

Office de la Recherche Scientifique  
et Technique Outre-Mer



Bureau Central d'Etudes  
pour les  
Equipements d'Outre-Mer



**DONNÉES HYDROLOGIQUES POUR L'ÉTUDE  
DE LA PROTECTION DE LA BERGE RIVE DROITE  
DU CHARI A FORT-LAMY**



OFFICE de la RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE  
OUTRE-MER

-----

BUREAU CENTRAL d'ETUDES  
pour les  
EQUIPEMENTS d'OUTRE-MER

-----

DONNEES HYDROLOGIQUES pour l'ETUDE  
de la PROTECTION de la BERGE RIVE DROITE  
du CHARI à FORT-LAMY

-----

## S O M M A I R E

|  | <u>Pages</u> |
|--|--------------|
| I - <u>OBSERVATIONS et MESURES RELATIVES à la CRUE de NOVEMBRE 1963</u>  | 2            |
| 1-1 - Repères mis en place   | 2            |
| 1-2 - Vitesses d'écoulement le long de la berge  | 4            |
| 1-3 - Lignes d'eau   | 4            |
| 1-4 - Observations qualitatives sur les conditions d'écoulement et remarques pour l'interprétation des mesures | 6            |
| 1-4-1 - Zones de turbulence  | 6            |
| 1-4-2 - Zones d'érosion active   | 6            |
| 1-4-3 - Interprétation des mesures   | 8            |
| II - <u>EXTRAPOLATION des OBSERVATIONS et MESURES PRECEDENTES pour la CRUE CENTENAIRE</u>                      | 10           |
| 2-1 - Estimation de la crue centenaire   | 10           |
| 2-2 - Extrapolation de la ligne d'eau  | 10           |
| 2-3 - Extrapolation des vitesses le long de la berge   | 13           |

Par lettres du 29 Octobre et du 5 Novembre 1963, le Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre-Mer a chargé l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer d'exécuter certaines observations et mesures hydrologiques sur le CHARI à FORT-LAMY, en vue de l'étude de la protection de la berge de rive droite du fleuve sur une distance d'environ 4 km.

Le programme des travaux confiés par le BCEOM à l'ORSTOM était le suivant :

- 1 - Mesures des vitesses d'écoulement au voisinage de la berge, en surface et en profondeur, sur une quinzaine de profils entre les Travaux Publics et MILEZI, mesures à effectuer au maximum de la prochaine crue, c'est-à-dire dans la première quinzaine de Novembre 1963.
- 2 - Observations qualitatives sur les conditions d'écoulement au voisinage de la berge en période de crue (zones d'érosion particulièrement actives, remous, tourbillons, etc...). Ces observations seront également effectuées au maximum de la crue en cours.
- 3 - Indications sur la crue maximale :
  - a) Relevé de la ligne d'eau du CHARI en Novembre prochain au maximum de la crue,
  - b) Etude statistique des hauteurs maximales de crue observées aux échelles limnimétriques de FORT-LAMY depuis 1933,
  - c) Extrapolation, pour la crue centenaire, de la ligne d'eau du CHARI et des vitesses d'écoulement (compte tenu des observations relevées pendant la très forte crue de 1961).

La présente note expose les résultats obtenus dans l'exécution de ce programme.



Fermeture : 17 mm  
Tolérance : 24 mm

(les tolérances employées ici sont celles utilisées par les Services du Cadastre).

Le nivellement a été rattaché au système dit "de la Ville de FORT-LAMY" (nivellement CHEVALLIER). Voici les résultats :

| =====                |                            |
|----------------------|----------------------------|
| Numéro des repères : | Altitude des repères (m) : |
| -----                |                            |
| Echelle de :         | Zéro :                     |
| crue des :           | :                          |
| Trav. Pub. :         | 289,55 m :                 |
| -----                |                            |
| 1 :                  | 297,478 :                  |
| 2 :                  | 297,835 :                  |
| 3 :                  | 297,147 :                  |
| 4 :                  | 297,121 :                  |
| 5 :                  | 297,453 :                  |
| 6 :                  | 297,834 :                  |
| 7 :                  | 297,226 :                  |
| 8 :                  | 298,310 :                  |
| 9 :                  | 297,546 :                  |
| 10 :                 | 297,941 :                  |
| 11 :                 | 297,932 :                  |
| 12 :                 | 298,012 :                  |
| 13 :                 | 297,902 :                  |
| 14 :                 | 297,167 :                  |
| 15 :                 | 296,680 :                  |
| =====                |                            |



PROFIL en LONG du PLAN d'EAU du CHARI

le 15 Novembre 1963

| N° des<br>profils | Distances<br>partielles<br>(m) | Distances<br>cumulées<br>(m) | Altitude du plan<br>d'eau (système<br>CHEVALLIER) (m) |
|-------------------|--------------------------------|------------------------------|---|
| 0                 |                                | 0                            | 295,55  |
| 1                 | 195                            | 195                          | 295,545   |
| 2                 | 280                            | 475                          | 295,52  |
| 3                 | 320                            | 795                          | 295,515   |
| 4                 | 200                            | 995                          | 295,51  |
| 5                 | 205                            | 1200                         | 295,51  |
| 6                 | 370                            | 1570                         | 295,48  |
| 7                 | 180                            | 1750                         | 295,48  |
| 8                 | 240                            | 1990                         | 295,475   |
| 9                 | 275                            | 2265                         | 295,47  |
| 10                | 280                            | 2545                         | 295,43  |
| 11                | 310                            | 2855                         | 295,41  |
| 12                | 240                            | 3095                         | 295,385   |
| 13                | 235                            | 3330                         | 295,375   |
| 14                | 360                            | 3690                         | 295,35  |
| 15                | 275                            | 3965                         | 295,32  |

NOTA : Les distances entre profils ont été mesurées graphiquement sur les photographies aériennes exécutées par l'Armée de l'Air pour le compte du BCEOM (prise de vues effectuée le 17 Novembre 1963. Echelle approximative : I/5420).



1-4 - OBSERVATIONS QUALITATIVES sur les CONDITIONS d'ECOULEMENT et REMARQUES pour l'INTERPRETATION des MESURES -  
(voir carte schématique en annexe 11)

1-4-1 - Zones de turbulence -

Elles ont été repérées entre les 18 et 20 Novembre 1963, c'est-à-dire entre les cotes 550 et 580 à l'échelle des Travaux Publics.

La 1ère zone est celle qui est située en aval de l'épi de protection du Jardin d'ESSAIS (épi situé à 170 m en amont du profil 6). Cette zone s'étend jusqu'à 50 m en aval de l'épi. Le long de cette zone, les gabions de protection de la berge ont basculé. La cause de cette turbulence est évidemment la présence de l'épi.

La 2ème zone est située immédiatement à l'aval du profil 7. Il s'agit d'une turbulence localisée dont la cause doit être également un accident de fond ou de berge de petite importance.

La 3ème zone s'étend de 50 m en amont jusqu'à 120 m en aval du profil 10. Il y a des contre-courants importants, en particulier toutes les vitesses mesurées au profil 10. La cause de cette turbulence est la présence d'un banc d'argile dure dont on trouvera le croquis en annexe 3.

1-4-2 - Zones d'érosion active -

Elles ont été repérées le 12 Mars 1964, c'est-à-dire presque aux plus basses eaux, alors que la totalité des berges susceptibles d'être érodées était à découvert.

D'une façon générale, il y a érosion depuis le collecteur de la Base Aérienne, qui débouche 120 m en amont du profil 2, jusqu'au village de MILEZI (profil 14). Cette érosion est plus ou moins intense, la zone la plus marquée étant celle comprise entre les profils 9 et 13.

OBSERVATIONS PARTICULIERES

- De l'échelle TP au profil 1

Comme c'est visible au pied des éléments d'échelles, la pente de la berge s'accroît au-dessus de la cote de la crue de 1963 (684) mais il est possible qu'une crue plus forte provoquerait de nouveaux éboulements tendant à uniformiser la pente, à la valeur de l'angle de talus naturel du terrain mouillé (voir croquis en annexe 4).

- Du profil 1 au profil 2

Le mur de soutènement exécuté à l'étiage 1963 est déjà fissuré.

- Du profil 2 au profil 5

La pente des berges est assez raide. Les traces d'érosions sont nettes : berge striée longitudinalement, blocs de maçonnerie fendus et charriés, arbres déracinés.

- De l'épi de protection au profil 6

L'érosion est nettement diminuée; c'est seulement ici que l'on rencontre une végétation dense sur la berge.

- Du profil 7 au profil 8

La couche d'argile plus dure commence à affleurer. Le profil en travers de la berge (voir croquis en annexe 5) est, l'accident du profil 9 mis à part, le même jusqu'à MILEZI (profil N° 14). Un point d'érosion plus active au droit du profil 8 a été noté.

- Du profil 9 au profil 13

La couche d'argile dure forme un banc débordant dans le lit mineur (voir croquis N° 3).

Il en résulte une augmentation de la vitesse en surface. L'érosion devient très active puis diminue légèrement du profil 12 au profil 13. La pente des berges est moins raide mais la cassure due à l'argile est nettement visible.

- Du profil 13 au profil 15

L'érosion diminue nettement au fur et à mesure que l'on se rapproche du profil 14. Elle est quasi nulle au profil 14 et il y a des dépôts au profil 15.

1-4-3 - Interprétation des mesures -

On a reporté sur le même graphique la ligne d'eau (voir annexe 2), la largeur du lit au droit de chaque profil, et les vitesses superficielles à 4 m et à 10 m de la berge.

La forte augmentation des vitesses aux profils (2) et surtout (3) et (4) est due, bien sûr, à la nature de la berge qui est nette, rectiligne et à forte pente, mais aussi sans doute au resserrement du lit.

Les faibles vitesses au profil (5) paraissent avoir deux causes : freinage dû à la présence de l'épi à l'aval, freinage dû au coude brusque de la berge de rive droite.

Un nouveau coude brusque de la berge de rive droite entre les profils (7) et (8) provoque également un freinage mais le resserrement du lit, s'accroissant sans cesse, ne permet à ce freinage de se manifester vraiment qu'au profil (9) où vient s'ajouter un nouveau facteur: présence, à l'aval, d'un banc d'argile (voir annexe 3).

La pente du plan d'eau augmente localement beaucoup à l'aval du profil (8), phénomène lié à l'augmentation des vitesses. En négligeant les petites irrégularités que l'on peut attribuer à diverses causes secondaires (clapotis, turbulence locale), on constate que la ligne d'eau est assimilable à deux segments de droite se raccordant vers le profil N° 8. Le segment amont a une pente très faible d'environ 3,5 cm/km, tandis que le segment aval a une pente de 8 cm/km qui est encore très modérée. L'accroissement de pente est certainement lié à la courbure et au rétrécissement du lit du CHARI, rétrécissement qui est maximal au droit des profils 10 et 11.

CHAPITRE II

EXTRAPOLATION des OBSERVATIONS et MESURES PRECEDENTES  
pour la CRUE CENTENAIRE

2-1 - ESTIMATION de la CRUE CENTENAIRE -

On a classé les 29 crues annuelles connues par ordre d'importance et on a reporté d'une part les hauteurs, d'autre part les débits sur un graphique gaussien-normal (voir annexe 6 et 7).

Les débits suivent une loi statistique qui n'est sans doute pas très éloignée d'une loi de GAUSS car l'ajustement graphique à une droite est satisfaisant. Il conduit à un débit de crue centenaire :

$$Q_{100} = 5\,360 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ soit } H = 820 \text{ cm.}$$

On pourra s'étonner de rencontrer dans le cas présent une loi normale de GAUSS, car le fait est inhabituel pour les débits de crue (alors qu'il ne l'est pas pour les modules). Ce cas s'est cependant déjà présenté pour la station du SENEGAL à BAKEL.

Les hauteurs limnimétriques suivent une loi moins simple, ce qui s'explique parce que, pour les fréquences très rares, les hauteurs tendent rapidement à "plafonner" du fait de l'ampleur des débordements. L'ajustement graphique d'une courbe de fréquence conduit à une hauteur de crue centenaire :

$$H_{100} = 824 \text{ cm}$$

qui confirme, à quelques centimètres près, la valeur trouvée précédemment.

Nous retiendrons donc la hauteur  $H = 820$  cm, qui conduit pour l'échelle T.P. à un niveau de crue centenaire de :  $289 + 8,20 = \underline{297,75 \text{ m}}$  (système CHEVALLIER) ou  $\underline{295,02 \text{ m}}$  (IGN-53).

## 2-2 - EXTRAPOLATION de la LIGNE d'EAU -

On a cherché à reconstituer la ligne d'eau de la plus forte crue connue, c'est-à-dire celle de 1961.

Le niveau maximal de la crue a été déterminé en certains points :

- grâce à des bornes posées, mais non nivelées, par les Travaux Publics. Ces bornes ont été rattachées aux fers-repères.

- grâce à des indications recueillies auprès des témoins de la crue (au Jardin d'ESSAIS et à MILEZI), les délaisés étant quasi invisibles.

Le profil de la ligne d'eau a été reporté sur le graphique de l'annexe 2.

A part l'altitude au profil (7), la reconstitution est satisfaisante et confirme qu'à l'aval des profils (8) et (9) il y a une augmentation de la pente.

Comme on pouvait s'y attendre, quand le débit augmente, la vitesse moyenne et la pente moyenne de la ligne d'eau croissent également. On peut admettre que la relation entre le débit et la pente est linéaire sur le petit intervalle d'extrapolation de la crue de 1961 ( $5\ 150 \text{ m}^3/\text{s}$ ) à la crue centenaire ( $5\ 360 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

| N° du profil | Distance partielle (m) | Distance cumulée (m) | Altitude maximale du plan d'eau en 1961 |                | Observations   |
|--------------|------------------------|----------------------|---|----------------|--|
|              |                        |                      | IGN-53 (m)                              | CHEVALLIER (m) |  |
| Ech.T.P.     |                        | 0                    | 294,92                                  | 297,65         |  |
| I            | 195                    | 195                  | 294,88                                  | 297,61         | Borne ébréchée   |
| Entre 2 et 3 | 420                    | 615                  | 294,87                                  | 297,60         | Repère sur Transformateur                                |
| 7            | 1 135                  | 1 750                | 294,85                                  | 297,58         | D'après témoins (altitude douteuse)                      |
| 8            | 240                    | 1 990                | 294,76                                  | 297,49         | Borne  |
| 11           | 865                    | 2 855                | 294,61                                  | 297,34         | Borne  |
| 14           | 835                    | 3 690                | 294,56                                  | 297,29         | D'après renseignements de témoins (diguet de protection) |

Mais si on suppose que la relation est linéaire dès la valeur  $Q = 3\,040 \text{ m}^3/\text{s}$  correspondant à la ligne d'eau relevée en 1963, l'extrapolation risque de faire surestimer la pente, ce qui est gênant puisqu'on sous-estime ainsi les cotes à MILLEZI. On gardera alors pour pentes les valeurs mesurées en 1961, soit :

3 cm/km entre les profils 0 et 8  
14 cm/km entre les profils 8 et 15

(voir graphique en annexe 8).

Comme les données de 1961 sont fragmentaires et que celles de 1963 accusent des petites irrégularités locales de pente qu'on a négligées dans cette estimation, on peut dire que la ligne d'eau théorique de crue centenaire doit être exacte à

$\pm 5$  cm près, ce qui est suffisant pour un projet de protection de berges (voir cette ligne d'eau sur le graphique de l'annexe 2).

La réalisation d'ouvrages de protection sur la rive droite pourrait d'ailleurs avoir quelques répercussions sur les lignes d'eau de crue, en modifiant la rugosité de la berge et surtout en limitant les débordements. Pratiquement, il ne semble pas que ces répercussions seraient très sensibles, car les inondations se produisent principalement sur la rive gauche. L'amélioration de la rugosité de la berge pourrait d'ailleurs réduire ou même compenser la légère surélévation du plan d'eau provoquée par la limitation des débordements.

### 2-3 - EXTRAPOLATION des VITESSES le LONG des BERGES -

Une solution approximative consiste à dire que les vitesses mesurées du 18 au 21 Novembre 1963 doivent être majorées dans le même rapport que les vitesses moyennes dans la section de jaugeages de FORT-LAMY.

Ce rapport se détermine en connaissant la cote du CHARI au moment de la mesure, et en la reportant sur la courbe hauteurs-vitesses moyennes (voir en annexe 9).

La valeur estimée pour la crue centenaire est, d'après la même courbe :

$$U = 1,01 \text{ m/s}$$

le rapport de majoration cherché serait voisin de 1,2.

En fait, cette estimation doit être assez grossièrement approximative car les débordements modifient la corrélation hauteurs-vitesses.

De plus, les variations très grandes de vitesses d'un profil à l'autre montrent que la vitesse est surtout fonction de la forme de la berge à l'endroit précis où est faite la mesure et de la présence d'obstacles, dont l'influence varie suivant la cote du plan d'eau.



A titre indicatif, nous donnons les vitesses maximales mesurées lors des jaugeages de hautes eaux dans la section de l'échelle des T.P. (maximum sur les verticales à diverses distances de la rive droite et maximum absolu dans la section).

a) Jaugeage du 28 Septembre 1954.

$$H - T.P. = 6,11 - Q = 3165 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\max} = \begin{array}{l} 0,49 \text{ m/s} \text{ à } 12 \text{ m de la rive droite} \\ 1,02 \quad \quad \quad 53 \\ 1,08 \quad \quad \quad 103 \\ 1,08 \quad \quad \quad 142 \end{array}$$

$$V_{\max} \text{ absolue} = 1,20 \text{ m/s à } 443 \text{ m de la rive droite}$$

b) Jaugeage du 13 Octobre 1954.

$$H - T.P. = 7,70 - Q = 4380 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\max} = \begin{array}{l} 0,60 \text{ m/s} \text{ à } 19 \text{ m de la rive droite} \\ 1,16 \quad \quad \quad 59 \\ 1,20 \quad \quad \quad 112 \\ 1,28 \quad \quad \quad 147 \end{array}$$

$$V_{\max} \text{ absolue} = 1,36 \text{ m/s à } 405 \text{ m de la rive droite}$$

c) Jaugeage du 10 Novembre 1955.

$$H - T.P. = 7,88 - Q = 4720 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\max} = \begin{array}{l} 0,62 \text{ m/s} \text{ à } 12 \text{ m de la rive droite} \\ 0,98 \quad \quad \quad 29 \\ 1,31 \quad \quad \quad 61 \\ 1,35 \quad \quad \quad 67 \end{array}$$

$$V_{\max} \text{ absolue} = 1,35 \text{ m/s} \quad \begin{array}{l} (\text{à } 67 \text{ m de la rive droite} \\ (\text{à } 277 \text{ m de la rive droite} \end{array}$$

(voir graphique en annexe 10)

On retiendra de ces données que les vitesses d'écoulement restent très modérées, même pour les fortes crues. En admettant que les travaux de protection régularisent le tracé de la rive et réduisent considérablement sa rugosité, la vitesse d'écoulement au voisinage de la berge n'excéderait certainement pas 1,25 m/s pour la crue centenaire. Elle serait même probablement inférieure à 1 m/s sur une bonne partie du tracé de la rive et, notamment, dans la partie rectiligne située en amont du profil N° 5.

# ANNEXES

A N N E X E I

Tableaux et graphiques des vitesses mesurées  
du 18 au 21 Novembre 1963 près de  
la rive droite du CHARI

-----



PROFIL N° 1

Hauteur à l'échelle = 5,78

18-11-63

| Distance à la rive |             |         |             |         |             |         |             |         |             |         |             |
|--------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| 1 m                |             | 2 m     |             | 4 m     |             | 6 m     |             | 8 m     |             | 10 m    |             |
| Prof. m            | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s |
|                    | 0           |         | 0           | 1,50    | 0           | 0,10    | 0,10        | 0,10    | 0,13        | 0,10    | 0,32        |
|                    |             |         |             |         |             | 2,55    | -           | 1,00    | 0,12        | 0,50    | 0,16        |
|                    |             |         |             |         |             |         |             | 2,00    | 0,07        | 1,00    | 0,20        |
|                    |             |         |             |         |             |         |             | 3,60    | -           | 1,50    | 0,20        |
|                    |             |         |             |         |             |         |             |         |             | 2,00    | 0,16        |
|                    |             |         |             |         |             |         |             |         |             | 4,25    | -           |



PROFIL N° 2

Hauteur à l'échelle = 5,78

18-11-63

| Distance à la rive |             |         |             |         |             |         |             |         |             |         |             |
|--------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| 1 m                | 2 m         | 4 m     | 6 m         | 8 m     | 10 m        |         |             |         |             |         |             |
| Prof. m            | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s |
| 0                  | 0,10        | 0,11    | 0,10        | 0,35    | 0,10        | 0,36    | 0,10        | 0,68    | 0,10        | 0,79    |             |
|                    | 0,50        | 0,17    | 1,00        | 0,09    | 1,00        | 0,39    | 1,00        | 0,63    | 1,00        | 0,88    |             |
|                    | 1,00        | irrég.  | 1,50        | 0,10    | 2,00        | 0,44    | 2,00        | 0,59    | 2,00        | 0,87    |             |
|                    | 1,50        | irrég.  | 2,00        | 0,20    | 3,00        | 0,30    | 3,00        | 0,54    | 3,00        | 0,82    |             |
|                    | 1,90        | 0,14    | 2,50        | 0,20    | 4,00        | 0,27    | 4,00        | 0,45    | 4,00        | 0,62    |             |
|                    | 2,15        | -       | 3,35        | -       | 4,20        | 0,21    | 4,50        | 0,43    | 5,00        | 0,47    |             |
|                    |             |         |             |         | 4,45        | -       | 4,80        | 0,32    | 5,50        | 0,44    |             |
|                    |             |         |             |         |             |         | 5,10        | -       | 5,80        | 0,41    |             |
|                    |             |         |             |         |             |         |             |         | 6,05        | -       |             |



PROFIL N° 3

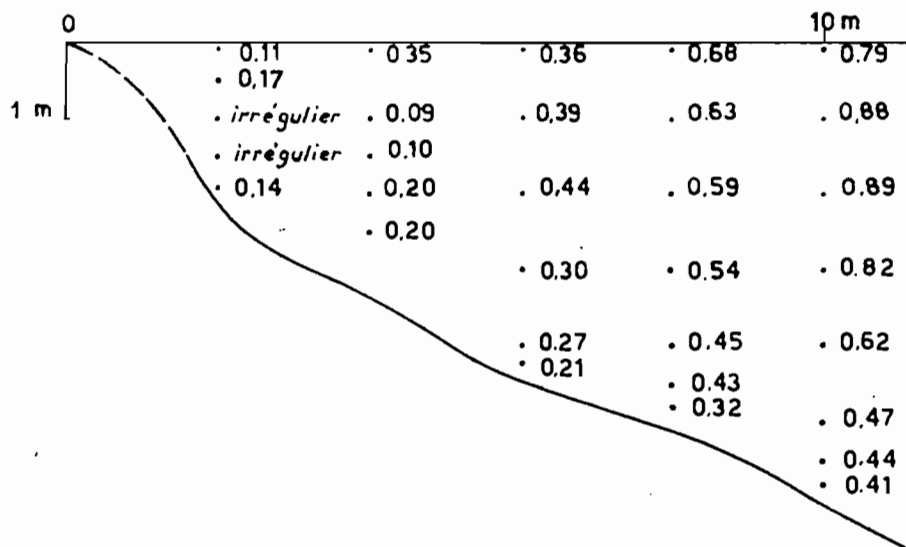
Hauteur à l'échelle = 5,74

18-11-63

| Distance à la rive |               |           |               |           |               |           |               |           |               |           |               |
|--------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
| 1 m                |               | 2 m       |               | 4 m       |               | 6 m       |               | 8 m       |               | 10 m      |               |
| Prof. : m          | Vitesse : m/s | Prof. : m | Vitesse : m/s | Prof. : m | Vitesse : m/s | Prof. : m | Vitesse : m/s | Prof. : m | Vitesse : m/s | Prof. : m | Vitesse : m/s |
| 0,10               | 0,24          | 0,10      | 0,53          | 0,10      | 0,73          | 0,10      | 0,82          | 0,10      | 0,83          | 0,10      | 0,89          |
| 0,30               | 0,31          | 0,60      | 0,45          | 0,50      | 0,73          | 0,50      | 0,85          | 1,00      | 0,83          | 1,00      | 0,97          |
| 0,45               | 0,23          | 0,80      | 0,43          | 1,00      | 0,74          | 1,00      | 0,80          | 2,00      | 0,86          | 2,00      | 0,85          |
| 0,70               | -             | 1,00      | 0,38          | 1,50      | 0,59          | 1,50      | 0,77          | 3,00      | 0,80          | 3,00      | 0,85          |
|                    |               | 1,25      | -             | 2,00      | 0,48          | 2,00      | 0,77          | 4,00      | 0,69          | 4,00      | 0,77          |
|                    |               |           |               | 2,25      | 0,43          | 2,50      | 0,82          | 4,25      | 0,61          | 4,50      | 0,55          |
|                    |               |           |               | 2,50      | -             | 3,00      | 0,72          | 4,50      | -             | 4,75      | 0,59          |
|                    |               |           |               |           |               | 3,40      | 0,57          |           |               | 5,00      | -             |
|                    |               |           |               |           |               | 3,65      | -             |           |               |           |               |

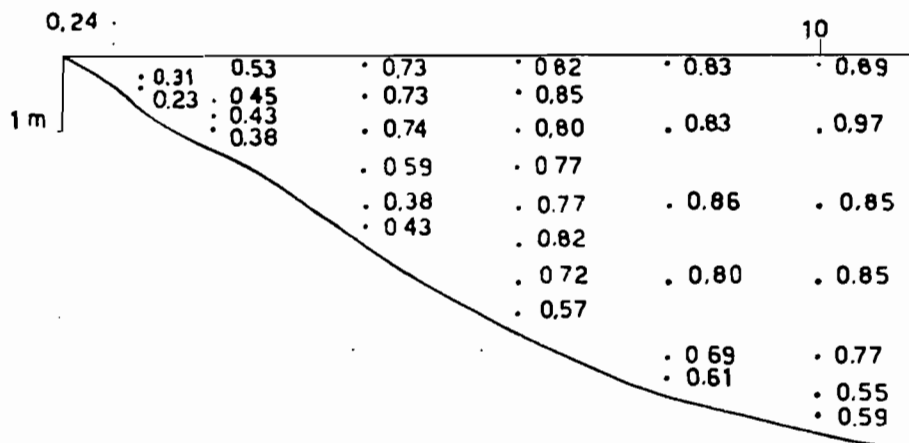
Profil n° 2

H échelle = 5,78



Profil n° 3

H échelle = 5.74



TCH\_81107

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° LE: 29-11-63 DES: L TRENOU VISA: TUBE N° H

PROFIL N° 4

Hauteur à l'échelle = 5,68

19-11-63

| Distance à la rive   |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |
|--|---|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| -----  |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |
| : Distance à la rive :   |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |
| :-----   |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |
| : 1 m : 2 m : 4 m : 6 m : 8 m : 10 m :   |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |
| :-----   |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |
| : Prof.:Vitesse:Prof.:Vitesse:Prof.:Vitesse:Prof.:Vitesse:Prof.:Vitesse:Prof.:Vitesse: |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |
| : m :m/s : m :m/s : m :m/s : m :m/s : m :m/s : m :m/s :                                |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |
| :-----   |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |
| :0,65:   | - | :0,10: | 0,28: | 0,10:  | 0,45: | 0,10: | 0,42: | 0,10:  | 0,54: | 0,10:  | 0,72: |
| :  | : | :0,50: | 0,30: | 0,50:  | 0,44: | 1,00: | 0,57: | 1,00:  | 0,61: | 1,00:  | 0,69: |
| :  | : | :0,70: | 0,30: | 1,00:  | 0,42: | 2,00: | 0,45: | 2,00:  | 0,55: | 2,00:  | 0,73: |
| :  | : | :0,95: | 0,25: | 1,50:  | 0,41: | 3,00: | 0,44: | 3,00:  | 0,56: | 3,00:  | 0,60: |
| :  | : | :1,20: | -     | :2,00: | 0,33: | 3,50: | 0,37: | 4,00:  | 0,43: | 4,00:  | 0,61: |
| :  | : | :      | :     | :2,60: | 0,31: | 3,75: | -     | :4,30: | 0,43: | 4,70:  | 0,60: |
| :  | : | :      | :     | :2,85: | -     | :     | :     | :4,55: | -     | :4,95: | -     |
| :  | : | :      | :     | :      | :     | :     | :     | :      | :     | :      | :     |
| -----  |   |        |       |        |       |       |       |        |       |        |       |

PROFIL N° 5

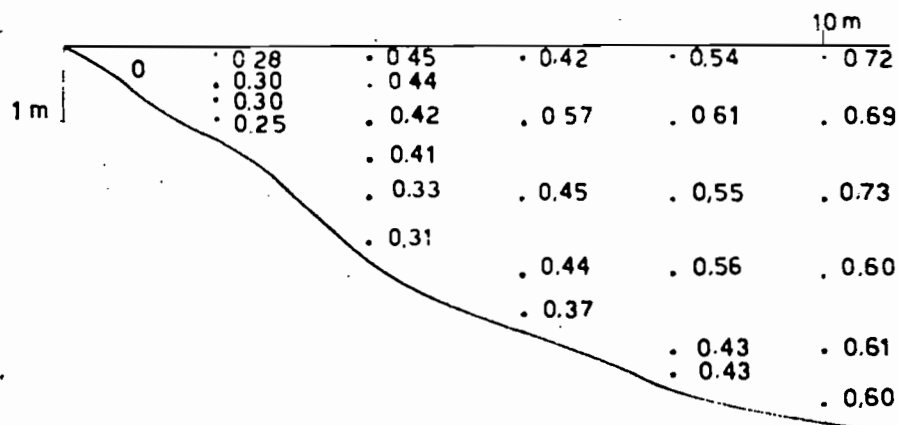
Hauteur à l'échelle = 5,68

19-11-63

| Distance à la rive |             |         |             |         |             |         |             |         |             |         |             |
|--------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| 1 m                |             | 2 m     |             | 4 m     |             | 6 m     |             | 8 m     |             | 10 m    |             |
| Prof. m            | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s |
| 0,50               | -           | 1,30    | -           | 0,10    | 0,22        | 0,10    | 0,27        | 0,10    | 0,26        | 0,10    | 0,28        |
| :                  | :           | :       | :           | 0,50    | 0,32        | 1,00    | 0,32        | 1,00    | 0,35        | 1,00    | 0,23        |
| :                  | :           | :       | :           | 1,00    | 0,20        | 2,00    | 0,16        | 2,00    | 0,35        | 2,00    | 0,32        |
| :                  | :           | :       | :           | 1,50    | 0,19        | 3,00    | 0,19        | 3,00    | 0,33        | 3,00    | 0,50        |
| :                  | :           | :       | :           | 2,00    | 0,26        | 3,60    | 0,16        | 4,00    | 0,26        | 4,00    | 0,48        |
| :                  | :           | :       | :           | 2,55    | 0,12        | 3,85    | -           | 4,35    | 0,22        | 5,00    | 0,44        |
| :                  | :           | :       | :           | 2,80    | -           | :       | :           | 4,60    | -           | 5,35    | 0,38        |
| :                  | :           | :       | :           | :       | :           | :       | :           | :       | :           | 5,60    | -           |

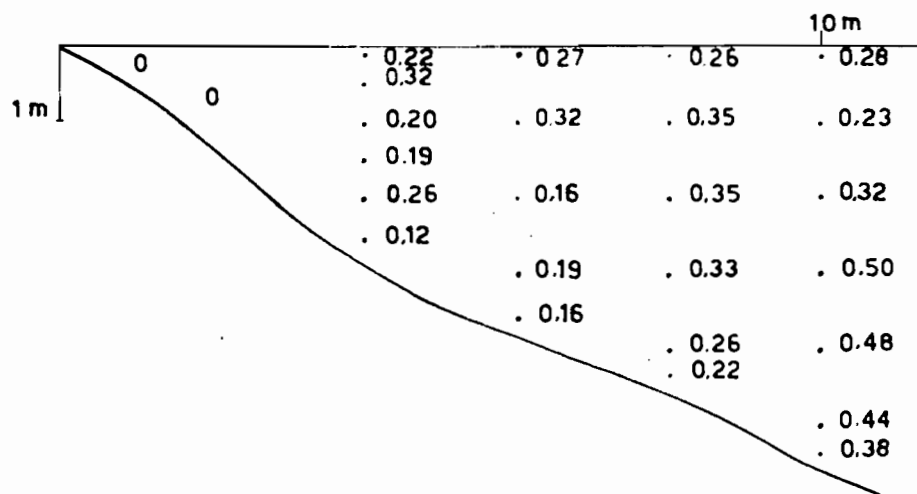
Profil n° 4

H echelle = 5,68



Profil n° 5

H echelle = 5,68





PROFIL N° 7

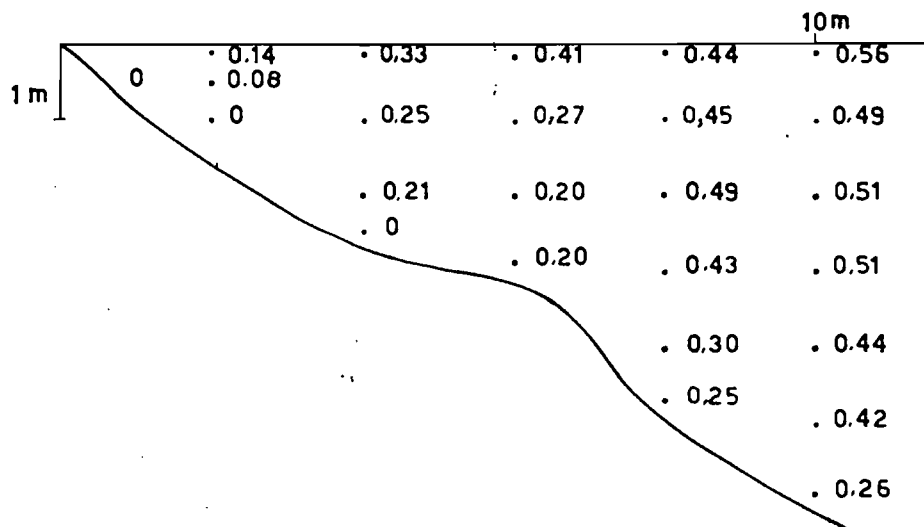
Hauteur à l'échelle = 5,68

19-11-63

| Distance à la rive |             |         |             |         |             |         |             |         |             |         |             |
|--------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| 1 m                | 2 m         | 4 m     | 6 m         | 8 m     | 10 m        |         |             |         |             |         |             |
| Prof. m            | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s |
| 0,10               | 0,11        | 0,10    | 0,17        | 0,10    | 0,37        | 0,10    | 0,40        | 0,10    | 0,64        | 0,10    | 0,43        |
| 0,80               | 0,10        | 0,50    | 0,22        | 0,50    | 0,26        | 1,00    | 0,30        | 0,50    | 0,54        | 0,50    | 0,41        |
| 1,05               | -           | 1,00    | 0,14        | 1,00    | 0,21        | 2,00    | 0,30        | 1,00    | 0,51        | 1,00    | 0,56        |
|                    |             | 1,25    | 0,16        | 1,50    | 0,17        | 2,90    | 0,31        | 2,00    | 0,47        | 2,00    | 0,38        |
|                    |             | 1,50    | -           | 2,00    | 0,14        | 3,15    | -           | 3,00    | 0,38        | 3,00    | 0,40        |
|                    |             |         |             | 2,25    | -           |         |             | 4,00    | 0,36        | 4,00    | 0,41        |
|                    |             |         |             |         |             |         |             | 4,50    | 0,24        | 5,00    | 0,33        |
|                    |             |         |             |         |             |         |             | 4,75    | -           | 5,65    | 0,29        |
|                    |             |         |             |         |             |         |             |         |             | 5,90    | -           |

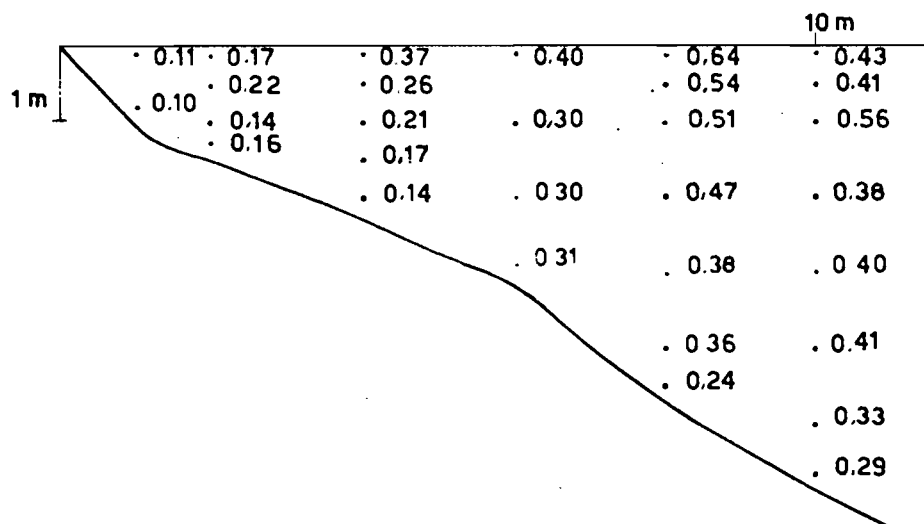
Profil n° 6

H échelle = 5,68



Profil n° 7

H échelle = 5,68







PROFIL N° 9

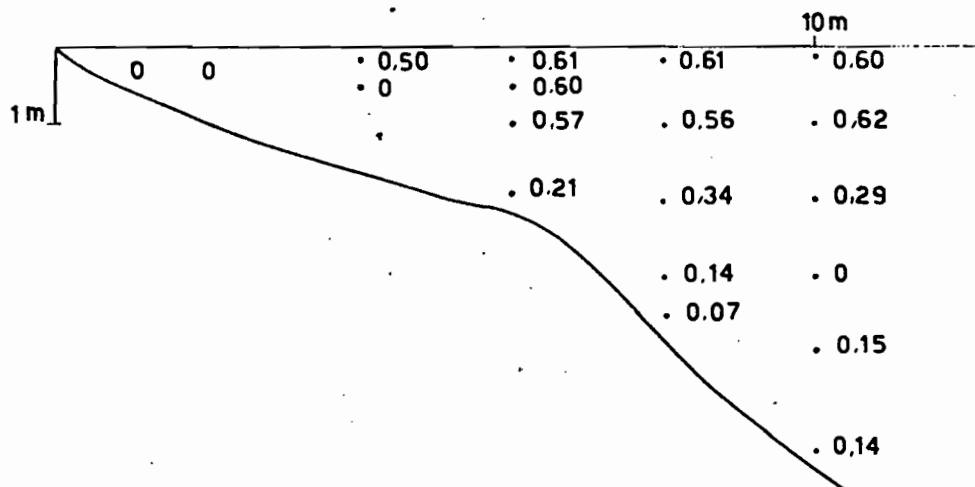
Hauteur à l'échelle = 5,60

20-11-63

| Distance à la rive |         |       |         |       |         |       |         |       |         |       |         |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
| 1 m                |         | 2 m   |         | 4 m   |         | 6 m   |         | 8 m   |         | 10 m  |         |
| Prof.              | Vitesse | Prof. | Vitesse | Prof. | Vitesse | Prof. | Vitesse | Prof. | Vitesse | Prof. | Vitesse |
| m                  | m/s     | m     | m/s     | m     | m/s     | m     | m/s     | m     | m/s     | m     | m/s     |
| 0,70               | -       | 0,85  | -       | 0,10  | 0       | 0,10  | 0       | 0,10  | 0       | 0,10  | 0,27    |
| :                  | :       | :     | :       | 1,65  | 0       | 0,50  | 0       | 1,00  | 0,13    | 1,00  | 0,21    |
| :                  | :       | :     | :       | 1,90  | -       | 1,00  | 0,12    | 2,00  | 0,25    | 2,00  | 0,18    |
| :                  | :       | :     | :       | :     | :       | 2,00  | 0       | 3,00  | 0,13    | 3,00  | 0,33    |
| :                  | :       | :     | :       | :     | :       | 2,80  | 0       | 3,65  | 0,08    | 4,00  | 0,29    |
| :                  | :       | :     | :       | :     | :       | 3,05  | -       | 3,90  | -       | 4,50  | 0,16    |
| :                  | :       | :     | :       | :     | :       | :     | :       | :     | :       | 4,75  | -       |

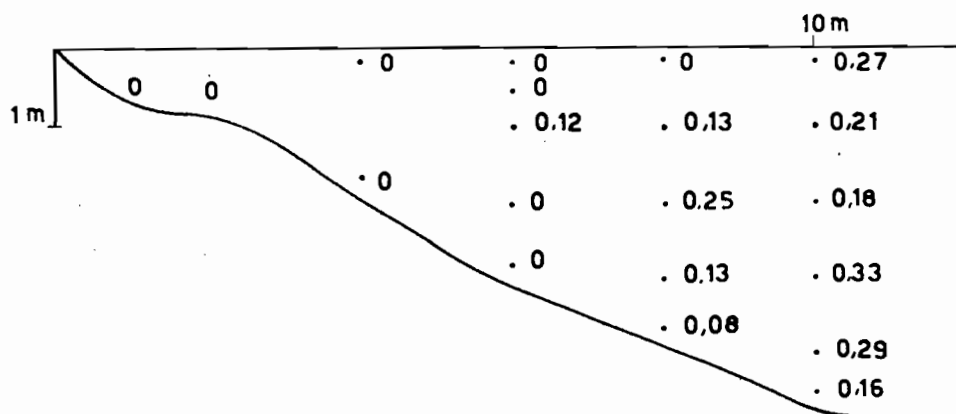
Profil n° 8

H echelle = 5,68



Profil n° 9

H echelle = 5,60



PROFIL N° 10

Hauteur à l'échelle = 5,60

20-11-63

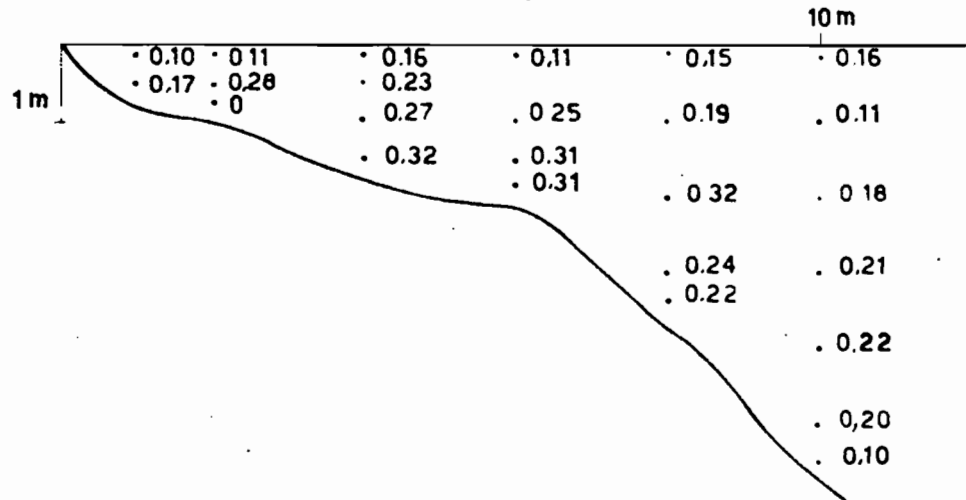
| Distance à la rive |               |           |               |                   |               |           |               |           |               |           |               |  |
|--------------------|---------------|-----------|---------------|-------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|--|
| 1 m                | 2 m           | 4 m       | 6 m           | 8 m               | 10 m          |           |               |           |               |           |               |  |
| Prof. : m          | Vitesse : m/s | Prof. : m | Vitesse : m/s | Prof. : m         | Vitesse : m/s | Prof. : m | Vitesse : m/s | Prof. : m | Vitesse : m/s | Prof. : m | Vitesse : m/s |  |
| 0,10               | 0,10          | 0,10      | 0,11          | 0,10              | 0,16          | 0,10      | 0,11          | 0,11      | 0,15          | 0,10      | 0,16          |  |
| 0,50               | 0,17          | 0,50      | 0,28          | 0,50              | 0,23          | 1,00      | 0,25          | 1,00      | 0,19          | 1,00      | 0,11          |  |
| 0,85               | -             | 0,75      | -             | 1,00              | 0,27          | 1,50      | 0,31          | 2,00      | 0,32          | 2,00      | 0,18          |  |
|                    |               | 1,00      | -             | 1,50              | 0,32          | 1,85      | 0,31          | 3,00      | 0,24          | 3,00      | 0,21          |  |
|                    |               |           |               | 1,75              | -             | 2,10      | -             | 3,40      | 0,22          | 4,00      | 0,22          |  |
|                    |               |           |               |                   |               |           |               | 3,65      | -             | 5,00      | 0,20          |  |
|                    |               |           |               |                   |               |           |               |           |               | 5,45      | 0,10          |  |
|                    |               |           |               |                   |               |           |               |           |               | 5,70      | -             |  |
|                    |               |           |               | (contre-courants) |               |           |               |           |               |           |               |  |



Profil n° 10

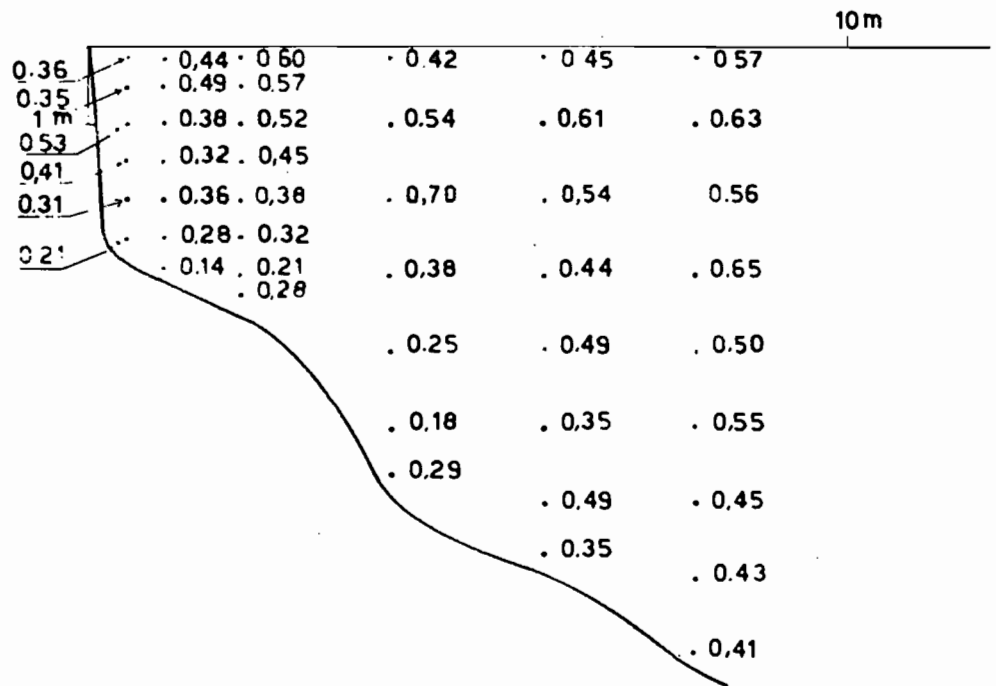
H echelle = 5,60

(contre - courants)



Profil n° 11

H echelle = 5,60



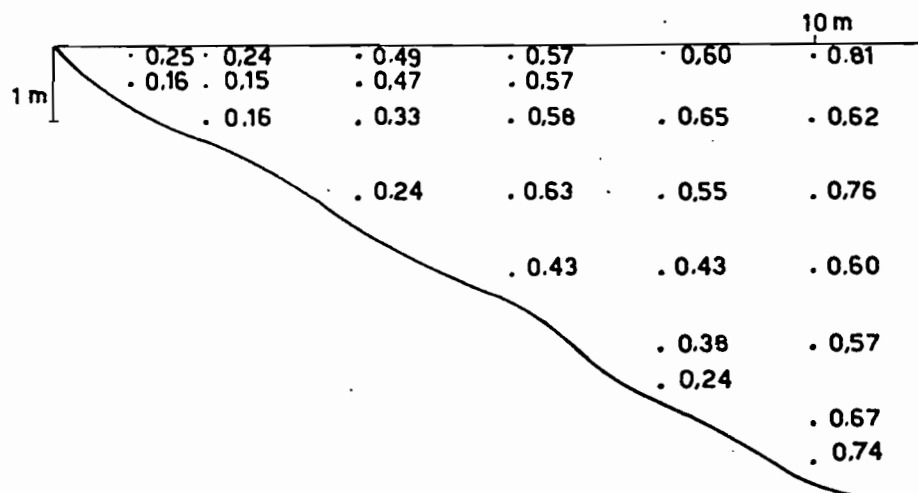




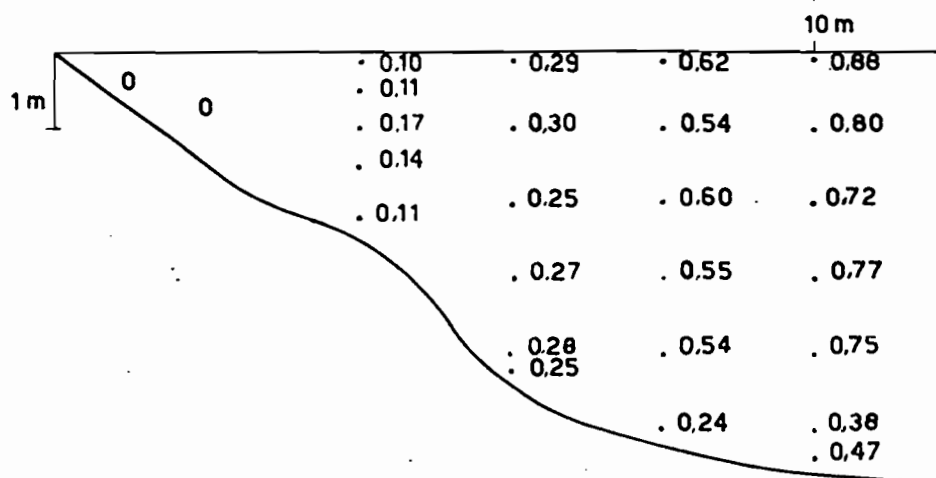


Profil n° 12

H echelle = 5,60

Profil n° 13

H echelle = 5,51



TCH\_81112

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 16-12-63

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

H

PROFIL N° 14

Hauteur à l'échelle = 5,51

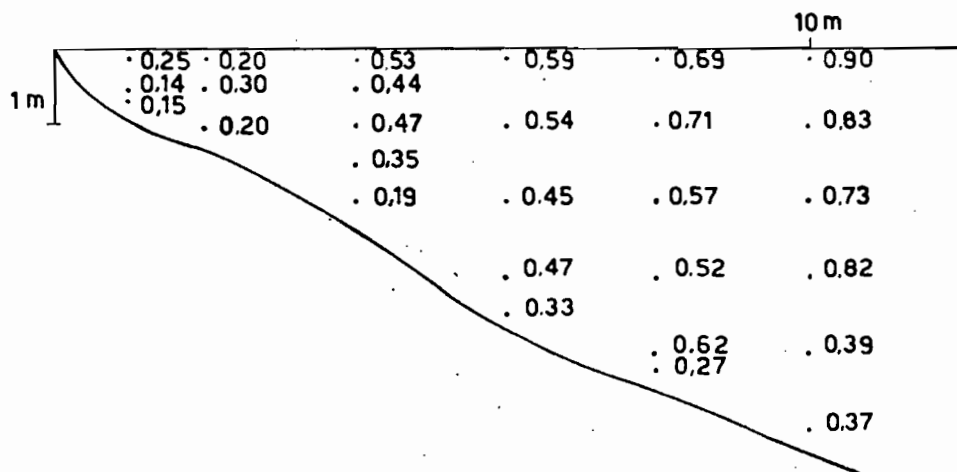
21-11-63

| Distance à la rive |             |         |             |         |             |         |             |         |             |         |             |
|--------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| 1 m                | 2 m         | 4 m     | 6 m         | 8 m     | 10 m        |         |             |         |             |         |             |
| Prof. m            | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s | Prof. m | Vitesse m/s |
| 0,10               | 0,25        | 0,10    | 0,20        | 0,10    | 0,53        | 0,10    | 0,59        | 0,10    | 0,69        | 0,10    | 0,90        |
| 0,50               | 0,14        | 0,50    | 0,30        | 0,50    | 0,44        | 1,00    | 0,54        | 1,00    | 0,71        | 1,00    | 0,83        |
| 0,65               | 0,15        | 1,00    | 0,20        | 1,00    | 0,47        | 2,00    | 0,45        | 2,00    | 0,57        | 2,00    | 0,73        |
| 0,90               | -           | 1,35    | -           | 1,50    | 0,35        | 3,00    | 0,47        | 3,00    | 0,52        | 3,00    | 0,82        |
| :                  | :           | :       | :           | 2,00    | 0,19        | 3,45    | 0,33        | 4,00    | 0,62        | 4,00    | 0,39        |
| :                  | :           | :       | :           | 2,35    | -           | 3,70    | -           | 4,20    | 0,27        | 5,00    | 0,37        |
| :                  | :           | :       | :           | :       | :           | :       | :           | 4,45    | -           | 5,35    | -           |



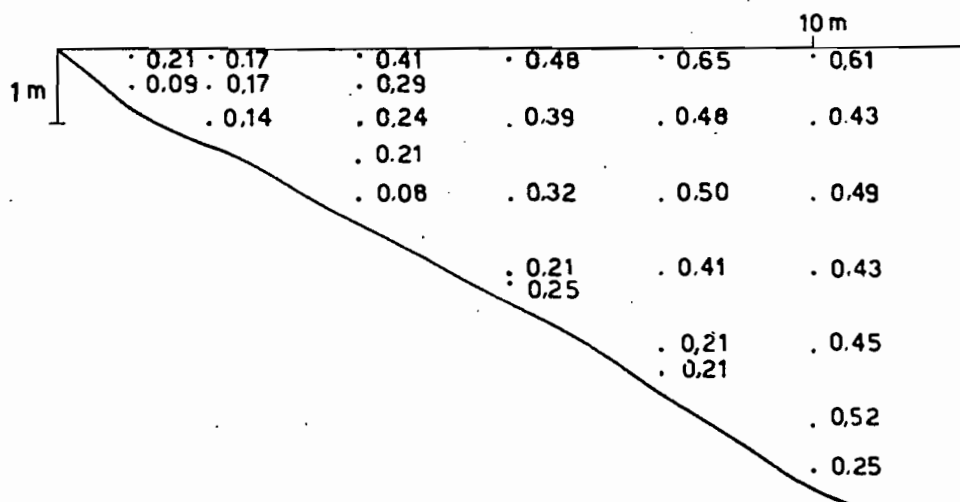
Profil n° 14

H echelle = 5,51



Profil n° 15

H echelle = 5,51

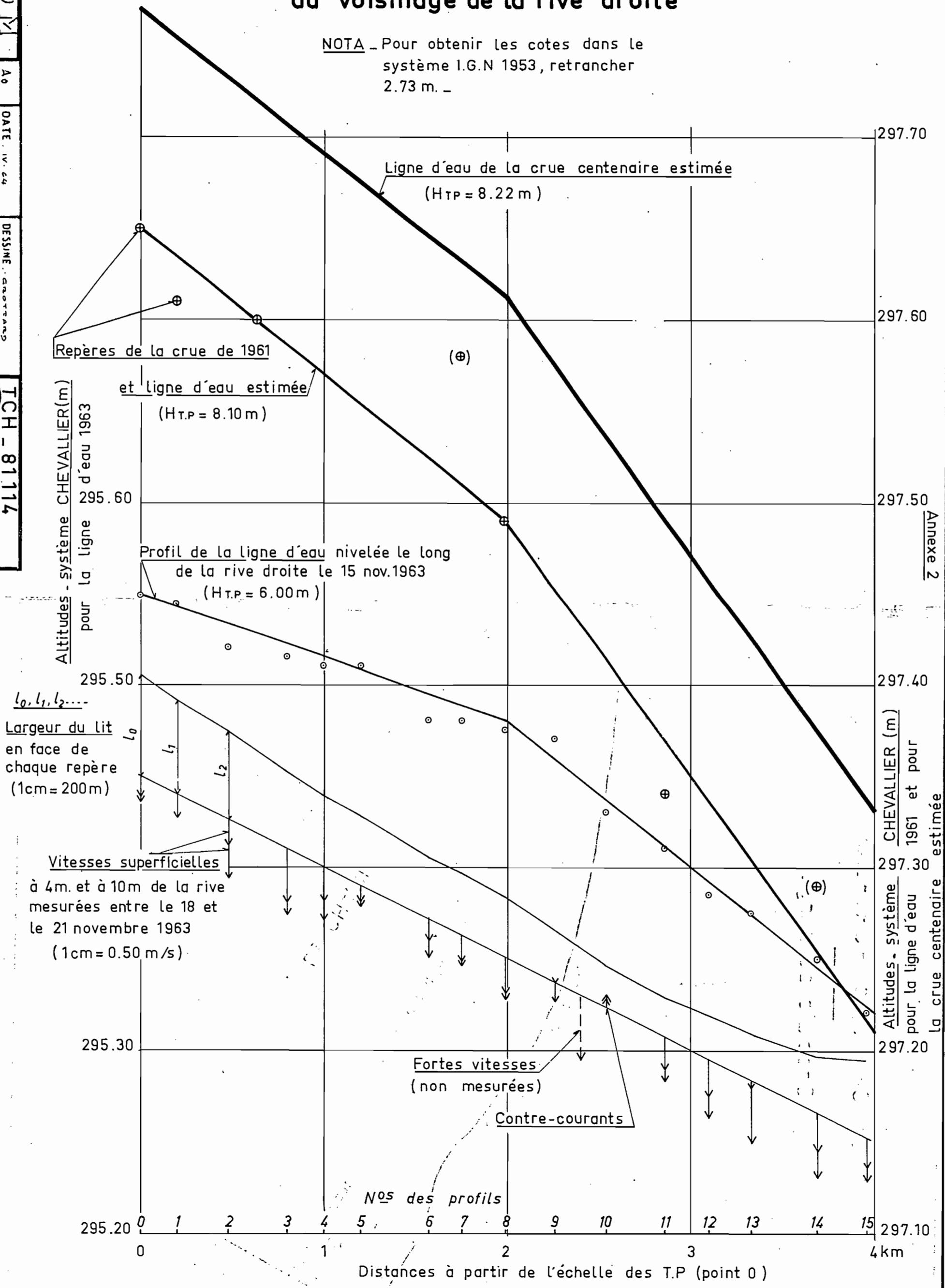


ORSTOM  
 A0  
 DATE: IV. 64  
 DESSINE: GAOTANG  
 TCH-81114

# Le CHARI à FORT-LAMY

## Lignes d'eau et vitesses superficielles au voisinage de la rive droite

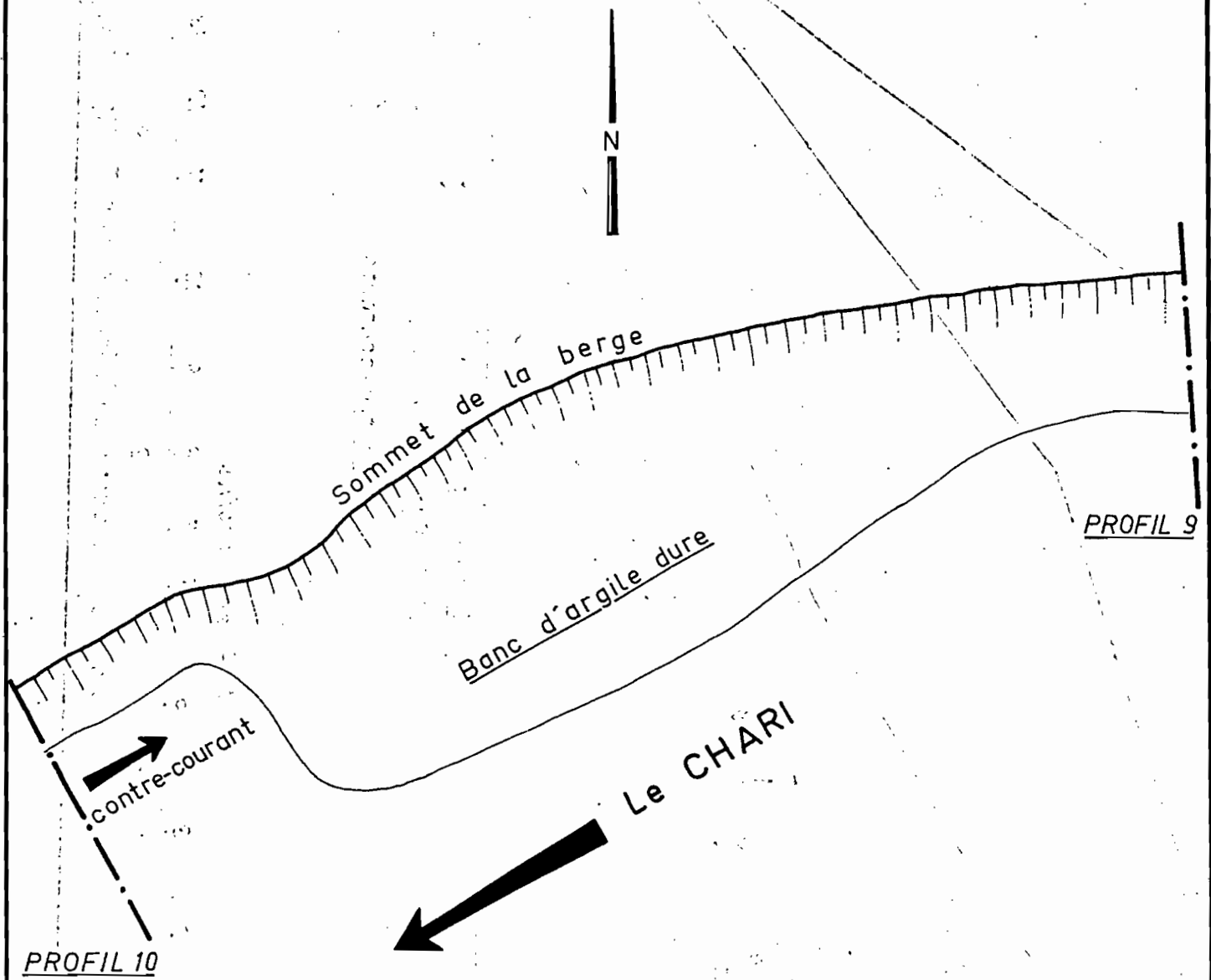
NOTA - Pour obtenir les cotes dans le  
 système I.G.N 1953, retrancher  
 2.73 m.



Annexe 2

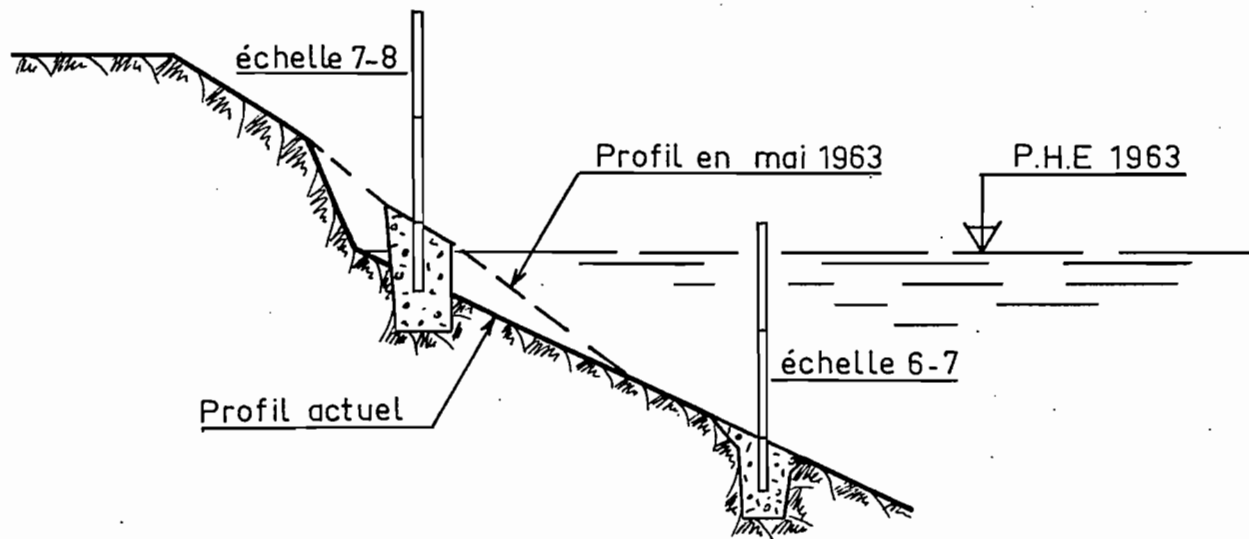
# Le CHARI à FORT-LAMY

## Croquis de berge



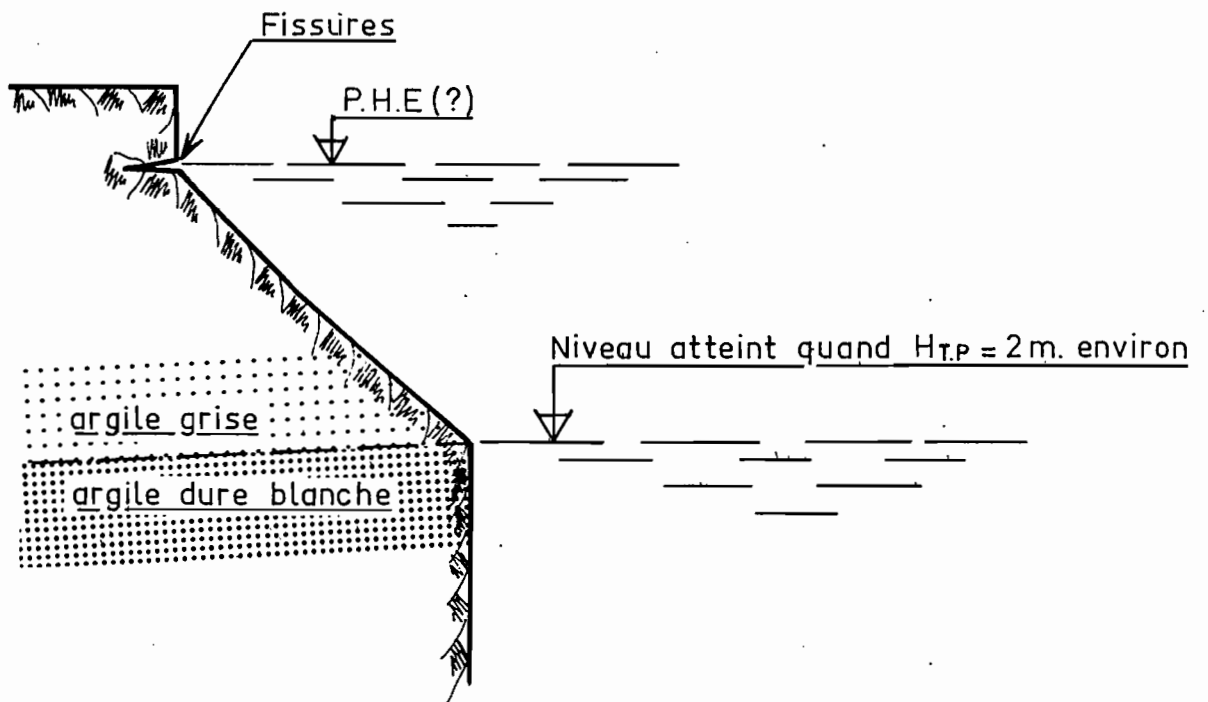
# Le CHARI à FORT-LAMY

## Croquis de berge



# Le CHARI à FORT-LAMY

## Croquis de berge





ANNEXE 6

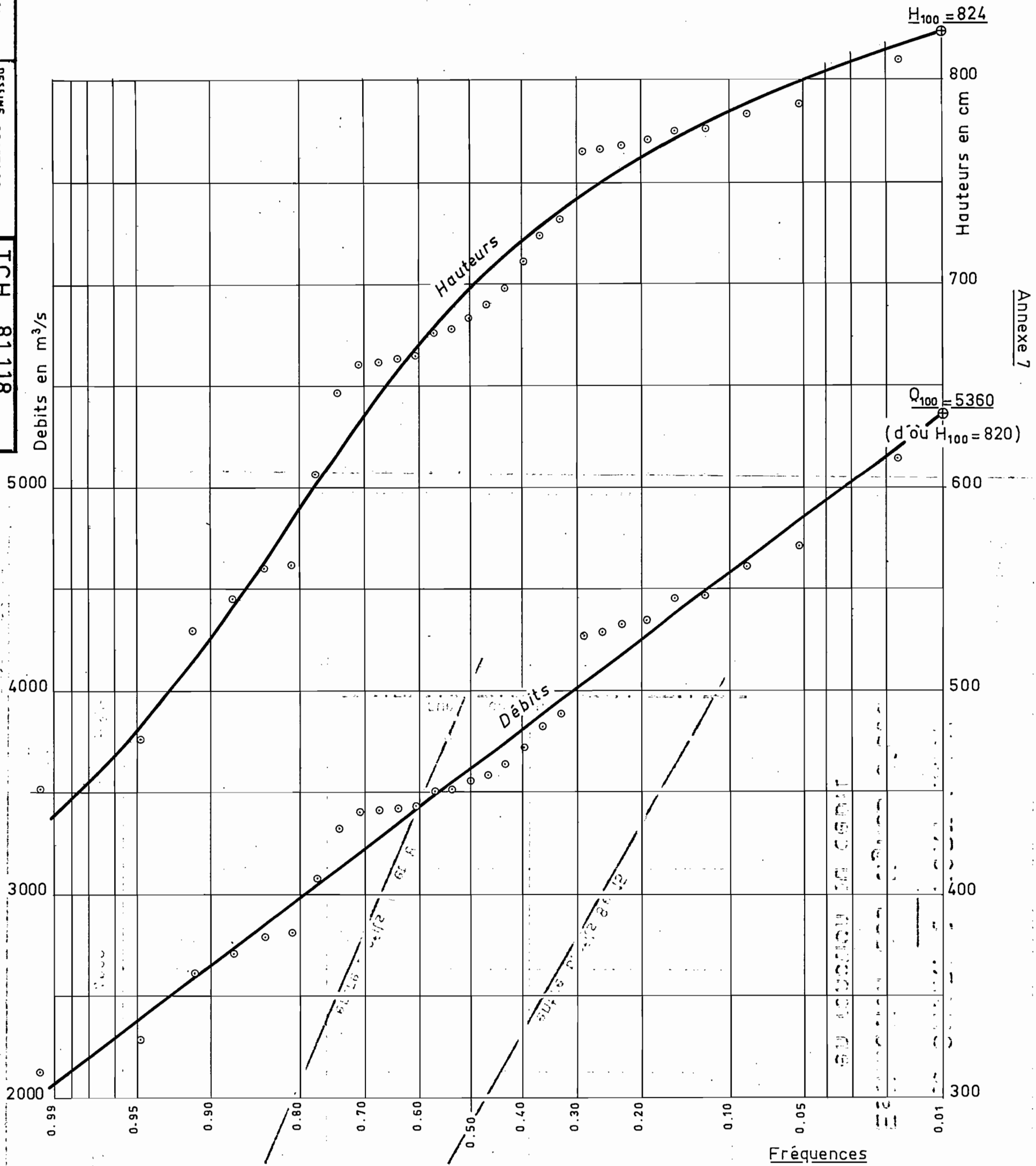
DEBITS MAXIMAUX JOURNALIERS pour 29 ANNEES  
(débits classés)

| Années | Débits<br>(m <sup>3</sup> /s) | Hauteur<br>d'eau<br>(m) | Années | Débits<br>(m <sup>3</sup> /s) | Hauteur<br>d'eau<br>(m) |
|--------|-------------------------------|-------------------------|--------|-------------------------------|-------------------------|
| 1961   | 5150                          | 8,10                    | 1934   | 3512                          | 6,78                    |
| 1955   | 4710                          | 7,88                    | 1943   | 3499                          | 6,76                    |
| 1962   | 4610                          | 7,83                    | 1939   | 3432                          | 6,65                    |
| 1946   | 4473                          | 7,76                    | 1949   | 3420                          | 6,63                    |
| 1938   | 4454                          | 7,75                    | 1945   | 3414                          | 6,62                    |
| 1954   | 4357                          | 7,70                    | 1952   | 3402                          | 6,60                    |
| 1956   | 4324                          | 7,68                    | 1942   | 3318                          | 6,46                    |
| 1936   | 4290                          | 7,66                    | 1944   | 3081                          | 6,07                    |
| 1950   | 4274                          | 7,65                    | 1958   | 2808                          | 5,62                    |
| 1948   | 3889                          | 7,32                    | 1935   | 2796                          | 5,60                    |
| 1960   | 3824                          | 7,24                    | 1957   | 2705                          | 5,45                    |
| 1959   | 3726                          | 7,11                    | 1937   | 2613                          | 5,30                    |
| 1953   | 3639                          | 6,98                    | 1940   | 2284                          | 4,76                    |
| 1933   | 3587                          | 6,90                    | 1941   | 2132                          | 4,51                    |
| 1963   | 3549                          | 6,84                    |        |                               |                         |

C.R.S.T.O.M.  
A0  
DATE: 10-64  
DESSINE: G. MARTIN  
TCH-81118

# Le CHARI à FORT-LAMY

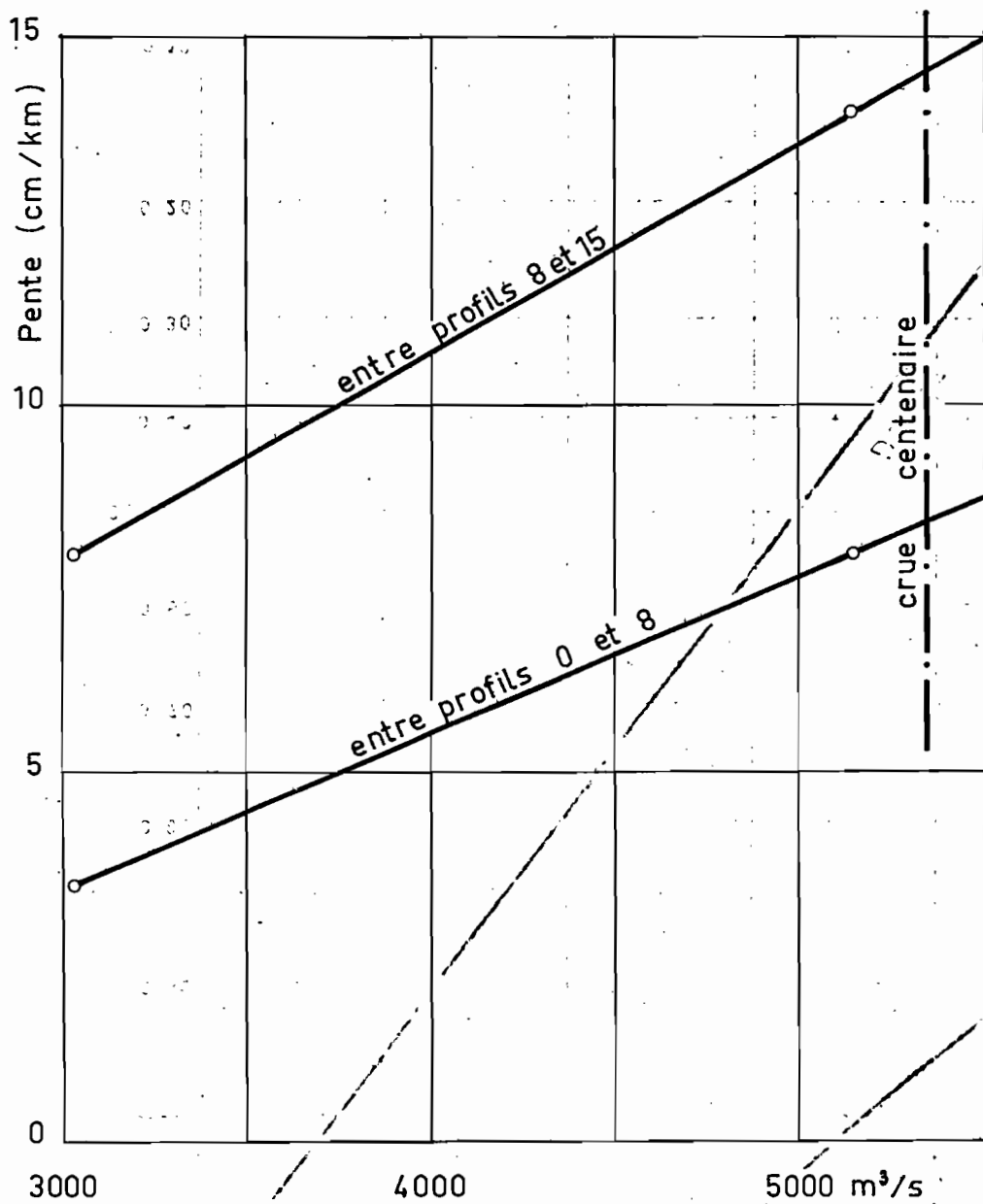
## Hauteurs et débits moyens journaliers maximaux pour 29 années



Annexe 7

# Le CHARI à FORT-LAMY

## Estimation des lignes d'eau en fonction du débit



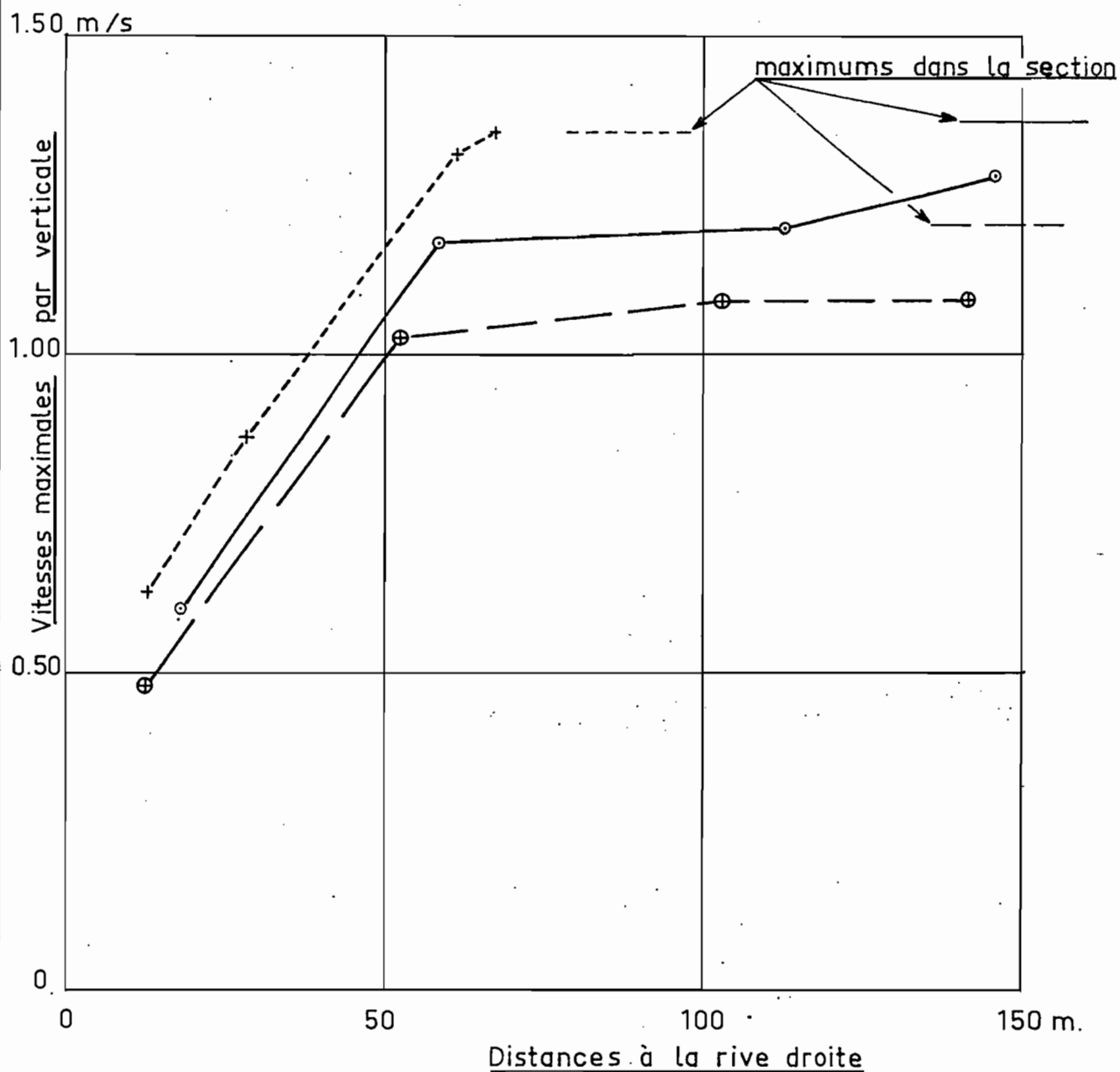


# Le CHARI à FORT-LAMY

## Vitesses maximales mesurées

Mesures du :

- ⊕ — — — ⊕ 28\_9\_54 (H<sub>T.P.</sub> = 6.11m)
- — — — ○ 13\_10\_54 (H<sub>T.P.</sub> = 7.70 )
- + - - - - + 10\_11\_55 (H<sub>T.P.</sub> = 7.88 )



# FORT-LAMY

## Emplacements des repères de niveau

