

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL  
O.M.V.S.

*"PREVISION DES DEBITS DE GESTION  
DES OUVRAGES COMMUNS DE L'O.M.V.S."*

# Campagne de jaugeages sur le canal de la Taoué (Hivernage 1990)

*J.-P. LAMAGAT, L. SEGUIS, G. DUBEE, Y. PEPIN*

ORSTOM  
DAKAR

*Novembre 1990*

## Campagne de jaugeages sur le canal de la Taoué

### 1- Introduction

Le canal de la Taoué (cf. figure 1) relie le fleuve Sénégal au lac de Guiers. Il assure le remplissage du lac lors de la crue du Sénégal. D'une quinzaine de kilomètres de longueur, le canal est barré par deux ponts-barrages, à son départ du fleuve. Le plus ancien assure le passage de la route de St. Louis à Dagana. Le second est à l'usage interne de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (C.S.S.). Des prises d'eau pour l'irrigation sont implantées le long du canal. Celles de la C.S.S., les plus importantes (environ  $6-8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) sont situées entre les deux ponts-barrages.

La section de jaugeage retenue se situe 30 m en aval du pont de la C.S.S.. Les débits jaugés correspondent donc environ aux entrées dans le lac.

### 2- Limnimétrie

Deux échelles ont été installées : la première est située 10 m en aval du pont de la C.S.S. à proximité de la section de jaugeage, sur la rive gauche du canal. La seconde est placée dans le lac, à l'embouchure du canal sur la rive droite.

Le niveau du fleuve est mesuré à l'échelle de l'Hydraulique sur le quai de Richard-Toll; nous l'avons préférée à l'échelle située sous le pont de St. Louis à Dagana. Cette dernière est, en effet, de lecture difficile car placée dans le ressaut du au pont.

Les zéros des échelles sont les suivants :

quai de Richard-Toll	-0.40 m I.G.N.,
pont C.S.S.	+0.03 m I.G.N.,
lac	-0.37 m I.G.N..

Le pont et le quai ont été calés par rapport à un macaron I.G.N. (+4,878 m I.G.N.) situé sur le parement de ciment du pont-barrage de Richard-Toll (côté rive gauche de la Taoué). L'échelle du lac a été nivelée à l'aide d'un repère I.G.N. propre à la C.S.S..

Les échelles sont relevées une fois par jour (cf. tableau 1). Sur la figure 2, nous avons reporté les hauteurs disponibles aux 3 échelles. Jusqu'au 17 juin au matin, 10 batardeaux du pont barrage de la C.S.S. étaient retirés. A partir de cette date, 30 des 32 batardeaux ont été enlevés. Toute la section du canal est alors ouverte. Le 30 juillet, le barrage de Diama est ouvert afin de maintenir jusqu'à la mi-août la cote de la retenue aux environs de 1,10 m.

Les quelques incohérences de niveaux entre les 3 échelles peuvent provenir d'erreurs de lecture ou d'un nivellement imparfait du à l'éloignement des échelles et à des repères de callage distincts entre l'échelle du lac et celle du fleuve.

### 3- Jaugeages

Du 17 juillet au 11 octobre 1990, 28 jaugeages (cf. tableau 1) ont été effectués. Les débits mesurés varient entre 10 et  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

#### 4. Etalonnage

La station de jaugeage choisie (ou toute autre dans le canal de la Taoué) est non-univoque. Le débit dépend de la hauteur à la station et de la différence de charge entre le fleuve et le lac (exprimée par la dénivelée). Le tarage de la station est effectuée à l'aide de la méthode de la dérivée normale (JACCON, 1986).

##### 4.1. Rappel théorique

Cette méthode consiste à rechercher la correction qu'il faut appliquer au débit  $Q$ , correspondant à une hauteur  $h$ , lorsque la dénivelée  $D$  entre deux échelles diffère de la valeur normale  $D_n$  pour laquelle la courbe  $Q(h)$  a été construite.

Pour une hauteur  $h$  à l'échelle principale d'une station équipée de deux échelles distantes d'une longueur  $L$  et calées à la même altitude, deux débits différents  $Q_1$  et  $Q_2$  s'écoulent avec des pentes superficielles  $J_1$  et  $J_2$  telles que :

$$J_1 = (h-h'_1)/L \quad J_2 = (h-h'_2)/L$$

$h'_1$  et  $h'_2$  : hauteurs lues sur l'échelle secondaire.

En supposant l'écoulement permanent et peu varié, l'application de la formule de Manning donne :

$$Q_1 = 1/n \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot J_1^{0.5}$$

$$Q_2 = 1/n \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot J_2^{0.5}$$

$S$  et  $R$  : Surface mouillée et rayon hydraulique

En divisant membre à membre, on obtient :

$$Q_1/Q_2 = [(h-h'_1)/(h-h'_2)]^{0.5}$$

ou pour la dénivelée normale  $D_n$  à laquelle correspond le débit  $Q_n$  :

$$Q/Q_n = [D/D_n]^{0.5}$$

Le débit  $Q$  associé à une hauteur  $h$  et à une dénivelée  $D$  est alors déterminée à partir de :

- la courbe de tarage à dénivelée normale  $D_n$

$$Q_n = f(h, D_n)$$

- la courbe de correction du débit d'équation

$$Q = Q_n \cdot (D/D_n)^{0.5}$$

Dans la pratique, l'exposant de cette dernière formule peut différer de 0.5.

##### 4.2. Etablissement de la courbe de tarage à dénivelée normal d'équation : $Q_n = Q \cdot (D_n/D)^n$

La méthode consiste à rechercher pour quelle dénivelée normale  $D_n$  et exposant  $n$  les débits mesurés  $Q$  peuvent se rapporter à une courbe bi-univoque  $Q_n=f(h)$ .

Pour supprimer les dénivelées négatives ( $h$  fleuve -  $h$  quai) (hors des limites d'application de la méthode) dues probablement à un calage imparfait des échelles, nous avons introduit un terme  $dh$  correspondant à l'erreur de calage entre les deux échelles. L'équation devient :

$$Q_n = Q \cdot (D_n/(D+dh))^n$$

En exprimant les débits mesurés en fonction des hauteurs à l'échelle du quai puis de la C.S.S, nous avons trouvé respectivement comme valeurs :

$$n = 0.57 \quad D_n = 8 \quad Dh = 5.0$$

$$n = 0.57 \quad D_n = 4 \quad Dh = 4$$

Pour obtenir le meilleur alignement des points, nous avons parfois modifié de plus (ou moins) un centimètre (marge d'erreur sur les lectures) les hauteurs aux échelles.

Les figures 3 et 5 représentent la courbe de tarage exprimée en fonction de la hauteur à l'échelle du quai et de la hauteur à l'échelle du pont C.S.S..

En phase opérationnelle, la courbe de tarage en fonction de la hauteur à l'échelle du quai sera préférée car elle économise la lecture de l'échelle du pont C.S.S..

#### 4.3. Exemple d'utilisation

Le 18 juillet 1990, les hauteurs au quai et au lac étaient respectivement de 68 et 40 cm.

Sur la courbe  $Q_n=f(h_{\text{quai}})$  de la figure 3, on détermine  $Q_n=24,5 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ .

$(D+D_h)/D_n$  est égal à  $(28+5)/8$  soit 4.13. Sur la courbe de correction de débit, on trouve  $Q/Q_n$  égal à 2.24 soit  $Q$  égal à  $2.24 \times Q_n$  soit  $Q$  égal à  $55 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ . Ce jour-là,  $54,7 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  avaient été enregistrés.

#### 5. Reconstitution des débits

A l'aide de la courbe d'étalonnage de la figure 3, la chronique des débits a été reconstituée entre le 15 juillet et le 30 septembre (cf. figure 5). Les hauteurs au lac au mois de septembre n'étant pas encore disponibles, les débits en fonction des jaugeages effectués les 3, 4 septembre et le 10 octobre ont été posés égaux à  $34 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ . Du 15 juillet au 30 septembre, le volume écoulé s'élève à 354 millions de  $\text{m}^3$ . Ce chiffre est en accord avec le bilan hydrique effectué sur le lac (Gac · et al. , ORSTOM Dakar, à paraître).

#### 6- Recommandation

La courbe d'étalonnage obtenue doit être validée au cours d'une nouvelle campagne de jaugeages lors de l'hivernage 1991. La courbe d'étalonnage gagnera en précision s'il est possible d'installer deux limnigraphes (sur le quai et au lac).

#### Remerciement

Nous remercions vivement le service hydro-pédologique de la C.S.S. pour son assistance sur le terrain ainsi que les techniciens M. MAIGGA et H. SANE de l'ORSTOM ayant effectué ces jaugeages.

#### Bibliographie

JACCON G. (1986). "Tracé de la courbe de tarage et calcul des débits". ORSTOM Paris, 225 p. plus annexes.

SITUATION DES OUVRAGES  
SUR LE CANAL DE LA TAOUÉ

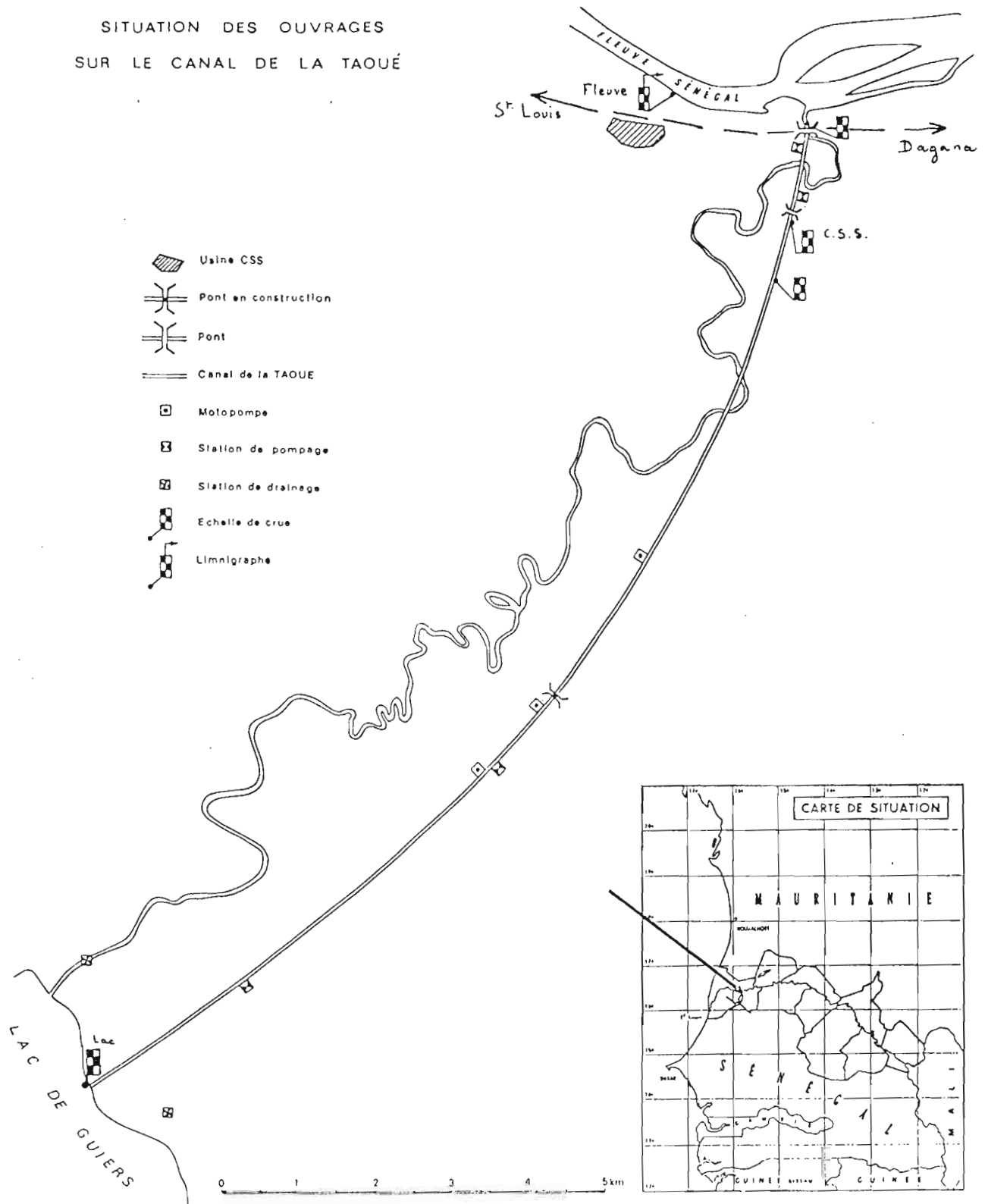


Tableau 1

Date	Hauteur (0.01 m I.G.N.)			Débit (m3/s)	Dénivelée Fleuve-Lac	Débit reconstitué
	Fleuve Quai	Pont C.S.S.	Lac			
1/7/90	24	18	11			
2/7/90	27	19	11			
3/7/90	26	22	15			
4/7/90	28	23	17			
5/7/90	31	21	16			
6/7/90	33	21	15			
7/7/90	32	21	14			
8/7/90	32	27	17			
9/7/90	36	23	21			
10/7/90	42	28	22			
11/7/90	41	31	26			
12/7/90	43	29	22			
13/7/90	46	33	23			
14/7/90	51	38	27			
15/7/90	55	39	22			58
16/7/90	68	45	35			60
17/7/90	68	59	43	48.8	25	52
18/7/90	68	57	40	54.7	28	55
19/7/90	68	59	41		27	54
20/7/90	68	60	43		25	52
21/7/90	71	61	44		27	54
22/7/90	73	63	47		26	54
23/7/90	69	65	48		21	48
24/7/90	80	71	53		27	55
25/7/90	92	77	57		35	65
26/7/90	101	86	58		43	76
27/7/90	117	99	57	98.6	60	115
28/7/90	122	103	65	102.6	57	110
29/7/90		114	70			
30/7/90	113	114	69	100.2	44	86
31/7/90	112	114	68		44	86
1/8/90	103	103	66	72.4	37	71
2/8/90	110	103	66	79.7	44	82
3/8/90	107	106	71	76.6	36	71
4/8/90	108	105	70	73.8	38	73
5/8/90	108	106	74		34	69
6/8/90	110	103	77		33	68
7/8/90	108	107	84		24	58
8/8/90	107	107	92		15	47
9/8/90	110	108	97		13	47
10/8/90	114	112	102		12	47
11/8/90	115	118	104		11	46
12/8/90	124		106		18	66
13/8/90	122	124	108		14	56
14/8/90	122	122	110		12	53
15/8/90	118	117	114		4	35
16/8/90	113	114	113		0	23
17/8/90	116	111	112	33.6	4	34

Tableau 1 (suite)

Date	Hauteur (m I.G.N.)			Débit (m <sup>3</sup> /s)	Dénivelée Fleuve-Lac	Débit reconstitué
	Fleuve Quai	Pont C.S.S.	Lac			
18/8/90	115	113	114		1	27
19/8/90	113	113	116	9.8	-3	9
20/8/90	114	113	114	9.9	0	9
21/8/90	115	115	113		2	9
22/8/90	125	121	117	62.3	8	54
23/8/90	128	122	118	59.8	10	53
24/8/90	131	128	125	48.5	6	46
25/8/90	132	129	123		9	55
26/8/90	134	130	123		11	61
27/8/90	136	132	122		14	70
28/8/90	137	130	125	64.5	12	66
29/8/90	134	130	127	55.7	7	52
30/8/90	132	130	127	39.3	5	45
31/8/90	136	135	128		8	56
1/9/90	139	135	130	58.6	9	61
1/9/90	139	135	130	56.9	9	61
2/9/90	138	136	131	55.9	7	55
2/9/90	138	136	131	53.9	7	55
3/9/90	135	136	137	33.1	-2	32
3/9/90	135	136	137	33.9	-2	32
4/9/90	136	136	138	39.4	-2	36
5/9/90		135	135			
6/9/90		137				34
7/9/90	137	137				34
8/9/90	136	138				34
9/9/90	136	136				34
10/9/90	133	134				34
11/9/90	129	132				34
12/9/90	138	137				34
13/9/90	146	143				34
14/9/90	142	141				34
15/9/90	139	139				34
16/9/90	139	140				34
17/9/90	140	141				34
18/9/90	146	144				34
19/9/90	148	146				34
20/9/90	150	147				34
21/9/90	150	148				34
22/9/90	152	150				34
23/9/90	148	149				34
24/9/90	149	151				34
25/9/90	150	151				34
26/9/90	148	149				34
27/9/90	145	152				34
28/9/90	141	145				34
29/9/90		6				34
30/9/90	145	148				34

Tableau 1 (fin)

Date	Hauteur (m I.G.N.)			Débit	Dénivelée	Débit
	Fleuve Quai	Pont C.S.S.	Lac	(m <sup>3</sup> /s)	Fleuve-Lac	reconstitué
1/10/90						34
2/10/90						34
3/10/90						34
4/10/90						34
5/10/90						34
6/10/90						34
7/10/90						34
8/10/90						34
9/10/90						34
10/10/90	153	153	153	29.1	0	30
10/10/90	153	153	153	36	0	35
11/10/90	150	151	152	34	-2	29



Figure 2 - Evolution des plans d'eau

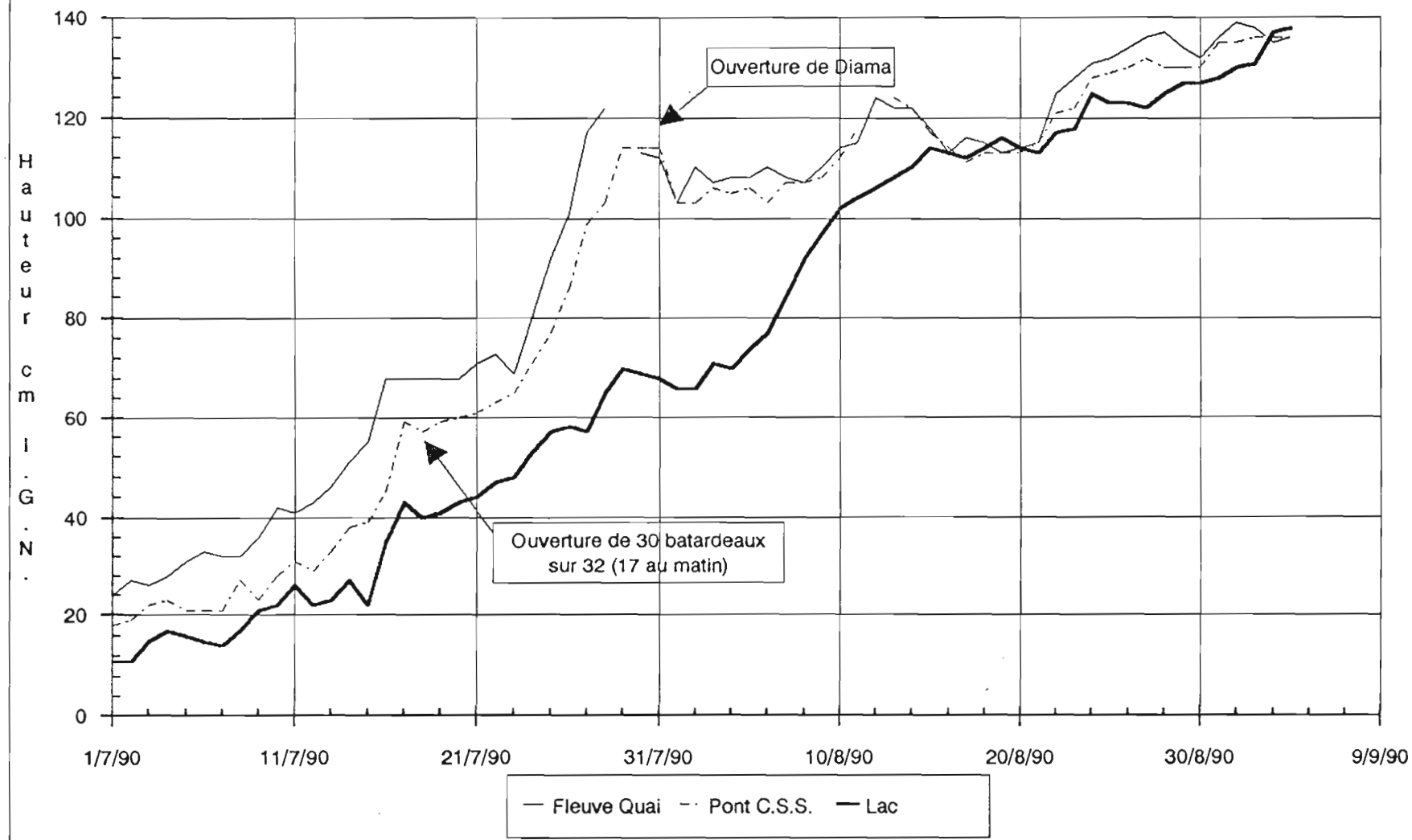
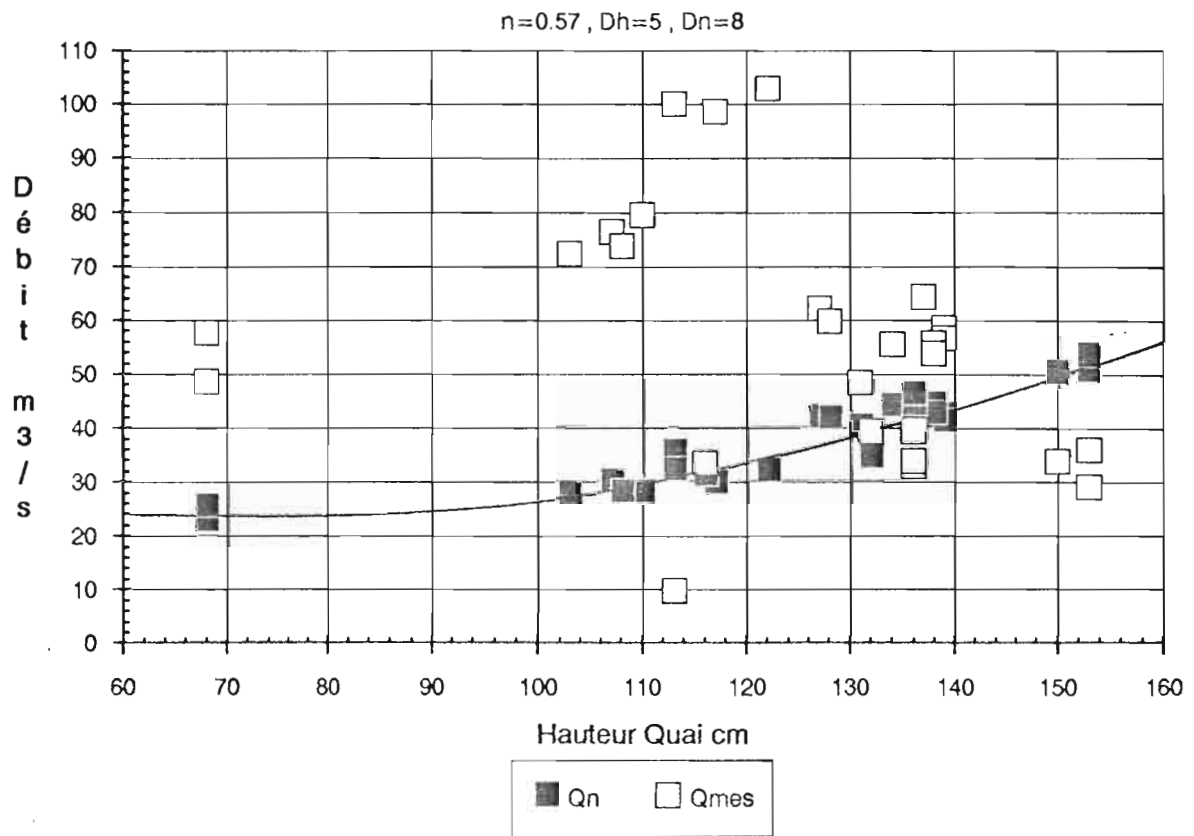


Figure 3 - Taoué au pont de la C.S.S.

Courbe de tarage



Courbe de correction du débit

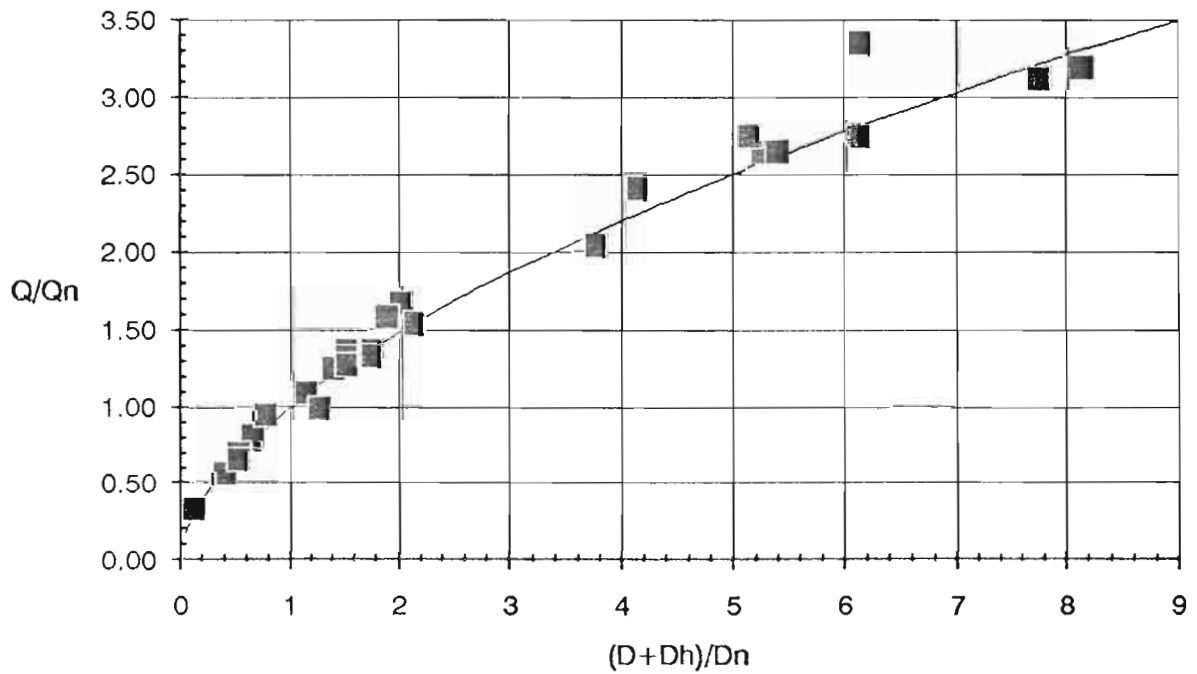
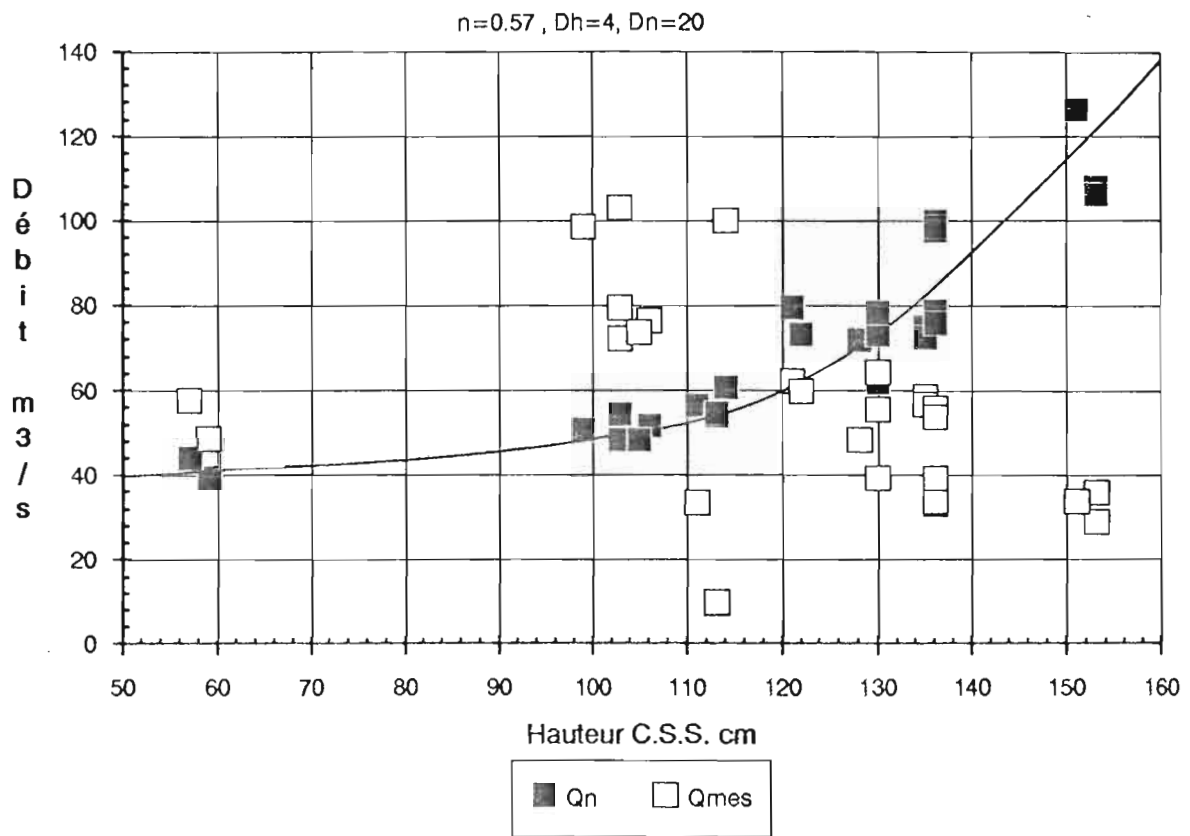


Figure 4 - Taoué au pont de la C.S.S.

Courbe de tarage



Courbe de correction du débit

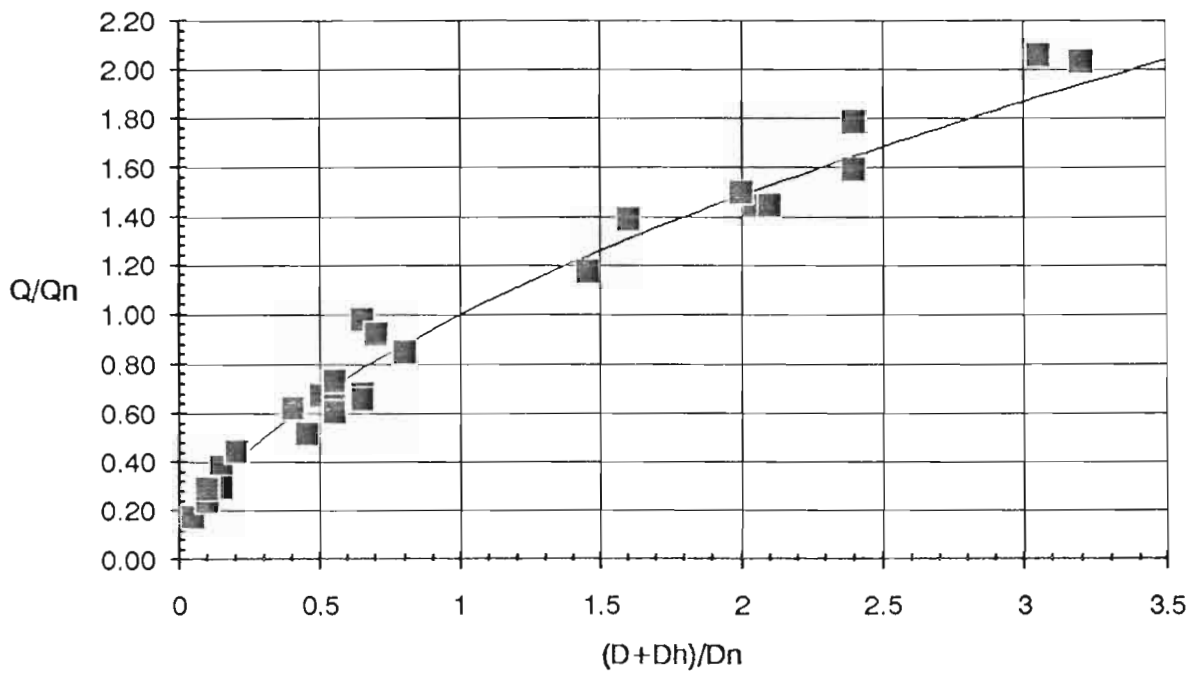


Figure 5 - Hydrogramme de la Taoué

