



I.S.R.A.

I.R.A.T.

---

**ETUDES HYDROLOGIQUES  
DANS LA REGION DE THYSSE-KAYMOR  
(Sine-Saloum)**

---

**Résultats de la Campagne 1983**

**Rapport provisoire**

---

**J. C. OLIVRY**

**H. DACOSTA**

**J. FLORY**

O.R.S.T.O.M

U.R. 509

----

I.S.R.A

I.R.A.T

---

ETUDES HYDROLOGIQUES  
DANS LA REGION DE THYSSE-KAYMOR  
(SINE-SALOUM)

-----

Résultats de la Campagne 1983

Rapport provisoire

-----

J.C. OLIVRY

H. DACOSTA

J. FLORY

## INTRODUCTION

Dans le cadre d'un programme multidisciplinaire de recherches agricoles intitulé "Economie de l'eau - Défense et Restauration des sols" dans le Sine-Saloum sur l'unité expérimentale de Thyssé-Kaymor, l'I.S.R.A Kaolack a sollicité la collaboration des hydrologues de l'ORSTOM pour la réalisation de mesures hydrologiques sur les bassins versants et parcelles paysannes de la dite localité. Un protocole d'accord entre l'I.S.R.A et l'ORSTOM prévoit les modalités d'intervention de l'ORSTOM et les objectifs de l'Etude.

Les caractéristiques hydrologiques recherchées sont les suivantes :

- Mesures des précipitations : bilan, intensité, distribution spatiale et lame précipitée.
- Mesures des écoulements : étalonnage des stations, détermination des volumes écoulés, écoulement de base, relation pluie-débit, calcul et prédétermination des crues.
- Mesures des transports solides et accessoirement dissous : prélèvements d'échantillons d'eau pour analyse hydrochimique au Laboratoire ORSTOM.

L'ambition de l'opération, qui pourrait se poursuivre sur plus de trois années, est de comparer le ruissellement et l'érosion sur petits bassins versants dans les conditions initiales du paysage rural de la région, particulièrement modifié par l'homme, et après la mise en oeuvre d'aménagements anti-érosifs.

Le présent rapport rend compte de la Campagne 1983.

## 1. CONDITIONS D'EXECUTION DE LA CAMPAGNE 1983

Après les premières reconnaissances sur le terrain, qui ont permis de retenir la vallée de Ndierguène au sud de Thyse, un protocole d'accord entre l'I.S.R.A et l'ORSTOM a été défini. Sa signature n'est intervenue qu'en avril 1983, trop tardivement pour permettre une réalisation complète des opérations initialement prévues.

Avant d'entreprendre les travaux de mise en place des infrastructures, une tournée ISRA-ORSTOM a permis de retenir les sites définitifs des implantations malgré l'absence de documents cartographiques détaillés. Le "grand bassin" a son exutoire au droit de l'ancien village de Ndiba. Un petit bassin dont l'exutoire est situé immédiatement au nord de Ndierguène et drainant la partie est-amont du grand bassin a été aussi retenu. L'ISRA Kaolack nous a demandé d'installer un deuxième bassin, cette deuxième implantation se justifiant pour eux par un contexte pédologique différent de celui du bassin amont. L'ORSTOM a accepté de prendre en charge cette implantation complémentaire, mais la reconnaissance de terrain n'a montré aucun site favorable dont le bassin serait inclus dans le grand bassin. Le 2ème petit bassin retenu est drainé par un court affluent du Sonkoron dont le ruisseau du grand bassin est lui-même tributaire. Quatre emplacements possibles de fosses à sédiments ont été également situés, tous relatifs à des parcelles de 1 à 2 hectares en tête de thalwegs avec évacuation par déversoir triangulaire suivant normes précisées dans la saison des pluies, l'ORSTOM ne s'est pas engagé à réaliser ces fosses en 1983 et a accepté la prise en charge de leur construction par l'ISRA Kaolack, fournissant par ailleurs limnigraphes, pluviographes et diagrammes (l'ISRA n'a finalement pas pu réaliser ces fosses en 1983).

Les travaux d'installation seront décrits plus loin. Les conditions dans lesquelles la conduite de ces travaux a été faite appelle plusieurs remarques :

- difficultés de réalisation dues au "marchandage" incessant des équipes de manoeuvres par ailleurs peu efficaces ; surcoût avec

- l'intermédiaire de responsables locaux sans plus d'efficacité ;
- détournement de ciment (dosage des parpaings de mauvaise qualité) ;
- incompétence des artisans-maçons dans la construction des murs (absence de piliers, fondations insuffisantes) ;
- abandon du chantier dès la mi-juin avec les premières pluies, les manoeuvres s'occupant à leurs tâches agricoles personnelles (ainsi, la terre des digues n'avait pu encore être ramenée derrière les murs en maçonnerie lors de la forte crue de la mi-juillet, ce qui est sans doute une des causes principales de leur rupture) ;
- construction du campement de base à Ndiba qui, après réalisation, se révèle être un endroit "hanté" que personne ne voudra habiter. Ces cases ne serviront que de magasin du matériel hydrométrique. Le chaume des toitures sera acheté à Dakar et transporté, celui de Thyse nous ayant été proposé au double du prix dakarais !!...

Dans ces conditions, le coût des infrastructures sera nettement plus élevé que celui indiqué dans le devis et financé par le projet. En outre, le préfinancement de ces travaux par l'ORSTOM -lesquels avaient été réceptionnés par l'ISRA Kaolack quelques jours avant les gros dégâts causés par la crue de la mi-juillet- ne sera remboursé à concurrence de 800 000 F CFA qu'à la mi-décembre après de multiples démarches tant à Kaolack qu'à Dakar.

D'autres difficultés sont également apparues avec le Centre de Kaolack (mobylette, etc...). La plus grave est l'absence de concertation. Ainsi l'ORSTOM n'a pas été informé de la date de prises de vues photo-aériennes et n'a pu par exemple matérialiser par de la chaux les emplacements de pluviomètres. De plus l'ORSTOM avait insisté pour qu'une photo-restitution permette de disposer des cartes du bassin ; cette opération n'est pas programmée et il n'est pratiquement pas possible de délimiter les bassins-versants avec précision... et par suite de faire une interprétation de bonne qualité des résultats hydrologiques.

Sur le plan des personnels, la Campagne de saison des pluies a été faite avec à plein temps un observateur initié aux méthodes de prélèvement ; par roulement d'une semaine sur deux, la présence d'un

assistant technique (jaugeages) et le contrôle épisodique de techniciens ont complété l'intervention ORSTOM. Ce type de fonctionnement n'a été que moyennement satisfaisant et sera modifié en 1984.

En conclusion donc, la Campagne 1983 s'est déroulée dans des conditions difficiles tenant tant aux délais très courts de mise en oeuvre du programme qu'à la conduite des travaux d'infrastructure et d'hydrométrie. Cependant le démarrage en 1983 des mesures hydrologiques a permis, quoique de manière imparfaite, de recueillir une information non négligeable.

## 2. SITUATION ET EQUIPEMENT DES BASSINS VERSANTS

### 2.1 Localisation des bassins-versants étudiés

La zone d'étude concerne le bassin versant d'un affluent de rive gauche de la vallée du Sonkoron, un tributaire de rive gauche du Bao Bolon qui est à la fois un affluent et un défluent de rive droite de la Gambie. Situé au sud du village de Thyssé-Kaymor, au nord de Keur Bakari et Fas et à l'est de Tenn Pol, ce bassin englobe le village de Ndierguène (fig. 1).

Les coordonnées géographiques des bassins sont grosso modo les suivantes du sud au nord et d'est en ouest :

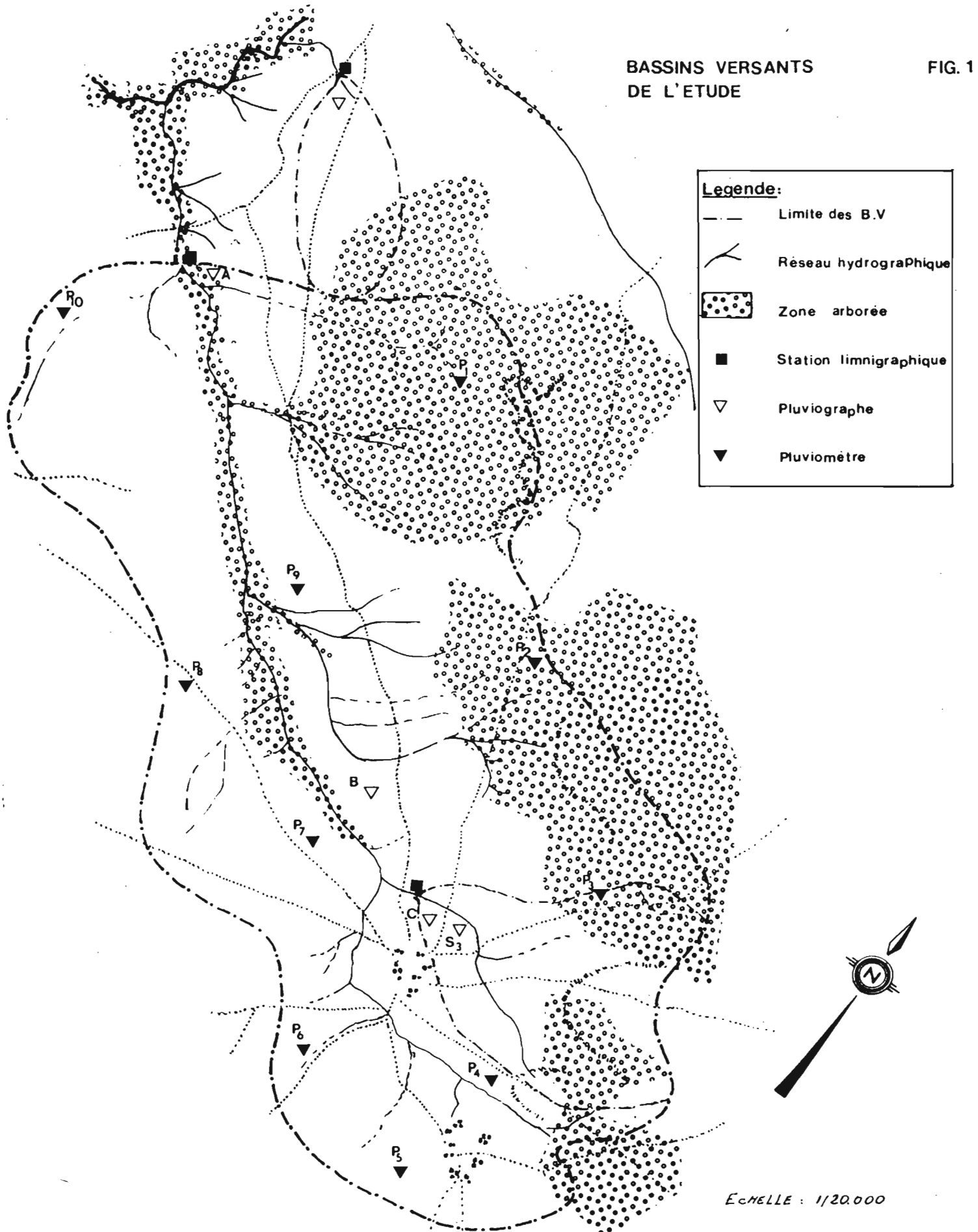
13° 44' et 13° 46' Nord

15° 31' et 15° 34' Ouest.

Les limites et la surface précises des bassins restent à déterminer, la couverture photo-aérienne au 1/20 000 réalisée en fin de saison des pluies 1983 n'ayant pas encore fait l'objet d'une photo-restitution, la carte proposée dans la figure 1 à partir des photos récentes ne constitue qu'un document provisoire. Les estimations faites pour les superficies sont particulièrement imprécises pour les petits bassins.

BASSINS VERSANTS  
DE L'ETUDE

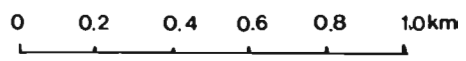
FIG. 1



**Legende:**

- — Limite des B.V
- Réseau hydrographique
- ▨ Zone arborée
- Station limnigraphique
- ▽ Pluviographe
- ▼ Pluviomètre

ECHELLE : 1/20.000



Le grand bassin contrôlé à  $S_1$  aurait une superficie de  $6,6 \text{ km}^2$ . Mais l'absence de photos au sud de Ndierguène et des reliefs très mous n'excluent pas des erreurs d'estimation des limites. Il pourrait avoir une taille nettement plus importante.

Le petit bassin  $S_2$ , vers Thyssé, pourrait couvrir une surface de l'ordre de  $0,3 \text{ km}^2$  ; la piste qui le traverse constituant un des principaux axes drainant du bassin, celui-ci pourrait cependant être nettement plus étendu et atteindre  $1 \text{ km}^2$ .

Le second petit bassin  $S_3$ , de Ndierguène, estimé à  $1,2 \text{ km}^2$  d'après les photos, pourrait en fait s'étendre bien d'avantage vers le sud.

## 2.2 Equipement des bassins

L'essentiel des travaux d'équipement pour les mesures pluviométriques et hydrométriques a été effectué entre le 26 avril et le 15 juin 1983 par J. FLORY.

### 2.2.1 Equipement hydrométrique

Trois stations d'hydrométrie ont été retenues sur le bassin versant pour l'évaluation des écoulements liquides et des transports solides en suspension.

#### La station principale $S_1$ :

Il s'agit d'un canal construit sur l'affluent de rive gauche du Sonkoron et concerne le grand bassin étudié. Les écoulements se font de la région de Ndierguène vers Thyssé-Kaymor (SE/NO). La station se situe à 200 mètres environ en amont de la piste Thyssé-Tenn Pol, à la hauteur de l'ancien village de Ndiba.

L'équipement de la station est complété par une digue en terre doublée en amont d'un mur d'étanchéité en briques agglomérées de 15 cm, de fabrication locale. Ce mur a, de part et d'autre du canal, une longueur



total de 88 m. Le canal proprement dit mesure 6 mètres de large sur 1,90 mètre de profondeur et comprend dans sa partie basse en rive gauche un petit canal de 1,80 m de large et 0,40 m de profondeur pour permettre la mesure des débits d'étiage. Le fond de l'ensemble du canal est entièrement bétonné.

Pour permettre les mesures de débits pendant les hautes-eaux, une passerelle donnant accès sur la rive gauche à un limnigraphe OTT de type R XX avec enregistreur de longue durée et une poulie de réduction 1/10 a été fixée au-dessus du canal.

Une échelle limnimétrique composée d'éléments en tôle émaillée graduée de 0 à 2,00 m est scellée sur le mur à hauteur du limnigraphe.

Les dimensions de la section de mesure initialement prévue sur 10 m de large (et réduite à 6 m après témoignage catégorique de l'ISRA Kaolack sur les faibles écoulements ?) se sont révélées insuffisantes.

#### Les stations secondaires S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> :

Respectivement implantées à la sortie du village de Keur Diangou près de la piste reliant ce dernier à l'ancien village de Ndiba et à Ndierguène et contrôlant deux petits bassins, ces stations sont dotées d'un déversoir rectangulaire à lame biseautée placé au débouché d'un canal d'amenée se rattachant à des digues collectrices de 20 à 30 mètres de longueur construites avec des briques agglomérées de 15 cm.

La station S<sub>2</sub>, près de Keur Diangou, est équipée d'un limnigraphe OTT de type X à diagrammes journaliers et poulie de réduction 1/10 tandis que la station S<sub>3</sub> de Ndierguène est équipée d'un limnigraphe OTT type R XX longue durée avec poulie de réduction 1/10. A chacune des stations sont installées deux échelles limnimétriques : une en tôle émaillée graduée en cm de 0 à 100 et la seconde en millimètres de 0 à 0,50 m.

Les déversoirs rectangulaires des stations S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> sont prévus pour absorber jusqu'à 1 m<sup>3</sup>/s et donc à obtenir avec une bonne précision l'ensemble des crues de taille petite et moyenne. Pour des

raisons évidentes de coût, il n'était pas possible de réaliser des déversoirs susceptibles d'absorber les plus fortes crues. Au-delà de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , les digues latérales sont submergées et l'écoulement doit être évalué par jaugeage dans les sections naturelles aval constituées par le passage des pistes. Les jaugeages doivent se faire à quai.

### 2.2.2 Le réseau pluviométrique

Il est à noter qu'il n'existe pas d'observations pluviométriques antérieures dans la zone d'étude. Un réseau de cinq pluviographes "Précis Mécanique" à mouvement journalier et de 10 pluviomètres "Association" a été installé sur l'ensemble des bassins versants, le plus judicieusement possible compte tenu de l'imprécision des limites des bassins versants.

La figure 1 montre la répartition des pluviomètres et pluviographes. La disposition des pluviographes au niveau des trois bassins permet de déterminer les intensités des averses et le temps de réponses des bassins.

## 3. LA SAISON DES PLUIES 1983 A THYSSE-KAYMOR

Il n'existe pas d'observations pluviométriques antérieures à 1983 sur ces bassins versants. Celles qui ont été faites concernent le P.A.P.E.M et les bassins versants de Sonkoron situés plus au nord de la zone d'étude. La station de Thyssé à moins de 4 km des bassins est cependant bien représentative (tabl. 1).

Les observations ont commencé dès le 11 juin sur l'ensemble des bassins versants et se sont poursuivies sans interruption jusqu'au 30 octobre. La première pluie a été enregistrée le 15 juin et le bon fonctionnement des pluviographes a permis la détermination des intensités des averses. Les résultats obtenus sont les suivants.

Tableau 1 :

PLUVIOMETRIE MENSUELLE A THYSSE-KAYMOR (mm)

Année	M O I S						Total	Nb. de j. de pluie
	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct		
1971		30.9	163.3	163.8	183.3	28.8	570.1	45
1973		86.1	85.0	259.5	131.1	23	584.7	35
1974		66.0	72.9	372.9	221.2	24.6	757.6	46
1975		3.0	232.0	226.3	356.8	39.8	857.9	54
1976		54.0	92.9	103.9	231.0	26.0	507.8	45
1977		21.2	76.7	137.0	190.0	27.0	451.9	29
1978		57.8	216.6	302.3	124.0	34.5	735.2	40
1979		113.2	254.5	261.0	81.9	23.5 Déc Jan 4.0 10.6	748.7	53
1980		8.5	168.0	270.5	269.5	16.3	732.8	39
1981	11.2	12.6	145.6	310.5	134.3	54.5	668.7	52
1982		12.0	148.9	196.5	112.7	51.0	521.1	41
1983	1.2	42.7	125.5	186.3	132.7	4.3	492.7	39
TOTAL	12.4	508.0	178.9	2790.5	2168.5	367.9	7629.2	518
Moyenne	1.0	42.3	148.5	232.54	180.71	30.7	636	40

### 3.1 Pluviométrie annuelle et mensuelle - Hauteurs moyennes reçues par les bassins

On a relevé pour l'année 1983 et sur toute la superficie des bassins versants les hauteurs de pluies contenues dans le tableau 2 qui donne la pluviométrie journalière, le total mensuel puis annuel de chaque poste.

L'imprécision des limites des bassins versants nous a empêchés de déterminer avec exactitude la pluviométrie moyenne reçue par chacun des BV, car la méthode de THIESSEN implique la délimitation des zones d'influence de chaque pluviomètre ; le planimétrage des isohyètes nécessite des limites précises des zones à planimétrer.

Par conséquent, la pluviométrie moyenne annuelle a été obtenue en faisant la moyenne arithmétique des totaux annuels enregistrés aux différents postes d'observation.

- P. moy. grand bassin : 398 mm
- P. moy. bassin Thyssé : 407 mm
- P. moy. bassin de Ndierguène : 416 mm.

Ces résultats sont provisoires et pourront être légèrement modifiés lorsque les documents topographiques permettront l'utilisation de la méthode de THIESSEN ou le planimétrage des isohyètes. La pluviométrie annuelle sur les BV reste cependant assez homogène puisqu'il n'y a pas un écart important entre le maximum 435,5 mm au pluviographe S<sub>3</sub> et le minimum 364,8 mm au pluviographe A. En 1983, on observe que les pluies diminuent du sud-est au nord-ouest.

La pluviométrie moyenne mensuelle a été calculée par simple moyenne arithmétique compte tenu des raisons indiquées plus haut pour la lame d'eau précipitée pendant l'année. Le tableau ci-après donne la répartition mensuelle de la pluie sur les trois bassins.

PLUVIOMETRIES JOURNALIERE, MENSUELLE ET ANNUELLE DE 1983  
SUR LES BASSINS VERSANTS DE THYSSE-KAYMOR

Postes Date	Pluviomètres										Pluviographes				
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	Thyssé	A	B	C	S <sub>3</sub>
16/6											9.5	10.0	11.2	12.0	15.0
26/6	7.1	6.4	6.9	Tr	8.9	6.5	6.4	4.2	3.1	3.0	5.0	4.0	5.0	6.0	4.0
29/6	7.6	6.2	11.1	7.8	8.4	7.5	9.2	9.3	8.5	9.5	11.6	6.5	9.0	10.5	10.4
Total	14.7	12.6	18.0	7.8	17.3	14.0	15.6	13.5	11.6	12.5	26.1	20.5	25.2	28.5	29.4
02/7	14.6	13.8	15.0	16.3	20.9	22.6	16.0	15.7	15	15.6	12.6	11.5	17.5	16.5	16.0
07/7	13.2	9.7	11.9	11.6	14.2	13.2	8.7	8.2	10.2	11.5	11.4	10.2	10.1	11.0	11.0
12/7	10.3	6.4	7.5	9.2	11.5	10.1	6.3	5.9	6.5	9.2	9.9	2.5	4.5	7.5	7.5
13/7	47.7	53.0	75.0	81.9	77.6	75.0	54.5	59.8	55.4	51.7	44.1	43.0	61.0	77.0	81.5
20/7	17.8	22.6	30.5	25.7	26.3	29.0	27.8	23.8	22.0	18.6	14.6	16.4	30.2	27.0	30.0
21/7	1.1	1.7	4.3	2.4	1.3	1.2	1.1	0.8	1.7	0.6	1.1	0.5	1.5	2.5	2.4
Total	104.7	107.2	144.2	147.1	151.8	151.1	114.4	114.2	110.8	107.2	93.7	84.1	124.8	141.5	148.4
01/8	2.7	4.5	0.9	2.1	4.2	2.6	3.1	2.3	6.3	2.3	6.6	1.4	0.7	1.0	1.5
09/8	10.3	12.3	11.3	10.8	11.2	10.8	13.0	12.2	12.6	12.9	8.2	10.1	6.1	9.5	10.2
10/8	10.2	11.0	12.6	12.4	12.2	10.9	10.7	10.7	10.6	11.7	9.0	9.5	10.1	13.5	15.7
11/8	24.9	26.4	26.9	27.2	22.1	23.6	27.1	28.8	26.0	24.8	20.1	26.1	27.0	29.0	30.0
22/8	2.9	2.4	1.8	1.6	1.6	1.1	1.3	1.6	2.2	1.9	2.9	2.0	2.1	1.5	1.9
23/8	6.0	4.8	9.9	9.0	4.2	6.1	6.7	4.5	6.2	4.3	5.4	4.4	5.9	9.0	10.0
24/8	58.6	60.3	52.7	37.7	44.5	54.5	45.0	43.3	59.4	40.3	69.3	57.8	61.8	49.6	46.5
29/8	37.0	32.8	26.2	22.7	21.2	20.3	33.5	34.2	32.4	31.8	35.5	26.6	27.0	26.0	26.5
31/8	4.6	1.8	4.0	9.1	9.2	6.9	0.9	0.8	1.3	3.8	4.0	3.6	2.6	3.4	5.5
Total	157.2	156.3	146.3	132.6	130.4	136.8	141.3	138.4	157.0	133.8	161.0	140.5	143.3	142.5	147.8
01/9	6.1	5.8	6.1	5.8	5.5	5.3	5.0	4.9	5.5	5.1	5.9	5.3	5.2	5.2	6.0
09/9	47.6	44.0	45.3	44.3	37.4	40.0	42.8	37.8	46.9	46.4	43.0	43.9	52.0	46.0	49.5
11/9	19.6	19.1	14.8	10.6	8.1	8.2	12.3	13.3	18.9	17.3	19.4	17.8	15.2	13.0	13.0
13/9	7.3	5.8	5.8	6.1	6.2	6.1	5.2	5.2	5.5	5.6	7.3	6.5	4.6	5.3	5.3
19/9	2.4	2.5	3.2	1.8	1.5	1.1	1.7	0.5	1.5	0.4	0.4	0.8	2.5	2.6	2.4
20/9	7.4	4.1	4.8	3.8	4.1	3.7	4.0	4.1	4.3	2.9	9.0	6.0	3.6	3.0	2.9
21/9	7.6	5.8	3.5	2.0	1.7	1.5	2.9	3.0	5.8	5.1	7.5	5.4	4.5	2.5	3.0
23/9	7.8	1.5	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	3	Tr	4.0	5.6	Tr	Tr	Tr
25/9	0.1	0.1	1.2	2.1	7.1	6.7	1.7	3.4	1.0	8.0	0.1	0.2	1.1	2.0	2.0
26/9	6.3	3.0	3.3	4.8	9.5	9.7	3.3	2.9	2.8	4.5	7.9	4.5	2.4	3.2	4.5
29/9	1.1	1.7	5.2	4.2	1.4	0.9	4.6	2.7	3.0	1.5	0.6	1.0	7.0	4.5	6.0
Total	113.3	93.4	93.2	85.5	82.5	83.2	83.5	77.8	98.2	96.8	105.1	97.0	98.1	87.3	93.6
12/10	23.3	27.5	18.2	17.8	12.2	12.1	17.8	16.8	21.9	20.3	11.6	19.9	24.5	17.4	16.0
16/10	1.7	1.5	0.3	0.2	0.1	0.1	1.4	1.1	1.4	1.9	1.6	1.2	0.7	0.3	0.3
21/10	0.5	0.1	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	7.1	3.0	5.9	Tr	1.6	Tr	Tr	Tr
Total	25.5	29.1	18.5	18.0	12.3	12.2	19.2	25.0	26.3	28.1	13.2	22.7	25.2	17.7	16.3
TOTAUX	415.4	398.6	420.2	391.0	394.3	397.3	374.2	368.9	403.9	378.4	399.1	364.8	416.6	417.5	435.5

Tabl. 3 : Répartition mensuelle des pluies sur les 3 bassins :

Bassins versants	Mois					
	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Total
Thyssé (S <sub>2</sub> )	20	99	159	109	20	407
Gd B.V. (S <sub>1</sub> )	17	125	143	92	21	398
Ndierguène (S <sub>3</sub> )	21	145	142	90	18	416

Il ressort que si la saison des pluies commence grosso modo en juin, le maximum mensuel pour les BV est enregistré en août, mois pendant lequel tous les postes ont reçu plus de 130 mm de pluie, le maximum mensuel étant enregistré au poste de Thyssé avec 161 mm et le minimum 130,4 mm au P. 5.

Par rapport à la distribution mensuelle des précipitations interannuelles aux stations de Nioro-du-Rip et Thyssé-PAPEM indiquée ci-dessous, on note que l'ordre des mois les plus pluvieux est légèrement différent. Juillet 1983 (grâce à l'averse du 13) est plus abondant que septembre.

Tabl. 4 : Répartition moyenne mensuelle des pluies à Nioro et Thyssé (mm)

(les périodes d'observations ne sont pas identiques)

Stations	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Total
Nioro-du-Rip	5	70	190	291	203	57	11	827
Thyssé (PAPEM)	1	42	148	233	181	31	0	636

La comparaison de cette répartition mensuelle des pluies avec celle des trois BV met en évidence le caractère assez déficitaire de la saison des pluies 1983.

### 3.2 Pluie journalière

Les plus fortes précipitations ponctuelles enregistrées au cours de la saison des pluies 1983 sont les suivantes :

81,9 mm	le	13 juillet,	au P 4
69,3 mm	"	24 août,	à Thyssé
52,0 mm	"	9 septembre	au pluviographe B
37,0 mm	"	29 août,	au P 1
30,5 mm	"	30 juillet,	au P 3
27,5 mm	"	12 octobre,	au P 2.

L'importance de l'averse du 13 juillet, qui a partiellement détruit les déversoirs, mérite d'être notée d'autant que le maximum relevé par l'I.S.R.A sur un de ses postes voisins a dépassé 100 mm. Sur 518 pluies journalières enregistrées à la station de Thyssé-PAPEM entre 1971 et 1983, seules sept dépassent 82,0 mm, soit 1,35 % . Il apparaît ainsi que les pluies de cette importance pourraient être exceptionnelles dans le contexte de déficit pluviométrique que connaît la région.

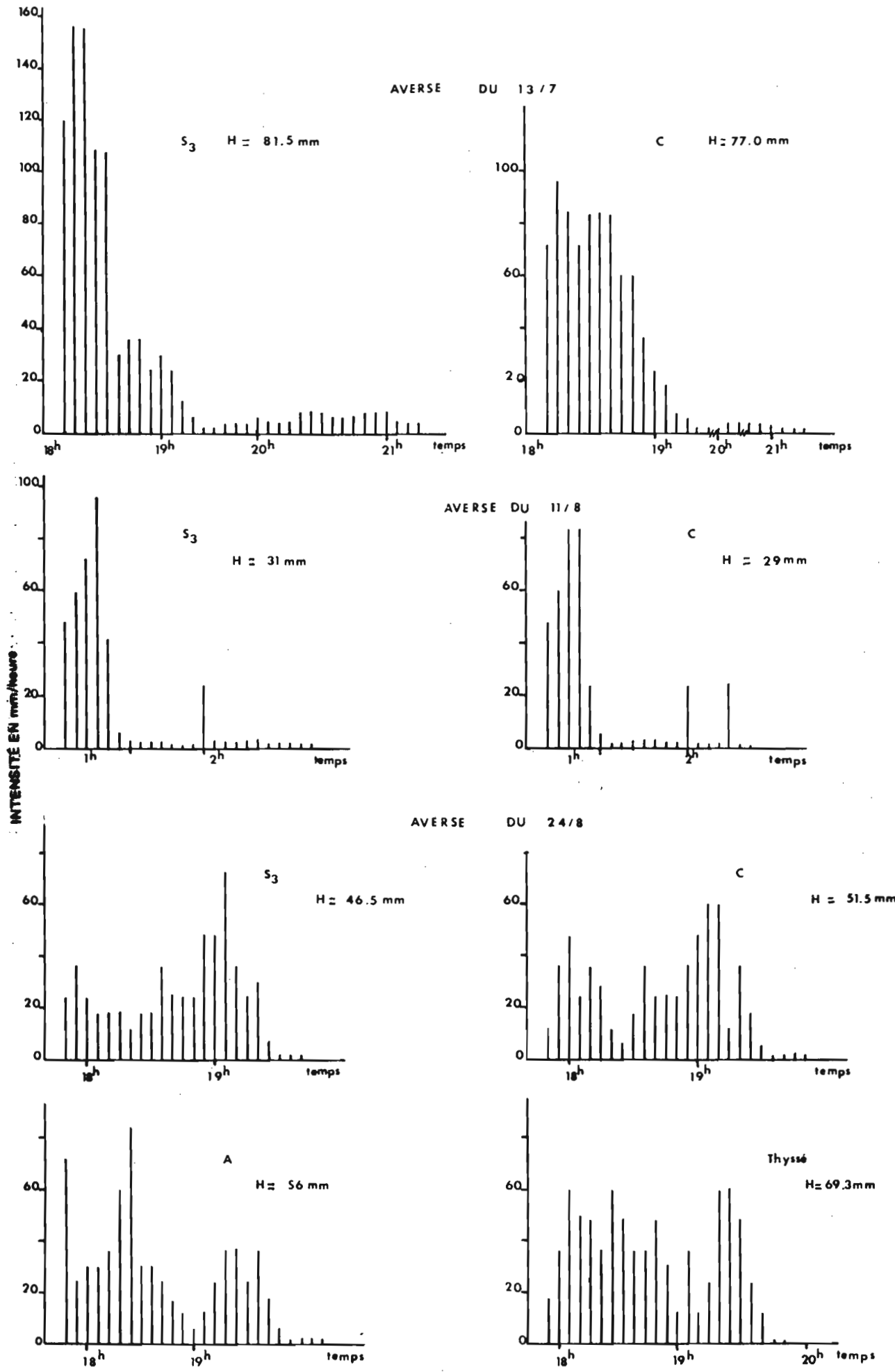
Le dépouillement des pluviogrammes et l'analyse des hyéto-grammes en résultant mettent en évidence le caractère brutal des averses, sans pluie préliminaire et se terminant par une longue traîne. Il s'agit pour la plupart d'averses simples ; les seules averses composées (plusieurs pointes) sont enregistrées en août (11, 24, 29).

Du fait de la faible extension des bassins, toutes les averses ont intéressé l'ensemble des bassins même si leur répartition spatiale n'est pas toujours homogène, la partie sud-est étant plus avantagée.

L'intensité des averses est variable. L'intensité maximale a été enregistrée le 13 juillet au poste S<sub>3</sub> en tête de bassin avec 156 mm/h (fig. 2 et 3). Mais c'est surtout en août qu'on a relevé les averses les plus intenses, l'intensité moyenne variant entre 60 et 80 mm/h.

# HYETOGRAMMES DES PRINCIPALES AVERSES

FIG 2

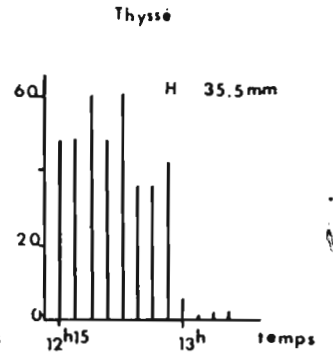
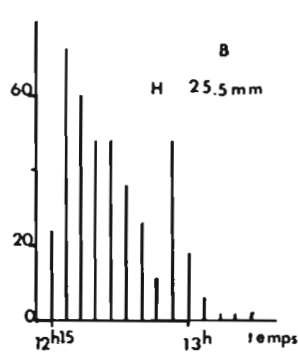
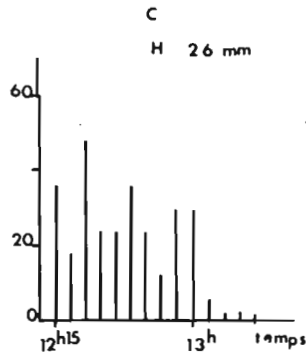
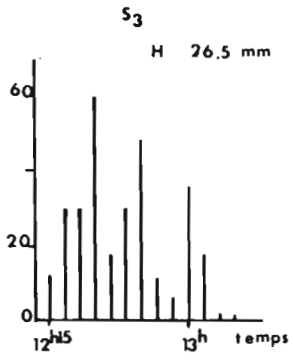




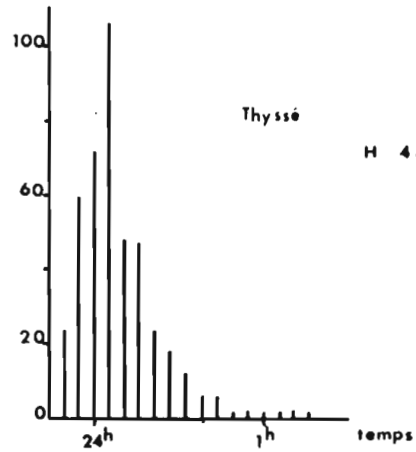
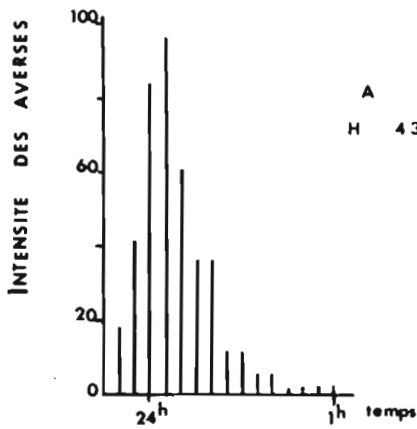
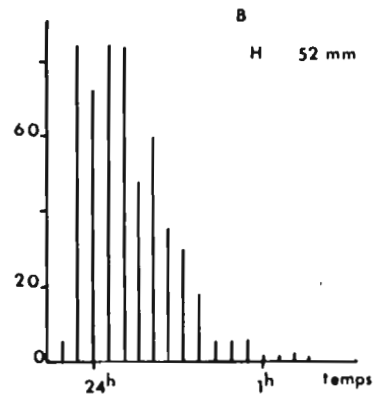
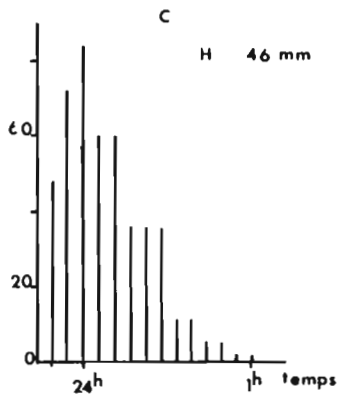
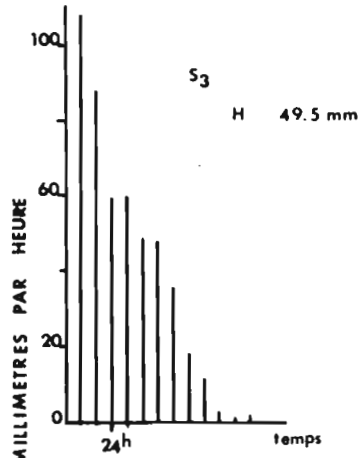
HYETOGRAMMES DES PRINCIPALES AVERSES

FIG 3

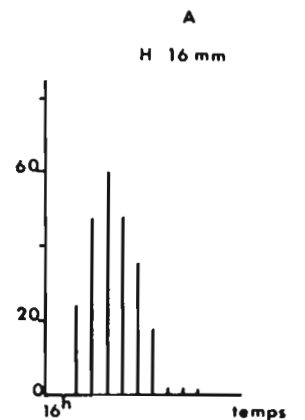
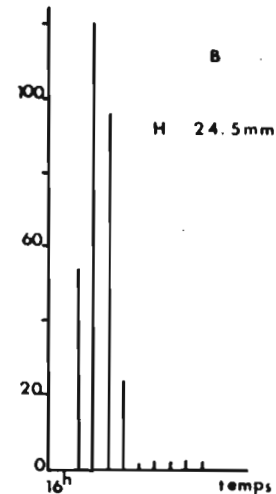
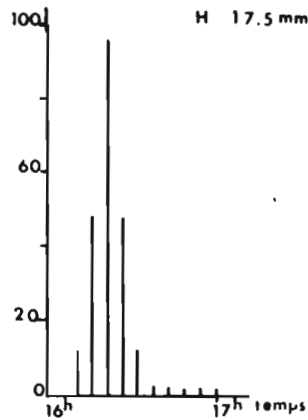
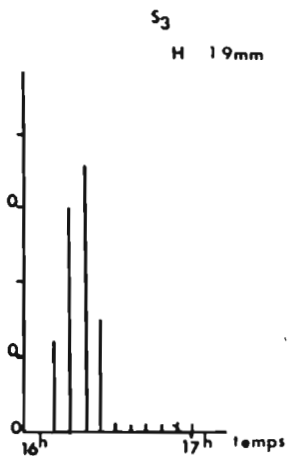
AVERSE DU 29/8



AVERSE DU 8-9/9



AVERSE DU 12/10



INTENSITE DES AVERSES EN MILLIMETRES PAR HEURE

#### 4. OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES

Les observations hydrologiques ont démarré dès la mi-juin au niveau des trois stations et se sont poursuivies jusqu'au 15 octobre. Elles portaient principalement sur l'étalonnage des stations par la mesure des débits, la détermination des écoulements et le prélèvement des échantillons d'eau pour une étude hydrochimique.

##### 4.1 Etalonnage des stations

Les aménagements réalisés devaient permettre la connaissance des débits (Q) à partir des enregistrements de hauteurs d'eau (H) par simple relation mathématique dans le cas des deux déversoirs rectangulaires des stations S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> et à partir de relations simples calées sur quelques jaugeages dans le cas du canal collecteur du grand bassin.

La destruction d'une bonne partie de ces aménagements le 13 juillet 1983 a nécessité une autre approche pour l'estimation des débits à partir d'enregistrements heureusement non interrompus.

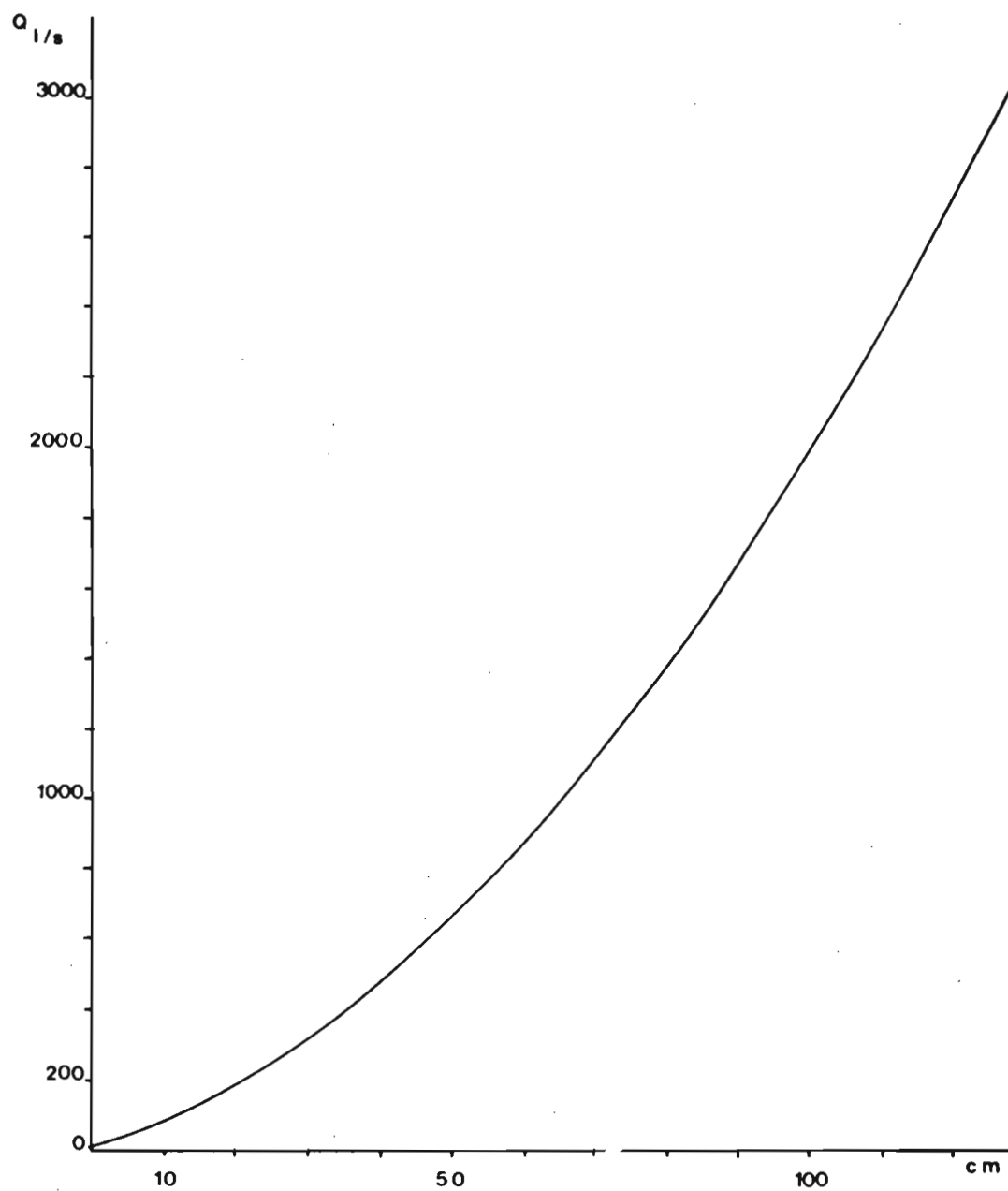
##### 4.1.1 Courbe théorique hauteurs-débits des déversoirs rectangulaires de S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>

Ces deux stations sont des déversoirs rectangulaires sans contraction latérale dont la longueur du seuil déversant est de 1 mètre ; sa hauteur correspond au 0 de l'échelle du limnigraphe. La relation hauteurs-débits pour ces deux stations, d'après l'abaque de BAZIN, est donnée par la figure 4.

##### 4.1.2 Relation H-Q dans le canal collecteur du grand bassin S<sub>1</sub>

Cette relation dans un canal, défini géométriquement par sa section et son revêtement (ciment) du point de vue de la rugosité, devait être précisée par quelques jaugeages. Malheureusement, un seul jaugeage a pu être fait le 24 août dans le canal (non touché par les destructions du 13 juillet) :

$$H = 0,18 \text{ m} - Q = 0,306 \text{ m}^3/\text{s} - \text{Vitesse moyenne} = 1,17 \text{ m/s.}$$

COURBE D'ETALONNAGE DES STATIONS S<sub>2</sub> ET S<sub>3</sub>

On a dû utiliser la formule de MANNING-STRICKLER pour déterminer le coefficient de rugosité K (dit de MANNING-STRICKLER) en fonction de la pente maximale de la ligne d'eau relevée par ailleurs. K étant déterminé, la relation d'étalonnage du canal est déduite facilement. La formule s'écrit :

$$U = K.R^{2/3}.J^{1/2}$$

avec U = vitesse moyenne dans la section en m/s (vitesse de surface)

K = coefficient de MANNING-STRICKLER

R = rayon hydraulique en m et égal au rapport de la section mouillée sur le périmètre ( $R = \frac{S}{P}$ )

J = pente des plus hautes-eaux, déterminée à partir du profil en long établi après la crue de part et d'autre en aval de la station.

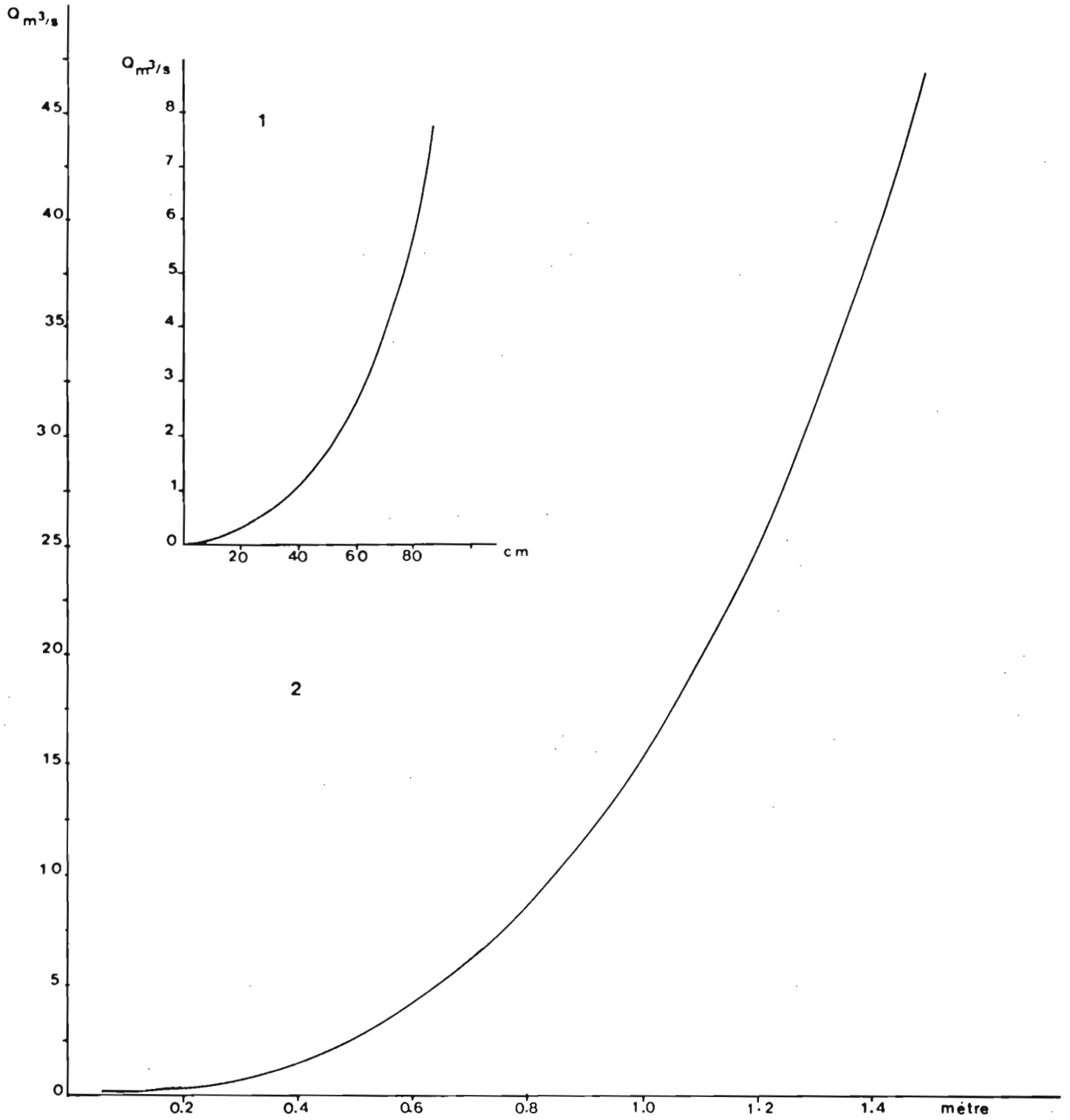
A partir du jaugeage du 24 août réalisé dans le petit canal et dont les paramètres sont indiqués ci-dessus, a été calculé le coefficient de rugosité K égal à 63. On admettra cependant pour l'ensemble du canal un coefficient K = 60.

En fonction de K, de la hauteur d'eau à l'échelle (H m), du périmètre (P), de la section mouillée (S), du rayon hydraulique (R m), de la pente (J) et de l'abaque de MANNING-STRICKLER, s'est fait le calcul des vitesses et partant des débits (Q) jusqu'à la rupture du canal. Ces valeurs ainsi déterminées ont permis de construire la courbe d'étalonnage du canal.

Après la rupture de ce dernier, les conditions d'écoulement ont totalement changé (notamment avec l'élargissement de la section), d'où la recherche d'une nouvelle valeur de K prenant en compte l'ensemble de la section. Ce nouveau coefficient est égal à 12, valeur correcte compte tenu de l'irrégularité du thalweg, des herbes et des arbustes qui gênent notablement l'écoulement. Cette valeur de K et les autres paramètres ont permis la construction de la courbe d'étalonnage de la section naturelle qui répond aux nouvelles conditions d'écoulement au niveau de la station. La figure 5 représente ces deux courbes d'étalonnage de la station S<sub>1</sub>.

COURBE D'ETALONNAGE DE LA STATION S<sub>1</sub>

COURBE D'ETALONNAGE DU CANAL



COURBE DE TARAGE DE LA SECTION NATURELLE

Tant pour la station  $S_1$  que pour les stations  $S_2$  et  $S_3$ , la reconstitution des débits (et de l'étalonnage après la rupture des aménagements du 13 juillet) est basée sur l'hypothèse évidente d'après les hydrogrammes d'une croissance linéaire des débits en fonction du temps lors de la phase de montée de la crue.

#### 4.2 Etude de la crue du 13 Juillet

L'averse ayant généré cette crue a commencé à 18 H 10 et a intéressé l'ensemble des trois bassins versants. Avec un impact maximal de 81,9 mm au poste P 4, elle atteint le maximum de son intensité 5 mn plus tard avec 156 mm/h pendant une dizaine de minutes avant de décroître lentement. A 19 H 30, il ne subsistait plus qu'une fine pluie qui a persisté jusqu'au delà de 24 H.

La détermination de la pluie moyenne et du coefficient d'abattement met en évidence l'homogénéité de cette averse :

P max = 81,9 mm  
P Moy = 63,8 mm  
K = 0,80.

##### 4.2.1 La crue à la station $S_1$

Les caractéristiques de l'écoulement de cette crue sont indiquées dans le tableau ci-après :

Tableau 5 :

Heure	Hauteur cm	Débit m <sup>3</sup> /s	Heure	Hauteur cm	Débit m <sup>3</sup> /s
18 H 54	0	0	20 H 50	91.5	12.1
18 H 58	15	0.2	21 H 00	80	8.75
19 H 00	29	0.55	21 H 10	74	7.12
19 H 05	40	1.06	21 H 20	66	5.25
19 H 10	47	1.45	21 H 30	62	4.5
19 H 15	49	1.60	21 H 40	57	3.75
19 H 20	48	1.50	21 H 50	55	3.25
19 H 30	64	2.5	22 H 00	52.5	3.00
19 H 38*	84.5	7.12	22 H 10	49	2.50
19 H 40	74	7.12	22 H 20	47	2.25
19 H 50	118	23.75	22 H 30	42.5	1.75
20 H 00	132	32.25	22 H 40	37	1.25
20 H 06	134.5	35.0	22 H 50	32	0.75
20 H 20	124.5	27.50	23 H 00	29	0.55
20 H 30	112	20.50	23 H 10	22	0.35
20 H 40	102	16.0	23 H 20	10	0.15

\* : Rupture du canal.

Jusqu'à la rupture du canal à la cote 84,5 cm, c'est la courbe 1 qui est prise en considération et qui correspond aux conditions initiales du canal. A partir de la rupture, entre en ligne de compte la courbe 2 qui répond aux nouvelles conditions d'écoulement au niveau de la station.

L'hydrogramme de cette crue est représenté par la figure 6. Les caractéristiques de la crue sont les suivantes :

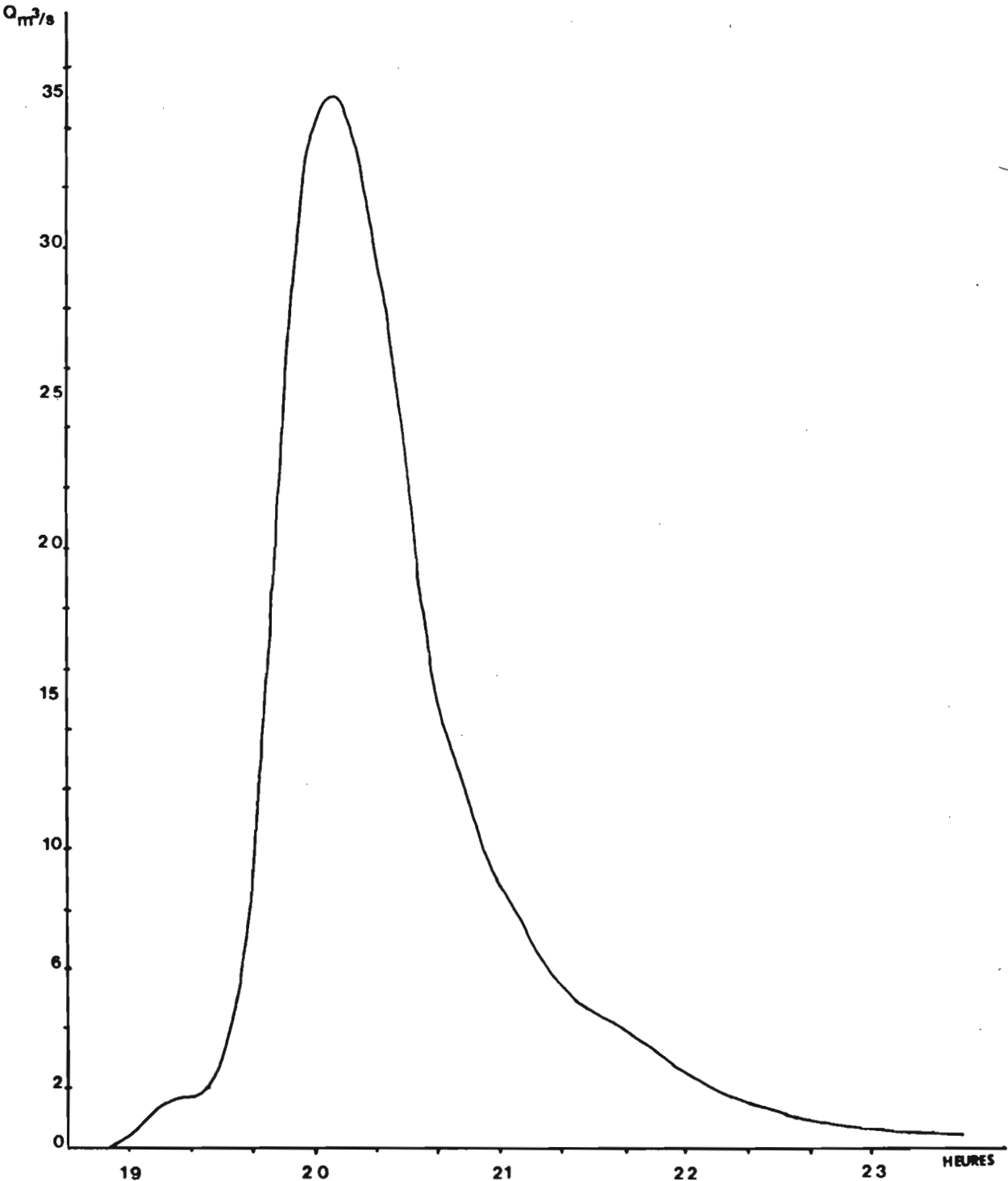
- temps de montée : 45 mn
- temps de base : 4 H 30
- volume ruisselé ou écoulé : 140 000 m<sup>3</sup>.
- Q Max = 35 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.2.2 La crue aux stations S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>

Etant donné la rupture des murs collecteurs et la déviation d'une partie de l'écoulement hors des déversoirs, il a été procédé à une reconstitution des hydrogrammes au niveau des deux bassins afin de déterminer le débit maximum et le volume d'eau écoulé lors de la crue.

HYDROGRAMME DE LA CRUE DU 13 JUILLET 1983

A LA STATION S<sub>1</sub>





Si on considère la station  $S_2$ , de l'instant  $t_0$  marquant le début de l'écoulement à l'instant  $t_1$  de la rupture du pan gauche du déversoir, la courbe de croissance de l'hydrogramme s'inscrit selon une droite d'équation  $y = 20x - 20$  ( $x = \text{temps}$  ;  $y = \text{débits}$ ). A l'instant  $t_2$  du maximum observé, qui est en réalité celui du maximum réel, correspond sur la droite  $y$  le débit maximal réel qui serait observé sans la rupture des murs. Ainsi calculé, le débit maximal passe de  $1,05 \text{ m}^3/\text{s}$  à  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Les caractéristiques de la crue à la station  $S_2$  sont :

Temps de montée ( $T_m$ ) = 18 mn  
Temps de base ( $T_b$ ) = 1 H 40  
Débit maximal ( $Q_{\text{Max}}$ ) =  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$   
Volume ruisselé ( $V_r$ ) =  $3\ 850 \text{ m}^3$ .

La même opération donne les résultats suivants pour la station  $S_3$  :

$T_m = 20 \text{ mn}$   
 $T_b = 2 \text{ H } 06$   
 $Q_{\text{Max}} = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $V_r = 6\ 300 \text{ m}^3$ .

La figure 7 donne les hydrogrammes reconstitués de la crue aux stations  $S_2$  et  $S_3$ .

### 4.3 Etude des autres crues

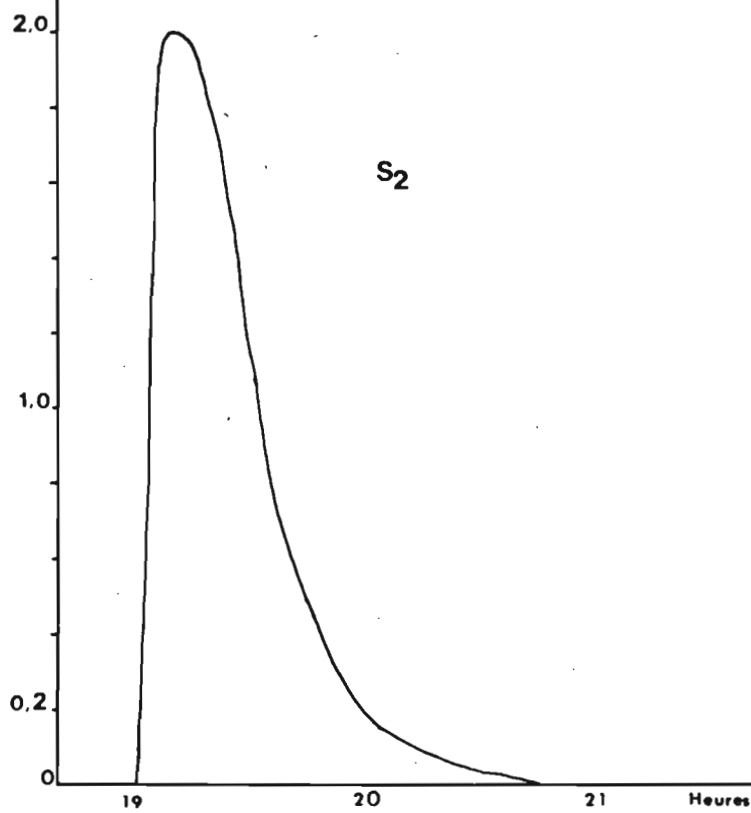
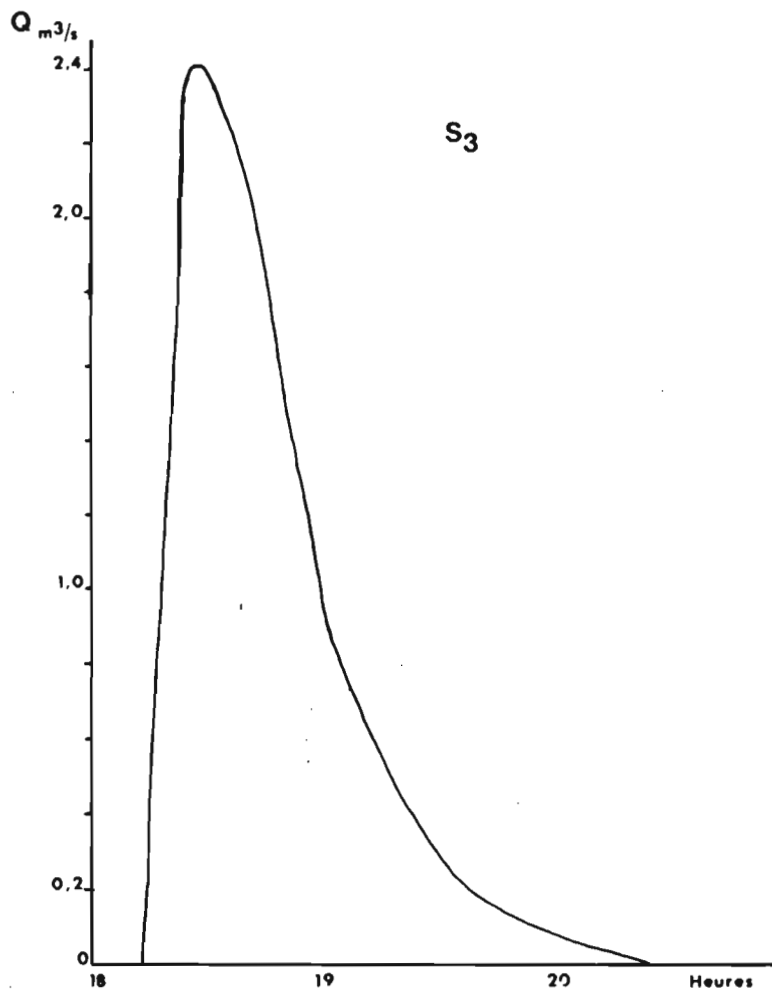
#### 4.3.1 Bassin versant n° 1 ( $S_1$ )

Malgré un nombre appréciable d'averses durant l'hivernage, peu d'entre elles ont donné lieu à un écoulement à cette station. Au total, six crues ont été enregistrées (y compris celle du 13/7) dont une très négligeable le 11 septembre.

Le tableau suivant récapitule dans l'ordre chronologique les caractéristiques de ces crues que sont : la pluie moyenne ( $P_m$ ), la pluie maximale ( $P_{\text{max}}$ ), le coefficient d'abattement observé ( $K$ ),

HYDROGRAMMES RECONSTITUES DE LA CRUE DU 13/7/83  
AUX STATIONS S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>

FIG 7



le temps de montée ou "rise" ( $t_m$ ), le temps de base ou "Lag" ( $t_b$ ), le débit maximal et le volume d'eau ruisselé ( $V_r$ ).

Tableau 6 :

Date	P max (mm)	P moy (mm)	K	$T_m$ (H)	$T_b$ (H)	$Q_{max}$ m <sup>3</sup> /s	$V_r$ (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
13/7/83*	81.9	63.8	0.80	45 mn	4 H 30	35	140.0
20/7/82	30.5	24.7	0.81	50 mn	4 H 30	1.0	5.31
24/8/83	61.8	50.7	0.82	1 H 50	5 H 30	1.03	7.0
29/8/83	37	27.7	0.75	50 mn	4 H 30	0.35	2.65
09/9/83	49.9	41.8	0.84	complexe	5 H 20	0.32	2.53

\* : Rappel.

La première crue enregistrée à cette station est celle du 13 juillet dont il a été question au 3.2.1. On constate une homogénéité des averses ayant généré ces crues. Par contre, le temps de montée, sur cinq crues recensées, est de 50 mn pour trois d'entre elles mais il apparaît que cette donnée est fonction de l'intensité et de la nature de l'averse génératrice (crue du 24/8 et 9/9). Mise à part la crue du 13 juillet qui a atteint un débit exceptionnel de 35 m<sup>3</sup>/s, les débits maximums observés sont faibles et il est bien possible qu'ils soient inférieurs aux débits réels.

Les temps de base tiennent compte uniquement de l'écoulement superficiel et leur quasi uniformité, quelle que soit la nature de la crue fait apparaître une "vidange" accélérée du bassin versant.

Par contre, le temps de réponse du bassin n'a pu être déterminé que pour les averses des 24 et 29 août pour lesquelles on a disposé des pluviogrammes du pluviographe A à proximité de la station. Pour ces deux averses et leur crue, ce temps est de 20 mn. La figure 8 rassemble les hydrogrammes de ces quatre crues.

HYDROGRAMMES .DES CRUES A LA  
STATION S<sub>1</sub>

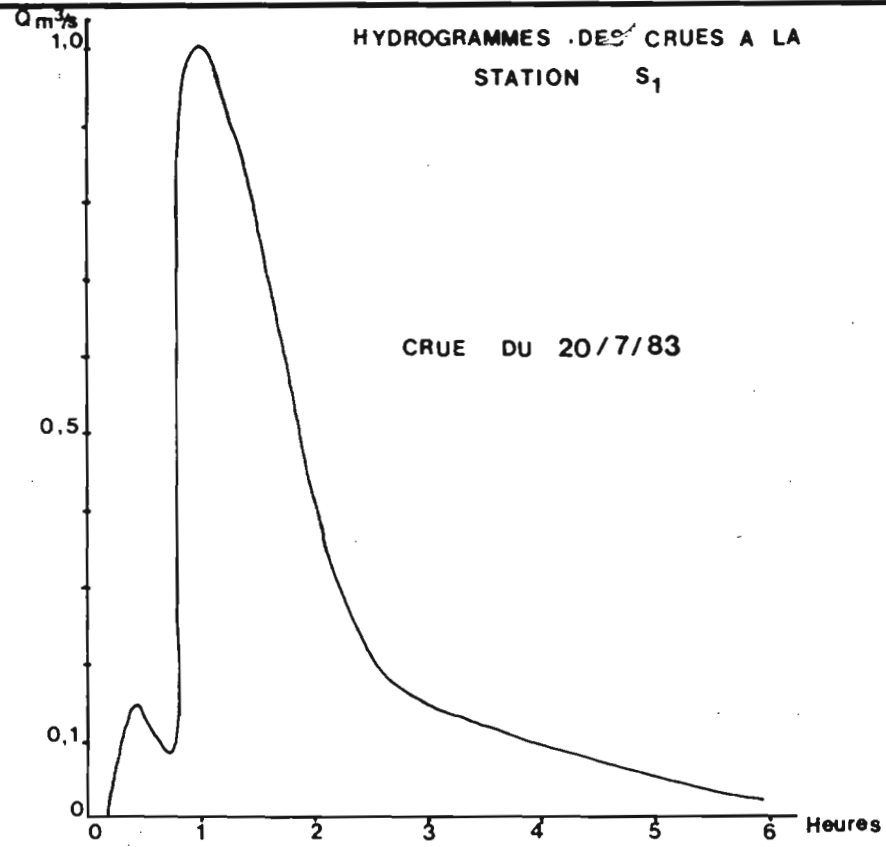
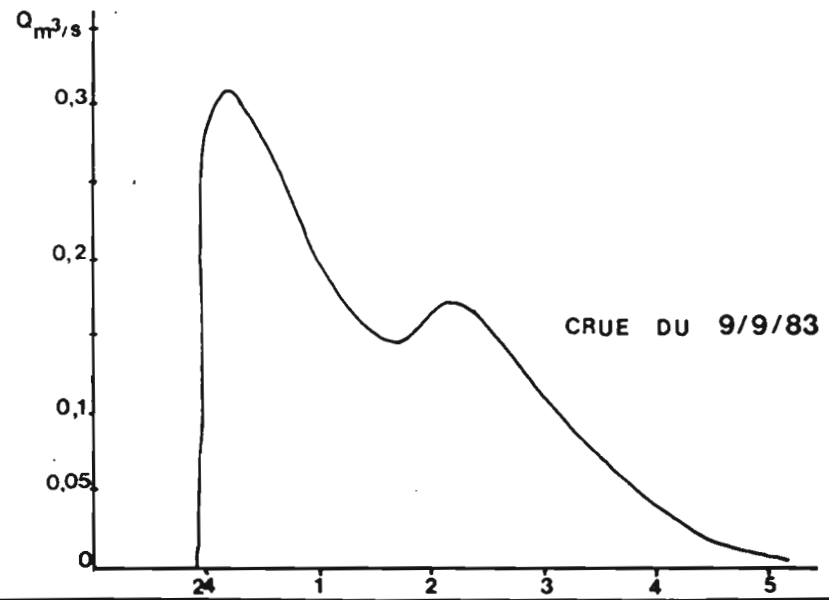
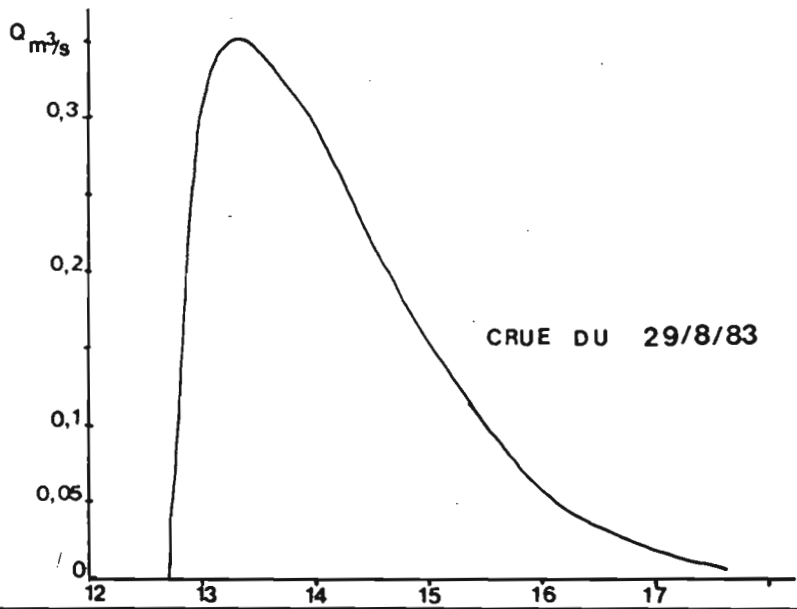
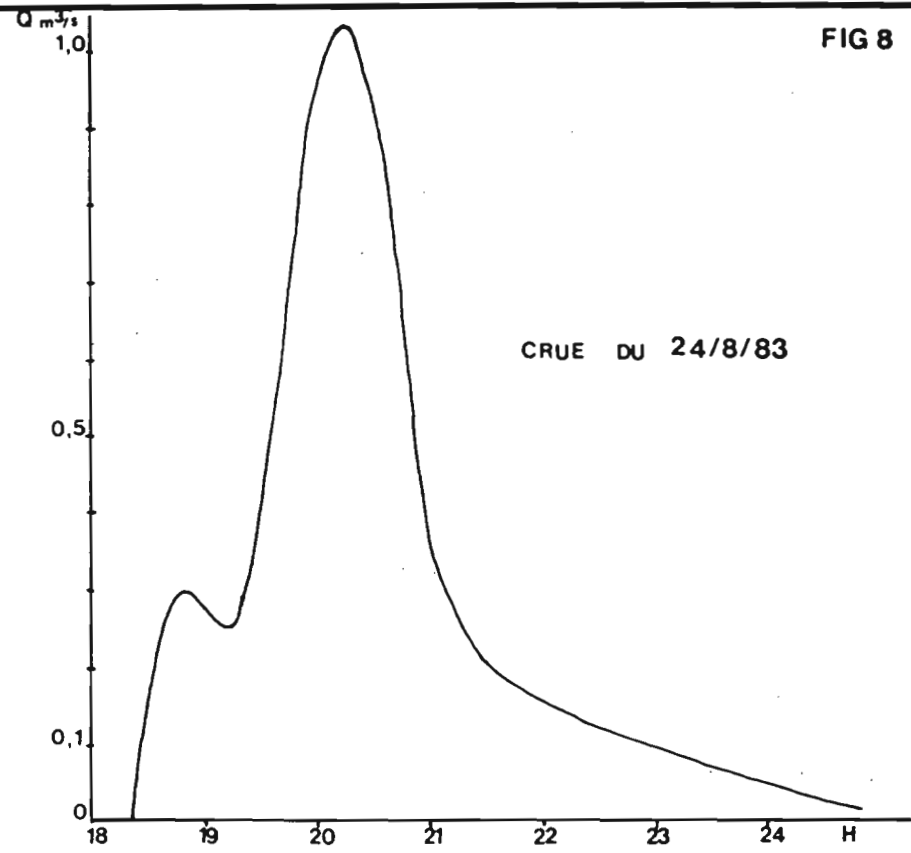


FIG 8



### 4.3.2 Bassin versant de Thyssé (S<sub>2</sub>)

Il s'agit du plus petit des trois bassins. Les crues enregistrées à cette station sont au nombre de sept, dont celle du 13 juillet, et leurs caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 7 :

Date	P moyenne (mm)	T <sub>m</sub> (mm)	T <sub>b</sub> (heure)	Q max (m <sup>3</sup> /s)	V <sub>r</sub> (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
7/7/83	10.4	9	1 H 15	0.031	0.0315
13/7/83*	44.1	18	1 H 40	2.0	3.85
24/8/83	69.3	Complexe	2 H 30	0.425	1.58
29/8/83	35.5	20	1 H 40	0.4	0.86
9/9/83	43	14	2 H	0.152	0.315
11/9/83	20.5	12	1 H 20	0.16	0.160
12/10/83	11.6	12	1 H	0.022	0.054

\* : Rappel.

La crue du 20 juillet n'a pas été enregistrée, les dégâts du pan gauche du déversoir n'ayant pas encore été réparés après la crue du 13/7. Exceptées les crues du 13 et 20 juillet, toutes les autres crues ont été enregistrées dans les conditions normales puisque celle du 7/7 a eu lieu avant la cassure et les autres se sont produites après la reconstruction du déversoir.

A préciser aussi qu'il n'y a qu'un seul pluviographe sur ce bassin et que la pluie moyenne est celle enregistrée à cette station.

Ce tableau met en évidence la faiblesse des débits maximums dont le plus fort est de 0,425 m<sup>3</sup>/s. Mais si on compare les débits des crues des 24/8 et 29/8, d'une part, et ceux des crues des 9/9 et 11/9 d'autre part, on constate qu'ils sont à peu de choses près égaux pour une pluie de moitié inférieure. Ceci est dû à la saturation du sol avec les averses ayant généré les crues des 29/8 et 11/9.

Le temps de réponse du bassin est de 10 mn, mais il faut tenir compte du temps de concentration de l'eau avant le franchissement du seuil qui marque le début de l'hydrogramme. Les hydrogrammes de ces six crues sont représentés dans les figures 9 et 10.

#### 4.3.3 Bassin versant de Ndièrguène (S<sub>3</sub>)

D'une superficie de 1,2 km<sup>2</sup> environ, ce bassin est le plus méridional. Le déversoir qui le contrôle ayant été affecté par la crue du 13 juillet et laissé tel quel pendant toute la saison, seules trois crues y ont été enregistrées. Les débits maximums observés restent très inférieurs aux débits réels compte tenu de la déviation d'une partie de l'écoulement avant l'exutoire. Le 11 août, en même temps que le déversoir de Thyssé (S<sub>2</sub>), une diguette en terre et en briques a été construite pour dévier l'écoulement vers le déversoir, mais elle a été emportée par la crue du 24.

Dans le tableau 8 ci-dessous sont consignées les caractéristiques de ces trois crues.

Tableau 8 :

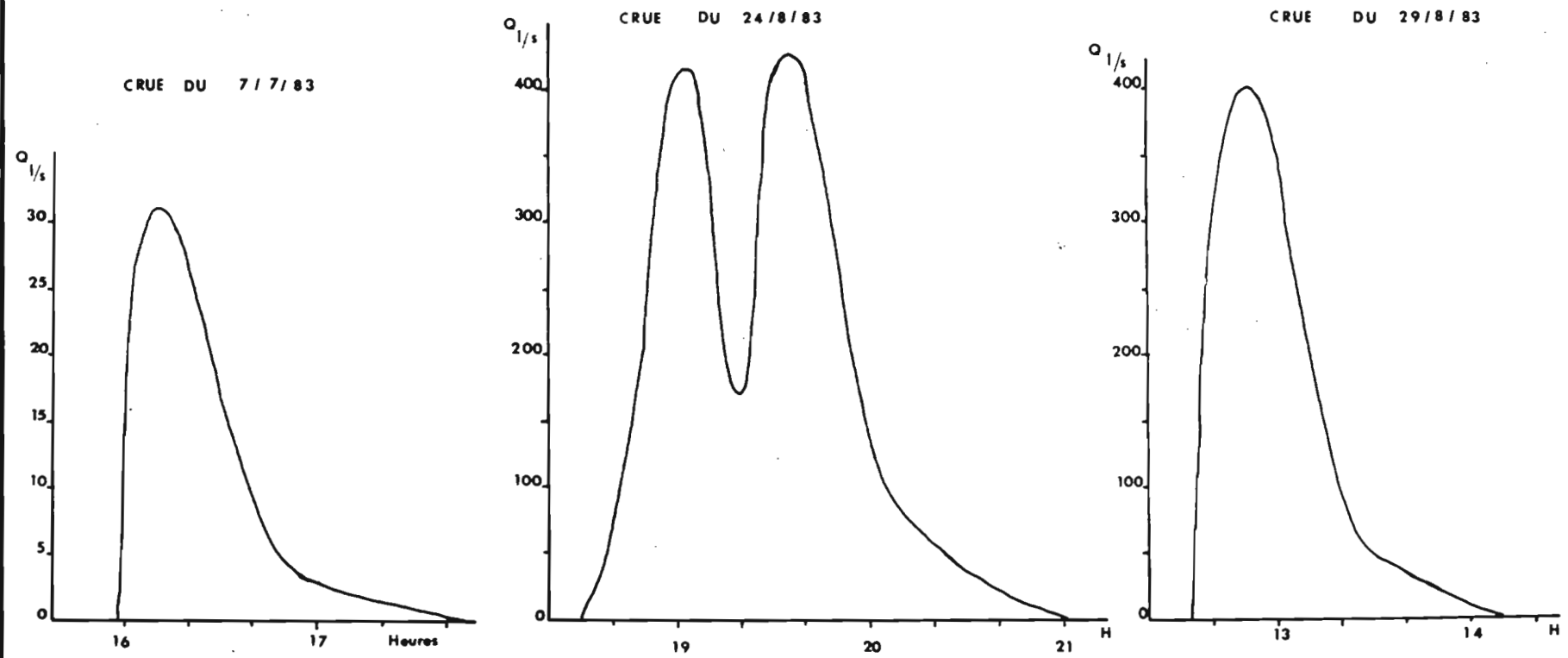
Date	P max (mm)	P moy (mm)	K	T <sub>m</sub> (mn)	T <sub>b</sub> (h)	Q max m <sup>3</sup> /s	V <sub>r</sub> (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
13/7/83*	81.9	78.85	0.96	20 mn	2 H 06	2.4	6.3
20/7/83	28.8	27.2	0.90	11 mn	1 H 20	0.110	0.225
24/8/83	49.9	43.8	0.88	15 mn	1 H	0.080	0.170
9/9/83	25.1	23.8	0.95	15 mn	1 H 20	0.09	0.210

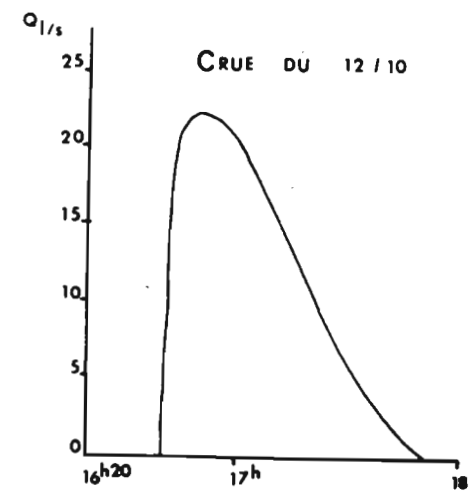
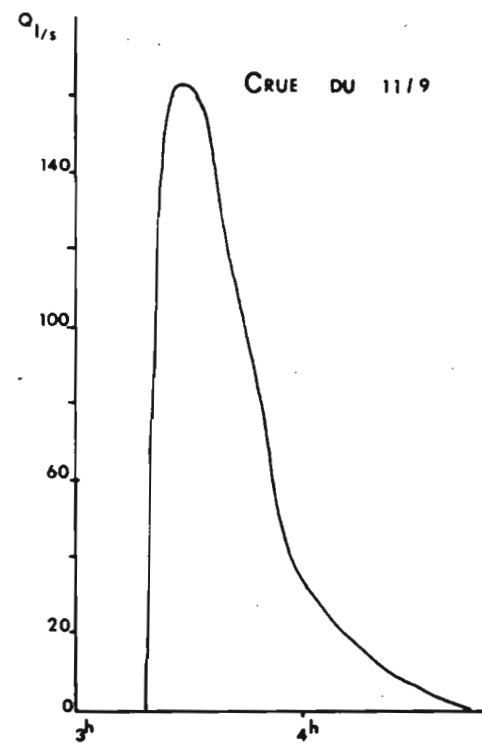
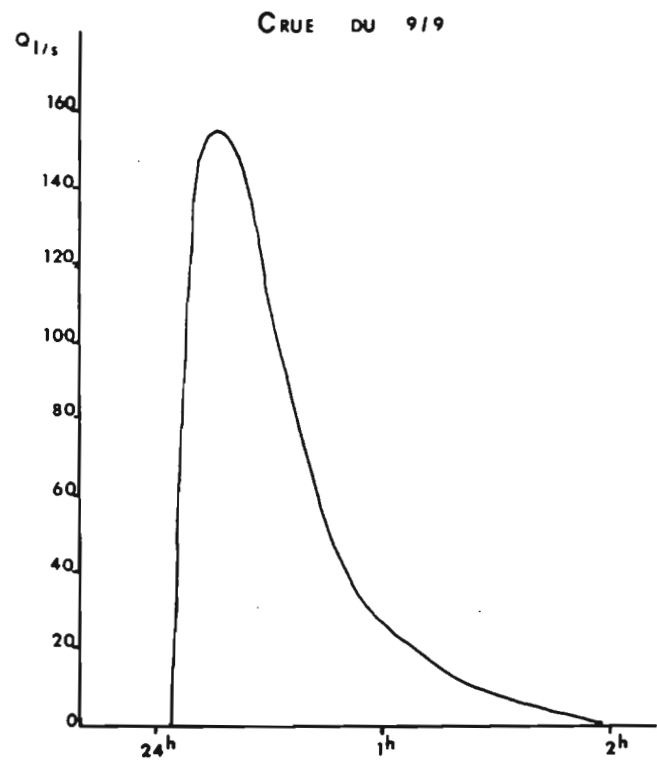
\* : Rappel.

Le temps de réponse est de 15 mn mais la réserve émise pour le bassin de Thyssé (S<sub>2</sub>) reste valable pour ce bassin de Ndièrguène.

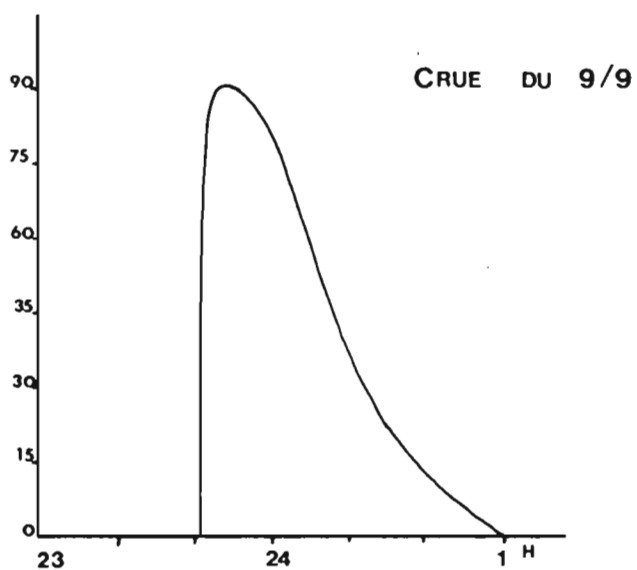
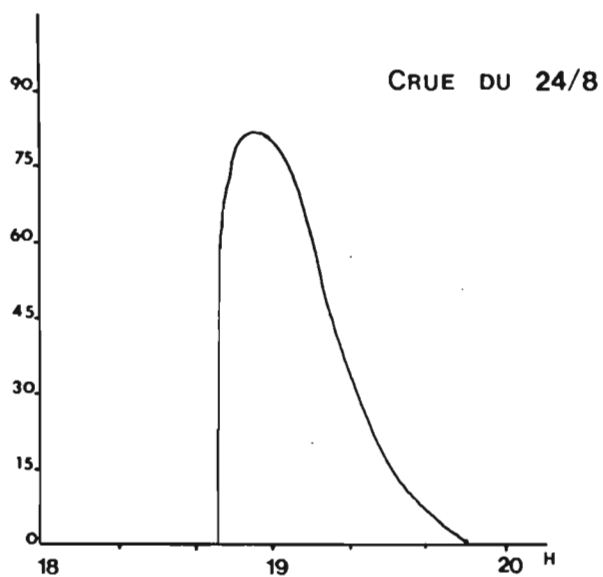
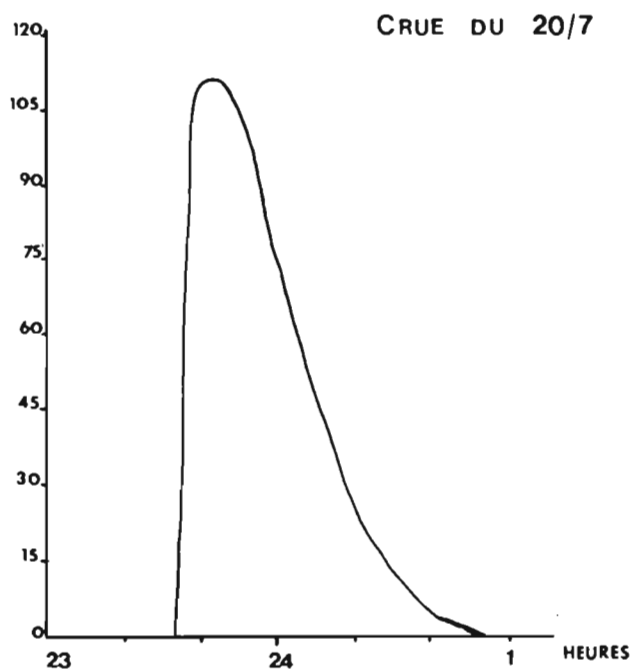
La figure 11 présente les hydrogrammes des trois crues.

HYDROGRAMMES DES CRUES A LA STATION S<sub>2</sub>









## 5. BILAN DE L'ECOULEMENT ANNUEL

Le tableau 9 suivant récapitule les éléments de ce bilan que sont la pluie moyenne annuelle, le volume d'eau écoulé et le module annuel.

Tableau 9 :

Caractères Bassins	Pluie moyenne (mm)	$V_r$ ( $10^3 \text{ m}^3$ )	Débit max $\text{m}^3/\text{s}$	Module annuel (l/s)	
Bassin n° 1 (S <sub>1</sub> )	398	157.49	35	5	) valeurs connues ) par défaut. )
Bassin n° 2 (S <sub>2</sub> )	407	6.851	2.0	0.22	
Bassin n° 3 (S <sub>3</sub> )	416	6.91	2.4	0.22	

Ce bilan reste incomplet car une meilleure connaissance des caractéristiques morphométriques des bassins versants aurait permis de déterminer la valeur de la lame d'eau écoulée, le déficit d'écoulement et le coefficient d'écoulement.

Il reste cependant que le module annuel ici déterminé pour les petits bassins S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> est largement inférieur au module réel si l'on tient compte des volumes d'eau ayant échappé à l'observation.

### Conclusion

A l'issue de cette analyse faite sur des données très incomplètes tant sur la pluviométrie que sur les observations hydrologiques, il faut signaler que les valeurs ou estimations avancées ci-dessus ne peuvent donner que des ordres de grandeurs qui n'autorisent aucune conclusion définitive. Mais cette année 1983 aura permis de cerner les difficultés à surmonter pour une meilleure connaissance hydrologique de ces bassins.

La campagne prochaine permettra de mieux saisir toutes les caractéristiques tant physiques qu'hydrologiques de ces bassins versants.