

Office de la Recherche Scientifique  
et Technique Outre-Mer

Société d'ÉNERGIE de MADAGASCAR

Centre O.R.S.T.O.M. de TANANARIVE

# BASSINS VERSANTS EXPÉRIMENTAUX DE L'ANKABOKA

par

M. ALDEGHERI

G. OBERLIN

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
et TECHNIQUE OUTRE-MER

Centre O.R.S.T.O.M. de TANANARIVE

SOCIETE d'ENERGIE de MADAGASCAR

BASSINS VERSANTS EXPERIMENTAUX  
de L'ANKABOKA

par

M. ALDEGHERI

G. OBERLIN



D8  
ALD

18 AOUT 1970

1965

9905

## S O M M A I R E

	Page
Liste des graphiques, tableaux, annexes	
Notations employées	
Introduction	1
<u>CHAPITRE I - Données géographiques</u>	2
1. Situation et description	2
2. Réseau hydrographique	3
3. Relief	4
4. Aperçu géologique et pédologique	4
5. Végétation	9
<u>CHAPITRE II - Pluviométrie</u>	11
1. Mesures	11
2. Totaux annuels	11
3. Totaux mensuels	12
4. Pluies journalières	13
5. Hyétogrammes	14
6. Coefficient d'abattement pour une averse	14
7. Répartition des totaux journaliers à la station voisine de MAEVATANANA	15
7.1. Choix de la station	15
7.2. Ajustement graphique d'une loi de GUMBEL aux valeurs annuelles maximales	15
7.3. Ajustement graphique d'une loi de GALTON à l'ensemble des totaux journaliers	16
7.4. Conclusions	17
<u>CHAPITRE III - Débits</u>	18
1. Mesures	18
1.1. Généralités	18
1.2. Détarages et limnigrammes défectueux	19
2. Débits moyens journaliers	19
3. Débits moyens mensuels	20
4. Débits moyens annuels et modules	21

	Page
<u>CHAPITRE IV - Ecoulement des averses</u>	22
1. Ecoulement global	22
2. Ruissellement pur	23
2.1. Coefficient de ruissellement	23
2.2. Hydrogrammes de ruissellement	23
2.2.1. Généralités	23
2.2.2. B.V. Amont, hydrogrammes A1 et A2	24
2.2.3. B.V. total, hydrogrammes T1 et T2	26
3. Ruissellement hypodermique	27
4. Débit de base	28
5. Commentaires sur quelques ensembles averse-crue - Reconstitution de crues	28
5.1. Averse-crue n° 8 du 11/1/60	28
5.2. " " n° 18 du 27/1/60 avec reconstitution amont	29
5.3. " " n° 27 du 24/2/60 " " "	29
5.4. " " n° 29 du 3/3/60 " " "	30
	et aval
5.5. " " n° 43 du 30/12/60 avec reconstitution amont	30
5.6. " " n° 48 du 7/1/61 " " aval	30
5.7. " " n° 53 du 25/1/61 " " "	30
5.8. " " n° 67 du 16/3/61 " " amont	31
5.9. " " n° 78 du 17/4/61 " " amont	31
	et aval
5.10. " " n° 100 du 11/1/62	31
5.11. " " n° 107 du 25/1/62	31
6. Crue issue d'une averse décennale	32
<u>CHAPITRE V - Influence de la saturation sur l'écoulement</u>	35
1. Indice d'humidité $I_H$	35
2. Précipitation -- limite d'écoulement	37
Conclusion	38

## LISTE des GRAPHIQUES

- N° G1 - Carte de situation
- G2 - Profil en long de l'ANKABOKA
- G3 - Carte schématique des sols
- G4 - Carte du bassin versant
- G5 - Hyétogrammes-types des averses
- G6 - Coefficients d'abattement Bassin versant amont
- G7 - Coefficients d'abattement Bassin versant total
- G8 - Distribution de GUMBEL pour les maximums annuels de pluie en 24 h à MAEVATANANA
- G9 - Distribution de GALTON pour les pluies en 24 h à MAEVATANANA
- G10 - Courbe d'étalonnage amont
- G10a - Section amont
- G11 - Courbe d'étalonnage aval
- G11a - Section aval
- G12 - Réajustement d'un limnigramme défectueux
- G13 - Variation de "K<sub>PT</sub> moyen" au cours des trois saisons de mesures
- G14 - Lame ruisselée en fonction de la pluie moyenne sur le bassin versant amont
- G15 - " " " " " " " " sur le bassin versant total
- G16 - Hydrogramme-type A<sub>1</sub> : ruissellement faible amont
- G17 - " " " A<sub>2</sub> : " moyen et fort amont
- G18 - " " " T<sub>1</sub> : " faible et moyen aval
- G19 - " " " T<sub>2</sub> : " fort aval
- G20 - Volume hypodermique en fonction de la pluie moyenne à l'amont
- G21 - " " " " " " " " aval
- G22 - ( $Q_{max} - Q_r max$ ) en fonction de la durée du ruissellement pur à l'amont
- G23 - ( $Q_{max} - Q_r max$ ) en fonction de la durée du ruissellement pur à l'aval
- G24 - Averse-crue n° 8 du 11/1/60
- G25 - " " n°18 du 27/1/60
- G26 - " " n°27 du 24/2/60
- G27 - " " n°29 du 3/3/60
- G28 - " " n°43 du 30/12/60
- G29 - " " n°48 du 7/1/61
- G30 - " " n°53 du 25/1/61
- G31 - " " n°67 du 16/3/61
- G32 - " " n°78 du 17/4/61
- G33 - " " n°100 du 11/1/62
- G34 - " " n°107 du 25/1/62
- G35 - Calcul de l'indice d'humidité sur le bassin versant
- G36 - Corrélation  $P_{unnr}(t_u) - I_H$  pour des averses-crues arrivant sur sol très sec
- G37 - Courbes précipitation-limite d'écoulement

LISTE des TABLEAUX

- N° T<sub>1</sub> - Ajustement d'une loi de GALTON aux pluies journalières de MAEVATANANA  
T<sub>2</sub> - Barème aval  
T<sub>3</sub> - Barème amont valable avant Mars 1960  
T<sub>4</sub> - " " " après Novembre 1960  
T<sub>5</sub> - Débits moyens journaliers amont en 1959-60  
T<sub>6</sub> - " " " " en 1960-61  
T<sub>7</sub> - " " " " en 1961-62  
T<sub>8</sub> - " " " aval en 1959-60  
T<sub>9</sub> - " " " " en 1960-61  
T<sub>10</sub> - " " " " en 1961-62  
T XIX a,b,c, - Caractéristiques des crues Amont  $> 5 \text{ m}^3/\text{s}$   
T XX a,b,c, - " " " Aval  $> 5 \text{ m}^3/\text{s}$

I - Pluies journalières sur l'ANKABOKA

II - Pluies mensuelles et annuelles sur l'ANKABOKA

NOTATIONS EMPLOYEES

<u>Symbole</u>		<u>Unité</u>
$C_o$	- Capacité d'absorption	mm/h
$F(x)$	- Fréquence de non-dépassement de la variable x	
$F_1(x)$	- Fréquence de dépassement de la variable x	
$\varphi[\varphi_1]$	- Fréquence tronquée de non dépassement	
$H_r$	- Lamé d'eau ruisselée (ruissellement pur)	mm
$H$	- Lamé d'eau écoulée (écoulement global)	mm
$I$	- Intensité de la pluie	mm/h
$I_{Max}$	- Intensité ponctuelle maximale	mm/h
$I_H$	- Indice d'humidité	mm
$I_m$	- Intensité moyenne utile = $\frac{P_u}{t_u}$	mm/h
$K$	- Coefficient d'abattement $\frac{P_m}{P_{Max}}$	
$K_m$	- Coefficient d'abattement moyen	
$K_h$	- Coefficient de ruissellement hypodermique $\frac{V_h}{S.P_m}$	
$K_{hu}$	- Coefficient de ruissellement hypodermique utile $\frac{V_h}{S.P_u}$	
$K_r$	- Coefficient de ruissellement pur $\frac{H_r}{P_m}$	
$K_{ru}$	- Coefficient de ruissellement pur utile $\frac{H_r}{P_u}$	
$V_{RT}$	- Coefficient de ruissellement total $\frac{V_r + V_h}{P_m}$	
$P_m (P_{mA})$	- Pluie moyenne sur le B.V. total (amont)	mm
$P_{Max}$	- Pluie ponctuelle maximale	mm
$P_{min}$	- Pluie ponctuelle minimale	mm
$P_p$	- Pluie préliminaire	mm
$P_u$	- Pluie utile	mm

$P_n$	- Pluie nette ou excédentaire	mm
$P_a$	- Pluie antérieure	mm
$P_{\text{déc}}$	- Pluie ponctuelle en 24 h de fréquence décennale	mm
$P_i$	- Pluie ponctuelle tombée au pluviomètre i	mm
$Q_m$	- Débit moyen	$m^3/s$
$Q_r$	- Débit de ruissellement pur	$m^3/s$
$Q_{\text{Max}}$ ou $Q_M$	- Débit maximal	$m^3/s$
$Q_r \text{ Max}$	- Débit de ruissellement pur maximal	$m^3/s$
$q$	- Débit spécifique	$l/s.km^2$
$\frac{Q_r \text{ Max}}{H_r}$	- Coefficient de forme de l'hydrogramme de ruissellement pur	$m^3/s/mm$
$t_u$	- Durée de la pluie utile	h et mn
$t_m$	- Temps de montée de l'hydrogramme de ruissellement pur	h et mn
$t_p$	- Temps de réponse de l'hydrogramme	h et mn
$t_b$	- Temps de base = durée du ruissellement pur	h et mn
$V_r$	- Volume de ruissellement pur	$m^3$
$V_h$	- Volume de ruissellement hypodermique	$m^3$
$V_{RT}$	- Volume de ruissellement total ( $V_r + V_h$ )	$m^3$
$V_b$	- Volume écoulé par le débit de base	$m^3$



Dans le cadre de la Convention BETSIBOKA-IKOPA, il était prévu l'installation et l'exploitation d'un petit bassin versant expérimental, en vue de l'étude des facteurs conditionnels du ruissellement.

A l'origine, ce bassin devait se trouver sur la moyenne IKOPA, puis finalement, on a choisi la région de MAEVATANANA, où l'érosion est très active et qui est bien représentative de la zone climatique dite "Versant Nord-Ouest".

Deux petits bassins, situés en bordure de la R.N.4 TANANARIVE-MAJUNGA, ont été étudiés de 1959 à 1962.

Les installations sur le terrain ont été réalisées par M. ALDECHERI et par A. SERRANO, agent technique hydrologue de l'ORSTOM, qui a effectué les mesures de débit et contrôlé les relevés pluviométriques en 1959-1960 et 1960-1961.

Le présent rapport expose les résultats obtenus pendant ces deux campagnes.

## C H A P I T R E I

### DONNEES GEOGRAPHIQUES

#### 1. SITUATION et DESCRIPTION (Voir carte Gr.1) -

Les bassins versants de l'ANKABOKA sont situés en bordure de la R.N.4, au km 370 à partir de TANANARIVE, près du village d'AMBODIMANGA et non loin du lieu-dit "AMBODIROKA" (MAHATSINJO, sur la carte au 1/100 000<sup>e</sup>) où était placé le camp de base de la Mission Hydrologique de l'IKOPA-BETSIBOKA.

L'ensemble comporte un grand bassin dit "Bassin versant Aval ou Total", englobant un petit bassin dit "bassin Amont".

La cartographie du bassin repose sur la carte au 1/100 000<sup>e</sup> (feuille n° N 42 MAEVATANANA) et sur des photographies aériennes du Service Géographique de MADAGASCAR au 1/40 000<sup>e</sup>. Un agrandissement au 1/10 000<sup>e</sup> a été tiré de ces photographies.

Les surfaces sont les suivantes :

S Amont	:	1,64 km <sup>2</sup>
S Total	:	4,08 km <sup>2</sup>

Les coefficients de compacité sont :

K <sub>C</sub> Amont	:	1,34
K <sub>C</sub> Aval	:	1,33

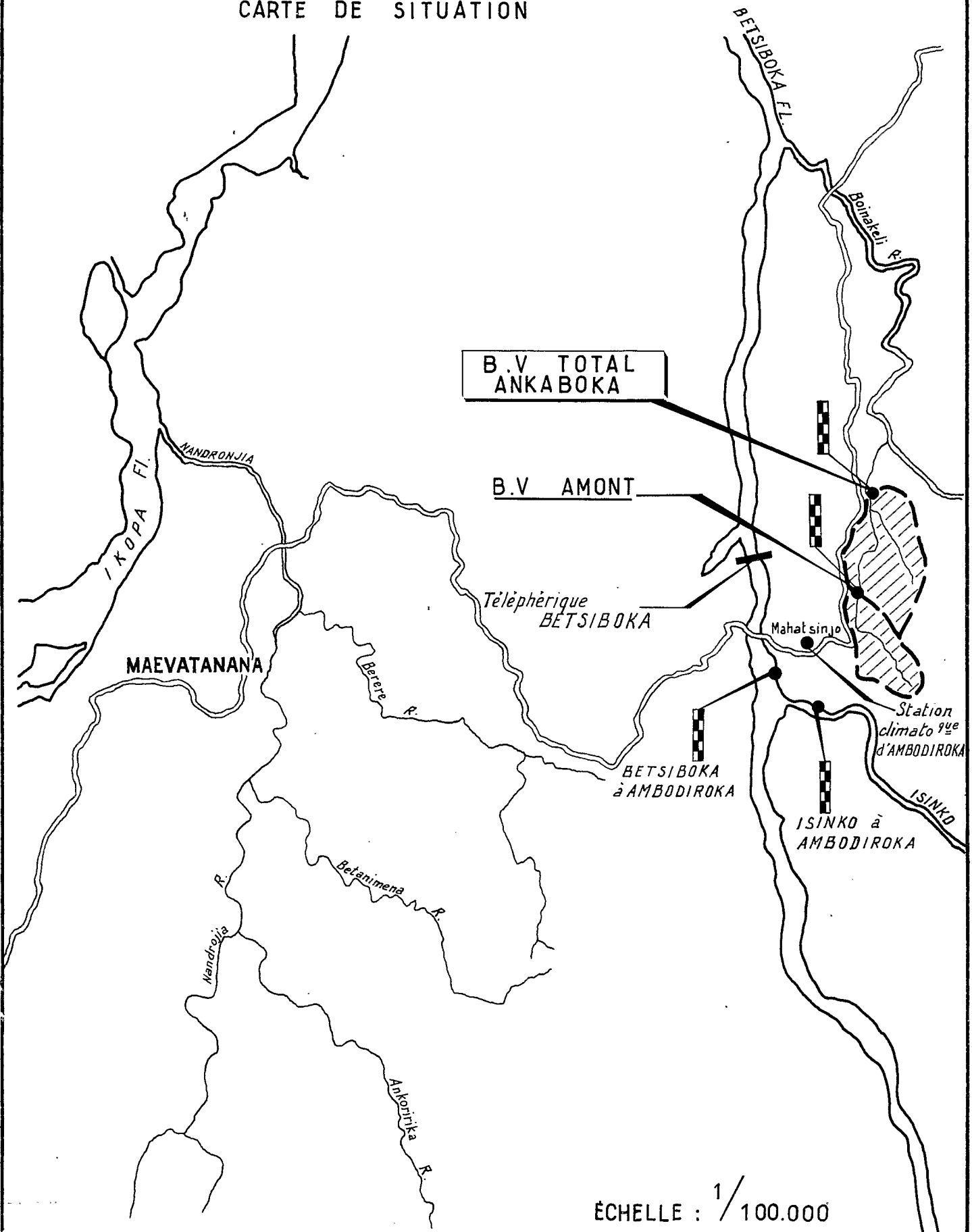
et les dimensions du rectangle équivalent :

Amont	L :	2,32 km
	l :	0,705 km
Aval	L :	3,65 km
	l :	1,12 km

# BASSIN VERSANT DE L'ANKABOKA

Gr: 1

## CARTE DE SITUATION



ÉCHELLE : 1/100.000

ORSTOM

Ao

DATE:

DESSINÉ:

MAD. 171.207

Le bassin est de forme générale allongée, le grand axe ayant une orientation Sud-Nord.

Le "centre de gravité" du bassin a pour coordonnées :

49 G 597 E

18 G 810 S

La station météorologique la plus proche est celle de MAEVATANANA (49 G 437 Est et 18 G 843 Sud).

## 2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE -

L'ANKABOKA est un sous-affluent de la BETSIBOKA par la BOINAKELY.

L'examen de la carte montre une très grande dissymétrie dans le tracé du réseau hydrographique.

A 1 km environ, avant d'atteindre le déversoir amont, l'ANKABOKA se rapproche très près de la limite Ouest des bassins et son cours reste ensuite parallèle à cette limite jusqu'au déversoir aval. En l'absence de la route nationale n° 4, un phénomène de capture de l'ANKABOKA par un petit affluent de la BETSIBOKA aurait été possible, à l'endroit où l'ANKABOKA amorçe le grand méandre près du pluviomètre n° 12 (noté par J. VIEILLIFON sur la carte pédologique).

Le réseau hydrographique est bien dessiné mais, du fait de la dissymétrie constatée plus haut, les affluents les plus importants se situent tous en rive droite.

La longueur totale de l'ANKABOKA, du déversoir aval à la source, est voisine de 6,5 km.

Le profil en long de la branche principale est donné sur le graphique G.2.

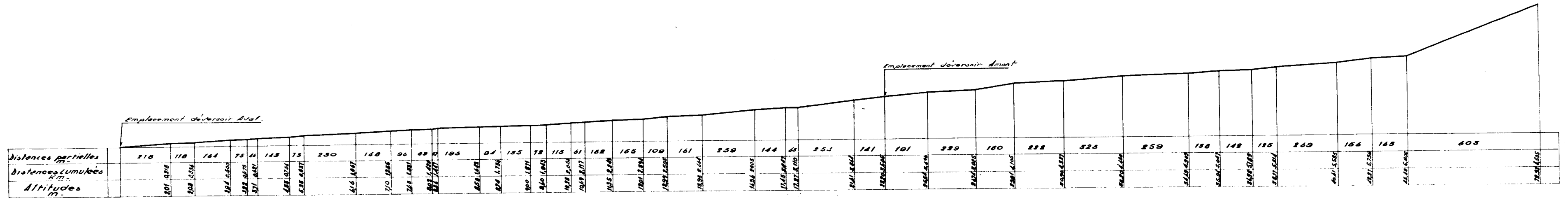
La pente moyenne, de l'ordre de 7 m par km, est assez faible pour une rivière ayant un bassin versant aussi peu étendu.

# BASSIN VERSANT de l'ANKABOKA

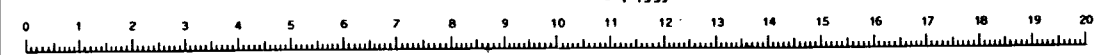
profil en long

62

Echelles : longueurs : 1 cm : 100 m.  
Altitudes : 1 cm : 10 m.



Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLIJDCCGQUVWMNSZXKY  
 zsaecmuvnwxfkhdppqgyjt 7142385690  
 Pour A2A 3A4: ABERPFTHLIJDCCGQUVWMNSZXKY  
 zsaecmuvnwxfkhdppqgyjt 7142385690



### 3. RELIEF -

L'altitude maximale du bassin est d'environ 250 m à l'extrémité Sud et Sud-Est du bassin. L'altitude moyenne se situe aux alentours de 200 m.

Le relief est assez faiblement ondulé dans son ensemble et constitué par des collines aux formes arrondies ou légèrement aplanies dominant des vallées à fonds plats.

Les pentes des versants sont toujours relativement fortes.

Par contre, comme le montre le profil en long, la pente moyenne dans le sens Sud-Nord est modérée.

Dans la partie amont du bassin, on note deux ou trois "lavakas" assez peu actifs.

### 4. APERÇU GEOLOGIQUE et PEDOLOGIQUE -

D'après la carte au 1/200 000<sup>e</sup> levée par G. GUYONNAUD, le substratum du bassin est entièrement constitué par des migmatites.

Une faille probable a été dessinée sur cette carte. Elle correspond grossièrement à la limite entre les bassins amont et aval.

La reconnaissance pédologique a été effectuée par J. VIEILLEFON, pédologue du Centre ORSTOM de TANANARIVE. Nous donnons ci-dessous son rapport, ainsi que la carte schématique des sols (G.3).

"Les sols du bassin versant d'AMBODIROKA" - par J. VIEILLEFON.

#### Aperçu de la pedogénèse :

Le climat de la région est assez favorable à la latéritisation (ou ferrallitisation), néanmoins les sols ne sont que moyennement profonds. Il est vrai que l'érosion en nappe a tronqué les profils. Toujours est-il que l'on ne rencontre les éléments latéritiques que dans la tranche supérieure du sol (60 à 80 cm).

On peut conclure que ces sols sont faiblement ferrallitiques ( $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  de 1,8 à 2).

DES SOLS

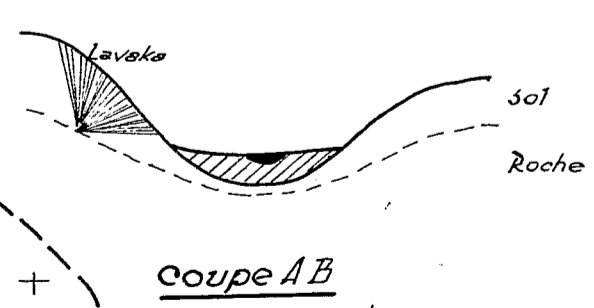
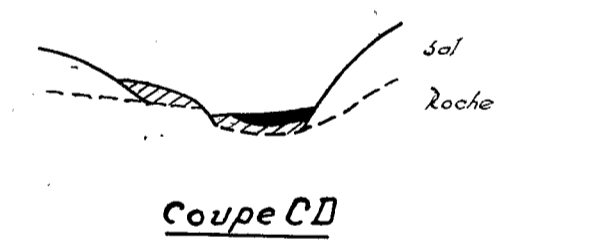
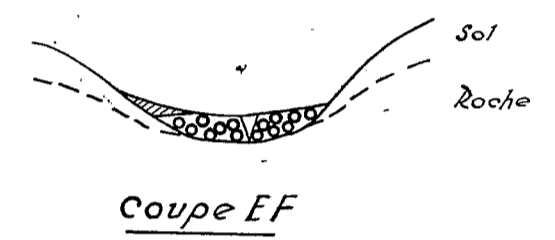
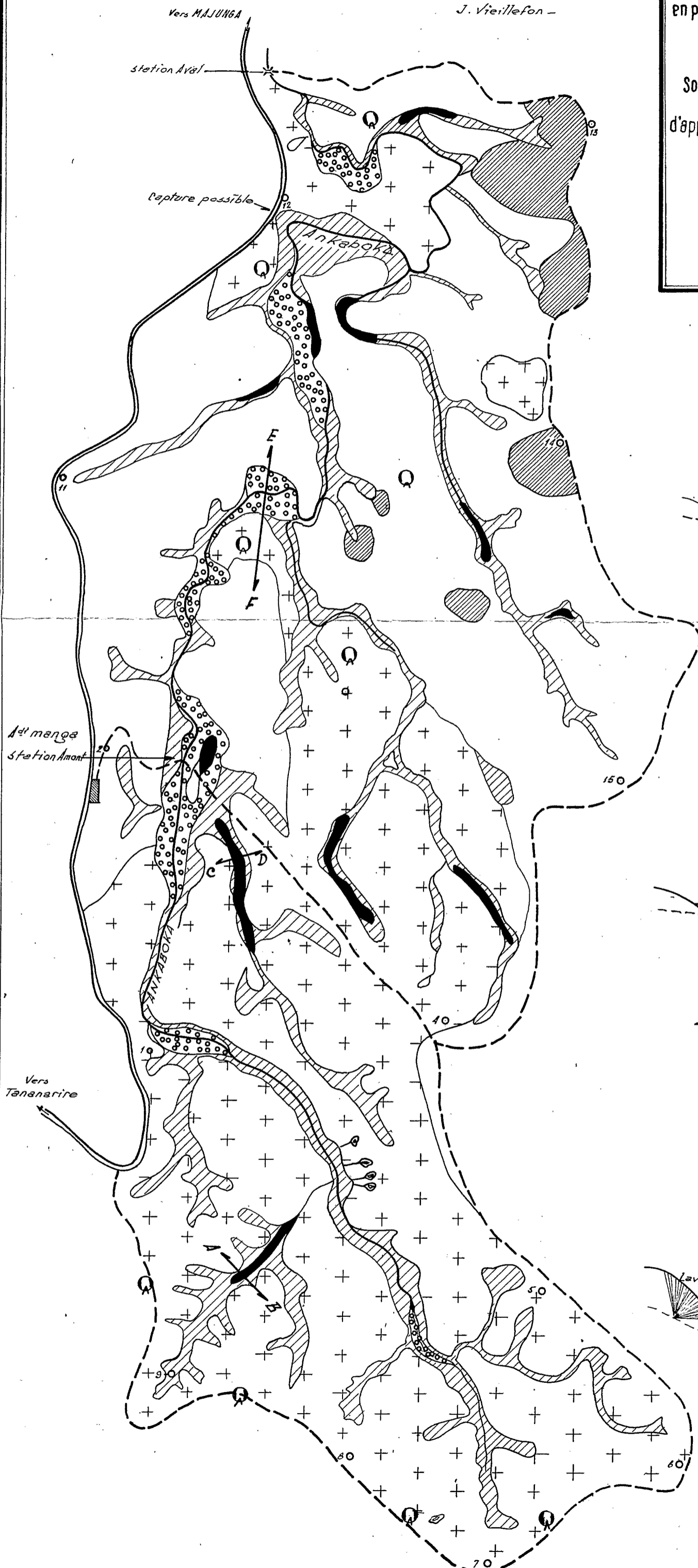
Bassin versant d'AMBODIROKA

J. Vieillefon -

— LEGENDE —

Sols rouges en place		Humifère sous forêt
		Peu érodé
		Erodé
Sols d'apport		Alluvions
		Colluvions
		Marais
		Présence de quartz
	05	N° Pluviomètre

Echelle : 1/10.000 (environ)



Dans la phase actuelle, même si l'altération a encore lieu, et les affleurements rocheux du lit de l'ANKABOKA semblent le montrer, sa vitesse est certainement inférieure à celle de l'érosion.

Les masses de quartz répandu attestent de l'épaisseur des horizons tronqués.

Un autre indice est la faible épaisseur d'horizon rubéfié au-dessus d'une zone blanchâtre ou tachetée d'altération peu argileuse, épaisse au moins de 4 mètres, dans laquelle seul le quartz reste intact dans la pâte, les feldspaths étant presque complètement altérés, avec production de gibbsite.

L'ANKABOKA a construit une terrasse alluviale, dans ses cours moyen et inférieur, dont la partie supérieure est faiblement rubéfiée, mais les horizons profonds présentent une certaine hydromorphie.

Notons que la terrasse alluviale n'est soulignée à sa base par un conglomérat quartzeux peu épais, que dans son cours inférieur. Etant donné le faible parcours, les quartz sont encore très anguleux. On n'observe pas de véritables galets.

En gros, on trouve des colluvions au pied des collines à pente assez fortes, érodées le plus souvent, et des alluvions raccordées par de maigres colluvions à des collines plus aplanies, en partie moins érodées.

#### Principaux types de sols

##### A - Sols rouge à jaune en place

Nous avons vu que l'on peut classer ces sols dans les faiblement ferrallitiques.

Ils forment la majeure partie de la zone étudiée dans un relief très aplani, les thalwegs étant généralement remplis de colluvions et alluvions, ces dernières présentant également des éléments latéritiques.

L'intensité de l'érosion et la plus ou moins grande abondance des quartz en surface nous permettra de distinguer quelques types morphologiques.



### Profil type et variations

A la faveur d'un lavaka, on peut observer, entre les pluviomètres P7 et P8, un profil assez complet :

- 0 à 200 cm : Horizon rouge orangé, plutôt sableux, la couche humifère étant absente,
- 250 à 350 cm : Horizon jaune clair, semblable au précédent,
- 350 à 750 cm : Horizon blanchâtre à rose dans lequel seul le quartz est intact, les autres minéraux étant complètement altérés. La roche altérée apparaît ensuite sans que l'on atteigne la roche saine.

Au Nord-Est, près du pluviomètre P 13, un lambeau forestier se trouve sur un sol plus humifère, moins érodé :

- 0 à 12 cm : Horizon humifère brun, durci, sableux
- 12 à 50 cm : Horizon brun-rouge, sablo-argileux, très dur également.

Enfin, un stade intermédiaire présente, sous une culture d'arachides :

- 0 à 5 cm : Horizon brun clair, légèrement humifère, sableux, structure à tendance particulaire,
- 5 à 40 cm : Horizon beige à orangé, sableux, particulaire
- 40 à 150 cm : Horizon rouge, sableux, particulaire.

### Caractéristiques analytiques

Malgré une texture apparemment sableuse, ces sols présentent une forte proportion d'argile, 45 à 60 %, avec très peu de limons, avec 25 à 35 % de sables, plutôt grossiers. La capacité de rétention pour l'eau ne dépasse pas 25 %. La matière organique est bien répartie, décroissant de 8 à 3 pour mille, ce qui est faible. Seuls les horizons humifères contiennent plus de 1 pour cent. Le rapport C/N est inférieur à 10.

Le complexe absorbant, dont la capacité n'atteint pas 10 milli-équivalents pour 100 grammes, est très faiblement saturé. Le PH est légèrement supérieur à 6. Toutes les bases sont faiblement représentées. Les éléments totaux sont aussi très faibles. L'analyse en réactif triacide semble indiquer que l'on se trouve en présence d'argile kaolinique.

### B - Sols bruns à rouge sur jaune alluviaux

Nous avons vu que la rivière ANKABOKA a construit une terrasse large de 50 à 100 m dans ses cours inférieur et moyen.

#### Profil type

Près du coude de la route nationale, au Sud-Ouest, on peut observer :

- 0 à 15 cm : Horizon brun, légèrement humifère, sablo-argileux
- 15 à 20 cm : Horizon brun jaune, sablo-argileux
- 120 à 200 cm : Horizon blanc tacheté de rouille
- 250 à 280 cm : Horizon à taches rouilles plus fréquentes, humide, peu consistant, sablo-argileux, devenant gris en profondeur sous l'influence de la nappe.
- > 280 cm : Couche de quartz peu roulés reposant directement sur le gneiss.

L'hydromorphie peut augmenter et gagner tout le profil comme à 200 mètres au Sud du pluviomètre P 12.

- 0 à 10 cm : Horizon gris clair, limono-argileux, grumeleux à cubique
- 10 à 25 cm : Horizon gris à veinules rouille, argilo-limoneux
- 25 à 50 cm : Horizon de plus en plus rouille, argilo-limoneux
- 50 à 80 cm : Horizon gris foncé, gorgé d'eau, sableux à partir de 60 cm
- 80 à 100 cm : Horizon jaune, sableux, gorgé d'eau

Des rizières sont établies sur ce sol.

### Caractéristiques analytiques

Quoique moins sableux en apparence, ces sols, issus de l'érosion des sols jaune et rouge en place, contiennent plus d'éléments grossiers, l'argile ayant été entraînée plus loin.

L'argile varie de 30 à 40 %, les sables de 55 à 60 %. La végétation, moins atteinte par les feux, étant plus florissante, on trouve plus de matière organique, 3 pour 100 en surface, avec beaucoup d'humus. L'azote est également suffisant.

Par contre, la pauvreté du complexe absorbant est analogue à celle des sols dont sont issues des alluvions, ce qui donne à penser que l'alluvionnement s'est fait après l'appauvrissement des sols et dans une phase assez récente. Il en est de même des réserves. Enfin, le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  est identique.

### C - Sols bruns à gris colluviaux

Ces sols occupent la plupart des thalwegs, sur une largeur qui n'excède pas 40 à 50 mètres.

Au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'axe du thalweg, on trouve plus d'argile et l'hydromorphie s'accroît car la nappe du plateau affleure sur le pourtour. Néanmoins, ces sols sont moins argileux que les sols du plateau.

### Profil type

A 50 mètres au Nord du pluviomètre P 9 dans un petit vallon allongé, on observe le profil hydromorphe, en partie, suivant :

- 0 - 10 cm : Horizon brun, sablo-argileux, grumeleux à nuciforme.
- 10 - 50 cm : Horizon brun-rouge, sableux, particulaire
- 50 - 80 cm : Horizon gris, argilo-sableux, saturé, plastique
- 80 à 100 cm : Horizon jaune, argileux, taches blanchâtres

Parfois, on rencontre également des sols de marais, gorgés d'eau même en saison sèche, avec Cypéracées et raphias.

Le sol est généralement gris à bleuté sur 30 à 40 cm, en dessous jaune, plus ou moins tacheté de rouille.

### Caractéristiques analytiques

La teneur de ces sols en argile varie de 40 à 50 %, la fraction sable atteignant 40 à 45 %. Ces sols sont assez riches en matière organique, assez peu humifiée, sauf dans les horizons bien drainés. Le taux d'azote en surface atteint 1,5 pour 100. Sans doute, par suite du lessivage des sols situés au-dessus, on observe une richesse plus grande en CaO-total, mais par contre, les bases échangeables sont aussi faibles. Aussi, comme la matière organique introduit une capacité d'échange plus élevée, le complexe est moins saturé et le pH inférieur à 6 (5,1 à 5,8).

Le phosphore manque comme dans les sols voisins.

En résumé, on peut observer une diminution de la finesse texturale quand on passe des sols en place aux sols colluviaux, puis aux sols alluviaux, tandis que l'hydromorphie est plus forte dans les sols colluviaux, puis dans les alluviaux.

La carte présente les types de sols suivants :

- Sol en place humifère (forêt)
- " " peu érodé (savane) arachide
- " " érodé (prairie et lavaka) épandage quartzeux
  
- Sol alluvial peu hydromorphe (Vero, Imperata) manioc
  
- Sol colluvial peu hydromorphe (Cypéracées Imperata, Fougères) rizières
- " " marécageux (Cypéracées, Raphias)

## 5. VEGETATION

Ce Chapitre a été rédigé en collaboration avec M. MORAT, Agrostologue du Centre ORSTOM de TANANARIVE.

A la limite Nord-Est du bassin, on trouve quelques lambeaux de forêt primaire assez fortement dégradée qui est du type forêt sèche caducifoliée de l'Ouest.

La totalité du bassin est couverte d'une savane à végétation arbustive très clairsemée. Les arbres, généralement assez chétifs, résistent assez difficilement aux feux de brousse périodiques. Les espèces les plus représentées sont les suivantes :

- *Acridocarpus excelsus* (Malpighiacées)
- *Zizyphus jujuba* (jujubier)
- *Poupartia caffra* (sakoa)
- *Albizzia Lebbeck*
- *Gardenia rutenbergiana*
- *Dipordidium ciliatum*
- *Dalbergia*
- *Mangifera indica* (manguiers)

La strate herbacée des plateaux et des sommets arrondis se compose de *Chrysopogon Montanus* et d'*Heteropogon Contortus* (danga) sur les sols moins dégradés, et d'*Aristida sp* en touffes très espacées sur les sols fortement attaqués par l'érosion.

Sur les pentes, on trouve *Heteropogon Contortus* et *Hyparrhenia Rufa*.

Les colluvions de bas de pente sont couverts d'une végétation plus dense à base d'*Hyparrhenia Rufa* et d'*Imperata Cylindrica* (manerika).

Les bords de la rivière sont peuplés de raphia, assez peu vigoureux en général.

La couverture végétale n'offre donc pas une très grande protection du sol. Entre les touffes d'herbes, le sol a la consistance de la brique et présente de petites rigoles de ruissellement remplies de morceaux de quartz.

CHAPITRE II

PLUVIOMETRIE

1 - MESURES -

Onze appareils sont installés sur le Bassin amont : 9 pluviomètres et 2 pluviographes, et 19 appareils sur le Bassin total : 15 pluviomètres et 4 pluviographes. Leur nombre élevé et leur bonne répartition spatiale permettent de calculer les pluies moyennes par moyenne arithmétique :

$$\text{Bassin amont } P_{mA} = \frac{P_1 + P_2 + P_4 + \dots + P_{10} + P_A + P_B}{11}$$

$$\text{Bassin total } P_m = \frac{P_{mA} + \text{moy}(3, 11, \dots, 15, C, 0)}{2}$$

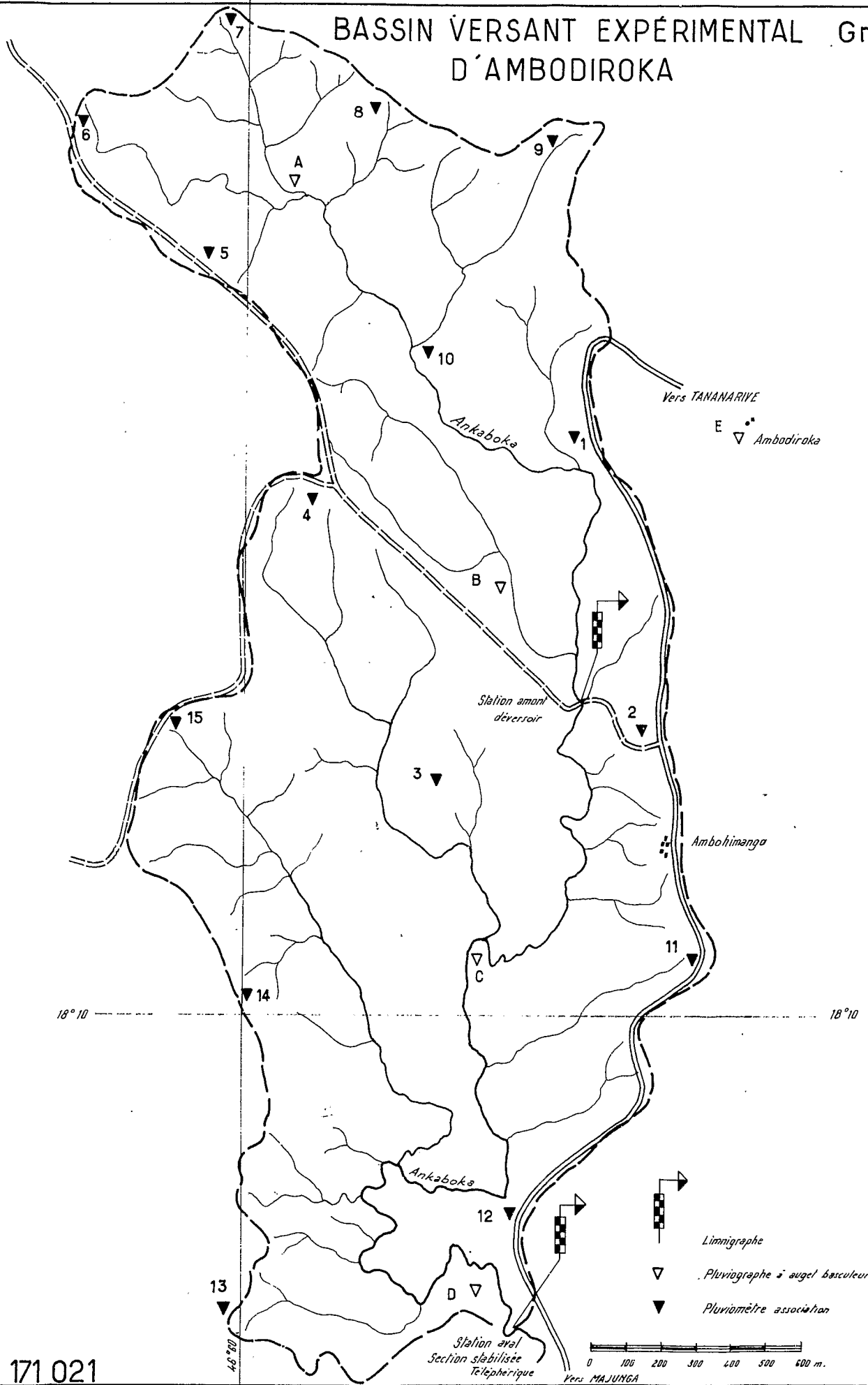
On a remarqué que les totaux des pluviographes (hauteur mesurée dans le seau) sont systématiquement inférieurs à ceux des pluviomètres. L'écart est de l'ordre de 1 à 10 %.

Souvent, les heures portées sur les pluviogrammes sont erronées et les repères horaires font défaut sur les bandes d'enregistrement. Il en résulte que les temps de réponse (durée allant du centre de l'averse au maximum de l'hydrogramme) sont mal connus.

2 - TOTAUX ANNUELS -

Il pleut surtout de Novembre à Avril, mais l'examen des résumés mensuels du temps (Météo MADAGASCAR : stations du versant Nord-Ouest) montre que des pluies, parfois fortes, tombent d'Avril à Novembre. Ces dernières pluies n'ont pas été enregistrées sur l'ANKABOKA; il y a donc une légère

# BASSIN VERSANT EXPÉRIMENTAL Gr.4 D'AMBODIROKA



erreur par défaut dans les totaux que nous présentons ci-dessous. L'année hydrologique choisie va de Juillet à Juin. Nous avons ajouté la station de MAEVATANANA pour comparaison :

Bassin Versant ou station	1959-1960 (en mm)	1960-1961 (en mm)	Moyenne annuelle (en mm)
Amont	1 495	1 332	(1 800)
Total	1 465	1 314	(1 800)
MAEVATANANA	1 315	1 305	1 700 (1930-1955)

Si nous nous basons sur la station de MAEVATANANA, les deux saisons 1959-1960 et 1960-1961 ont été déficitaires. En conclusion, le module pluviométrique interannuel sur l'ANKABOKA doit être de l'ordre de 1 800 mm. Ceci est en accord avec les isohyètes interannuelles pour l'ensemble de MADAGASCAR.

### 3 - TOTAUX MENSUELS -

D'une année à l'autre, les valeurs mensuelles sont très différentes. Nous rappelons d'autre part que les mois d'Avril à Novembre ont des totaux sous-estimés (paragraphe 2).

Année	Bassin Versant	N	D	J	F	M	A
1959-1960	Amont mm	(211)	185	622	153	264	(61)
	Total mm	(229)	171	608	155	247	(56)
1960-1961	Amont mm	(12)	448	288	74	327	(182)
	Total mm	(11)	453	319	71	279	(182)



4 - PLUIES JOURNALIERES (voir annexes) -

Les averses se produisent surtout la nuit, autour de minuit. Mais il n'est pas rare d'avoir 2 ou 3 averses en 24 heures, l'une d'elles au moins ayant alors lieu au milieu de la journée.

Par suite de l'irrégularité des pluies mensuelles, le nombre de jours de pluie sur le bassin est ainsi très variable :

Année	N	D	J	F	M	A	Total annuel
1959-1960 (en mm)	(13)	8	23	16	16	(1)	(77)
1960-1961 (en mm)	(3)	23	15	10	17	(10)	(78)

Remarque : Nous appelons ici "jour de pluie" une période de 24 heures où il a été possible de mesurer une hauteur d'eau. Les jours où il y a des traces de pluies, non mesurables, ne sont pas comptés.

Les valeurs moyennes les plus fortes en 24 heures ont été relevées aux dates suivantes :

Date	4/1/1960	11/1/1960	21/12/1961	20/1/1962	24/1/1962
P <sub>m</sub> A	83	92	112	101	124
P <sub>m</sub>	88	74	112	(100)	121

5 - HYETOGRAMMES (pluie ponctuelle) -

La plupart du temps, les fortes précipitations en 24 heures sont des averses orageuses ayant un corps de 2 ou 3 heures et dont un hyéto-gramme-type peut être donné (voir graphique 5) :

- pointe de pluie préliminaire de 5 à 20 mm/h
- première pointe souvent forte ( $I > 100$  mm/h)
- deuxième pointe plus faible (pour les très fortes pluies)
- traîne souvent longue mais d'intensité très faible.

L'intensité maximale dépasse parfois 150 mm/h ; ce sont souvent des pluies d'allure unitaire qui provoquent les fortes intensités. La plus forte pluie mesurée a les caractéristiques suivantes en intensité (no 119) :

216 mm/h en 5 mn

170 mm/h en 10 mn

130 mm/h en 20 mn

Même les pluies d'allure unitaire possèdent habituellement une traîne longue et faible.

On trouve quelques précipitations importantes ayant un corps très long (plusieurs heures), mais avec une intensité de l'ordre de 60 mm/h seulement.

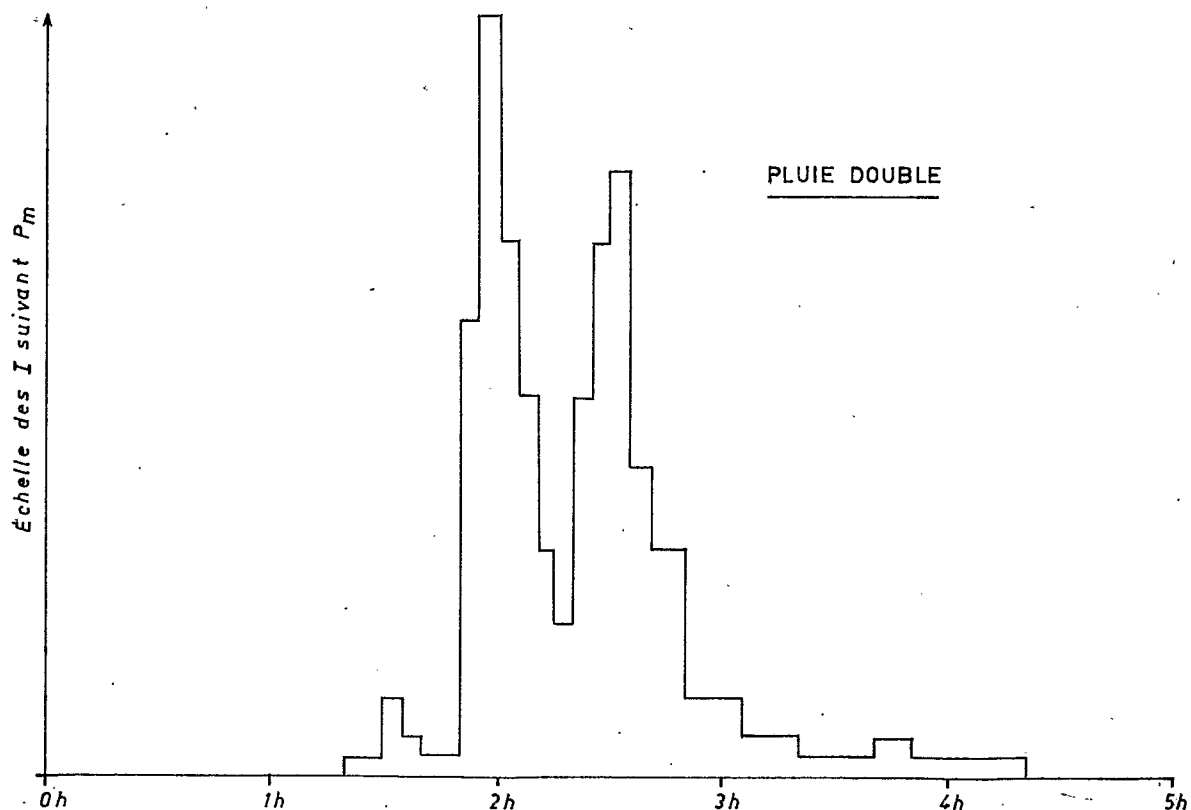
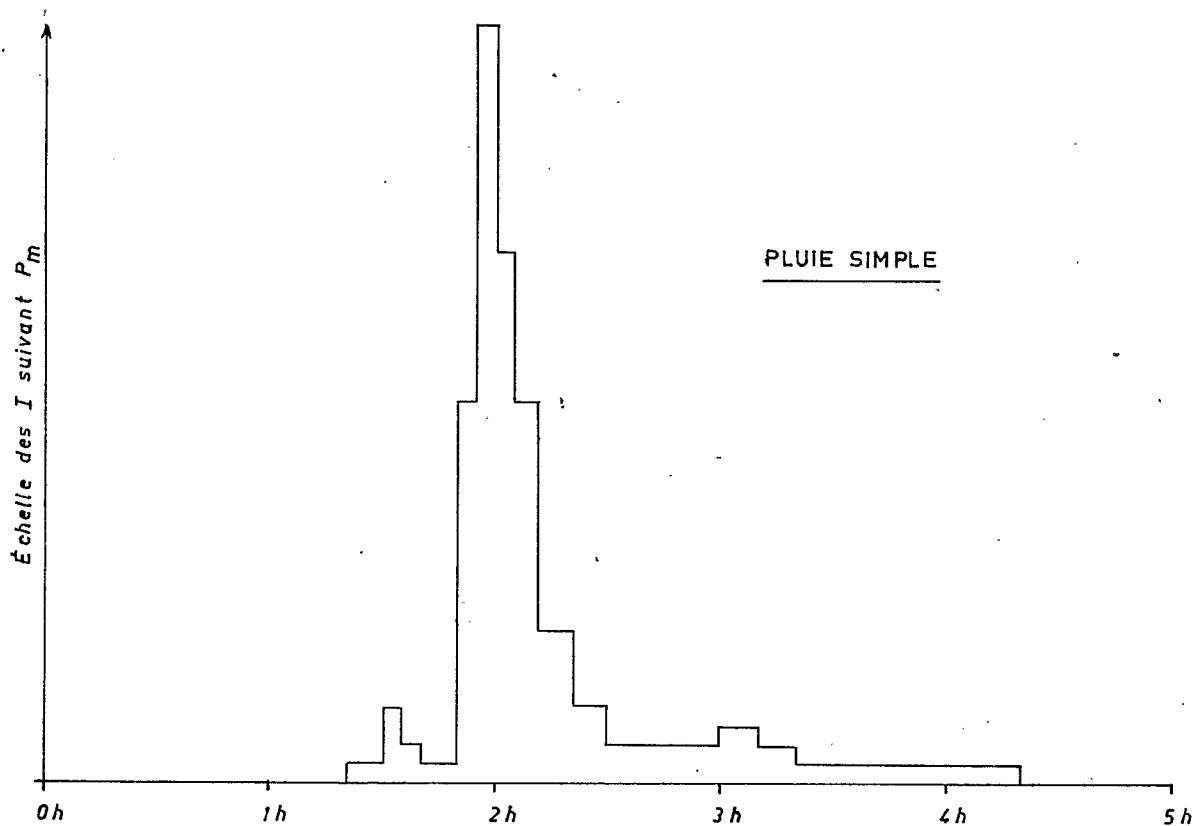
En général, la durée de la pluie très intense est de 30 mn à 1 heure.

6 - COEFFICIENT d'ABATTEMENT  $K = \frac{P_m}{P_{max}}$

Dans les tableaux de caractéristiques des averses (TXIX et suite), nous avons indiqué le coefficient  $\frac{P_{max}}{P_m}$  qui est l'inverse du coefficient d'abattement K.

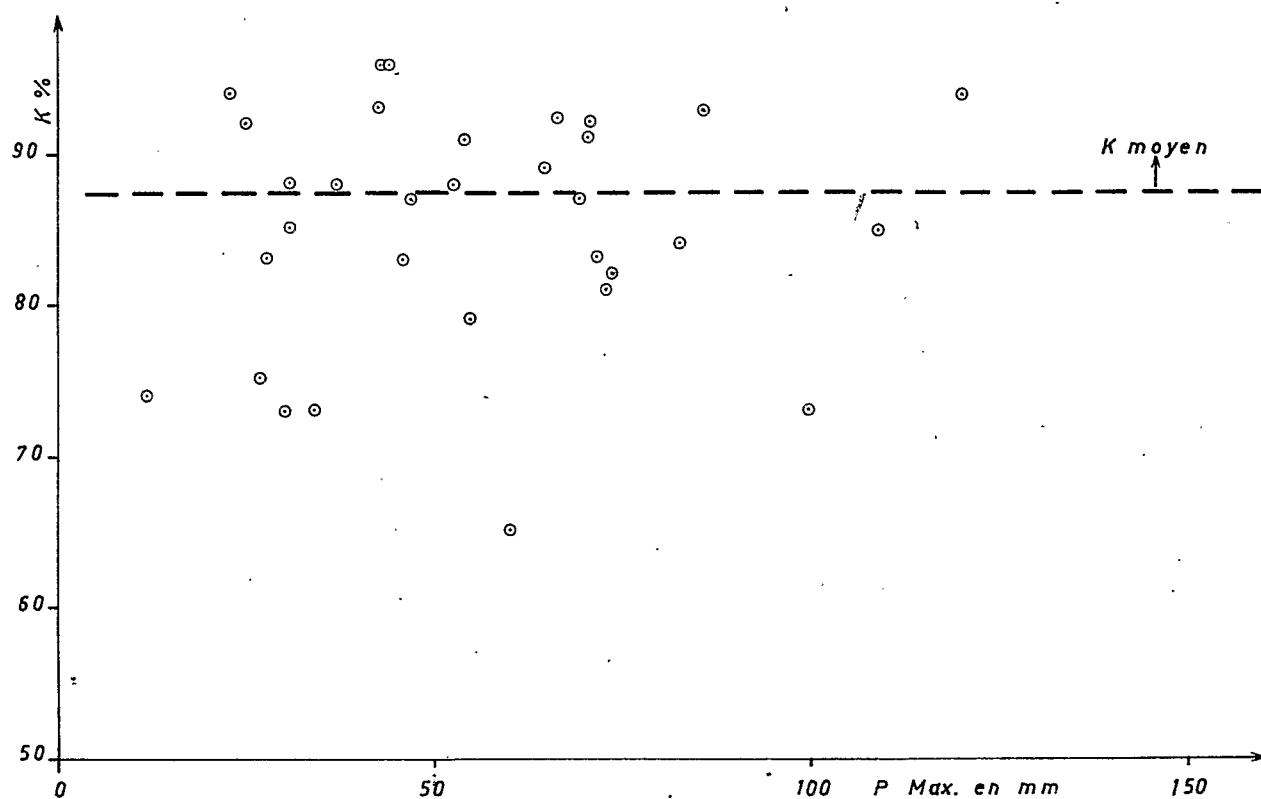
Sur les figures G6 et G7, nous avons tracé K % en fonction de la pluie maximale pour une averse donnée. Il se trouve que la moyenne des coefficients d'abattement varie peu en fonction de la pluie maximale ponctuelle.

# Hyétogrammes types



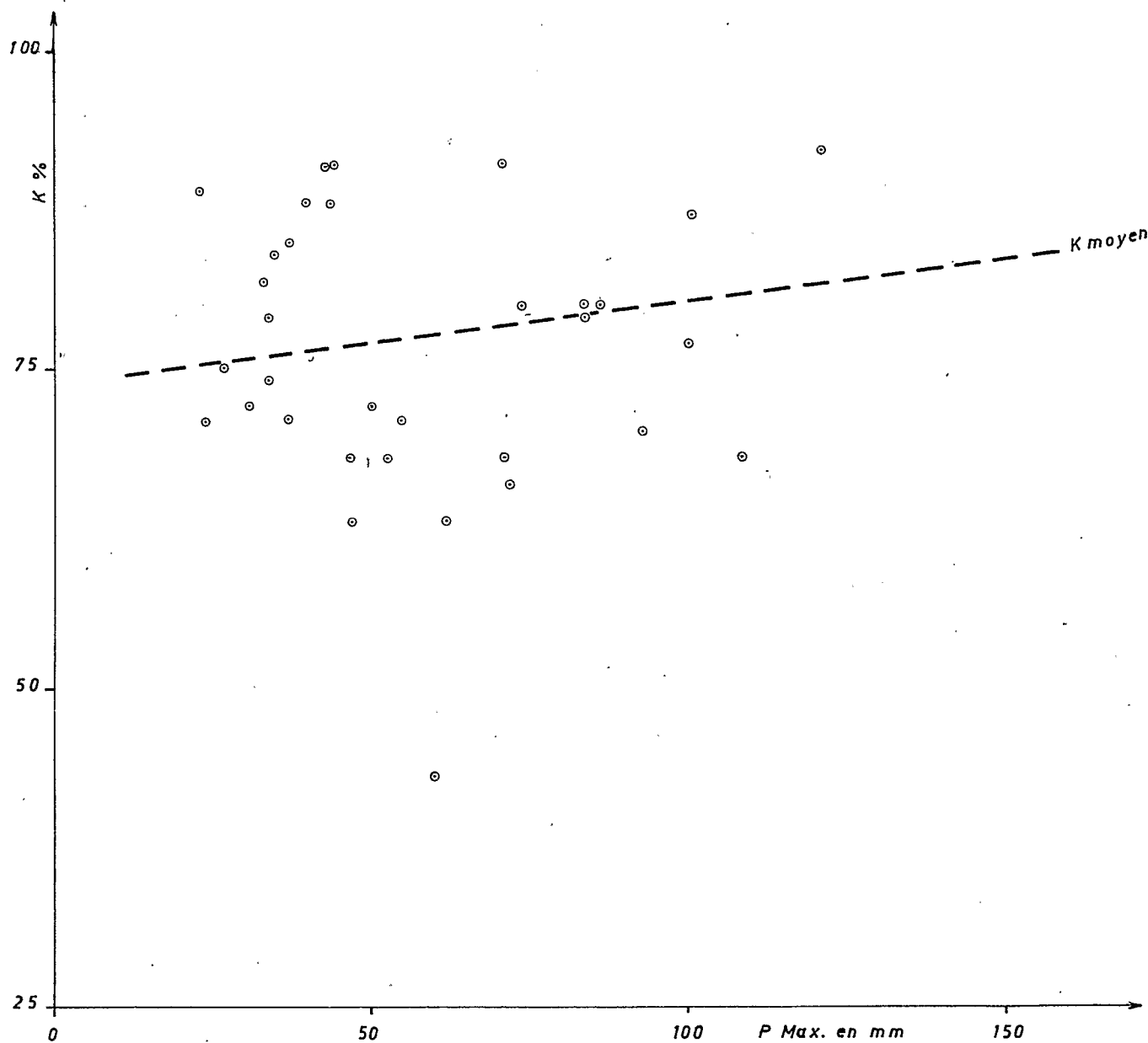
# Coefficient d'abattement

## B.V. Amont



○ Averse  $> 5 \text{ m} \frac{3}{4}$  ayant ruisselé

# Coefficient d'abattement B.V. Total



⊙ Averse  $\geq 5m \frac{3}{4}$  ayant ruisselé

Bassin Versant amont :  $K_m \neq 88 \%$  (le maximum mesuré est de 0,96)

Bassin Versant total :  $K_m$  est légèrement croissant avec  $P_{\max}$  :  
$$K_m \neq \left(74 + \frac{P_{\max}}{15}\right) \%$$

$P_{\max}$  étant exprimée en mm.

Le maximum mesuré est de 0,92.

## 7 - REPARTITION des PLUIES JOURNALIERES à une STATION VOISINE - MAEVATANANA -

### 7.1 - Choix de la station :

MAEVATANANA est la station la plus proche où l'on dispose de 14 années de relevés complets de pluies journalières (résumés mensuels du temps de la Météorologie MADAGASCAR).

Au vu des isohyètes générales de MADAGASCAR, le module pluviométrique de MAEVATANANA est plus faible que celui des stations de l'ANKABOKA. Vu le relief du haut bassin de l'ANKABOKA, les pluies ponctuelles y sont sans doute plus violentes qu'à MAEVATANANA. Nous admettrons une différence de l'ordre de 20 %.

Bien entendu, le calcul qui suit est fait pour MAEVATANANA et les résultats ne sont attribués au Bassin Versant de l'ANKABOKA qu'avec une certaine réserve.

### 7.2 - Ajustement graphique d'une loi de GUMBEL aux valeurs maximales annuelles des pluies journalières :

Nous donnons ci-dessous la liste des maximums de pluies journalières sur 14 années (période 1946-1962), en mm :

162, 159, 156, 124, 110, 108, 105, 98, 97, 88, 78, 74, 59, 50.

Voici, pour comparaison, les maximums annuels relevés à des stations voisines de la même zone climatique et pour des périodes semblables :

MAEVATANANA	(14 ans)	:	162 mm
MANDRITSARA	(15 ans)	:	303 mm
PORT BERGE	(10 ans)	:	194 mm
SAKAHARA	(11 ans)	:	144 mm

Sur le graphique 8 nous voyons que l'ajustement de la loi de GUMBEL est satisfaisant. Il n'y avait évidemment que 14 valeurs, ce qui rend a priori l'ajustement peu significatif.

L'équation de la droite ajustée est de la forme :

$$\frac{P - \alpha}{\beta} = - \log (- \log F)$$

log F : logarithme népérien de la fréquence de non-dépassement

P : pluie ponctuelle en 24 heures.

Le graphique nous donne :

$$\frac{P_{mm} - 87}{32} = - \log (- \log F)$$

L'averse décennale ponctuelle ( $P_{\text{déc}}$ ) à MAEVATANANA a pour fréquence  $F = 0,9$ , soit  $P_{\text{déc}} = 160$  mm. Pour l'ANKABOKA, nous prendrons une valeur approximative de 190 mm.

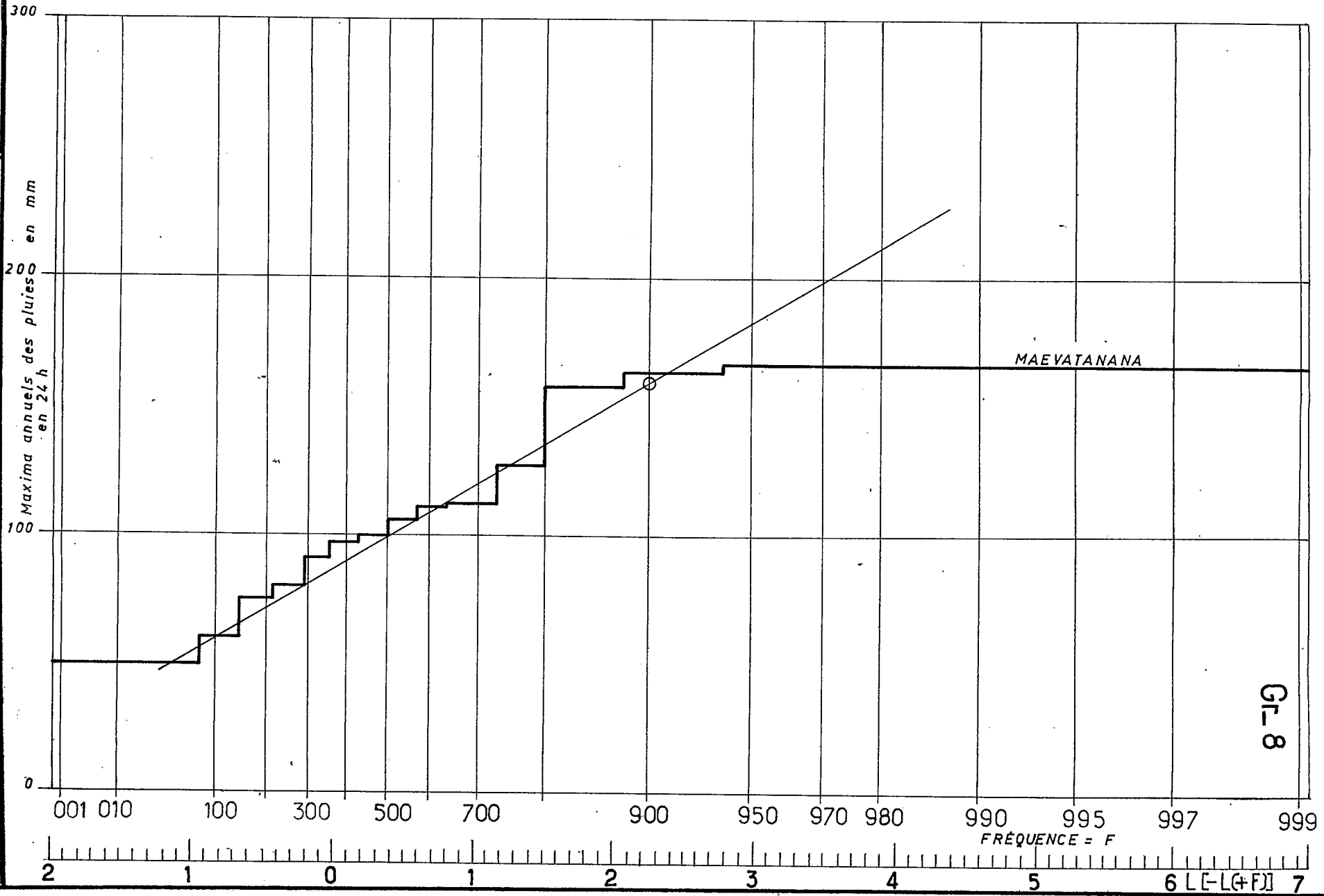
### 7.3 - Ajustement graphique d'une loi de GALTON :

Le tableau T<sub>1</sub> rassemble les calculs faits. Au point de vue expérimental,  $F_1(0)$  vaut 0,29 (fréquence des jours de pluie). L'ajustement graphique nous amène à une valeur  $F_1(0) = 0,125$ .

La valeur de la pluie décennale est, d'après ce graphique, égale à 165 mm ; elle est donc voisine de la valeur donnée par la loi de GUMBEL.

ORSTOM  
A0  
DATE: 29.4.64  
DESSINÉ: Gallienne J.  
MAD\_171096

# LOI DE GUMBEL

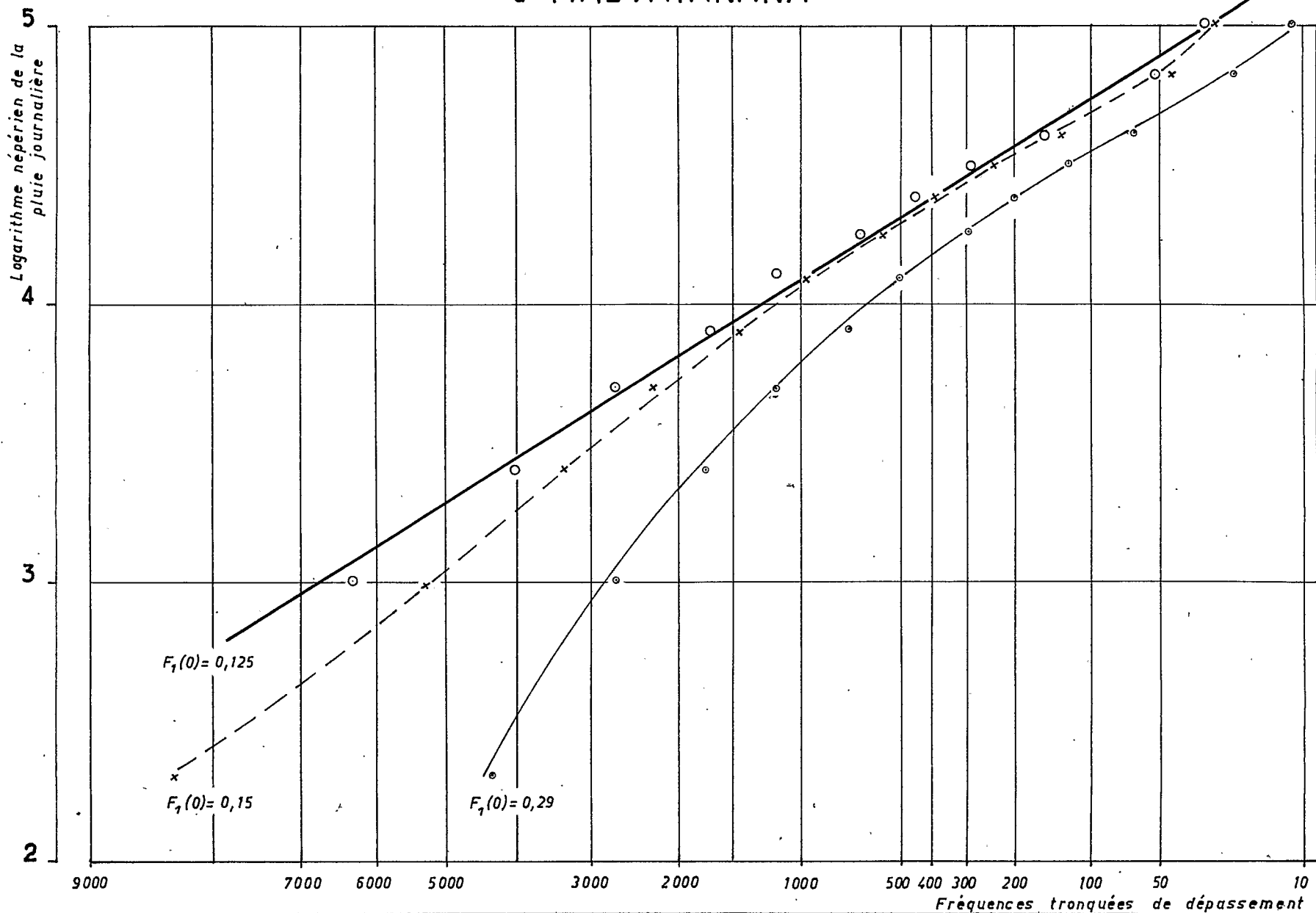


Gr. 8



# LOI DE GALTON

## Répartition des pluies en 24h à MAÉVATANANA



#### 7.4 - CONCLUSIONS -

Les résultats précédents étant assez concordants, nous avançons les chiffres suivants :

Averse ponctuelle en 24 heures de fréquence décennale :

165 mm à MAEVATANANA (estimée à partir de 14 ans)

190 mm sur l'ANKABOKA (estimée à partir de la précédente).

Avec un coefficient d'abattement moyen (paragraphe 6), on arrive aux pluies moyennes suivantes :

$$P_{mA} = 170 \text{ mm} \quad (K \# 90 \%)$$

$$P_m = 165 \text{ mm} \quad (K \# 87 \%)$$

En examinant les courbes  $H_r$  ( $P_m$ ) sur les graphiques G11 et G12, nous pouvons estimer une lame ruisselée  $H_r$  en conditions moyennes de ruissellement :

$$\text{amont} : H_r = 128 \text{ mm} \quad (K_r = 75 \%)$$

$$\text{aval} : H_r = 116 \text{ mm} \quad (K_r = 70 \%)$$

Le hyétogramme de cette averse sera très probablement double (cf hyétogrammes types); nous estimons en effet à 100 mm environ le maximum de hauteur de pluie pour un hyétogramme à une pointe.

## CHAPITRE III

### DEBITS

#### 1 - MESURES -

##### 1.1 - Généralités :

Les stations de jaugeage amont et aval ont été stabilisées. Les graphiques G10<sub>a</sub> et G11<sub>a</sub> donnent les profils en travers et un aperçu des travaux effectués. Des limnigraphes OTT, type X, à enregistrement journalier donnent les hauteurs d'eau ; leur rapport de réduction en hauteur est de  $\frac{1}{10}$ .

A l'aval, les débits sont mesurés à partir d'un câble téléphérique sommaire (treuil de récupération). A l'amont est installé un déversoir et les mesures se font à la perche. Celle-ci est fixée sur chariot glissant sur un UPN. Mais les mesures de hautes eaux sont délicates à cause de la vitesse du courant. La plus haute cote jaugée est de 1,85 m à l'aval et 1,40 m à l'amont. Les courbes d'étalonnages ont été extrapolées à l'aide de la formule des déversoirs à seuil épais :

$$Q = m S \sqrt{2 g H}$$

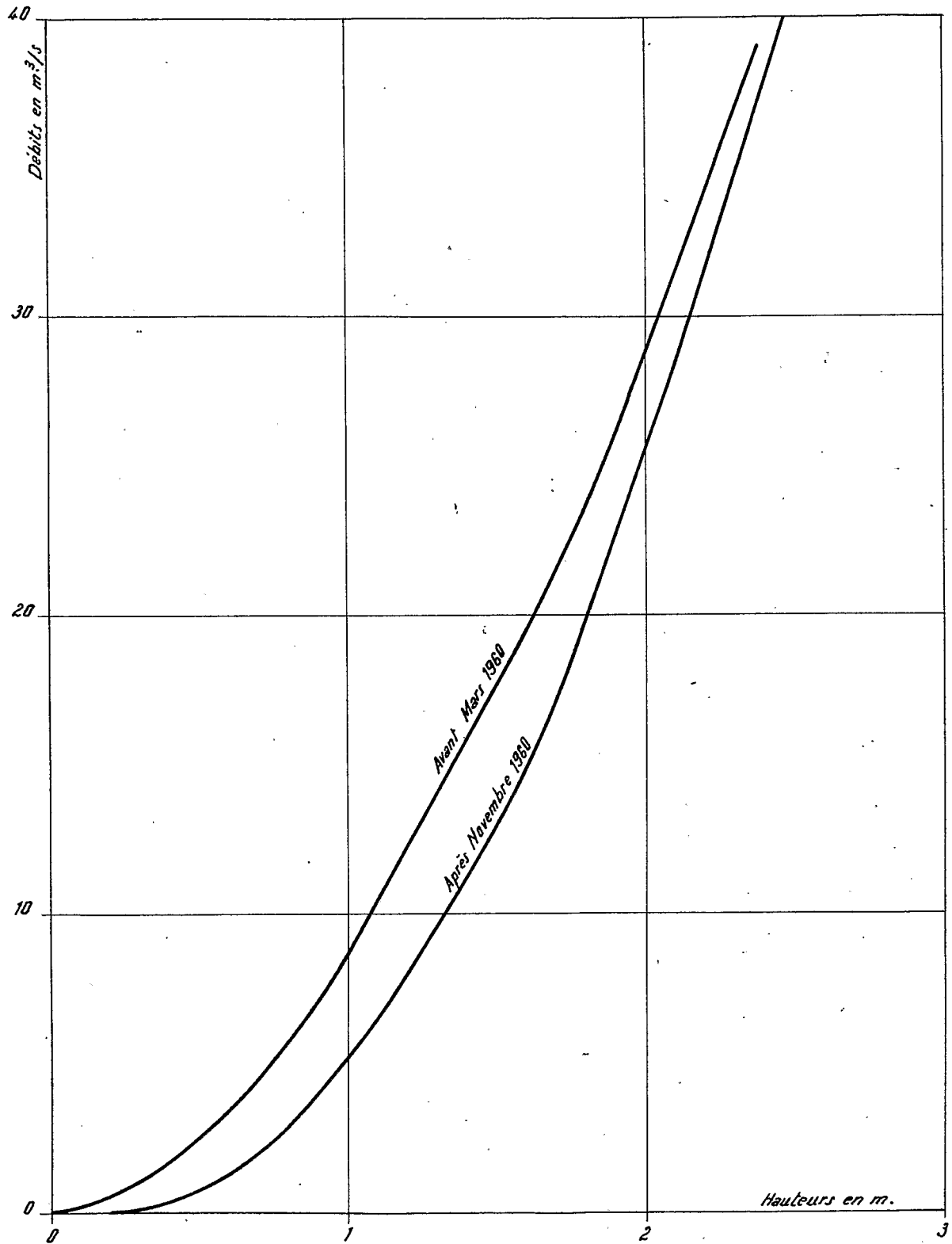
différentes valeurs de m étant calculées pour les différentes hauteurs.

Le graphique G10 et le tableau T2 donnent la courbe d'étalonnage et le barème de la station aval.

A l'amont, la hauteur mesurée est diminuée de 34 cm avant d'être traduite par le barème. Il y a deux courbes d'étalonnage (graphique 11) et deux barèmes (T3 et T4) car des travaux ont été effectués sur le déversoir pendant la saison sèche 1960.

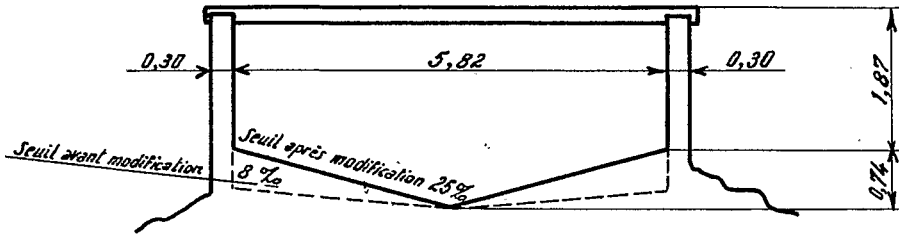
BASSIN VERSANT D'AMBODIROKA  
STATION AMONT  
Courbe d'étalonnage

Gr.10

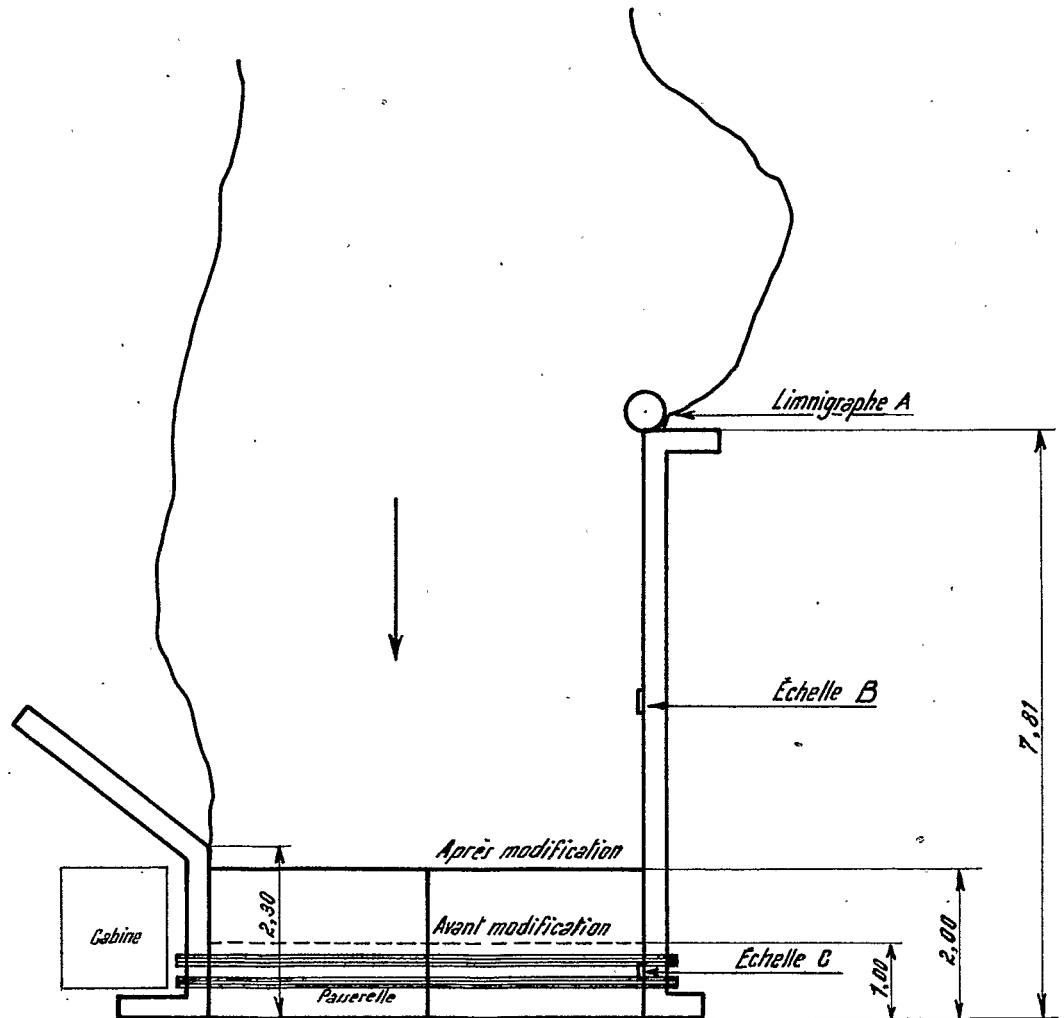


BASSIN VERSANT D'AMBODIROKA  
STATION AMONT

PROFIL EN TRAVERS DU DÉVERSOIR DE MESURE



VUE EN PLAN



ÉCHELLE: 1/100

ORSTOM

Ao

DATE: IV - X - MCMLXIII

DESSINÉ: J. Paellisch

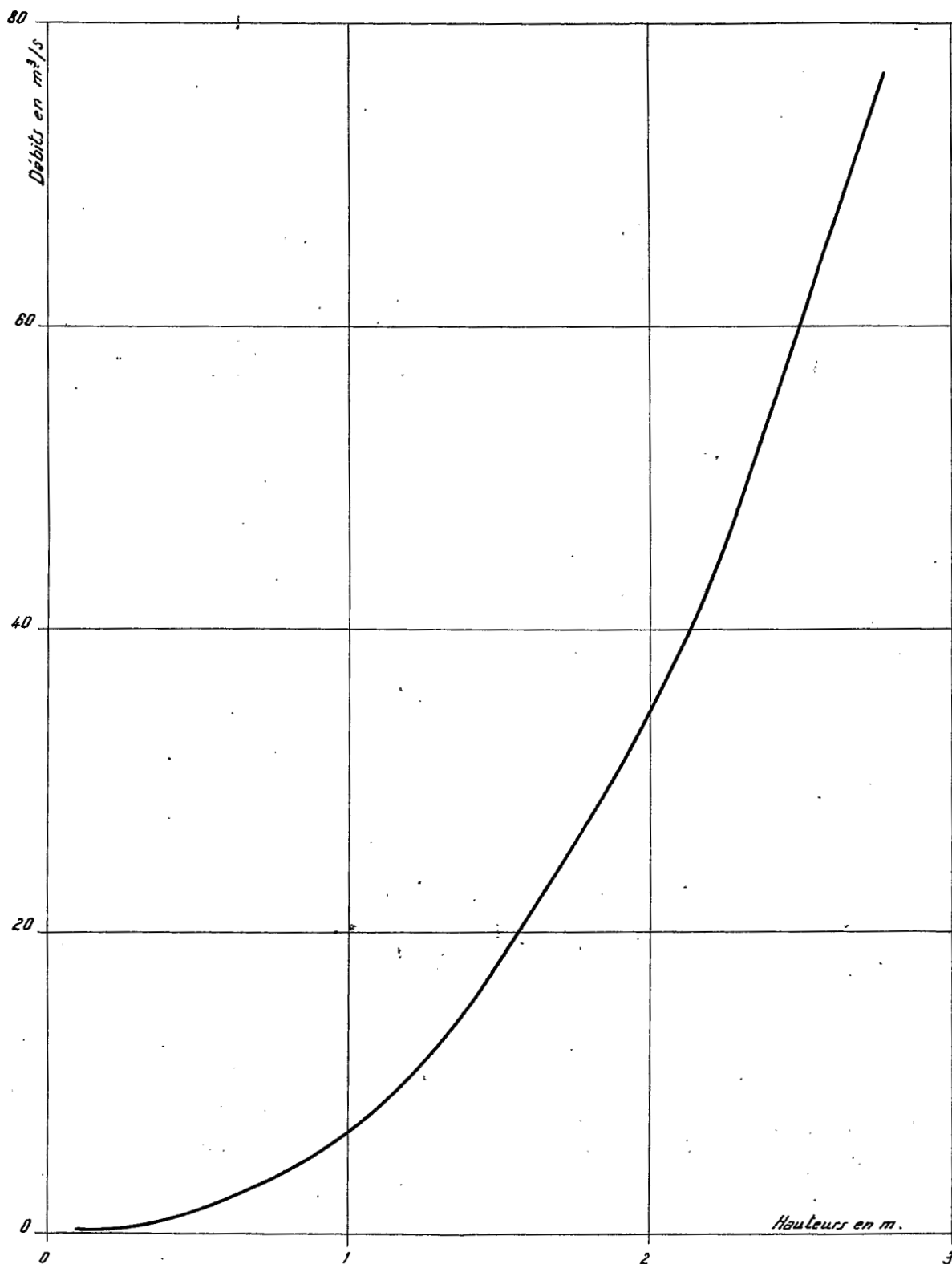
MAD. 171. 043

# BASSIN VERSANT D'AMBODIROKA

Gr.11

## STATION AVAL

### Courbe d'étalonnage



ORSTOM

Ao

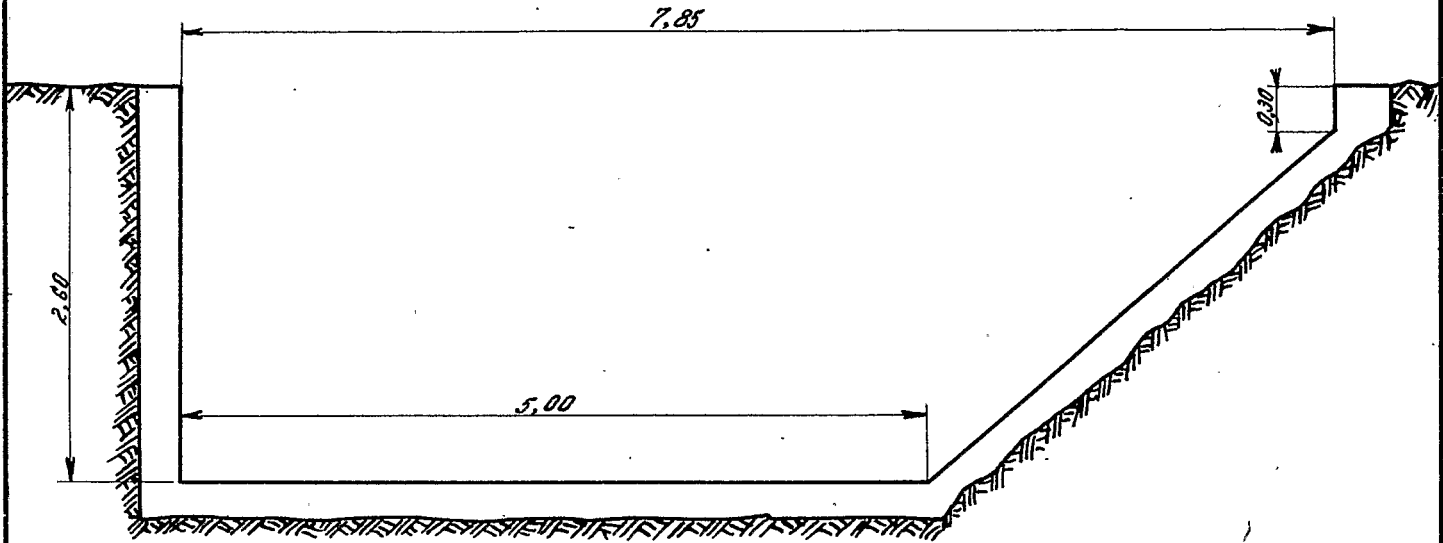
DATE : XV-X-MCMLXIII

DESSINÉ : J. Faucher

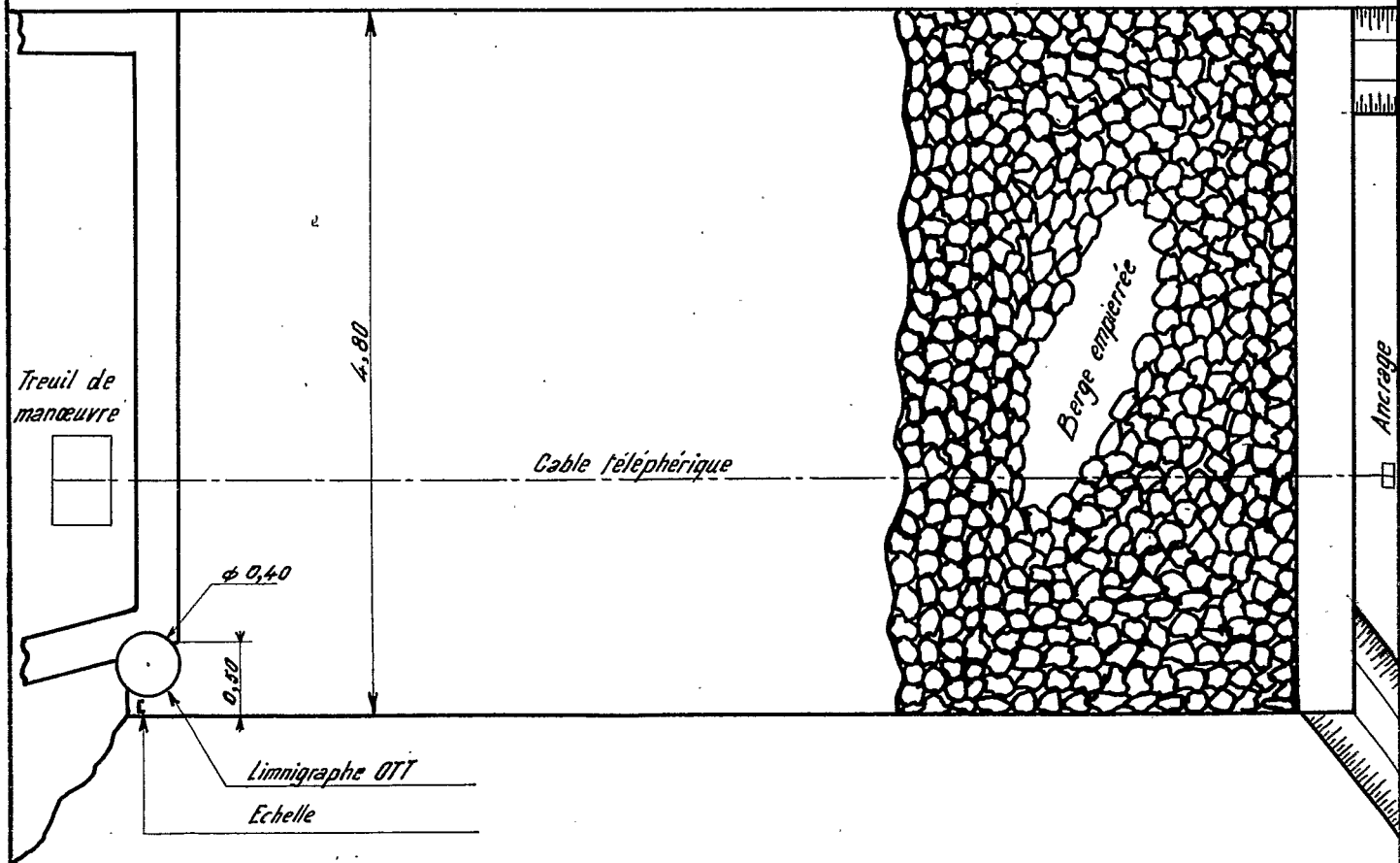
MAD 171 035

BASSIN VERSANT D'AMBODIROKA  
STATION AVAL  
PROFIL EN TRAVERS

Gr.11a



VUE EN PLAN



ÉCHELLE : 1/50<sup>e</sup>

Signalons enfin pour mémoire que des mesures limnimétriques ont été faites à l'aval dès Février 1959 ; mais l'emploi d'un limnigraphe à bulle a donné des résultats beaucoup trop imprécis par suite du manque de sensibilité de l'appareil.

### 1.2 - Détarages et limnigrammes défectueux :

Au cours de plusieurs périodes (exemple : 21 au 28/12/1961 ; 1 au 11/1/1960 etc...), le limnigramme, après une crue, redescend de moins en moins bas. Il ne s'agit pas de montée du débit de base car ces périodes sont souvent brutalement terminées par une descente normale. Il s'agit sans doute d'un engravement progressif du lit à la station ; un nettoyage périodique du lit expliquerait la fin brutale de ces périodes de remontée du niveau de base.

Au cours de certaines périodes de fortes crues, les limnigrammes sont visiblement défectueux, donnant des hauteurs beaucoup trop élevées : sans correction, on arriverait à des coefficients d'écoulement de crues bien supérieurs à 1, voire de 2 ou 3. Nous ne savons s'il s'agit de détarages vrais (changement de section) ou de défauts de l'appareil (puits ensablé, câble ayant glissé sur les poulies).

Enfin, un certain nombre d'ensembles averses-crues (exemple : n° 88, 97, 48, 68, 72, etc...) donnent des coefficients de ruissellement total (ruissellement pur + ruissellement hypodermique) voisins de 1, et ce pour des conditions de saturation tout à fait variables. Nous pensons qu'il y a là aussi un bon nombre de crues qui sont surestimées, mais il est impossible de les individualiser avec certitude.

Les détarages, s'ils ne permettent pas de trouver les débits instantanés, nous laissent quand même la possibilité de donner un ordre de grandeur des volumes écoulés, ce qui permet de calculer malgré tout le débit moyen mensuel correspondant. Le graphique G12 montre la méthode très simple qui a été suivie et grâce à laquelle les tableaux de débits ont été complétés.

## 2 - DEBITS MOYENS JOURNALIERS -

L'ensemble des débits journaliers figure dans les tableaux T5 à T10.

Les débits maximaux instantanés ont été :



CRISTOM

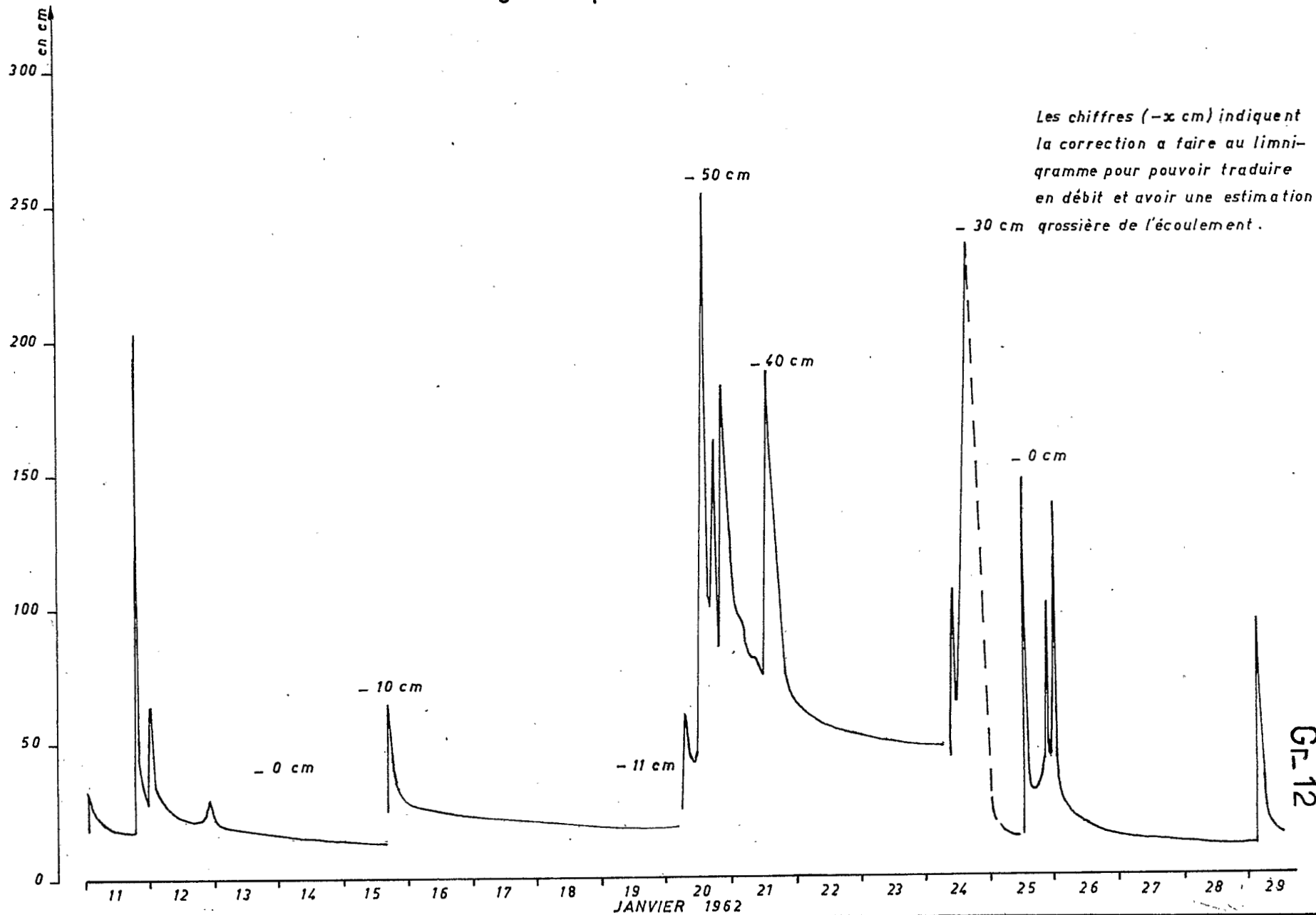
Ao

DATE: 5.5.62

DESSINÉ: Gallienne J.

MAD\_171098

## Détarage important (Amont)



Gr. 12

$Q = 72 \text{ m}^3/\text{s}$  ,  $q = 17\,600 \text{ l/s.km}^2$  à l'aval le 24/1/1962

$Q > 45 \text{ m}^3/\text{s}$  ,  $q > 27\,400 \text{ l/s.km}^2$  à l'amont le 24/1/1962

De nombreuses crues se situent entre 30 et 40  $\text{m}^3/\text{s}$  à l'aval et autour de 30  $\text{m}^3/\text{s}$  à l'amont.

Les débits moyens journaliers maximaux sont :

aval  $Q = 3,92 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $q = 960 \text{ l/s.km}^2$  les 24 et 25/1/1962

$Q = 2,68 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $q = 657 \text{ l/s.km}^2$  le 17/4/1961

amont  $Q = 1,31 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $q = 800 \text{ l/s.km}^2$  le 18/3/1961

$Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $q = 610 \text{ l/s.km}^2$  le 25/1/1962 et le 17/4/1961

Après une crue, s'il n'y a pas de nouvelles averses, le débit devient rapidement très faible ( $< 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) un ou deux jours après.

### 3 - DEBITS MOYENS MENSUELS -

Les débits mensuels ont été rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Station:	Année	O	N	D	J	F	M	A	M
Amont	1959-1960	(0)	0,019	0,031	0,177	0,068	0,062	(0)	0
	1960-1961	0	(0)	0,105	0,076	0,015	0,118	0,056	(0)
	1961-1962				0,136				
	Moyennes sur 2 ou 3 ans	(0)	0,010	0,068	0,130	0,042	0,090	0,028	(0)
Aval	1959-1960	(0)	0,054	0,036	0,456	0,144	0,134	(0)	0
	1960-1961	0	(0)	0,210	0,260	0,063	0,316	0,152	(0)
	1961-1962				0,704			0,077	
	Moyennes sur 2 ou 3 ans	(0)	0,027	0,123	0,473	0,103	0,225	0,076	(0)

On voit qu'il y a une irrégularité interannuelle forte pour les débits mensuels et sans doute les moyennes calculées sont-elles très éloignées des véritables moyennes interannuelles.

Janvier semble être le mois le plus fort. Le second peut aussi bien être Décembre, Février ou Mars.

Les mesures sont arrêtées de mi-Avril à mi-Novembre. On sait cependant qu'en Avril-Mai les débits sont de l'ordre de 10 à 20 l/s. Ils décroissent ensuite progressivement jusqu'au mois d'Octobre où ils atteignent des valeurs très faibles, de l'ordre d'un litre/seconde et parfois moins. Sur le bassin aval, les débits peuvent même s'annuler à la fin d'Octobre ou au début de Novembre.

#### 4 - DEBITS MOYENS ANNUELS et MODULES -

En l'absence de mesures au début et en fin de saison des pluies, les modules calculés sont peut-être légèrement sous-estimés.

La pluviosité des années 1959-1960 et 1960-1961 semble déficitaire (d'après MAEVATANANA, station voisine et d'après la carte des isohyètes interannuelles) ; l'écart à la normale serait de l'ordre de - 20 %. En conséquence, nous évaluons les modules interannuels des deux stations en majorant la moyenne calculée de 25 % ; d'où les estimations rassemblées dans les tableaux ci-dessous :

#### Modules débits (m<sup>3</sup>/s)

Station	1959-60	1960-61	1961-62	Moyenne	Modules estimés
Amont	0,030	0,031		0,031	0,038
Aval	0,069	0,084		0,077	0,096

#### Modules spécifiques (l/s.km<sup>2</sup>)

Station	1959-60	1960-61	1961-62	Moyenne	Modules estimés
Amont	18,3	18,9		18,6	23
Aval	16,9	20,5		18,9	23,5

CHAPITRE IV

ÉCOULEMENT des AVERSES

Les différents résultats concernant les caractéristiques de l'écoulement pour des crues  $> 5 \text{ m}^3/\text{s}$ , sont rassemblés dans les tableaux TXIX et TXX.

Outre les données classiques, nous y avons introduit le coefficient de ruissellement total  $K_{RT}$  (ruissellement pur + hypodermique) car il caractérise pratiquement l'écoulement global d'une crue, le débit de base étant très faible.

1 - ÉCOULEMENT GLOBAL -

Le tableau suivant rassemble les facteurs élémentaires du bilan :

Caractéristiques	P mm	H mm	D mm	R %	
1959-1960	Amont	1 495	579	916	39
	Aval	1 465	535	930	37
1960-1961	Amont	1 332	595	737	45
	Aval	1 314	649	665	49

P : pluviosité de l'année (saison des pluies)  
H : lame d'eau écoulée " "  
D : déficit d'écoulement " "  
R : coefficient d'écoulement " "

B.V. d'ANKABOKA  
Bassin AMONT

Tableau XIXa

Tableau des caractéristiques des crues supérieures à 5m<sup>3</sup>/s

S = 1,64 Km<sup>2</sup>

Références		Averse						Saturation du Sol			Pluie Utile		Ruissellement pur				Ruissellement Hypodermique			Ruissell. Total	Hydrogramme					Type de la crue		ANNÉE	
N°	Date	Pmax mm	Pmini mm	Pm mm	Pmax Pm	Pmini Pm	I maxi moy (fonct) mm/h	Pp mm	Pa mm	Durée de Pa à Pp heures	Pu mm	tu hetm.	Hr mm	Vr m <sup>3</sup>	Kr %	Kru %	Vh m <sup>3</sup>	Kh %	Khu %	KRT %	tp hetm.	tm hetm.	tb hetm.	Qmax m <sup>3</sup> /s	QRmaxi m <sup>3</sup> /s	U. Unifaire C. Complexe	QR Hr m <sup>3</sup> /mm		
1	21-11	69,4	53,5	60,4	1,1	0,9	114 (132)	5,7	17	24	50,7	0,55																	
3	3-12	42,5	38,8	40,7	1	1	115 (126)	1,0	0		39,7	0,50	9,7	15.900	24	24	5.160	7	7	32	0,45	0,30	1,50	6,75	6,2	U <sub>1</sub>	0,64		
4	13-12	54,4	35,4	49,3	1,1	0,7	92 (102)	2,1	22	24	47,2	1,30	15,5	25.400	31	33	6.300	8	8	39	0,40	0,25	2,20	9,2	8,9		0,57		
6	4/5 -1	100,3	73,4	82,5	1,2	0,9	69 (84)	10,0	10 22	40 55	62,8	1,45	21,8	35.700	26	35	11.800	9	12	35	0,35	1,10	3,10	11,3	10,1		0,46		
8	11-1	108,5	72,0	91,6	1,2	0,8	107 (120)	0	3 27	16 64	78,9	1,10	39,4	64.500	43	50	14.400	10	12	53		0,35	1,50	29,9	29,2		0,74		
11	14-1	22,6	20,0	21,3	1,1	0,9	70 (84)	1,0	20 25 92	20 48 68	17,0	0,30	7,4	12.200	35	44	1.980	6	8	41	0,55	0,25	1,50	5,4	5,1	U <sub>1</sub>	0,69		
13	15-1	42,5	33,5	39,6	1,1	0,8	60 (60)	1,0	13 21 20	21 30 50	22,3	0,40	5,9	9.600	15	26	4.500	7	12	22	[1,45]	0,40	1,40	4,6	4,1	U <sub>1</sub>	0,70		
13 <sup>bis</sup>	19-1	52,8	30,5	46,4	1,1	0,7	98 (120)	1,0	2	21	43,0	0,55	20,1	33.000	43	47	5.040	7	8	50	0,40	0,30	1,55	15,1	14,8		0,74		
18	27-1	43,7	40,0	41,9	1	1	79 (84)	0,5	12 25 50	9 48 72	39,0	1,00	19,9	32.700	48	51	3.360	5	5	53	0,35	1,00	2,45	13,4	13,0		0,65		
21 <sup>bis</sup>	29-1	26,7	15,0	19,9	1,3	0,8	37 (50)	0	13 20 10 42	7 28 57 64	17,0	0,45	8,7	14.300	44	51	3.790	12	14	55	0,50	0,45	2,00	5,9	5,4		0,62		
27	24/25-2	24,5	21,5	22,5	1,1	1	98 (98)	1,8	11 15 18	23 48 75	18,9	0,25	5,0	8.220	22	26	4.020	11	13	33	0,55	0,45	1,50	3,8	3,3	U <sub>1</sub>	0,66		
29	3/4 -3	85,5	62,5	79,2	1,1	0,8	78 (84)	6,0	8 17	22 32	61,6	1,20	35,8	58.800	45	58	10.900	8	10	54	0,35	1,00	2,30	20	18,9		0,53		
																	[1,45] chiffres estimés ou approchés												

B.V. d'ANKABOKA  
Bassin AMONT

Tableau XIXb

Tableau des caractéristiques des crues supérieures à 5 m³/s

S = 1,64 Km²

Références		Averse						Saturation du Sol			Pluie Utile		Ruissellement pur				Ruissellement Hypodermique			Ruissell. Total	Hydrogramme					Type de la crue		ANNÉE					
N°	Date	Pmax mm	Pmini mm	Pm mm	Pmax Pm	Pmini Pm	I maxi moy (fonct) mm/h	Pp mm	Pa mm	Durée de Pa à Pp heures	Pu mm	tu hetm.	Hr mm	Vr m³	Kr %	Kru %	Vh m³	Kh %	Khu %	KRT %	tp hetm.	tm hetm.	tb hetm.	Qmax m³/s	QRmaxi m³/s	U. Unitaire C. Complexe	QR Hr m³/s/mm						
34	1/2 -12	72,8	50,4	58,8	1,2	0,9			9	24			21,0	34.400	36		5040	5		41		0,30	1,35	18,0	17,7	U <sub>2</sub>	0,84						
35	2/3 -12	54,5	34,0	42,8	1,3	0,8	102	0	59 9	23 47	40,5	0,55	17,4	28.500	41	43	3600	5	5	46	0,50	0,30	2,00	12,5	12,3		0,71						
36	10/11 -12	74,0	52,5	60,4	1,2	0,9	(42)	2,6	6 10	24 48	46,8	2,00	24,0	39.400	40	51	9250	9	12	49	0,40	0,30	3,10	12,5	12,3		0,52						
40	20/21 -12	64,5	40,7	57,5	1,1	0,7	35	34,0	11 11	24 49	23,5	1,30	13,5	22.200	24	58	5.460	6	15	29	(0,30)	0,55	2,00	10,5	9,7		0,72						
43	30 -12	71,5	41,5	59,2	1,2	0,7	63	0,7	23 15 7 29	19 38 45 62	52,3	1,10	34,9	57.200	59	68	6840	7	8	66	0,25	0,40	1,50	29,1	28,6		0,82						
45	4/5 -1	30,6	22,7	26,0	1,2	0,9	61 (78)	0	9	42	23,5	0,55	12,6	20.600	48	54	5.220	12	13	61	0,25	0,25	1,45	9,4	9,2	U <sub>2</sub>	0,73						
48	7/8 -1	33,6	21,5	24,5	1,4	0,9	33 (36)	1,0	50 21	22 50	22,0	1,20	15,0	24.600	61	68	2.590	6	7	67		0,30	1,50	11,5	9,6		0,64						
53	25/26 -1	67,0	57,0	61,4	1,1	0,9	29	0	10 15	5 21	39,0	2,00	12,7	20.900	21	33	9.960	10	16	31	0,30	0,45	2,50	6,2	5,5	C							
60	24 -2	31,0	20,0	27,1	1,1	0,7	159(162)	2,7	0		24,4	0,35	9,2	15.000	34	38	2.740	6	7	40	0,30	0,20	1,40	7,7	7,6	U <sub>2</sub>	0,78						
66	15/16 -3	27,5	16,8	22,9	1,2	0,7	54 (60)	0	10	49	22,9	0,55	7,1	11.650	31	31	4.212	11	11	42	0,45	0,30	1,30	5,7	5,3		0,75						
67	16/17 -3	83,2	65,0	70,0	1,2	0,9	97(156)	1	23 10	21 70	66,2	2,20	30,8	50.550	44	47	12.500	11	12	55				10,9		C							
68	18 -3	71	52,6	64,5	1,1	0,8	72 (96)	3,7	70 23	24 45	60	2,00	51,6	84.700	80	86	17820	17	18	97	0,45	1,20	2,40	22,5	20,8		0,40						
71	23 -3	46,1	32,4	38,5	1,2	0,8	120(126)	0	27	75	38,5	0,35	31,4	51.550	82	82	4.200	7	7	88	(0,15)	0,35	1,30	28,3	27,9	U <sub>2</sub>	0,89						
72	26 -3	11,5	1,0	8,5	1,4	0,1		0	39	70	8,5		6,0	9.840	71	71	1.500	11	11	81		0,10	1,30	6,4	6,3		1,05						
76	12/13 -4	37,4	26,2	32,9	1,1	0,8	51 (72)	9,0	30 18	24 72	19,2	0,55	8,5	13.850	26	44	3.955	7	12	33	0,35	0,30	2,00	6,7	6,4		0,75						
78	17 -4	70,5	63,2	65,0	1,1	1	112 (132)	0	18	26	58,5	1,30	43,5	71.350	67	74	9850	9	10	76	0,30	0,45	1,50	28,6	27,4		0,63						
																	(1,45) Chiffres estimés ou approchés																

B.V. d'ANKABOKA  
Bassin AMONT

Tableau XIXc

Tableau des caractéristiques des crues supérieures à 5 m³/s

S = 1,64 Km²

Références		Averse						Saturation du Sol			Pluie Utile		Ruissellement pur				Ruissellement Hypodermique			Ruissell. Total	Hydrogramme					Type de la crue		ANNÉE							
N°	Date	P <sub>max</sub> mm	P <sub>mini</sub> mm	P <sub>m</sub> mm	P <sub>max</sub> P <sub>m</sub>	P <sub>mini</sub> P <sub>m</sub>	I <sub>maxi</sub> moy (fonct) mm/h	P <sub>p</sub> mm	P <sub>a</sub> mm	Durée de P <sub>a</sub> à P <sub>p</sub> heures	P <sub>u</sub> mm	t <sub>u</sub> het.m.	H <sub>r</sub> mm	V <sub>r</sub> m³	K <sub>r</sub> %	K <sub>ru</sub> %	V <sub>h</sub> m³	K <sub>h</sub> %	K <sub>hu</sub> %	K <sub>RT</sub> %	t <sub>p</sub> het.m.	t <sub>m</sub> het.m.	t <sub>b</sub> het.m.	Q <sub>max</sub> m³/s	Q <sub>Rmaxi</sub> m³/s	U. Unitaire C. Complexe	Q <sub>r</sub> H <sub>r</sub> m³/s/mm								
80.81	18/19.12	59,6	19,8	38,9	1,5	0,7			11 9	21 66			25,5	41.770	65		14.760	23		89		[0.30]	4.45	18,8	18,5	C		1961							
82	21.12	119,6	104,7	112,3	1,1	0,9			5 20 3 39	3 15 33 56			30,5	50.000	27		16.900	9		36			6.00	11,6	11,0	C									
88	28/29.12	47,3	36,6	41,3	1,1	0,9	88	1,5	10 32	10 66	38,2	0.50	33,8	55.400	82	88	6.240	9	10	91	0.20	0.45	2.20	31,9	31,5		0,81								
90	30/31.12								6 2 41	18 40 50			6,7	11.040			2.340					0.25	1.50	5,8	5,7		0,85								
92	1/2 .1												9,4	15.470			1.500					0.20	2.00	9,1	9,0		0,96								
95	6.1			[70,5]			(144)	7	55				40,1	65.700	[57]		4.800	[4]		[61]		0.45	2.20	24,3	24,0		0,60								
97	8/9.1			[38,5]			(108)	71	68				31,0	50.800	[80]		4.080	[6]		[86]		0.45	2.00	27,7	27,3		0,76								
100	11/12.1			[40,5]			(168)	10 20 39	17 43 67			[0.20]	29,4	48.100	[72]		4.700	[7]		[79]		0.30	1.25	27,1	26,8	U <sub>2</sub>	0,91								
104	20/21.1			[107]									[30,0]	[49.200]	[28]								[10 à 20]			C									
106	24/25.1			[123,5]			(156)	16	76				[55]	[90.000]	[45]										[>35 m³/s]										
107	25/26.1			[37,5]			(168)	120	15			[0.15]	12,5	20.450	[33]		3.660	[6]		[39]		0.35	2.00	12,3	12,0	U <sub>2</sub>	0,96								
108	25/26.1			[58,0]			(60)	38 120	2 19				18,5	30.350	[32]		6.780	[7]		[39]		[0.40]	3.30	11,3	10,6	C									
109	28/29.1			[15]				0					3,0	5.100	[21]		2.220	[9]		[30]		0.35	1.30	4,9	4,6		1,5								
112	1/2 .2			44,5			(36)	7 25	20 43				6,6	10.800	15		3.360	5		19		0.40	1.30	4,9	4,5	U <sub>1</sub>	0,68								
116	23/24.3	32,3	25	28,4	1,2	0,9																													
117	26/27.3	33	2,7	12,7	2,6	0,2			29	69																									
118	28/29.3	56,1	35,2	47,7	1,2	0,7	(84)		21	48																									
119	1.4			[66]			180(216)	4,5	40 51	22 71	55	0.50					[1.45]	Chiffres estimés ou approchés																	

B.V. d'ANKABOKA  
TOTAL

Tableau XXa

Tableau des caractéristiques des crues supérieures à 5 m³/s

S = 4,08 Km²

Références		Averse						Saturation du Sol			Pluie Utile		Ruissellement pur				Ruissellement Hypodermique			Ruissell. Total	Hydrogramme					Type de la crue		ANNÉE
N°	Date	Pmax mm	Pmini mm	Pm mm	Pmax Pm	Pmini Pm	I maxi moy (fonct) mm/h	Pp mm	Pa mm	Durée de Pa à Pp heures	Pu mm	tu hetm.	Hr mm	Vr m³	Kr %	Kru %	Vh m³	Kh %	Khu %		KRT %	tp hetm.	tm hetm.	tb hetm.	Qmax m³/s	QRmaxi m³/s	U. Unitaire C. Complexe	
1	21.11	92,6	53,5	64,8	1,4	0,8	88 (132)	8,0	16	24	47,7	0,55	18,8	76.500	29	39	20.330	8	11	37	2.20	1.25	2.45	21,4	18,9		1,0	
2	23.11	62,9	17,4	39,2	1,6	0,4	62 (62)	10,0	65	65	26,2	0,50	3,2	13.400	8	12	7.430	5	7	13	0,45	1,20	2,35	5,4	4,2		1,3	
3	3.12	43,5	30,5	38,4	1,1	0,8	89	0	0		31,3	0,30	4,2	16.900	11	13	12.300	8	10	19	1,35	1,00	2,00	6,5	5,4	U <sub>1</sub>	1,3	
4	13.12	50,1	7,0	36,2	1,4	0,2	(102)		23	24			4,4	17.800	12		7.140	5		17		0,25	1,30	7,0	6,1		1,4	
6	4/5.1	100,5	73,4	87,5	1,4	0,8	62 (84)	10,2	8 25	40 55	68,0	1,40	29,6	120.700	34	44	24.500	7	9	41	1,30	1,35	3,00	24,2	19,2		0,65	
8	11.1	108,5	58,4	73,6	1,5	0,8	96 (120)	5,0	3 24	16 24	50,5	0,45	30,8	125.300	42	60	24.500	8	12	50		1,20	2,30	38,4	35,2		1,1	
9	12.1	37,1	13,5	26,2	1,4	0,5	68 (90)	1,4	74	20	23,5	0,30	4,3	17.500	16	18	7920	7	8	24		1,10	2,40	5,95	5,1		1,2	
13	15.1	42,5	32,1	38,7	1,1	0,8	60 (60)	0,5	13 20 18	21 30 50	23,3	0,35	3,8	15.230	10	16	8160	5	8	15	2,00	1,30	2,20	5,4	3,7		0,97	
13 <sup>bis</sup>	19.1	52,8	20,7	35,7	1,5	0,6	100 (125)	0,5	3	21	26,5	0,25	10,8	44.100	30	41	13.020	9	10	39	1,35	1,25	2,25	15,6	13,6		1,3	
18	27.1	44,0	27,2	40,0	1,1	0,7	73 (84)	3,0	13 30 40	10 55 72	33,8	0,50	11,1	45.100	28	33	10.070	6	7	34	1,35	1,10	2,20	15,6	13,8	U <sub>1</sub>	1,2	
21 <sup>bis</sup>	29.1	26,7	15,0	19,9	1,3	0,8	37 (50)	3,3	9 14 8 40	7 28 56 64	13	0,30	4,3	17.300	21	33	12.700	16	24	37	1,40	1,45	2,30	6,8	4,6		1,1	
27	24/25.2	33,7	21,5	26,7	1,3	0,8	102 (120)	3,0	7 22	23 48	22,2	0,20	6,9	28.200	26	31	12.200	11	13	37	0,45	0,45	2,30	9,2	8,4		1,2	
29	3/4.3	85,5	49,5	68,3	1,3	0,7	78 (90)	8,0	8 8	22 32	49,4	1,05	31,0	126.300	46	63	28.600	10	14	56	1,30	1,35	2,50	29	27,6		0,89	



B.V. d'ANKABOKA  
TOTAL

Tableau XXb

Tableau des caractéristiques des crues supérieures à 5 m³/s

S = 4,08 Km²

Références		Averse						Saturation du Sol			Pluie Utile		Ruissellement pur				Ruissellement Hypodermique			Ruissell. Total	Hydrogramme					Type de la crue		ANNÉE	
N°	Date	Pmax mm	Pmini mm	Pm mm	Pmax Pm	Pmini Pm	I maxi moy(fonct) mm/h	Pp mm	Pa mm	Durée de Pa à Pp heures	Pu mm	tu hetm.	Hr mm	Vr m³	Kr %	Kru %	Vh m³	Kh %	Khu %	KRT %	tp hetm.	tm hetm.	tb hetm.	Qmax m³/s	QRmaxi m³/s	U.Unitaire C.Complexe	Qr Hr m³/s/mm		
34	1/2.12	74,2	50,0	59,0	1,3	0,8	(30)		12	24														16,2					
35	2/3.12	54,5	32,6	38,8	1,4	0,8	(100)		59 12	23 47			10,3	42.000	27		20.650	13		40		1.20	3.00	15,1	13,4			1,3	
36	10/11.12	96,6	52,5	74,3	1,3	0,7	(42)		7 7	24 48			29,2	119.000	39		39000	13		52		1.00	3.00	36,0	34,7			1,2	
40	20/21.12	64,5	28,7	49,7	1,3	0,6	26	31,0	7 12	24 49	18,7	1.35	6,6	27.000	13	35	18.400	9	24	22	(0.40)	1.10	2.30	11,0	9,8			1,5	
41	29.12	24,0	10,5	16,9	1,4	0,6			7 32 5	7 24 48			5,5	22.400	33		13.700	20		52		0.55	2.25	7,0	6,4	U <sub>1</sub>		1,2	
43	30.12	71,5	20,8	46,9	1,5	0,4	36	0,5	22 17 32	19 38 45 62	38,7	1.10	18,1	73.800	39	47	18.200	10	12	48	1.00	1.05	2.30	25,4	24,2			1,3	
45	4/5.1	35,0	22,7	29,3	1,2	0,8	88(144)	1,0	14 3	42 56	26,0	0.45	14,2	57.800	49	55	23.600	20	23	68	0.45	0.50	2.20	18,0	17,1	U <sub>1</sub>		1,2	
48	7/8.1	34,2	20,9	25,3	1,4	0,8	42(54)	0,7	50 20	22 50	21,4	1.20	13,7	55.600	54	64	14.300	16	19	64	0.40	1.05	3.00	18,6	16,4			1,2	
53	25/26.1	84,2	53,0	67,4	1,2	0,8	60(132)	0	16 19	5 21	45,0	2.00	20,6	84.000	31	46	16.800	6	9	37			6.00	11,7	10,8	C			
60	24.2	31,0	14,4	22,2	1,4	0,6	113(162)	1,3	0	--	17,5	0.15	4,5	18.250	20	26	9.600	11	13	31	1.10	0.55	2.45	6,2	5,8			1,3	
67	16/17.3	84,0	56,3	66,4	1,3	0,8	110(132)	1,0	10	21	63	2.25	33,7	137.500	51	54	30.350	11	12	62				26,4		C			
68	18.3	71,0	22,5	48,0	1,5	0,5	43(96)	6,3	66 10	24 45	32	1.30	26,2	107.000	55	82	33.750	17	25	72	1.20	1.10	2.40	27,0	23,8				
70	20.3	33,0	11,8	26,9	1,2	0,4	47(66)	4,0	17 48	16 59	20,5	0.55	5,2	21.100	19	25	7.740	7	9	26	0.50	1.00	3.00	6,4	5,7			1,1	
71	23.3	47,0	16,1	32,0	1,5	0,5	103(126)	0	27	75	32,0	0.40	21,8	88.900	68	68	15.960	12	12	80	0.55	1.00	2.20	27,9	26,5	U <sub>1</sub>		1,2	
76	12/13.4	37,4	26,2	31,7	1,2	0,8	55(90)	14,4	27 19	24 72	6,8	0.20	3,8	15.550	12	56	15.570	12	(24)	24	1.10		3.00	5,5	4,4			1,2	
78	17.4	70,5	61,5	63,9	1,1	1	107(132)	1,0	22	26	54,0	1.25	42,6	174.100	67	79	22.800	9	11	76	1.05	1.25	4.00	40,2	38,2				

(1.45) Chiffres estimés ou approches

B.V. d'ANKABOKA  
TOTAL

Tableau XXc

Tableau des caractéristiques des crues supérieures à 5 m³/s

S = 4,08 Km²

Références		Averse					Saturation du Sol			Pluie Utile		Ruissellement pur				Ruissellement Hypodermique			Ruissell. Total	Hydrogramme					Type de la crue		ANNÉE	
N°	Date	Pmax. mm	Pmini mm	Pm mm	Pmax Pm	Pmini Pm	I maxi moy (fonct) mm/h	Pp mm	Pa mm	Durée de Pa à Pp heures	Pu mm	tu h.etm.	Hr mm	Vr m³	Kr %	Kru %	Vh m³	Kh %		Khu %	KRT %	tp h.etm.	tm h.etm.	tb h.etm.	Qmax m³/s	QRmaxi m³/s		U. Unitaire C. Complexe
80.81	18/19.12	59,6	18,9	25,7	2,3	0,7	(48)		12 17	21 66			16,4	66.950	64		21.510	20		83		0.45	4.00	12,2	10,2	C		1961
82	21.12	121,4	101,9	111,7	1,1	0,9	67(105)	27,5	6 15 5 26	3 14 36 50	84,2	5,40	33,0	134.500	30	39	49.000	11	15	40		1.50	7.40	20,2	18,8	C		
86	25/26.12	40	28,4	35,0	1,1	0,8	47(96)	1,5	2 3	16 28	33,5	1.45	13,4	54.750	38	40	20.800	15	16	53	1.20	2.10	5.40	11,1	10,1		0,76	
88	28/29.12	47,3	10,8	29,5	1,6	0,4	(96)		10 35	10 66			21,2	86.600	72		11.400	9		81		0.40	3.00	28,1	27,4		1,3	
90	30/31.12								4 3 30	18 40 50			5,4	21.960			9.550					0.35	3.20	6,7	6,1		1,1	
92	1/2.1												10,4	42.240			12.600					0.55	3.20	15,3	14,3		1,4	
95	6.1	75	45	69,6	1,1	0,6	130(145)	4	7 8	55 74	60	1.00	45,3	184.900	65	75	27.950	10	13	75	1.35	1.40	4.30	35,6	34,6		0,74	
97	8/9.1	55	38,5	44,7	1,2	0,9	110(155)	2,3	70	68	42,0	0.50	31,8	129.000	71	76	19.900	11	12	82	1.05	1.15	4.00	34,2	33,6	U <sub>2</sub>	1,1	
100	11/12.1			35,1			143(168)	1,0	18 14 45	17 43 67	32,8	0.20	18,2	76.200	53	56	10.690	7	8	61	0.50	1.20	3.00	26,8	25,9	U <sub>1</sub>	1,4	
106	24/25.1	124	115	120,5	1,1	0,9	125(156)	14,0	16	76	103	4.20	72,9	297.000	61	71	36.000	7	8	68	(0.30)	1.20	5.00	72,0	70,0		0,96	
107	25/26.1	43	37,5	39,3	1,1	0,9	144(168)	0	121	15	35,3	0.50	21,3	87.000	54	60	15.230	10	11	64	0.55	1.05	3.00	26,0	24,9	U <sub>1</sub>	1,2	
108	25/26.1	60	57	58,6	1	1	54(60)	8,5	39 120	2 19	48	2.45	35,3	143.900	60	74	19.100	8	10	68	1.00	1.20	5.00	24,8	23,0	C		
109	28/29.1	16	6	12,5	1,3	0,5			0				2,7	11.210	22		8.150	16		38		0.20	2.20	5,5	5		1,9	
112	1/2.2	45	27	37,8	1,2	0,7	25(30)	3,2	9 32	20 43	13,0	1.00	5,2	21.300	14	40	23.400	15	44	29	1.05	0.30	2.00	7,1	6,6		1,3	
116	23/24.3	33	25	29,3	1,2	0,8	(48)	9,5			19,0	0.25	5,2	21.300	18	27	8.455	7	11	25	1.00	1.00	2.30	7,8	7,0	U <sub>1</sub>	1,3	
117	26/27.3	33	2,7	20,7	1,6	0,1	72(110)	0	29	69	14,0	0.20	3,1	12.480	15	22	4.980	6	10	21	0.40	0.45	2.30	5,4	4,9		1,6	
118	28/29.3	59	35,2	50,6	1,2	0,7	66(84)	1,5	21	48	28	0.35	11,9	48.600	24	43	23.000	11	20	35	1.00	1.25	3.00	12,9	11,8		1	
119	1.4			60,5	(1,2)	(0,8)	182(216)	3,0	4,0 51,0	22 71	51,6	0.40	30,7	125.100	51	59	10.770	4	5	55	1.05	1.25	3.00	32,7	31,7	U <sub>2</sub>	1	

[1.45] Chiffres estimés ou approchés

Par suite d'une surestimation probable des crues dont nous avons parlé au Chapitre II - 1, il est possible que l'on trouve un coefficient d'écoulement un peu fort. Il est curieux de constater que les averse à  $K_{PT}$  fort se groupent en paquets dans le temps et que  $K_{PT}$  augmente dans le temps. Sur le graphique G13 nous avons représenté la croissance d'un  $K_{PT}$  moyen (moyenne arithmétique) des crues  $\rightarrow$  5 m<sup>3</sup>/s.

On y voit que  $K_{PT}$  augmente indépendamment des pluies, ce qui fait penser à une surestimation progressive des débits dans le temps.

## 2 - RUISSELLEMENT PUR :

Sur les graphiques G14 et G15, nous avons porté la lame ruisselée  $H_r$  en fonction de la pluie moyenne  $P_m$  ou  $P_{mA}$ , chaque point représentant une averse. La dispersion est grande, pour fixer les idées, nous avons cependant tracé une courte "médiane".

### 2.1 - Coefficient de ruissellement :

On trouve de très fortes valeurs de  $K_r$  ou  $K_{ru}$ . Pour  $K_r$ , des chiffres de l'ordre de 70 % sur le Bassin Versant total, et de 80 % à l'amont ne sont pas rares ; et ce, pour des pluies parfois relativement peu importantes et sur sol apparemment peu saturé. A l'inverse, il y a des  $K_r$  faibles ou moyens (20 à 40 %) pour des averse fortes avec une bonne humidité antérieure.

On voit donc que le ruissellement obéit à des lois très complexes et nous n'avons pas tracé de courbes dans le genre  $K_r$  ( $P_m$ ) car elles n'apprennent rien vu la trop grande dispersion (cf Chapitre IV).

Au paragraphe 5, nous donnons quelques déterminations de pluie excédentaire sur des hyétogrammes, ceci grâce à l'hydrogramme unitaire. On voit que les variations de la capacité d'absorption sont assez fantaisistes par rapport à la saturation du sol.

### 2.2 - Hydrogrammes de ruissellement pur :

#### 2.2.1 - Généralités :

Etant donné la taille des bassins versants et la durée moyenne des pluies, nous n'avons pas pu trouver des ensembles averse-crue véritablement unitaires à l'amont ; par contre, sur les trois années d'observations il y en a une dizaine à l'aval. Les résultats sont donc meilleurs pour le Bassin versant total.

CRISTON

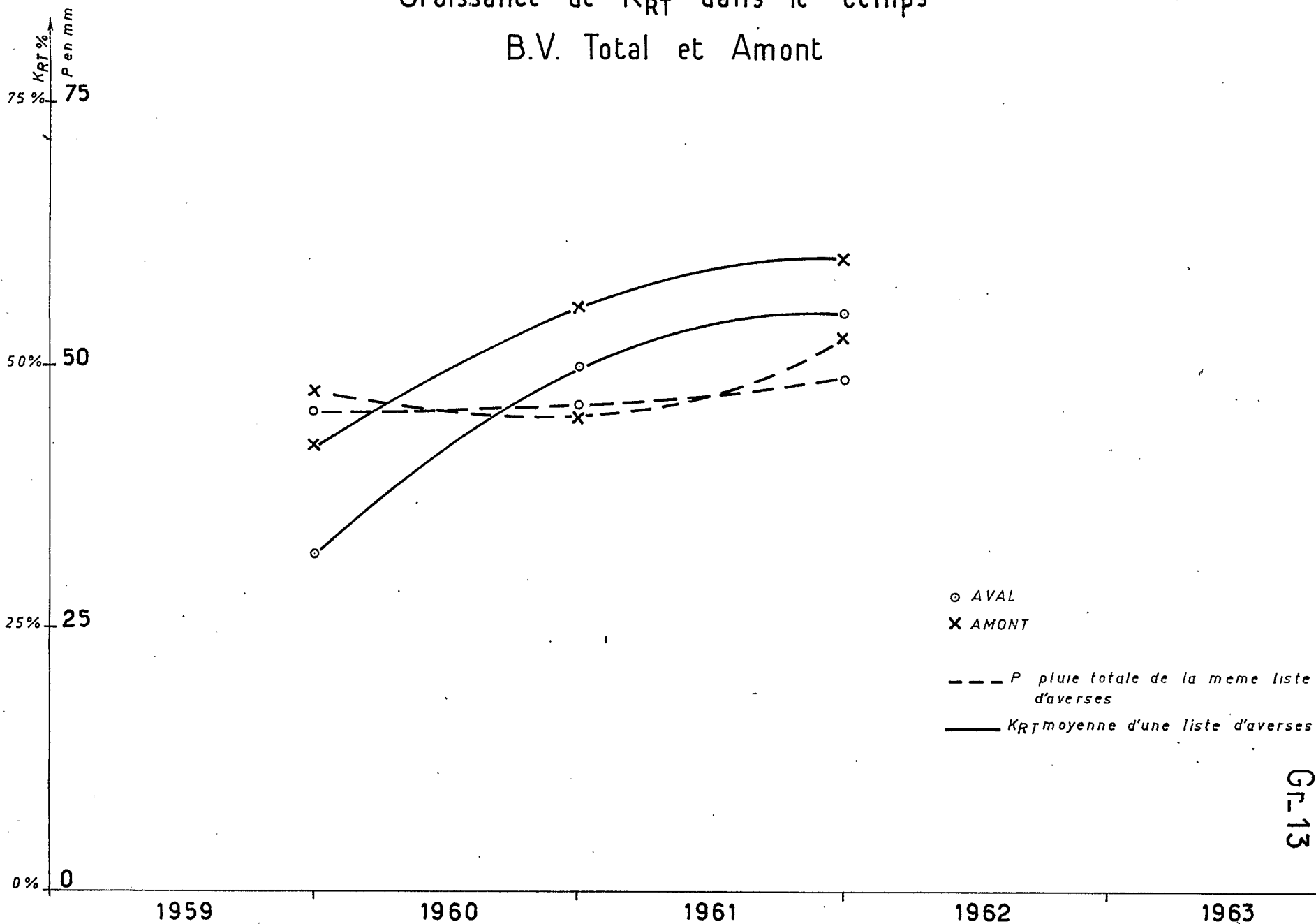
A0

DATE: 28.4.64

DESSINE: GUILLENE J.

MAD-171099

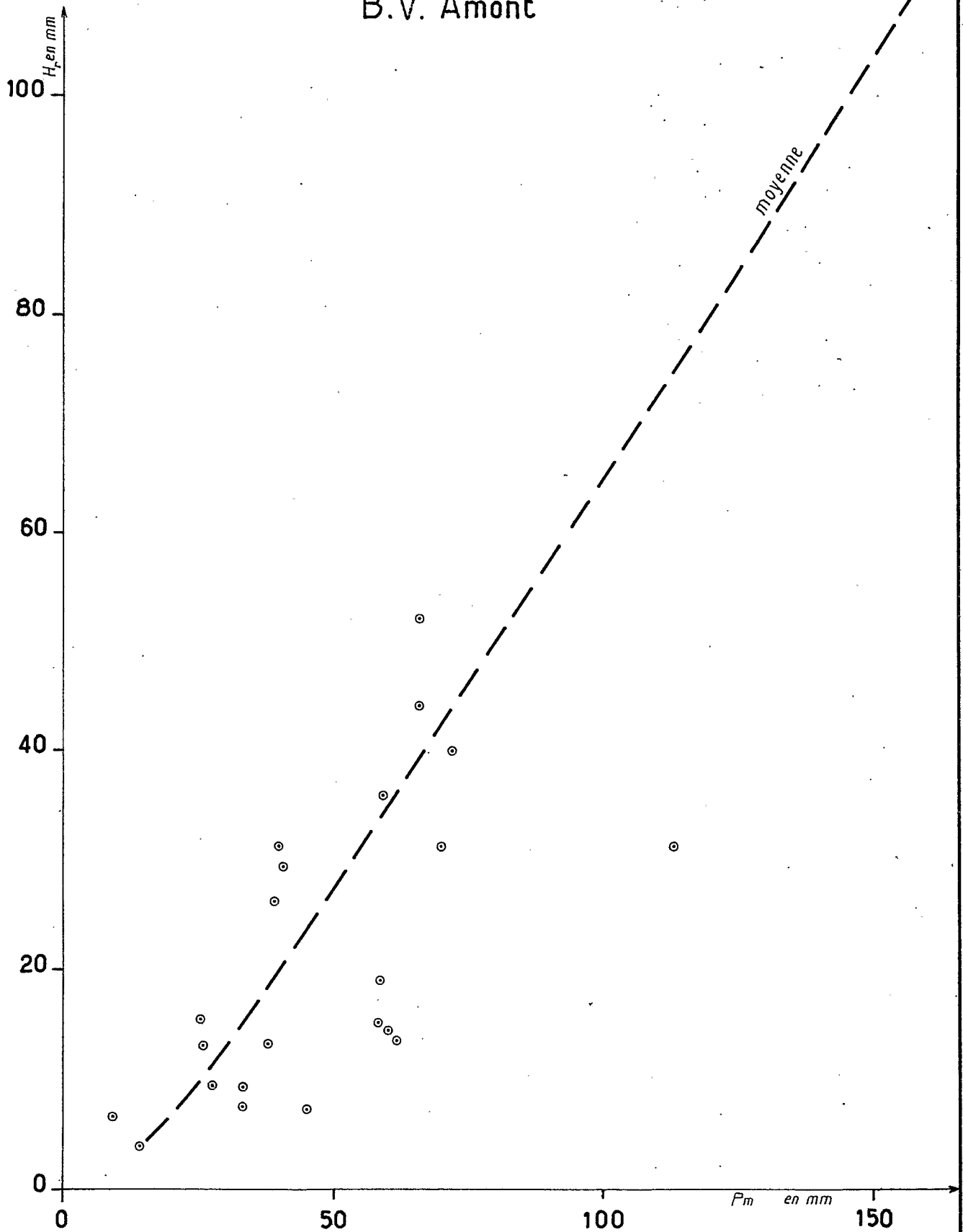
# Croissance de $K_{RT}$ dans le temps B.V. Total et Amont



Gr-13

Gr-14

Lame d'eau ruisselée en fonction de la pluie moyenne  
B.V. Amont



ORSTOM

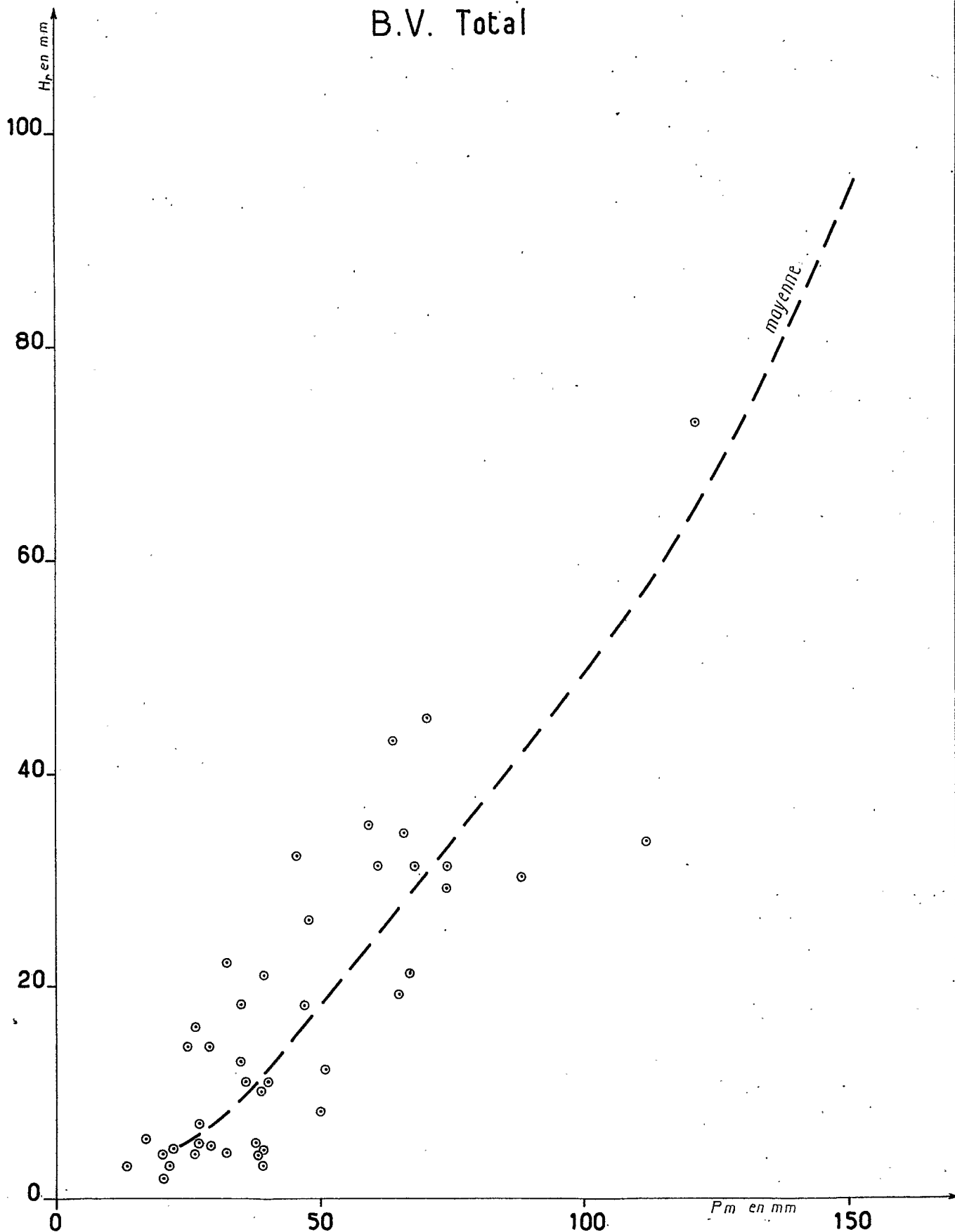
A0

DATE: 27.4.64

DESSINÉ: Gallienne J.

MAD-171100

# Lame d'eau ruisselée en fonction de la pluie moyenne B.V. Total



Pour le Bassin Versant total, nous avons déterminé deux hydrogrammes-types, l'un pour les ruissellements faible et moyen T<sub>1</sub>, l'autre pour les ruissellements forts T<sub>2</sub> ; c'est évidemment le deuxième, T<sub>2</sub>, qui est le plus intéressant.

Pour le Bassin Versant amont, il y a également deux hydrogrammes-types : A<sub>1</sub> pour le faible ruissellement et A<sub>2</sub> pour les ruissellements moyen et fort. Mais quelques crues particulièrement pointues ne peuvent être reconstituées avec A<sub>1</sub> ou A<sub>2</sub> et nous n'avons trouvé aucun hydrogramme-type qui puisse les représenter. Peut-être sommes-nous en présence de crues mal calculées à cause d'un détarage de la section (surestimation).

### 2.2.2. - Bassin Amont :

Il n'y a pas vraiment de limite inférieure de  $t_m$  lorsque  $t_u$  décroît. Les crues choisies pour unitaires sont celles qui ont les caractéristiques suivantes :

- hydrogramme et hyétogramme de forme simple
- $t_p$  normal
- $t_m$  de 20 à 40 mn
- $t_u$  autour de 30 mn
- homogènes :  $\left( \frac{P_{max}}{P_{m^A}} - \frac{P_{min}}{P_{m^A}} \right)$  minimum de 0,1 à 0,3.
- $\frac{Q \times Max}{H_r}$  aussi constant que possible.

Cette dernière caractéristique permet de séparer les crues à faible ruissellement (coefficient de forme plus petit) de celle à fort ruissellement (coefficient de forme plus grand).

#### a) Ruissellement faible: $H_r \leq 10$ à 15 mm (suivant valeur de I)

Les crues n° 3, 11, 13, 112, donnent l'hydrogramme-type A<sub>1</sub> qui est le suivant (après quelques retouches dictées par les reconstitutions de crues) :

: $A_1$ valable à l'amont pour $H_r < 10 \text{ mm}$ ou $15 \text{ mm}$ :												
: (I > 150 mm/h) (I < 100 mm/h) :												
$t_m = 40'$	$\Delta t_b = 10'$	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4	5	6	7
$t_b = 2 \text{ h}$	$\frac{m^3}{s}$ pour	0,01	0,13	0,46	0,66	0,54	0,39	0,25	0,14	0,07	0,03	0,01
	$H_r = 1 \text{ mm}$	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

(Cf. Graphique 16).

b) Ruissellements moyen et fort :  $H_r > 10 \text{ mm}$  ou  $15 \text{ mm}$

Les crues n° 34, 60, 71, 100, 107 donnent l'hydrogramme-type  $A_2$  qui, légèrement corrigé après reconstitution, est le suivant :

: $A_2$ valable à l'amont pour $H_r > 10 \text{ mm}$ ou $15 \text{ mm}$ :												
: (I > 150 mm/h) (I < 100 mm/h) :												
$t_m = 40'$	$\Delta t_b = 10'$	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4	5		
$t_b = 1h40'$	$\frac{m^3}{s}$ pour	0,02	0,17	0,59	0,80	0,60	0,27	0,14	0,06	0,02		
	$H_r = 1 \text{ mm}$	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

(cf. Graphique 17)

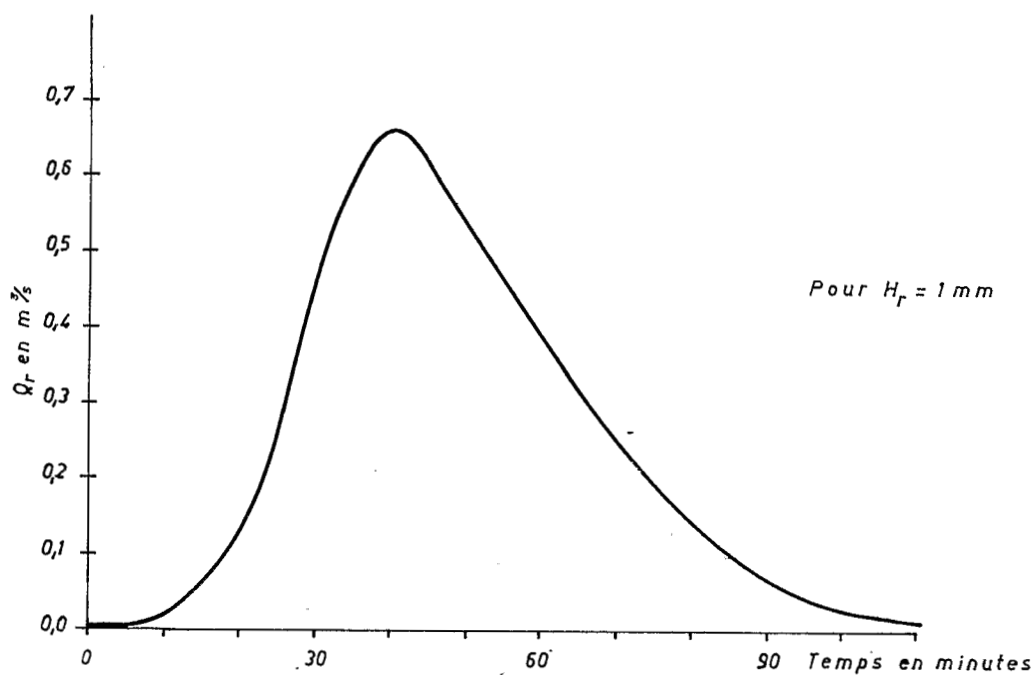
Un certain nombre de crues ont été reconstituées :

avec  $A_1$  : n° 27\_ (

avec  $A_2$  : n° 18, 29, 67, 78 ) cf. paragraphe 5

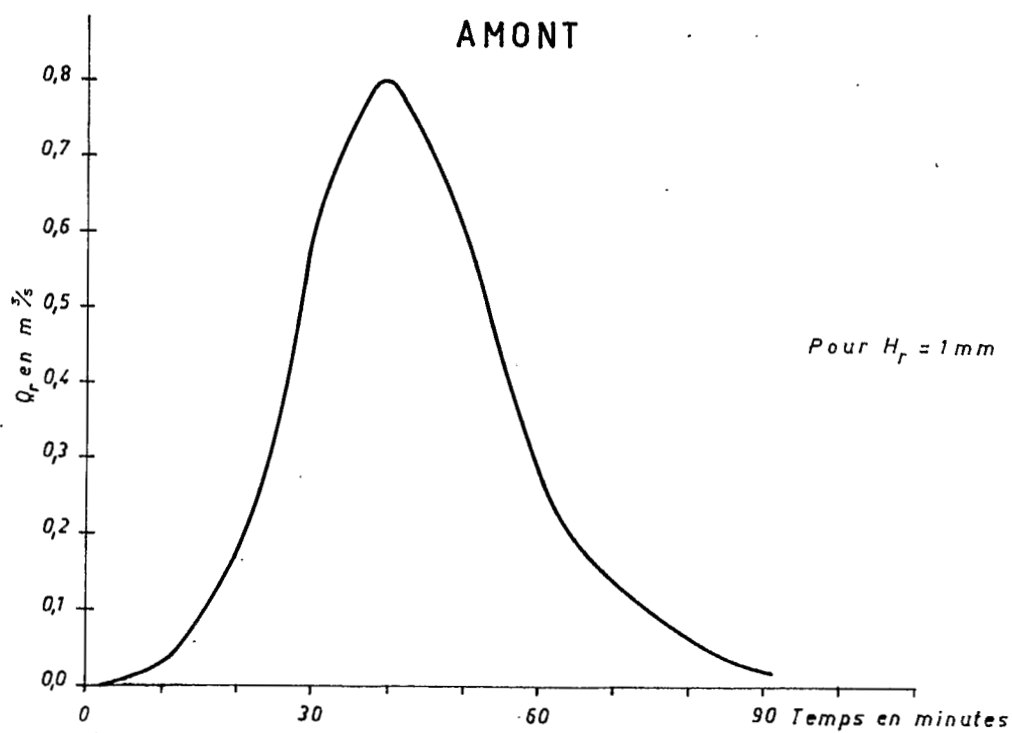


HYDROGRAMME TYPE A<sub>1</sub>  
AMONT



Gr\_17

HYDROGRAMME TYPE A<sub>2</sub>  
AMONT



Les résultats sont bons, mais nous amènent à faire deux remarques :

- pour reconstituer une crue, il y a intérêt à appliquer l'hydrogramme-type à des tranches de pluie excédentaire de 10 mn de durée ;
- les crues trop pointues pour être reconstituées sont en particulier les numéros 8, 43, 34, 100 et 107.

### 2.2.3 - Bassin total :

La limite inférieure de  $t_m$  n'est pas nette quand  $t_u$  décroît. Pourtant, nous devons avoir des crues unitaires. Les caractéristiques intéressantes au point de vue unitaire sont :

- homogénéité :  $\left( \frac{P_{max}}{P_m} - \frac{P_{min}}{P_m} \right)$  de 0,2 à 0,6  
elle n'est naturellement pas si bonne à l'aval qu'à l'amont.
- $t_m$  de 50mn à 1 h.20
- $t_u$  de 25mn à 50 mn
- $t_b$  de 2 h à 3 h
- $\frac{Q_r \text{ max}}{H_r}$  autour de 1,25 pour les ruissellements moyen et faible  
" " 1,0 pour le ruissellement fort

#### a) Ruissellements faible et moyen : $H_r < 20$ ou 25 mm

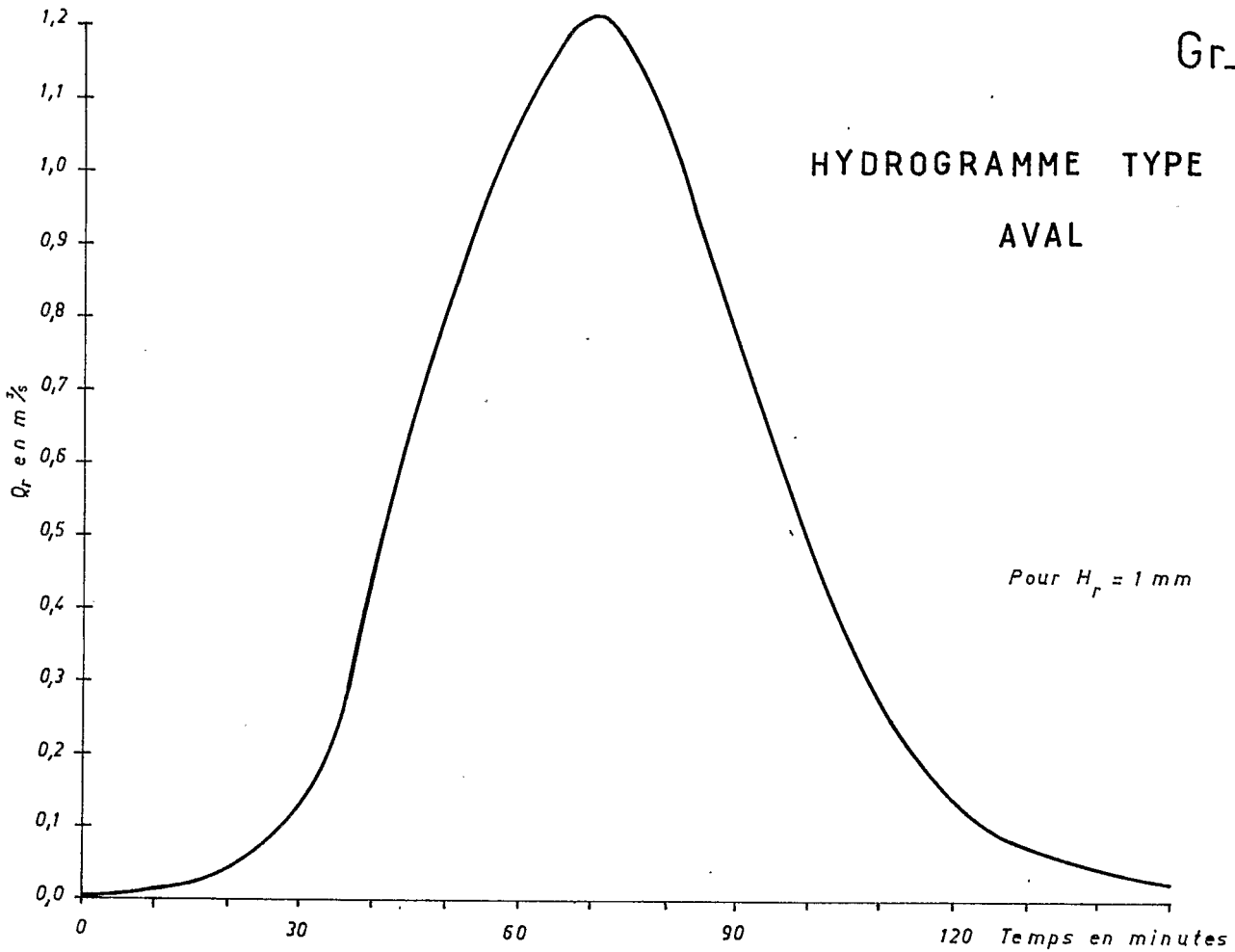
Les crues n° 3, 18, 41, 45, 71, 100, 107 et 116 donnent l'hydrogramme-type  $T_1$  suivant :

: $T_1$ valable sur le B.V. total pour $H_r < 20$ mm ou 25 mm : :																
: (I fort) (I faible) : :																
$t_m = 1 \text{ h.}10$	$\Delta t_b = 10'$	- 6'	- 5'	- 4'	- 3'	- 2'	- 1'	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t_b = 2 \text{ h.}40$	$\text{m}^3/\text{s}$ pour	0,01	0,04	0,13	0,46	0,80	1,08	1,26	1,08	0,78	0,48	0,27	0,14	0,07	0,04	0,02
	$H_r = 1\text{mm}$	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

(cf. graphique 18)

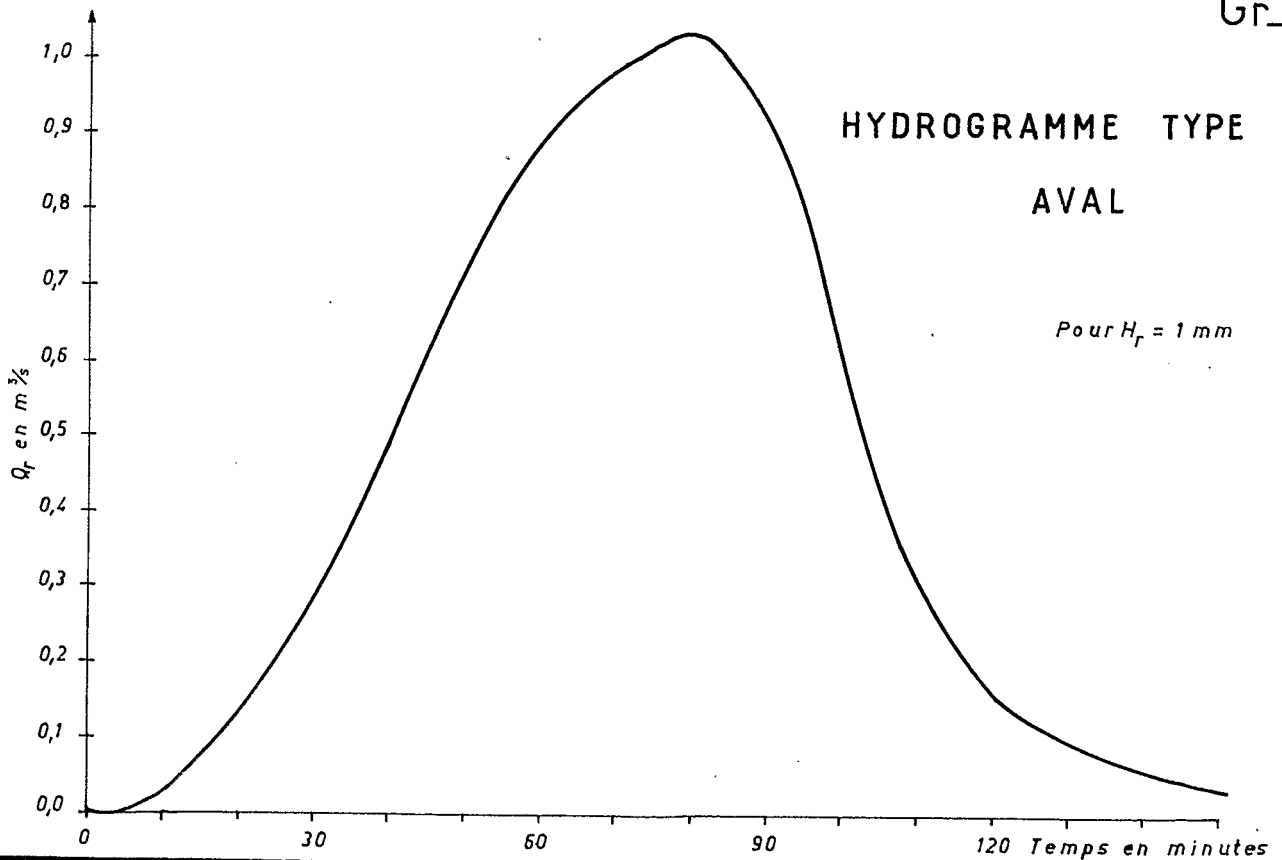
Gr\_18

HYDROGRAMME TYPE T<sub>1</sub>  
AVAL



Gr\_19

HYDROGRAMME TYPE T<sub>2</sub>  
AVAL



b) Ruissellement fort =  $H_r > 20$  ou 25 mm

Les crues n° 97 et 119 nous donnent  $T_r$  :

$T_r$ valable sur le B.V. total pour $H_r \neq 20$ mm ou 25 mm																
		(I fort)							(I faible)							
$t_m = 1 \text{ h.}20$	$\Delta t_b = 10'$	- 7'	- 6'	- 5'	- 4'	- 3'	- 2'	- 1'	0	1	2	3	4	5	6	7
$t_b = 2 \text{ h.}40$	$\frac{m^3/s}{H_r = 1mm}$	0,03	0,13	0,30	0,49	0,72	0,88	0,98	1,04	0,92	0,60	0,31	0,15	0,10	0,06	0,03

(cf. graphique 19)

Pour reconstituer des crues, nous avons divisé la pluie excédentaire en intervalles de durée 20' :

avec  $T_1$  : n° 48 (

avec  $T_2$  : n° 53, 78, 29 (

) cf. paragraphe 5

3 - RUISSELLEMENT HYPODERMIQUE -

La détermination de l'écoulement hypodermique à l'aide du papier semi-logarithmique [ $\log Q = g(t)$ ] se révèle délicate ; le point H, fin du ruissellement pur, se détermine presque aussi aisément sur l'hydrogramme simple  $Q(t)$ .

Les figures G20 à G22 donnent les volumes hypodermiques  $V_h$  en fonction de la pluie moyenne, et les différences  $Q_{max} - Q_{rmax}$  en fonction du temps de base  $t_b$  (durée du ruissellement pur). Nous avons tracé sur ces figures les courbes valeurs moyennes et valeurs maximales ; ce ne sont que des estimations, mais elles servent pour calculer les hydrogrammes à partir de la pluie seule.

C R S T O M

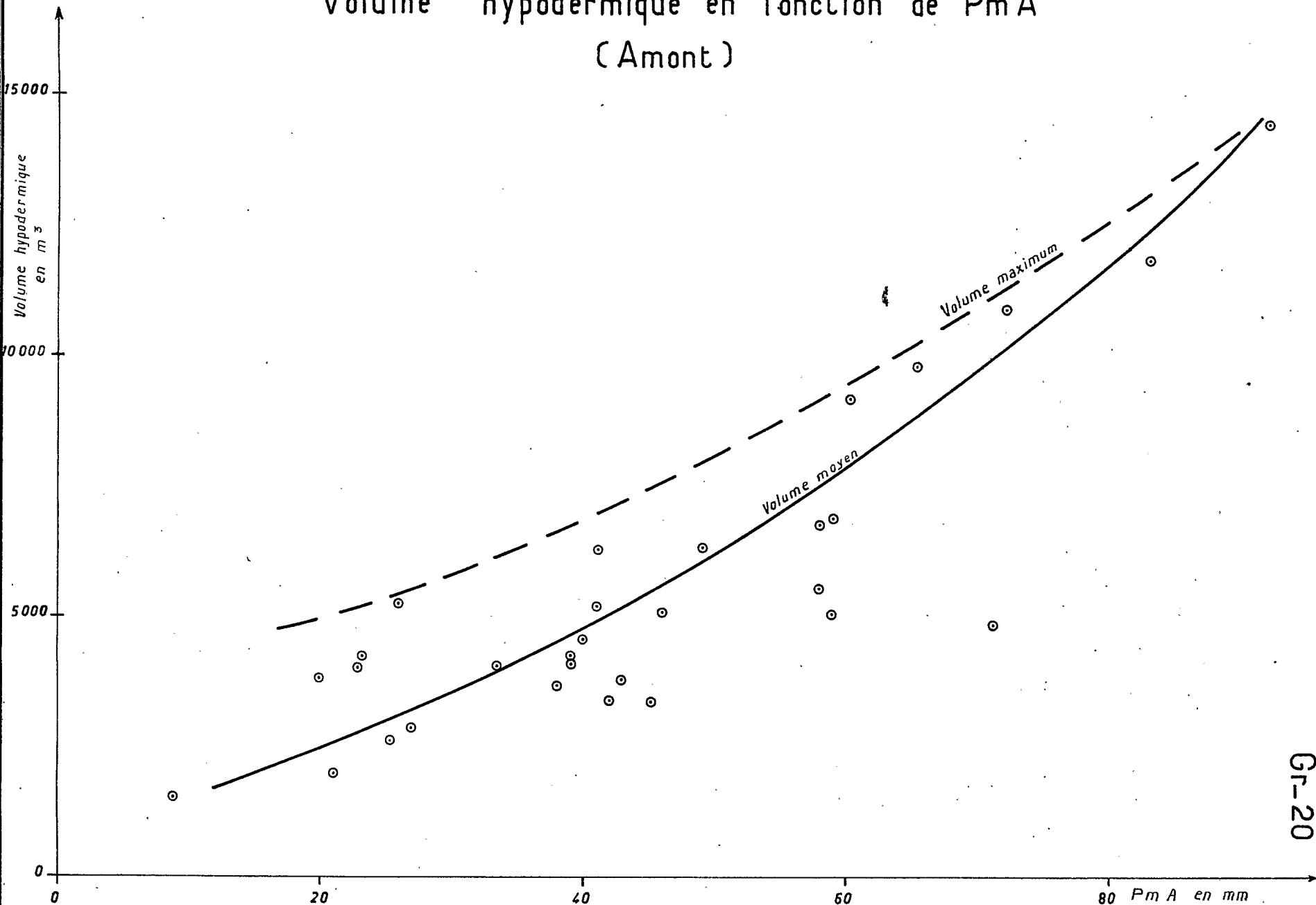
Ao

DATE : 28.4.64

DESSINÉ : Gallienne J.

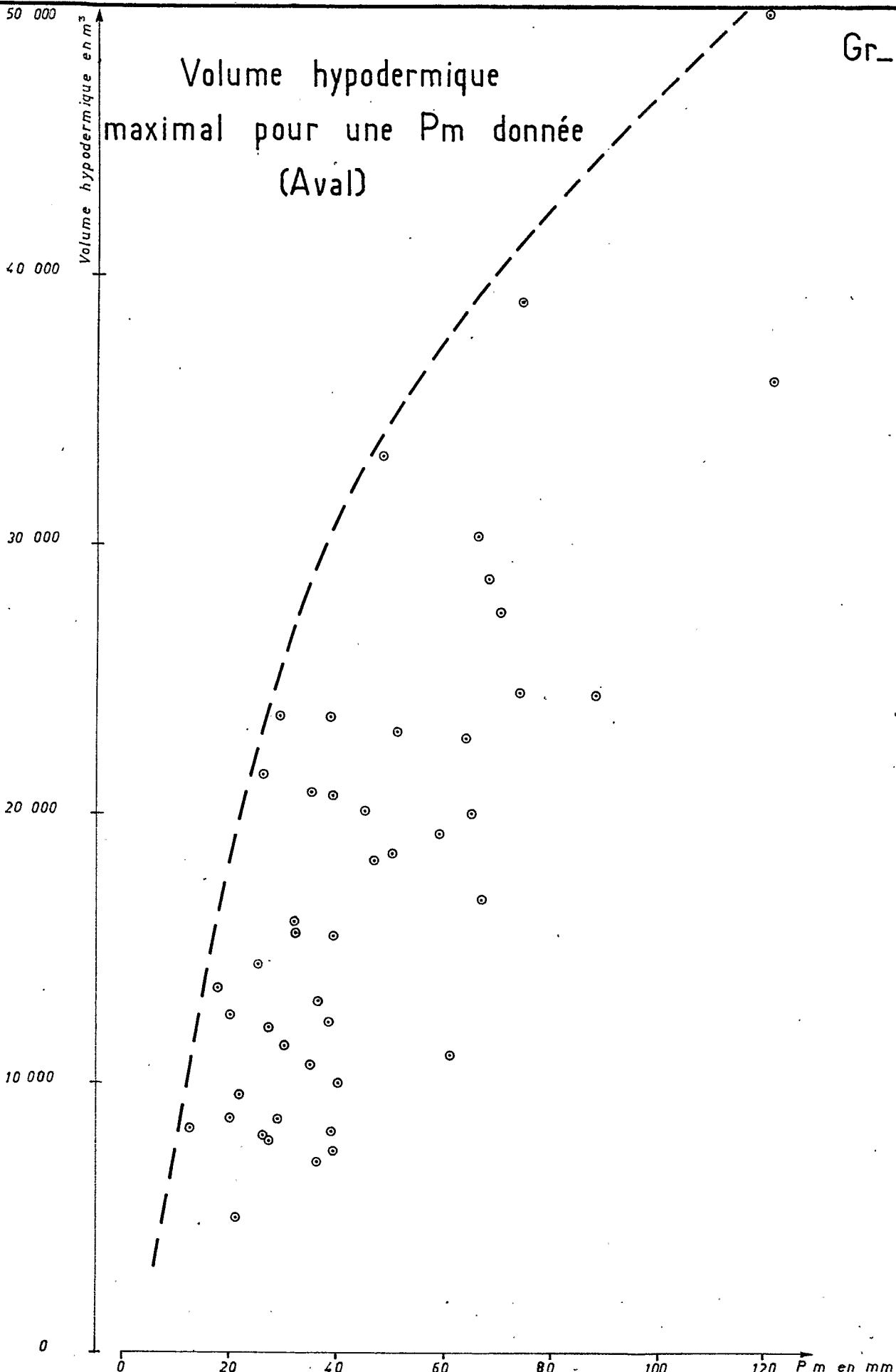
MAD-171104

# Volume hypodermique en fonction de PmA (Amont)

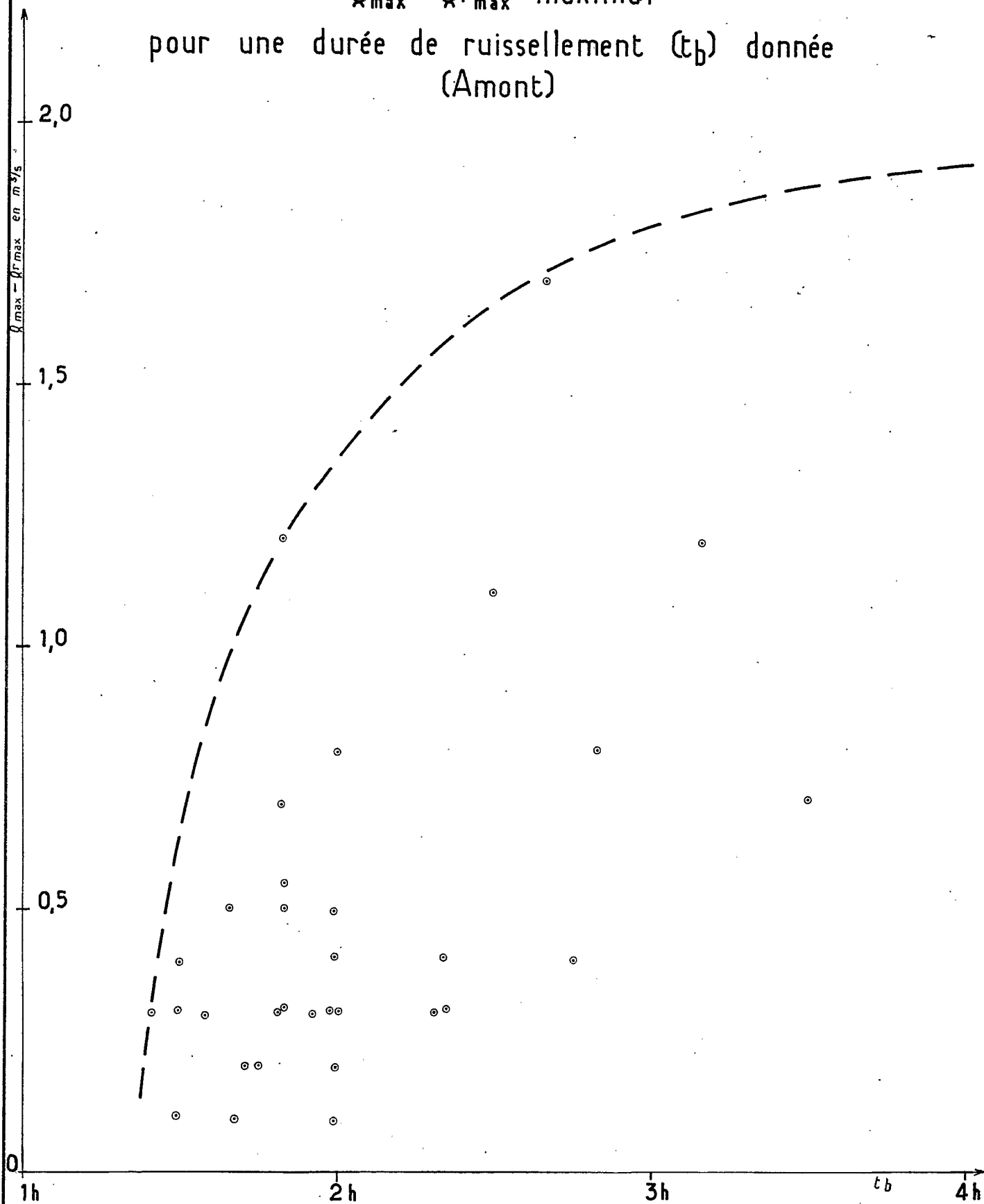


Gr-20

# Volume hypodermique maximal pour une Pm donnée (Aval)



$Q_{\max} - Q_{r_{\max}}$  maximal  
pour une durée de ruissellement ( $t_b$ ) donnée  
(Amont)



CRS [CM]

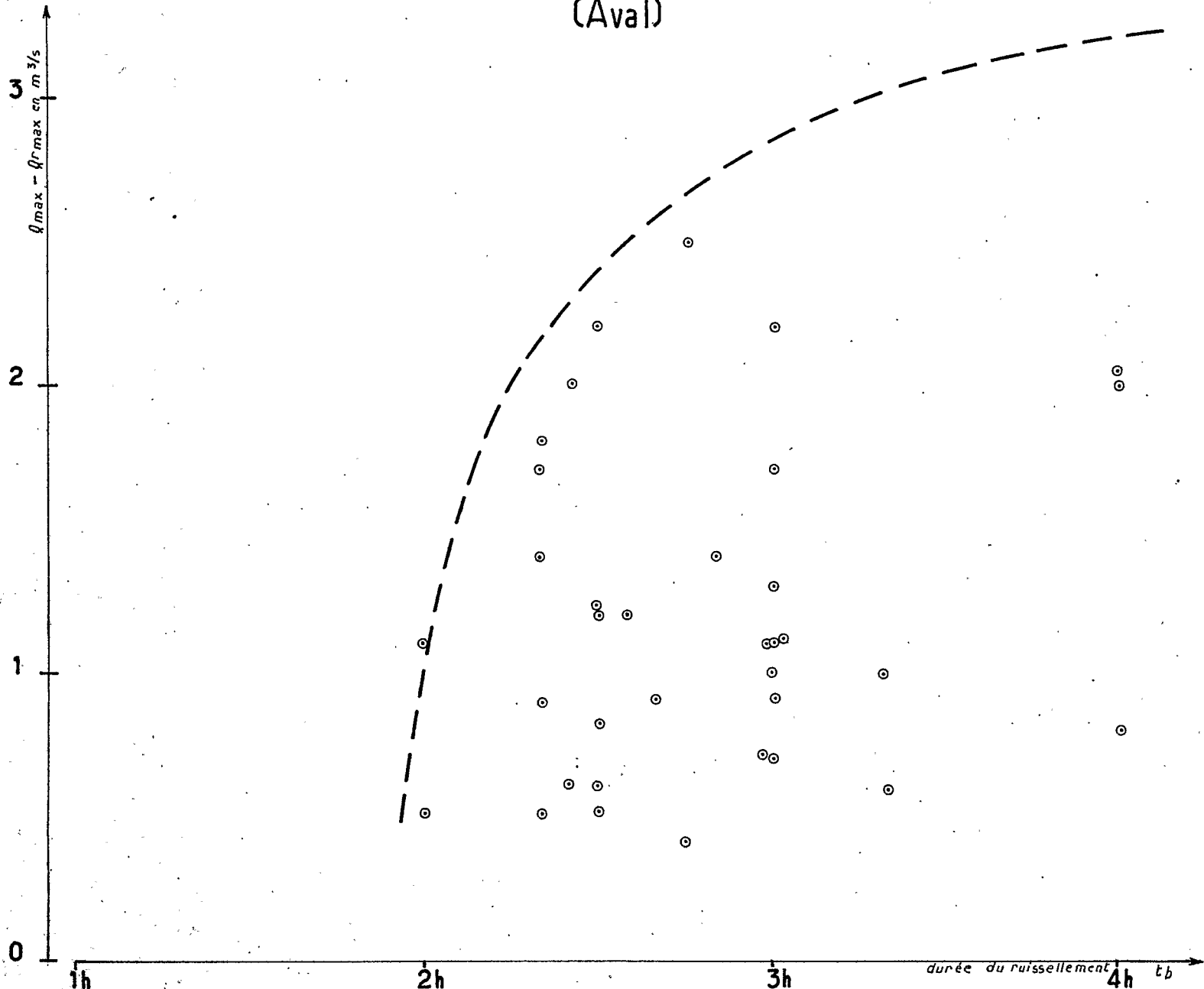
A0

DATE: 28.4.64

DESSINE: Gallienne J.

MAD\_171107

# Maximum de $Q_{max} - Q_{r_{max}}$ en fonction de la durée du ruissellement (Aval)





Ainsi, dans la reconstitution d'une crue, une fois  $V_r$  et  $Q_r$  calculés (paragraphe 2), on pourra terminer l'hydrogramme :

- en ajoutant à  $Q_r$  la valeur "Max ( $Q_{Max} - Q_{rMax}$ )" correspondant au temps de base de l'hydrogramme de ruissellement pur ; on aura ainsi le débit maximal instantané de la crue (remarque : le débit de base  $Q_b$  est inclus dans le terme  $Q_{Max} - Q_{rMax}$ ) ;
- en ajoutant à  $V_r$  la moyenne ou le maximum du volume hypodermique  $V_h$  correspondant à la pluie moyenne de l'averse étudiée ; on aura ainsi le volume ruisselé total  $V_{RT}$ .

#### 4 - DEBIT de BASE -

Dans le problème précédent, pour avoir le volume d'écoulement total de la crue reconstituée, il faut encore ajouter à  $V_{RT}$  le terme  $V_b$  : volume écoulé par le débit de base. Pour les crues  $> 5 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce volume est de l'ordre de quelques %, donc peu important sinon négligeable. La médiocrité des mesures de basses eaux (paragraphe 1) ne nous permet pas de fournir des données quantitatives précises sur le débit de base.

Il est au maximum de  $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$  à l'amont et de  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  à l'aval.

#### 5 - COMMENTAIRES sur QUELQUES ENSEMBLES AVERSE-CRUE - RECONSTITUTION de CRUES -

##### 5-1 - Averse-crue n° 8 du 11-12 Janvier 1960

La hauteur de pluie décroît d'amont vers l'aval assez régulièrement :

$$\begin{aligned} P_{\max} &= 108,5 \text{ mm} \\ P_{\min} &= 58,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Le pluviomètre 15 a la hauteur minimale comme dans un grand nombre de cas.

Le pluviomètre 3 met en lumière un maximum local au centre du bassin, phénomène qui se retrouve également très souvent.

Le hyétogramme est du type à une seule pointe, mais massif.

La crue est, toutes proportions gardées, plus forte à l'amont qu'à l'aval, à cause du gradient pluviométrique décroissant vers l'aval. La petite pointe d'intensité de la traîne (8 mm/h) a donné lieu à une crue hypodermique dont le temps de réponse est de 2 h.00 à l'aval et de 1 h.00 à l'amont.

Il s'agit d'une averse typique de début de saison : total élevé, hyétogramme à une pointe, intensité forte, coefficient de ruissellement relativement faible mais crue forte tout de même à cause de l'importance de l'averse.

Le débit est nul avant la crue et redevient très faible quelques heures après.

#### 5.2 - Averse-crue n° 18 du 27 Janvier 1960

L'averse est bien homogène surtout à l'amont. Il y a toujours un minimum relatif au pluviomètre 15 et un maximum relatif au pluviomètre 3.

Dans le hyétogramme, la pluie habituellement appelée préliminaire dans les averses étudiées ici est tellement forte qu'elle peut être considérée comme la première pointe d'un hyétogramme à double pointe.

On devine que la saturation est favorable à un fort ruissellement de la deuxième pointe ; la capacité d'absorption passe de 40 mm/h dans la première pointe à 20 mm/h dans la deuxième et descend à 10 mm/h à la fin de la pluie utile. Ces résultats, valables pour l'amont, ont été trouvés grâce à la reconstitution de la crue amont par l'hydrogramme-type.

#### 5.3 - Averse-crue n° 27 du 24 Février 1960

L'averse est bien homogène, surtout pour sa faible hauteur : 26,7 mm. Le maximum de hauteur se situant à l'aval, la crue amont est anormalement faible par rapport à la crue aval.

Le hyétogramme est du type à une pointe sans pluie préliminaire marquée et sans traîne.

La capacité d'absorption amont, très élevée au début de la pluie utile, tombe à 10 mm/h comme d'habitude, mais la pluie est alors terminée. Le ruissellement est donc très faible.

#### 5.4 - Averse-crue n° 29 du 3 Mars 1960

C'est le type de l'averse à deux maximums assez rapprochés. Le pluviomètre 3 accuse toujours un maximum relatif très net. Le gradient pluviométrique décroît sensiblement de l'amont vers l'aval, la crue amont est donc relativement forte par rapport à celle de l'aval.

Les capacités d'absorption passent de 50 mm/h après la pluie préliminaire à 10 mm/h en fin de pluie utile.

#### 5.5 - Averse-crue n° 43 du 30 décembre 1960

Le maximum de pluviosité, 70 mm, en amont entraîne une crue plus forte à l'amont qu'à l'aval.

La capacité d'absorption passe de 20 mm/h à 10 mm/h, la valeur faible du début indique une excellente saturation : au seul vu des pluies, nous aurions prévu une saturation seulement moyenne ( $C_0 = 40\text{mm/h}$  au début par exemple).

Le pluviomètre 15 accuse toujours un minimum relatif et le pluviomètre 3, un maximum.

#### 5.6 - Averse-crue n° 48 du 7 Janvier 1961

L'averse est très homogène, mais relativement faible : 25 mm. Le hyétogramme, dans l'ensemble assez mou, est relativement pointu autour de l'exutoire aval, d'où une crue beaucoup plus forte à l'aval qu'à l'amont, ce qui est relativement rare.

La saturation étant forte, l'absorption se situe autour de 10 mm/h.

#### 5.7 - Averse-crue n° 53 du 25 Janvier 1961

L'averse est forte, longue, du type à deux maximums d'intensité, mais relativement homogène en hauteur totale.

La crue est complexe, à deux pointes bien distinctes. Il est remarquable de constater l'influence de la saturation sur le ruissellement : quoique la deuxième pointe de la pluie soit nettement plus faible que la première, la crue résultante est nettement plus forte.

La capacité d'absorption passe de 30 mm/h à 5 mm/h au bout de 2 heures de pluie.

5.8 - Averse-crue n° 67 du 16 Mars 1961

Il y a, en fait, trois averses successives séparées de 1 h.30 environ. La troisième, quoique peu intense, ruisselle beaucoup par suite de la saturation.

La capacité d'absorption passe de 40 à 25 mm/h dans la première averse, se maintient autour de 20 mm/h pour la deuxième et passe de 20 à 10 mm/h pour la troisième qui est assez longue (1 h.30).

Le maximum de pluviosité au centre du bassin entraîne une crue nettement plus forte à l'aval qu'à l'amont.

5.9 - Averse-crue n° 78 du 17 Avril 1961

L'homogénéité dans les hauteurs de pluie est remarquable. Les hyétogrammes sont aussi assez semblables.

Il n'est pas étonnant, dans ces conditions, que les reconstitutions de crues soient satisfaisantes. Elles nous indiquent des capacités d'absorption passant de 30 mm/h à 5 mm/h. Elles sont très faibles et ne peuvent être expliquées simplement par les pluies antérieures relativement moyennes.

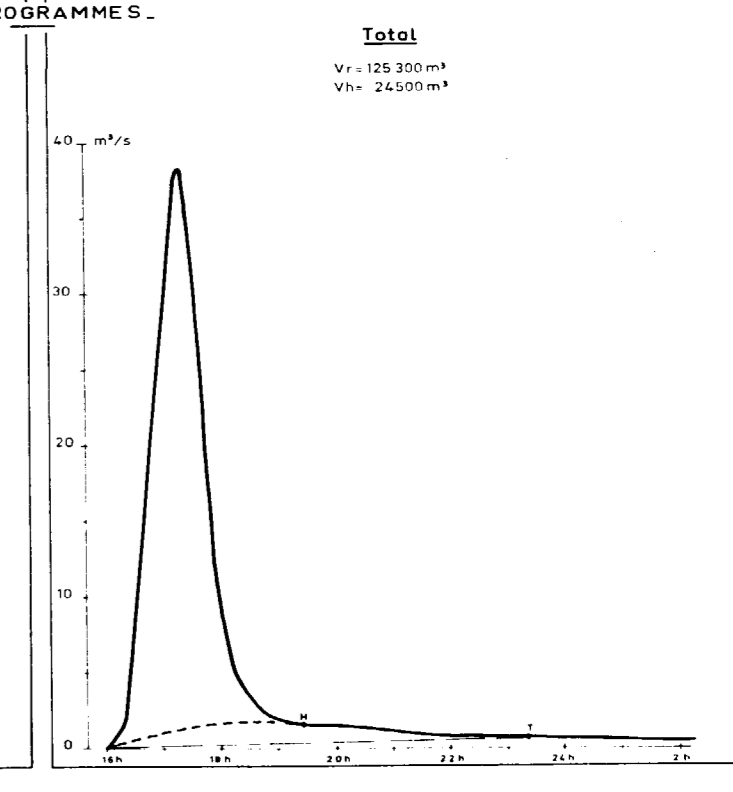
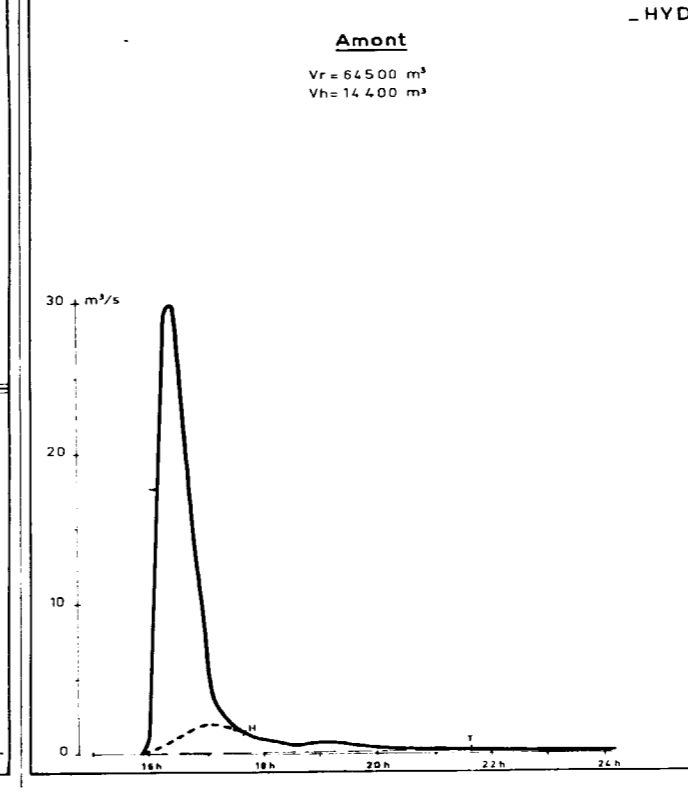
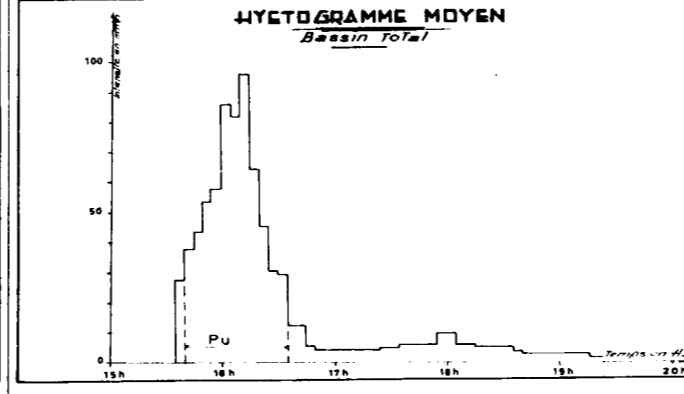
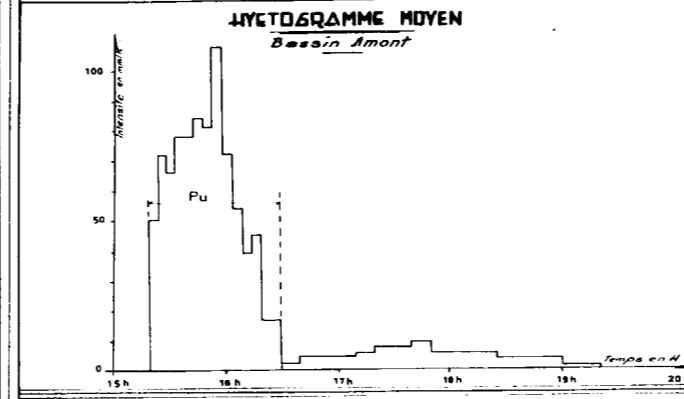
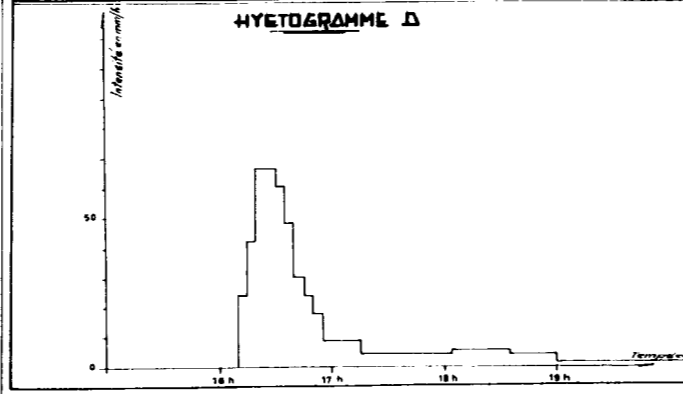
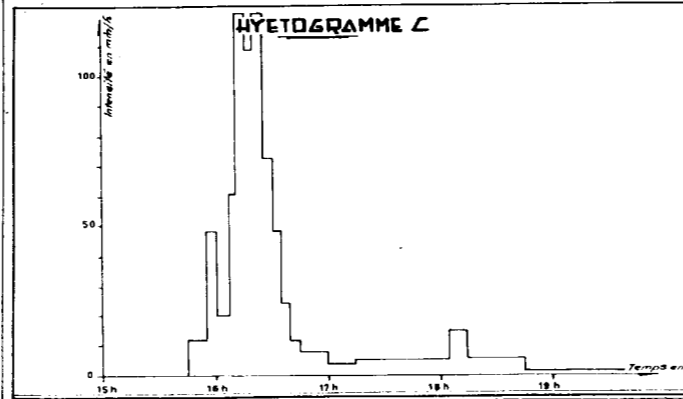
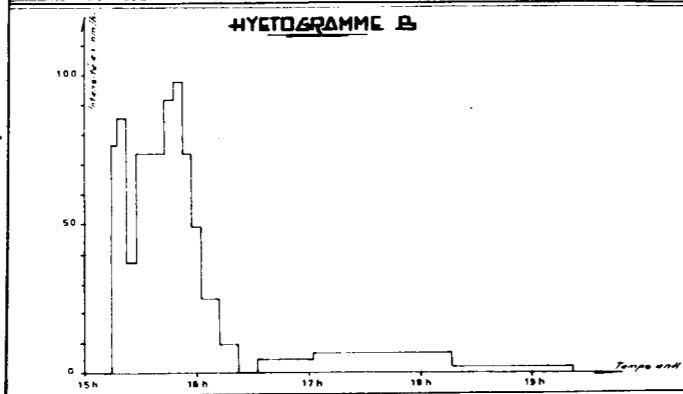
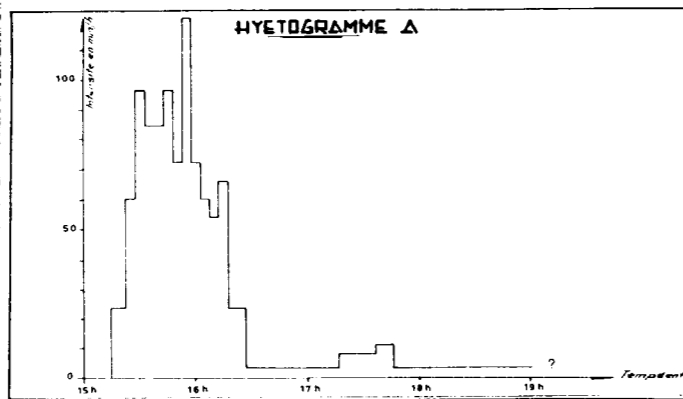
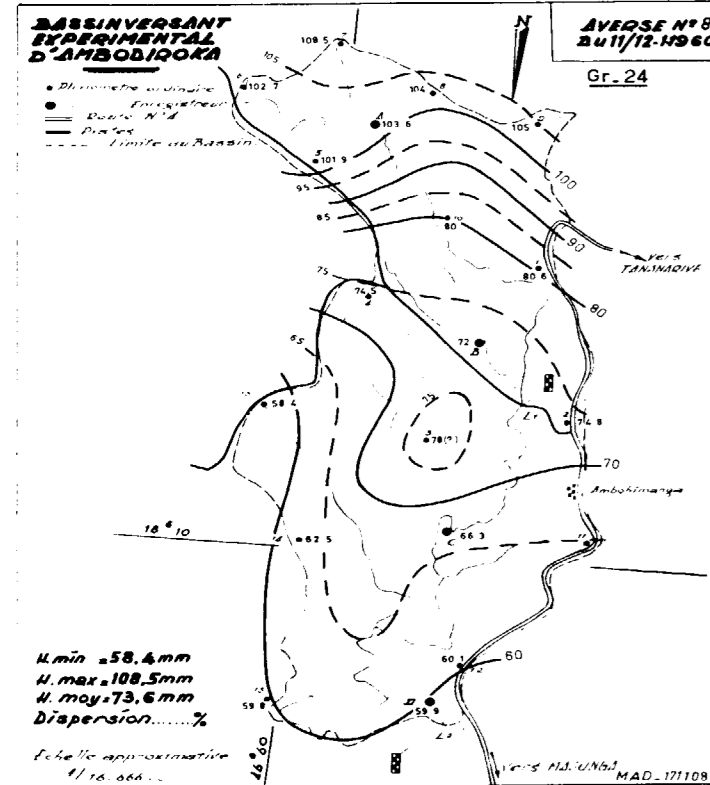
5.10 - Averse-crue n° 100 du 11 Janvier 1962

Nous avons peu de renseignements sur la pluviométrie de cette averse, mais elle est intéressante car la durée de la pointe est de 20 minutes.

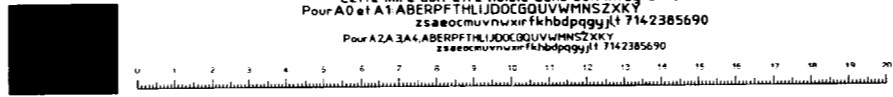
Pour un total moyen de pluie de 35 mm environ, nous avons un débit de 27 m<sup>3</sup>/s à l'amont et à l'aval.

5.11 - Averse crue n° 107 du 25 Janvier 1962

La forme du hyétogramme est remarquablement stable d'un pluviographe à l'autre. Il est dommage que nous n'ayons aucune hauteur de pluie en pluviomètre car il s'agit sans doute d'un bel exemple de pluie homogène.

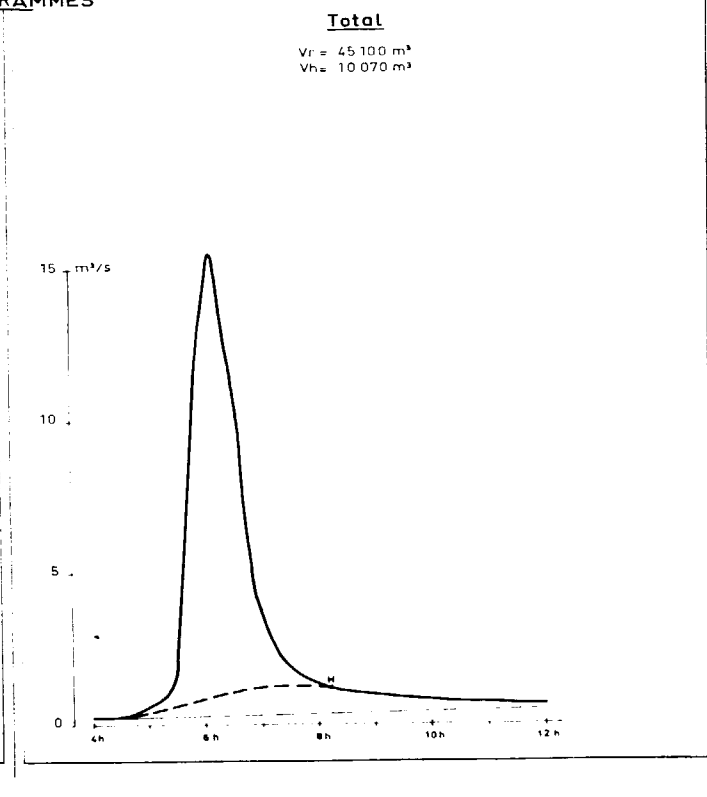
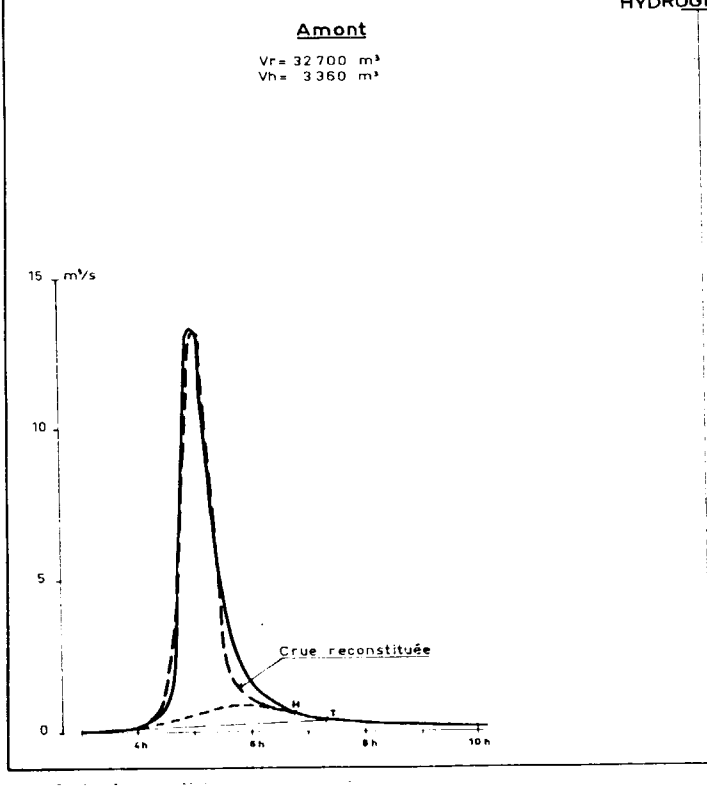
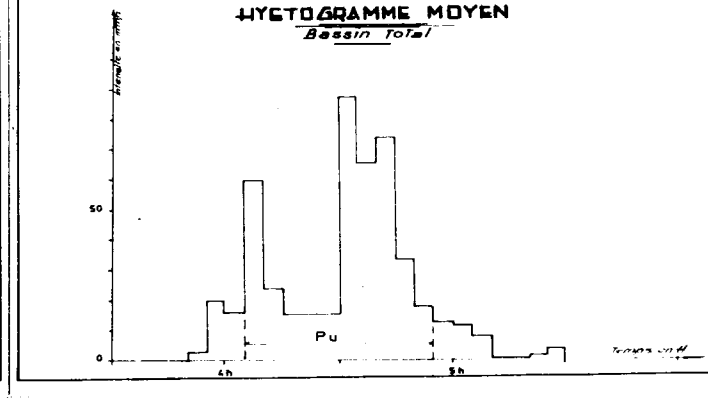
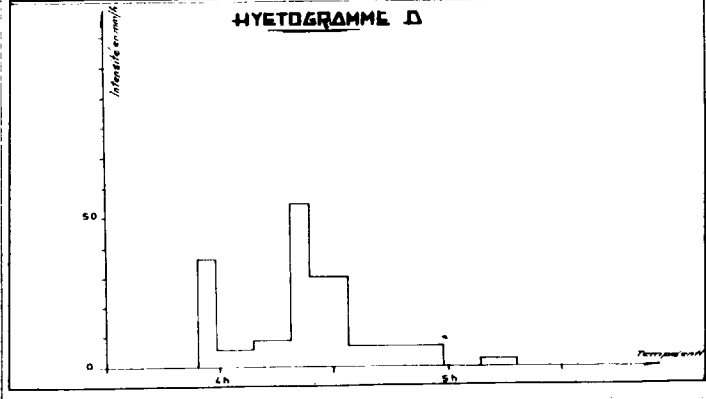
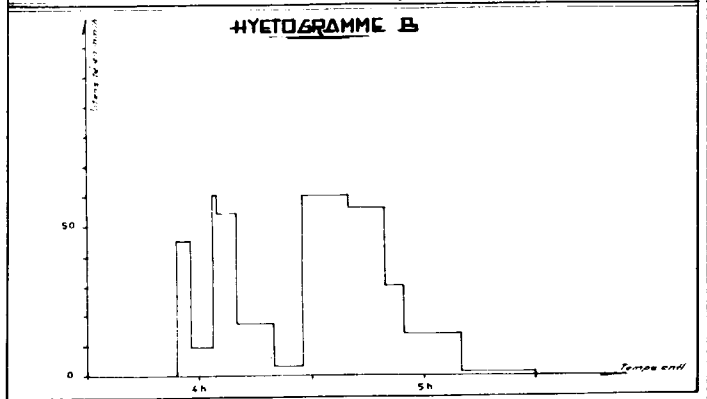
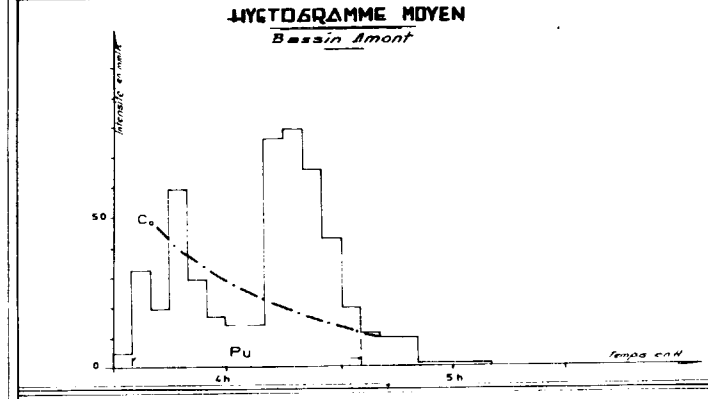
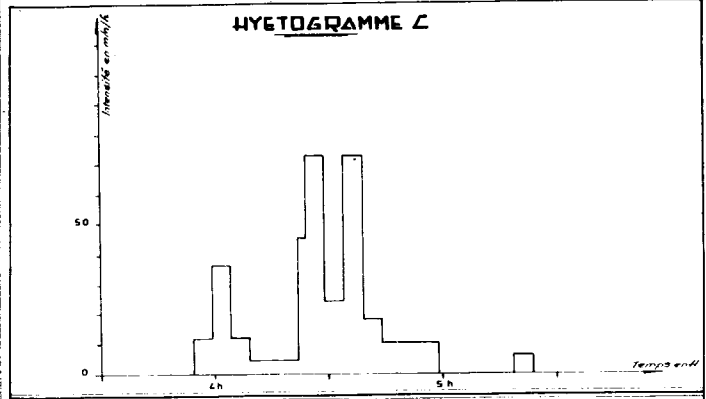
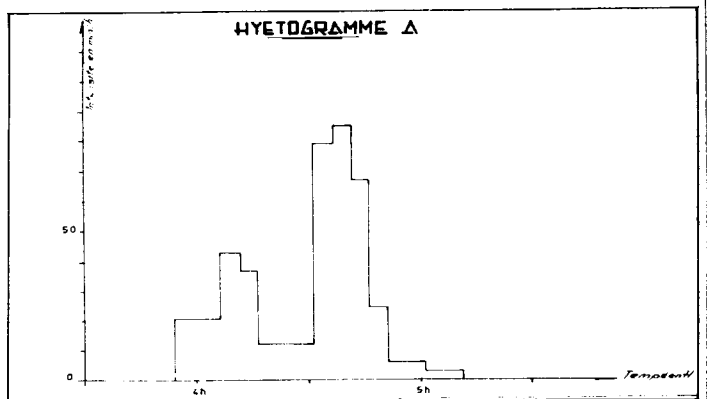
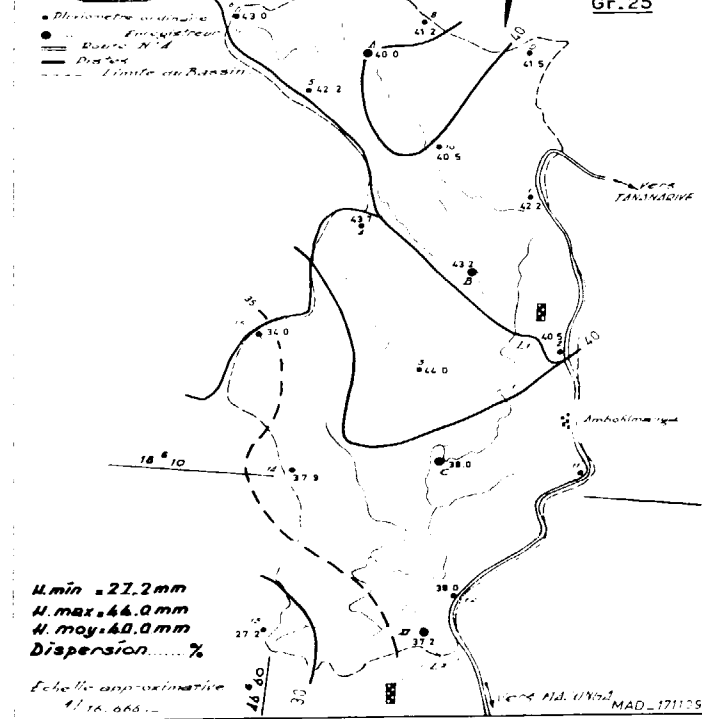


Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
Pour A0 et A1 ABERPFTLJDDCGOUVWMSZXY  
zsaocmuvnwxfkhdpggyjt 7142385690  
Pour A2A3A4 ABERPFTLJDDCGOUVWMSZXY  
zsaocmuvnwxfkhdpggyjt 7142385690

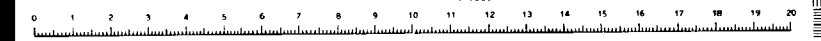


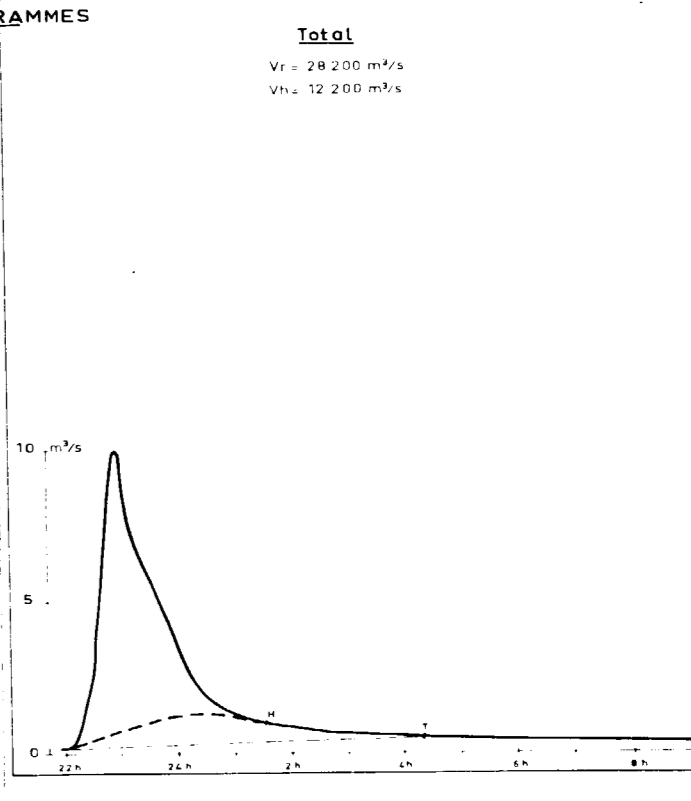
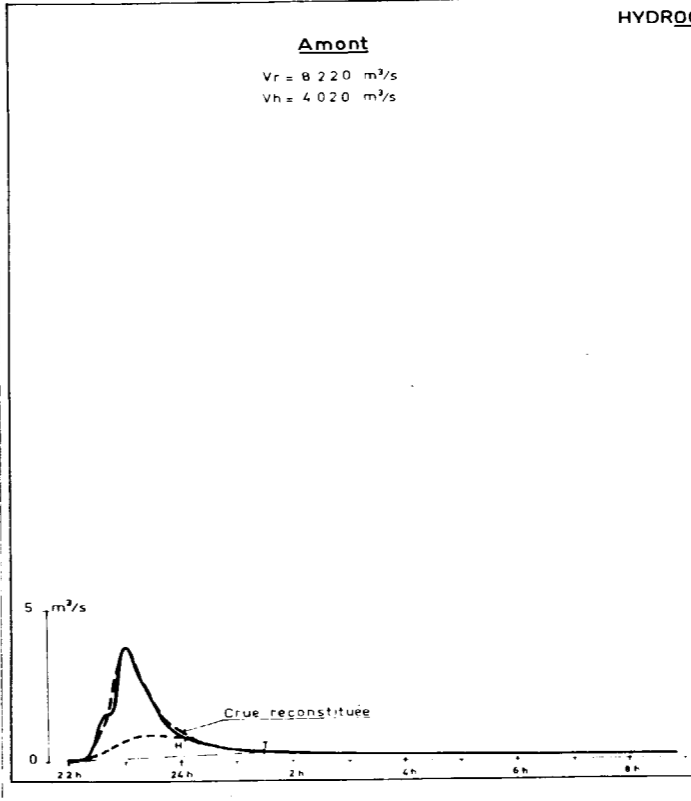
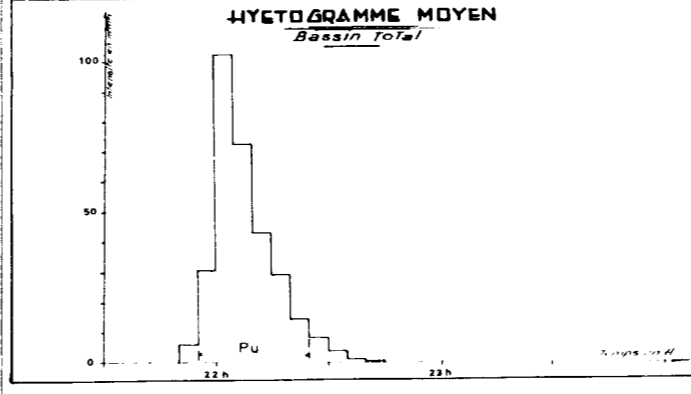
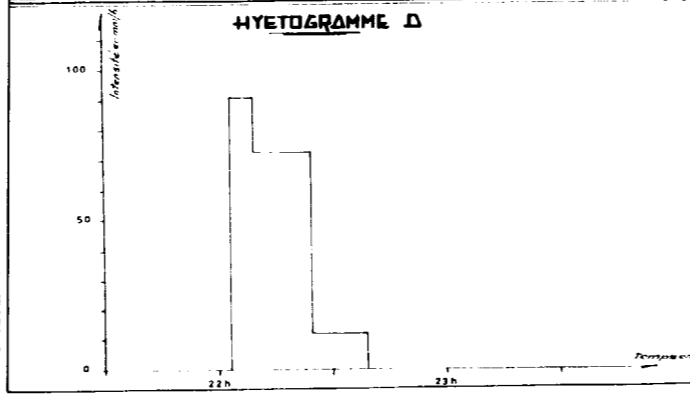
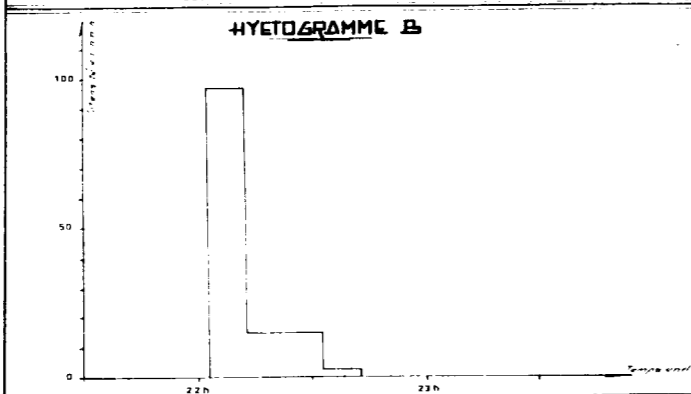
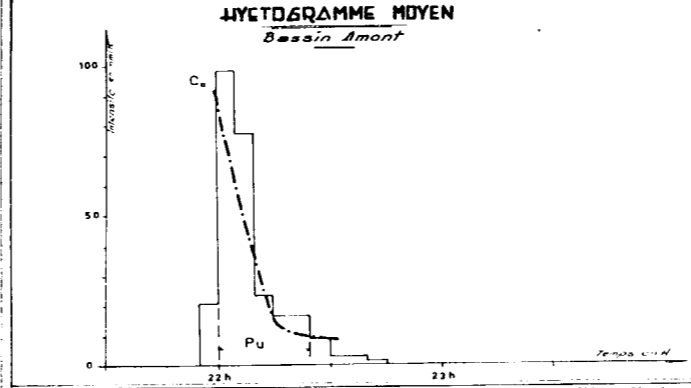
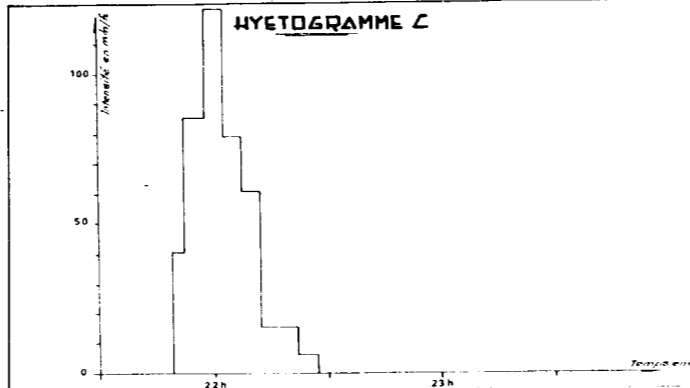
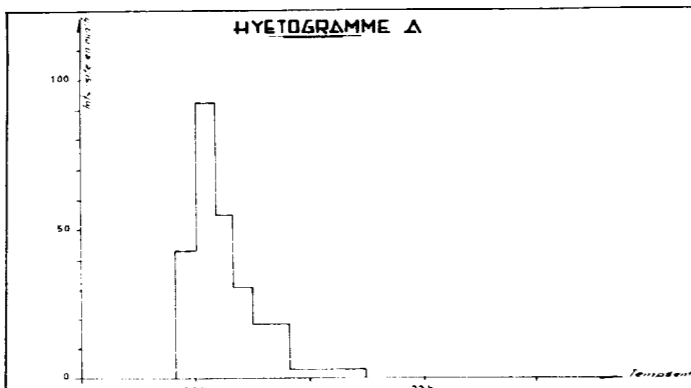
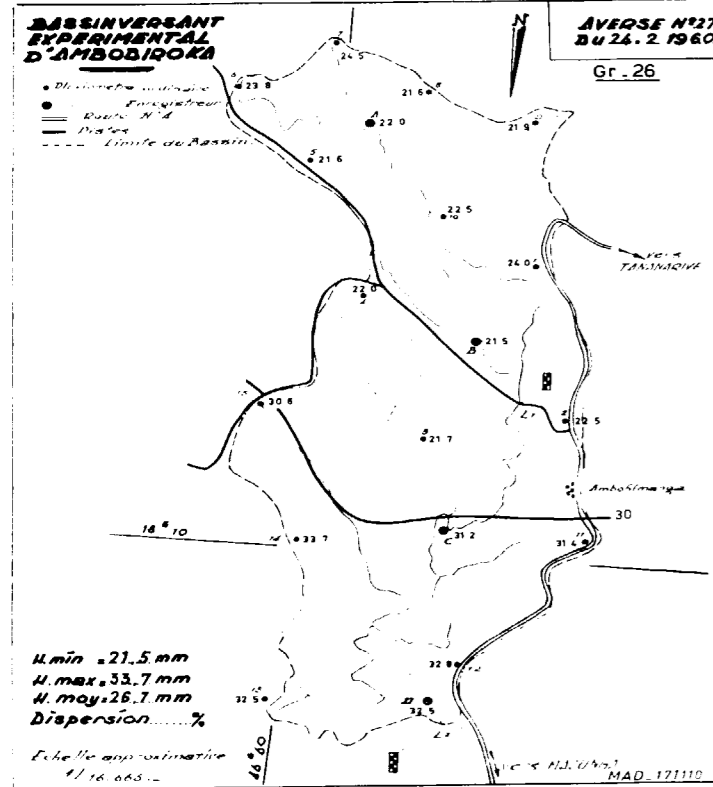
GAT.1.12  
1/16 000

**BASSIN VERSANT EXPERIMENTAL D'AMBODIOKA**  
**AYERSE N°18 DU 27-1-1960**  
**Gr. 25**



Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLJDOCGOUVWMSZXY  
 Pour A2A3A4: ABRRPFTHLJDOCGOUVWMSZXY

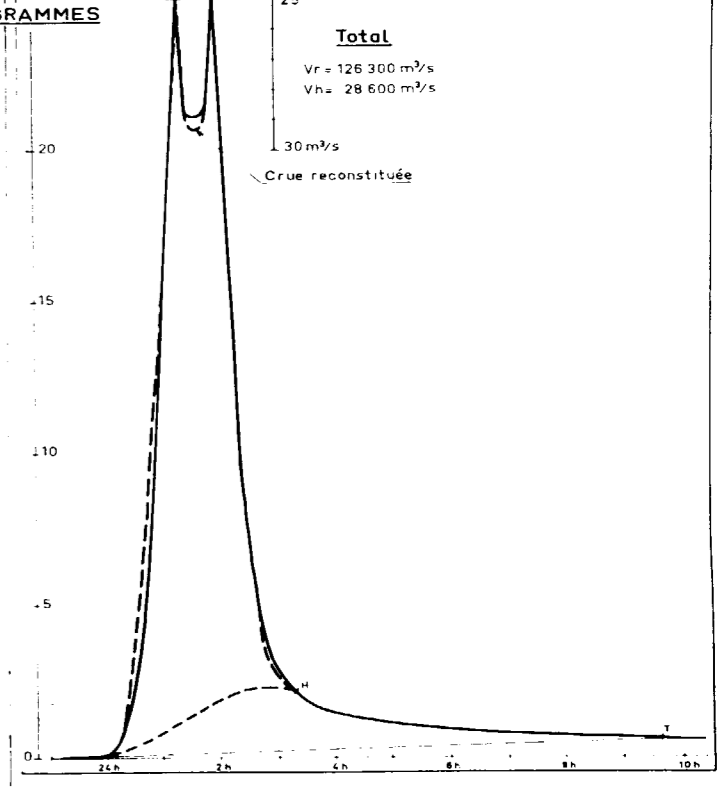
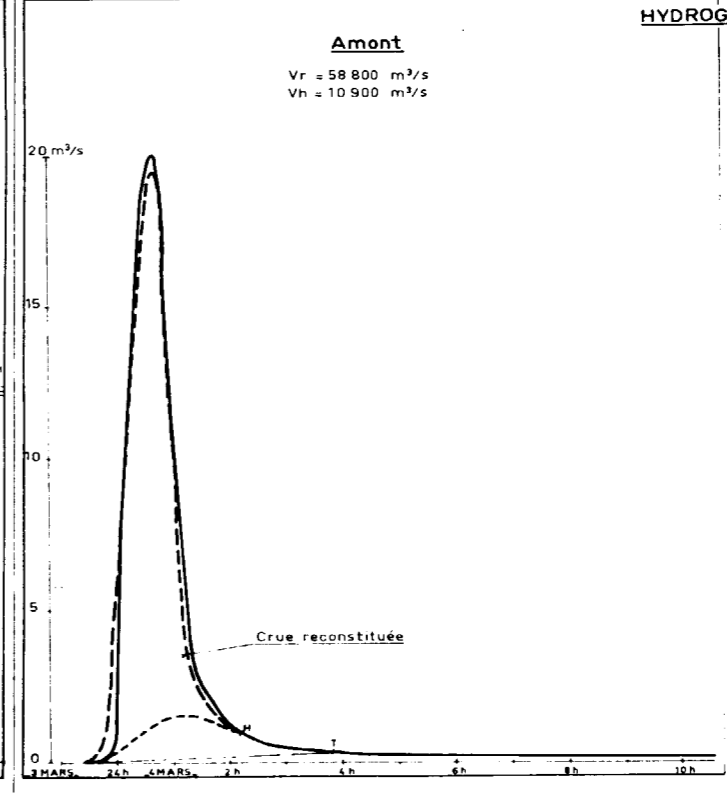
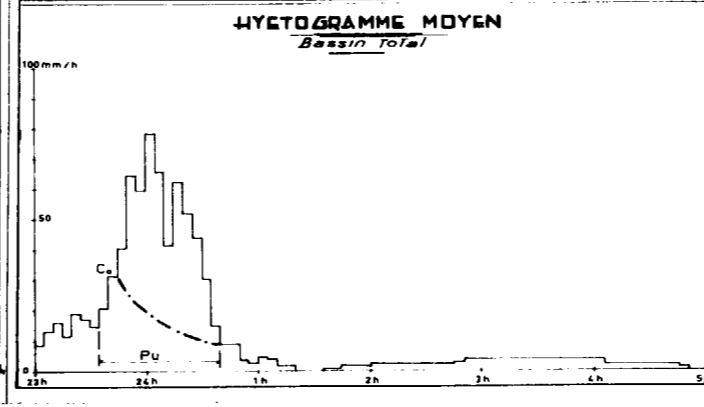
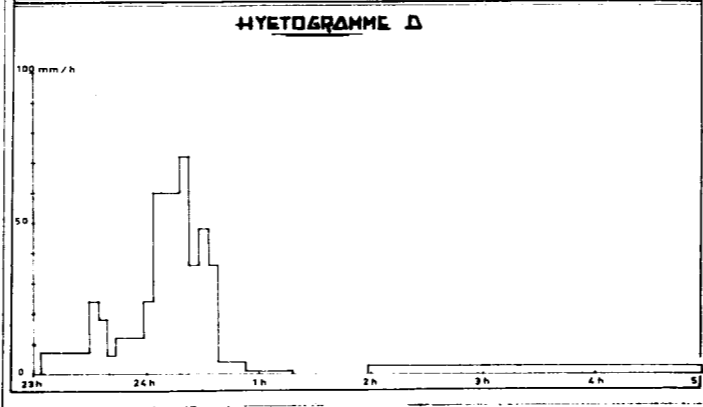
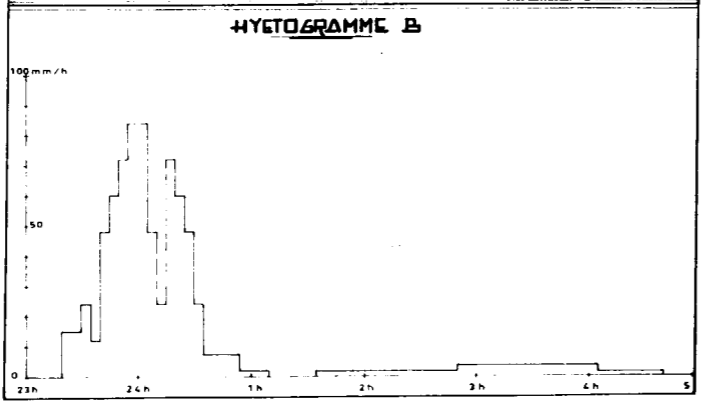
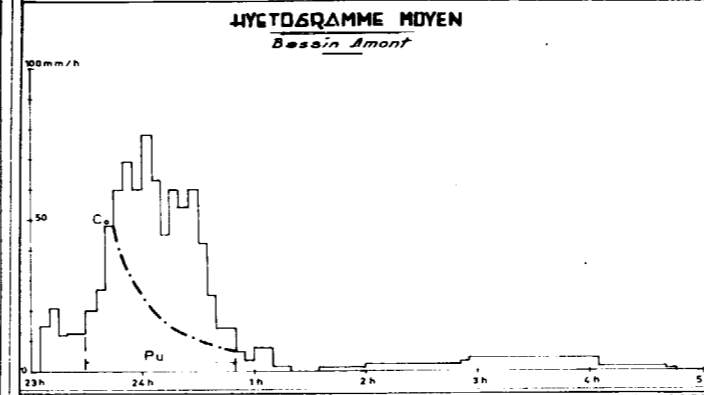
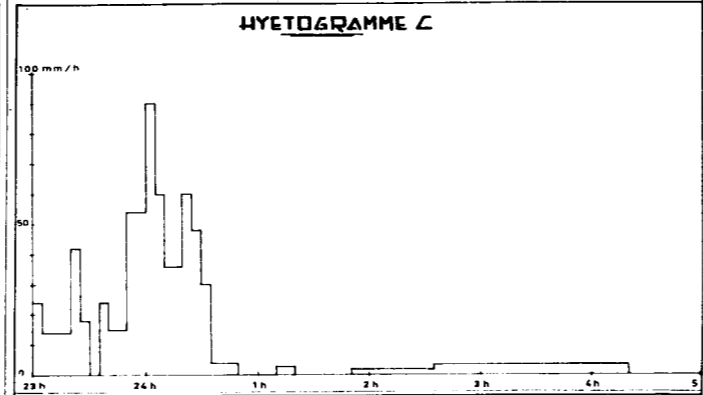
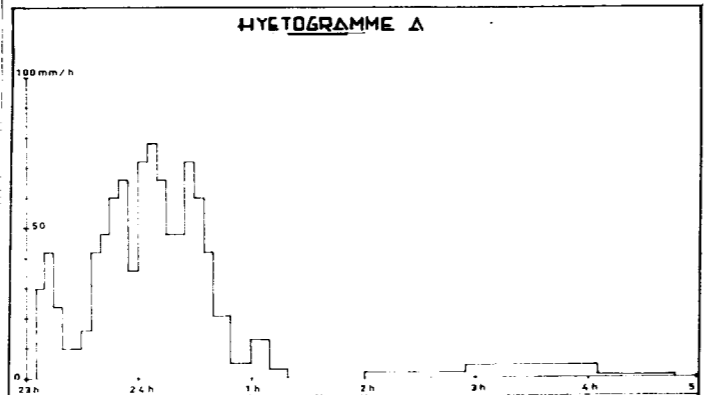
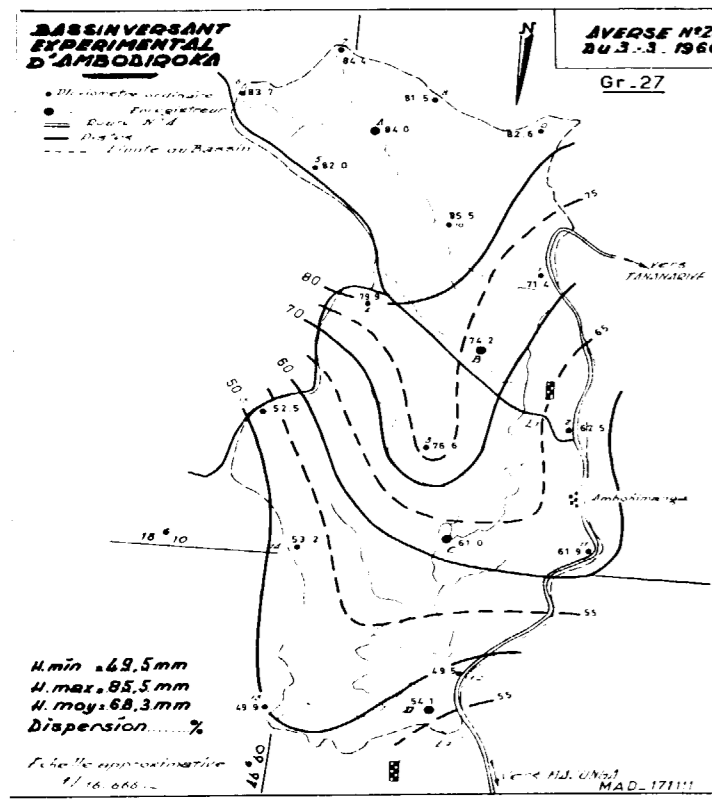




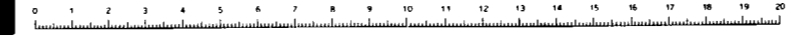
Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1 ABERPFTHLJDDCGUVWMSZXKY  
 zsaecmuvnwixfkhbdpqgjt 7142385690  
 Pour A2A 3A4 ABERPFTHLJDDCGUVWMSZXKY  
 zsaecmuvnwixfkhbdpqgjt 7142385690

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

GAT.T.12  
 W. 00 01 011

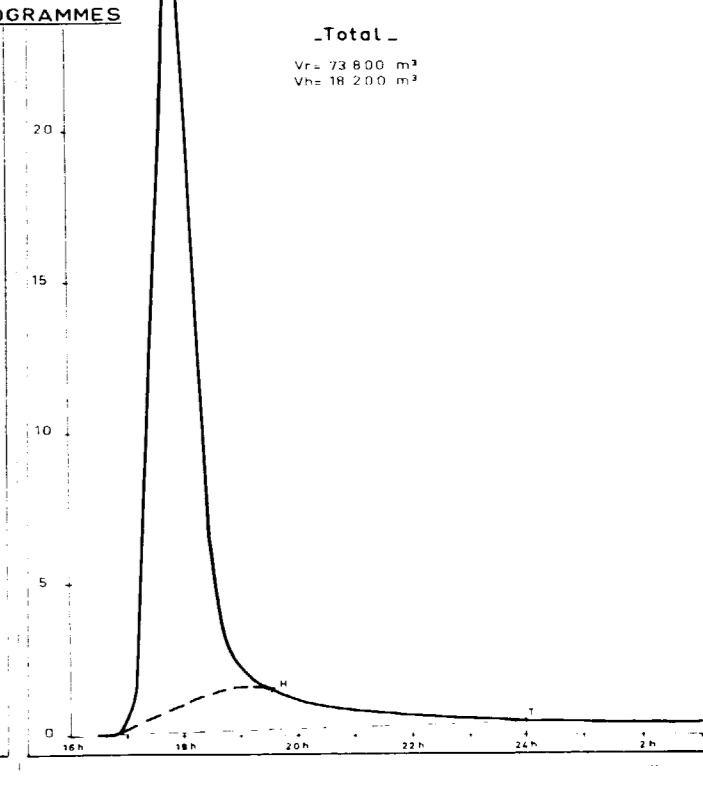
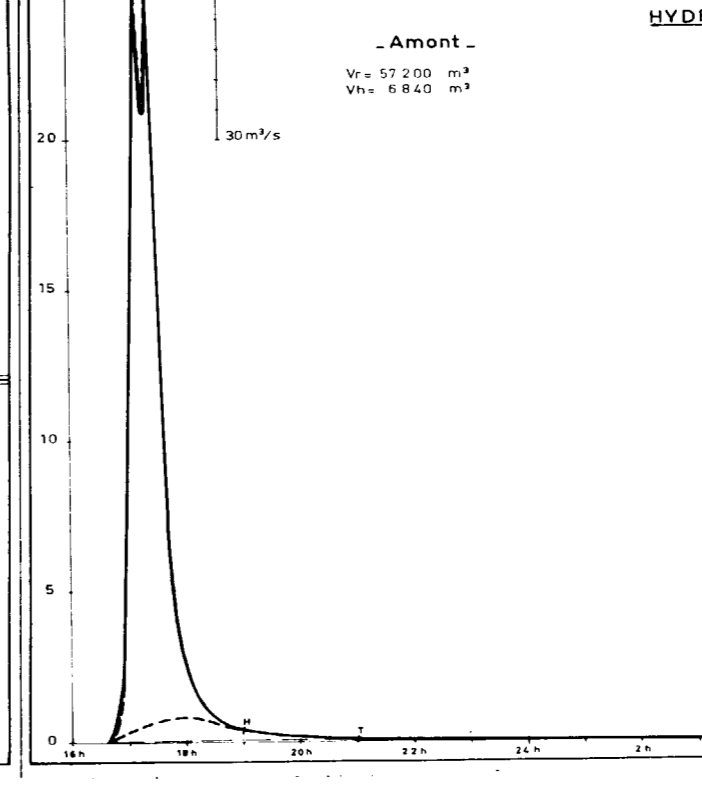
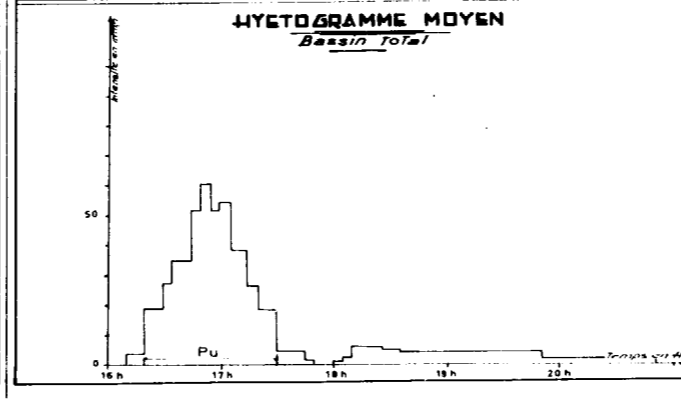
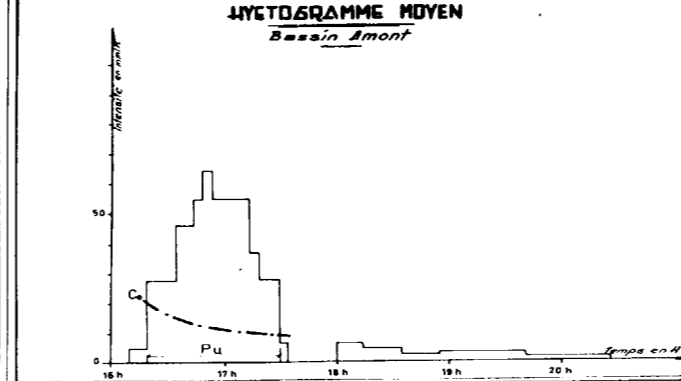
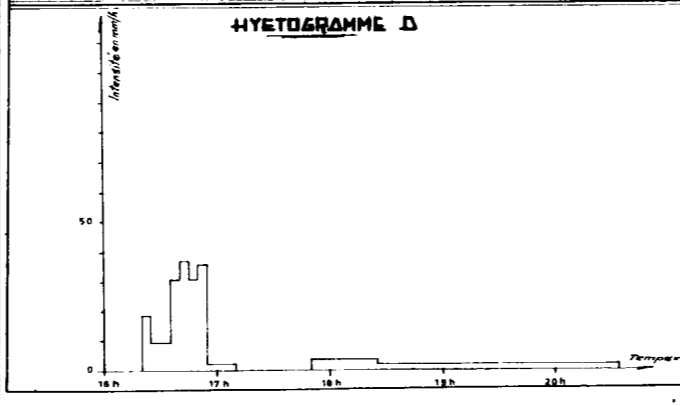
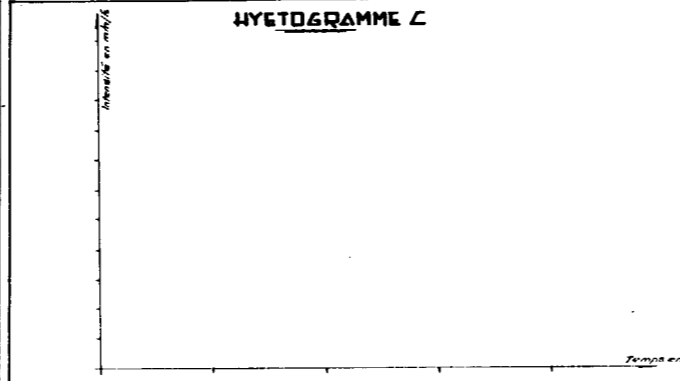
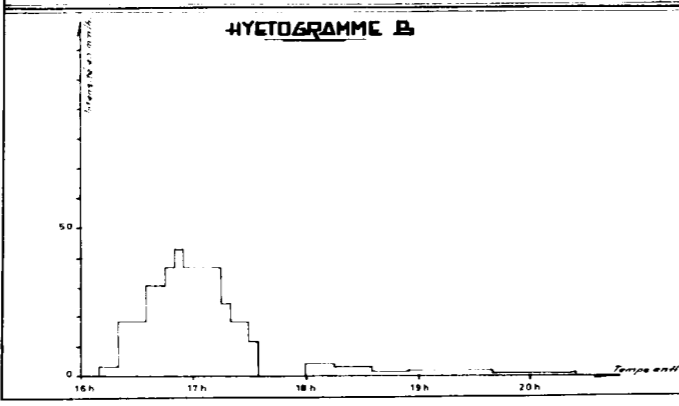
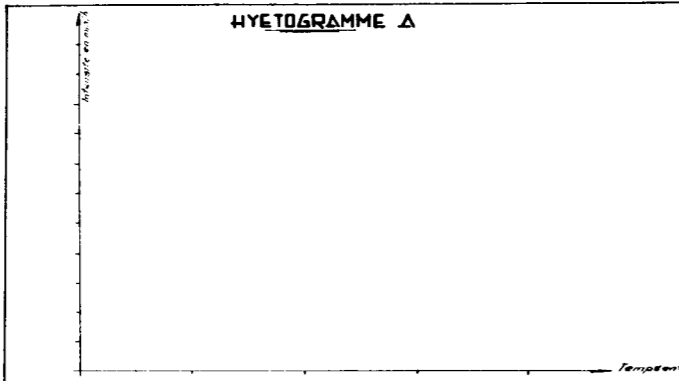
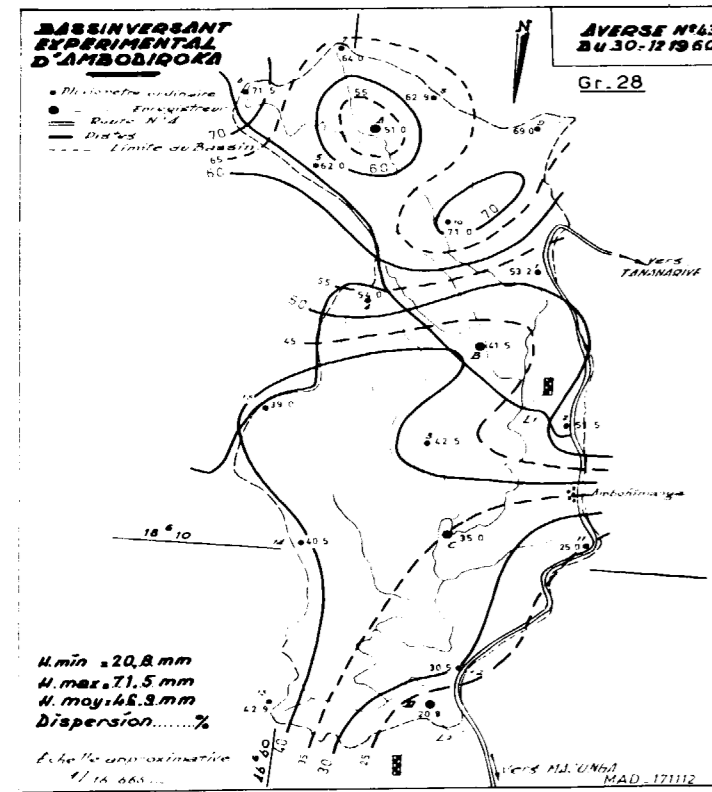


Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1 ABERPFTLUDOCGOUVWMSZXY  
 zsaeocmuvnxirfkhdpggyjt 7142385690  
 Pour A2A3A4 ABERPFTLUDOCGOUVWMSZXY  
 zsaeocmuvnxirfkhdpggyjt 7142385690

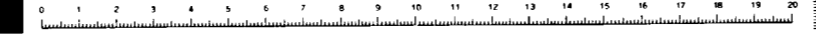


GAM-T-12  
K 10 013 001

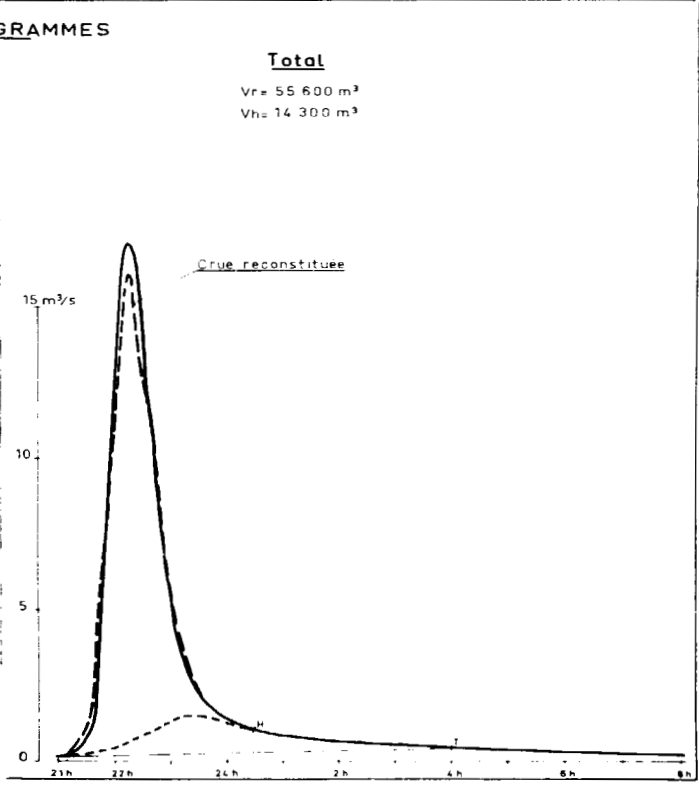
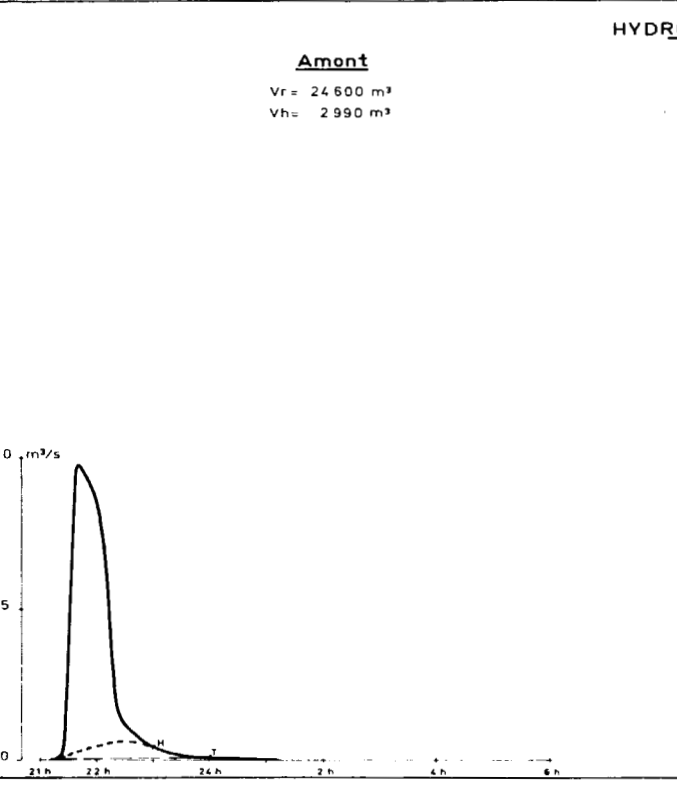
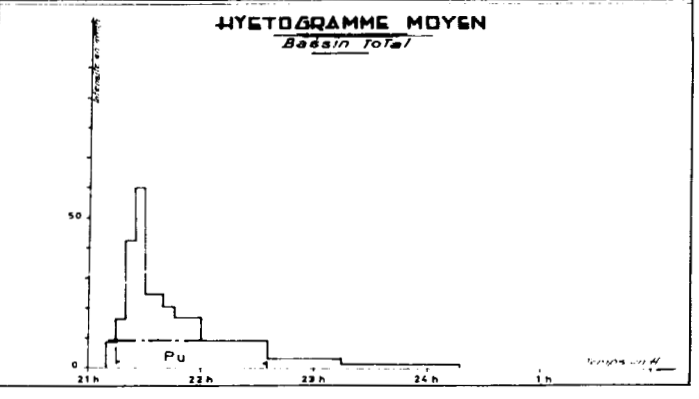
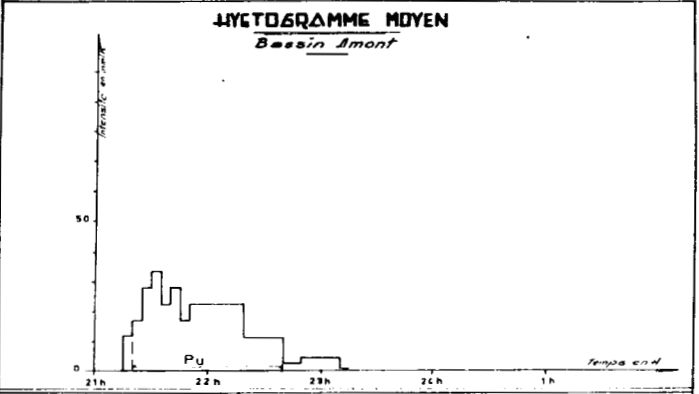
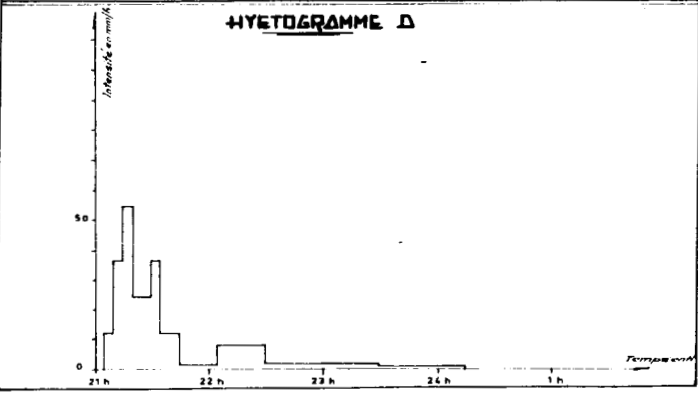
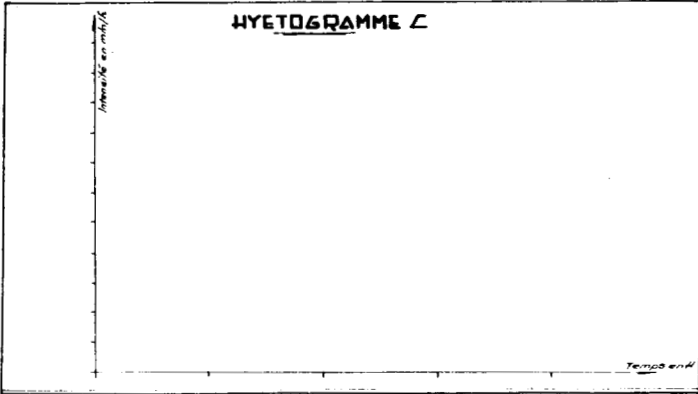
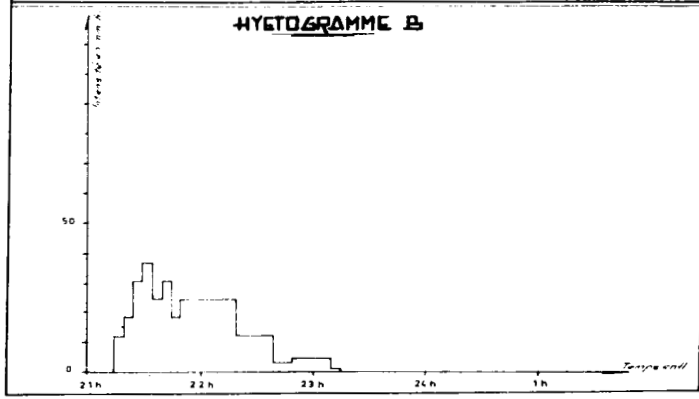
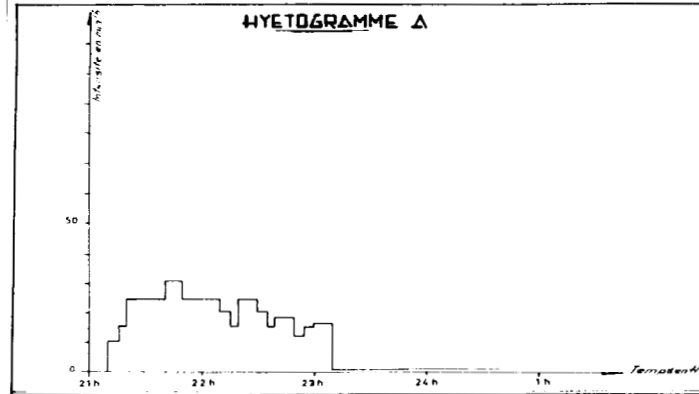
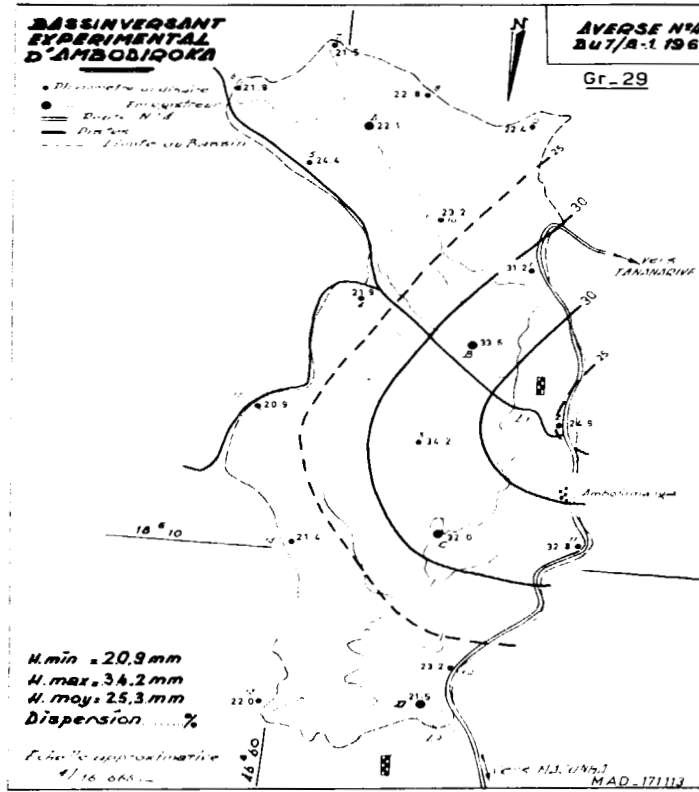




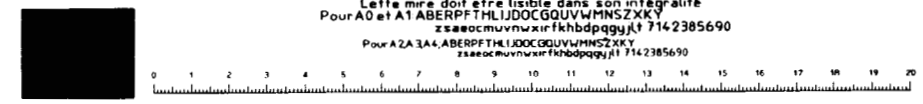
Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1 ABERPFTHLUDCGOUVWMNSZXY  
 zsaocmuvnwxi r fkhbdpggy j l 7142385690  
 Pour A2 A3 A4 ABERPFTHLUDCGOUVWMNSZXY  
 zsaocmuvnwxi r fkhbdpggy j l 7142385690



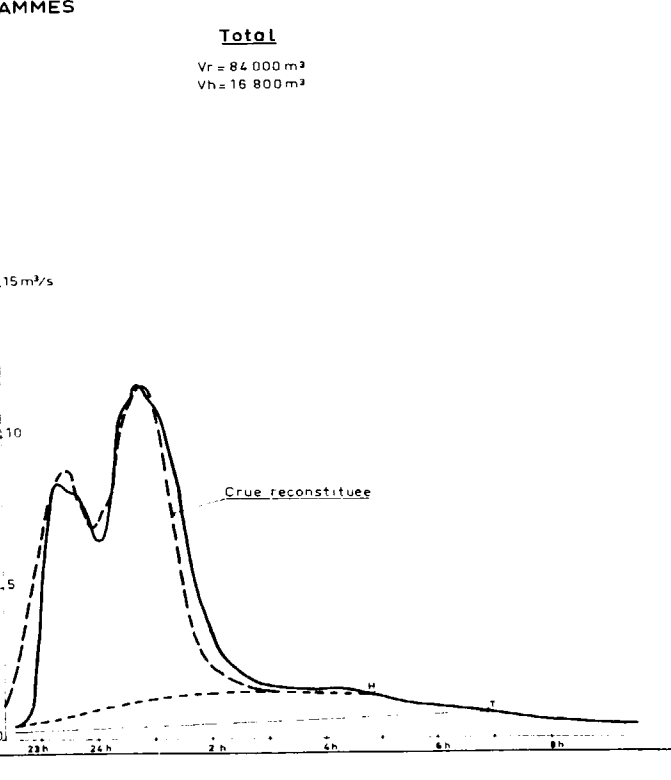
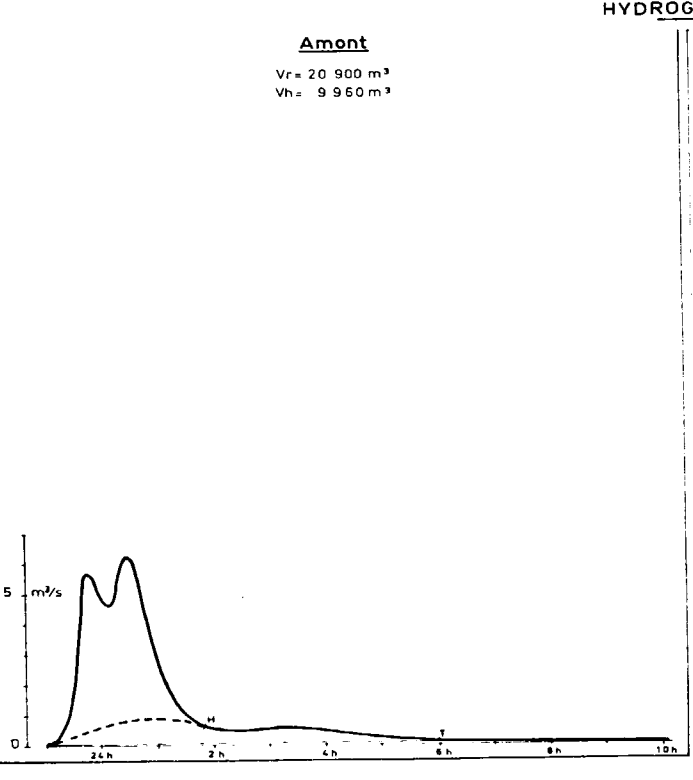
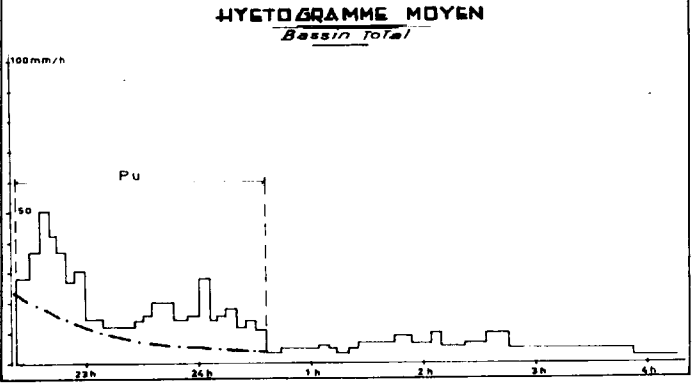
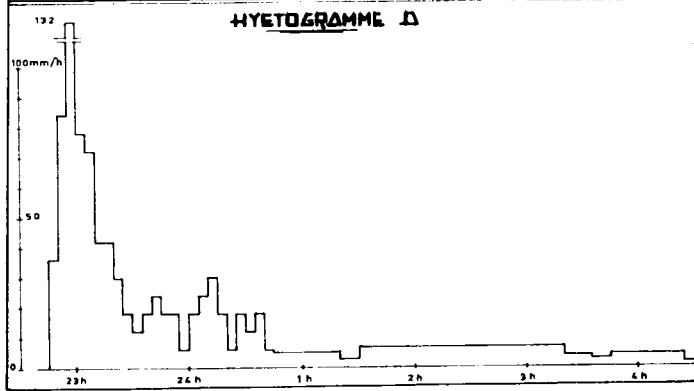
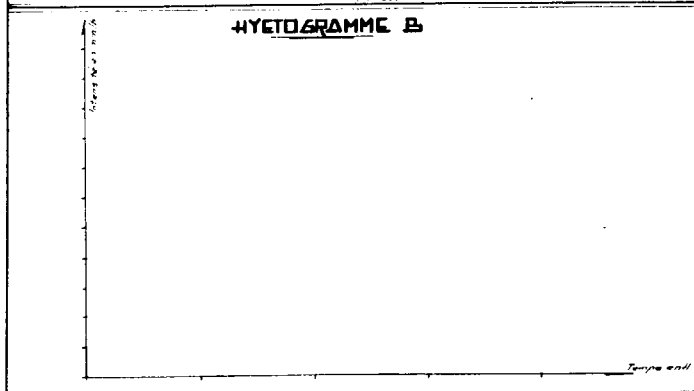
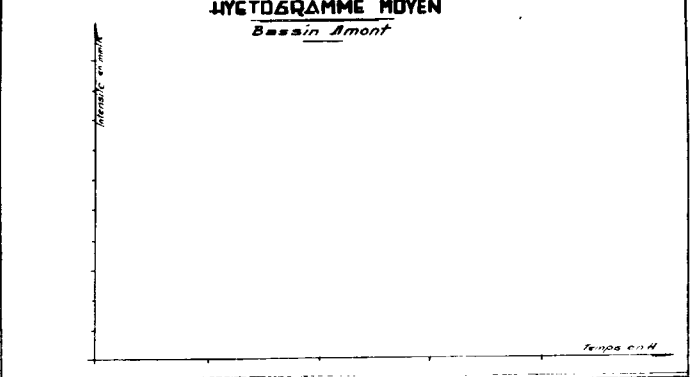
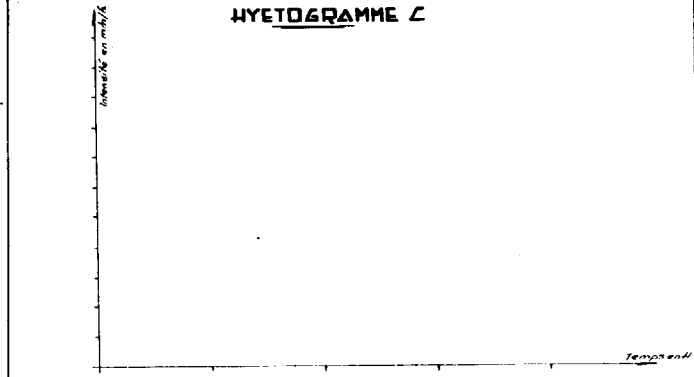
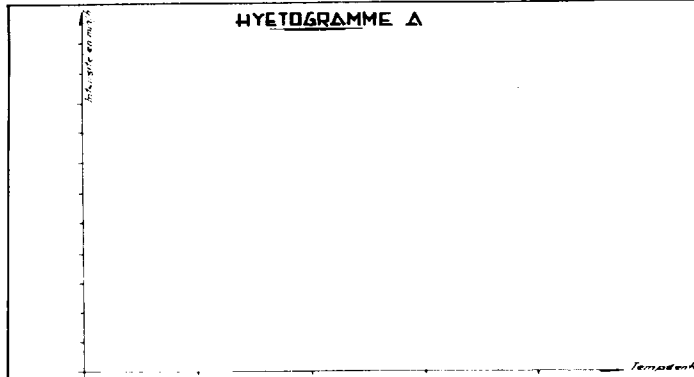
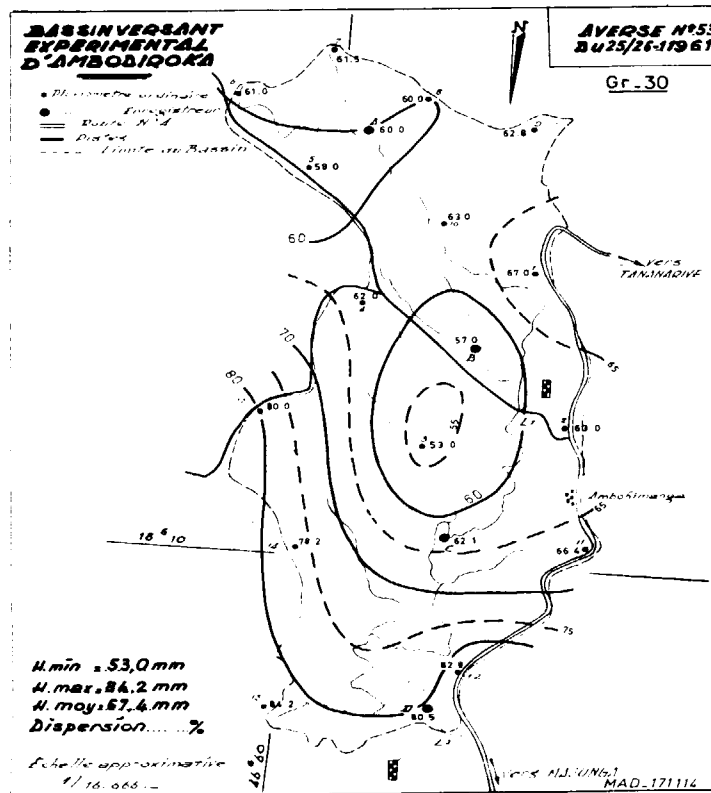
GAR. I. 12  
 17 08 03 011



Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1 ABERPFTHLJDOCGQUVWMNSZXY  
 zsaocmuvnwxi r fkhbdpggy j l 7142385690  
 Pour A2A3A4 ABERPFTHLJDOCGQUVWMNSZXY  
 zsaocmuvnwxi r fkhbdpggy j l 7142385690



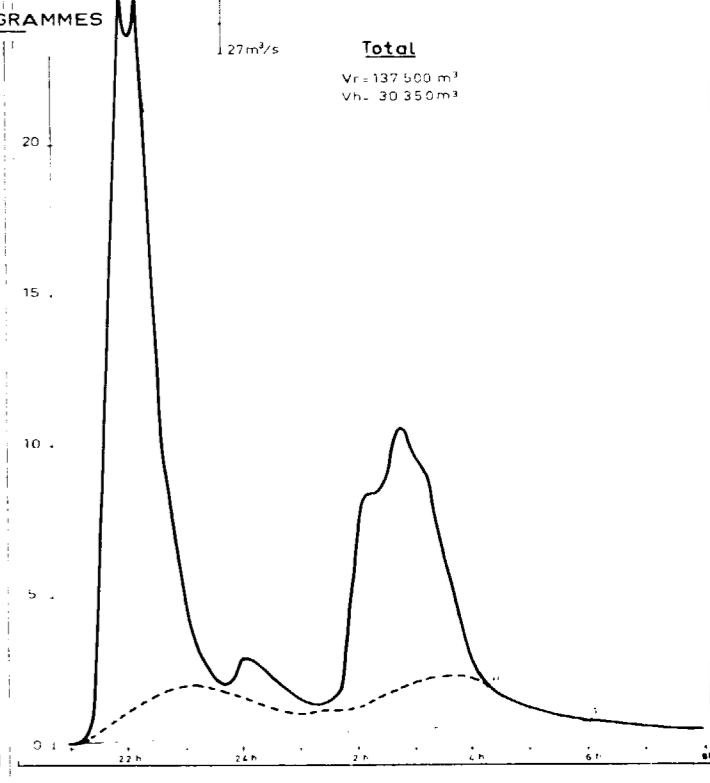
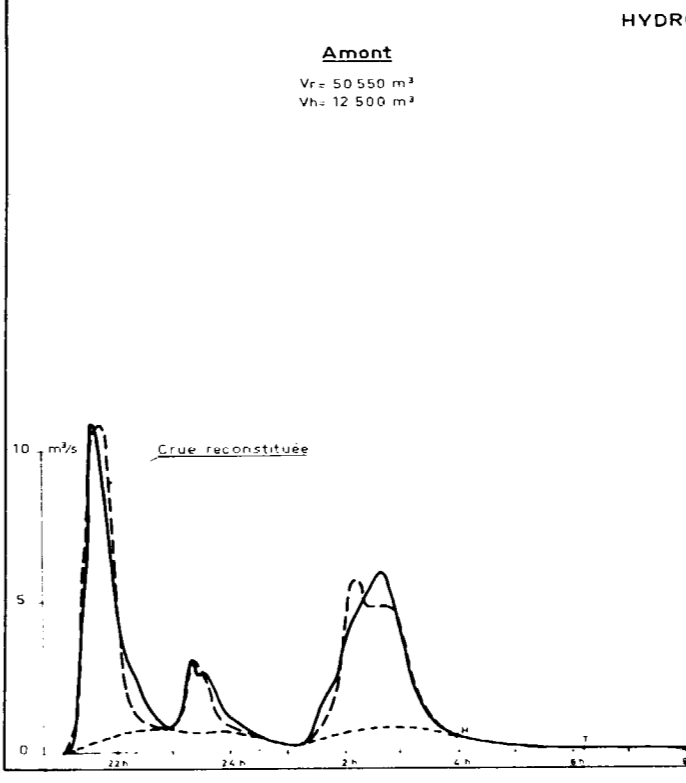
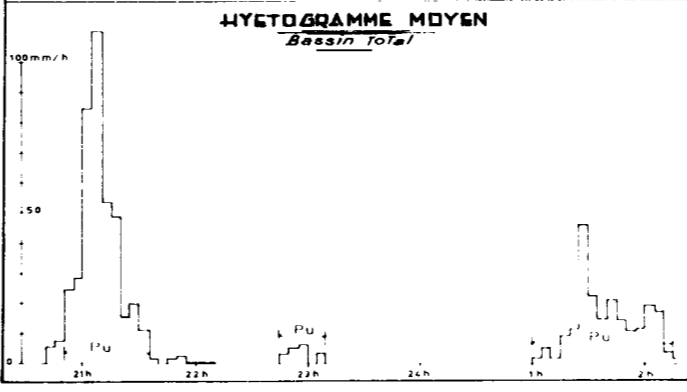
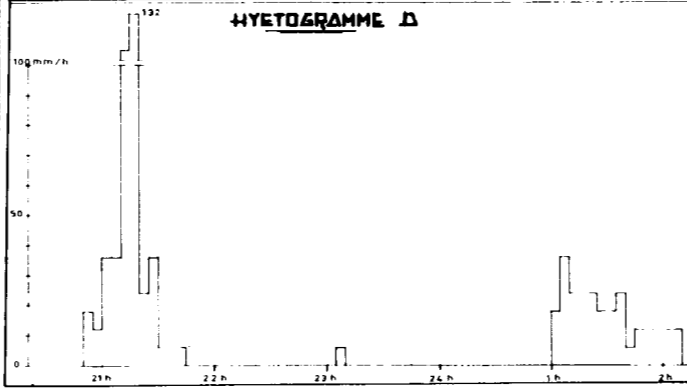
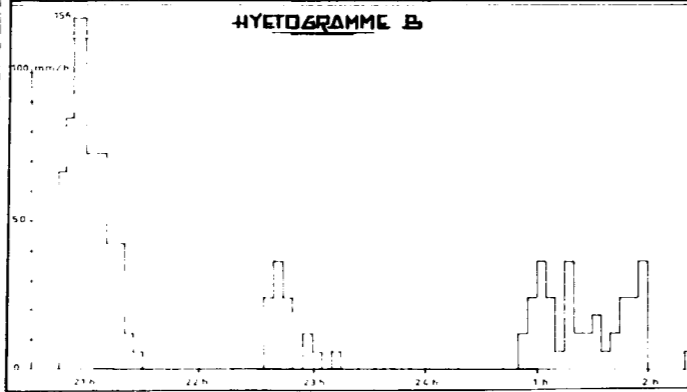
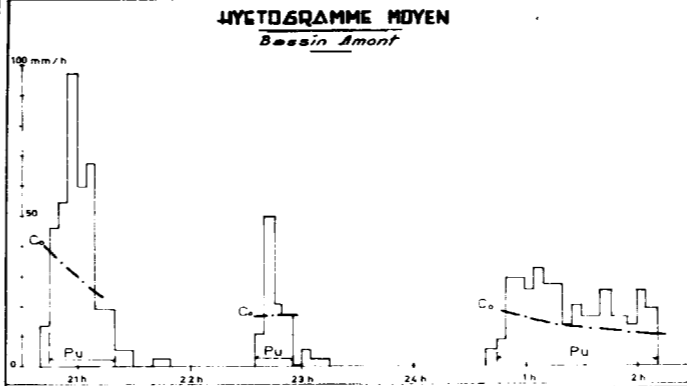
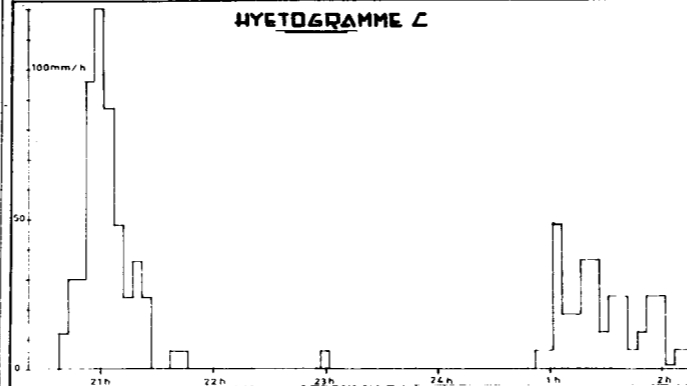
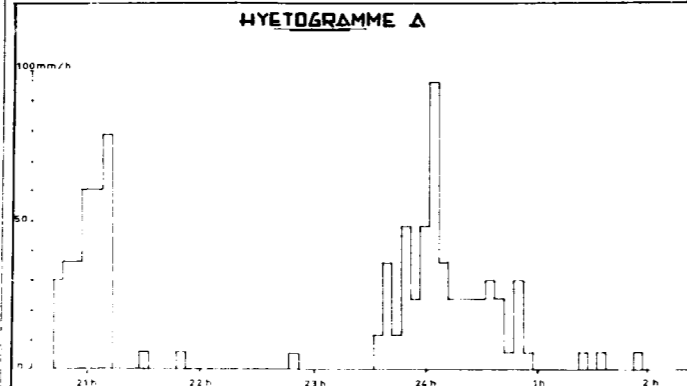
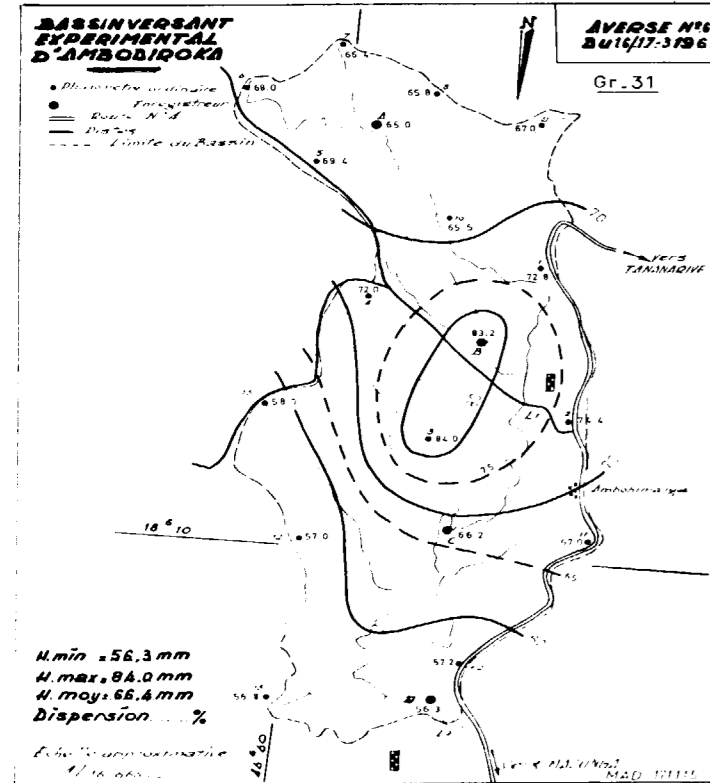
GAM-1-12  
 N° 0 91 011



Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLIJDOGOUVWMNSZXY  
 zsaeocmuvnwxfkhdppgyjt 7142385690  
 Pour A2A3A4: ABERPFTHLIJDOGOUVWMNSZXY  
 zsaeocmuvnwxfkhdppgyjt 7142385690

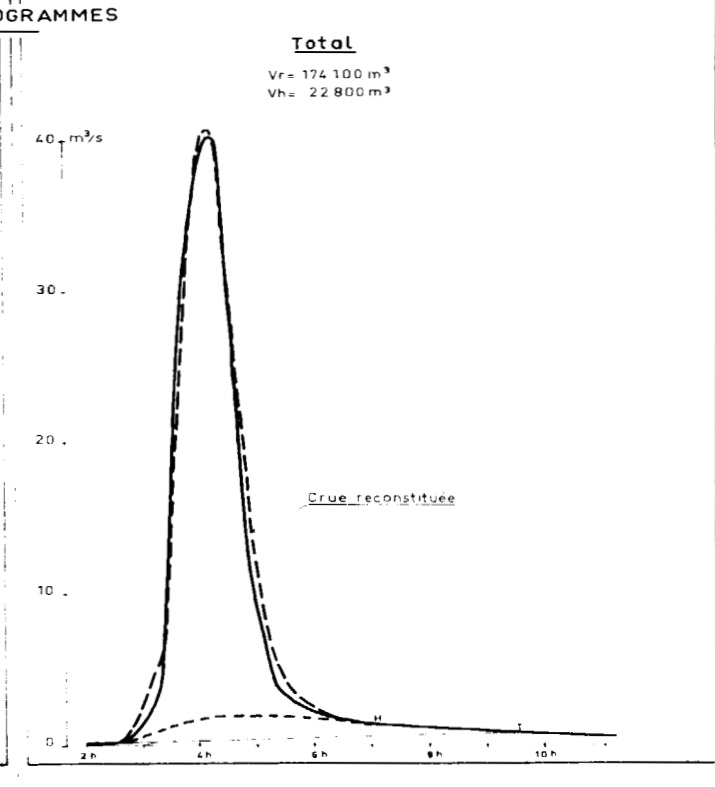
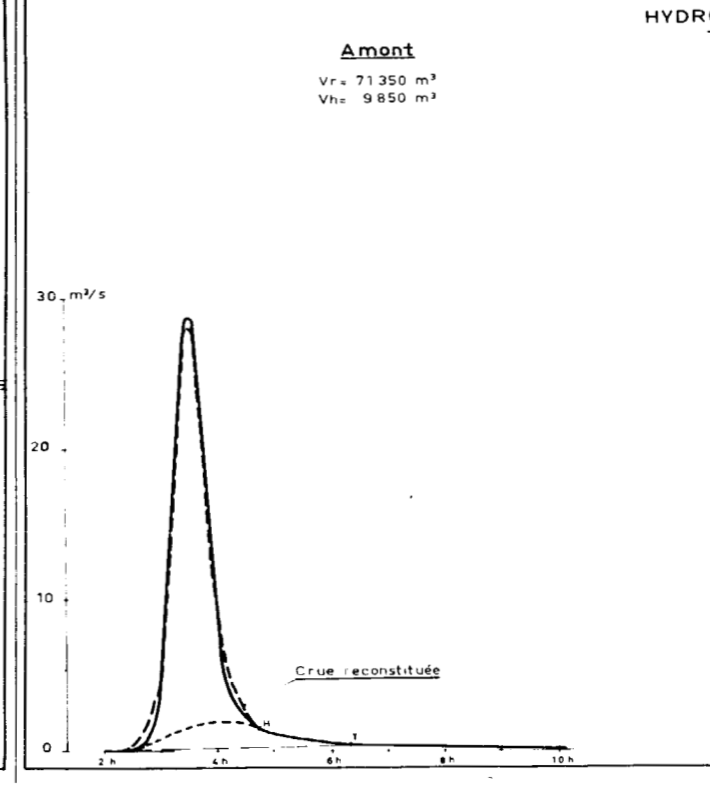
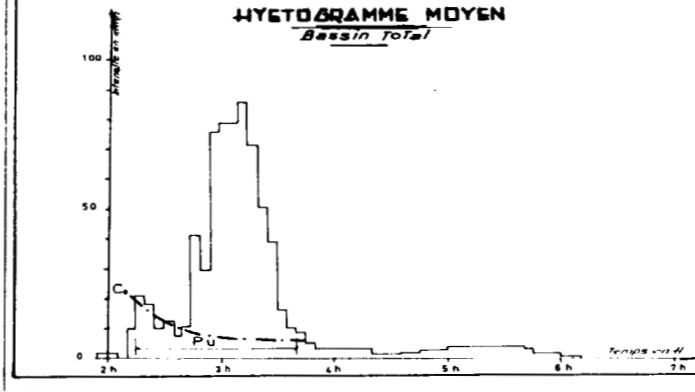
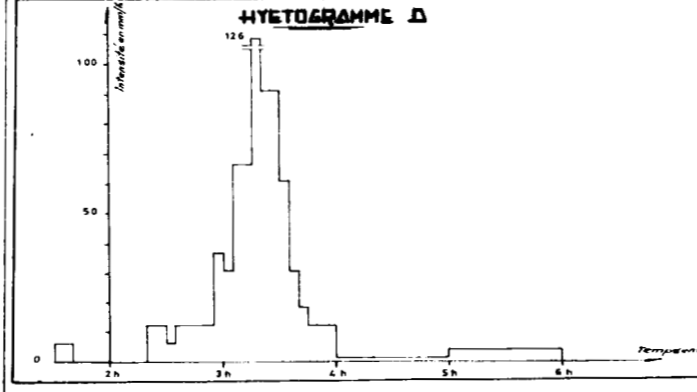
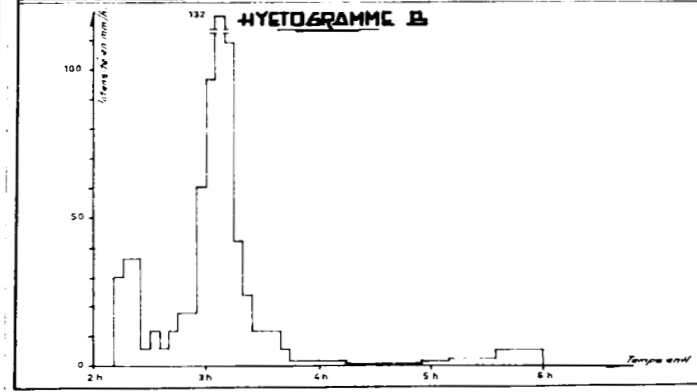
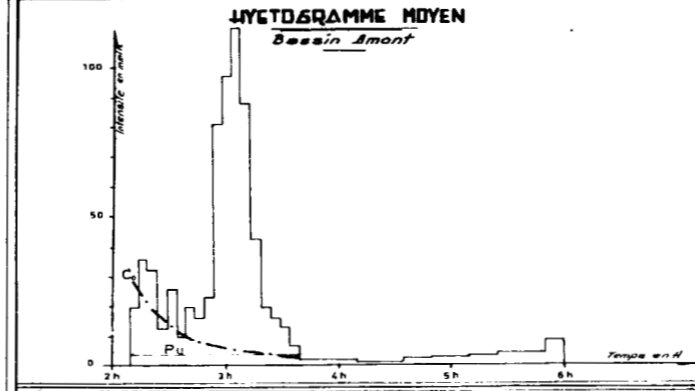
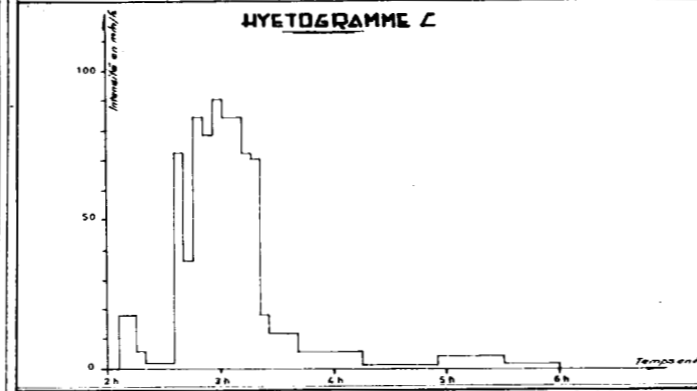
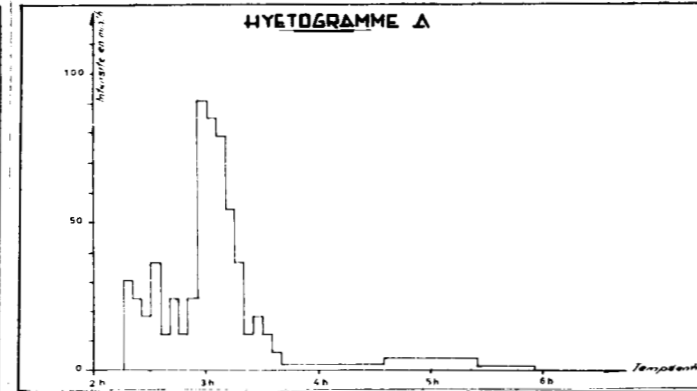
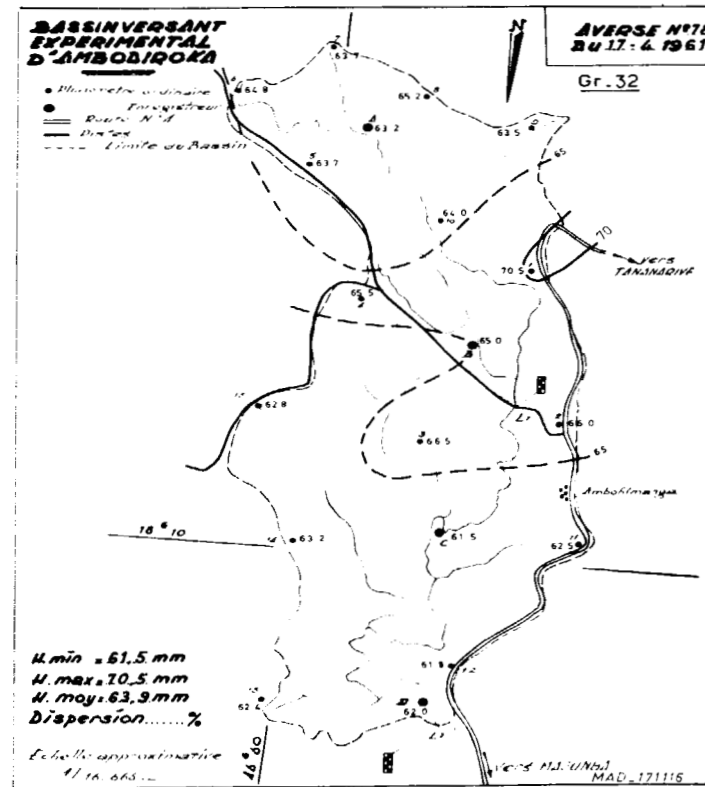
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

GAM-1-12  
 1/16 01 01 01



Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1 ABERPFTLJDOCGOUVWMSZXY  
 zsaecmuvnwxfkhdppgjjt 7142385690  
 Pour A2A3A4 ABERPFTLJDOCGOUVWMSZXY  
 zsaecmuvnwxfkhdppgjjt 7142385690

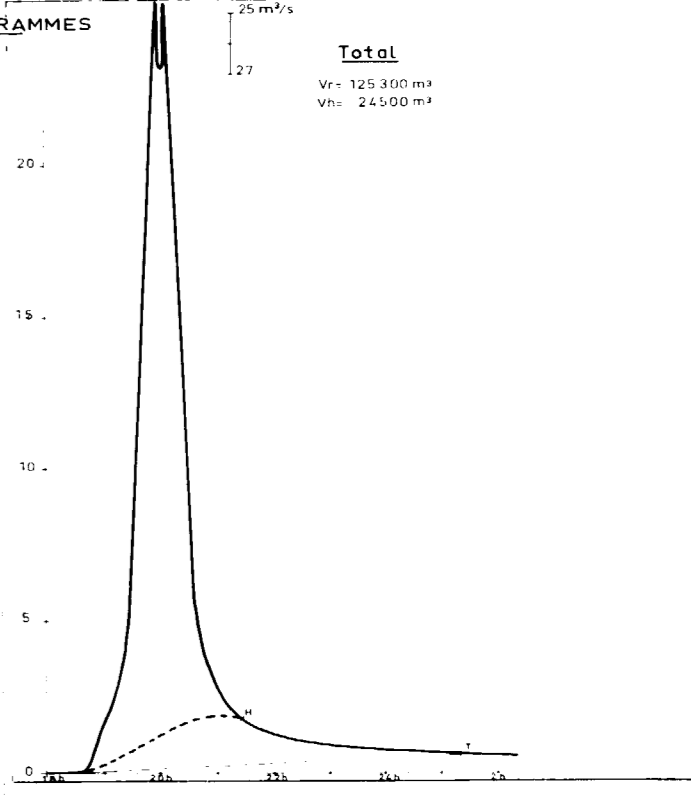
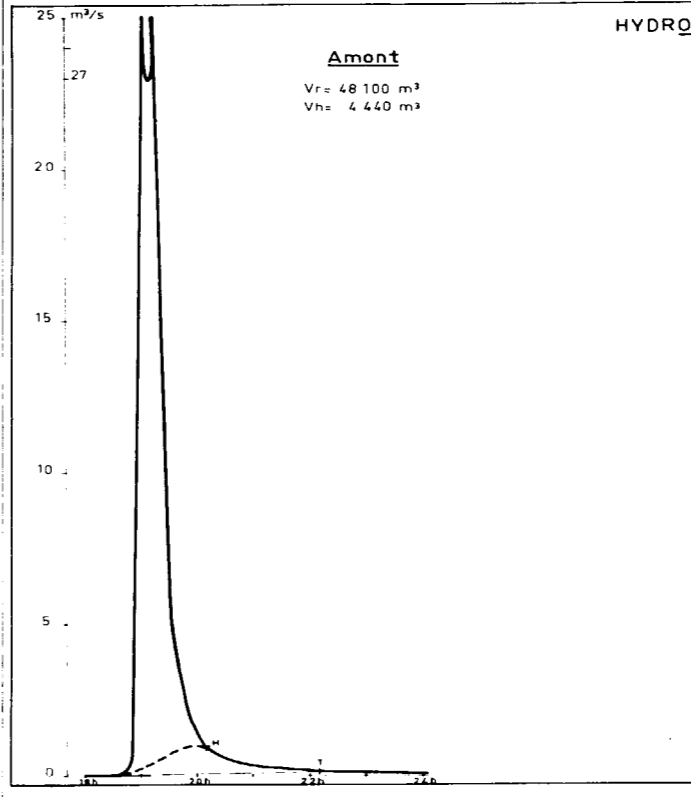
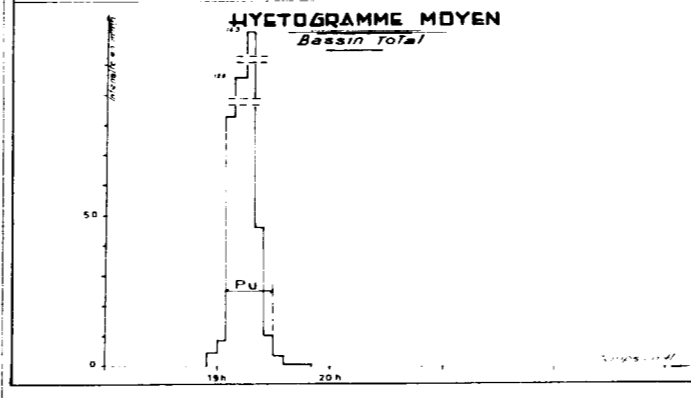
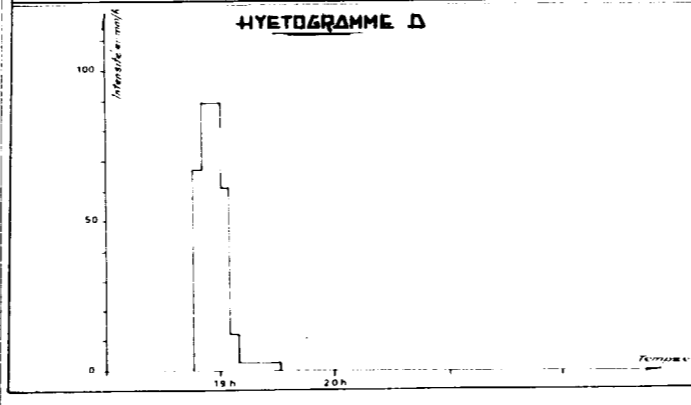
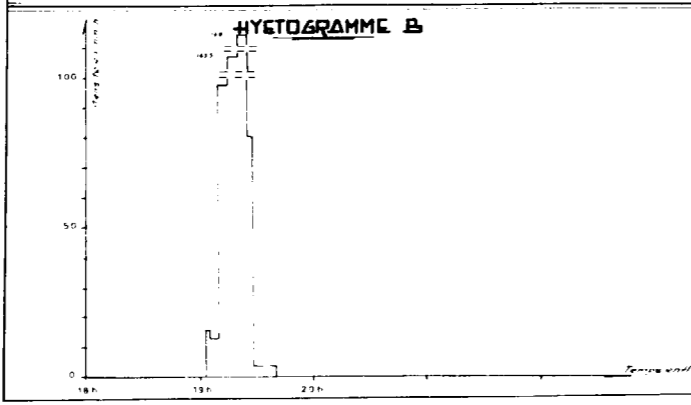
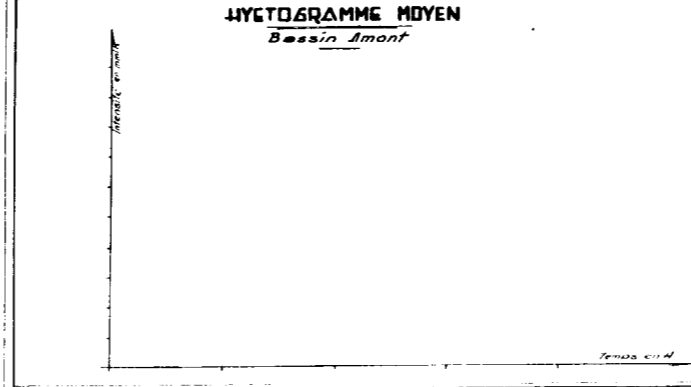
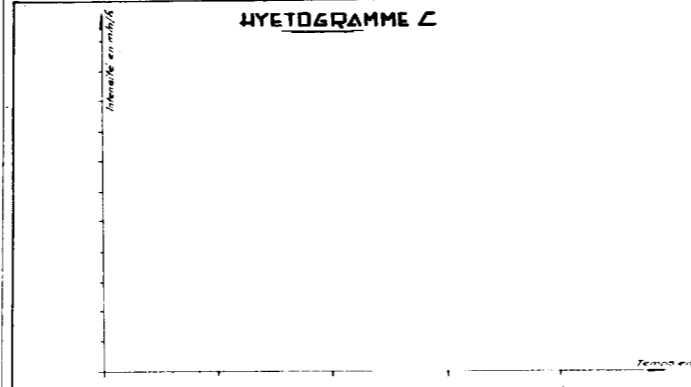
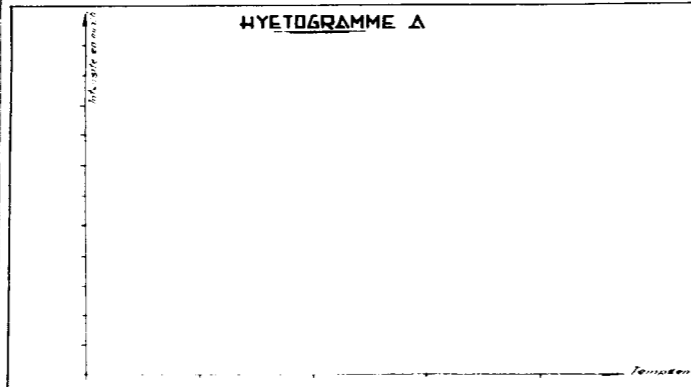
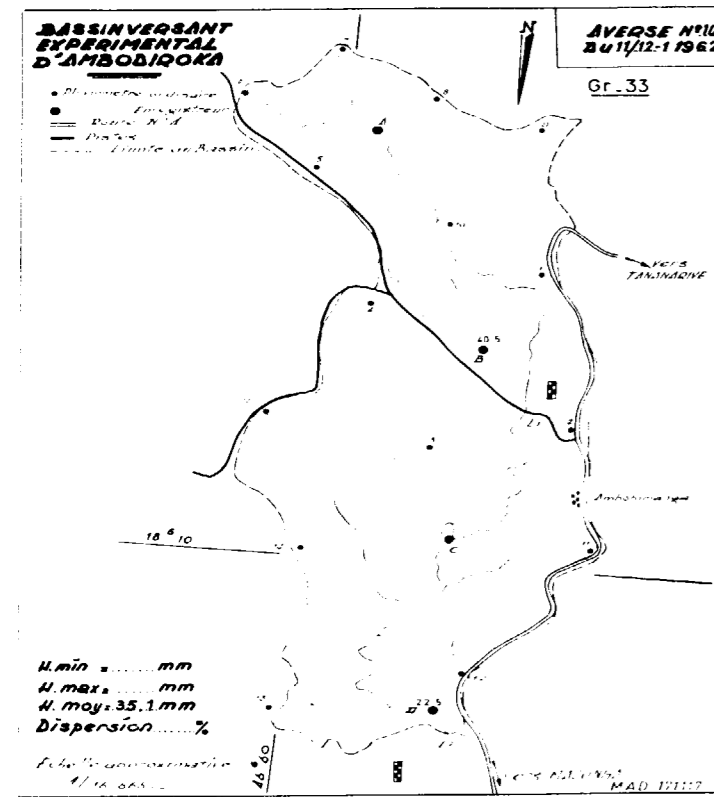
DAM:12  
 1/10/61



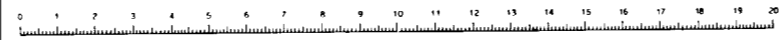
Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1 ABERPFFHLJDOCGQUVHMNSZXXY  
 zsaocmuvnuixfkhbdpgyjl 7142385690  
 Pour A2A3A4 ABERPFFHLJDOCGQUVHMNSZXXY  
 zsaocmuvnuixfkhbdpgyjl 7142385690

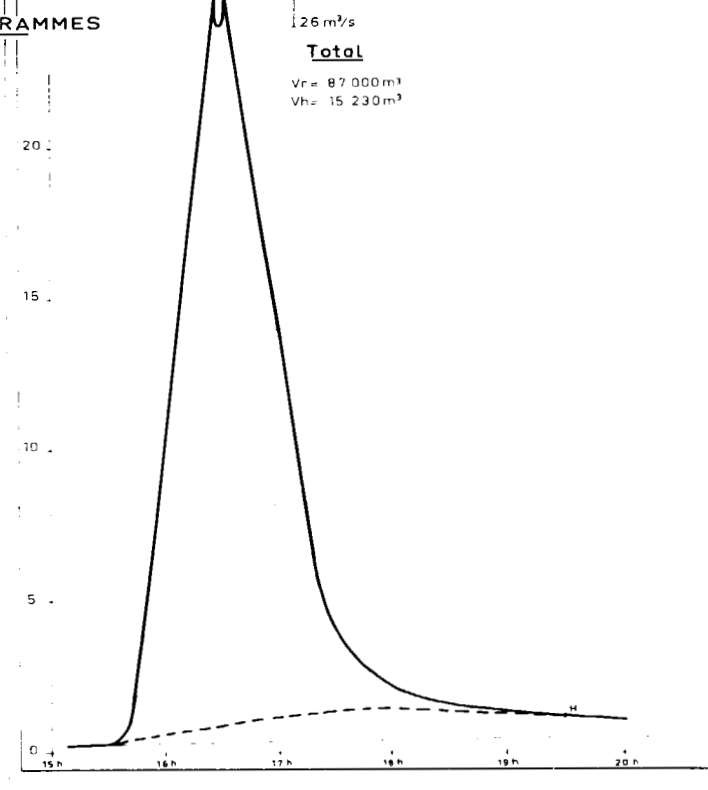
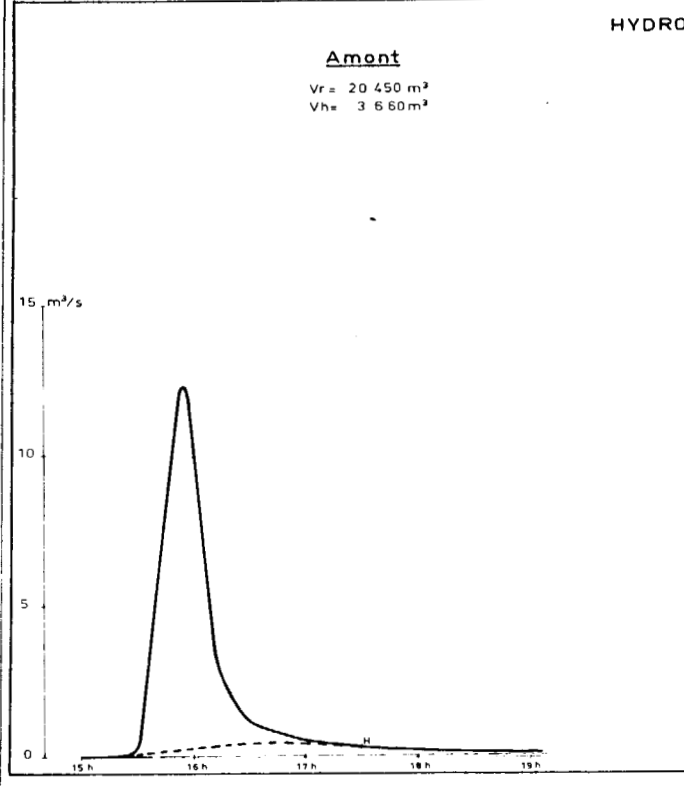
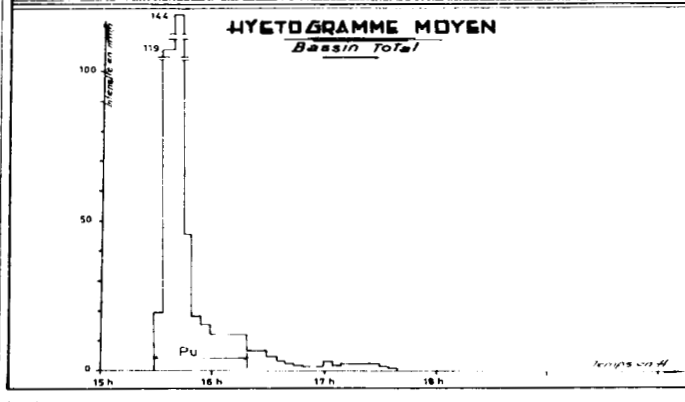
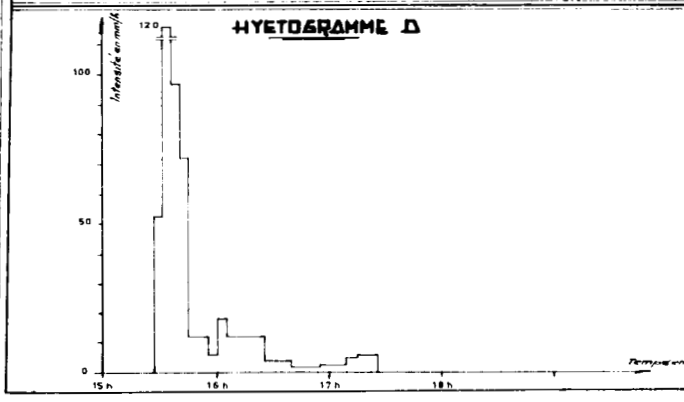
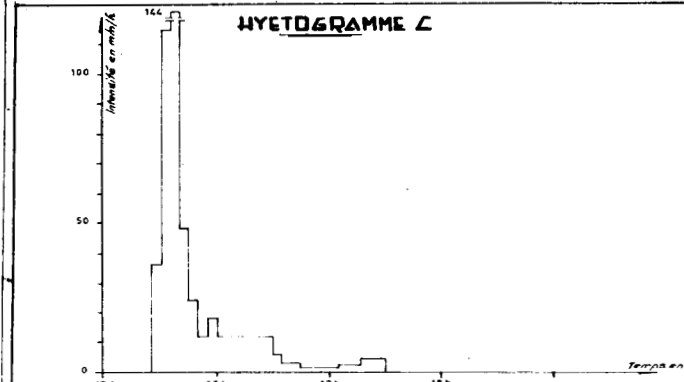
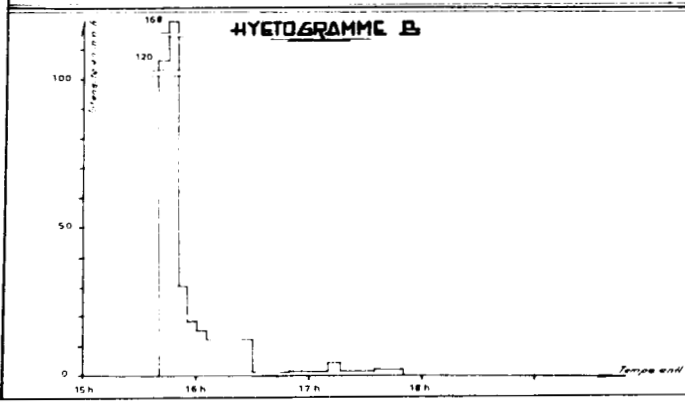
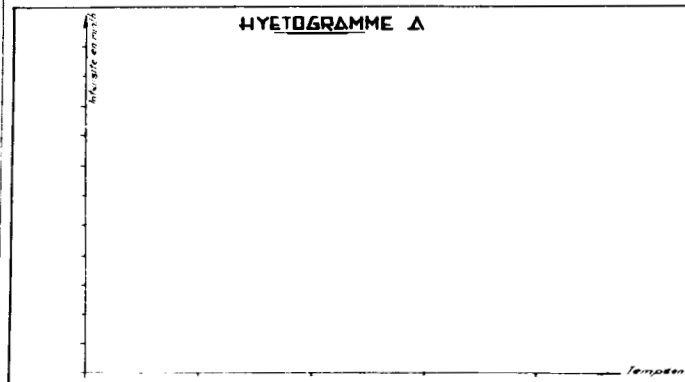
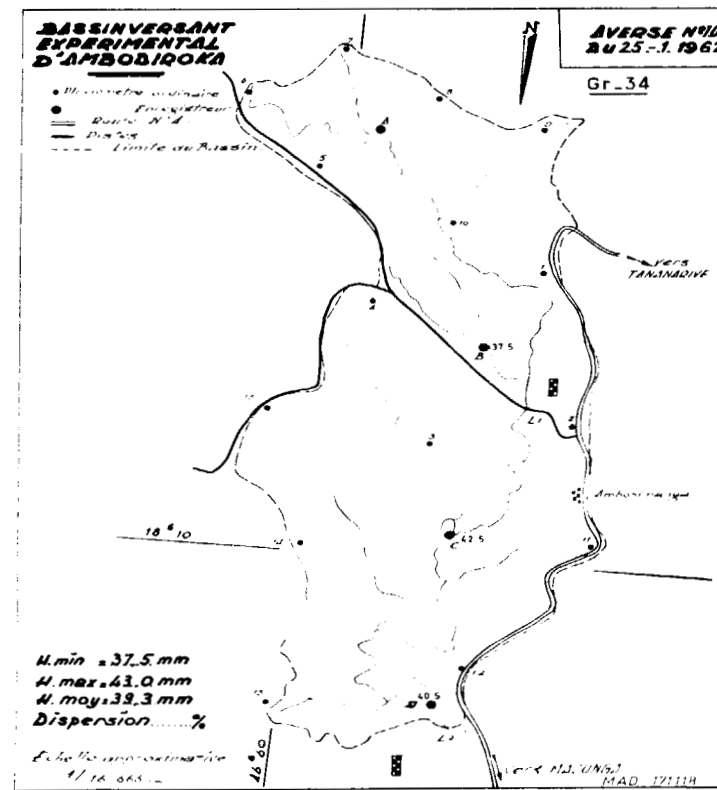
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

GAM:1.12  
 1/8 3/16 1/4 3/8 1/2 5/8 3/4 7/8 1

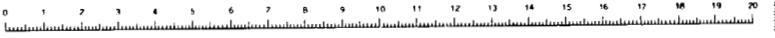


Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1 ABERPFTHLJDDCGOUVWVWNSZXKY  
 Pour A2 A3 A4 ABERPFTHLJDDCGOUVWVWNSZXKY  
 zsaocmuvnuvixr fkhbdpgqjlt 7142385690





Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLJUDOCGUVWMNSZXY  
 zsaocmuvnw xir fkhbdpqqjll 7142385690  
 Pour A2A 3A4: ABERPFTHLJUDOCGUVWMNSZXY  
 zsaocmuvnw xir fkhbdpqqjll 7142385690



G.M. 1:12  
 N° 00 073 D.M.T.

6 -- CRUE RESULTANT de l' AVERSE DECENNALE --

Nous rappelons les résultats trouvés pour la hauteur de l'averse décennale calculée à partir des relevés de MAEVATANANA :

Amont	$P_{mA} = 170 \text{ mm}$	$H_r = 128 \text{ mm}$
	$P_{max} = 190 \text{ mm}$	
Aval	$P_m = 165 \text{ mm}$	$H_r = 116 \text{ mm}$

La pluie ponctuelle maximale de 190 mm a une fréquence décennale, mais, pour passer à la pluie moyenne et à la lame d'eau ruisselée, nous avons appliqué un coefficient d'abattement K égal à 90 % pour le bassin amont et 87 % pour le bassin aval, ainsi qu'un coefficient de ruissellement  $K_r$  égal à 75 % pour le bassin amont et 70 % pour le bassin aval. Il s'agit là de valeurs moyennes considérées pour un hyétogramme à double pointe.

Le hyétogramme est supposé double car il ne semble pas qu'une pluie de 190 puisse se produire avec un seul maximum d'intensité (graphique 2) La pluie excédentaire est distribuée en tenant compte des résultats des paragraphes 5.1 à 5.11 (capacité d'absorption). Nous arrivons aux résultats suivants :

	Tranches de $P_n$ de durée 20min (mm)								Total :
									mm
Amont	44	26	32	10	7	7	2		128
Aval	41	24	29	9	6	6	1		116

Les transformations de ces hyétogrammes en hydrogrammes, à partir des hydrogrammes unitaires, nous donnent les pointes de crues suivantes :



	$Q_{rMax}$ m <sup>3</sup> /s	$t_b$ h et mn	$Q_{max} - Q_{rMax}$ m <sup>3</sup> /s	$Q_{Max}$ m <sup>3</sup> /s	$q_{Max}$ l/s.km <sup>2</sup>
Amont	42,4	4 h.00	# 2,6	45,0	26 800
Aval	85,0	5 h.00	3 à 4	89,0	21 800

Nous avons examiné, d'autre part, la pointe de crue que peut donner une averse dont le hyétogramme ne présente qu'un maximum d'intensité et dont la hauteur totale est par conséquent bien plus faible que la hauteur décennale.

Nous estimons à 100 mm la pluie moyenne décennale sur le bassin qui pourrait donner lieu à une seule pointe d'intensité. Comme il s'agit d'une pluie relativement plus intense, nous prendrons des coefficients de ruissellement plus élevés: respectivement 85 % et 80 % à l'amont et à l'aval.

Le hyétogramme de la pluie ruisselée devient :

	Tranches de $P_n$ de durée 20mn (mm)							Total mm
Amont	2,5	59	11,0	5	4	2,5	1,0	85
Aval	2,4	56	10,4	4,0	4,0	2,4	0,8	80

La transformation au moyen des hydrogrammes-types donne les pointes de crues suivantes :

	$Q_{rMax}$ m <sup>3</sup> /s	$t_b$ h et mn	$Q_{Max} - Q_{rMax}$ m <sup>3</sup> /s	$Q_{Max}$ m <sup>3</sup> /s	$q_{Max}$ l/s.km <sup>2</sup>
Amont	50,0	3 h.30	# 2	52,0	31 700
Aval	71,3	4 h.30	# 3,7	75,0	18 380

Les deux résultats de crues sont assez semblables. L'amont est plus sensible à une pluie courte et violente, c'est pourquoi l'averse simple de 100 mm donne une crue (52 m<sup>3</sup>/s) plus forte que l'averse double de 170 mm.

L'aval, par contre, est plus sensible au total de pluie et l'averse décennale double de 165 mm donne 89 m<sup>3</sup>/s, alors que l'averse simple de 100 mm ne donne que 75 m<sup>3</sup>/s.

Il ne s'agit pas là d'un calcul direct de crue décennale ; cependant, pour en donner une estimation, nous avançons, en résumé, les chiffres suivants :

Amont	: $Q_{Max} = 52 \text{ m}^3/\text{s}$	Aval	: $Q_{Max} = 85 \text{ m}^3/\text{s}$
	$q_{Max} = 31\,700 \text{ l/s.km}^2$		$q_{Max} = 20\,800 \text{ l/s.km}^2$

C H A P I T R E V

INFLUENCE de la SATURATION sur l'ÉCOULEMENT

1 - INDICE d'HUMIDITÉ -

En vue de définir un indice d'humidité  $I_H$ , les corrélations suivantes ont été étudiées, mais sans succès :

- $K_{RT}(t)$  , paramètre  $I_H$
- $100 - K_{ru}(P_u)$  , "  $I_H$
- $K_{ru}(I_H)$  , "  $I_{Max}$
- $P_{unr}(I_H)$  , "  $t_u \times I_{Max}$
- $P_n(P_m \text{ ou } P_{mA})$  , "  $I_H$   
 $I_u$   
 $I_{Max}$
- $K_{ru}(I_u)$  , "  $I_H$

L'étude suivante a permis de préciser un peu les raisons de cet échec :

$P_{unr}(t_u)$  , paramètre :  $I_H$

l'indice d'humidité utilisé  $I_h$  est de la forme :

$$I_H = I_0 + \sum P_a \cdot e^{-\alpha t}$$

le paramètre  $\alpha$  est déterminé de façon à rendre optimale l'une des corrélations essayées.

Pratiquement, cet indice  $I_H$  se calcule graphiquement sur papier semi-logarithmique et  $\alpha$  caractérise la pente des segments décroissants. Le mode de calcul est représenté sur G35.

La variable  $P_{unr}$  (pluie utile non ruisselée) a plusieurs avantages :

- elle détermine une pluie en rapport direct avec l'infiltration donc (théoriquement du moins) uniquement commandée par l'état hygrométrique du sol. L'intensité de la pluie en particulier n'intervient pas : du moment qu'on est en zone de pluie utile, la capacité d'absorption potentielle est satisfaite et l'excédent d'intensité ne doit pas beaucoup jouer;
- si la pluie utile est mal définie, du moment que nous étudions la relation  $P_{unr}(t_u)$ , il y a une certaine compensation des erreurs :

$P_u$  sous estimé  $\Rightarrow P_{unr}$  sous-estimé  $\Rightarrow t_u$  sous-estimé aussi.

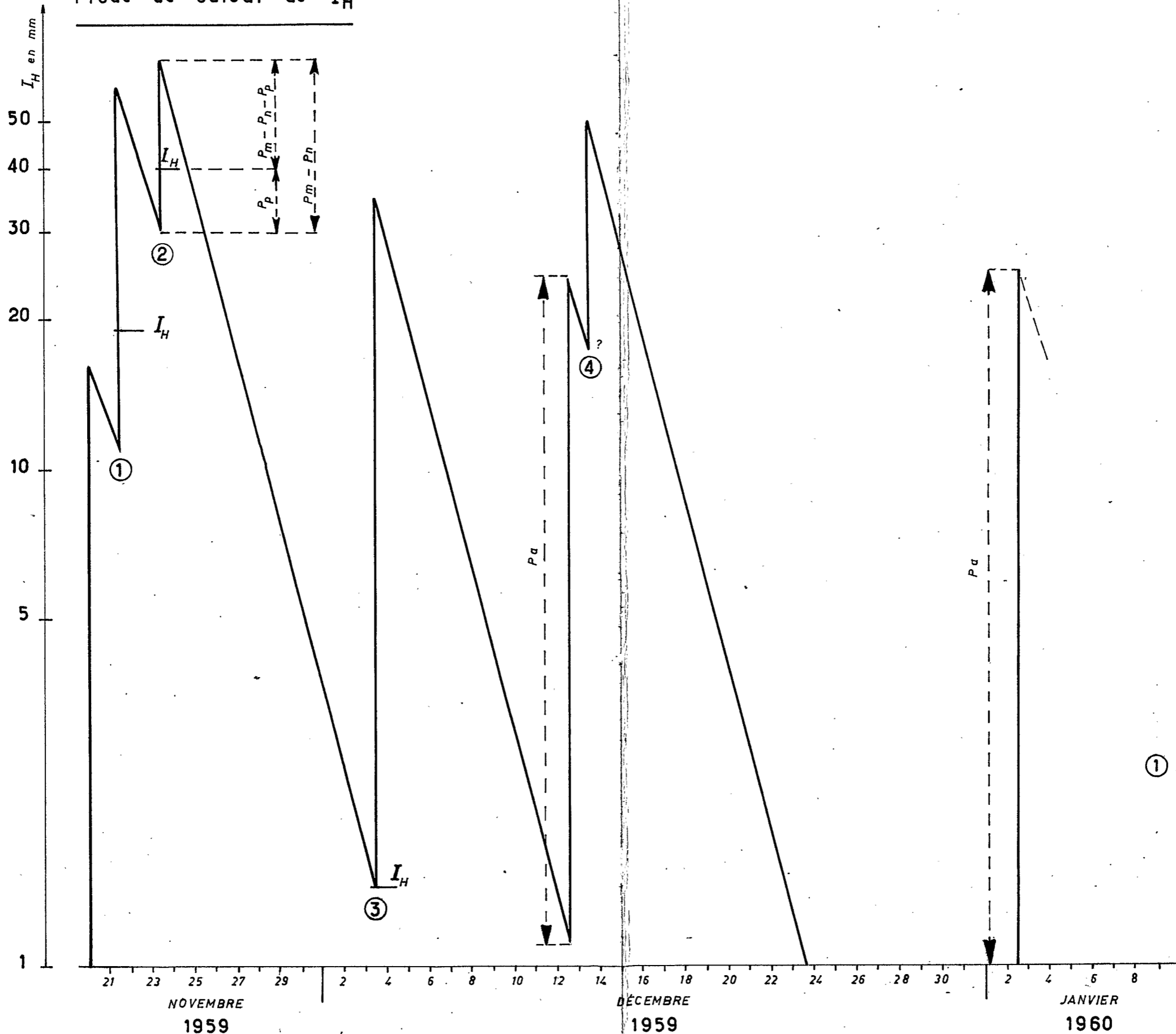
Mais cette corrélation, à première vue, ne donne rien, en effet : au cours d'une séquence pluvieuse longue,  $I_H$  croît et devient important, mais  $P_{unr}$  ne devient pas faible. Sans doute parce qu'une forte pluviosité développe la végétation qui devient à la fois intense et active, ce qui ralentit le ruissellement (végétation intense) et absorbe de l'eau (végétation active). Autrement dit, à durée de pluie utile égale, une forte saturation ou une forte humidité n'entraîne pas nécessairement une absorption faible.

Pour résoudre la question, il faudrait connaître la correspondance entre  $I_H$  et l'état de la végétation. Pour chaque état stable de végétation (pas d'herbe, herbe verte, herbe sèche, floraison, etc....) il y aurait peut-être une corrélation entre  $P_{unr}$  -----  $t_u$  -----  $I_H$ . Nous avons pu esquisser ce phénomène (graphique 36) :

- en période de végétation très sèche (10 jours précédents sans pluies), la corrélation  $P_{unr}(t_u)$  -----  $I_H$  a donné quelques résultats ; nous avons pris pour cela les averses-crues n° 40, 53, 67, 76, 1, 6, et 27. La précision est très mauvaise, le nombre de points faible, mais l'allure des courbes d'égale valeur de  $I_H$  est normale : à  $I_H$  constant,  $P_{unr}$  croît avec  $t_u$ .

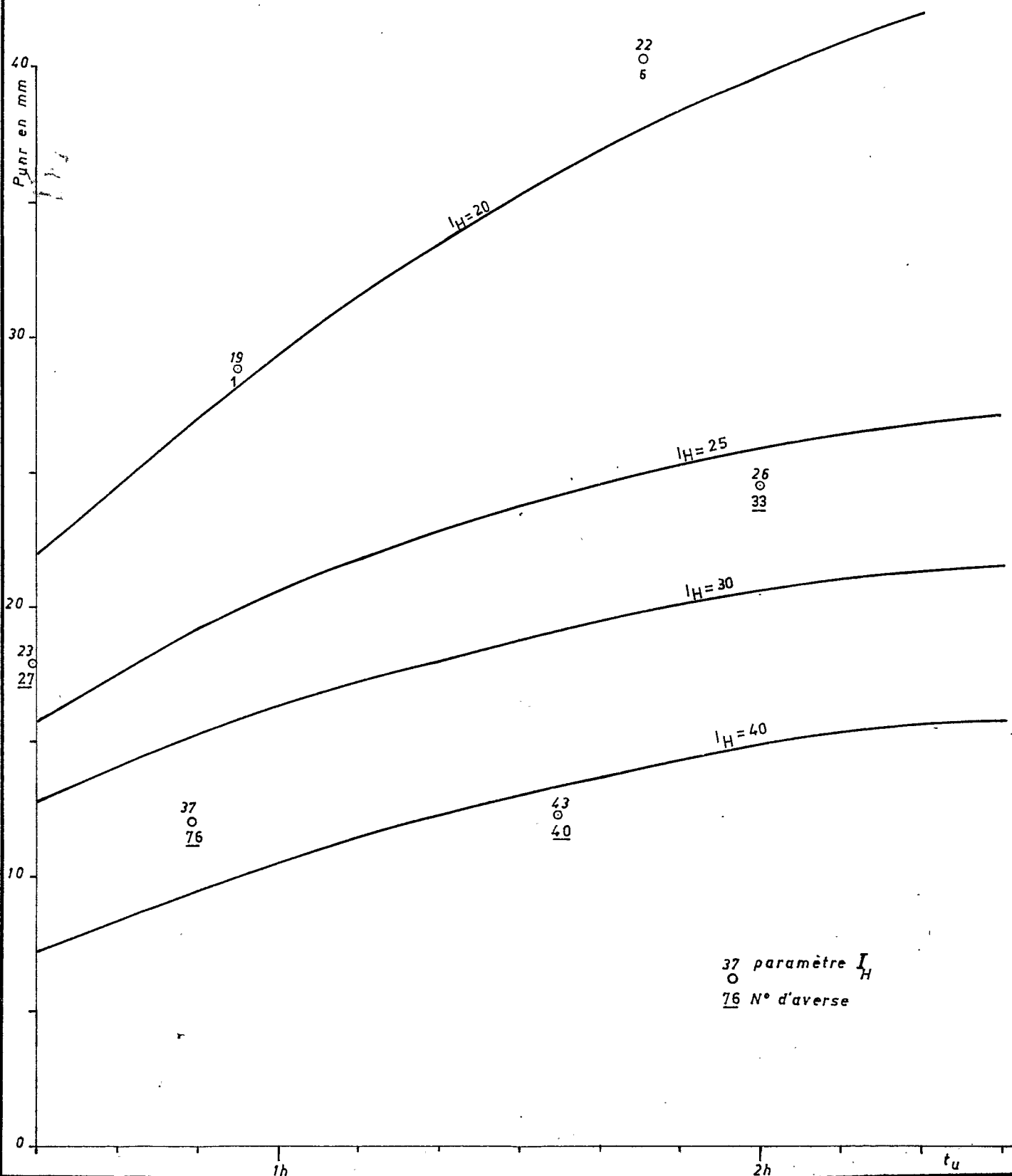
Mode de calcul de  $I_H$

Gr-35



① - N° de l'averse

# Ensembles Averse-Crue survenant après une sécheresse prolongée



- la même méthode employée pour des crues en période très arrosée n'a rien donné ; il est plus difficile de définir une période "très arrosée" qu'une période "sèche".

Nous avons essayé de supprimer ces influences contradictoires de la saturation sur le ruissellement en prenant un  $I_H$  de courte "mémoire", c'est-à-dire un coefficient  $\alpha$  grand qui entraîne une décroissance de  $I_H$  rapide en période sèche. Mais les résultats ne sont pas améliorés : en effet, si le ruissellement n'augmente pas forcément en période très arrosée pour les raisons présentées quelques paragraphes plus haut, on constate par contre que les ruissellements forts ont surtout lieu au milieu de la saison des pluies, rarement au début ou à la fin.

## 2 - PRECIPITATION LIMITE d'ÉCOULEMENT -

Sur le graphique G37, nous avons porté en ordonnée la hauteur maximale de pluie tombée sur le Bassin Versant lors d'une averse ( $P_{Max}$ ) et en abscisse la durée en jours séparant la dite averse de la précédente  $> 5$  mm. Chaque point est noté E ou N suivant qu'il y a eu ou non écoulement pour l'averse représentée par ce point.

Nous avons esquissé l'allure de la courbe (1) séparant les deux types N et E d'averses.

Nous ferons là-dessus quelques remarques :

- il ne s'agit que d'une indication assez grossière ; l'écart de temps en particulier, n'a pu être précisément calculé car nous n'avons que des relevés journaliers et l'unité "1 journée" est trop grande vu la taille du bassin ;
- la partie haute de la courbe est mal déterminée : nous n'avons pas les enregistrements des toutes premières pluies de la saison et ne connaissons donc pas les pluies dont l'écart à la précédente est très grand ( $> 10$  jours) ;
- en période exceptionnellement arrosée ou après de très grosses averses et au milieu ou en deuxième moitié de la saison des pluies, la courbe précédente chute brutalement (cf. 2) ; du jour au lendemain de très faibles pluies ( $< 5$  mm) ayant lieu même après un ou deux jours sans pluie (lesquels sont, bien entendu, précédés de la séquence très pluvieuse mentionnée), réagissent en écoulement :

par exemple autour du 30/1/1961

ou autour du 30/12/1962

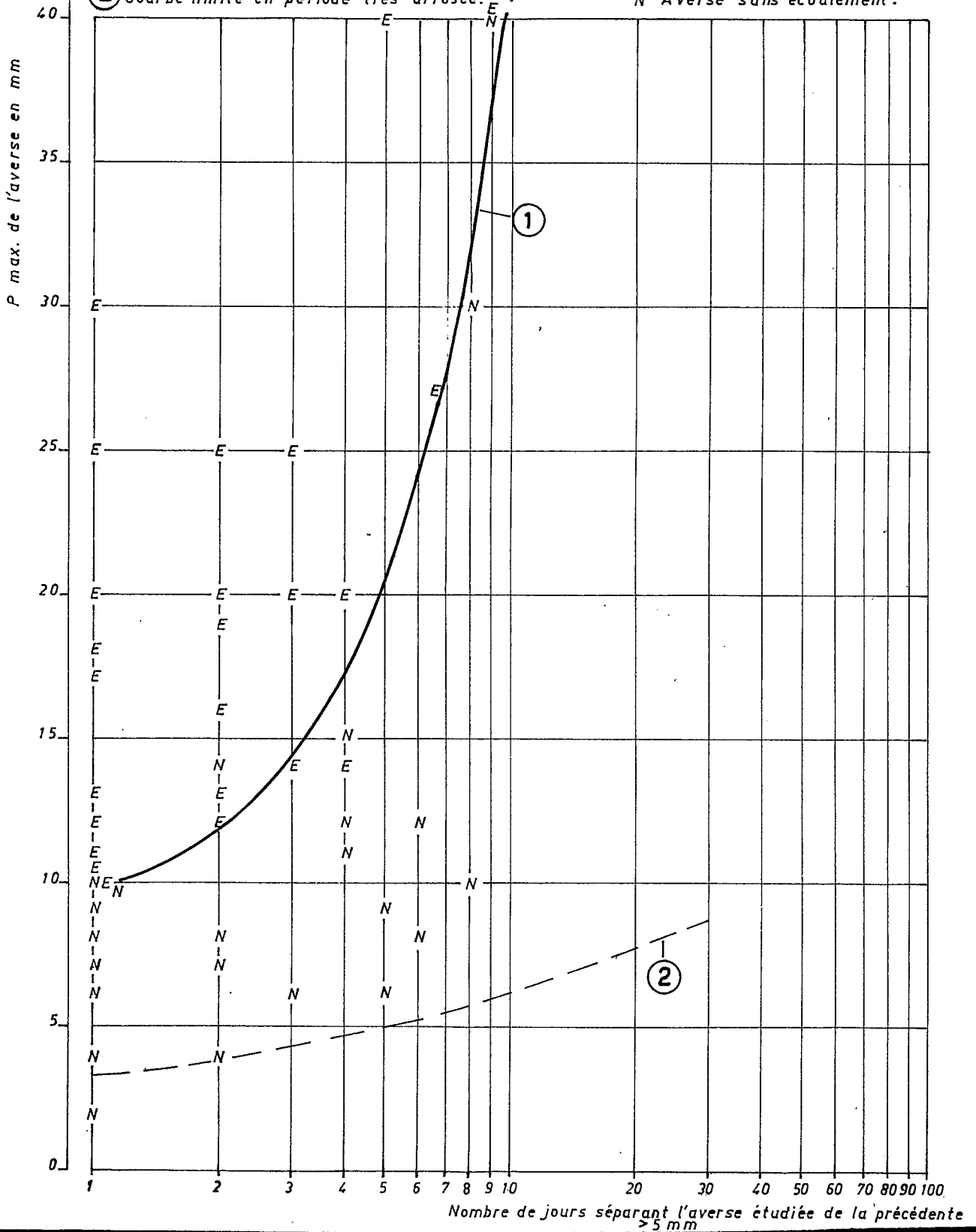
# Courbe précipitation-limite d'écoulement

① Courbe limite en période moyennement arrosée.

E Averse avec écoulement.

② Courbe limite en période très arrosée.

N Averse sans écoulement.





Peut-être existe-t-il une nappe qui, après une forte pluviosité, affleure au fond du thalweg et déverse dans le réseau hydrographique; ceci avec un temps de réponse assez long, bien entendu. La plupart des crues issues de ces faibles pluies ont en effet une allure de crue du débit de base.

#### CONCLUSION -

Nous retiendrons de l'étude de ce bassin versant quelques caractéristiques :

- le ruissellement, d'ailleurs régi par des facteurs nombreux et complexes, est souvent très fort ; des coefficients  $K_r = 70 \%$  ou  $K_{ru} = 80 \%$  se retrouvent plusieurs fois chaque saison ;
- les pluies sont souvent très importantes ; des intensités de 150 mm/h sont relativement fréquentes, ainsi que des totaux approchant 100 mm ;
- les crues sont très fortes et brutales ; à l'amont, le débit spécifique de 20 000 l/s.km<sup>2</sup> se retrouve au moins une fois chaque année, il en est de même à l'aval pour 10 000 l/s.km<sup>2</sup> ;
- l'écoulement de base est faible et, semble-t-il, très irrégulier.

Cette étude nous a aussi permis de constater à nouveau que, même sur une surface petite (1 km<sup>2</sup>), la pluie journalière peut être très hétérogène et nous avons eu plusieurs fois des différences de hauteurs de pluie supérieures à 10 mm pour des points distants de moins de 500 m, alors que l'averse était généralisée sur toute la région.

La liaison entre le coefficient de ruissellement et la saturation du sol semble très complexe. Il est vrai que nous avons été gêné par l'imprécision de certains limnigrammes et pluviogrammes.

# **ANNEXE**

A N N E X E

TABLEAU T<sub>1</sub>

Ajustement d'une loi de GALTON aux pluies de 24 heures  
à MAEVATANA

Hauteur de pluie x (mm)	Nombre de jours de pluies	Fréquence expérimentale	Log x népérien	$F_1(o) = 0,29$ $\varphi_1(x)$	$F_1(o) = 0,15$	$F_1(o) = 0,125$
> 0	1403	0,295493		(> 1)		
> 10	597	0,125737	2,3026	0,4336	0,836	1
> 20	373	0,078559	2,9957	0,2709	0,525	0,630
> 30	238	0,050126	3,4012	0,1728	0,334	0,401
> 40	160	0,033698	3,6889	0,1162	0,225	0,270
> 50	101	0,021272	3,9120	0,0734	0,142	0,170
> 60	69	0,014532	4,0943	0,0501	0,0968	0,116
> 70	41	0,008635	4,2485	0,02978	0,0575	0,0691
> 80	28	0,005897	4,3820	0,02033	0,0393	0,0471
> 90	17	0,003580455	4,4998	0,01235	0,0239	0,0287
> 100	9	0,001895535	4,6052	0,006536	0,0127	0,0152
> 125	3	0,000631845	4,8283	0,002179	0,00421	0,00506
> 150	2	0,000421230	5,0106	0,001453	0,00281	0,00338

TABLEAU T<sub>2</sub>

Barème n° 1

Bassin Versant Expérimental d'ANKABOKA - Section AVAL

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
0,00		0,40	1,15	0,80	4,1	1,20	10,2	1,60	21,1
1		1	1,20	1	4,2	1	10,4	1	21,4
2		2	1,24	2	4,4	2	10,6	2	21,7
3		3	1,29	3	4,5	3	10,9	3	22,0
4	0,02	4	1,33	4	4,6	4	11,1	4	22,3
5	0,05	5	1,38	5	4,8	5	11,3	5	22,7
6	0,08	6	1,42	6	4,9	6	11,5	6	23,0
7	0,11	7	1,47	7	5,0	7	11,7	7	23,3
8	0,14	8	1,51	8	5,1	8	12,0	8	23,6
9	0,17	9	1,56	9	5,3	9	12,2	9	23,9
0,10	0,20	0,50	1,60	0,90	5,4	1,30	12,4	1,70	24,2
1	0,23	1	1,66	1	5,5	1	12,7	1	24,5
2	0,26	2	1,72	2	5,7	2	12,9	2	24,8
3	0,29	3	1,78	3	5,8	3	13,2	3	25,1
4	0,32	4	1,84	4	6,0	4	13,4	4	25,4
5	0,35	5	1,90	5	6,1	5	13,7	5	26,8
6	0,38	6	1,96	6	6,2	6	14,0	6	26,0
7	0,41	7	2,02	7	6,4	7	14,2	7	26,4
8	0,44	8	2,08	8	6,5	8	14,5	8	26,7
9	0,47	9	2,14	9	6,7	9	14,7	9	27,0
0,20	0,50	0,60	2,20	1,00	6,8	1,40	15,0	1,80	27,3
1	0,53	1	2,28	1	7,0	1	15,3	1	27,6
2	0,56	2	2,36	2	7,1	2	15,6	2	27,9
3	0,59	3	2,44	3	7,3	3	15,9	3	28,3
4	0,62	4	2,52	4	7,4	4	16,2	4	28,6
5	0,65	5	2,60	5	7,6	5	16,5	5	28,9
6	0,68	6	2,68	6	7,8	6	16,8	6	29,2
7	0,71	7	2,76	7	7,9	7	17,1	7	29,5
8	0,74	8	2,84	8	8,1	8	17,4	8	29,9
9	0,77	9	2,92	9	8,2	9	17,7	9	30,2
0,30	0,80	0,70	3,00	1,10	8,4	1,50	18,0	1,90	30,5
1	0,835	1	3,11	1	8,6	1	18,3	1	30,8
2	0,870	2	3,22	2	8,8	2	18,6	2	31,1
3	0,905	3	3,33	3	8,9	3	18,9	3	31,5
4	0,940	4	3,44	4	9,1	4	19,2	4	31,8
5	0,975	5	3,55	5	9,3	5	19,6	5	32,0
6	1,010	6	3,66	6	9,5	6	19,9	6	32,4
7	1,045	7	3,77	7	9,7	7	20,2	7	32,7
8	1,080	8	3,88	8	9,8	8	20,5	8	33,0
9	1,115	9	3,99	9	10,0	9	20,8	9	33,4

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
2,00	33,7	2,20	43,0	2,40	53,0	2,60	65,0		
1	34,2	1	43,5	1	53,6	1	65,7		
2	34,6	2	44,0	2	54,2	2	66,4		
3	35,1	3	44,5	3	54,8	3	67,1		
4	35,6	4	45,0	4	55,4	4	67,8		
5	36,0	5	45,5	5	56,0	5	68,5		
6	36,5	6	46,0	6	56,6	6	69,2		
7	37,0	7	46,5	7	57,2	7	69,9		
8	37,5	8	47,0	8	57,8	8	70,6		
9	37,9	9	47,5	9	58,4	9	71,3		
2,10	38,4	2,30	48,0	2,50	59,0	2,70	72		
1	38,9	1	48,5	1	59,6				
2	39,3	2	49,0	2	60,2				
3	39,8	3	49,5	3	60,8				
4	40,2	4	50,0	4	61,4				
5	40,7	5	50,5	5	62,0				
6	41,1	6	51,0	6	62,6				
7	41,6	7	51,5	7	63,2				
8	42,1	8	52,0	8	63,8				
9	42,5	9	52,5	9	64,4				

Barème n° 1

TABLEAU T<sub>3</sub>

Valable pour la saison des pluies 1959-1960

Bassin Versant Expérimental d'ANKABOKA - Section Amont

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
0,00		0,30	0,800	0,60	3,45	0,90	7,00	1,20	11,85
1		1	0,875	1	3,56	1	7,13	1	12,04
2		2	0,950	2	3,67	2	7,26	2	12,22
3		3	1,025	3	3,78	3	7,39	3	12,41
4		4	1,10	4	3,89	4	7,52	4	12,59
5		5	1,18	5	4,00	5	7,65	5	12,78
6		6	1,25	6	4,11	6	7,78	6	12,96
7		7	1,33	7	4,22	7	7,91	7	13,15
8	0,015	8	1,40	8	4,33	8	8,04	8	13,33
9	0,026	9	1,48	9	4,44	9	8,17	9	13,52
0,10	0,037	0,40	1,55	0,70	4,55	1,00	8,30	1,30	13,70
1	0,048	1	1,64	1	4,67	1	8,47	1	13,89
2	0,059	2	1,73	2	4,79	2	8,64	2	14,08
3	0,070	3	1,82	3	4,91	3	8,81	3	14,27
4	0,082	4	1,91	4	5,03	4	8,98	4	14,46
5	0,10	5	2,00	5	5,16	5	9,15	5	14,65
6	0,13	6	2,09	6	5,27	6	9,32	6	14,84
7	0,16	7	2,18	7	5,39	7	9,49	7	15,03
8	0,19	8	2,27	8	5,51	8	9,66	8	15,22
9	0,22	9	2,36	9	5,63	9	9,83	9	15,41
0,20	0,250	0,50	2,45	0,80	5,75	1,10	10,00	1,40	15,60
1	0,305	1	2,55	1	5,87	1	10,19	1	15,80
2	0,360	2	2,65	2	6,00	2	10,37	2	16,00
3	0,415	3	2,75	3	6,13	3	10,56	3	16,20
4	0,470	4	2,85	4	6,25	4	10,74	4	16,40
5	0,525	5	2,95	5	6,38	5	10,92	5	16,60
6	0,580	6	3,05	6	6,50	6	11,11	6	16,80
7	0,635	7	3,15	7	6,63	7	11,30	7	17,00
8	0,690	8	3,25	8	6,75	8	11,48	8	17,20
9	0,745	9	3,35	9	6,88	9	11,66	9	17,40

TABLEAU T<sub>3</sub>

Barème n° 1 (Suite)

Valable pour la saison des pluies 1959-1960

Bassin Versant Expérimental d'ANKABOKA - Section Amont

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1,50	17,60	1,70	21,70	1,90	26,20	2,10	31,6	2,30	37,20
1	17,80	1	21,92	1	26,46	1	31,88		
2	18,00	2	22,14	2	26,72	2	32,16		
3	18,20	3	22,36	3	26,98	3	32,44		
4	18,40	4	22,58	4	27,24	4	32,72		
5	18,60	5	22,80	5	27,50	5	33,00		
6	18,80	6	23,02	6	27,76	6	33,28		
7	19,00	7	23,24	7	28,02	7	33,56		
8	19,20	8	23,46	8	28,28	8	33,84		
9	19,40	9	23,68	9	28,54	9	34,12		
1,60	19,60	1,80	23,90	2,00	28,80	2,20	34,40		
1	19,81	1	24,13	1	29,08	1	34,68		
2	20,02	2	24,36	2	29,36	2	34,96		
3	20,23	3	24,59	3	29,64	3	35,24		
4	20,44	4	24,82	4	29,92	4	35,52		
5	20,65	5	25,05	5	30,20	5	35,80		
6	20,86	6	25,28	6	30,48	6	36,08		
7	21,07	7	25,51	7	30,76	7	36,36		
8	21,28	8	25,74	8	31,04	8	36,64		
9	21,49	9	25,97	9	31,32	9	36,92		



TABLEAU T<sub>4</sub>

Barème n° 2

Valable pour la saison des pluies 60-61 et 61-62

Bassin Versant Expérimental d'ANKABOKA - Section Amont

H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
0,10	0,012	0,50	0,700	0,90	4,05	1,30	9,60	1,70	17,5
1	0,014	1	0,752	1	4,16	1	9,77	1	17,8
2	0,016	2	0,804	2	4,27	2	9,94	2	18,0
3	0,018	3	0,856	3	4,38	3	10,1	3	18,3
4	0,020	4	0,908	4	4,49	4	10,3	4	18,5
5	0,023	5	0,960	5	4,60	5	10,5	5	18,8
6	0,027	6	1,01	6	4,71	6	10,6	6	19,0
7	0,031	7	1,06	7	4,82	7	10,8	7	19,3
8	0,035	8	1,12	8	4,93	8	10,9	8	19,6
9	0,040	9	1,17	9	5,04	9	11,1	9	19,8
0,20	0,045	0,60	1,22	1,00	5,15	1,40	11,3	1,80	20,0
1	0,051	1	1,29	1	5,29	1	11,5	1	20,3
2	0,058	2	1,36	2	5,42	2	11,6	2	20,5
3	0,066	3	1,43	3	5,56	3	11,8	3	20,8
4	0,075	4	1,50	4	5,69	4	12,0	4	21,0
5	0,085	5	1,57	5	5,83	5	12,2	5	21,3
6	0,096	6	1,64	6	5,96	6	12,3	6	21,6
7	0,108	7	1,71	7	6,10	7	12,5	7	21,8
8	0,120	8	1,78	8	6,23	8	12,7	8	22,0
9	0,135	9	1,85	9	6,37	9	12,8	9	22,3
0,30	0,150	0,70	1,92	1,10	6,50	1,50	13,0	1,90	22,5
1	0,166	1	2,03	1	6,65	1	13,2	1	22,8
2	0,183	2	2,13	2	6,80	2	13,4	2	23,1
3	0,202	3	2,24	3	6,95	3	13,6	3	23,4
4	0,220	4	2,35	4	7,10	4	13,8	4	23,7
5	0,240	5	2,46	5	7,25	5	14,0	5	24,0
6	0,261	6	2,57	6	7,40	6	14,2	6	24,3
7	0,285	7	2,68	7	7,55	7	14,4	7	24,6
8	0,310	8	2,78	8	7,70	8	14,6	8	24,9
9	0,335	9	2,89	9	7,85	9	14,8	9	25,2
0,40	0,360	0,80	3,00	1,20	8,00	1,60	15,0	2,00	25,5
1	0,386	1	3,11	1	8,16	1	15,3	1	25,8
2	0,413	2	3,21	2	8,32	2	15,5	2	26,1
3	0,442	3	3,32	3	8,48	3	15,8	3	26,4
4	0,476	4	3,42	4	8,64	4	16,0	4	26,7
5	0,507	5	3,53	5	8,80	5	16,3	5	27,1
6	0,541	6	3,63	6	8,96	6	16,5	6	27,4
7	0,576	7	3,74	7	9,12	7	16,8	7	27,7
8	0,613	8	3,84	8	9,28	8	17,0	8	28,0
9	0,655	9	3,95	9	9,44	9	17,3	9	28,3



TABLEAU T 5

ANKABOKA - Station Amont

Débits journaliers en m<sup>3</sup>/s

Année 1959-1960

: Jours :	: Novembre :		: Décembre :		: Janvier :		: Février :		: Mars :		: Avril :	
	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :
: 1 :	: 0,002 :	:	: 0,002 :	:	: 0,007 :	:	: 0,112 :	:	: 0,030 :	:	:	:
: 2 :	: 0,002 :	:	: 0,002 :	:	: 0,031 :	: 0,58 :	: 0,098 :	:	: 0,084 :	: 1,64 :	:	:
: 3 :	: 0,002 :	:	: 0,296 :	: 6,75 :	: 0,014 :	:	: 0,085 :	:	: 0,046 :	:	:	:
: 4 :	: 0,002 :	:	: 0,030 :	:	: 0,561 :	: 11,3 :	: 0,073 :	:	: 0,93 :	: 20 :	:	:
: 5 :	: 0,002 :	:	: 0,026 :	:	: 0,028 :	:	: 0,062 :	:	: 0,06 :	:	:	:
: 6 :	: 0,002 :	:	: 0,024 :	:	: 0,024 :	:	: 0,060 :	: 0,085 :	: 0,07 :	: 0,10 :	:	:
: 7 :	: 0,002 :	:	: 0,020 :	:	: 0,022 :	:	: 0,055 :	:	: 0,05 :	:	:	:
: 8 :	: 0,002 :	:	: 0,018 :	:	: 0,020 :	:	: 0,025 :	:	: 0,04 :	:	:	:
: 9 :	: 0,002 :	:	: 0,018 :	:	: 0,056 :	: 0,88 :	: 0,018 :	:	: 0,063 :	: 0,30 :	:	:
: 10 :	: 0,012 :	:	: 0,018 :	:	: 0,026 :	:	: 0,018 :	:	: 0,040 :	:	:	:
: 11 :	: 0,002 :	:	: 0,018 :	:	: 0,937 :	: 29,9 :	: 0,018 :	:	: 0,035 :	:	:	:
: 12 :	: 0,002 :	:	: 0,018 :	:	: 0,044 :	:	:	:	: 0,032 :	:	:	:
: 13 :	: 0,002 :	:	: 0,412 :	: 9,15 :	: 0,116 :	: 1,55 :	: 0,018 :	:	: 0,030 :	:	:	:
: 14 :	: 0,002 :	:	: 0,018 :	:	: 0,236 :	: 5,38 :	: 0,230 :	: 3,89 :	: 0,030 :	:	:	:
: 15 :	: 0,002 :	:	: 0,197 :	: 4,0 :	: 0,425 :	: 4,55 :	: 0,103 :	: 0,87 :	: 0,030 :	:	:	:
: 16 :	: 0,002 :	:	: 0,025 :	: 0,19 :	: 0,063 :	:	: 0,10 :	:	: 0,028 :	:	:	:
: 17 :	: 0,002 :	:	: 0,020 :	:	: 0,045 :	:	: 0,07 :	:	: 0,028 :	:	:	:
: 18 :	: 0,002 :	:	: 0,019 :	:	: 0,037 :	:	: 0,047 :	:	: 0,026 :	:	:	:
: 19 :	: 0,002 :	:	: 0,018 :	:	: 0,471 :	: 15,0 :	: 0,067 :	: 0,53 :	: 0,030 :	:	: ? :	:
: 20 :	: 0,002 :	:	: 0,017 :	:	: 0,065 :	:	: 0,04 :	:	: 0,022 :	:	:	:
: 21 :	: (0,500) :	: ? :	: 0,016 :	:	: 0,054 :	:	: 0,074 :	: 0,58 :	: 0,111 :	: 0,47 :	:	:
: 22 :	: (0,050) :	:	: 0,015 :	:	: 0,061 :	:	: 0,087 :	:	: 0,183 :	: 2,36 :	:	:
: 23 :	: 0,027 :	: 0,74 :	: 0,014 :	:	: 0,141 :	: 1,25 :	: 0,10 :	: 0,47 :	: 0,113 :	: 0,27 :	:	:
: 24 :	: 0,004 :	:	: 0,014 :	:	: 0,376 :	: 2,45 :	: 0,203 :	: 3,77 :	: 0,076 :	: 0,19 :	:	:
: 25 :	: 0,004 :	:	: 0,013 :	:	: 0,124 :	:	: 0,154 :	:	: 0,062 :	:	:	:
: 26 :	: 0,004 :	:	: 0,012 :	:	: 0,050 :	:	: 0,060 :	:	: 0,045 :	:	:	:
: 27 :	: 0,003 :	:	: 0,012 :	:	: 0,715 :	: 13,3 :	: 0,045 :	:	: 0,037 :	:	:	:
: 28 :	: 0,003 :	:	: 0,011 :	:	: 0,337 :	: 3,66 :	: 0,035 :	:	: 0,030 :	:	:	:
: 29 :	: 0,002 :	:	: 0,010 :	:	: 0,437 :	: 5,86 :	: 0,030 :	:	: 0,026 :	:	:	:
: 30 :	: 0,002 :	:	: 0,009 :	:	: 0,157 :	:	:	:	: 0,022 :	:	:	:
: 31 :	:	:	: 0,008 :	:	: 0,128 :	:	:	:	: 0,022 :	:	:	:
: Moy. Mens. :	: (0,021) :	:	: 0,043 :	:	: 0,187 :	:	: 0,071 :	:	: 0,078 :	:	: (0,015) :	:

Mai (0,012) ; Juin (0,009) ;  
 Juil. (0,007) ; Août (0,004) ;  
 Sept. (0,003) ; Oct. (0,002) ;

Module : 0,038 m<sup>3</sup>/s  
 Q<sub>m</sub> : Débit moyen journalier  
 Q<sub>M</sub> : Débit maximal ou pointe de crue

TABLEAU T 6

ANKABOKA - Station Amont

Débits journaliers en m<sup>3</sup>/s

Année 1960-61

: Jours :	: Novembre :		: Décembre :		: Janvier :		: Février :		: Mars :		: Avril :	
	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :
1			0,005		0,025		0,019		0,013		0,021	
2			0,795	18,0	0,010		0,018		0,013		0,020	
3			0,093		0,036	0,39	0,017		0,012		0,019	
4			0,015		0,435	9,44	0,016		0,022	0,123	0,018	
5			0,013		0,132	0,75	0,016		0,038	0,23	0,025	0,144
6			0,012		0,324	3,42	0,015		0,020		0,019	
7			0,010		0,525	11,5	0,015		0,015		0,017	
8			0,009		0,083		0,015	0,076	0,059	0,462	0,016	
9			0,008		0,071	0,36	0,020		0,015		0,015	
10			0,318	12,5	0,035		0,015		0,015		0,063	0,75
11			0,282		0,025		0,015		0,015		0,049	
12			0,103	0,91	0,023		0,015		0,015		0,172	4,6
13			0,015		0,022		0,044	1,57	0,018	0,042	0,246	6,65
14			0,039	0,52	0,021		0,045		0,025		0,045	
15			0,004		0,020		0,025	0,035	0,020		0,038	0,57
16			0,004		0,019		0,023		0,591	10,9	0,075	0,70
17			0,003		0,018		0,019		0,414	5,95	1,01	28,6
18			0,005	0,10	0,017		0,018		1,31	22,5	0,032	
19			0,018	0,045	0,016		0,017		0,029		0,029	
20			0,172	3,95	0,015		0,016		0,150	1,92	0,025	
21			0,425	10,45	0,014		0,016		0,020		0,025	
22			0,025		0,013		0,015		0,005		0,022	
23			0,022		0,013		0,015		0,663	28,3	0,022	
24			0,019		0,012		0,224	7,70	0,047		0,022	
25			0,017		0,172	5,7	0,015		0,020		0,019	
26			0,015		0,367	6,23	0,014		0,152	6,37	0,019	
27			0,013		0,035	0,26	0,014		0,018		0,019	
28			0,012		0,040		0,013		0,015		0,019	
29			0,148	2,13	0,026				0,015		0,015	
30			0,802	29,12	0,017				0,015		0,015	
31			0,045		0,021	0,022			0,022			
Moy.												
Mens.	(0,002)		0,111		0,083		0,026		0,122		0,072	

Débit presque nul

Mai (0,012) ; Juin (0,009) ;  
 Juil. (0,007) ; Août (0,004) ;  
 Sept. (0,003) ; Oct. (0,002).

Module : 0,038 m<sup>3</sup>/s  
 Q<sub>m</sub> : Débit moyen journalier  
 Q<sub>M</sub> : Débit maximal ou pointe de crue

TABLEAU T 7

ANKABOKA - Station Amont

Débits journaliers en m<sup>3</sup>/s

Année 1961-1962

: Jours :	: Novembre :		: Décembre :		: Janvier :		: Février :		: Mars :		: Avril :	
	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :
1					0,234	9,12	0,192	4,93				
2					0,079		0,076	0,75				
3					0,047	0,36	0,020	0,036				
4					0,037		0,019	0,17				
5					0,026		0,010					
6					0,89	24,3						
7					0,037	0,042						
8					0,288							
9			?		0,545	27,7						
10					0,157	3,21						
11					0,656	27,1						
12					0,137	1,5						
13					0,035							
14					0,032							
15					(0,05)	(0,96)						
16				0,025	0,029							
17			0,012	0,026	0,025							
18			0,721	18,8	0,025							
19			0,081		0,022							
20			0,008		(0,46)	?						
21			0,94	11,6	(0,10)							
22			0,086		?							
23			0,043	0,063	?							
24			0,043	0,070	(0,35)	( <u>&gt;35</u> )						
25			0,25	3,32	(1,0)	12,3						
26			0,109		0,046							
27			0,050		0,015							
28			0,93	31,9	0,01							
29			0,071		0,102	4,93						
30			0,213	5,83	0,027	0,26						
31			0,113	2,35	0,020	0,023						
Moy.					(0,136)							
Mens.												

Plus de relevés

Q<sub>m</sub> : Débit moyen journalier

Q<sub>M</sub> : Débit maximal ou pointe de crue

TABLEAU T 8

ANKABOKA - Station Aval

Débits journaliers en m<sup>3</sup>/s

Année 1959-1960

: Jours :	: Novembre :		: Décembre :		: Janvier :		: Février :		: Mars :		: Avril :	
	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :	: Q <sub>m</sub> :	: Q <sub>M</sub> :
: 1 :	: 0,005 :		: 0,005 :		: 0,015 :		: 0,163 :		: 0,008 :			
: 2 :	: 0,005 :		: 0,005 :		: 0,285 :	3,35	: 0,140 :		: 0,087 :	0,94 :		
: 3 :	: 0,005 :		: 0,376 :	6,50	: 0,018 :	0,09	: 0,130 :		: 0,026 :			
: 4 :	: 0,005 :		: 0,020 :		: 1,59 :	24,2	: 0,122 :		: 2,15 :	29		
: 5 :	: 0,005 :		: 0,020 :		: 0,527 :	1,08	: 0,115 :		: 0,15 :			
: 6 :	: 0,005 :		: 0,018 :		: 0,177 :		: 0,113 :		: 0,434 :	4,04 :		
: 7 :	: 0,005 :		: 0,018 :		: 0,123 :	0,28	: 0,105 :	0,23	: 0,08 :			
: 8 :	: 0,005 :		: 0,017 :		: 0,030 :		: 0,051 :		: 0,04 :			
: 9 :	: 0,005 :		: 0,017 :		: 0,130 :	0,870	: 0,032 :		: 0,146 :	0,96 :		
: 10 :	: 0,005 :		: 0,016 :		: 0,030 :		: 0,021 :		: 0,045 :			
: 11 :	: 0,005 :		: 0,015 :		: 1,91 :	38,4	: 0,011 :		: 0,025 :			
: 12 :	: 0,005 :		: 0,015 :		: 0,709 :	5,95	: 0,005 :		: 0,020 :			
: 13 :	: 0,005 :		: 0,434 :	6,95	: 0,438 :	1,51	: 0,005 :		: 0,015 :			
: 14 :	: 0,005 :		: 0,015 :		: 0,696 :	5,00	: 0,52 :	3,94	: 0,013 :			
: 15 :	: 0,005 :		: 0,240 :	3,65	: 0,786 :	5,4	: 0,354 :	2,44	: 0,013 :		?	
: 16 :	: 0,005 :		: 0,036 :	0,33	: 0,355 :		: 0,222 :		: 0,012 :			
: 17 :	: 0,005 :		: 0,020 :		: 0,044 :		: 0,106 :		: 0,011 :			
: 18 :	: 0,005 :		: 0,018 :		: 0,015 :		: 0,095 :		: 0,011 :		?	
: 19 :	: 0,005 :		: 0,016 :		: 0,829 :	15,6	: 0,130 :	0,48	: 0,010 :			
: 20 :	: 0,005 :		: 0,016 :		: 0,231 :		: 0,036 :		: 0,036 :	0,90 :		
: 21 :	: 1,27 :	21,4	: 0,015 :		: 0,124 :	0,74	: 0,10 :	0,8	: 0,212 :			
: 22 :	: 0,110 :		: 0,015 :		: 0,124 :		: 0,193 :	1,12	: 0,245 :	2,02 :		
: 23 :	: 0,315 :	5,45	: 0,015 :		: 0,382 :	2,36	: 0,246 :		: 0,224 :	0,47 :		
: 24 :	: 0,031 :		: 0,015 :		: 0,703 :	2,14	: 0,506 :	9,2	: 0,121 :	0,29 :		
: 25 :	: 0,020 :		: 0,015 :		: 0,41 :		: 0,504 :		: 0,123 :	0,56 :		
: 26 :	: 0,017 :		: 0,015 :		: 0,266 :		: 0,118 :		: 0,050 :			
: 27 :	: 0,015 :		: 0,015 :		: 1,30 :	15,6	: 0,043 :		: 0,030 :			
: 28 :	: 0,012 :		: 0,015 :		: 0,453 :	2,68	: 0,010 :		: 0,025 :			
: 29 :	: 0,009 :		: 0,015 :		: 0,819 :	6,8	: 0,009 :		: 0,020 :			
: 30 :	: 0,007 :		: 0,015 :		: 0,431 :				: 0,020 :			
: 31 :			: 0,015 :		: 0,200 :				: 0,020 :			
Moy. Mens. :	: 0,063 :		: 0,048 :		: 0,456 :		: 0,144 :		: 0,142 :		: (0,015) :	

Mai (0,013) ; Juin (0,011) ;  
 Juil. (0,010) ; Août (0,009) ;  
 Sept. (0,008) ; Oct. (0,007).

Module : 0,077 m<sup>3</sup>/s  
 Q<sub>m</sub> : Débit moyen journalier  
 Q<sub>M</sub> : Débit maximal ou pointe de crue

TABLEAU T 9

ANKABOKA - Station Aval

Débits journaliers en m<sup>3</sup>/s

Année 1960-1961

Jours	Novembre		Décembre		Janvier		Février		Mars		Avril	
	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>
1			0,005		0,010		0,075		0,05		0,030	
2			(0,95)	16,2	0,010		0,030		0,035		0,025	
3			0,464		0,192	1,90	0,010		0,01		0,020	
4			0,080		1,04	18,0	0,010		0,075	0,21	0,015	
5			0,050		0,505	1,48	0,010		0,173	0,47	0,056	0,53
6			0,030		0,659	3,77	0,010		0,098		0,020	
7			0,020		1,20	18,6	0,010		0,077		0,020	
8			0,015		0,474		0,010		0,314	1,33	0,015	
9			0,010		0,555	4,6	0,044	0,12	0,111		0,015	
10			0,704		0,180	1,40	0,015		0,095		0,164	1,49
11			1,27	36,0	0,149		0,010		0,08		0,050	
12			0,312	2,08	0,066		0,010		0,075		0,390	4,2
13			0,020		0,035		0,126	3,88	0,07		0,61	5,5
14			0,060	0,71	0,023		0,319	2,31	0,088	0,17	0,087	
15			0,020		0,014		0,084	0,51	0,040		0,105	1,08
16			0,018		0,010		0,095		1,57	26,4	0,362	1,73
17			0,015		0,010		0,050		1,25	10,6	2,68	40,2
18			0,015	0,17	0,010		0,030		1,99	27,0	0,200	
19			0,005		0,010		0,015		0,150		0,130	
20			0,097	1,45	0,010		0,010		0,89	6,44	0,100	
21			0,703	11,0	0,010		0,010		0,14		0,075	
22			0,050		0,010		0,010		0,05		0,050	
23			0,020		0,079	1,93	0,010		1,31	27,9	0,030	
24			0,018		0,028		0,529	6,2	0,459		0,025	
25			0,016		0,796	8,4	0,114		0,23		0,025	
26			0,014		1,35	11,7	0,090		0,311	3,76	0,025	
27			0,012		0,22		0,070		0,170		0,020	
28			0,010		0,172	0,36	0,060		0,120		0,020	
29			0,476	6,96	0,111				0,090		0,020	
30			1,24	25,4	0,09				0,060		0,020	
31			0,169		0,102	0,32			0,045			
Moy. Mens.	(0,006)		0,222		0,262		0,066		0,329		0,180	

Mai (0,015) ; Juin (0,012) ;  
 Juil. (0,009) ; Août (0,007) ;  
 Sept. (0,006) ; Oct. (0,005).

Module : 0,094 m<sup>3</sup>/s  
 Q<sub>m</sub> : Débit moyen journalier  
 Q<sub>M</sub> : Débit maximal ou pointe de crue

TABLEAU T 10

ANKABOKA - Station Aval

Débits journaliers en m<sup>3</sup>/s

Année 1961-1962

	Novembre		Décembre		Janvier		Février		Mars		Avril	
	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>	Q <sub>m</sub>	Q <sub>M</sub>
1					0,675	15,3	0,523	7,1			1,82	32,7
2					0,555		0,80	3,44			0,055	
3					0,259	0,52	0,33	0,38			0,158	2,44
4					0,189	0,54	0,234	0,65			0,230	1,05
5					0,11		0,20				0,050	
6			?		2,72	35,6	0,10					
7					0,17		0,07					
8					0,104		0,04					
9					1,94	34,2						
10					(0,393)	(2,08)						
11					1,44	26,8						
12					0,58	2,36						
13					0,172							
14					0,085							
15					0,181	1,12						
16			0,050		0,105							
17			0,065	0,21	0,050							
18			1,09	12,4	0,030							
19			0,52	1,83	0,020							
20			0,11		0,709	4,1						
21			2,59	20,2	1,13	2,68						
22			0,49		0,46							
23			0,39		0,30						7,8	
24			0,35	0,56	3,91	72,0			0,336			
25			0,94	11,1	3,92	26,0			0,09			
26			0,67		0,634				0,241	5,4		
27			0,40		0,17				0,140			
28			1,57	28,1	0,10				0,77	12,9		
29			0,44		0,325	5,5			0,45	1,55		
30			0,605	6,7	0,172	1,96			0,24			
31			0,478	1,35	0,217	0,21			0,17			
Moy.					0,704							
Mens.												

Q<sub>m</sub> : Débit moyen journalier  
 Q<sub>M</sub> : Débit maximal ou pointe de crue



PLUVIOMETRIE MENSUELLE et ANNUELLE

(mm)

ANKABOKA - Amont - 1959-1960

Poste	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total annuel
1					212,3	182,7	634,5	157,7	258,0	69,0			1 514
2					226,3	170,3	629,8	151,4	236,2	70,5			1 484
4					215,0	190,8	621,6	146,5	269,2	52,5			1 496
5					208,0	191,2	624,3	157,1	275,3	59,2			1 515
6					210,4	177,7	622,3	161,4	273,6	60,2			1 506
7					198,6	183,4	627,7	158,2	268,7	61,2			1 498
8					197,3	188,0	623,9	156,3	274,0	62,5			1 502
9					211,2	191,1	616,7	153,7	276,5	60,2			1 509
10					217,7	186,8	616,3	153,6	273,6	59,9			1 508
A					213,4	173,8	602,8	153,4	266,8	59,5			1 470
B					215,2	202,0	616,8	131,1	230,7	50,5			1 446
Pm <sub>A</sub>					211,4	185,3	621,5	152,8	263,9	60,5			1 495

ANKABOKA - Aval - 1959-1960

Poste	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total annuel
3					217,5	207,3	638,9	123,4	244,7	51,5			1 483
11					237,7	163,8	?	135,4	269,5	32,5			1 447
12					250,1	134,9	603,3	178,2	211,1	57,8			1 435
13					281,5	149,0	585,6	174,1	215,8	56,5			1 463
14					243,7	166,2	567,4	173,3	218,2	59,9			1 429
15					257,2	153,6	572,3	168,4	226,8	60,2			1 439
C					246,9	145,6	597,9	134,9	229,0	31,0			1 385
D					238,3	121,1	591,6	172,4	218,5	60,0			1 402
Pm					229,0	170,2	607,9	155,2	246,6	55,9			1 465

PLUVIOMETRIE MENSUELLE et ANNUELLE

ANKABOKA - Amont - 1960-1961

Poste	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total: annuel:
1					14,9:538,3:342,8:			85,6:325,8:195,6:					1 503:
2					16,5:515,7:302,4:			84,7:329,9:191,0:					1 440:
4					12,3:441,5:275,0:			73,7:310,0:171,1:					1 284:
5					11,8:428,2:283,3:			70,4:336,0:180,0:					1 310:
6					10,0:440,9:280,7:			70,6:335,6:183,0:					1 321:
7					9,1:448,6:279,1:			67,6:333,2:182,5:					1 320:
8					15,1:437,1:278,8:			65,6:333,2:185,5:					1 315:
9					12,3:440,9:279,1:			76,2:332,7:181,0:					1 322:
10					12,8:435,3:278,9:			73,8:332,2:183,8:					1 317:
A					11,4:398,1:277,6:			72,1:324,4:178,6:					1 262:
B					9,2:403,1:291,1:			74,3:306,8:173,4:					1 258:
Pm <sub>A</sub>					12,2:448,0:288,1:			74,1:327,3:182,3:					1 332:

ANKABOKA - Aval - 1960-1961

Poste	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total: annuel:
3					8,9:424,2:302,4:			84,4:318,6:176,5:					1 315:
11					13,9:439,6:341,0:			82,2:262,7:177,4:					1 317:
12					5,7:480,4:362,9:			63,2:207,1:185,6:					1 305:
13					6,9:480,2:364,2:			59,6:202,7:186,1:					1 300:
14					9,4:484,2:365,0:			59,4:202,2:183,6:					1 304:
15					10,6:468,9:363,7:			61,6:205,6:183,5:					1 294:
C					10,2:436,0:331,2:			77,8:252,6:171,8:					1 280:
D					4,7:443,7:363,0:			58,4:195,3:181,4:					1 247:
Pm					11,1:452,6:318,7:			71,2:279,1:181,5:					1 314:

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

BASSIN VERSANT : ANKABOKA

MOIS : Novembre 1959

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5	65	84	71	62	43	54	49	52	63	69	36	20
6	347	325	367	381	374	389	321	299	316	311	324	301
7												
8												
9												
10	99	115	105	68	51	66	42	64	71	69	14	02
11												
12												
13												
14	12	14	30	29	08	19	18	20	15	10	04	01
15	344	350	325	410	398	325	319	326	314	299	369	298
16	63	59	48	34	29	15	45	53	49	70	69	240
17												
18												
19	12	08	03	15	22	18	14	10	08	06	20	19
20	199	188	170	169	125	149	147	184	178	179	144	185
21	618	624	589	598	628	644	628	542	544	595	600	624
22												
23												
24	182	210	270	190	180	199	174	210	300	299	584	614
25	80	83	94	100	105	98	90	94	114	110	104	88
26												
27												
28												
29	102	108	85	94	117	115	120	105	130	125	95	99
30	0	95	18	0	0	13	19	14	10	35	14	10
31												
TOTAUX												
Nbre jours de pluie												

ORSTOM

Ao

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Novembre 1959 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D					
1												
2												
3												
4												
5	59	61	19	33	74	35	5					
6	401	398	389	340	352	106	125					
7												
8												
9												
10	09	25	10	78	41	40	01					
11												
12												
13												
14	14	12	15	08	10	7	0					
15	301	299	358	459	300	290	301					
16	60	58	49	33	17	158	245					
17												
18												
19	26	24	16	18	14	09	06					
20	174	154	170	165	182	147	145					
21	874	595	690	535	694	926	635					
22												
23												
24	623	598	629	186	274	583	619					
25	104	99	102	102	89		140					
26												
27												
28												
29	170	114	125	177	90	103	145					
30	0	0	0	0	15	65	16					
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

Ao

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Décembre 1959

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4	415	405	435	421	415	405	390	388	399	390	364	305
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12	199	165	220	250	305	195	209	225	244	222	350	256
13	468	492	501	499	522	499	501	524	544	490	169	70
14												
15	205	198	423	232	242	228	200	199	246	242	200	174
16	117	115	126	116	112	121	122	119	112	129	124	114
17												
18												
19												
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10
21												
22												
23												
24												
25	405	328	368	390	316	329	412	425	366	395	415	410
26												
27												
28												
29												
30												
31	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

**ORSTOM**

Ao

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Décembre 1959 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D					
1												
2												
3												
4	344	395	368	420	425	370	310					
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12	198	205										
13	298	302	265	535	354	170	73					
14												
15	190	215	235	244	432	180	177					
16	132	125	118	122	110	111	123					
17												
18												
19												
20	0	0	0	0	74	5	6					
21												
22												
23												
24												
25	328	420	350	203	425	420	315					
26												
27												
28												
29												
30												
31	0	0	0	14	0	0	7					
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

Ag

DATE :

DESSINE :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

BASSIN VERSANT : ANKABOKA

MOIS : Janvier 1960

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3	365	394	298	326	302	309	305	315	299	320	395	420
4												
5	999	1003	905	808	799	765	795	734	783	775	927	828
6	22	19	14	35	17	23	19	17	14	12	108	120
7												
8	197	107	188	106	90	87	72	78	72	74	140	199
9	234	245	324	294	300	306	298	324	305	290	215	218
10												
11	35	27	0	36	32	34	30	29	35	30		45
12	1006	998	1030	995	1019	1027	1085	1040	1050	1045		601
13	92	98	72	74	86	95	99	92	82	89		380
14	398	390	430	400	452	450	427	436	425	440		205
15	114	127	180	107	118	107	100	99	95	90		290
16	401	425	410	400	415	388	389	406	398	425		407
17	10	6	8	12	9	19	11	12	14	10		29
18												
19	23	19	12	16	21	22	19	17	12	15		60
20	327	305	299	499	528	520	515	520	500	507		235
21	100	99	64	80	93	94	92	90	78	75		180
22	90	67	105	72	76	74	65	62	60	70		135
23	189	200	230	150	132	145	172	165	152	140		180
24	490	520	535	470	432	430	425	464	452	445		355
25	227	248	220	219	215	210	205	225	200	195		362
26												
27	522	505	540	537	522	530	529	512	515	505		380
28	99	90	95	104	98	99	116	112	109	101	55	55
29	190	179	160	209	206	224	215	200	235	225	75	75
30	215	227	270	267	281	265	294	290	282	285	262	274
31												
TOTAUX												
Nbre jours de pluie												

ORSTOM

Ag

DATE :

DESSINE :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm.)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Janvier 1960 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D					
1												
2												
3	419	390	405	306	262	390	410					
4												
5	924	885	990	785	830	1005	925					
6	82	85	98	11	16	151	117					
7												
8	98	106	115	68	63	135	200					
9	229	235	220	287	265	210	208					
10												
11	10	29	35	29	0	18	32					
12	598	625	584	1036	1029	863	599					
13	298	229	205	78	73	70	371					
14	190	189	174	435	420	311	194					
15	289	264	294	87	175	122	289					
16	384	399	405	370	335	321	323					
17	27	32	26	7	8	12	28					
18												
19	55	59	65	12	11	17	52					
20	246	224	207	501	381	306	225					
21	192	182	188	72	63	101	175					
22	130	127	119	65	103	149	127					
23	175	167	194	149	236	298	172					
24	360	320	330	442	530	347	350					
25	354	335	340	190	215	330	353					
26												
27	372	379	340	500	532	380	372					
28	60	62	54	96	90	106	53					
29	82	90	70	220	151	75	70					
30	282	271	265	282	380	262	271					
31												
<b>TOTAUX</b>												
Nbre jours de pluie												

**ORSTOM**

Ag

DATE :

DESSINE :



# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Janvier 1960 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D					
1												
2												
3	419	390	405	306	262	390	410					
4												
5	924	885	990	785	830	1005	925					
6	82	85	98	11	16	151	117					
7												
8	98	106	115	68	63	135	200					
9	229	235	220	287	265	210	208					
10												
11	10	29	35	29	0	18	32					
12	598	625	584	1036	1029	863	599					
13	298	229	205	78	73	70	371					
14	190	189	174	435	420	311	194					
15	289	264	294	87	175	122	289					
16	384	399	405	370	335	321	323					
17	27	32	26	7	8	12	28					
18												
19	55	59	65	12	11	17	52					
20	246	224	207	501	381	306	225					
21	192	182	188	72	63	101	175					
22	130	127	119	65	103	149	127					
23	175	167	194	149	236	298	172					
24	360	320	330	442	530	347	350					
25	354	335	340	190	215	330	353					
26												
27	372	379	340	500	532	380	372					
28	60	62	54	96	90	106	53					
29	82	90	70	220	151	75	70					
30	282	271	265	282	380	262	271					
31												
<b>TOTAUX</b>												
Nbre jours de pluie												

**ORSTOM**

Ao

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Février 1960

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4	18	14	23	32	58	54	45	58	61	55	14	31
5												
6	14	19	4	16	8	6	12	11	7	6	10	17
7												
8	25	18	28	66	94	99	85	88	99	90	14	9
9	135	127	119	105	118	124	126	115	112	109	119	139
10	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
11	84	99	85	70	76	81	80	83	80	79	88	95
12												
13	85	60	52	77	82	76	78	85	75	70	39	35
14												
15	125	100	113	157	183	192	198	202	164	186	277	382
16	170	199	180	125	139	142	134	126	128	130	6	29
17												
18												
19	119	125	110	140	138	139	134	144	139	145	19	36
20	25	14	7	0	0	0	0	0	0	0	10	35
21	0	0	0	5	10	8	7	0	4	6	0	0
22	158	145	180	214	215	225	199	202	210	205	188	312
23	236	240	117	120	128	121	124	127	135	120	235	320
24	128	120	99	112	106	109	115	106	104	110	17	6
25	240	225	217	220	216	238	245	216	219	225	314	328
26												
27												
28												
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

**ORSTOM**

A<sub>0</sub>

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

BASSIN VERSANT : ANKABOKA

MOIS : Février 1960 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D					
1												
2												
3												
4	19	24	30	59	25	15	33					
5												
6	15	18	21	9	16	15	19					
7												
8	13	17	8	97	20	15	7					
9	145	138	135	106	116	112	136					
10	6	12	9	0	0	6	6					
11	90	89	97	75	80	86	89					
12												
13	33	45	48	72	48	35	32					
14												
15	369	325	323	183	104	271	369					
16	33	28	24	129	179	0	27					
17												
18												
19	42	44	37	138	107	14	32					
20	28	19	15	0	6	0	30					
21	0	0	0	4	5	0	0					
22	305	320	304	201	179	220	306					
23	314	317	325	116	116	233	310					
24	4	0	2	105	95	15	3					
25	325	337	306	220	215	312	325					
26												
27												
28												
29												
30												
31												
TOTAUX												
Nbre jours de pluie												

ORSTOM

Ad

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Mars 1960

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2	118	104	117	95	107	94	105	99	85	94	126	95
3	210	140	136	225	270	262	274	265	280	276	82	73
4	714	625	766	799	820	837	844	815	826	855	619	495
5												
6	199	205	195	82	80	87	85	98	90	79	299	405
7	22	19	12	58	50	57	54	65	68	55	15	18
8												
9	134	125	115	104	103	113	106	119	110	105	145	59
10												
11												
12												
13												
14	85	72	65	92	98	95	89	92	105	93	74	39
15	75	67	55	65	63	60	55	58	56	53	49	59
16												
17												
18												
19												
20	82	95	65	70	69	54	58	60	67	64	65	21
21	290	264	295	330	322	315	316	322	319	325	290	340
22	53	40	39	46	56	52	49	68	59	57	70	66
23	342	325	379	380	372	345	326	354	376	370	380	205
24	104	115	65	131	145	134	125	106	114	115	120	39
25	98	106	75	190	198	225	196	209	210	185	202	120
26	40	35	56	25	0	6	5	10	0	10	150	63
27	14	25	12	0	0	0	0	0	0	0	9	14
28												
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

**ORSTOM**

**Ao**

**DATE :**

**DESSINÉ :**

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Mars 1960 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D					
1												
2	98	93	85	92	115	124	93					
3	75	79	82	270	133	70	77					
4	499	532	525	840	742	610	541					
5												
6	432	415	465	68	127	291	440					
7	17	25	20	50	11	13	16					
8												
9	57	49	56	95	112	130	44					
10												
11												
12												
13												
14	35	38	43	92	69	31	37					
15	57	51	55	50	54	42	51					
16												
17												
18												
19												
20	20	25	22	60	61	50	19					
21	325	306	315	315	289	305	309					
22	54	60	55	45	35	35	52					
23	235	241	250	376	375	319	242					
24	42	36	45	116	57	56	37					
25	135	154	160	199	63	97	151					
26	65	70	75	0	54	112	69					
27	12	8	15	0	10	5	7					
28												
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
Nbre jours de pluie												

**ORSTOM**

**№**

**DATE :**

**DESSINÉ :**

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Avril 1960

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20	690	705	515	525	592	602	612	625	602	599	325	578
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

Ao

DATE :

DESSINE :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Avril 1960 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D					
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20	565	599	602	595	505	310	600					
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
Nbre jours de pluie												

ORSTOM

Ao

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Novembre 1960

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20	25	34	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0
21												
22	95	99	63	92	82	68	64	95	88	79	118	45
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	29	32	26	31	36	32	27	56	35	44	18	12
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

AO

DATE:

DESSINÉ:



# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Novembre 1960 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	G	D	E				
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20	0	20	27	0	0	3	0	69				
21												
22	50	57	79	84	68	83	34					
23	0	0	0	0	0	0	0	0	(?)			
24	0	0	0	0	0	0	0	0				
25	0	0	0	0	0	0	0	0				
26	0	0	0	0	0	0	2	0				
27	0	0	0	0	0	0	0	0				
28	0	0	0	0	0	0	0	0				
29	0	0	0	0	0	0	0	0				
30	19	17		30	24	16	13	0				
31												
<b>TOTAUX</b>												
Nbre jours de pluie												

ORSTOM

Ag

DATE :

DESSINE :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**Mois :** Décembre 1960

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	205	199	120	45	48	62	69	47	58	52	199	149
2	699	728	655	650	528	318	590	504	546	530	740	515
3	545	420	358	429	414	420	490	418	429	408	375	335
4	48	56	17	0	9	0	8	10	18	9	56	54
5	99	96	47	78	66	62	60	65	54	49	84	175
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	114	104	85	99	95	117	115	94	98	105	59	42
10	106	99	54	47	40	32	29	36	45	32	59	94
11	599	604	754	740	604	540	525	595	580	574	830	940
12	329	306	260	244	299	305	266	294	285	270	345	366
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	162	140	125	0	42	39	35	38	45	34	26	14
15	126	100	82	65	60	79	66	64	70	74	99	116
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	125	119	94	115	118	136	125	114	107	120	90	126
20	137	128	54	100	125	112	135	126	109	120	56	52
21	520	540	429	604	510	595	620	645	620	640	305	510
22	45	32	7	9	7	19	25	15	10	14	14	14
23	70	64	16	29	36	32	26	25	29	34	55	69
24	48	45	5	0	0	0	0	0	0	0	16	25
25	34	26	0	16	18	14	11	12	15	19	54	48
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	79	68	35	38	41	42	59	52	45	40	39	46
28	367	390	306	245	270	256	274	255	242	220	306	409
29	145	120	99	114	106	94	99	119	105	100	130	185
30	249	258	215	208	226	220	219	214	209	199	209	229
31	532	515	425	540	620	715	640	629	690	710	250	305
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

Ag

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Décembre 1960 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D	E				
1	118	114	100	49	112	215	150	61				
2	540	527	519	524	650	742	500	495				
3	326	345	350	400	340	361	330	550				
4	48	25	34	7	14	51	47	55				
5	160	120	119	47	48	71	156	53				
6	0	0	0	0	0	0	0	0				
7	0	0	0	0	0	0	0	0				
8	0	0	0	0	0	0	0	0				
9	45	126	105	95	80	56	39	58				
10	99	92	98	27	50	81	95	44				
11	966	954	840	563	725	822	941	582				
12	362	374	370	252	255	330	360	222				
13	0	0	0	0	0	0	0	36				
14	0	0	0	24	100	16	9	0				
15	166	140	126	66	76	90	112	115				
16	0	0	0	0	0	0	0	0				
17	0	0	0	0	0	0	0	0				
18	0	0	0	0	0	0	0	0				
19	142	135	124	102	80	81	120	35				
20	44	35	28	108	46	30	25	60				
21	429	499	450	625	407	287	437	667				
22	0	0	0	0	5	9	0	0				
23	64	85	70	22	14	47	63	35				
24	19	10	14	0	0	10	11	0				
25	35	39	40	11	0	45	36	58				
26	0	0	0	0	0	0	0	0				
27	49	58	54	37	27	30	45	27				
28	385	394	405	210	285	295	390	125				
29	170	165	174	94	97	120	163	264				
30	206	210	225	208	205	230	200	165				
31	429	405	390	510	415	350	208	159				
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

O R S T O M

A<sub>0</sub>

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Janvier 1961

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	54	45	36	30	32	29	25	24	28	35	15	22
3	138	120	140	77	75	60	64	57	58	65	184	216
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	484	499	520	506	485	490	464	470	454	478	520	456
6	224	212	198	215	212	221	229	215	205	208	197	198
7	510	420	360	520	552	564	560	556	548	540	365	324
8	312	249	342	219	244	218	215	228	224	232	328	232
9	252	204	164	139	156	145	132	129	138	140	256	329
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	29	24	12	0	0	0	0	0	0	0	84	154
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	124	116	59	96	95	92	97	115	99	102	57	49
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	65	68	44	64	58	56	52	49	54	57	37	57
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	84	70	32	24	25	22	26	32	29	26	132	268
25	232	88	229	74	86	88	98	74	82	70	270	248
26	820	780	730	770	729	764	765	750	778	780	864	998
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	100	129	112	86	84	58	64	88	94	56	51	78
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	50	0
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

As

DATE :

DESSINE :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Janvier 1961 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D	E				
1	0	0	0	0	0	0	0	0				
2	19	18	24	26	32	12	16	21				
3	198	225	200	54	126	171	212	60				
4	0	0	0	0	0	0	0	0				
5	474	498	480	479	500	515	476	510				
6	189	199	200	204	195	210	197	198				
7	332	329	322	535	354	250	327	377				
8	220	214	209	221	336	320	215	315				
9	336	342	355	130	155	244	340	168				
10	0	0	0	0	0	0	0	0				
11	166	164	172	0	4	59	176	12				
12	0	0	0	0	0	0	0	0				
13	52	57	56	92	57	55	53	35				
14	0	0	0	0	0	0	0	0				
15	0	0	0	0	0	0	0	0				
16	0	0	0	0	0	0	0	0				
17	58	46	54	53	35	32	49	32				
18	0	0	0	0	0	0	0	0				
19	0	0	0	0	0	0	0	0				
20	0	0	0	0	0	0	0	0				
21	0	0	0	0	0	0	0	0				
22	0	0	0	0	0	0	0	0				
23	0	0	0	0	0	0	0	0				
24	264	270	275	24	29	132	265	44				
25	240	232	220	74	224	266	244	195				
26	1012	972	980	750	720	851	975	880				
27	0	0	0	0	0	0	0	0				
28	82	84	90	134	101	47	85	138				
29	0	0	0	0	0	0	0	0				
30	0	0	0	0	0	0	0	0				
31	0	0	0	0	43	48	0	6				
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

Ag

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Février 1961

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	54	60	28	49	55	54	48	56	52	48	89	67
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	81	92	108	48	43	52	49	44	58	54	82	78
10	56	63	52	56	49	50	51	58	56	54	52	66
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	38	44	22	34	25	26	32	28	22	25	24	18
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	194	154	190	139	136	140	143	140	144	135	240	156
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	64	68	63	56	54	49	52	53	57	54	58	55
17	14	22	16	14	12	7	8	9	11	10	8	3
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	284	292	286	284	272	260	226	200	310	299	174	158
25	56	40	48	49	53	57	55	58	44	54	88	22
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	15	12	9	8	5	11	12	10	8	5	7	9
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

Ag

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Février 1961 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D	E				
1	64	58	66	49	25	83	63	51				
2	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	0	0	0	0	0	0	0	0				
4	0	0	0	0	0	0	0	0				
5	0	0	0	0	0	0	0	0				
6	0	0	0	0	0	0	0	0				
7	0	0	0	0	0	0	0	0				
8	0	0	0	0	0	0	0	0				
9	64	68	70	40	95	79	74	78				
10	60	68	62	58	49	46	65					
11	0	0	0	0	0	0	0	0				
12	16	13	10	20	17	18	14	15				
13	0	0	0	0	0	0	0	0				
14	148	144	156	140	182	215	142	163				
15	0	0	0	0	0	0	0	3				
16	58	54	52	57	59	81	51	19				
17	5	6	4	8	13	7	5	14				
18	0	0	0	0	0	0	0	0				
19	0	0	0	0	0	0	0	0				
20	0	0	0	0	0	0	0	0				
21	0	0	0	0	0	0	0	0				
22	0	0	0	0	0	0	0	0				
23	0	0	0	0	0	0	0	0				
24	144	149	155	291	264	167	147	341				
25	25	27	30	45	32	82	23	0				
26	0	0	0	0	0	0	0	0				
27	0	0	0	0	0	0	0	0				
28	12	15	11	13	7	0	0	94				
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

Ao

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Mars 1961

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	52	45	29	39	38	45	34	30	29	31	34	38
5	218	205	199	204	220	212	218	225	208	215	205	174
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	256	295	240	284	281	279	280	299	288	292	268	220
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	24	18	16	4	11	6	5	13	9	10	12	9
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	68	52	45	37	34	54	46	38	42	39	49	38
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	125	100	118	106	95	102	99	98	102	95	88	76
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	225	210	198	230	239	275	252	225	240	220	0	3
17	728	744	840	720	694	680	664	658	670	655	670	572
18	526	590	628	618	694	620	664	688	710	690	355	244
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	186	175	160	180	193	198	192	194	180	198	184	142
21	264	250	125	224	320	318	325	321	328	330	315	265
22	69	72	68	63	54	78	72	64	58	65	72	70
23	28	25	18	3	0	2	0	0	0	0	9	12
24	426	420	470	324	382	372	380	374	365	370	362	182
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	63	64	24	64	105	115	99	105	98	112	0	3
28	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	4	23
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**TOTAUX**

**Nbre jours de pluie**

**ORSTOM**

**Ag**

**DATE :**

**DESSINE :**



# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT : ANKABOKA**

**MOIS : Mars 1961 (suite)**

JOURS	13	14	15	A	B	C	D	E				
1	0	0	0	0	0	0	0	0				
2	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	0	0	0	0	0	0	0	34				
4	35	42	36	30	28	32	34	89				
5	188	170	185	202	192	195	176	240				
6	0	0	0	0	0	0	0	0				
7	208	215	200	284	235	259	198	279				
8	0	0	0	0	0	0	0	0				
9	0	0	0	0	0	0	0	0				
10	8	10	15	7	13	4	5	6				
11	0	0	0	0	0	0	0	0				
12	45	35	40	35	38	37	32	48				
13	0	0	0	0	0	0	0	0				
14	78	68	73	90	115	83	69	150				
15	0	0	0	0	0	0	0	0				
16	9	6	5	232	168	0	4	253				
17	568	570	580	649	832	662	563	524				
18	225	238	244	680	620	347	232	645				
19	0	0	0	0	0	0	0	0				
20	135	138	140	190	155	175	133	170				
21	248	255	264	321	118	307	250	106				
22	74	69	72	60	62	63	69	97				
23	10	6	9	0	15	6	7	38				
24	175	168	170	362	461	354	161	387				
25	0	0	0	0	0	0	0	0				
26	0	0	0	0	0	0	0	0				
27	2	4	3	102	10	0	2	100				
28	19	28	20	0	6	2	21	8				
29	0	0	0	0	0	0	0	0				
30	0	0	0	0	0	0	0	0				
31	0	0	0	0	0	0	0	0				
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

**ORSTOM**

As

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Avril 1961

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	99	108	84	68	64	70	65	72	68	64	54	24
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	125	108	95	98	80	98	89	87	85	98	119	130
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	199	200	178	174	164	168	178	185	174	170	224	212
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	298	310	240	266	325	308	314	319	310	320	215	270
13	308	299	274	280	364	374	364	360	368	372	270	324
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	12	0
16	212	225	210	170	166	164	178	180	170	174	255	278
17	705	660	665	655	637	648	637	652	635	640	625	618
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

**ORSTOM**

**Ao**

**DATE :**

**DESSINE :**

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES

(en 1/10 de mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Avril 1961 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D	E				
1	0	0	0	0	0	0	0	0				
2	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	0	0	0	0	0	0	0	0				
4	27	26	30	64	80	50	25	71				
5	0	0	0	0	0	0	0	0				
6	125	114	120	81	92	114	121	53				
7	0	0	0	0	0	0	0	0				
8	0	0	0	0	0	0	0	0				
9	0	0	0	0	0	0	0	25				
10	220	209	215	167	172	220	207	170				
11	0	0	0	0	0	0	0	0				
12	262	255	240	309	255	205	248	276				
13	331	320	328	365	262	267	322	332				
14	0	0	0	0	0	0	0	0				
15	0	0	0	0	18	9	0	18				
16	272	280	274	168	205	247	271	284				
17	624	632	628	632	650	615	620	642				
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

Ag

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS. JOURNALIÈRES (mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Décembre 1961

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	104	9,6	8,9	8,5	9,3	9,9	9,4	8,1	7,8	8,4	9,7	32,8
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	9,6	10,3	9,4	13,2	10,8	12,0	11,9	12,5	12,7	13,3	11,4	13,7
19	41,2	58,5	59,4	40,9	39,0	42,8	23,6	22,5	21,5	19,8	24,0	21,9
20												
21												
22	113,4	112,5	107,0	111,3	112,2	115,7	114,5	107,4	119,6	104,7	106,3	109,2
23	2,4	1,7	1,9	2,3	2,6	1,7	1,9	2,4	2,8	3,1	2,7	1,9
24	7,9	8,1	9,3	8,2	7,9	7,4	6,4	5,8	6,9	7,6	8,2	8,3
25												
26	31,8	33,8	32,5	28,4	29,6	31,2	34,3	36,5	37,6	38,2	39,4	31,4
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	10,4	8,9	9,8	10,9	12,5	11,2	13,1	12,4	11,5	9,4	9,6	11,3
29	47,3	42,5	46,4	39,2	40,9	41,0	39,2	40,7	36,6	39,0	18,5	12,4
30	5,2	4,8	5,9	5,3	3,4	4,5	4,7	3,9	5,2	4,6	2,4	1,8
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

**ORSTOM**

№

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES (mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Décembre 1961 (suite)

JOURS	13	14	15	A	B	C	D	E				
1												
2												
3												
4												
5												
6								23,4				
7								0				
8								0				
9								39,0				
10								70,1				
11								66,2				
12								72,2				
13	0	0	0	0	0	0	0	0				
14	0	0	0	0	0	0	0	0				
15	0	0	0	0	0	0	0	0				
16	33,2	23,6	17,3	8,5	9,9	17,4	35,0	8,0				
17	0	0	0	0	0	0	0	0				
18	14,2	12,2	13,2	12,5	8,2	10,3	13,5	23,9				
19	20,8	19,9	23,0	59,6	58,5	36,4	18,9	34,4				
20								57				
21								35,2				
22	119,5	111,2	121,4	115,8	108,2	101,9	112,5	63,4				
23	1,6	2,2	2,5	1,9	3,5	2,6	2,8	4,4				
24	7,9	8,1	9,2	7,5	8,3	10,0	8,4	4,4				
25								4,6				
26	35,2	36,5	37,9	38,2	30,6	40,0	37,0	24,3				
27	0	0	0	0	0	0	0,4	0				
28	10,7	11,2	9,7	10,5	8,4	11,4	9,8	7,6				
29	11,9	10,8	12,5	40,5	47,2	17,5	11,0	46,3				
30	1,7	1,4	1,0	4,5	5,7	2,2	1,7	6,6				
31								19,0				
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

**O R S T O M**

**№**

**DATE :**

**DESSINÉ :**

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES (mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Mars 1962

JOURS	1	2	7	8	9	10	11	12	13	A	B	D
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23	13,1	13,4	13	11,7	12,9	13,3	12,8	13,7	13,2	3,1	8,6	7,2
24	32,3	32	25,8	25	27,1	30,4	31	33	28	29,5	26	28
25												
26			11	10,2	10					0,10		
27	33	30	2,7	3	7	9,1	28	31,2	28	3,2	21	31,3
28			15	17	12,3	0,9				13	0,6	
29	56,1	54,4	43,1	37,7	50,3	55,1	59	52,9	46	35,2	52,4	48,3
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
<b>Nbre jours de pluie</b>												

ORSTOM

Ag

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES (mm)

BASSIN VERSANT : ANKABOKA

MOIS : Avril 1962

JOURS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21	10	9,8					3,8	4	7,2	6	8	5
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
TOTAUX												
Nbre jours de pluie												

ORSTOM

Ag

DATE :

DESSINÉ :

# PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES (mm)

**BASSIN VERSANT :** ANKABOKA

**MOIS :** Avril 1962

JOURS	13	14	15	A	B	C	D					
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21	2,1		2,6	2	4,5		3					
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
<b>TOTAUX</b>												
Nbre jours de pluie												

ORSTOM

№

DATE :

DESSINÉ :