



MICROFICHE N°

05009

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

--: 88 :--

LA MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE
DES OUEDES ZEROUË ET MERGUELLIL

CONTENTS

- REFLEXIONS DIVERSES
- BILAN DES ACTIVITES
- CONCLUSION

--: 88 :--

DECEMBRE 1981

S. BOUZAIENE

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES RESSOURCES
EN EAU ET EN SOL
DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

ENR 05009

LA MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE
DES OUEDS ZEROUH ET MERGUELLIL

- REFLEXIONS DIVERSES
- BILAN DES ACTIVITES
- CONCLUSION

- - 1 1 1 - -

DECEMBRE 1981

S. SOUZAIEN
INGENIEUR PRINCIPAL
RESPONSABLE DE LA
MONOGRAPHIE DES OUEDS
ZEROUH ET MERGUELLIL

SOMMAIRE

nr 55 198

Page

- I - RAPPELS ET GENERALITES 2
- II - REFLEXIONS GENERALES SUR L'ORIGINALITE DES OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES
ET RECOMMANDATIONS PARTICULIERES.-..... 3
 - II.1 - Originalité des observations hydrologiques 3
 - II.2 - Recommandations particulières concernant la pratique des
mesures hydrologiques en Tunisie Centrale 4
 - "Etalonnage" des sections instables.
 - Réduction des temps de mesure.
- III - LES ACTIVITES EFFECTUEES AU COURS DE L'ANNEE 1981..... 6
 - III.1 - Les Rapports publiés 6
 - III.2 - Activités Diverses 7
- IV - CERTAINS ASPECTES PARTICULIERS DES RAPPORTS PUBLIES.-..... 7
 - IV.1 - Extension des séries d'observation.- 7
 - IV.2 - Large développement des aspects qualitatifs des écoulements 8
 - Salinité
 - Transport solide
- V - RESUME SOUS-AIRE LES PRINCIPAUX RAPPORTS PUBLIES 8
 - V.1 - Etude hydrologique de l'oued Krouj à la station de Khanguet 8
Zaria.-
 - V.2 - Etude hydrologique de l'Oued Negada à la station de Eled.. 9
Lassoud.
 - V.3 - Etude générale de la propagation des crues sur la branche sud
de l'oued Zérou - Effet de la plaine de Sidi Bouzid. ... 10
- VI - CONCLUSION - 13

I - RAPPELS ET GENERALITES -

Nous avons publié en Décembre 1980 un premier bilan relatif à l'activité entreprise dans le cadre de la Monographie des Oueds Zéroud et Merguellil jusqu'au 31 Décembre 1980 et celle prévue pour les années 1981 et 1982.-

Dans ce bilan, nous avons présenté par ailleurs un historique sommaire sur les circonstances ayant conduit à la mise en place au sein de la Division des Ressources en Eau d'une structure d'étude dénommée "Section Monographie" dont la tâche essentielle est la planification et l'élaboration de cette étude.-

Compte tenu de la complexité des observations hydrologiques du point de vue de leur qualité ; extension etc... il a été convenu que l'élaboration de cette Monographie se ferait en trois phases.-

1^{ère} Phase : Inventaire des données hydrologiques, contrôle ; critique et constitution des fichiers des données.-

2^{ème} Phase : Elaboration et publication de rapports hydrologiques séparés relatifs aux différents sites d'observations inventoriés, ceux-ci sont appelés : Notes, Dossiers ou Etudes selon l'abondance, la qualité et la nature des observations hydrologiques disponibles.-

3^{ème} Phase : Rédaction et Publication du rapport final de l'étude synthétisant les contenus des rapports préalablement établis et qui sera intitulé : Monographie hydrologique des oueds Zéroud et Merguellil.-

Signalons que cette procédure d'élaboration présente les avantages suivants :

- Mettre à la disposition des utilisateurs, au fur et à mesure de leur achèvement des rapports hydrologiques complets concernant certaines zones d'aménagement et ceci bien avant la publication du rapport final.-

.../...

- Ne pas surcharger le contenu du rapport final par trop de détails qui ne figureront ainsi que dans les rapports individuels préalablement publiés auxquels l'utilisateur se reportera au besoin.-

II - REFLEXIONS GENERALES SUR L'ORIGINALITE DES OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES ET RECOMMANDATIONS PARTICULIERES -

II.1 - Originalité des observations hydrologiques -

- L'extrême rapidité des phénomènes hydrologiques liés à la nature des épisodes pluvieux rend impérative la disponibilité en permanence aux sites de mesures choisis, d'observateurs capables d'enregistrer de bonnes mesures à l'aide d'un matériel adéquat.-
- Certaines stations de mesure sont situées à des endroits où le lit de l'oued est constitué d'alluvions susceptibles d'être remaniées sur plusieurs mètres à chaque crue d'une certaine importance. Le somman de ce phénomène ayant été observé sur l'oued Zéroud au cours des crues de l'automne 1969, durant lesquelles le fond du lit s'est creusé de 11 m environ : ce phénomène ayant été suivi d'un rehaussement de 8 mètres au cours de la décrue, Le bilan global de ces mouvements de fond s'est soldé par un creusement de 3 mètres sur toute la largeur du lit.-

Cette mobilité des fonds des lits rend la notion classique d'étalonnage (courbe : $Q = f(H)$ donnant le débit liquide en fonction de la hauteur à l'échelle) difficilement utilisable parce que très mal définie, et sans la disponibilité d'un nombre suffisant de mesures de débits, combien difficile et très souvent impossibles, à faire au cours d'une même crue, le tracé de l'hydrogramme de crue demeure très incertain.-

Cet aspect concerne plusieurs stations de mesure des Bassins Zéroud et Merguellil dont les plus importantes sont :

- Sidi Saïd sur l'oued Zéroud.
- Ksar Kabrit sur l'oued Hattob
- Raffous sur l'oued Merguellil
- Sidi Boujdaria sur l'oued Merguellil.-

Des difficultés de différentes natures ; matériel en panne pour absence de pièce de rechange ; inertie administrative trop importante ; ont fait que trop souvent les mesures de débits n'existent pas et seules sont disponibles des mesures de hauteurs d'eau dont la signification est limitée pour ce genre de station, ceci se traduit généralement au stade du dépouillement par des suppositions très mal fondées, ce qui entâche les résultats obtenus d'incertitudes difficiles à évaluer. Très souvent aussi et même pour les stations stables ou pour variables, l'origine du mal provient de la très mauvaise qualité des observations des hauteurs d'eau qui doivent être utilisées avec la plus grande prudence en raison de l'incompétence ou de la conscience professionnelle défaillante de l'observateur affecté à la station.-

II.2 - Recommandations particulières concernant la pratique des mesures hydrologiques en Tunisie Centrale -

Rappelons donc que la grande difficulté des mesures hydrologiques en Tunisie Centrale est du aux faits suivants :

- instabilité manifeste des lits des cours d'eau au niveau de certaines sections de mesures choisies.-
- rapidité des phénomènes hydrologiques liée à la nature des épisodes pluviométrique générateurs-

Pour ces raisons, nous nous sommes attaché depuis 1976 à chercher à améliorer la signification des mesures en leur introduisant de nouvelles procédures d'exploitation et s'adaptant mieux à la nature des phénomènes observés ; dans ce cadre, des travaux préliminaires ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- "Etalonnage" des sections instables: Etant donné que la procédure classique d'observation des hauteurs d'eau et l'exécution de jaugeages, forcément en nombre insuffisant compte tenu de la rapidité du phénomène et surtout de la durée de la mesure, ne permet pas de définir pour de telles sections l'hydrogramme de la crue, nous avons mis en évidence par la simple représentation graphique une relation liant les débits mesurés à la section mouillée correspondante, cette relation graphique ou courbe débit section mouillée à l'avantage de se conserver durant toute la durée de la crue, d'une crue à l'autre et même sur plusieurs années.-

Nous donnons dans ce qui suit et à titre d'illustration les courbes débit-section mouillées tracées pour les stations suivantes :

- Sidi Saïd sur l'oued Zéroud
- Ksar Kébrit sur l'oued Mattob.

Il semblerait donc qu'il serait possible de définir pour les sections instables une relation stable pouvant se conserver d'un phénomène à l'autre. Naturellement, l'établissement de cette courbe débit-section mouillée nécessite l'exécution d'un certain nombre de mesure de débit bien faites.-

La définition de l'hydrogramme de crues requiert donc l'exécution d'un nombre important non pas de mesure de débit mais seulement de mesures de sections mouillées ; opération relativement plus facile et surtout nettement plus rapide que la mesure d'un débit.-

Les sections mouillées ainsi définies à différents moments sont traduites en débits à l'aide de la courbe précédente permettant ainsi de définir l'hydrogramme.-

- Réduction des temps de mesure -

La procédure actuellement suivie de mesure de débit ou jaugeage est compte tenu de sa durée trop longue mal adaptée à la rapidité des phénomènes observés car elle consiste à explorer le champ des vitesses dans la section par de très nombreuses mesures ponctuelles réparties à raison de 4 ou 5 par verticale de mesure la durée d'un jaugeage effectué selon cette procédure varie de 30 mn à 2 heures selon la largeur de la section et le nombre de verticale de mesure retenues, or, si l'on rappelle qu'au cours de cet intervalle de temps la hauteur à l'échelle peut varier de plusieurs mètres. On comprend combien est limitée la signification de telles mesures aussi longues -

L'Objectif donc est de réduire la durée de ces mesures individuelles : pour ce faire, nous avons en sélectionnant quelques dizaines de jaugeages complets effectués aux stations de Ksar Kébrit et Sidi Saïd, entrepris de comparer les résultats du dépouillement normal du jaugeage (trace des paraboles des vitesses et intégrations graphiques) aux résultats obtenus en prenant comme vitesse moyenne la vitesse verticale de mesure

QUEB ZEROUD A SIDI SAAD
 Débits en fonction des sections mouillées

Q
 (m³/s)

$Q = 0.519 S^{1.3}$

1000

500

500

400

200

31.8-69

2.8-68

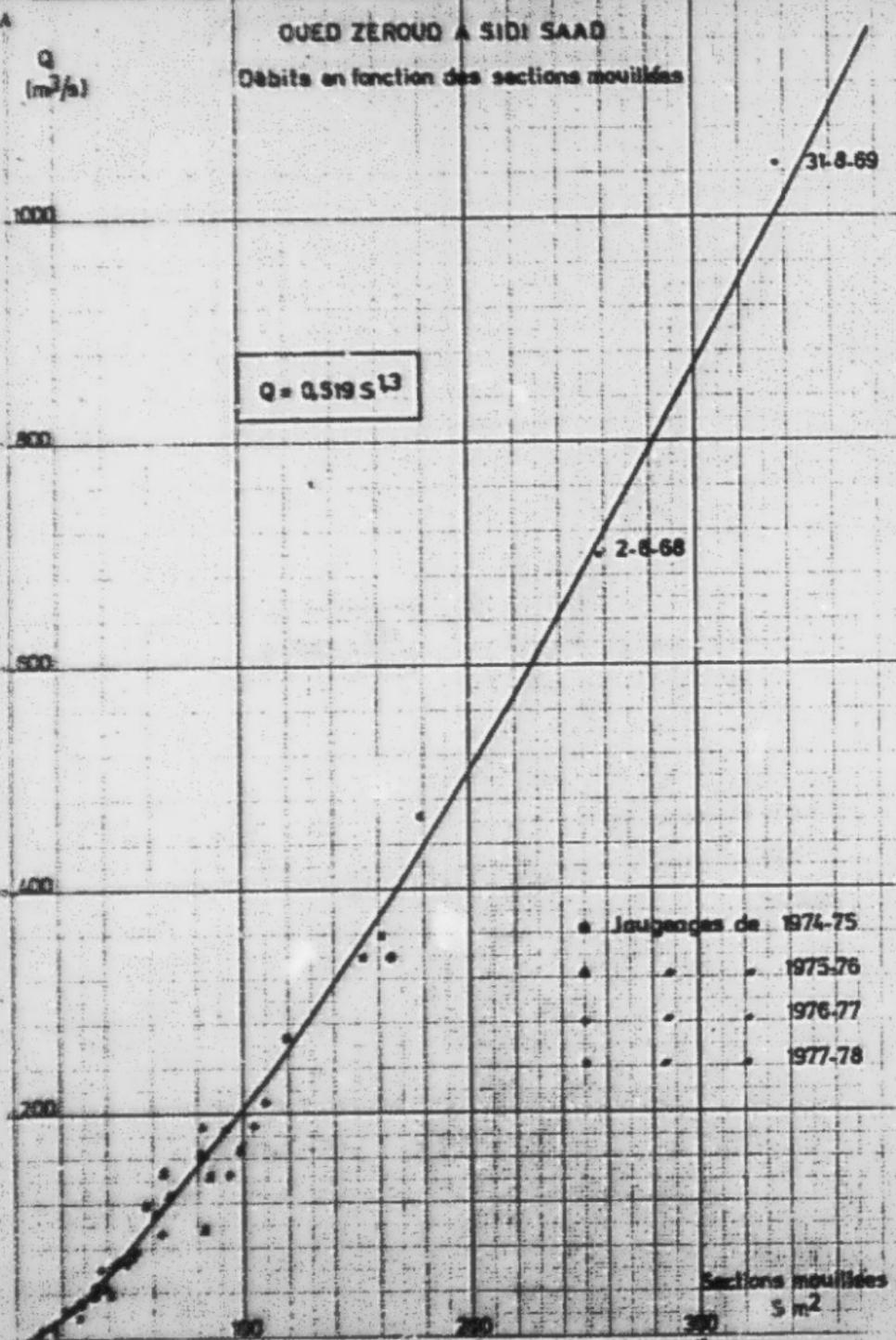
- Jauges de 1974-75
- ▲ " " " 1975-76
- ◆ " " " 1976-77
- " " " 1977-78

Sections mouillées
 S m²

100

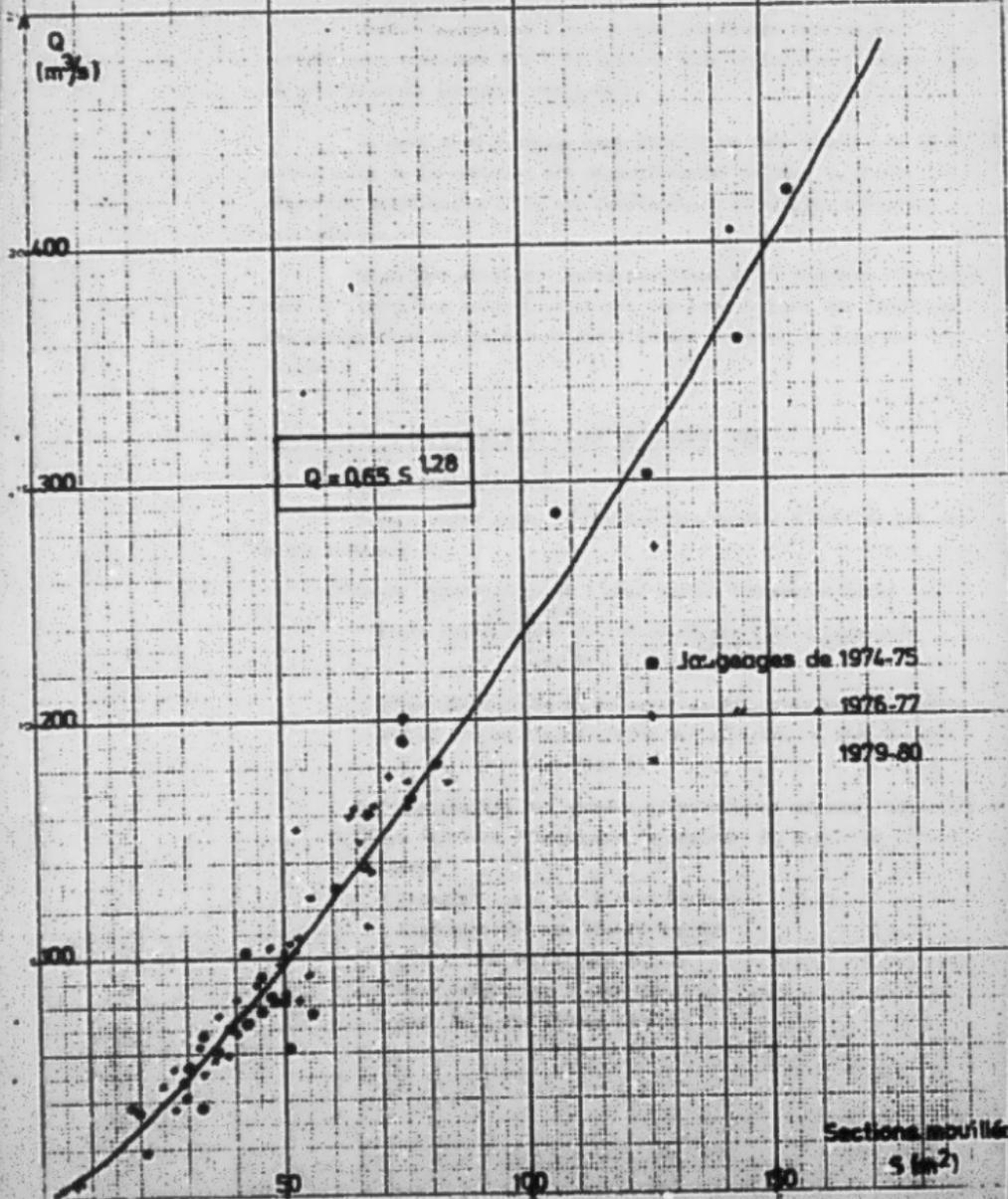
200

300



OUED HATHOB A KSAR KEBRIT

Débits en fonction des sections mouillées



la moyenne arithmétique des vitesses observées aux points situés à 0,2 et 0,8 fois la profondeur totale de la tranche d'eau à l'endroit de la verticale de mesure.-

Cette comparaison à montre que les écarts obtenus sont généralement inférieur à 5 % ce qui est très satisfaisant compte tenu du gain réalisés en temps réalisés.-

La durée d'un jaugeage peut être de ce fait réduite de 40 % sans parler de la rapidité des dépouillements puisque la double intégration graphique usuelle est remplacée par de simples opérations arithmétiques.-

Signalons aussi une autre procédure qu'il faudrait pratiquer dans de pareilles conditions et qui consiste à faire des jaugeages par intégration par la mesure des vitesses moyennes le long des verticales.-

III - LES ACTIVITES EFFECTUEES AU COURS DE L'ANNEE 1981 -

III.1 - Les Rapports Publiés -

Durant cette année la Section Monographie a publié les rapports suivants :

- Etude Hydrologique de l'Oued Hattab à Khanguet Zasia ...
Septembre 81
- Etude Hydrologique de l'Oued Nagada à Bled Lassoued
Avril 81
- Etude générale de la propagation des crues sur la branche sud de l'Oued Zéroud. Effet de la plaine de Sidi Bouzid.
Septembre 81
- Actualisation des données hydrologiques moyennes recueillies aux stations principales de mesures du Bassin de l'Oued Zéroud :
 - Khanguet Zasia sur l'Oued Hattab
 - Bled Lassoued sur l'Oued Nagada
 - Aïn Saboun sur l'Oued Hattab
 - Ksar Kabrit sur l'Oued Hattab
 - Sidi Saïd sur l'Oued Zéroud.

.../...

III.2 - Activités Diverses -

- Contrôles et homogénéisation des séries pluviométriques.

Pour ce faire, un programme automatique utilisant les paramètres pluviométriques régionaux a permis l'homogénéisation des séries observées à quelques postes pluviométriques anciens, et par suite de générer des séries pluviométriques suffisamment longues pour permettre l'extension des séries des volumes.-

- La mise en place des fichiers hydrologiques sur supports magnétiques est achevée : des programmes pour une exploitation efficace et rapide sont fonctionnels .-

IV - CERTAINS ASPECTS PARTICULIERS DES RAPPORTS PUBLIES -

IV.1 - Extensions des séries d'observations -

La faiblesse relative de la longueur des séries d'observations compte tenu de l'irrégularité des régimes et surtout les écarts significatifs des moyennes pluviométriques calculées sur différentes périodes nous a incité afin d'améliorer la signification des paramètres hydrologiques d'envisager l'extension des séries d'observations des débits (voir graphique des tendances pluviométriques).-

Notons aussi que l'examen détaillé des séries pluviométriques sur 48 années à partir de 1932 a montré que les séries d'observations des écoulements ^{les plus longues} s'étendent toutes sur des périodes globalement humides au vu des moyennes pluviométriques avec toutefois quelques séquences d'années sèches ainsi :

- pour les séries des volumes d'écoulements l'extension a consisté à chercher des corrélations volume-pluie ou volume-volume, rendant ainsi possible l'extension de certaines séries à 47 ans et la détermination de paramètres plus significatifs du régime

- Pour les débits maximaux des crues l'extension a consisté en l'agrandissement de la taille des échantillons en modifiant les critères de sélection des valeurs annuelles ainsi nous avons examiné successivement les échantillons de débit maximaux constitués de la manière suivante :

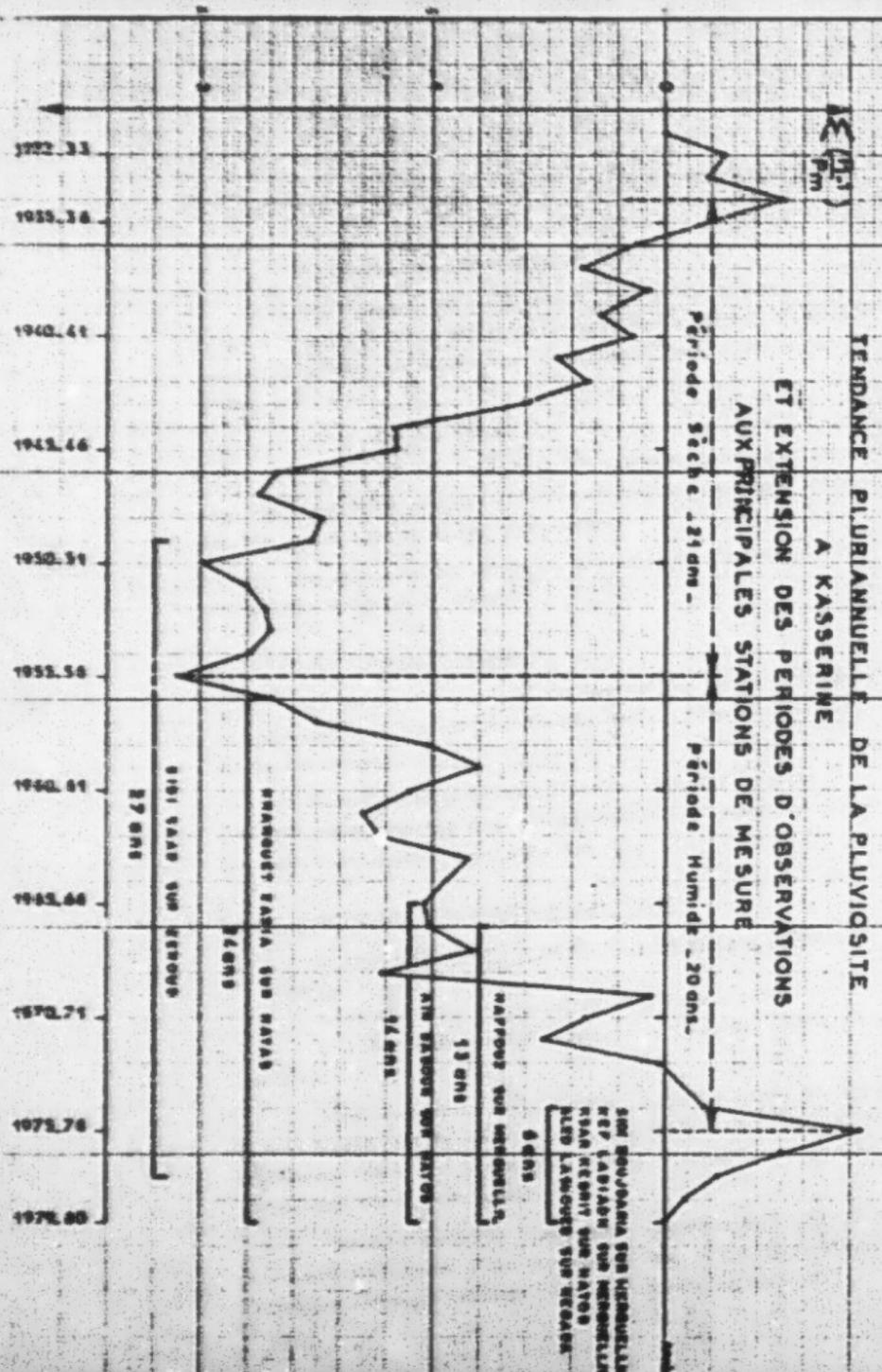
- Choix d'une et une seule valeur par année ; la plus forte.
- Choix de tous les débits maximaux de crues indépendantes supérieur à un seuil donné.
- Choix d'un nombre constant par année de débits maximaux de crues indépendantes.-

13 (15)
Pm

TENDANCE PLURIANNUELLE DE LA PLUVIOSITE A KASSERIME ET EXTENSION DES PERIODES D'OBSERVATIONS AUX PRINCIPALES STATIONS DE MESURE

Periode Seche : 21ans.

Periode Humide : 20ans.



IV.2 - Large développement des aspects qualitatifs des écoulements -

IV.2.1 - Salinité

- Salinité des débits d'étiage

L'établissement de corrélations significatives entre débit de sel et racine carré du débit liquide d'étiage a permis de calculer les salinités moyennes mensuelles, annuelles et interannuelle des volumes d'étiage.

- Salinité des crues

Il a été possible d'établir des relations graphiques (peuvent être mise sous forme analytique) entre les volumes des crues individuelles et les apports de sel correspondant.

Ces relations ont permis la mise au point d'autres relations à l'échelle mensuelle et annuelle.

IV.2.2 - Transport solide -

Les débits d'étiages ne transportant pas de sédiment en suspension seul les débits des crues sont le siège de transport solide important.

Des relations graphiques liant la turbidité au poids de sédiment aux volumes des crues correspondantes ont permis de calculer des turbidités mensuelles et annuelles.

V - RESUME SOMMAIRE DES PRINCIPAUX RAPPORTS PUBLIES -

V.1 - Etude Hydrologique de l'Oued Natab à la station de Khanguet Zasia.

Cette station a été installée en Septembre 1956.

L'étude repose sur les résultats de 23 années d'observation complètes.

L'emplacement de cette station, juste à l'entrée de la plaine de Sidi Bouzid fait de celle-ci, la topographie du site aidant, un emplacement idéal pour un éventuel barrage surplombant la grande région agricole de Sidi Bouzid.

Les écoulements de l'Oued Natab inventoriés à cette station présentent par rapport à ceux du bassin de l'Oued Zeroud des avantages évidents quant aux aspects suivants.

- Quantité
- Qualité
- Facilité de Mobilisation

Enfin le tableau suivant présente les valeurs moyennes annuelles retenues dans l'étude compte tenu de l'extension des séries d'observation.

<u>APPORTS D'EAU NATUREL</u>	
- Volume de base	6,3 Mm ³
- Volume annuel des crues	31,1 Mm ³
- Volume annuel total	37,4 Mm ³
<u>SALINITE DES EAUX</u>	
- Salinité des volumes d'étiage	2,42 g/l
- Salinité des volumes des crues	1,66 g/l
- Salinité des volumes totaux	1,71 g/l
- Poids de sel total transporté par an	64,1.10 ⁷ T
<u>TRANSPORT SOLIDE</u>	
- Turbidité en suspension des volumes des crues	51 g/l
- Turbidité en suspension des volumes totaux	42 g/l
- Poids des sédiments en suspension	1579.10 ³ T
- Poids des sédiments en suspension + Charriage	1960.10 ³ T
érosion spécifique	890 T/Km ² /an

V.2 - Etude Hydrologique de l'Oued Negada à Bled Lassoued -

La station de Bled Lassoued a été installée en 1974.-

L'Etude repose donc sur les résultats d'excellentes observations durant six années complètes qu'il a été possible d'étendre à l'aide de la corrélation pluie débit et débit-débit.-

L'emplacement particulier de cette station à l'aval de la grande plaine de Sidi Bouzid fait d'elle une station assez particulière. L'écoulement de l'Oued Negada observé à cette station n'est pas en rapport avec l'importance du Bassin versant délimité (5290 Km²) puisque la majeure partie des eaux passant par Khanouet Zaria se perd par épanchement dans la plaine. cf. V 3.-

.../...

Cette étude donne enfin une quantification de la contribution de la branche Sud aux écoulements de l'oued Zéroud.-

Enfin le tableau suivant présente les valeurs moyennes annuelles mise à jour par l'étude.-

<u>APPORT D'EAU</u>	
- Volume de base	3,5 M m ³
- Volume des crues	24,6 M m ³
- Volume total	28,1 M m ³
<u>SALINITE DES EAUX</u>	
- Salinité des volumes d'étiage	(7,00)g/l
- Salinité des volumes des crues	(2,15)g/l
- Salinité des volumes totaux	(2,70)g/l
- Poids de sel total transporté	(75,8)10 ³ T
<u>TRANSPORT SOLIDE</u>	
- Turbidité en suspension des volumes de crue	50 g/l
- Poids des sédiments en suspension	1250 x 10 ³ T

V.3 - Etude générale de la propagation des crues sur la branche Sud de l'Oued Zéroud - Effets de la plaine de Sidi Bourid -

L'Etude a consisté à examiner l'aspect propagation des crues du point de vue temps de transfert de l'onde de crue et perte des eaux lors de la traversée de la plaine de Sidi Bourid et ce pour les crues se propageant de la station "Barrage Chambi" sur le cours supérieur de l'oued Zéroud jusqu'à la station de l'oued Hadjel au pont voie ferrée au niveau de la confluence des deux branches Nord et Sud de l'oued Zéroud.-

.../...

Pour cela les données recueillies aux quatre stations suivantes ont été utilisées :

- Station de l'Oued Estab au Barrage Chambi
- Station de l'Oued Hatab à Khanguet Zaria
- Station de l'Oued Negada à Bled Lassoued
- Station de l'Oued Hadjel au PVV
- Temps et vitesses moyennes de propagation des crues de

crues.

L'Etude a mis en évidence les aspects suivants :

- Les vitesses moyennes de propagation subissent une importante réduction lors de la traversée de la plaine de Sidi Bouzid et sont pratiquement deux fois plus faible que sur le tronçon amont de l'Oued Hatab entre barrage Chambi et Khanguet Zaria.-

Ainsi donc :

- sur le tronçon amont de longueur 40 Km les temps de propagation oscillent entre 9^h et 2^h pour des débits maximaux observés à Khanguet Zaria variant de 5 à 500 m³/s.

- Sur le tronçon aval compris entre Khanguet Zaria et Bled Lassoued et de longueur 60 Km, les temps de propagation oscillant entre 25 h et 10 heures pour des débits observés à Khanguet Zaria variant entre 30 et 500 m³/s.

Pour des débits plus important de l'ordre de 1500 m³/s le temps de transfert peut se réduire à 7 heures.-

- Perte des eaux dans la plaine de Sidi Bouzid.-

La bonne qualité des observations de Khanguet Zaria et de Bled Lassoued a permis entre autre, par l'examen détaillé des hydrogrammes des crues d'étudier de très près la déformation des crues et d'en déduire les volumes d'eau perdu dans la plaine par absorption.-

Le bilan hydrologique de la plaine de Sidi Bouzid a été ainsi établi pour toute la période d'observation de Khanguet Zaria (à l'exception de l'année 1969-70) moyennant la définition des volumes intermédiaires dus aux crues Echir EC Hallouf.

....

Il en résulte les valeurs moyennes suivantes :

- Volume totaux de l'oued Natab à l'entrée de la plaine	42,6 M m ³
- Volumes apportés par les bassins de la plaine (Oued Echim + oued El Hallouf)	3,7 M m ³
- Volume total apporté dans la plaine	46,3 M m ³
- Volume total sortant de la plaine et de provenance amont	15,7 M m ³
- Volume total absorbé dans la plaine (infiltration + évaporation)	30,6 M m ³
- Volume sortant de la plaine du uniquement aux apports de l'oued Natab	15 M m ³
- ainsi la plaine de Sidi Bouzid absorbe pratiquement les deux tiers des volumes d'eau apportés (30,6/46,3)	

Les 30,6 M m³ absorbés se répartissent en volume infiltré et volume évaporé, dont 20 M m³ sont infiltrés dans la nappe et 10 M m³ se perdent par évaporation.-

REMARQUE -

Le volume supplémentaire sur lequel un ouvrage de régularisation éventuel construit à Khanguet Zaxia pourrait intervenir pour améliorer la réalimentation de la nappe de Sidi Bouzid est de 25 M m³ provenant du cumul du volume sortant de 15 M m³ avec le volume évaporé de 10 M m³ qui serait par des lachûres judicieuses dans le lit de l'oued (suppression des inondations) soustrait à l'évaporation ; l'ouvrage ne devant pas accumuler d'eau sur de longue période, il n'y a pas lieu de déduire de ce volume de 25 M m³ un éventuel volume évaporé à partir de la retenue.-

Pour remplir judicieusement cette fonction une capacité maximale de retenue de 40 à 50 M m³ est très suffisante puisque la plus forte crue utilisée dans les calculs précédents est de 50 M m³ (12 - 12 - 73).-

.../...

Si l'on souhaite que l'ouvrage puisse aussi remplir le rôle de lutte contre les inondations donc capacité nettement plus importante, la fonction régularisation ne peut être qu'améliorée puisque en stockant les crues exceptionnelles comme celle de 1969 les possibilités de réalimentation des nappes souterraines à l'aval seront considérablement augmentées.

CONCLUSIONS -

La complexité des observations faisant que très souvent les temps mis pour les opérations de contrôle et de critique des données sont trop longs réduisent la cadence de publication des rapports précédemment annoncés. Il est donc à prévoir que la fin de la Monographie ne soit pas en 1982 mais en 1983.-

FIN

18