


**Office de la Recherche Scientifique  
et Technique Outre-Mer**




**République du SÉNÉGAL**



**MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS  
de l'HABITAT et de l'URBANISME**



**Arrondissement des Travaux Publics  
du CAP VERT**



**ÉTUDE HYDROLOGIQUE  
DES BASSINS VERSANTS DE SÉBIKOTANE**



**Campagne 1962**

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
et TECHNIQUE OUTRE-MER

---

République du SÉNEGAL

---

MINISTÈRE des TRAVAUX PUBLICS,  
de l'HABITAT et de l'URBANISME

---

Arrondissement des Travaux Publics  
du CAP VERT

---

ETUDE HYDROLOGIQUE  
des BASSINS VERSANTS de SEBIKOTANE

-----  
Campagne 1962

## INTRODUCTION

Dans le cadre de l'alimentation en eau de la ville de DAKAR, d'importantes recherches hydrogéologiques ont été entreprises dans la région du CAP-VERT. A la suite de ces travaux effectués par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, ont été implantées, sur le casier des calcaires aquifères de la région de SEBIKOTANE, plusieurs stations de pompes destinées à fournir de 30 000 à 35 000 m<sup>3</sup>/jour.

Il s'est avéré nécessaire, pour évaluer les volumes d'eau susceptibles de réalimenter la nappe, de procéder à une étude d'hydrologie superficielle.

Par Convention du 26 mars 1962, Monsieur le Ministre des Travaux Publics, de l'Habitat et de l'Urbanisme de la République du SENEGAL, a chargé l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer d'entreprendre l'étude des bassins versants alimentant la dépression de YENNE-sur-MER, au sud du village de SEBIKOTANE.

Les caractéristiques hydrologiques à fournir sont les suivantes :

- 1°) Valeurs des débits de crues et volumes écoulés consécutifs à différentes averses, forme des hydrogrammes.
- 2°) Etude statistique de la pluviométrie dans la zone.
- 3°) Essai de détermination des variations possibles des coefficients de ruissellement en fonction de l'état de saturation du bassin.

La présente note a pour objet de rendre compte des observations relatives à la campagne 1962 et des données qui en ont été déduites.

## CHAPITRE I

### DONNEES GEOGRAPHIQUES

#### I.1 - SITUATION et DESCRIPTION des BASSINS de SEBIKOTANE -

Le village de SEBIKOTANE est situé sur la route DAKAR-THIES, dans la partie Est de la région du CAP-VERT (graphique 1). Ses coordonnées sont les suivantes :

17° 08 de longitude ouest

14° 44 de latitude nord

Ce village occupe une position centrale dans le bassin du marigot de PANE TIOR, le plus important des bassins étudiés. La forme de ce bassin est grossièrement celle d'un losange de grand axe nord-sud. Ses eaux viennent s'épancher dans la dépression de BOPE, vaste mare peu profonde séparée de la mer par le cordon dunaire. Cette dépression s'étend sur 4 km<sup>2</sup> environ, au nord du village de YENNE-sur-MER. C'est à 3,500 km en amont que nous avons installé la station de jaugeages n° 4, au lieu-dit PANE TIOR, à 1 km à l'est du village de N'DOKORA SENE. Nous justifierons ultérieurement le choix de cette station.

La superficie du bassin de PANE TIOR est de 93,2 km<sup>2</sup>. Sa limite passe près des villages de TOGLOU au sud-est, KEUR-SEGA VORE au nord-est et DENI M'BANDA à l'ouest.

A l'intérieur de ce bassin ont été aménagés trois bassins secondaires qui sont, en remontant le cours du marigot de PANE TIOR (graphique 2) :

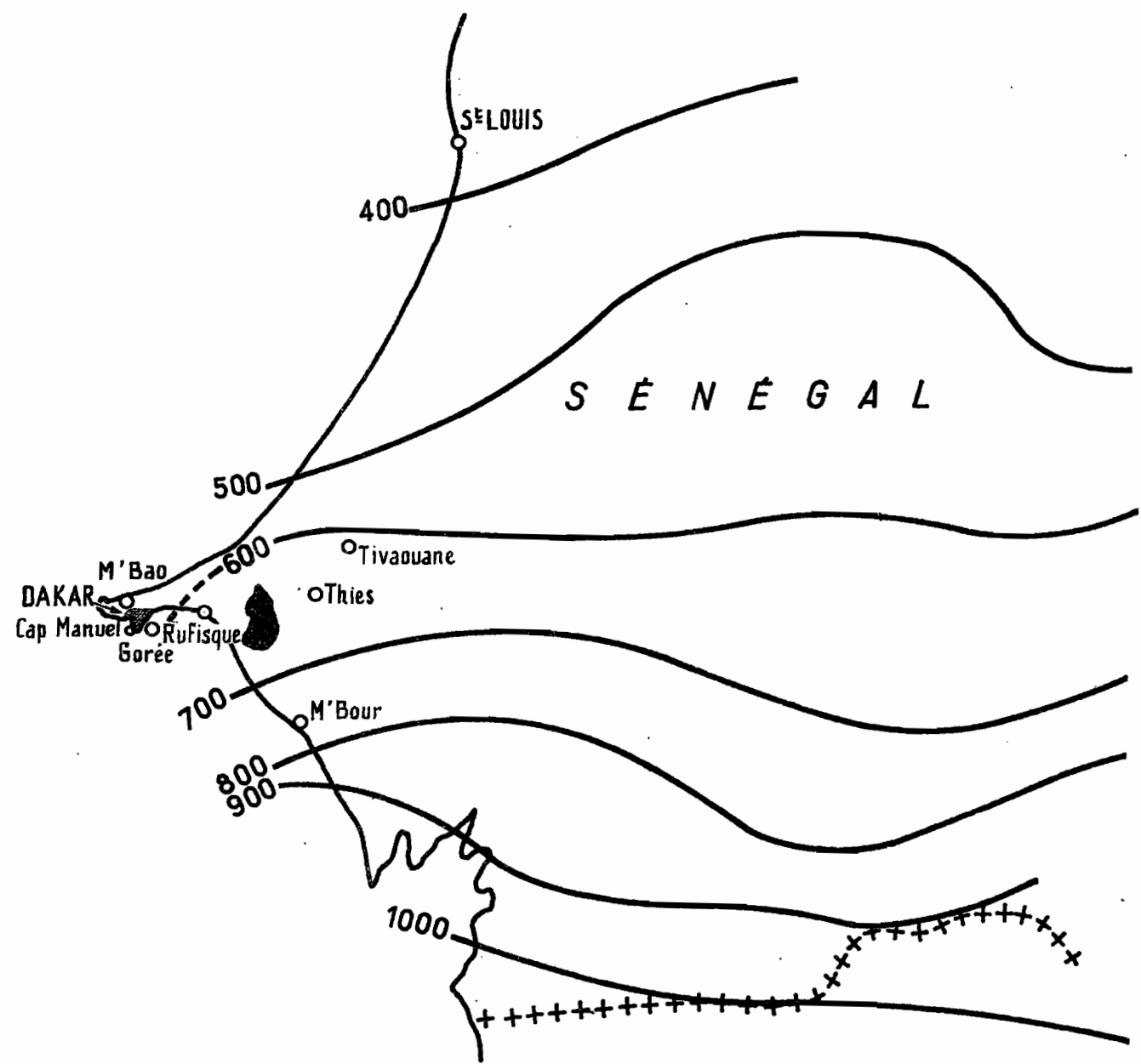
- un bassin de 81 km<sup>2</sup> limité à la station n° 3 au lieu-dit DAMBOUSSANE, sur la route DAKAR-KAOLACK par M'BOUR.

# SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU B.V DE SÉBIKOTANE Gr\_1

## ET RÉSEAU DES ISOHYÈTES INTERANNUELLES

**B.V de SÉBIKOTANE**

Échelle : 1/2.000.000<sup>ème</sup>



- un bassin de 43 km<sup>2</sup> limité à l'aval par la station n° 2 au lieu-dit KIPE-KIPE, à l'ouest de SEBIKOTANE.
- un petit bassin de 2,625 km<sup>2</sup> situé sur un affluent rive droite du marigot de PANE TIOR. Il a, approximativement, la forme d'un rectangle de 1 km de large sur 2 km de long entre l'Ecole W. PONTY et la route DAKAR-THIES (station n° 1).

Nous avons regroupé, dans le tableau ci-dessous, les caractéristiques géométriques des quatre bassins versants, observées sur les cartes I.G.N. au 1/50 000ème de BARGNY et KAYAR.

Nom de la station :	BV n° 1 DIAM NIADIE :	BV n° 2 KIPE-KIPE :	BV n° 3 DAMBOUSSANE :	BV n° 4 PANE TIOR :
Superficie en km <sup>2</sup> :	2,625 :	43 :	81 :	93,2 :
Périmètre en km :	7 :	32 :	39,5 :	44,5 :
Coefficient de compacité (1) :	1,22 :	1,58 :	1,23 :	1,29 :
Dimensions du rectangle équivalent en km (2) :	1,1 et 2,4 :	3,42 et 12,58 :	5,82 et 13,93 :	5,55 et 16,70 :

(1) défini par  $K = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}}$

(2) de même surface et de même périmètre

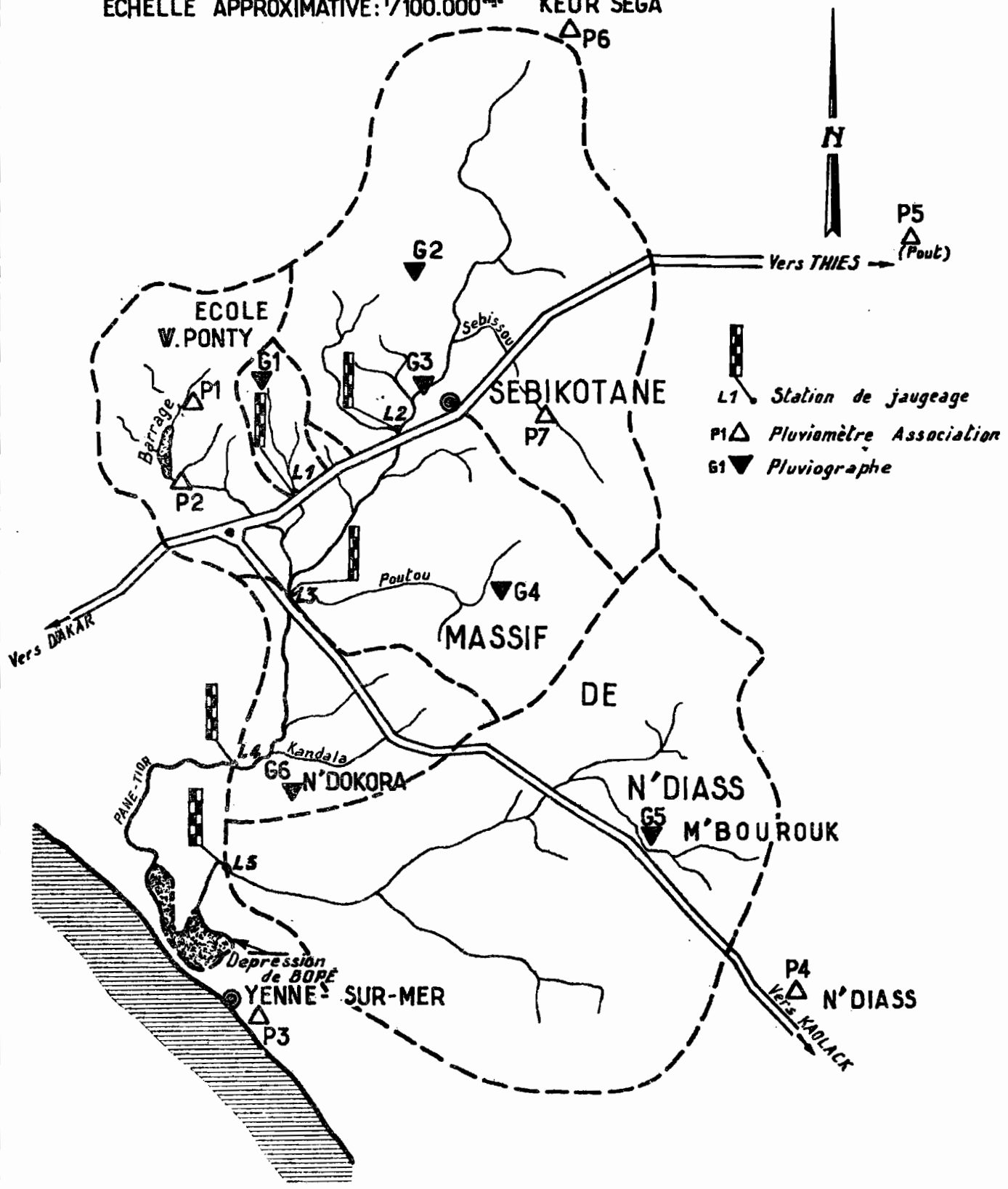
Excepté le bassin n° 2, les bassins ont un excellent coefficient de compacité, donc une forme très favorable à l'écoulement des eaux.

La dépression de BOPE est alimentée pendant l'hivernage par un autre marigot dont le bassin versant s'étend sur

# Bassins Versants de SEBIKOTANE

Gr-2

ÉCHELLE APPROXIMATIVE: 1/100.000<sup>ème</sup> KEUR SEGA



54,3 km<sup>2</sup> au sud du précédent. Il draine la région de M'BOUROUK. Ce bassin versant a été limité par une station de jaugeage (n° 5), près du lieu-dit NATANGO à 1 kilomètre à l'est de BOPE. Malheureusement, les difficultés d'accès à cette station en hivernage (malgré l'ouverture d'une piste spéciale) et quelques incidents mécaniques survenus au limniographe Richard qui y avait été installé, n'ont pas permis la réalisation de jaugeages, ni l'enregistrement complet des trois crues qui se sont écoulées à cette station.

Malgré l'absence de mesures, nous avons pu observer que les conditions de ruissellement sur ce bassin étaient plus défavorables que celles du bassin de PANE TIOR. Cette observation peut s'expliquer a priori par des différences de végétation et de répartition pédologique, mais il serait utile de la préciser lors d'une seconde campagne d'études.

## I.2 - APERCU GEOLOGIQUE, PEDOLOGIQUE et MORPHOLOGIQUE -

### I.2.1 - Géologie :

La région de SEBIKOTANE a fait l'objet de toute une série d'études géologiques, géophysiques, hydrogéologiques, et de nombreux sondages dans le cadre de la recherche de nappes d'eau souterraines susceptibles de pourvoir aux besoins de la ville de DAKAR.

Nous donnons, par ailleurs, une liste des documents auxquels nous avons fait appel. Ce paragraphe est illustré d'une échelle stratigraphique et d'une coupe transversale dans la région de SEBIKOTANE.

#### I.2.1.1 - Série stratigraphique (planche 3) :

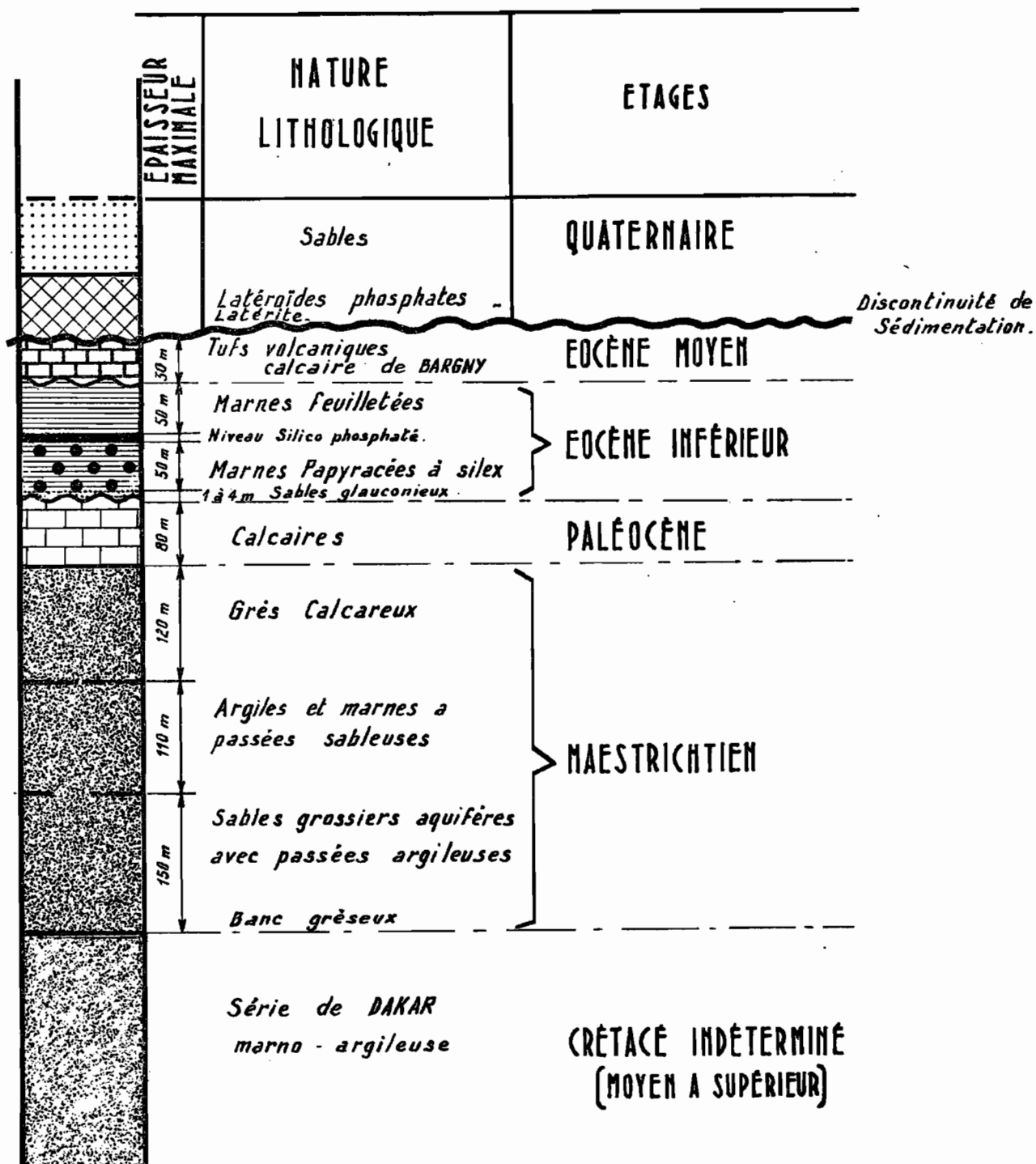
Dans la région de SEBIKOTANE, ont été observés soit à l'affleurement, soit par les sondages, les niveaux suivants :

##### a) Série de DAKAR -

Ce niveau, à la base de la série, est constitué sur une grande épaisseur de marnes et argiles foncées. Il formerait un dôme culminant entre SEBIKOTANE et GANDHOUL.

# ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE DE LA RÉGION DE SEBIKOTANE

Gr. 3.



Son âge est mal déterminé : vraisemblablement crétacé moyen à supérieur.

b) Maestrichtien -

C'est un ensemble d'une épaisseur de 350 mètres environ composé de trois séries principales qui sont de bas en haut :

- une formation sableuse sur 150 m environ. Ces sables grossiers aquifères présentent des passées argileuses et des bancs gréseux très durs, en particulier à la base.
- une formation argilo-marneuse à passées gréseuses et sableuses sur 115 m environ. Cette formation est beaucoup plus argileuse que la précédente.
- une formation de grès calcaireux roux sur 120 m environ. Ce niveau contient d'importantes lentilles sableuses et des couches argileuses assez épaisses à la base, minces au sommet.

c) Paléocène -

Il repose en concordance sur le Maestrichtien. Il est constitué par un banc de calcaires blancs, localement crayeux (forage de l'Ecole W. PONTY), le plus souvent cristallisé et calciteux (affleurement du marigot de PANE TIOR, près de N'DOKORA SENE). L'épaisseur de ce banc calcaire varie de 50 à 80 mètres.

d) Eocène inférieur -

Il affleure en de très nombreux points près de SEBIKOTANE. Il est formé de deux ensembles marneux, séparés par un niveau bien repérable de calcaire phosphaté et silicifié. On observe de bas en haut :

- un niveau de sables glauconieux phosphatés, d'une épaisseur de 1,5 à 4 mètres.
- un niveau de marnes papyracées à silex, d'une épaisseur de 50 mètres.

- un niveau silico-phosphaté très mince.
- un niveau de marnes feuilletées d'une épaisseur de 50 m environ.

e) Eocène moyen -

On distingue deux formations :

- les marno-calcaires de BARGNY, d'une épaisseur de 30 m datés du Lutécien supérieur.
- les tufs volcaniques, contenant des blocs de silex à Nummulites.

f) Le continental terminal -

Il s'agit d'une formation volcanique (tufs et basaltes) observés au nord-est de SEBIKOTANE.

g) Quaternaire -

La latérite, dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 6 m, forme un placage presque continu sur le massif de N'DIASS.

Les sables quaternaires dans lesquels on distingue les sables ferruginisés recouvrant la latérite du massif de N'DIASS, les sables formant au nord la zone des dunes fixées des NIAYES et les sables de remplissage des vallées fossiles.

I.2.1.2. Tectonique (planche 4) :

Les failles :

Les études géophysiques ont précisé le tracé de deux failles en escalier (les flancs ouest sont abaissés) qui limitent le "compartiment de SEBIKOTANE". Nous verrons, dans l'étude hydrogéologique, l'importance de ce compartiment.

La faille Est, dite "faille de SEBIKOTANE" (elle passe approximativement par ce village), de direction N.N.E., a un rejet de l'ordre de 200 m.

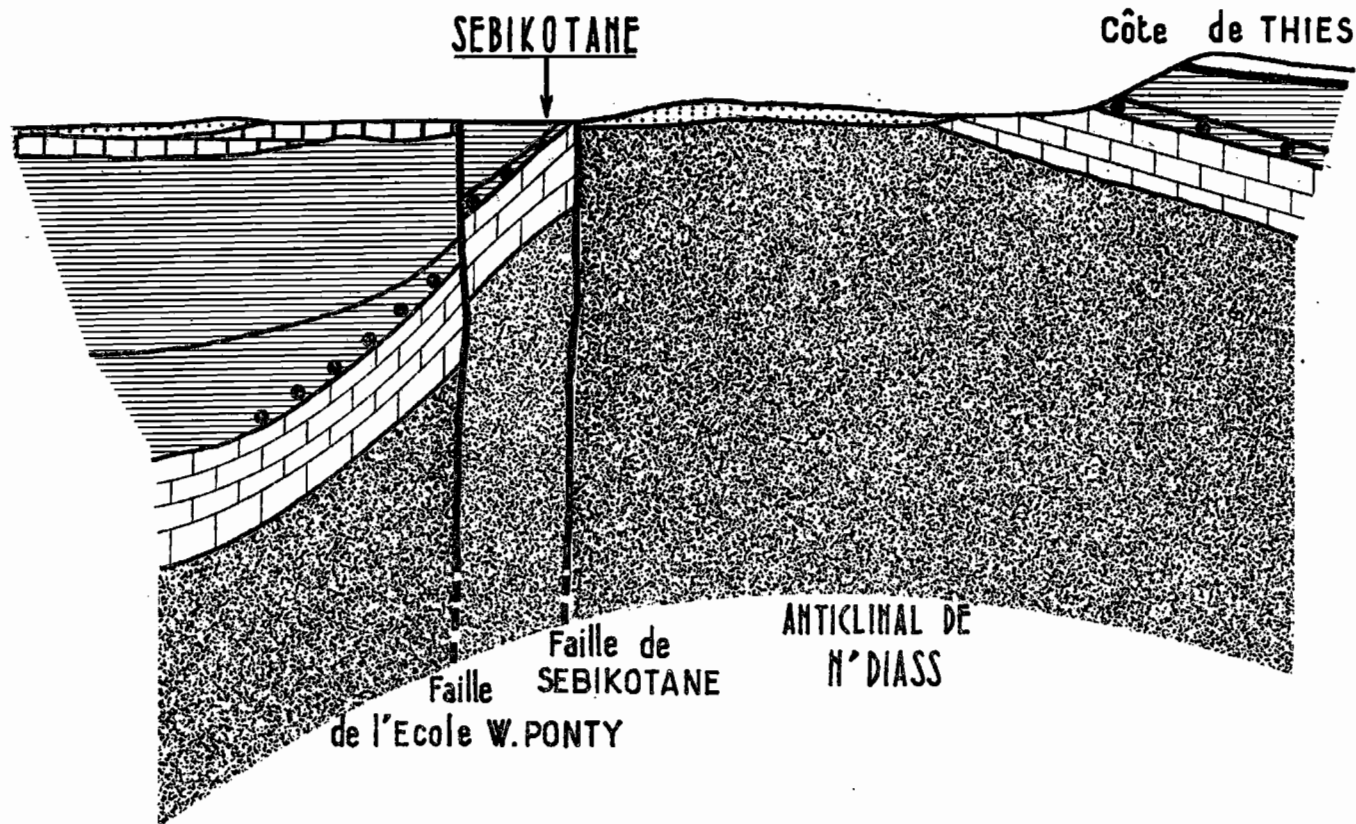
# COUPE STRUCTURALE SCHEMATIQUE DE LA RÉGION DE SEBIKOTANE

Gr. 4

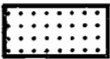




Echelles approximatives :  
 HORIZONTALE - 1 / 200.000<sup>ème</sup>  
 VERTICALE - 1 / 10.000<sup>ème</sup>

OUEST

EST



## - LÉGENDE -

-  Quaternaire
-  Calcaire de Bargny
-  Eocène
-  Paléocène
-  Maestrichtien et créacé indifférenciés à la base.

O R S T O M

A0

DATE: 1-3-63

DESSINÉ: J. Mélaye

SEN. 41.064

La faille Ouest, dite "faille de l'école" (elle passe tout près de l'École William PONTY) est moins connue. Elle abaisse à l'Ouest le compartiment de SEBIKOTANE à une profondeur supérieure à 500 mètres.

La région de SEBIKOTANE est divisée en trois secteurs par ces 2 failles: à l'Est, affleurent les sables maestrichtiens, au centre ("casier de SEBIKOTANE") les calcaires paléocènes, à l'Ouest, les marnes éocènes. Le tracé des failles est porté sur la carte de la planche 5.

#### Les structures :

Le compartiment de SEBIKOTANE présente une forme anticlinale qui correspond à la bordure ouest de l'anticlinal de N'DIASS.

#### I.2.2 - Hydrogéologie -

Les différentes nappes de la région de SEBIKOTANE sont les suivantes :

##### Nappe phréatique :

Une nappe phréatique existe dans toute la région de SEBIKOTANE, sauf dans la plus grande partie du casier, où affleurent les marnes éocènes. Cette nappe forme un ensemble grâce à des intercommunications entre les différentes couches.

##### Nappe maestrichtienne :

Il s'agit d'une nappe extrêmement étendue, puisqu'elle couvre plus de la moitié du territoire du SENEGAL. Cette nappe présente des réserves en eau pratiquement illimitées.

Elle est, dans la région de SEBIKOTANE, en liaison avec la nappe phréatique.

##### Nappe paléocène :

Le calcaire paléocène est perméable en grand, c'est-à-dire qu'il est fortement fracturé. Il a, de plus, subi une

évolution karstique très importante. Il forme donc un excellent réservoir alimenté à partir des nappes phréatiques et maestrichtiennes et superficiellement par le marigot de PANE TIOR (près de la station 4), dans lequel ces calcaires, remontés par une faille, affleurent sur plusieurs centaines de mètres.

Caractères du casier de SEBIKOTANE :

L'intérêt de ce casier s'explique non seulement par sa proximité de la ville de DAKAR, mais aussi par les excellents rendements justifiés par la forte perméabilité et la facilité de circulation des eaux dans le casier.

Le casier se prolonge vers le sud dans la région de YENNE-sur-MER, où existe, dans les calcaires paléocènes, une nappe fossile sursalée (jusqu'à 86 g/l de résidu sec) (1). Cette nappe est isolée de la nappe d'eau douce par un réseau de failles qui, comme nous l'avons signalé ci-dessus, remonte les calcaires jusqu'au niveau du sol.

Avant l'exploitation, les infiltrations d'eau pendant l'hivernage créaient, en ce point d'affleurement, un bombement dans le profil de la nappe, les eaux s'écoulant vers le nord et vers le sud.

Les pompages ont créé un cône de dépression qui, progressivement, a effacé ce bombement, a entraîné une inversion du sens des écoulements et ouvert une porte aux invasions d'eaux salées. La quantité de chlore est passée dans les piézomètres de PANE TIOR, en février 1962, de 1,4 g/l à 4 g/l (1).

La planche 5 (1) illustre parfaitement le renversement du sens des courants. Elle représente la carte schématique du casier de SEBIKOTANE. Sur la carte a, le cône de dépression avant l'hivernage a atteint la région de YENNE-sur-MER. Sur la carte b, après les fortes pluies du mois d'août, le barrage hydraulique de PANE TIOR s'est reconstitué.

---

(1) Extraits de "Etude du comportement hydraulique de la partie méridionale du casier calcaire de SEBIKOTANE", BRGM, DAKAR.

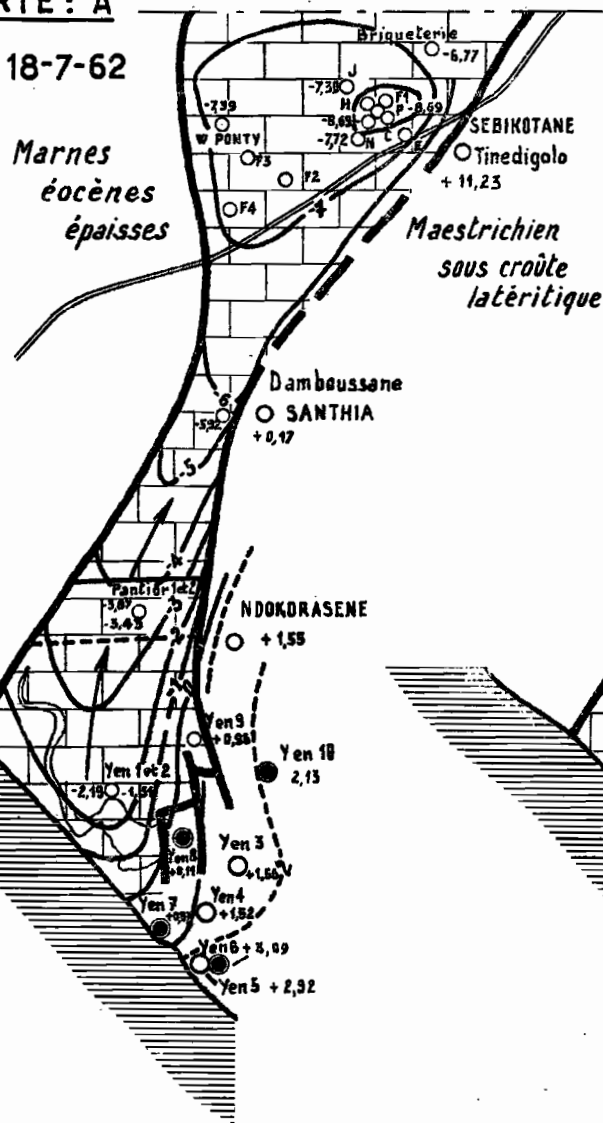
# NIVEAUX PIÉZOMETRIQUES DU CASIER DE SEBIKOTANE D'APRÈS B.R.G.M. - DAKAR.

ÉCHELLE : 1/100.000<sup>ème</sup>

Gr. 5

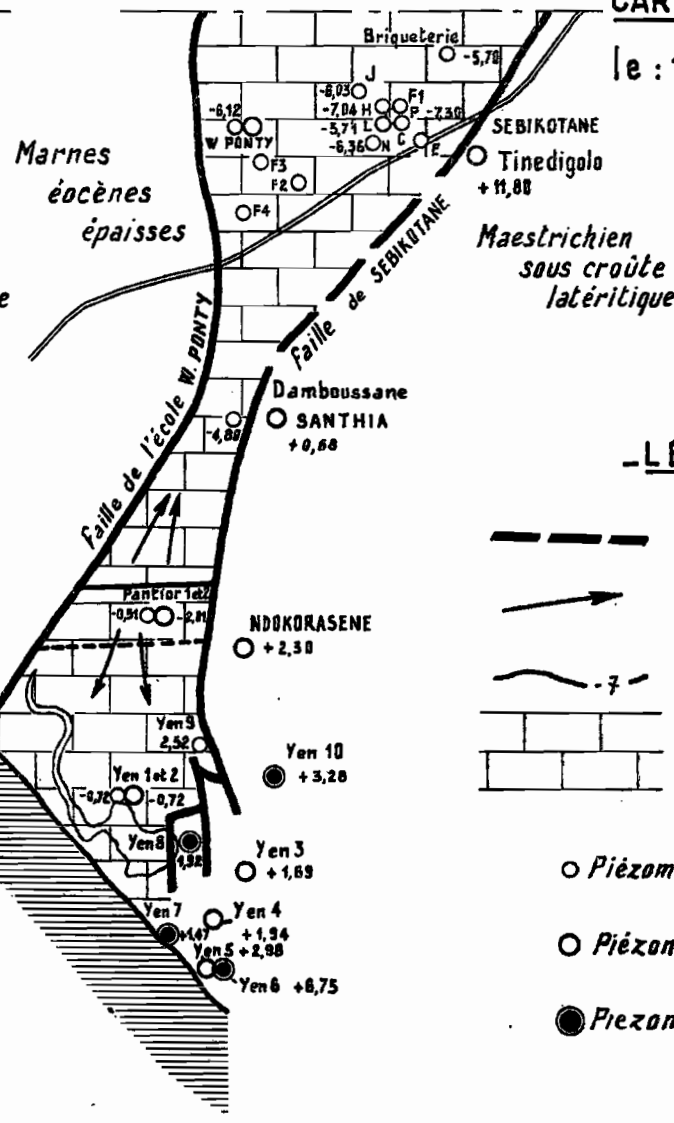
CARTE : A

le : 18-7-62


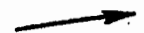

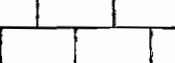





CARTE : B

le : 19-9-62



**- LÉGENDE -**

-  Faille.
-  Direction de l'écoulement.
-  Courbe izopiète.
-  Paléocène.

-  Piézomètre captant le paléocène
-  Piézomètre captant le maestrichien
-  Piézomètre captant la nappe des sables

ORSTOM  
 Ao  
 DATE : 15-3-63  
 DESSINÉ : J. Mátayer  
 SEN - 41.065

L'objet primordial de la campagne hydrologique sera de déterminer la fréquence et l'importance des écoulements à PANE TIOR, dans le but de créer artificiellement un barrage hydraulique permanent, par stockage des eaux. C'est le procédé le plus simple et le plus élégant pour interdire la pénétration des eaux salées dans le casier de SEBIKOTANE.

BIBLIOGRAPHIE -

Documents consultés :

- F. TESSIER : Carte géologique de l'AOF - Notice explicative sur la feuille de DAKAR-est (n° ND 28-XIII-E), THIES-ouest (n° ND 28-XIV-0) Grande Imprimerie Africaine DAKAR 1954.
- J. CASTELAIN: Echelle stratigraphique de la série éocène de l'ouest du SENEGAL.  
Société Africaine des Pétroles 1958.
- R. DEGALLIER:  
et Hydrogéologie de la région de SEBIKOTANE  
J. MARCHAND : BRGM, Octobre 1953.
- A. MARTIN : Etude du comportement hydraulique de la  
et Partie Méridionale du Casier calcaire de  
H. MOUSSU : SEBIKOTANE, BRGM, DAKAR.

I.2.3 - Répartition pédologique (d'après R. MAIGNIEN - Les sols de la presque île du CAP-VERT - ORSTOM).

Les sols se répartissent en deux grandes familles dont la séparation à peu près rectiligne joint les villages de KEUR SEGA au nord et YENNE-sur-MER au sud-ouest. Cette limite suit approximativement le tracé de la faille de SEBIKOTANE.

- A l'est, se trouvent les sols évolués sur place du massif de N'DIASS. Ce sont des sols rouges. Ils apparaissent sur les sommets sous forme de cuirasses ferrallitiques assez dégradées et, localement, fortement amincies. Dans les thalwegs, ces sols ont évolué vers des sols ferrugineux tropicaux : ce sont des sables grossiers, sans cohésion, dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à un mètre. Sur les pentes, s'observent des nappes d'épandage formées de produits de démantèlement, surmontées de produits meubles.

- A l'ouest, les sols se sont formés sur des assises marneuses ou marno-calcaires (marnes éocènes et calcaires de BARGNY). Ce sont des sols noirs fortement argileux, à hydromorphie temporaire, très sensibles à l'érosion superficielle.

I.2.4 - Relief, végétation -

Le relief est assez accentué. Du niveau de la mer (la station n° 4 est à 0,40 m d'altitude), le bassin s'élève assez rapidement vers l'est pour atteindre 90 m à sa périphérie dans le massif de N'DIASS. Vers le Nord, l'altitude s'accroît régulièrement jusqu'à 50 mètres.

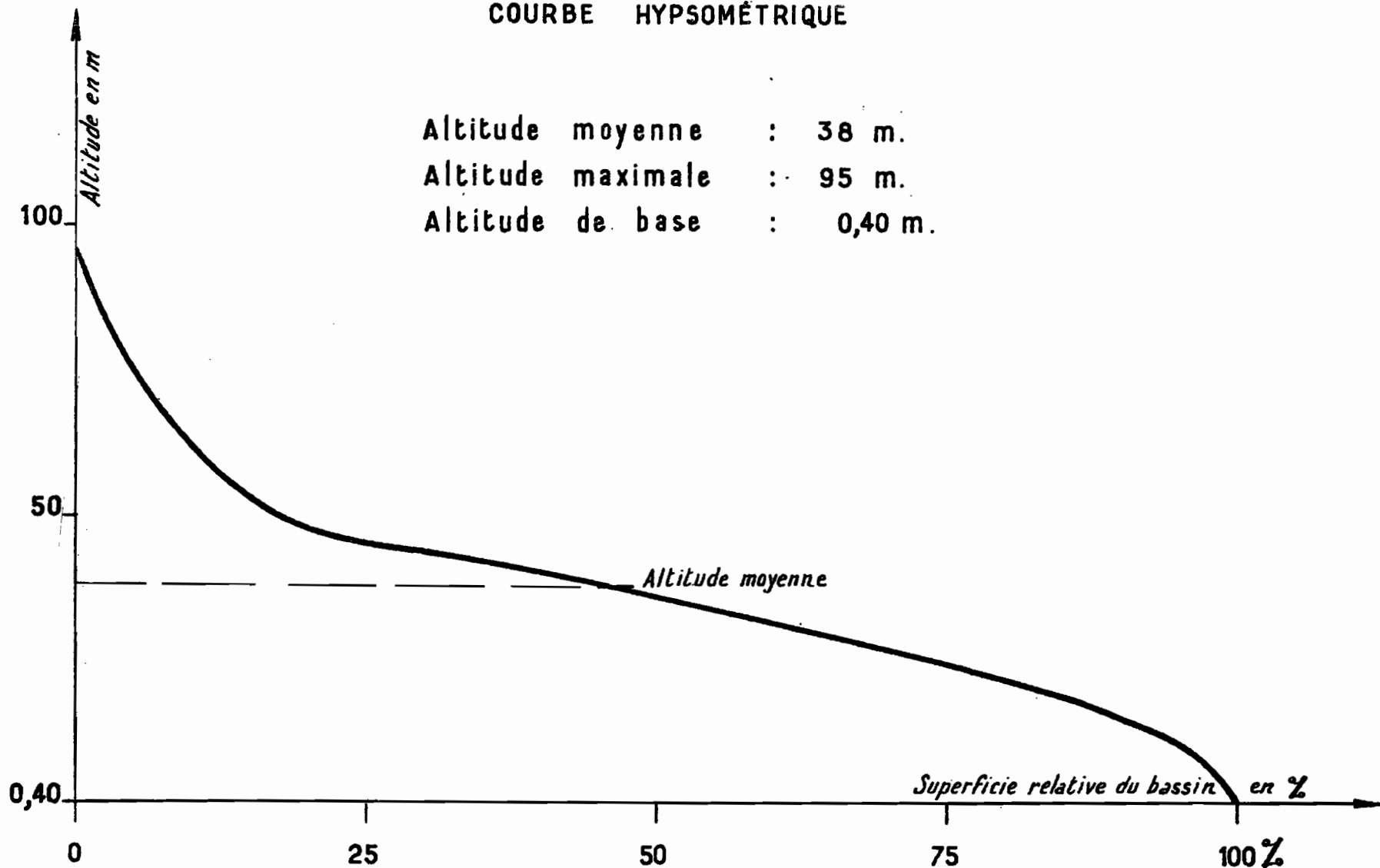
La répartition hypsométrique est la suivante :

-	altitude comprise entre	0 et	10 m	:	4 %	
-	"	"	10 et	20 m	:	12 %
-	"	"	20 et	30 m	:	20 %
-	"	"	30 et	40 m	:	23 %
-	"	"	40 et	50 m	:	23,5 %
-	"	"	50 et	60 m	:	6,8 %

## PANE TIOR \_ B.V.4 \_

## COURBE HYSOMÉTRIQUE

Altitude moyenne : 38 m.  
Altitude maximale : 95 m.  
Altitude de base : 0,40 m.



- altitude comprise entre 60 et 70 m	:	3,5 %
- " " " 70 et 80 m	:	3,3 %
- " " " 80 et 90 m	:	2,3 %
- " " " 90 et 100 m	:	1,6 %

La courbe hypsométrique (planche 6), qui traduit cette répartition, fait apparaître l'homogénéité du bassin pour 80 % de sa superficie, c'est-à-dire entre 10 et 50 m d'altitude. Les altitudes supérieures à 60 m correspondent à la bordure ouest du massif de N'DIASS qui joue un rôle certain dans la répartition des pluies.

La végétation naturelle subsiste en certains points déterminés : d'une part, sur les sommets cuirassés et, d'autre part, dans les zones de thalwegs non encore défrichées parce que trop éloignées des villages. Elle est de type soudanien, secteur sahélo-soudanien. Sur les cuirasses ferrallitiques, le taillis arbustif est dense : les espèces dominantes sont : *Acacia ataxacantha* et *Combretum micrantum*. Le massif de N'DIASS a fait l'objet de plusieurs classements (forêts de SEBIKOTANE, forêt de N'DIASS). Sur les argiles noires, se développent des peuplements arbustifs très riches en *Acacia*, mais aussi en espèces plus hautes ou dominant les Baobabs (*Adamsonia digitata*).

Néanmoins, le trait essentiel de cette région est l'abondance des zones cultivées : l'arachide domine très largement sur les terres noires. Dans les zones plus sableuses, elle laisse une place plus grande au mil, au sorgho et au manioc.

### I.3 - Le RESEAU HYDROGRAPHIQUE -

Il présente une dissymétrie est-ouest très nette.

A l'est, sur les sols ferrallitiques et sableux, le réseau est réduit. Dans les grands thalwegs qui éventrent le massif de N'DIASS (GANDHOUL, SEBISSOU), les lits sont peu ou pas marqués malgré la pente relativement forte ; ceci tient à l'importance des écoulements dans le sol lui-même et à l'abondance de la végétation. Par exemple, entre les villages de POUTOU et GHANDOUL, il est très difficile de retrouver des traces de marigots ; mais, par endroits, la piste s'effondre brutalement pour former des ornières de 1 m de profondeur. Après une tornade, l'eau circule dans les plantations de mil, se concentre par endroit, amorce un lit, puis s'étale en nappe à nouveau.

A l'ouest, sur les argiles et marnes noires, le réseau est plus dense et mieux organisé. On observe, en tête de bassin, une multitude de petits fossés qui viennent se regrouper rapidement dans un lit principal localement encaissé de 1 à 2 m. Mais la pente s'adoucit et le marigot fait place à une vaste zone d'épandage. Entre les stations 2 et 3, le marigot de PANE TIOR traverse aussi une succession de seuils et de mares qui retiennent une part importante des volumes écoulés.

La dégradation hydrographique est assez générale.

Les longueurs et les pentes des marigots de PANE TIOR, aux différentes stations, sont les suivantes :

	Station n°1	Station n°2	Station n°3	Station n°4
Longueur	2,350 km	9,850 km	13,350 km	17,200 km
Pente moyenne	8 %	2,6 %	2,1 %	1,9 %
Pente locale à la station	4 %	1,9 %		1,8 %

La pente locale a été mesurée par un nivellement élémentaire sur une distance de 500 m de part et d'autre de la station. Elle n'a pu être mesurée à la station n° 3 à cause de l'abondance de la végétation.

La planche n° 7 représente le profil en long des principaux marigots :

- PANE TIOR, Barrage, DIAM NIADIE, sur les argiles
- KANDALA, POUTOU, SEBISSOU, issus du massif de N'DIASS.

La nature du réseau hydrographique eut posé des problèmes délicats pour le choix des stations de jaugeages. Heureusement, la présence de deux routes importantes a permis d'utiliser 3 ponts routiers pour effectuer les jaugeages (stations 1, 2, 3). Ces stations ont l'avantage de regrouper les eaux sur une largeur inférieure à 10 m et de permettre des jaugeages à la perche depuis le tablier.

La station n° 4 a pu être installée en un point où le lit mineur est bien marqué : 15 m de large sur 1,50 m de profondeur. Elle est située immédiatement en amont des premiers affleurements de calcaires karstiques.

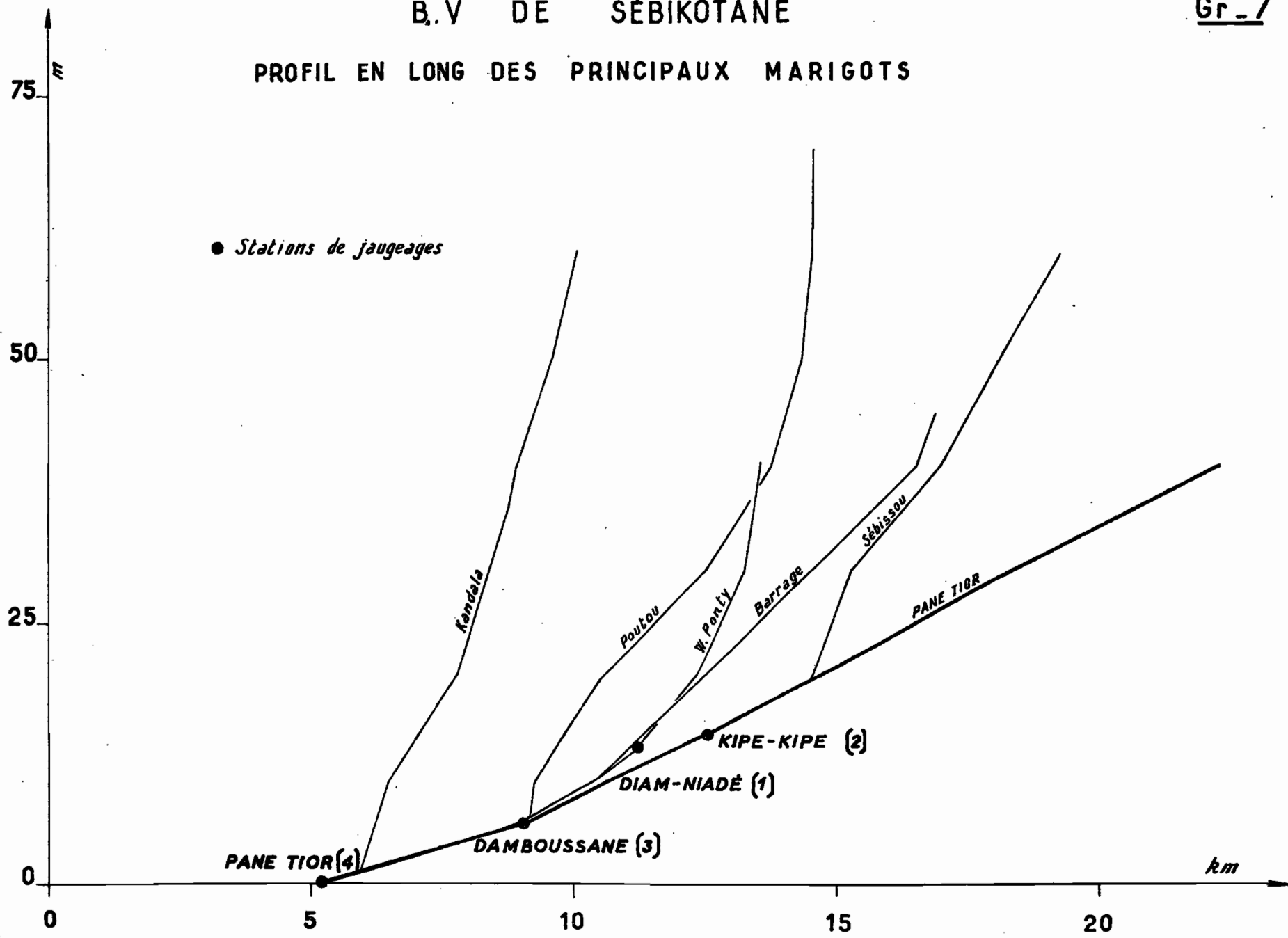
La dualité observée dans le réseau s'estompera dans le bilan annuel : les zones sableuses de l'est du bassin à perméabilité assez forte réduiront fortement, avec l'aide de la végétation, les coefficients d'écoulement. En revanche, sur les zones argileuses, les gains obtenus sur la faible infiltration, seront compensés par l'évaporation très forte sur les zones d'accumulation (mares et zones d'épandage). A priori, les conditions d'écoulement ne sont pas favorables, malgré les pentes relativement fortes et l'écoulement annuel ne devrait représenter qu'un pourcentage assez faible des apports pluviométriques.

CRS  
Ao  
DATE: 24-5-63  
DESSINÉ: J. Mélaye  
SEN-41.067

# B.V DE SÉBIKOTANE

Gr-7

## PROFIL EN LONG DES PRINCIPAUX MARIGOTS



## CHAPITRE II

### REALISATION du PROGRAMME d'ETUDES

#### II.1 - OBSERVATIONS ANTERIEURES à la CAMPAGNE 1962 -

Pendant l'hivernage 1960, ont fonctionné dans la région de SEBIKOTANE, 7 pluviomètres et 1 pluviographe Cerf à mouvement hebdomadaire, situé à la station de pompage F 3, au Sud de l'Ecole W. PONTY.

En 1961, ce réseau a été complété par 2 pluviomètres et 1 pluviographe Cerf installé au Carmel de SEMBAM. Les deux pluviographes ont été munis d'un tambour à rotation quotidienne.

Il n'a pas été possible de contrôler le fonctionnement des pluviographes pendant ces deux années. Certains résultats, vraisemblablement à la suite de lectures incomplètes ou de mauvaises transcriptions, nous semblent erronés. Néanmoins, l'ensemble des observations a permis de suivre pendant trois années consécutives la répartition des pluies et la forme du réseau d'isohyètes.

L'ORSTOM a mis en place, aux stations 1 et 3, deux limnigraphes Ott, type X, à tambour horizontal et rotation hebdomadaire. Le premier installé en juillet à la station n° 3 a fonctionné normalement tout l'hivernage. Le second, mis en place à la station 1 en septembre, n'a enregistré que les ultimes écoulements.

## II.2 - EQUIPEMENT des BASSINS pour la CAMPAGNE 1962 -

Il a été réalisé pendant les mois de juin et juillet par M. MOYON, technicien hydrologue de l'ORSTOM.

### II.2.1 - Pluviométrie :

Nous avons conservé la structure du réseau précédemment mis en place, d'une part, parce que les pluviomètres étaient bien répartis et, d'autre part, parce que les lecteurs, entraînés par deux années d'observations, ont effectué des lectures excellentes et sûres. L'exploitation par nous-mêmes d'un réseau aussi étendu eût exigé des relevés à heure fixe, une fois par jour.

Nous avons mis en place 4 nouveaux pluviographes à augets basculeurs, portant ainsi à 13 le total des appareils, dont 9 sur le bassin de PANE TIOR, soit 1 appareil pour 10 km<sup>2</sup>.

La répartition en est la suivante :

- G<sub>1</sub> : pluviographe Filotecnica à l'Ecole W. PONTY
- G<sub>2</sub> : " Cerf au Carnel de SAMBAM
- G<sub>3</sub> : " Cerf au forage de SEBIKOTANE
- G<sub>4</sub> : " Cerf à GANDHOUL
- G<sub>5</sub> : " Cerf à M'BOUROUK
- G<sub>6</sub> : " Filotecnica à N'DOKORA SENE
  
- P<sub>1</sub> : pluviomètre Association à DENI MALI GUEYE
- P<sub>2</sub> : " Association au "Barrage"
- P<sub>3</sub> : " Association à YENNE-sur-MER
- P<sub>4</sub> : " Association à N'DIASS
- P<sub>5</sub> : " Association à POUT
- P<sub>6</sub> : " Association à KEUR SEGA
- P<sub>7</sub> : " Association à SEBISSOU

Le pluviographe G<sub>3</sub>, situé en 1961 au forage F<sub>3</sub> à 400 m au Sud-Est de l'Ecole W. PONTY, a été placé en 1962 au forage de SEBIKOTANE en raison de la présence du pluviographe G<sub>1</sub> à l'Ecole.

Tous les pluviographes à augets basculeurs possèdent un tambour à rotation quotidienne.

#### II.2.2 - Equipement hydrométrique :

Les stations n° 1, 2, 3, installées à proximité de ponts routiers, présentaient toutes en aval un seuil entraînant la formation d'une mare sous le pont.

Elles ont été équipées de la façon suivante :

##### Station 1 -

- une échelle limnimétrique de 2 mètres.
- un limnigraphe Ott, type X, avec tambour à rotation hebdomadaire.

##### Station 2 -

- une échelle limnimétrique de 3 m.
- un limnigraphe Ott, type X, avec tambour à rotation hebdomadaire.
- une passerelle de jaugeages située à 10 m en aval du pont et deux digues en terre compactée joignant le pont à la passerelle. Cette installation se justifiait par la présence sous le pont de 2 caissons latéraux en béton perturbant les écoulements.

##### Station 3 -

- une échelle limnimétrique de 3 m.
- un limnigraphe Ott, type X, avec tambour à rotation hebdomadaire.

##### Station 4 -

- une échelle limnimétrique de 3 m.
- un limnigraphe Ott, type X, avec tambour à rotation hebdomadaire.
- un câble gradué pour les jaugeages.

Deux échelles limnimétriques de 2 m ont été installées l'une près de l'ancien barrage détruit, au sud de DENI MALI GUEYE, l'autre dans la dépression de BOPE.

### II.3 - REALISATION des OBSERVATIONS -

Tous les pluviomètres et pluviographes étaient en fonctionnement le 20 juin.

En début d'hivernage, les pluviomètres et les pluviographes G<sub>2</sub> et G<sub>3</sub> étaient exploités par des agents africains. M. MOYON contrôlait la bonne marche des appareils et relevait les feuilles deux fois par semaine. A la suite d'incidents mécaniques survenus à G<sub>3</sub> et non signalés par le lecteur, tous les pluviographes ont été contrôlés quotidiennement, soit par M. MOYON, soit par un agent africain qui les ralliait en vélo-Solex.

Toutes les observations ont cessé à la fin du mois d'Octobre.

Les observations limnigraphiques ont débuté avec la première crue qui a eu lieu le 29 juillet. Les écoulements généralisés ont cessé le 4 septembre (malgré de fortes pluies isolées en octobre).

Les jaugeages ont été réalisés avec des perches et des moulinets Ott, type V, Arkansas, depuis le tablier du pont pour les station 1 et 3, depuis la passerelle à la station 2, et avec un bateau (Dinghy) à la station 4.

Les échelles du barrage et de BOPE ont fait l'objet de lectures biquotidiennes (7 h et 19 h).

M. MOYON a pu s'installer confortablement à l'Ecole W. PONTY, grâce à l'obligeance de Monsieur le Ministre de l'Education Nationale qui a bien voulu mettre à la disposition de l'ORSTOM un logement de professeur. M. MOYON a emménagé dès le 10 juillet et est resté ainsi en permanence au coeur du bassin pendant tout l'hivernage.

### CHAPITRE III

#### DONNEES PLUVIOMETRIQUES

##### III.1 - SITUATION du bassin et des stations avoisinantes par rapport au réseau général des isohyètes -

Onze stations pluviométriques du réseau du Service météorologique encadrent le bassin. Ce sont : au nord-est la station de TIVAOUANE, à l'est celle de THIES, au sud celle de M'BOUR, à l'ouest celles de CAP MANUEL, GOREE, RUFISQUE, M'BAO THIAROYE et DAKAR (BEL AIR, HANN, YOFF). Leurs caractéristiques sont groupées dans le tableau ci-après.

En dehors de RUFISQUE, toutes les stations situées à l'ouest sont soumises à l'influence du microclimat de la presqu'île du CAP VERT, à sécheresse croissante du Nord au Sud.

Dans le réseau général des isohyètes interannuelles, à humidité croissante du nord au sud, la station de M'BOUR se trouve placée entre les isohyètes 700 mm et 800 mm et, seules, les stations de THIES et TIVAOUANE sont, comme le bassin, situées entre les isohyètes 600 et 700 mm (voir graphique 1). Bien que plus continentales, leurs pluviométries seront donc les plus comparables avec celle du bassin de SEBIKOTANE.

TABLEAU I

PLUVIOMETRIE

Stations	Nombre d'années d'obser- vation	Pluie totale en mm	Nombre total d'averses	Pluivio- métrie 1962 en mm	Nombre d'averses 1962	Pluie moyenne inter- annuelle en mm	Nombre moyen d'averses
BEL AIR	14	7 634,8	718	557,0	89	545,3	51,3
CAP MANUEL	10	5 181,4	407	396,1	36	518,1	40,7
GOREE	8	4 201,0	369	500,2	33	525,1	46,1
HANN	20	11 123,9	845	(508,1)	(43)	556,2	42,3
YOFF	16	9 572,8	760	709,1	51	598,3	47,5
M'BAO	38	22 086,0	1617	662,2	39	581,2	42,5
M'BORO	6	2 931,5	236	401,7	30	488,6	39,3
M'BOUR	30	22 991,9	1318	1034,7	43	766,4	43,9
RUFISQUE	26	1 644,6	987	(40,3)	(27)	610	38,2
THIES	40	26 909,2	1918	738,8	54	669,9	47,9
TIVAOUANE	43	26 226,1	1692	413,4	25	614	39,3

Les chiffres entre parenthèses représentent les valeurs par défaut : années non comprises dans le calcul de la pluviométrie moyenne interannuelle.

### III.2 - PLUVIOMETRIE MOYENNE ANNUELLE -

Les données disponibles pour l'étude de la pluviométrie sont de deux sortes :

- les unes proviennent de stations météorologiques situées autour du bassin et portent sur quelques décennies;

- les autres ont été recueillies au moyen de quatre pluviographes et de sept pluviomètres installés à l'intérieur même du bassin. Elles ne portent que sur trois années.

Pour déterminer la pluviométrie moyenne annuelle du bassin de SEBIKOTANE, seuls les relevés des stations périphériques sont utilisables. Précisons que ce que nous entendons par pluviométrie moyenne du bassin est en fait la hauteur annuelle de précipitations que l'on aurait enregistrée en moyenne, pendant plusieurs décennies, en une station fictive située au centre du bassin de SEBIKOTANE.

Pour contrôler la valeur des relevés des stations périphériques, on leur a appliqué la méthode du "double cumul". Sur un graphique, on porte en ordonnées les précipitations cumulées d'année en année d'une première station A et en abscisses les précipitations cumulées pour la même série d'années d'une deuxième station B. On obtient normalement une courbe légèrement sinueuse qui s'écarte à peine d'une droite moyenne. Lorsqu'on constate une déviation marquée de cette droite moyenne, il y a lieu de suspecter les relevés pendant la période correspondante. Cette méthode montre que les relevés de THIES présentent quelques légères anomalies sans gravité entre 1935 et 1942. Les relevés de RUFISQUE, MBAO et TIVAOUANE paraissent tout à fait corrects (pente de 0,96 pour RUFISQUE-TIVAOUANE et de 1,05 pour RUFISQUE-MBAO).

Les relevés de RUFISQUE, qui portent sur 26 années, peuvent ainsi être étendus à des périodes de 38 et 43 années.

L'ajustement d'une loi normale aux relevés de RUFISQUE, THIES et TIVAOUANE donne les résultats suivants :

	RUFISQUE	THIES	TIVAOUANE
Pluviométrie moyenne annuelle $\bar{H}$ (confiance 95 %)	610 $\pm$ 67 mm	669 $\pm$ 69 mm	614 $\pm$ 58 mm
Ecart-type $\sigma$	177 $\pm$ 47 mm	222 $\pm$ 49 mm	187 $\pm$ 41 mm
Coefficient d'irrégularité K (rapport du 1er au dernier décile)	2,18	2,48	2,27
Coefficient de variation $C_v = \sigma / \bar{H}$	0,29	0,33	0,30

La pluviométrie moyenne du bassin de SEBIKOTANE sera obtenue à partir de celles des trois stations ci-dessus, en leur appliquant un coefficient de pondération tenant compte de leur situation géographique :

RUFISQUE	:	0,25
TIVAOUANE	:	0,25
THIES	:	0,50

On aboutit aux résultats suivants :

- Pluviométrie moyenne annuelle	:	640 $\pm$ 65 mm
- Ecart-type	:	200 $\pm$ 47 mm
- Coefficient d'irrégularité	:	2,35
- Coefficient de variation	:	0,314
- Pluviométrie en année humide (fréquence 10 %)	:	890 mm
- Pluviométrie en année sèche (fréquence 90 %)	:	380 mm

On remarque que l'irrégularité interannuelle des précipitations est assez forte.

Le nombre moyen de journées pluvieuses est de :

38,2	à	RUFISQUE
47,9	à	THIES
31,5	à	TIVAOUANE

On pourra retenir, pour le bassin de SEBIKOTANE, un nombre moyen de 43 jours de pluie par an.

### III.3 - REPARTITION MENSUELLE des PLUIES -

La répartition moyenne des précipitations mensuelles à RUFISQUE, THIES et TIVAOUANE est donnée dans le tableau II ci-après. On en a déduit la répartition approximative sur le bassin de SEBIKOTANE.

On remarque que les mois les plus pluvieux sont par ordre décroissant :

Août	:	41	%
Septembre	:	29,5	%
Juillet	:	17	%
Octobre	:	7,2	%

Les résultats obtenus au cours des campagnes 1960 et 1961 sont consignés dans le tableau III ci-après.

L'année 1961 présente une anomalie en ce sens que les mois de Juillet et Septembre sont nettement excédentaires alors que le mois d'Août est déficitaire.

L'année 1960 respecte très bien le schéma général. L'ordre des mois les plus pluvieux est le même et les valeurs des précipitations mensuelles enregistrées, sauf pour le mois d'Octobre, sont sensiblement égales.

On trouvera plus loin (III.6) les résultats relatifs à l'année 1962.

TABLEAU II  
Répartition mensuelle des pluies

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<u>RUFISQUE</u>												
Précipitation en mm	0,2	2	0	0	0,5	21,8	98,2	264	180	39,3	1,8	1,6
%	0,03	0,3	0	0	0,08	3,6	16,1	43,2	29,5	6,4	0,3	0,2
<u>THIES</u>												
Précipitation en mm	0,4	1,5	0,1	0,1	1,3	25,7	116,6	268	196	48,8	2,5	1,73
%	0,06	0,2	0,01	0,01	0,2	3,8	17,4	40,1	29,4	7,3	0,4	0,3
<u>TIVAOUANE</u>												
Précipitation en mm	0,4	1,1	0,1	0,1	2,8	22,3	102	247	186	48	2,3	5,7
%	0,06	0,2	0,01	0,01	0,5	3,6	16,7	40,2	30,2	7,8	0,4	0,9
<u>SEBIKOTANE</u>												
Précipitation en mm	0,4	1,5	0,1	0,1	2	23,5	110	265	190	45	2,5	2,0
%	0,06	0,2	0,01	0,01	0,3	3,7	17	41	29,5	7,2	0,4	0,3

TABLEAU III

1960	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P moy. mensuelle	P en %
Juin	11,4	9,2	7,9	9,2	16,2	11,4	12,4	9,7	1,5
Juillet	101,4	188,2	148,2	121,1	135,7	95,3	108,9	128,5	21,0
Août	171,8	320,1	244,3	278,9	296,0	304,5	259,3	267,8	43,7
Sept.	186,4	154,9	217,4	256,4	189,3	201,0	146,4	193,1	31,6
Octobre	3,0	23,2	15,0	18,2	20,9	19,0	0,0	14,2	2,2

Pluie moyenne en 1960 : 613,3 mm

1961	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P moy.	P
Juin	33,3	22,5	5,5	0,0	12,8	8,5	15,2	9,5	9,5	49,0	11,0	16,1	3,0
Juillet	195,5	124,0	180,0	140,8	287,0	187,1	196,5	195,0	141,7	151,0	106,8	173,2	32,3
Août	100,9	147,0	124,5	114,8	174,8	231,0	136,0	145,1	136,7	105,5	65,3	133,9	25,1
Sept.	209,6	155,0	201,7	243,9	310,6	326,0	181,7	173,3	189,7	159,0	170,7	211,0	39,2
Octobre	0,0	7,5	0,0	0,0	6,2	5,7	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,4

Pluie moyenne en 1961 : 536,3 mm

III.4 - PRÉCIPITATIONS EXCEPTIONNELLES pour TROIS JOURS CONSECUTIFS -

On remarque qu'au-delà d'une certaine superficie, le volume et la forme des hydrogrammes sont souvent en rapport, non point uniquement avec l'averse précédant immédiatement la crue, mais également avec les averses antérieures. D'où l'intérêt de l'étude des précipitations pendant plusieurs jours consécutifs.

Le tableau qui suit nous permet de comparer les plus fortes précipitations en trois jours aux stations ASEANA et sur le bassin en 1960 et 1961.

Stations	Date	H mm
BEL AIR	8-9-10 Août 1957	131,4
HANN	1-2-3 Août 1954	130,6
YOFF	16-17-18 Sept. 1951	167,1
M'BAO	1-2 Août 1954	153,3
	22-24 Sept. 1943	161,0
	19-20 Août 1934	192,6
M'BOUR	19-20-21 Août 1932	240,0
	9-10-11 Août 1942	208,1
	2-3-4 Sept. 1947	199,4
RUFISQUE	22-23-24 Août 1935	213,8
	1-2 Août 1954	197,9
THIES	29-31 Août 1946	235,0
	10-11-12 Sept. 1952	231,4
TIVAOUANE	9-10-11 Sept. 1952	255,7
Bassin de SEBIKOTANE	23-24-25 Août (G2)	120,4
en 1960	24-25-26 Août (P7)	147,6
Bassin de SEBIKOTANE	2-3-4 Sept. (P4)	102,6
en 1961	3-4-5 Sept. (G6)	105,9

L'année 1960 présente, sur le bassin de SEBIKOTANE, des résultats caractérisant à peu près une année normale où 110 mm < P<sub>3</sub> jours < 150 mm, ces deux dernières valeurs étant extrapolées de celles observées à THIES et TIVAOUANE pour des années proches de la valeur moyenne (642 mm).

Par contre, l'année 1961 montre des précipitations pendant 3 jours inférieures à celles d'une année moyenne.

### III.5 - PRECIPIATIONS EXCEPTIONNELLES en 24 HEURES -

On trouvera ci-après le tableau IV, qui donne le classement des fortes pluies journalières enregistrées aux stations ASECNA.

Le graphique 8 donne la répartition statistique des précipitations maximales, telle qu'on peut la déduire des 220 stations-années que l'on possède. Elle conduit aux résultats suivants :

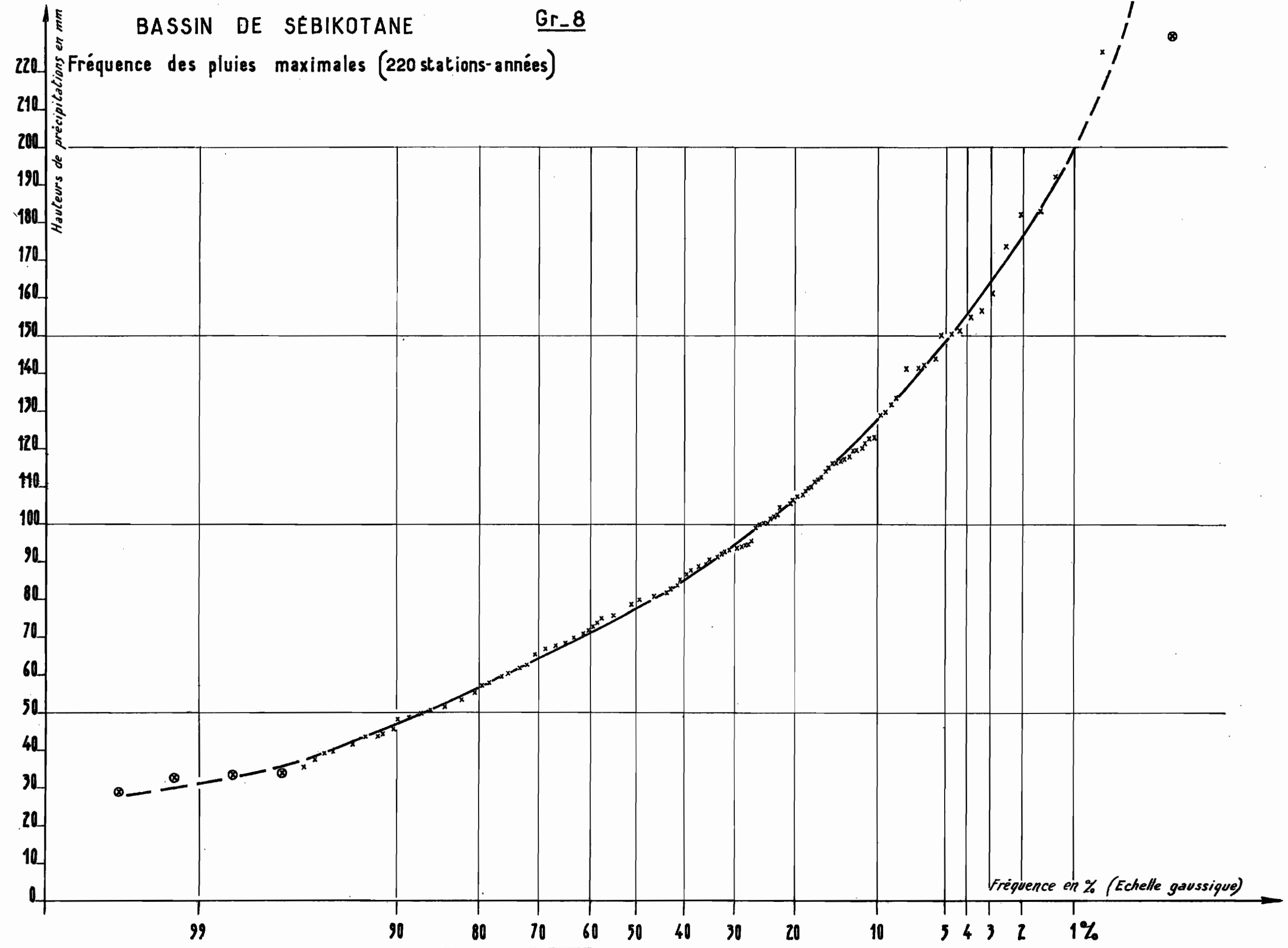
- Pluie annuelle	:	78 mm
- " décennale	:	128 "
- " cinquantenaire	:	177 "
- " centenaire	:	200 "

Dans le cas présent, l'emploi de la méthode des stations-années peut paraître assez discutable, car les précipitations exceptionnelles ont tendance à être moins fortes pour les stations de la presqu'île du CAP-VERT (BEL-AIR, HANN, YOFF, MBAO) que pour les autres stations, plus continentales.

Il serait préférable d'étudier individuellement la courbe de fréquence des différentes stations et de les comparer ensuite. Ce travail a été fait par l'ORSTOM dans le cadre de l'étude systématique des pluies en Afrique Occidentale, qui lui a été confiée par le C.I.E.H. ; elle fera prochainement l'objet d'un premier rapport auquel on pourra se référer. Nous en

BASSIN DE SÉBIKOTANE

Gr\_8



TABIEAU IV

Classement des fortes pluies journalières

Stations	Nombre d'années d'observation	Nombre l'averes							Plus fortes préci- pitations en mm	Dates registrées en
		70,1 80	80,1 90	90,1 100	100,1 125	125,1 150	150,1 200	> 200		
BEL AIR	13	2	4	2	3				115,0 106,6	1953 1961
HANN	20	8	6	3	1				122,8	1954
YOFF	15	6	2	2	1	1			144,0 100,2	1951 1960
M'BAO	37	14	7	5	7	1			133,6 119,9	1954 1926
M'BOUR	29	12	10	7	9	1	2	1	225,0 173,6	1932 1953
RUFISQUE	26	14	8	2	7	2	1		182,9 142,0	1954 1942
THIES	38	6	5	5	7	3	5	1	229,1 192,1	1946 1952
TIVAOUANE	42	11	9	7	6	2	2		182,0 156,7	1950 1952

retiendrons pour les bassins de SEBIKOTANE, situés entre RUFISQUE et THIES, que l'averse décennale ponctuelle doit être légèrement majorée par rapport à l'évaluation précédente et portée à environ 135 mm. Pour les aversescinquantennaires et centenaires, la majoration est plus forte mais l'extrapolation est évidemment plus incertaine. Nous adopterons en définitive les valeurs suivantes :

- Pluie annuelle	:	80 mm
- " décennale	:	135 "
- " cinquantaire	:	190 "
- " centenaire	:	220 "

Sur notre bassin, nous relevons :

en 1960 :

G <sub>2</sub>	le 20/7	:	92,3 mm
P <sub>7</sub>	le 25/8	:	94,5 "

en 1961 :

P <sub>2</sub>	le 5/8	:	89,6 mm
P <sub>2</sub>	le 2/9	:	102,9 "

Ce sont des précipitations supérieures à la valeur médiane de la pluie annuelle mais extrêmement localisées, les pluviomètres avoisinants ne recueillant que des hauteurs d'eau normales.

III.6 - PLUVIOMETRIE 1962 sur les BASSINS de SEBIKOTANE -

III.6.1 - Pluviométrie totale :

On a relevé, pour l'année 1962 et sur toute la superficie des bassins versants (147 km<sup>2</sup>), les hauteurs pluviométriques données par le tableau V.

Le tracé des isohyètes et leur planimétrage nous donnent la pluie moyenne sur l'ensemble des bassins.

$$P_{\text{moy}} = 632 \text{ mm (graphique 9)}$$

Il faut cependant remarquer que la répartition des pluviomètres est assez homogène et que les pourtours des bassins, surtout à l'Ouest, en sont presque complètement démunis.

Aussi, nous allons calculer la pluviométrie d'une manière différente, à l'aide de la méthode de THIESSEN.

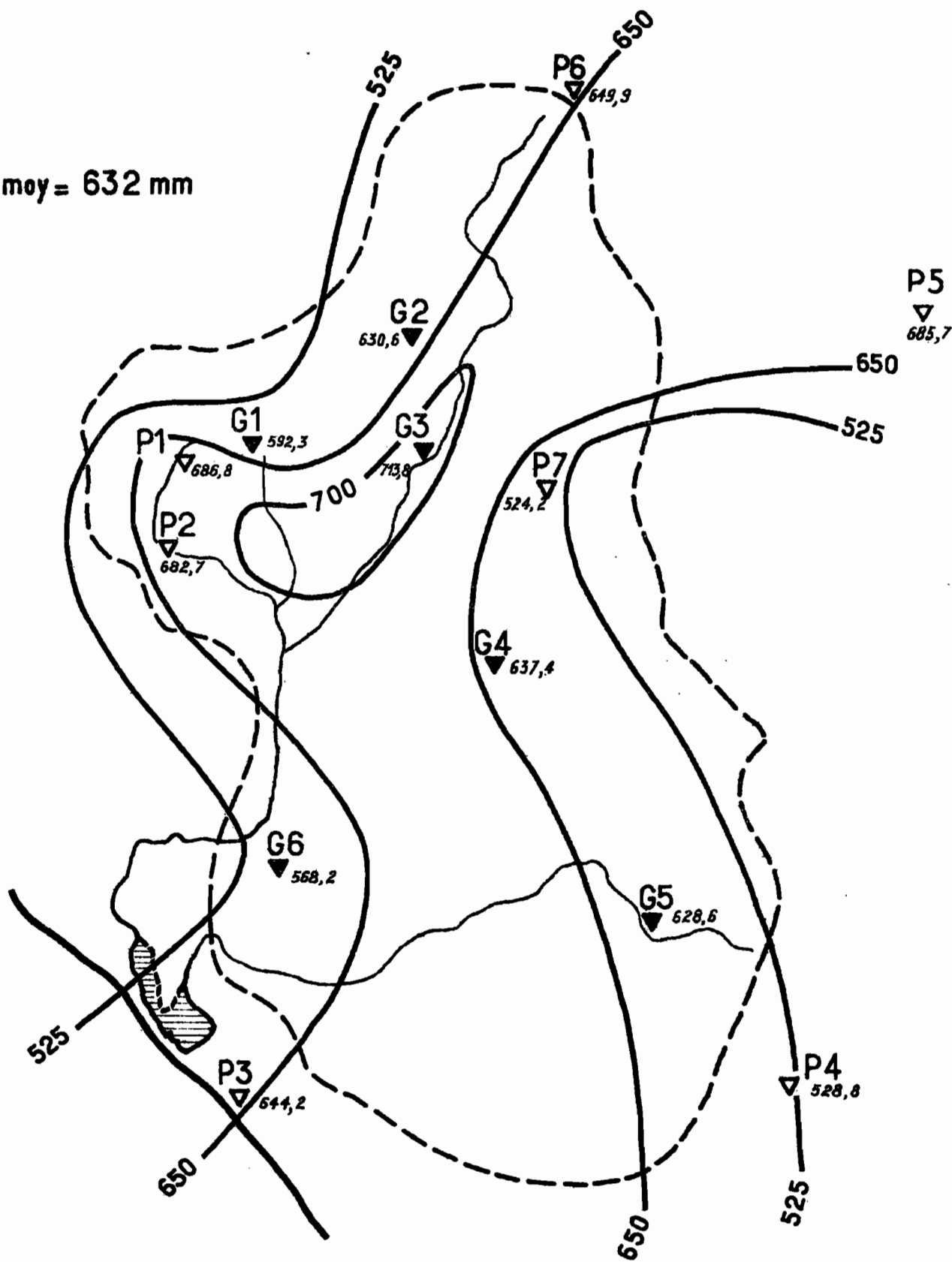
En pourcentage par rapport à la superficie totale du bassin, les zones d'influence des pluviomètres sont les suivantes :

P <sub>1</sub>	:	3,8 %
P <sub>2</sub>	:	5,4 %
P <sub>3</sub>	:	4,7 %
P <sub>4</sub>	:	3,4 %
P <sub>5</sub>	:	0 %
P <sub>6</sub>	:	5,2 %
P <sub>7</sub>	:	9,2 %
G <sub>1</sub>	:	5,3 %
G <sub>2</sub>	:	9,4 %
G <sub>3</sub>	:	6,1 %
G <sub>4</sub>	:	16,2 %
G <sub>5</sub>	:	19,1 %
G <sub>6</sub>	:	12,2 %

# BASSINS VERSANTS DE SÉBIKOTANE PLUVIOMÉTRIE 1962

Gr. 9

$P_{moy} = 632 \text{ mm}$

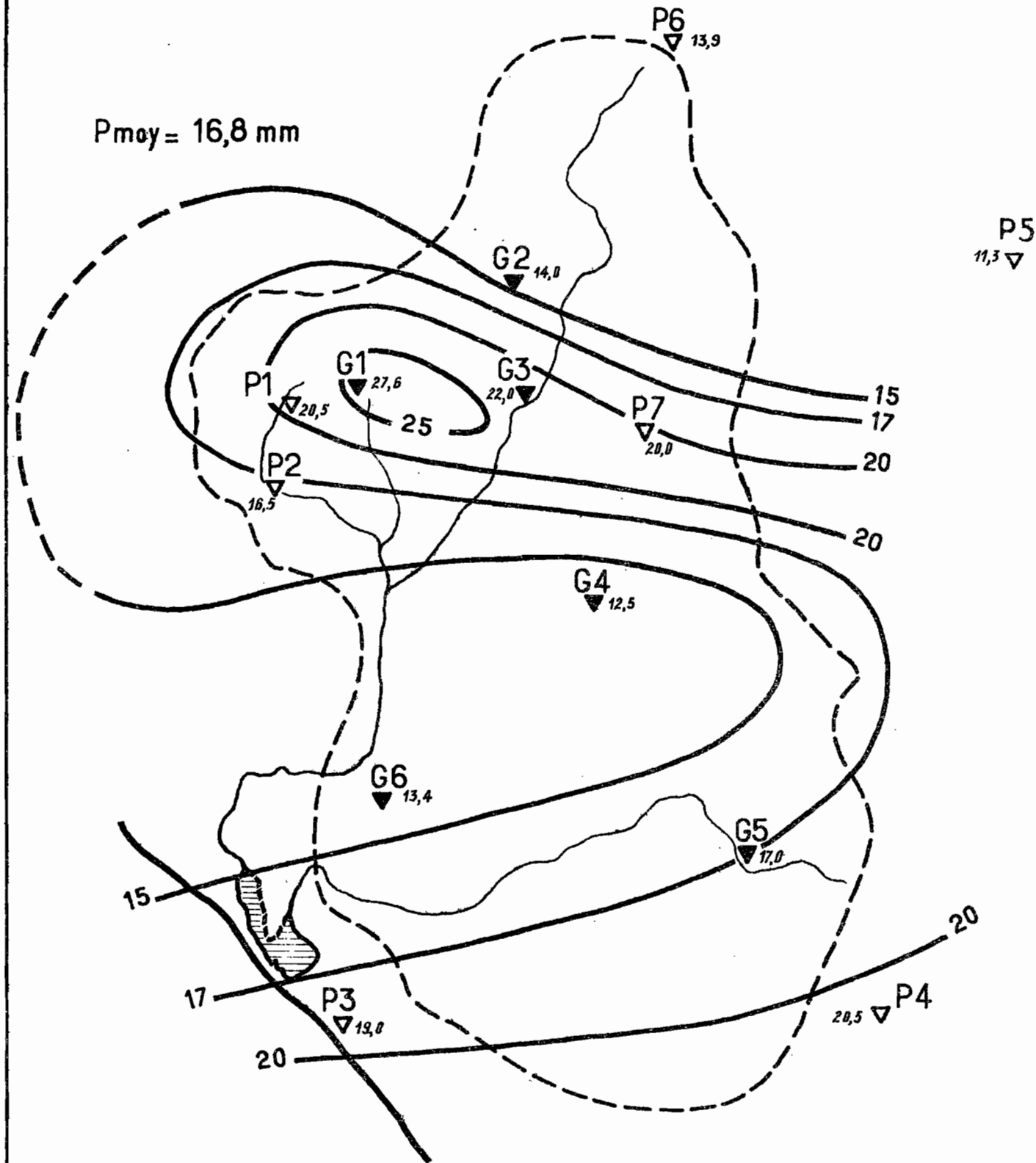


# BASSINS VERSANTS DE SÉBIKOTANE

Gr. 10

JUIN 1962

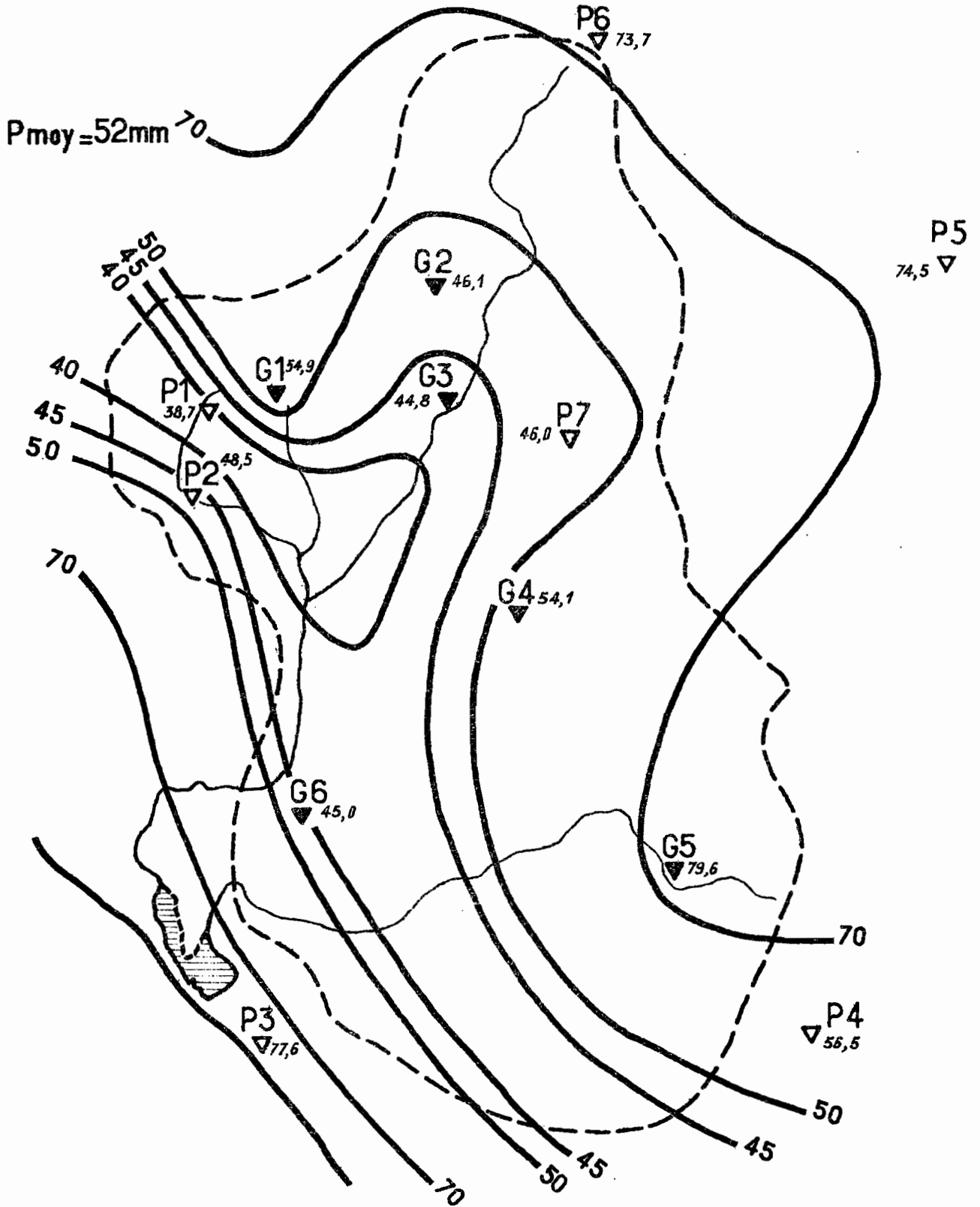
$P_{moy} = 16,8 \text{ mm}$



# BASSINS VERSANTS DE SÉBIKOTANE

Gr-11

JUILLET 1962

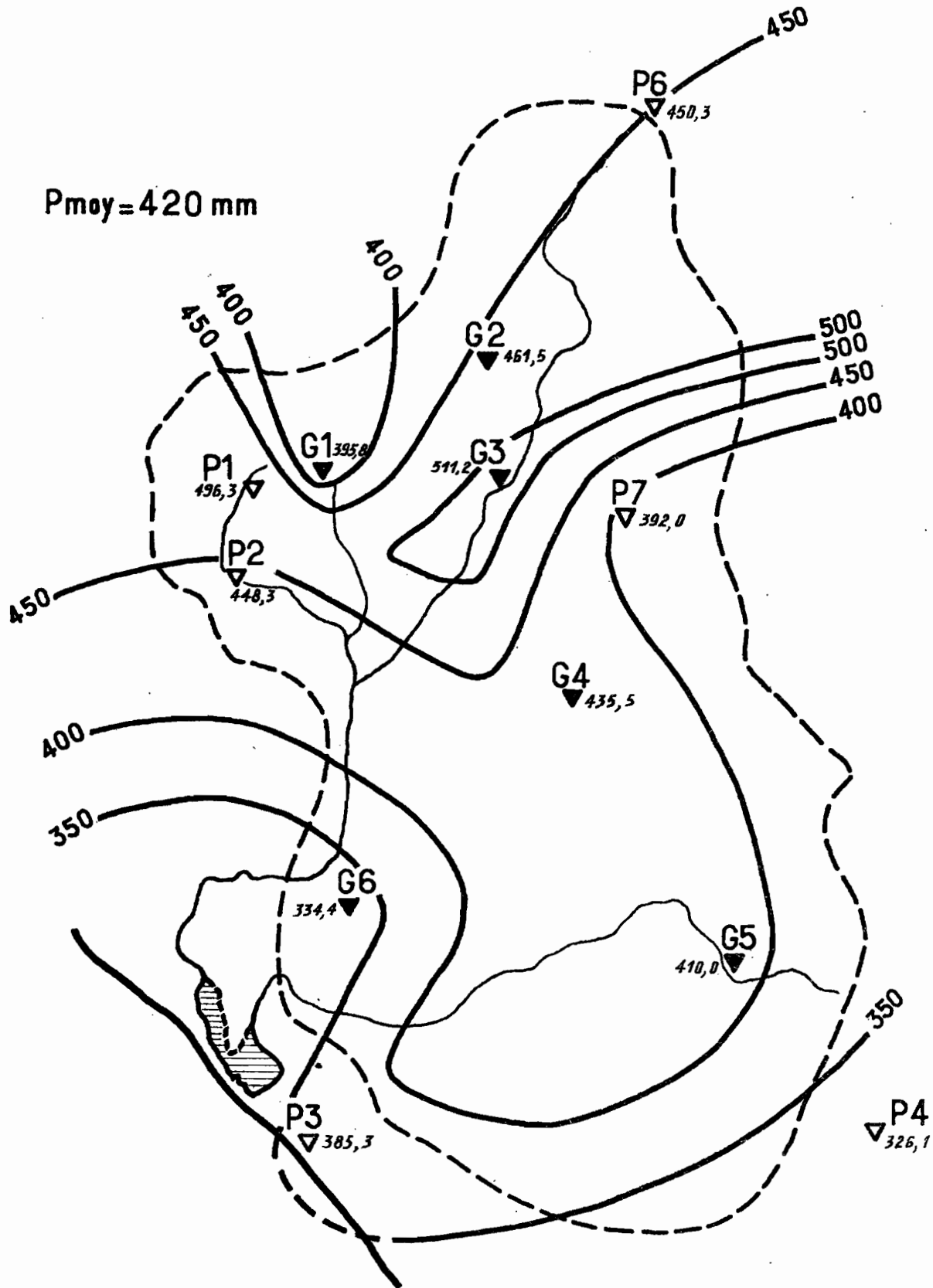


# BASSINS VERSANTS DE SÉBIKOTANE

Gr-12

AOÛT 1962

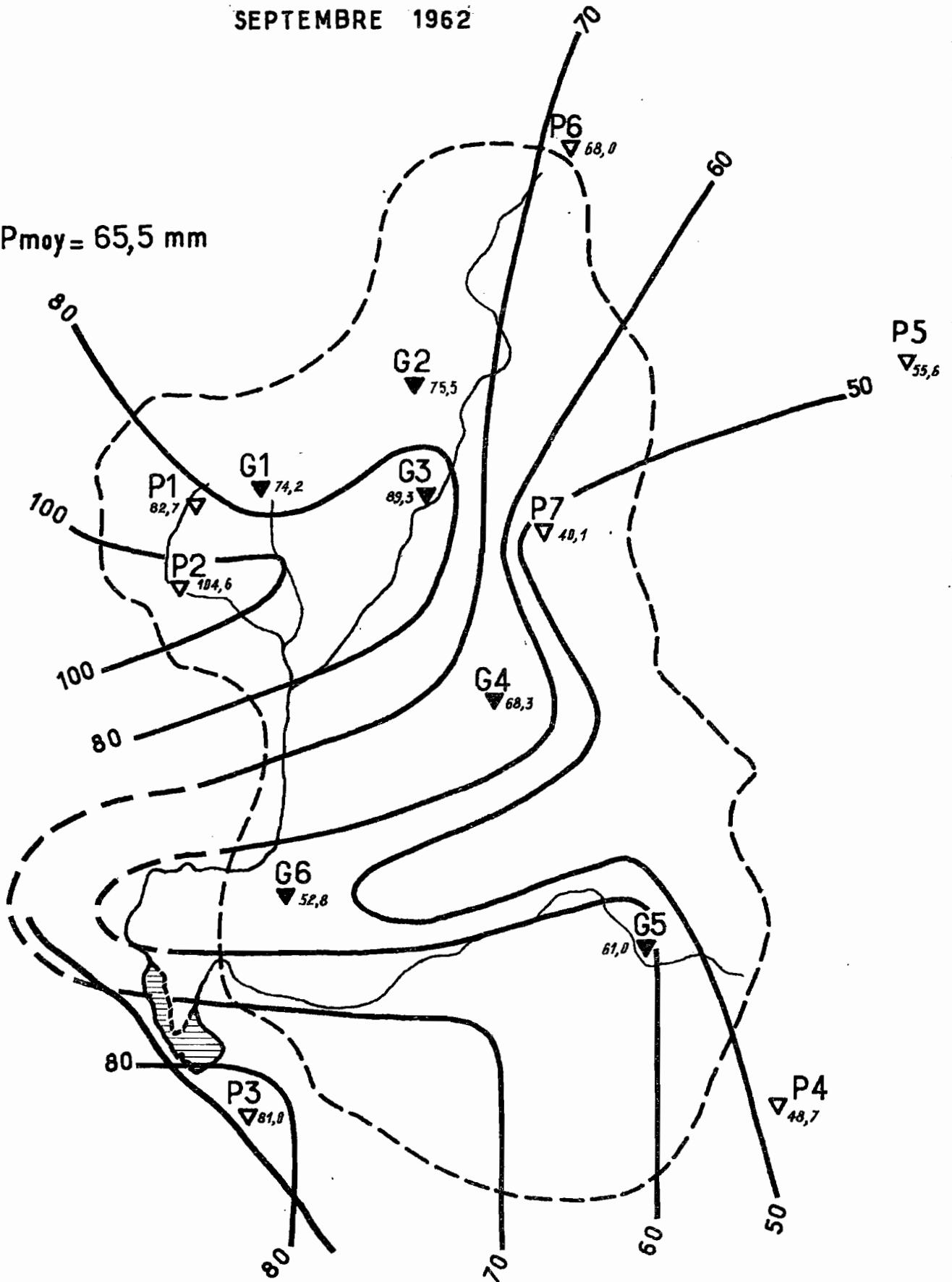
$P_{moy} = 420 \text{ mm}$



# BASSINS VERSANTS DE SÉBIKOTANE

SEPTEMBRE 1962

$P_{moy} = 65,5 \text{ mm}$



# BASSINS VERSANTS DE SÉBIKOTANE

Gr\_14

OCTOBRE 1962

$P_{moy} = 63 \text{ mm}$

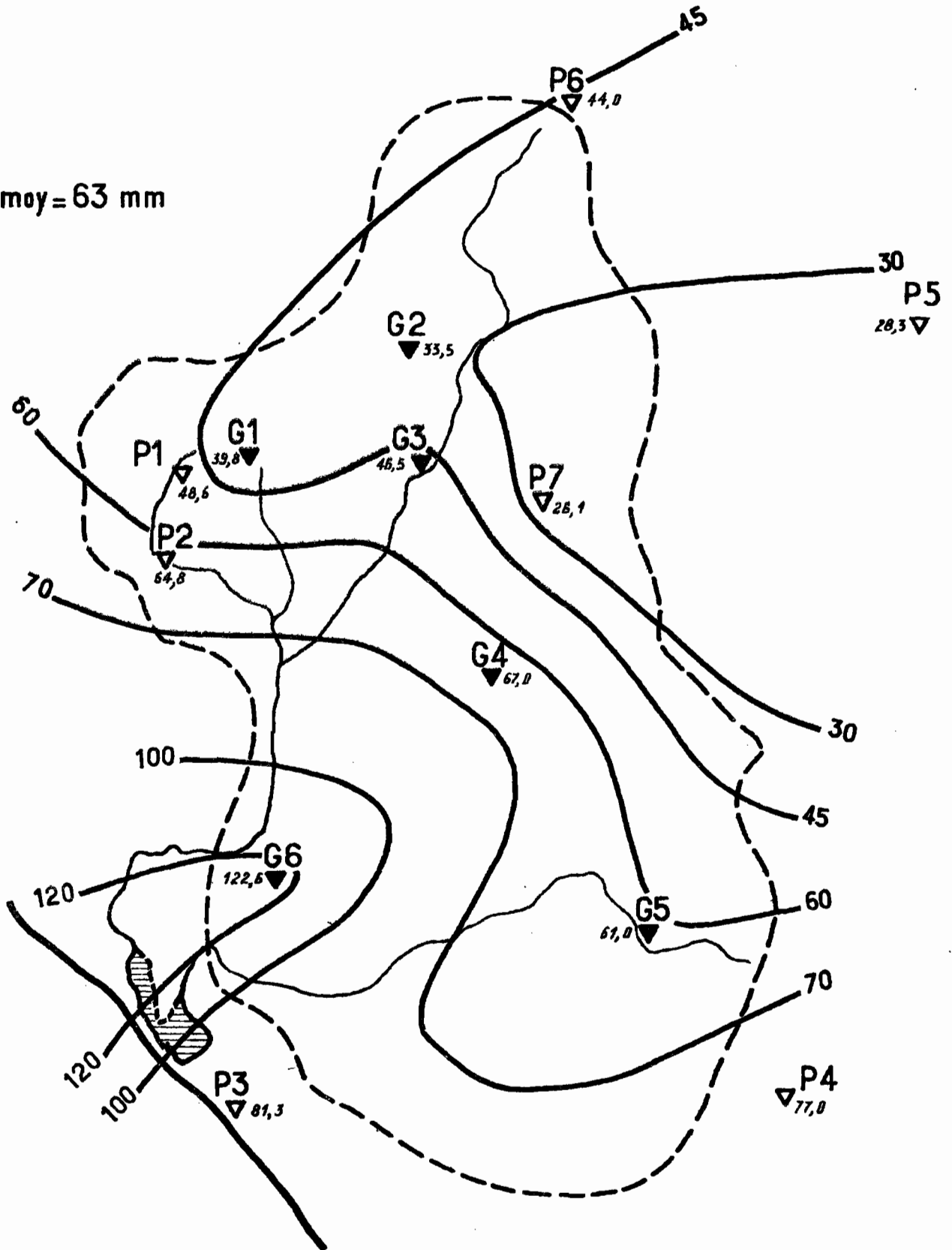


TABLEAU V

Pluviométrie de l'année 1962 sur les bassins de SEBIKOTANE  
en mm

Mois \ Pluviomètres	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>	G <sub>5</sub>	G <sub>6</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>
Jun	27,6	14,0	22,0	12,5	17,0	13,4	20,5	16,5	19,0	20,5	11,3	13,9	20,0
Juillet	54,9	46,1	44,8	54,1	79,6	45,0	38,7	48,5	77,6	56,5	74,5	73,7	46,0
Août	395,8	461,5	511,2	435,5	410,0	334,4	496,3	448,3	385,3	326,1	516,0	450,3	392,0
Septembre	74,2	75,5	89,3	68,3	61,0	52,8	82,7	104,6	81,0	48,7	55,6	68,0	40,1
Octobre	39,8	33,5	46,5	67,0	61,0	122,6	48,6	64,8	81,3	77,0	28,3	44,0	26,1
Total 1962	592,3	630,6	713,8	637,4	628,6	563,2	686,8	682,7	644,2	528,8	685,7	649,9	524,2

On arrive en définitive à la valeur suivante :

$$P_{\text{moy}} = 620 \text{ mm}$$

D'autre part, la somme des pluviométries mensuelles nous donne :

$$P_{\text{moy}} = 617 \text{ mm}$$

On peut donc en conclure que, pour l'année 1962, la valeur de la pluviométrie moyenne sur le bassin de SEBIKOTANE est :

$$P_{\text{moy}} = 620 \text{ mm environ pour 50 jours de pluie}$$

Ainsi, si le nombre des averses est supérieur à la moyenne (43), la pluviométrie totale est très proche de la pluviométrie moyenne interannuelle (642 mm).

### III.6.2 - Pluie moyenne sur les différents bassins versants :

Par la méthode de THIESSEN, on obtient :

- sur le grand bassin versant du PANE TIOR limité par la station L<sub>4</sub> (93,2 km<sup>2</sup>) :

$$P_{\text{moy}} = 616 \text{ mm}$$

- sur le bassin amont du PANE TIOR limité par la station L<sub>3</sub> (81 km<sup>2</sup>)

$$P_{\text{moy}} = 630 \text{ mm}$$

- sur le bassin situé encore plus en aval et limité par la station L<sub>2</sub> (43 km<sup>2</sup>)

$$P_{\text{moy}} = 613 \text{ mm}$$

Par rapport à la pluviométrie sur les 147 km<sup>2</sup> du grand bassin (620 mm), on ne note pas d'écarts importants, ce qui indique une pluviométrie assez homogène.

III.6.3 - Répartition mensuelle :

Le tracé des isohyètes mensuelles nous donne les résultats suivants :

En valeur absolue :

P Juin	(graph. 10)	:	16,8 mm
P Juillet	( " 11)	:	52,0 "
P Août	( " 12)	:	420,0 "
P Sept.	( " 13)	:	65,5 "
P Oct.	( " 14)	:	63 "

En pourcentage par rapport à la pluviométrie de l'année :

P Juin	:	2,8 %
P Juillet	:	8,4 %
P Août	:	68,0 %
P Septembre	:	10,6 %
P Octobre	:	10,2 %

On s'aperçoit qu'en comparaison avec le schéma général établi au paragraphe 4, l'ordre des mois les plus pluvieux est légèrement différent puisque nous avons, dans l'ordre décroissant : Août - Septembre - Octobre - Juillet, au lieu de : Août - Septembre - Juillet - Octobre. D'autre part, la pluviosité d'Août est beaucoup trop élevée : 68,0 % au lieu de 40,0 %, 420 mm au lieu de 260 mm.

Cet excédent a été favorable à un ruissellement important; toutefois, il a servi en partie à compenser le déficit du mois précédent.

III.6.4 - Pluies exceptionnelles pendant trois jours consécutifs:

Les 25, 26 et 27 Août 1962, on relève :

Pluviomètre	Valeur des averses	Total en mm
G <sub>2</sub>	78,0 + 74,5 + 62,5	215,0
G <sub>3</sub>	88,5 + 67,0 + 60,5	216,0
P <sub>2</sub>	96,8 + 77,4 + 71,4	245,6
P <sub>5</sub>	148,6 + 69,5 + 69,0	287,1
P <sub>6</sub>	76,0 + 104,0 + 73,0	253,0

Ainsi, certaines valeurs sont supérieures ou égales aux plus fortes mesures enregistrées sur les 220 stations-années de la région. On peut donc pressentir que la crue enregistrée à la station n° 3 (Bassin du PANE TIOR, particulièrement intéressé par cette pluviosité) sera une des crues complexes maximales.

III.6.5 - Pluies journalières les plus fortes :

Les plus fortes précipitations ponctuelles enregistrées en 1962 sont :

- 148,6 mm le 25 Août à P<sub>5</sub>
- 104,0 mm le 26 Août à P<sub>6</sub>
- 98,3 mm le 23 Août à P<sub>5</sub>
- 96,8 mm le 25 Août à P<sub>2</sub>
- 92,0 mm le 26 Août à P<sub>3</sub>

On voit que la hauteur d'eau, relevée au pluviomètre n° 5 le 25 Août, est supérieure à la valeur de la pluie décennale. Les autres valeurs sont supérieures à la pluie annuelle. Il est remarquable de constater que ces précipitations s'étalent sur une période très courte : 4 jours.

Leur conséquence sur la pluviométrie annuelle est à peu près nulle puisque nous arrivons, pour 1962, à une valeur très proche de la valeur moyenne interannuelle. Par contre, elles sont la cause de l'excès de pluviosité du mois d'Août.

Quant aux conséquences sur l'écoulement, nous rejoignons ici le chapitre précédent traitant des pluviométries exceptionnelles pendant trois jours consécutifs.

### III.6.6 - Coefficient d'abattement :

Le coefficient d'abattement est exprimé par le rapport  $\frac{P_{\text{moy}}}{P_{\text{max}}}$ . Ce coefficient, dans le tableau qui suit, est calculé pour 6 averses différentes, sur la totalité des bassins, et sur les 3 bassins intérieurs.

Cette valeur est intéressante à connaître pour avoir une idée, à partir de la pluie maximale ponctuelle, de la pluie moyenne sur le bassin. Nous ne donnerons pas une valeur absolue de ce coefficient, l'abattement étant très différent suivant le "centrage" de l'averse sur le bassin. Il est préférable de donner deux valeurs limites probables.

Pour les fortes averses des 25/8 et 26/8, dont les maximums ponctuels sont supérieurs à 95 mm, le coefficient d'abattement admet les valeurs suivantes :

- pour les bassins de 147 km<sup>2</sup> et 93,2 km<sup>2</sup> : K compris entre 0,75 et 0,55
- pour les bassins de 81 km<sup>2</sup> et 43 km<sup>2</sup> : K compris entre 0,80 et 0,60

On s'aperçoit que pour les deux derniers bassins, l'abattement est légèrement supérieur, ce qui est normal, ces bassins étant moins étendus et la pluie devant y être théoriquement plus homogène (mais les résultats sont aussi fonction de la densité du réseau des pluviomètres).

Notons encore que ces coefficients d'abattement sont valables pour des "tornades", les "pluies de mousson" étant plus homogènes et ayant des coefficients d'abattement plus élevés.

TABLEAU VI

Coefficients d'abattement des principales averses de 1962

Date	Totalité des bassins 147 km <sup>2</sup>			Bassin de 93,2 km <sup>2</sup>			Bassin de 81 km <sup>2</sup>			Bassin de 43 km <sup>2</sup>		
	P max.	P moy.	Coef. abat.	P max.	P moy.	Coef. abat.	P max.	P moy.	Coef. abat.	P max.	P moy.	Coef. abat.
22/8	33,0	16,1	0,49	21,0	11,0	0,52	21,0	9,2	0,44	21,0	7,5	0,36
23/8	81,5	45,8	0,56	81,5	55,5	0,68	81,5	52,5	0,64	81,5	53,1	0,65
24/8	28,5	8,5	0,30	12,4	7,1	0,57	11,6	6,0	0,52	8,0	4,3	0,54
25/8	96,8	71,8	0,74	96,8	70,1	0,72	96,8	76,3	0,79	88,5	65,8	0,74
26/8	(104,0)	59,9	0,58	(104,0)	60,5	0,58	(104,0)	54,4	0,62	(104,0)	63,5	0,61
27/8	73,0	56,4	0,77	73,0	59,3	0,81	73,0	58,0	0,79	73,0	54,9	0,75

En dernier lieu, signalons que les valeurs de la pluie moyenne sont calculées selon la méthode de THIESSEN. Dans le chapitre suivant, les valeurs du coefficient d'abattement, pour les averses des 25, 26 et 27 Août, sont supérieures à celles-ci du fait d'une pluviométrie moyenne plus élevée, calculées par la méthode des isohyètes.

CHAPITRE IV

AVERSES et CRUES OBSERVEES

La pluviométrie, pendant l'hivernage 1962, a été marquée par une forte concentration dans le temps : 40 % des précipitations sont tombées dans la troisième décade du mois d'Août. Ces précipitations ont évidemment engendré les principales crues.

Jusqu'au 20 Août, les principaux orages viennent du Sud et restent limités dans l'espace. Aucun d'entre eux ne couvre la totalité du bassin. Les coefficients d'abattement, rapport de la pluie moyenne sur le bassin au maximum enregistré en un point, restent faibles : de l'ordre de 0,4 à 0,6. Certains orages sont très violents mais restent brefs : 1 heure en moyenne.

Les précipitations de la 3ème décade d'Août par contre, venues de l'Est, couvrent un front de plusieurs dizaines de kilomètres. Les pluies sont tombées pratiquement sans discontinuer pendant trois jours, avec 4 à 5 pointes violentes dans la journée, en alternance avec des averses de moindre importance.

La répartition des pluies enregistrées au pluviographe G<sub>3</sub>, situé près de SEBIKOTANE, au centre du bassin, est la suivante :

Pluies	Jun	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.
0 à 10 mm:		7	11	9	5	32
10 à 20 mm:		1	4	1	2	8
20 à 40 mm:	1		3	1		5
40 à 60 mm:			1			1
60 à 80 mm:			2			2
80 à 100 mm:			2			2
Total	1	8	23	11	7	50

Sur cinquante averses, 17 ont donné lieu à un écoulement à la station n° 2 et 8 seulement à la station n° 4. Ce sont en général les plus importantes, sauf pour quelques crues réduites observées pendant un tarissement et correspondant à de faibles averses survenues alors que le bassin présentait des conditions de saturation très favorables.

La première crue observée est celle du 29 Juillet qui n'a affecté que la partie supérieure du bassin. Cette crue représente plutôt un écoulement très local, après une averse de 11,4 mm. Il en est de même de la crue n° 2 qui, elle, ne couvre que la partie basse du bassin à la suite des fortes précipitations du 4 Août sur le massif de N'DIASS.

Ces premières précipitations, survenues après un mois de Juillet fortement déficitaire, ont entraîné une saturation du bassin, favorable aux écoulements.

Les principales précipitations observées entre le 4 Août et le 3 Septembre (dernière crue) sont les suivantes :

L'averse du 11 Août, avec une pluie moyenne de 33,2 mm présente une forte dispersion :

Maximum : 58,4 mm à P<sub>7</sub>

K : 0,57

Elle affecte les zones bordières du bassin. C'est une averse double sans pluie préliminaire avec une traîne très réduite. La première pointe à 14 heures atteint, à G<sub>3</sub>, 56,3 mm/h et dure 8 minutes. La seconde pointe, une heure plus tard, atteint 37,4 mm/h pendant 8 minutes.

Cette averse a donné lieu à une crue généralisée sur le bassin, forte en amont, réduite en aval (crue n° 6).

L'averse du 15 Août (crue n° 8) est tombée essentiellement sur le nord du bassin. Avec un impact maximum de 61,5 mm à P<sub>7</sub>, elle correspond à une hauteur moyenne de 24,2 mm et un coefficient K égal à 0,39, donc extrêmement faible. Elle présente deux pointes à peu près équivalentes à 2 heures d'intervalle. Comme précédemment, la crue n° 8, forte pour les parties supérieures du bassin, s'atténue considérablement vers l'aval. Le débit de pointe à la station 4 atteint à peine 1 m<sup>3</sup>/s.

Les précipitations du 22 au 27 Août ont donné lieu aux plus fortes crues enregistrées aux différentes stations pendant l'hivernage.

L'averse du 23 Août (Crue n° 12) a un coefficient de réduction de 0,70 pour une pluie moyenne de 57,6 mm et un maximum de 81,5 mm. Après une pluie préliminaire de 8 mm survient, 2 heures après, le corps de l'averse qui possède deux pointes importantes à une heure d'intervalle. La traîne dure plusieurs heures.

Cette averse a donné une crue assez importante atteignant un débit maximal de 6,05 m<sup>3</sup>/s au Bassin Versant n° 4 (PANE TIOR).

Les précipitations des 25, 26 et 27 Août sont très comparables. Elles durent toute la journée et présentent plusieurs pointes espacées de plusieurs heures.

Leurs caractéristiques sont les suivantes :

Précipitation du 25 Août	:	P <sub>m</sub> = 79 mm	P <sub>M</sub> = 96,8	K = 0,82
" du 26 "	:	P <sub>m</sub> = 65 mm	P <sub>M</sub> = 104,0	K = 0,63
" du 27 "	:	P <sub>m</sub> = 67 mm	P <sub>M</sub> = 73	K = 0,91

Les averses du 26 Août sont responsables de la plus forte crue observée avec un débit de pointe de 41,3 m<sup>3</sup>/s sur le bassin n° 4. Ces averses donnent lieu à une hauteur de précipitation moyenne de 65 mm avec un impact maximum de 104,0 mm et un abattement de 0,63.

La première d'entre elles a lieu de 8 à 9 heures du matin. Elle débute par une courte pluie préliminaire et le corps de l'averse dure environ une demi-heure. Elle affecte surtout le Nord du bassin (35,5 mm à G<sub>2</sub> contre 4 mm à G<sub>6</sub>).

La seconde à midi est moins importante mais très homogène. L'impact maximal est à G<sub>3</sub> (15,5 mm).

La troisième débute à 14 heures et se termine à 15 heures suivie d'une courte traîne. Elle est très groupée : la pointe la plus violente débute à 14 h.30 environ et atteint les intensités suivantes :

54,5 mm/h	à	G <sub>I</sub>	pendant	22 minutes
68,2	"	G <sub>2</sub>	"	11 minutes
73	"	G <sub>3</sub>	"	23 minutes
70,6	"	G <sub>6</sub>	"	17 minutes

Ces trois averses se présentent dans des conditions presque idéales pour le ruissellement. D'une part, elles tombent sur un bassin saturé par les fortes précipitations du 25 et, d'autre part, leur répartition dans l'espace et dans le temps permet une convergence très favorable des volumes d'eaux ruisselés. La crue correspondante atteindra un débit de pointe extrêmement élevé par rapport au volume total ruisselé (voir chapitres suivants).

Les crues observées à la station 4 ayant atteint un débit de pointe supérieur à  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , sont au nombre de 6. A part celle du 26 Août, les plus importantes sont celles des 25 et 27 Août dont les débits maximaux sont respectivement de 18, 16 et  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ . L'échantillonnage est donc réduit mais varié. D'autre part, les écoulements ont été plus abondants aux stations 2 et 3 et permettront de mieux suivre les caractéristiques des ruissellements.

On trouvera, en annexe, pour les principales averses les cartes des isohyètes et les hyétogrammes originaux (graphiques n° 19 à 24).

## CHAPITRE V

### ANALYSE de l'ÉCOULEMENT sur les DIFFERENTS BASSINS VERSANTS

Nous avons dit précédemment que des incidents avaient gêné l'enregistrement normal des crues à la station n° 5, exutoire du bassin de 54 km<sup>2</sup>, situé au Sud. D'autre part, les observations faites sur le terrain indiquent que ce bassin est beaucoup moins favorable à l'écoulement que celui de PANETIOR. En conséquence, c'est ce dernier et les trois bassins intérieurs qui y ont été aménagés qui feront l'objet de cette étude.

#### V.1. - Mesure des débits :

L'étalement des 4 stations installées sur le bassin versant de PANETIOR a présenté certaines difficultés en raison du nombre restreint des crues. Nous avons pensé, pour une première série de jaugeages régulièrement répartis, obtenir une allure générale de la courbe de tarage. C'est ce qui a été réalisé pendant le mois d'Août. Normalement, une deuxième série devait être entreprise en Septembre afin de préciser certains points. Ceci n'a pu être fait, faute de crues.

#### V.1.1. - Station n° 1 :

Six jaugeages complets ont été réalisés. Les résultats sont les suivants :

H en mètres	Q en m <sup>3</sup> /s
0,42	0,00
0,59	0,06
0,77	0,18
0,91	0,67
1,00	1,09
1,12	1,95
1,22	4,15

La hauteur maximale enregistrée à la station est de 1,30 m. Le débit correspondant a été estimé par extrapolation sur les courbes U(H) et S(H). Ainsi, pour une hauteur à l'échelle de 1,30 m :

$$S = 4,30 \text{ m}^2$$

$$U = 1,50 \text{ m/s}$$

$$\text{Le débit est donc } Q = SU = 6,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ces jaugeages ont permis de tracer la courbe d'étalonnage (graphique n° 15) dont la précision est satisfaisante. Voir le barème d'étalonnage au tableau n° VII.

#### V.1.2. - Station n° 2 :

On n'a enregistré aucun débit jusqu'à 0,32 m (formation d'une mare). Puis, jusqu'à 1,25 m, sept jaugeages ont été effectués dont 6 jaugeages complets et 1 jaugeage superficiel.

DIAM NIADÉ - STATION 1 -  
COURBE D'ÉTALONNAGE

Gr. 15

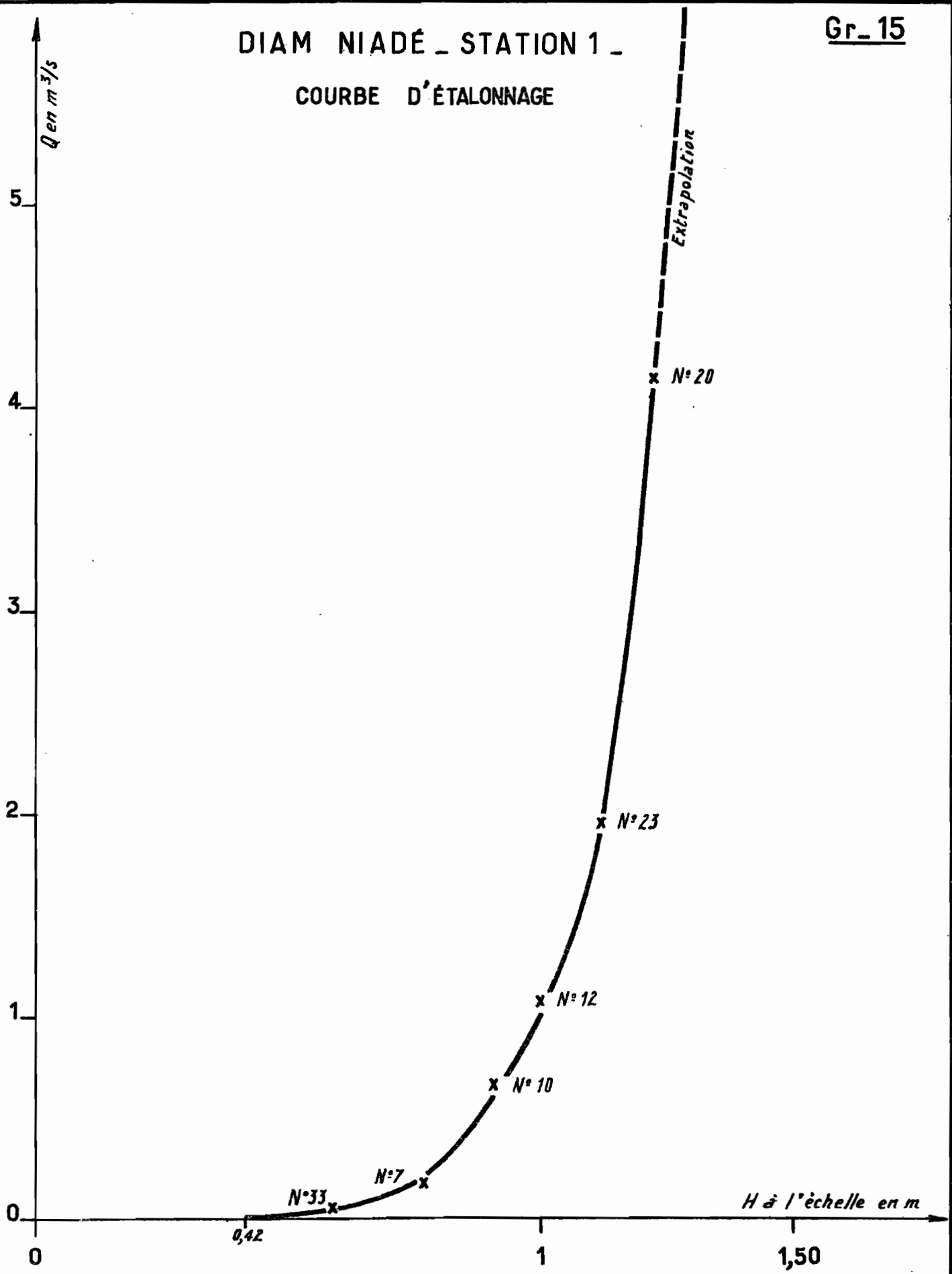


TABLEAU N° VII  
BAREME des DEBITS

Station n° 1 - DIAM NIADÉ

Campagne 1962

H en m :	Q :	H en m :	Q :	H en m :	Q :
de 0,0 à					
0,42	01/s	1	1241/s	1	1,125 m <sup>3</sup> /s
		2	135	2	1,18
0,43	3	3	148	3	1,235
4	6	4	160	4	1,295
0,45	9	0,75	173	1,05	1,36
6	12	6	190	6	1,425
7	16	7	208	7	1,49
8	19	8	226	8	1,56
9	22	9	246	9	1,64
0,50	26	0,80	266	1,10	1,74
1	29	1	290	1	1,85
2	32	2	315	2	1,975
3	35	3	340	3	2,10
4	38	4	370	4	2,25
0,55	42	0,85	400	1,15	2,43
6	46	6	435	6	2,58
7	50	7	470	7	2,78
8	54	8	505	8	3,00
9	58	9	545	9	3,27
0,60	62	0,90	590	1,20	3,52
1	66	1	635	1	3,79
2	69	2	680	2	4,07
3	73	3	730	3	4,355
4	77	4	780	4	4,64
0,65	82	0,95	830	1,25	4,93
6	88	6	875	6	5,22
7	94	7	920	7	5,51
8	100	8	970	8	5,80
9	107	9	1,02 m <sup>3</sup> /s	9	6,10
0,70	115	1,00	1,07	1,30	6,40

H en mètres	Q en m <sup>3</sup> /s
0,32	0,000
0,54 à 0,52	0,082
0,64 à 0,62	0,140
0,70	0,230
0,95	1,040
1,06 à 1,04	3,980
1,19 à 1,17	6,0
1,25 (Jaug.Sup.)	15

Ces jaugeages présentent une assez forte dispersion et le tarage est peu précis. Le nombre restreint des mesures, lié au nombre réduit de crues importantes, ne permet pas de mettre en évidence une anomalie quelconque. Il est certain néanmoins que la convergence de deux marigots (marigot de DENI YOUSSEUF et marigot principal), juste à l'amont du pont, ainsi que la présence de deux caissons latéraux, en béton, sous le pont, introduisent certaines perturbations dans l'écoulement. Une seconde campagne de mesures serait nécessaire pour préciser la courbe de tarage entre 0,75 m et 1,50 m. Celle-ci (graphique n° 16), en raison de la dispersion, ne représente qu'un tracé moyen et le barème d'étalonnage (tableau n°VIII) n'est qu'une estimation.

### V.1.3 - Station n° 3 -

Elle a été installée au franchissement de la route DAKAR-KAOLACK. Le pont a une ouverture de 5,90 mètres et le tablier est à 3 mètres au-dessus du sol.

Jusqu'à 0,16 m à l'échelle, un léger seuil en aval entraîne la formation d'une mare. Pour les crues dépassant 1,65 m à l'échelle, l'écoulement se fait aussi par un petit ponceau (situé à 200 m environ du pont principal en direction de KAOLACK), d'une ouverture de 3 mètres, et par deux buses de 0,68 m de diamètre situées à côté de ce ponceau.

KIPE KIPE - STATION 2 -

COURBE D'ÉTALONNAGE

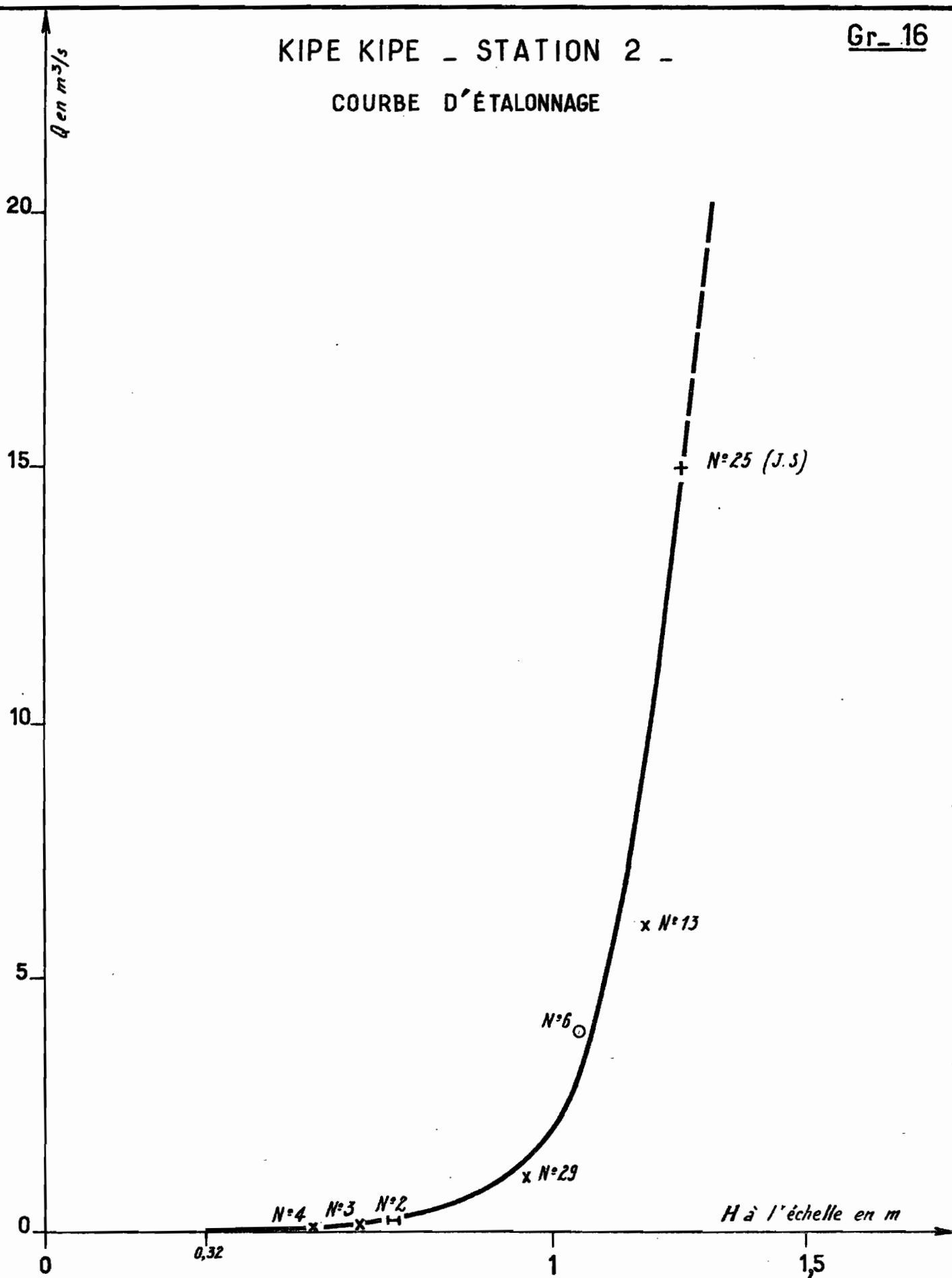


TABLEAU VIII  
BAREME des DEBITS

Station n° 2 - KIPE-KIPE

Campagne 1962

H en m	Q	H en m	Q	H en m	Q
de 0 à 0,32:	0 l/s				
0,33	3	8	212 l/s	3	2,32 m <sup>3</sup> /s
4	6	9	228	4	2,50
0,35	10	0,70	246	1,05	2,71
6	14	1	265	6	2,96
7	18	2	285	7	3,25
8	22	3	306	8	3,60
9	26	4	328	9	4,01
0,40	30	0,75	350	1,10	4,50
1	34	6	375	1	5,02
2	38	7	402	2	5,55
3	42	8	430	3	6,12
4	46	9	460	4	6,71
0,45	50	0,80	490	1,15	7,33
6	54	1	522	6	7,97
7	58	2	557	7	8,63
8	62	3	595	8	9,31
9	67	4	638	9	10,00
0,50	72	0,85	682	1,20	10,70
1	77	6	728	1	11,41
2	82	7	774	2	12,13
3	87	8	824	3	12,87
4	93	9	882	4	13,63
0,55	99	0,90	944	1,25	14,41
6	105	1	1,008 m <sup>3</sup> /s	6	15,21
7	111	2	1,070	7	16,03
8	117	3	1,136	8	16,90
9	123	4	1,21	9	17,83
0,60	130	0,95	1,294	1,30	18,80
1	137	6	1,39		
2	145	7	1,498		
3	153	8	1,614		
4	161	9	1,736		
0,65	170	1,00	1,866		
6	182	1	2,008		
7	196	2	2,16		

Le débit des buses a été estimé à partir de la formule suivante :

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

avec  $\mu$  coefficient de débit (choisi et égal à 0,76)

S aire de l'orifice

h différence de cote des surfaces libres de part et d'autre de la buse.

Ainsi, lors de la crue du 26 Août, la charge, mesurée avec un niveau WILD N 1 et une mire, était de 0,06 mètre . Le débit correspondant était donc de :

$$(0,76 \times 0,36 \times \sqrt{2 \times 10 \times 0,06})^3 = 1,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

Les jaugeages effectués ont été les suivants :

- 6 jaugeages complets :

H en mètres	Q en m <sup>3</sup> /s
0,40	0,118
0,70	0,448
1,08 à 1,10	1,175
1,29 à 1,31	2,19
1,98	8,7
2,30	18

- 3 jaugeages continus ;

H en mètres	Q en m <sup>3</sup> /s
1,40	2,60
1,50	3,16
1,60	4,00
1,70	4,96
1,80	6,10

- 1 jaugeage superficiel réalisé à 2,60 m à l'échelle et qui a donné un débit de 36 m<sup>3</sup>/s environ.

Les vitesses moyennes superficielles sont de 1,66 m/s au grand pont et 2,01 m/s au petit pont, le rapport  $\frac{U}{V_{ms}}$  est estimé égal à 1.

Ces dix jaugeages permettent de tracer une courbe d'étalonnage satisfaisante (voir le graphique 17 et le barème au tableau n° IX).

#### V.1.4 - Station n° 4 -

Cette station a été installée sur une partie du marigot où le lit est bien marqué et où les crues ne s'étalent que sur une trentaine de mètres de largeur.

Les mesures de débit ont été les suivantes :

DAMBOUSSANE - STATION 3 -

COURBE D'ÉTALONNAGE

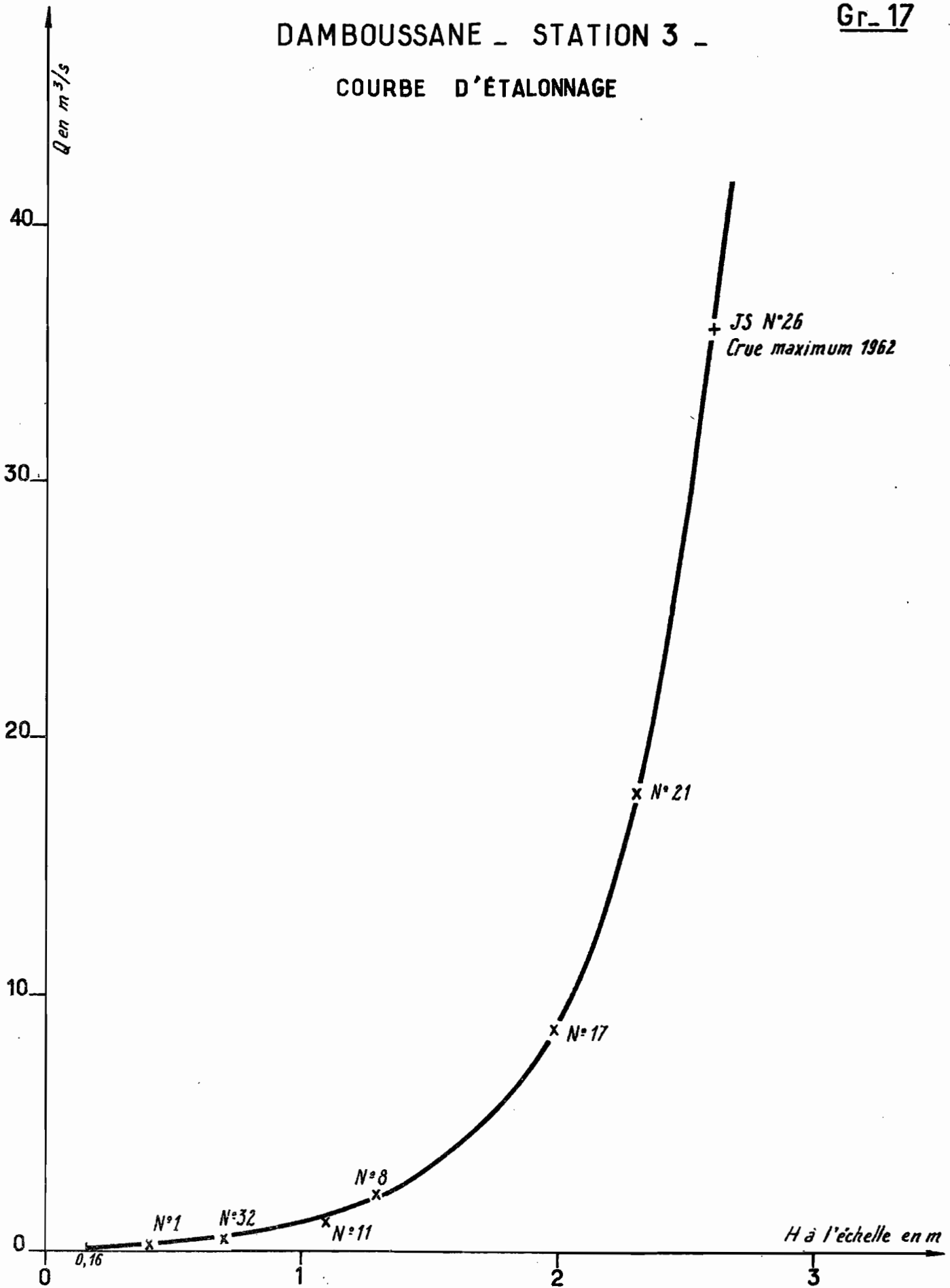


TABLEAU IX  
BAREME des DEBITS

Station n° 3

Campagne 1962

H en m :	Q	H en m :	Q	H en m :	Q	H en m :	Q
de 0,0 :							
à 0,16 :	0 1/s :	0,51 :	232 1/s :	0,86 :	720 1/s :	1,21 :	1,688m <sup>3</sup> /s :
0,17 :	2 :	2 :	243 :	7 :	740 :	2 :	1,729 :
8 :	4 :	3 :	254 :	8 :	760 :	3 :	1,770 :
9 :	6,5 :	4 :	265 :	9 :	780 :	4 :	1,812 :
0,20 :	9 :	0,55 :	276 :	0,90 :	801 :	1,25 :	1,855 :
1 :	12 :	6 :	287 :	1 :	822 :	6 :	1,900 :
2 :	15 :	7 :	298 :	2 :	843 :	7 :	1,950 :
3 :	18 :	8 :	309 :	3 :	865 :	8 :	2,000 :
4 :	21 :	9 :	320 :	4 :	887 :	9 :	2,050 :
0,25 :	25 :	0,60 :	331 :	0,95 :	909 :	1,30 :	2,100 :
6 :	29 :	1 :	343 :	6 :	931 :	1 :	2,150 :
7 :	33 :	2 :	355 :	7 :	954 :	2 :	2,200 :
8 :	37 :	3 :	367 :	8 :	977 :	3 :	2,250 :
9 :	42 :	4 :	379 :	9 :	1,001m <sup>3</sup> /s :	4 :	2,300 :
0,30 :	47 :	0,65 :	391 :	1,00 :	1,025 :	1,35 :	2,350 :
1 :	53 :	6 :	403 :	1 :	1,049 :	6 :	2,400 :
2 :	59 :	7 :	415 :	2 :	1,074 :	7 :	2,450 :
3 :	65 :	8 :	427 :	3 :	1,099 :	8 :	2,500 :
4 :	72 :	9 :	440 :	4 :	1,125 :	9 :	2,560 :
0,35 :	79 :	0,70 :	453 :	1,05 :	1,151 :	1,40 :	2,620 :
6 :	86 :	1 :	466 :	6 :	1,178 :	1 :	2,680 :
7 :	94 :	2 :	479 :	7 :	1,205 :	2 :	2,740 :
8 :	102,5 :	3 :	493 :	8 :	1,233 :	3 :	2,800 :
9 :	111 :	4 :	507 :	9 :	1,262 :	4 :	2,860 :
0,40 :	120 :	0,75 :	522 :	1,10 :	1,292 :	1,45 :	2,920 :
1 :	129 :	6 :	538 :	1 :	1,323 :	6 :	2,980 :
2 :	138 :	7 :	555 :	2 :	1,355 :	7 :	3,050 :
3 :	148 :	8 :	572 :	3 :	1,388 :	8 :	3,120 :
4 :	158 :	9 :	589 :	4 :	1,422 :	9 :	3,190 :
0,45 :	168 :	0,80 :	607 :	1,15 :	1,457 :	1,50 :	3,260 :
6 :	178 :	1 :	625 :	6 :	1,493 :	1 :	3,330 :
7 :	188 :	2 :	643 :	7 :	1,530 :	2 :	3,400 :
8 :	199 :	3 :	661 :	8 :	1,568 :	3 :	3,475 :
9 :	210 :	4 :	680 :	9 :	1,607 :	4 :	3,550 :
0,50 :	221 :	0,85 :	700 :	1,20 :	1,647 :	1,55 :	3,625 :

TABLEAU IX (Suite)

BAREME des DEBITS

H en m	Q	H en m	Q	H en m	Q
1,56	3,700 m <sup>3</sup> /s	1,96	8,260 m <sup>3</sup> /s	2,36	21,420 m <sup>3</sup> /s
7	3,780	7	8,410	7	22,000
8	3,860	8	8,560	8	22,580
9	3,940	9	8,720	9	23,160
1,60	4,020	2,00	8,880	2,40	23,740
1	4,100	1	9,040	1	24,330
2	4,180	2	9,200	2	24,920
3	4,260	3	9,360	3	25,510
4	4,350	4	9,530	4	26,100
1,65	4,440	2,05	9,700	2,45	26,690
6	4,540	6	9,880	6	27,290
7	4,640	7	10,070	7	27,890
8	4,740	8	10,260	8	28,490
9	4,840	9	10,460	9	29,090
1,70	4,950	2,10	10,680	2,50	29,690
1	5,060	1	10,900	1	30,310
2	5,175	2	11,120	2	30,930
3	5,290	3	11,350	3	31,550
4	5,405	4	11,590	4	32,170
1,75	5,520	2,15	11,840	2,55	32,790
6	5,635	6	12,110	6	33,410
7	5,750	7	12,400	7	34,050
8	5,865	8	12,720	8	34,690
9	5,980	9	13,040	9	35,330
1,80	6,100	2,20	13,370	2,60	36,000
1	6,220	1	13,730		
2	6,340	2	14,110		
3	6,460	3	14,520		
4	6,580	4	14,930		
1,85	6,700	2,25	15,360		
6	6,830	6	15,830		
7	6,960	7	16,330		
8	7,090	8	16,850		
9	7,220	9	17,390		
1,90	7,350	2,30	17,940		
1	7,480	1	18,520		
2	7,610	2	19,100		
3	7,740	3	19,680		
4	7,880	4	20,260		
1,95	8,120	2,35	20,840		

TABLEAU X  
BAREME des DEBITS

Station n° 4 - PANE TIOR

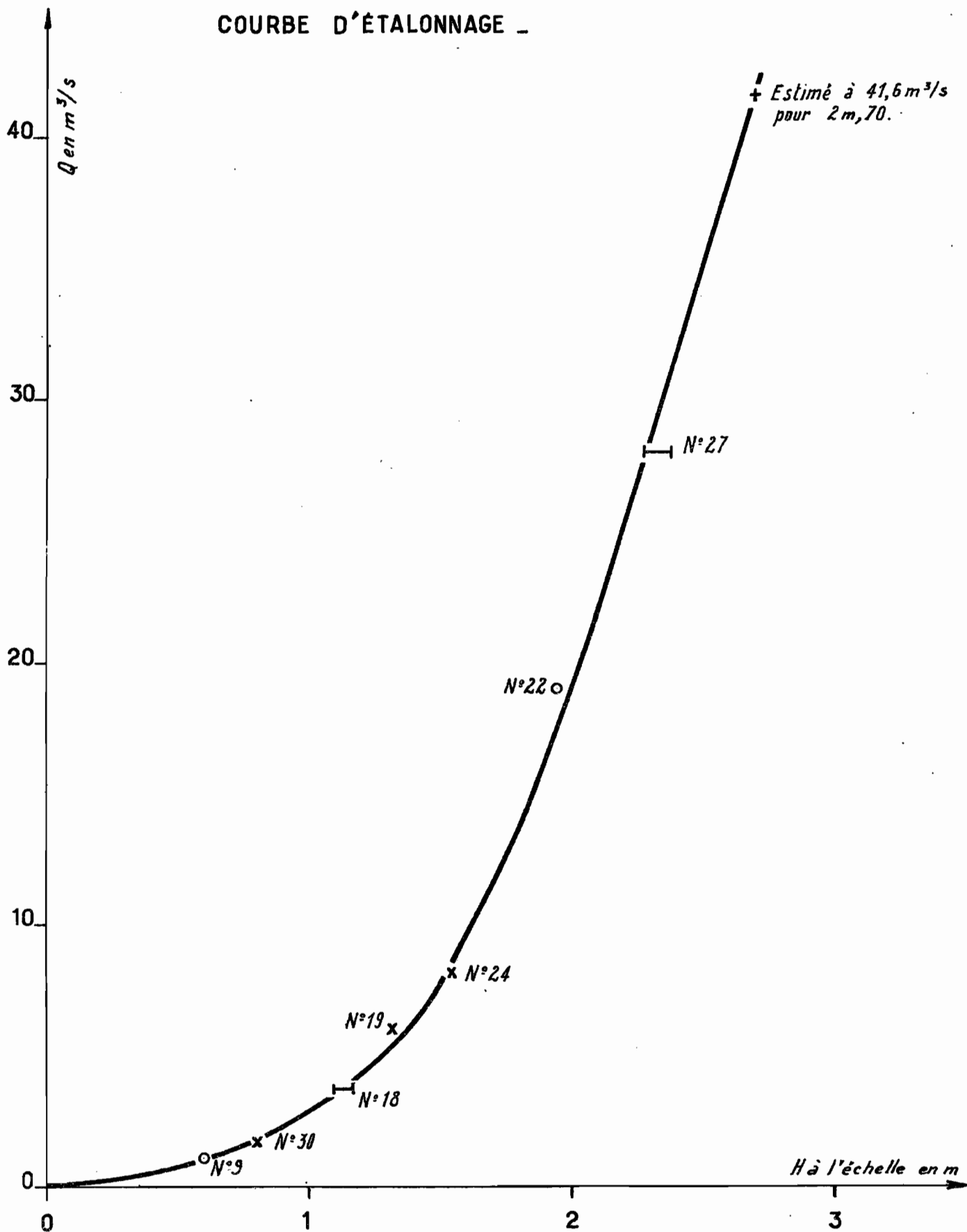
H en m	Q	H en m	Q	H en m	Q
0,00	45 l/s	0,40	478 l/s	0,80	1,730 m <sup>3</sup> /s
1	48	1	500	1	1,770
2	51	2	523	2	1,815
3	54	3	547	3	1,860
4	58	4	572	4	1,910
0,05	62	0,45	598	0,85	1,960
6	66	6	624	6	2,010
7	71	7	650	7	2,060
8	76	8	677	8	2,115
9	81	9	704	9	2,170
0,10	86	0,50	732	0,90	2,225
1	92	1	760	1	2,280
2	98	2	788	2	2,340
3	105	3	816	3	2,400
4	112	4	845	4	2,460
0,15	120	0,55	874	0,95	2,520
6	128	6	904	6	2,585
7	136	7	934	7	2,650
8	144	8	964	8	2,715
9	153	9	994	9	2,780
0,20	162	0,60	1,025 m <sup>3</sup> /s	1,00	2,850
1	172	1	1,056	1	2,920
2	182	2	1,087	2	2,990
3	193	3	1,119	3	3,060
4	205	4	1,152	4	3,130
0,25	218	0,65	1,185	1,05	3,200
6	231	6	1,219	6	3,275
7	245	7	1,254	7	3,350
8	259	8	1,289	8	3,425
9	273	9	1,324	9	3,500
0,30	288	0,70	1,359	1,10	3,575
1	304	1	1,395	1	3,655
2	320	2	1,431	2	3,735
3	337	3	1,468	3	3,815
4	355	4	1,505	4	3,895
0,35	374	0,75	1,542	1,15	3,975
6	394	6	1,579	6	4,065
7	414	7	1,616	7	4,155
8	435	8	1,654	8	4,245
9	456	9	1,692	9	4,335

TABLEAU X (Suite)

BAREME des DEBITS

H en m	Q en m <sup>3</sup> /s	H en m	Q en m <sup>3</sup> /s	H en m	Q en m <sup>3</sup> /s	H en m	Q en m <sup>3</sup> /s
1,20	4,425	1,60	9,530	2,00	19,650	2,40	31,550
1	4,525	1	9,720	1	19,930	1	31,870
2	4,625	2	9,920	2	20,210	2	32,190
3	4,725	3	10,120	3	20,490	3	32,510
4	4,825	4	10,320	4	20,770	4	32,830
1,25	4,925	1,65	10,530	2,05	21,050	2,45	33,150
6	5,025	6	10,740	6	21,340	6	33,470
7	5,125	7	10,960	7	21,630	7	33,790
8	5,225	8	11,180	8	21,920	8	34,110
9	5,330	9	11,400	9	22,210	9	34,430
1,30	5,435	1,70	11,630	2,10	22,500	2,50	34,750
1	5,540	1	11,860	1	22,790	1	35,080
2	5,650	2	12,100	2	23,080	2	35,410
3	5,760	3	12,340	3	23,370	3	35,740
4	5,870	4	12,580	4	23,660	4	36,070
1,35	5,980	1,75	12,830	2,15	23,950	2,55	36,400
6	6,090	6	13,080	6	24,250	6	36,730
7	6,220	7	13,330	7	24,550	7	37,060
8	6,340	8	13,580	8	24,850	8	37,400
9	6,460	9	13,840	9	25,150	9	37,740
1,40	6,580	1,80	14,100	2,20	25,450	2,60	38,080
1	6,700	1	14,360	1	25,750	1	38,420
2	6,820	2	14,630	2	26,050	2	38,760
3	6,940	3	14,900	3	26,350	3	39,100
4	7,065	4	15,170	4	26,650	4	39,440
1,45	7,190	1,85	15,450	2,25	26,950	2,65	39,790
6	7,375	6	15,730	6	27,250	6	40,140
7	7,445	7	16,010	7	27,550	7	40,500
8	7,580	8	16,290	8	27,850	8	40,860
9	7,715	9	16,570	9	28,150	9	41,230
1,50	7,850	1,90	16,850	2,30	28,450	2,70	41,600
1	7,990	1	17,130	1	28,760		
2	8,140	2	17,410	2	29,070		
3	8,300	3	17,690	3	29,380		
4	8,360	4	17,970	4	29,690		
1,55	8,620	1,95	18,250	2,35	30,000		
6	8,790	6	18,530	6	30,310		
7	8,970	7	18,810	7	30,620		
8	9,150	8	19,090	8	30,930		
9	9,340	9	19,370	9	31,240		

COURBE D'ÉTALONNAGE -



H en mètres	Q en m <sup>3</sup> /s
0,59 à 0,61	1,02
0,80	1,70
1,09 à 1,16	3,62
1,30 à 1,32	6,12
1,53 à 1,55	8,2
1,94	19
2,38 à 2,27	28

De la droite obtenue en portant ces mesures sur un diagramme logarithmique, on peut extrapoler la valeur du débit correspondant à une hauteur à l'échelle de 2,70 m (crue du 26 Août) et qui est de 41,6 m<sup>3</sup>/s.

L'ensemble des mesures est assez bien réparti et le tarage obtenu est satisfaisant (graphique n° 18). Le barème des débits est consigné dans le tableau n°X).

Nous avons observé en fin d'hivernage la formation d'un léger seuil à l'aval, dû au dépôt de produits solides. Ce seuil a entraîné une modification de la courbe pour les basses eaux.

## V.2 - Etude des principales crues :

Du 21 Juin, début de l'hivernage, au 28 Juillet, sept averses se sont succédé sans donner lieu à aucun écoulement. Il a fallu attendre l'averse du 29 Juillet à 10 heures pour qu'un très léger écoulement soit observé, écoulement dont seule la station n° 2 a bénéficié. L'averse du 4 Août, centrée sur l'aval de BANE TIOR, donne le premier écoulement notable aux stations n° 3 et 4. C'est le 11 Août que nous trouvons le premier écoulement généralisé aux quatre stations. Cette situation

ne se produit que lors de la crue n° 12 (23 et 24 Août) et surtout durant la période du 25 au 29 Août où se succèdent les crues n° 13, 14 et 15. Ces crues, consécutives à des averses intenses, séparées par des intervalles de temps très courts, donnent lieu à des hydrogrammes complexes correspondant à un fort volume écoulé.

Nous allons étudier successivement les principales crues observées sur chacun des bassins versants.

Pour chaque crue, nous calculerons les caractéristiques suivantes :

- $t_a$  : intervalle de temps séparant l'averse de la pluie précédente (souligné une fois si celle-ci est supérieure à 10 mm, deux fois si elle est supérieure à 20 mm).
- $P_m$  : pluie maximale ponctuelle sur le bassin.
- $P$  : pluie moyenne.
- $K$  : coefficient d'abattement de la pluie.
- $P_u$  : valeur de la pluie utile, ou partie de la pluie pouvant raisonnablement entraîner le ruissellement.
- $t_u$  : durée de la pluie utile.
- $t_m$  : temps de montée de l'hydrogramme (ou "rise")
- $t_p$  : temps de réponse du bassin (ou "lag"), ou intervalle de temps séparant le centre de gravité de l'averse et la pointe de l'hydrogramme.
- $t_b$  : temps de base, ou durée totale du ruissellement.
- $Q_o$  : débit préliminaire.
- $Q_M$  : débit maximal de la crue.
- $V_R$  : volume d'eau ruisselé
- $K_R$  : coefficient de ruissellement.
- $\frac{Q_M \times 10 \text{ mm}}{H_R}$  : débit maximal rapporté à une lame d'eau écoulée de 10 mm.

V.2.1 - Bassin Versant n° 1 -

Ce bassin versant est, rappelons-le, très petit : 2,625 km<sup>2</sup> et sa pente moyenne est élevée : 8 %. Il est entièrement constitué de sols argileux noirs très favorables au ruissellement.

La première crue a lieu le 7 Août, pour une hauteur de précipitation moyenne de 10 mm et 19 heures après une averse de 35 mm. Encore la crue est-elle extrêmement réduite puisque le débit maximal est de 18 l/s. La première crue importante a lieu le 11 Août (crue n° 6), avec un débit maximal de 635 l/s pour une pluie moyenne de 24,5 mm. Sept autres crues dépasseront ce chiffre. Les crues n° 13 et 14 présentent des hydrogrammes complexes, chaque pointe correspondant à une averse différente, très rapprochée de la précédente. Nous avons réussi à les dissocier et à en séparer les différents écoulements.

Les caractéristiques des principales crues sont rassemblées dans le tableau n° XI.

Parmi celles-ci, certaines peuvent être considérées comme intenses (c'est-à-dire que, théoriquement, une pluie plus courte ne devrait pas donner un hydrogramme plus court). La pluie unitaire correspondante doit avoir une durée au moins deux fois inférieure à celle du temps de montée.

Les crues considérées comme unitaires sont les crues n° 6, 11, 13<sub>c</sub>, 14<sub>a</sub> et la crue 14<sub>c</sub> qui est presque unitaire. De l'examen de leurs caractéristiques, on peut déduire celles de l'hydrogramme unitaire du bassin.:

- temps de montée ("rise") : 1 h.20 environ
- temps de réponse ("lag") : 40 minutes environ
- temps de base : 9 heures environ
- débit maximal (m<sup>3</sup>/s) pour un lame d'eau H (mm) :  $Q_M = 0,42.H$

TABLEAU n° XI

Bassin Versant n° 1 (2,625 km<sup>2</sup>)

Valeurs caractéristiques des crues en 1962

N° Crue	Date	t <sub>a</sub> j eth	G <sub>1</sub> (1)	P	P <sub>u</sub>	t <sub>u</sub>	t <sub>m</sub>	t <sub>p</sub>	t <sub>b</sub>	Q <sub>o</sub> m <sup>3</sup> /s	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s	V <sub>r</sub> m <sup>3</sup>	K <sub>r</sub> %	Q <sub>M</sub> x 10 <sup>3</sup> H <sub>r</sub>	Obs.
6	11/8	<u>1 j</u>	27,6	24,5	20,8	21'	1h.10	1h.10	7h.30	0	0,635	2 500	4,0		U
11	22/8	4 j	11,6	15,0	13,9	14'	50'	40'	12 h	0	0,058	950	2,4		U
12	23/8	<u>1 j</u>	42,0	55,0	44,3	95'	2h.	1h.	9 h	0	5,80	27 300	18,5	5,55	C
13a	25/8	<u>2 j</u>	24,6	38,5	35,5	78'	2h.	40'	(9 h)	0	5,84	37 000	32,5	4,15	C
13c	25/8	<u>8 h.</u>	24,0	24,0	22,0	154'	(1h.20)	40'	9 h	0,6	4,94	30 500	48	4,25	pU
14a	26/8	<u>12 h.</u>	16,4	14,6	12,8	19'	1h.30	40'	(9 h)	0,06	1,86	9 400	23,5	4,20	U
14c	26/8	<u>8 h.</u>	29,0	34,0	30,8	37'	(1 h)	25'	9 h	0,74	6,40	38 500	43,2	4,35	PU

Les valeurs entre parenthèses sont des estimations

- U = unitaire
- pU = presque unitaire
- C = complexe

(1) G<sub>1</sub> : hauteur de précipitations à l'unique pluviomètre situé sur le bassin.

La colonne K a été supprimée, il n'y a pas d'éléments suffisants pour calculer ce coefficient.

On remarque que le temps de réponse est plus court que le temps de montée. Ce fait est dû aux pluies préliminaires qui précèdent le gros de l'averse. Ces pluies préliminaires de quelques millimètres/heure d'intensité, tombant sur un bassin imperméable, suffisent à provoquer le début de la montée de l'hydrogramme. Il en résulte d'ailleurs une dispersion notable des valeurs du temps de montée. Quant aux temps de réponse, ils ne sont pas très nettement définis pour un tout petit bassin versant, car les pluies strictement unitaires s'y observent rarement. Les temps de base ont été déterminés en bloquant l'écoulement hypodermique avec le ruissellement superficiel, car il aurait été illusoire de chercher à séparer ces deux modes d'écoulement.

On trouvera sur la figure 25 les hydrogrammes des crues 13, 14 et 15 qui ont été les plus fortes. Elles sont complexes et comportent plusieurs pointes. Pour la détermination de la crue exceptionnelle, on devra tenir compte de cette éventualité et admettre des coefficients de ruissellement élevés (50 à 60 %) pour une averse de 50 mm, par exemple, survenant quelques heures après une ou deux précipitations importantes.

#### V.2.2 - Bassin versant n° 2 -

Ce bassin présente une assez nette opposition entre l'amont et l'aval. En aval, les terrains argileux favorisent le ruissellement qui est important et rapide. Au contraire, la partie amont du bassin intervient très peu dans le ruissellement, sauf pour atténuer le tarissement des crues ; elle contribue à augmenter un peu le volume des fortes crues, mais non leur débit maximal.

La crue n° 3 présente une double pointe. La première correspond sans doute au ruissellement des zones situées immédiatement à l'amont de la station et drainées par le marigot de DENI-YOUSSOUF. La seconde est amenée par le marigot de PANE TIOR, mais ne vient probablement pas de l'extrémité amont du bassin.

Parmi les autres crues enregistrées, la crue n° 4 est due à une pluie unitaire mais très localisée ; le ruissellement n'a probablement pas été uniforme.

Les crues n° 6 et 12 ne sont pas unitaires.

La crue n° 8, double, est provoquée par une averse ayant deux maximums.

La crue n° 11 serait peut-être unitaire, mais elle n'a pas ruisselé sur l'extrémité aval du bassin.

La crue n° 13<sub>a</sub> n'est certainement pas unitaire.

La crue n° 13<sub>c</sub> est unitaire et a ruisselé sur toute la moitié aval du bassin ; il est assez facile de reconstituer le début de l'hydrogramme caché par la crue 13<sub>b</sub>.

La crue 14<sub>b</sub> serait unitaire, mais il n'est pas possible d'isoler son hydrogramme des crues 14<sub>a</sub> et 14<sub>c</sub>. Elle paraît, en outre, avoir résulté d'un ruissellement surtout intense sur l'extrémité aval du bassin. La crue 14<sub>c</sub> est presque unitaire et a été provoquée par un ruissellement plus homogène.

La crue n° 15 résulte d'une averse très longue ayant donné lieu à une montée progressive ; le terrain saturé par l'averse 14 a réagi pour des intensités très faibles. Deux points tardives ont donné lieu à deux paliers masquant l'influence de la moitié amont du bassin qui s'est certainement manifesté, comme pour la crue 14<sub>c</sub>.

Les caractéristiques de l'hydrogramme, notées dans le tableau n°XII, se rapportent essentiellement à la moitié aval du bassin (limitée grossièrement au parallèle passant par G<sub>2</sub>), sauf pour les crues n° 14 et 15 pendant lesquelles le ruissellement de la partie amont a été notable. Leur tarissement a été, en effet, beaucoup plus lent et leurs temps de base ont été beaucoup plus longs que pour les autres crues.

De l'examen du tableau n°XII, on peut déduire approximativement les caractéristiques de l'hydrogramme unitaire du bassin n° 2, en s'appuyant principalement sur les crues 13<sub>c</sub> et 14<sub>c</sub> :

- temps de montée : 2 h.15 environ
- temps de réponse : 2 h. environ
- temps de base :

- 10 à 15 heures, lorsque le ruissellement de la partie amont du bassin a été négligeable,

TABLEAU n° XII

Bassin Versant n° 2 (43 km<sup>2</sup>)

Valeurs caractéristiques des crues du PANE TIOR à KIPE KIPE en 1962

N° Crue:	Date:	t <sub>a</sub>	P <sub>m</sub>	P	K	P <sub>u</sub>	t <sub>u</sub>	t <sub>m</sub>	t <sub>p</sub>	t <sub>b</sub>	Q <sub>0</sub> m <sup>3</sup> /s:	Q <sub>M</sub> m <sup>3</sup> /s:	V <sub>r</sub> 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> :	K <sub>r</sub> %	Q <sub>M</sub> x 10 H <sub>r</sub>	Obs.
3(1)	6/8	2j	58,5	44,0	0,75			2h.		10h	0	0,68	4,8	0,03		P
4	7/8	2lh.	11	8,5	0,77	7	12 <sup>o</sup>	2h.	1h.15	(10h)	0,005	2,70	22	0,6	53	U.P
6	11/8	2lh.	58,4	45,7	0,78	43,7	84 <sup>o</sup>	1h.30	(1h.15)	15h	0	5,56	51	0,3	47	C
8(2)	15/8	4j	61,5	32,2	0,52	27,2	71 <sup>o</sup>	(1h.20)	30 <sup>o</sup>		0,01	2,38	38	0,3	43	C
11(2)	22/8	4j	21	7,2	0,34	4,7	17 <sup>o</sup>	1h	50 <sup>o</sup>		0	0,228	5,4	0,2	18	C.P
12	23/8	1j	81,5	52	0,64	38,3	95 <sup>o</sup>	2h.10	1h.20	15h00	0	18,6	220	9,8	36,3	C
13 a)						30,6	121 <sup>o</sup>	1h.10	25 <sup>o</sup>		0	10				C
c)						18,5	31 <sup>o</sup>	2h.10	2h.		3	15,2	195		33,5	U
total	25/8	2j	88,5	78	0,88	61,5	198 <sup>o</sup>				0	15,2	326	9,8		C
14 a)						24,8	51 <sup>o</sup>	4h.30	2h.		1,6	13,65				
(3)b)						11,5	24 <sup>o</sup>	50 <sup>o</sup>	30 <sup>o</sup>		8,65	14,2				pU
c)						25,6	35 <sup>o</sup>	2h.50	2h.20	(48h)	10	18,8				pU
total	26/8	1j	104	74	0,71	61,9	110 <sup>o</sup>				1,6	18,8	770	24		C
15	27/8	1j	73	63	0,86			3h.30	2h.20	(48h)	3,5	10	319	12		C

Les valeurs entre parenthèses sont des estimations

(1) Crue double t<sub>m1</sub> = Marigot de DENI YOUSOUF  
t<sub>m2</sub> = " de PANE TIOR

(2) Crue double due à 2 pointes d'une même averse

(3) Averse centrée sur la partie aval du bassin

U = crue unitaire

pU = crue presque unitaire

C = crue complexe

P = ruissellement partiel

- 48 heures environ, lorsque le ruissellement de la partie amont du bassin a été notable.

- débit maximal ( $m^3/s$ ) pour :  $Q_M = 3,2.H$   
une lame d'eau H (mm) :

Notons que la crue 12 donne à peu près la même valeur qu'une crue unitaire. Notons également que les averses n° 4, 6 et 8 donnent lieu à des coefficients supérieurs à 3,5, mais ces averses ne concernent qu'une petite partie du bassin et correspondent à des valeurs de H plus petites que les averses 12 et 13<sub>c</sub>.

Des terrains très imperméables dans la partie aval du bassin donnent lieu à un démarrage presque immédiat de la crue ; d'où une valeur de  $t_m$  supérieure à celle de  $t_p$ .

Les coefficients de ruissellement n'ont pas une grande signification. Ils correspondent, sauf pour les averses 14 et 15, à un ruissellement sur la moitié aval du bassin, alors que le volume précipité correspond à la superficie totale ( $43 km^2$ ). La différence est d'ailleurs frappante avec le bassin n° 1. Mais une étude serrée de ce coefficient exigerait un nombre d'averses plus grand que celui qui a été observé. La valeur assez élevée de  $K_r$  pour les averses 14 et 15 résulte non seulement de l'amélioration des conditions de ruissellement sur le bassin aval, mais encore de la participation du bassin amont. On peut concevoir, pour la crue décennale, un coefficient de ruissellement de 30 à 35 %, mais, pour les fortes crues courantes, on ne doit guère observer de valeurs supérieures à 10 %.

Les pluies moyennes ( $P_m < 50 mm$ ) correspondent à  $K_r$  inférieur à 1 %.

V.2.3. - Bassin Versant n° 3 -

Les caractéristiques des principales crues sont consignées dans le tableau n° XIII.

- Lors de la crue n° 2, aucun écoulement n'a été signalé aux stations 1 et 2. Cette crue provient uniquement du petit marigot de POUTOU GANDOUL dont le bassin est situé sur les sols sableux du flanc Ouest du Massif de N'DIASS.

Nous pouvons très bien séparer sur l'hydrogramme n° 4 deux écoulements : le premier en provenance du bassin du POUTOU GANDOUL, le second en provenance du bassin supérieur (KIPE KIPE), tous deux provoqués par une unique averse vers 14 h.30 tout à fait insuffisante pour assurer un ruissellement homogène.

- L'averse n° 6 est presque unitaire ; elle s'est produite entre 14 et 15 heures, le 11 Août, aux pluviographes G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>, G<sub>4</sub>, mais elle n'a pas donné lieu à écoulement pour les régions voisines de la station, puisque la crue n'a commencé qu'un peu avant 18 heures ; le temps de montée de 2 h.40 est donc a priori trop faible, alors que le temps de réponse doit être à peu près correct (voir graphique 27).

Le coefficient de ruissellement 1,5% est très supérieur à celui du Bassin Versant n° 2 pourtant assez bien arrosé ce jour-là, ce qui montre bien que le Bassin Versant n° 2 ne ruisselle que difficilement.

- La crue n° 7 est à la fois insignifiante et très partielle.

- La crue n° 8 correspond à une averse à deux pointes : l'une vers 16 h, l'autre vers 18 h. Les précipitations sur la partie aval du bassin sont si faibles qu'elles n'ont pas dû ruisseler et, d'ailleurs, la crue ne commence qu'à 20 h.30 avec autant de retard que la crue n° 6 ; le temps de réponse est probablement correct, le temps de montée est trop court. Le temps de parcours entre les stations 2 et 3 est de 5 heures environ, comme pour la crue n° 4 ; une pointe secondaire vers 4 heures du matin correspond à une petite averse tombée dans la nuit (averse n° 24 bis) aux pluviographes G<sub>3</sub>, G<sub>5</sub> et G<sub>6</sub>. Le coefficient de ruissellement est un peu supérieur à celui de l'averse n° 6, probablement

TABLEAU XIII

Bassin Versant n° 3 (81 km<sup>2</sup>)

Valeurs caractéristiques des crues du Marigot de PANE TIOR à DAMBOUSSANE  
en 1962

N° Crue	Date	t <sub>a</sub>	P <sub>m</sub>	P	K	P <sub>u</sub>	t <sub>u</sub>	t <sub>m</sub>	t <sub>p</sub>	t <sub>b</sub>	Q <sub>o</sub>	Q <sub>M</sub>	V <sub>r</sub> 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	K <sub>r</sub>	Q <sub>M</sub> x 10 Hr	Obs.
2 (1)	4/8	4 j	26	24	0,92	21	18°	1h.30	1h.30	12 h	0	1,26	11	0,6	9,29	P
4 (2)			21,9	12,4	0,57	10,7	34°	2h	1h.40	12 h	0	0,47	4	0,4	9,51	P
total <sup>a)</sup>	7/8	21h.	21,9	12,4	0,57	10,7	34°	7h.10	6h.40	(30h)	0	0,59	14,6	1,6	35,13	P
6	11/8	21h.	58,4	37,2	0,64	32	69°	2h.40	6h	(30h)	0	2,15	46,5	1,5	37,45	pU
8 a)						13,5	38°	2h.30	6h.40	30h	0,01	1,73	41		34,17	pU
total	15/8	4 j	61,5	28,0	0,46	23,5	81°	2h.30	6h.40	(30h)	0,01	1,73	44,5	2	31,48	pU
12	23/8	1 j	81,5	55,9	0,69	41	96°	6h.20	5h.50	34h	0	8,72	216	4,8	32,70	pU
13 a)								3h	3h.00		0	20,3				
b)								5h	5h		8,8	19,7				
total	25/8	2 j	96,6	82	0,85	65,3	218°			(40h)	0	20,3	860	12,9	19,1	C
14	26/8	1 j	104	66	0,66	55,4	101°	7h		(36h)	3,2	35,4	1076	20,1	26,64	C
15	27/8	1 j	71,4	65	0,91			5h.30		34h	4,5	15,0	600	11,5	20,25	C

Les valeurs entre parenthèses sont des estimations.

(1) Crue partielle due au marigot de POUTOU GANDOUL (B.V. = 21,8 km<sup>2</sup>)

(2) La 1ère pointe vient du marigot de POUTOU GANDOUL  
La 2ème pointe vient du Bassin supérieur

P = Crue partielle

pU = Crue presque unitaire

C = Crue complexe

parce que la partie supérieure du bassin vers P6, qui a généralement un très mauvais rendement, n'a pas été très arrosée, les précipitations les plus fortes étant tombées sur les zones qui ruissellent bien. Mais malgré une averse à peu près unitaire, l'hydrogramme est trop court.

- La crue n° 10 est hypodermique et partielle.

- La crue n° 11 a été également **insignifiante**.

- La crue n° 12 résulte d'une averse qui serait unitaire si un premier grain, tombé le 23 Août vers midi, et important vers l'exutoire, n'avait peut-être conduit à un démarrage précoce de la crue, relayé par l'averse principale qui a duré de 13 h.30 à 15 h.30 sur l'ensemble du bassin et a donné lieu à un ruissellement à peu près généralisé, sauf à l'extrémité amont du bassin. Il en résulte que le temps de montée est un peu plus long que celui d'un hydrogramme unitaire. Mais l'exemple des crues 2 et 4 montre que le début de la crue suit de très près l'averse au voisinage de la station ; sans l'averse préliminaire, la crue aurait commencé peu après 14 heures. Un temps de montée normal serait donc peu différent de 6 heures. Le temps de parcours entre KIPE KIPE et la station n° 3 est de 4 heures, ce qui est normal pour une crue plus forte que les précédentes. Le coefficient de ruissellement, 4,8 %, est nettement plus faible qu'à KIPE KIPE.

- La crue n° 13 est due également à une très forte averse qui a bien couvert le bassin et qui a comporté trois pointes entre 13 h.30 et 22 h.30. Il est impossible d'isoler les trois hydrogrammes correspondants. Il semble que, pour la première pointe, une partie du bassin n'ait pas ruisselé ; le creux de l'hydrogramme entre les deux premières pointes correspondrait peut-être à cette partie du bassin et on expliquerait ainsi des temps de montée et de réponse trop courts. Pour la troisième pointe, le temps de réponse est correct.

Le coefficient de ruissellement est en accord avec celui de KIPE KIPE.

- L'averse 14 est triple; les pointes les plus éloignées du hydrogramme présentent un intervalle de 6 heures, alors que la durée-limite pour qu'une averse soit unitaire est à l'extrême rigueur 2 h.30. Le temps de montée de 7 heures doit être

trop long de 2 heures peut-être. En fait, comme le début de l'hydrogramme est mal connu, caché par la crue précédente, que la première pointe de 8 h.30 conduit au démarrage de la crue vers 9 heures au lieu de 11 heures, on pourrait presque considérer que l'hydrogramme correspond seulement aux 2ème et 3ème grains. Le ruissellement a dû être généralisé. Le coefficient de ruissellement, 20,1 %, est peut-être un peu sous-estimé par suite de la difficulté de séparer la crue 13 de la crue 14. Il est en accord avec celui qui a été trouvé à KIPE KIPE.

Enfin, l'averse 15 qui présente une série de pointes de 7 heures à 23 heures, est également très complexe ; elle est inutilisable pour la construction de l'hydrogramme unitaire. Le coefficient de ruissellement reste en accord avec celui de KIPE KIPE.

Seules les crues 6 - 8 et 12 peuvent être utilisées pour la construction de l'hydrogramme unitaire, sans être bien satisfaisantes. Les deux premières donneront un temps de montée beaucoup trop court, la dernière, trop long.

On peut admettre approximativement les résultats suivants :

$t_m$  : 5 à 6 heures  
 $t_p$  : 6 heures  
 $t_b$  : une trentaine d'heures (1)  
 $Q_M$  : 3,3 H ( $Q_M$  en  $m^3/s$  , H en mm)

Pour la crue décennale, on peut s'attendre à un coefficient de ruissellement de 25 à 30 %. Pour les fortes crues courantes, il ne doit guère dépasser 20 % si le terrain est bien saturé, 8 à 15 % si la saturation est moyenne, 2 à 8 % si le terrain est sec.

Les petites crues survenant au début de la saison ont un coefficient de ruissellement dérisoire : 0,1 à 0,5 %.

---

(1) Ce temps de base ne comprend pas, dans le cas de ruissellement tout à fait généralisé, les apports de l'extrémité amont du bassin (voir plus haut).

V.2.4 - Bassin Versant n° 4 -

Parmi les crues étudiées, dont les caractéristiques sont rassemblées dans le tableau XIV, une seule est unitaire pour l'ensemble du bassin. En effet, si la pluie de la crue n°6 est de courte durée, elle est localisée et ne donne qu'un ruissellement partiel (voir graphique n° 29). Il en est de même de la crue n° 8. La crue n° 12 est pratiquement unitaire. L'averse dure 3 h.30 et le temps de montée est de l'ordre de 8 heures. Retenons simplement que son temps de montée est peut-être un peu long, et son temps de réponse (calculé en fonction du centre de gravité de l'averse) trop court. Le coefficient de ruissellement est assez homogène avec le reste du bassin.

- Les trois averses du 25 Août ne donnent lieu qu'à une crue unique. Malheureusement, les 3 pointes d'averses sont beaucoup trop espacées pour être assimilées à une averse unitaire. Il est bien possible que le maximum corresponde simplement à la première des 3 pointes. Le coefficient de ruissellement, 13,3 % est en accord avec ce qui a été trouvé sur le bassin précédent.

- La crue 14 est un peu trop longue pour être unitaire ; le temps de montée est d'ailleurs mal connu, même si on suppose que la première des 3 pointes d'averse n'a donné aucun écoulement sur la partie aval du bassin ; la seconde survenant à midi a dû conduire vers 12 h.30 à un début d'écoulement qui se devine à la fin de la crue n° 13 ; le temps de montée serait ainsi de 8 heures. L'hydrogramme est probablement assez voisin d'un hydrogramme unitaire, mais il doit être utilisé avec circonspection. Le coefficient de ruissellement est en accord avec celui du bassin versant n° 3.

- Nous avons déjà vu que la crue 15 était due à une très longue averse. Les temps de montée et de réponse sont intéressants car tous deux sont dus au grain dont le centre de gravité se situait à 8 heures le 27 Août. On trouve un temps de montée de 10 heures et un temps de réponse équivalent.

TABLEAU n° XIV

Bassin Versant n° 4 (93,2 km<sup>2</sup>)

Valeurs caractéristiques des crues du PANE TIOR à PANE TIOR en 1962

N° Crue	Date	t <sub>a</sub>	P <sub>m</sub>	P	K	P <sub>u</sub>	t <sub>u</sub>	t <sub>m</sub>	t <sub>p</sub>	t <sub>b</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>M</sub>	V <sub>r</sub> <sup>3</sup> 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	K <sub>r</sub>	$\frac{Q_M \times 10}{H_r}$	Obs.
6	12/8	21h	58,4	33,2	0,57	27,9	69'	4h.	14h30	30h	0	1,06	37	1,2	26,7	pU
8(1)	16/8	4j	61,5	24,2	0,39	20,4	81'	4h.20	14h 16h	30h	0	1,00	35	1,6	26,6	pU
12	23/8	1j	81,5	57,6	0,70	40,6	95'	8h.	9h30	40h	0	6,05	219	4,1	25,7	pU
13	25/8	2j	96,8	79	0,82	63,5	218'	5h.30		40h	0,5	18	980	13,3	17,1	C
14	26/8	1j	104	65	0,65	56,1	97'	8h.		38h	6,5	41,3	1250	20,6	30,8	pU
15	27/8	1j	73	67	0,92			10h.		38h	6,7	16,3	650	10,4	23,4	C

(1) Averse double

U Crue unitaire

C Crue complexe

M Crue mixte

pU Crue presque unitaire

En définitive, sont utilisables surtout les données des averses 12 et 14. Le maximum de la crue 12 correspond à une crue faible, celui de la crue 14 à une crue forte et à un ruissellement plus rapide. C'est ce dernier qui devrait être choisi pour un calcul de crue exceptionnelle.

En conclusion, on admettra les caractéristiques suivantes :

$t_m$  : 7 à 8 heures  
 $t_p$  : 10 heures (crues moyennes et fortes)  
 $t_b$  : une quarantaine d'heures  
 $Q_M$  : 2,6 H (crue moyenne)  $Q_M$  en  $m^3/s$   
          3,1 H (crue forte)       H en mm

La crue décennale pourra donner lieu à un coefficient de ruissellement de l'ordre de 25 %.

Les fortes averses sur terrain bien saturé admettront des coefficients de 15 à 20 %.

Les mêmes averses en terrain assez humide : 5 à 10 %.

Les mêmes averses en terrain sec : 2 à 5 %.

Comme pour le bassin précédent, la saturation doit faire intervenir non seulement la pluie du jour précédent, mais encore l'époque de la saison des pluies.

### V.3 - Hydrogrammes unitaires :

Ils ont été établis pour une lame d'eau écoulée de 10 mm, soit pour un volume ruisselé  $V_r = S(\text{en km}^2) \times 10^4 \text{ m}^3$ , et en fonction des différentes caractéristiques déterminées dans le chapitre précédent.

On trouvera, dans les quatre tableaux qui suivent, les valeurs du ruissellement de part et d'autre de la pointe de crue, telles qu'on peut les déduire en faisant la moyenne des hydrogrammes des averses unitaires.

- Bassin Versant n° 1  $V_r = 2,625 \times 10^4 \text{ m}^3$

Temps	- 30'	0	+ 30'	+ 1 H	+ 2 H
Q en m <sup>3</sup> /s:	2	4,2	3,5	1,4	0,6

Ces chiffres correspondent aux fortes crues.

- Bassin Versant n° 2  $V_r = 43.10^4 \text{ m}^3$

Temps	- 30'	0	+ 30'	+ 1 H	+ 2 H
Q en m <sup>3</sup> /s:	26	32	28,5	25	14

- Bassin Versant n° 3  $V_r = 81.10^4 \text{ m}^3$

Temps	- 2 H	- 1 H	- 30'	0	+ 30'	+ 1H	+ 2 H	+ 4 H
Q en m <sup>3</sup> /s:	10	24	32	33	32	30	26	15,5

- Bassin Versant n° 4  $V_r = 93,2.10^4 \text{ m}^3$

Temps	- 3H	- 2H	- 1 H	0	+ 1 H	+ 2H	+ 4 H	+ 6 H
Q en m <sup>3</sup> /s:	14	20	23	28	26	23	16	11

Les pointes de crue correspondent à des débits spécifiques de :

- pour le B.V. n° 1 : 1600 l/s.km<sup>2</sup>
- pour le B.V. n° 2 : 740 "
- pour le B.V. n° 3 : 410 "
- pour le B.V. n° 4 : 300 "

Tous ces hydrogrammes types correspondent à de fortes crues ayant ruisselé sur la presque totalité du bassin, sauf pour le bassin versant n° 2 où on suppose que la moitié amont n'a pas pratiquement contribué à l'écoulement à la station.

#### V.4 - Caractéristiques des crues annuelle et décennale -

En raison du très petit nombre de données dont on dispose sur les débits de crues des petits cours d'eau du SENEGAL, il a semblé utile d'estimer les crues annuelle et décennale non seulement sur le bassin versant n° 4, mais encore sur les bassins versants n° 1, 2 et 3. Cette estimation, à partir des résultats d'une seule campagne d'études, est délicate. Les averses journalières de fréquences annuelle et décennale sont bien connues grâce à la récente étude des précipitations de l'Afrique Occidentale, mais il n'est pas possible, pour cette région particulière, de déterminer si pour les fortes averses la forme-type la plus fréquente du diagramme d'intensité correspond à une tornade classique, comme dans le Nord du MALI et du NIGER, ou à des averses doubles ou triples. Le trop petit nombre de diagrammes utilisables au pluviographe de DAKAR ne permet pas de tirer ceci au clair. D'autre part, le coefficient de ruissellement varie beaucoup pendant la saison des pluies et l'on ne sait pas si les très fortes averses se produisent de préférence au début ou à la fin de la saison des pluies.

En définitive, on a calculé les débits maximaux des crues annuelle et décennale dans deux hypothèses :

- celle d'une tornade simple survenant au début de la saison des pluies avec un coefficient de ruissellement peu élevé,
- celle d'une tornade multiple survenant à la fin du mois d'Août ou en Septembre avec des coefficients de ruissellement du même

ordre de grandeur que ceux constatés en 1962. Il a semblé, dans ce cas, absolument inutile d'utiliser des procédés de calculs raffinés. On a déterminé le volume de ruissellement et on a multiplié les valeurs maximales des crues 13 et 14 par le rapport des volumes de ruissellement, puis on a adopté la moyenne des deux valeurs maximales ainsi trouvées.

L'écoulement "hypodermique" n'a été pris en compte que pour les bassins 3 et 4.

Les coefficients d'abattement ont été déterminés à partir d'autres bassins mieux connus. C'est volontairement et pour des raisons de commodité de calculs que l'on a employé, suivant les cas, les coefficients de ruissellement globaux  $K_p$  ou utiles  $K_{ru}$ .

V.4.1 - Bassin versant n° 1 - Surface : 2,65 km<sup>2</sup>

a) - Crue annuelle :

On a vu plus haut que l'averse de fréquence annuelle était de 80 mm.

Le coefficient d'abattement est de 92 %.

1°) Tornade simple :

On suppose que la pluie utile est de 80 % de la pluie totale, elle tombe en 80 minutes :

$$P_u = 80 \times 0,92 \times 0,80$$

$$P_u = 59 \text{ mm}$$

L'examen des temps de montée montre que la durée limite est de 40 minutes.

On divisera l'averse en deux parties : de 29 et de 30 mm durant chacune 40 mn.

- 1ère averse : 29 mm

$$K_{ru} = 8 \%$$

$$H_r = 29 \times 0,08 = 2,3 \text{ mm}$$

$$Q_M = 1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{+40 \text{ mm}} = 0,69 \text{ m}^3/\text{s}$$

(Voir hydrogramme type pour  $H_r = 1 \text{ mm}$ ).

- 2ème averse : 30 mm

$$K_{ru} = 60 \%$$

$$H_r = 30 \times 0,60 = 18 \text{ mm}$$

$$Q_M = 7,6$$

$$Q_M \text{ total} = 7,6 + 0,69 = 8,29 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 2°) Averse multiple :

L'averse 13 est tout à fait typique.  $P_u$  est égal à la valeur calculée plus haut, elle donne lieu à un maximum de 5,8 m<sup>3</sup>/s environ.

La valeur correspondant à la tornade simple est peut-être un peu forte, on adoptera en définitive : 6 m<sup>3</sup>/s car il semble à peu près certain que le maximum de 1962 soit supérieur à la valeur moyenne annuelle.

Retenons donc 6 m<sup>3</sup>/s, soit 2300 l/s.km<sup>2</sup>.

Le volume ruisselé est de l'ordre de 70 000 m<sup>3</sup>.

#### b) Crue décennale :

L'averse décennale est de 135 mm.

#### 1°) Tornade simple :

La pluie moyenne, avec un coefficient de réduction de 92 %, est de 125 mm. La pluie utile est de 80 %. Elle dure 90 minutes.  $P_u = 100 \text{ mm}$ , que l'on peut diviser en 3 parties : une de 40 mm, et deux de 30 mm, durant 30 minutes chacune.

Les coefficients de ruissellement  $K_{ru}$  sont respectivement de 5 % (au début de la saison des pluies), 50 % et 80 %.

Les hauteurs ruisselées sont les suivantes, et on en déduit les débits de l'hydrogramme :

1ère averse :  $40 \text{ mm} \times 0,05 = 2 \text{ mm}$ ,  $Q_{1h} = 0,14 \times 2 = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$

2ème averse :  $30 \text{ mm} \times 0,5 = 15 \text{ mm}$ ,  $Q_{30mn} = 0,35 \times 15 = 5,25 \text{ ''}$

3ème averse :  $30 \text{ mm} \times 0,8 = 24 \text{ mm}$ ,  $Q_M = 0,42 \times 24 = \frac{10}{15,53} \text{ m}^3/\text{s}$

Le débit maximum serait de l'ordre de  $15,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 2°) Averse multiple :

La pluie moyenne est toujours de 125 mm. Si on admet un coefficient de ruissellement global  $K_r$  de 50 %,  $H_r = 62 \text{ mm}$ ,  $V_r = 162 \text{ 000 m}^3$ .

En admettant un diagramme semblable à celui de l'averse 13, on aurait :

$$Q_M = \frac{5,84 \times 162 \text{ 000}}{70 \text{ 000}} = 13,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

On adoptera pour la crue décennale la moyenne des 2 chiffres obtenus, soit  $14,5 \text{ m}^3/\text{s}$  correspondant à :

$$5 \text{ 500 l/s.km}^2$$

chiffre vraisemblable pour un si petit bassin ; il correspondrait à :

$$2 \text{ 800} - 3 \text{ 200 l/s.km}^2$$

pour  $25 \text{ km}^2$  bien drainés.

V.4.2 - Bassin Versant n° 2 - Surface = 43 km<sup>2</sup>

Ce bassin est assez mal drainé, même pour les fortes crues, les apports du bassin supérieur rejoignent difficilement le cours principal. Le débit et même le volume de crue ne sont pas ce qu'ils devraient être par rapport aux valeurs trouvées pour le bassin n° 1, mais cette station fournit un exemple intéressant de réseau hydrographique assez dégradé.

a) Crue annuelle :

L'averse ponctuelle est de 80 mm.

Le coefficient d'abattement n'est plus que de 80 %.

La pluie utile 80 % de la pluie totale :

$$P_u = 80 \text{ mm} \times 0,8 \times 0,8 = 51 \text{ mm en } 80 \text{ mm}$$

La durée limite est de 1 heure.

1°) Tornade simple :

On divisera la pluie utile en deux averses : une de 38 mm en 60mn l'autre de 13 mm en 20 mn.

Le coefficient  $K_{ru}$  est de 3 % pour la première (début de saison des pluies) et de 25 % pour la seconde.

1ère averse :  $H_r = 38 \times 0,03 = 1,14 \text{ mm}$

2ème averse :  $H_r = 13 \times 0,25 = 3,25 \text{ mm}$ .

En se reportant à l'hydrogramme-type choisi pour le bassin n° 2, on obtient :

$$Q_{+40\text{mn}} = 2,8 \times 1,14 = 3,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_M = 3,2 \times 3,25 = 10,4$$

$$\begin{aligned} Q_M \text{ total} &= 3,2 + 10,4 + 0,4 \text{ (hypodermique)} \\ &= \underline{14 \text{ m}^3/\text{s}} \end{aligned}$$

2°) Averse multiple :

L'averse 13 correspond bien à une averse annuelle; l'averse 14 bénéficie de conditions de saturation plus rares que les conditions habituelles aux averses annuelles.

L'averse n° 13 présente un maximum de 15 m<sup>3</sup>/s.

Il semble raisonnable d'adopter en définitive un débit de crue annuelle de 15 m<sup>3</sup>/s soit :

$$350 \text{ l/s.km}^2$$

Le volume ruisselé est de l'ordre de 300 000 m<sup>3</sup>/s.

b) Crue décennale :

Averse décennale : 135 mm, coefficient d'abattement 80 %, pluie utile : 80 % de la pluie totale :

$$P = 108 \text{ mm} \quad P_u = 86 \text{ mm}$$

1°) Tornade :  $P_u$  tombe en 90 mn

On divisera ces 86 mm en 3 averses :

1ère averse : 34 mm en 30 mn

2ème averse : 26 mm en 30 mn

3ème averse : 26 mm en 30 mn

Les coefficients  $K_{ru}$  seront égaux respectivement à 3 %, 30 % et 60 %.

$$H_{r1} = 34 \times 0,03 = 1 \text{ mm}$$

$$H_{r2} = 26 \times 0,3 = 7,8 \text{ mm}$$

$$H_{r3} = 26 \times 0,6 = 15,6 \text{ mm}$$

---

$$24,4 \text{ mm}$$

$$Q_{60mn} = 1 \times 2,5 = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{30mn} = 7,8 \times 2,8 = 22 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_M = 15,6 \times 3,2 = 50 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_M \text{ total} = 50 + 22 + 2,5 + 0,5 \text{ (hypodermique)}$$

---

$$= 75 \text{ m}^3/\text{s}$$

2°) Averse multiple :

L'averse moyenne  $P = 108$  mm; le coefficient  $K_r$  global vers la fin de la saison des pluies serait de 30 %.

Le volume ruisselé serait de :

$$108 \times 0,3 \times 43 \times 10^3 = 1\,390\,000 \text{ m}^3$$

En prenant comme modèle les averses 13 et 14 dont les maximums sont respectivement de 15,2 et 18,8 m<sup>3</sup>/s, on trouve les valeurs maximales décennales suivantes :

$$15,2 \times \frac{1\,390\,000}{326\,000} = \underline{65 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$18,8 \times \frac{1\,390\,000}{770\,000} = \underline{34 \text{ m}^3/\text{s}}$$

La valeur trouvée pour la tornade simple semble un peu forte. La comparaison de ces 3 chiffres montre que la crue décennale est probablement supérieure à 50 m<sup>3</sup>/s, mais étant donné l'incertitude qui règne sur la détermination de ce chiffre, il vaut mieux conserver un chiffre rond sans prétention.

On prendra : 60 m<sup>3</sup>/s , soit 1400 l/s.km<sup>2</sup> en se souvenant qu'il est peut-être un peu faible; dans quelle mesure ? Il est impossible de le préciser .

V.4.3 - Bassin Versant n° 3 - Surface : 81 km<sup>2</sup>

Le bassin étant plus grand, l'influence de la forme du hétéogramme devient moins importante.

a) Crue annuelle :

Le maximum ponctuel de l'averse annuelle est toujours 80 mm, mais le coefficient d'abattement n'est plus que de 75 %.

1°) Tornade simple :

La pluie moyenne est de 60 mm,  $P_u = 48$  mm tombant en 80<sup>mn</sup>. La durée limite est de 3 heures, de sorte que l'averse est unitaire.

La tornade tombant au début de la saison des pluies,  $K_{ru} = 8$  %. La hauteur ruisselée  $H_r = 48 \times 0,08 = 3,8$  mm.

En se reportant à la forme-type de l'hydrogramme pour le Bassin Versant n° 3, telle quelle a été définie plus haut, on trouve :

$$Q_M = 3,8 \times 3,3 = \underline{12,5 \text{ m}^3/\text{s}}$$

2°) Averse multiple :

On admettra des valeurs maximales correspondant à 80 % des valeurs observées pour les deux crues 13 et 14 qui se rapportaient à des averses multiples supérieures de 20 % à l'averse annuelle, compte tenu des conditions de saturation.

La moyenne des deux valeurs maximales ainsi estimées est de :

$$\frac{20,3 + 35,4}{2} \times 0,8 = \underline{22,4 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Le débit maximal donné par la tornade unique est nettement trop faible. On admettra :

$$Q_M = \underline{20 \text{ m}^3/\text{s}} \text{ correspondant à } \underline{250 \text{ l/s.km}^2}$$

b) Crue décennale :

L'averse décennale est de 135 mm avec un coefficient d'abattement de 75 %.

1°) Tornade simple :

$$P = 101 \text{ mm}$$

$$P_u = 0,8 \times 101 = 81 \text{ mm tombant en } 90 \text{ mn.}$$

L'averse est unitaire (durée limite 3 heures).

On supposera  $K_{ru} = 12 \%$  (début de saison des pluies).

$$H_r = 81 \times 0,12 = 9,7 \text{ mm}$$

$$Q_M = 3,3 \times 9,7 = 32 \text{ m}^3/\text{s}.$$

2°) Averse multiple :

$$P = 101 \text{ mm}$$

On supposera  $K_r = 25 \%$

$$H_r = 101 \times 0,25 = 25,2 \text{ mm}$$

$$V_r = 2\ 050\ 000 \text{ m}^3$$

En supposant les courbes de crues affines de celles des crues 13 et 14, on trouve :

$$Q_M = 20,3 \times \frac{2\ 050\ 000}{860\ 000} = 48 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_M = 35,4 \times \frac{2\ 050\ 000}{1\ 076\ 000} = 67,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si on ajoute aux 3 chiffres trouvés le débit hypodermique,  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , on obtient les 3 chiffres suivants :

$$33 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$68,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$49 \text{ m}^3/\text{s}$$

On adoptera en définitive :  $55 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ce chiffre n'est pas beaucoup plus précis qu'un simple ordre de grandeur, il correspond à  $680 \text{ l/s.km}^2$ . Il est plus faible que celui du bassin versant n° 2, ce qui, en régime sahélien, n'a rien d'anormal.

V.4.4 - Bassin Versant n° 4 - Surface : 93,2 km<sup>2</sup>

Le coefficient d'abattement est de 70 %.

a) Crue annuelle :

La pluie moyenne est de 80 x 0,7 = 56 mm.

1°) Tornade simple :

$P_u = 56 \times 0,8 = 45$  mm tombant en 80 mn.

L'averse est unitaire.

Le coefficient de ruissellement  $K_{ru} = 8$  % .

$$H_r = 45 \times 0,08 = 3,6 \text{ mm}$$

$$Q_M = 3,6 \times 3,1 = \underline{11,3 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Le débit hypodermique est négligeable pour une crue annuelle.

2°) Averse multiple :

On procèdera comme pour le bassin versant précédent, en admettant qu'en moyenne les **volumes** des crues 13 et 14 doivent être réduits de 20 % pour retrouver la crue annuelle.

$$Q_M = \frac{18 + 41,3}{2} \times 0,8 = \underline{24 \text{ m}^3/\text{s}}$$

La tornade simple donnant des résultats nettement trop faibles, on adoptera : 20 m<sup>3</sup>/s.

Le volume de la crue annuelle est de l'ordre de

$$\underline{900\ 000 \text{ m}^3}.$$

b) Crue décennale :

1°) Tornade simple :

$$P = 135 \times 0,70 = 95 \text{ mm}$$

$$P_u = 0,8 \times 95 = 76 \text{ mm tombant en 90 mn}$$

La pluie est unitaire.

On admettra  $K_{ru} = 12 \%$

$$H_r = 76 \times 0,12 = 9,15 \text{ mm}$$

En se reportant à l'hydrogramme-type, on trouve :

$$Q_M = 9,15 \times 3,1 + 2 \text{ (hypodermique)} = \underline{30 \text{ m}^3/\text{s}}$$

2°) Averse multiple :

$$P = 95 \text{ mm.}$$

On admettra  $K_r = 25 \%$

$$H_r = 95 \times 0,25 = 23,7 \text{ mm}$$

Le volume ruisselé pour 93,2 km<sup>2</sup> est de :

$$\underline{2\ 200\ 000 \text{ m}^3}$$

On calculera  $Q_M$  comme pour le bassin versant précédent à partir des averses 13 et 14:

$$Q_M = 18 \times \frac{2\ 200\ 000}{980\ 000} + 2 \text{ (hypodermique)} = \underline{44 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_M = 41,3 \times \frac{2\ 200\ 000}{1\ 250\ 000} + 2 \text{ (hypodermique)} = \underline{73 \text{ m}^3/\text{s}}$$

En considérant ces trois chiffres : 30, 44 et 73 m<sup>3</sup>/s, il semble qu'une valeur prudente du maximum décennal, soit 60 m<sup>3</sup>/s, correspondent à 650 l/s.km<sup>2</sup>.

V.5 - Bilan hydrologique de l'année 1962 -

On trouvera, dans les tableaux n° XV, XVI, XVII et XVIII, les périodes durant lesquelles il y a eu écoulement, les crues correspondantes et les volumes d'eau écoulés pour les quatre bassins versants.

Dans le tableau ci-dessous, et pour une pluviométrie moyenne  $P = 620$  mm, nous établissons les caractéristiques hydrologiques des quatre bassins versants pour l'année 1962.

1962 - P = 620 mm	B.V.n°1	B.V.n°2	B.V.n°3	B.V.n°4
Volume d'eau écoulé 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	240	2000	3120	3980
Module annuel l/s	7,6	64	99	126
Lame d'eau écoulée mm	91,4	46,5	38,5	42,7
Déficit d'écoulement mm	528	573	581	577
Coefficient d'écoulement %	14,7 <i>Sur arête</i>	7,5 <i>aval sur arête</i>	6,2	6,9

Ainsi en 1962, sur la totalité du bassin versant du PANE TIOR, il s'est écoulé environ 4 millions de m<sup>3</sup> d'eau qui représentent 6,9 % du volume total de la pluie tombée. On note la décroissance de la lame d'eau écoulée du bassin versant n° 1 au bassin versant n° 2, correspondant à la dégradation hydrographique.

TABLEAU n° XVBILAN du BASSIN VERSANT n° 1(2,625 km<sup>2</sup>)

Dates	Crues	Volume écoulé V <sub>e</sub> en m <sup>3</sup>
le 7/8	n° 4	400
du 11/8 au 12/8	n° 6 - 7	3 500
du 15/8 au 17/8	n° 8	21 500
le 22/8	n° 11	1 100
du 23/8 au 24/8	n° 12	28 000
du 25/8 au 28/8 à 12 h.	n° 13-14-15	178 200
du 28/8 au 1/9 à 12 h.		150
le 1/9 de 12 h. à 24 h.	n° 16	2 500
le 2/9		250
du 3/9 au tarissement	n° 17	6 000
Bilan Total en 1962		241 600 env. 240.10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

TABLEAU n° XVI  
BILAN du BASSIN VERSANT n° 2  
 (43 km<sup>2</sup>)

Dates	Crues	Volumen écoulés V <sub>e</sub> en m <sup>3</sup>
le 6/8	n° 3	6 000
le 7/8	4	24 700
le 8/8		1 500
les 11/8 et 12/8	6	56 000
les 13/8 et 14/8	7	(2 000)
les 15/8 et 16/8	8 - 9	48 000
du 17/8 au 21/8	10	8 000
le 22/8	11	5 500
les 23 et 24/8	12	250 000
du 25 au 28/8	13 - 14 - 15	1 520 000
du 29 au 31/8		50 000
les 1/9 et 2/9	16	17 600
le 3/9	17	5 700
du 3/9 au tarissement		(12 000)
Bilan total en 1962		2 007 000 env. 2 000.10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

TABLEAU n° XVII  
BILAN du BASSIN VERSANT n° 3  
(81 km<sup>2</sup>)

Dates	Crues	Volumés écoulés V <sub>e</sub> en m <sup>3</sup>
4/8 et 5/8	n° 2	11 500
les 7-8-9/8	4	16 000
les 11-12-13-14-15/8	6 - 7	55 000
les 16-17/8	8	47 500
les 18-19/8	10	2 200
le 22/8	11	( 1 000)
les 23-24-25/8	12	221 000
les 25-26-27-28/8	13 - 14 - 15	2 575 000
les 29-30-31/8		100 000
les 1/9 et 2/9	16	36 500
les 3/9 et 4/9	17	22 500
le 5/9		7 000
du 6/9 au tarissement		(20 000)
Bilan total en 1962		3 115 200
		env. 3 120.103 m <sup>3</sup>

TABLEAU n° XVIII  
BILAN du BASSIN VERSANT n° 4  
(93,2 km<sup>2</sup>)

Dates	Crues	Volumés écoulés V <sub>e</sub> en m <sup>3</sup>
le 4/8	n° 2	(5 000)
les 12/8 et 13/8	6	41 000
les 16/8 et 17/8	8	39 000
les 23/8 et 24/8	12	244 000
du 25 au 29/8	13 - 14 - 15	3 635 000
30/8, étiage absolu		(20 000)
Bilan total en 1962		3 984 000
		env. 3 980.10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

V.6 - Caractéristiques hydrologiques du Bassin Versant du PANETIOR pour une année moyenne -

Nous avons déterminé précédemment la valeur médiane de la pluie annuelle qui est  $P = 640$  mm.

Par ailleurs, bien que l'année 1962 soit légèrement déficitaire du point de vue pluviométrique, la répartition des précipitations dont 40 % sont groupées dans la dernière quinzaine du mois d'Août, nous fait penser que le coefficient d'écoulement 1962 est nettement supérieur à celui d'une année moyenne, l'averse 13, et surtout l'averse 14, ayant bénéficié de conditions de saturation supérieures à la moyenne.

Dans le cas d'une année moyenne, les pluies du mois d'Août sont moins fortes et surtout ne sont pas concentrées en 4 jours, elles rencontrent donc des conditions de ruissellement beaucoup moins favorables. Le coefficient de ruissellement de l'averse 14 est le double à peu près d'un coefficient correspondant à des conditions de saturation habituelle. On peut déduire d'au moins 1 million de m<sup>3</sup> le volume annuel. Il reste 3 000 000 m<sup>3</sup>.

On en déduit les caractéristiques hydrologiques suivantes :

- lame d'eau annuelle écoulée :  $H = 32$  mm
- Déficit d'écoulement :  $D = 608$  mm
- Coefficient d'écoulement :  $K_e = 5$  % environ
- Volume total écoulé :  $V_e = 3\ 000\ 000$  m<sup>3</sup>
- Module annuel :  $Q = 95$  l/s

Encore ces chiffres nous semblent-ils légèrement optimistes, mais il est difficile de donner des précisions plus grandes après une seule campagne.

V.7 - Caractéristiques hydrologiques du Bassin Versant du PANETIOR pour les années décennales -

Les valeurs de la pluviométrie sont : pour l'année décennale sèche  $P = 380$  mm, pour l'année décennale humide  $P = 1000$  mm.

Vu les caractéristiques du bassin versant et les études faites sur des bassins similaires, on peut estimer que les valeurs des coefficients d'écoulement pour les années décennales sèche et humide sont respectivement de l'ordre de 1 % et 12 %. Il ne s'agit là que de simples ordres de grandeur.

Ainsi nous avons :

- pour l'année décennale sèche :

- une lame d'eau écoulée  $H = 3,8$  mm
- un déficit d'écoulement  $D = 376$  mm
- un volume total écoulé  $V_e = 350\ 000$  m<sup>3</sup>
- un module annuel  $Q = 11,2$  l/s

- pour l'année décennale humide :

- une lame d'eau écoulée  $H = 120$  mm
- un déficit d'écoulement  $D = 880$  mm
- un volume total écoulé  $V_e = 11\ 000\ 000$  m<sup>3</sup>
- un module annuel  $Q = 350$  l/s

## CHAPITRE VI

### CONCLUSIONS

En définitive, on peut dire que, pour une année moyenne, on peut s'attendre, sur le Bassin Versant du PANE-TIOR à :

- une pluie moyenne de 640 mm
- une pluie annuelle ponctuelle de 80 mm
- une crue maximale atteignant 20 m<sup>3</sup>/s
- un volume écoulé de l'ordre de 3 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

Pour l'année décennale sèche, la pluie moyenne est P = 380 mm environ et il ne faut pas espérer obtenir un volume écoulé supérieur à 0,35.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

Pour l'année décennale humide, dont la pluviométrie moyenne est d'environ 1000 mm, le volume d'eau écoulé sera de l'ordre de 11.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. Une averse décennale ponctuelle de 135 mm, qui ne se produira pas d'ailleurs obligatoirement en année décennale humide, pourra, dans les conditions optimales, donner lieu à une crue dont le débit maximal est de l'ordre de 60 m<sup>3</sup>/s.

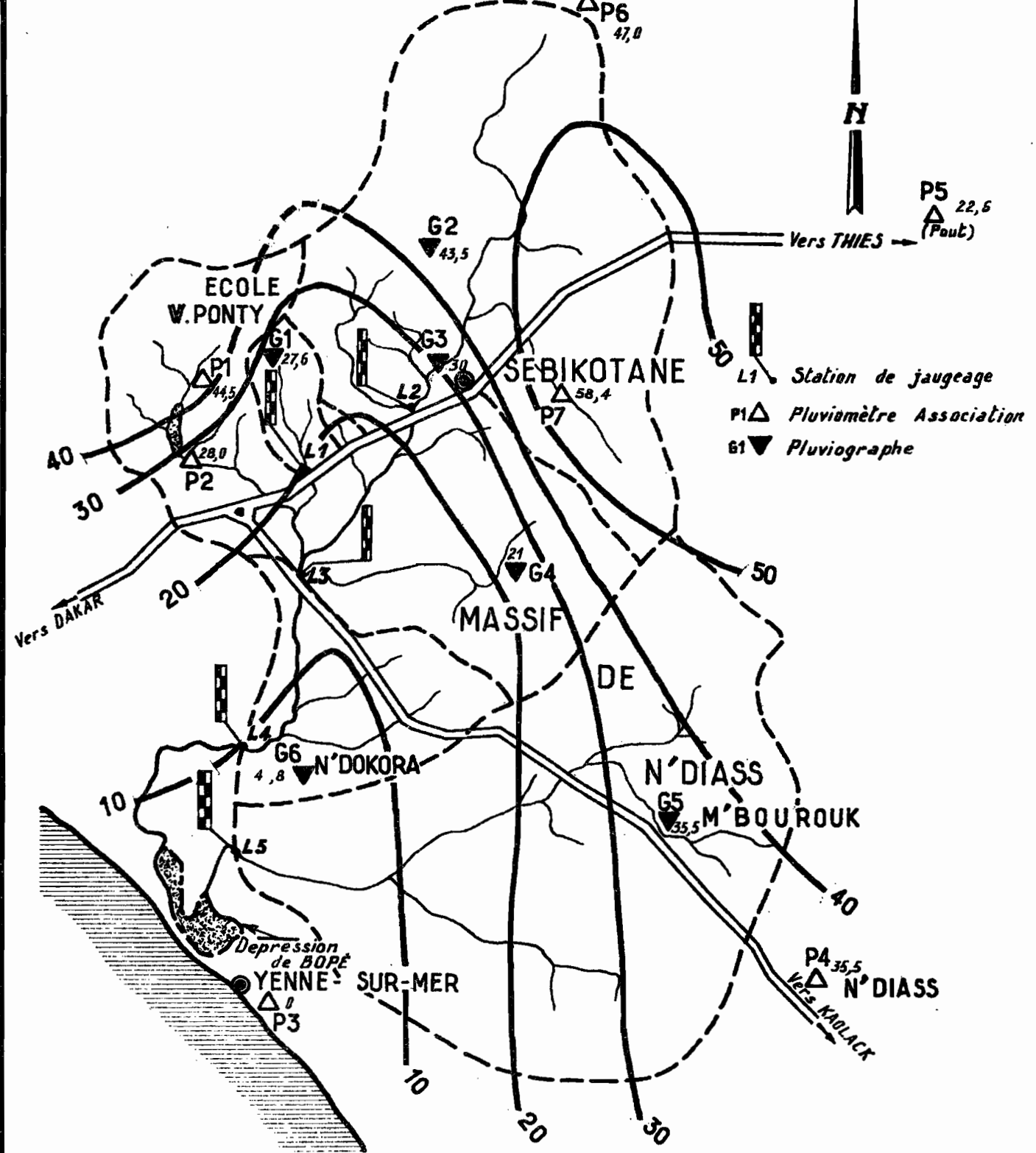
Signalons, pour terminer, que toutes les valeurs citées ci-dessus ne peuvent donner que des ordres de grandeur. Notre étude est, en effet, basée sur une seule année d'observations sérieuses, durée insuffisante pour aboutir à des valeurs très sûres. Il serait nécessaire d'organiser au moins une campagne supplémentaire si nous voulions obtenir des résultats plus précis.

# ANNEXES

ANNEYES

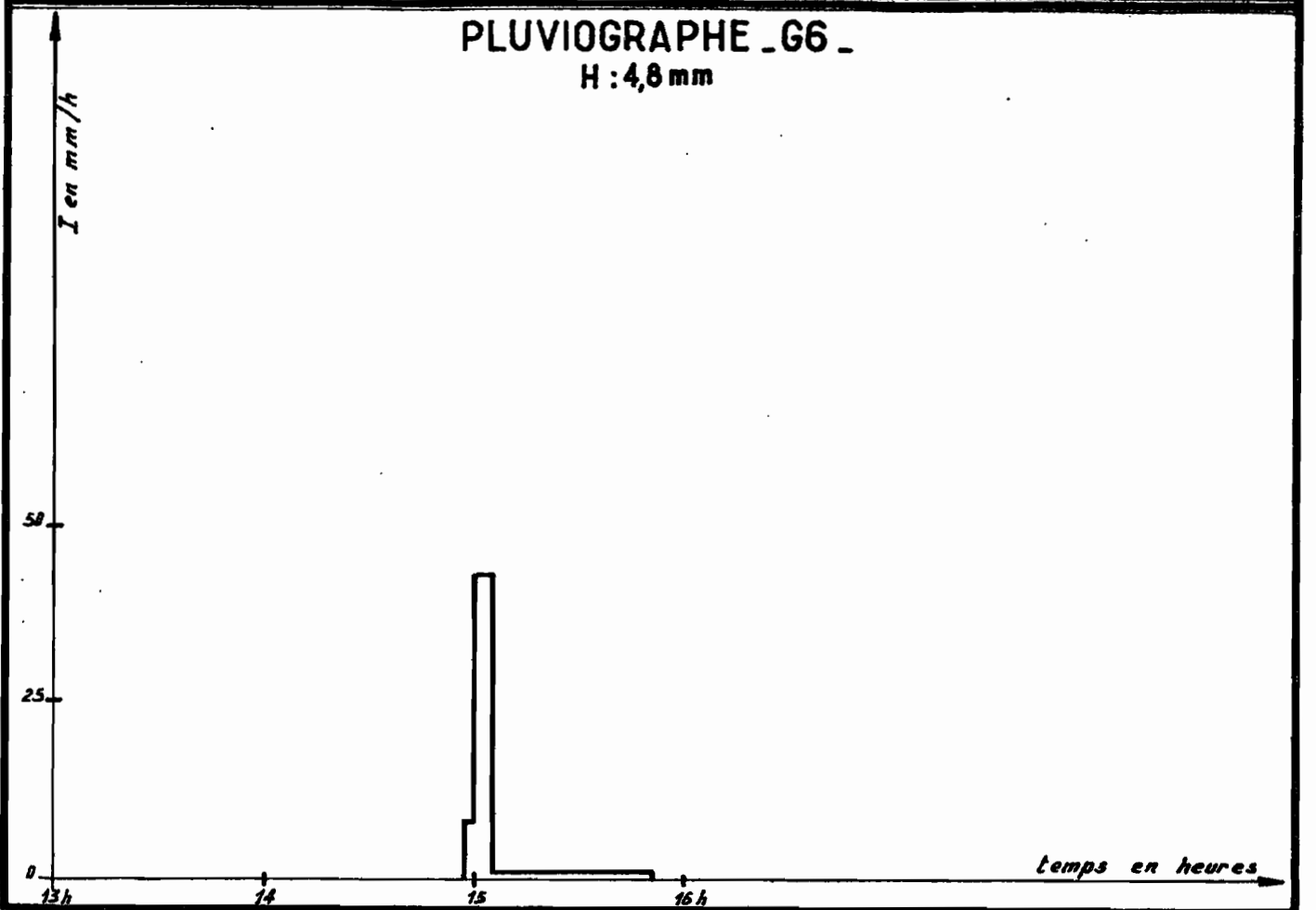
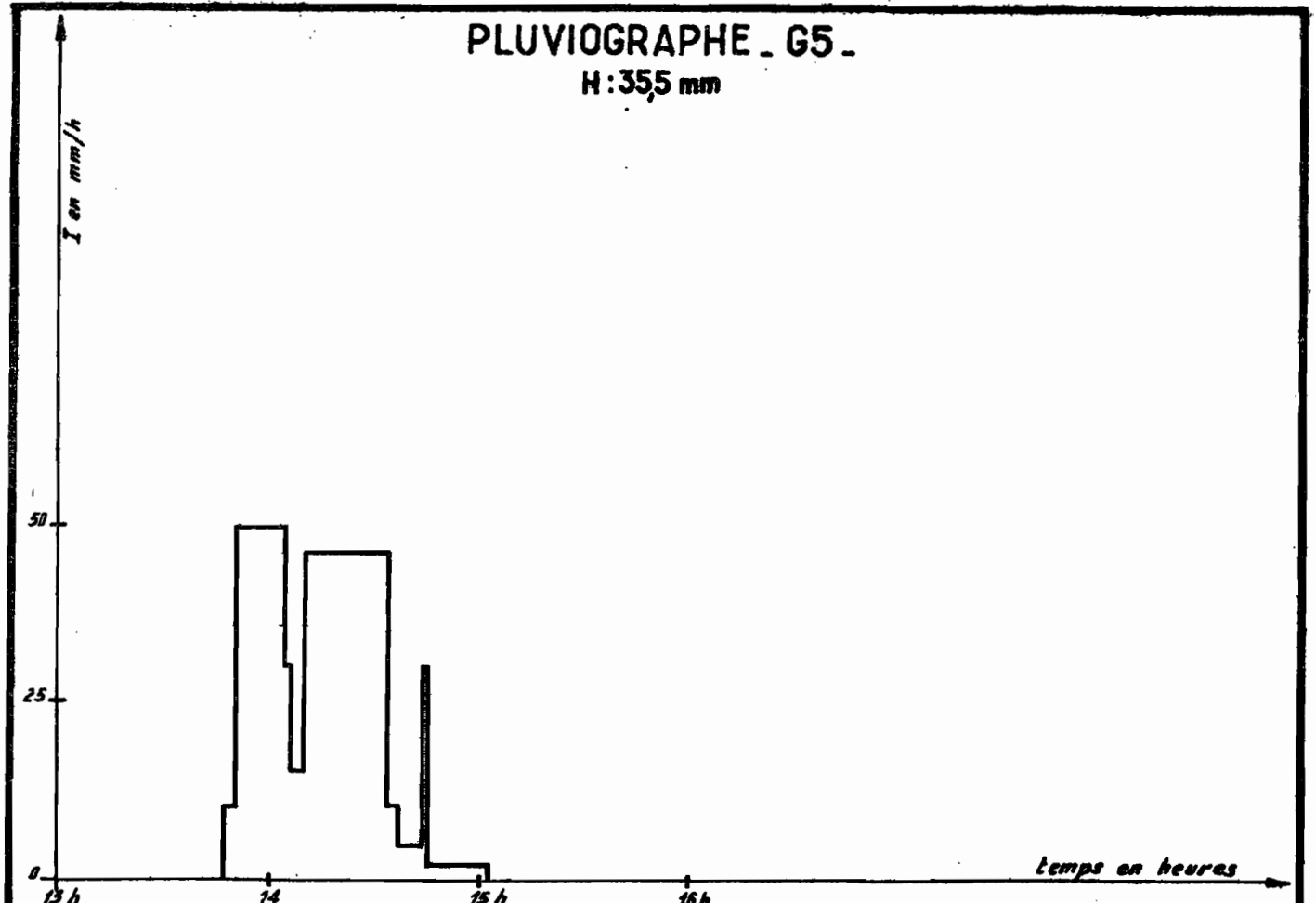
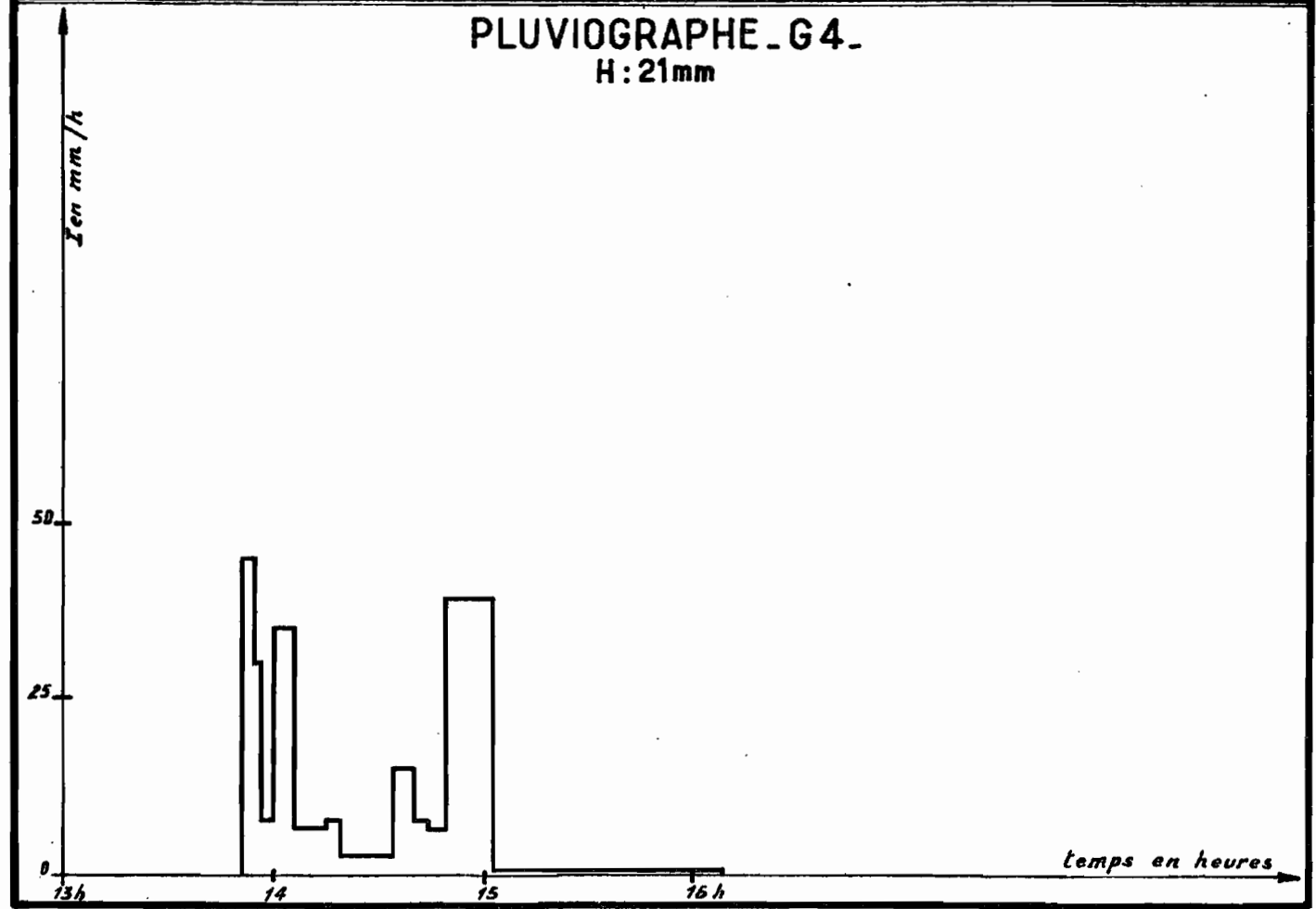
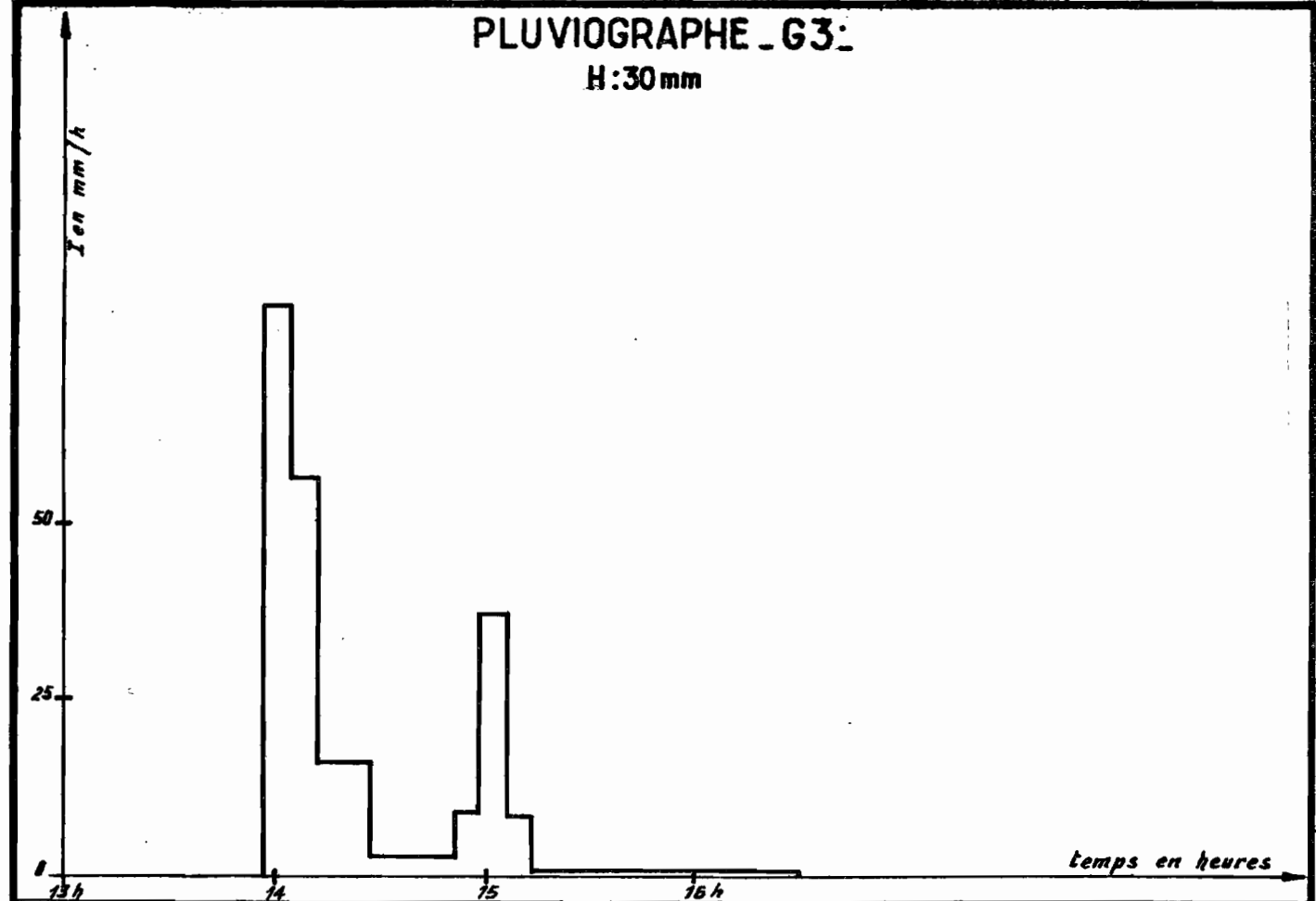
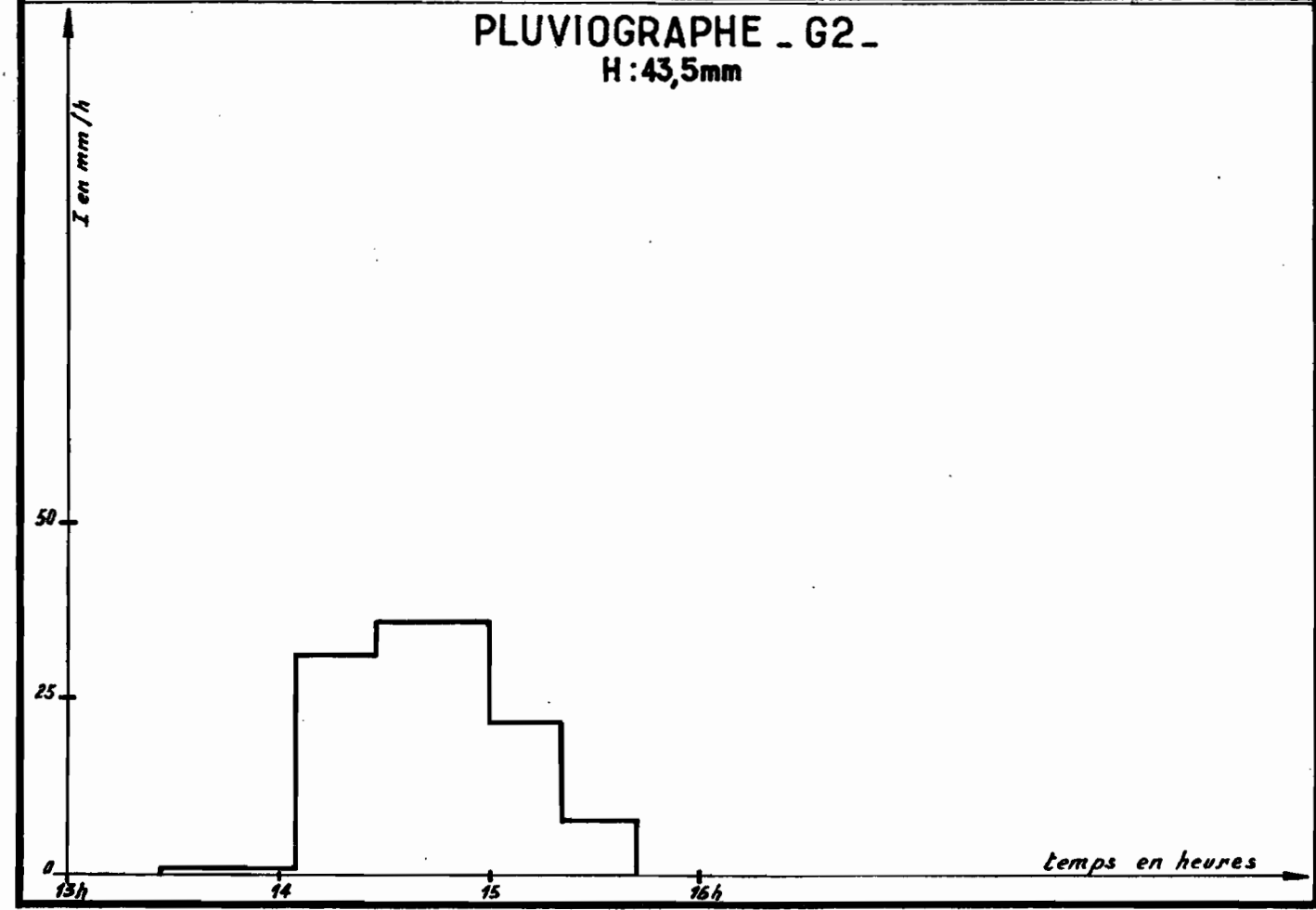
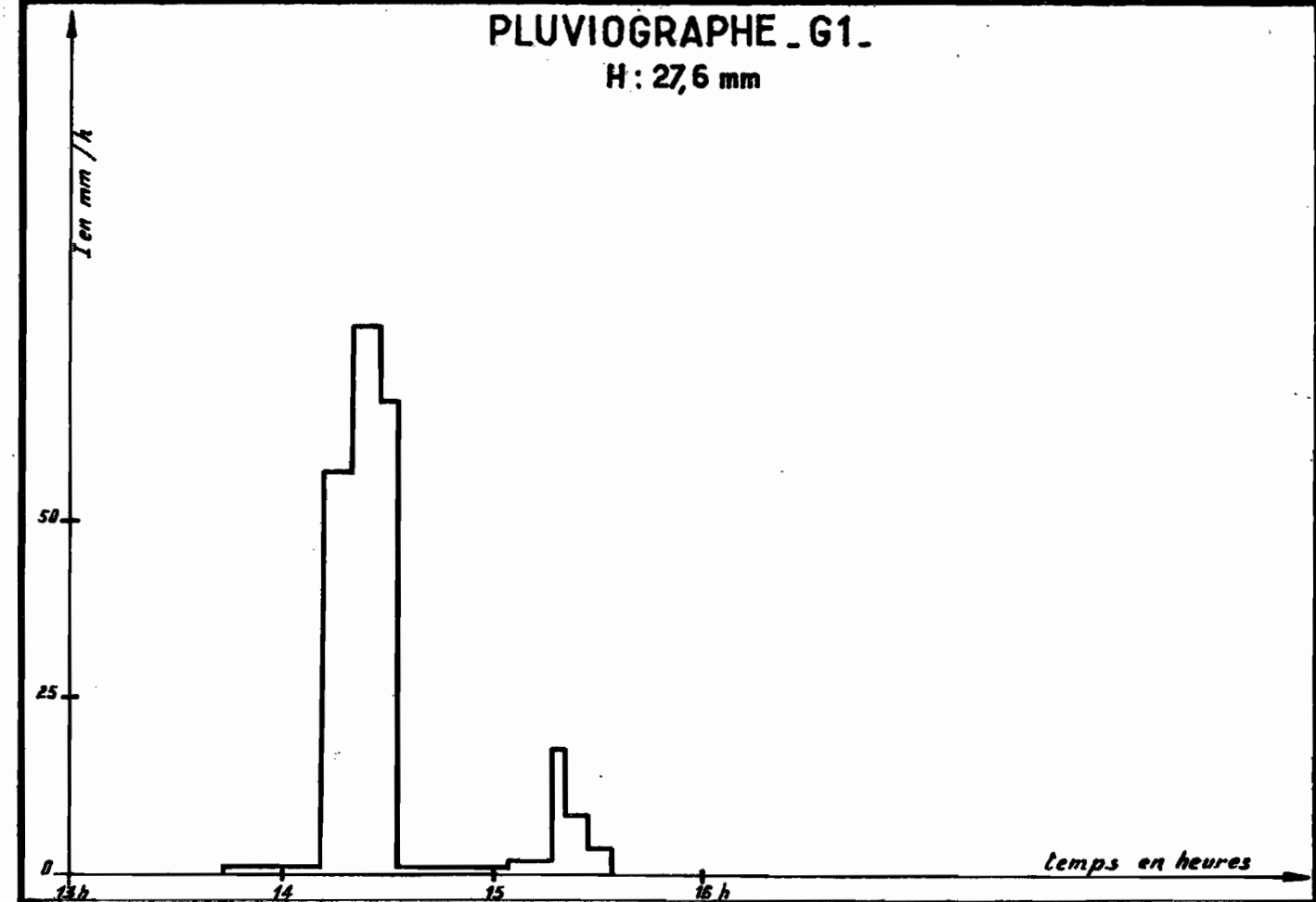
Bassins Versants de SEBIKOTANE Gr-19 AVERSE n°:6

ECHELLE APPROXIMATIVE: 1/100.000<sup>me</sup> KEUR SEGA



	BV_1	BV_2	BV_3	BV_4
H min :		30	21	4,8
H max :		58,4	58,4	58,4
H moy :	24,5	45,7	37,2	33,2

ISOHYÈTES POUR L'AVÈRE DU : 11-8-1962 SÉN. 41.079



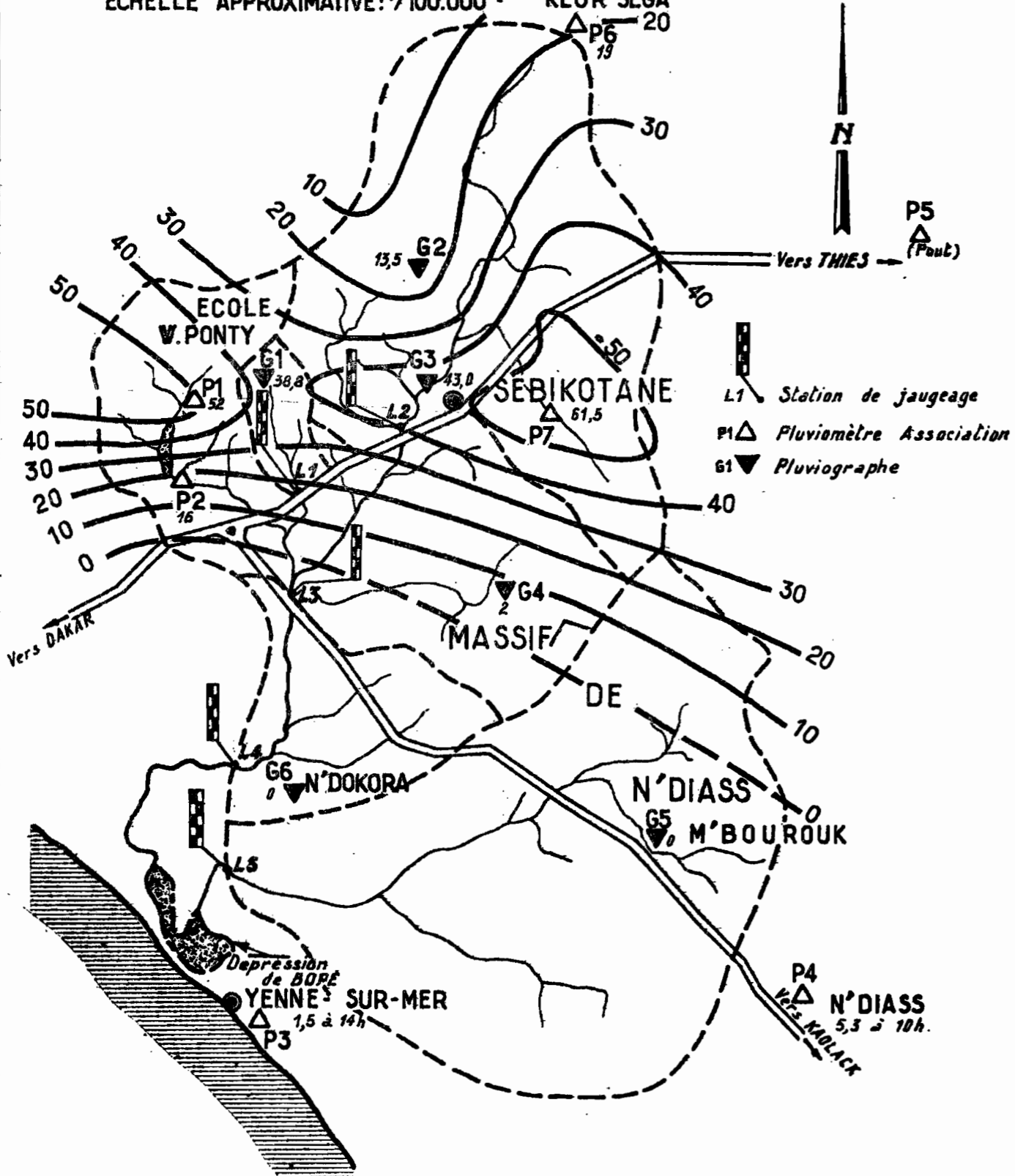
# Bassins Versants de SEBIKOTANE

Gr-20

AVERSE n°:8

ECHELLE APPROXIMATIVE: 1/100.000<sup>m</sup>

KEUR SEGA



- L1 Station de jaugeage
- P1 Pluviomètre Association
- G1 Pluviographe

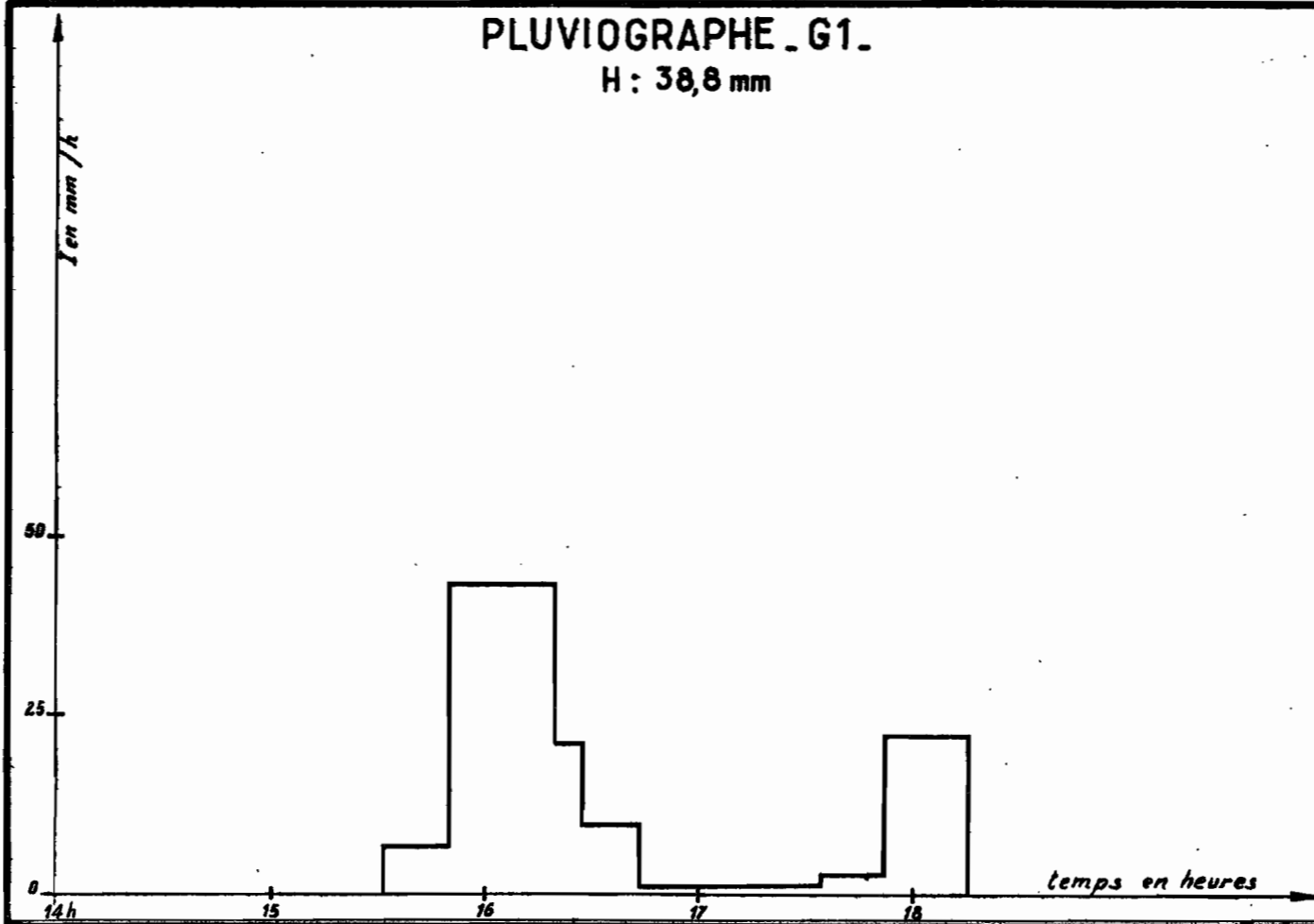
	BV_1	BV_2	BV_3	BV_4
H min :		13,5	0	0
H max :		61,5	61,5	61,5
H moy :	28,7	32,2	28,0	24,2

ISOHYÈTES POUR L'AVÈRE DU : 15-8-1962

SÉN-41.080

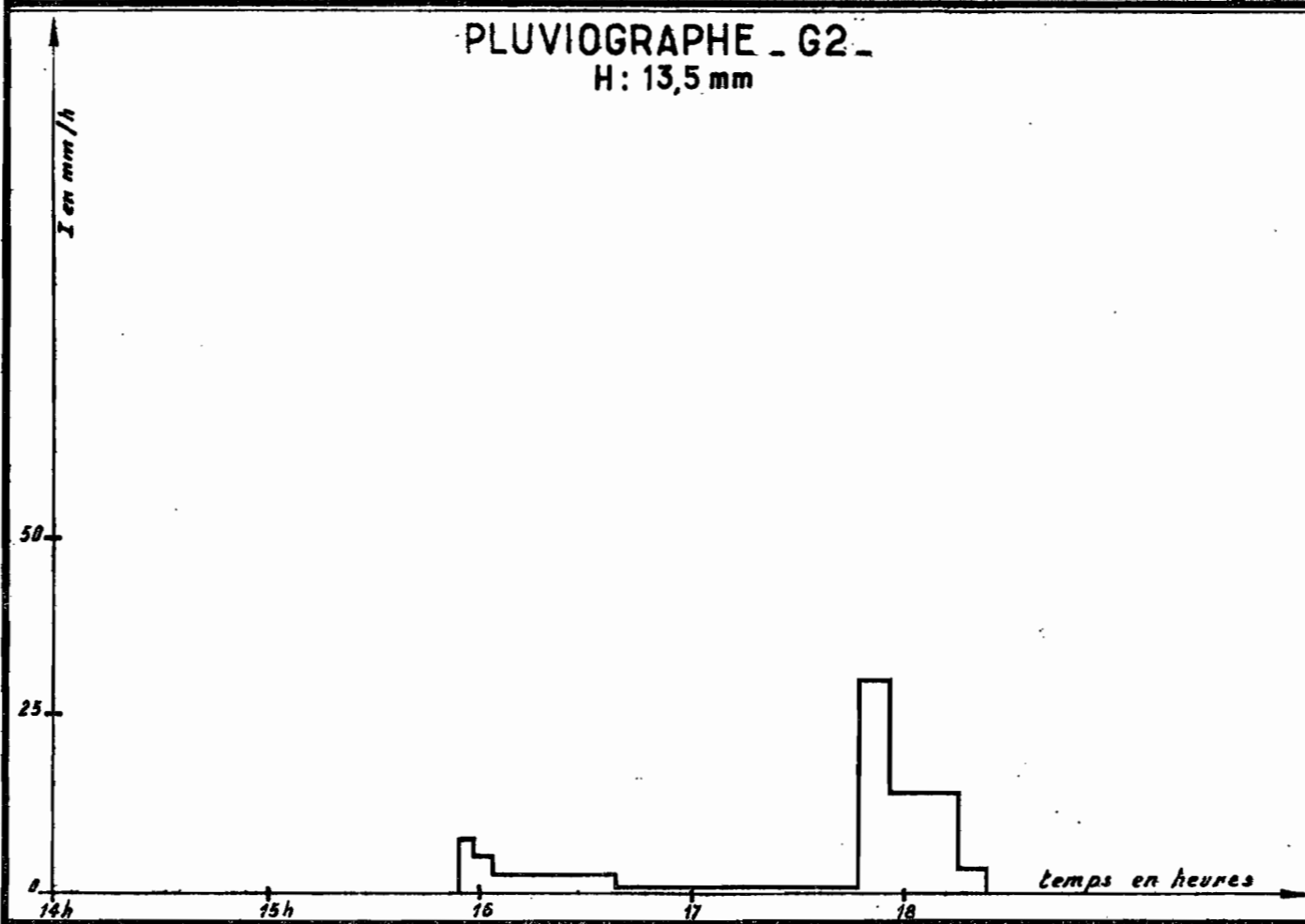
## PLUVIOGRAPHE G1

H: 38,8 mm



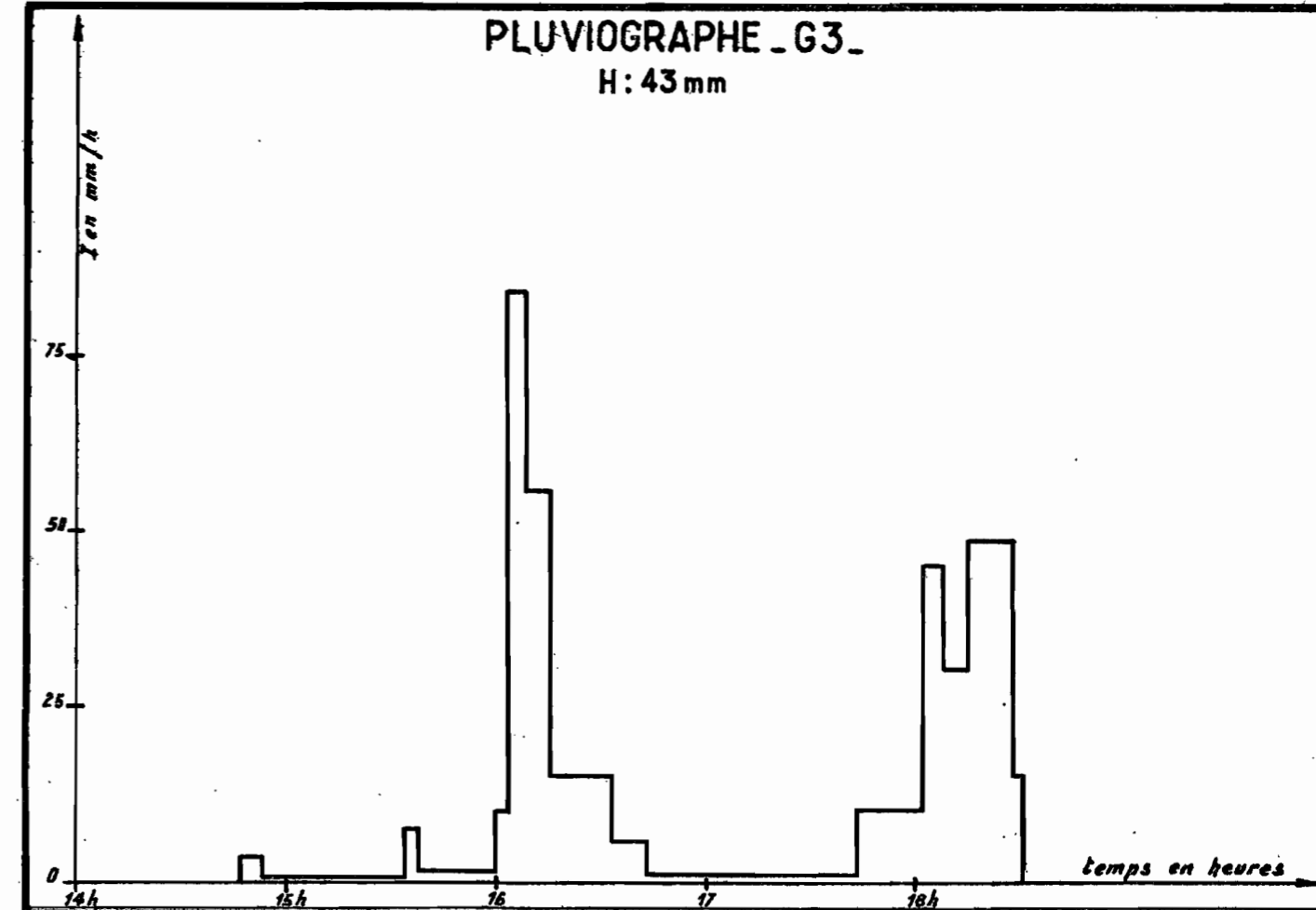
## PLUVIOGRAPHE G2

H: 13,5 mm



## PLUVIOGRAPHE G3

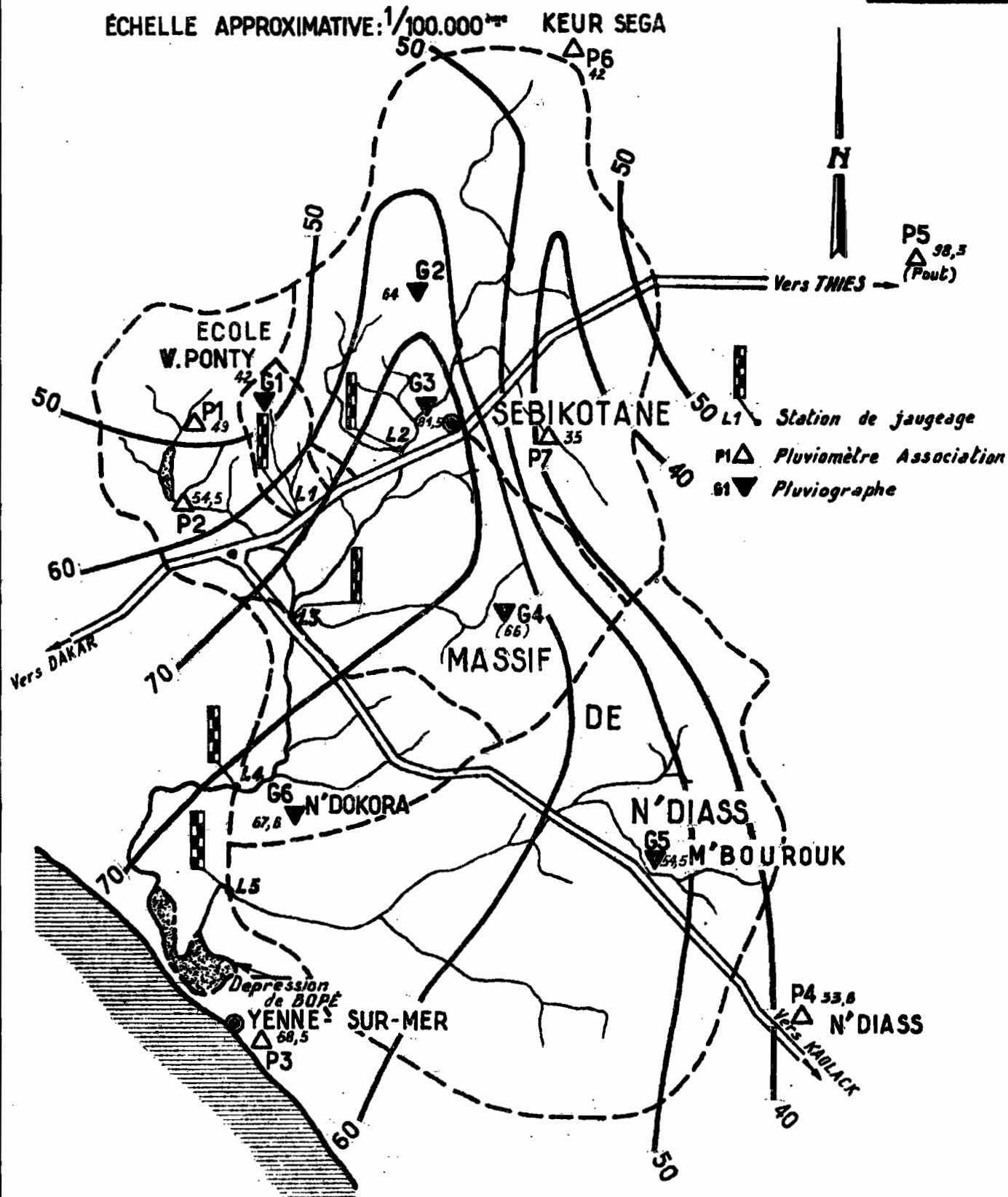
H: 43 mm



# Bassins Versants de SEBIKOTANE

Gr. 21 AVERSE n°: 12

ÉCHELLE APPROXIMATIVE: 1/100.000<sup>ème</sup>



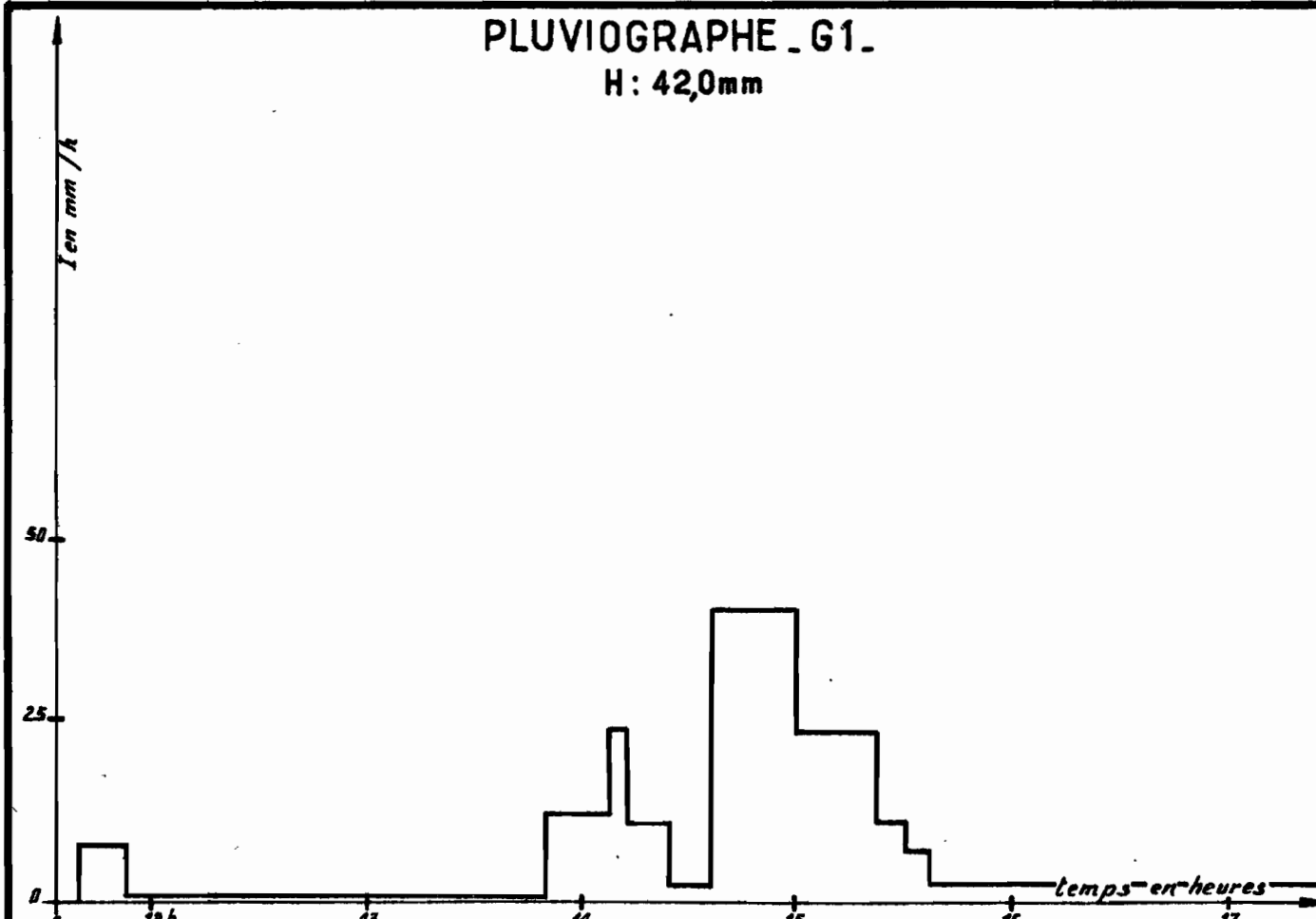
	BV_1	BV_2	BV_3	BV_4
H min :		35	35	35
H max :		81,5	81,5	81,5
H moy :	55	52	55,9	57,6

ISOHYÈTES POUR L'AVÈRE DU : 23-8-62

SEN-41.081

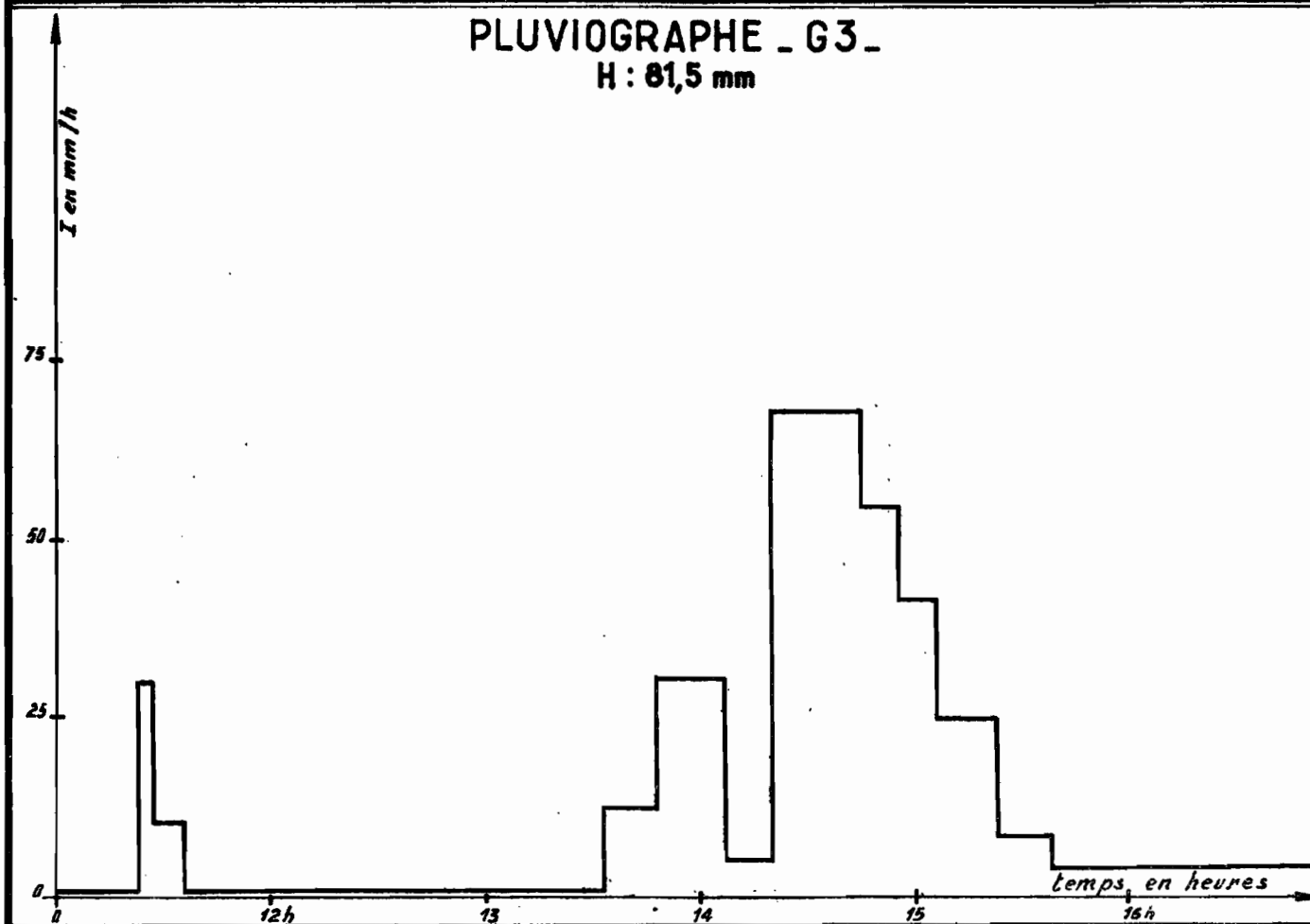
## PLUVIOGRAPHE \_G1\_

H : 42,0 mm



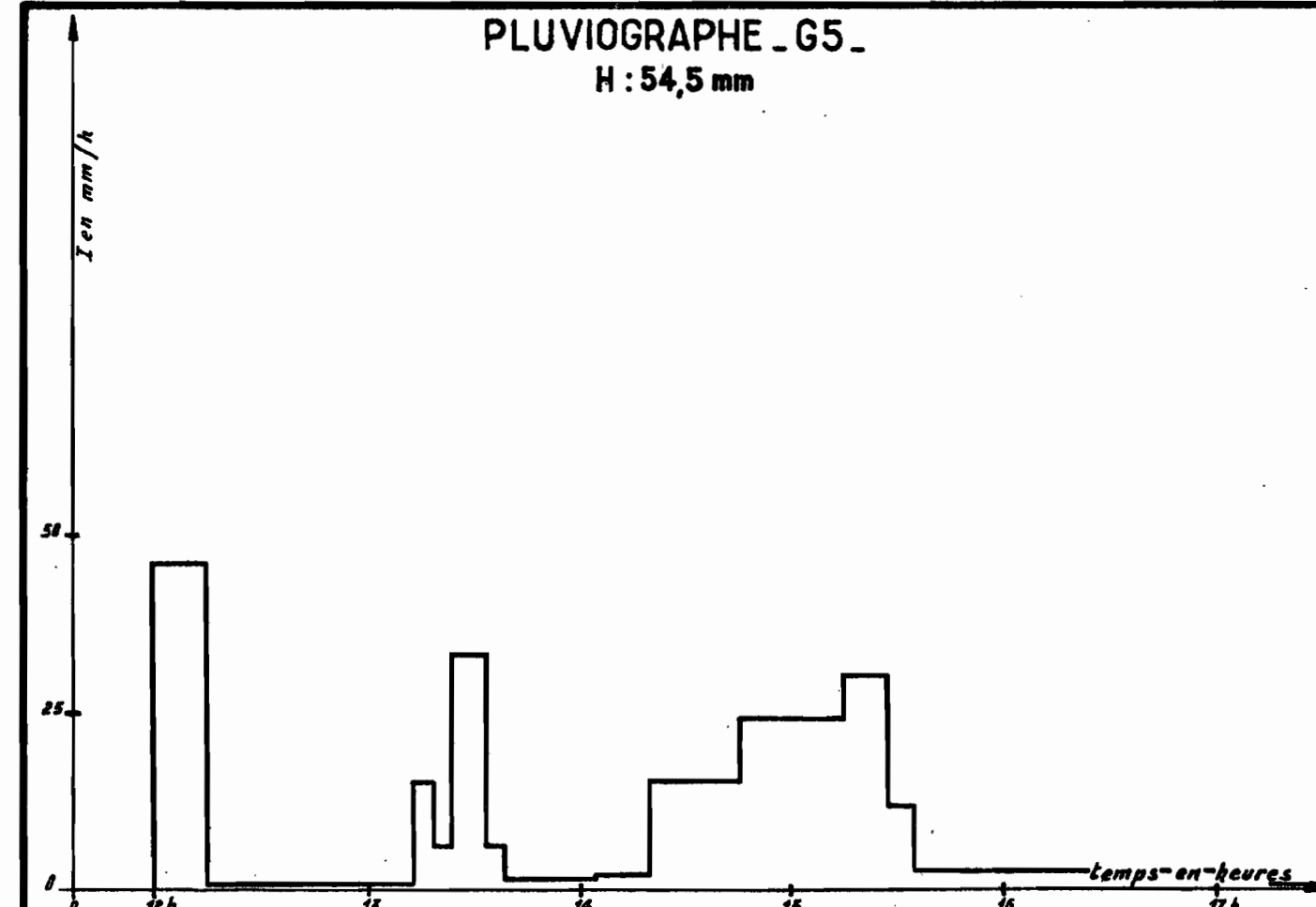
## PLUVIOGRAPHE \_G3\_

H : 81,5 mm



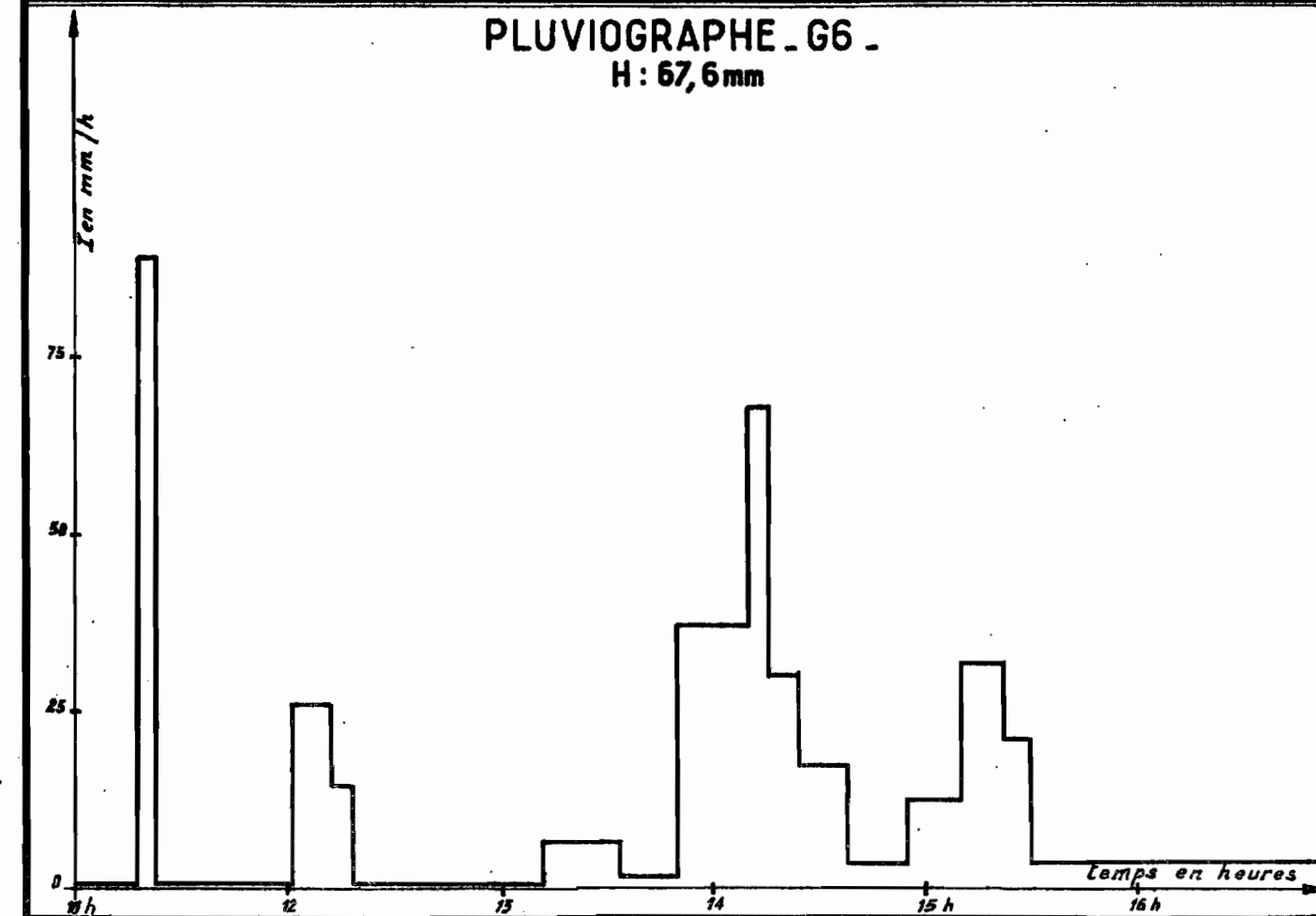
## PLUVIOGRAPHE \_G5\_

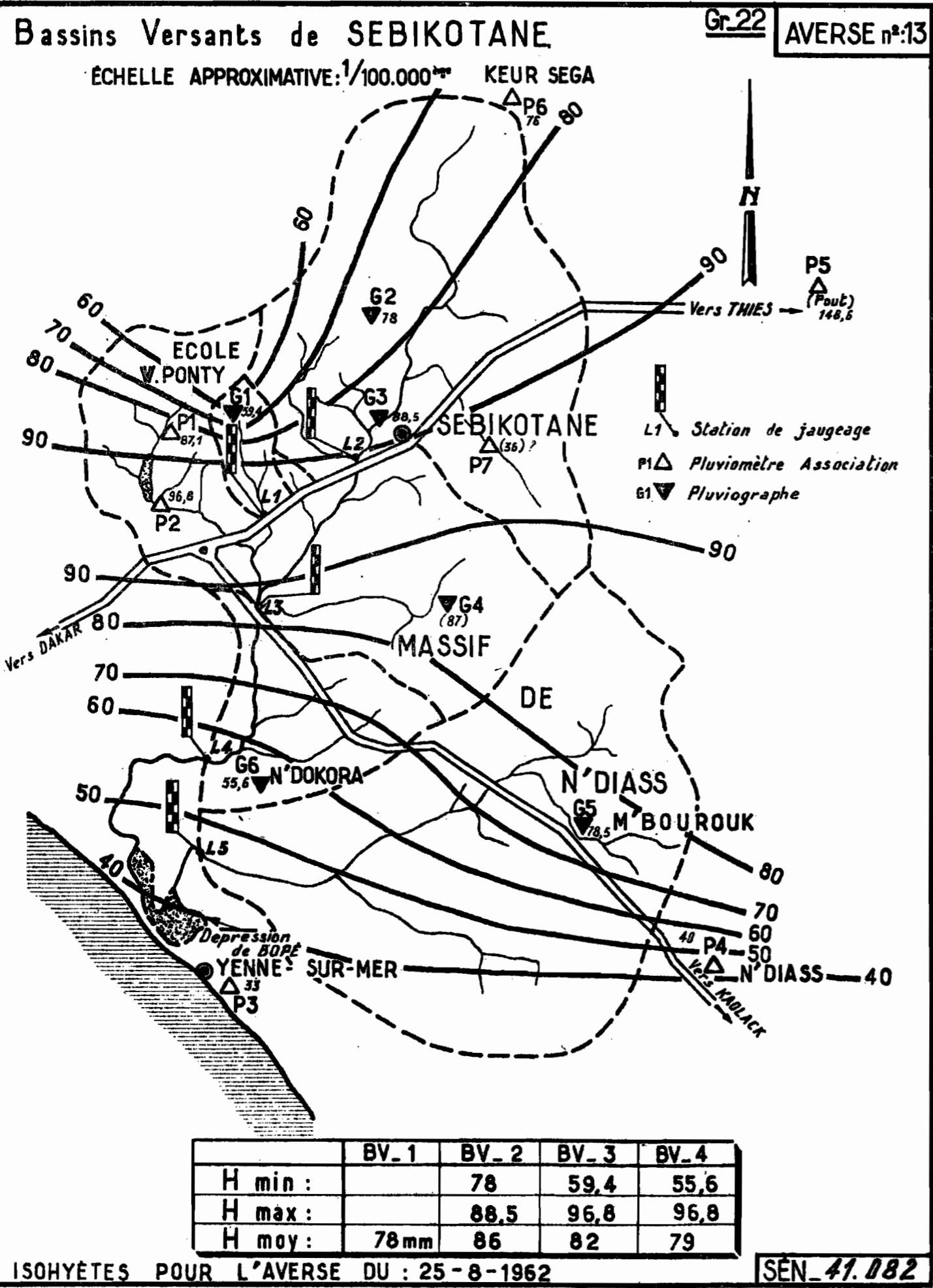
H : 54,5 mm



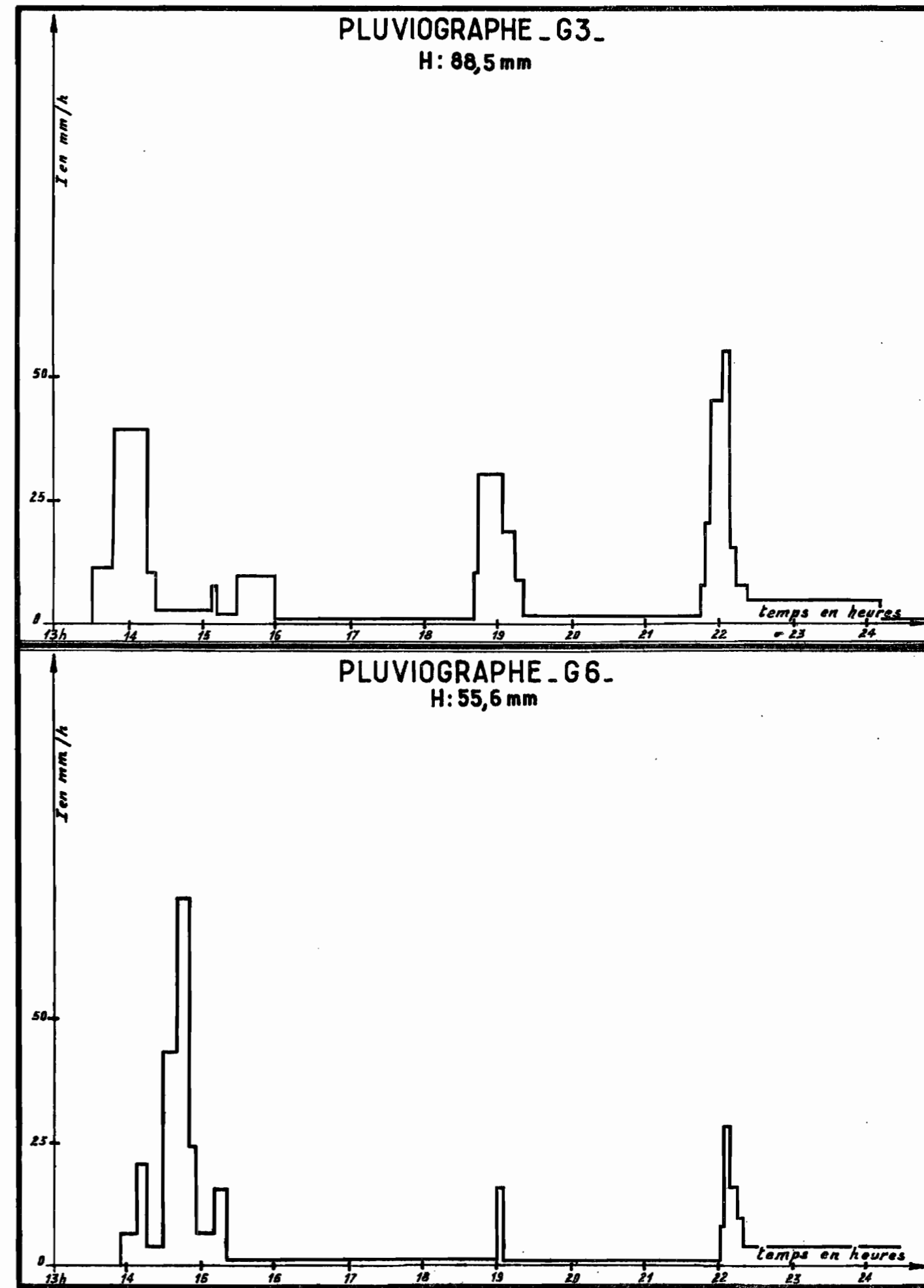
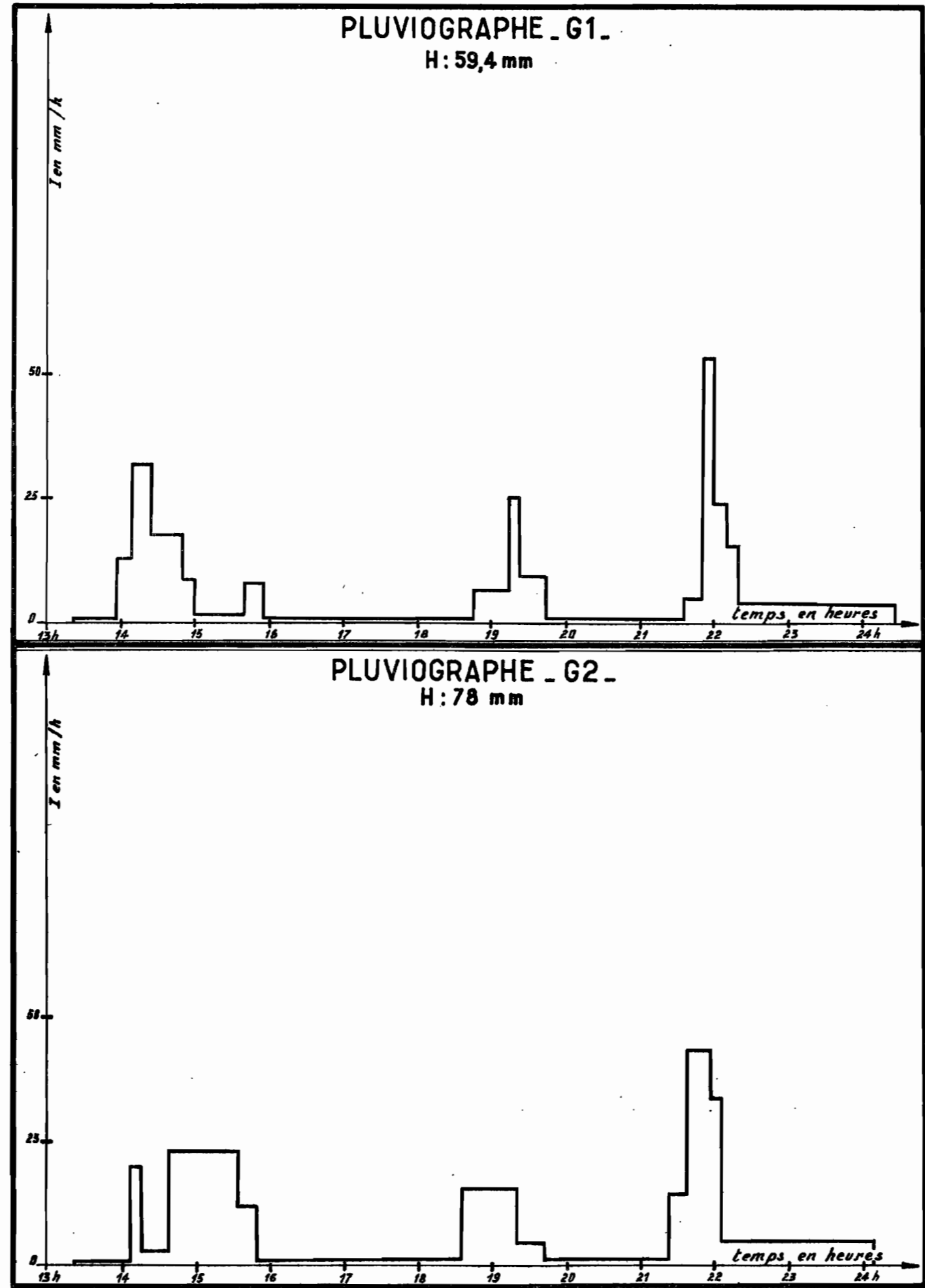
## PLUVIOGRAPHE \_G6\_

H : 67,6 mm





SÉN. 41.082



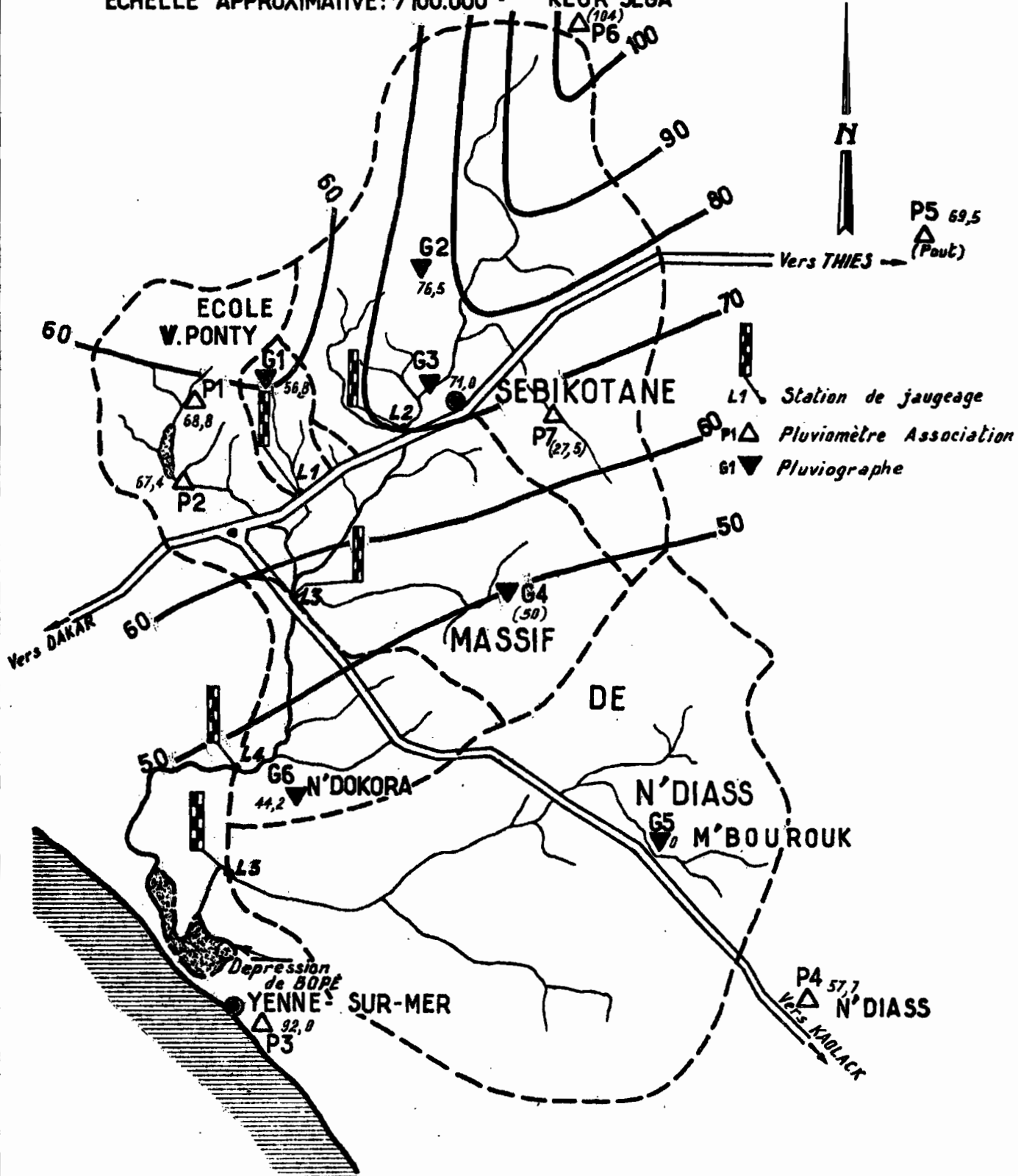
# Bassins Versants de SEBIKOTANE

Gr-23

AVERSE n°:14

ECHELLE APPROXIMATIVE: 1/100.000<sup>m</sup>

KEUR SEGA



L1 Station de jaugeage  
 P1 Pluviomètre Association  
 G1 Pluviographe

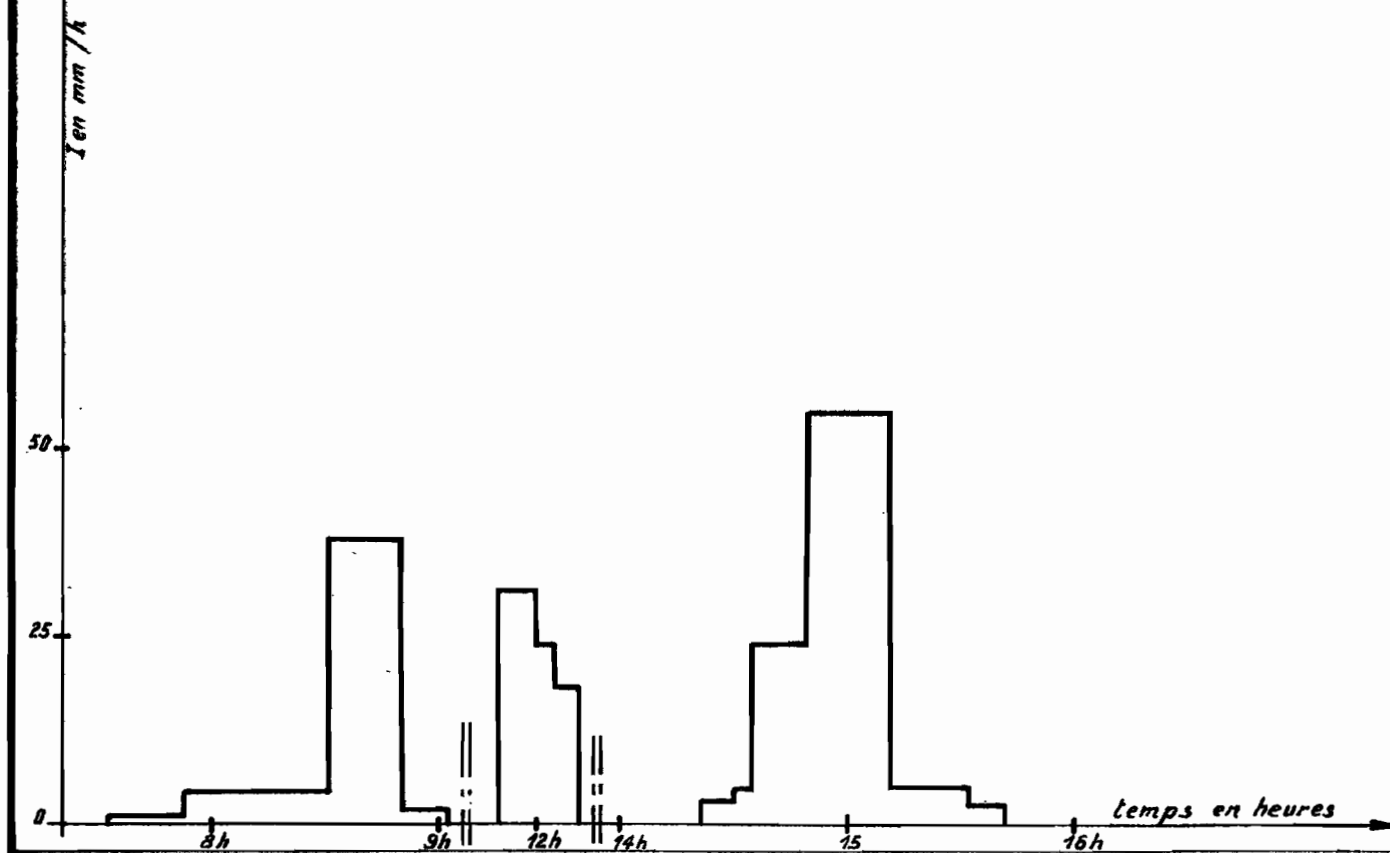
	BV_1	BV_2	BV_3	BV_4
H min :		71 ?	67,4 ?	44,2
H max :		104	104	104
H moy :	60	74	66	65

ISOHYÈTES POUR L'AVÈRE DU : 26-8-1962

SÉN-41.083

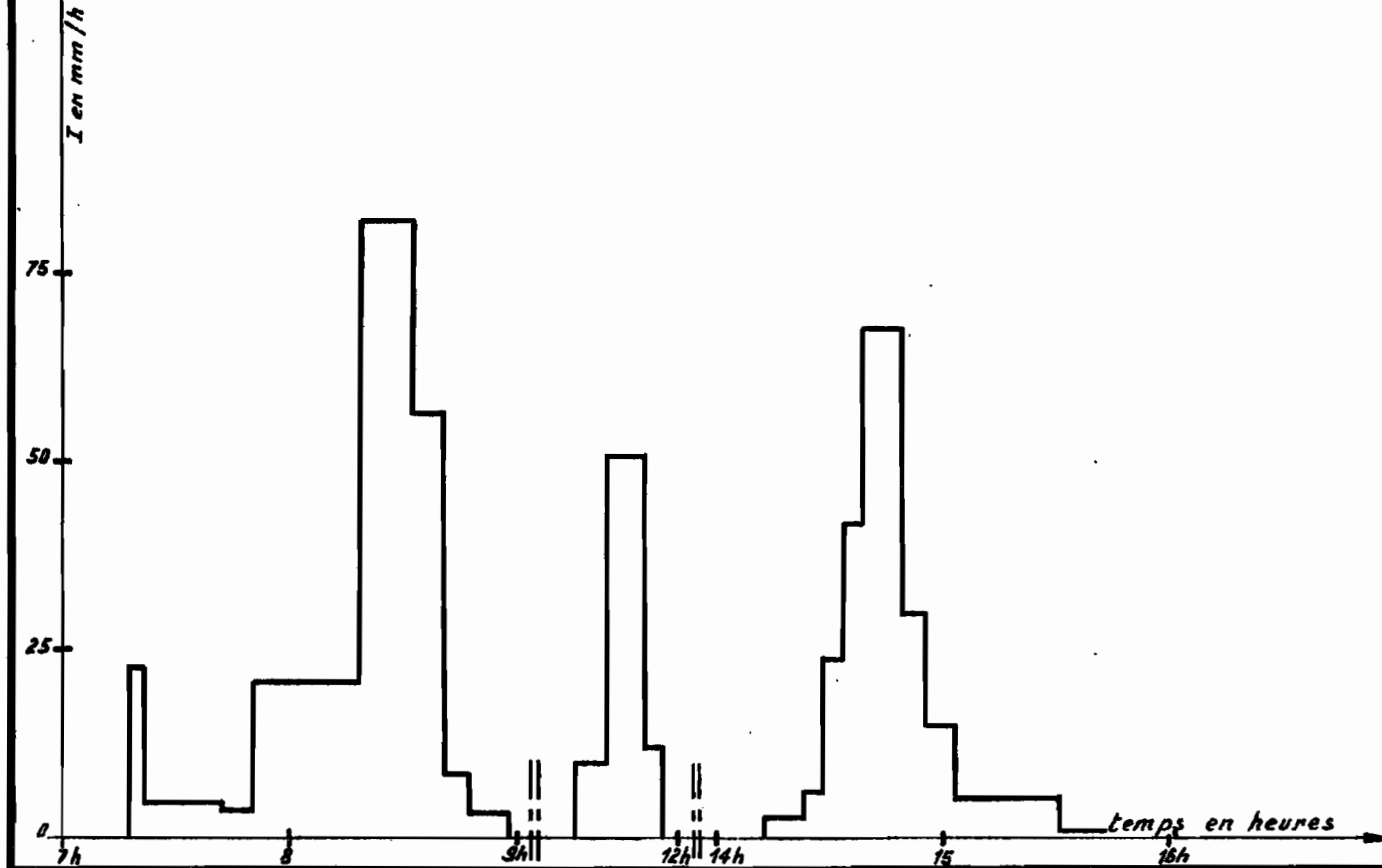
## PLUVIOGRAPHE \_G1\_

H : 56,8 mm



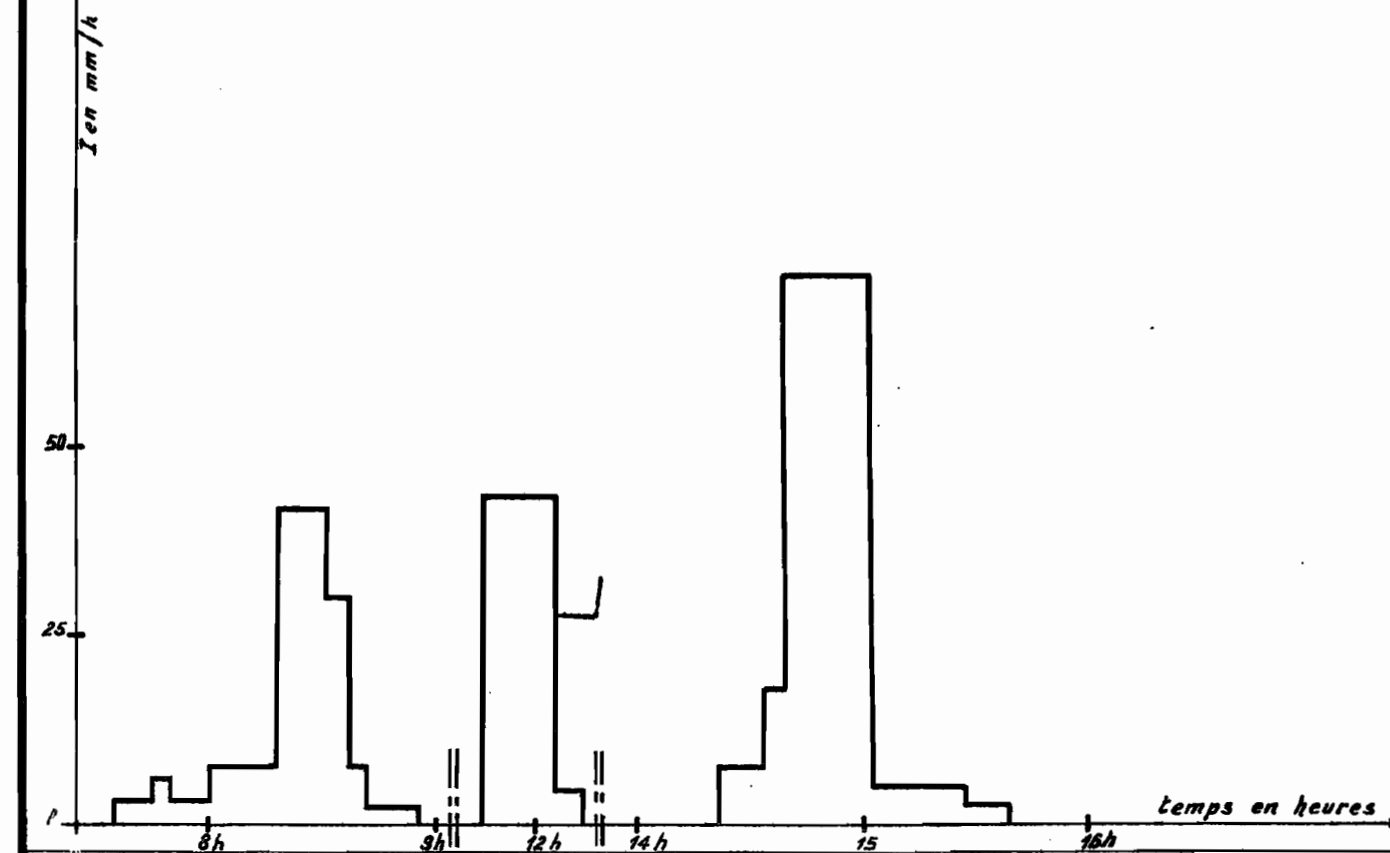
## PLUVIOGRAPHE \_G2\_

H : 76,5 mm



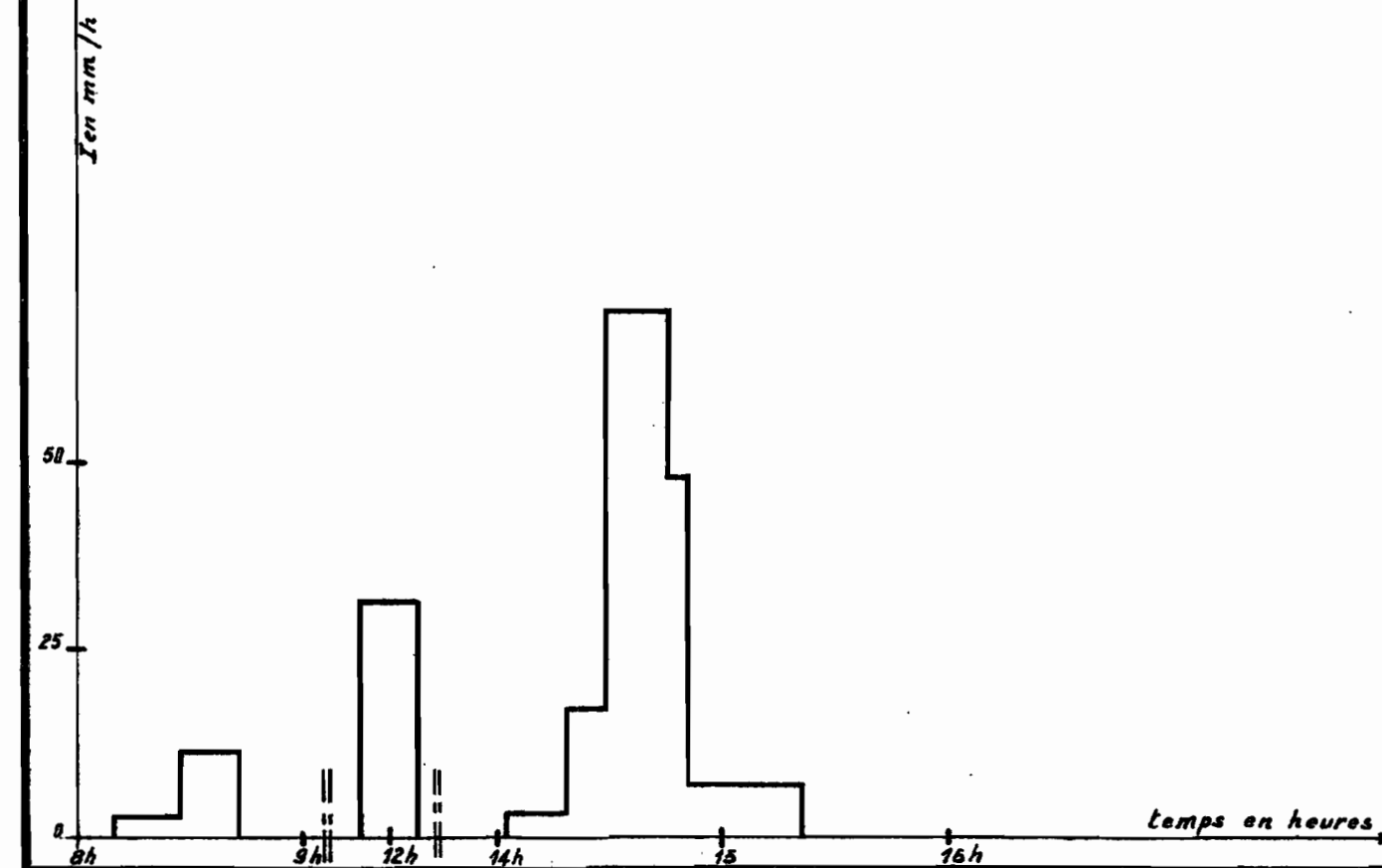
## PLUVIOGRAPHE \_G3\_

H : 71,0 mm



## PLUVIOGRAPHE \_G6\_

H : 44,2 mm



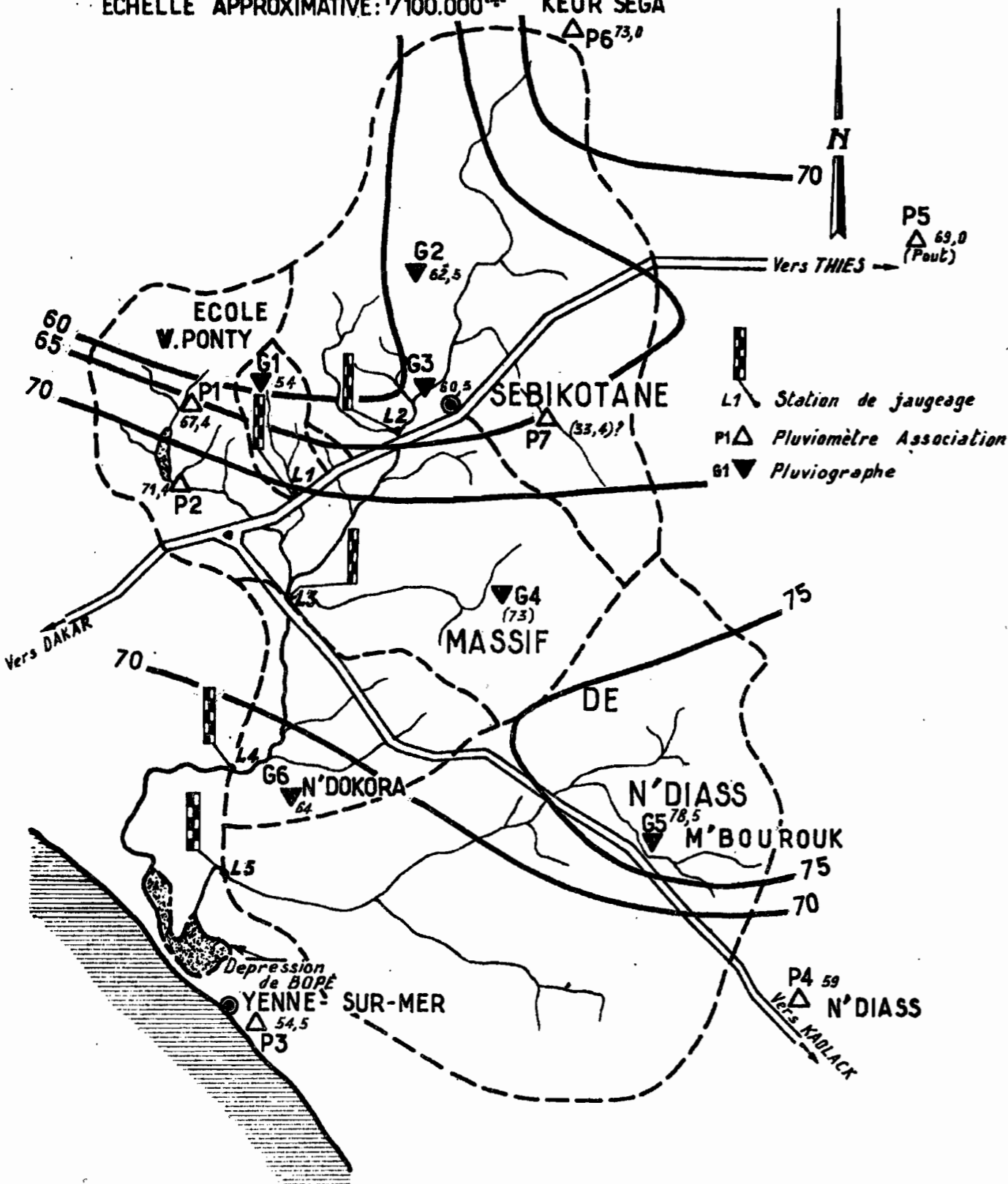
# Bassins Versants de SEBIKOTANE

Gr\_24

AVERSE n°15

ECHELLE APPROXIMATIVE: 1/100.000<sup>m</sup>

KEUR SEGA



- L1 Station de jaugeage
- P1 Pluviomètre Association
- G1 Pluviographe

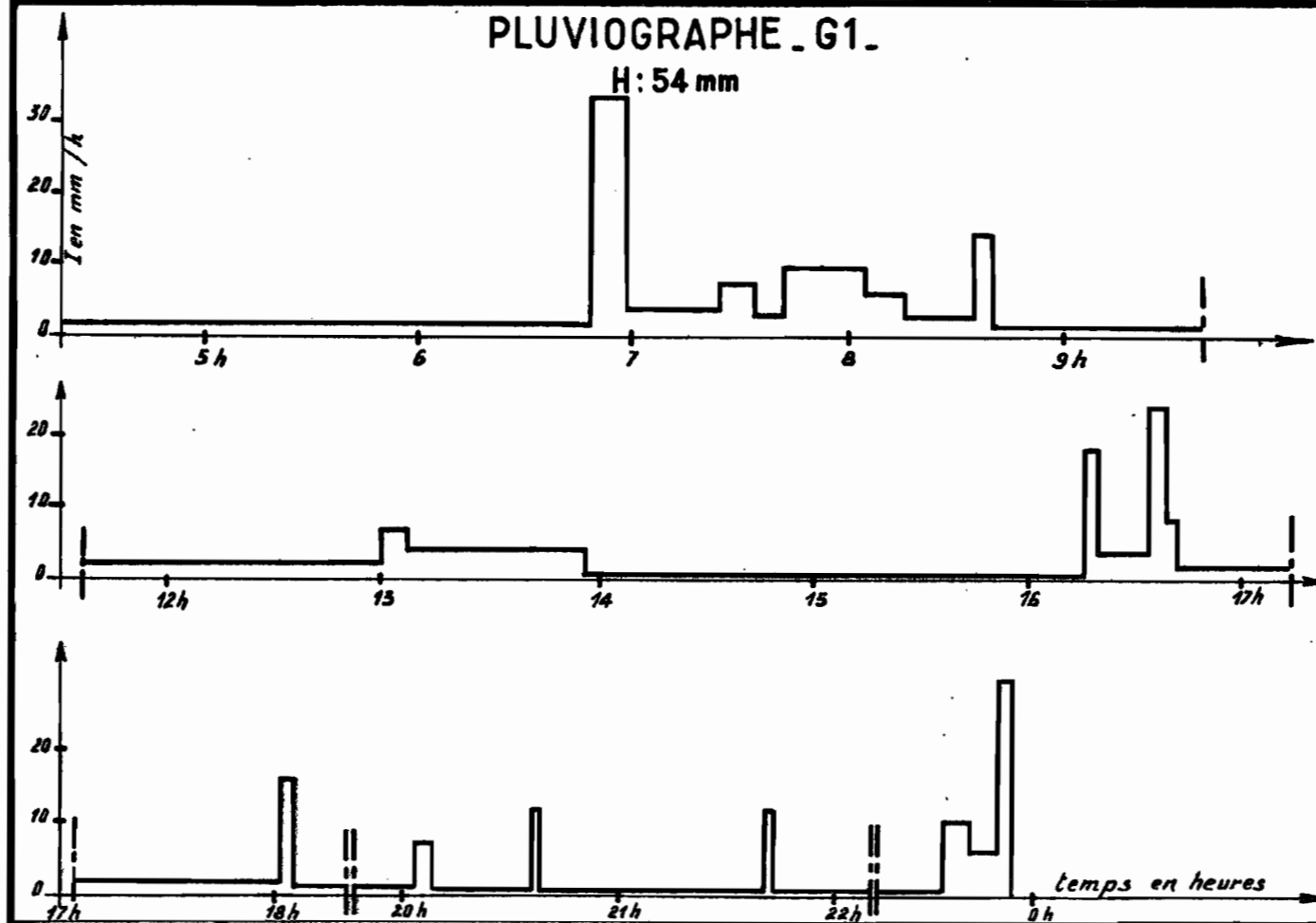
	BV_1	BV_2	BV_3	BV_4
H min :		60,5 ?	54	54
H max :		73	73	73
H moy :	63	63	65	67

ISOHYETES POUR L'AVERSE DU : 27-8-1962

SÉN\_41.084

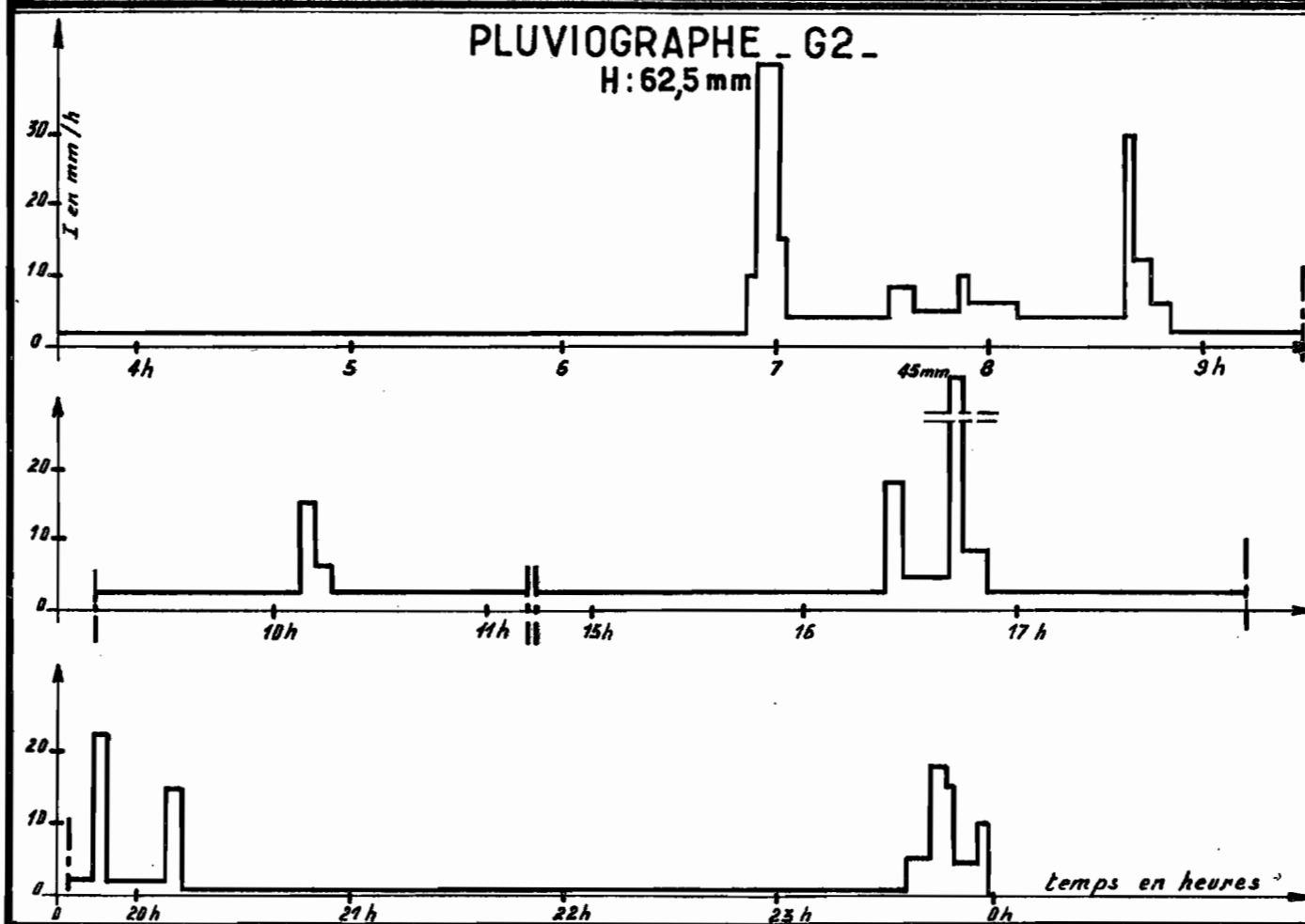
## PLUVIOGRAPHE\_G1\_

H: 54 mm



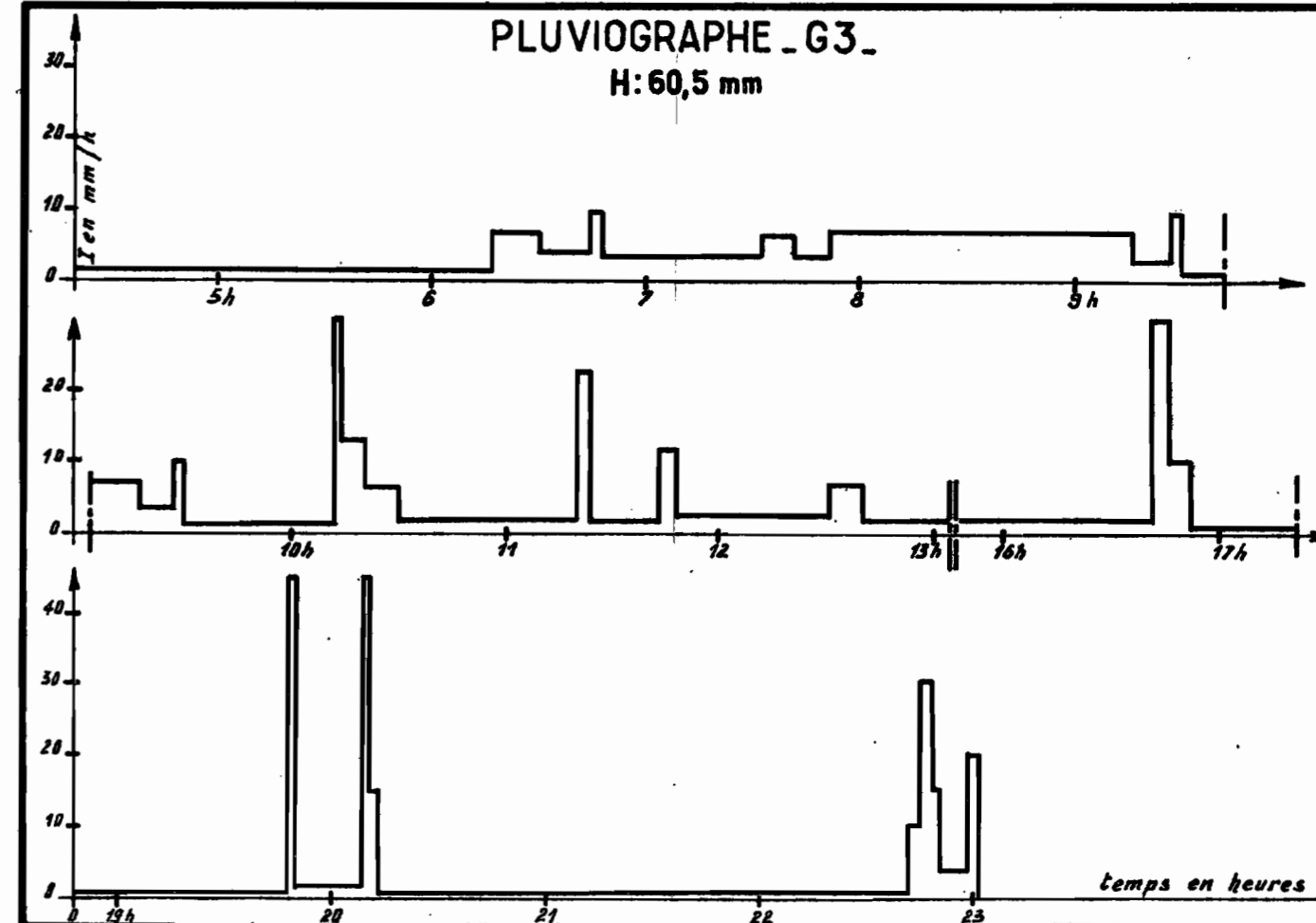
## PLUVIOGRAPHE\_G2\_

H: 62,5 mm



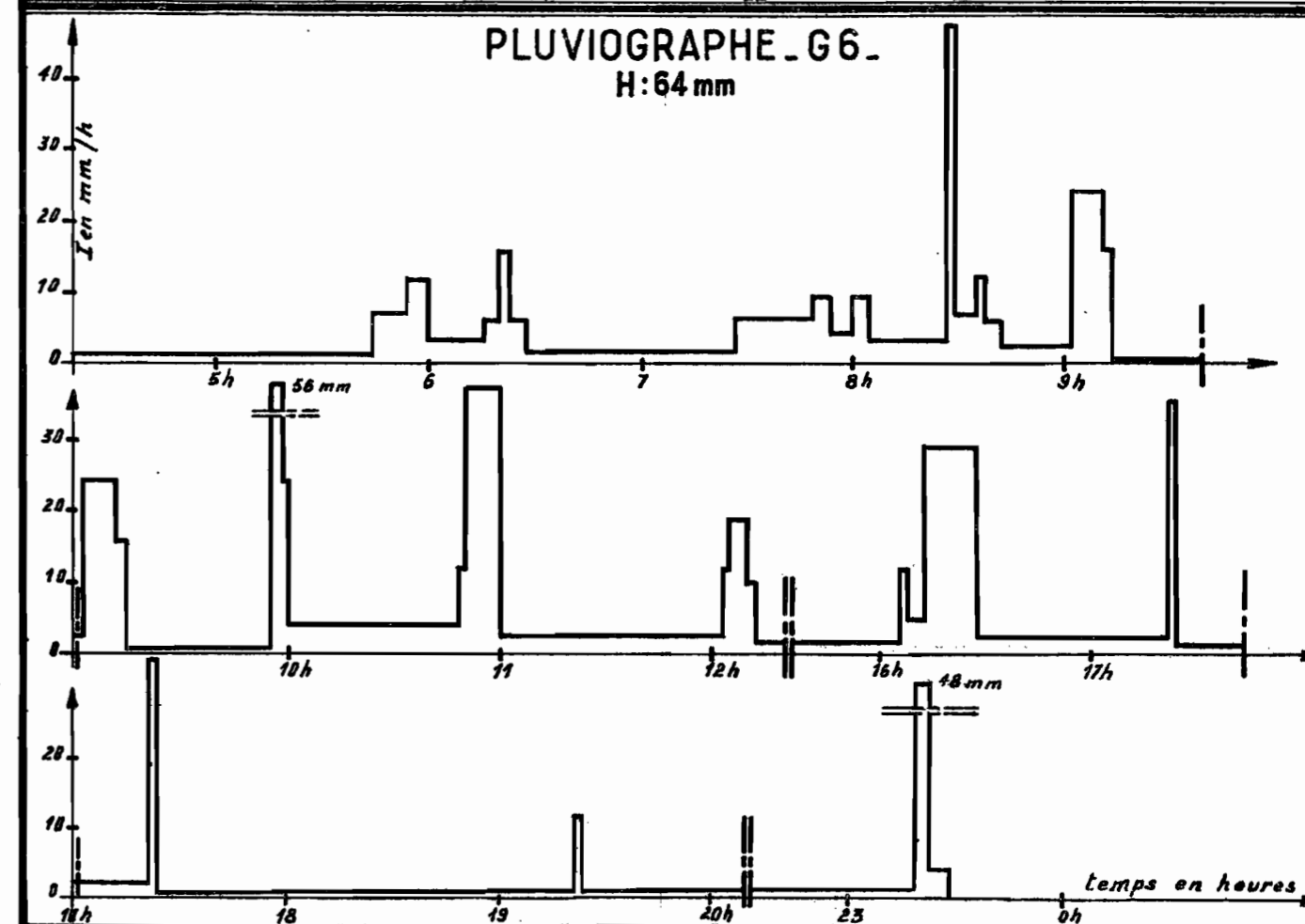
## PLUVIOGRAPHE\_G3\_

H: 60,5 mm



## PLUVIOGRAPHE\_G6\_

H: 64 mm



SEN. 41.085

CRUE N° 14 a.b.c

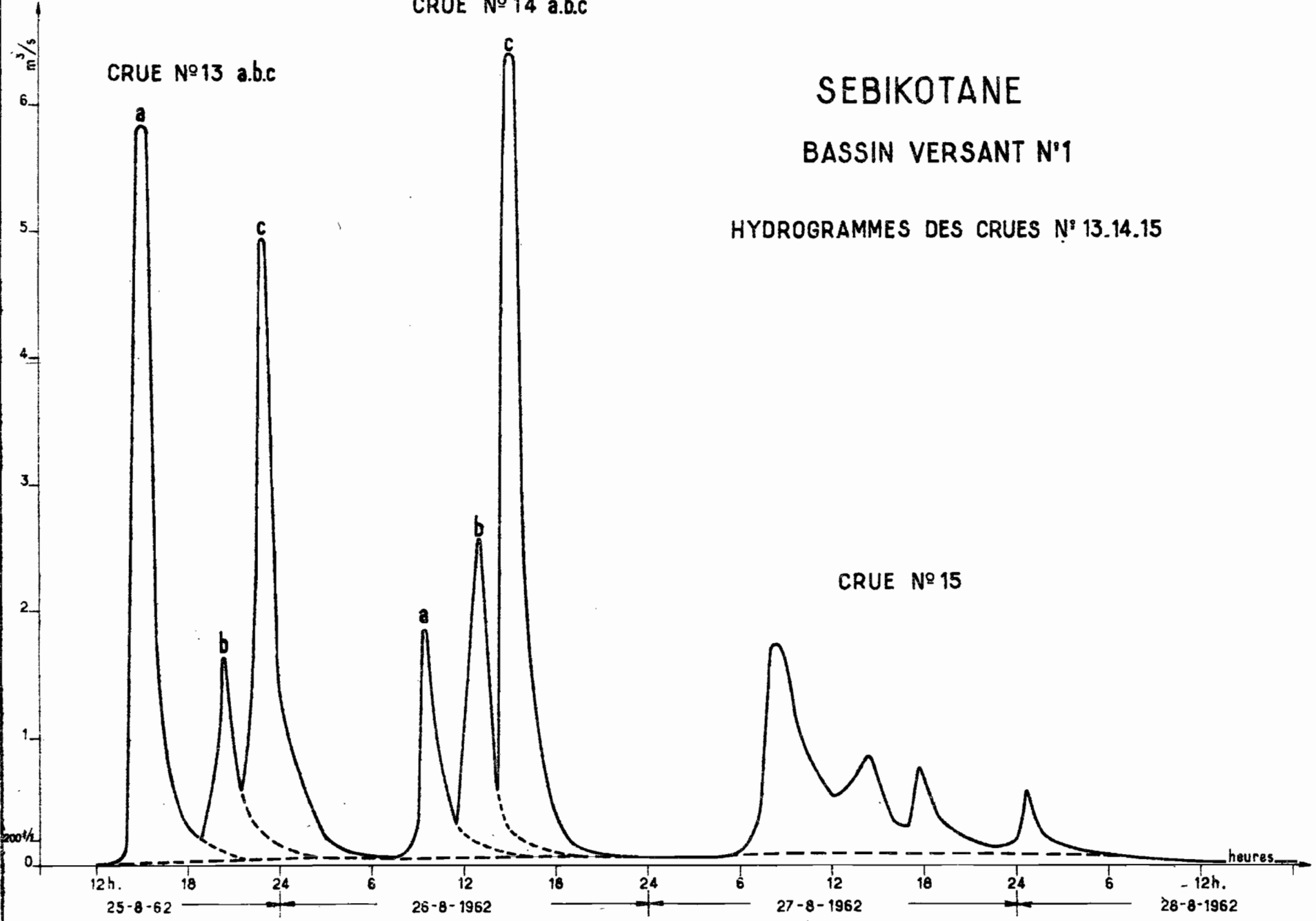
CRUE N° 13 a.b.c

SEBIKOTANE

BASSIN VERSANT N°1

HYDROGRAMMES DES CRUES N° 13.14.15

CRUE N° 15



SEN. 47.086

CRUE N°14

CRUE N°13

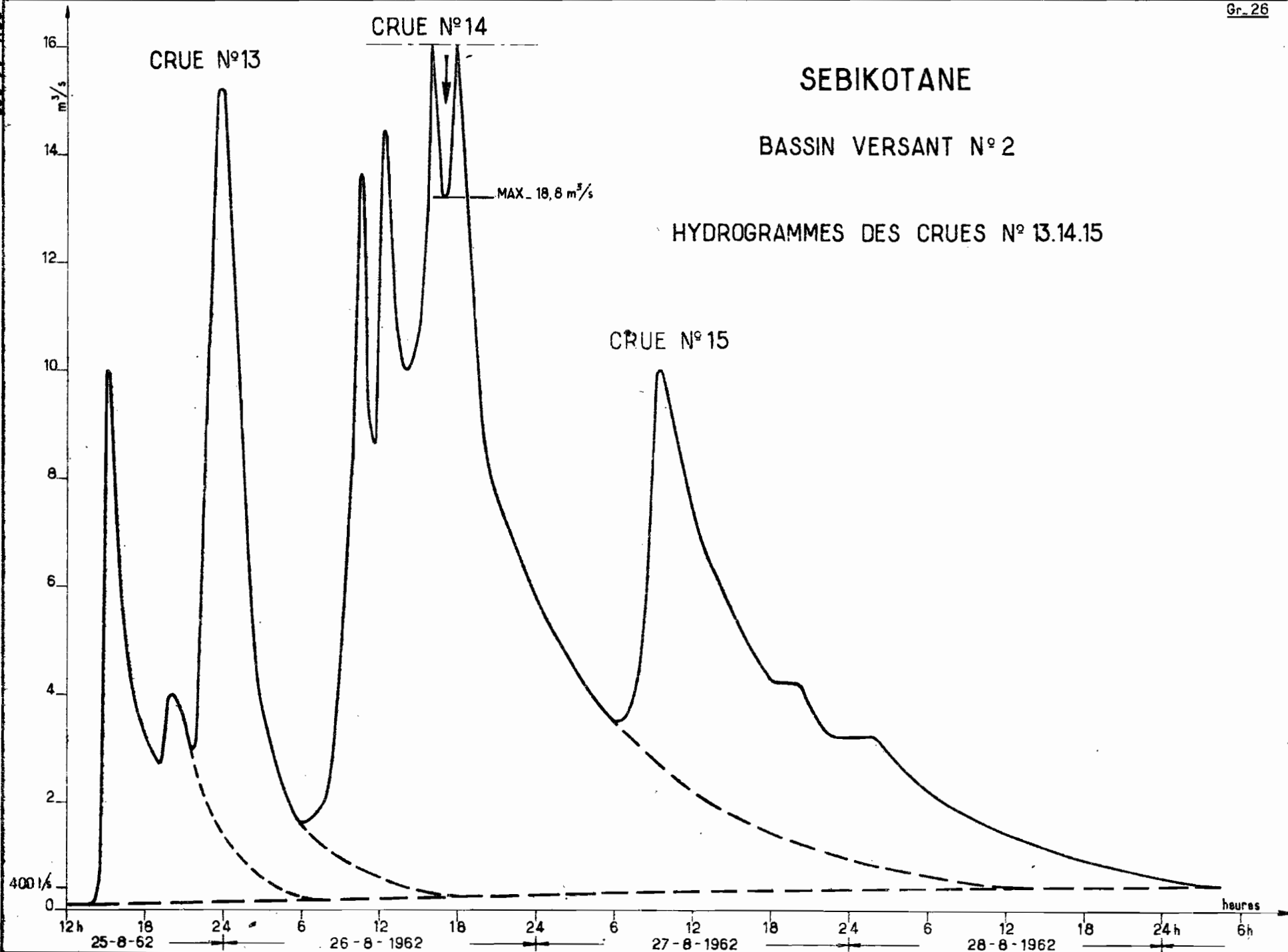
SEBIKOTANE

BASSIN VERSANT N°2

HYDROGRAMMES DES CRUES N°13.14.15

MAX. 18,8 m<sup>3</sup>/s

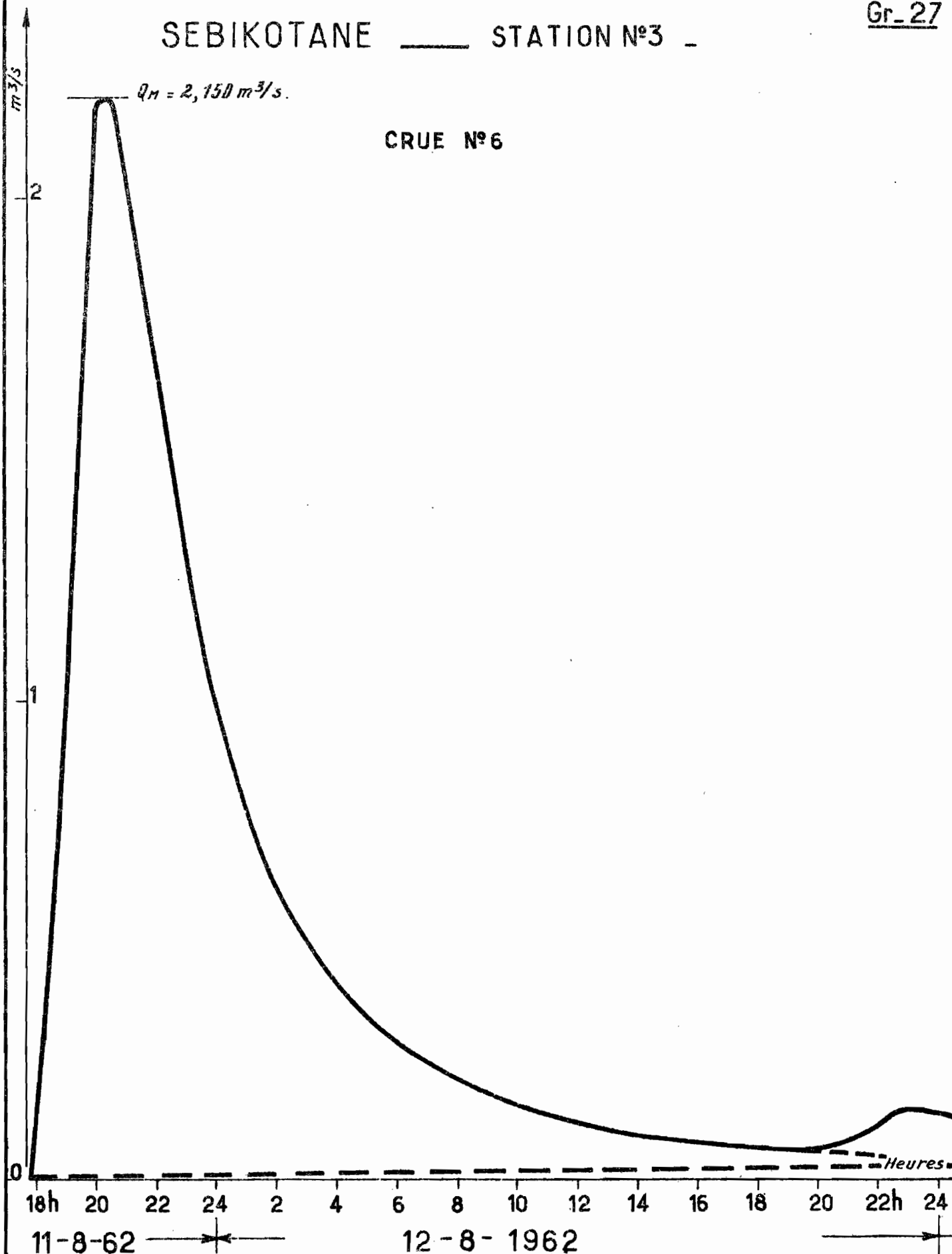
CRUE N°15



# SEBIKOTANE — STATION N°3

$Q_m = 2,150 \text{ m}^3/\text{s}$

CRUE N°6



CRUE N°14

SEBIKOTANE

BASSIN VERSANT N°3

HYDROGRAMMES DES CRUES N°13.14.15

CRUE N°13

CRUE N°15

000 p v

30  
m<sup>3</sup>/s

25

20

15

10

5

1

0

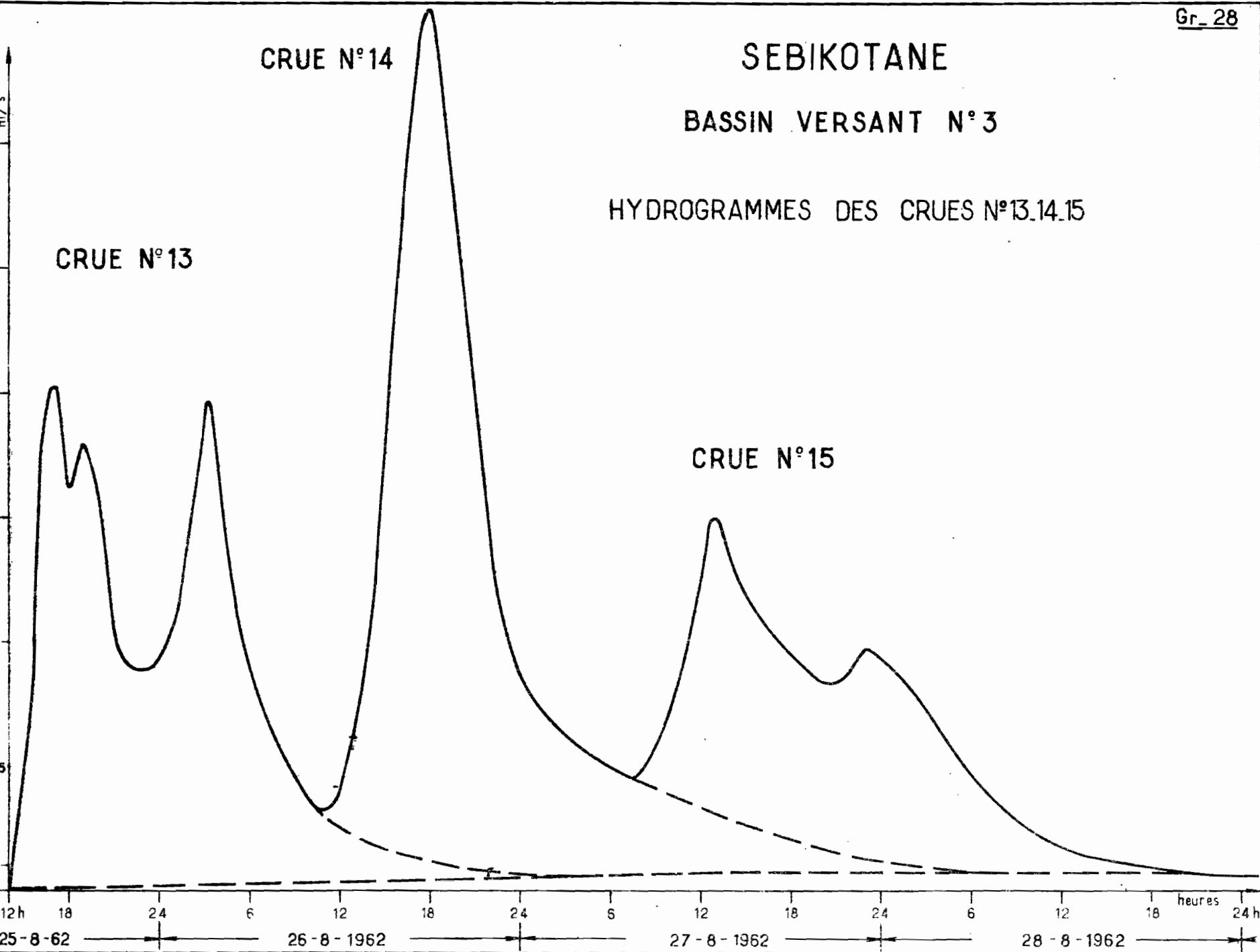
12h 18 24 6 12 18 24 6 12 18 24 6 12 18 heures 24 h

25-8-62

26-8-1962

27-8-1962

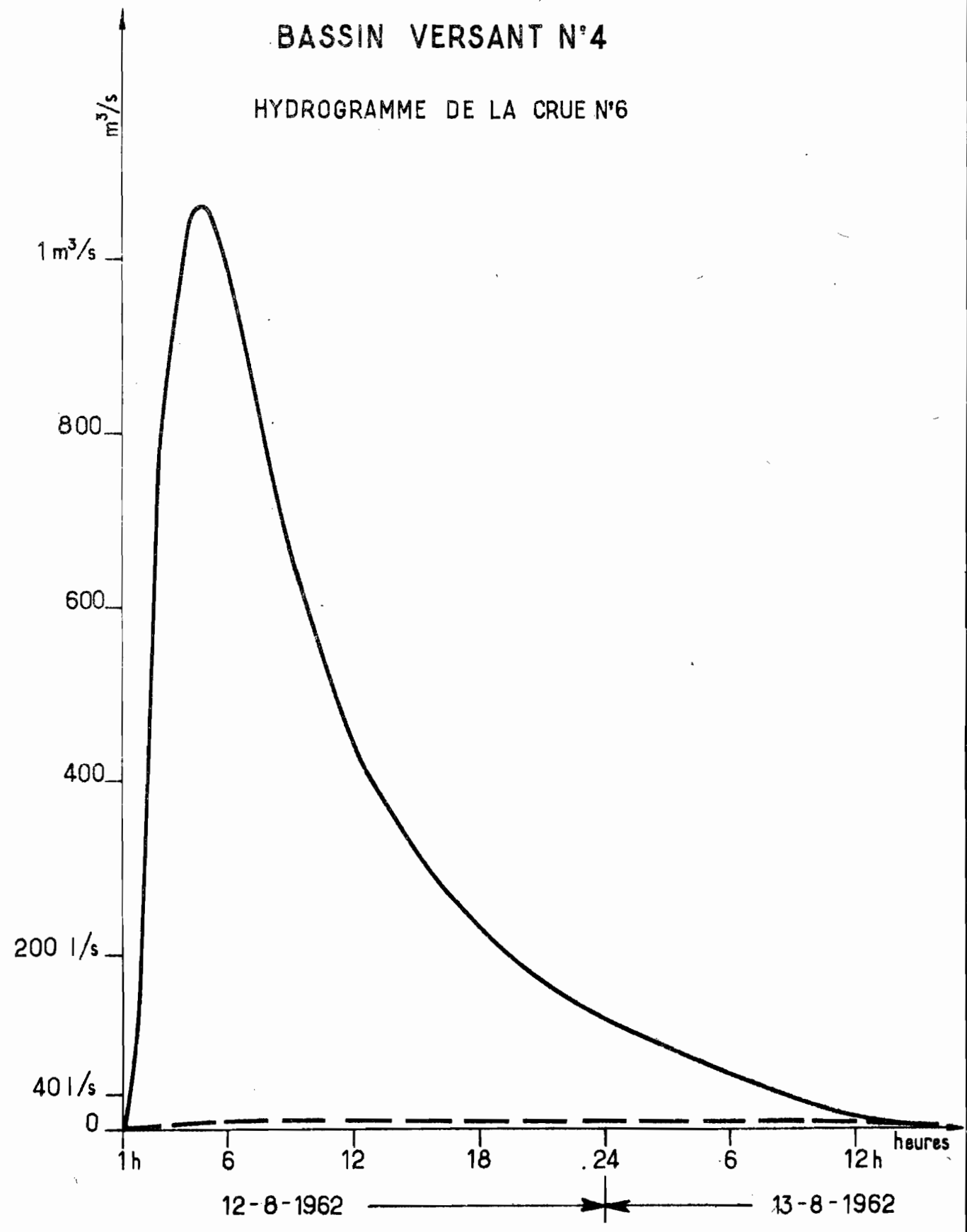
28-8-1962



# SEBIKOTANE

## BASSIN VERSANT N°4

HYDROGRAMME DE LA CRUE N°6



CRUE N°14

SEBIKOTANE

BASSIN VERSANT N° 4

HYDROGRAMMES DES CRUES N°13.14.15

