

ETUDE REGIONALE DU HAUT BANDAMA – CÔTE D'IVOIRE

RAPPORT HYDROLOGIQUE ORSTOM-WIP

ETUDE REGIONALE DU HAUT-BANDAMA
REPUBLIQUE DE LA COTE D'IVOIRE
PROJET ELABORE DANS LE CADRE DE L'AIDE TECHNIQUE ALLEMANDE

PN III/5 FE 4057 Elfenbeinküste "Regionalstudie Oberer Bandama" 802/73

Rapport HYDROLOGIQUE

Juin 1975

W I P - WIRTSCHAFT UND INFRASTRUKTUR GMBH & CO. PLANUNGS-KG
8 München 70, RFA, Sylvesterstr. 2, Tel. 089/77 60 41, Telex 05/21 21 86

Ce rapport a été rédigé avec la participation de l'ORSTOM - Office de la
Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

Pages

1.	INTRODUCTION	1
2.	CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT ETUDIE	1
3.	METHODOLOGIE DE TRAVAIL	5
3. 1.	Mesure des débits et étalonnage des stations	5
3. 2.	Volumes d'écoulement	7
4.	RESULTATS DES OBSERVATIONS	7
4. 1.	Pluviométrie	7
4. 2.	Volumes d'écoulement	7
4. 2. 1.	Importance comparée des écoulements à l'intérieur du bassin versant	11
4. 2. 2.	Evolution des écoulements superficiels dans le temps	12
5.	PREVISIONS EN RATTACHANT LES OBSERVATIONS EFFECTUEES EN 1974 SUR LE BASSIN VERSANT A CELLES D'UNE STATION DE REFERENCE	12
6.	PREVISIONS CONCERNANT LA MAITRISE DE L'EAU ET LES POSSIBILITES D'IRRIGATION DE LA VALLEE DEPUIS SEGUEKIELE JUSQU'A LA ROUTE DE M'BENGUE	14 14
6. 1.	Etude de la maîtrise des eaux en se basant sur le débit critique d'inondation à la station de mesure de la route M'Bengué	17
6. 1. 1.	Débit critique d'inondation	17
6. 1. 2.	Régularisation des débits	17
6. 1. 3.	Conclusions	19
6. 2.	Analyse tronçon par tronçon au départ de Séguékiélé des moyens successifs à mettre en oeuvre pour éviter l'inondation et assurer un stockage d'eau suffisant pour l'irrigation	20

	<u>Pages</u>
6. 2. 1. Contrôle des eaux sur le tronçon I	25
6. 2. 2. Contrôle des eaux sur le tronçon II	27
6. 2. 3. Contrôle des eaux sur le tronçon III	27
6. 2. 4. Contrôle des eaux sur le tronçon IV	30
6. 2. 5. Contrôle des eaux sur le tronçon V	30
6. 2. 6. Conclusions	33

ANNEXE

- Carte hydrographique de la région du Haut Bandama
- Courbes d'étalonnage pour les stations étudiées
- Hydrogrammes de crues pour les stations étudiées

AVANT-PROPOS

Le 20 mai 1974, l'Office Fédéral Allemand d'Aide au Développement (BfE)¹⁾ confia à la WIP l'étude régionale du Haut-Bandama en Côte d'Ivoire. Cette étude vise à déterminer les possibilités et les moyens à mettre en oeuvre pour la mise en valeur agricole du bassin versant du Haut-Bandama afin d'augmenter les revenus des exploitations agricoles, de produire des surplus en vivriers pour le Sud du pays et d'y attirer éventuellement des habitants de la zone dense surpeuplée de Korhogo.

La situation géographique de la région du projet par rapport à la Côte d'Ivoire et la présentation de la zone d'étude figurent sur les cartes ci-après.

Le 15 janvier 1975, la WIP remit au mandant un rapport intermédiaire dont les objectifs étaient les suivants :

- rassembler les résultats essentiels et disponibles jusqu'à cette date de chaque discipline,
- soumettre des propositions concernant la suite à donner à l'étude,
- dégager les possibilités de faire déboucher l'étude régionale sur une étude de factibilité.

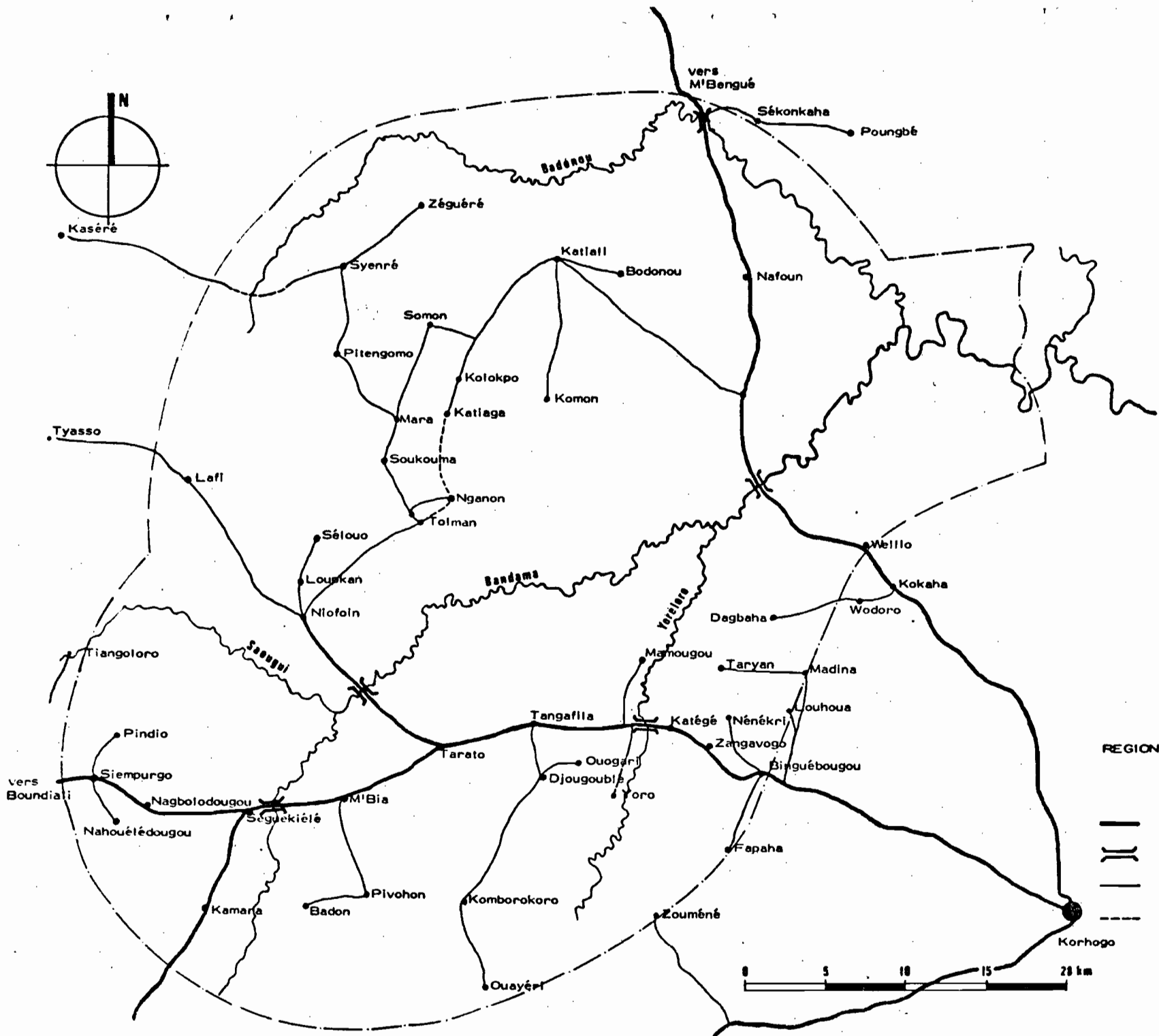
A la suite des séances de travail sur ce rapport, il a été convenu avec le mandant de mener à terme l'étude régionale sous une forme succincte et de faire déboucher l'étude régionale sur une étude de factibilité concernant l'implantation de divers types de barrages et de surfaces d'irrigation dans la région du Haut-Bandama. Cette décision a reçu l'approbation des Autorités ivoiriennes le 25 mars 1975.

¹⁾ Devenu depuis l'Office Allemand de la Coopération Technique (GTZ)

L'étude régionale succincte se compose des tomes suivants :

- Rapport hydrologique,
- Rapport pédologique,
- Etude de mise en valeur agricole,
- Rapport production végétale,
- Rapport élevage,
- Cartographie agro-pastorale des villages,
- Rapport économie rurale,
- Rapport sociologique.

Ce rapport hydrologique expose la situation hydrologique du bassin versant du Haut-Bandama de juin à décembre 1974. Il décrit en premier lieu les besoins impératifs d'une maîtrise de l'inondation dans la vallée du Bandama afin d'y permettre la mise en valeur agricole.



- REGION DU PROJET**
- route principale
 - pont définitif
 - route secondaire avec ponts provisoires
 - route secondaire coupée en saison de pluies

Source: WIP

ETUDE HYDROLOGIQUE DU HAUT BANDAMA

1. INTRODUCTION

En vue de définir les possibilités de retenue et de maîtrise des eaux pour l'irrigation des terres de la vallée du Haut-Bandama, une étude hydrologique a été accomplie de juillet 1974 à décembre 1974.

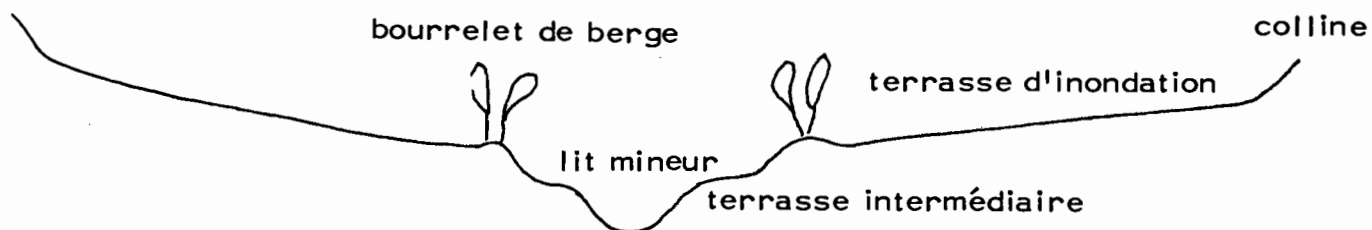
Elle s'attache à approfondir la connaissance du bilan en eau du bassin versant du Bandama situé en amont du pont de la route Korhogo - M'Bengué.

Tout en faisant le point des observations récentes, le présent rapport tend à donner par des calculs théoriques une appréciation plus large des écoulements superficiels et des possibilités de contrôle des inondations annuelles de la vallée.

2. CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT ETUDIE

Le bassin versant situé en amont de la route à M'Bengué occupe une superficie de 1.953 km². Il forme une cuvette largement évasée drainée en son milieu par le Bandama supérieur prolongé en amont par le Saougui II. Le fleuve qui effectue de nombreux méandres en aval de Séguékiélé principalement, est caractérisé dans ce bief intéressant pour l'agriculture par une pente relativement faible que l'on peut estimer d'une manière linéaire à un minimum de 0,3 ‰. L'écoulement des eaux y est lent, résultante d'une pente longitudinale faible et de la présence de nombreux méandres bordés d'une galerie forestière étroite.

Le profil en travers de la vallée comprend un lit mineur bien marqué profond de 3 à 4,5 m avec parfois une terrasse intermédiaire, un bourrelet de berge généralement peu apparent couvert d'une végétation arborée et une terrasse d'inondation en pente faible jusqu'à l'horizon cuirassé de bas de colline.



Nous avons considéré six bassins versants secondaires importants qui se déversent tout au long de la vallée que l'on désire aménager pour la culture irriguée, ce sont:

- répartis d'une manière régulière le long de la partie de la vallée à irriguer et drainant la partie Nord du bassin : Le Bandama en amont de Séguékiélé, le Saougui I, le Lohowé et le Parima;
- concentrés en fin de tronçon : Le Yoréloro qui récolte les eaux de la plus grande partie du versant Sud et le Kouatié venant du Nord. Cet apport important situé en amont de notre station terminale complique le contrôle des eaux en cet endroit.

La morphologie de ces bassins secondaires demande un commentaire. En particulier ceux situés au Nord du Bandama : Saougui I, Lohowé, Parima, Kouatié ont un profil longitudinal en pente générale très faible mais irrégulière, en forme de cascades. Les portions planes sont favorables à la culture du riz inondé. Cette culture traditionnelle peut être améliorée par un renforcement de la retenue des eaux à l'aide de petites levées de terre disposées en travers des bas-fonds ou par des prises à fil de l'eau. Tout au long de ces affluents existent des superficies d'inondation. Toutefois, dans l'extrême Sud-Est du bassin versant, le relief s'accroît; les rivières et bas-fonds sont plus encaissés. Le phénomène se marque surtout en bordure des hautes collines boisées situées au Sud de Fapaha. Ces bas-fonds sont caractérisés par une hydromorphie de surface accentuée favorable à la riziculture.

Le bassin versant du Haut-Bandama a été cartographié à la figure page 4 et nous fournissons ci-après le détail des superficies des bassins versants des affluents se déversant sur les deux rives :

Kouatié	108	km ²
Parima	92,8	km ²
Lohowé	158	km ²
Saougui I	182	km ²
Lowouho	28,4	km ²
Bandama à Séguékiélé	368	km ²
Lougomo II	44,4	km ²
Denguéréké	40,4	km ²
Lougomo I	82	km ²
Saougui II	102	km ²
Koulougou	21,2	km ²
Kaningana	26,4	km ²
Banko	19,2	km ²
Nafoun	16,4	km ²
Ouala	46,0	km ²
Lapariga	44,4	km ²
Yoréloro	618,0	km ²
Farlankoho	85,6	km ²
Sirimé	141	km ²
Péléloho	45,2	km ²
Forolele	92,4	km ²
Nediengbala	82,8	km ²
Sougo	34,8	km ²
Total des petits bassins versants ¹⁾	<u>237,0</u>	km ²
Total bassin versant du Haut-Bandama	1.953,0	km ²

¹⁾ Les petits bassins versants sont cartographiés; étant donné qu'ils ne portent pas de noms, ils ne figurent pas séparément dans cette liste.

3. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Quatre stations de mesure ont été installées à l'intérieur du bassin versant défini ci-avant, à savoir :

- Bandama route Korhogo - M'Bengué
- Bandama à Séguékiélé
- Yoréloro à Katégé
- Saougui à Niofoin

Trois stations ont été observées à l'extérieur de la zone cartographiée, à savoir :

- Bandama à Nagninévogo
- Badénou route de M'Bengué
- Badéni à Tonho

Les stations sont localisées sur la carte hydrographique en annexe et les caractéristiques de ces stations figurent au tableau I.

On a procédé à la mesure des débits tout au long de la période d'écoulement et à l'étalonnage des stations : débits calculés par rapport aux hauteurs d'eau données par limnimètre ou limnigraphe.

3. 1. Mesure des débits et étalonnage des stations

Une courbe d'étalonnage valable a été tracée pour les diverses stations étudiées sauf pour celle de Tonho située sur le Badéni.

En ce qui concerne la station du Badénou située sur la route de M'Bengué, la crue survenue du 10. au 16.9.1974 a quelque peu modifié le profil en travers entraînant un détarage pour les hauteurs d'eau moyennes et élevées. Il semblerait qu'un phénomène semblable se soit produit à Nagninévogo et à Niofoin sur le Saougui; ceci est à confirmer par des jaugeages ultérieurs de contrôle.

Tableau I Caractéristiques des stations

	Bandama route M'Bengué	Bandama Ségué- kiélé	Yoréloro Katégé	Saougui Niofoin	Bandama Nagniné- vogo	Badéno route M'Bengué	Badéni Tonho
Batterie d'échelles	0 à 7 m	0 à 5 m	0 à 4 m	0 à 3 m	1 à 9 m	0 à 6 m	2 à 5 m
Limnigraphe	OTT type X mensuel	OTT type X hebdomadaire	OTT type X hebdomadaire	OTT type X hebdomadaire	-	OTT type X mensuel	OTT type X mensuel
Date de mise en place	juillet 1974	juin 1974	juillet 1974	août 1974	juillet 1974	juillet 1974	août 1974
Caractéristique du bassin versant							
- surface en km ²	1.953	368	338	142,4	6.040	1.800	567
- périmètre en km	178	82	80	50	348	200	112
- coefficient de compacité	1,14	1,20	1,22	1,17	1,25	1,32	1,32
- longueur du rec- tangle équivalent en km	54	28	28	16	125	76	43
- largeur du rec- tangle équivalent en km	36	13	12	9	48	24	13

Vous trouverez en annexe pour chaque station exploitée la courbe d'étalonnage et l'hydrogramme de crues. La liste des jaugeages réalisés, le barème H/Q (hauteur d'eau/débit), les hauteurs d'eau fournies par les limnimètres et les limnigraphes ainsi que les débits correspondants sont dans les archives de l'ORSTOM et de la WIP.

3. 2. Volumes d'écoulement

Les volumes d'écoulement mensuels ont été calculés à partir des débits moyens journaliers (exception faite pour le Badéni) pour les diverses stations.

Les débits des principaux affluents ainsi que leurs volumes d'écoulement mensuels ont été estimés en utilisant les valeurs des débits spécifiques caractérisant les bassins versants du Saougui, Bandama et Yoréloro. Les erreurs d'estimation sont fonction de la superficie des bassins et marquent davantage les petits affluents (voir tableaux II et III).

4. RESULTATS DES OBSERVATIONS

4. 1. Pluviométrie (tableau IV)

Les chiffres de Boundiali paraissent anormalement élevés et pour Dembasso n'existent que deux valeurs pour toute l'année. Les moyennes sans Boundiali et Dembasso des trois mois très pluvieux: juillet, août et septembre totalisent 729,1 mm.

4. 2. Volumes d'écoulement

Nous rassemblons au tableau II les chiffres mensuels d'observation aux différentes stations de mesure et au tableau III les volumes d'écoulement estimés pour les principaux affluents du Bandama.

Tableau II Volumes d'écoulement observés aux différentes stations

	Jun	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total en millions de m ³
Bandama route M'Bengué								
V	-	8.061.984	68.567.040	164.332.800	63.478.080	14.204.160	4.124.736	(322, 8)
Q	-	3,01	25,6	63,4	23,7	5,48	1,54	
Qs	-	1,54	13,1	32,4	12,1	2,80	0,78	
Bandama Séguékiélé								
V	-	3.106.944	15.079.392	28.771.200	12.133.152	3.084.480	1.304.380	63,5
Q	-	1,16	5,63	11,1	4,53	1,19	0,487	
Qs	-	3,1	15,3	30,0	12,2	3,2	1,3	
Saougui Niofoin								
V	-	1.728	5.222.880	7.776.000	1.347.235	215.136	13.392	14,6
Q	-	(0,020)	1,95	3,00	0,503	0,083	0,005	
Qs	-	-	13,6	21,0	3,52	0,58	0,03	
Yoréloro Katégé								
V	-	1.907.020	17.088.192	26.438.400	17.329.248	3.965.760	1.221.350	67,9
Q	-	0,712	6,38	10,2	6,47	1,53	0,456	
Qs	-	2,0	18,5	29,6	18,8	4,43	1,3	
Bandama Nagninévogo								
V	391.392	12.481.344	122.670.720	308.448.000	173.292.480	34.214.400	9.776.160	661,3
Q	0,151	4,66	45,8	119,0	64,7	13,2	3,65	
Qs	0,02	0,74	7,3	19,0	10,3	2,11	0,58	
Badénoù route M'Bengué								
V	-	1.754.352	35.890.560	90.979.200	60.531.840	7.205.760	1.462.406	197,8
Q	-	0,655	13,4	35,1	22,6	2,78	0,546	
Qs	-	0,36	7,37	19,3	12,4	1,52	0,30	

V : volume d'écoulement mensuel en m³

Q : débit mensuel moyen en m³/s

Qs : débit spécifique mensuel moyen en litre par seconde et par km²

Tableau III Estimation des volumes d'écoulement sur les affluents du Bandama : exprimés en milliers de m³

	Surface en km ²	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Kouatié	108,0	445	2.344	9.180	3.521	853	228	16.571
Parima	92,8	383	2.014	7.888	3.025	733	196	14.239
Lohowé	158,0	652	3.429	13.430	5.190	1.248	333	24.282
Saougui 1 Confluent	182,0	2,2	6.673	9.937	1.721	275	17,0	18.625,2
Saougui 2. Niofoin	142,4	1,7	5.222	7.776	1.347	215	13,3	14.575
Lowouho	28,4	0,3	1.041	1.550	268	43	2,6	2.904,9
Bandama Séguékiélé	368,0	3.106	15.079	28.771	12.133	3.084	1.304	63.477
Lougomo II	44,4	374	1.819	3.471	1.463	372	157	7.656
Denguéréké	40,4	340	1.655	3.158	1.332	338	143	6.966
Lougomo I	82,0	692	3.359	6.410	2.703	687	290	14.141
Saougui II	102,0	860	4.179	7.974	3.362	854	361	17.590
Koulougou	21,2	179	868	1.657	699	178	75	3.656
Kaningana	26,4	222	1.081	2.063	870	221	93	4.550
Banko	19,2	162	786	1.501	633	161	68	3.311
Nafoun	16,4	138	672	1.282	540	137	58	2.827
Ouala	46,0	388	1.884	3.596	1.516	385	163	7.932
Lapariga	44,4	374	1.819	3.471	1.463	372	157	7.656
Yoréloro Confluent	618,0	3.486	31.243	48.339	31.684	7.249	2.232	124.233
Yoréloro Katégé	338,0	1.907	17.088	26.438	17.329	3.965	1.221	67.948
Farlokoho	85,6	483	4.327	6.695	4.388	1.004	309	17.206
Sirimé	141,0	795	7.128	11.028	7.228	1.654	509	28.342
Péléloho	45,2	255	2.285	3.535	2.317	530	163	9.085
Forolélé	92,4	521	4.671	7.227	4.737	1.083	333	18.572
Nediengbala	82,4	464	4.165	6.445	4.224	966	297	16.561
Sougo	34,8	196	1.759	2.721	1.784	408	126	6.994
Bandama Rte M'Bengué	1.953	8.061	68.567	164.332	63.478	14.204	4.124	322.766

Tableau IV Pluviométrie au cours de l'année 1974

Stations	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Année
Pluviographe Noderiz	—	—	—	—	—	—	233,8	274,3	216,0	110,9	Nt	Nt	
ingrela	Nt	Nt	14	61	110	60	215	347	106	139	4	Nt	1.056
Kouto	Nt	Nt	39	76	41	91	263	329	184	137	1	Nt	1.161
embasso	Nt	Nt	—	—	—	149	—	197	—	—	—	—	—
oundiali	Nt	Nt	65	122	66	246	(539)	(680)	(405)	187	Nt	Nt	
orhogo aéro.	Nt	Nt	94	158	76	105	246	257	264	182	14	Nt	1.396
orhogo agri.	Nt	Nt	23	138	123	91	191	246	230	39	Nt	Nt	1.081
erkessédougou	Nt	Nt	103	158	136	118	169	341	249	75	Nt	Nt	1.349
Quangolodougou	Nt	Nt	52	127	51	191	233	368	142	101	Nt	Nt	1.265
oyennes postes , 3, 6, 7, 8, 9	Nt	Nt	54,2	119,7	89,5	109,3	219,5	314,7	195,8	112,2	3,2	Nt	1.218,1
oyennes postes , 2, 3, 6, 7, 8, 9,	Nt	Nt	—	—	—	—	221,5	308,9	198,7	112,0	2,7	Nt	—

4.2.1. Importance comparée des écoulements à l'intérieur du bassin versant

Pour les mois de juillet à décembre de l'année 1974, nous enregistrons les valeurs suivantes :

	<u>en millions de m³</u>	<u>en % du total</u>
- Ecoulement total à la sortie du bassin versant Bandama - M'Bengué	322,8	100,0
- Affluents importants débouchant dans la vallée à aménager d'amont vers l'aval		
Bandama à Séguékiélé	63,5	19,7
Saougui	18,6	5,8
Lohowé	24,3	7,5
Parima	14,2	4,4
Kouatié	16,6	5,1
Yoréloro	<u>124,2</u>	<u>38,5</u>
Total des affluents importants	261,4	81,0
- Affluents de moindre importance		
Lowouho	2,9	0,9
Banko	3,3	1,0
Nafoun	2,8	0,9
Ouala	7,9	2,4
Lapariga	7,7	2,4
Sougo	<u>7,0</u>	<u>2,2</u>
Total des petits affluents	31,6	9,8
- Différence non contrôlée	29,8	9,2

Dans l'optique d'un stockage de l'eau pour l'irrigation et d'un contrôle de l'inondation de la vallée, le classement des affluents a été établi suivant le volume d'écoulement, à savoir :

Yoréloro	:	38,5 %
Bandama à Séguékiélé	:	19,7 %
Lohowé	:	7,5 %
Saougui	:	5,8 %
Kouatié	:	5,1 %
Parima	:	4,4

Le Yoréloro et le Kouatié déversent près de notre station terminale en aval de la vallée à aménager : 43,6 % du volume total des eaux superficielles.

4.2.2. Evolution des écoulements superficiels dans le temps

A la station terminale route de M'Bengué, le Bandama a commencé à couler le 15 juillet; la hauteur critique des eaux: 4 m avec un débit de 35 m³/s est atteinte le 20 août; la crue descend en dessous de ce niveau le 26 septembre.

Pour les autres stations, on a enregistré:

	<u>Date de l'écoulement</u>	<u>Dates de dépassement du débit critique</u>
Bandama à Séguékiélé	13 juillet	3.9. au 9.9.
Yoréloro à Katégé	14 juillet	31.8. au 10.9.
Saougui à Niofoin	17 août	

Les rivières n'ont manifesté un débit important qu'en août, septembre et octobre; le débit critique provoquant les inondations de la vallée du Bandama a été atteint pendant 38 jours de fin août à fin septembre.

5. PREVISIONS EN RATTACHANT LES OBSERVATIONS EFFECTUEES EN 1974 SUR LE BASSIN VERSANT A CELLES D'UNE STATION DE REFERENCE établie sur le Bandama à la route Korhogo-Ferkéssédougou.

Il nous est apparu très malaisé d'employer les données annuelles de pluviométrie pour effectuer des prévisions concernant les fluctuations interannuelles d'écoulement superficiel dans le bassin étudié. Pour réaliser ces prévisions, nous avons préféré rattacher les mesures de débit d'écoulement que nous avons réalisés en 1974, à celles d'une station de référence installée depuis plusieurs années en aval de notre zone. En effet, il existe depuis 1960 une station hydrologique sur le Bandama à la route Korhogo-Ferkéssé-dougou. ¹⁾

Nous avons rassemblé les données relatives à cette station de référence au tableau V; elles nous apprennent les éléments suivants :

- depuis 1960 jusqu'en 1974, les modules moyens annuels de débit ont varié de 20,8 à 89,4 m³/s, soit de 1 à 4,3. Cette variation interannuelle est à considérer comme "normale" en climat subsoudanien et soudanien où les fortes pluies sont concentrées sur trois mois de l'année.
- il n'existe pas de relation absolue entre le module moyen annuel des débits et la pluviométrie annuelle. Nous croyons en effet que la répartition des pluies tout au long de l'année est un facteur qui influence considérablement le débit des rivières.
- la moyenne des modules de 1960 à 1974 s'élève à 47,0 m³/s et lors de nos appréciations, nous avons tenu compte d'un chiffre arrondi à 50 m³/s.
- l'année 1974, avec un module moyen de 31,7 m³/s se situe en quatrième position. Ses débits observés dans notre bassin versant sont inférieurs à la moyenne 1960 - 1974.
- pour notre comparaison, nous considérons le module de l'année sèche égal à 22 m³/s et celui de l'année humide à 90 m³/s.

¹⁾ Les prévisions à partir de mesures échelonnées sur une année exigent le rattachement de celles-ci aux données fournies par la station ancienne. De telles prévisions sont à considérer avec grande prudence d'autant que la station de référence se situe en dehors du bassin versant étudiée; une deuxième phase de mesures devra nécessairement confirmer ce qui suit.

Ensuite, nous transposerons, avec toutes les réserves formulées antérieurement, les résultats de cette analyse aux observations effectuées en 1974 à l'intérieur de notre bassin versant, de la manière suivante :

	Coefficients multiplicateurs arrondis
- Module moyen = Module 1974 x 1,57	1,50
- Module d'année sèche = Module 1974 x 0,69	0,60
- Module d'année humide = Module 1974 x 2,87	3,00

Si nous adoptons un certain coefficient de risque : une année d'inondations inévitables sur 10, le coefficient multiplicateur peut être ramené à 2,2.

En appliquant ces coefficients aux mesures de volumes d'écoulement réalisés en 1974 à l'intérieur du bassin versant, nous obtenons les valeurs théoriques rassemblées au tableau VI.

6. PREVISIONS CONCERNANT LA MAITRISE DE L'EAU ET LES POSSIBILITES D'IRRIGATION DE LA VALLEE DEPUIS SEGUEKIELE JUSQU'A LA ROUTE DE M'BENGUE

Ce problème a été approché par deux méthodes différentes. La première consiste à obtenir la maîtrise totale des eaux jusqu'à la station de mesure de la route M'Bengué en demeurant constamment en dessous du débit critique d'inondation en ce point.

La deuxième est une analyse tronçon par tronçon au départ de Séguékiélé des moyens successifs à mettre en oeuvre pour éviter l'inondation et assurer un stockage suffisant pour l'irrigation des sols de la vallée.

Tableau V Données relatives à la station hydrologique de référence installée sur le Bandama route Korhogo - Ferkéssédougou;

Les années sont classées par ordre croissant des débits en relation avec la pluviométrie

Années	Module annuel moyen en m ³ /s	Données pluviométriques annuelles en mm	
		Korhogo	Ferkéssédougou
1961	20,8	811	1.114
1973	23,7	997	1.158
1971	28,7	1.152	1.235
1974	31,7	1.396	1.349
1962	37,3	1.410	1.322
1966	37,6	1.560	1.107
1968	41,7	1.269	1.245
1967	46,0	1.255	1.281
1960	54,3	1.705	1.539
1963	58,7	1.565	1.640
1969	59,1	1.559	1.335
1970	64,7	1.410	1.463
1965	65,1	1.415	1.346
1964	89,4	1.572	1.548
Moyennes	47,1	1.363	1.334

6.1. Etude de la maîtrise des eaux en se basant sur le débit critique d'inondation à la station de mesure de la route de M'Bengué

6.1.1. Débit critique d'inondation

Il a été malaisé de définir au cours de cette première année d'observation le débit critique exact, provoquant les inondations de la vallée. En effet, ces terrains ne sont pas situés à un niveau constant, il existe de part et d'autre du lit mineur : des cuvettes et d'anciens bras, la terrasse alluviale, les dépressions de cette terrasse, les levées de terrasse et les terrasses colluvio-alluviales.

Une sécurité a été adoptée pour la station route de M'Bengué avec une hauteur d'eau critique de 4 m et un débit critique de $35 \text{ m}^3/\text{s}$.

On prendra un certain risque d'inondations localisées aux niveaux les plus bas en portant ces chiffres à 4,50 m de hauteur d'eau et $50 \text{ m}^3/\text{s}$ de débit.

Lors d'études ultérieures, il y aurait lieu de définir avec plus de précision les débits d'inondation.

6.1.2. Régularisation des débits

A l'occasion de la mise en oeuvre de divers moyens théoriques pour stocker l'eau sur le Haut Bandama et ses principaux affluents, nous avons déterminé, aux différents volumes d'écoulement caractéristiques, les données suivantes:

- le volume théorique d'eau à stocker (V) pour que le débit du Bandama ne dépasse pas 35 ou $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Pour cela, on effectue la somme des volumes d'écoulement journaliers correspondant à des débits dépassant 35 ou $50 \text{ m}^3/\text{s}$.
- le volume d'eau pouvant être stocké par les moyens proposés (U). Celui-ci est calculé en effectuant la somme des volumes d'écoulement journaliers aux endroits prévus pour les ouvrages pendant une période correspondant à la

durée d'inondation à la station: route de M'Bengué.

- le déficit de stockage (D) est la différence entre V et U.
- on définira aussi la période (P) au cours de laquelle existe un déficit de stockage.
- on appréciera aussi les différentes hauteurs d'eau à la route de M'Bengué: Hmax - hauteur d'eau maximale, H - hauteur d'eau correspondant au débit maximal (Q) après stockage, h - la hauteur d'inondation correspondant à ce même débit maximal.

6.1.2.1. Construction d'un barrage sur le Bandama aux environs de Séguékiélé (Tableau VII)

La construction d'un seul barrage en cet endroit de la vallée se révèle très insuffisante pour obtenir une maîtrise de l'eau sur toute la longueur de la vallée même au cours d'une année sèche. Quel que soit le débit critique pris en considération à la station de la route de M'Bengué ($35\text{m}^3/\text{s}$ ou $50\text{m}^3/\text{s}$), les déficits de stockage sont importants.

Les volumes théoriques à stocker en années humides dépassent 100 millions de m^3 et nous ne pouvons affirmer lors de cette étude régionale qu'il existe en amont de Séguékiélé un site favorable à une telle accumulation.

6.1.2.2. Construction de deux barrages : un sur le Bandama à Séguékiélé et l'autre sur le Yoréloro non loin du confluent (Tableau VIII)

Il est curieux de constater au tableau VIII que le contrôle des deux plus grands affluents de la vallée à aménager (env. 50 % de la superficie du bassin versant) ne peut empêcher l'inondation.

Si l'on admet un débit critique de $35\text{m}^3/\text{s}$, on ne peut éviter une inondation

passagère au cours de l'année décennale sèche. Par ailleurs, en années moyennes et humides, l'inondation à M'Bengué sera importante malgré le stockage très théorique de plus de 300 millions de m^3 pour les deux ouvrages.

En adoptant un débit critique de $50 m^3/s$ qui admet une inondation partielle, les écoulements des années humides ne pourront être contrôlés et provoqueront de sérieuses inondations temporaires.

6. 1. 2. 3. Réalisation de trois barrages en ajoutant un ouvrage sur le Saougui près du confluent (Tableau IX)

La construction d'un barrage supplémentaire sur le Saougui n'apporte pas de modifications spectaculaires au contrôle des débits à la route de M'Bengué.

Pour un débit critique de $35 m^3/s$, la sécurité est assurée en année décennale sèche mais des inondations importantes se produiront en années moyennes et humides. En année moyenne, les trois ouvrages devraient stocker plus de 150 millions de m^3 et en année décennale humide le chiffre impressionnant de 471 millions de m^3 .

En admettant un débit critique de $50 m^3/s$ la maîtrise de l'eau n'est pas assurée en année humide.

6. 1. 3. Conclusions

Le contrôle total des eaux de la vallée en régularisant le débit à la sortie du bassin versant en dessous d'une valeur de $35 m^3/s$ paraît excessivement difficile suivant les prévisions faites à partir de la station de référence. En effet, il faudrait:

- construire de nombreux ouvrages de retenues sur les principaux affluents, trois paraissent insuffisants;
- établir des barrages de grande capacité pour contenir les volumes de stockage déduits des calculs théoriques;

- inonder de nombreux bas-fonds par les eaux retenues, ceux-ci étant déjà exploités partiellement par une riziculture traditionnelle.

Toutes erreurs dans l'appréciation de la hauteur et du débit critiques d'inondation, ont des effets importants sur la grandeur de V, U et P (voir résultats avec 50 m³/s); des études hydrologiques ultérieures devraient apporter plus de précision à la connaissance de ces valeurs.

La maîtrise de l'eau au pont de la route de M'Bengué est encore aggravée par le fait qu'à cet endroit se déversent deux affluents importants: le Yoréloro et le Kouatié qui drainent environ 40 % du bassin versant.

6.2. Analyse tronçon par tronçon au départ de Séguékiélé des moyens successifs à mettre en oeuvre pour éviter l'inondation et assurer un stockage d'eau suffisant pour l'irrigation

(voir Figure page 24 : Bassin versant étudié avec division en tronçons)

Nous avons divisé la vallée de la manière suivante:

- tronçon I de Séguékiélé au point 1 situé en amont du Saougui
 - bassin versant en amont : 367,4 km²
 - bassin versant au point 1 : 479,9 km²
- tronçon II du point 1 au point 2 situé en amont du Lohowé
 - bassin versant en amont : 479,9 km²
 - bassin versant du Saougui : 182,0 km²
 - bassin versant au point 2 : 734,8 km²
- tronçon III du point 2 au point 3 situé en amont du Parima
 - bassin versant en amont : 734,8 km²
 - bassin versant du Lohowé : 158,0 km²
 - bassin versant au point 3 : 971,0 km²

Tableau VII Régularisation des eaux par un barrage sur le Bandama
à Séguékiélé

	1974 ¹⁾	Année moyenne	Année ²⁾ sèche	Année ³⁾ humide	Risque ⁴⁾ 1 année sur 10
Q critique : 35 m ³ /s					
V Mio m ³	84,5	210,0	20,4	616,0	384,7
U Mio m ³	32,9	67,5	8,5	153,0	113,7
D Mio m ³	51,6	142,5	11,9	463,0	271,0
P jours	22. -23. 8. 28. 8. - 24. 9.	54 j.	10 j.	71 j.	71 j.
Q	98,3	147,5	59,0	295,0	197,3
H max m	6,64	7,25	5,87	8,50	8,10
H m	6,37	6,89	5,40	8,00	7,37
h m	2,37	2,89	1,40	4,00	3,37
Q critique : 50 m ³ /s					
V Mio m ³	45,1	140,1	8,5	497,7	312,5
U Mio m ³	23,0	63,8	6,2	142,9	105,0
D Mio m ³	22,1	76,3	2,3	354,8	207,5
P jours	13 j.	25. 8. - 24. 9.	5 j.	58 j.	58 j.
Q	89,0	133,3	53,3	266,7	197,0
H max m	6,64	7,25	5,87	8,5	8,10
H m	6,21	6,74	5,15	8,0	7,37
h m	1,71	2,24	0,65	3,5	2,87

1) Données pour la période la plus importante en débits d'eau de juillet à novembre

2) L'année sèche de la décennie

3) L'année humide de la décennie

4) Risque d'une année d'inondations incontrôlées sur dix

Tableau IX Régularisation des eaux par trois barrages : un sur le Bandama à Séguékiélé, un sur le Yoréloro au Confluent et un sur le Saougui au Confluent

	1974 ¹⁾	Année moyenne	Année ²⁾ sèche	Année ³⁾ humide	Risque ⁴⁾ 1 année sur 10
Q critique : 35 m ³ /s					
V Mio m ³	84,5	210,0	20,4	616,0	384,7
U Mio m ³	66,9	162,0	20,3	471,2	342,0
D Mio m ³	17,6	48,0	0,1	144,8	42,7
P jours	5.-17.9.	17 j.	2 j.	-	-
Q	60,2	90,0	35,9	180,0	82,0
H max m	6,64	7,25	5,87	8,5	8,10
H m	5,43	6,23	4,02	7,2	6,08
h m	1,43	2,23	0,02	3,2	2,08
Q critique : 50 m ³ /s					
V Mio m ³	45,1	140,1	8,5	497,7	312,5
U Mio m ³	56,8	158,0	17,0	451,9	321,0
D Mio m ³	-	-	-	45,8	-
P jours	-	-	-	-	-
Q	-	-	-	111,4	-
H max m	-	-	-	8,50	8,10
H m	-	-	-	6,52	-
h m	-	-	-	2,02	-

1) Données pour la période la plus importante en débits d'eau de juillet à novembre

2) L'année sèche de la décennie

3) L'année humide de la décennie

4) Risque d'une année d'inondations incontrôlées sur dix

- tronçon IV du point 3 au point 4 situé en amont du Kouatié / Yoréloro
 - bassin versant en amont : 971,0 km²
 - bassin versant du Parima : 92,8 km²
 - bassin versant au point 4 : 1.158,4 km²

- tronçon V du point 4 au point 5 situé au pont de la route de M'Bengué
 - bassin versant en amont : 1.158,4 km²
 - bassin versant du Yoréloro : 618,0 km²
 - bassin versant du Kouatié : 108,0 km²
 - bassin versant au point 5 : 1.953,0 km²

6.2.1. Contrôle du tronçon I (Tableau X)

En année moyenne, un barrage de 50 millions de m³ suffit pour obtenir la maîtrise de l'eau sur toute la longueur du tronçon et pour irriguer des cultures sur une superficie d'environ 2.700 ha en deux cycles par an.¹⁾ Un tel barrage suffirait même à l'irrigation des trois premiers tronçons (2.000 ha env. de surfaces brutes irrigables selon l'Etude de mise en valeur agricole).

En année décennale humide, un barrage de 50 millions de m³ ne suffira plus pour assurer la maîtrise de l'eau; il faudrait pour éviter l'inondation par des apports latéraux un ouvrage de grandes dimensions accumulant plus de 100 millions de m³.

1) Données retenues: pertes par évaporation estimées à 20 % du volume d'eau stocké en années normales et besoins en eau pour l'irrigation estimés approximativement à 15.000 m³/ha et en deux cycles par an.

Tableau X Contrôle des eaux sur le tronçon I

	Année moyenne	Année décennale sèche	Année décennale humide
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Débit critique à Séguékiélé	12	12	12
Débit critique au point 1	13,6	13,6	13,6
	Mio m ³	Mio m ³	Mio m ³
Volumes d'écoulement			
- à Séguékiélé	95,3	38,1	190,5
- au point 1	122,2	48,8	244,2
Volume à stocker pour ne pas dépasser le débit critique à Séguékiélé	15,9	0,9	79,9
Volume supplémentaire à stocker pour ne pas dépasser le débit critique au point 1	13,3	-	41,5
Volume total à stocker en amont de Séguékiélé ¹⁾	29,2	0,9	121,4

- 1) Tout le calcul se base sur un site de barrage théorique près du pont route à Boundiali. Tout autre site du barrage prévu dans le cadre d'une étude de factibilité demande une adaptation de ce calcul.

Tableau XI Contrôle des eaux sur le tronçon II

	Année moyenne	Année décennale sèche	Année décennale humide
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Débit critique au point 1	13,6	13,6	13,6
Débit critique au point 2	17,3	17,3	17,3
	Mio m ³	Mio m ³	Mio m ³
Volumes d'écoulement			
- du Saougui	27,9	11,2	55,8
- au point 1	122,2	48,9	244,4
- au point 2	162,5	65,0	325,0
Volume à stocker au Saougui pour ne pas dépasser le débit critique au point 1	10,8	2,0	43,6
Volume supplémentaire à stocker pour ne pas dépasser le débit critique au point 2	-	-	-
Volume total à stocker au Saougui	10,8	2,0	43,6

Tableau XII Contrôle des eaux sur le tronçon III

	Année moyenne	Année décennale sèche	Année décennale humide
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Débit critique au point 2	17,3	17,3	17,3
Débit critique au point 3	20,8	20,8	20,8
	Mio m ³	Mio m ³	Mio m ³
Volumes d'écoulement			
- du Lohowé	36,5	14,6	72,9
- au point 2	162,5	65,0	325,0
- au point 3	215,2	86,1	430,4
Volume à stocker au Lohowé pour ne pas dépasser le débit critique au point 2	13,1	2,4	48,0
Volume supplémentaire à stocker pour ne pas dépasser le débit critique au point 3	-	-	6,2
Volume total à stocker au Lohowé	13,1	2,4	54,2

Un ouvrage important devrait être prévu sur cette rivière pour éviter tous risques d'inondation mais nous ne croyons pas qu'un site favorable à un barrage pouvant contenir 54 millions de m³ existe dans les environs immédiats du confluent.

La construction d'un barrage important sur le Lohowé provoquera l'inondation des bas-fonds déjà aménagés et inondera partiellement des terres récupérables pour la riziculture traditionnelle.

6.2.4. Contrôle des eaux sur le tronçon IV (Tableau XIII)

Moins importante que les précédentes, la rivière Parima demande néanmoins à être contrôlée pour éviter l'inondation à son confluent, les volumes excédentaires sont de 7,5 millions de m³ en année moyenne et de 44,4 millions de m³ en année décennale humide.

Lors de la construction d'un ouvrage de retenue important sur le Parima, on assistera à l'inondation partielle des bas-fonds aménageables pour la culture du riz inondé ou irrigué.

6.2.5. Contrôle des eaux sur le tronçon V (Tableau XIV)

En vue de la maîtrise de l'eau dans le dernier tronçon, il est essentiel de prévoir la construction d'un barrage de très grande capacité sur le Yoréloro capable d'emmagasiner 83,9 millions de m³ en année moyenne et 274 millions de m³ en année décennale humide.

La maîtrise de l'eau de ce tronçon apparaît impossible en année humide à cause du déversement des eaux du Yoréloro qui draine un bassin versant considérable : 618 km².

Il faudrait s'attendre à la perte des bas-fonds où se pratique la culture traditionnelle de riz.

Tableau XIII Contrôle des eaux sur le tronçon IV

	Année moyenne	Année décennale sèche	Année décennale humide
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Débit critique au point 3	20,8	20,8	20,8
Débit critique au point 4	23,5	23,5	23,5
	Mio m ³	Mio m ³	Mio m ³
Volumes d'écoulement			
- du Parima	21,3	8,5	42,6
- au point 3	215,2	86,1	430,4
- au point 4	256,6	102,6	513,2
Volume d'eau à stocker au Parima pour ne pas dépasser le débit critique au point 3	7,5	1,4	28,7
Volume supplémentaire à stocker pour ne pas dépasser le débit critique au point 4	-	-	15,7
Volume total à stocker au Parima	7,5	1,4	44,4

Tableau XIV Contrôle des eaux sur le tronçon V

	Année moyenne	Année décennale sèche	Année décennale humide
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Débit critique au point 4	23,5	23,5	23,5
Débit critique au point 5	35,0	35,0	35,0
	Mio m ³	Mio m ³	Mio m ³
Volumes d'écoulement			
- du Kouatié	24,9	10,0	49,8
- du Yoréloro	186,3	74,5	372,6
- au point 4	256,6	102,6	513,2
- au point 5	472,5	189,0	945,0
Volume d'eau à stocker au Yoréloro pour ne pas dépasser le débit critique au point 4	83,9	9,8	274,0
Volume supplémentaire à stocker pour ne pas dépasser le débit critique au point 5	-	-	-
Volume à stocker sur le Yoréloro	83,9	9,8	274,0

6.2.6. Conclusions

Il est utile de souligner au lecteur que l'analyse de la maîtrise de l'eau et des possibilités d'irrigation dans les tronçons successifs de la vallée du Haut-Bandama procède de calculs essentiellement théoriques. Ceux-ci sont basés sur une seule année d'observations hydrologiques du bassin versant et sur les prévisions obtenues par rattachement des volumes d'écoulement mesurés à ceux de la station de référence de la route Korhogo - Ferkéssédougou. Les débits critiques qui déterminent les volumes à stocker, ont été estimés avec une grande approximation.

Cette analyse se révèle néanmoins très utile en ce sens qu'elle oriente les études hydrologiques ultérieures dans une optique de recherche des moyens de contrôle des inondations.

Cette approche de l'étude de la maîtrise de l'eau a le mérite de soulever divers aspects, à savoir :

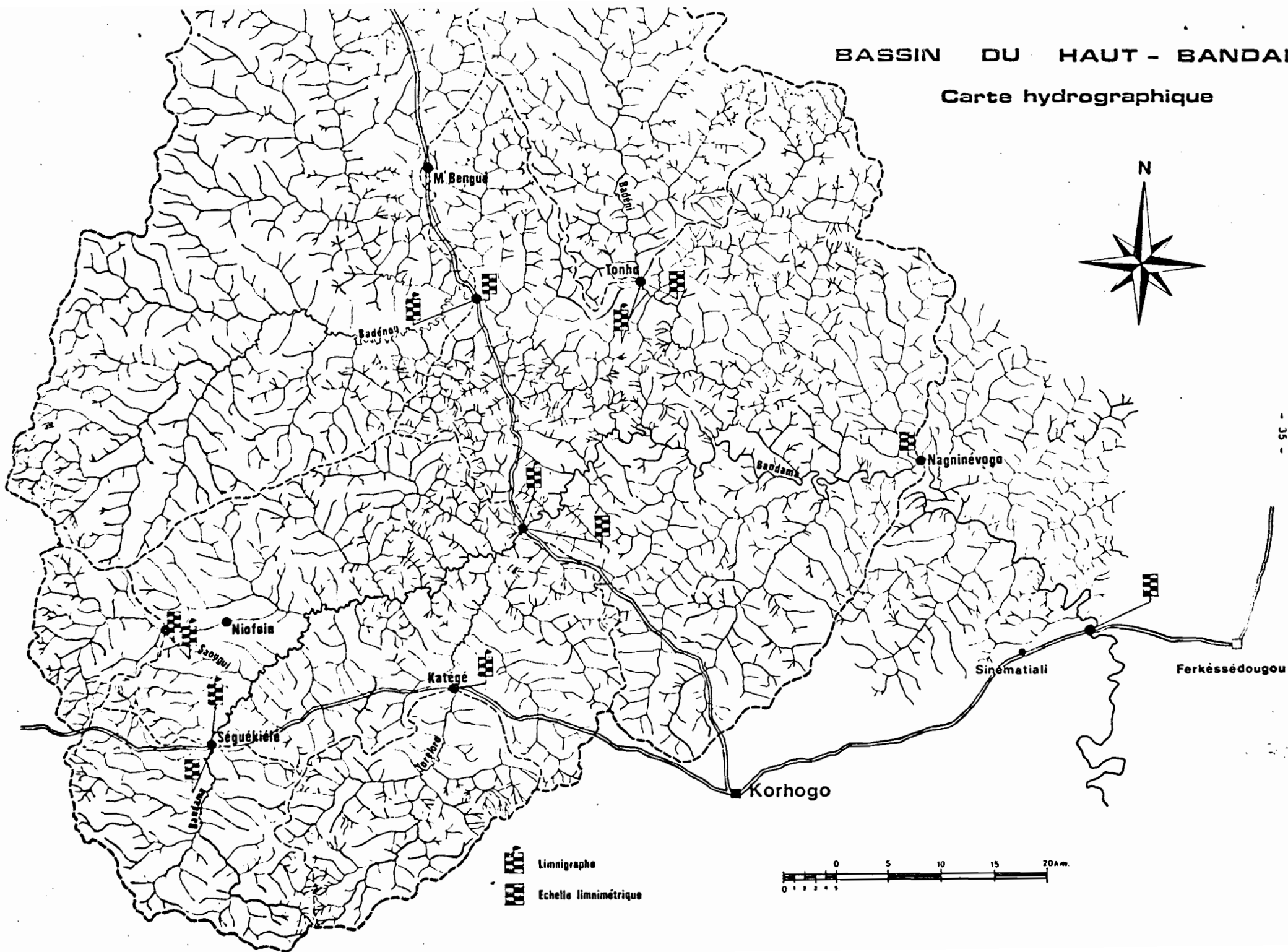
- la protection des terres irrigables contre les inondations exige la construction d'ouvrages nombreux et importants;
- la maîtrise absolue des eaux en années humides exige des ouvrages d'une capacité extraordinaire; il est à vérifier dans une étude de factibilité si la structure du relief dans la région permet de telles constructions;
- en année normale, le volume d'eau qui peut être emmagasiné au niveau d'un barrage près de Séguékiélé, suffit pour assurer l'irrigation de deux cycles de plantes annuelles sur plus de 2.000 ha;
- les barrages à construire sur les affluents contribueront à l'extension de ce périmètre à irriguer avec l'eau stockée;
- la construction des barrages fait perdre à l'agriculture des superficies de bas-fonds dont il serait important d'en estimer l'étendue.

ANNEXE

CARTE HYDROGRAPHIQUE
DE LA REGION DU HAUT-BANDAMA

BASSIN DU HAUT - BANDAMA

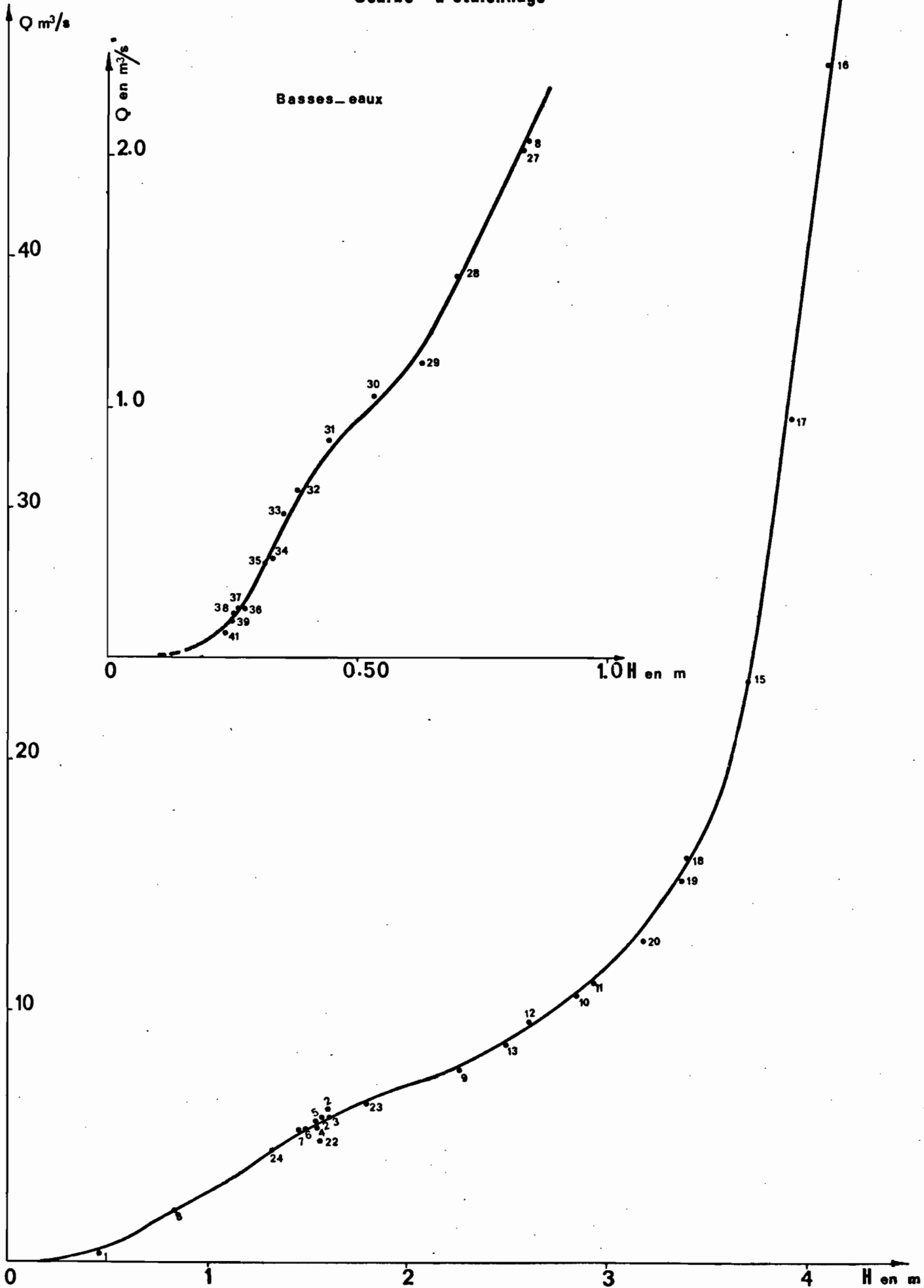
Carte hydrographique



COURBES D'ETALONNAGE
POUR LES STATIONS ETUDIEES

Bandama à Séguékiélé

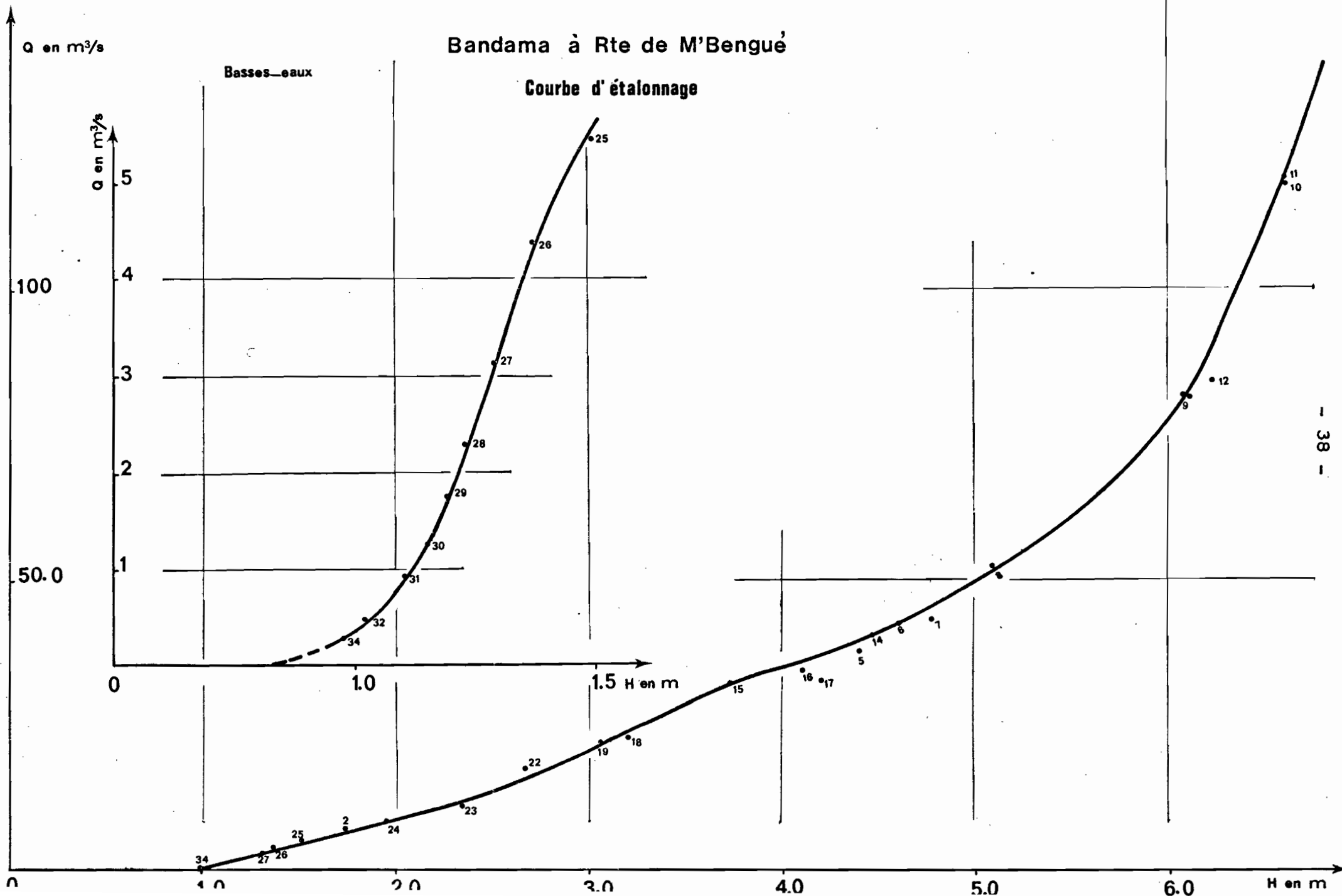
Courbe d'étalonnage



Bandama à Rte de M'Bengué

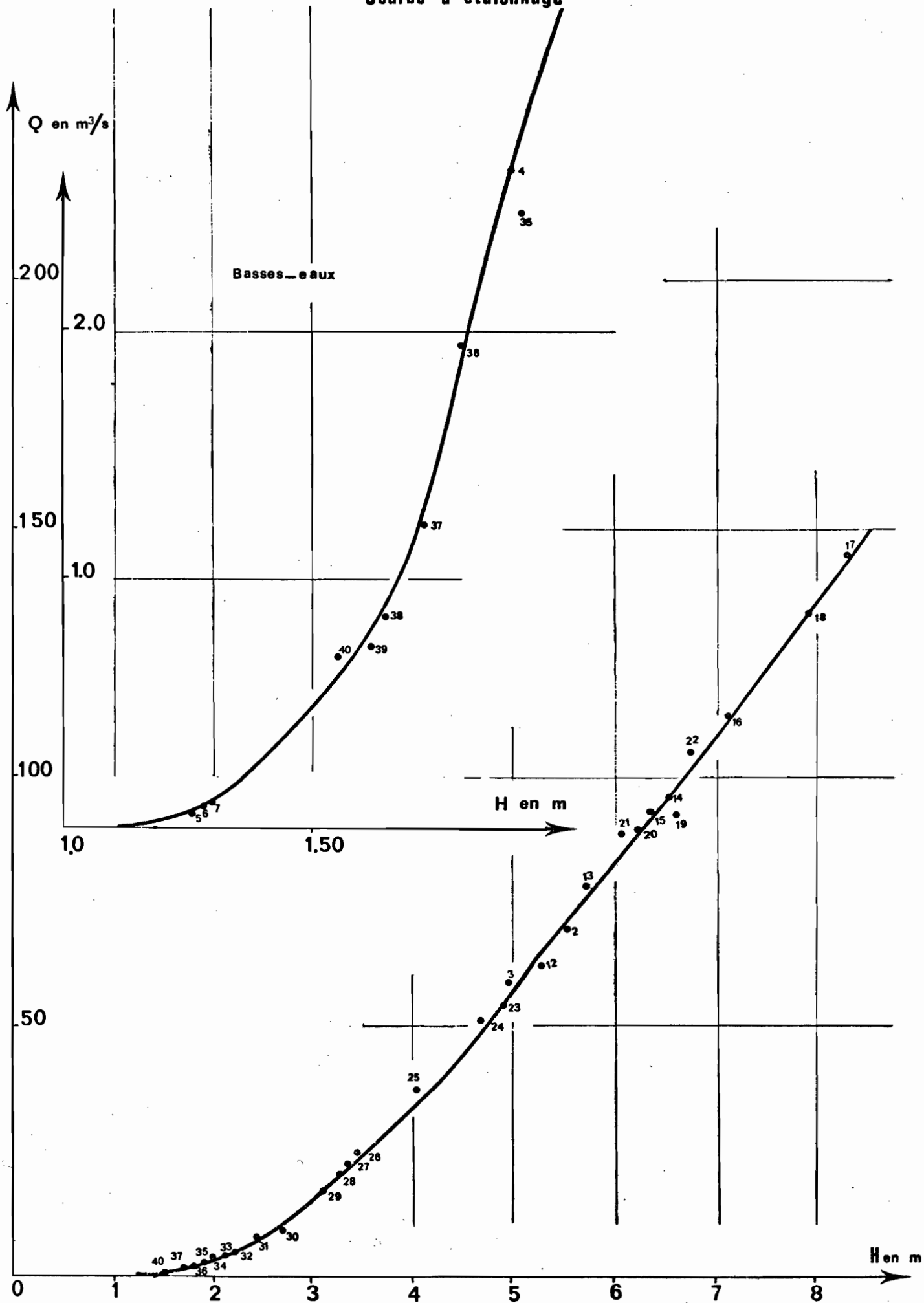
Courbe d'étalonnage

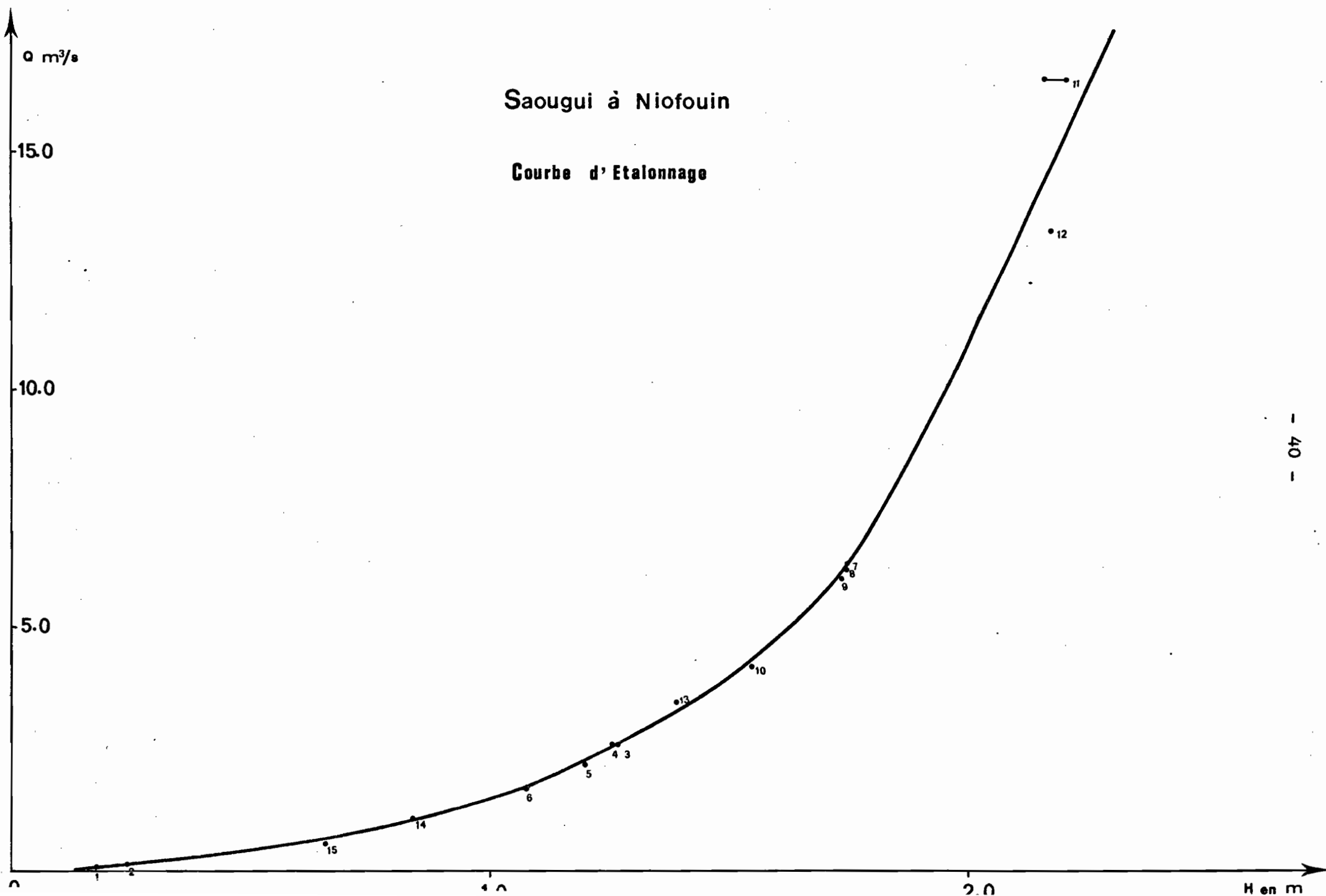
Basses-eaux



Bandama à Nagninévo

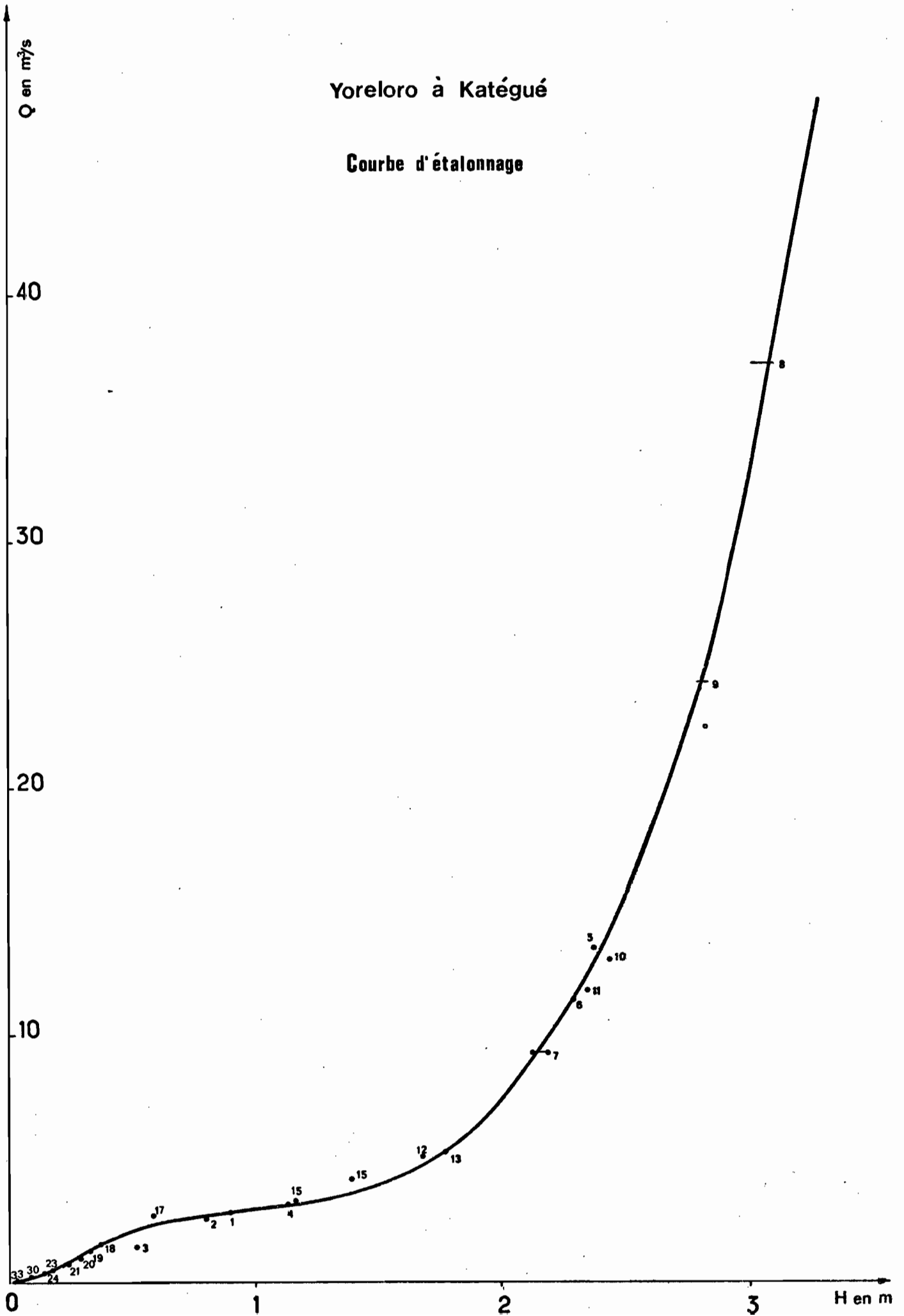
Courbe d'étalonnage





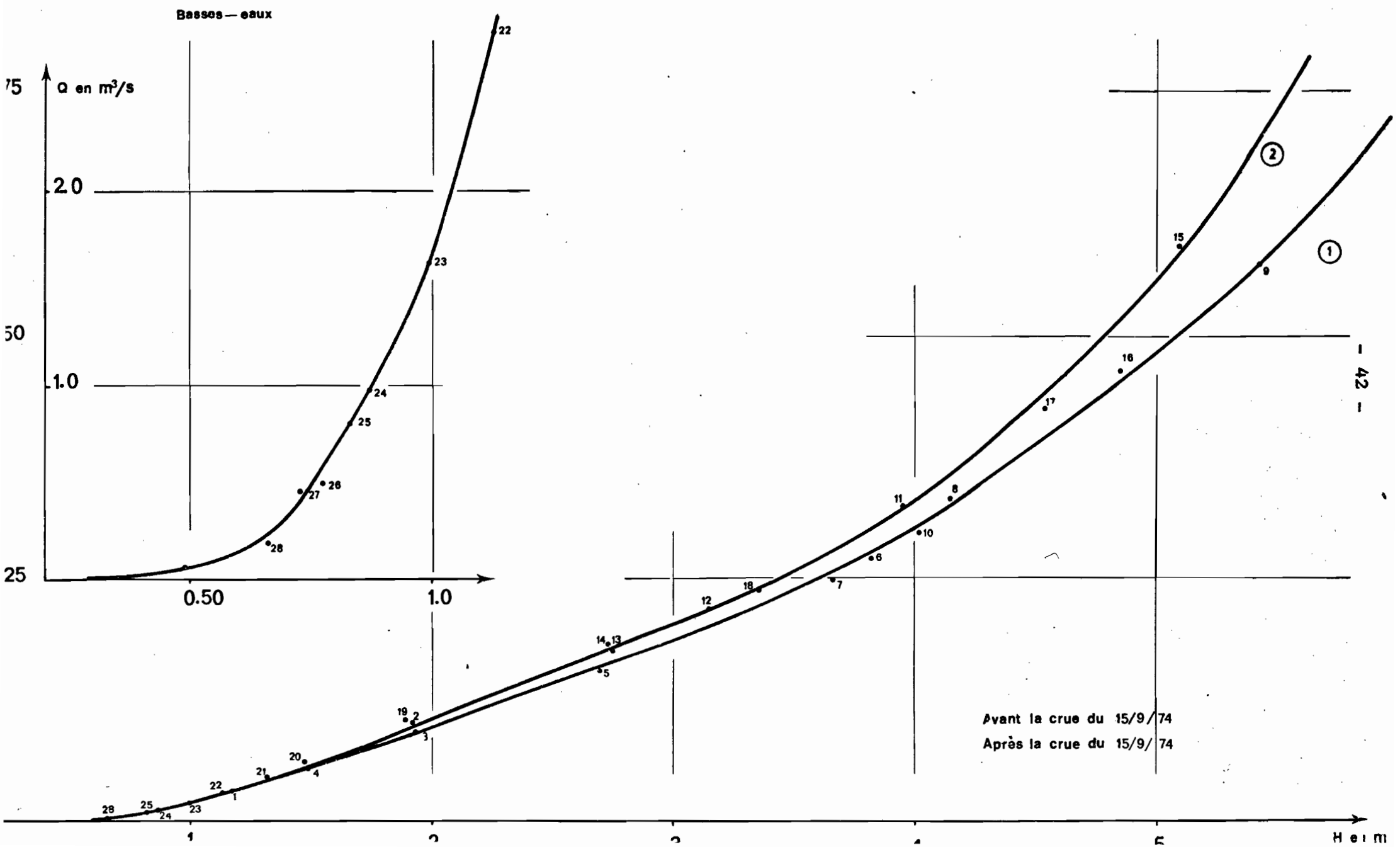
Yoreloro à Katégué

Courbe d'étalonnage



Courbes d'Etalonnage

Q en m³/s

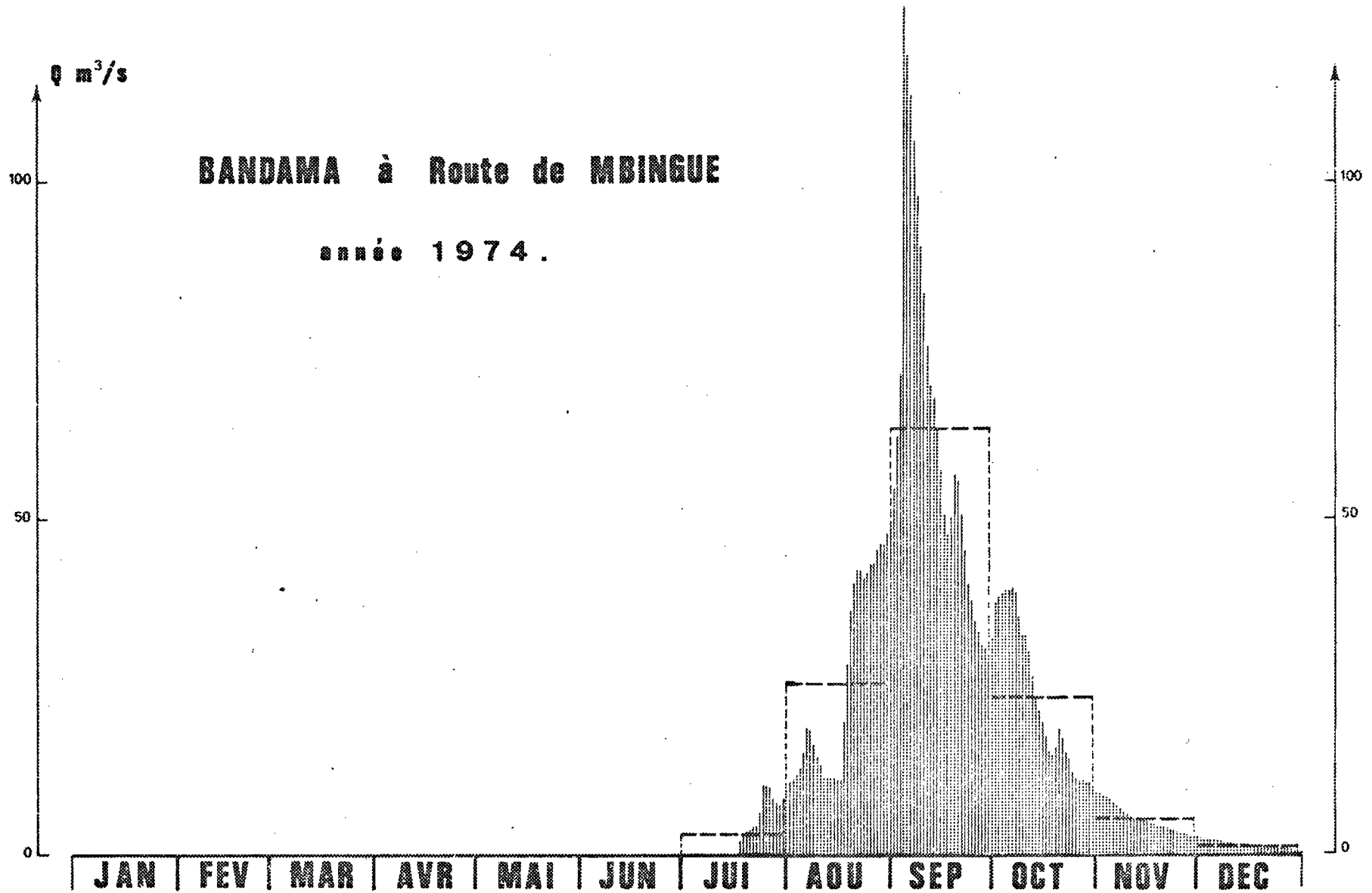


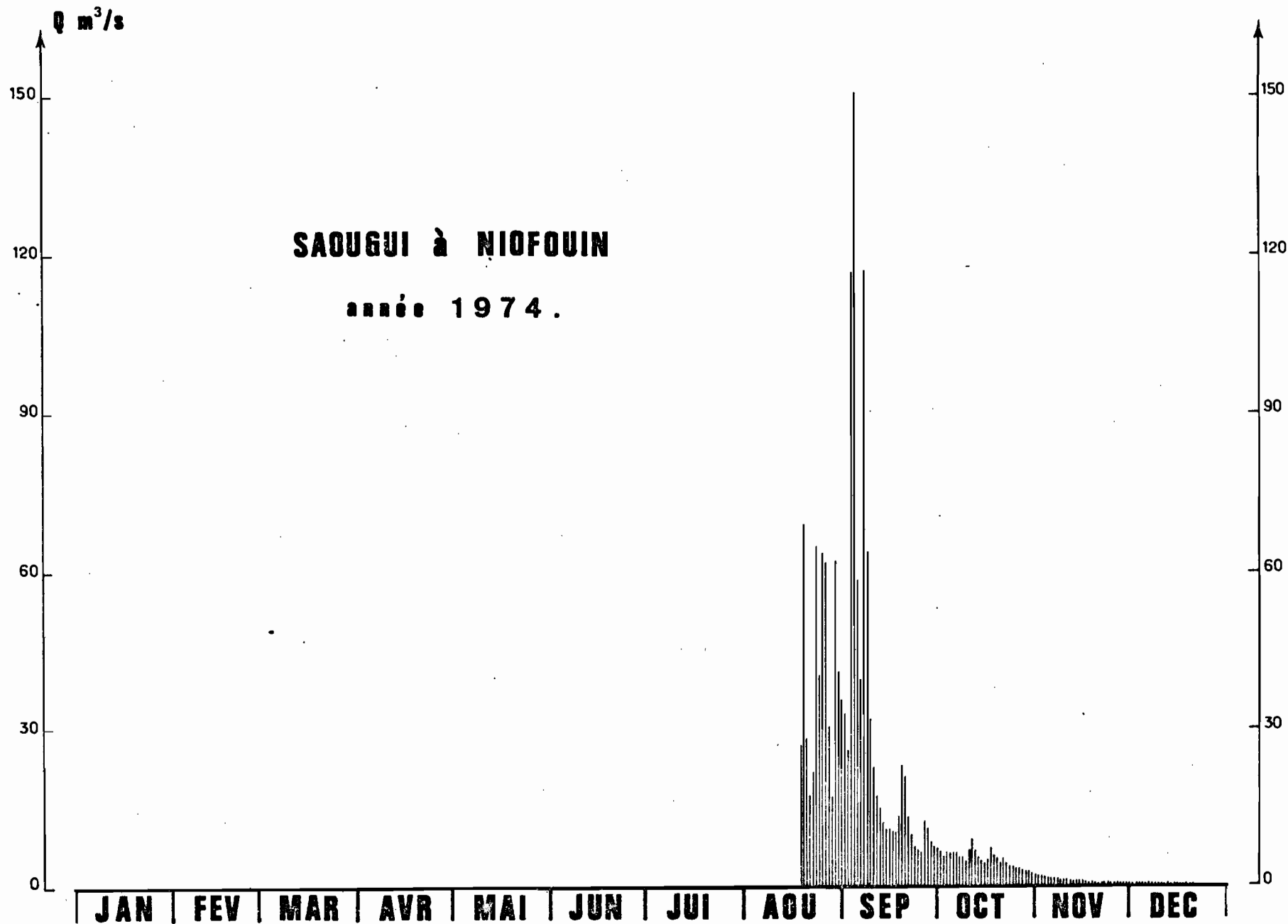
HYDROGRAMMES DE CRUES
POUR LES STATIONS ETUDIEES

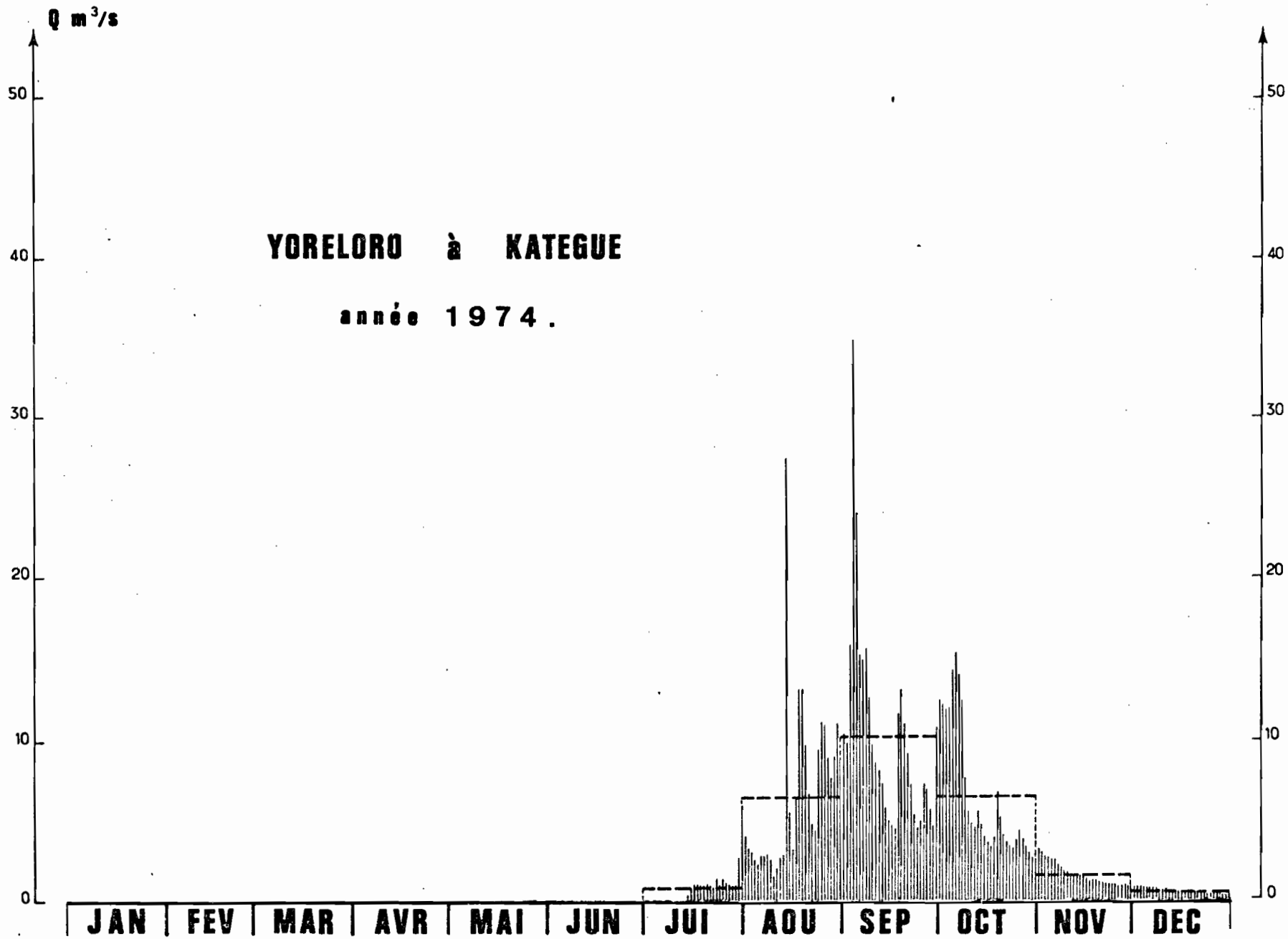
Q m³/s

BANDAMA à Route de MBINGUE

année 1974.







Etude régionale du Haut-Bandama, République de la Côte d'Ivoire : projet élaboré dans le cadre de l'aide technique allemande : rapport hydrologique.

Munich : WIP, 1975, 54 p. multigr.