

I N S T I T U T F R A N C A I S D ' O C E A N I E

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-c-o-o-o-c-o-o-

SECTION HYDROLOGIE

-:-:-:-:-:-:-:-

NOTE DU BASSIN VERSANT DE LA

T C H A M B A

=====

G. GIRARD

INSTITUT FRANCAIS D'OCEANIE

ETUDE DE CRUES SUR UN PETIT BASSIN DE LA REGION DE TCHAMBA (Note sommaire)

par G. GIRARD

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 de l'étude par l'estimation des débits de crue de la rivière de Tchamba au Bac. Cette 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 l'étude des crues a réellement commencé. 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.

CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT

A) Situation

Le bassin du creek étudié (La Napoé Grombatou) est situé à 17 kms à l'Ouest de Ponérihouen entre $165^{\circ} 15' 20''$ et $165^{\circ} 16' 50''$ de longitude Est, et, $21^{\circ} 3' 30''$ et $21^{\circ} 5' 20''$ de

latitude Nord à environ 6 heures de marche de la route coloniale côtière. Il fait partie intégrante de la réserve indigène de la Tribu de Tchamba. Sa surface calculée sur un levé topographique au 10.000ème du Service Local est de 5,63 au Km². Ce bassin a la forme d'une ellipse de grands axes 3 et 2 kms. Son coefficient de forme, exprimé par $K_f = \frac{P}{\sqrt{H.S}}$ ou P représente le périmètre

et S la surface, est égale à 1,16. Son altitude moyenne est de 340 m. Le point culminant est à 824 m. et l'exutoire 65 m. Le coefficient de pente 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;

est $K_p = 0,58.$

Les pentes maxima et minima des versants sont voisines de 31% et 83%. Ces chiffres traduisent l'homogénéité du relief sur l'ensemble du bassin et montrent que ce relief très accentué est responsable, comme nous le verrons plus tard, de la rapidité de concentration des eaux de ruissellement.

B) Réseaux hydrographiques

Au cours d'une forte averse, les eaux de ruissellement s'écoulent partout 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, dont le lit est taillé entre des gros blocs de rochers, ^{pourvu} encombré d'arbres et de 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 averse homogène les apports importants des deux affluents R.G. engendrent à la station principale, au

.../...

Température de l'air (suite)

Température	Janvier	Février	Mars	Avril
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 importantes, 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 - Nouméa 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. Ce 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" est de 1,25 à 1,66.

(I) Evaporation

Mois	"Piche"		Moyenne des cuves		Moyenne des 5 maxima		Bac Piche
	H mm	mm/j.	H mm	e mm/j	Piche mm/1.	Cuve mm/1.	
Janvier	48,6	1,51			2,6		
Février	54,4	1,87	89,3	3,1	3,1	14,68	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	13,76	1,36

- d) Humidité. Remarquons que les humidités en pourcentage mesurées à 6 h. et 18 h. sont relativement élevées et proche 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 10 h. est de loin très supérieure à celle mesurée aux postes météorologiques pendant les grosses chaleurs. Il est rare que l'humidité relative soit inférieure à 55 - 60% à l'intérieur de la chafne.

Mois	Humidité relative en %		
	Moyenne à 6 h.	Moyenne à 12h.	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.

.../...

ETUDE DE LA PLUVIOMETRIE

Réseau pluviométrique.

Malgré le relief très accentué du bassin et l'existence d'une forêt tropicale impénétrable, un réseau dense 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 chevauchant 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 auget basculeur E₂ transformé en enregistreur journalier fournit des observations parfaites, quelquefois malheureusement interrompues par suite d'obturation du passage à l'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, fournit un complément au manque d'enregistrement des appareils placés dans une humidité constante, mettant à dures épreuves les mécanismes d'horlogerie.

ETUDE DES PLUIES

Le régime pluviométrique sur le bassin, semblable à celui de la chaîne centrale, exposé 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 de pluies (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 saison, comme leur durée, sont très variables et que certaines années tout est bouleversé.

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

.../...

Sur le petit bassin, les hauteurs d'eau recueillies pendant les quatre mois d'observation, sont supérieures à celles mesurées à celles du poste installé par l'E.D.F. à la tribu de Tchamba. Voir répartition mensuelle des précipitations à la case, à l'altitude 824 à la tribu de Tchamba et à celle de Goa, dans le tableau ci-dessous :

Tableau des précipitations

Mois 1956	Pluie case Alt. 65m.	Alt. 834 m.	Tribu de Tchamba	Tribu de Goa	Moyen 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;	2020,3	2492,2	1812,3	1780,1	2139,

Les pluies d'origine orographique dues à des phénomènes de convection sont importantes; les masses d'air tropicales chargées d'humidité convectivement instables, engendrent, par suite des parties montagneuses, des averses courtes dans la journée 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. Les averses orageuses remontant les vallées sont particulièrement importantes dans les talwegs et minimales sur les crêtes de hautes altitudes. Il semblerait qu'au cours de pluies diluviennes, à l'approche des perturbations, la répartition est sensiblement homogène. Dans l'ensemble, on note des écarts énormes de précipitations aux pluviomètres exposés différemment aux rafales des vents, par exemple le 1er Mars, à moins de 2 kms de distance, on enregistrait 85 mm. et 156 mm. Si le nombre de pluviomètres installés est suffisant, il semble cependant qu'une distribution moins circonscrite présenterait l'avantage de mieux définir la pluviométrie sur l'ensemble du bassin, mais les difficultés de relève seraient doublées.

Intensité des précipitations

Pour la région de Ponérihouen, les maxima des précipitations journalières de l'ordre de 300 mm. ne sont pas comparables à celles de Yaté: 646 mm. le 29 Novembre 1937.

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

A Nouméa, le pluviomètre enregistreur de la Météorologie fonctionnant depuis 1949 fournit une courbe d'intensité-durée. L'averse du 10 Février 1955 de 132 mm/H pendant une heure prend un caractère exceptionnel. A Yaté, sur la côte Est, quelques observations du Lecteur du pluviomètre ordinaire laisse présager des intensités de 110 mm/H pendant une heure; de 70 mm/H pendant 5 h. et 216 mm/H pendant 6 minutes. 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 mm.5 pendant deux heures.

Bien que ces valeurs aient été enregistrées en des points éloignés du bassin, elles doivent être retenues comme valables pour celui-ci. En effet, la trajectoire des dépressions cycloniques est assez aléatoire sur l'ensemble de l'île et c'est en général au moment de ces passages que l'on enregistre les plus fortes crues.

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 Nouméa et de l'estimation de celle pour l'ensemble de la côte Est).

Fréquences 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			

Fréquence des pluies à la case (suite)

Nombre de jours de pluies	Janvier	Février	Mars	Avril
Pluies de 60-70				
70-80				
80-90			1	
90-100			1	
100-110	3		1	
110-150	1		1	
	(130,6mm)		(119,3)	
150			1	
			(168,6mm)	
	842,5	241,8	515,1	420,9

ETUDES HYDROLOGIQUESA) L'équipement 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 se plaquent des galets de toutes dimensions; elle s'est avérée très stable. Les mesures simultanées des niveaux à l'échelle et un repère sur un seuil rocheux, 200 m. à l'amont, au cours des quatre mois, ont déduit la stabilité du lit. Le 18 Mars 1956 quelques 50 mètres à l'aval des échelles un coup de "Gong" a été entendu par l'agent technique lors de la crue, c'est probablement un bloc de rocher de 100 Kgs qui en a heurté un autre dans son déplacement.

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 spectrocromètre 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 côte 1m,20 - 1m,40; toutefois, quatre jaugeages chimiques aux côtes 0,44 - 0,54 - 0,56 - 0,82 permettent d'obtenir, par extrapolation, une courbe de tarages satisfaisante jusqu'aux côtes voisines de 1m,60. Quatre jaugeages au moulinet complètent le tracé de cette courbe pour les basses eaux.

Pour les côtes supérieures à 1m,60, 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 obligent à suspendre ces études. Néanmoins, elles pourront toujours être reprises d'ici quelques années si besoin est, les sections étant parfaitement stables.

Régimes 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.

HAUTEURS ET DEBITS CARACTERISTIQUES DE LA TCHAMBA A LA STATION DE LA TRIBU AU COURS DE DEUX ANNEES D'OBSERVATION

Seule, l'année hydrologique 1955/1956 étant complète, nous avons groupé les relevés du début de l'année 1955, de la fin de l'année 1956 et du début 1957 pour former une année entière.

Pour ces deux années, les hauteurs d'eau caractéristiques à l'échelle et les débits caractéristiques correspondants sont consignés dans le tableau ci-dessous. Notons que les valeurs citées ne représentent pas une moyenne journalière mais le maximum atteint à un instant quelconque de la journée. Elles peuvent être ainsi, soit la "pointe" d'une crue, soit la valeur au lendemain matin d'une crue plus importante. Les débits élevés supérieurs à 100 m³/s entachés de forte erreur due à l'extrapolation de la courbe de tarage.

Valeur atteinte ou dépassée	Année 1955 - 1956		Année formée 1956-195	
	Côte en m.	Débit m ³ /s.	Côte en m.	Débit m ³ /s.
Maximum annuel	5,10	500	5,50	550
5 jours par an	2,35	135	1,97	98,0
10 jours par an	1,90	94,0	1,55	62,0
20 " "	1,25	38,0	1,15	21,0
30 " "	1,15	21,0	0,90	10,0
180 " "	0,62	1,50	0,58	1,56
355 " "	0,44	0,30	0,45	0,80

Crues maxima et inondations.

La crue maximum observée à la Tchamba a atteint 9 m,75 à l'échelle, soit quelque 1200 m³/s, au cours du cyclone de 1948. D'après les "anciens" de la tribu autochtone de Tchamba, cette crue est la plus forte connue depuis 50 ans. Elle a causé de gros dégâts à la tribu où la plupart des cases installées sur la plateforme, altitude 15 m., ont été emportées par les eaux et a recouvert l'ensemble de la plaine alluviale de Tchamba.

Quelques diagrammes des hauteurs d'eau mesurées au cours des crues du 1er semestre 1956 montrent la grande rapidité de montée des eaux, la faible durée de la "pointe" de crue et la décrue subite.

La crue du 23 Janvier 1956 de 5 m 02 à l'échelle et d'après les délaissés visibles dans la partie supérieure de la plaine de la Tchamba comprise entre la caféirie de la station des japonais et la tribu, n'a, pour ainsi dire, pas recouvert la plaine alluviale sauf au confluent de certains creeks, en particulier, celui dit "des cocotiers". Dans la partie inférieure, près de la station des Japonais, la plaine très basse n'aurait été recouverte d'eau que quelques heures seulement d'après les renseignements fournis par un observateur témoin.

Au cours de deux années d'observations, les crues enregistrées ont été classées dans le tableau ci-dessous.

.../...

Classement des crues par année hydrologiqueBASSIN DE LA TCHAMBAStation Tribu

<u>Date</u>	<u>Hauteur</u>	<u>Date</u>	<u>Hauteur</u>
Installation: Février 1955			
18/2/55	1,20		
19/2/55	1,50		
1/3/55	1,01	2/3/56	1,83
4/3/55	5,50	18/3/56	5,10
6/3/55	1,65	6/4/56	1,12
25/3/55	1,22	7/4/56	1,95
1/4/55	2,66	24/4/56	1,20
		10/6/56	4,20
<u>Année 1955/1956</u>		<u>Année 1956/1957</u>	
6/9/55	2,35	30/8/56	1,20
16/12/55	1,05	7/12/56	3,35
22/12/55	1,17	6/1/57	3,60
25/12/55	1,25	20/1/57	1,86
27/12/55	1,67	22/1/57	1,55
28/12/55	3,50	29/1/57	1,75
14/1/56	1,45		
16/1/56	2,66		
23/1/56	5,01		
26/1/56	2,13		
26/2/56	1,17		

Afin de mieux fixer les limites du champ d'inondation dans la plaine de Tchamba, des consignes d'observations de la ligne d'eau maximum reconnue par les tracés et les délaisés de crue ont été données au Pasteur de la Tribu.

Au cours de la saison des pluies de l'année 1957 aucune crue supérieure à 4 m. à l'échelle n'a été enregistrée. Il est toutefois possible d'estimer actuellement, faute de

.../...

renseignements, la ligne d'eau à 0 m,50 près entre la station des japonais, le bac et la tribu.

Pour la côte 5 m. à l'échelle (altitude 10,5 à 11 m.) correspond à la station des Japonais une dénivellation de 2 m. du plan par rapport aux eaux de basses mers (altitude 2,50) et un maximum de 30 cm au dessus des marées hautes au bac.

L'erreur commise, en admettant comme ligne d'eau maximum la ligne de basses eaux à laquelle on aurait ajouté une hauteur de crue décroissante linéairement entre la Tribu et la station des Japonais corrigée en tenant compte des variations des sections, ne serait pas supérieur à 0 m,50. Il serait possible de reconnaître les zones inondées à 1 mètre près s'il existait un plan topographique de la vallée avec courbe de niveau tous les mètres.

ORGANISATION ET 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 à cause 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.

Averses observées.

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 l'écoulement = 55;
- averses ayant donné lieu à l'écoulement hypodermique = 50 (averses n°s 20 et 29, par exemple);
- averses ayant donné lieu à un faible ruissellement = 12 (averses n°s 1-3-10-11-12-13-16-17-19-21-27-28)
- averses ayant donné lieu à un fort ruissellement = 13 (averses n° 25 - 26 bis, par exemple)
- averses pouvant être considérées comme unitaires = 6 (averses n°s 2-8-9-14-15-23 bis).

en annexe, sur la série des tableaux on trouvera la répartition des précipitations dans l'espace et dans le temps sur les différents hiétoigrammes.

Regardons 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 Forêt 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 h. 59 et 16 h.13. La queue de l'averse, 40 mm/H en 20 minutes et 9 mm/H en 20', 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, assez homogène dans l'espace, mais toutefois faible dans la partie supérieure du bassin, a donné 25 mm dont 21,6 en 27 minutes ont été "efficaces". Le sol saturé est responsable du fort coefficient de ruissellement.
- c) l'averse n° 9 du 26 Janvier dont l'intensité n'a pas été enregistrée est très forte dans la partie centrale du bassin.
- d) l'averse n° 14, 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 E1 serait de 44 mm/H pendant 19 minutes.
- e) l'averse n° 15 également 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 dont l'intensité a été seulement mesurée à la station, est formée d'une série de "pointes" de valeur différente. 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 E2 et C, écarts parfois gênants pour la détermination du

.../...

hiétoگرامme moyen.

Ce dernier étant la moyenne arithmétique de 2 ou 3 hiéto-grammes, les fortes intensités se trouvent réduites dans de fortes proportions.

La répartition dans l'espace des aversees est, à de rares exceptions, réellement homogène, le fort relief en est responsable. Nous remarquons que les très fortes aversees sont, en général, soit concentrées dans la partie centrale du bassin, soit localisées au-dessus de la côte 500. Par contre, les précipitations journalières au moment des passages de zones dépressionnaires ou des perturbations sont, dans l'ensemble, homogènes (aversees des 14 - 15 et 16 Janvier - 17 - 18 Mars - 5 et 6 Avril). Au cours des cyclones tropicaux, les aversees accompagnées de fortes rafales de vent sont évidemment concentrées dans les parties du bassin exposées aux vents et très faibles au voisinage des crêtes.

Crues observées.

A part les crues, du 18 Janvier mal enregistrée au limni-gramme, du 22 et 23 Janvier où le fil actionnant le stilet s'est rompu par suite de la montée des eaux, aucune autre crue n'a été ratée.

Toutefois, les maxima des crues du 22 et 23 Janvier ont été notés par l'adjoint qui était présent. La hauteur maximum observée à l'échelle a été de 2 m,40 le 22 Janvier 1956 à 18 h. 20 correspondait à un débit estimé à 57 m³/s. soit environ 10 m³/s. par Km² et de 2 m. le 23 Janvier à 17 h.

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 m,75 comme hauteurs maxima). Signalons que dans 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 siècle présent. Ainsi, sur le creek, dont le bassin a été 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). Un arbre près des échelles où le pied est à la côte 3 m,50 porte une trace côté amont de la branche maîtresse quasi-horizontale à 4 m. de hauteur. Un autre arbre à 80 m. à l'amont (voir photo) porte une trace à environ 1 m,2 au dessus de la côte maximum de la crue du 18 Mars 1956.

.../...

La côte maximum possible à l'échelle doit être estimée à environ 4 m. Pour cette côte, la section utile à l'écoulement des hautes eaux est de 40 m² environ, pour une section mouillée totale de 54 m² (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 m³/s., soit un débit spécifique supérieur à 22 m³/s. par Km². Pour des averses bien isolées, le ruissellement dure environ 2 h. 40 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 (averses 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 séparations de différents écoulements normaux, un "résidu" apparaît. Nous l'appelons premier écoulement hypodermique. Il provient de la partie haute du bassin où le ressuyage rapide est dû aux pentes très fortes du versant. La seconde partie correspond au ressuyage, bien moins rapide, de la partie inférieure du bassin où le sol a une épaisseur d'environ 20 à 30 cm. et des parties spongieuses sous forêt.

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

Etudes analytiques des crues

Le tableau général n° 1 des observations a été dressé en vue de déterminer les éléments essentiels des crues = diagrammes des distributions

- capacité d'absorption
- coefficient de ruissellement

Les débits de base (colonne n° 4), avant la pluie, donnent une idée de l'humidité du bassin. Les colonnes 5-6-7 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 1 h. 40 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 comprises 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 1h.30 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 averse isolée dans le fond du bassin (averse n° 3 - 15).

La crue 23 bis, de par la définition même, présente la particularité d'avoir un "Lag" inférieur au "Rise".

Dans la colonne 15, le coefficient de ruissellement représente un coefficient global 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 surée et la dispersion 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 hyétogramme 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 durée efficace et l'intensité efficace moyenne.

En procédant ainsi avec les hyétogrammes 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 $1e - 1r$.

Détermination 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 50' nous aurons affaire à une crue unitaire dans le cas où la durée de l'averse (partie efficace) est inférieure à 25'.

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

L'averse n° 23 bis (du tableau n° 2 où Kr est le coefficient de ruissellement de l'averse efficace) a été considérée comme unitaire attendu que son diagramme est encore acceptable.

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 hypodermique) et le ruissellement, 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 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 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°) les différents types de montée de la crue sont dus, en particulier, à la répartition dans l'espace de l'averse.
- 4°) l'averse n° 23 bis, peut à la rigueur, être considérée comme une averse unitaire, bien que la pluie efficace ait duré 54'.

Nous adopterons un diagramme d'une distribution moyenne, dont les éléments ont été choisis par simple estimation; mais ne serait-il pas préférable d'utiliser au cours des applications, le diagramme de la crue n° 9 comme diagramme type?

.../...

Etude de l'infiltration, de la capacité 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 - n° 2 : 39 - n° 3 : 24 - n° 4 : plus de 200 -
 n° 5 : 60 - n° 6 : 110 - n° 7 : 72 - n° 8 : 5,6 - n° 9 : 27 -
 n° 10 : 5,4 - n° 11 : 13 mm/h.

Les mesures n°s 1 - 2 - 3 - 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 - 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 caotique où la masse de terre noire est extrêmement grasse et importante; cette zone ne représente que quelques 5 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 délimitée en deux parties ce bassin de dimensions restreintes. A titre indicatif, il est probable que la partie haute du bassin ait un coefficient d'infiltration de 30 à 40 mm/h. en période sèche et au 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 100mm/h. aux mêmes périodes.

Au voisinage de la case où de nombreuses mesures ont été faites sur un terrain de un are, des variations de plus de 50 % ont été observées dans la détermination du coefficient d'infiltration.

Lorsque le sol est voisin de la saturation, les appareils fournissent des données notamment trop faibles. Le 1er Mars par exemple, tous les appareils placés contenaient 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.

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

- 25% (averse n° 5) - 28% (averse n° 5 bis) - 29% (averse n° 25) - 36% (averse n° 26 bis). Le sol, après quelques heures de pluie fine, arrive à sa limite de saturation; aussi nous trouverons des coefficients d'absorption, à la suite de très longues averses, voisins de 10 à 15 mm/H.

Le coefficient de ruissellement K_r est particulièrement appréciable pour l'étude. Il ne semble pas impossible que pour des pluies durant 24 h. le coefficient de ruissellement K_r soit voisin de 80 % et même davantage si les intensités efficaces sont supérieures à 100 mm/H.

Application de l'hydrogramme unitaire

Malgré toutes les lacunes de notre étude, la plus importante était la détermination approximative des débits relativement élevés supérieurs à 15 m³/s.

La seconde

- a) un tracé du graphique de distribution honnête pour les diagrammes 2 - 14 - 15 sont obtenus 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 conduit 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 H_2) nous avons choisi des capacités d'absorption variable dans le temps. Puis nous avons additionné les différents diagrammes résultants: a) - b) - c) - d).

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

.../...

	Pluie efficace	Durée efficace	Capacité d'absorption
-a)	35 mm/H.	30'	30
-b)	40	10'	25
-c)	70	10'	20
-d)	45	10'	20

Ce résultat montre que les coefficients d'absorption ont été parfaitement 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 conduit 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 conduit 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 110 mm/H. pendant une heure, 150 mm/H. pendant 30' et de 85 mm/H. pendant deux heures 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, de nature exceptionnelle, 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'inten-

.../...

sité fort honnête 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'averse torrentielle précédée de pluie fine de durée au moins égale à 12 h.

CONCLUSIONS

Ces essais de détermination des débits de ruissellement grâce à l'évaluation de la capacité d'absorption moyenne appliquées à des averses que nous pouvons rencontrer sur la côte Est de la Nouvelle-Calédonie, nous indiquent qu'il n'est pas invraisemblable d'obtenir des chiffres de 120 m³/s. comme débit de "pointes" exceptionnelle. Ce débit de crue est caractéristique de celui de la crue cinquantenaire. Rappelons qu'une crue estimée à 56 m³/s. a été observée en 1956 au cours de l'étude et que les traces des plus hautes eaux visibles sont cotées à l'échelle 1 m,60 au dessus de cette dernière crue.

Le débit spécifique annuel de ce bassin est de l'ordre de 10 m³/s. par Km²; celui de la crue probablement cinquantenaire de l'ordre de 20 à 22 m³/s. par Km² pour un bassin de 5,63 km². Il avait été prévu de consacrer une seconde campagne spécialement sur la mesure des débits élevés à l'échelle, afin de permettre des recoupements avec les résultats obtenus, basés uniquement sur la valeur du coefficient moyen d'absorption, nous avons dû, à regret, y renoncer. Notons, que pour l'Ingénieur qui doit calculer le débit de crue d'un bassin situé dans la chaîne calédonienne, la connaissance du coefficient de pente, l'importance de la couverture végétale (forêt primaire) et la géologie des terrains ensemble caractérisant le ruissellement et la perméabilité, lui seront nécessaires pour apporter les corrections valables aux valeurs définies ci-dessus.

Girard Georges

Note du bassin versant de la Tchamba

Nouméa : ORSTOM, 1957, 23 p. multigr.