69	65	
24		140	338	45		53	34			74	59	
25		148	343	40		55	30			77	55	
26		155	347	35		56	28			80	52	
27		164	345	30		56	25			83	48	
28		172	343	27		57	23			86	45	
29		180	340	23		57	21			90	42	
30		188	335	(20)		58	19			92	40	
31			330				17				35	
Moy		89,6	281	185		53,7	56,8			48,3	77	

Le Mayo GUERLEOU à KAYE-KAYE

Débits moyens journaliers en m³/s

Année 1959-1960

Année 1960-1961

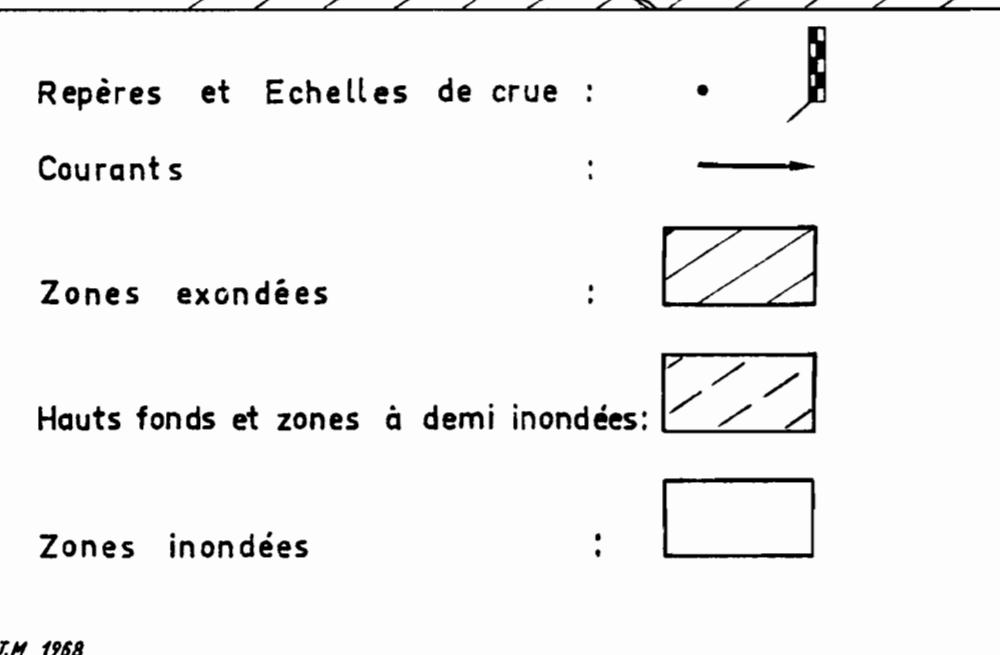
Jours			Sept	Oct			Août	Sept	Oct		
1			19	178			(1)	39	95		
2			23	208			(1)	37	96		
3			27	212			(1)	39	107		
4			35	218			(1)	40	108		
5			49	222			(1)	39	122		
6			59	224			(1)	41	126		
7			63	226			(1)	41	135		
8			65	224			(1)	41	139		
9			63	226			(1)	42	131		
10			72	224			(1)	46	142		
11			72	218			(2)	40	140		
12			69	224			(2)	35	146		
13			62	224			(2)	35	149		
14			77	224			(2)	40	121		
15			76	228			3	40	135		
16			83	226			2	41	108		
17			91	224			7	44	107		
18			93	222			6	58	105		
19			97	224			7	60	102		
20			98	212			11	63	96		
21			99	202			16	66	78		
22			100	178			23	74	69		
23			102	164			30	77	62		
24			114	160			30	81	57		
25			114	146			30	84	66		
26			126	133			33	90	69		
27			142	99			40	91	77		
28			164	95			40	96	84		
29			162	91			39	96	62		
30			154	78			39	96	56		
31				62			40				
Moy			86	187			13,3	57,1	103,1		

Dépression ÉRÉ - LOKA - KABIA

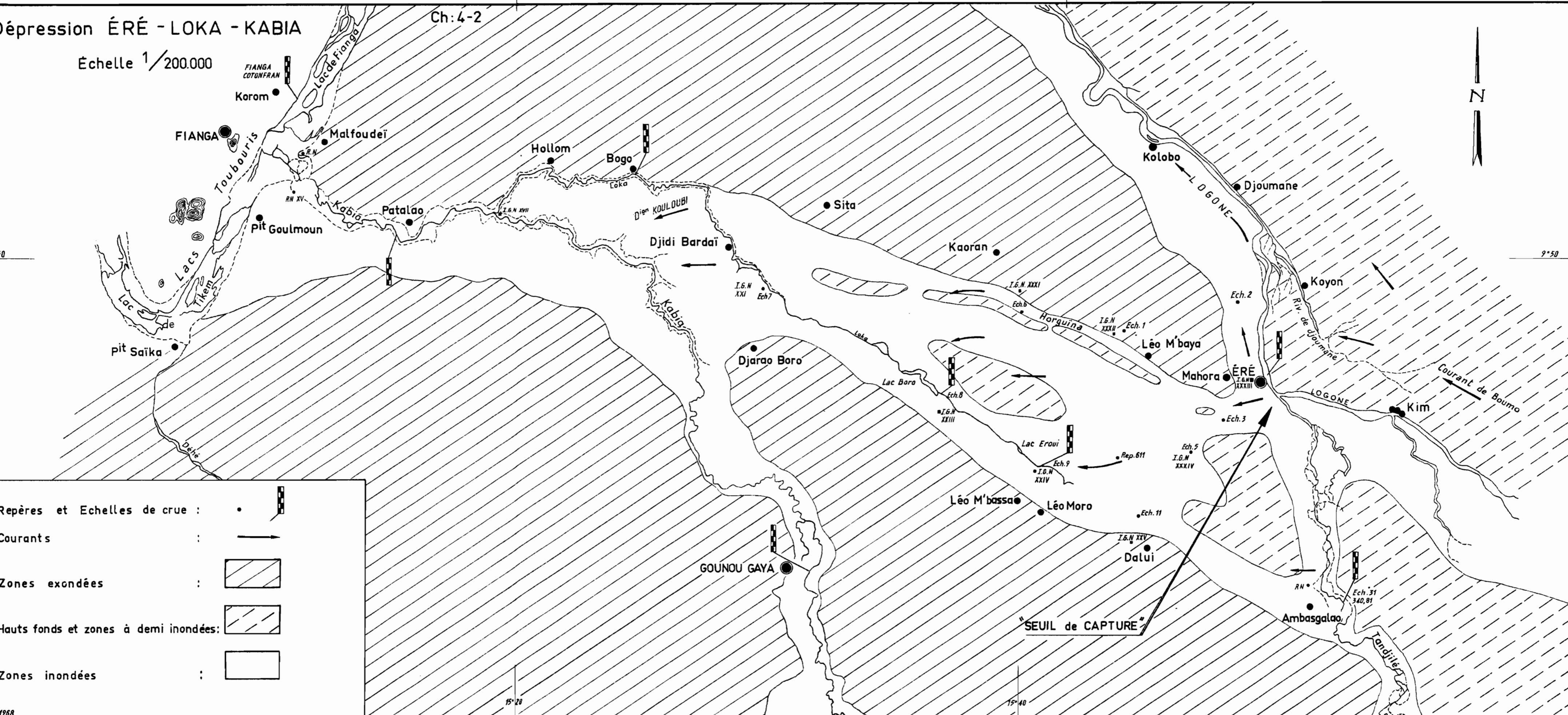
Échelle 1/200.000

Ch:4-2

9050

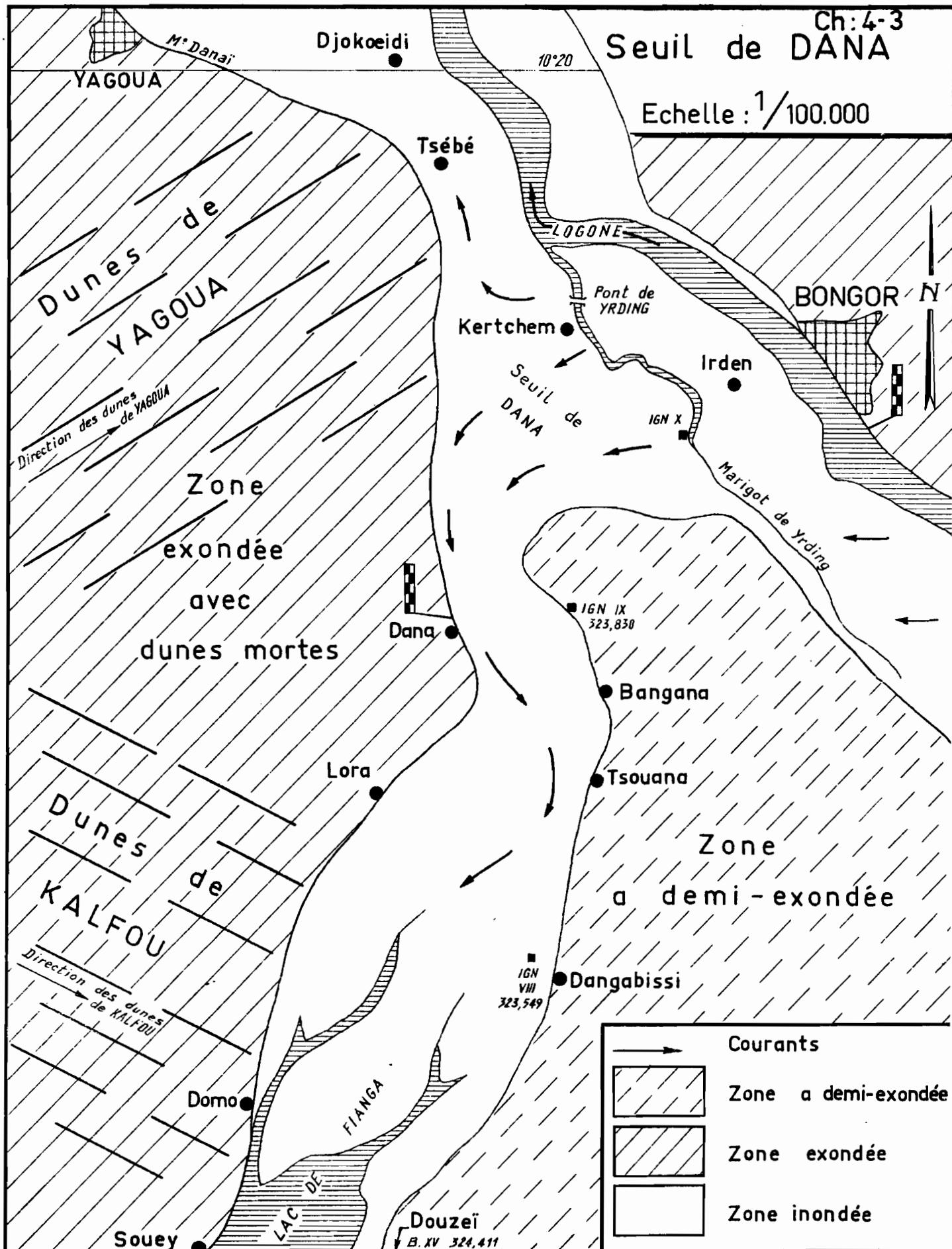


J.M 1968



Seuil de DANA

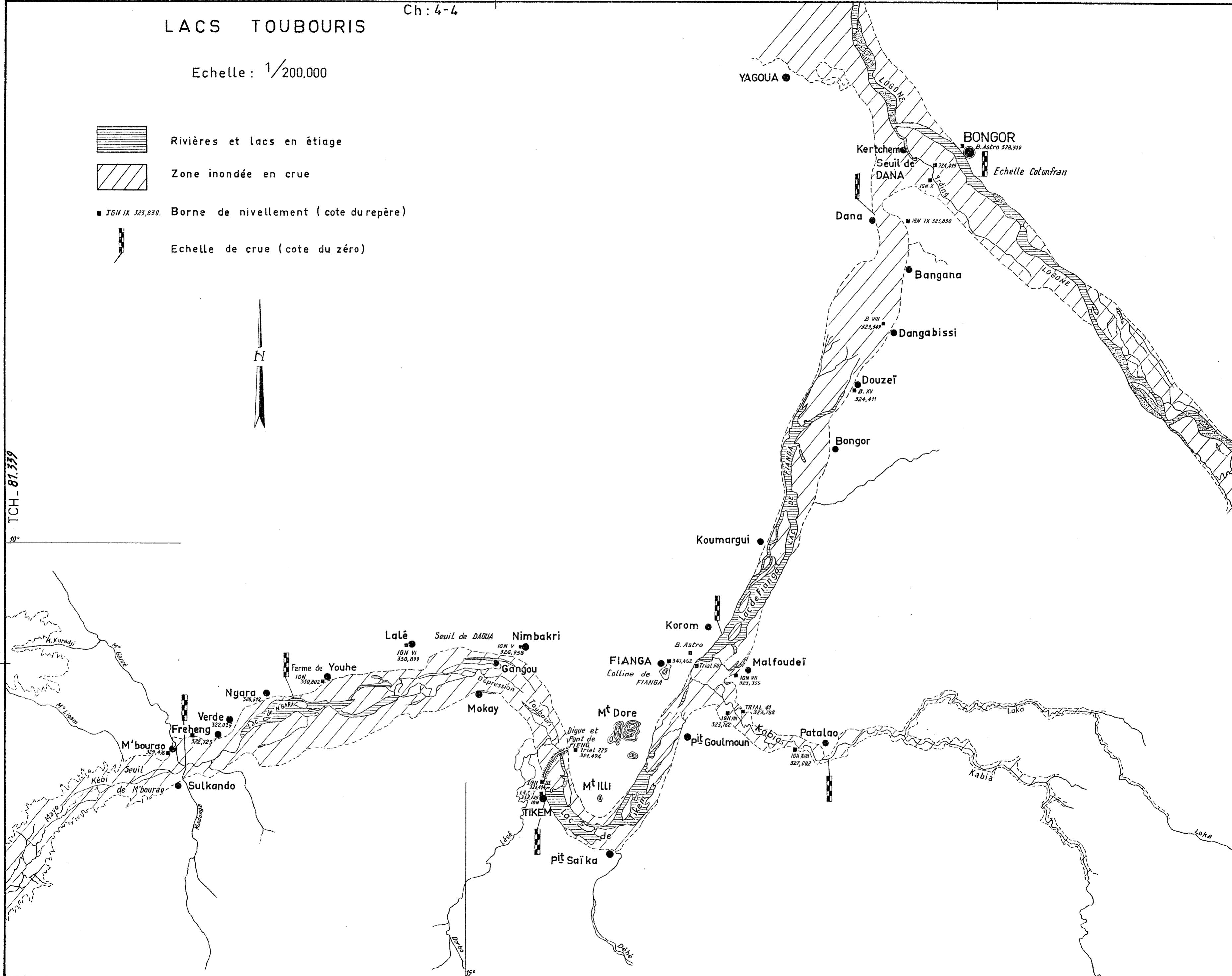
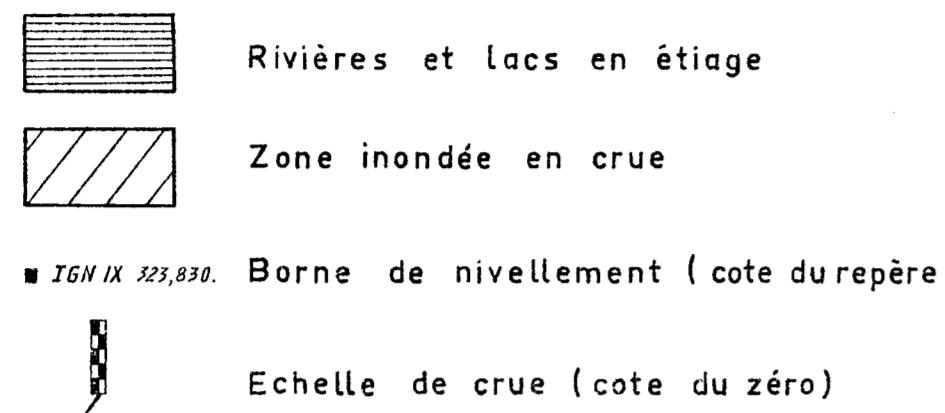
Echelle : 1/100.000

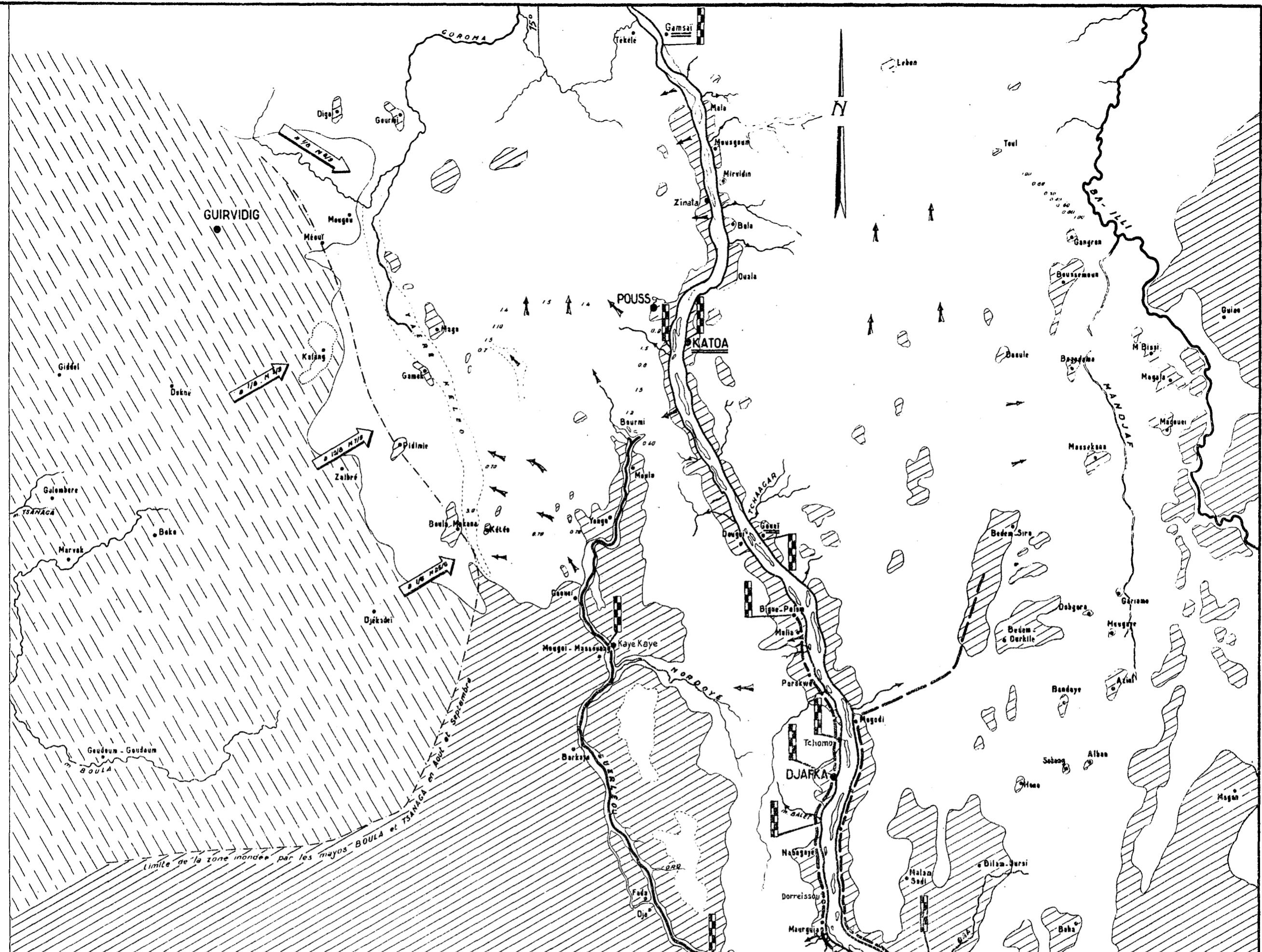


LACS TOUBOURIS

Ch : 4-4

Echelle : 1/200.000





DANAÏ Ch:5

MAYO GUERLÉOU
PLAINES D'INONDATION DU
LOGONE
ENTRE BONGOR ET POUSS

Echelle: 1/200.000^{ème}

Endiguements définitifs après 1954
(R.D) et 1956 (R.G).

Echelle de crue

Stations principales étalonnées

Zones inondées en période de crue (au cours des H.E 1954)

Zones exondées en période de crue.

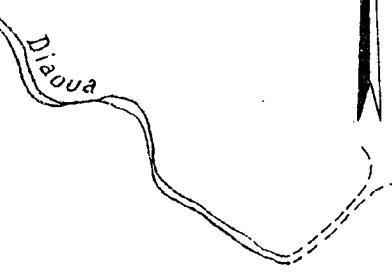
Zones inondées par les mayos BOULA et TSANAGA

Le LOGONE inférieur entre KATOA et et 6-3
LOGONE BIRNI_ Le BA ILLI inférieur
et la LOGOMATIA.

Echelle : 1/200.000



Houzoumé



Y A E R E

G R A N D

Tchédé

Ch: 5-4 LOGONE BIRNI

et 6-3

LOGONE BIRNI

BA ILLI

LOGOMATIA

Ch: 6-2

GRAND COURANT

PLAINE DE DÉRESSIA (ORIGINE DU BA-ILLI)

ÉCHELLE 1 / 200.000



ZONE EXONDÉE



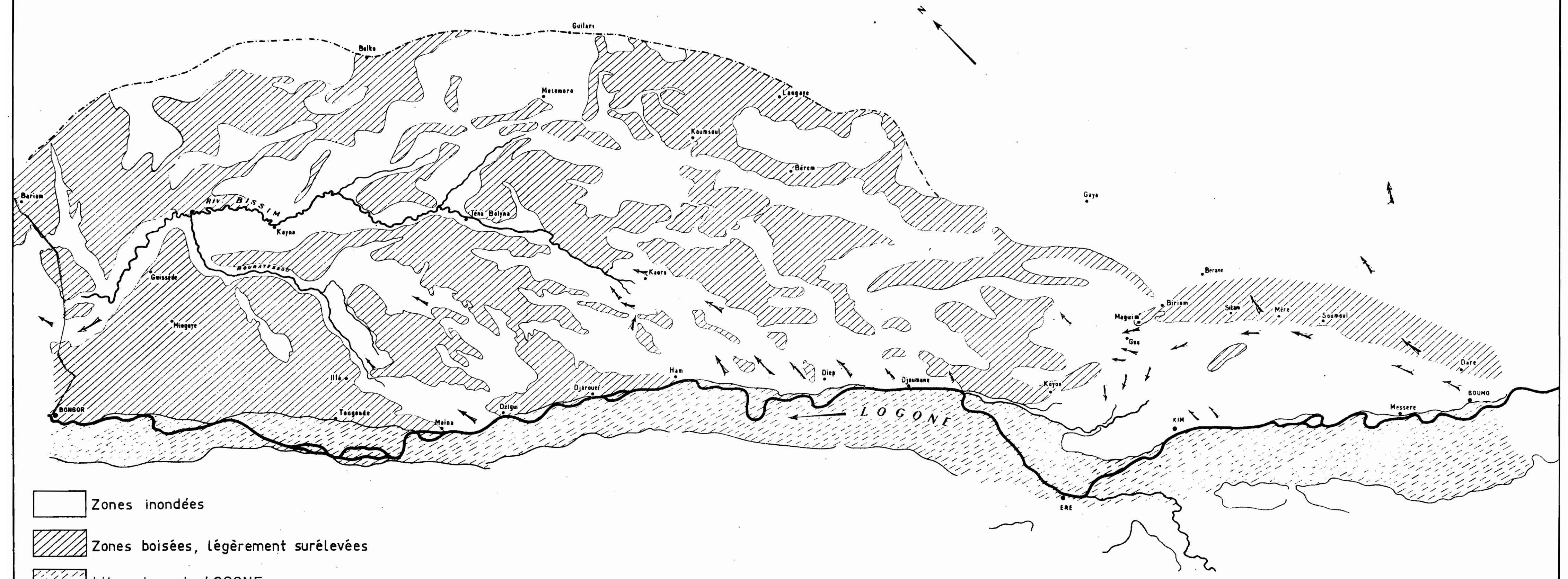
ZONE INONDÉE



Bassin de la Rivière BISSIM

Ch:7

Échelle 1/200.000



Zones inondées

Zones boisées, légèrement surélevées

Lit majeur du LOGONE