

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer



RÉPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA



Ministère de l'Économie Nationale



Direction du Génie Rural

ÉTUDES HYDROLOGIQUES DANS LA RÉGION DU NORD-DORI



Rapport définitif

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER

REPUBLIQUE de HAUTE-VOLTA

MINISTERE de l'ECONOMIE
NATIONALE

Direction du Génie Rural

ETUDES HYDROLOGIQUES
dans la REGION du NORD-DORI

Rapport définitif

1966

SOMMAIRE

	Page
A .. - <u>DONNEES GEOGRAPHIQUES et CLIMATOLOGIQUES</u>	2
1°) Précipitations	2
2°) Evaporation	5
B I - <u>Les BASSINS VERSANTS du GOUDEBO et du FELEOL à la TRAVERSEE de la PISTE de MARKOY</u>	6
B II - <u>OBSERVATIONS</u>	6
1) Station de DIOBOU	6
2) Station de GUEMNI	9
3) Station de YAKOUTA	11
4) Station de KALONGA	14
5) Station du FELEOL	17
C I - <u>Le BASSIN VERSANT du GOROUOL à la TRAVERSEE de la PISTE de MARKOY</u>	18
C II - <u>OBSERVATIONS</u>	18
1) Station de BIDI	18
2) Station de SAUGA	18
3) Station de KORIZIENA	21
D - <u>Le HELI</u>	24
E - <u>ESSAIS d'INTERPRETATION</u>	25
I - Bassins de plus de 1 000 km ²	25
II - Bassins de moins de 600 km ²	27

Par Convention n° 7/63/ECNA/GR du 24 Juin 1963, passée entre Monsieur le Ministre de l'Economie Nationale de HAUTE-VOLTA et le Directeur de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, ce dernier Organisme s'engageait à entreprendre, à partir de 1963, trois campagnes d'hivernages consécutifs d'études hydrologiques dans la région du Nord de DORI.

Le présent rapport rend compte des mesures et observations effectuées en 1965 et présente une synthèse des résultats des trois campagnes.

L'hydrologue est arrivé à DORI le 30 Juin 1965. Le 9 Juillet, les limnigraphes étaient posés. Les 8 et 9 Octobre, ils étaient enlevés en même temps qu'on relevait les dernières données de totalisateurs et d'échelles à maximums.

A - DONNEES GEOGRAPHIQUES et CLIMATOLOGIQUES -

Nous ne reproduirons pas le texte, les cartes et les graphiques présentés dans le rapport intérimaire de la campagne 1963.

Indiquons simplement que la région du Nord DORI, comprise entre les parallèles $13^{\circ} 45'$ et $15^{\circ} 30'$ N et les méridiens $00^{\circ} 30'$ E et $00^{\circ} 50'$ W, reçoit en moyenne entre 550 mm de précipitations annuelles au Sud et 350 mm au Nord.

La constitution géologique des terrains est complexe : signalons simplement que le substratum de la majeure partie du bassin qui nous intéresse est constitué par des roches granitiques donnant lieu en surface à des sols souvent imperméables, mais ils sont parfois recouverts de placages sableux ou de cordons dunaires fossiles de direction Est - Ouest, le plus méridional est situé au Nord de DORI.

Le tout constitue une pénéplaine avec une pente générale orientée Est - Ouest, où l'on trouve de place en place quelques buttes témoins et les cordons dunaires signalés plus haut. Elle est drainée par le GOROUOL et ses affluents le BELI et le GOUDEBO, à supposer qu'il soit possible de définir cours d'eau principal et affluents dans le cas de ces rivières sahéliennes pour lesquelles la dégradation hydrographique est courante, avec quelquefois de véritables phénomènes d'endoréisme provoqués surtout par les dunes.

SAISON des PLUIES 1965 - CARACTERISTIQUES CLIMATOLOGIQUES :

1°) Précipitations :

Nous donnons, ci-après, les relevés pluviométriques mensuels des stations du Service Météorologique de HAUTE-VOLTA, en exploitation à l'intérieur ou au voisinage immédiat de la zone étudiée.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
BANI 1965	3	0	0	5	34	60	109	299	248	18	0	-	776
Année normale	0	0	0	5	34	64	154	187	111	19	1	0	575
DORI 1965	0	0	0	3	22	37	120	212	114	38	0	0	546
Année normale	0	0	0	4	25	60	139	184	93	17	1	0	523
GORGADJI 1965	0	0	0	0	1	129	47	137	89	24	0	-	427
Année normale	0	0	0	4	26	61	145	186	99	18	1	0	540
ARIBINDA 1965	0	0	0	3	1	99	274	375	58	4	0	-	814
Année normale	0	0	0	4	25	59	142	185	96	18	1	0	530
GORUM GORUM 1965	0	0	0	3	11	97	92	260	83	25	0	-	571
Année normale	0	0	0	3	20	50	130	180	82	15	0	0	480
MARKOYE 1965	0	0	0	1	7	31	39	133	64	1	0	-	276
Année normale	0	0	0	2	17	44	119	174	72	12	0	0	440

Les totaux annuels 1965 sont très dispersés par rapport aux valeurs normales. Sauf pour le cas de GORGADJI, où les lectures sont suspectes, cette dispersion est dans la nature de l'hydraulicité de 1965, comme le montre l'examen des données des totalisateurs ; certaines régions ont reçu des précipitations abondantes, d'autres, c'est le cas de la vallée du BELI, ont souffert d'un déficit marqué qui a affecté gravement les cultures. Cependant, cette dispersion trop importante n'a pas permis de tracer une carte d'isohyètes annuelles.

Dix huit pluviomètres totalisateurs ont été exploités, chacun comportant 20 mm d'huile. Nous avons constaté, l'année dernière, une évaporation notable en saison sèche malgré la couche d'huile, ce qui rend délicate l'exploitation des résultats, d'autant plus qu'il y manque le début de la saison des pluies.

RELEVÉ des TOTALISATEURS

Totalisateurs	Date de pose	Relevé fin de saison	Total possible
	1965	(mm)	Saison des pluies (mm)
BAMGA 13°52'8 N 00°04'5 W:	4 Juillet	300	600
DIOBOU 13°58'8 N 00°20'3 W:	3 Juillet	406	540
FAIRDI SYENOU 14°01'9 N 00°17'2 W:	3 Juillet	317	460
GUEMNI 14°02'6 N 00°21'7 W:	3 Juillet	345	480
YAKOUTA 14°04'7 N 00°08'2 W:	1er Juillet	253	?
TOUKA BAYEL 14°11'5 N 00°14'3 W:	16 Juillet	328	420
FELEOL 14°12'4 N 00°04'0 W:	8 Juillet	308	420
PETABOULI 14°19'4 N 00°34'8 W:	19 Juillet	(379)	600
FOURKOSSOU 14°20'1 N 00°27'5 W:	19 Juillet	500	600
BEDI 14°22'5 N 00°19'1 W:	9 Juillet	400	520
SAOUGA 14°21'6 N 00°08'4 W:	8 Juillet	355	480
KORIZIENA 14°22'1 N 00°01'6 W:	9 Juillet	450	570
BEÏGA 14°34'3 N 00°08'9 W:	12 Juillet	312	400
BELDIAËE 14°46'4 N 00°08'3 W:	12 Juillet	268	370
FADAR FADAR 15°02'2 N 00°31'2 W:	12 Juillet	(252)	300
KACHAM W 14°59'2 N 00°20'6 W:	12 Juillet	240	280
TIN AKOF 14°58'2 N 00°09'8 W:	12 Juillet	242	280
KABIA 14°51'9 N 00°12'2 E:	27 Juillet	204	280

2*) Evaporation :

Nous donnons ci-dessous les résultats d'observations au bac évaporatoire installé en Septembre 1963 dans l'enceinte du Service Météorologique et exploité par le personnel de ce Service.

Evaporation moyenne mensuelle en mm par jour
(bac carré de 1 m² et de 0,5 m de profondeur)

: Année:	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total : an (mm)	Pluvio.: an (mm)
: 1963:	:	:	:	:	:	:	:	:	6,2	6,8	8,1	6,9	:	:
: 1964:	7,2	9,1	9,9	10,9	10,4	8,2	7,1	5,9	6,1	7,7	7,6	6,1	2921	685
: 1965:	7,6	8,7	10,1	10,9	10,7	9,9	8,4	5,8	5,9	8,2	8,2	6,7	3072	546
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

Les relevés ont été corrigés compte tenu des précipitations. Le tout semble constituer un ensemble cohérent, en accord avec ce qui a été observé dans d'autres régions. Rappelons qu'à TIN ADJAR, on avait trouvé une évaporation annuelle sur bac Colorado de 3 200 mm.

A une évaporation Colorado annuelle de 3 000 mm correspondrait une perte d'environ 2 100 mm sur un réservoir de surface infinie et de profondeur de quelques mètres au moins.

B.I. Les BASSINS VERSANTS du GOUDEBO et du FELEOL à la TRAVERSEE de la PISTE de MARKOY -

Nous ne reproduirons pas le texte donné dans le rapport intérimaire de la campagne 1964 concernant : les bassins versants du GOUDEBO à DIOBOU (580 km²), du marigot de GUEMNI à GUEMNI (390 km²), du GOUDEBO à YAKOUTA (1640 km²) à KALONGA (1890 km²), du FELEOL à la PISTE (400 km²).

Les installations des stations étaient les mêmes qu'en 1964.

B.II. OBSERVATIONS -

1) Station de DIOBOU (580 km²)

a) Etalonnage :

Mauvaise station qui ne pourra jamais être étalonnée correctement, mais qui est la seule accessible. Quelques jaugeages de basses eaux avaient été faits en 1964, aucun autre jaugeage n'a été fait en 1965.

La cote de débit nul est de 845 cm à l'échelle.

Nous avons tenté de tracer une courbe de tarage (gr. 1) sans être même sûrs que le tarage véritable soit univoque.

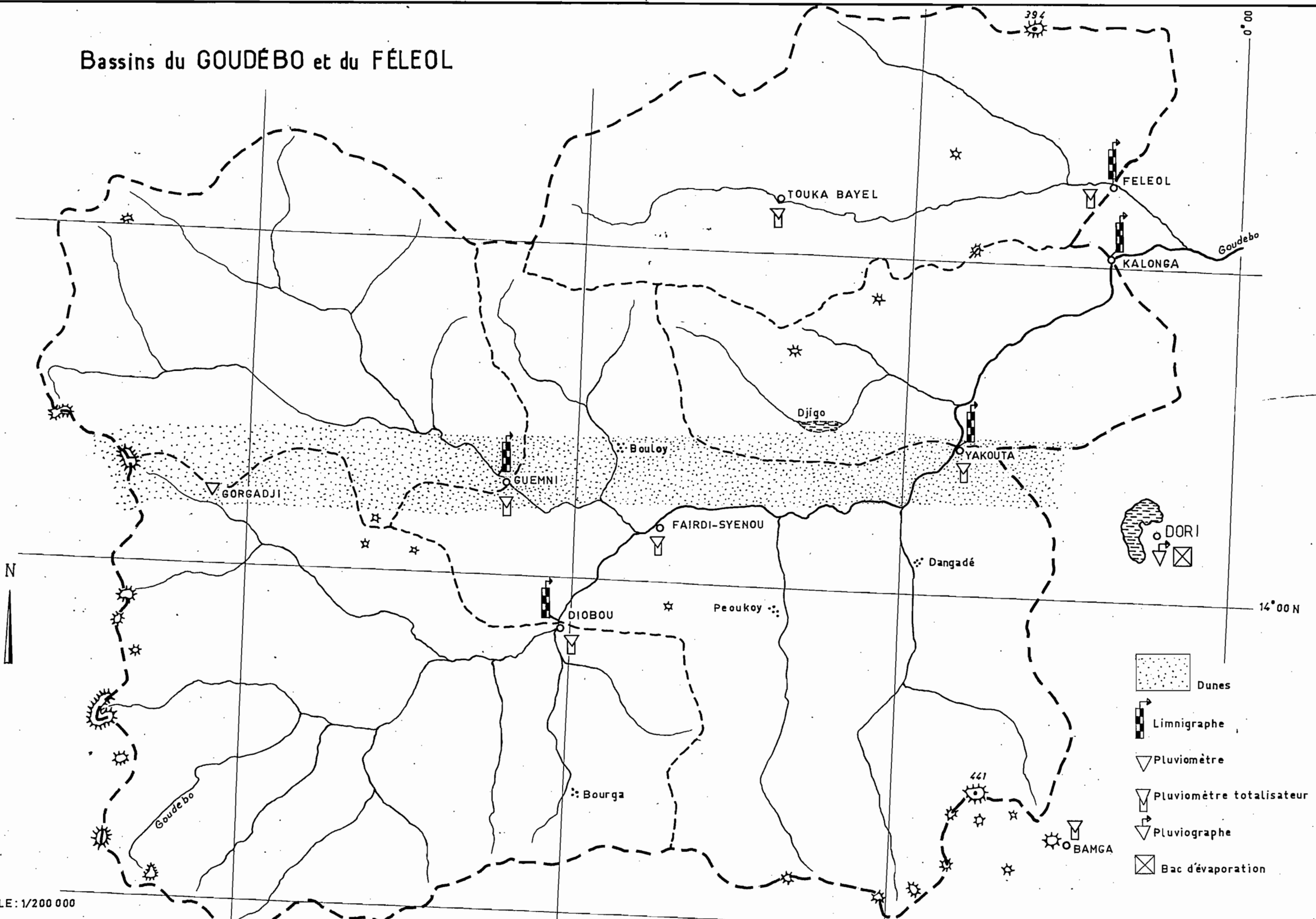
b) Débits :

Le limnigraphe a été posé le 3 Juillet 1965 et a fonctionné jusqu'au 9 Octobre 1965. Il semble que le premier écoulement ait débuté fin Juin ou le 1er Juillet (cote maximale atteinte avant pose du limnigraphe : 945 cm échelle) et le dernier écoulement s'est terminé le 17 Septembre.

La cote maximale atteinte a été de 1021 cm (18 m³/s ? - 31 l/s.km²) contre 1024 cm en 1964. Les habitants de DIOBOU indiquent une cote d'environ 1025 cm pour les plus hautes eaux connues.

Le tableau 2 donne les débits moyens journaliers traduits d'après l'ébauche de courbe de tarage que nous avons tracée.

Bassins du GOUDÉBO et du FÉLEOL



ÉCHELLE: 1/200 000

ORSTOM

A₀

DATE 11.1.65

DESSINE Gallienne J.

VOL 61.360

COURBE DE TARAGE

Station de DIOBOU

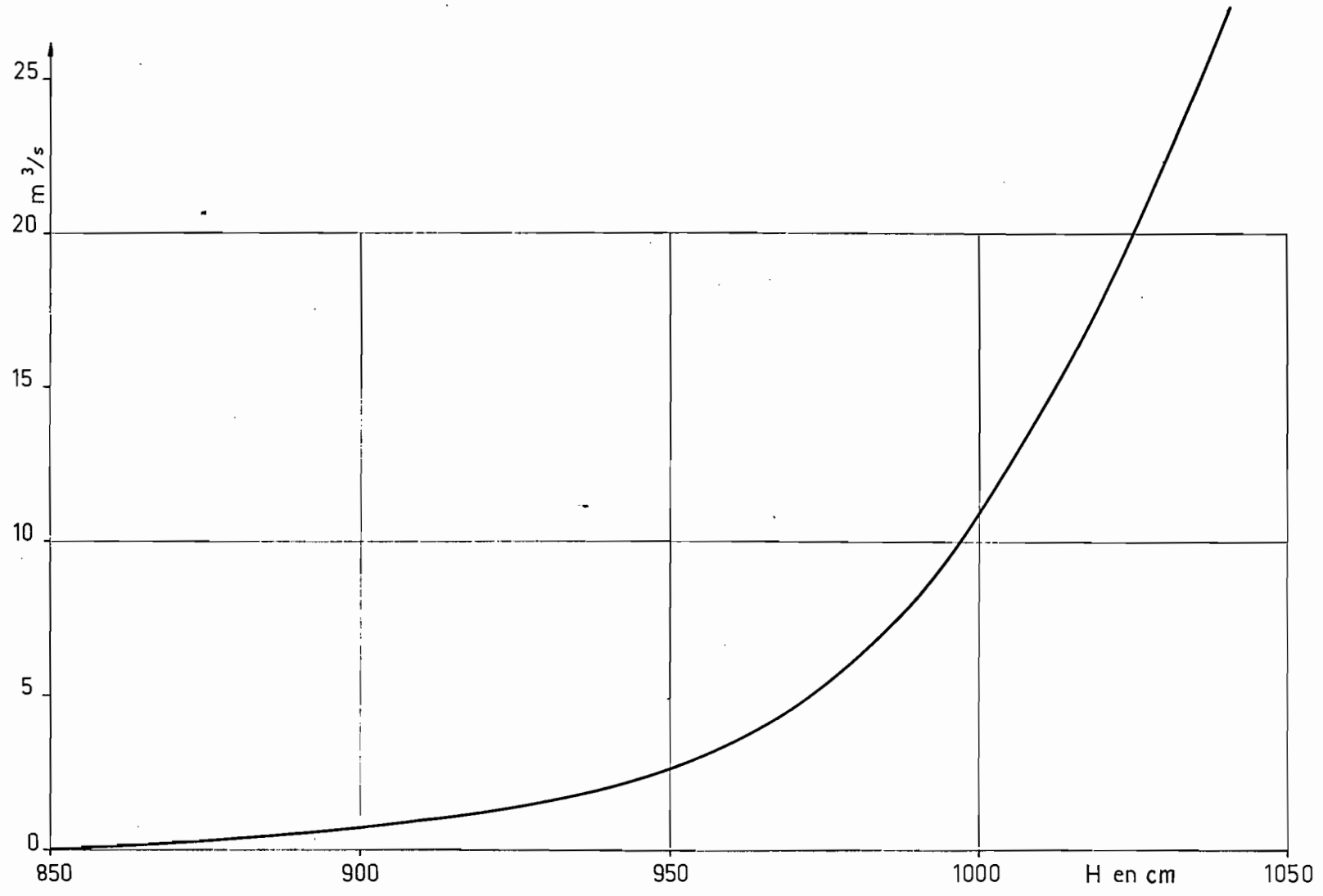


TABLEAU N° 2

GOUDEBO à DIOBOU en 1965

Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							0,20	2,35	1,01			
2							0,80	2,97	1,87			
3							0,88	2,51	2,71			
4							0,05	2,57	2,87			
5							0	9,15	4,27			
6								4,64	9,68			
7								3,88	13,97			
8								11,42	6,45			
9								5,90	5,54			
10								2,83	3,95			
11								1,70	2,33			
12								1,14	1,43			
13								1,19	0,88			
14								3,23	0,23			
15								5,77	0,14			
16								4,77	0,02			
17								2,60	0			
18								1,62				
19								1,31				
20								1,15				
21								0,81				
22								0,42				
23								0,11				
24								0,43				
25								2,49				
26								1,98				
27							0	1,38				
28							7,68	3,40				
29							10,26	2,40				
30							3,30	1,55				
31							3,26	1,17				
Moyenne	0	0	0	0	0	0	0,85	2,87	1,91	0	0	0

Module : 0,47 m³/s

Nous comparons ci-dessous les deux années 1964-1965 dans un tableau qui résume les principales caractéristiques de l'écoulement.

	: Volume total : écoulé 10 ⁶ m ³ :	:Lame équiv. : mm	: Pluvio.moy.: : mm	: Coef. % : d'écoulement:	:Nombre de jours: : d'écoulement:
:1964:	9,6	16,5	600	2,8	76
:1965:	14,9	25,7	650	4,0	57

Même dans l'hypothèse où la courbe de tarage serait fausse, le volume écoulé en 1965 est bien supérieur au volume écoulé en 1964, les pluviométries moyennes (mal connues) étant peu différentes sur le bassin. Nous pensons que cela provient en grande partie du fait que le nombre de jours d'écoulement est nettement plus faible en 1965 qu'en 1964, ce qui réduit les pertes par évapotranspiration et infiltration dans les zones d'inondation.

Il est inutile de faire tous commentaires sur les débits maximaux de crues dont les valeurs sont trop incertaines (le jaugeage pour le débit le plus élevé correspond à 1,16 m³/s).

2) Station de GUEMNI (390 km²)

a) Etalonnage :

Station acceptable avec peu de débordement. La courbe de tarage semble univoque.

La cote de débit nul : 650 cm à l'échelle en début de saison des pluies semble être passée à la fin de la saison à 665 cm par remblaiement du lit mineur.

Six jaugeages ont été effectués :

14-8-1965	h = 766	cm	Q = 4,46 m ³ /s
15-8-1965	751,5		3,20
15-8-1965	741		2,75
16-8-1965	742		3,00
17-8-1965	738		2,84
18-8-1965	746,5		3,32

Ces jaugeages concordent avec ceux de 1964 (effectués de h = 660 cm à h = 760 cm) et nous avons conservé la courbe de tarage établie et extrapolée l'année dernière (gr. ∩).

b) Débits :

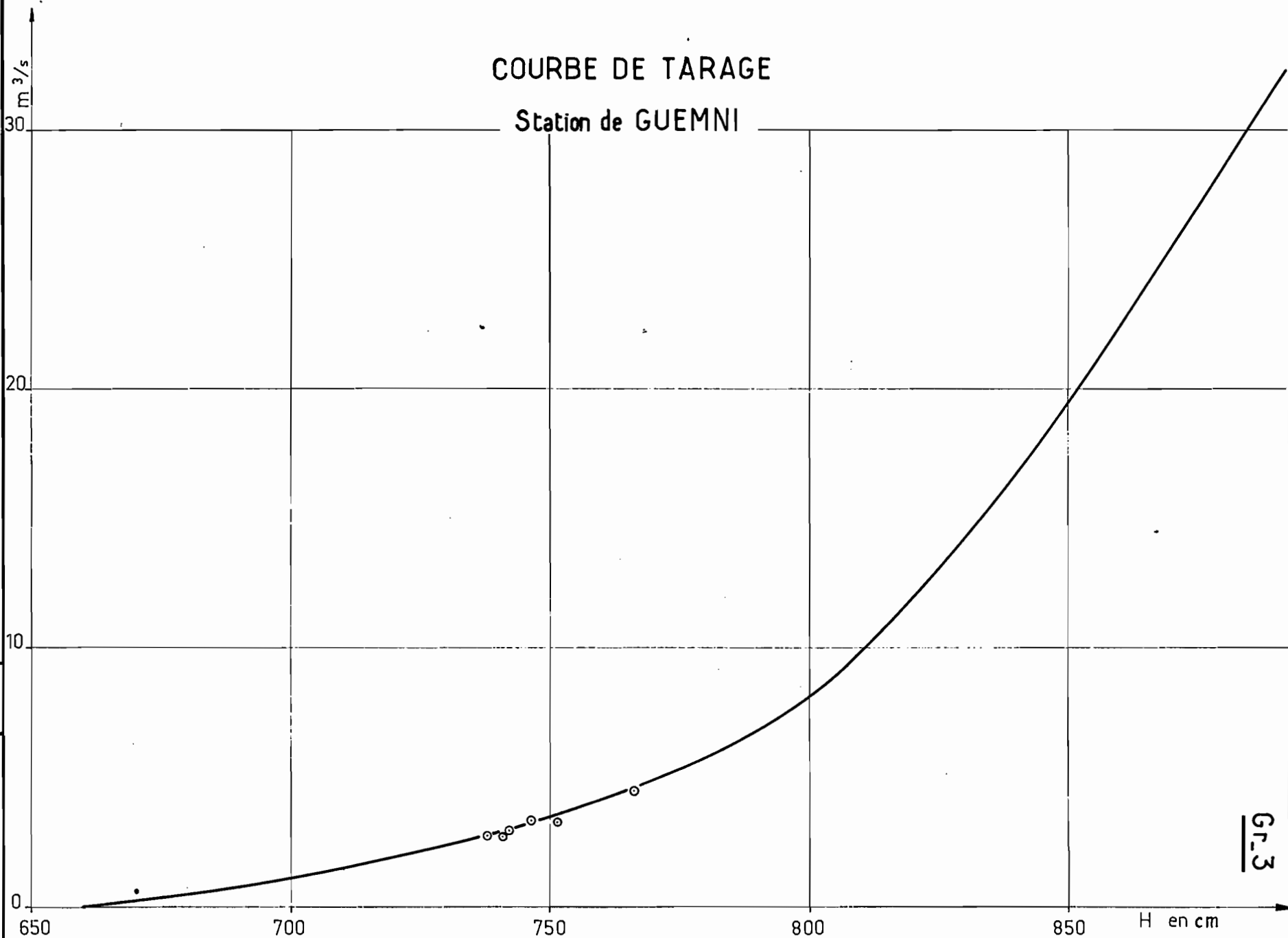
Le limnigraphe a été posé le 3 Juillet 1965 et a fonctionné jusqu'au 9 Octobre 1965. L'écoulement a commencé fin Juin (un peu avant la pose de l'appareil) et s'est terminé le 2 Octobre avec une interruption en Juillet (7 jours).

La cote maximale atteinte a été de 791 cm (7 m³/s - 18 l/s.km²) contre 845 cm en 1964 (18 m³/s).

Le tableau 4 donne les débits moyens journaliers traduits d'après la courbe de tarage extrapolée. Le volume total écoulé peut être considéré comme bien connu car seules deux journées ont dépassé - et de peu - le débit maximal jaugeé.

COURBE DE TARAGE

Station de GUEMNI



Gr. 3

TABLEAU N° 4

GUEMNI en 1965

Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							0,09	0,01	0,70	0,01		
2							0,05	0,08	1,03	0,01		
3							0,12	0,14	1,38	0		
4							0,20	1,58	1,86			
5							0,09	0,93	2,15			
6							0,05	0,35	3,97			
7							0,03	0,13	6,66			
8							0,02	0,07	4,13			
9							0,01	0,05	2,85			
10							0	0,03	2,56			
11								0,02	5,58			
12								0,06	3,29			
13								1,93	1,13			
14								4,38	0,47			
15								3,60	0,22			
16							0	2,99	0,14			
17							0,02	2,90	0,10			
18							0,01	3,36	0,08			
19							0,07	3,02	0,06			
20							0,18	1,27	0,04			
21							0,10	0,40	0,03			
22							0,08	0,20	0,02			
23							1,53	0,40	0,14			
24							1,59	1,22	1,17			
25							0,64	0,51	0,64			
26							0,20	1,10	0,20			
27							0,07	0,64	0,10			
28							0,11	0,96	0,06			
29							0,03	2,33	0,04			
30							0,02	1,71	0,02			
31							0,01	1,09				
Moyenne	0	0	0	0	0	0,13	0,17	1,17	1,36	0	0	0

Module : 0,24 m³/s

Nous comparons ci-dessous les deux années 1964-1965 dans un tableau qui résume les principales caractéristiques de l'écoulement :

Année	Volume total écoulé 10^6 m^3	Lame équiv. (mm)	Pluvio.moy. (mm)	Coef. % d'écoulement	Nombre de jours d'écoulement
1964	9,5	24,5	550	4,5	99
1965	7,5	19,0	500	3,8	90

Le coefficient d'écoulement semble avoir diminué avec la pluviométrie moyenne.

3) Station de YAKOUTA (1640 km^2)

a) Etalonnage :

Station acceptable avec peu de débordement, mais zones d'eaux mortes. Les jaugeages qui sont faits avec un nombre insuffisant de points de mesures de vitesses peuvent conduire facilement à une évaluation par défaut du débit.

La cote de débit nul est environ - 5 cm à l'échelle.

10 jaugeages ont été effectués :

6-8-1965	$h = 108,5 \text{ cm}$	$Q = 7,85 \text{ m}^3/\text{s}$
10-8-1965	167	27,7
26-8-1965	037	0,95
28-8-1965	044,5	1,43
2-9-1965	089	5,80
10-9-1965	<u>193</u>	<u>28,90</u>
12-9-1965	175	26,55
13-9-1965	152	20,25
14-9-1965	130,5	11,80
29-9-1965	022	0,20

Ces jaugeages ne concordent ni avec ceux de 1964 ni avec ceux de 1963. Les courbes de tarage (gr.5) sont très différentes les trois années : influence de la végétation dans le lit.

b) Débits :

Le limnigraphe a été posé le 1er Juillet 1965 et a fonctionné jusqu'au 9 Octobre 1965. L'écoulement a commencé fin Juin (petite crue dont les délaissés correspondent à 1 m échelle) et s'est terminé le 3 Octobre avec une interruption de 20 jours en Juillet.

La cote maximale atteinte a été de 200 cm échelle ($41 \text{ m}^3/\text{s} - 25 \text{ l/s.km}^2$) contre 255 cm en 1964 ($65,5 \text{ m}^3/\text{s}$) et 196 cm en 1963 ($48,5 \text{ m}^3/\text{s}$). L'extrapolation reste encore modérée.

Le tableau 6 donne les débits moyens journaliers traduits d'après la courbe de tarage.

Nous comparons ci-dessous les trois années d'observations dans un tableau qui résume les principales caractéristiques de l'écoulement.

Année	Volume total écoulé 10^6 m^3	Lame équiv. (mm)	Pluvio. Moy. (mm)	Coef. % d'écoulement	Nombre de jours d'écoulement
1963	56	34,2	635	5,4	100 ?
1964	51,7	31,5	600	5,3	105
1965	48,5	29,2	565	5,2	78

Les pluviométries moyennes et les coefficients d'écoulement sont équivalents les trois années.

COURBES DE TARAGE
Station de YAKOUTA

Gr : 5

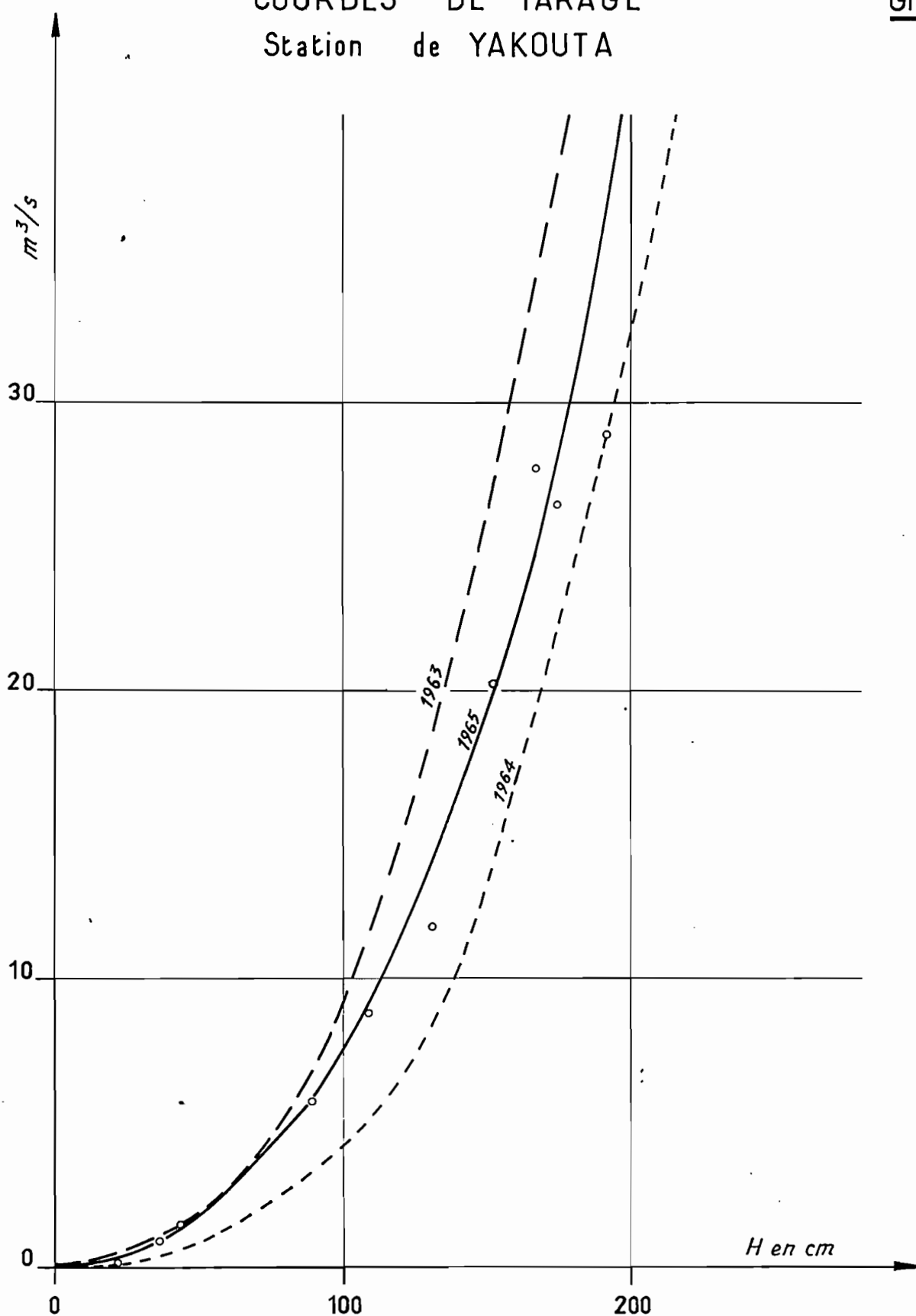


TABLEAU N° 6

YAKOUTA en 1965

Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							0,85	11,19	5,63	0,03		
2							3,08	7,00	5,74	0,02		
3							3,20	5,03	5,02	0,01		
4							1,34	4,65	5,32	0		
5							0,69	4,53	5,75			
6							0,61	9,20	10,61			
7							0,45	19,07	15,36			
8							0,15	16,77	25,64			
9							0,02	15,26	39,80			
10							0	24,13	38,47			
11								19,64	34,63			
12								11,94	27,41			
13								7,37	19,05			
14								5,01	13,23			
15								3,48	8,70			
16								3,66	5,33			
17								11,24	2,95			
18								14,76	1,44			
19								11,88	0,56			
20								8,58	0,22			
21								6,43	0,05			
22								5,10	0,03			
23								3,92	0,02			
24								2,69	0,01			
25								1,62	0,13			
26								1,00	0,02			
27								0,80	0,01			
28								1,46	0,23			
29								2,39	0,12			
30							5,97	2,70	0,01			
31							15,50	4,06				
Moyenne	0	0	0	0	0	0,37	1,03	7,95	9,05	0	0	0

Module : 1,54 m³/s

4) Station de KALONGA (piste de GORUM GORUM-MARKOYE - 1890 km²)

a) Etalonnage :

Station très difficile à jauger. Les jaugeages effectués en 1965 ont tous été faits au gué, même aux basses eaux. Il faut, étant donné les conditions d'écoulement, considérer que le débit mesuré est une évaluation par défaut dès que la hauteur à l'échelle dépasse 40 cm, sous-évaluation augmentant avec la hauteur.

La cote de débit nul est d'environ - 10 cm à l'échelle.

11 jaugeages ont été effectués :

2-7-1965	h = 117	cm	Q = 7,6 m ³ /s
9-7-1965	29,5		0,6
1-8-1965	42		0,93
6-8-1965	100		4,0
9-8-1965	<u>127</u>		<u>8,6</u>
27-8-1965	070		2,5
28-8-1965	052		1,4
3-9-1965	090		3,0
21-9-1965	050		1,12
22-9-1965	031		0,63
4-10-1965	002,5		0,07

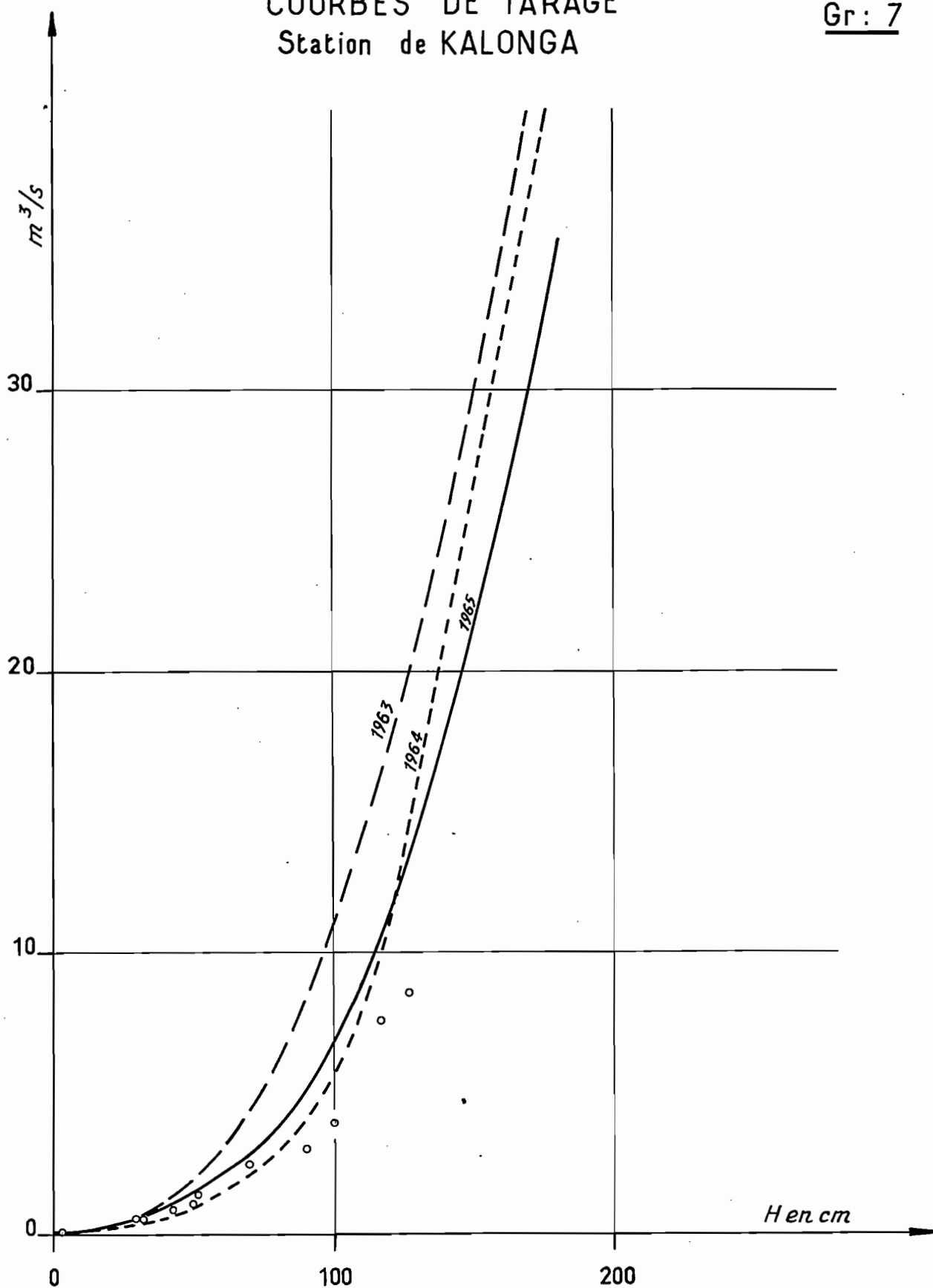
La station a pu être étalonnée indirectement, comme pour les années 1963 et 1964, par comparaison des débits écoulés pour une onde de crue à YAKOUTA et à KALONGA. Le graphique 7 montre que les courbes d'étalonnage obtenues pour les trois années sont nettement différentes.

b) Débits :

Le limnigraphe a été posé le 30 Juin 1965 et a fonctionné jusqu'au 9 Octobre 1965. L'écoulement a commencé fin Juin (petite crue locale dont les délaissés correspondent à 1 m échelle) et s'est terminé le 8 Octobre avec 7 jours d'interruption en Juillet.

COURBES DE TARAGE
Station de KALONGA

Gr: 7



La cote maximale atteinte a été de 172 cm échelle ($31 \text{ m}^3/\text{s} - 16,5 \text{ l/s.km}^2$) contre 187 cm en 1964 ($47 \text{ m}^3/\text{s}$) et 162 cm en 1963 ($36 \text{ m}^3/\text{s}$). En 1965, comme en 1964 et 1963, le débit de pointe d'une crue passant à KALONGA (sans surimposition d'une pointe de crue du bassin intermédiaire) est des 5 septièmes du débit de pointe de la même crue à son passage à YAKOUTA.

Le tableau 8 donne les débits moyens journaliers traduits d'après la courbe de tarage.

Nous comparons ci-dessous les années 1964 et 1965 dans un tableau qui résume les principales caractéristiques de l'écoulement.

Année	Volume total écoulé 10^6 m^3	Lame équiv. (mm)	Pluvio. moy. (mm)	Coef. % d'écoulement	Nombre de jours d'écoulement
1964	60,5	32,0	600	5,3	105
1965	52,1	27,6	550	5,1	95

Les coefficients d'écoulement sont les mêmes qu'à YAKOUTA.

TABLEAU N° 8

KALONGA en 1965

Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							3,28	1,37	3,99	0,27		
2							9,98	4,77	4,65	0,12		
3							12,96	7,79	5,59	0,09		
4							5,13	8,59	8,90	0,06		
5							3,47	8,05	9,64	0,04		
6							3,31	6,85	8,85	0,03		
7							2,49	5,86	7,59	0,02		
8							1,60	7,93	10,64	0,01		
9							1,02	13,10	16,49	0		
10							0,62	14,47	24,02			
11							0,32	18,41	29,48			
12							0,14	21,97	31,31			
13							0,09	21,05	30,45			
14							0,51	16,77	27,47			
15							0,25	12,40	22,62			
16							0,10	8,67	17,05			
17							0,31	5,96	12,00			
18							0,06	4,98	8,03			
19							0,04	7,98	5,22			
20							0,03	10,80	3,29			
21							0,02	10,49	1,58			
22							0,01	9,02	0,48			
23							0	7,27	0,15			
24								6,28	0,09			
25								5,02	0,06			
26								3,74	0,04			
27								2,55	0,03			
28								1,53	0,09			
29								1,12	0,06			
30							0,24	1,30	0,04			
31							0,40	2,34				
Moyenne	0	0	0	0	0	0,25	1,50	8,34	9,66	0,02	0	0

Module : 1,65 m³/s

5) Station du FELEOL (piste de GORUM GORUM - MARKOYE - 400 km²)

a) Etalonnage :

Mauvaise station injaugeable sauf aux basses eaux.

La cote de débit nul est d'environ -5 cm à l'échelle.

3 jaugeages ont été effectués en 1965 :

18-7-1965	h = 045	cm	Q = 0,68 m ³ /s
24-7-1965	+ 002,5		0,03
26-7-1965	- 003		0,008

b) Débits :

Le limnigraphe a été posé le 8 Juillet 1965 et retiré le 9 Octobre 1965, mais n'a pas fonctionné correctement et les enregistrements sont inutilisables ; nous n'avons même pas pu reconstituer la hauteur maximale atteinte, ni les dates des écoulements.

Nous rappelons les résultats de 1964 (courbe de tarage extrapolée) : cote maximale atteinte 187 cm échelle (20 m³/s ?), volume total écoulé 15,7.10⁶ m³ correspondant à une lame équivalente de 39,2 mm pour une pluviométrie moyenne de l'ordre de 550 mm. Coefficient d'écoulement 7,1 %.

C.I. - Le BASSIN VERSANT du GOROUOL à la TRAVERSÉE de la PISTE de MARKOY -

Nous ne reproduirons pas le texte donné dans le rapport intérimaire de la campagne 1964 au sujet des bassins versants du GOROUOL à BIDI (720 km²), du DEBERELIN'K à SAOUGA (1040 km²) et du GOROUOL à KORIZIENA (2500 km²).

Les installations des stations étaient les mêmes qu'en 1964.

C.II. - OBSERVATIONS -

1) Station de BIDI (720 km²)

a) Etalonnage :

Aucun jaugeage n'a pu être fait, l'hydrologue n'ayant pas eu l'occasion d'y passer lors d'écoulement notable à cette station.

La cote de débit nul est d'environ 505 cm à l'échelle.

b) Débits :

Une, ou plusieurs, petites crues seraient passées avant la mise en place du limnigraphe. Cote maximale d'après délaissés : 530 cm à l'échelle. Le limnigraphe a fonctionné du 13 Juillet 1965 au 8 Octobre 1965. L'écoulement a été continu entre ces deux dates, avec des journées de débit moyen inférieur à 5 l/s, débit qui, au cours de la dernière décrue, a été atteint vers le 21 Septembre.

La cote maximale atteinte a été de 679 cm échelle.

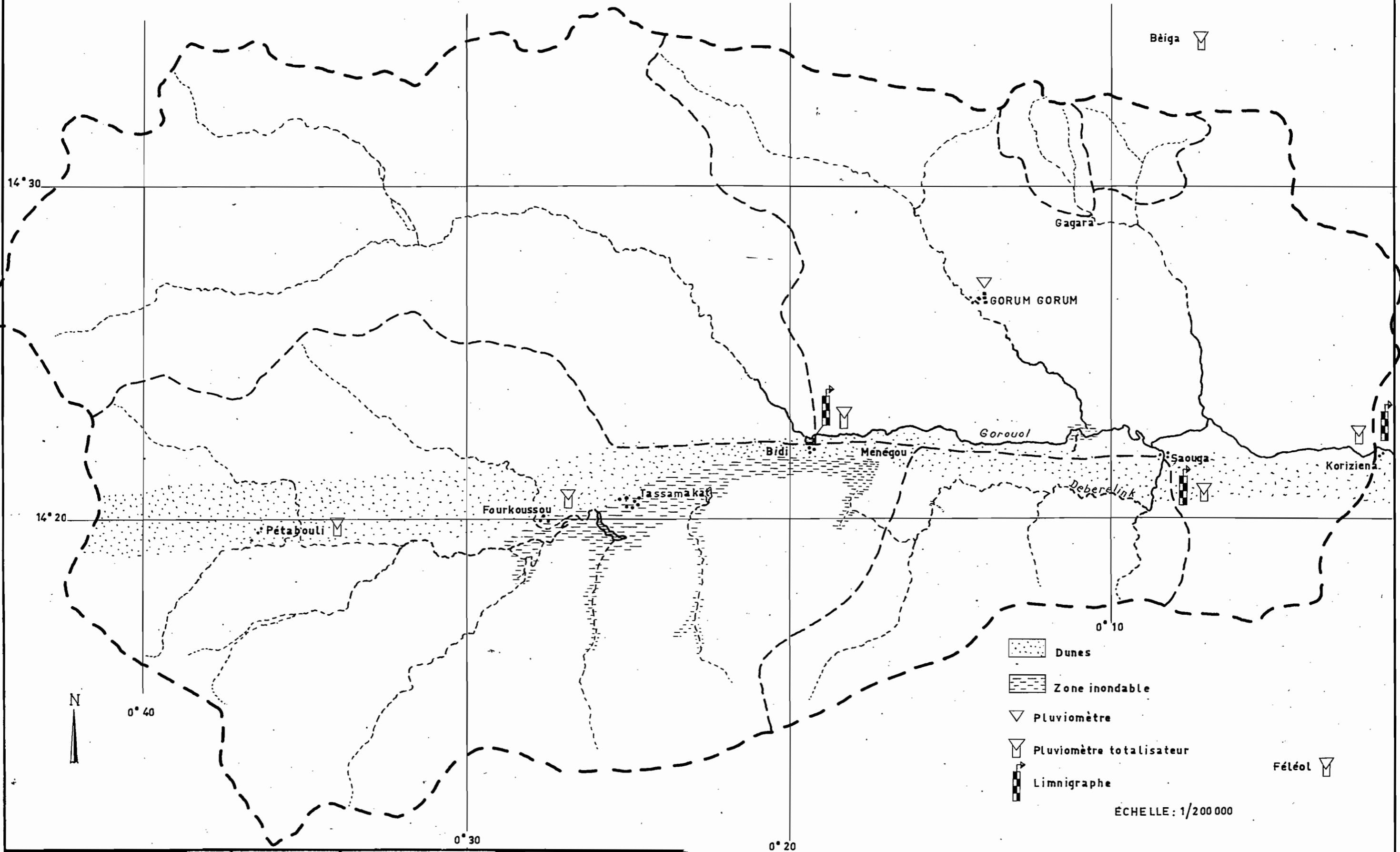
2) Station de SAOUGA (1040 km²)






a) Etalonnage :

Station probablement stable et univoque.

La cote de débit nul est d'environ 590 cm à l'échelle.

Bassin du GOROUOL à KORIZIENA



-  Dunes
-  Zone inondable
-  Pluviomètre
-  Pluviomètre totalisateur
-  Limnigraphe

ÉCHELLE: 1/200 000

7 jaugeages ont été effectués :

18-7-1965	h = 640	cm	Q = 3,57	m ³ /s
23-7-1965	626		1,46	
24-7-1965	607,5		0,25	
26-7-1965	592		0,002	
27-8-1965	623		1,47	
28-9-1965	622		1,43	
6-10-1965	616		0,96	

Ces jaugeages concordent bien avec ceux effectués en 1964 (cote maximale de mesure 620 cm échelle) et permettent de tracer le bas de la courbe de tarage qui a été extrapolée en utilisant une extrapolation de la courbe des vitesses moyennes (gr. 9).

b) Débits :

Le limnigraphe a été posé le 8 Juillet 1965 et a fonctionné jusqu'au 8 Octobre 1965, avec une interruption du 2 au 26 Septembre. Il y a probablement eu des écoulements en Juin. En Juillet, le marigot a coulé du 17 au 26, puis l'écoulement a été continu depuis le 1er Août jusqu'à la fin du tarissement que l'on peut supposer, par comparaison avec l'année précédente, s'être produit fin Octobre.

La cote maximale atteinte a été de 723 cm échelle (24 m³/s ?) contre 702 cm en 1964 (17 m³/s ?).

Le tableau 10 donne les débits moyens journaliers traduits d'après la courbe de tarage extrapolée et une estimation grossière des débits du mois de Juin et du mois de Septembre.

La même courbe de tarage a servi à traduire l'année 1964 dont l'enregistrement limnigraphique était complet.

Nous comparons ci-dessous les deux années 1964-1965 dans un tableau qui résume les principales caractéristiques de l'écoulement.

Année	Volume total écoulé 10 ⁶ m ³	Lame équiv. (mm)	Pluvio. moy. (mm)	Coef. % d'écoulement
1964	20,7	19,9	500 ?	4,0
1965	19,5 ?	18,8	500 ?	3,8

COURBE DE TARAGE

Station de SAOUGA

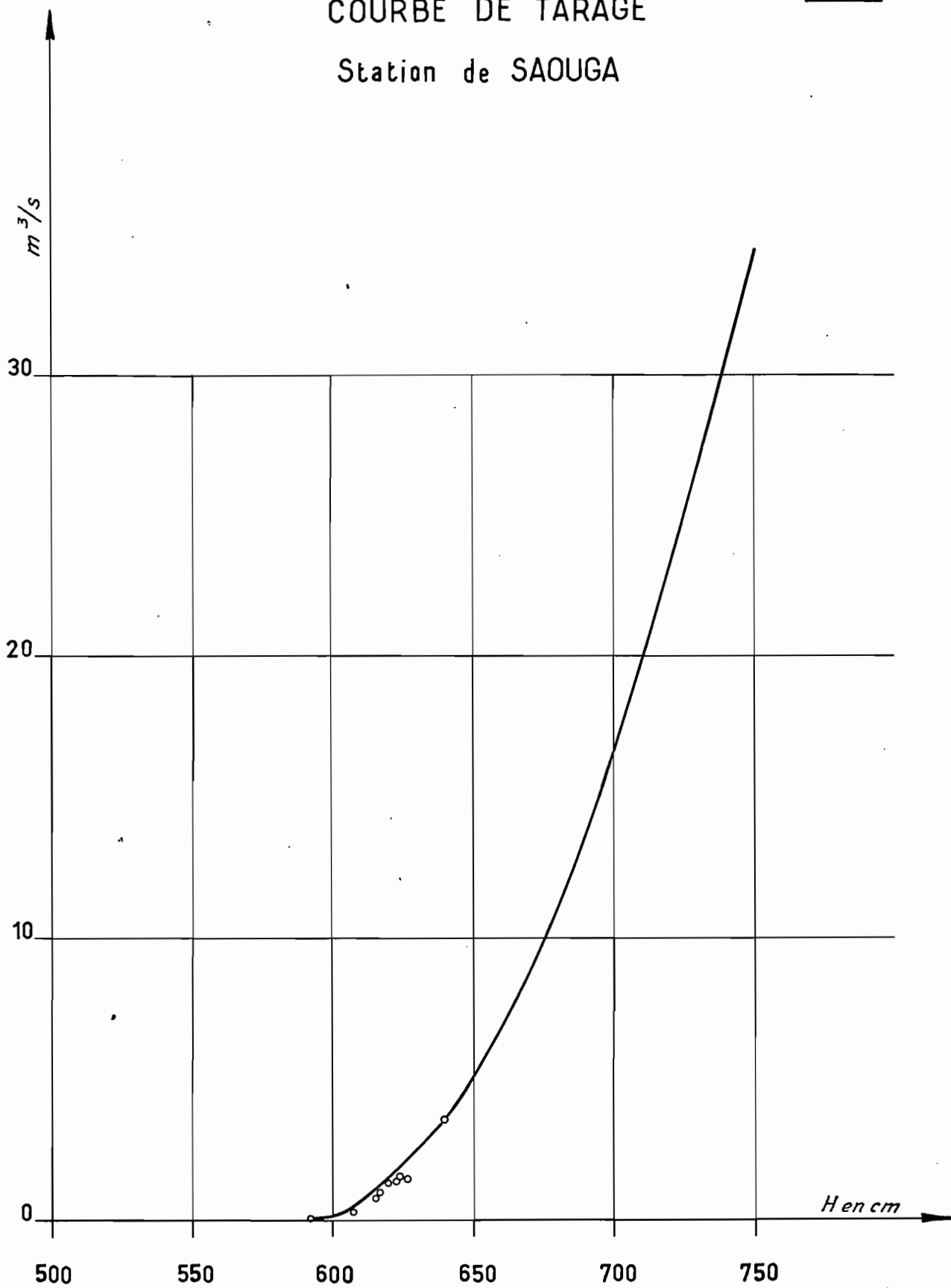


TABLEAU N° 10

SAOUGA en 1965

Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1								0,10	1,45	1,20	0	
2								0,53		1,15		
3								0,32		1,06		
4								3,07		0,97		
5								1,78		0,89		
6								1,06		0,85		
7								0,22		0,77		
8							0	0,01		0,69		
9								0,11		(0,61)		
10								1,22		(0,51)		
11								5,22		(0,45)		
12								19,56		(0,39)		
13								13,10		(0,33)		
14								12,64		(0,30)		
15								10,60		(0,24)		
16							0	7,35		(0,19)		
17							1,84	5,40		(0,15)		
18							3,00	2,80		(0,13)		
19							1,70	0,81		(0,10)		
20							0,92	0,02		(0,07)		
21							0,59	0,01		(0,06)		
22							2,34	0		(0,05)		
23							1,74	0,03		(0,04)		
24							0,36	0,14		(0,03)		
25							0,04	0,33		(0,03)		
26							0,01	0,30		(0,02)		
27							0	0,30	1,55	(0,02)		
28								0,30	1,45	(0,02)		
29								1,44	1,35	(0,01)		
30								3,03	1,30	(0,01)		
31							0	2,44		(0,01)		
Moyenne	0	0	0	0	0	0,40	0,41	3,04	3,10	0,37	0	0

Module : 0,52 m³/s

La pluviométrie moyenne est mal connue sur le bassin faute d'une densité suffisante de pluviomètres. Il semble bien qu'elle soit du même ordre les deux années.

3) Station de KORIZIENA (2500 km²)

a) Etalonnage :

La station n'est pas mauvaise et semble relativement stable.

La cote de débit nul est d'environ 385 cm échelle.

7 jaugeages ont été effectués en 1965.

18-7-1965	h = 493 cm	Q = 6,09 m ³ /s
22-7-1965	486	6,70
25-7-1965	482	5,23
26-7-1965	473	5,00
27-9-1965	433	1,34
28-9-1965	432	1,33
6-10-1965	447	2,20

La plupart de ces jaugeages concordent avec ceux effectués en 1964 (cote maximale de mesure : 470 cm échelle). Nous conservons la courbe de tarage établie l'année dernière (gr. 11).

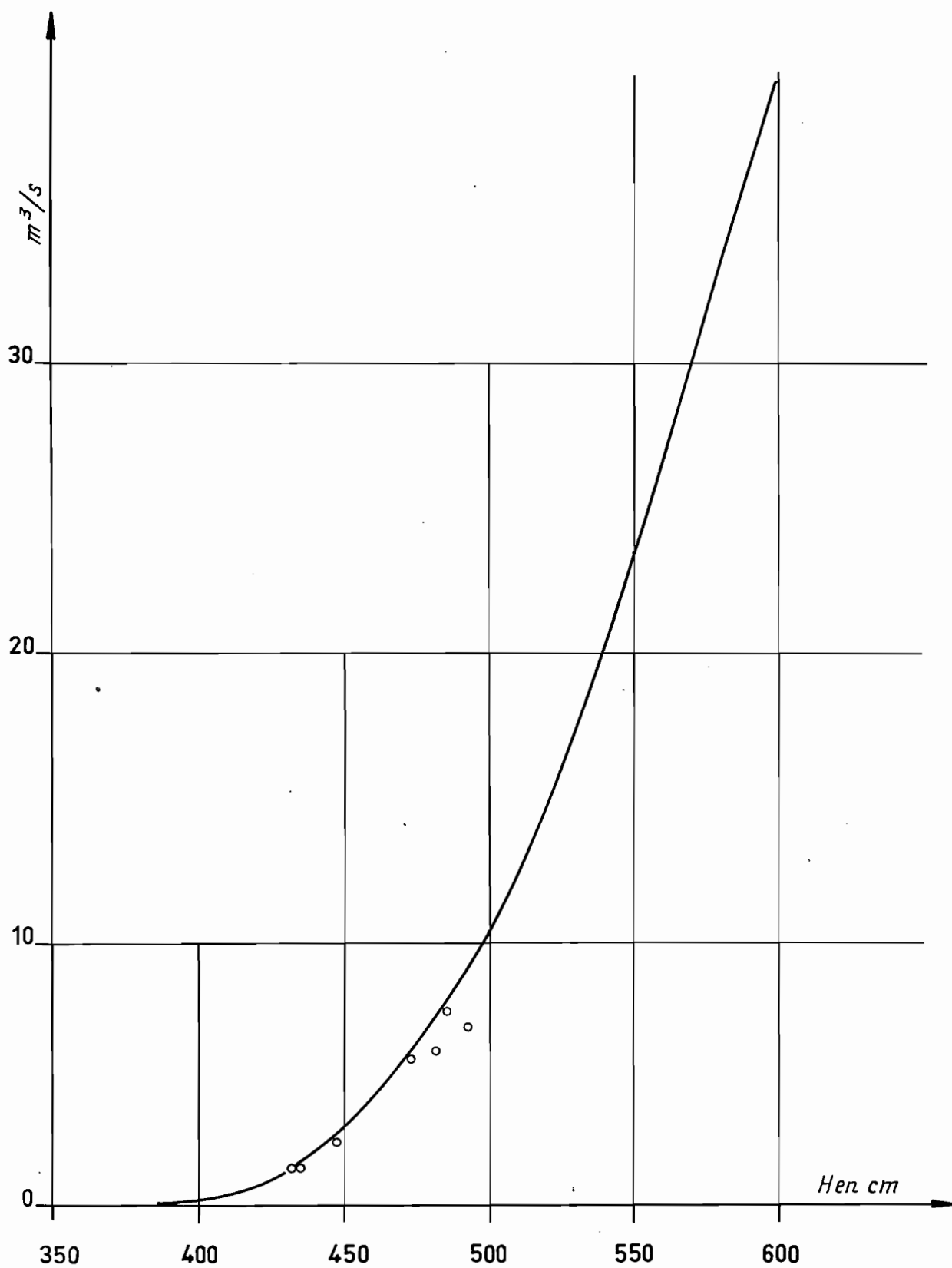
b) Débits :

Le limnigraphe a été posé le 9 Juillet 1965 et a fonctionné jusqu'au 9 Octobre 1965, avec malheureusement une interruption du 12 au 17 Août (stylet bloqué à la montée à h = 546 cm échelle et reparti de cette cote à la décrue) et une autre interruption du 12 au 27 Septembre. L'écoulement a dû commencer en Juin et être continu jusqu'à la fin du tarissement que l'on peut rétablir par comparaison avec l'année précédente jusqu'à la fin d'Octobre.

Nous ne connaissons pas la cote maximale atteinte, qui a dû être de l'ordre de 580 cm échelle (32 m³/s ?) contre 548 cm (22 m³/s) l'année précédente.

COURBE DE TARAGE
Station de KORIZIENA

Gr : 11



Le Tableau 12 donne les débits moyens journaliers traduits d'après la courbe de tarage et une estimation, sans doute peu erronée, des débits des jours dont nous n'avons pas la limnigraphie.

Nous comparons ci-dessous les deux années 1964-1965 dans un tableau qui résume les principales caractéristiques de l'écoulement.

Année	Volume total écoulé 10 ⁶ m ³	Lame équiv. (mm)	Pluv. moy. (mm)	Coeff. % d'écoulement
1964	60	24,0	500 ?	4,8
1965	63	25,4	500 ?	5,1

La pluviométrie moyenne est mal connue sur le bassin faute d'une densité suffisante de pluviomètres. Il semble qu'elle soit du même ordre les deux années.

Notons qu'il y a eu une très forte précipitation sur le bassin le 11 Août 1965 (116,5 mm au pluviomètre de GORUM GORUM) ayant probablement arrosé une grande surface, ayant provoqué la plus forte crue de l'année à SAOUGA et une très forte crue à BIDI.

TABLEAU N° 12

KORIZIENA en 1965

Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1								2,08:12,92:	1,14:			
2								3,70:12,80:	2,05:			
3								4,58:14,74:	4,36:			
4								12,35:13,04:	2,92:			
5								13,40:11,74:	2,00:			
6								9,97:11,03:	2,40:			
7								8,47:10,25:	0,95:			
8								5,11:12,49:	0,80:			
9							0,10:	3,96:13,80:	0,70:			
10							1,86:	5,73:17,14:	(0,60)			
11							1,09:	9,00:16,84:	(0,50)			
12							0,59:		(0,45)			
13							0,21:		(0,38)			
14							1,07:		(0,32)			
15							1,01:		(0,28)			
16							0,71:		(0,22)			
17							11,06:21,31:		(0,16)			
18							8,09:17,35:	(9,5):	(0,11)			
19							4,48:14,01:	(5,5):	(0,08)			
20							2,18:	9,82:	(2,9):	(0,06)		
21							4,61:	3,44:	(2,1):	(0,05)		
22							7,63:	0,88:	(1,8):	(0,04)		
23							8,14:	0,41:	(1,6):	(0,03)		
24							7,93:	1,48:	(1,6):	(0,03)		
25							6,11:	2,24:	(1,5):	(0,02)		
26							5,00:	2,36:	(1,4):	(0,02)		
27							3,38:	2,42:	1,38:	(0,02)		
28							1,09:	3,48:	1,32:	(0,01)		
29							0,24:	4,00:	1,26:	(0,01)		
30							0,63:	6,17:	1,20:	(0,01)		
31							1,70:	9,06:		(0,01)		
Moyenne	0	0	0	0	0	0,70	2,71	10,22	96,62	0,67	0	0

Module : 2,01 m³/s

D - Le BELI -

Nous ne reproduirons pas le texte ni les croquis donnés dans le rapport intérimaire de la campagne 1963.

Les quantités d'eau trouvées dans les totalisateurs et l'état de la végétation en Octobre (mil et cram-cram) donnent à penser que tout le long du sillon du BELI la saison des pluies a été déficitaire, mais nous ne savons rien au sujet de la pluviométrie sur le bassin versant du BELI.

Niveaux maximaux atteints en saison des pluies :

Stations	1963	1964	1965
FADAR FADAR	158 cm échelle	187 cm échelle	190 cm échelle
KACHAM OWest	290 cm sous repère	-	236 cm sous repère
TIN AKOF	310 cm échelle	254 cm échelle	332 cm échelle
IN TANGOUN	110 cm sous repère	120 cm sous repère	108 cm sous repère
KABIA	194 cm sous repère	-	170 cm sous repère

E - ESSAIS d'INTERPRETATION -

Nous avons tenté, dans ce qui suit, de déduire des conclusions quant aux caractéristiques hydrologiques des cours d'eau du NORD-DORI.

I - BASSINS de plus de 1 000 km² -

a) Volumes annuels - coefficient d'écoulement :

Une évaluation correspondant à l'année moyenne est donnée ci-après :

: Cours d'eau :	: Superficie :	: Pluviométrie :	: Volume :	: Coef. d'éc ^t . :
:	: km ² :	: moy. inter. :	: écoulé :	: année moy. :
:	:	: mm :	:	: % :
: GOUDEBO à YAKOUTA :	: 1640 :	: 550 :	: 45 x 10 ⁶ m ³ :	: 5 :
: GOUDEBO à KALONGA :	: 1890 :	: 550 :	: 52 x 10 ⁶ m ³ :	: 5 :
: DEBERELINCK à SAOUGA :	: 1040 :	: 500 :	: 21 x 10 ⁶ m ³ :	: 4 :
: GOROUOL à KORIZIENA :	: 2500 :	: 500 :	: 63 x 10 ⁶ m ³ :	: 5 :

Le coefficient d'écoulement du DEBERELINCK à SAOUGA est nettement inférieur aux autres à cause des pertes par évaporation et infiltration dans la grande mare de TASSAMAKAT-MENEGOU.

Nous n'avons pas les moyens de définir, en hauteur pluviométrique moyenne sur ces bassins, les années sèches ou humides de fréquences données. Le coefficient d'écoulement doit varier assez peu avec la pluviométrie moyenne sur le bassin mais dans le même sens. Sauf pour les années très déficitaires où des surprises désagréables sont à prévoir avec des coefficients d'écoulement très faibles. Le DEBERELINCK risque d'avoir, en année sèche, des pertes relativement plus considérables qu'en année moyenne dans la mare de TASSAMAKAT-MENEGOU.

b) Débits maximaux annuels :

Les débits maximaux sont faibles car l'onde de crue se déplace lentement et le laminage de cette onde est très important dans les zones de débordement où la végétation est souvent assez dense.

A YAKOUTA, les débits maximaux observés ont été de $48,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1963, $65,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1964 (le 31 Août, 40 l/s.km^2) et $41 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1965. Il est possible que la hauteur de crue de 1964 soit de fréquence très rare (témoignage des villageois de YAKOUTA) et que le débit correspondant soit de fréquence rare car la pluviométrie du mois d'Août (à DORI) a été très supérieure à la normale avec concentration dans la dernière semaine. Nous pensons qu'à cette station hauteur maximale et débit maximal en 1964 ne sont pas de même probabilité à cause des modifications annuelles de la courbe de tarage.

A KALONGA, les débits maximaux ont été de $36 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1963 - $47 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1964 (le 3 Septembre : 25 l/s.km^2) et de $31 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1965. Chacune de ces années, le débit maximal à KALONGA est peu différent des $5/7$ du débit maximal à YAKOUTA par suite du laminage de l'onde de crue dans la zone de débordement et de la petitesse relative du bassin versant intermédiaire (10 km^2 par km de lit en amont de KALONGA contre 20 km^2 par km de lit en amont de YAKOUTA). Il est possible que le débit maximal atteint en 1964 soit de fréquence assez rare, mais non la hauteur (variations annuelles du tarage). Les relevés sporadiques de l'échelle depuis 1954 donnent comme hauteur maximale 191 cm en 1958 (187 cm en 1964), correspondant suivant le tarage choisi (1965 ou 1963) à 41 ou $53 \text{ m}^3/\text{s}$ (28 l/s.km^2).

A SAUGA, les débits maximaux auraient été (extrapolation de la courbe de tarage) de $17 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1964 et de $24 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1965 (23 l/s.km^2). Nous pensons que ce dernier chiffre correspond à une probabilité plus rare qu'annuelle.

A KORIZIENA, les débits maximaux auraient été de $13 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1955, $28 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1957, $14 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1959, $30 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1960, $22 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1964. La hauteur maximale atteinte à KORIZIENA, d'après les habitants du village, correspondrait à un débit d'environ $60 \text{ m}^3/\text{s}$ (24 l/s.km^2).

Quelles que soient les imprécisions et les incertitudes avec lesquelles on connaît ces chiffres, il est certain qu'au moins jusqu'à la fréquence décennale, les débits spécifiques de crue restent très faibles pour des bassins de 1 000 à 2 500 km^2 .

II - BASSINS de MOINS de 600 km² -

a) Volumes annuels écoulés :

Nous rappelons, dans le tableau ci-dessous, les résultats obtenus sur ces bassins au point de vue de l'écoulement.

Bassin	Superficie km ²	1964		1965	
		Pluvio. moy. mm	Coefficient d'écoulement %	Pluvio. moy. mm	Coefficient d'écoulement %
GUEMNI	390	550	4,5	500	3,8
DIOBOU	580	600	2,8	650	4,0
FELEOL	400	550	7,1		
Intermédiaire KALONGA-YAKOUTA	250	650	5,4	450	3,2

Le coefficient d'écoulement varie nettement avec la pluviométrie moyenne et il est vraisemblable que cette variation, pour une différence donnée de pluviométrie moyenne sur le bassin, diminue lorsque la surface augmente.

Pour les superficies de ces bassins, nous pouvons admettre que la variation du coefficient d'écoulement est de l'ordre de 1,2 par 100 mm de pluviométrie moyenne autour de 550.

Nous avons déjà défini l'an dernier la densité de drainage D comme le rapport à la superficie du bassin en km² de la longueur en km de tous les drains cartographiés sur la carte au 1/200 000 et la proportion de drains d'inondation I comme le rapport de la longueur des drains notés avec zones d'inondation sur la carte à la longueur totale des drains du bassin.

Le tableau ci-dessous donne les différentes valeurs de la densité de drainage et de la proportion de drains d'inondation pour les différents bassins.

Bassin	Superficie km ²	D	I
		Densité de drainage $\frac{\text{km}}{\text{km}^2}$	Proportion de drains d'inondation
DIOBOU	580	0,61	0,22
GUEMNI	390	0,46	0,15
PEOUKOY	150	0,63	0,11
DANGADE	200	0,72	0,07
Reste intermédiaire	320	0,47	0,18
YAKOUTA total	1640		
Intermédiaire	250	0,53	0,17
KALONGA total	1890		
FELEOL	400	0,68	0,12

Les coefficients d'écoulement C calculés pour 1964 et 1965 et pour les bassins de DIOBOU, GUEMNI, intermédiaire YAKOUTA-KALONGA et FELEOL peuvent se déduire de la formule (P étant la pluviométrie moyenne sur le bassin en mm) :

$$C \% = 1 + 0,012 P + 8 D - 45 I$$

Nous avons calculé, d'après cette formule (cf. Tableau 13), les volumes écoulés en 1964 et 1965 pour les bassins des marigots de PEOUKOY et de DANGADE, ainsi que pour le bassin versant intermédiaire restant - les bassins de ces deux marigots déduits - entre les stations de DIOBOU et de GUEMNI d'une part, et celle de YAKOUTA d'autre part.

TABLEAU N° 13

Station	1964					1965				
	mm	Calculé	Observé	Vol. écoulé		mm	Calculé	Observé	Vol. écoulé	
	P	C %	C %	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	P	C %	C %	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³
			Calc.	Obs.				Calc.	Obs.	
DIOBOU	600	3,2	2,8	11,1	9,6	650	3,8	4,0	14,3	14,9
GUEMNI	550	4,5	4,5	9,5	9,5	500	3,9	3,8	7,7	7,5
PEOUKOY	650	8,9		8,5		600	8,3		7,4	
DANGADE	650	11,4		14,8		600	10,8		13,0	
Reste intermédiaire	600	4,0		7,7		500	2,8		4,5	
YAKOUTA					51,7					48,5
Intermédiaire	650	5,4	5,4	8,8	8,8	450	3,0	3,2	3,4	3,6
KALONGA					60,5					52,1
FELEOL	550	7,6	7,1	16,8	15,7					

Les volumes écoulés à YAKOUTA, obtenus en ajoutant les volumes ainsi calculés aux volumes observés aux stations de DIOBOU et de GUEMNI, sont :

- en 1964 : de $50,1.10^6 \text{ m}^3$ contre un volume observé de $51,7.10^6$
- en 1965 : de $47,3.10^6 \text{ m}^3$ " " " de $48,5.10^6$

L'accord est assez satisfaisant pour admettre que la formule donnant le coefficient d'écoulement en fonction de la pluviométrie moyenne sur le bassin, de P et de I, est acceptable lorsque la pluviométrie moyenne n'est pas trop différente de 550 mm, valeur qui représente à peu près la moyenne pluviométrique interannuelle dans la région.

Mais cette formule que nous recommandons pour cette région doit être utilisée avec la plus grande prudence. Un examen complet à sec, ou mieux en saison des pluies, du réseau hydrographique à étudier, peut fournir de précieux recoupements.

Une hauteur pluviométrique annuelle moyenne de 550 mm correspond, dans cette région, à des hauteurs pluviométriques ponctuelles quinquennales en années sèches de 440 mm en années humides de 660 mm, et décennales de, respectivement, 390 et 720 mm. Nous n'avons pas les moyens statistiques de calculer les pluviométries moyennes annuelles sur la surface d'un bassin et d'une probabilité donnée : nous savons seulement qu'en année sèche la pluviométrie moyenne sera supérieure à la pluviométrie ponctuelle de même fréquence, et inférieure en année humide. Là encore, il conviendra d'être très prudent sur les estimations de volumes annuels en année décennale sèche.

b) Débits maximaux annuels :

Nous avons peu de renseignements sur les débits de crues : courbes de tarages extrapolées, hauteurs maximales atteintes (d'après les habitants) en crues exceptionnelles, douteuses : aux stations de GUEMNI et de DIOBOU, ces hauteurs maximales semblent bien faibles, correspondant respectivement à 60 et 35 l/s.km². Il est vrai que dans ces bassins les zones d'inondation sont étendues, permettent le stockage d'un volume équivalent à une lame d'une trentaine de mm sur tout le bassin, d'où un laminage très important de la pointe de crue.

Sur le bassin du marigot de DANGADE, les zones d'inondation sont relativement plus réduites et les débits maximaux de crue relativement plus importants. Il ne semble pas impossible qu'ils puissent y atteindre 200 l/s.km².