

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

▼
Service hydrologique

RÉPUBLIQUE DU NIGER
▼
MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE RURALE

▼
Service du Génie Rural

OBSERVATIONS ET MESURES HYDROLOGIQUES
sur les bassins versants de la région de TAMASKE



BASSIN REPRÉSENTATIF DE KOUNTKOUZOUT

Rapport définitif des campagnes 1964, 1965 et 1966

par

G. VUILLAUME

Ingénieur hydrologue à l'O.R.S.T.O.M.

OFFICE de la RECHERCHE
SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE
OUTRE-MER

Service Hydrologique

REPUBLIQUE du NIGER

MINISTÈRE de l'ÉCONOMIE RURALE

Service du Génie Rural

Convention 64 - 8 - GR

OBSERVATIONS et MESURES HYDROLOGIQUES
sur les Bassins Versants de la Région de TAMASKE

Le BASSIN REPRESENTATIF de KOUNTKOUZOUT

Rapport définitif des campagnes : 1964, 1965 et 1966

Par

G. VUILLAUME

Ingénieur Hydrologue ORSTOM

PARIS 1967

S O M M A I R E

	Pages
<u>CHAPITRE I - Le MILIEU REGIONAL</u>	3
1.1 - DONNEES GEOGRAPHIQUES	3
1.1.1 - Situation Générale	3
1.1.2 - Géologie - Pédologie	3
1.1.3 - Végétation	5
1.1.4 - Population	5
1.2 - DONNEES CLIMATOLOGIQUES	6
1.2.1 - Températures - Hygrométrie - Evaporation - Vents	7
1.2.2 - Pluviométrie interannuelle	9
 <u>CHAPITRE II - REALISATION du PROGRAMME : EQUIPEMENT et MESURES de DEBITS</u>	 11
2.1 - EQUIPEMENT	11
2.1.1 - Choix des bassins	11
2.1.2 - Equipement pluviométrique	12
2.1.3 - Equipement hydrométrique de ruissellement	13
2.1.4 - Equipement hydrométrique d'érosion	15
2.2 - CARACTERES PHYSIQUES des DIVERS BASSINS EQUIPES	19
2.3 - ETALONNAGE des DIVERSES STATIONS	26
2.3.1 - Station Principale	26
2.3.2 - Station Secondaire	35
2.3.3 - Station Barrage	39
2.3.4 - Déversoirs des fosses à sédiments	41

	Pages
<u>CHAPITRE III - OBSERVATIONS</u>	44
3.1 - Les PRECIPITATIONS	44
3.1.1 - Répartition annuelle	45
3.1.2 - Répartition mensuelle	46
3.1.3 - Répartition journalière	47
3.2 - Le RUISSELLEMENT	50
3.2.1 - Caractéristiques des crues	51
3.2.2 - Importance des crues	60
3.2.3 - Forme des crues	63
3.2.4 - Coefficient de ruissellement	64
3.3 - TRANSPORT de SEDIMENTS	65
3.3.1 - Technique des mesures	66
3.3.2 - Résultats	67
<u>CHAPITRE IV - INTERPRETATION des DONNEES OBSERVEES</u>	70
4.1 - Le RUISSELLEMENT à la STATION PRINCIPALE	70
4.1.1 - Recherche d'un hydrogramme type	70
4.1.2 - Estimation des crues exceptionnelles	73
4.2 - BILANS HYDROLOGIQUES aux TROIS STATIONS de RUISSELLEMENT	74
4.3 - BILAN de l'EROSION	79

ANNEXES

Le Gouvernement de la République du NIGER, poursuivant sa politique de mise en valeur des surfaces cultivables à forte implantation humaine, s'est naturellement intéressé à la région dite "Vallées de l'ADER-DOUTCHI".

En ce qui concerne plus particulièrement l'hydrologie, le Ministère de l'Economie Rurale a, en 1965, chargé l'ORSTOM d'effectuer 3 campagnes d'études d'hydrologie de ruissellement dans les vallées de KEITA et de BADEGUICHERI. Ces études sont en cours d'exécution et font l'objet de publications distinctes (1).

Mais avant d'entreprendre des aménagements hydrauliques sur des bassins versants de superficie variant de 10 à 1 600 km², il était indispensable de posséder quelques données de base sur l'érosion qui sévit intensément dans cette région.

Ce phénomène, bénéfique par les apports de sédiments dans les vallées est, par contre, néfaste par la dégradation des zones à moyenne et forte pente et par l'engrèvement rapide des retenues.

Il importait donc, sur un bassin d'une quinzaine de km², suffisamment représentatif de la région, d'effectuer toute une série d'études sur le ruissellement et sur l'érosion (transports solides en suspension, charriage de fond).

En conséquence, le Ministre de l'Economie Rurale du NIGER, représenté par le Chef de Service du Génie Rural, a chargé l'ORSTOM, par Convention n° 48-GR, d'un programme de 3 années (1964-1965-1966) d'observations et mesures hydrologiques sur les bassins versants de la région de TAMASKE. Le choix du bassin représentatif s'est porté sur celui de KOUNTKOUZOUT.

Il a été convenu d'installer 3 stations de mesures de ruissellement, 5 fosses à sédimentation et un réseau d'observation pluviométrique.

(1) Consulter à ce sujet les rapports ORSTOM

- Etude hydrologique des vallées de l'ADER-DOUTCHI
Résultats de la mission préliminaire 1965
- Vallées de l'ADER-DOUTCHI - Etude hydrologique par
P. CHAPERON - Résultats de la campagne 1966.

Le présent rapport rend compte des observations effectuées au cours des 3 années par l'ORSTOM.

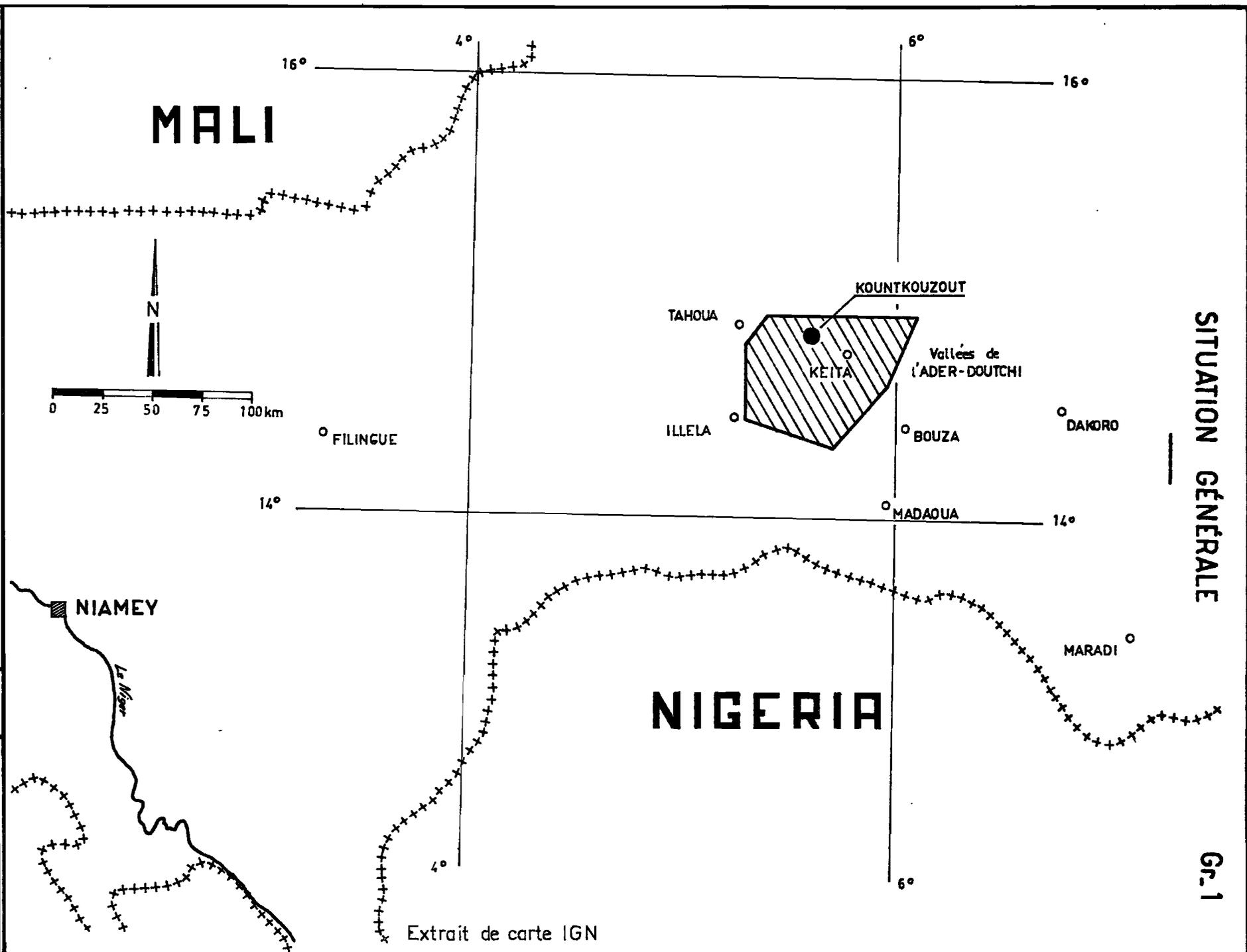
Sous la direction de Gabriel VUILLAUME, les travaux de terrain ont été effectués en 1964 par Michel CHALON (présent du 28 Juin au 4 Décembre sur le terrain), en 1965 (1er Avril-22 Octobre) et 1966 (21 Mai-10 Octobre) par Daniel MEHEUT auquel a été adjoint pour la 3ème campagne BEDOU BAGNAN, agent technique nigérien (19 Mai-15 Septembre). Cette équipe a été secondée sur le terrain de manière temporaire par :

P. JARRE et P. LEDUC chargés des études de l'ADER-DOUTCHI

G. DUBEE chargé du réseau régional, basé à MARADI.

Les dépouillements des mesures ont été effectués en partie par BOUCHARD et GUINET, ingénieurs de la Coopération Technique à titre militaire auprès du Génie Rural.

Ce rapport présente des conclusions. Ces dernières manquent un peu de précision étant donné la qualité modeste d'information collectée en 3 ans (2 seulement pour l'érosion). Pour améliorer ces résultats, l'ORSTOM a décidé d'entreprendre une 4ème campagne en 1967, dans le cadre de son propre programme de recherches.



SITUATION GÉNÉRALE

Gr. 1

Extrait de carte IGN

CHAPITRE I

Le MILIEU REGIONAL

1.1 - DONNEES GEOGRAPHIQUES -

1.1.1 - Situation Générale (Gr. n° 1) -

La bassin versant de KOUNTKOUZOUI, faisant partie du complexe physique des Vallées de l'ADER-DOUTCHI, est situé aux coordonnées :

5° 36' de longitude ~~Ouest~~

14° 51' de latitude Nord,

à une quarantaine de kilomètres à l'Est de TAHOUA, en bordure de la piste à praticabilité intermittente joignant TAHOUA à KETTA.

Le marigot principal (contrôlé par une station hydrométrique) drainant l'intégralité du bassin (16,57 km²) n'effectue aucun apport dans le lit principal de la vallée de KETTA ; suivant le schéma classique des Vallées Sèches, le débit des crues, élevé en tête de bassin, tend rapidement à s'amortir puis à s'annuler.

1.1.2 - Géologie - Pédologie (★)

L'ADER-DOUTCHI qui fait partie du bassin qui drainait l'AÏR vers le NIGER est caractérisé par ses affleurements Eocènes et son isolement hydrographique dû à un relief de cuesta aux rencontres des formations

(★) : G. BOCQUIER et M. GAVAUD : Etude pédologique de l'ADER-DOUTCHI - Rapport général - ORSTOM - Déc. 1964

SOGETHA : "Aménagement régional de l'ADER-DOUTCHI MAGGIA-3ème partie Etude pédologique de détail" Ministère de l'Economie Rurale NIGER-GRENOBLE-FRANCE.

tendres d'amont (dépôts continentaux et marins d'âge Crétacé) et des grès durs ferrugineux du plateau (Continental Terminal inférieur).

L'ensemble comprend donc trois niveaux géologiques superposés

- le Crétacé supérieur : série de grès, d'argiles et de sables fins à teinte foncée et texture fine, en partie supérieure (Uppersandstones).
- l'Eocène : série calcaire (épaisseur 35 m) avec intercalations marno-argileuses.
- le Continental Terminal : (épaisseur 50 m) composé de grès ferrugineux à colithes et de niveaux argileux.

Ces trois étages géologiques superposés présentent des résistances très différentes à l'érosion ; leur pendage général est axé NE-SW et il est de l'ordre de 3 %.

En première approximation, le schéma morphologique se présente de la façon suivante :

- le plateau périphérique, très découpé, caractérisé par des affleurements discontinus de divers grès ferrugineux en pavage, équivalant à des regs, et quelques dépôts éoliens sableux.
- les pentes constituées d'éboulis des grès ferrugineux du plateau, des terrains marno - calcaires éocènes des versants, les grès fins et argiles du Crétacé se trouvant au bas des pentes.
- le thalweg principal est occupé par des sols tropicaux brun-rouge sur alluvions anciennes en tête de vallée, moins évolués à l'aval et constitué par des "dépôts de remplissage ancien des vallées".
- les thalwegs affluents, plus ou moins bien marqués suivant la nature des terrains, et même reproduisant parfois, à cette échelle, le système des "vallées sèches" (phénomène particulier au bassin de la station secondaire).

En ce qui concerne plus particulièrement le bassin de KOUNTKOUZOUT, notons que les termes marins de l'Eocène ont une grande importance. En amont, il y a dominance de sols brun-rouge et de sols peu évolués à tendance brun-rouge ; en aval, ce sont les sols bruns, bruns tirsifiés, calcomagnésimorphes qui dominent. Sur la rive droite, les sols sont profonds ; sur la rive gauche, ils sont plus minces, plus érodés et squelettiques.

Le fond de la vallée en amont est plus ou moins ensablé par les apports de ruissellement.

La texture dominante est limono-argilo-sableuse ; la présence d'humus est variable ; quelques sols se sont constitués sur des dunes sableuses éoliennes.

1.1.3 - Végétation -

Dans la vallée : disparition progressive de la végétation naturelle (Acacias) du fait de l'occupation humaine et de l'érosion, ce dernier facteur étant particulièrement sensible sur les berges du marigot principal lors des fortes crues. Proportion assez importante de cultures vivrières (mil et sorgho) dans la partie basse et moyenne du bassin.

Sur les pentes des versants : végétation arbustive clairsemée sans aucun pouvoir anti-érosif.

Sur le plateau : essentiellement "brousse tigrée", c'est-à-dire une succession de bandes dénudées alternant avec des bandes de bouquets d'épineux (Acacias).

1.1.4 - Population -

La fertilité des vallées de l'ADER-DOUTCHI a conditionné une implantation très dense de la population (en regard de la densité moyenne au Sud du 16ème parallèle). Le village de KOUNTKOUZOUT proprement dit se trouve à environ 800 m du marigot principal, à mi-pente de la séparation des deux vallées principales (Est et Ouest) en dehors du bassin versant étudié (vallée Est).

Le village, de moyenne importance, possède deux hameaux (villages de culture) d'occupation temporaire, sur le bassin étudié ; ces hameaux sont situés naturellement sur des zones cultivées. L'immédiate proximité du village est pratiquement inculte en raison du déboisement en cercle de rayon de plus en plus grand, et de cultures intensives sans régénération ; le même phénomène se remarque (à degré moins important) aux alentours des villages de culture.

Contrairement à la vallée de la MAGGIA et à certaines vallées de l'ADER-DOUTCHI, il n'y a eu que très peu de tentatives artisanales de limitation de l'érosion par banquettes.

L'intégralité des surfaces cultivables n'étant pas exploitée, le phénomène de dégradation n'est pas encore préoccupant mais il pourrait avoir des conséquences fâcheuses dans l'avenir s'il n'était pas mis en route, dès maintenant, un programme de conservation du sol.

1.2 - DONNEES CLIMATOLOGIQUES -

La région de KOUNTKOUZOUT, comme les vallées de l'ADER-DOUTCHI, est soumise au climat Sahélien Sud caractérisé par :

- une courte saison des pluies (Juin-Octobre)
- une longue saison sèche partagée entre :
 - . une période relativement fraîche et très sèche (Novembre-Février)
 - . une période chaude et sèche (Mars-Mai).

La station synoptique la plus proche est celle de TAHOUA (à 40 km à l'Ouest de KOUNTKOUZOUT), située sur la même isohyète 400 mm que le bassin représentatif.

Les postes pluviométriques de KEITA, TAMASKE, etc... n'ont pas une ancienneté suffisamment élevée pour que les résultats en soient exploitables utilement.

1.2.1 - Températures - Hygrométrie - Evaporation - Vents -

Le minimum des températures diurnes a lieu en Décembre et Janvier (30 à 31°) et le maximum en fin de saison sèche, Avril et Mai (40 à 41°), avec un rafraîchissement au milieu de la saison des pluies (31°). Les températures nocturnes suivent le même cycle, avec minimum en Décembre et Janvier (14 à 15°) et maximum en Mai (26 à 27°). Les écarts journaliers sont de 15 à 17° en saison sèche et de 9° en Août. L'évaporation au PICHE a naturellement son maximum au plus fort de la saison sèche, en Mars (15 mm/jour) et son minimum en pleine saison des pluies, en Août (3,5 mm/j).

L'humidité relative est maximale en Août (95 % à 6 h, 60 % à 12 h) et minimale en Février-Mars (30 % à 6 h, 10 % à 12 h).

Les vents sont généralement faibles. Venant du quart N.E. en fin de saison sèche (Harmattan), ils s'inversent pour venir du quart S.W. en saison des pluies. Plus de 50 % des vents ont une vitesse de 2 à 4 m/s, et près de 15 % de 7 à 14 m/s. Notons qu'une vitesse supérieure à 5 m/s est susceptible de déclencher l'érosion éolienne ; en raison de l'importance de ce facteur, nous donnons quelques valeurs de fréquence relative des vents diurnes d'intensité donnée (en pourcentage).

Les observations recueillies à la station de TAHOUA de 1953 à 1960 sont consignées dans le tableau n° 1, avec les symboles suivants :

- \bar{T}_x moyenne des températures maximales journalières (en °C)
- \bar{T}_n moyenne des températures minimales journalières (en °C)
- T_m moyenne mensuelle des températures moyennes journalières (en °C)
- E évaporation moyenne journalière Piche (en mm)
- U % humidité relative (en %).

Tableau 1

DONNEES CLIMATIQUES de TAHOUA (MOYENNE 1953-1960)

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne ou Total
Températures	T _x en °C	31,8	34,9	37,5	40,6	40,1	37,9	33,6	31,5	34,1	37,7	36,3	32,4	35,7
	T _n en °C	15,3	17,5	22,0	24,6	26,5	25,2	23,1	22,2	22,5	21,7	19,4	16,3	21,4
	T _m en °C	23,5	26,2	29,7	32,6	33,3	31,5	28,3	26,8	28,3	29,7	27,8	24,3	28,5
Evaporation "Piche"	E en mm	12,2	14,4	15,8	14,9	12,7	9,7	5,9	3,4	4,6	9,2	12,5	12,5	10,6
Humidité relative	U %	16,3	13,1	12,4	17,5	31,5	46,6	62,7	72,9	65,3	36,1	19,1	18,3	
Vents	Nature													
	Vents de sable (nb. jours)	0,37	0,25	0,25	0,50	1,38	1,25	0,37	0	0,12	0,12	0	0,12	4,75
	Orientation													
	Vents NE à E %	73				16,9			0,3					
	Vents W à S %	1,6				52			74,5					
	Vents calmes %	7				7			9,5					
Vitesses (fréquence relative)	0 - 1 m/s	7				7			10					
	2 - 4 m/s	49				53			60					
	5 - 6 m/s	30				26			22					
	7 - 14 m/s	14				13,6			7,6					
	15 - 21 m/s	0				0,3			0,4					
	> 21 m/s	0				0,1			0					

1.2.2 - Pluviométrie Interannuelle (1) -

La station pluviométrique de TAHOUA, en 38 années d'observations donne les résultats suivants :

- pluviométrie moyenne interannuelle = 397 mm
- pluviométrie de fréquence décennale, année sèche = 280 mm
- pluviométrie de fréquence quinquennale, année sèche = 320 mm
- pluviométrie de fréquence quinquennale, année humide = 480 mm
- pluviométrie de fréquence décennale, année humide = 535 mm
- pluviométrie journalière, fréquence annuelle = 41 mm
- pluviométrie journalière, fréquence décennale = 79 mm
- distribution mensuelle moyenne :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0	0	0	3	18	50	115	148	61	12	0	0

donc en Juin 8 à 10 %
en Juillet 25 à 30 %
en Août 35 à 40 %
en Septembre 12 à 15 %

Compte tenu de l'étude de référence et de la représentativité spatiale de TAHOUA, on peut admettre pour le bassin de KOUNTKOUZOUT :

400 mm de pluviosité moyenne annuelle
85 mm de précipitation journalière décennale
45 mm de précipitation journalière annuelle.

En outre, de la même étude, on a extrait les relations intensités-durées de récurrence annuelle et décennale, qui sont données ci-après :

(1) : Renseignements tirés de : "Etude Générale des Averses Exceptionnelles en AFRIQUE Occidentale - République du NIGER" - par Y. BRUNET-MORET - Juin 1963.

Fréquence	Annuelle	Décennale
Temps de référence	Intensité mm/h	Intensité mm/h
10 minutes	96	129
15 -	81	113
20 -	69	97
25 -	61	87
30 -	55	79
35 -	52	73
40 -	49	69
45 -	46	65
50 -	42	62
60 -	36	56
90 -	26	42
2 heures	20	33
3 heures	14	23

L'étude pluviométrique des 3 années 1964, 1965 et 1966 est présentée dans le 3ème chapitre.

CHAPITRE II

REALISATION du PROGRAMME : EQUIPEMENT et MESURES de DEBITS

2.1 - EQUIPEMENT -

2.1.1 - Choix des bassins -

Le principe de l'étude avait été admis dès 1962 par le Service du Génie Rural qui hésitait alors entre le bassin choisi et celui de TAMASKE situé immédiatement à l'Est de KOUNTKOUZOUT. La décision définitive a été prise en 1963 : étude de ruissellement et d'érosion avec programme futur de D.R.S. (défense et restauration des sols) sur les périmètres de KOUNTKOUZOUT.

En raison de ce projet d'aménagement, nous avons décidé, en accord avec l'Administration, d'implanter les stations de mesure directement sur ces périmètres, une station hydrométrique principale contrôlant la totalité du bassin.

Ces périmètres de D.R.S. sont répartis comme suit (voir gr. 2) :

zone A - conservation des sols	S = 19,2	ha	
zone B - conservation + épandage	S = 90,8	ha	
zone C - restauration	S = 29,6	ha	
zone D - restauration + reboisement	S = 54	ha	pour D ₁
		37,6	ha pour D ₂
		8	ha pour D ₃

L'équipement hydropluviométrique tient compte de ces projets d'aménagement :

3 stations hydrométriques

6 stations complètes hydrométriques et de mesures des débits solides en suspension et par charriage dans des fosses à sédiments, d'où la dénomination de fosse n°...

Un réseau pluviométrique.

Le schéma général d'implantation est donné sur le graphique n° 3. On y remarque que la limite du bassin principal coïncide généralement avec le rebord de falaise du plateau, sauf à l'extrémité amont Nord où cette limite topographique empiète sur le plateau. En fait, cette zone de plateau- $1,7 \text{ km}^2$ - n'est pas active sous l'angle du ruissellement et la superficie du bassin utilisée - $16,57 \text{ km}^2$ - n'en tient pas compte.

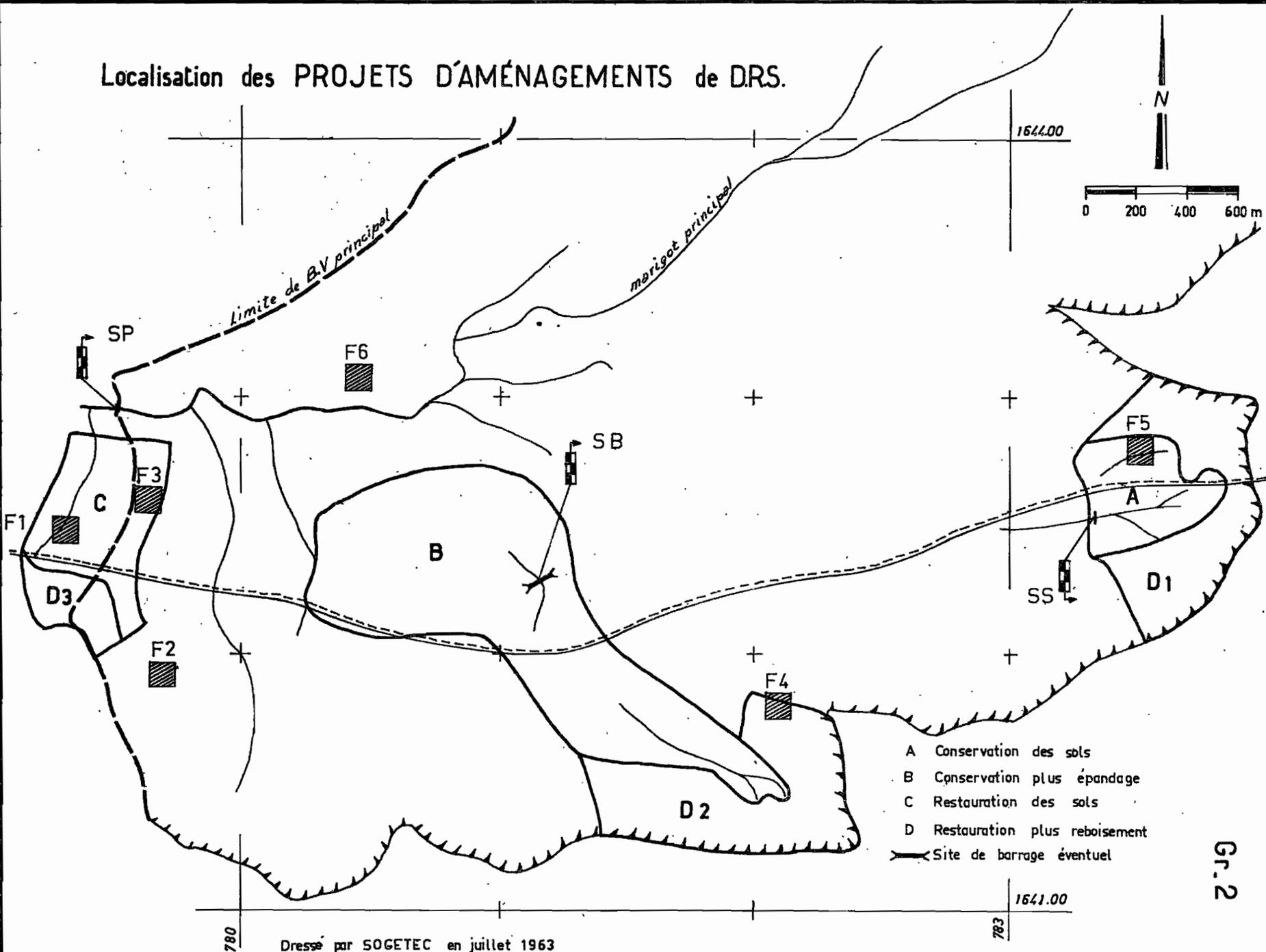
On peut ajouter que les affluents de rive gauche, sur lesquels sont installées des stations, ne rejoignent pas le marigot de KOUNTKOUZOUT, se perdant dans les sables ; cet endoréisme local affecte environ $4,5 \text{ km}^2$ réduisant donc à 12 km^2 environ la partie réellement active du bassin de KOUNTKOUZOUT.

2.1.2 - Equipement Pluviométrique -

Pendant la campagne 1964, il a été installé :

- .3 pluviographes CERF à augets basculeurs (à révolution journalière) situés :
 - PE 1 à l'intérieur du triangle formé par les fosses 1, 2 et 3 (1er Juillet)
 - PE 2 (5 Août) entre la fosse 5 et la Station Secondaire
 - PE 3 (20 Août) au centre du bassin versant complet
- .8 pluviomètres Association répartis sur l'ensemble du bassin (n° 1-2-3-5 les 1 et 2 Juillet, n° 4-6-7-9 le 3 Juillet)
- .1 pluviomètre totalisateur dans le village de KOUNTKOUZOUT (en Juin).

Localisation des PROJETS D'AMÉNAGEMENTS de DRS.



Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

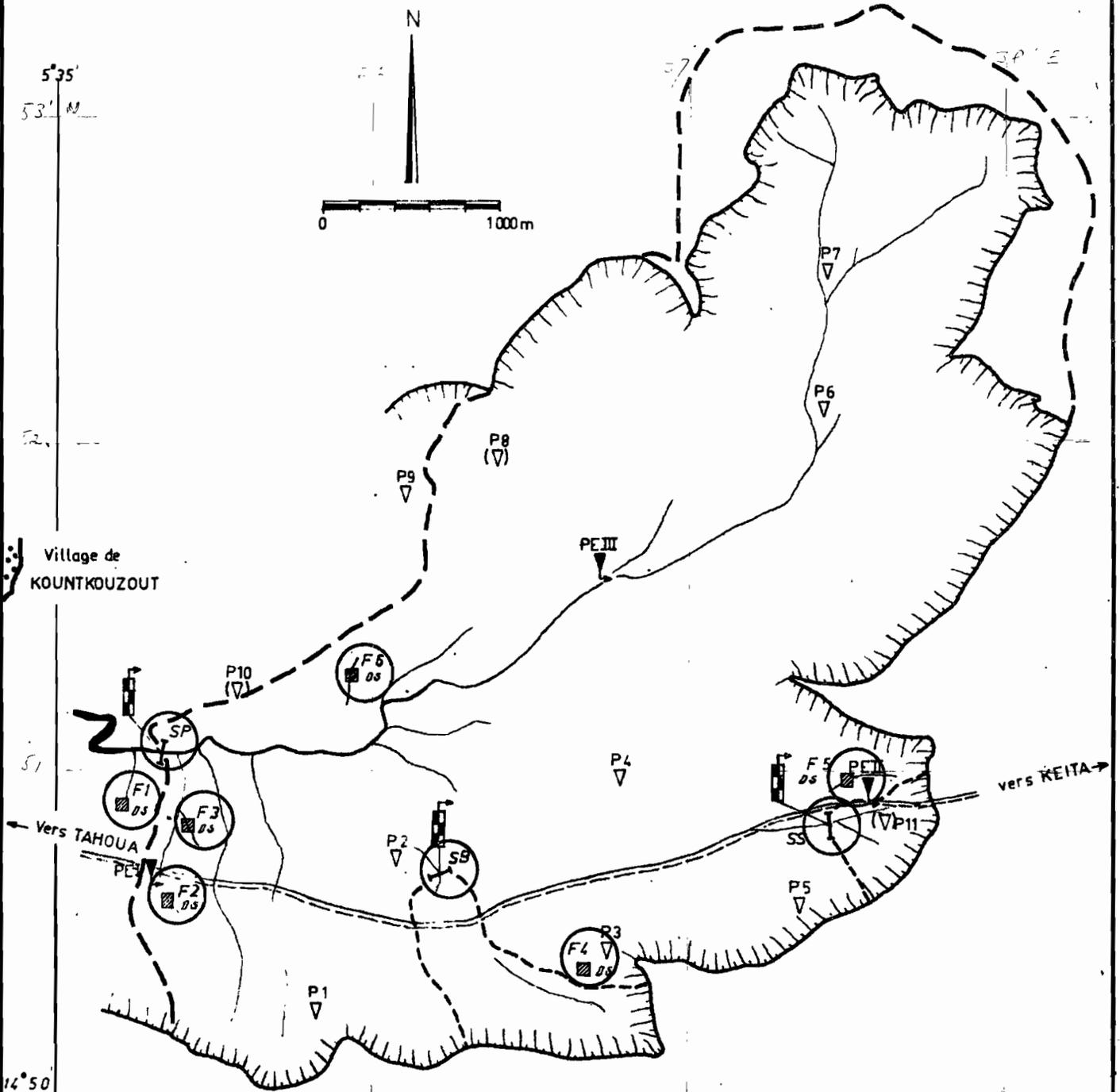
27.9.67
J.P.

NIG-71719

Dressé par SOGETEC en juillet 1963

Gr.2

Schéma d'implantation



- X Station hydrométrique SP_SB_SS
- F. Fosse à sédiments .DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ⌋ Pluviographe
- ⌋ Limnigraphe
- Limite de bassin
- ⌋⌋⌋ Rebord de falaise du plateau

Les pluviomètres 8,10 et 11 ont fonctionné à partir de 1965 jusqu'à 1966

Pour les campagnes 1965 et 1966, 3 pluviomètres Association ont été ajoutés (mise en place 26 Avril 1965 et 21 Mai 1966 de tout l'équipement) et le pluviomètre totalisateur a été installé (Avril 1965) à côté de la case principale du personnel sise près de la Station Principale, entre les fosses 1 et 3.

2.1.3 - Equipement Hydrométrique de Ruissellement -

2.1.3.1 - Station Principale S.P. (16,57 km²) :

Le site de cette station a été choisi de façon à englober les 4 zones devant faire l'objet de D.R.S., mais les impératifs purement hydrologiques (nécessité de lit mineur rectiligne et suffisamment encaissé) ont entraîné la suppression d'une partie des zones C et D₃, cette partie étant néanmoins couverte partiellement par la fosse n° 1.

L'équipement comporte :

- un limnigraphe OTT X, monté sur une gaine métallique de 4 m, en R.G. (rotation 24 h, réduction 1/10)
- une échelle limnimétrique constituée de 3 éléments, à hauteur du limnigraphe
- une passerelle de jaugeage métallique (tubes Mills) de longueur 25 m sur laquelle ont été repérées 12 verticales de mesures (afin d'y effectuer des jaugeages par intégration) située à 16,3 m à l'aval du limnigraphe.

L'équipement définitif date du 31 Juillet 1964, après deux essais malheureux (6 et 16 Juillet) se soldant par une destruction du support de limnigraphe, de l'échelle, de la passerelle et du radier lors des très fortes crues des 10 et 20 Juillet 1964.

Les appareils furent transférés de RD en RG et le radier non reconstruit car il était cause de remous et d'affouillements trop violents. Remise en route de la station les 17 Mai 1965 et 21 Mai 1966.

- une seconde échelle limnimétrique constituée de 2 éléments, située à proximité de la passerelle (30 Juin 1965)
- une base pour mesures de vitesses superficielles avec flotteurs lestés (jaugeages au moulinet impossibles lors de grandes vitesses), constituée par deux lignes de repères (perpendiculaires au lit mineur), espacées de 140 mètres (30 Avril 1965)

2.1.3.2 - Station Secondaire S.S. (26,5 ha ou 0,265 km²) :

Cette station a été implantée sur la zone Est du projet de DRS, de façon à avoir une étude précise de ruissellement sur un bassin de très faible superficie. Son équipement, mis en place du 7 au 10 Juillet 1964, comprend :

- un limnigraphe OTT X, monté sur une gaine métallique de 2 m, en R.D. (rotation 24 h, réduction 1/10)
- une échelle limnimétrique constituée de 2 éléments
- une passerelle de jaugeage métallique (tubes Mills) de longueur 4 m sur laquelle ont été repérées 7 verticales de mesures pour jaugeages par intégration (seulement 4 verticales après le 18-7-1966 après déplacement de 10 m vers l'amont de la passerelle)
- une base pour mesures de vitesses superficielles avec flotteurs lestés
- un radier bétonné pour régularisation du lit à hauteur de la station de jaugeage (refait le 18-7-1966). Remise en route de la station les 17 Mai et 21 Mai 1966.

2.1.3.3 - Station Barrage S.B. (70,7 ha ou 0,707 km²)

La zone centrale B de D.R.S. prévoit une possibilité d'épannage à partir d'un barrage de retenue en raison de l'existence d'un site favorable. La station a été installée à cet endroit ; elle a été équipée du 27 au 30 Juillet 1964 de :

- une échelle limnimétrique de 2 éléments en R.D. doublée d'une échelle à maximum

La station a été remise en fonctionnement telle quelle le 17 Mai 1965. Le 21 Août 1965 l'équipement modifié comportait :

- une échelle limnimétrique de 2 éléments, cette fois en R.G. plus basse de 0,32 m.
- un limnigraphe OTT X sur gaine métallique de 3 mètres (rotation 24 h et réduction 1/10).
- une station de jaugeage à profil rectangulaire :

canalisation de l'écoulement sur 4,10 m de largeur, par une digue en pierre et maçonnerie de 11 mètres de longueur en R.G. et 7 m en R.D. avec passerelle de jaugeage sur laquelle ont été repérées 7 verticales de mesures pour jaugeages par intégration.

Remise en route de la station sans modification, le 21 Mai 1966.

2.1.4 - Equipement Hydrométrique d'Erosion -

2.1.4.1 - Implantation des stations :

A la mise en route de l'étude, il avait été prévu de construire 5 stations de mesures (voir Gr. n° 2) :

- Sur la zone Ouest C (Gr. 4) :

- fosse n° 1 (3,52 ha) : draine un terrain de glacis alluvionnaires avec une faible proportion de grès fins et d'éboulis au sommet du bassin. Le sol du glacis limono-argilo-sableux est d'une série calcocognésimorphe peu épaisse reposant sur le calcaire Eocène.

- fosse n° 2 (6,10 ha) : partagée en proportion sensiblement égale entre une zone de glacis et une zone latéritique (éboulis, etc...), le sol est du type minéral brut (lithosol sur calcaire Eocène) donc moins évolué que celui de F1.

- fosse n° 3 (3,55 ha en 1965 ; 2,62 ha en 1966) : uniquement sur du reg ; le bassin de cette fosse ayant un relief peu accidenté (hormis la pente générale) a nécessité une délimitation artificielle par murette colmatée à la latérite (pour la campagne 1966) afin d'éviter une dispersion de l'écoulement sur les bassins adjacents. Même sol calcomagnésimorphe reposant ici sur des cailloux issus des grès ferrugineux.

- Sur la zone centrale B (Gr. 5) :

- fosse n° 4 : située, par erreur, sur un bassin versant de superficie trop faible et très mal défini, elle a été rapidement abandonnée car elle n'a jamais enregistré de ruissellement conséquent.

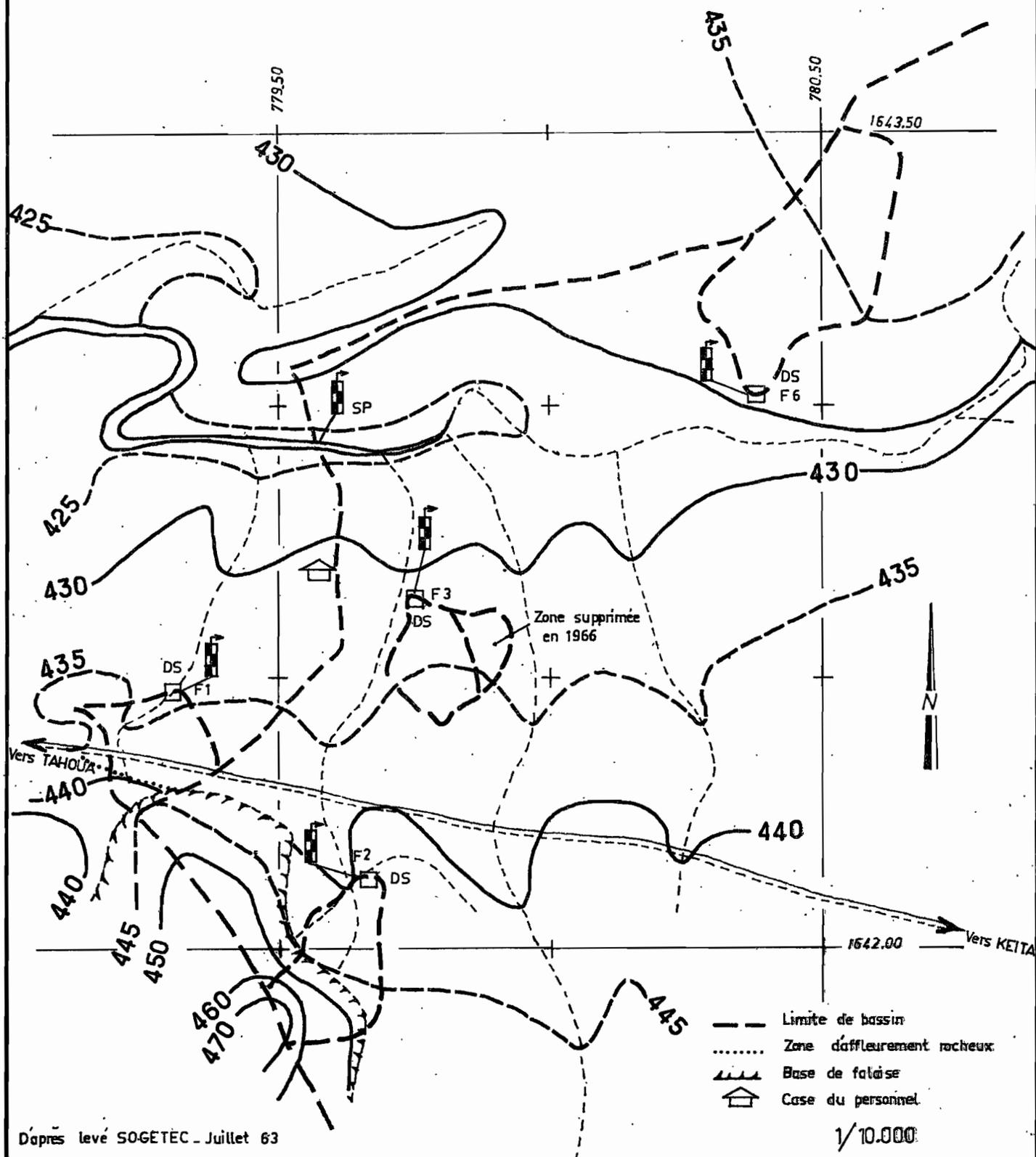
- Sur la zone Est A (Gr. 5) :

- fosse n° 5 (10,5 ha) : même nature de terrain que celui de la fosse n° 2 mais avec une proportion largement majoritaire de zone rocheuse, éboulis, etc... Les sols sont plus humifères.

Le ruissellement (et par conséquent l'érosion) étant insignifiant sur le bassin de la fosse n° 4, il a fallu installer une fosse supplémentaire :

- fosse n° 6 (9,10 ha) : située (comme l'était la fosse n° 4) sur dune entièrement cultivée en mil, cette fois en rive droite du marigot principal (Gr. 4) sol sableux sur matériau éolien. Le couvert végétal des bassins alimentant les fosses est soit constitué de la végétation naturelle, soit de champs cultivés en mil.

IMPLANTATION de la STATION PRINCIPALE et des FOSSES 1.2.3.6



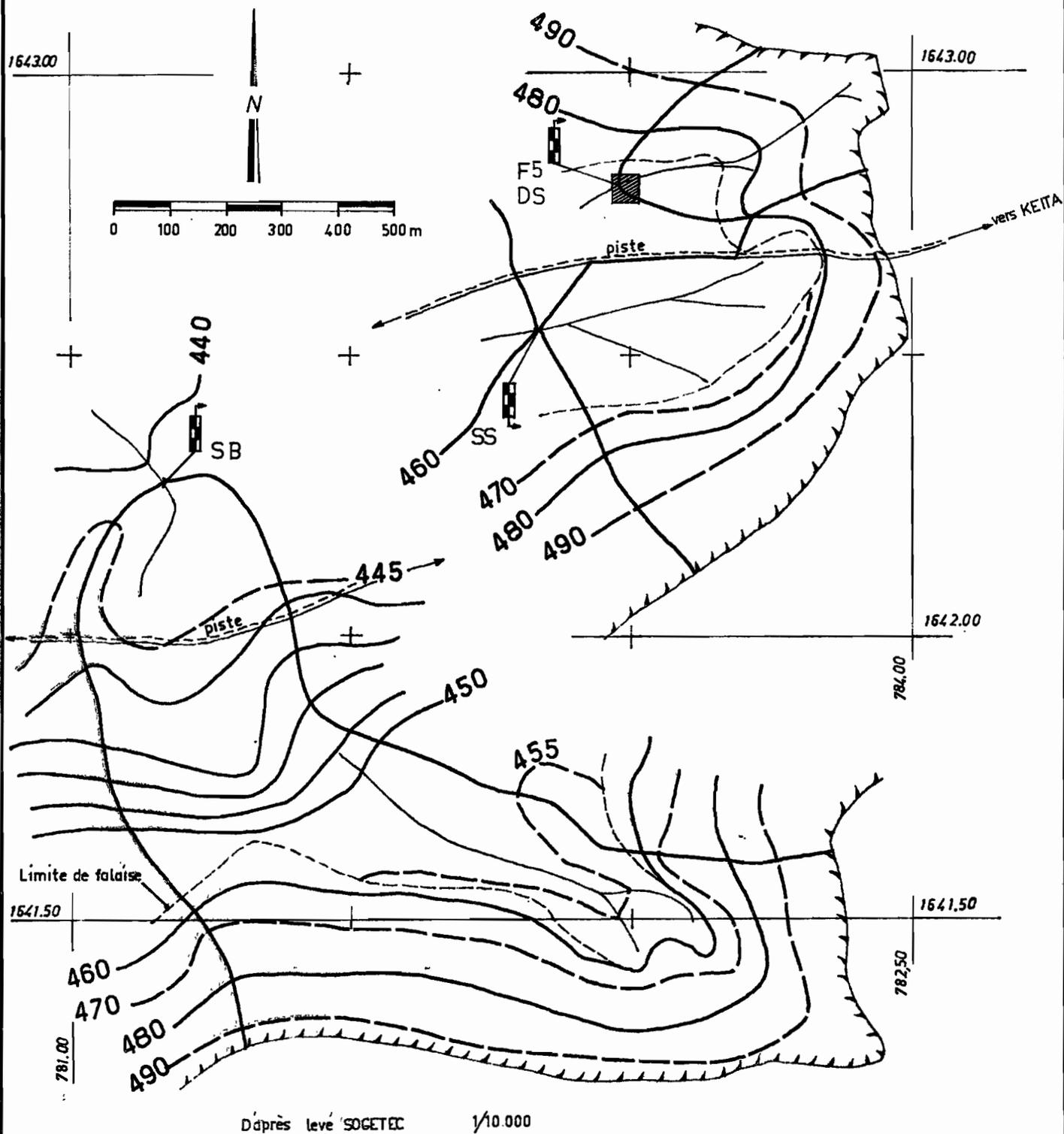
D'après levé SOGETEC - Juillet 63

26.9.67

JR

NIG.71721

IMPLANTATION de la STATION SECONDAIRE, du BARRAGE et de la FOSSE n°5



- F₁ 70 % de cultures de mil
15 % de rochers, éboulis à nu
15 % de savane arbustive claire, très dégradée
- F₂ 25 % de cultures de mil
45 % de rochers, éboulis à nu
30 % de savane arbustive claire, très dégradée
- F₃ Reg couvert d'une végétation herbacée, peu dense avec de rares arbustes (steppe)
- F₅ 5 % de cultures de mil
80 % de rochers, éboulis à nu
15 % de savane arbustive dense
- F₆ 100 % de cultures de mil.

2.1.4.2 - Construction des fosses :

Le but de l'étude étant d'établir un rapport entre le ruissellement d'une part et l'érosion (par transports solides en suspension et par charriage de fond) d'autre part, il a fallu construire des ouvrages satisfaisant à 3 conditions impératives :

- mesure directe des débits liquides par conversion des hauteurs d'eau enregistrées par limnigraphe (ceci afin d'éviter de devoir étalonner les 5 stations).
- facilité de prélèvement d'échantillons liquides contenant les matériaux en suspension.
- rétention totale des matériaux charriés pour cubage entre chaque crue.

Pour respecter cette triple sujétion, nous avons adopté le "système de la fosse à sédiments", avec déversoir triangulaire à 120° -
Le croquis de cette fosse se trouve sur le Gr. 6 - De dimensions intérieures

longueur	5	m
largeur	1,5	m
profondeur	1,5	m (depuis la pointe du déversoir)

ces fosses sont construites en moellons et béton armé, elles sont précédées à l'amont d'un radier bétonné respectant le fond du lit initial et de murettes latérales en V plus ou moins ouvert afin de canaliser l'écoulement ; le lit aval est gabionné afin d'éviter un creusement du lit par suite de la chute du déversoir. Le déversoir est en tôle d'acier doux de 6 mm, échancrée à 120° et biseautée à 45° vers l'aval.

En principe, il est possible d'appliquer à ce genre de déversoir une formule $Q(H)$ établie en laboratoire ou puisée dans un manuel d'hydraulique ; par précaution, nous avons étalonné le déversoir de la fosse n° 1 sur le terrain ce qui nous a conduit à l'adoption d'un coefficient de correction pour la formule théorique; ce point sera développé plus loin.

Les fosses ont été creusées d'Août à Décembre 1964 pour les n° 1 à 5. La mise en fonctionnement définitive par achèvement des travaux et pose de limnigraphes (OTT X, 24 h, réduction 1/10) a eu lieu aux dates suivantes :

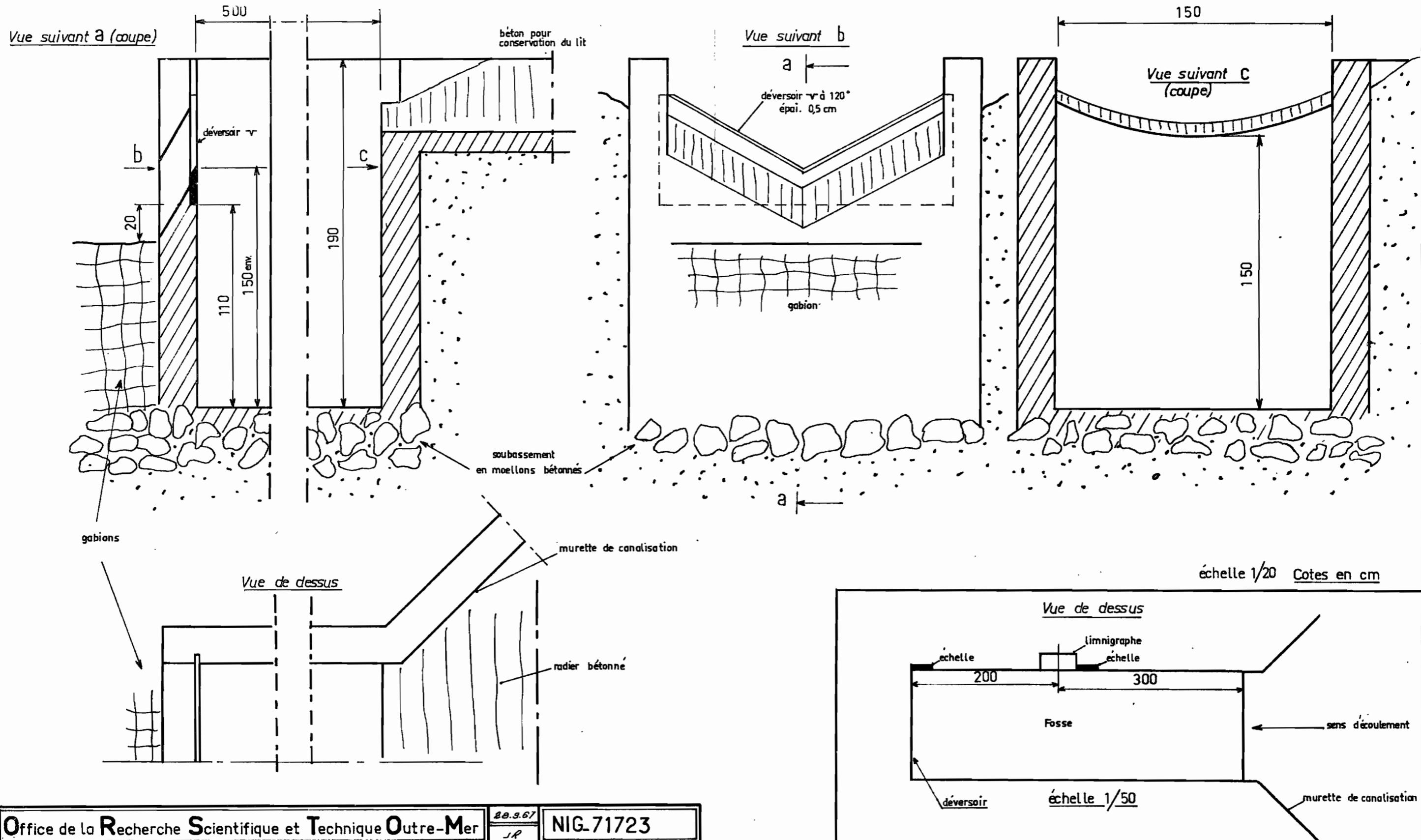
F ₁	le	9	Juin	1965
F ₂	le	14	Juin	1965
F ₃	le	10	Juillet	1965
F ₅	le	28	Juillet	1965
F ₆	le	13	Août	1965

La remise en fonctionnement a eu lieu les 21 et 22 Mai 1966.

x
x x

PLAN de FOSSE à SÉDIMENTS

Gr. 6



Des difficultés matérielles importantes ont entravé la réalisation de l'équipement en 1964 :

- démarrage retardé de 3 mois des travaux dû à la signature du marché
- gros chantier de terrassement des fosses à sédiments
- véhicule Land Rover trop léger pour les transports de matériaux de construction (ciment à 40 km, eau à 4 km) sur mauvaises pistes.
- construction d'une case principale du personnel sur le bassin, achevée seulement en 1965 (destruction partielle en 1964 lors des crues de Juillet), et de cases secondaires auprès de chaque station et de chaque fosse pour le logement des 4 aides-hydrologues.

2.2 - CARACTERES PHYSIQUES des DIVERS BASSINS EQUIPES - (1)

Pour les 3 stations hydrométriques de ruissellement et les 5 stations hydrométriques d'érosion, nous donnerons les caractéristiques de forme, c'est-à-dire les données purement géométriques des bassins, obtenues par des moyens uniquement topographiques.

Il s'agit des éléments suivants :

- L'indice de compacité : mesuré par le coefficient K_c de GRAVELIUS

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

P : périmètre du bassin versant

A : superficie du bassin versant.

(1) : La définition des caractéristiques physiques est très bien expliquée dans l'ouvrage "Hydrologie de Surface" de M. ROCHE, Editions GAUTHIER-VILLARS - 1963 - pp 143 à 154.

- Le rectangle équivalent : de même superficie, ayant même indice de compacité et même répartition hypsométrique que le bassin naturel étudié. La longueur de ce rectangle équivalent est donnée par :

$$L = \frac{Kc \sqrt{A}}{1,12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{Kc} \right)^2} \right]$$

- La répartition hypsométrique : représentant les pourcentages de bassin versant compris entre l'altitude de la station de jaugeage et une altitude donnée.

- Le profil en long : représentant la pente du lit mineur en fonction de sa longueur.

- L'indice de pente : s'obtient en appliquant la formule :

$$I_p = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n \sqrt{B_i (a_i - a_{i-1})}$$

L : longueur du rectangle équivalent

$(a_i - a_{i-1})$: différence d'altitude entre 2 courbes de niveaux

B_i : surface de bassin comprise entre ces deux courbes.

- L'indice de pente global I_r en m/km, rapport à la longueur du rectangle équivalent en km de la dénivelée utile en m, prise sur la répartition hypsométrique (altitudes extrêmes situées à 5 % et 95 %).

Ces divers éléments figurent sur les tableaux 2, 3 et 4. Les bases cartographiques ayant servi à leur établissement sont :

- a) un levé au 1/10 000^e fait en Juillet 1963 par la SOGETEC pour l'ensemble des bassins.
- b) des levés de détail des bassins des fosses à sédiments au 1/2 000^e faits par l'ORSTOM pour préciser les surfaces.

Les caractères physiques obtenus sont bons ; une précision plus faible concerne les indices de pente des bassins des fosses.

Les profils en long (Gr. 7 et 8) sont beaucoup moins précis étant donné la difficulté de mesure exacte de la longueur du lit principal. Ceux des bassins de fosses à sédiments ne sont d'ailleurs donnés que pour les fosses n° 2 et 5, les seules alimentées par un thalweg matérialisé sur le terrain (Gr. 9).

La fosse 3 comporte deux séries de chiffres, son bassin versant ayant été réduit artificiellement (murettes de pierre colmatées à la latérite) entre les campagnes 1965 et 1966, en raison des très forts écoulements observés en 1965, ce qui faisait craindre un débordement par les bajoyers (voir Gr. 4).

Les caractères physiques des divers bassins sont assez homogènes et la variation des pentes en harmonie avec celle des surfaces si l'on compare les grands bassins. Pour les fosses, en application du but poursuivi, pente et proportion de rochers à nu vont croissant de F1 à F5 en passant par F2 tandis que F3 et F6 sont à faible pente, sans rocher, mais sur sols différents (reg argileux et sables).

Tableau 2

CARACTERES PHYSIQUES des BASSINS de KOUNTKOUZOUT

: Caractère physique	: Station	: Station	: Station:	: F ₁	: F ₂	: F ₃	: F ₃	: F ₅	: F ₆	:
	: Principale:	: Secondaire:	: Barrage:	:	:	: 1965	: 1966	:	:	:
: Superficie A en km ² (ou ha	: 16,57	: 0,265	: 0,707 ⁽¹⁾	: 3,52	: 4,7	: 3,55	: 2,62	: 10,6	: 9,1	:
: F ₁ à F ₆)	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: Périmètre P en km	: 21,60	: 2,08	: 4,14	: 0,79	: 0,84	: 0,73	: 0,64	: 1,28	: 1,34	:
: Indice de compacité Kc	: 1,49	: 1,13	: 1,38	: 1,18	: 1,10	: 1,10	: 1,11	: 1,11	: 1,24	:
: Longueur du rect. équiv. L km:	: 8,95	: 0,52	: 1,64	: 0,22	: 0,22	: 0,19	: 0,16	: 0,33	: 0,40	:
: Largeur du rect. équiv. l km:	: 1,85	: 0,52	: 0,43	: 0,16	: 0,21	: 0,19	: 0,16	: 0,32	: 0,23	:
: Indice de pente Ip	: 0,100	: 0,286	: 0,188	: 0,193	: 0,334	: 0,175	: 0,174	: 0,230	: 0,104	:
: Dénivelée utile D en m	: 73	: 41	: 54	: (8)	: 28	: 5	: 5,2	: 42	: 4,2	:
: Indice de pente global Ig m/km:	: 8,15	: 79	: 33	: 36	: 127	: 26	: 32	: 127	: 10,5	:
: Altitude moyenne en m	: 456	: 475	: 455	: 436	: 445	: 434	: 434,5	: 487	: 434,7	:
: % de zones rocheuses	: 31	: 63	: 50	: 15	: 45	: 0	: 0	: 80	: 0	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

(1) dont 0,077 km² en aval de la piste KEITA-TAHOUA.

Tableau 3

REPARTITIONS HYSOMETRIQUES et PROFILS en LONG
des TROIS BASSINS PRINCIPAUX

Bassin Principal				Station secondaire			
: Altitude :	Profil :	Surfaces :	% :	: Altitude :	Profil :	Surfaces :	% :
: m :	en long :	cumulées :	cumulés :	: m :	en long :	cumulées :	cumulés :
:	(m) :	(ha) :	:	:	(m) :	(ha) :	:
: < 425 :	500 :	3,2 :	0,2 :	: < 461 :	35 :	0,2 :	0,8 :
: 425 - 430 :	1560 :	33,6 :	2,0 :	: 461 - 462 :	110 :	1,2 :	4,6 :
: 430 - 435 :	1975 :	106,4 :	6,4 :	: 462 - 463 :	185 :	3,3 :	12,3 :
: 435 - 440 :	2700 :	250,0 :	15,1 :	: 463 - 464 :	255 :	4,8 :	18,0 :
: 440 - 445 :	3360 :	434,8 :	26,2 :	: 464 - 465 :	305 :	6,1 :	23,0 :
: 445 - 450 :	4120 :	626,8 :	37,8 :	: 465 - 470 :	470 :	12,1 :	45,6 :
: 450 - 455 :	4600 :	788,0 :	47,6 :	: 470 - 480 :	490 :	14,1 :	53,1 :
: 455 - 460 :	5020 :	952,0 :	57,5 :	: 480 - 490 :	575 :	18,9 :	71,3 :
: 460 - 470 :	5870 :	1144,4 :	69,0 :	: 490-falaise :	655 :	26,5 :	100 :
: 470 - 480 :	6600 :	1303,2 :	78,5 :				
: 480 - 490 :		1466,2 :	88,5 :				
: 490 - 500 :	6750 :	1537,6 :	93,0 :				
: 500-falaise :	6970 :	1656,8 :	100,0 :				

Station Barrage

: Altitude :	Profil :	Surfaces :	% :
: m :	en long :	cumulées :	cumulés :
:	(m) :	(ha) :	:
: < 441 :	30 :	0,2 :	0,28 :
: 441 - 442 :	95 :	0,6 :	0,85 :
: 442 - 443 :	165 :	2,2 :	3,1 :
: 443 - 444 :	220 :	4,6 :	6,5 :
: 444 - 445 :	310 :	8,4 :	11,9 :
: 445 - 446 :	430 :	12,8 :	18,1 :
: 446 - 447 :	600 :	17,2 :	24,4 :
: 447 - 448 :	670 :	20,4 :	28,9 :
: 448 - 449 :	710 :	22,5 :	31,9 :
: 449 - 450 :	780 :	24,2 :	34,3 :
: 450 - 455 :	1370 :	32,7 :	46,3 :
: 455 - 460 :	1450 :	39,5 :	56,0 :
: 460 - 470 :	1590 :	44,9 :	70,6 :
: 470 - 480 :	1650 :	54,3 :	77,0 :
: 480 - 490 :	1760 :	63,7 :	90,2 :
: 490-falaise :	1910 :	70,7 :	100,0 :

Tableau 4

REPARTITION HYPOMETRIQUE et PROFILS en LONG
des BASSINS des FOSSES à SEDIMENTS

Fosse F₁

Altitudes m	Profil en long m	Surfaces cumulées a	% cumulés
< 435	128	72,8	20,7
435 - 436	180	216,8	61,6
436 - 437	188	256,4	72,8
437 - 438	198	282,4	80,1
438 - 439	204	298	84,7
439 - 440	284	312,8	89
> 440	344	352	

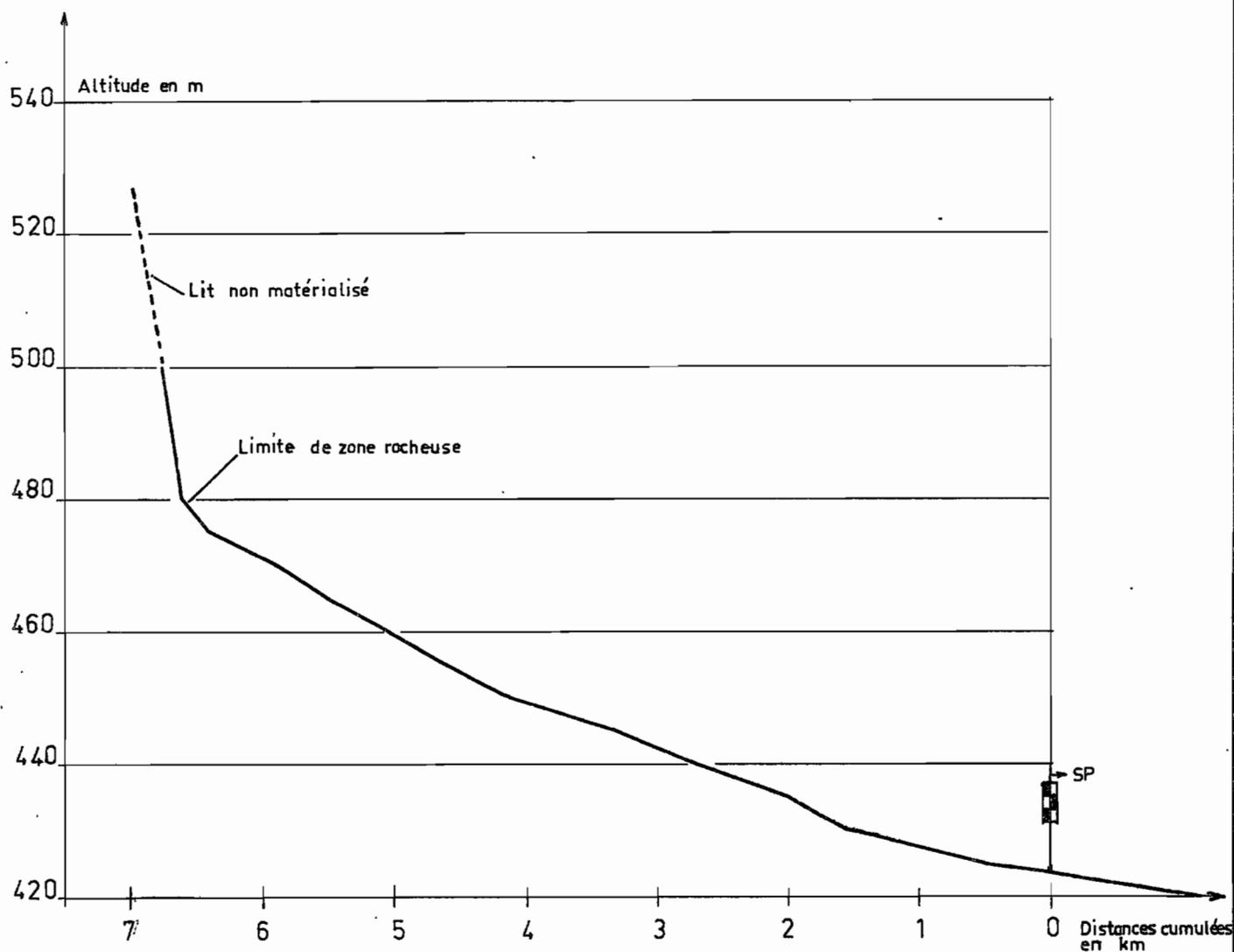
Fosse F₂

Altitudes m	Profil en long m	Surfaces cumulées a	% cumulés
< 440	20	11,2	2,4
440 - 441	64	38,4	8,2
441 - 442	104	99,2	21,1
442 - 443	136	142,4	30,3
443 - 444	160	193,6	41,2
444 - 445	190	244,8	52,2
445 - 450	240	355,2	75,6
450 - 460	294	422,4	90,0
460 - 470	322	452,8	96,4
> 470	348	470,4	100

Fosse F₃ (en 1965)

Altitudes m	Profil en long m	Surfaces cumulées a	% cumulés
< 431	24	6,4	1,8
431 - 432	60	32,0	9,0
432 - 433	86	94,4	26,6
433 - 434	122	171,2	48,2
434 - 435	148	236,8	66,7
435 - 436	172	286,4	81,6
> 436	252	355,2	100

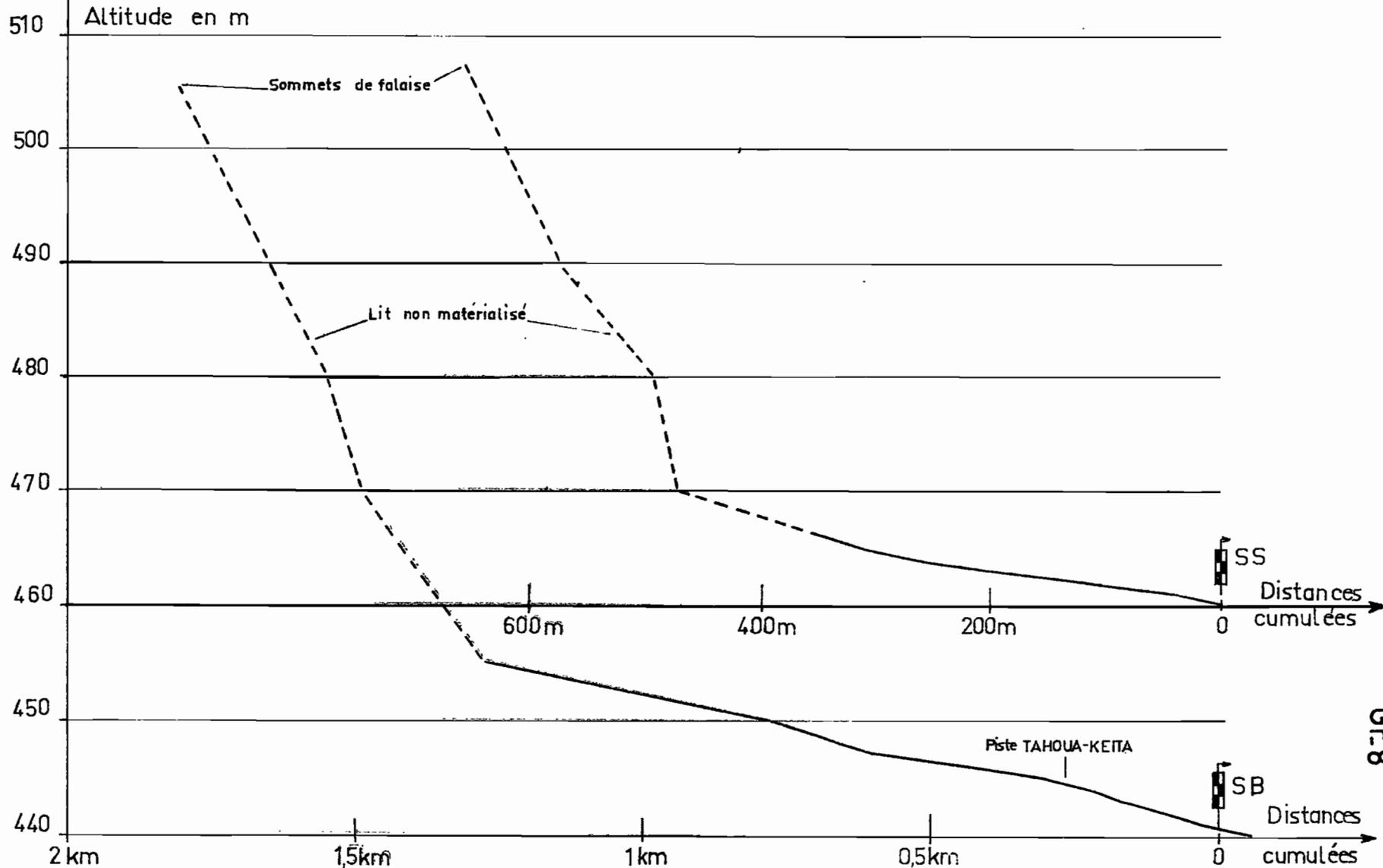
PROFIL EN LONG DU THALWEG ET DU BASSIN DE LA STATION PRINCIPALE



Relevé sur carte au 1/10000 SOGETEC

PROFILS en LONG

des thalwegs principaux des bassins des Stations Secondaire et Barrage



PROFILS EN LONG DES THALWEGS
ALIMENTANT LES FOSSES 2 et 5

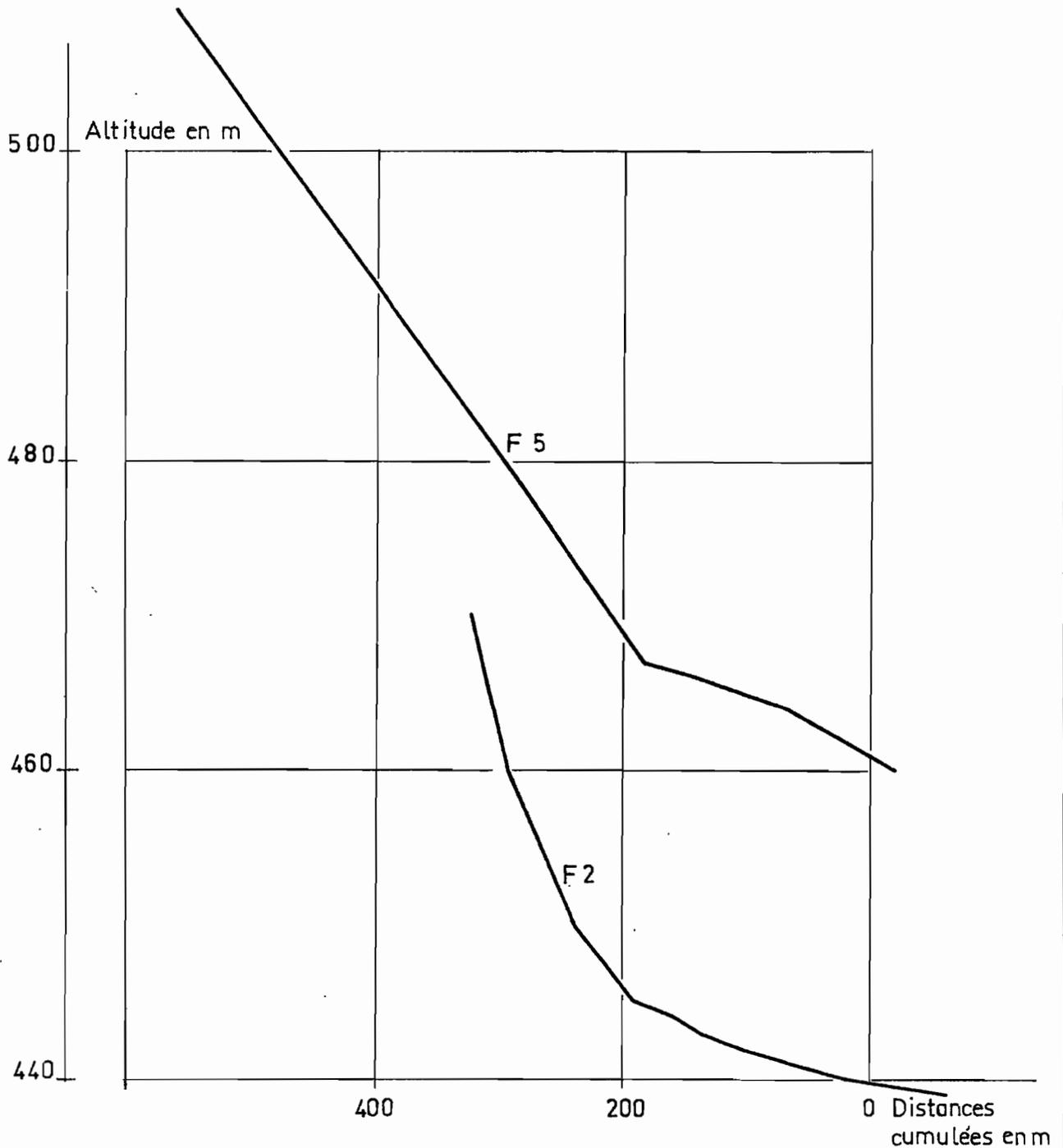


Tableau 4 (suite)

Fosse F₃ (en 1966)

Altitudes m	Profil en long m	Surfaces cumulées a	% cumulés
< 431	24	6,4	2,4
431 - 432	60	32,0	12,2
432 - 433	86	56,0	21,4
433 - 434	122	102,4	39,1
434 - 435	148	148,8	56,7
435 - 436	172	193,6	73,8
> 436	252	262,4	100

Fosse F₅

Altitudes m	Profil en long m	Surfaces cumulées a	% cumulés
< 464	68	22,3	2,1
464 - 465	102	57,4	5,4
465 - 466	140	89,4	8,4
466 - 467	184	116,5	11,0
467 - 480	296	327,4	30,9
480 - 490	388	620,0	58,5
> 490	560	1060,0	100

Fosse F₆

Altitudes m	Profil en long m	Surfaces cumulées a	% cumulés
< 431	24	16,5	1,8
431 - 432	92	74,5	8,2
432 - 433	144	179,0	19,6
433 - 434	200	294	32,3
434 - 435	304	523	57,5
> 435	532	910	100

2.3.- ETALONNAGE des DIVERSES STATIONS -

2.3.1 - Station Principale -

2.3.1.1 - Généralités :

Cette station réunit la plupart des conditions défavorables à l'établissement d'une courbe de tarage :

- instabilité du fond du lit mineur, non seulement entre 2 crues mais au cours d'une même crue et durant une même campagne comme en font foi les 18 profils en travers relevés pendant les 3 saisons d'observation.

- rapidité de variation du plan d'eau (parfois plusieurs dizaines de centimètres en 1 minute lors de la montée de la crue : effet de mascaret) interdisant ou rendant douteux un jaugeage complet.

- impossibilité de faire des mesures à gué au-delà de $H = 0,50$ m (vitesses moyennes de l'ordre de 1 m/s à cette cote).

- difficulté d'effectuer des mesures sur une verticale complète au-delà de 1,30 m à partir de la passerelle (vitesses moyennes de 2,60 m/s, transport d'arbres et détritrus divers) ; des mesures ont pu être faites jusqu'à 1,60 m, mais dans des conditions très périlleuses.

- obligation de ne réaliser que des mesures de vitesses superficielles (au moulinet ou au flotteur lesté) à partir de 1,30 m.

- l'échelle actuellement en place l'est depuis le 31 Juillet 1964, les cotes des crues précédentes sont rattachées à cette échelle (2 précédentes échelles installées en R.D. ont été arrachées lors des crues des 10 et 20 Juillet 1964).

- cette échelle actuelle située près du limnigraphe est appelée "échelle amont" pour la différencier d'une autre échelle appelée "échelle aval" située près de la passerelle de jaugeage. Cette échelle aval a été installée le 30 Juin 1965 pour 2 raisons :

- par prudence, l'échelle amont semblant très exposée lors du transport par la rivière de corps morts
- par souci d'efficacité, les cotes à l'échelle amont étant illisibles de nuit lors des jaugeages effectués depuis la passerelle.

Toutes les cotes données dans ce rapport se rapportent à l'échelle amont. La corrélation des deux échelles (établie par de nombreux relevés simultanés) donnant une différence de cote pratiquement constante :

$$H \text{ aval} = H \text{ amont} + 15 \text{ cm} ;$$

alors que l'écart altimétrique se traduit par :

$$\text{Zéro amont} = \text{Zéro aval} + 21 \text{ cm.}$$

- la cote de début d'écoulement a été en moyenne de :

$$H = 0,01 \text{ en } 1964 \quad \text{et de } H = 0,07 \text{ en } 1965 \text{ et } 1966,$$

la différence provenant probablement du comblement du lit mineur au début de la saison 1965. Cette constance relative du début de l'écoulement est due à la présence d'un seuil rocheux sis 100 m en amont de la station (Gr. 10).

La mobilité du profil en travers paraît surtout affecter les basses eaux ; une fois mis en mouvement les dépôts sableux du fond du lit, le profil se stabilise à peu près en hautes eaux. La limite de variabilité est voisine de 0,80 m.

On s'est efforcé de tracer le moins de courbes de tarage possible, au milieu du nuage de points des résultats. Les grands mouvements du profil étant dus aux fortes crues, il a été assez facile de choisir les dates de changement de tarage "les plus probables". Pour les hautes eaux, on a admis une courbe unique.

Les graphiques 11, 12 et 13 donnent une représentation des profils en travers levés sur lesquels s'est appuyée la délimitation des dates de détarage.

2.3.1.2 - Jaugeages réalisés :

- Campagne 1964 -

L'arrivée tardive sur le terrain de l'agent technique, le manque de moyens matériels (treuil de jaugeage en particulier) et la destruction par deux fois de la passerelle (les 10 et 20 Juillet) n'ont pas permis de faire plus de 7 jaugeages dans la saison. Il n'a donc été possible d'étalonner la station que jusqu'à 0,40 m, alors que la plus forte crue enregistrée a atteint 2,53 m.

Les premiers travaux d'aménagement de la station ont comporté l'installation d'un radier (gabions ancrés et noyés de béton) de 5 m de longueur, destiné à assurer la stabilité du lit. Les deux fortes crues des 10 et 20 Juillet ont affouillé et emporté ce radier qui n'a pas été reconstruit ; il en est résulté un profil en travers très creusé et par conséquent une courbe de tarage de basses eaux caractéristique de l'année 1964 et très différente de celle des années 1965-1966 (courbe 1 sur graphiques n°14 et 15). L'absence de profils en travers en 1964 ne permet pas de savoir s'il y a eu ou non détarage en cours d'année, ce que l'importance des crues des 10 et 20 Juillet laisse augurer. L'étalonnage unique retenu, faute de mieux, est donc très douteux en ce qui concerne les crues de Juillet, surtout pour leurs bas débits.

- Campagne 1965 -

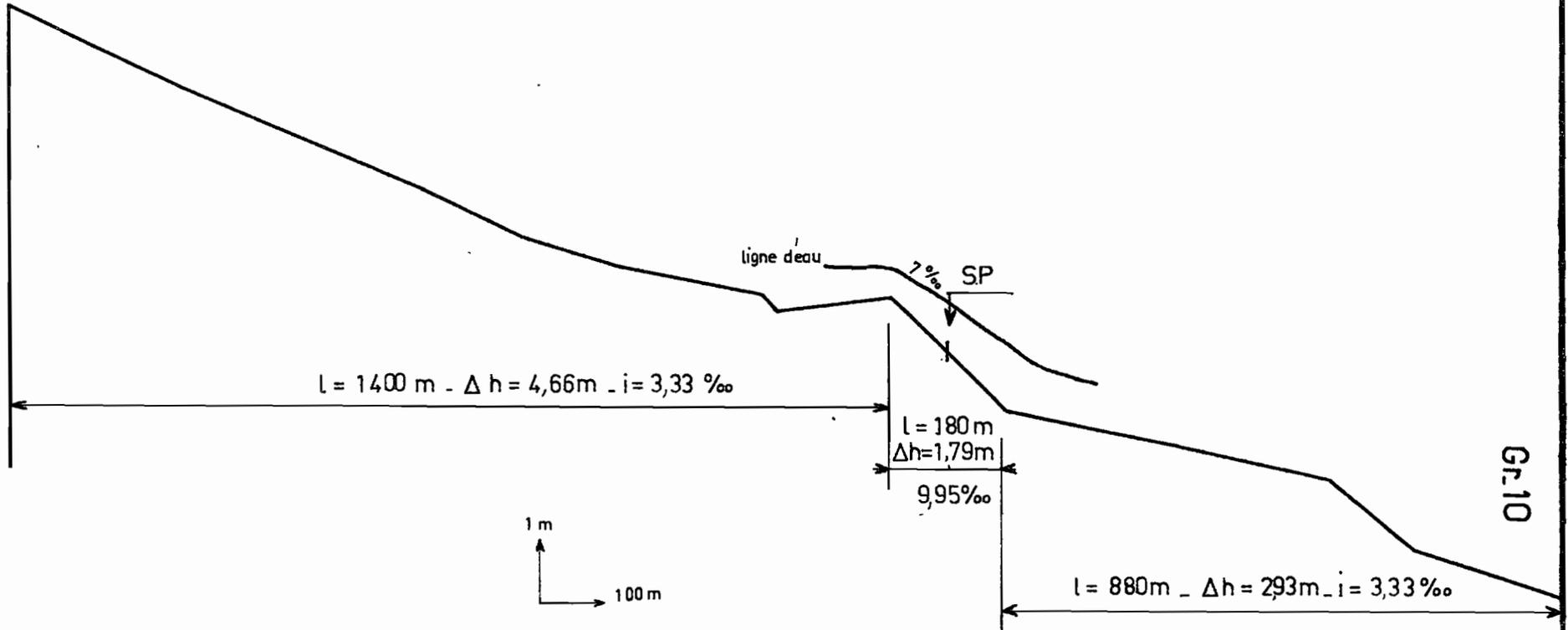
61 jaugeages pendant 13 crues ont permis d'étalonner la station jusqu'à un maximum de 1,10 m alors que la plus forte crue enregistrée a été de 1,76 m. La variabilité du lit (voir les profils en travers) a conduit à adopter 3 courbes de tarage de basses eaux au cours de l'année (Gr. 14-15).

Courbe 1 (la même qu'en 1964) : jusqu'au 4 Juin inclus.

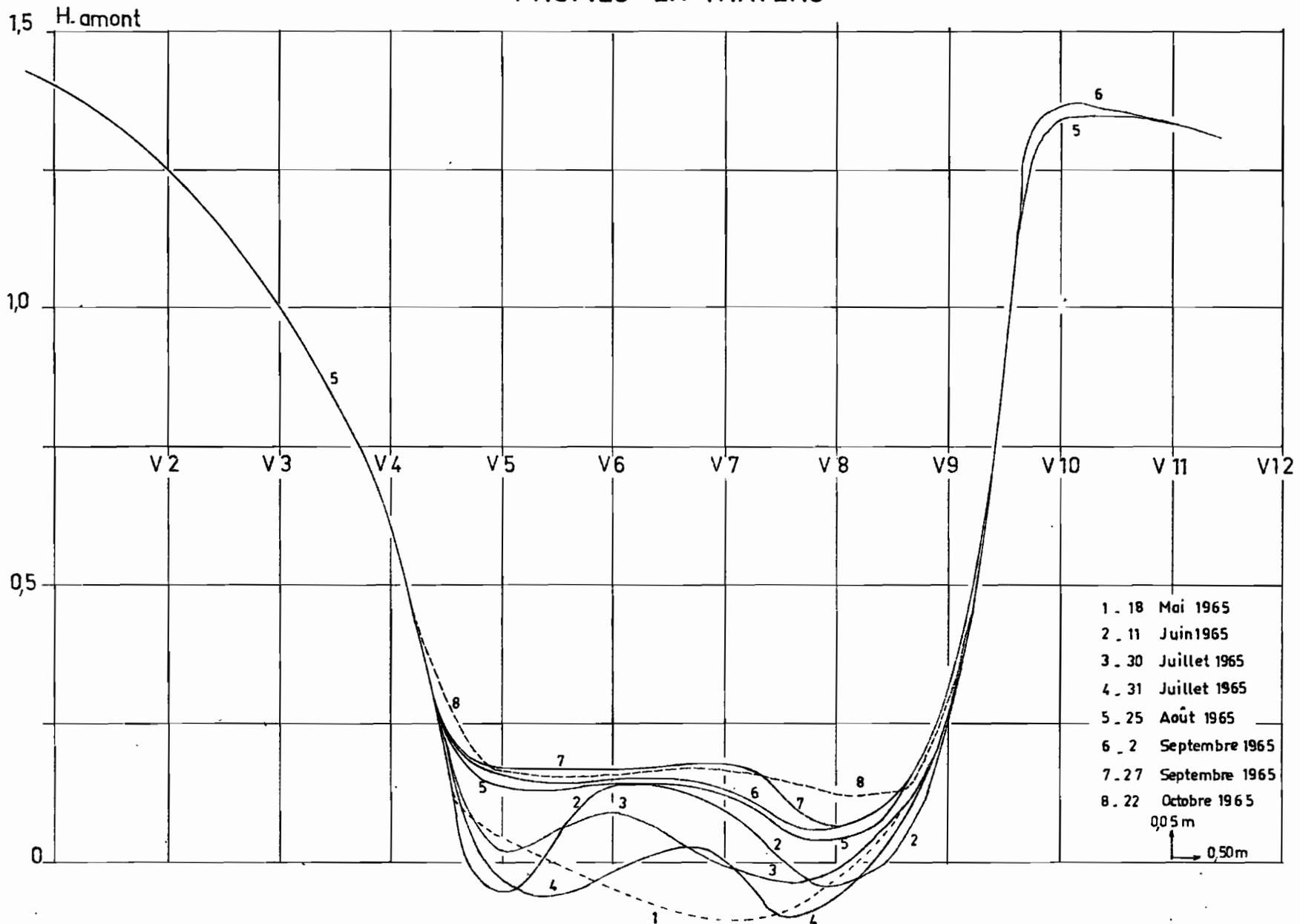
Courbe 2 : du 5 Juin au 30 Juillet inclus, et du 8 Août au 23 Août inclus.

Courbe 3 : du 31 Juillet au 7 Août inclus et à partir du 24 Septembre.

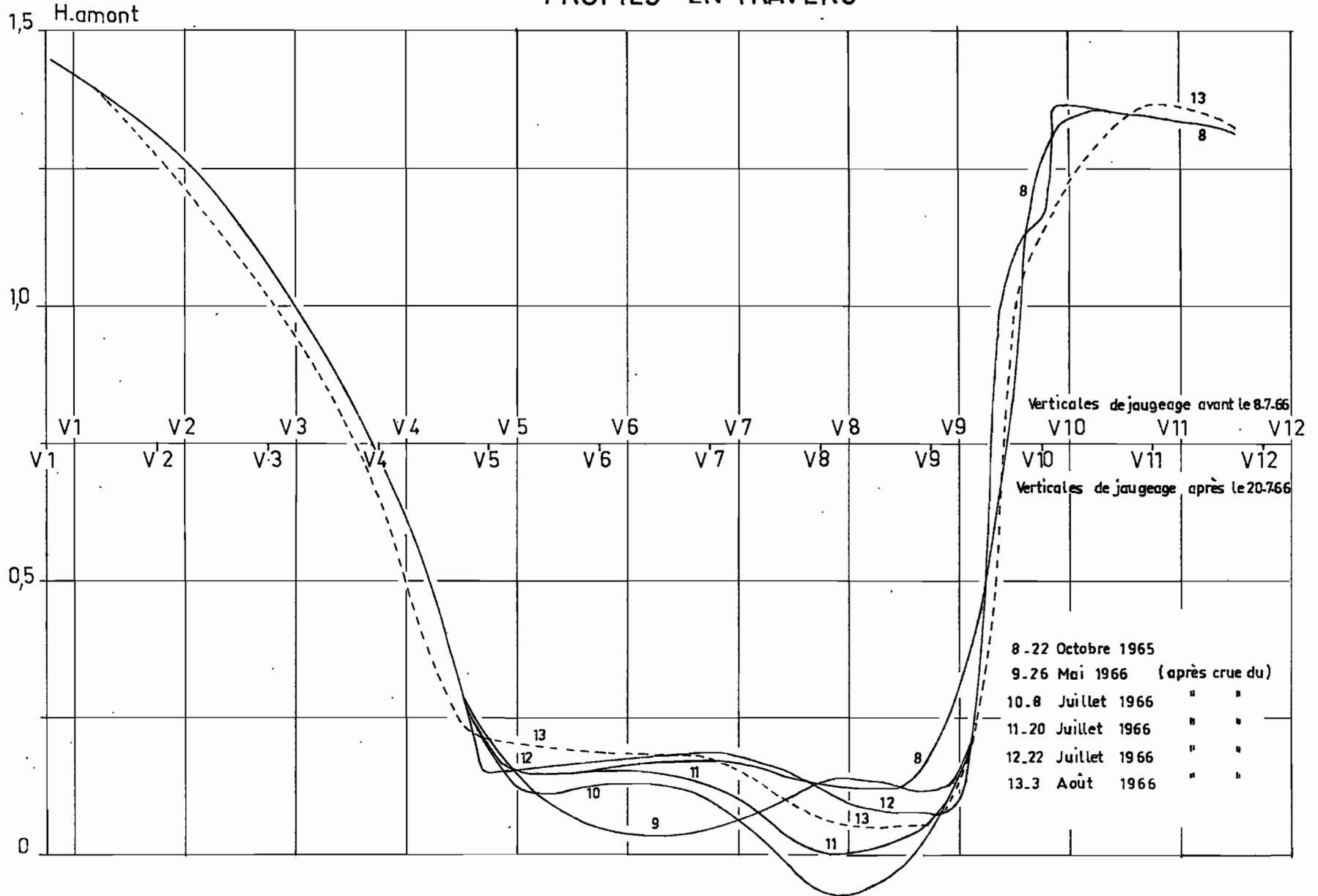
STATION PRINCIPALE PROFIL EN LONG LOCAL



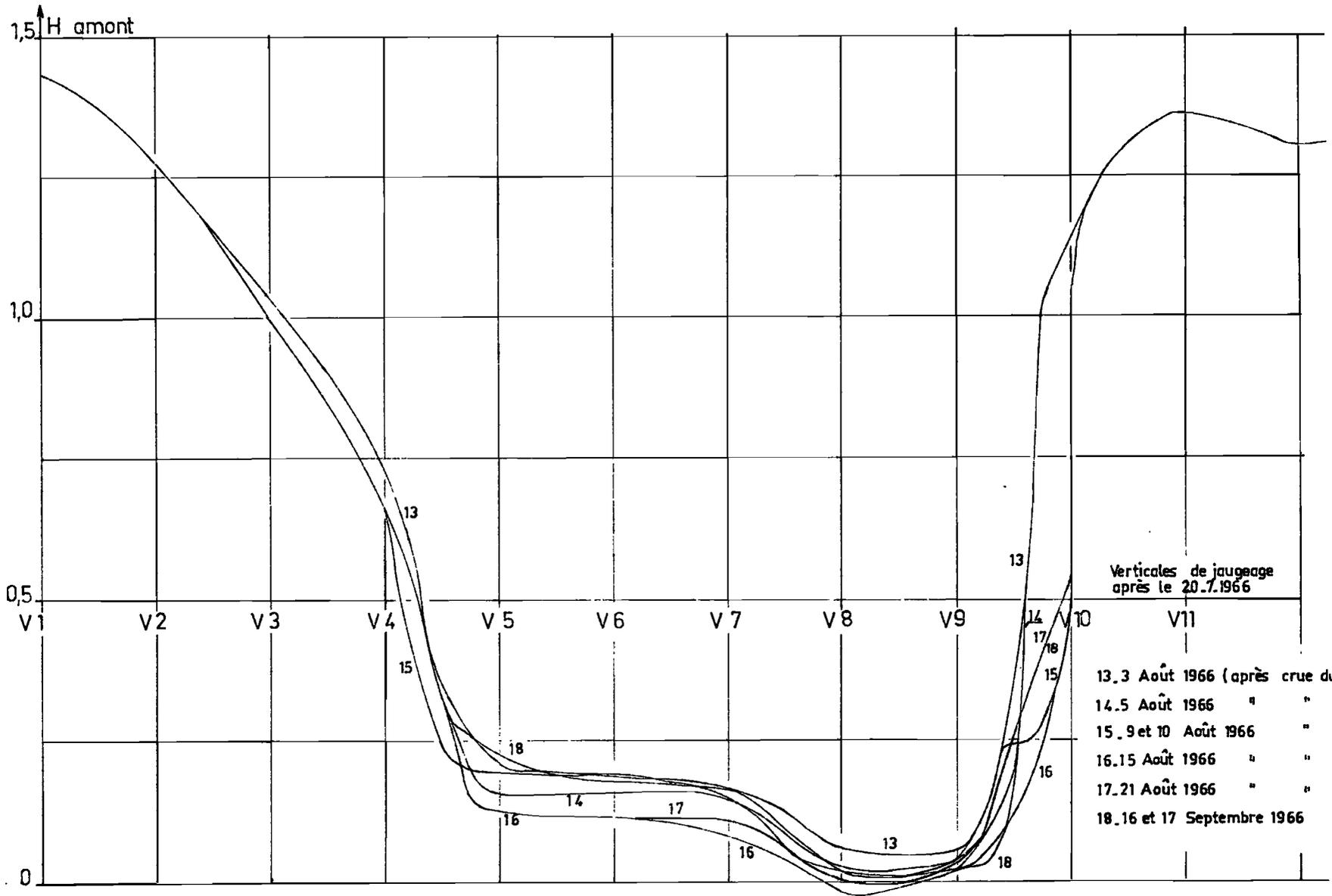
STATION PRINCIPALE PROFILS EN TRAVERS



STATION PRINCIPALE
PROFILS EN TRAVERS

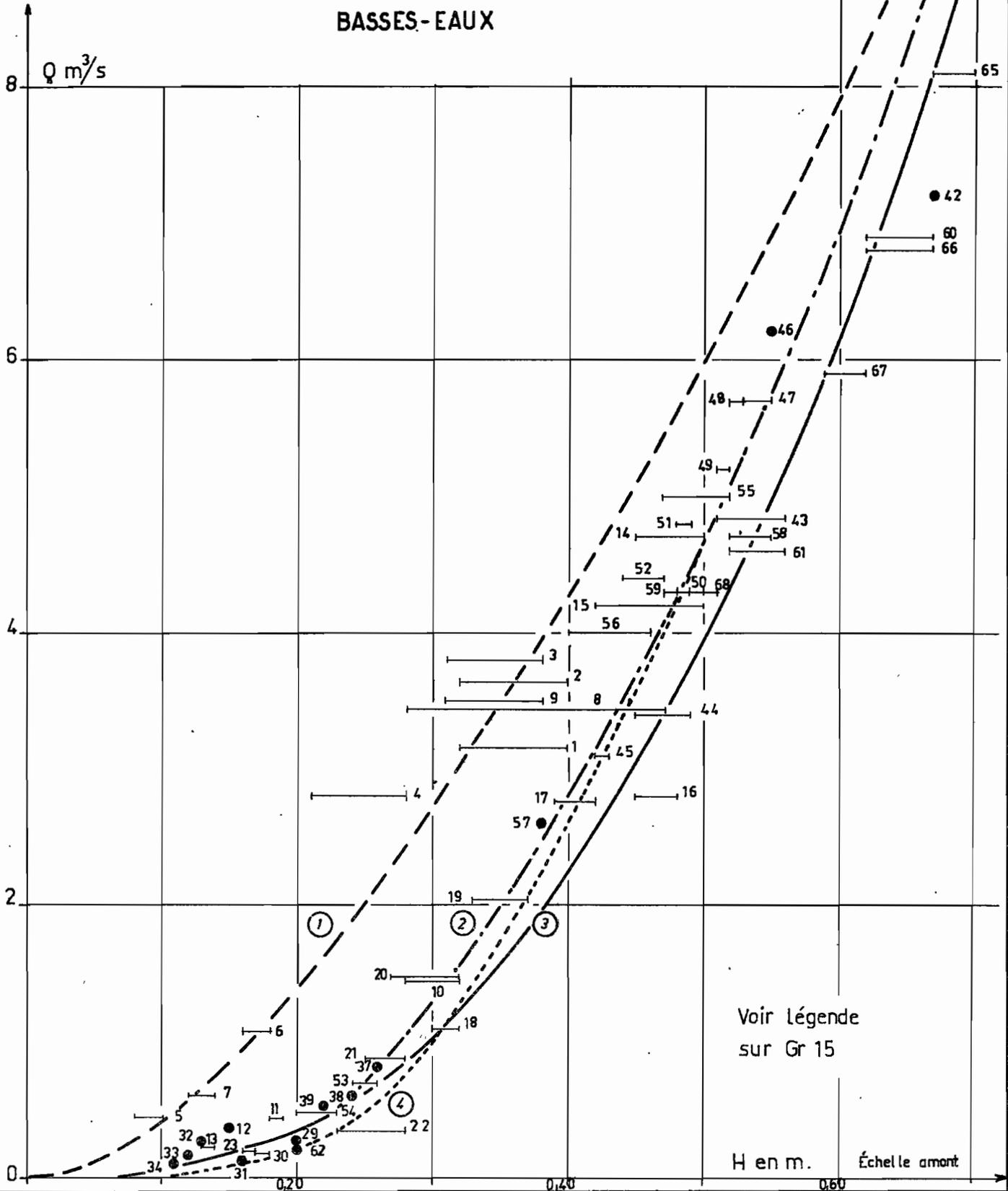


STATION PRINCIPALE PROFILS EN TRAVERS



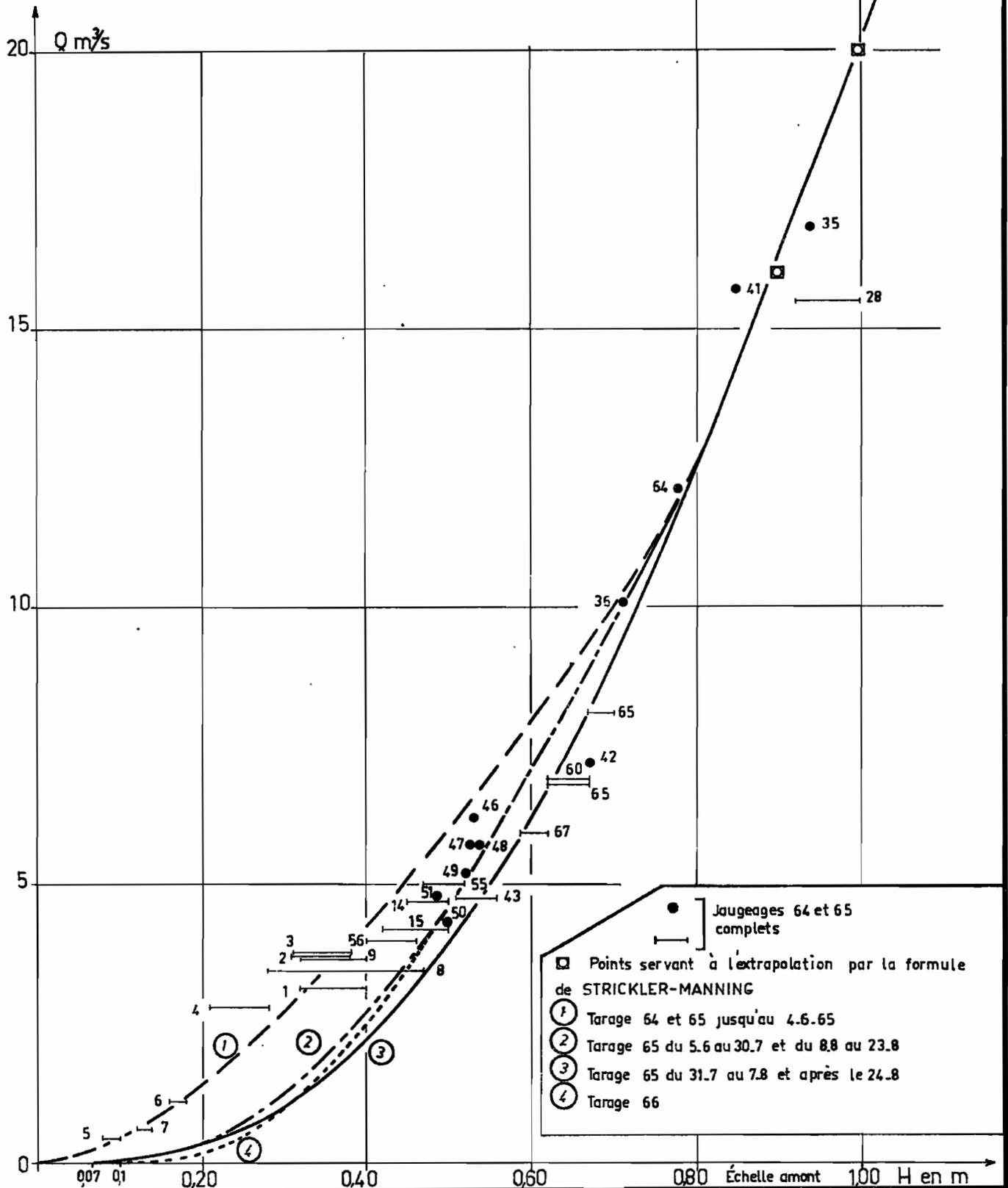
STATION PRINCIPALE
 COURBE D'ÉTALONNAGE
 BASSES-EAUX

Gr. 14



STATION PRINCIPALE
 COURBE D'ÉTALONNAGE
 MOYENNES-EAUX

Gr. 15



- Campagne 1966 -

Tous les jaugeages ont été effectués par intégration (verticales tous les 2 mètres, repérées sur la passerelle) et ont donné une nouvelle courbe de basses eaux (n° 4), très proche des courbes 2 et 3, valable pour toute l'année (Gr. 14-15).

La liste de tous les jaugeages des 3 campagnes est donnée sur le tableau n° 5.

2.3.1.3 - Extrapolation de l'étalonnage :

Tous les jaugeages complets effectués ne permettaient d'étalonner la station que jusqu'à $H = 1,10$ m. Il a quand même été possible de tracer la courbe de tarage jusqu'à $H = 2$ m en utilisant les nombreuses mesures de vitesses superficielles faites au cours des 2 campagnes (mesures au moulinet et aux flotteurs).

Données de base

- jaugeages complets jusqu'à $H = 1,10$ m
- mesures par verticales jusqu'à $H = 1,45$ m
- mesures de vitesses superficielles jusqu'à $H = 2$ m
- profils en travers.

Méthode de calcul (Gr 16)

- dépouillement de tous les jaugeages par verticales (verticales 5 à 9 dans le lit mineur, verticales 1 à 4 et 10 à 12 dans la plaine d'inondation, les débordements commençant à $H = 1,35$ m), ce qui donne les débits Q_{vi} pour chaque tranche de 2 m relative à la verticale considérée V_i (méthode du jaugeage continu).
- calcul pour chaque mesure du rapport $K = \frac{\text{vitesse moyenne}}{\text{vitesse superficielle}}$

la vitesse moyenne étant donnée par $V_m = \frac{Q_{vi}}{h}$, h étant la hauteur locale lue sur le profil moyen adopté ; la vitesse superficielle a été obtenue lors du jaugeage considéré.

Tableau 5

LISTE des JAUGEAGES EFFECTUES
à la STATION PRINCIPALE

Campagne 1964

N°	Dates	Cotes m	Débits m ³ /s
1	1er Août	0,40 - 0,32	3,15
2	1er Août	0,32 - 0,40 - 0,38	3,65
3	1er Août	0,38 - 0,35 - 0,37 - 0,31	3,80
4	1er Août	0,28 - 0,21	2,80
5	9 Août	0,10 - 0,08	0,45
6	25 Août	0,18 - 0,16	1,08
7	25 Août	0,14 - 0,12	0,61

Campagne 1965

N°	Dates	Cotes m	Débits m ³ /s
8	4 Juin	0,28 - 0,47	3,45
9	-	0,38 - 0,31	3,70
10	11 Juin	0,32 - 0,28	1,45
11	13 Juillet	0,19 - 0,18	0,45
12	-	0,15	0,35
13	-	0,13	0,26

Tableau 5

Campagne 1965 (suite)

N°	Date	Cotes m	Débits m ³ /s
14	20 Juillet	0,45 - 0,50	4,70
15		0,50 - 0,42	4,20
16		0,48 - 0,45	2,80
17		0,42 - 0,39	2,76
18		0,32 - 0,30	1,10
19		0,37 - 0,33	2,03
20		0,32 - 0,27	1,48
21		0,28 - 0,25	0,88
22		0,24 - 0,21	0,34
23		0,17 - 0,16	0,20
24		0,11	0,02
25		0,11 - 0,10	0,015
26		0,10	0,012
27	26 Juillet	1,15 - 1,04	24,50
28		1,00 - 0,89	15,50
29		0,20	0,27
30		0,18 - 0,17	0,18
31		0,16	0,13
32		0,14 - 0,13	0,23
33		0,12	0,16
34		0,11	0,10
35	30 Juillet	0,93	16,80
36		0,72 - 0,71	10,20
37		0,26	0,81
38		0,24	0,60
39		0,22	0,52
40	1er Août	1,08 - 1,04	23,10
41		0,85	15,70
42		0,67	7,20
43		0,56 - 0,51	4,85
44		0,49 - 0,45	3,40
45		0,43 - 0,42	3,10
46	8 Août	0,53	6,20
47		0,55 - 0,53	5,70
48		0,53 - 0,52	5,70
49		0,52 - 0,51	5,20
50		0,51 - 0,49	4,30
51		0,49 - 0,48	4,80
52		0,47 - 0,44	3,40

Tableau 5

Campagne 1965 (suite 2)

N°	Date	Cotes m	Débits m ³ /s
53	11 Août	0,26 - 0,24	0,70
54		0,23 - 0,20	0,48
55	23 Août	0,52 - 0,47	5,00
56		0,46 - 0,40	4,00
57		0,38	2,60
58	30 Août	0,55 - 0,52	4,70
59		0,50 - 0,47	4,30
60	2 Sept.	0,67 - 0,62	6,90
61		0,56 - 0,52	4,60
62		0,20	0,21
63		0,18 - 0,17	0,015
64	23 Sept.	0,78	12,10
65		0,70 - 0,67	8,20
66		0,67 - 0,62	6,80
67		0,62 - 0,59	5,90
68		0,51 - 0,48	4,30

Tableau 5

Campagne 1966

N°	Date	Cotes m	Remarques (1)
69	26 Mai	1,45	(Vitesses superficielles
70	-	1,72-1,67-1,55-1,52)Aux flotteurs
71	1er Juin	0,41 - 0,29	
72	24 Juin	0,41 - 0,35	
73	26 Juin	0,30 - 0,26	
74	3 Juillet	0,46 - 0,32	
75	6 Juillet	0,31 - 0,27	
76	8 Juillet	1,21	Incomplet
77	8 Juillet	0,75 - 0,42	Vitesses superficielles
78	12 Juillet	0,61 - 0,45	
79	20 Juillet	0,73 - 0,42	
80	22 Juillet	0,47 - 0,55	
81	22 Juillet	0,68 - 0,63	
82	29 Juillet	0,43 - 0,38	
83	3 Août	0,71 - 0,59	
84	5 Août	2,03 - 0,73	Vitesses superficielles
85	9/10 Août	1,90 - 0,79	Vitesses superficielles
86	15 Août	0,60 - 0,50	
87	26 Août	0,90 - 0,63	Vitesses superficielles
88	31 Août	1,10 - 0,82	Vitesses superficielles
89	7 Sept.	0,68 - 0,33	
90	16 Sept.	1,58 - 1,50	Vitesses superficielles
91	18 Sept.	0,65 - 0,30	

(1) : Mesures par intégration, donc pas de débit correspondant à chaque jaugeage.

- Report sur graphique des valeurs de K qu'on extrapole jusqu'à $H = 2$ m
- Calcul pour les hautes eaux de $V_{\text{moy}} = K \times V_{\text{sup}}$, les vitesses superficielles étant données par de nombreuses mesures jusqu'à $H = 2$ m.
- tracé, pour chaque verticale, de $Q_{vi}(H) = V_{\text{moy}} \times h_{\text{locale}}$ h_{locale} étant lue sur le profil en travers moyen.
- tracé des courbes de débits pour différentes cotes entre $H = 1$ m et $H = 2$ m puis intégration.

Notons que, pour les verticales 1 à 3 et 10 à 12 (en lit majeur), il a été adopté, arbitrairement, un coefficient K de 0,85 en l'absence de jaugeages complets sur ces verticales.

Extrapolation au delà de $H = 2$ m (Gr.16)

La courbe d'étalonnage étant établie jusqu'à $H = 2$ m, il a été aisé de l'extrapoler jusqu'à la cote de la plus forte crue enregistrée ($H = 2,53$ m) sans risquer d'erreur notable. Cette opération s'est effectuée en utilisant la formule de STRICKLER - MANNING :

$$Q = k \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

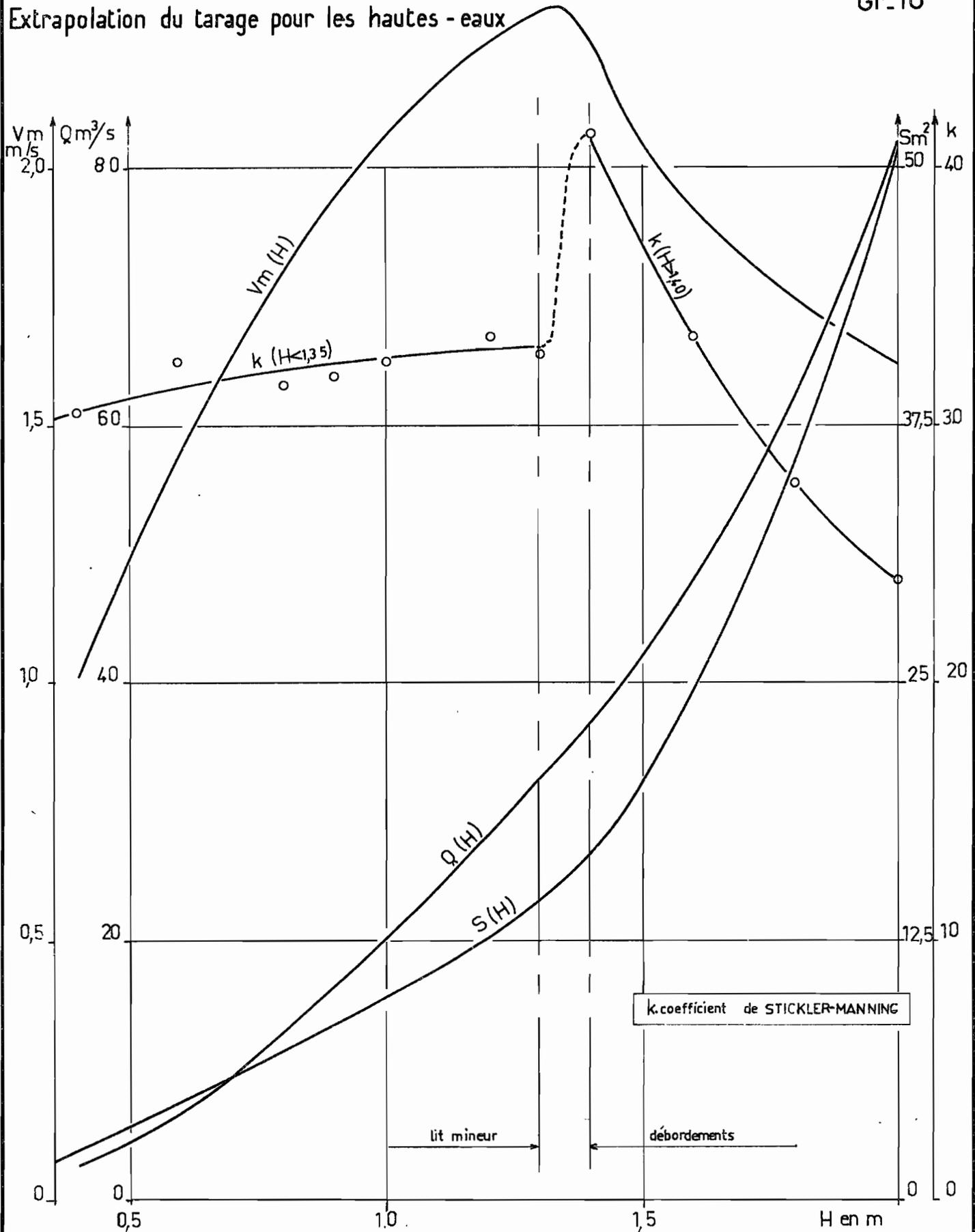
- le coefficient k a été calculé à partir de la courbe établie jusqu'à $H = 2$ m puis extrapolé jusqu'à $H = 2,50$ m.
- la pente i mesurée sur la carte du bassin au 1/10.000 est localement de $9,95\%$ sur 180 m et en moyenne de $3,9\%$ sur 2 800 m ; nous avons adopté la valeur de 7% (cf graphique 10) qui correspond aux relevés des délaissés de crue.

Par précaution, les résultats obtenus ont été vérifiés par le tracé de la fonction $V_{\text{moy}}(H)$ sur papier semi-logarithmique. Le graphique 17 représente la courbe de tarage extrapolée jusqu'à 2,50 m.

STATION PRINCIPALE

Gr.16

Extrapolation du tarage pour les hautes - eaux

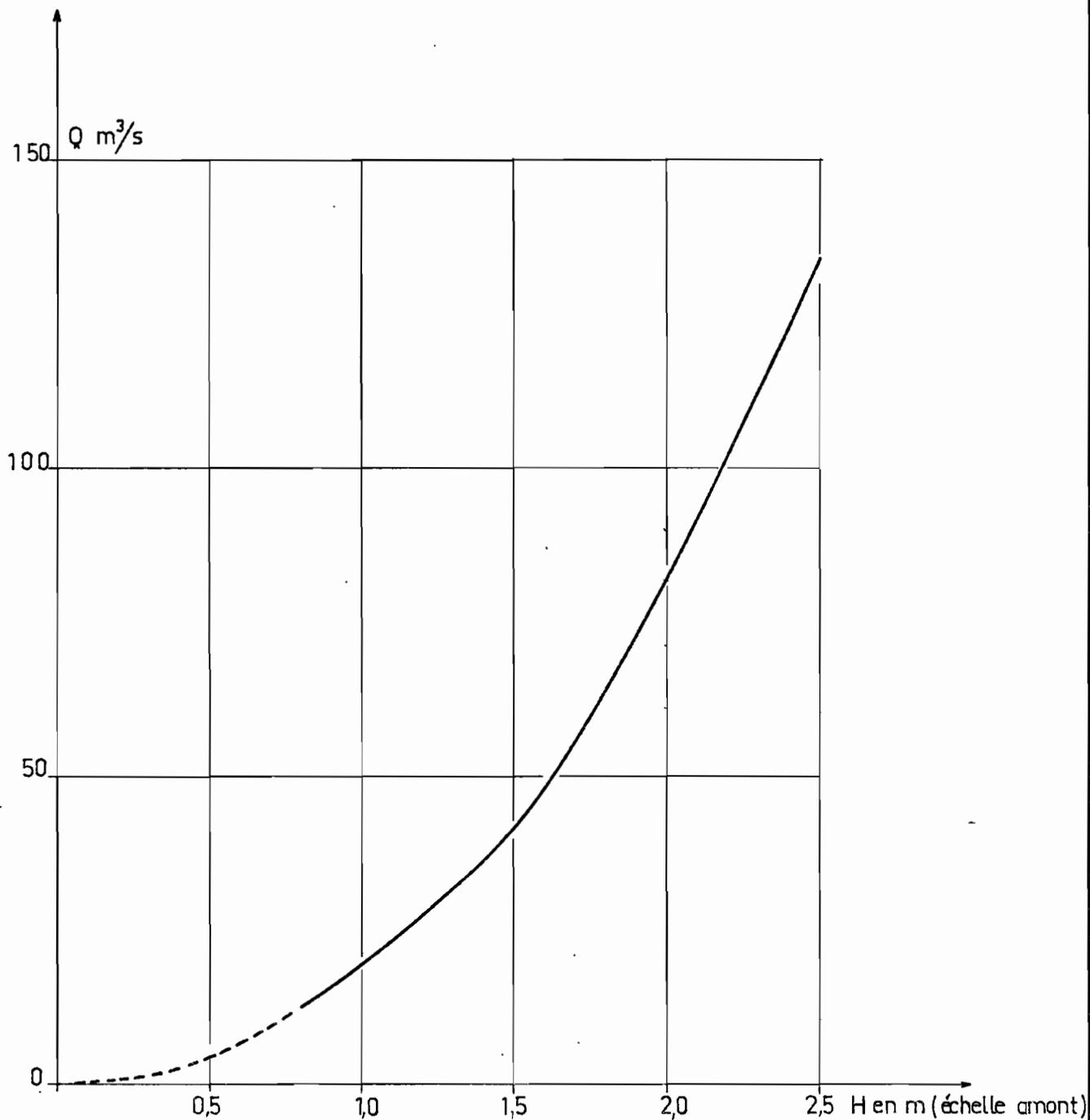


k, coefficient de STICKLER-MANNING

lit mineur

débordements

STATION PRINCIPALE
COURBE D'ÉTALONNAGE EXTRAPOLÉE POUR LES HAUTES-EAUX



2.3.2 - Station Secondaire -

2.3.2.1 - Généralités :

Cette station, comme son nom l'indique, n'a pas eu la priorité dans la distribution des travaux de terrain (jaugeages en particulier), mais son intérêt est néanmoins évident puisque la connaissance de son régime d'écoulement (bassin versant de 26,5 ha) est le trait d'union nécessaire entre les fosses (3 à 10 ha) et le Bassin Versant complet (16,57 km²).

Sans présenter toutes les difficultés de la Station Principale, l'étalonnage de cette station s'est heurté à plusieurs conditions défavorables :

- temps de réponse excessivement court
- fortes vitesses en hautes eaux (de l'ordre de 2 m/s à H = 0,30m)
- variations rapides du plan d'eau
- brièveté de l'écoulement
- et surtout instabilité du lit

Pour pallier ce dernier inconvénient, un radier bétonné de 4 m de long a été construit au droit de la station de jaugeage. Cet ouvrage a relativement bien rempli son rôle ainsi qu'en témoignent les 10 profils en travers relevés au cours des 3 campagnes. Mais il ne faisait que "rendre" approximativement le profil qu'il avait trouvé avant chaque crue.

Malheureusement, nous nous sommes aperçus, lors des dépouillements des jaugeages, que les profils en travers relevés "à sec" étaient différents des profils "en crue" en raison de l'énorme charriage de sable, les écarts pouvant atteindre 10 cm. L'adoption des profils moyens "à sec" aurait entraîné une très forte surestimation des débits dans l'utilisation de la méthode des jaugeages par intégration.

Le processus d'ensablement étant pratiquement toujours le même : importance constante du réhaussement du lit du début à la fin de la crue avec "lavage" juste en fin d'écoulement, et très peu variable quelle que soit la hauteur de crue, nous avons adopté un profil moyen tiré des jaugeages (Gr. 18).

2.3.2.2 - Jaugeages :

Toutes les mesures effectuées ont été des jaugeages continus dans le but d'étalonner la station par la méthode d'intégration. Pour cela, 7 verticales ont été repérées sur la passerelle ; celle-ci ayant été déplacée au début de la campagne 1966 (le 18 Juillet), le découpage de la section n'a plus comporté que 4 verticales.

Ce déplacement de la passerelle (une dizaine de mètres vers l'amont), qui s'est opéré à l'occasion d'une réfection du radier bétonné, explique la différence entre les profils 64-65 et 66 (Gr. 18).

Liste des jaugeages dans le tableau n° 6.

- Campagne 1964 -

De même que pour la Station Principale, il n'a pas été possible d'effectuer beaucoup de mesures, d'autant plus que le personnel, habitant le village de KOUNTKOUZOUT, ne pouvait se rendre à la station, obligé qu'il était de traverser le marigot principal.

Tableau 6

LISTE des JAUGEAGES EFFECTUES

à la STATION SECONDAIRE

Campagne 1964

: N° :	Date	Cotes m		
		: Init.	Finale	Maxi. :
: 1 :	25 Août	: 0,08	- 0,09	par 0,12 :
: 2 :	31 Août	: 0,14	- 0,10	:
: 3 :	8 Septembre	: 0,05	- 0,03	:

Campagne 1965

: N° :	Date	Cotes m		
		: Init.	Finale	Maxi. :
: 4 :	11-6	: de 0,07	à 0,05	: :
: 5 :	20-7	: 0,20	à 0,04	par 0,60 :
: 6 :	26-7	: 0,06	à 0,01	par 0,26 :
: 7 :	30-7	: 0,16	à 0,03	par 0,20 :
: 8 :	1-8	: 0,08	à 0,03	par 0,28 :
: 9 :	8-8	: 0,14	à 0,02	par 0,20 :
: 10 :	9-8	: 0,11	à 0,015	par 0,30 :
: 11 :	15-8	: 0,13	à 0,06	par 0,20 :
: 12 :	21-8	: 0,16	à 0,02	par 0,17 :
: 13 :	22-8	: 0,17	à 0,02	par 0,21 :
: 14 :	23-8	: 0,10	à 0,02	par 0,12 :
: 15 :	30-8	: 0,25	à 0,03	par 0,26 :
: 16 :	2-9	: 0,21	à 0,02	par 0,28 :
: 17 :	3-9	: 0,10	à 0,01	par 0,11 :
: 18 :	4-9	: 0,13	à 0,02	:

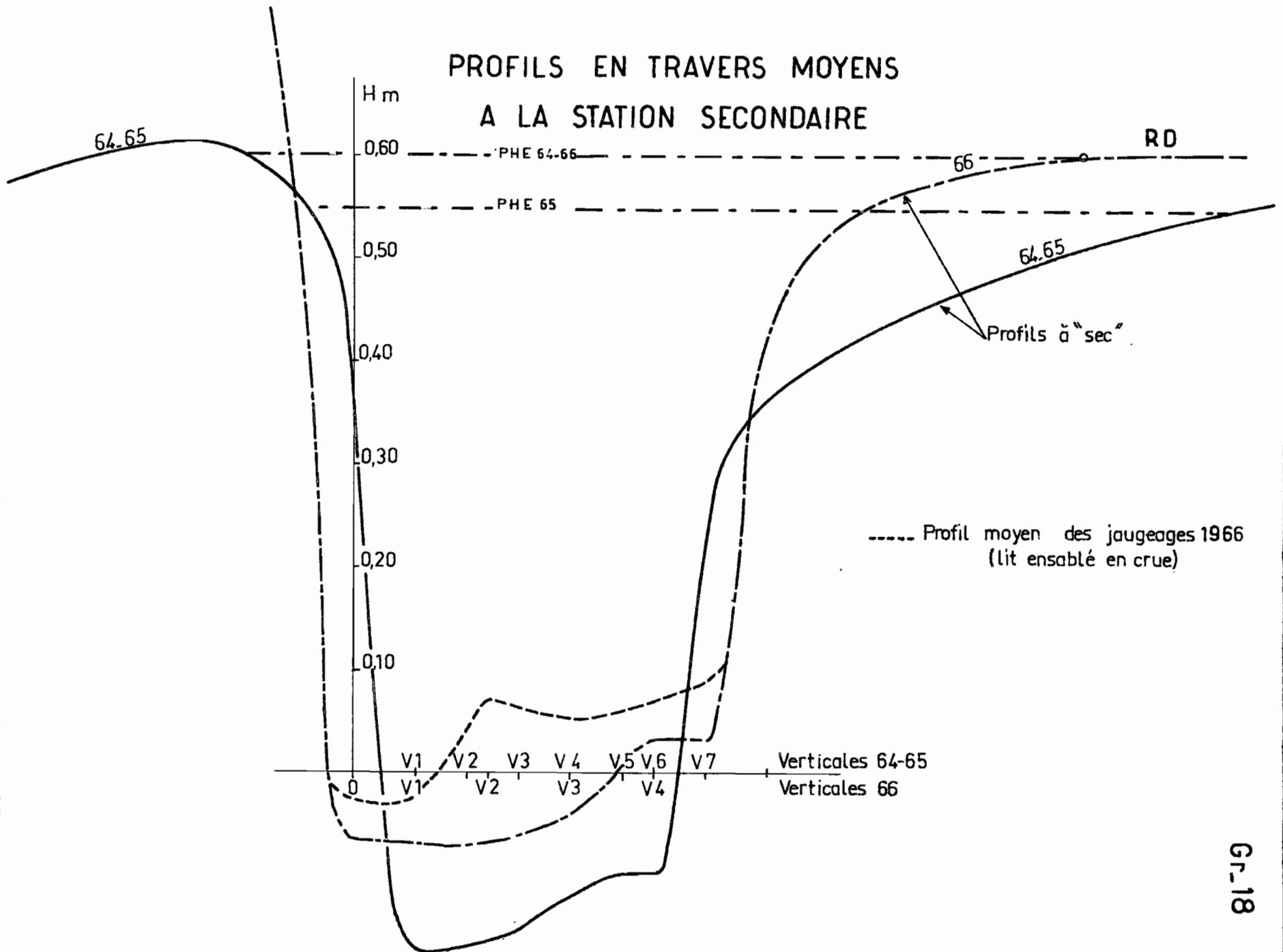
Tableau 6

Campagne 1966

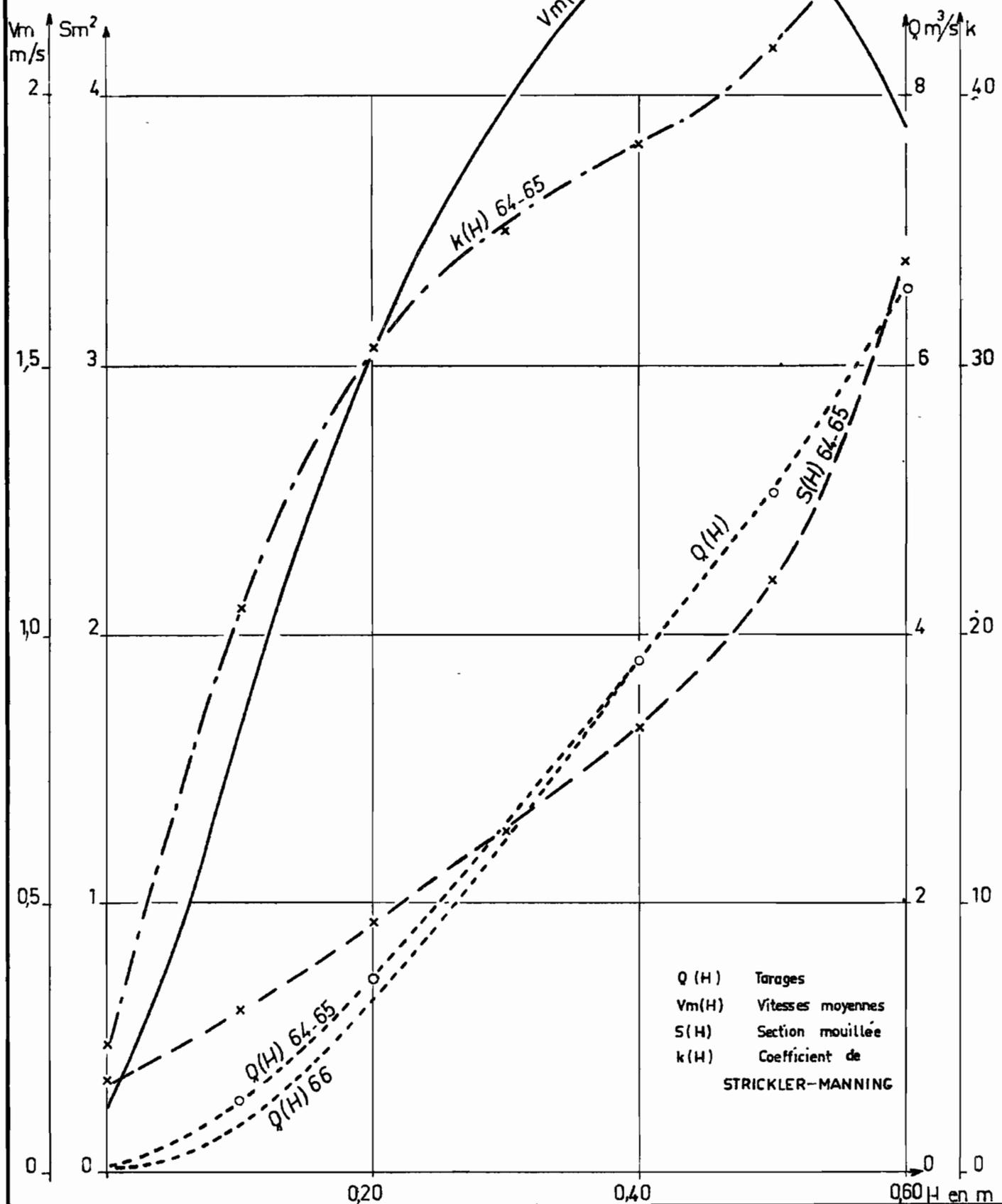
N°	Date	Cotes
19	8-7	0,03 - 0,01
20	20-7	0,06 - 0,01
21	29-7	0,15 - 0,08
22	3-8	0,10 - 0,04
23	5-8	0,28 - 0,03
24	9/10-8	0,26 - 0,05
25	13-8	0,20 - 0,04
26	15-8	0,14 - 0,04
27	25-8	0,14 - 0,04
28	31-8	0,30 - 0,10
29	7-9	0,22 - 0,05

N.B. Dans la colonne "Cotes" l'indication 0,20 à 0,04 par 0,60 signifie que le jaugeage continu s'est effectué alors que la cote a varié de 0,20 à 0,60 en crue puis de 0,60 à 0,04 en décrue.

PROFILS EN TRAVERS MOYENS A LA STATION SECONDAIRE



STATION SECONDAIRE COURBE DÉTALONNAGE



$Q(H)$ Tarages
 $V_m(H)$ Vitesses moyennes
 $S(H)$ Section mouillée
 $k(H)$ Coefficient de
 STRICKLER-MANNING

- Campagne 1965 -

Deux aides-hydrologues se sont tenus constamment à proximité de la station, logeant dans une case sommaire en banco, afin d'être sur place dès le début des crues.

Quinze séries de mesures ont pu ainsi permettre d'étalonner la station jusqu'à la cote des plus hautes eaux des 3 campagnes.

- Campagne 1966 -

A la suite des mesures de cette campagne, la courbe d'étalonnage a dû être modifiée pour les basses eaux (jusqu'à $H = 0,30$ m) en raison d'un ralentissement créé par le nouveau radier.

Au-delà de $H = 0,40$ m, la différence étant insignifiante, nous avons conservé le tarage 1965.

La cote maximale atteinte a été de 1,60 m. Des mesures de débits ont été effectuées à cette cote ; ainsi n'y a-t-il pas eu besoin d'extrapolation. Le Gr. 19 donne les éléments d'étalonnage et les courbes de tarage retenues.

2.3.3 - Station Barrage -

Cette station, installée sur un site naturel de barrage (périmètre central d'aménagement prévu), présente un radier très stable, rocheux, parfois légèrement modifié par un faible ensablement.

Pour cette raison et d'autant plus que l'écoulement était canalisé par une digue de moellons cimentés, nous nous sommes contentés de 2 séries de jaugeages, les 21 et 22 août 1965, la relation $C(H)$ devant être univoque et permanente (liste dans le tableau 7).

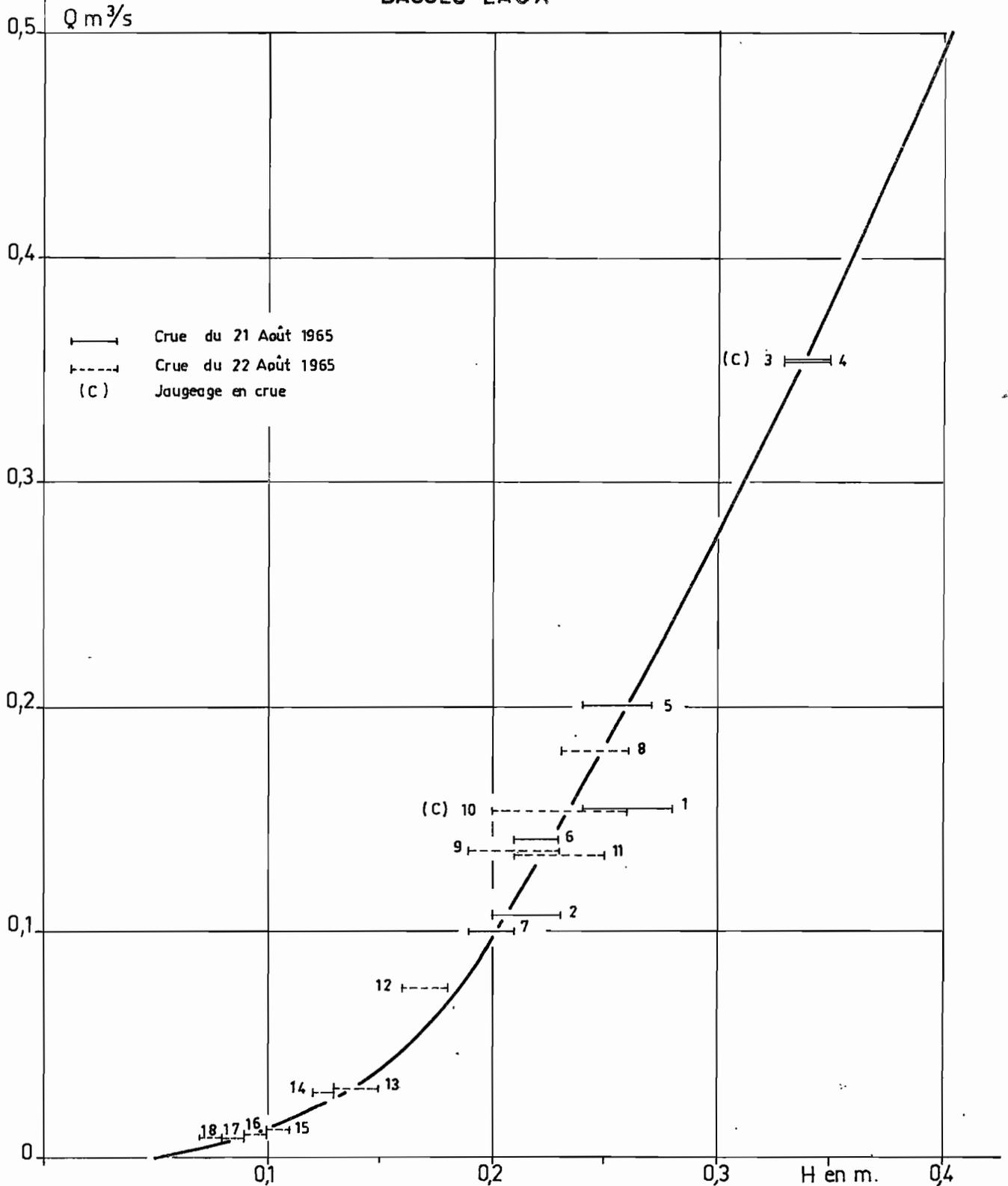
Tableau 7

"LISTE des JAUGEAGES EFFECTUES
à la STATION BARRAGE"

N°	Date	Cotes m	Débit l/s
1	21 Août 1965	0,28 - 0,24	158
2	-	0,23 - 0,20	107
3	-	0,33 - 0,35	353
4	-	0,35 - 0,33	354
5	-	0,27 - 0,24	202
6	-	0,23 - 0,21	143
7	-	0,21 - 0,19	100
8	22 Août 1965	0,26 - 0,23	181
9	-	0,23 - 0,19	136
10	-	0,20 - 0,26	157
11	-	0,25 - 0,21	134
12	-	0,18 - 0,16	95
13	-	0,15 - 0,13	31
14	-	0,13 - 0,12	29
15	-	0,11 - 0,10	12
16	-	0,10 - 0,09	10
17	-	0,09 - 0,08	8,6
18	-	0,08 - 0,07	9

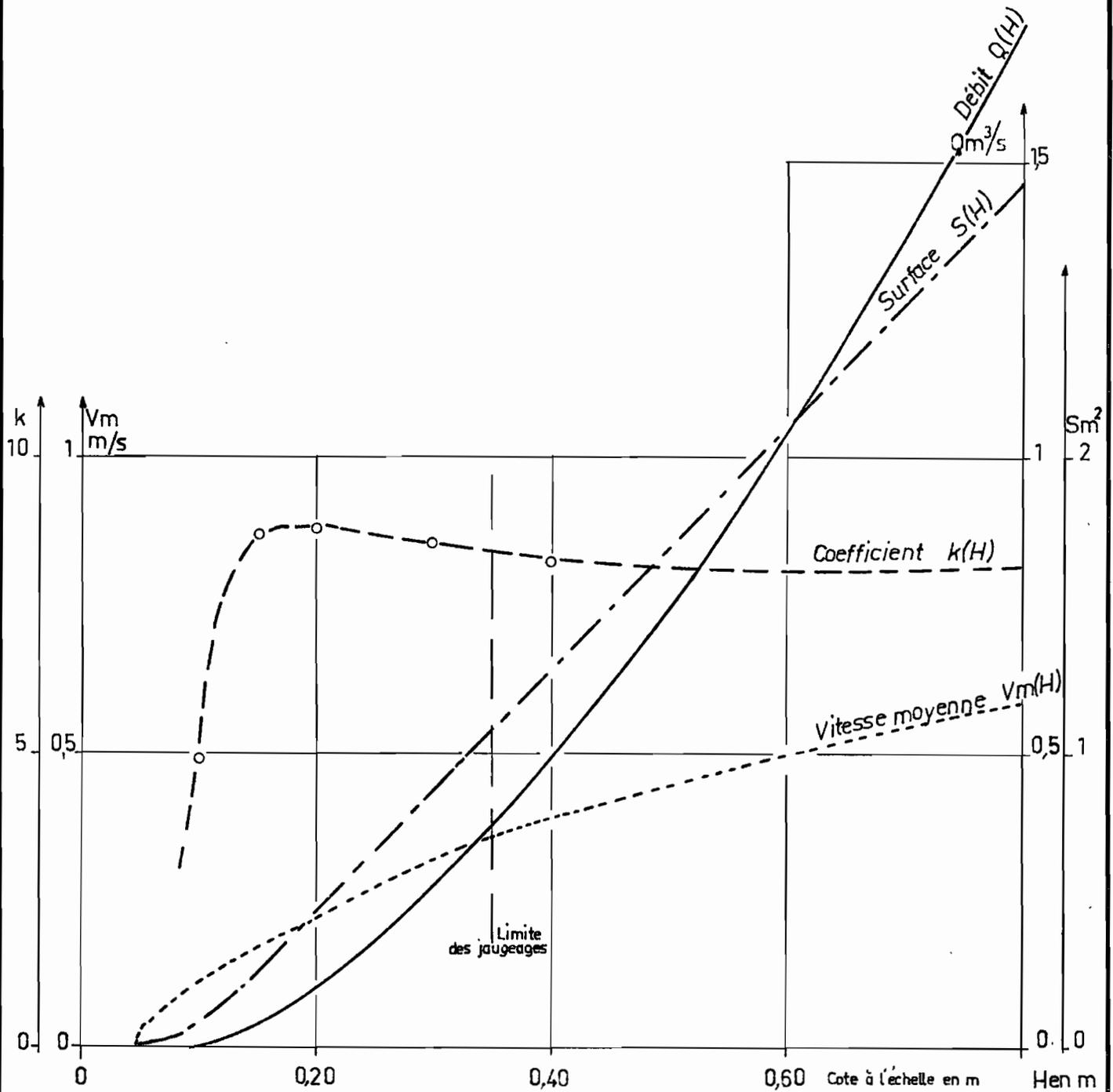
STATION BARRAGE COURBE D'ÉTALONNAGE

BASSES-EAUX



STATION BARRAGE

COURBE DÉTALONNAGE DES HAUTES-EAUX ET ÉLÉMENTS DE L'EXTRAPOLATION



La courbe obtenue ainsi, jusqu'à $H = 0,35$ m (Gr. 20), a été extrapolée jusqu'à la cote des PHE (0,72 en 1965 - 0,77 en 1966) par la formule de Strickler - Manning, avec les contrôles d'usage ; tracé de $Q(H)$ sur papier logarithmique, tracé de la courbe des vitesses moyennes (Gr. 21).

Le profil en travers moyen a été établi (comme pour la Station Secondaire) en tenant surtout compte des observations lors des jaugeages ; il représente assez bien le profil moyen des profils levés "à sec".

2.3.4 - Déversoirs des fosses à sédiments -

Toutes les fosses ont été munies à l'aval d'un déversoir triangulaire à 120° , ce qui évitait théoriquement d'étalonner chacune des fosses puisqu'il existe pour ces déversoirs des formules d'écoulement classiques.

Mais ces formules, que ce soit celle de BAZIN :

$$Q = \frac{8}{15} \mu \sqrt{2g} \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} H^{5/2}$$

μ coefficient d'écoulement $\neq 2/3$

θ angle du déversoir = 120°

H cote au-dessus de la pointe du déversoir

ou celle de GOURLEY et GRIMP :

$$Q = 1,32 \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} H^{2,47}$$

sont établies en laboratoire, avec vitesse initiale nulle et déversoir dénoyé, ce qui n'était que très rarement le cas sur le terrain.

De plus, lors des fortes crues, le déversoir triangulaire est submergé et il est assez ambigu de combiner une des précédentes formules à une formule de déversoir rectangulaire.

Pour cette raison, nous avons jugé nécessaire d'étalonner l'une des fosses (en l'occurrence, la fosse 1) par les méthodes classiques.

Comme nous l'avions prévu, l'application des formules sous-estimait nettement les débits (Gr.22). Nous donnons les résultats de ces jaugeages dans le tableau n° 8.

Notons que, pour cette fosse, le début d'écoulement à la pointe du déversoir est à la cote 1,50 et que le passage au déversoir complexe (triangle + rectangle) est donc à la cote 1,90. Pour les autres fosses, ces cotes varient entre 1,49 - 1,53 et 1,89 - 1,93 ; il suffit de décaler la courbe suivant la fosse étudiée.

La courbe de tarage obtenue par les jaugeages a été ajustée à une formule du type :

$$Q = k.h^{3/2} S$$

k coefficient d'écoulement
h cote du plan d'eau au dessus de la pointe du déversoir
S Section mouillée du déversoir

Formule qui est la suivante :

$$\underline{\underline{Q = 3,35 h^{5/2} \quad (\text{Gr. n° 22}).}}$$

Nous avons adopté le même barème pour le dépouillement de toutes les fosses ; il est possible que les tarages soient en réalité légèrement différents, en raison notamment de la mise en vitesse initiale qui peut varier d'un ouvrage à l'autre, mais les écarts seront sans doute minimes. Ce point sera éclairci par quelques jaugeages au cours de la campagne 1967. En fait, seule la fosse n° 3 pourrait être sujette à une influence du plan d'eau aval (faible hauteur de chute du déversoir) et donc à une diminution des débits par rapport à ceux du tarage de la fosse 1.

FOSSE n°1
COURBE DE TARAGE

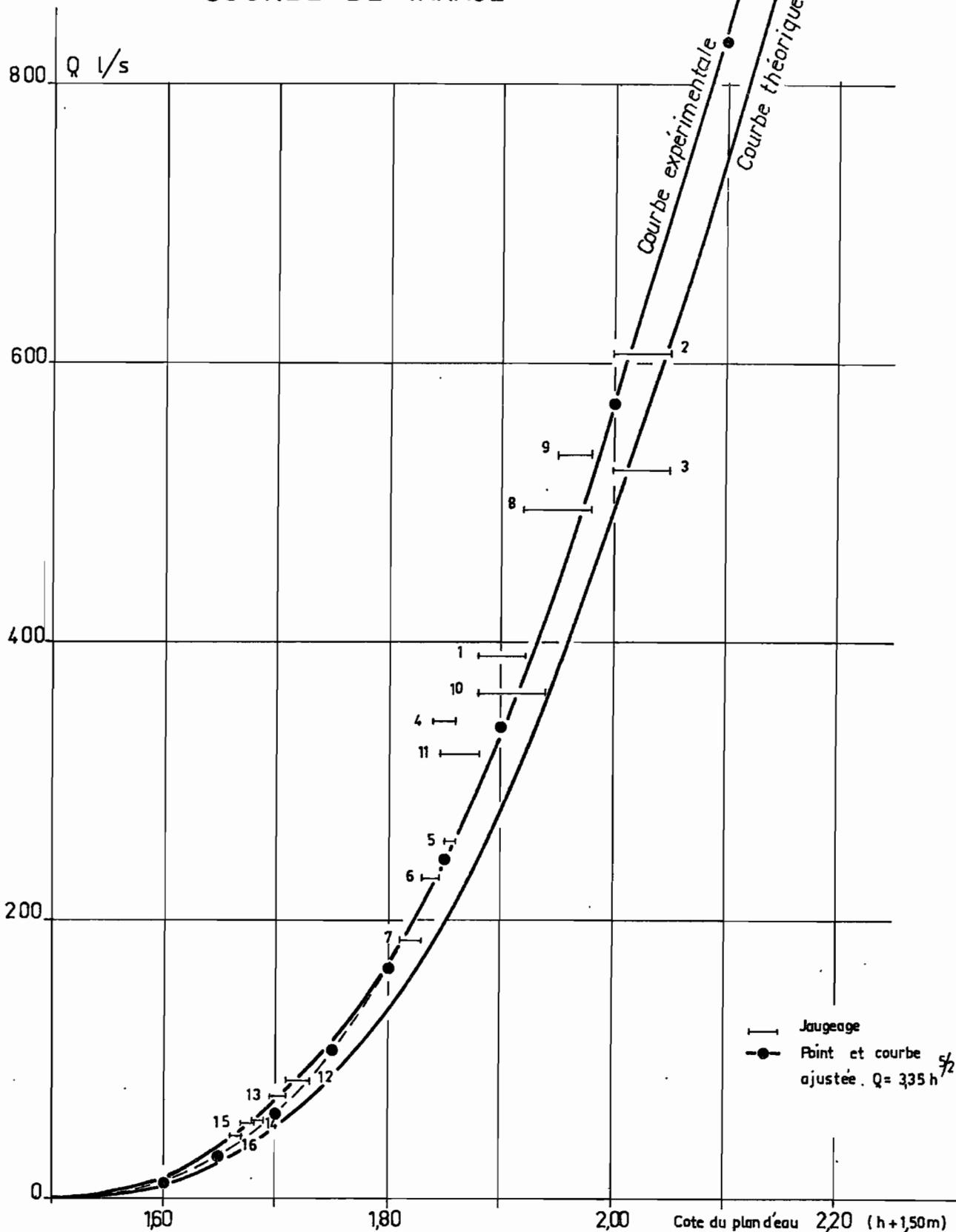


Tableau 8

LISTE des JAUGEAGES
EFFECTUES à l'EXUTOIRE de la FOSSE 1

N°	Date	Cotes m	Débit m ³ /s
1	20 Juillet	1,92 - 1,88	389,5
2	5 Août	2,00 - 2,05	607
3	5 -	2,05 - 2,00	523
4	15 Août	1,84 - 1,86	343
5	15 -	1,86 - 1,85	256
6	15 -	1,845 - 1,83	230
7	15 -	1,83 - 1,81	185
8	26 Août	1,92 - 1,98	494
9	-	1,98 - 1,95	535
10	-	1,94 - 1,88	363
11	-	1,88 - 1,845	319
12	-	1,73 - 1,71	84,2
13	-	1,71 - 1,695	72,5
14	-	1,69 - 1,68	55,5
15	-	1,68 - 1,67	53,6
16	-	1,67 - 1,66	43,8

C H A P I T R E I I I

O B S E R V A T I O N S

3.1 - Les PRECIPITATIONS -

Rappelons que l'ensemble du bassin a été équipé de 3 pluviographes et de 11 pluviomètres (8 seulement en 1964) et que son régime pluviométrique est semblable à celui de TAHOUA.

Les relevés journaliers à tous les postes ainsi que les totaux mensuels sont présentés en annexe ; nous y avons fait figurer les moyennes afférentes aux 3 bassins de ruissellement, calculées pour chaque averse par la méthode de pondération de THIESSEN. La Station Secondaire est sous l'influence du PE II (27 %) et du P 11 (sauf en 1964). La Station Barrage dépend du P2 (31 %) et du P3.

Notons également que pour les fosses, nous adoptons les pluviométries enregistrées aux postes :

PE I pour fosses n° 1, 2 et 3

PE II pour fosse n° 5

P 10 pour fosse n° 6 (PE I pour intensités).

Tous les résultats mentionnés dans les paragraphes qui suivent se rapportent à la pluviométrie moyenne du bassin général (exutoire à la Station Principale).

3.1.1 - Répartition annuelle -

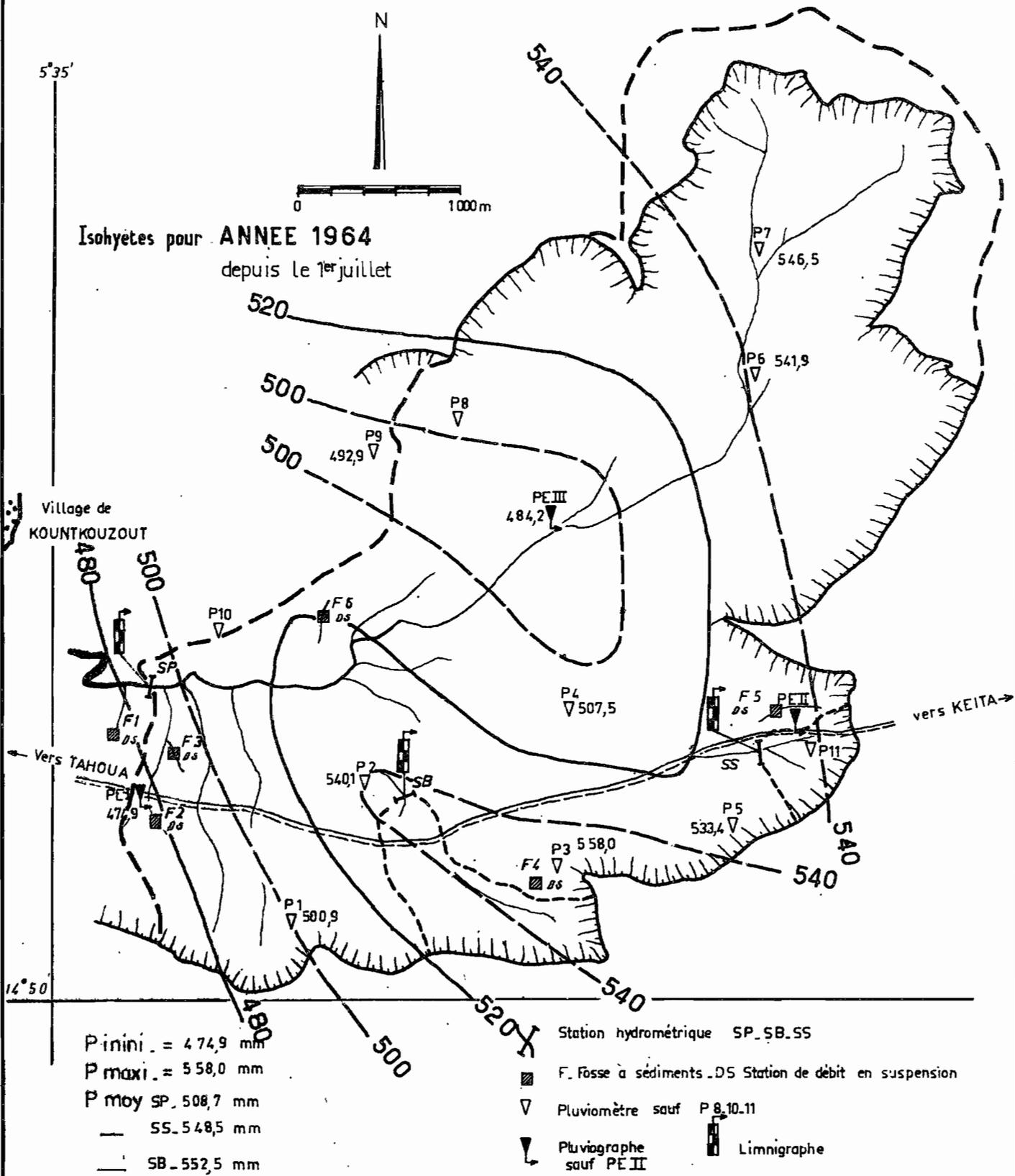
Moyenne interannuelle		400 mm	:
Pluviométrie	1964	509 mm (1)	:
"	1965	460 mm	:
"	1966	531 mm	:

- (1) La pluviométrie 1964 n'a été enregistrée que depuis le 1er Juillet ; compte tenu des totaux enregistrés à TAHOUA (442 mm), ILLELA (513 mm) et GARHANGA, 20 km au Sud de TAHOUA (638 mm), on peut estimer, par un tracé d'isohyètes, que la pluviométrie de KOUNTKOUZOUT est de l'ordre de 540 mm

Les résultats enregistrés sont donc nettement supérieurs à la moyenne interannuelle. Les pluviométries 1964 et 1966 sont de récurrence décennale, celle de 1965 étant elle-même plus que quinquennale ; il est bien évident que cette pluviométrie excédentaire donnera des volumes ruisselés annuels supérieurs à la moyenne.

Nous donnons ci-joint, les isohyètes des 3 années (Gr. 23 à 25). On remarquera qu'elles respectent assez bien la direction générale des averses (qui viennent presque toujours du NE ou de l'E-SE) sauf en 1965, où la tendance est CN puis NS par ordre d'importance : la pluviosité est plus élevée le long du rebord des falaises (Sud, Est, Nord) et plus faible au centre du bassin (PE III) de manière assez systématique.

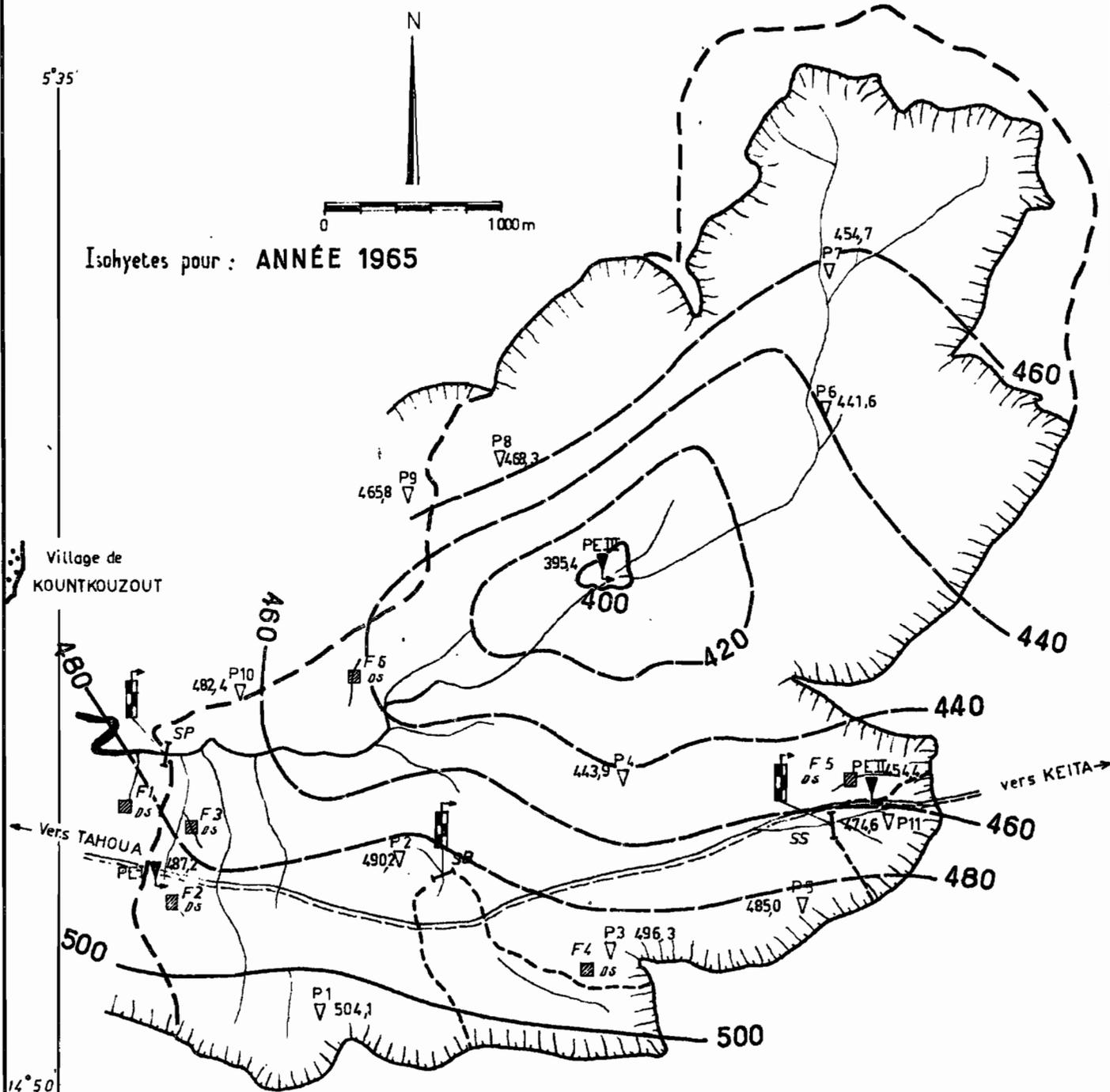
Schéma d'implantation



Pinini = 474,9 mm
 P maxi = 558,0 mm
 P moy SP = 508,7 mm
 — SS = 548,5 mm
 — SB = 552,5 mm

Station hydrométrique SP, SB, SS
 F. Fosse à sédiments DS Station de débit en suspension
 ▽ Pluviomètre sauf P 8, 10-11
 ▾ Pluviographe sauf PE II
 Limnigraphe

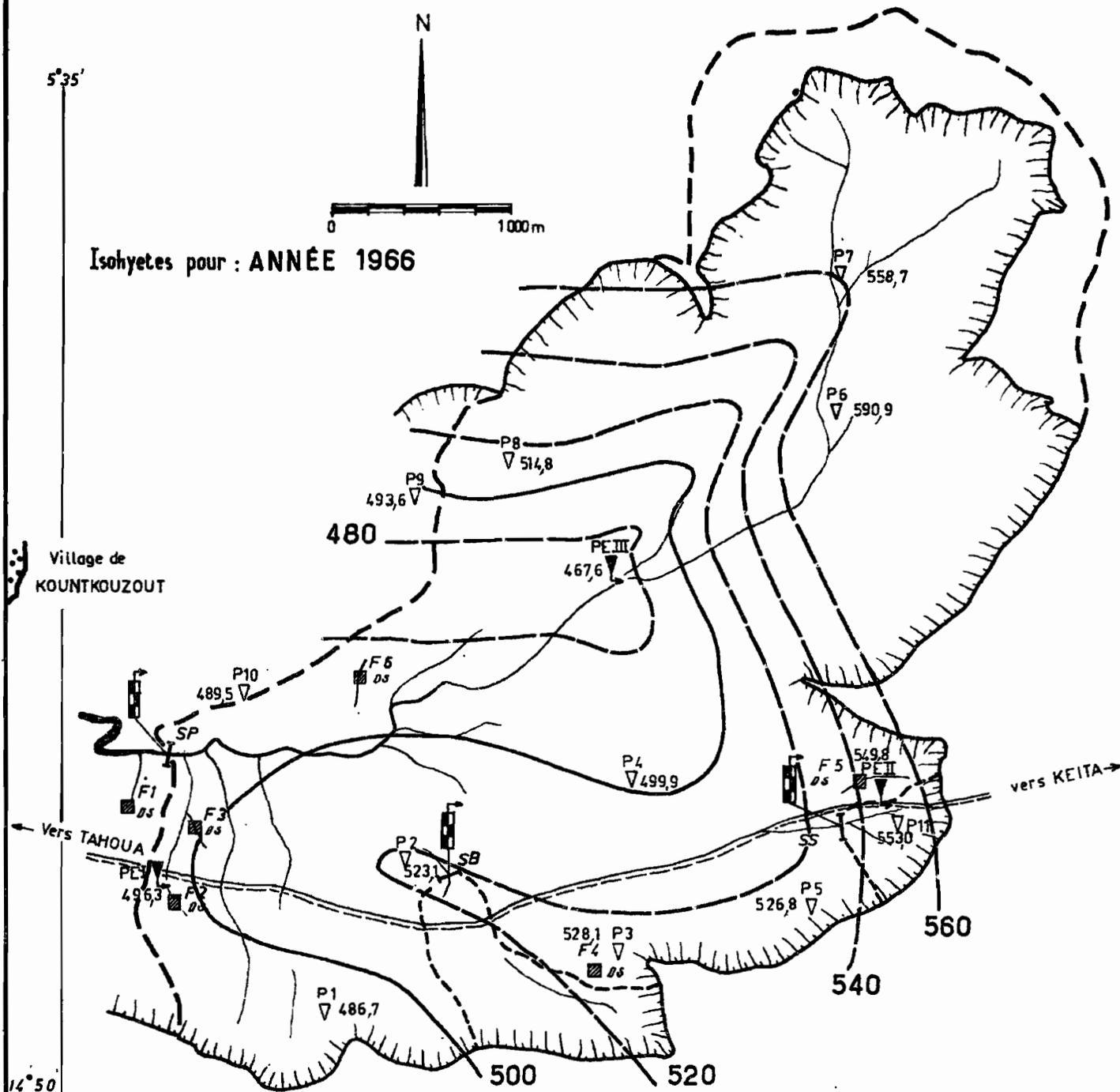
Schéma d'implantation



P mini = 395,4 mm
P maxi = 504,1 mm
P moy SP 459,8 mm
 — SS 469,0 mm
 — SB 493,5 mm

- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. Fosse à sédiments - DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ∇ Pluviographe
- ⊞ Limnigraphe

Schéma d'implantation



P mini . = 467,6 mm
 P maxi . = 590,9 mm
 P moy SP 530,6 mm
 — SS 553,0 mm
 — SB 525,3 mm

- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. Fosse à sédiments DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▼ Pluviographe
- Limnigraphe

En 1965, les 4 mois de pleine saison des pluies sont légèrement excédentaires, sauf le mois de Juillet qui est moyen; on peut donc préjuger que les volumes ruisselés seront normaux, ou un peu supérieurs à la moyenne.

L'année 1966 se caractérise par un déficit léger en Juin et très net en Juillet, un mois d'Août supérieur à la moyenne et un mois de Septembre très largement excédentaire (2,5 fois la moyenne). Cette distribution est, à priori, défavorable au ruissellement en raison de l'apparition de la végétation herbacée dès le début d'Août.

3.1.3 - Répartition journalière -

Ainsi qu'il l'a été vu précédemment, il a été observé 33 averses en 1964 (depuis le 1er Juillet), 47 en 1965 et 53 en 1966. Par tranches de 10 mm, le classement est le suivant :

P	Moyenne	1964	1965	1966
mm	TAHOUA			
0 - 10:	29	18	28	35
10 - 20:	8	5	12	11
20 - 30:	3,3	5	5	3
30 - 40:	1,2	1	0	0
40 - 50:	0,6	2	2	4
50 - 60:	0,27	0	0	0
60 - 70:	0,16	1	0	0
> 70 :	0,07	1	0	0
Total :	42,6	33	47	53

Parmi les fortes averses observées au cours des 3 années, l'averse n° 4 du 10 Juillet 64 est particulièrement remarquable, avec un maximum ponctuel de 104 mm au P2 (à proximité de la Station Barrage) ;

ce qui la classe au P2 dans l'ordre de fréquence trentenaire. Son coefficient d'abattement est de 0,68, ce qui peut paraître faible, mais la moyenne des k de chaque averse ayant ruisselé est proche de ce chiffre : $k = 0,69$ en 1964 - $0,61$ en 1965 et $0,60$ en 1966. Néanmoins, un tel abattement pour une forte averse doit diminuer sa rareté et lui conférer une probabilité décennale peut-être. Une étude complète de l'abattement sera réalisée avec les résultats de la 4ème campagne, pour préciser ce point.

La courbe intensité-durée est très intéressante :

144 mm/h	en	5 minutes
132 mm/h	en	10 minutes
124 mm/h	en	15 minutes
117 mm/h	en	20 minutes
110 mm/h	en	25 minutes
104 mm/h	en	30 minutes
92 mm/h	en	40 minutes
85 mm/h	en	45 minutes

Ces intensités dépassent nettement celles de la fréquence décennale type de la région (paragr. 1.2.2) et laissent augurer pour cette averse d'une récurrence plus rare.

Cette averse a naturellement produit la plus forte crue enregistrée d'autant plus que son épicentre était situé dans la partie Sud du bassin. Le maximum est de $136 \text{ m}^3/\text{s} - 8\,200 \text{ l/s.km}^2$

D'autres averses ont été remarquables :

- Averse n° 8 du 20 Juillet 1964 - Maximum ponctuel 56,5 mm au P6 (fréquence bisannuelle), abattement moyen ($k = 0,72$), intensité de même ordre de fréquence (72 mm/h en 15 mn, 62 mm/h en 30 mn). La crue provoquée a été très forte (la 3ème dans l'ordre des débits classés avec un maximum de $77 \text{ m}^3/\text{s}$), le maximum de l'averse se trouvant au centre du bassin à forte possibilité de ruissellement et le terrain étant bien saturé (Averse de 12,2 mm, 16 heures auparavant).

- Averse n° 23 du 24 Août 1964 - Averse de maximum ponctuel (72,5 mm) presque décennal mais de très longue durée (6 heures) avec de nombreuses interruptions ce qui en réduit fortement la sévérité. Centrée à l'aval du bassin (avec $k = 0,83$, ce qui est remarquable), elle est survenue 5 heures après une pluie de 10 mm.

- Averse n° 6 du 11 Juin 1965 - Averse en 2 corps (séparés de 30 minutes), remarquable par sa violence au PE I avec une pointe d'intensité de 174 mm/h en 5 minutes (1er corps qui sature le sol) elle a provoqué (2ème corps d'averse) la crue la plus importante de l'année (60 m³/s).

- Averse n° 2 du 26 Mai 1966)
- Averse n° 30 du 5 Août 1966 (averse unitaires
- Averse n° 32 des 9 et 10 Août 1966)

à intensités moyennes (récurrence annuelle) mais à large corps (30 minutes environ) d'épicentre situé sur l'Est et le Nord-Est et provoquant de fortes crues (70,84 et 68 m³/s), les maximums ponctuels de précipitation ayant dépassé 50 et 60 mm (récurrence 2 à 5 ans).

3.2 - Le RUISSELLEMENT -

Les averses enregistrées n'ont pas toutes donné lieu à un ruissellement, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant :

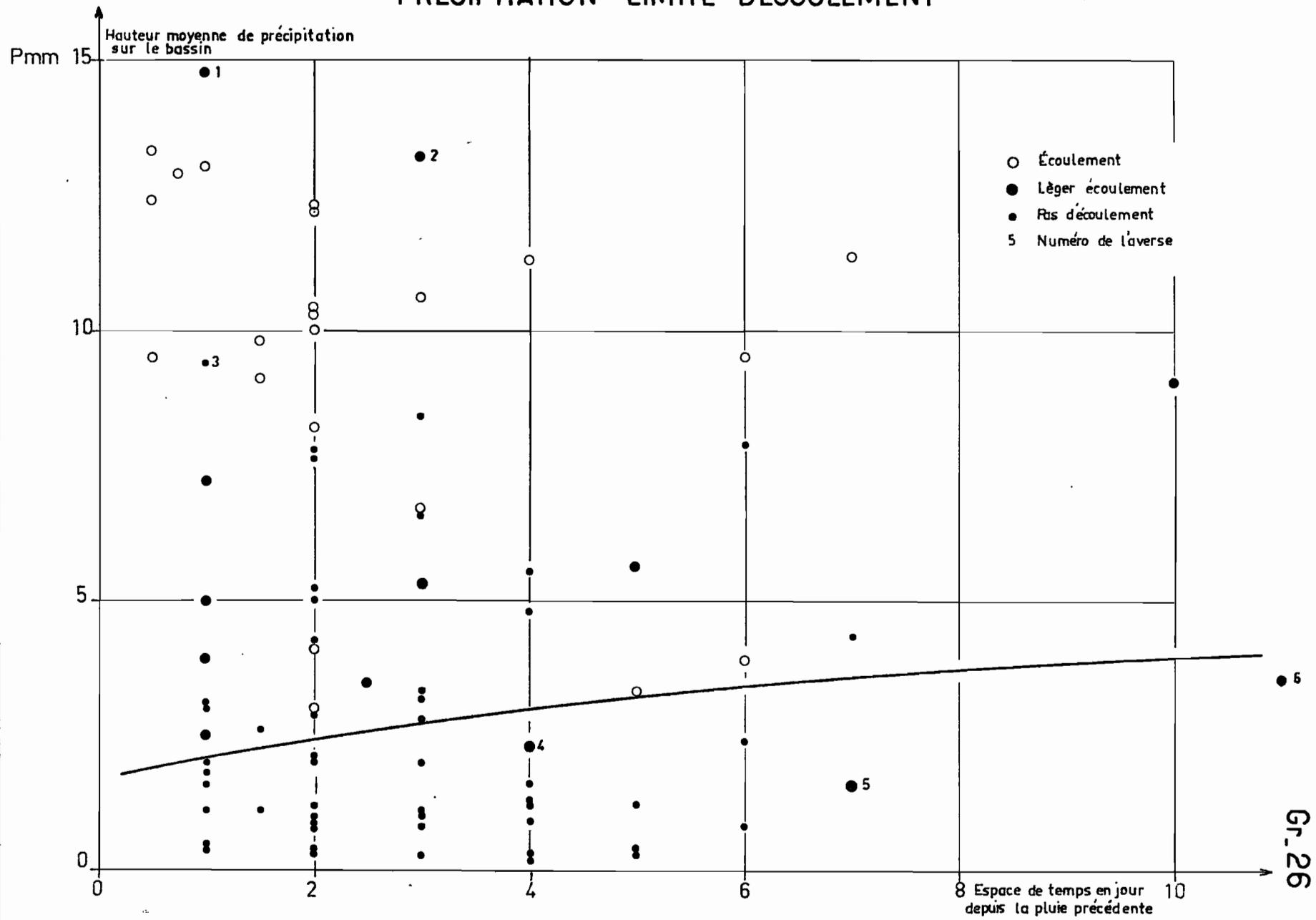
Année	Nombre d'averses	Nombre de crues		
		SP	SS	SB
1964	33	19	13	n.cb
1965	47	25	19	19
1966	53	30	20	22
Total	133	74	57	41

C'est un phénomène naturel, le ruissellement ne pouvant exister qu'à partir d'une certaine valeur de précipitation (différente suivant le degré de saturation du terrain) qui s'appelle précipitation limite d'écoulement ; à l'examen des résultats des 3 années, nous avons pu établir grossièrement une courbe séparant les averses ayant produit un ruissellement de celles qui n'ont rien donné. Cela donne à peu près les valeurs (Gr. n° 26) :

2 mm après 1 jour
3 mm après 4 jours
4 mm après 10 jours

Quelques points échappent très nettement à cette règle, mais cela tient aux conditions particulières de la pluviométrie (références numérotées sur Gr. 26).

STATION PRINCIPALE PRÉCIPITATION LIMITE DÉCOULEMENT



- écoulement pour une pluviométrie inférieure : averse brève concentrée sur la partie aval ou Sud-Ouest du bassin, c'est-à-dire à proximité de la station de mesures et sur les bassins des fosses 1, 2 et 3 à fort ruissellement (4 - 5 - 6).
- écoulement faible ou absence d'écoulement pour une pluviométrie supérieure :
 - soit averse longue à faible intensité (2 - 3)
 - soit averse ayant son épicentre au S.E., c'est-à-dire sur les zones à tendance endoréique dont l'écoulement ne rejoint pas la Station Principale (1).

3.2.1 - Caractéristiques des crues -

Les tableaux 10 à 12 donnent les caractéristiques de toutes les crues observées au cours des 3 campagnes aux 3 stations.

Les colonnes de ces tableaux indiquent, dans l'ordre :

- N° : numéro de l'averse dans l'année considérée
- Date : date de la crue
- P max : pluviométrie ponctuelle maximale sur le bassin, en mm (pour Station Principale seulement)
- P min : pluviométrie ponctuelle minimale sur le bassin, en mm (pour Station Principale seulement)
- P moy : pluviométrie moyenne en mm
- I max : intensité maximale en mm/h enregistrée en 15 minutes, si la durée de l'averse le permet ; les pluviographes de référence sont :

- PE III pour la Station Principale
- PE II pour la Station Secondaire
- PE II pour la Station Barrage

En cas de non-fonctionnement, référence est faite à un autre enregistreur, avec indication dans le tableau.

Pa	:	précipitation antérieure, en mm
ta	:	temps séparant l'averse de la précipitation antérieure, en h
k	:	coefficient d'abattement = P_{moy}/P_{max} (uniquement pour Station Principale)
Vr	:	volume ruisselé - en $10^3 m^3$ pour Station Principale - en m^3 pour Stations Secondaire et Bar- rage
Kr %	:	coefficient de ruissellement
tp	:	temps de réponse : temps séparant le centre de gravité de la pluie de la pointe de la crue, en minutes
tm	:	temps de montée : temps séparant le début du maximum de la crue, en mn
tb	:	temps de base : durée du ruissellement, en heures pour la SP, en minutes pour les 2 autres stations
Qmax	:	débit maximal en m^3/s .

Les volumes ruisselés indiqués entre parenthèses (pour la Station Principale) en 1964 ont été estimés à l'aide de l'hydrogramme type établi au chapitre 4. Cette estimation sert uniquement d'ordre de grandeur pour le calcul de l'écoulement total annuel.

Parmi toutes les crues enregistrées, nous en avons sélectionné un certain nombre (que nous présentons sur graphiques en annexe), remarquables surtout par leur fort débit maximal.

Par souci d'efficacité, nous avons réuni sur un même graphique les 3 hydrogrammes aux 3 stations hydrométriques et les 3 hyétogrammes se rapportant à une même averse, et nous y avons joint le tracé des isohyètes de chacune de ces pluies.

Ces graphiques étant suffisamment explicites, il n'est pas utile de commenter chacun d'eux.

Remarques :

L'averse du 2 Juillet ayant provoqué le ruissellement le plus fort ($Kr = 45\%$) n'a pas été représentée, le réseau pluviométrique n'étant que partiellement installé ; pour cette raison d'ailleurs, le Kr est sujet à caution, l'averse ayant pu être très localisée (sur les pluviomètres en place).

Tableau n° 10

CARACTERISTIQUES des CRUES du BASSIN de KOUNTKOUZOUT

(Station Principale 16,57 km²)

Références		Averse					Satura- tion		Ruisselle- ment			Hydrogramme			
N°	Date	P max mm	P min mm	P moy mm	I max mm/h	k	Pa mm	ta h	Vr 10 ³ m ³	Kr %	tp mn	tm mn	tb h	Q max m ³ /s	
Année 1964															
1	2-7	21,0	9,9	13,6	36 (1)	0,65			n.ob					n.ob a	
2	7-7	26,2	15,5	21,3	83 (1)	0,81	13,6	120	158	44,8	37	28	2.25	47,00	
4	10-7	104,0	58,0	70,8	124 (1)	0,68	0,9	18	(490)					136,00 b	
6	17-7	13,5	0,0	3,3	32 (1)	0,24	1,2	120	10,3	21,4	38	12	2.00	6,00	
7	19-7	26,2	12,0	12,2	n.ob	0,48	3,3	48	22,9	11,3		40	4.10	2,55	
8	20-7	56,5	25,5	40,8	72 (1)	0,72	12,2	16	(275)					77,00 b	
9	25-7	31,2	15,2	24,7	n.ob	0,79	40,8	132	(80)					20,40 c	
11	1-8	27,2	12,8	18,3	30	0,67	0,8	24	43,5	14,3	9	14	3.40	7,70	
12	3-8	12,0	5,3	9,1		0,76	18,3	18	(9)					2,55	
15	9-8	13,0	4,2	9,5	20	0,73	5,1	15	(15)					4,10	
17	12-8	36,0	17,0	24,6	64	0,68	2,1	18	133,5	31,4	35	40	3.15	24,00	
22	24-8	20,7	4,1	9,8	44	0,47	0,3	120	28,3	17,5	55	20	2.35	8,30	
23	24-8	72,5	53,0	60,2	56	0,83	9,8	5	336	33,8	55	16	4.30	57,50	
25	27-8	36,2	24,6	31,0	36	0,86	5,2	48	(100)					28,60	
26	29-8	46,0	40,0	42,6	82	0,93	31,0	24	146,5	20,8	75	50	3.05	33,00	
28	31-8	34,7	19,1	24,7	34	0,71	1,6	36	44,4	31,8	18	20	3.45	6,30	
28 bis	31-8	34,7	19,1	24,7	32	0,71	22,3	4	85,5	31,8	7	22	5.20	11,00	
29	8-9	32,8	9,5	18,7	60 (2)	0,57	24,7	192	32,6	10,5	35	50	4.25	4,10	
30	11-9	35,0	11,6	24,2	126	0,69	18,7	72	84	20,9	37	35	3.15	15,00	
Année 1965															
2	27-5	12,1	0,0	3,5	n.ob	0,29	5,3	266	1,9	3,3		10	1.20	0,17	
4	4-6	14,0	0,0	3,9	n.ob	0,28	1,0	144	8,5	13,2		25	1.35	4,05	
6	11-6	54,5	36,0	43,5	92	0,80	7,6	103	261,0	36,2	20	23	4.20	60,00	
14	9-7	10,9	2,2	5,6	n.ob	0,51	4,8	121	0,21	0,22		20	0.55	0,17	
15	12/13-7	18,7	8,3	13,2	n.ob	0,70	5,6	65	1,4	0,63		55	3.25	0,36	
18	20-7	33,1	6,1	14,6	44 (1)	0,46	7,8	89	16,3	6,75	22	25	1.05	6,00	
19	24-7	7,1	0,0	2,3	n.ob	0,32	14,6	104	1,06	2,70		25	2.00	0,24	
20	26-7	61,2	27,6	41,0	44 (2)	0,67	2,3	48	107,0	15,7	20	25	3.25	28,60	
21	30-7	43,0	17,3	27,0	74 (1)	0,63	41,0	80	101,0	22,6	21	30	3.10	22,40	

() Volumes estimés à partir de l'hydrogramme type

(1) (2) Calcul effectué sur PE I ou PE II quand PE III ne marche pas

a. Appareil non installé - b Appareil emporté - c Appareil non réinstallé.

Tableau n° 10

(Station Principale 16,57 km²)

Références		Averse				Satura-	Ruisselle-			Hydrogramme				
N°	Date	P max	P min	P moy	I max	Pa	ta	Vr	Kr	tp	tm	tb	Q max	
Année 1965 (suite)		mm	mm	mm	mm/h	K	mm	h	10 ³ m ³	%	mn	mn	h	m ³ /s
22.	1-8	39,5	15,0	22,9	76 (1)	0,58	27,0	44	108,0	28,4	28	45	3.05	25,60
25	8-8	21,0	9,0	17,3	24 (1)	0,82	3,3	56	26,4	9,2	0	40	3.00	5,75
26	9-8	29,1	2,0	14,8	n.ob	0,51	17,3	28	2,9	1,17		9	3.30	0,48
28	11-8	9,2	0,0	7,2	n.ob	0,33	1,8	22	1,5	1,9		5	1.35	1,06
29	12-8	12,7	2,5	7,2				8	0,8			21	2.15	0,17
30	15-8	34,5	9,0	18,7	80 (1)	0,54	7,2	78	45,8	14,8	30	17	3.15	9,70
31	17-8	17,1	3,0	10,4	52 (1)	0,61	18,7	56	24,7	14,3	11	12	2.20	6,25
32	21-8	25,0	15,8	19,2	68	0,77	10,4	23	36,5	11,5	25	24	2.30	9,70
33	22-8	31,5	14,0	21,8	88	0,69	19,2	22	93,4	25,9	33	30	4.20	16,00
34	23-8	14,8	10,0	12,9	26	0,87	21,8	17	26,5	12,4	60	60	4.25	4,65
37	30-8	25,8	17,0	21,2	68	0,82	1,6	40	17,8	5,05	19	27	3.30	6,10
38	2-9	29,9	16,6	21,7	68	0,73	21,2	54	33,8	9,4	27	30	3.25	9,70
39	3-9	16,2	7,5	12,6	24	0,78	21,7	28	18,8	9,0	40	10	4.40	3,20
40	4-9	15,0	10,0	12,4	40	0,80	12,6	13	35,0	17,1	26	30	4.00	6,10
45	23-9	22,2	7,5	14,6	74	0,65	1,2	50	25,7	10,6	48	23	2.45	10,00
47	1-10	19,2	6,4	10,3	40	0,54	2,4	48	11,7	68,5	46	30		1,00
Année 1966														
2	26-5	58,3	31,5	47,4	73 (1)	0,81	6,8	48	247,0	31,5	53	48	3.30	70,70
3	1-6	14,0	6,0	9,5	16 (1)	0,68	47,4	145	8,2	5,2	25	25	2.30	2,55
4	2-6	9,0	0,0	2,5	33	0,28	9,5	20	1,25	3,0	21	6	2.45	0,24
5	9-6	3,5	0,0	1,6	n.ob	0,22	2,5	172	0,62	1,7	n.dr	22	1.50	0,16
9	16-6	13,0	2,7	5,0	24	0,38	1,1	31	0,31	0,37	26	21	1.25	0,10
13	24-6	14,5	2,2	6,7	40	0,46	0,4	71	6,70	6,05	52	27	1.50	2,55
14	26-6	7,7	2,5	4,1	48	0,53	6,7	48	4,20	6,15	81	17	1.25	2,55
17	3-7	8,7	1,0	5,0	48	0,57	2,1	45	5,75	7,0	137	27	1.35	2,55
18	6-7	9,4	1,1	5,3	31	0,56	5,0	76	1,92	2,2	2	8	1.00	1,12
20	8-7	28,2	4,0	15,5	12 (1)	0,55	6,3	16	84,60	23,4	42	37	2.15	32,60
21	12-7	20,2	4,8	11,3	27	0,56	15,5	93	17,50	9,5	33	20	2.10	7,25
24	20-7	24,5	8,2	15,4	80 (1)	0,63	3,0	70	51,0	20,0	17	27	1.00	12,80
25	22-7	20,3	5,0	12,3	46	0,61	15,4	48	29,3	14,4	11	25	0.55	9,50
28	29-7	13,1	4,5	8,2	20	0,63	2,0	47	6,5	4,8	18	16	1.35	3,10

(1) Calcul effectué sur PE I quand PE III ne marche pas.

Tableau n° 10

(Station Principale 16,57 km²)

Références		Averse				Satura- tion		Ruisselle- ment			Hydrogramme			
N°	Date	P max	P min	P moy	I max	Pa	ta	Vr	Kr	tp	tm	tb	Q max	
Année 1966 (suite)		mm	mm	mm	mm/h	K	mm	h	10 ³ m ³	%	mm	mn	h	m ³ /s
29	3-8	23,2	11,4	18,8	46	0,81	8,2	115	44,6	14,3	27	20	3.20	10,60
30	5-8	60,6	33,6	47,9	68	0,79	18,8	50	283,0	35,7	44	60	3.10	84,00
32	9/10-8	69,0	23,6	42,6	88	0,70	6,6	24	275,0	38,9	55	60	3.20	68,00
33	13-8	18,6	4,5	10,6	45	0,57	42,6	86	14,9	8,5	50	12	1.50	8,30
34	15-8	25,5	15,1	21,3	40	0,84	10,6	39	13,0	3,7	45	45	4.25	8,05
35	25-8	18,5	3,5	9,0	17	0,49	21,3	250	0,31	0,21	n. ob.	12	2.00	0,14
36	26-8	30,0	6,9	15,3	26	0,51	9,0	23	31,2	12,3	"	24	3.30	11,90
37	31-8	30,6	22,3	26,4	70	0,86	15,3	98	48,6	11,1	"	26	3.45	17,60
39	3-9	18,7	3,7	11,4	48	0,61	9,4	43	14,6	7,8	"	30	3.30	5,70
41	7/8-9	32,9	19,0	27,5	70	0,84	0,8	55	29,5	6,5	"	40	4.45	8,30
44	16-9	63,8	27,4	47,8	108	0,76	0,4	167	244,0	30,8	"	36	4.40	44,00
45	17-9	18,4	9,5	13,0	20	0,71	47,8	24	13,3	6,2	"	12	3.45	1,25
47	18-9	16,5	8,5	13,3	62	0,81	4,9	9	41,8	18,9	"	10	3.40	8,30
48	23-9	18,2	4,7	10,0	31	0,55	13,3	50	4,45	2,7	"	20	1.40	3,30
51	1-10	9,6	0,1	3,5	64 (1)	0,36	4,2	63	1,34	2,3	"	15	1.15	1,00
53	6-10	11,0	0,3	3,9	38 (1)	0,35	0,9	24	1,10	1,7	"	15	1.25	0,88

(1) Calcul effectué sur PE I quand PE III ne marche pas.

Tableau n° 11

CARACTERISTIQUES des CRUES à la STATION SECONDAIRE

(0,265 km²)

Références		Averse		Saturation		Ruisselle- ment		Hydrogramme			
N°	Date	P moy mm	I max mm	Pa mm	ta h	Vr m ³	Kr %	tp mm	tm mm	tb mm	Q max m ³ /s
Année 1964											
2	7-7	18,0	83 (1)	21,0	120	n.ob					n.ob
4	10-7	73,5	124 (1)	1,0	18	8100 4380	61,5	0	6	45	5,75
8	20-7*	27,5	72 (1)	73,5	216	6960	(91,7)	1	11	90	4,80
9	25-7	31,2	n.ob	27,5	132	1140 3720	56,5	n.ob	4	45	1,10
11	1-8	(21,0)	90	0,3	24	2670	46,0	13	10	80	1,90
15	9-8	11,6	46	5,3	15	2280	74,2	10	10	50	3,00
17	12-8	21,8	64	1,1	18	4380	72,7	4	9	65	3,50
19	16-8	10,7	48	4,2	72	670	22,7	3	8	70	0,42
22	24-8	16,5	38	4,8	120	2640	58,0	6	8	145	1,90
23	24-8	46,5	60	16,5	5	9420	73,4	0	8	140	3,60
25	27/28-8	32,3	38	5,8	48	4830	54,2	0	13	110	2,60
26	29-8	44,5	82	32,3	26	5880	47,9	0	11	65	4,30
28	31-8	34,7	34 (2)	1,2	18	1150	23,8	11	8	50	1,95
			32 (3)		4	1130		1	12	60	1,10
29	8-9	32,8	6	34,7	192	5910	65,3	0	8	160	2,90
30	11-9	27,0	126 (3)	32,8	72	2820	37,8	14	11	55	3,75
Année 1965											
2	27-5	11,9	n.ob	6,8	266	320	9,8		2	44	0,52
5	6-6	10,9	n.ob	11,9	240	330	11,0		7	35	0,26
6	11-6	40,4	80	10,9	103	2490	22,3	1	11	55	2,55
18	20-7	22,4	22	7,4	89	6090	(98,6)	3	10	42	6,60
20	26-7	60,1	62	1,5	48	2580	50,6	18	19	54	1,95
	26-7		43		2	5820		24	13	99	2,10
21	30-7	19,4	38	60,1	80	1860	34,8	3	3	74	1,95

(1) (3) Calcul de I max sur PE I ou PE III quand PE II ne marche pas

* P moy sous-estimé d'après P5 donc Kr sous-estimé.

() Résultat douteux.

Tableau n° 11

(Station Secondaire 0,265 km²)

Références		Averse		Saturation		Ruissel- lement		Hydrogramme			
N°	Date	P moy mm	I max mm/h	Pa mm	ta h	Vr m ³	Kr %	tp mn	tm mn	tb mn	Q max m ³ /s
Année 1965 (suite)											
22	1-8	17,6	62	19,4	44	2530	52,1	16	15	46	2,50
25	8-8	19,8	63	17,6	56	1830	33,5	4	8	114	1,85
26	9-8	20,0	n.ob	19,8	28	2310	41,8	-	10	50	2,50
30	15-8	26,0	50	3,8	78	2380	33,1	2	5	91	1,40
32	21-8	17,5	60	3,4	23	1210	25,0	12	11	44	1,12
33	22-8	18,2	60	17,5	22	2000	39,8	15	12	61	1,50
34	23-8	12,2	24	18,2	17	1000	29,7	0	2	68	0,78
37	30-8	24,4	76	2,1	40	1950	29,0	6	9	47	2,10
38	2-9	25,2	66	24,4	54	2080	29,9	1	11	65	2,50
39	3-9	11,8	26	25,2	28	585	17,9	9	2	38	0,60
40	4-9	11,9	42	11,8	13	885	27,0	5	8	50	0,84
47	1-10	17,9	78	2,0	48	1080	21,9	5	8	51	1,42
Année 1966											
2	26-5	54,2	73 (1)	10,8	48	7800	52,1	0	10	70	6,60
3	1-6	9,5	28	54,2	145	(280)	10,7	0	10	45	0,35
4	2-6	3,6	33 (1)	9,5	20	n.ob					0,35
17	3-7	6,6	48 (3)	1,1	45	1110	61,0	23	5	130	0,90
19	8-7	9,6	28	1,3	31	n.ob					0,06
21	12-7	13,5	48	5,9	93	1150	30,8	3	10	66	1,10
24	20-7	22,9	100	2,4	70	1260	19,9	10	10	60	1,88
28	29-7	11,2	48	0,7	47	450	14,6	7	4	15	0,78
29	3-8	20,7	56	11,2	115	420	7,3	5	10	32	0,50
30	5-8	60,4	160	20,7	50	6960	41,7	0	15	100	5,10
32	9/10-8	32,4	66	5,6	24	2940	32,9	10	15	70	2,00
33	13-8	15,7	45	32,4	86	1350	31,2	7	12	50	0,67
34	15-8	23,8	66	15,7	39	500	7,6	10	7	45	0,70
35	25-8	12,0	48	23,8	250	100	3,0	12	6	20	0,23
37	31-8	28,7	70 (3)	10,2	98	2820	35,6	5	15	55	2,50
41	7/8-9	28,2	72	0,1	102	1110	14,3	13	15	45	1,55
44	16-9	53,1	108	1,1	167	2700	18,4	2	15	50	4,00
46	18-9	21,1	93	9,5	9	1400	24,0	17	10	50	2,00
48	23-9	9,9	24	21,1	106	220	8,1	3	3	25	0,29
50	28-9	12,4	45	0,9	50	340	9,9	24	10	25	0,60

() Crue reconstituée

(1) (3) Calcul de I max sur PE I ou PE III quand PE II ne marche pas.

Tableau n° 12

CARACTERISTIQUES des CRUES à la STATION BARRAGE

(0,707 km²)

N°	Date	P ^r moy : mm	I max : mm/h	Pa : mm	ta : h	Vr : m ³	kr : %	tp : mn	tm : mn	tb : mn	Q max : m ³ /s
Année 1965											
6	11-6	38,8	92	12,2	103	n.ob					0,49
13	4-7	8,7	n.ob	1,6	94	-					0,164
15	12/13-7	9,2	n.ob	5,0	65	-					n.ob
18	20-7	29,4	66	8,6	89	-					0,315
20	26-7	58,4	26	3,6	48	-					0,890
21	30-7	29,6	72	58,4	80	-					1,360
22	1-8	26,6	38	29,6	44	-					1,110
25	8-8	12,7	63 (2)	4,1	56	-					0,004
30	15-8	32,8	39	4,9	78	-					1,040
31	17-8	7,9	34	32,8	56	-					0,008
32	21-8	17,4	68	7,9	23	1490	12,0	12	14	55	0,380
33	22-8	14,9	88	17,4	22	1430	13,5	18	19	110	0,215
34	23-8	10,9	24	14,9	17	410	5,3	8	3	95	0,100
37	30-8	23,6	47	2,0	40	1870	11,1	10	10	80	0,515
38	2-9	26,2	68	23,6	54	1380	7,4	6	14	95	0,335
39	3-9	14,8	24	26,2	28	900	8,5	10	15	190	0,130
40	4-9	10,2	40	14,8	13	1130	15,5	9	5	130	0,180
45	23-9	14,7	74	0,9	50	740	7,1	7	7	45	0,340
47	1-10	7,2	40	1,4	48	120	2,4	21	10	35	0,060
Année 1966											
2	26-5	42,3	73 (1)	2,7	48	3310	11,00	30	18	190	1,040
3	1-6	7,8	28 (2)	42,3	145	120	2,16	5	7	100	0,038
10	18-6	8,3	n.ob	2,6	45						0,004
13	24-6	4,1	40 (1)	0,2	71	980	33,60	16	13	95	0,030
14	26-6	4,8	48	4,1	48	360	10,50	57	14	170	0,085
17	3-7	6,8	48	2,0	45	540	11,20	43	4	95	0,235
20	8-7	9,1	19 (2)	2,1	16	230	3,53	13	10	105	0,114
21	12-7	19,0	27	9,1	93	370	2,73	52	10	75	0,295
24	20-7	23,1	100 (2)	3,1	70	1080	6,54	13	11	75	0,610
25	22-7	5,3	46	23,1	48						0,008
28	29-7	10,7	18	3,6	47	900	11,90	42	8	40	0,560

Limnigraphe installé le 18 Août 1965

(1) (2) Calcul de I max sur PEI ou PEII quand PEIII ne marche pas.

Tableau n° 12

(Station Barrage 0,707 km²)

N°	Date	P moy: mm	I max mm/h	Pa mm	ta h	Vr m ³	kr %	tp mn	tm mn	tb mn	Q max: m ³ /s
Année 1966 (suite)											
29	3-8	17,9	46	10,7	115	720	5,63	12	14	105	0,335
30	5-8	49,6	68	17,9	50	3430	9,65	8	20	135	1,610
32	9/10-8	32,5	88	5,9	24	2260	9,80	2	13	85	0,890
34	15-8	25,3	40	6,0	39	200	1,11	25	7	40	0,255
35	25-8	10,1	17	25,3	250	110	1,54	18	7	30	0,235
36	26	19,1	26	10,1	23	260	1,91	0	15	50	0,030
37	31-8	28,3	70	19,1	38	1450	7,20	25	20	110	0,350
41	7/8-9	25,5	70	2,1	55	1200	6,60	10	20	160	0,465
44	16-9	34,1	108	1,9	167	6140	25,30	2	20	240	1,360
47	18-9	14,7	63	3,9	9	2590	25,30	24	16	130	0,660
48	23-9	17,6	31	14,7	50	830	6,60	51	15	95	0,275

Plusieurs crues de la S.P. en 1964 n'ont pas été enregistrées en raison de défaillances du limnigraphe, ou plus simplement de la destruction de la Station (les 10 et 20 Juillet). De même, cette année-là les pluviographes ont souvent mal fonctionné.

3.2.2 - Importance des crues -

- Station Principale -

Les sept plus fortes crues observées en 3 ans à la Station Principale ont été le fait des averses décrites au paragraphe précédent (3.1.3) : leurs maximums se situent entre 130 et 57 m³/s, la crue de 8ème rang n'atteint pas 50 m³/s.

Les averses 1964 sont peu nombreuses, mais souvent plus importantes que les autres années et elles ont provoqué de fortes crues, dont la crue maximale de 136 m³/s. En 1965, forte dispersion de la pluviométrie et donc crues de faible amplitude (19 de moins de 10 m³/s). En 1966, de nouveau fortes averses et crues importantes.

Au total beaucoup de fortes crues à la Station Principale ainsi que l'indique le tableau n° 13 : 11 crues supérieures à 30 m³/s (5 en 1964, 5 en 1966 et 1 en 1965) dues à l'abondance exceptionnelle de la pluviosité des 3 campagnes. Le tableau 13 donne également le classement des crues observées aux autres stations, dont le nombre total est équivalent.

Tableau 13

CLASSEMENT des CRUES OBSERVEES
par ORDRE d'IMPORTANCE des MAXIMUMS

Station Principale

Débits m ³ /s	1964	1965	1966
> 120	1	0	0
> 70	1	0	2
> 50	1	1	1
> 40	1	0	1
> 30	1	0	1
> 20	1	3	0
> 10	2	2	4
0-10	11	19	21
Total	19	25	30

Station Secondaire

Débits m ³ /s	1964	1965	1966
> 6	0	1	1
> 5	2	0	1
> 4	3	0	1
> 3	4	0	0
> 2	2	6	3
> 1	5	7	3
0-1	1	5	11
Total	17	19	20

Station Barrage

Débits m ³ /s	1965	1966
> 1,5	0	1
> 1,2	1	1
> 1	2	1
> 0,8	1	1
> 0,6	1	2
> 0,4	2	2
> 0,2	5	7
0 à 0,2	7	7
Total	19	22

- Station Secondaire -

Les crues sont très rapides sur ce tout petit bassin. La précision du limnigraphe est tout juste suffisante pour donner le volume mais elle peut donner les heures à la minute près; il en est de même pour le pluviographe et la comparaison entre les heures des deux appareils montre des aberrations : les temps de réponse sont donc entachés d'imprécision.

Les crues de cette station sont étroitement dépendantes de l'intensité des précipitations, aussi leur importance relative n'est-elle pas du tout liée à celle rencontrée pour le grand bassin.

L'averse maximale du 10-7-64 n'atteint ici que 73,5 mm et, semble-t-il, en deux rafales d'où seulement deux crues de 5,75 et 5,05 m³/s (3° et 6° rangs).

Les crues les plus importantes sont de 6,60 m³/s = 25 000 l/s.km² et proviennent des averses :

- 18 du 20-7-65 de seulement 22,4 mm (I max de 22 mm/h), ce qui constitue une aberration inexplicable malgré les contrôles faits sur les enregistrements (Kr de 98 % tout à fait exagéré).
- 2 du 26-5-66 de 54 mm (I max mal connue, car prise sur PE I) Seule paraît plausible la crue de 4° rang : 5,10 m³/s le 5-8-66 pour 60 mm (I max de 160 mm/h en 15mn, donc très rare violence).

- Station Barrage -

On ne possède que les débits maximaux de crue jusqu'au 18 Août 1965. Après cette date, 3 crues ont dépassé 1 m³/s :

- le 26-5-66 avec 42 mm de pluie (I max estimée à 73 mm/h)
- le 16-9-66 avec 34 mm de pluie (I max de 108 mm/h)
- le 5-8-66 avec 50 mm de pluie (I max de 68 mm/h)

Cette dernière averse est responsable du maximum observé :

$$\underline{1,61 \text{ m}^3/\text{s} \text{ soit } 2\,300 \text{ l/s.km}^2}$$

Les débits sont 10 fois plus faibles que sur la Station Secondaire. Entre autres raisons (bassin allongé, pentes modérées, terrains sableux), il faut surtout incriminer la piste de KEITA à TAHOUA qui coupe le marigot peu en amont de la station. L'absence de drains sous la route entraîne un détournement considérable du ruissellement et certainement un aplatissement de l'onde de crue. Cette Station Barrage est donc peu représentative de l'écoulement de son bassin versant.

Les temps de réponse, comme pour la Station Secondaire, sont entachés d'imprécision.

3.2.3 - Forme des crues -

Station Principale :

Lors de pluies homogènes sur tout le bassin (dans le temps-corps unique et dans l'espace), on constate une double pointe de l'hydrogramme de crue, les maximums étant en moyenne espacés de 30 à 40 mn, quelle que soit l'importance relative de ces pointes l'une par rapport à l'autre. Ce phénomène est provoqué par la forme très allongée du bassin ; en effet, toute la zone S.E. (bassin des S.S. et S.B.), n'effectue aucun apport dans le lit principal (zone à caractère endoréique de surface approximative = 4,5 km²). La deuxième pointe correspond donc au ruissellement de la partie Nord du bassin qui survient notablement en retard à l'exutoire.

Les hydrogrammes ne présentant qu'une seule pointe de crue se rapportent à des averses dont le maximum se trouve excentré, soit très à l'amont de la station, soit totalement en aval. Les temps de montée sont en moyenne de 30 à 50 minutes suivant l'intensité de l'averse et la position de son épicycle. Les temps de réponse sont très variables, mais ils n'ont pas une grande valeur indicative en raison du décalage fréquent entre les horaires de pluviographe et de limnigraphe. Les temps de base sont très variables.

Tous ces points seront précisés au chapitre 4.

Station Secondaire :

La forme de la crue est en général simple mais elle peut être fortement influencée par une légère variation des intensités d'averse. La crue du 24 Août 1964 est caractéristique car l'hydrogramme respecte parfaitement la répartition du hyétogramme du PE II situé à proximité de la station. Cette concordance est due à la très faible superficie du bassin.

Station Barrage :

Nous constatons, pour les mêmes raisons, le phénomène observé pour la station Principale, c'est-à-dire une double pointe de l'hydrogramme ; d'ailleurs la forme des bassins présente beaucoup de similitude.

3.2.4 - Coefficient de ruissellement -

- Station Principale -

Il est facile de voir, dans les tableaux de caractéristiques, que ce coefficient suit l'amplitude des crues ; toutes les valeurs supérieures à 30 % se rapportent à des crues de débit supérieur à 40 m³/s, sauf quelques rares exceptions (averses très rapprochées : le 31 Août 1964, deux averses espacées de 4 h 30). Un Kr supérieur à 40 % est assez rare. Au-dessous de ce débit de 40 m³/s, le ruissellement est surtout influencé par l'état de saturation du terrain, d'autant plus que le maximum de crue est faible.

- Station Secondaire -

Les valeurs sont très élevées, ce qui se comprend étant donné les caractères physiques du bassin. Presque toujours supérieurs à 40 % en 1964, ils sont plus faibles en 1965 (en quasi-totalité compris entre 25 et 40 %), ils sont très variables en 1966. Des valeurs aberrantes ont été relevées et déjà mentionnées.

- Station Barrage -

Résultats très faibles en raison de facteurs classiques (forme, perméabilité) mais aussi à cause du passage sur le bassin de la piste TAHOUA-KEITA, peu à l'amont de la station. La circulation sur cette piste, en particulier pendant les tornades modifie les conditions d'écoulement et une grande partie du ruissellement peut quitter le bassin et se déverser dans les bassins voisins. Si le projet d'installation de barrage était agréé, il serait indispensable de modifier ce point (piste à surélever avec buses d'écoulement). Le maximum enregistré est de 33 %, mais en général, les 10 % ne sont pas atteints, le coefficient de ruissellement annuel étant de l'ordre de 6 %.

3.3 - TRANSPORT de SEDIMENTS -

De même que pour les stations d'étude du ruissellement, toutes les averses n'ont pas été suivies d'écoulement, même sur d'aussi petits bassins (2,62 à 10,5 ha) et certains ruissellements n'ont pas réussi à remplir les fosses.

Année	Nombre d'averses	Nombre de crues				
		F 1	F 2	F 3	F 5	F 6
1965	47	27	27	27	21	20(1)
1966	53	33	34	32	20	25

(1) depuis le 12 Juillet seulement.

Le tableau indique tous les ruissellements même sans écoulement aux déversoirs donc sans remplissage complet de fosse. Nous ne mentionnons jamais la fosse n° 4 qui a été complètement abandonnée, les apports de son bassin versant ne l'ayant jamais remplie. Rappelons pour mémoire que cette fosse jouxtait la limite amont du bassin de la Station Barrage, ce qui explique en partie son faible ruissellement puisque ce bassin ruisselle très peu.

3.3.1 - Technique des mesures -

- Matériaux en suspension -

Dans la mesure du possible, prélèvement (à chaque fosse et à chaque crue) de 3 séries de 2 échantillons en récipients de 2 litres :

- 2 récipients en début de crue
- 2 récipients près du maximum
- 2 récipients en décrue.

Ces échantillons, après décantation à l'acide chlorhydrique et pesée au trébuchet, ont donné, en prenant la moyenne, 3 valeurs permettant de tracer les courbes de concentration (en grammes de matériaux par litre d'eau ruisselé).

Le tracé de ces courbes a été fait au mieux en tenant compte des diverses mesures pour le choix des formes les plus vraisemblables ; cependant, l'imprécision est parfois non négligeable sans que l'influence sur le débit solide soit exorbitante.

L'hydrogramme de chaque crue étant connu par interprétation du limnigramme (après application de la courbe de tarage), la courbe des débits solides en suspension s'obtient par le produit :

Concentration (g/l) x débit liquide (l/s)

Produit exprimé en g/s

Les concentrations étant très variables d'une crue à l'autre pour une même fosse (influence de l'intensité de précipitation, de l'indice de saturation du terrain), il n'est pas possible d'établir une relation entre le débit en suspension et le débit liquide qui serait applicable à toutes les crues.

- Charriage de fond -

Après chaque crue, les fosses sont vidées à la pompe JAPY, le dépôt solide est nivelé et mesuré (afin d'en connaître le volume) et il est prélevé 2 échantillons de 5 dm³ de terre mouillée. Après séchage, la pesée de ces échantillons permet de connaître la densité sèche des matériaux charriés.

Certains échantillons étant inutilisables (erreurs de prélèvements, etc...) nous avons fait la moyenne des densités sèches (pour chaque fosse et chaque année) et nous avons admis arbitrairement que cette densité était constante quelle que soit la crue pour une fosse donnée.

3.3.2 - Résultats -

Nous avons réuni sous forme de tableaux les résultats enregistrés aux 5 fosses au cours des 2 années d'observation (tableaux n° 14 à 18)

Les colonnes de ces tableaux indiquent, dans l'ordre :

N° : numéro de l'averse
Date : date de la crue
P mm : pluie moyenne en mm donnée par PE I pour fosses 1,2 et 3
par PE II pour fosse 5
par P 10 pour fosse 6
I max : intensité maximale en 5 minutes en mm/h (référence au pluviographe voisin, on prend PE III pour la fosse 6)
Pa : pluviométrie antérieure en mm
ta : temps séparant l'averse considérée de l'averse précédente en heures
Vr : volume ruisselé en m³
Kr % : coefficient de ruissellement
Q max : débit maximal en l/s
Ps : poids total de transport en suspension, en kg, obtenu par planimétrage de la courbe de débit en suspension.

Cs max	: concentration maximale mesurée du débit en suspension en g/l ; les valeurs entre parenthèses sont estimées d'après la forme générale des courbes établies de façon sûre
Cs moy	: concentration moyenne en g/l (Ps divisé par Vr aux unités près)
Pch	: poids de matériau sec charrié et déposé dans la fosse, en kg
Cch	: charge moyenne en matériaux charriés (Pch divisé par Vr)
P _T	: Ps + Pch (poids total) en kg
Kch %	: pourcentage du poids charrié par rapport au poids total de matériaux transportés
E1	: érosion moyenne en g/l (quotient de P _T par Vr)
E2	: érosion moyenne spécifique en kg/ha

Les valeurs entre parenthèses dans les colonnes P_T, E1, E2 indiquent que les résultats sont incomplets, c'est-à-dire qu'il manque soit Ps soit Pch par défaut d'observation.

Pour obtenir une estimation plus valable des moyennes annuelles de Cs moy, Cch moy, Kch %, E1 et E2, nous n'avons pas utilisé les totaux bruts de Vr, Ps, Pch, P_T, mais des totaux rectifiés en tenant compte des trous d'observation. Par exemple, pour le calcul de Cs moyen annuel, nous avons soustrait du volume ruisselé total le volume des crues pour lesquelles il n'y avait pas eu de prélèvement d'échantillons de débit en suspension. Il en découle que E1 annuel n'est pas toujours la somme de : Cs moy et Cch moy.

Nous présentons sur des graphiques en annexe les crues résultant des averses déjà étudiées pour les 3 stations de ruissellement. L'observation de ces graphiques fait ressortir immédiatement une très forte concentration dès le premier écoulement, avec décroissance souvent rapide.

En cas de deuxième pointe de crue (par exemple en fosse n° 6, le 26 Juillet 1965), la concentration n'augmente pas, mais continue de décroître de la même façon que lors des crues simples. On ne peut pas parler de forme spécifique de la courbe de concentration dans le temps, que ce soit pour une fosse donnée ou selon l'importance de la précipitation.

Tableau N° 14

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° I Année 1965
S = 3,52 ha

Références		Averse		Saturation		Ruissellement			Suspension			Charrriage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{smoy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E1 g/l	E2 kg/ha
1	16-5	11,0	n.ob			n.ob		n.ob	n.ob			450			(450)		(128)
2	27-5	7,5	n.ob	11,0	266	n.ob		60	n.ob			170			(170)		(48,3)
4	4-6	13,5	n.ob	0,7	144	n.ob		165	n.ob			444			(444)		(126)
6	11-6	45,8	174	5,0	103	820	51,0	470	n.ob			2070	2,52		(2070)	(2,52)	(588)
7	17-6	11,2	n.ob	45,8	183	47,2	12,0	42	129	5,10	2,73	207	4,38	61,6	336	9,48	99,5
14	9-7	10,9	n.ob	3,0	121	72,1	18,8	69	188,5	4,40	2,62	195	2,70	51,0	383,5	7,10	109
15	12/13-7	12,0	n.ob	10,9	71	80,2	19,0	55	112	4,20	1,40	219	2,73	66,1	331	6,93	94
17	16-7	6,7	n.ob	0,5	31	5,8	2,46	-	-	-	-	47,7	8,24		47,7	8,24	13,6
18	20-7	20,9	54	6,7	90	234,5	31,9	450	241	1,43	1,03	207	0,84	46,2	448	2,27	127
19	24-7	7,1		20,9	104	70,6	28,2	78	321	10,20	4,55	213	3,02	40,0	534	13,22	152
20	26-7	32,5	48	7,1	48	412	35,9	172	900	3,72	2,19	480	1,16	34,8	1380	4,88	392
21	30-7	36,8	94	32,5	80	764	59,0	405	1273	5,20	1,67	387	0,51	14,5	2660	5,71	756
22	1-8	32,1	96	36,8	43	767	68,0	445	2162	8,80	2,83	771	1,73	26,3	2933	10,53	833
25	8-8	9,0	30	2,8	56	35,7	11,3	26,5	n.ob	-	-	268	7,50		(268)	(7,50)	(75,2)
28	11-8	9,2		2,3	23	278,5	85,4	87	431	(2,90)	1,55	344	1,24	44,6	775	4,14	220
30	15-8	24,3	108	3,1	54	406	47,5	335	642	4,15	1,58	590	1,45	48,0	1232	3,03	350
31	17-8	15,0	90	24,3	56	279	52,9	212	944	6,60	3,38	523	1,88	35,7	1467	5,26	417
32	21-8	16,8	84	15,0	96	275	46,5	200	n.ob	-	-	441	1,61		(441)	(1,61)	(125)
33	22-8	20,5	72	16,8	22	506	70,1	300	1050	6,90	2,08	n.ob	-	-	(1050)	(2,08)	(298)
34	23-8	12,0	36	20,5	17	134,8	31,9	69	173,5	4,10	1,28	351	2,60	67,0	524,5	3,88	149
37	30-8	21,3	84	2,0	40	256,2	34,2	226	297,5	3,60	1,16	304	1,19	50,5	601,5	2,35	171
38	2-9	18,7	60	21,3	54	247,6	37,6	174	248	2,46	1,00	301	1,21	54,8	549	2,21	156
39	3-9	15,0	42	18,7	27	111,4	21,1	64	73	1,15	0,66	140	1,27	69,0	203	1,93	57,7
40	4-9	10,0	66	15,0	12	197,5	56,2	105	206,7	2,28	1,04	150,3	0,76	42,1	357	1,80	101
43	16-9	3,0		5,0	63	2,6	2,46	-	-	-	-	21	8,10		21	8,10	5,97
45	23-9	16,0	108	0,6	50	245,2	43,5	96	648	5,90	2,64	182	0,74	21,9	830	3,38	246
47	1-10	8,1	72	1,5	24	750	26,3	62	220	(5,00)	2,94	161	0,21	42,3	381	3,15	108

() estimé pour suspension et charriage ; incomplet pour "Erosion totale"

Tableau N°14

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° I Année 1966

S = 3,52 ha

Références		Averse		Saturation		Ruisselement			Suspension			Charrriage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{amoy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E ₁ g/l	E ₂ kg/ha
2	26-5	37,5	84	0,8	48	810	63	550	7050	10,6	8,70	1805	2,23	20,4	8855	10,93	2520
3	1-6	7,3	36	37,5	145	9,5	3,7	-	-	-	-	46	4,85	-	46	4,85	13,1
4	2-6	9,0	96	7,3	20	53,2	16,8	70	137	2,68	2,58	248	4,66	64,5	385	7,24	109
5	9-6	6,0	n.ob	9,0	172	18,7	8,85	14,5	39,1	2,84	4,79	107	19,23	72,4	146,1	24,02	34,8
9	16-6	4,0	36	1,8	31	41,2	29,2	42	165	8,10	4,01	116	2,82	41,3	281	6,83	71,2
13	24-6	7,0	72	0,7	71	110	44,8	130	234	5,50	2,25	225	2,04	48,9	459	4,29	131
14	26-6	7,7	48	7,0	48	171	63,2	220	1800	16,30	10,52	320	1,87	15,1	2120	12,39	602
16	1-7	2,7	n.ob	1,3	46	7,6	8,0	-	-	-	-	87	11,45	-	87	11,45	24,7
17	3-7	8,7	48	2,7	45	195	63,8	245	1230	12,80	6,31	220	1,13	15,2	1450	7,44	412
18	6-7	4,1	54	8,7	76	35,2	24,4	37	52,8	2,68	1,50	146	4,15	73,4	198,8	5,65	56,5
20	8-7	7,0	30	6,0	16	82	33,3	56	192	2,96	2,34	87	1,06	31,1	279	3,40	78,3
21	12-7	13,0	72	7,0	93	220	48,0	250	970	7,90	4,41	355	1,61	25,8	1325	6,02	376
24	20-7	20,1	168	3,3	70	600	84,3	620	5220	10,20	8,70	715	1,19	12,1	5935	9,89	1685
25	22-7	14,7	72	20,1	48	315	61,0	170	730	6,80	2,32	815	2,59	52,8	1545	4,91	439
28	29-7	10,5	90	1,2	47	146	39,5	200	295	(2,60)	2,02	500	3,43	63,0	795	5,45	226
29	3-8	17,1	66	10,5	115	360	59,9	300	1260	6,50	3,50	560	1,56	30,8	1820	5,06	517
30	5-8	35,2	78	17,1	50	990	80,0	750	2760	7,40	2,79	840	0,85	23,4	3600	3,64	1023
32	9/10-8	26,6	66	4,0	24	825	88,3	750	930	3,80	1,13	625	0,76	40,2	1555	1,89	442
33	13-8	5,0	36	26,6	86	0,8	0,45	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
34	15-8	24,5	84	5,0	39	350	40,7	260	460	5,20	1,31	435	1,24	48,6	895	2,55	254
35	25-8	5,0	24	24,5	250	9,8	5,58	-	-	-	-	33	3,37	-	33	3,37	9,4
36	26-8	30,0	132	5,0	23	680	64,5	530	1680	7,60	2,47	410	0,60	19,6	2090	3,07	594
37	31-8	24,5	66	30,0	98	555	64,4	915	865	3,70	1,56	910	1,64	51,3	1775	3,20	505
39	3-9	11,5	54	6,5	43	282	69,6	245	440	4,90	1,56	585	2,08	57,1	1025	3,64	291
40	5-9	2,5	n.ob	11,5	46	15,4	17,5	4,1	n.ob	n.ob	n.ob	105	6,82	-	105	6,82	29,8
41	7/8-9	20,3	54	2,5	55	213	29,8	105	158	2,00	0,74	123	0,58	43,8	281	1,32	79,8
44	16-9	39,1	138	1,8	167	1065	77,5	730	2005	6,90	1,88	505	0,47	20,2	2510	2,35	713
45	17-9	10,4	36	39,1	24	25,6	7,0	22	n.ob	n.ob	n.ob	185	7,23	-	185	7,23	52,6
47	18-9	12,8	96	3,2	9	355	79	300	1330	11,70	3,75	350	0,99	20,8	1680	4,74	477
48	23-9	13,5	72	12,8	106	127	26,8	130	92	1,20	0,72	280	2,20	75,3	372	2,92	106
50	28-9	4,0	30	0,3	50	12,5	8,87	0,7	-	-	-	29	2,32	-	29	2,32	82,4
51	1-10	9,6	84	4,0	63	97,5	28,8	35	108	6,50	1,11	155	1,59	56,8	263	2,70	74,7
53	6-10	10,6	78	0,3	24	86,0	23,0	95	200	3,00	2,32	195	2,27	49,4	395	4,59	112

Tableau N° 15

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° II Année 1965

S = 4,7 ha

Références		Averse		Saturation		Ruissellement			Suspension			Charrriage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{s moy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E g/l	E _z kg/ha
1	16-5	11,0	n.ob	-		10,7	20,8	-	-			347	79,1		847	79	180,7
2	27-5	7,5	n.ob	11,0	266	n.ob		78	n.ob			293			(293)		(62,4)
4	4-6	13,5	n.ob	0,7	144	n.ob		30	n.ob			1325			(1325)		(282,1)
6	11-6	45,8	174	5,0	103	n.ob		545	n.ob			6090			(6090)		(1300)
7	17-6	11,2	n.ob	45,8	183	13,6	25,7	4	40,4	4,8	2,96	403	29,7	91,0	443,4	31,66	94,4
14	9-7	10,9	n.ob	3,0	121	86	16,7	105	760	11,4	8,85	498	5,8	39,6	1258	14,65	267,8
15	12/13-7	12,0	n.ob	10,9	71	1,0	1,8	-	-			1004	1004,0		1004	1004,0	214,5
17	16-7	6,7	n.ob	0,5	31	0,5	1,5	-	-			8,5	17,0		8,5	17,0	1,8
18	20-7	20,9	54	6,7	90	162	16,5	96	1112	8,50	6,85	1490	9,2	58,3	2602	16,05	553,8
19	24-7	7,1		20,9	104	28,5	8,5	22	121,5	9,00	4,26	536	18,8	81,6	657,5	23,06	140,4
20	26-7	32,5	48	7,1	48	620	40,7	426	3484	9,40	5,62	2910	4,70	45,5	6394		1362,4
21	30-7	36,8	94	32,5	80	953	55,2	520	2960	5,00	3,11	3175	3,24	51,8	6135	6,35	1306,5
22	1-8	32,1	96	36,8	43	1076	71,5	942	5760	9,00	5,90	2490	2,32	30,2	8250	8,22	1755
25	8-8	9,0	30	2,8	56	13,5	32,0	6	n.ob			233	17,25		(233)	(17,25)	(49,6)
28	11-8	9,2	n.ob	2,3	23	87,7	20,3	106	n.ob			417	37,8		(417)	(37,8)	(88,8)
29	12-8	3,1	n.ob	9,2	9	22,5	15,5	26	n.ob								
30	15-8	24,3	108	3,1	54	72,7	6,4	595	3055	8,00	4,20	1415	19,5	31,7	4470	23,70	940,0
31	17-8	15,0	90	24,3	56	303,5	38,7	245	1838	10,20	6,06	440	1,45	19,3	2278	7,51	486,2
32	21-8	16,8	84	15,0	96	437	55,4	340	1817	5,75	4,17	1220	2,80	40,2	3037	6,97	647,4
33	22-8	20,5	72	16,8	22	n.ob		301	n.ob			n.ob			n.ob		
34	23-8	12,0	36	20,5	17	168,8	30,0	129	434	4,60	2,58	320	4,35	65,5	1254	7,43	267,8
37	30-8	21,3	84	2,0	40	401	40,2	360	1898	6,70	4,73	1008	2,52	34,6	2906	7,25	633,1
38	2-9	18,7	60	21,3	54	206	23,5	165	263	2,68	1,28	1043	5,16	79,8	1306	6,44	278,2
39	3-9	15,0	42	18,7	27	393,7	50,3	211	685	2,40	1,74	1130	2,87	62,3	1815	4,61	387,4
40	4-9	10,0	66	15,0	12	185	39,5	179	306	(3,10)	1,65	890	4,81	74,5	1196	6,46	254,8
45	23-9	16,0	108	0,6	50	245	32,6	282	729	4,50	2,98	613	2,51	45,7	1342	5,49	286,0
47	1-10	8,1	72	1,5	24	n.ob		36	n.ob			113			(113)		24,0

Tableau N° 15

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° II Année 1966

S = 4,7 ha

Références		Averse		Saturation		Ruissellement			Suspension			Charrage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{s moy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E1 g/l	E2 kg/ha
2	26-5	37,5	84	0,8	48	750	42,6	680	8340	19,20	11,10	2630	3,50	24,0	10970	4,61	2340
3	1-6	7,3	36	37,5	145	42	12,2	55	305	(7,80)	7,17	570	13,57	65,2	875	20,74	186
4	2-6	9,0	96	7,3	20	101	23,9	180	315	3,30	3,12	752	7,45	70,5	1067	10,57	228
5	9-6	6,0	n.ob	9,0	172	78	27,7	70	350	8,60	4,49	632	8,10	64,4	982	12,59	210
9	16-6	4,0	36	1,8	31	5,6	3,0	-	-	-	-	63	11,25	-	63	11,25	13,4
10	18-6	3,0	n.ob	4,0	46	3,0	2,1	-	-	-	-	32	10,70	-	32	10,72	6,8
13	24-6	7,0	72	0,7	71	12	37,0	-	-	-	-	95	7,92	-	95	7,92	20,2
14	26-6	7,7	48	7,0	48	94	26,0	130	460	6,20	4,90	590	6,28	56,2	1050	11,18	224
16	1-7	2,7	n.ob	1,3	46	1,5	1,2	-	-	-	-	0	-	-	0	-	-
17	3-7	8,7	48	2,7	45	185	45,2	285	960	8,20	5,19	800	3,33	45,5	1760	9,52	375
18	6-7	4,1	54	8,7	76	11,0	5,8	-	-	-	-	155	14,10	-	155	14,10	33,0
19	8-7	6,0	30	4,1	31	9,1	3,7	-	-	-	-	60	6,60	-	60	6,60	12,8
20	8-7	7,0	12	6,0	16	43	12,8	37	132	4,90	3,07	265	6,16	63,5	397	9,23	84,5
21	12-7	13,0	72	7,0	93	291	46,5	290	2400	11,50	8,25	648	2,23	21,2	3048	10,48	650
24	20-7	20,1	168	3,3	70	475	50,5	650	6315	15,20	13,29	2050	4,32	24,5	8365	17,61	1780
25	22-7	14,7	72	20,1	48	250	36,3	135	1380	10,50	5,52	1390	5,56	50,2	2770	11,08	590
28	29-7	10,5	90	1,2	47	101	20,6	110	400	6,20	3,96	715	7,08	64,2	1115	11,04	238
29	3-8	17,1	66	10,5	115	148	18,5	170	445	5,10	3,01	1070	7,24	70,7	1515	10,25	323
30	5-8	35,2	78	17,1	50	870	52,7	785	6900	9,00	7,93	2600	2,99	27,4	9500	10,92	2025
32	9/10-8	26,6	66	4,0	24	1080	86,6	605	6390	6,40	5,83	3280	3,04	33,9	9670	8,87	2060
33	13-8	5,0	36	26,6	86	10,2	43,6	-	-	-	-	84	8,24	-	84	8,24	17,9
34	15-8	24,5	84	5,0	39	311	27,0	500	2150	10,80	6,91	1740	5,60	44,8	3890	12,51	830
35	25-8	5,0	24	24,5	250	3,8	16,3	-	-	-	-	73	19,70	-	73	19,70	155
36	26-8	30,0	132	5,0	23	1040	74,0	600	2685	5,70	2,58	2370	2,28	46,9	5055	4,86	1080
37	31-8	24,5	66	30,0	98	620	54,0	570	2550	5,60	4,13	1600	2,59	38,6	4150	6,72	883
38	1-9	6,5	24,5	19	1,9	1,9	6,3	-	-	-	-	0	-	-	0	-	-
39	3-9	11,5	54	6,5	43	251	46,6	245	1320	8,00	5,26	735	2,93	35,8	2055	8,19	437
41	7/8-9	20,3	54	2,5	55	290	31,8	285	810	3,95	2,80	875	3,02	51,9	1685	5,82	359
44	16-9	39,1	138	1,8	167	2050	11,2	890	12900	8,00	6,30	2150	1,05	14,3	15050	7,35	3200
45	17-9	10,4	36	39,1	24	9,5	2,0	-	-	-	-	150	15,80	-	150	15,80	32
47	18-9	12,8	96	3,2	9	520	87,0	500	2390	6,00	4,60	852	1,64	26,3	3242	5,74	690
48	23-9	13,5	72	12,8	106	335	54,2	245	1055	4,35	3,15	614	1,83	36,8	1669	4,98	346
51	1-10	9,6	84	4,0	63	260	57,9	245	785	4,20	3,02	137	0,53	13,4	922	3,55	196
53	6-10	10,6	78	0,3	24	69	14,0	60	111	2,50	1,61	60	0,87	35,1	171	2,48	364

Tableau N° 16

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° III Année 1965

S = 3,55 ha

Références		Averse			Saturation		Ruissellement			Suspension			Charrage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{smoy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E ₁ g/l	E ₂ kg/ha	
1	16-5	11,0	n.ob			6,8			n.ob			149			(149)			
2	27-5	7,5	n.ob	11,0	266	n.ob		96	n.ob			84			(84)			
6	11-6	45,8	174	5,0	103	n.ob		227	n.ob			1380			(1380)			
7	17-6	11,2	n.ob	45,8	183	n.ob		26	n.ob			306			(306)			
14	9-7	10,9	n.ob	3,0	121	n.ob		87	n.ob			65			(65)			
15	12/13-7	12,0	n.ob	10,9	71	69,1	16,20	60	57,0		1,08	298			(29,8)			
17	16-7	6,7	n.ob	0,5	31	4,1	1,72											
18	20-7	20,9	54	6,7	90	n.ob		211	n.ob			250			(250)			
19	24-7	7,1	n.ob	20,9	104	48,7	19,3	69	46,8	1,57	0,96	262	0,54	37,3	73,0	1,50	20,6	
20	26-7	32,5	48	7,1	48	711	61,8	450	810	1,42	1,14	406	0,57	33,4	1216	1,71	342	
21	30-7	36,8	94	32,5	80	685	52,5	650	760	2,28	1,11	236	0,34	23,7	996	1,45	280	
22	1-8	32,1	96	36,8	43	880	77,1	750	960	2,32	1,09	408	0,46	29,8	1368	1,55	386	
25	8-8	9,0	30	2,8	56	92,2	29,7	87	68,3	1,37	0,74	19,3	0,21	22,0	87,6	0,95	24,6	
28	11-8	9,2	n.ob	2,3	23	230	70,5	300	422	(4,50)	1,84							
29	12-8	3,1	n.ob	9,2	9	11,6	10,5	10	-	-	-	142	1,75	25,2	564	2,46	159	
30	15-8	24,3	108	3,1	54	482	55,9	600	897	3,60	1,86	203	0,42	18,5	1100	2,28	330	
31	17-8	15,0	90	24,3	56	296	55,6	420	374	3,30	1,26	163	0,55	30,4	537	1,81	151	
32	21-8	16,8	84	15,0	96	352	59,1	382	948	(3,90)	2,69	264	0,75	21,8	1212	3,44	342	
33	22-8	20,5	72	16,8	22	740	102	650	457	1,05	0,62	n.ob						
34	23-8	12,0	36	20,5	17	245	57,5	180	117,7	1,50	0,48	35	0,14	23,0	152,4	0,62	43	
37	30-8	21,3	84	2,0	40	341	45,1	450	295	1,52	0,86	117	0,34		412	1,20	116	
38	2-9	18,7	60	21,3	54	394	59,3	475	402	0,80	1,02	107	0,27		509	1,29	143	
39	3-9	15,0	42	18,7	27	126,7	23,8	96	69,2	0,63	0,55	0			69,2	0,55	19,5	
40	4-9	10,0	66	15,0	12	194	54,6	143	99	1,00	0,51	0			99	0,51	27,9	
43	16-9	3,0		5,0	63	1,7	1,6					0						
45	23-9	16,0	108	0,6	50	347	61,1	430	1023	3,30	2,95	226	0,65	18,1	1249	3,60	352	
47	1-10	8,1	72	1,5	24	253	88,1	250	243,3	1,88	0,97	32,3	0,13	11,75	275,6	1,10	77,6	

Tableau N° 16

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° III Année 1966

S = 2,62 ha

Références		Averse		Saturation		Ruisselement			Suspension			Charrage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{s moy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E1 g/l	E2 kg/ha
2	26-5	37,5	84	0,8	48	690	74,6	725	6480	14,00	9,40	880	1,28	9,55	7360	10,68	2810
3	1-6	7,3	36	37,5	145	58,6	30,6	96	128	3,10	2,18	138	2,36	52	266	4,54	101,5
4	2-6	9,0	96	7,3	20	109	46,3	155	217	(2,80)	1,98	130	1,19	37,5	347	3,17	132,5
5	9-6	6,0	n.ob	9,0	172	35,8	22,8	48	48,1	1,64	1,37	80	2,24	62,5	128,1	3,61	49
9	16-6	4,0	36	1,8	31	27,1	25,8	26	42,0	1,80	1,52	48	1,77	53,4	90	3,29	34,4
13	24-6	7,0	72	0,7	71	142,5	77,8	230	285	3,80	2,00	206	1,45	42,0	491	3,45	187,5
14	26-6	7,7	48	7,0	48	161	79,2	305	310	4,20	1,90	209	1,30	40,3	519	3,20	198
17	3-7	8,7	48	2,7	46	142	62,3	245	500	6,50	3,52	122	0,86	19,6	622	4,38	237
18	6-7	4,1	54	8,7	76	92	85,8	105	164	2,20	1,78	40	0,43	19,6	204	2,21	77,8
20	8-7	7,0	30	6,0	16	117,4	64,0	87	1108	1,45	0,94	33	0,28	22,9	1438	1,22	54,9
21	12-7	13,0	72	7,0	93	210	61,8	240	675	5,75	3,21	216	1,04	24,5	891	4,25	336
24	20-7	20,1	168	3,3	70	410	78,0	550	920	3,24	2,25	329	0,80	26,3	1249	3,05	477
25	22-7	14,7	72	20,1	48	250	65,0	320	325	4,00	1,30	282	1,13	46,5	607	2,43	232
28	29-7	10,5	90	1,2	47	131,2	32,1	197	144	2,10	1,10	121	3,52	45,7	265	5,62	97,3
29	3-8	17,1	66	10,5	115	245	54,8	300	270	1,90	1,10	268	1,09	49,8	538	2,19	205
30	5-8	35,2	78	17,1	50	670	72,7	540	1450	3,30	2,16	423	6,32	22,6	1873	8,48	715
32	9/10-8	26,6	66	4,0	24	780	(12)	500	605	2,20	0,78	573	0,73	48,7	1178	1,51	450
33	13-8	5,0	36	26,6	86	27,1	20,7	30	18,0	1,18	0,66	32	1,18	64,0	50	1,84	19,1
34	15-8	24,5	84	5,0	39	114	16,2	300	250		2,19	132	1,16	46,8	382	3,35	107,5
35	25-8	5,0	24	24,5	250	17,1	16,6	14	23,7	3,30	1,39				23,7	1,39	9,1
36	26-8	30,0	132	5,0	23	485	61,8	360	1050	2,80	2,16	197	0,40	15,8	1247	2,56	477
37	31-8	24,5	66	30,0	98	245	38,2	470	400	2,56	1,63	129	0,53	24,4	529	2,16	202
39	3-9	11,5	54	6,5	43	185	61,5	245	190	2,16	1,02	63	0,33	24,9	253	1,35	96,5
40	5-9	2,5	n.ob	11,5	46	1,9	2,9										
41	7/8-9	20,3	54	2,5	55	194	36,5	185	100	0,93	0,52	60	0,31	37,5	160	0,83	61,1
44	16-9	39,1	138	1,8	167	770	75,2	630	645	2,64	0,84	210	0,27	24,6	855	1,11	326
45	17-9	10,4	36	39,1	24	43	15,8	37	27,1	1,10	0,63				27,1	0,63	10,3
47	18-9	12,8	96	3,2	9	270	80,8	380	460	2,16	1,70	87	0,32	15,9	547	2,02	208
48	23-9	13,5	72	12,8	50	139	39,4	150	90	0,73	0,65				90	0,65	34,4
50	28-9	4,0	30	0,3	106	3,7	3,6										
51	1-10	9,6	84	4,0	63	104	41,4	210	192	2,60	1,84				192	1,84	73,3
53	6-10	10,6	78	0,3	24	120	43,3	150	198	1,96	1,65				198	1,65	75,5

Tableau N°17

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° V Année 1965

S = 10,5 ha

Références		Averse		Saturation		Ruissellement			Suspension			Charrriage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{smoy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E1 g/l	E2 kg/ha
1	16-5																
2	27-5	11,5		7,5	266	n.ob		n.ob	n.ob			598			(598)		(57,0)
5	6-6	9,0		11,5	264	0,4	0,04					77	192,5		77	192,5	18,3
6	11-6	40,0	96	9,0	103	n.ob		96	n.ob			3020			(3020)		(288)
7	17-6	7,3		40,0	183	0,2	0,8					0			0	0	0
17	16-7	6,7		0,5	31	n.ob		n.ob	n.ob			110			(110)		(10,5)
18	20-7	20,4	30	6,7	90	n.ob		802	n.ob			1552			(1552)		(147,5)
20	26-7	57,0	48	1,2	48	n.ob		750	n.ob			4530			(4530)		(432)
21	30-7	17,3	90	57,0	80	248	13,7	262	1257	6,80	4,80	950	3,83	43,1	2207	8,13	210
22	1-8	18,0	72	17,3	43	656	34,7	545	1392	(2,60)	2,12	904	1,38	39,3	2296	3,50	219
25	8-8	20,0	90	18,0	56	562	26,7	520	1170	(2,60)	2,08	860	1,53	42,4	2030	3,61	193
26	9-8	20,5		20,0	28	521	24,2	570	858	2,00	1,65	849	1,63	49,8	1707	3,28	162
30	15-8	22,8	90	3,1	54	326	13,6	285	n.ob			517	1,59		(517)	(159)	(49,2)
32	21-8	17,3	84	3,0	96	198,7	11,0	300	350	2,30	1,76	527	2,65	60,2	877	4,41	83,5
33	22-8	19,7	108	17,3	22	610	29,5	525	1222	4,50	2,01	n.ob			(1222)	(2,01)	(116,3)
34	23-8	12,6	36	19,7	17	199	15,1	154	196	(1,20)	0,99	922	4,64	82,5	1118	5,63	106,5
37	30-8	23,6	156	1,8	40	473	19,1	425	455	1,56	0,96	375	0,79	45,2	830	1,75	79
38	2-9	25,6	126	23,6	54	435	16,2	520	616	2,00	1,42	470	1,08	43,3	1086	2,50	103,3
39	3-9	12,1	36	25,6	27	123,7	9,75	98	183	2,20	1,48	216	1,75	54,0	399	3,23	38
40	4-9	13,0	102	12,1	12	283,2	20,7	270	340	(1,65)	1,20	256	0,90	43,0	596	2,10	56,7
45	23-9	8,6	72	1,5	50	0,7	0,07					0			0	0	0
47	1-10	19,2	144	2,2	24	229	11,3	230	n.ob			128	0,56		(128)	(0,56)	(12,2)

Suspension : () valeurs estimées
Erosion totale : () valeurs incomplètes

Tableau N°17

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° V Année 1966

S = 10,5 ha

Références		Averse		Satura- tion		Ruissellement			Suspension			Charrriage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{s moy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E1 g/l	E2 kg/ha
2	26-5	54,3	84	11,7	48	1210	21,30	740	11700	12,20	9,77	2400	1,98	17,08	14100	11,75	1340
3	1-6	10,6	48	54,3	145	49	4,40	75	270	7,50	5,50	2090	42,60	88,5	2360	48,10	225
4	2-6	3,5	96	10,6	20	7,7	2,10					320	41,60		320	41,60	30,5
17	3-7	6,7	48	1,2	45	40	5,68	54	71	4,20	1,78	720	18,00	91,1	791	19,78	75,4
19	8-7	10,0	66	1,1	31	66	6,28	36	225	5,20	3,41	375	5,68	62,5	600	9,09	57,2
20	8-7	6,0	36	10,1	16	119	18,9	155	680	8,30	5,82	465	3,91	40,6	1145	9,73	109
21	12-7	12,2	n.ob	6,0	93	295	23,0	250	2120	7,60	7,19	1150	3,90	35,2	3270	11,09	312
24	20-7	23,8	180	2,3	70	950	38,0	650	10800	15,20	10,14	3330	3,50	23,6	14130	13,64	1347
28	29-7	10,8	120	0,8	47	161	14,2	170	1420	10,50	8,81	830	5,15	36,9	2250	13,96	214
29	3-8	19,9	72	10,8	115	490	24,4	525	2830	7,50	5,77	1710	3,49	37,7	4540	9,26	432
30	5-8	60,0	198	19,9	50	1635	26,0	1730	8730	6,50	5,10	4930	3,01	36,1	13660	8,11	1300
32	9/10-8	33,0	78	5,0	24	1560	45,0	920	12800	11,20	8,21	7280	4,67	36,1	20080	12,88	1920
33	13-8	15,9	90	33,0	86	590	17,1	730	3180	7,00	5,39	2440	4,13	43,4	5620	9,52	536
34	15-8	23,5	84	15,9	39	700	42,0	260	2760	5,30	3,94	3970	5,67	59,0	6730	9,61	641
35	25-8	12,7	90	23,5	250	602	45,0	590	2400	7,50	3,99	2450	4,06	50,5	4850	8,05	463
37	31-8	30,0	78	9,5	98	1530	48,6	1340	970	1,16	0,64	4500	2,94	82,3	5470	3,58	521
41	7/8-9	28,0	114	3,7	102	715	24,4	725	2620	5,00	3,67	2790	3,90	51,6	5410	7,57	516
44	16-9	62,6	168	0,8	167	2760	42,0	2290	17500	7,30	6,33	2100	0,76	10,7	19600	7,09	1866
47	18-9	15,5	132	9,5	9	660	40,6	470	2190	5,40	3,32	1540	2,33	41,3	3730	5,65	355
50	28-9	11,0	96	0,5	50	55	4,77	62	85	2,00	1,55	800	14,58	90,4	885	16,13	84,3

Tableau N°18

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° VI Année 1965

S = 9,10 ha

Références		Averse		Satura- tion		Ruissellement			Suspension			Charrriage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{s moy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E ₁ g/l	E ₂ kg/ha
15	12/13-7	17,8	n.ob	10,2	71	0,7	0,04					27,2	38,9		27,2	38,90	3,00
17	16-7	11,8	n.ob	0,4	31	0,35	0,03					0			0		0
18	20-7	9,3	120	11,8	90	2,85	0,34					12,8	4,50		12,8	4,50	1,41
20	26-7	37,0	30	5,0	48	290	8,6	78	561	(20,00)	1,93	407	1,40	42,0	968	3,33	44,7
21	30-7	23,1	84	37,0	80	356	16,9	130	1859	11,20	5,23	691	1,94	27,2	2550	7,17	76
22	1-8	39,5	48	23,1	43	967	26,9	380	6830	(19,0)	7,06	1190	1,23	14,8	8020	8,29	131
25	8-8	13,7	90	3,3	56	54	4,34	23	156	6,2	2,89	355	6,57	69,5	511	9,46	39
26	9-9	6,0	n.ob	13,7	28	0,35	0,06					n.ob	n.ob				
28	11-8)				23												
29	12-8(12,7	n.ob	2,5	9	3,60	0,31					35,8	9,95		35,8	9,95	3,38
30	15-8	16,5	66	12,7	54	71,2	4,75	48	n.ob			381	5,36		(381)	(5,36)	41,9
31	17-8	15,6	66	16,5	56	28,5	2,00	26	29,8	2,0	1,05	256	8,97	89,5	285,8	10,02	28,2
32	21-8	22,7	84	15,6	96	74,2	3,6	48	763	(20,0)	10,28	416	5,60	35,3	1179	15,88	45,7
33	22-8	29,4	120	22,7	22	500	18,7	170	2682	12,0	5,36	n.ob			(2682)	(5,36)	
34	23-8	10,0	36	29,4	17	7,5	0,82					70,5	10,65		70,5	10,65	7,75
37	30-8	18,5	84	1,2	40	15,3	0,91	6,2	6,8	1,2	0,44	88	5,76	92,8	94,8	6,20	9,68
38	2-9	23,7	84	18,5	54	74,2	3,44	62	52,3	0,94	0,70	195	2,63	79,0	247,3	3,33	21,4
39	3-9	8,2	42	23,7	27	1,5	0,20					0	0				
40	4-9	10,7	84	8,2	12	15,7	1,61	23	n.ob	n.ob	n.ob	125	7,97		(125)	(7,97)	13,75
45	23-9	19,6	108	1,2	50	111,7	6,26	87	76,8	1,14	0,69	181	1,62	70,3	257,8	1,91	19,9
47	1-10	8,4	84	3,0	24	0,75	0,10					0	0		0		0

Tableau N°18

VALEURS CARACTERISTIQUES du RUISSELLEMENT et du TRANSPORT SOLIDE à la FOSSE n° VI Année 1966

S = 9,10 ha

Références		Averse		Satura- tion		Ruissellement			Suspension			Charrriage			Erosion Totale		
N°	Date	P mm	I _{max} mm/h	P _a mm	t _a h	V _r m ³	K _r %	Q _{max} l/s	P _s kg	C _{smax} g/l	C _{emoy} g/l	P _{ch} kg	C _{ch moy} g/l	K _{ch} %	P _T kg	E1 g/l	E2 kg/ha
2	26-5	38,0	84	2,8	48	1520	44,0	570	5320	6,00	3,50	7068	4,65	57,0	12388	8,15	1360
3	1-6	9,8	48	38,0	145	2,0	0,22					163	81,50		163	81,50	17,9
13	24-6	14,5	72	1,0	151	4,5	0,34					0					
14	26-6	7,7	48	14,5	48	3,0	0,43					0					
17	3-7	6,5	48	3,8	45	3,8	0,64					55	14,50		55	14,50	6,05
18	6-7	8,3	54	6,5	76	2,2	0,29					0					
20	8-7	10,5	36	5,5	16	46,4	4,85	39	106	2,56	2,28	356	7,71	77,0	462	9,99	50,8
21	12-7	7,5	60	10,5	93	6,6	0,97					41	6,21		41	6,21	4,5
24	20-7	12,5	180	3,8	70	75	6,6	84	160	5,60	2,14	178	2,37	52,7	338	4,51	37,2
25	22-7	17,6	84	12,5	48	178	11,1	240	480	3,25	2,70	296	1,66	38,2	776	4,36	85,3
28	29-7	9,5	48	1,0	47	17,7	2,05	6,5	29,3	2,35	1,66	50	2,83	63,2	79,3	4,49	8,72
29	3-8	17,8	72	9,5	115	29,2	1,80	22	12,6	0,51	0,43	0			12,6	0,43	1,38
30	5-8	33,6	72	17,8	50	760	24,80	200	840	1,50	1,11	643	0,85	43,3	1483	1,96	163
32	9/10-8	32,5	108	5,5	24	1420	48,0	330	960	1,60	0,68	739	5,21	43,5	1699	5,89	187
34	15-8	22,6	72	6,1	39	42,7	2,07	44	38,4	1,05	0,90	114	2,67	74,8	152,4	3,57	16,8
35	25-8	5,5	30	22,6	250	0,50	0,10					0					
36	26-8	27,7	42	5,5	23	25,8	1,02	6	20,2	1,02	0,78	0			20,2	0,78	2,22
37	31-8	22,3	78	27,7	98	303	14,95	97	1730	7,30	5,72	30	0,10	0,58	1760	5,82	194
39	3-9	11,6	90	4,8	43	12,0	1,13	0,3				0					
41	7/8-9	19,0	78	4,0	55	16,9	0,98	6	4,9	0,80	0,29	0			4,9	0,29	0,54
44	16-9	32,5	168	2,8	167	935	35,70	420	1360	3,00	1,45	30	0,03	2,16	1390	14,53	153
45	17-9	13,1	42	32,5	24	0,6	0,05					0					
47	18-9	11,0	120	4,0	9	59	6,00	42	92	2,95	1,54	0			92	15,35	10,1
48	23-9	8,5	72	11,0	106	3,7	0,48					0					
51	1-10	8,5	84	6,1	63	0,6	0,08					0					

Peut-être que sur une information plus volumineuse, une analyse fine ferait apparaître certaines caractéristiques de ces courbes. Tantôt, le maximum de concentration coïncide avec celui de la crue, tantôt il le précède, correspondant alors au début de l'écoulement. La décroissance de la concentration est tantôt modérée, tantôt brutale.

Les valeurs de concentration sont très variables d'une averse à l'autre, de 1 à 10 environ selon l'intensité des précipitations d'abord, l'importance de la pluie et du ruissellement ensuite.

Les fosses 3 et 6 ont les concentrations les plus modérées : 1 à 3 g/l en moyenne, des valeurs doubles et triples s'observent sur les fosses 1 et surtout 2 et 5. Les concentrations maximales relevées proviennent d'une pluie précoce et intense sur sol nu, le 26-5-66, et d'une pluie très intense (168 à 180 mm/h en 5 minutes) le 20-7-66 :

19,2 et 15,2 g/l pour la fosse 2
12,2 et 15,2 g/l pour la fosse 5

De ces écarts considérables d'une crue à l'autre, découle une plus grande disproportion entre les poids Ps de matériaux en suspension. Certaines crues fournissent une part notable du transport solide annuel. Celle du 26-5-66 par exemple entraîne :

7 t sur 30 t soit 23 % à la fosse 1
8,3 t sur 61 t soit 13,5 % à la fosse 2
6,5 t sur 16,3 t soit 40 % à la fosse 3
11,7 t sur 83 t soit 14 % à la fosse 5
5,3 t sur 11,2 t soit 45 % à la fosse 6

Cette part est d'autant plus élevée que le sol est nu avant le développement des cultures (fosse 6) ou avant la pousse herbeuse (fosse 3). Des remarques analogues peuvent être faites sur les volumes de matériaux transportés par charriage, qui sont plus ou moins en relation d'importance avec les débits en suspension.

La part du charriage dans le transport total de sédiments varie dans d'assez larges proportions d'une crue à l'autre, sans que les causes soient bien nettes ; cette part oscille entre 20 et 60 % du transport total dans la plupart des événements observés.

C H A P I T R E I V

INTERPRETATION des DONNEES OBSERVEES

Dans ce chapitre, on tire quelques conclusions déduites des observations décrites au chapitre 3.

En ce qui concerne le ruissellement, il faut d'une part procéder au bilan hydrique annuel des divers bassins, bilan qui fournit une appréciation des diverses potentialités d'écoulement.

L'analyse fine du ruissellement à l'échelle de l'évènement averse-crue est entreprise pour la Station Principale en utilisant l'opérateur global qu'est l'hydrogramme unitaire. Cet hydrogramme sert à la construction de crues exceptionnelles de récurrence 1 et 10 ans. Une telle analyse ne peut être entreprise sur les résultats des autres stations, résultats qui sont moins nombreux et moins précis ; en outre, la reconstitution des écoulements n'est pas possible avec l'opérateur global, il faut procéder à partir du hyétogramme, ce qui est un travail hors de proportion avec cette étude. Les bilans annuels des observations sur les fosses sont enfin représentés afin qu'en soient extraites les puissances érodibles des différents terrains testés.

4.1 - Le RUISSELLEMENT à la STATION PRINCIPALE -

4.1.1 - Recherche d'un hydrogramme type -

Le but à atteindre est d'obtenir un hydrogramme représentatif du bassin, provoqué par une pluie unitaire (averse homogène dans l'espace, d'intensité constante dans le temps et de durée inférieure au temps de montée des crues) ; le volume ruisselé de cet hydrogramme type est fixé arbitrairement à $16\ 500\ m^3$, c'est-à-dire qu'il correspond à une lame d'eau excédentaire de 1,0 mm.

L'analyse de ces crues fait apparaître deux familles d'hydrogrammes bien dissociables dépendant de :

- Averses concentrées sur le Sud-Est (Station Secondaire et à la rigueur Station Barrage) et sur le Centre-Nord (milieu et amont du bassin)

Cette première famille d'hydrogrammes types ne possède qu'une seule pointe (avec un temps de montée assez long - 50 minutes), les apports excédentaires de la partie amont venant continuellement renforcer le débit de crue à l'exutoire.

- Averses relativement homogènes dans le temps et dans l'espace (donnant une double pointe en raison du resserrement du bassin à son milieu) ou à épicycle sur la partie Sud-Ouest (fosses 1, 2 et 3) ou Centre-Aval donnant également une double pointe, la partie amont répondant à retardement en raison de son faible arrosage.

Les hydrogrammes de la première famille sont nettement plus abondants et plus sévères que ceux de la seconde. Les débits maximaux de la seconde famille, ramenés à 16 500 m³, oscillent entre 2,6 et 3 m³/s (cas des crues des 22-8-65 et 12-8-64). Certaines averses localisées au Nord du bassin donnent des hydrogrammes comparables, mais cela provient de la faible hauteur de précipitation : en dessous de 20 mm il n'est pas certain que la totalité du bassin ruisselle (cas des crues unitaires des 11-9-64, 4-9-65 et 16-9-66).

Les crues de la première famille, dues à des averses supérieures à 20 mm en tout point du bassin ont un débit maximal de 4,6 à 4,9 m³/s. S'y apparentent certaines crues localisées à l'extrémité aval du bassin, dont l'hydrogramme est à montée très rapide (crues des 1-8 et 2-9-65).

En définitive, on a conservé trois hydrogrammes, ceux des crues de 1966 : 26 Mai, 5 Août et 9-10 Août ; leurs diagrammes de distribution figurent sur le tableau n° 19 avec le diagramme retenu pour l'hydrogramme unitaire type le plus probable du bassin.

On retient les valeurs caractéristiques suivantes :

Temps de montée	55 minutes (de 50 à 60 entre Mai et Septembre)
Temps de base	3 heures 20 minutes
Débit maximal	4,8 m ³ /s
Volume ruisselé	16 500 m ³

Tableau 19

DIAGRAMMES de DISTRIBUTION des CRUES UNITAIRES

(Station Principale Vr : 16 500 m³ Lr : 1,0 mm)

Date	- 50'	- 40'	- 30'	- 20'	- 10'	0	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 90'	+120'
26-5-66	:0	:1,55	:2,35	:2,65	:3,35	:4,60	:3,80	:3,00	:2,35	:1,30	:0,65	:0,42	:0,20	:0,13
5-8-66	:0,18	:0,80	:2,10	:3,20	:4,15	:4,90	:4,25	:2,70	:1,70	:1,05	:0,70	:0,50	:0,23	:0,09
9/10-8-66	:0,18	:0,70	:1,60	:2,55	:3,40	:4,70	:3,85	:3,25	:2,50	:1,75	:1,10	:0,65	:0,28	:0,09
Hydrogramme type	:0,12	:1,0	:1,8	:2,7	:3,8	:4,8	:4,0	:3,0	:2,2	:1,35	:0,85	:0,55	:0,25	:0,10

Intervalles de temps donnés en minutes.

4.1.2 - Estimation des crues exceptionnelles -

On se contente de prendre, pour le coefficient d'abattement spatial des précipitations et pour le coefficient de ruissellement, les valeurs les plus probables déduites du seul examen qualitatif des tableaux de valeurs caractéristiques observées. Les résultats sont donc un peu imprécis, mais une confrontation avec les fortes crues observées permet d'éviter toute erreur grossière.

- Crue annuelle -

- hauteur ponctuelle de précipitations 45 mm (cf paragraphe 1.2.2)
- coefficient d'abattement médian des fortes averses : 0,80
- coefficient de ruissellement pour une bonne saturation des terrains : 30 %
- volume ruisselé $V_r = 45 \times 16,57 \times 10^3 \times 0,80 \times 0,30 = 180\ 000\ m^3$
- hypothèse d'une averse à corps unique de durée inférieure à 60 minutes provoquant une crue unitaire, d'où déduction par homologie de la crue à partir de l'hydrogramme unitaire :

$$Q_M = 4,8 \times \frac{180\ 000}{16\ 500} = 52,5\ m^3/s \text{ ou } 3\ 150\ l/s.km^2$$

valeurs dépassées 8 fois en volume et 7 fois en débit maximal pendant 3 ans de relevés (année de pluviosité excédentaire) ce qui paraît plausible.

- Crue décennale -

- hauteur ponctuelle de précipitations 85 mm (paragraphe 1.2.2)
- coefficient d'abattement maximal observé des fortes averses : 0,85
- coefficient de ruissellement supposé égal à 40 %
- volume ruisselé $85 \times 16,57 \times 10^3 \times 0,85 \times 0,40 = 480\ 000\ m^3$
- averse supposée unitaire à un seul corps de moins de 60 minutes
- crue unitaire (ce qui est peut-être une surestimation légère)
de débit maximal : $4,8 \times \frac{480\ 000}{16,5} = 140\ m^3/s$

Ce résultat est certainement trop fort. En effet, la crue du 10 Juillet 1964 est plus rare que l'événement décennal tant par la hauteur ponctuelle de son averse causale (104 mm) que par les intensités durées de cette même averse; la saturation modérée des terrains: 0,9 mm 18 h avant et 21 mm 3 jours avant et le fort abattement spatial (0,68), ne doivent pas suffire à ramener à 10 ans la récurrence de cette crue de $136\ m^3/s$. Il est plus raisonnable d'admettre que la crue décennale ne résulte pas d'une averse unitaire à un seul corps. On adoptera les valeurs suivantes :

$$\underline{120\ m^3/s} \text{ ou } \underline{7\ 250\ l/s.km^2}$$
$$\underline{450\ 000\ m^3}$$

4.2 - BILANS HYDROLOGIQUES aux TROIS STATIONS de RUISSELLEMENT -

Nous avons dressé trois tableaux (n° 20 à 22) établissant les bilans mensuels d'écoulement aux 3 stations, avec les notations suivantes :

P	:	pluviométrie moyenne, en mm
Le	:	lame d'eau ruisselée, en mm
V_r	:	volume ruisselé, en m^3/s
$K_r \%$:	coefficient de ruissellement
D	:	déficit d'écoulement, en mm

On remarquera que pour le bassin de la Station Principale :

- Juillet 1964, avec la crue du 10 Juillet, a autant ruisselé que toute l'année 1965.
- Le $K_r \%$ de 1964 est particulièrement élevé, alors que celui de 1966 semblerait être dans la moyenne qui doit graviter autour de 18 %. Le plus fort K_r mensuel est naturellement celui de Juillet 1964 en raison d'une crue plus que décennale (le 10) et d'une crue supérieure à celle de fréquence annuelle (le 20). Fort K_r également en Mai 1966, dû principalement à une averse exceptionnelle pour l'époque (47 mm).

A l'échelle annuelle, en première approximation, on peut admettre que l'écoulement de 1965 est représentatif de l'année moyenne :

1 000 000 de m^3
60 mm de lame

L'écoulement de 1964 est sûrement d'ordre décennal :

plus de 2 millions de m^3
près de 130 mm de lame.

La Station Secondaire, pour diverses raisons (forte pente, faible superficie) doit présenter les plus fortes potentialités d'écoulement régionales. En effet, les coefficients d'écoulement sont nettement supérieurs à ceux de la Station Principale.

30 (contre 13 %) en 1965, année normale fournissant ici
140 mm de lame ruisselée

47 (contre 24 %) en 1964, année d'ordre décennal avec
255 mm d'écoulement

L'écoulement de la station Barrage est au contraire très faible, mais la déviation d'une partie des eaux par la piste de TAHOUA ne permet pas de juger de l'ampleur de la sous-estimation des écoulements (5 à 6 % des précipitations en année moyenne).

Les fosses, bien qu'alimentées par de tous petits bassins, apportent d'autres éléments à cette interprétation (tableau 23) :

- a) Ruissellement maximal en F 3 (sol argileux sur reg) et en F 1 (sol très cultivé en pente, assez argileux) variant de 45 à 60 % en 1965 et 1966 années un peu supérieures à la normale.
- b) Ruissellement modéré en F 2 (cultures réduites par rapport à F1) et en F5 (non cultivé bien qu'en forte pente comme F2) oscillant de 30 à 45 % pour l'une et de 16 à 34 % pour l'autre, les limites inférieures correspondant à 1965, année à peu près normale.
- c) Ruissellement faible en F6 (sol sableux à faible pente) de 7 à 15 %.

Sur un bassin apparemment représentatif de sa région, homogène et peu étendu comme le bassin de KOUNTKOUZOUT, l'écoulement moyen annuel qui serait de 13 % comporterait des composantes variant de 7 % (sur sols sableux à faible pente) à 30 % (sols limono-argilo-sableux à forte pente) et même à 45 % (effet de surface du reg ou développement de la culture sur les sols limono-argilo-sableux).

Tableau 20

BILAN HYDROLOGIQUE 1964

Période	Station Principale					Station Secondaire				
	P mm	Le mm	Vr 10 ³ m ³	Kr %	D mm	P mm	Le mm	Vr 10 ³ m ³	Kr %	D mm
Juillet	189,6	62,6	(1 036,2)	33,0	127,0	192,5	91,0	24,10	47,2	101,5
Août	264,3	57,1	(941,7)	21,6	207,2	288,5	131,7	35,05	45,8	156,8
Septembre	54,8	7,0	116,6	12,8	47,8	67,5	33,0	8,73	48,8	34,5
Année	508,7	126,7	2 094,5	24,0	382,0	548,5	255,7	67,88	46,8	292,8

N.B. 1 () y compris les Vr des crues estimées à partir de l'hydrogramme type et du maximum enregistré de chaque crue.

N.B. 2 La Station Barrage n'avait pas de limnigraphe.

Tableau 21

BILAN HYDROLOGIQUE 1965

Période	Station Principale					Station Secondaire					Station Barrage				
	P mm	Le mm	Vr 10 ³ m ³	Kr %	D mm	P mm	Le mm	Vr 10 ³ m ³	Kr %	D mm	P mm	Le mm	Vr 10 ³ m ³	Kr %	D mm
Mai	9,8	0,1	1,90	1,18	9,7	18,7	1,2	0,320	6,2	17,5	-	-	n. ob.	-	-
Juin	73,5	16,2	269,50	22,10	57,3	69,0	10,2	2,820	14,8	58,8	-	-	n. ob.	-	-
Juillet	116,8	13,7	226,97	11,75	103,1	127,5	59,3	16,350	46,5	68,2	-	-	n. ob.	-	-
Août	174,4	23,2	384,30	13,30	151,2	167,2	55,0	15,210	32,9	112,2	(69,2)	5,7	(5,2)	8,30	63,5
Septembre	75,0	6,8	113,30	9,13	68,2	68,7	12,8	3,550	18,7	55,9	80,7	4,5	4,15	5,57	76,2
Octobre	10,3	0,7	11,70	6,85	9,6	17,9	3,9	1,080	22,3	14,0	7,2	0,1	0,12	1,84	7,1
Année	459,8	60,7	1007,670	13,2	399,1	469,0	142,4	39,330	30,4	326,6	(157,1)	10,3	(9,47)	6,65	146,8

() depuis le 21-8

77

Tableau 22

BILAN HYDROLOGIQUE 1966

Période	Station Principale					Station Secondaire					Station Barrage				
	P mm	Le mm	Vr 10 ³ m ³	Kr %	D mm	P mm	Le mm	Vr 10 ³ m ³	Kr %	D mm	P mm	Le mm	Vr 10 ³ m ³	Kr %	D mm
Mai	54,2	14,9	247,00	27,5	39,3	65,0	28,3	7,80	43,5	36,7	45,0	3,6	3,31	8,1	41,4
Juin	36,4	1,3	21,28	3,53	35,1	37,5	1,0	0,28	2,7	36,5	45,7	1,6	1,46	3,52	44,1
Juillet	87,1	11,8	196,57	13,6	75,3	83,7	14,4	3,97	17,2	69,3	89,3	3,4	3,12	3,85	85,9
Août	198,5	43,3	710,61	21,3	155,2	209,5	54,7	15,09	26,1	154,8	194,7	9,3	8,43	4,77	185,4
Septembre	146,1	21,0	347,65	14,35	125,1	149,7	21,0	5,77	14,0	128,7	139,5	11,9	10,76	8,50	127,6
Octobre	8,3	1,5	2,44	1,77	6,8	7,6	0	0	0	7,6	11,1	0	0	0	11,1
Année	530,6	93,8	1525,55	17,70	436,8	553,0	119,4	32,91	21,6	433,6	525,3	29,8	27,08	5,68	495,5

4.3. - BILAN DE L'EROSION -

Nous nous contentons de dégager les tendances générales, les aptitudes à l'érosion, particulières à chaque terrain étudié.

Pour cela, nous avons réuni dans un tableau (n° 23) les résultats annuels enregistrés, avec les désignations suivantes :

Vr	:	volume liquide ruisselé
Kr %	:	coefficient de ruissellement liquide
Ps	:	poids de matériau transporté en suspension
Cs moy	:	concentration moyennée de transport en suspension
Pch	:	poids de matériau sec charrié (donc déposé au fond des fosses)
Cch moy	:	concentration moyenne de charriage
Kch %	:	pourcentage du charriage par rapport à l'érosion totale
Pt	:	poids total, suspension + charriage
E ₁	:	érosion totale rapportée au débit liquide
E ₂	:	érosion totale rapportée à la superficie des bassins versants.

Expressions déjà présentées dans le chapitre 3 (Observations) et dont le calcul a fait l'objet de développements explicatifs.

L'examen global de ces tableaux fait ressortir quelques remarques très générales. Il est difficile d'interpréter cette érosion en suspension dépendant de l'intensité des précipitations et de l'état pulvérulent des terrains, état conditionné par le degré d'humidité et la nature du terrain. Une pluie de 10 mm sur terrain sec provoque un transport en suspension beaucoup plus fort qu'une averse de 30 mm sur terrain saturé. Cela peut expliquer les très fortes variations qui peuvent être enregistrées d'une année à l'autre ou d'une fosse à l'autre. Le fait que certaines fosses n'aient été mises en service qu'après le début des pluies en 1965 ne permet aucune comparaison fructueuse puisque seule l'année 1966 est entièrement observée.

Seule la fosse n° 1 presque observée complètement en 1965 montre qu'entre ces 2 années dont l'hydraulicité a déjà été estimée, le transport en suspension passe de 10 à 30 tonnes tandis que le charriage varie peu, de 9,6 à 12,1 tonnes.

Tableau 23

BILANS ANNUELS du RUISSELLEMENT et de L'EROSION
sur les 5 Fosses

N° de fosse	F1		F2		F3		F5		F6	
Superficie ha	3,52		4,70		3,55 : 2,62		10,50		9,10	
Année d'observations	65 ()	66	65 (1)	66	65 (2)	66	65 (3)	66	65 (4)	66
Volume ruisselé 10 ³ m ³	7,00	8,85	5,49	10,32	6,51	6,99	4,86	14,2	2,57	5,47
Kr %	44,30	54,50	29,8	46,7	48,0	58,3	16,0	33,6	7,32	14,7
Ps kg	10 260	30 400	25 260	1 850	7 200	16 320	8 040	83 350	13 020	11 200
Cs moy g/l	1,86	3,43	4,73	5,44	1,10	2,34	1,86	5,90	5,27	2,05
Pch kg	9 640	12 100	30 410	29 850	4 650	5 010	18 860	46 200	4 430	9 760
Cch moy g/l	1,50	1,37	4,12	2,89	0,37	0,72	1,66	3,29	2,14	1,79
Kch %	50,30	28,50	45,6	32,5	24,9	23,5	48,2	35,1	39,3	40,0
PT kg	19 900	42 500	55 670	91 700	11 850	21 330	24 900	129 550	17 450	20 960
E1 g/l	3,71	4,80	8,25	8,88	1,49	3,06	2,79	9,46	7,18	3,84
E2 kg/ha	5 650	12 075	12 100	19 500	3 340	8 150	2 370	12 350	1 920	2 300

- (1) depuis le 17 Juin 1965 pour les débits en suspension
 (2) depuis le 12 Juillet 1965 pour les débits en suspension
 (3) depuis le 30 Juillet 1965 pour les débits en suspension
 (4) depuis le 26 Juillet 1965 pour les débits en suspension.

En première approximation, on pourrait retenir les chiffres de 1965 comme moyens, ceux de 1966 comme excédentaires (1 année sur 5 ?).

Le charriage, on le voit, est beaucoup plus régulier que la suspension et sa part dans l'érosion totale serait donc d'autant plus grande que l'hydraulicité serait faible puisque le transport en suspension est lui, bien lié à cette hydraulicité. La part du charriage est peu variable d'un bassin à l'autre : 30 à 50 % pour toutes les fosses sauf pour la F3 où cette part tombe à 25 % peut-être parce que les sols y sont moins grossiers (reg argileux).

L'érosion totale E1 eng/l représente bien la concentration du transport solide dans l'écoulement. Les valeurs faibles pour F3 (reg non cultivé avec 3 g/l), et pour F6 (faible pente 3,8 g/l) s'accroissent avec la mise en culture sur sols en pente : F1 avec 4,8 et surtout F2 avec 8,8 g/l et F5 avec 9,5 g/l encore plus accidentés. En tenant compte de la superficie, on obtient un classement des dégradations spécifiques (exemple de 1966) :

2,3	t/ha	pour	F6	sol sableux, faible pente (1%) culture de mil
8,1	t/ha	pour	F3	reg couvert de steppe, pente modérée (3 %)
12	t/ha	pour	F1	très cultivé en pente modérée
12	t/ha	pour	F5	peu cultivé en forte pente (12 %)
19,5	t/ha	pour	F2	assez cultivé et en forte pente

ces trois dernières fosses sur sols limono-argilo-sableux .

Les écarts entre F6 et F3 sont surtout le fait de la pente passant de 1 à 3 %, entre F3 et F1 c'est la mise en culture (0 à 75 %), comme entre F5 et F2 (5 à 25 %), qui explique l'augmentation de la dégradation spécifique.

ANNEXE

A N N E X E S

- 1 - Relevés journaliers de précipitations sur les bassins versants de KOUNTKOUZOUT : tableaux mensuels pour 1964, 1965 et 1966.
- 2 - Hauteurs mensuelles de précipitations sur les bassins versants de KOUNTKOUZOUT : 1964, 1965 et 1966.
- 3 - Graphiques représentatifs des 17 événements remarquables averse-crue sur les 3 bassins : carte d'isohyètes, hyétogrammes et hydrogrammes.
- 4 - Graphiques représentatifs des 11 crues remarquables sur les bassins des fosses à sédiments : hydrogramme, courbe de concentration du débit en suspension, courbe du transport en suspension.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE des BASSINS VERSANTS de KOUNIKOUZOUT

JUILLET 1964

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
																S.P.	S.S.	S.B.
2	1	11,0	+	17,0	(14,0)	12,2	9,9	(18,2)	21,0	(18,0)	(18,4)	+	(16,2)	+	+	13,6	21,0	10,6
7	2	26,2	+	22,0	15,5	17,0	21,5	18,1	18,0	24,0	24,2	+	23,0	+	+	21,3	18,0	20,1
9	3	0,8	+	1,0	1,1	1,0	0,9	0,8	1,0	0,8	0,9	+	0,7	+	+	0,9	1,0	0,9
10	4	80,5	+	58,5	83,7	104,0	85,0	71,0	73,5	(58,2)	58,0	+	60,0	+	+	70,8	73,5	90,7
12	5	1,8	+	2,0	2,7	0,9	1,2	1,0	0,0	1,2	0,9	+	1,1	+	+	1,2	0,0	1,1
17	6	8,3	+	0,0	13,5	6,0	7,2	6,6	0,0	0,0	0,0	+	1,5	+	+	3,3	0,0	6,8
19	7	12,0	+	16,2	16,6	18,0	16,6	18,8	20,0	24,5	26,2	+	13,5	+	+	12,2	20,0	17,0
20	8	36,6	+	37,5	30,5	31,0	45,3	25,5	27,5	56,5	55,7	+	40,0	+	+	40,8	27,5	41,0
25	9	18,0	+	23,5	22,9	28,5	27,2	31,0	31,2	29,1	30,2	+	15,2	+	+	24,7	31,2	27,6
31	10	0,7	+	0,8	1,0	0,7	0,5	0,7	0,3	0,9	1,0	+	0,7	+	+	0,8	0,3	0,6
Totaux		1959	+	1785	2015	2193	2153	191,7	1925	213,2	(215,6)	+	171,9	+	+	189,6	192,5	216,4

() Valeurs calculées

+ Non en service.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE des BASSINS VERSANTS de KOUNTKOUZOUT

AOUT 1964

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
																S.P.	S.S.	S.B.
1er	11	17,2	(21,0)	12,8	25,8	24,8	27,2	20,0	25,3	14,0	14,4	+	12,8	+	+	18,3	(21,0)	26,5
3	12	5,5	(10,4)	10,8	5,3	5,6	5,8	7,2	9,2	11,8	12,0	+	10,5	+	+	9,1	(10,4)	5,7
7	13	2,8	9,0	3,4	4,3	6,4	6,7	7,0	9,2	5,8	5,3	+	2,5	+	+	5,5	9,0	6,6
9	14	2,9	5,3	5,0	5,0	5,7	6,3	6,0	5,5	5,0	5,2	+	2,5	+	+	5,1	5,3	6,1
9	15	4,9	11,6	5,0	7,0	8,3	10,0	12,0	10,5	12,5	13,0	+	4,2	+	+	9,5	11,6	9,5
11	16	1,8	1,1	3,5	0,9	1,0	1,5	1,6	1,2	3,0	2,8	+	1,0	+	+	2,1	1,1	1,3
12	17	28,3	21,8	23,3	26,5	32,0	34,0	25,5	23,3	17,0	17,8	+	36,0	+	+	24,6	21,8	33,4
13	18	2,5	4,2	2,8	3,0	2,2	3,6	4,2	4,7	3,0	2,9	+	2,5	+	+	3,1	4,2	3,2
16	19	6,5	10,7	5,7	7,0	7,1	9,0	9,5	10,0	10,5	9,7	+	6,0	+	+	8,4	10,7	8,4
19	20	2,0	3,8	2,0	3,5	3,2	4,0	3,1	4,0	4,0	3,2	+	5,0	+	+	3,2	3,8	3,8
22	21	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	+	2,6	+	+	0,3	0,0	0,0
23/24	22	4,8	8,3	17,3	4,1	5,2	5,1	6,0	6,1	20,5	20,7	+	18,5	+	+	9,8	8,3	5,1
24	23	71,0	62,8	53,0	65,0	72,5	68,5	54,6	59,0	53,7	56,0	+	61,7	+	+	60,2	62,8	69,7
26	24	4,4	5,8	4,7	5,0	5,1	6,0	4,5	5,3	5,2	5,9	+	4,9	+	+	5,2	5,8	5,7
27	25	24,6	32,3	31,1	25,0	27,0	30,0	25,5	35,2	35,4	36,2	+	32,5	+	+	31,0	32,3	29,1
29	26	42,3	44,5	40,2	42,0	41,2	43,0	43,8	40,7	42,7	46,0	+	40,0	+	+	42,6	44,5	42,5
30	27	2,9	1,2	0,7	3,8	2,5	2,0	1,5	1,8	0,9	1,0	+	1,0	+	+	1,6	1,2	2,2
31	28	22,2	34,7	22,3	24,6	24,3	30,9	24,4	34,2	24,0	22,0	+	19,1	+	+	24,7	34,7	28,9
Totaux		2469	2885	2436	2578	2741	2936	2582	2852	2690	2741	+	2643	+	+	264,3	288,5	287,7

+ Non en Service
 () Valeurs calculées.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE des BASSINS VERSANTS de KOUNTIKOUZOUT

SEPTEMBRE 1964

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
																S.P.	S.S.	S.B.
8	29	9,5	32,8	14,5	11,8	18,5	17,2	26,0	23,0	20,0	17,0	+	15,8	+	+	18,7	32,8	17,6
11	30	11,6	27,0	35,0	18,3	15,2	18,2	18,6	21,5	29,0	28,0	+	27,2	+	+	24,2	27,0	17,3
13	31	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	+	1,0	+	+	0,3	0,0	0,0
18	32	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,4	+	0,7	+	+	0,3	0,0	0,0
25	33	11,0	7,7	10,8	11,5	13,0	13,7	12,8	11,2	10,0	11,2	+	12,0	+	+	11,3	7,7	13,5
Totaux		32,1	67,5	62,1	41,6	46,7	49,1	57,6	55,7	59,7	56,8	+	56,7	+	+	54,8	67,5	48,4

+ Non en service.

PLUVIOMETRIE JOURNALIERES des BASSINS VERSANTS de KOUNTKOU ZOUT

MAI 1965

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
																S.P.	S.S.	S.B.
16	1	11,0	7,5	1,4	5,6	5,6	3,7	1,3	4,2	8,5	8,2	0,6	0,0	6,2	6,6	5,3	6,8	4,3
27	2	7,5	11,5	0,0	6,5	2,7	7,0	3,2	12,0	0,4	0,0	1,4	2,5	5,5	12,1	3,5	11,9	5,7
29	3	0,7	0,0	1,0	0,5	1,7	1,5	1,3	0,0	1,2	1,0	0,7	0,6	0,6	0,0	1,0	0,0	1,6
Totaux		19,2	19,0	2,4	12,6	10,0	12,2	5,8	16,2	10,1	9,2	2,7	3,1	12,3	18,7	9,8	18,7	11,6

JUIN 1965

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
																S.P.	S.S.	S.B.
4	4	13,5	0,0	3,2	14,0	7,0	2,5	4,0	0,0	1,2	3,8	2,4	1,1	1,3	0,0	3,9	0,0	3,8
6	5	5,0	9,0	5,5	8,5	9,0	13,5	5,5	12,0	6,8	6,4	8,8	7,0	6,9	11,6	7,6	10,9	12,2
11	6	45,8	40,0	47,5	42,0	36,0	40,0	38,0	39,8	43,6	45,8	54,5	44,1	46,0	40,6	43,5	40,4	38,8
17	7	11,2	7,3	5,1	9,2	9,0	7,0	9,5	10,0	7,6	8,0	6,7	5,3	9,1	8,8	7,9	8,4	7,6
21	8	0,7	1,3	0,5	1,7	1,5	2,5	1,4	1,6	1,0	0,8	0,7	1,1	0,9	1,6	1,2	1,5	2,2
23	9	0,5	0,0	2,7	1,3	1,2	0,0	0,0	0,0	1,5	2,0	1,2	0,9	0,8	0,0	1,1	0,0	0,4
24	10	1,2	1,7	1,0	2,0	1,5	3,3	3,5	4,7	1,5	1,8	2,0	1,6	1,1	4,9	2,0	4,0	2,8
28	11	2,9	1,2	1,3	1,7	2,5	1,3	1,1	0,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,5	1,1	1,3	1,1	1,7
30	12	0,6	2,3	6,0	1,5	3,0	1,0	4,6	2,5	9,3	9,0	5,1	3,0	2,4	2,9	5,0	2,7	1,6
Totaux		81,4	62,8	72,8	81,9	70,7	71,1	67,6	70,6	73,4	78,6	82,4	65,0	70,0	71,5	73,5	69,0	71,1

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE des BASSINS VERSANTS de KOUNTKOUZOUT

JUILLET 1965

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
																S.P.	S.S.	S.B.
4	13	3,0	2,0	5,0	5,5	10,0	8,2	5,6	6,0	2,3	3,5	4,9	5,2	2,8	2,8	4,8	2,6	8,7
9	14	10,9	3,3	5,6	7,1	5,7	4,7	5,0	4,3	2,2	5,6	7,2	9,8	10,2	4,2	5,6	4,0	5,0
12/13	15	12,0	8,3	13,5	9,0	10,0	8,8	9,0	9,0	15,5	17,2	18,0	18,7	17,8	9,9	13,2	9,5	9,2
14	16	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,4	0,8	0,8	0,4	0,2	0,5	0,3	0,4	0,7	0,5	0,6	0,5
16	17	6,7	6,7	6,7	8,7	7,2	9,2	5,0	8,0	7,2	7,7	9,4	12,8	11,8	7,7	7,8	7,4	8,6
20	18	20,9	20,4	6,7	22,0	23,0	32,1	22,8	22,5	8,1	6,1	8,0	8,4	9,3	23,2	14,6	22,4	29,4
24	19	7,1	1,2	0,0	7,0	6,0	2,5	1,7	1,5	0,5	0,2	0,7	3,1	5,0	1,6	2,3	1,5	3,6
26	20	32,5	57,0	27,6	40,0	58,0	58,5	59,0	60,0	30,0	32,0	28,0	35,0	37,0	61,2	41,0	60,1	58,4
30	21	36,8	17,3	20,2	43,0	26,0	31,2	20,8	28,5	30,0	31,2	20,4	19,5	23,1	20,2	27,0	19,4	29,6
Totaux		1304	1167	85,7	1428	1466	1556	1297	1406	96,2	1037	97,1	1128	1174	1315	116,8	127,5	153,0

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE des BASSINS VERSANTS de KOUNTKOUZOUT

AOUT 1965

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
																S.P.	S.S.	S.B.
1er	22	32,1	18,0	15,0	32,3	31,5	24,5	19,8	19,5	16,5	17,6	27,9	35,7	39,5	17,5	22,9	17,6	26,6
3	23	2,0	0,0	0,0	1,2	1,5	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	1,8	0,0	0,4	0,0	0,7
6	24	2,8	0,0	3,0	3,1	3,5	4,4	3,6	4,1	3,7	4,0	3,6	4,5	3,3	0,0	3,3	0,0	4,1
8	25	9,0	20,0	19,3	12,0	13,0	14,0	16,0	17,7	20,6	19,9	21,0	19,7	13,7	19,8	17,3	19,8	12,7
9	26	2,0	20,5	7,3	3,0	5,9	6,0	16,0	15,6	27,0	29,1	8,6	6,4	6,0	19,8	14,8	20,0	6,0
10	27	2,3	1,8	1,4	2,0	2,8	1,8	2,0	1,7	1,2	1,4	1,9	2,1	2,5	1,4	1,8	1,5	2,1
11	28	9,2	0,0	0,0	8,3	3,2	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	3,8	4,9
12	29	3,1	3,1	2,5	5,7	5,1	4,8	3,2	4,7	6,1	8,5	8,4	12,1	12,7	4,0			
15	30	24,3	22,8	9,0	28,3	28,9	34,5	20,2	30,6	12,2	12,0	11,9	11,6	16,5	27,2	18,7	26,0	32,8
17	31	15,0	3,0	10,8	13,0	10,0	7,0	4,3	3,8	11,5	12,1	17,1	15,2	15,6	3,5	10,4	3,4	7,9
21	32	16,8	17,3	21,5	17,0	17,5	17,3	15,8	17,4	19,5	19,8	25,0	23,1	22,7	17,6	19,2	17,5	17,4
22	33	20,5	19,7	27,2	14,6	17,0	14,0	15,2	15,7	24,4	24,7	31,5	28,6	29,4	17,6	21,8	18,2	14,9
23	34	12,0	12,6	13,0	14,2	10,5	11,1	11,6	11,0	14,8	14,5	14,0	13,7	10,0	12,0	12,9	12,2	10,9
25	35	0,6	0,5	1,0	0,7	0,3	0,5	0,7	0,9	1,3	1,2	0,9	1,0	0,8	0,8	0,9	0,7	0,4
29	36	2,0	1,8	1,5	1,9	2,0	2,2	2,7	2,4	1,0	0,9	1,7	1,3	1,2	2,2	1,6	2,1	2,0
30	37	21,3	23,6	17,0	21,0	19,8	25,3	24,4	25,8	21,8	20,0	19,7	19,2	18,5	24,7	21,2	24,4	23,6
Totaux		1750	1647	1495	1783	1725	170,5	155,5	171,0	181,6	185,7	193,2	194,9	194,2	1681	174,4	167,2	169,9

PLUVIOMETRIES JOURNALIERES des BASSINS VERSANTS de KOUNTKOUZOUT

SEPTEMBRE 1965

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins		
																S.P.	S.S.	S.B.
2	38	18,7	25,6	19,8	20,9	24,5	27,0	23,6	29,9	17,5	16,6	22,7	24,9	23,7	25,0	21,7	25,2	26,2
3	39	15,0	12,1	10,5	15,6	13,5	15,4	16,2	15,7	11,9	11,7	11,3	7,5	8,2	11,7	12,6	11,8	14,8
4	40	10,0	13,0	12,7	10,5	10,0	10,3	10,9	10,5	15,0	14,2	15,0	11,2	10,7	11,5	12,4	11,9	10,2
7	41	3,3	3,0	1,0	4,6	5,1	5,3	5,7	3,5	0,7	0,9	1,4	2,1	3,2	2,7	2,8	2,8	5,2
14	42	5,0	5,0	2,9	5,6	5,2	5,4	5,2	5,0	3,0	3,4	4,0	4,6	4,9	4,8	4,3	4,9	5,3
16	43	3,0	1,0	4,0	3,4	2,8	1,6	1,2	1,0	3,6	3,2	4,1	5,0	5,4	0,9	3,0	0,9	2,0
21	44	0,6	1,5	0,5	2,5	1,0	0,8	1,3	1,5	1,2	1,0	1,8	2,0	1,2	1,3	1,2	1,4	0,9
23	45	16,0	8,6	20,0	16,4	17,5	13,5	13,2	11,0	12,0	10,0	21,2	22,2	19,6	7,5	14,6	7,8	14,7
29	46	1,3	2,2	3,1	1,5	1,8	1,2	1,0	1,2	3,0	3,6	3,4	2,8	3,0	1,9	2,4	2,0	1,4
Totaux		73,1	72,0	74,5	81,0	81,4	80,5	78,3	79,3	67,9	64,6	84,9	82,3	79,9	67,3	75,0	68,7	80,7

OCTOBRE 1965

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins		
																S.P.	S.S.	S.B.
1er	47	8,1	19,2	10,5	7,5	9,0	6,4	7,0	7,3	12,4	12,9	8,0	7,7	8,4	17,5	10,3	17,9	7,2

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE des BASSINS VERSANTS de KOUNTKOUZOUT

Mai 1966

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
																S.P.	S.S.	S.B.
24	1	0,8	11,7	6,5	0,00	3,5	2,5	6,0	11,7	11,5	10,8	(4,7)	1,3	2,8	10,5	6,8	10,8	2,7
26	2	37,5	54,3	55,0	31,5	43,0	42,1	52,1	44,0	58,3	43,5	(48,2)	42,0	38,0	54,2	47,4	54,2	42,3
Totaux		38,3	66,0	61,5	31,5	46,5	44,5	58,1	55,7	69,8	54,3	(52,9)	43,3	40,8	64,7	54,2	65,0	45,0

() : Valeurs calculées.

JUIN 1966

Date	N°	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
																S.P.	S.S.	S.B.
1	3	7,3	10,6	13,7	6,5	9,6	7,0	10,6	7,3	10,4	6,0	14,0	8,5	9,8	10,7	9,5	9,5	7,8
2	4	9,0	3,5	1,5	4,2	5,4	2,5	2,8	4,6	0,0	0,0	2,0	4,3	3,9	3,7	2,5	3,6	3,4
6	5	0,0	2,3	0,5	2,0	1,5	2,2	1,4	3,3	1,0	0,7	0,5	0,3	0,4	3,5	1,2	3,2	2,0
9	6	6,0	0,0	0,0	9,2	4,8	3,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,7	1,6	0,5	3,7
13	7	0,3	0,5	0,3	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,4	1,0	0,7	0,6	0,2	0,6	0,1
14	8	1,8	1,7	0,3	1,8	1,7	3,3	0,8	1,6	0,5	0,8	0,5	0,6	0,6	1,8	1,1	1,8	2,8
16	9	4,0	3,8	5,2	3,8	2,7	2,5	3,5	3,2	5,4	6,9	7,1	13,0	7,5	3,2	5,0	3,4	2,6
18	10	3,0	0,8	0,0	4,2	5,5	9,5	2,0	4,5	0,1	0,0	0,4	0,3	1,0	1,8	2,0	1,5	8,3
21	11	0,7	2,0	0,0	2,0	2,6	3,5	2,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	2,4	1,0	2,3	3,2
22	12	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,4	2,9	0,2
24	13	7,0	2,7	11,0	2,2	6,2	3,2	7,7	2,5	5,6	3,6	13,5	14,4	14,5	2,5	6,7	2,6	4,1
26	14	7,7	3,6	3,5	2,0	5,5	4,5	6,2	3,0	2,8	2,5	3,8	5,0	7,7	3,2	4,1	3,3	4,8
29	15	1,3	1,6	0,0	2,0	2,1	3,0	2,0	3,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,9	2,6	1,1	2,3	2,7
Totaux		48,1	35,6	36,0	40,0	47,6	44,9	39,8	38,3	26,0	20,5	42,5	48,1	48,6	39,7	36,4	37,5	45,7

JUILLET 1966

														:Moyennes sur Bassins:					
:Date:	N°	:PE 1:	:PE 2:	:PE 3:	P 1:	P 2:	P 3:	P 4:	P 5:	P 6:	P 7:	P 8:	P 9:	P 10:	P 11:	S.P.	S.S.	S.B.	
:	1	: 16	: 2,7:	1,2:	4,0:	3,2:	1,2:	2,5:	3,9:	2,2:	0,8:	0,3:	3,8:	1,2:	3,8:	1,0:	2,1	1,1	2,0
:	3	: 17	: 8,7:	6,5:	3,7:	8,2:	7,9:	6,3:	6,0:	7,2:	4,0:	1,0:	4,0:	2,1:	6,5:	6,7:	5,0	6,6	6,8
:	6	: 18	: 4,1:	1,1:	5,2:	3,1:	3,8:	2,8:	1,7:	1,5:	5,2:	9,4:	8,1:	9,0:	8,3:	1,4:	5,3	1,3	2,1
:	8	: 19	: 6,0:	10,0:	7,4:	5,0:	4,0:	3,9:	7,0:	10,6:	6,2:	3,3:	7,5:	8,1:	5,5:	9,5:	6,3	9,6	3,9
:	8	: 20	: 7,0:	6,0:	16,8:	5,2:	9,2:	9,1:	10,7:	4,0:	25,5:	28,2:	18,0:	20,7:	10,5:	5,9:	15,5	5,9	9,1
:	12	: 21	: 13,0:	12,2:	7,5:	12,3:	20,2:	18,5:	16,0:	18,2:	8,0:	4,8:	9,5:	10,0:	7,5:	14,0:	11,3	13,5	19,0
:	16	: 22	: 0,0:	1,1:	0,0:	0,0:	0,2:	0,4:	0,7:	3,3:	0,0:	0,0:	0,0:	0,0:	0,0:	2,4:	0,3	2,0	0,3
:	17	: 23	: 3,3:	2,3:	2,0:	4,1:	3,5:	2,9:	3,7:	3,0:	2,5:	2,0:	3,4:	4,2:	3,8:	2,5:	3,0	2,4	3,1
:	20	: 24	: 20,1:	23,8:	8,2:	22,0:	20,0:	24,5:	15,8:	19,0:	14,0:	10,2:	10,0:	9,4:	12,5:	22,5:	15,4	22,9	23,1
:	22	: 25	: 14,7:	5,0:	14,0:	9,5:	6,0:	5,0:	6,7:	5,3:	15,6:	20,3:	16,3:	15,7:	17,6:	5,5:	12,3	5,4	5,3
:	24	: 26	: 0,3:	1,0:	0,3:	0,6:	0,5:	0,2:	0,8:	1,2:	0,3:	0,0:	0,7:	0,4:	0,3:	1,1:	0,4	1,1	0,3
:	27	: 27	: 1,2:	0,8:	1,0:	2,8:	3,6:	3,5:	2,1:	1,5:	2,4:	2,0:	1,5:	0,6:	1,0:	0,7:	2,0	0,7	3,6
:	29	: 28	: 10,5:	10,8:	4,5:	9,2:	9,7:	11,2:	10,6:	13,1:	6,3:	5,0:	6,8:	10,5:	9,5:	11,3:	8,2	11,2	10,7
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	Totaux	:	:91,6:	81,8:	74,6:	85,2:	89,8:	90,8:	85,7:	90,1:	90,8:	86,5:	89,6:	91,9:	86,8:	84,5:	87,1	83,7	89,3

AOUT 1966

														:Moyennes sur Bassins:					
:Date:	N°	:PE 1:	:PE 2:	:PE 3:	P 1:	P 2:	P 3:	P 4:	P 5:	P 6:	P 7:	P 8:	P 9:	P 10:	P 11:	S.P.	S.S.	S.B.	
:	3	: 29	: 17,1:	19,9:	15,3:	11,4:	14,7:	19,3:	18,5:	17,8:	22,0:	23,2:	20,8:	20,3:	17,8:	21,0:	18,8	20,7	17,9
:	5	: 30	: 35,2:	60,0:	40,0:	34,2:	44,0:	52,0:	51,4:	59,7:	56,3:	52,9:	41,5:	38,0:	33,6:	60,6:	47,9	60,4	49,6
:	8	: 31	: 4,0:	5,0:	5,0:	4,6:	3,8:	6,0:	4,8:	5,5:	8,8:	9,5:	7,3:	8,0:	5,5:	5,8:	5,6,6	5,6	5,9
:	9/10	: 32	: 26,6:	33,0:	33,0:	23,6:	40,3:	29,1:	30,8:	27,5:	64,8:	69,0:	40,2:	30,6:	32,5:	32,2:	42,6	32,4	32,5
:	13	: 33	: 5,0:	15,9:	7,5:	4,5:	5,7:	6,1:	5,6:	11,5:	18,6:	17,3:	8,7:	5,0:	6,1:	15,6:	10,6	15,7	6,0
:	15	: 34	: 24,5:	23,5:	20,0:	24,5:	25,3:	25,5:	22,5:	23,2:	18,0:	15,1:	23,3:	23,5:	22,6:	24,0:	21,3	23,8	25,3
:	25	: 35	: 5,0:	12,7:	6,5:	7,2:	9,7:	10,2:	9,8:	13,8:	10,4:	9,7:	7,2:	3,5:	5,5:	11,7:	9,0	12,0	10,1
:	26	: 36	: 30,0:	9,5:	12,0:	29,5:	18,2:	19,5:	8,0:	8,8:	7,3:	6,9:	14,5:	11,7:	27,7:	10,4:	15,3	10,2	19,1
:	31	: 37	: 24,5:	30,0:	22,5:	30,6:	26,8:	28,9:	23,5:	26,2:	28,7:	28,1:	22,7:	25,0:	22,3:	28,2:	26,4	28,7	28,3
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	Totaux	:	:1719:	2095:	1618:	1701:	1905:	1966:	1749:	1940:	2349:	2317:	1862:	1656:	1736:	2095:	198,5	209,5	194,7

SEPTEMBRE 1966

														:Moyennes sur les bassins:				
: Date:	N°	: PE 1:	PE 2:	PE 3:	P 1:	P 2:	P 3:	P 4:	P 5:	P 6:	P 7:	P 8:	P 9:	P 10:	P 11:	S.P.	S.S.	S.B.
: 1 :	38 :	6,5 :	8,5 :	6,6 :	9,0 :	7,7 :	8,2 :	8,8 :	9,3 :	6,3 :	6,0 :	7,2 :	11,9 :	4,8 :	9,9 :	9,4 :	9,5 :	8,0 :
: 3 :	39 :	11,5 :	3,7 :	16,6 :	12,5 :	7,1 :	6,3 :	5,7 :	4,5 :	14,0 :	14,5 :	18,2 :	18,7 :	11,6 :	4,0 :	11,4 :	3,9 :	6,5 :
: 5 :	40 :	2,5 :	0,0 :	0,0 :	4,7 :	2,2 :	2,0 :	0,0 :	0,3 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	0,3 :	4,0 :	0,1 :	0,8 :	0,1 :	2,1 :
: 7/8 :	41 :	20,3 :	28,0 :	29,0 :	24,7 :	24,0 :	26,1 :	25,0 :	28,5 :	32,9 :	32,0 :	26,7 :	25,2 :	19,0 :	28,2 :	27,5 :	28,2 :	25,5 :
: 9 :	42 :	1,8 :	0,8 :	4,0 :	0,5 :	1,9 :	1,2 :	1,5 :	1,0 :	3,7 :	3,1 :	4,6 :	4,2 :	2,8 :	1,2 :	2,6 :	1,1 :	1,5 :
: 14 :	43 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	1,9 :	1,6 :	2,0 :	0,2 :	0,2 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	0,4 :	0,0 :	1,9 :
: 16 :	44 :	39,1 :	62,6 :	33,0 :	40,9 :	46,8 :	42,9 :	45,5 :	40,7 :	63,8 :	60,7 :	34,5 :	27,4 :	32,3 :	49,6 :	47,8 :	53,1 :	44,1 :
: 17 :	45 :	10,4 :	9,5 :	14,2 :	9,9 :	9,9 :	9,8 :	9,5 :	9,6 :	14,6 :	18,4 :	15,9 :	17,3 :	13,1 :	9,5 :	13,0 :	9,5 :	9,8 :
: 18 :	46 :	3,2 :	4,5 :	5,2 :	3,0 :	3,8 :	4,0 :	4,6 :	5,2 :	6,0 :	5,7 :	6,2 :	5,8 :	4,0 :	5,0 :	4,9 :	4,9 :	3,9 :
: 18 :	47 :	12,8 :	15,5 :	10,0 :	12,9 :	13,7 :	15,1 :	14,3 :	16,4 :	15,0 :	13,6 :	9,8 :	8,5 :	11,0 :	16,5 :	13,3 :	16,2 :	14,7 :
: 23 :	48 :	13,5 :	8,0 :	6,5 :	16,5 :	16,2 :	18,2 :	13,5 :	16,0 :	6,2 :	5,7 :	6,7 :	4,7 :	8,5 :	10,6 :	10,0 :	9,9 :	17,6 :
: 26 :	49 :	0,3 :	0,5 :	1,0 :	0,5 :	0,0 :	1,2 :	1,8 :	1,3 :	0,8 :	0,5 :	1,6 :	1,0 :	0,6 :	1,1 :	0,8 :	0,9 :	0,8 :
: 28 :	50 :	4,0 :	11,0 :	2,8 :	3,7 :	2,5 :	3,3 :	6,3 :	8,6 :	3,2 :	2,4 :	2,6 :	1,9 :	6,1 :	12,9 :	4,2 :	12,4 :	3,1 :
: Totaux :		1259 :	1526 :	1289 :	1407 :	1374 :	1403 :	1367 :	1416 :	1665 :	1626 :	1340 :	1269 :	1178 :	1486 :	146,1 :	149,7 :	139,5 :

OCTOBRE 1966

														:Moyennes sur les bassins:				
: Date:	N°	: PE 1:	PE 2:	PE 3:	P 1:	P 2:	P 3:	P 4:	P 5:	P 6:	P 7:	P 8:	P 9:	P 10:	P 11:	S.P.	S.S.	S.B.
: 1er :	51 :	9,6 :	0,3 :	2,5 :	8,2 :	4,4 :	2,5 :	0,7 :	0,1 :	2,4 :	2,8 :	4,0 :	8,7 :	8,5 :	0,2 :	3,5 :	2,3 :	3,1 :
: 5 :	52 :	0,3 :	0,0 :	0,6 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	0,0 :	3,5 :	7,8 :	8,7 :	0,3 :	0,9 :	0,2 :	0,0 :
: 6 :	53 :	10,6 :	4,0 :	1,7 :	11,0 :	6,9 :	8,5 :	4,0 :	7,0 :	0,5 :	0,3 :	2,1 :	1,3 :	4,7 :	5,5 :	3,9 :	5,1 :	8,0 :
: Totaux :		20,5 :	4,3 :	4,8 :	19,2 :	11,3 :	11,0 :	4,7 :	7,1 :	2,9 :	3,1 :	9,6 :	17,8 :	21,9 :	6,0 :	8,3 :	7,6 :	11,1 :

HAUTEURS MENSUELLES de PRECIPITATIONS

ANNEE 1964

	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	:Moyennes sur les bassins:		
															S.P.	S.S.	S.B.
Juillet	199,9	+	178,5	201,5	219,3	215,3	191,7	192,5	213,2	215,6	+	171,9	+	+	189,6	192,5	216,4
Août	246,9	288,5	243,6	257,8	274,1	293,6	258,2	285,2	269,0	274,1	+	264,3	+	+	264,3	288,5	287,7
Septembre	32,1	67,5	62,1	41,6	46,7	49,1	57,6	55,7	59,7	56,8	+	56,7	+	+	54,8	67,5	48,4
Totaux	474,9		484,2	500,9	540,1	558,0	507,5	533,4	541,9	546,5		492,9			508,7	548,5	552,5

Observations : incomplètes

ANNEE 1965

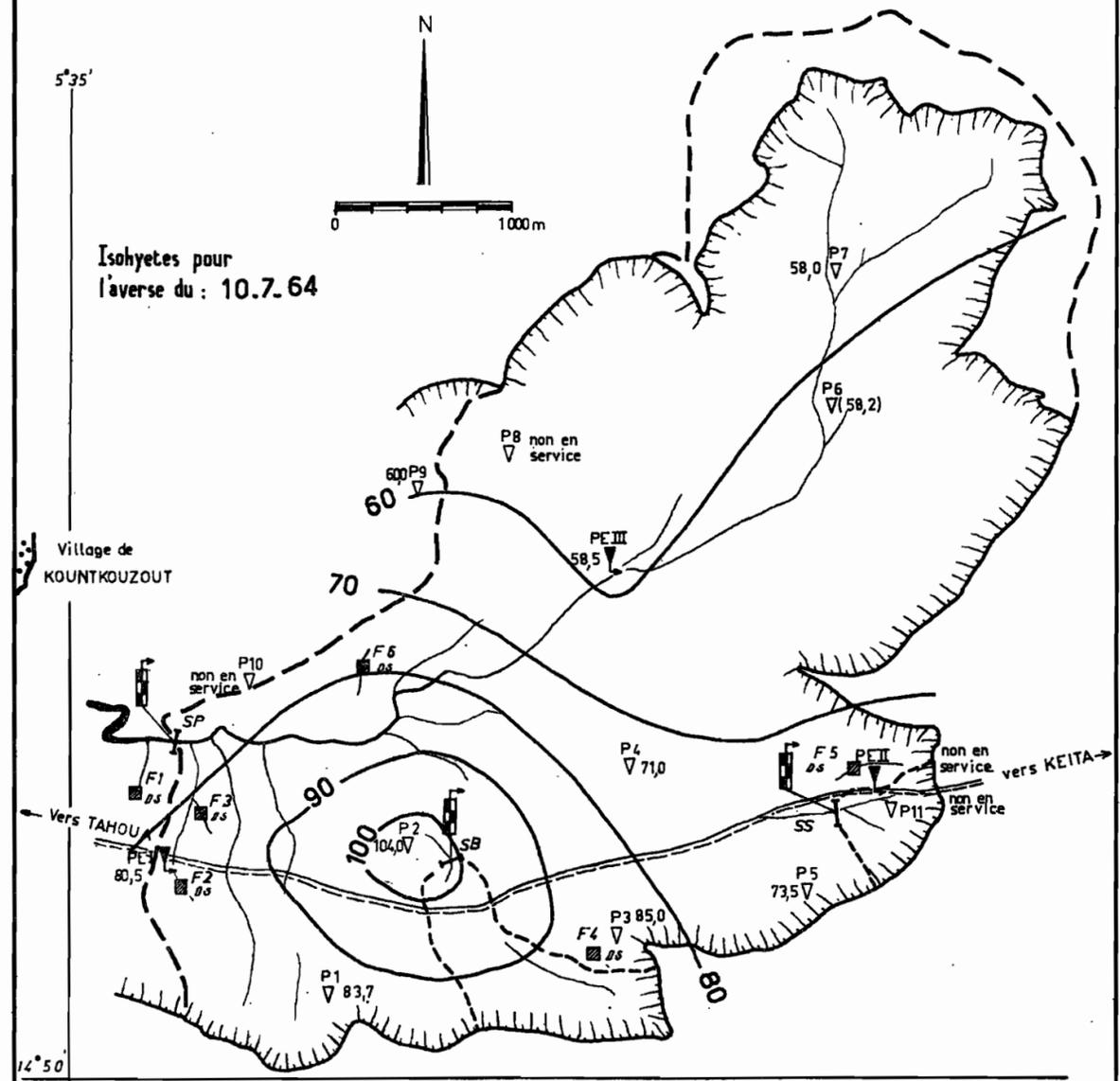
	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	:Moyennes sur les bassins:		
															S.P.	S.S.	S.B.
Mai	19,2	19,0	2,4	12,6	10,0	12,2	5,8	16,2	10,1	9,2	2,7	3,1	12,3	18,7	9,8	18,7	11,6
Juin	81,4	62,8	72,8	81,9	70,7	71,1	67,6	70,6	73,4	78,6	82,4	65,0	70,0	71,5	73,5	69,0	71,1
Juillet	130,4	116,7	85,7	142,8	146,6	155,6	129,7	140,6	96,2	103,7	97,1	112,8	117,6	131,5	116,8	127,5	153,0
Août	175,0	164,7	149,5	178,3	172,5	170,5	155,5	171,0	181,6	185,7	193,2	194,9	194,2	168,1	174,4	167,2	169,9
Septembre	73,1	72,0	74,5	81,0	81,4	80,5	78,3	79,3	67,9	64,6	84,9	82,3	79,9	67,3	75,0	68,7	80,7
Octobre	8,1	19,2	10,5	7,5	9,0	6,4	7,0	7,3	12,4	12,9	8,0	7,2	8,4	17,5	10,3	17,9	7,2
Totaux	487,2	454,4	395,4	504,1	490,2	496,3	443,9	485,0	441,6	454,7	468,3	465,8	482,4	474,6	459,8	469,0	493,5

HAUTEURS MENSUELLES de PRECIPITATIONS

ANNEE 1966

	PE 1	PE 2	PE 3	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	Moyennes sur les bassins:		
															S.P.	S.S.	S.B.
Mai	38,3	66,0	61,5	31,5	46,5	44,5	58,1	55,7	69,8	54,3	(52,9)	43,3	40,8	64,7	54,2	65,0	45,0
Juin	48,1	35,6	36,0	40,0	47,6	44,9	39,8	38,3	26,0	20,5	42,5	48,1	48,6	39,7	36,4	37,5	45,7
Juillet	91,6	81,8	74,6	85,2	89,8	90,8	85,7	90,1	90,8	86,5	89,6	91,9	86,8	84,5	87,1	83,7	89,3
Août	171,9	209,5	161,8	170,1	190,5	196,6	174,9	194,0	234,9	231,7	186,2	165,6	173,6	209,5	198,5	209,5	194,7
Septembre	125,9	152,6	128,9	140,7	137,4	140,3	136,7	141,6	166,5	162,6	134,0	126,9	117,8	148,6	146,1	149,7	139,5
Octobre	20,5	4,3	4,8	19,2	11,3	11,0	4,7	7,1	2,9	3,1	9,6	17,8	21,9	6,0	8,3	7,6	11,1
Totaux	496,3	549,8	467,6	486,7	523,1	528,1	499,9	526,8	590,9	558,7	514,8	493,6	489,5	553,0	530,6	553,0	525,3

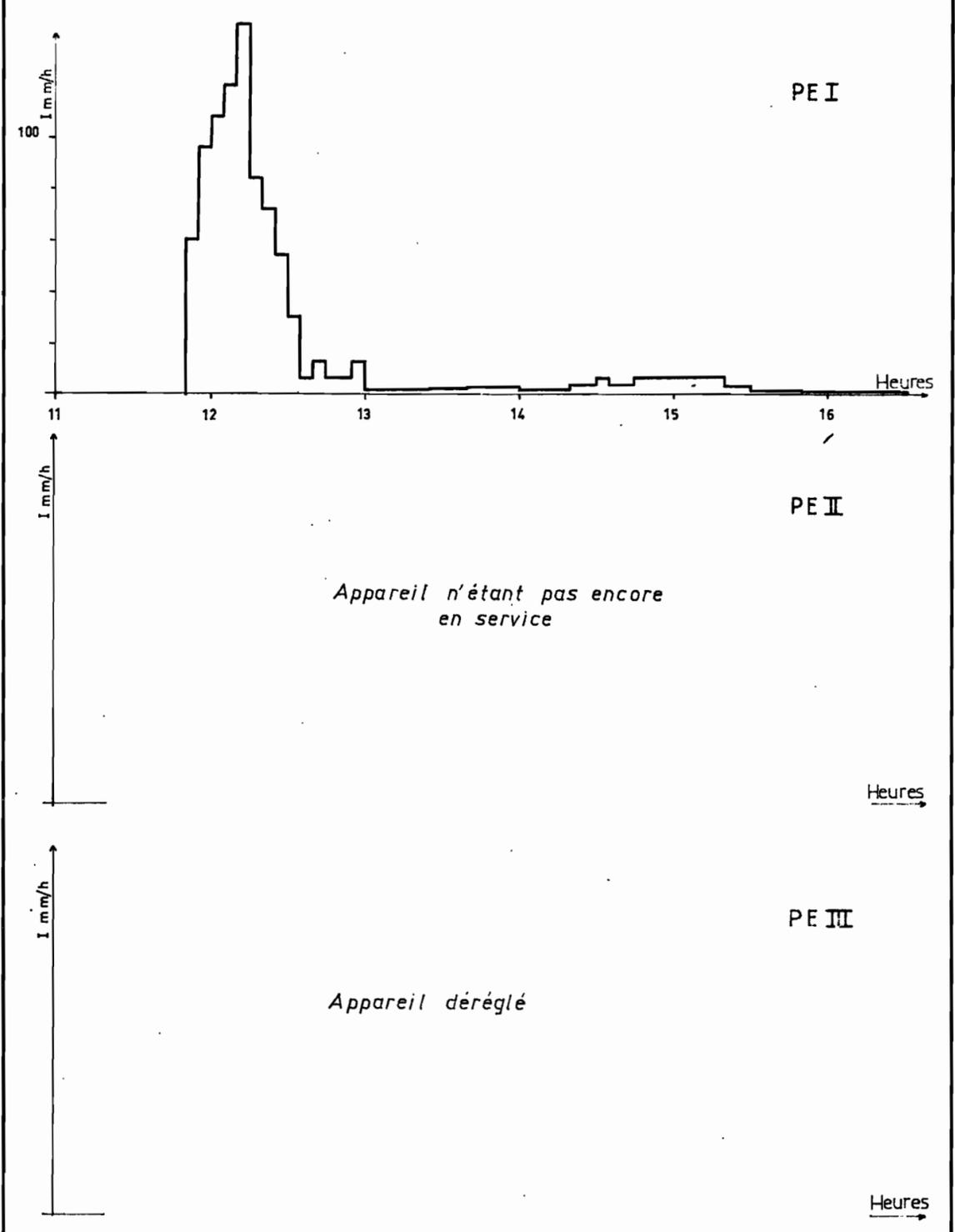
Bassin Versant représentatif de KOUNTKOUZOUT Gr. 27
Schéma d'implantation Averse n° 4 64



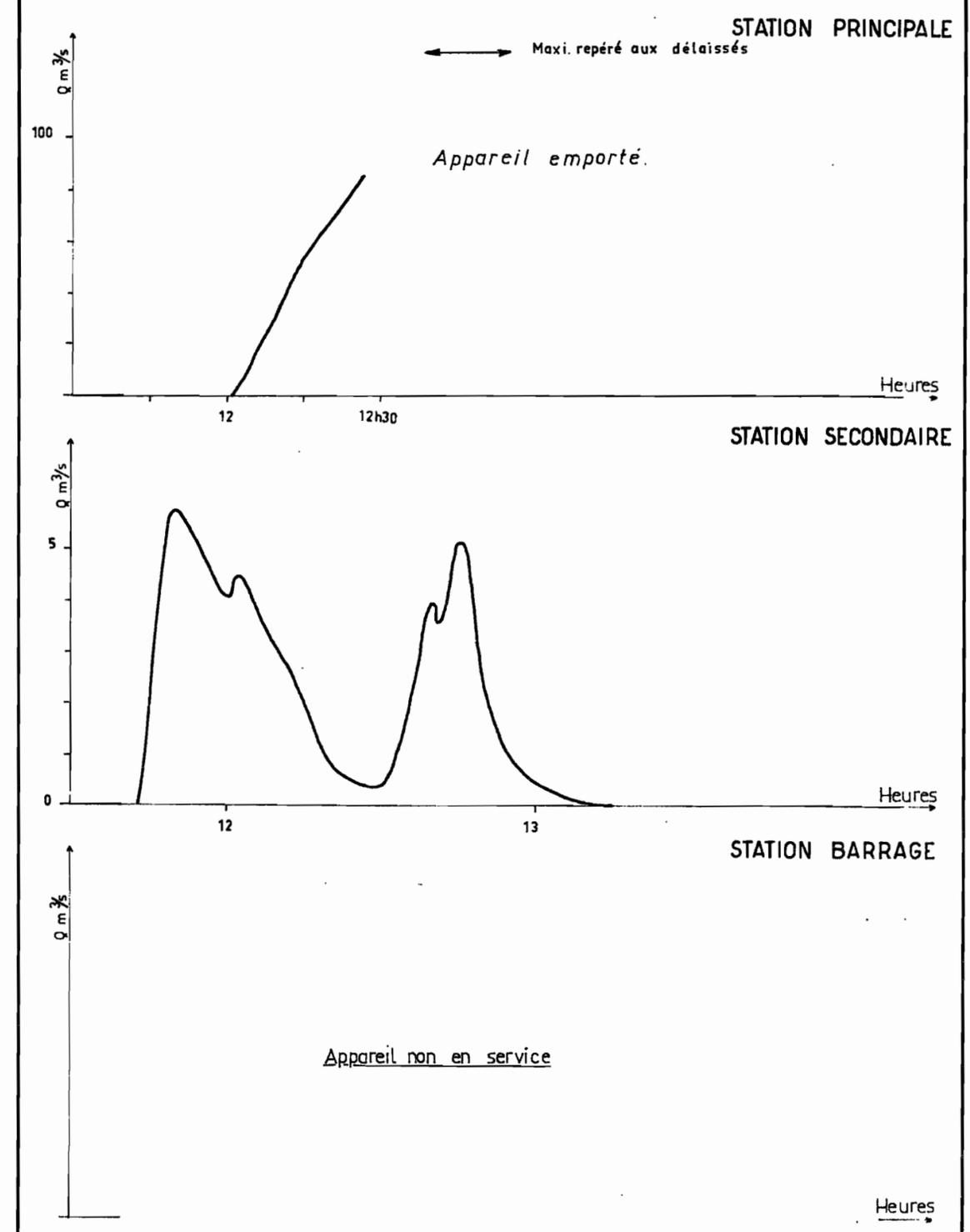
P mini = 58,0 mm
 P maxi = 104,0
 P moy = 70,8

X Station hydrométrique SP, SB, SS
 ■ F. fosse à sédiments DS Station de débit en suspension
 ▽ Pluviomètre
 ▽ Pluviographe 📏 Limnigraphe

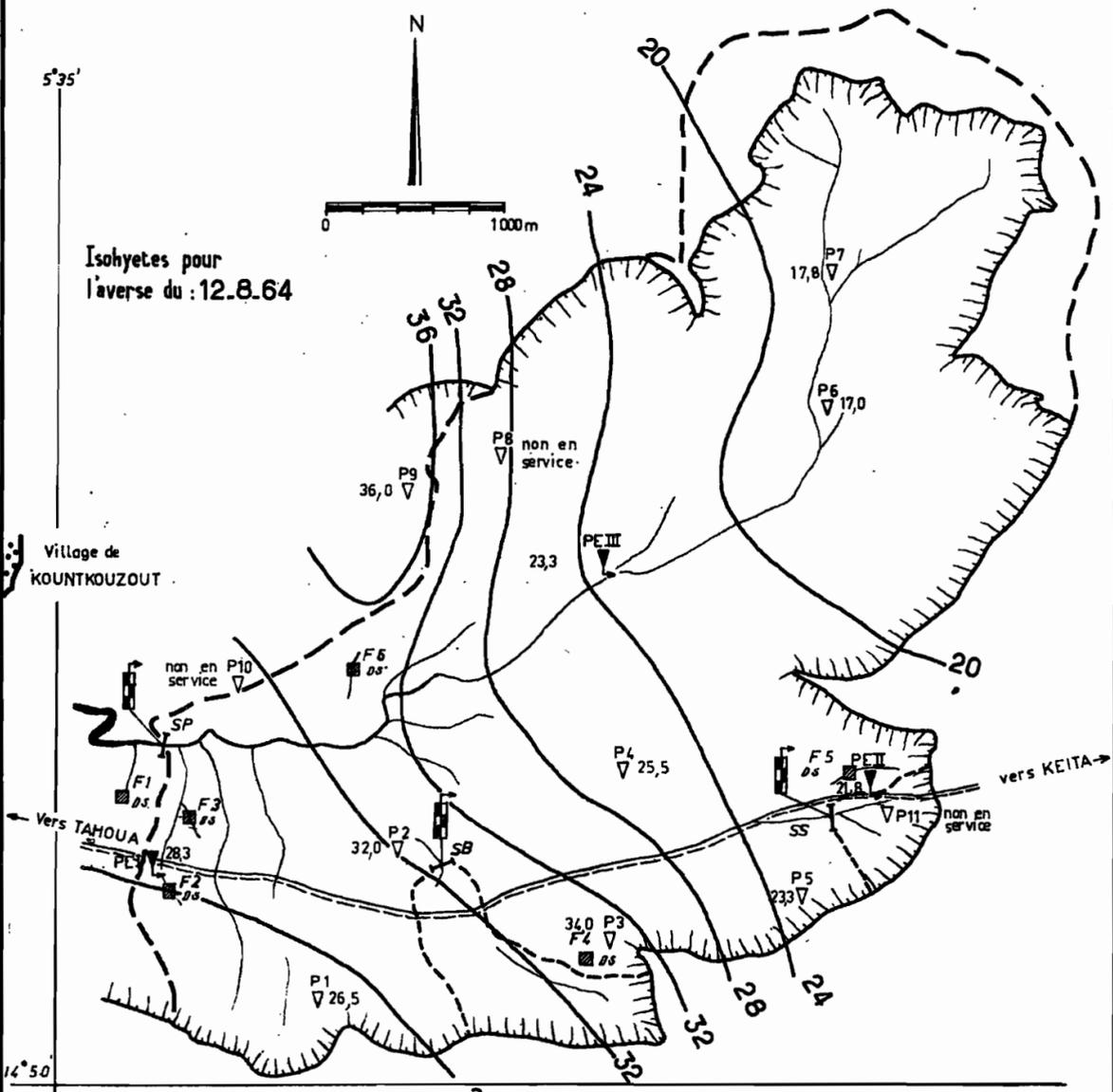
HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES



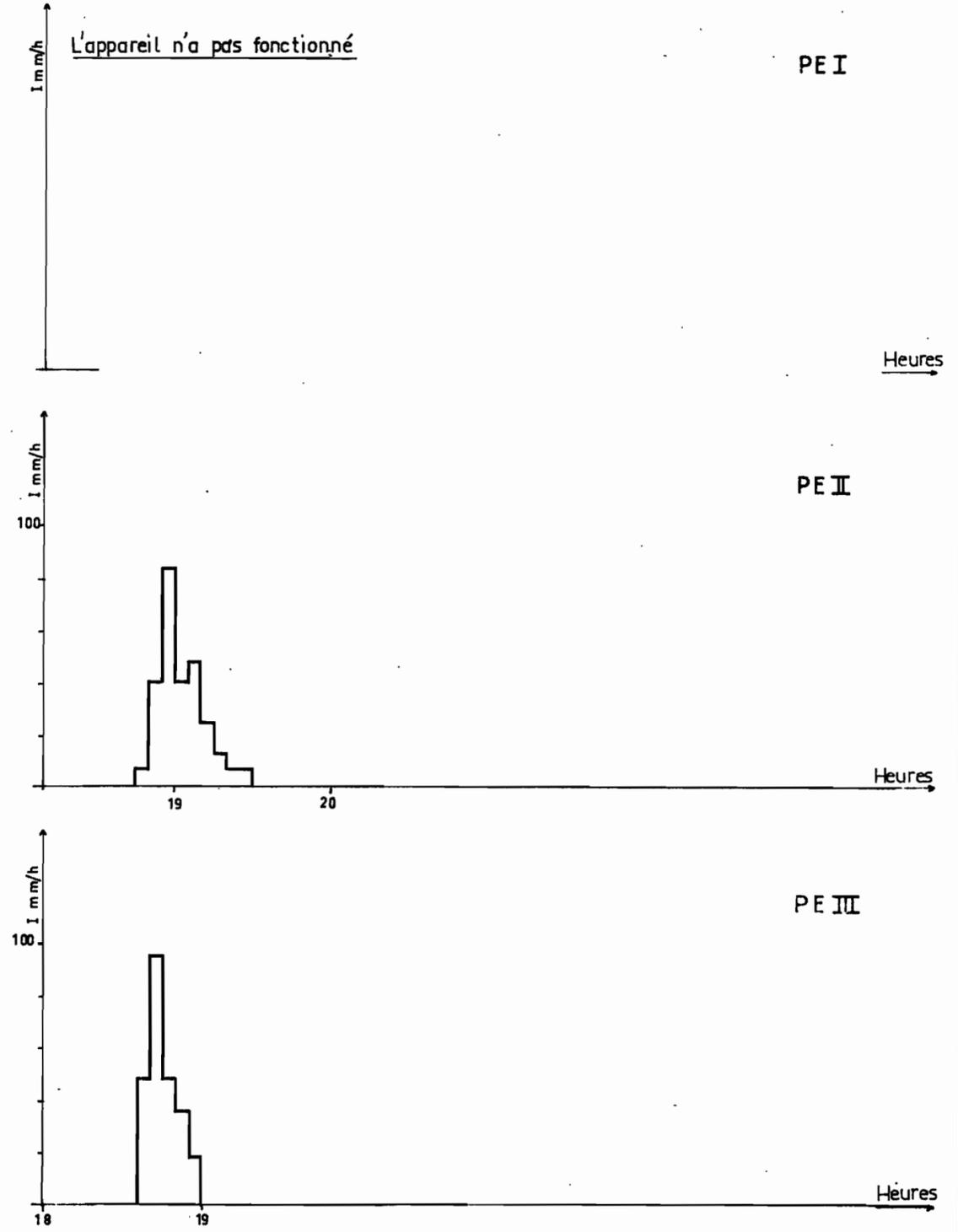
Bassin Versant représentatif de KOUNTKOUZOUT Gr.28
Schéma d'implantation Averse n° 17 64



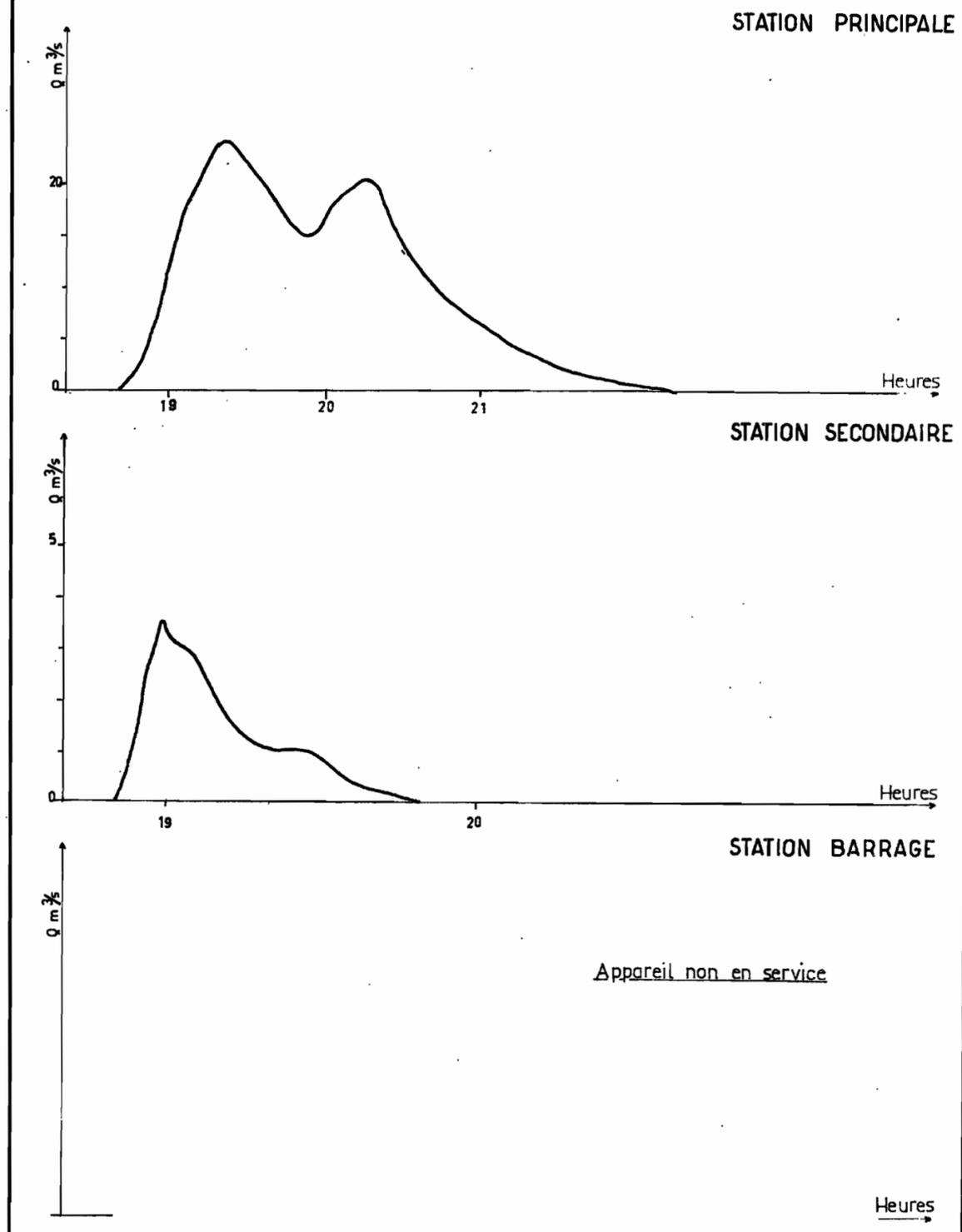
P mini = 17,0 mm
P maxi = 36,0 mm
P moy = 24,6 mm

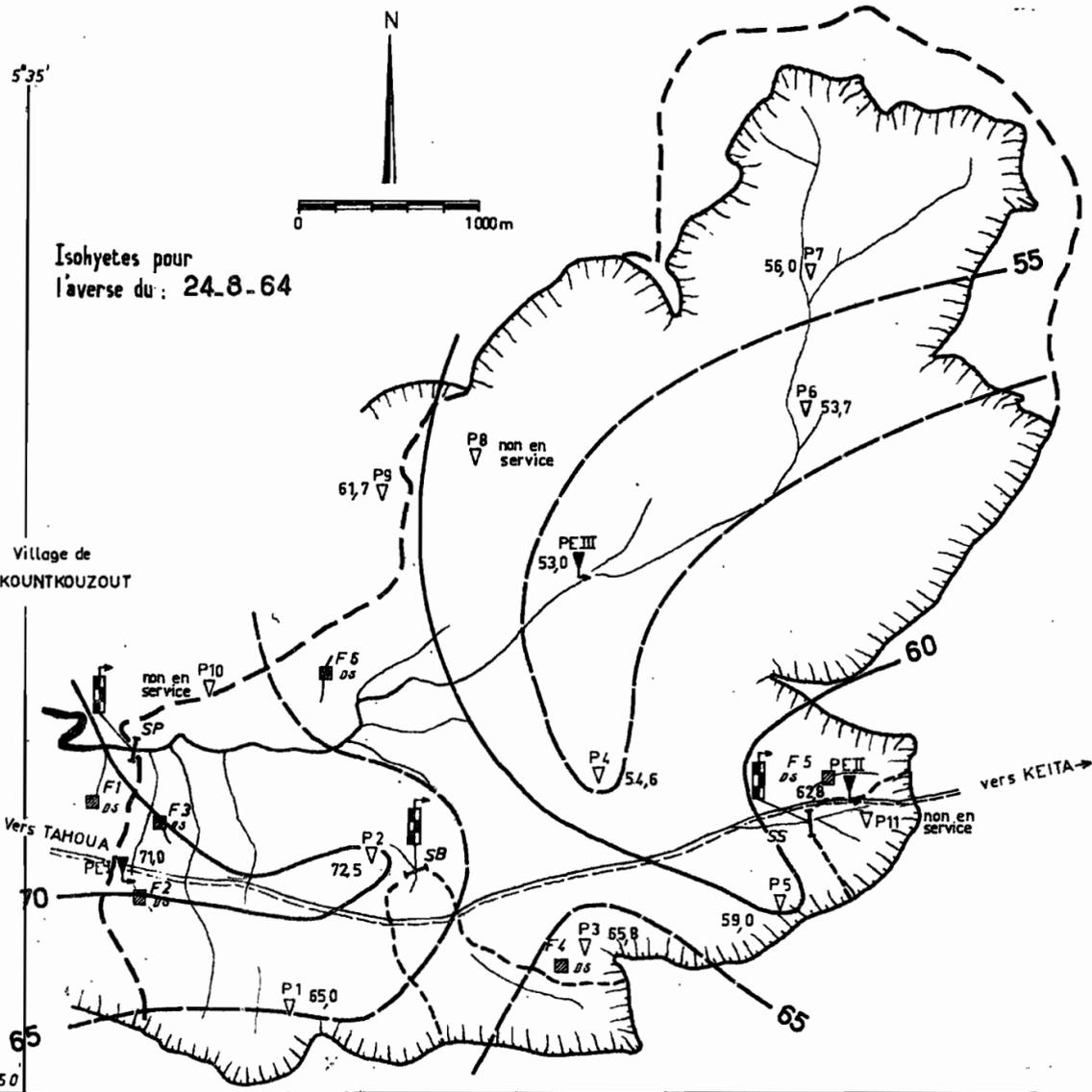
- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. fosse à sédiments DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▼ Pluviographe
- Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

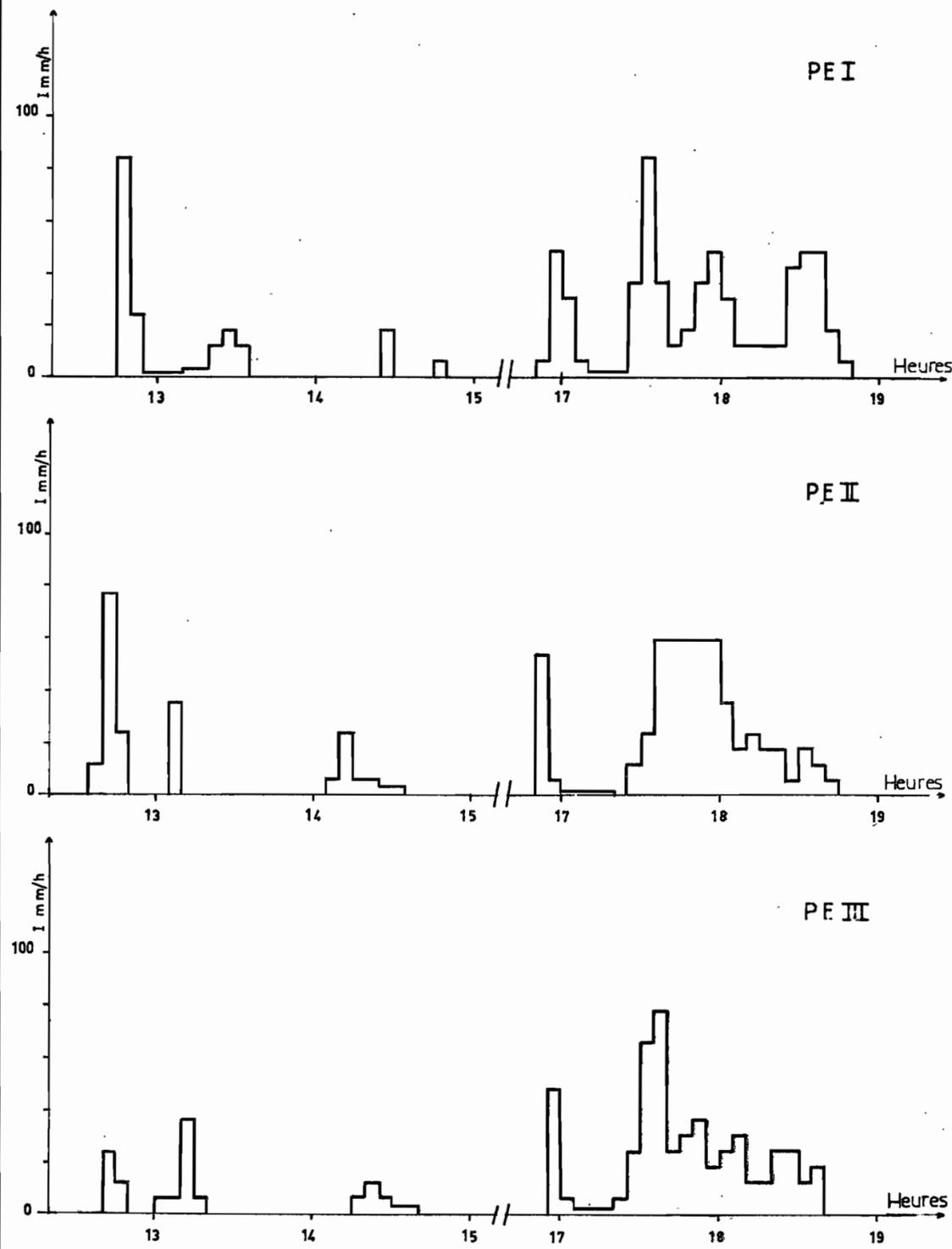




P mini. = 53,0 mm
 P maxi. = 72,5 :
 P moy. = 60,2 :

- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. fosse à sédiments - DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ⏏ Pluviographe
- ⏏ Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

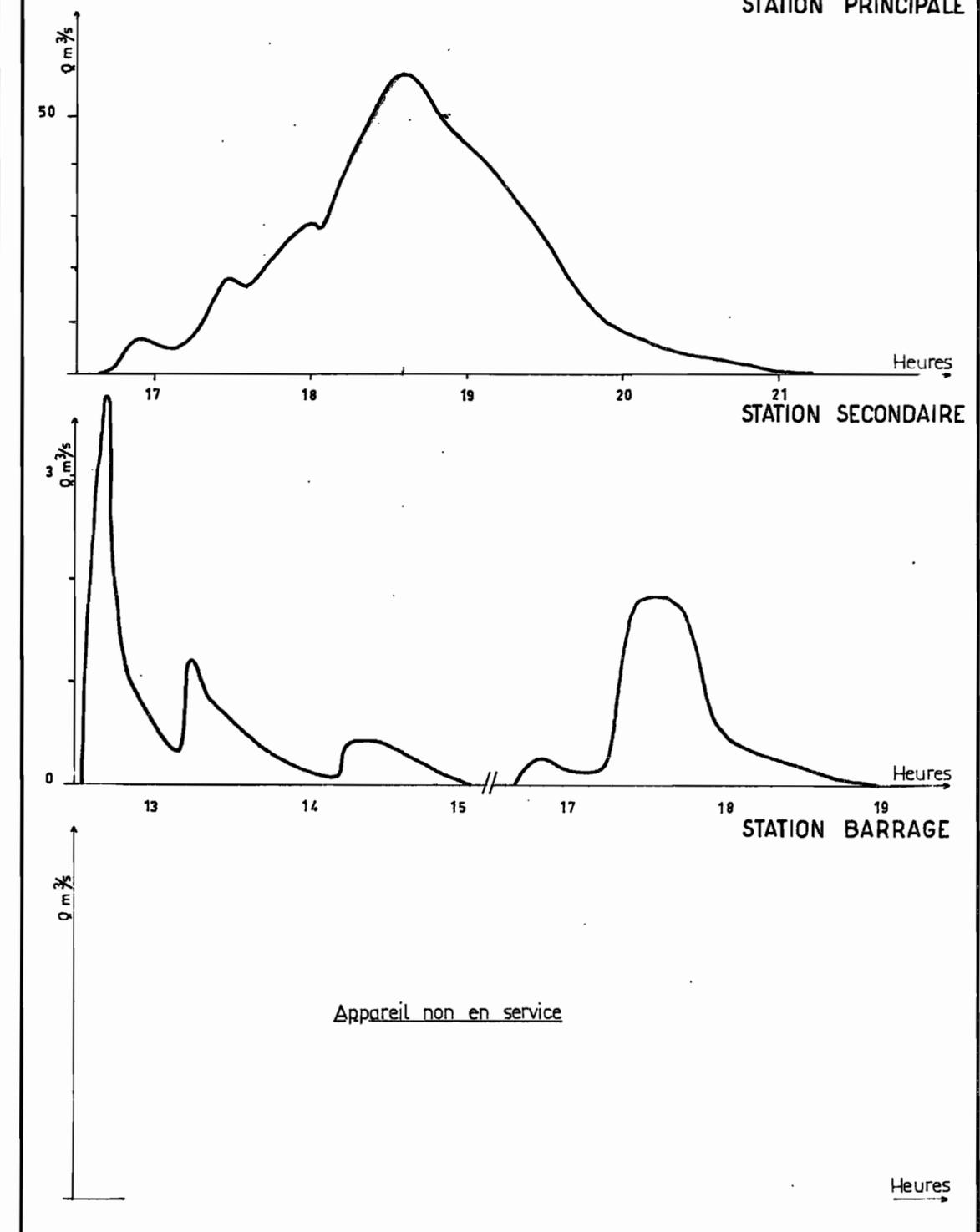
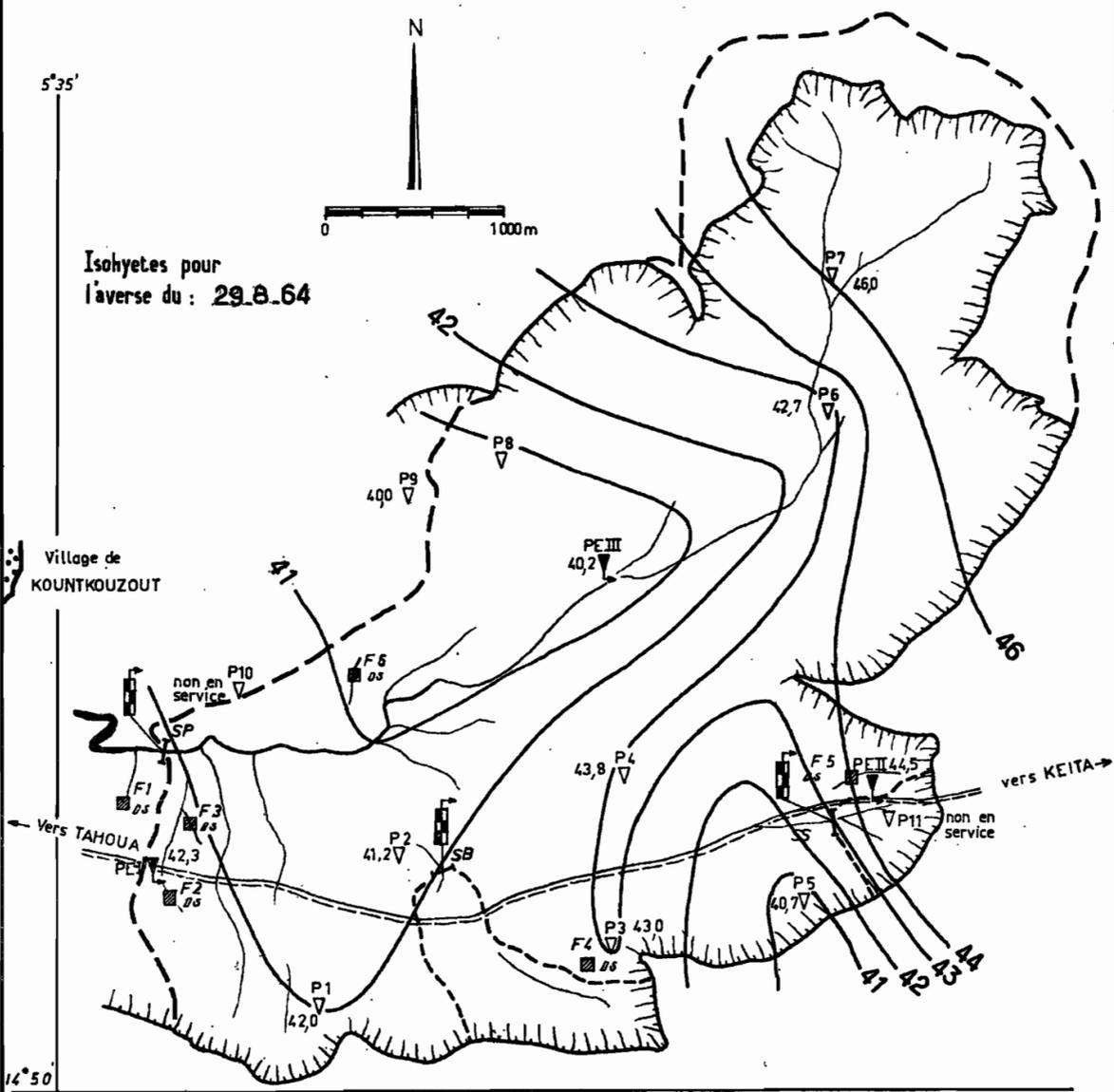


Schéma d'implantation

Averse n°26 64



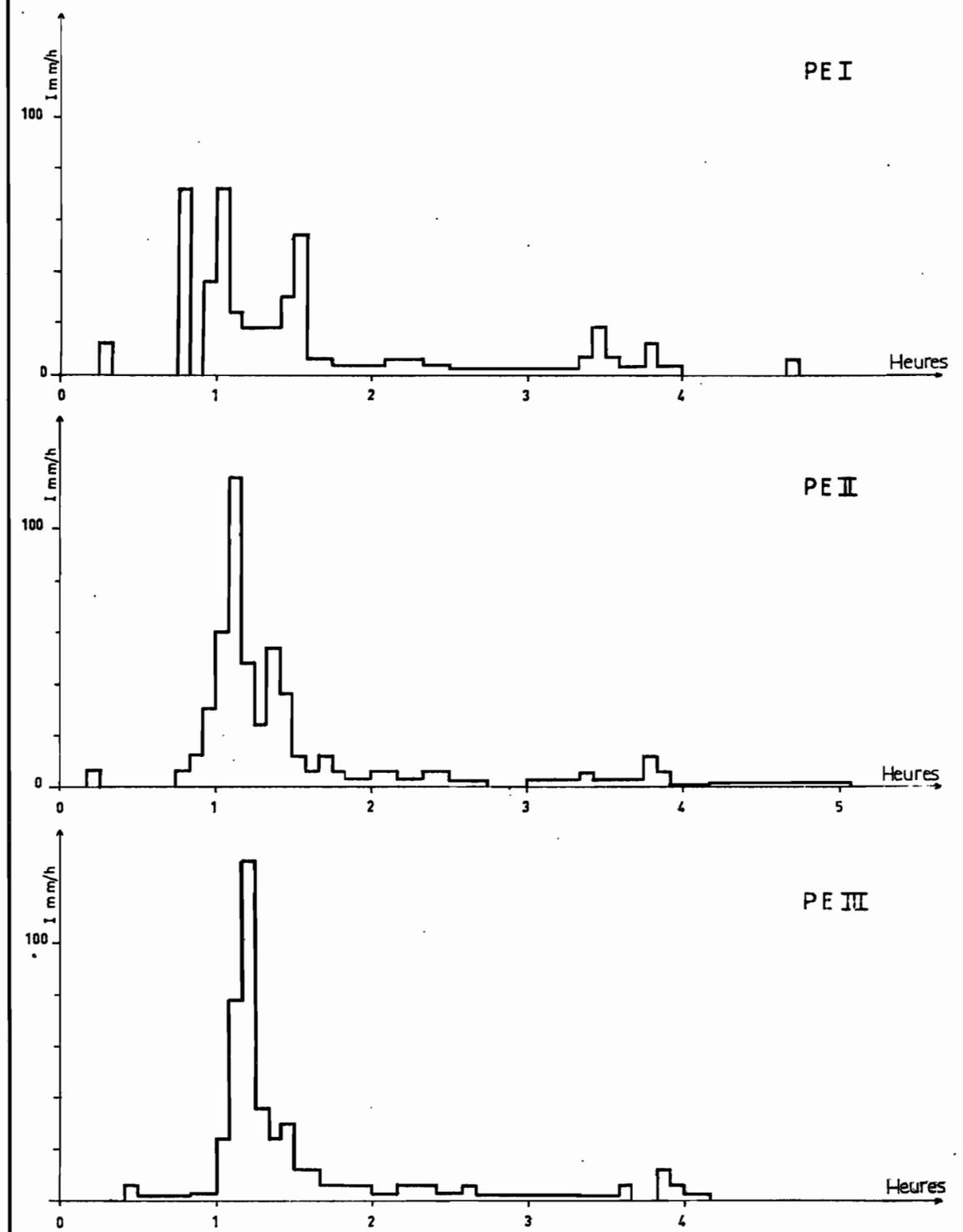
Isohyetes pour l'averse du : 29.8.64

Village de KOUNTKOUZOUT

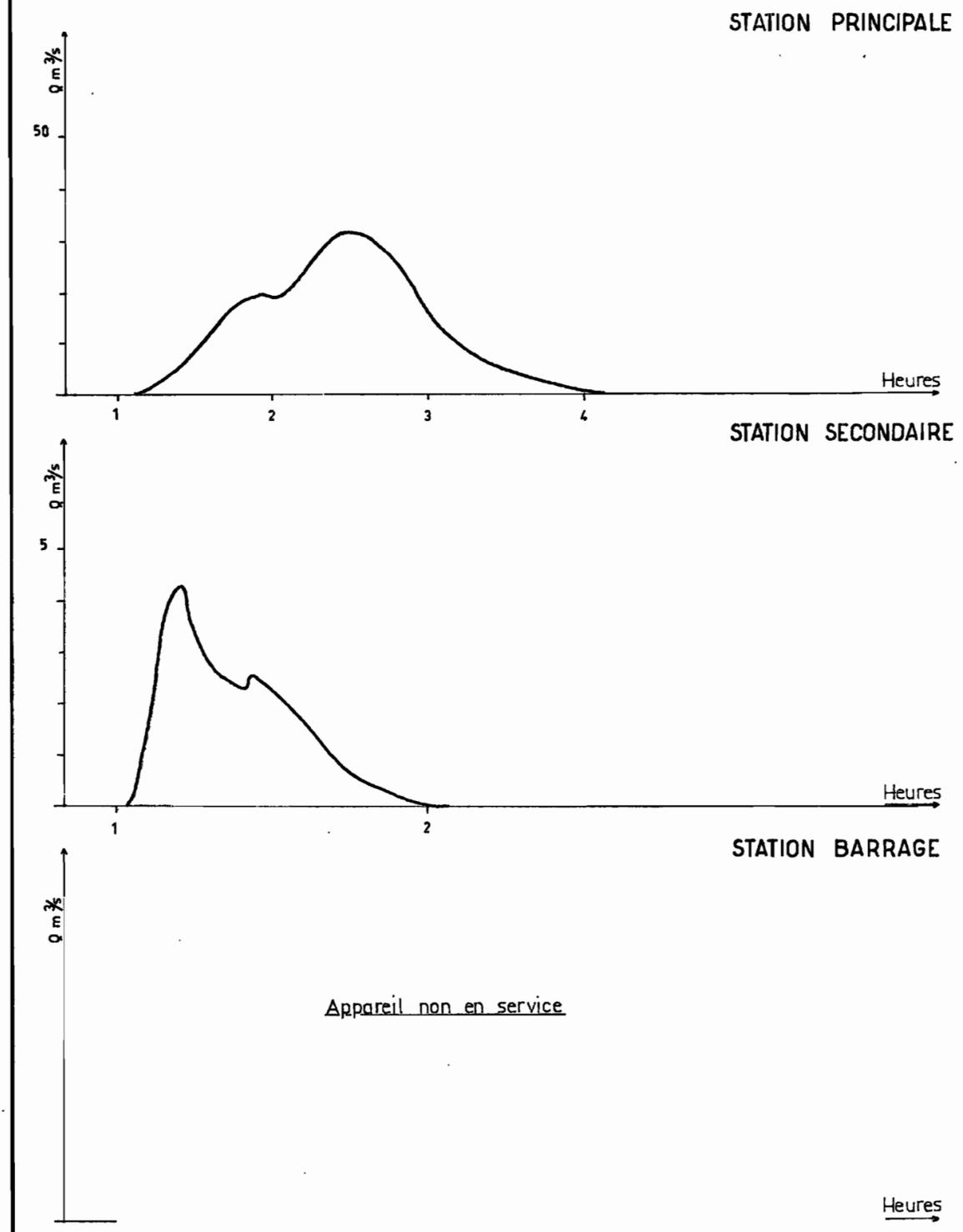
P mini = 40,0 mm
 P maxi = 46,0 :
 P moy = 42,6 :

- X Station hydrométrique SP_SB_SS
- F. fosse à sédiments_DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▽ Pluviographe
- ▮ Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES



STATION PRINCIPALE

STATION SECONDAIRE

STATION BARRAGE

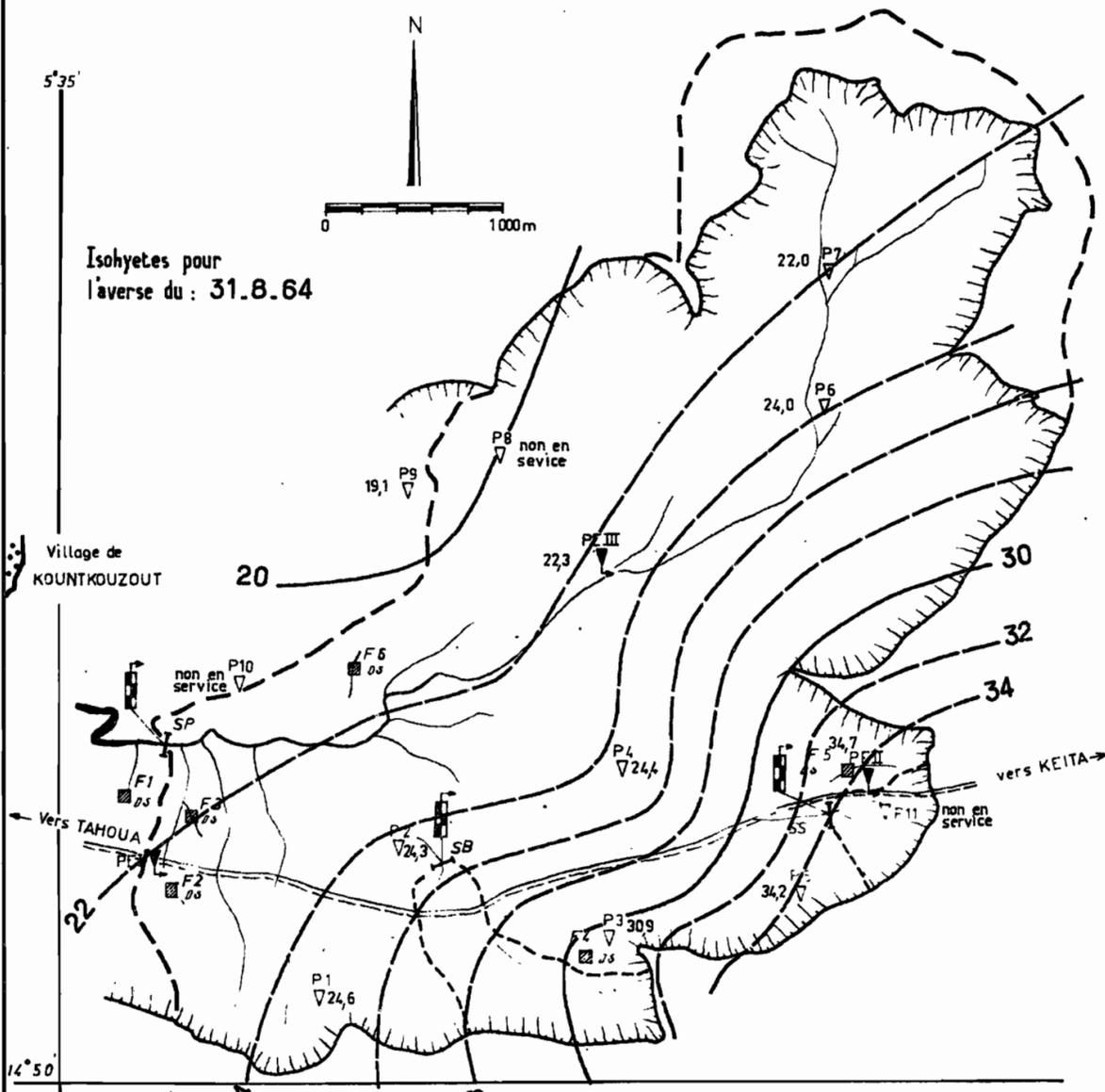
Appareil non en service

Bassin Versant représentatif de KOUNTKOUZOUT

Gr.31

Schéma d'implantation

Averse n° 28 64



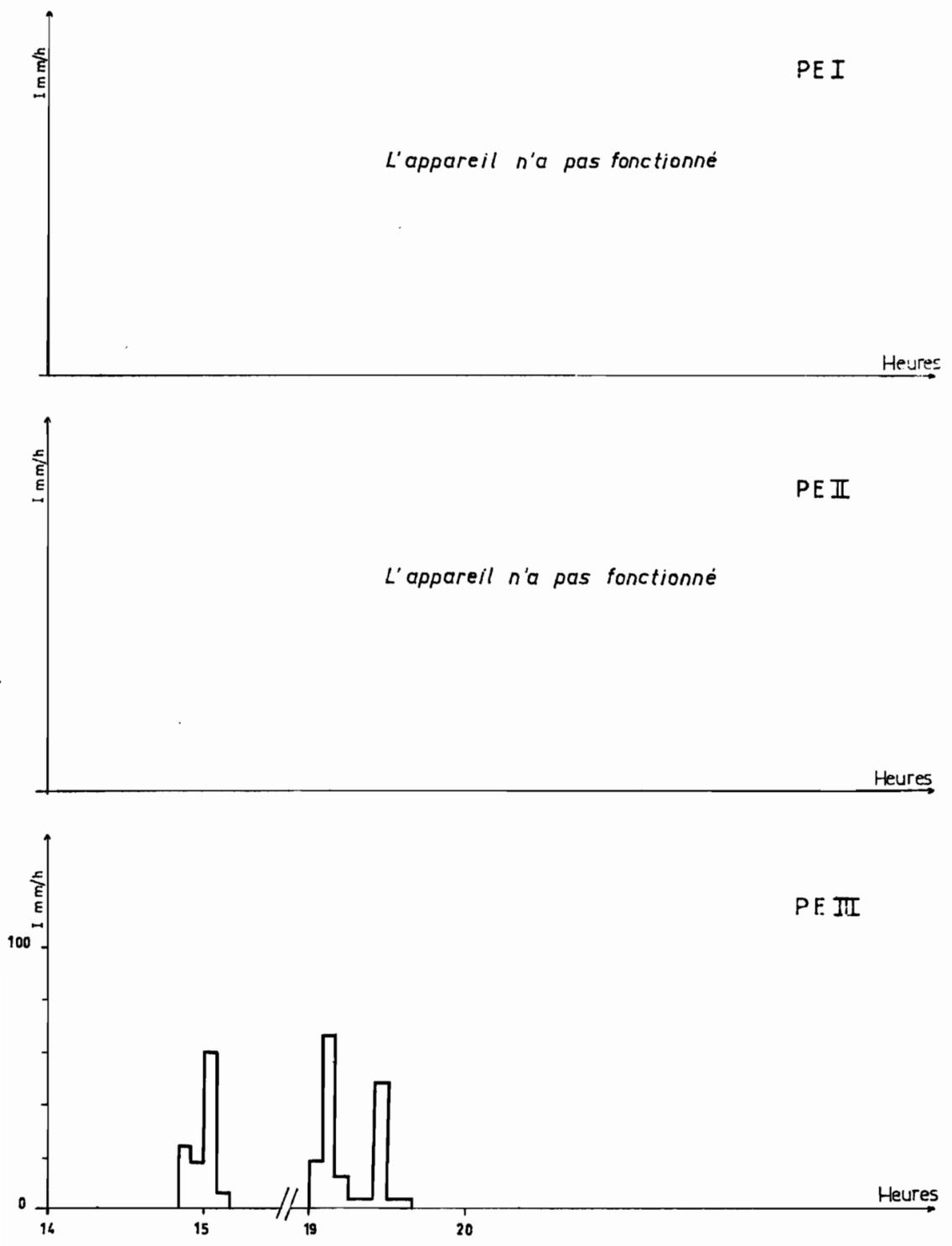
Isohyetes pour l'averse du : 31.8.64

Village de KOUNTKOUZOUT

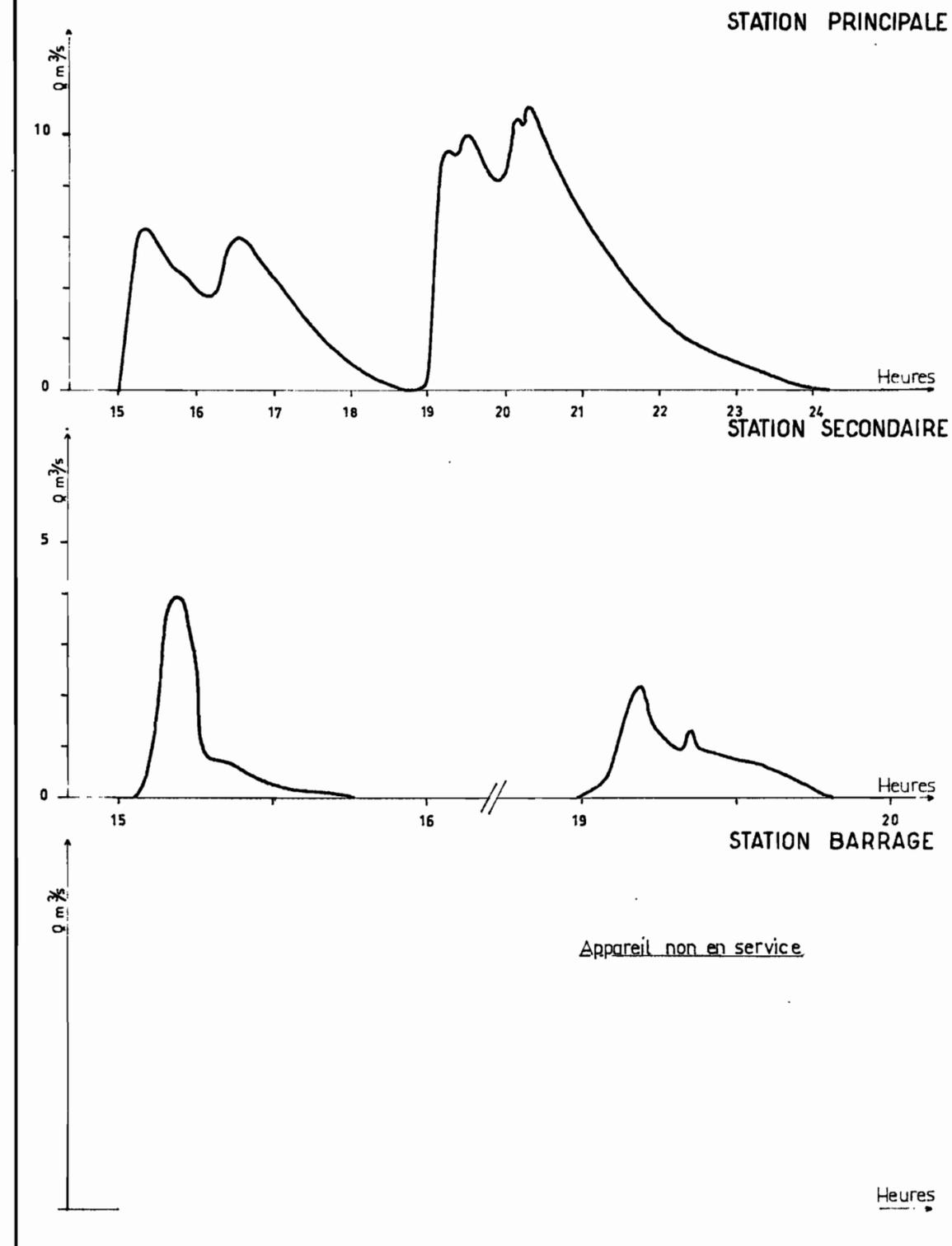
P mini = 19,1 mm
P maxi = 34,2 "
P moy = 24,7 "

- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. fosse à sédiments .DS Station de debit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▽ Pluviographe
- Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES



STATION PRINCIPALE

STATION SECONDAIRE

STATION BARRAGE

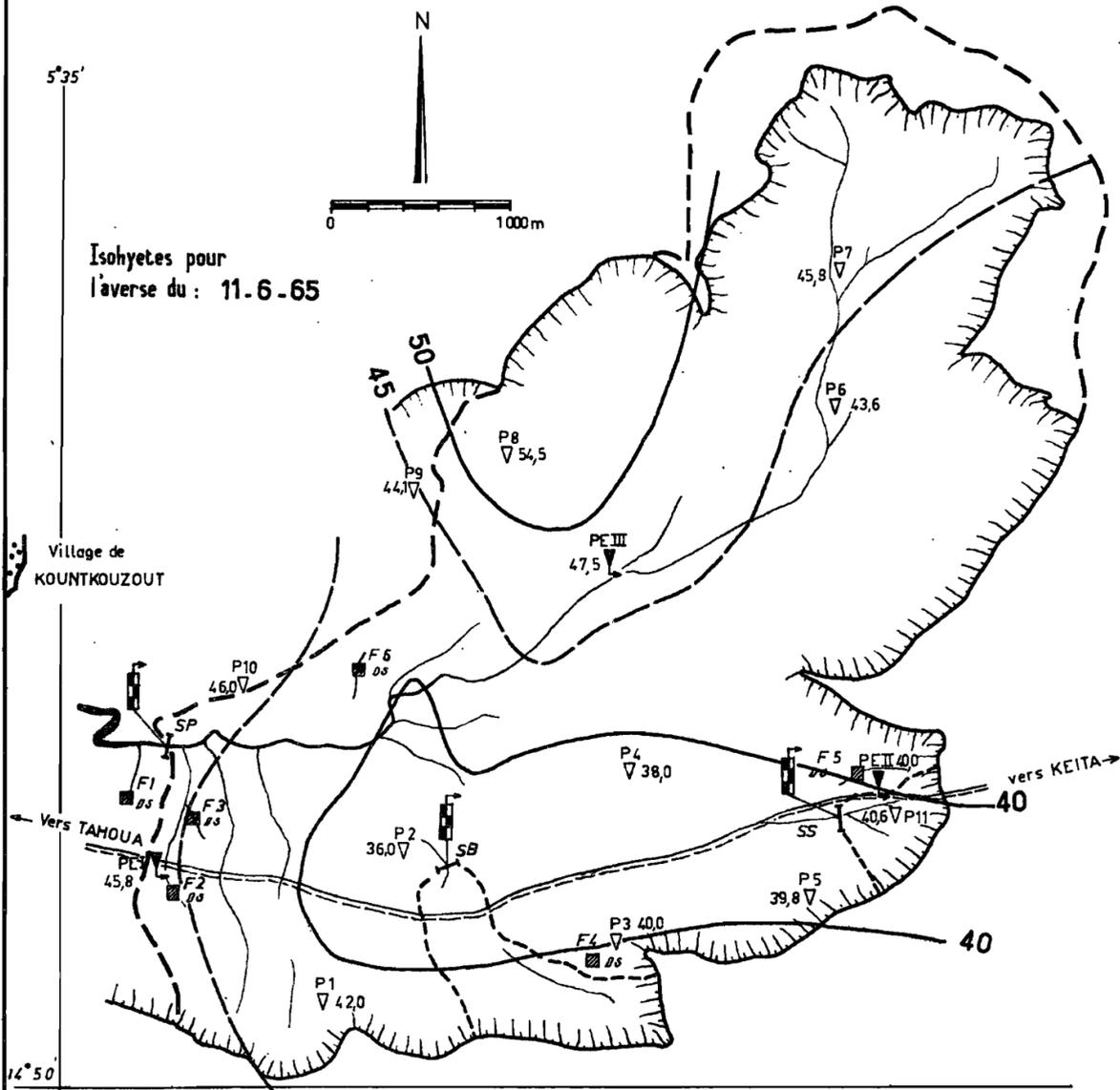
Appareil non en service

Bassin Versant représentatif de KOUNTKOUZOUT

Gr.32

Schéma d'implantation

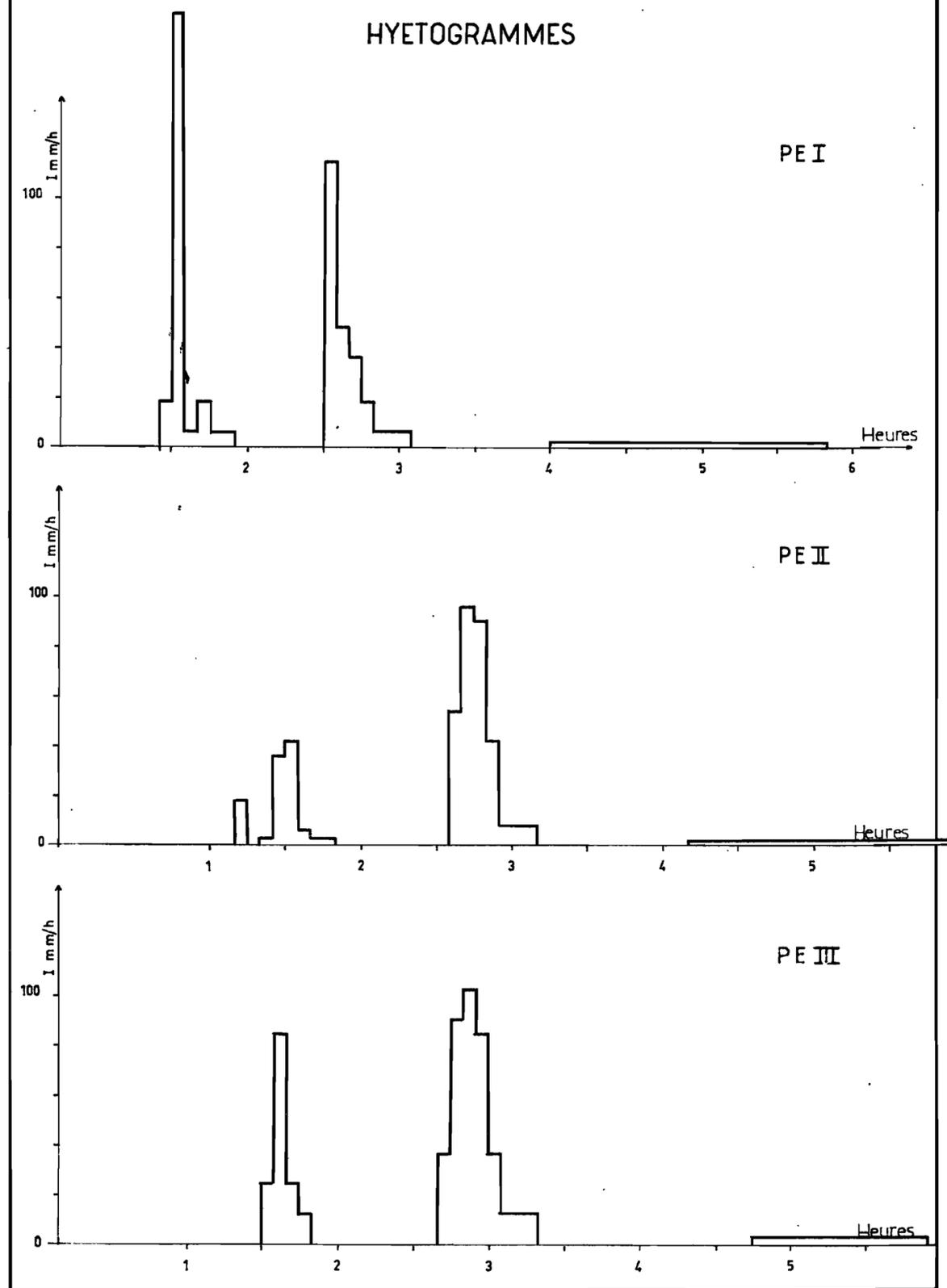
Averse n° 6 65



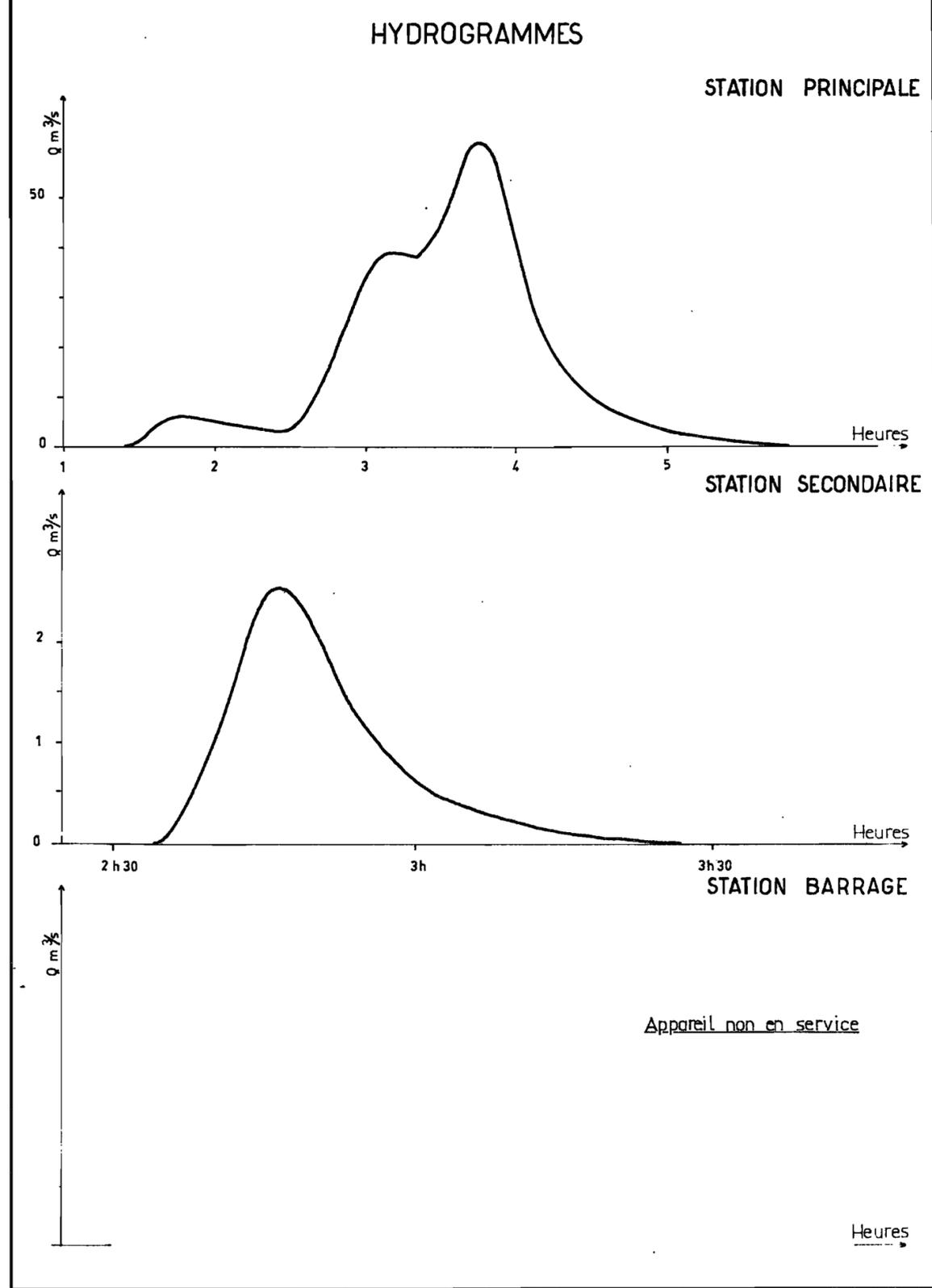
P mini = 36,0 mm
 P maxi = 54,5 "
 P moy = 43,5 "

- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. fosse à sédiments .DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▽ Pluviographe
- ▭ Limnigraphe

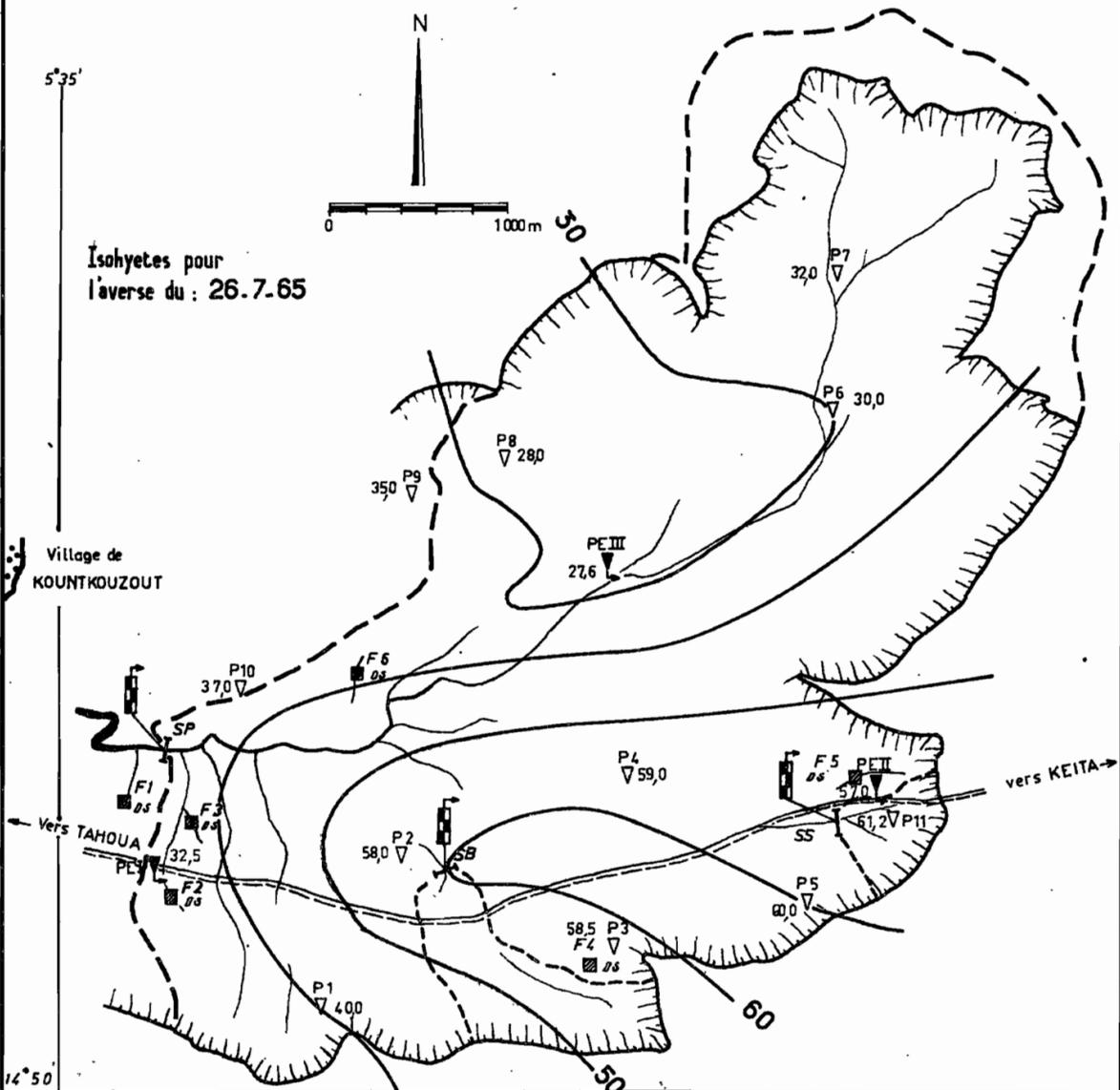
HYETOGRAMMES



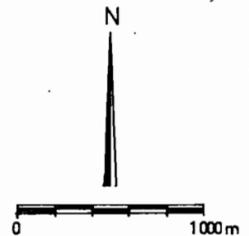
HYDROGRAMMES



Appareil non en service



Isohyetes pour l'averse du : 26.7.65

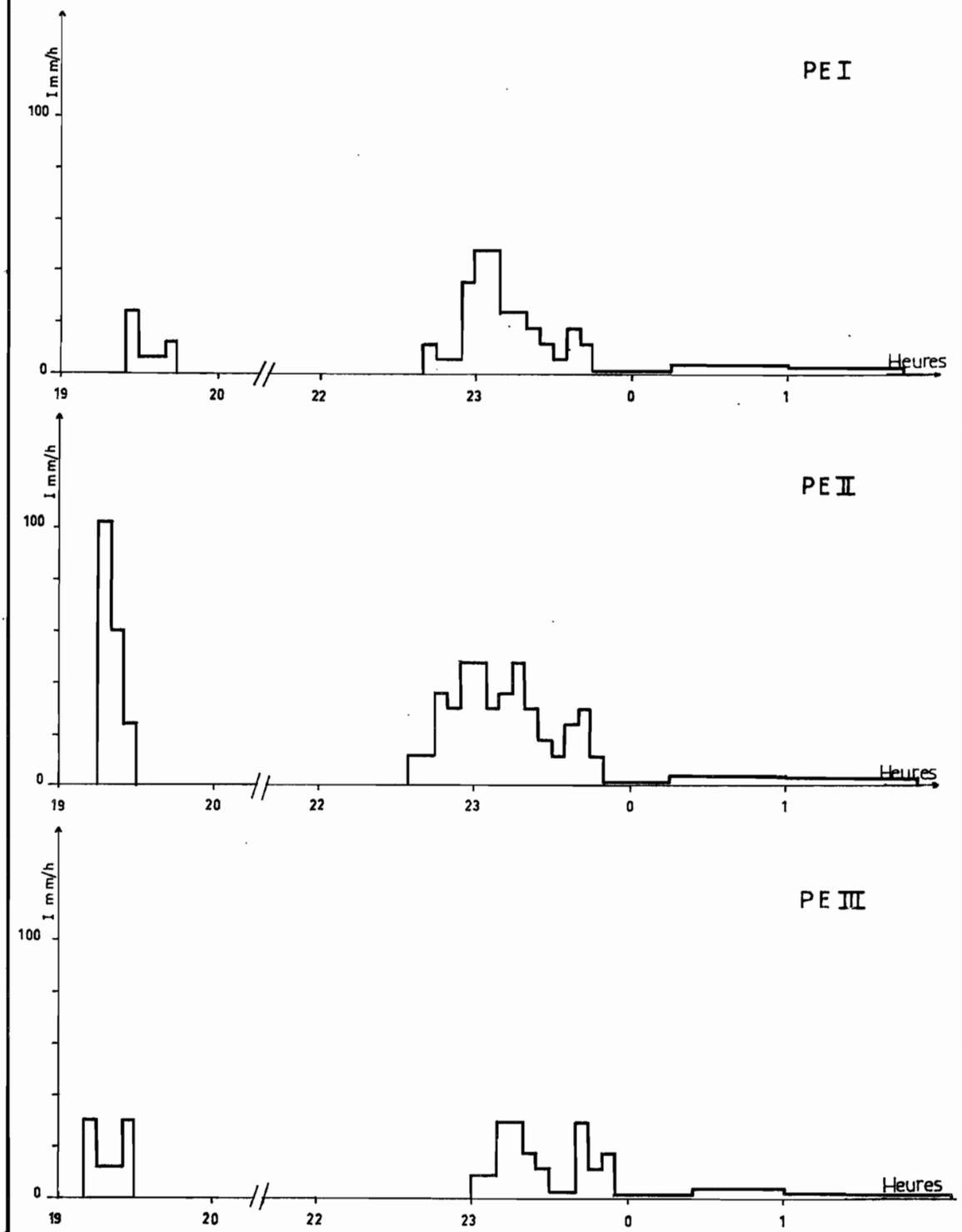


Village de KOUNTKOUZOUT

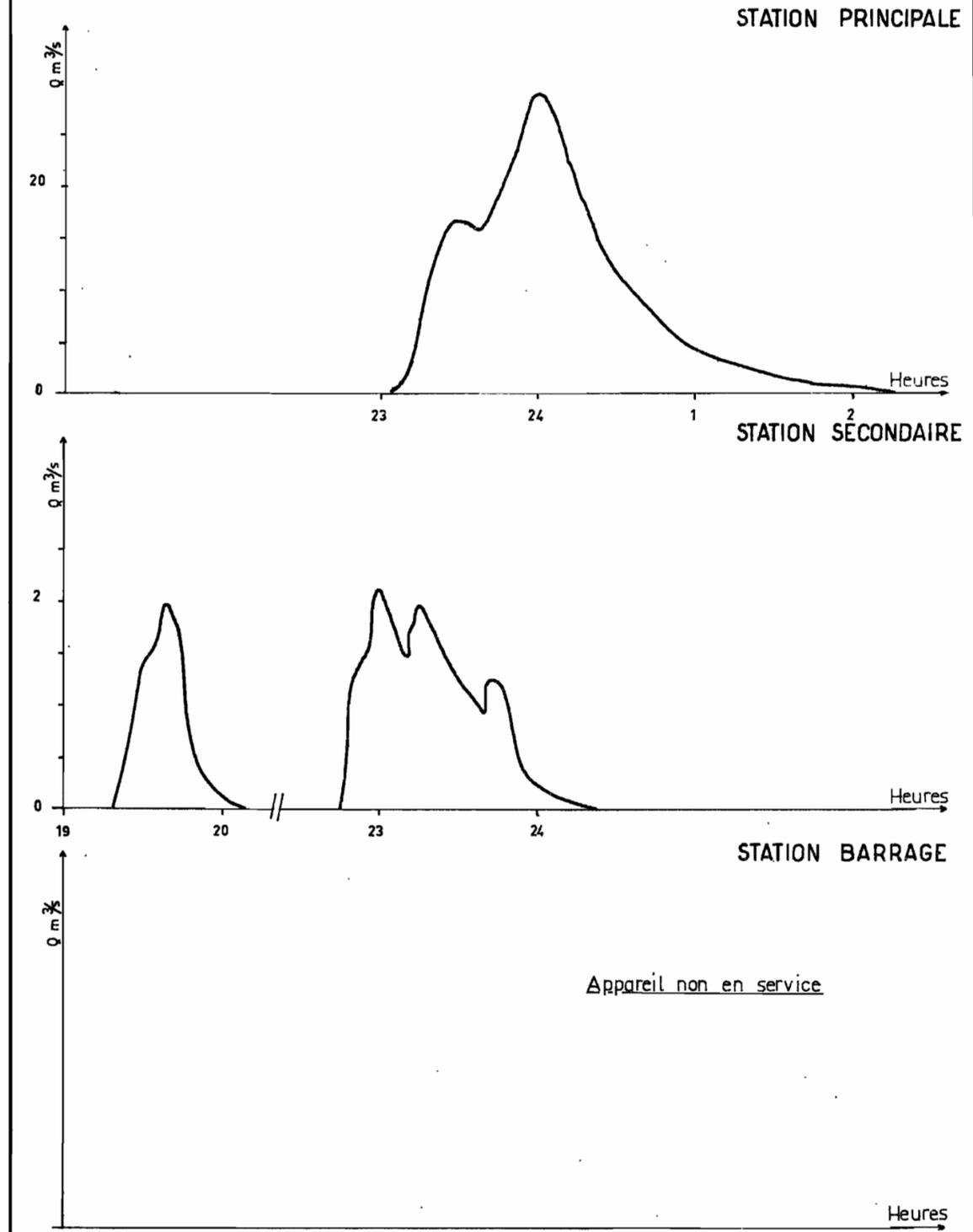
P mini = 27,6 mm
 P maxi = 61,2
 P moy = 41,0

- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. fosse à sédiments .DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▼ Pluviographe
- 📏 Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

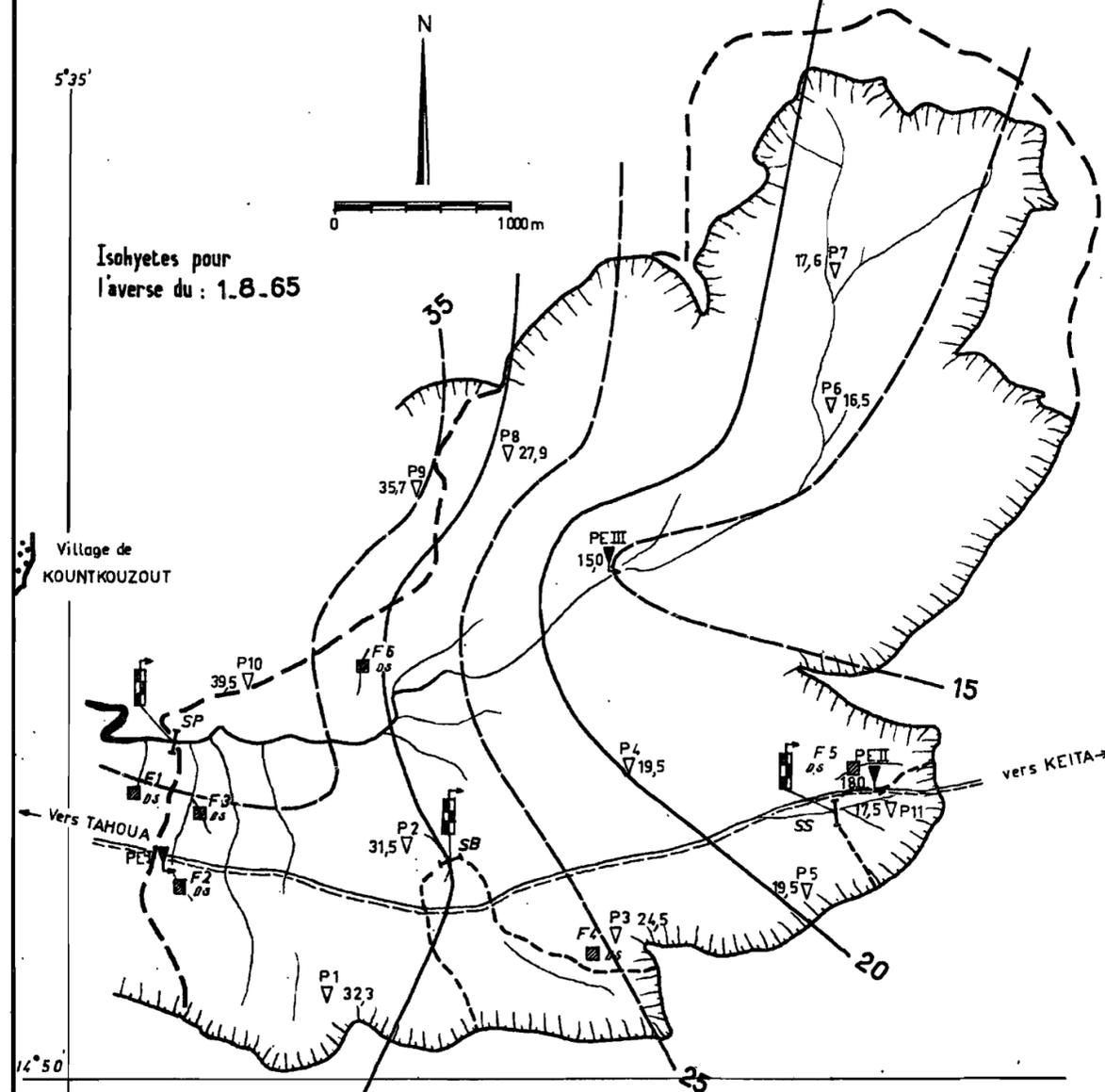


Bassin Versant représentatif de KOUNTKOUZOUT

Gr. 34

Schéma d'implantation

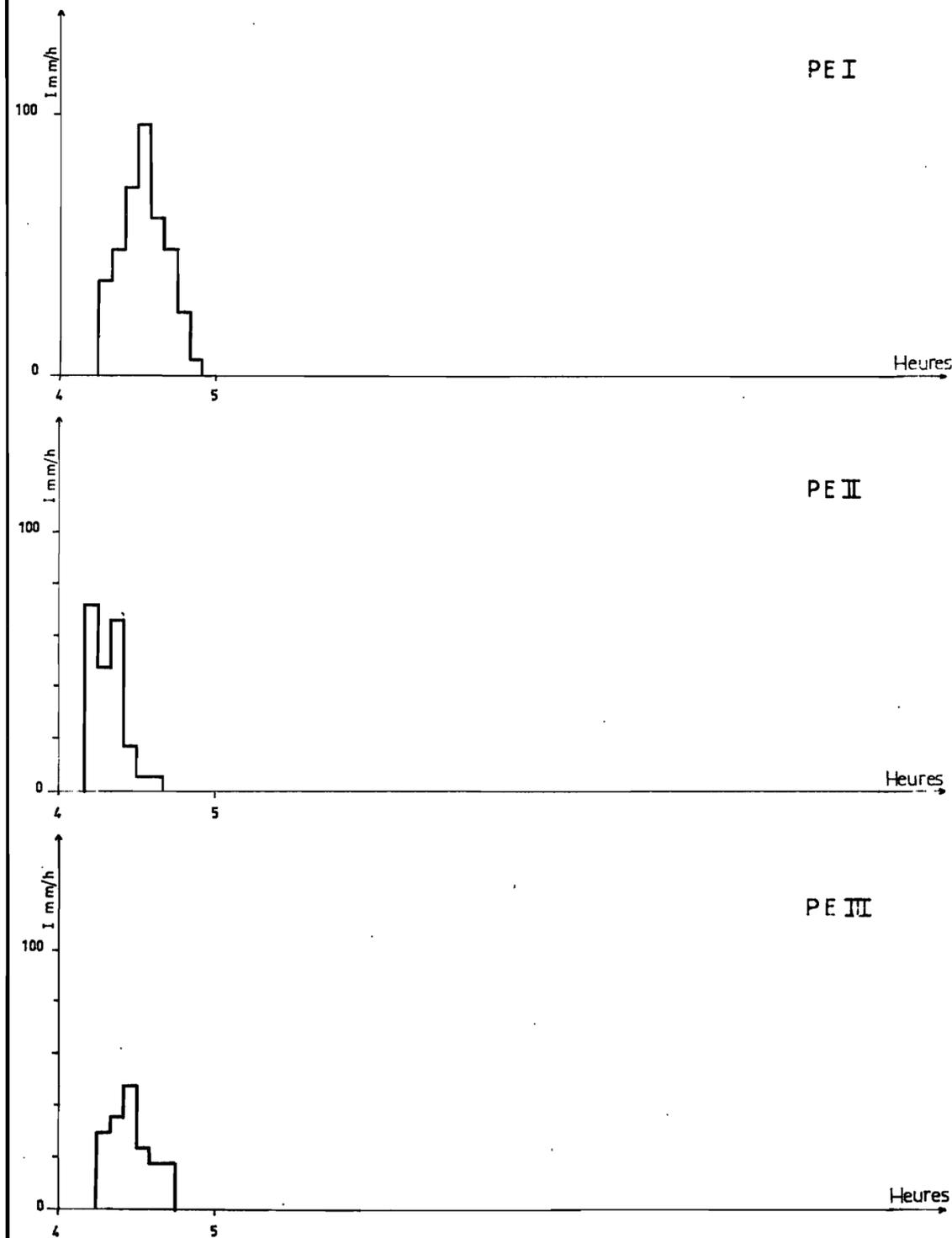
Averse n° 22 65



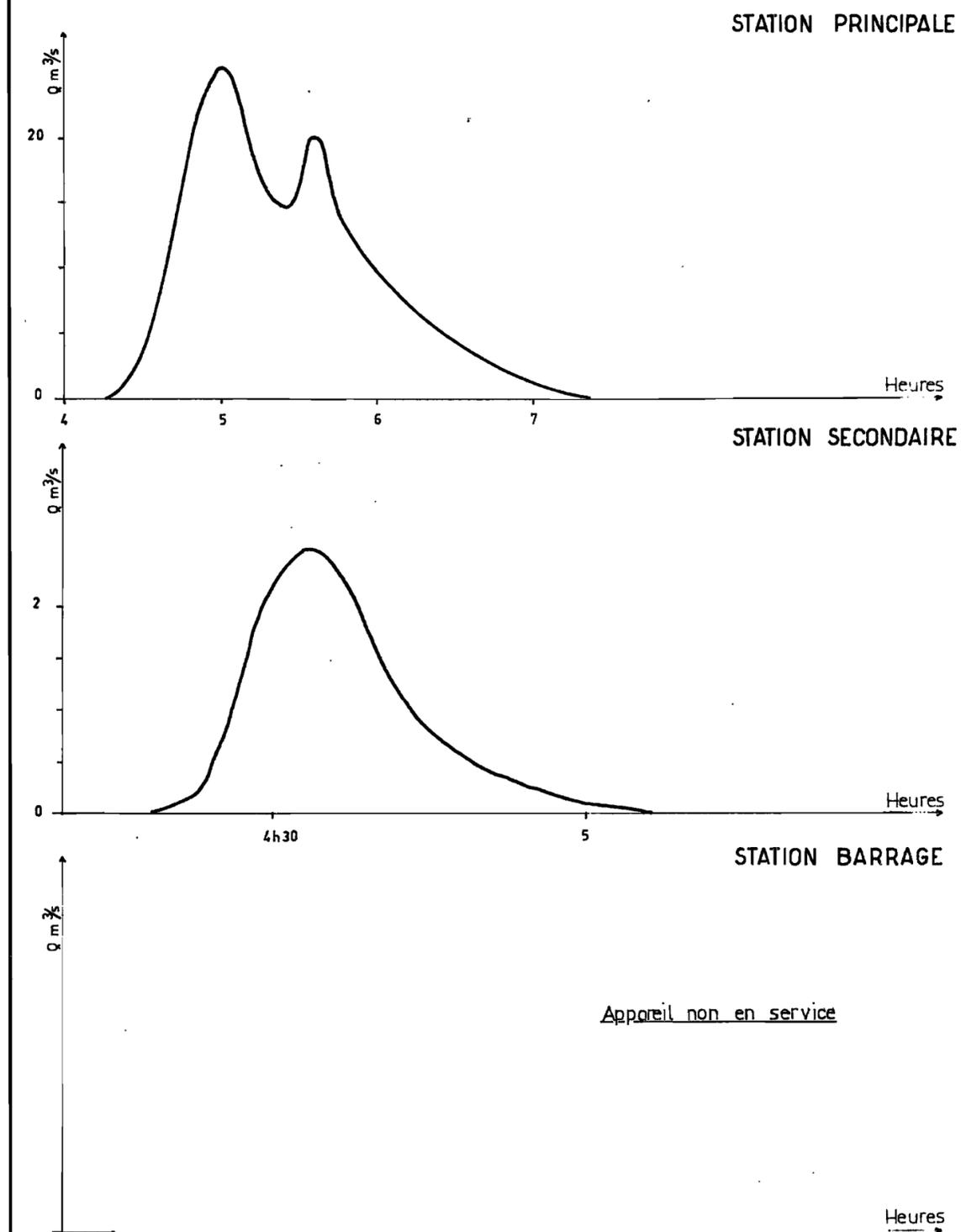
P_{inini} = 15,0 mm
 P_{maxi} = 39,5 :
 P_{moj} = 22,9 :

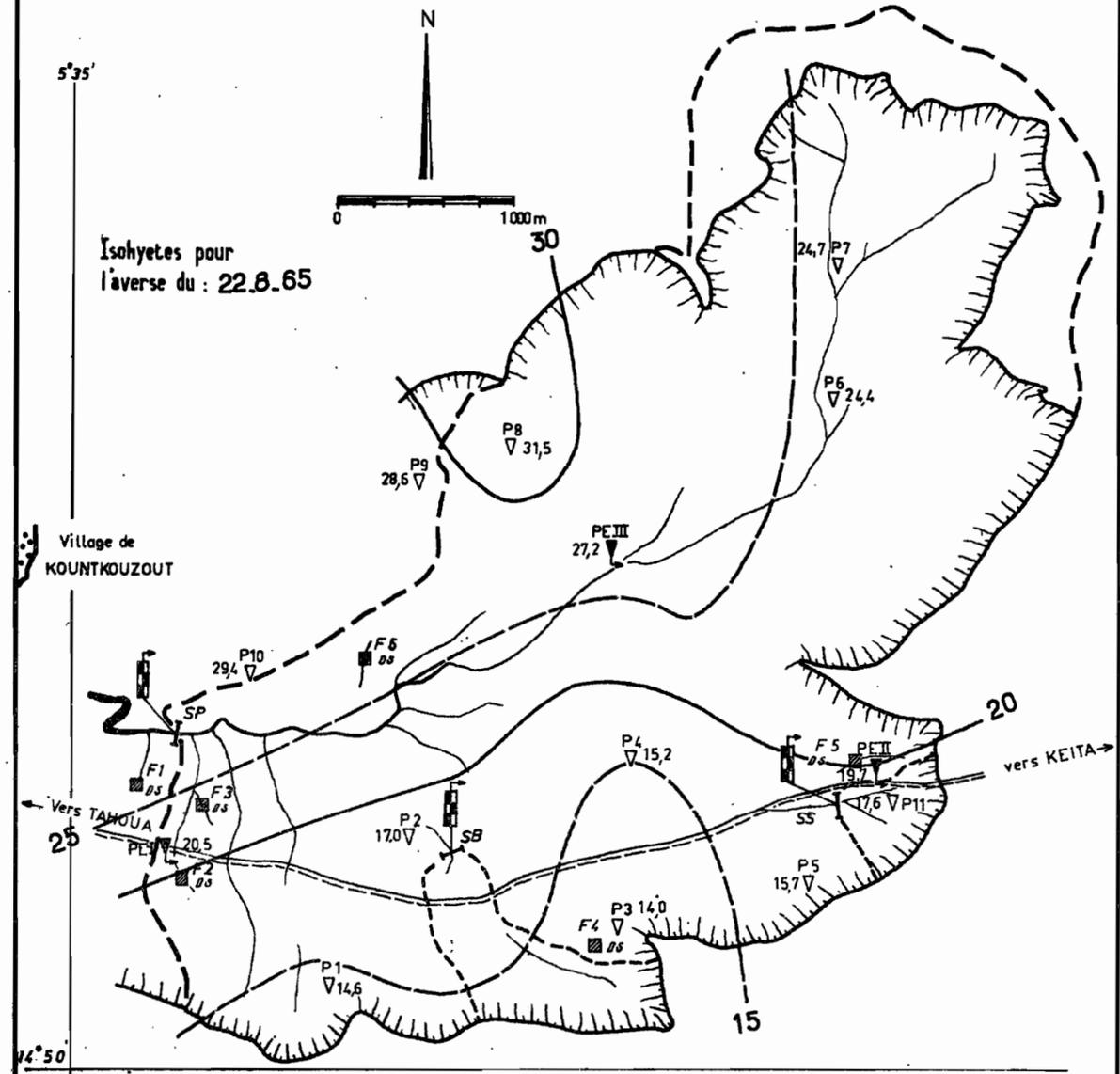
- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. fosse à sédiments DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▽ Pluviographe
- Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

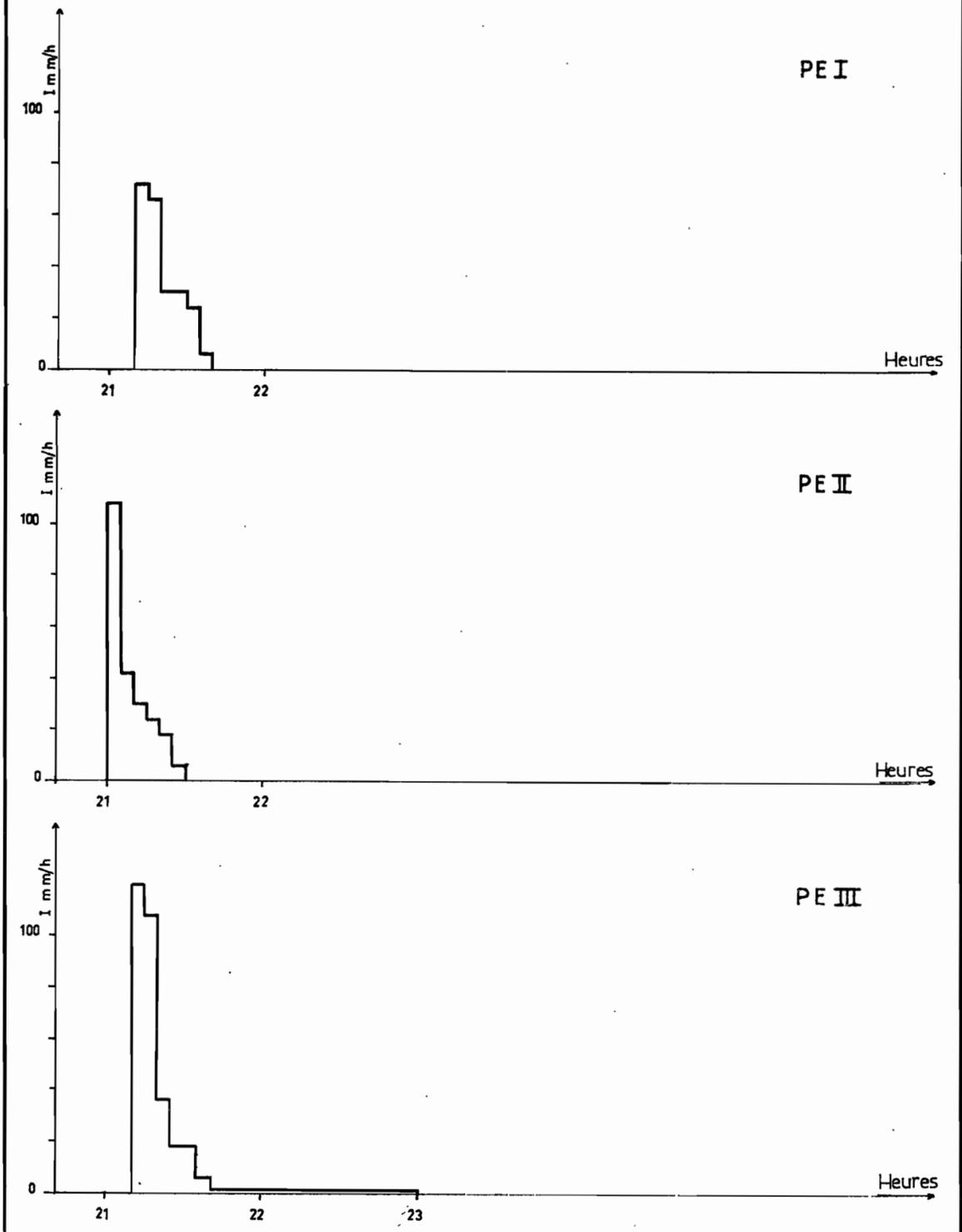




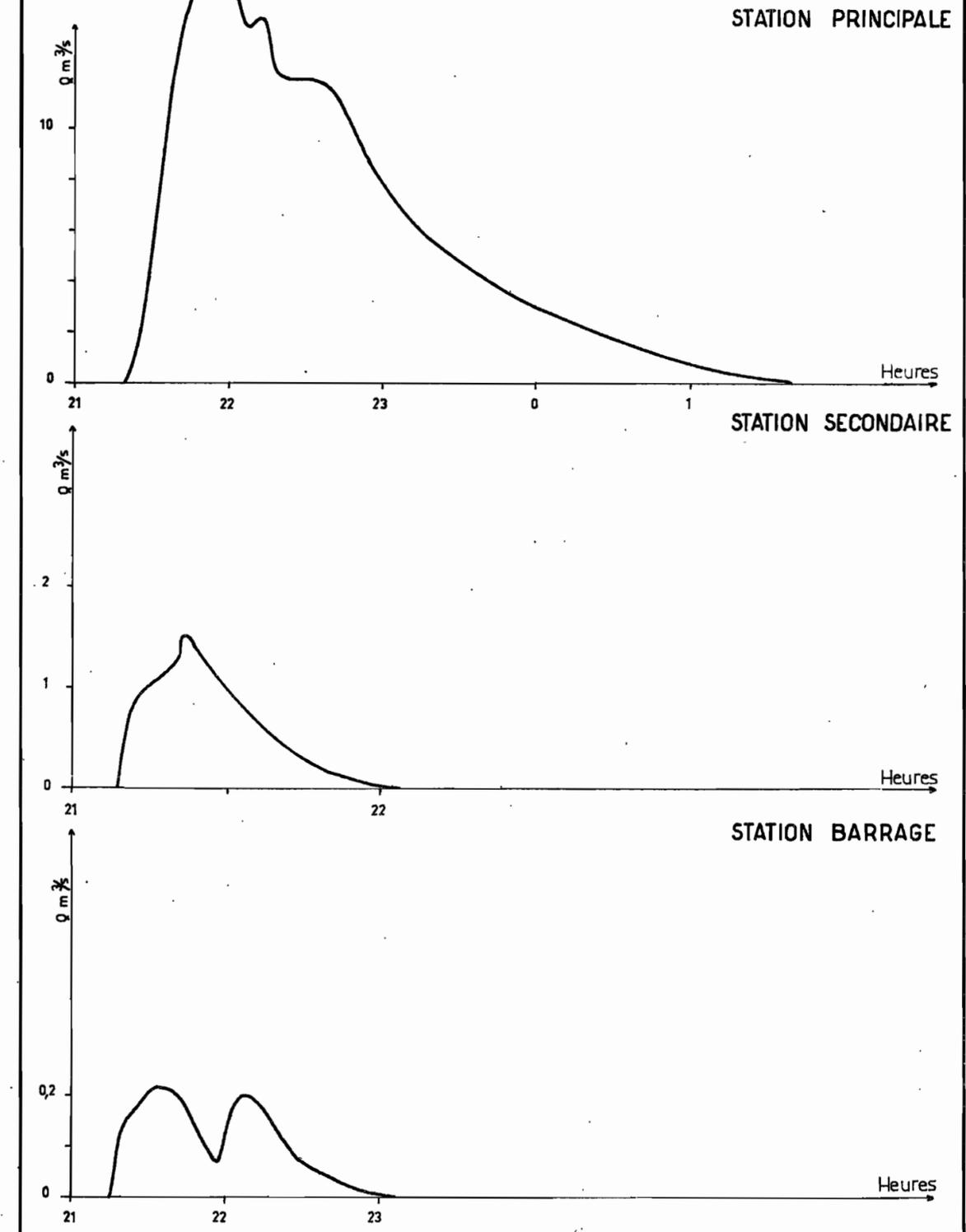
P-mini = 14,0 mm
 P-maxi = 31,5 "
 P-moy = 21,8 "

- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. Fosse à sédiments .DS. Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▽ Pluviographe
- ⊞ Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

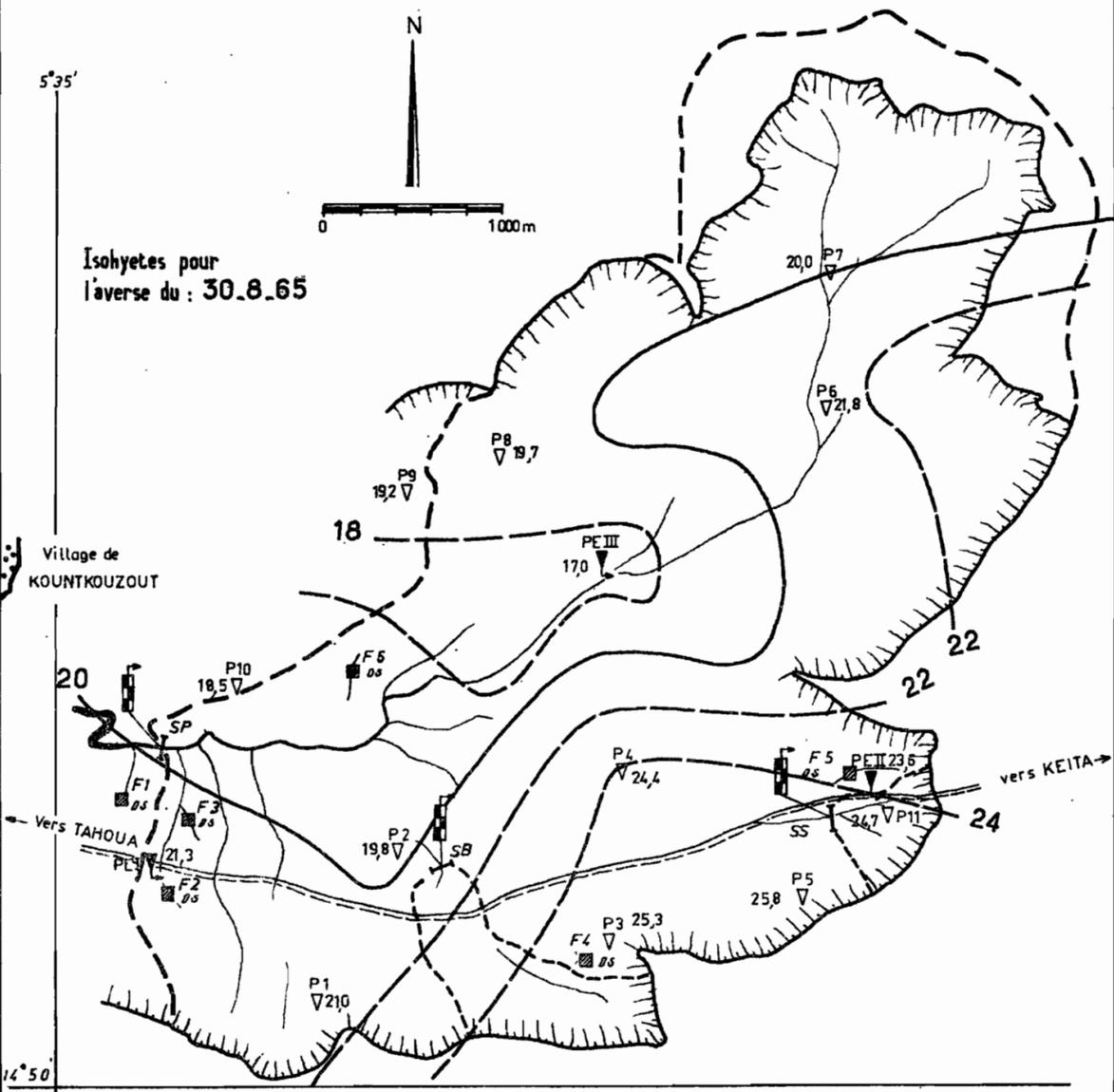


Bassin Versant représentatif de KOUNTKOUZOUT

Gr.36

Schéma d'implantation

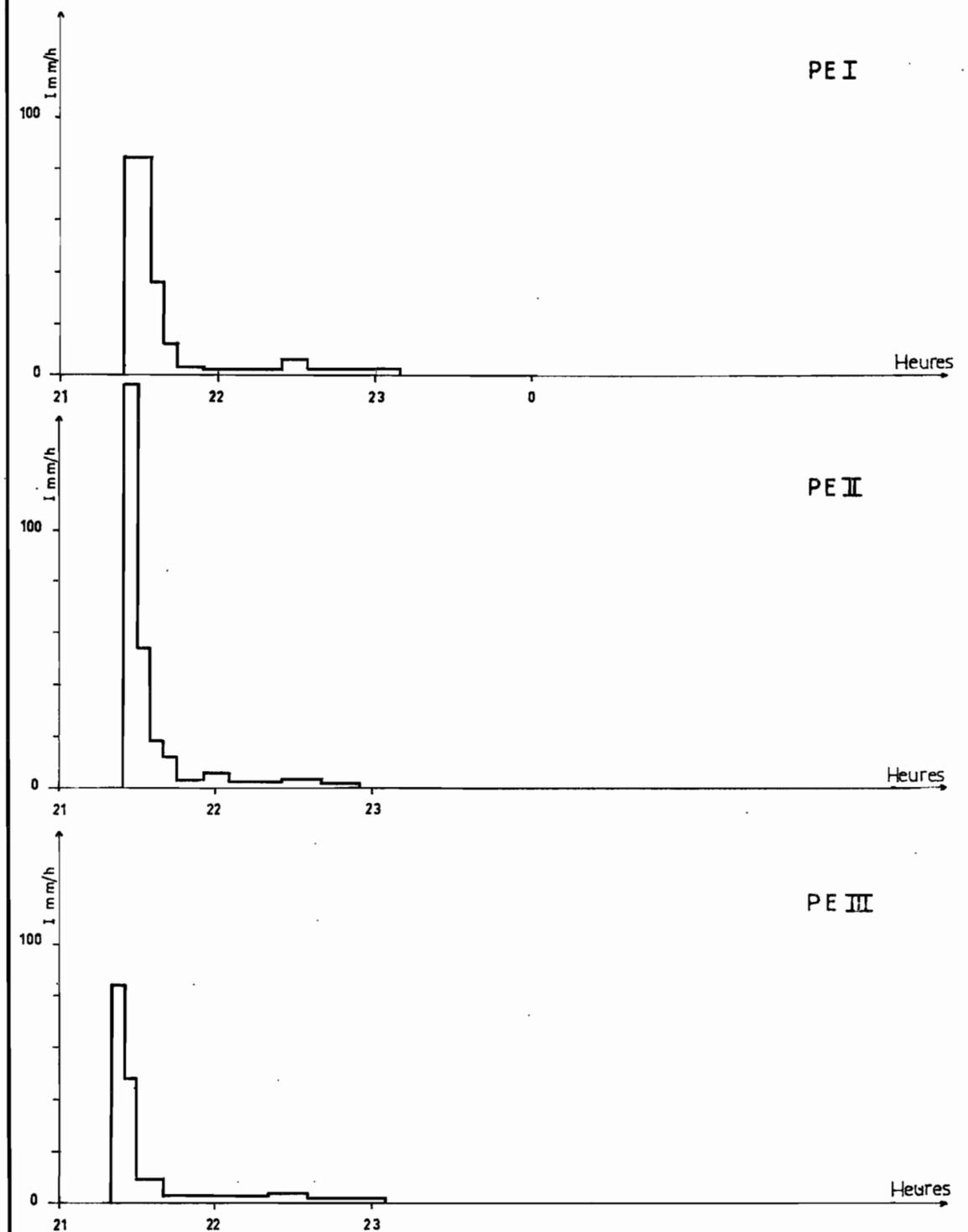
Averse n° 37 65



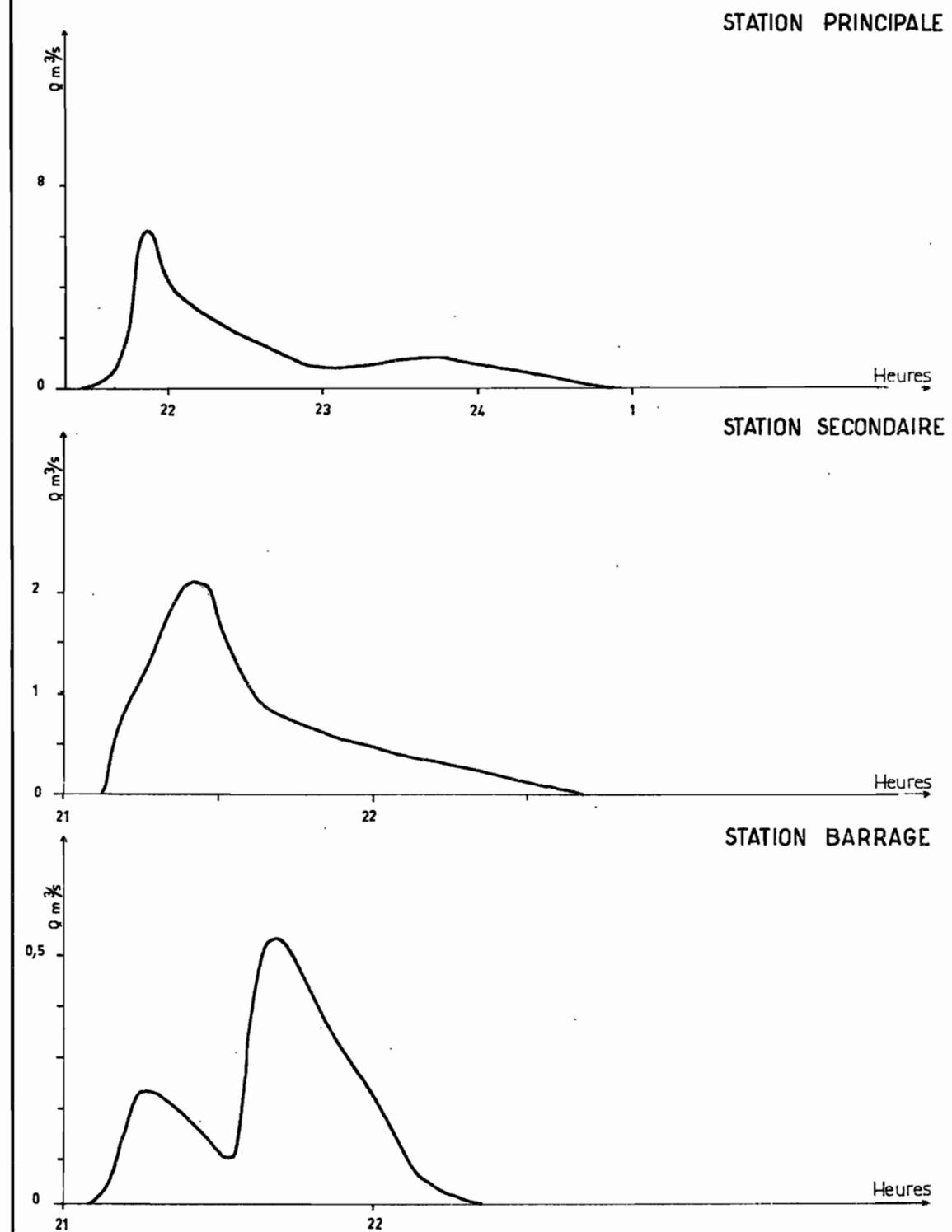
P mini = 17,0 mm
 P maxi = 25,8 mm
 P moy = 21,2 mm

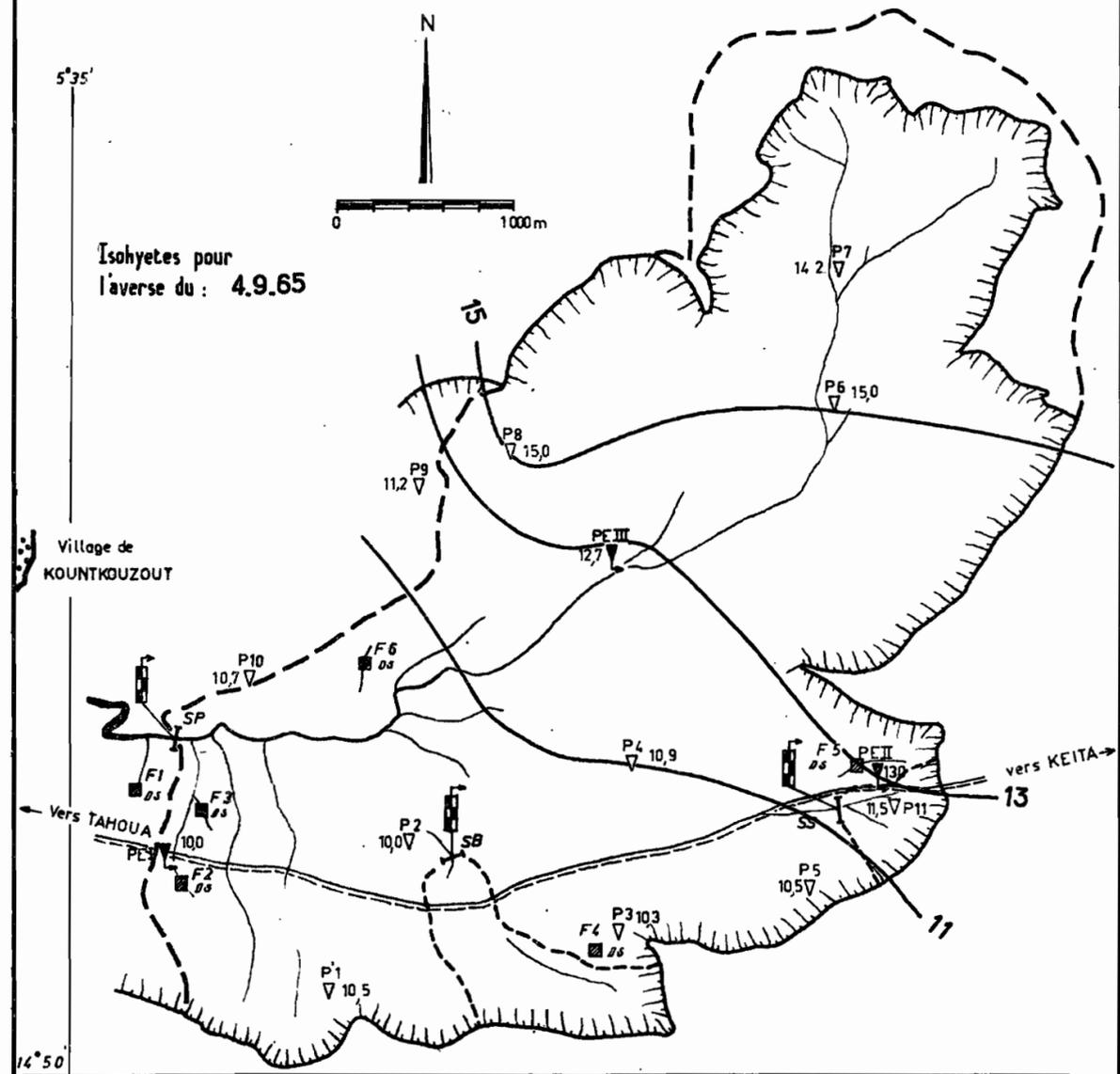
- Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. Fosse à sédiments .DS Station de débit en suspension
- Pluviomètre
- Pluviographe
- Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

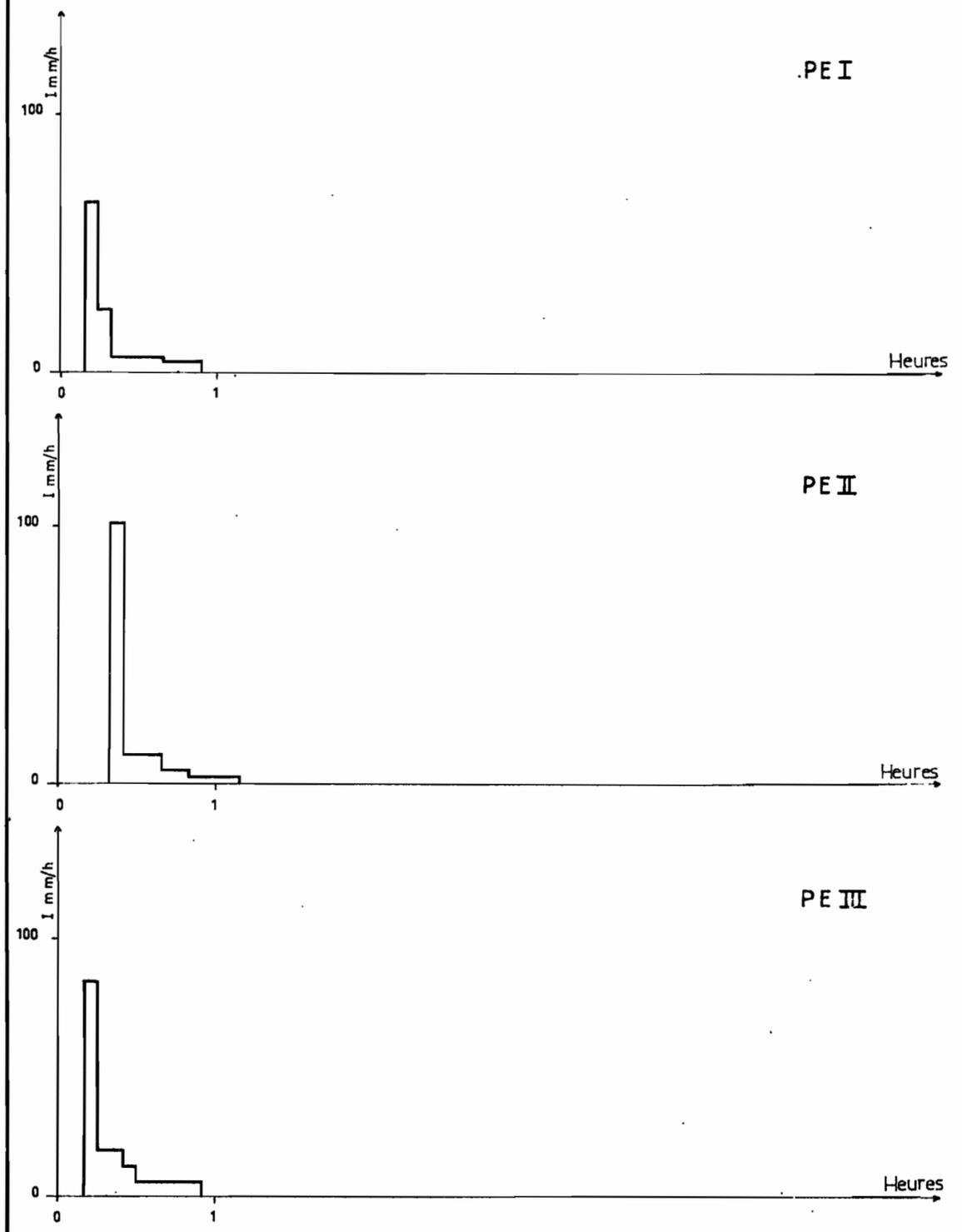




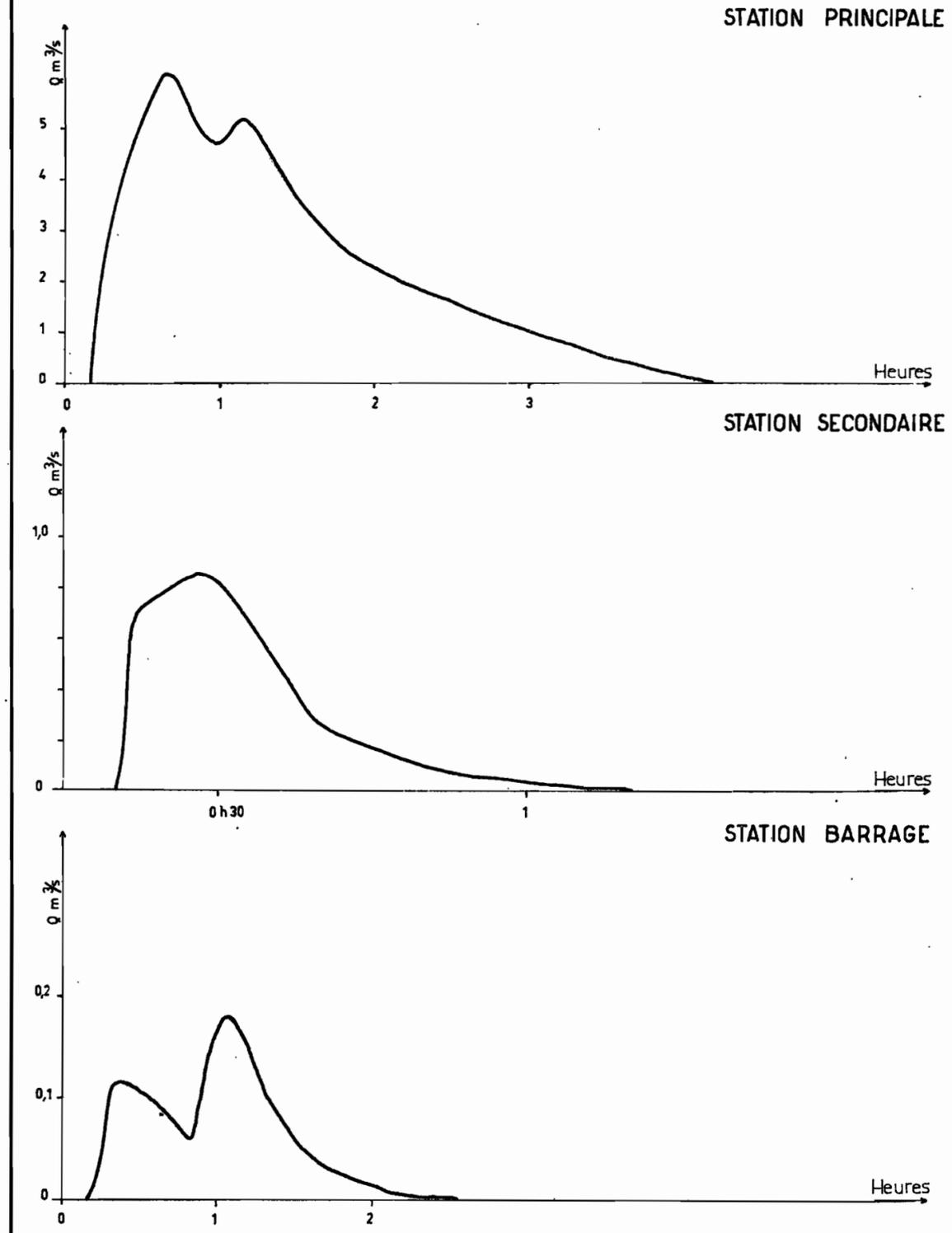
P mini = 10,0 mm
 P maxi = 15,0 mm
 P moy = 12,4 mm

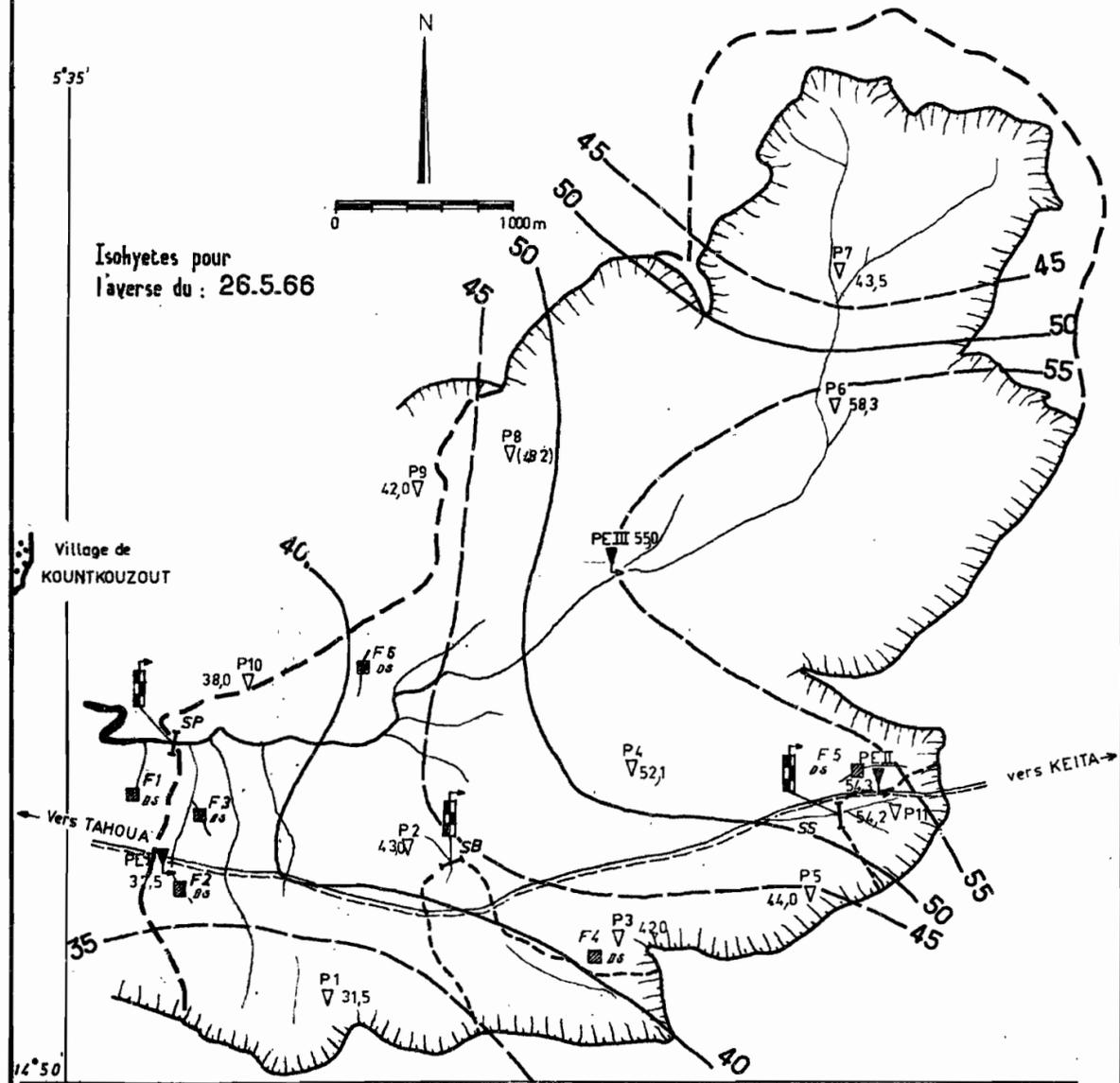
- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. fosse à sédiments DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▽ Pluviographe
- ⊞ Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

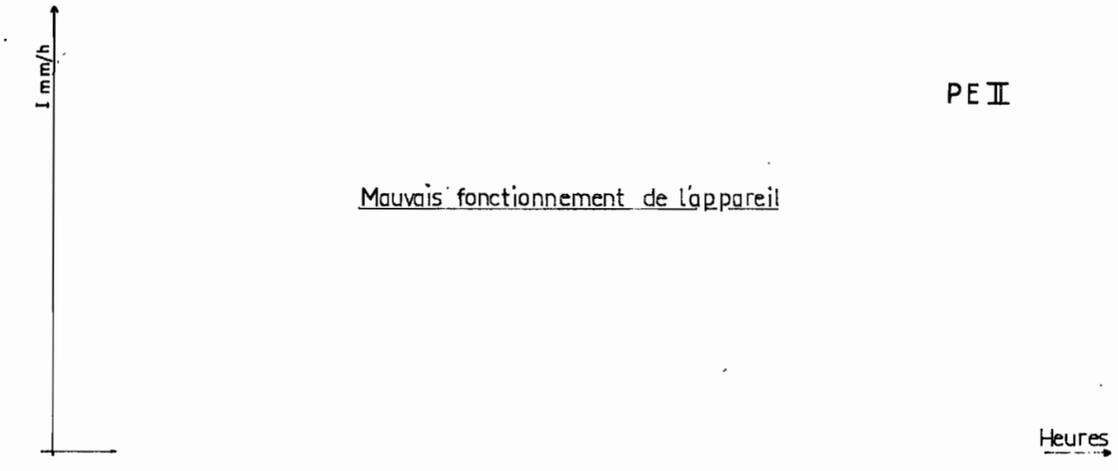
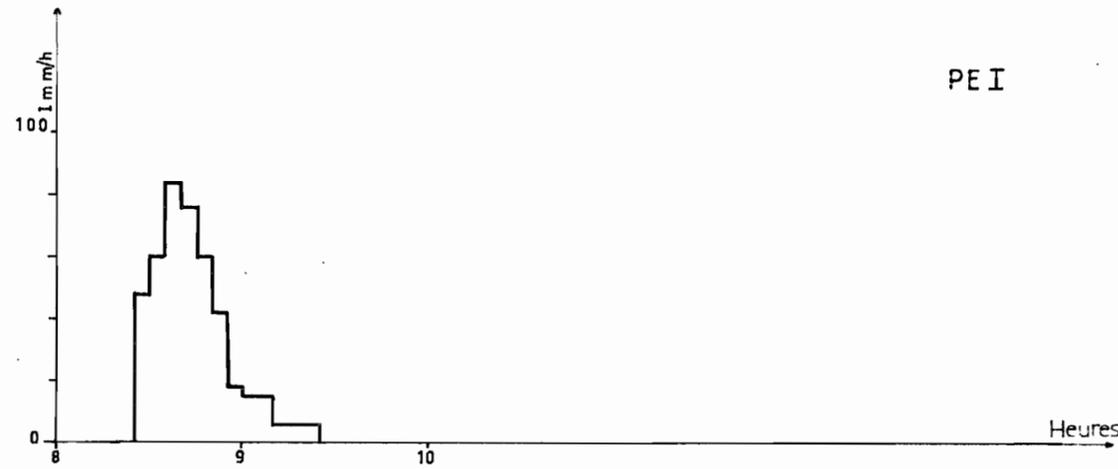




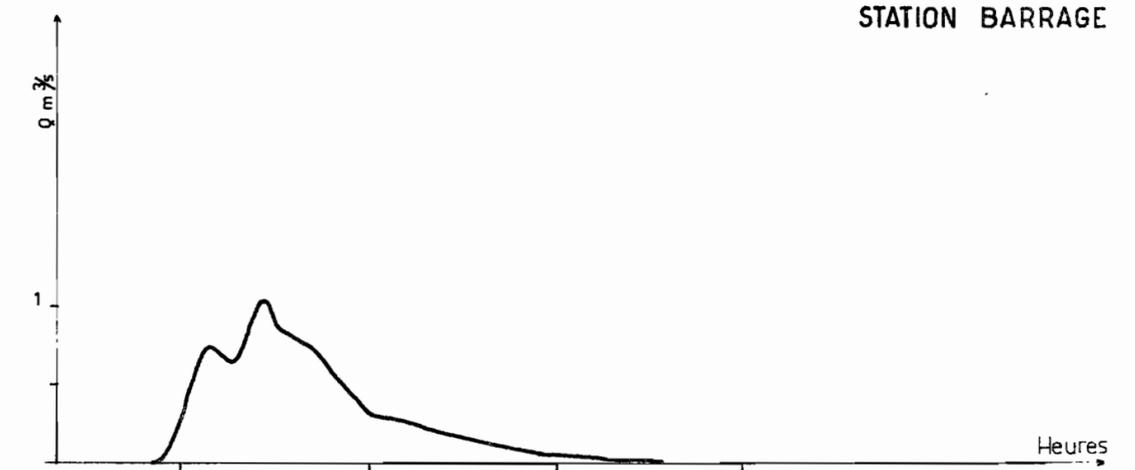
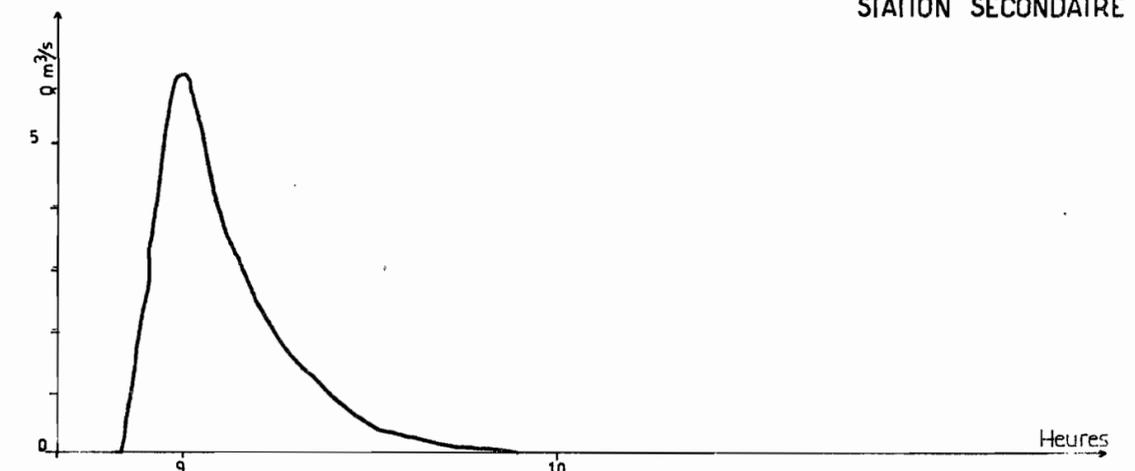
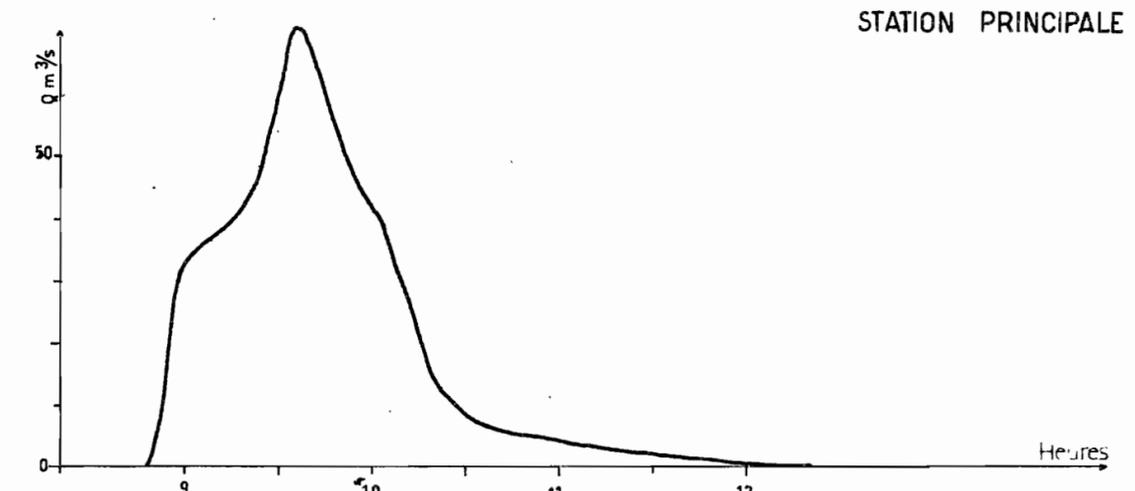
P mini = 31,5 mm
 P maxi = 58,3 mm
 P moy = 47,4 mm

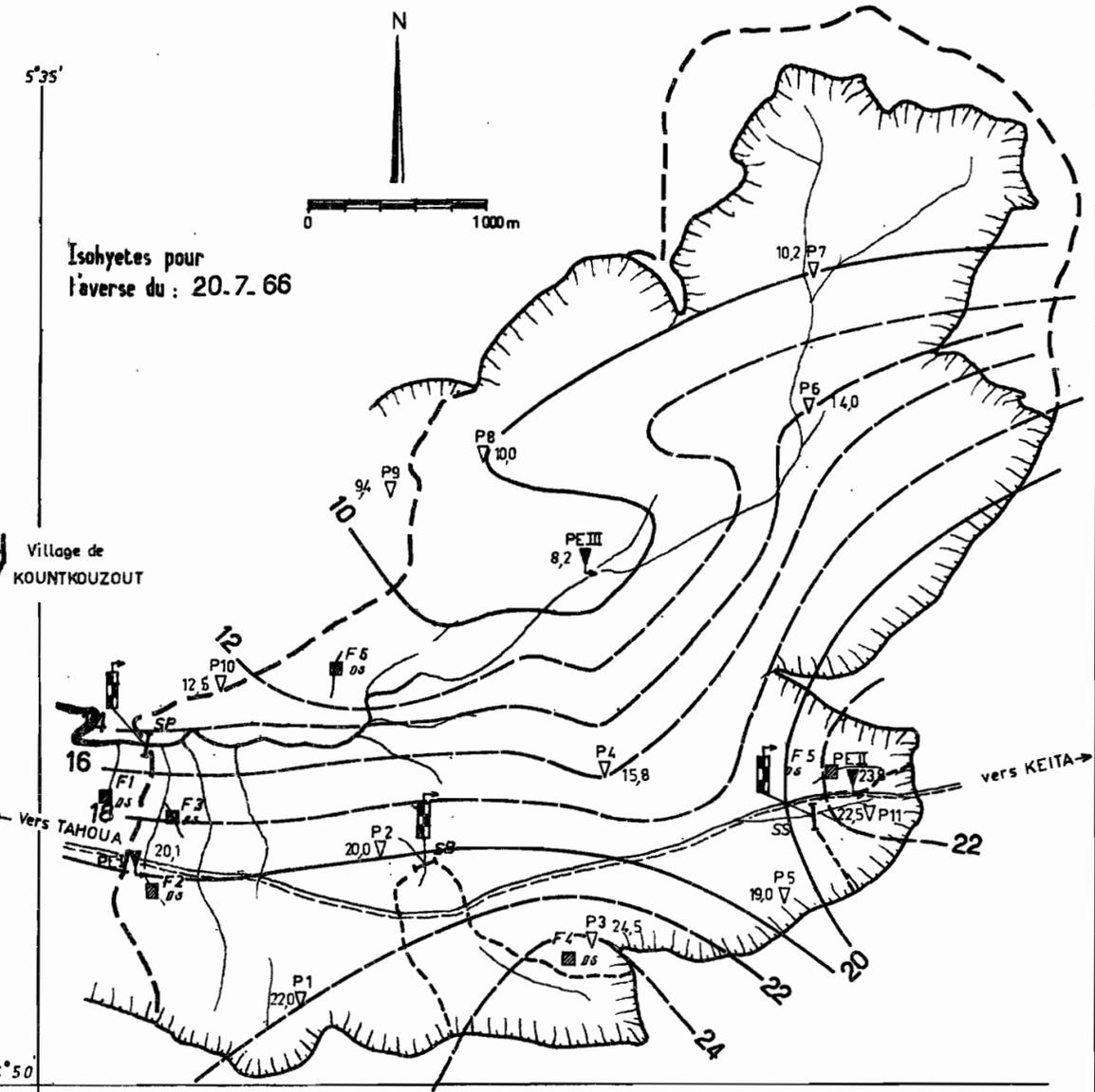
- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. Fosse à sédiments - DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ∇ Pluviographe
- ⊞ Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

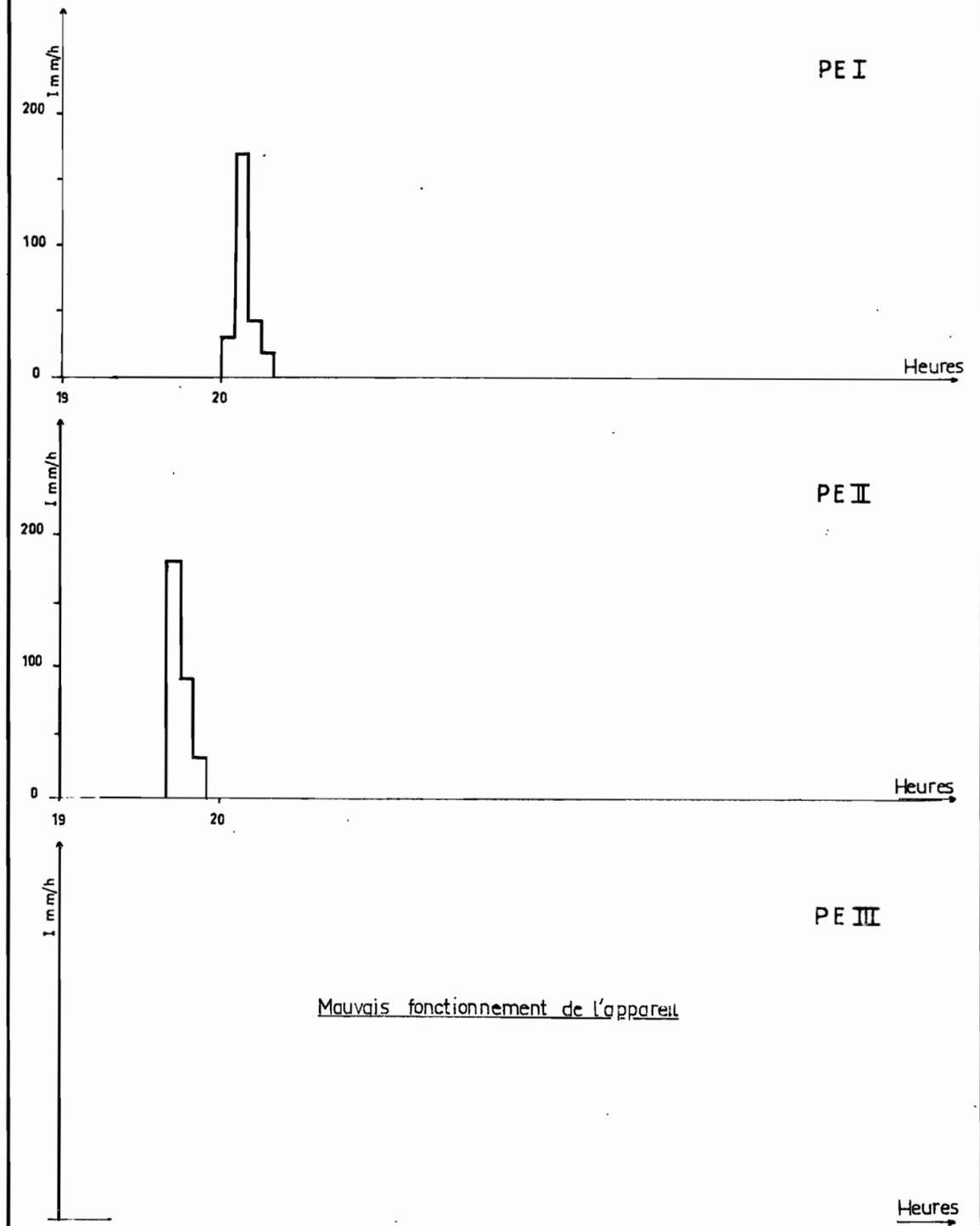




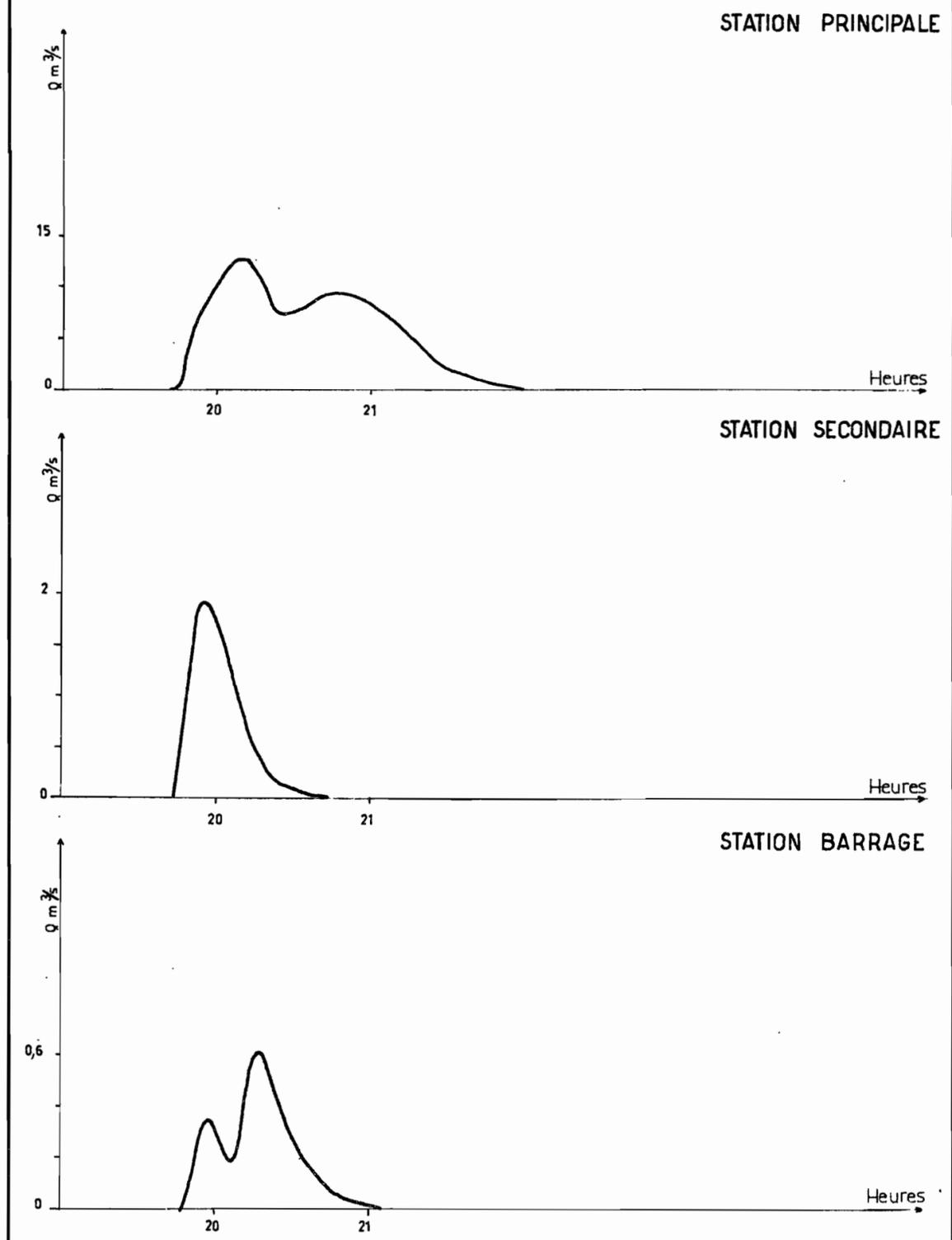
P mini = 8,2 mm
 P maxi = 24,5
 P moy = 15,4

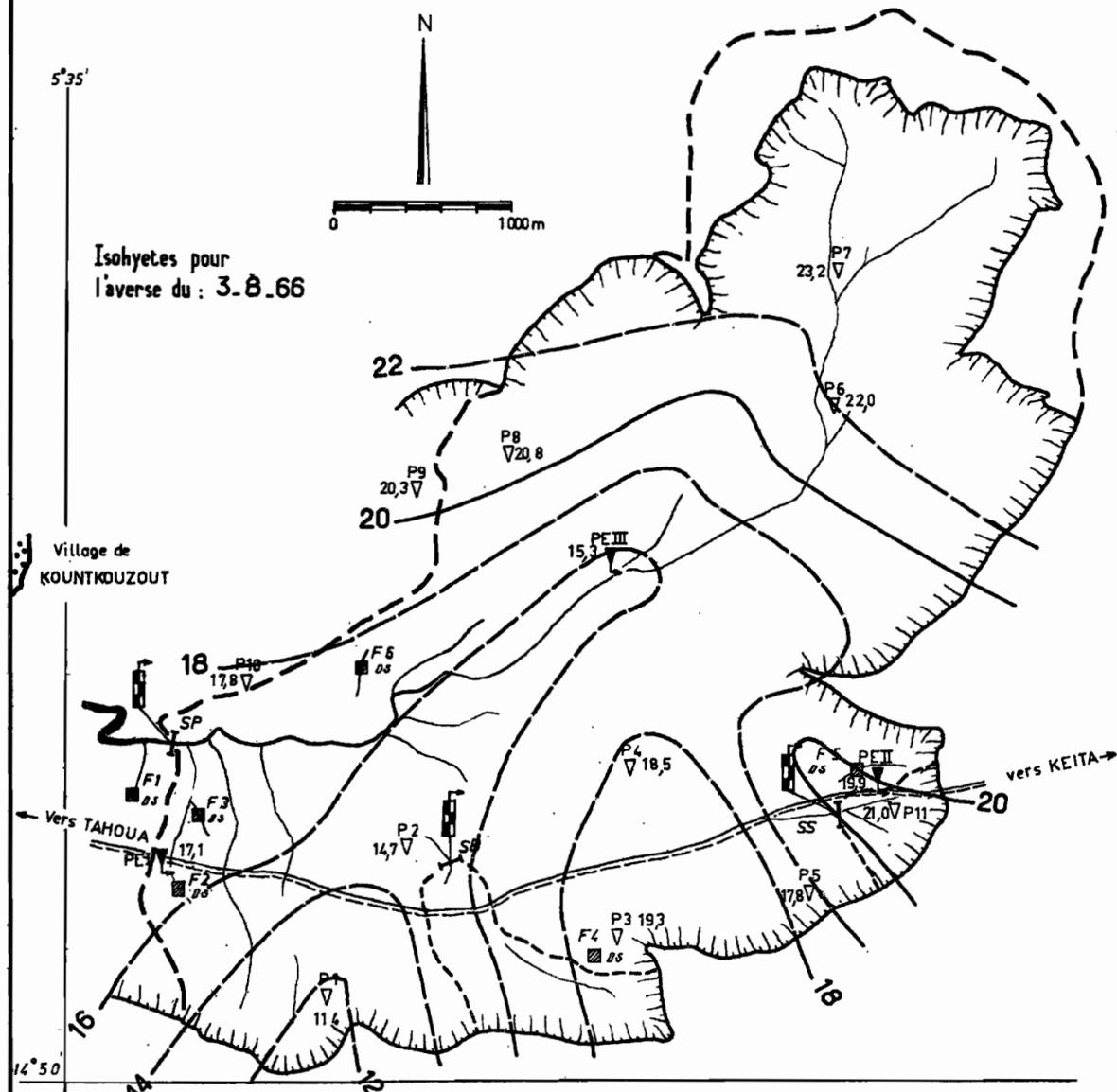
- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. fosse à sédiments DS Station de débit en suspension
- ▽ Pluviomètre
- ▼ Pluviographe
- Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

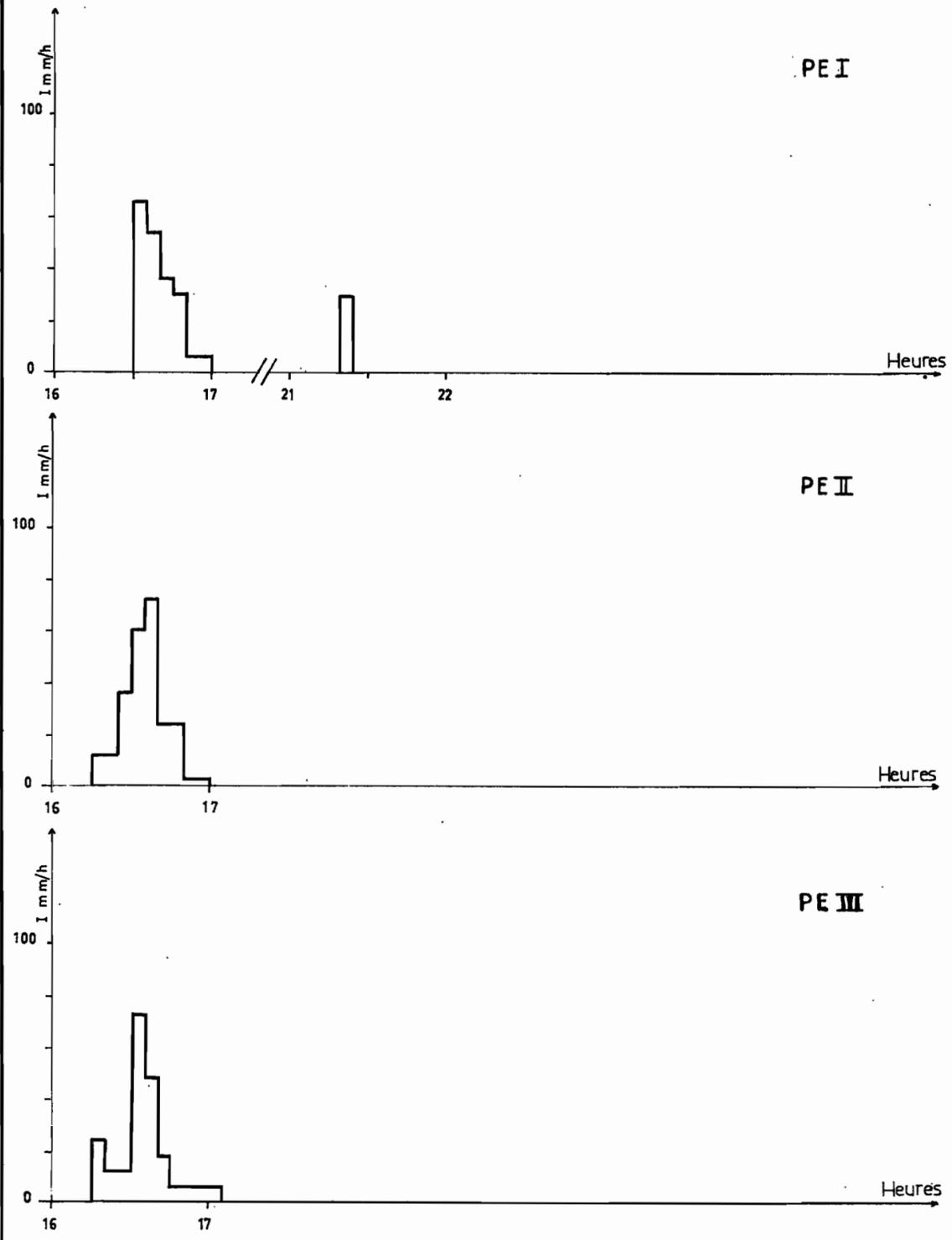




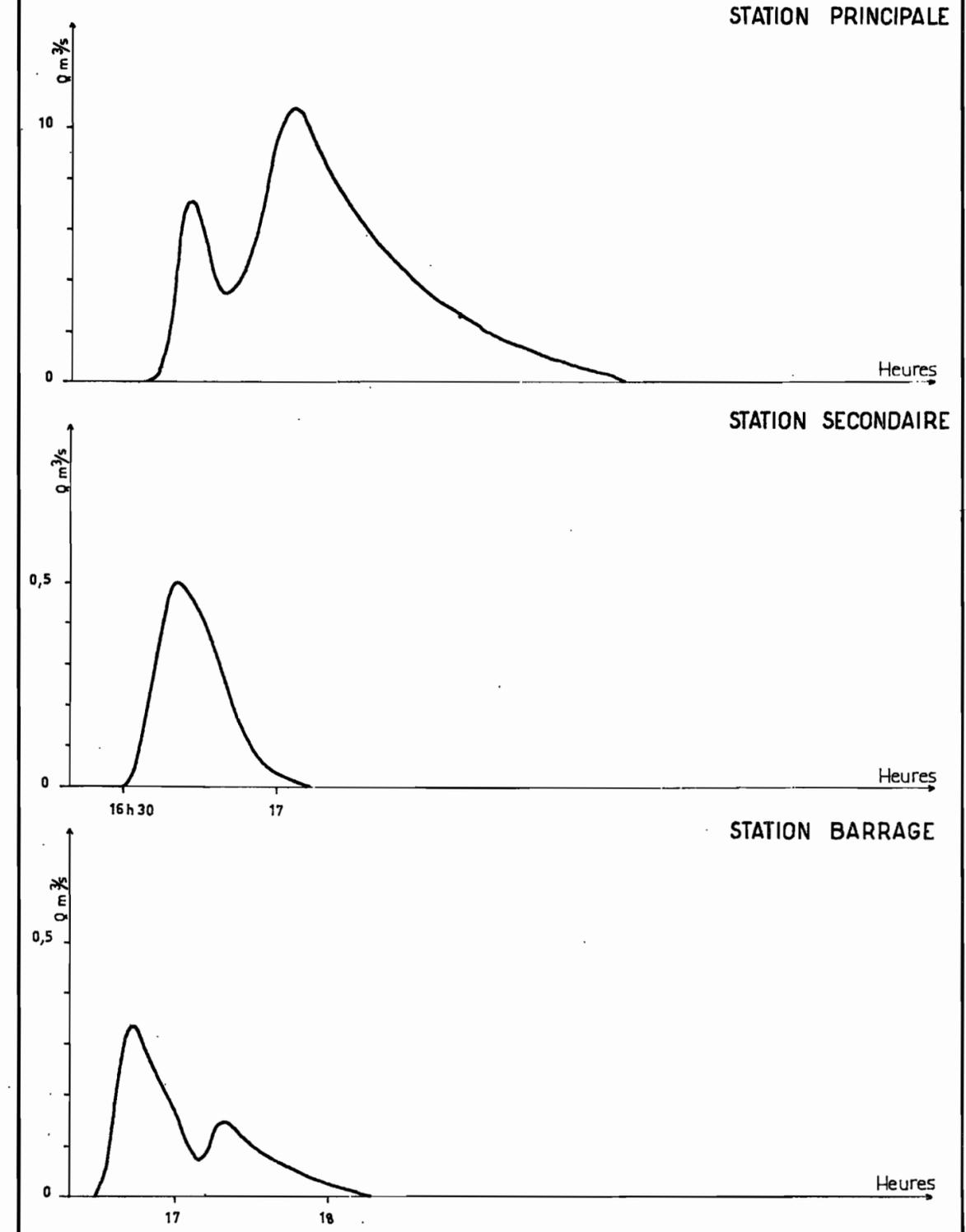
P mini = 11,4 mm
 P maxi = 23,2 "
 P moy = 18,8 "

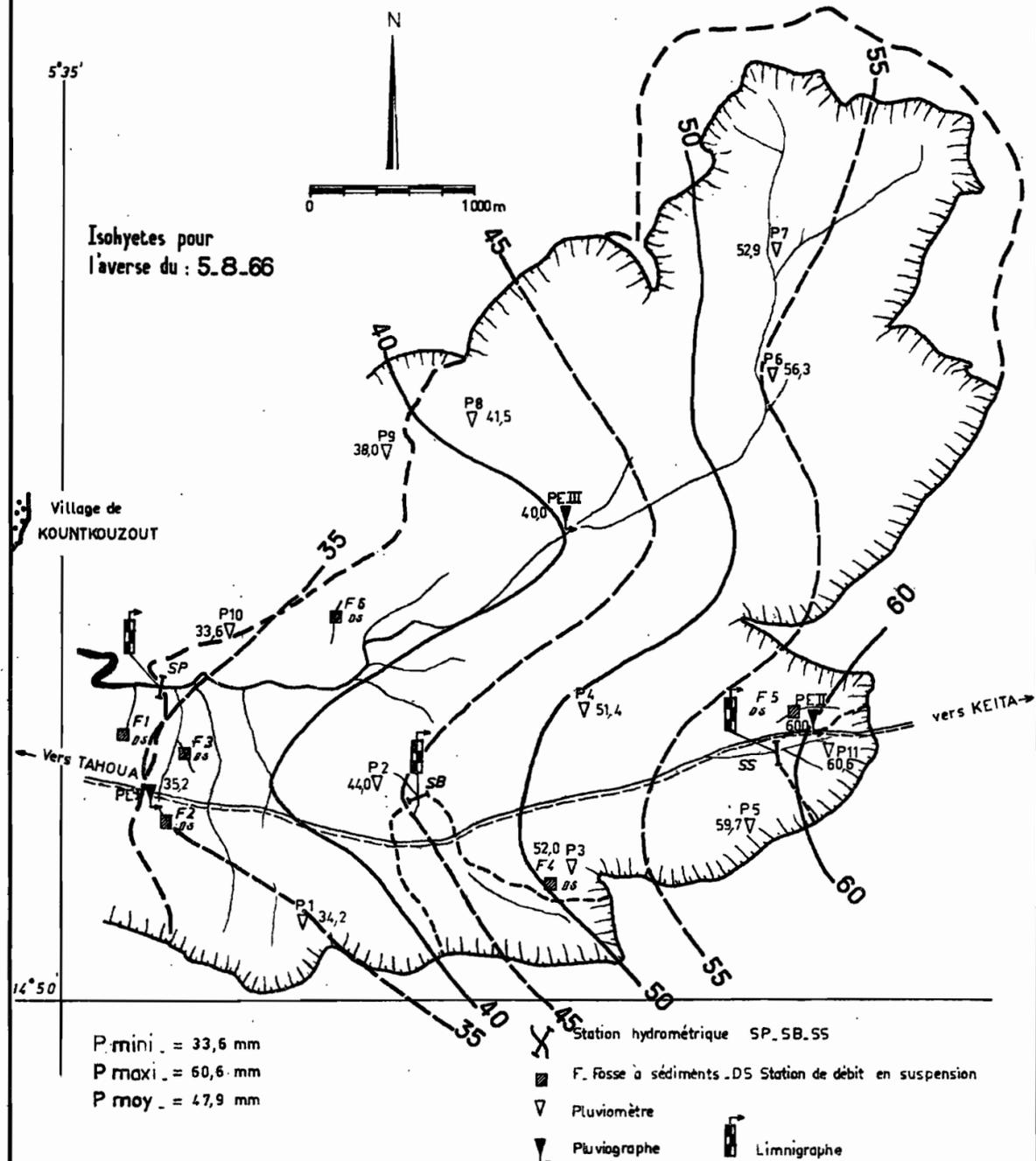
- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F. Fosse à sédiments DS Station de débit en suspension
- ∇ Pluviomètre
- ∇ Pluviographe
- ⊥ Limnigraphe

HYETOGRAMMES

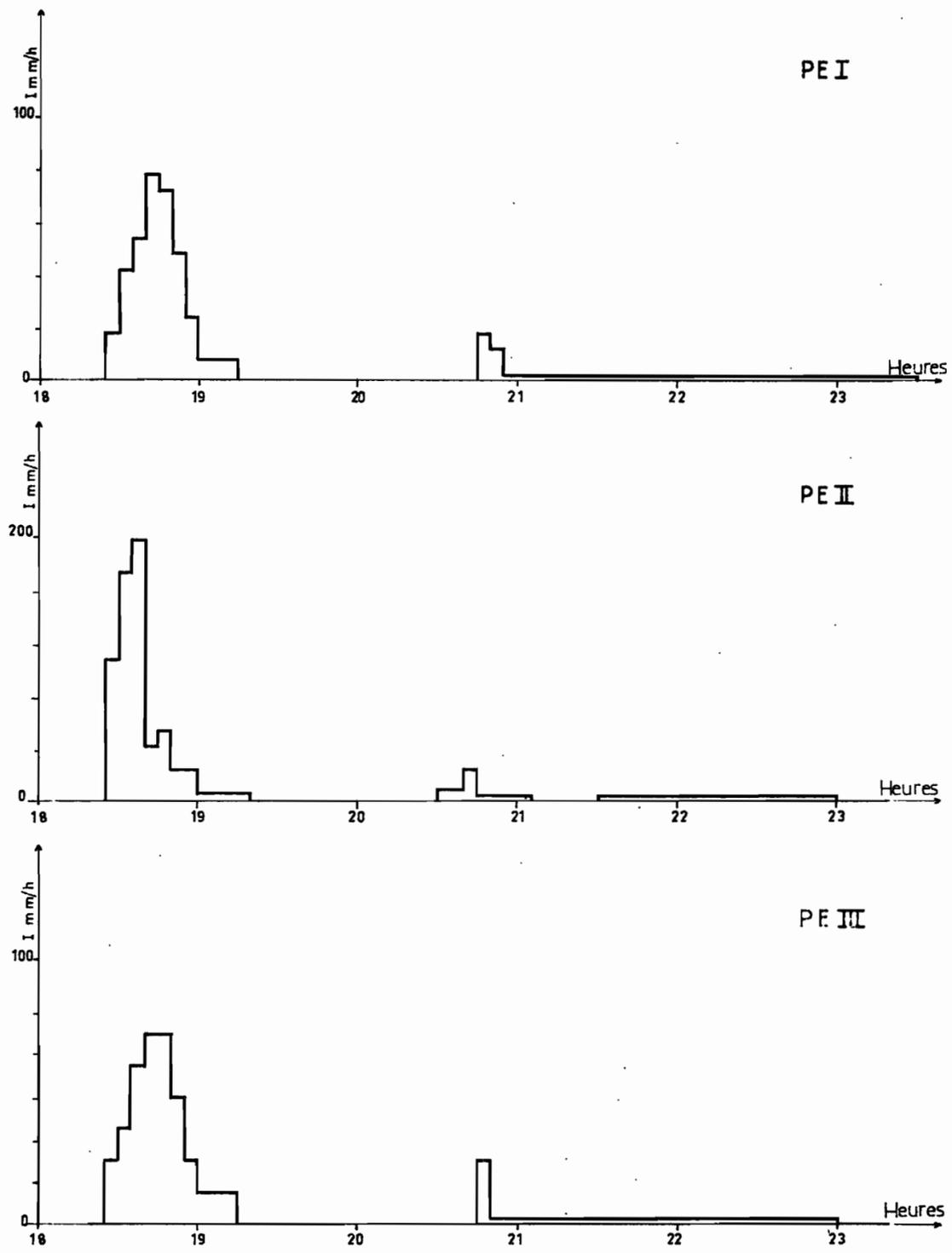


HYDROGRAMMES

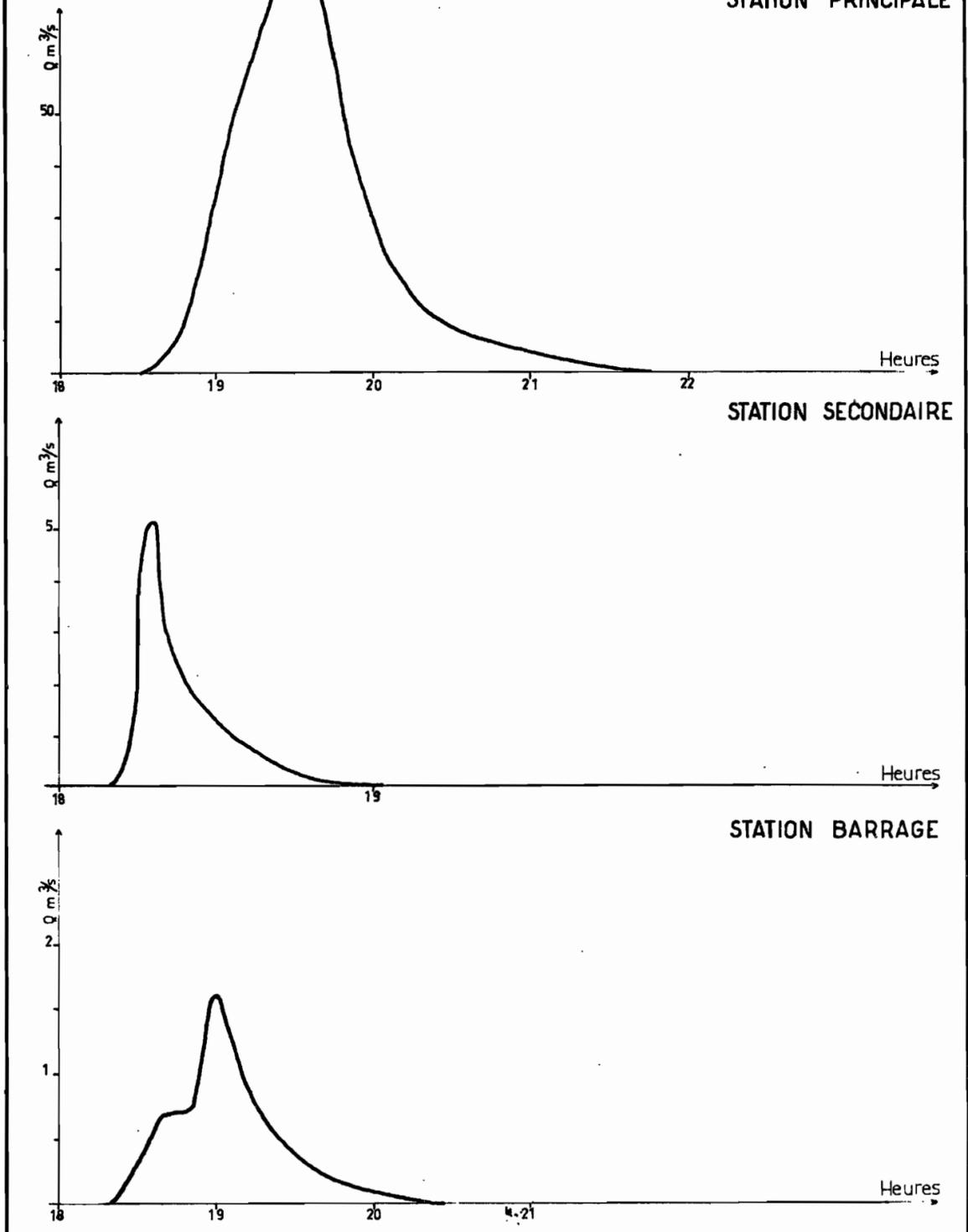


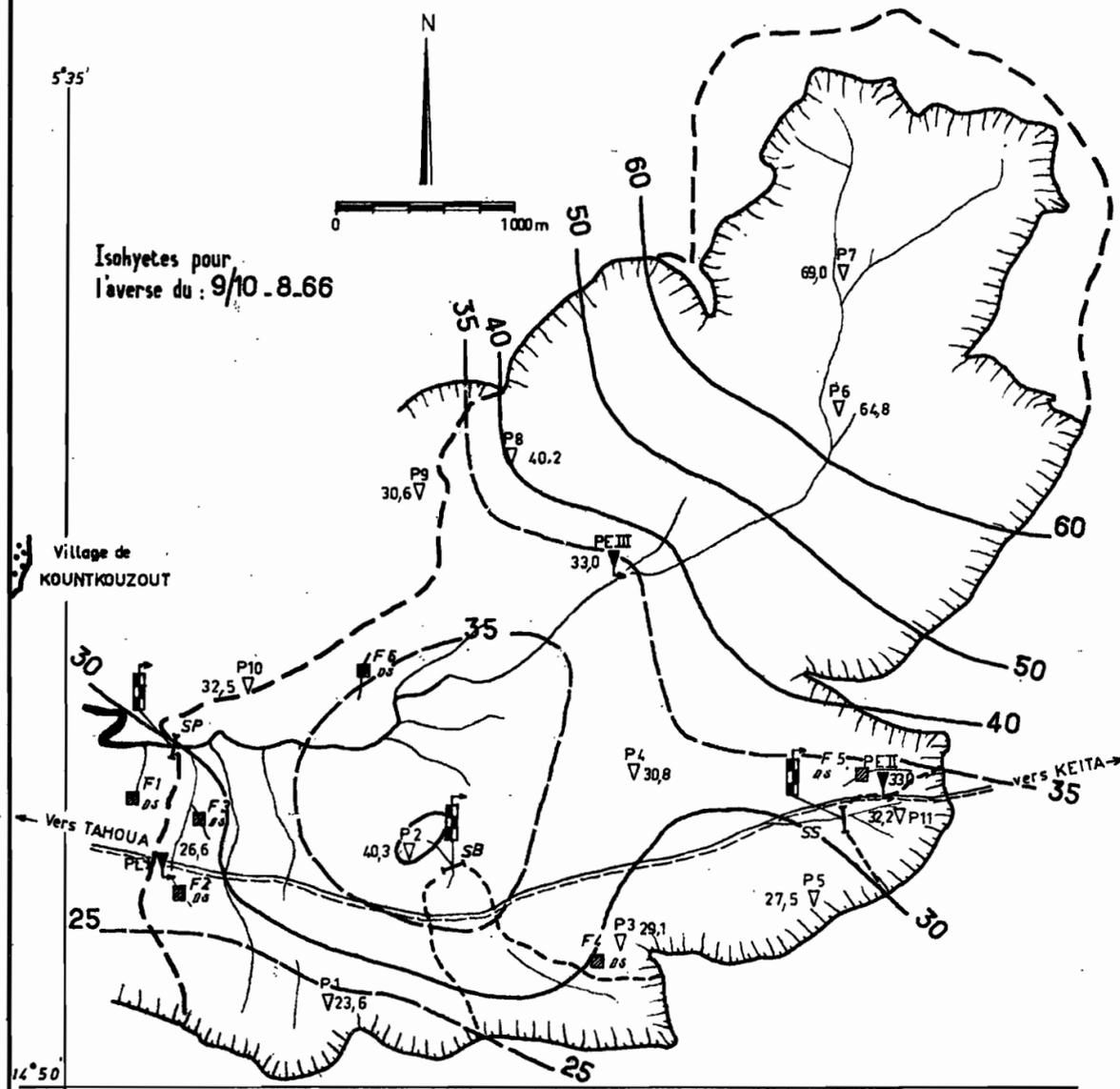


HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

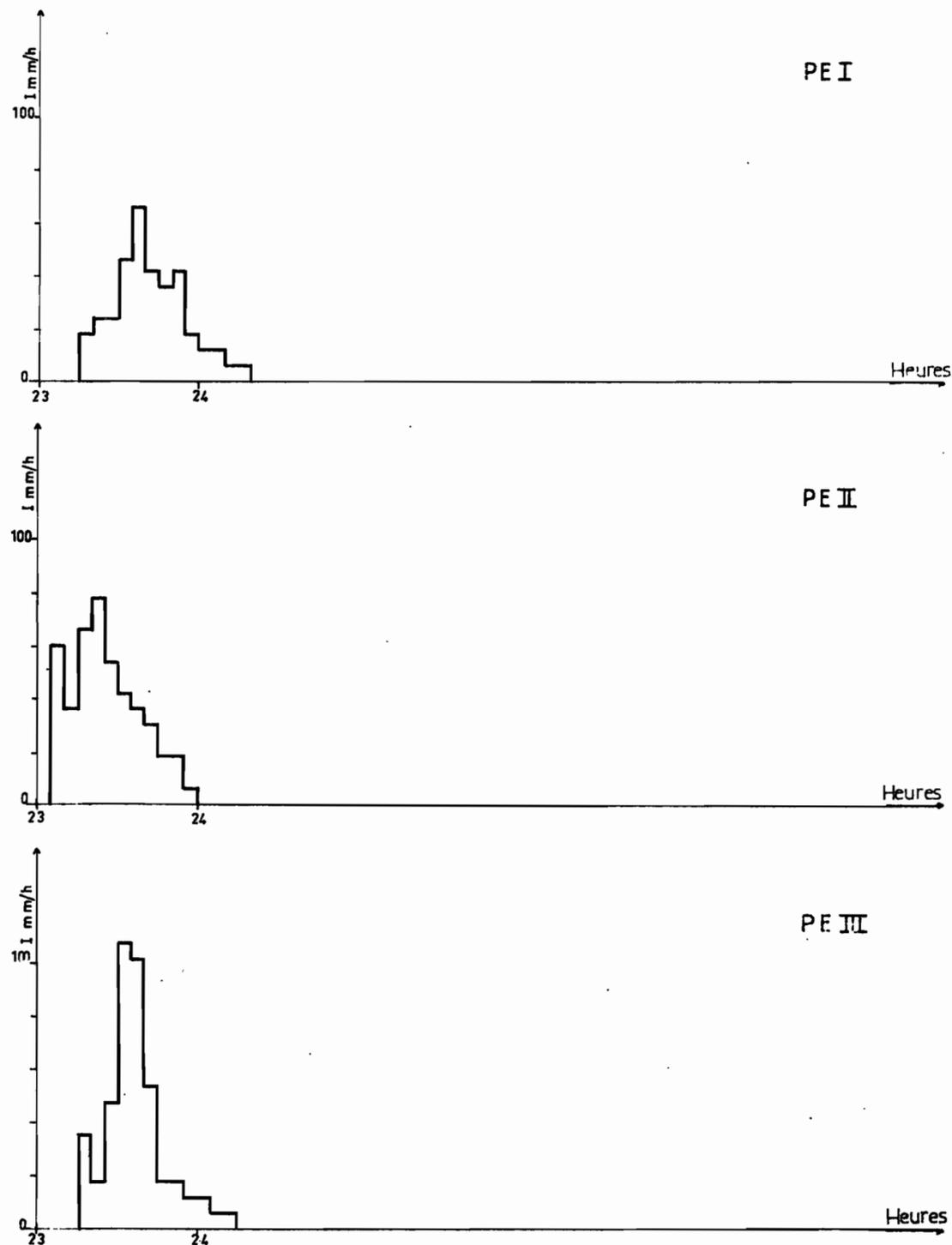




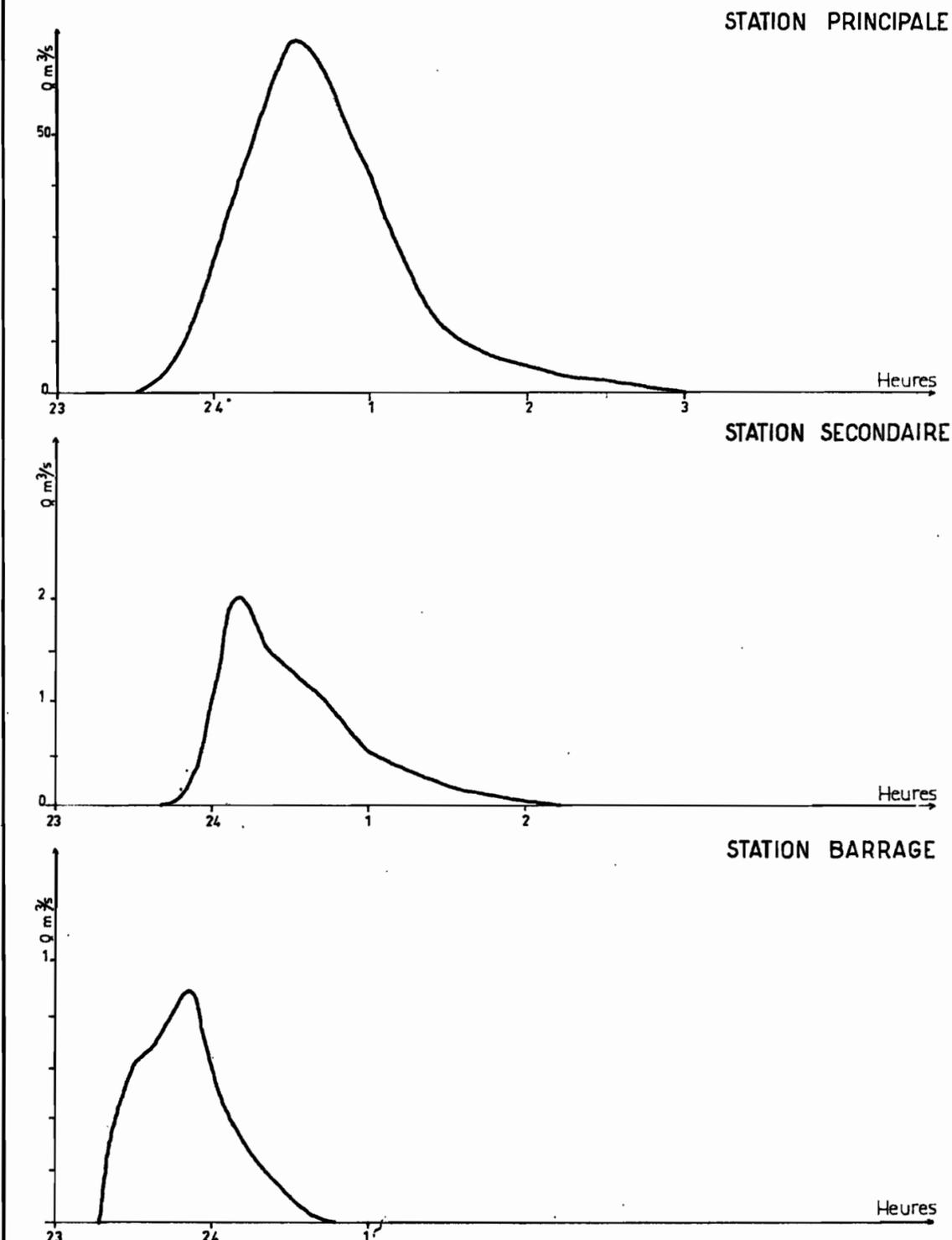
P-mini = 23,6 mm
 P-maxi = 69,0 mm
 P-moy = 42,6 mm

- X Station hydrométrique SP, SB, SS
- F, fosse à sédiments, DS Station de débit en suspension
- ∇ Pluviomètre
- ∩ Pluviographe
- Limnigraphe

HYETOGRAMMES



HYDROGRAMMES

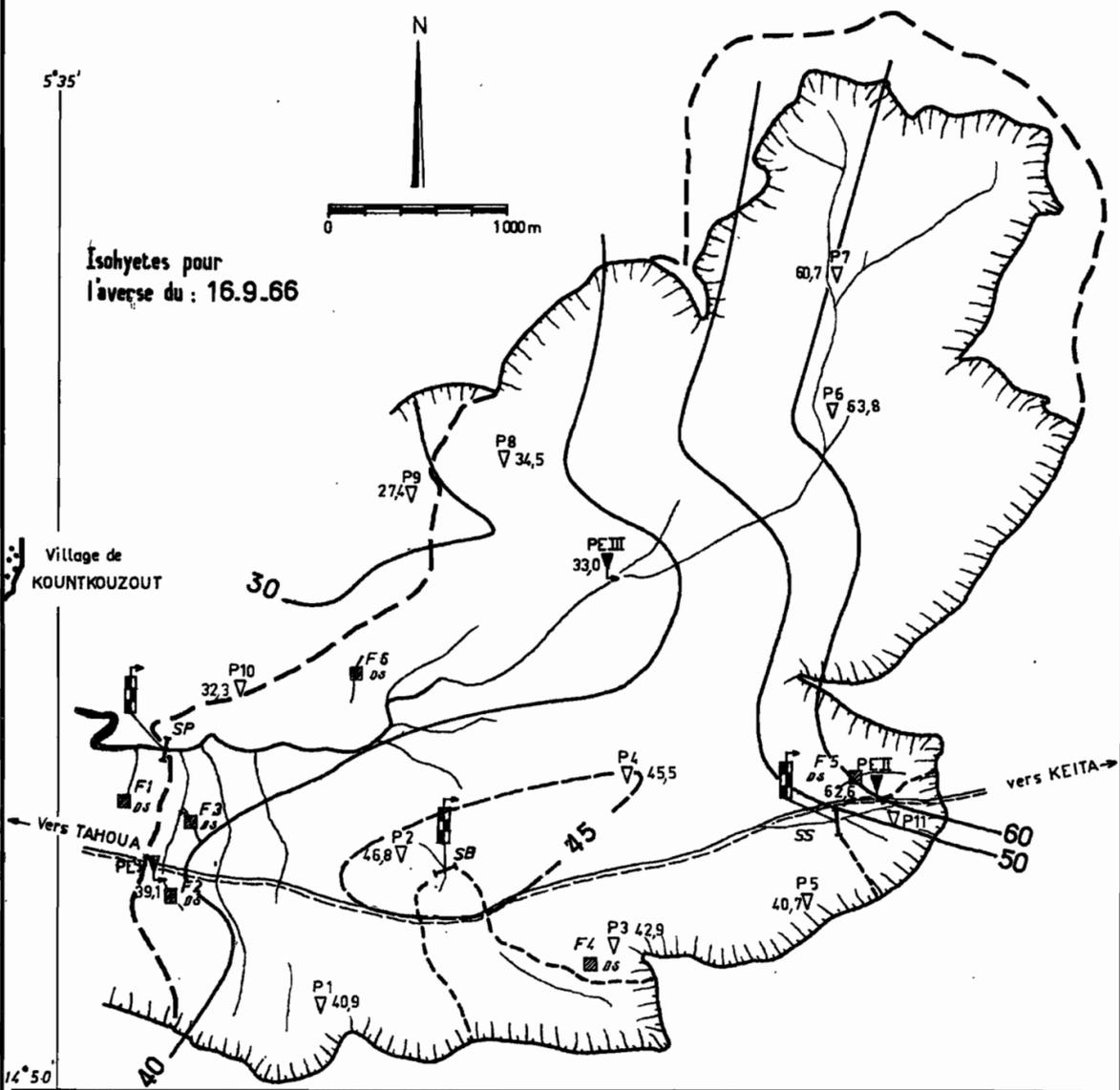


STATION PRINCIPALE

STATION SECONDAIRE

STATION BARRAGE

Bassin Versant représentatif de KOUNTKOUZOUT Gr. 43
Schéma d'implantation Averse n° 44 66

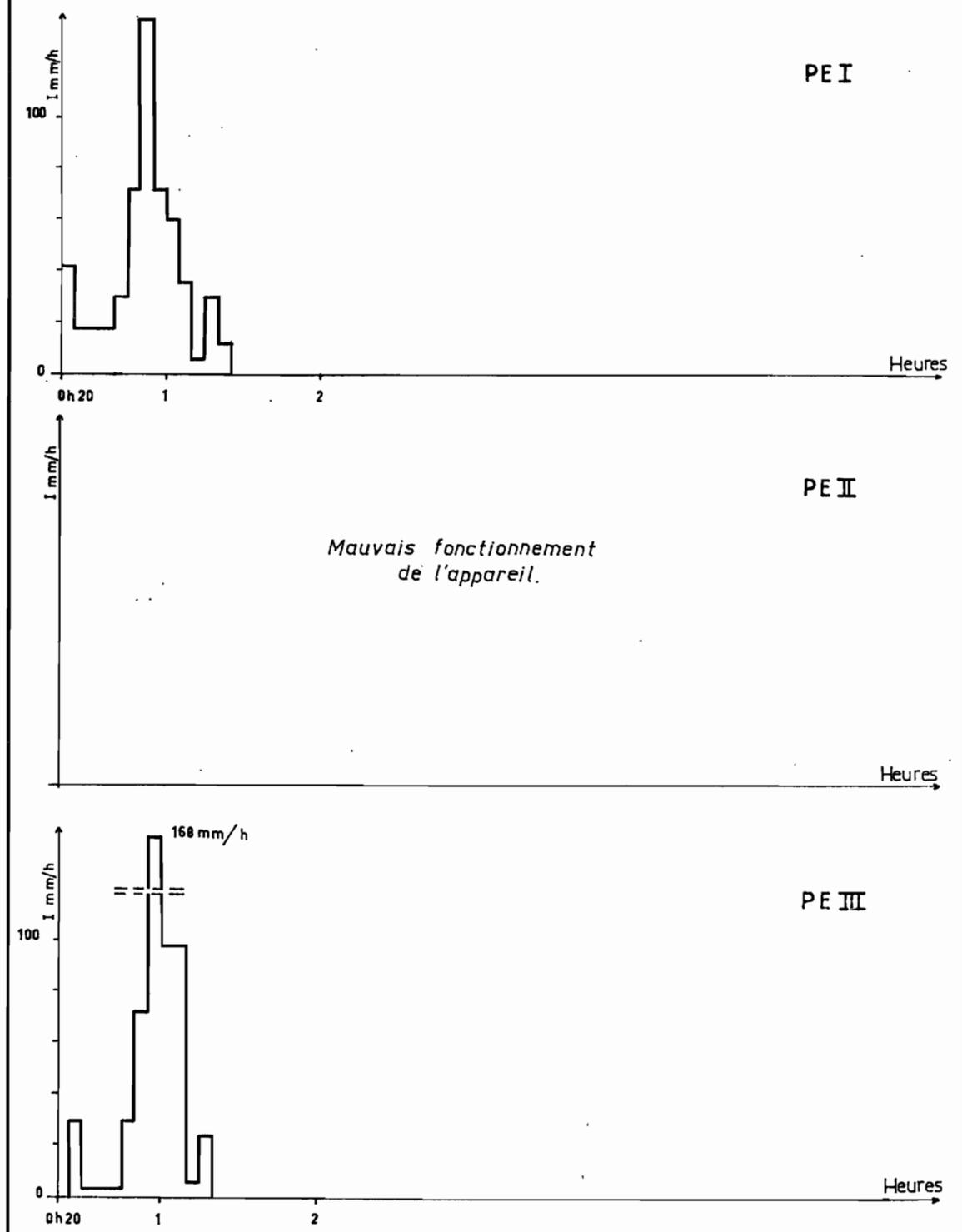


P mini = 27,4 mm
P maxi = 63,8 :
P moy = 34,1 :

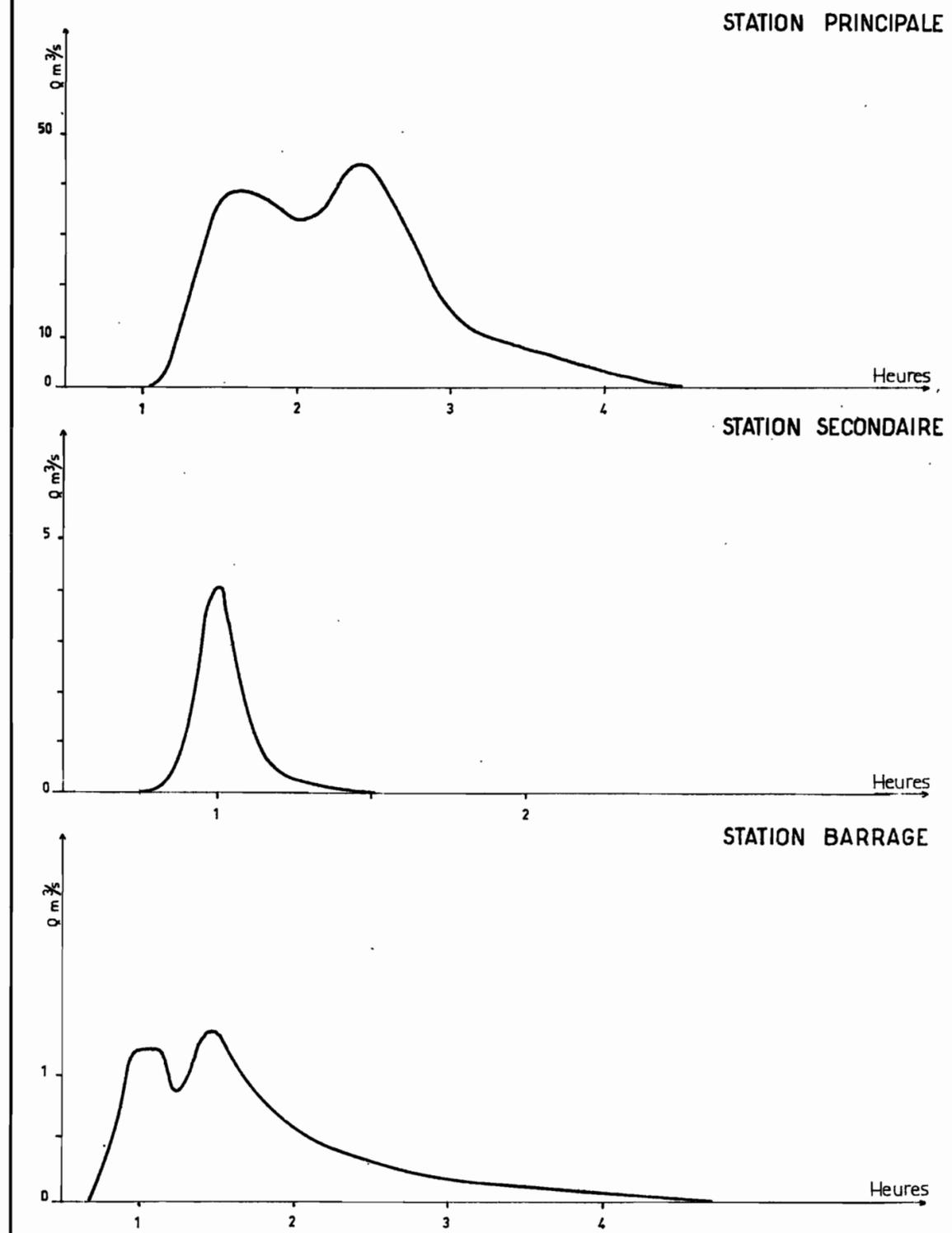
X Station hydrométrique SP, SB, SS
■ F. fosse à sédiments DS Station de débit en suspension
▽ Pluviomètre
▽ Pluviographe

21.7.67
JR
NIG- 71760

HYETOGRAMMES



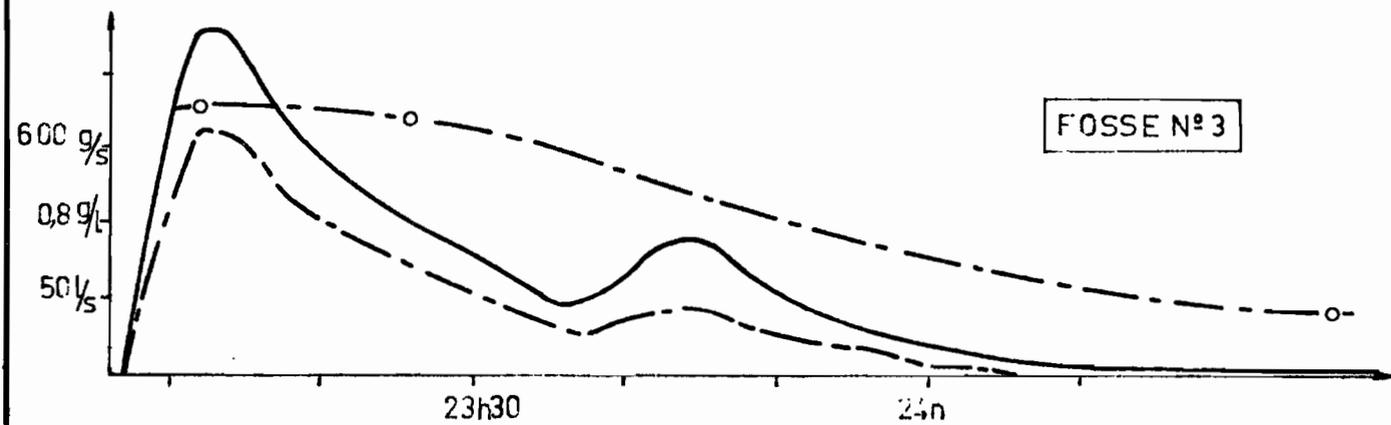
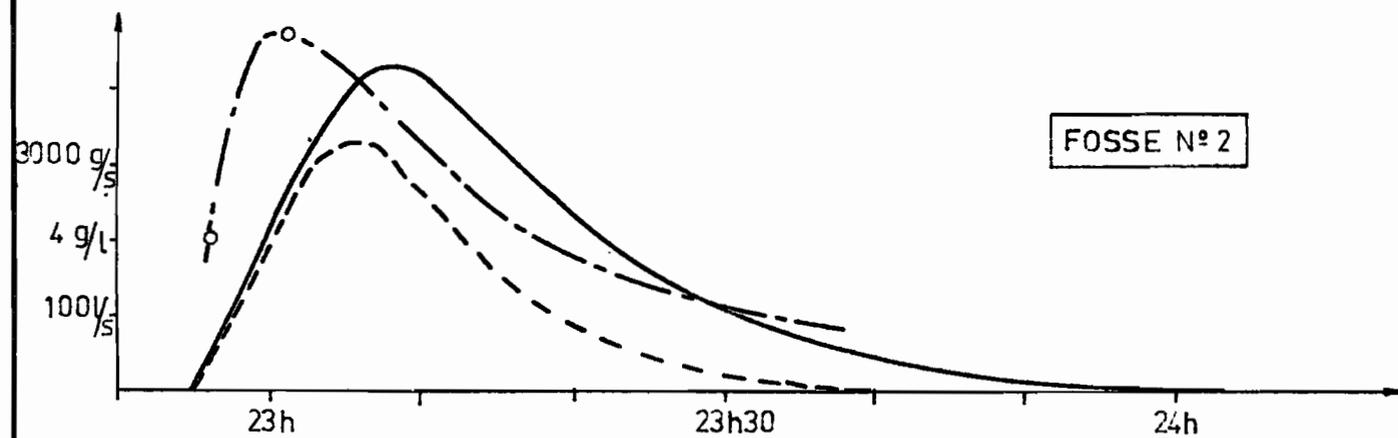
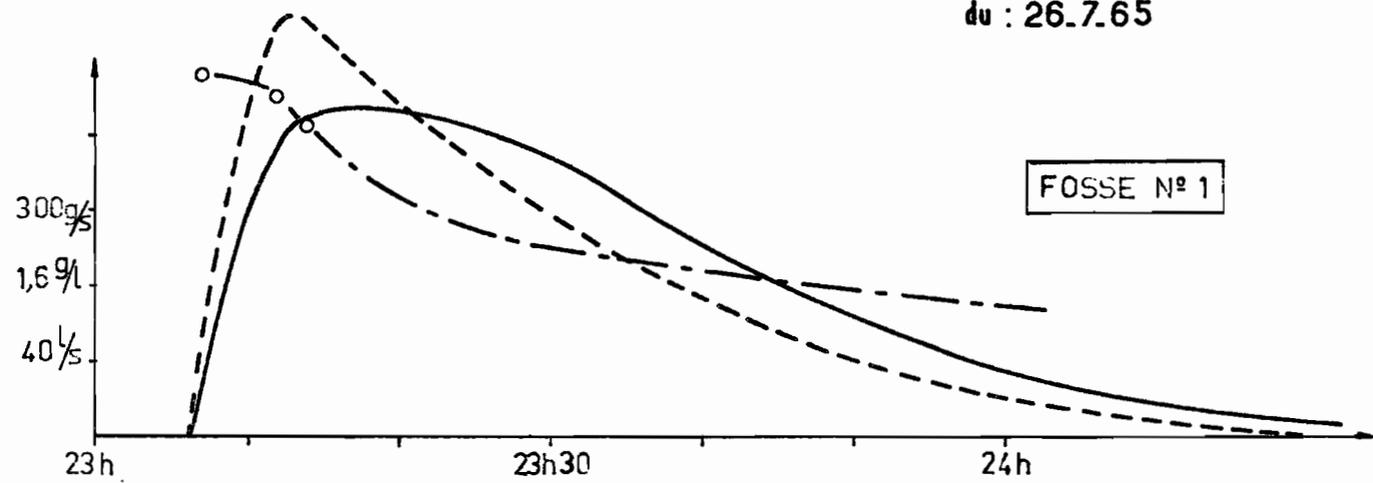
HYDROGRAMMES



KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

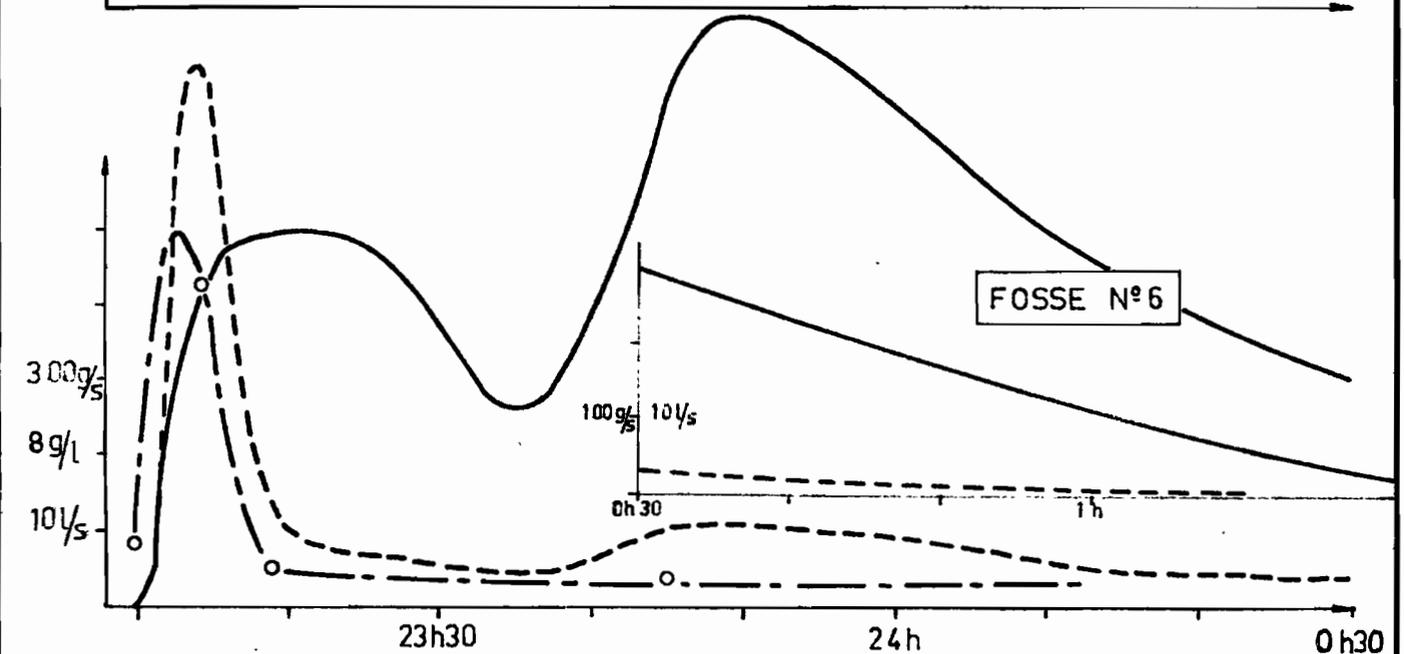
AVERSE N° 20
du : 26.7.65



— débit liquide l/s
 - - - concentration g/l
 - · - débit solide g/s
 ○ concentration mesurée

FOSSE N° 5

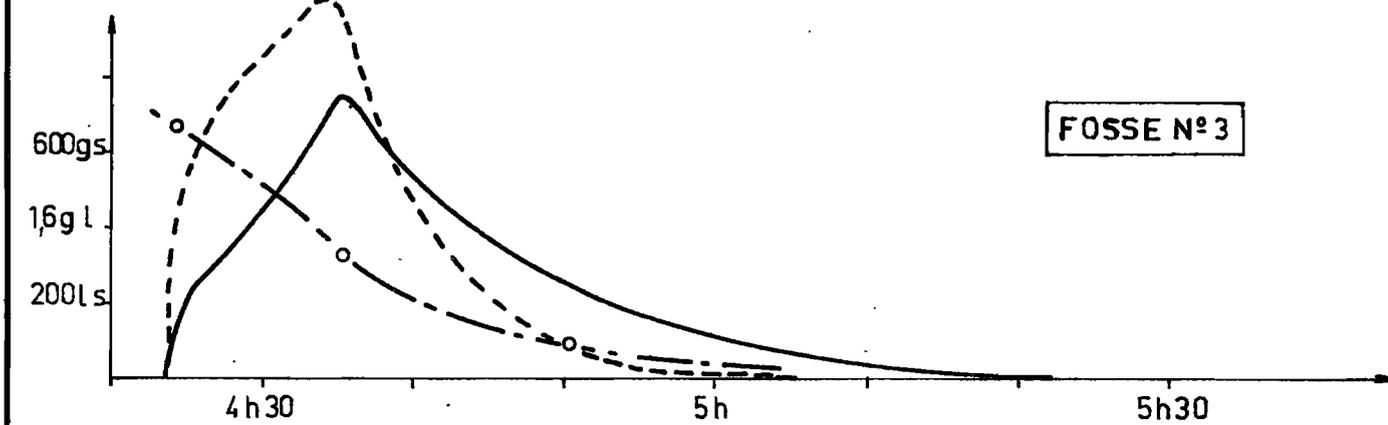
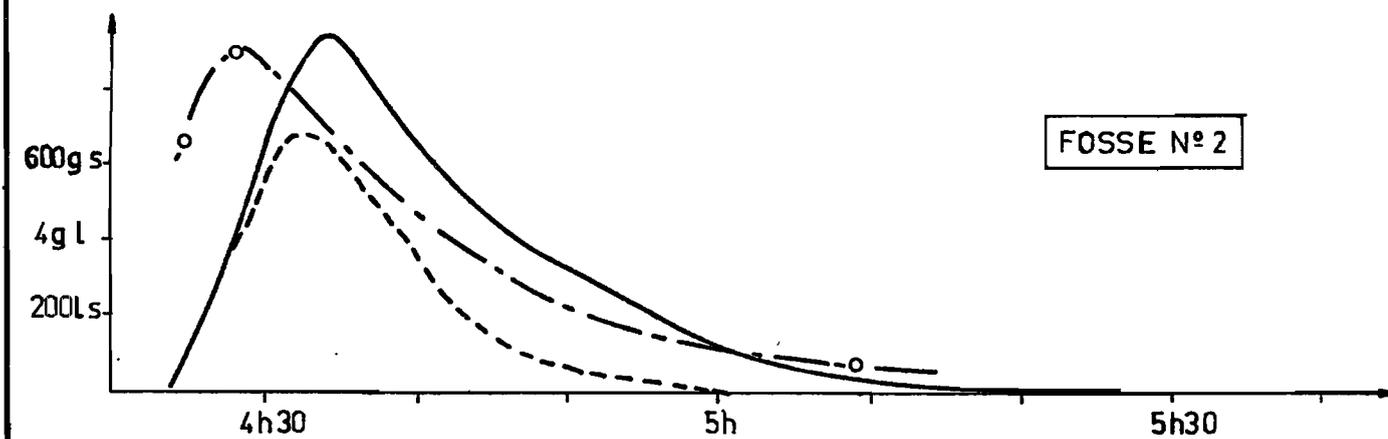
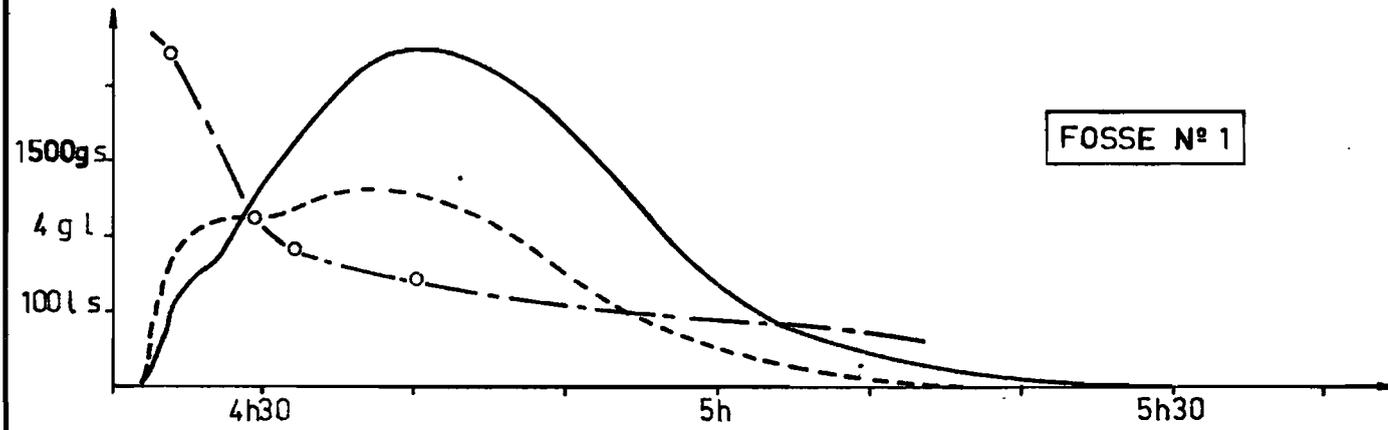
non observée



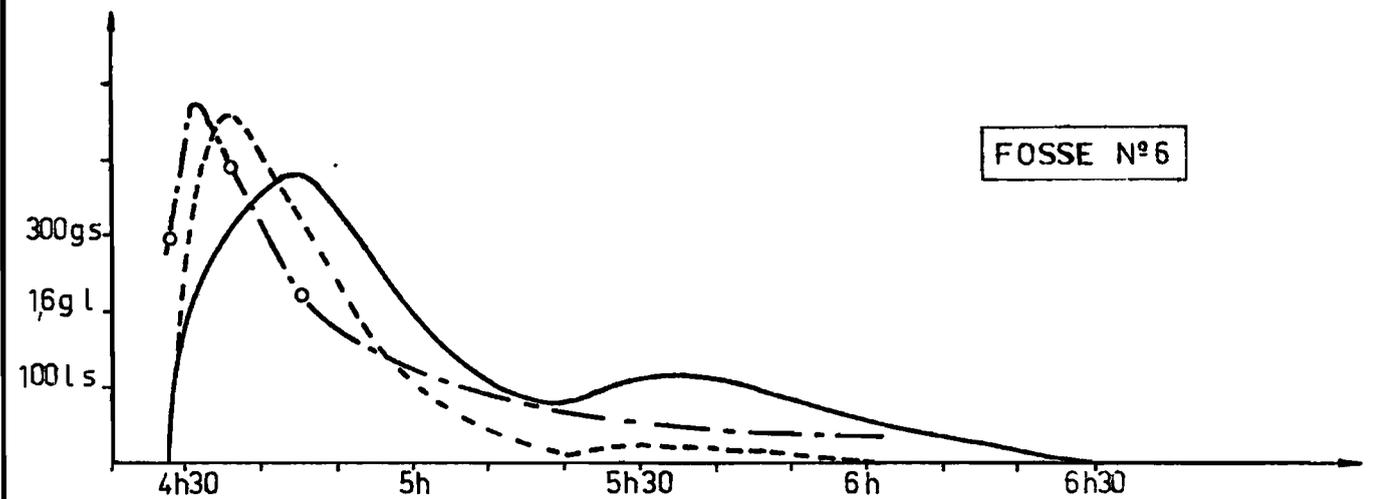
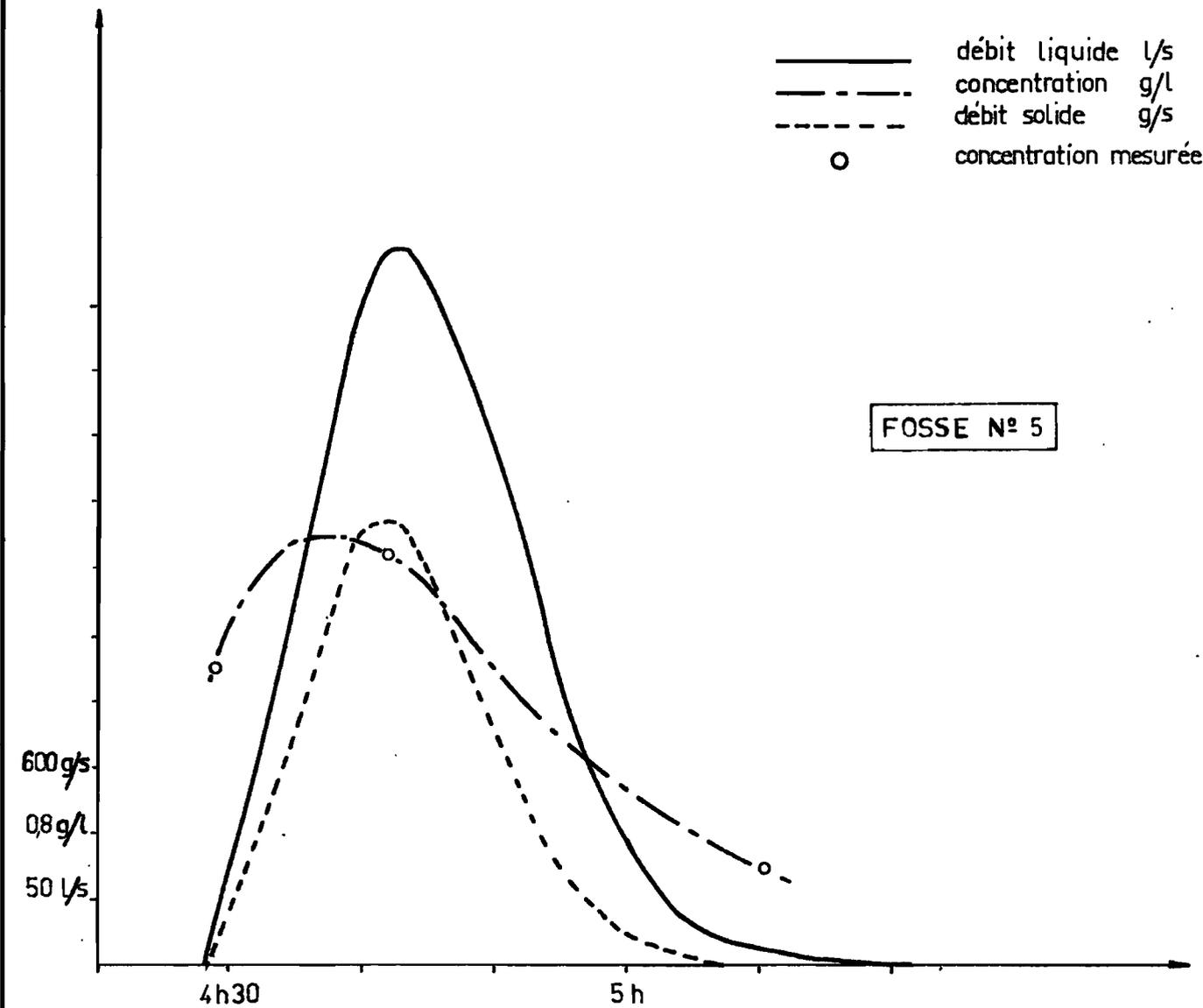
KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

AVERSE N° 22
du : 1.8.65



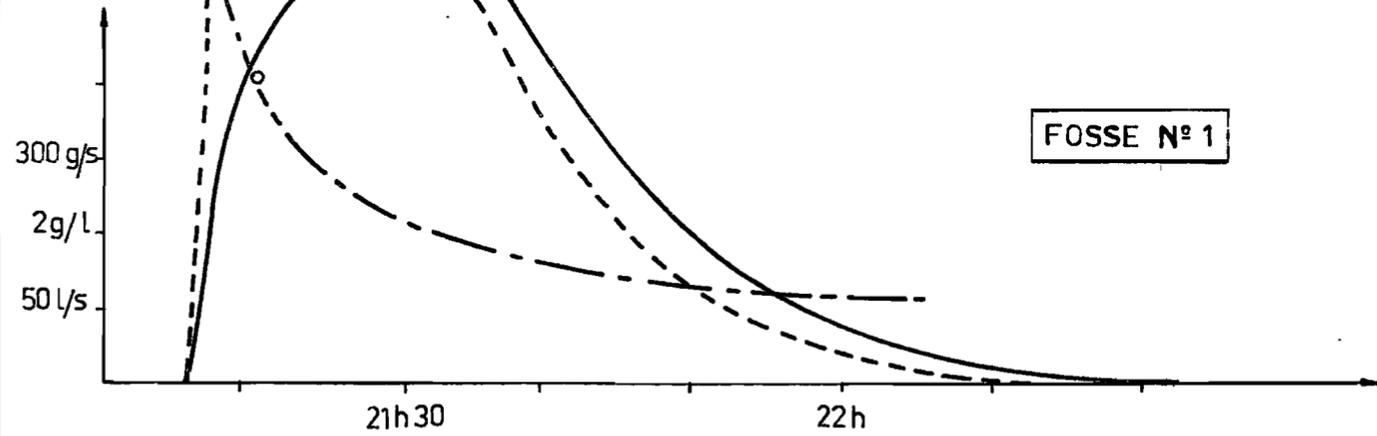
— débit liquide l/s
 - - - concentration g/l
 . . . débit solide g/s
 ○ concentration mesurée



KOUNTKOUZOUT

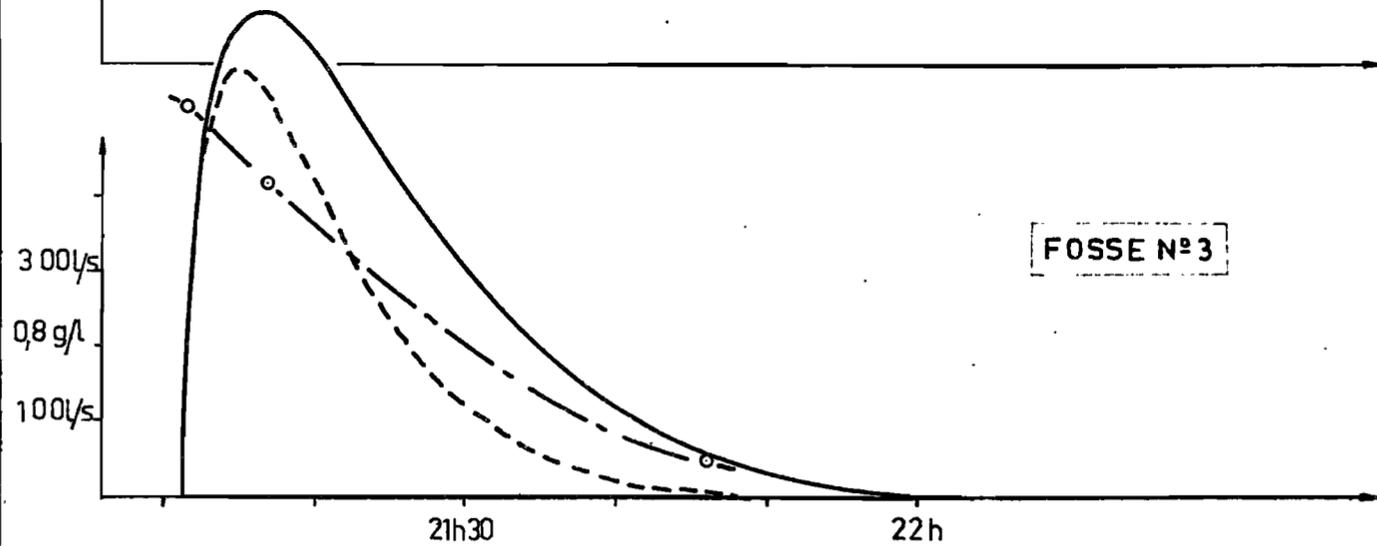
Transports solides en suspension

AVERSE N° 33
du : 22.8.65



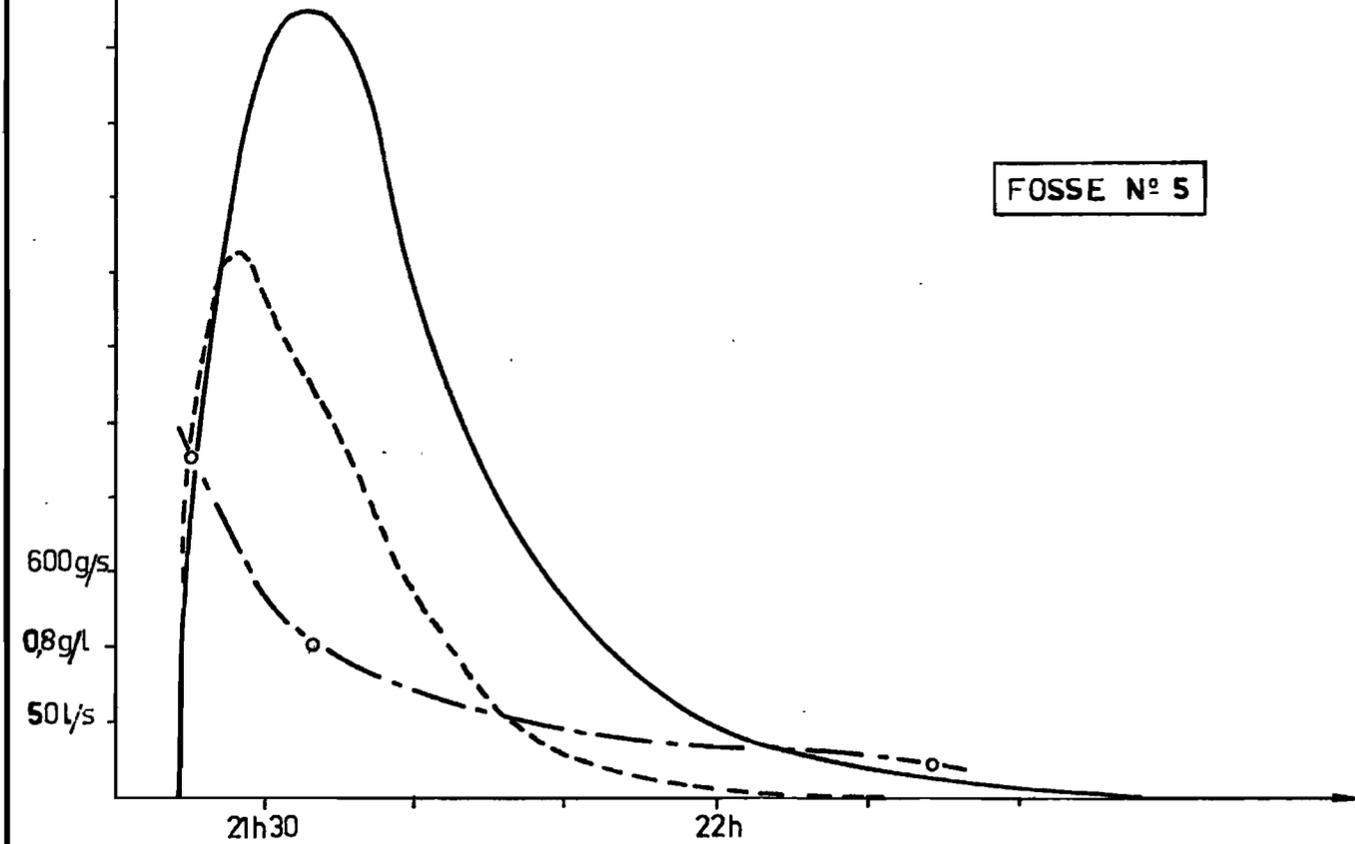
FOSSE N° 2

non observée

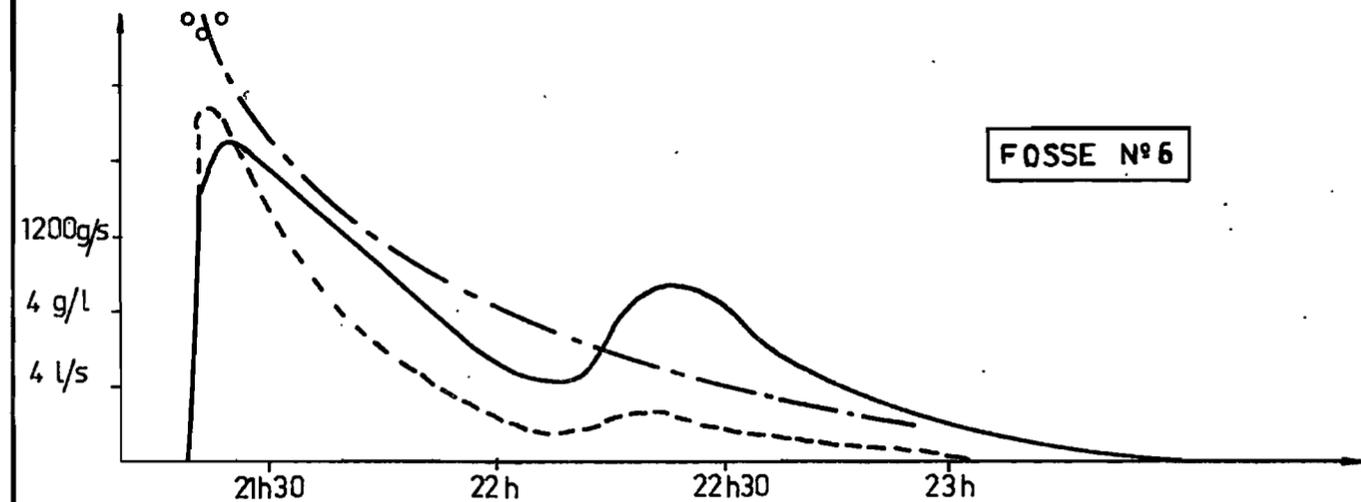


— débit liquide l/s
- - - concentration g/l
- · - débit solide g/s
○ concentration mesurée

FOSSE N° 5



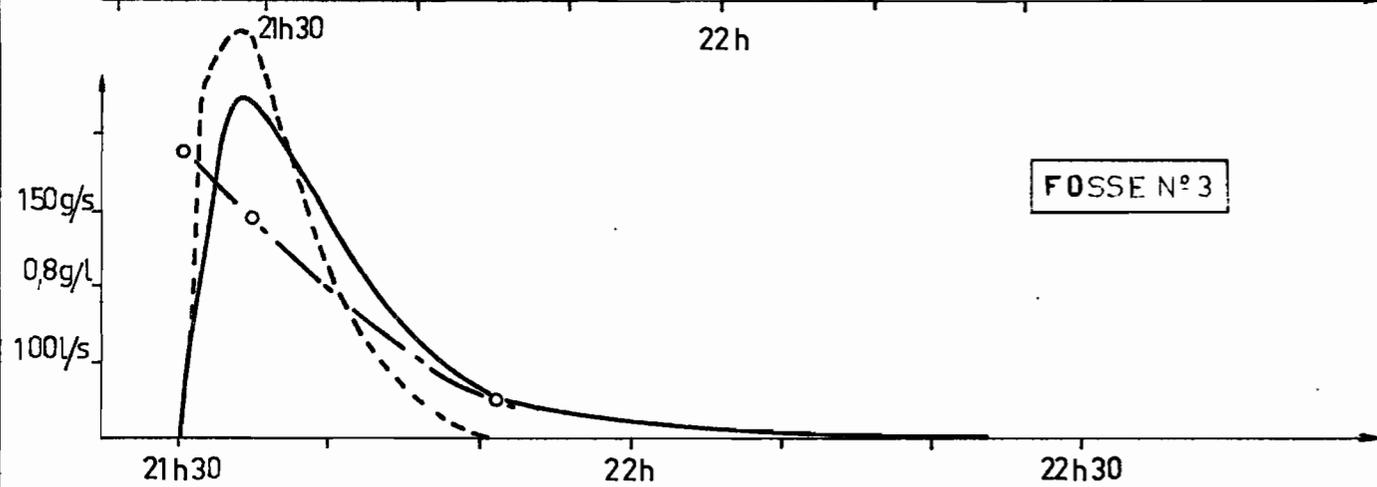
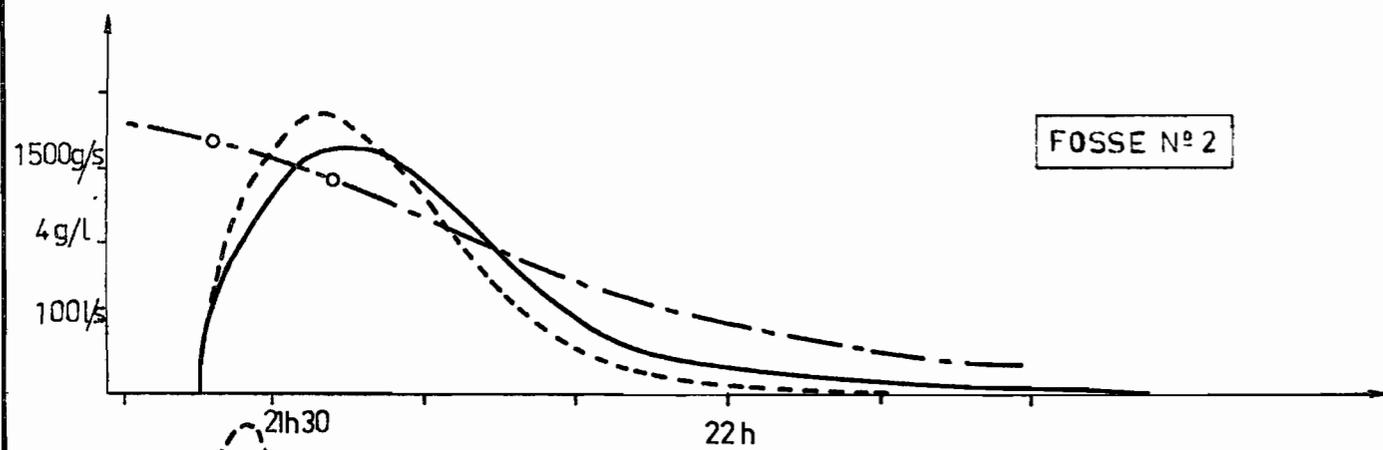
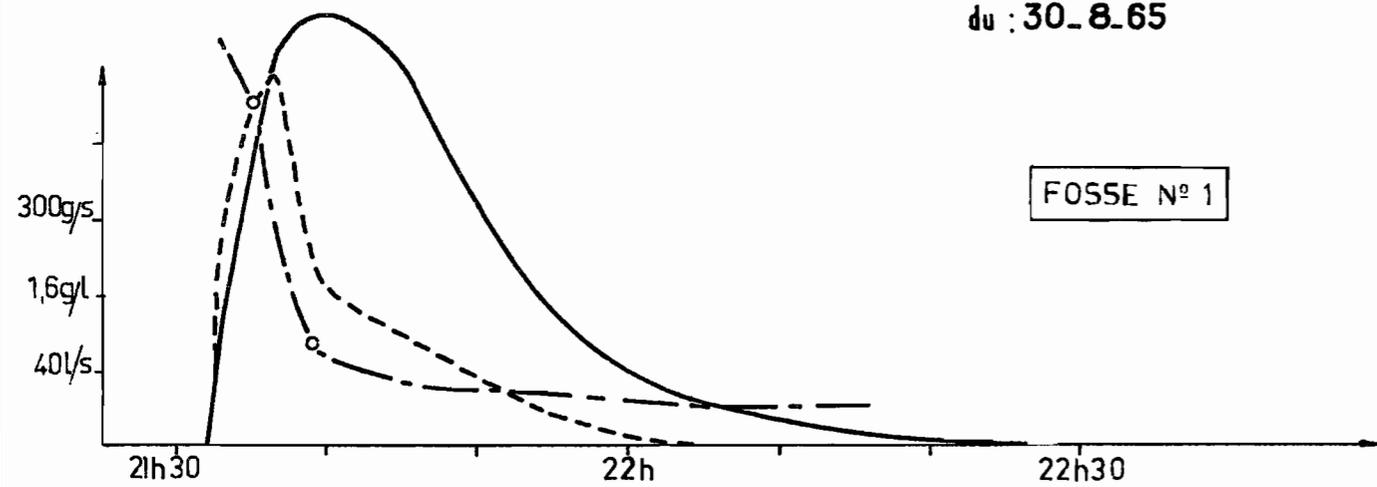
FOSSE N° 6



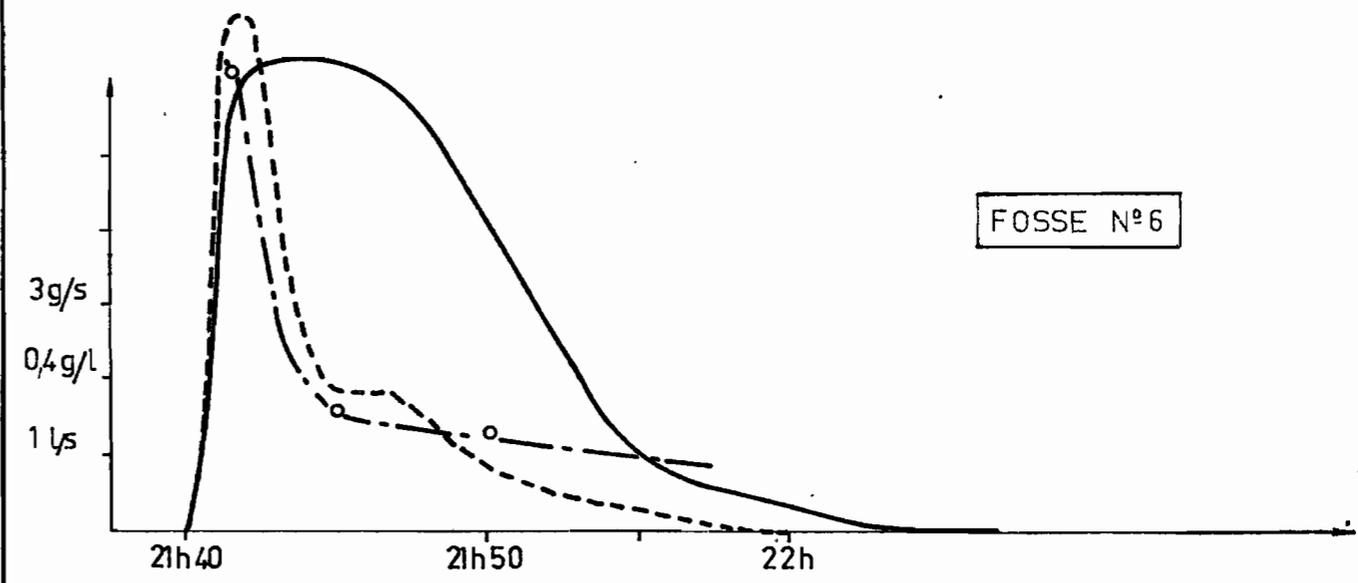
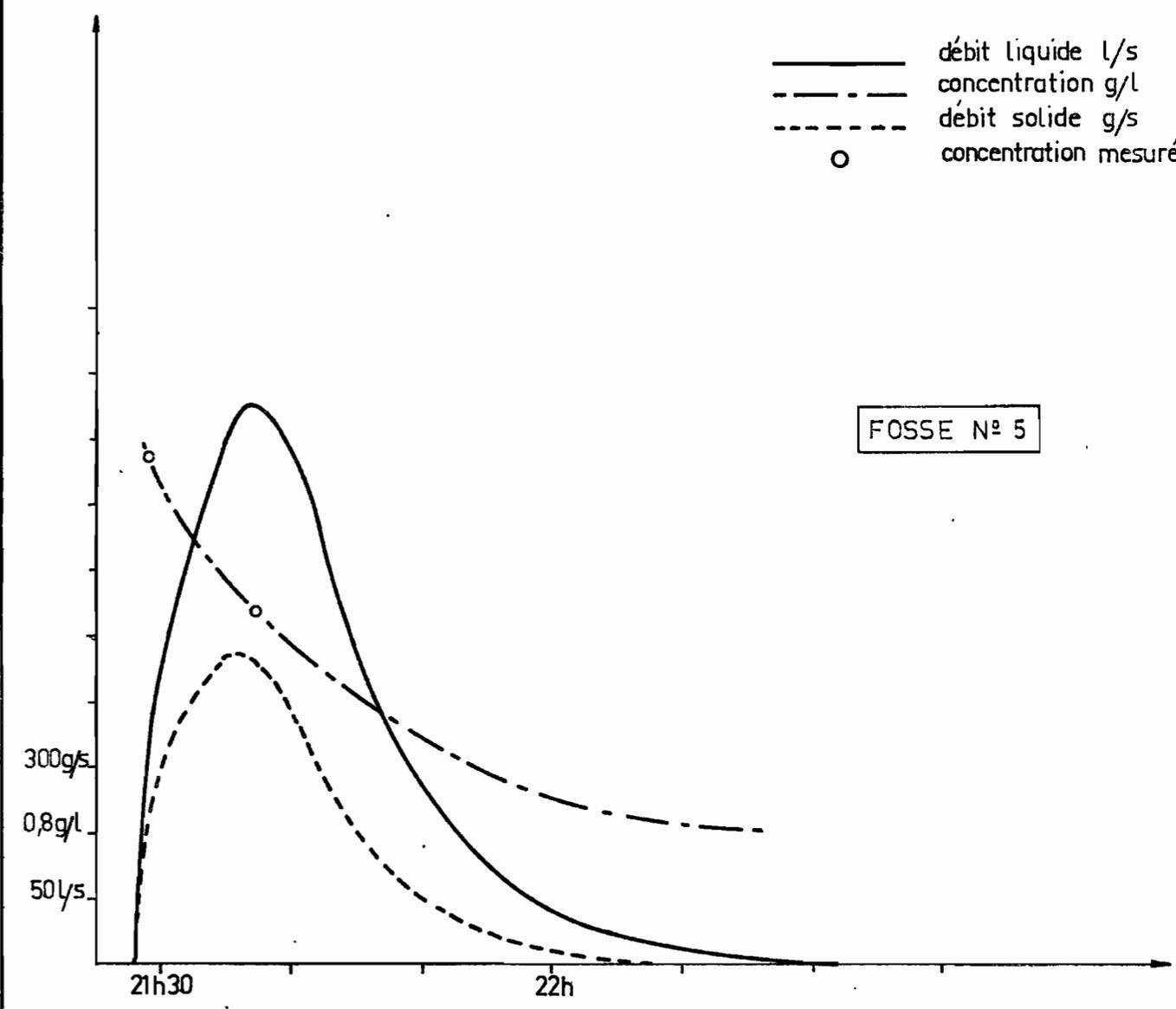
KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

AVERSE N° 37
du : 30-8-65



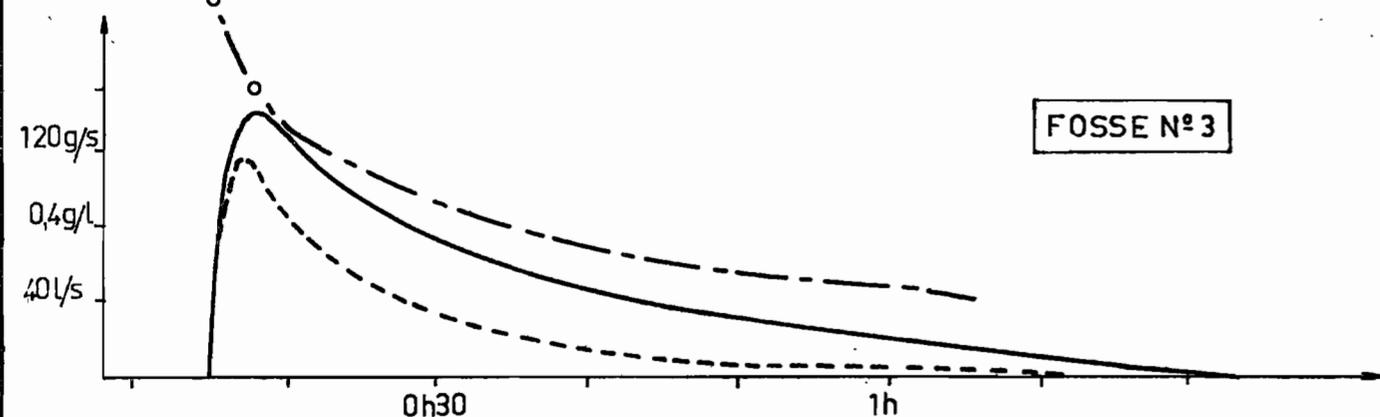
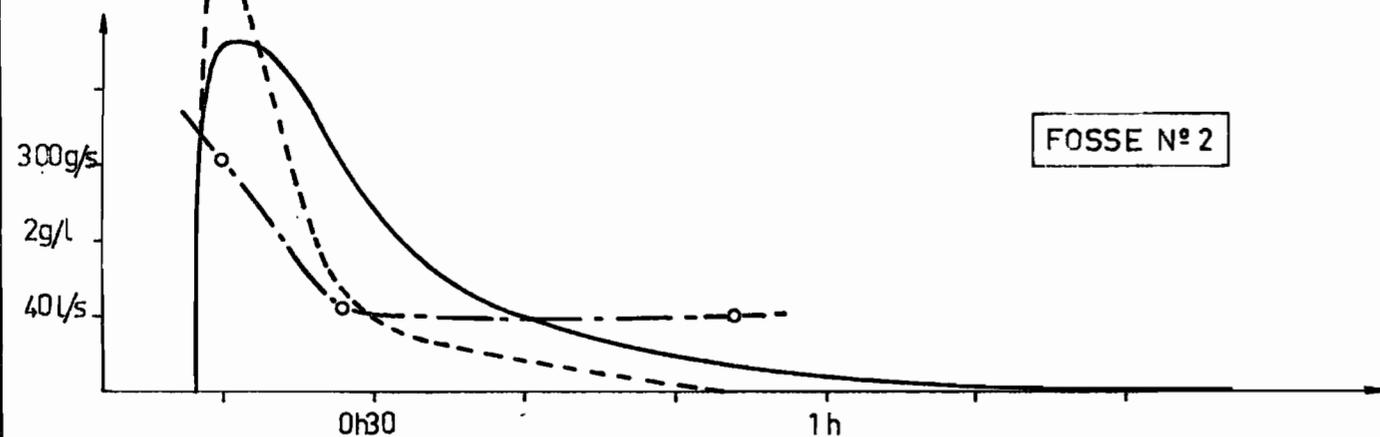
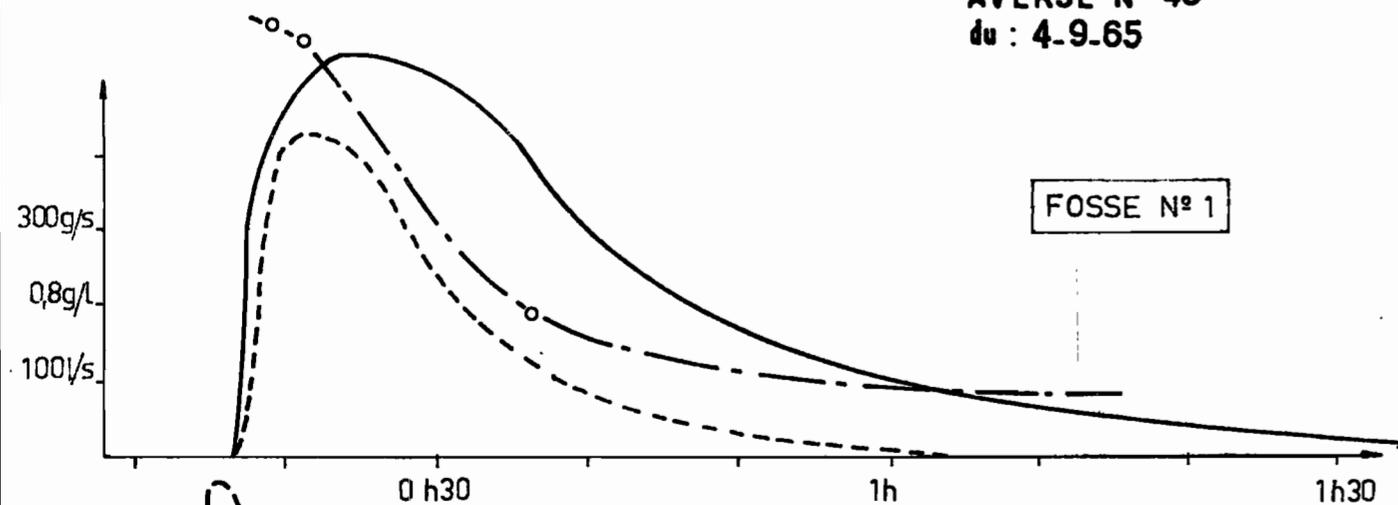
— débit liquide l/s
- - - concentration g/l
- - - débit solide g/s
○ concentration mesurée



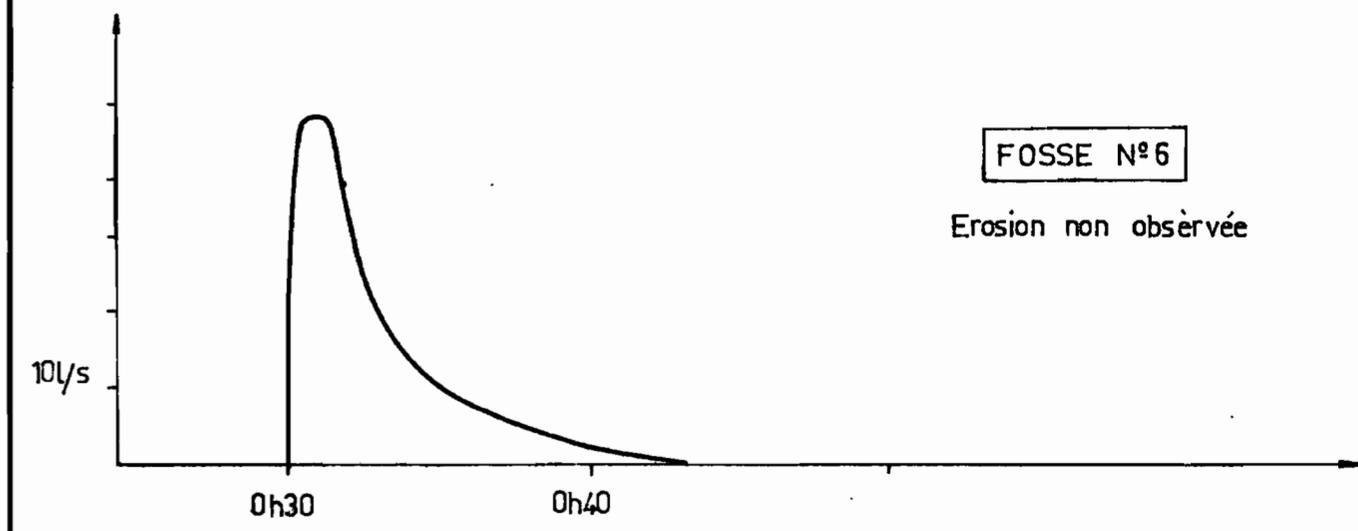
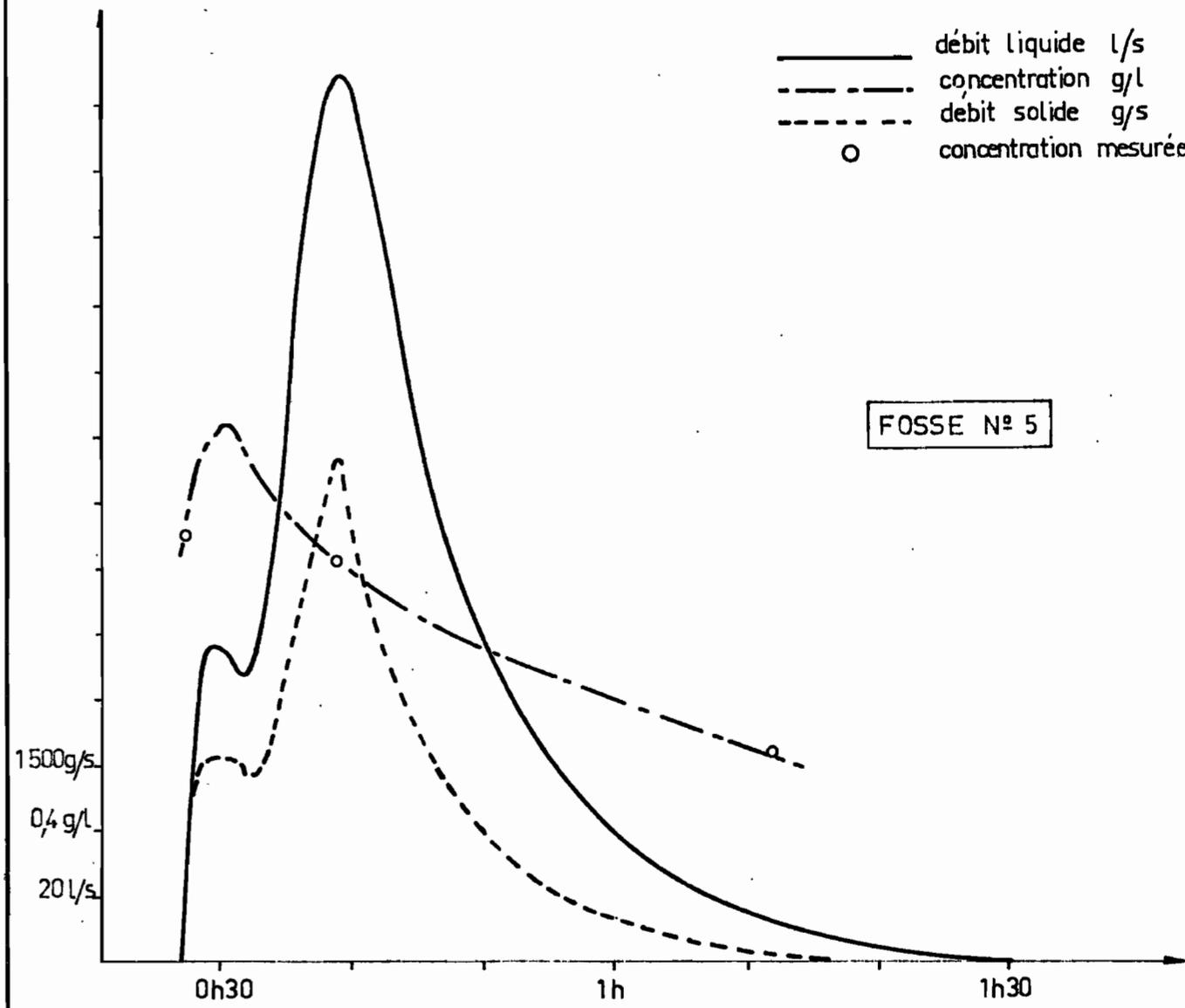
KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

AVERSE N° 40
du : 4.9.65



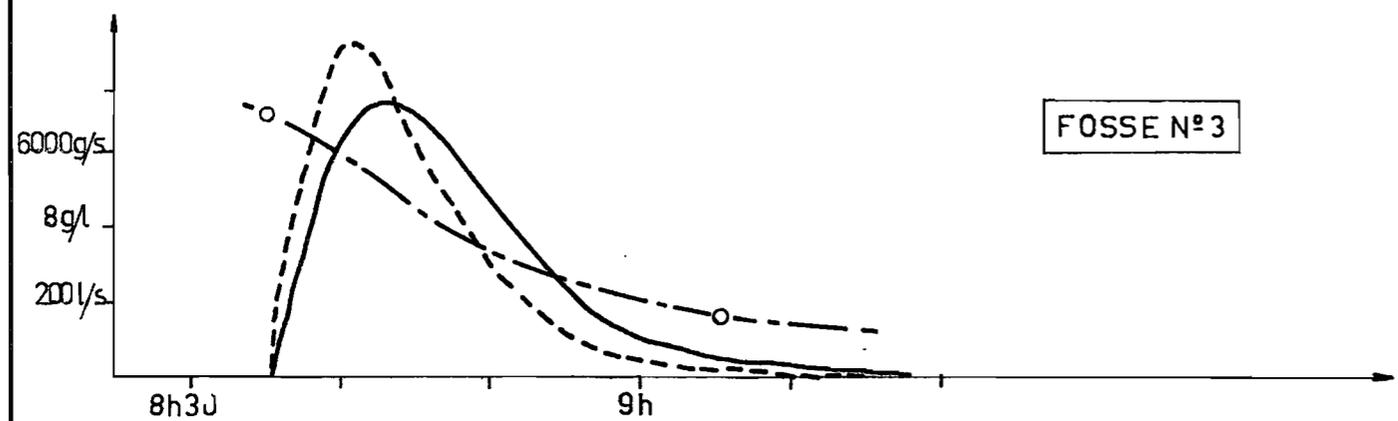
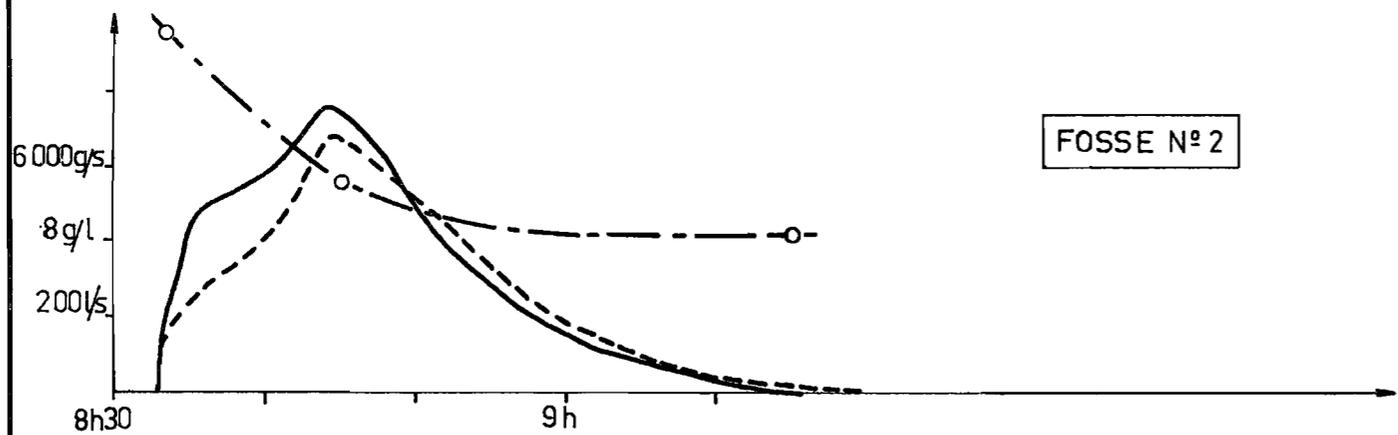
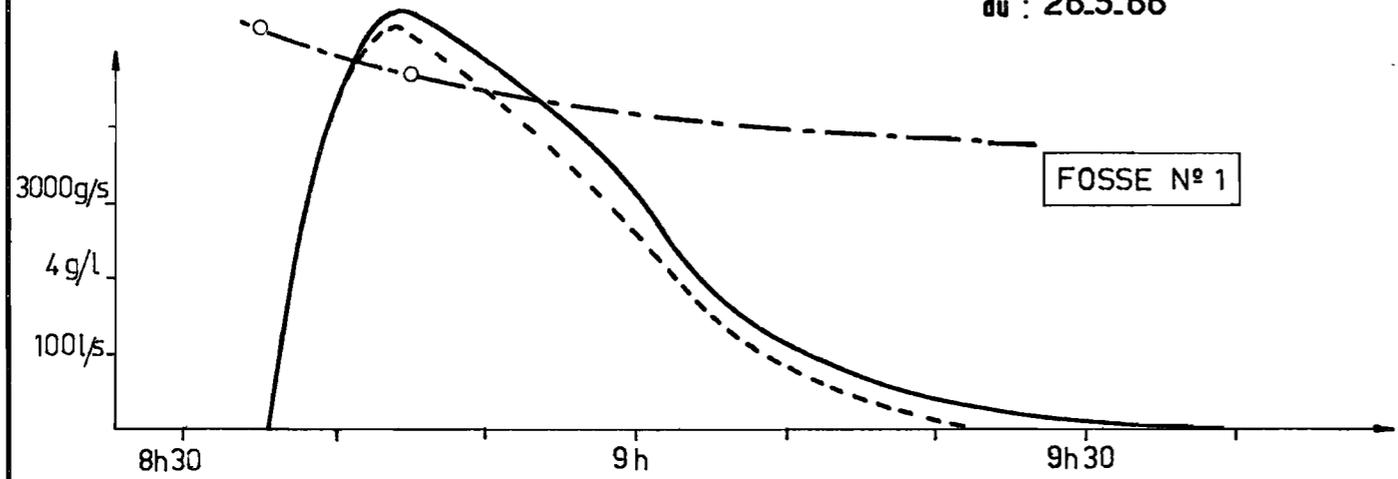
- débit liquide l/s
- - - concentration g/l
- · - · - débit solide g/s
- concentration mesurée



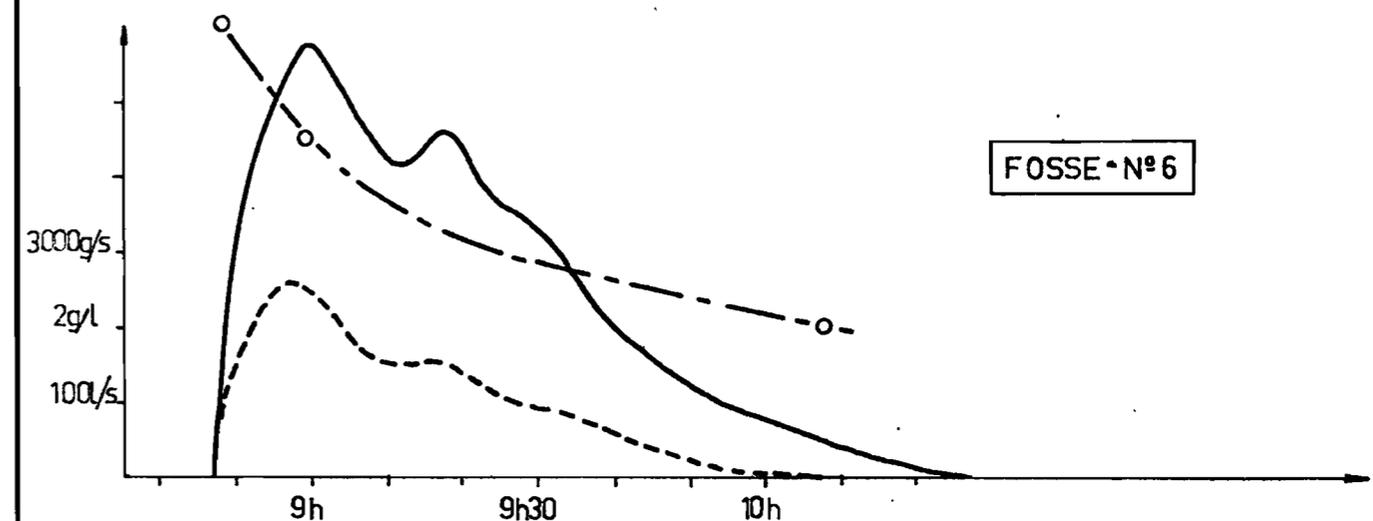
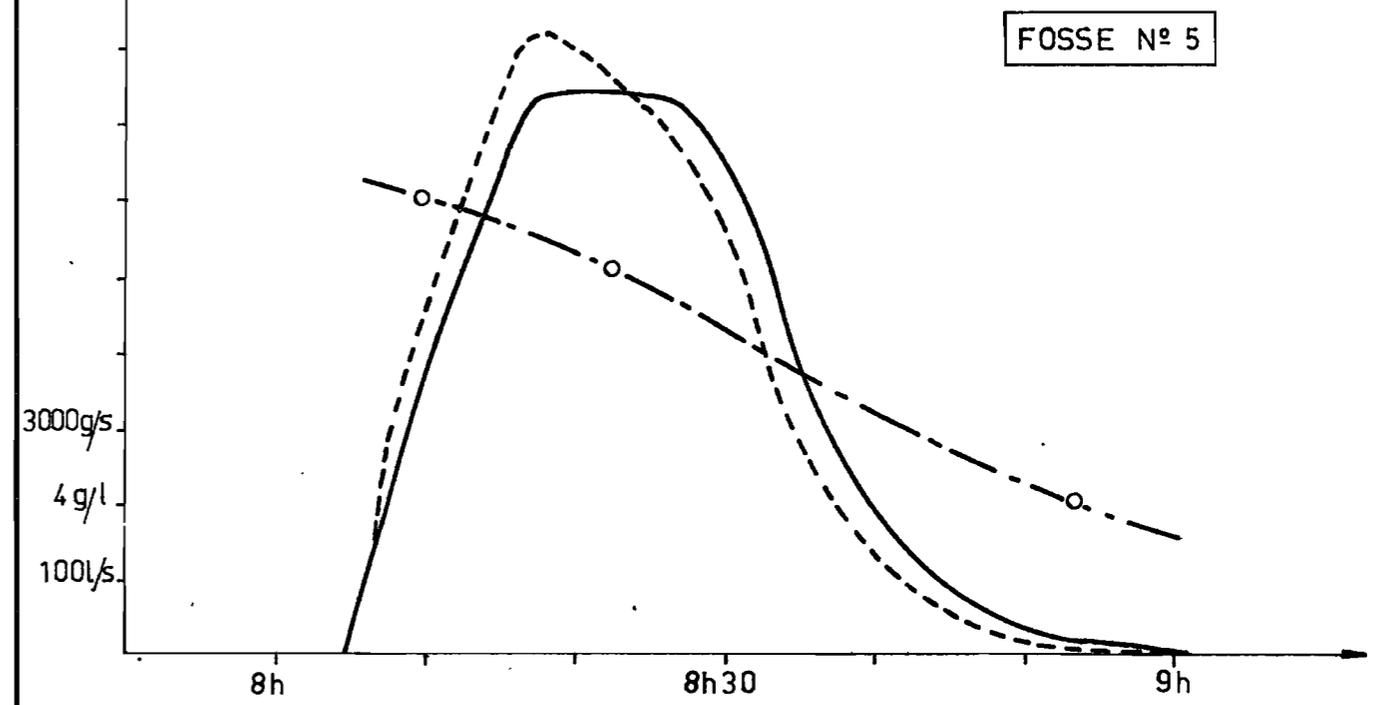
KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

AVERSE N° 2
du : 26.5.66



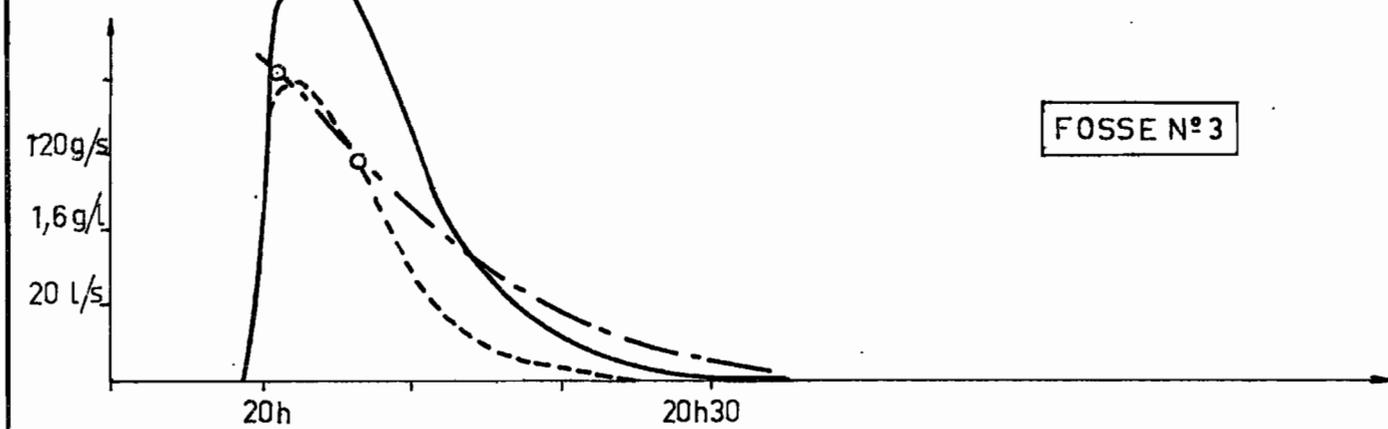
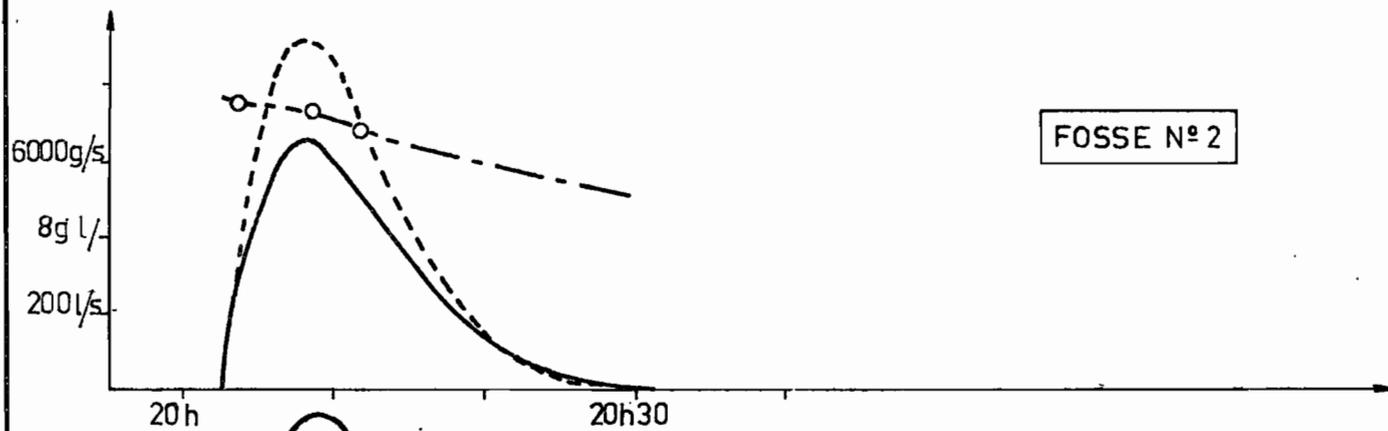
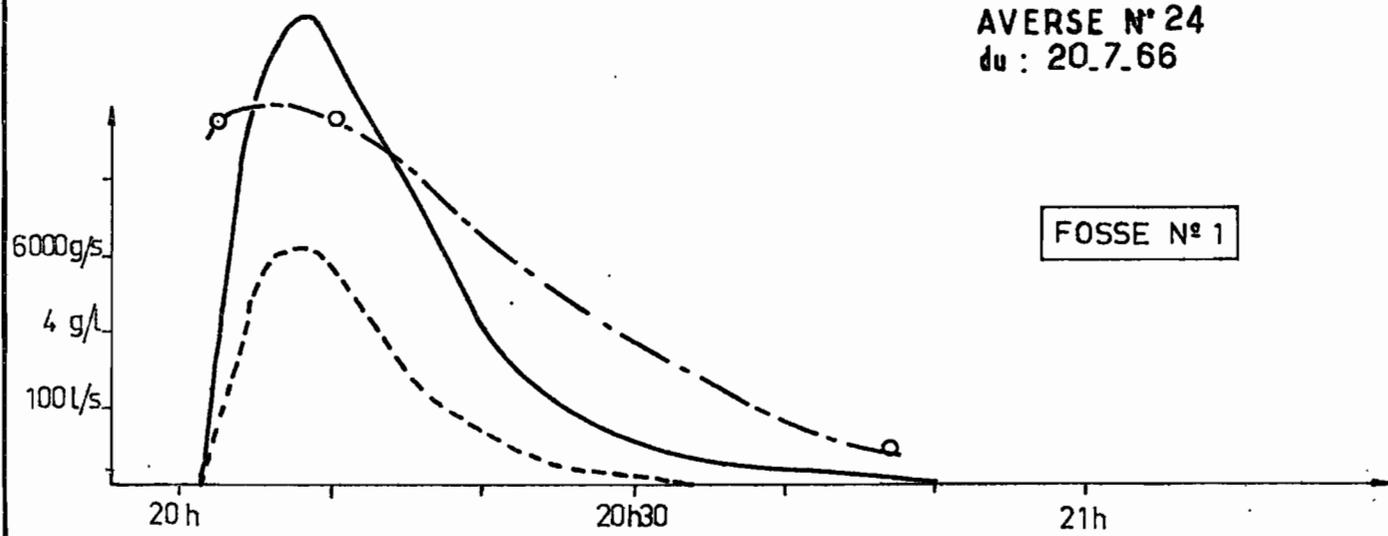
- débit liquide l/s
- - - concentration g/l
- · · débit solide g/s
- concentration mesurée



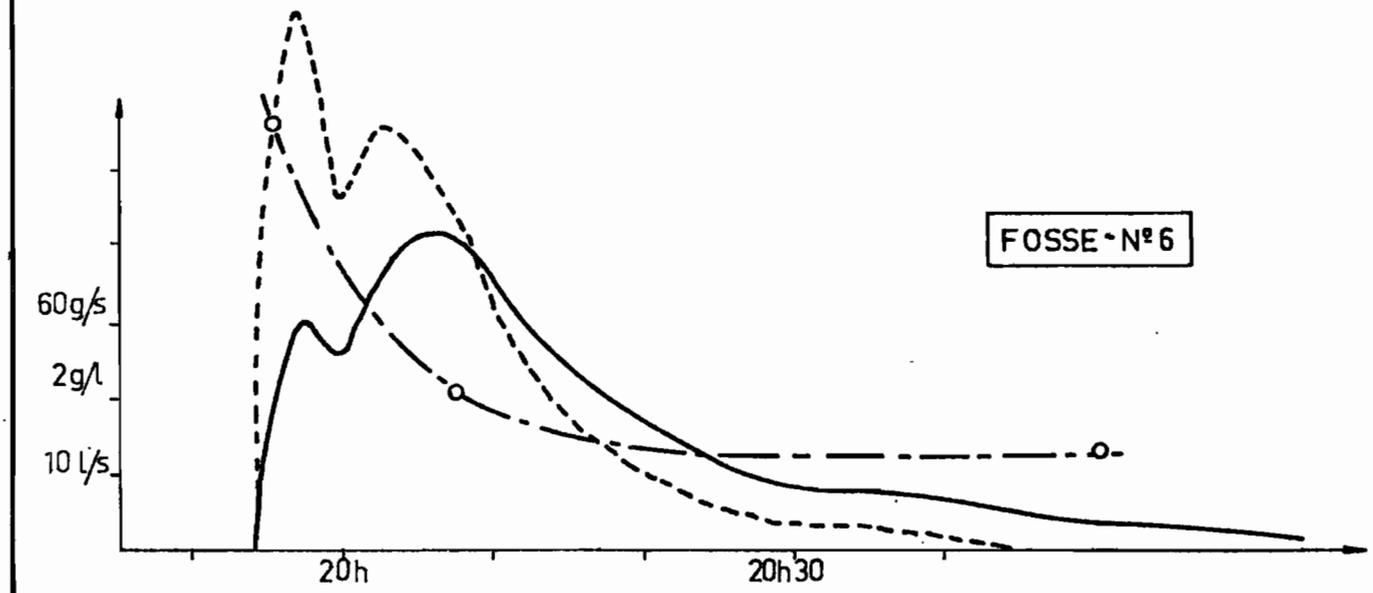
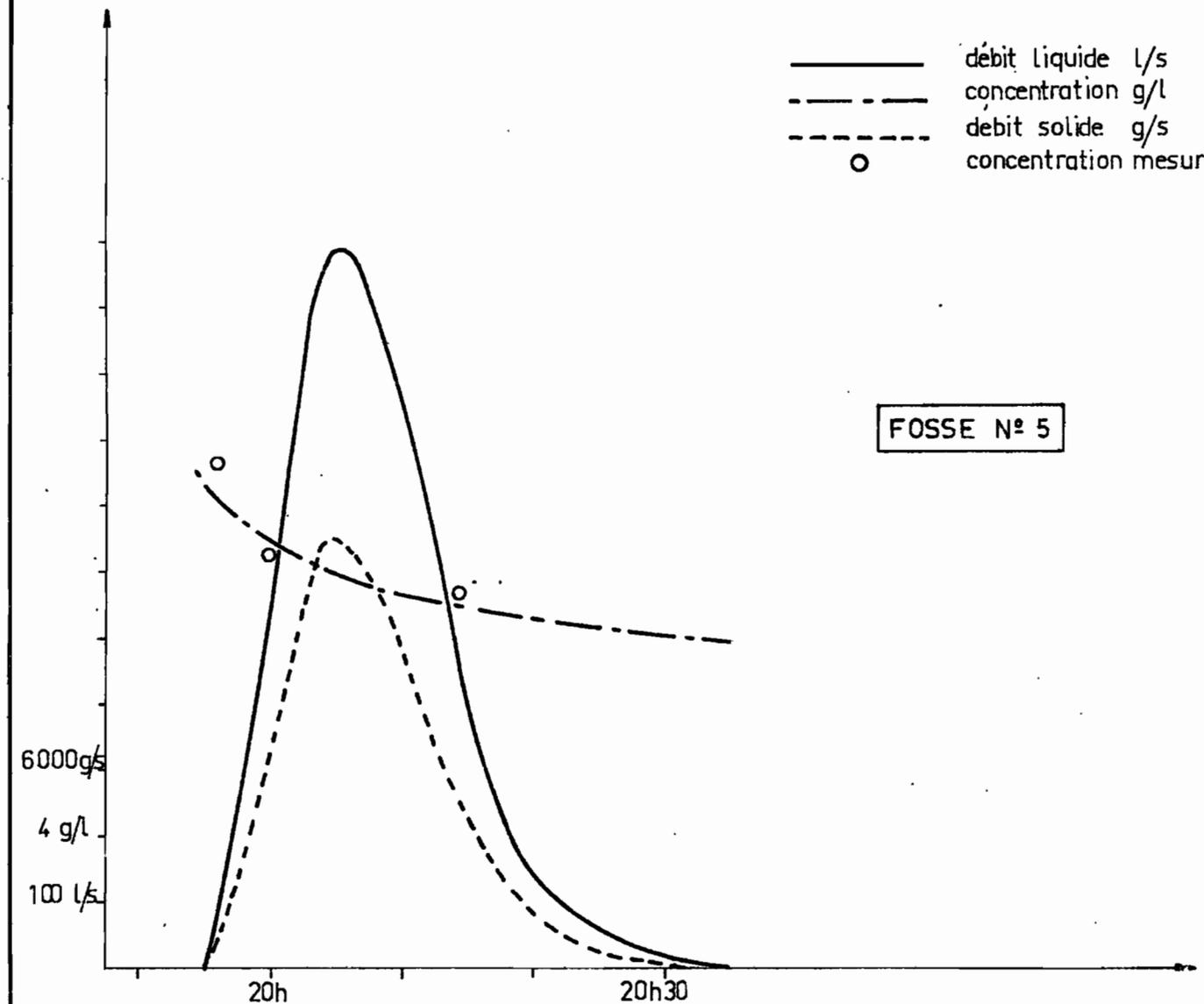
KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

AVERSE N° 24
du : 20.7.66



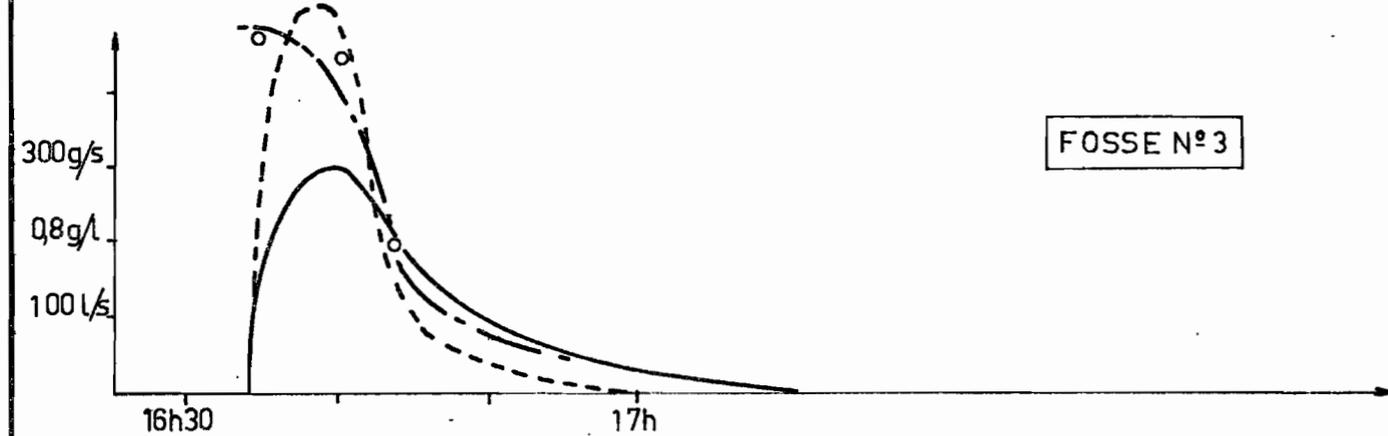
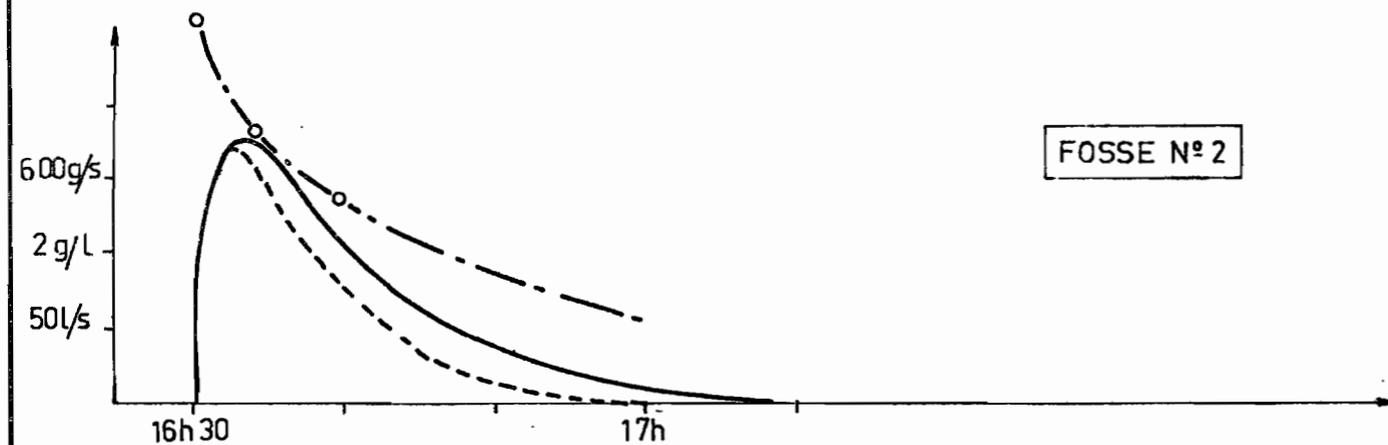
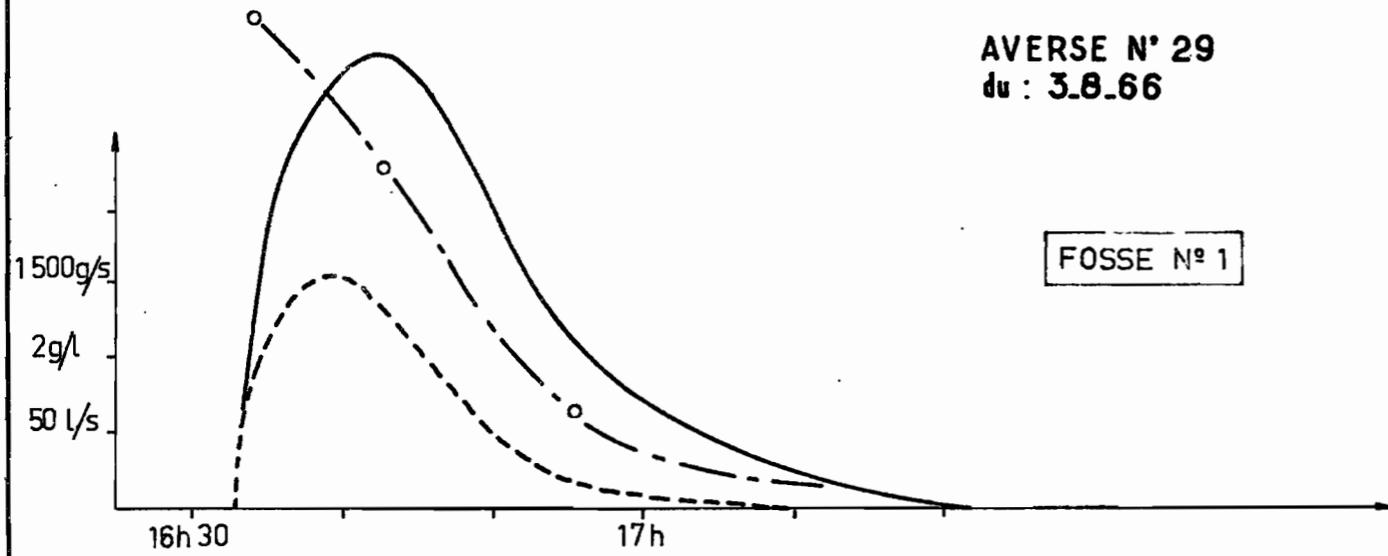
— débit liquide l/s
 - - - concentration g/l
 - · - débit solide g/s
 ○ concentration mesurée



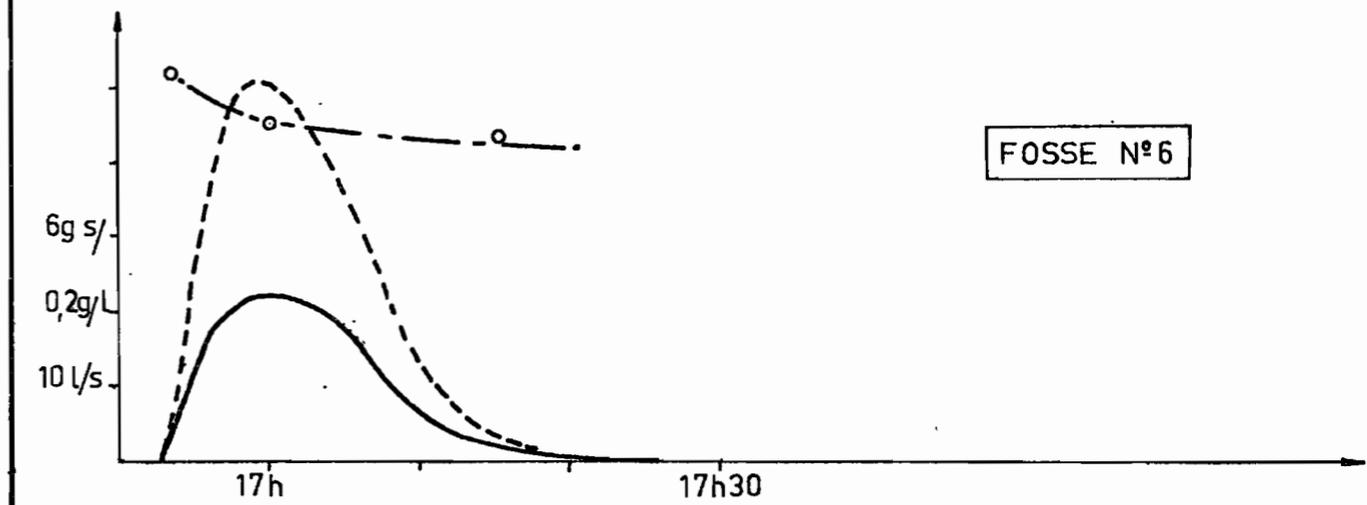
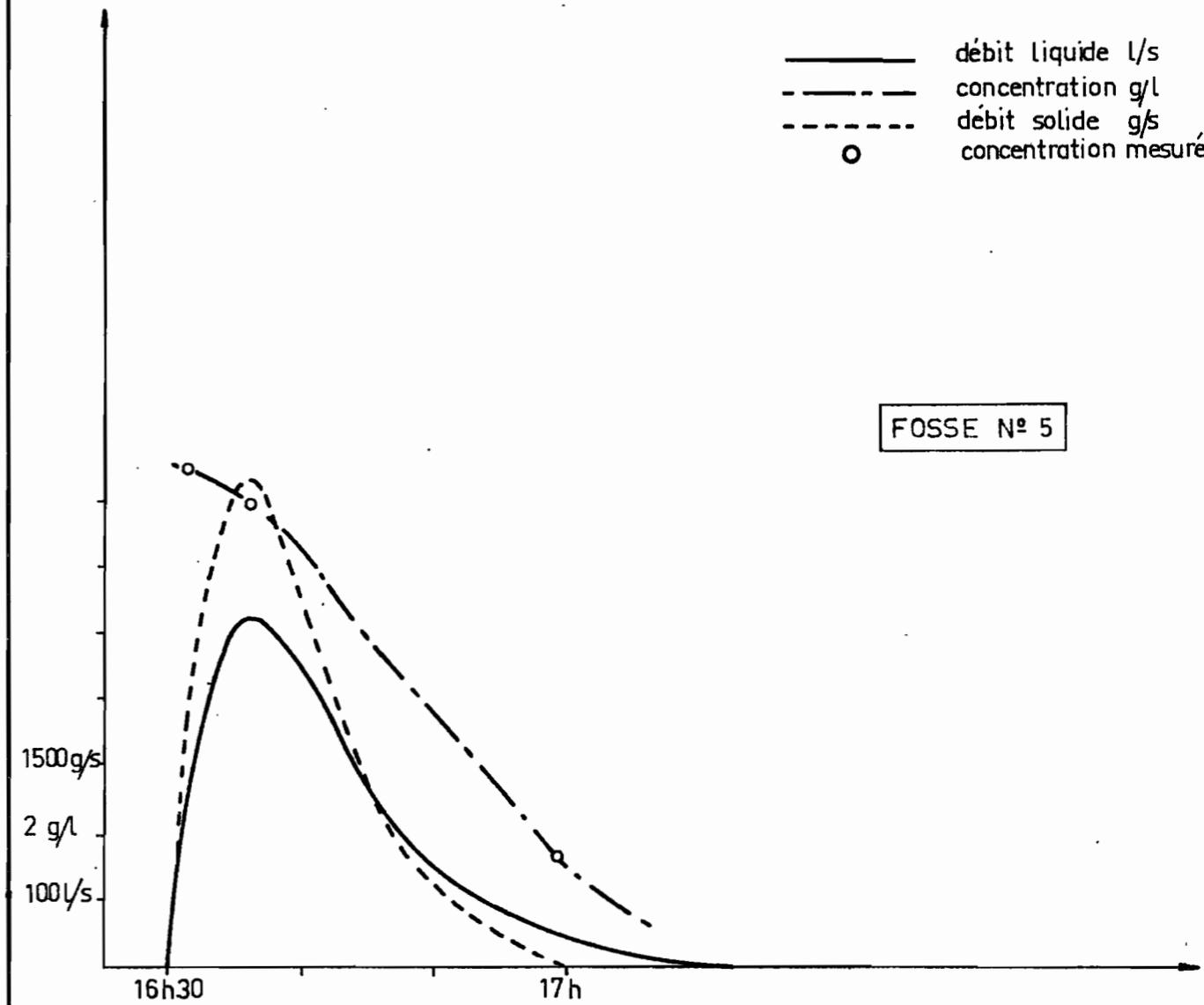
KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

AVERSE N° 29
du : 3.8.66



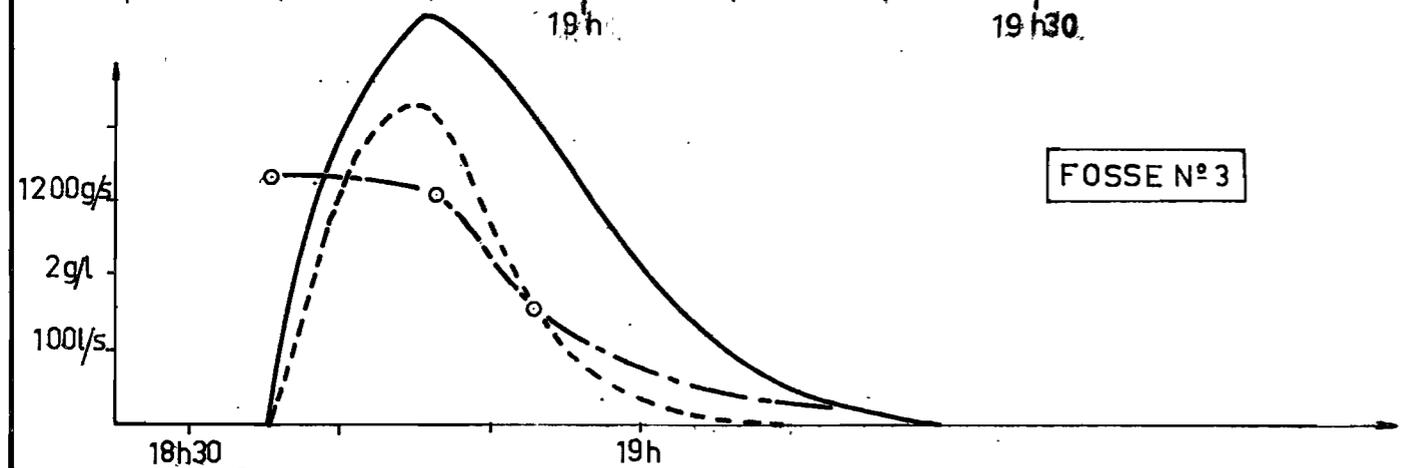
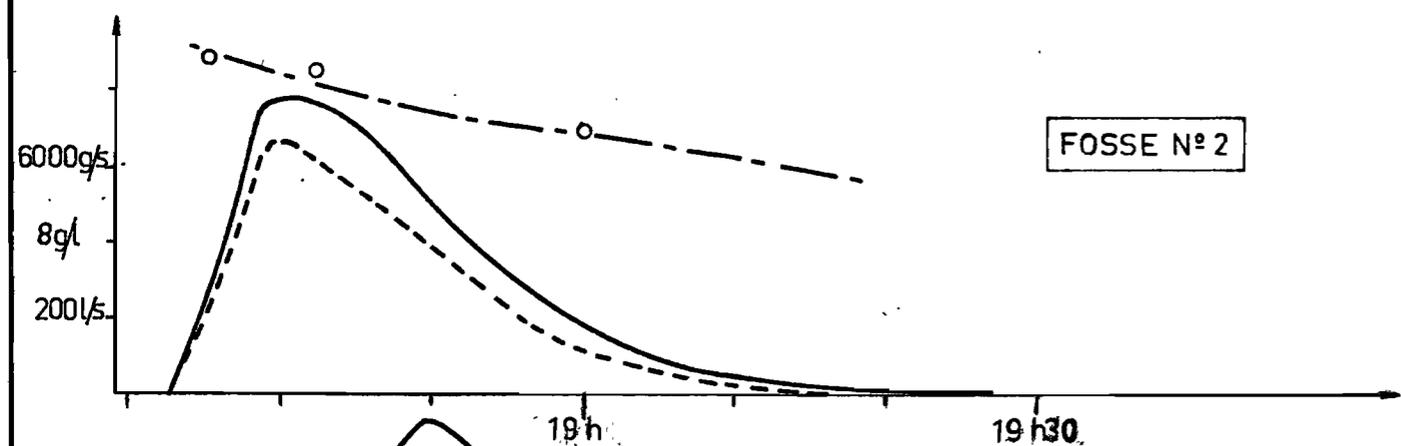
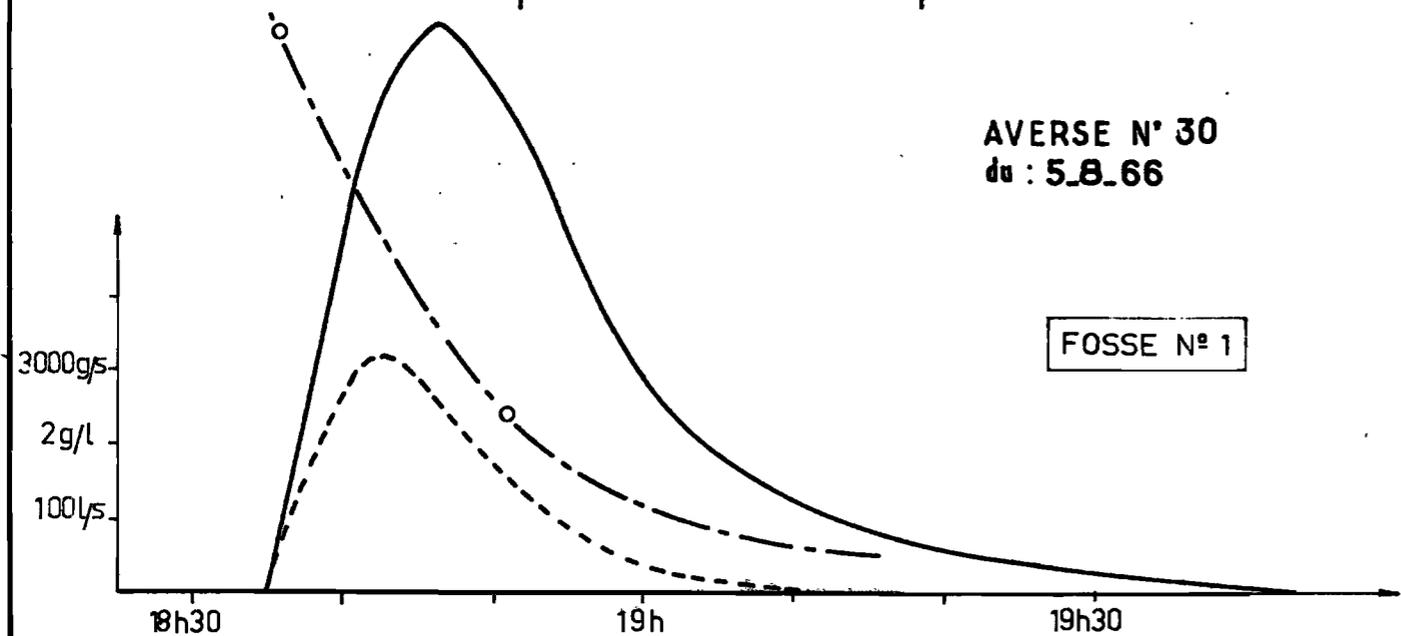
- débit liquide l/s
- - - concentration g/l
- · - · - débit solide g/s
- concentration mesurée



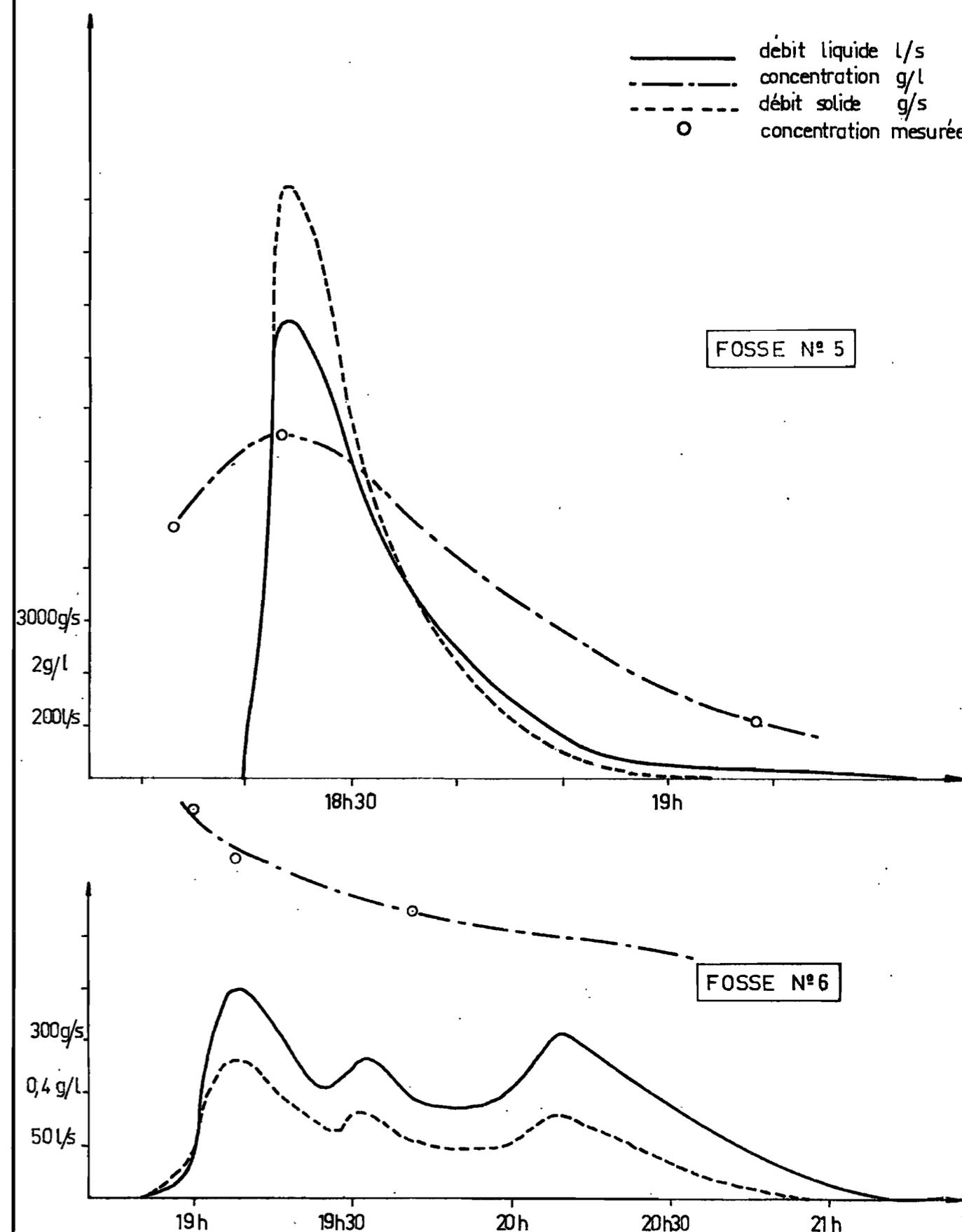
KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

AVERSE N° 30
du : 5.8.66



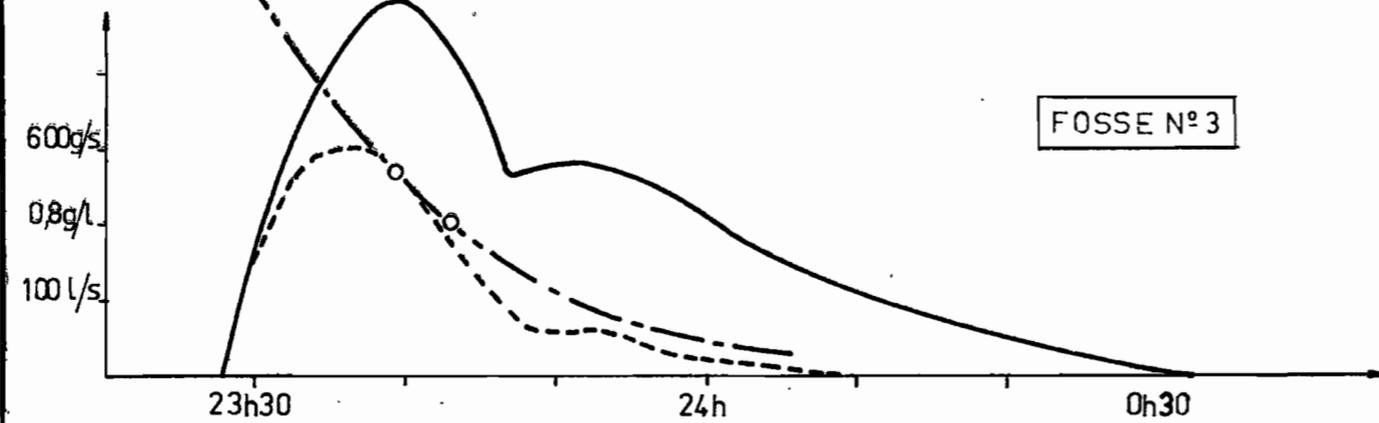
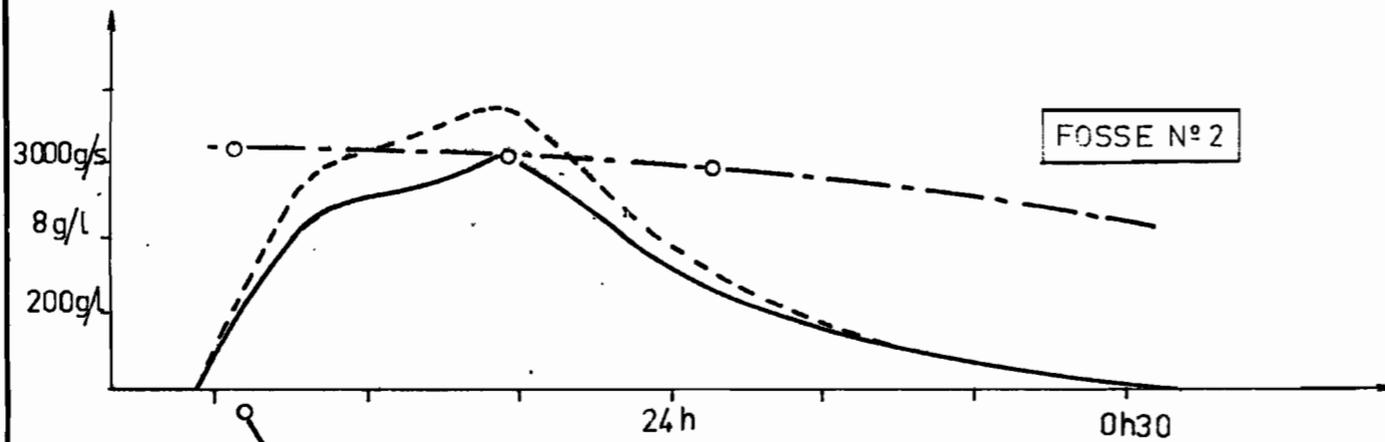
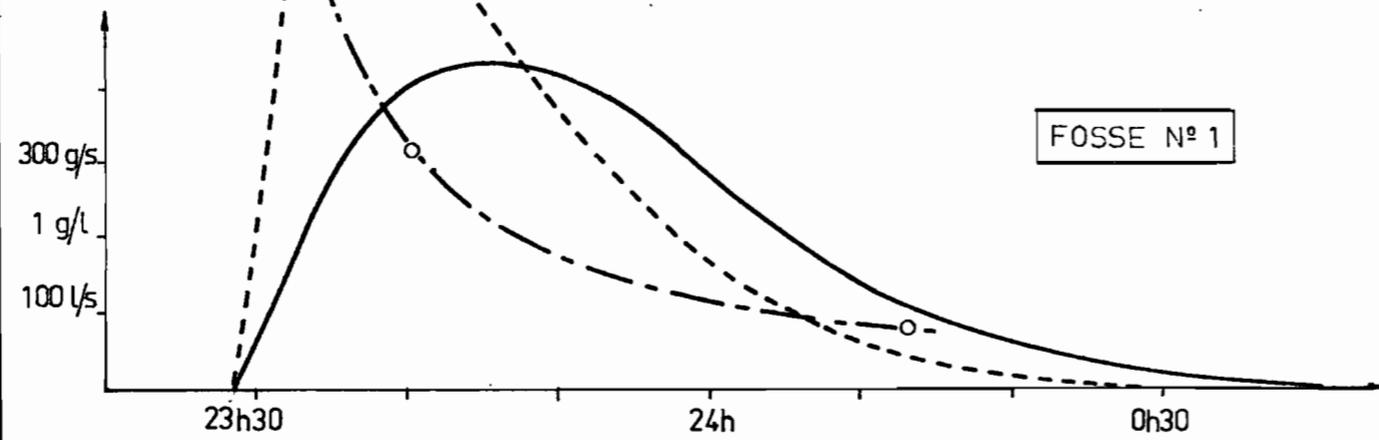
— débit liquide l/s
 - - - concentration g/l
 - - - débit solide g/s
 ○ concentration mesurée



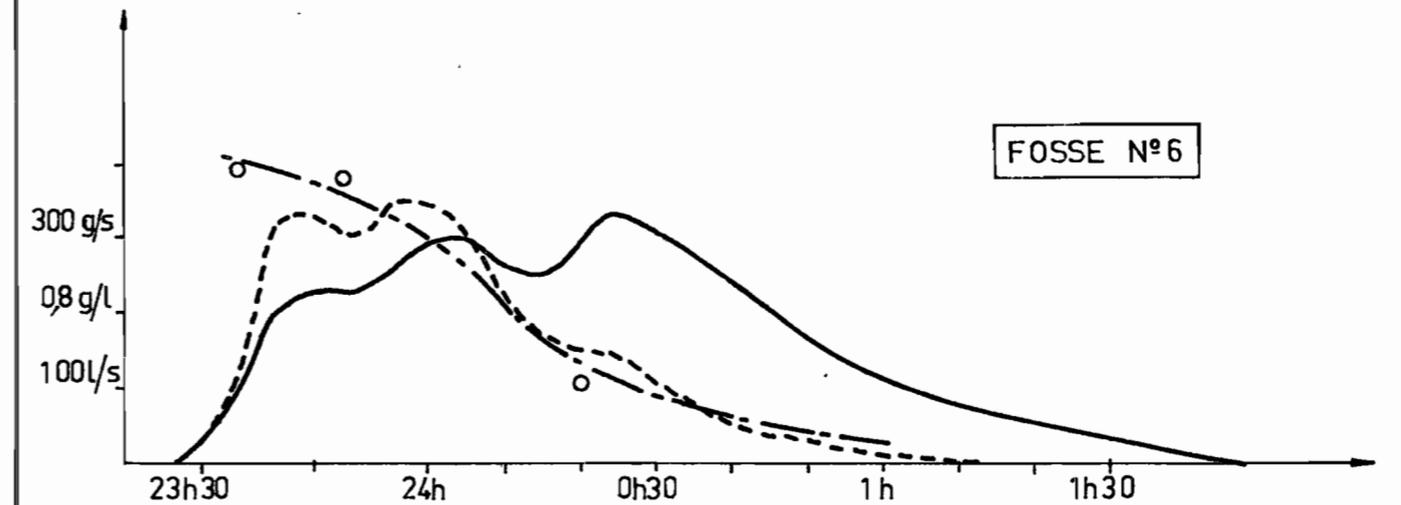
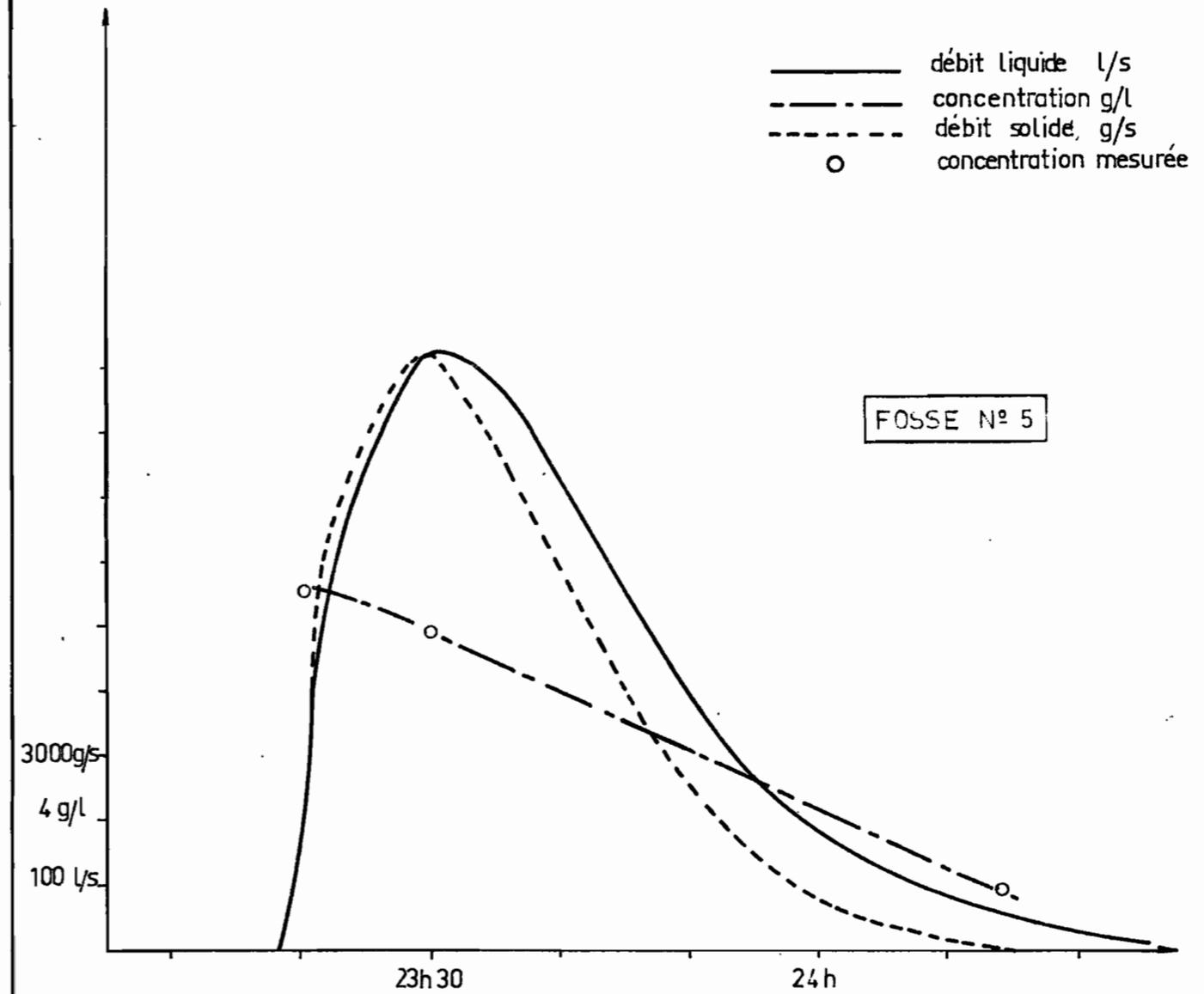
KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

AVERSE N° 32
du : 9.10. 8.66



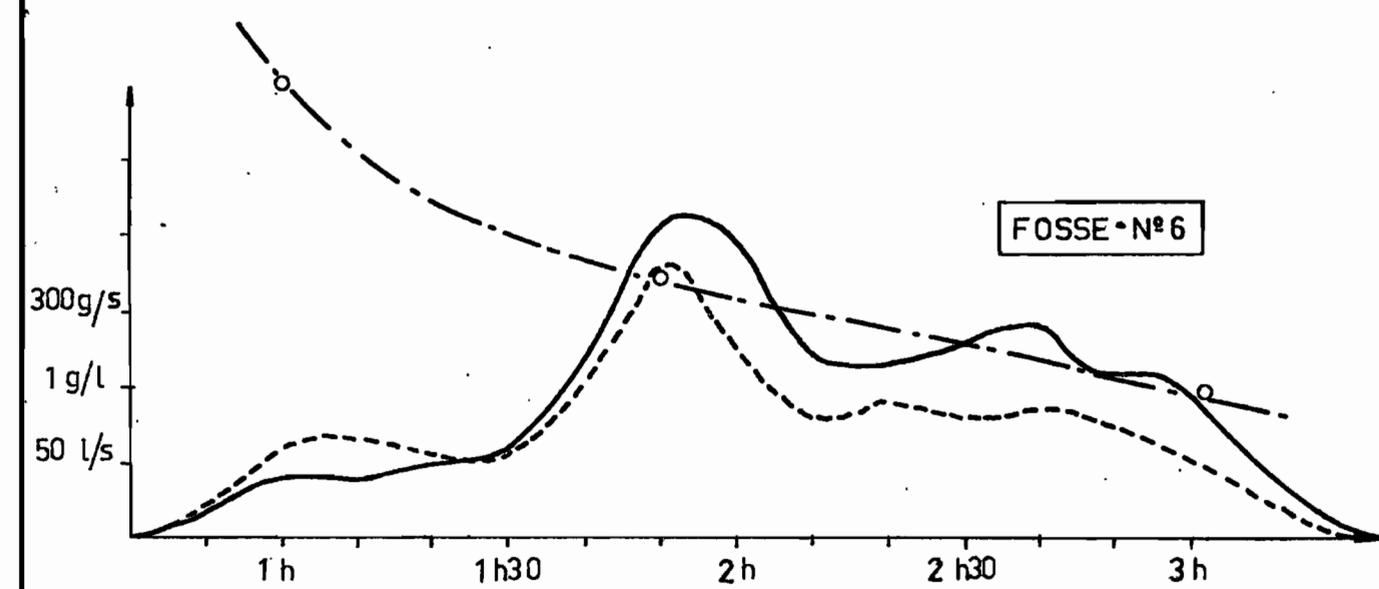
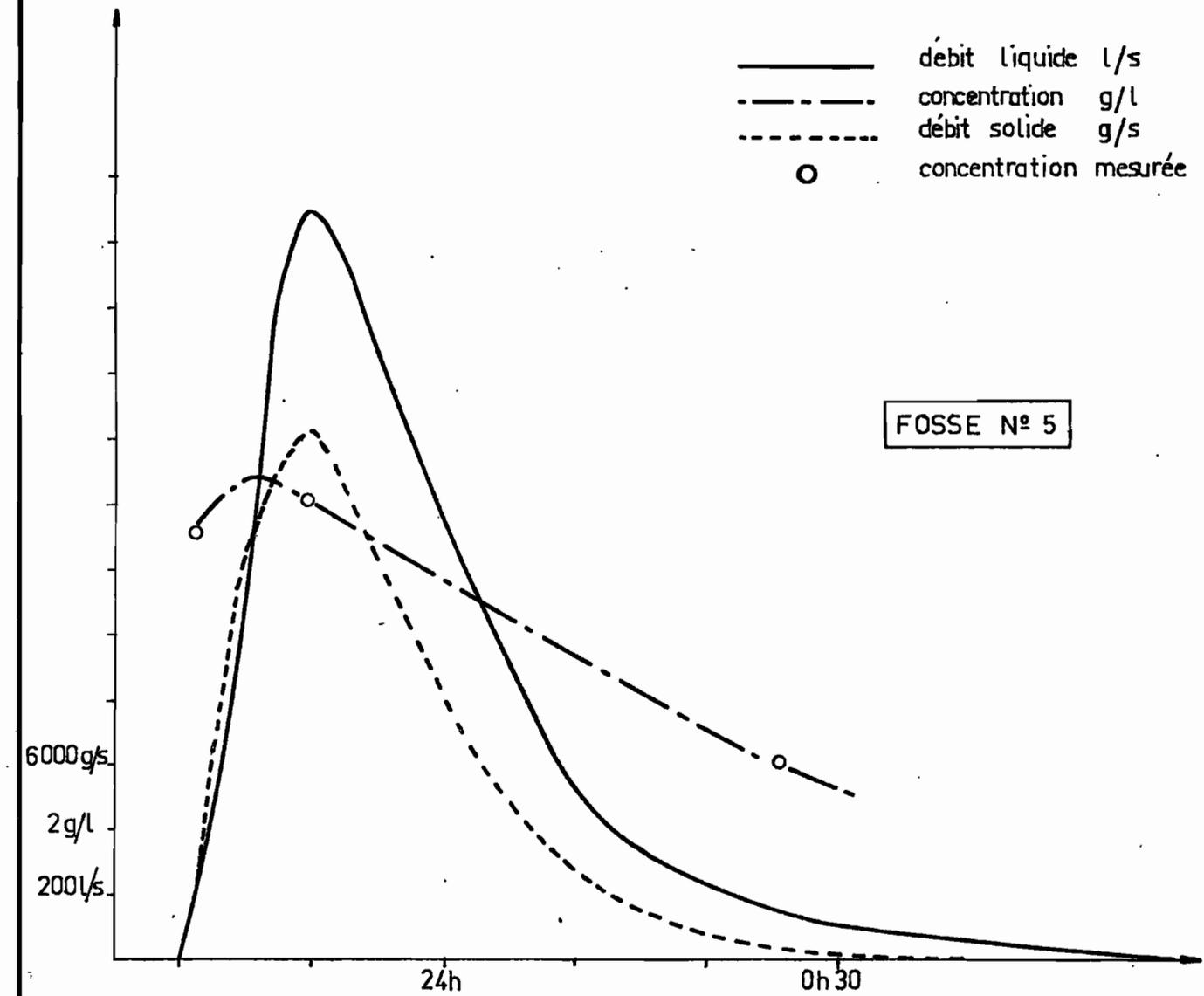
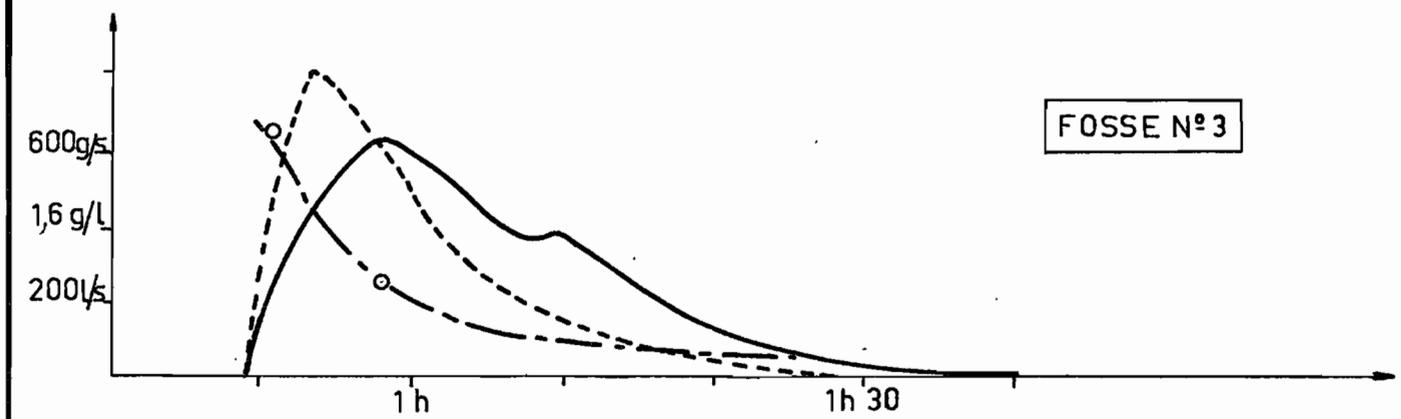
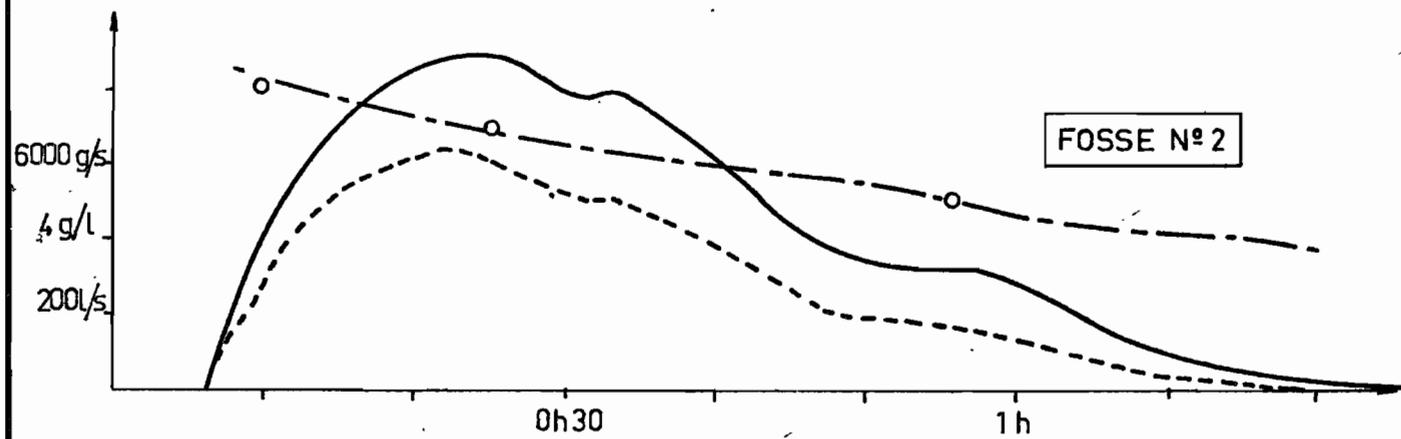
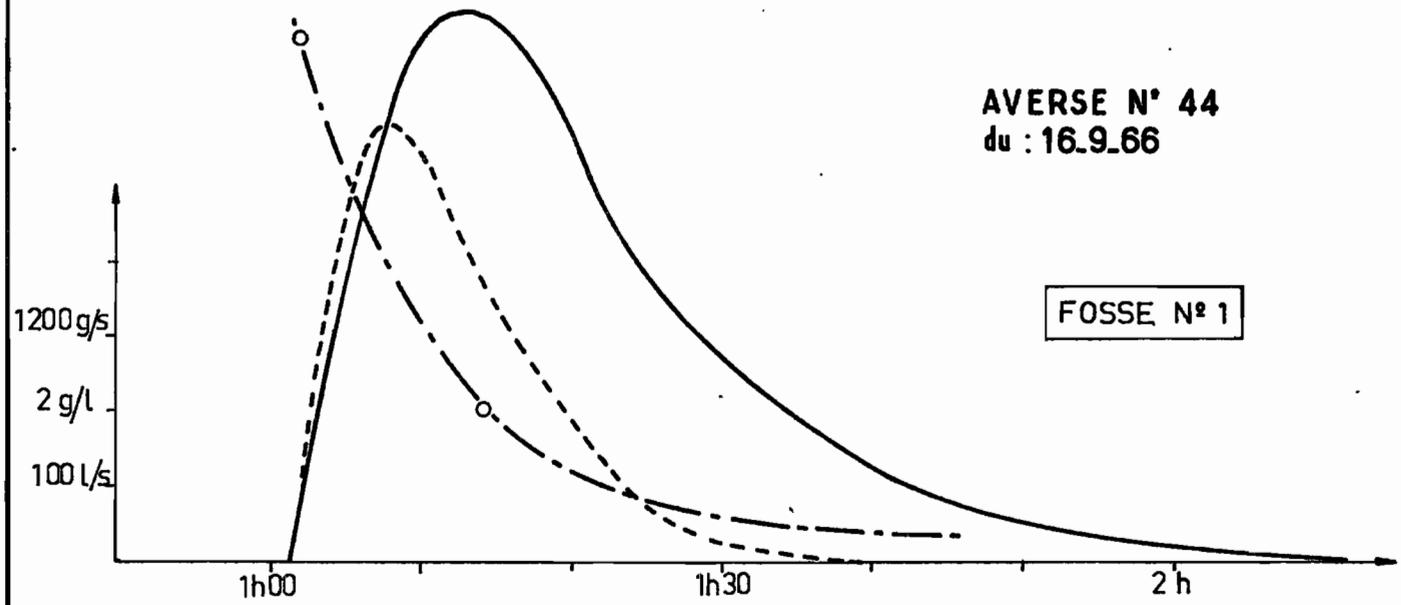
— débit liquide l/s
- - - concentration g/l
- - - débit solide, g/s
○ concentration mesurée



KOUNTKOUZOUT

Transports solides en suspension

AVERSE N° 44
du : 16.9.66



— débit liquide l/s
- - - concentration g/l
... débit solide g/s
○ concentration mesurée