

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

INSTITUT FRANÇAIS d'OCÉANIE

PREMIÈRE ÉTUDE DE CRUES sur un petit bassin DE LA RÉGION DE TCHAMBA

Par G. GIRARD

Hydrologue chargé de recherches

JUIN 1957

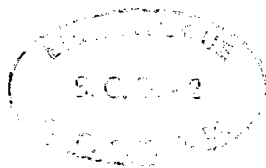
8887

MINISTERE
de la FRANCE d'OUTRE-MER
-
OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE
et TECHNIQUE OUTRE-MER
-
INSTITUT FRANCAIS d'OCEANIE
-

PREMIERE ETUDE de CRUES
sur un PETIT BASSIN
de la REGION de TCHAMBA

par G. GIRARD
Hydrologue chargé de recherches

D8
GIR



JUIN 1957

18 MAR 1958

GENERALITES

Un petit bassin a été aménagé dans la chaîne centrale de l'île en vue de la recherche de données de base sur les crues torrentielles et les conditions générales d'écoulement sous forêt tropicale à relief très accentué. Le bassin choisi fait partie du bassin versant de la grande rivière de TCHAMBA où la pluviométrie est très importante ; au surplus, le choix de ce bassin permettait une application pratique immédiate à l'estimation des débits de crue de la rivière de TCHAMBA au Bac.

Cette dernière étude a été demandée par la Direction des Travaux Publics de la Nouvelle-Calédonie, qui a participé aux frais d'aménagement du sentier.

Dès l'équipement sommairement réalisé, les observations ont commencé (14 Janvier 1956). Au fur et à mesure de l'avancement des aménagements, les observations se sont multipliées et, pratiquement, ce n'est qu'au début de Février 1956 que les crues ont été suivies de façon complète. Les observations ont cessé à la fin de la saison des pluies, le 1er Mai 1956. Elles ont porté sur l'étude des précipitations et des crues correspondantes. Les résultats sont consignés dans cette présente note, mais, comme nous le verrons, une seconde campagne sur le terrain devrait être nécessaire pour que l'étude soit définitive et complète.

I - DESCRIPTION SOMMAIRE du BASSIN VERSANT -

A - SITUATION

Le bassin versant du creek étudié (la NAPOE GROMBATOU) est situé à 17 km à l'Ouest de PONERIHOUEN entre les longitudes 165°15'20" et 165°16'50" Est, et les latitudes 21°03'30" et 21°05'20" Sud, à environ 6 heures de marche de la route coloniale côtière. Il fait partie intégrante de la réserve indigène de la Tribu de Tchamba (voir carte n° I).

Sa superficie, calculée sur un levé topographique au 1/10.000^e du Service Local est de 5,63 km².

Ce bassin se présente sous la forme d'une ellipse de grand axe 3 et 2 km. Son coefficient de forme, exprimé par

$$K_f = \frac{P}{2 \sqrt{\pi} S}$$

ou P représente le périmètre et S la surface, est égal à 1,16.

Son altitude moyenne est de 340 m. L'altitude du point culminant est de 824 m. et celle de l'exutoire 65 m. Le coefficient de pente est exprimé par la relation

$$K_p = \frac{d \times l}{S}$$

l = longueur totale des courbes de niveau,
d = équidistance de ces courbes de niveau,
S = surface du bassin.

$$K_p = 0,58.$$

Les pentes maxima et minima des versants sont voisines de 31 % et 83 %. Ces chiffres trahissent l'homogénéité du relief sur l'ensemble du bassin et tendent à prouver que ce relief très accentué est responsable, comme nous le verrons plus tard, de la rapidité de concentration des eaux de ruissellement, malgré la présence d'une forêt dense.

CAL 8046

ED:

LE: 23 Sep 58

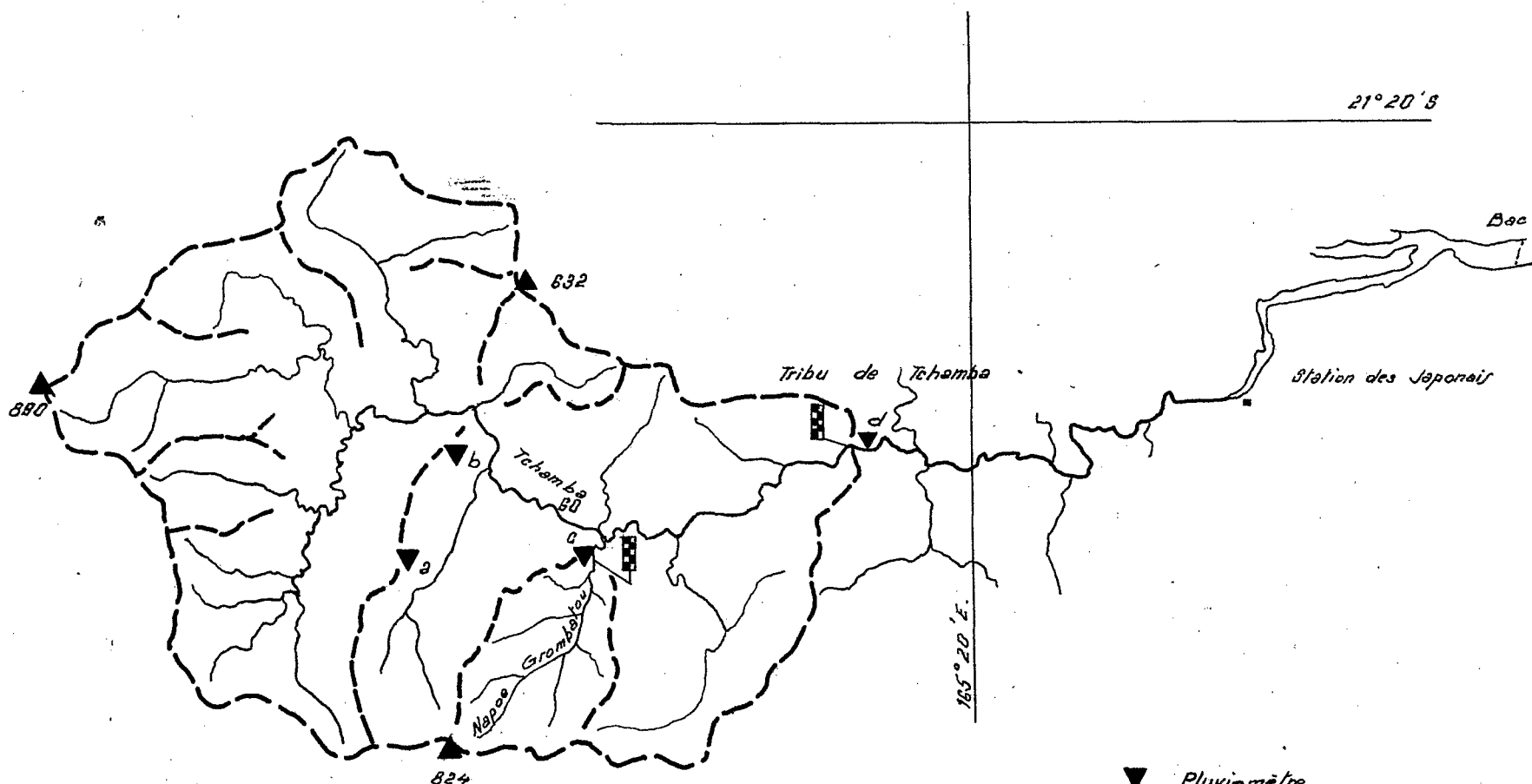
DES: J-P Hachet VISA:

TUBE N°:

A1

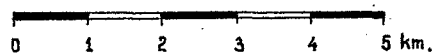
ELECTRICITÉ DE FRANCE INSPECTION GÉNÉRALE UNION FRANÇAISE & ÉTRANGER

Bassin versant de TCHAMBA



- ▼ Pluviomètre
- a "Haut"
- b "Bas"
- c "Case"
- d "Tribu"

Echelle: 1/100 000



B - RESEAUX HYDROGRAPHIQUES

Au cours d'une forte averse, les eaux de ruissellement s'écoulent parfois en une véritable nappe sur quelques dizaines de mètres, puis se concentrent rapidement sur le sol même. Puis, là où l'érosion a creusé un véritable fossé de quelques 20 ou 30 cm de largeur, la vitesse de l'écoulement devient importante. Ces rigoles ou fossés vont ensuite rejoindre ce que l'on appelle les creeks, ou torrents, dont les lits sont taillés entre les gros blocs de rochers et encombrés d'arbres et plaques de rochers détachées.

Le micro-réseau hydrographique est très dense et très marqué, aussi les vitesses de ruissellement des eaux dans les parties hautes du bassin sont-elles très importantes. Les résultats des essais de mesure de vitesse de déplacement d'écran coloré sont portés sur les graphiques ci-joints. Les vitesses indiquées correspondent à l'apparition de la coloration et au maximum de coloration.

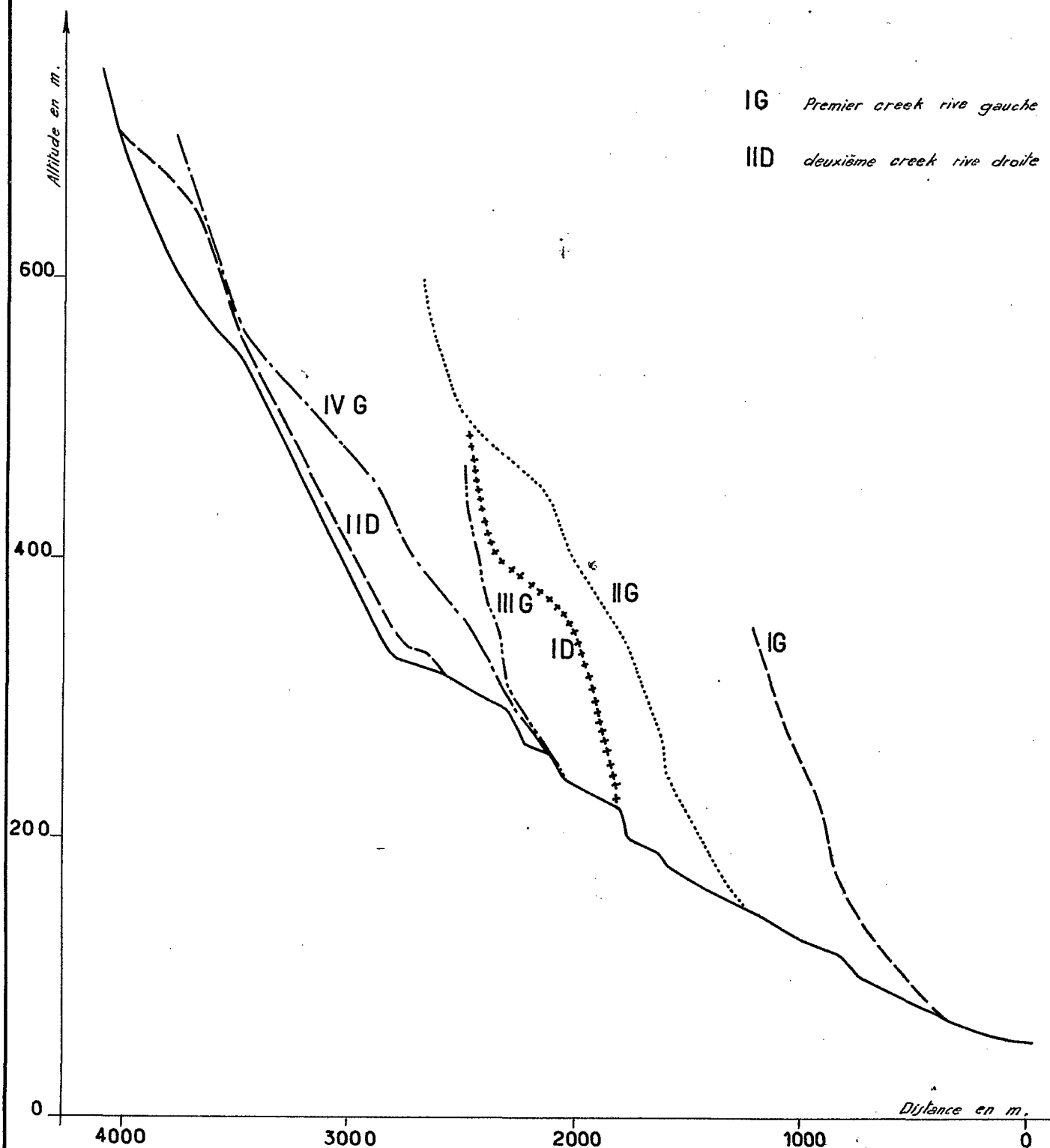
Les affluents R.D. du creek principal ont une importance moindre que ceux de la R.G. Il en résulte, comme nous le verrons, que pour une grosse averse les apports importants des deux affluents R.G. engendrent à la station principale, au cours de la montée des eaux, "deux bosses" sur l'hydrogramme (averse n° 2). Nous retrouverons d'ailleurs cette caractéristique sur beaucoup d'hydrogrammes et particulièrement lorsque le flot de base est peu important.

C - GEOLOGIE et PEDOLOGIE

La roche mère, d'après la légende générale de la carte de la Nouvelle-Calédonie par A. ARNOULD, J. AVIAS et P. ROUTHIER, est représentée par des grauwares (pierre bleue, d'appellation locale), à augite plagioclase et à fragments d'andésites, avec intercalation de schistes argileux noirs associés à des coulées volcaniques. Cette roche ayant subi un début de métamorphisme a un caractère schisteux très marqué.

Sous forêt on rencontre deux types de sols :

- Le premier (10 % de la surface), formé directement à partir de la roche mère très accidentée et recouvert en surface par des lits de cailloux est une couche de terre brune de 50 cm, essentiellement perméable ; elle se comporte comme une véritable éponge au cours des averses.



CAL 8049

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE INSPECTION GÉNÉRALE UNION FRANÇAISE & ÉTRANGER

ED:

LE: 30 Sept 58

DES: J. P. Haeflisch

VISA:

TUBE N°:

A1

CAL 8052

ED:

LE: 1^{er} 10-58

DES: J-P Haeflisch

VISA:

TUBE N°:

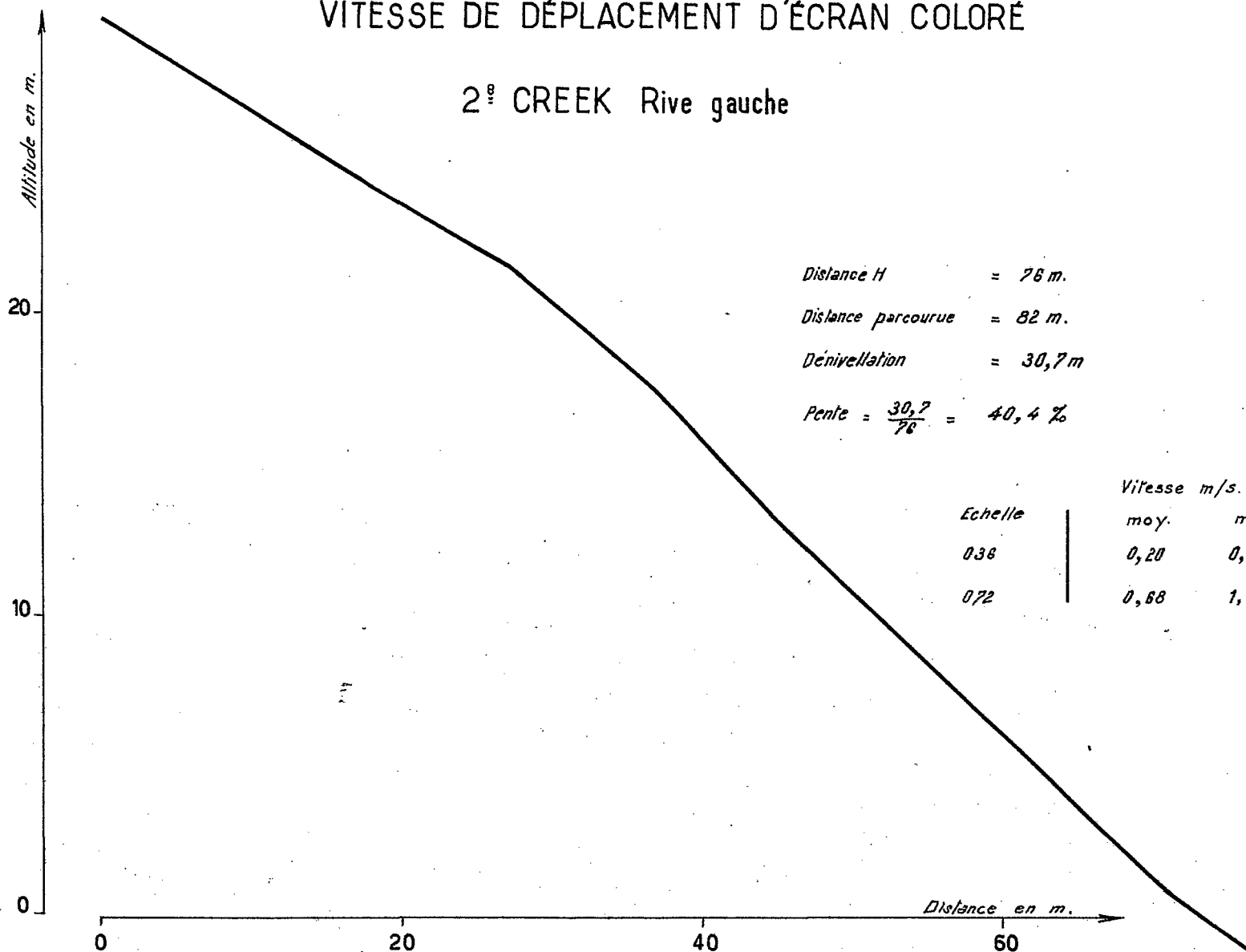
AO

ELECTRICITÉ DE FRANCE - SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER

Bassin versant expérimental de TCHAMBA

VITESSE DE DÉPLACEMENT D'ÉCRAN COLORE

2^e CREEK Rive gauche



- Le second, plus développé (50 %), est caractérisé par un horizon jaune brun très argileux et plastique, pour ainsi dire, imperméable en saison normale. En période de sécheresse, ce sol se fendille en surface d'une manière très prononcée.

Sur les crêtes à NIAOULI, les horizons jaunes et orange de 10 à 25 cm d'épaisseur, grumeleux et meubles, reposent sur des zones schisteuses devenant pratiquement imperméables au moment de la saison des pluies. Ces sols sont gorgés d'eau à chaque averse et la restituent assez rapidement par suite des pentes importantes des versants.

Dans l'ensemble, en saison des pluies on peut considérer le sol comme imperméable.

Cependant, nous verrons qu'à la décrue on peut différencier sur les hydrogrammes deux types d'écoulement hypodermique.

D - VEGETATION

La partie supérieure du bassin et les profonds talwegs sont entièrement boisés ; cette forêt tropicale couvre environ 60 % du bassin. Sur le reste, et uniquement sur les crêtes, quelques maigres niaoulis (*Malaleuca Leucadendron*) végètent. Des brousses secondaires, telles que lantana camara et paille (*Imperata cylindrica*), de puissances de compétitions assez élevées, recouvrent les versants jusqu'à l'approche de l'exutoire.

Cette dernière végétation disparaît au cours des feux de brousse des mois de Novembre et Décembre de chaque année sèche.

Le relief, très accentué, favorisant le ruissellement et l'érosion, une végétation herbacée inexistante ne retenant ni les eaux ni les terres, des sols argileux limitant l'infiltration, un profil en long à très forte pente, sont autant de faits qui laissent présager un écoulement brutal des eaux de crues et un débit solide important.

II - DONNEES CLIMATOLOGIQUES -

Exposé aux alizés du Sud-Est, le climat de la Côte Est, homogène sur son ensemble, se différencie en certaines régions par des variations de pluviométrie annuelle (1.800 à 3.000 mm). Il est caractérisé par un régime tropical avec maximum de température en Janvier-Février et minimum en Juillet-Août (moins de 18° et plus de 28°). La proximité de la chaîne et l'orientation des vallées par rapport aux postes d'observations ont une influence sur la valeur des minima et celle de l'amplitude diurne bien marquée variant de 8 à 12°. L'humidité de l'air, plus élevée en valeur moyenne que celle de la Côte Ouest, oscille entre 75 et 85 %.

A - STATION METEOROLOGIQUE

Située à l'exutoire du bassin à proximité de la case de séjour du personnel, elle comprend :

- un pluviomètre à enregistrement semi-permanent,
- un évaporomètre Piche,
- un psychromètre,
- un baromètre à mercure,
- un thermomètre à maxima et minima,
- une girouette,
- deux bacs d'évaporation Colorado enterrés à 10 m l'un de l'autre et à 20 m du creek, hors de l'influence du lit et de son encaissement.

Les observations ont été régulièrement effectuées à 6 h, 12 h et 18 h.

B - RESULTATS OBTENUS

a) Température de l'air :

D'après les enregistreurs, les minima des températures journalières ont lieu entre 5 et 6 h et les maxima entre 12 et 14 h.

Température de l'air

Température	Janvier	Février	Mars	Avril
Moyenne à 6 h		23°6	22°6	20°7
Moyenne à 12 h		30°3	27°9	26°9
Moyenne à 18 h		29°3	25°2	23°7
Moyenne des maxima ...	29°5	31°2	28°9	28°2
Moyenne des minima ...	21°2	22°	21°6	19°9
Variation des maxima .	32°-25°	33°-28°5	33°-24°	30°5-23°5
Variation des minima .	23°-20°	24°-18°5	25°-18°	22°-17°

b) Température de l'eau du creek :

Ces mesures de température demandées par le Service des Eaux et Forêts, bien que trop peu nombreuses pour établir une loi, montrent que les températures de l'eau suivent celles de l'air avec des déphasages constants dans le temps et avec une réduction suffisamment constante des amplitudes. Le brassage de l'eau avec l'air, par suite de chutes et cascades nombreuses, est responsable de cet équilibre thermique (air-eau).

Température des eaux du creek

Heure	Janvier	Février	Mars	Avril
6 h		22°4	21°5	20°9
12 h		24°3	22°8	22°6
18 h		24°	22°7	22°1

c) Evaporation :

Etant donné la situation à l'intérieur de la chaîne en un endroit relativement encaissé, la valeur mensuelle de l'évaporation à l'appareil Piche est sensiblement moitié de celle mesurée dans les postes TONTOUTA, NOUMEA et KOUMAC de la côte Ouest en cette même saison. Le très grand nombre de jours de pluie accentue d'ailleurs ces différences entre stations. Le maximum (1) élevé de l'évaporation Piche est dû à un vent sec et assez fort à la fin de ce mois. Le rapport d'évaporation entre les bacs et l'appareil Piche varie de 1,25 à 1,66.

Mois	Piche		Moyenne des cuves		Moyenne des 5 maxima		Bac Piche
	H mm	mm/j	H mm	e mm/j	Piche mm/j	Cuve mm/j	
Janvier	48,6	1,51			2,6		
Février	54,4	1,87	89,3	3,1	3,1	4,68	1,66
Mars	68,7	2,22	86,5	2,78	4,1(1)	4,1	1,25
Avril	50,8	1,69	69	2,3	2,98	3,76	1,36

d) Humidité :

Remarquons que les humidités en pourcentage mesuré à 6 h et 18 h sont relativement élevées et proches de la limite maximum. Au cours de la nuit, l'humidité de l'air avoisine 95-96 %. Au cours des mêmes mois, l'humidité à 12 h est de loin supérieure à celle mesurée aux postes météorologiques de la côte Ouest pendant les grosses chaleurs. Il est rare que l'humidité relative soit inférieure à 55-60 % à l'intérieur de la chaîne.

Mois	Humidité relative en %		
	Moyenne à 6 h	Moyenne à 12 h	Moyenne à 18 h
Janvier			
Février	96	73	91
Mars	93	75	86
Avril	96	74	91

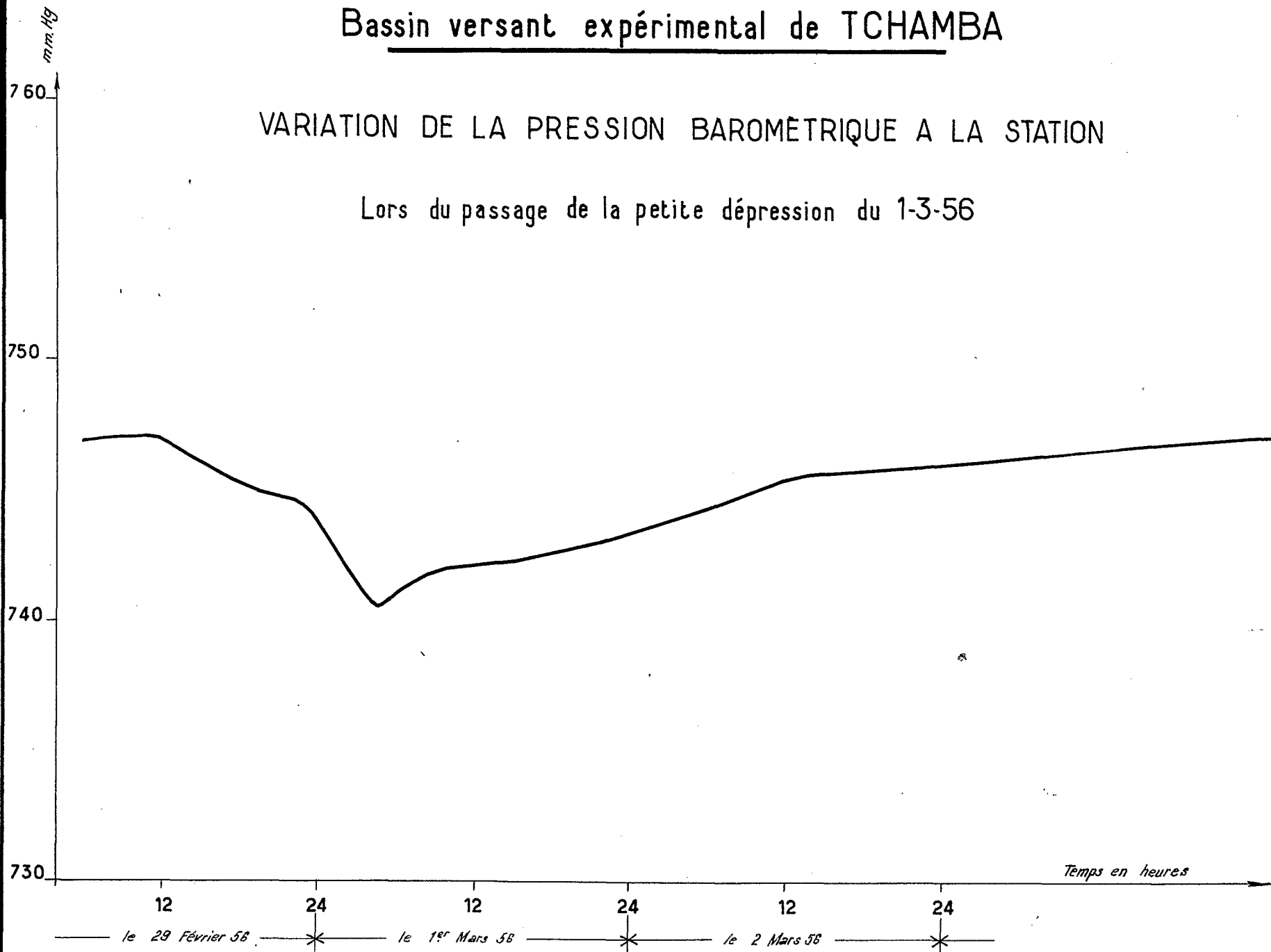
e) Pression barométrique :

Les observations au baromètre à mercure permettent surtout d'avoir des renseignements sur l'évolution du temps. Ci-joint les variations des pressions lors du passage de la dépression le 1er Mars 1956.

Bassin versant expérimental de TCHAMBA

VARIATION DE LA PRESSION BAROMÉTRIQUE A LA STATION

Lors du passage de la petite dépression du 1-3-56



CAL 8047

ED:

LE: 15-10-1958

DES: J. P. Haeflich

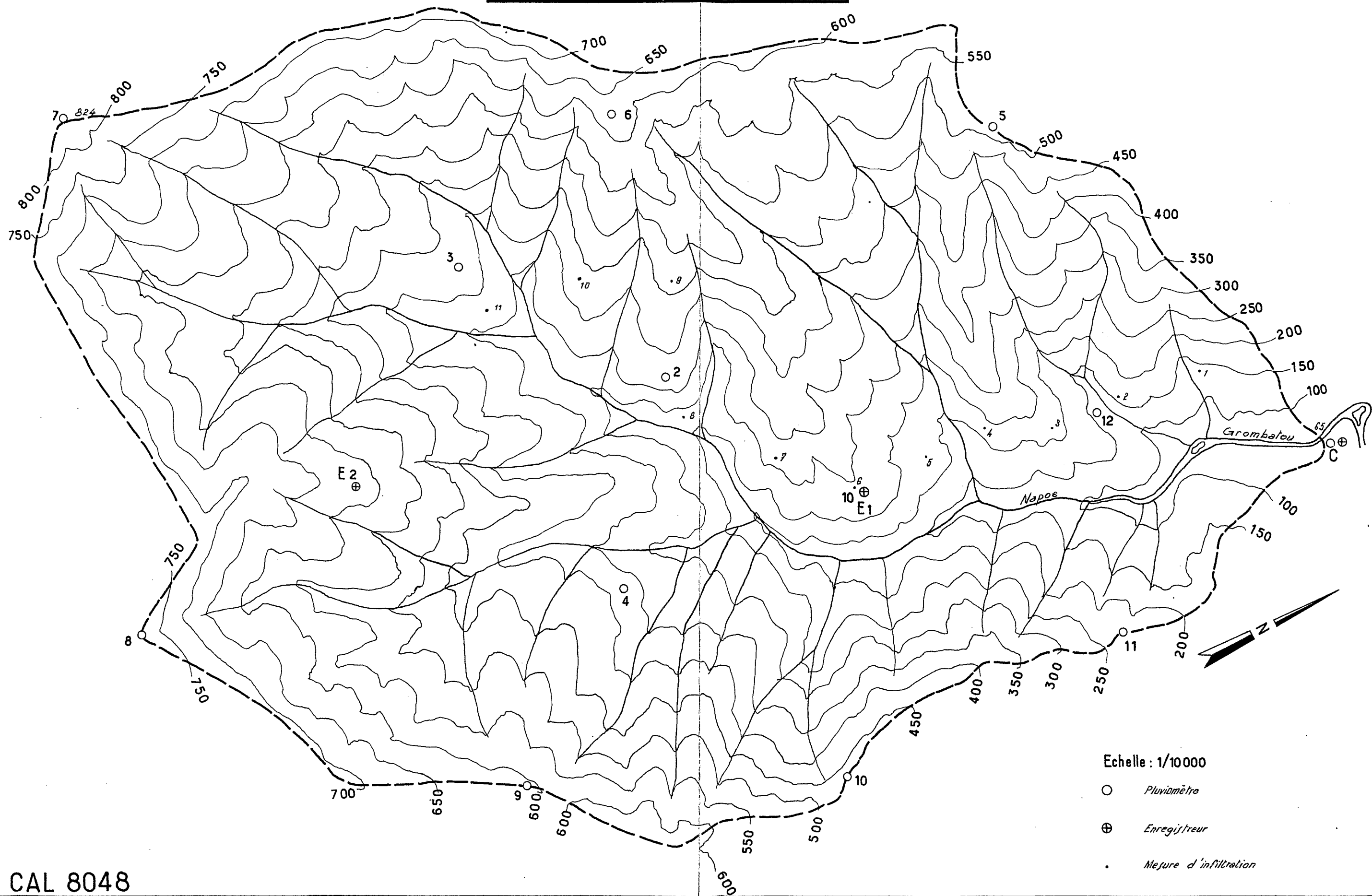
VISA:

TUBE N°:

AO

ELECTRICITÉ DE FRANCE - SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER

Bassin versant expérimental de TCHAMBA



III - ETUDE de la PLUVIOMETRIE -

A - RESEAU PLUVIOMETRIQUE

Malgré le relief très accentué du bassin et l'existence d'une forêt tropicale très dense, un réseau de 15 pluviomètres a été installé et implanté de manière à faciliter la relève journalière des appareils. Les deux circuits de relève, l'un par la crête circulaire et l'autre dans le fond du bassin, demandaient respectivement 5 h et 3 h de marche, d'ailleurs difficile dans les sentiers boueux et glissants après de belles pluies.

- a) Un pluviomètre à augets basculeurs E₂ transformé en enregistreur journalier fournit des observations parfaites, quelquefois malheureusement interrompues par suite d'obturation du passage d'écoulement par des débris végétaux de la grande forêt ou par blocage du mécanisme d'horlogerie.
- b) Un pluviomètre à siphon en E₁ donnant parfois des courbes tronquées inutilisables par blocage fortuit du mouvement ascendant du flotteur.
- c) Un pluviomètre semi-enregistreur, placé à la station de jaugeage près de la case de séjour, par ses relevés fréquents et continus, supplée aux enregistreurs défaillants. En effet, ces appareils sont placés dans une humidité constante qui met à dures épreuves les mécanismes d'horlogerie.

B - ETUDE des PLUIES

Le régime pluviométrique sur ce bassin, semblable à ceux de la chaîne centrale exposés aux alizés du Sud-Est, est caractérisé par quatre saisons, d'ailleurs peu marquées :

- une saison sèche (d'Août à Novembre), présentant parfois de très fortes précipitations orageuses en Septembre,
- une petite saison sèche, parfois en Mai,
- une saison des pluies principale (de Décembre à Avril) marquée au début par des averses orageuses,
- et une petite saison de pluie en Juin, Juillet.

Précisons que les dates des débuts et fins de saisons, comme leur durée, sont très variables et que certaines années ce schéma simpliste est bouleversé.

La moyenne de la hauteur pluviométrique annuelle dans cette région fort mal connue doit osciller entre 2,50 m et 3 m.

Sur le petit bassin, les hauteurs d'eau recueillies pendant les quatre mois d'observations sont supérieures à celles mesurées aux postes installés par l'E.D.F. aux tribus de GOA et TCHAMBA. Les valeurs mensuelles des précipitations à la case, à l'altitude 824 à la tribu de Tchamba et à celle de Goa sont portées dans le tableau ci-dessous :

Tableau des précipitations

Mois 1956	Pluie case Alt. 65 m	Alt. 824 m	Tribu de Tchamba	Tribu de Goa	Moyenne petit bassin
Janvier	842,5	952	778,5	619,3	880
Février	241,8	361,7	258,4	261,9	258
Mars	515,1	719,6	417,7	446,2	557
Avril	420,9	458,9	357,7	352,7	444
Totaux	2.020,3	2.492,2	1.812,3	1.780,1	2.139

Au cours de l'année 1955-1956, la saison des pluies a été relativement abondante sur l'ensemble du bassin de TCHAMBA, la hauteur pluviométrique annuelle, malgré la sécheresse de fin 1955, reste supérieure à la hauteur moyenne inter-annuelle de cette région comprise à l'intérieur du 3ème centre pluviométrique de la côte Est.

Pour les postes de PONERIHOUEN, GOA, TCHAMBA, les pluviométries annuelles ont été :

	<u>PONERIHOUEN</u>	<u>GOA</u>	<u>TCHAMBA</u>
en 1954-1955	2.507	2.490	
en 1955-1956	2.713	2.909	3.108
en 1956-1957	2.644	2.918	2.809

Origine des pluies :

a) Les pluies orographiques dues à des phénomènes de convection sont importantes :

- les masses d'air tropicales chargées d'humidité convectiblement instables engendrent, dans la journée, des averses courtes et nombreuses,
- les masses d'air polaire déterminant des ondées dans la nuit et des averses au cours de l'après-midi sur le bassin, provenant de l'Est et du Sud-Est, donnent des précipitations relativement homogènes dans l'espace, bien que la loi de l'augmentation de la pluviométrie avec l'altitude apparaisse dans les dépouillements.

b) Les pluies dues aux perturbations :

- les pluies dues aux dépressions cycloniques tropicales de l'été austral, et notamment les cyclones tropicaux, sont abondantes dans l'ensemble du territoire,
- les pluies dues aux perturbations subtropicales se produisent toute l'année, affectent plutôt le Sud du territoire.

En général, les averses sont homogènes, le coefficient de dispersion

$$\frac{H \text{ max.} - H \text{ min.}}{H \text{ moy.}}$$

est relativement faible, mais si l'averse est accompagnée de rafales de vent, les écarts peuvent devenir importants, comme par exemple le 1er Mars où, à moins de 3 km de distance, on enregistrait 85 et 156 mm.

Si le nombre de pluviomètres installés est suffisant, il semble cependant qu'une distribution moins circonférentielle présenterait l'avantage de mieux définir la pluviométrie sur l'ensemble du bassin, mais les difficultés de relève seraient doublées.

Pour la région de PONERIHOUEN où est installé le seul pluviomètre depuis une certaine durée (5 ans), les maxima des précipitations journalières, de l'ordre de 300 mm (une fois tous les 3 ans), ne sont pas comparables à celles de YATE.

Fréquence des pluies à la case

Nombre de jours de pluie	Janvier	Février	Mars	Avril
Pluies de 0-1	5	5	2	8
1-5	6	8	9	7
5-10	2	4	3	2
10-20	3	6	5	3
20-30	4	3	2	1
30-40	2	1	1	1
40-50	2	1		
50-60	1			
60-70				
70-80				
80-90			1	
90-100			1	
100-110	3		1	
110-150	1		1	1
	(130, 6mm)		(119, 3mm)	(123, 3mm)
150			1	1
			(168, 6mm)	(171, 4mm)
	842,5	241,8	515,1	420,9

L'averse décennale serait peut-être de l'ordre de 4-500 mm en 24 h.

Intensité des précipitations :

Les intensités horaires maxima en Nouvelle-Calédonie ont fait l'objet de peu de mesures, malheureusement.

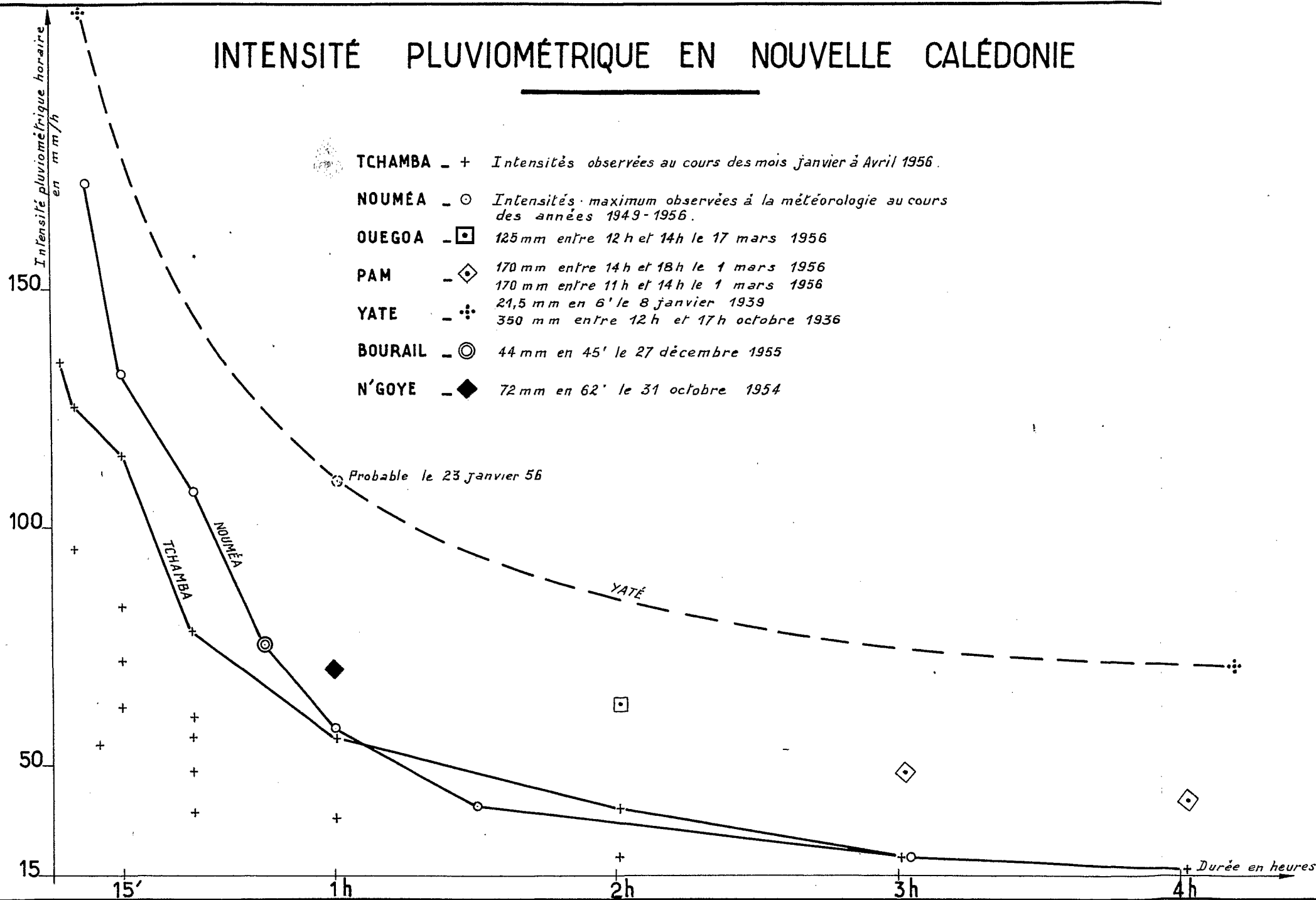
A NOUMEA, le seul pluviomètre enregistreur de la Météorologie fonctionne depuis 1949. Il permet de tracer une courbe d'intensité-durée valable uniquement pour cette partie de l'île et la côte Ouest. L'averse du 10 Février 1955 de 132 mm/h pendant 15 minutes prend un caractère exceptionnel.

A YATE, sur la côte Est, les quelques observations du lecteur de pluviomètre ordinaire laissent présager des intensités de 216 mm/h pendant 6 minutes, de 110 mm/h pendant une heure, de 70 mm/h pendant 5 heures. Toujours sur la côte Est, le 1er Mars 1956, au cours du cyclone à PAM, il a été mesuré 58 mm/h pendant 3 heures, avec un total de 431 mm dans la journée. A OUEGOA, l'intensité a été, le 11 Mars, de 62,5 mm/h pendant 2 heures.

CAL 8053

ED: ÉLECTRICITÉ DE FRANCE INSPECTION GÉNÉRALE UNION FRANÇAISE & ÉTRANGER
LE: 23-9-58 DES: J. Mélayeur VISA: TUBE N°: A1

INTENSITÉ PLUVIOMÉTRIQUE EN NOUVELLE CALÉDONIE



Bien que ces dernières valeurs aient été enregistrées en des points éloignés du bassin, mais sur la côte Est, elles doivent être retenues comme facilement observables sur celui-ci. En effet, la trajectoire des dépressions cycloniques est assez aléatoire sur l'ensemble de l'île et, en général, c'est au moment de ces passages que l'on enregistre les plus fortes crues ; il semble que la transposition peut s'effectuer.

Au cours des observations, pendant les quatre premiers mois de l'année 1956, sur le bassin nous avons noté comme maximum 125 mm/h pendant 5 minutes, 115 mm/h pendant 15 minutes, 78 mm/h pendant 30 minutes, 56 mm/h pendant une heure, 40 mm/h pendant 2 heures et 30 mm/h pendant 3 heures (voir en annexe les courbes d'intensité-durée de NOUMEA et de l'estimation de celle pour l'ensemble de la côte Est). Ces intensités sont peut-être observées une fois tous les ans.

Ces intensités, même celles du cyclone de 1955 à NOUMEA, sont bien inférieures à celles qui caractérisent d'autres régimes dans le monde, mais ce qui est remarquable c'est la durée de ces averses :

Des intensités de 216 mm/h en 6 minutes sont souvent observées en Afrique tropicale, par exemple, mais jamais 70 mm/h pendant 5 heures.

IV - ETUDE des DEBITS -

A - L'EQUIPEMENT du BASSIN

Station limnimétrique :

Les crues de la rivière principale de TCHAMBA peuvent atteindre 10 m au-dessus des basses eaux ; aussi, les échelles de crue du petit bassin ont été installées dans l'unique section dont les plans d'eau sont tranquilles en basses eaux, là où le reflux de la rivière principale ne peut se faire sentir. Ces échelles doublent le limnigraphe à flotteur, type marégraphe Ott, situé à quelques mètres de distance. La section de contrôle en basses eaux est constituée par des rochers entre lesquels de plaquent des galets de toutes dimensions ; elle s'est avérée très stable. Les mesures simultanées des niveaux à l'échelle et au voisinage d'un repère sur un seuil rocheux, 200 m à l'amont, au cours des quatre mois, traduisent la stabilité du lit.

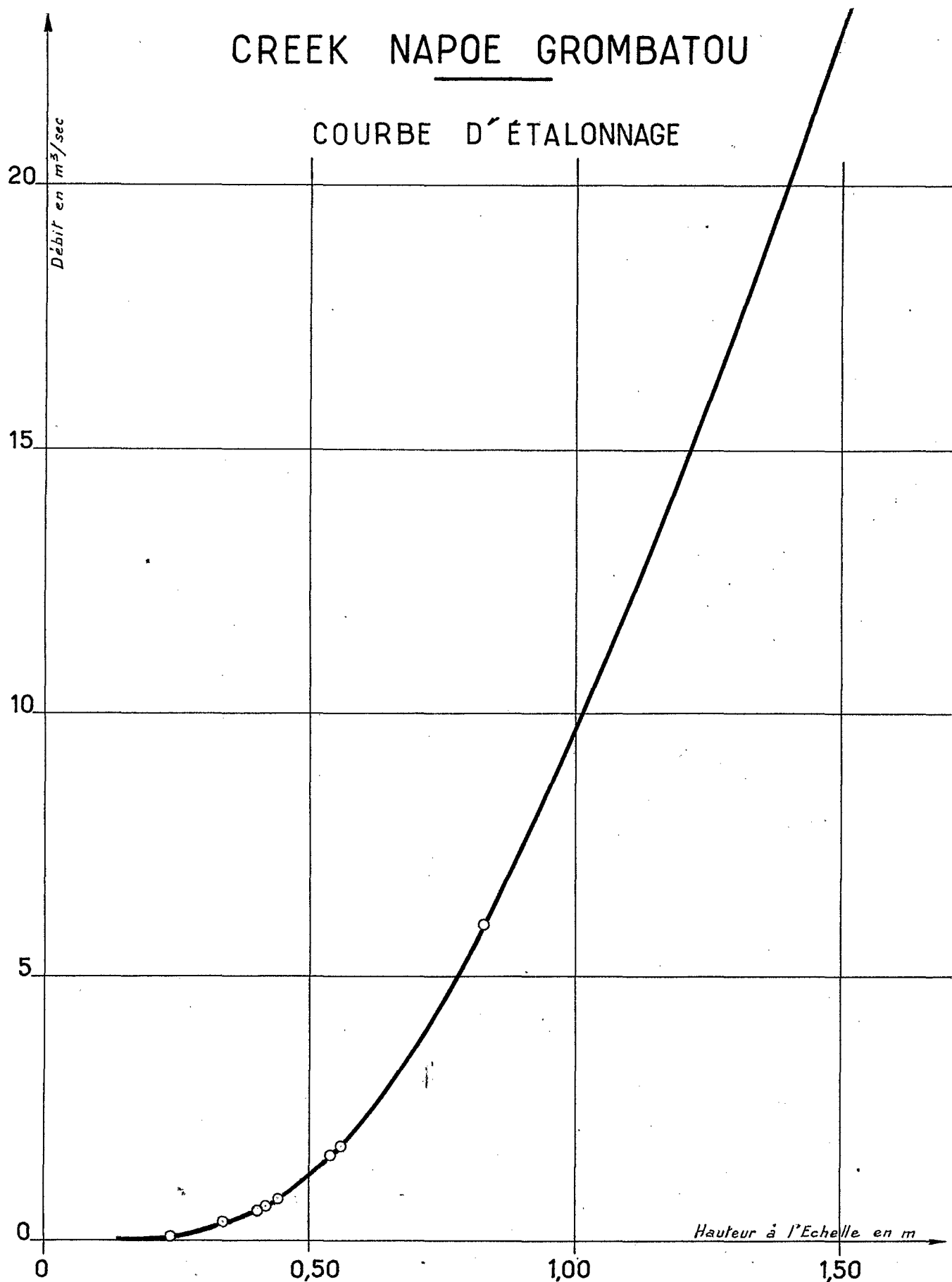
Station de jaugeage :

Dans ce lit, où les pentes longitudinales sont toutes supérieures à 10 %, aucune mesure de vitesse au moulinet n'était tentable au moment des hautes eaux. Un matériel sommaire de jaugeage chimique a été fabriqué sur place : appareil à débit constant, rampe d'injection. Il est regrettable que les jaugeages n'aient pu commencer qu'en Avril, les piles et une des lampes du spectrocolumètre du Laboratoire d'Océanographie ayant mis plusieurs mois pour venir d'Amérique. Au mois d'Avril, les crues des 6 et 7 étant de nuit, nous n'étions pas outillés pour faire un jaugeage au voisinage de la cote 1,20 m - 1,40 m ; toutefois, quatre jaugeages chimiques aux cotes 0,44, 0,54, 0,56 et 0,82 permettent d'obtenir, par extrapolation, une courbe de tarage satisfaisante jusqu'aux cotes voisines de 1,60 m. Quatre jaugeages au moulinet complètent le tracé de cette courbe pour les basses eaux. Le niveau maximum observé a été de 2,40 m (crue n° 7).

Pour les cotes supérieures à 1,60 m, l'erreur sur le débit semble être très importante. La courbe estimée doit toutefois donner des valeurs par défaut des débits. Une deuxième campagne pour parfaire cette courbe avait été projetée ; des circonstances indépendantes de notre volonté nous ont obligés à suspendre ces études. Néanmoins, elles pourront être reprises d'ici quelques années si besoin est, les sections étant parfaitement stables.

CREEK NAPOE GROMBATOU

COURBE D'ÉTALONNAGE



CAL 8050

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE INSPECTION GÉNÉRALE UNION FRANÇAISE & ÉTRANGER

ED:

LE: 29-9-58

DES: J. Méryer

VISA:

TUBE N°:

A1

B - REGIME HYDROLOGIQUE

Le régime des cours d'eau de l'ensemble de la côte Est est un régime torrentiel pur, caractérisé par un écoulement permanent en saison sèche. Le débit d'étiage est abondant, de l'ordre de 5 à 7 l/s/km² pour les bassins prenant naissance dans la chaîne. La période des basses eaux de Juin à Décembre est coupée par des crues isolées en Juillet et en Septembre. La période des hautes eaux s'étend de Janvier à Mai.

Les coefficients d'écoulement annuel des cours d'eau sont de l'ordre de 70 à 80 % et le déficit d'écoulement moyen de 650 à 800 mm par an.

C - ORGANISATION des OBSERVATIONS

Malgré les conditions d'existence, pas toujours enviables à l'intérieur de la chaîne, dans une case aménagée sommairement, où parfois le ravitaillement n'arrivait pas en raison des pluies, étaient toujours présents : l'agent technique et l'hydrologue, ainsi que deux autochtones de la tribu de Tchamba, particulièrement bons marcheurs. Tous les jours, un des deux autochtones assurait la lecture des pluviomètres circulaires ; le second, restant auprès du pluviomètre semi-enregistreur, près de la case. L'adjoint ou l'hydrologue relevait les pluviomètres enregistreurs et les pluviomètres du centre du bassin. Trois fois par semaine un convoyeur de la tribu assurait le ravitaillement.

D - AVERSES OBSERVEES

Avant de classer toutes les averses, signalons les arrêts de fonctionnement des enregistreurs. Dans l'ensemble, un ou deux pluviomètres enregistreurs déterminaient toujours l'intensité des averses. Seules celles des 23 et 26 Janvier sont entièrement indéterminées.

Sur les 116 journées de pluie, les averses journalières se classent comme suit :

- averses n'ayant pas donné lieu à un écoulement : 55
- averses ayant donné lieu à un écoulement hypodermique : 20 (averses n° 20 et 29, par exemple)
- averses ayant donné lieu à un faible ruissellement : 12 (averses n° 1, 3, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 21, 27 et 28)
- averses ayant donné lieu à un fort ruissellement : 13 (averses n° 25 - 26 bis, par exemple)
- averses pouvant être assimilées, à l'extrême rigueur, à des averses unitaires : 6 (averses n° 2, 8, 9, 14, 15 et 23 bis).

Les plus fortes pluies observées sont celles du 18 Mars (averse n° 23) et du 5 Avril (averse n° 25). Elles ont donné respectivement 174 et 165 mm de hauteur moyenne sur le bassin.

La pluie du 18 Mars, qui n'a cessé de tomber entre 0 h et 16 h, comporte 5 averses de durée et d'intensité variables, la plus forte ayant donné la crue 23 bis.

Celle du 5 Avril, qui a duré de 16 h à 24 h, présente la particularité d'avoir, entre 19^h30 et 23^h30, une série de pointes d'intensité de 20 à 80 mm/h. Les pluies préliminaires, d'intensité 10 à 25 mm/h, avaient duré 3^h30, la queue des averses une demi-heure.

On trouvera, en annexe, la répartition des précipitations dans l'espace et dans le temps sur les différents hyéto-grammes.

Examinons les averses pouvant être considérées comme unitaires :

- a) l'averse n° 2, observée au début de l'installation du bassin et seulement à la case, semble, d'après les précipitations des tribus de GOA, TCHAMBA et de FORET PLATE, être assez homogène dans l'espace. Elle a donné 47,3 mm à la station, dont 28,3 seulement ont été "efficaces" entre 15^h59 et 16^h13. La queue de l'averse, 40 mm/h en 20 minutes et 9 mm/h en 20 minutes, n'a pratiquement pas donné de ruissellement sur la majeure partie du bassin. Cette averse de 115 mm/h pendant 15 minutes a été la plus forte observée au cours de la saison ;
- b) l'averse n° 8, homogène dans l'espace, a donné 25 mm, dont 21,6 en 27 minutes ont été "efficaces". Le sol saturé est responsable du fort coefficient de ruissellement. La deuxième partie de l'averse reste faible dans la partie supérieure du bassin ;

- c) l'averse n° 9 du 26 Janvier (de hauteur moyenne 50 mm), dont l'intensité n'a pas été enregistrée, est concentrée dans la partie centrale du bassin. La forme très effilée du diagramme de crue laisse penser que l'averse a été de courte durée ;
- d) l'averse n° 14, de valeur moyenne 28 mm, concentrée dans la partie supérieure du bassin, ne peut être correctement représentée en intensité par les deux autres enregistreurs ; l'intensité efficace calculée, en prenant comme base l'enregistrement E_1 , serait de 44 mm/h pendant 19 minutes ;
- e) l'averse n° 15, de valeur moyenne 36,9 mm, également plus concentrée dans la partie supérieure du bassin, peut être considérée comme une averse unitaire, bien que la pluie efficace ait duré 34 minutes ;
- f) l'averse n° 23 bis, de durée 54 minutes et de 50 mm de hauteur moyenne, dont l'intensité a été seulement mesurée à la station, est formée d'une série de "pointes" de valeurs différentes. L'intensité efficace déterminée est l'intensité moyenne de toutes les parties de l'averse supérieure à 20 mm/h.

Notons, au sujet de l'étude des averses, que l'ensemble des trois enregistreurs était bien nécessaire pour connaître la répartition dans le temps des averses aux différents points du bassin. Il n'est pas rare d'observer des écarts de 10 minutes entre les instants du maximum d'intensité au point extrême du bassin E_2 et C, écarts parfois gênants pour la détermination du hyétogramme moyen.

Nous remarquons que les très fortes averses isolées sont, en général, soit concentrées dans la partie centrale du bassin, soit localisées au-dessus de la cote 500. Par contre, les précipitations journalières au moment des passages de zones dépressionnaires ou des perturbations sont homogènes (précipitations des 14, 15 et 16 Janvier, 17 et 18 Mars, 5 et 6 Avril). Au cours des cyclones tropicaux, les averses accompagnées de fortes rafales de vent sont évidemment concentrées dans les parties du bassin exposées aux vents et plus faibles au voisinage des crêtes.

E - CRUES OBSERVEES

A part les crues du 18 Janvier mal enregistrée au limnigraphe, du 22 et 23 Janvier où le fil actionnant le stylet s'est rompu par suite de la montée des eaux, toutes les crues ont été enregistrées.

Toutefois, les maxima des crues des 22 et 23 Janvier ont été notés par l'adjoint qui était présent. La hauteur maximum observée à l'échelle a été de 2,40 m le 22 Janvier 1956 à 18^h20 correspondant à un débit estimé à 57 m³/s, soit environ 10 m³/s/km² ; celle du 23 Janvier à 17 h a atteint 2 m.

L'année 1956 a été pluvieuse, mais les nombreuses inondations enregistrées à la station principale de la TCHAMBA (H max. 5,02 - 5,10) ont été de beaucoup inférieures à celles normalement visibles (7 m et 9,75 m comme hauteurs maxima).

Pour des averses bien isolées, le ruissellement dure environ 2^h40 à 3 h. La décrue est assez brutale. L'écoulement souterrain est quasi permanent en toutes saisons et l'écoulement hypodermique prend parfois une importance relativement grande à la fin des averses (averse n° 25 bis, débit 6 m³/s).

En analysant quelques crues sur papier semi-logarithmique, on est frappé par la présence, d'ailleurs non systématique, de quatre droites et trois cassures. Par séparation de différents écoulements normaux, un "résidu" apparaît. Nous l'appelons premier écoulement hypodermique. Il proviendrait de la partie haute du bassin où le ressuyage rapide est dû aux pentes très fortes du versant, ou plus probablement d'un ruissellement "hypodermique" des parties spongieuses sous forêts. La seconde partie correspond au ressuyage lent de la partie inférieure du bassin où le sol a une épaisseur d'environ 20 à 30 cm.

"Le flot de base" correspondant à l'écoulement des sources permanentes et profondes, seule alimentation du creek en période de sécheresse, gonfle 13 h environ après la fin des averses sur le terrain et ne semble pas devoir dépasser 1,5 m³/s.

F - DETERMINATION du DIAGRAMME de DISTRIBUTION (ou du diagramme type de crue)

En moyenne, la durée du "rise", pour une averse homogène dans l'espace étant voisine de 30', nous aurons à faire à une crue unitaire dans le cas où la durée de l'averse (partie efficace) est inférieure à 30'.

Pour ce bassin, les averses isolées assez importantes sont extrêmement rares. Nous disposons seulement de six averses du type unitaire.

CAL 8051

ED:

LE: 1-10-58

DES: J. Métrayer

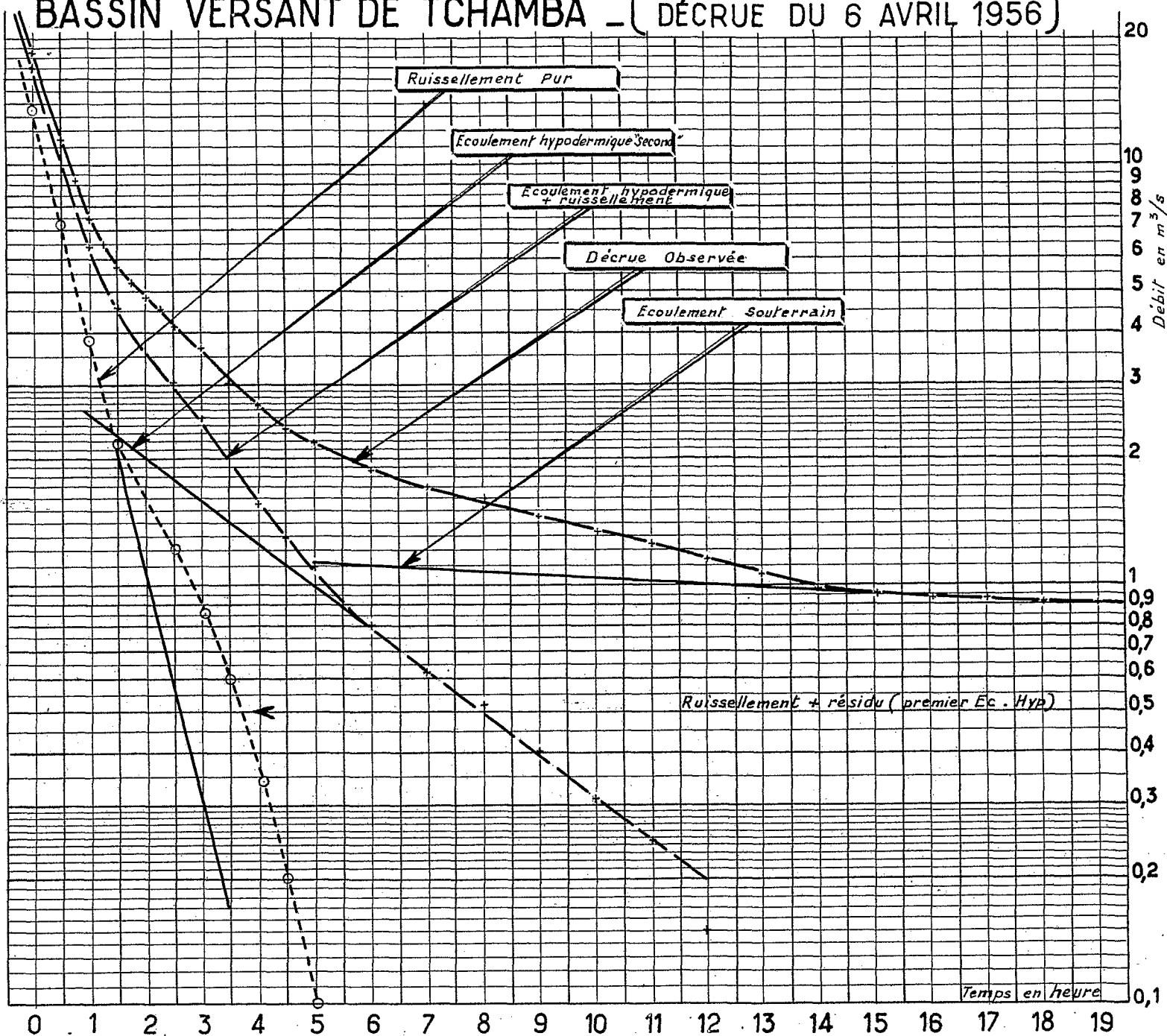
VISA:

TUBE N°:

AO

ELECTRICITÉ DE FRANCE - SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER

BASSIN VERSANT DE TCHAMBA - (DÉCRUE DU 6 AVRIL 1956)



L'averse n° 23 bis a été considérée comme unitaire, attendu que son diagramme est encore acceptable bien que la durée de la pluie efficace soit de 54'.

Sur les diagrammes des crues, nous avons fait certaines corrections :

- a) nous avons négligé le ruissellement correspondant aux surfaces voisines de l'exutoire et choisi une limite entre l'écoulement (souterrain et hypodermique) et le ruissellement, limite assez approximative ;
- b) négligé la queue du ruissellement qui reste toujours imprécise.

Des courbes de ruissellement obtenues par soustraction de ces écoulements, nous déduisons par dilatation des ordonnées, une courbe, de telle manière que la surface comprise entre celle-ci et l'axe des abscisses (correspondant au volume de ruissellement) soit la même pour toutes les crues.

Le pourcentage d'eau ruisselée a été noté sur cette courbe par intervalle de temps de 10' et de part et d'autre de la fraction la plus importante. Ces diagrammes, dont les résultats ont été portés sur le tableau n° 1, montrent :

- 1°) l'homogénéité acceptable de toutes les courbes rendant plus facile le choix d'un hydrogramme unitaire ;
- 2°) qu'à la décrue de l'averse n° 2, une légère partie de la queue de l'averse a donné lieu à un faible ruissellement ;
- 3°) que les différents types de montée de la crue sont dus, en particulier, à la répartition dans l'espace de l'averse ;
- 4°) que l'averse n° 23 bis ne peut être considérée comme une averse unitaire, la pluie efficace ayant duré 54'. La pointe du diagramme est rejetée dans le temps.

Le diagramme de la crue n° 2 présente une "bosse" à la crue, caractéristique de l'arrivée à la station de jaugeage du maximum des eaux de ruissellement du 2ème affluent R.G., et une pointe, arrivée voisine du maximum des eaux de ruissellement du haut du bassin.

L'arrivée du ruissellement des parties hautes du bassin pour cette crue est retardée du fait que le débit de base du torrent est excessivement faible. Il s'ensuit que le pourcentage de pointe est plus faible et que la croissance des débits au début du ruissellement est plus lente.

La "bosse" indiquée, visible sur certains hydrogrammes, disparaît lorsque la durée ou l'intensité de l'averse croît.

Le diagramme de la crue n° 15 présente une rapide croissance du débit de ruissellement (durée 3'). L'averse importante concentrée dans la partie supérieure du bassin provoque de gros ruissellements dans les ravines du réseau hydrographique qui, au fur et à mesure de leurs réunions, provoquent une montée des eaux du bras principal. En suivant le parcours de ce bras, le front de l'onde de crue devient de plus en plus raide par suite de l'existence de nombreuses cascades et chutes.

Nous adopterons un diagramme d'une distribution moyenne dont les éléments ont été choisis par simple estimation.

G - TABLEAU GENERAL des OBSERVATIONS

Le tableau général n° 2 des observations a été dressé en vue de déterminer les éléments essentiels des crues :

- diagrammes de distribution
- capacité d'absorption
- coefficient de ruissellement.

Les débits de base (colonne n° 4), avant la pluie, donnent une idée de l'état de saturation du bassin avant la crue. Les colonnes 5, 6 et 7 mentionnent la pluie observée aux trois enregistreurs et permettent d'avoir une idée de la dispersion dans l'espace ; la hauteur moyenne sur le bassin est consignée dans la colonne 8 et la durée des averses dans la colonne 9.

Les "lag" - temps entre le centre de gravité de la pluie efficace et le maximum de crue (colonne 10) - et "rise" - durée de montée de la crue (colonne 11) - ont un vaste champ de variation (10' à 1h40 pour le "lag" et 3' à 50' pour le "rise"). Le premier temps "lag" se classe en trois groupes :

- 15 à 25', cas où l'averse est isolée aux environs de l'exutoire du bassin (sa limite est le premier affluent R.G.),
- 32 à 38', cas où l'averse est concentrée à la partie moyenne du bassin ou plutôt les parties inférieures d'altitude comprise entre 50 m et 400 m,
- 50 à 64', cas où l'averse est homogène dans l'espace ou uniquement concentrée dans la partie supérieure du bassin.

Les "lag" supérieurs à 1^h30 affectent des averses à très faible coefficient de ruissellement ($< 2\%$). Le "lag" hypodermique, d'ailleurs assez mal précisé, est de l'ordre de 2 à 3 h.

Si nous négligeons le faible ruissellement immédiat près de la station, le "rise", dans le cas d'averse homogène, est très voisin du "lag" ; par contre, il n'est que de 3 à 12' pour une aversé isolée dans le fond du bassin (averses n° 3, 14 et 15).

La crue 23 bis, de par la définition même, présente la particularité d'avoir un "lag" inférieur au "rise", mais il s'agit d'une crue déjà complexe.

Dans la colonne 15, le coefficient de ruissellement représente un coefficient global tenant compte des pluies de la journée ou de l'ensemble des précipitations au voisinage des averses de longue durée (averse n° 3 bis, 8, 8 bis, 18 bis, par exemple). L'intensité efficace (colonne 16) d'estimation délicate étant donné la durée et la dispersion dans l'espace des pointes d'intensité notables ainsi que la durée efficace (colonne 17), sont des valeurs approchées par estimation.

Notons combien il est difficile de choisir un hyéto-gramme moyen et d'apprécier sur celui-ci la partie de l'averse effectivement efficace. Nous avons eu recours, très souvent, à la connaissance de la pluie excédentaire (colonne 19) pour choisir la durée efficace et l'intensité efficace moyenne.

En procédant ainsi avec les hyéto-grammes moyens, les valeurs d'intensité efficaces sont en général sous-estimées, ainsi que les valeurs de l'intensité de la pluie excédentaire (colonne 20) ; le coefficient d'absorption (colonne 21), de même sous-estimé, est égal à $l_e - l_r$.

H - ETUDE de l'INFILTRATION, de la CAPACITE d'ABSORPTION et du COEFFICIENT de RUISSELLEMENT

Le 18 Avril, après six jours sans pluie, les mesures à l'infiltromètre Muntz (entouré d'un second cylindre où de l'eau est maintenue à une cote voisine de celle de l'appareil) ont été effectuées en 11 points caractéristiques du bassin. Dans l'ordre de ces points, les valeurs d'infiltration en mm/h au bout de 15' sont :

n° 1	:	73 mm/h	n° 7	:	72 mm/h
n° 2	:	39 "	n° 8	:	5,6 "
n° 3	:	24 "	n° 9	:	27 "
n° 4	:	plus de 200 mm/h	n° 10	:	5,4 "
n° 5	:	60 mm/h	n° 11	:	13 "
n° 6	:	110 "			

Les mesures n° 1, 2, 3 et 7 ont été faites dans la partie inférieure du bassin sur des sols de nature assez semblable (horizons jaunes argileux caractéristiques avec faibles couches de terre arables 15 à 30 cm).

Les mesures 8, 9, 10 et 11, faites sous forêt dans la partie supérieure du bassin, montrent la susceptibilité au ruissellement de cette partie.

La mesure n° 4 a été tentée dans une zone chaotique où la masse de terre noire est extrêmement grenue et importante; cette zone ne représente que quelques 8 à 10 % de l'ensemble du bassin.

Ces mesures ne donnent pas la valeur de l'infiltration véritable aux points considérés mais prouvent combien est délimité en deux parties ce bassin de dimensions restreintes. A titre indicatif, il est probable que la partie haute du bassin a un coefficient d'infiltration de 30 à 40 mm/h en période sèche et moins de 6 mm/h les jours de pluies abondantes.

La partie inférieure, d'ailleurs assez hétérogène, aurait un coefficient d'infiltration voisin de 80 à 100 mm/h et 10 mm/h aux mêmes périodes.

Au voisinage de la case où de nombreuses mesures ont été faites sur un terrain d'un arc, des variations de plus de 100 % ont été observées dans la détermination du coefficient d'infiltration.

Lorsque le sol est voisin de la saturation, les appareils fournissent des données notablement trop faibles. Le 1er Mars, par exemple, tous les appareils placés contenaient à la suite d'une pluie fine (26 mm en 13 h), près de 8 mm d'eau; or, il n'y a à aucun moment un ruissellement au voisinage de la case. Maintes fois de telles remarques ont été faites.

Les résultats fournis par l'infiltromètre Muntz n'ont pas de valeurs absolues, mais ils fournissent une indication repère sur la perméabilité du sol. Si on compare les résultats obtenus sur d'autres bassins, on constate que la partie inférieure du bassin (horizon jaune), 25 à 70 mm/h, est imperméable, et les zones sous forêts, 5 à 30 mm/h, très imperméables. Les mesures mettent donc bien en relief l'imperméabilité de la majeure partie du bassin.

Les capacités d'absorption sont, comme toujours, assez délicates à étudier.

Nous ne pouvons pas donner de chiffres valables pour le début de la saison des pluies. La crue n° 2 donne 96 mm/h, mais le chiffre est douteux puisqu'il n'y avait qu'un pluviomètre et il concerne peut-être la partie inférieure du bassin, plus perméable, et non la moyenne.

En saison des pluies, après un ou deux jours sans pluie, la capacité d'absorption au début d'une averse varie entre 50 et 30 mm/h pour des averses importantes ou moyennes.

A la fin des averses moyennes, elle tombe à 15-20 mm/h.

A la fin de très fortes averses, elle peut tomber à 10 mm/h et même moins :

- l'averse 23 (165 mm) présente une capacité d'absorption moyenne de 19 mm/h,
- l'averse 25 (174 mm) présente une capacité d'absorption décroissante de 18 à 10 mm/h,
- l'averse 26 bis (105 mm) présente une capacité d'absorption variant de 12 à 8 mm/h.

Après des averses très fortes (100 à 200 mm) se succédant à deux ou trois jours, comme cela a été le cas pour deux des averses citées, on atteint une très forte saturation et, dans ces conditions, une averse même faible tombant même après 12 heures sans pluie rencontre un coefficient d'absorption de l'ordre de 10 mm/h au début de l'averse.

Le coefficient de ruissellement des averses particulièrement longues (pluies supérieures à 12 h) atteint les chiffres de :

- 25 % (averse n° 5)
- 28 % (" " 5 bis)
- 29 % (" " 25)
- 36 % (" " 26 bis)

Le sol, après quelques heures de pluie fine, arrive à sa limite de saturation.

Comme nous venons de le voir par l'examen des capacités d'absorption, ces valeurs ne sont pas très élevées en raison de l'intensité modérée des averses (10 mm/h pendant 24 h correspondent à 240 mm).

Mais il ne semble pas impossible que, pour des pluies durant 24 h, ce coefficient soit voisin de 80 % si les intensités efficaces deviennent très élevées, supérieures à 100 mm/h. On le voit bien si l'on considère les coefficients de ruissellement K_{Re} correspondant aux différentes pointes efficaces. On peut voir sur le tableau III que l'averse n° 8 a présenté pour K_{Re} une valeur voisine de 60 % et 53 % pour l'averse 23 bis.

Application de l'hydrogramme unitaire :

Malgré toutes les lacunes de notre étude, la plus importante étant l'incertitude sur la valeur des débits relativement élevés, supérieurs à 15 m³/s, nous avons obtenu :

- a) des tracés de graphiques de distribution homogènes pour les diagrammes 2, 14 et 15 à partir des valeurs de débit parfaitement connues ;
- b) une valeur minimum du coefficient moyen d'absorption de 10 à 15 mm/h lors des pluies de très longue durée ; ces chiffres permettent de retenir des coefficients de ruissellement K_r de l'ordre de 60 à 80 % pour des averses exceptionnelles.

Avant d'étudier quelques types d'averses déjà observés sur la côte Est, la prudence nous a conduits à appliquer la méthode des hydrogrammes unitaires à des averses observées sur le bassin.

Pour l'averse n° 25, définie par deux hyétogrammes (case et E₂), nous avons choisi des capacités d'absorption variables dans le temps. Puis nous avons additionné les différents diagrammes résultants : a, b, c et d.

	<u>Pluie efficace</u>	<u>Durée efficace</u>	<u>Capacité d'absorption</u>
a	35 mm/h	30'	30
b	40 "	10'	25
c	70 "	10'	20
d	45 "	10'	20

Le débit de ruissellement trouvé (27,6 m³) est semblable à celui observé.

Ce résultat montre que les coefficients d'absorption ont été convenablement choisis et que la méthode appliquée à ce bassin pour cette averse donne de bons résultats.

Pour l'averse n° 26 bis, l'étude de la deuxième "pointe" nous a conduits à utiliser des capacités d'absorption de 18 à 14 mm/h. Les intensités faibles mais bien définies des averses considérées engendrent une crue dont le débit de "pointe", bien défini puisque faible, permet de considérer les capacités choisies comme exactes. Elles sont définies avec une bonne précision, l'erreur ne pouvant excéder 4 mm/h.

La troisième "pointe" de ruissellement visible nous a conduits à admettre comme capacité 10 à 12 mm/h à la fin d'une période de pluie de 300 mm en trente heures.

Dans l'étude des intensités horaires des pluies, nous avons vu la possibilité de rencontrer des averses de 85 mm/h pendant deux heures, 110 mm/h pendant une heure et de 150 mm/h pendant 30' sur l'ensemble de la chaîne côte Est.

La méthode des hydrogrammes unitaires appliquée à une averse de 85 mm/h pendant deux heures, considérée entièrement efficace sur un sol saturé de capacité d'absorption moyenne 15 mm/h, donnerait, pour ce bassin, un débit de ruissellement de "pointe" de 106 m³/s.

Une averse de 110 mm/h pendant une heure sur un sol humide, de capacité d'absorption 55 mm/h, 23 mm/h et 21 mm/h pour des intervalles de 20' donnerait 111 m³/s.

Une averse de 150 mm/h pendant 30', sur un sol saturé de capacité d'absorption moyenne 20 mm/h pendant ces 30', donnerait 125 m³/s comme "pointe" de ruissellement.

L'étude d'une telle averse tombant sur un sol près de sa saturation nous montre que, pour ce type de bassin, une averse exceptionnellement intense et courte n'est pas forcément susceptible d'engendrer les débits de ruissellement les plus importants. En effet, une averse longue et d'intensité moins forte donne le même ordre de grandeur pour la "pointe" de ruissellement. Sur de nombreuses rivières, les plus fortes crues ont toujours eu lieu à la suite d'averses torrentielles précédées de pluie fine de durée au moins égale à 12 h.

CONCLUSIONS

L'estimation des débits de ruissellement à partir de la capacité d'absorption moyenne et par application à des averses exceptionnelles vraisemblables sur la côte Est, nous conduit à un maximum de $120 \text{ m}^3/\text{s}$. Ce débit est probablement caractéristique de la crue cinquantenaire.

Rappelons que dans tous les creeks, affluents de la TCHAMBA, nous pouvons, grâce aux traces profondes portées par les arbres des berges, apprécier la hauteur maximum des eaux au cours du demi-siècle présent. Sur le creek NAPOE GROMBATOU étudié, en maints endroits nous notons des écorchures provoquées par le frottement de troncs d'arbres venant de la forêt et arrêtés dans leur course par les arbres (bois de fer). Le gros arbre situé près des échelles, dont le pied est à la cote 3,50 m, porte une trace côté amont à la cote 4 m. Un autre arbre à 80 m à l'amont (voir photo) porte une trace d'environ 1,2 m au-dessus de la cote maximum de la crue du 18 Mars 1956 (trait blanc).

Pour cette cote de 4 m, la section utile à l'écoulement des hautes eaux est de 40 m^2 environ, pour une section mouillée totale de 54 m^2 (la section utile étant la section où aucun obstacle ne gêne le courant central).

Etant donné la pente du lit au voisinage de cette section, une estimation de la vitesse moyenne à 3 m/s représente un débit voisin de $120 \text{ m}^3/\text{s}$, soit un débit spécifique supérieur à $22 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, ce qui confirme l'estimation faite plus haut.

Le débit spécifique annuel de ce bassin est de l'ordre de $10 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$; celui de la crue probablement cinquantenaire de l'ordre de 20 à $22 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ pour un bassin de $5,63 \text{ km}^2$. Il avait été prévu de consacrer une seconde campagne spécialement sur la mesure des débits élevés à l'échelle, afin de confirmer et préciser les résultats obtenus, basés uniquement sur la valeur du coefficient moyen d'absorption. Nous avons dû, à regret, y renoncer. Notons, pour l'Ingénieur qui doit calculer le débit de crue d'un bassin situé dans la chaîne calédonienne, que la connaissance du coefficient de pente, l'importance de la couverture végétale et la géologie des terrains qui caractérisent le ruissellement et la perméabilité, lui seront absolument nécessaires. Ces données lui permettront d'apporter aux valeurs précisées ci-dessus les corrections qui s'imposent.

TABLEAU I

DIAGRAMME de DISTRIBUTION

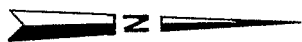
Averse	Date	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'	10'
N° 2	22-12-55	0,5	5,5	7,4	12,5	18,2	15,2	12,8	9,2	7,1	5,5	4,2	2,6	1,6	0,8	0,3	
N° 8	23- 1-56	0,5	1,1	3,5	13,2	20,4	18,1	13,0	9,0	5,6	3,8	3,0	2,2	1,5	1,1	0,6	
N° 9	26- 1-56		0,8	6,5	15,5	21,1	17,4	12,6	8,6	6,1	4,4	3,3	2,5	1,8	1,1	0,5	
N° 14	12- 2-56		0,2	0,4	5,5	18,1	15,7	13,5	11,5	9,1	6,9	5,3	4,1	3,2	2,4	1,6	
N° 15	18- 2-56		0,1	0,5	2,5	25,7	19,3	14,6	11,2	9,0	6,5	4,7	3,2	1,8	0,8	0,4	
N° 23 bis	18- 3-56	0,3	2,5	6,4	10,7	15,1	17,4	15,2	10,6	7,2	5,2	3,7	2,5	1,7	1,0	0,6	0,3
Hydrogramme moyen																	
unitaire probable		0,4	1,2	4,0	13,9	21,0	18,0	13,0	9,0	6,5	4,4	3,3	2,3	1,5	1,0	0,4	

BASSIN DE TCHAMBA - Tableau II - Observations des averse et des Caractéristiques des Crues

Crue N°	Date de la crue	Nombre de jours sans pluie	Débit de base M ³ /sec.	Pluie à la Case	Pluie à l'enregistreur F ₁	Pluie à l'enregistreur F ₂	Moyenne pondérée m/m.	Durée totale de la pluie en heure	Temps entre "pluie" et crue "Lag"	Temps de montée de la crue "Rise"	Q maximum de ruissellement	Volume tombé 10 ³ m ³	Volume ruisselé 10 ³ m ³	Coefficient de ruissellement	Durée efficace de la pluie en minute	Intensité efficace moyenne en m/m.	Pluie excédentaire en m.m.	Intensité pluie excédentaire en m.m.	Coefficient d'absorption moyenne
1	21/12	10	0,08	15,9				1h.20	2 h.20	20'	0,24	90	1,0				0,15		
2	22/12	0	0,1	47,9				1h.10	52'	50'	9,7	265	31	11%	14'	120	5,5	24	96
3	14/1	0	0,18	24,5	23,0	49,0	26,0	2h.	68'	9'	3,15	147	13,5	9,2	34'	35	2,4	4,2	31 m.m.
3bis	14/1	0	0,70	46,1	44,6	50	47,0	3h.	1h.10 38 à 48		10,0	265	49	18,5	22'	51	8,7	2,4	27 m.m.
3ter	14/1	0	1,80	60	57,4	71,5	65,0	4h.	54' et 34'	26'	18,2	315	59	18,7	22'	47	10,5	2,8	19 m.m.
4	15/1	0	1,20	63,2	62,4	74	65		66' (34) 14'		7,5	368	41	11,3			7,3		(35) m.m.
5	16/1	0	2,5	60,5	67,2	75	68		62' (32) 14'		11,8	382	96	25,1			12,0		30 à 20 m.m.
5bis	16/1	0	4,3	65,5	66,6	80	70		63' (62) 37'		13,4	394	110	28,0			19,8		20 à 16 m.m.
6	18/1	0	1,8	46	50,2	64,0	52	3h.30			9,3	283	72	25,0	1h.45	22	12,6	7,3	18 à 10 m.m.
7	22/1	0		44	46,6	63	55	2h.			55	310			1h	54			
8	23/1	0	2,1	27		23,5	25		58'	30'	25,3	141	72,5	51,0	27'	48	12,9	29	19 m.m.
8bis	23/1	0	3,5	87		35,5	75				37,5	420	178	43					
9	26/1	0	1,3	47,5	70	41,5	50			33'	26,2	282	70	24,8			12,4		
10	28/1	0	0,9	35,1	32,7	39,6	34	4h.	60' 20' 56'		1,0	191	14,1	7,4				2,5	40 à 20 m.m.
11	31/1	1	0,8	12,3	18,0	29,2	18,5	30'	52'		1,4	104	6,5	6,2	18'	45	1,15	6,5	38,5
12	5/2	0	0,45	17,7	25,8		16	50'	62'	55'	0,7	91	6,7	7,4	8'	64,0	1,2	9	55
13	6/2	0	0,46	23,4	12,2		11,5	35'	34'	34'	0,36	65	1,5	2,3					
14	12/2	0	0,32	15,9	21,7	53,5	28,0	2h.10	44'	12'	9,3	159	31,2	19,5	19'	44,0	6,5	18	26
15	18/2	2	0,27	21,5	25,0	50,0	36,9	1h.10	50'	3'	10,1	204	22,1	10,6	34'	48,0	3,9	7	47
16	20/2	0	0,27	16,0	16,8	20,5	16,6	40'	60' 20' 70'		0,4	93,5	3,0	3,2	4'	47	0,53	8	38
17	21/2	1	0,64	11,8	12,3	25,5	15,0	3h.	40' 23'	24'	1,2	24	7,6	9	5' 4" 6"		1,3	5	40
17bis	21/2	0	0,34	32,4	35,5	40,5	35,0	4h.	35' 55'	40'	3,6	197	27,6	14%	20'	42	4,9	15	27
18	1/3	0	0,38	102,8	103,3	140,0	120	24h.	32' 44'		8,2	675	69,6	10,3			12,3		15 mm-H
19	7/3	0	0,8	12,2	11,6	7,5	9,0	55'	1h.30 30'		0,2	57	0,7	1,2 mm	11' 4"	22 60	0,13		57 mm-H 20 mm-H
20	12/3	2	0,43	8,1	7,7	9,1	8,1	2h.30	1h.4 2h.		≈ 0	46	≈ 0						
21	15/3	2	0,3	33,7	30	32,6	31,5	3h.	52' 50'	45'	1,5	177	9,4	5,3	4' 10"	64 22	1,67	14 4	50 18
22	17/3	0	0,3	44,9	43,6		44,5	6h.	26' 62'		4,5	251	36	14,3					30 à 20 mm.H.
22bis	17/3	0	1,3	45,7	46,9		46	2h.	39' 38'	30'	16,5	259	105	40	50'	40	18,6	22	20 à 15 mm.H.
23	18/3	0	1,2	141,9	161,4	160,9	165,0												
23bis	18/3	0	2,7	40			(50)	2h.30	50'	36'	33,5	282	111	39,5	54'	41	19,8	22	19 mm-H.
23ter	18/3	0	5,7	33,3			42				6,8	236	32,4	13,6	26'	28 (34)	5,8	13,5	(20) mm-H.
24	23/3	0	0,6	10,7	10,8	21,5	16	2h.	1h.15 1h.40		0,5	90	2	2,2	12'	24	0,35	1,7	22 mm-H.
25	5/4	0	0,23	171,4	176,1	172,1	174,0	20h.	36' 34'		27,2	978	281	29%			30,8		18 à 10 mm-H.
26	6/4	0	1,00				23,5	20h.	45' 60'	26'	3,5	133	15	11,2%	30'	30	2,7	13	17 m.m.H.
26bis	6/4	0	2,00	123,3	126,3	139,3	105,0	13h.	32' 40'		19,0	592	213	36,5%			40,7		12 à 8 mm H.
27	7/4	0	2,72	7,0	9,7	13,5	11,5	2h.	50' 55'		0,72	85	4,3	6,7		18 mm H			13 mm H
28	10/4	0	0,90	12,6	13,0	18,0	15	4h.	60' 60'		0,7	85	4,8	5,6%	20' 20"	1 mm H	0,85	1 mm H	10 mm H
29	23/4	0	0,24	4,2	12	23,0	17,0	10h.	2 h	1h.30	0	0	0	0	0	0	0	0	> 10 mm H
30	24/4	0	0,28	33,3	34,7	35,0	34,5	4h.	58' 70'		1,6	194	20	10,3			3,54		25 mmH 9 mmH
31	27/4	0	0,21	20,8	28,2	24,0	24,5	50'	46' 53'	15'	3,5	135	16,1	11,9	10'	60	3,0	16 mm H	42

TABLEAU III

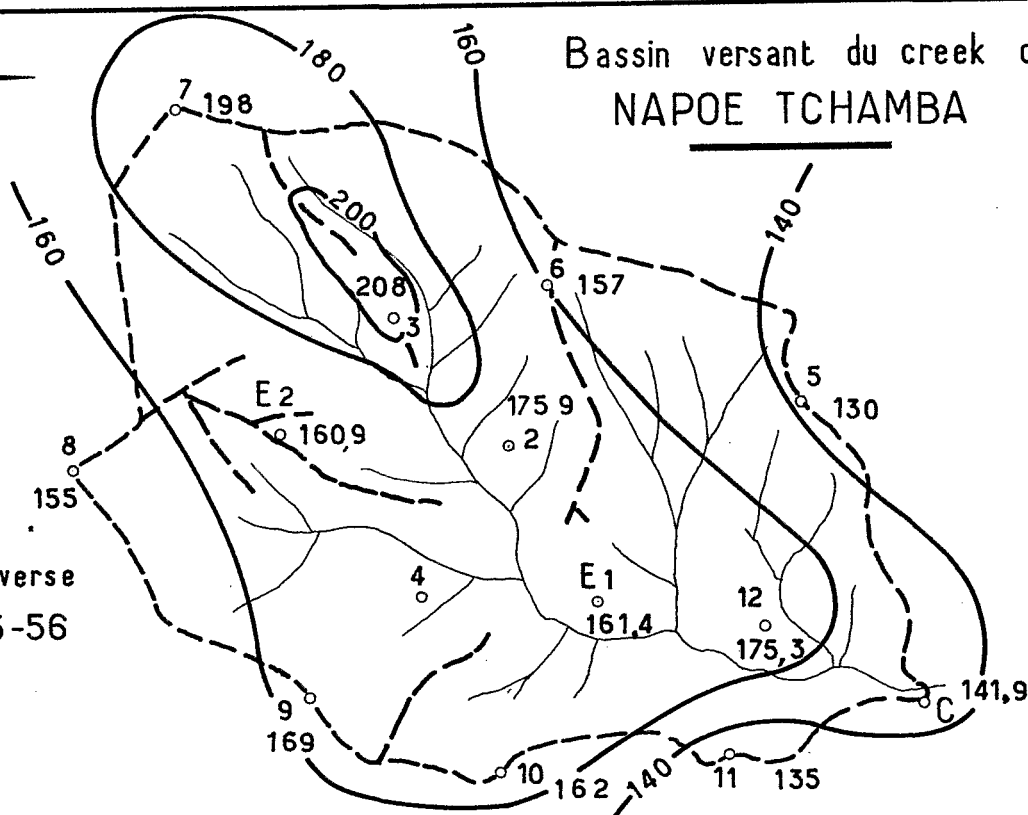
Averse	Date	Pe mn	Te mn	Ie mn/v	"Lag"	"Rise"	Vr 10 ³ m3	Ve 10 ³ m3	Kr %	Pr mn	Ir mn/h	C mn/h
N° 2	22-12-56	28	14'	120	62'	50'	31	157,5	19,7	5,5	24	96
N° 8	23- 1-57	21,6	27'	48	58'	40'	72,5	121,5	59,6	12,9	29	19
N° 9	26- 1-57					33'	70					
N° 14	12- 2-57	13,9	19'	44	44'	12'	31,2	78,2	40	5,5	18	26
N° 15	19- 2-57	27,2	34'	48	50'	3'	22,1	154	14,3	3,9	7	42
N° 23 bis	18- 3-57	37,1	54'	41	36'	50'	20,9	111	53	19,8	22	19



Bassin versant du creek de
NAPOE TCHAMBA

Isohyètes pour l'averse
n° 23 du 18-3-56

Hmin : 130 mm.
Hmax : 208 mm.
Hmoy : 165 mm.



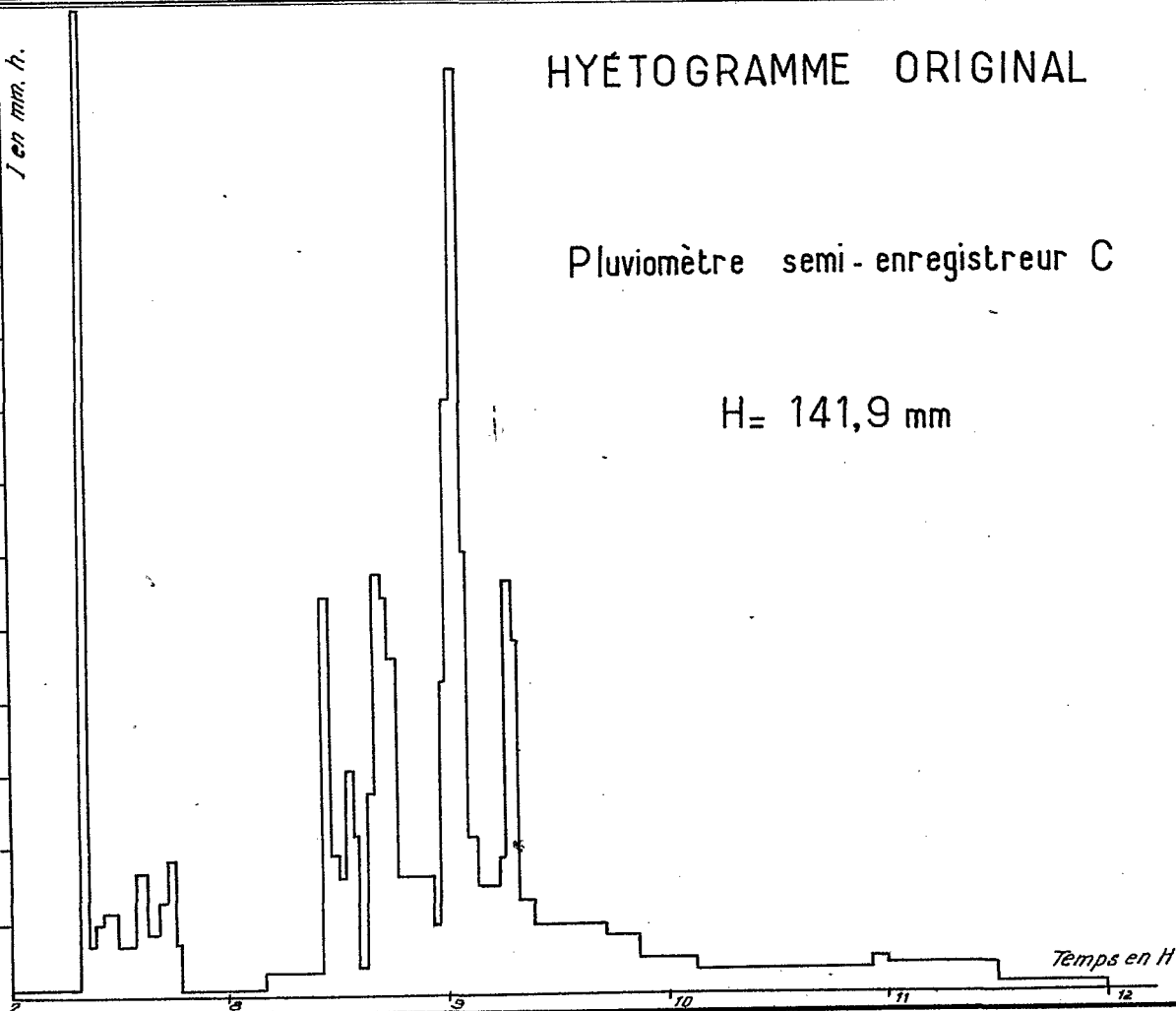
HYÉTOGRAMME ORIGINAL

Pluviomètre semi-enregistreur C

H = 141,9 mm

130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

I en mm. h.



CAL 8054

ELECTRICITÉ DE FRANCE - SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER

ED:

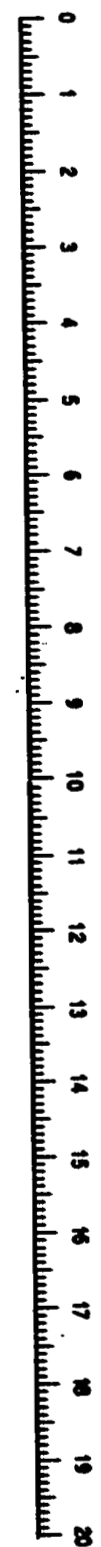
LE: 30 Sept 58

DES: J-P Haeltich

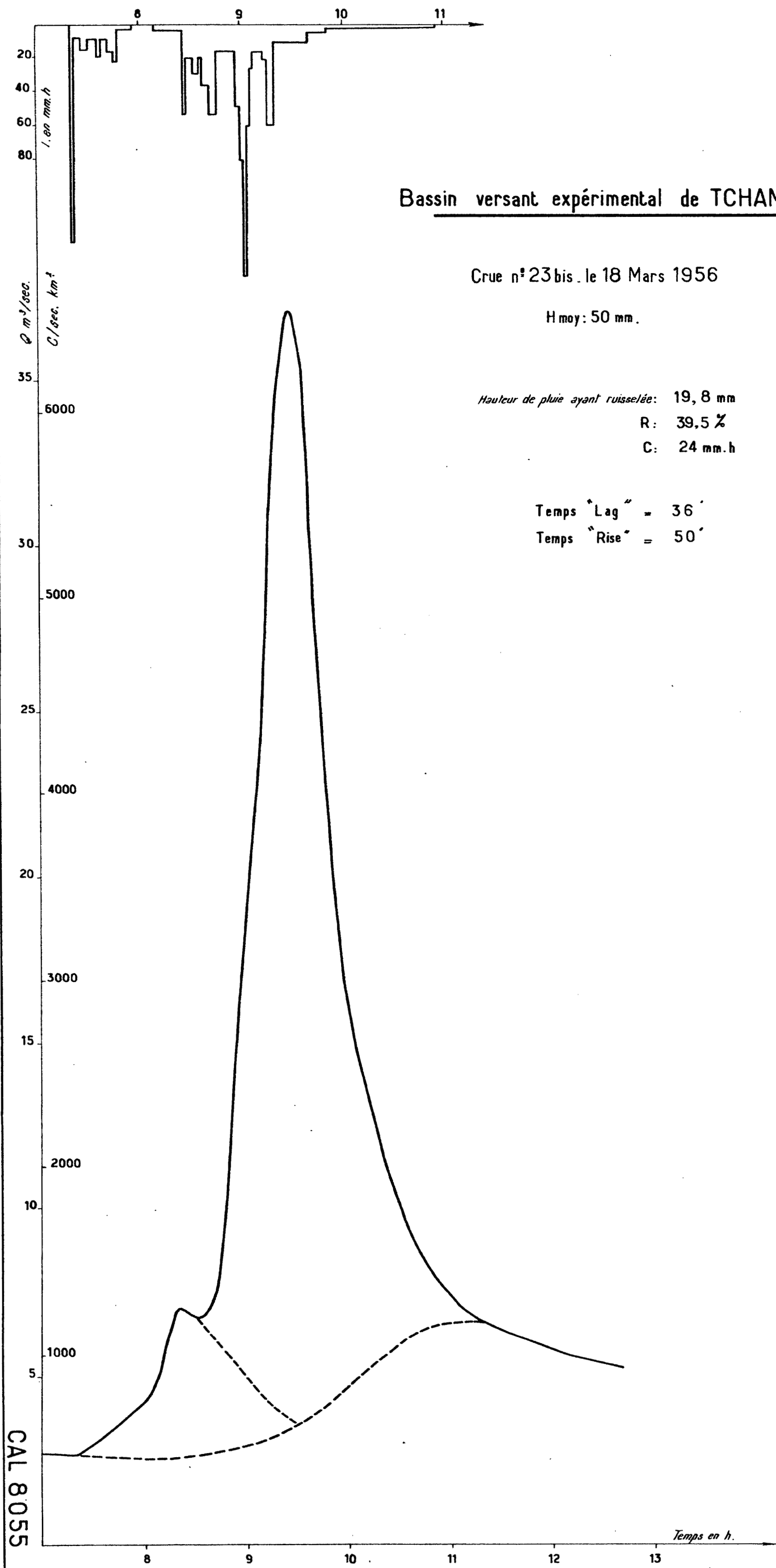
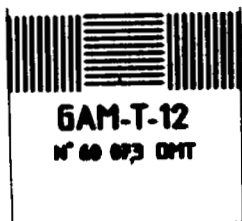
VISA:

TUBE N°:

AO

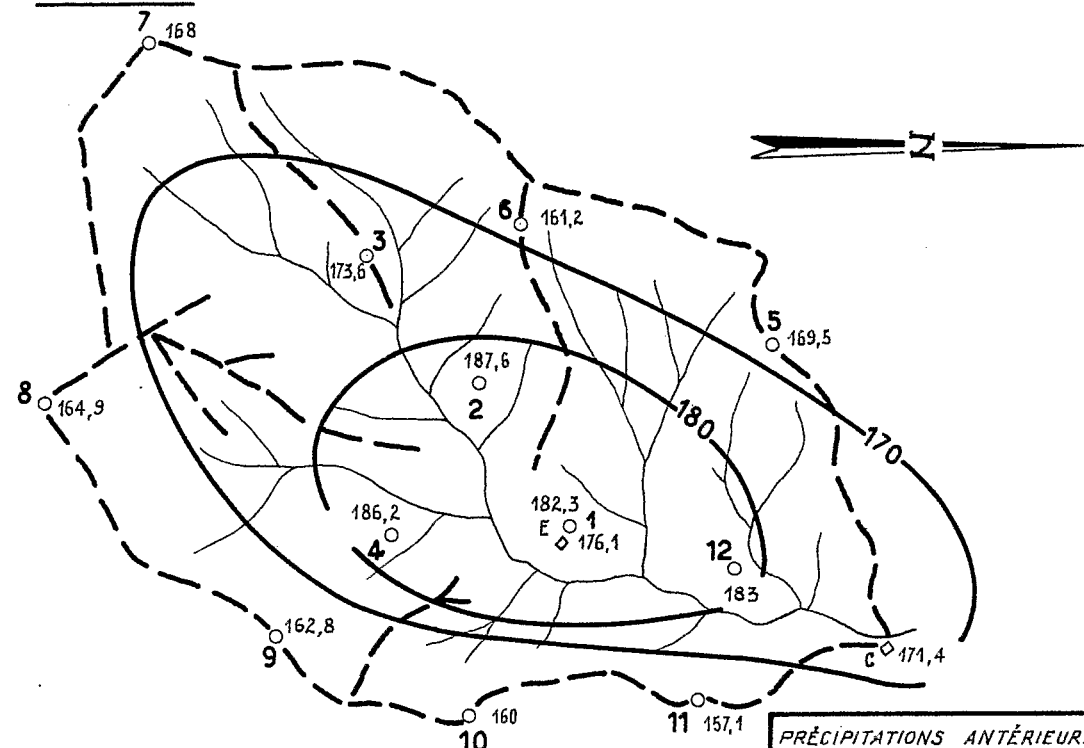


Cette mire doit être lisible dans son intégralité
Pour A0 et A1: ABERPFTHLJDOC GOUVWVWNSZXY
zseocmuvuvxir fkhbdpgyjt 7142385690
Pour A2A3A4: ABERPFTHLJDOC GOUVWVWNSZXY
zseocmuvuvxir fkhbdpgyjt 7142385690



Bassin versant du creek de NAPOE TCHAMBA

VERSE N° 25



H min : 157,1 mm
H max : 187,6 mm
H moy : 174 mm

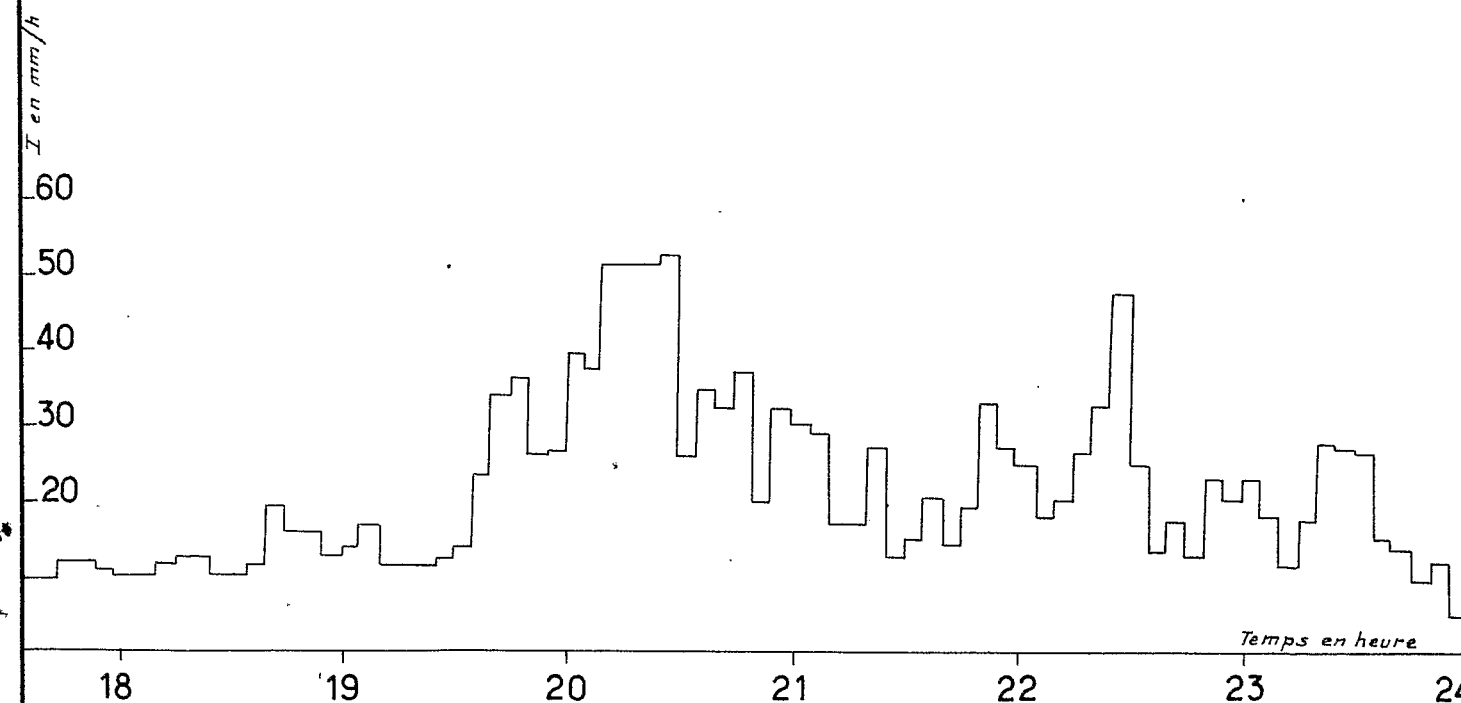
Isohyètes pour l'averse du : 5-4-56

PRÉCIPITATIONS ANTÉRIEURES

1 heure avant :
5 heures avant :
24 heures avant : 2,9
3 jours avant : 2,9
10 jours avant : 36,0

HYÉTOGRAMME MOYEN

H = 174 mm



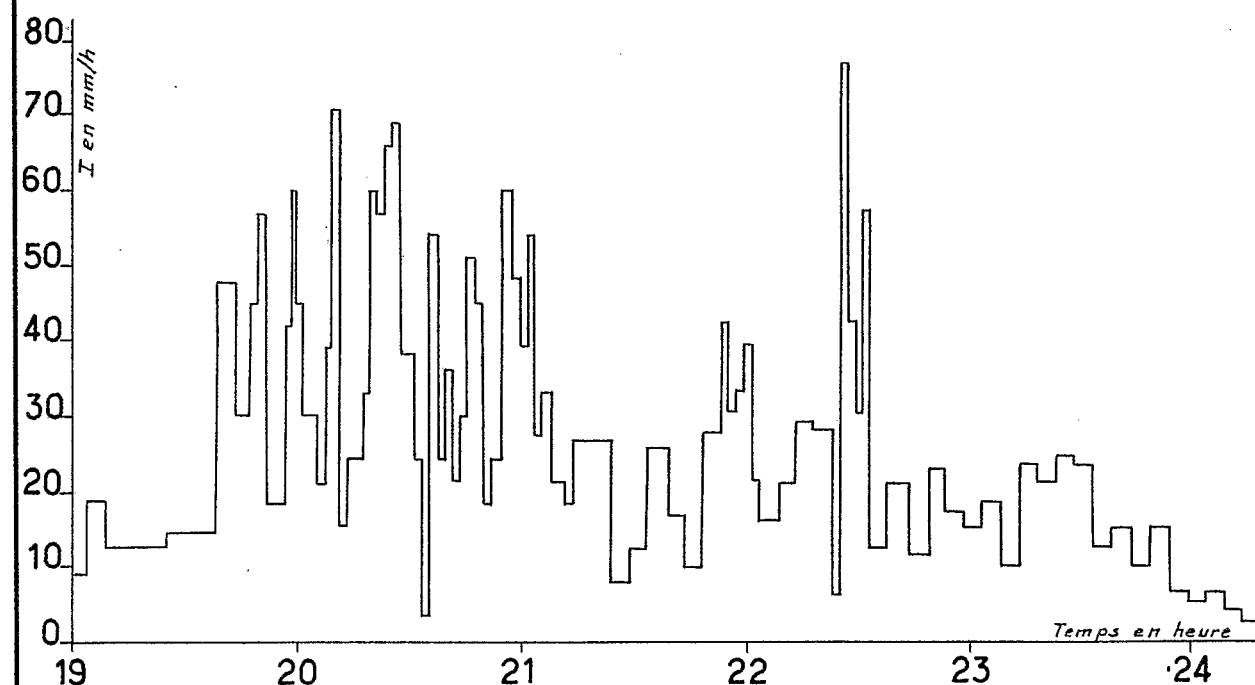
J Mèayer le 1-10-58

HYÉTOGRAMMES ORIGINAUX

I - Pluviomètre semi enregistreur C

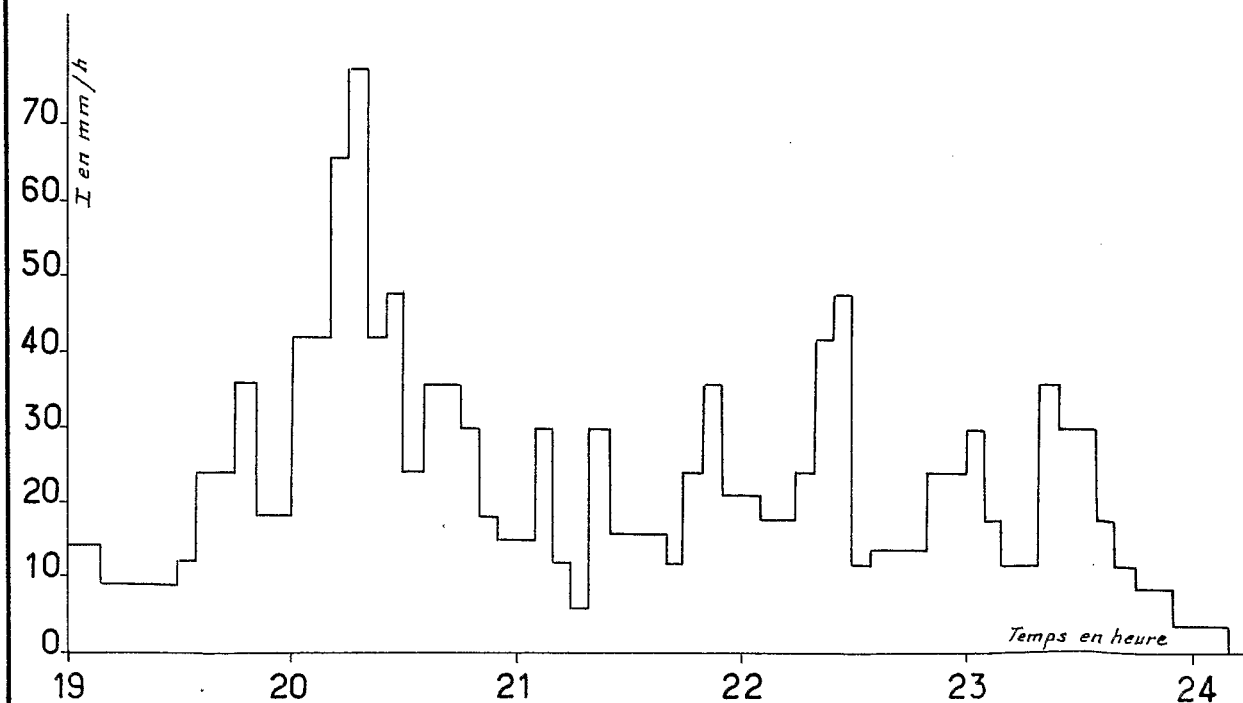
(Echelle 1 cm² = 10/3 mm de pluie)

H = 171,4 mm

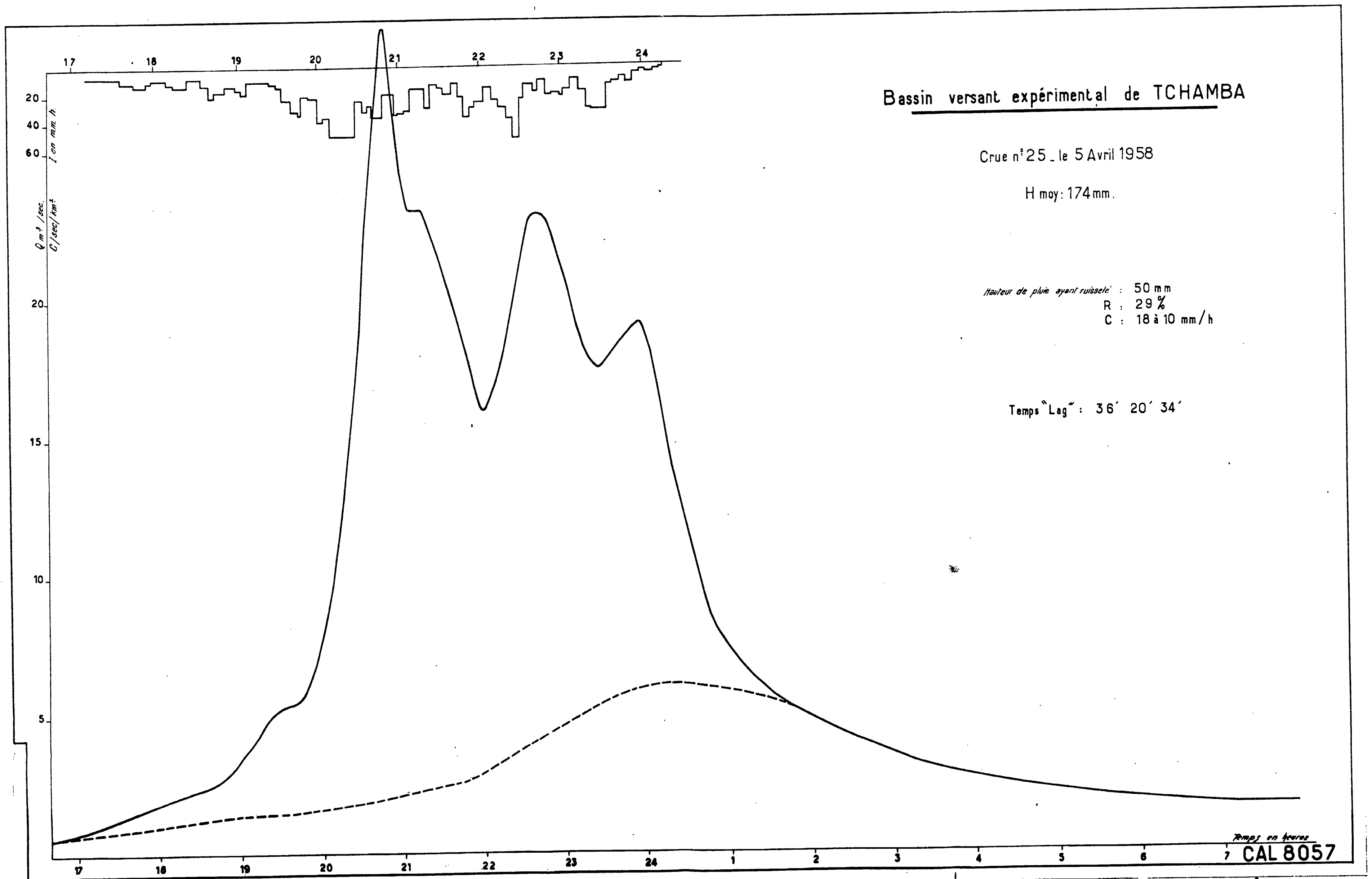


II - Pluviomètre à augets E2 -

H = 180 mm



CAL. 80.58



Cette mire doit être lisible dans son intégralité
Pour A0 et A1: ABERPFTHLIJDQCGQUVWMNSZXKY
zsaeocmuvnwxfkhdpggyjt 7142385690
Pour A2 A3 A4: ABERPFTHLIJDQCGQUVWMNSZXKY
zsaeocmuvnwxfkhdpggyjt 7142385690

