

CENTRE ORSTOM

DE

GUADELOUPE

METHODE DE DEPOUILLEMENT
DES JAUGEAGES HYDROLOGIQUES
PAR TRACE AUTOMATIQUE
DES PROFILS DE VITESSE

--o§o--

PAR

D. ROSSIGNOL

--o§o--

OCTOBRE 1984

METHODE DE DEPOUILLEMENT DES JAUGEAGES HYDROLOGIQUES
PAR TRACE AUTOMATIQUE DES PROFILS DE VITESSE

D. ROSSIGNOL

OCTOBRE 1984

←=0§0=-

Les jaugeages hydrologiques consistent en une exploration du champ des vitesses dans les cours d'eau réalisée par des mesures ponctuelles suivant une section en travers, pour en évaluer le débit instantané. La vitesse des filets d'eau est mesurée à l'aide d'une hélice calibrée, à différentes profondeurs sur une même verticale et en différentes verticales du profil en travers du lit de la rivière.

Le dépouillement manuel de ces données se déroule selon les étapes suivantes :

- 1 - Transformation du nombre de tours mesuré en vitesse à l'aide de la formule d'étalonnage de l'hélice sur son moulinet.
- 2 - Report graphique des points "profondeur-vitesse" pour chaque verticale, et tracé des profils de vitesse.
- 3 - Planimétrage des courbes tracées à la main, pour l'obtention des débits partiels.
- 4 - Report graphique et tracé de la courbe de variation des débits partiels.
- 5 - Planimétrage de cette courbe pour le calcul du débit total.
- 6 - Tracé et planimétrage de la section mouillée.
- 7 - Tracé et planimétrage de la vitesse de surface.

Toutes ces opérations manuelles sont longues, sujettes à l'erreur humaine, et dans une certaine mesure dépendantes du "coup de crayon" de l'opérateur. Le dépouillement d'un jaugeage peut prendre entre 1 h à 2 h selon le nombre de verticales explorées. Des erreurs peuvent se glisser dans le calcul des vitesses, dans le report graphique des points ou dans la lecture de l'échelle du graphique.

La méthode présentée ici effectue tous ces calculs et tous les reports graphiques à partir des données brutes du jaugeage.

Son originalité consiste dans le tracé et la visualisation de courbes en tous points semblables à celle du dépouillement manuel. Les courbes sont calculées à partir des points de mesure à l'aide de polynômes d'interpolation du troisième degré.

Les avantages de ce logiciel sur la méthode manuelle sont les suivants :

- 1 - Rapidité d'exécution (gain de temps 75 % à 90 %)
- 2 - Suppression des erreurs humaines
- 3 - Tracé de courbe indépendant de l'opérateur réalisant une homogénéisation des résultats
- 4 - Possibilité de disposer d'un fichier des données brutes de jaugeages

Seules les erreurs de saisie des données sont possibles. Elles sont facilement contrôlables par comparaison des fiches de données avec la visualisation à l'écran ou les listings des données de base.

A ma connaissance, aucune méthode semblable n'a été utilisée pour le dépouillement des jaugeages à l'ORSTOM. Ce bref exposé devrait convaincre les hydrologues de l'opportunité de son utilisation. Le gain de temps par dépouillement permet de libérer les opérateurs pour un meilleur travail sur le terrain.

TABLE DES MATIERES

I - EXPOSE DE LA METHODE

II - NOTICE D'UTILISATION DES PROGRAMMES

III - ETUDE COMPARATIVE DE LA METHODE MANUELLE ET DU
DEPOUILLEMENT AUTOMATIQUE - (en cours de rédaction)

ANNEXE

- ANNEXE 1 : UTILISATION DES TOUCHES

- ANNEXE 2 : ORGANISATION DES FICHIERS

- ANNEXE 3 : REPRODUCTION DES COURBES D'UN DEPOUILLEMENT

- ANNEXE 4 : LISTING DES PROGRAMMES

1 - METHODE DE CALCUL DES POLYNOMES D'INTERPOLATION

1.1 - PREMIERE TENTATIVE

Le tracé des "paraboles de vitesse" et des différentes courbes du jaugeage passe par le calcul des polynômes d'interpolation entre les points de mesure.

L'élaboration de ce logiciel a germé d'une première idée simple : rechercher le polynôme de degré n passant par les points donnés. Ce problème admet toujours une solution à condition que le degré n du polynôme soit égal au nombre de points moins 1. Soit N le nombre de points : $n = N - 1$. Le problème revient à résoudre un système d'équations à n inconnues qui sont les coefficients du polynôme.

$$\begin{matrix} \sum_{i=0}^n a_i (X_0)^i = Y_0 \\ \vdots \\ \sum_{i=0}^n a_i (X_N)^i = Y_N \end{matrix}$$

X_i, Y_i = données
 a_i = inconnues

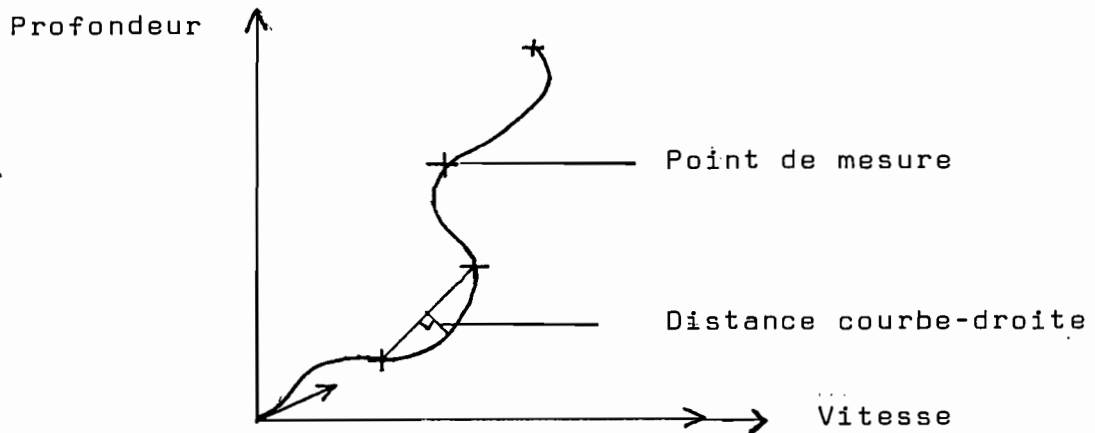
$$\begin{matrix} \xrightarrow{N} \\ \uparrow N \\ (X_j)^i \end{matrix} \begin{pmatrix} a_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_i \end{pmatrix}$$

Le polynôme obtenu peut ne pas être très régulier et présenter d'assez fortes "oscillations" entre les points donnés.

Cette méthode peut être améliorée en recherchant dans la famille des polynômes de degré N, passant par les N points, celui qui convient le mieux. Si on élève le degré du polynôme, il faut imposer une condition supplémentaire sur la tangente pour obtenir un système de N + 1 équations à N + 1 coefficients du polynôme inconnu. On peut ainsi trouver une famille de polynômes de degré N, passant par les N

points, et ayant chacun une tangente à l'origine différente.

La somme des distances entre les points de la courbe et la droite joignant les données peut être considérée comme une mesure de la meilleure approximation de l'ajustement. Le polynôme choisi est celui qui réalise le minimum de la somme des distances (figure 1).



Le système d'équations à $N + 1$ inconnues est alors le suivant :

$$\sum_{i=0}^N a_i (X_0)^i = Y_0$$

$$\sum_{i=0}^N a_i (X_N)^i = Y_N$$

$$\sum_{i=0}^N i a_i (X_0)^{i-1} = Y'_0 \quad - \text{condition sur la tangente}$$

L'algorithme de calcul est simple à réaliser, et est représenté sur la figure 2.

Cette méthode donne de bons résultats sur les profils de vitesse, par contre les courbes de variation des débits partiels obtenues ne sont pas satisfaisantes.

La raison en est qu'un polynôme croît d'autant plus vite vers l'infini avec x , que son degré est plus élevé : le nombre de verticales est supérieur au nombre de mesures par verticale. Il a donc fallu rechercher une autre méthode.

1.2 - METHODE DES FONCTIONS SPLINE

Les fonctions Spline ont été inventées par les mathématiciens pour réaliser la meilleure approximation d'une fonction dont on ne connaît la valeur y_i qu'en certains points, x_i . Le principe consiste à rechercher une fonction qui réalise l'interpolation polynomiale par tronçon.

La fonction représentant le mieux le nuage de points est une suite de polynômes dont les coefficients prennent des valeurs différentes entre les différents points interpolés.

Pratiquement, nous avons utilisé des fonctions Spline de degré 3 de la forme :

$$f_i(x) = C_{0,i} + C_{1,i} (x - x_i) + C_{2,i} (x - x_i)^2 + C_{3,i} (x - x_i)^3$$

Avec les conditions suivantes :

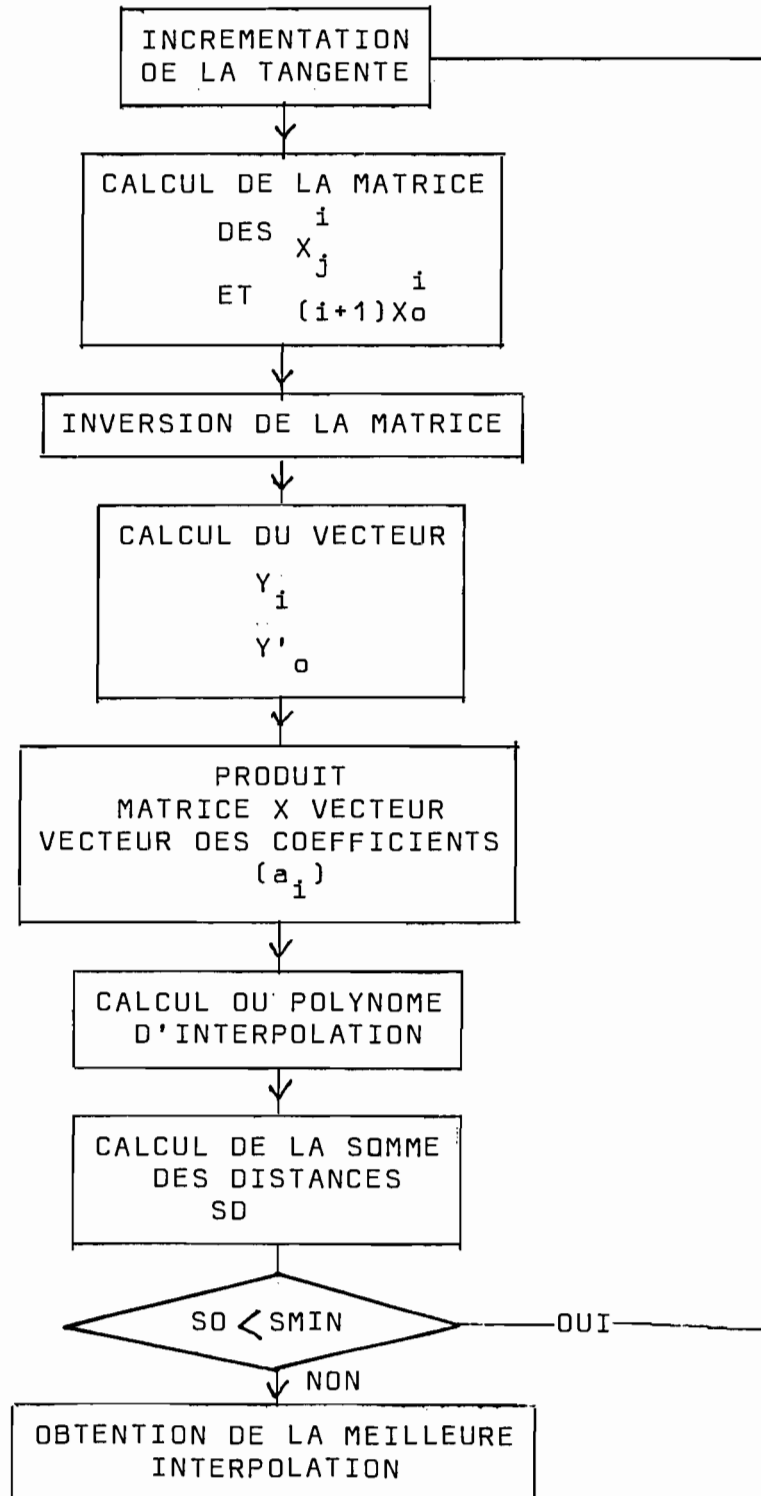
$$f(x_{i+1}) = y_{i+1}$$

$$f(x_i) = y_i$$

$$f'(x_i) = y'_i$$

$$f'_i(x_{i+1}) = f'_{i+1}(x_{i+1})$$

ORGANIGRAMME



Entre deux points un polynôme est déterminé par les coordonnées des deux points et les deux tangentes en ces points.

La valeur de la tangente au premier point est une donnée supplémentaire, nécessaire au calcul des coefficients des polynômes.

L'algorithme de calcul nous a été fourni par Max DORVILLE, professeur à l'Université de Pointe-à-Pitre. L'origine de la méthode provient de l'ouvrage de S.D. CONTE et C. DE BOOR "elementary numerical analysis".

L'originalité de la méthode consiste dans la paramétrisation des fonctions d'interpolation. En effet, les polynômes d'interpolation sont calculés séparément en abscisse et en ordonnée, par l'utilisation d'une variable supplémentaire.

Le programme recherche $x = f_1(t)$, et $y = f_2(t)$, la courbe finale est obtenue en traçant y comme une fonction de x .

L'avantage de cette méthode est la possibilité de tracer des courbes fermées ou se recoupant.

Le calcul des polynômes d'interpolation se déroule selon les étapes suivantes :

- 1 - détermination des coefficients $C_{0,i} = x_i$
- 2 - détermination des $C_{1,i}$, égaux aux dérivées de la fonction aux points x_i : SUB DERSPL
- 3 - détermination des coefficients $C_{2,i}$, $C_{3,i}$
SUB CALCCF
- 4 - calcul des polynômes : SUB PCUBIC

L'application de cette méthode aux courbes tracées pour le dépouillement d'un jaugeage donne d'excellents résultats.

2 - NOTICE D'UTILISATION DES PROGRAMMES

2.1 - MATERIEL NECESSAIRE

Le logiciel de dépouillement de jaugeage est écrit en SBASIC pour fonctionner sur Goupil 3 en configuration 6 équipé de :

- unité centrale 6809 sous Flex 9
- 64 K de mémoire
- 2 lecteurs de disquettes 8'
- 1 carte graphique
- 1 imprimante Mannesmann MT 180

2.2 - LIMITES D'UTILISATION

- Pour des raisons de capacité de mémoire, le programme est limité à 7 points par verticale et 20 verticales.

- Le nombre de jaugeages sur une disquette est de l'ordre de 250.

- Il n'est pas possible de changer le numéro d'hélice sur une verticale, par contre chaque verticale peut avoir une hélice différente.

- Il est possible de dépouiller un jaugeage d'une rivière où le courant s'inverse. Il suffit de saisir des nombres de tour négatifs. Le programme calcule alors séparément les débits positifs et négatifs. Dans ce cas il n'affiche à l'écran que les débits partiels positifs.

2.3 - LES PROGRAMMES

Le logiciel comporte trois programmes indépendants : un programme de gestion du fichier des formules d'étalonnage des hélices, un programme de gestion des fichiers de jaugeage, et le programme de dépouillement.

2.3.1 - Le programme de gestion des formules des hélices réalise les opérations suivantes :

- lonnage - édition du catalogue et des formules d'éta-
- suppression d'une hélice
- saisie des formules d'une nouvelle hélice

2.3.2 - Programmes de gestion des fichiers de jaugeages brute

Ce programme réalise les mêmes opérations que le précédent : saisie, édition du catalogue, édition d'une fiche, suppression, suppression d'une fiche.

Deux programmes supplémentaires permettent l'un de corriger les données d'une fiche de jaugeage, et l'autre d'ordonner les jaugeages d'une station choisie par ordre chronologique. Une option de ce programme permet de recopier les jaugeages ordonnés sur une autre disquette. Ceci permet de disposer d'une disquette par station, et d'une disquette par année toute station.

2.3.3 - Programme de dépouillement de jaugeage

Le programme est conçu pour dépouiller soit tous les jaugeages non antérieurement traités, soit les jaugeages désignés successivement par l'opérateur en début de programme.

Le dépouillement commence par la lecture des fichiers de jaugeage où sont stockés les profondeurs et nombre de tour d'hélices. Il recherche dans le fichier "hélice" le numéro de série de l'hélice du jaugeage et entreprend le calcul des vitesses.

Il détermine ensuite les courbes des profils de vitesse de chaque verticale et le débit partiel correspondant. Le point de surface est déterminé par extrapolation de la tangente à la courbe au dernier point de mesure, excepté si le jaugeage ne comporte qu'une mesure : dans ce cas la vitesse de surface est égale à la vitesse du seul point de mesure, et la tangente à l'origine (le fond de la rivière) est égale à zéro.

. Le calcul de la surface mouillée, du débit total et de la vitesse moyenne de surface est ensuite réalisé, accompagné du graphique correspondant.

La détermination de toutes ces courbes est réalisée par l'appel successif des mêmes sous programmes, représentés sur la figure 3.

L'échelle des profils de vitesse est choisie en fonction de la vitesse maximale et de la profondeur maximale et est la même pour toutes les verticales.

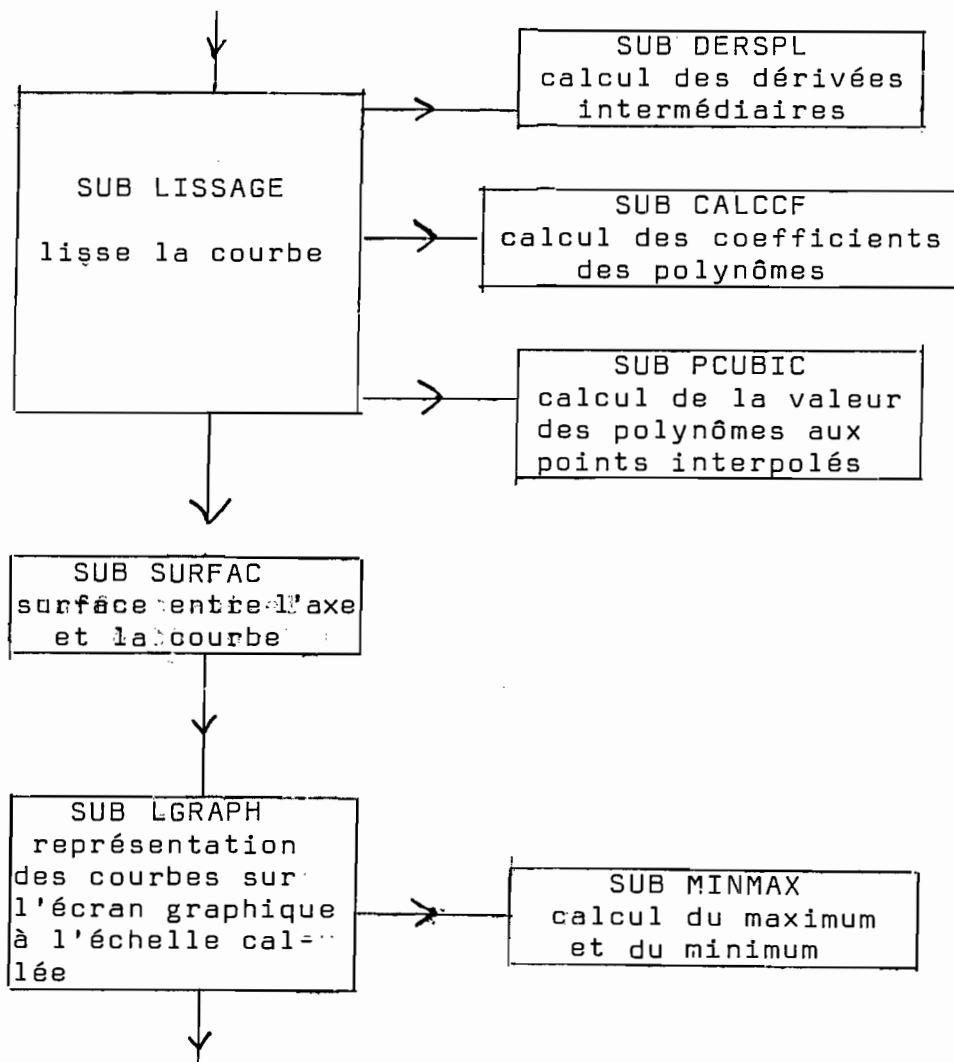


figure 3

Enchaînement des sous programmes du programme de dépouillement.

3 - ETUDE COMPARATIVE DE LA METHODE MANUELLE
ET DE LA METHODE AUTOMATIQUE DE DEPOUILLEMENT DE JAUGEAGES

Les avantages de la méthode de dépouillement automatique sont, d'après l'auteur (cf. page 2), les suivants :

- " 1 - Rapidité d'exécution (gain de temps : 75 % à 90 %)
- 2 - Suppression des erreurs humaines
- 3 - Tracé de courbes indépendant de l'opérateur, réalisant une homogénéisation des résultats
- 4 - Possibilité de disposer d'un fichier de données brutes de jaugeages."

Il conviendrait de prouver que cette méthode conduit à l'obtention de résultats fiables. Ce serait là un atout particulièrement apprécié des hydrologues.

Cette étude a pour objet de tester la méthode sur les 152 jaugeages effectués en Guadeloupe aux stations hydrométriques de la Cote au Vent de la Basse-Terre, au cours du 1er semestre 1984, en période de saison relativement sèche.

Ces mesures de débit ont été réalisées à l'aide de micro moulinets, sur des cours d'eau de forte pente, à l'aspect torrentiel et dont le lit est encombré de blocs rocheux.

Les sections de jaugeages sont donc rarement idéales et nous nous trouvons en Guadeloupe dans les conditions les plus défavorables pour appliquer aux mesures un traitement automatique.

INVENTAIRE DES JAUGEAGES

Les 152 mesures de débit, de quelques dizaines à plusieurs centaines de l/s, ont été dépouillées à la main, normalement, alors que l'idée même d'un dépouillement automatique n'était pas encore envisagée.

Ces jaugeages ont tous été saisis sur Goupil III et dépouillés automatiquement dès que la méthode fut opérationnelle.

Aucune critique particulière des résultats manuels n'a été faite avant le traitement automatique des données.

La confrontation des résultats manuels et automatiques a mis en évidence 26 jaugeages présentant des erreurs flagrantes de dépouillement manuel :

- 16 erreurs d'échelle concernant une et, quelquefois, deux verticales,
- 3 erreurs de report des débits partiels,
- 7 erreurs manifestes de planimétrage.

Bien que, pour la plupart de ces 26 jaugeages, les fautes commises répercutaient sur le débit global une erreur relative faible, ils ont été volontairement écartés de notre étude comparative.

Les résultats des 126 jaugeages retenus ont été corrigés de l'erreur systématique introduite par l'utilisation du planimètre, mais n'ont fait l'objet d'aucun redépouillement à posteriori.

COMPARAISON DES RESULTATS

Le tableau récapitulatif présente par station la moyenne des écarts relatifs des résultats de la méthode automatique par rapport à ceux de la méthode manuelle.

Les 2 méthodes conduisent à des écarts moyens compris entre + 1.3 % et - 2.5 %, si l'on excepte les valeurs acquises au Bras David à la cote 130 m et sur la Grande Rivière de Capesterre à la cote 190 m.

Nous reviendrons sur le cas particulier de ces 2 stations implantées sur des ouvrages de prise d'eau.

La moyenne des écarts est de - 0.6 %. Dans le détail, les écarts relatifs sont faibles (inférieurs à ± 10 %), même lorsque le nombre de points de mesure de vitesse est minimum (inférieur à 15), et deviennent insignifiants lorsque le champ des vitesses est exploré en plus de 25 points.

Nous avons d'autre part relevé que les écarts de l'ordre de quelques pourcents étaient dus, le plus souvent, à un tracé à la main contestable.

Dans ces conditions, l'écart moyen de - 0.6 % entre les 2 méthodes ne paraît pas significatif et permet de conclure à la validité de la méthode automatique.

Dans le cas du Bras David à la cote 130 m et de la Grande Rivière de Capesterre à la cote 190 m, les jaugeages sont effectués au niveau d'un seuil bétonné sur lequel s'écoule une lame d'eau mince.

Les verticales explorées en rive droite et en rive gauche se tenaient à une distance d'environ 1/12 de la largeur de la section, de leur rive respective.

Le tracé manuel de la courbe de variation du débit partiel en fonction de la distance à la berge tenait compte de la forme rectangulaire de la section mouillée, avec un débit partiel croissant rapidement à proximité des rives. Ce n'est pas le cas de la méthode automatique qui sous-estimerait systématiquement le débit global dans de tels cas de figure.

Il suffira cependant, pour se préserver de cet inconvénient, de disposer de mesures aussi proches que possible des berges.

CONCLUSION

Le dépouillement automatique par la méthode de D. ROSSIGNOL des 356 jaugeages effectués en 1984 sur la Côte au Vent de la Guadeloupe permet de préciser les avantages de la méthode et de tirer quelques enseignements.

1) - La comparaison de la méthode manuelle et de la méthode automatique sur un échantillon de 152 jaugeages confirme la validité de cette dernière.

En fait l'harmonie des tracés des profils de vitesse et de la courbe des débits partiels le laissait supposer a priori.

2) - Un jaugeage est saisi et traité sur machine en moins de 10 minutes quand il faut plus d'une heure pour le dépouiller à la main.

3) - En soumettant les données saisies à un contrôle sérieux, on supprime toute possibilité d'erreur. Il est recommandé par ailleurs de contrôler les tracés à l'écran lors du dépouillement du jaugeage immédiatement après sa saisie.

4) - La méthode homogénéise les résultats des mesures en éliminant le paramètre humain intervenant dans le tracé à la main.

5) - Le fichier informatisé des jaugeages contient les données brutes et le résultat des dépouillements. Sa mise à jour se réalise automatiquement et il sera possible, en fin d'année par exemple, de copier le fichier en regroupant les jaugeages par station et par ordre chronologique.

Est-il nécessaire de souligner que, comme pour la méthode classique, la précision affectant le calcul du débit sera fonction du nombre de points de mesure des vitesses et de la justesse du choix de leur répartition spatiale.

Chacun y sera sensibilisé, d'autant plus qu'il sera dispensé de l'usage laborieux et peu instructif du pluviomètre.

RECAPITULATIF JAUGEAGES 1ER SEMESTRE 1984

STATION	Ech.	Erreurs		Nb. Jaugeages		Ecart moyen Automatique/manuel %
		Plan.	Autres	Tot.	Valid.	
GDE RIV. A GOYAVES						
TRAVERSEE	2	2		18	14	+ 0.1
PRISE D'EAU		1	1	4	2	+ 0.5
BONNE MERE	1			5	4	- 0.5
BRAS DAVID						
COTE 130 M				(11)	(11)	(- 4.8)
DUCLOS	1			13	12	- 1.1
LEZARDE COTE 85 M				6	6	- 0.2
LA ROSE COTE 75 M				16	16	+ 0.5
STE MARIE COTE 10 M	2		1	11	8	+ 1.3
PETITE RIV. A GOYAVES	2			14	12	+ 0.3
RIV. DE CAPESTERRE						
COTE 190 M				(9)	(9)	(- 8.4)
COTE 95 M	2	2		13	9	- 0.5
MOUSTIQUE STE ROSE	3			20	17	- 2.5
NOGENT A D'AUBIN	3			17	14	- 1.6
GRAND CARBET						
COTE 15 M		2		7	5	- 1.0
COTE 410 M			1	6	5	- 0.9
BANANIER DEVERSOIR				2	2	- 1.3
TOTAUX ET MOYENNE	<u>16</u>	<u>7</u>	<u>3</u>	<u>152</u>	<u>126</u>	<u>- 0.6</u>

ANNEXE 1

UTILISATION DU CLAVIER

PROGRAMMES DE SAISIES ET DE DEPOUILLEMENT

- Touches numériques : choix des menus
frappe des données
- Retour chariot : enregistre la donnée frappée
passe à la donnée suivante
- Flèche à gauche : retour en arrière dans un champ
de donnée

retour à la donnée précédente
- Flèche à droite : déplacement à droite dans un
champ
- Touche O : réponse oui
- Touche N : réponse non
- Barre d'espace : défilement du catalogue
poursuite du programme
- P : impression du catalogue

PROGRAMME DE CORRECTION, QUATRE TOUCHES SUPPLEMENTAIRES

- EFF : efface la donnée
- EXEC : pour enregistrer la correction
- Flèche en haut ou : mouvement du curseur vers le
en bas haut ou le bas

ANNEXE 2

Tous les fichiers utilisés sont des fichiers virtuels à accès direct. Ce choix découle de leur simplicité d'utilisation bien supérieure à tout autre type de fichier.

FICHER "HELICE"

Le fichier hélice est un fichier numérique contenant les constantes des formules d'étalonnage.

HEL (I%, 10) I% : numéro d'appel de l'Hélice

La structure de ce fichier est la suivante :

HEL (0 , 0) = nombre d'hélice du fichier
HEL (I%, 0) = numéro d'appel
HEL (I%, 1) = numéro de série : exemple (1. 34046)
HEL (I%, 2) = nombre de formules
HEL (I%, 3) = première limite
HEL (I%, 4) = deuxième limite
HEL (I%, 5) = premier coefficient a
HEL (I%, 6) = premier coefficient b
HEL (I%, 7) = deuxième coefficient a
HEL (I%, 8) = deuxième coefficient b
HEL (I%, 9) = troisième coefficient a
HEL (I%, 10) = troisième coefficient b

FICHER "RIVIERE"

nom de la variable = RIVNAME \$ (250,8) = 14

RIVNAME\$ (0,0) = nombre de jaugeages enregistrés
RIVNAME\$ (I%, 0) = numéro d'appel
RIVNAME\$ (I%, 1) = nom de la rivière

RIVNAME\$ (I%, 2) = station
RIVNAME\$ (I%, 3) = date
RIVNAME\$ (I%, 4) = heure début
RIVNAME\$ (I%, 5) = heure fin
RIVNAME\$ (I%, 6) = cote début
RIVNAME\$ (I%, 7) = cote fin
RIVNAME\$ (I%, 8) = numéro d'identification
une fois dépouillé

FICHER JAUGEAGE

JAUG (17, 20)

JAUG (0, 0)	(0,20)	distances
JAUG (1, 0)		dernière distance
JAUG (2, 0)		nb. de verticales
JAUG (3, 0)		non utilisé
JAUG (4, 0)		débit négatif
JAUG (5, 0)		section
JAUG (6, 0)		largeur
JAUG (7, 0)		profondeur
JAUG (8, 0)		débit
JAUG (9, 0)		vitesse moyenne
JAUG (10, 0)		vitesse moyenne de surface
JAUG (11, 0)		vitesse maximale
JAUG (12, 0)		rapport U/VMS
JAUG (13, 0)		profondeur maximale
JAUG (14, 0)		nb. maximal de points par ver- ticale
JAUG (15, 0)		numéro d'identification

JAUG (16, 0)	vitesse minimale
JAUG (17, 0)	non utilisé
JAUG (1, 1)	(1, 20) nb. de points par verticale
JAUG (2, 1)	(2, 20) numéro de série des hélices
JAUG (3, 1)	(3, 20)
	(2+IP%,+IV%) profondeurs
JAUG (8, 1)	(8, 20)
JAUG (9, 1)	(9, 20)
	(2+NP%(IV%)+IP%, IV%) nb de tours + <u>temps de mesure</u> 1000
JAUG (17, 1)	17,20

ANNEXE 3

REPRODUCTION DES COURBES D'UN DEPOUILLEMENT

Grâce à un logiciel de recopie d'écran graphique sur l'imprimante, nous présentons la reproduction des courbes obtenues à l'écran, lors d'un dépouillement.

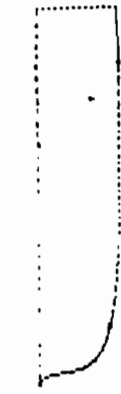
Page 17 - les profils de vitesse

Page 18 - la surface mouillée

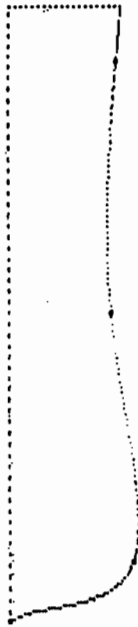
Page 19 - la vitesse moyenne de surface

Page 20 - le débit total

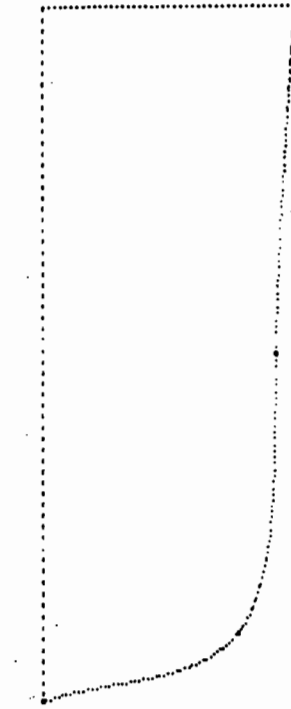
le listing de la présentation des résultats



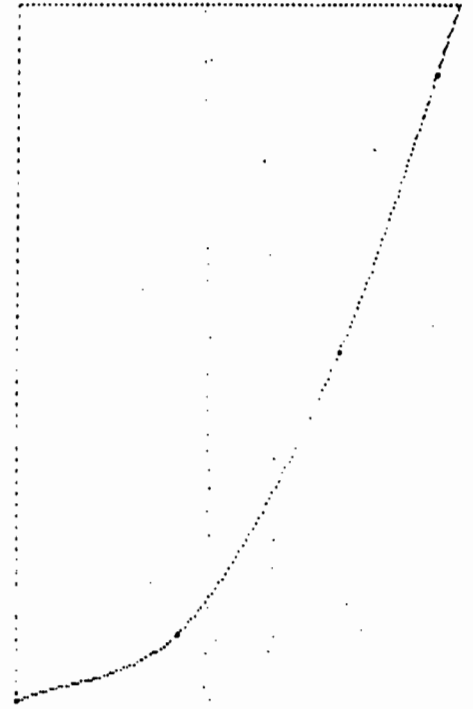
vert. 1 debit .050 m²/s



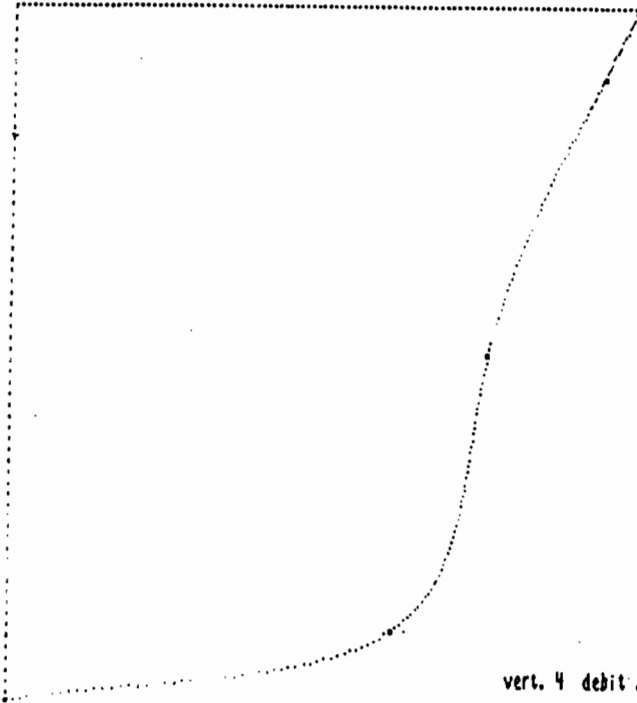
vert. 2 debit .118 m²/s



vert. 3 debit .283 m²/s



vert. 5 debit .384 m²/s

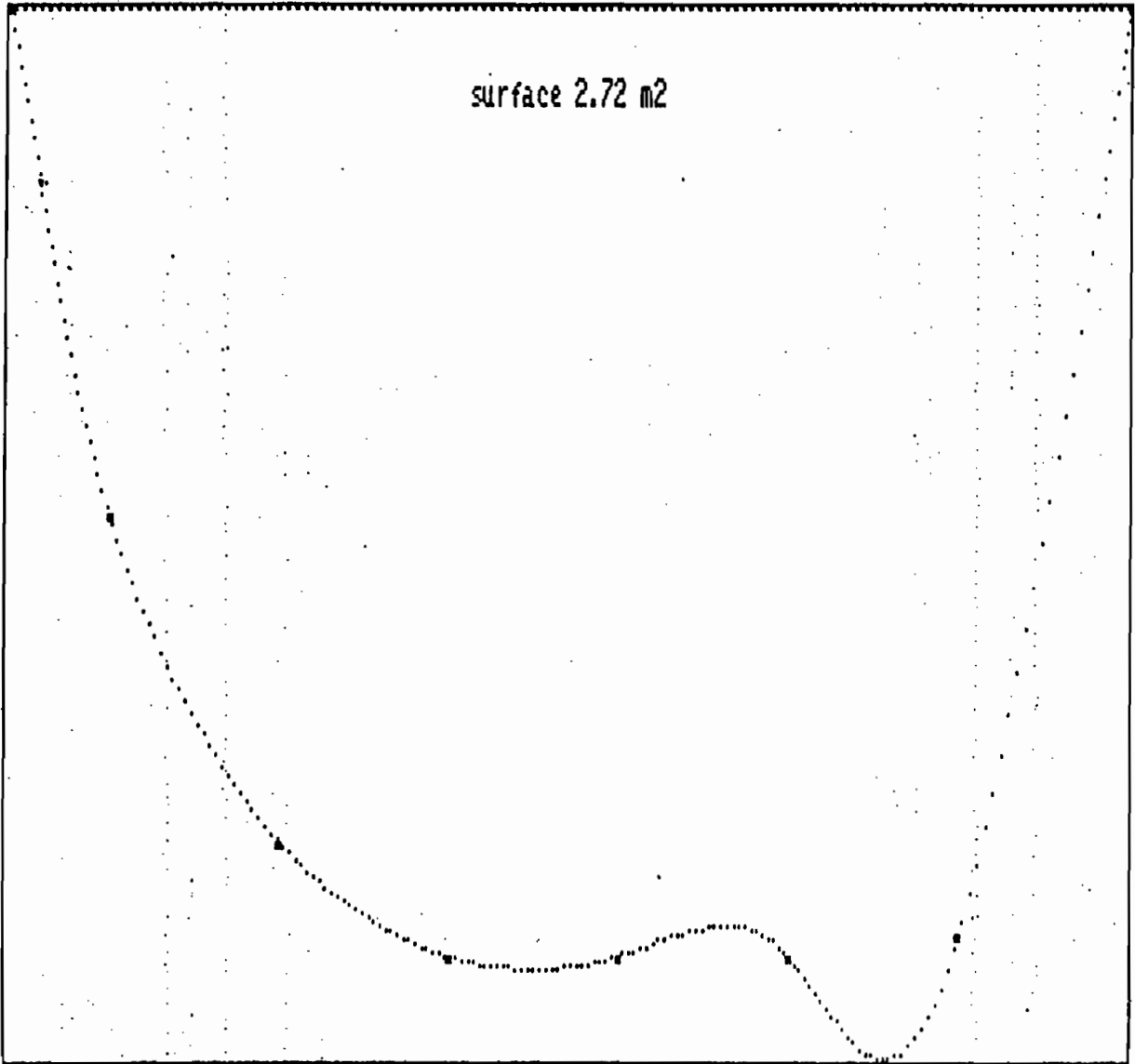


vert. 4 debit .595 m²/s

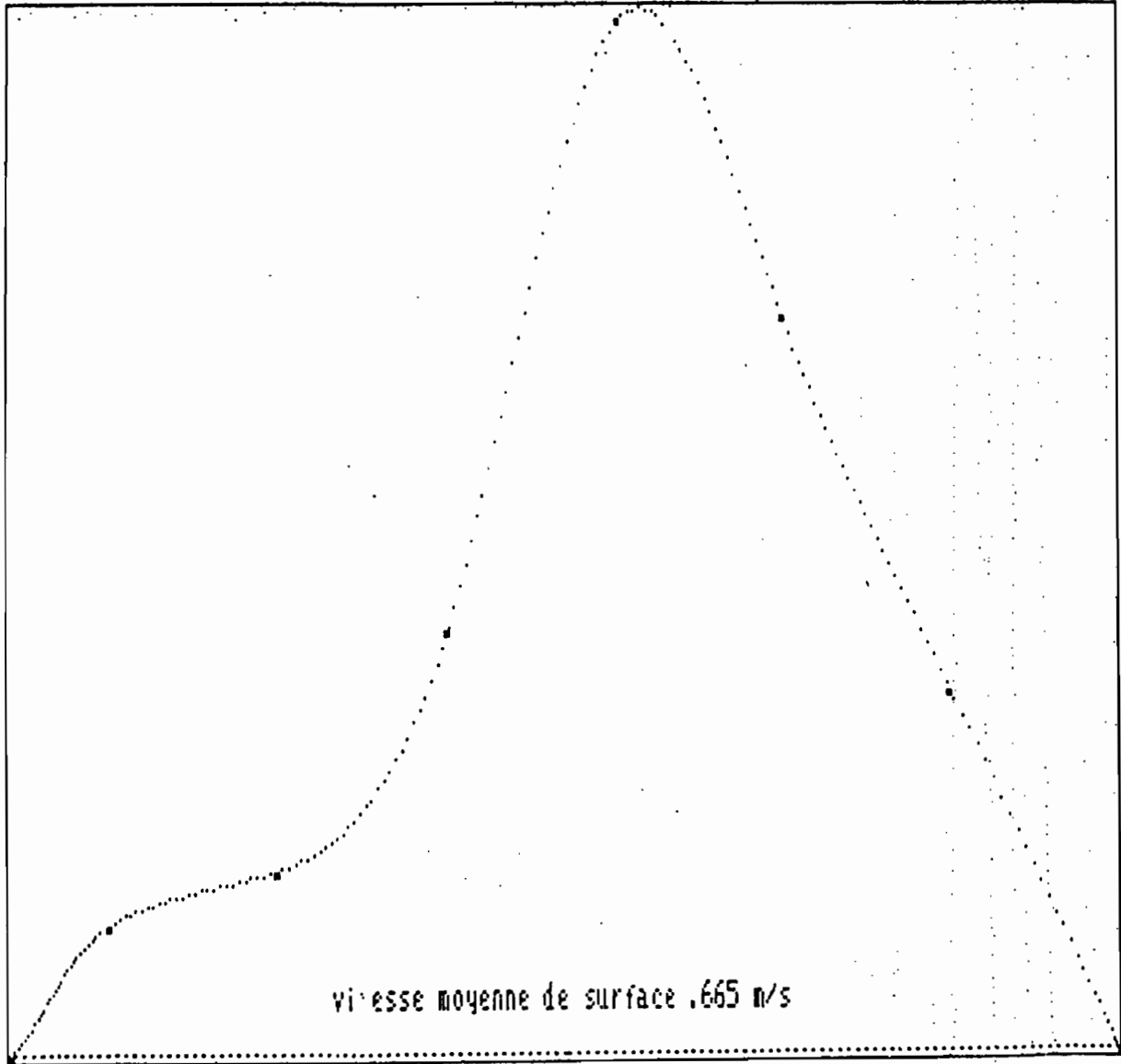


vert. 6 debit .221 m²/s

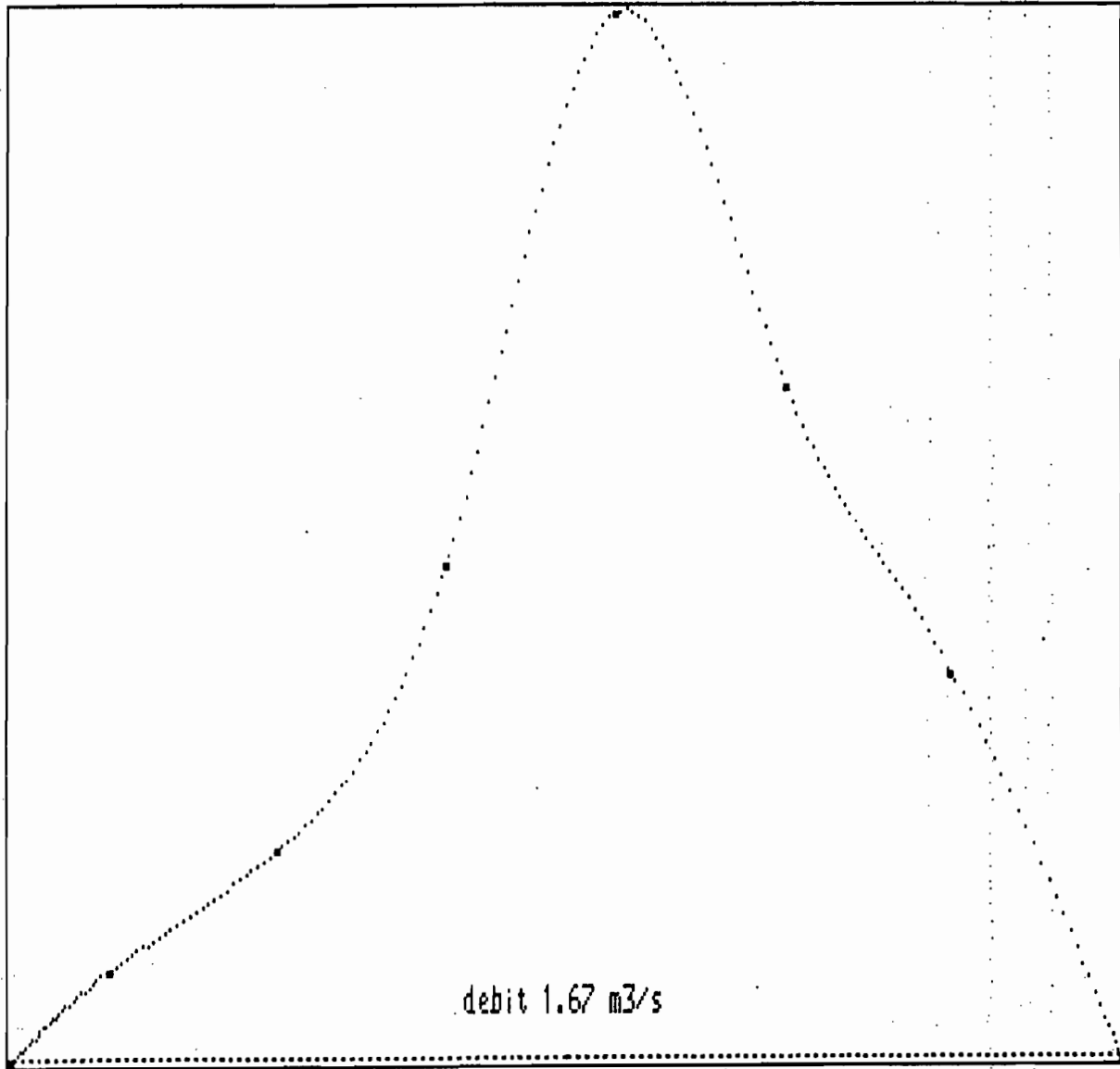
LES PROFILS DE VITESSE



LA SURFACE MOUILLEE



LA VITESSE MOYENNE DE SURFACE



LE DEBIT TOTAL

RIVIERE: GRD GOYAVE
 STATION: TRAVERSEE
 6 100125

DATE : 16.01.84
 HEURE DEBUT: 0
 HEURE FIN : 0

COTE DEBUT: 59
 COTE FIN: 59

VIT. moy.: .613m/s
 V.MY.SURF: .666m/s
 VIT. MAX.: 1.57m/s

SECTION: 2.73 m2
 LARGEUR: 6.60 m
 PROF. MOY.: .413 m

RAP.U/VMS: .921
 DEBIT: 1.67 m3/s

helices distance	3.38365 2.00	3.38365 3.00	3.38365 4.00	3.38365 5.00	3.38365 6.00	3.38365 7.00	8.00
	P n	P n	P n	P n	P n	P n	
	4 20	4 37	5 60	5 118	5 49	5 35	
	23 23	22 30	25 72	25 147	25 100	24 60	
	26	40 32	46 77	45 183	45 131	44 66	
		44	50	50	50	49	
debits partiels	.051	.119	.284	.596	.384	.222	

LISTE DES PROGRAMMES ET SOUS-PROGRAMME
DU LOGICIEL "DEPOUILLEMENT DE JAUGEAGE"

NOM	FONCTION
SAISHEL	Saisie des formules d'étalonnage des hélices
SAISJAUG	Saisie des jaugeages
ORDRE	Mise en ordre, impression des résultats et en option recopie sur une disquette des jaugeages d'une même station
CORRECT	Correction d'une fiche de jaugeage
AJUSTE	Interpolation des courbes à partir des données
SUB DONUM (D, FL%, ND%)	Saisie des données numériques
" PRCHFR (D,MØ, NL%)	Impression d'un chiffre en format convenable
" RCHJAUG	Recherche des jaugeages à dépouiller
" RCHHEL	Recherche de l'hélice du jaugeage
" IMPRSLT	Impression des résultats du jaugeage
" CADRE	Dessine un cadre à l'écran
" MINMAX (X(*), N%, MAX, MIN)	Calcule le minimum et le maximum de la variable X
" LGRAPH (X(x), Y(), N%,NPR%, NC%, NL%, MØ, EC%)	Trace le graphique des points et de la courbe interpolée
" SURFACX (POUB(x), N%, SURF)	Calcule la surface entre l'axe des x et la courbe
" SURFACY (POUB(*), N%, SURF, SURFN)	Calcule la surface entre la courbe et l'axe des y
" CYCHAPH (X, MØ)	Transforme les chiffres en alphanumérique pour l'impression sur l'écran
" DERSPL (N%, X(x), C(x), IDER%)	Calcule les dérivées intermédiaires
" CALCCF (N%, X(*), C(*))	Calcule les coefficients des polynômes
" PCUBIC (XBAR, N%, X(*), C(*), PCUBIC)	Calcule la valeur d'un polynôme
" LISSAGE (X(*), Y(*), N%, IDER%, PAS, POUB(*))	Calcule les polynômes d'interpolation à l'aide des sous programmes précédents