

LE NIGER A NIAMEY

ETUDE DE LA DECRUE 1987

ORSTOM

NIAMEY, MARS 1988

R. GALLAIRE

LE NIGER A NIAMEY

- Etude de la décrue 1987 -

Depuis la crue historiquement faible de 1984 et l'étiage qui a suivi et occasionné en juin 1985 un arrêt de l'écoulement sur le fleuve en aval de Niamey, la succession d'années faibles et le souci de l'approvisionnement en eau de la capitale ont poussé les autorités compétentes à suivre de très près l'évolution des débits du fleuve et en particulier celle de la décrue. Pour cette action l'appui de l'ORSTOM, comme d'un certain nombre de services nationaux et d'organismes internationaux, a été sollicité depuis 3 ans par la DRE. L'intervention de l'ORSTOM a plus particulièrement porté sur l'étude de la décrue son mécanisme et la prévision de débits caractéristiques. Les travaux entrepris par B. BILLON depuis 1985 qui ont abouti à un document publié dans les cahiers ORSTOM (série hydrologie n° 4 Vol. XXI) montrent en particulier que la décrue naturelle du fleuve, en l'absence de facteurs perturbateurs ou parasites, est une fonction exponentielle simple dont la connaissance permet à partir de la date et du niveau de la pointe de crue d'effectuer des prévisions à plusieurs mois sur la date des débits d'étiages sensibles.

Ce document aurait été une finalité si un certain nombre d'influences externes ne venaient perturber de façon plus ou moins imprévisibles cette décrue ;

- Les apports plus ou moins précoces des affluents burkinabés,
- Les lâchers du barrage de Markala,
- Les prélèvements par pompage.

Facteurs étrangers à la fonction naturelle qui obligent à poursuivre l'étude de la décrue et qui se traduisent par une altération de la courbe de décrue (droite en représentation semi log de la fonction exponentielle de décrue

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-\alpha t}$$

$$\log Q_t = \log Q_0 - \alpha(t-t_0)$$

ou Q_t = débit à l'instant t

Q_0 = débit à l'instant t_0

α = coefficient de tarissement (pente de la droite de décrue).

Si les précipitations des bassins burkinabés représentent un facteur totalement aléatoire et presque instantané (effets sensibles à 2 ou 3 jours) qui ne permet qu'une prévision à très court terme ; les lâchers de Markala, dont

l'influence ne se fait sentir qu'après environ 2 mois à Niamey doivent constituer un élément essentiel de la démarche prévisionnelle.

L'objet de ce document est donc de présenter la décrue de 1987, qui fait suite aux hautes eaux de la fin d'année 1986, et d'analyser l'influence des éléments perturbant le phénomène naturel.

Il est rédigé par R. GALLAIRE à partir des travaux antérieurs et récents (situation de la décrue au 27/3/87) de B. BILLON, et des mesures effectuées sur le terrain par M. GREARD et R. TEHET.

I. Les moyens d'étude de la décrue

1°) Les hauteurs d'eau à Niamey

Depuis la construction du 1er batardeau en juin 1985, le suivi des hauteurs en vue de leur traduction en débits ne peut plus s'effectuer toute l'année à partir de l'échelle de référence "Nigelec" influencée par ce dernier.

La figure 1 présente la corrélation établie lors de la décrue 1986/1987 sur laquelle se distingue aisément l'influence du batardeau, sous la forme d'un décrochage de la droite de liaison, entre les cotes Nigelec 130 et 260. En dehors de cet intervalle, la relation est proche de la première bissectrice, ce qui est tout à fait cohérent dans la mesure où le plan d'eau des deux batteries d'échelle est contrôlé par le même seuil de SAGA situé à 6 km environ à l'aval des échelles Agrhymet.

Le tableau 1 présente les hauteurs d'eau relevées à la station Agrhymet depuis la date de la pointe de crue le 1/12/86 jusqu'au 31 juillet 1987 date à laquelle le phénomène de tarissement peut être considéré comme stopé.

2°) Les débits à Niamey

Dix jaugeages de contrôle ont été effectués durant cette décrue entre le mois de février et l'étiage de juin ; comme le montre le tableau 2 qui présente l'ensemble des jaugeages réalisés depuis l'évènement crue/étiage, à caractère exceptionnel, de l'année hydrologique 1984/1985.

Ces dix jaugeages ont permis de mettre en évidence un léger détarrage, figure 2, dont il a été tenu compte pour établir les débits de la décrue - Tableau 3- Ce détarrage est vraisemblablement lié aux modifications apportées au lit au niveau du seuil de SAGA par l'exploitation des matériaux de fond (sable et graviers) par les T.P.

De la nouvelle courbe de tarage est tiré un nouveau barême dont l'ossature décimétrique est la suivante ;

Hcm	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
Qm ³ /s	00	1,90	5,50	10,1	18,0	28,0	41,0	57,0	76,0	97,0	120	146	173	202	232	264	300

les valeurs centimétriques pouvant être obtenues à partir de ce cadre par simple interpolation linéaire.

3°) Les lâchers du barrage de Markala

- Les hauteurs d'eau de KIRENGO AVAL ;
Elles sont présentées par le tableau 4 pour la période comprise entre Janvier et Mai 87.
- Les débits ont pu être obtenus à partir des hauteurs grâce au barême établi pour la station en 1980, dont la validité a été vérifiée en juillet 1985. Les valeurs en sont aussi présentée par le tableau 4.
- La figure 3 montre les hydrogrammes successifs correspondants aux lâchers effectués à Markala de Janvier à Mai 1987.
A remarquer à la base des hydrogrammes le niveau correspondant aux lâchers minimum permanents qui évolue peu entre Janvier (15 m³/s) et Mai où il est encore de 10 m³/s. Ce débit de base représente, pour une bonne part, le flux nécessaire au fonctionnement de l'usine hydro-électrique.
- Ces hydrogrammes permettent donc d'évaluer le volume des lâchers effectués à Markala durant la période de décrue qui nous intéresse.

4°) Les autres facteurs perturbant la décrue naturelle du fleuve

a) Les apports des affluents voltaïque

Depuis la cuvette lacustre jusqu'à son entrée au Niger, le fleuve ne reçoit aucun émissaire susceptible d'influencer sensiblement son débit. Mais entre la frontière et Niamey il reçoit successivement en rive droite 3 affluents issus du liptako voltaïque pouvant soutenir les débits d'étiages, voir interrompre le processus de tarissement.
Grâce à la station de télétransmission de Kandadji située à 35 km de la frontière il est possible de contrôler l'influence du Gorouol dont la confluence se situe juste en amont.

La station de Garbay Kourou dont les hauteurs sont aussi télétransmises permet de suivre les apports éventuels de la SIRBA. La station de Kakassi, station du même type, assure le suivi des débits du Dargol. Les tableaux 5, 6 et 7 présentent les hauteurs et les débits de chacune de ces stations.

b) Les prélèvements liés aux cultures irriguées et à l'évaporation

Dans son article ci-dessus référencé, B. BILLON estimait l'influence de l'évaporation et des prélèvements dus aux périmètres situés entre Kandadji et Niamey. Il est vraisemblable que ces valeurs n'aient pas ou peu évoluées depuis 1985.

Pour mémoire elles étaient respectivement de 5 m³/s pour les prélèvements agricoles et de 9 à 10 m³/s pour l'évaporation (sur une base de 9 mm par jour et pour une surface évaporante de l'ordre de 90 km² entre Kandadji et Niamey).

II. Le suivi de la décrue 1987

1°) La prévision des débits charnières

La cote maximale de la crue 1986/87 du Niger à Niamey qui a été de 410 cm le 1er décembre 1986, correspond à un débit de 1270 m³/s. En fonction de la relation établie pour la période 1967/85 (fig. 4) le débit 100 m³/s aurait dû être obtenu le 18 mars 1987. Il l'a été en fait le 19 mars, en accord donc quasi parfait avec la prévision. (cf. Billon. Situation au 27/3/87).

La figure 5 présente l'hydrogramme de la décrue en coordonnée semi-log ce qui permet d'obtenir pour la fonction exponentielle naturelle de décrue une représentation linéaire.

Sur cette figure, qui rappelle pour comparaison la décrue 1986, il apparaît que la décroissance des débits s'effectue différemment des autres années. Jusqu'ici, en fonction de l'importance de la pointe de crue, les débits décroissaient suivant des droites parallèles. Cette année, suivant le débit de pointe de 1270 m³/s, la droite représentative de la décrue aurait donc dû se situer à gauche de la courbe 86 suivant une droite parallèle.

En fait la courbe 87 adopte une allure légèrement convergente jusqu'à la valeur de 100 m³/s qui est le point de concours des deux droites en même temps qu'un point d'inflexion positif pour la dernière décrue qui conserve une allure générale rectiligne jusqu'à 40 m³/s, valeur à partir de laquelle la courbe accroît l'angle d'inflexion de sa direction générale tout en présentant une sinuosité de détail.

Cette année l'influence des lâchers de Markala est telle que le débit 10 m³/s, n'est jamais atteint. Le débit minimal 11,8 m³/s ne survient que le 3 juillet. Si la décrue s'était effectuée suivant le schéma habituel dans le prolongement de la droite de décrue située au dessus du débit charnière 100 m³/s, le débit clé 10 m³/s aurait pu être mesuré le 24 mai.

2°) L'influence des lâchers de Markala

a) La gestion du barrage de Markala

Sa connaissance peut aisément être déduite des mesures effectuées sur la figure 3 qui présente les hydrogrammes correspondants aux lâchers.

Les résultats de ces planimétrages sont présentés dans le tableau suivant. Il apparaît que les volumes lâchés cette année sont sensiblement plus importants que ceux de 1986,

Période	Volume des lâchers en 87 M m ³	Volume des lâchers en 86 M m ³	Evolution des lâchers en 87
Du 20 au 29 janvier	66	40	+ 90 %
Du 30 janvier au 5 février	10		
Du 10 au 26 février	36	18	+ 100 %
Du 11 mars au 22 mars	72	73	+ 40 %
Du 23 mars au 3 avril	30		
Du 10 au 24 avril	30	58	- 52 %
Du 3 au 31 mai	105		
TOTAL *	254	189	+ 34 %

* Total des lâchers, moins ceux de Mai.

et ce malgré un volume global de crue moins important en 1987. Le tableau précédent montre d'autre part que l'augmentation des lâchers est particulièrement sensible en Janvier et Février, les volumes doublant, alors que celle de Mars n'est que de 40 %. Globalement de Janvier à Avril les lâchers sont en augmentation de 34 % avec un peu plus de 250 millions de m³.

b) Les conséquences de cette gestion

Comme le montre la figure 5 l'influence des lâchers réalisés cette année est la plus sensible enregistrée, au cours des 3 dernières années. Elle apparaît d'abord très précoce puisqu'elle se fait sentir dès le 16 mars où la droite de décrue est marquée par une première inflexion à 105 m³/s.

Au 21 avril le décalage qui n'est encore que de 11 jours par rapport à la décrue théorique naturelle va s'accroître au cours de 3 périodes successives entrecoupées de pauses :

- + Ainsi du 22 au 29 avril l'écart gagne 8 points pour atteindre 19 jours.
 - . la période du 30 avril au 12 mai marque une pause relative puisque l'écart ne s'accroît que de 3 points durant ces 13 jours (22 jours)
- + Du 13 au 21 mai l'écart se creuse à nouveau et atteint 31 jours.
 - . La fin du mois de mai se caractérise par une nouvelle pause qui voit l'écart ne progresser que de 2 points (33 jours)
- + La première quinzaine de juin engendre un nouveau décalage qui porte l'écart à 45 jours le 15 juin. Ecart qui ne s'accroîtra plus par la suite.

3^o) Le rôle des affluents burkinabés

La crue la plus précoce enregistrée sur les 3 affluents de rive droite est celle de la sirba le 26 juin (Tab. 6) ; mais cette crue est faible et très pointue reflétant un apport très localisé dont l'effet, compte tenu du temps de propagation de 48 à 72 h, n'est sensible à Niamey que le 28-29 juin. Sur la figure 5, il s'agit, pour partie, de la dernière petite pointe avant la grande remontée des débits du fleuve. Ces apports si minimes soient-ils surviennent à un moment sensible du tarissement et le décalent de 3 à 4 jours.

Par la suite, les débits de la Sirba comme du Dargol, ne peuvent plus apporter une contribution au soutien de l'étiage avant la mi-juillet et seul le Gorouol dont les apports sont sensibles à Kandadji dès le 23 juin (les apports de Markala à cette date, compte tenu du temps de propagation de 2 mois, doivent être inexistant : bas de la figure 5) peut expliquer le léger soutien enregistré fin juin début juillet à Niamey.

L'augmentation très sensible des débits qui s'opère dès la fin de la première décennie de juillet correspond en grande partie aux lâchers conséquents enregistrés à Kirengo au début du mois de mai. Par la suite, au cours de la seconde décennie, à ces lâchers viendront s'ajouter les apports des affluents burkinabés en particulier de la sirba, dont le débit moyen journalier atteint 131 m³/s le 17 juillet (tab. 6) et plus modestement du Dargol dont le débit moyen enregistré le 19 juillet est de 23,6 m³/s (tab. 7).

Il apparaît donc qu'en 1987 compte tenu des apports faibles et tardifs des affluents de Rive Droite, l'étiage à Niamey n'a pu qu'être très légèrement soutenu par ces derniers.

4°) Le rôle des prélèvements

La figure 5 permet d'apprécier la valeur globale des prélèvements, dûs essentiellement à l'évaporation et aux pompages pour l'irrigation, au cours des mois de mars, avril et mai, en absence donc d'apport extérieur.

Il suffit en effet de comparer l'ordonnée en différents points des courbes de Kandadji et de Niamey (en tenant compte du temps de propagation des débits qui est de 7 jours environ) pour constater qu'une différence de débit de 12 à 15 m³/s constitue toujours une constante entre les 2 stations, à cette période de l'année (conformément au schéma dégagé par B. BILLON).

Si les pompages représentent encore une fois un facteur contrôlable, l'évaporation apparaît comme un prélèvement obligatoire dont le rôle, au moment des plus basses eaux, peut être déterminant et entraîner l'arrêt complet de l'écoulement. En effet, même en dessous de 10 m³/s le lit du fleuve présente encore, de par sa morphologie, d'importantes surfaces en eau qui conservent donc à l'évaporation une forte potentialité.

III. Bilan des écoulements résultant de la gestion de Markala

La connaissance du tracé de l'hydrogramme théorique de décrue (en absence d'apport) permet d'estimer par différence avec l'hydrogramme réel le volume résiduel, parvenu jusqu'à Niamey, des lâchers effectués à Markala.

Le tableau ci-dessous présente le bilan des trois dernières années établi pour la période efficace des lâchers située entre début février et fin mars. (En millions de m³).

Année de décrue	Volumes des lâchers de Markala	Volumes résiduels enregistrés à Niamey	Pertes et Prélèvements
1985	56	11 (20 %)	45 (80 %)
1986	98	40 (41 %)	58 (59 %)
1987	153	89 (58 %)	64 (42 %)

Remarques : - Les % entre parenthèse de la 2ème colonne indiquent la proportion des volumes résiduels par rapport aux volumes des lâchers

- Les % entre parenthèse de la 3ème colonne indiquent le rapport des pertes par rapport aux lâchers.

L'observation de ce tableau, illustré par la figure 6, montre que les volumes résiduels se sont accrus, dans un premier temps, suivant une fonction de type puissance ($y = ax^b$) puisque entre 1985 et 1986 le doublement du volume des lâchers x s'est accompagné d'un quadruplement du volume résiduel y .

Par la suite il est vraisemblable que, suivant la tendance déjà constatée entre 1986 et 1987, les coefficients a et b évoluent de telle sorte que la fonction devienne progressivement affine ($b \rightarrow 1$), les volumes résiduels ne pouvant excéder les volumes des lâchers.

Cette augmentation des volumes résiduels bruts et relatifs s'accompagne logiquement d'une diminution relative des pertes enregistrées entre Markala et Niamey.

Conclusion :

Liée à une gestion des eaux de Markala sensiblement plus favorable en 1987 pour le Niger, la décrue enregistrée à Niamey de mars à juin a présenté un caractère nettement moins préoccupant puisque le débit d'étiage n'est pas descendu en dessous de 10 m³/s et qu'il s'est trouvé décalé d'environ 45 jours par rapport à ce qui aurait pu se produire naturellement. Sans cette gestion, compte tenu de la faiblesse des hautes eaux 1986 et des apports tardifs des affluents de Rive Droite, le fleuve aurait pu tarir, à Niamey comme en 1985, à la mi-juin. La ville aurait évité de justesse un grave problème de ravitaillement puisqu'il aurait fallu pratiquement épuiser le réservoir de 2 millions de m³ stockés grâce au batardeau ; la remontée des eaux liée aux lâchers de mai à Markala et à la première crue significative de la Sirba ne venant assainir la situation qu'à partir du 10 juillet.

AGRHYMET

HAUTEURS 1986/1987

Jours	DEC	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT			
1	407	376	268	183	136	118	105	94	154			
2	407	373	264	182	135	117	102	94	156			
3	407	370	261	181	135	116	102	94	163			
4	406	367	258	179	134	115	103	96	175			
5	405	364	254	176	134	114	103	99	176			
6	404	361	250	175	133	115	103	101	177			
7	404	357	246	171	133	115	101	104	185			
8	402	354	243	170	132	114	101	108	205			
9	402	350	239	167	130	113	102	115	197			
10	402	347	235	166	128	112	101	125	198			
11	402	344	233	163	128	111	101	128	212			
12	402	340	229	161	127	110	100	130	246			
13	402	338	226	159	126	111	100	132	229			
14	402	334	222	156	126	111	100	138	224			
15	402	331	219	155	126	110	100	147	226			
16	402	327	217	154	125	110	99	154	227			
17	402	324	215	153	124	110	98	166	221			
18	401	321	212	152	123	110	97	190	219			
19	400	318	209	150	122	110	97	197	220			
20	399	315	206	149	121	110	96	170	399			
21	397	311	204	147	120	110	96	156	250			
22	395	308	202	147	120	109	104	152	238			
23	392		198	145	120	109	100	154	230			
24	391		196	144	121	108	96	152	229			
25	390		194	143	121	108	94	148	234			
26	390	290	192	142	120	107	90	147				
27	388	286	189	141	120	106	92	144				
28	386	282	186	140	120	105	96	147				
29	383	279		139	120	105	99	146				
30	381	276		138	119	104	95	149				
31	379	273		137		102		150				

NIGER A NIAMEY

Liste des jaugeages ORSTOM 1985-1987

Date	H cm AGRHYMET	Q. m ³ /s
08/01/85	282	550
23/01/85	238	371
07/02/85	198	227
22/02/85	167	139
08/03/85	148	93,3
20/03/85	132	53,7
27/03/85	122	41,4
04/04/85	110	23,7
11/04/85	101	16,3
19/04/85	096	12,3
09/05/85	093	9,0
17/05/85	086	7,28
22/05/85	084	6,7
03/06/85	073	2,6
06/06/85	070	2,0
07/06/85	070	1,8
10/06/85	067	1,2
12/06/85	061	0,1
12/12/85	434	1445
24/01/86	319	770
06/02/86	263	515
12/03/86	165	140
03/04/86	129	55,2
18/04/86	111	31,8
15/05/86	102	22,1
12/02/87	229	304
19/02/87	209	265
04/03/87	179	166
19/03/87	150	98,0
9/04/87	130	56,0
23/04/87	120	39,0
6/05/87	115	34,0
20/05/87	110	28,8
27/05/87	106	23,5
9/06/87	102	19,9

NIGER A NIAMEY
1987

Débits moyens journaliers m³/s

Jours	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT				
1			182	68,4	38,4	23,0	13,3	106				
2			179	66,5	37,1	20,0	13,3	111				
3			176	66,5	35,8	20,0	13,3	128				
4			170	64,6	34,5	21,0	14,8	160				
5			162	64,6	33,2	21,0	17,2	162				
6		420	160	62,7	34,5	21,0	19,0	165				
7		402	149	62,7	34,5	19,0	22,0	188				
8		389	146	60,8	33,2	19,0	26,0	248				
9		372	138	57,0	31,9	20,0	34,5	223				
10		357	136	53,8	30,6	19,0	49,0	226				
11		349	128	53,8	29,3	19,0	53,8	271				
12		333	123	52,2	28,0	18,0	57,0					
13		322	118	50,6	29,3	18,0	60,8					
14		307	111	50,6	29,3	18,0	72,2					
15		296	109	50,6	28,0	18,0	90,7					
16		289	106	49,0	28,0	17,2	106					
17		282	104	47,4	28,0	16,4	136					
18		271	102	45,8	28,0	15,6	202					
19		261	97,0	44,2	28,0	15,6	223					
20		251	94,9	42,6	28,0	14,8	146					
21		245	90,7	41,0	28,0	14,8	111					
22		238	90,7	41,0	27,0	22,0	102					
23		226	86,5	41,0	27,0	18,0	106					
24		220	84,4	42,6	26,0	14,8	102					
25		214	82,3	42,6	26,0	13,3	106					
26		208	80,2	41,0	25,0	10,1	102					
27		199	78,1	41,0	24,0	11,7	92,8					
28		190	76,0	41,0	23,0	14,8	90,7					
29			74,1	41,0	23,0	17,2	88,6					
30			72,2	39,7	22,0	14,1	94,9					
31			70,3		20,0		97,0					

KIRENGO AVAL

Tableau 4

Hauteurs d'eau 1987 (cm)						Débits 1987 (m ³ /s)					
Jours	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI		JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI
1	64	30	20		- 4		92,8	40,3	29,8		11,7
2	64	30	21		- 4		92,8	40,3	30,8		11,7
3	64	19	46	- 4	12		92,8	28,9	61,1	11,7	22,7
4	63	17	47	- 4	26		90,8	27,0	62,7	11,7	35,9
5	63	1	47	- 4	37		90,8	14,6	62,7	11,7	48,7
6	63	0	46	- 4	55		90,8	14,0	61,1	11,7	75,9
7	98	0	50	- 4	47		187	14,0	67,4	11,7	62,7
8	96	1	55	- 3	46		179	14,6	75,9	12,2	61,1
9	35	1	54	- 3	35		46,2	14,6	74,1	12,2	46,2
10	36	20	53	14	23		47,4	29,8	72,4	24,4	32,8
11	36	21	61	27	11		47,4	30,8	86,9	37	21,9
12	36	21	60	27	24		47,4	30,8	85,0	37	33,8
13	36	21	59	27	46		47,4	30,8	83,1	37	61,1
14	37	21	41	27	45		48,7	30,8	53,9	37	59,6
15	37	22	40	38	62		48,7	31,8	52,5	49,9	88,8
16	37	22	39	38	63		48,7	31,8	51,2	49,9	90,8
17	37	36	38	38	54		48,7	47,4	49,9	49,9	74,1
18	38	36	38	39	53		49,9	47,4	49,9	51,2	72,4
19	38	36	38	-	35		49,9	47,4	49,9	-	46,2
20	38	47	27	-	35		49,9	62,7	37,0	-	46,2
21	38	47	15	-	35		49,9	62,7	25,2	-	46,2
22	38	47	14	-	2		49,9	62,7	24,4	-	15,3
23	103	38	14	-	49		208	49,9	24,4	-	65,8
24	99	34	28	- 4	46		191	45,0	38,1	11,7	61,1
25	95	20	28	- 4	55		175	29,8	38,1	11,7	75,9
26	93	2	39	- 5	53		168	15,3	39,2	11,1	72,4
27	24	2	48	- 5	53		33,8	15,3	64,2	11,1	72,4
28	18	2	47	- 5	33		27,9	15,3	62,7	11,1	43,8
29	0		46	- 5	34		14,0		61,1	11,1	45,0
30	29		46	- 4	35		39,2		61,1	11,7	46,2
31	29		45		36		39,2		59,6		47,4

LE NIGER A KANDADJI 1987

Hauteurs d'eau en cm						Débits en m ³ /s						
Jours	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL			MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL
1	2 82	215	181	162	182			210	85,0	44,0	27,6	45,0
2	279	215	181	156	184			203	85,0	44,0	23,0	47,0
3	273	213	178	159	185			188	82,2	41,2	25,3	48,0
4	270	211	176	159	190			180	79,4	39,4	25,3	53,0
5	266	209	177	161	195			170	76,7	40,3	26,8	59,0
6	262	207	177	162	194			162	74,1	40,3	27,6	57,8
7	260	206	178	159	198			158	72,8	41,2	25,3	62,6
8	258	204	176	154	193			155	70,2	39,4	21,5	56,6
9	257	203	175	153	197			153	68,9	38,5	20,8	61,4
10	253	200	175	154	196			147	65,0	38,5	21,5	60,2
11	248	200	177	154	196			137	65,0	40,3	21,5	60,2
12	246	197	178	155	195			134	61,4	41,2	22,3	59,0
13	241	194	176	154	191			125	57,8	39,4	21,5	54,2
14	239	192	176	153	190			121	55,4	39,4	20,8	53,0
15	237	193	176	150	190			118	56,6	39,4	18,5	53,0
16	236	194	174	147	191			116	57,8	37,6	16,7	54,2
17	235	194	172	146	192			115	57,8	35,8	16,1	55,4
18	233	195	171	147	186			111	59,0	34,9	16,7	49,0
19	232	194	170	147	187			109	57,8	34,0	16,7	50,0
20	230	194	170	148	190			106	57,8	34,0	17,3	53,0
21	228	193	169	150	196			103	56,6	33,2	18,5	60,2
22	226	192	169	147	197			100	55,4	33,2	16,7	61,4
23	224	190	168	148	196			97,6	53,0	32,4	17,3	60,2
24	221	189	168	150	201			93,4	52,0	32,4	18,5	66,3
25	221	187	168	153	206			93,4	50,0	32,4	20,8	72,8
26	221	185	168	157	205			93,4	48,0	32,4	23,8	71,5
27	220	183	168	162	210			92	46,0	32,4	27,6	78,0
28	219	182	168	174	221			90,6	45,0	32,4	37,6	93,4
29	218	184	166	176	226			89,2	47,0	30,8	39,4	100
30	217	182	163	179	236			87,8	45,0	28,4	42,1	116
31	216		160		270			86,4		26,0		180

LA SIRBA A GARBAY KOUROU

Hauteurs d'eau 1987					Débits en 1987								
Jours	AVR	MAI	JUIN	JUIL						AVR	MAI	JUIN	JUIL
1	34	34	34	36						00	00	00	0,00
2	34	34	34	36						00	00	00	0,00
3	34	34	34	47						00	00	00	2,06
4	34	34	34	41						00	00	00	1,28
5	34	34	34	36						00	00	00	0,83
6	34	34	34	36						00	00	00	0,00
7	34	34	34	36						00	00	00	0,00
8	34	34	34	36						00	00	00	0,00
9	34	34	34	36						00	00	00	0,00
10	34	34	34	83						00	00	00	13,3
11	34	34	34	94						00	00	00	19,6
12	34	34	34	104						00	00	00	26,4
13	34	34	34	104						00	00	00	26,4
14	34	34	34	104						00	00	00	26,4
15	34	34	34	98						00	00	00	22,2
16	34	34	34	107						00	00	00	28,5
17	34	34	34	221						00	00	00	131
18	34	34	34	171						00	00	00	81,0
19	34	34	34	134						00	00	00	48,4
20	34	34	34	127						00	00	00	43,1
21	34	34	34	129						00	00	00	44,6
22	34	34	34	137						00	00	00	50,7
23	34	34	34	133						00	00	00	47,6
24	34	34	34	133						00	00	00	47,6
25	34	34	35	133						00	00	0,75	47,6
26	34	34	68	133						00	00	6,70	47,6
27	34	34	45	135						00	00	1,80	49,1
28	34	34	36	135						00	00	0,83	49,1
29	34	34	36	135						00	00	0,00	49,1
30	34	34	36	130						00	00	0,00	45,3
31		34	36	126						00	00	0,00	42,4

34 : Station à sec

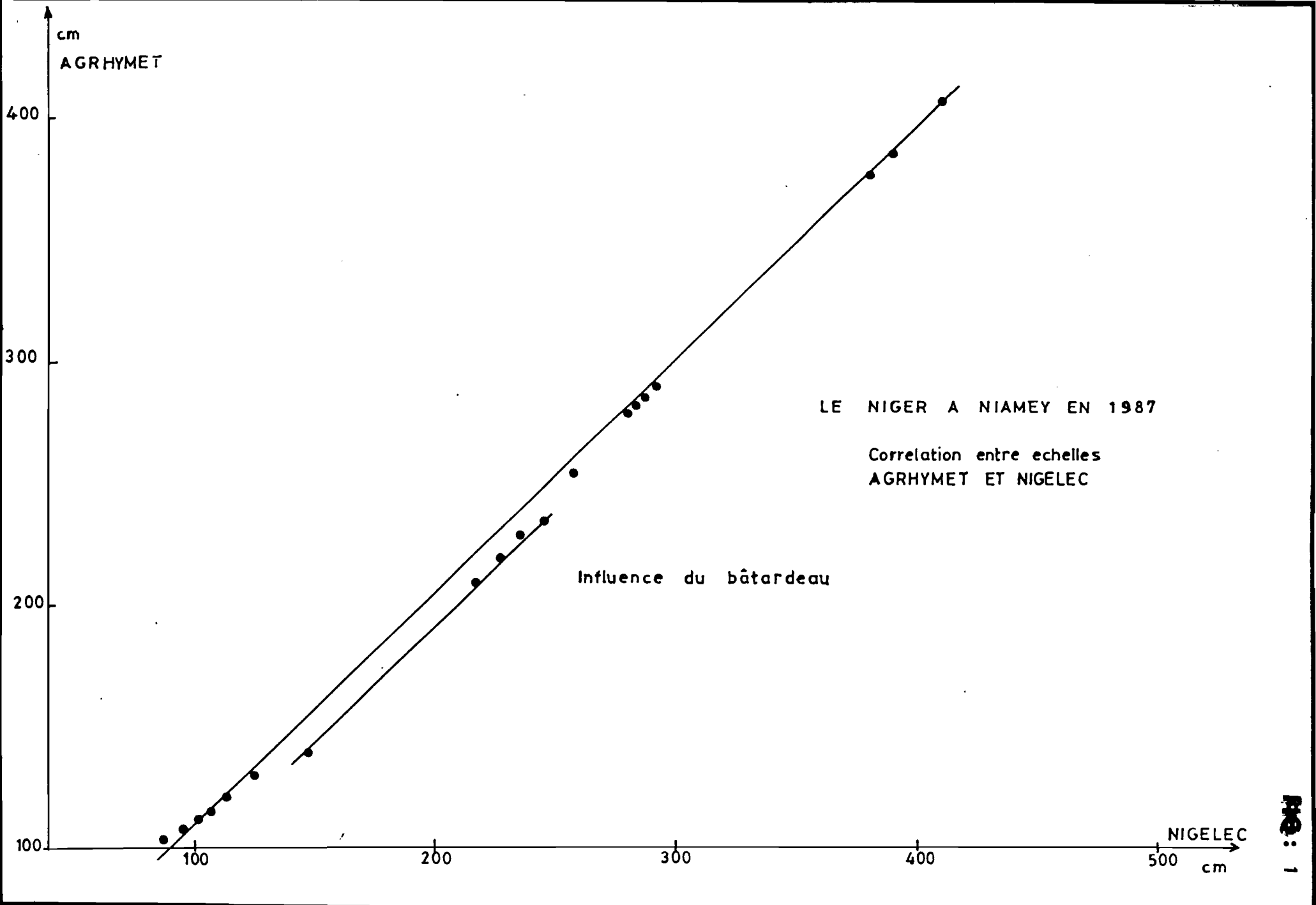
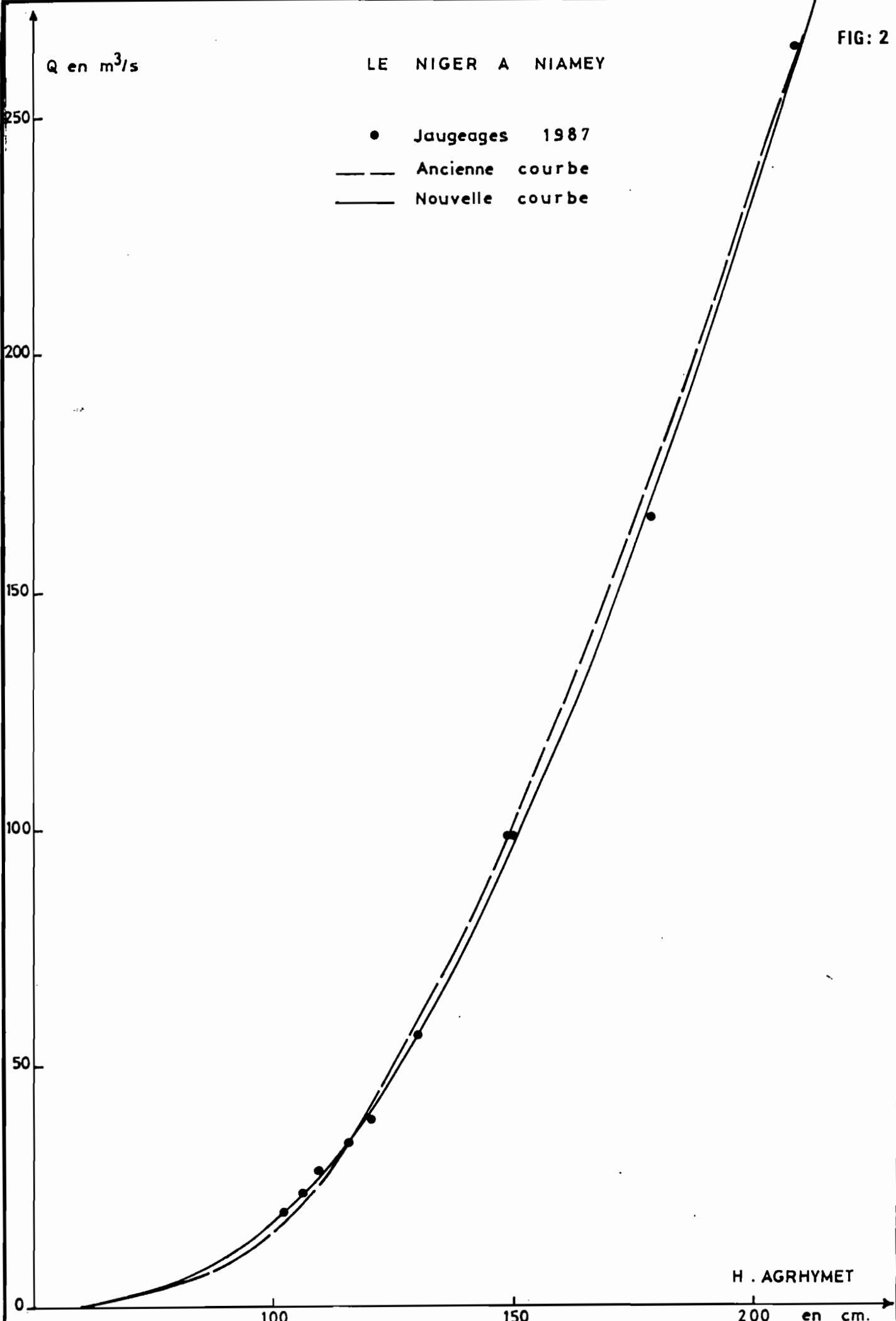


FIG: 2

LE NIGER A NIAMEY

Q en m³/s

- Jaugeages 1987
- Ancienne courbe
- Nouvelle courbe

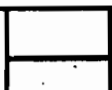


H. AGRHYMET

200 en cm.



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
- POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION



Mission au Niger

LE NIGER A NIAMEY

Date à laquelle le débit $100 \text{ m}^3/\text{s}$ est atteint en décrue en fonction de Q_{max} .

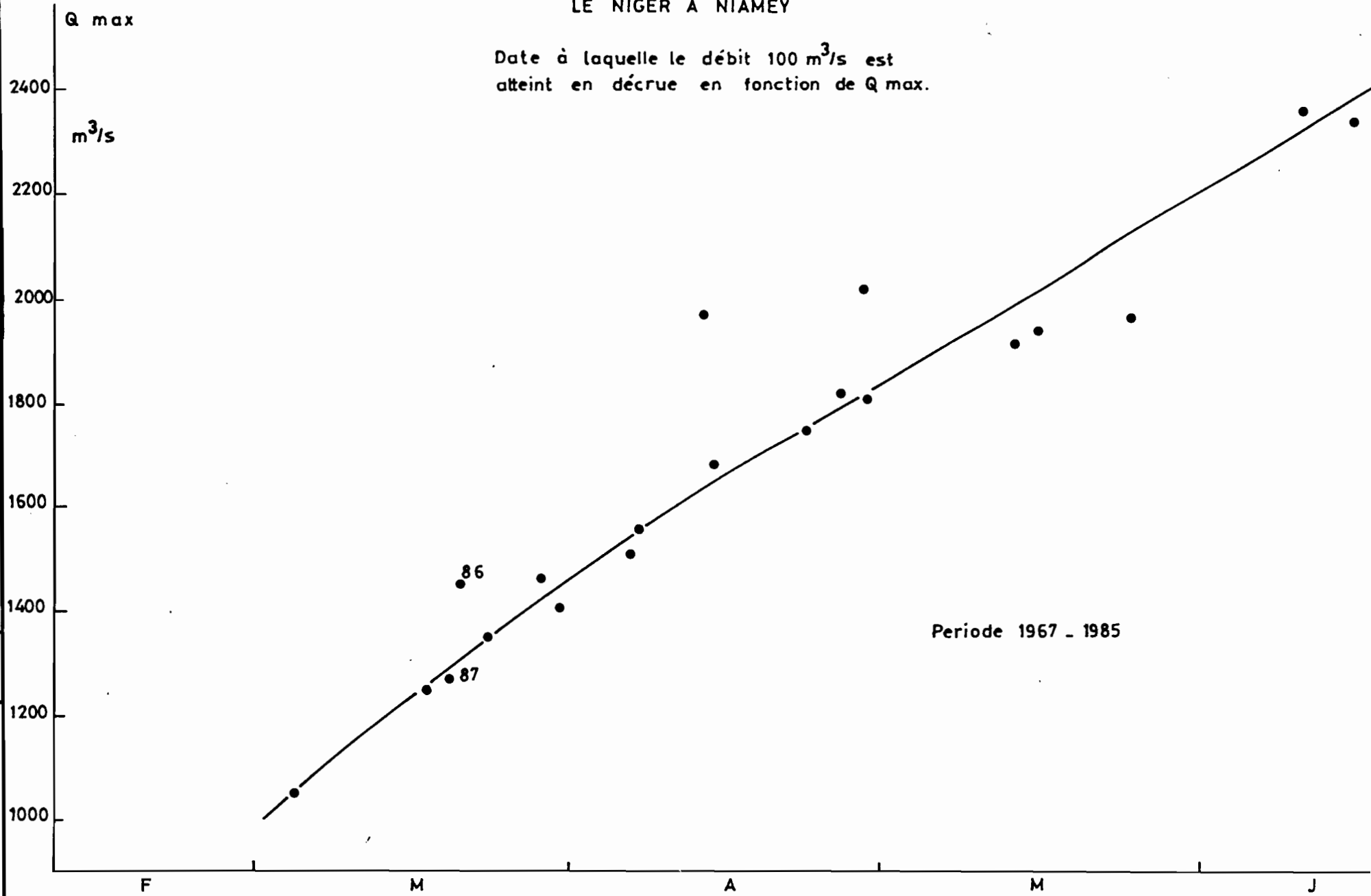
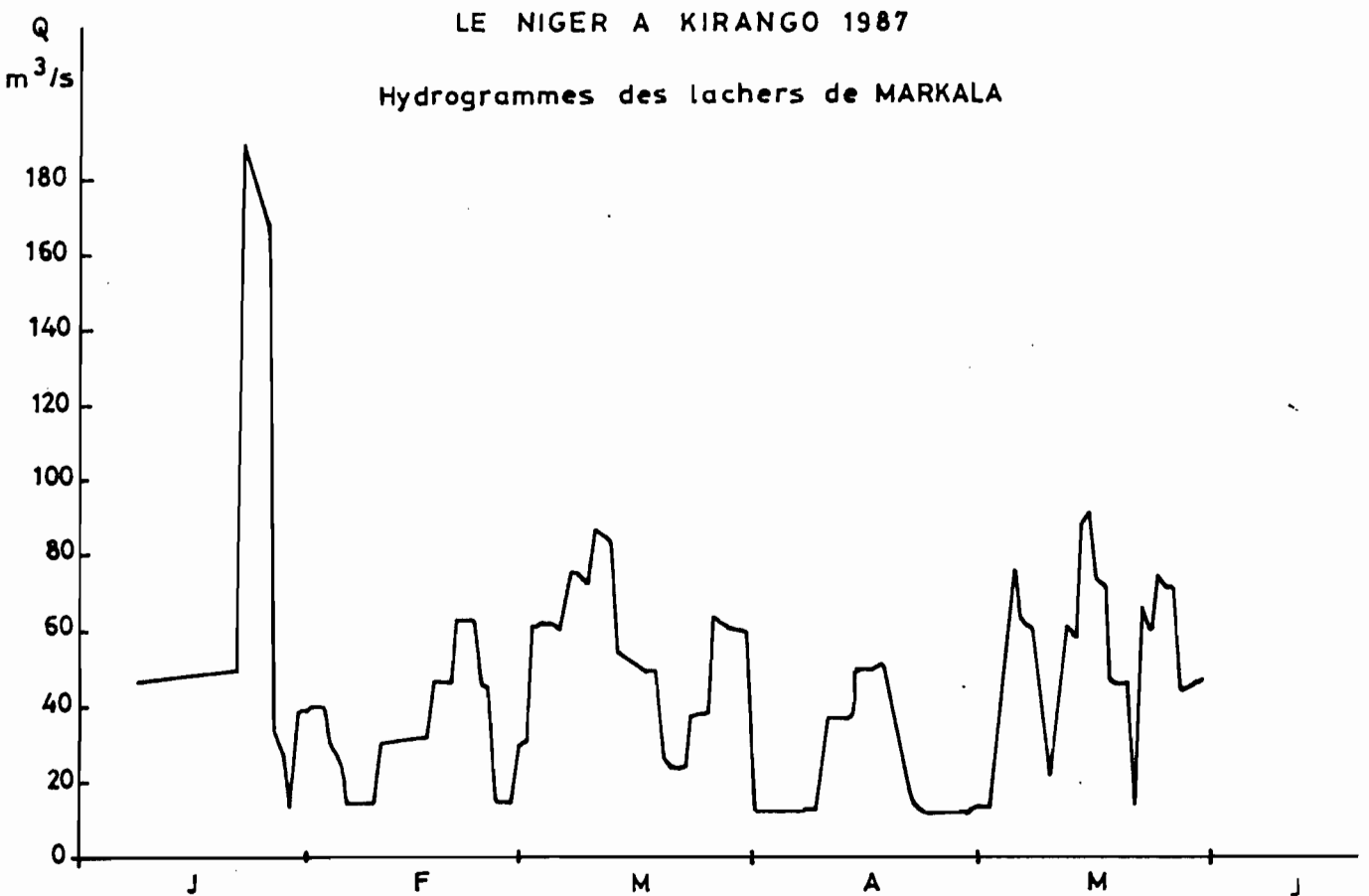
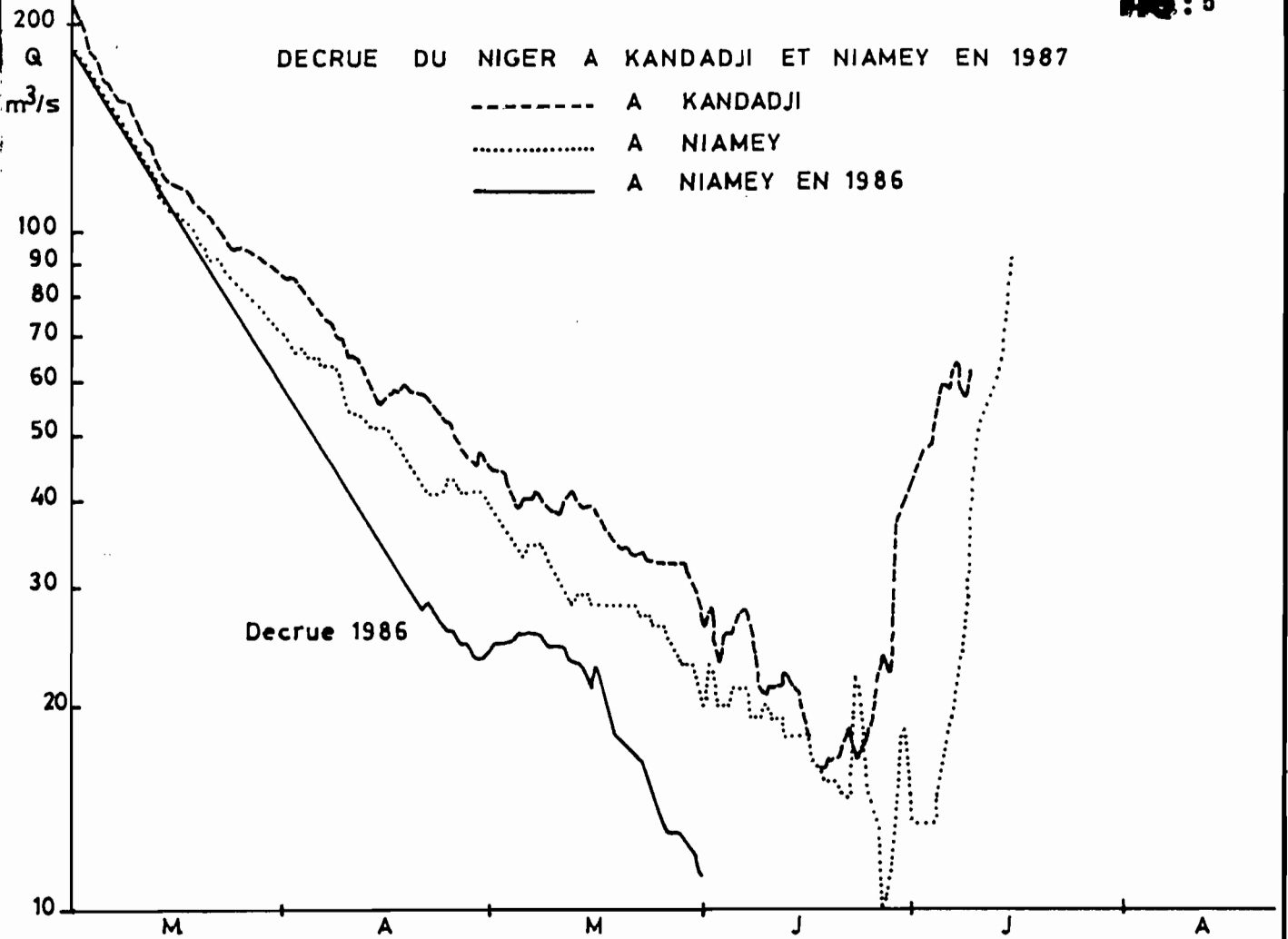


FIG: 4



Relation entre les volumes résiduels à NIAMEY
Et les volumes des lâchers de MARKALA

