

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE
DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

960645

SERVICE HYDROLOGIQUE

NOTE SUR LE DEPOUILLEMENT DES HAUTEURS D'EAU
ET L'ETALONNAGE DE LA STATION DE GHARDIMAOU
SUR L'OUED MEDJERDA

ORSTOM
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: ~~6~~ 20436 Ex: unique

J.M. FRITSCH

Gabès Mai 1972

Fonds Documentaire ORSTOM



010020436

7/367

I. HISTORIQUE DE LA STATION (Echelles et limnigraphes)

La station de GHARDIMAOU (coordonnées : 45GR. 50. 30 Nord
6GR. 77. 75 EST PARIS) est
située au débouché de l'oued MEDEJERDA en Tunisie et contrôle un bassin
versant de 1490 Km². (180

I.1. Le premier limnigraphe a été installé en novembre 1946 sur un puit en maçonnerie situé en rive gauche de l'oued. (Appareil RICHARD à flotteur, réduction 1/20, tambour à rotation hebdomadaire).

Une échelle graduée de 0 à 415 cm était plaquée contre le puit. C'est cette échelle qui servira de base pour le rattachement des autres éléments qui seront utilisés par la suite. Nous l'appellerons 'Ancienne Echelle' A.E.P. ^X

Cette station était située environ 10 m à l'amont d'un cassis construit en 1940, renforcé en 1943 à la suite de la destruction par faits de guerre d'un pont routier situé 300 m à l'amont.

Ce cassis comportait 30 buses d'un mètre de diamètre et était nettement en saillie sur le fond de l'oued : Pour une lame d'eau de 170 cm ce cassis n'était pas entièrement submergé.

En Août 1945 le nouveau pont routier situé 20 m à l'aval du cassis est terminé.

Ensuite les buses furent démantelées et le cassis détruit, sans doute pour éviter au pont les dommages causés par les remous et pour abaisser le plan d'eau (Aout 1948 ?).

Cette situation a été conservée jusqu'à aujourd'hui, le soubassement du cassis créant ainsi une section de contrôle à peu près stable.

Cependant la baisse du plan d'eau eut des conséquences fâcheuses pour les hydrologues. Le zéro de l'échelle du puit et la base de la gaine du limnigraphe s'avérèrent calés à un niveau trop élevé pour enregistrer les moyennes et les basses eaux.

Il fallait environ 45 cm d'eau dans l'oued (soit environ 15 m³/s) pour qu'échelle et limnigraphe remplissent leur office).

Pour le limnigraphe cet état de fait va persister jusqu'en 1965, c'est à dire que jusqu'à cette date les données limnimétriques se resumeront à une hauteur par jour dès que le débit sera inférieur à 15 m³/s. La précision des résultats s'en ressentira d'autant plus qu'il n'existe aucun moyen de vérifier les chiffres avancés par l'observateur lorsqu'ils sont suspects.

En ce qui concerne les échelles, plusieurs batteries ont été posées durant cette période pour suppléer à la défaillance de l'échelle A.E.P.

*¹ La cote du zéro de cette échelle serait à 192,51 m N.G.T.

A ce titre la première échelle dont il est fait mention explicitement et que nous appellerons "échelle cassis" a été posée par le B.I.R.H. le 27.4.49 au centre du radier coté aval. C'était un élément de 0 à 1m qui, selon un nivellement de l'époque, aurait son zéro à la cote 192,04 N.G.T.

c'est à dire 0 A.E.P. = 47 CASSIS

En fait, dès que l'échelle A.E.P. était en eau l'observateur lisait les deux échelles et on constate que le décalage varie entre 41 et 45 cm sans qu'il y ait de tendance dans le temps. Ce phénomène est sans doute lié à la pente de la lame d'eau sur le cassis. Mais on constate que lorsque la cote augmente au dessus de 100 cm CASSIS, le décalage se stabilise à 45 cm. (figure 1).

Toute la période 1949-1965 a donc été dépouillée en cotes CASSIS avec un décalage CASSIS-A.E.P. de 45 cm. La cote de mise en eau du flotteur soit 0 A.E.P. était donc également de 45 cm CASSIS.

Le limnigraphe RICHARD installé en 1946 est resté en service jusqu'au 25.5.65. Le mouvement d'horlogerie a donné satisfaction. Par contre, pratiquement à chaque décrue le contrepoids se coinçait dans le tube-guide d'où un limnigramme en marches d'escalier (souvent une seule marche !). En conséquence les courbes de décrues sont interpolées à partir des lectures journalières.

- .3. A partir du 21.4.65 les hauteurs d'étiage sont lues sur une échelle installée par la SCET. C'est un élément de 100 à 200 cm, installé en rive gauche et calé par rapport à l'ancienne échelle puits.

cote SCET : cote AEP + 200 (en cm).

Dans le même temps le puits a été surcreusé de 60 cm et raccordé à l'oued par une buse horizontale. Le flotteur est théoriquement en eau quel que soit le débit ; en fait le dispositif s'envase rapidement et les devasages sont trop nombreux pour pallier à cet inconvénient.

Le 25.2.67, le B.I.R.H. modifié une deuxième fois le calage des échelles en alignant les cotes puits, des ormais appelées N.E.P. (nouvelle échelle puit) sur les cotes S.C.E.T.

L'échelle sur la maçonnerie précédemment graduée de 0 à 415 cm (A.E.P.) est repeinte avec des chiffres allant de 200 à 615 et une reglette en inox est placée dans la partie surcreusée du puits (N.E.P.). Les échelles S.C.E.T. sont enlevées. En dessous de 2 m les cotes sont lues en millimètres.

Un nivellement a été refait en décembre 1970 par l'équipe topographique de la D.R.E. En toute rigueur la cote 2 m de la nouvelle Echelle puit devrait être égale à la cote du zéro de l'ancienne échelle puits. Or on a :

cote 2 m N.E.P. = 193,43 NGT

alors que 0 m A.E.P. = 192,51 NGT.

Il ne fait pas de doute qu'une erreur est attachée à l'une au à l'autre des mesures.

Quoi qu'il en soit, ce fait, sans doute regrettable, ne nuit pas à la qualité des enregistrements étant donné que l'on est certain que le déplacement AEP - NEP est de 2 m.

- Le 5.5.1967 l'appareil RICHARD est remplacé par un limnigraphe STEVENS à table déroulante. La réduction est au 1/20, puis au 1/10 à partir de Juin 1967. (avancement 5 mm/h).

Enfin le 23.4.1969 l'appareil précédent est remplacé par un appareil STEVENS à tambour à rotation hebdomadaire (R = 1/10 avancement 1,25 mm/h). L'appareil donne satisfaction mais l'avancement est un peu lent pour dépouiller certaines montées de crues.

I.5. En conclusion l'ensemble de la limnimétrie de GHARDIMAOU est dépouillée en se rapportant aux deux échelles suivantes :

- jusqu'au 21.4.65 Echelle CASSIS
- depuis le 21.4.65 Echelle SCLT (ou N.E.P.).

La disposition schématique de ces différentes échelles est représentée sur la fig. 2.

Pour la période antérieure à l'installation de l'échelle CASSIS les hauteurs étaient rapportées à une échelle pour laquelle il n'y a pas de renseignements précis (date d'installation, cote du 0) dans le dossier de la station. Une photographie prise le 15.2.47 montre un élément de 4 m de haut environ adossé à l'ancien cassis à buses. Il semble que cet élément soit resté en place après la démolition du cassis et que les étiages étaient lus sur cet élément jusqu'à l'implantation de l'échelle CASSIS. Cette échelle aurait été utilisée de 1940 à 1949.

Le seul élément de calage que l'on possède est un graffiti de l'observateur sur le dos d'un enregistrement (du 15 au 21.11.48) signalant que "la différence de niveau entre le lit de la Medjerda (ancienne échelle) et le 0 de l'échelle du poste enregistreur est de 60 cm". Mais rien ne nous dit que le 0 de l'échelle était placé au fond du lit !.

De toute manière le dépouillement des hauteurs d'eau n'a été fait qu'à partir de Janvier 1949. Indépendamment du problème de calage dont il est fait mention plus haut on ne possède pas de jaugeages à étiage pour la période Aout 48 (destruction du cassis) à Janvier 1949.

D'autre part pour la période 1946 à 1948 les jaugeages sont trop peu nombreux et trop imprécis (flotteurs) pour tracer un étalonnage valable avec la configuration 'ancien cassis'.

I.7. Avant Mars 1943, une station limnimétrique était implantée au croit de l'ancien pont-route. La situation générale des échelles est visible sur la fig. 3 qui est un fac simile d'un document de 1935. Il y avait un U.P.N. fiché dans le lit en rive gauche supportant un élément d'échelle de 2 m, qui était isolé à l'étiage. Puis sur la première pile du pont en rive gauche une planche en bois de 2 m, dont il est fait mention dans un P.V. de 1943, mais l'élément d'échelle a disparu.

Le zéro de cette batterie était situé à la cote 192,58 NGF (12.8.1935). La cote de l'étiage au mois d'Août (débit quasi nul) était de 192,20. La cote maximale entre 1929 et 1943 a été atteinte le 2 Janvier 1935 à 10H20 H = 3m35.

Malheureusement, les originaux de ces relevés limnimétriques ont disparu, peut être provisoirement seulement dans le silence d'une salle d'archives. Nous ne possédons que des cahiers de débits moyens journaliers du reste fort bien tenus.

Un abaque (section, vitesses débits en fonction de la hauteur) qui a vraisemblablement servi à obtenir ces débits a également été exhumé (on ne peut l'affirmer à coup sûr puisqu'on ne possède aucune hauteur d'eau.)

La qualité de ces documents sera discutée au paragraphe V.

II. J A U G E A G E S

Pour la période allant du 5.1.49 au 12.5.71 on dispose de 818 résultats de jaugeages. D'après leur qualité, il convient de distinguer deux périodes.

II.1. du 5.1.49 au 5.4.65

II.1.1. Les jaugeages d'étiages sont faits à gué ou moulinet sur perche selon la méthode 'point par point simplifié'. Le nombre de verticales était de 4 pour 25 m de large et on mesurait la vitesse en un point (parfois 2 ou 3) sur la verticale. Au caractère assez aléatoire du mode opératoire vient s'ajouter le manque de sensibilité de la station, surtout en dessous de 10 cm CASSIS.

c'est ainsi que l'on obtient, par exemple

17.7.62	H = 5 cm CASSIS	Q = 727 l/s
18.8.62	H = 5 cm CASSIS	Q = 253 l/s

II.1.2. En crue les jaugeages se font aux flotteurs sur une base inférieure ou égale à 50 m. La valeur des résultats sera discutée dans le paragraphe III 'courbes d'étalonnages'.

II.2,

du 5.4.65 à la période actuelle

II.2.1. En étiage les mesures sont faites au micromoulinet selon la méthode du jaugeage 'complet point par point'. Le groupement des points autour de la courbe d'étalonnage devient nettement plus serré, que pour la période antérieure surtout après 1967 où les cotes sont lues en millimètres en dessous de 2 m N.E.P.

II.2.2. En crue le premier jaugeage est effectué sur le pont route le 13.1.68 avec saumon suspendu de 25 Kg. Depuis cette date 34 traversées ont été effectuées à des cotes variant entre 198 et 300 cm N.E.P.

III. COURBES D'ETALONNAGE

III.1 Basses Eaux (< 200 cm N.E.P. ou 45 cm CASSIS)

A partir d'août 1948, date de la destruction du cassis, la station est restée à peu près stable. Sans doute des modifications faibles du lit mineur ont eu lieu, mais en superposant d'année en année les débits de jaugeages point par point simplifié de 1949 à 1965, les nuages de points successifs ne permettent pas de tracer plusieurs étalonnages.

De 1965 à la grande crue de 1969 (le 25.12.69) le groupement des jaugeages complets point par point est meilleur et permet de tracer un étalonnage basses eaux pour cette période (n° 651).

Après le maximum de la crue de 1969 (H NEP = 420) on constate une tendance au remblaiement de la station, ce qui conduit à un nouvel étalonnage (n° 691).

III.2 Hautes Eaux (> 200 cm N.E.P.)

III.2.1. Les 34 traversées effectuées depuis 1968 avec saumon suspendu ont été dépouillées selon la méthode du jaugeage continu par verticales.

Le problème posé par l'angle β (angle du courant avec la section de jaugeage) a été un peu délicat à résoudre. Les opérateurs mesuraient en effet un angle β variant entre 0 et 35° selon les verticales et les hauteurs à l'échelle. Le fait ne paraît pas impossible, le pont étant situé à l'entrée d'un caudal de la rivière. En tout état de cause nous avons admis un angle β constant de 20° ce qui conduit à diminuer les débits de 6 % ($K = 0,940$). Mais ce point reste à préciser au cours des traversées ultérieures.

G. DUBEE a dépouillé les traversées n° 1 à 23 (antérieures à la crue de 1969) et a obtenu un étalonnage jusqu'à la cote 300 N.E.P. ($Q = 185 \text{ m}^3/\text{s}$).

L'extrapolation a été ensuite faite jusqu'à la cote 420.

Les traversées n° 24 à 34 effectuées postérieurement laissent présager du même detarage que la courbe basses-eaux n° 691. Mais la qualité de ces traversées laisse à désirer.

Il n'y a que trois verticales (et parfois deux) par arches ce qui est bien insuffisant. De ce fait la forme des courbes des débits laminaires a été calquée sur les traversées précédentes mais cet étalonnage 'hautes eaux' n° 691 est très peu précis surtout en rive droite et doit être considéré comme provisoire.

Des traversées ultérieures devront être faites en insistant sur les points suivants :

- grand nombre de verticales
- mesure de l'angle β .

III.2.2. Pour la période antérieure à 1968, on ne dispose que de jaugeages aux flotteurs. La dispersion des points est grande mais surtout on constate que la courbe enveloppe sous-estime très notablement les débits par rapport à l'étalonnage obtenu par les jaugeages au moulinet.

Ce phénomène nous a paru inquiétant tant que nous n'avions pas vu les originaux de ces jaugeages. En fait cet écart s'explique très facilement.

Considérons par exemple le jaugeage n° 180.

Le 28.1.53 à 13^H10 H = 175 A.E.P. (375 N.E.P.)

$Q = 290 \text{ m}^3/\text{s}$ alors que l'étalonnage au moulinet donne

$Q = 443 \text{ m}^3/\text{s}$

Selon les opérat^{eurs} la section mouillée était de 107 m² ce qui est exact et les vitesses de surface de 3,66 ; 3,85 ; 3,62 et 3,50 m/s (base de 60 m). Puis à l'aide d'une formule la vitesse moyenne V descendait à 2,7 m/s d'où un débit de 290 m³/s. Selon les auteurs on aurait ainsi un rapport V/V_{ms} de l'ordre de 0,7, ce qui est peu pour un oued en crue.

Par conséquent l'ensemble des résultats des jaugeages au flotteur n'est pas exploitable et comme il n'y a pas lieu d'admettre de grandes instabilités de la station, la courbe d'étalonnage 'Hautes Eaux' obtenue par les jaugeages au moulinet entre 1968 et 1969 sera utilisée pour toute la période 1965 - 1969 (n° 651) et pour la période 1949 - 1965 mais rapportée à l'échelle CASSIS (étalonnage n° 491). (figure 4)

L'ensemble de la limnimétrie a donc été traduit en débits au moyens de deux étalonnages.

- Le premier allant du 1.1.49 au 25.12.69 rapporté à l'échelle cassis jusqu'au 20.4.65 et à la nouvelle Echelle Puit du 21.4.65 au 25.12.69 (respectivement n° 491 et 651)

- Le second, dont nous avons dit qu'il était provisoire, prend effet le 26.12.69 (n° 691).

IV - CORRECTIONS DES DEBITS MOYENS JOURNALIERS

Après passage sur ordinateur pour la traduction hauteur - débits (PBH 798), les débits moyens journaliers ont faits l'objet de corrections manuelles en vue d'affiner les résultats pour les débits moyens journaliers inférieur à 10 m³/s. Ces corrections avaient pour but :

1) De supprimer autant que possible en décrue les 'marches d'escalier' dues au manque de sensibilité de la station (et de l'observateur !).

2) D'effectuer une modification des débits dans le sens des débits croissants ou décroissants lorsque plusieurs jaugeages d'étiage successifs justifiaient ces opérations. Ce phénomène qui correspond en fait à de légers détachages de la station, se manifeste surtout en dessous de 2 m³/s c'est à dire pour des lames d'eau de l'ordre de 10 cm. pour lesquelles la station n'est évidemment pas stable.

En fin de compte on obtient des résultats de qualité assez bonne pour un régime méditerranéen. La série des débits moyens journaliers ne comporte aucune lacune dans les années 1949 - 50 à 1962 - 63 et de 1965-66 à 1969-70. Seule les années 1963-64 et 1964-65 sont incomplètes et il n'y a pas lieu d'espérer de combler les vides à partir de la limnimétrie (limnigraphe en panne, ou envasé et lectures à l'échelle abhéroentes ou inventées).

V - DONNEES ANCIENNES (antérieures à 1946)

V.1. Comme nous l'avons dit au paragraphe I.7, les données limnimétriques lues à l'échelle de l'ancien pont-route n'ont pas été retrouvées. On dispose par contre de cahiers de débits moyens journaliers.

Pour la période 1930-31 à 1938-39, on dispose d'une série complète sans lacunes. En 1929-30 manquent les mois d'octobre et de Mars.

La courbe utilisée pour la traduction hauteur-débit (fig. 5) semble augmenter un peu le débit par rapport à nos étalonnages 491 et 651 mais à l'époque le cassis et le nouveau pont-route situés à l'aval n'existaient pas et de ce fait, on pourrait admettre que pour une même lame d'eau les débits étaient plus élevés à l'ancien pont-route.

Par contre cet étalonnage qui peut paraître acceptable en moyennes et hautes eaux nous paraît particulièrement déficient en basses eaux. En effet le débit minimum du barème correspondant à la cote 0 de l'échelle est de 700 l/s. Or le débit de l'oueu est inférieur à cette valeur durant 5 mois de l'année en moyenne.

De surcroît, les jours de crue le nombre de lecture devait être notoirement insuffisant puisque les débits moyens journaliers maximaux annuels de la période 1929-1939 sont beaucoup plus élevés que de la période 1949-70. Sans doute le débit maximum instantané de la journée devait intervenir avec une pondération trop forte dans le calcul du débit moyen journalier, ou même était prise comme débit moyen journalier.

Toutes ces considérations nous amènent à penser que même au niveau des débits mensuels (voir tableau) les résultats de cette période seront très difficilement utilisables. Les corrélations hydropluviométriques comparatives entre la période 1929-39 et la période 1949-70 ne pourront que préciser cette impression.

En fin de compte il subsiste une lacune totale dans les résultats de 1939-40 à 1948-49. C'est la période la plus mouvementée de la station. Le cassis aurait été construit en 1940 (date précise inconnue) et doublé en 1943 puis détruit volontairement en 1948 ; le nouveau pont a également été construit durant cette période (1945).

De 1939 à 1946 on possède les mêmes cahiers de débits (sans les hauteurs) mais avec beaucoup de lacunes et cette fois l'étalonnage est introuvable ainsi que les éventuels jaugeages. A partir de 1946 (installation du limnigraphe) les hauteurs sont disponibles mais rapportées à une échelle dont on ne connaît pas le calage et de surcroît il y a trop peu de jaugeages pour construire un étalonnage tenant compte de ce cassis en saillie de 2 m sur le fond.

En conséquence, pour l'instant, il ne paraît pas possible d'inclure les résultats fragmentaires et douteux de cette période 1939-1949 dans la chronique des débits de cette station.