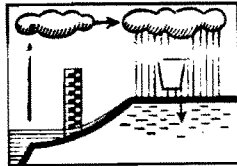


**MESURES HYDROPLUVIOMETRIQUES EN ZONE
URBAINE YOPOUGON (CÔTE D'IVOIRE)**

**A. CASENAVE
D. SIGHOMNOU
A. MAHIEUX
A. GIODA
J. HOORELBECK**

DEUXIEME CAMPAGNE

Août - Décembre 1983



Etude réalisée pour
le Bureau Central d'Etudes
des Equipements d'Outre - Mer

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER

CENTRE D'ADIPOGBOUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B.P. V 51 - ABIDJAN



Décembre 1983

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE D'ADIOPODOUME
B.P. V51 ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

Laboratoire d'Hydrologie

MESURES HYDROPLUVIOMÉTRIQUES EN ZONE URBAINE
YOPOUGON (CÔTE D'IVOIRE)

DEUXIEME CAMPAGNE
(Août - Décembre 1983)

A. CASENAVE
D. SIGHOMNOU
A. MAHIEUX
A. GIODA
J. HOORELBECK

Décembre 1983

Etude réalisée pour
le Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre-Mer
(B.C.E.O.M. - Ivoire)

SOMMAIRE

	Pages
1. INTRODUCTION	3
2. CARACTERISTIQUES DES BASSINS	4
3. EQUIPEMENT PLUVIOMETRIQUE	8
4. OBSERVATIONS DE LA DEUXIEME CAMPAGNE	9
4.1. Pluviométrie journalière	9
4.2. Inventaire des averses	15
4.3. Inventaire des crues	21
4.4. Correspondance averse-crue	27
5. MESURES DE DEBIT ET ETALONNAGE DES STATIONS.	28
6. CONCLUSION	32

1. INTRODUCTION

Une Convention de financement entre le Fond d'Aide et de Coopération de la République Française et le Ministère des Travaux Publics et des Transports de la République de Côte d'Ivoire a été signée sous le numéro 144/CD/DDE/82/CIV pour l'étude des relations pluie-débit sur bassin expérimental à Abidjan.

La Direction Centrale de l'Assainissement et du Drainage a confié la réalisation de cette étude au Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre-Mer.

L'objet de l'étude est d'établir de nouvelles formules de dimensionnement pour le calcul des réseaux d'assainissement pluvial en Côte d'Ivoire. Cette opération sera réalisée à l'aide d'un modèle mathématique mis au point par le BCEOM et câlé par des observations pluviométriques et hydrométriques sur des bassins de tailles variables.

Le Laboratoire d'Hydrologie du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé a été chargé par le BCEOM de l'exécution de l'installation des stations de mesures pluviométriques et hydrométriques, du suivi quotidien de ces stations pendant au moins deux campagnes de saison des pluies et de l'étalonnage des stations hydrométriques.

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus au cours de la deuxième campagne de mesures (août-décembre 1983).

2. CARACTERISTIQUES DES BASSINS

La délimitation des cinq bassins a été modifiée à partir essentiellement des plans des ouvrages d'assainissement qui nous ont été fournis par la SETU, et en fonction des observations effectuées sur le terrain au cours des pluies, afin de déterminer les lignes de séparation de l'écoulement. On trouvera à la figure 1 les nouvelles limites qui ont été adoptées. Les caractéristiques morphologiques des bassins sont reportées dans le tableau ci-après.

BASSINS	1	2	3	4	5
A (ha)	1 76	1208	1260	342	174
P (Km)	6,3	15,4	16,4	10,4	6,1
Kc	1,33	1,24	1,29	1,57	1,29
L (Km)	2,4	5,5	6,1	4,4	2,3
I %	1,4	1,1	1,1	0,7	1,1
Lcp (Km)	2,3	4,9	5,5	3,0	1,6

A = superficie du bassin

P = périmètre du bassin

Kc = indice de compacité de GRAVELIUS

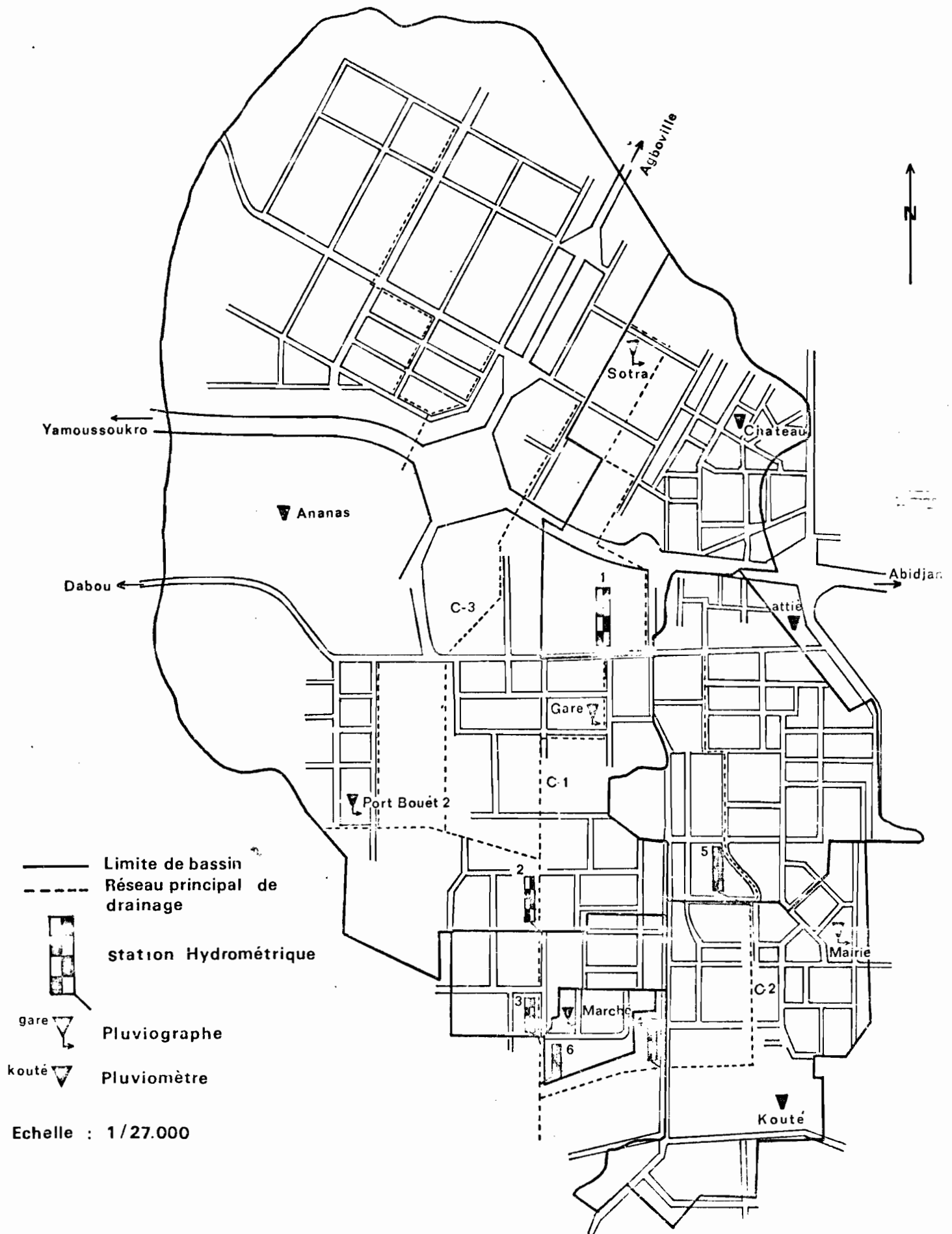
L = longueur du rectangle équivalent (ROCHE)

I = pente moyenne

Lcp = longueur du collecteur principal.

Ces modifications des limites des bassins entraînent bien évidemment des pourcentages des types d'occupation des sols différents de ceux publiés dans le rapport de la 1ère campagne. Ces différents types d'occupation des sols sont représentés à la figure 2 et les pourcentages en superficie de ces types d'occupations différents sont mentionnés dans le tableau ci-après.

BASSINS VERSANTS DE YOPOUGON ET EQUIPEMENT HYDROPLUVIOMETRIQUE



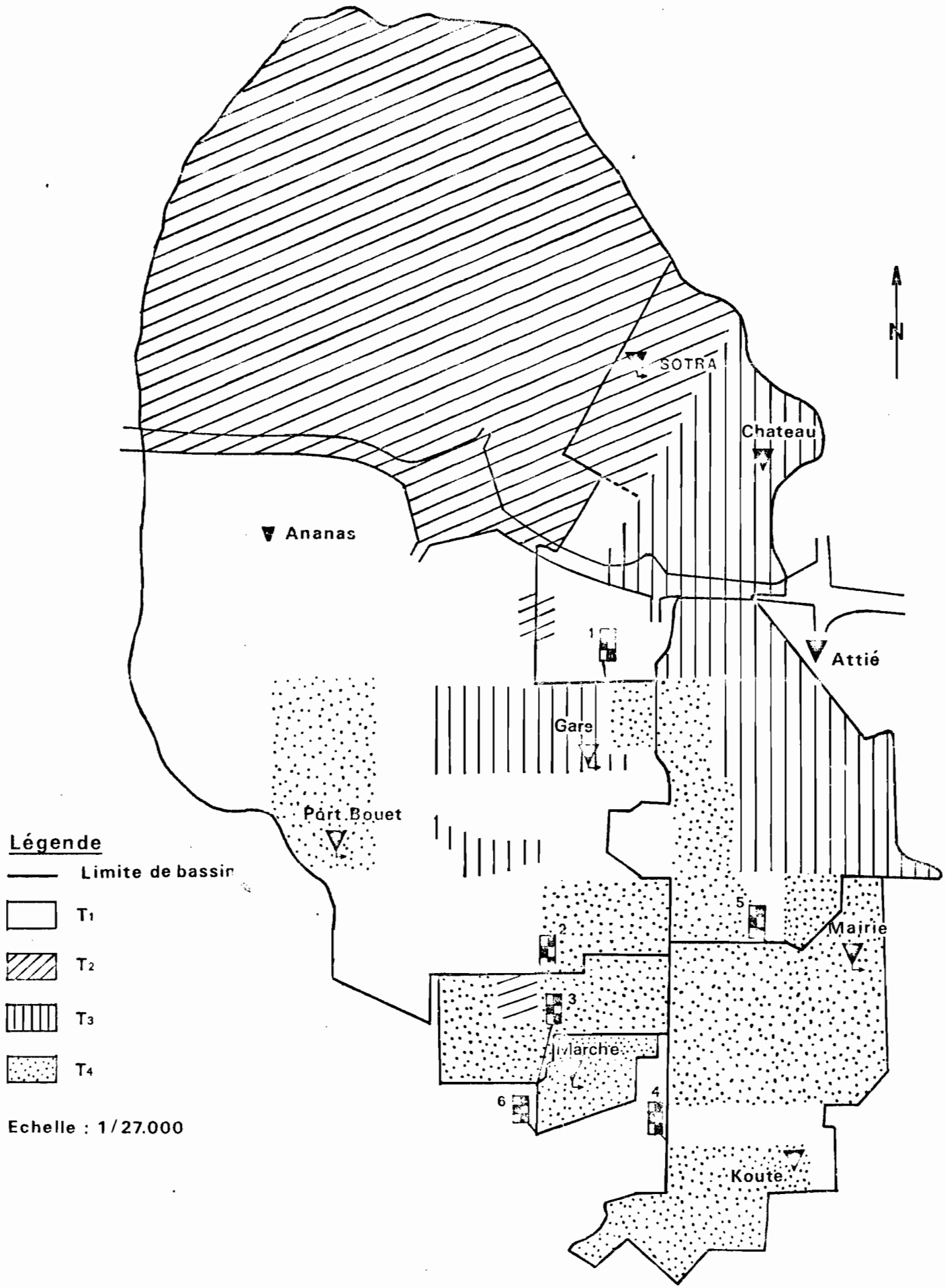
BASSINS	Type d'occupation en ha et %							
	T 1		T 2		T 3		T 4	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	33	19	57	32	0	0	86	49
2	412	34	577	48	59	5	160	13
3	416	33	581	46	103	8	160	13
4	99	29	0	0	139	41	104	30
5	26	15	0	0	44	25	104	60

Les grands types d'occupation des sols sont ainsi définis :

- T1 Terrains vagues ou cultivés sans ou avec très peu de constructions
- T2 Zone industrielle caractérisée par des constructions de grandes dimensions, de larges voies goudronnées ou en matériaux compactés et de vastes terrains non couverts.
- T3 Zone d'habitat dense non contrôlé ou à développement individuel avec une majeure partie des routes et allées non bitumées, des maisons de petite taille, quelques petits immeubles de 2 à 3 étages en bordure des axes principaux. Le réseau de canalisation y est presque inexistant.
- T4 Zone d'habitat dense en grands ensembles immobiliers (SICOGI, SOLIC, SIPOREX, SOGEFIHA ...). Les maisons sont de petite et moyenne taille. Toutes les routes et certaines allées sont bitumées. Le réseau de canalisations secondaire et tertiaire y est dense.

A titre indicatif les taux d'imperméabilisation pour chaque type d'habitat sont de l'ordre de grandeur suivant : 0 % pour T1, 20 % pour T2, 50 % pour T3 et 80 % pour T4.

CARTE DES TYPES D'OCCUPATION DU SOL



3. EQUIPEMENT PLUVIOMETRIQUE

En plus des cinq postes pluviographiques utilisés au cours de la première campagne, 4 pluviomètres ont été mis en place pour compléter le dispositif de mesure : chateau d'eau et ananas le 30.08, Kouté le 31.08 et Attié le 02.09.83(fig. 1). Cette augmentation du nombre de postes ainsi que les modifications des limites des bassins ont entraînés un changement des coefficients de THIESSEN affectés à chacun de ces postes. Dans le tableau ci-après sont reportés pour chacun des bassins, les coefficients de THIESSEN des pluviographes ou pluviomètres. Dans la colonne 1 est indiquée la valeur pour la 1ère campagne (jusqu'au 30.08) et dans la colonne 2 la valeur relative à la deuxième campagne (à partir du 31.08.83).

BASSINS POSTES	1		2		3		4		5	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sotra	69	24	53	29	51	29				
Port Bouet 2			26	13	25	12				
Gare	31	21	18	14	17	13	31	15	61	29
Marché			3	3	7	7	21	7	1	1
Mairie							48	32	38	28
Château d'eau		49		8		7				
Ananas				32		31				
Attié		6		1		1		22		42
Kouté								24		

4. OBSERVATIONS DE LA DEUXIEME CAMPAGNE (Août-décembre 1983)

4.1. Pluviométrie journalière

La pluviométrie journalière a été établie pour chacun des postes pluviographique ou pluviométrique. Les relevés sont considérés comme étant faite à sept heures tous les matins. Les hauteurs des précipitations tombées entre 0 et 7 heures sont datées du jour précédent. Il est donc possible qu'une averse soit partagée entre deux totaux journaliers si elle est à cheval sur la limite de 7 heures du matin. Pour les pluviographes le partage est fait en fonction de l'enregistrement, chacune des fractions d'averse étant corrigée en fonction de la hauteur mesurée dans le seau. Pour ce qui est des pluviomètres, la séparation éventuelle des averses est faite en fonction de l'enregistrement du pluviographe le plus proche : Sotra pour chateau d'eau, Port Bouet 2 pour Ananas, Mairie pour Kouté et Gare pour Attié.

Les tableaux de la pluviométrie journalière permettent une comparaison directe avec les relevés de la Météorologie Nationale. A titre indicatif les relevés de la station ORSTOM d'Adiopodoumé sont donnés dans la dernière colonne.

Les relevés d'Adiopodoumé mettent en évidence l'aspect extrêmement déficitaire de la petite saison des pluies qui a été très tardive cette année. Le déficit est très prononcé pour les mois d'octobre : 19,0 mm contre 167,7 en moyenne (Période 1948 - 1982) et novembre 73,7 contre 145,5 mm en moyenne.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

Bassin: B.C.E.O.M. YOPOUGON

Année : 1983

Mois : AOUT

postes	GARE	HAIRTE	MARCHE	PORT BOUET	SOTRA	Chateau d'eau	ANANAS	KOUTE	ATTIE	ADIOPO	observations
1											
2											
3											
4											
5											
6	1.4	1.4	1.6	2.0	3.6					4.5	
7	0.4										
8											
9											
10											
11	9.2	13.8	22.0	8.5	3.8					4.0	
12	12.4	13.3	12.6	11.9	14.3					14.3	
13											
14											
15					0.6						
16	15.0	5.1	5.1	16.9	37.2					4.0	
17	10.4	6.3	5.9	10.4	16.6					3.5	
18											
19											
20											
21			0.5							4.2	
22		1.3									
23											
24											
25	2.5	2.2	2.0	3.7	7.2					5.0	
26	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4						
27											
28											
29	2.2	1.6	1.3	2.2	2.2					1.0	
30	0.5		0.5								Mise en route Ananas chateau d'eau
31											Mise en route Kouté
total	54.4	45.5	52.0	56.1	85.9					40.5	

Hauteur moyenne mensuelle : _____ mm

Bassin: B.C.E.O.M. YOPOUGON

Année : 1983

Mois : SEPTEMBRE

postes	GARE	HAIRIE	MARCHE	PORT BOUET	SOTRA	Chateau d'eau	ANANIAS	KOUTE	ATTIE	ADIOPO	observations
1											
2											mise en route Attie
3	1.9	2.0	0.7		1.7	1.7	0.5	0.7	3.0		
4											
5	0.8	1.0	2.3	0.8	1.0	0.9	0.4	2.0	0.7	1.0	
6											
7											
8	0.4	0.8	0.2		0.4	0.6		0.3	0.5		
9	0.8	0.9	1.0	0.5	0.5	1.0	1.4	0.8	1.7	1.5	
10	5.4	6.5	8.4	6.6	9.9	13.1	6.0	7.7	9.5	8.3	
11	3.2	6.4	5.4	1.6	2.0	2.6	1.5	5.9	5.7		
12			0.5					0.6			
13	5.8	5.3	5.7	7.0	11.6	12.3	10.9	5.9	8.5	5.0	
14	0.4	0.5	0.6	0.5				0.4		0.3	
15	0.4	1.4	1.9	0.8	0.8	1.1	0.6	2.2	0.4		
16	1.1	1.0	1.0	1.2	3.8	2.3	3.7	0.6	2.0	1.0	
17	0.4			1.0	0.5	0.7	0.7	0.5	1.5	0.1	
18	0.4		1.6	0.5	1.1	3.5	1.5	0.4	1.3	1.4	
19				0.4	0.4	0.3	3.4		0.3	1.4	
20		0.7		2.0	0.5	0.2	0.7	0.2	0.3	2.4	
21	0.4			0.3				0.3		0.3	
22	7.7	6.8	2.3	2.8	3.8	4.3	4.6	3.0	9.1	12.0	
23	1.0	0.5	0.5	0.5	2.4	2.2	0.8	0.2	1.2	20.0	
24										1.2	
25							1.3	0.2		1.0	
26	0.4	0.8	1.8	0.4	0.8	1.3	0.6	0.9	1.1	4.0	
27	10.7	11.5	3.5	12.6	19.7	13.0	18.1	5.4	6.1	10.2	
28	20.8	12.6	18.5	22.2	16.5	10.8	31.8	14.5	13.1	18.5	
29	3.2	0.4		2.5	5.1	5.0	3.0	0.3	3.3		
30								0.2	0.3	1.0	
31											
total	65.2	59.1	55.9	64.2	82.5	76.9	91.5	53.2	69.6	90.6	

Hauteur moyenne mensuelle : _____ mm

Bassin: B.C.E.O.M. YOPOUGON

Année : 1983

Mois : OCTOBRE

postes	GARE	MAIRIE	MARCHE	PORT BOUET 2	SOTRA	Chateau d'eau	ANANAS	KOUTE	ATTIE	ADIOPO	observations
1					0.4	0.5	0.3		0.6		
2	3.2	1.5	1.7	2.8	0.5	1.5	2.1	1.4	3.8	2.4	
3					0.8	0.7					
4	0.6		0.4		0.5	0.6	0.2	0.3	4.4	0.6	
5		0.9		0.4		0.3	0.2	1.9		0.6	
6										1.7	
7	0.6	0.3	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7	0.6	0.8		
8		0.4				0.3	0.2		0.2		
9	0.6	0.4		0.7		1.0	0.3	0.3	1.1		
10											
11											
12								0.3			
13											
14											
15											
16											
17											
18		1.4	0.6					2.2	0.2		
19											
20					0.5						
21										1.3	
22		0.8	2.0	0.3			2.8	3.0	0.3		
23											
24	0.6	2.9	5.6	0.3	2.3	2.3	0.3	3.6	1.1		
25	0.6	0.7	0.3	0.7		1.1	0.2	0.3	2.6		
26	11.7	17.6	16.4	12.2	13.3	13.7	10.2	16.2	13.8	12.4	
27	0.7			1.7	1.0	2.7	0.5		3.8		
28		0.4		1.7	0.5	1.6					
29											
30						0.6	0.5		0.7		
31											
total	18.6	27.3	27.7	21.6	20.5	27.5	18.5	30.1	33.4	19.0	

Hauteur moyenne mensuelle : _____ mm

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

Bassin : B.C.E.O.M. YOPOUGON

Année : 1983

Mois : NOVEMBRE

postes	GARE	MAIRIE	MARCHE	PORT BOUET 2	SOTRA	Chateau d'eau	ANANAS	KOUTE	ATTIE	ADIOPO	observations
1										1.4	
2				2.8			0.5				
3											
4											
5						0.6			0.7		
6					1.0	2.2	1.6		0.4		
7											
8	2.0	1.3	4.4	1.2	0.4	1.3	0.2	5.9	1.5	2.1	
9	0.4	1.0	1.0	0.7	0.8	1.2	0.9	1.2	1.1	0.5	
10											
11										1.2	
12	17.9	22.0	18.6	11.3	15.7	18.3	7.2	13.8	21.1	0.3	
13	24.3	14.3	19.3	32.6	31.7	37.2	54.7	10.0	28.0	30.5	
14											
15											
16											
17											
18		1.3	0.5			0.7		1.2		1.0	
19										1.0	
20											
21											
22	66.6	43.3	32.6	67.3	52.5	63.3	75.9	30.5	62.5	19.2	
23	3.5	7.3	6.4	6.6	2.7	2.6	4.1	16.7	5.6	11.5	
24	0.9	0.3		0.5	2.5	4.0	2.0		2.7		
25											
26											
27	8.9	12.5	12.5	11.6	6.7	8.7	7.2	35.5	8.4	4.0	
28						0.5	0.3	0.4	0.3		
29					0.5		5.6	0.2		1.0	
30											
31											
total	124.5	103.3	95.3	134.6	114.5	140.6	160.2	115.4	132.3	73.7	

Hauteur moyenne mensuelle : _____ mm

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE

Bassin: B.C.E.O.M. YOPOUGON

Année : 1983

Mois DECEMBRE

postes	GARE	MAIRIE	MARCHE	PORT BOUET 2	SOTRA	Chateau d'eau	ANANAS	KOUTE	ATTIE	ADIOPO	observations
1	6.9	35.5	16.0	12.6	1.1	9.3	3.2	18.6	24.2	2.4	
2	1.0	0.7	2.2	1.2			2.6	6.8	0.4	16.0	
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10	20.6	8.5	10.4	14.0	20.5	30.0	38.8	14.6	18.5	2.0	
11	1.7	16.5	9.0	2.7	0.3	0.3	0.5	14.7	0.7	1.2	
12	0.4				12.5	6.0	6.3	2.6	1.1		
13	6.7	6.4	3.1	3.7	8.4	9.5	4.1	3.6	9.7	36.2	
14											
15											
16											
17		0.3			1.1	1.8	0.4	0.2	0.9	72.4	
18	18.5	40.4	36.4	13.5	1.8	6.2	3.3	44.6	15.7	7.2	
19											
20											
21											
22											
23	5.4	9.2	3.2	3.0	12.3	13.8	3.7	5.5	12.1	1.0	
24	0.5	3.4	3.6	0.7				6.3			
25											
26											
27	8.3	2.1	1.7	7.4	13.6	16.1	12.3	2.0	11.5	25.2	
28											
29											
30											
31											
total	70.0	123.0	85.6	58.8	71.6	93.0	75.2	119.5	94.8	163.6	

Hauteur moyenne mensuelle : _____ mm

4.2. Inventaire des averses

Pour faciliter l'exploitation des diagrammes de pluviographie et la correspondance entre les averses et les crues, les tableaux des pages suivantes présentent l'inventaire des averses enregistrées aux cinq postes pluviographiques.

Pour chaque mois, un tableau présente sur la même ligne les caractéristiques suivantes d'une même averse :

- un numéro d'identification (noté J.n) qui comporte le quantième du mois et le numéro d'ordre de l'averse dans la même journée ; la date est celle (sauf note contraire) du jour de début de l'averse ;
- pour chacun des postes pluviographiques les données H.Md (heure et minute de début de l'averse), H.Mf (heure et minute de fin de l'averse) et P (hauteur de l'averse en mm).

Les hauteurs d'averses sont obtenues par dégroupage sur l'enregistrement pluviographique et correction par la hauteur réelle de précipitation observée au seau.

Les horaires sont donnés avec une précision minimale de 5 minutes.

Les lignes laissées en blanc correspondent à une absence de précipitation enregistrée. Rappelons que la hauteur minimale de précipitation enregistrée sur un pluviographe à augets basculants est de 0,5 mm. En cas de basculement isolé ($0,5 < P < 1,0$) par convention, le début de l'averse est pris 1 heure avant l'heure du basculement.

Les tirets représentent une lacune due à un mauvais enregistrement ou à un mauvais fonctionnement de l'appareil. Elles restent extrêmement peu nombreuses en regard de la masse totale des données.

4.3. Inventaire des crues

La même présentation que pour les averses a été adoptée pour dresser l'inventaire des crues aux cinq stations limnigraphiques de Yopougon.

Les tableaux mensuels présentent sur la même ligne :

- le numéro d'identification J.n établi comme pour les averses ;
- pour chacune des stations l'heure de début de la crue (H.Md) l'heure de fin (H.Mf) et la hauteur maximale enregistrée dans le repère limnimétrique (Hmx).

On trouve donc sur une même ligne les crues à chaque station provoquées par la même averse.

Les très faibles fluctuations du débit de base n'ont pas été considérées comme des crues. Les lignes sont laissées en blanc lorsque les crues ne sont pas nettement identifiables. Des tirets notent les lacunes dues à un mauvais enregistrement.

Les horaires sont en principe donnés avec une précision inférieure à 5 minutes. Les hauteurs maximales sont en général à 1 ou 2 cm près, mais un important batillage et des difficultés de calage en début et fin de crue à cause d'un ensablement toujours possible du bas de gaine introduisent parfois des erreurs qui peuvent être plus importantes (jusqu'à 5 cm) ; il n'est guère possible d'améliorer cette précision.

4.4. Correspondance averse - crue

Les tableaux suivants donnent les correspondances entre les numéros d'identification des crues et des averses génératrices de ces crues.

Mois	Crues	Averses
Août	7-1	7-1
	12-1	12-2
	12-2	12-2
	12-3	12-2
	16-1	16-2 + 16-3
	17-1	17-1
	17-2	17-2
	17-3	17-4
	17-4	17-6
	18-1	18-1
	29-1	29-1
Septembre	3-1	3-1
	11-1	11-1
	11-2	11-3
	11-3	11-3
	13-1	13-2 + 13-3
	23-1	23-2+23-3+23-4
	27-1	27-4
	28-1	28-1
29-1	29-1	
Octobre	2-1	2-2
	3-1	3-1
	8-1	8-1
	9-1	9-1
	25-1	25-1
	25-2	25-1
	26-1	26-1
	26-2	26-2
26-3	26-3	

Mois	Crues	Averses
Novembre	1-1	1-1
	9-1	9-1
	13-1	13-1
	13-2	13-3 + 13-4
	14-1	14-1
	22-1	22-1
	23-1	23-2
	23-2	23-4
Décembre	27-1	27-1
	1-1	1-1
	2-1	2-1
	11-1	11-1
	11-2	11-3
	11-3	11-5
	12-1	12-1
	12-2	12-2
	13-1	13-2
	18-1	18-1
23-1	23-1	
24-1	24-1	
27-1	27-1	

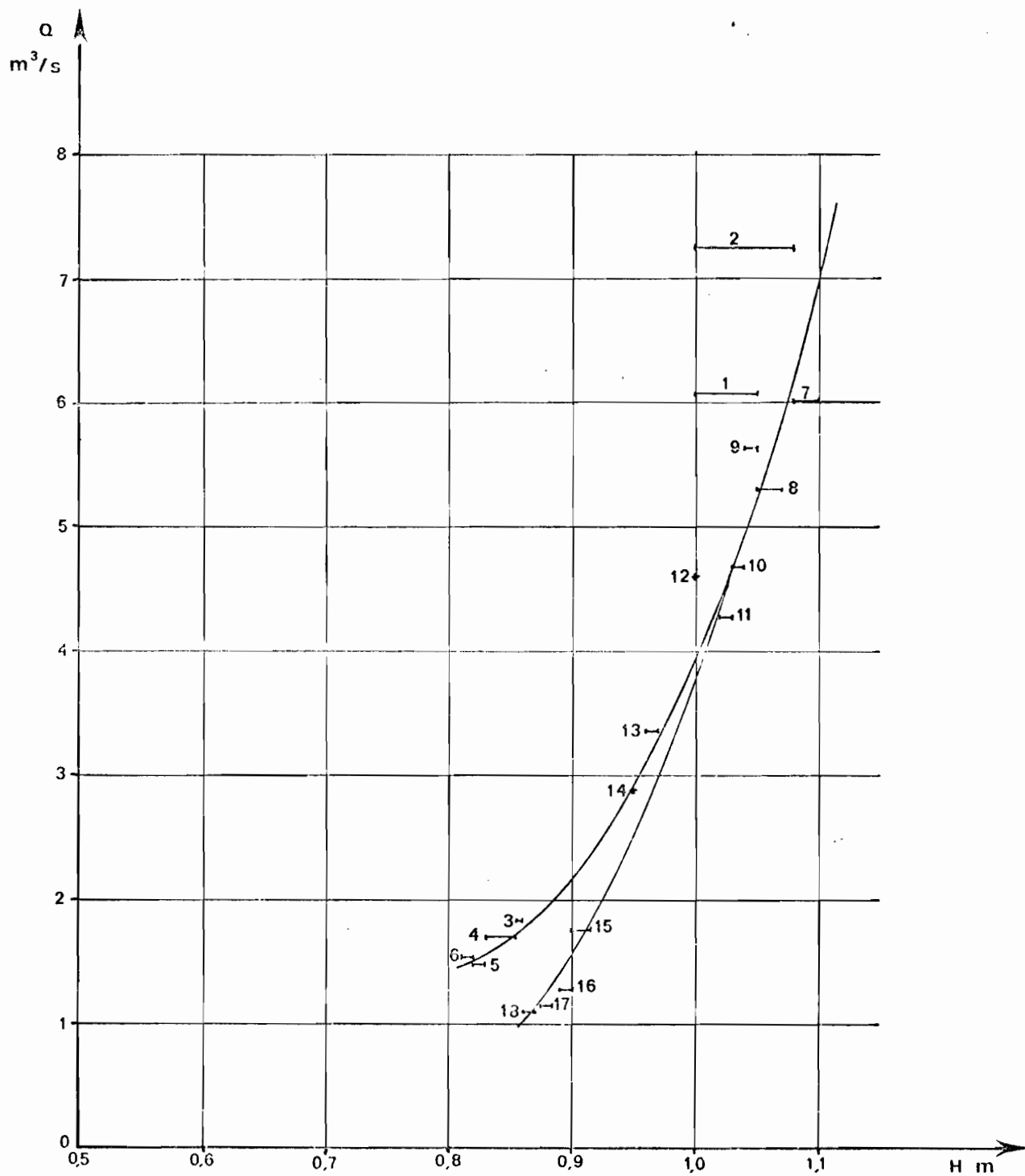
5. MESURES DE DEBIT ET ETALONNAGE DES STATIONS

A la fin de la première campagne, il avait été décidé de faire porter le principal des mesures de débit sur les stations 2 et 3. L'impossibilité de travailler de nuit jointe à l'aspect très déficitaire de la petite saison des pluies ne nous a pas permis de faire progresser beaucoup l'étalonnage de ces deux stations, puisque seules 2 crues diurnes importantes ont été enregistrées pendant cette période. Douze jaugeages, dont on trouvera les résultats dans le tableau ci-après, ont été cependant effectués à la station 3 lors de la crue du 28.09.83.

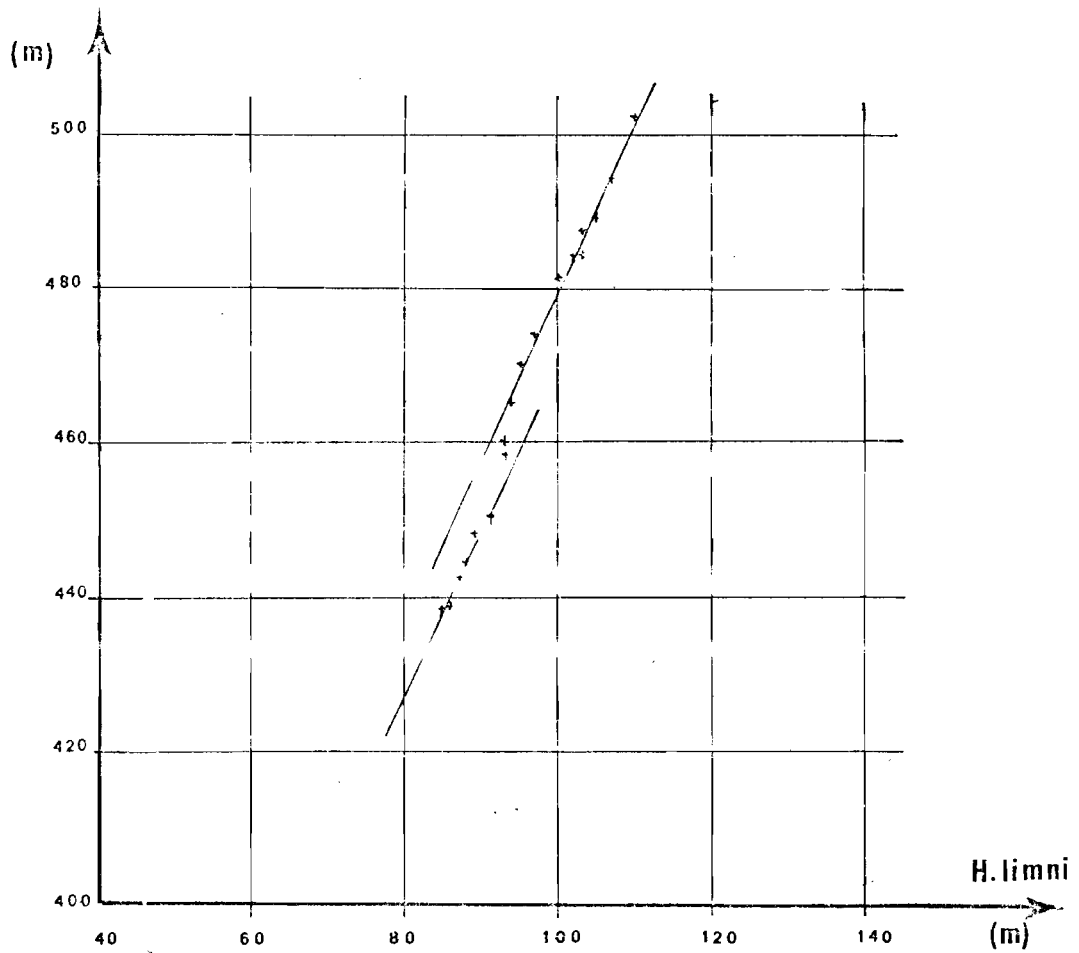
Les jaugeages n° 7 à 14 ont été faits aux flotteurs (la mesure de vitesse pour le jaugeage n° 9 comme pour les n° 1 et 2 ayant été faite sur une base de 21 m, contre 42 m pour les autres). Les jaugeages 15 à 18 ont été effectués au moulinet dans une section située à l'amont du déversoir.

Les courbes d'étalonnage ajustées aux résultats de ces mesures de débits sont représentées à la figure 3. Les jaugeages 15 à 18 semblent indiquer un détarage de la section dû probablement au dépôt de sable en fin de crue. L'accumulation de dépôts au niveau des plots en béton dans le canal rend cette station très instable et très difficile à étalonner. Ces dépôts sont également probablement à l'origine de la cassure existant dans la relation entre les échelles du limnigraphe et de la base de jaugeage pour $H_{\text{limni}} \neq 90 \text{ cm}$ (fig. 4). Pour cette station comme pour la station 2, il sera difficile d'assurer un étalonnage fiable si le canal n'est pas nettoyé en saison sèche et les plots en béton détruits.

YOPOUGON STATION 3



YOPOUGON STATION N° 3



Correspondance entre l'échelle du limnigraphe et
l'échelle penchée de la base de jaugeage

6. CONCLUSION

Si au niveau des relevés pluviométriques ou limnigraphiques cette seconde campagne a été très satisfaisante, puisque les incidents de fonctionnement des appareils ont été très rares et les lacunes dans les relevés quasi inexistantes, il n'en est pas de même pour ce qui est de l'étalonnage des stations. La faiblesse de la petite saison des pluies entraînant un nombre de crues très réduit n'a pas permis de faire progresser sensiblement l'étalonnage des stations 2 et 3, qui se heurte par ailleurs au problème de l'instabilité du lit résultant des dépôts sableux accumulés derrière les plots en béton du dissipateur d'énergie. Il semble indispensable de procéder à un nettoyage du canal et à la destruction de ces plots pour la campagne de l'année prochaine si on veut arriver à tarer ces deux stations.