

EXPLOITATION DE LA RETENUE DE MBAKAOU

Saison sèche 1970

Note hydrologique

JUILLET 1970

CENTRE O. R. S. T. O. M. DE YAOUNDÉ
NOUVELOT (J.F.) (CADIER (E.) BERTHELOT (M.)
BOREL (Y.) HODRELBECKE (R.))

EXPLOITATION DE LA RETENUE DE MBAKAOU

Saison sèche 1970

Note hydrologique

JUILLET 1970

La présente Note a été rédigée

par J.F. NOUVELOT

Les travaux sur le terrain ont été effectués par

Messieurs E. CADIER, M. BERTHELOT, Y. BOREL et R. HOORELBECKE

I N T R O D U C T I O N

Par Convention passée, le 14 janvier 1970, entre ENERGIE ELECTRIQUE du CAMEROUN et l'OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER, la section hydrologique du Centre ORSTOM de YAOUNDE a été chargée d'effectuer un ensemble de travaux et d'études hydrologiques nécessaires à l'exploitation de la retenue de MBAKAOU durant la saison sèche 1970.

Le programme de cette Convention prévoyait :

- la transmission des observations pluviométriques journalières relevées sur l'ensemble du bassin de la SANAGA.
- la transmission des observations limnimétriques journalières de la SANAGA à NACHTIGAL et du MBAM à GOURA.
- l'étalonnage de la station limnimétrique située à l'aval des vannes de restitution du barrage.
- le Tarage de l'échelle 32, située à l'amont de la Centrale hydro-électrique d'EDEA, pour des débits inférieurs à 1 000 m³/s.

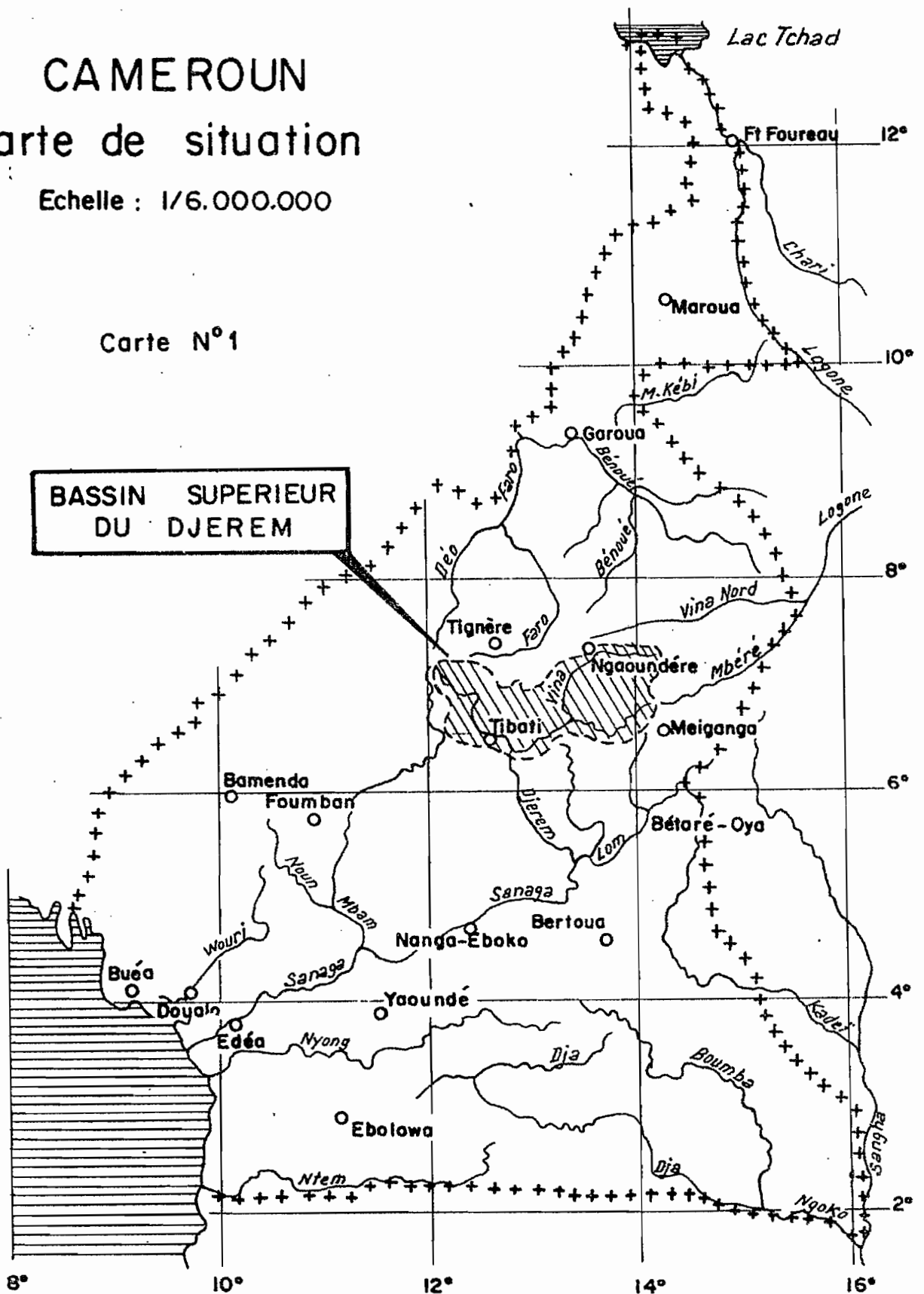
La présente note rend compte des observations et mesures effectuées entre décembre 1969 et mai 1970.

CAMEROUN

Carte de situation

Echelle : 1/6.000.000

Carte N°1



1. OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES

1.1. Transmission des observations

Les relevés pluviométriques arrivaient quotidiennement à YAOUNDE par l'intermédiaire de l'ASECNA, à partir de deux types de stations climatologiques :

- les sept stations synoptiques situées dans le bassin de la SANAGA (YAOUNDE, BERTARE-OYA, YOKO, BAFIA, KOUNDJA, BANYO et MEIGANGA) régulièrement exploitées par l'ASECNA.
- les cinq stations (TIBATI, EDEA, NGAMBE, NANGA-EBOKO, BERTOUA) qui ne sont plus exploitées par l'ASECNA et pour lesquelles nous avons demandées à la direction de la Météorologie Nationale qu'elles envoient leurs relevés pluviométriques journaliers par télégramme.

Ces observations, ainsi que la position du FIT pris sur le méridien de TIBATI à 6 h 00 TU, étaient collectées par l'ORSTOM au Centre de Prévision Météorologique de YAOUNDE et transmises à la centrale hydro-électrique d'EDEA.

1.2. Résultats obtenus

Dès le 8 décembre nous avons, en marge de la Convention, transmis, quotidiennement, à ENELCAM par l'intermédiaire du telex du Centre EDC de YAOUNDE, la position du FIT.

Durant la première quinzaine de Janvier les données reçues étaient très incomplètes, les 5 stations, qui ne sont plus exploitées par l'ASECNA, ne transmettant pas leurs relevés. Ce n'est qu'à partir du 22 janvier que la transmission est devenue normale. Malgré tout, à la fin du mois de janvier, 50 % des relevés ne parvenaient pas régulièrement à YAOUNDE.

1. OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES

1.1. Transmission des observations

Les relevés pluviométriques arrivaient quotidiennement à YAOUNDE par l'intermédiaire de l'ASECNA, à partir de deux types de stations climatologiques :

- les sept stations synoptiques situées dans le bassin de la SANAGA (YAOUNDE, BERTARE-OYA, YOKO, BAFIA, KOUNDJA, BANYO et MEIGANGA) régulièrement exploitées par l'ASECNA.
- les cinq stations (TIBATI, EDEA, NGAMBE, NANGA-EBOKO, BERTOUA) qui ne sont plus exploitées par l'ASECNA et pour lesquelles nous avons demandées à la direction de la Météorologie Nationale qu'elles envoient leurs relevés pluviométriques journaliers par télégramme.

Ces observations, ainsi que la position du FIT pris sur le méridien de TIBATI à 6 h 00 TU, étaient collectées par l'ORSTOM au Centre de Prévision Météorologique de YAOUNDE et transmises au Service de l'exploitation d'ENELCAM à EDEA.

1.2. Résultats obtenus

Dès le 8 décembre nous avons, en marge de la Convention, transmis, quotidiennement, la position du FIT à ENELCAM par l'intermédiaire du telex du Centre EDC de YAOUNDE.

Durant la première quinzaine de Janvier les données reçues étaient très incomplètes, les 5 stations, qui ne sont plus exploitées par l'ASECNA, ne transmettant pas leurs relevés. Ce n'est qu'à partir du 22 janvier que la transmission est devenue normale. Malgré tout, à la fin du mois de janvier, 50 % des relevés ne parvenaient pas régulièrement à YAOUNDE.

Le poste radio YAO 405 (ORSTOM) est entré en fonction le 1er février.

On peut considérer que jusqu'au 25 avril le pourcentage des "non parvenus" se situe aux environs de 20-30 %. L'heure d'arrivée du message "Pluviométrie" au Centre de Prévision Météorologique de YAOUNDE variait entre 8 heures 30 et 10 heures 30, mais se situait très fréquemment entre 9 heures et 9 heures 30.

A partir du 25 avril, les liaisons par telex, entre YAOUNDE et DOUALA ont été fréquemment perturbées.

Parmi les erreurs observées nous pouvons signaler :

- Erreur d'une décimale ex. : 4,0 mm au lieu 40,0 mm (rarement observée).
- Répétition le lendemain de la hauteur pluviométrique déjà transmise la veille (rare).
- Transmission, uniquement de la pluie dite "de la nuit". Cette erreur observée pour les relevés de la station de YAOUNDE, la seule que nous puissions contrôler très rapidement, a été signalée à plusieurs reprises à la direction de l'ASECNA, tant à YAOUNDE qu'à DOUALA.

1.3. Conclusion

De nombreuses erreurs pourraient être évitées en simplifiant le circuit de transmissions des observations.

Le circuit DOUALA-YAOUNDE-EDEA nous semble tout-à-fait superflu et ne présente que des inconvénients : délais de transmissions allongés d'une heure au minimum, risques d'erreurs nettement accrus, ruptures relativement fréquentes de la liaison DOUALA-YAOUNDE.

Nous donnons en annexe la pluviométrie journalière des 12 stations pour les mois de janvier-février-mars-avril et mai.

2. OBSERVATIONS LIMNIMÉTRIQUES

2.1. Transmission des observations

Les données limnimétriques (cote lue à 7 heures - heure locale) de la SANAGA à NACHTIGAL et du MBAM à GOURA étaient transmises, par radio, chaque matin au Centre ORSTOM de YAOUNDE entre 7 heures 30 et 8 heures. Ces renseignements étaient ensuite communiqués, également par radio, EDEA, entre 8 heures et 8 heures 15.

2.2. Résultats obtenus

A une ou deux exceptions près, toutes ces données ont été transmises sans incidents et dans les délais prévus.

2.3. Conclusion

Le circuit de transmissions adopté nous semble tout-à-fait adéquat et pourrait être de nouveau utilisé au cours des prochaines campagnes.

3. OBSERVATIONS ET MESURES A LA STATION DE MBAKAOU

3.1. Observations

L'entretien et l'exploitation d'une échelle limnimétrique et d'un limnigraphe, OTT type X à enregistrement hebdomadaire, situés à l'aval des vannes de restitution ont été assurés par un technicien hydrologue de l'ORSTOM qui est resté basé à MBAKAOU du 20 janvier au 20 avril.

Tous les enregistrements sont satisfaisants.

3.2. Mesures

Durant la même période, 45 jaugeages effectués entre les cotes 75 cm et 206 cm ont permis d'étalonner la station aval avec une très

bonne précision. Jusqu'au maximum des lâchures, il a été imposé, à l'agent de l'ORSTOM, d'effectuer un jaugeage à chaque manoeuvre des vannes ; ce qui nous a paru tout-à-fait excessif, d'autant que très rapidement, il s'est avéré que malgré les travaux entrepris sur le DJEREM au cours de la construction du barrage, la station installée le 17 mars 1967 était restée stable et que le tarage établi en 1967 et 1968 restait valable.

Nous donnons, ci-après, la liste des jaugeages (tableau I), ainsi que le barème d'étalonnage jusqu'à la cote 290 cm (tableau II).

Sur le graphique 1 figure la courbe de tarage.

4. AVENANT n° 1

Le 2 mars 1970 a été signé un avenant à la précédente convention, pour compléter le premier programme d'études qui ne prévoyait pas la mesure des apports à la retenue en saison sèche.

4.1. Consistance des études

Il a été établi le programme suivant :

- Installation de trois stations hydrométriques, équipées d'une échelle et d'un limnigraphe, sur les rivières : DJEREM, MAOUOR et MENG en dehors du remous de la retenue. (voir carte n° 2)
- Etalonnage de ces trois stations en deux temps :
 - de l'installation des échelles au 15 avril 1970
 - du 1er novembre 1970 au 28 février 1971.

4.2. Déroulement des installations, des observations et des mesures

Les installations ont été effectuées suivant le calendrier ci-après :

- station du MENG à DJARYA (4 220 km²), le 5 février
- station du MAOUOR à DJOMBI (1 900 km²), le 10 février
- station du DJEREM en aval du confluent de la VINA (10 370 km²), le 18 mars. (voir carte n° 2)

DJEREM à MBAKAOU E2

Courbe de tarage

⊕ jaugeages 1969

+ jaugeages 1970

Q en m³/s

400

200

0

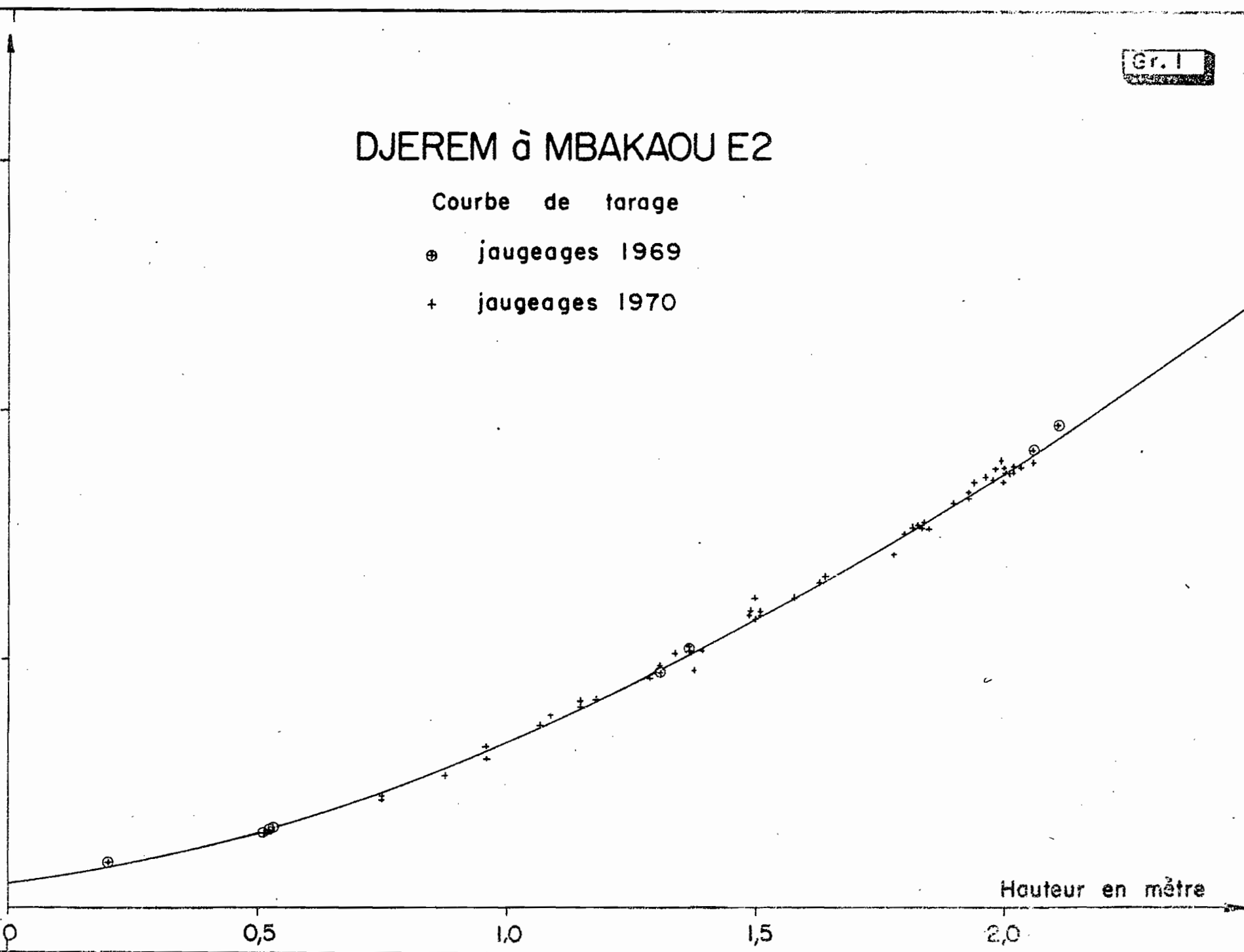
0,5

1,0

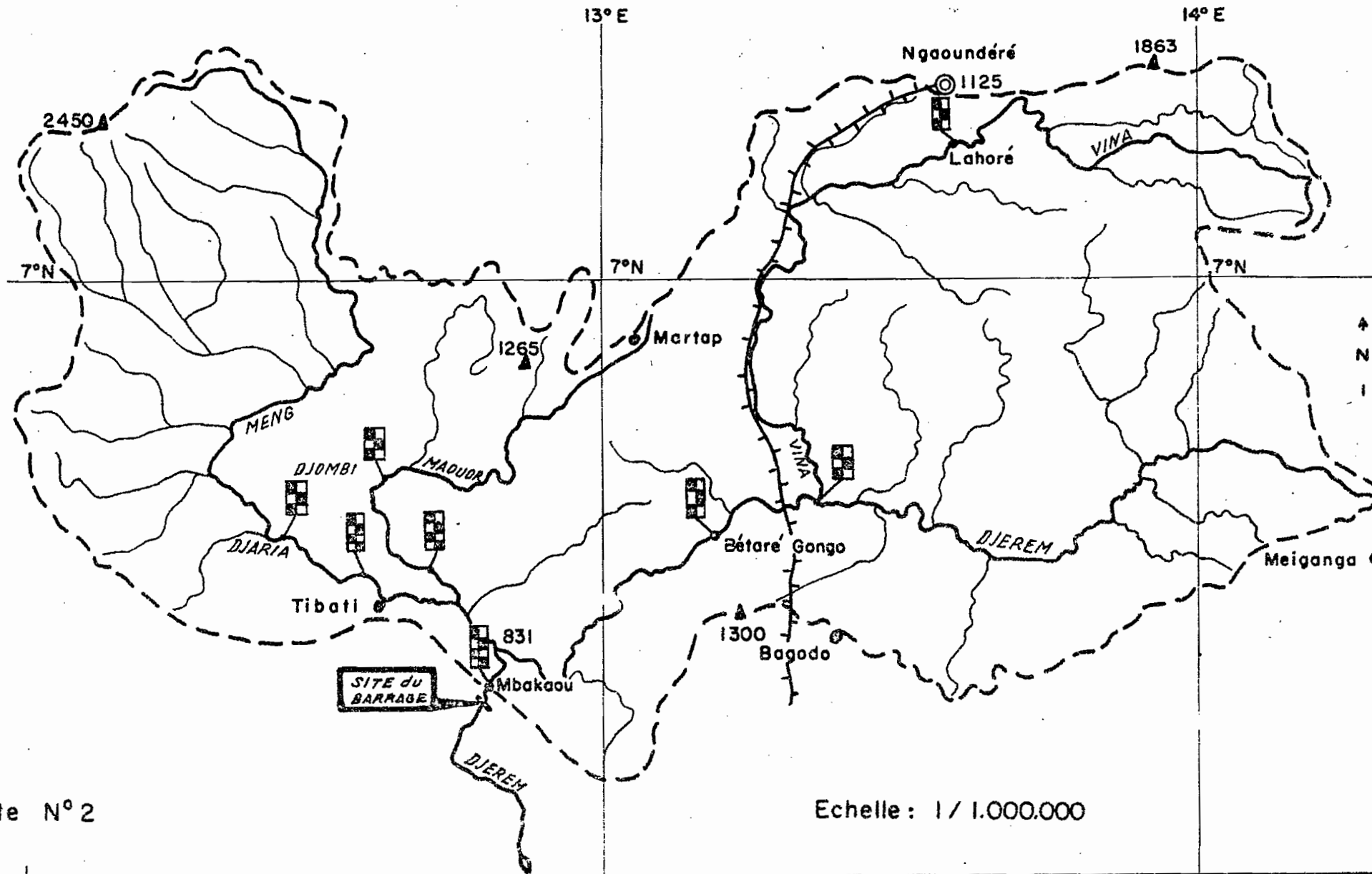
1,5

2,0

Hauteur en mètre



BASSIN SUPERIEUR DU DJEREM



Carte N° 2

Echelle : 1 / 1.000.000

Tableau I

Liste des jaugeages effectués à la Station
limnimétrique aval de MBAKAOU

Date	Hauteur à l'échelle en cm	Débit en m ³ /s	Date	Hauteur à l'échelle en cm	Débit en m ³ /s
21-1-70	107	147	14-2-70	163 ½	261
23-1	109	155	15-2	164 ½	266
24-1	75	90	16-2	178	283
24-1	75	88	18-2	183 ½	308
26-1	96	130	19-2	182	308
26-1	88	107	20-2	184	309
27-1	96	120	21-2	185	304
28-1	110	163	23-2	184 ½	307
29-1	115	165	24-2	190	326
30-1	115	163	25-2	194 ½	342
31-1	118	177	26-2	196 ½	347
1-2	134-135	204	27-2	198 ½	353
3-2	131	194	28-2	200	354
5-2	129	184	2-3	202	355
5-2	137	207	3-3	201	351
7-2	138	189	5-3	200	342
8-2	140-139	205	6-3	202	349
9-2	150	248	7-3	203 ½	354
10-2	149	238	8-3	206	369
10-2	151	235	10-3	199 ½	361
12-2	151-152	237	11-3	198	344
13-2	158 ½	249	20-3	193	334
			21-3	193	329

Tableau II

Barème d'étalonnage de la Station limnimétrique
aval de MBAKAOU

H cm	Q m ³ /s	H cm	Q m ³ /s
0	18,0	125	183
10	24,5	130	192
15	28,0	135	202
20	32,0	140	212
25	36,0	145	222
30	40	150	232
35	45	155	243
40	50	160	254
50	60	165	265
55	66	170	276
60	72	175	288
65	80	180	300
70	88	185	312
75	96	190	324
80	104	195	337
85	112	200	350
90	120	205	363
95	128	210	376
100	136	215	389
105	144	220	402
110	153	225	415
115	163	230	428
120	173		

Ces trois stations étaient équipées d'une échelle limnimétrique 0-2 mètres et d'un limnigraphe OTT type X à enregistrement hebdomadaire ou mensuel.

La date très tardive d'installation de la station du DJEREM s'explique par le fait qu'il n'a pas été permis à l'hydrologue basé à MBAKAOU de s'absenter plus de 24 heures, jusqu'au maximum des lâchures (2ème quinzaine de mars).

Nous donnons, ci-après, la liste des jaugeages effectués aux trois stations :

MENG à DJARIA

Date	H en cm	Q en m ³ /s
9.2.70	41	14,4
16.2.	33	10,4
23.2.	26	8,7
15.3.	24 1/2	8,43
22.3.	27-28	9,18
26.3.	19	6,37
3.4.	6	3,52
8.4.	11	4,70
15.4.	74	28,8
19.4.	60	21,8

MAOUOR à DJOMBI

Date	H en cm	Q en m ³ /s
10.2.70	75	8,03
12.3.	72	8,04
13.3.	61	6,38
23.3.	53-54	5,36
25.3.	46	4,25
3.4.	28	2,08
8.4.	31	2,50
12.4.	33	2,92
18.4.	74	7,72

DJEREM en Aval du confluent de la VINA

: Date	: H en cm	: Q en m ³ /s	:
: 31.3.70	: 6 1/2	: 18,19	:
: 5.4	: 3 1/2	: 16,86	:
: 9.4	: 9 1/2	: 20,7	:
: 11.4	:	:	:

Les graphiques 2 et 3 donnent les courbes de tarage du MENG et du MAOUOR. Dans les deux cas la dispersion est faible. Pour le DJEREM, le tarage devra être précisé au cours de la prochaine saison sèche, la première mesure ayant été effectuée fin mars.

Les limnigraphes ont été retirés par un agent de l'ORSTOM aux dates suivantes :

DJEREM : le 17 avril

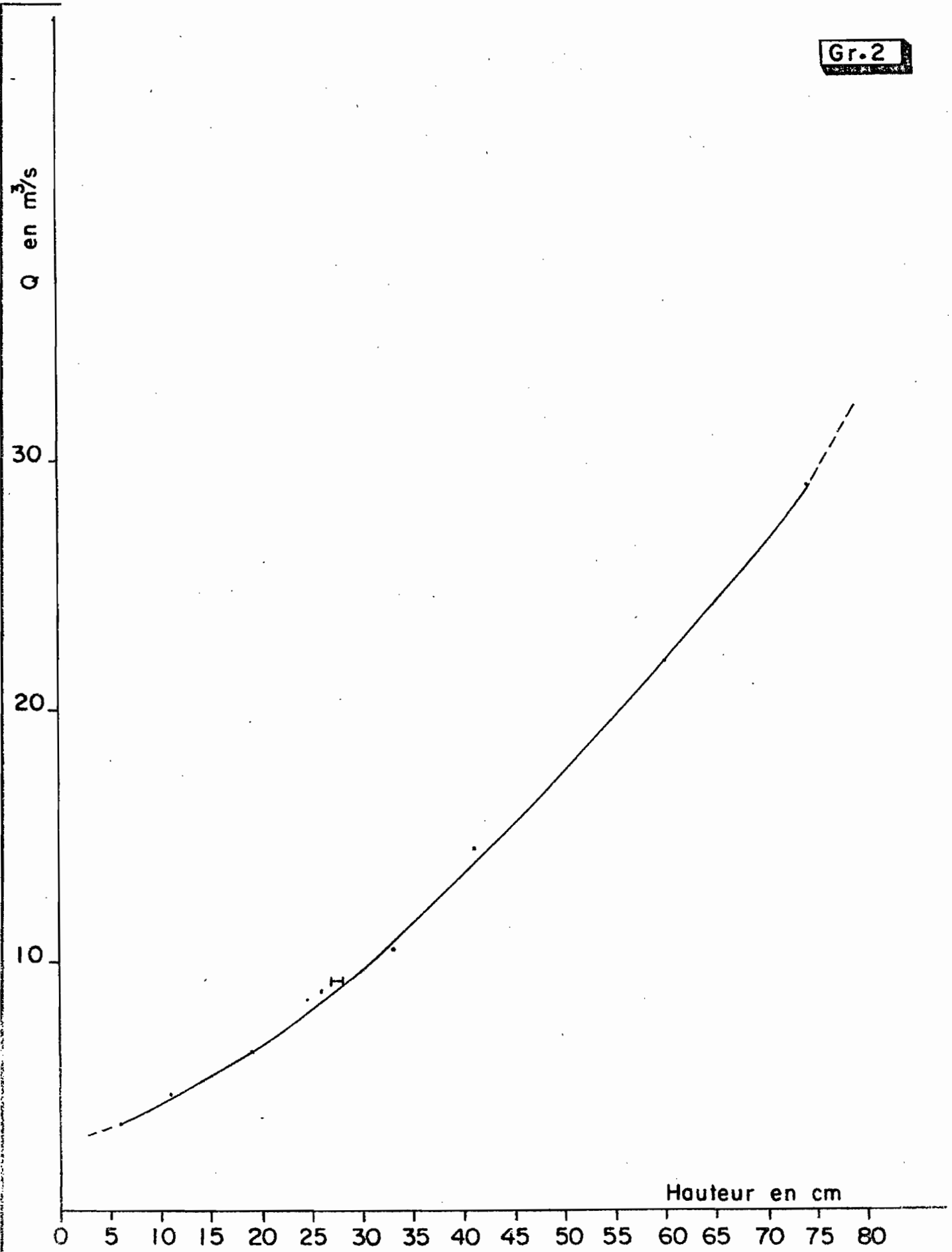
MAOUOR : le 18 avril

MENG : le 19 avril

5. CAMPAGNE DE JAUGEAGES A LA CENTRALE D'EDEA

Cette campagne avait pour but d'étalonner l'échelle 32 pour des débits inférieurs à 1 000 m³/s.

Etant donné qu'il nous a été impossible de trouver une section de jaugeages suffisamment à l'amont de la Centrale pour éviter toute perturbation consécutive aux irrégularités d'exploitation, toutes les mesures ont été faites à l'aval du confluent du bras de la gare. Ceci explique la dispersion observée sur les graphiques 4 et 5 représentant les courbes de tarages des



Courbe de tarage
MENG à DJARIA

Gr. 3

Q en m³/s

10

5

Hauteur en cm

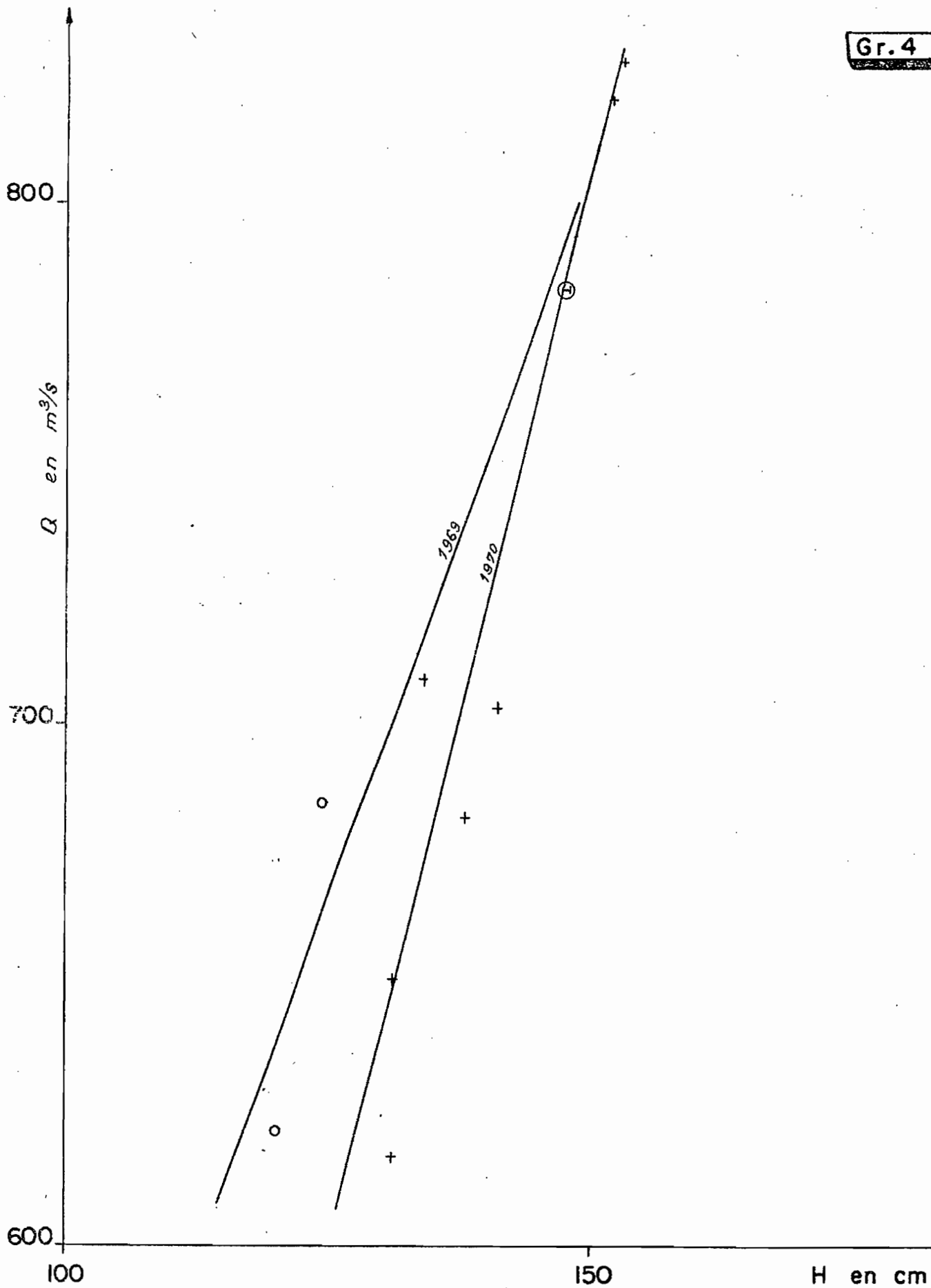
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80

Courbe de tarage
MAOUOR à DJOMBI

O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique

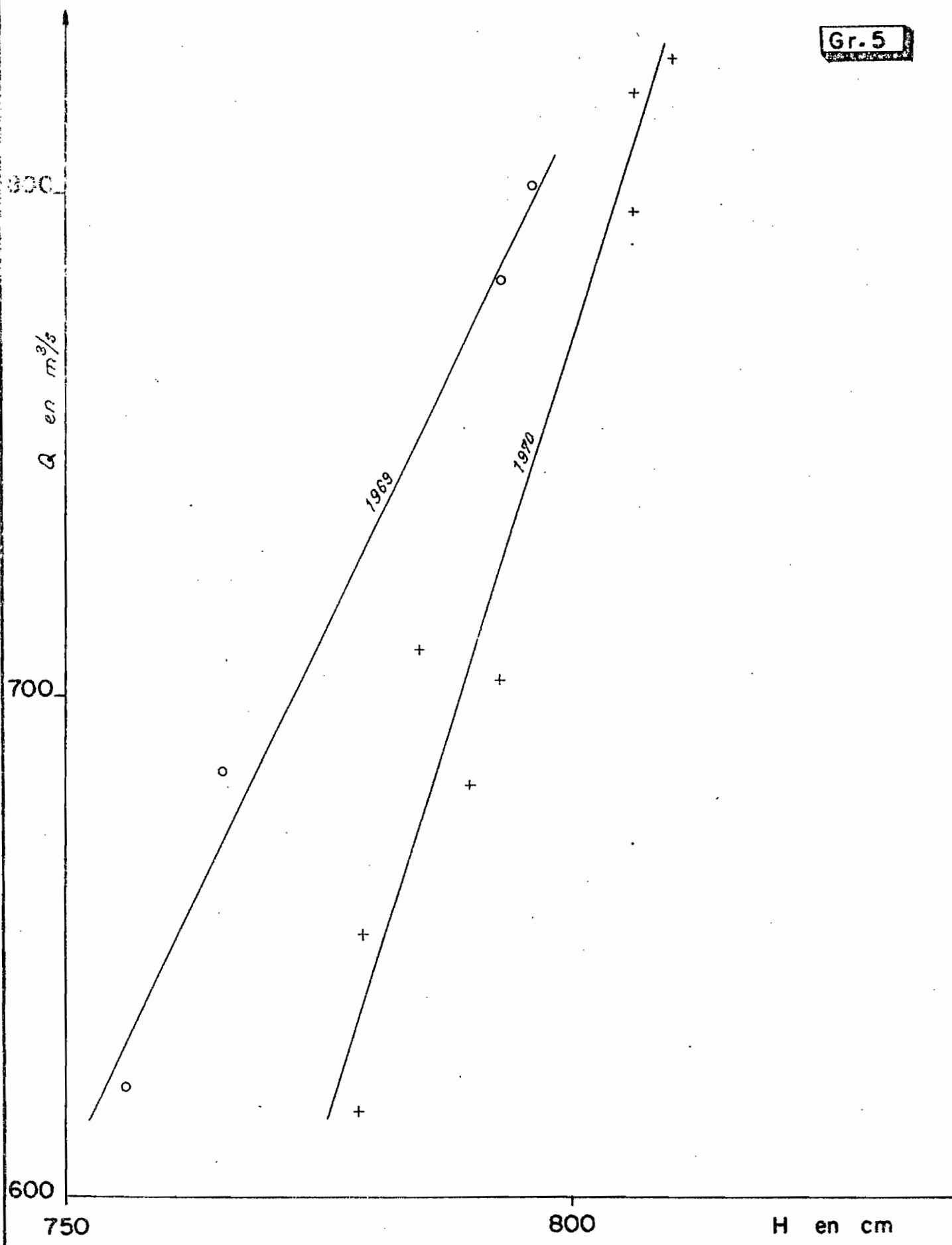
date des.

--	--



Courbes de tarage - Echelle 32

EDEA



Courbes de tarage - Echelle EO
EDEA

échelles 32 et 0. L'échelle 32 ne semble pas avoir un tarage absolument stable, les hausses mobiles ayant, probablement, une influence non négligeable. Malgré tout, si l'on trace une courbe de tarage annuelle, l'erreur relative, toujours inférieure à 5 %, est largement acceptable.

Les tableaux III et IV donnent les barèmes d'étalonnage des échelles E0 et E32 pour l'année 1970.

Tableau III

Echelle E0 : Barème d'étalonnage (saison sèche 1970)

H cm	Q m ³ /s	H cm	Q m ³ /s
775	610	795	740
780	645	800	775
785	675	805	805
790	710	810	835

Tableau IV

Echelle 32 : Barème d'étalonnage (Saison sèche 1970)

H cm	Q m ³ /s	H cm	Q m ³ /s
125	600	145	765
130	640	150	810
135	685	155	845
140	725		

Il nous semble indispensable de procéder chaque année à l'étalonnage d'une des échelles de référence dès que les débits sont inférieurs à 1 000 m³/s.

6. BILAN HYDROLOGIQUE

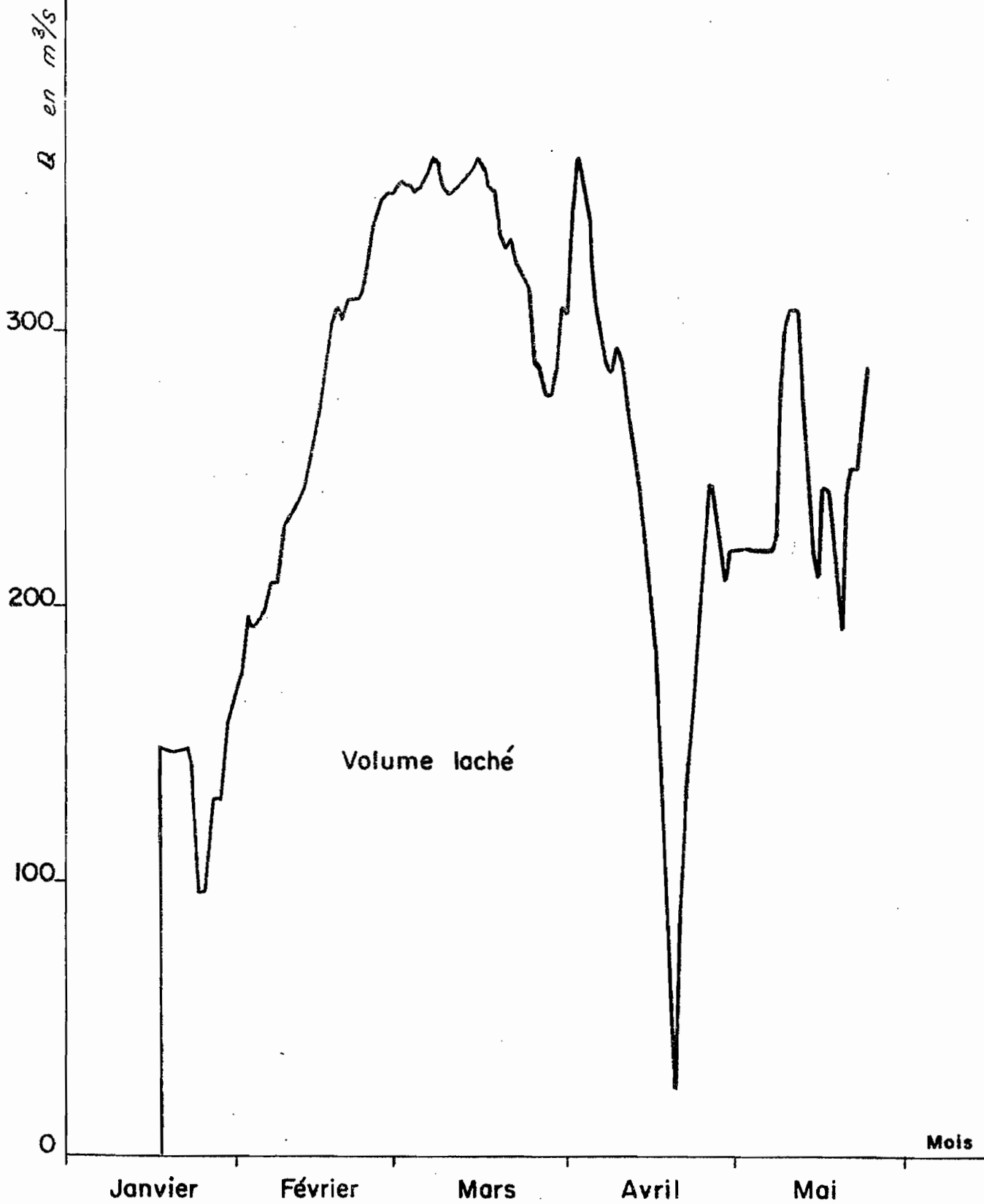
6.1. Etude des lâchures

Nous disposons pour cette étude des enregistrements limnigraphiques de MBAKAOU et NACHTIGAL et des relevés limnimétriques de l'échelle E. d'EDEA.

Nous avons pu ainsi calculer :

- les débits moyens journaliers "lâchés" à MBAKAOU (graphique 6 et tableau V, en annexe) ainsi que les volumes lâchés cumulés (graphique 7 et tableau VI, en annexe).
- les débits moyens journaliers observés à NACHTIGAL et EDEA (graphiques 8 et 9).
- les débits moyens journaliers naturels qui auraient été observés à NACHTIGAL et EDEA jusqu'au 5 mars. Après cette date la pluviométrie perturbe sensiblement le tarissement (graphiques 8 et 9).

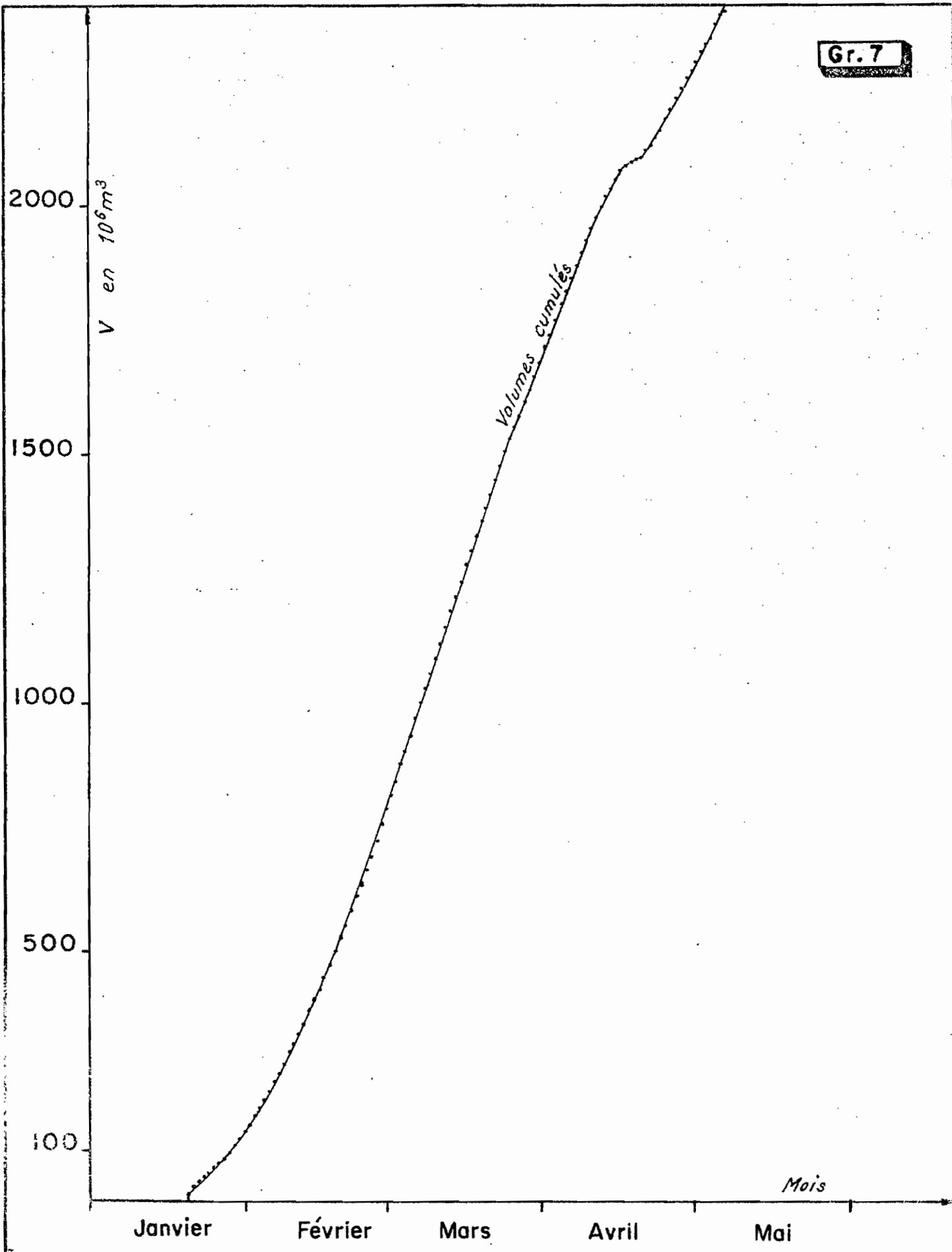
Le graphique 10 montre l'évolution des débits lâchés entre MBAKAOU, NACHTIGAL et EDEA. Nous avons porté sur une même verticale : le débit moyen journalier mesuré à MBAKAOU, au temps T, le débit moyen journalier observé à NACHTIGAL au temps T + 6 jours et le débit moyen journalier observé à EDEA au temps T + 8 jours. Les phénomènes de stockage et destockage dans le lit de la SANAGA ou à proximité (nappe souterraine) ; les pertes par évaporation, les erreurs de tarages, d'enregistrements ou de lectures, les variations des temps de propagation font qu'il est difficile de suivre au jour le jour l'évolution des lâchures. Toutefois, les graphiques 11 et 12 qui donnent les variations des volumes supplémentaires cumulés observés à NACHTIGAL et EDEA en fonction des volumes lâchés cumulés à MBAKAOU montrent qu'à partir de 400 millions de m³ lâchés les lois de variations sont les suivantes :



Volume lâché

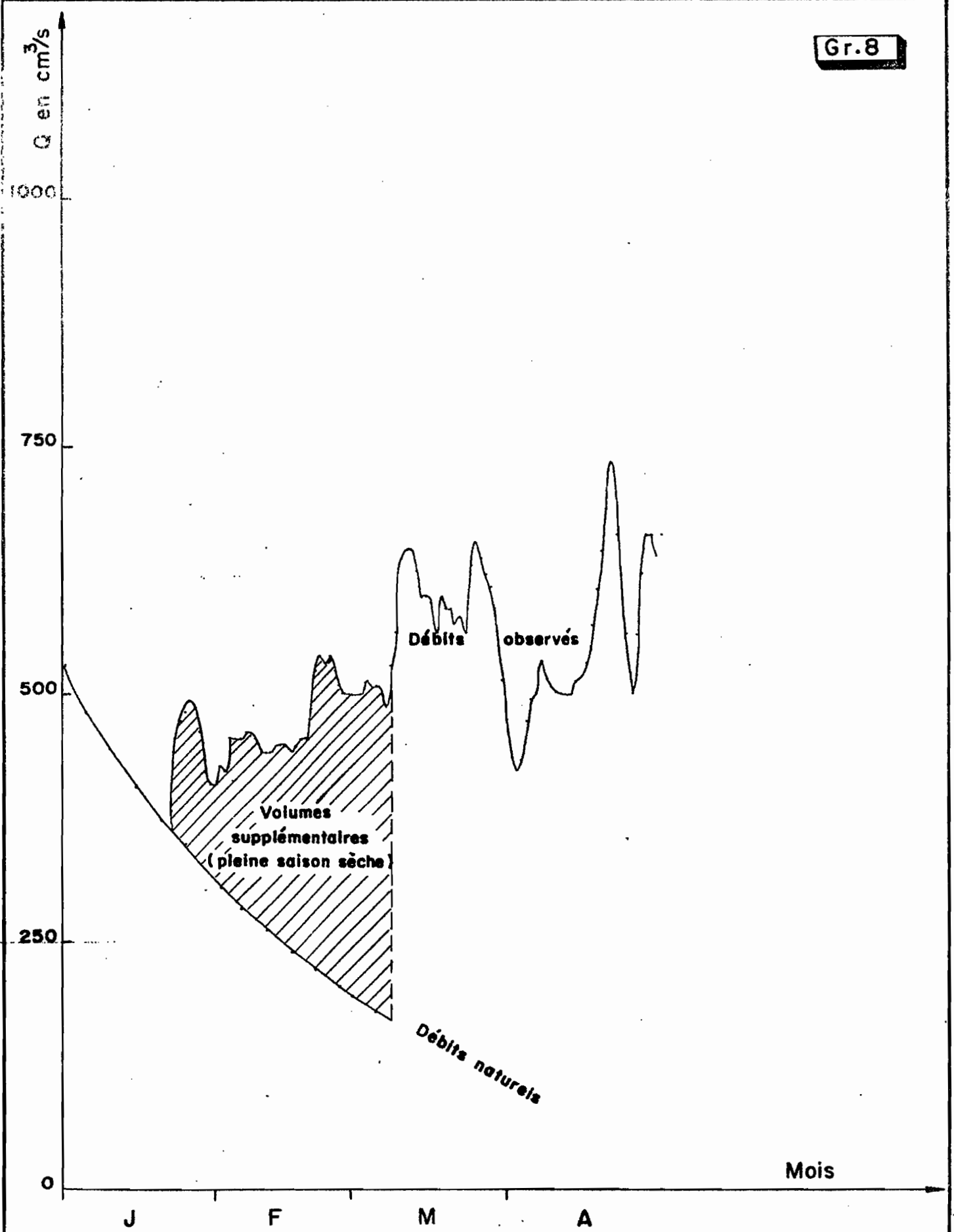
Lachures Saison Sèche 1970
MBAKAOU

Gr. 7



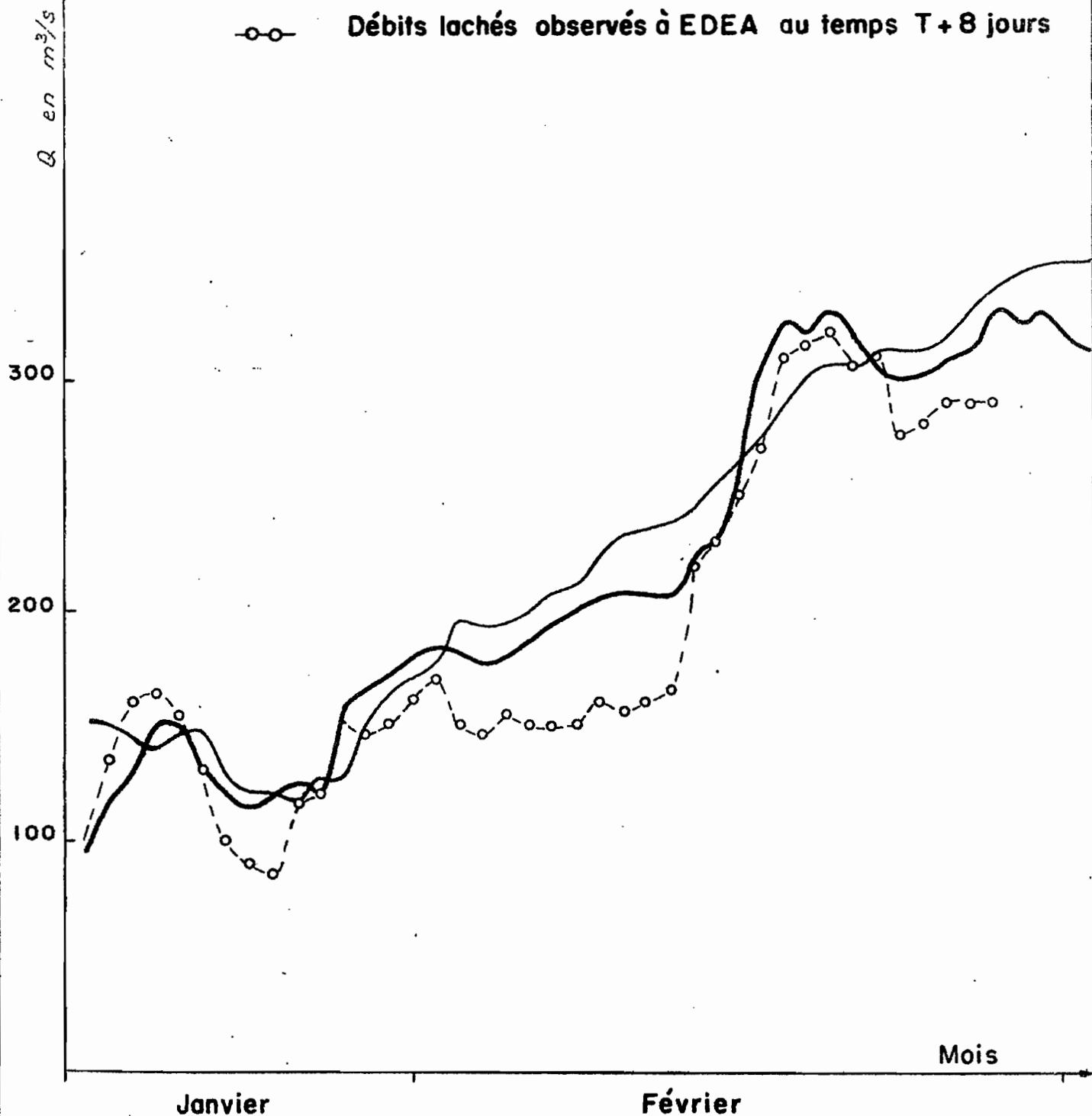
Lachures Saison Sèche 1970

MBAKAOU

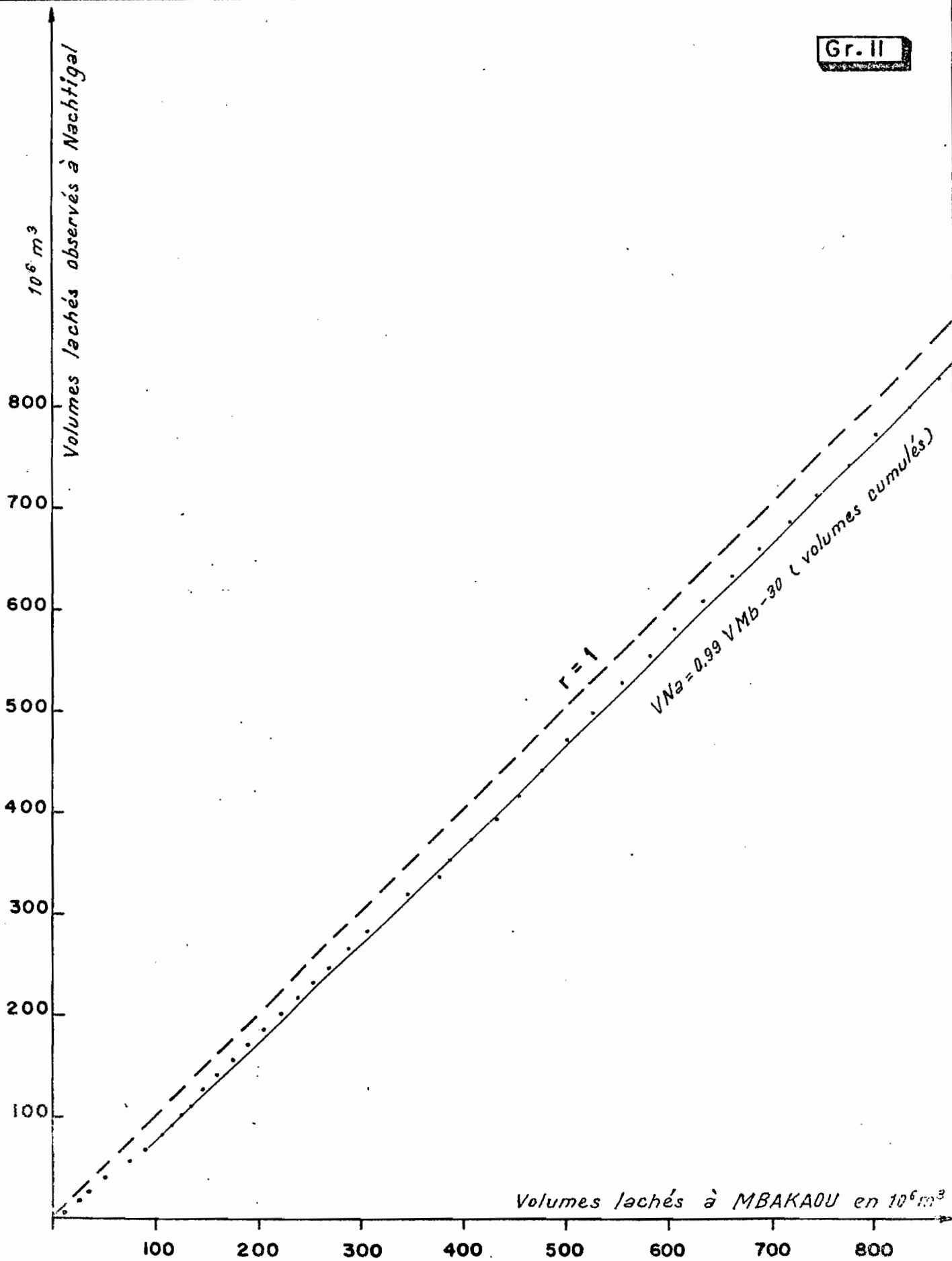


SANAGA à NACHTIGAL
Saison Sèche 1970
Débits moyens journaliers

- Débits lâchés à MBAKAOU au temps T
- Débits lâchés observés à NACHTIGAL au temps T+6 jours
- o-o Débits lâchés observés à EDEA au temps T+8 jours

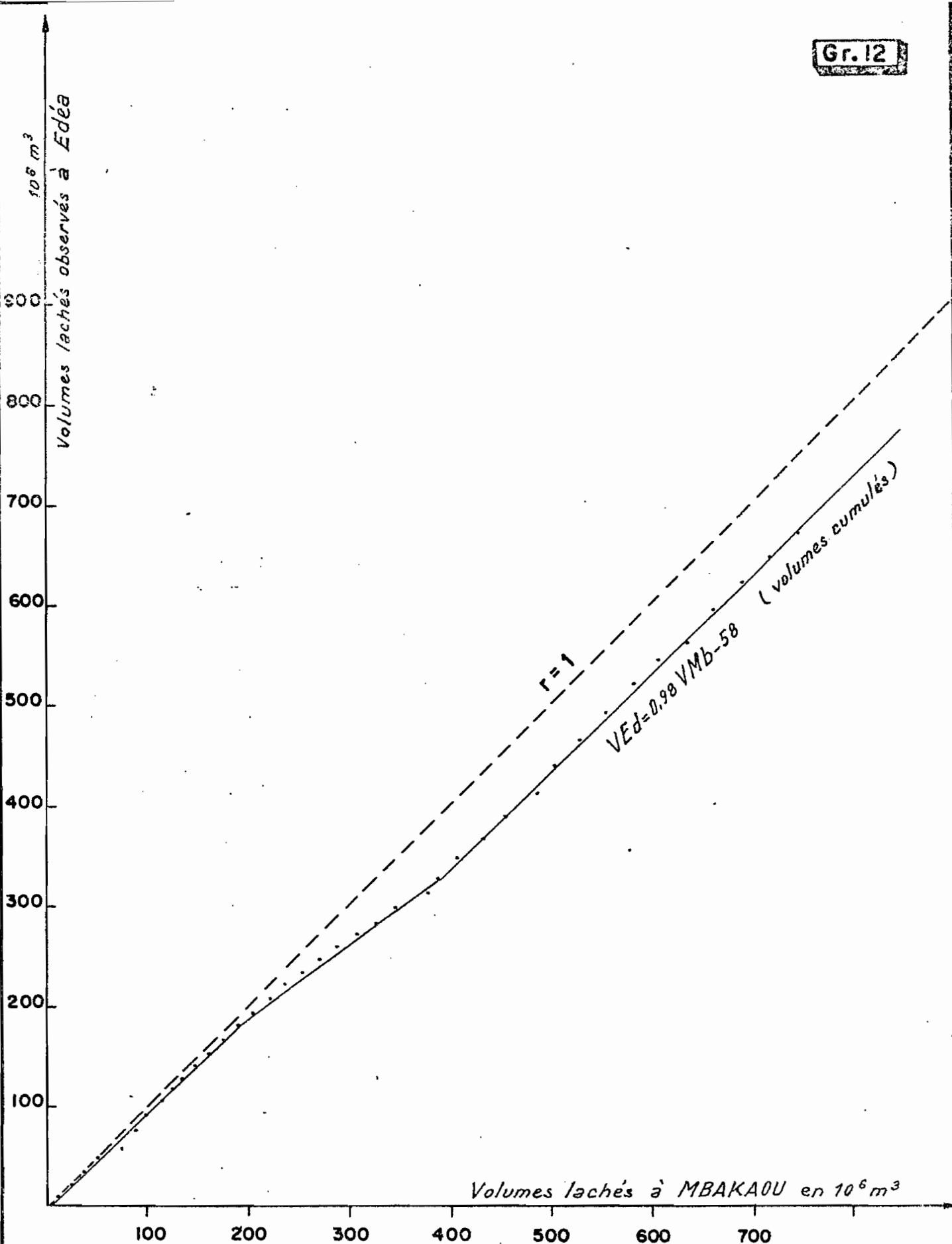


Lachures de Saison Sèche 1970
MBAKAOU



Variations $V_{Nac} = f(V_{Mb})$

MBAKAOU



Variations $V_{Ed} = \varphi(V_{Mb})$
MBAKAOU

$$S_{ANAGA} \text{ à } N_{ACHTIGAL} : V_{Na} = 0,99 V_{Nb} - 30, \text{ en } 10^6 \text{ m}^3 \quad (1)$$

$$S_{ANAGA} \text{ à } E_{DEA} : V_{Ed} = 0,98 V_{Nb} - 58, \text{ en } 10^6 \text{ m}^3 \quad (2)$$

Il est fort probable qu'après avoir atteint le maximum des lâchures, le phénomène soit différent, le destockage l'emportant alors sur le stockage, en supposant, toutefois, que la pluviométrie reste quasiment nulle. Ce qui n'est évidemment pas le cas.

Même en pleine saison sèche les pertes entre M_{BAKAOU} et E_{DEA} peuvent être considérées comme relativement faibles. C'est ainsi que le 5 mars le volume d'eau supplémentaire observé à N_{ACHTIGAL} et E_{DEA} depuis le début des "lâchures" représentait respectivement 95,6 % et 89,8 % du volume lâché à M_{BAKAOU}.

Après le 5 mars, il est possible que la pluviométrie ait perturbé le débit naturel. Toutefois, un calcul sommaire nous a montré que le coefficient de ruissellement global (station d'E_{DEA}) de mars-avril devait être inférieur à 5 %.

6.2. Etude de la Retenue

Cette étude demande la connaissance d'un certain nombre de paramètres :

- variations du niveau de la retenue
- apports des différents tributaires
- précipitations
- pertes par évaporation
- lâchures.

6.2.1. Variations du niveau de la retenue

Ces variations sont données par les relevés journaliers de l'échelle amont (voir tableau VII en annexe).

6.2.2. Apports des différents tributaires

MENG à DJARIA : 4 220 km²

La courbe de tarage établie à l'aide de 10 jaugeages (chapitre 4-2) et les enregistrements limnigraphiques nous ont permis de calculer les débits moyens journaliers (tableau VIII en annexe) ainsi que les volumes écoulés cumulés (tableau IX en annexe) pour la période allant du 15 janvier au 19 avril.

MAOUOR à DJOMBI : 1 900 km²

De la même manière que pour le MENG la courbe de tarage établie à l'aide de 9 jaugeages nous a permis de calculer les débits moyens journaliers et les volumes écoulés cumulés durant la même période (tableaux X et XI en annexe).

DJEREM au confluent de la VINA : 10 370 km²

Le tarage de cette station étant incomplet les débits moyens journaliers ont été calculés à partir de la loi de tarissement du DJEREM à BETARE GONGO et de corrélations existant, au cours du tarissement, entre les débits observés sur le DJEREM à BETARE et par conséquent à notre nouvelle station, et sur la VINA au LAHORE (tableau XII en annexe).

Pour les trois stations les débits moyens journaliers ont été calculés, du 15 janvier jusqu'à l'installation des limnigraphes, en extrapolant les courbes de tarissement. Nous avons utilisé, également les lois de tarissement des anciennes stations du MENG à TIBATI, du MAOUOR à TIBATI et du DJEREM à BETARE GONGO (voir carte n° 2).

En tenant compte de la surface de la retenue et des trois stations étudiées, nous contrôlons une superficie de 16 600 à 17 000 km², sur un total de 20 400 km², soit 82 % du bassin du DJEREM à MBAKAOU.

Il nous a donc paru raisonnable de majorer de 15 % les apports des trois principaux tributaires de la retenue.

6.2.3. Précipitations

Les précipitations moyennes tombant sur la retenue sont très mal connues, puisque nous disposons uniquement des relevés de TABATI et MBAKAOU.

Cette imprécision est, en fait, assez peu d'importance, ce facteur représentant un faible pourcentage du bilan hydrologique de saison sèche.

6.2.4. Pertes par évaporation

Ces pertes ont été calculées à partir des observations effectuées sur bac colorado enterré, type ORSTOM, en 1967 et 1968 à MBAKAOU (graphique 13).

6.2.5. Lâchures

Le volume des lâchures est très bien connu à partir des enregistrements limnigraphiques de la station aval (tableaux V et VI, en annexe).

6.2.6. Bilan

Nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant de comparer les volumes donnés par la courbe de remplissage hauteur-volume de la retenue (tableau XIII en annexe) et ceux obtenus à partir du bilan hydrologique, sachant que :

$$V_{T_0} - V_T = V_L + V_E - V_e - V_p$$

V_{T_0} étant le volume d'eau stocké au temps T_0

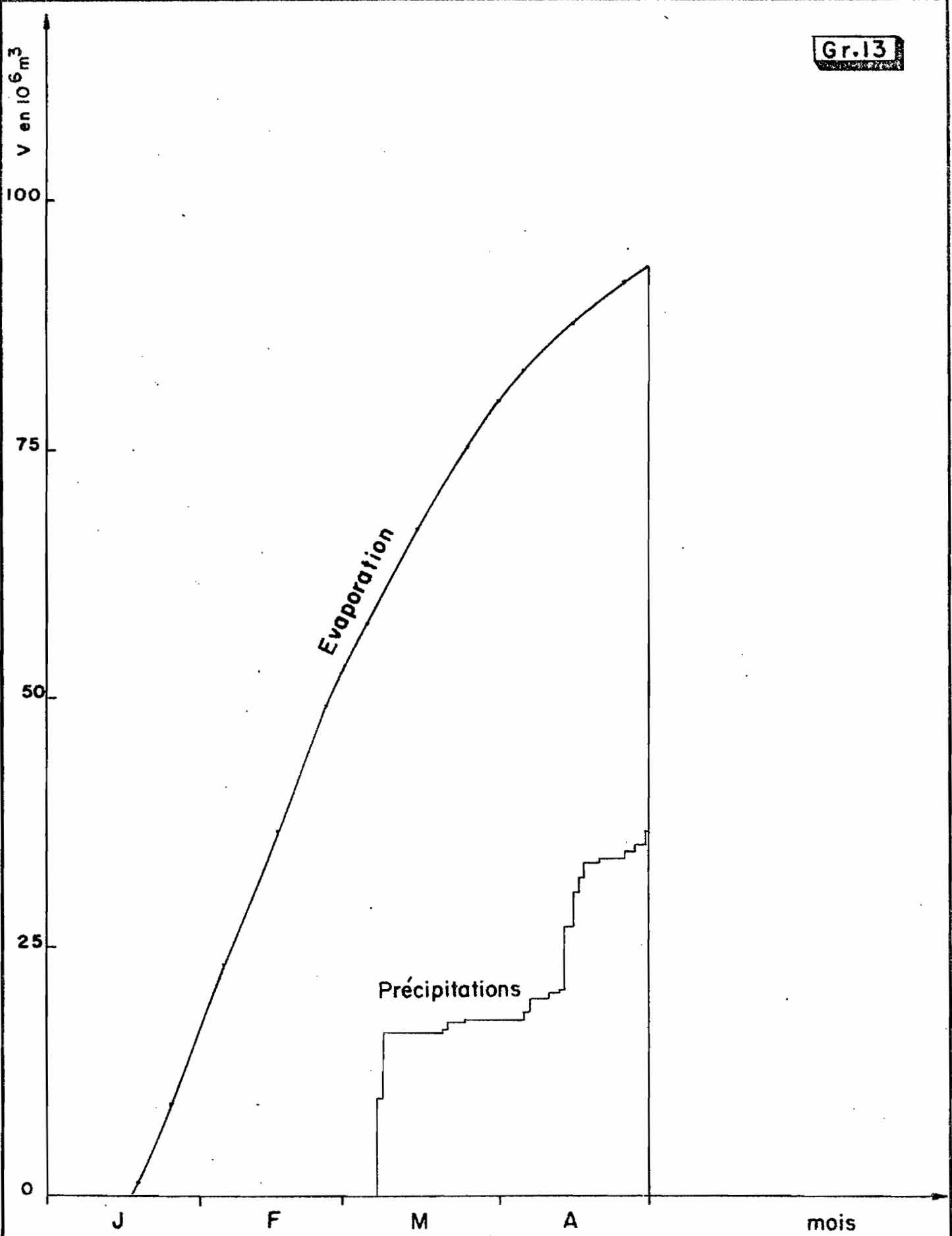
V_T " " " " " T

V_L étant le volume lâché entre les temps T_0 et T

V_E étant le volume évaporé entre les temps T_0 et T

V_e étant le volume écoulé provenant des différents tributaires de la retenue entre les temps T_0 et T

V_p étant le volume précipité entre les temps T_0 et T



MBAKAOU Saison Sèche 1970
Volumes évaporés cumulés
Volumes précipités cumulés

Le graphique 14 montre que le rapport entre $V_{T_0-\Gamma}$ et $V'_{T_0-\Gamma}$ très proche de 1 :

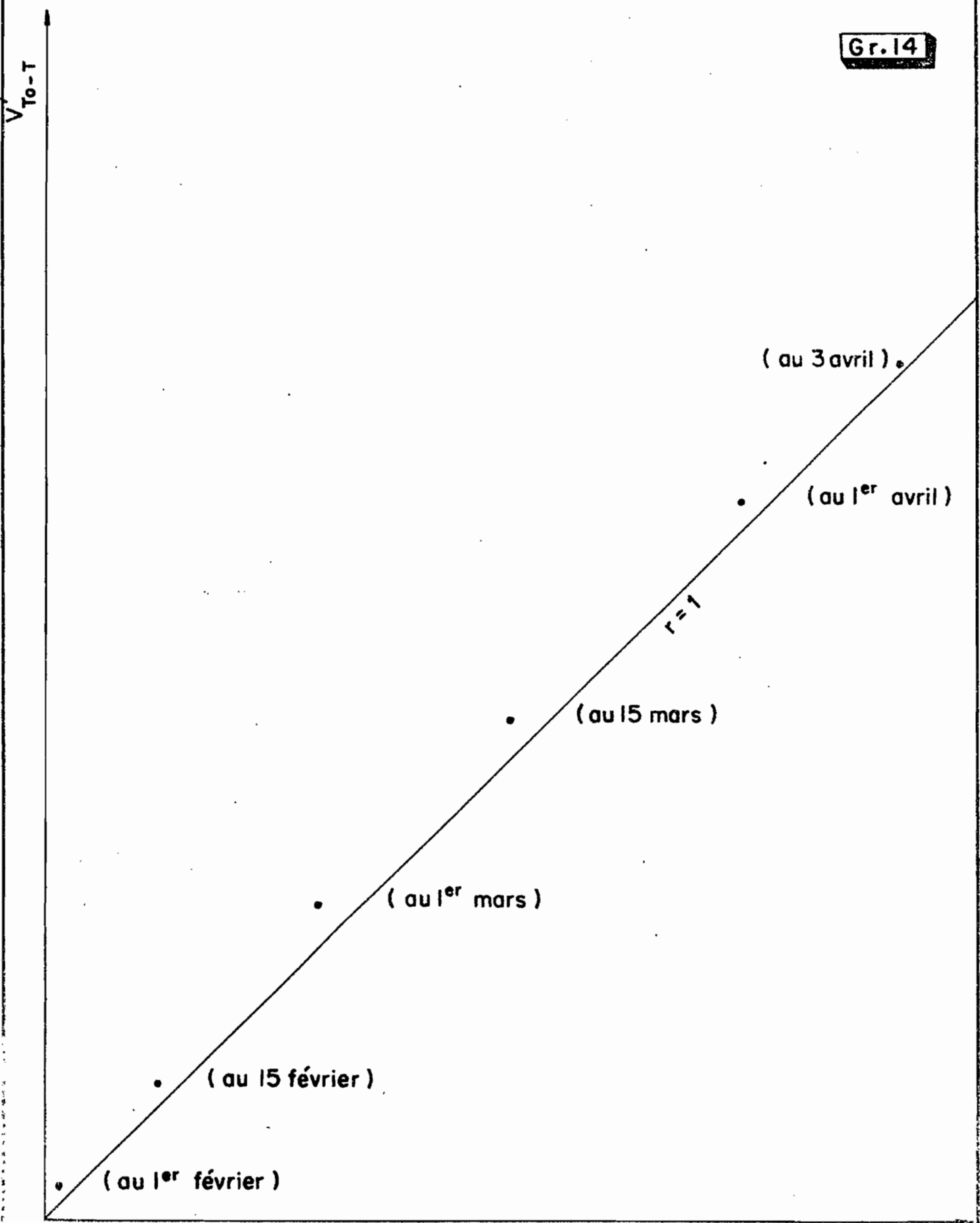
le 13 avril : $r = 0,99$
le 1 avril : $r = 0,96$
le 15 mars : $r = 0,92$
le 1 mars : $r = 0,86$
le 15 février : $r = 0,80$

L'augmentation du coefficient r avec le temps est tout-à-fait normal. Nous n'avons, en effet, dans le calcul du bilan hydrologique tenu aucun compte du phénomène de stockage ou destockage dans la retenue ou même des temps de propagation hors de la retenue ; ces différents facteurs font qu'il est pratiquement impossible de faire un bilan précis sur une courte période. Toutefois, lorsque la période considérée est de 2 ou 3 mois, une erreur de plusieurs heures, voire de plusieurs dizaines d'heures est tout-à-fait tolérable.

7. CONCLUSION

Les résultats obtenus, au cours de cette première campagne, appellent les remarques suivantes :

- Nécessité de simplifier le circuit de transmissions des observations pluviométriques.
- Possibilité de compléter les observations limnimétriques du bassin de la SANAGA par l'installation de nouvelles stations radio entre NACHFIGAL et MBAKAOU.
- Nécessité de tarer chaque année la station d'EDEA pour des débits inférieurs à 1 000 m³/s.
- Compléter au cours de la prochaine campagne le tarage du DJEREM au confluent de la VINA et vérifier la stabilité des autres stations. La connaissance de la loi de tarissement de ces trois stations peut être très utile.



V'_{To-T}

Correlation V_{To-T} / V'_{To-T}

V_{To-T} Variation du volume retenu calculée à l'aide de la courbe hauteur-volume
 V'_{To-T} " " " " d'après bilan hydrologique
 $T_0 = 16$ janvier

- Prévoir l'installation de bacs évaporatoires enterrés, ou flottants, type ORSIOM, pour connaître avec une bonne précision les pertes par évaporation.

A N N E X E

- HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES JOURNALIERES POUR LE MOIS DE FEVRIER 1970 -

D A T E S	E D E A	N G A M B E	Y A O U N D E	N A N G A - E B O K O	B E R T O U A	B E T A R R E - O Y A	Y O K O	B A F I A	K O U N D J A	B A N Y O	T I B A T I	M E I G A N G A
1												
2	6.4	13.5		Tra								
3				Tra								
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12	0.8	0.2										
13		0.1										
14												
15												
16												
17		Tra										
18					9.8							
19	13.1	6.0	26.2	3.7	0.5		2.2	12.2				
20												
21												
22												
23	3.5			16.0								
24												
25	0.3	0.1										
26				6.8			2.2					
27	Tra				0.1							
28												
29												
30												
31												
TOTAL:	24.1	19.9	26.2	26.5	10.4	00.0	4.4	12.2	00.0	00.0	00.0	00.0

- HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES JOURNALIERES POUR LE MOIS DE MARS 1970 -

D A T E S	E D F E A	N G A M B E	Y A O U N D E	N A N G A - E B O K O	B E R T O U A	B E T A R E O Y A	Y O K O	B A F I A	K O U N D J A	B A N Y O	T I B A T I	M E I G A N G A
1		0.2										
2		Tra										
3												
4												
5	20.1	5.5										
6	1.1	2.2	4.0	45.2	24.9		21.2					
7	13.0	25.6	41.2	<u>6.8</u>	<u>0.2</u>		0.5	24.0	15.8	45.0	43.0	3.5
8	0.7			1.8	17.6		11.2		<u>5.4</u>	8.0	28.4	
9		0.5	0.5			0.5						
10			4.9									
11			3.6		Tra			8.9				
12	0.5				6.0							
13	3.3	2.5			Tra							
14		3.7	1.5	9.2	6.8							
15	1.3	50.8	<u>45.8</u>	2.8	0.3	1.3	13.7	25.5				
16	55.4	1.5	8.1	0.3	Tra			0.3				
17	0.5	3.4	20.0	10.6	2.3			19.0				
18	13.9	<u>55.8</u>	2.8					7.8	12.0			
19												
20		0.2		19.8	0.5	5.3	2.7	0.3			1.0	3.5
21	57.1	5.3	33.6	2.7	18.8	11.1		4.9	5.8		4.3	6.6
22		Tra			0.2							
23	<u>65.5</u>	33.1	14.0	13.8	8.8		13.7	<u>33.5</u>	0.5			2.2
24	<u>3.7</u>	3.6	3.3		2.8	0.5		<u>2.4</u>			1.2	
25	10.4	4.8	4.8				0.2	3.8				
26			10.0		0.5		8.7					
27					20.6							
28												
29		Tra		11.6			Tra					
30		Tra	Tra		Tra							
31		1.5										
TOTAL	246.5	200.2	198.1	124.6	110.3	18.7	71.9	130.4	39.5	53.0	77.9	15.8

- HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES JOURNALIERES POUR LE MOIS DE AVRIL 1970 -

D A T E S	E D E A	N G A M B E	Y A O U N D E	N A N G A E B O K O	B E R T O U A	B E T A R E O Y A	Y O K O	B A F I A	K O U N D J A	B A N Y O	T I B A T I	M E I G A N G A
1			1.1									
2	21.9	3.9	1.3	3.0	Tra	21.7		1.8				3.2
3	1.7	3.1	Tra	11.0	15.1	11.0		0.5	5.1	5.0		2.7
4	0.6				0.5		0.1	0.7	Tra			2.6
5	0.7			0.9			1.0		17.4	1.6	4.8	
6		7.7	1.7	7.8	2.1	10.7	2.8	1.1	5.3	13.4	9.7	5.3
7		0.6	1.3									
8		2.0					1.0	1.5	4.5			10.5
9	19.3											
10			30.2	27.2			5.8		4.4	8.2	7.6	12.6
11	5.1		16.8		3.1				12.7	25.6		4.5
12	13.9	36.8	19.1	3.1	2.0	0.6	9.0	2.1	12.2	17.0	1.0	32.0
13	6.0	18.6	17.2	6.0	3.8	22.8	Tra	0.5	6.9	27.6	53.8	32.7
14	1.4	2.2	Tra	3.5	11.5	4.4	13.0	6.2	4.3	1.2	0.3	1.1
15	10.2	0.7	Tra				8.0	7.5	41.2	34.6	21.6	0.4
16	1.4	82.5	9.2		8.4	18.6	5.1		19.4	8.8	10.8	10.2
17	70.0	6.2	4.8	4.2	1.5	10.5	9.2	11.8	28.0	25.1	15.2	15.5
18	6.0	9.2	Tra	15.2	4.3	1.4	10.7	18.2	1.5		0.2	5.5
19	0.3	0.9	1.2	13.0		8.4	26.5	0.6	20.7	3.5		
20	7.5	3.0	14.0	0.3	6.6	7.2	1.7	0.6	2.5	8.4	3.4	45.1
21	Tra	Tra	Tra									
22		1.2							4.0	1.0		
23		0.3								2.0		
24				Tra								
25			2.0				6.5	1.2	6.7	9.8	7.7	
26	47.4	39.8	4.7	32.2	19.8	2.6	9.0	27.7	2.4	5.7	1.1	0.8
27	7.9	10.9	17.1	2.2	23.5	3.6	3.0		3.8	7.2	5.9	3.6
28	16.4	13.1	15.6	54.8	26.7	23.2	0.1	3.3	11.1	21.1	1.7	15.4
29		Tra	3.0		Tra				11.1	21.1	10.7	
30			2.6				0.5					9.9
31												
TOTAL:	237.7	242.7	162.9	184.4	128.9	136.7	113.0	85.3	215.0	226.8	153.8	213.6

HAUTEURS PLUVIOMETRIQUES JOURNALIERES POUR LE MOIS
DE MAI 1970

Date	Edéa	Ngambé	Yaoundé	Bafia	Nanga- Eboko	Bertoua	Bétare Oya	Yoko	Koundja	Banyo	Tibati	Meigan- ga
1	1,0	7,6			0,4	4,6				12,2	2,3	
2			9,3					2,5	11,1	11,0	0,5	22,5
3						0,3		3,3	1,3			1,6
4	1,5	11,0	2,7	4,0	2,5	2,8			0,5	2,0	7,8	
5			2,5			0,8						
6	0,7	27,0	14,8	13,0	21,4	28,8	25,8	29,1	31,6	6,5	42,8	26,3
7		0,6		0,4	0,7				1,5			
8	1,4	29,5	7,6		5,7		7,5	4,3	1,7	15,3	0,9	TR
9		0,3						2,5	2,9	8,8	18,4	14,3
10	1,6	1,0	2,1							10,7	6,2	15,8
11	18,0	15,7		0,1	4,7	5,1		1,9	1,2	8,5	7,2	4,1
12		0,3							9,7			
13		9,0	14,0	12,3		1,7	7,8		2,0	7,5	5,5	0,7
14			2,0									
15	0,5	0,3	12,5					4,9				3,9
16		4,5		0,2	15,7	7,2	6,1	0,5	17,5	14,2	4,1	0,2
17	20,5	14,9	15,3		3,4	5,2	23,8		0,3	22,0	3,5	5,3
18				0,5	2,2			5,9	0,8		Tr	
19	14,6	18,5		24,5	7,5		3,5		32,7	27,0	3,1	6,9
20	1,4	32,3	72,6	0,9	41,1	9,9	9,5	2,6	2,2	25,6	22,5	22,2
21			24,1	0,3					20,2			
22	8,0	8,2						9,8		20,4		
23	34,5	41,7	61,5	41,4	47,5	58,6	45,7	18,8	14,5	3,2	4,1	53,1
24	0,5	0,9	1,7						12,6	1,8	0,3	6,8
25	4,1	1,0	Tr						3,6	22,8	Tr	
26		0,3	Tr		0,9					8,2		
27	8,7	39,2	79,5	26,4	3,2	15,6	0,7	12,2	19,5	1,0	4,8	1,9
28	0,2	0,9	0,2							1,0	2,9	6,9
29	2,1	5,9	Tr	9,4	19,3	1,3	14,5	31,4	4,4	31,2	58,1	19,7
30		5,2	Tr	1,4				0,3				
31				1,1				0,7	24,1	1,3	3,4	
	117,3	275,8	322,4	135,9	176,2	141,9	145,0	130,9	215,9	262,2	198,4	212,2

Tableau V

M B A K A O U

LACHURES SAISON SECHE 1970 -

Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M
1		175	352	345	221
2		196	354	362	220
3		192	352	352	219
4		194	350	327	219
5		198	352	309	219
6		208	357	300	219
7		208	363	287	219
8		222	360	284	(255)
9		232	350	293	(298)
10		234	348	287	307
11		236	350	269	307
12		243	353	256	(278)
13		256	355	242	251
14		265	358	215	(218)
15		272	363	197	(210)
16		286	358	179	(243)
17	151	303	352	131	(240)
18	151	308	350	58	(215)
19	(145)	303	335	24	(191)
20	139	311	329	87	(216)
21	147	311	333	126	250
22	147	311	324	140	250
23	127	317	322	169	(270)
24	96	329	316	205	(286)
25	96	340	288	231	
26	113	346	286	243	
27	130	350	276	225	
28	130	350	276	208	
29	150		285	219	
30	163		308	220	
31	169		305		

Tableau VI

M B A K A O U

LACHURES SAISON SECHE 1970

Volumes cumulés en 10^6 m^3

Jours	J	F	M	A	M
1		204,6	867,9	1762,4	2338,4
2		221,5	898,5	1793,7	2357,4
3		238,1	928,9	1824,1	2376,3
4		254,8	959,2	1852,4	2395,2
5		271,9	989,6	1879,1	2414,2
6		289,9	1020,4	1905,0	2433,1
7		307,9	1051,8	1929,8	2452,0
8		327,1	1082,9	1954,3	2474,0
9		347,1	1113,1	1973,6	2499,8
10		377,3	1143,2	2004,4	2526,3
11		387,7	1173,4	2027,7	2552,8
12		408,7	1203,9	2049,8	2576,8
13		430,8	1234,6	2070,7	2598,5
14		453,8	1265,6	2089,3	2617,4
15		477,2	1296,9	2106,3	2635,5
16		501,9	1327,8	2121,8	2656,5
17	13,0	528,1	1358,3	2133,1	2677,2
18	26,1	554,7	1388,5	2138,1	2695,8
19	38,6	581,3	1417,4	2140,2	2712,3
20	50,6	608,2	1445,9	2147,7	2731,0
21	75,3	635,1	1474,6	2158,6	2752,6
22	88,0	661,9	1502,6	2170,7	2774,6
23	99,0	689,3	1530,5	2185,3	2797,5
24	107,3	717,8	1557,8	2203,0	2822,2
25	115,6	747,2	1582,6	2222,9	
26	125,3	777,0	1607,3	2243,9	
27	136,6	807,3	1631,2	2263,4	
28	147,8	837,5	1655,0	2281,4	
29	160,8		1679,7	2300,3	
30	174,8		1706,3	2319,3	
31	189,4		1732,6		

Tableau VII

MBAKAOU SAISON SECHE 1970

Echelle amont : Hauteurs en mètre

Jours	J	F	M	A	M
1	843,48	844,12	842,28	838,43	835,55
2	843,54	844,10	842,16	838,24	835,46
3	843,60	844,06	842,05	838,04	835,36
4	843,65	844,03	841,94	837,85	835,25
5	843,70	844,00	841,82	837,69	835,14
6	843,75	844,96	841,72	837,50	835,02
7	843,80	843,92	841,59	837,34	834,96
8	843,84	843,89	841,50	837,18	834,84
9	843,88	843,79	841,40	837,00	834,55
10	843,93	843,74	841,29	836,82	834,33
11	843,97	843,69	841,19	836,65	834,11
12	844,01	843,62	841,08	836,49	833,85
13	844,05	843,58	840,95	836,34	833,64
14	844,09	843,50	840,84	836,20	833,41
15	844,14	843,44	840,71	836,10	833,30
16	844,19	843,36	840,58	836,00	833,15
17	844,20	843,29	840,44	836,00	832,80
18	844,22	843,20	840,30	836,00	832,54
19	844,23	843,13	840,19	836,10	832,36
20	844,23	843,05	840,05	836,15	832,25
21	844,21	842,26	839,90	836,17	831,96
22	844,20	842,88	839,78	836,18	831,89
23	844,20	842,83	839,64	836,20	831,54
24	844,20		839,51	836,16	830,69
25	844,20	842,69	839,40	836,08	829,05
26	844,20	842,59	839,26	835,98	
27	844,20	842,49	839,14	835,86	
28	844,20	842,39	839,00	835,76	
29	844,20		838,90	835,65	
30	844,17		838,75	838,62	
31	844,15		838,60		

Tableau VIII

MENG à DJARIA
SAISON SECHE 1970

Débits moyens journaliers en m³/s

Jours	J	F	M	A	M
1		17,3	7,1	4,0	
2		16,8	6,8	3,9	
3		16,4	6,7	3,6	
4		16,2	6,6	3,5	
5		16,0	6,2	3,4	
6		15,6	6,0	3,3	
7		15,0	5,9	3,6	
8		14,4	6,2	4,5	
9		13,5	7,0	9,2	
10	(31,0)	13,5	10,2	9,8	
11	(30,5)	13,3	10,8	8,3	
12	(29,9)	12,7	13,2	7,1	
13	(29,5)	12,1	12,0	6,7	
14	(28,8)	11,7	9,5	8,1	
15	(28,3)	11,5	8,4	20,5	
16	(27,5)	11,8	7,3	(36,3)	
17	(27,2)	10,6	6,7	(34,2)	
18	(26,8)	10,4	6,2	(39,2)	
19	26,4	9,7	5,8	32,0	
20	25,5	9,6	5,7		
21	24,7	9,3	5,9		
22	23,8	8,2	7,3		
23	23,2	8,6	10,8		
24	22,5	8,3	9,4		
25	21,8	7,9	7,6		
26	21,2	7,6	6,4		
27	20,4	7,6	5,7		
28	19,8	7,3	5,4		
29	19,2		4,9		
30	18,5		4,5		
31	18,0		4,2		

Tableau IX

MENG A DJARIA
SAISON SECHE 1970

Volumes écoulés cumulés en 10^6 m^3

Jours	J	F	M	A	M
1		35,6	63,5	82,8	
2		37,1	64,1	83,1	
3		38,5	64,7	83,4	
4		39,9	65,3	83,7	
5		41,3	65,8	84,0	
6		42,6	66,3	84,3	
7		43,9	66,8	84,6	
8		45,1	67,4	85,0	
9		46,3	68,0	85,8	
10		47,5	68,9	86,6	
11		48,6	69,8	87,4	
12		49,7	70,9	88,0	
13		50,8	72,0	88,6	
14		51,8	72,8	89,3	
15	2,4	52,8	73,5	91,0	
16	4,8	53,8	74,2	94,2	
17	7,2	54,7	74,7	97,1	
18	9,5	55,6	75,3	100,5	
19	11,8	56,4	75,8	103,3	
20	14,0	57,3	76,2		
21	16,1	58,1	76,7		
22	18,2	58,8	77,3		
23	20,2	59,6	78,3		
24	22,1	60,3	79,1		
25	24,0	60,9	79,8		
26	25,8	61,6	80,3		
27	27,6	62,3	80,8		
28	29,3	62,9	81,3		
29	31,0		81,7		
30	32,6		82,1		
31	34,1		82,4		

Tbaleau XII

DJEREM AU CONFLUENT DE LA VINA

SAISON SECHE 1970

Volumes écoulés cumulés en 10^6 m^3

Jours	J	F	M	A	M
1		80,1	167,8	230,8	
2		84,0	170,3	232,3	
3		87,8	172,7	233,8	
4		91,5	175,1	235,2	
5		95,1	177,5	236,7	
6		98,7	179,8	238,3	
7		102,2	182,1	239,9	
8		105,8	184,4	241,4	
9		109,2	186,6	243,0	
10		112,6	188,8	244,6	
11		115,9	190,9	246,3	
12		119,2	193,1	247,8	
13		122,4	195,2	249,5	
14		125,6	197,2		
15	5,1	128,8	199,2		
16	10,1	131,8	201,2		
17	15,0	134,9	203,2		
18	19,9	137,8	205,1		
19	24,6	140,8	207,1		
20	29,3	143,7	209,0		
21	33,9	146,5	210,9		
22	38,4	149,3	212,8		
23	42,9	152,1	214,8		
24	47,3	154,8	216,8		
25	51,6	157,5	218,7		
26	55,9	160,1	220,6		
27	60,1	162,7	222,5		
28	64,2	165,3	224,3		
29	68,3		226,0		
30	72,3		227,6		
31			229,2		

Tableau XIII

Table des Volumes de la retenue de MBAKAOU

Z	Vx10 ⁶ m ³	dV/om	Z	Vx10 ⁶ m ³	dV/om	Z	Vx10 ⁶ m ³	dV/om
830,1	0,1		835,1	242,3		840,1	1 014,8	
2	0,3		2	252,8		2	1 035,9	
3	0,8		3	263,5		3	1 057,1	2,1
4	1,3		4	274,3	1,1	4	1 078,5	
5	2,1		5	285,4		5	1 100,2	
6	3,0	0,1	6	296,6		6	1 122,1	
7	4,1		7	308,0		7	1 144,1	2,2
8	5,4		8	319,6		8	1 166,4	
9	6,7		9	331,4		9	1 188,8	
831,0	8,5		836,0	343,3	1,2	841,0	1 211,4	
1	10,2	0,2	1	355,5		1	1 234,4	2,3
2	12,2		2	367,8		2	1 257,4	
3	14,3		3	380,4		3	1 280,6	
4	16,6		4	393,0		4	1 304,0	
5	19,1		5	406,0		5	1 327,6	
6	21,7		6	419,0	1,3	6	1 351,6	2,4
7	24,5	0,3	7	432,3		7	1 375,6	
8	27,5		8	445,5		8	1 399,8	
9	30,6		9	459,4		9	1 424,2	
832,0	33,9		837,0	473,2		842,0	1 448,8	
1	37,4		1	487,3	1,4	1	1 473,7	
2	41,0	0,4	2	501,4		2	1 498,7	2,5
3	44,8		3	515,7		3	1 523,9	
4	48,8		4	530,3		4	1 549,4	
5	53,0		5	545,0	1,5	5	1 575,0	
6	58,1	0,5	6	560,6		6	1 601,2	2,6
7	63,4		7	576,5		7	1 627,4	
8	68,9		8	592,5	1,6	8	1 654,0	
9	74,5		9	608,7		9	1 680,6	
833,0	80,3		838,0	625,1		843,0	1 707,5	
1	86,3	0,6	1	641,7		1	1 734,7	2,7
2	92,4		2	658,5		2	1 762,0	
3	98,7		3	675,5	1,7	3	1 789,5	
4	105,3		4	692,7		4	1 817,2	
5	111,9		5	710,0		5	1 845,2	
6	118,7		6	727,6		6	1 873,3	
7	125,7	0,7	7	745,4		7	1 901,6	
8	132,8		8	763,3	1,8	8	1 930,1	
9	140,3		9	781,5		9	1 958,9	2,9
834,0	147,7		839,0	799,8		844,0	1 987,8	
1	155,3		1	818,4		1	2 016,9	
2	163,1	0,8	2	837,1		2	2 046,3	
3	170,8		3	856,0	1,9	3	2 075,8	
4	179,4		4	875,1		4	2 105,5	
5	187,7		5	894,5		5	2 135,5	3,0
6	196,2		6	914,0		6	2 165,6	
7	204,9		7	933,7		7	2 196,0	
8	213,8		8	953,6		8	2 226,5	
9	222,8	0,9	9	973,7	2,0	9	2 257,1	
0	232,0		0	994,0		845,0	2 288,0	