

ROYAUME DU MAROC

2

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET  
DE LA PROMOTION NATIONALE

DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

DETERMINATION DE LA CRUE CENTENNALE

DE L'OUED SROU AU PONT DE LA

ROUTE KBAB - KERROUCHEN

FEVRIER 1980

17 AOUT 1992

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 33797 ex 4

Cote : B

71981

ROYAUME DU MAROC  
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET  
DE LA PROMOTION NATIONALE  
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE  
DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

/)/OTE DE PRESENTATION

Dans le cadre de la construction du futur pont sur l'Oued  
SROU dans le bassin d'OUM ER RBIA, Cette étude a été effectuée par  
MM. B. BILLON et EL HAIBA, pour déterminer la crue centennale de  
l'Oued à l'emplacement du projet de pont.

Détermination de la crue centennale de l'oued Srou au pont de la route Kbab-Kerrouchen

1- Etude des crues sur les stations hydrologiques

1.1.- Station de TILLOUCHITE

1.2.- Station de El Hatri

1.2.1.- Historique

1.2.2.- Tarage

1.2.3.- Corrélation entre échelles amont et aval

1.2.4.- Tarage de l'échelle amont

1.2.5.- Enquêtes de crue

1.2.6.- Maximums annuels de crue

1.2.7.- Distribution des maximums de crue

1.2.8.- Méthode du gradex

1.3.- Station de CHACHA N'MELLAH

1.3.1.- Tarage

1.3.2.- Extrapolation de la courbe de tarage

1.3.3.- Extension de l'échantillon

1.3.4.- Etude statistique des maximums de crue

1.4.- Corrélations avec Khénifra

2.- Crue centennale à l'emplacement du projet de pont

2.1.- Méthode des courbes-enveloppes

2.2.- Choix du coefficient K pour la crue au pont de Srou.

DETERMINATION DE LA CRUE CENTENNALE  
DE L'OUED SROU A L'EMPLACEMENT DU  
PROJET DE PONT DE LA LIRISON  
ROUTIERE KBAB-KERROUCHEN

-----

I.- ETUDES DES CRUES SUR LES STATIONS HYDROLOGIQUES

Pour déterminer la crue centennale à l'emplacement du projet de pont, nous avons entrepris une étude au niveau des stations hydrologiques de Tillouquite, EL HIRRI et CHACHA N'MELLAH. Ces trois stations sont les seules qui se trouvent relativement un peu proches de l'emplacement du projet de pont (carte n° 1 )

1.1.- Station de Tillouquite

Cette station se trouve sur l'oued Srou à l'emplacement du pont de la RP 24 . Elle a été installée en 1954 par L'O.N.E. Au début il n'y avait qu'une seule échelle, mais on a installé un limnigraphe plus tard. Les côtes des crues disponibles n'ont pu être exploitées car les jaugeages n'ont été effectués qu'en basses eaux.

1.2.- Station de El Herri

1.2.1.- Historique

La première batterie d'échelles a été installée en 1954 par l'E.E.M. (ONE) à 50m en amont du pont actuel de la RP 24. Elle comprenait deux éléments de 0 à 200 cm.

Lue de 1954 à Novembre 1961 il n'a cependant pas été possible de retrouver les hauteurs d'eau observées, en dehors des hauteurs maximales par mois qui sont regroupées en tableau annexe.

Les débits moyens journaliers présentés pour cette période sur des documents anciens paraissent très suspects, tout au moins pour les débits moyens et élevés qui conduisent à des débits de pointe très supérieurs à la crue maximale connue en 30 ans (1969). Il n'en sera pas tenu compte.

Les observations sont ensuite interrompues de 1962 à 1970. Elles reprennent, toujours sur la même échelle, en Novembre 1970 jusqu'en Janvier 1975 date à laquelle la station est déplacée vers l'aval de 500m environ avec une batterie d'éléments d'échelle de crue de 300 à 700 cm

.../...

### 1.2.2.- Tarage

Cette nouvelle station est équipée d'un téléphérique qui a permis l'étalonnage de la nouvelle échelle jusqu'à 80 m<sup>3</sup>/s Graphique n° 2.

L'extrapolation sur graphique log-log n'est pas utilisable en raison de la courbure continue de la courbe de tarage. On a donc procédé au tracé des variations de RH rayon hydraulique et  $K.I^{0.5}$  en fonction de la cote à l'échelle graphique n° 3.

On a reporté également sur le graphique n° 4 les variations de la vitesse moyenne dans la section et de la section mouillée en fonction de la cote à l'échelle amont. Les points reportés sur les graphiques n° 3 et 4 correspondent aux jaugeages réalisés au téléphérique.

Le dossier général de la station El Herri comprend un profil en travers réalisé au droit du téléphérique mais il ne permet pas de comparaison avec les sections mouillées obtenues par les jaugeages. En effet les échelles sont situées à 100 m en amont du téléphérique et en amont immédiat d'un seuil rocheux. Si la différence des cotes du plan d'eau entre les deux sections est de 1m en basses eaux elle se réduira en hautes eaux en raison de l'écart très important entre la pente de ligne d'eau au niveau des échelles qui est forte et celle au niveau du téléphérique qui est beaucoup plus faible.

A partir des graphiques 3 et 4 on peut calculer le débit pour H = 700 par

$$Q = K.I^{0.5} S.R.^{2/3} = 1,65 \times 89 \times 2,55^{2/3} = 275 \text{ m}^3/\text{s}$$

ou par

$$Q = S.V_m = 89 \times 3,2 = 285 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit retenu sera de 280 m<sup>3</sup>/s

### 1.2.3.- Corrélation entre échelles amont et aval (Ancienne et Nouvelle station)

Les relevés simultanés sur les deux échelles sont très limités puisqu'ils n'ont eu lieu que pendant 15 jours environ en Janvier 1975 et pour des cotes qui ont peu varié sur l'échelle amont puisqu'elles sont comprises entre H = 002cm et H = 015 cm.

L'amorce de relation, graphique n° 5, montre que le plan d'eau s'élève beaucoup plus vite sur l'échelle aval que sur l'échelle amont Ceci s'explique par la configuration très différente des lits en basses eaux : à l'amont l'oued coule sur toute la largeur et avec une pente forte alors que l'échelle aval est située en amont d'un seuil rocheux très étroit en faible débit et qui donne une meilleure sensibilité à la station.

.../...

Pour compléter cette corrélation, qu'il est impensable bien sûr d'extrapoler linéairement à partir des basses eaux, une enquête sur le terrain a été effectuée le 8.1.80. Elle a permis de retrouver les maximums approximatifs sur l'échelle amont, de deux crues bien observées sur l'échelle aval :

Date	Hmax Amont	Hmax Aval
19.2.79	200	552
28.10.79	108	487
et 8.1. 80	002	347

Le tracé de la corrélation peut donner lieu à des interprétations qui diffèrent. La précision n'est pas excellente et il sera nécessaire dans les années à venir de rattacher les cotes maximales de crue sur l'échelle amont de façon à compléter et corriger éventuellement le tracé proposé sur le graphique n° 5.

#### 1.2.4.- Courbe de tarage de l'échelle amont

Le rapprochement des graphiques n° 2 et 5 permet de continuer la courbe de tarage de hautes eaux de l'échelle amont graphique n° 6. Par exemple à 150 m<sup>3</sup>/s correspond H = 586 sur l'échelle aval (graphique n° 2) laquelle cote correspond à

$$H = 228 \text{ sur l'échelle amont (graphique n° 5).}$$

Aucune mesure de débit n'a été retrouvée pour la période 1954 à 1961. La courbe de tarage utilisée pour l'élaboration des tableaux de débits moyens journaliers a pu être reconstruite par comparaison entre un certain nombre de cotes connues et de débits correspondants qui, au lieu d'être les débits moyens journaliers annoncés, étaient en fait les maximums de débit d'où les très fortes valeurs, trop suspectes pour être retenues.

Ne sachant comment cette courbe a été obtenue, elle n'est présentée ici qu'à titre information. Son adoption entrainerait par ailleurs pour la vitesse moyenne à la section aval, des valeurs incompatibles avec les résultats des jaugeages. Pour 300 m<sup>3</sup>/s en effet on aurait H = 320 sur l'échelle amont soit H = 660 sur l'échelle aval. Comme pour cette cote la section est de S = 78 m<sup>2</sup> la vitesse moyenne qui s'en déduit est de  $300/78 = 3,85$  m/s, valeur beaucoup trop élevée compte tenu de la courbe établie entre H = 400 et H = 550.

#### 1.2.5.- Enquêtes de crue

Au cours de la tournée du 8.1.80 une enquête a permis de dégager les points suivants :

- La plus forte crue connue est elle de 1969 et non celle de 1963 comme à Khénifra. Cette date est confirmée par l'enquête à la station de Chacha N'amellah. L'observateur d'El Herri a personnellement vu cette crue à son maximum. Le rattachement du niveau atteint sur l'échelle amont conduit à admettre Hmax = 370 cm.

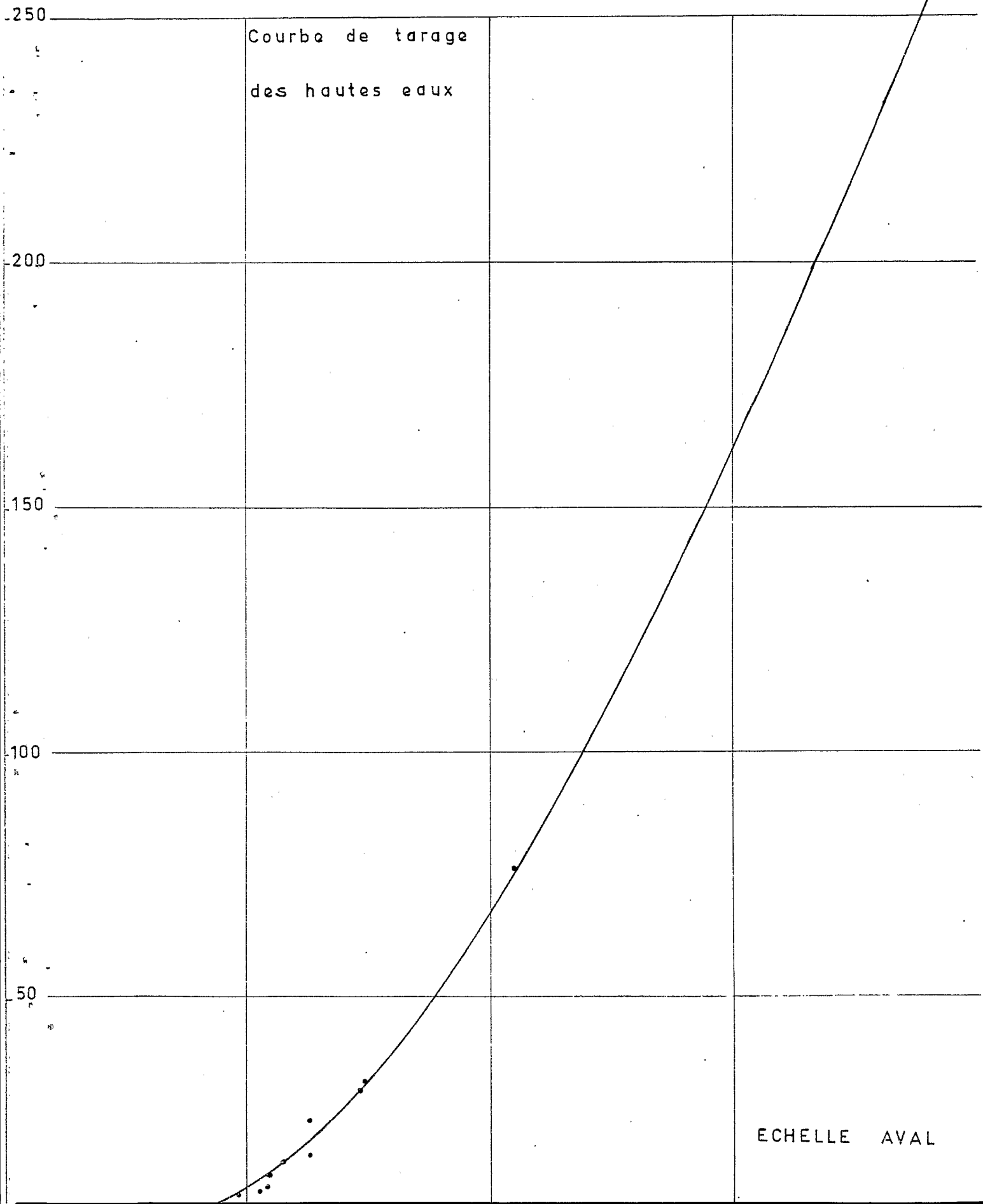
.../...

EL HERRI

Q

m<sup>3</sup>/s

Courbe de tarage  
des hautes eaux

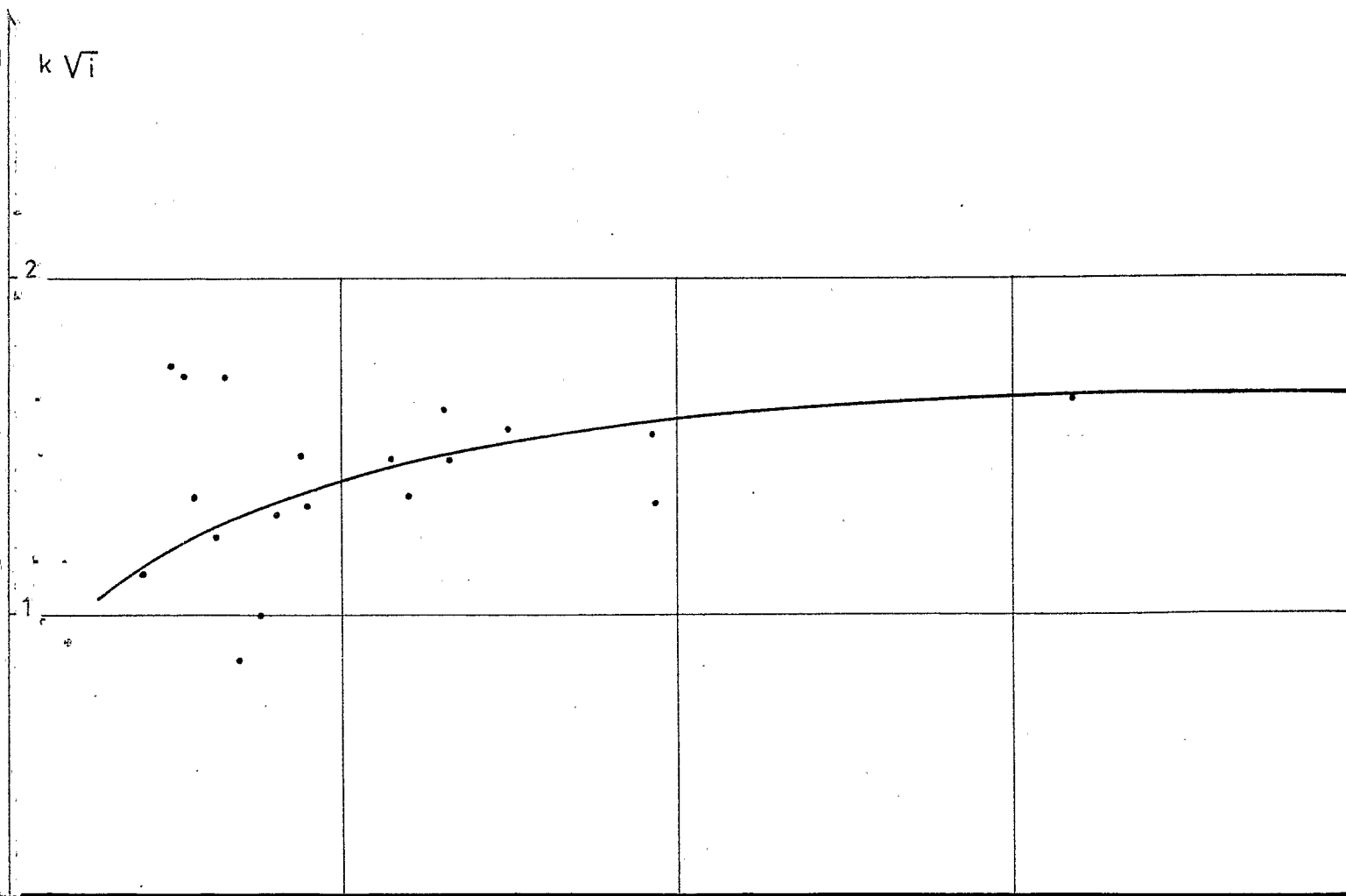
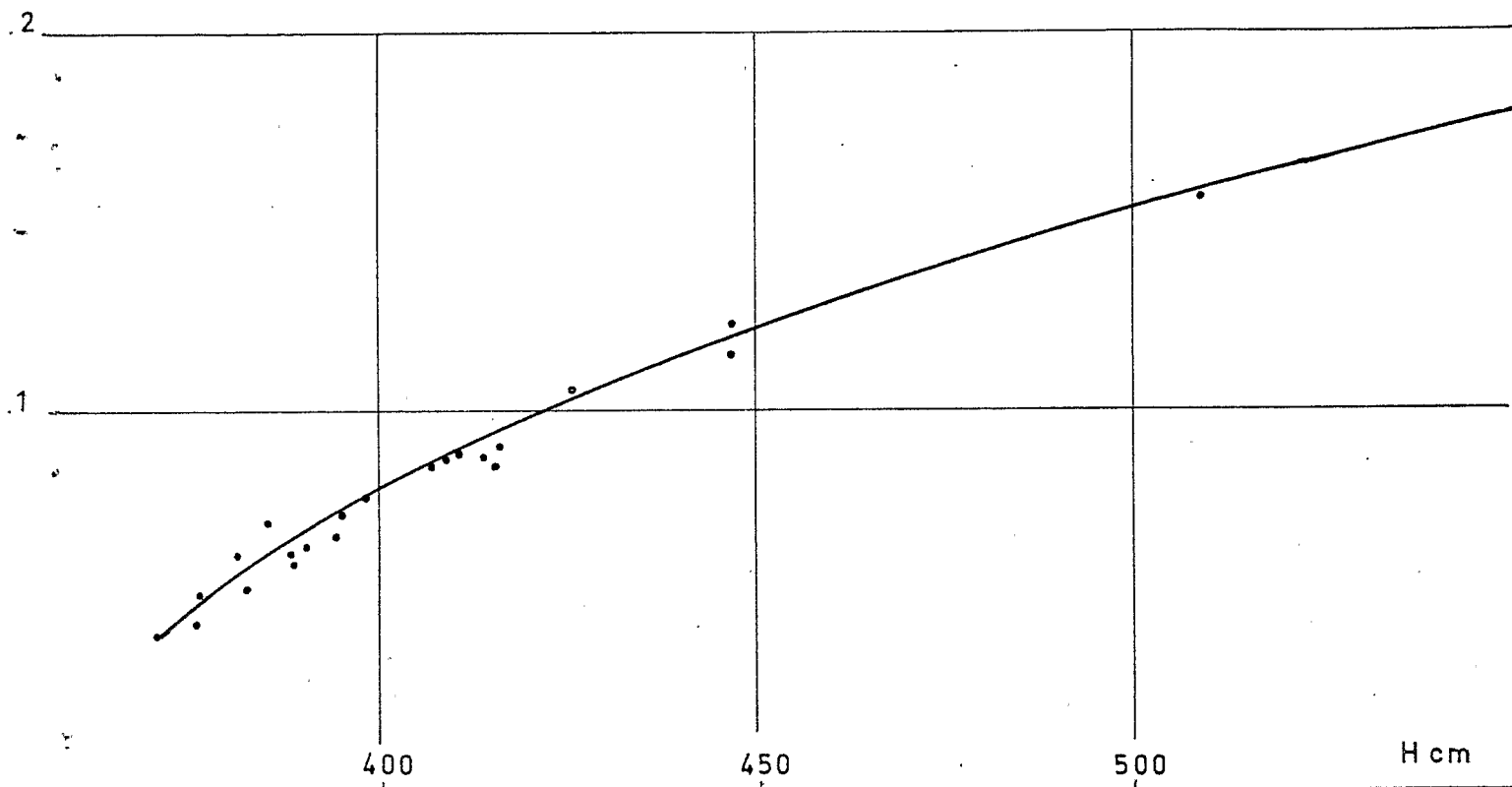


ECHELLE AVAL

R H

EL HERRI

m





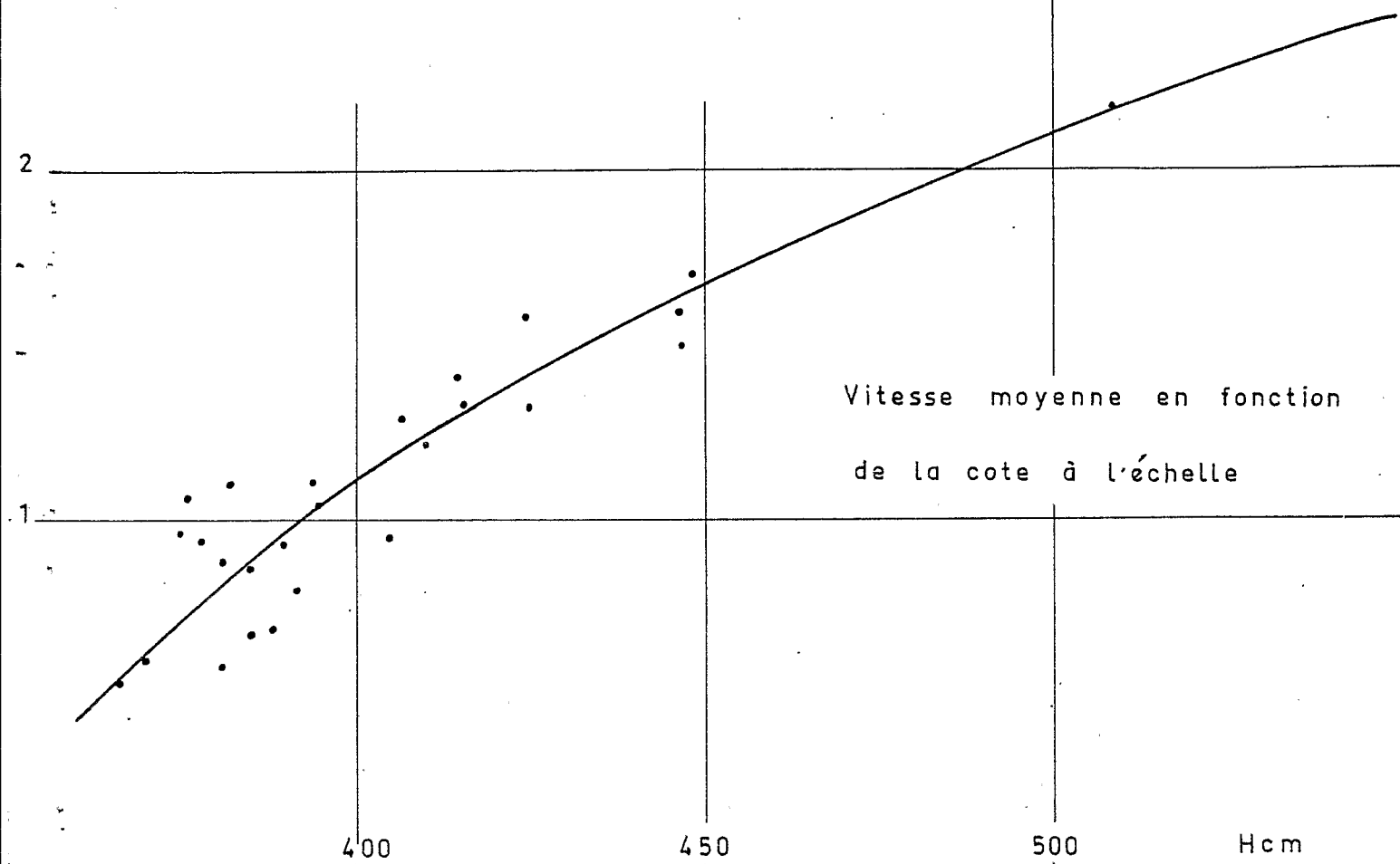
Vm

Oued Chbouka

Gr. 4

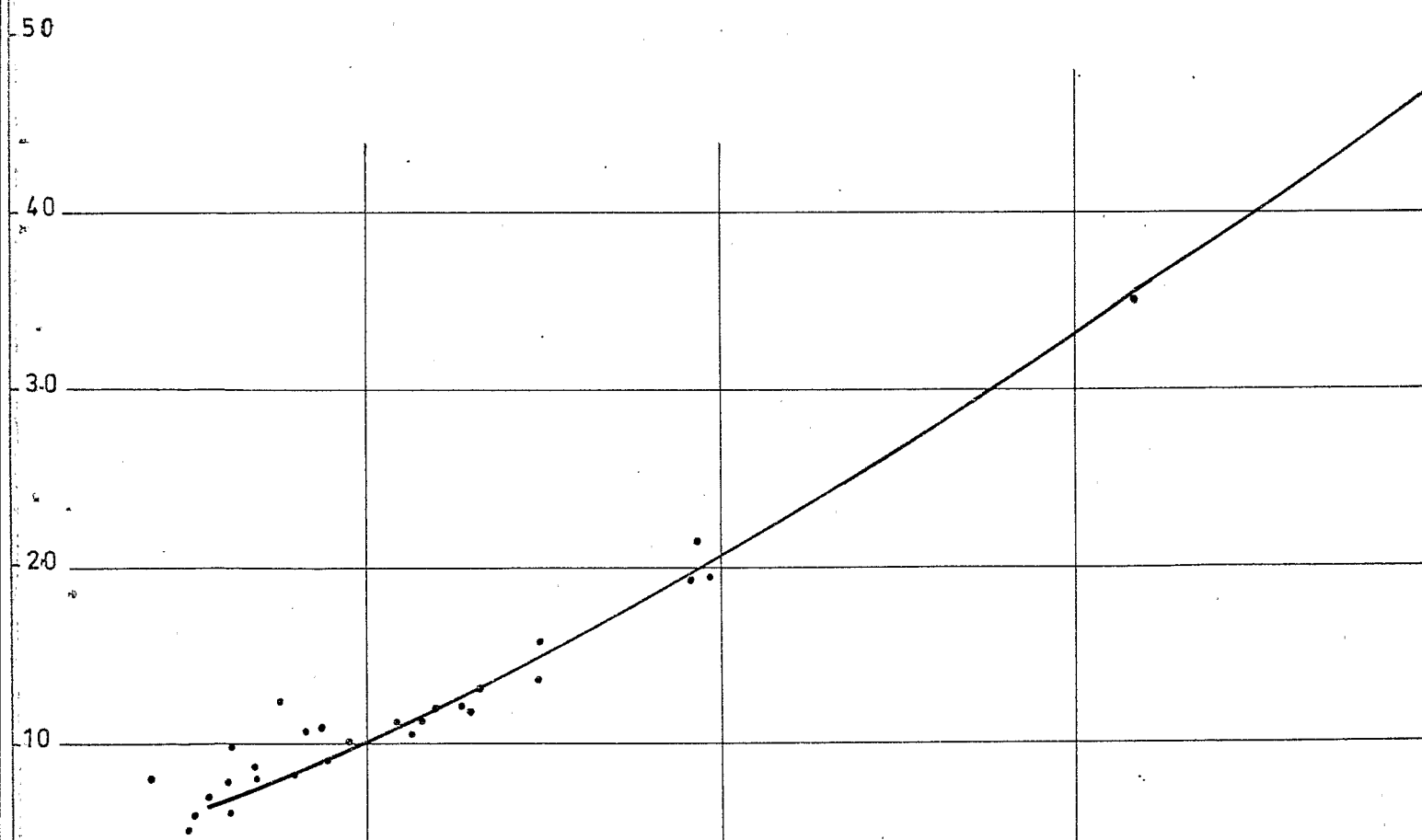
m/s

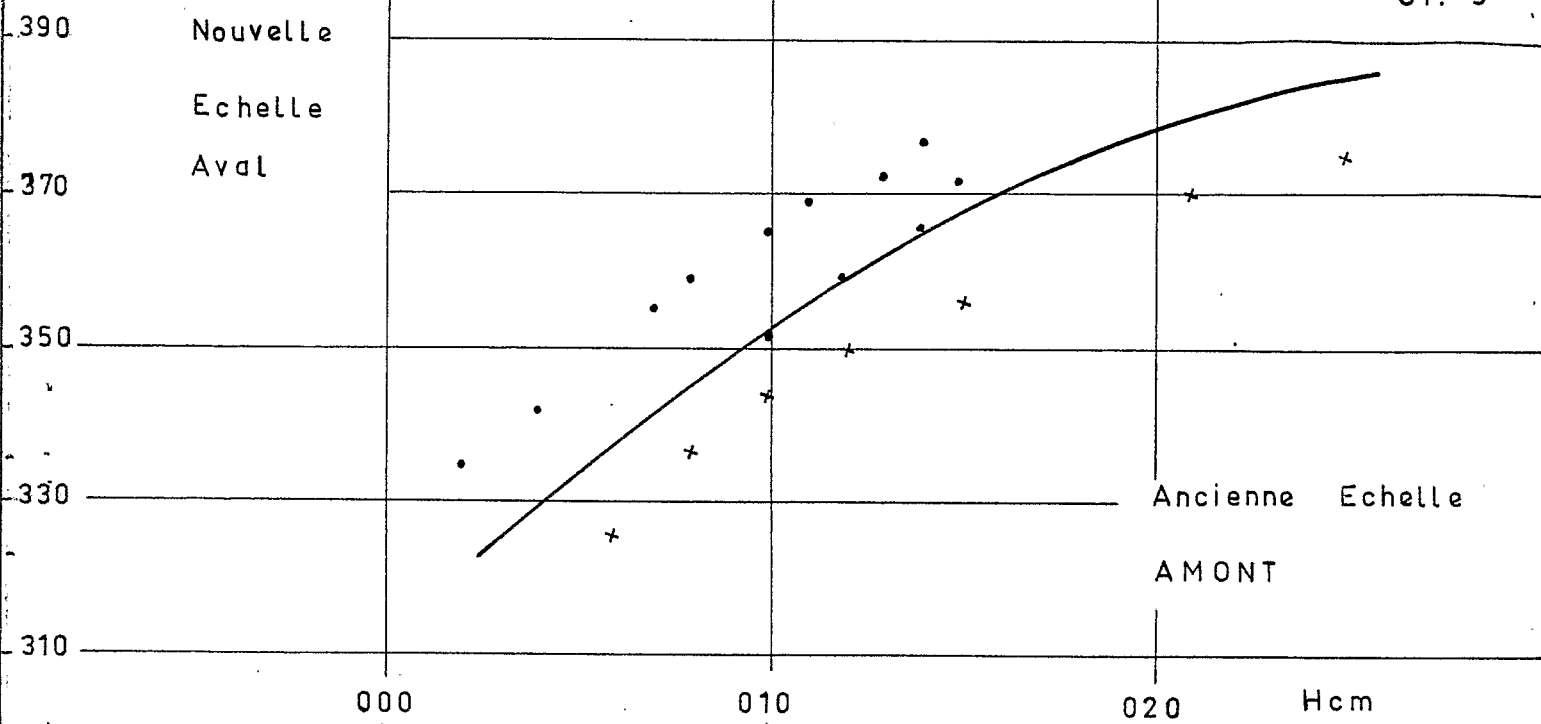
El Herri



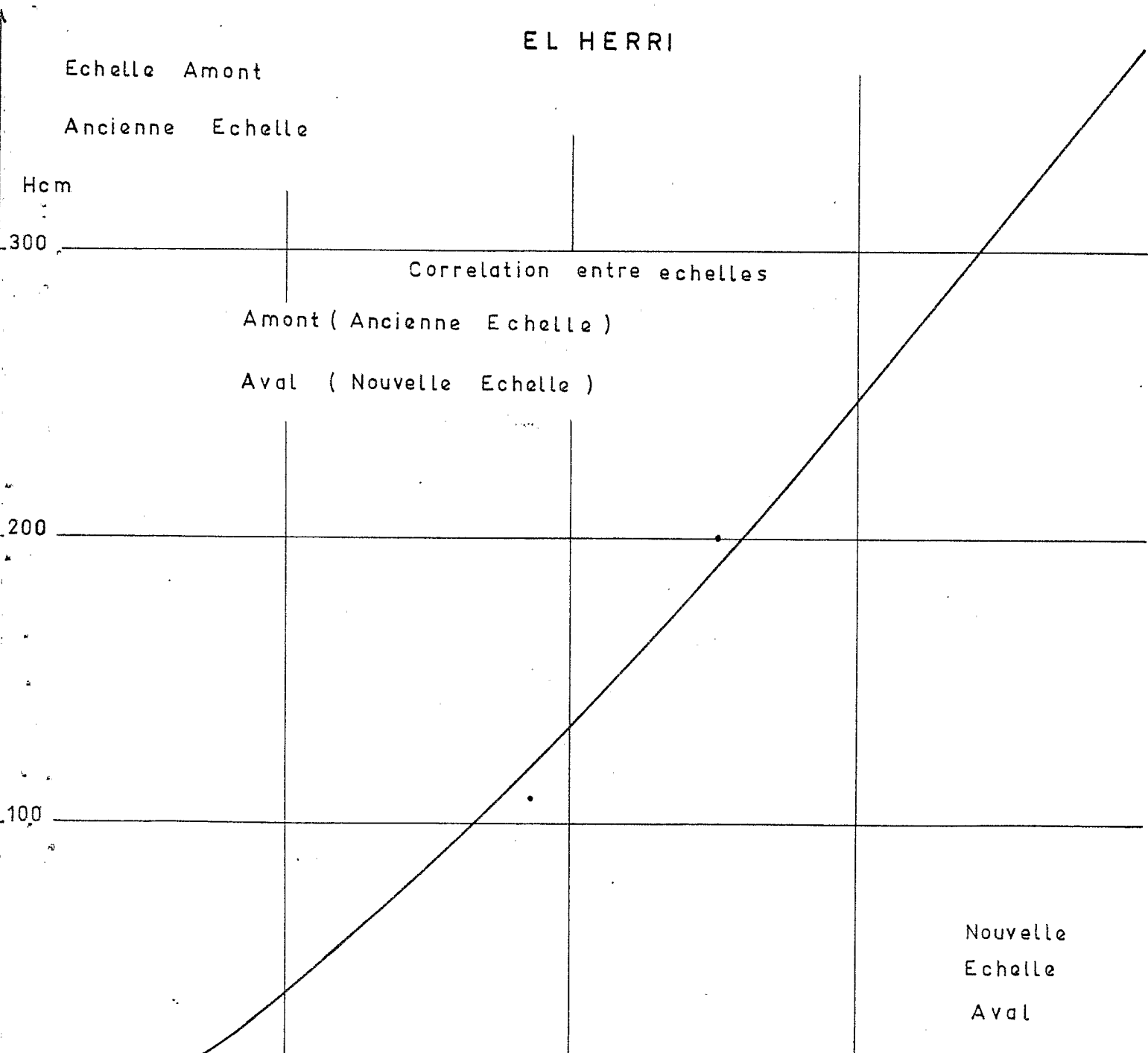
S  
m<sup>2</sup>

Section mouillée en fonction de la cote à l'échelle





OUED CHBOUKA  
EL HERRI



Q  
m<sup>3</sup>/s

Oued CHBOUKA  
EL HERRI

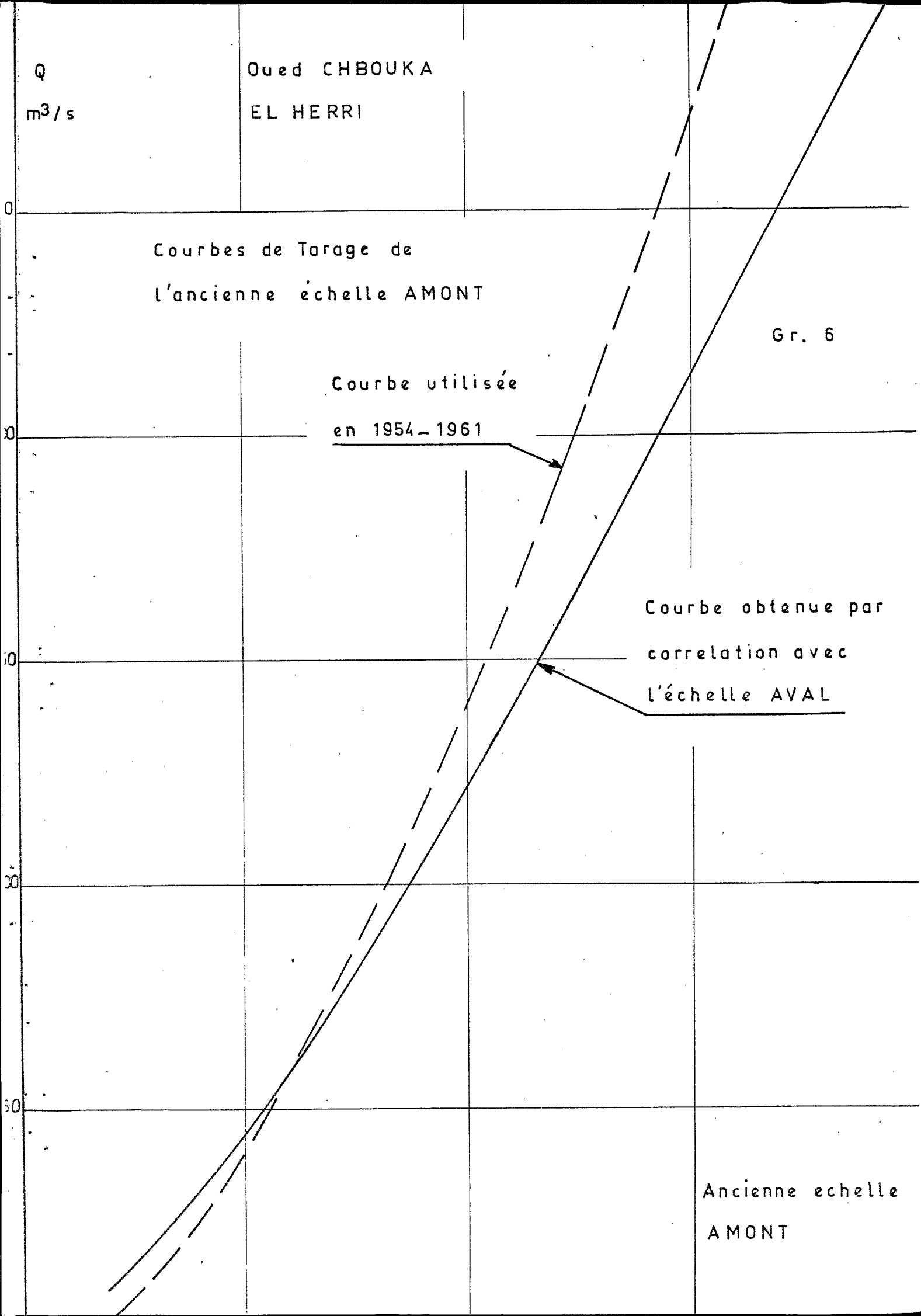
Courbes de Tarage de  
l'ancienne échelle AMONT

Gr. 6

Courbe utilisée  
en 1954 - 1961

Courbe obtenue par  
correlation avec  
l'échelle AVAL

Ancienne echelle  
AMONT



D'après un autre habitant du village, l'encoche à l'amont de la pile centrale du pont actuel correspondrait au maximum de la crue de 1969. Le nivellement de cette encoche correspond à  $H = 325$  cm à l'échelle, mais celle-ci est située à l'amont du pont et la perte de charge le 8.1.80 était de 42 cm entre les deux emplacements. En admettant la même dénivellée pour la crue de 1969 on obtiendrait donc  $325 + 42 = 367$  cm qui confirmerait la cote  $H = 370$  obtenue sur indication de l'observateur et qui sera conservée.

- Une plaque en ciment située à 1,10 m en dessous des encoches de 1969 correspondrait, toujours d'après le même habitant, à la crue de 1963 qui aurait donc atteint une cote voisine de  $H_{\max} = 260$  cm.

#### 1.2.6.- Maximums annuels de crue

L'ensemble des éléments développés dans les paragraphes précédents permet d'établir la liste des maximums de crue présentés dans le tableau de la page suivante.

#### 1.2.7.- Distribution des maximums de crue

Les lois statistiques ajustées à l'échantillon des maximums de crue conduisent à des valeurs sensiblement divergentes selon la loi choisie dès que la période de retour augmente.

Fréquence	Période de retour	GALTON	GAMMA
0,10	10 ans	186 m <sup>3</sup> /s	175 m <sup>3</sup> /s
0,05	20 ans	261 m <sup>3</sup> /s	221 m <sup>3</sup> /s
0,02	50 ans	388 m <sup>3</sup> /s	281 m <sup>3</sup> /s
0,01	100 ans	509 m <sup>3</sup> /s	327 m <sup>3</sup> /s

L'adaptation des lois dépend également de la formule de fréquence expérimentale choisie. La loi de Galton convient bien à  $f = i/(N + 1)$  alors que la loi Gamma s'accommode de  $f = (i - 0,5)/N$ .

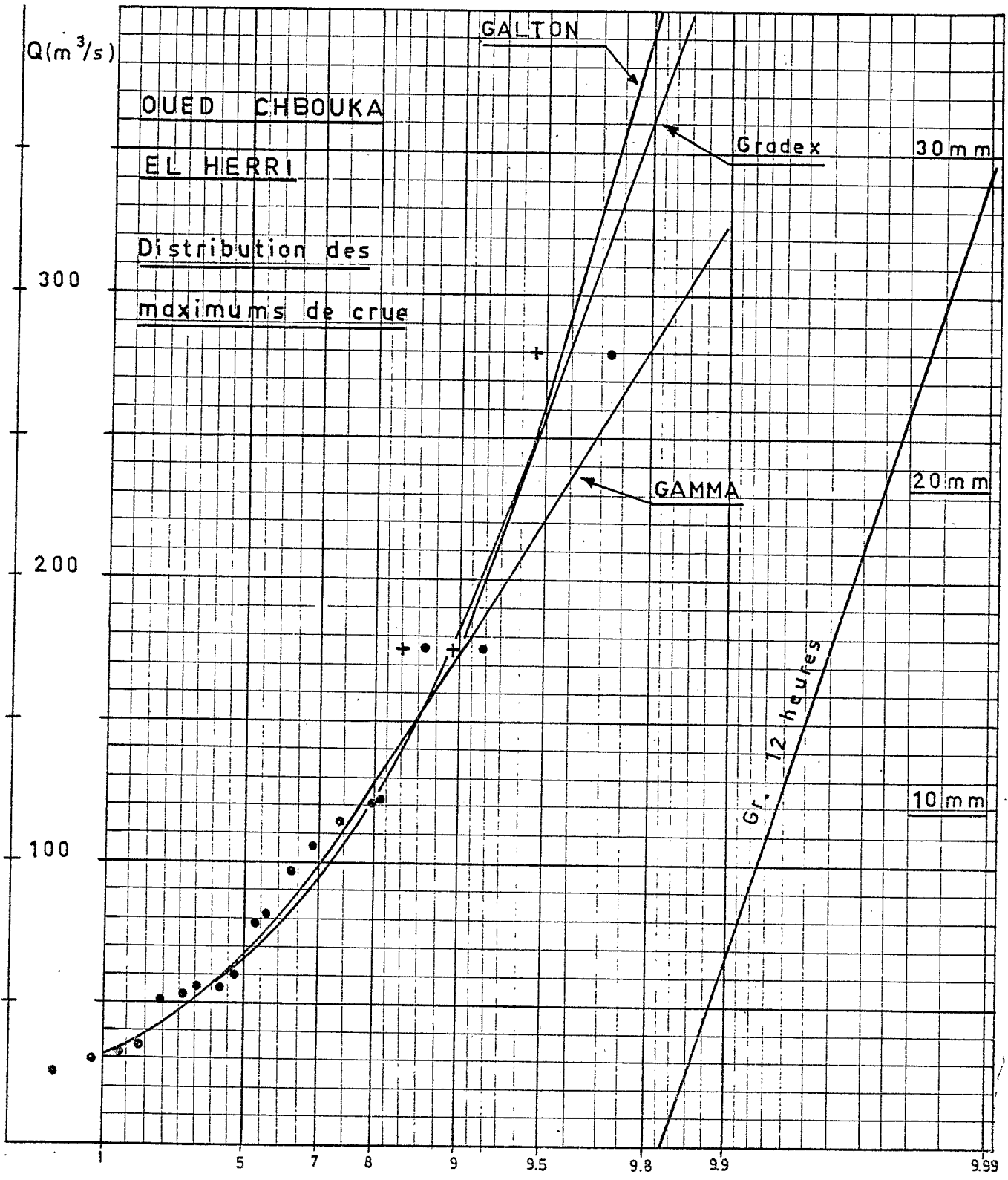
En définitive on retiendra une fourchette pour la crue centennale qui sera estimée à

$$Q_{100} = 400 \text{ à } 450 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 1.2.8.- Méthode du Gradex

Les précipitations en 24 heures ne peuvent convenir à l'utilisation de la méthode du Gradex sur ce bassin. En effet les quelques crues qui ont été dépouillées sur la station El Herri aval mettent en évidence un rapport (débit de pointe)/(débit moyen) voisin de 2,3. Le même rapport pour des durées de 12 heures retombe à 1,7 et serait donc acceptable.

.../...



EL HERRI

	Hm Ech. Amont	Hmax. Ech. Aval	Qmax. m3/s
54-55	122		60
55-56	180		106
56-57	083		33
57-58	115		54
58-59	170		97
59-60	260		175
60-61	150		81
63	260		175
69	370		280
70-71	200		122
71-72	110		51
72-73	073		27
73-74	112		53
74-75		451	34
75-76		445	30
76-77		513	79
77-78		482	54
78-79		552	114

Les débits de 1954 à 1973 sont obtenus par la corrélation entre les échelles amont et aval graphique n° 5.

Cependant aucun pluviographe n'existe sur le bassin ni dans ses environs immédiats. Aussi à titre expérimental, le gradex en 12 heures à Béni-Mellal (Etude des pluies en N heures R. GRARD) qui est égal à 10,1 a été testé pour cet essai.

La superficie du bassin de l'oued Chbouka à El Herri est de 300 km<sup>2</sup>. Il en découle qu'une précipitation de 10 mm en 12 heures, ruisselant intégralement, correspond à un débit moyen en 12 heures de  $0,01 \times 300 \cdot 10^6 / 43200 = 69 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Le rapport  $Q_p/Q_{\text{moy}}$  étant égal à 1,7 ou en déduit le débit de pointe  $Q_p = 117 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La pente du gradex sur le graphique des maximums de crue se construit alors aisément. En prenant par exemple  $p = 30\text{mm}$  on obtient  $Q_p = 117 \times 3 = 351 \text{ m}^3/\text{s}$  débit correspondant à  $30/10,1 = 2,97$  en unité réduite. graphique n° 7.

Avec ces éléments la crue centennale serait de  $Q_{100} = 44 \text{ m}^3/\text{s}$ . La convergence avec l'estimation précédente est intéressante ; on ne peut cependant la considérer comme une confirmation car il resterait à montrer que le gradex en 12 heures sur le bassin du Chbouka est identique à celui de Béni-Mellal.

.../...

1.3.- Station de Chacha N'Mellah

Cette station se trouve sur l'oued Srou à 13 km en aval de l'emplacement du pont (RP<sub>24</sub>-SROU). L'accès se fait en prenant la piste qui mène de Zaouit Aït Isnaq vers la direction Nord-Ouest. Elle a été installée en 1974-75 ; et seules les crues de 1974 à 1979 ont été observées directement sur l'échelle de la station (Tableau ci-dessous) . La surface de drainage du bassin est de l'ordre de 1400 km<sup>2</sup>.

1.3.1.- Courbe de tarage

Des jaugeages effectués au téléphérique ont permis d'établir la courbe d'étalonnage de la station jusqu'à 335 m<sup>3</sup>/s. Graphique n° 8

1.3.2.- Extrapolation de la courbe de tarage

L'extrapolation de la courbe de tarage sur un graphique log-log n'a pas été bien adaptée bien que les points de jaugeage soient bien alignés. Cette méthode a surestimé le débit maximum observé de la crue de 1969 par rapport à la méthode d'extrapolation des vitesses moyennes (fig. 9). La valeur obtenue du débit maximum de la crue de 1969, dont la cote est de l'ordre de 7m, est de 1760 m<sup>3</sup>/s, alors que par la méthode des vitesses moyennes, on n'obtient que 825 m<sup>3</sup>/s. Connaissant la surface de la section mouillée correspondant à une telle cote (258 m<sup>2</sup>) la vitesse d'écoulement aurait dû être de l'ordre de 6,8 m/s. Ceci n'est pas normal car si on observe le graphique (9), on constate qu'il doit y avoir un redressement très net de la courbe des vitesses moyennes pour obtenir une telle valeur. Donc la dernière méthode paraît relativement convenable d'autant plus qu'on assiste à une stabilisation de la courbe des vitesses moyennes au delà de la cote 40cm. Cette stabilisation est due probablement à une diminution très nette de la pente de la ligne d'eau avec l'augmentation de la cote (figure 10). D'après ce graphique on constate que la valeur de  $KV_i$  décroît au delà de la cote 3m. Puisque la valeur de K qui est un coefficient de rugosité devrait se stabiliser quand la cote augmente, ceci suppose que c'est la pente de la ligne d'eau qui diminue.

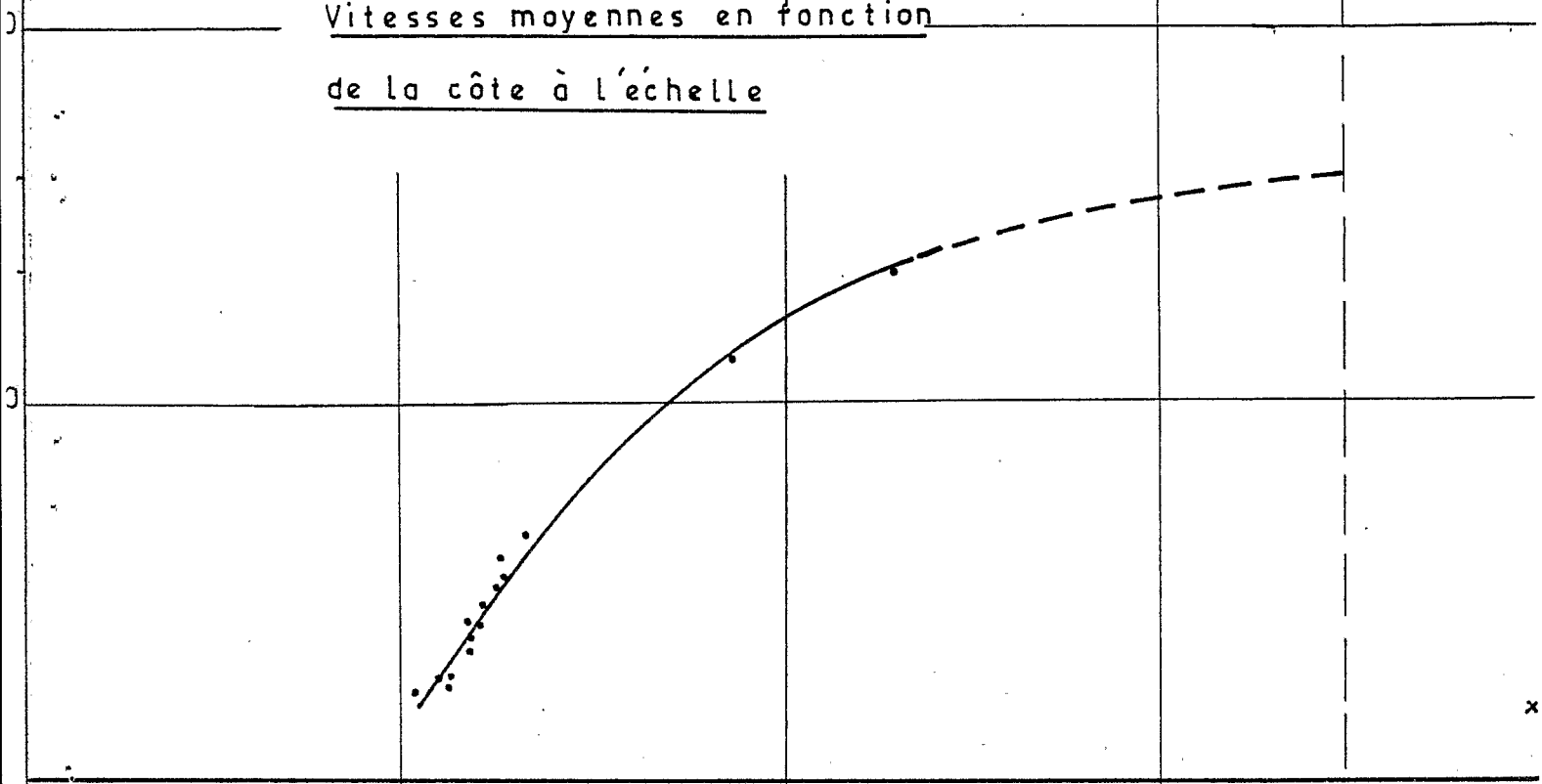
STATION CHACHA-N'MELLAH

<u>ANNEE</u>	<u>Hmax. (cm)</u>	<u>Qmax. (m<sup>3</sup>/s)</u>
54-55		224
55-56		420
56-57		98
57-58		220
58-59		384
59-60		728
60-61		316
63-64		728
69		825
70-71		496
71-72		184
72-73		80
73-74		192
74-75	351	123
75-76	350	122
76-77	417	238
77-78	409	220
78-79	502	403

Oued Srou

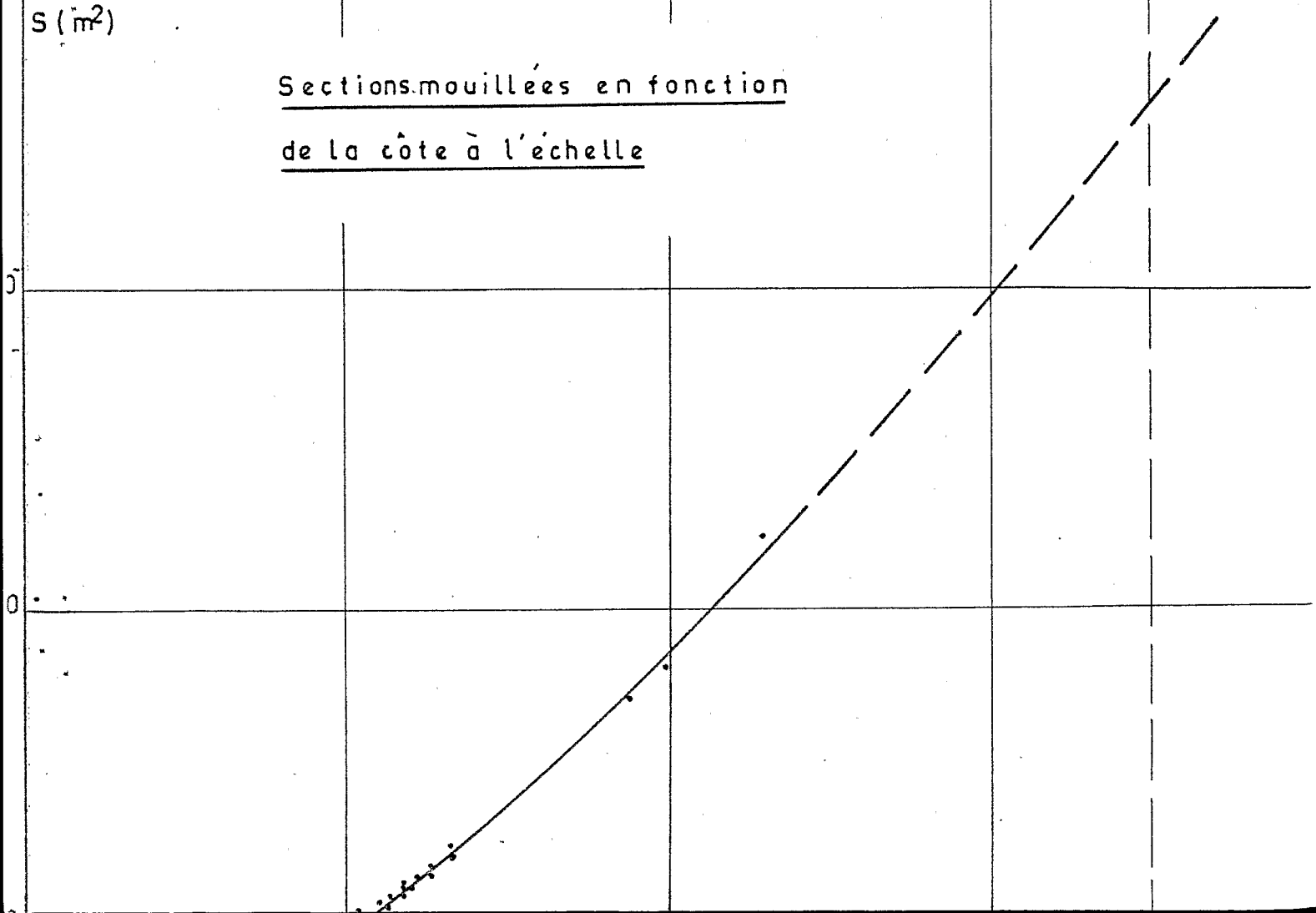
CHACHA NIMELLAH

Vitesses moyennes en fonction  
de la côte à l'échelle



S (m<sup>2</sup>)

Sections mouillées en fonction  
de la côte à l'échelle





## 2.- CRUE CENTENNALE A L'EMPLACEMENT DU PROJET DE PONT

### 2.1.- Courbes enveloppes

Le report des fortes crues observées à El Hirri ( $Q_{max} = 280 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $S = 300 \text{ km}^2$ ) et à Chacha N'Mellah ( $Q_{max} = 825 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $S = 1400 \text{ km}^2$ ) sur un graphique des courbes enveloppes, se trouve dans la zone des crues maximales connues dans l'Atlas (Figure 13). Cette zone est comprise entre les valeurs de K de 3 et 4.

Les valeurs de K pour El Hirri et pour Chacha N'Mellah étant calculées, sont respectivement de l'ordre de 3,9 et 4,2 (figure 13).

### 2.2.- Choix du coefficient K pour calculer la crue centennale à l'emplacement du projet de pont de SROU

D'après le graphique 13 on constate que le bassin d'El Hirri qui est un sous bassin de Chacha N'Mellah débite relativement moins que ce dernier (1). Ceci suppose que le sous bassin correspondant à l'emplacement du projet de pont devrait débiter plus pour compenser ce déficit. Donc ce sous bassin devrait avoir une valeur K au moins égale à 4,1. Connaissant la superficie du bassin à l'emplacement du projet de pont ( $480 \text{ km}^2$ ), l'équation des courbes enveloppes

$$Q = 10^6 \left( \frac{S}{10^8} \right)^{1 - \frac{K}{10}}$$

permet de calculer la crue centennale de l'oued SROU qui est de l'ordre de :  $Q_{100} = 730 \text{ m}^3/\text{s}$ .

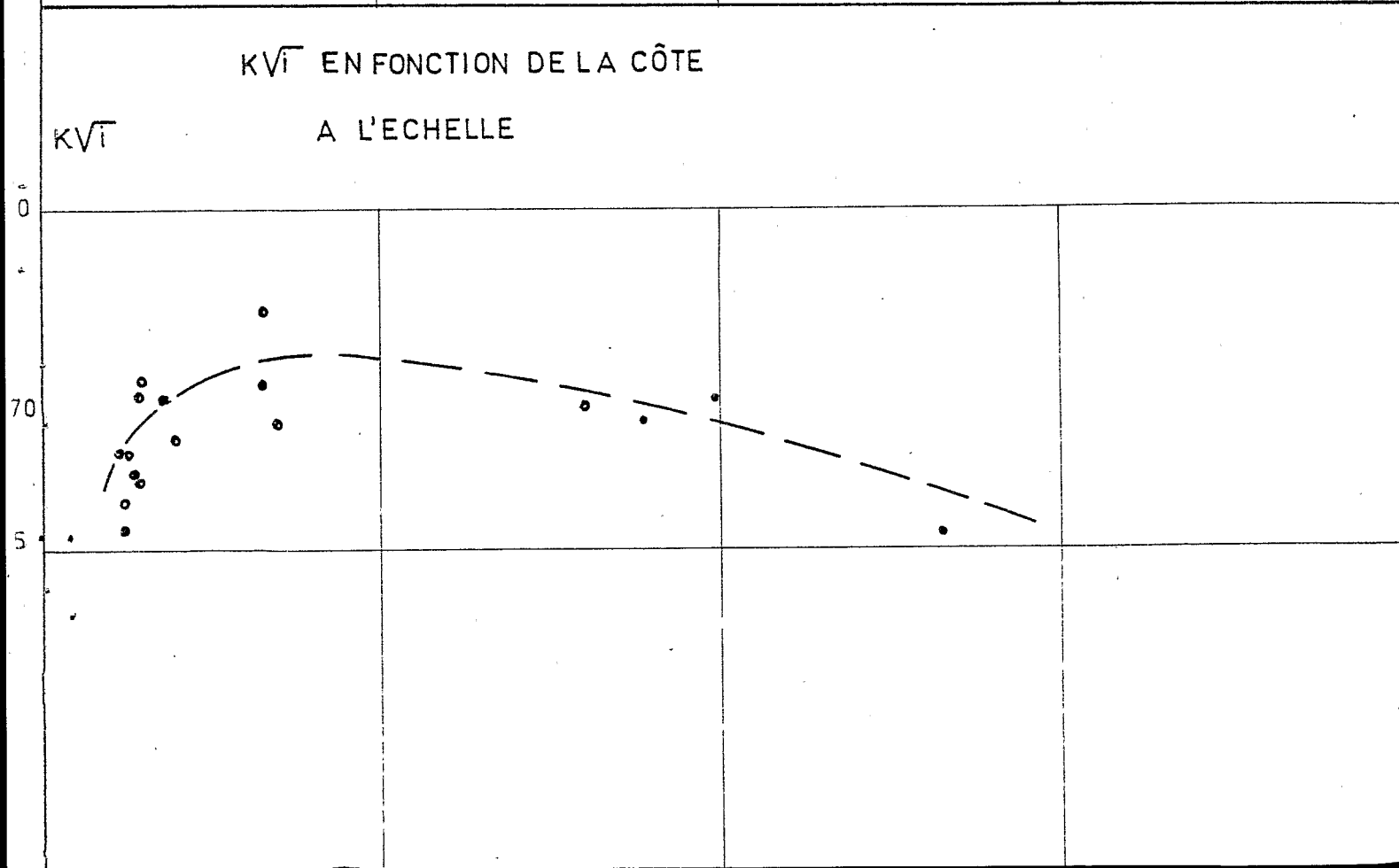
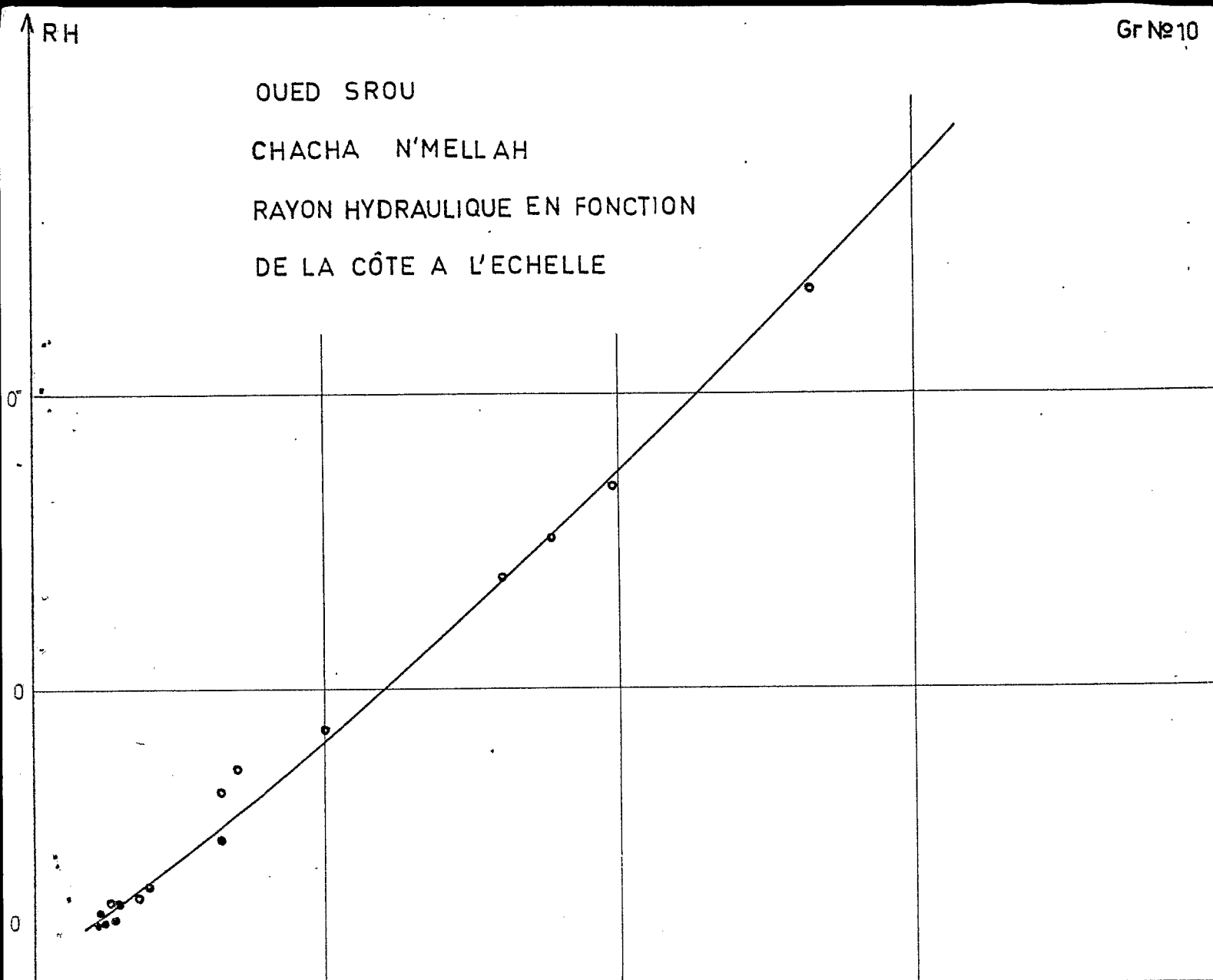
(1) Les deux bassins ne sont pas homogènes. S'ils avaient le même coefficient K, les deux points correspondants seraient sur la même courbe enveloppe et El Hirri aurait une crue centennale plus élevée.

OUED CHBOUKA D'EL HIRRI

ANCIENNE ECHELLE AMONT

Hauteurs maximales mensuelles

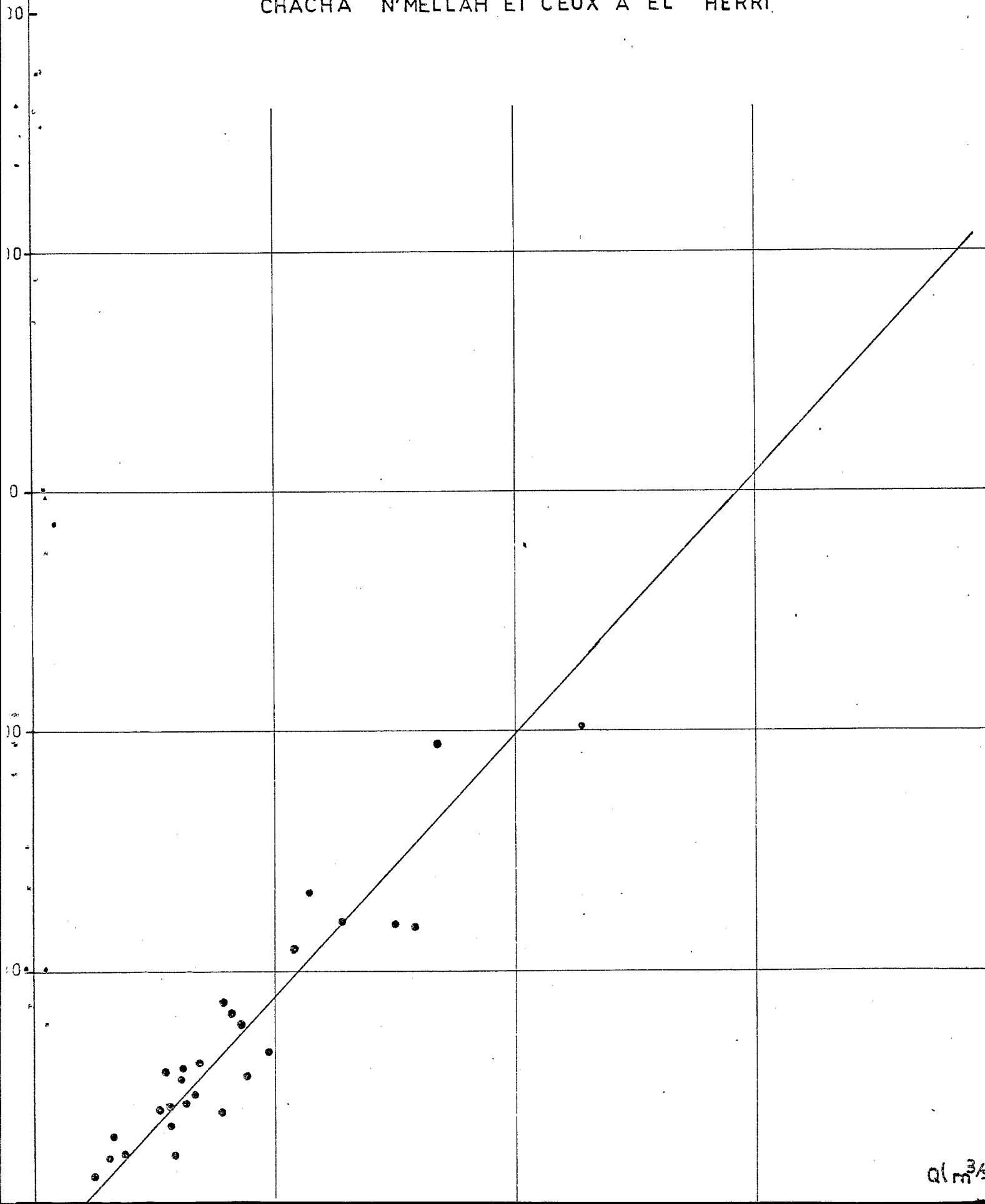
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Hm ann.
54-55	037	035	037	048	884	122	080	080	066	070	044	056	122
55-56	038	043	045	096	067	188	150	120	071	054	044	041	180
56-57	044	043	039	039	040	039	048	083	042	032	022	018	083
57-58	025	040	064	090	115	045	036	080	110	029	021	022	115
58-59	023	048	046	170	048	068	130	067	049	034	024	022	170
59-60	026	025	035	100	260	068	130	100	047	070	032	032	260
60-61	030	090	053	150	080	038	030	038	024	057	022	015	150
61-62	018	020	090										



Q(m<sup>3</sup>/s)

CHACHA

CORRELATION ENTRE LES DEBITS OBSERVES A  
CHACHA N'MELLAH ET CEUX A EL HERRI



Q(m<sup>3</sup>/s)

