

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

Service Hydrologique

COMITÉ INTERAFRICAIN
D'ÉTUDES HYDRAULIQUES

**PRINCIPAUX RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE D'ÉTUDES EFFECTUÉES
PAR O.R.S.T.O.M. SUR LES BASSINS VERSANTS URBANISÉS
DE L'AGGLOMÉRATION DE NIAMEY**

par

Pierre DUBREUIL
Directeur de Recherches
à l'O.R.S.T.O.M.

G. VUILLAUME
Chargé de Recherches
à l'O.R.S.T.O.M.

CL. DOUNIE
Hydrologue à l'O.R.S.T.O.M.

D8
DUB

1964

9302

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-Mer

COMITE INTERAFRICAIN
d'ETUDES HYDRAULIQUES

Service Hydrologique

PRINCIPAUX RESULTATS de la CAMPAGNE d'ETUDES EFFECTUEES
par ORSTOM sur les BASSINS VERSANTS URBANISES de l'AGGLOMERATION
de NIAMEY

par

Pierre DUBREUIL
Directeur de Recherches
à l'ORSTOM

G. VUILLAUME
Chargé de Recherches
à l'ORSTOM

Cl. DOUNIE
Hydrologue à l'ORSTOM



DB
DUB

1964

18 AOUT 1970

9902 :

Jusqu'à 1963, aucune étude systématique n'avait été faite du ruissellement en zone urbaine en région tropicale. La première campagne d'observations et de mesures a été entreprise à NIAMEY, par ORSTOM, en 1963, en exécution d'une commande du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques.

Six stations de mesures ont été aménagées sur le bassin du GOUNTI-YENA :

- 1° - une station à l'exutoire, mesurant la totalité des apports de la zone urbaine et de la partie amont du bassin en terrain naturel ;
- 2° - une seconde station a été aménagée à l'issue de la partie amont du bassin, afin de distinguer les apports venant du bassin naturel des apports de la zone urbanisée ;
- 3° - un petit bassin a été aménagé sur terrain naturel relativement imperméable afin de fournir des éléments de comparaison ;
- 4° - un quatrième bassin de $1,5 \text{ km}^2$ comprenant à la fois des zones urbanisées et des zones à l'état naturel ;
- 5° - deux bassins ont été aménagés dans les zones urbaines de pentes différentes : l'un couvrant $0,56 \text{ km}^2$, l'autre $1,05 \text{ km}^2$.

L'hydraulicité de l'année 1963 a été moyenne. Les observations et mesures ont pu être effectuées de façon correcte et deux fortes crues ont été étudiées.

Cette campagne a donc été réussie et nous donnons ci-après un tableau précisant les valeurs maximales des débits mesurés.

CRUES MAXIMALES OBSERVEES en 1963 :

- 1° - Exutoire du GOUNTI-YENA (Bassin versant actif = 4 km²)
 - 15-7-1963 : 14 300 l/s
 - 27-7-1963 : 15 200 l/s (3 800 l/s.km²)
- 2° - Grand Bassin amont, sable (Bassin versant = 20 km²)
 - 27-7-1963 : 300 l/s
- 3° - Petit Bassin naturel, pente modérée, sol non sableux (B.V. = 1 km²)
 - 27-7-1963 : 2 100 l/s
- 4° - Station B.A.O. + Trésor (Bassin Versant = 1,54 km²)
 - 14-7-1963 : 2 600 l/s
- 5° - Station "Dispensaire" (Bassin Versant = 1,06 km²)
 - 14-7-1963 : 8 600 l/s
- 6° - Station SALAMAN (Bassin Versant = 0,56 km²)
 - 14-7-1963 : 5 500 l/s

On a réuni sur un tableau les principaux caractères physiques des 5 bassins ; la connaissance encore peu précise des surfaces urbanisées devra être améliorée car ces surfaces jouent un grand rôle dans le processus de ruissellement.

Les 2 averses des 14 et 27 Juillet 1963 sont les seules importantes qui aient été observées. Elles s'apparentent tant par leur forme (relation intensités-durées) que par le total recueilli à l'averse de fréquence annuelle pour la région de NIAMEY.

On a analysé très sommairement ces 2 averses et les crues résultantes ; les résultats ont été groupés dans un tableau unique, dans lequel les symboles employés sont les suivants :

- P_M : précipitation maximale en mm
- K_e : coefficient d'abattement en % = $\frac{P_{moy}}{P_M}$
- P_{moy} : précipitation moyenne sur le bassin versant en mm
- $I_m 15'$: intensité moyenne maximale pendant 15 mn, en mm/h
- t_a : intervalle de temps en jours à l'averse précédente
- V_r : volume de ruissellement en m^3
- P_n : pluie nette correspondant au ruissellement en mm
- K_r : coefficient de ruissellement en % = $\frac{V_r}{V_h} = \frac{P_n}{P_{moy}}$
- V_h = volume total des précipitations pour la surface du bassin
- t_m : temps de montée
- t_p : temps de réponse
- T_B : temps de base de l'hydrogramme
- Q_M : débit maximal en m^3/s
- q_M : débit spécifique maximal rapporté à $1 km^2$ en $l/s.km^2$

Caractères physiques des bassins

Noms	Superficie km ²	Périmètre m	K _e	L	l	Pente moyenne m/km	Terrain
Exutoire	35	30	1,42	11,7	3,3	2,65	Mixte (4 km ² urbains)
Grand B.V. amont	20	22	1,38	8,8	2,2	1,98	Sable ; naturel
Petit B.V. naturel	1	4	1,10	1	1	(≤ 1)	Non sableux ; naturel
BAO-Trésor	1,54	5,2	1,18	1,73	0,87	6,6	Mixte (0,5 km ² urbain)
SALAMAN	0,56	4,9	1,84	2,22	0,23	0,8	Urbain à 100 %
Dispensaire	1,06	6,8	1,89	3,15	0,25	4,90	" "

K_e : coefficient de compacité

L et l : dimensions du rectangle équivalent en km (même surface et même K_e que le bassin réel).

Pente : $I = \frac{\Delta H}{L}$ avec ΔH dénivelée comprise entre les altitudes de la courbe hypsométrique pour 5 % et 95 % de la surface considérée.

Les surfaces urbanisées sont estimées sans grande précision.

Averse du 14 Juillet 1963

Bassin	P _M mm	K _a %	P _{moy} mm	I _m 15'	t _a jours	V _r m ³	P _n	K _r %	t _m mn	t _p mn	T _B mn	Q _M m ³ /s	q _M l/s.km ²
Exutoire	70	54	38	90	3(1)	55 200	1,58 (13,8)	4,2 (36,3)	50	40	130	14,3	410 (3 600)
Gr ^d .B.V.Amont	40	75	30	80	"		non observé ou nul						
P ^t .B.V.natural	-	-	38,5	-	"		"	"	"				
BAO-Trésor	70	74	52	90	"	4 060	2,64 (8,10)	5,1 (15,6)	15	10	55	2,6	1 690 (5 200)
Dispensaire	65	84	53	110	"	24 960	23,5	44,4	34	22	95	8,6	8 100
SALAMAN	60	82	50	125	"	10 760	19,2	38,4	20	10	80	5,5	9 800

(1) moins de 5 mm - Terrain sec

Les valeurs entre () ont trait aux zones urbaines actives des bassins mixtes.
Averse du 27 Juillet 1963

Bassin	P _M mm	K _a %	P _{moy} mm	I _m 15'	t _a jours	V _r m ³	P _n	K _r %	t _m mn	t _p mn	T _B mn	Q _M m ³ /s	q _M l/s.km ²
Exutoire	62		50	70	3	54 700	1,56 (13,7)	3,1 (27,4)	35	35	150	15,200	435 (3 800)
Gr ^d .B.V.Amont	60		35	50	"	très faible			?	2 h.00	?	0,300	15
P ^t .B.V.natural	60	-	58	70	"	7 030	7	12,1	15-25	5	130	2,12	2 120
BAO-Trésor	61		55	80	"	2 940	1,9 (5,7)	3,5 (10,3)	15	7	60	1,95	1 270 (3 900)
Dispensaire	62		55	75	"	16 550	15,6	28,4	32	12	90	7,30	6 900
SALAMAN	61		58	100	"	9 240	16,5	28,4	32	17	90	4,52	8 100

3 j. avant P < 5 mm ()
 5 j. " P ≠ 15 mm () Terrain un peu saturé
 6 j. " " ()

Ces résultats suggèrent quelques commentaires assez intéressants.

1 - La nature du terrain est très utile à connaître dans les secteurs non urbanisés. Sur le sable (grand bassin amont), le ruissellement est négligeable (15 l/s.km^2), alors qu'il revêt une importance relative sur sol ferrugineux tropical (petit bassin naturel : $2\ 100 \text{ l/s.km}^2$). Sur des bassins mixtes comprenant à la fois des zones urbanisées et des terrains naturels, suivant la qualité de ces derniers, on pourra considérer que la partie active est ou n'est pas réduite aux zones urbanisées. Ainsi le bassin drainé par les caniveaux dits "BAO et TRESOR", qui a un caractère mixte, présente une proportion notable de terrains sableux : le ruissellement y est peu intense, malgré une pente comparable à celle des bassins plus urbanisés.

2 - Les coefficients de ruissellement sont presque nuls sur terrains sableux ; ils atteignent 10 % sur sol imperméable ou bassin mixte avec sables et 30 % et 40 % sur zones urbanisées. Les valeurs relatives aux zones urbanisées sont identiques sur les 2 bassins du Dispensaire et de l'Avenue SALAMAN ; pour le bassin total du GOUNTI-YENA, la prise en considération des seuls 5 km^2 actifs donne des valeurs comparables, ce qui montre bien que l'ensemble de la zone urbanisée présente des caractéristiques voisines.

L'importance du ruissellement (volume V_r et coefficient K_r) est très nettement influencée par l'intensité de la précipitation en zone urbanisée. C'est pourquoi l'averse du 14 Juillet a relativement été suivie d'une crue plus forte, les intensités maximales moyennes en 15 minutes y dépassant 100 à 110 mm/h contre 70 à 100 mm/h seulement lors de la pluie du 27/7/1963.

3 - Les formes d'hydrogrammes (temps de montée, de réponse, de base) sont conditionnées par celles des bassins ; les bassins très allongés et irréguliers du Dispensaire et de l'Avenue SALAMAN ont des hydrogrammes proportionnellement plus longs que ceux des caniveaux BAO-TRESOR au bassin mieux ramassé. L'appréciation exacte des temps de réponse est difficile ; ils semblent cependant être un peu plus courts que les temps de montée.

4 - Si l'on ne tient compte que des zones urbanisées, le ruissellement spécifique annuel se situe autour des valeurs suivantes :

0,5 km^2	:	10 000 l/s.km^2
1 km^2	:	8 000 l/s.km^2
5 km^2	:	3 500 l/s.km^2

(1) Approximatif

Sur sol ferrugineux tropical assez imperméable, le ruissellement spécifique est 4 fois moindre (2 100 l/s.km² pour 1 km²). Sur des terrains sableux, on descend sûrement en dessous de 200 l/s.km². Pour les bassins mixtes, tous les intermédiaires sont possibles.

Il est très difficile d'estimer les valeurs correspondantes de la crue décennale, à partir des données d'une seule campagne avec deux fortes averses seulement.

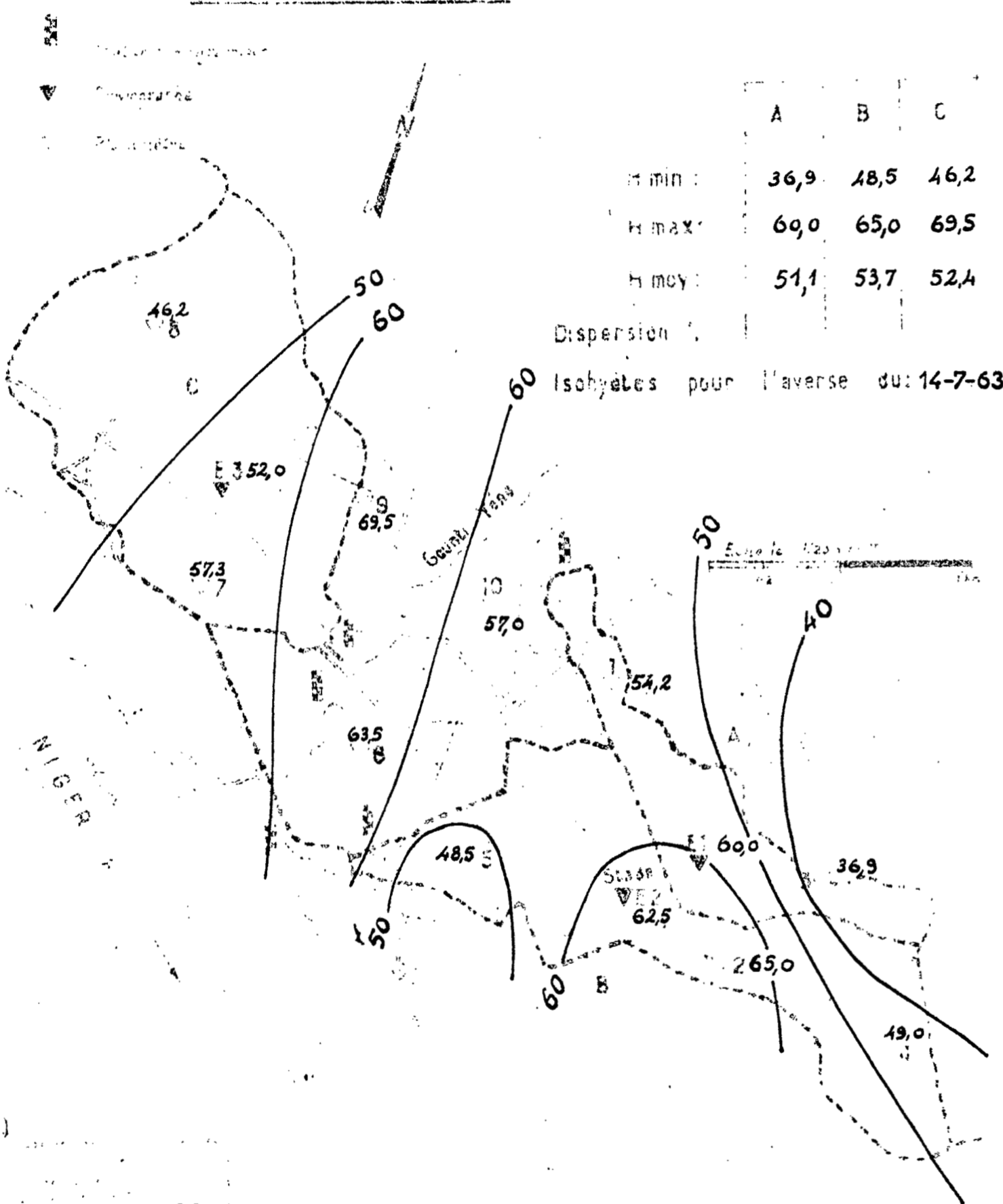
On peut supputer quelques ordres de grandeur vraisemblables, sachant que l'averse décennale doit comporter une hauteur d'eau maximale de 95 à 100 mm avec des intensités de 130 à 140 mm/h en 15 minutes. Le ruissellement spécifique en zones urbanisées doit certainement, pour la récurrence décennale, au moins doubler par rapport aux valeurs annuelles, et atteindre les ordres de grandeur suivants (80 mm de pluie moyenne, 50 à 60 % de pluie nette) :

0,5 km ²	:	20 à 25 000 l/s.km ²
1 km ²	:	16 à 20 000 l/s.km ²
5 km ²	:	7 à 10 000 l/s.km ²

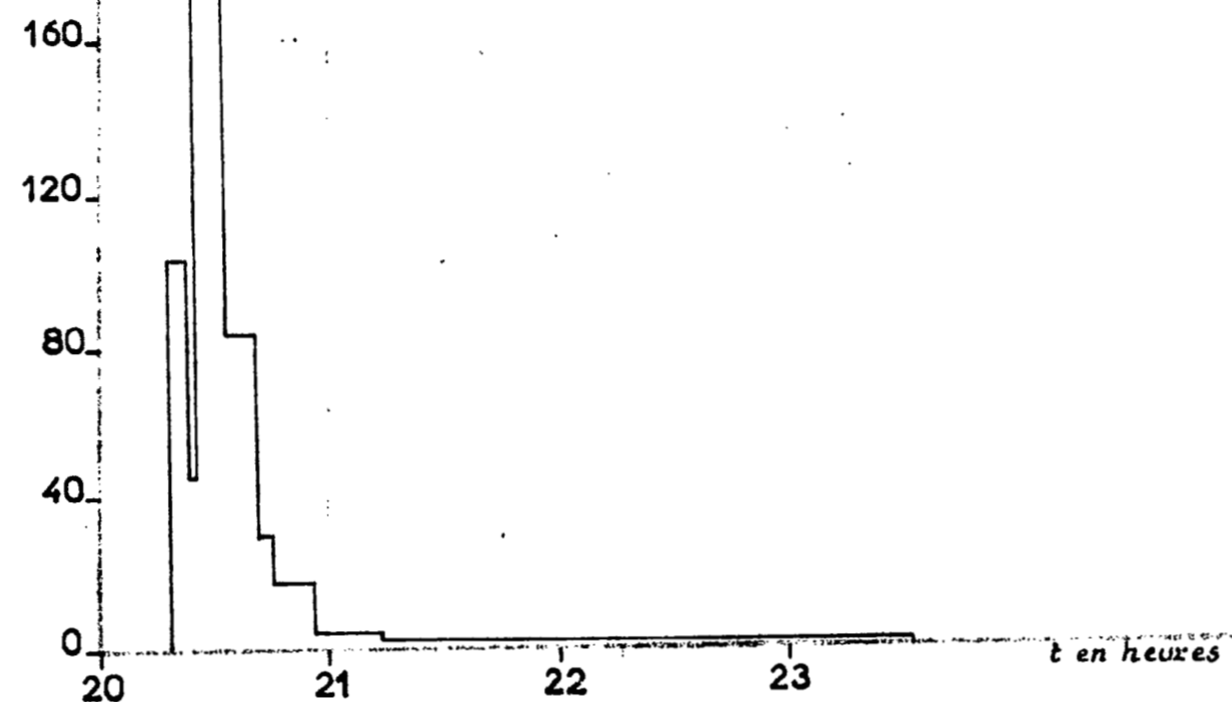
On se rend compte de l'incertitude de telles évaluations et du grand intérêt qu'il y aurait à les améliorer substantiellement. On ne peut que recommander, dans ces conditions, la poursuite en 1965 des opérations de mesures sur le terrain, les crues de 1964 n'ayant pu être observées, la campagne ayant été entreprise trop tardivement. Une deuxième campagne complète doublerait pour le moins les renseignements relatifs à la transformation pluies-débits et rendrait possible, même sans observation d'averse très forte, une estimation plus sérieuse des valeurs décennales du ruissellement. Il s'agit là d'une étude qui servira de référence pour une grande partie des villes d'Afrique tropicale et, dans ces conditions, il serait souhaitable qu'elle repose sur des bases solides.

BASSINS VERSANTS DE NIAMEY

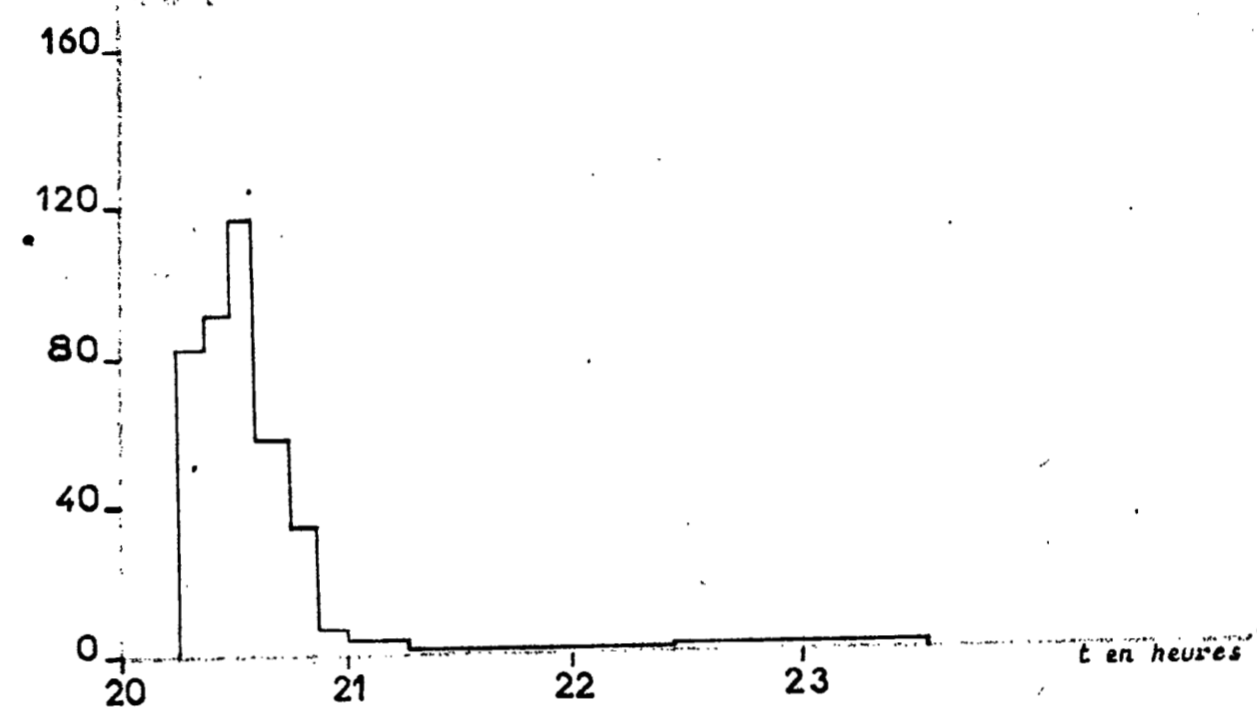
AVERSE N° 1



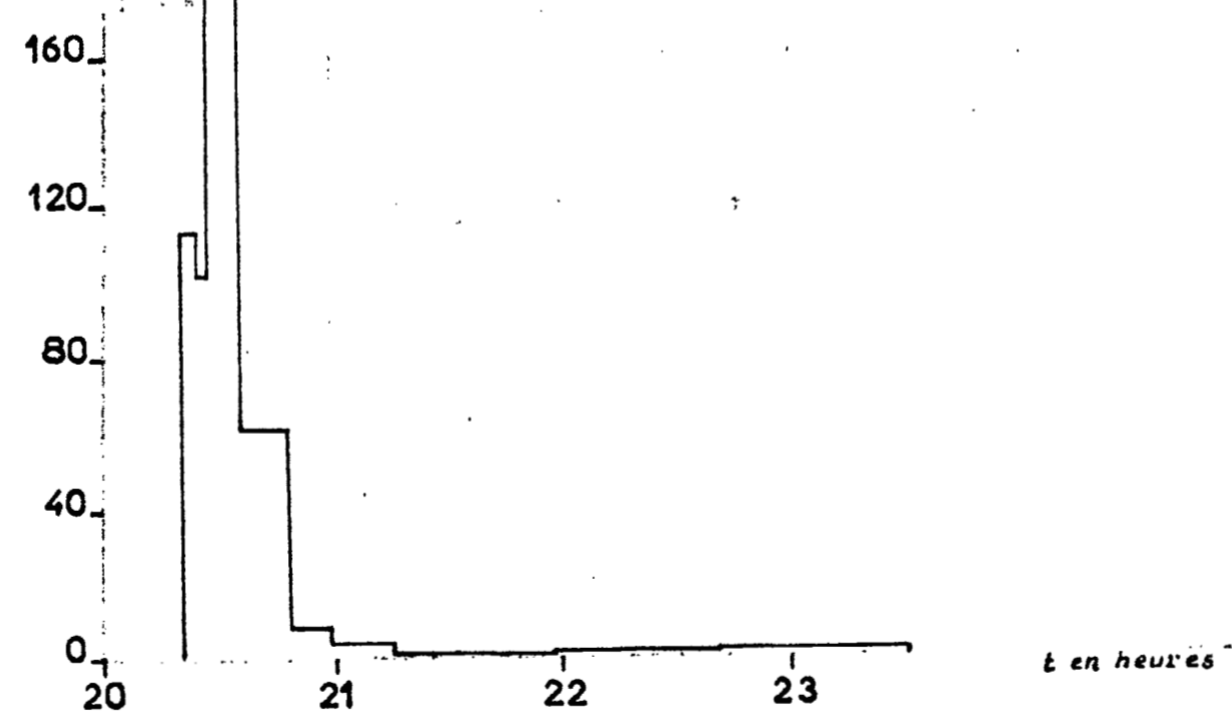
PLUVIOMETRE E1
H = 60,0



PLUVIOMETRE E3
H = 52,0



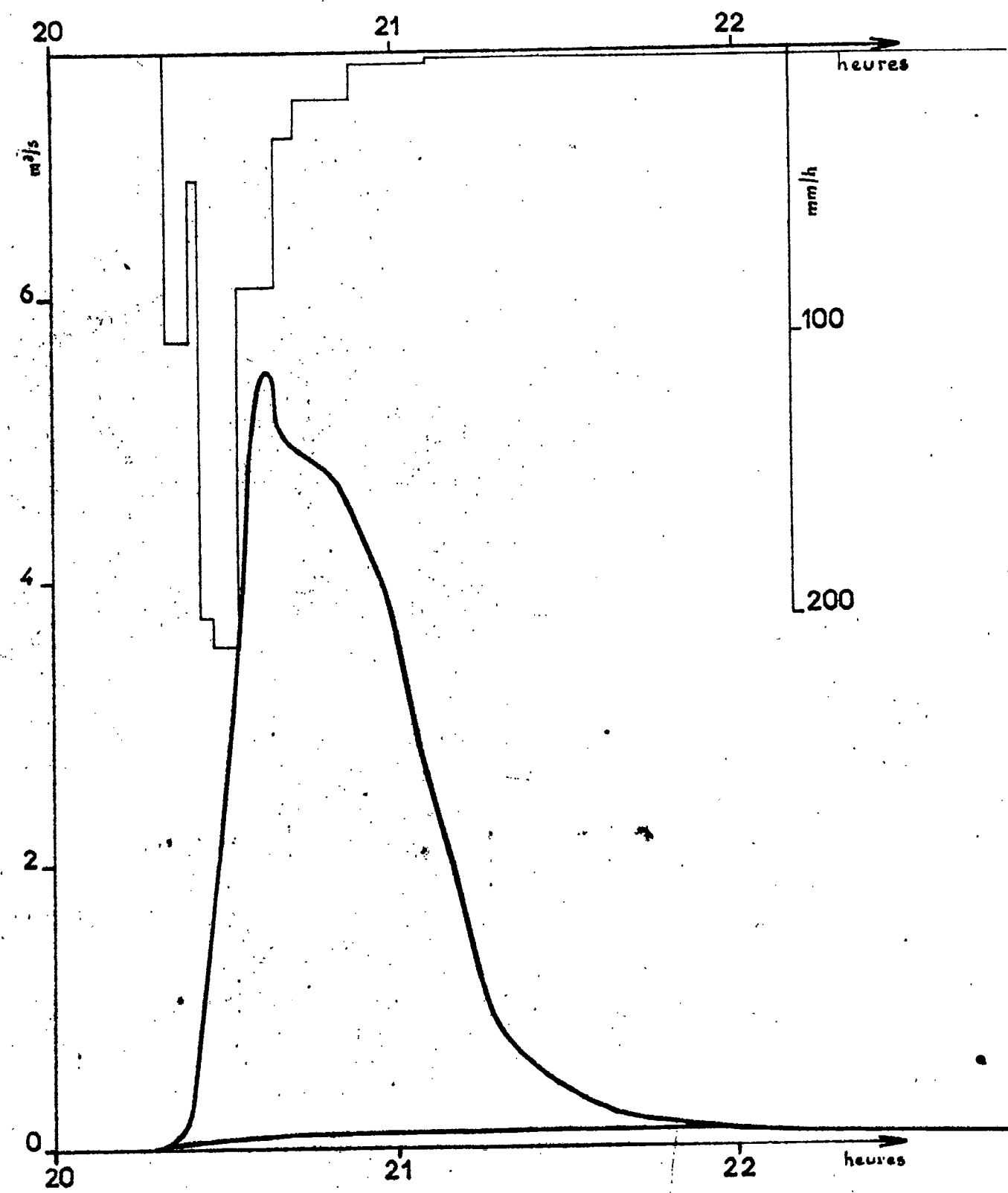
PLUVIOMETRE E2
H = 62,5



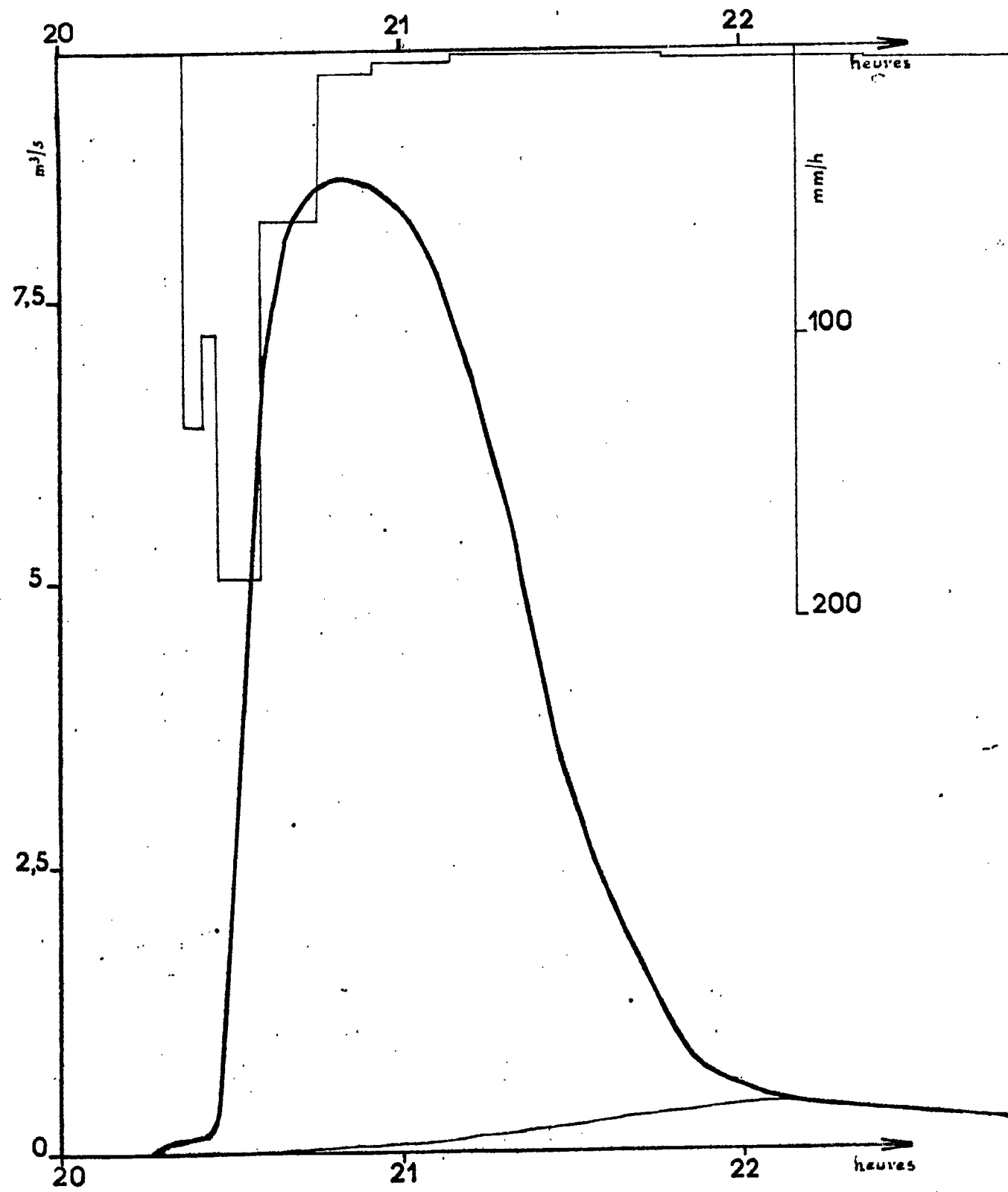
Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLJDOCQUVWNSZXY
 zsaecmuvnxirfkhdpggyjt 7142385690
 Pour A2A3A4: ABERPFTHLJDOCQUVWNSZXY
 zsaecmuvnxirfkhdpggyjt 7142385690



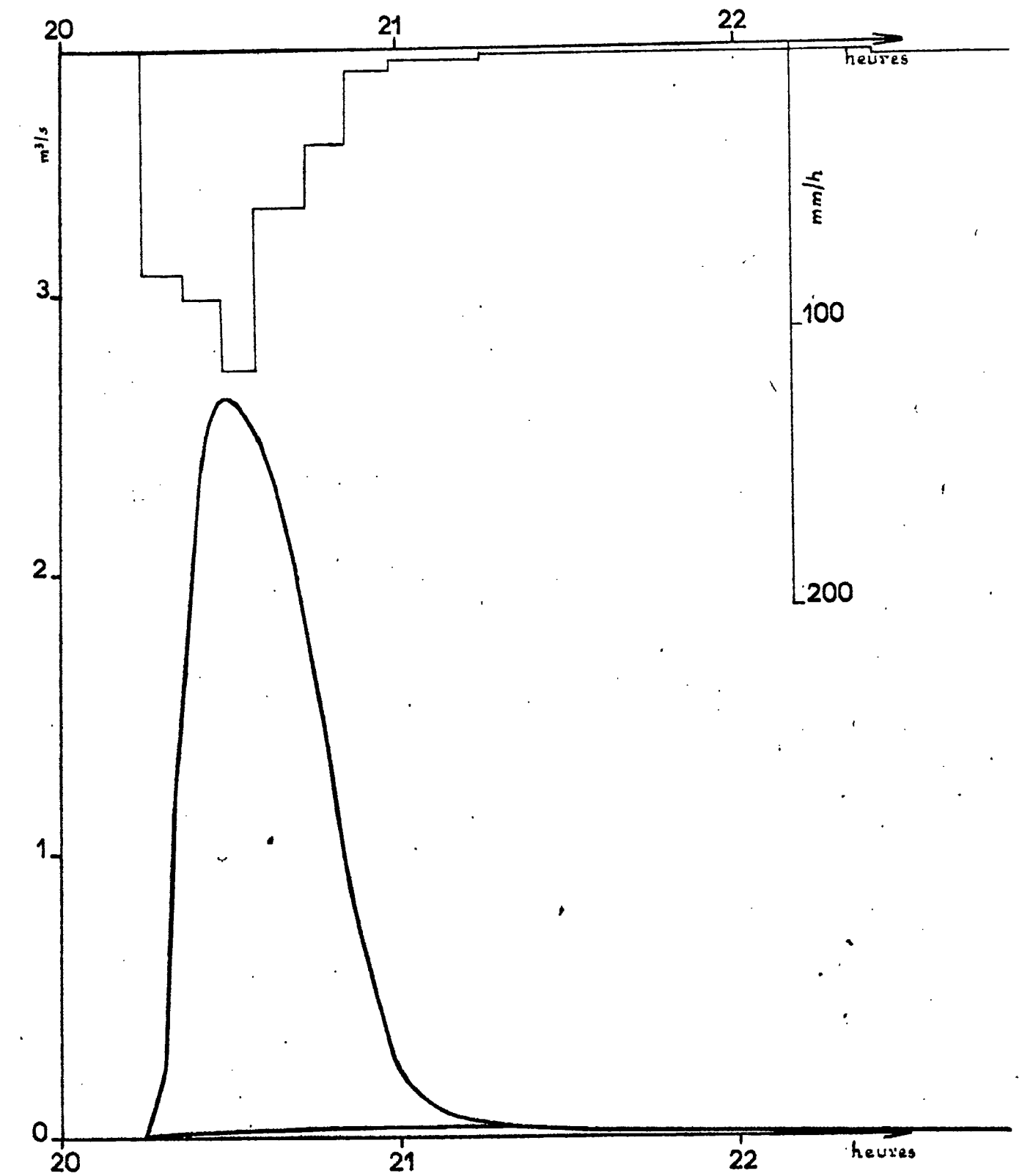
Station I Avenue SALAMA
Crue n° 1 du 14-7-1963



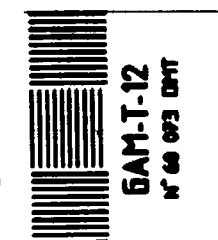
Station II DISPENSAIRE



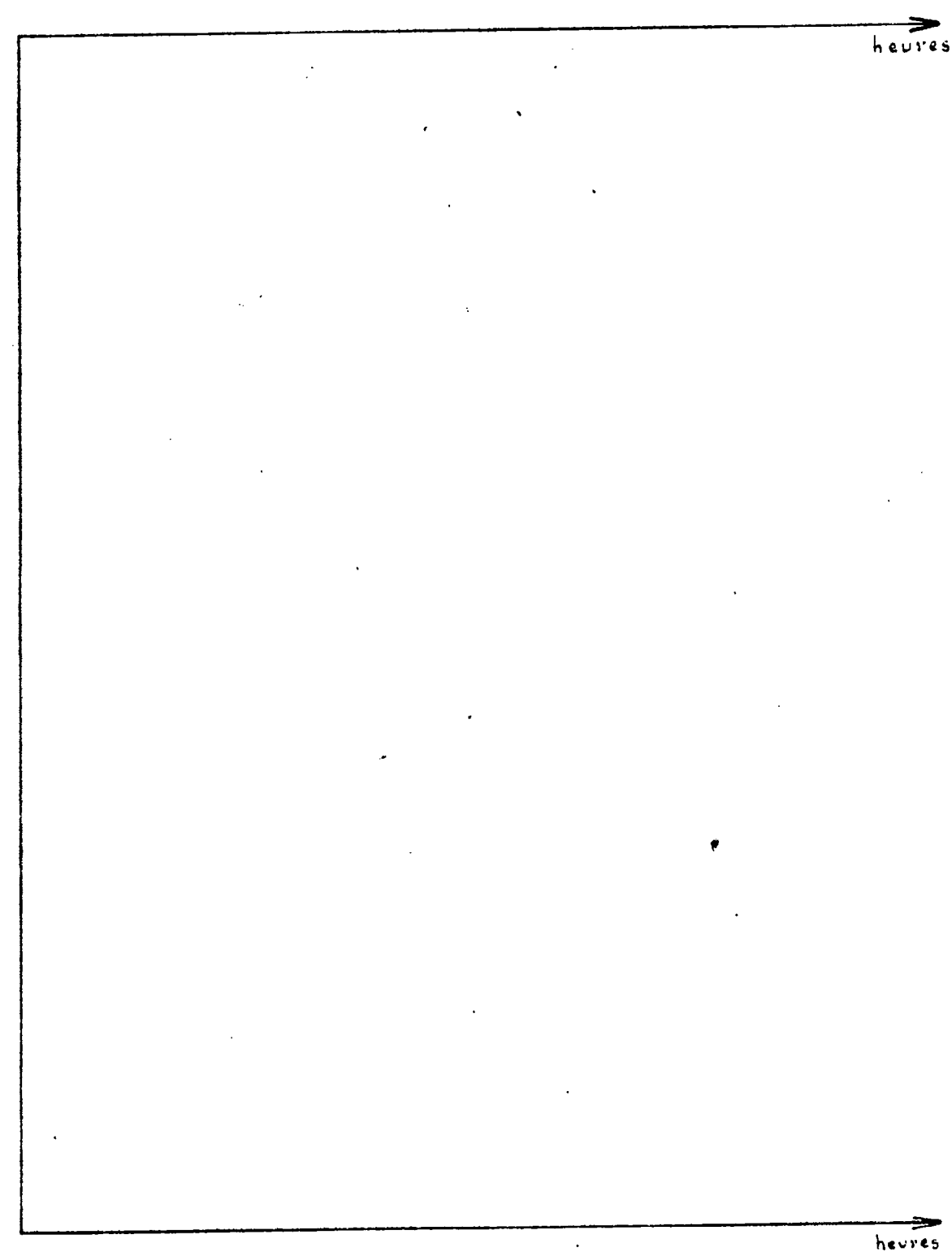
Station III et IV Caniveaux côté BAO et côté TRESOR



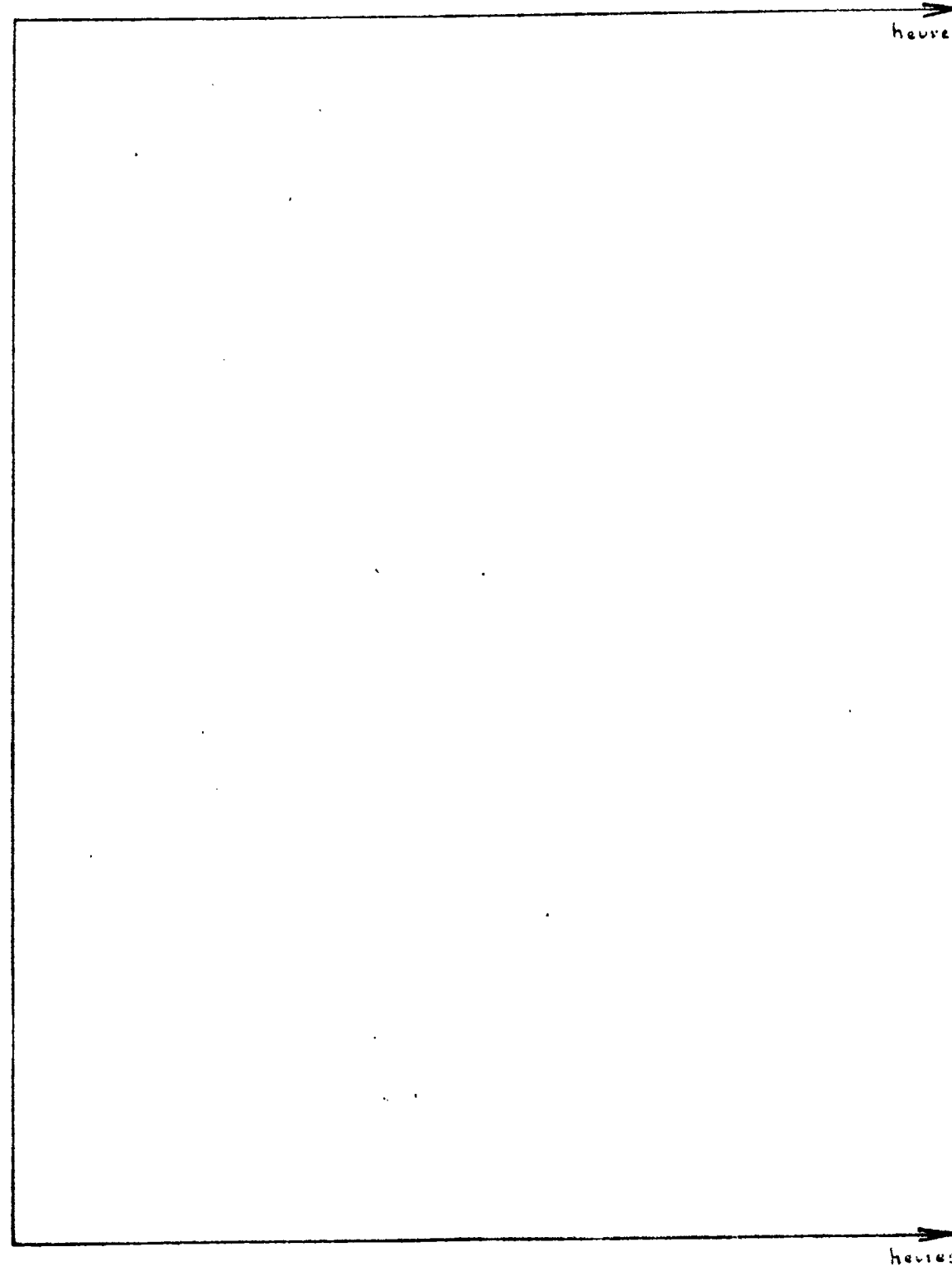
Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLJDOCGOUVWMSZXY
 zsaecmuvnwixr fkhbdpqqyjt 7142385690
 Pour A2A3A4: ABERPFTHLJDOCGOUVWMSZXY
 zsaecmuvnwixr fkhbdpqqyjt 7142385690



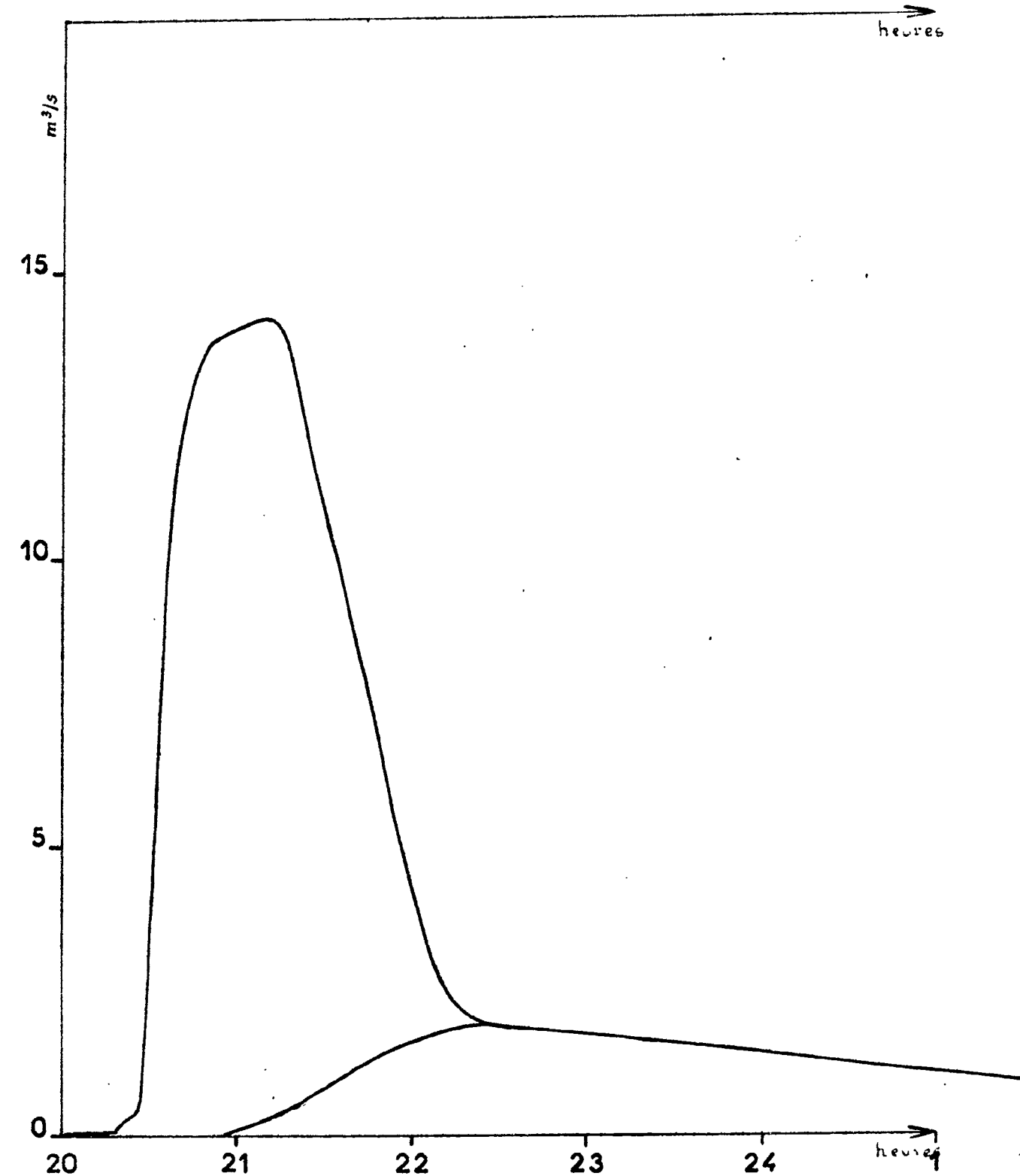
Station VI Jaugeur PARSHALL
Crue n°1 du 14-7-1963



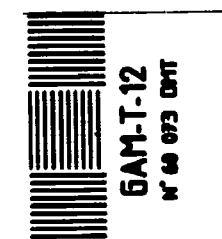
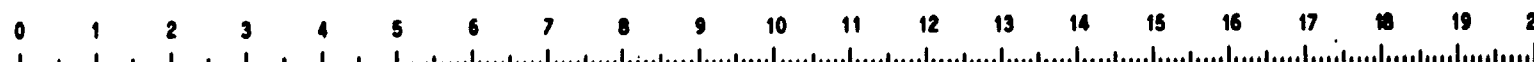
Station VII Grand Bassin Amont



Station V Exutoire

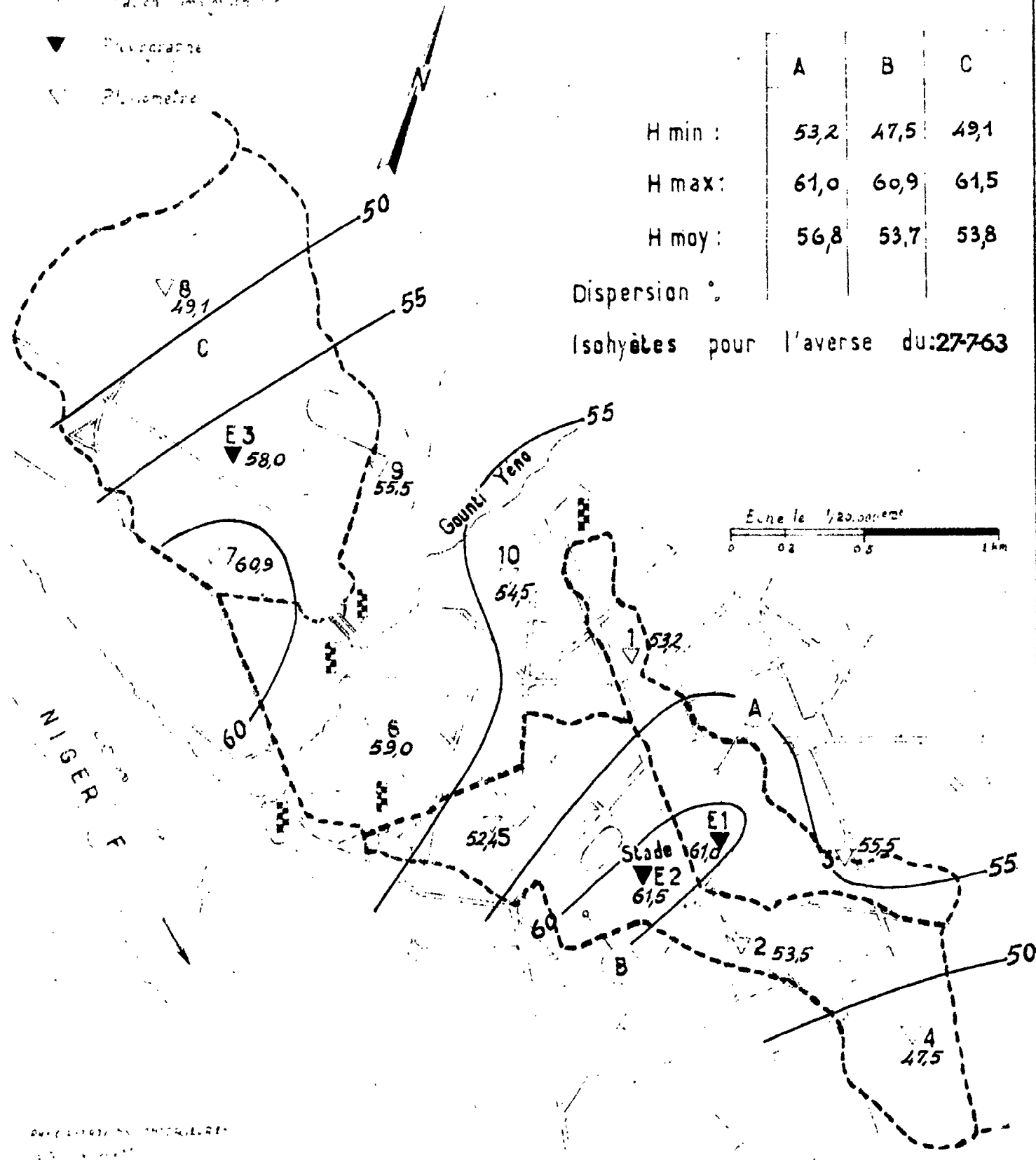


Cette mire doit être lisible dans son intégralité
Pour A0 et A1: ABERPFTLJDQCGQUVWMNSZXY
zsaecmuvnwixirfkhbdpggyjt 7142385690
Pour A2A3A4: ABERPFTLJDQCGQUVWMNSZXY
zsaecmuvnwixirfkhbdpggyjt 7142385690



BASSINS VERSANTS DE NIAMEY

- Station pluviométrique
- Station météorologique
- Altimètre

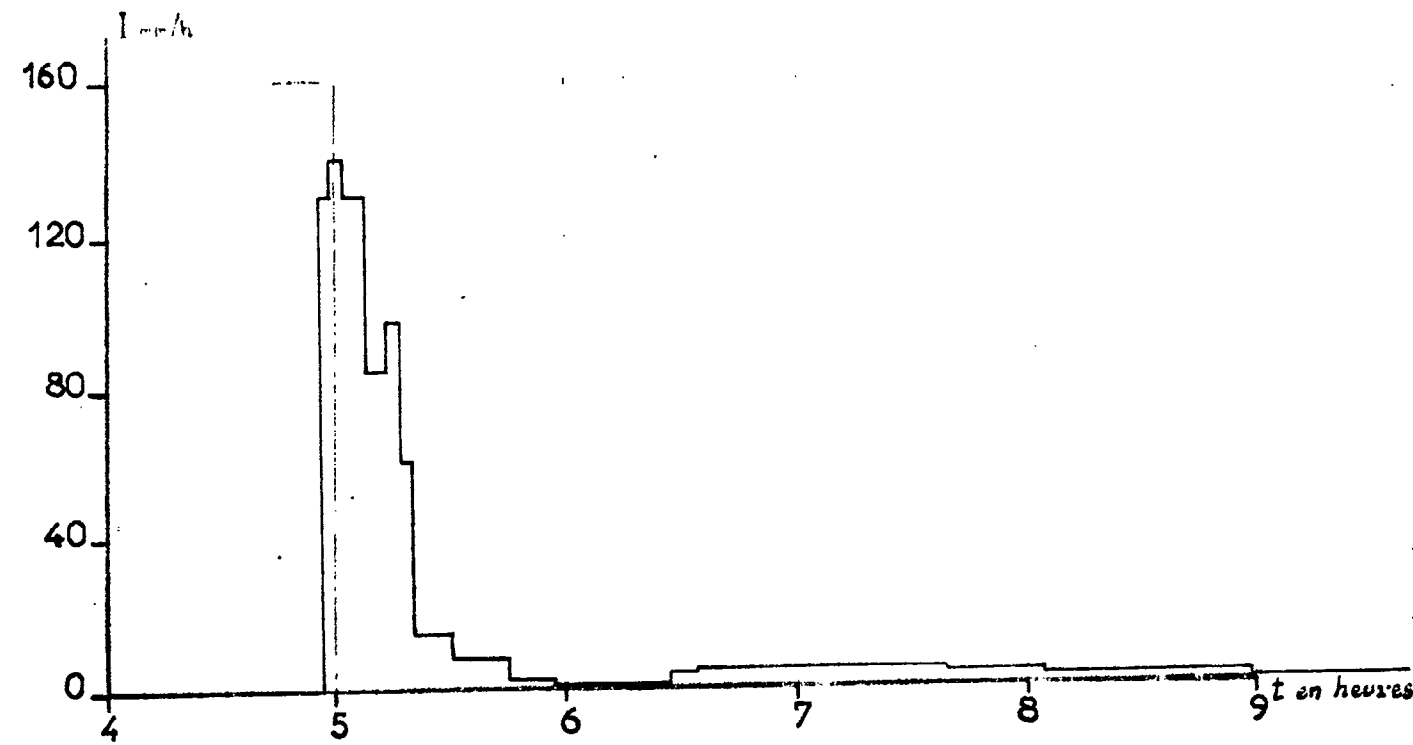


VERSE N 3

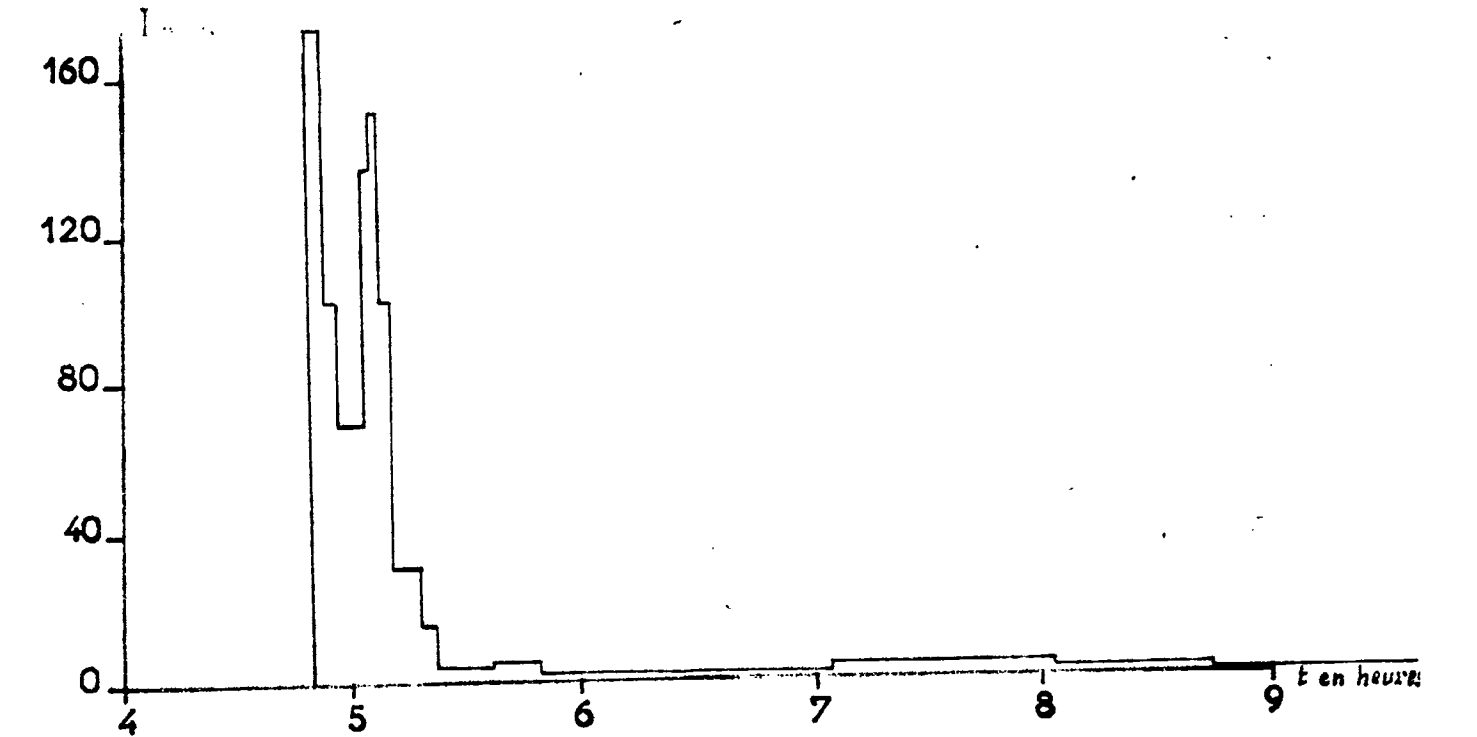
	A	B	C
H min :	53,2	47,5	49,1
H max :	61,0	60,9	61,5
H moy :	56,8	53,7	53,8

Dispersion :
Isohyètes pour l'averse du:27-7-63

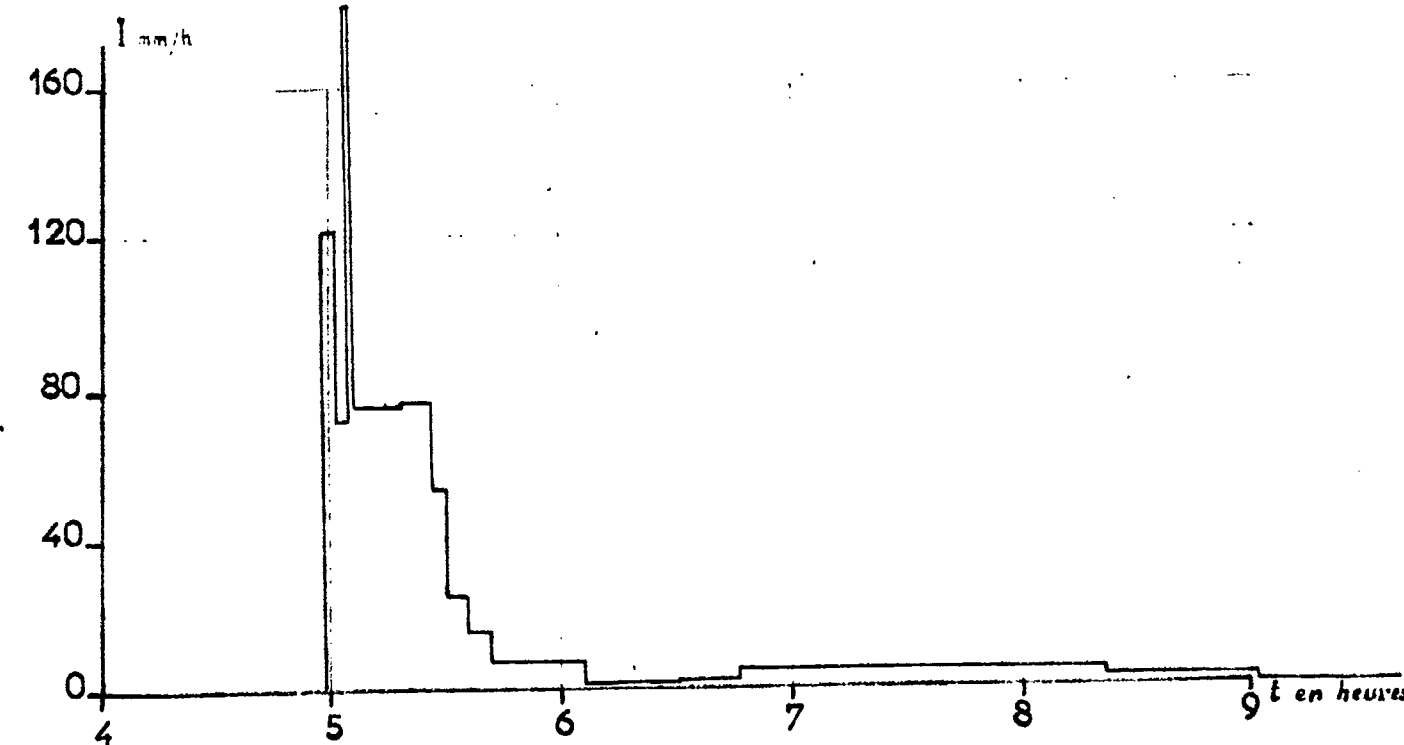
PLUVIOGRAPHE E1
H = 61,0



PLUVIOGRAPHE E3
H = 58,0

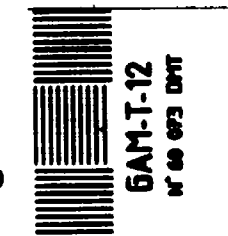
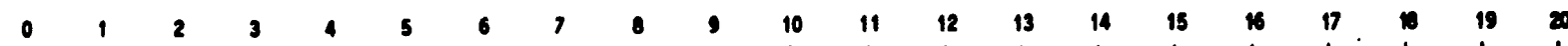


PLUVIOGRAPHE E2
H = 61,5

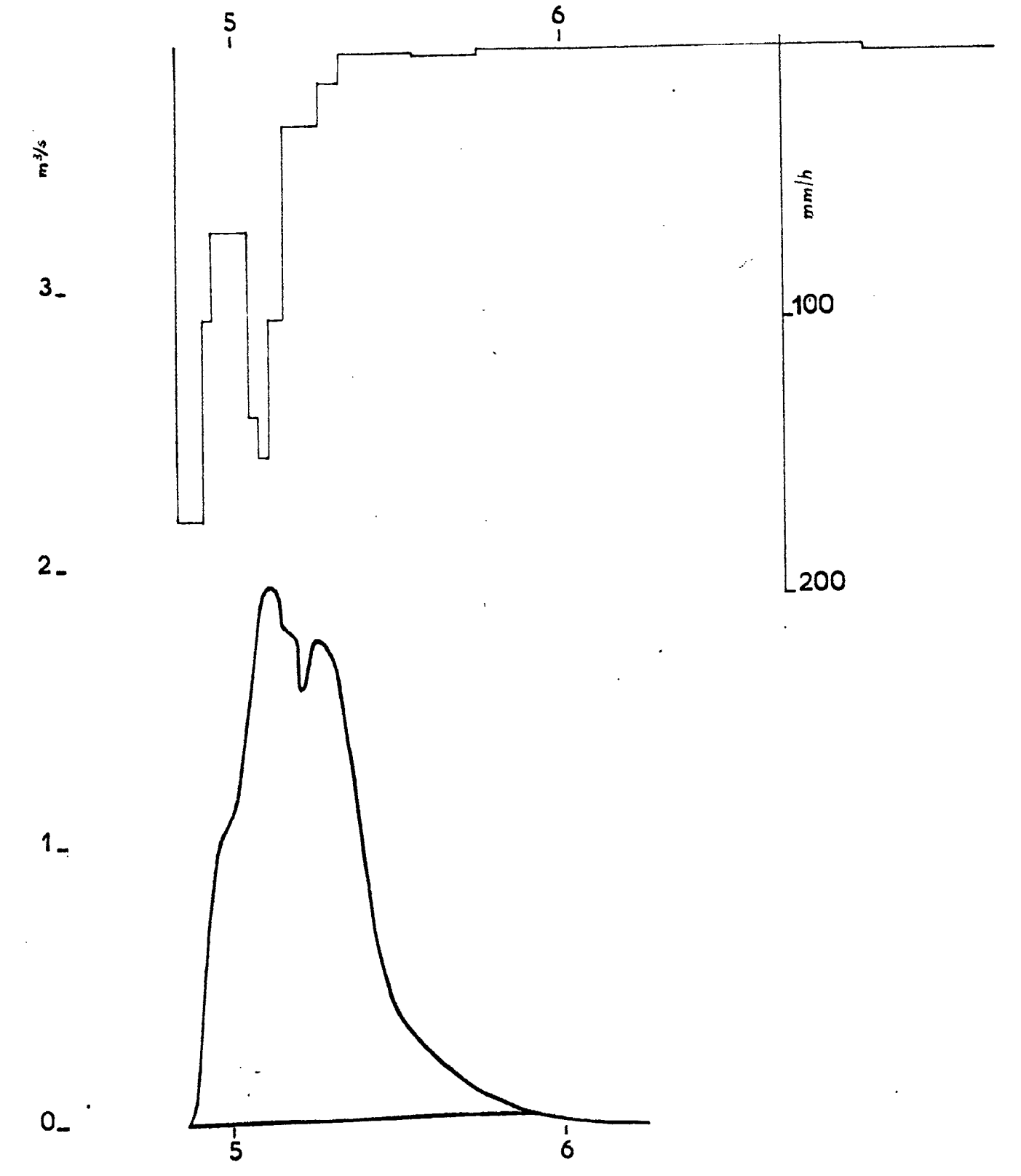
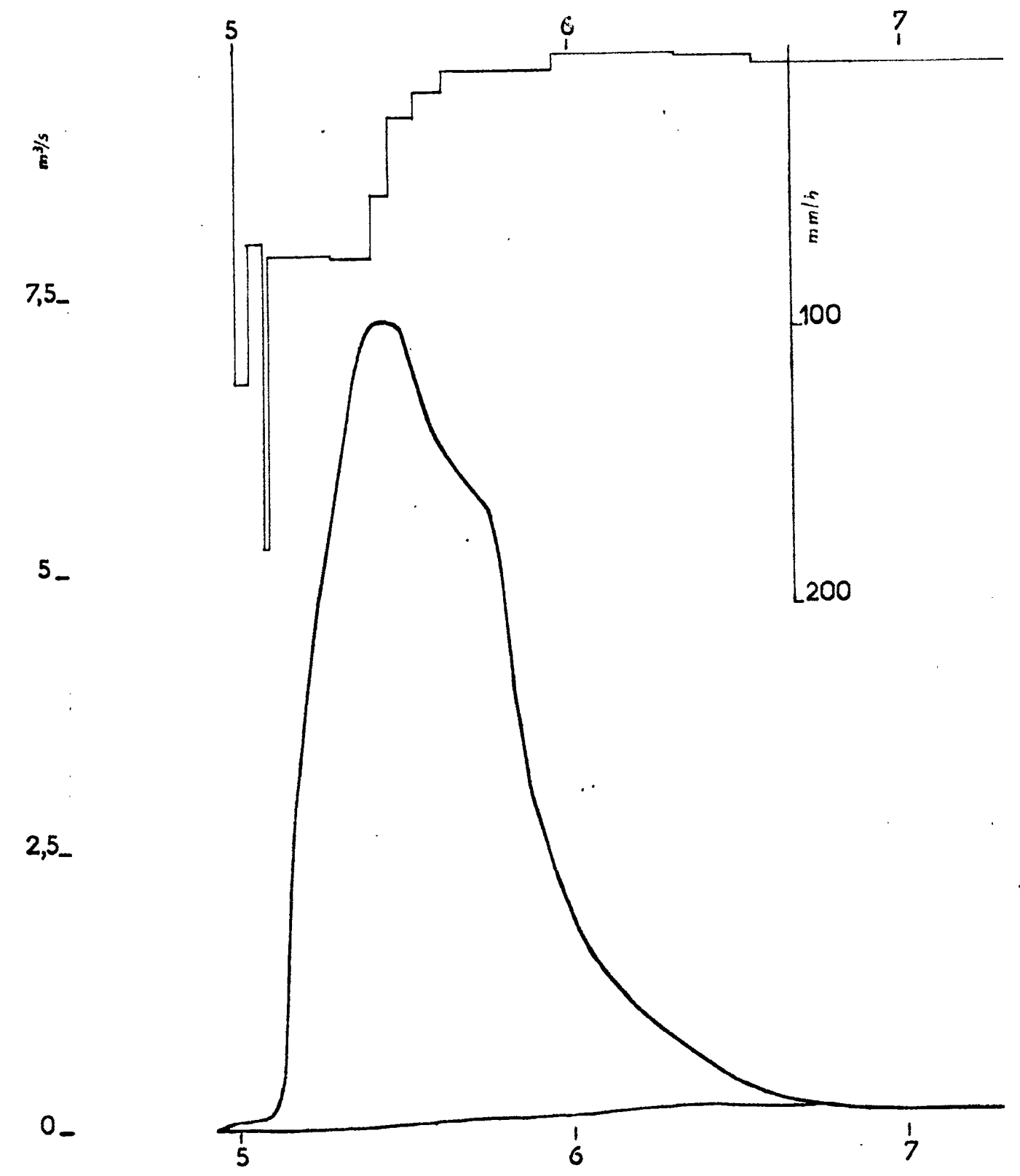
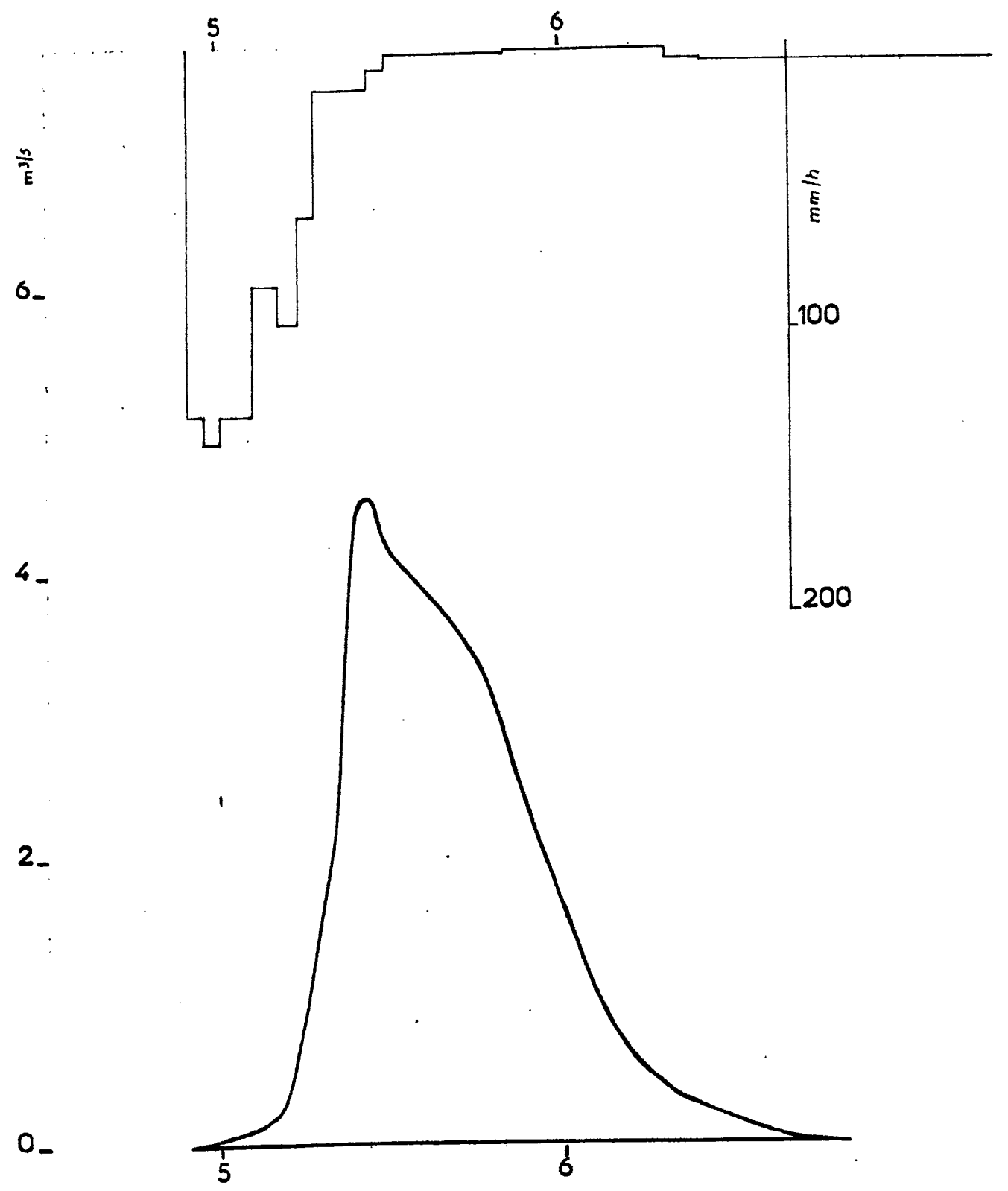


1,8
18,8

Cette mire doit être lisible dans son intégralité
Pour A0 et A1: ABERPFTLJDOCQVWVWNSZXY
zsaocmuvnxirfkhbdpggyjt 7142385690
Pour A2A3A4: ABERPFTLJDOCQVWVWNSZXY
zsaocmuvnxirfkhbdpggyjt 7142385690



St. Louis, Mo. 64114
 Curve 3 27-7-1963

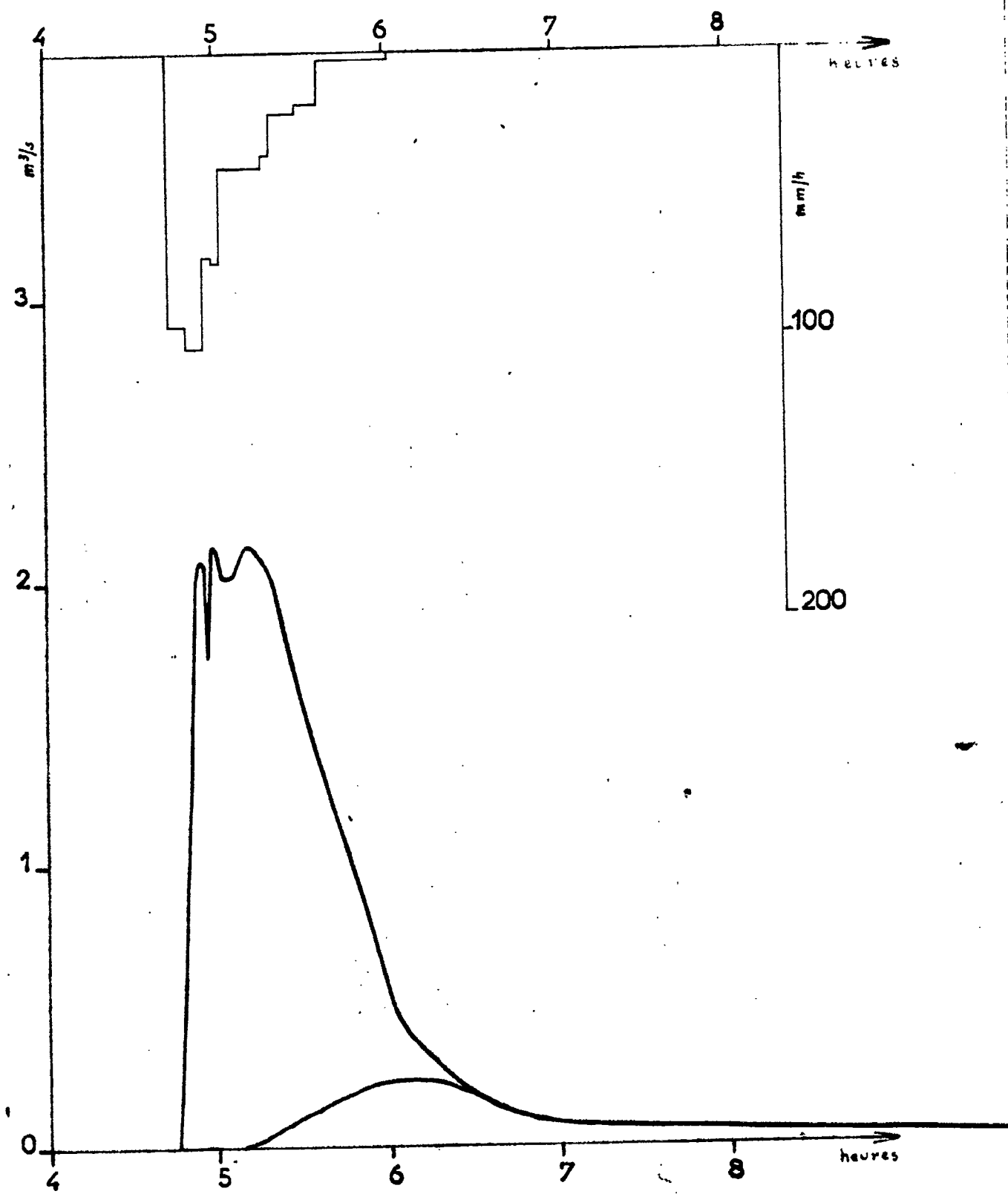


Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTLJDOCGQUVWMNSZXY
 zsaecmuvnwixr fkhbdpgqj 7142385690
 Pour A2A3A4: ABERPFTLJDOCGQUVWMNSZXY
 zsaecmuvnwixr fkhbdpgqj 7142385690

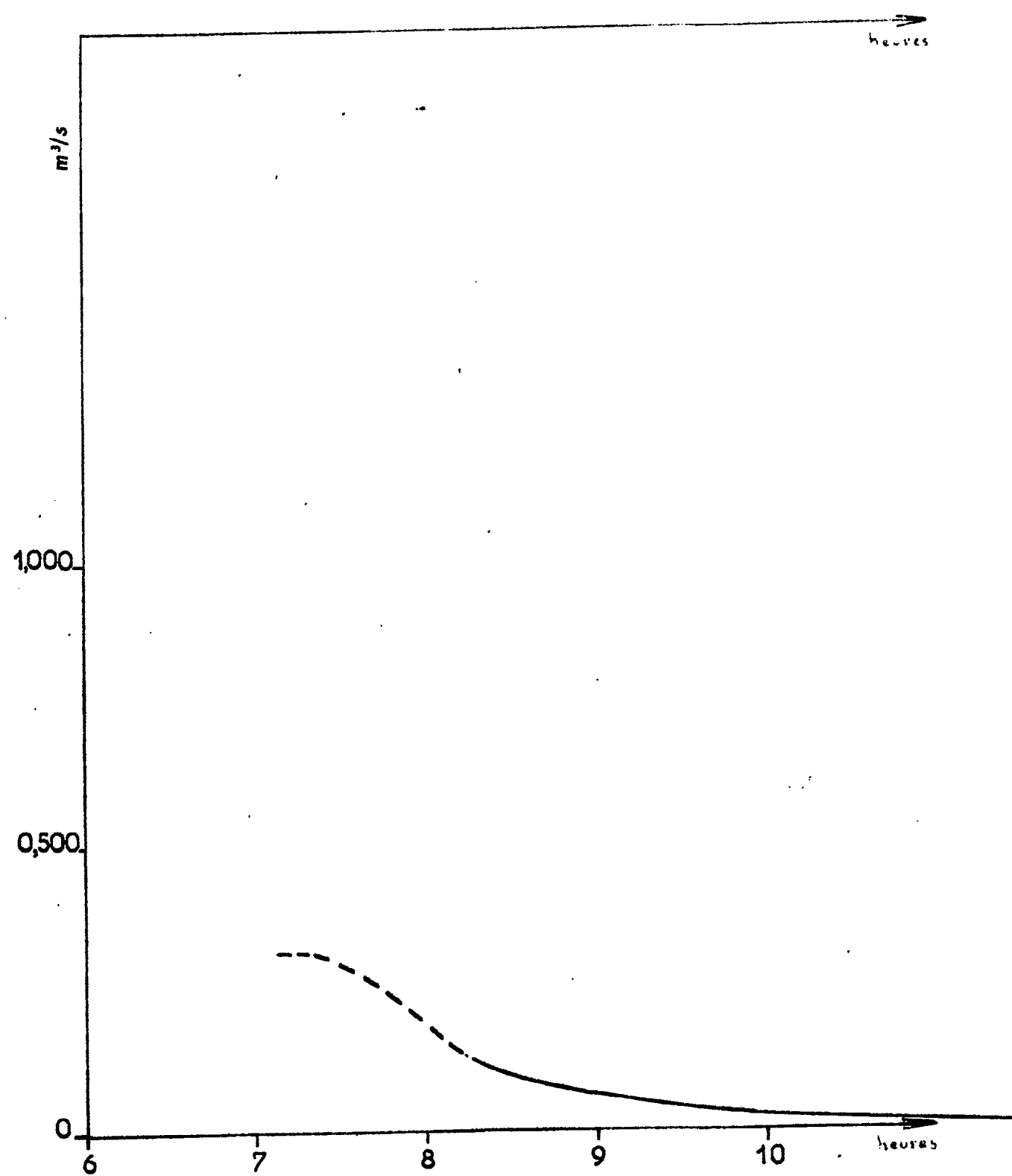
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

GAM-T-12
 14 08 003 001

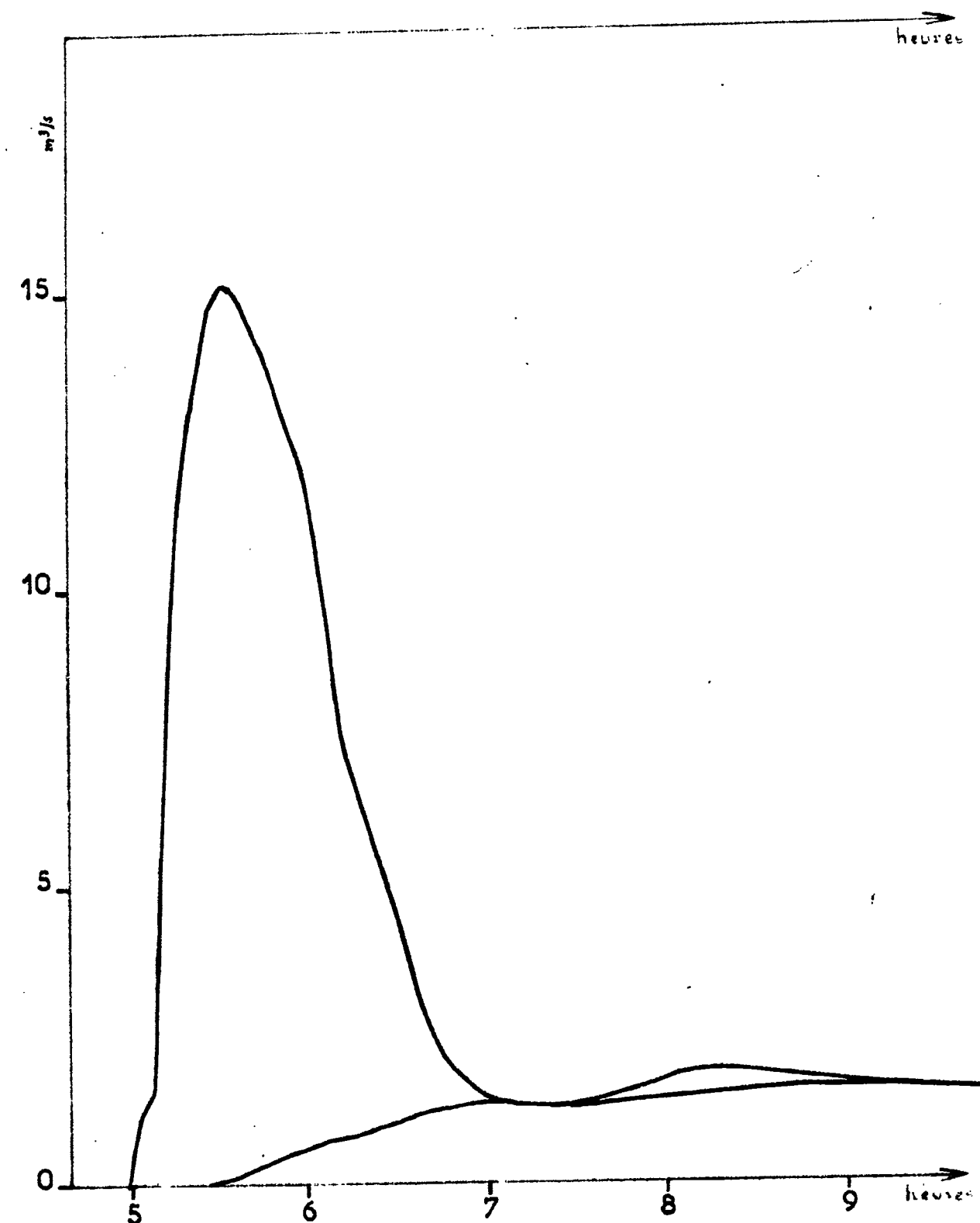
Station VI Jaugeur PARSHALL
Crue n° 3 du 27-7-1963



Station VII Grand Bassin Amont



Station V Exutoire



Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLJDOCQUVWMNSZXY
 zsaecmuvnwxfkhdpggyjt 7142385690
 Pour A2A3A4: ABERPFTHLJDOCQUVWMNSZXY
 zsaecmuvnwxfkhdpggyjt 7142385690

