

# **Etude hydrologique des ouvrages d'art des routes nationales n° 2 et 9 en REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE**

---

**J. CALLEDE**  
Ingénieur hydrologue

par

et

**Y. ROUQUEROL**  
Hydrologue

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
et TECHNIQUE OUTRE-MER

---

CABINET LEPETIT

---

ETUDE HYDROLOGIQUE des OUVRAGES d'ART  
des ROUTES NATIONALES n° 2 et 9  
en REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

par

J. CALLEDE  
Ingénieur Hydrologue

Y. ROUQUEROL  
Hydrologue

Janvier 1970

## S O M M A I R E

	Page
GENERALITES	2
1 - La BOUKAKO à BAMBARI	4
2 - La BADZIENGA au PK 511	7
3 - L'IKIZA au PK 514	9
4 - La NGBANA au PK 517	10
5 - La PEPILOU au PK 530 (ou POUPOURI)	11
6 - La PELE au PK 552 (route de BANGASSOU)	12
7 - La PELE au PK 52,5 (route de MOBAYE) et PAPARA	14
8 - La MACHI au PK 51,5 (route de MOBAYE)	16
9 - La GOMBELE au PK 42,3 (route de MOBAYE)	18
10 - La QUANZELE au PK 37,8 (route de MOBAYE)	20
CONCLUSIONS GENERALES	21

Par Convention n° 489, en date du 20 Mai 1969, le Bureau d'Etudes LEPETIT confiait à l'ORSTOM les études hydrologiques de quelques ouvrages d'art sur l'axe routier BAMBARI-BANGASSOU-MOBAYE, ceci afin de dimensionner les futurs ouvrages du nouvel axe routier projeté.

Ces ouvrages étaient :

a) sur la route BAMBARI-BANGASSOU :

- Passage sur la BOUKAKO (P.K. 384 )
- Passage sur la BADZIENGA (P.K. 511 )
- Passage sur l'IKIZA (P.K. 514 )
- Passage sur la NGBANA (P.K. 517 )
- Passage sur la POUPOURI (P.K. 530 )
- Passage sur la PELE (P.K. 552 )

b) sur la route de MOBAYE :

- Passage sur la PELE (P.K. 52,5)
- Passage sur la PAPARA (P.K. 52,3)
- Passage sur la MACHI (P.K. 51,5)
- Passage sur la GOUNBELE (P.K. 42,3)
- Passage sur la QUANZELE (P.K. 37,8)

Il a été demandé à l'ORSTOM, pour chaque ouvrage :

- de déterminer le débit de la crue décennale et la cote correspondant à cette crue,
- d'évaluer le débit de la crue centenaire et la cote correspondant à cette crue.

Ces études font l'objet du présent rapport.

## GENERALITES

Pour chaque ouvrage, l'hydrologue s'est efforcé de déterminer les conditions d'écoulement, à savoir :

- l'estimation de la pluie sur le bassin
- l'étude de la crue correspondante

Il n'était pas question de traiter le problème en détail, comme le Service Hydrologique de l'ORSTOM le fait sur certains bassins représentatifs : ceci aurait entraîné une infrastructure hydropluviométrique très coûteuse, hors de proportion avec le but recherché.

Néanmoins, nous avons installé, à chacun des ouvrages :

- une échelle limnimétrique, dont un élément à maxima. Les hauteurs d'eau ont été relevées 2 fois par jour et, au moment des crues importantes, toutes les 15 minutes. Ceci afin d'avoir une idée de l'hydrogramme.
- un pluviomètre, relevé après chaque averse.

A chaque station, des jaugeages ont été effectués, afin de déterminer la relation hauteur-débit. Il n'a malheureusement pas été possible de réaliser un même nombre de jaugeages à chaque station, certaines étant d'accès difficile pendant l'averse (la QUANZELE en particulier) et les crues de durée réduite.

L'interprétation des résultats a consisté en :

- la détermination de la superficie du bassin versant, à l'aide de photographies aériennes,
- l'établissement de la relation hauteur-débit,
- le tracé du ou des hydrogrammes
- la détermination du ou des coefficients de ruissellement pour la ou les crues importantes observées, l'estimation des coefficients de ruissellement décennal et centenaire,
- l'estimation des volumes ruisselés des crues décennale et centenaire, des débits maximaux et des cotes à l'échelle correspondant à ces crues.

Une étude statistique des averses s'avérait indispensable. Elle a été effectuée pour les postes pluviométriques de BAMBARI, ALINDAO, KEMBE et MOBAYE.

Détermination des averses décennale et centenaire

Dans la très grande majorité des cas, il ne tombe qu'une pluie par jour. Aussi l'étude des averses correspond à l'étude des pluies journalières.

L'analyse a été effectuée en utilisant la loi de PEARSON III, qui, comme l'ont montré les travaux de Y. BRUNET-MORET, s'applique assez bien à la distribution expérimentale des averses.

Le nombre d'années était assez important pour obtenir un échantillon suffisamment représentatif, pour déterminer l'averse décennale, puisque nous avons :

23 années pour ALINDAO

26 années pour BAMBARI (Météo)

19 années pour KEMBE

26 années pour MOBAYE

Par contre, l'averse centenaire ne saurait être qu'une estimation.

Les résultats sont les suivants :

Période de retour :	ALINDAO mm	BAMBARI mm	KEMBE mm	MOBAYE mm
annuelle	71	71	72	85
1 année sur 5	95	99	99	117
décennale	109	110	110	131
centenaire	144	150	145	177

Les résultats sont très cohérents, pour ALINDAO, BAMBARI et KEMBE. Par contre MOBAYE donne des averses bien plus élevées. Les pluviométries annuelles moyennes étant de même ordre de grandeur aux quatre stations, seule la distribution des pluies est à mettre en cause et il semble bien que l'effet orographique des collines de MOBAYE soit la cause d'averses plus importantes.

	ALINDAO	BAMBARI	KEMBE	MOBAYE
Nombre d'années d'observation:	23	26	19	26
Moyenne annuelle (mm)	1546	1482	1601	1531
Nombre de pluies entre				
90 et 100 mm	5	1	2	6
100 et 125 mm	1	2	0	8
125 et 150 mm	1	3	0	2

Nous adopterons, pour nos déterminations, les averses suivantes :

Passage	Averse Décennale mm	Averse Centenaire mm
BOUKAKO	110	150
<u>Tronçon BAMBARI - BANGASSOU</u>		
IKIZA à PELE	110	145
<u>Tronçon MOBAYE</u>		
PELE - PAPARA - MACHI	110	145
GOMBELE et QUANZELE	130	175

#### 1 - La BOUKAKO à BAMBARI

La détermination du débit de crue est effectuée au pont sur la route BAMBARI - BANGASSOU, situé en ville entre les magasins de la SCKN et l'Hôpital.

Une échelle limnimétrique a été installée sur les culées (0-1 m rive droite, 1 à 3 m rive gauche).

Le bassin versant mesure  $11 \text{ km}^2$ . Il est constitué pour un bon tiers par la zone urbaine, le reste étant mis en grande partie en culture. Les arbres sont peu nombreux.

Hormis la zone urbaine, le sol est assez perméable. Le relief est bien marqué.

On devait donc s'attendre à des crues rapides, issues d'un ruissellement à peu près normal, avec des débits spécifiques élevés.

La station a été tarée avec sept jaugeages :

le 18 Juin	H = 0,16 m	Q = 0,06	$\text{m}^3/\text{s}$
le 30 Août	H = 0,17 m	Q = 1,9	"
le 4 Septembre	H = 1,88 m	Q = 31,7	"
le 4 Septembre	H = 1,65 m	Q = 24,6	"
le 4 Septembre	H = 1,44 m	Q = 18,2	"
le 4 Septembre	H = 0,76 m	Q = 5,6	"
le 4 Septembre	H = 0,36 m	Q = 0,54	"

En raison de la rapidité de la variation du niveau de l'eau, il n'a pas été possible de mesurer autre chose que des vitesses de surface, au-dessus de 1 m à l'échelle. D'autre part, la section est très instable du fait du charriage considérable lors de chaque crue. Le 4 Septembre, il a été observé un creusement, au droit du pont, de 43 cm en moyenne, sur une largeur de 7,9 m. C'est dire que l'évaluation du débit de crue reste assez difficile ou, tout du moins cette évaluation risque-t-elle de correspondre à des hauteurs d'eau variant au gré des profils en travers successifs.

Il nous a été permis d'observer une forte crue, le 4 Septembre :

Dans la nuit du 3 au 4, une averse importante, bien concentrée dans le temps et dans l'espace, est tombée sur le bassin. En deux heures, il est tombé, sur les pluviomètres de BAMBARI :

- 42 mm à l'IRCT ( 9 km au Nord du bassin)
- 19 mm à la Météo (12 km au Nord du bassin)
- 83 mm à l'Elevage (limite Nord du bassin)



Nous pouvons donc admettre une pluie sur le bassin de la BOUKAKO de 83 mm (pour ce petit bassin, le coefficient d'abattement est égal à 1). Le volume de la pluie sera : 913 000 m<sup>3</sup>. L'hydrogramme de la crue, que nous avons pu tracer grâce à quelques relevés minutés des hauteurs d'eau, montre une montée brutale des eaux. L'eau submergeait de quelques centimètres le mur de soutènement amont (rive droite) et menaçait d'inonder plusieurs cases. La hauteur d'eau maximale à l'échelle a été a été 2,53 m soit un débit estimé à 54 m<sup>3</sup>/s.

Le volume ruisselé est de : 310 000 m<sup>3</sup>, ce qui détermine un coefficient de ruissellement de 34 %.

Ceci conduit à adopter 40 % pour le coefficient décennal, valeur tout à fait en rapport avec ce qui a pu être observé sur des bassins similaires.

#### Estimation de la crue décennale

$$\begin{aligned}\text{Volume de la pluie} &= 110 \text{ mm} \times 11 \times 10^3 = 1\,210\,000 \text{ m}^3 \\ \text{Volume ruisselé} &= 485\,000 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Compte tenu du fait qu'un volume ruisselé de 310 000 a occasionné une crue de 54 m<sup>3</sup>/s, nous estimons la crue décennale de l'ordre de 80 m<sup>3</sup>/s (7 300 l/s.km<sup>2</sup>). Ceci représente une hauteur d'eau de 3,1 m à l'échelle. Ces chiffres sont en rapport avec ceux obtenus à NIAMEY et à BRAZZAVILLE lors d'études générales de ruissellement en zone urbaine.

#### Crue centenaire

$$\begin{aligned}\text{Volume de la pluie} &: 1\,650\,000 \text{ m}^3 \\ \text{Volume ruisselé (Kr} &= 50 \%) = 825\,000 \text{ m}^3 \\ \text{Débit estimé à} & 115 \text{ m}^3/\text{s (3,7 m à l'échelle)}\end{aligned}$$

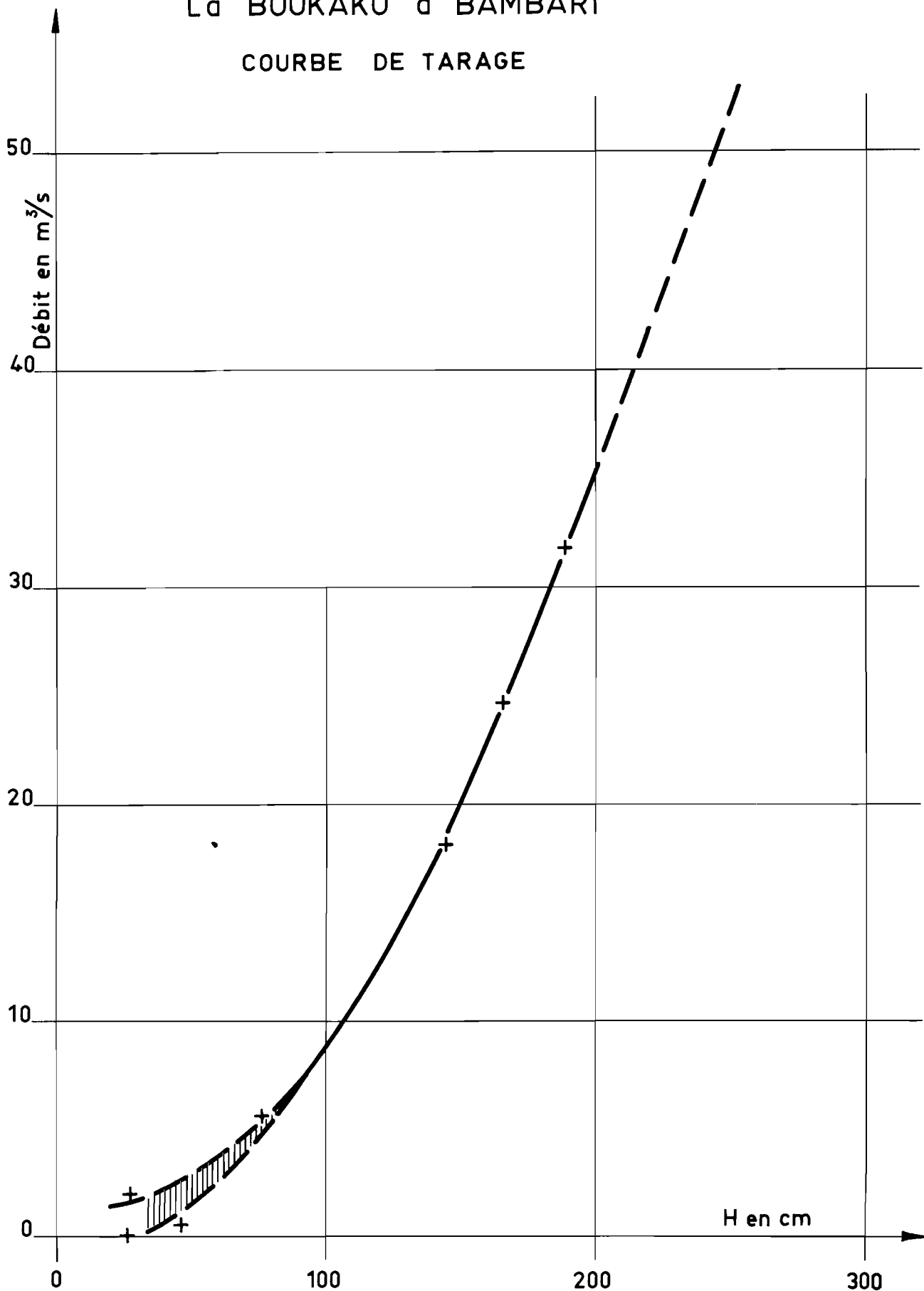
#### Conclusion

Les débits spécifiques de crue de la BOUKAKO peuvent paraître bien forts. Il ne faut pas oublier l'influence de la zone urbaine, avec ses collecteurs d'eau pluviale, l'importance d'un relief assez bien marqué. Seuls, les sols assez perméables limitent le ruissellement.

Il a été possible d'obtenir confirmation de l'importance des crues auprès de l'ancien maire de BAMBARI, Monsieur DECAMP. Celui-ci, auteur du mur de soutènement cité plus haut, estime que sa submersion revient tous les trois ans environ ce qui correspond à peu près à la période de retour de notre averse du 4 Septembre. Il convient également de signaler que, une dizaine d'années auparavant, trois ponts dans BAMBARI ont été emportés par une crue issue d'une seule averse. L'un était, précisément, le pont sur la BOUKAKO objet de cette étude.

# La BOUKAKO à BAMBARI

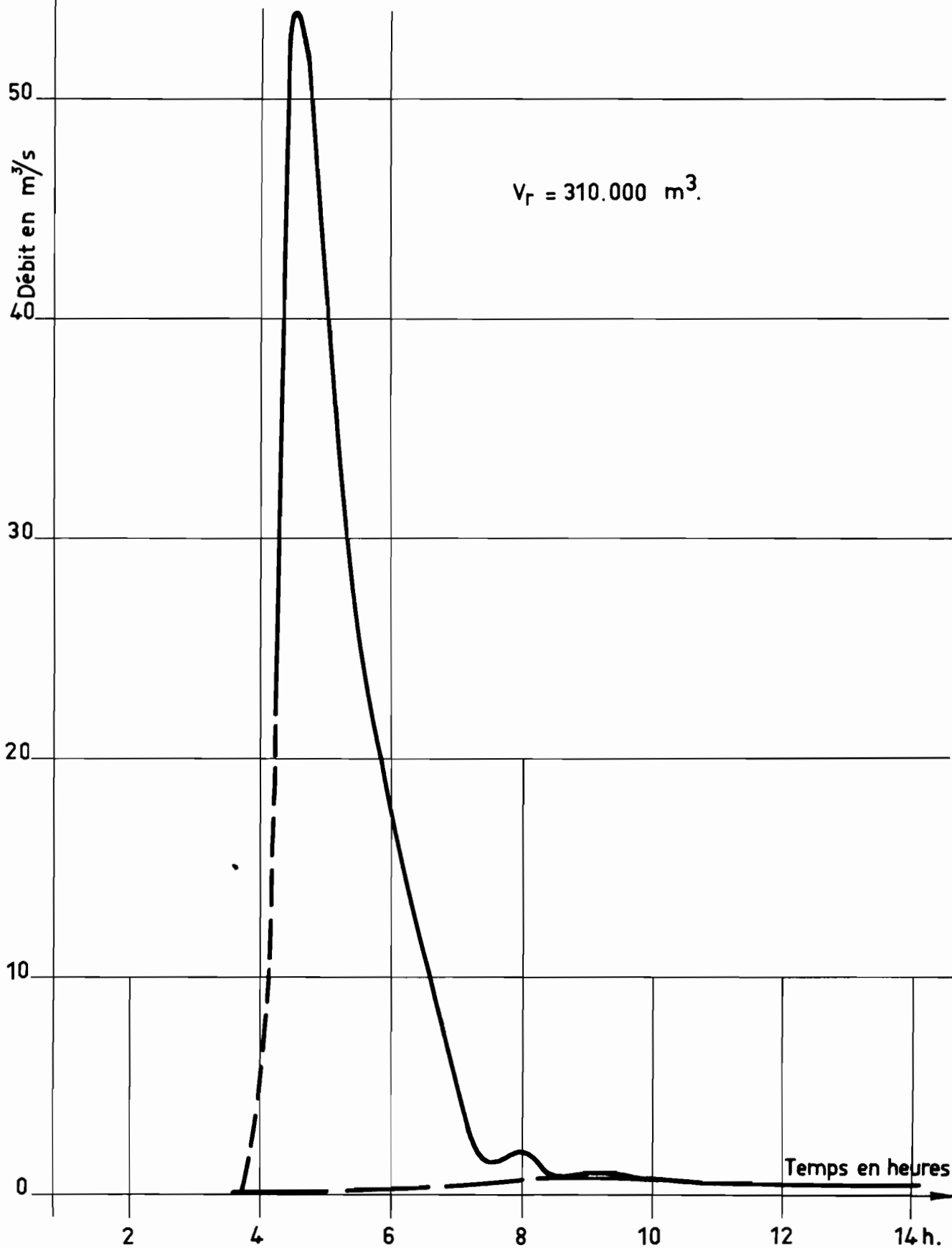
## COURBE DE TARAGE



La BOUKAKO à BAMBARI

Gr: 2

CRUE DU 4 SEPTEMBRE 1969



2 - La BADZIENGA au PK 511

Ce cours d'eau, à la station de jaugeage située au niveau de pont de la route, draine un bassin versant d'une superficie de 31 km<sup>2</sup> (mesurée sur photographies aériennes). Situé dans une zone de replats, ce bassin est de pente modérée. Le sol est fortement ferrallitique, de type argileux; la perméabilité est bonne.

Quant à la végétation nous sommes en présence d'une savane arbus-tive avec Imperata et Hypanthia en dominance.

La station a été tarée à l'aide de quatre jaugeages :

14 Juin	1969	:	H = 31 cm	Q = 0,53 m <sup>3</sup> /s
16 Août		:	H = 55	Q = 1,37
20 Août		:	H = 79	Q = 2,39
13 Septembre		:	H = 123	Q = 11,35

L'échelle limnimétrique a été posée lors du premier jaugeage, en période de basses eaux. Les relevés journaliers de l'échelle montrent que pendant toute la saison des pluies les cotes varient généralement entre 40 et 80 cm.

Une crue exceptionnelle a cependant pu être observée le 13 Sep-tembre où l'on a mesuré une hauteur maximale à l'échelle H = 144 cm corres-pondant à un débit de 11,5 m<sup>3</sup>/s.

Un pluviomètre installé au village de KONGO, sur le bassin, a recueilli 124,9 mm. Les valeurs décennales et centennales des averses étant de 110 et 145 mm pour la région, on peut admettre sans commettre de grosse erreur, que l'averse du 13 Septembre a une période de retour d'en-viron 30 ans.

Grâce à quelques relevés minutés nous avons essayé de reconsti-tuer l'hydrogramme de cette crue. Le volume ruisselé serait de 443 000 m<sup>3</sup>. En adoptant un coefficient d'abattement de 0,95, la pluie moyenne tombée ce jour-là est de 118 mm, soit un volume précipité de 3 660 000 m<sup>3</sup>.

Nous obtenons un coefficient de ruissellement de 12 %.

### Crue décennale

Nous adopterons, pour des raisons de sécurité, un coefficient de ruissellement de 12 %.

- Pluie moyenne :  $110.0,95 = 104 \text{ mm}$
- Lamé d'eau ruisselée :  $104 \times 0,12 = 12,5 \text{ mm}$
- Volume ruisselé :  $12,5 \times 31.10^3 = 372 \text{ 000 m}^3$
- Cela correspond à un débit d'environ  $12 \text{ m}^3/\text{s} = 400 \text{ l/s.km}^2$ , à une cote  $H = 1,50$ .

### Crue centenaire

Le coefficient de ruissellement à considérer sera un peu plus important, de l'ordre de 15 %. Par prudence nous prendrons 20 %.

- Pluie moyenne :  $145.0,95 = 138 \text{ mm}$
- Lamé d'eau ruisselée :  $138 \times 0,20 = 27,6 \text{ mm}$
- Volume ruisselé :  $27,6 \times 31.10^3 = 850 \text{ 000 m}^3$
- L'on obtient alors un débit de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ .  $H = 2,00 \text{ m}$ .

### Conclusion :

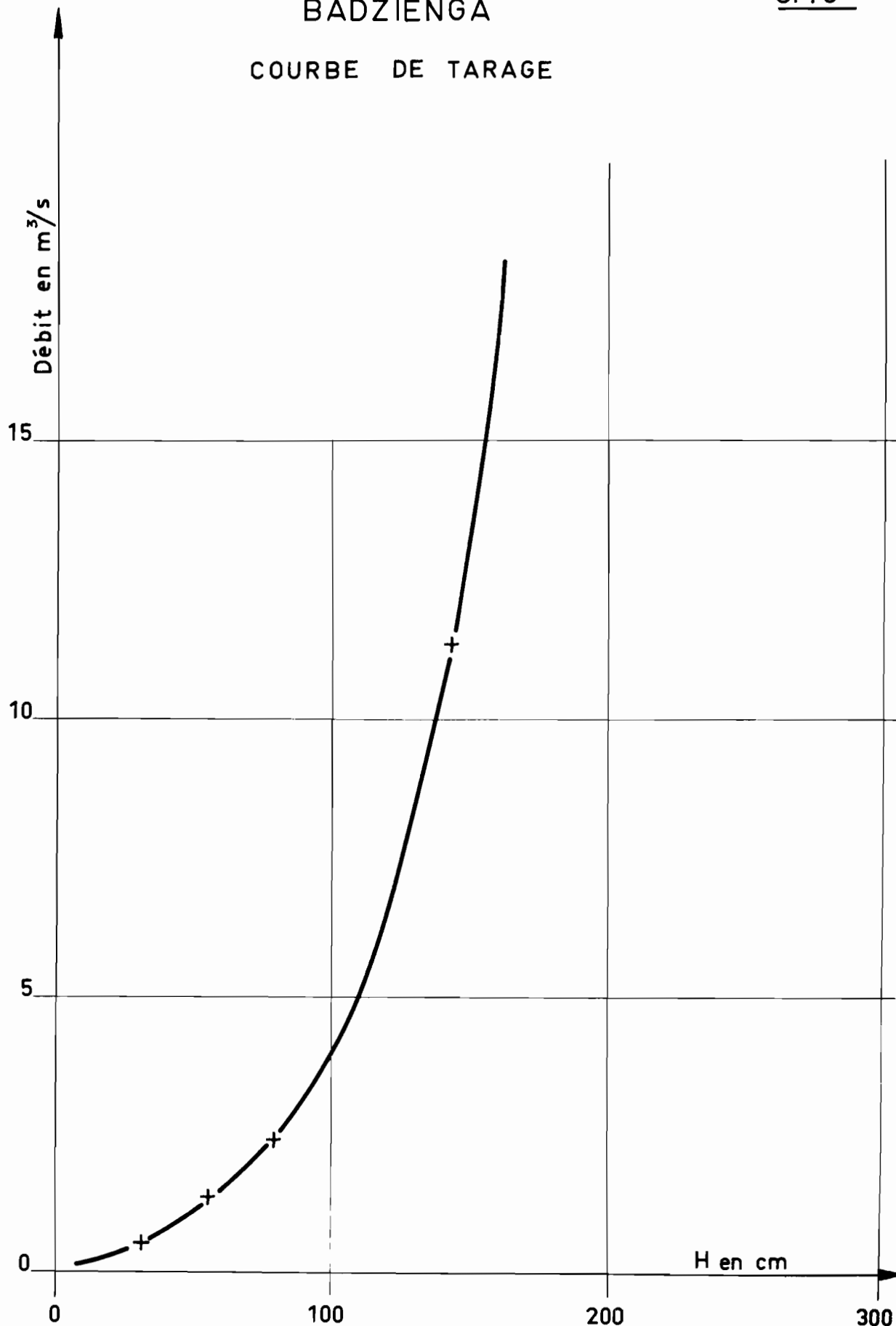
Les coefficients de ruissellement peuvent paraître faibles. Il ne faut cependant pas perdre de vue que nous sommes ici dans une zone de pente relativement peu importante. L'examen des photographies aériennes montre aussi l'existence d'une petite forêt galerie qu'une reconnaissance sur le terrain a située dans une zone à tendance marécageuse. Ceci peut contribuer, dans une certaine mesure, à un ralentissement du ruissellement et à un laminage de la pointe de crue. L'hydrogramme indique bien, d'ailleurs, un maximum de débit largement étalé dans le temps, alors que pour le bassin adjacent (IKIZA) la pointe de crue est très brève.

Une enquête auprès des habitants semble indiquer que les plus hautes eaux observées jusqu'ici donnent une cote sensiblement égale à celle relevée lors de la crue du 13 Septembre.

Les résultats précédents, valables à l'exutoire constitué par le pont actuel, risquent de changer considérablement si le tracé de la future route contournerait vers l'amont cette zone de bas-fonds. Les débits seraient alors nettement supérieurs et la crue décennale probable de l'ordre de 15 à  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ .

# BADZIENGA

## COURBE DE TARAGE



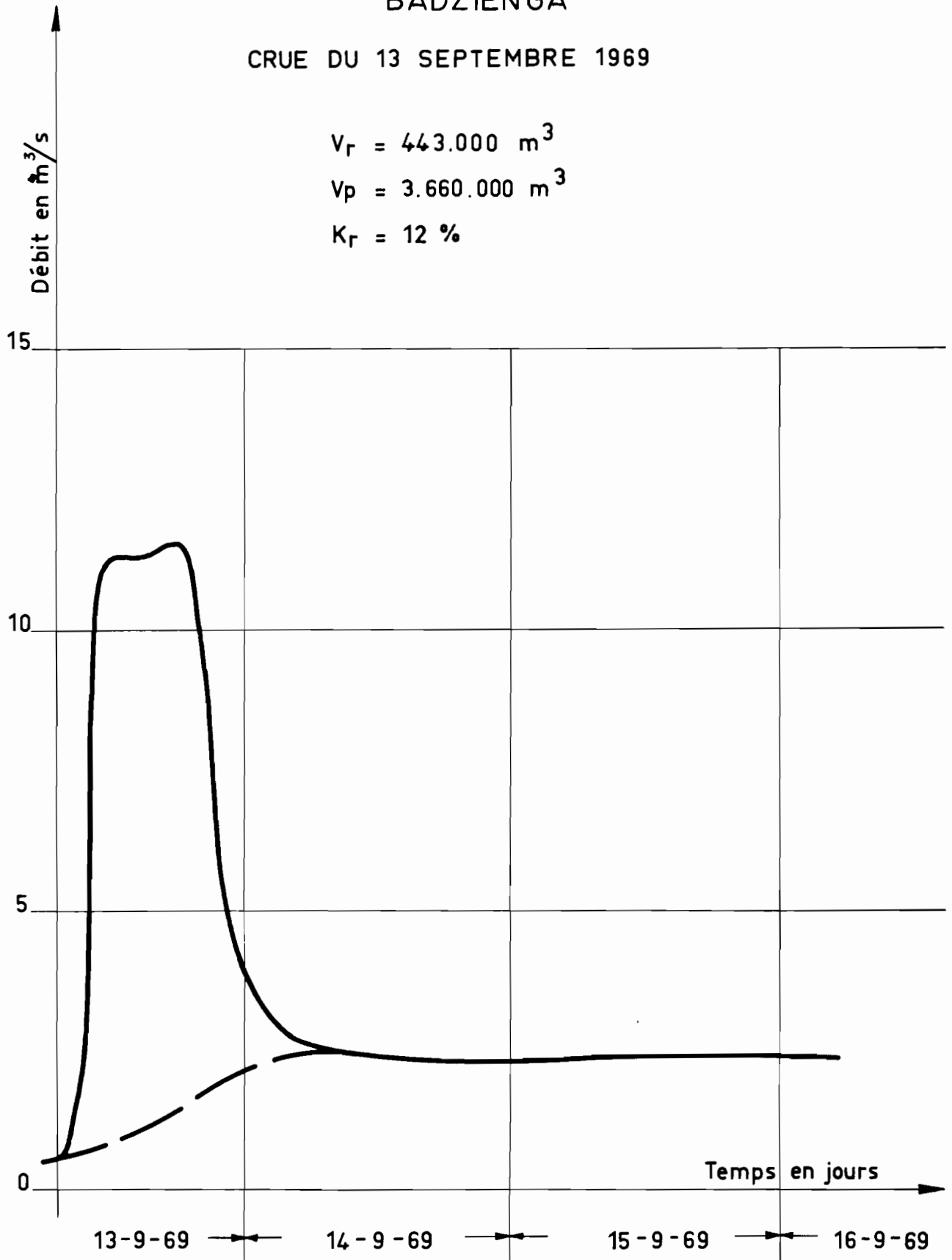
# BADZIENGA

CRUE DU 13 SEPTEMBRE 1969

$$V_r = 443.000 \text{ m}^3$$

$$V_p = 3.660.000 \text{ m}^3$$

$$K_r = 12 \%$$



3 - L'IKIZA au P.K. 514 -

Le bassin versant de l'IKIZA a une ligne de crête commune avec celui de la BADZIENGA. Il y aura donc une certaine similitude dans les averses avec le bassin précédent. L'IKIZA draine un bassin de 57 km<sup>2</sup>. D'un relief assez peu marqué, constituant une zone de replats, la pente très moyenne dans le bassin supérieur devient faible au niveau de l'exutoire constitué par un pont. Végétation de savane peu arbustive avec prédominance d'Impérata et Hyparéhnia. La forêt galerie est pratiquement inexistante. Le sol, fortement ferrallitique et de type argileux, est d'une bonne perméabilité.

Une échelle limnimétrique a été posée en période de basses eaux sur une des culées du pont. Six jaugeages ont été faits à partir du pont :

- 14-6-1969	H = 0,25 m	Q = 1,27 m <sup>3</sup> /s
- 14-8-1969	H = 0,15	Q = 0,77
- 18-8-1969	H = 0,60	Q = 4,5
- 21-8-1969	H = 0,47	Q = 2,28
- 13-9-1969	H = 1,30	Q = 40,3
- 14-9-1969	H = 0,74	Q = 8,4

Comme précédemment, l'averse du 13 Septembre, qui a affecté toute la région, a provoqué une crue exceptionnelle de l'IKIZA où l'on a enregistré une cote H = 14,0 avec Q = 48 m<sup>3</sup>/s = 842 l/s.km<sup>2</sup>.

Deux pluviomètres ont permis de préciser cette averse, l'un situé à KONGO sur le bassin de la BADZIENGA qui a enregistré une pluie de 124,4 mm, et l'autre situé dans le village de TAGBALE sur le bassin de la NGBANA, a donné 128,8 mm. Le bassin de l'IKIZA ayant une situation médiane entre ces deux pluviomètres, nous pouvons considérer qu'une averse de 128 mm y est tombée. Ces deux pluviomètres sont distants l'un de l'autre de 5 km.

Nous avons vu qu'à ALINDAO une averse décennale était de l'ordre de 110 mm et l'averse centenaire de 145 mm. On peut donc considérer la pluie du 13 Septembre comme ayant une période de retour d'environ 30 ans.

Le coefficient d'abattement étant de 0,95 pour un bassin de cette surface, l'averse nous donne un volume précipité égal à 6 930 000 m<sup>3</sup>. Des relevés minutés nous ont permis de représenter graphiquement la crue. Il en ressort un volume ruisselé égal à 1 560 000 m<sup>3</sup>. Nous obtenons ainsi un coefficient de ruissellement de l'ordre de 23 %, valeur comparable à ce qui a pu être observé sur d'autres bassins. Nous pouvons alors adopter une valeur légèrement inférieure à ce coefficient, 20 %, pour le calcul de la crue décennale.

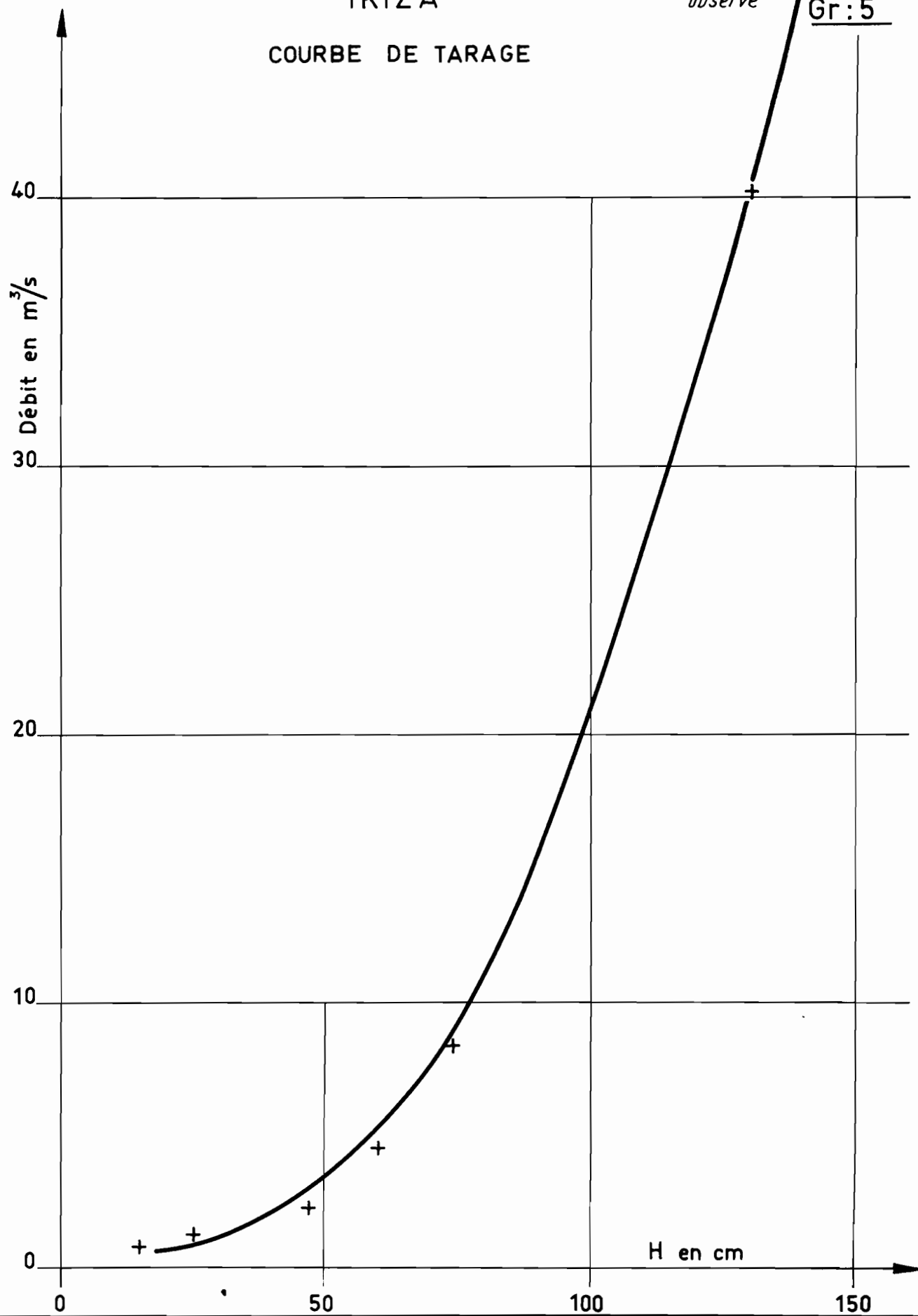


IKIZA

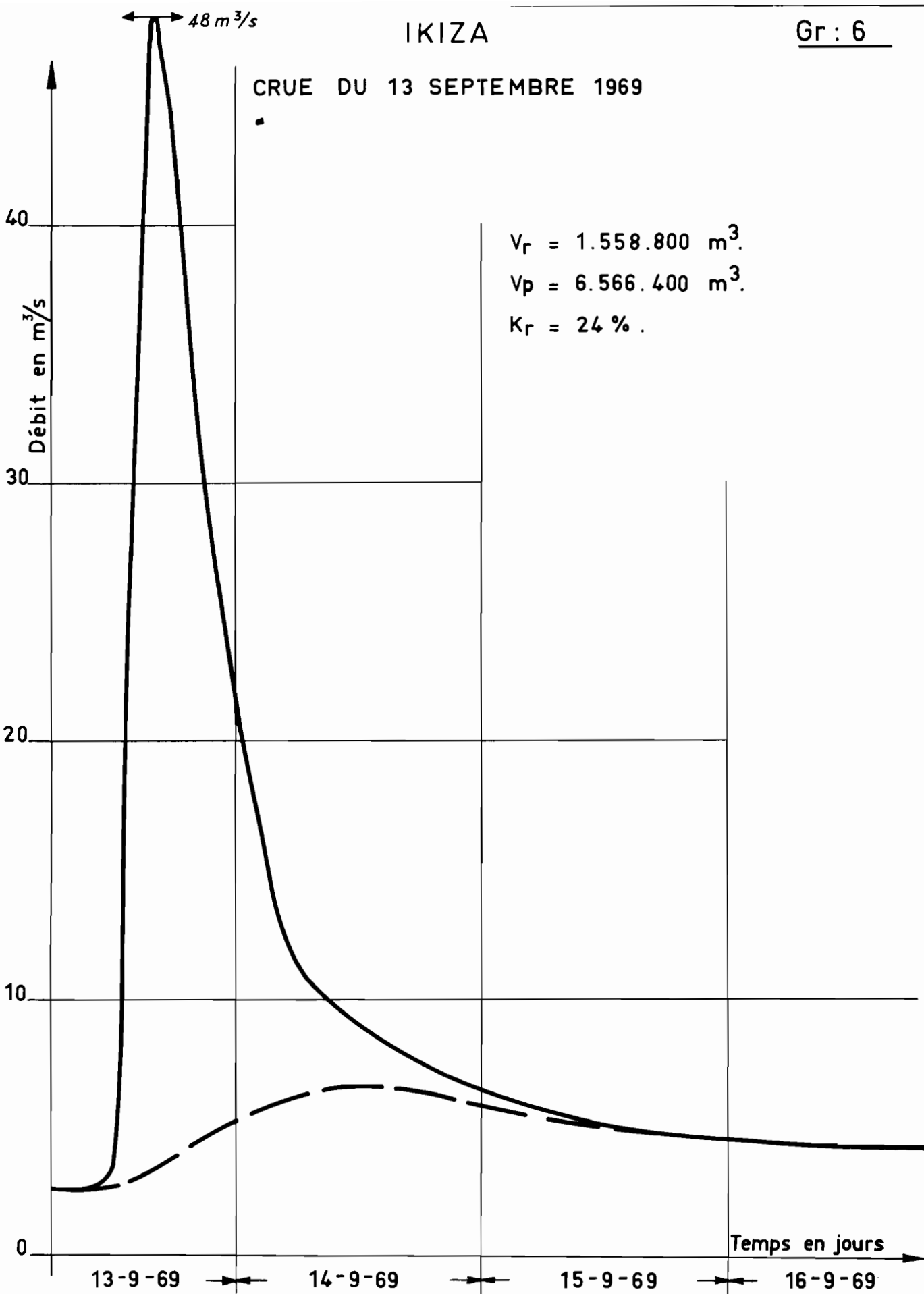
COURBE DE TARAGE

Maximum observé

Gr: 5



CRUE DU 13 SEPTEMBRE 1969



### Crue décennale

- Pluie moyenne sur le bassin :  $110 \times 0,95 = 104 \text{ mm}$
- lame d'eau ruisselée :  $104 \times 0,20 = 20,8 \text{ mm}$
- Volume ruisselé :  $20,8 \times 57.10^3 = 1\,190\,000 \text{ m}^3$

En nous basant sur le fait qu'un volume ruisselé de  $1\,560\,000 \text{ m}^3$  a occasionné une crue de  $48 \text{ m}^3/\text{s}$ , la crue décennale sera estimée à  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $700 \text{ l/s.km}^2$ ), ce qui représente une hauteur à l'échelle de  $1,3 \text{ m}$ .

### Crue centenaire

Nous adopterons la valeur de  $30 \%$  comme coefficient de ruissellement.

- Pluie moyenne sur le bassin :  $145 \times 0,95 = 138 \text{ mm}$
- lame d'eau ruisselée :  $138 \times 0,30 = 41,5 \text{ mm}$
- Volume ruisselé :  $41,5 \times 57.10^3 = 2\,360\,000 \text{ m}^3$

Cela représenterait un débit d'environ  $70 \text{ m}^3/\text{s}$  pour une hauteur à l'échelle de  $1,7 \text{ m}$ .

#### 4 - La NGBANA au P.K. 517

Ce bassin de  $32 \text{ km}^2$  possède les mêmes caractéristiques que les deux bassins précédents, à savoir : une faible pente, une bonne perméabilité et même végétation herbacée.

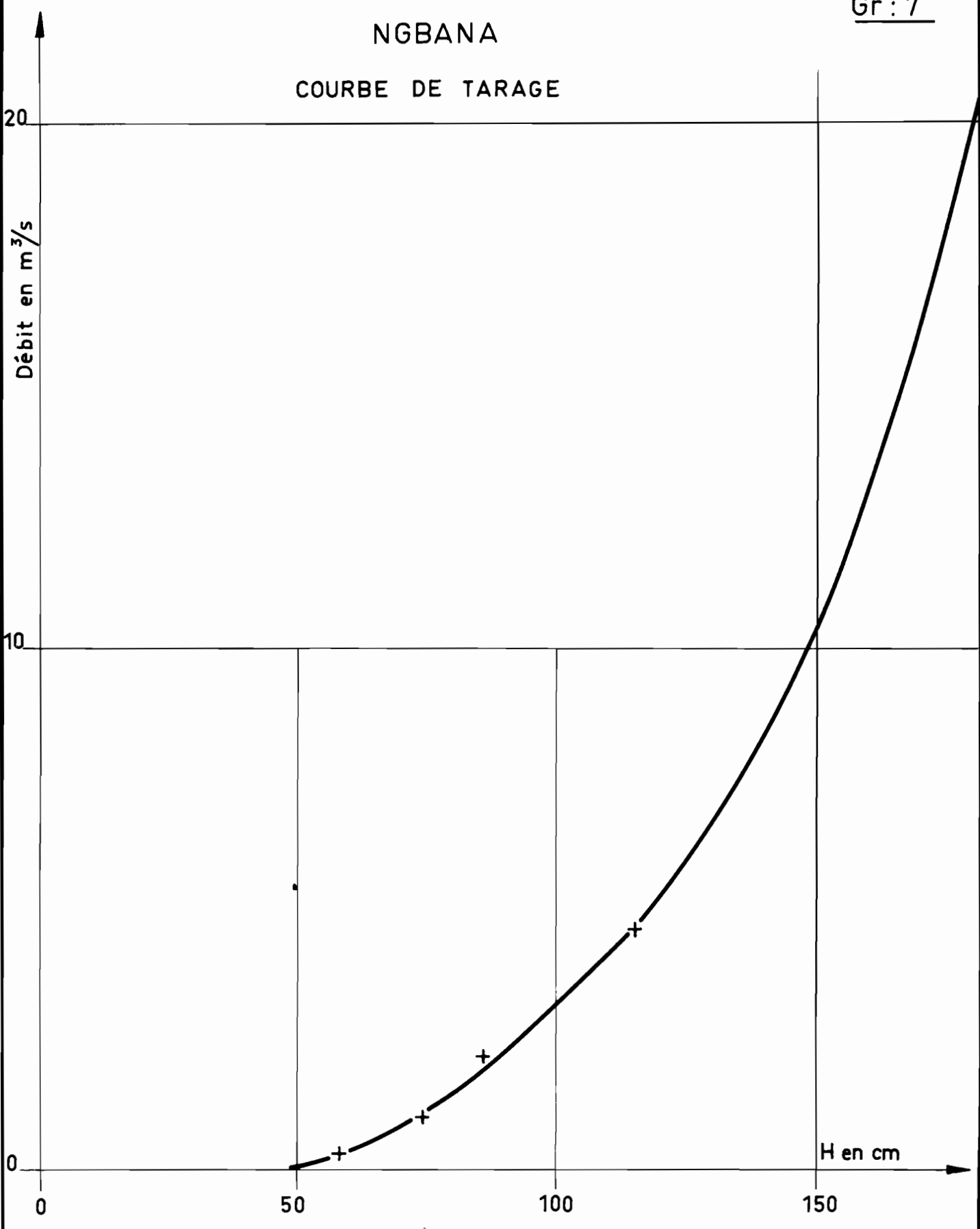
L'averse du 13 Septembre, qui a également affecté ce bassin, s'est curieusement traduite par une crue moyenne ayant présenté un temps de base et un temps de réponse très long (environ 60 heures). Un pluviomètre installé à TAGBALE, à proximité de la station hydrométrique, indiquait ce jour-là  $128,8 \text{ mm}$ . Un autre situé à  $4 \text{ km}$  de là, à la plantation PAVICA, donnait  $75 \text{ mm}$ . Ceci semble indiquer une grande hétérogénéité dans l'averse. De ce fait, l'hydrogramme correspondant n'a pas une grande valeur significative, ce qui est d'autant plus regrettable que ce fut la seule crue de toute la saison.

Il vient alors à l'esprit de faire une comparaison entre le bassin de la NGBANA et celui de BADZIENGA, vu leur identité géomorphologique (à l'indice de compacité près,  $1,41$  pour la BADZIENGA et  $1,73$  pour la NGBANA).

Nous adopterons donc le même coefficient de ruissellement :  $10 \%$  pour la crue décennale, et  $15 \%$  pour la crue centenaire (nous avons trouvé  $10 \%$  comme coefficient sur la NGBANA, lors de la crue du 13 Septembre).

# NGBANA

## COURBE DE TARAGE

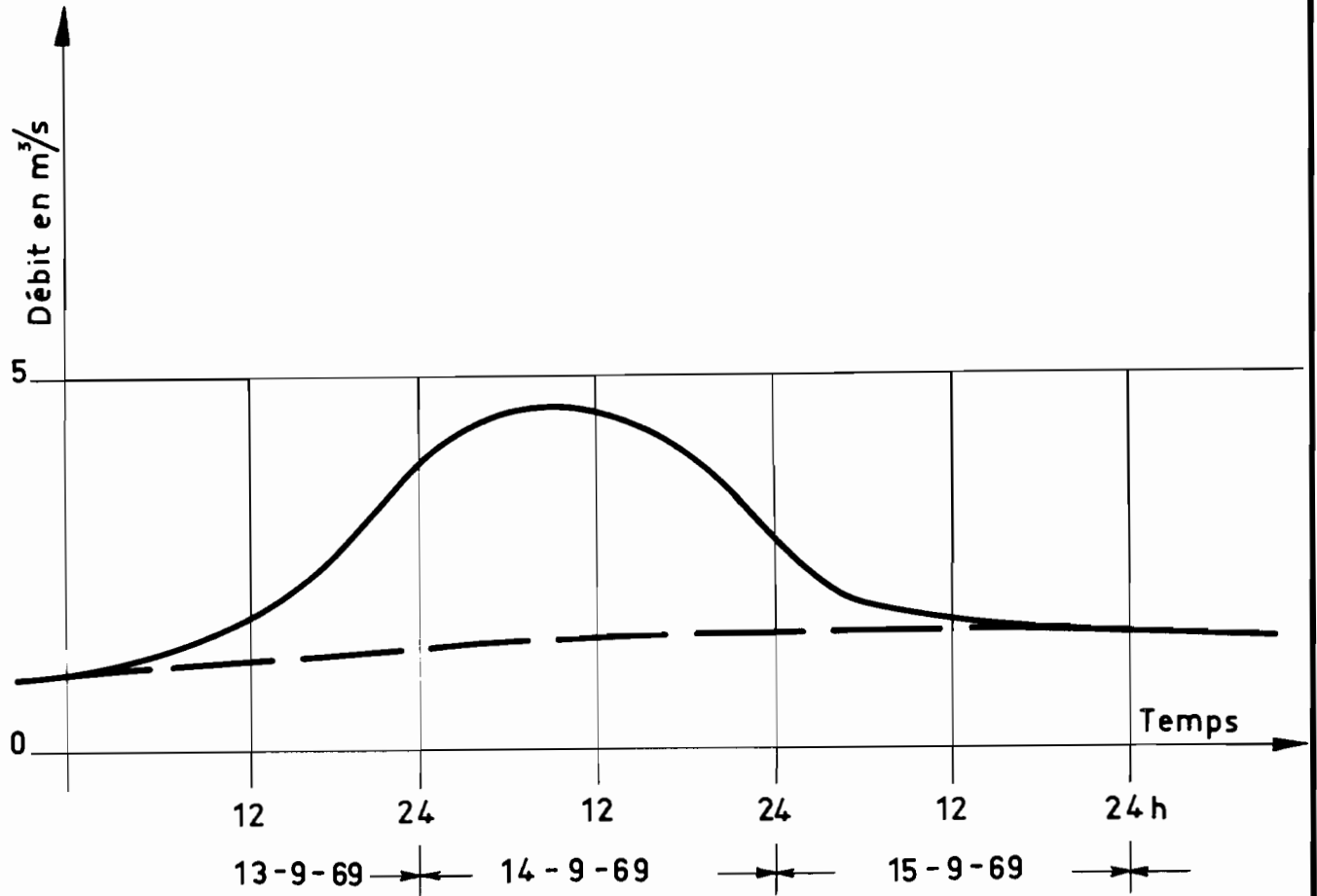


CRUE DU 13 SEPTEMBRE 1969

$$V_r = 310.000 \text{ m}^3.$$

$$V_p = 3.200.000 \text{ m}^3.$$

$$K_r = 10 \text{ \%}.$$



### Crue décennale

En prenant un débit spécifique de 330 l/s.km<sup>2</sup>, nous aurions un débit de 10 m<sup>3</sup>/s. La hauteur à l'échelle nous serait donnée en considérant que les plus hautes eaux connues des habitants coïncident avec les crues décennales, en l'occurrence 1,5 m, ce qui confirmerait la courbe de tarage.

### Crue centenaire

En adoptant le débit spécifique de la BADZIENGA pour la crue centenaire (650 l/s.km<sup>2</sup>), cela nous donnerait un débit de 20 m<sup>3</sup>/s avec une hauteur à l'échelle de 1,8 m.

### 5 - La PEPILOU au P.K. 530 (ou POUPOURI)

Au niveau du pont qui délimite le bassin à étudier, la PEPILOU draine une superficie de 33 km<sup>2</sup>. Le relief, bien marqué dans l'ensemble, contribue à donner une pente assez forte, mais une forêt galerie importante borde l'ensemble du réseau hydrographique, en prenant de l'extension dans la partie aval du bassin. Autre part, la végétation est constituée par de la savane arbustive (*Impérata*). La perméabilité est bonne. Une échelle limnimétrique a été placée en période de basses eaux, au moment du premier jaugeage.

Trois jaugeages ont été exécutés à partir du pont :

- |                   |         |                            |
|-------------------|---------|----------------------------|
| - le 14 Juin      | H = 036 | Q = 0,31 m <sup>3</sup> /s |
| - le 14 Août      | H = 041 | Q = 0,47 m <sup>3</sup> /s |
| - le 13 Septembre | H = 130 | Q = 6,92 m <sup>3</sup> /s |

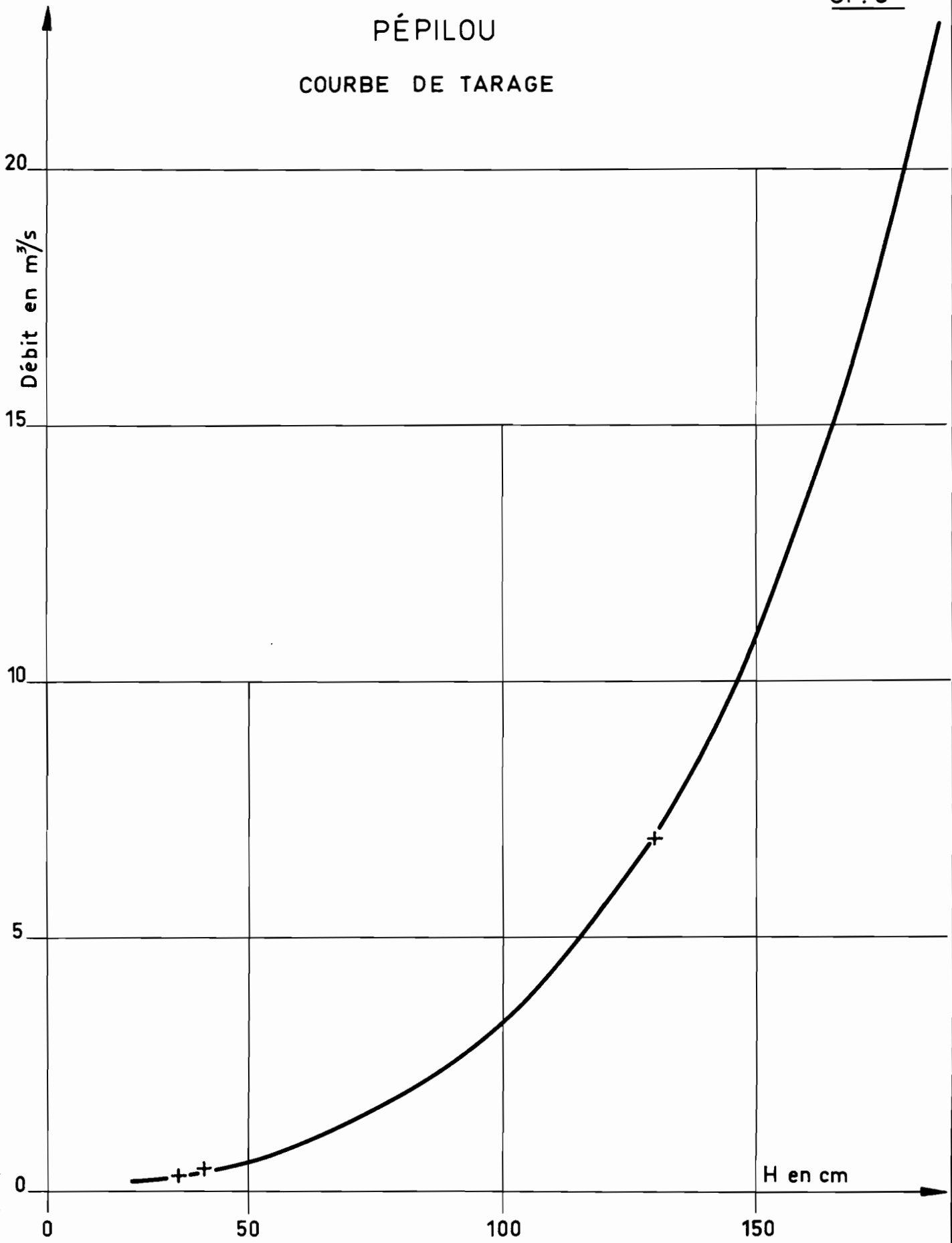
Durant toute la saison des pluies, l'écoulement de base a été faible, les cotes varient de 35 à 55 cm.

Quelques crues ont pu être observées et retranscrites graphiquement grâce à des relevés minutés. L'étude de ces hydrogrammes montre des temps de base très variables, que l'on peut attribuer à l'hétérogénéité des averses. Parmi ces hydrogrammes, seul celui provoqué par les averses du 13 Septembre doit être retenu car l'on est sûr que ce jour-là, la pluie a été uniforme sur toute l'étendue du bassin. Un pluviomètre placé dans le village de CONGO, à proximité de la station de jaugeage, a enregistré une précipitation de 71,6 mm. En adoptant un coefficient d'abattement de 0,95 pour un bassin de cette superficie (33 km<sup>2</sup>), l'averse nous donne un volume précipité égal à 2 244 000 m<sup>3</sup>. Il en ressort un volume ruisselé de 258 120 m<sup>3</sup>, ce qui donne un coefficient de ruissellement de 11,5 %, valeur tout à fait justifiée en regard de la végétation du bassin.

Gr: 9

# PÉPILOU

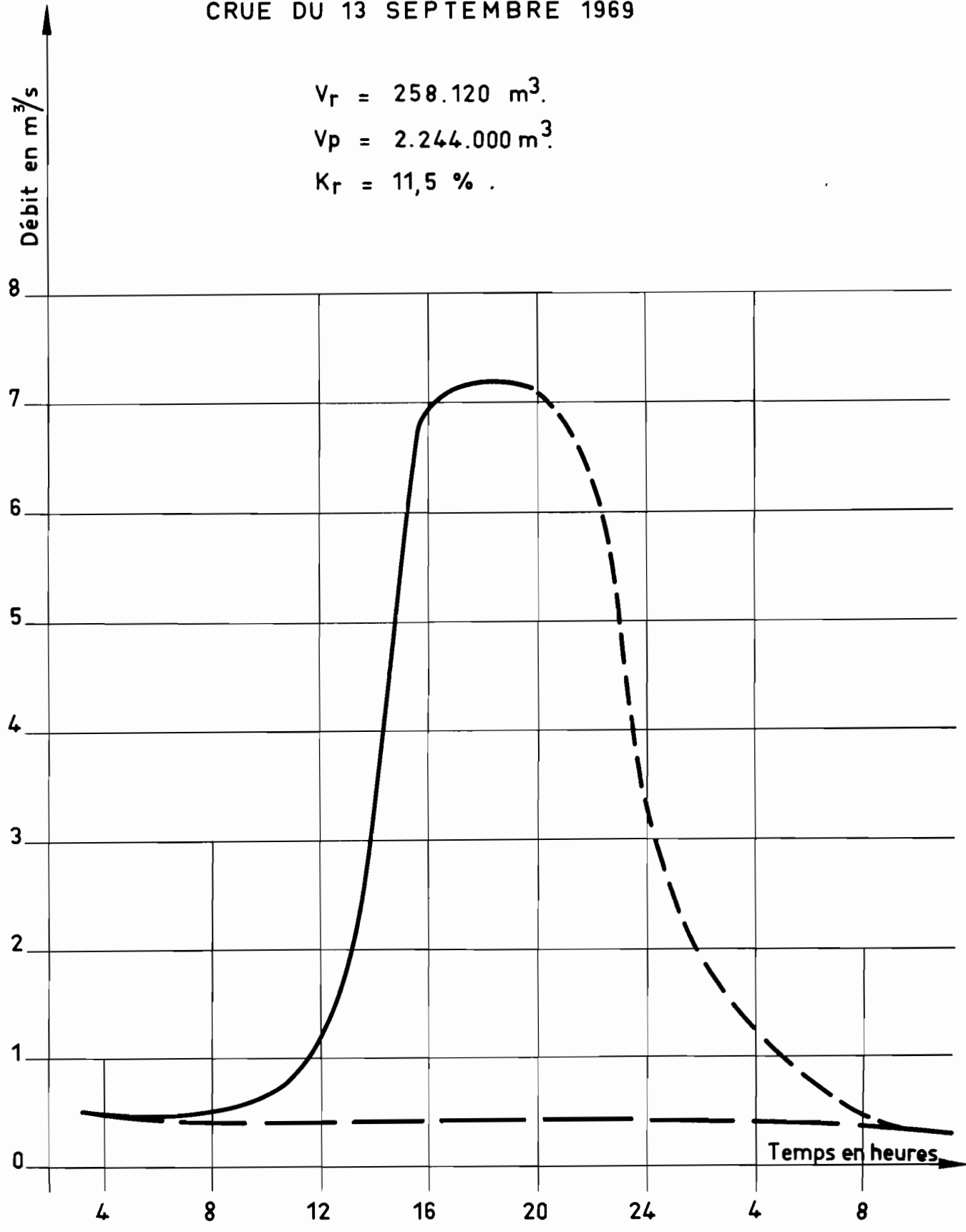
## COURBE DE TARAGE



# PÉPILOU

CRUE DU 13 SEPTEMBRE 1969

$V_r = 258.120 \text{ m}^3$   
 $V_p = 2.244.000 \text{ m}^3$   
 $K_r = 11,5 \%$





Nous pouvons cependant adopter un coefficient un peu plus fort, de l'ordre de 20 % pour la crue décennale, et 30 % pour la crue centenaire.

#### Crue décennale

- Pluie moyenne sur le bassin :  $110 \text{ mm} \times 0,95 = 104 \text{ mm}$
- lame d'eau ruisselée :  $104 \times 0,20 = 20,8 \text{ mm}$
- Volume ruisselé :  $20,8.33.10^3 = 690 \text{ 000 m}^3$ .

En nous basant sur l'hydrogramme du 13 Septembre, qui nous donne un débit de 7 m<sup>3</sup>/s pour un volume ruisselé de 258 000 m<sup>3</sup>, la crue décennale sera estimée à 19 m<sup>3</sup>/s, ce qui représente une hauteur à l'échelle de 1,8 m.

#### Crue centenaire

- Pluie moyenne sur le bassin :  $145 \times 0,95 = 138 \text{ mm}$
- lame d'eau ruisselée :  $138 \times 0,30 = 41,5 \text{ mm}$
- Volume ruisselé :  $41,5 \times 33.10^3 = 1 \text{ 370 000 m}^3$

Le débit sera alors estimé à 37 m<sup>3</sup>/s, ce qui représente une hauteur à l'échelle de 2,4 m.

Des renseignements pris auprès des habitants, afin de connaître les plus hautes eaux, situeraient celles-ci aux environs de 2 mètres.

#### 6 - La FELE au P.K. 552 (route de BANGASSOU)

Ce bassin a une superficie de 104 km<sup>2</sup>, évaluée sur photographies aériennes. Zone d'ondulation de terrain, la pente est modérée. La végétation est constituée essentiellement de savane arbustive. Une petite forêt galerie borde le réseau hydrographique. La perméabilité est bonne.

La station hydrométrique, située au pont, a été étalonnée à l'aide de 6 jaugeages :

- le 16 Juin : H = 0,35m Q = 1,08 m<sup>3</sup>/s
- le 12 Septembre : H = 0,87 Q = 4,33
- le 16 Septembre : H = 0,70 Q = 3,5
- le 18 Septembre : H = 0,59 Q = 0,915
- le 22 Septembre : H = 1,19 Q = 5,67
- le 26 Septembre : H = 1,01 Q = 5,22

Vu la forme régulière du pont, l'extrapolation vers les hauts débits ne paraît pas trop hasardeuse jusqu'à 3,45 m (niveau du platelage du pont). Au-delà, les eaux déversant sur la route, ce ne peut être qu'une approximation. Grâce à des relevés minutés des hauteurs d'eau lors des crues, nous avons pu retracer quelques hydrogrammes.

Un pluviomètre a été placé dans le village de LIHOU.

#### Crue du 24 Septembre

Le pluviomètre a enregistré ce jour-là une averse de 8,3 mm, d'où une pluie moyenne (après un abattement de 0,85) de 7 mm.

L'hydrogramme montre un volume ruisselé de 138 000 m<sup>3</sup> pour un volume précipité de  $7 \cdot 10^4 \cdot 10^3 = 728 \text{ 000 m}^3$ . L'on obtiendrait ainsi un coefficient de ruissellement de l'ordre de 19 %.

#### Crue du 27-28 Septembre

L'averse a été de 24,3 mm, ce qui a occasionné un volume précipité de  $19,4 \cdot 10^4 \cdot 10^3 = 2 \text{ 017 000 m}^3$  et un volume ruisselé de 336 000 m<sup>3</sup>. Le coefficient de ruissellement serait donc de 17 %.

#### Crue du 29 Septembre

L'hydrogramme correspondant à une averse de 43,5 mm nous donne un volume ruisselé de 595 000 m<sup>3</sup>, pour un volume précipité de  $37 \cdot 10^4 \cdot 10^3 = 3 \text{ 848 000 m}^3$ , d'où un coefficient de ruissellement de 15 %.

Ces déterminations ne sont pas très précises. D'une part, la détermination de la pluviométrie moyenne sur un bassin de 104 km<sup>2</sup>, avec un seul pluviomètre, demeure assez illusoire. Ensuite, la séparation des écoulements (ruissellement-écoulement de base) est délicate à opérer sur un hydrogramme assez imprécis. Néanmoins, l'ordre de grandeur de ces coefficients de ruissellement est voisin de ceux observés sur d'autres bassins versants représentatifs, de géomorphologie à peu près voisine.

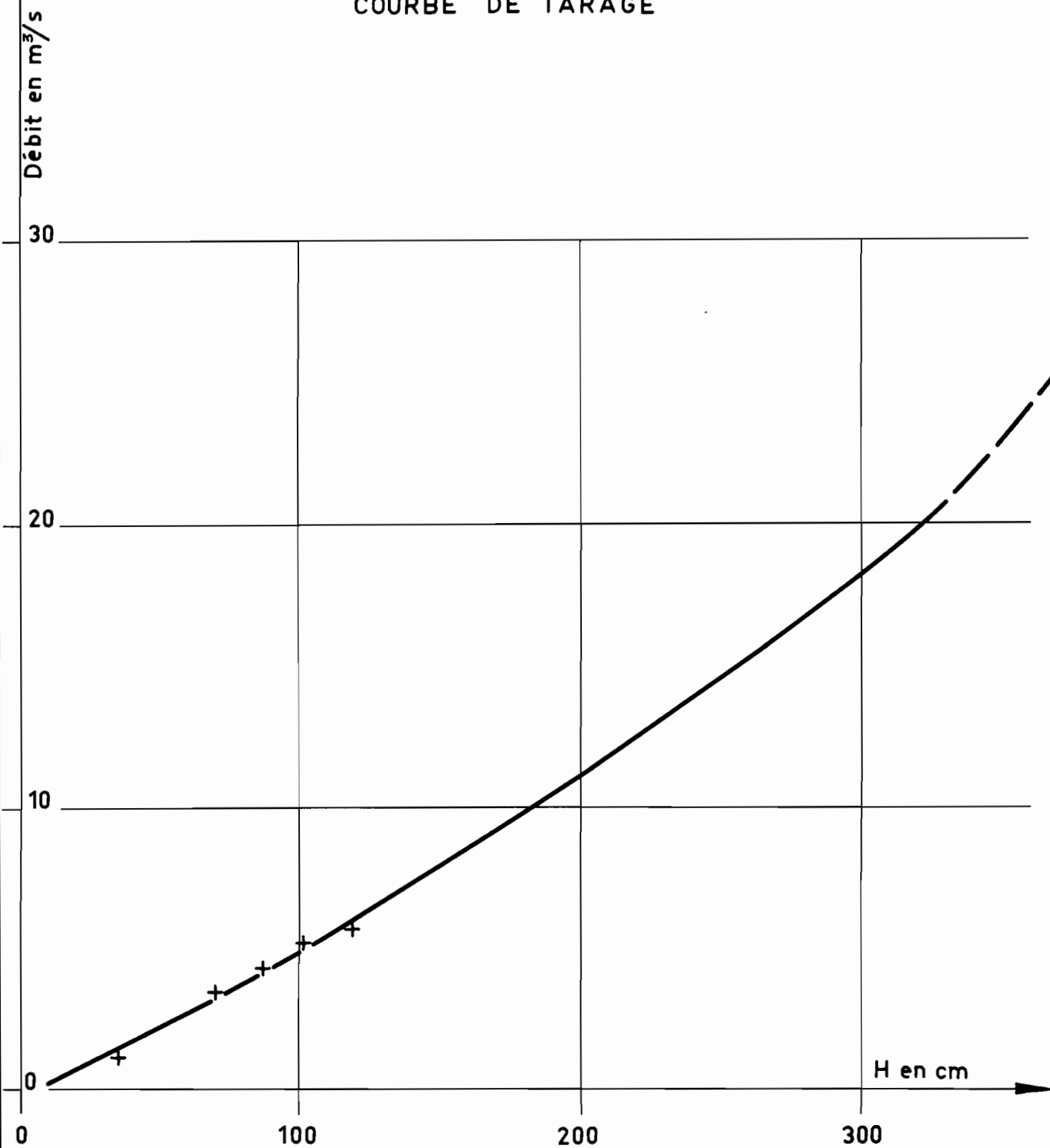
#### Crue décennale

Dans ces conditions, il nous est apparu raisonnable de prendre un coefficient de ruissellement de l'ordre de 25 %, que nous appliquerons au calcul de la crue décennale.

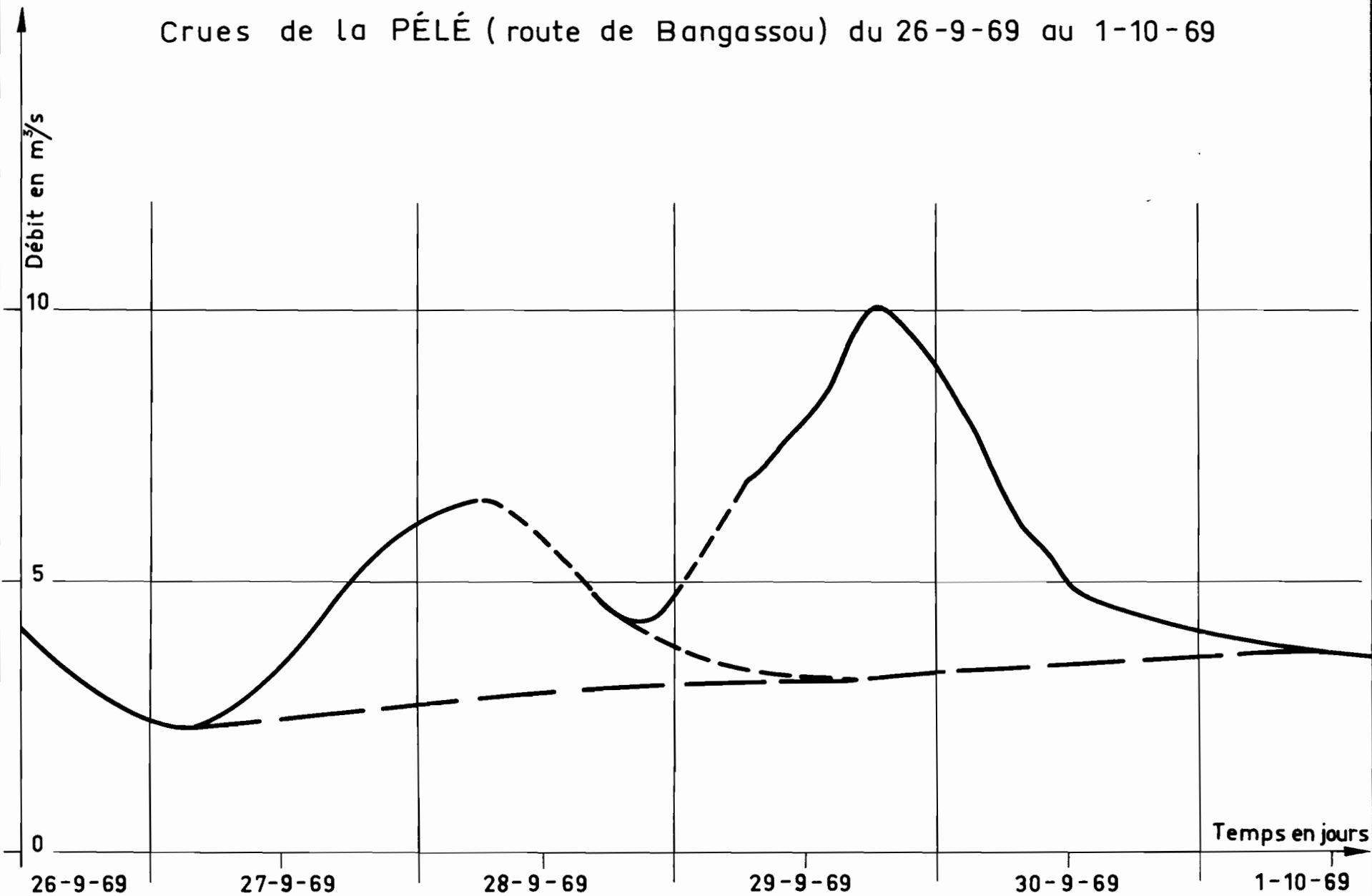
L'averse décennale, dans cette région, étant de l'ordre de 110 mm, cela nous donne une pluie moyenne de 93 mm, une lame d'eau ruisselée de  $93 \times 0,25 = 23,4 \text{ mm}$  et un volume ruisselé de  $23,4 \cdot 10^4 \cdot 10^4 = 2 \text{ 430 000 m}^3$ .

# PÉLÉ ( route de Bangassou )

## COURBE DE TARAGE



# Crues de la PÉLÉ (route de Bangassou) du 26-9-69 au 1-10-69



Temps en jours

La crue du 29 Septembre avait eu un débit maximal de 10 m<sup>3</sup>/s, tandis que le débit de base était de l'ordre de 3,5 m<sup>3</sup>/s. Pour un volume ruisselé de 2 430 000 m<sup>3</sup> (crue du 29 Septembre : 595 000 m<sup>3</sup>), nous pouvons admettre un débit de 33 m<sup>3</sup>/s + 2 m<sup>3</sup>/s (débit de base) = 35 m<sup>3</sup>/s (350 l/s.km<sup>2</sup>).

La hauteur à l'échelle serait de l'ordre de 4,30 m. Des renseignements pris auprès des habitants du village de LIHOU situeraient les plus hautes eaux aux environs de 3,8 m, ce qui confirmerait à peu près la hauteur de la crue décennale que nous surestimons peut-être, mais nous manquons d'éléments pour un calcul plus serré.

### Crue centenaire

Nous adopterons un coefficient de ruissellement de l'ordre de 30 %. Le raisonnement sera le même que précédemment. L'averse centenaire est de l'ordre de 145 mm, d'où une précipitation moyenne de 123 mm. Nous aurons :

- lame d'eau ruisselée :  $123.030 = 37 \text{ mm}$
- Volume ruisselé :  $37.104.10^3 = 3\ 850\ 000 \text{ m}^3$

Ce qui occasionnerait un débit de 45 m<sup>3</sup>/s, et une hauteur à l'échelle approximative de 5,00 m.

### Conclusion :

Les évaluations des débits semblent être bien en concordance avec ce qui a été observé sur les autres ouvrages routiers de cette étude.

Malheureusement, le manque de jaugeages en hautes eaux ne permet pas de garantir de façon absolue les hauteurs d'eau correspondantes, qui correspondent cependant à une submersion du pont au moins une fois tous les 10 ans.

### 7 - La PELE au P.K. 52,5 (route de MOBAYE) et PAPARA

Ce bassin a une superficie de 507 km<sup>2</sup> (mesurée sur la carte au 200 000ème). C'est un bassin de transition entre ceux que nous avons étudiés précédemment, situés dans la région d'ALINDAO et ceux tels que la MACHI et la GOMBELE qui font partie des hautes plateaux de MOBAYE au relief déjà tourmenté. Le bassin de pente moyenne dans la partie amont, devient faible en aval pour se transformer en plaine d'inondation au niveau de l'exutoire. Dans son ensemble, le réseau hydrographique est bordé d'une petite forêt galerie, le reste étant constitué par de la savane arbustive. La perméabilité est bonne.

Six jaugeages ont été réalisés :

H = 082 cm Q = 8,10 m<sup>3</sup>/s  
H = 150 Q = 14,6  
H = 189 Q = 18,6  
H = 176 Q = 15,6  
H = 227 Q = 28  
H = 267 Q = 69

Deux crues ont été observées. Grâce à des relevés minutés, nous avons pu reconstituer les hydrogrammes correspondants. Malheureusement, l'étude analytique de ces hydrogrammes est difficile à réaliser. En effet, le nombre restreint de pluviomètres (3) répartis sur le bassin ou à proximité immédiate, empêchent d'avoir une idée précise des averses moyennes. D'autre part, les crues correspondantes sont lentes et complexes, d'où l'impossibilité de déterminer un coefficient de ruissellement qui correspondrait quelque peu à la réalité.

#### Crue décennale

Pour le bassin de la Haute-PELE, nous avons trouvé un débit spécifique de 300 l/s.km<sup>2</sup> pour la crue décennale.

Le bassin de la MACHI, d'un complexe géomorphologique très différent (relief accentué d'où pentes fortes et crues rapides), nous donne un débit spécifique de l'ordre de 1 300 l/s.km<sup>2</sup>. Eu égard aux caractéristiques de ces bassins, nous adopterons un débit spécifique de l'ordre de 300 l/s.km<sup>2</sup> pour le grand bassin de la PELE, ce qui correspond à un débit de 150 m<sup>3</sup>/s.

D'après les autochtones, les plus hautes eaux se situeraient aux alentours de 3,20 m à l'échelle. Le pont étant alors immergé sous 20 cm d'eau. Cela correspondrait alors à un débit de 140 m<sup>3</sup>/s, ce qui confirmerait les chiffres de la crue décennale.

#### Crue centenaire

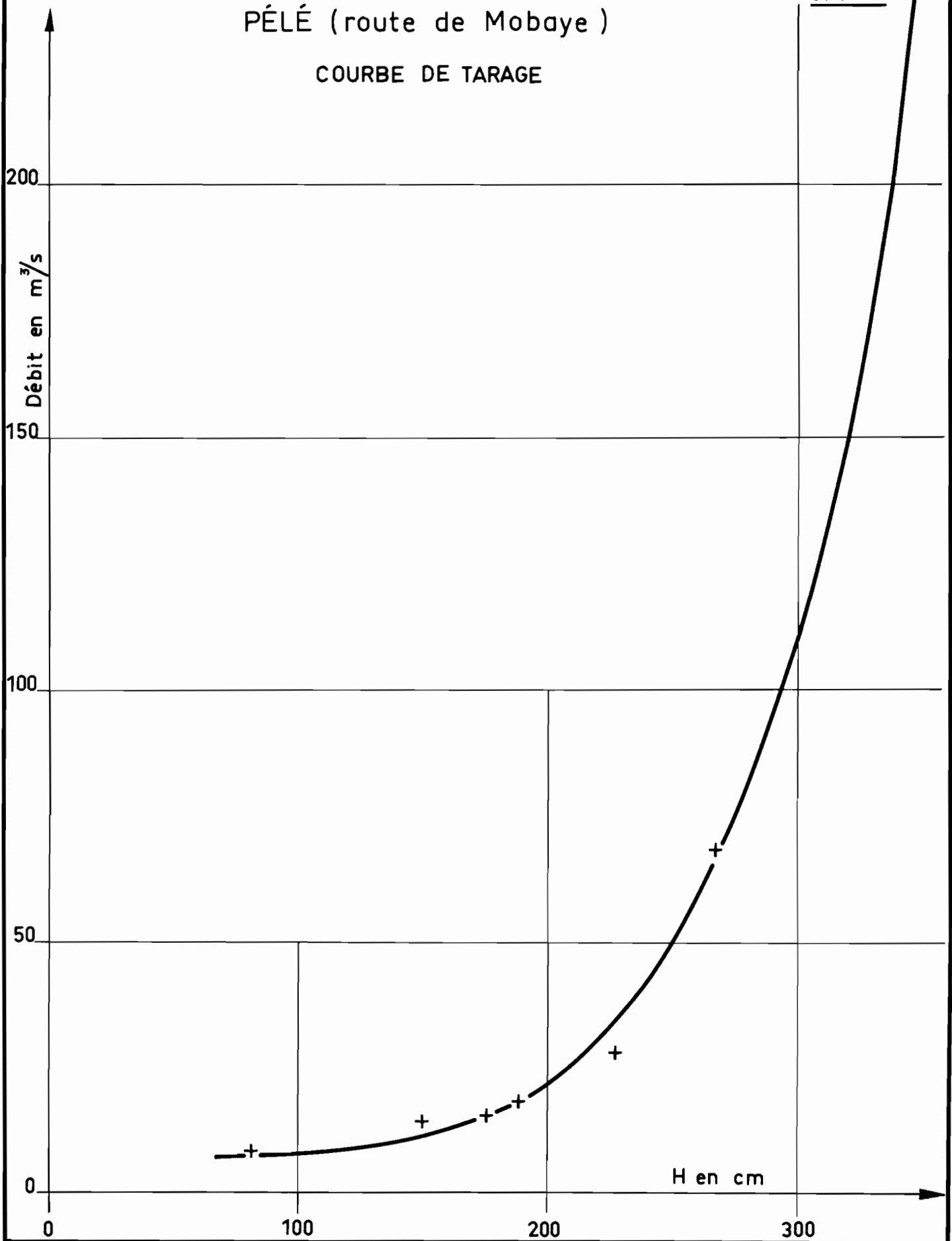
De la même manière, nous adopterons pour la crue centenaire un débit spécifique de l'ordre de 500 l/s.km<sup>2</sup>. Cela représenterait un débit de 250 m<sup>3</sup>/s, et la hauteur à l'échelle étant très approximativement de 3,5 m.

Lors des crues un peu importantes, la PELE envahit la plaine marécageuse qui la borde au niveau de l'exutoire constitué par le pont. La route qui traverse cette plaine sur une longueur de 300 m est alors inondée à partir de la cote 2,0 m. Cette zone d'inondation est bordée de l'autre côté par un petit cours d'eau, la PAPARA.

# PÉLÉ (route de Mobaye)

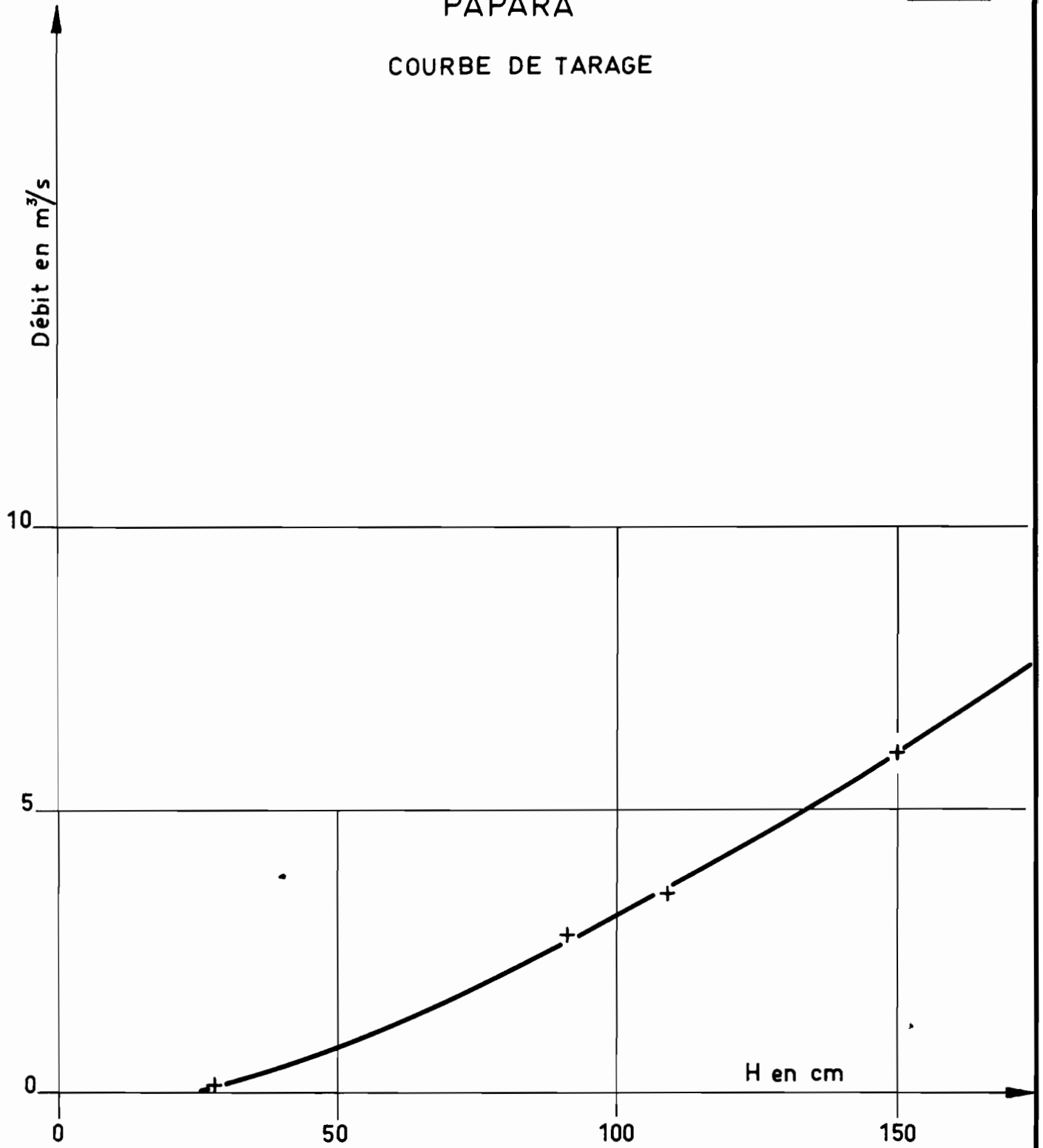
## COURBE DE TARAGE

Gr: 13



# PAPARA

## COURBE DE TARAGE





La PAPARA draine un petit bassin de 12 km<sup>2</sup> et de faible pente. En période de basses et moyennes eaux, il a été possible d'obtenir une courbe de tarage avec les jaugeages suivants :

- le 16 Juin : H = 027 cm Q = 0,15 m<sup>3</sup>/s
- le 21 Août : H = 109 Q = 3,53
- le 23 Août : H = 091 Q = 2,71
- le 14 Septembre : H = 150 Q = 6,00

Le dernier jaugeage est peu précis car, à partir de H = 130, la PAPARA commence à déborder de part et d'autre de son lit. Un écoulement se produit alors dans la plaine d'inondation qui borde également la PELE et il est impossible de discerner les écoulements respectifs de la PELE et de la PAPARA.

#### Crue décennale et centenaire

Au prime abord et vu les autres valeurs des débits spécifiques, nous pouvons adopter un débit spécifique de l'ordre de 500 l/s.km<sup>2</sup> pour le bassin de la PAPARA. La crue décennale, pour la PAPARA seule, serait de l'ordre de 6 m<sup>3</sup>/s. Mais au moment des hautes eaux, toute la plaine étant inondée d'un pont à l'autre, les crues de la PAPARA se confondent avec celle de la PELE, la plaine d'inondation étant submergée de la PELE à la PAPARA, les eaux de la PELE se déversant dans la PAPARA, comme l'indique les relevés simultanés aux 2 stations :

PAPARA	PELE
H = 150	H = 227
H = 170	H = 267

#### 8 - La MACHI au P.K. 51,5 (route de MOBAYE)

La station hydrométrique de la MACHI (Ponts de la route de MOBAYE) contrôle un bassin d'une superficie de 370 km<sup>2</sup> (mesurée sur la carte au 1/200 000 ème). Le relief est bien marqué sur l'ensemble du bassin, avec des pentes fortes sur le pourtour, surtout dans la partie Sud ; à l'aval, le lit de la MACHI longe une zone marécageuse longue de 2 km et large de 500 m que traverse la route au niveau de l'exutoire constitué par deux ponts. La route est en remblais, faisant office de digue. La perméabilité est bonne. La végétation est constituée par de la savane (Impérata). Une très petite forêt galerie longe les cours d'eau.

Cinq jaugeages ont été exécutés au niveau des deux ponts :

- le 18 Août	:	H = 300 cm	Q = 33,10 m <sup>3</sup> /s
- le 22 Août	:	H = 240	Q = 13,40
- le 23 Août	:	H = 226	Q = 12,30
- le 14 Septembre	:	H = 365	Q = 118
- le 13 Novembre	:	H = 188	Q = 8,76

De même que pour les cours d'eau précédents, une crue importante a été observée le 14 Septembre, le lendemain de l'importante averse qui a intéressé toute la région. Nous avons également pu reconstituer l'hydrogramme de cette crue grâce à des relevés minutés. Le débit maximal de cette crue a été de 360 m<sup>3</sup>/s.

Trois pluviomètres, installés sur le bassin, nous apportent quelques indications quant à l'importance de l'averse:

- 90,2 mm à KOTOGBO (PAPARA)
- 40,0 mm à BIMBA (GOMBELE)
- 53,5 mm à LIHOU I (PELE route de BANGASSOU).

Il n'était pas question de tracer des isohyètes avec si peu de points d'observation. Aussi, en considérant la plus forte pluviométrie, celle observée à KOTOGBO, village situé à 1 km de l'exutoire de la MACHI et en adoptant un coefficient d'abattement de 0,60 pour un bassin de cette superficie (370 km<sup>2</sup>), on obtient une pluie moyenne de 54 mm environ, d'où un volume précipité de  $370 \times 54 \times 10^3 = 20 \times 10^6 \text{ m}^3$ . L'hydrogramme correspondant à cette averse enregistre un volume ruisselé de 7 300 000 m<sup>3</sup>, ce qui donne un coefficient de ruissellement de l'ordre de 36 %.

Ce coefficient est nettement plus fort que ceux obtenus sur les bassins précédemment étudiés ; cela tient simplement au fait que nous approchons de la région de MOBAYE où le relief est bien marqué. Nous pensons adopter une valeur légèrement supérieure, de l'ordre de 40 % pour la crue décennale et 55 % pour la crue centenaire.

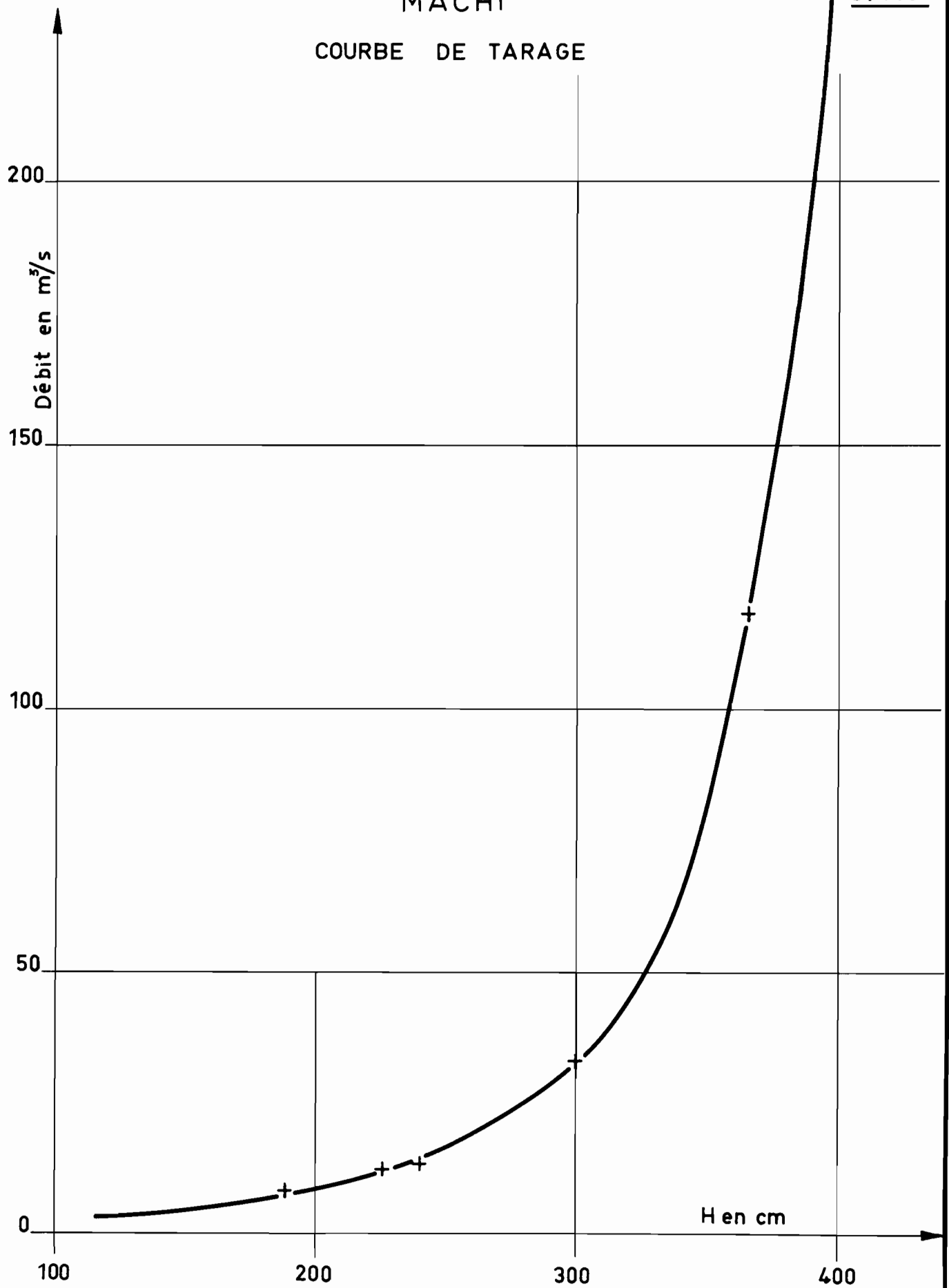
#### Crue décennale

Nous avons vu que pour la MACHI, il fallait adopter une valeur de 110 mm pour une averse décennale. Avec un coefficient d'abattement de 0,60, nous obtenons :

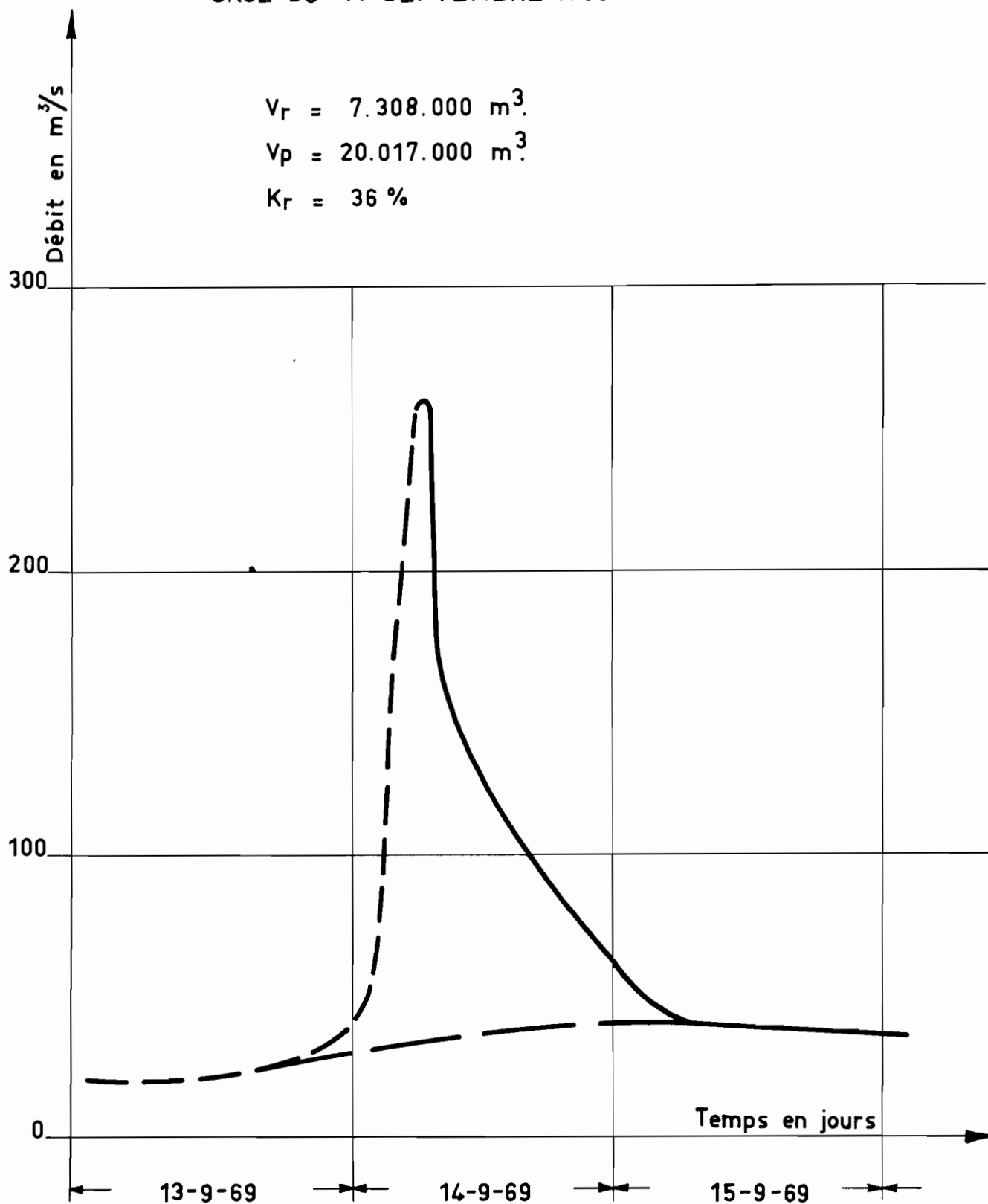
MACHI

Gr:15

COURBE DE TARAGE



CRUE DU 14 SEPTEMBRE 1969



- Pluie moyenne :  $110 \times 0,60 = 66 \text{ mm}$
- lame d'eau ruisselée :  $66 \times 0,40 = 26,4 \text{ mm}$
- Volume ruisselé :  $26,4 \times 370 \times 10^3 = 9\,750\,000 \text{ m}^3$ .

Si l'on considère qu'un volume ruisselé de  $7\,308\,000 \text{ m}^3$  fournit un débit maximal de  $360 \text{ m}^3/\text{s}$ , la crue décennale occasionnerait un débit de l'ordre de  $480 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $1\,300 \text{ l/s.km}^2$ ), ce qui correspondrait à une hauteur de  $4,3 \text{ m}$  à l'échelle.

#### Crue centenaire

Une averse centenaire est de l'ordre de  $145 \text{ mm}$ . Nous avons alors :

- Pluie moyenne :  $145 \times 0,60 = 87,0 \text{ mm}$
- lame d'eau ruisselée :  $87 \times 0,55 = 47,8 \text{ mm}$
- Volume ruisselé :  $47,8 \times 370 \times 10^3 = 10\,770\,000 \text{ m}^3$

Le débit sera alors estimé à  $870 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce qui correspond à une hauteur de  $4,5 \text{ m}$  à l'échelle ( $2\,350 \text{ l/s.km}^2$ ).

Conclusion : La crue du 14 Septembre peut paraître faible eu égard aux évaluations des crues décennale ou centenaire.

Il convient quand même de se souvenir que, deux fois en 20 ans, les ponts de la MACHI, à cet endroit, ont été emportés par les eaux (renseignement fourni par le Chef d'Usine UCCA à ALINDAO). D'autre part, à partir de  $3,25 \text{ m}$  à l'échelle, des débordements se produisent sur la route. Pour  $3,65 \text{ m}$  à l'échelle les débordements s'étendraient sur près de  $200 \text{ m}$ , leur débit étant alors de  $35 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $118 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le débit total ponts et débordements). Ceci entraîne la quasi-impossibilité d'obtenir un renseignement auprès des autochtones qui puisse être transformé, d'une façon précise, en débit, l'importance des débordements augmentant considérablement avec la cote à l'échelle. Néanmoins, nous avons pu constater que les déterminations, en hauteurs d'eau, correspondraient à peu près aux renseignements locaux. Ces hauteurs ne pourraient être absolument pas garanties si le débouché des ponts et surtout le profil en long de la route venaient à être modifiés.

#### 9 - La GUMBELLE au P.K. 42,3 (route de MOBAYE)

Ce bassin de  $30 \text{ km}^2$  fait partie du bassin de la MACHI. Il est situé sur le versant Ouest de ce dernier.

Au fur et à mesure que nous nous rapprochons de MOBAYE, le relief s'accroît, les pentes deviennent plus fortes. Parfois les cours d'eau suivent des vallées encaissées. Le bassin de la GUMBELLE possède ces caractéristiques. Il n'existe pratiquement qu'une végétation herbacée. Certains endroits

sont utilisés comme pâturages. Les crues seront violentes et de courte durée. A la station hydrométrique, trois ponts franchissent la route. Le lit majeur passant sous le plus grand, les deux autres ne voient l'eau qu'en cas de grosses crues.

Cinq jaugeages ont été exécutés :

- le 19 Août : H = 059 cm Q = 0,72 m<sup>3</sup>/s
- le 14 Septembre : H = 080 Q = 1,43
- le 23 Septembre : H = 189 Q = 14,2
- le 1er Octobre : H = 145 Q = 5,28
- le 1er Octobre : H = 118 Q = 3,87

Parmi les crues observées, nous en présentons deux qui sont les plus caractéristiques du bassin. Les autres hydrogrammes laissent apparaître une hétérogénéité dans les précipitations qui rendent impossible une analyse correcte du bassin tout entier. (Le pluviomètre était placé au village de BIMBA).

#### Crue du 25 Septembre

Le pluviomètre a enregistré ce jour-là une averse de 47,5 mm ; en admettant un coefficient d'abattement de 0,95 pour un bassin de cette superficie, nous avons une pluie moyenne de 45 mm. L'hydrogramme nous donne un volume ruisselé de 509 000 m<sup>3</sup>. Le volume précipité est de  $45.30.10^3 = 1\ 350\ 000\ m^3$ . Nous obtenons ainsi un coefficient de ruissellement de l'ordre de 38 %.

#### Crue du 27 Septembre

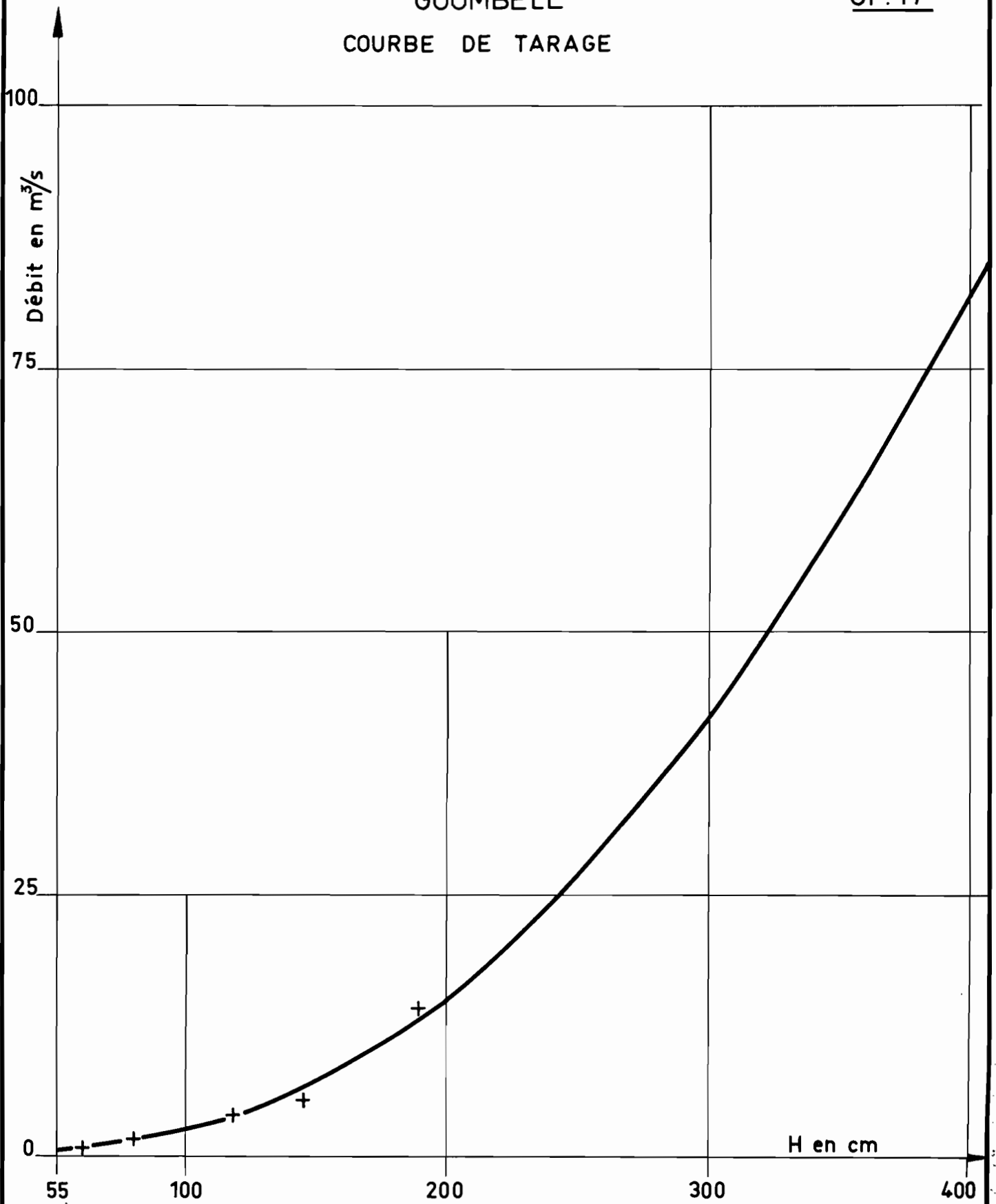
La pluie enregistrée de 30,1 mm nous donne une pluie moyenne de 28,5 mm. L'hydrogramme montre un volume ruisselé de 188 000 m<sup>3</sup> pour un volume précipité de  $28,5.30.10^3 = 850\ 000\ m^3$ , d'où un coefficient de ruissellement de 22 %.

L'étude statistique des précipitations nous donne une valeur de 130 mm pour une averse décennale et 175 mm pour une averse centenaire. Mais il faut alors considérer un coefficient de ruissellement plus fort, de l'ordre de 80 % pour la crue décennale et de 85 % pour la crue centenaire. Le relief bien marqué de la région justifie ces valeurs, qui sont en corrélation avec la hauteur des averses moyennes.

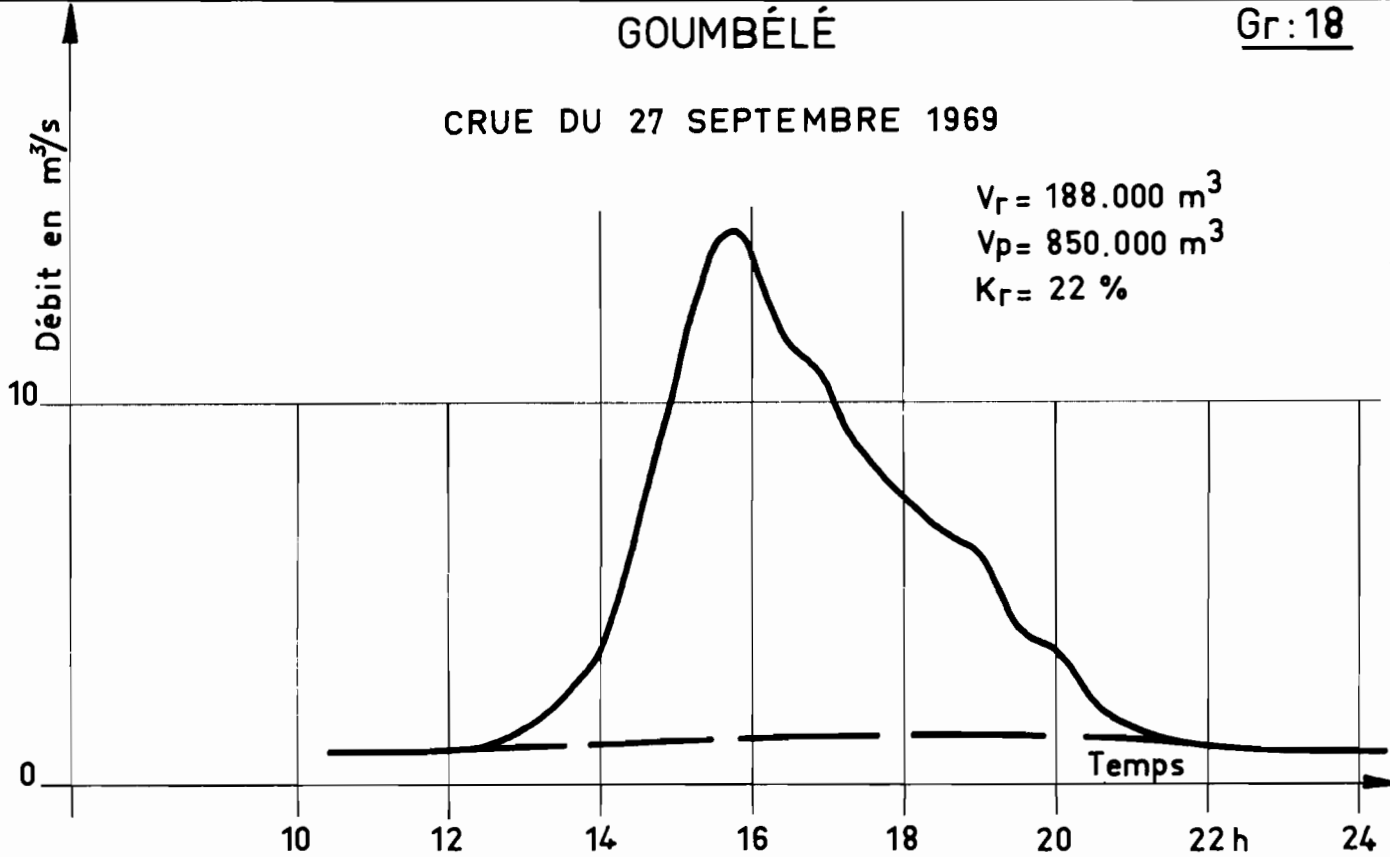
#### Crue décennale

Une averse décennale sur les hauts plateaux de MOBAYE est de l'ordre de 130 mm, ce qui nous donne, après abattement, une pluie moyenne de 78 mm. Le bassin ayant 30 km<sup>2</sup>, nous avons :

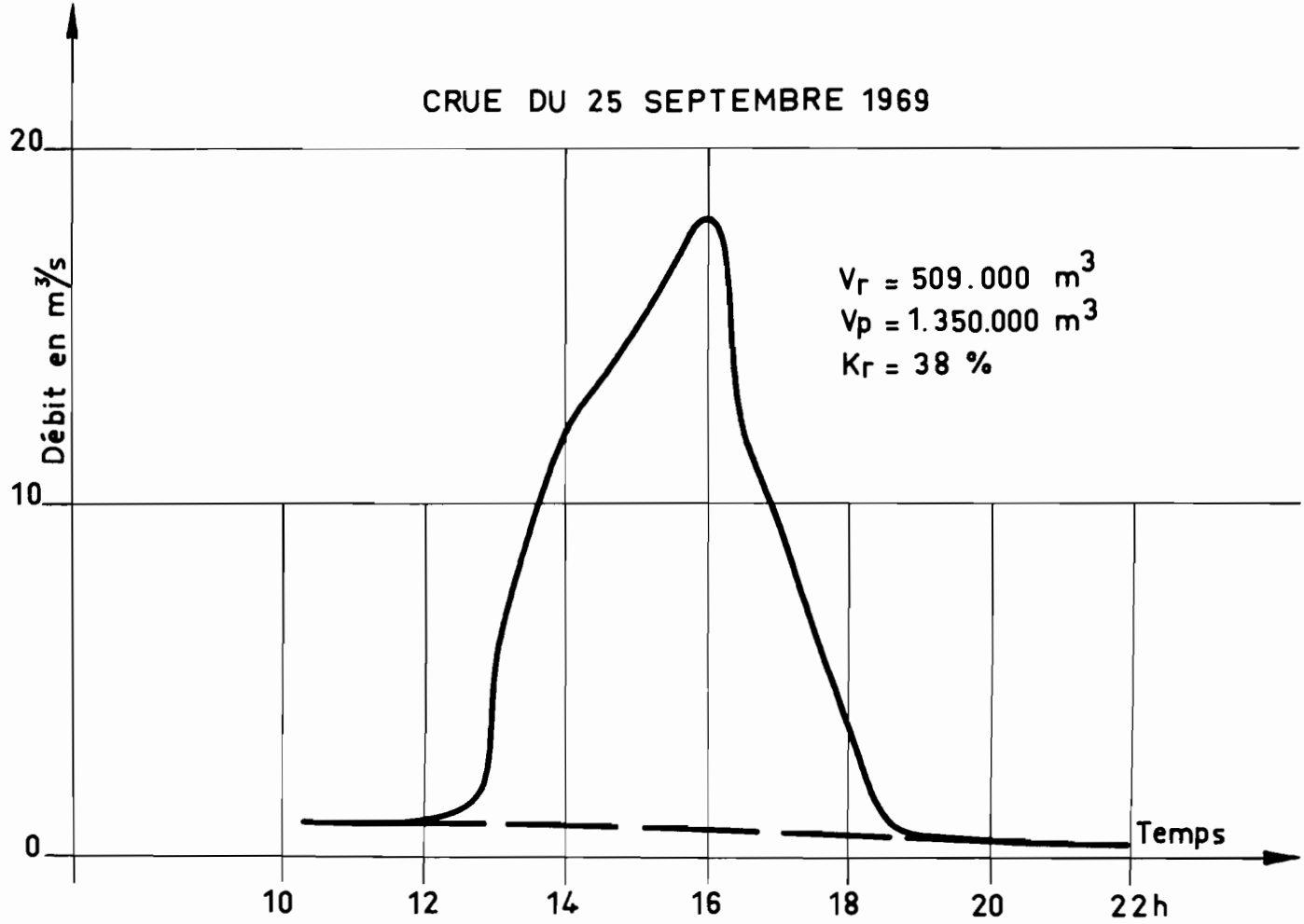
COURBE DE TARAGE



CRUE DU 27 SEPTEMBRE 1969



CRUE DU 25 SEPTEMBRE 1969





- lame d'eau ruisselée :  $78.0,80 = 62,5$  mm
- Volume ruisselé :  $62,5.30.10^3 = 1\ 870\ 000$  m<sup>3</sup>

En nous référant à la crue du 25 Septembre, pour laquelle un volume ruisselé de 509 000 m<sup>3</sup> a occasionné un débit de 18 m<sup>3</sup>/s, la crue décennale sera estimée à 66 m<sup>3</sup>/s (2 200 l/s.km<sup>2</sup>), ce qui correspond à 3,7 m à l'échelle.

#### Crue centenaire

Une averse centenaire sur le bassin de la GOMBELE est de l'ordre de 175 mm. Nous avons alors :

- Pluie moyenne :  $175 \times 0,60 = 105$  mm
- lame d'eau ruisselée :  $105.0,90 = 95$  mm
- Volume ruisselé :  $95.30.10^3 = 28,5.10^6$  m<sup>3</sup>/s

Ce volume ruisselé correspond à un débit de 100 m<sup>3</sup>/s (3 300 l/s.km<sup>2</sup>) et à 4,4 m à l'échelle.

#### 10 - La QUANZELE au P.K. 37,8 (Route de MOBAYE)

Ce petit bassin de 5,3 km<sup>2</sup> possède une ligne commune avec le bassin de la GOMBELE. Très encaissé, ce bassin a une pente forte et les eaux en ruisselant ont provoqué une importante érosion au niveau du lit, laissant apparaître par endroit de véritables falaises, notamment près du pont qui sert d'exutoire à ce bassin. La végétation est exclusivement de la savane. La perméabilité est bonne.

Les crues étant très rapides, avec un temps de réponse très court, il n'a pas été possible de faire des jaugeages en hautes eaux. Seul un jaugeage du débit de base a pu être réalisé :

$$H = 016 \text{ cm} \quad Q = 0,102 \text{ m}^3/\text{s}$$

(En hautes eaux, l'extrême turbulence de l'eau rend impossible l'utilisation du moulinet hydrométrique).

Néanmoins, en nous référant au bassin de la GOMBELE, qui possède les mêmes caractéristiques (à la superficie près), nous adopterons pour la crue décennale, un débit spécifique de 4 000 l/s.km<sup>2</sup>, ce qui représente un débit de 21 m<sup>3</sup>/s et une hauteur à l'échelle de 2,5 m (ce qui correspondrait aux plus hautes eaux connues).

De même, en adoptant un débit spécifique de 6 000 l/s.Km<sup>2</sup> pour la crue centenaire, nous aurons un débit de 30 m<sup>3</sup>/s et une hauteur d'environ 4 mètres.

### CONCLUSION GENERALE

Nous achèverons ce rapport en insistant sur le fait que les évaluations de débits et hauteurs de crue s'appliquent aux emplacements des ouvrages routiers actuels.

Si pour le franchissement de certains cours d'eau le nouvel axe routier s'éloignait franchement du tracé actuel, les débits à prendre en considération pourraient être sensiblement modifiés sous l'influence des plaines d'inondation. Cet effet ne devra donc pas être négligé.

De même, des précautions devront être prises pour que le débouché des ouvrages et le profil en long du nouvel axe routier ne tendent pas à accroître mais plutôt à diminuer légèrement le niveau des crues, notamment dans les zones de débordement.