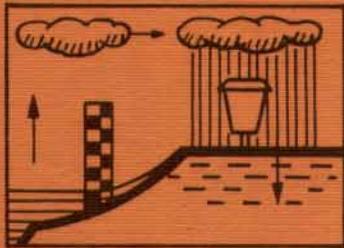
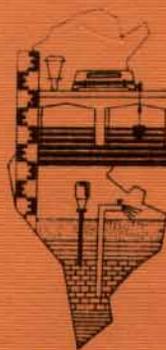


MONOGRAPHIES HYDROLOGIQUES ORSTOM



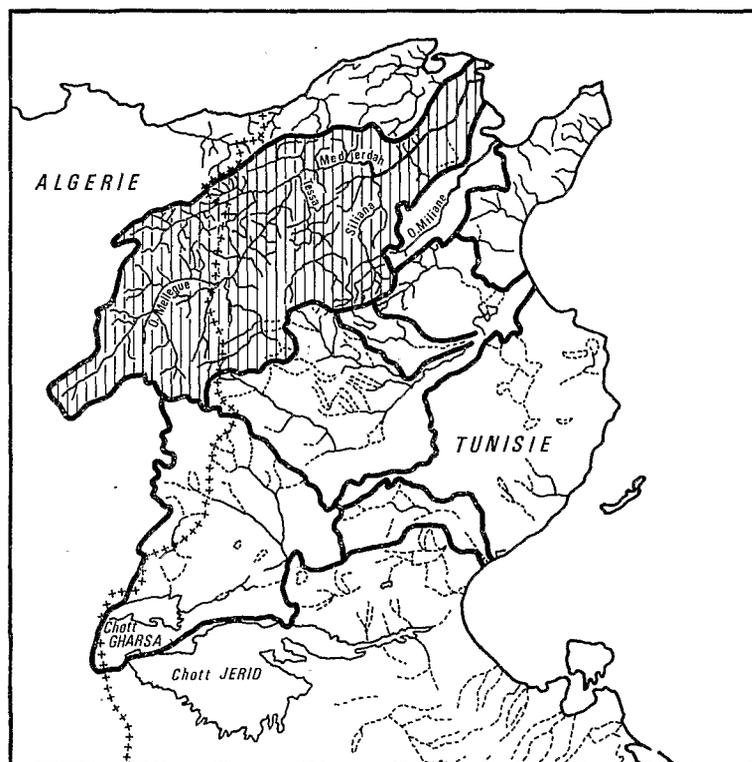
LE BASSIN DE LA MEJERDAH



J.A. RODIER
J. COLOMBANI
J. CLAUDE
R. KALLEL

MONOGRAPHIES HYDROLOGIQUES ORSTOM

N° 6



J.A.RODIER
J.COLOMBANI
J.CLAUDE
R.KALLEL

LE BASSIN DE LA MEJERDAH

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

REPUBLIQUE TUNISIENNE
DIRECTION DES RESSOURCES
EN EAU ET EN SOLS
DIVISION DES RESSOURCES EN EAU
SERVICE HYDROLOGIQUE DE TUNISIE

PUBLIE AVEC LE CONCOURS
DU MINISTRE FRANCAIS DES AFFAIRES ETRANGERES

PARIS 1981

ISBN 2 - 7099 - 0595 - 7

.....

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article 40).

« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal ».

.....

© O.R.S.T.O.M. 1981
© D.R.E.S. 1981

AVERTISSEMENT

La première édition de la Monographie de la Mejerda a été diffusée à temps pour rendre d'immenses services à tous les utilisateurs.

Cette seconde édition est largement justifiée par les données de bonne qualité rassemblées depuis juillet 1970. Les relevés des années 1970-1971 à 1975-1976 ont permis de mettre au point des corrélations acceptables entre les débits mensuels et annuels de certaines stations principales et ont fourni des compléments précieux sur les stations secondaires. Il a été ainsi possible de reconstituer pour JENDOUBA et dans de moins bonnes conditions pour GHARDIMAOU des séries de 76 ans dans lesquelles il devient possible d'incorporer les données des crues de 1969 et de 1973 sans précaution particulière. Les études statistiques ont pu être nettement approfondies pour les débits mensuels et annuels en particulier. Le plan de l'ouvrage est resté inchangé et la majeure partie du texte également. Le chapitre relatif aux crues a été légèrement modifié. Le chapitre des débits journaliers a été simplement remis à jour ainsi que les chapitres tarissement et bilans hydrologiques. Par contre les chapitres débits moyens mensuels, débits moyens annuels, transports solides et qualité des eaux ont été remaniés.

Cette seconde édition sous la direction de J.A. RODIER a été réalisée avec la collaboration de Y. BRUNET-MORET (ORSTOM), J. COLOMBANI (ORSTOM), H. DOSSEUR (EDF), M. GHORBEL (DRES), R. KALLEL (DRES), Y. L'HÔTE (ORSTOM).

Mars 1980

La MEJERDAH est un des principaux fleuves du MAGHREB, tant par la longueur de son cours, la superficie de son bassin versant que par le volume d'eau qu'elle charrie. Son importance vitale pour la TUNISIE, à qui elle offre environ la moitié des eaux douces disponibles dans le pays, a fait que depuis longtemps elle a retenu l'attention des économistes et des techniciens.

Elle est connue depuis une lointaine antiquité : PTOLEEMEE, STRABON, AULUGELLE, PLINE l'Ancien et plus récemment LEON l'Africain, en ont parlé dans leurs écrits. SILIUS ITALICUS en 140-143 écrivait : "Le trouble BOGRADA traverse lentement les sables brûlants et il n'y a pas dans toute la contrée aucun fleuve qui étende plus loin ses eaux limoneuses et qui inonde plus de pays" tandis qu'au XVIème siècle, LEON l'Africain notait : "En temps de pluie, il déborde merveilleusement". C'était déjà des observations hydrologiques, les auteurs notant la forte charge solide du fleuve et les importants volumes d'eau qu'il roulait, inondant largement le pays. BOGRADAG, BAGRADA, MAKARA, MAGGIORDEKKA, MEGEREDA et enfin MEJERDAH, autant de noms qui furent attribués au cours des âges à ce fleuve de tout temps jugé remarquable.

Des ouvrages anciens ont existé dont quelques-uns subsistent en bon état de nos jours : le pont TRAJAN sur le BEJA (affluent de rive gauche) construit sous TIBERE ; le pont de DJEJEDA, détruit pendant la deuxième guerre mondiale, qui avait été construit en 1616 ou 1622 par le Dey YUSUF, ce pont était doublé d'un petit barrage ; encore en usage et en bon état, malgré les dommages causés par la crue de mars 1973, le pont de MEDJEZ EL BAB construit en 1677 ; enfin le pont barrage d'EL BATHAN construit en 1690 toujours en usage aussi. Depuis longtemps donc on utilisait l'eau de la MEJERDAH à des fins techniques : les barrages d'EL BATHAN et de DJEJEDA faisaient fonctionner des usines à koubous (fabriques de chéchias), des meules, etc... et fournissaient des eaux d'irrigation pour les oliveraies et les jardins.

Plus récemment des mesures régulières du niveau de l'eau furent faites, depuis 1897 à JENDOUBA, depuis 1901 sur le MELLEQUE au K 13, depuis 1925 à BOU SALEM, 1929 à GHARDIMAOU et MEDJEZ EL BAB, etc... Dès le début du vingtième siècle des avant-projets de barrage étaient proposés en particulier dans la région de SIDI SALEM. Les mesures limnimétriques s'intensifièrent par la suite et gagnèrent en qualité, mais ce n'est qu'à partir de 1946 que des mesures de débits commencèrent à être faites régulièrement. Auparavant des mesures sur des déversoirs en minces parois et sur seuil épais avaient été faites en 1907-1908 par Monsieur HOUETTE à EL BATHAN. Il en avait déduit des débits. (Cf. annexe).

Après 1946, de nombreux ingénieurs ont exécuté des mesures sur l'ensemble du bassin ; des études hydrologiques, étayées sur ces mesures, ont commencé à voir le jour, généralement dans un but pratique immédiat et pour un objectif limité. Cependant la masse des données brutes recueillies depuis le début du siècle était loin d'avoir été exploitée complètement faute de temps et de moyens, c'est pourquoi le Service Hydrologique de la Division des Ressources en Eau a été chargé de l'exploitation exhaustive de ces données. Nous avons jugé que la meilleure façon de procéder était de rédiger une monographie de la MEJERDAH. De nombreuses personnes ont successivement collaboré à cet ouvrage, qui est donc une oeuvre collective, la liste en est donnée en première page.

La monographie se présente en plusieurs parties. Outre l'introduction, on trouvera une première partie consacrée à la description détaillée du milieu naturel physique et humain à laquelle ont participé pédologues, géologues, hydrologues et démographe ; une deuxième partie concernant les données hydrométéorologiques est subdivisée en chapitres : étude des pluies, réseau hydrométrique, étude des débits, étude de la qualité des eaux. Enfin, nous avons rassemblé en annexe des données élaborées où figurent en particulier les tableaux annuels des débits et salinités moyens journaliers.

La première édition ronéotypée s'arrêtait au 31 août 1970. Il était cependant tenu compte des observations et mesures effectuées au cours de la crue de mars 1973 et un petit chapitre complémentaire avait été rédigé sur cette crue remarquable. Avant de passer à la seconde édition, imprimée, il a paru intéressant non pas de reprendre la totalité de la monographie pour qu'elle couvre également la période 1970-1975, mais d'utiliser les données de ces cinq dernières années soit pour allonger certaines périodes d'observation

chaque fois que le supplément d'informations ainsi apporté pouvait être significatif, soit pour établir certaines corrélations permettant de reconstituer les données pour des durées beaucoup plus longues que cette période de cinq ans. En même temps avec l'aide du Bureau Central Hydrologique de l'ORSTOM, l'interprétation des données a été revue surtout en ce qui concerne la partie statistique. Il était très important en effet que certaines séries de débits parmi les plus longues d'AFRIQUE du NORD soient exploitées à fond.

Cette monographie a été un travail fécond d'une part en conduisant les hydrologues à mettre au point des méthodes de travail (en particulier par l'emploi de l'ordinateur) qui ont déjà servi à d'autres études (monographie du MILIANE par exemple) et qui à l'avenir seront à la base des travaux du Service Hydrologique, d'autre part en permettant à la Direction des Ressources en Eau et en Sols de fournir aux Services et Bureaux d'Etudes intéressés, dès avant la parution de la Monographie, les données de base indispensables à la mise au point du Plan Directeur des Eaux du Nord, qui prévoit en particulier la construction d'un grand barrage à SIDI SALEM sur la MEJERDAH, et pour lequel un modèle mathématique a été mis au point par une équipe d'hydrologues du Bureau Central Hydrologique de l'ORSTOM à partir des données de base élaborées par le Service Hydrologique.

Nous remercions ici Messieurs A. KHOUADJA, Directeur des Ressources en Eau et en Sols et H. ZEBIDI, Chef de la Division des Ressources en Eau pour toute l'aide qu'ils nous ont apportée pour la réalisation de ce travail.

TUNIS, Mai 1976

PERSONNES AYANT PARTICIPE A L'ELABORATION DE L'EDITION PROVISOIRE DE 1974 DE LA MONOGRAPHIE

Outre les auteurs mentionnés pour cette édition définitive de la Monographie de la MEDJERDAH, il convient de citer les personnes ayant participé dans le cadre de l'édition provisoire à la critique et la première exploitation de la masse considérable des données disponibles :

S.. BOUZAIANE	Ingénieur Principal Hydrologue à la D.R.E.S.
J.M. EOCHE-DUVAL	Hydrologue à la D.R.E.
J.M. LAMACHERE	Chargé de Recherches Hydrologue ORSTOM.
J.M. FRITSCH	Chargé de Recherches Hydrologue ORSTOM.
P. TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY	Ingénieur en Chef EDF.
J. CRUETTE	Directeur de Recherches Hydrologue ORSTOM.
A. LAFFORGUE	Maître de Recherches Hydrologue ORSTOM.
G. DUBEE	Hydrologue ORSTOM.
R. GUALDE	Hydrologue ORSTOM.
R.C. GOUYET	Chargé de Recherches Hydrologue ORSTOM.
J.P. COINTEPAS	Directeur de Recherches Pédologue ORSTOM.
P. ROEDERER	Maître de Recherches Pédologue INRA (ORSTOM).
J.Y. LOYER	Chargé de Recherches Pédologue ORSTOM.
A. FOURNET	Géologue ORSTOM.
M. PICOUET	Chargé de Recherches Démographe ORSTOM.

Nous devons remercier également l'ensemble du personnel du Service Hydrologique de la DRE qui a participé avec dévouement aux travaux de dépouillement en citant plus particulièrement FEKIH HASSEN ALI, ZOUAOUI ABDELLATIF et RABAH OMRANE.

SOMMAIRE

	Pages
<i>AVERTISSEMENT</i>	I
<i>INTRODUCTION</i>	II
<i>SOMMAIRE</i>	IV
1ÈRE PARTIE : LE MILIEU PHYSIQUE ET HUMAIN	1
1.1 P R E A M B U L E	3
1.2 D E S C R I P T I O N D U M I L I E U	4
1.2.1 D O N N E E S T O P O G R A P H I Q U E S	4
1.2.2 C L I M A T O L O G I E	26
1.2.3 G E O L O G I E	51
1.2.4 C O U V E R T V E G E T A L	55
1.2.5 L E S S O L S	57
1.2.6 L E M I L I E U H U M A I N	66
2ÈME PARTIE : ETUDE ET INTERPRETATION DES PHENOMENES HYDROLOGIQUES	71
2.1 G E N E R A L I T E S	73
2.1.1 R A P P E L D E S D E F I N I T I O N S D E S L O I S S T A T I S T I Q U E S	73
2.1.2 C O M M E N T A I R E S S U R L ' A P P L I C A T I O N D E S L O I S S T A T I S T I Q U E S	75
2.2 E T U D E D E L A P L U I E	76
2.2.1 G E N E R A L I T E S : R E P A R T I T I O N A N N U E L L E D E L A P L U I E E N T U N I S I E	76
2.2.2 R E S E A U P L U V I O M E T R I Q U E D E L A M E J E R D A H	77
2.2.2.1 D E S C R I P T I O N	77
2.2.2.2 F I C H I E R P L U V I O M E T R I Q U E : P R E S E N T A T I O N E T C O N T R O L E D E D O N N E E S	89
2.2.3 E T U D E D E L A P L U I E A N N U E L L E	89
2.2.3.1 C O N T R O L E D E S T O T A U X E T C H O I X D ' U N E P E R I O D E C O M M U N E	89
2.2.3.2 I S O H Y E T E S A N N U E L L E S	89
2.2.4 A N A L Y S E S T A T I S T I Q U E	96
2.2.4.1 P L U V I O M E T R I E A N N U E L L E	96
2.2.4.2 P R E C I P I T A T I O N S M E N S U E L L E S	96
2.2.4.3 P R E C I P I T A T I O N S J O U R N A L I E R E S	115
2.2.4.4 R E P A R T I T I O N S A I S O N N I E R E D U N O M B R E D E J O U R S D E P L U I E	122
2.2.5 C O N T R I B U T I O N D E S P L U I E S J O U R N A L I E R E S D E D I F F E R E N T E S H A U T E U R S A U X T O T A U X P L U V I O M E T R I Q U E S D E T O U T E L A P E R I O D E D ' O B S E R V A T I O N S	125
2.2.5.1 R E S U L T A T S O B T E N U S	125
2.2.5.2 A N A L Y S E D E S R E S U L T A T S	125
2.3 L E R E S E A U H Y D R O M E T R I Q U E	128
2.3.1 G E N E R A L I T E S	128
2.3.2 S T A T I O N S P R I N C I P A L E S	132
2.3.2.1 M E J E R D A H A G H A R D I M A O U	132
2.3.2.1.1 H i s t o r i q u e d e l a s t a t i o n	132
2.3.2.1.2 J a u g e a g e s	133
2.3.2.1.3 E t a l o n n a g e - T r a d u c t i o n h a u t e u r s - d e b i t s	134
2.3.2.1.4 C o r r e c t i o n d e s d e b i t s m o y e n s j o u r n a l i e r s	136
2.3.2.1.5 D o n n e e s a n c i e n n e s	136

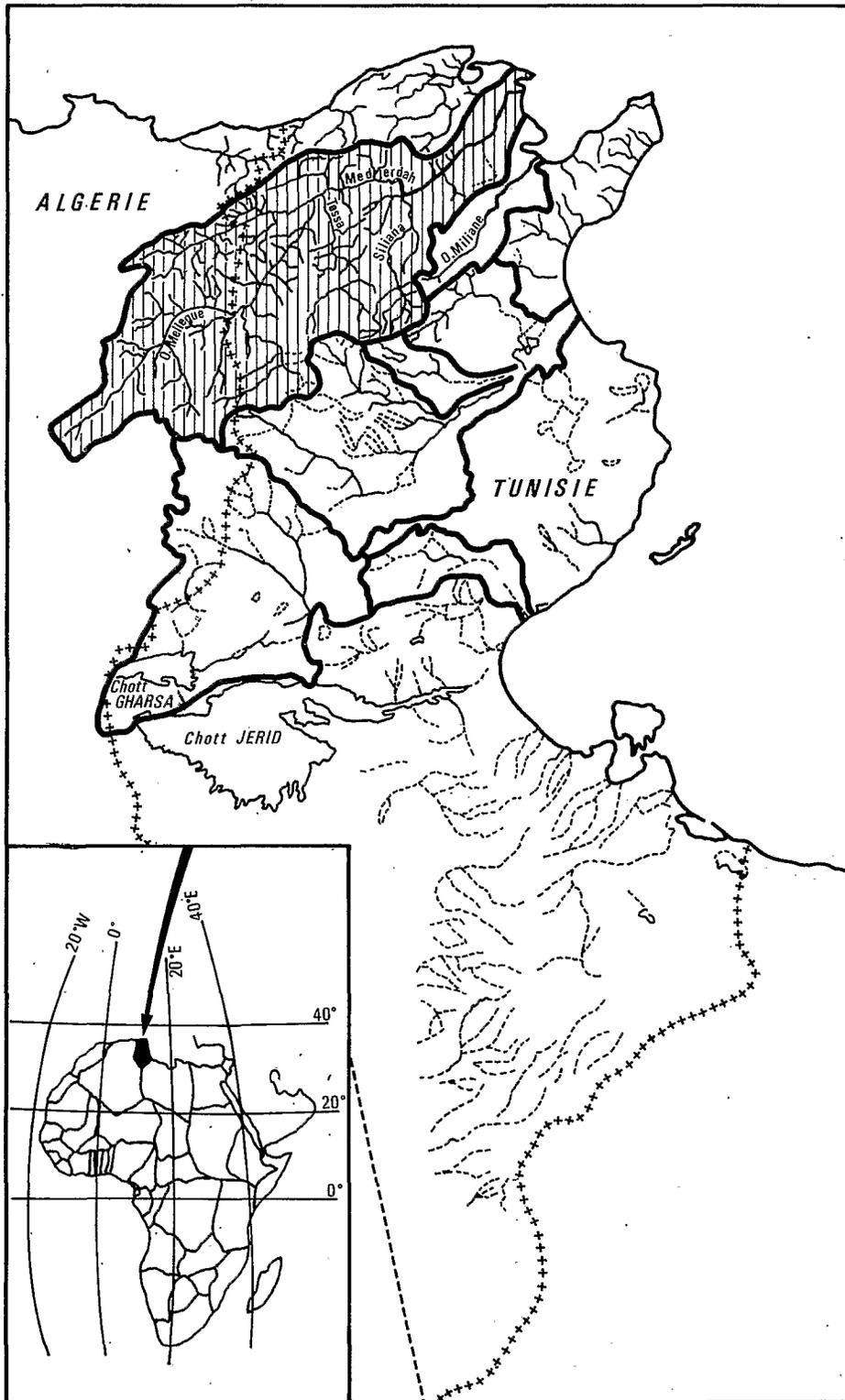
2.3.2.2 MEJERDAH A JENDOUBA	136
2.3.2.2.1 Historique de la station	136
2.3.2.2.2 Jaugeages	137
2.3.2.2.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	137
2.3.2.2.4 Conclusion	139
2.3.2.3 MEJERDAH A BOU SALEM	140
2.3.2.3.1 Historique	150
2.3.2.3.2 Jaugeages	140
2.3.2.3.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	140
2.3.2.3.4 Conclusion	141
2.3.2.4 MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB ET MEJERDAH A LA SLOUGHIA	141
2.3.2.4.1 Historique	141
2.3.2.4.2 Jaugeages	143
2.3.2.4.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	143
2.3.2.4.4 Conclusion	147
2.3.2.5 MELLEGUE AU K 13	147
2.3.2.5.1 Historique	147
2.3.2.5.2 Jaugeages	147
2.3.2.5.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	147
2.3.2.5.4 Conclusion	148
2.3.2.6 RHEZALAH A FERNANA	148
2.3.2.6.1 Historique	148
2.3.2.6.2 Jaugeages	148
2.3.2.6.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	148
2.3.2.6.4 Conclusion	150
2.3.2.7 BOU HEURTMA A KEF RHIRA	150
2.3.2.7.1 Historique	150
2.3.2.7.2 Jaugeages	150
2.3.2.7.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	150
2.3.2.7.4 Conclusion	153
2.3.3 LES STATIONS SECONDAIRES	153
2.3.3.1 MEJERDAH A PONT-TRAJAN	153
2.3.3.1.1 Historique	153
2.3.3.1.2 Jaugeages	163
2.3.3.1.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	163
2.3.3.1.4 Conclusion	154
2.3.3.2 MEJERDAH A DJEIDEIDA (Pont voie ferrée et Pont route MATEUR)	154
2.3.3.2.1 Historique	154
2.3.3.2.2 Jaugeages	155
2.3.3.2.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	155
2.3.3.2.4 Conclusion	156
2.3.3.3 MELLEGUE AU K 22	156
2.3.3.3.1 Historique	156
2.3.3.3.2 Jaugeages	156
2.3.3.3.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	156
2.3.3.4 TESSA AUX ZOUARINES	157
2.3.3.4.1 Historique	157
2.3.3.4.2 Jaugeages	157
2.3.3.4.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	157
2.3.3.4.4 Conclusion	158
2.3.3.5 OUSSAFE A M 12 (SILIANA)	158
2.3.3.5.1 Historique	158
2.3.3.5.2 Jaugeages	159
2.3.3.5.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	159
2.3.3.5.4 Conclusion	160
2.3.3.6 BEJA A BEJA	160
2.3.3.6.1 Historique	160
2.3.3.6.2 Jaugeages	161
2.3.3.6.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits	161
2.3.3.6.4 Conclusion	162

2.3.3.7 CONCLUSION CONCERNANT LES STATIONS SECONDAIRES	163
2.4 LES DEBITS	163
2.4.1 LES CRUES	163
2.4.1.1 DELIMITATION DE L'ETUDE - DONNEES UTILISEES	164
2.4.1.2 GENESE, CARACTERISTIQUES ET PROPAGATION DES CRUES	164
2.4.1.2.1 Caractéristiques générales des crues	164
2.4.1.2.1.1 Crues de la Haute Vallée et affluents nord	164
2.4.1.2.1.2 Crues des affluents rive droite	164
2.4.1.2.1.3 Crues de la Basse Vallée et affluents aval	165
2.4.1.2.2 Forme des hydrogrammes de crue	
2.4.1.2.2.1 Méthodes	165
2.4.1.2.2.2 Etude des hydrogrammes	166
2.4.1.2.2.3 Evolution des caractères critiques	167
2.4.1.2.3 Occurrence des crues	177
2.4.1.2.4 Propagation des crues	180
2.4.1.2.4.1 Données et Méthodes	180
2.4.1.2.4.2 Temps de propagation	181
2.4.1.2.4.3 Résumé	184
2.4.1.3 LES VOLUMES ECOULES EN CRUE	184
2.4.1.3.1 Choix d'une durée d'écoulement rendant compte correctement de la crue maximale annuelle	186
2.4.1.3.2 Etude statistique des volumes maxima écoulés en trois jours, six jours et pendant la crue maximale	186
2.4.1.3.2.1 Intérêt des volumes en trois jours et en six jours	186
2.4.1.3.2.2 Ajustement statistique	187
2.4.1.3.2.3 Estimation des paramètres expérimentaux	187
2.4.1.3.2.4 Détermination des volumes de crue de fréquences particulières	187
2.4.1.3.2.5 Commentaires sur la crue de mars 1973	196
2.4.1.3.3 Influence du barrage du Mellgué sur l'écoulement à BOU SALEM	196
2.4.1.4 ETUDE DES DEBITS MAXIMA ANNUELS	198
2.4.1.4.1 Données étudiées	198
2.4.1.4.2 Mejdah à Ghardimaou	203
2.4.1.4.3 Mejdah à Jendouba	206
2.4.1.4.4 Mejdah à BOU SALEM	209
2.4.1.4.4.1 Echantillon antérieur à 1953	213
2.4.1.4.4.2 Echantillon postérieur à 1953	213
2.4.1.4.5 Mejdah à MEDJEZ EL BAB	215
2.4.1.4.6 Mellegue au K 13	221
2.4.1.4.7 BOU HEURTMA à KEF RHIRA	229
2.4.1.4.8 RHEZALAH à FERNANA	233
2.4.1.4.9 Commentaires généraux	233
2.4.1.4.10 Puissance des crues - Débits spécifiques et coefficient K	237
2.4.1.4.11 Période postérieure à 1953-1954	239
2.4.1.4.12 Précision des résultats	242
2.4.2 LES DEBITS MOYENS JOURNALIERS	243
2.4.2.1 PRELIMINAIRE	243
2.4.2.2 EXAMEN DES RESULTATS	243
2.4.3 LES DEBITS MENSUELS	267
2.4.3.1 LE REGIME NATUREL	267
2.4.3.2 LES PERTURBATIONS DUES AUX BARRAGES	284

2.4.4	LES DEBITS ANNUELS	304
2.4.4.1	LES DONNEES DISPONIBLES	304
2.4.4.2	TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES	304
2.4.4.3	INTERPRETATION DES RESULTATS APRES AJUSTEMENT DES DIFFERENTES LOIS ADAPTEES AUX REPARTITIONS EXPERIMENTALES	312
2.4.4.4	INFLUENCE POSSIBLE DES RETENUES DU NEBEUR SUR LE MELLEGUE ET DE BEN METIR SUR L'OUED EL LIL	316
2.4.4.5	DEBITS SPECIFIQUES MOYENS ANNUELS DES STATIONS PRINCIPALES	317
2.4.4.6	DEBITS MOYENS ANNUELS DE CERTAINES STATIONS SECONDAIRES	320
2.4.5	LES BILANS HYDROLOGIQUES	335
2.4.6	ETUDE DES TARISSEMENTS	344
2.4.6.1	METHODOLOGIE	344
2.4.6.2	CHRONIQUE DES DEBITS JOURNALIERS, JAUGEAGES ET TARISSEMENTS	345
2.4.6.3	TARISSEMENTS AUX STATIONS PRINCIPALES	345
2.4.6.3.1	Ghardimaou	345
2.4.6.3.2	Jendouba	350
2.4.6.3.3	Bou Salem	353
2.4.6.3.4	Medjez El Bab	355
2.4.6.3.5	Mellègue au K 13	358
2.4.6.3.6	Rhezala à Fernana	362
2.4.6.3.7	Tessa aux Zouarines	369
2.4.6.3.8	Oussafa à M 12	369
2.4.6.4	CONCLUSION GENERALE A L'ETUDE DES TARISSEMENTS	373
2.4.7	LA CRUE DE MARS 1973 COMPAREE AUX RESULTATS DES ETUDES DE LA MONOGRAPHIE	381
2.4.7.1	LES PRECIPITATIONS	381
2.4.7.2	LES DEBITS OBSERVES	381
2.4.7.3	LES DEBITS SOLIDES	382
2.5	LA QUALITE DES EAUX	383
2.5.1	MATIERES DISSOUTES ET TRANSPORTS SOLIDES EN SOLUTION	383
2.5.1.1	PREAMBULE	383
2.5.1.2	LES SALINITES	383
2.5.1.3	LA COMPOSITION DES SELS DISSOUS	384
2.5.1.4	LES APPORTS TELLURIQUES DISSOUS DE LA MEJERDAH A LA MEDITERRANEE	419
2.5.1.4.1	Transports de sels dissous à Medjez El Bab	419
2.5.1.4.2	Transports de sels dissous à Bou Salem	422
2.5.1.4.3	Comparaison entre Bou Salem et Medjez El Bab	423
2.5.1.4.4	Les apports de sels à la mer	424
2.5.1.4.4.1	Apports totaux et salinité moyenne annuelle	424
2.5.1.4.4.2	Composition des sels dissous	426
2.5.2	MATIERES EN SUSPENSION ET CHARRIAGE	428
2.5.2.1	TONNAGES TRANSPORTES	428
2.5.2.1.1	Critique des mesures de concentration en matière de suspension	428
2.5.2.1.2	Estimation des transports et érosions spécifiques	429
2.5.2.1.2.1	Mesures de concentration de matières en suspension disponibles	429
2.5.2.1.2.2	Mesures de sédimentation faites dans les retenues de barrage	429
2.5.2.1.2.3	Evaluation aux sept stations principales	430
2.5.2.2	NATURE DES SEDIMENTS TRANSPORTES	431
2.5.2.3	IMPORTANCE DES SEDIMENTS DEPOSES	432
2.6	BIBLIOGRAPHIE	435
2.7	ANNEXES	439

PREMIERE PARTIE

LE MILIEU PHYSIQUE ET HUMAIN



PLAN DE SITUATION

1.1 PREAMBULE

Il nous a semblé utile de présenter en tête de cette monographie une citation du Professeur Maurice PARDE :

" Il faut surtout éviter que les abaques et les intégrales, ne deviennent pour un public ignorant en l'espèce et pour les metteurs en oeuvre eux-mêmes, une poudre aux yeux et une sorcellerie. Et les mathématiques au lieu d'apporter un secours estimable et productif, peuvent égarer, si leurs zéloteurs se persuadent qu'on peut pénétrer et maîtriser la science des rivières, sans se soumettre à un patient effort pour observer, lire, réfléchir, sur le pourquoi des choses, comprendre, apprendre et savoir. Aucune prestidigitation, si distinguée soit-elle, peut-être même aucun talent, aucun génie, en cette matière comme en beaucoup d'autres, ne peuvent dispenser du bon sens (toujours lui, hélas) et de la compétence qui n'est point infuse.

Cependant, le lecteur peut se demander où ces remarques tranchées ou balancées veulent en venir ? Seulement à l'éloge du juste milieu, à un choix entre deux exagérations. Et si mes pointes ne paraissent point décochées en nombre égal contre les deux outrances, (je n'en disconvierai point) c'est que l'une d'elles chez nous se développe de plus en plus dans les temps actuels, tandis que l'autre ne menace guère d'encombrer, de submerger, de stériliser l'hydrologie.

S'il y avait présentement pour nos fleuves trop d'observations, puis trop de livres uniquement réservés à la description voire à l'explication géographique détaillées ; et un dédain injuste pour les interprétations mathématiques, c'est en faveur de ces dernières que je m'engagerais avec le plus d'entrain.

Cependant, même alors j'affirmerais ma foi que dans l'ordre chronologique, l'exploitation de l'hydrologie par l'algèbre doit venir la seconde. La succession inverse me paraît un contre-sens voire un non sens ou une mesure de détresse quand on manque du principal. Et, même pour l'échelle des valeurs, ma pensée tend vers une subordination analogue.

Entre des masses, des magma non digérés, ou du moins pas ou point assez expliqués ni commentés de chiffres exacts (relevés pluviaux, niveaux et thermiques, hauteurs aux échelles, débits surtout) d'une part ; et des mémoires des livres où les équations foisonnent, mais sans autres éléments que de rares données expérimentales plus ou moins bien vérifiées sans confrontations nombreuses avec le réel, et surtout lorsque dans ces ouvrages, les faits se diluent, s'évaporent, ou se noient dans les formules, je n'ai aucune fausse honte à déclarer avec force que le premier ensemble quoique très insuffisant, est de loin le plus utile et le plus indispensable. Car c'est lui la réalité brute mais précieuse, et peu remplaçable. Sur lui, on doit et aussi l'on peut fonder une oeuvre de science, sans équations, chose très possible, ou avec elles, ce qui est encore mieux, tandis que la réciproque n'est point vraie. Ou elle ne le devient, avec des succès incontestables, mais inégaux selon les problèmes, que par un circuit de retour, lorsque, partant des causes dont ailleurs on a éprouvé les conséquences hydrologiques, on essaie de déterminer ces derniers pour des bassins déshérités en jaugeages ; ce qui réalise l'alliance féconde entre les Mathématiques, l'hydraulique fluviale, dont l'importance va sans dire, et la Géographie !"

Maurice PARDE

Ces propos du Professeur PARDE sont toujours d'actualité et nous nous sommes efforcés de suivre ses conseils pour la rédaction de cette monographie. C'est pour cette raison que l'on trouvera une première partie assez volumineuse décrivant le milieu physique et humain du bassin de la MEJERDAH. On doit y trouver tous les éléments susceptibles de faciliter l'explication du comportement hydrologique de ce bassin. Le lecteur qui serait intéressé en priorité par des résultats quantitatifs peut se reporter directement à la partie II où il trouvera une description chiffrée du régime hydrologique fondée sur de très nombreuses mesures. Il y est fait appel à l'analyse statistique qui facilite essentiellement les comparaisons entre les différents sous-bassins et qui, par extrapolation, fournit aussi des valeurs extrêmes qu'il convient de considérer avec d'autant plus de prudence que leur fréquence d'apparition est plus faible.

Nous espérons ainsi être parvenus à écrire un ouvrage à la fois utile à la compréhension scientifique du phénomène hydrologique et à la préparation des projets d'exploitation des eaux de la MEJERDAH. C'est d'ailleurs ainsi que toutes les données élaborées dans la deuxième partie ont été utilisées pour la préparation du Plan Directeur des Eaux du Nord, ayant été mises à la disposition des personnes intéressées avant même la parution de cette monographie.

1.2 DESCRIPTION DU MILIEU

1.2.1 DONNEES TOPOGRAPHIQUES

1.2.1.1 DECOUPAGE DU BASSIN VERSANT DE LA MEJERDAH ET SUPERFICIES

1.2.1.1.1. Découpage du bassin versant en sous-bassins

Un découpage, quel qu'il fût, s'est révélé indispensable eu égard aux nombreuses informations dont nous disposons pour l'étude du milieu naturel sur le bassin versant de la MEJERDAH. La finalité de cet ouvrage nous a conduit à choisir un découpage hydrologique permettant, pour chaque unité, de réaliser une étude complète du milieu naturel et de l'utiliser afin de déterminer quelles pourraient être les influences des différents facteurs naturels sur le régime hydrologique.

L'unité de base de toute étude hydrologique est constituée par le bassin versant, délimité par ses contours topographiques. A chaque station hydrologique donnant lieu à des mesures de débit correspond un bassin versant. Parmi les nombreuses stations hydrologiques qui ont été installées sur le bassin versant de la MEJERDAH, nous avons dû tout d'abord choisir celles dont les renseignements étaient suffisamment abondants et sûrs pour faire l'objet d'une étude. Puis nous avons regroupé certains d'entre eux en unités géographiques plus vastes à peu près homogènes.

De l'amont vers l'aval du bassin versant de la MEJERDAH, nous distinguons :

1°) *La Haute Vallée de l'Oued MEJERDAH :*

Cette unité comprend toute la partie sud des monts de la MEJERDAH. Elle s'étire en ligne droite d'orientation E-NE sur une longueur de 130 km et une largeur de 25 à 30 km et comprend les bassins versants de la MEJERDAH à GHARDIMAOU, du RARAÏ, de l'oued MELIZ, des oueds BOU HEURTMA et KASSEB auxquels nous avons joint la plaine de la MEJERDAH entre GHARDIMAOU et Pont TRAJAN. Le bassin versant de l'Oued MEJERDAH à JENDOUBA est l'union des trois premiers bassins complétée d'une surface assez réduite située principalement dans la plaine de la MEJERDAH entre JENDOUBA et GHARDIMAOU.

2°) *Le bassin versant de l'Oued MELLEQUE :*

Principal affluent de la MEJERDAH, l'oued MELLEQUE possède un bassin versant très vaste dont les 2/3 se situent en ALGERIE. La limite sud du bassin suit la longue chaîne montagneuse de l'Atlas Tunisien qui sépare le nord et le centre de la TUNISIE, puis se prolonge en ALGERIE par les Monts de TEBESSA jusqu'au massif des AURES. Faute de renseignements sur les stations hydrologiques et le milieu naturel de la partie algérienne, nous n'avons pas pu la subdiviser. Elle reste donc intégrée à l'étude globale du bassin versant de l'oued MELLEQUE. Sur ce bassin, la station hydrologique K 13 retiendra tout spécialement notre attention.

3°) *Le bassin versant de l'Oued TESSA :*

L'oued TESSA possède un bassin versant dont les apports liquides et solides à la MEJERDAH sont loin d'être négligeables. Il est formé d'une succession de petites plaines reliées les unes aux autres par des sections de vallées très encaissées. L'Atlas Tunisien limite l'extension du bassin vers le sud. Son exutoire est situé légèrement à l'amont de BOU SALEM.

4°) *Le bassin versant de l'Oued SILIANA :*

La SILIANA est un oued actif, presque aussi mal connu que l'oued TESSA. Son bassin versant est long, très étroit, limité au sud par la dorsale tunisienne. Son exutoire est situé à TESTOUR, juste à l'aval de la confluence des oueds KRALLED et MEJERDAH.

5°) *Le bassin versant de l'Oued KRALLED :*

Bien que de petites dimensions, le bassin versant de l'oued KRALLED, dont l'exutoire est situé juste à l'aval du site du futur barrage de SIDI SALEM, nous a paru intéressant à étudier parce que situé dans l'environnement immédiat de SIDI SALEM. Il représente assez bien la région faiblement montagneuse qui entoure ce site.

6°) La Basse Vallée de la MEJERDAH :

Nous avons regroupé sous cette dénomination la partie du bassin versant de la MEJERDAH comprise entre Pont TRAJAN et la mer, à l'exception des bassins versants des oueds SILIANA et KRALLED qui font l'objet de chapitres particuliers. L'étude de cette région a été subdivisée en deux parties :

- Bassin versant de la MEJERDAH de Pont TRAJAN à MEDJEZ EL BAB, comprenant les bassins versants des oueds BEJA et ZARGA.
- Bassin versant de la MEJERDAH de MEDJEZ EL BAB à la mer, comprenant les bassins versants des oueds LAHMAR et CHAFROU.

1.2.1.1.2 Superficies

La superficie d'un bassin versant est la surface délimitée dans un ou plusieurs plans horizontaux par les versants du bassin, projetés dans ce ou ces plans.

Pour mesurer les superficies des bassins versants de la MEJERDAH et de ses affluents, nous disposons de cartes de TUNISIE et d'ALGERIE à l'échelle 1/50 000ème, cartes éditées par l'Institut Géographique National. Ces cartes nous ont permis de tracer avec précision les contours topographiques des différents bassins. Les résultats des mesures de superficies sont consignés au tableau 1.2.1.1.2 (1). Dans ce tableau, par colonnes, figurent également :

- le nom des cours d'eau classés par ordre alphabétique,
- le nom des stations limnimétriques classées, pour chaque rivière, de l'amont vers l'aval,
- les numéros mécanographiques et D.R.E.,
- les coordonnées de chaque station,
- le pourcentage de la surface du bassin versant située en amont de la station considérée, sous l'influence d'une retenue.

Le bassin versant complet de la MEJERDAH à la mer couvre une superficie de 23 700 km², dont 7 600 km², c'est-à-dire 32 % de la surface totale, se situent en ALGERIE et dont une superficie de 10 500 km², soit 44 % de la surface totale, est contrôlée par des réservoirs. Le plus important de ces réservoirs est le barrage de NEBEUR sur le cours de l'oued MELLEQUE. Ce réservoir contrôle à lui seul, depuis 1954, date de sa mise en eau, une superficie de 10 300 km². Nous avons fait figurer sur la carte du réseau hydrographique les principaux barrages construits, en construction ou à l'état de projet.

1.2.1.2 RELIEF ET FORME

1.2.1.2.1 Généralités - Définitions

Dans le cadre de l'étude du milieu naturel, l'étude du relief et de la forme des bassins versants devrait nous permettre de mieux expliquer la répartition des pluies sur ces bassins, leur aptitude au ruissellement et à l'érosion, la formation des crues.

L'étude du relief peut être menée globalement sur tout un bassin par l'étude de la répartition des surfaces comprises entre deux altitudes données aboutissant au tracé des courbes hypsométriques et au calcul des caractéristiques physiques. Elle peut aussi être faite à partir des cartes topographiques en localisant sur le bassin : montagnes, monts, plateaux, plaines et vallées qui composent le bassin versant étudié. Ces deux approches du modèle superficiel du bassin sont complémentaires. Une courbe hypsométrique résulte en effet d'une condensation des informations concernant le relief ; cette condensation entraîne une perte d'informations lorsque celles-ci sont multiples et complexes comme c'est le cas pour presque tous les bassins versants de la MEJERDAH et de ses affluents.

En ce qui concerne la forme d'un bassin versant, les hydrologues utilisent pour chiffrer cette caractéristique, l'indice de compacité de GRAVALIUS

$(K_c = \frac{P}{2 \sqrt{A}})$ où P est le périmètre du bassin et A sa superficie.

Quant au relief, il est généralement caractérisé pour chaque bassin par sa courbe hypsométrique. La courbe hypsométrique permet de déterminer les caractéristiques suivantes :

- la dénivelée D, écart des deux altitudes au-delà desquelles se situent 5 % et 95 % de la superficie globale du bassin,

TABLEAU I.2.1.1.2 (1)

LES STATIONS LIMNIMETRIQUES DE LA MEJERDAH ET DE SES AFFLUENTS

Oued	Station	N° méca- nogra- phique	N° DRE	Super- ficies en km ²	Longitude Est	Latitude Nord	% de la superficie sous influ- ence d'une retenue
BEJA	BEJA B 9	562240	MC 011	206	7G.6545	40G.8175	0
BEJA	PONT TRAJAN	562260	MP 067	336	7G.6510	40G.7100	0
BELIAS	PONT ROUTE GP n° 6	532180	MM 114	8,2	6G.8215	40G.5110	0
B. HEURTMA	KEF REIRHA	532020	MC 006	382	7G.1700	40G.7520	28
B. HEURTMA	PONT SNCFT	532030	MP 029	531	7G.3380	40G.6760	19
CHAFFROU	PONT ROUTE n° 7	532590	M 141	588	8G.4670	40G.9290	0
EL LIL	BARRAGE BEN METIR	533912	ML 005	110	7G.1200	40G.8300	100
KASSEB	B 11	535020	MD 009	101	7G.4090	40G.8470	100
KASSEB	BOU SALEM rte n° 6	535030	MP 071	225	7G.4100	40G.6950	40
KOHOL	RTE LE KEF-SAKIET	514170	MM 021	212	6G.8515	40G.1295	0
KRALLED	SIDI BOU DAROUA	581850	MP 072	134	7G.6920	40G.4415	0
KRALLED	PONT ROUTE TESTOUR	581880	MM 057	285	7G.7420	40G.5415	0
KRALLED	AVAL HCHIR EL MAKTELA	581890	MM 034	449	7G.8470	40G.6110	0
LAHMAR	PONT ROUTE GP 5	582270	M 140	368	8G.2160	40G.6970	0
MEJERDAH	GHARDIMAOU	540110	MC 001	1 490	6G.7775	40G.5030	0
MEJERDAH	JENDOUBA	540160	MC 028	2 414	7G.1460	40G.5680	0
MEJERDAH	BOU SALEM	540180	MC 007	16 483	7G.3690	40G.6680	64
MEJERDAH	PONT TRAJAN	590110	MP 010	17 330	7G.6587	40G.7037	61
MEJERDAH	SIDI SALEM	590120	MC 041	18 250	7G.8500	40G.6535	58
MEJERDAH	LA SLOUGHIA	590130	MC 027	20 990	7G.9810	40G.6530	50
MEJERDAH	MEDJEZ EL BAB	590140	MC 016	21 185	8G.0790	40G.7215	50
MEJERDAH	BORDJ TOUM	590147	MP 086	21 700	8G.2130	40G.8265	-
MEJERDAH	BARRAGE EL AROUSSIA	590150	ML 024	21 860	8G.2640	40G.8902	-
MEJERDAH	EL BATHAN	590160	MS 017	22 000	8G.3490	40G.8980	47
MEJERDAH	DJEDEIDA PONT ROUTE	590170	ME 065	22 100	8G.4360	40G.4425	47
MEJERDAH	DJEDEIDA PT VOIE F.	590180	ME 018	22 680	8G.4760	40G.9375	46
MEJERDAH	PROTVILLE	590190	MP 043	23 000	8G.5850	41G.1050	45
MELIZ	PONT ROUTE GP 6	531480	MM 123	235	7G.9250	40G.5180	0
MELLEQUE	K 13	511210	MC 002	9 000	6G.8450	40G.1300	0
MELLEQUE	K 22	511222	MD 112	10 309	6G.9937	40G.2970	-
MELLEQUE	AVAL BARRAGE	511295	MD 134	10 310	7G.0750	40G.3475	100
MELLEQUE	PONT 5 DINARS	511250	MP 060	10 680	7G.2300	40G.5855	97
OUSAFA	M 12	554670	ML 012	397	7G.8850	39G.9600	0
RARAÏ	RARAÏ SUPERIEUR	501110	MS 044	21,3	6G.6870	40G.5110	0
RARAÏ	PLAINE	501160	MF 133	356	6G.8900	40G.5420	0
RHEZALA	FERNANA	533510	MC 004	137	7G.0740	40G.7160	0
R'MELL	PT-RTE LE KEF-SAKIET	514380	MC 023	404	7G.0042	40G.1300	0
R'MELL	CONFLUENT MELLEQUE	514889	MP 125	463	9G.0015	40G.1880	0
SILIANA	GAFOUR COTE 239	551620	MM 038	1 400	7G.7770	40G.3580	0
SILIANA	EL AROUSSIA PT V.F.	551630	MM 040	1 560	7G.8985	40G.4250	0
SILIANA	DJEBEL LAOUDJ	551635	MC 138	2 066	7G.9125	40G.5310	0
SILIANA	TESTOUR	551650	MP 066	2 210	7G.8700	40G.6100	0
TESSA	LES ZOUARINES	521310	MC 008	408	7G.3050	40G.0350	0
TESSA	PONT KRIB	521350	MM 026	1 840	7G.3770	40G.3135	0
TESSA	SIDI MEDIENNE	521355	MC 137	1 952	7G.3520	40G.3392	0
TESSA	BOU SALEM PT GP 6	521370	MP 037	2 410	7G.2900	40G.6290	0
ZARGA	OUED ZARGA PT GP 6	572340	MM 031	252	7G.8565	40G.7540	0

D'autres stations secondaires existent et sont indiquées en annexe.

Remarque : Dans les tableaux de sortie d'ordinateur figurent des valeurs de superficie parfois légèrement différentes des valeurs indiquées ci-dessus. L'écart relatif entre ces valeurs reste toujours inférieur à 2 %. C'est pourquoi nous n'avons pas jugé utile de les réajuster aux nouvelles valeurs, l'erreur relative sur la mesure des superficies étant estimée à 2 %.

- l'indice global de pente I_g , rapport de la dénivelée D à la longueur L du rectangle équivalent $I_g = \frac{D}{L}$ où L est tel que : $\frac{2(L+1)}{2\sqrt{1L}} = Kc$
 - la dénivelée spécifique, produit de l'indice global de pente par la racine carrée de la surface $D_s = I_g \times \sqrt{A}$
 - l'indice de pente de ROCHE I_p tel que : $I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=1}^n \sqrt{\beta_i (\alpha_i - \alpha_{i-1})}$
- où L est la longueur du rectangle équivalent, α_i une altitude choisie, α_{i-1} une autre altitude inférieure à α_i et β_i la fraction de la surface du bassin comprise entre ces deux altitudes.

Le calcul de la dénivelée spécifique D_s permet une classification des bassins en classes de relief :

$D_s < 10$ mètres	R1	Relief très faible
$10 < D_s < 25$ mètres	R2	Relief faible
$25 < D_s < 50$ mètres	R3	Relief assez faible
$50 < D_s < 100$ mètres	R4	Relief modéré
$100 < D_s < 250$ mètres	R5	Relief assez fort
$250 < D_s < 500$ mètres	R6	Relief fort
$D_s > 500$ mètres	R7	Relief très fort

Cependant cette classification tient compte uniquement de la dénivelée et de la forme du bassin. Elle ne pourra donc être utilisée que pour classer et comparer des bassins ayant à peu près les mêmes superficies.

1.2.1.2.2 Mesures et résultats

- Mesures :

Le calcul des caractéristiques physiques d'un bassin versant et son étude hypsométrique ne sont possibles qu'après mesures de son périmètre et des différentes surfaces comprises entre la limite du bassin et les courbes de niveau choisies. Les principaux bassins versants de la MEJERDAH et de ses affluents ont fait l'objet de ces mesures à partir de cartes de TUNISIE et d'ALGERIE, d'échelle 1/200 000ème, éditées par l'I.G.N.. Seuls, les bassins de petite dimension tels que le RHEZALA à FERNANA, le BOU HEURTMA à KEF RIRHA et l'OUSAFÀ à M 12 ont fait l'objet de mesures à partir de cartes d'échelle au 1/50 000ème.

L'étude hypsométrique a été réalisée en choisissant pour tout le bassin de la MEJERDAH huit courbes de niveau à peu près régulièrement espacées les unes des autres, ce qui nous donne au maximum dix points pour construire la courbe hypsométrique de la MEJERDAH à la mer et au minimum sept points pour le bassin versant du MELLEGUIE au K 13. Un ou deux points supplémentaires dont les altitudes seraient supérieures à 1 000 m permettraient de préciser le tracé des extrémités supérieures de quelques courbes sans toutefois en modifier l'allure.

Toutes les mesures de surface et de longueur qui ont été effectuées sont entachées d'erreurs dues surtout à des imprécisions dans le tracé de la limite des bassins versants et, dans une moindre mesure, à l'exécution des mesures elles-mêmes. Ces erreurs entraînent l'existence d'autres erreurs sur le calcul des caractéristiques physiques énumérées précédemment. C'est pourquoi il nous a paru intéressant de donner, conjointement à ces caractéristiques physiques, une estimation de leurs erreurs relatives.

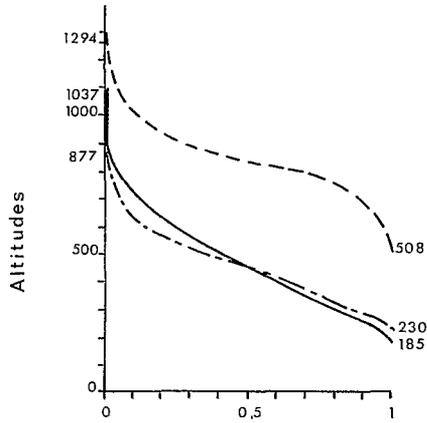
- Résultats :

Nous avons fait figurer sur la planche I.2.1.2.2 (a) les courbes hypsométriques des principaux bassins versants de la MEJERDAH et de ses affluents. Pour plus de clarté et afin de comparer certaines courbes entre elles, nous avons classé les bassins versants étudiés en trois groupes :

- Groupe A - Bassins de faible superficie. Il comprend les bassins versants du BOU HEURTMA à KEF RIRHA, du RHEZALA à FERNANA et de l'OUSAFÀ à M 12.

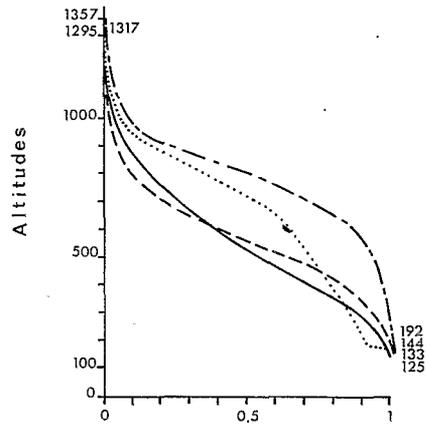
COURBES HYSOMETRIQUES
DES PRINCIPAUX BASSINS VERSANTS

Gr: 1.2.1.2.2. (a)



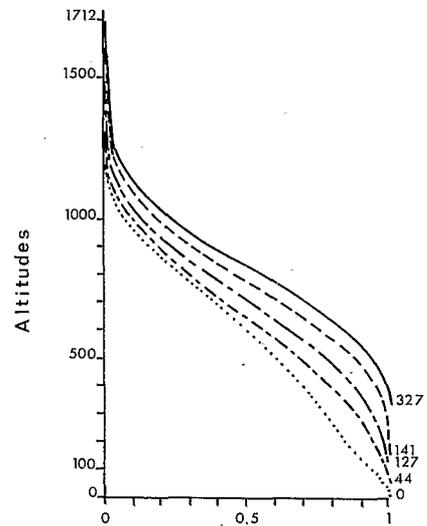
- GROUPE A -

- OUSAFA à m 12.
- BOU HEURTMA à KEF RIRHA
- RHEZALA à FERNANA



- GROUPE B -

- SILIANA au DJEBEL LAOUDJ
- TESSA au PONT ROUTE N°6
- MEDJERDAH à GHARDIMAOU
- MEDJERDAH à JENDOUBA

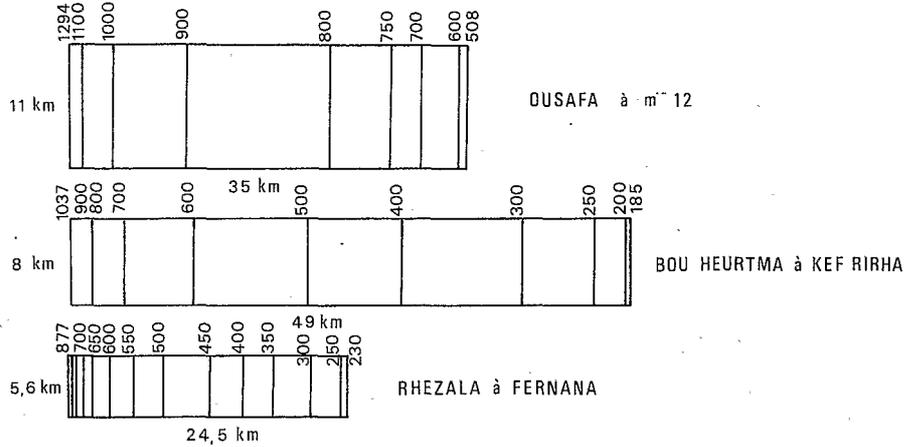


- GROUPE C -

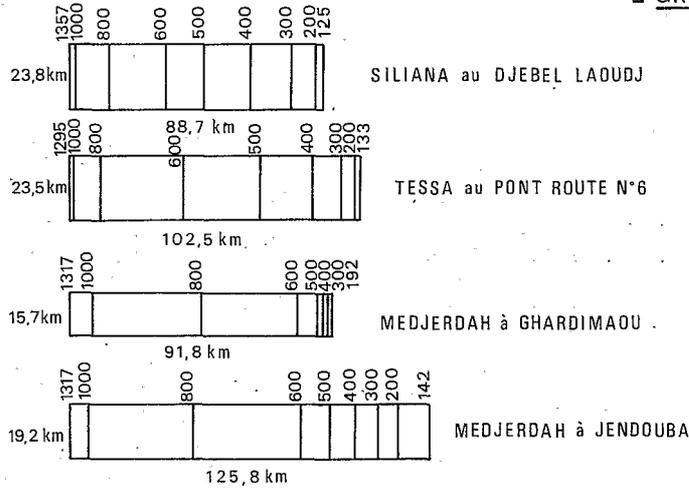
- MELLEGUE au K 13
- MELLEGUE au PONT 5 DINARS
- MEDJERDAH à BOU SALEM
- MEDJERDAH à MEDJEZ EL BAB
- MEDJERDAH à LA MER

RECTANGLES EQUIVALENTS DES BASSINS VERSANTS DE LA MEDJERDAH ET DE SES AFFLUENTS Gr: 1.2.1.2.2.(b)

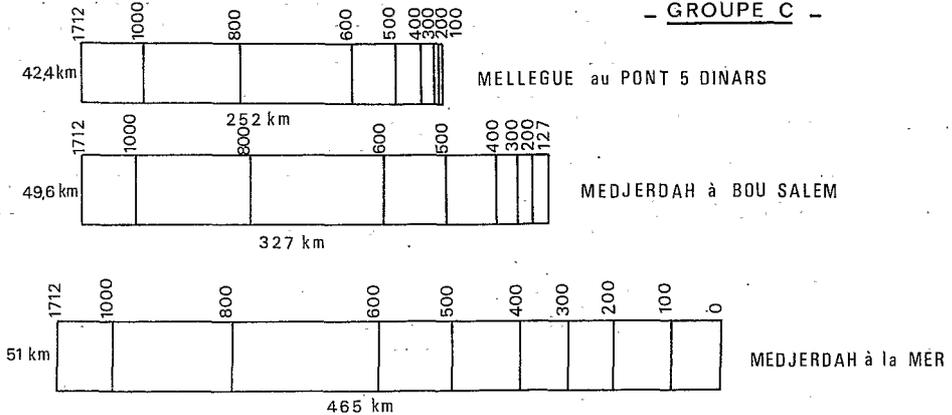
- GROUPE A -



- GROUPE B -



- GROUPE C -



- *Groupe B* - Bassins de superficie moyenne. Il comprend les bassins versants de la SILIANA au DJEBEL LAOUJ, du TESSA au PONT ROUTE N° 6, de la MEJERDAH à GHARDIMAOU et à JENDOUBA.
- *Groupe C* - Bassins de grande superficie. Il comprend les bassins versants du MELLEGUE au K 13 et au PONT 5 DINARS, de la MEJERDAH à BOU SALEM, à MEDJEZ EL BAB, à DJEJEDA et à la mer.

Ces courbes hypsométriques ont été tracées d'après les pourcentages et les altitudes figurant au tableau 1.2.1.2.2 (1) en annexe.

Sur la planche 1.2.1.2.2 (b) en annexe, nous avons dessiné les rectangles équivalents des bassins versants déjà cités, en conservant leur classement en groupes A, B, C.

Au tableau 1.2.1.2.2 (2), nous avons regroupé les caractéristiques physiques suivantes :

- surface (A), périmètre (P), indice de compacité (Ic),
- altitude médiane, dénivelée (D),
- indice global de pente (Ig), dénivelée spécifique (Ds) et indice de pente de ROCHE (Ip).

TABLEAU 1.2.1.2.2 (2)

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES BASSINS VERSANTS DE
LA MEJERDAH ET DE SES PRINCIPAUX AFFLUENTS

Cours d'eau (oued)	A du B.V en km ²	P du B.V. en km	Ic	Altitude médiane en m	D en m	Ig en m/km	Ds en m	Ip
RHEZALA à FERNANA	137	60,3	1,45	452	437	17,8	209	0,151
BOU HEURTMA à KEF RIRHA	382	114	1,63	455	530	10,8	213	0,120
OUSAFA à M 12	397	92,6	1,32	845	435	12,3	244	0,132
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1490	215	1,57	805	565	6,2	238	0,097
SILIANA à DJ LAOUJ	2066	225	1,38	510	715	8,1	370	0,109
MEJERDAH à JENDOUBA	2414	290	1,67	700	835	6,7	330	0,098
TESSA au PONT ROUTE N° 6	2410	252	1,45	560	630	6,1	302	0,092
MELLEGUE au K 13	9000	508	1,51	810	645	3,1	289	0,074
MELLEGUE au PONT 5 DINARS	10309	589	1,61	760	740	2,9	303	0,070
MEJERDAH à BOU SALEM	16483	754	1,67	700	870	2,7	338	0,061
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	21185	854	1,66	640	900	2,4	352	0,059
MEJERDAH à DJEJEDA PT RTE	22100	933	1,77	615	930	2,2	334	0,056

1.2.1.2.3 Commentaires et interprétations des graphiques
et résultats

Jointe à celle du milieu naturel, notre étude a pour but de définir l'aptitude au ruissellement des bassins versants de la MEJERDA et de ses affluents. En interprétant les courbes et les résultats obtenus par le calcul des caractéristiques physiques des bassins versants étudiés, nous aurons toujours présent à l'esprit le fait qu'à un accroissement de la pente générale d'un bassin, toutes choses étant égales par ailleurs, correspond une plus grande aptitude au ruissellement et à l'érosion.

ANNEXE

TABLEAU 1.2.1.2.2 (1)

REPARTITIONS HYSOMETRIQUES DES PRINCIPAUX BASSINS
VERSANTS DE LA MEJERDAH ET DE SES AFFLUENTS

BASSINS VERSANTS	Altitude de l'exutoire en mètres	% Surf Alt >100 m	% Surf Alt >200 m	% Surf Alt >250 m	% Surf Alt >300 m	% Surf Alt >350 m	% Surf Alt >400 m	% Surf Alt >450 m	% Surf Alt >500 m	Alti. Maximale en mètres
OUSAFA à M 12	508	-	-	-	-	-	-	-	-	1294
BOU HEURTMA à KEF RIR	185	-	99,55	93,58	80,89	-	59,63	-	42,69	1037
RHEZALA à FERNANA	230	-	-	97,4	86,1	72,2	61,4	50,2	37,2	877
SILIANA au DJ. LAOUDJ	125	-	96,9	-	87,1	-	70,6	-	52,4	1357
TESSA au PT. ROUTE 6	133	-	97,2	-	92,9	-	82,7	-	65,0	1295
MEJERDAH à GHARDIMA	192	-	99,9	-	99,2	-	97,2	-	93,4	1317
MEJERDAH à JENDOUBA	142	-	90,8	-	85,2	-	79,0	-	72,0	1317
MELLEGUE AU K 13	327	-	-	-	-	-	99,4	-	93,6	1712
MELLEGUE AU PT. 5D	141	-	99,1	-	98,1	-	94,6	-	86,9	1712
MEJERDAH à BOU SALEM	127	-	96,4	-	93,3	-	87,9	-	78,4	1712
MEJERDAH MEDJEZ EL BAB	44	99,5	92,8	-	86,9	-	78,5	-	67,7	1712
MEJERDAH à DJEJDEIDA	13	97,9	89,5	-	83,0	-	74,7	-	64,4	1712
MEJERDAH à LA MER	0	92,8	83,6	-	77,2	-	69,5	-	59,9	1712

REPARTITIONS HYSOMETRIQUES DES PRINCIPAUX BASSINS (suite)
VERSANTS DE LA MEJERDAH ET DE SES AFFLUENTS

BASSINS VERSANTS	Altitude de l'exutoire en mètres	% Surf Alt >550 m	% Surf Alt >600 m	% Surf Alt >650 m	% Surf Alt >700 m	% Surf Alt >750 m	% Surf Alt >800 m	% Surf Alt >900 m	% Surf Alt >1000 m	% Surf Alt >1100 m	Alti. Maximale en mètres
OUSAFA à M 12	508	-	97,5	-	87,9	-	65,3	29,4	11,1	2,9	1294
BOU HEURTMA à KEF RIR	185	-	22,22	-	10,08	-	3,67	0,74	-	-	1037
RHEZALA à FERNANA	230	22,8	15,0	8,4	5,2	2,6	1,3	-	-	-	877
SILIANA au DJ. LAOUDJ	125	-	37,8	-	-	-	15,8	-	2,5	-	1357
TESSA au PT. ROUTE 6	133	-	38,9	-	-	-	10,5	-	1,1	-	1295
MEJERDAH à GHARDIMA	192	-	86,4	-	-	-	50,1	-	7,7	-	1317
MEJERDAH à JENDOUBA	142	-	63,8	-	-	-	34,3	-	5,0	-	1317
MELLEGUE AU K 13	327	-	83,1	-	-	-	51,9	-	20,2	-	1712
MELLEGUE AU PT. 5D	141	-	74,3	-	-	-	44,0	-	17,0	-	1712
MEJERDAH à BOU SALEM	127	-	64,5	-	-	-	35,9	-	12,1	-	1712
MEJERDAH MEDJEZ EL BAB	44	-	54,7	-	-	-	29,7	-	9,7	-	1712
MEJERDAH à DJEJDEIDA	13	-	52,0	-	-	-	28,2	-	9,2	-	1712
MEJERDAH à LA MER	0	-	48,3	-	-	-	26,2	-	8,6	-	1712

ANNEXE

TABLEAU 1.2.1.2.2 (3)

ESTIMATION DES ERREURS RELATIVES DES CARACTERISTIQUES
PHYSIQUES DES PRINCIPAUX BASSINS VERSANTS DE
LA MEJERDAH

COURS D'EAU (OUED)	STATIONS	Erreur relative sur l'indice de capacité	Erreur relative sur la longueur du rectangle équivalent	Erreur relative sur l'indice de pente global	Erreur relative sur la dénivellation spécifique	Erreur relative sur l'indice de pente de ROCHE
MEJERDAH	DJEDEIDA Pt ROUTE	< 6 %	< 7,4 %	<11,7 %	<12,7 %	<12,4 %
MEJERDAH	MEDJEZ EL BAB	< 6 %	< 7,7 %	<12 %	<13 %	<12,4 %
MEJERDAH	BOU SALEM	< 6 %	< 7,7 %	<12 %	<13 %	<12,4 %
MEJERDAH	JENDOUBA	< 6 %	< 7,7 %	<12 %	<13 %	<12,4 %
MEJERDAH	GHARDIMAOU	< 6 %	< 8 %	<12,7 %	<13,7 %	<12,7 %
MELLEGUE	K 13	< 6 %	< 8 %	<12,4 %	<13,4 %	<12,7 %
MELLEGUE	PONT 5 DINARS	< 6 %	< 7,7 %	<12 %	<13 %	<12,7 %
TESSA	PONT ROUTE N° 6	< 6 %	< 8 %	<12,4 %	<13,4 %	<12,7 %
SILIANA	DJEBEL LAOUDJ	< 6 %	< 8,4 %	<12,7 %	<13,7 %	<13 %
OUSAFA	M 12	< 6 %	<10,7 %	<16,7 %	<17,7 %	<14 %
RHEZALA	FERNANA	< 6 %	< 8 %	<12,4 %	<13,4 %	<12,7 %
BOU HEURTMA	KEF RIRHA	< 6 %	< 7,7 %	<12 %	<13 %	<12,7 %

Dans la partie intitulée "résultats" du paragraphe précédent, nous avons défini trois groupes de bassins. Vu la grande disparité des superficies des bassins versants, reprenons ce classement qui nous permettra de comparer le relief des bassins à l'intérieur de chaque groupe.

Groupe A - Bassins de faible superficie

Si l'on se reporte à la classification donnée au paragraphe 1.2.1.2.1 intitulé "généralités", en tenant compte des erreurs relatives commises lors de l'estimation de la dénivelée spécifique, les bassins versants du RHEZALA à FERNANA et du BOU HEURTMA à KEF RHIRA sont classés parmi les bassins de relief assez fort (R 5) tandis que le bassin versant de l'OUSAFA à M 12 se situe à cheval sur les classes R 5 et R 6 (reliefs assez forts à forts). Cependant, on peut remarquer que le bassin versant du RHEZALA possède des indices de pente nettement plus élevés que les deux autres bassins. Ce bassin a donc une pente générale plus forte que les deux autres bien qu'il ait une dénivelée spécifique plus faible. Cet exemple montre que la classification faite à partir de la dénivelée spécifique, classification qui ne tient pas compte de la surface du bassin mais seulement de sa dénivelée et de sa forme, ne permet une comparaison fructueuse des reliefs qu'entre bassins de superficies voisines. Par contre, il se prête mieux à l'explication des particularités de l'écoulement à partir des facteurs physiographiques dont le relief.

Dans le cadre de cette étude, il faudra donc nous contenter des indices de pente (indice global de pente ou indice de pente de ROCHE) pour nous donner une idée de l'importance de la pente sur les divers bassins. A ce titre, la comparaison des bassins versants du BOU HEURTMA à KEF RIRHA et de l'OUSAFA à M 12, bassins d'égale superficie, est intéressante. La dénivelée du premier est de 530 m contre 435 m pour le second, pourtant l'indice global de pente du premier n'est que de 10,8 m/km contre 12,3 m/km pour le second. Cette anomalie apparente s'explique par la différence des formes entre les deux bassins, très visible sur le graphique des rectangles équivalents (planche 1.2.1.2.2 (b)). Le bassin versant de l'Oued BOU HEURTMA à KEF RIRHA, de forme très allongée, a un indice de compacité assez élevé ($K_c = 1,63$) tandis que le bassin versant de l'Oued OUSAFA, de forme plus ramassée, a un indice de compacité plus faible ($K_c = 1,32$). A dénivelée et superficie égales, l'allongement de la forme d'un bassin se traduit donc par une augmentation de son indice de compacité et une diminution de son indice de pente.

L'indice global de pente est une estimation assez voisine de la pente générale du rectangle équivalent entre les altitudes qui conservent 95 et 5 % de la surface totale du bassin au-dessus d'elles. La pente du rectangle équivalent est le rapport entre la différence de deux altitudes et la distance qui sépare leurs courbes de niveau respectives sur le rectangle équivalent. Elle suit fidèlement les variations de la courbe hypsométrique et permet de les chiffrer.

Pour le bassin versant de l'Oued RHEZALA à FERNANA, la pente du rectangle équivalent est égale à 17,2 m/km au-dessus de 600 m d'altitude, elle passe ensuite à 39 m/km entre les altitudes 600 et 700 m. Ces valeurs ne souffrent cependant aucune comparaison avec les pentes réelles du terrain qui varient entre 57 m/km et 200 m/km au-dessus de 400 m d'altitude.

Pour le bassin versant de l'Oued BOU HEURTMA à KEF RIRHA, la pente du rectangle équivalent est égale à 10,1 m/km au-dessus de 600 m d'altitude, elle passe ensuite à 19,5 m/km entre les altitudes 600 et 765 m. Par contre, les pentes réelles varient de 30 à 120 m/km au-dessus de cette altitude.

Dans les deux cas, les courbes hypsométriques reflètent mal les variations réelles de la pente du bassin en raison notamment de la disposition des reliefs sur les deux bassins.

En ce qui concerne le bassin versant de l'Oued OUSAFA à M 12, au vu de la courbe hypsométrique, le rectangle équivalent présente une partie médiane de pente modérée. Cette partie médiane se situe entre 750 et 915 m d'altitude et la pente du rectangle équivalent est estimée à 8,6 m/km. Au-dessus de 915 m, la pente du rectangle équivalent est estimée à 21,4 m/km jusqu'à l'altitude 1 065 m qui conserve 5 % de la surface du bassin au-dessus d'elle. Au-dessous de 750 m la pente du rectangle équivalent est estimée à 23 m/km jusqu'à l'altitude 630 m qui conserve 5 % de la surface du bassin au-dessous d'elle. Cette fois, la partie médiane à faible pente correspond sur le bassin versant réel au "Plateau de MAKTAR" qui couvre une surface assez importante inclinée vers l'est avec une pente de 20 à 50 m/km. Les Oueds ont creusé dans ce "plateau" de profondes vallées aux flancs très pentus (110 à 140 m/km) qui expliquent le regain de pente pour les altitudes inférieures à 750 m.

Groupe B - Bassins de superficie moyenne

Dans ce groupe, les trois bassins versants de la MEJERDAH à JENDOUBA, du TESSA au PONT ROUTE N° 6, et de la SILIANA au DJEBEL LAOUDJ ont à peu près les mêmes superficies.

Ces trois bassins sont à classer, au vu de leurs dénivelées spécifiques, parmi les bassins à relief fort (R6). Cette fois, les valeurs des dénivelées spécifiques et des indices de pente correspondent. Remarquons toutefois que le bassin versant de la MEJERDAH à JENDOUBA possède l'altitude médiane la plus élevée et la dénivelée la plus forte (845 m). C'est pourtant le bassin versant de l'Oued SILIANA au DJEBEL LAOUDJ qui possède l'indice global de pente le plus élevé en raison notamment de son faible indice de compacité. Remarquons également entre les deux bassins versants de la MEJERDAH à GHARDIMAOU et à JENDOUBA, l'écart important des deux dénivelées : 565 m pour le premier, 845 m pour le second. Cette augmentation importante de la dénivelée est due à l'entrée de la MEJERDAH dans la grande plaine qui s'étend de GHARDIMAOU à Pont TRAJAN.

L'étude des courbes hypsométriques et des rectangles équivalents nous a permis de dresser un petit tableau. Dans ce tableau (1.2.1.2.3 (1)) figurent les pentes des rectangles équivalents des quatre bassins versants du groupe B, pentes calculées selon le découpage suggéré par la courbe hypsométrique entre les altitudes H5 % et H95 % qui laissent respectivement 5 % et 95 % de la surface du bassin au-dessus d'elles.

TABLEAU 1.2.1.2.3 (1)
VARIATIONS DE LA PENTE DES RECTANGLES EQUIVALENTS DES
BASSINS DU GROUPE B

BASSINS VERSANTS	SILIANA au DJEBEL LAOUDJ	TESSA au PONT ROUTE N° 6	MEJERDAH à GHARDIMAOU	MEJERDAH à JENDOUBA
H 5 % en m	940	880	1 025	1 000
1ère partie				
Altitudes en m	940 à 580	880 à 670	1 025 à 615	1 000 à 600
Pente du rectangle équivalent en m/km	11,4	10,3	5,5	5,5
2ème partie				
Altitudes en m	580 à 310	670 à 420	615 à 460	600 à 215
Pente du rectangle équivalent en m/km	6,8	4,4	16,9	12
3ème partie				
Altitudes en m	310 à 225	420 à 250	.....	.....
Pente du rectangle équivalent en m/km	9,7	9,1	.....	.....
H 95 % en m	225	250	460	165

Les bassins versants de l'Oued SILIANA et de l'Oued TESSA ont des courbes hypsométriques analogues. La partie médiane de leurs courbes peut être assimilée à une droite qui résulte d'une égale répartition des surfaces entre courbes de niveau sur le bassin. Dans cette zone, la pente du rectangle équivalent est plus forte sur le bassin de l'Oued SILIANA que sur le bassin de l'Oued TESSA. Cette assertion se confirme à l'examen

de la carte topographique. La partie médiane de la courbe hypsométrique de l'Oued SILIANA correspond à la plaine SILIANA et à son prolongement vers l'aval. L'ensemble conserve une pente plus forte que les plaines des ZOUARINES et du SERS qui jalonnent le cours de l'Oued TESSA. L'accroissement de pente aussi bien vers l'amont que vers l'aval des plaines médianes se confirme également. Il est dû à la présence de reliefs assez élevés près des exutoires des deux bassins. (Par contre, les deux courbes hypsométriques escamotent la plaine d'El AROUSSA sur le bassin versant de la SILIANA et la plaine de BLED EL RHORFA sur le bassin de l'Oued TESSA).

Quant au bassin versant de l'Oued MEJERDAH à GHARDIMAOU de 1 025 à 615 m, la partie médiane de la courbe hypsométrique, qui correspond à une pente générale de 5,5 m par kilomètre sur le rectangle équivalent, occupe environ 80 % de la surface du bassin.

L'arc inférieur de la courbe est très marqué compte tenu uniquement du relief, le ruissellement entre les altitudes 200 m et 600 m devrait être plus important sur le bassin. Cette assertion n'est que très partiellement confirmée par l'examen de la carte topographique. Il est vrai que dans la partie située au sud de la MEJERDAH, au-dessus de 500 m (ou 600 m) d'altitude, les pentes sont plus faibles, mais cela n'est plus vrai dans la partie située au nord de la MEJERDAH où les pentes sont tout aussi fortes au-dessus de cette altitude.

Comparée à la courbe hypsométrique du bassin versant de la MEJERDAH à GHARDIMAOU, celle du bassin versant de la MEJERDAH à JENDOUBA conserve la partie haute entre 1 000 m et 600 m d'altitude, occupant 60 % de la surface totale du bassin, puis la courbe hypsométrique se casse, sa pente devient très forte entre les altitudes 600 m et 200 m pour se terminer par un petit arc à faible rayon de courbure entre l'altitude 200 m et l'exutoire. Cette cassure marque l'entrée de la MEJERDAH dans le grand synclinal d'orientation Est-Ouest, entre GHARDIMAOU et BOU SALEM (SOUK EL KEMIS). Entre les altitudes 600 m et 200 m, la pente du rectangle équivalent est donc forte, évaluée à 12 m par kilomètre. Cependant la différence des pentes (16,9 et 12 m/km) des rectangles équivalents de la MEJERDAH à GHARDIMAOU et à JENDOUBA ne correspond pas sur le bassin à des variations notables de la pente du terrain.

Groupe C - Bassins de grande superficie (plus de 9 000 km²)

Sur le tableau des résultats, (tableau 1.2.1.2.3 (2)), nous constatons, corrélativement à une augmentation des superficies, une diminution des altitudes médianes, une augmentation des dénivelées, une diminution des indices de pente et une augmentation des indices de compacité. D'après la classification basée sur le calcul des dénivelées spécifiques, tous ces bassins sont classés dans la classe R.6 des bassins à fort relief. Ce groupe présente une certaine homogénéité qui résulte de l'emboîtement gigogne de ces bassins. Le bassin versant du MELLEQUE au K. 13 couvre en effet 84 % de la superficie du bassin versant du MELLEQUE au Pont 5 DINARS, lequel couvre 62 % de la superficie du bassin versant de la MEJERDAH à BOU SALEM et 48 % de la superficie du bassin versant de la MEJERDAH à la mer.

Le bassin versant du MELLEQUE, aussi bien au K. 13 qu'au Pont 5 DINARS, présente une courbe hypsométrique dont la partie médiane qui occupe 60 à 70 % de la surface du bassin peut être assimilée à une droite entre les altitudes 1 000 m et 550 m. Entre ces deux altitudes, la pente du rectangle équivalent est régulière, estimée à 2,8 m par kilomètre. Au-dessus de 1 000 m et au-dessous de 500 m la pente du rectangle équivalent s'accroît fortement : 4,3 m par kilomètre au-dessus de 1 000 m et 5 m par kilomètre au-dessous de 500 m. En réalité, sur la carte topographique, entre les altitudes 400 m et 1 000 m, existent quatre hautes plaines entourées de relief aux approches desquelles les pentes restent fortes. Au-dessous de 400 m d'altitude, l'existence de hauteurs assez élevées proches de la plaine de JENDOUBA, entraîne un rétrécissement du bassin et un accroissement important des pentes du terrain jusqu'à l'altitude de 200 m.

En ce qui concerne les courbes hypsométriques des bassins versants de la MEJERDAH de BOU SALEM à la mer, la partie médiane de la courbe occupe environ 60 % de la surface du bassin entre les altitudes 950 m et 400 m à 500 m. Au-dessus de 950 m, la courbe se redresse rapidement. Au-dessous de 450 m, la courbe s'infléchit modérément dans cette dernière partie, la plaine de GHARDIMAOU - JENDOUBA, BOU SALEM - donne lieu sur la courbe hypsométrique à un point d'inflexion.

Dans le tableau ci-après, nous donnons une estimation des variations de la pente des rectangles équivalents des bassins du groupe C selon des découpages suggérés par des courbes hypsométriques.

H 5 % et H 95 % sont les altitudes qui laissent respectivement 5 % et 95 % de la surface du bassin au-dessus d'elles. Sur le bassin de la MEJERDAH, plus la surface du bassin versant est grande, plus la complexité de la disposition des reliefs est importante et plus le rectangle équivalent devient inadéquat pour rendre compte de cette complexité. Il devient dès lors évident que l'indice global de pente (ou l'indice de pente de ROCHE) et les pentes des rectangles équivalents ne sont plus significatifs.

TABLEAU 1.2.1.2.3 (2)
 VARIATIONS DE LA PENTE DES RECTANGLES EQUIVALENTS DES
 BASSINS DU GROUPE C

BASSINS VERSANTS	MELLEQUE au K. 13	MELLEQUE au Pont 5 DINARS	MEJERDAH à BOU SALEM	MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	MEJERDAH à DJEDAÏDA	MEJERDAH à la mer
H 5 % en m	1 130	1 130	1 130	1 060	1 060	1 060
1ère partie						
Altitudes en m	1 130 à 1 000	1 130 à 1 000	1 130 à 920	1 060 à 890	1 060 à 925	1 060 à 910
Pente du rectangle équivalent en m/km	6,2	4,3	4,3	3,1	3,2	3,2
2ème partie						
Altitudes en m	1 000 à 660	1 000 à 520	920 à 485	890 à 440	925 à 450	910 à 390
Pente du rectangle équivalent en m/km	2,7	2,8	2,2	2,2	2,1	2,0
3ème partie						
Altitudes en m	660 à 485	520 à 390	485 à 260	440 à 170	450 à 130	390 à 80
Pente du rectangle équivalent en m/km	4,1	5	4,6	3,7	3,1	2,7
H 95 % en m	485	390	260	170	130	80

1.2.1.2.4 Conclusion

En conclusion de l'étude des formes des bassins versants de la MEJERDAH et de ses affluents, on peut dire qu'ils ont tendance à s'allonger de l'amont vers l'aval. Cette tendance se traduit par une croissance des indices de compacité des stations amont aux stations aval. La forme allongée des bassins n'est pas sans influencer notablement l'allure des hydrogrammes de crue, et devrait contribuer aussi bien à l'élargissement de la base des hydrogrammes qu'à une moindre croissance des débits maximaux de crue en comparaison de la croissance des superficies des bassins versants.

Quant au relief par bassin, les indices de pente (indice de pente global ou indice de pente de ROCHE) semblent caractériser son importance quand la complexité de sa répartition n'est pas trop grande. L'étude hypsométrique a montré à quel point les variations de la pente des rectangles équivalents pouvaient être sensibles sur un même bassin. Pour certains bassins, tels la MEJERDAH à GHARDIMAOU et le MELLEQUE au Pont 5 DINARS, la pente est aussi forte dans la partie aval que dans la partie amont. De plus, il ne faut pas perdre de vue la schématisation des bassins en rectangles équivalents qui constitue le départ des calculs d'indice de pente. Cette schématisation ne permet pas de tenir compte de la répartition spatiale des reliefs qui joue certainement un grand rôle sur le ruissellement global en augmentant ou en diminuant les distances parcourues par les gouttes d'eau pour parvenir à l'exutoire.

1.2.1.3 LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

1.2.1.3.1 Tracé du Réseau hydrographique

- Tracé graphique et position des stations limnimétriques

Nous présentons (carte 1.2.1.3.1 (a)) un tracé général du réseau hydrographique de la MEJERDAH et de ses affluents effectué à partir de cartes topographiques d'échelle 1/200 000. Une réduction au pantographe a permis de présenter ce réseau à l'échelle 1/500 000. Toutes les stations limnimétriques et tous les points de jaugeages sur la MEJERDAH et ses affluents ne sont pas reportés sur cette carte. Seuls les stations et points de jaugeage présentant un certain intérêt pour la Monographie y ont été placés et figurent parallèlement sur le tableau des superficies dont nous avons parlé dans le paragraphe 1.2.1.1.2 (1).

1.2.1.3.2 Profil en long de la MEJERDAH et de ses principaux affluents

Les profils en long de la MEJERDAH et de ses principaux affluents ont été regroupés sur le graphique 1.2.1.3.2 (a). Ils ont été levés sur cartes d'échelle 1/200 000 ème, en mesurant méandre après méandre le trajet suivi par les rivières des sources aux exutoires, et en notant les kilomètres parcourus conjointement avec les altitudes des courbes de niveau recoupées par les rivières. Les cartes au 1/200 000 ème permettent de prendre des points espacés de 50 m en altitude. Cet écart nous a paru parfois trop grand lors d'études détaillées du profil de quelques rivières. Mais nous n'avons pas jugé utile de descendre dans le détail, dans le cadre de cette étude de synthèse.

Les accroissements de pente sont marqués par un arc convexe et les diminutions par un arc concave sur les profils en long.

Nous avons découpé grossièrement le tracé du profil en long de la MEJERDAH et de ses affluents en sections présentant une certaine homogénéité de pente, et nous avons calculé pour ces sections les différentes pentes moyennes de la rivière.

Les mesures effectuées sont consignées dans le tableau ci-après.

Notre intention en dressant ce tableau est de donner une idée des valeurs des pentes matérialisées sur le graphique des profils en long. La plus forte pente ne dépasse pas 10 %. Elle est pourtant matérialisée sur le graphique des profils en long par une droite presque verticale.

Bien que grossier, le découpage proposé permet quelques remarques quant à la décroissance des pentes des Oueds MEJERDAH et SILIANA. Ainsi de JENDOUBA (altitude 142) à la sortie de la plaine (altitude 130 m), la pente de la rivière n'est que de 0,18 m par kilomètre sur une distance de 67 kilomètres. Elle s'accroît ensuite pendant la traversée du diapir de THIBAR, prenant une valeur moyenne de 0,8 m par kilomètre sur une distance de 85 kilomètres. De même, d'amont en aval du DJEBEL LACUDJ (altitude 140 m) la pente moyenne de l'Oued SILIANA passe de 3,2 m par kilomètre sur une distance de 62 kilomètres à 3,8 m par kilomètre jusqu'à sa confluence avec l'Oued MEJERDAH.

Ces deux exemples montrent bien, malgré un découpage grossier des profils en long, l'existence de ruptures de pentes dans le profil des Oueds MEJERDAH et SILIANA. Un examen plus détaillé des profils permettrait de relever sur tous les affluents de la MEJERDAH et sur la MEJERDAH elle-même de nombreuses ruptures de pentes.

TABLEAU 1.2.1.2.3 (3)
 VARIATIONS DE LA PENTE DES LITS DE LA MEJERDAH
 ET DE SES AFFLUENTS

RIVIERE	MEJERDAH	MESRIANA MELLEQUE	MDEÏNA TESSA	Oued EL'KEBIR RHEZALA-BOU HEURIMA	RHOUMEL-OUSAFA SILIANA
1ère partie					
Altitudes en m	1 150 à 950	1 450 à 1 060	1 000 à 590	800 à 400	1 150 à 950
Pente	100 m/km	15 m/km	16 m/km	40 m/km	20 m/km
2ème partie					
Altitudes en m	940 à 650	1 060 à 670	590 à 390	400 à 220	950 à 840
Pente	9,1 m/km	5,3 m/km	5,7 m/km	12 m/km	28 m/km
3ème partie					
Altitudes en m	650 à 192	670 à 425	390 à 170	220 à 190	840 à 492
Pente	5,6 m/km	3,4 m/km	4,1 m/km	3,5 m/km	10 m/km
4ème partie					
Altitudes en m	192 à 142	425 à 250	170 à 133	190 à 130	492 à 340
Pente	0,7 m/km	2,4 m/km	1,5 m/km	2,0 m/km	3,5 m/km
5ème partie					
Altitudes en m	142 à 130	250 à 142			340 à 140
Pente	0,18 m/km	2,3 m/km			3,2 m/km
6ème partie					
Altitudes en m	130 à 44	142 à 138			140 à 72
Pente	0,80 m/km	0,25 m/km			3,8 m/km
7ème partie					
Altitudes en m	44 à 0				
Pente	0,33 m/km				

Les facteurs qui peuvent influencer le tracé des profils en long sont nombreux, et la variation de l'un d'eux induit souvent celle des autres dans un sens bien déterminé. Parmi eux, on peut nommer : la lithologie, la pente, le volume des alluvions, le débit liquide et sa vitesse, la profondeur de la rivière, sa largeur et la rugosité de son lit. De ces facteurs, faute de mesures, nous n'avons que très peu de renseignements concernant le volume des alluvions fournies par les bassins versants, le calibre des alluvions et la rugosité des lits. Par contre, aux stations installées et exploitées par la D.R.E. et les organismes qui l'ont précédée, nous disposons d'un certain nombre de mesures de débit, de vitesse, de profondeur et de largeur.

D'ores et déjà, d'un point de vue très général, la faible courbure des profils en long semble être due à la conjonction de deux phénomènes : d'une part, le rétrécissement assez général des bassins versants de l'amont vers l'aval et, d'autre part, la nature du climat. Ces deux phénomènes tendent l'un et l'autre à provoquer une certaine carence dans la croissance des débits de l'amont vers l'aval. Le profil longitudinal d'une rivière est en effet d'autant plus concave vers le haut que le débit s'accroît plus vite. En outre, étant donné la faiblesse des débits d'étiage, le rôle joué par les crues paraît primordial. Enfin, il ne faudrait pas mésestimer le rôle joué par la lithologie et les structures géologiques qui conditionnent la répartition des pentes.

Ainsi, la plaine de la MEJERDAH entre GHARDIMAOU et BOU-SALEM, la plaine des ZOUARINES où l'Oued TESSA prend sa source, la plaine d'ES SBIKAH sillonnée par l'Oued MESKIANA, jouent-elles un rôle qui détermine le modèle du profil actuel des rivières qui les traversent.

1.2.1.3.3 Longueurs de la MEJERDAH et de ses affluents

Nous donnons ci-dessous un tableau des longueurs mesurées lors de l'établissement des profils en long :

MEJERDAH	484 km	MESKIANA-MELLEQUE	317 km
RHOUMEL-OUSAFSA-SILIANA	171 km	MESKIANA	112 km
RHOUMEL	14 km	MDEÏNA-TESSA	143 km
OUSAFSA	32 km	MDEÏNA	24 km

Oued EL KEBIR - RHEZALA - BOU-HEURIMA 64 km

RHEZALA 21 km

BOU-HEURIMA 30 km

A la confluence de l'Oued MELLEQUE et de l'Oued MEJERDAH, la MEJERDAH est longue de 204 km et le MELLEQUE de 317 km. De part sa longueur et la superficie de son bassin versant, l'Oued MELLEQUE est une rivière plus importante que l'Oued MEJERDAH. Il aurait dû logiquement donner son nom à la partie de la rivière qui lui fait suite jusqu'à la mer, si la MEJERDAH, par son débit liquide, ne surpassait pas largement celui du MELLEQUE. Si l'on additionne la longueur du MELLEQUE au confluent et celle de la partie de la MEJERDAH à l'aval du confluent, on trouve une longueur totale de 597 km.

1.2.1.3.4 Analyse du cours de l'Oued MEJERDAH

L'analyse des grandes artères fluviales du bassin de la MEJERDAH a consisté tout d'abord, pour chacune d'elles, à tracer sur les cartes topographiques à l'échelle 1/50 000^{ème}, la ligne de plus grande pente de la terrasse majeure du cours d'eau et à en établir le profil topographique à la même échelle. Le résultat obtenu pour les longueurs, et donc la pente, peut être différent de celui que fournit le lit de l'Oued actuel. Cette comparaison fournit un premier stock d'observations sur son évolution spatiale et temporelle.

Le profil de terrasse montre en différents points, des dénivellations brusques qui correspondent, par rapport au profil d'équilibre actuel du lit mineur, à des seuils ou à des passages obligatoires. Ces seuils peuvent s'expliquer par l'adjonction d'un affluent augmentant la compétence du cours d'eau, mais plus souvent par la présence d'un obstacle dû à l'existence de roches dures (argument géostrucural). Par ses sections convexes, ce même profil sert à identifier des atterrissements continentaux.

L'examen en plan de la disposition et de la ramification du réseau hydrographique montre des groupements de méandres en train plus ou moins réguliers. L'ampleur des boucles a tendance à s'amenuiser vers l'aval du fait peut-être de la diminution de la pente par accumulation de sédiments sur le seuil qui pourrait ainsi exercer son influence en amont.

Les observations en plan, comparées aux données géologiques du bassin versant, pour chacune des sections d'un Oued situé entre deux seuils topographiques, montrent leur orientation par rapport aux terrains traversés, les raisons structurales de leur implantation et leur mode de raccordement entre elles. C'est ainsi

qu'a pu être justifiée l'orientation de chaque unité hydrographique par rapport aux grandes unités géostratigraphiques qui composent l'ensemble du bassin. D'une manière analogue, il est apparu qu'un certain nombre de raccordements entre sections représentaient en fait, sur des emplacements de terrains incompetents ou de grandes directrices structurales, des captures d'un réseau hydrographique endoréique et local par le réseau hydrographique exoréique régional. L'explication doit en être recherchée dans un réajustement du profil d'équilibre des Oueds nécessité autant et peut-être plus par la déformation des terrains qu'ont engendré les phases d'une tectonique récente, que par l'agression érosive qu'ont provoqué parallèlement les oscillations du climat semi-aride de la TUNISIE.

L'Oued MEJERDAH prend sa source en ALGERIE, à la limite du front des nappes kabyles et des massifs telliens qu'elles chevauchent entre SOUK AHRAS et SEDRATA. Deux petits ruisseaux, issus du DJEBEL RAS EL ALIA, fusionnent pour donner naissance au collecteur proprement dit de la MEJERDAH. Tout au long de ses 484 km, cette rivière coule en suivant ou en traversant les régions géologiques majeures des confins nord algéro-tunisiens définis en zones structurales (voir le chapitre Géologie 1.2.3, la carte géologique et l'esquisse lithologique) :

- les nappes kabylo - kroumires,
- la fosse de la MEJERDAH
- la zone des diapirs. (*)

L'Oued débouche enfin à la mer par la traversée d'une large plaine côtière érigée sur les structures particulières de la région tunisoise (A. JAUZEAIN - 1971)

La MEJERDAH au front des nappes kabyles

L'implantation de l'Oued MEJERDAH, de sa source à GHARDIMAOU, reflète de façon remarquable la disposition du front des nappes kabyles chevauchant la bordure nord-est du panneau crétacé d'AIN BEIDA-GHARDIMAOU. L'avancée de la nappe des grès oligocènes des nappes kabyles replissant vigoureusement la couverture calcaire de ce panneau y a créé une série de petits synclinaux étroits et déformés, comblés par les sédiments marno-gréseux du Miocène. La rivière les emprunte en sautant de l'un à l'autre à la faveur de petits accidents transversaux. Jusque là, la pente de son lit traduit le caractère torrentiel de cette partie amont du bassin tout autant lié à sa situation climatique qu'à la nature des roches traversées. Après le franchissement du diapir salifère de SOUK AHRAS (trias), la MEJERDAH descend une série de petits biefs étagés, séparés par des seuils rocheux ou structuraux et disposés sur la ligne de suture des nappes et du panneau. Le cours de la rivière suit alors le contact des grès oligocènes avec les calcaires puis les alternances marneuses et marno-calcaires crétacées du vaste dôme anticlinal éventré du BERDAH. Il débouche dans la plaine de GHARDIMAOU en s'incrétant dans un accident structural oblique injecté de trias gypseux.

Tout au long de son trajet, l'Oued MEJERDAH recueille les eaux météoriques du bassin algérien. Les structures géologiques traversées ne paraissent guère favorables à une alimentation de nappes importantes par les pertes d'eau dans le lit de la rivière. En revanche, le lessivage des roches du trias du crétacé moyen et du Miocène apporte une certaine quantité de sels solubles que les hydrologues ont décelés dans les débits d'étiage à la station de GHARDIMAOU.

La fosse de la MEJERDAH

La plaine qui s'étend de GHARDIMAOU à Pont de TRAJAN constitue en elle-même une unité géologique structurale. Sa partie ouest est un synclinal curieusement calé entre le front des nappes gréseuses de KROUMIRIE et le rebord nord du panneau calcaire GHARDIMAOU-Le KEF. Son centre est une fosse disposée entre la zone des écailles de BEJA et ce même panneau. Son extrémité orientale est un synclinal dissymétrique adossé au diapir de THIBAR.

Comblée par la sédimentation marno-gréseuse du Miocène, sa surface actuelle est recouverte par les dépôts du Quaternaire dans lesquels la rivière creuse son lit. Celui-ci est caractérisé par trois points essentiels :

- une pente très faible d'une régularité quasi ininterrompue,
- des déviations latérales du cours,
- des méandres disposés en trains.

Les hydrologues ont constaté des pertes d'eau dans le lit de la rivière. La disposition des alluvions justifie par elle-même la répartition des nappes phréatiques de la vallée. La complexité des structures souterraines de la fosse motive l'existence de seuils hydrauliques alimentant des nappes profondes. L'étude du tracé de la MEJERDAH permet leur localisation.

* diapir : dôme provenant de la remontée d'une couche salifère plus ou moins plastique perçant les couches supérieures. En TUNISIE ces couches salifères datent généralement du trias.

A partir de GHARDIMAOU, l'Oued décrit un premier train de méandres et ne conflue qu'à CHEMIOU avec l'Oued RARAI axé dans la gouttière du synclinal. Cette particularité détermine les pertes d'eau constatées dans un lit au profit de l'autre (SERANDOUR-Note à paraître au B.I.R.H. - TUNIS 1972). CHEMIOU est un noeud de grandes failles créées par la percée du DJEBEL HAIRECH. Les collecteurs du MELAH et du MELIZ y confluent de façon singulière. Ce doit être aussi un seuil hydraulique comme doit l'être également l'alignement de la rivière à SIDI ABDEL MELEK.

Un autre seuil important, engendré par la proximité de l'HAIRECH, se situe peu après SIDI MESKINE. La MEJERDAH, repoussée au nord par l'épanouissement du remarquable cône alluvial de l'Oued MELLEQUE, va buter contre le piémont du DJEBEL REBIA en décrivant un deuxième train de méandres très serrés. Le seuil de SIDI MESKINE, tout comme le train de méandres du MELLEQUE traversant son cône, alimente d'une part, la nappe profonde de la fosse de JENDOUBA et la nappe phréatique qui affleure dans le marécage salé de BULLA REGIA. Au passage, le MELLEQUE capture la MEJERDAH ou du moins la repousse encore au nord pour contourner l'énorme cône alluvionnaire de l'Oued TESSA qui s'étend de SOUK-ES-SHET à BOU-SALEM. Ce dernier traverse son épannage en ligne droite et vient littéralement s'emboutir dans l'artère principale sans pour autant la dévier. En effet, la MEJERDAH circule désormais dans une gouttière étroite alignée contre le piémont de la plaine. C'est un passage obligatoire pour les eaux de surface et un collecteur souterrain pour les nappes que les apports du TESSA contribuent encore à saler.

La configuration de l'Oued BOU-HEURIMA révèle que son cours doit longer un accident de structure souterrain perpendiculaire à la vallée principale. Il s'emboutit également dans la MEJERDAH. Sa confluence, associée au franchissement du seuil de BOU-SALEM, engendre un troisième train de méandres qui se resserrent contre le butoir pliocène de MEDJEZ SCHRAF. Celui-ci constitue un barrage de fermeture pour le réservoir de la fosse centrale. Au-delà, la rivière coule dans le synclinal du Pont de TRAJAN et les méandres qu'elle décrit paraissent uniquement dus aux variations lithostratigraphiques de la géologie locale.

La zone des diapirs

L'étonnant coude au confluent de l'Oued ZARGA relate les vicissitudes du cours de la MEJERDAH lors de la traversée de la zone des diapirs partiellement oblitérée ici par les avancées géologiques de la zone des écailles de BEJA.

Ainsi, le relèvement au nord du synclinal de Pont de TRAJAN oblige la rivière à dévier brusquement pour franchir le diapir de THIBAR et ses bordures miocènes. De ce fait, le seuil hydraulique fixé dans le méandre de SIDI MOHAMMED ED DRIDI a retenu depuis longtemps l'attention des hydrogéologues comme site de barrage. Au-delà, un petit bief à pente faible caractérise l'enfoncement de la MEJERDAH dans une gorge étroite profondément incrustée dans les gypses massifs de la lame triasique de THIBAR. Au débouché du diapir, le KANTARET EL MELAH localise l'amorce d'un second bief à pente faible et régulière dans lequel l'Oued coule au contact des marnes schisteuses du monoclin alptien d'Oued ZARGA d'un côté et des alternances marno-gréseuses du Miocène de l'autre. Celles-ci expliquent le train de méandres lithostructuraux qu'elles déterminent. La déchirure structurale transverse d'Oued ZARGA-TESTOUR motive le coude spectaculaire que la MEJERDAH effectue pour aller s'installer dans la gouttière de MEDJEZ EL BAB et reprendre son cours dans le sens longitudinal des plis de l'Atlas. Elle coule directement sur les bancs rocheux du Miocène dont la disposition conditionne la forme en chevrons de son cours. Le site de barrage de SIDI SALEM est un palier rectiligne appuyé au diapir du DJEBEL BRIOUIGUE.

La structure géologique de la région ne favorise guère la création de nappes d'eau. S'il en existait une dans la plaine de Oued ZARGA, celle-ci serait prisonnière de la petite fosse qu'elle représente et ne pourrait alimenter la MEJERDAH que par une résurgence éventuelle au niveau du lit de l'Oued ZARGA. Par contre, la traversée des gypses du trias de THIBAR et des roches miocènes contribue dans une certaine mesure à saler les eaux de la rivière.

La gouttière de MEDJEZ EL BAB

De TESTOUR à TEBOURBA, la vallée de MEDJEZ EL BAB est une gouttière installée dans l'axe de la zone des diapirs. Ceux-ci, disposés de part et d'autre à SLOUGHIA, se confondent au niveau du massif d'EL ANSARINE. De plus, elle longe le front de l'accident T4 de A. JAUZEIN. Ces deux particularités laissent entrevoir la complexité structurale de la région et suggèrent l'existence d'accidents transversaux causés par des décalages et des torsions qui affectent le soubassement géologique. En cela, ils déterminent la répartition des alluvions et des nappes d'eau dans le même temps qu'ils expliquent le tracé du cours de la MEJERDAH. En effet, durant son trajet, la rivière est découpée en une série de petits biefs séparés entre eux par des portières structurales ou des seuils rocheux.

La dépression de TESTOUR se situe au croisement de l'accident T4 et de la déchirure transversale d'Oued ZARGA-TESTOUR. La MEJERDAH s'y jette en même temps que les Oueds SILIANA et KRALLIED. La boucle qu'elle décrit n'a pas d'autre explication que sa prépondérance sur les autres rivières autrefois plus importantes. Il s'ensuit un train de méandres dont l'enchevêtrement est dû à la présence du seuil structural de SLOUGHIA qui cependant ne modifie en rien la pente du lit de l'Oued. Par relèvement du plancher géologique, la MEJERDAH, qui n'entaillait que ses alluvions à TESTOUR, coule à même les marnes aptiennes en amont de SLOUGHIA, expliquant ainsi le confinement des nappes du bled RHENIMAH. Le bief se poursuit jusqu'aux boucles de SIDI RHEBIB qui n'ont d'autre rôle que celui d'amortir un saut rocheux dans les couches tendres du Miopliocène. Celui-ci est déterminé par la complexité structurale de la gouttière coincée entre l'accident T4 et

le diapir du DJEBEL MOURHA. Jusqu'au barrage d'EL AROUSSIA, la MEJERDAH coule désormais en marches d'escalier horizontales qu'elle parcourt en un seul train de méandres. Seules, les particularités de son dessin traduisent les passages d'une marche à l'autre. L'important accident transversal de l'Oued EL TOUAM a engendré la dénivellation de MEDJEZ EL BAB. La plaine alluviale s'élargit dans l'entonnoir de SMIDIA en amont de MEDJEZ EL BAB. En rive droite débouche l'Oued EL HAMAR provenant de la plaine du GOUBELLAT. Il s'agit d'une capture par érosion remontante, fixée sur l'accident transversal du Km 44. En rive gauche l'Oued BACHAR conflue curieusement à contre-courant du réseau régional. Au même endroit, la déviation du cours de l'artère centrale matérialise en surface les complications structurales profondes de GRICH EL OUED. Au-delà de ce seuil, les méandres de la MEJERDAH se resserrent et s'amenuisent jusqu'à la gorge des CHËNES créée par la proximité du pli diapir d'EL ANSARINE. Elle constitue l'exutoire des nappes superficielles de la gouttière de MEDJEZ EL BAB et un obstacle au passage des grandes crues. C'est pour cette raison qu'en 1969, l'Oued MEJERDAH a débordé sa moyenne terrasse depuis MEDJEZ jusqu'à BORDJ TOUM.

Pour la section de TEBOURBA jusqu'à la mer, nous renvoyons à l'ouvrage d'A. JAUZEIN : Les agents de la morphogénèse - 1° Les eaux courantes - Ecole Normale Supérieure 1971.

1.2.1.3.5 Analyse du cours de l'Oued MELLEQUE

L'Oued MELLEQUE prend sa source en ALGERIE, dans l'une des hautes plaines qui bordent le versant nord du massif des NEMENICHA, à proximité du bourg de KENCHELA. Cette rivière, issue d'un exutoire du CHOTT ES SBIKRA perché à 1065 m d'altitude, suit la direction SO-NE de l'Atlas algéro-tunisien et parcourt une distance de 317 km avant de confluer près de JENDOUBA, avec l'Oued MEJERDAH à 140 m d'altitude.

Dans le détail de son cours, le MELLEQUE est largement tributaire des structures géologiques très complexes de la bordure NO de l'Atlas. La moitié amont de l'Oued est le produit d'une anastomose de plusieurs cours d'eau autrefois indépendants, maintenant reliés entre eux par une série de connexions provoquées par l'érosion. Celles-ci ont été provoquées par l'implantation ancienne d'un réseau d'érosion autour de régions affectées de dislocations structurales ou de subsidence ayant entraîné un réajustement des niveaux de base locaux. D'où la multitude des petits biefs qui caractérise le tracé de pente de la rivière et que séparent des seuils lithostratigraphiques.

C'est qu'en effet, l'Oued MELLEQUE, après avoir parcouru une région régulièrement plissée dans les NEMENICHA, est contraint de traverser la jonction des grandes zones structurales tunisiennes que sont celles des diapirs et des fosses, adossées là au panneau crétacé de CLAIREFONTAINE-Le-KEF, avant de déboucher dans la fosse de la MEJERDAH ou l'Oued du même nom prend son relai jusqu'à la mer.

Descendant donc du haut plateau de SBIKRA, un premier collecteur s'enfoncé d'AÏN DALAA jusqu'à la MESKIANA, au cœur d'un ample dôme crétacé supérieur, largement éventré dans les alternances rocheuses plus tendres du Crétacé moyen. Durant ce premier trajet, il ne peut alimenter aucune nappe superficielle importante dans sa gouttière fluviale, étant donné la structure géologique locale. Au niveau de la MESKIANA, une grande fracture transversale a favorisé au nord la surélévation du dôme crétacé contre lequel l'Oued vient buter avant de s'y frayer un passage en position monoclinale. La présence de cet obstacle a créé une zone de sédimentation et de divagation en amont de la fracture et une zone marécageuse, probablement salée en profondeur, en aval et au contact des dépôts pliocènes qui comblent l'échancrure de la MESKIANA.

A partir de cet endroit, le parcours de l'Oued MELLEQUE est profondément influencé par la complexité des structures géologiques qu'apporte la présence des diapirs triasiques et des fossés subsidents transversaux qui, dans cette partie de l'Atlas, s'interpénètrent. La subsidence du fossé de MORSOTT a entraîné la formation d'une vague d'érosion remontante dans les roches tendres du Crétacé moyen, assurant la capture de l'Oued MESKIANA par les griffons ZEPARA et MELAH. A leur tour, ceux-ci ont été pris en compte par le collecteur du CHABRO de MORSOTT qui, implanté sur l'emplacement de failles transversales, assure l'écoulement des eaux dans le synclinal crétacé supérieur de CLAIREFONTAINE, repli formé par l'éjection du diapir de MESLOULA. Une telle disposition favorise la vidange des nappes superficielles, en partie salées, de la dépression de MORSOTT et le transport à plus longue distance des matériaux solides arrachés au dôme de MESKIANA.

Un accident oblique, prolongeant au NE le diapir de MESLOULA, a décalé la structure et les affleurements géologiques dans la région de KEBARIT. L'Oued du même nom qui le longe a capturé l'Oued CHABRO à la terminaison périclinale du Crétacé supérieur de CLAIREFONTAINE, créant un nouveau bief dans des couches du Crétacé moyen ravinées par l'érosion. Une nouvelle série d'accidents obliques a dévié le cours du MELLEQUE vers le fossé des Oueds BOU RHANEM en traversant de part en part les fractures du diapir de l'OUENZA. La rivière est donc venue atterrir dans la terminaison NO de la dépression où elle alimente des nappes plus ou moins salées, au volume limité en raison de la structure géologique du secteur. Une dernière capture de l'Oued a eu lieu par le collecteur du KSEUB qui draine le dôme crétacé inférieur du DJEBEL DEF, en position monoclinale d'abord, puis anticlinale conférant à son lit un certain tracé en baïonnette.

La complication structurale du complexe montagneux HARABA-SIATA, engendré par le diapirisme du DJEBEL BEN GASSEUR, a facilité le creusement d'un seuil sur la fracture bordière E du fossé des BOU RHANEM. C'est au point de confluence des Oueds MELLEQUE et SARRATH que se réalise le passage des eaux et des produits d'érosion de toute la partie E du bassin de ces rivières. L'artère principale poursuit son trajet dans un synclinal miocène déformé et cassé, en drainant toute la zone érodée du Crétacé moyen de TADJEROUINE. L'existence du diapir du KEF a provoqué la dislocation et le déplacement d'un bloc crétacé à son extrémité SO. Le MELLEQUE a alors emprunté la déchirure qui divise en écharpe l'alignement BEN GASSEUR-KEF, y créant

une gouttière alluviale assez ancienne, entourée d'un environnement érodé, dans laquelle la rivière s'écoule en dessinant de larges méandres fixés sur un seuil à l'extrémité nord du diapir du KEF. A cet endroit, le renversement de pendage des couches du Crétacé moyen a dévié le cours de l'Oued vers le coeur de l'anticlinal faillé du Crétacé inférieur des Oueds BOU HARTIZ.

Le prolongement de cette structure, compliquée d'accidents transversaux, sous le Miocène qui ceinture le bord sud de la fosse de la MEJERDAH, guide désormais la rivière vers son confluent à proximité de JENDOUBA. Son débouché est caractérisé par un énorme cône alluvial dont l'atterrissement a décalé vers le nord, à partir de SIDI MESKINE, l'alignement du collecteur de la plaine. C'est à travers ces alluvions que les eaux de l'Oued MELLEGUE continuent à alimenter pour une part importante, et plus ou moins salée, les nappes phréatiques déjà formées, dès GHARDIMAOU, dans les exutoires de la MEJERDAH et du RARAI.

1.2.1.3.6 Analyse du cours de l'Oued TESSA

1°) *Physionomie d'ensemble*

L'Oued TESSA prend sa source dans la région des hautes plaines de l'Atlas tunisien, sur la bordure Nord-Ouest de la zone géologique structurale des monts et des fossés. Il naît en tant que collecteur d'eau dans le marais des BOURBETTES, situé à 590 m d'altitude au creux de la plaine d'EBBA KSOUR-ZOUARINES. Se dirigeant vers le NNE puis le NO, il conflue avec l'Oued MEJERDAH dans la plaine du même nom à 133 m d'altitude après un parcours de 143 km.

Comme les grandes rivières de l'Atlas, le cours de l'Oued TESSA est caractérisé par un certain nombre d'anomalies d'établissement dont la cause doit être recherchée dans les structures géologiques particulières qu'il traverse.

Né dans la plaine des ZOUARINES, longeant un accident majeur à la limite NO de la zone des monts, la rivière franchit le KHANGUET EL AFRES au front d'un accident longitudinal majeur localisé au droit du DJEBEL LORBEUS. Longeant la trace de cet accident, il chemine d'un bord à l'autre de l'extrémité NO du fossé du SERS pour s'insérer dans la gorge du DJEBEL MAÏZA à la faveur du prolongement de la fracture précédente. Son cours, jusque là orienté au NNE, dévie brusquement vers le NO et va recouper toutes les structures de l'Atlas. Traversant la dépression synclinale de SIDI BOU ROUÏS, il emprunte une cassure transversale matérialisée par le défilé de SIDI HAMIDA et, toujours pour la même raison, coule dans la petite plaine de BIR TESSA puis dans la gorge du KHANGUET EL HAMRA. Pour un motif identique, il emprunte le grand vallon de SOUK EL DJEMAA-HAMMAM BLADE et débouche dans la plaine de la MEJERDAH par la gorge du KEF EN SOURA. Là, il conflue avec l'Oued MEJERDAH au gré des formes d'épanouissement de son cône de déjection.

Toutes considérations effectuées, une telle disposition résulte d'une série de captures successives opérées lors de la mise en place du relief actuel de l'Atlas. Partant du confluent, une première rivière a creusé la gorge du KEF EN SOURA : c'était l'Oued MELAH du DJEBEL NASSEUR ALLAH auquel se sont adjoint les Oueds ARKOU et M'RHASSEL. La création du KHANGUET EL HAMRA a permis à ce premier réseau de capturer l'Oued SOUANI provenant du BLED ZAFRANE à l'extrémité NE de la plaine du KEF. D'où la forme en baïonnette de l'Oued TESSA autour du DJEBEL NASSEUR ALLAH. De manière presque concomitante, l'Oued MELAH de la plaine de SIDI BOU ROUÏS s'est connecté à l'Oued SOUANI par la gorge de SIDI HAMIDA. Ainsi était créé un premier grand réseau qui constituait l'amorce de l'Oued TESSA actuel.

A partir de SIDI BOU ROUÏS, le cours amont de la rivière s'est construit de la même façon que l'Oued OUSSAFA l'a fait avec l'Oued SILIANA voisin. Un réseau dense d'érosion a attaqué le Mont d'EL AKOUAT, centré sur les Oueds DMAÏNE et HALLOUFA-MAZZER. Leurs alluvions sont venues combler la cuvette de SIDI BOU ROUÏS. L'érosion remontante a progressivement gagné le seuil de la plaine du SERS capturant ainsi l'Oued AMIR issu des montagnes d'ELLES-MAKTAR. Cette histoire est confirmée sur le terrain par l'existence du cône alluvial de SIDI BOU ROUÏS atterri sur les alluvions de la cuvette. Dans le même temps, l'Oued RAS EL AÏN, depuis la plaine des ZOUARINES, franchissant le KHANGUET EL AFRES au pied du DJEBEL LORBEUS, construisait un cône d'atterrissement à l'extrémité O du fossé du SERS, tandis que dans la plaine d'EBBA KSOUR, les Oueds IZID, LOUTTANI-KSOUR et SFAIA AÏN ES ZELLEZ faisaient de même dans cette dernière. Depuis, le surcreusement de tous les seuils du réseau aval, lui-même influencé par les variations du niveau de l'Oued MEJERDAH, a interconnecté tout le réseau amont, établissant l'Oued TESSA dans son tracé actuel.

2°) *Etude détaillée du profil en long de l'Oued*

a) *Section ZOUARINES-KHANGUET EL AFRES - AÏN BEIDA*

Le collecteur du TESSA débute à 590 m d'altitude aux BOURBETTES en tant que drain de la plaine des ZOUARINES, traverse le KHANGUET EL AFRES au pied S.E. du DJEBEL LORBEUS et débouche une première fois dans la plaine du SERS. C'est dire qu'il sert d'exutoire aux nappes de la dépression créées par les apports d'étiage des Oueds RAS EL AÏN, IZID LOUAAINI et SFAIA de la plaine d'EBBA KSOUR, celles-ci resurgissant tout le long du parcours et notamment à 563 m à la station des ZOUARINES. Par grandes crues, l'Oued transporte une charge solide provenant des sols du piémont. Cette charge solide s'est d'abord érigée en cône d'alluvions dès l'entrée dans la plaine du SERS, de la cote 530 à la cote 500-490, comblant ainsi l'angle ouest du fossé. La capture de cette section par l'Oued AMIR a entraîné un creusement du lit actuel dans l'Oued, dont les eaux continuent cependant à alimenter la nappe phréatique salée du BLED EL MERDJA.

b) Section AÏN BEIDA - Dépression de SIDI BOU ROÛÏS

A partir d'AÏN BEIDA, l'Oued TESSA coule en gorge le long du dôme crétacé d'EL AKOUAT au droit du DJEBEL MAÏZA et descend ainsi de 465 m à 390 m, soit de 75 m. En fait, la pente du lit de l'Oued s'accélère à partir de 460 m et surtout franchit une marche d'escalier assez nette à 440-430 m en raison de la capture signalée plus haut à cet endroit. La suite du cours légèrement convexe, donc non encore régularisée au sein des roches encaissantes, redevient plus horizontale et dénonce, à l'entrée de la dépression de SIDI BOU ROÛÏS, l'existence d'un cône d'atterrissement actuellement recreusé par la rivière. Mais son existence explique les débordements du TESSA dans la cuvette lors des grandes crues comme celle de 1969. Les matériaux solides transportés proviennent certes de l'Oued TESSA lui-même, mais également de ses affluents DINAÏNE et HALLOUFA-MAZZER qui, labourant le dôme d'EL AKOUAT, amènent à l'artère centrale les marnes et marno-calcaires du crétacé supérieur. La charge solide est donc surtout composée d'éléments fins. Les eaux, elles, proviennent en période d'étiage de la résurgence de la nappe salée du SEFS à AÏN BEIDA, et vont alimenter les nappes profondes de la plaine de SIDI BOU ROÛÏS. Les eaux de crue ne font que la traverser.

c) Section SIDI BOU ROÛÏS - SIDI HAMIDA

En fait, le cours du TESSA se comporte comme celui de l'Oued MELAH, drainant le bas fond de SIDI BOU ROÛÏS pour vidanger les nappes de la plaine par le seuil de SIDI HAMIDA. Le lit de la rivière n'est pas encore stabilisé (cf. Les débordements de la crue 1969), provoquant encore des dépôts d'alluvions fines au niveau du DOUAR OSMAN BEN AINARI. Les eaux qui franchissent le seuil de sortie sont celles du TESSA et celles de l'Oued MELAH qui draine les marécages de la dépression. Aussi une station hydrologique devrait-elle être installée dans la gorge de sortie.

d) Section SIDI HAMIDA - KHANGUET EL HAMRA

Sa pente est complètement régularisée malgré la confluence de l'Oued SOUANI, ce qui semble indiquer que ce tronçon du TESSA existe depuis suffisamment longtemps pour que la rivière ait adopté un équilibre presque parfait, d'une part, et d'autre part, qu'il n'existe sur son trajet aucun accident lithologique important. Une telle situation démontre aussi que la cluse du KHANGUET EL HAMRA est ancienne et creusée dans des roches tendres. Le lit de l'Oued est presque rectiligne, ce qui implique une faible contribution de l'Oued SOUANI en débits solide et liquide, vis-à-vis des apports du collecteur principal à la sortie de la plaine de BIR TESSA.

La charge solide est représentée en période de crue par les apports de l'Oued TESSA auxquels s'ajoutent ceux de l'Oued SOUANI qui récolte les marnes et marno-calcaires des montagnes du KEF et les sols de cette même région, constituant en éléments fins l'essentiel des alluvions transportées.

Il ne semble pas exister de nappe phréatique dans la plaine de BIR TESSA susceptible d'alimenter un débit d'étiage du TESSA à cet endroit.

e) Section KHANGUET EL HAMRA - KEF EN SOURA

Après le KHANGUET EL HAMRA, la rivière adopte un profil en baïonnette pour franchir un massif miocène et rejoindre le vallon de SOUK EL DJEMAA-HAMMAM BIADA avant de s'enfiler dans la gorge du KEF EN SOURA.

Le TESSA adopte d'abord la pente du cours de l'Oued M'RASSEL jusqu'à SIDI BOU ALI, puis accentue légèrement sa descente dans le vallon de SOUK EL DJEMAA-HAMMAM BIADA, marquant un léger ressaut sans doute lithologique à la cote 200, à moins qu'il ne s'agisse d'un ancien cône alluvionnaire très étalé des Oueds M'RASSEL et MELAH. La pente devient presque nulle avant la gorge du KEF EN SOURA.

En période de crue, les débits liquides et solides de l'Oued TESSA proviennent en majorité de la section précédente. Il s'y ajoute les alluvions argilo-gréseuses de l'Oued M'RASSEL. Peut-être, le débit liquide d'étiage alimente-t-il des nappes dans le vallon, mais situé dans une zone de fractures géologiques, l'eau doit descendre profondément. Le vallon est sec.

f) Section KEF-EN SOURA - Confluent TESSA - MEJERDAH

Il dévale rapidement le court glacis du piémont qui encadre la haute plaine de la MEJERDAH, et va à travers son cône d'alluvions confluer presque à angle droit avec la rivière du même nom. Cette situation traduit son jeune âge car, autrefois, l'Oued TESSA, construisant un très important éventail d'alluvions fines, confluaient à SOUK EL KHEMIS par les Oueds BOU ZID puis MELAH, rallongeant son lit en une multitude de méandres qui remontent loin dans la section précédente.

Les charges liquides et solides de la rivière sont ici exclusivement constituées par les apports cumulés de toutes les sections précédentes depuis la source. En période d'étiage, le TESSA doit contribuer puissamment à l'alimentation des nappes de la Haute Plaine.

1.2.1.3.7 Analyse du cours de l'Oued SILIANA

1°) *Physionomie d'ensemble*

L'Oued SILIANA prend sa source dans les Monts de l'Atlas tunisien, sur le plateau de MAKTAR à 840 m d'altitude, source du collecteur proprement dit. Il conflue à TESTOUR avec l'Oued MEJERDAH à la cote 80 m. La dénivelée générale est donc de 760 m pour un parcours de 171 km.

Le parcours de la rivière présente, dans son ensemble, un certain nombre d'anomalies qu'il est remarquable de signaler ici. Grosso modo, son tracé recoupe en travers toute la structure des Monts de TUNISIE sans jamais emprunter de vallée synclinale, sauf une partie de celle de GAFOUR, EL AROUSSA. Ce phénomène trouve sa cause dans les structures particulières de l'Atlas où l'existence d'accidents transversaux majeurs joue un rôle considérable dans le modelé du relief. Ainsi, l'Oued SILIANA descend du plateau de MAKTAR en suivant la gouttière d'EL KSCOUR créée le long de la grande faille de la dorsale au droit du coin du DJEBEL BELOUTA. Il entre alors dans le fossé transversal de SILIANA qu'il traverse en écharpe d'un bord à l'autre, au gré des structures géologiques locales. Le prolongement de la flexure NE du fossé, dans le Mont d'EL AKOUAT, lui permet de se faufiler transversalement encore dans ce vaste dôme anticlinal avant d'être dévié vers le synclinal dissymétrique de GAFOUR, qui le conduit vers le fossé transversal d'EL AROUSSA. Arrivé là, perpendiculairement à cette structure géologique profonde, il dessine un coude pour s'insinuer dans le cœur d'un dôme crétacé de direction NE. De là, par un coude, il rejoint un accident transversal au DJEBEL EN NATTAH d'où, par le cœur du même dôme crétacé précédemment creusé en combe, il va de façon très particulière confluer avec l'Oued MEJERDAH au sein d'un noeud complexe d'accidents géologiques.

En fait, le cours de l'Oued SILIANA, ainsi décrit, n'est que le produit d'une série de captures successives opérées par l'implantation d'un réseau dense d'érosion progressive au moment de l'établissement des structures géologiques tunisiennes et du relief qu'elles ont engendré.

C'est ainsi que le réseau hydrographique de la dépression de TESTOUR a capturé, par l'accident du DJEBEL EN NATTAH, le réseau de l'Oued R'MIL Oued MELAH (ex Oued BOU ARADA) qui se déversait autrefois dans le fossé d'EL AROUSSA. L'Oued SOUFINE, qui drainait le synclinal de GAFOUR et l'amorce de combe du Mont d'EL AKOUAT pour se jeter dans le même fossé, a été capturé par l'Oued R'MIL avant de prendre la prépondérance. L'accident transversal d'EL AKOUAT a permis à l'un des drains amont de l'Oued SOUFINE d'atteindre le fossé de SILIANA et de canaliser l'eau de tous les torrents qui, comme l'Oued MASSOUGE, provenait du synclinal d'ELLES ou les autres Oueds qui entaillaient le rebord des plateaux de MAKTAR et de ROBAA, se déversaient dans le fossé. De ce fait, il a pris la prépondérance sur l'Oued SOUFINE devenu alors son affluent. Le torrent qui, descendant par la gouttière d'EL KSCOUR après avoir récolté les eaux du plateau de MAKTAR et de la KESSERA, représentant un bassin de réception importante, a pris le pas sur l'Oued LAKHMES dont il n'était qu'un des affluents.

Ainsi, la conjugaison des structures géologiques et de la configuration des bassins versants modelés au gré de leur lithologie a-t-elle contribué par des captures successives au tracé de l'Oued SILIANA tel que nous le connaissons actuellement.

2°) *Etude détaillée du profil en long de l'Oued*a) *Section de l'Oued OUSSAFA*

Partant de 840 m d'altitude, il débouche dans la plaine de SILIANA à 470 m. De 840 m à 790 m puis à 760 m, l'Oued creuse son lit dans des alternances de marnes et de grès dominants, d'où une pente très accusée avec marches d'escalier à 820 m, 800 m et 770 m. La lithologie locale faisant apparaître progressivement une dominance de roches tendres, la pente bosselée au gré de bancs lithiques plus durs s'atténue avec de légères marches d'escalier à 630-610-580 m et 530 m. Les sédiments transportés sont avant tout des marnes de l'Eocène, des marnes et marnes calcaires du Crétacé et des galets de calcaires du Crétacé, éventuellement de grès oligocènes. DE 510 m à 460 m et de 510 m à 480 m la forme convexe du profil fait entrevoir l'existence de deux petits cônes alluvionnaires superposés construits lors de grandes crues, mais entièrement recrusés actuellement. Une station hydrologique existe à cet endroit.

b) *Section de la plaine de SILIANA*

Elle s'étage de 510 m à 360 m d'altitude, soit une dénivelée de 150 m. La pente s'affaiblit progressivement vers l'aval. Elle est hachée par deux marches d'escalier, l'une à 430-420 m à la traversée d'une barre de calcaire éocène effondrée dans le fossé, l'autre à 400-390 m lors du franchissement des grès oligocènes de SILIANA et dont le résultat est de favoriser, en ce dernier seuil, la création d'un grand méandre d'attente après le confluent de l'Oued MASSOUGE. A 380 m, l'Oued s'enfonce dans les marnes de l'Eocène. Les sédiments apportés à l'artère principale proviennent des marnes calcaires du Crétacé, des marnes du Paléocène et de l'Eocène. A partir de 360 m d'altitude, l'Oued SILIANA doit voir resurgir dans son cours le trop plein des nappes peu salées qui sont emprisonnées dans la structure du fossé. C'est à cet endroit qu'il conviendrait d'établir une station hydrologique.

c) *Section du Mont d'EL AKOUAT*

Lors de la traversée du dôme crétacé d'EL AKOUAT, la SILIANA descend de 360 m à 268 m. Toutefois, le profil de la rivière est coupé en trois tronçons par deux légères dénivellations provoquées par l'existence, dans les marno-calcaires du Sénonien qu'elle traverse, de petits bancs de calcaire tendre mais homogène, dont le résultat est de créer de grands méandres d'attente. Le réseau d'érosion, très dense et profondément implanté dans les marnes et marno-calcaires du Sénonien, alimente l'Oued en sédiments fins (et probablement en sels). Les galets qui traînent dans le lit mineur proviennent essentiellement des calcaires campaniens et éocènes de SILIANA transportés là lors des grandes crues au sein d'un débit solide peu abondant.

Une station hydrologique de contrôle des eaux pourrait être installée à proximité du KEF LAZREG après le confluent de l'Oued SOUFINE.

d) *Section du synclinal de GAFOUR*

L'Oued SILIANA, ici, longe l'extrémité nord occidentale du dôme crétacé d'EL AKOUAT et s'implante dans un synclinal dissymétrique tertiaire jusqu'au fossé d'EL AROUSSA. Il descend ainsi de 268 m à 165 m. Après avoir franchi la légère marche d'escalier du KEF LAZREG, la pente de la SILIANA est régulière et quelques variations mineures sont autant dues à un cours régularisé au sein de roches relativement tendres qu'à l'approche du fossé d'EL AROUSSA. Les grands méandres qui caractérisent le cours aval doivent leur existence à la traversée des grès et marnes oligocènes redressées. Ce sont des méandres lithostructuraux.

Tout le long de cette section, les apports solides à l'Oued sont fournis par les marnes et marno-calcaires du Sénonien du dôme d'EL AKOUAT et aussi par les sols du piémont quaternaire de GAFOUR. La composition chimique de la partie liquide risque d'être surchargée par les résurgences d'eaux provenues des couches triasiques du DJEBEL CHEID. Aussi, un contrôle de qualité des eaux est à préconiser au débouché dans le fossé d'EL AROUSSA (pont routier) car ce sont elles qui doivent alimenter les nappes profondes de cette dépression.

e) *Section d'EL AROUSSA à TESTOUR*

Elle s'étage de 165 m à 80 m, soit 85 m de dénivelée répartie en deux marches d'escalier.

L'Oued suit le fossé d'EL AROUSSA. C'est à 150 m que la SILIANA conflue avec l'Oued R'MIL autrefois prépondérant. Ce n'est pourtant qu'à 140 m, lors de la traversée des marno-calcaires et calcaires tendres des DJEBEL EL ASSOUD et IAOUJ, qu'une première marche d'escalier apparaît, étalée. Aucune résurgence issue des nappes du fossé n'a lieu, probablement en raison de sa structure profonde. Mais la présence voisine de couches gypseuses du Trias doit amener encore des sels à la rivière. Lors de la traversée transversale des marnes et marno-calcaires crétacés de l'anticlinal du RIHANE, la pente s'est à nouveau régularisée. Au coude du DJEBEL EN NAITAH, une nouvelle marche d'escalier, plus raide celle-ci, marque le changement de direction du cours d'eau vers la combe monoclinale du crétacé de TESTOUR. Le lit de l'Oued suit une pente légèrement convexe jusqu'au confluent avec l'Oued MEJERDAH, tous faits traduisant bien à la fois l'affluence de la SILIANA vers cette rivière et les conditions lithostructurales assez complexes du lieu de rencontre des deux Oueds. L'essentiel du transport solide tout le long de cette section semble constitué de produits fins correspondant à l'environnement. Aucune nappe ne semble exister ou, en tous cas, influencer sur le régime hydrologique de l'Oued SILIANA.

L'analyse détaillée de tous les affluents de la MEJERDAH serait fastidieuse et nous avons simplement voulu, en décrivant les trois des plus importants, donner un aperçu éclairant la formation complexe du réseau.

1.2.2 CLIMATOLOGIE

Nous utilisons dans le texte les observations faites à douze stations météorologiques dont dix sont situées sur le bassin (MEDJEZ EL BAB, THIBAR, ZAOUEM, JENDOURA, EL FEIDJA, TEBOURSOUK, LE KEF, BEJA, MAKTAR, THALA) et deux à proximité immédiate (AÏN DRAHAM et TUNIS-MANOUBIA).

La carte 1.2.2 (a) ci-après indique la situation géographique de ces stations, le tableau 1.2.2 (1) indique les coordonnées géographiques et les altitudes des postes.

Bien que nous n'ayons pas eu à notre disposition de renseignements concernant la partie algérienne du bassin, on voit que le nombre et la répartition des stations utilisées sont assez satisfaisants pour le but limité que nous nous fixons : Une esquisse à petite échelle des facteurs climatiques ayant une influence sur le régime hydraulique de la MEJERDAH.

TABLEAU 1.2.2. (1)

STATIONS	ALTIITUDE	LATITUDE Nord	LONGITUDE Est
TUNIS-MANOUBIA	66	36°47	10°12
MEDJEZ EL BAB	54	36°39	9°37
B E J A	234	36°43	9°12
THIBAR	365	36°32	9°06
ZACUEM	128	36°36	8°57
JENDOUBA	143	36°29	8°48
EL FEIDJA	700	36°30	8°18
AÏN DRAHAM	739	36°46	8°42
TEBOUSSOUK	410	36°27	9°15
LE KEF	665	36°16	8°42
MAKTAR	937	35°49	9°12
THALA	1 020	35°34	8°42

Les principaux paramètres climatiques ayant une influence sur les régimes hydrologiques sont: les températures, les pluies, l'humidité atmosphérique, l'évapotranspiration et le vent. L'étude des pluies, du fait de son importance en hydrologie, fera plus loin l'objet d'un chapitre spécial, seuls quelques résultats de cette étude sont utilisés ici.

Nous avons utilisé les très bonnes études réalisées par divers auteurs en ce qui concerne les autres éléments du climat. Toutefois, les données concernant la partie algérienne du bassin sont très peu nombreuses.

Notre but est de décrire brièvement le climat à une assez petite échelle (le nombre de stations météorologiques utilisables est d'ailleurs assez faible). Pour clore ce chapitre nous donnerons quelques indications sur les différents types de temps qui peuvent être observés sur le bassin de la MEJERDAH.

1.2.2.1 LES TEMPERATURES

La température moyenne annuelle dans un climat aussi variable que celui de la TUNISIE n'a pas grande signification. Plus intéressantes sont les informations concernant les températures extrêmes, les écarts journaliers de températures et les températures moyennes mensuelles (en rapport avec la pluie pour ces dernières).

1.2.2.1.1 Les températures maximales et minimales

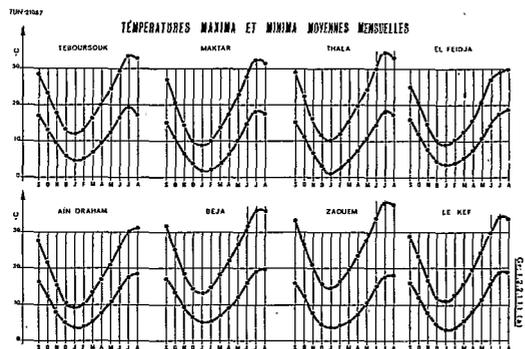
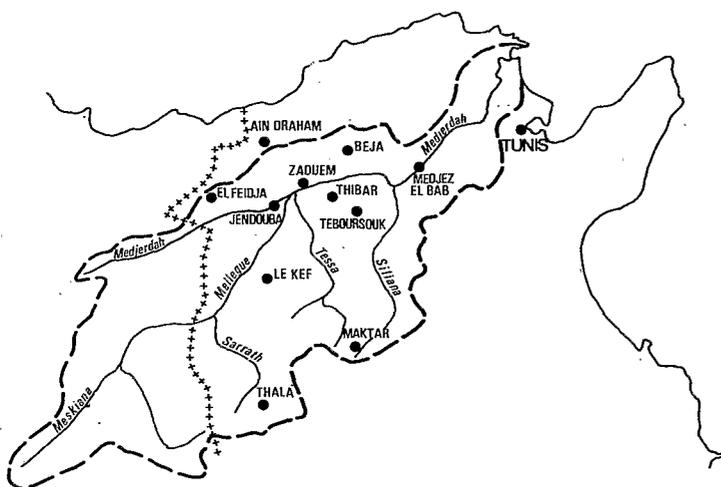
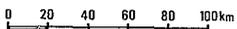
1.2.2.1.1.1 Maximums et minimums moyens

Le tableau 1.2.2.1.1.1 (1) ci-après récapitule les températures maximales et minimales moyennes mensuelles pour les douze stations météorologiques retenues. (Ces moyennes sont établies sur la période (1901-1950). Sur la figure 1.2.2.1.1.1 (a) nous avons tracé les courbes de variation des températures maximales et minimales moyennes mensuelles pour huit des stations.

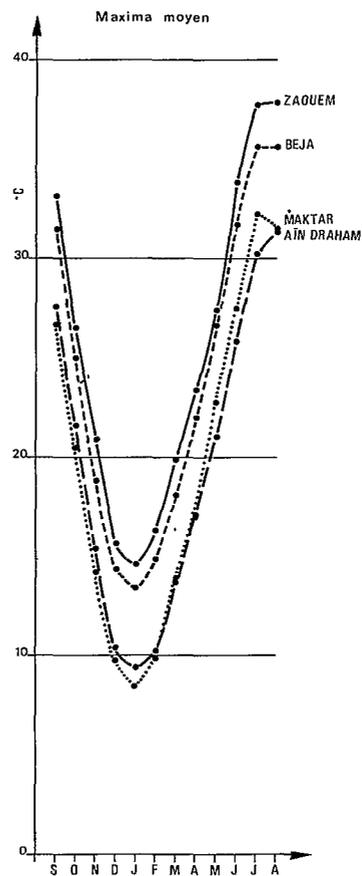
Gr: 1.2.2. (a)

BASSIN DE LA MEDJERDAH

Emplacement des stations météorologiques citées dans le texte



Gr: 1.2.2.1.1. (b)
 Comparaison des températures maxima et minima moyennes mensuelles à 4 stations du bassin de la MEDJERDAH



Pour toute l'étendue du bassin les températures maximales moyennes sont très élevées en Juillet et Août, ces deux mois présentant des moyennes identiques. Sauf à EL FEIDJA, on observe pendant ces deux mois des moyennes supérieures à 30°C. Dans la partie tunisienne du bassin, ce sont les plaines et la région de JENDOUBA et ZAOUEM qui sont les plus chaudes avec des maximums moyens compris entre 37°C et 38°C en Juillet-Août. Nous n'avons pas de renseignements précis sur la partie algérienne du bassin qui doit être aussi très chaude.

L'altitude diminue un peu les maximums mais pas de façon considérable. Les températures minimales moyennes peuvent être très basses, le mois le plus froid étant Janvier où tous les minimums descendent au-dessous de 6°C, à l'exception de celui de TUNIS.

Le tableau 1.2.2.1.1.1 (2), en annexe, indique le nombre de mois à chaque station où les températures maximales et minimales sont comprises dans les intervalles suivants : 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 40, (aucune n'est supérieure à 40°C). Il est remarquable que partout, sauf à TUNIS et à THIBAR, pendant six mois de l'année les minimums moyens sont inférieurs à 10°C.

Sur la figure 1.2.2.1.1.1 (b) nous avons comparé pour quatre stations (BEJA, ZAOUEM, AÏN DRAHAM et MAKTAR) les moyennes mensuelles des maximums et minimums; on peut constater que l'écart entre stations s'accroît très sensiblement pour les extrêmes en Janvier-Février -et dans une moindre mesure- en Juin-Juillet pour les minimums, en Décembre-Janvier-Février et Juin-Juillet pour les maximums.

Ces tableaux montrent que les températures maximales extrêmes sont très élevées partout, ayant même atteint 52°C à JENDOUBA, et que les températures minimales extrêmes sont basses puisqu'à l'exception de THIBAR il peut geler partout en Décembre-Janvier et Février. L'ensemble des minimums minimums est d'ailleurs assez bas même pendant les mois chauds. L'exception de THIBAR est peut-être due à un microclimat ou à un abri météorologique particulièrement abrités. Si l'on tient compte du fait que les températures minimales à la surface du sol sont généralement plus basses de 2 à 3° par rapport à celles mesurées sous abri, on constate qu'il y a presque partout six à huit mois où une gelée peut se produire.

Pour la partie algérienne du bassin, il en est sans doute de même avec un climat encore plus continental.

1.2.2.1.2 Les amplitudes thermiques

1.2.2.1.2.1 Amplitude thermique annuelle

Nous reproduisons ci-après une carte représentant l'amplitude thermique annuelle moyenne 1.2.2.1.2.1 (a) (écart entre la température moyenne du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid) et une carte représentant l'indice de continentalité de GORCZINSKY 1.2.2.1.2.1 (b). Cet indice s'exprime par la formule :

$$C = \frac{1,3 A}{\sin \phi} - 36,3$$

ϕ étant la latitude du lieu

A la différence entre la moyenne des maximums du mois le plus chaud et la moyenne des minimums du mois le plus froid.

(Ces cartes dressées par BORTOLI sont extraites des Annales de l'I.N.R.A.T. à TUNIS). L'amplitude moyenne annuelle varie pratiquement entre 15°C et 20°C.

L'indice de GORCZINSKY, dont les bornes sont 0 (MADERE) et 100 (VERKHOIANSK), varie dans le bassin de la MEJERDAH de moins de 15 à plus de 40.

1.2.2.1.2.2 Amplitudes thermiques mensuelles moyennes

Le tableau 1.2.2.1.2.2 (1) récapitule les amplitudes thermiques moyennes mensuelles aux douze postes utilisés, ces amplitudes étant représentées sur le graphique 1.2.2.1.2.2 (a). On constate qu'elles sont maximales dans la plaine de JENDOUBA, ZAOUEM, pouvant dépasser 20°C en Juillet. Les amplitudes de l'été sont fortement réduites par la proximité de la mer (TUNIS) ou par l'altitude et une forte humidité (AÏN DRAHAM, EL FEIDJA). Les amplitudes thermiques sont probablement fortes dans la partie algérienne du bassin et assez analogues à celles de THALA, LE KEF ou JENDOUBA suivant les situations topographiques.

TABLEAU 1.2.2.1.1.1 (1)
TEMPERATURES MAXIMALES ET MINIMALES MOYENNES MENSUELLES EN °C

STATIONS	Septembre		Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Février	
	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m
AÏN DRAHAM	27,6	16,5	21,6	12,6	15,4	8,4	10,4	5,1	9,4	3,9	10,2	4,0
EL FEIDJA	24,6	15,8	20,5	12,1	14,6	7,9	10,6	4,6	9,0	3,5	10,2	3,7
B E J A	31,6	17,3	25,0	13,5	18,8	9,5	14,3	6,5	13,4	5,2	14,9	5,3
MEDJEZ EL BAB	30,5	18,3	25,6	14,1	19,5	9,7	15,2	6,4	14,0	5,0	15,6	5,5
TUNIS - MANOUBIA	30,4	18,7	25,1	15,0	20,2	10,3	15,8	6,8	14,4	6,4	15,9	6,8
JENDOUBA	33,1	16,8	26,3	12,8	20,0	8,3	15,3	5,1	14,4	3,8	15,7	4,7
ZAOUEM	33,1	16,0	26,5	12,2	20,9	7,9	15,6	4,8	14,6	3,8	16,3	4,3
THIBAR	31,0	18,3	24,4	14,3	18,7	10,6	14,1	6,9	12,9	5,7	13,9	5,8
TEBOUSSOUK	28,5	17,2	23,5	13,5	18,0	9,8	13,3	6,1	11,9	4,9	13,0	5,1
LE KEF	29,0	16,1	23,3	12,1	16,9	7,7	12,4	4,4	11,2	3,1	12,7	3,7
MAKTAR	26,7	15,1	20,5	11,3	14,2	6,8	9,7	3,8	8,5	1,7	9,9	1,9
THALA	28,7	15,0	22,0	11,0	16,2	6,9	11,5	3,3	10,1	1,8	12,0	2,5

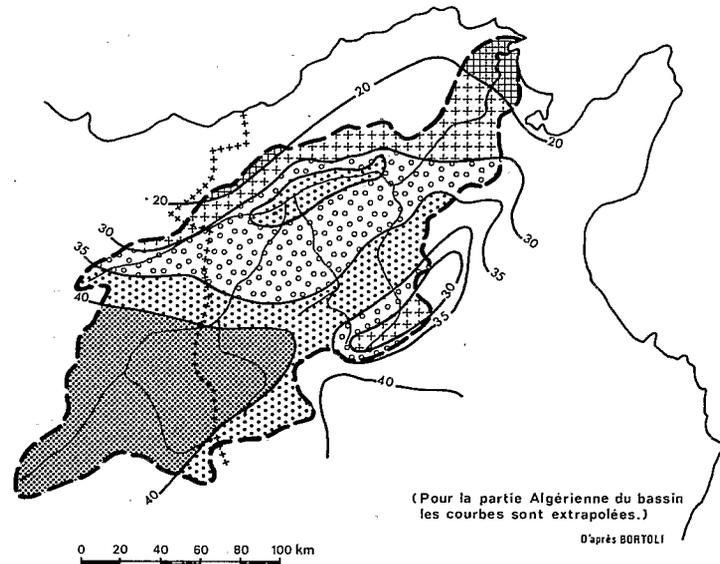
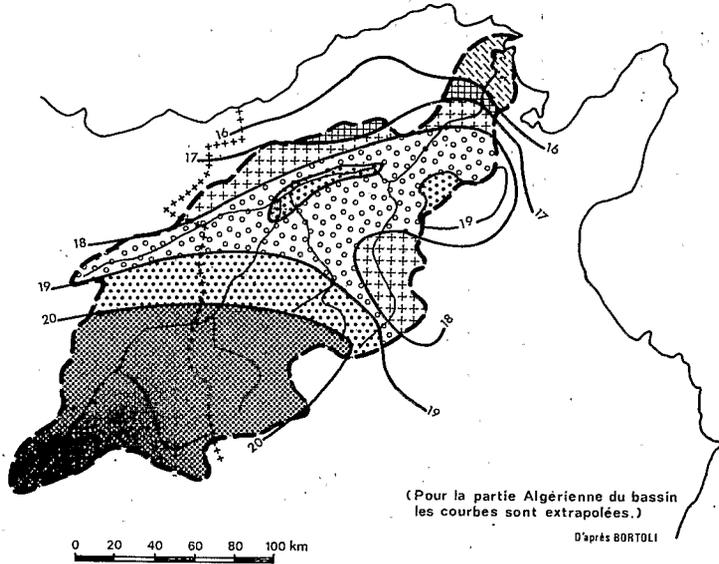
TABLEAU 1.2.2.1.1.1 (1) (suite)
TEMPERATURES MAXIMALES ET MINIMALES MOYENNES MENSUELLES EN °C

STATIONS	Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août	
	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m
AÏN DRAHAM	13,7	5,8	17,1	7,9	21,0	11,0	25,8	14,6	30,2	17,7	31,3	18,6
EL FEIDJA	12,9	5,1	15,9	7,2	20,2	10,7	26,9	14,4	29,1	17,5	29,5	18,6
B E J A	18,1	6,9	22,0	9,3	26,6	12,1	31,7	16,3	35,6	19,1	35,6	19,7
MEDJEZ EL BAB	18,9	6,9	22,5	9,2	26,5	12,8	33,5	17,0	34,9	18,8	34,1	19,1
TUNIS - MANOUBIA	18,1	8,2	20,9	10,3	24,5	13,5	29,0	17,5	32,2	19,9	32,6	20,3
JENDOUBA	18,9	6,0	22,6	8,1	27,2	10,7	32,4	15,5	37,4	18,3	37,3	18,8
ZAOUEM	19,9	5,5	23,4	7,2	27,4	10,8	33,8	15,2	37,7	17,5	37,8	18,0
THIBAR	17,1	7,3	20,5	9,7	25,5	12,9	31,2	17,1	35,2	19,9	35,4	20,6
TEBOUSSOUK	16,3	6,9	19,6	9,8	24,2	12,1	29,4	16,3	33,4	19,1	32,7	17,3
LE KEF	16,0	5,6	19,6	8,2	24,1	11,4	29,6	15,8	34,1	18,9	33,6	18,9
MAKTAR	13,8	3,7	17,0	6,2	22,8	10,1	27,5	14,6	32,2	17,9	31,4	17,5
THALA	15,4	4,5	19,5	7,2	24,2	10,4	29,8	14,4	34,4	17,8	32,7	17,1

BASSIN DE LA MEDJERDAH
AMPLITUDE THERMIQUE ANNUELLE

BASSIN DE LA MEDJERDAH
INDICE DE CONTINENTALITE
DE GORSZINSKY (modifié)

$$C = \frac{1,3 A}{\text{Sin } \varphi} - 36,3$$



-LEGENDE-

> 20°C	19 à 20°C
18 à 19°C	17 à 18°C
16 à 17°C	< 16°C

-LEGENDE-

> 40	35 à 40
30 à 35	20 à 30
< 20	

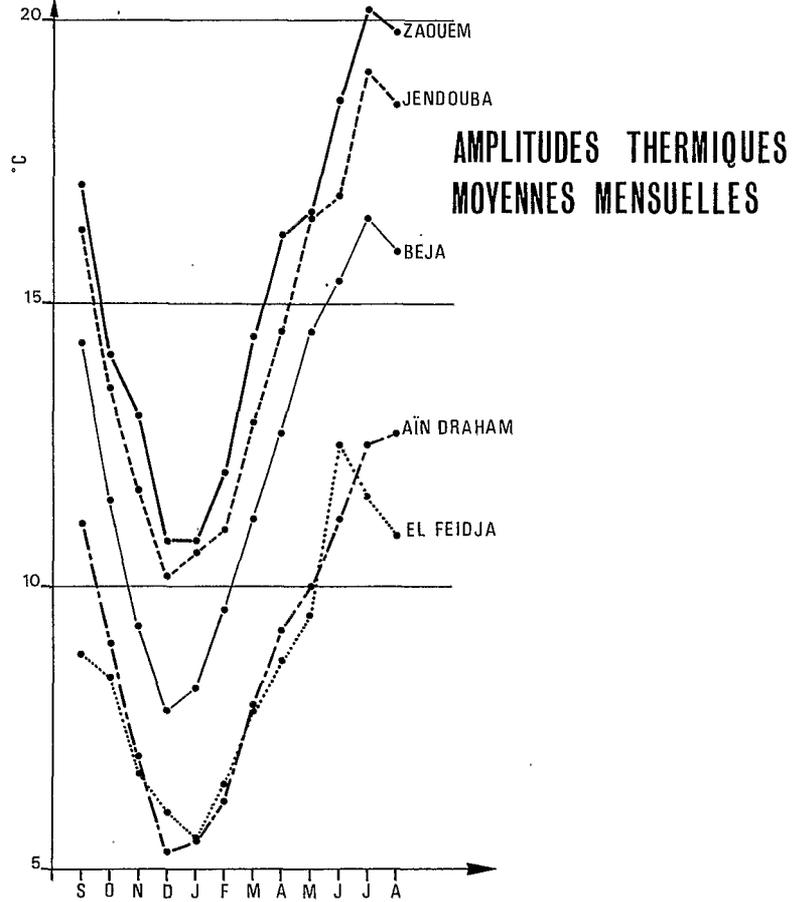
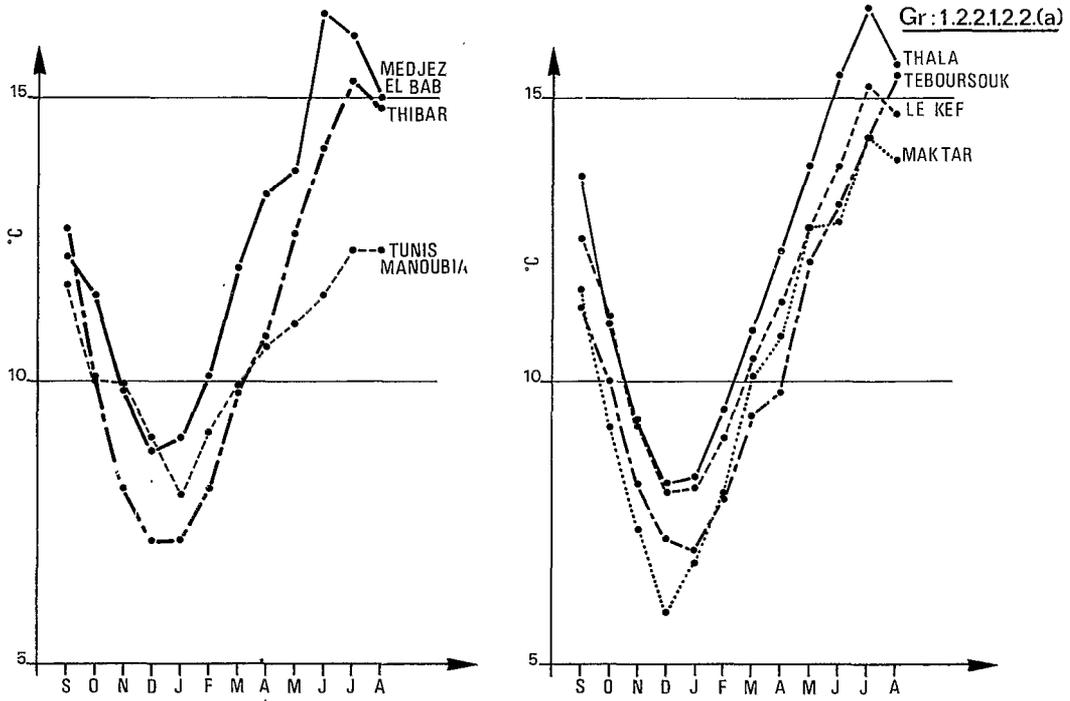


TABLEAU 1.2.2.1.1.1. (2)

NOMBRE DE MOIS OÙ LES MOYENNES MENSUELLES DES TEMPERATURES MAXIMALES ET MINIMALES SONT COMPRISES DANS LES INTERVALLES 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 40

S T A T I O N S	0 ≤ T ≤ 10		10 ≤ T ≤ 20		20 ≤ T ≤ 30		30 ≤ T ≤ 40	
	\bar{M}	\bar{m}	\bar{M}	\bar{m}	\bar{M}	\bar{m}	\bar{M}	\bar{m}
TUNIS MANOUBIA	0	4	4	7	5	1	3	0
MEDJEZ EL BAB	0	6	5	6	3	0	4	0
BEJA	0	6	5	6	3	0	4	0
ZAOUEM	0	6	4	6	4	0	4	0
JENDOUBA	0	6	4	6	4	0	4	0
AÏN DRAHAM	1	6	5	6	4	0	2	0
EL FEIDJA	1	6	5	6	6	0	0	0
THIBAR	0	5	5	6	3	1	4	0
TEBOUSSOUK	0	6	6	6	4	0	2	0
MAKTAR	3	6	3	6	4	0	2	0
LE KEF	0	6	6	6	4	0	2	0
THALA	0	6	6	6	4	0	2	0

TABLEAU 1.2.2.1.1.1. (2)

MAXIMUMS MAXIMORUM

STATIONS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
TUNIS MANOUBIA	44	40	32	27	25	29	33	40	40	43	48	47
MEDJEZ EL BAB	47,0	39,0	32,0	24,2	28,4	29,0	34,4	38,0	43,0	45,0	49,0	48,0
BEJA	45,0	39,6	33,0	24,0	26,0	27,0	30,6	40,0	41,0	45,6	48,0	49,0
ZAOUEM	45,0	41,0	33,0	28,0	25,0	31,0	33,0	36,0	44,0	48,0	48,0	49,0
JENDOUBA	47,0	40,0	34,0	28,0	25,0	27,0	34,0	38,0	44,0	49,0	50,0	52,0
AÏN DRAHAM	41,0	39,0	28,0	26,0	19,0	24,0	27,0	32,0	35,0	42,0	43,0	43,0
EL FEIDJA	39,0	30,0	29,0	22,0	21,0	24,0	27,0	32,0	34,0	38,0	42,0	49,0
THIBAR	37,0	30,5	23,0	19,0	16,0	19,0	24,0	27,0	35,0	39,0	42,0	42,5
TEBOUSSOUK	44,0	36,0	31,0	25,0	26,0	28,0	32,0	35,0	40,0	43,0	48,0	46,0
MAKTAR	39,0	32,0	28,0	29,0	19,0	27,0	31,0	33,0	41,0	44,0	45,0	44,0
LE KEF	44,0	40,0	34,0	27,0	23,0	30,0	30,1	33,0	38,0	45,0	45,0	45,0
THALA	46,0	39,0	31,0	27,0	27,0	28,0	35,0	34,0	39,0	46,0	48,0	50,0

TABLEAU 1.2.2.1.1.2. (2)

MINIMUMS MINIMORUM

STATIONS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
TUNIS MANOUBIA	11,0	7,0	1,0	-1,0	-1,0	0,0	1,0	3,0	6,0	9,0	10,0	11,0
MEDJEZ EL BAB	8,0	5,0	0,0	-3,0	-2,0	-3,8	-3,0	1,0	2,2	8,8	12,0	10,0
BEJA	6,0	5,0	0,2	-2,0	-5,0	-6,0	-1,5	0,0	3,0	8,0	10,0	11,0
AÏN DRAHAM	9,0	4,0	-1,0	-5,0	-4,0	-5,0	-2,0	0,0	2,0	7,0	9,0	11,0
EL FEIDJA	6,0	4,0	1,0	-2,5	-2,0	-4,0	-1,0	0,0	0,0	6,0	7,0	10,0
THIBAR	12,0	9,0	4,0	1,0	0,0	1,0	2,0	4,0	6,5	12,0	14,5	15,0
TEBOUSSOUK	9,0	5,0	0,0	-3,0	-1,0	3,0	0,0	1,5	4,0	9,0	8,5	11,0
MAKTAR	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-7,0	-6,0	-4,0	-4,0	-1,0	5,0	10,0	9,0
LE KEF	8,0	3,0	-3,0	-5,0	-5,0	-7,0	-2,7	-1,0	0,0	7,0	10,0	12,0
THALA	5,0	0,0	-3,0	-7,0	-9,0	-7,0	-5,0	-2,0	-1,0	5,0	7,0	5,0
ZAOUEM	8,0	2,0	-1,0	-5,0	-4,0	-5,0	-3,0	-5,0	0,0	7,0	8,0	8,0
JENDOUBA	7,0	4,0	-1,0	-6,0	-3,0	-4,0	-3,0	1,0	2,0	8,0	11,0	11,0

TABLEAU 1.2.2.1.2.2 (1)
AMPLITUDES THERMIQUES MOYENNES MENSUELLES

STATIONS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
AÏN DRAHAM	11,1	9,0	7,0	5,3	5,5	6,2	7,9	9,2	10,0	11,2	12,5	12,7
EL FEIDJA	8,8	8,4	6,7	6,0	5,5	6,5	7,8	8,7	9,5	12,5	11,6	10,9
BEJA	14,3	11,5	9,3	7,8	8,2	9,6	11,2	12,7	14,5	15,4	16,5	15,9
MEDJEZ EL BAB	12,2	11,5	9,8	8,8	9,0	10,1	12,0	13,3	13,7	16,5	16,1	15,0
TUNIS MANOUBIA	11,7	10,1	9,9	9,0	8,0	9,1	9,9	10,6	11,0	11,5	12,3	12,3
JENDOUBA	16,3	13,5	11,7	10,2	10,6	11,0	12,9	14,5	16,5	16,9	19,1	18,5
ZAOUEM	17,1	14,3	13,0	10,8	10,8	12,0	14,4	16,2	16,6	18,6	20,2	19,8
THIBAR	12,7	10,1	8,1	7,2	7,2	8,1	9,8	10,8	12,6	14,1	15,3	14,8
TEBOUSSOUK	11,3	10,0	8,2	7,2	7,0	7,9	9,4	9,8	12,1	13,1	14,3	15,4
LE KEF	12,5	11,2	9,2	8,0	8,1	9,0	10,4	11,4	12,7	13,8	15,2	14,7
MAKTAR	11,6	9,2	7,4	5,9	6,8	8,0	10,1	10,8	12,7	12,9	14,3	13,9
THALA	13,6	11,0	9,3	8,2	8,3	9,5	10,9	12,3	13,8	15,4	16,6	15,6

1.2.2.1.3 Températures moyennes mensuelles et Pluies moyennes mensuelles

On peut rapprocher les températures moyennes mensuelles des pluies moyennes mensuelles en utilisant le système de représentation de PEGUY. Les climogrammes ainsi obtenus caractérisent dans une certaine mesure le climat. On pourrait certes avancer des objections : la pluie moyenne n'est presque jamais celle qui tombe, la moyenne et le mode (valeur la plus fréquente) étant différents, la température moyenne n'est pas celle que l'on observe le mois où tombe la pluie moyenne et il conviendrait d'étudier une corrélation éventuelle entre pluie mensuelle et température moyenne mensuelle etc...

Cependant, ces climogrammes tels qu'ils sont permettent une différenciation des climats assez nette qui doit être précisée par les autres facteurs. On porte en abscisses les températures moyennes mensuelles et en ordonnées les pluies moyennes mensuelles, chaque mois est ainsi représenté par un point. La surface du diagramme est divisée en six zones correspondant aux dénominations suivantes :

- Mois "aride" A
- Mois "tropical sec" T
- Mois "tropical humide" TH
- Mois "tempéré" O
- Mois "froid" F
- Mois "glacial" G

La zone "aride" du diagramme correspond assez bien à un indice d'aridité de de MARTONNE :

$$\left(\frac{12 \bar{P}}{T+10} \right) \text{ inférieur à } 15.$$

Les climogrammes représentés ainsi sur les figures 1.2.2.1.3 (a, c, d, g, h, i, j, k en annexe) ont été tracés pour les douze stations déjà envisagées.

Ces climogrammes traduisent bien la variabilité des facteurs climatiques sur le bassin. Dans le tableau 1.2.2.1.3 (1) on a récapitulé pour chaque station le nombre de mois de chaque type. AÏN DRAHAM est la station où le climat est le plus contrasté puisque l'on a un mois "tropical sec" (ou du moins à la limite), cinq mois "froids", trois mois "tempérés" et trois mois "arides". La basse vallée se caractérise par un climat aride pendant une bonne partie de l'année (six mois "arides" à MEDJEZ EL BAB et à TUNIS-MANOUBIA). Toutefois cette aridité est tempérée comme nous le verrons plus loin par une humidité atmosphérique assez importante. L'examen des graphiques fait apparaître également la prédominance moyenne des pluies d'automne et d'hiver à TUNIS, AÏN DRAHAM, EL FEIDJA, TEBOURSOUK, THIBAR et ZAOUEM encore dans une certaine mesure, la différence s'estompant beaucoup pour les autres stations, s'inversant même pour THALA. Par ailleurs pour les stations méridionales on constate que, sauf pour Juillet et Août, la différenciation entre mois se fait surtout par les températures plus que par les pluies moyennes qui changent assez peu. Nous verrons dans l'étude pluviométrique qu'il n'en est pas de même si l'on considère les totaux mensuels médians de pluie, l'amplitude de variation des totaux pluviométriques différant nettement d'un mois à l'autre.

A l'échelle journalière, il ressort des études de BORIOLI qu'en hiver le temps est chaud et sec ou froid et humide, alors qu'en été les temps les plus chauds correspondent aux possibilités de pluie.

TABLEAU 1.2.2.1.3 (1)

REPARTITION DES DIFFERENTS TYPES DE MOIS
A DOUZE STATIONS DU BASSIN DE LA MEJERDAH (ou proches)

STATIONS	G	F	O	A	T	TH
TUNIS-MANOUBIA			6	6		
MEDJEZ EL BAB			6	6		
BEJA			8	4		
ZAOUEM			8	4		
JENDOUBA			8	4		
AÏN DRAHAM		5	3°	3	1°	
EL FEIDJA		4	5	3		
THIBAR			8	4		
TEBOUSSOUK			7	5		
MAKTAR			9	3		
LE KEF			8	4		
THALA			8	4		

G : Mois glacial (T - 5°C)

F : Mois froid

O : Mois tempéré

A : Mois aride

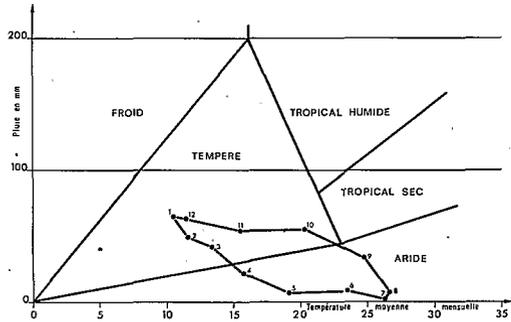
T : Mois tropical

TH : Mois tropical humide

° : Pour AÏN DRAHAM le mois de Septembre se trouve en fait sur la ligne de séparation des mois tropicaux secs et des mois tempérés.

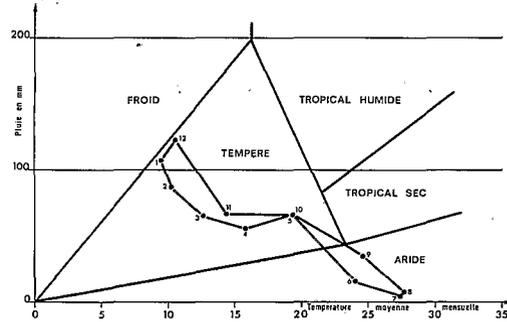
TUNIS MANOUBIA
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (a)



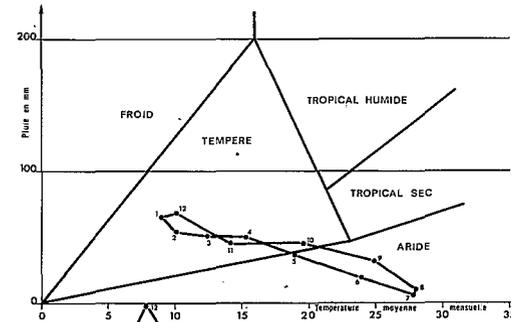
BEJA
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (c)



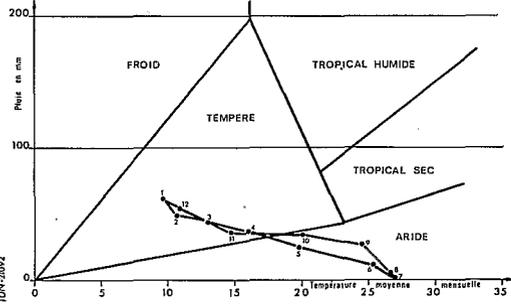
JENDOUBA
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (e)



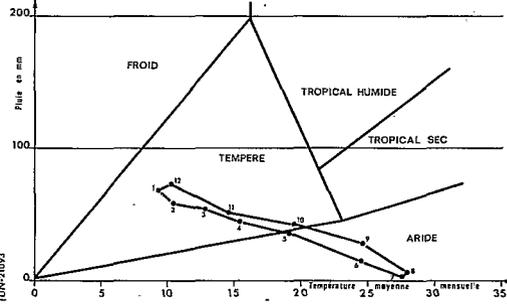
MEDJEZ EL BAB
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (b)



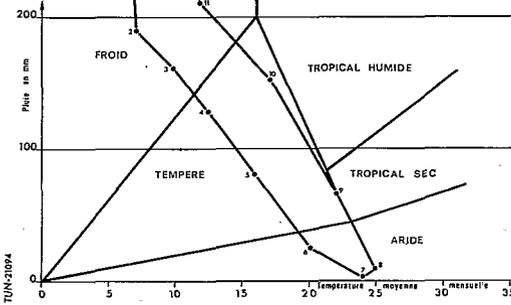
ZAOUEM
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (d)



AIN DRAHAM
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (f)



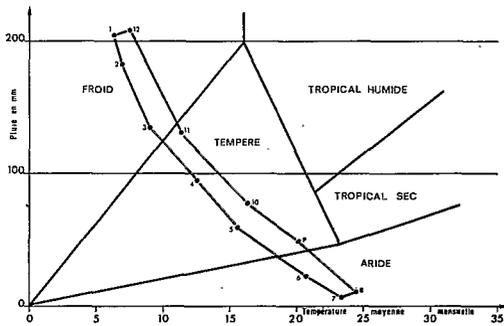
TUN-20092

TUN-20093

TUN-20094

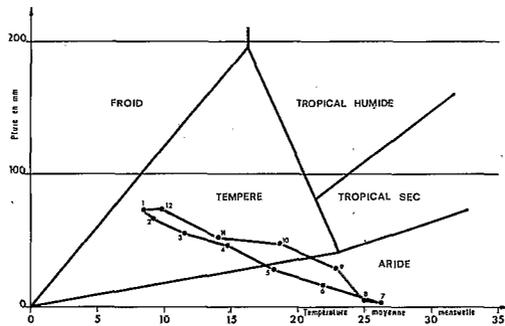
EL FEIDJA
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (g)



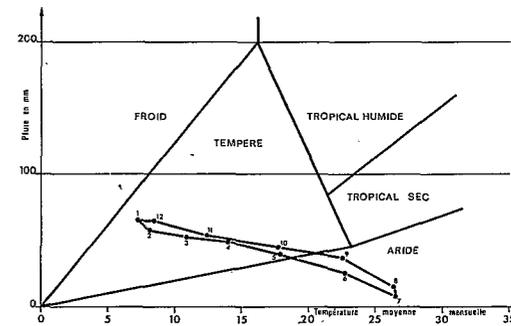
TEBOUSSOUK
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (i)



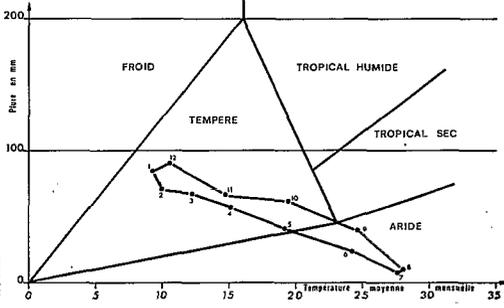
LE KEF
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (k)



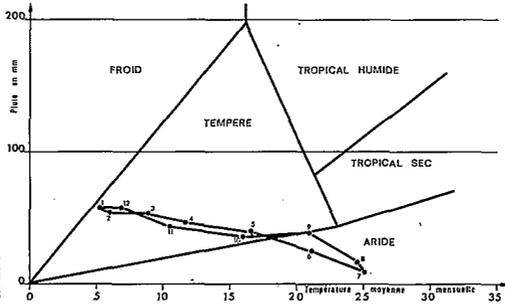
THIBAR
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (h)



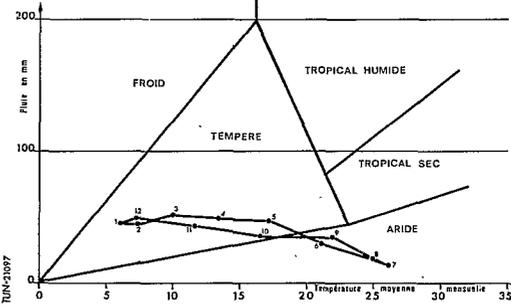
MAKTAR
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (j)



THALA
CLIMOGRAMME

Gr: 1.2.2.1.3 (l)



TUN-20093

TUN-20096

TUN-20097

1.2.2.2 HUMIDITE ATMOSPHERIQUE MOYENNE

Ce paramètre peut être exprimé de deux façons différentes : soit par la teneur absolue en vapeur d'eau de l'atmosphère, soit par l'humidité relative (par rapport à l'état de saturation).

L'humidité relative est une notion particulière puisqu'elle correspond à une possibilité d'évaporation tant que la saturation n'est pas atteinte. Elle correspondra en particulier à une impression de confort ou d'inconfort suivant le cas, aussi bien pour l'homme que pour les animaux et même pour les plantes. Du point de vue de la physique de l'atmosphère, la teneur absolue en vapeur d'eau est une notion plus intéressante en la comparant aux températures. L'amplitude thermique journalière par exemple est liée à la teneur absolue en vapeur d'eau de l'air, les écarts possibles étant d'autant plus grands que l'air est plus sec.

Malheureusement, les données sûres sont relativement peu nombreuses dans le bassin de la MEJERDAH. Nous reproduisons ci-après un tableau 1.2.2.2 (1) extrait de "Climatologie et Bioclimatologie de la TUNISIE Septentrionale" (déjà citées plus haut) donnant les humidités relatives moyennes mensuelles à 6 h, 12 h et 18 h ainsi que la moyenne de ces trois observations à AÏN DRAHAM, JENDOUBA, BEJA et TEBOURSOUK.

TABLEAU 1.2.2.2 (1)
HUMIDITE RELATIVE DE L'AIR EN %

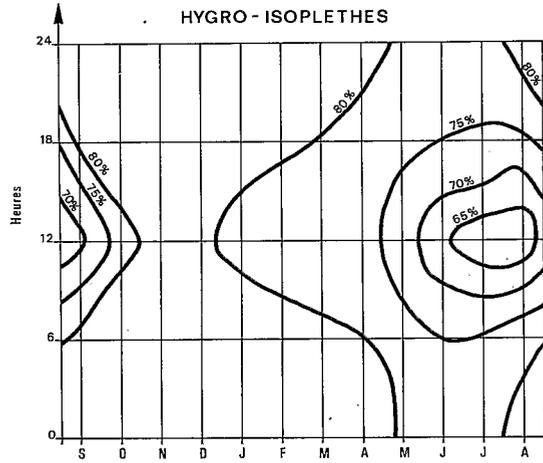
STATIONS		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
AÏN DRAHAM	6 000	82	89	88	84	87	83	82	80	78	79	76	78	81
	12 000	69	78	82	81	77	72	73	77	72	66	61	61	72
	18 000	81	88	89	86	83	87	80	78	77	75	78	73	81
	Moyenne	77	85	80	84	82	81	78	78	70	72	72	71	78
JENDOUBA	6	79	87	89	88	87	87	89	89	83	72	64	67	82
	12	39	54	63	66	66	60	58	57	47	37	31	31	51
	18	53	69	80	82	80	74	71	69	60	52	39	39	64
	Moyenne	57	70	77	79	78	74	73	72	63	54	45	46	66
B E J A	6	81	85	87	85	85	85	81	81	75	72	71	71	80
	12	74	72	74	70	75	71	76	66	59	67	75	76	70
	18	73	69	79	76	78	74	70	72	66	63	64	72	71
	Moyenne	76	75	80	77	79	77	73	73	67	67	70	73	74
TEBOUSSOUK	6	83	84	86	85	83	80	82	81	73	70	68	76	79
	12	57	64	69	72	70	60	62	67	56	53	46	50	61
	18	61	70	74	76	77	67	68	70	58	56	48	52	64
	Moyenne	67	73	76	78	77	69	71	73	62	60	54	59	66

Pour expliciter un peu ce tableau, nous avons pour AÏN DRAHAM et JENDOUBA tracé les hygro-isoplethes (fig.1.2.2.2 (a) et (b)) correspondants. Ces courbes sont obtenues ici assez sommairement par interpolation des moyennes mensuelles à 6 h, 12 h et 18 h. Sur un tel graphique la surface limitée par une courbe de cote donnée est proportionnelle au nombre d'heures par an où cette cote est ou n'est pas dépassée selon le cas. Nous avons également reproduit les courbes de variations des teneurs moyennes mensuelles en vapeur d'eau de six stations (BEJA, TEBOURSOUK, JENDOUBA, BEN MATIR, Oued MELLEGUE et AÏN DRAHAM - fig. 1.2.2.2 (c)).

L'examen de toutes ces données conduit à une première constatation : le bassin de la MEJERDAH a un climat en moyenne assez humide, très humide même à certaines saisons. Dans les parties montagneuses boisées ou à végétation bien développée (nord du bassin) l'humidité relative est généralement forte. A AÏN DRAHAM, l'humidité moyenne descend rarement au-dessous de 65 % et jamais au-dessous de 60 %, la période du minimum d'humidité relative étant Juillet-Août entre 10 h et 14 h. Les variations journalières moyennes sont généralement faibles même en Juillet-Août. Le maximum d'humidité relative est observé durant la période Novembre-Décembre, toute la journée avec des humidités relatives variant entre 80% et 90%. La nuit entre 18 h et 6 h, les variations sont très faibles d'un mois à l'autre, l'humidité relative moyenne étant pratiquement

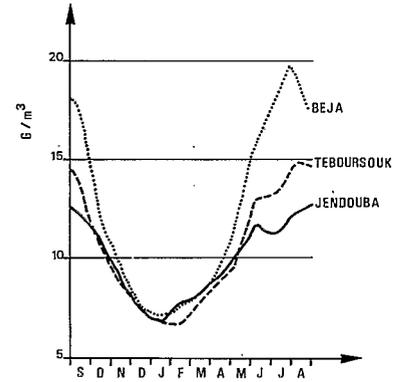
AIN DRAHAM

Gr: 1.2.2.2 (a)



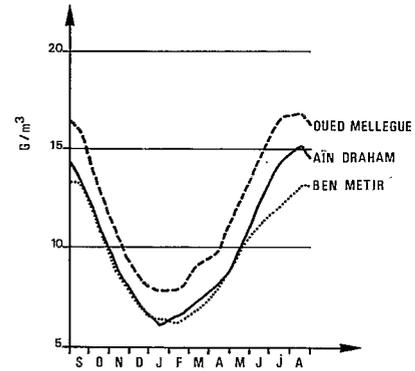
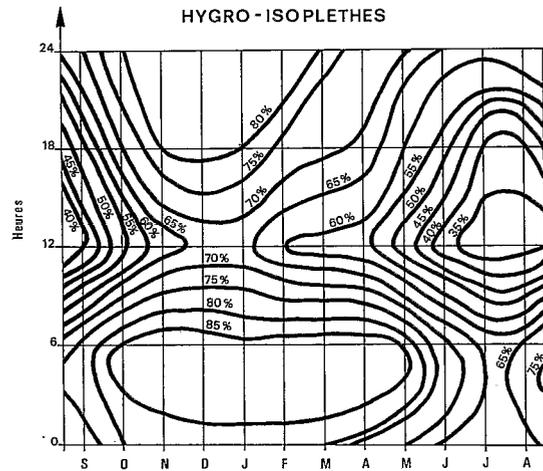
Gr: 1.2.2.2. (c)

TENEUR EN VAPEUR D'EAU DE L'AIR



JENDOUBA

Gr: 1.2.2.2 (b)



dans l'intervalle 80 % - 90 %. Ceci ne concerne que les moyennes et on observe des valeurs instantanées beaucoup plus variables. L'apparition du Sirocco (phénomène assez fréquent et généralisé sur une grande partie du bassin de la MEJERDAH) suffit à abaisser considérablement le degré hygrométrique (parfois au-dessous de 10 %), mais cela ne dure pas très longtemps généralement (un à deux jours consécutifs).

A AÏN DRAHAM, les teneurs absolues moyennes mensuelles en vapeur d'eau sont par contre maximales en Juillet-Août (environ 15 gr/m³) et minimales en Décembre, Janvier et Février (environ 6 gr/m³). Cette variation, opposée à celle de l'humidité relative, est liée à la variation des températures. En Juillet-Août on a des possibilités de condensation (précipitations occultes) lorsque la température du sol et de la végétation baisse nettement au-dessous de la température de l'air la nuit.

A JENDOUBA, les variations des humidités relatives moyennes sont beaucoup plus importantes qu'à AÏN DRAHAM. En Juillet-Août on observe les valeurs les plus basses de 30 à 35 % entre 11 h et 15 h. Les maximales sont observées en Décembre-Janvier : 60 à 65 % aux environs de 12 h, 80 à 85 % la nuit entre 18 h et 6 h. Les valeurs maximales de la teneur en vapeur d'eau sont observées en Juillet-Août et Septembre (environ 12 à 13 gr/m³) et les minimales en Décembre-Janvier (environ 7 gr/m³).

Des écarts journaliers considérables pourront être observés par temps de Sirocco. Les deux stations présentées ci-dessus représentent un peu des valeurs extrêmes en ce qui concerne la partie tunisienne du bassin. Dans la dorsale (rive droite de la MEJERDAH) on observera en altitude des humidités relatives un peu moins fortes et plus variables qu'à AÏN DRAHAM, les teneurs en vapeur d'eau étant généralement aussi élevées sinon plus, tandis que dans les plaines les humidités relatives seront un peu plus élevées qu'à JENDOUBA et les teneurs absolues en vapeur d'eau un peu moins fortes. Pour la partie algérienne du bassin nous avons quelques indications provenant de l'ATLAS d'ALGERIE et de TUNISIE qui nous inclinent à penser que l'humidité relative sera comparable à celle du reste du bassin (pour une situation topographique comparable) en ce qui concerne la MEJERDAH proprement dite. Pour le MELLEGUE on doit vraisemblablement observer des valeurs relatives un peu plus faibles et surtout plus variables (continentalité plus grande).

En conclusion, nous soulignerons l'importance de l'humidité atmosphérique moyenne dans le bassin de la MEJERDAH, qui a pour conséquence de diminuer les amplitudes thermiques et qui favorise peut-être l'apparition de précipitations occultes par condensation à la surface du sol et sur les plantes, encore qu'il n'y ait pas eu de mesure de ce phénomène à notre connaissance (des observations occasionnelles semblent cependant avoir été faites : BORIOLI a observé parfois la terre mouillée sur 1 à 2 cm d'épaisseur sous des arbres, ce qui représenterait 1 à 2 mm de précipitation).

1.2.2.3 EVAPORATION - EVAPOTRANSPIRATION

Les mesures d'évaporation et d'évapotranspiration sont peu nombreuses sur le bassin de la MEJERDAH. Diverses méthodes ont été employées et nous pouvons citer quelques résultats publiés par divers auteurs.

1.2.2.3.1 Evaporation PICHE

L'évaporomètre PICHE est souvent utilisé du fait de la facilité de sa mise en oeuvre. Les résultats obtenus avec cet appareil doivent être utilisés avec beaucoup de prudence. En effet, la comparaison avec d'autres méthodes fait apparaître des différences sensibles; par exemple, le rapport des évaporations mensuelles sur bac Colorado et sur PICHE peut varier de 0,5 à 2,0 selon les mois et les lieux.

Nous donnons dans le tableau 1.2.2.3.1 (1) des résultats concernant TUNIS - EL AOUINA, TUNIS - MANOUBIA, JENDOUBA et LE KEF.

Pour AÏN DRAHAM on a observé un total annuel d'évaporation PICHE de l'ordre de 1 200 mm. On remarquera l'écart entre l'évaporation annuelle totale à TUNIS - MANOUBIA (situé en ville sur une colline) et TUNIS - EL AOUINA (Aéroport altitude voisine de 0). Ces deux stations à quelques kilomètres de distance présentent des évaporations très différentes. Cela vient de la sensibilité trop grande du PICHE aux conditions locales. On notera simplement que l'évaporation est très forte généralement, l'altitude la diminuant toutefois un peu.

1.2.2.3.2 Evapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle peut être soit calculée, soit mesurée. Le calcul peut être fait par diverses formules. L'inconvénient des formules c'est qu'elles ne prennent pas en compte tous les paramètres et qu'elles comportent des coefficients empiriques qui devraient être ajustés localement par des mesures.

TABLEAU 1.2.2.3.1 (1)
HAUTEURS EVAPOREES AU PICHE (en millimètres)

STATIONS		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
TUNIS EL AOUBA	T. Mensuel	150	90,0	81,0	62,0	71,3	72,8	89,9	105	143	117	198	189	1 369
	Mx. Quot.	9,2	7,1	8,0	5,9	7,2	7,4	9,7	7,9	10,8	11,5	14,6	10,9	
	Min.Quot.	1,6	0,8	0,7	0,2	0,7	0,5	0,8	0,3	1,1	1,5	2,8	2,5	
TUNIS MANOUBIA	T. Mensuel	210	140	120	93	99,2	106	127	135	123	228	291	240	1 942
	Mx. Quot.	17,6	11,2	11,8	9,0	11,8	12,0	13,0	13,1	15,6	13,2	19,5	17,0	
	Min.Quot.	1,8	0,8	1,2	0,4	0,0	0,4	1,0	0,7	1,0	3,0	2,5	3,0	
JENDOUBA	T. Mensuel	261	130	93,0	77,5	68,2	86,8	105	114	161	237	322	347	2 003
	Mx. Quot.	17,3	10,5	9,8	13,7	12,6	13,3	10,9	8,5	16,2	13,5	17,0	18,0	
	Min.Quot.	1,0	0,2	0,7	0,1	0,4	0,8	0,7	0,5	1,3	1,4	3,5	4,0	
LE KEF	T. Mensuel	201	140	87,0	65,1	65,1	81,2	109	117	174	204	248	245	1 735
	Mx. Quot.	14,0	12,0	7,4	6,4	12,5	11,1	12,3	12,5	12,9	18,5	15,3	22,2	
	Min.Quot.	2,3	0,5	0,2	0,2	0	0	0,2	0,5	0,8	1,5	2,5	2,4	

Cependant, nous reproduisons ci-dessous dans le tableau 1.2.2.3.2 (1) les valeurs d'évapotranspiration potentielle calculées par la formule de TURC par CORMARY à un certain nombre de stations. Rappelons que la formule de TURC s'écrit :

$$ETP \text{ (du mois)} = (50 + I_g) \cdot 0,4 \frac{t}{t + 15}$$

où I_g est l'insolation globale.

TABLEAU 1.2.2.3.2 (1)
MOYENNES SAISONNIERES ET ANNUELLE DE L'EVAPOTRANSPIRATION
POTENTIELLE CALCULEES PAR LA FORMULE DE TURC (en millimètres)

S T A T I O N S	Automne	Hiver	Printemps	Eté	A n n é e
TUNIS-MANOUBIA	294	148	337	527	1 306
MEDJEZ EL BAB	266	131	325	525	1 247
AÏN DRAHAM	242	105	288	504	1 139
EL FEIDJA	259	113	283	503	1 158
JENDOUBA	270	132	319	522	1 243
B E J A	260	128	328	528	1 244
TEBOUSSOUK	272	128	315	514	1 233
LE KEF - Ville	272	117	309	498	1 196
MAKTAR	262	103	292	492	1 149
THALA	262	113	309	508	1 192

Des mesures faites à TUNIS sur un bac type THORNWATTE de 4 m² planté de KIKUYU par de VILLELE ont donné les résultats suivants (en millimètres) :

Automne	Hiver	Printemps	E t é	Année
304	137	359	590	1 390

Tous ces résultats confirment l'influence de l'altitude sur l'évaporation et l'évapotranspiration qui reste relativement modérée du fait des hivers froids.

1.2.2.4 LE VENT

Le vent est un facteur important du climat sur le bassin de la MEJERDAH et des mesures existent : ci-dessous nous reproduisons un tableau publié par BORIOLI concernant la répartition mensuelle des vents par direction et par force.

STATIONS	Direction du vent	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
JENDOUBA	Le plus fréquent	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	W
	Le plus fort	NW	NW	NW	NW	SE	NW	NW	NW	SW	SW	NW	W
TUNIS MANOUBIA	Le plus fréquent	SW	NW	NW	SE	NE	NNE	NE	ESE	ESE	NW	NW	NW
	Le plus fort	WSW	WNW	NW	NW	S	NW	NW	NNW	NW	NW	WNW	NNW

Le vent dominant généralement est le vent du nord-ouest. Le temps calme sans vent est peu fréquent (pas plus de 10 % des observations généralement), les vents forts ou très forts sont assez fréquents. Signalons un vent particulier, le Sirocco, dont les effets desséchant sont considérables. C'est un vent qui souffle généralement de S à SW, sauf intervention d'un relief particulier qui provoque un courant en retour du nord, le Sirocco paraissant ainsi venir du nord. Le Sirocco souffle généralement plus de vingt jours par an dans le bassin de la MEJERDAH.

1.2.2.5 LES TYPES DE TEMPS

Divers auteurs ont abordé ce sujet et nous avons utilisé leurs publications, plus particulièrement celle de L. ESPIE: "Types de temps en TUNISIE" (Service Météorologique de TUNISIE - 1954).

Située en position avancée dans la Méditerranée à l'est de l'AFRIQUE du Nord, la TUNISIE présente des types de temps rapidement variables en rapport avec l'influence marine, d'une part, et surtout la circulation zonale ouest-est des perturbations.

Ces perturbations sont d'origine polaire, méditerranéenne ou saharienne. Le relief quoique pas très élevé, intervient dans la propagation des perturbations et dans l'intensité des phénomènes pluvieux.

Les différents schémas accompagnant le texte représentent en principe la situation des basses couches de l'atmosphère. En altitude la situation peut différer notablement, comme il est parfois indiqué dans le texte. Au cas où sur un schéma un phénomène de hautes couches est représenté, une note le signale sur le schéma même.

Enfin, rappelons qu'un front froid est la trace au sol d'une masse d'air froid, un front chaud la trace au sol d'une masse d'air chaud, un front occlus se produit quand la masse d'air froid rattrape la masse d'air chaud et la soulève, un front stationnaire est la limite peu nette de masses d'air chaud et de masses d'air froid ondulant plus ou moins et sans perturbation bien organisée.

1.2.2.5.1 Perturbations dues au front polaire

Le front polaire né de la rencontre des masses d'air froid polaire et des masses d'air chaud saharien ou tropical engendre des perturbations circulant d'ouest en est. En TUNISIE en hiver, l'air réchauffé de 4 à 6°C dans les couches inférieures par le passage des perturbations devient instable. Un fort système nuageux se développe jusqu'à des altitudes élevées et est à l'origine de fortes averses (parfois grêle ou même neige). Par contre au printemps, la masse d'air arrive en TUNISIE après s'être refroidie au passage de la Méditerranée ce qui donne une atmosphère stable avec toutefois des possibilités d'orage, avec pluie et grêle, si le sol est suffisamment réchauffé.

Des variations sensibles dans le déroulement du passage des perturbations peuvent se produire. On distingue les différents cas par l'orientation du déplacement qui n'est pas toujours ouest-est.

a) - Perturbations de nord-ouest

Elles viennent du nord de l'Atlantique et arrivent sur la TUNISIE après avoir traversé la FRANCE, l'ESPAGNE et la Méditerranée.

1°/ - Si la trajectoire est directe, le courant venu d'ISLANDE arrive après avoir traversé la GRANDE-BRETAGNE, la FRANCE et la Méditerranée. Dans ce cas on constate la présence au niveau de la mer d'un anticyclone sur l'Atlantique entre le 20^e et le 40^e Parallèles, et d'une forte dépression centrée au sud de l'ISLANDE et de la SCANDINAVIE avec un minimum secondaire en Méditerranée. En altitude, il y a un anticyclone sur les AÇORES et une dépression sur la Mer du Nord. En TUNISIE, on constate d'abord une baisse de la pression atmosphérique de 10 à 15 mb en 24 heures, et l'arrivée d'un courant chaud d'origine tropicale. Une partie de la dépression scandinave pénètre en Méditerranée. Une "goutte" d'air froid se détache et arrive en altitude en Méditerranée. La dépression centrée maintenant sur la CORSE et la SARDAIGNE dirige sur la TUNISIE un courant perturbé de nord-ouest. L'air chaud pré-existant est soulevé donnant naissance à un système nuageux et parfois à de faibles pluies ou orages. Environ 20 heures après le début de la baisse, on observe une hausse de la pression atmosphérique de 10 à 15 mb en 24 heures corrélativement à l'arrivée de l'air froid. Le vent tourne à l'ouest. A partir de ce moment, le temps se détériore rapidement, le vent passe au nord-ouest et se renforce, la température baisse. Les précipitations tombent principalement sur le relief sont plutôt importantes (de 30 à 50 mm en 24 heures la plupart du temps), la neige peut faire son apparition jusqu'à basse altitude.

La fin des perturbations est provoquée par l'avancée de l'anticyclone des AÇORES vers la TUNISIE, ce qui repousse la dépression méditerranéenne affaiblie vers la partie orientale de la Méditerranée. On notera que ce type de temps, relativement fréquent d'Octobre à Avril, est souvent à l'origine sur la MEJERDAH de précipitations importantes accompagnées d'un refroidissement sensible et qu'il peut durer jusqu'à huit à dix jours (schéma 1.2.2.5.1 (a 1))

2°/ - Si la trajectoire est déviée, partant d'une situation d'origine identique, on assiste au basculement de l'anticyclone des AÇORES vers les ILES BRITANNIQUES, la dépression centrée sur la Mer du Nord se déplaçant jusque sur la Méditerranée. Aussi bien en surface qu'en altitude, une forte dépression est centrée entre la CORSE et l'ITALIE et s'étend sur tout le bassin méditerranéen et l'est de l'AFRIQUE du Nord. L'anticyclone s'étend des AÇORES à l'ALLEMAGNE et dirige à travers l'EUROPE des masses froides vers la Méditerranée. En TUNISIE au nord du 35^e Parallèle, la température baisse fortement jusqu'à 2 ou 3°C. Des lignes de grains se succèdent avec quelques manifestations orageuses, il neige en altitude, il y a de forts coups de vent de nord-ouest. Peu à peu la dépression se déplaçant vers l'est le temps s'améliore. Cependant les perturbations peuvent se prolonger pendant une semaine parfois. Une dépression apparaissant sur le MAROC dirige vers la TUNISIE un courant chaud de S-O.

Si le passage de ces perturbations se déroule de façon un peu différente du premier cas, le résultat pour le bassin de la MEJERDAH est à peu près semblable (schéma 1.2.2.5.1 (a2)).

b) - Perturbations "régénérées" (schéma 1.2.2.5.1. b)

Partant d'une situation analogue à celle du régime précédent de nord-ouest, on assiste à la rencontre sur la Méditerranée des courants polaires accompagnés de perturbations (dirigés par les dépressions) avec les courants chauds d'origine tropicale (dirigés par les anticyclones). Un front perturbé s'étend ainsi des CANARIES à la TURQUIE, les perturbations infléchissent leur trajectoire de nord-sud à nord-ouest - sud-est.

Après un temps chaud les masses d'air polaire froid s'avancent sur l'AFRIQUE du Nord, la zone frontale ondule sous la double poussée de ces masses froides et de l'air chaud persistant sur l'est de l'AFRIQUE du Nord. Un courant de sud-ouest apparaît. Les masses froides se sont réchauffées par la base en passant sur la Méditerranée devenant ainsi très instables à leur arrivée en TUNISIE. Des orages apparaissent sur le nord et le centre de la TUNISIE, sur les hauts plateaux en particulier. Des précipitations importantes se produisent (de 30 à 40 mm) dans les régions où se développent les orages. On assiste ensuite à une forte montée de la pression, à un déplacement vers l'est des dépressions. Aux orages succèdent des pluies continues sur le nord de la TUNISIE. Le centre d'action remontant ensuite vers le nord-est, le front est rompu.

Ce type de temps qui peut engendrer des pluies importantes et persistantes est possible à peu près toute l'année en TUNISIE, mais l'importance des pluies qui lui sont associées est très variable avec la saison.

c) - *Perturbations d'ouest* (schéma 1.2.2.5.1. c)

Lorsque la position du front polaire est suffisamment méridionale, des perturbations venues de l'Atlantique traversent l'AFRIQUE du Nord d'ouest en est.

Une vaste dépression s'étend sur l'Atlantique au nord du 30^e parallèle sur l'ouest de l'EUROPE et la SCANDINAVIE; une cellule anticyclonique s'étend des CANARIES à la RUSSIE, un minimum secondaire est isolé sur la Méditerranée occidentale.

Le système se déplace dans son ensemble vers l'est et la dépression atlantique s'avance vers la TUNISIE. Les perturbations associées venant de l'Atlantique traversent l'AFRIQUE du Nord d'ouest en est.

On observe d'abord une baisse de pression, un réchauffement accompagné de coups de vent du sud (avec parfois vent de sable jusque sur le nord de la TUNISIE), le vent tourne ensuite à l'ouest, la pression remonte, la température baisse, des précipitations orageuses abondantes (30 à 50 mm en 24 heures fréquemment) se produisent partout et en particulier sur le bassin de la MEJERDAH.

Des dépressions secondaires accompagnent les perturbations lors de leur passage en Méditerranée. Les températures quoique faibles sont généralement plus élevées que pour le temps de type nord-ouest.

d) - *Perturbations de sud-ouest* (schéma 1.2.2.5.1. (d1 et d2)

Le front polaire est orienté sud-ouest - nord-est et la situation ressemble beaucoup à celle du cas précédent.

Si l'axe des perturbations est trop à l'ouest, le temps est seulement anormalement chaud pour la saison en TUNISIE (Sirocco sur le bassin de la MEJERDAH). Dans le cas contraire, au temps anormalement chaud succède un temps pluvio-orageux qui intéresse assez peu le nord de la TUNISIE et le bassin de la MEJERDAH, mais plutôt le sud du pays où de violents orages se produisent.

Notons en passant que ce type de temps semble pouvoir donner des précipitations jusque sur le HOGGAR.

1.2.2.5.2 Les perturbations du front méditerranéen

Le front méditerranéen à proximité du 40^e Parallèle sépare des masses d'air froid européen et des masses d'air chaud saharien ou nord-africain.

Les perturbations qui s'y rattachent intéressent la TUNISIE en toutes saisons, surtout en hiver et au printemps. Engendrant souvent de très fortes pluies plus ou moins orageuses, elles persistent sur 36 à 48 heures. Elles suivent souvent les perturbations du front polaire par suite de l'expulsion d'air froid qui se produit à la rupture de ce dernier et qui renforce le champ de pression en Méditerranée orientale. Ce champ de pression dirige vers la Méditerranée l'air froid européen. Le vent en surface est généralement orienté nord-est.

a) - *Perturbations de nord-est*

1°/ - Courant de nord-est direct (schéma 1.2.2.5.2. (a 1))

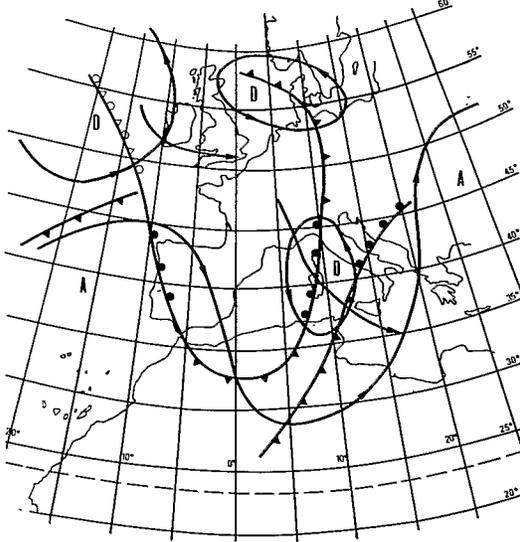
Ce type de temps se produit en hiver. Un anticyclone européen très froid rejoint l'anticyclone atlantique formant une zone anticyclonique des AÇORES à l'OURAL. Un minimum de pression s'étend de la TUNISIE à la LYBIE. L'anticyclone dirige d'épaisses masses d'air froid du nord de l'EUROPE. Au passage de la Méditerranée cet air se réchauffe et s'humidifie à la base, devenant instable. Les mouvements ascendants s'amplifient. Des averses très violentes, souvent orageuses avec grêle, se produisent. La température baisse fortement, la neige peut faire son apparition. Ce type de temps n'engendre pas des pluies persistantes et s'améliore rapidement en général.

2°/ - "Goutte froide" d'altitude (schéma 1.2.2.5. (a 2))

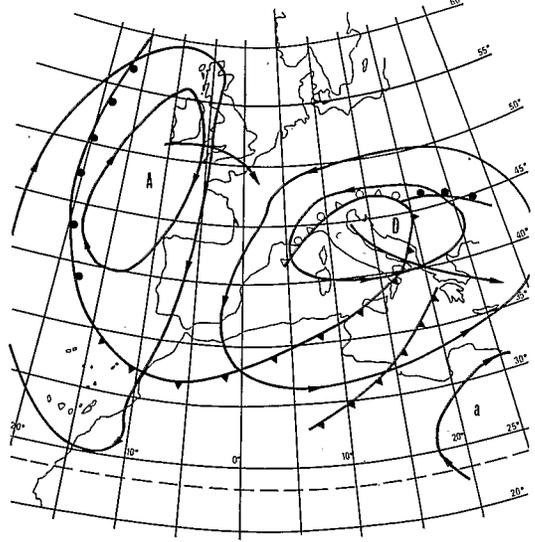
Ce type de temps se présente en automne et en hiver. En surface, la situation est semblable à celle du courant de nord-est direct. En altitude, l'anticyclone est un peu décalé vers le sud.

L'anticyclone Atlantique-EUROPE dirige depuis le nord de l'EUROPE un courant froid d'origine continentale. Ce courant aborde la TUNISIE par le nord-est ou l'est après avoir longuement traversé la Méditerranée orientale ou centrale, s'être chargé en humidité et réchauffé par la base au passage. Il en résulte une instabilité sensible et des ascendances. Ces mouvements s'amplifient lors

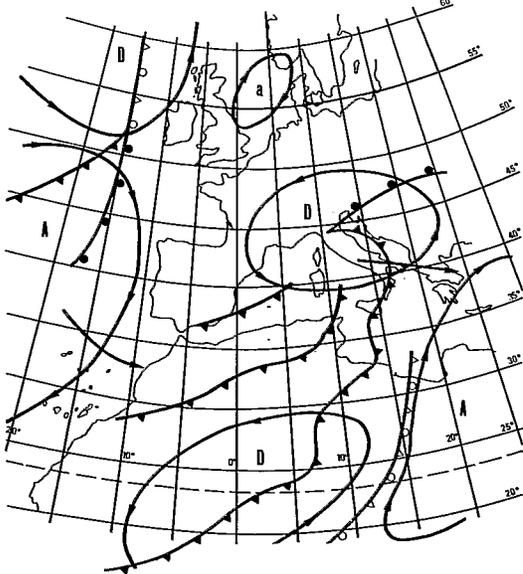
TYPE DE TEMPS DE NORD-OUEST COURANT DIRECT Gr: 1.2.2.5.1.(a1)



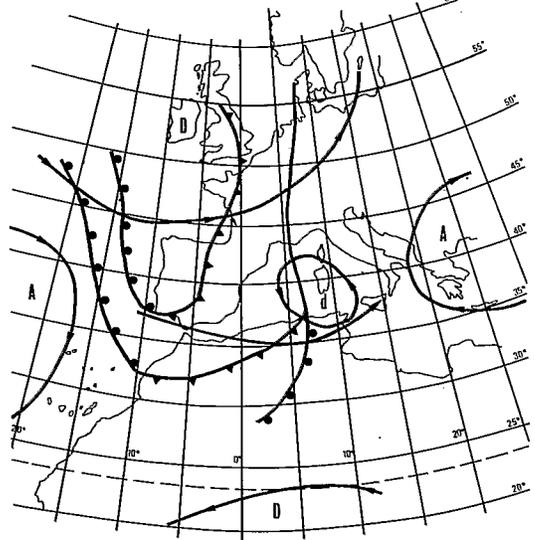
TYPE DE TEMPS DE NORD-OUEST DÉVIÉ Gr: 1.2.2.5.1.(a2)



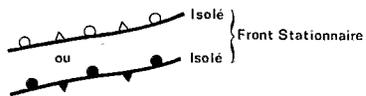
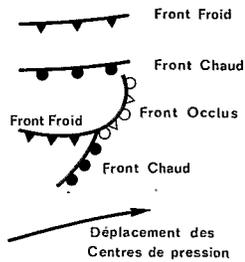
PERTURBATIONS RÉGÉNÉRÉES Gr: 1.2.2.5.1.(b)



TYPE DE TEMPS D'OUEST Gr: 1.2.2.5.1.(c)

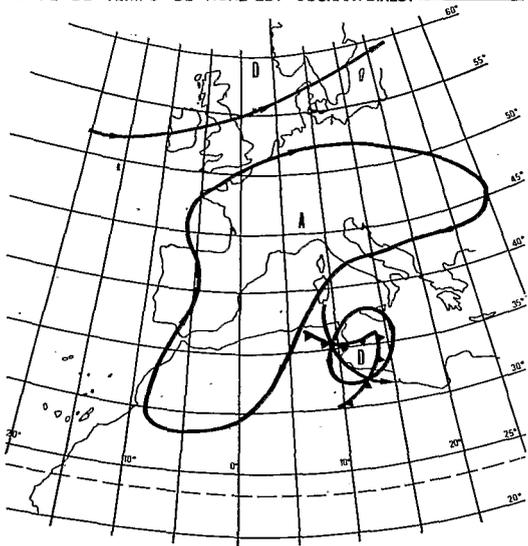


-LEGENDE-

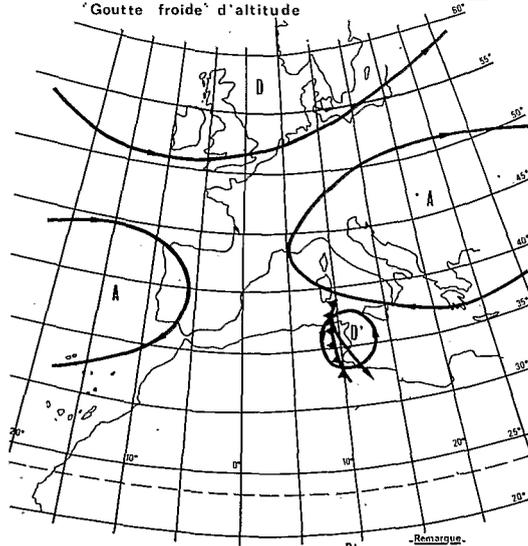


- D - Dépression
- D' - Noyau dépressionnaire
- d - Basse pression relative
- A - Anticyclone
- A' - Noyau de hautes pressions
- a - Hautes pressions relatives

TYPE DE TEMPS DE NORD-EST COURANT DIRECT Gr: 1.2.2.5.2.(a1)

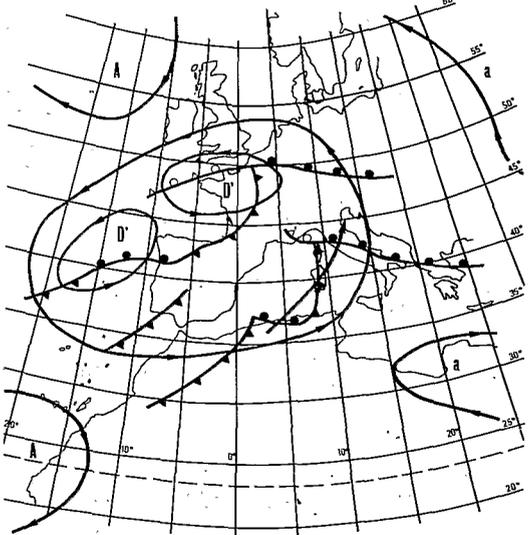


TYPE DE TEMPS DE NORD-EST "Goutte froide" d'altitude Gr: 1.2.2.5.2.(a2)

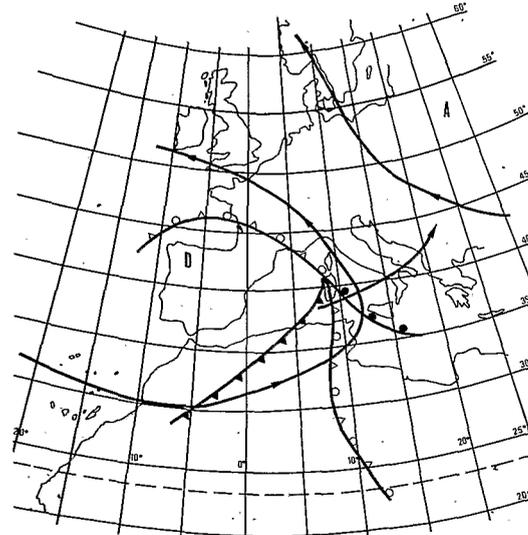


-Remarque-
D' correspond ici à la goutte froide d'altitude et non à la situation au sol

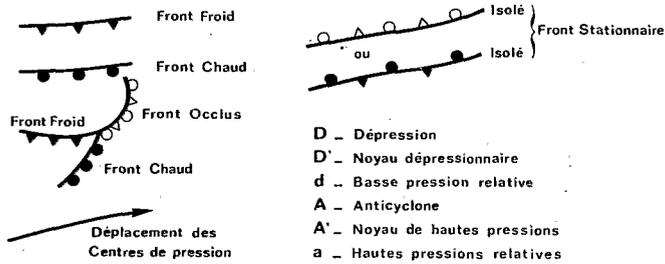
RÉGIME DE SUD-OUEST - 1^{er} CAS - Gr: 1.2.2.5.1.(d1)



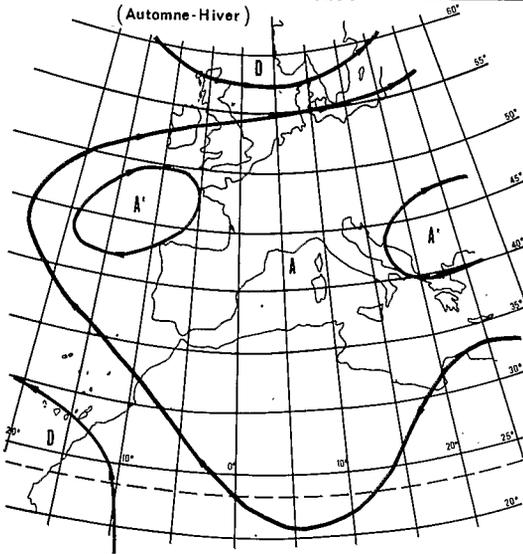
RÉGIME DE SUD-OUEST - 2^{ème} CAS - Gr: 1.2.2.5.1.(d2)



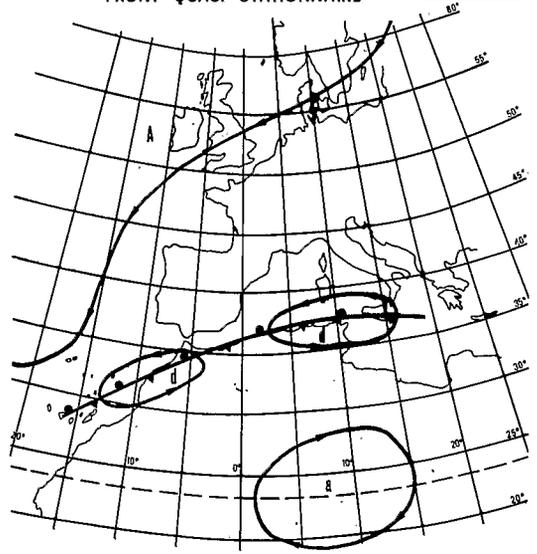
-LEGENDE-



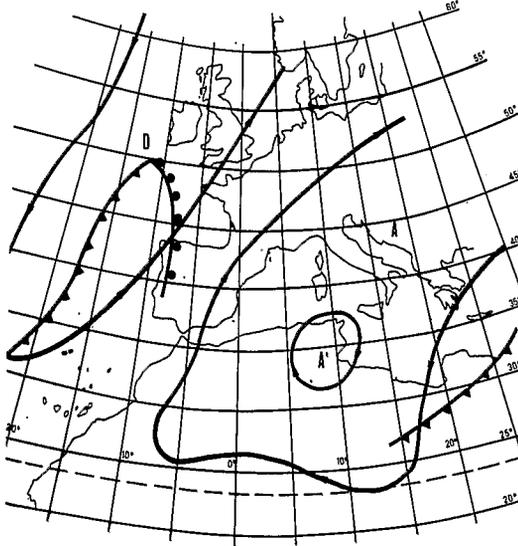
TYPE DE TEMPS A STRATOCUMULUS (Automne-Hiver) Gr:1.2.2.5.2.(b)



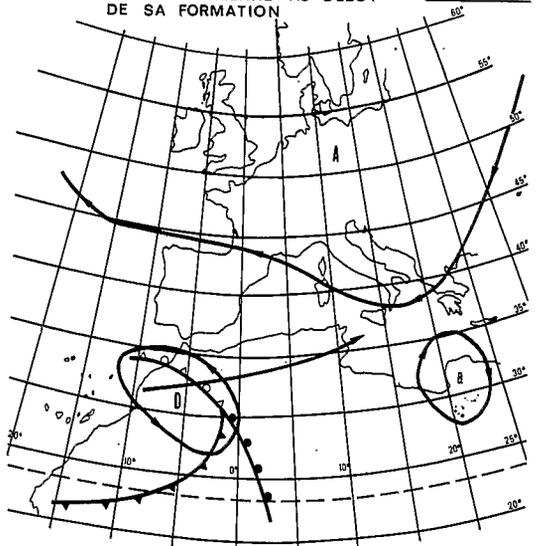
FRONT QUASI STATIONNAIRE Gr:1.2.2.5.2.(c)



TEMPS CHAUD DE NORD-OUEST Gr:1.2.2.5.2.(d)



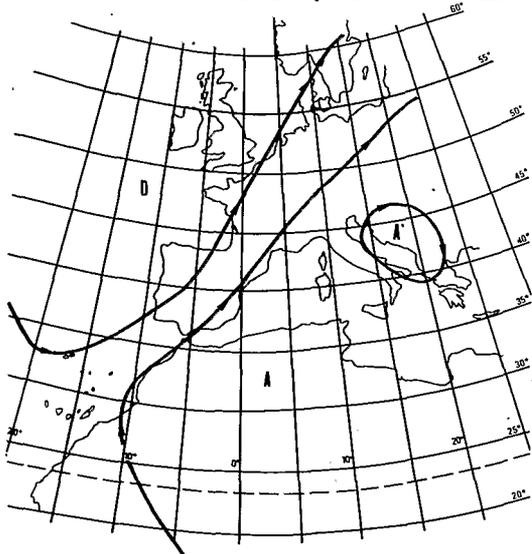
PERTURBATION SAHARIENNE AU DÉBUT DE SA FORMATION Gr:1.2.2.5.3.(1)



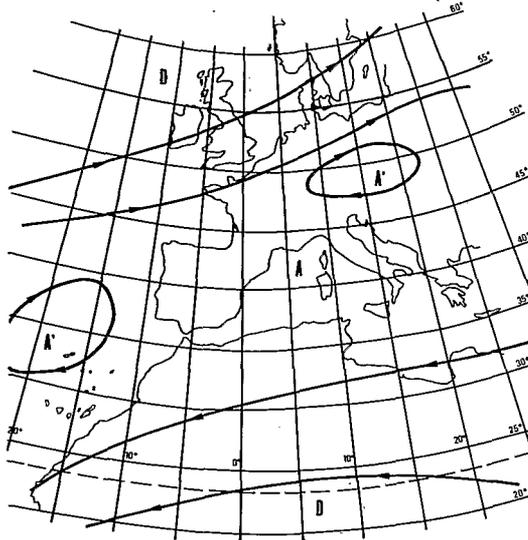
-LEGENDE-

- Front Froid
- Front Chaud
- Front Occlus
- Front Chaud
- Front Stationnaire
- Isolé
- ou Isolé
- D - Dépression
- D' - Noyau dépressionnaire
- d - Basse pression relative
- A - Anticyclone
- A' - Noyau de hautes pressions
- a - Hautes pressions relatives
- Déplacement des Centres de pression

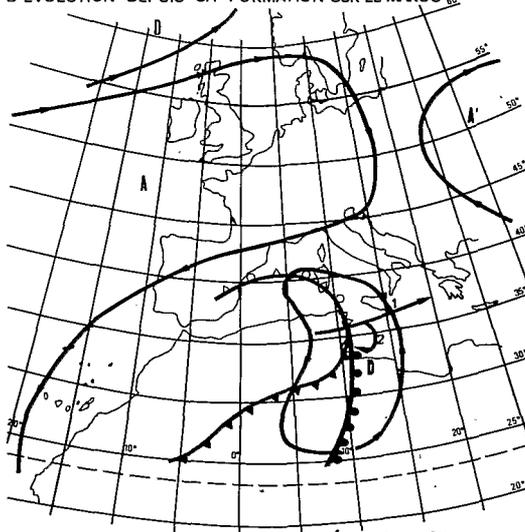
TYPE DE TEMPS ANTICYCLONIQUE D'HIVER Gr:1.2.2.5.4.(a)



TYPE DE TEMPS ANTICYCLONIQUE D'ÉTÉ Gr:1.2.2.5.4.(b)

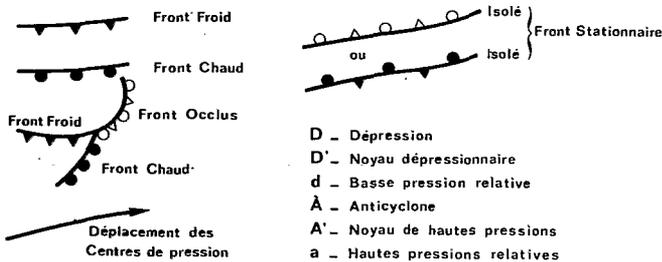


PERTURBATION SAHARIENNE APRÈS 2 JOURS Gr:1.2.2.5.3.(2)
D'ÉVOLUTION DEPUIS SA FORMATION SUR LE MAROC



1. Evolution vers l'est
2. Evolution vers le golfe de GABES
(Isolé)

- LEGENDE -



du passage sur la TUNISIE du minimum mobile que l'on peut observer en altitude, le minimum est accompagné d'air instable atlantique, "Goutte froide" noyée dans l'air continental. Cette masse d'air est toutefois moins froide que l'air des basses couches amené par le centre anticyclonique. Elle favorise les mouvements ascendants déjà amorcés jusqu'à une altitude très élevée de 10 à 12 000 m. Des orages généralement violents se développent au passage de la "Goutte froide" et disparaissent avec elle. D'importantes quantités d'eau sont précipitées dans l'après-midi à l'intérieur, la nuit sur le littoral la neige tombe sur les reliefs, les intensités instantanées observées des averses peuvent être fortes.

Au passage de la "Goutte froide" le vent tourne au nord-ouest puis à la fin du passage il reprend une direction nord-est. Ce type de temps ne persiste pas au-delà de 36 à 48 heures.

b) - *Le temps de strato-cumulus* (schéma 1.2.2.5.2. b)

Observé à l'automne et en hiver, ce type de temps présente au niveau de la mer le même aspect du champ des pressions que le temps précédent (anticyclone européen jusqu'aux Açores et au SAHARA Central et Oriental) mais en altitude par contre un anticyclone chaud surmonte la Méditerranée et l'AFRIQUE du Nord. Aucune perturbation n'accompagne cette situation bien que l'air frais d'origine européenne, de faible épaisseur, se réchauffe par la base et devienne instable : la présence de l'air saharien chaud en altitude entrave le développement des ascendances. Le temps frais et brumeux persistant souvent plusieurs jours ne s'accompagne que de faibles pluies en général, malgré l'importante couche de strato-cumulus recouvrant le littoral et une partie de l'intérieur.

c) - *Le front quasi stationnaire* (schéma 1.2.2.5.2.c)

Le champ des pressions au sol présente un anticyclone des Açores à la SCANDINAVIE et un faible maximum sur le SAHARA. Des pressions plus basses règnent sur la Méditerranée et l'AFRIQUE du Nord. En altitude on observe un anticyclone européen et un anticyclone saharien.

Des masses d'air continental d'origine russe sont dirigées sur le nord de la Méditerranée, tandis que sur l'AFRIQUE du Nord et le sud de la Méditerranée arrivent des masses d'air saharien. A la limite se développe un front pas très net avec des orages isolés. Ces orages sont violents et intéressent entre autres le bassin de la MEJERDAH.

d) - *Le temps chaud de nord-ouest* (schéma 1.2.2.5.2. d)

Ce type de temps est peu fréquent. C'est une évolution du temps de nord-est. Il est caractérisé par un courant chaud de nord-ouest dû à la juxtaposition d'une forte dépression allongée des CANARIES à l'ISLANDE et de deux anticyclones : l'un sur l'Atlantique, l'autre sur l'EUROPE. Un maximum centré sur les CHOÏTS du sud couvre la TUNISIE. Un courant local circulant sur le nord du SAHARA Oriental et le Constantinien revient sur la TUNISIE après un léger passage en mer. Ce courant ressemble fort au Sirocco quant à ses effets physiologiques. Le temps reste beau et sec, anormalement chaud pour la saison.

1.2.2.5.3 Les perturbations sahariennes (schéma 1.2.2.5.3. (1) et (2))

Observées en automne, en hiver et au printemps, elles sont peu fréquentes. Le "Front saharien" sépare l'air chaud tropical de l'air froid continental ou maritime. Les perturbations conséquentes naissent au SAHARA Occidental ou Central et se déplacent vers le SAHARA Oriental. Elles atteignent les reliefs d'AFRIQUE du Nord et même la Méditerranée. Rappelant les perturbations polaires, elles circulent cependant à contre-courant autour de l'anticyclone. Il est possible que leur origine puisse être recherchée dans une masse polaire qui aurait séjourné sur l'Atlantique avant d'aborder l'AFRIQUE par la MAURITANIE. Le relief de l'AFRIQUE du Nord renforce les pluies par ascendance orographique. Un puissant anticyclone est centré à toutes altitudes sur les ILES BRITANNIQUES ou la Mer du Nord avec une avancée jusqu'en LYBIE. Une dépression est centrée sur le MAROC ou le SAHARA Occidental.

Une discontinuité sépare l'air polaire amené par l'anticyclone européen et l'air tropical humide dirigé par la dépression saharienne. Une perturbation va en se renforçant avec la baisse du champ de pression, se déplaçant rapidement sur le SAHARA Central (600 à 800 km en 24 heures). On observe sur la TUNISIE une baisse de pression de 16 à 20 millibars en 24 heures. Des vents de sable importants venus du SAHARA atteignent le nord de la TUNISIE. Le front chaud traverse la TUNISIE en 12 heures environ sur 300 à 400 km de largeur. Les précipitations, renforcées par le relief, sont continues et généralisées sur le nord et le centre. On observe 30 à 40 mm en 24 heures. Ces pluies intéressent donc tout le bassin de la MEJERDAH.

Les précipitations du front froid peuvent être très fortes sur le nord (et donc le bassin de la MEJERDAH, c'est ainsi que le 31 Mars 1950 on a observé 83 mm d'eau en une heure à MEDJEZ EL BAB. Se déplaçant vers l'est la dépression peut, soit continuer son chemin vers l'ITALIE, soit stationner sur le Golfe de GABES avec une recrudescence des pluies (mais plutôt sur le littoral est hors du bassin de la MEJERDAH).

1.2.2.5.4 Le temps anticyclonique

En l'absence de perturbations on peut observer un beau temps anticyclonique pendant plusieurs jours ou même plusieurs semaines.

a) - Régime d'hiver (schéma 1.2.2.5.4. a)

Un anticyclone couvre à toutes altitudes les Balkans, la Méditerranée orientale, l'est de l'AFRIQUE du Nord. Toutes les perturbations polaires sont ainsi rejetées vers le nord. Un courant de retour au sud de l'anticyclone réchauffe anormalement la TUNISIE après avoir traversé le désert lybien et le SAHARA Oriental. La variation diurne de température atteint 15°C. Il n'y a pas de pluies malgré les brumes et quelques cumulus.

b) - Régime d'été (schéma 1.2.2.5.4. b)

L'anticyclone est centré plus au nord et dirige un courant frais et humide d'est sur la TUNISIE. On observe une dépression sur le SAHARA. Pas de pluies dans ce cas non plus malgré des brumes, des stratus et quelques cumulus.

1.2.2.5.5 Conclusion

Les types de temps en TUNISIE sont essentiellement déterminés par la circulation ouest-est, en particulier celle du "jet-stream" qui circule à grande vitesse vers 12 000 m d'altitude aux environs de 40 degrés de latitude nord. Selon la position plus ou moins méridionale de ces courants rapides, les perturbations génératrices de pluies importantes intéresseront plus ou moins la TUNISIE. C'est ainsi que pendant les épisodes de pluies exceptionnelles de Septembre et Octobre 1969 le "jet-stream" avait une position très basse en latitude et que sa vitesse était particulièrement élevée aux dires des pilotes d'avions de ligne circulant dans ces parages. La position limite de la TUNISIE à la bordure sud du chemin suivi par les perturbations explique la variabilité du climat d'une année à l'autre ou d'une décennie à l'autre. En ce qui concerne la MEJERDAH, dans la partie la plus aride de son bassin en particulier (MELLEQUE), une petite variation des hauteurs de pluie reçue se traduit par une variation remarquable des débits écoulés du fait que l'on est souvent à la limite du ruissellement.

On notera pour conclure que les types de temps susceptibles de provoquer de grandes crues généralisées de la MEJERDAH sont les perturbations de nord-ouest, les perturbations régénérées et les perturbations d'ouest (Front polaire : hiver et printemps), la "Goutte froide" d'altitude (Front méditerranéen : automne-hiver) et les perturbations sahariennes (Front saharien : automne, hiver et printemps). D'autres perturbations sont à l'origine de violents orages plus localisés engendrant des crues remarquables d'affluents à petites dimensions : perturbations du sud-ouest (Front polaire : hiver et printemps); perturbations de nord-est directes (Front méditerranéen : hiver), le front quasi stationnaire (Front méditerranéen : hiver et printemps). En été et en automne la vallée de la MEJERDAH est suivie par des orages formés à l'origine dans la région de SOUK AHRAS en ALGERIE. Ces orages deviennent plus violents au fur et à mesure de leur avancée vers la mer.

De même une autre route venant des Monts de TERESSA vers le SERS sera suivie dans des conditions analogues par les orages, provoquant de forts écoulements dans le bassin du MELLEQUE. Il semble d'ailleurs que bien des crues moyennes du MELLEQUE n'ont pas d'autres origines que ces orages localisés qui n'atteignent qu'une partie du bassin. Il semble bien par contre qu'à l'automne 1969 on ait eu affaire, au moins à deux reprises, à une "Goutte froide" d'altitude (temps de nord-est du Front méditerranéen) qui a entraîné des pluies diluviennes jusque sur le bassin du MELLEQUE avec formation de crues records de cet affluent, le reste du bassin de la MEJERDAH n'étant atteint que par des pluies plus modérées engendrant des crues très moyennes.

Pour terminer, on remarquera la fréquence des vents chauds (Sirocco ou assimilés) et des vents de sable précédant assez souvent l'arrivée des perturbations pluvieuses.

1.2.3 GÉOLOGIE

Pour l'ensemble de ce chapitre, on se reportera à la carte géologique 1.2.3, à l'esquisse lithologique 1.2.3.3.

1.2.3.1 GÉOLOGIE HISTORIQUE

Les modifications géologiques qui ont participé à la formation du bassin de la MEJERDAH ont débuté vraiment à la fin du Crétacé.

Au Secondaire, le remplissage du bassin marin de la TETHYS est caractérisé par une épaisse et monotone alternance de calcaires et de marnes également répartis le long d'amples ondulations, dont l'orientation ouest-est reflète l'architecture du socle nord-africain créée par l'orogénie hercynienne. Cette disposition structurale s'est maintenue intacte jusqu'à la fin de l'Eocène; elle persiste encore actuellement dans le pays profond, bien que partiellement disloquée vers la fin du Tertiaire par l'orogénie alpine. C'est sur ce canevas

paléogéographique et structural fondamental que s'est construit le bassin de la MEJERDAH, dont l'emplacement correspond approximativement au prolongement en TUNISIE de la zone algérienne des Hauts Plateaux.

Dès le milieu du Tertiaire à l'Oligocène, les débuts de la tectonique atlasienne ont été accompagnés d'un démantèlement climatique du continent nord-africain qui émergeait alors au sud du bassin, tandis qu'au nord un dépôt successif et répété de ses débris argileux et siliceux a donné naissance au "flysch numidien" sédimenté sur le rebord méridional de la Mer Téthysienne. Après l'invasion marine du Miocène inférieur, consécutive à un enfoncement frontal du socle africain, une phase d'intense compression tectonique, faisant surgir les chaînes de l'ATLAS, a contribué pendant le Miocène moyen à la mise en place des nappes de NUMIDIE, transformant la région de la MEJERDAH en bassins laguno-marins progressivement plus étroits. Dans le même temps, leur orientation générale est devenue nord-est - sud-ouest ainsi calée par la manifestation en TUNISIE Septentrionale des grands accidents transversaux T de L. GLANGEAUD (1951).

La phase post-orogénique plioquaternaire a décalé les structures établies antérieurement sur des décrochements nord-ouest - sud est. Dans la nouvelle aire continentale ainsi créée, l'implantation du réseau hydrologique de la MEJERDAH et de ses affluents, reliant entre eux les sous-bassins isolés par le rejeu d'une épirogéné tardive, traduit bien à la fin du Quaternaire une phase de calme orogénique. A titre d'exemple, le détournement de la MEJERDAH à Oued ZARGA est le fait d'une capture post-villafranchienne aujourd'hui réalisée (FOURNET - 1969). Depuis, le relief du bassin est établi et les artères fluviales toutes ramifiées et interconnectées.

1.2.3.2 GEOLOGIE STRUCTURALE

Les transversales T de L. GLANGEAUD sont des accidents d'origine vraisemblablement crustale qui traversent la TUNISIE Septentrionale du nord-est vers le sud-ouest où ils vont s'emboutir dans la faille sud atlasique de GAFSA. Parallèlement disposées, elles compartimentent des unités structurales de plus en plus compliquées depuis la plate-forme sahélienne de TUNISIE Orientale au sud-est jusqu'aux nappes charriées des montagnes de NUMIDIE au nord-ouest (JAUZEIN, 1967). Le bassin de la MEJERDAH, axé sur les transversales T4 et T5 qui encadrent la zone des diapirs, s'étend également en écharpe sur les unités adjacentes situées de part et d'autre.

La MEJERDAH, née au front des nappes de KABYLIE, parcourt d'ouest en est une moyenne vallée qu'il conviendrait de considérer comme "dépression prénumidienne" ceinturant la zone des nappes argilo-gréseuses de KROUMIRIE et celle des écaillés calcaro-marneuses du BEJAOUA d'où parviennent tous les affluents de rive gauche (Oueds RHEZALA, BOU HEURIMA, KASSEB, BEJA, ZARGA). Leurs terrains n'apportent qu'une modeste contribution à leurs apports solides comparés au stock d'eau fournie par leur situation dans la zone climatique sub-humide. Leur étendue restreinte dans les limites du bassin ne leur confère qu'un rôle hydrologique local.

Le sous-bassin du MELLEQUE présente à lui seul plus du tiers de l'impluvium régional. Approximativement calé sur l'accident transversal T5, l'Oued longe le rebord nord de la zone des diapirs. Ces extrusions parfois déversées de Trias salifère s'alignent dans une bande sud-ouest - nord est, large de quelque 40 km sur une superficie voisine de 3 000 km². Elles sont ainsi placées au centre de l'ATLAS tunisien qui représente une chaîne intermédiaire à plis de revêtement. Au nord-ouest, l'unité para-autochtone de la MEJERDAH présente un style primaire de plissement en banquise compliqué ultérieurement par des serrages qui ont été cause de plis faillés éventuellement chevauchants, et de décollements au niveau des couches marneuses. L'implantation du réseau hydrologique s'y est établie par un chevelu de petits Oueds. Au sud-ouest, une unité autochtone est caractérisée par des plissements de style jurassien typiques : amples voûtes coffrées et souvent décoiffées, synclinaux à fond plat tous orientés nord-est - sud-ouest. Le rejeu des grands accidents transverses y a provoqué des décrochements plus ou moins perpendiculaires et des dislocations responsables de l'apparition des groupes de fossés orthogonaux aux axes structuraux : EL AROUSSA - PONT du FAHS, SERS, SILIANA, BOU RHANEM - KALAA DJEIDA - RAHIA, MORSOIT - TEBESSA - KASSERINE. Leur existence a motivé l'installation dans la direction sud-est - nord-ouest de tous les affluents de la rive droite du MELLEQUE et des Oueds TESSA et SILIANA. Au nord d'une ligne EL AROUSSA - PONT du FAHS, un décrochement plus important des structures de l'unité autochtone vers le sud-est a transformé celle-ci en une zone de dômes, et orienté dans le sens sud-nord le cours des Oueds SILIANA, RAHMAR et CHOFRU.

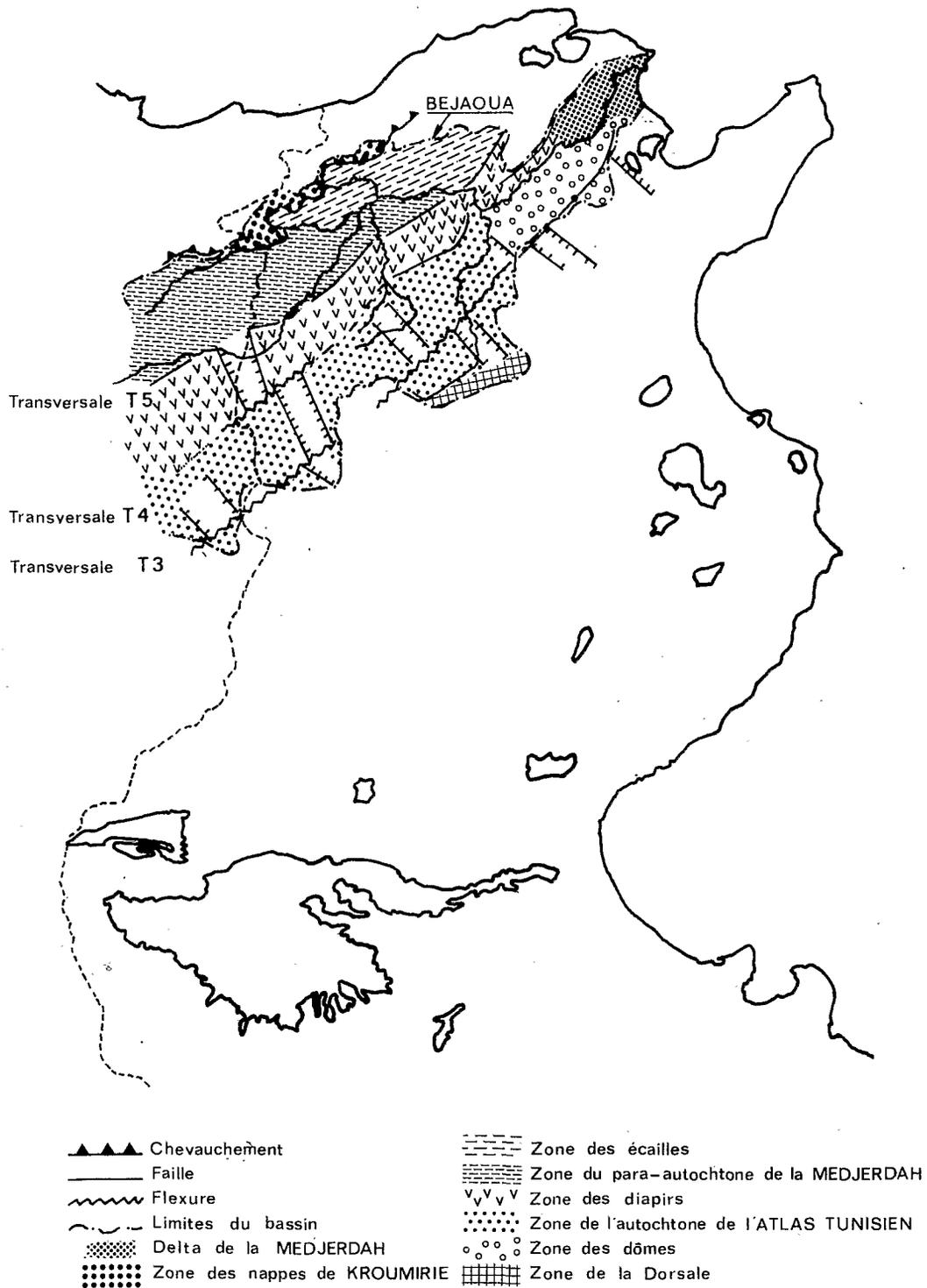
La carte hydrographique du bassin de la MEJERDAH révèle bien une extrême et homogène ramification des Oueds, dénotant une certaine maturité du réseau hydrologique général. Dans les régions ouest et sud-est, soumises à un climat de type semi-aride, il attaque profondément des terrains composés pour l'essentiel de marnes et de calcaires relativement tendres. C'est l'origine principale des transports solides qui, pour partie, ont comblé la plaine maritime de la MEJERDAH depuis 2 000 ans, et envasent actuellement le fond du Golfe de TUNIS par transfert littoral.

1.2.3.3 ESQUISSE LITHOLOGIQUE (cf. carte 1.2.3.3. (a))

La construction d'une esquisse lithologique du bassin de l'Oued MEJERDAH a été réalisée à partir des coupures stratigraphiques de la carte géologique au 1/500 000 de l'AFRIQUE du Nord, dressée en 1951 par G. CASTANY pour la TUNISIE. Dans ce pays, elle s'est appuyée sur les travaux de P.F. BUROLLET, A. JAUZEIN et M. SOLIGNAC; en ALGERIE, sur ceux de L. DAVID, de G. DUBOURDIEU et de G. DUROZOY. Pourtant quelques documents ont manqué pour apporter une égale précision dans le haut bassin de l'Oued MELLEQUE. En aucun cas les résultats ne peuvent revêtir l'aspect d'une conception lithostratigraphique de la géologie du bassin de la MEJERDAH quand bien même l'approche en serait effective.

Esquisse structurale du bassin de la MEDJERDAH

Gr: 1.2.3.2



1.2.3.3.1 Principes d'établissement de la carte

Il s'agissait, à partir des limites unitaires de la carte à grande échelle, de distinguer tout d'abord le stock et le cortège des types de roches constituant chacune des séries stratigraphiques en tenant compte de leurs variations imposées par l'histoire paléogéographique de la sédimentation régionale. La démarche était simple dans certaines aires à dépôts homogènes. Elle a conduit à la représentation d'unités rocheuses simples. Mais, dans la majorité des cas, il est apparu des successions ou des alternances sédimentaires parfois complexes. Aussi, tout en respectant l'échelle de travail, il a été nécessaire de faire apparaître des limites supplémentaires empruntées aux travaux à moyenne échelle correspondant à une simplification du recensement lithique. Cet apport a l'avantage de justifier la forme des paysages morphologiques et le mode d'implantation du réseau hydrographique du bassin.

1.2.3.3.2 Les enseignements de l'esquisse lithologique

1.2.3.3.2.1 Les associations lithiques

Quatre grands groupes de stocks rocheux ressortent du dépouillement des travaux :

- Le premier est constitué par les complexes salifères du Trias. Dans cette série dominent les gypses et les phyllites salines et, dans une moindre mesure, les carbonates calcomagnésiens qui contribuent pour une part non négligeable à la charge en sels solubles des Oueds du bassin. Toutefois, la distribution de ce groupe dans l'ensemble rocheux n'entraîne que des répercussions locales dans la composition chimique.
- Un second groupe formant tantôt des unités simples, tantôt des unités complexes à deux ou trois composants est constitué de sédiments d'origine exclusivement marine. En gros, il englobe les terrains allant du Jurassique à l'Eocène supérieur et comprend essentiellement des roches phylliteuses ou carbonatées.

Le Jurassique, dont les très rares affleurements disposés en noyaux n'interviennent pratiquement pas dans la dynamique hydraulique du bassin, est composé de roches très fortement cristallisées, voire légèrement métamorphosées, comprenant des éléments phylliteux et des carbonates alcalins ou calcomagnésiens.

Le Crétacé est le soubassement régional. Ses affleurements sont importants et largement répandus. Quelle que soit sa place dans les paysages de la chaîne atlasique, il est le plus fréquemment constitué par des alternances sédimentaires au sein desquelles les éléments phylliteux dominent nettement les carbonates ou s'associent entre eux. Cependant, l'évolution paléogéographique et structurale du bassin permet de distinguer des unités simples marneuses ou calcaires. Il est apparu comme nécessaire de faire ressortir les alternances du Crétacé inférieur en raison de la manifestation dans ses couches d'une certaine *schistosité* capable d'influencer tant leur mode d'érosion que celui du transport des matériaux par les Oueds. Les alternances de la partie moyenne du Crétacé peuvent, dans une certaine proportion, former un réservoir important de sels solubles immédiatement disponibles. Mais la connaissance géochimique actuelle de la région est trop peu avancée pour qu'il soit possible d'établir une comparaison avec les résultats acquis par les études hydrologiques. Les travaux de P.F. BUROLLET ont amplement amorcé cette enquête.

Le Paléocène et l'Eocène apparaissent généralement sous la forme d'unités simples. L'état des études pétrographiques a bien souvent facilité la représentation spatiale du type de roche variant, au gré de la répartition géographique des sédiments, d'une carbonate à une argile. Dans ce dernier cas, on sait que l'Eocène supérieur peut constituer fréquemment un magasin de sels solubles facilement extractibles.

- Un troisième groupe de roches apparaît sur la carte exclusivement en unités complexes. Il s'agit des formations détritiques tantôt marines, tantôt laguno-continentales de l'Eonnumulitique et du Néonnumulitique. Ce sont des alternances de roches siliceuses et phylliteuses dans le cas de l'Oligocène, auxquelles s'ajoutent des conglomérats empruntés aux proches affleurements dans celui du Néogène. Si les sédiments oligocènes de l'Est tunisien recèlent un certain stock de sels solubles, ce dernier est certainement important dans les couches du Néogène qui contribuent de manière importante à la salure des Oueds.
- Enfin, un quatrième groupe de roches intervient dans le comportement hydraulique du bassin. Les vastes surfaces occupées par les limons et les épandages plus ou moins encroûtés du Quaternaire collectent et transitent vers les Oueds le ruissellement et les eaux phréatiques. Composés de phyllites carbonatées et d'éléments détritiques de toute nature, leur rôle géochimique est mal connu.

1.2.3.3.2.2 L'origine des transports solides

Examiner à l'échelle de la carte la provenance des transports solides charriés par les Oueds revient à considérer la répartition globale de l'érosion dans le bassin de la MEJERDAH. A ce point de vue, il est nécessaire de distinguer deux cas :

- L'érosion par ruissellement de la partie superficielle des affleurements géologiques : celle-ci ressort de l'étude de la stabilité structurale des sols et de la répartition du couvert végétal. Elle représente une portion considérable des éléments fins en suspension dans les eaux de crue sur l'ensemble du bassin.

Elle fait appel aux données climatologiques qui conditionnent l'impact des pluies sur la surface du terrain. De nombreuses études ont été consacrées à ce problème. Une synthèse cartographique et une évaluation quantitative ne sont pas encore possibles dans cette région.

- L'érosion par ravinement ou écoulement de masse fait plus directement appel à la nature et à la répartition des affleurements géologiques du bassin, compte tenu de leur structure et des accidents qui les affectent. Elle s'intègre également dans la répartition des zones climatiques actuelles. Il est ainsi possible de situer grosso modo de grandes zones d'érosion. C'est d'abord le front de la nappe kabylo-kroumire qui intéresse le haut du bassin de l'Oued MEJERDAH (zone de SOUK-ARHAS et de FERNANA). Puis dans le moyen bassin de l'Oued MELLEQUE, le panneau de CLAIREFONTAINE-GHARDIMAOU, Le KEF-MORSOTT, dans les alternances de marnes et marno-calcaires du Sénonien de l'alignement DJEBEL OUEGHA-DJEBEL BOU SESSOU; et dans les marnes et calcaires argileux du Crétacé inférieur et moyen centré sur le DJEBEL BOU-KADRA, de la MESKIANA à TADJEROUINE comme au nord du KEF. Le réseau de l'Oued TESSA attaque plus particulièrement les marnes et marno-calcaires sénoniens situés au sud-est du DJEBEL MAÏZA et les marnes du Crétacé inférieur placées au sud-ouest du DJEBEL GORAA. L'Oued SILLANA ravine les marnes et marno-calcaires d'EL AKHOUAT, les marnes et calcaires du DJEBEL RIHANE. Les marnes de transition du BEJAOUA sont érodées par l'Oued BEJA.

En fait, une vision plus détaillée du bassin révélerait une érosion plus ou moins prononcée de l'abord des grandes artères fluviales. C'est le cas notamment lorsqu'elles traversent, au gré de la disposition structurale de leurs affleurements, les alternances ou les couches tendres du Crétacé débarrassées par une érosion millénaire de leur manteau quarternaire d'alluvions.

1.2.4 LE COUVERT VEGETAL (cf. cartes 1.2.4 (a) et (b))

Le couvert végétal ayant une grande importance sur le ruissellement, l'infiltration et l'érosion, il était indispensable dans le cadre de cette étude d'en effectuer le recensement.

Parmi les documents existants, le plus complet est la carte phytosociologique de la TUNISIE Septentrionale réalisée en 1966 par le Centre National de la Recherche Scientifique de MONTPELLIER à l'échelle de 1/200 000. Les unités cartographiques figurant sur ce document ont été relevées et planimétrées. Malheureusement, aucune carte de végétation n'étant disponible pour la partie algérienne du bassin de la MEJERDAH, nous ne pouvons apporter aucune donnée concernant cette zone.

Un schéma cartographique à l'échelle de 1/500 000, établi d'après les documents cités plus haut, indique la répartition des formations végétales distinguées surtout en fonction du couvert végétal; ces formations ont des correspondances dans la classification C.E.P.E.

Classification C.E.P.E.

Forêt	Formation ligneuse haute	En combinaison : formations complexes
Garrigue (substrat basique : calcaire)	Formation ligneuse basse	
Pelouse, Lande, Steppe Mattoral, etc...	Formation herbacée	

et les catégories suivantes ont été distinguées :

1.2.4.1 FORET A STRATE ARBOREE BIEN DEVELOPPEE ET STRATE ARBUSTIVE OU HERBACEE (Série du chêne-zeen et du chêne-liège, série du pin d'ALEP et chêne-vert)

Observée surtout aux limites du bassin (FERNANA, nord-ouest et sud de GHARDIMAOU, ouest du KEF, environs de THALA, est de MARTAR), ainsi que dans quelques zones de l'intérieur (Monts de TEBOURSOUK, GAFOUR, DJEBEL MAÏZA, DJEBEL LORBEUS, DJEBEL HAÏRECH et est de NEBBUR), elle constitue la protection la plus efficace du sol, mais couvre à peine 10 % de la superficie tunisienne du bassin.

1.2.4.2 GARRIGUE OU MAQUIS DENSE A STRATE ARBOREE CLAIRE ET STRATE BUISSONNANTE DENSE

Située surtout aux limites nord-ouest du bassin et au sud-est du KEF, ne représente qu'un pourcentage très faible (1 à 2 % de la superficie totale). Le couvert végétal très dense freine l'érosion (série du pin d'ALEP en climat semi-aride, série de l'oléo-lentisque du chêne-vert).

1.2.4.3 GARRIGUE OU MAQUIS OUVERT A STRATE ARBOREE RARE OU ABSENTE STRATE ARBUSTIVE PLUS CLAIRSEMEE ET TAPIS HERBACE INEXISTANT

(Faciès de dégradation à romarin, à lygeum spartum et à matthiola fruticulosa des séries du pin d'ALEP ou du pin d'ALEP et chêne-vert)

Très peu répandue, elle aussi, (moins de 5 %, DJEBEL HAÏRECH, ouest de GHARDIMAOU, environ d'AÏN DRAHAM), cette formation est beaucoup moins efficace pour protéger le sol.

1.2.4.4 GARRIGUE OU MAQUIS TRES OUVERT OU LA STRATE ARBUSTIVE DISPARAIT ET EST REMPLACEE PAR UN TAPIS HERBACE

(Faciès de dégradation à *ampelodesma mauritanicum* ou "diss" des mêmes séries du pin d'ALEP ou du pin d'ALEP et chêne-vert sur les marnes et calcaires marneux).

Plus disséminée à travers tout le bassin, cette formation est cependant peu représentée en basse vallée. Les taches les plus importantes sont observées autour des zones à forêt dense, aux DJEBELS BOU GOUTRANE et SABRAK, dans la région de BEJA, le triangle TEBOURSOUK-TESTOUR-THIBAR au DJEBEL RIHANE et au sud de la route SILIANA-Le SERS. En basse vallée enfin, on l'observe entre MEDJEZ EL BAB et GOUBELLAT près de GRICH-EL-Oued, TEBOURBA au DJEBEL LANSERINE et DJEBEL SAKKAK.

La protection offerte par cette formation qui couvre 10 à 15 % de la partie tunisienne du bassin est très insuffisante.

1.2.4.5 ABSENCE DE VEGETATION, LA ROCHE AFFLEURANT SUR 80 à 90 % DE LA SURFACE

(Faciès de dégradation à *stipa retorta*, *thymus capitatus* ou *hyparrhénia hirta* des mêmes séries du pin d'ALEP ou du pin d'ALEP et chêne-vert)

La protection du sol est pratiquement nulle et le ruissellement et l'érosion sont très importants, la superficie couverte représente moins de 10 % du bassin. Ce type est observé surtout près de TADJEROUINE et DJERISSA aux alentours de SILIANA (DJEBEL MASSOUGES) ainsi que par place près de JENDOUBA ex. SK EL-ARHA, au DJEBEL REBIA, BEJA, CHAOUACH, MEDJEZ-EL-BAB. A part de petites taches près de TEBOURBA et PORTO-FARINA, la basse vallée est exempte de ce groupement.

1.2.4.6 VEGETATION DES TERRES SALEES ET HUMIDES

Cette unité regroupe les végétations azonales des garaet et sabkhet. Elle indique les zones à forte accumulation d'eau ou de sels, selon le type ou la saison et les terres où la nappe se trouve près de la surface et s'écoule mal.

Couvrant moins de 5 % de la superficie totale du bassin, cette végétation s'observe surtout en basse vallée (entre DJEJIDA et la mer) dans la vallée de l'Oued SARRATH et par petites taches à l'intérieur du bassin (sud de BOU SALEM ex. SK-EL-KHEMIS, alentour de SALINES, du KRIB).

1.2.4.7 VEGETATION DES TERRES CULTIVEES

Cette catégorie regroupe des cas très variés, depuis les parcours jusqu'à l'arboriculture fruitière. Il est bien évident par exemple, du point de vue de l'érosion sur pente, qu'une friche protégera le sol mieux qu'une jachère elle-même plus efficace qu'une céréale et surtout qu'une olivette, où l'agriculture s'efforce d'éliminer les adventices. Pour les jachères, il en est qui se déplacent chaque année, d'autres moins souvent, certaines sont travaillées, d'autres laissées en repos complet. Il est difficile dans une présentation aussi sommaire de caractériser avec précision le couvert d'une zone cultivée. On peut cependant, à partir des données établies par l'ISEA en 1968 dans l'Etude pour l'élaboration d'un programme optimal pour l'agriculture tunisienne, admettre :

- qu'en basse vallée, sur 100 ha de cette unité (parcours exclus), les cultures annuelles représentent 75 ha et l'arboriculture 25 ha dont plus de la moitié en olivettes, 30 % en vigne et 2 % en agrumes, le reste en cactus;
- en haute vallée (Gouvernorats de JENDOUBA, Le KEF et BEJA), près de 95 % de ces terres sont en culture, 3 % en olivettes et 2 % en cactus. Les parcours (qui comprennent aussi des unités forestières) couvrent une superficie égale à la moitié des zones cultivées, sauf dans la région du KEF où ils dépassent la surface de ces zones. Dans l'ensemble, cette végétation occupe près de 50 % de la superficie du bassin.

1.2.4.8 MOSAÏQUES

A l'échelle de 1/200 000 et à plus forte raison au 1/500 000, il a parfois été impossible de séparer dans certaines zones les unités forestières et cultivées. On a alors, dans le planimétrage, réparti arbitrairement les superficies de ces mosaïques par moitié dans les zones cultivées et par moitié dans l'unité forestière correspondante. Couvrant 10 à 15 % du bassin, ces mosaïques s'observent principalement au DJEBEL ECH CHEID vers TESTOUR, au nord du DJEBEL MASSOUGES, à l'est de SILIANA, au sud du KEF, au DJEBEL BOU HANECH, vers FERNANA, ainsi qu'en basse vallée près de CHOUIGUI, au DJEBEL AMAR, DJEBEL SAKKAK et au nord de la MABTOUBA.

Leur importance en ce qui concerne l'érosion est très variable selon la valeur du couvert. On peut craindre que d'année en année, la partie boisée de ces mosaïques se réduise de plus en plus.

- Reboisements : très ponctuels, ils ne représentent qu'un pourcentage négligeable à l'échelle de la carte .

Tableau Récapitulatif

	%
Forêt	10
Garrigue ou maquis dense	1 à 2
Garrigue ou maquis ouvert	5
Garrigue ou maquis très ouvert	10 à 15
Roche nue	10
Zones salées et humides	5
Terres cultivées	50 *
Mosaïques	10 à 15

* TUNIS : 75 % cultures, 25 % arboricultures,
reste du bassin : 95 % cultures, 5 % arboricultures

1.2.4.9 CONCLUSION

Le bassin versant de la MEJERDAH est donc caractérisé par un faible recouvrement forestier, tandis que les zones nues, salées ou "cultivées" représentent 70 % de l'ensemble.

Dans les conditions de climat et parfois de relief de la région, ce pourcentage important de terres mal protégées facilite le ruissellement et l'érosion sur les versants, tandis que dans les vallées, un mauvais écoulement entraînera la formation de zones mal drainées et salées.

1.2.5 LES SOLS

1.2.5.1 PREAMBULE

La cartographie pédologique est suffisamment développée dans le bassin de la MEJERDAH pour nous permettre l'établissement d'une carte schématique au 1/500 000. La complexité des situations, où les différents types de sols sont mélangés, nous a conduit à définir au paragraphe 1.2.5.4 des unités cartographiques complexes. Cependant auparavant, il nous a paru nécessaire de rappeler les facteurs de la pédogenèse dans le bassin (1.2.5.2), puis de définir les types de sols de façon classique, ceci à l'usage du lecteur, afin de permettre une meilleure compréhension des rapports possibles entre les types de sols et le régime hydrologique du bassin (1.2.5.3).

1.2.5.2 LES FACTEURS DE LA PEDOGENESE

1.2.5.2.1 Climat

Le climat est de type méditerranéen avec une saison sèche coïncidant avec la saison chaude. La pluviosité très capricieuse et la température ont un gradient latitudinal sensible depuis l'extrême nord du bassin, humide avec 750 à 1 200 mm de pluie et 17°C de température moyenne annuelle, jusqu'à l'extrême sud, semi-aride avec 350 mm et 20°C de moyennes annuelles. A ce gradient se superpose un gradient altitudinal également nettement marqué. Sous ces conditions climatiques relativement peu agressives, les phénomènes de désagrégation des roches l'emportent sur les phénomènes d'altération; les phénomènes de migration à l'intérieur des sols sont limités et ont lieu seulement les années les plus humides. Ce climat n'apparaît pas actuellement comme le facteur prépondérant de l'évolution des sols. Il faut remarquer cependant que les sols du bassin ont conservé les traces d'une plus forte agressivité due à un paléoclimat de même type méditerranéen, mais avec des manifestations plus intenses, plus contrastées, qui ont permis au cours du Quaternaire l'élaboration des pédogenèses très variées, largement représentées sur tout le bassin; elles correspondent à différentes périodes pluviales s'étalant sur 500 000 ans depuis le Villafranchien jusqu'à l'actuel.

A chacune de ces périodes correspond un niveau morphologique auquel est associée une pédogenèse, depuis les sols rubéfiés à croûte les plus anciens, les sols ischumiques et les vertisols et sols salés. Il faut remarquer la fréquence de sols ayant subi l'influence de plusieurs périodes climatiques successives et dont les caractères sont la résultante de pédogenèses différentes plus ou moins imbriquées (sols polygéniques); quelques-uns sont enterrés sous des dépôts récents subissant la pédogenèse actuelle (sols fossiles).

1.2.5.2.2 Lithologie

La lithologie du B.V. est caractérisée par l'absence de roches cristallines et la présence de roches uniquement sédimentaires dont dépend étroitement la répartition des sols. Elle comprend :

- des roches dures : calcaires affleurant sur tout le bassin sous des faciès variés, grès à ciment calcaire et quelques rares grès acides;
- des roches tendres nettement plus abondantes : argiles acides dont l'affleurement est limité à l'extrême nord du bassin, argiles calcaires et surtout marnes et marno-calcaires; les matériaux détritiques sont d'extension plus limitée comprenant des sables et conglomérats; les formations tendres chaotiques du Trias ont une composition très hétérogène et sont toujours plus ou moins salifères.

Les formations quaternaires, résultat d'une pédogenèse ancienne, peuvent dans certains cas servir de matériaux originels à des sols plus jeunes. Elles ont des faciès d'autant plus consolidés qu'elles sont plus anciennes depuis la croûte calcaire très cristallisée, la croûte tendre, l'encroûtement jusqu'au "limon à nodules" très meuble et aux alluvions lourdes issues de matériaux géologiques fins dominant la lithologie du bassin (marnes en particulier), qui ont remblayé les plaines favorisant les phénomènes d'engorgement dans les zones basses.

1.2.5.2.3 Végétation et action de l'homme

La végétation est intrinsèquement un facteur très important de la pédogenèse, mais ici elle a été tellement influencée par la pression de l'homme que c'est celui-ci qui apparaît comme le facteur pédogénétique le plus marquant actuellement.

Le bassin versant de la MEJERDAH est une région où l'occupation de l'homme est fort ancienne, ainsi que l'attestent les nombreuses traces de civilisation connues depuis le Saletien.

Depuis l'époque romaine cette pression n'a fait que s'accroître se traduisant par une exploitation intensive des forêts, puis du maquis ou de la garrigue secondaire pour le bois et le parcours, et par augmentation des surfaces cultivées au détriment de la végétation naturelle. Cette intensification s'est traduite en surface par une érosion des horizons humifères des sols et un appauvrissement en matière organique, caractères affectant de nombreux sols du bassin, une modification du bilan hydrique au sein des profils, perturbant les équilibres des solutions et des ions en profondeur.

1.2.5.2.4 Formes du relief

Le bassin de la MEJERDAH est fait d'une succession de crêtes (> à 1 000 m), de zones collinaires largement dominantes encadrant des zones basses d'extension limitée. Ces formes du relief très imbriquées sur l'ensemble du bassin influencent la circulation des eaux sur et dans les sols, déterminant des zones de perte de matériaux par érosion ou lessivage oblique, des zones d'enrichissement surtout en sels solubles et des zones d'engorgement.

1.2.5.3 LES TYPES DE SOLS

Nous avons, dans la description ci-après des différents types de sols, voulu insister sur les tendances de ces sols vis-à-vis de l'érosion et de l'accumulation, tout en respectant les termes des définitions de la classification pédologique.

Dans cette optique, deux tendances se manifestent d'après lesquelles nous avons regroupé les différents types de sols du bassin. Cette distinction faite uniquement au niveau pédologique n'est pas absolue, car des facteurs autres que la pente interviennent pour modifier ces tendances.

1.2.5.3.1 Les sols d'érosion

Ils comprennent :

a) - Les sols minéraux bruts et les sols peu évolués d'érosion de la classification générale

Les premiers correspondent à une absence de sol meuble. Les seconds à des sols peu épais contenant des débris de roches peu altérés jusqu'au sommet du profil. Sur roches dures, les sols minéraux bruts prennent le nom de lithosols, les sols peu évolués celui de sols lithosoliques. Sur roches tendres (marno-calcaires et marnes) ils s'appellent respectivement régosols et sols régosoliques.

b) - Les sols calcimorphes des reliefs

Ils présentent un profil assez bien développé surtout s'ils sont protégés par la végétation naturelle : à la partie supérieure, un horizon humifère (1 à 2 % de matière organique sous culture - 5 à 10 % sous forêt) de structure polyédrique fine, de texture moyenne ou fine. Lorsque cet horizon passe sans transition à la roche calcaire, le sol est une *rendzine*. Lorsqu'il surmonte un horizon moins humifère de structure plus grossière, le sol est un *sol brun calcaire*.

Sur roche dure, le sol dominant est une *rendzine* peu profonde (0-40 cm d'épaisseur), incluant de nombreux cailloux dans le profil.

Sur roche tendre (calcaires marneux, marnes), la pédogenèse donne naissance à des *rendzines* ou des sols bruns calcaires suivant la position sur le versant et le degré d'érosion. Le cas particulier des sols calcimorphes gypseux est lié à la présence d'une roche-mère très gypseuse sur laquelle se différencie un petit encroûtement de surface.

Tous ces sols sont dans l'ensemble assez perméables. Ils ont entre autres caractéristiques celle de pouvoir céder du calcium sous forme de carbonate, plus rarement sous forme de sulfate, qui va enrichir les sols calcimorphes situés topographiquement plus bas par lessivage latéral.

c) - Les vertisols lithomorphes

Ce type de sol présente un profil très homogène par sa texture qui est fine ou très fine et sa structure qui est très grossière, polyédrique en surface devenant prismatique en profondeur avec développement de faces de glissement. Une telle structure est liée à la présence d'argile gonflante. Le développement du profil est très variable. En sol peu profond (30 à 50 cm) où les débris de roche-mère subsistent très haut dans le profil, on parlera de sols peu évolués vertiques. Au fur et à mesure que le profil s'approfondit (50 à 80 cm), que les faces de glissement deviennent plus visibles, on passe à des *vertisols* à caractères moyennement accentués et à des *vertisols modaux*.

Cette variation est souvent très rapide dans un paysage de marnes. Aussi, utiliserons-nous souvent le terme séquence verticale pour désigner une association de ces différents sols.

Les vertisols sont très compacts. Leur perméabilité est donc quasi nulle. Cependant, en fin d'été ils sont abondamment fissurés d'où une perméabilité apparente mais qui disparaît rapidement avec le gonflement du sol.

d) - Les sols à humus doux (Mull)

Ils se développent sous forêt et comportent typiquement trois horizons :

- Un horizon humifère bien structuré riche en matière organique (5 à 10 %), de texture moyenne à grossière.
- Un horizon d'accumulation d'argile faible pouvant dans bien des cas se confondre avec l'apparition d'un substrat argileux.

Ces sols sont généralement riches en cailloux au moins dans les deux premiers horizons. De ce fait, la la perméabilité de surface est forte.

- Par contre, l'horizon 3 est moins perméable et souvent totalement imperméable. Dans ce cas, il y a processus d'hydromorphie due à un engorgement de surface par l'eau pluviale.

Le développement des sols à humus doux est favorisé par un ensemble de conditions climatiques, lithologiques et phytosociologiques très favorable.

La topographie très variable comporte des pentes généralement très fortes. Bien protégés par la forêt de chêne-liège et chêne-zeen, ils semblent en équilibre avec le milieu, mais ils se dégagent très vite à la suite des défrichements passant à des sols hydromorphes à pseudogley.

1.2.5.3.2 Les sols d'accumulation

On rangera parmi ces sols :

a) - Les sols minéraux bruts d'origine fluviale

Ils sont peu représentés, puisque limités aux lits majeurs des Oueds.

b) - Les sols peu évolués d'apport

Sous un petit horizon (10 à 15 cm d'épaisseur), faiblement humifère (1 % ou moins de matière organique), les profils ne présentent guère de caractères d'évolution. Ils sont profonds mais de texture très variable et donc de perméabilité également variable. Ils se localisent sur les terrasses récentes.

c) - Vertisols topolitomorphes ou de bas-fond

Leurs caractères vertiques sont dus à la fois à leur différenciation sur matériau fin et à leur position topographique basse.

Les caractéristiques sont celles des vertisols lithomorphes mais plus accentués, plus profonds et de couleur généralement plus foncée. Ce type de sol se ressuie mal et présente fréquemment des mouillères. Les rares tests de perméabilité indiquent une perméabilité nulle. Ils peuvent présenter des caractères de salure et d'hydromorphie en profondeur liés à la présence d'une nappe.

d) - Sols hydromorphes

L'hydromorphie dans ce cas est due à la présence d'une nappe phréatique. Elle se caractérise :

- Soit par des phénomènes d'oxydo-réduction du fer, taches rouges et grises de pseudogley pouvant aller jusqu'à un gley typique (plaine de BULLA REGIA, d'EBBA-KSOUR).
- Soit par la précipitation de calcaire pulvérulent formant encroûtement (Le KRIB).

e) - Sols halomorphes

Aux caractères d'hydromorphie déjà décrits se surimposent des caractères de salure très variable en intensité : amas salins dans le profil, croûte saline en surface.

Quand elle est faible, la salure (exprimée en conductivité de l'extrait d'une pâte saturée du sol) ne se manifeste guère autrement que par ses effets sur la végétation. Mais la présence de sels solubles a pour corollaire une fixation d'ions sodium sur le complexe absorbant du sol. Ce phénomène appelé alcalisation entraîne une dégradation de la structure et une baisse de perméabilité.

Ces sols hydromorphes et sols halomorphes sont la manifestation de la présence d'une nappe phréatique temporaire ou permanente.

f) - Les sols calcimorphes des glacis et des plaines

Sur les glacis se différencient des rendzines et des sols bruns calcaires à croûte ou encroûtement calcaire, les premières étant les plus répandues.

Ils sont moyennement perméables mais leur capacité de stocker l'eau est fonction de leur profondeur. On a peu de renseignements sur le comportement à l'eau de l'accumulation calcaire. La croûte calcaire est imperméable mais comme elle est rarement continue et souvent fracturée, elle réduit l'infiltration mais ne la supprime pas totalement. Au-dessous de la croûte l'encroûtement calcaire, généralement peu poreux, semble très peu perméable.

Quelques sols calcimorphes peuvent présenter une accumulation gypseuse de profondeur sous forme d'encroûtement tendre en relation avec les sols gypseux de montagne.

g) - Les sols isohumiques

Ils occupent la même position topographique que les sols calcimorphes des glacis auxquels ils sont souvent associés.

Ces sols, dont la profondeur varie entre 30 et 80 cm, rarement plus, présentent trois horizons. En surface l'horizon humifère (1,5 à 3 % de matière organique) de texture fine, de structure polyédrique moyenne à grossière, passe très progressivement à un horizon plus argileux, peu humifère, à texture prismatique à cubique moyenne ou grossière. Le troisième horizon est un horizon d'accumulation calcaire (croûte, encroûtement ou accumulation nodulaire).

Les sols isohumiques du bassin de la MEJERDAH appartiennent au groupe des sols châtaîns de la classification française. Leur texture fine, leur structure plus grossière en font des sols moins perméables que les sols calcimorphes. L'accumulation calcaire est elle-même moins perméable que les horizons de surface.

Les sols calcimorphes et les sols isohumiques de glacis occupent une position intermédiaire entre les sols d'érosion et les sols d'accumulation. La croûte et l'encroûtement sont manifestement une forme d'accumulation latérale sujette bien sûr à des remaniements, mais les horizons de surface sont par contre sujets à des mouvements érosifs.

Ceci souligne, si besoin est, les limites de ce regroupement des sols en deux catégories d'érosion et d'accumulation.

1.2.5.4. DESCRIPTION SUCCINCTE DES DIFFERENTES ASSOCIATIONS DE SOLS DU BASSIN

Une carte schématique au 1/500 000 a été esquissée qui a pour but de donner une vue d'ensemble de la répartition des sols sur la totalité du bassin de la MEJERDAH. Ce document a pu être établi relativement aisément sur la partie tunisienne du bassin grâce aux nombreuses études de synthèse existantes et, en particulier, à la carte pédologique au 1/1 000 000 de la TUNISIE dressée par J.P. COINTEPAS et R. GADDAS (1971). Il n'en a pas été de même sur la partie algérienne faute de renseignements pédologiques précis; le seul document existant est la carte des sols d'ALGERIE de J.H. DURAND éditée en 1954 et qui, malheureusement, fournit peu de renseignements; nous nous sommes inspirés des connaissances que nous avons sur les sols de la partie frontalière du bassin pour tenter une approximation à partir de documents plus précis, en particulier, des cartes géologiques.

La carte est donnée en annexe (carte 1.2.5.4. (a)).

1.2.5.4.1 Sols d'érosion et sols vertiques sur matériau tendre calcaire associés à des lambeaux de sols calcimorphes

Les sols peu évolués d'érosion sur matériau tendre (régosols et sols régosoliques) sont différenciés sur marne, argile, calcaire ou sable; quelques bancs plus consolidés de calcaire, grès ou conglomérat pouvant apporter des complications locales, liées à la stratigraphie.

La majorité des sols de cette unité comprend toute une séquence sur marne développée en fonction de la topographie et allant du sol peu évolué vertique au vertisol lithomorphe moyennement accentué et modal. Localement, des lambeaux de sols calcimorphes ont été conservés (rendzine et sols bruns calcaires) soit sur des glacis érodés à croûte ou encroûtement calcaire coiffant les matériaux géologiques tendres et témoignant d'une évolution antérieure, soit parfois sur ces formations géologiques tendres elles-mêmes, mais seulement où la végétation naturelle conservée permet actuellement cette évolution (lambeaux forestiers à base de pin d'ALEP).

Les caractéristiques des sols vertiques qui sont les mieux représentés dans cette unité sont proches de la roche-mère marneuse; argileux à très argileux, assez peu profonds, largement structurés avec fentes de retrait en été se refermant à la saison des pluies; ils sont généralement pauvres en matière organique en raison d'une mise en culture fort ancienne et contiennent en outre une certaine proportion de sels d'origine pétrographique (sulfates, chlorures) qui contribuent localement à la salure des Oueds.

Cette unité est largement représentée sur tous les reliefs collinaires du bassin versant; généralement cultivée, elle est du fait de la pente très susceptible à l'érosion ravinante; la plupart des pentes sont d'ailleurs traitées en banquettes avec une efficacité variable. Elles constituent un impluvium remarquable pour le ruissellement des eaux pluviales.

1.2.5.4.2 Vertisols lithomorphes

La présence d'une roche-mère à forte teneur en argile et la nature minéralogique gonflante de cette argile permettent, sous certaines conditions climatiques, le développement dans les sols de structures très élargies. La frange nord du bassin, le BEJAOUA en particulier, réunit ces conditions : pluviosité élevée et saison sèche très accusée permettant les alternances des phénomènes de gonflement et de retrait;affleurement des marnes de l'Eocène qui sont par rapport aux marnes du Crétacé plus riches en argile et moins riches en calcaire, permettant une prépondérance des phénomènes d'altération sur les phénomènes de désagrégation.

Les sols sont plus profonds que les sols vertiques et la toposéquence classique va du vertisol lithomorphe à caractère moyennement accentué au vertisol modal, parfois jusqu'au vertisol hydromorphe à remise en mouvement des sels de calcium en profondeur.

La teneur en argile très élevée (60 à 70 %) confère à ces sols une forte compacité laissant subsister après fermeture des fissures de retrait d'été une porosité capillaire très fine qui rend ces sols pratiquement imperméables. Humides, ils gardent leur eau très longtemps et sont très sujets aux mouvements de masse. La teneur en calcaire n'est pas très élevée, la teneur en gypse et sels est faible sous ces conditions pluviométriques; ils sont souvent assez humifères et présentent parfois, mais pas obligatoirement, une couleur foncée sur l'ensemble du profil plutôt due à la qualité du complexe argilo-humique différencié sous une végétation à enrachement dense qu'à la quantité de matière organique (2 - 3 %).

Actuellement, ils sont cultivés, fournissant d'excellentes terres de cultures chimiquement riches, bien alimentées en eau. Saisonnièrement ils sont engorgés par infiltration capillaire à partir de la surface et permettent seulement des mouvements lents de solutions à l'intérieur des profils et un ruissellement rapide en surface; ils sont sensibles à l'érosion de masse.

1.2.5.4.3 Sols d'érosion sur roches dures calcaires ou sur roches complexes du trias, associés à des sols rendzinoformes et/ou rouges méditerranéens

Les sols d'érosion sur roches dures (lithosols, solslithosoliques) sont représentés sur les calcaires, les grès à ciment calcaire et localement sur des roches complexes du trias affleurant sur tout le bassin. Sur ces mêmes matériaux des sols plus évolués ont pu être conservés grâce à la végétation naturelle : parfois rouges méditerranéens (fersialitiques) témoins d'une rubéfaction ancienne, plus souvent calcimorphes. Les sols rouges sont peu épais (autour de 50 cm) et toujours liés à la présence de matériaux durs; leur texture est fonction du matériau originel, moyenne sur grès, argileuse sur calcaire; certaines présentent une accumulation calcaire en profondeur due à une migration verticale ou oblique. Les terra rossa sont un cas particulier de ces sols rouges; peu épais à morphologie rendzinoforme, ils sont liés à la roche calcaire dure dont ils sont un produit de dissolution. Souvent développée sur pente, mal protégée par la végétation naturelle, cette unité est très sensible à l'érosion et les sols sont conservés en lambeaux parfois piégés dans les fissures de la roche. La rubéfaction ancienne n'est plus fonctionnelle actuellement; elle est remplacée par une évolution de type calcimorphe dominée par le carbonate de calcium sous végétation forestière, de type isohumique sous culture.

Ces sols sont généralement très caillouteux, bien structurés grâce à leur richesse en fer libre facilitant l'agrégation de la structure; l'ensemble est poreux, très perméable.

La qualité de la matière organique de ces sols est fonction du couvert végétal : généralement peu humifiée, pas très évoluée sous pin d'ALEP (mull-moder calcique), elle peut sous certaines conditions stationnelles de couverture végétale plus graminéenne et de roche-mère riche en calcaire fin (trias) prendre un faciès brunifié mieux évolué (mull-calcique).

1.2.5.4.4 Sols calcimorphes humifères à la végétation naturelle sur roches tendres avec alternances de roches dures

Il s'agit de *rendzines* développées sur des matériaux meubles le plus souvent marneux, localement encroûtés, et encore occupés par une végétation naturelle à base de pin d'ALEP, pas trop dégradée parfois même bien conservée (N. SAKIETI). Le développement racinaire permet l'approfondissement du sol et la pédogenèse tend vers des sols *bruns calcaires* à plusieurs horizons.

Dans tous les cas, les horizons de surface sont riches en matière organique, ce qui contribue avec la richesse en calcaire fin du matériau originel à une structuration fine, bien développée et corrélativement à une bonne porosité et assez bonne perméabilité bien qu'étant de texture très argileuse. La conservation de ces sols sur pente est sous la dépendance étroite du peuplement forestier qui contribue à leur stabilité et leur approfondissement; lorsque celui-ci disparaît, les horizons humifères s'érodent, l'évapotranspiration potentielle diminue, la structure se dégrade et ils évoluent vers des sols vertiques ou dans les plus mauvaises conditions vers des sols d'érosion (unité 2.1).

Des alternances de calcaire dur ou même de roches variées du trias apportent quelques variations locales à la dominance marneuse de cette unité.

1.2.5.4.5 Sols calcimorphes encroûtés dominant localement associés à des sols isohumiques

Sur les glacis faisant la transition morphologique entre les reliefs et la plaine, se sont différenciés des *rendzines* et *sols bruns calcaires*. La végétation naturelle a totalement disparu, remplacée par la culture. Les profils sont assez peu épais (autour de 50 cm) au-dessus d'une accumulation calcaire. Ces accumulations sont anciennes mais toujours fonctionnelles; elles auraient pour origine une migration essentiellement latérale du calcaire en solution, aboutissant plus ou moins loin selon l'aridité du climat à une reprécipitation par concentration des solutions sous l'effet de l'évapotranspiration. La morphologie de ces accumulations calcaires présente d'importantes variations dans l'espace et dans le temps :

- du sommet à la base du glacis, elles passent schématiquement de l'accumulation diffuse à amas, nodules, encroûtement;

- dans le temps, au fur et à mesure de l'enrichissement en calcaire ces formes évoluent pour atteindre le stade ultime d'une épaisse croûte saumonée qui peut secondairement être désagrégée.

En profondeur, sous les accumulations faibles du calcaire, le substrat géologique apparaît.

Les sols eux-mêmes sont très riches en calcaire fin et ont un taux de matière organique nettement plus bas que sous végétation naturelle (autour de 2 %), mais celle-ci est très minéralisée (nitrification élevée); la structure est encore bien développée mais fine et nettement plus fragile que sous végétation naturelle. Ces sols hérités à la fois d'un colluvionnement et de matériaux issus de la croûte sont très caillouteux, très poreux, très aérés.

Ces sols déjà superficiels sont perméables et très sensibles à l'érosion pelliculaire qui les amincit d'autant plus que des facteurs, tels que pente et travaux cultureux, favorisent cette dégradation; la croûte calcaire saumonée se comporte comme un matériau imperméable, l'encroûtement tendre étant relativement perméable. L'ensemble, manquant de réserves en eau, est sec.

Localement sur ces glacis se sont différenciés des sols isohumiques sur "limons rouges" plus ou moins encroûtés, dont la relation souvent lointaine avec des sols rouges issus des reliefs calcaires ou triasiques est cependant probable. Sur le B.V. de la MEJERDAH ces sols appartiennent presque tous au groupe des *sols châtaîns isohumiques*, à l'exception de quelques petites unités de sols bruns isohumiques différenciés à l'extrême sud du bassin, annonçant déjà des conditions plus steppiques.

Les sols châtaîns sont généralement plus profonds que les sols calcimorphes et caractérisés par une forme de matière organique très humifiée et très liée à la matière minérale (mull-calcaïque) qui a pénétré assez profondément dans les profils sous l'effet d'une mise en culture ancienne. Ces sols ont bénéficié en outre d'une protection contre les agents de remaniement, en particulier au niveau de l'accumulation calcaire qui n'influence pas la partie supérieure des profils. Ces sols présentent un gradient de teneur en calcaire depuis la surface parfois totalement décalcarifiée jusqu'à la profondeur où la forme de l'accumulation est variable (diffuse, nodules, encroûtement, croûte) avant de passer au "limon original". Quelques faciès particuliers correspondent soit à des conditions stationnelles (structure verticale), soit à une pédogenèse ancienne (rubéfaction, noircissement, caractères polygéniques).

Ces sols très bien structurés, assez poreux, sont perméables, stables et constituent d'excellentes terres de cultures.

1.2.5.4.6 Sols gypseux encroûtés

Ils sont très localisés, différenciés exclusivement dans le bassin du MELLEGUE en relation avec des formations triasiques à faciès lagunaire, tendres, très gypsifères. Deux types de sols ont été rassemblés dans cette unité :

- des encroûtements gypseux de surface de faible épaisseur (5 à 30 cm) formés directement sur les matériaux tendres du trias, titrant 60 à 80 % de gypse, peu calcaires et pratiquement non chlorurés. Ils sont soumis à une intense érosion et l'encroûtement lui-même est assez fugace, partiellement dissous en saison humide et se reformant l'été;
- des sols à encroûtement gypseux de profondeur formés par migration latérale des sulfates à partir des massifs de trias sur et dans les glacis qui les prolongent directement vers l'aval. Les sols enrichis latéralement en gypse par les eaux très chargées ruisselant à partir du trias présentent un encroûtement gypseux continu nettement plus épais que les précédents (jusqu'à 1 m); dans les parties basses du glacis, ils sont en relation avec une nappe sulfatée, chlorurée très chargée, prenant l'aspect hydromorphe d'un "terch" (croûte de nappe).

La formation et la conservation d'encroûtement gypseux à une telle latitude semblent assez extraordinaires, trois facteurs y concourent :

- la présence de ces énormes masses de trias lagunaire, source intarissable de sulfates;
- leur situation dans deux vallées N.S. (O. MELLEGUE et O. CHABRO) influencées du point de vue climatique par la remontée de masses sahariennes chaudes et caractérisées par une pluviosité déficitaire par rapport à des stations voisines de même latitude;
- l'homme, en défrichant inconsidérément ces massifs encore boisés il y a seulement quinze à vingt ans, a permis le décapage par l'érosion des sols calcimorphes primitifs, jusqu'au matériau triasique ainsi directement soumis aux manifestations climatiques xériques, empêchant toute régénération du pin d'ALEP.

Ces encroûtements gypseux fournissent des quantités considérables de sels dissous qui expliquent la charge importante des Oueds en sulfates et chlorures à l'aval de ces formations.

1.2.5.4.7 Sols bruns à mull peu lessivés sur matériaux argilo-gréseux acides

Développés sur les formations argilo-gréseuses acides de l'Oligocène, ces sols sont limités à la frange nord du bassin où, sous l'influence de fortes précipitations, ils ont tendance à se lessiver obliquement sur les pentes, s'appauvrissant en éléments fins (fer, argile et matière organique). La tendance podzolique est faible sur le bassin, elle s'accroît plus au nord.

Ces sols sont caractérisés par une matière organique assez bien décomposée, non calcaire, ils sont constitués dans leur partie supérieure d'un matériau colluvionné argilo-gréseux dans lequel se manifestent des caractères d'hydromorphie dus à une nappe perchée (pseudogley ou structure verticale).

L'évolution de ces sols est conditionnée par la lithologie et par le couvert végétal qui empêche ou permet l'érosion de la partie supérieure argilo-gréseuse du sol et corrélativement la remontée relative des horizons profonds argileux.

Deux séquences différentes se développent du haut en bas de la pente en fonction du couvert végétal (cf. tableau ci-dessous).

Cet ensemble est très imbriqué le long de la pente formant une mosaïque de sols très complexe dont la principale caractéristique intéressante du point de vue hydrologique est la discontinuité granulométrique :

- Matériau argilo-gréseux de surface perméable, permettant la circulation oblique de l'eau et l'entraînement des éléments fins.
- Argile de profondeur imperméable, empêchant l'évacuation de l'eau pluviale et favorisant les phénomènes d'hydromorphie.

Matériau originel	Végétation bien conservée	Végétation dégradée (cultures)
Grès et colluvions gréseuses	Sol lessivé humifère	Sol lessivé podzolique et sol d'érosion
Colluvions argilo-gréseuses sur argile en profondeur	Sol brun lessivé	Sol brun hydromorphe
Argile acide affleurante	Sol brun forestier acide	Sol hydromorphe à pseudogley
Argile calcaire affleurante	Sol brun forestier saturé	Sol brun vertique à gley (vertisol)

1.2.5.4.8 Sols d'apport sur alluvions, localement salés, hydromorphes ou vertiques

Le trait essentiel des sols d'apport du B.V. de la MEJERDAH est d'être différenciés sur alluvions lourdes, héritées des matériaux fins qui composent la majorité de la lithologie de cette région. Cette texture lourde limite le drainage interne des sols et la moindre dépression favorise les phénomènes d'hydromorphie sous toutes ses formes (vertique, à gley, pseudogley, remise en mouvement des sels de calcium) souvent accompagnés d'une nappe d'eau libre oscillant à faible profondeur.

Les sols peu évolués sains, peu évolués hydromorphes, les sols hydromorphes peu humifères, les vertisols et vertisols hydromorphes, sont largement représentés dans la plaine de la moyenne et de la basse vallée, ainsi que dans celles formées par les affluents de la rive droite (O. SARRATH, CHABRO et TESSA).

Des caractères de salure et d'alcalisation se manifestent souvent avec une faible intensité (sols peu évolués salés); ils peuvent être localement très marqués en liaison avec une nappe phréatique chargée proche de la surface, la salure de l'ordre de 10 mmhos en surface peut atteindre 60 mmhos en profondeur; elle est toujours dans ces matériaux lourds accompagnée de caractères d'alcalisation avec un taux de sodium échangeable fixé sur le complexe absorbant dépassant 15 % de la capacité d'échange (Na/T > 15 %).

Les sols hydromorphes à gley salé, les sols à alcalis non lessivés peu ou moyennement salés, sont représentés par taches dans les plaines du SERS, d'EBBA KSOUR, de BOU SALEM, de KALAAAT DJERDA et surtout dans les lagunes de l'embouchure de l'Oued MEJERDAH dont certaines sont influencées par la mer et sont occupées par une végétation halophyte très spécialisée.

1.2.5.5 ERODIBILITE DES SOLS

Le Centre de Recherches et d'Expérimentation du Génie Rural a effectué des études sur l'érodibilité des sols dans le bassin de l'Oued MILTANE dont le climat et les conditions naturelles sont assez proches de celles de l'Oued MEJERDAH.

Ces études avaient pour but de vérifier l'équation universelle de perte de sol de WISCHMEYER et de fixer le coefficient de résistance à l'érosion.

On ne pourrait transposer ces résultats sans risques d'erreur. Mais il est possible toutefois, pour fixer les idées, d'indiquer une hiérarchie dans l'érodibilité.

Sols très peu érodibles

- Sols peu ou non évolués sur calcaire dur ou calcaire marneux, rendzines, sols bruns calcaires sur ces mêmes roches. (DUMAS, 1965, attribue ce résultat à la densité de cailloux dans le sol).

Sols faiblement érodibles

- Sols bruns calcaires encroûtés, colluvions profondes plus ou moins verticales.

Sols moyennement érodibles

- Sols régosoliques sur marnes feuilletées.
- Sols bruns calcaires sur calcaire marneux.

Sols fortement érodibles

- Sols bruns calcaires sur argile gypseuse.
- Sur marno-calcaire avec passage calcaire.
- Sur alluvions argilo-limoneuses.

Sols très fortement érodibles

- Argiles gypseuses salées des bourrelets éoliens de SEBKHA.

Aux sols fortement érodibles indiqués par J. DUMAS, nous ajouterons encore les vertisols et les sols régosoliques ou régosols sur sables et argiles du Pliocène (formation SEGUI) et sur argiles gypseuses (formations OUM DOUIL, EL HARIA). A l'intérieur de chaque type de sols d'autres facteurs entrent en jeu : teneur en matière organique, teneur en cailloux, humidité équivalente, facteurs qui peuvent introduire des variations plus importantes que les types de sols eux-mêmes (DUMAS 1965). Et enfin, d'autres facteurs tels que la pente et la végétation sont à considérer, car ils peuvent modifier complètement les conditions d'érodibilité, l'action de l'homme étant très importante dans ce domaine.

1.2.5.6 PERMEABILITE

Dans le paragraphe relatif aux types de sol, on a donné un aperçu de la perméabilité des sols. Il eut été intéressant de fournir des estimations plus précises du phénomène.

Malheureusement, rares sont les études cartographiques qui comportent ce genre de renseignements. Dans les zones destinées à l'irrigation, il y a eu quelques mesures effectuées par la méthode PORCHET (ROEDERER et al, 1962). C'est ainsi qu'en 1966 la SOGETHA a mené une campagne de mesure de la perméabilité dans la plaine de BOU SALEM. Cependant les résultats sont bien trop fragmentaires pour être utiles ici.

1.2.5.7 CONCLUSIONS

Le bassin de la MEJERDAH est constitué, ainsi qu'on a pu le constater, par des sols offrant au ruissellement des possibilités très variables. Cependant, les sols imperméables couvrent une superficie importante : il s'agit essentiellement des sols d'érosion et sols vertiques sur matériau tendre calcaire, associés à des lambeaux de sols calcimorphes, et des vertisols lithomorphes. Ces derniers présentant des fentes de retrait ne deviennent vraiment imperméables qu'après avoir absorbé les premières précipitations.

Ces sols imperméables, très courants au sud de la MEJERDAH, permettent de comprendre la violence des crues des affluents de rive droite, d'autant plus que celles-ci se produisent souvent à la fin de l'été alors que la couverture végétale n'offre qu'une protection insignifiante.

Les formations qui se prêtent à l'érosion sont encore plus nombreuses que les formations imperméables, et il est à noter que leur extension est liée plus ou moins au remplacement du couvert naturel par les cultures. On s'explique ainsi l'importance des transports solides et les risques de voir augmenter dans le futur la concentration en sédiment si la mise en valeur agricole n'est pas menée de façon rationnelle en ce qui concerne la conservation de l'eau et du sol.

1.2.6 LE MILIEU HUMAIN

Etant donné l'importance de l'action de l'homme sur les phénomènes de ruissellement et d'érosion dans le bassin de la MEJERDAH, il a paru utile de donner un aperçu du milieu humain du bassin.

1.2.6.1 CORRESPONDANCE DU BASSIN AVEC LES DELIMITATIONS ADMINISTRATIVES

Le bassin de la MEJERDAH couvre en TUNISIE la presque totalité des gouvernorats de BEJA et du KEF, à l'exception de la délégation du FAHS et une partie des délégations de SILIANA et de MAKTAR. Au nord il s'étend sur les délégations de SIDI TABET, MORNAGUTA, TEBOURBA de l'actuel gouvernorat de TUNIS-sud (1). A la frontière algérienne, le bassin empiète au nord largement sur les contreforts montagneux de la forêt d'AIN DRAHAM (gouvernorat de JENDOUBA), au sud sur une partie de la délégation de THALA (gouvernorat de KASSERINE) (voir carte 1.2.6.1 (a)).

En ALGERIE, le bassin comprend une large partie de la WILAYA d'ANNABA limitée au nord par la ville de SOUK ARAS, au sud par TEBESSA.

1.2.6.2 SITUATION DEMOGRAPHIQUE EN 1966 (cf. carte 1.2.6.2 (a))

En 1966 (2) plus d'un million de personnes ont été recensées sur le bassin de la MEJERDAH, dont 380 000 en ALGERIE (29 %) et 780 000 en TUNISIE (71 %). La concentration urbaine est plus importante en ALGERIE avec près de 50 % de la population vivant en milieu urbain qu'en TUNISIE où on ne compte que 21 % de la population communale. La densité dans le haut du bassin, correspondant à peu près à l'aire algérienne, est de l'ordre de 80 habitants au km², identique à celle que l'on trouve dans le gouvernorat de JENDOUBA. Dans le bas bassin (partie tunisienne) la densité est de l'ordre de 50 hab/km², en dessous des densités que l'on relève dans les zones forestières (JENDOUBA et ALGERIE) ou dans le SAHEL. Bien qu'elle soit une des régions les plus riches de TUNISIE, les modes d'exploitation (terres habous et terres khammes) et la colonisation n'ont pas favorisé un peuplement intensif. Par ailleurs, on ne peut espérer de forte création d'emplois dans une agriculture relativement mécanisée. Dès lors le dynamisme démographique récent de la population ne trouve pas d'autres solutions que dans les départs d'une bonne partie de la population.

1.2.6.3 DYNAMIQUE ACTUELLE DE LA POPULATION

Une estimation de la vitesse d'accroissement de cette population établie à partir des statistiques fournies par l'I.N.S. (3) montre l'importance des flux de personnes dont cette région est le siège. Les villes ont des taux d'accroissement énormes de l'ordre de 4,5 % alors que les campagnes ont un taux presque nul 0,8 %. En face d'un accroissement naturel élevé de l'ordre de 2,8%, on imagine l'intensité des transferts de populations entre la campagne et la ville. Les chiffres ci-dessous en donnent une rapide illustration :

- Taux d'accroissement naturel	:	- URBAIN	2,70 %
		- RURAL	2,90 %
- Taux d'accroissement global	:	- URBAIN	4,50 %
		- RURAL	0,80 %
- Estimation du taux de migration nette	:	- URBAIN	(+ 1,80 %)
		- RURAL	(- 2,10 %)

(NOTA : Ces chiffres concernent exclusivement la population recensée en TUNISIE)

(1) Découpage administratif en vigueur en 1970

(2) En 1966 un recensement général de la population a été effectué dans chacun des pays. L'essentiel des données statistiques utilisées proviennent de ces deux opérations

(3) Institut National de la Statistique (TUNIS)

En effectifs, si la population a suivi ce rythme, elle comprenait en 1973 92 000 personnes de plus réparties de la façon suivante :

	URBAIN	RURAL	ENSEMBLE
- Accroissement naturel :	+ 32 000	+ 138 000	+ 170 000
- Migration nette :	+ 24 000	- 102 000	- 78 000
- Accroissement total :	+ 56 000	+ 36 000	+ 92 000

Ainsi entre 1966 et 1973, soit en sept ans, cette région a perdu 78 000 personnes soit une moyenne de 11 000 personnes par année. La destination de ces émigrants étant presque exclusivement la capitale avant que les frontières ne soient plus ouvertes à l'émigration internationale, notamment vers la LYBIE et la FRANCE. C'est vers 1969 que l'on constate une accélération de ce mouvement vers l'étranger.

TABLEAU 1.2.6.2 (1)

REPARTITION DE LA POPULATION DU BASSIN

(Partie tunisienne) suivant le milieu en 1966

(Source-recensement de la population de Mai 1966)

GOVERNORAT	DELEGATION	Population Urbaine	Population Rurale	Total Population	Superficie	Densité 1966	
TUNIS	MANOUBIA	5 643	57 974	63 617	1 065	59,73	2,5
BIZERTE	TEBOURBA-DJEDAIDA	5 454					
	TEBOURBA	7 699	29 674	42 827	747	57,33	
B E J A	MEDJEZ-EL-BAB	6 425	28 004	34 429	907	37,96	1,3
	TESTOUR	5 941	17 228	23 169	624	37,13	0,8
	BOU ARADA	-	10 794	10 794	350	30,84	0,8
	GAFOUR	4 839	13 823	18 662	542	34,43	0,00
	ANDOUM	-	20 053	20 053	232	86,44	0,4
	BEJA	28 145	45 334	73 479	791	92,89	1,7
	TEBOURSOUK	7 443	37 432	44 875	940	47,73	0,3
JENDOUBA	JENDOUBA	14 778	52 142	66 920	622	107,58	2,0
	BOU SALEM	3 491	55 043	58 534	617	94,86	1,9
	GHARDIMAOU	5 758	47 108	52 866	709	74,56	1,2
LE KEF	LE KEF	23 244	41 412	64 656	894	72,32	- 0,2
	SAKIET SIDI YOUSSEF	2 875	12 442	15 317	455	33,66	0,6
	TADJEROUINE	3 268	41 362	44 630	1 867	36,88	- 0,2
	KALAAAT SENAM	1 852	14 514	16 366	657	23,90	0,5
	EBBA KSOUR-EL-KSOUR	8 942	28 107	37 049	917	40,40	- 2,2
	MAKTAR *	6 200	24 000	30 200	600	50,33	- 0,7
	SILLANA *	5 322	21 000	26 322	650	40,49	0,1
SERS	2 516	28 615	31 131	594	52,41	0,4	
KASSERINE	THALA *	6 412	26 000	32 412	1 000	32,41	- 0,5
d/s		156 247 20,68 %	623 954 79,52 %	780 201 100,00 %	15 780	49,44 ≈ 50	

* Estimation d'après le découpage du bassin et des résultats du recensement de la population de Mai 1966

L'accumulation d'un potentiel migratoire important dû à un croît naturel élevé, le transfert de ce potentiel vers d'autres régions etc..., ne sont pas sans conséquence sur les structures de la population. On note ainsi une aggravation rapide du déséquilibre de la structure par âge, la proportion des moins de quinze ans passant de 45,4 % en 1956 à 49 % en 1966, entraînant une baisse relative des adultes, la population âgée de plus de soixante ans reste par contre stationnaire. Il en est de même pour le rapport de masculinité (rapport hommes/femmes) qui a tendance à baisser.

*Evolution de la population du bassin de la MEJERDAH
par grands groupes d'âge (partie tunisienne)*

AGE	1956	1966	TUNISIE ENTIERE 1966
0 - 14	45.4	49.0	46.3
15 - 59	50.0	46.5	48.1
60 et plus	4.6	4.5	5.6
Ens.	100.0	100.0	100.0

1.2.6.4 SITUATION DE L'EMPLOI

L'ensemble de la région couverte par le bassin est presque essentiellement vouée aux tâches agricoles, près de 56 % de la population active est employée dans l'agriculture contre 43 % pour l'ensemble du territoire (voir tableau ci-dessous). A l'exception des services (Administrations et autres services), les autres activités sont réduites. On n'y trouve pas beaucoup de personnes exerçant une profession libérale ou employées dans les bureaux. Cette concentration dans les activités agricoles ou s'y rattachant s'accompagne d'un sous-emploi nettement supérieur à la moyenne nationale. D'après le recensement on peut estimer la proportion de personnes en chômage à environ 18 % (contre 12 % pour l'ensemble du pays).

TABLEAU 1.2.6.4 (1)

*Répartition de la population du bassin
(partie tunisienne) suivant la branche d'activité
(Source = Recensement Mai 1966)*

BRANCHE d'ACTIVITE	BASSIN (%)	T.E.
Agriculture	53,0	41,0
Mines	2,8	2,2
Industrie	2,9	9,5
Bâtiment, Travaux Publics	2,9	5,4
Electricité, Gaz, Eau	1,8	1,6
Commerce	3,5	6,4
Services	19,5	19,8
Transport	1,0	3,5
S.T. 1 *	5,5	3,7
Non déclaré	7,1	6,9
	100,0	100,0

* S.T. 1 = Sans travail pour la première fois

TABLEAU 1.2.6.4 (2)

Répartition de la population du bassin
(partie tunisienne) suivant la profession

(Source = Recensement Mai 1966)

PROFESSION	BASSIN (%)	T.E.
Professions libérales et Cadres supérieurs	2,9	4,9
Employés de bureau	1,2	2,7
Vendeurs	2,9	5,4
Agriculture et Mines	53,4	40,5
Transport	1,1	2,6
Artisans, Ouvriers, Manœuvres	30,2	32,1
Services	3,7	5,9
Non déclaré	4,6	5,9
	100,0	100,0

Constatons également la proportion plus grande de personnes sans travail pour la première fois, 5,5 % de la population active du bassin, contre 3,7 % pour l'ensemble de la TUNISIE. Cette difficulté pour les jeunes de trouver à s'employer sur un marché du travail très étroit est une raison principale des départs.

1.2.6.5 EVOLUTION PROBABLE - CONCLUSION

Si les tendances observées au cours de la dernière décennie se maintiennent, la population du bassin (côté tunisien) compterait en 1981 un million de personnes, avec un déficit relatif de l'ordre de 200 000 personnes correspondant aux départs définitifs vers d'autres régions ou vers l'étranger. Il est à noter ici une caractéristique de l'émigration de cette région : les départs sont presque toujours définitifs, très peu reviennent dans leurs pays d'origine. La rupture avec le milieu d'origine est souvent totale, les ménages émigrent avec ames et bagages sans intention de retour. Ce comportement est très différent de celui que l'on constate dans le sud ou le SAHEL où les émigrants restent très attachés à leur région d'origine, y conservent de nombreuses relations et y retournent finir leurs jours.

En l'absence de mouvements migratoires l'accroissement serait de 420 000 personnes. La région reste probablement une zone d'émigration intense sous peine que les déséquilibres ne s'accroissent.

Une certaine fraction de la population du bassin est soumise au risque de fortes crues de la MEJER-DAH et de ses affluents. Le risque est tempéré par le système de barrages qui permet, dans une certaine mesure, de régulariser le débit. Néanmoins pour les populations riveraines et situées dans le bas du bassin le risque subsiste, comme l'a montré l'ampleur catastrophique des crues du printemps 1973. Il y a environ 150 000 personnes qui sont plus directement exposées au risque d'inondations. Il faut malheureusement constater que ce nombre s'est accru fortement en raison du développement des zones habitées (notamment dans la région de JEN-DOUBA) sur des terres très exposées.

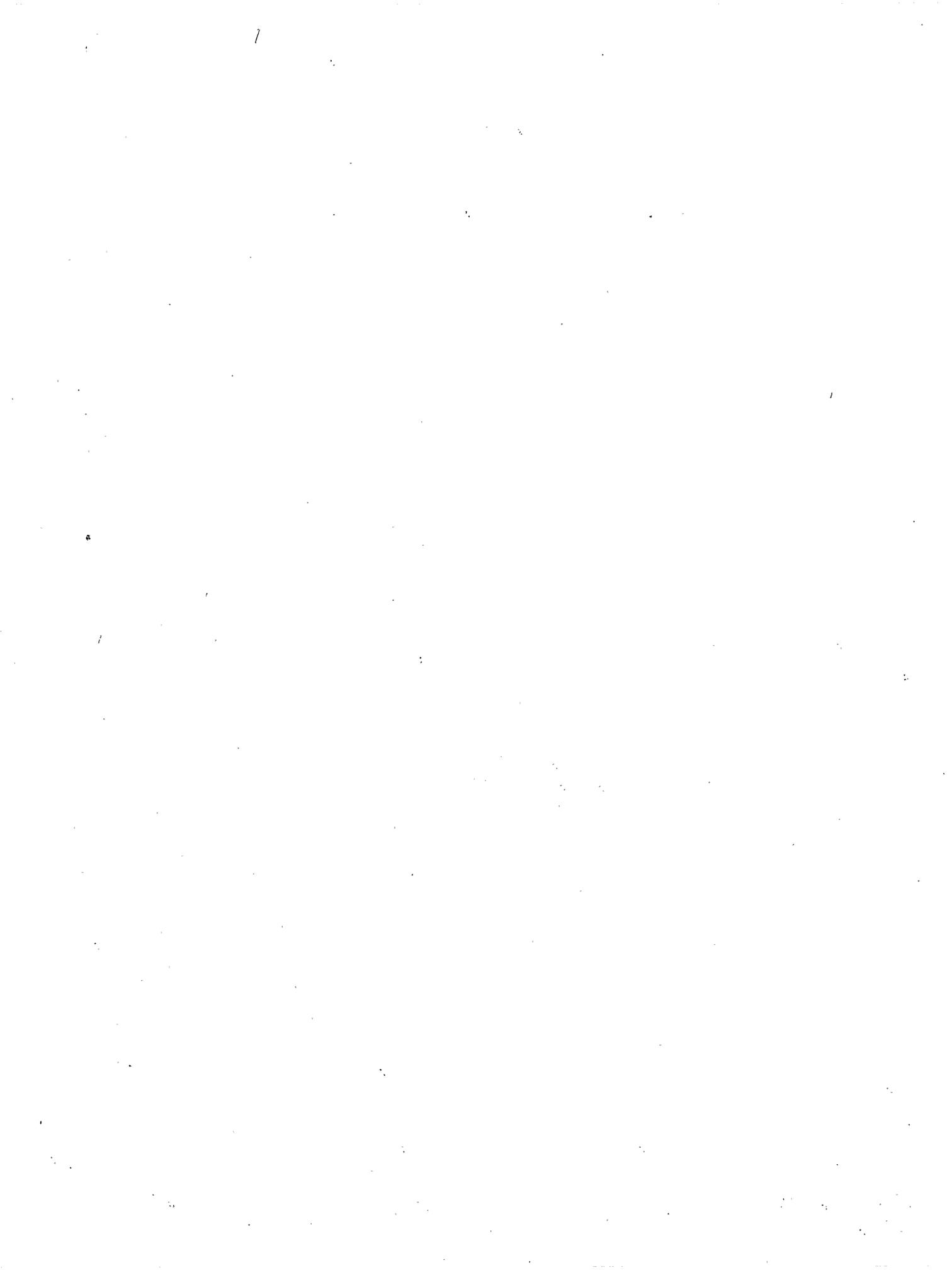
Cet accroissement rapide tient en grande partie à l'exode rural. Il n'est pas rare de voir les nouveaux venus s'installer dans les zones les plus insalubres puisqu'ils y trouvent des terrains disponibles et qui ne sont réclamés par personne. C'est ainsi que l'on peut constater des zones nouvellement habitées (gourbis-taudis) sur des terres qui sont dévastées à chaque crue un tant soit peu exceptionnelle. De même, le développement des zones suburbaines des villes riveraines amène à rechercher des terrains qui sont de moins en moins sûrs et il se peut que l'on construise une cité nouvelle qui sera inondée à la première grande crue.

Il importe donc que, parallèlement aux efforts pour régulariser le débit et maîtriser les grandes crues, soit entreprise une étude systématique des zones exposées aux risques d'inondations. Les observations enregistrées à chaque grande crue devraient permettre d'établir une carte où chaque zone serait affectée d'une probabilité illustrant le risque d'inondation de cette zone. C'est au vu de cette carte que les autorisations de construire, d'extension de périmètre communal, devraient être prises. Il est probable qu'un nombre de vies humaines serait ainsi épargné, sans compter le bénéfice économique que l'on en tirerait (sauvegarde du cheptel et des biens naturels et agricoles).

DEUXIEME PARTIE

ETUDE ET INTERPRÉTATION

DES PHÉNOMÈNES HYDROLOGIQUES



2.1 GENERALITES

Cette deuxième partie rassemble toutes les interprétations concernant les phénomènes hydrométéorologiques proprement dits : pluies, débits, qualité des eaux. Les chapitres suivants font appel à un certain nombre de lois statistiques. Nous rappelons succinctement ci-après les caractéristiques de ces différentes lois. Quelques commentaires suivent ce rappel.

2.1.1 RAPPEL DES DEFINITIONS DES LOIS STATISTIQUES

LOI de GAUSS ou LOI-NORMALE

Si $F(x)$ est la probabilité annulée au non dépassement,

la fonction de répartition est $F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du$

où $u = \frac{x - x_0}{s}$

x : étant la variate

x_0 : la moyenne ou paramètre de position

s : l'écart-type ou paramètre d'échelle

c'est s qui définit la pente de la droite de HEURY qui représente $F(x)$ en coordonnées gaussiques.

LOI de GUMBEL

La fonction de répartition est $F(x) = e^{-e^{-u}}$

avec $u = \frac{x - x_0}{s}$

s : paramètre d'échelle ou de pente qui n'est plus l'écart-type

x_0 : paramètre de position = mode.

LOI LOG-NORMALE (ou de GALTON)

Elle se déduit de la loi-normale en remplaçant u par une fonction linéaire de $\log u$

la fonction de répartition est $F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^u \frac{1}{u} e^{-\frac{\log u^2}{2\sigma^2}} du$

où $u = \frac{x - x_0}{s}$

x_0 : paramètre de position

s : paramètre d'échelle

σ : paramètre de forme $> 0, \neq 0$

Le paramètre de forme caractérise en particulier le caractère plus ou moins dissymétrique de la courbe.

LOI Γ INCOMPLETE (ou de PEARSON III)

La fonction de répartition est $F(x) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)} \int_{x_0}^x U^{\gamma-1} e^{-U} du$

avec $u = \frac{x - x_0}{s}$

et $\Gamma(\gamma) = \int_0^{+\infty} U^{\gamma-1} e^{-U} du$

x_0 : paramètre de position, borne inférieure à l'intervalle de variation de x

s : paramètre d'échelle

γ : paramètre de forme $> 0, \neq 0$

LOI de GOODRICH

Expression particulière de la loi exponentielle généralisée dont

la fonction de répartition est $F(x) = \frac{s+1}{2} - se^{-u} 1/\delta$

avec $u = \frac{x - x_0}{s}$

s : étant égal à 1 avec le signe de $s \delta$

x_0 : paramètre de position, borne inférieure de l'intervalle de définition de la variate si s est positif, ce qui est le cas de la loi de GOODRICH, ou borne supérieure si s est négatif

s : paramètre d'échelle $\neq 0$

δ : paramètre de forme $\neq 0$

La fonction de répartition dans le cas particulier de la loi de GOODRICH s'écrit :

$$F(x) = 1 - e^{-a} (x - x_0)^{1/n}$$

avec $n = \delta > 0$

$a = 1/s > 0$

Cette loi est également connue par l'expression donnant la valeur de la variate en fonction de l'inverse de la fréquence au dépassement :

$$T = \frac{1}{1 - F(x)}$$

ou période de retour en années :

$$x(T) = x_0 \left[1 + \beta (\log T)^n \right]$$

généralisation de la seconde formule de FULLER.

LOI de FRECHET

Autre expression particulière de la loi exponentielle généralisée, pour laquelle

s est positif et δ est négatif $\sigma = -1$

$$F(x) = e^{-a} (x - x_0)^{-k}$$

$$k = \frac{1}{\sigma} > 0$$

$$a = \frac{1}{s} > 0$$

s : paramètre d'échelle

δ : paramètre de forme

Loi extrêmement dissymétrique par suite du paramètre de forme négatif.

LOIS TRONQUEES

Dans l'étude des pluies journalières, nous serons amenés à utiliser des lois tronquées. Dans ce cas on ne prend en considération que les pluies journalières supérieures à un seuil, par exemple 5 millimètres. Toutes les pluies inférieures ou égales à 5 mm se voient globalement attribuer une probabilité au non dépassement F_0 . On a dans ces conditions

$$\begin{aligned} \text{pour } p < 5 \text{ mm} \quad F(p) &= F_0 \\ &P \\ \text{pour } p > 5 \text{ mm} \quad F(p) &= f(p) dp \\ &5 \end{aligned}$$

2.1.2 COMMENTAIRES SUR L'APPLICATION DES LOIS STATISTIQUES

Les distributions statistiques expérimentales auxquelles nous avons affaire sont généralement très dissymétriques. De ce fait, les lois normale et de GUMBEL qui ne comportent que deux paramètres d'ajustement sont bien moins faciles à adapter que les lois log normale, l'incomplète, de GOODRICH et de FRECHET, qui en comportent trois.

Nous serons amenés plus loin à calculer des valeurs de pluie ou de débit de probabilité d'apparition donnée. Il importe de bien apprécier la valeur des indications ainsi données. Un événement dont la probabilité d'apparition est p se produira *en moyenne* une fois dans une période de $1/p$ années (s'il s'agit de la plus forte valeur observée chaque année). Par exemple, une crue maximale annuelle dont la probabilité est $p = 0,01$ (centennale) se produira en moyenne une fois tous les cent ans. Mais il peut être intéressant de rechercher quelle est la probabilité pour qu'elle se produise au moins une fois dans une période de N années. Pour plus de commodité d'expression nous allons étudier le cas des crues maximales. On peut démontrer que le nombre n de crues de débit supérieur à Q (crue de probabilité au dépassement p) qui se produisent dans une période de N années obéit à une loi de POISSON (si ces crues sont indépendantes). Dans ces conditions, la probabilité d'apparition de n crues supérieures à Q en N années est :

$$f(n) = e^{-m} \frac{m^n}{n!} \quad \text{avec } m = Np$$

En particulier la probabilité pour qu'il n'y ait aucune crue supérieure ou égale à Q est :

$$f(0) = e^{-m}$$

On en déduit que la probabilité pour qu'il y en ait *au moins* une est :

$$f = 1 - f(0)$$

soit :

$$f = 1 - e^{-Np}$$

Le tableau ci-après découle de cette formule

VALEURS de f

T	N						
	P	10	20	50	100	200	
Décennale	10	0,1	0,632	0,865	0,993	$\neq 1$	$\neq 1$
	20	0,05	0,393	0,632	0,918	0,993	$\neq 1$
Cinquantennale	50	0,02	0,181	0,330	0,632	0,865	0,982
	100	0,01	0,095	0,181	0,393	0,632	0,865
Centennale	200	0,005	0,049	0,095	0,221	0,393	0,632
	500	0,002	0,019	0,039	0,095	0,181	0,330
	1 000	0,001	0,010	0,020	0,049	0,095	0,181

Par exemple la probabilité de voir au moins une crue millénaire dans les dix ans à venir est de 1 %, dans les cent ans à venir de 9,5 %, ce sont donc des éventualités non négligeables (on remarquera que pour N_p petit ($< 0,02$) $f \approx N_p$, pour N_p grand (≥ 10), $f \approx 1$).

Il importe enfin de noter que les lois statistiques ajustées sur les séries chronologiques de mesures existantes ne sont qu'une tentative pour donner un cadre mathématique aux observations passées. La véritable distribution, même si on la connaissait parfaitement, ne correspondrait qu'approximativement à la loi statistique ajustée, surtout pour les valeurs extrêmes, et ceci pour des raisons physiques connues. On verra plus loin que la loi de FRECHET est celle qui s'applique le mieux à certaines distributions des valeurs maximales des débits de crues pour des périodes de retour atteignant jusqu'à 100 ou 200 ans, mais au-delà il est évident qu'il y a impossibilité physique d'arriver aux valeurs extrêmement élevées auxquelles elle conduit. En outre, l'utilisation de ces lois par extrapolation, pour définir la fréquence des phénomènes futurs, suppose que le climat est inchangé et qu'aucune intervention humaine ne modifie les facteurs qui conditionnaient le régime hydrologique pendant les observations passées. En ce qui concerne le climat, il peut subir des fluctuations de moyenne durée (10, 50 ou 100 ans par exemple), en dehors de fluctuations de plus longue durée (quelques siècles ou plus encore). Les fluctuations de courte durée peuvent rendre erronées des prévisions faites à partir des observations faites pendant 40 ou 50 années sèches par exemple si la période qui suit est plus humide (dans un climat stable en moyenne à l'échelle du millénaire). Nous insistons sur ce point, car il semble possible que ce soit actuellement le cas en TUNISIE. De 1890 à 1950 environ on aurait eu une période sèche qui serait suivie depuis 1950 jusqu'à nos jours (1973) par une période plus humide. Rien ne permet de prévoir dans l'état actuel des connaissances si cette période humide se prolongera et de combien d'années.

En ce qui concerne l'influence humaine, nous pouvons mieux en mesurer les conséquences. Nous verrons plus loin comment le barrage du MELLEGUE, par exemple, a réduit sensiblement les débits de crue maximaux à l'aval. Les fréquences des événements hydrologiques peuvent d'ailleurs être modifiées, non seulement par la construction de nouveaux barrages, mais encore par la modification des consignes d'exploitation des barrages existants et par le mode d'utilisation des sols (mise en culture, déboisement, reboisement, urbanisation, etc..).

Pour conclure, nous incitons donc le lecteur à utiliser avec précaution les résultats statistiques qui lui seront exposés plus loin, résultats très intéressants certes, mais dont on doit savoir qu'ils peuvent être modifiés par bien des facteurs naturels ou humains qu'il conviendra de déceler en évaluant éventuellement leurs effets.

2.2 ETUDE DE LA PLUIE

2.2.1 GENERALITES : REPARTITION ANNUELLE DE LA PLUIE EN TUNISIE

Nous nous proposons dans ce chapitre de donner un aperçu sommaire sur le régime des pluies en TUNISIE et en particulier sur la répartition annuelle de la pluie sur le pays, afin de dégager les caractéristiques pluviométriques du bassin de la MEJERDAH.

En TUNISIE on peut distinguer deux saisons du point de vue pluviométrique :

- 1) Une saison pluvieuse qui commence en Septembre et finit en Mai.
- 2) Une saison sèche qui va de Juin à Août.

Le régime général des pluies est le régime méditerranéen, mais il est loin de présenter un caractère uniforme, la TUNISIE comme toute l'AFRIQUE du Nord étant placée sur une zone de discontinuité climatologique sur laquelle les moindres causes peuvent produire des effets très excentriques par rapport aux normes (exemple pluies exceptionnelles de Septembre et Octobre 1969 et celles de fin Mars 1973).

Toute faible variation dans le régime des vents a un effet exagéré et local sur la distribution des pluies, le relief même faible suffit parfois pour déterminer de semblables perturbations.

Les seuls courants atmosphériques capables d'engendrer des chutes de pluies importantes sur l'AFRIQUE du Nord sont ceux qui ont circulé sur l'Océan Atlantique et la Méditerranée et qui chargent suffisamment l'air en vapeur d'eau. Les vents de NW, W et SW sont ceux qui réalisent le mieux ces conditions, cependant les pluies par vent d'est sont relativement fréquentes en TUNISIE. Les pluies en TUNISIE sont le plus souvent provoquées et renforcées par les reliefs.

La KROUMIRIE se présente comme une immense digue que viennent heurter les courants atmosphériques. Les parties de cette digue qui, soit par leur élévation, soit par leur exposition, sont atteintes les premières ou le plus directement par les vents humides, sont celles qui reçoivent les précipitations les plus abondantes. Il y aura donc d'une manière générale diminution graduelle des pluies de la mer au SAHARA, avec recrudescence sur les massifs élevés et les parties du littoral les plus avancées dans la mer, diminution dans les plaines et les régions plus ou moins abritées des influences maritimes. La tranche pluviométrique diminue de ce fait rapidement du nord au sud en étant plus forte dans les régions montagneuses que dans les plaines. Nous pouvons donc avancer la répartition schématique suivante des pluies tombant sur le territoire tunisien.

On peut distinguer quatre zones pluviométriques distinctes (fig. 2.2.1) :

- 1) Une zone très pluvieuse recevant annuellement plus de 600 mm avec 120 jours de pluie limitée à la KROUMIRIE et aux régions côtières nord-ouest. Il tombe en moyenne 1 578 mm à AÏN DRAHAM, 1 043 mm à TABARKA, 627 mm à BEJA et 698 mm à BIZERTE. La limite méridionale de cette zone passe approximativement par BEJA, MATEUR et BIZERTE.
- 2) Une zone pluvieuse recevant de 400 à 600 mm avec 60 à 100 jours pluvieux couvrant la plus grande partie de la TUNISIE Centrale : vallée de la MEJERDAH, dorsale tunisienne, régions de TUNIS et du CAP-BON, bassin du MILTANE. La limite sud de cette zone passe par EBBA-KSOUR, THALA, la KESRA, DJEBINIANA et aboutit au golfe de HAMMANET au nord d'ENFIDA. On a des moyennes pluviométriques de 543 mm au KEF, 481 mm à ZAGHOUAN, 442 mm à TUNIS.
- 3) Une zone peu pluvieuse, 200 à 400 mm avec 40 à 70 jours de pluie au sud de la précédente, s'étend depuis le versant sud de la dorsale jusqu'à la hauteur de SFAX. On note 283 mm à KATROUAN, 319 mm à SOUSSE et 210 mm à SFAX.
- 4) Enfin, une zone très peu pluvieuse (moins de 200 mm avec environ 30 jours pluvieux) où les pluies d'été sont presque nulles et tout à fait accidentelles. Cette zone couvre les régions situées au-dessous d'une ligne SFAX-GAFSA. On note 174 mm à GAFSA, 185 mm à GABES, 210 mm à ZARZIS et 190 mm à TOZEUR. La moyenne atteint même 203 mm à JERBA et 239 mm à MAIMATA, mais dans l'extrême sud les moyennes ne présentent plus aucun intérêt vu la faiblesse et la rareté des pluies.

A ce schéma basé sur les totaux pluviométriques doit être superposé un schéma indiquant les périodes de forte pluviométrie au cours de l'année. En effet si dans le nord les pluies tombent principalement durant les mois d'hiver, au sud et au SW on observe une période sèche très nette en Février. Pour le bassin de la MEJERDAH, nous voyons d'après la répartition indiquée précédemment que ce bassin se trouve presque entièrement dans la zone où la pluviométrie moyenne annuelle varie entre 400 et 600 mm avec une frange nord où la pluie moyenne annuelle peut atteindre 1 200 mm et une frange sud très réduite où la pluie moyenne annuelle peut être inférieure à 350 mm.

2.2.2 RESEAU PLUVIOMETRIQUE DE LA MEJERDAH (Cf. carte 2.2.2.1 (a))

2.2.2.1 DESCRIPTION

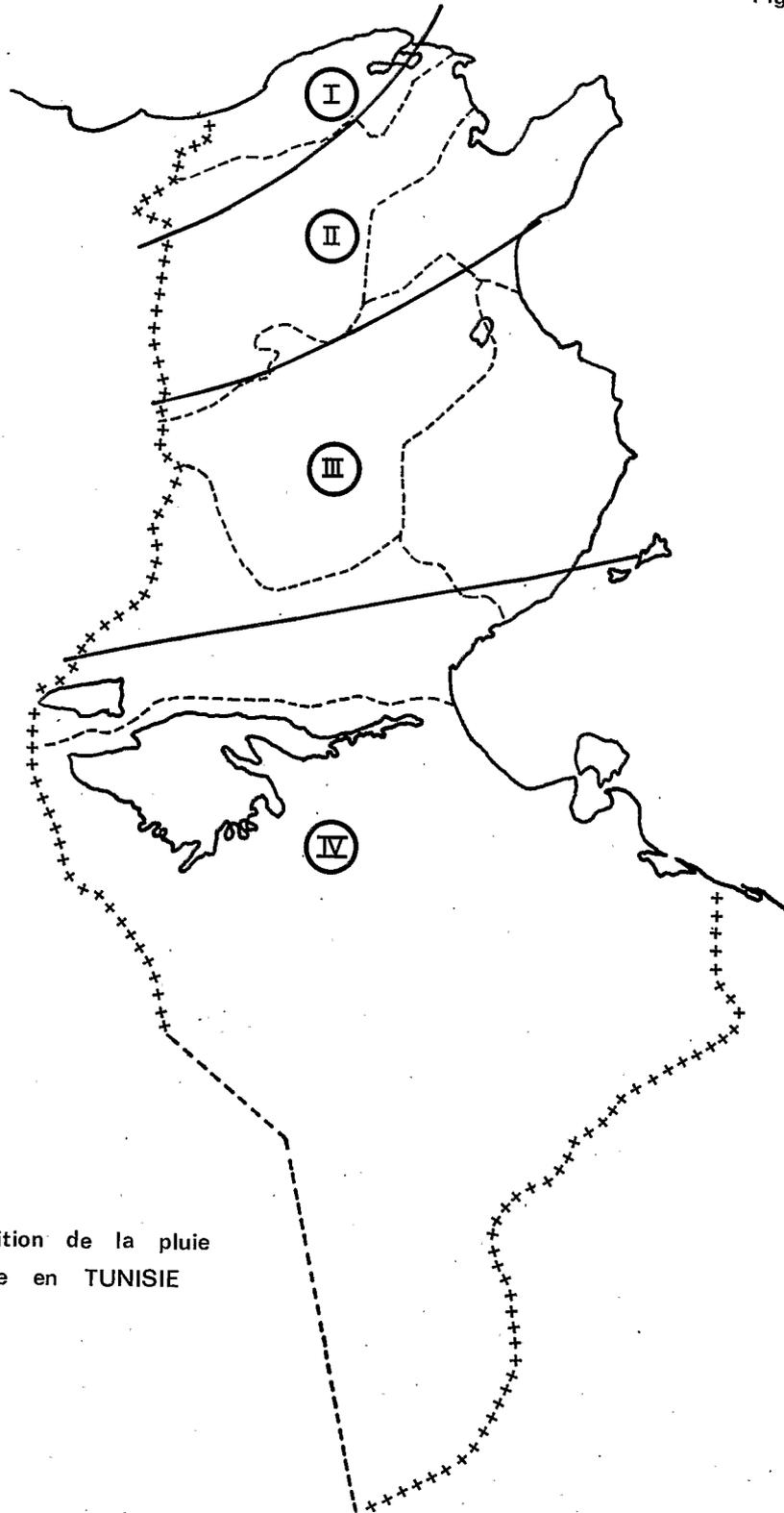
Le réseau pluviométrique tunisien compte actuellement entre 550 et 600 pluviomètres. Mais dans le cadre de la préparation d'un fichier pluviométrique entreprise en 1968, nous avons recueilli plus de 1 000 stations différentes pour tout le pays. L'implantation de pluviomètres n'étant soumise à aucun contrôle, leur répartition n'était donc pas ordonnée et n'était basée sur aucun critère rationnel, mais souvent dictée par un besoin local et parfois temporaire. De ce fait, un bon nombre de postes pluviométriques ont été abandonnés au bout de quelques années d'observations, voire même au bout de quelques mois. Dans la partie de ce réseau intéressant la MEJERDAH, nous avons pu compter 320 pluviomètres à peu près mais ces postes, pour les mêmes raisons indiquées plus haut, sont plus ou moins importants du point de vue site, durée et qualité des observations.

Nous avons réuni dans les tableaux 2.2.2.1 tous les postes connus de la MEJERDAH et nous donnons à titre indicatif leur date de création. Nous voyons dans ces tableaux qu'un bon nombre de ces stations ont fonctionné pendant quelques années seulement, puis ont été abandonnées. Par ailleurs, plusieurs de ces pluviomètres ont été soit détériorés, soit volés au bout d'une courte période d'observations et n'ont pu être renouvelés. Cette situation du réseau a rendu difficile l'exploitation régulière et ordonnée des postes et les bulletins qui arrivaient au Service étaient mal contrôlés; aussi nous sommes trouvés en 1968 devant une masse considérable d'archives pluviométriques, certaines stations étant observées depuis la fin du siècle dernier. Ces archives sont très disparates et présentent de nombreuses lacunes, de plus, elles ont subi plusieurs démantèlements dévastateurs, certaines ont servi à des études de projets et ont été abandonnées, voire même perdues.

En définitive, nous avons pu relever pour cette étude de la pluviométrie du bassin de la MEJERDAH une quarantaine de stations couvrant presque uniformément la totalité du bassin et présentant des durées d'observations de 30 à 60 années. Les stations retenues pour cette étude et situées dans le bassin ont leurs noms soulignés dans les tableaux ci-après et figurent sur la carte de situation 2.2.2.1. On doit y ajouter quelques stations importantes situées dans les bassins limitrophes : l'ICHKEUL au nord, le NEBHANA et le MILTANE au sud, qui présentent une forte densité de stations pluviométriques. Les quelques stations retenues sur ces bassins vont nous permettre de mieux préciser le régime pluvieux aux limites du bassin de la MEJERDAH. Les coordonnées et la date de mise en service de ces stations figurent à la fin du tableau 2.2.2.1.

Enfin, notons que dans la partie algérienne du bassin de la MEJERDAH (à peu près le tiers de la superficie globale) nous avons pu obtenir la pluviométrie mensuelle et annuelle de quinze stations, dont sept présentant de longues séries de données. A titre d'indication, le graphique 2.2.2.1 (b) indique pour quelques stations du bassin de la MEJERDAH les périodes d'observations. Ce graphique montre bien l'irrégularité et la discordance des périodes d'observations.

Fig: 2.2.1



Répartition de la pluie
annuelle en TUNISIE

Périodes d'observation des principales stations pluviométriques de la MEDJERDAH

Gr: 2.2.2.1 (b)

TUN-21117

— Année complète ∇ Année incomplète \llcorner Année manquante

Années	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970
Nom de la station									
AIN GHARSA				—	—	—	—	—	
AIN KERMA I					—	—	—	—	—
AIN KERMA II					—	—	—	—	—
AIN ESSID					—	—	—	—	
AIN ZAKKAR					—	—	—	—	
AROUSSA				—	—	—	—	—	
BEAUCE TUNISIENNE			—	—	—	—	—	—	
BEJA		—	—	—	—	—	—	—	
BORJ FRENJ			—	—	—	—	—	—	
BENI ARRAR					—	—	—	—	
CHAOUAT					—	—	—	—	
EBBA KSOUR				—	—	—	—	—	
FEDJ KHEMAKHEM			—	—	—	—	—	—	
FEIDJA	—	—	—	—	—	—	—	—	
HAFSIA				—	—	—	—	—	
KEF				—	—	—	—	—	
KSOUR				—	—	—	—	—	
MAKTAR	—	—	—	—	—	—	—	—	
MONTARNAUD I			—	—	—	—	—	—	
MONTARNAUD II			—	—	—	—	—	—	
MUNCHAR				—	—	—	—	—	
SALINES					—	—	—	—	
SIDI THABET				—	—	—	—	—	
SK EL ARBA (JENDOUBA) SODGA				—	—	—	—	—	
ST CYPRIEN					—	—	—	—	
TADJEROUINE D FEVILLE					—	—	—	—	
TEBOURBA				—	—	—	—	—	
THALA	—	—	—	—	—	—	—	—	
THIBAR				—	—	—	—	—	
ZADUEM				—	—	—	—	—	

TABLEAU 2.2.2.1. (1)

STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU BASSIN DE LA MEJERDAH

NOM - STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	MISE EN SERVICE	FIN FONCTIONNEMENT
AIN BEYA OUED RHEZALA	40 GR 73 20	007 GR 00 00	0330	6 1951	12/1955
AIN BOU SLEM BOU ARADA	40 GR 39 50	008 GR 03 00	0230	9 1933 →	
AIDANE	40 GR 71 60	008 GR 13 70	0157	11 1967 →	
AIN DJEMALA SM	40 GR 55 60	007 GR 76 85	0320	7 1951 →	
AIN EL BEYDA	40 GR 04 80	007 GR 59 00	0700	9 1928	04/1936
<u>AIN GHARSA LE KRIB</u>	40 GR 35 00	007 GR 51 00	0493	1 1913	11/1961
AIN GUESSIL 1	40 GR 27 80	008 GR 04 50	0563	3 1968 →	
AIN GUESSIL 2	40 GR 25 20	007 GR 98 30	0500	9 1960	/1968
AIN GUESSIL FME BONNEFON	40 GR 31 00	008 GR 00 00	0360	11 1938	12/1954
AIN GUESSIL BOU ARADA	40 GR 71 00	008 GR 96 00	0210	1 1951	12/1951
AIN GUETTAR LE SERS	40 GR 06 00	007 GR 57 00	0640	8 1930	01/1935
AIN HAMRAYA	40 GR 87 00	007 GR 25 00	0553	9 1912 →	
<u>AIN KERMA 1</u>	40 GR 19 00	006 GR 73 00	0601	5 1928 →	
<u>AIN KERMA 2</u>	40 GR 19 00	006 GR 69 00	0721	12 1932 →	
AIN MERDJA	40 GR 64 70	007 GR 02 20	0350	9 1949	12/1956
AIN MESRIA GARE	39 GR 90 00	007 GR 11 00	0686	12 1929	04/1935
AIN SASSA	40 GR 35 00	006 GR 88 00	0792	1 1951	12/1953
AIN SALEM	40 GR 08 70	007 GR 12 50	0676	11 1942	10/1959
<u>AIN ESSID</u>	40 GR 83 00	007 GR 47 00	0304	3 1926	07/1960
AIN TABIA	40 GR 30 80	007 GR 60 20	0416	12 1967 →	
AIN TAGA KEF CHEGAGA	39 GR 46 10	007 GR 01 00	1100	5 1964 →	
AIN TAHOUNA	41 GR 18 00	008 GR 64 70	0262	1 1960 →	
AIN TELLA	40 GR 42 00	007 GR 75 00	0673	3 1935	07/1942
AIN TOUNGA SE	40 GR 58 30	007 GR 80 20	0110	1 1962 →	
AIN TOUNGA DOMAINE	40 GR 59 00	007 GR 80 00	0224	9 1922	10/1942
<u>AIN ZAKKAR</u>	40 GR 03 00	008 GR 00 15	0676	11 1932 →	
AIN ZANA	40 GR 81 00	007 GR 25 50	0875	1 1950 →	
AFAREE	40 GR 77 15	007 GR 57 15	0372	12 1967 →	
AKHOUAT GARE	40 GR 28 50	007 GR 68 90	0350	2 1932 →	
AKHOUAT ST ROCH	40 GR 30 00	007 GR 65 00	0306	2 1929	10/1942
AMMAR DEBBICHE	39 GR 80 25	007 GR 62 00	0935	9 1961	10/1966
<u>AROUSSA EL DOMAINE</u>	40 GR 43 00	007 GR 92 00	0185	9 1920	11/1953
<u>AROUSSA EL ECOLE</u>	40 GR 42 00	007 GR 91 00	0170	12 1909	12/1923
AROUSSA EL ALSACIENNE	40 GR 44 00	007 GR 93 00	0235	2 1930	11/1940
AROUSSA EL ST AUGUSTIN	40 GR 41 00	007 GR 87 00	0230	3 1932	07/1939
AROUSSA EL STE LUCIE	40 GR 44 00	007 GR 95 00	0172	11 1924	05/1960
AROUSSA EL VILLAGE	40 GR 42 10	007 GR 91 10	0169	1 1936 →	

→ en service

TABLEAU 2.2.2.1. (2)

STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU BASSIN DE LA MEJERDAH

NOM - STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	MISE EN SERVICE	FIN FONCTIONNEMENT
AROUSSA EL LES PALMIERS	40 GR 16 00	007 GR 97 00	0555	10 1955	06/1950
AROUSSIA EL BARRAGE	40 GR 88 95	008 GR 26 40	0140	1 1960 →	
BADROUNA BOU SALEM SM	40 GR 59 25	007 GR 42 58	0138	9 1968 →	
BAHARA HIR EL MERDJA	40 GR 26 00	007 GR 26 00	0540	6 1925	08/1959
BATHAN EL BARRAGE	40 GR 89 85	008 GR 34 90	0030	12 1954 →	
BATHAN EL ECOLE	40 GR 89 80	008 GR 35 15	0145	1 1960 →	
<u>BEAUCE TUNISIENNE</u>	40 GR 80 00	007 GR 91 30	0234	4 1913 →	
<u>BEJA INRAÏ</u>	40 GR 79 40	007 GR 59 50	0234	1 1898 →	
BEJAOUA	40 GR 93 00	008 GR 53 00	0017	1 1964 →	
BELLEVUE ST CLEM GOUBELA	40 GR 58 00	008 GR 13 00	0140	4 1965	68 INCONNUE
BESBESSIA	41 GR 17 00	008 GR 42 50	0193	2 1962 →	
BIR AKDAR	40 GR 71 00	008 GR 24 00	0086	8 1925	09/1941
BIR EL BEY	40 GR 48 00	008 GR 13 00	0212	11 1925	06/1938
BORDJ EL AMRI 1 SM	40 GR 79 50	008 GR 38 85	0055	2 1962 →	
BORDJ EL AMRI BIR JEDID	40 GR 86 50	008 GR 35 50	0080	10 1930 →	
<u>BORDJ FREN DJ</u>	40 GR 76 80	008 GR 30 30	0125	9 1912 →	
BORDJ HAMDOUNA	40 GR 66 20	007 GR 51 20	0133	1 1968 →	
BORDJ SALAH GOUBELLAT	40 GR 61 00	008 GR 15 00	0140	1 1930	09/1931
BORDJ TOUM ST GILBERT	40 GR 85 10	008 GR 17 20	0094	10 1932 →	
BJ TOUTA 2 ST GEORGE	40 GR 94 00	008 GR 27 20	0050	1 1926	12/1931
BJ TOUTA PRES TEBOURBA	40 GR 93 00	008 GR 23 00	0260	3 1924	12/1925
<u>BEN ARAR ST CHARLES</u>	40 GR 05 00	007 GR 17 00	0686	1 1928	11/1928
BEN METIR FORET	40 GR 82 00	007 GR 11 00	0525	12 1942	08/1960
BEN METIR 2 SM	40 GR 82 00	007 GR 11 00	0525	11 1942 →	
BOU HEURTM A	40 GR 75 30	007 GR 17 00	0198	1 1962 →	
BOU SALEM AGRICOLE	40 GR 67 90	007 GR 37 30	0170	9 1969 →	
BOU SALEM DELEGATION SM	40 GR 67 50	007 GR 39 50	0170	9 1971 →	
CEBALA DE BIZERTE	41 GR 01 50	008 GR 63 50	0035	3 1937	10/1942
CENTRE DES CARNIERES	41 GR 08 00	008 GR 50 00	0010	1 1927	12/1934
BOU SALEM CFJR	40 GR 68 40	007 GR 38 55	0170	11 1968 →	
<u>CHAOUAT 1</u>	40 GR 99 00	008 GR 46 00	0017	10 1925 →	
CHARRENE	40 GR 04 00	007 GR 04 00	0590	10 1928	05/1940
CHEMTOU RAOUDET SM	40 GR 54 70	006 GR 96 00	0245	9 1966 →	
CHEMTOU FERME	40 GR 53 35	006 GR 92 96	0159	3 1969 →	
CHENES (LES)	40 GR 81 00	007 GR 05 00	0760	9 1948	02/1958
CHERFECH	41 GR 05 55	008 GR 57 39	0059	6 1965 →	
CHOUGAF A	41 GR 01 50	008 GR 43 00	0072	5 1926	04/1931

→ en service

TABLEAU 2.2.2.1. (3)

STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU BASSIN DE LA MEJERDAH

NOM - STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	MISE EN SERVICE	FIN FONCTIONNEMENT
CHOUICHA	40 GR 59 00	006 GR 97 00	0371	3 1951	
CITE DU MELLEGUE SM	40 GR 36 00	007 GR 08 00	0256	1 1948 →	
CLOS DU PALMIER GHARDIMA	40 GR 51 00	006 GR 76 00	0195	1 1921	03/1932
COOPERATIVE EL AZIMA	40 GR 71 60	008 GR 13 70	0142	10 1967 →	
COOPERATIVE FELLAH OD EL	40 GR 31 00	007 GR 65 00	0389	4 1966 →	
COOPERATIVE ETTAKADOU	40 GR 26 85	007 GR 39 00	0324	8 1964 →	
DJANTOURA	40 GR 77 50	007 GR 10 20	0360	5 1968 →	
DJ DISS OUED RHEZALA	40 GR 71 30	006 GR 99 70	0338	9 1949 →	
DJEIDEIDA ECOLE	40 GR 94 00	008 GR 45 00	0021	3 1924	05/1960
DJEIDEIDA CLOS DES HURT	40 GR 91 00	008 GR 42 00	0031	10 1930	03/1933
DJELIDA GARE	40 GR 42 00	008 GR 02 00	0220	1 1953	08/1948
DJERISSA POSTE DE POLICE	39 GR 82 00	007 GR 00 00	0633	4 1964 →	
DJERISSA GARE	39 GR 83 00	007 GR 01 50	0667	10 1929 →	
DJERISSA HIR ARGOU	39 GR 80 00	007 GR 06 00	0700	5 1948	05/1948
EBBAKSOUR GUENARA	40 GR 03 00	007 GR 10 00	0695	3 1948	
DJEBEL KOUIF	39 GR 47 00	006 GR 68 00	1100	4 1934	05/1956
DJ MANSOUR DOMAINE FORT	40 GR 24 00	008 GR 01 00	0535	2 1929	12/1936
DJ MANSOUR HIR AOULLI	40 GR 25 00	008 GR 04 00	0478	2 1928	08/1942
DNE BEAU REGARD OD RMIL	40 GR 38 00	007 GR 88 00	0200	1 1957	02/1958
EBBAKSOUR ELEVAGE	39 GR 96 00	007 GR 20 00	0600	9 1932 →	
EBBAKSOUR MUNICIPALITE	39 GR 93 60	007 GR 21 50	0622	1 1958 →	
*EBBAKSOUR HIR BERNANEG	39 GR 94 00	007 GR 22 00	0622	1 1910	12/1959
EL MAÏZA PAR LE SERS	40 GR 11 80	007 GR 45 20	0593	2 1953	09/1960
FEIDJ ANNABA	39 GR 46 95	006 GR 92 00	0950	8 1964	09/1968
*FEIDJ EL KHEMAKHEN	40 GR 77 00	008 GR 50 00	0070	11 1908 →	
FEIDJ ETTAMEUR EBBAKSOUR	39 GR 42 00	007 GR 07 00	0750	11 1941	07/1942
FERNANA OUED RHEZALA	40 GR 72 80	007 GR 07 00	0280	1 1922 →	
*FEIDJA SM	40 GR 55 38	006 GR 63 80	0730	5 1888 →	
GAFOUR DOMAINE PHILIPPE	40 GR 29 00	007 GR 78 00	0330	6 1961	06/1961
GAFOUR DELEGATION	40 GR 35 90	007 GR 76 50	0275	3 1968 →	
GAFOUR AKSAB HIR TELL	40 GR 25 00	007 GR 77 00	0300	1 1939	05/1941
GAFOUR BOCAGE	40 GR 34 00	007 GR 75 50	0282	1 1939	10/1948
GAFOUR DEPECHE ST GUY	40 GR 30 00	007 GR 75 00	0440	11 1928	05/1942
GAFOUR LEDRA SUD	40 GR 34 00	007 GR 70 50	0300	3 1934	12/1949
GAFOUR SUPERIEURE	40 GR 34 00	007 GR 72 20	0330	1 1925	06/1951
GAFOUR LES PINS	40 GR 35 20	007 GR 82 00	0375	4 1951	03/1964
GHARDIMAOU I	40 GR 50 05	006 GR 77 29	0195	4 1951 →	

→ en service

TABLEAU 2.2.2.1. (4)

STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU BASSIN DE LA MEJERDAH

NOM - STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	MISE EN SERVICE	FIN FONCTIONNEMENT
GHARDIMAOU 2 SM	40 GR 51 85	006 GR 77 77	0200	4 1951 →	
GLOUB ETIRANE OD GHEZA	40 GR 70 00	006 GR 93 00	0516	9 1949	08/1951
GOUBELLAT CHEIKH OUDIANE	40 GR 59 00	008 GR 12 50	0140	4 1951	06/1963
GOUBELLAT FME H SOLA	40 GR 58 90	008 GR 14 00	0132	7 1965 →	
GOUBELLAT 1	40 GR 60 00	008 GR 16 00	0300	4 1902	03/1931
GOUBELLAT ULC	40 GR 60 10	008 GR 13 70	0147	1 1969 →	
GRIFFAT SOLTANE PF	40 GR 92 00	008 GR 40 00	0270	12 1926	04/1936
GUELIB EL AKHOUAT	40 GR 18 50	007 GR 79 00	0354	1 1951	12/1957
HAFSIA (EL)	40 GR 82 30	008 GR 43 30	0040	1 1919	08/1961
HAMMAM BIADHA	GR	GR		4 1966	10/1966
HAMMAM GHARSA LE KRIB	40 GR 33 60	007 GR 50 10	0430	4 1937	07/1959
HAMMAM SOUK EL KHEMIS	40 GR 74 50	007 GR 33 00	0225	8 1951	06/1956
HERY	40 GR 81 25	008 GR 12 50		12 1970 →	
HENCHIR EL BELDA	40 GR 61 00	006 GR 85 00	0540	11 1950	12/1955
HENCHIR EL BEY S.NACEUR	40 GR 42 00	006 GR 95 70	0473	1 1931 →	
HENCHIR BRIOUIK GOUBELLA	40 GR 60 00	008 GR 23 00	0118	11 1924	10/1942
HENCHIR MEDJET SOLTANE	40 GR 04 00	007 GR 64 00	0800	12 1925	10/1951
HENCHIR MOUJLAH OUZIR	40 GR 70 00	008 GR 20 00	0079	9 1935	02/1937
HENCHIR SIDI BOU TALEB	40 GR 59 00	008 GR 16 00	0310	11 1934	10/1942
HENCHIR TELL EL AKSAB	GR	GR		4 1938	12/1938
KALAAT DJERDA SM	39 GR 62 50	006 GR 94 30	0856	11 1913 →	
KALAAT ANDALEUS	41 GR 30 00	008 GR 72 40		1 1963 →	
KALAAT ES SENANE	39 GR 74 00	006 GR 67 00	0623	6 1950	06/1956
KHANG MOROU 1	40 GR 56 00	007 GR 95 00	0160	1 1956	08/1961
KHANGUET EL ARAM MEDJEZ	40 GR 70 00	008 GR 10 00	0112	1 1913	06/1914
KBAR KLIB HIR KSAR TOUAL	40 GR 00 00	007 GR 65 00	0712	4 1951	01/1958
KEF (LE) 3	40 GR 20 00	007 GR 09 00	0506	1 1891	11/1893
KEF HOPITAL	40 GR 20 00	007 GR 09 00	0506	10 1884	08/1909
KEF ABD EL ALI	40 GR 19 70	007 GR 06 70	0620	4 1947	04/1954
KEF AURORE 1	40 GR 23 00	007 GR 07 00	0450	7 1951	04/1958
KEF ENNEFAD	40 GR 14 00	007 GR 10 00	0517	12 1935	08/1937
KEF DYR ST MADELENE	40 GR 22 00	007 GR 12 00	0975	10 1930	
KEF HELEOPOLIS	40 GR 25 00	007 GR 07 00	0455	9 1929 →	
KEF HER	40 GR 19 30	007 GR 07 30	0708	12 1961	09/1972
KEF NAÏMA	40 GR 13 00	006 GR 93 00	0445	4 1936 →	
KEF RAS EL OUED	40 GR 16 00	007 GR 10 00	0524	3 1938	05/1943
KEF SIDI SLIMA	40 GR 10 00	006 GR 93 00	0480	1 1946	10/1946

→ en service

TABLEAU 2.2.2.1. (5)

STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU BASSIN DE LA MEJERDAH

NOM - STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	MISE EN SERVICE	FIN FONCTIONNEMENT
KEF STE MARIE	40 GR 20 20	007 GR 06 00	0650	3 1929	03/1942
<u>KEF TP</u>	40 GR 20 10	007 GR 09 00	0674	11 1913 →	
KEF CMA	40 GR 14 60	007 GR 11 90	0491	2 1966 →	
KEF DJEBEL EL AGAB	40 GR 22 80	007 GR 08 00	0670	1 1952	10/1956
KRALLED	40 GR 53 20	007 GR 80 50	0340	1 1923	00/1937
KAUDIAT DJ MZARRICHE	39 GR 98 00	006 GR 96 00	0690	10 1953	05/1954
KAUDIAT DJ ZEBS	40 GR 21 00	006 GR 99 00	0500	1 1952	05/1954
KOURCHA EL OULDJA	41 GR 20 00	008 GR 59 00	0005	4 1938	04/1941
KRIB GARE	40 GR 28 00	007 GR 01 00	0415	7 1932 →	
KRIB NORMANDIE	40 GR 32 00	007 GR 66 00	0480	3 1938	05/1955
KRIB FERME COSSEN	40 GR 35 45	007 GR 55 60	0470	12 1967 →	
KRIB FEDJ MOGRA	40 GR 24 00	007 GR 66 00	0440	3 1951	01/1961
KRIB ULC	40 GR 36 30	007 GR 55 00	0568	1 1969	
KRIB MAGROUN	40 GR 26 00	007 GR 61 00	0433	1 1956	00/1957
KSAR BOU KHRIS	40 GR 26 00	008 GR 08 40	0510	10 1960 →	
KSAR BOU KHRIS ST SUZANE	40 GR 27 80	008 GR 05 00	0500	1 1961	08/1964
KSAR BOUKLEIA	40 GR 84 00	007 GR 93 00	0421	9 1935 →	
<u>KSOUR ECOLE</u>	39 GR 89 00	007 GR 28 00	0720	12 1913 →	
KSOUR SCET	39 GR 89 00	007 GR 28 00	0730	10 1960	08/1963
KSAR TYR ALLOBROGES	40 GR 66 50	008 GR 30 00	0206	2 1930	/1935
KSAR TYR LES NUES	40 GR 68 00	008 GR 30 00	0118	10 1938	04/1942
KSAR TYR SIDI ABDALLAH	40 GR 69 00	008 GR 25 00	0126	6 1931	10/1942
LORBEUS GARE	40 GR 11 00	007 GR 32 00	0541	1 1928	11/1939
LORBEUS LES SALINES	40 GR 09 00	007 GR 37 00	0550	7 1911	04/1931
LORBEUS GANTHRA	40 GR 11 00	007 GR 27 00	0570	5 1929	11/1931
MAHRINE EL	40 GR 85 00	008 GR 36 00	0080	1 1951	06/1960
MAJOUBA GARE	39 GR 79 00	006 GR 85 20	0578	11 1929	12/1943
MAKTAR PF	39 GR 83 69	007 GR 63 00	0900	5 1964 →	
<u>MAKTAR SM</u>	39 GR 84 20	007 GR 63 20	0937	1 1889 →	
MAKTAR DRES	39 GR 84 50	007 GR 60 00	0937	10 1969 →	
MAKTAR SM 2	39 GR 83 00	007 GR 63 00	0937	2 1971 →	
MANDARET ESSOUDIA	40 GR 03 00	007 GR 96 50	0640	9 1960	08/1964
MANSOURAH DRES	40 GR 88 50	008 GR 40 00	0148	1 1965	12/1969
MANSOURAH EL	40 GR 88 90	008 GR 40 50	0025	2 1962 →	
MARDJA MOKADDEM ECOLE	39 GR 94 80	007 GR 72 50	0955	5 1964 →	
MASSOUGES FERME 1	40 GR 01 20	007 GR 65 50	0730	12 1962 →	
MASSOUGES FERME 2	40 GR 04 00	007 GR 64 00	0800	3 1966 →	

→ en service

TABLEAU 2.2.2.1. (6)

STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU BASSIN DE LA MEJERDAH

NOM - STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	MISE EN SERVICE	FIN FONCTIONNEMENT
MASSOUGES FERME 3 SERS	40 GR 10 00	007 GR 60 00	0680	1 1938	05/1942
MASSOUGES FERME 4	40 GR 05 00	007 GR 60 00	0650	2 1951	07/1957
MASSOUGES FERME 5	40 GR 04 00	007 GR 64 00	0800	10 1952	01/1958
MADJEN SAFI	40 GR 85 20	007 GR 15 60	0530	10 1942 →	
MEZ EL BAB SM BJ TELLIL	40 GR 64 81	008 GR 05 54	0054	1 1890 →	
MEDJEZ EL BAB PF	40 GR 72 30	008 GR 07 50	0142	9 1964 →	
MEDJEZ EL BAB SE	40 GR 70 00	008 GR 10 00	0112	3 1966 →	
MEDJEZ EL BAB C.N.A SM	40 GR 70 37	008 GR 07 39	0112	2 1968 →	
MANGOUB	40 GR 76 00	008 GR 38 00	0099	9 1960 →	
<u>MONTARNAUD 1</u>	40 GR 72 00	008 GR 24 00	0108	4 1913 →	
<u>MONTARNAUD 2</u>	40 GR 76 00	008 GR 25 00	0108	1 1916	12/1963
MONTARNAUD 3	40 GR 81 00	008 GR 20 00	0040	10 1948 →	
<u>MUNCHAR 1</u>	40 GR 81 05	007 GR 74 50	0260	4 1899 →	
MZOUCHA SIDI KHALLED	40 GR 70 00	007 GR 75 90	0200	3 1932 →	
NEBEUR	40 GR 32 00	007 GR 14 00	0509	9 1937	12/1948
OMRANE DJENDOUBA COOP	40 GR 57 30	007 GR 11 80	0690	1 1968 →	
OUED EL LILI EPURATION	40 GR 76 15	007 GR 11 80	0250	1 1956	03/1962
OUED MELIZ	40 GR 52 00	006 GR 91 00	0175	11 1926	04/1935
OUED MELLEGUE K 13	40 GR 13 45	006 GR 84 80	0324	1 1960 →	
OUED MELLEGUE	40 GR 14 00	006 GR 85 00	0325	5 1923	08/1946
OUED OUSSAFA	39 GR 81 00	007 GR 69 00	0851	5 1964	12/1964
OUED RMIL 2	40 GR 41 45	007 GR 95 75	0300	12 1961 →	
AOUSDJA	41 GR 26 30	008 GR 62 50	0028	1 1958	06/1958
OUED TINE	40 GR 33 00	007 GR 95 50	0406	10 1960 →	
OUED ZARGA RURAL TUNISIE	40 GR 80 00	007 GR 91 70	0323	4 1910 →	
OUED ZARGA FME 1 AQUOUAV	40 GR 77 40	007 GR 88 80	0223	9 1965 →	
OUED ZARGA FME DENGUEZLI	40 GR 69 50	007 GR 86 70	0284	9 1965 →	
OUED ZARGA FME BUKAI	40 GR 79 75	007 GR 92 75	0492	9 1965	
OUED ZARGA FERME 2	40 GR 79 75	007 GR 92 75	0492	12 1959	04/1964
PARC BEJA CRDA	40 GR 80 25	007 GR 63 00	0143	12 1968 →	
PORTO FARINA OMVVM	41 GR 30 10	008 GR 73 60	0010	2 1962 →	
PORTO FARINA SM	41 GR 29 72	008 GR 72 21	0010	1 1950 →	
RAS EL MA	39 GR 97 00	007 GR 95 00	0526	1 1964 →	
REBIBA	39 GR 75 00	006 GR 72 00	0810	3 1918	09/1946
ROBAA DAR TURQUIE	40 GR 06 50	007 GR 93 75	0640	4 1950	09/1952
ROBAA OULED YAHIA	40 GR 10 60	008 GR 03 60	0584	10 1960 →	
SAINT PIERRE	40 GR 63 00	007 GR 41 00	0100	10 1922	08/1942

→ en service

TABLEAU 2.2.2.1. (7)

STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU BASSIN DE LA MEJERDAH

NOM - STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	MISE EN SERVICE	FIN FONCTIONNEMENT
SAKIET SIDI YOUSSEF MINE	40 GR 25 00	006 GR 69 00	0828	1 1914	12/1939
SAKIET SD YOUSSEF VILLAG	40 GR 24 00	006 GR 68 00	0810	11 1888 →	
SAKIET SD YOUSSEF DAMOUS	40 GR 17 00	006 GR 76 00	0500	9 1933	2/1941
SAKIET SIDI YOUSSEF SM	40 GR 25 92	006 GR 68 51	0803	5 1967 →	
SAKIET SIDI YOUSSEF	40 GR 25 00	006 GR 69 00	0810	1 1889	10/1942
SAKIET SD YOUSSEF F CUNY	40 GR 25 92	006 GR 68 00	0750	10 1930	05/1932
SALINES 2	40 GR 09 00	007 GR 37 00	0506	3 1936	06/1947
<u>SALINES GARE</u>	40 GR 09 00	007 GR 37 00	0506	12 1929 →	
SALLELES	40 GR 58 00	007 GR 90 00	0140	1 1920	09/1922
SELMA SIDI OTHMANE	41 GR 10 00	008 GR 42 00	0020	8 1948	10/1961
SENEDE EL HADDAD	39 GR 92 50	007 GR 65 05	0825	10 1960 →	
SERS AGRICOLE SM	40 GR 07 40	007 GR 44 43	0501	4 1972 →	
SERS DELEGATION	40 GR 08 00	007 GR 42 92	0501	3 1966 →	
SERS GARE	40 GR 08 00	007 GR 43 00	0487	9 1927	10/1956
SD ABD PRES DE KSAR TYR	40 GR 69 00	008 GR 26 00	0150	3 1902	09/1942
SIDI ABDELAZIZ	40 GR 70 00	007 GR 95 00	0150	9 1942	09/1949
SIDI ALI HAOUEM	40 GR 21 00	007 GR 90 00	0567	8 1962	03/1963
SIDI AMOR	40 GR 65 00	008 GR 19 00	0160	1 1932	07/1942
SIDI AMOR HIR BDIQUI	40 GR 22 60	007 GR 24 00	0525	7 1951	11/1954
SIDI AYED GARE	40 GR 39 00	007 GR 84 00	0253	10 1921	08/1933
SIDI AYED HIR KOUDIAT	40 GR 39 00	007 GR 84 00	0253	4 1933	06/1933
SIDI AYED SM	40 GR 39 00	007 GR 86 00	0252	7 1951	05/1958
SIDI AYED GARE	40 GR 39 00	007 GR 84 00	0253	2 1937	06/1958
SIDI BOU ROUIS SM	40 GR 19 00	007 GR 55 54	0412	4 1967 →	
SIDI BOU ROUIS	40 GR 19 00	007 GR 55 00	0440	3 1951	01/1958
SIDI BOU ROUIS GARE	40 GR 19 70	007 GR 54 50	0403	10 1929	08/1935
SIDI BOU ROUIS H NCHEM	40 GR 17 60	007 GR 62 00	0540	7 1951	08/1957
SIDI BOU ROUIS 2	40 GR 16 00	007 GR 50 00	0640	2 1937	03/1940
SIDI BOU ROUIS HIR NAAM	40 GR 24 00	007 GR 59 00	0461	3 1951	09/1958
SIDI EL FACI	40 GR 17 00	007 GR 73 00	0460	9 1926 →	
SIDI EL FACI RAGOUBA	40 GR 17 00	007 GR 69 00	0564	1 1931	11/1931
SIDI HAMADA	39 GR 95 60	008 GR 01 40	0690	10 1960 →	
SIDI MANSOUR HAUT	40 GR 22 20	007 GR 10 50	0840	12 1961 →	
SIDI MED CHEFFAI ECOLE	39 GR 53 70	006 GR 92 90	0791	9 1964	11/1945
SIDI MTIR ES SEAUDIA	40 GR 04 00	007 GR 98 00	0600	3 1937	
SIDI SOLTAN	40 GR 74 65	007 GR 65 00	0236	1 1968	07/1958
SIDI THABET	41 GR 02 00	008 GR 56 00	0016	1 1911	

→ en service

TABLEAU 2.2.2.1 (8)

STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU BASSIN DE LA MEJERDAH

NOM - STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	MISE EN SERVICE	FIN FONCTIONNEMENT
* <u>SIDI THABET SM</u>	41 GR 02 00	008 GR 55 54	0016	6 1954 →	
SIDI THABET CMA	41 GR 02 20	008 GR 55 50	0016	10 1966 →	
SIDI YOUSSEF	39 GR 92 86	007 GR 97 65	0785	9 1960 →	
SIF EL KOHOL	39 GR 45 50	006 GR 89 00	0910	1 1952	04/1945
SILIANA JEAN RAFFIN	39 GR 96 00	007 GR 80 00	0700	2 1964	
SILIANA 3	40 GR 09 00	007 GR 81 00	0423	2 1939	08/1942
SILIANA 1 SM	40 GR 09 00	007 GR 81 00	0423	1 1964 →	
SILIANA 2 SM	40 GR 08 30	007 GR 81 80	0431	12 1963	05/1965
SILIANA AGRICOLE	40 GR 09 50	007 GR 81 00	0431	9 1966 →	
SKRIRÁ PF	40 GR 73 70	007 GR 32 80	0223	10 1966 →	
SLATA	39 GR 85 50	006 GR 78 50	0600	9 1926	09/1927
SODGA	39 GR 98 00	008 GR 06 00	0702	10 1906 →	
SK EL ARBA (JENDOUBA) SE	40 GR 55 85	007 GR 16 50	0143	1 1960 →	
<u>SK EL ARBA (JENDOUBA) SM</u>	40 GR 56 00	007 GR 16 00	0143	2 1889 →	
SK DJEMAA FORET	39 GR 86 50	007 GR 55 00	1064	1 1963 →	
SK EL KHEMIS BOU SALEM TP	40 GR 67 60	007 GR 36 50	0170	10 1964 →	
SK EL KHEMIS B.S.CFPA	40 GR 55 25	007 GR 36 35	0146	5 1963 →	
SK EL KHEMIS B.S CMA	40 GR 57 18	007 GR 38 45	0165	9 1967 →	
SOUK ES SEBT	40 GR 56 00	007 GR 29 00	0145	12 1949 →	
SK ETH-THELATHA	GR	GR		5 1929	07/1930
SRAIA CASERNE	40 GR 52 00	006 GR 57 00	0600	8 1969 →	
<u>ST CYPRIEN</u>	40 GR 84 00	008 GR 49 00	0038	1 1907 →	
TABAGA DJ NEBLA ECOLE	39 GR 44 10	006 GR 82 00	0935	4 1964 →	
TADJEROUINE AIN ZOUAGHA	39 GR 94 00	006 GR 94 00	0750	9 1924 →	
TADJEROUINE DME FEUILLE	39 GR 88 00	006 GR 87 00	0572	1 1925	03/1956
TADJEROUINE FERME D'ETAT	39 GR 93 00	006 GR 83 80	0511	7 1964 →	
TADJEROUINE 1	39 GR 87 60	006 GR 86 20	0557	8 1936 →	
TADJEROUINE ST BERNADET	39 GR 91 00	006 GR 80 50	0483	6 1935 →	
<u>TADJEROUINE VILLE</u>	39 GR 87 00	006 GR 91 00	0665	12 1913	12/1927
TADJEROUINE 1 SM	39 GR 87 80	006 GR 91 00	0665	4 1964 →	
TADJEROUINE GENDARMERIE	39 GR 88 50	006 GR 91 00	0665	1 1954	11/1956
<u>TEBOURBA SM</u>	40 GR 92 00	008 GR 34 00	0029	6 1911 →	
TEBOURBA MUNICIPALITE	40 GR 92 00	008 GR 34 00	0029	2 1949	12/1954
TEBOURSOUK SM	40 GR 51 00	007 GR 68 00	0440	1 1950 →	
TEBOURSOUK	40 GR 50 00	007 GR 67 00	0525	1 1901	12/1921
TEBOURSOUK ULC	40 GR 50 70	007 GR 68 60	0328	1 1969 →	
TEBOURSOUK HIR AIN BENAL	40 GR 50 00	007 GR 67 00	0525	10 1930	11/1930

→ en service

TABLEAU 2.2.2.1. (9)

STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU BASSIN DE LA MEJERDAH

NOM - STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	MISE EN SERVICE	FIN FONCTIONNEMENT
TESTOUR 1 SM	40 GR 59 90	007 GR 89 00	0112	1 1962 →	06/1943
TESTOUR 2 SM	40 GR 61 11	007 GR 90 73	0112	10 1971 →	
TESTOUR AÏN MILED	40 GR 53 00	007 GR 90 50	0183	9 1934	
TESTOUR EX FME DRHOIN	40 GR 60 00	007 GR 86 60	0077	10 1966 →	
TESTOUR ULC	40 GR 60 00	007 GR 88 90	0112	1 1969 →	
THALA FEDJ TERBAH	39 GR 69 00	007 GR 20 00	0850	2 1946 →	
THALA FORET	39 GR 53 20	007 GR 03 70	0889	6 1961 →	
THALA 1 SM	39 GR 53 00	007 GR 04 00	1020	1 1888 →	
THALA 3 T.P.H	39 GR 52 50	007 GR 04 00	1020	11 1951 →	
THIBAR 1 SM	40 GR 58 00	007 GR 52 00	0365	5 1906 →	
THIBAR 2	40 GR 55 45	007 GR 51 50	0222	12 1967	03/1919
TOUIREF AGRICOLE	40 GR 33 33	006 GR 90 75	0473	4 1972 →	
THUBERNICA	40 GR 59 00	006 GR 81 00	0267	5 1902	
UNITE EL YAKDHA SM	39 GR 89 50	007 GR 28 00	0693	1 1965 →	05/1939
UTIQUE 2	41 GR 17 00	008 GR 58 20	0028	2 1929	
UTIQUE NOUVELLE	41 GR 17 10	008 GR 58 40	0058	11 1964	12/1924
ZAFRANE SIGNAL	40 GR 26 00	007 GR 16 00	0954	1 1923	
ZAFRANE MINE REBBOUN	40 GR 25 00	007 GR 30 00	0640	7 1925	07/1928
ZAFRANE BOU DJERIDA	40 GR 21 00	007 GR 19 80	0555	6 1928	12/1935
ZAOUIET SIDI ABDELMALEK	40 GR 00 60	007 GR 88 60	0476	1 1964 →	12/1957
ZAOUEM SM	40 GR 65 00	007 GR 32 00	0128	12 1899 →	
ZAYANA	40 GR 70 00	008 GR 02 00	0020	3 1951	
ZOUARINE GARE	40 GR 02 70	007 GR 29 70	0571	5 1961 →	
<u>STATIONS DES BASSINS</u>					
<u>LIMITROPHES :</u>					
AÏN DRAHAM	40 GR 86 10	007 GR 05 10	0715	10 1888	
EDDEKHILA	40 GR	007 GR 89 00	0150	12 1921	
GOUSSET EL BEY	41 GR 01 50	008 GR 20 95	0070	1 1921	
GUERMANEZ	40 GR 96 00	007 GR 85 00	0330	1 1906	
AÏN ASKER	40 GR 66 00	008 GR 53 00	0069	6 1900	
BORDJ CHAKIR	40 GR 85 00	008 GR 60 00	0063	1 1908	
TUNIS MANOUBIA	40 GR 87 15	008 GR 70 65	0066	1 1872	
KHENIGUET	40 GR 50 00	008 GR 17 00	0204	1 1920	
SAADIA DU BARGOU	40 GR 04 00	008 GR 07 00	0524	11 1906	

→ en service

2.2.2.2 FICHER PLUVIOMETRIQUE : PRESENTATION ET CONTRÔLE DES DONNEES

Dans le cadre du traitement automatique des données pluviométriques et hydrométriques entamé depuis 1969, le premier travail abordé du point de vue pluviométrique a été le report sur cartes perforées des données stockées depuis plusieurs années aux archives du Service. Ce travail en grande partie achevé a nécessité un effort considérable de recherche, codification, classement, vérification et contrôle, et nous a permis de créer un fichier pluviométrique de données brutes que l'on essaie de tenir à jour régulièrement. La base de ce fichier est constituée par les cartes pluviométriques journalières. Toutes les archives pluviométriques ont été reportées sur cartes perforées, ce qui présente plus de 1 000 postes pluviométriques. Près de 400 de ces postes sont en service actuellement et le fichier est tenu à jour chaque mois, les bulletins envoyés par les observateurs étant immédiatement perforés, une carte commentaire indique pour chaque année et pour chaque poste sous une forme codée la valeur appliquée à ces données. Ces cartes traitées par un programme approprié fournissent des tableaux récapitulatifs des pluviométries mensuelles et annuelles pour chaque pluviomètre. Ainsi nous disposons actuellement pour chaque station d'un recueil de fiches annuelles et d'un tableau récapitulatif. Ces deux documents avec les cartes perforées servent de base pour toute étude pluviométrique éventuelle.

Signalons que ces données n'ont pas toutes été contrôlées, le travail entrepris pour les rassembler a duré plus de quatre ans, et il ne nous a pas été possible d'entamer d'une manière exhaustive le contrôle de ces relevés ni de combler les lacunes existantes. Ce contrôle, *terminé pour le bassin de la MEJERDAH*, se fait à l'occasion des études hydrologiques régionales. On compte entreprendre au cours de la quadriennie en cours (1973-1976) l'élaboration d'un Atlas pluviométrique de la TUNISIE, le fichier pluviométrique actuel devra donc faire l'objet d'une sélection sérieuse des pluviomètres et des données et d'un contrôle complet et régulier.

2.2.3 ETUDE DE LA PLUIE ANNUELLE

2.2.3.1 CONTRÔLE DES TOTAUX ET CHOIX D'UNE PERIODE COMMUNE

Après examen des périodes d'observations des 39 postes tunisiens retenus pour cette étude, nous avons adopté une durée d'observation de 40 années (1921-1960). Cette période présente un minimum de lacunes. Un contrôle par la méthode des doubles masses des hauteurs annuelles a été fait et a permis de déceler quelques erreurs dues soit à un changement de site, comme c'est le cas de la station de THIBAR (1914-1923), soit à une non concordance entre le pluviomètre et l'éprouvette de mesure, cas de la station d'AÏN DRAHAM pour la période entre 1918 et 1951.

En se basant sur le fait que la double masse conserve mieux la variance que la corrélation linéaire, nous avons complété les années qui manquent en utilisant directement la pente de la droite des doubles masses. Les années où il ne manque qu'un mois ou deux ont été complétées par corrélation à partir des stations voisines. Les tableaux 2.2.3.1 (1) et (2) nous donnent les différentes relations à l'échelle annuelle trouvées entre les différentes stations. Pour retrouver ces relations il suffit d'appliquer la formule :

$$P \text{ station en ligne} = a \times P \text{ station en colonne}$$

le coefficient "a" reporté dans chaque case n'étant autre que la pente de la droite des doubles masses obtenues pour les deux stations considérées.

Les tableaux 2.2.3.1 (3), (4), (5) et (6) donnent les totaux pluviométriques annuels mesurés ou corrigés des stations tunisiennes retenues et pour la période commune considérée.

A titre indicatif, nous donnons pour chaque station la moyenne calculée sur la période homogénéisée MPC et celle calculée sur la période d'observation MC. Ces moyennes sont peu différentes.

Le même travail a été fait pour quatorze stations algériennes.

2.2.3.2 ISOHYETES ANNUELLES

A partir des moyennes calculées sur la période homogène pour trente stations tunisiennes et quatorze stations algériennes, un premier tracé d'isohyètes annuelles a été effectué pour tout le bassin. Pour mieux préciser ce tracé nous avons été conduit à considérer les moyennes de neuf autres stations parmi le fichier pluviométrique des bassins de la MEJERDAH, de l'ICHKEUL et du MILLIANE.

Dans certaines régions du bassin, la densité de ces stations est un peu faible pour permettre de tracer avec précision les courbes isohyètes, mais elle est suffisante pour arriver à une bonne connaissance des précipitations moyennes sur les bassins contrôlés par les principales stations de la MEJERDAH et sur les bassins de la plupart de ses affluents.

TABLEAU 2.2.3.1. (3)

TOTAUX ANNUELS POUR LA PERIODE (1921-1960)

STATION ANNEE	ZAOUEM	BEJA	AÏN- ESSID	BEAUCE	MUNCHAR	THIBAR	MONTAR 1	MONTAR 2	HAFSIA	CHOUAT 2
1921-1922	337*	584	537"	620*	551	502	299	354	378	458"
1922-1923	466	594	554"	469	559	597	352	353	381"	448"
1923-1924	440	574	529"	480	595	489	365	374	434	495"
1924-1925	377	474	445"	388	513	438	251	303	318	374"
1925-1926	452	605	550"	484	525	595	434	451	462	557"
1926-1927	423	434	511	375	447	359	225	192	213	257"
1927-1928	547	618	467	635	683	645	530	471	507	526
1928-1929	670	759	826	647	642	803	562"	485"	489	524*
1929-1930	415	530	467	437	479	580	373"	351"	388	392*
1930-1931	543	793	841	542	696	573	441	380	414	514
1931-1932	417	562	562	518	532	538	485	393	531	540
1932-1933	450	574	559	400	542	556	425"	400"	465	537
1933-1934	474	532	464	374	510	569	429	362*	482	435
1934-1935	645	647	594	526	645	667	420"	395"	442	587
1935-1936	518	598	573	501	548	554	450	412	467	540
1936-1937	424*	659	614	506"	565	581	456	450	483	486
1937-1938	344"	573	410	437	421	407	249	451	340	355
1938-1939	703	868	681	686	767	831	529	514	577	609
1939-1940	508"	685	599	567	627	579	404	374"	429	547
1940-1941	490*	620	449	397	549	540	335	342"	403	406
1941-1942	558	684	643	512	686	587	453	392	424	522
1942-1943	332"	424"	401	331"	382"	383	263"	247"	293	342
1943-1944	356"	507"	513	396"	457"	424	347	278	330	326
1944-1945	398"	495	467"	423	515	474	316	269	349	402
1945-1946	475	565	535	454	600	550	343	288	345	288
1946-1947	383	640	600	382	527	525	209	227	340	333
1947-1948	395	490	454	423	425	420	213	217	230	343
1948-1949	589	745	742	694	678	731	529	481	460	502
1949-1950	507	557	603	518	542	589	383	372	390	503
1950-1951	397*	460	443	332	423	524	261	190	280	297
1951-1952	580*	749	640	513	464	681	408	281	477	475
1952-1953	553*	880	795"	791	688	723	595	506	599	671
1953-1954	506	981	602"	627	659	654	470	362	600	753
1954-1955	393	484	549	400	358	458"	282	254	319	399
1955-1956	839	949	882"	618	676	698	530	534	574	564
1956-1957	457	666	508"	466	460	627	432	454	457	455
1957-1958	546	762	681	690*	584	687	706	835	592	527*
1958-1959	771	959"	834	897	768	916	581	633	736	761
1959-1960	419	509"	486"	375	353	493	312	347	344	437
1960-1961	229	321"	286"	269	273	328	153	140	177	260
Nb. TA	51	56	28	40	53	61	43	35	40	31
M C	493	630	580	490	586	572	404	377	422	475
M P C	483	627	572	503	547	572	395	373	423	469

L E G E N D E

(—) : Valeurs corrigées à partir des stations voisines.

(*) : Année où il manque seulement quelques mois reconstitués par corrélation à partir des stations voisines.

(..) : Valeurs reconstituées à partir de la pente des droites de doubles masses.

TABLEAU 2.2.3.1 (4)

TOTAUX ANNUELS POUR LA PERIODE (1921-1960)

STATION ANNEE	KHEMA- KHEM	EL- FEIDJA	ED- DEKHILA	GOUSSET	EBBA- KSOUR	THALA S M	AÏN- ZAKAR	MAKTAR S M	EL-AR- ROUSSA Dom.	BORDJ FREN DJ
	1921-1922	412	1116	404	424 ^{..}	319 ^{..}	374	284 ^{..}	355	366	347
1922-1923	394	1355	375	430 ^{..}	477*	429	410 ^{..}	513	433	382
1923-1924	449	674	495 ^{..}	520 ^{..}	179 ^{..}	209	335 ^{..}	419	374	438
1924-1925	319	953	370	389 ^{..}	363	351	289 ^{..}	361	386	292
1925-1926	475	1006	507	412	492	532	458 ^{..}	572	610	442
1926-1927	239	1289	304 ^{..}	319	291	343	285 ^{..}	357	253	232
1927-1928	499	1320	576	482	518	583	587 ^{..}	734	497	540
1928-1929	564	1899	601	645	481	638	703 ^{..}	879	558	542
1929-1930	469	1177 ^{..}	386 ^{..}	415*	347	568	377 ^{..}	471	379	397
1930-1931	464	1458*	453	501	484	<u>369</u>	482 ^{..}	603	363	425
1931-1932	539	938	500	549	486	885	544 ^{..}	680	468	567
1932-1933	467	921	349	419	565	<u>640</u>	508 ^{..}	635	368	378
1933-1934	476	1102	457	522	456	<u>455</u>	399	489	337	459
1934-1935	450	1212	473	471	588	<u>536</u>	675	542	520	440
1935-1936	434	878	384	420	420	<u>443</u>	348	<u>476</u>	412	424
1936-1937	486	843	508*	463	347	305	372	376	368	446
1937-1938	395	869	328	397	268	<u>355</u>	310	<u>325</u>	252	283
1938-1939	652	1225 ^{..}	472*	595	622	<u>624</u>	678	<u>641</u>	552	638
1939-1940	451	1047 ^{..}	449	528	381	<u>447</u>	355	<u>599</u>	328	325
1940-1941	434	940 ^{..}	391	387*	443	<u>710</u>	367	<u>437</u>	322	363
1941-1942	390	1123 ^{..}	416	483	451	487	394	382	376	416 ^{..}
1942-1943	298	803 ^{..}	230 ^{..}	335 ^{..}	308	<u>377</u>	404	505 ^{..}	298 ^{..}	287 ^{..}
1943-1944	316	1079 ^{..}	330	330 ^{..}	357	<u>355</u>	249	339	280 ^{..}	337
1944-1945	305	987	486	420	267	271	231	332	263	326
1945-1946	365	1033	336	<u>345</u>	324	601 ^{..}	356	436	390	362
1946-1947	331	1137	320	365	275	320 ^{..}	280	350	273	274
1947-1948	187	939*	385*	319	377	320	<u>386</u>	295	213	228
1948-1949	618	1240*	517	<u>486</u>	563	666	<u>630</u>	686	536	531
1949-1950	490	1090 ^{..}	466	<u>454</u>	420	<u>477</u>	<u>519</u>	432	438	457
1950-1951	256	1046*	300	<u>320</u>	329	<u>320</u>	282	483	220 ^{..}	<u>281</u>
1951-1952	403	1431	420	<u>455</u>	538	608	521	688	476 ^{..}	405
1952-1953	562	1890*	534	<u>729</u>	543	569	<u>574</u>	719	513 ^{..}	605
1953-1954	536	1446	608	<u>617</u>	404	447	521	<u>509</u>	511 ^{..}	515
1954-1955	308	1350	253	<u>264</u>	315	412	268	452	272 ^{..}	337
1955-1956	606	1313	666	<u>654</u>	420*	364	300 ^{..}	376	454 ^{..}	529
1956-1957	426	1100 ^{..}	486	<u>463</u>	352	462	339 ^{..}	424	326 ^{..}	438
1957-1958	451	1308 ^{..}	555	<u>585</u>	455	542	417 ^{..}	522	432	654
1958-1959	749	1671	771	<u>810</u>	661	712	656 ^{..}	820	637 ^{..}	669
1959-1960	378 ^{..}	1313 ^{..}	378	<u>425</u>	436 ^{..}	515 ^{..}	495 ^{..}	619	267 ^{..}	330
1960-1961	175	965 ^{..}	244*	<u>265</u>	249	321*	282	350	237	163
Nb. TA	50	49	38	34	35	37	21	57	28	48
M C	440	1214	463	478	420	454	436	510	390	415
M P C	432	1154	441	460	414	473	430	505	388	412

L E G E N D E

(—) : Valeurs corrigées à partir des stations voisines.

(*) : Année où il manque seulement quelques mois reconstitués par corrélation des stations voisines.

(..) : Valeurs reconstituées à partir de la pente des droites de doubles masses.

TABLEAU 2.2.3.1. (5)

TOTAUX ANNUELS POUR LA PERIODE (1921-1960)

STATION ANNEE	LE KSOUR	GUER- MANEZ	AÏN- GARCA	AÏN- KERMA I.	AÏN- KERMA II.	LE KE F TP	BEN ARRAR	SIDI THABET	TEBOUR- BA	LES SALINES
1921-1922	329	704"	459	344"	319"	420	343"	335	328	319"
1922-1923	347	750"	581	561"	427"	562	350"	403	365	477"
1923-1924	251	646"	485	358	332"	437	253"	396	461	479"
1924-1925	343	662	540	410"	380"	501	346"	343	339	363"
1925-1926	409	563"	600	465"	431"	567	413"	540	419	492"
1926-1927	203	861"	332	379"	351"	462	205"	249	205"	291"
1927-1928	378	809"	755	555"	422"	677	381"	527	421	518"
1928-1929	569	763*	748	631	586"	764	547	476	655	547"
1929-1930	420	598	534	430	400"	520	389	400	331	389"
1930-1931	440	877	630	513	477"	623	410	514*	327	314
1931-1932	489	731	611	456	424"	504	416	449	449	787
1932-1933	669	675	548*	530	493"	587"	427	500	374	495
1933-1934	442	653*	505	508	512	603	403	543	451	460
1934-1935	621	841	689	552	563	690	611	498	423	359
1935-1936	489	719	574	355	349	507	385	511	308	346
1936-1937	371"	595	596	391	361	443	374	433	425	355
1937-1938	400"	559	400	416"	385	474	404	363	329	227
1938-1939	705"	1052*	924	719"	666	758	712	531	456	614
1939-1940	403"	772*	584	381	653	525	407	547*	465*	293
1940-1941	435"	676	577*	396	353	618	439	371	227	411
1941-1942	452"	950	689"	501	547	573	457	899	437	394
1942-1943	311"	501"	330"	290"	269"	354	313	342	287"	313"
1943-1944	289	641"	456"	386"	358	471	368	326	337"	368"
1944-1945	225"	609"	450"	247"	230"	411	236	402"	326"	236"
1945-1946	299	567"	585	450	424	441	373	288"	362"	346
1946-1947	208	677	585	389	310	411	364	333"	274"	261
1947-1948	266	542	370	398	383	413	327	343"	228"	258
1948-1949	603	767	787	519	513	869	512	502"	584	478
1949-1950	455	640	689"	503	429	488	374	503"	456	420
1950-1951	293	604	458	366	341	419	330	297"	281	468
1951-1952	530	740	758*	654	554	790	621	475"	488	468
1952-1953	601	1068	883"	712	642	845	707	671"	678	707*
1953-1954	415	1058	759"	555"	514	639	424	788	543	367
1954-1955	414	592	504*	367"	340	564	348	478	341	348*
1955-1956	444	882	648	465	465	616	508	617	619	357
1956-1957	350	758	450	452	392	427	403	468	445	403*
1957-1958	495	845	714*	429"	398"	523	500"	478	651	435
1958-1959	651	938	760*	686"	636"	837	658"	761	667	583
1959-1960	464	544	446*	522"	484"	637	469"	437	408*	427
1960-1961	288"	391	332	211"	194	258"	225	250	349*	246
Nb. TA	22	30	34	23	21	43	29	29	32	23
MC	406	723	568	462	429	543	426	455	433	404
MCP	419	721	583	456	432	553	415	465	413	412

L E G E N D E

- (—) : Valeurs corrigées à partir des stations voisines.
 (*) : Année où il manque seulement quelques mois reconstitués par corrélation des stations voisines.
 (..) : Valeurs reconstituées à partir de la pente des droites de doubles masses.

TABLEAU 2.2.3.1. (6)

TOTAUX ANNUELS POUR LA PERIODE (1921-1960)

STATION ANNÉE	TAJE- ROUINE	AIN- DRAHAM	JENDOU- BA	ST- CYPRIEN	AÏN- ASKAR	BORJ CHAKIR	TUNIS MANOUBIA	KHENI GUET	SAADIA BARGOU
1921-1922	374 ^{**}	1540	350	330	454	344	310	283	589
1922-1923	429 ^{**}	1683	485	422	354	471	420	383	581
1923-1924	209 ^{**}	1421	420	426	435	484	453	413	675
1924-1925	351 ^{**}	1263*	325	347	411	319	340	365	456
1925-1926	686	1431	492	548	391	498	513	512	622
1926-1927	262	1516	386	241	268	268	233	350	364
1927-1928	392	1750	512	554	498*	566	575	557	825
1928-1929	431	2248	541	479	450	544	524	564	886
1929-1930	311	1705	433	418	349	366	382	333	486
1930-1931	406	1854	487	447	442	412	459	457	724
1931-1932	371	1278	425	403	500	508	555	605	1097
1932-1933	388	1348*	402	470	437	451	478	413	812
1933-1934	301	1415	298	490	286	475	529	398	607
1934-1935	503	2022	524	432	452	552	611	496	779
1935-1936	297	1192	382	422	477	448	548	354	503
1936-1937	274	1410	395	404	384	444	476	401	547
1937-1938	259	1110	340	373	340	370	464	314	591
1938-1939	479	1773	700	573	461	618	641	553	899
1939-1940	319	1517	524	435	453	458	544	271	395
1940-1941	370	1362	500	415	338	408	393	375	493
1941-1942	281	1626	618	417	364	447	407	516	625
1942-1943	205	1026*	294	288*	226	291	280	223	475
1943-1944	242	1562	352	327*	230	387	352	307	446
1944-1945	273	1443	329	449	238	323	301	320	477
1945-1946	365	1351	565	319	269	319	275	437	550
1946-1947	310	1951	368	313	196	285	279	248	437
1947-1948	345	1126	339	273	190	365	221	189	612
1948-1949	558	1472	567	542	588	720	615	517	886
1949-1950	401	1580	494	482	503	538	441	340	646
1950-1951	370	1282	362	247	331	285	350	292	588
1951-1952	664	1862	626	457	451	457	485	463	791
1952-1953	453	2102	645	562	482	666	621	458	936
1953-1954	397	1789	519	606	553	746	756	497	887
1954-1955	313	1586	415	314	268	331	363	257	399
1955-1956	272	2061	600	550	504	550	660	443	734
1956-1957	258	1570	428	447	443	464	487	324	462
1957-1958	583	1717	518	523	392	532	567	587	666
1958-1959	684	2160	665	768	738	803	808	792	976
1959-1960	608	1497	504	349	324	359	397	335	721
1960-1961	212*	1100	281	166	173	230	254	155*	441
Nb. TA	32	67	50	50	49	50	92	50	60
M C	367	1578	456	426	418	441	444	410	661
M P C	381	1567	461	425	400	452	459	402	637

L E G E N D E

- (—) : Valeurs corrigées à partir des stations voisines.
 (*) : Année où il manque seulement quelques mois reconstitués par corrélation à partir des stations voisines.
 (..) : Valeurs reconstituées à partir de la pente des droites de doubles masses.

La constatation principale qui se dégage de l'examen de ce tracé c'est le parallélisme des courbes obtenues avec le relief, d'une part, et la concordance avec la carte de GAUSSEN-VERNET tracée en 1940, d'autre part.

Le tableau ci-après présente les hauteurs de précipitations MEJERDAH aux stations principales et sur ceux des affluents les plus importants.

TABLEAU 2.2.3.2

HAUTEURS DE PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES SUR LE BASSIN DE LA MEJERDAH
AUX PRINCIPALES STATIONS ET SUR LES BASSINS DES AFFLUENTS

B A S S I N	S en km ²	P en mm
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1 480	680
MEJERDAH à JENDOUBA	2 410	670
MEJERDAH à l'aval du confluent du TESSA	15 700	470
MEJERDAH à BOU SALEM	16 230	480
MEJERDAH à PONT TRAJAN	17 200	475
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	21 200	485
MEJERDAH à l'Embouchure	23 700	480
MELLEQUE au K 13	9 000	402
MELLEQUE au K 22	10 509	400
MELLEQUE au Confluent	10 680	410
TESSA aux ZOUARINES	408	(420)
TESSA à SIDI MEDIENNE	1 950	(488)
TESSA au Confluent	2 410	511
OUSSAFA à M 12	390	460
SILIANA à EL AROUSSA	1 560	430
SILIANA au Confluent	2 210	440
RARAÏ à RARAÏ-Plaine	370	915
RHEZALA à FERNANA	138	970
BOU HEURTMA à KEF RIRHA	390	903
OUED KASSEB au Confluent	258	640
OUED BEJA à BEJA	207	660
OUED BEJA au Confluent	320	648
OUED ZARGA à la Station	252	607

2.2.4 ANALYSE STATISTIQUE

2.2.4.1 PLUVIOMETRIE ANNUELLE

Trente stations présentant des séries importantes de relevés annuels ont été analysées du point de vue statistique. Ces stations sont réparties de la manière suivante :

- Vingt-deux stations en TUNISIE
- Huit stations en ALGERIE

L'analyse statistique a pu être effectuée sur la totalité des périodes d'observations grâce au concours du Service Hydrologique de l'ORSTOM qui dispose à cet effet d'une chaîne de programmes pour traitement statistique sur ordinateur. Quatre lois de distribution statistique ont été essayées. Il s'agit des lois : normale, log-normale, GOODRICH et l'incomplète (voir chapitre "statistiques").

Nous donnons en annexe les graphiques obtenus pour les différentes stations considérées. A l'examen de ces graphiques, d'une part, et par comparaison entre les fréquences observées et celles calculées pour les différentes lois, d'autre part, nous constatons que dans plus de 80 % des cas étudiés c'est la loi de GOODRICH qui s'adapte le mieux à la distribution des pluies annuelles, vient après la log-normale, l'incomplète et en dernier lieu la loi normale. Ceci est très net en particulier pour les années sèches, ce qui est essentiel.

Nous donnons dans le tableau 2.2.4.1 (1) par ordre de meilleur ajustement les lois pour chacune des stations étudiées.

Pour quelques stations pour lesquelles nous avons trouvé des distributions autres que celle de GOODRICH nous voyons que la loi de GOODRICH vient toujours en deuxième position. En réalité pour ces stations, nous avons beaucoup hésité avant de retenir l'une ou l'autre des deux lois. Ceci nous amène donc à conclure qu'à l'échelle annuelle la loi de GOODRICH représente le mieux la répartition statistique des hauteurs de pluie. Les tableaux 2.2.4.1 (2 à 4) résument les totaux pluviométriques de pluie dont les périodes de retour sont 1 000 ans, 100 ans, 50 ans, 20 ans et 10 ans, en période humide et en période sèche. Notons que les valeurs millénales sont données à titre indicatif seulement, vu que la taille des échantillons considérés ne permet pas d'estimer raisonnablement de telles valeurs, qu'il s'agisse des années millénales sèches ou millénales humides.

On notera de légères différences entre les moyennes des tableaux 2.2.4.1. (2 à 4) et celles des tableaux 2.2.3.1 (4 à 6), le nombre d'années prises en considération n'est pas toujours le même. De l'examen de ces tableaux on déduit qu'en année sèche les totaux annuels sont très faibles pour les stations dont la hauteur de précipitation moyenne annuelle est au-dessous de 450 mm. Pour la partie nord-ouest du bassin, heureusement, les valeurs observées en années déficitaires remontent un peu la moyenne. On donne le coefficient de variation et le coefficient K_3 , rapport des hauteurs annuelles de fréquence 0,100 et 0,900.

Par ailleurs nous avons jugé intéressant de donner dans le tableau 2.2.4.1 (5) les maximums et les minimums observés dans ces quarante stations et quelques autres stations importantes durant toute leur période d'observation ainsi que la moyenne.

2.2.4.2 PRECIPITATIONS MENSUELLES

Une analyse statistique à l'échelle mensuelle a été effectuée pour les stations suivantes : FEDJ KHEMAKHEN (basse vallée de la MEJERDAH), FEIDJA (haute vallée de la MEJERDAH), MUNCHAR (Oued BEJA - rive gauche), THALA (Oued MELLEQUE), MAKIAR (Oued SILIANA) et ZAQUEM (moyenne vallée de la MEJERDAH) principales stations des sous-bassins de la MEJERDAH; deux lois ont été essayées : la loi de GOODRICH et la loi l'incomplète.

La comparaison entre les fréquences observées et celles données par les différentes lois, d'une part, la répartition graphique, d'autre part, montrent qu'en général c'est la loi de GOODRICH qui convient le mieux à ces distributions des hauteurs pluviométriques mensuelles.

Les tableaux et les graphiques 2.2.4.2 établis pour les six stations considérées récapitulent les résultats obtenus pour les différents mois ; ces tableaux comportent les valeurs caractéristiques des pluies mensuelles correspondant à des fréquences déterminées; les maximums et les minimums mensuels ainsi que la loi de répartition qui convient le mieux.

Il faut bien noter que les totaux mensuels d'une fréquence donnée ne correspondent absolument pas à une année complète de même fréquence. Chaque mois doit être considéré isolément.

Diverses constatations intéressantes peuvent être faites :

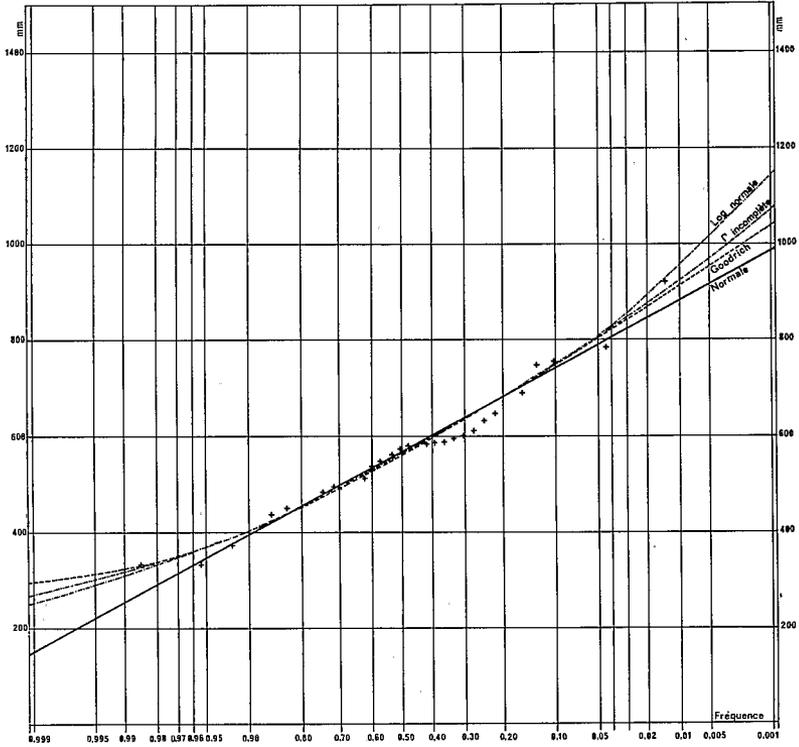
- Minimums observés

Presque partout les totaux mensuels minimaux observés sont très faibles. Le tableau 2.2.4.2 (7) ci-après exprime bien cette constatation.

Station : AIN GHARSA

Gr: 2 . 2 . 4 . 1 (1)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique

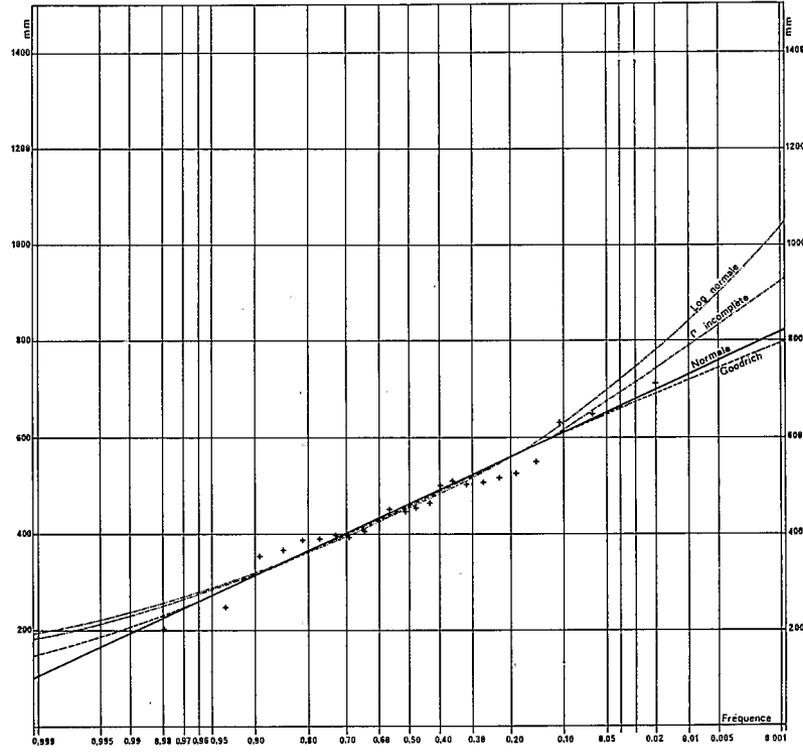


TUN-21120

Station : AIN KERMA 1

Gr 2 . 2 . 4 . 1 (2)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique

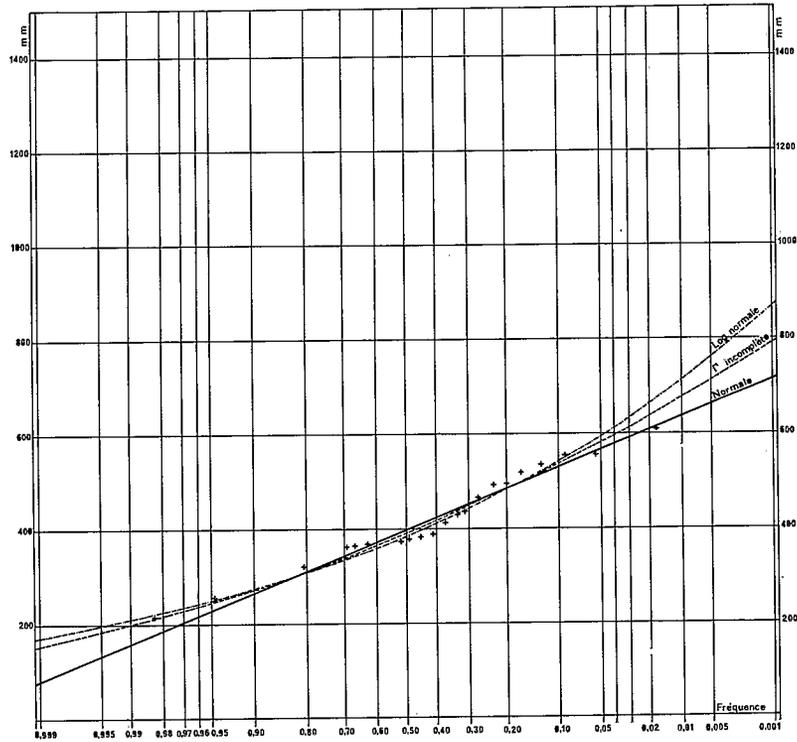


TUN-21122

Station : EL AROUSSA

Gr. 2 . 2 . 4 . 1 (3)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique

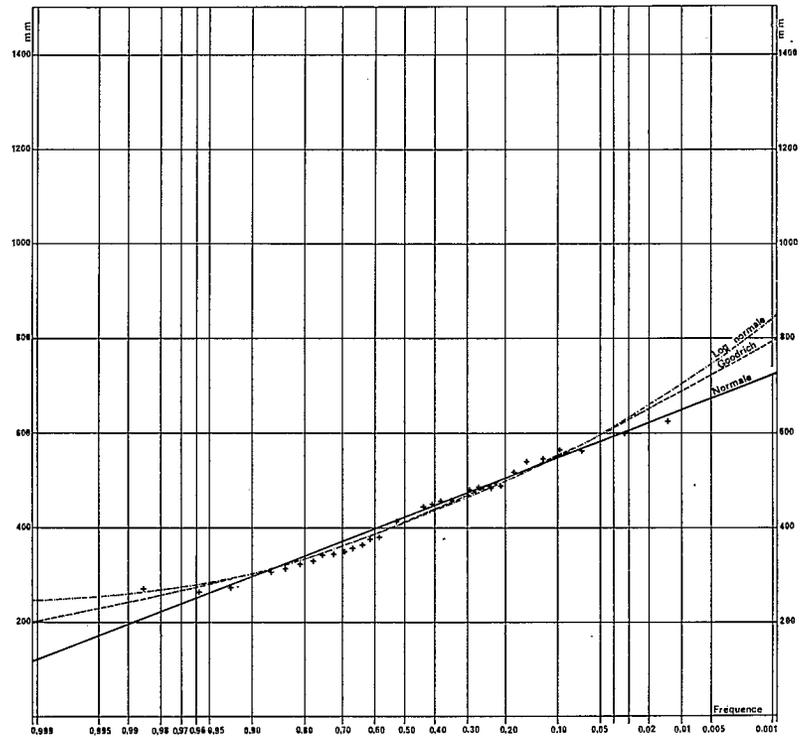


TUN-21123

Station : EBBA KSOUR

Gr. 2 . 2 . 4 . 1 (4)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique



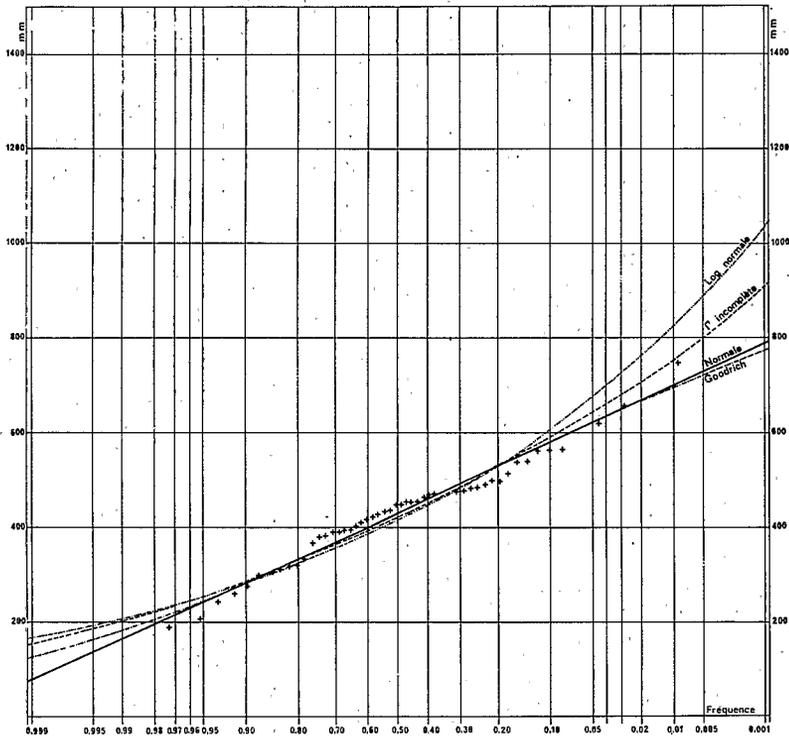
TUN-21124

Station : FEDJ KHEWAKEN

Gr 2.2.4.1 (5)

Pluviométrie annuelle

Ajustement statistique



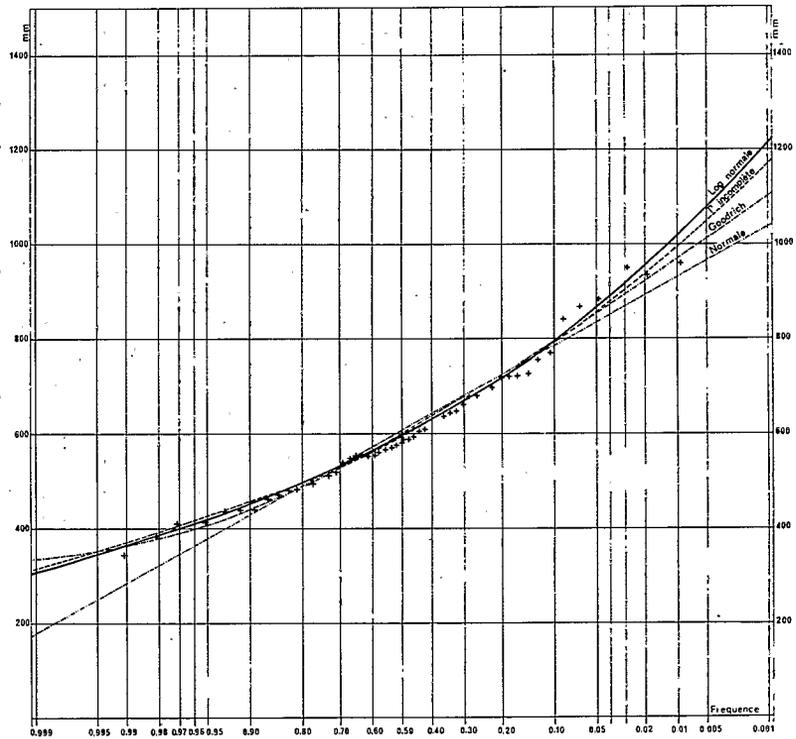
TUN-21125

Station : EL FEIDJA

Gr 2.2.4.1 (6)

Pluviométrie annuelle

Ajustement statistique

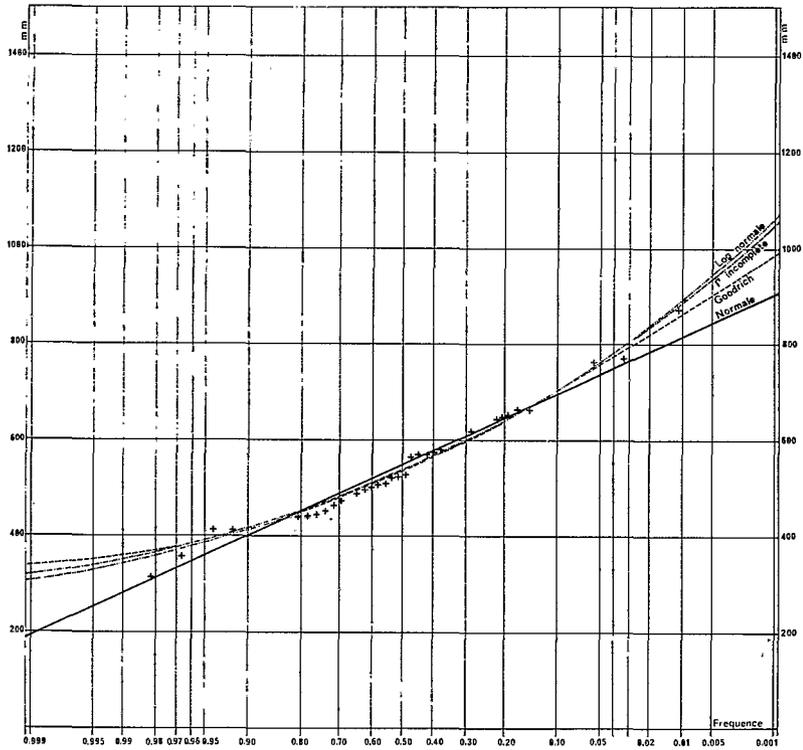


TUN-21126

Station LE KEF.T.P

Gr 2 2 4 1 (7)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique

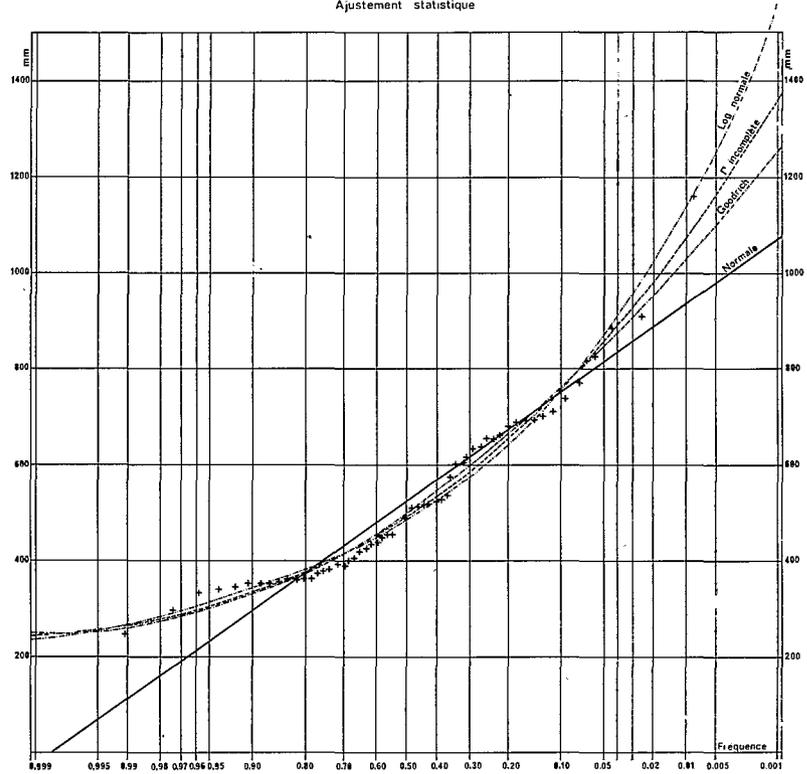


TUN-21127

Station : MAKTAR

Gr 2 2 4 1 (8)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique

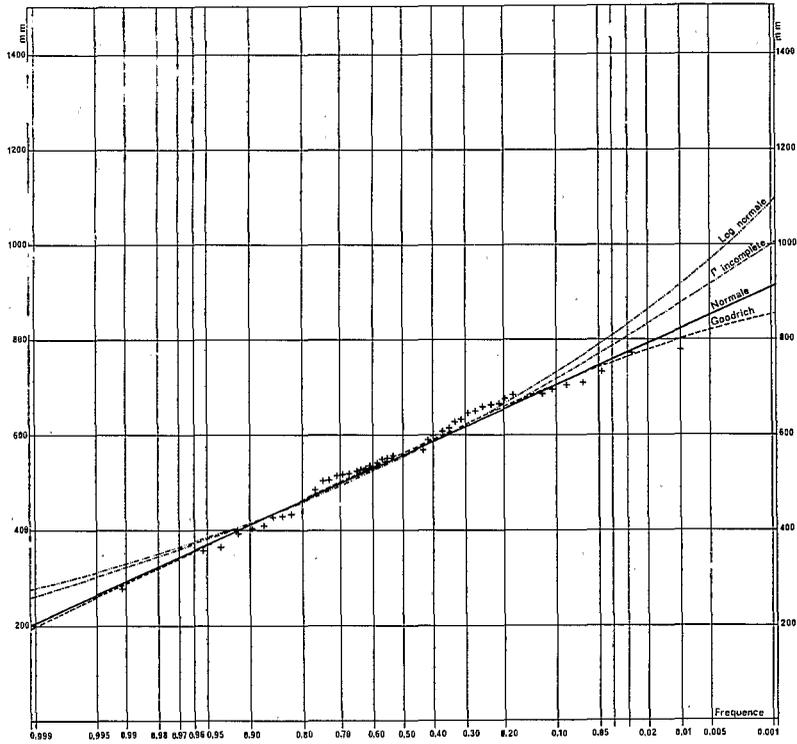


TUN-21128

Station : LE MUNCHAR

Gr. 2.2.4.1 (9)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique

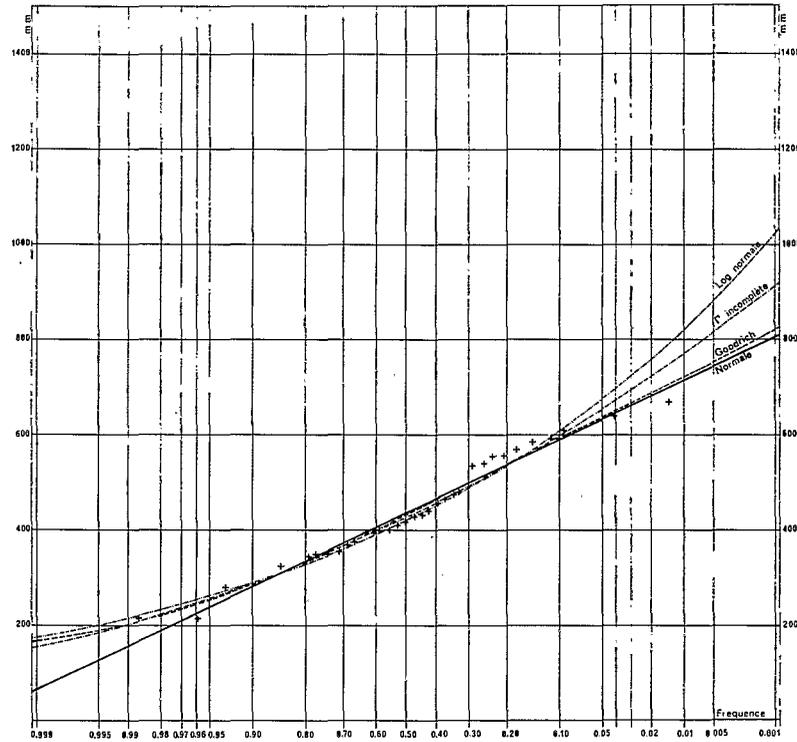


TUN-21129

Station : THALA

Gr 2 2 4 1 (10)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique

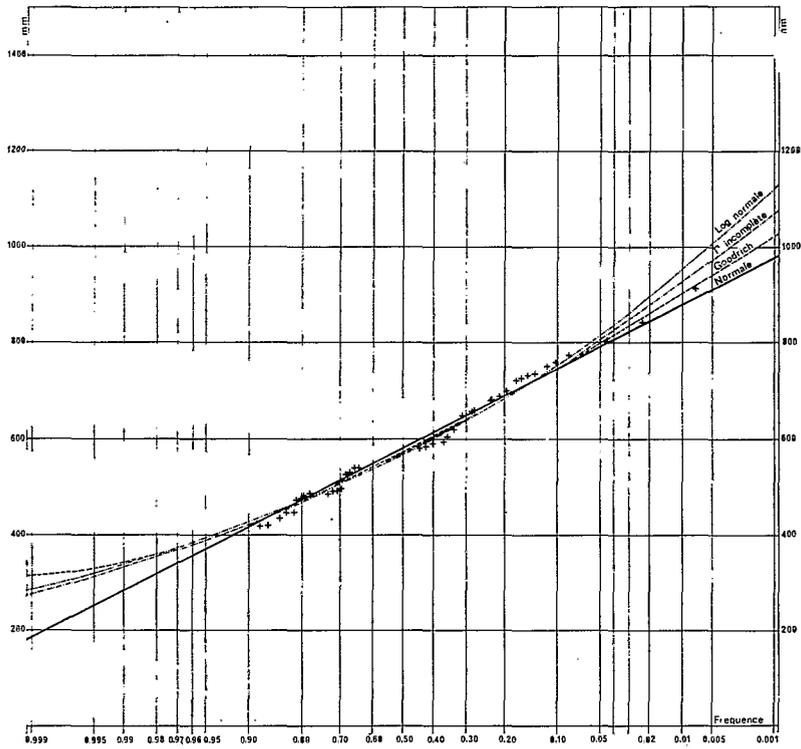


TUN-21130

Station : LE THIBAR

G: 2 2 4 1 (11)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique

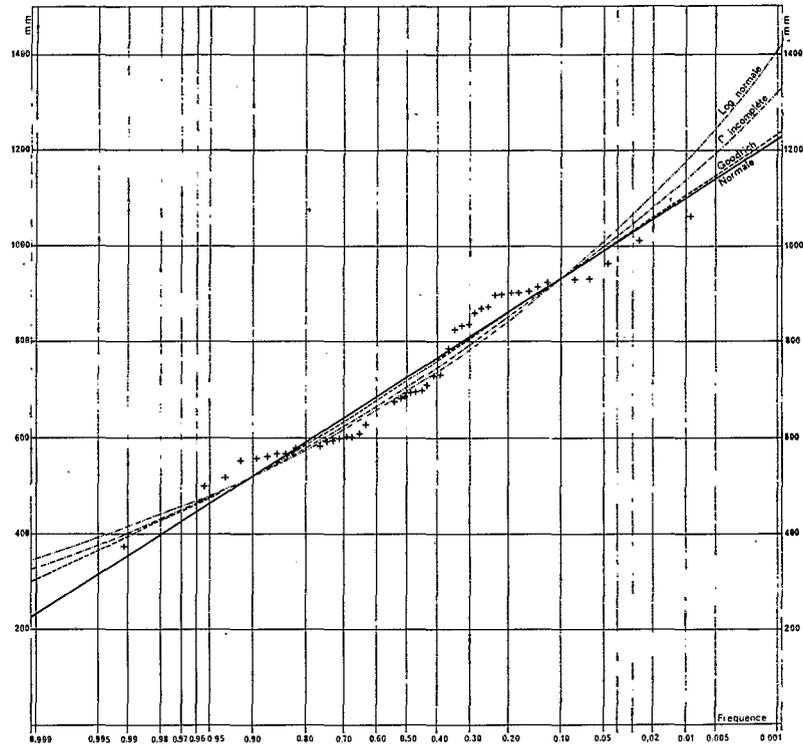


TUN-21131

Station : SOUK AHRAS (ALGERIE)

G: 2 2 4 1 (12)

Pluviométrie annuelle
Ajustement statistique



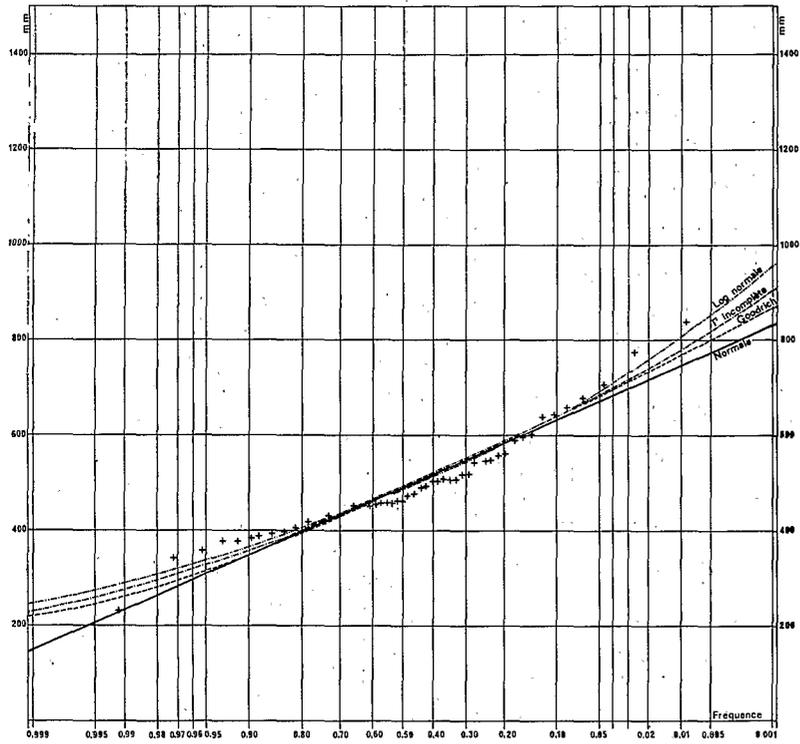
TUN-21132

Station : ZAOUEM

Gr: 2.2.4.1 (13)

Pluviométrie annuelle

Ajustement statistique



TUN-21133

TABLEAU 2.2.4.1. (1)

CLASSEMENT PAR ORDRE D'EFFICACITE APPARENT DES LOIS STATISTIQUES
UTILISEES POUR LA FORMULATION MATHEMATIQUE DES DISTRIBUTIONS
DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES ANNUELS

S T A T I O N	1ère LOI	2ème LOI	3ème LOI	4ème LOI
1- AÏN GARÇA	Goodrich	Γ incomplète	Log-Normale	Normale
2- AÏN ESSID	Goodrich	Log-Normale	Γ incomplète	Normale
3- AÏN KERMA I	Goodrich	Normale	Γ incomplète	Log-Normale
4- AÏN KERMA II	Goodrich	Log-Normale	Γ incomplète	Normale
5- AROUSSA	Goodrich	Log-Normale	Γ incomplète	Normale
6- BEJA	Goodrich	Log-Normale	Γ incomplète	Normale
7- BORDJ FRENDJ	Log-Normale	Goodrich	Γ incomplète	Normale
8- BOUKHADRA (Alg.)	Goodrich	Log-Normale	Γ incomplète	Normale
9- CHAOUAT	Goodrich	Normale	Γ incomplète	Log-Normale
10- CLAIRE FONTAINE (Alg.)	Goodrich	Log-Normale	Γ incomplète	Normale
11- DJEBEL KOUIF (Alg.)	Goodrich	Log-Normale	Normale	Γ incomplète
12- EBBA KSOUR	Goodrich	Γ incomplète	Log-Normale	Normale
13- FEDJ KHEMAKHEM	Goodrich	Normale	Γ incomplète	Log-Normale
14- EL FEIDJA	Log-Normale	Goodrich	Γ incomplète	Normale
15- GUERMANEZ	Goodrich	Γ incomplète	Log-Normale	Normale
16- HAFSIA	Goodrich	Γ incomplète	Log-Normale	Normale
17- KEF T.P.	Goodrich	Log-Normale	Γ incomplète	Normale
18- MESKIANA (Alg.) (1)	Goodrich	Normale	Γ incomplète	Log-Normale
19- MONTARNAUD I	Goodrich	Γ incomplète	Log-Normale	Normale
20- MONTARNAUD II	Goodrich	Normale	Γ incomplète	Log-Normale
21- MUNCHAR	Goodrich	Normale	Γ incomplète	Log-Normale
22- TEBËSSA (Alg.)	Goodrich	Log-Normale	Γ incomplète	Normale
23- THALA	Goodrich	Log-Normale	Γ incomplète	Normale
24- THIBAR	Goodrich	Log-Normale	Normale	Log-Normale
25- SOUK AHRAS (Alg.)	Goodrich	Normale	Γ incomplète	Log-Normale
26- ZAOUEM (2)	Log-Normale	Goodrich	Γ incomplète	Normale

(1) - En fait Meskiana I, Meskiana II et Meskiana III.

(2) - On doit ajouter à ces stations : Tunis Manoubia, en-dehors du bassin (meilleur ajustement : loi de Goodrich) et Maktar en-dehors du bassin (meilleur ajustement loi Log-Normale).

TABLEAU 2.2.4.1. (2)

ETUDE STATISTIQUE DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES ANNUELS

S T A T I O N S		A. Essid	A. Garça	A. Kerma I	A. Kerma II	Béja	Bou Khadra	Bordj Frendj	Chaouat	Claire Fontaine
Fréq.	T									
0,001	1000	1061	1030	792	781	1209	785	985	948	852
0,010	100	926	909	717	689	1028	673	787	814	701
0,020	50	879	866	690	656	967	634	727	767	650
0,050	20	811	802	647	607	881	576	645	699	578
0,100	10	754	746	607	565	810	526	579	641	518
0,200	5	687	679	558	514	731	467	509	573	452
0,500	2	573	557	460	422	603	363	398	454	344
0,800	5	484	449	359	341	512	276	311	358	267
0,900	10	448	402	308	306	480	239	273	319	240
0,950	20	426	369	267	282	460	215	246	293	224
0,980	50	407	339	226	260	446	<u>194</u>	218	271	<u>211</u>
0,990	100	398	324	201	228	439	183	201	260	206
0,999	1000	384	296	146	149	431	165	161	243	199
Loi appliquée		Goodrich	Goodrich	Goodrich	Goodrich	Goodrich	Goodrich	Log.Norm.	Goodrich	Goodrich
Moyenne calculée		590	568	462	430	628	376	415	470	366
Coeff. Variation		0,21	0,24	0,26	0,24	0,21	0,30	0,28	0,27	0,31
Coeff. K_3		1,68	1,86	1,97	1,84	1,69	2,20	2,12	2,01	2,16

TABLEAU 2.2.4.1. (3)

ETUDE STATISTIQUE DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES ANNUELS

S T A T I O N S		Djebel Kouif	Ebba- Ksour	E1- Aroussa	E1- Feidja	E1- Hafsia	Fej- Khemakem	Guer- manez	Kef	Maktar
Fréq.	T									
0,001	1000	666	793	759	2407	790	766	1277	979	1236
0,010	100	616	688	659	2007	701	690	1137	858	1023
0,020	50	597	651	625	1882	668	662	1087	816	950
0,050	20	568	598	573	1710	619	618	1012	755	846
0,100	10	540	552	528	1572	575	579	945	702	758
0,200	5	504	499	475	1421	521	529	864	640	659
0,500	2	430	408	380	1175	418	431	714	532	494
0,800	5	348	333	299	977	319	330	576	444	369
0,900	10	304	304	264	889	272	279	513	408	322
0,950	20	267	284	241	823	237	240	468	384	293
0,980	50	226	268	220	756	204	199	425	363	270
0,990	100	200	260	210	716	185	174	402	353	260
0,999	1000	136	247	191	615	147	121	359	337	244
Loi appliquée		Goodrich	Goodrich	Goodrich	Log.Norm.	Goodrich	Goodrich	Goodrich	Goodrich	Log.Norm.
Moyenne calculée		424	420	390	1209	422	431	723	546,0	521,0
Coeff. Variation		0,23	0,23	0,27	0,23	0,28	0,27	0,24	0,21	0,34
Coeff. K_3		1,78	1,82	2,00	1,77	2,11	2,07	1,84	1,72	2,35

TABLEAU 2.2.4.1. (4)

ETUDE STATISTIQUE DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES ANNUELS

S T A T I O N S		Meskiana	Meskiana	Meskiana		Souk				Tunis	
Fréq.	T	I	II	III	Munchar	Ahras	Tebessa	Thala	Thibar	Manoubia	Zaouem
0,001	1000	687	883	899	846	1217	684	819	1025	850	948
0,010	100	608	743	802	787	1096	592	723	910	743	801
0,020	50	580	694	765	764	1053	559	689	870	705	754
0,050	20	537	622	710	729	986	511	637	809	649	689
0,100	10	499	560	659	695	926	469	590	755	599	636
0,200	5	452	488	595	652	853	419	534	690	541	578
0,500	2	365	361	469	562	713	330	428	572	434	480
0,800	5	283	256	340	462	579	252	329	467	340	399
0,900	10	246	213	275	407	516	219	283	421	299	362
0,950	20	218	185	224	361	468	197	249	388	270	334
0,980	50	<u>192</u>	<u>160</u>	172	310	422	<u>177</u>	217	358	245	305
0,990	100	178	148	141	278	396	166	199	342	231	288
0,999	1000	150	128	73	195	345	148	165	313	207	243
Loi appliquée		Goo- drich	Goo- drich	Goo- drich	Goo- drich	Goo- drich	Goo- drich	Goo- drich	Goo- drich	Goo- drich	Log. Norm.
Moyenne calculée		369	377	468	555,0	718	339	433	582	443	492
Coeff. Variation		0,27	0,36	0,33	0,21	0,23	0,30	0,28	0,22	0,26	0,23
Coeff. K_3		2,03	2,63	2,40	1,71	1,80	2,14	2,09	1,79	2,01	1,76

TABLEAU 2.2.4.1. (5)

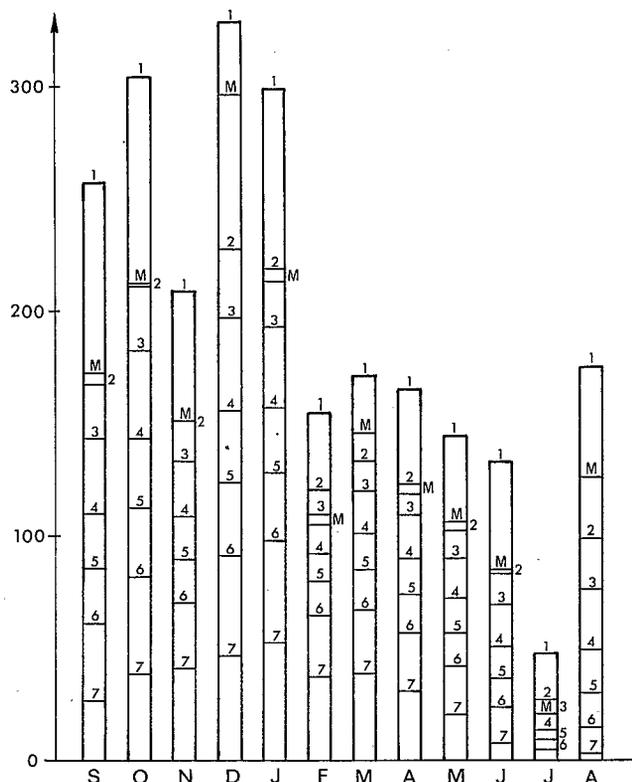
TOTAUX PLUVIOMETRIQUES ANNUELS OBSERVES

STATIONS	Max. Annuel mm	Min. Annuel mm	Moyennes mm	Nombre d'années
1- AÏN ASKER	551,2	168,4	353,0	22
2- AÏN DRAHAM	2248,0	1100,4	1577,5	67
3- AÏN GARÇA	924,3	331,5	567,6	34
4- AÏN HAMRAYA	1131,0	695,7	936,3	7
5- AÏN KERMA I	712,1	202,8	461,8	23
6- AÏN KERMA II	665,9	247,5	428,5	21
7- AÏN SEJARA (Alg.)	560,5	257,9	406,0	16
8- AÏN ESSID	840,7	442,7	590,4	28
9- AÏN ZAKAR	677,9	248,8	435,9	21
10- AROUSSA	706,5	212,4	397,3	28
11- BEAUCE Tunisienne	896,5	269,2	491,4	42
12- BEJA	980,8	434,3	627,4	57
13- BEN ARRAR	712,3	235,9	425,6	29
14- BORDJ CHAKER	903,3	230,4	442,3	51
15- BORDJ FRENDJ	668,9	162,6	414,6	48
16- BOU KADRA (Alg.)	543,9	195,4	358,8	16
17- CHAOUAT I	761,3	260,4	474,5	31
18- CLAIRE FONTAINE	587,9	128,6	375,5	17
19- DJEBEL LE KOUIF (Alg.)	553,3	143,5	417,8	27
20- EBBA KSOUR	622,3	267,3	420,1	35
21- EDEKHELLA	734,0	207,1	459,4	40
22- FEDJ KHEMAKHEN	549,0	175,1	434,9	53
23- FEIDJA SM	1917,1	674,3	1209,0	50
24- GAMBETTA (Alg.)	576,2	325,6	496,8	11
25- GOUSSET EL BEY	853,4	264,5	510,0	36
26- GUERMANEZ	1068,3	390,8	723,2	30
27- HAFSIA	736,1	176,6	422,0	40
28- JENDOUBA	729,6	281,3	467,9	66
29- KEF T.P. SM	868,7	352,2	543,4	43
30- KHEMISSA (Alg.)	746,1	430,8	607,7	10
31- KHANIGUET (Alg.)	592,3	188,5	408,2	18
32- KSOUR Ecole	651,1	225,0	406,0	22
33- MAKTAR SM	906,5	247,6	510,1	57
34- MERIDJ (Alg.)	589,1	313,0	276,9	16
35- MESKIANA (Alg.)	571,5	229,3	369,7	40
36- MONTARNAUD I	705,9	153,3	394,5	44
37- MONTARNAUD II	835,4	140,1	377,2	35
38- MONTESQUIEU (Alg.)	1007,0	201,2	483,0	13
39- MORSOTT (Alg.)	842,5	332,0	478,5	16
40- MUNCHAR	1358,0	272,8	560,3	53
41- OUENZA (Alg.)	562,0	228,5	406,7	16
42- SAADIA BARGOU	1153,5	304,3	627,7	55
43- SAINT CYPRIEN	817,8	160,7	363,8	62
44- SALINES	787,0	226,5	404,3	23
45- SIDI THABET	788,7	249,4	454,8	29
46- SOUK AHRAS (Alg.)	1059,6	369,8	721,4	47
47- TAJEROUINE	408,0	204,5	277,2	12
48- TEBESSA (Alg.)	584,0	311,5	358,9	16
49- TEBOURBA	651,0	254,2	431,0	11
50- THALA I	665,9	207,8	454,1	57
51- THIBAR SM	916,3	328,3	616,3	61
52- TUNIS-MANOUBIA	807,8	220,8	444,0	92
53- YOUNK -les-BAINS (Alg.)	538,7	250,5	361,3	16
54- ZAOUEM SM	839,4	229,1	492,6	51

FEDJ KHEMAKHEM

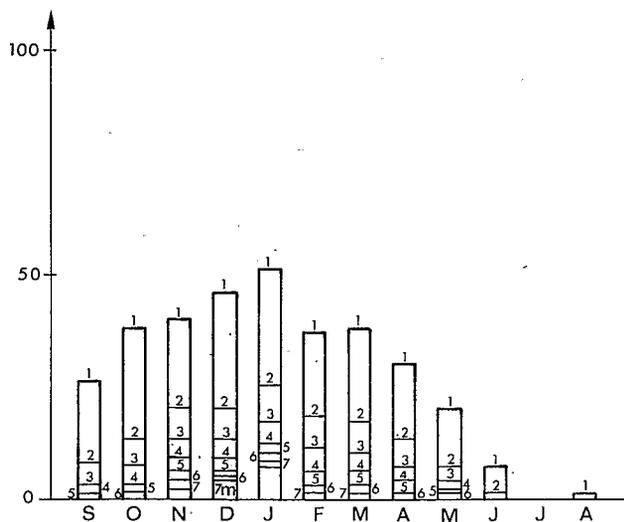
Gr : 2. 2. 4. 2 (1)

Pluviométries mensuelles
Ajustements statistiques
Valeurs caractéristiques



Année humide

Fréquence au dépassement
 1 ■ période de retour 1000 ans
 2 ■ 100 ..
 3 = 50 ..
 4 = 20 ..
 5 = 10 ..
 6 = 5 ..
 7 ■ 2 ..
 M = valeur maximum observée

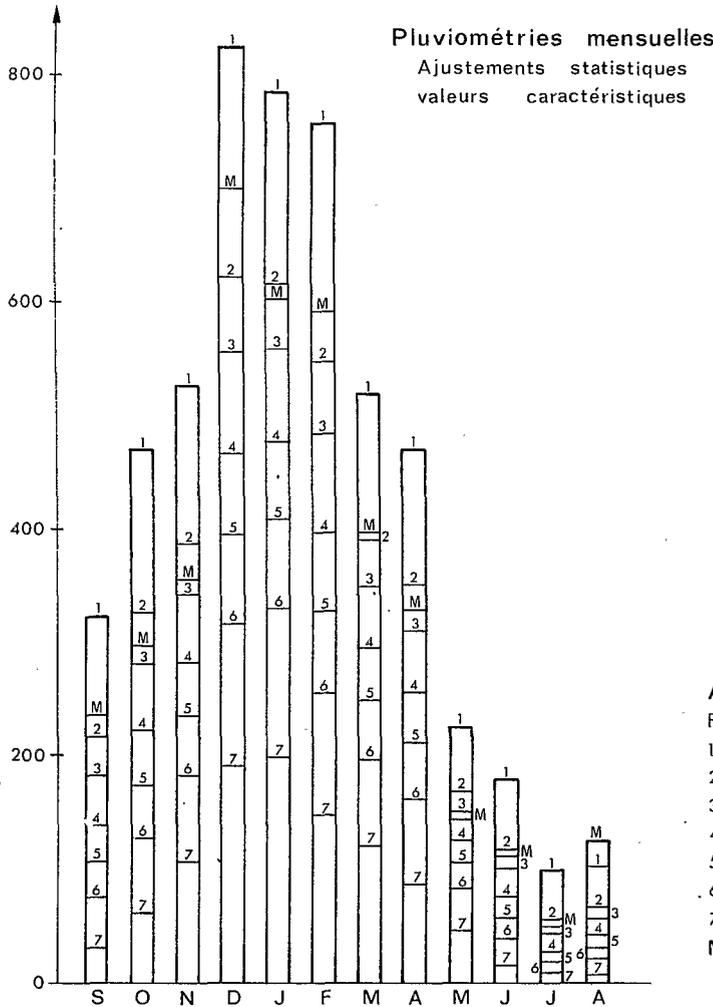


Année sèche

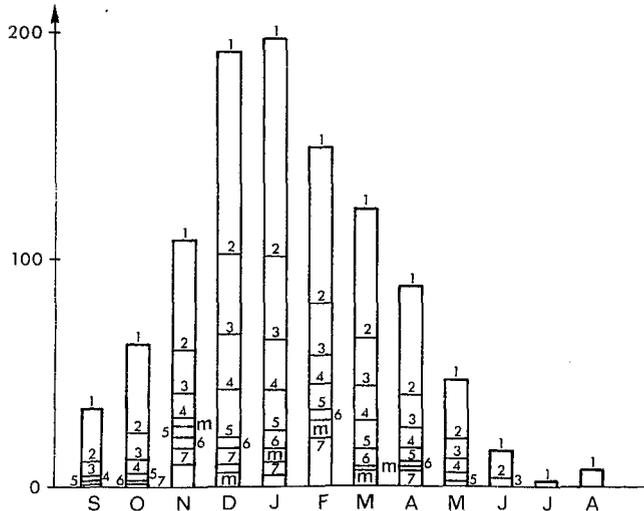
Fréquence au non dépassement
 1 ■ période de retour 2 ans
 2 = 5 ..
 3 = 10 ..
 4 = 20 ..
 5 = 50 ..
 6 ■ 100 ..
 7 = 1000 ..
 m = valeur minimum observée

EL FEIDJA

Gr: 2.2.4.2 (2)



Année humide
Fréquence au dépassement
1 = période de retour 1000 ans
2 = 100 ..
3 = 50 ..
4 = 20 ..
5 = 10 ..
6 = 5 ..
7 = 2 ..
M = valeur maximum observée

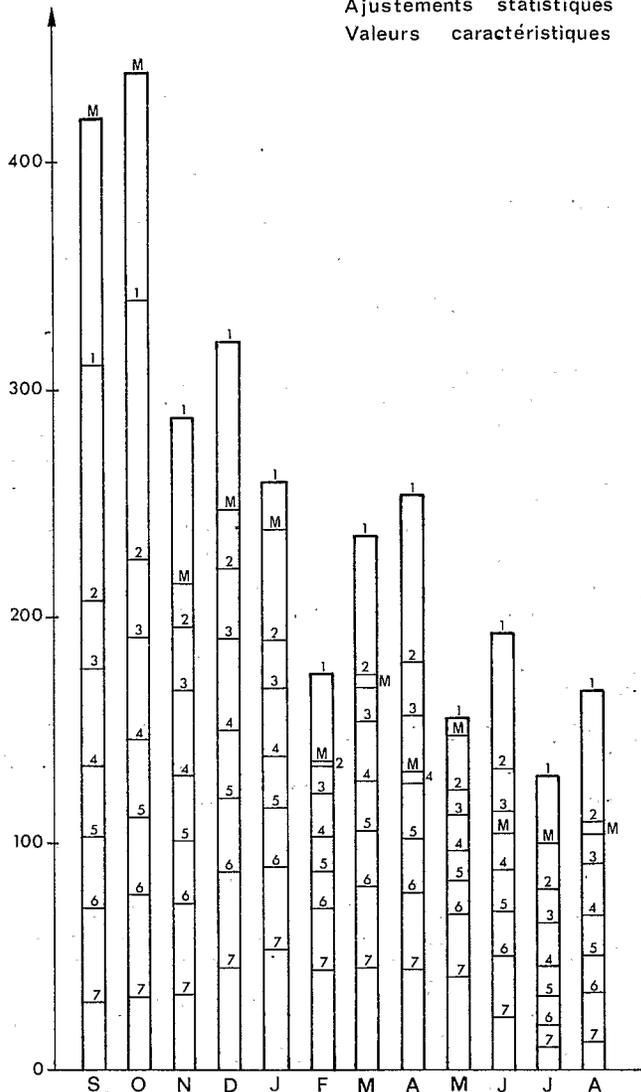


Année sèche
Fréquence au non dépassement
1 = période de retour 2 ans
2 = 5 ..
3 = 10 ..
4 = 20 ..
5 = 50 ..
6 = 100 ..
7 = 1000 ..
m = valeur minimum observée

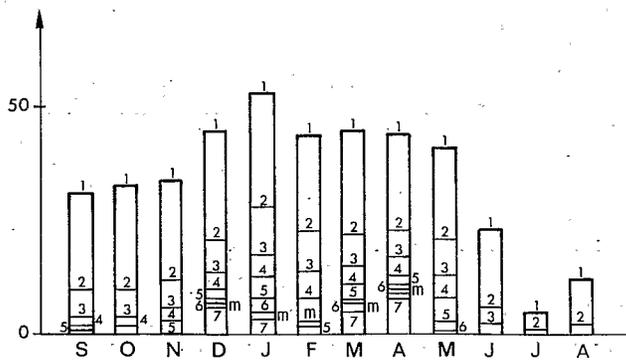
MAKTAR

Gr: 2.2.4.2 (3)

Pluviométries mensuelles
Ajustements statistiques
Valeurs caractéristiques



Année humide
Fréquence au dépassement
1 = période de retour 1000 ans
2 = 100 ..
3 = 50 ..
4 = 20 ..
5 = 10 ..
6 = 5 ..
7 = 2 ..
M = valeur maximum observée

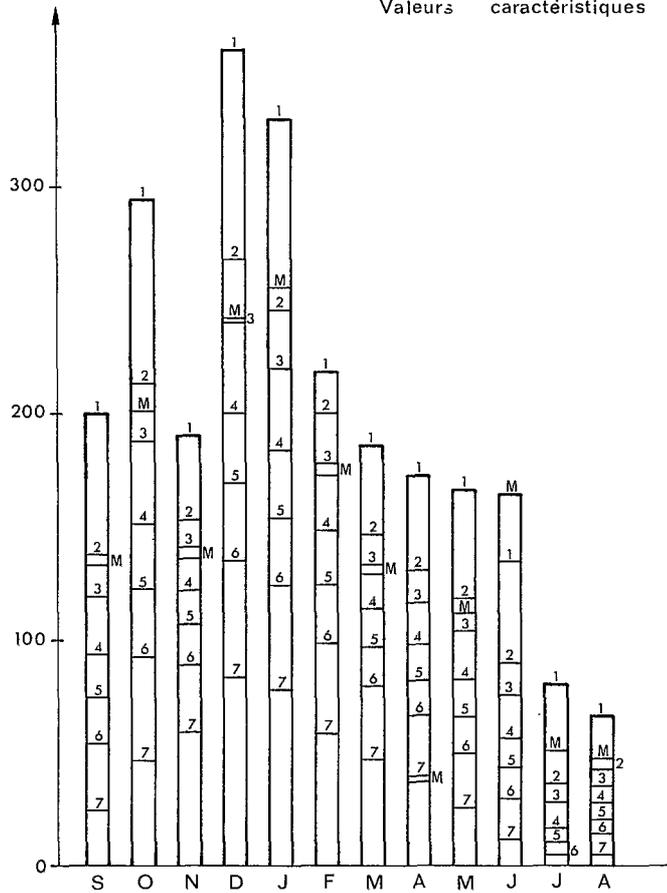


Année sèche
Fréquence au non dépassement
1 = période de retour 2 ans
2 = 5 ..
3 = 10 ..
4 = 20 ..
5 = 50 ..
6 = 100 ..
7 = 1000 ..
m = valeur minimum observée

LE MUNCHAR

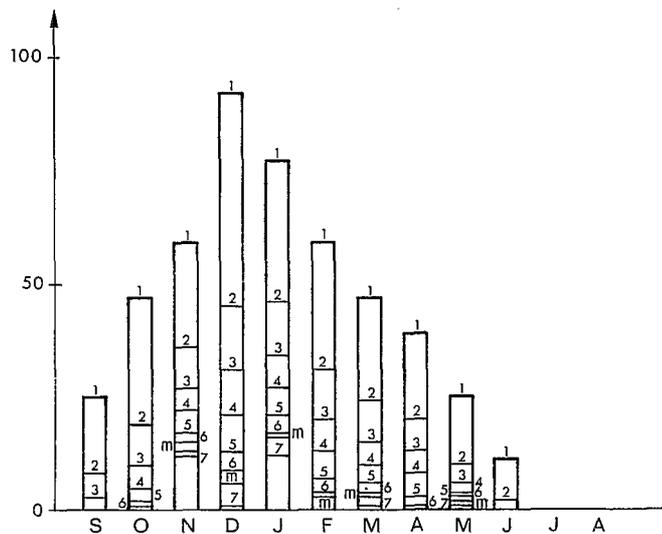
Gr: 2 . 2 . 4 . 2 (4)

Pluviométries mensuelles
Ajustements statistiques
Valeurs caractéristiques



Année humide

Fréquence au dépassement
1 = période de retour 1000 ans
2 = 100 ..
3 = 50 ..
4 = 20 ..
5 = 10 ..
6 = 5 ..
7 = 2 ..
M = valeur maximum observée



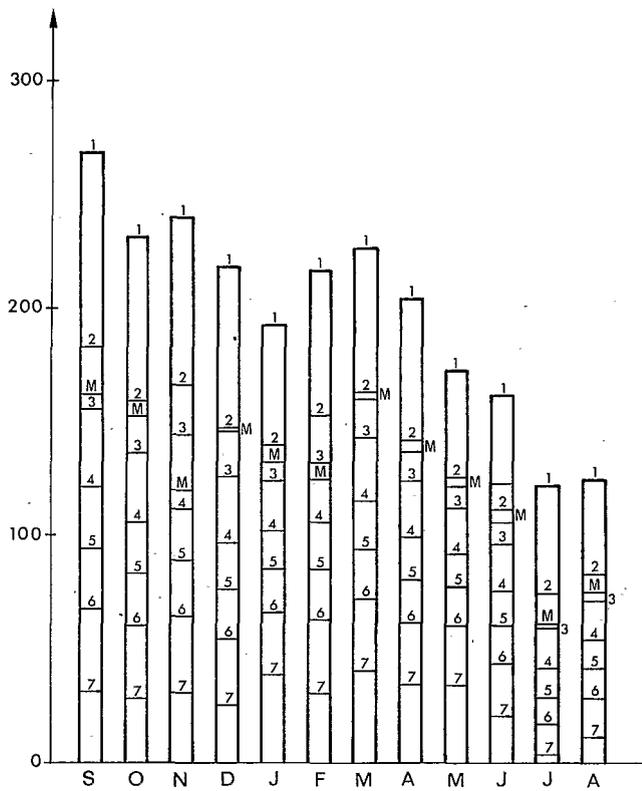
Année sèche

Fréquence au non dépassement
1 = période de retour 2 ans
2 = 5 ..
3 = 10 ..
4 = 20 ..
5 = 50 ..
6 = 100 ..
7 = 1000 ..
m = valeur minimum observée

THALA

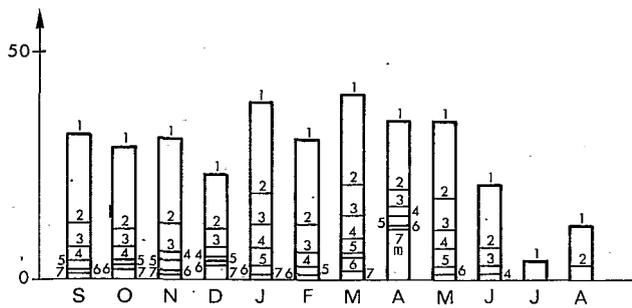
Gr: 2 . 2 . 4 . 2 (5)

Pluviométries mensuelles
Ajustements statistiques
Valeurs caractéristiques



Année humide

Fréquence au dépassement
 1 = période de retour 1000 ans
 2 = 100 ..
 3 = 50 ..
 4 = 20 ..
 4 = 10 ..
 6 = 5 ..
 7 = 2 ..
 M = valeur maximum observée



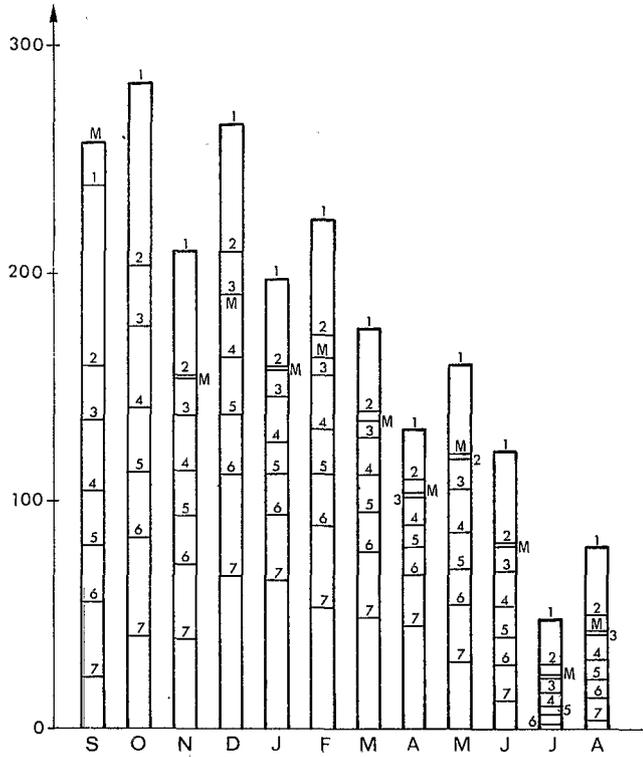
Année sèche

Fréquence au non dépassement
 1 = période de retour 2 ans
 2 = 5 ..
 3 = 10 ..
 4 = 20 ..
 5 = 50 ..
 6 = 100 ..
 7 = 1000 ..
 m = valeur minimum observée

ZAOUEM

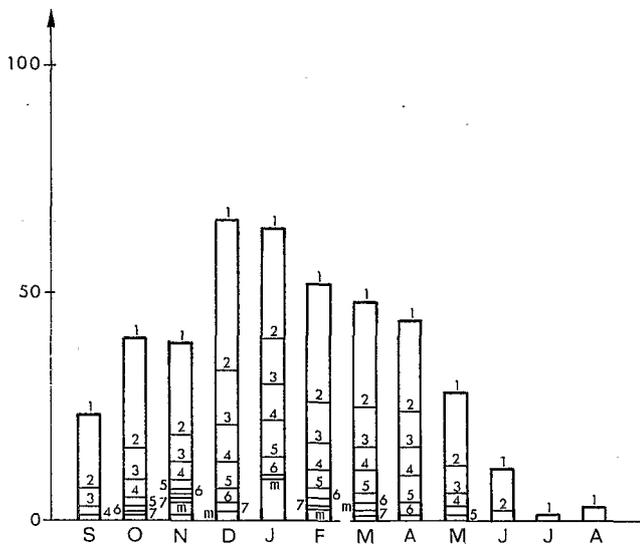
Gr: 2 . 2 . 4 . 2 (6)

Pluviométries mensuelles
Ajustements statistiques
Valeurs caractéristiques



Année humide

Fréquence au dépassement
 1 = période de retour 1000 ans
 2 = 100 ..
 3 = 50 ..
 4 = 20 ..
 5 = 10 ..
 6 = 5 ..
 7 = 2 ..
 M = valeur maximum observée



Année sèche

Fréquence au non dépassement
 1 = période de retour 2 ans
 2 = 5 ..
 3 = 10 ..
 4 = 20 ..
 5 = 50 ..
 6 = 100 ..
 7 = 1000 ..
 m = valeur minimum observée

- Valeurs fortes :

- Totaux dont la période de retour est 10 ans

Le tableau 2.2.4.2 (8) récapitule le nombre de mois dans l'année où le total pluviométrique atteint certaines valeurs. On constate que partout ces totaux restent relativement assez élevés même pour les mois les plus secs, sauf pour Juillet et dans une certaine mesure Août pour la zone proche de la mer ou les plaines de JENDOUBA, ZAOUEM - BOU SALEM.

- Totaux dont la période de retour est 100 ans

Partout ces totaux sont élevés, sauf au mois de Juillet dans la zone proche de la mer et dans la plaine de JENDOUBA, ZAOUEM - BOU SALEM. Le tableau 2.2.4.2 (9) reflète ces résultats. On constate également que dans la bordure montagneuse nord-ouest les totaux mensuels peuvent dépasser 600 mm (pendant l'hiver).

- Répartitions mensuelles

On constate sur les graphiques 2.2.4.2 que la répartition mensuelle des pluies est différente suivant la région considérée. En effet, dans la basse MEJERDAH et jusque dans la région de BEJA et de MUNCHAR c'est en hiver que l'on voit apparaître les mois les plus arrosés (Décembre, Janvier), Septembre et surtout Octobre sont aussi assez pluvieux, tandis qu'en Novembre on constate un affaiblissement. Le mois le plus sec est Juillet.

Dans la bordure montagneuse du nord-ouest (EL FEIDJA) la pluie peut être abondante tous les mois de Septembre à Mai inclus, avec une très forte prédominance de Décembre, Janvier et Février.

Dans le reste du bassin, plus on va vers le sud plus les écarts entre les différents mois s'estompent, sauf pour l'été qui est toujours assez sec, encore que sur les hauteurs les pluies d'orage peuvent en Juin, Août et même en Juillet apporter des hauteurs d'eau importantes. En Février il y a un fléchissement assez marqué de la pluie dans le sud. Lorsqu'on considère les années une par une il est évident que l'aspect de la répartition ne correspond pas du tout à celui des graphiques 2.2.4.2. Cette étude statistique montre simplement jusqu'à quel point il pleut surtout en hiver dans le nord-est, le nord et le nord-ouest du bassin, et à peu près n'importe quand sur le reste du bassin (avec quand même un été sec généralement). Dans la région de MAKTAR et THALA on peut très facilement observer n'importe quelle combinaison dans celles qui suivent :

- Automne sec - Hiver sec - Printemps humide
- Automne humide - Hiver sec - Printemps humide
- Automne humide Hiver humide - Printemps sec.

Cependant, les plus fortes valeurs extrêmes dans les zones sud et centre (THALA, MAKTAR, ZAOUEM) seront observées en automne : Septembre-Octobre (et secondairement en Mars-Avril-Mai), alors que dans le nord-ouest, le nord et le nord-est, les plus fortes valeurs extrêmes seront observées en hiver : Décembre-Janvier. Cela ressort bien de l'examen des valeurs maximales observées aux six stations pendant leurs périodes respectives d'observations (tableau 2.2.4.2 (10) et conduit à une dissymétrie plus importante des répartitions statistiques des totaux mensuels dans le sud en Septembre, Octobre et Mars-Avril (valeurs médianes peu différentes d'un mois à l'autre, valeurs extrêmes très différentes). Dans le nord la dissymétrie est bien moins importante, les valeurs extrêmes les plus élevées correspondant assez bien aux médianes les plus élevées.

2.2.4.3 PRECIPITATIONS JOURNALIERES

Onze stations ont fait l'objet d'une analyse statistique à l'échelle journalière. Ces stations sont les suivantes :

- | | |
|----------------------|--------------|
| - AÏN GARÇA | - KSOUR |
| - AÏN KERMA | - Le MUNCHAR |
| - BEJA | - MAKTAR |
| - EL BEY SIDI NACEUR | - THIBAR |
| - EL FEIDJA | - ZAOUEM |
| - FEDJ KHEMARHEN | |

Deux lois ont été essayées (GOODRICH tronquée et PEARSON III tronquée). Nous avons groupé dans le tableau 2.2.4.3 les valeurs caractéristiques obtenues pour ces lois aux différentes stations. Notons que pour cette analyse statistique on a considéré un seuil de troncature de 5 mm/jour.

TABLEAU 2.2.4.2. (1)

ETUDE STATISTIQUE DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES MENSUELS
STATION / FEDJ KHEMAKEN

Fréquence	T	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
0,001	1000	247	304	208	329	300	154	172	164	144	132	47	175
0,010	100	166	210	150	227	218	120	132	122	102	83	26	97
0,020	50	142	181	133	196	192	109	119	108	89	68	20	75
0,050	20	109	142	108	155	156	92	100	89	71	50	13	48
0,100	10	85	112	89	123	127	79	84	73	56	36	8	29
0,200	5	60	81	69	90	97	63	66	56	41	23	4	14
0,500	2	26	38	40	46	52	37	38	30	20	7	0	2
0,800	5	8	13	20	20	25	18	17	13	7	1	0	0
0,900	10	3	7	13	13	17	11	10	7	4	0	0	0
0,950	20	1	3	9	9	12	6	6	4	2	0	0	0
0,980	50	0	1	6	6	10	3	3	1	1	0	0	0
0,990	100	0	1	4	5	8	1	1	0	0	0	0	0
0,999	1000	0	0	2	4	7	0	0	0	0	0	0	0
Loi appliquée		Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Goo-drich	Goo-drich	Goo-drich	Goo-drich	Goo-drich	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.
Max. observé		171,2	211,2	150,8	295,1	212,9	104,1	145,1	122,1	105,8	84,4	25,9	125,6
Min. observé		0,0	0,0	3,0	4,4	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

TABLEAU 2.2.4.2. (2)

ETUDE STATISTIQUE DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES MENSUELS
STATION / EL FEIDJA

Fréquence	T	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
0,001	1000	321	467	527	825	782	756	518	469	223	120	99	103
0,010	100	216	324	385	620	614	547	389	349	170	119	56	68
0,020	50	184	280	341	555	557	482	348	309	152	101	44	57
0,050	20	141	221	281	465	475	394	292	255	127	77	29	43
0,100	10	109	176	234	393	406	326	247	210	107	59	19	32
0,200	5	77	129	184	315	328	254	198	163	84	40	10	22
0,500	2	34	63	109	192	199	149	122	89	47	16	1	8
0,800	5	11	24	60	103	102	81	66	41	21	4	0	0
0,900	10	5	12	42	67	65	58	44	26	12	1	0	0
0,950	20	3	6	31	43	43	45	29	17	6	0	0	0
0,980	50	1	1	22	22	25	34	16	11	2	0	0	0
0,990	100	0	0	17	10	17	29	9	9	0	0	0	0
0,999	1000	0	0	10	0	5	21	0	6	0	0	0	0
Loi appliquée		Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Goo-drich	Goo-drich	Goo-drich	Goo-drich	Gam. Inc.	Goo-drich
Max. observé		235,4	295,6	353,9	698,6	600,6	663,2	395,8	327,2	145,5	113,2	49,9	127,6
Min. observé		0,0	1,7	27,4	6,5	11,5	24,1	7,4	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0

TABLEAU 2.2.4.2. (3)

ETUDE STATISTIQUE DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES MENSUELS
STATION / MAKTAR

Fréquence	T	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
0,001	1000	310	339	287	320	259	175	235	253	155	192	129	166
0,010	100	207	225	195	221	189	134	174	179	123	132	79	108
0,020	50	176	191	167	190	168	121	154	156	112	113	64	90
0,050	20	134	146	130	150	138	103	127	126	96	88	45	67
0,100	10	103	112	101	120	115	88	105	102	83	69	32	50
0,200	5	72	78	73	88	90	71	81	78	68	50	19	34
0,500	2	31	33	34	45	53	44	45	44	41	23	5	12
0,800	5	10	10	12	21	28	23	22	23	21	6	1	2
0,900	10	4	4	6	14	18	14	15	17	13	2	0	0
0,950	20	2	2	3	10	13	8	11	13	8	0	0	0
0,980	50	1	0	1	8	8	2	8	11	3	0	0	0
0,990	100	0	0	0	7	5	0	7	10	1	0	0	0
0,999	1000	0	0	0	6	1	0	5	8	0	0	0	0
Loi appliquée		Goo- drich	Goo- drich	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Goo- drich	Gam- Inc.	Goo- drich	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.
Max. observé		418,1	439,6	214,5	247,7	238,3	136,8	168,6	131,7	147,2	104,0	99,5	103,0
Min. observé		0,0	0,0	0,0	6,0	3,8	3,3	5,7	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0

TABLEAU 2.2.4.2. (4)

ETUDE STATISTIQUE DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES MENSUELS
STATION / LE MUNCHAR

Fréquence	T	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
0,001	1000	196	293	189	358	329	267	184	171	164	133	69	65
0,010	100	137	212	152	267	244	198	145	129	117	88	36	42
0,020	50	118	186	140	238	218	176	132	115	102	74	27	35
0,050	20	93	150	121	199	182	147	113	96	81	56	16	27
0,100	10	74	122	106	167	153	123	96	81	65	43	9	20
0,200	5	54	92	88	134	123	97	78	65	49	29	4	13
0,500	2	25	47	59	82	77	58	47	39	25	11	0	4
0,800	5	8	19	36	45	46	31	24	20	10	2	0	0
0,900	10	3	10	27	31	34	20	15	13	6	0	0	0
0,950	20	0	5	22	21	27	13	10	8	4	0	0	0
0,980	50	0	2	17	13	21	7	6	3	3	0	0	0
0,990	100	0	1	15	9	17	4	4	1	2	0	0	0
0,999	1000	0	0	12	1	12	2	1	0	2	0	0	0
Loi appliquée		Gam. Inc.	Goo- drich	Goo- drich	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Goo- drich	Gam. Inc.	Goo- drich	Goo- drich	Gam. Inc.	Goo- drich
Max. observé		132,2	200,2	135,3	240	254,6	171,4	128,5	137	110,6	162	44,9	45,8
Min. observé		0,0	0,0	13,1	5,9	16,1	3,2	3,7	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0

TABLEAU 2.2.4.2. (5)

ETUDE STATISTIQUE DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES MENSUELS
STATION / THALA

Fréquence	T	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
0,001	1000	269	231	240	219	193	217	227	204	173	162	123	126
0,010	100	183	159	167	148	141	154	163	143	127	112	75	84
0,020	50	156	137	144	127	125	135	143	125	113	97	60	72
0,050	20	122	107	113	98	103	107	116	100	93	76	42	55
0,100	10	95	84	90	77	86	86	95	81	78	61	29	42
0,200	5	68	61	65	55	67	64	73	62	61	44	17	29
0,500	2	32	29	31	26	39	31	41	35	35	21	4	12
0,800	5	12	11	12	11	19	12	21	21	18	7	0	3
0,900	10	7	7	6	7	12	6	14	16	11	3	0	0
0,950	20	4	4	4	5	7	3	9	14	7	1	0	0
0,980	50	2	3	2	4	3	1	6	12	3	0	0	0
0,990	100	2	3	1	4	1	0	5	11	1	0	0	0
0,999	1000	1	2	1	3	0	0	2	11	0	0	0	0
Loi appliquée		Gam. Inc.	Goo-drich	Goo-drich	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Goo-drich	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.
Max. observé		162,0	153,0	121,0	147,6	133,5	126,0	160,9	138	123,6	106,4	61,8	76,5
Min. observé		1,0	2,2	1,0	4,0	0,0	0,0	4,0	11,0	0,0	0,0	0	0

TABLEAU 2.2.4.2. (6)

ETUDE STATISTIQUE DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES MENSUELS
STATION / ZAOUEM

Fréquence	T	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
0,001	1000	237	284	209	266	197	222	175	130	158	121	47	80
0,010	100	158	201	154	208	157	171	139	108	117	80	27	49
0,020	50	134	175	137	189	144	154	127	100	103	68	21	40
0,050	20	103	139	112	161	125	130	109	88	85	52	14	29
0,100	10	79	111	92	137	110	110	94	78	69	39	9	20
0,200	5	55	82	71	110	93	88	77	66	53	27	5	12
0,500	2	23	40	39	66	64	52	48	44	28	11	1	3
0,800	5	7	16	19	33	40	26	25	24	12	2	0	0
0,900	10	3	9	13	21	30	17	16	16	6	0	0	0
0,950	20	1	5	9	13	22	11	11	10	3	0	0	0
0,980	50	0	3	7	7	14	7	6	4	1	0	0	0
0,990	100	0	2	6	4	10	5	4	1	0	0	0	0
0,999	1000	0	1	5	0	0	3	1	0	0	0	0	0
Loi appliquée		Goo-drich	Goo-drich	Goo-drich	Goo-drich	Gam. Inc.	Goo-drich	Goo-drich	Goo-drich	Goo-drich	Gam. Inc.	Gam. Inc.	Gam. Inc.
Max. observé		256,5	184,3	153,0	188,7	155,0	161,0	134,7	102,0	119,1	79,0	22,0	41,0
Min. observé		1,0	1,1	4,9	2,0	9,0	3,5	2,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0

TABLEAU 2.2.4.2 (7)

NOMBRE DE MOIS DANS L'ANNEE OU LE TOTAL PLUVIOMETRIQUE
MINIMUM OBSERVE EST COMPRIS DANS LES LIMITES CI-DESSOUS

(minimum minimorum de la période d'observations)

	0	0 < Hm ≤ 5	5 < Hm ≤ 10	10 < Hm ≤ 20	20 < Hm ≤ 30
FEDJ KHEMAKEN (sur 53 ans)	9	2	1	---	---
LE MUNCHAR (sur 53 ans)	6	3	1	2	---
ZAOUEM (sur 51 ans)	4	7	1	---	---
EL FEIDJA (sur 50 ans)	5	1	3	1	2
MAKTAR (sur 57 ans)	7	2	3	---	---
THALA (sur 57 ans)	6	5	---	1	---

TABLEAU 2.2.4.2 (8)

NOMBRE DE MOIS DANS L'ANNEE OU LE TOTAL PLUVIOMETRIQUE
DECENNAL HUMIDE EST COMPRIS DANS LES LIMITES CI-DESSOUS

	0 ≤ H < 10	10 ≤ H < 30	30 ≤ H < 70	70 ≤ H < 100	100 ≤ H
FEDJ KHEMAKEN	1	1	2	5	3
LE MUNCHAR	1	1	2	3	5
ZAOUEM	1	1	2	4	4
EL FEIDJA	---	1	2	---	9
MAKTAR	---	---	3	2	7
THALA	---	1	2	9	---

TABLEAU 2.2.4.2 (9)

NOMBRE DE MOIS DANS L'ANNEE OU LE TOTAL PLUVIOMETRIQUE
CENTENAIRE HUMIDE EST COMPRIS DANS LES LIMITES CI-DESSOUS

	H < 50	50 ≤ H < 100	100 ≤ H < 200	200 ≤ H < 300	300 ≤ H < 600	≥ 600
FEDJ KHEMAKEN	1	2	6	3	---	---
LE MUNCHAR	2	1	6	3	---	---
ZAOUEM	2	1	7	2	---	---
EL FEIDJA	---	2	2	1	5	2
MAKTAR	---	1	8	3	---	---
THALA	---	2	10	---	---	---

TABLEAU 2.2.4.2 (10)

TOTAUX MENSUELS MAXIMAUX EN MILLIMETRES DE PLUIE OBSERVES
(maximum maximorum de la période d'observations)

Stations	MAXIMUM OBSERVE		MOIS PRESENTANT LE PLUS FORT TOTAL APRES LE PREMIER	
	Mois	Hauteur	Mois	Hauteur
FEDJ KHEMAKEN (en 53 ans)	Décembre	295	Janvier	213
LE MUNCHAR (en 53 ans)	Janvier	255	Décembre	240
ZAOUEM (en 51 ans)	Septembre	257	Décembre	189
EL FEIDJA (en 50 ans)	Décembre	699	Février	663
MAKTAR (en 57 ans)	Octobre	440	Septembre	418
THALA (en 57 ans)	Septembre	162	Mars	161

TABLEAU 2.2.4.3

ETUDE STATISTIQUE DES PLUIES JOURNALIERES

S T A T I O N S	Nombre années	Loi Adoptée	P E R I O D E S D E R E T O U R							
			1 an		2 ans		5 ans		10 ans	
			Val.	F. Obs *	Val.	F. Obs	Val.	F. Obs	Val.	F. Obs
1 - AÏN GHARSA LE KRIB	30	G.T.	43,8	26	54,2	15	69,1	9	81,2	8
2 - AÏN KERMA II	20	G.T.	34,4	16	41,1	13	50,1	4	57,1	2
3 - BEJA	57	G.T.	42,5	44	52,5	16	66,8	9	78,3	4
4 - FEDJ KHEMAKHEN	54	G.T.	39,5	54	51,9	27	71,1	13	88,0	8
5 - EL FEIDJA	47	G.T.	80,6	42	98,5	20	123,9	9	144,3	7
6 - EL BEY S ⁱ NACEUR	20	P.III	36,0	16	42,8	9	52,0	4	59,1	3
7 - MAKTAR	56	G.T.	43,5	50	56,1	23	75,2	9	91,5	6
8 - THIBAR	61	G.T.	34,5	61	43,2	24	56,0	12	66,4	8
9 - ZAOUEM	51	G.T.	34,2	38	42,0	21	53,2	8	62,3	4
10 - MUNCHAR	49	G.T.	36,4	49	43,6	26	53,5	15	61,2	10
11 - KSOUR	17	G.T.	36	14	44,7	11	57,1	4	67,1	1

TABLEAU 2.2.4.3. (suite)

ETUDE STATISTIQUE DES PLUIES JOURNALIERES

S T A T I O N S	Nombre années	Loi Adoptée	P E R I O D E S D E R E T O U R					
			20 ans		50 ans		100 ans	
			Val.	F. Obs	Val.	F. Obs	Val.	F. Obs
1 - AÏN GHARSA LE KRIB	30	G.T.	93,9	1	111,8	0	125,9	0
2 - AÏN KERMA II	20	G.T.	64,1	1	73,4	1	80,5	1
3 - BEJA	57	G.T.	90,5	3	107,6	2	121,1	1
4 - FEDJ KHEMAKHEN	54	G.T.	106,9	2	135,1	1	158,9	0
5 - EL FEIDJA	47	G.T.	165,6	3	195,3	1	218,8	1
6 - EL BEY S ⁱ NACEUR	20	P.III	66,2	3	75,7	1	82,9	1
7 - MAKTAR	56	G.T.	109,5	4	135,7	2	157,3	0
8 - THIBAR	61	G.T.	77,5	3	93,2	2	105,7	1
9 - ZAOUEM	51	G.T.	71,9	1	85,4	1	96,2	1
10 - MUNCHAR	49	G.T.	69,1	4	79,8	2	88,2	1
11 - KSOUR	17	G.T.	77,7	0	92,4	0	104,2	0

G.T. = Goodrich Tronquée

P.III = Pearson III

(*) = Nombre de fois où cette pluie a été égalée
ou dépassée pendant la période d'observations.

Le graphique 2.2.4.3 (a) permet la comparaison des lois statistiques ajustées aux observations pour les différentes stations. Les ajustements de certaines stations sont excellents mais il est difficile d'en déduire des cartes des courbes d'égale pluie décennale ou centennale. De même l'influence de l'altitude et de la position plus ou moins continentale quoique sensible ne se laisse pas cerner par des formules précises. Il est seulement possible d'indiquer que, toutes choses égales par ailleurs, l'augmentation d'altitude entraîne une augmentation des totaux pluviométriques, y compris les totaux journaliers de fréquence décennale ou centennale (par exemple EL FEIDJA, MAKJAR). La proximité de la mer semble aussi être un facteur favorable à l'apparition d'averses journalières importantes (FEDJ KHEMAKHEN). D'autres facteurs tels que l'exposition au vent ont certainement une importance non négligeable.

On constate qu'en moyenne il y a au moins une averse journalière par an qui dépasse 30 mm sur tout le bassin, 50 mm tous les 5 ans, 73 mm tous les 50 ans. Les stations de plaine ou des zones de collines éloignées de la mer admettent des hauteurs de pluie décennale de 60 à 70 mm en 24 heures, mais les stations d'altitude ou voisines de la mer présentent des chiffres supérieurs à 80 mm et parfois à 100 mm en 24 heures. La bordure montagneuse nord-ouest est particulièrement exposée à des pluies importantes (80 mm tous les ans en moyenne, 144 mm pour la pluie décennale, 195 mm pour la pluie cinquantennale, 219 mm pour la pluie centennale).

2.2.4.4 REPARTITION SAISONNIERE DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIES

- Automne (voir tableau 2.2.4.4)

Sur le bassin de la MEJERDAH le nombre de jours de pluies est compris entre 14 et 24 jours. Il est de :

18	jours	à	AÏN DRAHAM	(limite du bassin)
24	"	à	EL FEIDJA	
19	"	au	KEF	
18	"	à	ZAOUEM	
24	"	à	THIBAR	
21	"	à	BEJA	
19	"	à	MUNCHAR	
15	"	à	la BEAUCE TUNISIENNE	
19	"	à	MEDJEZ EL BAB	
16	"	à	MONTARNAUD	
14	"	à	BORDJ FRENJ	
15	"	à	FEDJ KHEMAKHEN	

Si l'on compare le rapport du nombre de jours à celui de la saison entière, on constate qu'en automne il pleut en moyenne environ 1 jour sur 4 sur la haute MEJERDAH, 1 jour sur 5 sur la moyenne MEJERDAH et 1 jour sur 6 sur la basse vallée de la MEJERDAH.

- Hiver

Le nombre de jours de pluie en hiver varie entre 24 et 39 jours. Il est de :

43	jours	à	AÏN DRAHAM
39	"	à	EL FEIDJA
28	"	au	KEF
32	"	à	ZAOUEM
37	"	à	THIBAR
35	"	à	BEJA
32	"	au	MUNCHAR
28	"	à	la BEAUCE TUNISIENNE
31	"	à	MEDJEZ EL BAB
24	"	à	BORDJ FRENJ
28	"	à	FEDJ KHEMAKHEN

Etude statistique des pluies journalières

Gr: 2.2.4.3(a)

Comparaison des ajustements statistiques

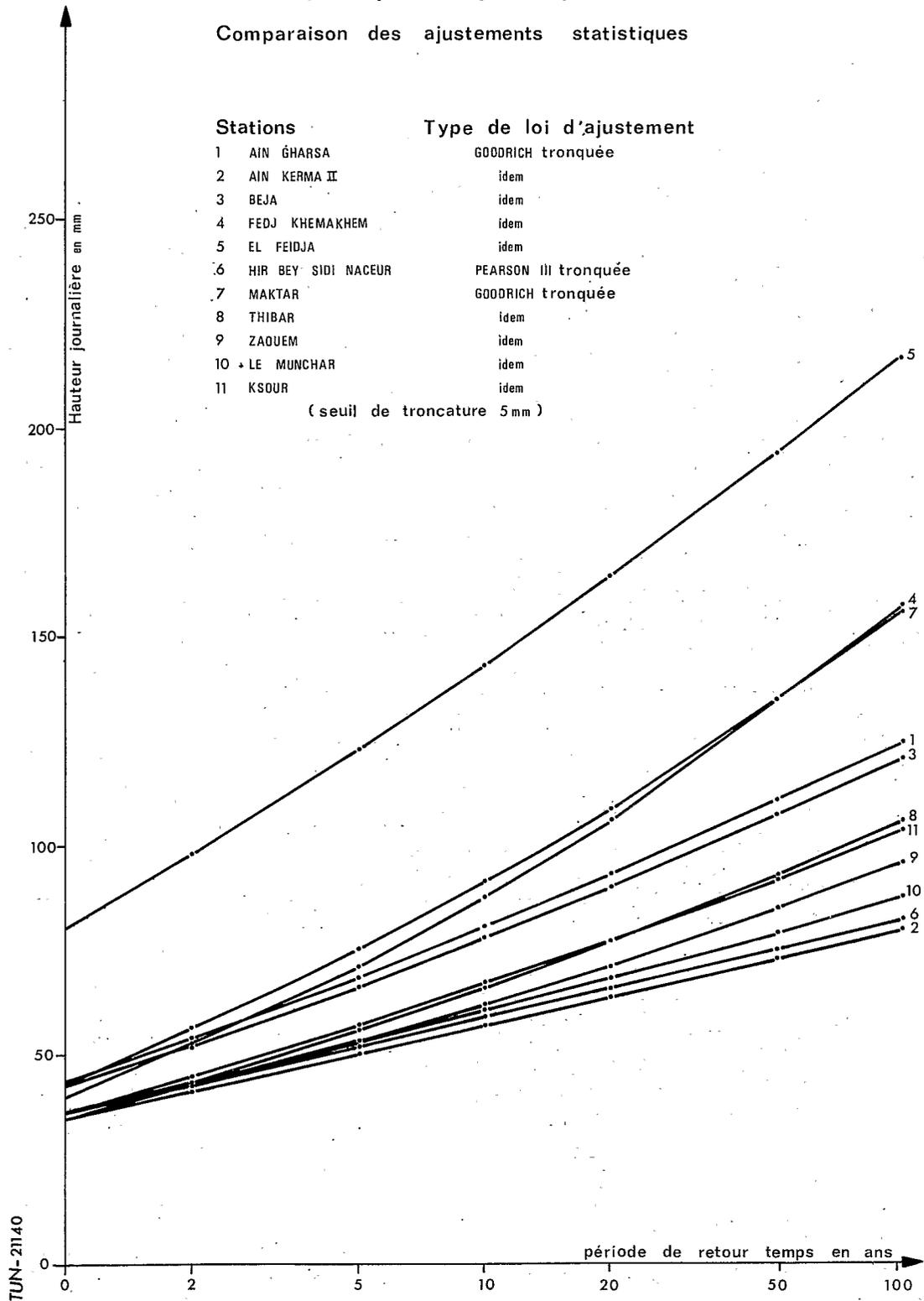


TABLEAU 2.2.4.4

MOYENNES DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIE

S T A T I O N S	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	ANNEE	$\frac{N}{A}$ *
AÏN DRAHAM	7	10	12	15	15	13	12	10	7	4	1	2	112	0,31
GUERMANEZ	3	7	9	12	10	10	8	6	4	2	0	1	77	0,21
LE MUNCHAR	4	6	9	11	11	10	9	7	5	3	1	1	80	0,22
BEJA	5	7	9	12	13	10	9	8	6	3	1	1	84	0,23
ZAOUEM	4	6	8	11	11	10	8	7	5	3	1	1	76	0,21
LE THIBAR	6	8	10	13	14	11	11	9	6	4	1	2	94	0,26
TUNIS-MANOUBIA	7	9	11	14	13	12	11	9	6	5	2	3	102	0,28
BEAUCE	3	5	7	10	10	8	8	6	4	2	1	1	68	0,19
MONTARNAUD	4	6	6	8	9	7	7	5	4	2	1	2	64	0,18
EL FEIDJA	6	8	10	12	14	13	11	10	7	4	1	2	92	0,25
MAKTAR	5	5	7	8	9	7	7	6	6	4	2	3	70	0,19
LE KEF	5	7	7	10	10	8	9	7	6	4	1	3	75	0,21
AÏN KERMA	4	5	5	8	8	6	7	7	5	3	2	2	62	0,17
BORDJ FRENJ	3	5	6	8	9	7	7	5	4	2	1	1	59	0,16
EBBA KSOUR	5	6	7	8	9	8	8	7	6	4	2	3	72	0,21
THALA	5	5	6	7	7	6	8	7	6	4	2	3	62	0,17
FEDJ KHEMAKHEN	4	6	7	10	10	8	8	6	4	2	1	1	68	0,19
MEDJEZ EL BAB	5	6	8	10	12	9	8	8	5	4	1	2	78	0,21
LE KRIB	3	5	7	10	10	8	9	6	5	2	1	1	67	0,18
HIR EL BEY	3	5	5	8	8	6	5	5	4	2	0	1	57	0,16

* $\frac{N}{A}$ Nombre de jours de pluie rapporté à 365

Pour l'hiver, le rapport des jours pluvieux à l'ensemble de la saison est le suivant :

- environ 1 jour sur 2 dans le haut bassin de la MEJERDAH
- environ 1 jour sur 3 sur le reste de la vallée de la MEJERDAH.

- Printemps

Au printemps on compte :

- plus de 25 jours de pluie sur le haut bassin de la MEJERDAH
- de 20 à 25 jours de pluie sur tout le versant sud du bassin de la MEJERDAH, l'Oued MELLEQUE
- de 16 à 20 jours de pluie sur la basse vallée de la MEJERDAH

En effet, d'après le tableau 2.2.4.4 on a :

29 jours à AÏN DRAHAM
 28 " à EL FEIDJA
 21 " au KEF
 20 " à ZAOUEM

26	jours	à	THIBAR
23	"	à	BEJA
20	"	au	MUNCHAR
18	"	à	La BEAUCE TUNISIENNE
21	"	à	MEDJEZ EL BAB
16	"	à	MONTARNAUD
16	"	à	BORDJ FRENJ
18	"	à	FEDJ KHEMAKHEN

Il pleut donc en moyenne au printemps :

- environ 1 jour sur 3 sur le haut bassin de la MEJERDAH
- environ 1 jour sur 4 sur la moyenne MEJERDAH
- environ 1 jour sur 5 sur la basse vallée de la MEJERDAH

- *Eté*

Le nombre de jours pluvieux en été est insignifiant et il ne dépasse pas 10 jours pour les régions où il est le plus élevé. La plupart du temps il n'y a que des périodes d'orages plus ou moins violents et d'apport très variable.

C'est pourquoi il ne saurait être question du rapport des jours pluvieux à celui de la saison, les jours de pluie de l'été n'ayant aucune régularité marquée et restant accidentels : l'été en TUNISIE est d'une façon générale très sec.

2.2.5 CONTRIBUTION DES PLUIES JOURNALIERES DE DIFFERENTES HAUTEURS AUX TOTAUX PLUVIOMETRIQUES DE TOUTE LA PERIODE D'OBSERVATIONS

2.2.5.1 RESULTATS OBTENUS

L'étude de la contribution des pluies de différentes classes intéresse certains utilisateurs. Les agriculteurs par exemple apprécient plus particulièrement les pluies de faible hauteur journalière inférieure à 5 ou 10 mm, car elles ne ruissellent pratiquement pas, ne causant ainsi aucun dommage mais profitant pleinement aux cultures. Les hydrologues sont au contraire intéressés par les pluies supérieures à 15 mm qui sont susceptibles de ruisseler. Les limites indiquées pour le ruissellement sont très approximatives, ces limites variant pour un sol donné suivant l'intensité instantanée des pluies entre autres facteurs.

Sept classes de pluviométrie journalière ont été choisies :

- I = 1 pluie journalière inférieure ou égale à 5 mm
- I = 2 pluie journalière supérieure à 5 mm inférieure ou égale à 10 mm
- I = 3 pluie journalière supérieure à 10 mm inférieure ou égale à 15 mm
- I = 4 pluie journalière supérieure à 15 mm inférieure ou égale à 25 mm
- I = 5 pluie journalière supérieure à 25 mm inférieure ou égale à 50 mm
- I = 6 pluie journalière supérieure à 50 mm inférieure ou égale à 100 mm
- I = 7 pluie journalière supérieure à 100 mm

Dans une première phase de la présente étude nous avons essayé d'exprimer en pour cent le rapport du total des pluies journalières de chacune des classes choisies au total du mois.

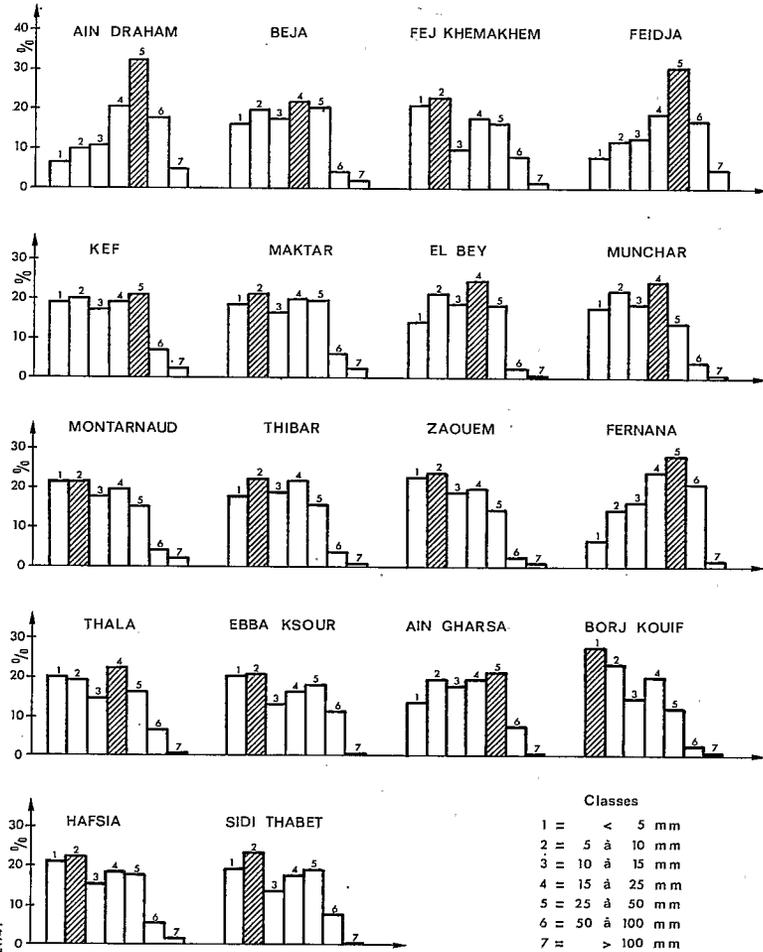
Nous avons ensuite groupé dans un même tableau les contributions ainsi calculées pour tous les mois et à l'échelle annuelle pour chaque complète.

Nous récapitulons dans un tableau final, pour toute la période d'observations, les contributions des différentes hauteurs pluviométriques de chaque classe aux totaux mensuels et annuels globaux de la période d'observations.

Bassin versant de la MEDJERDAH

Gr: 2.2.5.1 (1)

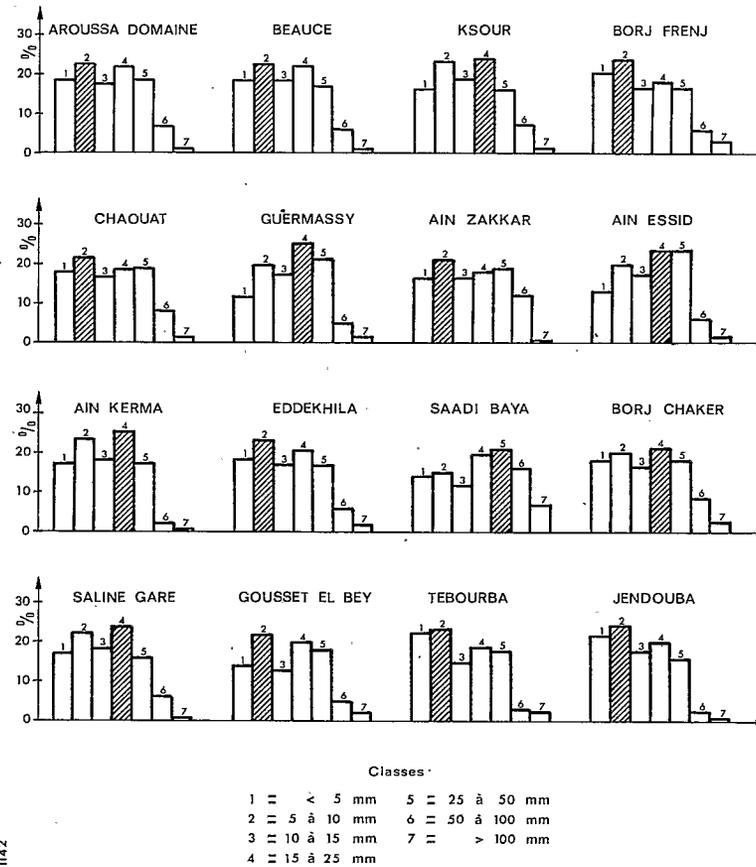
Contribution des différentes classes de pluviométrie journalière aux totaux annuels



Bassin versant de la MEDJERDAH

Gr: 2.2.5.1 (2)

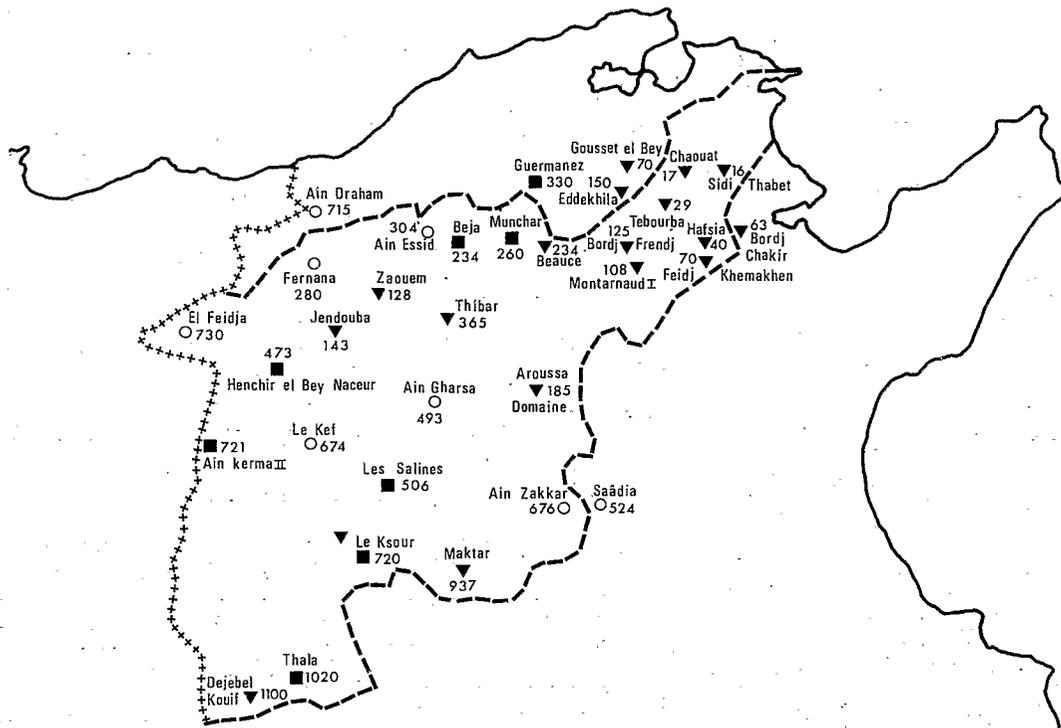
Contribution des différentes classes de pluviométrie journalière aux totaux annuels



Bassin versant de la MEDJERDAH

Gr : 2 . 2 . 5 . 2

Contribution de la pluviométrie journalière
de différentes classes au total annuel:
classes dominantes



Légende

- ▼ classe : 2 = $5 \leq P \leq 10$ mm
- classe : 4 = $15 \leq P \leq 25$ mm
- classe : 5 = $25 \leq P \leq 50$ mm
- Le kef : altitude = 674

Vu l'intérêt que représente cette étude nous avons groupé dans le tableau 2.2.5.1 ci-après, les résultats obtenus à l'échelle annuelle pour toute la période d'observation pour toutes les stations considérées. Le nombre d'années complètes utilisées pour cette étude figure avec le nom de la station. Des tableaux récapitulatifs à l'échelle mensuelle et annuelle sont donnés en annexe.

Enfin, pour mieux illustrer cette contribution des pluies journalières de différentes classes, on trouvera à la suite du tableau 2.2.5.1 une représentation graphique des pourcentages obtenus pour chaque classe sur toute la période d'observation. (Gr. 2.2.5.1 (1) et (2)).

2.2.5.2 ANALYSE DES RESULTATS

L'examen du tableau récapitulatif et des graphiques qui en découlent nous conduit aux remarques suivantes :

- Si on se limite à la partie tunisienne de la MEJERDAH (cette étude n'a pas pu être faite pour les stations algériennes pour lesquelles nous ne disposons que des totaux mensuels et annuels), la répartition des contributions des différentes classes n'est pas la même sur tout le bassin (fig. 2.2.5.2).

- En effet, nous considérons que sur la basse vallée de la MEJERDAH c'est la classe $I = 2$ qui prédomine, ce qui se traduit par des conditions favorables à l'agriculture.

- Par contre, sur la partie amont du bassin où le relief est plus accentué, c'est la classe des pluies journalières comprises entre 25 et 50 mm (classe $I = 5$) qui prédomine. C'est en outre la région la plus pluvieuse du bassin de la MEJERDAH, elle est donc caractérisée à la fois par un fort ruissellement et des aptitudes intéressantes au développement agricole.

- Par ailleurs, sur les vallées du MELLEQUE et du TESSA nous trouvons une répartition assez uniforme des classes 2, 3, 4 et 5. Cependant, il convient de remarquer et spécialement en ce qui concerne la partie sud du bassin, que le mode de répartition des apports au total annuel des différentes classes des pluies est variable d'une année à l'autre, et donc par rapport à la moyenne interannuelle envisagée ici, cela explique d'ailleurs les grandes difficultés pour ne pas dire l'impossibilité qu'il y a à établir des corrélations hydropluviométriques. En effet, pour un même total annuel deux années successives peuvent avoir un comportement hydrologique tout à fait différent : si les pluies journalières faibles et nombreuses prédominent, l'année est favorable à l'agriculture mais défavorable au ruissellement, si par contre les pluies journalières torrentielles prédominent, on observe un important ruissellement qui entraîne souvent une forte érosion et des dégâts importants aux cultures.

2.3 LE RESEAU HYDROMETRIQUE

2.3.1 GENERALITES (Cf. carte 1.2.1.3.1 (a))

De très nombreuses stations et points de mesures ont été implantés dans le bassin de la MEJERDAH : 30 stations complètes (limnigraphes + série de jaugeages) et une centaine de points de mesure de débit d'étiage, la plupart sans échelle (cf. liste en annexe). Ce dispositif est important et l'on pourrait espérer déterminer ainsi tous les renseignements nécessaires à notre étude. Cependant, un examen critique des données fait apparaître une situation moins favorable. Des périodes d'observation trop courtes et non concordantes d'une station à l'autre, des lacunes importantes, l'absence très fréquente de mesures de débit en hautes eaux, la mauvaise qualité des observations parfois, l'instabilité des lits très généralement, font qu'après sélection nous n'avons de données sérieuses s'étendant sur une période suffisamment longue que pour sept stations dites "principales" qui sont : GHARDIMACU, JENDOUBA, BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB sur la MEJERDAH, le K 13 sur le MELLEQUE (route de KEF SAKIET), FERNANA sur le RHEZAIA, KEF RHIRA sur le BOU HEURIMA. Des affluents importants sont ainsi mal connus : TESSA, KRALLED et SILIANA en rive droite, RARAÏ, KASSEB, BEJA et ZARÇA en rive gauche. Pour certaines stations dites "secondaires", nous avons utilisé les données disponibles bien que leur qualité soit médiocre. C'est ainsi qu'à DJEJDEIDA, sur 48 années d'observations il n'y a que 6 années complètes. Il faut ici préciser que les données manquantes sont bien trop nombreuses pour que nous puissions procéder à des interpolations. Ceci est fort regrettable car beaucoup de travaux de terrain ont été ainsi perdus. Chaque fois que nous l'avons pu raisonnablement, les extrapolations de débit pour les hautes eaux, en l'absence de jaugeages, ont été faites mais l'instabilité flagrante de la plupart des stations limite sérieusement ces extrapolations.

Le Service Hydrologique s'efforce actuellement de rationaliser le réseau de mesure et de combler les lacunes les plus importantes. C'est ainsi que des stations complètes ont été installées sur le TESSA à SIDI MEDJENNE, la SILIANA au DJEBEL LAOUDJ, le RARAÏ au RARAÏ-Plaine. Les premiers résultats ne sont utilisables que dans le chapitre concernant la crue de Mars 1973. Cet effort pour améliorer le réseau est ainsi une conséquence heureuse de la préparation de la Monographie.

TABLEAU 2.2.5.1. (1)

CONTRIBUTION AU TOTAL ANNUEL DES PLUIES DE DIFFERENTES CLASSES

Aïn Draham *** (56)	Béja (56)	Fedj Khe- makhen (56)	El Feidja (47)	Kef (31)	Maktar (58)	Munchar (50)	Montar- naud (40)	Thibar (63)	Zaouem (50)	Aïn Garça le Krib (30)	
I = 1 0 - 5	5386 * 6,2 **	5695 15,9	5030 20,7	4033 7,3	3077 18,2	5442 17,9	4779 17,3	3406 21,1	6611 17,7	5490 22,2	2294 13,9
I = 2 5 - 10	8326 9,5	6836 19,1	5363 22,1	6307 11,4	3267 19,3	6164 20,3	6078 22,0	3396 21,0	8361 22,4	5757 23,3	3220 19,5
I = 3 10 - 15	9190 10,5	6123 17,1	3570 14,7	6440 11,7	2776 16,4	4749 15,6	5080 18,4	2835 17,5	6910 18,5	4516 18,3	2920 17,7
I = 4 15 - 25	17561 20,1	7612 21,3	4215 17,4	10120 18,3	3099 18,4	5975 19,7	6671 24,1	3117 19,3	8100 21,7	4904 19,8	3244 19,7
I = 5 25 - 50	27775 31,8	7547 21,1	3903 16,1	16610 30,1	3417 20,2	5870 19,3	3840 13,9	2429 15,0	5733 15,4	3464 14,0	3466 21,0
I = 6 50 - 100	15380 17,6	1410 3,9	1916 7,9	9330 16,9	1024 6,1	1688 5,6	1064 3,9	652 4,0	1396 3,7	485 2,0	1250 7,6
I = 7 > 100	3764 4,3	519 1,5	260 1,1	2380 4,3	224 1,3	522 1,7	120 0,4	333 2,1	213 0,6	115 0,5	105 0,6

(*) Total pluviométrique en mm de la classe pour la période totale d'observation.

(**) Contribution de la classe en % du total toutes classes réunies.

(***) Nombre d'années d'observation.

TABLEAU 2.2.5.1. (2)

CONTRIBUTION AU TOTAL ANNUEL DES PLUIES DE DIFFERENTES CLASSES

	Dj. Kouif (21)	El-Bey Si Naceur (22)	Fernana (11)	Thala (59)	Ebba- Ksour (12)	Guerma- nez *** (28)	Hafsia (39)	Sidi Thabet (26)	Arous- sa (28)	Beauce (44)	Dj. Frendj (50)
I = 1	1393	1454	645	3253	1189	2278	3407	2237	1961	3729	4045
0 - 5	17,3	14,3	6,5	20,2	20,5	11,2	20,9	19,2	17,6	17,5	19,5
I = 2	1869	2205	1399	3120	1183	4001	3582	2695	2402	4681	4848
5 - 10	23,2	21,3	14,1	19,4	20,4	19,7	22,0	23,2	21,6	21,9	23,4
I = 3	1192	1910	1595	2354	751	3465	2474	1606	1845	3904	3283
10 - 15	14,8	18,4	16,1	14,7	13,0	17,0	15,2	13,8	16,6	18,3	15,9
I = 4	1409	2580	2347	3576	954	5106	2987	2031	2348	4512	3627
15 - 25	20,0	24,9	23,7	22,3	16,5	25,1	18,3	17,5	21,1	21,1	17,5
I = 5	971	1884	2757	2659	1046	4332	2885	2211	1979	3424	3327
25 - 50	12,1	18,2	27,9	16,6	18,1	21,3	17,7	19,0	17,8	16,0	16,1
I = 6	217	293	1039	1103	666	932	802	846	591	1088	1111
50 - 100	2,7	2,8	10,5	6,9	11,5	4,6	4,9	7,3	5,3	5,1	5,4
I = 7	0	0,0	115	0	0	212	171	0	0	0	468
> 100	0	0	1,2	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,3

(*) Total pluviométrique en mm de la classe pour la période totale d'observation.

(**) Contribution de la classe en % du total toutes classes réunies.

(***) Nombre d'années d'observation.

TABLEAU 2.2.5.1. (3)

CONTRIBUTION AU TOTAL ANNUEL DES PLUIES DE DIFFERENTES CLASSES

	Chaouat (33)	Ksour Ecole. (19)	Jendouba (11)	Tebourba (13)	Gousset el-Bey (20)	Salines (12)	Dj. Chakir (53)	Saadia Bargou (14)	Aïn Zakkar (20)	Aïn Essid (24)	Edde- khila (40)
I = 1 0 - 5	2730 17,7	1183 15,4	940 21,1	1194 22,1	2613 17,4	1133 16,7	4139 17,6	944 13,5	1332 15,7	1751 12,4	3301 18,0
I = 2 5 - 10	3287 21,3	1708 22,3	1066 24,0	1231 22,8	3328 22,1	1474 21,7	4514 19,2	1027 14,7	1764 20,8	2737 19,3	4192 22,9
I = 3 10 - 15	2502 16,2	1377 17,9	762 17,1	782 14,4	2565 17,1	1203 17,7	3713 15,8	773 11,0	1340 15,8	2367 16,7	2994 16,3
I = 4 15 - 25	2851 18,5	1774 23,2	881 19,8	996 18,5	2924 19,5	1568 23,1	4826 20,6	1328 19,0	1483 17,5	3258 23,0	3696 20,2
I = 5 25 - 50	2881 18,7	1157 15,1	696 15,6	952 17,6	2652 17,7	1036 15,2	4141 17,6	1405 20,1	1578 18,6	3214 22,7	2952 16,1
I = 6 50 - 100	1059 6,9	465 6,1	105 2,4	122 2,3	708 4,7	383 5,6	1908 8,1	1092 15,6	977 11,7	733 5,2	964 5,3
I = 7 > 100	120 0,8	0 0,0	0 0,0	120 2,2	236 1,6	0 0,0	229 1,0	427 6,1	0 0,0	116 0,8	234 1,3

Ci-dessous nous allons présenter sur les stations principales et quelques stations secondaires les données historiques et les mesures disponibles propres à chaque station. Le lecteur se reportera utilement au tableau 2.4.4.1 (1) pour se rendre compte des périodes respectives d'observation de ces stations et à la partie 1 de cette monographie pour les renseignements concernant les bassins versants (morphologie, géologie, pédologie, végétation, climat, milieu humain).

2.3.2 LES STATIONS PRINCIPALES

2.3.2.1 LA MEJERDAH A GHARDIMAOU

Les coordonnées de cette station sont les suivantes :

- 45 gr 503 nord
- 6 gr 778 est

Elle est située juste après l'entrée en TUNISIE de la MEJERDAH et contrôle un bassin versant de 1 480 km².

2.3.2.1.1 Historique de la station

Avant Mars 1943, une station limnimétrique était implantée au droit de l'ancien pont route. Il y avait un fer U.P.N. fiché dans le lit du fleuve en rive gauche supportant un élément d'échelle de 2 m qui était isolé à l'étiage. Sur la première pile du pont en rive gauche, une planche en bois de 2 m supportait une échelle dont il est fait mention dans un procès-verbal de 1943. Ces échelles ont disparu. Le zéro de cette batterie était situé à la cote 192,58 m NGT (12.8.1935). La cote de l'étiage du mois d'Août (débit très faible) était de 192,20 m. La cote maximale entre 1929 et 1943 qui semble avoir été atteinte le 2 Janvier 1935 à 10 h.20 est de 3,35 m. Malheureusement, les originaux de ces relevés limnimétriques ont disparu et nous ne possédons que des cahiers de débits moyens journaliers très bien tenus mais dont nous devrions discuter la qualité plus loin. Un abaqué (section, vitesse et débits en fonction de la cote) a été également retrouvée et devait servir à la traduction en débits (sans qu'on puisse l'affirmer en l'absence de relevés). En 1943, le pont fut détruit au cours des batailles de la deuxième guerre mondiale.

En 1946, un premier limnigraphe a été installé en Novembre sur un puit en maçonnerie situé en rive gauche (à environ 300 m à l'aval de l'ancien pont). C'est un appareil RICHARD à flotteurs avec une réduction de 1/20 et tambour à rotation hebdomadaire. Une échelle graduée de 0 à 4,15 m était plaquée contre le puits. Cette échelle nous servira de base pour le calage des échelles ultérieures. Nous l'appellerons échelle puits n°1. La cote de son zéro serait 192,51 m NGT. Cette station était située environ 10 m à l'amont d'un cassis construit en 1940, renforcé en 1943 après la destruction du pont en amont. Ce cassis comportait 30 buses d'un diamètre de 1 m et était nettement en saillie sur le fond de l'Oued. Pour une cote de 1,70 m il n'était pas entièrement submergé. Le nouveau pont route situé 20 m à l'aval du cassis est terminé en Août 1945. Les buses furent ensuite démantelées et le cassis arasé à la hauteur du soubassement (peut-être en Août 1948). Une section de contrôle à peu près stable était ainsi constituée. Cette situation s'est prolongée jusqu'en Mars 1973 où la crue exceptionnelle du fleuve a détruit partiellement le reste du cassis, creusant une brèche profonde du côté rive gauche.

La baisse du plan d'eau consécutive à l'arasement du cassis en 1948 eut des conséquences gênantes pour les hydrologues car le zéro de l'échelle puits et la base de la gaine du limnigraphe s'avèrent cotés à un niveau trop élevé pour enregistrer les moyennes et basses eaux. Ce n'est qu'à partir de 45 cm d'eau dans l'Oued qu'échelle et limnigraphe entraînent en fonctionnement (soit pour un débit d'environ 15 m³/s). Pour le limnigraphe cette situation se maintiendra jusqu'en 1965 et jusqu'à cette date les données limnimétriques se résumeront 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 est impossible de vérifier les chiffres notés par l'observateur lorsqu'ils sont suspects.

Plusieurs batteries d'échelles ont été posées durant cette période pour suppléer à la défaillance de l'échelle puits n°1. La première de ces échelles, dont il est fait mention explicitement et que nous appellerons "échelle cassis", a été posée par le BIRH le 27 Avril 1949 au centre du radier côté aval, c'était un élément de 0 à 1 m qui, selon un nivellement de l'époque, aurait son zéro à la cote 192,04 m NGT. Autrement dit, le 0 de l'échelle puits n°1 serait 0,47 à l'échelle cassis. En fait, dès que les deux échelles étaient en eau, l'observateur les lisait simultanément et l'on constate que lorsque la cote augmente au-dessus de 100 cm au cassis, le décalage se stabilise à 45 cm. Toute la période de lecture 1949-1965 a donc été dépouillée en cote cassis avec un décalage cassis-échelle puits n°1 de 45 cm. La cote de mise en eau du flotteur du limnigraphe (cote 0 de l'échelle puits n°1) était donc également 45 cm à l'échelle cassis. Le limnigraphe RICHARD installé en 1946 est resté en service jusqu'au 25 Mai 1965. Le mouvement d'horlogerie a donné satisfaction. Par contre, pratiquement à chaque décrue, le contrepois se coinçait dans le tube-guide, d'où un limnigramme en marches d'escalier (souvent une seule marche). En conséquence, les courbes de décrue sont interpolées à partir des lectures journalières.

A partir du 21 Avril 1965, les hauteurs d'étiage sont lues sur une échelle installée par la SCEF. C'est un élément de 1 à 2 m installé en rive gauche et calé par rapport à l'ancienne échelle puits : cote SCEF = cote échelle puits n°1 + 2 m. 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 dévasages sont trop peu nombreux pour pallier cet inconvénient. Le 25 Février 1967, le BIRH modifie une deuxième fois le calage des échelles en alignant les cotes puits à l'échelle, que nous appellerons échelle puits n°2, sur les cotes SCET. L'échelle sur la maçonnerie précédemment graduée de 0 à 415 cm (échelle n°1) est repeinte avec des chiffres allant de 200 à 615 cm et une réglette en inox est placée dans la partie surcreusée du puits. Les échelles SCET 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 DRE. Normalement la cote 2 m de la nouvelle échelle puits (n°2) devrait être égale à la cote du zéro de l'ancienne échelle puits (n°1). Or on constate que :

- cote 2 m échelle n° 2 = 193,43 NGF
- cote 0 échelle n° 1 = 192,51 NGF

Il n'y a donc aucun doute que l'une des deux cotes est erronée. Quoi qu'il en soit, ce fait bien que regrettable ne nuit pas à la valeur des enregistrements étant donné que l'on est certain que la graduation de l'échelle puits a été déplacée de 2 m entre l'ancienne (n°1) et la nouvelle (n°2).

Le 5 Mai 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. L'avancement est de 5 mm/heure.

Le 23 Avril 1969, l'appareil précédent est remplacé par un appareil STEVENS à tambour à rotation hebdomadaire, réduction 1/10, avancement 1,25 mm/heure. L'appareil donne satisfaction mais l'avancement est un peu lent pour dépouiller certaines montées de crue (en Mars 1973, le limnigraphe a été emporté par une crue violente).

Pour conclure, nous rappelons que l'ensemble de la limnimétrie connue de GHARDIMAOU est dépouillée en se rapportant aux deux échelles suivantes :

- jusqu'au 21 Avril 1965 échelle cassis
- depuis le 21 Avril 1965 échelle puits n°2 (ou échelle SCET).

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 Février 1947 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'installation de l'échelle cassis. Cette échelle aurait été utilisée de 1940 à 1949. Le seul élément de calage que l'on possède est une note griffonnée au dos d'un enregistrement (du 15 au 21 Novembre 1948) signalant que la différence de niveau entre le lit de la MEJERDAH (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 toutes façons le dépouillement des hauteurs d'eau n'a été fait qu'à partir de Janvier 1949. Indépendamment du problème de calage signalé plus haut, on ne possède pas de jaugeage d'étiage pour la période Août 1948 (destruction du cassis) à Janvier 1949. De 1946 à 1948, les jaugeages sont trop peu nombreux et trop imprécis (flotteurs) pour tracer un étalonnage valable avec la configuration ancien cassis.

2.3.2.1.2 Les jaugeages

On dispose de 938 jaugeages pour la période allant de 1946 à 1974. D'après leur qualité il convient de distinguer deux périodes :

a) - de 1946 au 5 Avril 1965

En étiage les jaugeages sont faits à gué ou au moulinet sur perche selon la méthode point par point simplifiée : le nombre de verticales était de quatre pour 25 m de large et on mesurait la vitesse en un point (parfois deux ou trois) sur la verticale. Ceci est insuffisant pour obtenir une bonne précision. De surcroît, la station manque de sensibilité en étiage, surtout si la cote est inférieure à 10 cm au cassis. Par exemple :

- le 17 Juillet 1962 H = 5 cm Cassis Q = 727 l/s
- le 18 Août 1962 H = 5 cm Cassis Q = 253 l/s

En crue les jaugeages se font aux flotteurs sur une base inférieure ou égale à 50 m. La valeur des résultats sera discutée au paragraphe étalonnage.

b) - du 5 Avril 1965 à 1974

En étiage, les jaugeages sont faits au micromoulinet selon la méthode du jaugeage complet point par point. Le groupement des points autour des courbes d'étalonnage devient nettement plus serré que pour la période antérieure, surtout après 1967 où les cotes sont lues en millimètres au-dessous de 2 m à l'échelle puits n°2.

En crue, le premier jaugeage au moulinet est effectué sur le pont route le 13 Janvier 1968 avec un saumon suspendu de 25 kg. Depuis cette date, trente-quatre traversées ont été effectuées à des cotes variant entre 198 cm et 300 cm à l'échelle puits n°2.

On trouvera ci-après le nombre de jaugeages effectués pour les différentes tranches de débits. On constate qu'un nombre très important de jaugeages ont été faits depuis 1946. Toutefois, le débit de $290 \text{ m}^3/\text{s}$ n'a pas été dépassé, ce qui est faible eu égard aux débits constatés.

2.3.2.1.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits

a) - Basses eaux (moins de 2 m à l'échelle puits ou 0,45 m au cassis)

A partir d'août 1948, date de la destruction du cassis, la station est restée à peu près stable (jusqu'à la grande crue de Mars 1973). Sans doute des modifications faibles du lit mineur ont eu lieu, mais en superposant d'année en année les débits de jaugeage 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 (25 Décembre 1969) 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 ($H = 4,20 \text{ m}$), on constate une tendance au remblaiement de la station, ce qui conduit à un nouvel étalonnage (n° 691). En Mars 1973 (en dehors de la période couverte par la monographie) une crue exceptionnelle ($H = 7,60 \text{ m}$) a emporté le limnigraphe et ouvert une brèche profonde dans le cassis. L'étalonnage est donc à revoir depuis cette date.

b) - Hautes eaux (plus de 2 m à l'échelle n°2 du puits)

1°/ - Après 1968

Les trente-quatre traversées effectuées depuis 1969 avec saumon suspendu ont été dépouillées selon la méthode de jaugeage continu par verticales. Le problème posé par l'angle b du courant avec la section de jaugeage a été un peu délicat à résoudre. Les opérateurs mesuraient en effet un angle b variant de 0 à 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 coude de la rivière. Nous avons dû admettre un angle b constant de 20° , ce qui conduit à diminuer les débits de 6%. Ceci devra être précisé en cours de jaugeages ultérieurs. Les traversées n°1 à 23 (antérieures à la crue de 1969) ont donné un étalonnage jusqu'à la cote 300 à l'échelle n°2 du puits ($Q = 185 \text{ m}^3/\text{s}$). On a ensuite extrapolé jusqu'à $4,20 \text{ m}$.

Les traversées n° 24 à 34 effectuées postérieurement à la crue de 1969 laissent présager du même détachement de la courbe des basses eaux n° 691. Cependant la qualité de ces dernières traversées laisse à désirer car il n'y a que trois verticales (et parfois deux) par arche, ce qui est bien insuffisant. De ce fait, on s'est guidé sur les traversées précédentes, mais l'étalonnage hautes eaux obtenu (n° 691) est peu précis et doit être considéré comme provisoire.

Au cours de la crue de Mars 1973, des modifications importantes du lit se sont produites (brèche dans le cassis). En l'absence de jaugeage, le débit maximal a pu être évalué avec une marge d'erreur pas trop grande par le calcul à l'aide de quatre formulations différentes aux résultats comparables (vitesse moyenne sous le pont, formule de MANNING STRICKLER, courbes section mouillée, vitesse moyenne en fonction de la cote et formule de LESBROS). Pour une cote de $7,60 \text{ m}$, le débit est estimé à $2\,370 \text{ m}^3/\text{s}$.

2°/ - Avant 1968

Pour la période antérieure, on ne dispose que de jaugeages aux flotteurs. La dispersion des résultats est grande, mais surtout on constate que la courbe enveloppant des points représentatifs est nettement au-dessous des résultats obtenus par les jaugeages au moulinet. L'explication de cet écart vient du mode de calcul utilisé pour les jaugeages aux flotteurs avant 1968. Un exemple permettra d'exposer le problème : le jaugeage n°18 du 28 Janvier 1953 ($H = 3,75 \text{ m}$ à l'échelle n°2 du puits) donne un débit $Q = 290 \text{ m}^3/\text{s}$; pour cette cote, l'étalonnage au moulinet donne $Q = 443 \text{ m}^3/\text{s}$. Selon les opérateurs, la section mouillée était de 107 m^2 (ce qui est exact) et les vitesses de surface : $3,66 \text{ m/s}$, $3,85 \text{ m/s}$ et $3,62 \text{ m/s}$ et $3,50 \text{ m/s}$ (mesurées sur une base de 60 m). Puis à l'aide d'une formule, la vitesse moyenne dans la section était trouvée égale à $2,7 \text{ m/s}$ d'où le débit de $290 \text{ m}^3/\text{s}$. On aurait ainsi un rapport vitesse moyenne dans la section sur vitesse moyenne superficielle égal à $0,7$ à $0,8$ environ, ce qui est peu. De plus, on remarquera que l'on n'avait mesuré que quatre vitesses superficielles seulement pour ce jaugeage, ce qui est bien peu pour estimer la vitesse moyenne superficielle.

L'ensemble de ces jaugeages aux flotteurs n'est pas exploitable. La station étant relativement peu instable, on utilise la courbe d'étalonnage obtenue par les jaugeages au moulinet entre 1968 et 1969. Les hauteurs d'eau ont donc été traduites en débits au moyen de deux étalonnages : le premier allant du 1er Janvier 1949 au 25 Décembre 1969 rapporté à l'échelle cassis jusqu'au 20 Avril 1969 et ensuite à l'échelle puits n°2 du 21 Avril 1965 au 25 Décembre 1969 - étalonnages n° 491 et 651; le second (provisoire) qui prend effet le 26 Décembre 1969 jusqu'au 31 Août 1970 (n° 691).

TABLEAU 2.3.2.1.2. (1)

MEJERDAH à GHARDIMAOU

(RECAPITULATION CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE DE JAUGEAGES PAR TRANCHE DE DEBIT)

ANNEE	$Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$	$1 \leq Q < 10$	$10 \leq Q < 30$	$30 \leq Q < 100$	$Q \geq 100$	TOTAL
1946	0	0	2	0	0	0
1947	10	11	1	0	2	24
1948	9	11	1	1	0	22
1949	12	11	0	3	0	26
1950	8	11	4	5	2	30
1951	15	19	2	7	0	43
1952	10	21	11	21	1	64
1953	10	23	14	11	9	67
1954	4	19	13	6	2	44
1955	22	30	3	0	0	55
1956	19	19	4	2	0	44
1957	14	32	2	2	0	50
1958	18	29	3	2	0	52
1959	2	28	3	1	0	34
1960	7	19	3	0	0	29
1961	18	8	0	0	0	26
1962	5	10	0	1	0	16
1963	5	3	0	0	0	8
1964	13	11	0	0	0	24
1965	6	6	2	4	0	18
1966	18	9	0	1	0	28
1967	9	18	2	0	0	29
1968	11	10	8	14	10	53
1969	12	22	4	1	4	43
1970	12	9	0	5	0	26
1971	13	9	1	14	4	41
1972	11	8	2	0	1	22
1973	6	7	0	0	1	14
1974	1	3	0	0	0	4
TOTAL	300	416	85	101	36	938
Q max.	998 l/s	9,95 m ³ /s	29,8 m ³ /s	98 m ³ /s	290 m ³ /s	
Q min.	17,2 l/s	1,00 m ³ /s	10,6 m ³ /s	30,5 m ³ /s	104 m ³ /s	

Débit maximal observé de 1949 à 1970 $Q = 660 \text{ m}^3/\text{s}$ (1958)
 estimé en 1973 $Q = 2370 \text{ m}^3/\text{s}$

2.3.2.1.4 Correction des débits moyens journaliers

Après passage sur ordinateur, des corrections manuelles ont été faites pour affiner les résultats en ce qui concerne les débits moyens journaliers inférieurs à 10 m³/s. Ces corrections ont pour but :

- 1°/ - de supprimer, autant que possible en décrue, les marches d'escalier (dues au manque de sensibilité de la station ou à l'observateur),
- 2°/ - d'effectuer des corrections en plus ou en moins lorsque plusieurs jaugeages d'étiages successifs le justifient. Ce phénomène correspond à de légers détarages de la station et se manifeste surtout pour des débits inférieurs à 2 m³/s, c'est-à-dire des lames d'eau de l'ordre de 10 cm.

Les résultats dans l'ensemble sont assez bons, il n'y a aucune lacune dans les années 1949-50 à 1962-63 et 1965-66 à 1968-70. Seules les années 1963-64 et 1964-65 sont incomplètes par suite des pannes du limnigraphe et des lectures fausses ou même imaginaires de l'observateur.

2.3.2.1.5 Données anciennes (antérieures à 1946)

Les données limnimétriques de l'ancien pont-route antérieures à 1946 n'ont malheureusement pas été retrouvées. On dispose de cahiers de débits moyens journaliers.

De 1930-31 à 1938-39, on dispose d'une série sans lacunes. En 1929-30 manquent Octobre et Mars. Il est difficile de juger de la valeur de l'étalonnage utilisé à cette époque puisque nous n'avons pas les hauteurs d'eau relevées. On notera cependant qu'en étiage le débit correspondant à la cote 0 de l'échelle est de 700 l/s. Or le débit de l'Oued est inférieur actuellement à 700 l/s pendant trois à quatre mois par an en année médiane. Donc, ou bien le barème était mal fondé, ou bien le zéro de l'échelle était placé trop haut pour mesurer les cotes d'étiages correctement. De surcroît, les jours de crue le nombre de lectures était peut-être insuffisant ou bien n'était retenue que la hauteur maximale. En effet, les débits moyens journaliers maximaux de la période 1929-1939 sont beaucoup plus élevés que ceux de la période 1944-1970, sans qu'il en soit de même aux autres stations connues. Ces résultats sont donc pratiquement inutilisables.

De 1939-40 à 1948-49, il y a une lacune totale. Le cassis aurait été construit en 1940 (date précise inconnue) et doublé en 1943, puis détruit volontairement en 1948 (jusqu'au soubassement qui a subsisté jusqu'à nos jours). Le nouveau pont a aussi été construit en 1945. De 1939 à 1946 il y a encore des cahiers de débits moyens journaliers, mais avec beaucoup de lacunes, sans étalonnage connu et sans jaugeages connus. A partir de 1946 (installation du limnigraphe), les hauteurs sont connues mais rapportées à une échelle dont on ne connaît pas le calage. De surcroît, il y a trop peu de jaugeages pour établir un étalonnage tenant compte de ce cassis très en saillie au-dessus du fond (2m). Ainsi donc, nous nous sommes limités à l'étude des débits depuis 1949.

2.3.2.2 LA MEJERDAH à JENDOUBA (ancienne appellation SOUK EL ARBA)

Cette station a pour coordonnées géographiques :

- 7 gr 146 longitude est
- 40 gr 568 latitude nord

La superficie du bassin versant drainé à ce niveau est de 2 410 km².

2.3.2.2.1 Historique de la station

Les observations des cotes du plan d'eau ont débuté en 1897, mais on ne trouve mention de l'installation d'échelles limnimétriques qu'en 1923. A partir de 1932 on est certain, grâce à des photographies, que les échelles étaient installées en rive droite à l'aplomb du trottoir aval du vieux pont-route métallique sur la route GP 17. Ces échelles de 0 à 12 m ont été observées du 1er Janvier 1897 jusqu'au 31 Mars 1950, date à laquelle malheureusement les observations ont été interrompues, en raison semble-t-il du vol des supports et des éléments d'échelle inférieurs. Il est regrettable qu'une aussi belle série d'observations ait été abandonnée. Le zéro de l'échelle était à 130,292 m NGT.

En 1966, une deuxième station équipée d'un limnigraphe STEVENS a été créée à environ 1 500 m en amont de la précédente, au nouveau pont-route de JENDOUBA. On peut regretter que l'ancien emplacement n'ait pas été conservé. Cette station a été très mal observée par un observateur fantaisiste, le limnigraphe étant très souvent hors de fonctionnement du fait de l'envasement des buses.

En Juillet 1968, le poste enregistreur et les échelles ont été transférés de la rive gauche à la rive droite. La station depuis cette date a été observée convenablement. Le zéro de l'échelle est à la cote 135,265 m NGT.

En 1969, une batterie d'échelle a été réinstallée à l'ancien emplacement de façon à établir la corrélation entre ancienne et nouvelle station.

2.3.2.2.2 Jaugeages

Depuis 1900, 304 jaugeages ont été effectués à JENDOUBA.

a) - Nouvelle station

Depuis Juillet 1966, des jaugeages bi-mensuels réguliers ont été effectués pour les étiages jusque vers 20 m³/s. Pour les moyennes et hautes eaux de nombreuses traversées ont été faites au moulinet depuis le nouveau pont-route, le dépouillement ayant été effectué par la méthode des jaugeages continus.

La cote maximale enregistrée jusqu'en Août 1970 correspondait à un débit de 508 m³/s. Or nous avons une traversée qui commence à 486 m³/s. On voit que l'extrapolation nécessaire n'a pas été très forte pour cette nouvelle station. En Mars 1973 par contre, la crue très forte a contourné le pont. Le débit maximal a été calculé pour la cote H = 14,60 m, Q = 2 420 m³/s. Ce débit a été rapproché de celui obtenu par l'utilisation des barèmes de l'ancienne station et, compte tenu des débordements, les valeurs obtenues sont proches. On trouvera ci-après un tableau récapitulatif des jaugeages regroupés par classe de débits.

b) - Ancienne station

27 mesures directes de débits sont connues pour toute la période d'observations :

- de 1947 à 1950 : 13 jaugeages d'étiage au moulinet
12 jaugeages de crue aux flotteurs
- en 1900 : 1 jaugeage d'étiage aux flotteurs (de bonne qualité)
- en 1902 : 1 jaugeage d'étiage aux flotteurs (de bonne qualité aussi).

Les débits jaugés sont faibles (< 150 m³/s). On trouvera ci-après le nombre de jaugeages effectués pour les différentes tranches de débit.

2.3.2.2.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits

Les deux stations paraissent assez stables

a) - Nouvelle station

Les jaugeages disponibles couvrent pratiquement toute la gamme des cotes observées à cette station jusqu'en 1970 et il n'y a pas eu de difficultés particulières. Pour la crue de Mars 1973 citée ici nous avons déjà indiqué qu'un calcul a permis une extrapolation raisonnable.

b) - Ancienne station

Du point de vue jaugeages nous avons vu que la situation n'est pas très favorable. Cependant, nous avons établi une corrélation entre les deux stations grâce aux relevés simultanés faits en 1970 et 1971.

La correspondance obtenue est sensiblement linéaire malgré quelques fluctuations provenant d'une variation de la pente de la ligne d'eau selon qu'il s'agit d'une crue ou d'une décrue.

Si H₁ et H₂ sont les cotes respectives en centimètres à la nouvelle et à l'ancienne station, on a la correspondance H₂ = 0,962 H₁ - 107. Cela permet l'extension de la courbe de tarage jusqu'à H₂ = 720 et Q = 530 m³/s à partir de la courbe de tarage de la nouvelle station. Les jaugeages aux flotteurs sont pour la plupart bien placés par rapport à cette courbe. Au-delà de la cote 720 on a utilisé la formule de MANNING $U = KR^{2/3} i^{1/2}$ dans laquelle on a fait les approximations suivantes :

- i = pente de la ligne d'eau entre les deux stations
- R = rayon hydraulique estimé égal à la profondeur moyenne
- K a été déterminé pour les différents jaugeages connus

En fait, pour les faibles cotes à l'échelle, il n'est guère indiqué d'utiliser cette formule car la pente de la ligne d'eau peut être sensiblement variable sur le trajet séparant les deux stations. Ce n'est que pour les cotes suffisamment grandes que l'on admettra la validité de la formule. A partir de 5 m, ou mieux de 6 m, le coefficient K se stabilise aux environs de 32, valeur tout à fait compatible d'ailleurs avec ce que nous savons des Oueds de cette région. On obtient ainsi le haut de la courbe au-delà de la cote 720.

En étiage, on a pu établir deux courbes de tarage assez voisines valables entre 1946 et 1950 à partir des mesures directes. Entre 1898 et 1946 on a déterminé des périodes de stabilité à partir des cotes annuelles des plus basses eaux qui sont les suivantes :

TABLEAU 2.3.2.2.3. (1)

MEJERDAH à JENDOUBA

(RECAPITULATION CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE DE JAUGEAGES PAR TRANCHE DE DEBIT m^3/s)

ANNEE	Q < 1	Q ≥ 1	Q ≥ 10	Q ≥ 30	Q ≥ 100	Q ≥ 300	TOTAL
		Q < 10	Q < 30	Q < 100	Q < 300		
1900	1	0	0	0	0		1
1902	1	0	0	0	0		1
1947	2	0	0	0	0		2
1948	3	2	0	0	0		5
1949	3	3	0	0	1		7
1950	3	2	0	4	3		12
1951	2	2	0	0	0		4
1952	2	2	0	0	0		4
1953	0	2	0	0	0		2
1954	0	0	0	0	0		0
1955	2	2	0	0	0		4
1956	0	3	0	0	0		3
1957	0	0	0	0	0		0
1958	0	0	0	0	0		0
1959	0	0	0	0	0		0
1960	0	0	0	0	0		0
1961	0	0	0	0	0		0
1962	0	0	0	0	0		0
1963	0	0	0	0	0		0
1964	0	0	0	0	0		0
1965	0	11	0	0	0		11
1966	8	19	0	0	0		27
1967	10	23	2	0	0		35
1968	10	9	4	9	11		43
1969	7	18	4	3	2	3	37
1970	11	11	6	6	0		34
1971	7	12	4	0	1		24
1972	7	10	3	7	0		27
1973	-	13	2	0	3		18
1974	-	3	-	-	-		3
TOTAL	79	147	25	29	21	3	304
Q MAX. m^3/s	0,99	9,19	28,4	98,0	236	486	
Q MIN. m^3/s	0,30	1,08	10,9	32,9	101	358	

Débit maximal observé : Q = 2420 m^3/s en 1973
 Q = 1610 m^3/s en 1907

ANNEE	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910
H min (cm)	2	1	0	0	0 [*]	-9	-7	-12	-15	-25	-29	-30	10 [*]
ANNEE	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923
H min (cm)	5	1	11	14 [*]	15	15 [*]	12	8	6	2	-8	-9	8 [*]
ANNEE	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
H min	4	10	20 [*]	20 [*]	50 [*]	45 [*]	17	25	40	25	25	20	28
ANNEE	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949
H min (cm)	20 [*]	20 [*]	30 [*]	30 [*]	50 [*]	50 [*]	50 [*]	10 [*]	30 [*]	20 [*]	20 [*]	10 [*]	20 [*]

Les cotes marquées d'un astérisque doivent être considérées comme douteuses car elles se répètent longtemps, parfois plusieurs mois. Les cotes réelles sont sans doute inférieures. L'examen des cotes montre que la station peut être considérée comme relativement stable en moyennes et hautes eaux, puisque leur variation (de l'ordre de 70 cm au maximum) est réduite si on la compare au marnage moyen de l'Oued. On peut regrouper les années en quatre périodes à chacune desquelles on attribuera une courbe de tarage :

P E R I O D E	Cote moyenne des plus basses eaux	Numéro Barème
Début des observations au 5.2.1903	+ 1 cm	001
5.2.1903 au 12.2. 1910	- 15	032
12.12.1910 au 12.2.1926	+ 7	102
12.2. 1926 au 17.12.1946	+ 25	262

On a attribué à la cote moyenne des plus basses eaux un débit de 500 l/s et on a raccordé les courbes à la courbe unique des débits au-delà de 20 m³/s.

La traduction des hauteurs en débits a été faite en utilisant les courbes de tarage établies ci-dessus. Les résultats dans l'ensemble sont assez bons. Par comparaison avec les autres stations, nous avons été amenés à éliminer certaines observations.

Pour les étiages, les lectures très espacées parfois avant 1947 et la faible sensibilité de la station en étiage ont conduit à effectuer une correction graphique pour supprimer les marches d'escalier ou les paliers qui apparaissent trop anormaux. Le débit maximal trouvé de 1907 (1 610 m³/s) qui nous avait inquiétés est en fait tout à fait vraisemblable d'après les observations faites en 1973 où le débit observé a été bien plus élevé sans aucune contestation possible.

2.3.2.2.4 Conclusion

JENDOUBA est une station particulièrement intéressante par son ancienneté et par la longueur de la période de mesures (46 années complètes). C'est une station relativement stable et la qualité des observations après critique est convenable.

2.3.2.3 MEJERDAH A BOU SALEM

Cette station, une des plus anciennes de TUNISIE, est située au Pont-Route de la G.P.6 de TUNIS à GHARDIMAOU à la sortie sud de la ville de BOU SALEM en direction de JENDOUBA. (BOU SALEM s'appelait jusqu'en 1961 SOUK EL KHEMIS).

Les coordonnées de la station sont les suivantes :

- 40 gr 669 de latitude nord
- 7 gr 369 de longitude est

Le bassin versant drainé à ce niveau a une superficie de 16 230 km².

2.3.2.3.1 Historique

Nous n'avons pas pu reconstituer l'historique complet de la station, mais les indications que nous possédons sont suffisamment précises pour déterminer l'essentiel.

En 1898 un poste est créé, composé d'une simple batterie d'échelles dont le zéro serait calé à la cote 117,13 m NGT. (Nous n'avons pas l'original du nivellement des échelles). Nous n'avons pas retrouvé les lectures d'échelles de 1898 à 1924 mais seulement les débits moyens journaliers calculés à partir de la formule de BAZIN. Comme pour la station de GHARDIMAOU, ces débits sont très sujets à caution et ne peuvent être contrôlés. Ils n'ont pas été utilisés dans cette monographie. De 1907 à 1928, nous possédons un recueil de télégrammes d'annonce de crue que l'observateur envoyait à TUNIS chaque fois que la cote dépassait 4 m à l'échelle, ces indications sont très fragmentaires et ne donnent aucune cote inférieure à 4 m, elle ne permettent pas de reconstituer les limnigrammes de crue. Pour la période 1921-1925 une note indique que durant cette période le zéro des échelles est calé à la cote NGT = 115,75 m. Aucun croquis ni levé topographique ne nous ont permis de contrôler cette information. Daté de Décembre 1924 on retrouve le dossier complet de l'installation du poste limnigraphique (plan coté, croquis d'installation, etc...). Le limnigraphe a été placé en Mars 1925. Il comporte un tubage de 9 m accroché à l'amont de la pile centrale du pont. L'enregistreur est un appareil RICHARD à flotteur, tambour vertical, rotation hebdomadaire et réduction au 1/30. Le zéro de l'échelle est calé à la cote 117,02 m NGT. (Le repère de nivellement est placé sur l'amont de la culée en rive droite à la cote 128,649 m NGT).

Ce limnigraphe ne sera pas suivi de façon régulière jusqu'en 1931, mais les lectures d'échelles de l'observateur ont été conservées depuis 1925 et ont pu être dépouillées. Il n'y a pas dans ce dossier de 1924 de détail sur la batterie d'échelles si ce n'est que le zéro est calé à la cote NGT 117,02. Mais un profil en travers levé en Septembre 1941 et les instructions à l'observateur en 1952 font état des mêmes éléments : un élément de 0 à 2 m en amont de la pile du pont, un élément de 2 à 4 m sur la pile du pont et un élément de 4 à 7 m sur la culée R.D. Nous pensons que ces éléments étaient en place dès le début de l'installation. Le dernier document en date est le levé topographique fait en Juin 1969 par le Service Hydrologique. A cette date l'installation du limnigraphe est toujours la même, l'appareil est toujours un RICHARD hebdomadaire mais les éléments d'échelle sont situés comme suit :

- un élément de 0 m à 1,25 m en rive droite (cote du zéro à 116,905)
- un élément de 1 m à 2,15 m en amont de la pile (cote du zéro à 116,956)
- un élément de 2 m à 4,15 m sur la pile du pont (cote du zéro à 117,000)
- un élément de 4 m à 7,15 m sur la culée R.D. (cote du zéro à 116,95)

Nous pensons que les éléments de 1 à 7 m sont toujours des éléments d'origine et que la différence de calage de l'élément de 4 à 7 m provient du levé topographique ou du changement de repère. L'élément de 2 à 4 m est toujours calé à la même cote qu'en 1936. L'élément de 1 m en R.D. est plus récent, il a été emporté pendant les crues de l'automne 1969 et remis en place en 1970.

2.3.2.3.2 Jaugeages

De 1947 à 1973, 471 jaugeages ont été effectués à cette station. Les crues de Mars 1973 ont permis de déterminer le débit maximal de 3 180 m³/s à la cote 10,40 m au pont (en tenant compte des débordements), cette valeur résulte d'une extrapolation d'après les sections mouillées et les vitesses moyennes, aucun jaugeage à cette cote n'ayant été fait car le pont était isolé. Les jaugeages nombreux réalisés depuis 1966 avec un moulinet sont de bonne qualité dans l'ensemble. Beaucoup de jaugeages antérieurs, faits aux flotteurs, paraissent de qualité un peu inférieure. On trouvera ci-après la récapitulation chronologique du nombre de jaugeages par tranche de débits.

2.3.2.3.3 Etalonnage - Traduction hauteur-débit

Les jaugeages ont permis de tracer 24 courbes d'étalonnage successives. L'étalonnage des basses eaux est assez bien connu. L'étalonnage hautes eaux repose essentiellement sur les nombreuses mesures effectuées en Octobre et Novembre 1969, mesures qui ont permis d'étalonner la station jusqu'à la cote 6,65 m ($Q = 1\,214 \text{ m}^3/\text{s}$),

un jaugeage à 1 720 m³/s avait été fait en 1947. Avant 1947 il n'y a pas eu de jaugeages et on a tracé une courbe moyenne qui semble donner presque toujours satisfaction en ce qui concerne les débits d'étiage. Les apports totaux annuels ainsi calculés semblent corrects après élimination de quelques résultats douteux, par comparaison avec JENDOUBA en particulier. En 1973 une extrapolation a permis de déterminer les débits jusqu'à 3 180 m³/s.

2.3.2.3.4 Conclusion

Cette station est intéressante par la longueur de la période d'observation. Sa stabilité n'est pas très bonne, mais on peut admettre que les étalonnages retenus sont assez satisfaisants. Les résultats ont servi de base à l'étude d'un projet de barrage de la MEJERDAH à SIDI SALEM, surtout en ce qui concerne la salinité des eaux retenues, ainsi que nous le verrons plus loin.

2.3.2.4 MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB - MEJERDAH A LA SLOUGHIA

Nous traitons ces deux stations en même temps car, distantes de 15 km environ, elles ont des bassins versants peu différents:

MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	S = 21 200 km ²
MEJERDAH à la SLOUGHIA	S = 21 000 km ²

Les coordonnées des stations sont :

MEDJEZ EL BAB	8 gr 079	de longitude	est
	40 gr 722	de latitude	nord
LA SLOUGHIA	7 gr 981	de longitude	est
	40 gr 653	de latitude	nord

Les volumes d'eau annuels passant à MEDJEZ EL BAB sont pratiquement les mêmes que ceux passant à la SLOUGHIA. En ce qui concerne les débits de pointe, il y a évidemment des différences comme nous le verrons plus loin et en particulier un délai de transmission.

2.3.2.4.1 Historique

a) - MEDJEZ EL BAB

Il semble que les observations des cotes du plan d'eau n'aient débuté qu'en 1929. La station était équipée à l'origine d'une batterie d'échelles en fonte de 0 à 10,15 m scellée sur le vieux pont Andalou de MEDJEZ EL BAB (partie amont de la culée rive droite pour les éléments de 5 à 10 m et partie amont de la première pile en rive droite pour ceux de 0 à 5 m). En Août 1942 cette batterie a été prolongée par une échelle de 10 à 13,15 m placée sur la berge rive droite pour les observations des grandes crues.

Les cotes NGT des éléments sont les suivantes :

Elément 0 - 5,20 m	cote du zéro	43 m 068	NGT
Elément 5,35 m à 10,20 m	cote du zéro	42 m 987	NGT
Elément 10,20 m à 13,15 m	cote du zéro	42 m 886	NGT

Le 12 Septembre 1932 a été installé un limnigraphe OIT type X à rotation hebdomadaire doublé en Mars 1933 par un télélimnigraphe OIT démonté en Août 1942. Le fonctionnement du poste enregistreur a été interrompu de Novembre 1942 à Novembre 1943.

En Mars 1973 la crue exceptionnelle qui a abattu le parapet du pont a détruit le limnigraphe; l'enregistreur fut récupéré cependant, hors d'usage, sur la chaussée du pont (l'enregistrement de la montée de la crue était presque complet).

b) - LA SLOUGHIA

Dès 1932 un projet d'installation d'une station complète avec limnigraphe était établi dans tous ses détails. Cependant, il faut attendre 1949 pour voir l'installation d'une première batterie d'échelles. Le 8 Septembre 1949 était installé un élément de 0 à 1 m en rive droite à l'aval du pont sur un fer en U. Les 9 et 10 Septembre 1949 sont installés : un élément de 1 à 2 m sur le côté rive droite du soubassement de la pile centrale, les éléments 2 à 6 m sur le côté rive droite de la pile centrale, les éléments 6 à 8 m sur le côté rive gauche de la pile et enfin les éléments de 8 à 10 m sur la culée en rive gauche (sur la chaîne d'angle). Le nivellement réalisé en 1949 donnait pour le 0 la cote NGT 51,897. En 1953 un nouveau nivellement donnait 52,020 NGT pour le 0.

TABLEAU 2.3.2.3.2.(1)

MEJERDAH A BOU SALEM

(RECAPITULATION CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE DE JAUGEAGES PAR TRANCHES DE DEBIT m^3/s)

ANNEE	Q < 1	Q ≥ 1	Q ≥ 10	Q ≥ 30	Q ≥ 100	Q ≥ 300	Q ≥ 1000	TOTAL
		Q < 10	Q < 30	Q < 100	Q < 300	Q < 1000		
1900	1	0	0	0	0	0	0	1
1902	1	0	0	0	0	0	0	1
1946	0	0	0	0	0	1	0	1
1947	3	7	1	3	2	0	1	17
1948	2	6	5	6	4	7	0	30
1949	0	4	3	1	0	1	0	9
1950	0	4	1	5	1	0	0	11
1951	2	5	2	3	1	0	0	13
1952	2	5	7	3	13	3	0	33
1953	0	6	7	11	10	2	0	36
1955	0	17	3	2	0	0	0	22
1956	0	6	6	4	2	8	0	26
1957	0	2	1	3	1	0	0	7
1958	0	6	0	0	0	0	0	6
1959	0	1	0	0	0	0	0	1
1960	0	1	0	0	0	0	0	1
1961	0	8	0	3	1	0	0	12
1962	2	4	0	0	0	0	0	6
1963	0	6	2	0	0	0	0	8
1964	0	5	0	0	0	0	0	5
1965	0	6	1	2	3	1	0	13
1966	0	8	0	1	2	1	0	12
1967	0	14	1	0	0	0	0	15
1968	0	33	5	6	2	0	0	46
1969	0	9	6	6	3	26	5	55
1970	0	20	7	3	0	0	0	30
1971	1	9	7	0	0	0	0	17
1972	1	11	2	3	1	0	0	18
1973	-	2	-	-	-	-	-	2
1974	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	15	211	70	67	48	54	6	471
Q MAX. m^3/s	0,98	9,92	29,5	98,4	288	993	1720	1720
Q MIN. m^3/s	0,18	1,01	10,2	30,1	102	310	1016	0,18

Débit maximal observé : Q = 3180 m^3/s
(estimation 1973)

En Juin 1967 un élément 1 à 2 m était placé sur une cornière sur la berge en rive gauche. Le 21 Mai 1968 un élément de 0 à 1 m sur fer en U était installé. Un nouveau nivellement (Septembre 1969) donne les cotes suivantes :

Elément de 0 à 2 m	0 à 52,285 NGT
Elément de 2 à 10 m	0 à 52,105 NGT

En Mars 1973 le vieux pont métallique a été emporté avec l'échelle. Début 1974 une nouvelle station limnigraphique a été installée sur la culée rive droite restée en place après la destruction du pont.

2.3.2.4.2 Jaugeages

a) - MEDJEZ EL BAB

De 1942 à nos jours (début 1974), 333 jaugeages ont été effectués de 1,25 m³/s à 1 170 m³/s. Environ un tiers d'entre eux ont été faits à qué et perche mobile en basses eaux ($Q < 8$ ou 9 m³/s). Les autres mesures correspondent à des débits plus élevés et sont de qualité très variable. Jusqu'en 1967 il s'agit uniquement de mesures de vitesse de surface au flotteur. En Décembre 1967 une série de traversées ont pu être faites au câble (bateau et saumon suspendu) pour des débits entre 15 m³/s et 152 m³/s. A partir d'Août 1970 ce mode de jaugeage a pu être repris de façon plus régulière à l'aide d'une embarcation plus lourde permettant des mesures précises jusqu'à la cote 620 (300 m³/s le 30 Janvier 1971, G. DUBEE - J. COLOMBANI).

Actuellement à la suite de la destruction du limnigraphe par la crue de Mars 1973, l'ancien projet de poste limnigraphique à la SLOUGHIA amont a pu être réalisé. (début 1974), désormais les jaugeages se feront à la SLOUGHIA pour la plupart.

b) - LA SLOUGHIA

Depuis 1947, 279 jaugeages ont été exécutés de 1,2 m³/s à 2 700 m³/s*. Les jaugeages faits en 1973 pendant la crue exceptionnelle ont été repérés par rapport à une échelle fictive, l'ancien pont ayant été emporté avec l'échelle. Toutefois, une bonne corrélation a été obtenue entre cette échelle fictive et l'ancienne échelle. Le débit maximal observé est de 3 500 m³/s, le débit maximal mesuré étant de 2 700 m³/s. L'extrapolation de la courbe de tarage n'a donc pas été trop importante. Cette station, vu l'absence de débordement remplacera avantageusement celle de MEDJEZ EL BAB où débordements et contournements de la station et même de la ville rendent toute mesure quasi impossible en grande crue. Les jaugeages sont actuellement faits depuis le nouveau pont. Mais on peut envisager l'installation d'un téléphérique entre les culées de l'ancien pont. Les récapitulatifs chronologiques du nombre de jaugeages par tranche de débit se trouve ci-après.

2.3.2.4.3 Etalonnage - Traduction hauteur-débit

a) - MEDJEZ EL BAB

Cette station est très instable : le graphique 2.3.2.4.3 (a) traduit les variations de la cote correspondant à un débit donné au fil des années d'observations. L'instabilité est évidente sur ce graphique même pour des débits élevés de l'ordre de 700 m³/s, cela tient à la présence du vieux pont Andalou avec ses nombreuses piles qui, réduisant sensiblement la section, joue un rôle de barrage. Les dépôts de sables et de vases obturent une partie variable des débouchés, surtout en rive gauche (la comparaison de photos prises en 1924, 1971 et 1973 permet de confirmer ces variations). Les jaugeages faits à la SLOUGHIA ont permis de compléter les courbes de tarages qui sont au nombre de 23 depuis 1945. Avant 1946, l'absence de jaugeage ne permet pas d'utiliser les relevés faits depuis le début des observations, l'utilisation des courbes de tarage de la période postérieure n'étant pas possible en raison de l'instabilité du lit dont nous avons parlé. D'ailleurs on observe encore une dispersion importante autour des courbes de tarage utilisées à partir de 1946.

b) - LA SLOUGHIA

La stabilité de cette station paraît meilleure qu'à MEDJEZ EL BAB. Nous disposons, à la suite des crues de 1973, d'un étalonnage extrapolable jusqu'à 4 000 m³/s sans trop de risque d'erreur (maximum jaugé 2 700 m³/s). Les relevés faits pendant les crues de 1969 ont permis de contrôler les débits à MEDJEZ EL BAB. On a pu établir un graphique donnant le temps de propagation du maximum de crue entre deux stations (graphique 2.3.2.4.3 (b)), on voit que le temps de propagation varie de 3 heures pour 120 m³/s à 1 heure 10 environ pour 1 040 m³/s. Ces temps sont compatibles avec les vitesses observées du courant tant à la SLOUGHIA qu'à MEDJEZ EL BAB. En 1973 l'ancienne échelle du pont métallique a disparu avec ce dernier, mais une corrélation a été établie entre les cotes à cette ancienne échelle et une échelle fictive. L'emplacement de cette échelle fictive était à 25,7 m de la culée rive droite du nouveau pont* et son zéro théorique était à la cote 53,66 NGT. Des relevés simultanés faits pendant la crue de Mars 1973 à cette échelle fictive et sur la culée rive droite de l'ancien pont ont permis d'établir la corrélation (graphique 2.3.2.4.3 (c)). Comme nous l'avons indiqué plus haut on peut extrapoler la courbe de

* Jaugeage à 2 700 m³/s en 1973 - R. GUALDE - J. CLAUDE

* et situé sur le pont lui-même

TABLEAU 2.3.2.4.2. (1)

MEJERDAH A LA SLOUGHIA

(RECAPITULATION CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE DE JAUGEAGES PAR TRANCHES DE DEBIT m^3/s)

ANNEE	Q < 10	Q ≥ 10 Q < 30	Q ≥ 30 Q < 100	Q ≥ 100 Q < 300	Q ≥ 300 Q < 1000	Q ≥ 1000 Q < 2000	Q ≥ 2000	TOTAL
1947	9	3	0	2	0	0	0	14
1948	6	0	1	0	4	0	0	11
1949	4	1	0	0	2	0	0	7
1950	5	0	0	0	1	0	0	6
1951	3	3	0	0	0	0	0	6
1952	0	0	0	0	0	0	0	0
1953	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	0	0	6	11	7	0	0	24
1955	7	15	10	5	0	0	0	37
1956	6	9	7	2	1	0	0	25
1957	1	0	0	0	0	0	0	1
1958	4	0	0	0	0	0	0	4
1959	1	0	0	0	0	0	0	1
1960	1	0	0	0	0	0	0	1
1961	7	0	0	0	0	0	0	7
1962	5	0	1	0	0	0	0	6
1963	5	7	0	0	0	0	0	12
1964	3	2	0	0	0	0	0	5
1965	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	0	0	2	0	0	0	0	2
1967	0	0	0	0	0	0	0	0
1968	0	0	7	8	0	0	0	15
1969	0	0	14	20	19	1	0	54
1970	0	0	1	0	0	0	0	1
1971	0	1	0	0	0	0	0	1
1972	0	0	0	1	0	0	0	1
1973	-	4	4	6	10	3	4	31
1974	1	3	3	-	-	-	-	7
TOTAL	68	48	56	55	44	4	4	279
Q MAX. m^3/s	9,9	29,9	90,5	292	966	1870	2700	2700
Q MIN. m^3/s	1,2	10	31,9	100	301	1065	2130	1,2

Débit maximal observé : Q = 3500 m^3/s (1973)

TABLEAU 2.3.2.4.2. (2)

MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB

(RECAPITULATION CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE DE JAUGEAGES PAR TRANCHE DE DEBIT m^3/s)

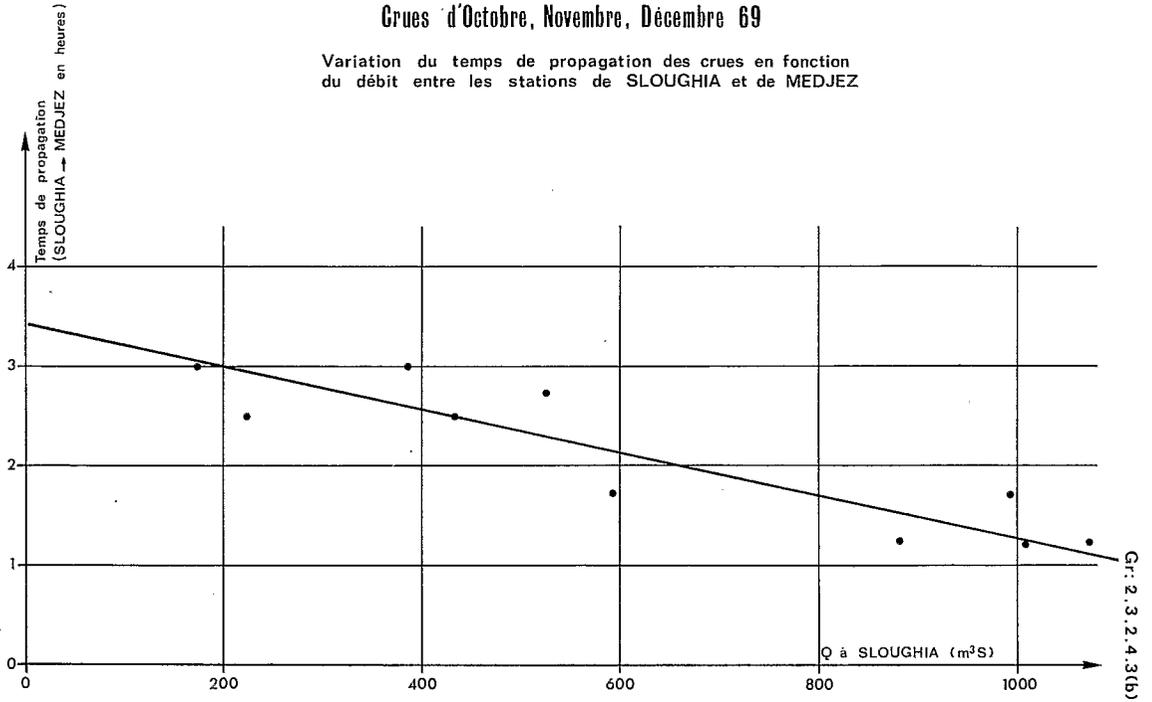
ANNEE	$1 \leq Q$ $Q < 10$	$10 \leq Q$ $Q < 30$	$30 \leq Q$ $Q < 100$	$100 \leq Q$ $Q < 300$	$300 \leq Q$ $Q < 1000$	$Q \geq 1000$	TOTAL
1942	0	0	0	0	3	0	3
1943	1	0	0	0	0	0	1
1944	0	0	0	0	0	0	0
1945	0	0	0	0	0	0	0
1946	0	0	0	3	6	0	9
1947	1	2	0	2	0	1	6
1948	0	0	0	0	0	0	0
1949	0	0	0	0	0	0	0
1950	0	0	0	0	0	0	0
1951	0	0	0	0	0	0	0
1952	2	0	0	0	0	0	2
1953	2	0	0	0	0	0	2
1954	5	2	7	18	12	0	44
1955	14	18	12	11	0	0	55
1956	2	8	9	2	4	0	25
1957	0	0	0	0	0	0	0
1958	0	0	0	0	0	0	0
1959	0	1	4	2	0	0	7
1960	1	1	1	3	0	0	6
1961	0	0	0	0	0	0	0
1962	0	0	0	0	0	0	0
1963	0	0	0	0	0	0	0
1964	0	0	0	0	0	0	0
1965	10	2	0	0	0	0	12
1966	8	0	0	0	0	0	8
1967	14	7	14	6	0	0	41
1968	15	1	0	0	0	0	16
1969	11	0	1	0	0	0	12
1970	15	10	12	0	0	0	37
1971	8	3	6	9	1	0	27
1972	7	5	0	0	0	0	12
1973	0	6	0	0	0	0	6
1974	-	2	-	-	-	0	2
TOTAL	116	68	66	56	26	1	333
Q MAX. m^3/s	9,90	28,8	97	299	930	1170	1170
Q MIN. m^3/s	1,25	10,3	30	109	300	1170	1,25

Débit maximal observé = 3 500 m^3/s (mars 1973)

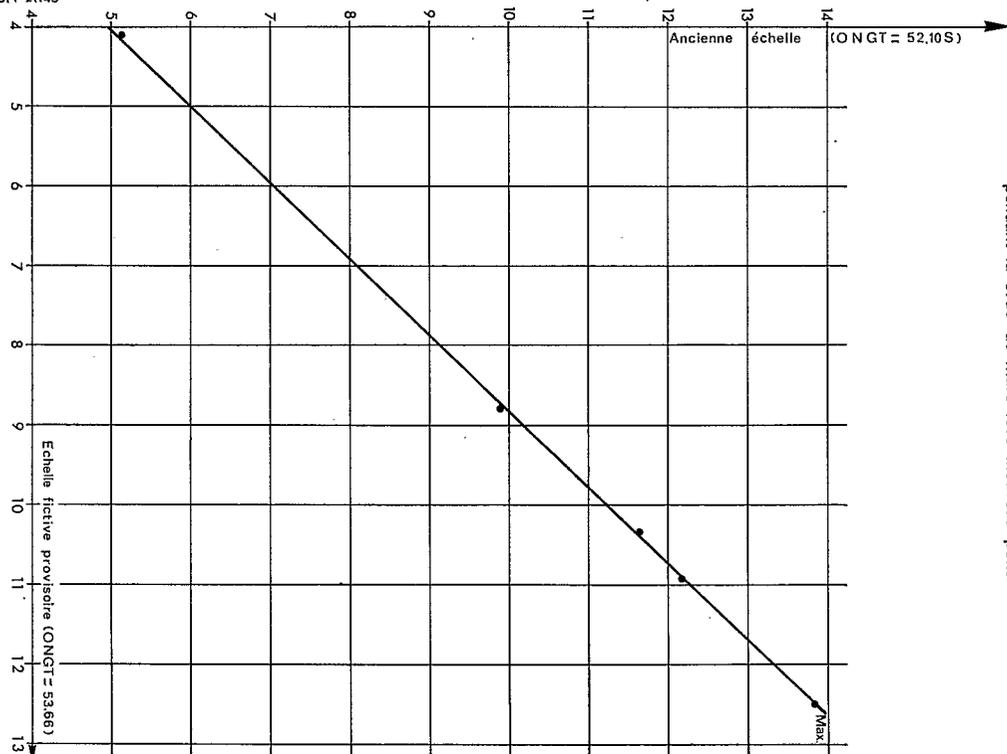
TUN-21144

Oued MEDJERDAH
Crues d'Octobre, Novembre, Décembre 69

Variation du temps de propagation des crues en fonction du débit entre les stations de SLOUGHIA et de MEDJEZ



TUN-21145



Corrélation des cotes à l'ancienne échelle (pont métallique) et à l'échelle fictive utilisée pendant la crue de Mars 1973 (nouveau pont)

MEDJERDAH à la SLOUGHIA

Gr: 2.3.2.4.3(c)

tarage de Mars 1973 jusqu'à 3 500 m³/s avec sûreté et même jusqu'à 4 000 m³/s avec incertitude encore assez faible. A 4 000 m³/s le nouveau pont doit se mettre en charge. Les jaugeages de 1948, 1949, 1950 se placent bien sur la courbe de 1973, ce qui confirme une certaine stabilité de la section.

2.3.2.4.4 Conclusion

Nous avons définitivement renoncé à traduire les hauteurs d'eau relevées à MEDJEZ EL BAB avant 1946. Pour la période postérieure à 1946 les résultats sont convenables après élimination de quelques résultats aberrants ou douteux, correction des débits d'étiage à partir des mesures de débits et enfin comparaison des débits à la SLOUGHIA et à MEDJEZ EL BAB. En Mars 1973 nous avons pu constater que le pont de MEDJEZ EL BAB, faisant barrage, modifie la forme de l'hydrogramme, les écoulements contournant le pont et aussi la colline où se trouve la vieille ville de MEDJEZ EL BAB, l'eau étant également stockée temporairement dans les zones d'inondation. En définitive on peut considérer que les résultats publiés plus loin sont convenables. Ils permettent en particulier d'apprécier les apports du bassin intermédiaire entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB.

2.3.2.5 LE MELLEQUE AU K 13

Cette station, dont les coordonnées sont :

6,845 gr de longitude est
40,130 gr de latitude nord,

contrôle un bassin versant de 9 000 km², plus du tiers du bassin total de la MEJERDAH.

2.3.2.5.1 Historique

Les observations limnimétriques ont débuté en 1901 mais nous n'avons pas de renseignements précis sur les échelles avant 1923. En Mai 1923, le poste limnigraphique équipé d'un limnigraphe RICHARD a été installé à son emplacement actuel, c'est-à-dire au sommet d'un puits maçonné en rive droite à environ 200 m en amont du pont de la route Le KEF-SAKIET SIDI YOUSSEF. La station comporte deux batteries d'échelles. Une batterie principale de 0 à 6,20 m est fixée sur le puits du limnigraphe. Sur un schéma datant de 1934 la cote du 0 de cette échelle est donnée égale à 327,68 NGT. Sur la fiche signalétique actuelle on lit 327,41 NGT. Nous ignorons si la différence provient d'une erreur de nivellement ou d'un décalage de l'échelle survenu depuis 1934. Une deuxième batterie d'échelles de 8 m est fixée au pont pour le repérage de la cote pendant les jaugeages.

Le limnigraphe a été emporté par la crue du 5 au 6 Octobre 1957 et réinstallé le 28 du même mois. Le 27 Septembre 1969 une crue très violente submerge l'appareil et l'emporte à nouveau. Il est réinstallé fin Octobre 1969.

2.3.2.5.2 Jaugeages

Depuis Juin 1948 jusqu'au début 1974 on ne dénombre pas moins de 2 884 jaugeages effectués à cette station. Ces jaugeages sont de valeurs inégales. Ci-après on trouvera un tableau récapitulatif par tranche de débit de ces jaugeages. On constate que plus de la moitié (1 575) correspondent à des débits inférieurs à 1 m³/s et plus de 81 % (2 349) à des débits inférieurs à 10 m³/s. Certains jours, jusqu'à 12 jaugeages ont été faits à raison d'un toutes les deux heures. A l'exception de trois séries de traversées faites au saumon et au moulinet en 1967 depuis le pont, les jaugeages au moulinet portent uniquement sur des débits d'étiage dépassant rarement 5 ou 6 m³/s. Jusqu'en 1965 ces jaugeages ont été faits de façon assez grossière avec un nombre restreint de verticales et au maximum trois points par verticale. De 1959 à 1965 le nombre élevé de ces jaugeages compense dans une certaine mesure leur valeur médiocre. Les mesures de vitesse de surface aux flotteurs concernent les crues, mais les débits qui en résultent sont souvent entachés d'erreurs en raison de l'imprécision sur l'évaluation de la surface mouillée qui peut varier beaucoup d'une crue à l'autre.

2.3.2.5.3 Etalonnage - Traduction hauteur-débit

Depuis 1948 grâce aux nombreux jaugeages existants (même de qualité médiocre), on a pu tracer 57 courbes de tarage correspondant à un même nombre de périodes de stabilité relative déterminée par l'examen des étiages. Les débits de basses et moyennes eaux sont connus approximativement, cependant il y a des incertitudes qui se retrouvent dans la comparaison des volumes d'écoulement annuels calculés au K 13 avec les valeurs emmagasinées au barrage de NEBEUR. Même en tenant compte du bassin intermédiaire, il y a des écarts relatifs assez importants parfois, pour les années sèches surtout. Pour les hautes eaux les débits de pointes ne sont pas toujours très sûrs, mais la correspondance des volumes globaux est peut-être un peu meilleure. En particulier en 1969 l'écart du volume calculé au K 13 et de celui estimé au barrage de NEBEUR est relativement faible. Avant 1948 il n'y a pas de jaugeage. Nous en avons été réduits à rechercher les étiages de chaque année et à définir ainsi des périodes de stabilité relative de la section. De 1923 à 1943, dix périodes de stabilité ont été ainsi définies pour ces étiages. On a arbitrairement fixé la cote du débit nul pour chacune de ces périodes de la façon la plus vraisemblable possible.

Pour les forts débits, en l'absence de mesures, une moyenne de toutes les courbes de tarage postérieures à 1943 a été faite. La courbe moyenne obtenue a été raccordée aux points de débit nul définis pour chaque période. On obtient ainsi dix barèmes qui, quoique très imparfaits, permettent une traduction des hauteurs en débits pas trop éloigné des débits vrais.

2.3.2.5.4 Conclusion

Cette station, malgré l'imperfection des résultats obtenus par suite du manque de jaugeages de crues, est fort intéressante par la longueur de la période d'observation et du fait qu'elle contrôle plus du tiers du bassin versant. Elle est bien représentative de la zone sud du bassin de la MEJERDAH. Elle est également importante pour la protection du barrage de NEBEUR pour lequel d'ailleurs il semble que les débits maximaux envisagés lors de la construction du barrage en 1953 doivent être revus et augmentés à la suite des observations faites en particulier en 1969.

2.3.2.6 LE RHEZALA A FERNANA

Cette station, dont les coordonnées sont :

7 gr 074 est
40 gr 716 nord,

est située à l'exutoire d'un bassin versant de 138 km². Elle représente assez bien la partie nord-ouest du bassin de la MEJERDAH.

2.3.2.6.1 Historique

Mise en service le 20 Novembre 1946, cette station était équipée à l'origine d'un limnigraphe à flotteurs RICHARD, réduction au 1/20 monté sur un puits situé en rive droite, à une douzaine de mètres à l'aval du pont de la route JENDOUBA- AIN DRAHAM. Une batterie d'échelles à maximums (tube à décoloration) était scellée sur le puits, la cote du 0 étant environ à 230 m.

En juillet 1966 la numérotation des éléments d'échelles en fonte a été modifiée (100 à 515 au lieu de 0 à 414 cm). Une réglette d'acier graduée en mm a été ajoutée immédiatement au-dessous de l'élément d'échelle inférieur.

Le 18 Mai 1969 le limnigraphe RICHARD hebdomadaire a été échangé contre un limnigraphe STEVENS longue durée (type A 33). Il convient de remarquer que les échelles étant situées à l'aval du pont et aucun seuil artificiel de stabilisation n'ayant été construit, on doit avoir des doutes sur la stabilité de la section, cela d'autant plus que le fond du lit est constitué de bancs de galets. En fait, si en basses eaux un détarrage apparaît à chaque crue importante, l'examen des profils en travers montre que la courbe des sections mouillées peut être considérée comme fixe pour les cotes supérieures à 250 (Q > 44 m³/s).

2.3.2.6.2 Jaugeages

Le tableau 2.3.2.6.2 (1) donne la récapitulation chronologique du nombre de jaugeages effectués par année à FERNANA. Le nombre total de jaugeages s'élève à 956 dont 71 % concernant des débits inférieurs à 1 m³/s et 93 % des débits inférieurs à 10 m³/s. Le nombre élevé de jaugeages entre 1950 et 1959 s'explique par une proportion importante de jaugeages d'étiage au moulinet et de crues aux flotteurs. A partir de 1960 les flotteurs ont été abandonnés et les mesures d'étiage faites généralement à la cadence d'une par quinzaine excepté en 1965 où la station a été mal suivie.

2.3.2.6.3 Etalonnage - Traduction hauteur-débit

On a pu déterminer trente périodes de stabilité pour chacune desquelles un barème a été établi. Les parties basses des courbes d'étalonnage ont été tracées sans trop de difficultés jusqu'à 3 m³/s à partir des jaugeages nombreux. Pour les débits plus élevés on dispose principalement de jaugeages continus faits au saumon de 50 kg depuis le pont les 12 et 13 Décembre 1968, ainsi que le 4 Janvier 1969. Les courbes moyennes eaux jusqu'à la cote 250 (Q = 44 m³/s) ont ainsi été tracées. Au-delà une extrapolation a été faite à partir des sections mouillées et de la courbe de vitesses moyennes à laquelle on a adapté une équation parabolique :

$$v = 0,325 \sqrt{H \text{ cm} - 70}$$

m/s

La courbe ainsi obtenue par extrapolation est très voisine de celles obtenues par les séries anciennes de jaugeages aux flotteurs. On peut ainsi espérer que l'étalonnage des hautes eaux est bon.

TABLEAU 2.3.2.5.3. (1)

MELLEGUE AU K 13

(RECAPITULATION CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE DE JAUGEAGES PAR TRANCHE DE DEBIT m^3/s)

DATE	$Q < 1m^3/s$	$1 \leq Q < 10$	$10 \leq Q < 30$	$30 \leq Q < 100$	$100 \leq Q < 300$	$300 \leq Q < 1000$	$1000 \leq Q$	TOTAL
1948	7							7
1949	22	8	2	1				33
1950	27	13	3	3	3			49
1951	38	17	5	13	8	9	1	91
1952	26	21	2	1				50
1953	17	21	1	2				41
1954	2	10	1	1				14
1955	29	20	13	4	9			75
1956	27	11						38
1957	28	17	3		1			49
1958	29	18	4					51
1959	14	76	40	18	3			151
1960	69	107	26	16	3			221
1961	301	35	6	11	1			354
1962	261	78	18	26	7	1		391
1963	221	55	42	53	20	6		397
1964	202	128	39	26	12	5		412
1965	154	85	22	13	3			277
1966	10	2						12
1967	15	8	5	14	7			49
1968	15	6		2	1			24
1969	12	8						20
1970	15	6						21
1971	13	3						16
1972	12	6						18
1973	8	9						17
1974		6						6
TOTAL	1574	774	232	204	78	21	1	2884
Q MAX.	998 l/s	9,95 m^3/s	29,6 m^3/s	99 m^3/s	288 m^3/s	895 m^3/s	1000	1000
Q MIN.	62 l/s	1,00 m^3/s	10,2 m^3/s	30 m^3/s	100 m^3/s	302 m^3/s	1000	0,062

Débit maximal (estimé) (1969) : 4480 m^3/s

Les traductions hauteurs-débits se sont faites sans grande difficulté en interpolant pour suppléer quelques observations manquantes (avec un contrôle par la station du BOU HEURIMA). Quelques lacunes subsistent. On notera encore que le dépouillement des limnigrammes était rendu un peu difficile par la petite échelle de temps des enregistrements.

2.3.2.6.4 Conclusion

Cette station est une des meilleures dont nous disposons grâce à sa relative stabilité et du fait du petit nombre de lacunes dans les observations.

2.3.2.7 BOU HEURIMA A KEF RHIRA

Cette station, immédiatement à l'aval du confluent du RHEZALA et de l'Oued EL LIL, contrôle un bassin versant de 390 km² dont 108 km² sont contrôlés par le barrage de BEN METIR. Les coordonnées sont

7 gr 170 est
40 gr 752 nord

2.3.2.7.1 Historique

Cette station a été installée en Décembre 1961 en vue de l'étude des caractéristiques d'une éventuelle retenue artificielle (en cours de réalisation en 1974).

Elle était équipée d'un limnigraphe à flotteurs RICHARD (hebdomadaire) et d'une batterie d'échelle en fonte de 0 à 500 cm dont la numérotation a été décalée de 1 m vers le bas en 1966 pour éviter les lectures négatives (le 0 est approximativement à la cote 185 NGT). Cet équipement est installé en rive droite (lit mineur) sur la partie amont d'une des piles du pont qui est utilisé pour les jaugeages de crues au saumon. Il faut mentionner l'existence éphémère en amont du pont d'un déversoir en béton muni d'un élément d'échelle et ayant servi en 1963 et 1964 pour les observations d'étiage. L'ensemble du lit, constitué de galets, est particulièrement instable et présente un profil en travers tourmenté. Cette station est maintenant abandonnée du fait de la construction du barrage.

2.3.2.7.2 Les jaugeages

378 jaugeages ont été faits entre 1961 et 1973 (après élimination de 7 jaugeages douteux à plus de 100 m³/s que nous avons dû écarter pour l'année 1963). Le tableau 2.3.2.7.2 (1) récapitule ces jaugeages par tranche de débit et par année. On constate que 50 % des jaugeages correspondent à moins de 1 m³/s, 68 % à moins de 10 m³/s et 82 % à moins de 30 m³/s.

2.3.2.7.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits

1° - Etiages

L'examen des résultats de jaugeages à gué a permis de dégager neuf périodes de stabilité relative en étiage, auxquelles correspondent neuf courbes de tarage différentes. La dispersion des mesures autour des courbes reste assez grande. Ceci est dû en partie aux lâchures du barrage de BEN METIR et à la vidange périodique des bassins de décantation de la SONEDE situés en amont. Du fait de l'instabilité du lit, ces arrivées d'eau produisent des détarages de faible amplitude mais fréquents, même en période d'étiage naturel. On a dû procéder à de nombreuses rectifications de débit à partir des jaugeages d'étiage.

2° - Moyennes eaux

La courbe d'étalonnage valable entre 10 et 450 m³/s repose essentiellement sur les deux séries de jaugeages au saumon de 1966. L'une a été faite lors de la grande crue du 22 au 23 Avril 1966, l'autre au cours de la crue artificielle provoquée à l'aide du barrage de BEN METIR et à la demande du Service Hydrologique. Dépouillées en jaugeages continus par verticales, ces mesures sont en bonne concordance. La courbe de tarage expérimentale diffère notablement des courbes théoriques construites en 1963-64 et en 1965-66, ce qui démontre, si besoin était, la nécessité de disposer de quelques jaugeages de bonne qualité au moins pour caler les courbes de tarage.

3° - Extrapolation de la courbe pour les cotes supérieures à 360

Faute de mesures, il a bien fallu extrapoler la courbe obtenue jusqu'à cette cote. L'extrapolation à partir des vitesses et des sections n'a pas été possible, car la relation $V \rightarrow H$ présente des irrégularités notoires, on a donc utilisé une extrapolation mathématique qui conduit, à partir des jaugeages connus, à la formule :

$$Q = 0,132 (H - 154)^{1,51} \quad \text{où } H \text{ est en cm et } Q \text{ en m}^3/\text{s}$$

La traduction hauteurs-débits a été corrigée en tenant compte des débits du RHEZALA pour corriger quelques anomalies qui n'étaient pas dues au barrage de BEN METIR.

TABLEAU 2.3.2.6.2.(1)

RHEZALA A FERNANA

(RECAPITULATION CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE DE JAUGEAGES PAR TRANCHE DE DEBIT m^3/s)

ANNEE	$Q < 10 \text{ m}^3/s$	$10 \leq Q < 100$	$0,1 \leq Q < 1$	$1 \leq Q < 10$	$10 \leq Q < 30$	$30 \leq Q < 100$	$Q > 100$	TOTAL
1947	2	4	5	2	0	0	0	13
1948	1	3	1	5	1	4		15
1949	9	10	4	6	2	1		32
1950	3	8	14	12	7	2		46
1951	9	12	30	14	1	4		70
1952	3	15	19	23	3	3		66
1953	0	18	24	17	3	1		63
1954	0	7	11	20				38
1955	4	16	21	9	2		1	53
1956	1	19	17	14	7	2	1	61
1957	5	11	23	16		2		57
1958	10	11	25	10	1			57
1959		13	29	14	1			57
1960		12	22	8		1		43
1961	4	12	7	3		1		27
1962		10	12	4				26
1963		8	12	2				22
1964		15	8					23
1965		1	2					3
1966	1	4	8	3				16
1967	3	7	7	2				19
1968	5	4	11	6	6	4		36
1969	5	5	11	11				32
1970	3	8	5	4				20
1971		7	8	7	1	1		24
1972		8	9	1				18
1973		7	6	2				15
1974			4					4
TOTAL	68	255	355	215	35	26	2	956
Q MAX.	$0,009 \text{ m}^3/s$	$0,096 \text{ m}^3/s$	$0,995 \text{ m}^3/s$	$0,96 \text{ m}^3/s$	$29,0 \text{ m}^3/s$	$80,7 \text{ m}^3/s$	$131 \text{ m}^3/s$	131
Q MIN.	$0,001 \text{ m}^3/s$	$0,010 \text{ m}^3/s$	$0,101 \text{ m}^3/s$	$1,00 \text{ m}^3/s$	$10,2 \text{ m}^3/s$	$30,1 \text{ m}^3/s$	$115 \text{ m}^3/s$	0,001

Q maximal observé $260 \text{ m}^3/s$ (extrapolation) (1946) - (1958)

TABLEAU 2.3.2.7.2. (1)

BOU HEURTMA A KEF RHIRA

(RECAPITULATION CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE DE JAUGEAGES PAR ANNEE ET TRANCHES DE DEBIT m^3/s)

ANNEE	Q < 0,1	Q ≥ 0,1 Q < 1	Q ≥ 1 Q < 10	Q ≥ 10 Q < 30	Q ≥ 30 Q < 100	Q ≥ 100 Q < 300	Q ≥ 300	TOTAL
1961	0	2	1	0	0	0	0	3
1962	1	15	7	13	6	1	0	43
1963	1	17	12	7	4			41
1964	1	23	1	22	36	6	0	89
1965	3	11	2	0	0	0	0	16
1966	1	19	13	9	7	6	4	59
1967	0	15	2	0	0	0	0	17
1968	0	16	7	0	0	0	0	23
1969	4	9	5	0	0	0	0	18
1970	2	13	6	0	0	0	0	21
1971	1	13	7	0	0	0	0	21
1972	-	16	3	0	0	0	0	19
1973	-	6	2	0	0	0	0	8
TOTAL	14	175	68	51	53	13	4	378
Q MAX. m^3/s	0,088	0,967	9,0	29,8	93,0	281	407	407
Q MIN. m^3/s	0,020	0,113	1,01	10,0	30,0	103	330	0,020

Débit maximal observé : $Q = 411 m^3/s$

2.3.2.7.4 Conclusion

Les résultats, bien que n'étant pas d'une qualité remarquable, sont convenables. La comparaison faite ultérieurement pour l'étude des débits avec le RHEZALA montre, compte-tenu du barrage de BEN METIR, que les résultats obtenus aux deux stations sont tout à fait compatibles.

2.3.3 LES STATIONS SECONDAIRES

A titre d'exemple nous donnons ci-après les principales caractéristiques de quelques stations secondaires. Il serait sans intérêt de procéder à une telle étude pour toutes les stations. Notre but est simplement d'expliquer pourquoi les relevés de ces stations ne sont guère exploitables dans le cadre de cette monographie.

2.3.3.1 LA MEJERDAH A PONI-TRAJAN

Cette station, située sur le pont de chemin de fer de la ligne TUNIS-GHARDIMAOU au P K 105, contrôle un bassin versant de 17 200 km². Ses coordonnées sont :

7 gr 659 est
40 gr 703 nord

2.3.3.1.1 Historique

Le début des observations limnimétriques date d'Octobre 1949. L'appareil est un limnigraphe RICHARD à flotteurs, réduction au 1/100 avec un tambour à rotation hebdomadaire. Il est fixé sur la pile centrale du pont côté amont. Une batterie d'échelles limnimétriques comportant 14 éléments de 0 à 14 m est fixée sur la pile centrale le long de la buse. Le zéro des échelles auquel correspond le bas de la buse du limnigraphe est *au-dessus* du niveau de l'eau en étiage. Les cotes négatives sont lues par l'observateur à l'aide d'un mètre, le niveau à l'étiage variant de -50 cm à -100 cm. Toutes les cotes négatives ($H = 0 \quad Q \sim 35 \text{ m}^3/\text{s}$) ne sont donc pas enregistrées et les lectures de l'observateur sont souvent douteuses.

Le 12 Juillet 1966, les éléments du bas de l'échelle sont abaissés de 2 m ainsi que le bas de la buse. Les cotes d'étiage sont maintenant enregistrées mais les éléments 2 - 3 et 3 - 4 m sont doublés, ce qui donne la numérotation suivante pour les échelles = 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 2-3, 3-4, 5, 6,14. En crue, il y a donc une ambiguïté lorsque les lectures sont comprises entre 2 m et 6 m, car on ne sait pas sur quelles échelles les lectures sont faites, ce qui peut conduire à un écart de 2 m avec la réalité.

Le nivellement du sommet de l'échelle par rapport au repère du nivellement général scellé sur la façade du tunnel (côté MARIJOUBA) donne une cote de 109 m 136 NGT. Ce qui donne pour le 0 actuel de l'échelle 93 m 136 NGT.

Le 21 Juin 1967 la réduction de l'enregistreur passe de 1/100 à 1/30, le même enregistreur RICHARD étant en fonctionnement depuis 1949. Aucune modification notable du lit ou du pont n'est à signaler pour toute la période d'observations.

2.3.3.1.2 Jaugeages

On dispose au total de 130 jaugeages à cette station d'assez bonne qualité généralement. Il est regrettable cependant qu'il n'y en ait aucun pour la période 1950 à 1962. La stabilité apparente de la station permet de ne pas trop s'inquiéter de cette lacune. Le premier jaugeage a été effectué en Avril 1948. En Décembre 1948 et Janvier 1949 une bonne série de jaugeages de crues ont été faits jusqu'à 675 m³/s.

2.3.3.1.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits

En décalant la numérotation des échelles entre 1967 et 1970 on a pu tracer une seule courbe d'étalonnage. Les jaugeages de crue anciens ont permis de tracer une courbe hautes eaux qui se raccorde très bien avec la courbe basses et moyennes eaux établie à partir des jaugeages effectués de 1962 à 1970. Cette courbe a été prolongée jusqu'à 1 250 m³/s ce qui représente une extrapolation assez hasardeuse, mais compte-tenu du profil en travers qui donne une courbe hauteur-section mouillée très régulière et compte-tenu de la comparaison avec les débits de BOU SALEM cette extrapolation se justifie bien. En particulier cette courbe traduit les débits de crue observés en automne 1969 qui n'ont pas été jaugés à PONI-TRAJAN. La concordance des débits maximaux avec ceux de BOU SALEM est bonne. Si l'on a une seule courbe d'étalonnage il a fallu cependant utiliser plusieurs barèmes pour tenir compte du décalage d'échelles et l'on a dû se livrer à de nombreux changements pour traduire les débits des hauteurs comprises entre 2 et 6 m lorsque l'ambiguïté semblait levée sur ces lectures. Les enregistrements du limnigraphe (qui a bien fonctionné par ailleurs) ne sont pas bons. Il manque tous les étiages, les débuts et les fins de crues, de plus, la réduction au 1/100 rend peu sensible le dépouillement des hauteurs. Les lectures de l'observateur, de qualité très médiocre, ne permettent pas de corriger et compléter les enregistrements.

Les résultats font apparaître entre 1949 et 1966 des débits moyens journaliers très forts et très nettement supérieurs à ceux de BOU SALEM, surtout pour les valeurs inférieures à 40 m³/s. Au-dessus de 60 m³/s l'accord est cependant convenable. La différence ne peut s'expliquer par les apports du bassin intermédiaire (850 km²). Il ne serait par ailleurs pas justifié de réduire les débits de la courbe de tarage entre 2 et 60 m³/s car les jaugeages sont de bonne qualité et la section stable. Seule la mauvaise qualité des observations limnimétriques peut expliquer cette surestimation des débits d'étiage. En l'absence de jaugeages durant la période considérée on ne peut effectuer de correction à partir des courbes de tarissement.

De 1949 à 1966 par conséquent, seuls les débits supérieurs à 60 m³/s sont correctement établis. Pour les débits inférieurs à 60 m³/s on utilisera avec avantage les débits de BOU SALEM.

2.3.3.1.4 Conclusion

Cette station aurait pu fournir de bons résultats, si ce n'étaient les défaillances du dispositif limnigraphique et les mauvaises lectures de l'observateur.

Six années complètes seulement sont disponibles.

2.3.3.2 LA MEJERDAH A DJEJEDA

PONT VOIE FERREE ET PONT DE LA ROUTE DE MATEUR

Ces stations ont les coordonnées suivantes :

Pont voie ferrée	8 gr	476 est
	40 gr	938 nord
Pont route MATEUR	8 gr	436 est
	40 gr	443 nord

Ces stations contrôlent respectivement des bassins versants de 22 680 km² et 22 100 km².

2.3.3.2.1 Historique

Le 20 Novembre 1923 une lettre porte décision d'installer un limnigraphe RICHARD (réduction au 1/20) en accord avec la CFT sur la pile centrale du Pont voie ferrée de la ligne TUNIS-GHARDIMAOU au PK 29,5. En Décembre 1924 le limnigraphe est installé et mis en route. L'appareil est posé sur une buse métallique de 8 m de longueur sur la pile centrale côté amont. Il n'y a pas d'échelle limnimétrique. Le 8 Octobre 1928 à la suite du décès de l'observateur l'appareil est abandonné jusqu'au 31 Janvier 1929. En Avril 1931, six éléments d'échelles en fonte sont mis en place sur la pile centrale côté R.G. Le zéro est nivelé à 12,48 NGP.

Le 31 Janvier 1933, les Services Centraux refusent l'installation d'une batterie d'échelles au Pont route de MATEUR.

Le 8 Février 1935, le rapport de réduction du limnigraphe est changé de 1/20 à 1/30, mais à partir de cette date les enregistrements manquent jusqu'en Juillet 1940. La station semble délaissée à cette date et nous notons de nombreuses lacunes dans les enregistrements jusqu'en 1945.

C'est probablement entre 1945 et 1947 que sont installées quatre batteries d'échelles entre le Pont route de MATEUR et celui de la voie ferrée (il n'y a pas de compte rendu d'installation) pour suivre les lignes d'eau rendues très irrégulières par la présence d'un ouvrage ancien (Andalou du XVII^{ème} siècle) qui fonctionne comme un déversoir pouvant s'envoyer pour des cotes élevées. Aucun relevé suivi de ces batteries d'échelles ne nous est parvenu.

Le 8 Décembre 1952 une crue importante endommage le bas de la gaine du limnigraphe qui est supprimé. Le flotteur ne descend plus au-dessous de 2 m à l'échelle. Les cotes inférieures ne sont pas enregistrées. Cette situation dure jusqu'en Mai 1965 date à laquelle la gaine du limnigraphe est redescendue de 3 m (6 Mai 1965) et les échelles décalées d'environ 2,70 m vers le bas (28 Mai 1965).

En Octobre 1969 la buse est de nouveau endommagée et sera remise en état le 24 Avril 1970. La base de la buse correspond alors à la cote H = 3 m.

En Mars 1973 la buse est mise entièrement hors d'usage par une crue qui passe sur le platelage du pont. Elle est définitivement abandonnée.

Station au Pont route de MATEUR

En 1965 la Direction des Grands Travaux installe au Pont de la route de MATEUR un limnigraphe à pression NEYRPIC et 8 m d'échelles limnimétriques. Le limnigraphe n'a jamais fonctionné correctement et a été abandonné. Les échelles ont été scellées dans leur numérotation actuelle en Janvier 1966. Elles n'ont jamais été

relevées de façon suivie sauf pendant les jaugeages. Le zéro de l'échelle est à 15,40 NGT. Plus facile d'accès cette station 3 km à l'amont du Pont de la voie ferrée a servi à l'étalonnage de cette dernière malgré la différence de bassin versant due à la confluence du CHAFFROU entre les deux (superficie du bassin du CHAFFROU: 580 km²).

Cet historique aura permis de se rendre compte de la mauvaise exploitation faite de cette station.

2.3.3.2.2 Les jaugeages

Il y a fort peu de jaugeages intéressants faits au Pont voie ferrée (depuis le pont ils sont impraticables ou dangereux et seuls quelques jaugeages en moyennes eaux ont été faits en bateau). Tous les autres jaugeages sont des jaugeages d'étiage à gué. Quelques jaugeages faits au Pont de la route de MATEUR nous ont été transmis avec les cotes correspondantes du Pont voie ferrée sans que nous puissions être sûrs du synchronisme des lectures, la plupart des jaugeages en hautes eaux ont été faits au Pont-route en particulier par NEXYPIC en 1948-49 (le niveau de l'eau était rapporté à des cotes NGT en l'absence d'échelle de crue à cet endroit). Une deuxième série de jaugeages importants ont été faits à l'automne 1969 par le Service Hydrologique de la D.R.E. (plus de trente traversées), malheureusement les cotes au Pont voie ferrée n'ont pu être relevées à cette époque. Les premiers jaugeages datent du début du siècle, mais même dans la période récente les lacunes sont nombreuses et importantes.

2.3.3.2.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits

La relative stabilité du lit des deux stations est un facteur favorable :

- au Pont voie ferrée la variation des cotes d'étiage absolu sur toute la période est de l'ordre de 30 cm.
- au Pont-route de MATEUR, les courbes d'étalonnage hautes eaux établies avec les jaugeages de 1948-49 sont très voisines de celles établies avec les jaugeages de 1969.

En hautes eaux

L'étalonnage de la station du Pont-route a pu être établi de façon assez satisfaisante à partir des jaugeages existants. On a pu tracer trois courbes voisines avec les jaugeages faits en 1948-49, 1966 et 1969. Le problème était de transposer ces courbes à la station du Pont voie ferrée où les jaugeages au-delà de 200 m³/s sont peu sûrs et peu nombreux. Une corrélation assez grossière a été établie entre les deux stations en effectuant les opérations suivantes :

- a) - Etablissement des courbes section mouillée - hauteur d'échelle pour les deux stations, d'après les profils de 1948 et Septembre 1968.
- b) - Détermination des cotes correspondant à la même section mouillée pour les deux stations (en s'appuyant tout de même sur trois points expérimentaux sûrs dont le maximum de 1969).
- c) - Transposition des courbes d'étalonnage du Pont-route de MATEUR au Pont voie ferrée d'après cette corrélation d'échelles.

Ceci suppose que pour toute la gamme des hauteurs d'eau considérées on ait le même débit et les mêmes vitesses pour la même section mouillée aux deux stations, donc pente, rugosité et forme de section à peu près semblables. Sans affirmer que ces conditions sont rigoureusement remplies nous remarquerons que chacune des sections est limitée par l'architecture d'un pont, que le fond est très plat et la pente très faible sur ce tronçon de l'Oued. Par contre, la présence du pont ancien demeure gênante. L'influence de cet ouvrage n'est pas établie et il est possible que la corrélation en crue soit différente de la corrélation à la décrue. Faute de mieux nous devons nous contenter de ces déductions.

En basses eaux

Les jaugeages d'étiage sont extrêmement dispersés et il est probable que les confusions d'échelles entre les deux stations et les différentes numérotations y sont pour quelque chose.

Les légers détarages en basses eaux sont indiscernables dans ces conditions, et cela d'autant plus que les jaugeages sont faits à des intervalles de temps trop longs.

Pour les trois périodes correspondant aux courbes d'étalonnage hautes eaux établies auparavant nous avons pu raccorder trois courbes d'étalonnage basses eaux vraisemblables passant au milieu d'un nuage de points assez dispersés. Il n'a pas paru utile de déterminer un plus grand nombre de courbes d'étalonnage, car le gain de précision ainsi obtenu sur les débits d'étiage aurait été tout à fait illusoire.

La traduction hauteurs-débits a donc été faite avec trois barèmes :

- Barème n° 300 de Septembre 1930 au 28 Mai 1965
- Barème n° 651 du 28 Mai 1965 au 26 Septembre 1969
- Barème n° 691 à partir du 26 Septembre 1969

2.3.3.2.4 Conclusion

Les résultats obtenus sur cette station, pourtant une des plus anciennes du réseau, sont extrêmement décevants. En effet, si l'on considère que cette station est assez stable pour un cours d'eau d'AFRIQUE du Nord, qu'elle n'est qu'à 25 km de TUNIS et qu'elle contrôle la dernière section facilement mesurable avant l'embourchure de la MEJERDAH, on ne peut que regretter qu'elle ait été si mal exploitée. En définitive, nous n'avons pu reconstituer que *six années complètes*, ce qui interdit toute étude approfondie du régime hydrologique et nous a conduits à placer cette station parmi les stations secondaires.

Les analyses d'eau recueillies sont peu nombreuses et ne permettent que quelques estimations. A l'avenir la station devrait être entièrement placée au Pont-route de MATEUR et mieux suivie.

2.3.3.3 LE MELLEGUE AU K 22

La station du MELLEGUE au K 22 contrôlait un bassin de 10 509 km² et ses coordonnées étaient :

40 gr 297 de latitude nord
6 gr 994 de longitude est

2.3.3.3.1 Historique

Cette station avait été installée en vue d'obtenir quelques données précises sur le régime du MELLEGUE à proximité du site du barrage du MELLEGUE à NEBEUR avant la construction de ce barrage. Actuellement, cette station est noyée dans la retenue du barrage.

Elle a été installée en 1944-45, les observations ont débuté en Décembre 1945 et se sont poursuivies jusqu'en Août 1953, avec un arrêt en 1947-48 et un autre en 1952-53. Les installations mises en place avaient dû coûter assez cher et l'on peut penser qu'il est dommage de n'avoir pas essayé d'installer un téléphérique de mesure. En effet, la station comportait les dispositifs suivants :

- un grand déversoir de 30 m d'ouverture de type seuil épais rectangulaire de 5 m d'épaisseur;
- un deuxième grand déversoir de 28 m d'ouverture, de même type, qui contrôlait le reste de la section dans l'alignement du premier, mais dont le radier était à une cote plus élevée de 1,28 m;
- en aval de ces deux déversoirs il y avait un petit déversoir de 2 m de large pour les débits d'étiages;
- entre les deux grands déversoirs il y avait un limnigraphe placé dans un puits dont la base était arasée au niveau du radier du seuil de 30 m. C'était un limnigraphe RICHARD à flotteurs à rotation hebdomadaire et réduction au 1/30. Les enregistrements sont bons dans l'ensemble, quelques trous étant comblés à l'aide de lectures d'échelle ou de relevé de laisses de crues. La hauteur maximale observée était de 3,92 m le 6 Janvier 1949. Pour les faibles débits, la précision du limnigraphe n'est pas très bonne vue la largeur de l'ouvrage.

2.3.3.3.2 Jaugeages

Les premiers jaugeages remontent à 1948 pour les faibles débits : ils étaient faits au moulinet mais de façon très simplifiée. Les gros débits étaient mesurés aux flotteurs sur base de 50 m, souvent moins même. Les jaugeages les plus importants aux flotteurs sont ceux du 21 Septembre 1949 avec les débits de 65 et 56 m³/s.

2.3.3.3.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits

Les constructeurs du déversoir avaient prévu d'utiliser une formule de déversoir à seuil épais du type :

$$Q = KL \sqrt{2g} H^{3/2}$$

Les formules utilisées étaient les suivantes :

- Déversoir de 2 m $Q = 0,35 \times 2 \sqrt{2g} H^{3/2}$
- Déversoir de 30 m $Q = 0,45 \times 30 \times 2 \sqrt{2g} H^{3/2}$
- Déversoir de 28 m $Q = 0,45 \times 27,95 \times 2 \sqrt{2g} H^{3/2}$

En fait, nous avons procédé à des corrections pour les grands déversoirs :

- 1°/ - Corrections provenant des mesures de débit en crue : le coefficient de débit n'est pas 0,45 mais 0,60;
- 2°/ - Corrections portant sur H : la cote du plan d'eau doit être mesurée au moins à une distance égale à 2,5 H vers l'amont. Or, la mesure était faite sur le seuil même ; on mesurait donc la hauteur contractée $h = \frac{2}{3} H$ d'où les deux corrections faites .

Compte-tenu de ces corrections, on a pu tracer une courbe d'étalonnage correcte. La traduction des hauteurs en débits n'a pas été trop difficile sauf pour les étiages. La comparaison des résultats avec ceux du MELLEGUE au K 13 permet de penser que les résultats sont corrects. Malheureusement, il n'y a que quatre années de mesures complètes.

2.3.3.4 LE TESSA AUX ZOUARINES

Cette station est située dans la plaine des ZOUARINES. Ses coordonnées sont :

40 gr 035 de latitude nord
7 gr 505 de longitude est

à la cote approximative de 571 m. Elle contrôle un bassin versant de 408 km².

2.3.3.4.1 Historique

La station a été installée en Octobre 1960 et les mesures ont débuté en Mars 1961.

Nous avons peu de renseignements sur les échelles posées à l'origine. Les plus hautes lectures sont à 2,30 m en Septembre 1965 et 5,84 m en 1969. Jusqu'au 27 Septembre 1969, il n'y a pas eu de modifications. Au cours des crues de 1969, le seuil de contrôle a été détruit avec son soubassement rocheux et la section s'est approfondie de 2,26 m. Une nouvelle batterie d'échelles a été mise en place le 4 Août 1970, le 0 de l'ancienne échelle correspondant à la cote 2 m de la nouvelle. Un limnigraphe a fonctionné jusqu'aux crues de 1969 (pendant lesquelles il a été détruit), il était installé en rive droite. C'était un RICHARD à flotteurs, rotation hebdomadaire, au 1/20.

2.3.3.4.2 Jaugeages

Les premiers jaugeages connus remontent à Juin 1955. Ce sont des jaugeages "simplifiés" dont la valeur est bien douteuse. En crue, les jaugeages étaient effectués aux flotteurs sur une base inférieure à 50 m. A partir de 1966, la station est équipée d'un téléphérique qui sera emporté par les crues en 1969.

Les plus importants jaugeages sont les suivants :

8	Juin	1963	Q = 19 m ³	} aux flotteurs
			Q = 13 m ³	
11	Septembre	1967	Q = 19 m ³ /s	} au moulinet suspendu
			Q = 28 m ³ /s	
			Q = 17 m ³ /s	
26	Septembre	1969	Q = 46 m ³ /s	au moulinet suspendu

2.3.3.4.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits

De 1961 à 1969, la station est restée convenablement stable. En 1966, un seuil en béton a consolidé la section mouillée qui n'a pas changé jusqu'aux crues de 1969.

Deux courbes d'étalonnage ont été établies :

- 1°/ - De 1961 au 27 Septembre 1969 (à 20 h), il n'y a pas eu de difficultés jusqu'à 50 m³/s. La hauteur d'eau maximale relevée depuis les crues de 1969, grâce aux délaissés de crues sur les berges, étant de 5,84 m nous avons estimé le débit par un calcul à partir de la section mouillée et de la pente; le débit à cette cote maximale serait de 1 250 m³/s à 10 % près;
- 2°/ - A partir du 27 Septembre 1969 à 20 h, une deuxième courbe d'étalonnage a été tracée qui repose, jusqu'à 0,7 m³/s, sur les nouveaux jaugeages. Au-delà nous l'avons raccordée au débit maximal de 1969. Cette extrapolation est assez hardie mais la partie basse de la courbe couvrait pratiquement tous les débits observés. Il ne doit pas y avoir trop d'erreurs dans les traductions.

2.3.3.4.4 Conclusion

On a ainsi récupéré huit ans d'observations et les résultats ont été utilisés. Cependant, la période d'observation est bien courte et l'extrapolation des courbes de tarage pour les forts débits est tout de même assez hasardeuse.

2.3.3.5 L'OUSSAFA A M 12 (SILLANA)

Cette station se trouve au débouché de l'Oued OUSSAFA dans la plaine de SILLANA. C'est à partir de cet endroit que l'OUSSAFA prend le nom de SILLANA.

Les coordonnées de la station sont :

39 gr 960 de latitude nord

7 gr 885 de longitude est

L'altitude de la station est d'environ 508 m. Le bassin versant contrôlé a une superficie de 390 km²

2.3.3.5.1 Historique

En 1927 un canal déversoir rectangulaire a été construit en maçonnerie. Sa longueur était de 12,7 m, sa largeur de 8 m, la hauteur des berges de 4 m.

Entre 1927 et 1929, un petit déversoir rectangulaire de 1 m de large sur 0,4 m de haut avait été aménagé à la sortie du canal. Il était constitué de deux petites murettes de 3,5 m sur 0,4 m qui barraient le canal, laissant entre elles une échancrure de 1 m de large sur 0,4 m de haut. La murette en rive gauche ayant été détruite par une crue en Mars 1929, le déversoir a été déplacé en 1930 en rive droite contre le limnigraphe. Ce petit déversoir a été supprimé à une date inconnue qui se situerait (après examen de la limnimétrie) entre 1944 et 1960 (date à laquelle la SCET a pris en compte le bassin de la SILLANA).

Une batterie d'échelles de 0 à 4 m était installée en rive gauche face au limnigraphe, le 0 de l'échelle correspondant au seuil du déversoir. Un limnigraphe à flotteurs Jules RICHARD, réduction au 1/25, était placé en rive droite sur la berge du canal.

Le 3 Août 1960, des échelles ont été réinstallées (0 - 3 m) en rive droite. Le 5 Novembre 1962 cette échelle a été déplacée en rive gauche et un élément de 3 à 5 m a été posé en rive droite. Les échelles mises en place en 1960 ont été décalées de 0,40 m vers le haut par rapport à celles installées en 1927 (cela correspond à la suppression du petit déversoir).

Un limnigraphe à bulle NEYRPIC (de 0 à 6 m) a été installé le 11 Octobre 1960 puis remplacé par un limnigraphe RICHARD à flotteurs le 9 Novembre 1961.

La SCET avait placé une passerelle de jaugeage au-dessus du canal pour effectuer des jaugeages en crue. Elle a été démolie par la crue du 3 Août 1962, le limnigraphe subissant de gros dommages (hauteur maximale de la crue 5,21 m d'après les traces).

Entre 1962 et 1967, le limnigraphe a été remplacé par un vieux OTT à flotteurs qui a disparu pendant la crue du 27 Septembre 1969. Comme on le voit, cette station a eu une histoire assez complexe.

Pour clôturer cet historique, on peut rappeler les dégâts dus aux crues :

- Mars 1929

Une partie de la murette du petit déversoir a été détruite.

- 18 Septembre 1930

La crue a emporté le limnigraphe, creusant une brèche de 7 m x 2 m en rive gauche (hauteur maximale de la crue 5,50 m).

- 1931

Nous n'avons pas retrouvé d'indication concernant les crues très importantes de cette année.

- 1962

La passerelle installée au-dessus du canal et le limnigraphe sont emportés par la crue (hauteur maximale 5,21 m).

- 1969

Le canal a été sérieusement endommagé. La berge maçonnée en rive droite du canal sur laquelle était installé le limnigraphe a été détruite et le limnigraphe emporté. La cote maximale était de 8,50 à 9,00 m d'après les délaissés de crue. Actuellement, il ne reste plus que la berge rive gauche et la batterie d'échelles de 0 à 4 m.

2.3.3.5.2 Jaugeages

Avant 1960, on se contentait pour la détermination du débit d'une formule de déversoir.

Les premiers jaugeages effectués à la station remontent à Septembre 1960 (jaugeage à la perche à gué ou au saumon depuis la passerelle). Du 8 Septembre 1960 au 20 Juillet 1962, les jaugeages ont été effectués par la SCKET.

Du 15 Janvier 1966 à ce jour, les jaugeages ont été faits par le Service Hydrologique de la D.R.E. Les débits mesurés ne sont pas importants :

- durant la première période : 3,33 m³/s
- durant la deuxième période : 4,98 m³/s

2.3.3.5.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits

1°/ - De 1927 à 1944 : en l'absence de jaugeage, la courbe d'étalonnage a été calculée par une formule à partir des caractéristiques du canal (de 0 à 9 m). Pour les faibles débits l'incertitude est grande car le déversoir de 1 m était toujours plus ou moins encombré de sédiments.

2°/ - Les jaugeages effectués de 1960 à 1962 ont facilité le tracé des courbes qui a fait apparaître la disparition du petit déversoir de 1 m.

En hautes eaux, la SCKET avait calculé une courbe pour le canal (jusqu'à 5,12 m). Nous l'avons prolongée jusqu'à 9 m en adoptant comme débit maximal celui calculé par la D.R.E. pour les crues de Septembre-Octobre 1969 (cf. ci-après).

3°/ - De 1969 à 1972, les jaugeages ont permis de tracer les courbes de tarage. Au total il a été nécessaire d'utiliser six courbes d'étalonnage différentes pour la traduction des hauteurs en débits.

4°/ - Il paraît utile d'expliquer ici comment a été calculé le débit maximal de la crue de 1969; nous disposons des documents suivants :

- un plan ancien du déversoir de la station (1930);
- un levé topographique de la section au droit du déversoir du 5 Octobre 1969;
- un levé topographique de la station au droit de l'échelle, d'une section amont à environ 133 m, d'une section aval à environ 158 m et enfin, d'un profil en long de plus de 500 m selon le fond et selon les délaissés de crue (Février 1970).

Nous avons utilisé la formule de MANNING :

$$U = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

- U vitesse moyenne en m/s dans la section,
- R rayon hydraulique,
- i pente de la ligne d'eau,
- n coefficient de MANNING

Le déversoir qui a été emporté par la crue en Octobre 1969 a créé, avant de se rompre, une singularité dans l'écoulement. On doit donc évaluer la pente au droit des sections amont et aval, mais on ne peut pas déterminer une pente générale moyenne. C'est ce qui a été fait. On a utilisé un ajustement par la méthode des "moindres carrés" à partir des points déterminés sur les profils en long :

$$i = \frac{N \sum \chi_i Y_i - \sum \chi_i \sum Y_i}{N \sum \chi_i^2 - (\sum \chi_i)^2} \quad \begin{array}{l} N \text{ Nombre de points cotés du profil en long} \\ \chi_i \text{ Abscisse d'un point, } Y_i \text{ sa cote.} \end{array}$$

Les résultats sont : amont $i = 5,3 \cdot 10^{-3}$
 aval $i = 6,9 \cdot 10^{-3}$

(La précision n'est pas considérable, car l'écoulement devait être extrêmement violent et turbulent).

Le choix du coefficient de rugosité a posé un problème car les tableaux usuels donnant la valeur de ce coefficient ne sont guère adaptés aux vitesses probables du courant à cette station, ni aux phénomènes de transport solide qui doivent s'y produire. Parmi les meilleures indications possibles à ce sujet figurent celles du cours de Potamologie du professeur PARDE. Pour des cours d'eau de montagne larges de 30 à 50 m, avec des pentes supérieures à 0,002 et fond de gros graviers, l'auteur indique des valeurs de 0,037 à 0,0345. Dans

le cas de l'OUSSAFA à M 12 la largeur est plus grande, ce qui conduisait à une plus faible rugosité, mais par contre pente, vitesse du courant et transports solides sont nettement plus élevés que les valeurs moyennes correspondant au tableau de l'auteur.

En conséquence, on a choisi la valeur probable $n = 0,035$. Aucun jaugeage à un débit suffisant (100 à 300 m³/s au moins) ne permet de confirmer cette valeur. Les débits déduits des calculs sont :

section amont	1 432 m ³ /s	(section 264 m ²)
section aval	1 435 m ³ /s	(section 329 m ²)

Il y a bien sûr concordance, mais cela est en partie dû au hasard sans doute. Si on suppose que le déversoir ne s'est rompu qu'au maximum de la crue, on peut évaluer le débit à partir d'une formule de débit de déversoir et l'on trouve 1 319 m³/s. La différence constatée n'est pas considérable et pourrait provenir de l'affouillement du seuil (qui n'a pu être retrouvé après la crue) et aussi du fait que nous n'avons pas tenu compte de la vitesse d'approche qui devait être très forte. Au demeurant, le débit trouvé correspond à un débit spécifique de 3,62 m³/s x km², ce qui n'est pas considérable pour un bassin de 390 km².

Nous estimons donc que le maximum de débit a été déterminé avec une bonne approximation.

Les relevés disponibles sont assez bons dans l'ensemble durant les périodes de fonctionnement de la station. On dispose après élimination des années douteuses ou incomplètes de vingt-trois années de débits.

2.3.3.5.4 Conclusion

La valeur de ces débits est très moyenne malgré les efforts faits pour déterminer un étalonnage de la station sans jaugeage de crue. Les débits d'étiage nuls au mois de Décembre pendant une période prolongée sont douteux de même que les débits supérieurs à 1 m³/s en Juillet-Août. Malgré cela nous avons utilisé les résultats.

2.3.3.6 LE BEJA A BEJA

Située à 3 km de BEJA environ sur la route G.P6, de MEDJEZ EL BAB à BEJA, cette station a pour coordonnées :

40 gr 818	de latitude	nord
7 gr 655	de longitude	est

Elle contrôle un bassin versant de 207 km².

2.3.3.6.1 Historique

Il n'a pas été possible de reconstituer entièrement l'évolution mouvementée de cette station.

En Novembre 1930 un premier limnigraphe est installé sur des buses métalliques de 30 cm de diamètre fixées au pont routier côté amont. (Le premier enregistrement date du 17 Novembre 1930). Il s'agit d'un appareil RICHARD à flotteurs au 1/20, à rotation hebdomadaire. Deux éléments d'échelle gradués de 0 à 2,15 m sont fixés sur le support des bases du limnigraphe. Deux autres éléments de 2 m à 4,15 m sont fixés à la culée rive gauche du pont; le zéro de l'échelle est à la cote 147,09 et correspond au fond de la buse du limnigraphe. Les cotes d'étiage sont positives mais assez instables. En Juillet 1941, on signale la remise en état du poste probablement endommagé par faits de guerre. Il semble que le pont ait été détruit au moins en partie et qu'à cette époque furent construits deux radiers busés permettant la traversée des deux branches que formait l'Oued à cet endroit. Le plus petit de ces cassis en rive gauche comptait six buses et le plus grand dix-huit buses. Nous n'avons aucune précision sur la date de construction de ces ouvrages.

Le 21 Janvier 1952, une photo de la station montre le pont et le limnigraphe RICHARD tels qu'ils sont encore maintenant. La cote est de 1,46 m en décrue et l'on voit très bien les deux radiers en partie submergés séparés par une file qui isole l'Oued.

Le 21 Janvier 1957, une assez forte crue survient (pas la plus forte cependant) après laquelle les cotes d'étiage deviennent négatives. C'est à cette date que furent emportés les deux radiers et que le lit de l'Oued s'est modifié. Un élément d'échelle négatif de 0 à - 0,5 m est alors fixé sur la buse du limnigraphe qui est elle-même descendue.

Le 5 Août 1965, les Travaux Publics modifient le lit mineur à l'amont du pont en le déplaçant vers la rive gauche. La petite file qui était située entre les deux radiers disparaît.

Le 22 Février 1966, une photo de la station montre le pont et le limnigraphe. A l'aval en rive droite, il subsiste encore une petite partie du grand radier busé nettement visible au-dessus du lit mineur.

Le 1er Décembre 1966, un nouveau limnigraphe est installé à l'aval du pont en rive gauche sur un puits carré maçonné. L'appareil est un STEVENS A 35 à table déroulante, vitesse d'avancement 4 mm/heure, réduction 1/2. Les éléments d'échelle de 0 à 4 m sont installés à l'intérieur du puits. L'élément de 0 à 1 m est doublé à l'extérieur du puits le 15 Juin 1967.

En Février 1967, mise en place d'un téléphérique NEYRPIIC à 20 m à l'aval du nouveau limnigraphe (équipé d'un saumon NEYRPIIC de 50 kg et d'un moulinet DUMAS-NEYRPIIC).

Le 16 Septembre 1967, la réduction du limnigraphe STEVENS est passée de 1/2 à 1/10.

Cette nouvelle station fonctionnera correctement et quelques jaugeages de crue seront faits à l'aide du téléphérique qui sera démonté le 24 Mars 1972.

Signalons enfin qu'à partir de 1968, la ville de BEJA a installé un dépôt d'ordures en rive droite juste auprès du poteau de renvoi du téléphérique; les engins repoussant le tas d'ordures rétrécissaient le lit mineur à cet endroit, et les crues de moyenne importance emportaient tout ou partie de ces ordures. Cela entraînait évidemment une variation continue de la section, ce qui aggravait l'instabilité naturelle du lit de l'Oued.

La station fonctionne donc depuis 1930 (avec deux limnigraphes depuis 1967). Cependant, de nombreux "trous" subsistent dans les observations limnimétriques, en particulier dans les périodes 1939-45 et 1964-66. Les raisons en sont multiples et classiques : manque de papier diagramme d'enregistrement, absence de calage des hauteurs sur le graphique, perte des enregistrements dans les transports ou dans les archives, pannes du limnigraphe, etc... Il est à remarquer que si le lit de l'Oued est très instable au droit de la station, le limnigraphe est rarement envasé. Les enregistrements exploitables sont généralement de bonne qualité et leur dépouillement n'a pas posé de problème particulier.

2.3.3.6.2 Les jaugeages

Si les premiers enregistrements limnimétriques datent de 1930, il faut attendre le 8 Janvier 1947 pour voir le premier jaugeage au moulinet et encore ce jaugeage ne consiste-il qu'en une seule mesure de vitesse de surface à l'entrée de chacune des buses des deux cassis. Les mesures sont ensuite assez espacées jusqu'en 1957, date à partir de laquelle les étiages seront jaugés régulièrement.

Au total, nous disposons de 518 jaugeages mais seulement 13 d'entre eux ont été faits à des débits supérieurs à 5 m³/s (dont 3 sont des jaugeages aux flotteurs à un chronomètre). Le débit maximal jaugé est de 15,3 m³/s. Autant dire que la station n'est pas étalonnée en hautes eaux. La qualité de ces jaugeages est variable. Jusqu'en 1958, les jaugeages à gué au moulinet sont très simplifiés (4 verticales, 3 points par verticale, ou un point de mesure par buse sous le radier). Par la suite la qualité des mesures s'améliore et permet d'ajuster quelque peu les courbes d'étalonnage en étiage.

Les jaugeages au téléphérique (12 traversées au total) sont difficiles à exploiter : la pente générale au droit de la station est faible et le bief où est placée la station s'envoie probablement lors de la décrue. C'est ainsi que l'on a mesuré :

le 04.01.1969	H = 129 - 126 cm	Q = 13 m ³ /s	(montée de crue)
le 04.01.1969	H = 124 - 123 cm	Q = 6,8 m ³ /s	(décrue)
le 22.10.1969	H = 167 cm	Q = 8,4 m ³ /s	(décrue)

Ce sont ces pauvres résultats qui nous ont amenés à démonter le téléphérique.

2.3.3.6.3 Etalonnage - Traduction hauteurs-débits

D'après ce qui précède on comprendra les difficultés rencontrées pour construire les courbes d'étalonnage.

Basses eaux

Nous avons pu établir une courbe basses eaux pour la période 1947-50. A défaut de jaugeages pour les années antérieures, nous avons recalé les étiages les plus bas pour chaque année. Partant du principe que d'une année à l'autre la plage de variation de l'étiage absolu est limitée (de 8 à 50 l/s) et que la station n'est pas sensible pour ces faibles débits (fond du lit très plat), nous concluons que les variations de cote d'étiage sont dues aux variations du fond du lit de l'Oued et non du niveau de la tranche d'eau. Nous avons donc déplacé la même courbe en fonction des hauteurs d'eau à l'étiage.

Par la suite, les jaugeages sont beaucoup plus nombreux et cela nous permet évidemment de tracer de meilleures courbes de basses eaux et de les modifier plus souvent.

Hautes eaux

Aucun jaugeage n'étant supérieur à 15 m³/s, il est difficile d'extrapoler les courbes au-delà de 20 m³/s. Il a donc fallu estimer les crues des cotes maximales en comparant avec des crues semblables sur des Oueds mieux connus (RHEZALA par exemple) et en recoupant les chiffres avancés par deux formules d'écoulement : formule de MANNING déjà citée pour l'OUSSAFA à M 12, et formule du seuil rectangulaire (cf. MELLEGUE au K 22) appliquée aux radiers (en négligeant le débit transitant dans les buses). Ces deux formules concordent assez bien du fait que la section mouillée sous le pont est limitée par deux culées et varie régulièrement avec la hauteur et que la hauteur d'eau sur le seuil est pratiquement égale au rayon hydraulique.

Les différentes courbes d'étiage ont ainsi été prolongées à l'aide de ces formules, elles sont toutes parallèles au-delà de 20 m³/s. Onze barèmes d'étalonnage ont été utilisés. Toutes les hauteurs d'eau relevées de 1930 à 1970 ont été traduites par ces barèmes. On a ainsi obtenu des tableaux annuels de débit moyen journalier pour vingt-et-une années seulement. Cependant, il ne faut pas accorder une confiance trop grande aux résultats antérieurs à 1947 du fait de l'absence de jaugeages.

Pour la période 1959-70, les débits d'étiage ont été corrigés mensuellement d'après les courbes de tarissement construites à l'aide des jaugeages réguliers, ceci a permis de remédier au manque de sensibilité de la station en basses eaux (une mare se forme sous le pont et l'écoulement est très lent). Les valeurs de cette période sont plus dignes de confiance (du moins en étiage) mais il manque beaucoup d'observations limnimétriques.

2.3.3.6.4 Conclusion

Tant de mesures faites à la station pour si peu de résultats, cela est bien décevant. Ce n'est pas une "bonne" station hydraulique. Les raisons en sont, d'une part, des causes naturelles (instabilité du lit, faible pente, méandres, zones inondables), d'autre part, les conditions d'exploitation :

- modification des ouvrages dont on ne retrouve aucune trace,
- manque de jaugeages,
- nombreuses lacunes dans l'enregistrement des hauteurs d'eau (limnigraphe mal exploité, pas de lecture d'échelle concomittante sauf une fois par semaine).

On ne peut que regretter qu'il ait fallu attendre quarante années de mesures avant d'entreprendre le dépouillement systématique des résultats et de s'apercevoir de la mauvaise qualité de la station. On eut ainsi évité de donner à croire que l'hydrologie de cette station était bien connue.

2.3.3.7 CONCLUSIONS CONCERNANT LES STATIONS SECONDAIRES

Nous venons d'examiner six stations secondaires dont l'historique et la critique ont demandé beaucoup d'efforts et de temps. Il y a encore quatorze autres stations secondaires. Fallait-il les étudier également ? Certainement pas, car les résultats à en tirer sont tout à fait négligeables du fait de relevés de hauteurs d'eau très mauvais et d'absence de jaugeage en crue. L'apport de ces stations à la connaissance du régime hydrologique de la MEJERDAH serait hors de proportion avec les efforts et le temps nécessaires au dépouillement des quelques mesures et à la critique des stations. Que faire, par exemple, des résultats de la station d'EL BATHAN ?. Située sur le vieux barrage d'EL BATHAN (construit en 1622), cette station n'a pas comporté moins de trois échelles et de sept limnigrammes à des emplacements différents et simultanément. Les limnigrammes existants ne peuvent être rattachés à aucun limnigraphe en particulier, car ils ne comportent aucune indication pour cela. Enfin, on ne sait jamais quels sont les pertuis ouverts (il y en a eu jusqu'à 24 de 2,45 m de large. Certains ont été pendant un temps murés. Les autres comportaient des vannes dont on ne sait jamais quand elles étaient ouvertes ou fermées). Il n'y a rien à tirer de ces résultats. Des mesures sur déversoirs en lame mince ou sur seuil épais ont été faites au début du siècle par M. HOUEITE (cf. Annexe).

Pour les autres stations, des problèmes aussi gênants existent, ce qui explique que nous les ayons négligées. Pour celles que nous avons exploitées, les résultats sont utilisés plus loin, avec beaucoup de prudence, et on trouvera en annexe les tableaux annuels des débits journaliers.

2.4 LES DEBITS

2.4.1 LES CRUES

INTRODUCTION

Le régime hydrologique de la MEJERDAH et de ses affluents est caractérisé par un hydrogramme annuel comportant une série de crues alternant avec des périodes où le débit est faible ou très faible. En fait, le volume annuel ou le débit moyen annuel (module) qui en résulte est produit par une série de crues, les apports du débit de base qui succèdent au tarissement de ces crues étant très faibles. Il est donc logique d'entreprendre l'étude des débits par l'analyse des crues.

Le terme général de crue recouvre tout phénomène d'écoulement naturel où intervient le ruissellement. Il va sans dire que l'étude des crues sur le bassin versant de la MEJERDAH ne peut répondre de façon exhaustive à tous les problèmes que soulève précisément l'apparition d'un phénomène de ruissellement.

L'étude des crues sera limitée aux sept stations de référence pour lesquelles nous avons des relevés suffisamment précis. Après des indications générales sur les phénomènes étudiés, nous analyserons la probabilité d'apparition du phénomène crue, les conditions de formation, de propagation et de transmission des ondes de crues. Nous procéderons ensuite à l'étude statistique des volumes écoulés en temps de crue et des débits de pointe avant de conclure ce chapitre.

2.4.1.1 DELIMITATION DE L'ETUDE - DONNEES UTILISEES

Nous disposons, pour les sept stations de référence de cette monographie, des chroniques des débits journaliers. Ces chroniques ne sont pas idéales; il demeure quelques lacunes au sein des périodes d'observations de chaque station. On constate souvent que les lacunes se situent en période de crues lorsque les lectures d'échelle et les mesures sont rendues difficiles et que parfois les enregistreurs sont détériorés. Les périodes d'observations sont différentes d'une station à l'autre et se recouvrent assez rarement, ce qui rend difficile la comparaison de données entre stations du fait de la variabilité des échantillons.

La taille des bassins versants contrôlés par chacune de ces sept stations est échelonnée de 138 km² à 21 000 km², ce qui rend variable la notion même de crue en fonction de la station; de plus, ces bassins versants présentent de grandes différences morphologiques et climatiques.

Toutes ces raisons nous ont amenés à sélectionner les données d'observations dont nous disposions en fonction de l'analyse particulière que nous voulions faire.

Ainsi, pour déterminer la fréquence d'apparition du phénomène crue, nous avons comptabilisé pour chaque station toutes les crues où le débit maximal avait dépassé un seuil fixé très bas. Pour suivre la formation et la propagation des crues, nous avons dressé un tableau synoptique de 115 crues observées simultanément à plusieurs des sept stations de référence pendant la période 1946-1970, et un autre tableau de 91 crues pour les seules stations de JENDOUBA, BOU SALEM et MELLEGUE K 13 pour la période commune d'observation de 1925 à 1946, soit en moyenne 4 à 5 crues remarquables par an.

L'étude statistique des débits de pointe a porté sur les échantillons constitués par les débits maximaux annuels instantanés pour chaque station et pour chaque année de sa période d'observation, ce qui conduit à des échantillons de tailles variées mais permet de conserver le maximum d'observations pour chaque station.

Pour étudier la statistique des volumes écoulés en période de crue, il ne nous a pas paru réaliste de vouloir séparer les différents écoulements sur les hydrogrammes de chaque crue et nous avons préféré analyser la répartition statistique des volumes écoulés chaque année lors de la plus forte crue annuelle (qui n'est pas forcément celle où le débit maximal annuel a été observé) et faire la comparaison avec les volumes les plus forts écoulés en un nombre de jours donnés (nombre qui varie suivant l'importance de la station).

Le barrage de NEBEUR sur l'Oued MELLEGUE mis en eau en Mars 1954, construit pour la protection de la vallée de la MEJERDAH contre les crues du MELLEGUE, contrôle un bassin versant de plus du tiers du bassin versant total de la MEJERDAH; son influence sur le régime des crues est loin d'être négligeable. Il en a été tenu compte en séparant, chaque fois que cela était nécessaire, la période postérieure à la mise en eau de la période antérieure et ses effets ont été mis en évidence sur le régime des stations de BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB.

Le barrage de BEN METIR sur l'Oued EL LILL a aussi une influence sur les apports à BOU SALEM, mais la taille du bassin versant beaucoup plus réduite (108 km²) modifie peu le régime des crues à BOU SALEM et MEDJEZ et sa mise en eau antérieure à l'ouverture de la station du BOU HEURIMA empêche d'étudier son influence sur le régime de cet affluent. Nous n'en avons pas tenu compte ici.

2.4.1.2 GENESE - CARACTERISTIQUES ET PROPAGATION DES CRUES

2.4.1.2.1 Caractéristiques générales des crues

Le bassin versant de la MEJERDAH est très hétérogène; ce fait marquant, déjà mis en relief par d'autres aspects du régime hydrologique étudiés dans cet ouvrage, est primordial pour le régime des crues. Il n'existe pas de conditions générales d'apparition du ruissellement sur l'ensemble du bassin de la MEJERDAH; le climat, le relief, les sols, la végétation, font de chaque sous-bassin un cas particulier qui nécessiterait une étude détaillée. Les données dont nous disposons ne sont pas assez fines pour une telle analyse: ainsi un essai de corrélation hydropluviométrique à l'échelle mensuelle pour le RHEZALAH à FERNANA et pour la MEJERDAH à JENDOUBA a dû être abandonné, faute de données pluviométriques suffisantes (deux pluviomètres seulement pour le bassin de JENDOUBA pouvaient fournir des renseignements journaliers pendant une période assez longue). La seule station météo suivie depuis longtemps et dont les données sont conservées est celle de TUNIS-MANOUBIA. Quant aux enregistrements pluviographiques, ils sont quasi-inexistants.

Nous allons donc de façon très empirique dégager quelques caractères qui nous semblent typiques du régime des crues, en nous appuyant sur notre expérience et sur l'observation de quelques crues caractéristiques qui ont été assez bien suivies.

La formation des crues importantes sur le bassin versant de la MEJERDAH peut avoir des origines très diverses; il est rare d'observer un ruissellement généralisé sur tout le bassin, et les crues enregistrées sont la plupart du temps une combinaison de plusieurs crues de sous-bassins, chacune plus ou moins caractérisée. Nous schématiserons en décrivant trois types de crues caractéristiques qui correspondent à des ensembles de sous-bassins plus ou moins semblables. Evidemment toute forme de transition d'un type de crue à l'autre peut se rencontrer et la description que nous en faisons doit être considérée comme un cas type "in abstracto".

Nous distinguerons :

- les crues de la Haute Vallée et des affluents nord;
- les crues des affluents rive droite (MELLEQUE, TESSA, SILIANA);
- les crues de la Basse Vallée et affluents avals.

Nous savons déjà que le régime des précipitations est très variable du nord au sud; dans le nord on observe un seul maximum pluviométrique de Décembre à Mars, alors que la partie sud du bassin est soumise au régime du double maximum pluviométrique: le premier et le plus important a lieu en Septembre-Octobre, le deuxième en Avril. Les conditions du milieu naturel décrites chapitre I viennent renforcer la différenciation de chaque grand ensemble de sous-bassins.

2.4.1.2.1.1 Crues de la Haute Vallée et affluents nord

Ce sont en général des crues d'hiver survenant à la suite d'épisodes pluvieux assez prolongés (une semaine à dix jours) sans intensités instantanées très élevées. La montée de crue est souvent irrégulière et dépend essentiellement de la taille du bassin versant. L'hydrogramme est complexe, avec plusieurs paliers ou pointes secondaires échelonnés. Il semble qu'au cours d'un tel épisode les premières pluies saturent et imbibent lentement les couches superficielles du sol souvent protégées par un couvert végétal relativement dense, le ruissellement n'apparaît pas tant qu'un seuil de 15 à 20 mm en 24 h n'a pas été atteint. L'épisode pluvieux se poursuit alors sous forme de pluie fine avec par moments des averses plus fortes donnant des intensités de 30 à 60 mm/h qui ruissellent immédiatement et presque entièrement, provoquant les multiples pointes sur l'hydrogramme.

Ces épisodes pluvieux peuvent n'intéresser qu'une surface géographiquement limitée mais couvrant un ou plusieurs bassins versants, dont aucun dans la région n'atteint de grandes dimensions. La taille réduite des bassins et les reliefs assez accentués dans cette région favorisent une concentration rapide des flots; on observe souvent un amortissement des maximums secondaires dans les méandres que fait le cours de la MEJERDAH entre GHARDIMAOU et JENDOUBA, amortissement qui peut aller jusqu'au lissage total à la station de BOU SALEM où confluent les affluents rive gauche (BAJER, BOU HEURIMA).

La décrue est ordinairement lente, elle correspond au ressuyage des premières couches de sol à la fin de l'épisode pluvieux et s'accompagne d'une remontée du débit des nappes d'inéoflux (entre GHARDIMAOU et JENDOUBA principalement).

2.4.1.2.1.2 Crues des affluents rive droite

Les crues typiques des cours d'eau de la région sud sont causées par des orages pouvant survenir au sein d'épisodes pluvieux assez courts (deux à trois jours), mais pouvant se reproduire avec de brefs intervalles. Ces orages peuvent être violents, en automne surtout; leur étendue géographique est souvent limitée et une crue importante peut ne provenir que d'un ruissellement limité à une partie du bassin versant.

L'importance du ruissellement dépend beaucoup de l'état d'humidité des terrains et de l'état des cultures en fonction de la saison, ainsi que des intensités instantanées des averses qui sont parfois telles que l'eau commence à ruisseler sans que le sol ne soit humecté sur plus de 5 à 10 cm de profondeur. Le seuil d'apparition des phénomènes de ruissellement semblerait varier de 15 à 30 mm de précipitations en 24 h.

Les hydrogrammes présentent une montée très rapide, les temps de réponse des bassins versants élémentaires étant très courts. Cependant pour le MELLEGUE et le TESSA, il peut y avoir ralentissement de l'onde de crue et amalgame des pointes de crues élémentaires dans les grandes plaines en partie inondables que traversent ces Oueds (ZOUARINES par exemple).

Une mention spéciale doit être faite pour les crues de l'Oued SILLANA pour lequel nous n'avons presque aucune mesure. Cet Oued est connu pour ses crues dévastatrices ; son bassin versant qui remonte jusqu'à MAKTAR, un des plus hauts massifs de la Dorsale tunisienne, se présente comme une véritable gouttière d'axe nord-sud où, le relief, les sommets dénudés, les cultures annuelles dans les piedmonts, la pente du lit de l'Oued, tout favorise un fort ruissellement et une concentration rapide des eaux.

Evidemment, ces affluents de la rive droite peuvent être sujets à des crues en hiver et au printemps pour lesquelles les caractères de violence et de soudaineté sont très atténués.

Les décrues sont la plupart du temps de courte durée, les sols étant peu perméables, il n'y a pas de vidange de stocks hypodermiques et l'on atteint rapidement un débit identique, sinon inférieur, au débit d'étiage antérieur à la crue.

2.4.1.2.1.3. Crues de la Basse Vallée et affluents aval

Les caractères des crues de cette partie du bassin sont moins affirmés. Le bassin versant du cours principal se rétrécit, les affluents n'atteignent pas des dimensions notoires. La pluviométrie subit l'influence marine tout en restant sujette à des phénomènes exceptionnels (orages d'Octobre ou de printemps). Les terrains sont en grande partie cultivés et les reliefs très adoucis. Toute la Basse Vallée est très peuplée et de nombreux travaux d'hydraulique agricole et de protection contre les crues viennent masquer les caractéristiques naturelles du ruissellement. On observe en général sur cette partie du bassin versant des crues d'ampleur limitée qui, la plupart du temps, viennent grossir un flot venu de l'amont.

Sur le cours de la MEJERDAH, les hydrogrammes de crue sont très aplatis, la montée d'une crue à MEDJEZ EL BAB dure fréquemment plus de 48 h. Les écoulements latéraux sont drainés lentement par des chenaux à faible pente faisant de nombreux méandres.

Parmi les affluents de quelque importance, le BETA et le ZARGA peuvent présenter des crues assez semblables à celles des affluents nord, mais ces crues sont ralenties et amorties dans la plaine avant leur confluent avec la MEJERDAH. Les autres affluents tels que le LAHMAR et le CHAFROU ont des crues lentes et amorties qui peuvent déborder à l'aval dans les zones inondables ; néanmoins, lors d'événements exceptionnels, ces Oueds réputés calmes peuvent se mettre à ruisseler violemment et provoquer d'importants dégâts.

En résumé, nous retiendrons que les crues notoires sur le cours de la MEJERDAH sont le plus souvent composites, il est très rare d'observer un ruissellement généralisé sur tout le bassin. Les affluents nord et la Haute Vallée sont sujets à des crues d'hiver assez caractérisées, alors que les crues d'automne et de printemps sont typiques des affluents sud de la rive gauche. Le ruissellement généralisé qui se produit rarement est à l'origine de crues considérables (Mars 1973).

2.4.1.2.2. Forme des hydrogrammes de crue

2.4.1.2.2.1. Méthode

Sur de grands bassins versants, les caractéristiques des régimes de crues sont généralement assez bien définies par les débits maximaux annuels et par les débits caractéristiques des crues (DCC). Dans le cas des bassins versants étudiés dans cette monographie, il se trouve que les DCC ne reflètent aucune caractéristique significative des crues. Les crues sont multiples au cours de l'année, leur durée est très variable, la variation interannuelle des débits de crue est très forte. Nous avons donc abandonné l'analyse des DCC et avons préféré étudier directement la forme des hydrogrammes à chaque station. Nous avons donc retenu les crues maximales annuelles qui donnent un échantillon assez représentatif des différentes formes de crues. Pour cette étude particulière comme pour la suivante il n'a pas été tenu compte de la période 1970-1971 - 1975-1976, les dernières années, malgré les crues de 1973 ne sont pas susceptibles de modifier sensiblement les conclusions alors que pour l'étude statistique des crues la prise en compte de cette période est essentielle. Pour les paragraphes 2.4.1.2. et 2.4.1.3. lorsqu'il est question de "dernière année" il s'agit de 1969-1970. L'hydrogramme de chacune des crues a été redessiné, ce qui nous a permis de dresser pour chaque station un tableau où figurent les caractéristiques suivantes :

- débit maximal instantané - Q_{max} (l'étude statistique de ces échantillons est faite plus loin),
- débit moyen de la journée où a eu lieu le débit maximal, soit Q_{24h} ,
- rapport $\frac{Q_{max}}{Q_{24h}}$ = les hydrogrammes étant la plupart du temps assez complexes, ce rapport remplace le rapport $\frac{Q_{max}}{Q_{moy}}$; il caractérise la forme plus ou moins pointue de l'hydrogramme,

- temps de montée, t : temps qui sépare le début de la crue de l'instant où passe le débit maximal. Dans le cas d'hydrogrammes à plusieurs pointes, ce temps peut être très allongé par l'apparition d'une crue préliminaire ou d'un palier ayant le maximum;
- durée de la crue D : cette durée remplace le temps de base, notion employée pour l'étude des crues simples où les différents écoulements sont facilement séparables, ce qui n'est pas le cas sur la MEJERDAH. Pour les crues à pointe unique et à décrues rapide, temps de base et durée sont équivalents;
- rapport t/D : ce rapport caractérise la violence de la crue. Plus il est faible et plus la crue monte rapidement et risque donc de faire des dégâts.

Nous avons fait figurer à titre indicatif le nombre de pointes principales distinctes enregistrées sur l'hydrogramme et le temps séparant ces pointes. Ces valeurs renseignent sur la complexité de la crue, mais ne fournissent pas les éléments nécessaires à l'identification de la provenance de chacune de ces pointes.

2.4.1.2.2.2 Etude des hydrogrammes

L'examen des sept tableaux ainsi dressés fait apparaître l'extrême complexité et l'irrégularité totale du régime des crues. Nous n'avons pas trouvé de liaison corrélative utilisable entre les différentes valeurs caractéristiques, que se soit entre Q_{\max} ou Q_{24h} et le rapport Q_{\max}/Q_{24h} , ou entre Q_{\max} et temps de montée, ou entre le temps de montée et le rapport t/D ; aucune tendance nette ne permet de classer les crues en fonction de ces caractéristiques pour aucune des sept stations prises en compte.

Les valeurs de ces paramètres sont elles-mêmes très dispersées et leur analyse statistique ne présente pas un intérêt évident. Nous n'avons retenu que les valeurs moyennes et médianes du rapport Q_{\max}/Q_{24h} de la durée des crues et du rapport t/D qui permettent tout de même de comparer les stations entre elles. A l'aide de ces tableaux nous pouvons faire quelques observations générales pour chacune des stations.

MEJERDAH à GHARDIMAOU (21 ans d'observations)

Les crues se présentant à cette station sont assez pointues, pour les pointes de crues dépassant $400 \text{ m}^3/\text{s}$ Q_{\max}/Q_{24h} admet une valeur médiane de 2,15 avec une assez forte dispersion, le niveau de l'eau monte plutôt vite et la décrue dure en moyenne deux fois plus longtemps que la montée de crue, ce qui s'explique par la taille assez faible du bassin versant ($1\,490 \text{ km}^2$) et sa forme allongée en gouttière avec de nombreux petits affluents latéraux qui favorisent une concentration rapide des eaux. La durée de la crue est très variable et dépend évidemment de la durée de l'épisode pluvieux de façon très étroite, la valeur médiane de D est de 58 h. La plupart du temps l'hydrogramme ne présente qu'un maximum principal, ce qui diminue quelque peu la dispersion des valeurs du rapport t/D .

MEJERDAH à JENDOUBA (53 ans d'observations)

Malgré une augmentation limitée de la taille du bassin versant par rapport à la station de GHARDIMAOU, on constate déjà un net amortissement des crues à JENDOUBA. Entre les deux stations, la médiane du rapport Q_{\max}/Q_{24h} passe de 1,95 à 1,42, et la médiane du rapport t/D augmente de 0,333 à 0,375, si on ne considère que les crues dont le maximum dépasse $500 \text{ m}^3/\text{s}$, les valeurs de Q_{\max}/Q_{24h} sont assez groupées, 75 % sont comprises entre 1,60 et 1,80, valeur médiane 1,70 au lieu de 2,15 pour GHARDIMAOU, et ceci malgré une dispersion beaucoup plus nette de l'échantillon des valeurs de Q_{\max} . Les crues montent donc plus lentement et durent plus longtemps à JENDOUBA, valeur médiane de D : 78 h. L'origine de cet amortissement est essentiellement morphologique. En effet, on constate une rupture de pente après GHARDIMAOU lorsque la MEJERDAH débouche dans la plaine alluviale de JENDOUBA en y faisant de nombreux méandres : le cours de la MEJERDAH entre GHARDIMAOU et JENDOUBA s'allonge sur 72 km alors que la distance à vol d'oiseau entre les deux stations n'excède pas 31 km.

MELLEQUE au K 13 (46 ans d'observations)

Les caractéristiques de crues du MELLEQUE se distinguent nettement : elles soulignent la rapidité et la violence des crues que nous avons déjà signalées. La médiane du rapport Q_{\max}/Q_{24h} s'établit à 2,94 avec des extrêmes à 6,23 et 1,63; la durée moyenne des crues est de 32 h et les montées sont très rapides puisque la médiane du rapport t/D est de 0,250.

Ces caractéristiques de crues brutales et d'une grande irrégularité sont surprenantes pour un bassin versant de $9\,000 \text{ km}^2$ si on les compare à celles des autres stations. En fait elles confirment que la plupart des crues du MELLEQUE au K 13 sont dues à des pluies d'orages violents et localisés qui ruissellent rapidement. Une crue de moins de 48 h ne peut résulter d'un ruissellement généralisé sur tout le bassin, d'ailleurs on observe de nombreuses crues à pointes multiples qui traduisent les arrivées successives des ondes de crue en provenance des différentes parties du bassin qui se différencient assez nettement morphologiquement (partie algérienne de la MESKIANA et bassin versant de l'Oued SARRAITH).

RHEZALA à FERNANA (24 ans d'observations)

Les valeurs mentionnées reflètent assez bien les caractéristiques de cette station : bassin versant montagneux à fort couvert végétal et de taille réduite. On observe donc un rapport $Q_{\max}/Q_{24\text{ h}}$ assez élevé, valeur médiane : 2,60, mais une montée des eaux relativement lente qui traduit un ruissellement freiné au début par la végétation. Les décrues sont assez rapides mais nous avons vu que le tarissement proprement dit dure plus longtemps. Enfin, la durée moyenne des crues est de 24 h ce qui est beaucoup pour un bassin versant de 138 km². Lorsque la crue présente plusieurs pointes, elles sont reliées directement aux averses distinctes au cours d'un même épisode pluvieux.

BOU HEURTMA à KEF RHIRA (9 ans d'observations)

Les caractéristiques des crues sont très semblables à celles du RHEZALA, les différences étant imputables à la différence de superficie du bassin versant. On constate un allongement de la durée moyenne des crues, une augmentation du rapport t/D et une diminution de la médiane du rapport $Q_{\max}/Q_{24\text{ h}}$, valeur médiane : 2,37. Pour le calcul de la moyenne de ce rapport il n'a pas été tenu compte de la crue artificielle de Septembre 1966 provenant d'une lâchure du barrage BEN METIR qui aurait perturbé fortement cet échantillon de 9 valeurs seulement.

MEJERDAH à BOU SALEM

Pour cette station, nous avons établi deux séries de valeurs correspondant aux périodes antérieures et postérieures à la mise en eau du barrage du MELLEQUE. Les caractéristiques correspondant au régime naturel sont établies sur vingt-sept ans. Elles font apparaître des formes d'hydrogrammes tout à fait irrégulières. Les crues se présentent sous des formes très hétéroclites suivant leur région d'origine et la possibilité d'algalme de crues de différents sous-bassins. Les crues à pointes multiples sont très nombreuses. Le temps de montée est court lorsque la crue de l'Oued MELLEQUE arrive en premier, mais il peut dans d'autres cas durer deux jours entiers. Aucune règle générale ne se dégage de ces crues complexes.

Les valeurs médianes des caractéristiques retenues apparaissent cependant assez voisines de celles de JENDOUBA. L'amortissement prévisible de ces valeurs entre les deux stations est masqué par l'influence des crues du MELLEQUE, ainsi le rapport $Q_{\max}/Q_{24\text{ h}}$, 1,45, est légèrement supérieur à BOU SALEM et le rapport t/D est nettement inférieur (par rapport à JENDOUBA). L'allongement de la durée moyenne de la crue est à peine sensible, mais si on ne considère que les fortes crues (maximum supérieur à 890 m³/s) 70 % des valeurs de $Q_{\max}/Q_{24\text{ h}}$ sont comprises entre 1,22 et 1,48 avec une valeur médiane de 1,36 à comparer à 1,70 à JENDOUBA. Dans les mêmes conditions t/D présente une valeur médiane de 0,215. La durée D de ces fortes crues est nettement plus longue qu'à JENDOUBA, valeur médiane 104 h au lieu de 82 h, la dispersion restant très forte.

Sur l'échantillon de dix-sept ans postérieur à 1953, l'influence du barrage du MELLEQUE est très nette : les valeurs de l'échantillon restent très dispersées mais on note une diminution de la médiane du rapport $Q_{\max}/Q_{24\text{ h}}$, 1,30, parallèlement à un allongement sensible de la durée de la crue, 100 h au lieu de 84 h, ce qui est tout à fait révélateur de l'écrêtement des crues du MELLEQUE par le barrage qui procède souvent à des lâchures de sécurité une fois passé le flot de la crue dans le lit principal de la MEJERDAH. Le rapport t/D ne varie pas de façon significative, par contre la fréquence des crues complexes à plusieurs pointes augmente nettement.

MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB

Nous n'avons gardé qu'un échantillon couvrant les vingt-quatre dernières années de la période d'observations. Là encore, nous assistons à des crues complexes présentant souvent des pointes multiples et des paliers sans qu'une forme générale de l'hydrogramme ne puisse en être dégagée.

Au niveau des valeurs médianes on peut constater un net amortissement des crues entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB. Le rapport $Q_{\max}/Q_{24\text{ h}}$, 1,23, diminue, la dispersion des valeurs de ce rapport est plus faible et la durée des crues augmente, 154 h, d'où une forme très étalée des hydrogrammes. Si le rapport t/D diminue à MEDJEZ EL BAB ce n'est pas que les crues y montent moins vite qu'à BOU SALEM, mais plutôt que les décrues y sont très lentes, surtout lors des grosses crues où les basses terrasses entre TESTOUR et MEDJEZ EL BAB sont inondées.

2.4.1.2.2.3 Evolution des caractéristiques

Le tableau 2.4.1.2.2.3 rassemble pour les sept stations les valeurs médianes et moyennes des caractéristiques, $Q_{\max}/Q_{24\text{ h}}$ décroît avec l'augmentation de la superficie du bassin versant. De même, la durée moyenne des crues augmente de l'amont vers l'aval. La station de BOU SALEM présente une discontinuité due au régime très irrégulier des crues du MELLEQUE, mais cette discontinuité est un peu moins marquée si on ne considère que les fortes crues, en particulier en ce qui concerne $Q_{\max}/Q_{24\text{ h}}$ et la durée de la crue; l'influence du barrage de NEBEUR est bien mise en évidence par les différences des valeurs médianes des échantillons antérieurs et postérieurs à sa mise en eau.

A part pour le MELLEQUE au K 13, où l'irrégularité des crues est extrême, et pour le BOU HEURTMA à KEF RHIRA, où l'échantillon de neuf ans est réellement trop court, on remarque que la différence entre les moyennes et les médianes n'est pas très forte, cependant cela ne signifie point que les valeurs des échantillons se rapprochent d'une distribution gaussienne, comme le montrent les tableaux de chaque station, on constate une forte concentration de valeurs au voisinage de la médiane.

TABLEAU 2.4.1.2.2.2.(1)

CRUES MAXIMALES ANNUELLES - GHARDIMAOU

Date	Q max inst.	Q 24h max	$\frac{Q \text{ max}}{Q \text{ 24h}}$	t en h	D en h	t/D	Nombre de pointes	Intervalle entre pointes
4-03-1950	185	118	1,57	24	70	0,343	1	
30-01-1951	82,9	36,8	2,25	6	58	0,103	2	12 h
30-12-1951	372	196	1,90	14	59	0,237	1	
28-01-1953	504	422	1,19	30	117	0,256	1	
5-11-1953	326	199	1,64	26	60	0,433	1	
8-02-1955	350	121	2,89	10	42	0,238	1	
8-02-1956	226	152	1,48	30	68	0,441	1	
27-01-1957	150	65,1	2,30	8	21	0,381	1	
18-01-1958	330	167	1,98	33	94	0,351	2	22 h
2-04-1959	660	315	2,09	16	88	0,182	1	
5-05-1960	210	110	1,91	15	44	0,341	1	
27-01-1961	112	48,8	2,29	20	49	0,408	1	
19-02-1962	412	150	2,74	32	80	0,400	3	20-24 h
20-04-1963	529	246	2,15	10	44	0,227	1	
30-01-1964	266	123	2,16	23	42	0,547	1	
22-01-1965	282	188	1,50	20	60	0,333	1	
23-04-1966	188	111	1,69	15	56	0,268	1	
21-03-1967	93,5	51,5	1,81	14	38	0,368	1	
13-12-1967	165	84,5	1,95	10	32	0,312	1	
4-01-1969	58,2	35,7	1,63	8	40	0,200	1	
25-12-1969	650	268	2,42	27	92	0,293	1	
N = 21 ans		Moy	1,98		Moy	0,317		
		Méd	1,95		Méd	0,333		

TABLEAU 2.4.1.2.2.2. (2)

CRUES MAXIMALES ANNUELLES - JENDOUBA

Date	Q max inst.	Q 24h max	$\frac{Q \text{ max}}{Q \text{ 24h}}$	t en h	D en h	t/D	Nombre de pointes	Intervalle entre pointes
8-03-1898	724	411	1,76	26	64	0,406	1	
14-03-1899	88,4	77,8	1,14	24	126	0,190	2	68 h
21-01-1900	521	326	1,60	60	114	0,416	1	
13-11-1900	275	125	2,20	22	48	0,458	1	
24-04-1902	142	116	1,22	24	64	0,375	1	
31-03-1903	136	122	1,11	22	80	0,275	1	
28-01-1904	184	162	1,13	34	92	0,369	1	
19-02-1905	94,3	83,8	1,12	30	84	0,357	1	
8-02-1906	508	299	1,70	42	140	0,300	2	40 h
17-02-1907	1610	1290	1,25	98	180	0,544	2	46 h
23-03-1908	639	393	1,62	22	78	0,282	1	
22-12-1908	508	298	1,70	26	70	0,371	1	
12-02-1910	335	280	1,20	58	166	0,349	2	34 h
31-12-1910	159	130	1,22	30	77	0,389	1	
13-11-1911	105	56,1	1,87	23	42	0,547	1	
23-02-1913	617	352	1,75	18	48	0,375	1	
15-02-1914	171	131	1,30	22	76	0,289	2	16 h
13-04-1915	199	125	1,59	24	52	0,461	1	
16-12-1915	203	63	3,22	9	33	0,272	1	
27-11-1916	405	229	1,77	34	76	0,447	1	
29-11-1917	191	108	1,77	12	52	0,230	1	
28-01-1919	292	189	1,54	18	75	0,240	1	
4-02-1920	159	141	1,12	32	65	0,492	1	
8-04-1921	125	104	1,20	45	69	0,652	1	
25-02-1922	381	187	2,03	36	67	0,537	1	
3-01-1924	123	90,3	1,36	11	72	0,152	1	
10-12-1924	168	115	1,46	16	48	0,333	1	

TABLEAU 2.4.1.2.2.2. (2) Suite

CRUES MAXIMALES ANNUELLES - JENDOUBA

Date	Q max inst.	Q 24h max	Q max Q 24h	t en h	D en h	t/D	Nombre de pointes	Intervalle entre pointes
12-02-1926	251	155	1,62	22	56	0,393	1	
11-01-1927	342	206	1,66	48	100	0,480	1	
4-04-1928	285	205	1,39	22	80	0,275	1	
18-02-1929	488	240	2,03	25	78	0,320	1	
17-02-1930	114	87,2	1,31	17	52	0,327	1	
10-02-1931	311	222	1,41	32	144	0,222	1	
14-12-1931	488	338	1,44	12	52	0,230	1	
23-01-1933	177	158	1,12	58	78	0,743	2	28 h
5-03-1934	206	169	1,22	52	88	0,591	2	8 h
3-01-1935	709	391	1,81	112	156	0,718	2	72 h
15-02-1936	168	127	1,32	20	44	0,454	1	
16-11-1936	342	241	1,42	24	102	0,235	1	
5-02-1938	140	130	1,08	56	140	0,400	1	
28-02-1939	268	165	1,62	14	60	0,233	1	
26-01-1940	1400	1030	1,36	62	110	0,564	2	50 h
9-02-1941	140	128	1,09	32	154	0,208	1	
1-03-1942	1130	383	2,95	18	48	0,375	1	
17-02-1944	91,6	85,3	1,07	16	64	0,250	1	
7-02-1945	209	182	1,15	86	130	0,661	1	
18-03-1946	342	249	1,37	151	246	0,614	3	28-83 h
17-12-1946	626	378	1,65	54	85	0,635	2	27 h
12-10-1947	80,8	51,4	1,57	32	92	0,348	1	
16-01-1949	331	247	1,34	76	155	0,490	2	60 h
5-03-1950	162	148	1,09	64	116	0,552	1	
4-01-1969	106	69,6	1,52	18	94	0,191	1	
25-12-1969	508	312	1,63	34	82	0,414	1	
N = 53 ans		Moy Méd	1,51 1,42		Moy Méd	0,397 0,375		

TABLEAU 2.4.1.2.2.2. (3)

CRUES MAXIMALES ANNUELLES - MELLEGUE AU K 13

Date	Q max inst.	Q 24h max	$\frac{Q \text{ max}}{Q \text{ 24h}}$	t en h	D en h	t/D	Nombre de pointes	Intervalle entre pointes
16-08-1925	118	32	3,69	2	20	0,10	1	
28-08-1926	253	67,8	3,73	2	18	0,111	2	4 h
6-05-1927	388	62,3	6,23	2	20	0,10	1	
3-05-1928	1270	423	3,00	4	60	0,066	2	6 h
15-09-1928	460	215	2,14	21	42	0,50	1	
16-02-1930	317	165	1,92	8	60	0,133	1	
14-04-1931	1030	354	2,91	3	48	0,062	1	
13-12-1931	341	200	1,70	12	44	0,272	1	
28-09-1932	371	131	2,83	8	40	0,20	2	4 h
25-04-1934	277	70,2	3,94	6	30	0,20	1	
26-11-1934	186	90,4	2,06	8	28	0,28	1	
15-09-1935	425	133	3,19	22	40	0,55	2	12 h
15-11-1936	520	234	2,22	8	44	0,18	3	8-6 h
27-08-1938	99,8	34,6	2,88	4	10	0,40	1	
16-04-1939	539	114	4,73	9	36	0,25	2	8 h
26-01-1940	98,4	47,1	2,09	3	24	0,125	1	
23-05-1941	283	102	2,77	6	30	0,20	1	
3-10-1941	1060	527	2,01	28	50	0,56	2	6 h
18-09-1942	127	37,1	3,42	6	24	0,25	1	
5-11-1943	825	182	4,53	8	26	0,307	1	
9-09-1944	431	154	2,80	8	22	0,36	2	4 h
27-01-1946	863	444	1,94	12	46	0,26	1	
25-08-1947	412	95,3	4,32	6	30	0,20	3	6-4 h
28-02-1948	2000	777	2,57	-	-	-	-	mal observée
6-01-1949	923	477	1,93	28	56	0,50	2	24 h
16-04-1950	398	143	2,78	11	30	0,37	2	4 h

TABLEAU 2.4.1.2.2.2. (3) Suite

CRUES MAXIMALES ANNUELLES - MELLEGUE AU K 13

Date	Q max inst.	Q 24h max	$\frac{Q \text{ max}}{Q \text{ 24h}}$	t en h	D en h	t/D	Nombre de pointes	Intervalle entre pointes
2-06-1951	569	116	4,90	7	25	0,28	2	6 h
5-10-1951	1000	613	1,63	22	52	0,42	2	10 h
5-08-1953	493	163	3,02	10	30	0,33	1	
21-10-1953	244	104	2,35	6	18	0,33	1	
25-08-1955	548	116	4,72	4	18	0,22	2	8 h
24-10-1955	1060	388	2,73	28	56	0,50	2	22 h
2-05-1957	446	135	3,30	6	18	0,33	1	
6-10-1957	3340	923	3,62	6	46	0,130	2	18 h
7-06-1959	1070	249	4,30	8	30	0,266	1	
5-05-1960	336	155	2,17	15	32	0,47	3	4-7 h
5-10-1960	297	65,5	4,53	4	18	0,22	1	
13-02-1962	300	134	2,24	-	-	-	-	Mal observée
24-06-1963	418	116	3,60	6	24	0,25	1	
6-09-1963	720	195	3,69	4	20	0,20	1	
31-10-1964	1230	414	2,97	8	20	0,40	1	
14-05-1966	392	85	4,61	4	20	0,20	1	
22-04-1967	627	147	4,26	2	18	0,111	1	
12-09-1967	950	238	3,99	2	16	0,125	1	
26-03-1969	130	47,7	2,72	6	14	0,428	1	
27-09-1969	4480	1880	2,38	30	70	0,428	3	8-8 h
N = 46 ans				N = 44	Moy	0,277		
		Moy	3,17		Méd	0,250		
		Méd	2,94					

TABLEAU 2.4.1.2.2.2. (4)

CRUES MAXIMALES ANNUELLES - RHEZALA A FERNANA

Date	Q max inst.	Q 24h max	$\frac{Q \text{ max}}{Q \text{ 24h}}$	t en h	D en h	t/D	Nombre de pointes	Intervalle entre pointes
16-12-1946	260	114	2,28	10	46	0,217	3	10-6 h
29-02-1948	45,3	12,2	3,71	4	14	0,285	1	
14-01-1949	139	57,4	2,42	16	32	0,5	1	
4-03-1950	166	76,3	2,18	6	32	0,187	2	12 h
9-02-1951	56,3	18,3	3,07	4	14	0,285	1	
30-12-1951	94,2	45,1	2,08	10	26	0,385	2	10 h
27-01-1953	153	53,0	2,89	14	28	0,50	3	6-4 h
21-02-1954	134	51,4	2,61	22	38	0,579	3	6-4 h
7-02-1955	132	35,2	3,75	8	20	0,40	1	
7-02-1956	138	76,8	1,79	24	38	0,631	2	20 h
2-12-1956	184	67,7	2,72	9	22	0,409	1	
15-01-1958	176	71,0	2,48	8	26	0,307	1	
13-03-1959	260	135	1,92	10	26	0,385	1	
7-05-1960	64,2	24,7	2,60	10	22	0,545	1	
27-01-1961	200	52,9	3,78	8	22	0,363	1	
14-02-1962	117	31,9	3,66	6	23	0,261	2	10 h
20-04-1963	196	92,5	2,12	6	28	0,214	2	10 h
5-01-1964	86,7	23,5	3,69	8	16	0,500	1	
22-01-1965	88,3	28,0	3,15	8	18	0,444	1	
23-04-1966	156	67,4	2,31	8	36	0,222	1	
8-02-1967	47,0	24,6	1,91	10	20	0,500	1	
20-01-1968	21,6	13,0	1,66	2	12	0,166	1	
13-12-1968	52,4	14,4	3,64	10	20	0,500	2	4 h
19-12-1969	153	37,7	4,05	4	16	0,25	1	
N = 24 ans		Moy	2,77		Moy	0,372		
		Méd	2,60		Méd	0,385		

TABLEAU 2.4.1.2.2.2. (5)

CRUES MAXIMALES ANNUELLES - BOU HEURTMA AU KEF RHIRA

Date	Q max inst.	Q 24h max	$\frac{Q \text{ max}}{Q \text{ 24h}}$	t en h	D en h	t/D	Nombre de pointes	Intervalle entre pointes
12-02-1962	190	81,2	2,34	25	48	0,52	1	
20-04-1963	272	147	1,85	14	36	0,389	3	6-14 h
31-01-1964	124	51,2	2,42	12	32	0,375	2	10 h
22-01-1965	145	61,1	2,37	14	30	0,467	2	6 h
23-04-1966	411	218	1,88	10	36	0,278	2	14 h
21-09-1966	346 *	17,5	19,77	3	7	0,428	1	
21-12-1967	20,9	7,55	2,76	4	10	0,400	1	
4-01-1969	119	50,3	2,36	6	22	0,273	1	
9-12-1969	213	89,6	2,38	12	24	0,500	1	
N = 9 ans		Moy	2,30**		Moy	0,403		
		Méd	2,37		Méd	0,400		

* crue artificielle (lâchure de barrage) $\frac{Q \text{ max}}{Q \text{ 24 h}}$ est sans signification

** maximum du 21 Septembre 1966 non compris

TABLEAU 2.4.1.2.2.2. (6)

CRUES MAXIMALES ANNUELLES - BOU SALEM

Date	Q max inst.	Q 24h max	Q max Q 24h	t en h	D en h	t/D	Nombre de pointes	Intervalle entre pointes
29-09-1925	452	379	1,19	22	120	0,183	1	
10-01-1927	431	254	1,69	37	84	0,440	1	
4-04-1928	1220	932	1,31	26	108	0,241	1	
27-03-1929	1760	1320	1,33	40	190	0,210	1	
10-02-1931	578	397	1,45	30	84	0,357	1	
14-12-1931	2060	1560	1,32	42	112	0,375	1	
23-01-1933	496	317	1,56	38	82	0,463	2	32 h
6-03-1934	307	264	1,16	80	196	0,408	2	38 h
3-01-1935	894	603	1,48	18	90	0,200	1	
15-09-1935	150	78,3	1,91	14	48	0,292	1	
16-11-1936	1420	993	1,43	24	88	0,273	2	12 h
5-02-1938	310	255	1,21	39	90	0,433	2	15 h
5-02-1939	566	462	1,22	24	80	0,300	1	
26-01-1940	1780	1620	1,10	68	216	0,315	4	16-24-18 h
24-05-1941	231	135	1,71	8	64	0,125	1	
1-03-1942	943	514	1,83	19	72	0,264	1	
25-04-1943	150	69,2	2,17	4	60	0,066	2	9 h
6-11-1943	351	135	2,60	8	56	0,143	2	12 h
10-09-1944	196	79,8	2,45	12	40	0,300	1	
27-01-1946	743	448	1,66	26	76	0,342	2	8 h
17-12-1946	911	747	1,22	58	100	0,580	2	46 h
11-10-1947	1700	1020	1,66	16	72	0,222	2	26 h
7-01-1949	718	496	1,45	26	116	0,224	2	70 h
5-03-1950	383	250	1,53	14	88	0,159	3	8-18 h
6-05-1951	191	124	1,54	14	48	0,292	1	
31-12-1951	651	539	1,21	30	86	0,349	1	
7-12-1952	904	650	1,39	30	80	0,250	1	
P. Antér.								
		Moy	1,55		Moy	0,289		
		Méd	1,45		Méd	0,290		
22-02-1954	478	386	1,24	24	96	0,250	2	8 h
15-12-1954	322	193	1,67	22	80	0,275	2	8 h
8-02-1956	465	402	1,16	34	112	0,303	2	26 h
3-02-1957	255	197	1,29	28	76	0,368	1	
15-01-1958	515	410	1,26	72	310	0,232	3	26-22 h
14-03-1959	1140	864	1,32	22	120	0,183	2	4 h
6-05-1960	254	221	1,15	30	100	0,300	3	21-36 h
28-01-1961	337	258	1,30	26	80	0,325	2	9 h
13-02-1962	603	399	1,51	14	120	0,117	2	36 h
21-04-1963	672	435	1,54	28	92	0,304	1	
30-01-1964	587	515	1,14	38	144	0,264	3	10-28 h
22-01-1965	449	362	1,24	28	100	0,280	1	
23-04-1966	685	501	1,36	26	80	0,325	2	14 h
9-03-1967	119	90,3	1,32	42	80	0,525	1	
23-01-1968	167	147	1,14	76	240	0,317	2	36 h
4-01-1969	118	76,5	1,58	12	48	0,250	1	
28-09-1969	1490	751	1,98	30	160	0,187	2	18 h
N = 17 ans		Moy	1,36		Moy	0,282		
		Méd	1,30		Méd	0,282		

TABLEAU 2.4.1.2.2.2. (7)

CRUES MAXIMALES ANNUELLES - MEDJEZ EL BAB

Date	Q max inst.	Q 24h max	$\frac{Q \text{ max}}{Q \text{ 24h}}$	t en h	D en h	t/D	Nombre de pointes	Intervalle entre pointes
18-12-1946	945	664	1,42	58	198	0,292	2	42 h
12-10-1947	1280	1020	1,25	62	176	0,352	2	48 h
13-11-1948	891	753	1,30	46	158	0,291	2	28 h
5-03-1950	310	286	1,08	49	172	0,284	1	
7-05-1951	158	127	1,24	25	106	0,235	1	
6-10-1951	561	464	1,21	36	120	0,300	1	
8-12-1952	981	830	1,18	34	196	0,173	1	
22-02-1954	496	398	1,24	118	260	0,453	2	76 h
15-12-1954	298	205	1,45	38	135	0,281	1	
8-02-1956	612	550	1,11	160	380	0,421	3	128-110 h
24-01-1957	241	156	1,45	36	116	0,310	1	
17-11-1957	632	325	1,94	14	145	0,096	3	21-22 h
15-03-1959	1490	1200	1,24	41	176	0,233	1	
7-05-1960	202	166	1,22	22	110	0,200	1	
28-01-1961	255	188	1,36	68	144	0,472	1	
13-02-1962	675	549	1,23	50	284	0,176	3	30-46 h
21-04-1963	746	495	1,51	34	149	0,228	1	
31-01-1964	756	678	1,11	55	210	0,262	2	32 h
31-10-1964	686	404	1,70	17	96	0,177	1	
24-04-1966	768	677	1,13	30	135	0,222	1	
10-02-1967	186	158	1,18	46	136	0,338	1	
22-01-1968	348	307	1,13	52	170	0,306	1	
5-01-1969	268	250	1,07	28	140	0,200	1	
28-09-1969	1440	1370	1,05	58	191	0,304	2	44 h
		Moy	1,28		Moy	0,275		
		Méd	1,23		Méd	0,282		

TABLEAU 2.4.1.2.2.3.

VALEURS CARACTERISANT LA FORME DE L'HYDROGRAMME
DE LA CRUE MAXIMALE ANNUELLE

STATIONS	Nombre d'années	Rapport Q max / Q 24h max		Durée de la crue en heures		Rapport $\frac{L}{D}$		BV km ²
		Moy	Méd	Moy	Méd	Moy	Méd	
		Mejerdah à Ghardimaou	21	1,98	1,95	59,7	58		0,317	0,333	1480
Mejerdah à Jendouba	53	1,51	1,42	90,4	78	0,397	0,375	2410
Mellègue au K 13	46	3,17	2,94	32,3	30	0,277	0,250	9000
Rhezalah à Fernana	24	2,77	2,60	24,8	22	0,372	0,385	138
Bou Heurtma à Kef Rhira	9	4,24	2,37	27,2	30	0,403	0,400	390
Mejerdah à Bou Salem Avant 1953	27	1,55	1,45	94,3	84	0,289	0,290	16230
Mejerdah à Bou Salem Après 1953	17	1,36	1,30	119	100	0,282	0,280	16230
Mejerdah à Medjez el Bab	24	1,28	1,23	170	158	0,275	0,282	21000

2.4.1.2.3 Occurrence des crues

L'hétérogénéité des facteurs conditionnels de l'écoulement sur le bassin versant de la MEJERDAH et la diversité des régimes pluviométriques sur les différents affluents rendent possible l'apparition de crues à n'importe quelle période de l'année. Nous avons tenté de quantifier le risque d'apparitions de crues aux sept stations de base déjà étudiées. Pour cela, nous avons dénombré toutes les crues enregistrées pendant les périodes observées. La notion même de crue étant assez variable d'une station à l'autre, nous n'avons pris en compte que les épisodes où le débit maximal dépassait un certain seuil Q_{cm} fixé pour chaque station, afin de ne pas comptabiliser de simples remontées de débit où le ruissellement n'intervient pas (recharge de nappes alluviales ou lâchures de barrages). Ces seuils ont été fixés comme suit :

MEJERDAH à GHARDIMAOU	: $Q_{cm} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ - Les débits de base en hiver se maintenant fréquemment au-dessus de $5 \text{ m}^3/\text{s}$.
MEJERDAH à JENDOUBA	: $Q_{cm} = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ - Caractéristique voisine de celles de GHARDIMAOU malgré une chute possible des débits de base en dessous de $1 \text{ m}^3/\text{s}$.
MELLEQUE au K 13	: $Q_{cm} = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ - Etant donné la superficie du bassin versant, des pointes de crue inférieures à $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ne peuvent correspondre qu'à des ruissellements très localisés sur une partie minime du bassin.
BOU HEURTMA à KEF RHIRA	: $Q_{cm} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ - Malgré la taille réduite du bassin versant, les débits de base élevés justifient ce seuil relativement élevé.
RHEZALA à FERNANA	: $Q_{cm} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ - Même remarque que pour le BOU HEURTMA.
MEJERDAH à BOU SALEM	: $Q_{cm} = 25 \text{ m}^3/\text{s}$ - C'est un seuil minimum pour s'assurer de ne pas comptabiliser les lâchures quotidiennes du barrage du MELLEQUE.
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	: $Q_{cm} = 25 \text{ m}^3/\text{s}$ - C'est aussi un seuil minimum en raison de la taille du bassin versant de cette station aval.

Les résultats de ce décompte sont rassemblés en un tableau où nous indiquons pour chaque station :

- le nombre de crues dénombrées pour chaque mois de l'année pendant toute la période d'observations;
- le rapport de ce nombre de crues d'un mois donné au nombre total de crues comptées qui donne la fréquence d'apparition du phénomène crue pour ce mois;
- le nombre total et le nombre moyen \bar{N} de crues par année.

Pour la station de BOU SALEM, nous avons fait figurer les valeurs pour les périodes antérieure et postérieure à la construction du barrage du MELLEQUE, en comparaison des valeurs correspondant à la période totale d'observation. Les graphiques de fréquence d'apparition des crues correspondant à ce tableau ont été établis. Leur examen appelle certaines remarques. Gr. 2.4.1.2.3 (1 et 2).

1°/ - Rappelons qu'il s'agit ici du calcul de la fréquence des crues survenues durant un mois donné pendant toute la période d'observation. Ces fréquences donnent globalement la tendance relative à l'apparition des crues selon les saisons. Il ne s'agit pas à proprement parler d'une statistique et il ne saurait être question d'appliquer ces fréquences à chaque mois d'une année hydrologique donnée dont on voudrait répartir le nombre des crues connues. De plus, les périodes d'observations ne sont pas continues et ne se recouvrent pas d'une station à l'autre. Enfin, on a jugé utile de tenir compte de la période 1970-1971 - 1975-1976.

2°/ - Nombre de crues par an.

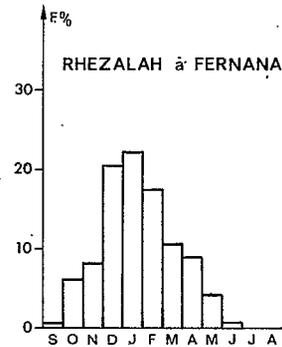
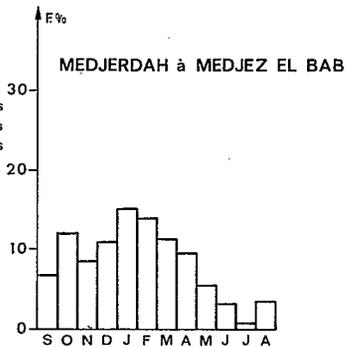
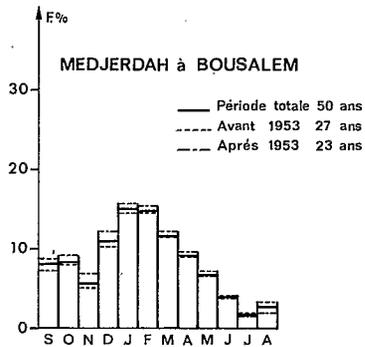
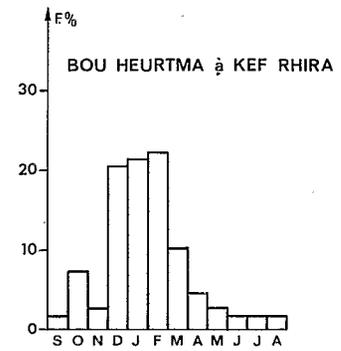
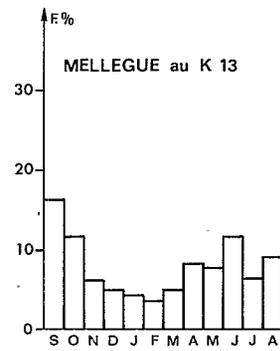
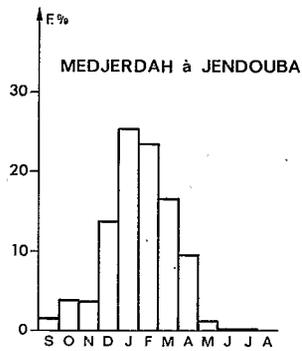
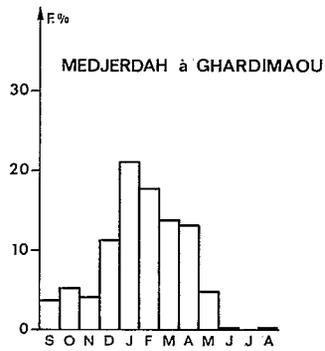
Pour les affluents et le cours supérieur de la MEJERDAH, le nombre moyen de crues par an est peu variable, sauf pour la station de JENDOUBA. Cette anomalie peut s'expliquer soit par le fait que bon nombre de petites crues dépassant $15 \text{ m}^3/\text{s}$ à GHARDIMAOU sont très amorties et ne sont pas comptabilisées à JENDOUBA malgré l'apport possible des affluents intermédiaires, soit plutôt parce que les débits journaliers anciens à JENDOUBA, établis souvent à partir d'une ou deux lectures de hauteur d'eau par jour, escamotent un nombre non négligeable de petites pointes de crues; nous ferons donc quelques réserves sur les chiffres donnés ici pour cette station. Cette constance du nombre de crues indique que le nombre d'épisodes pluvieux pouvant provoquer un ruissellement intéressant varie peu, quel que soit le régime pluviométrique (averses moins fréquentes mais plus violentes sur les affluents rive droite, intensités plus faibles sur le nord). A BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB, l'augmentation du nombre moyen de crues par an met bien en relief l'hétérogénéité du bassin et la fréquence des crues indépendantes sur les affluents.

Fréquence d'apparition des crues
au cours de l'année

Gr: 2.4.1.2.3 (1)

Fréquence d'apparition des crues
au cours de l'année

Gr: 2.4.1.2.3 (2)



NOMBRE DE CRUES PENDANT CHAQUE MOIS DE L'ANNEE
(Mensuels effectués jusqu'à l'année 1975-1976)

STATIONS	Seuil m ³ /s Qcm		S	O	N	D	J	F	Total et Moyenne
MEJERDAH à GHARDIMAOU 27 ans	15	Nc F%	10 3,76	14 5,28	11 4,14	30 11,35	56 21,12	47 17,75	265 N̄ = 9,80
MEJERDAH à JENDOUBA 58 ans	15	Nc F%	6 1,59	15 3,97	14 3,71	52 13,75	96 25,40	89 23,50	377 N̄ = 6,5
MELLEQUE au K 13 53 ans	20	Nc F%	104 16,48	74 11,73	40 6,33	32 5,07	28 4,43	23 3,64	631 N̄ = 11,9
BOU HEURTMA à KEF RHIRA 9 ans	10	Nc F%	2 1,87	8 7,47	3 2,80	22 20,56	23 21,49	24 22,43	107 N̄ = 11,9
RHEZALA à FERNANA 29 ans	10	Nc F%	2 0,78	16 6,25	21 8,22	52 20,50	57 22,13	45 17,50	256 N̄ = 8,84
MEJERDAH à BOU SALEM 50 ans	25	Nc F%	60 8,11	63 8,49	43 5,81	82 11,07	112 15,13	110 14,87	741 N̄ = 14,8
MEJERDAH à BOU SALEM avt. 1953 27 ans	25	Nc F%	38 8,77	35 8,09	22 5,08	45 10,39	68 15,71	63 14,55	433 N̄ = 16,0
MEJERDAH à BOU SALEM après 1953 23 ans	25	Nc F%	22 7,26	28 9,25	21 6,95	37 12,20	44 14,53	47 15,51	303 N̄ = 13,2
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB 30 ans	25	Nc F%	40 6,71	72 12,07	51 8,52	66 11,03	91 15,23	83 13,93	597 N̄ = 19,8

NOMBRE DE CRUES PENDANT CHAQUE MOIS DE L'ANNEE (suite)

STATIONS	Seuil m ³ /s Qcm		M	A	M	J	Jt	A	Total et Moyenne
MEJERDAH à GHARDIMAOU 27 ans	15	Nc F%	37 13,95	35 13,21	13 4,95	1 0,38	0 0	1 0,38	265 N̄ = 9,80
MEJERDAH à JENDOUBA 58 ans	15	Nc F%	63 16,65	36 9,52	5 1,32	1 0,27	1 0,27	0 0	377 N̄ = 6,5
MELLEQUE au K 13 53 ans	20	Nc F%	32 5,07	53 8,39	50 7,92	75 11,90	41 6,50	59 9,33	631 N̄ = 11,9
BOU HEURTMA à KEF RHIRA 9 ans	10	Nc F%	11 10,28	5 4,67	3 2,80	2 1,87	2 1,87	2 1,87	107 N̄ = 11,9
RHEZALA à FERNANA 29 ans	10	Nc F%	27 10,53	23 8,98	11 4,30	2 0,78	0 0	0 0	256 N̄ = 8,84
MEJERDAH à BOU SALEM 50 ans	25	Nc F%	87 11,72	69 9,33	51 6,89	30 4,06	13 1,76	21 2,84	741 N̄ = 14,8
MEJERDAH à BOU SALEM avt. 1953 27 ans	25	Nc F%	50 11,54	40 9,23	31 7,16	18 4,17	8 1,85	15 3,46	433 N̄ = 16,0
MEJERDAH à BOU SALEM après 1953 23 ans	25	Nc F%	37 12,20	29 9,57	20 6,61	12 3,98	5 1,65	6 1,98	303 N̄ = 13,2
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB 30 ans	25	Nc F%	68 11,40	57 9,54	33 5,52	20 3,35	5 0,84	21 3,53	597 N̄ = 19,8

(*) La valeur moyenne du nombre de crues par an à Jendouba est douteuse (défauts d'observations pour les années anciennes ou amortissement des crues de Ghardimaou).

3° - Répartition des crues dans l'année

Les graphiques de fréquence d'apparition des crues montrent avec netteté la différence de régime entre les affluents rive gauche et la Haute Vallée, d'une part, et le MELLEGUE seul échantillon représentant les affluents de la rive droite, d'autre part.

Les stations de GHARDIMAOU, JENDOUBA, KEF RHLRA et FERNANA sont de toute évidence soumises à un régime de crues hivernales avec une probabilité d'apparition maximale en Décembre et Janvier, qui devient quasi nulle en Juin, Juillet et Août. On y décèle une tendance à l'apparition de quelques crues d'orages de fin d'été en Octobre plutôt qu'en Septembre.

Le graphique des fréquences de crues du MELLEGUE montre à l'inverse deux minimums de probabilité d'apparition des crues et deux maximums. Le premier minimum a lieu en Janvier-Février, il est très marqué mais n'avoisine pas les valeurs nulles citées plus haut; le deuxième minimum a lieu en Juillet-Août, il est beaucoup moins net en raison des crues subites dues aux orages d'été dans cette région. Les deux maximums ont lieu en automne et au printemps, mais celui des mois de Septembre-Octobre est le plus important.

A BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB, on trouve une combinaison de ces deux types de régimes de crues. Le minimum de Juillet reste très marqué, le maximum d'hiver est par contre atténué bien que les mois de Décembre, Janvier et Février cumulent encore près de 50 % du nombre de crues de l'année. L'influence du MELLEGUE et des affluents rive droite se fait sentir par un maximum secondaire en Septembre-Octobre, suivi d'un léger creux en Novembre. L'influence d'autres affluents importants entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB ne peut malheureusement pas être définie faute d'informations.

4° - Influence du barrage du MELLEGUE

Les différences entre les valeurs établies pour la station de BOU SALEM avant et après 1953 montrent que la réduction du nombre moyen de crues dans l'année, attribuable à la construction du barrage du MELLEGUE, ne dépasse pas 10 %. La répartition de ces crues dans l'année n'est pas non plus entièrement modifiée, la forme du graphique reste la même avec seulement atténuation des proportions de crues se produisant en Septembre-Octobre et au printemps, et pourtant augmentation relative du nombre de crues d'hiver. Aussi ne peut-on affirmer que le barrage du MELLEGUE a supprimé les crues d'automne et de printemps sur la MEJERDAH, les autres affluents jouent aussi un rôle important dans le régime des crues. L'influence la plus nette de la construction du barrage doit être recherchée sur les pointes de débit et les volumes écoulés en crue.

2.4.1.2.4 Propagation des crues

La prévision des crues à court terme sur un bassin versant comme celui de la MEJERDAH est d'un intérêt majeur. Nous avons déjà signalé que cette prévision à partir de la pluviométrie était nécessairement assez empirique et peu précise étant donné la dispersion des postes pluviométriques et l'irrégularité des précipitations et, de toute façon, elle ne pourrait se faire qu'au prix d'une collaboration étroite avec les Services algériens compétents. Il n'en demeure pas moins qu'une fois une crue amorcée en un point quelconque du bassin, il est capital de pouvoir prévoir son évolution pour prendre toutes les mesures nécessaires; cela implique d'avoir une bonne connaissance du fonctionnement du bassin versant.

C'est ce fonctionnement hydraulique du réseau hydrographique que nous avons tenté de cerner dans ce paragraphe.

2.4.1.2.4.1 Données et méthodes

Pour examiner le mécanisme de propagation des crues, nous avons sélectionné sur l'ensemble des sept stations de référence les épisodes correspondant à des écoulements de crues intéressants une bonne partie du bassin. En fait, la station de référence a été BOU SALEM et pour chaque crue ayant dépassé 100 m³/s à BOU SALEM, nous avons recherché sur chaque station le débit maximum enregistré pendant le même épisode.

Nous avons ainsi dressé deux tableaux synoptiques des crues. Le premier ne concerne que les trois stations de JENDOUBA, BOU SALEM et MELLEGUE au K 13, pour la période 1925-1946 où nous avons des observations pour ces seules stations; le deuxième porte sur la période 1946-1970 et concerne de cinq à sept stations suivant les durées d'observations sur chacune.

Le premier tableau comporte 91 crues, le second tableau 115 crues.

Pour chaque station, nous avons porté la date, l'heure et la valeur du débit maximal. Nous pensions a priori nous servir de ces tableaux pour établir des corrélations interstations. Les graphiques qui ont été établis pour huit couples de stations, en indiquant en face de chaque point le temps séparant les maximums, ont montré que ces corrélations sont lâches et généralement inutilisables. Les paramètres de chaque crue étant très complexes et les crues généralisées à l'ensemble du bassin étant très rares, il est quasiment impossible de déterminer dans une crue complexe les apports de chaque sous-bassin et nous n'avons retenu, comme caractéristiques, que les maximums de crue à chaque station et l'intervalle de temps avec les maximums aux stations voisines, lorsqu'il était possible de retrouver les maximums correspondant à une même pointe.

Si l'on suit une crue particulière de l'amont vers l'aval, on constate qu'elle peut être amortie ou amplifiée sans qu'il apparaisse une liaison nette avec la valeur du maximum ou avec le temps de propagation, puisqu'en fait chaque sous-bassin réagit de façon indépendante et que les quantités de pluies au sein d'un même épisode sont très irrégulièrement réparties.

Tout ceci prouve à notre avis l'extrême irrégularité du régime des crues et la nécessité d'observations extrêmement minutieuses et précises pour établir ces mécanismes. Nous ne sommes pas encore en mesure de mettre en équation ces phénomènes et nous pensons que toutes les formules avancées jusqu'ici, s'appuyant en général sur des formules d'écoulement, étaient pour le moins prématurées.

Devant l'échec de cette première tentative de quantification de la propagation des crues, nous avons entrepris une approche beaucoup plus globale.

2.4.1.2.4.2 Temps de propagation

Pour chaque couple de stations nous avons noté le temps en heures séparant les maximums d'une même crue, puis différencié les crues amorties des crues amplifiées vers l'aval ou, pour certains couples de stations, différencié celles pour lesquelles l'intervalle de temps était manifestement trop élevé pour que les maximums puissent correspondre à la même pointe. Malgré cela, il nous a fallu encore écarter certaines crues où le maximum se présentait plus tôt à la station aval qu'à la station amont : ce fait surprenant s'explique par la complexité des crues composites. Parmi les valeurs retenues, la dispersion est très grande et les valeurs extrêmes perdent toute signification, aussi n'avons-nous retenu que les valeurs médianes et moyennes des temps de propagation qui nous ont permis de calculer des vitesses moyennes de propagation des crues. Les résultats sont rassemblés pour les huit couples de stations dans le tableau 2.4.1.2.4.2 (1) qui appelle quelques commentaires et explications.

1° - Haute Vallée de la MEJERDAH jusqu'à BOU SALEM

La période commune d'observations à GHARDIMAOU et JENDOUBA est très réduite, aussi la vitesse moyenne de propagation indiquée sur ce tronçon est-elle très approximative, cependant la nette différence entre les valeurs données pour GHARDIMAOU - BOU SALEM et JENDOUBA - BOU SALEM est assez significative : elle va de pair avec l'étalement de l'hydrogramme de crue signalé au paragraphe précédent. Il est à noter que sur les 93 crues sélectionnées à BOU SALEM pendant la période d'observation de GHARDIMAOU, 48 seulement ont pu être reliées entre elles, et seulement 44 ont été retenues. Pour un certain nombre de crues de moyenne importance, le maximum se produisait à BOU SALEM très en avance, ce qui signifie que ce maximum était dû aux affluents rive gauche ou au MELLEGUE. A l'opposé, sur les 44 crues retenues entre JENDOUBA et BOU SALEM, 27 présentaient une différence entre maximums de 5 h et plus.

Nous retiendrons en somme que la propagation des crues entre GHARDIMAOU, JENDOUBA et BOU SALEM est relativement rapide (6 à 7 km/h) avec cependant un ralentissement dû aux méandres entre JENDOUBA et BOU SALEM. Il faut tabler sur un temps de propagation de 16 à 17 h entre GHARDIMAOU et BOU SALEM avec de grands écarts possibles par rapport à cette valeur moyenne.

2° - Le MELLEGUE

Nous ne disposons que du couple de stations MELLEGUE au K 13 - BOU SALEM pour lequel nous n'avons pris en compte que les observations antérieures à la mise en eau du barrage du MELLEGUE. Les intervalles entre maximums sont aussi très dispersés (variations de 2 h à 30 h), mais les valeurs médianes fournissent une bonne indication. On remarque que les crues amorties, c'est-à-dire celles pour lesquelles l'apport à BOU SALEM provient essentiellement du MELLEGUE, se déplacent plus vite que les crues amplifiées à BOU SALEM. Il ne s'agit pas là d'une différence significative de la nature de la crue du MELLEGUE, mais cela indique seulement que le débit maximal du MELLEGUE se présente à BOU SALEM avant le maximum de la Haute Vallée venant de GHARDIMAOU dans le cas où le ruissellement est simultané sur les deux bassins; cette hypothèse est confirmée par la différence des vitesses moyennes d'avancement de la crue sur les distances presque égales entre MELLEGUE K 13 et BOU SALEM, d'une part, et GHARDIMAOU et BOU SALEM, d'autre part.

Les crues du MELLEGUE, dont nous avons déjà signalé la violence, se propagent rapidement (environ 8 km/h). En fait, depuis la construction du barrage de NEBEUR, la propagation des crues entre le K 13 et BOU SALEM n'offre plus guère d'intérêt, mais il est par contre très intéressant d'évaluer les temps de parcours entre le K 13 et le barrage pour l'annonce de crue, et entre le barrage de NEBEUR et BOU SALEM, d'autre part, pour que les lâchures inévitables en grande crue puissent être prévues, de façon à ne pas accroître dangereusement le débit maximal à BOU SALEM.

Pour cela, nous disposons de six années incomplètes d'observations au poste K 22, qui est maintenant noyé en tête de la retenue du barrage et distant de 31 km à l'aval du poste du K 13. Sur ces six années nous avons pu retenir 18 crues dont 4 seulement sont amplifiées au K 22 par les apports du bassin versant intermédiaire. Le temps moyen de parcours de ces 18 crues est de 3,16 h, la valeur médiane étant de 2,5 h, soit une vitesse moyenne de 2,72 m/s (10 km/h). Les crues se propagent donc beaucoup plus rapidement sur le parcours en amont du barrage, il s'ensuit que le tronçon entre le barrage et BOU SALEM doit être parcouru plus lentement. Ainsi, si nous comptons un temps de parcours de 14 à 15 h pour les 116 km séparant le MELLEGUE au K 13 de BOU SALEM (8 km/h environ), et un temps de 3 h pour les 31 km séparant les postes K 13 et K 22 (10 km/h), on en déduit que nous pouvons tabler sur un temps de 10 à 11 h pour parcourir les 71 km séparant le barrage de NEBEUR de BOU SALEM, soit une vitesse moyenne de 7 km/h ou 1,9 m/s (en tenant compte des 18 km de longueur de la retenue du barrage).

TABLEAU 2.4.1.2.4.2. (1)

TEMPS ET VITESSES DE PROPAGATION ENTRE STATIONS

COUPLES DE STATIONS	Distance Km	ENSEMBLE DES CRUES				CRUES AMORTIEES			
		Nombre	Temps moyen	Temps médian	V moy m/s	Nombre	Temps moyen en h	Temps médian en h	V moy m/s
GHARDIMAOU - JENDOUBA	72	10	10,6	11	1,88	-	-	-	-
GHARDIMAOU - BOU SALEM	112	48	17,7	15,5	1,75	6	17,8	16	1,74
JENDOUBA - BOU SALEM	40	44	8,4	7	1,32	2	7,5	-	1,48
MELLEQUE K13 - BOU SALEM avant 1954	116	76	14,4	14	2,23	40	13,5	13	2,39
RHEZALA - BOU HEURTMA	11	18	4,6	2	0,66	-	-	-	-
RHEZALA - BOU SALEM	42	68	12	10	0,97	33 ⁽³⁾	18,4	18	0,63
BOU HEURTMA - BOU SALEM	31	16	10,5	8	0,82	-	-	-	-
BOU SALEM - MEDJEZ EL BAB	121	109	18,1	18	1,87	54	19,2	19	1,75

TABLEAU 2.4.1.2.4.2. (1) (suite)

TEMPS ET VITESSES DE PROPAGATION ENTRE STATIONS

COUPLES DE STATIONS	Distance Km	CRUES AMPLIFIEES			
		Nombre	Temps moyen en h	Temps médian en h	V moy m/s
GHARDIMAOU - JENDOUBA	72	-	-	-	-
GHARDIMAOU - BOU SALEM	112	42	17,7	15,5	1,75
JENDOUBA - BOU SALEM	40	27 ⁽¹⁾	11,3	10	0,98
MELLEQUE K13 - BOU SALEM avant 1954	116	36	15,1	14	2,13
RHEZALA - BOU HEURTMA	11	13 ⁽²⁾	2,15	2	1,42
RHEZALA - BOU SALEM	42	35 ⁽⁴⁾	5,97	6	1,95
BOU HEURTMA - BOU SALEM	31	8 ⁽⁵⁾	3,25	2	2,64
BOU SALEM - MEDJEZ EL BAB	121	55	17	17	1,98

(1) 27 crues dont l'intervalle entre maximums est supérieur à 5 heures

(2) 13 crues dont l'intervalle entre maximums est inférieur à 5 heures

(3) 33 crues dont l'intervalle entre maximums est supérieur à 10 heures

(4) 35 crues dont l'intervalle entre maximums est inférieur à 10 heures

(5) 8 crues dont l'intervalle entre maximums est inférieur à 8 heures

3° - Les affluents rive gauche

Il s'agit des deux seuls affluents bien connus, le RHEZALA et le BOU HEURIMA.

Les valeurs trouvées pour le couple RHEZALA à FERNANA - BOU HEURIMA au KEF RHIRA sont fort peu significatives : la distance entre les stations est courte, la période d'observation au KEF RHIRA est très réduite et nous n'avons sélectionné que 18 crues communes aux deux stations et pour lesquelles les valeurs sont encore extrêmement variables. Il en est de même pour le couple BOU HEURIMA à KEF RHIRA - BOU SALEM; par contre, les 68 crues sélectionnées pour le couple de stations RHEZALA à FERNANA - BOU SALEM permettent quelques observations.

Etant donné la taille réduite des bassins versants de ces affluents, on n'observe aucune crue amortie à BOU SALEM, mais on distingue nettement deux classes parmi les temps séparant les maximums. Pour les crues typiques des affluents rive gauche les temps de propagation sont beaucoup plus courts que pour les crues composites ou typiques des affluents rive droite. Etant donné les faibles distances à parcourir pour les crues de la rive gauche, on peut supposer que dans le premier cas les apports de ces affluents sont seuls à provoquer le maximum de débit à BOU SALEM et que les temps de parcours déterminés pour ces crues sont réellement des temps de propagation. Alors que dans le deuxième cas les apports de la rive gauche ne provoquent que la première montée ou la première pointe de crue et se confondent ensuite avec la pointe principale venue du MELLEGUE ou de la Haute Vallée, ce qui explique ces temps très longs séparant les maximums à des stations relativement proches. Aussi les vitesses moyennes de 0,63 m/s à 0,97 m/s mentionnées dans la première partie du tableau 2.4.1.2.4.2 (1) ne doivent pas être considérées comme des vitesses de propagation. Ce sont plutôt les vitesses de l'ordre de 2 m/s calculées dans la troisième partie du tableau qui rendent le mieux compte du déplacement de l'onde de crue sur ces affluents au parcours assez accidenté et à bassin versant montagneux.

Le fait que les pluies d'hiver venant du nord-ouest affectent souvent la Haute Vallée de la MEJERDAH, en même temps que ces affluents rive gauche, rend la séparation des ruissellements de provenances différentes assez difficile.

4° - La Basse Vallée

C'est entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB que les corrélations graphiques que nous avons tentées donnaient les meilleurs résultats, cependant il aurait été bien hasardeux de tracer une droite de corrélation tant la dispersion des points demeure forte. On constate que sur 109 crues prises en compte, 54 sont amorties et 55 sont amplifiées, ce qui infirme l'hypothèse de l'amortissement systématique entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB ainsi que l'équation : $Q \text{ max MEDJEZ} = 0,76 Q \text{ max BOU SALEM}$, qui fut établie sur un nombre restreint de données. Le rôle des affluents intermédiaires tels que la SILLANA, pour lesquels nous n'avons pas d'observations consistantes, est très important.

Les temps de propagation sont indépendants de l'importance de la crue, ce qui est en désaccord avec les formules de l'hydraulique qui, toutes choses égales par ailleurs, indiquent que plus le débit est élevé dans un canal naturel, c'est-à-dire plus le tirant d'eau est fort, et plus la vitesse de propagation de l'onde est élevée. Certains ont expliqué cette indépendance de la vitesse de propagation par rapport au débit véhiculé par le fait que la MEJERDAH dans son cours tunisien avait atteint un profil d'équilibre, ce qui est loin d'être convaincant : si l'on examine le profil en long de la MEJERDAH entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB, on constate une nette rupture de pente au niveau du défilé de PONT TRAJAN; par ailleurs, le marnage parfois spectaculaire du fond du lit de l'Oued observé à des stations comme MEDJEZ EL BAB ou DJEJDEIDA PVF, la forte érosion des berges, l'évolution rapide des méandres et le comblement à l'embouchure laissent à penser que le profil d'équilibre est loin d'être atteint.

Une possibilité d'explication serait donnée par J. IARRAS ("Prévision et détermination des étiages et des crues" - EYROLLES - 1972) que nous citons : "On ne peut parler dans une certaine mesure d'ondes de crue dans le cas de crues lentement évolutives. Mais ces crues n'en sont pas moins d'une toute autre nature que les ondes de choc et les ondes de gravité (dont le front n'avance qu'avec une célérité finie), car elles commencent à monter d'un seul coup, d'une façon plus ou moins visible, d'un bout à l'autre du cours d'eau à l'instant même où le débit commence à varier à l'amont..."

"On retrouve la même différence profonde entre les crues lentement évolutives et les ondes de gravité (telles que l'onde solitaire) lorsqu'on examine leur vitesse de propagation... La vitesse de propagation V des ondes de crues lentement évolutives ne dépend que de la vitesse moyenne U d'écoulement des eaux :

$$V = \frac{1}{L} \left(\frac{3}{2} \cdot LG \sqrt{Jz} \right) \text{ ou } U = C \sqrt{Jz} \quad (\text{CHEZY})$$

$$\text{soit } V = \frac{3}{2} U$$

alors que la vitesse de propagation V' des ondes de gravité (telles que l'onde solitaire) ne dépend que de la cote y de la surface libre par rapport au fond

$$V' = \sqrt{gy} \quad \dots"$$

Il semblerait donc dire qu'il convienne de chercher d'abord à déterminer cette vitesse d'écoulement U sur tout un tronçon d'Oued, or il se trouve que cette vitesse est essentiellement variable d'une section à l'autre; il est impossible de l'estimer constante sur un parcours assez long, les conditions hydrauliques de l'écoulement changeant très rapidement d'un bief à l'autre. Même si, sur un bief de longueur limitée, on constate que les conditions d'écoulement varient peu, ces conditions ne se maintiennent jamais sur un parcours suffisamment long pour être en accord avec l'équation théorique (méandres, lit majeur encombré, zones inondables, ruptures de pente...). On conçoit donc que si la vitesse moyenne U est le facteur déterminant de la vitesse de propagation, cette vitesse sera très variable, et si l'on ajoute à ces raisons l'influence des affluents intermédiaires sur le déplacement du maximum de la crue à MEDJEZ EL BAB dans un sens ou dans l'autre, on peut comprendre que le débit de la crue ne soit pas le facteur déterminant la vitesse de propagation et que l'intervalle entre maximums à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB soit très variable.

Si l'importance du débit de la crue n'intervient pas sur la vitesse de propagation, on constate par contre une différence assez significative entre les temps de propagation des crues amorties et des crues amplifiées. Nous citerons encore ici J. LARRAS qui différencie "les crues lentement évolutives dont la tendance est à l'aplatissement avec réduction progressive de hauteur et de débit vers l'aval" et "les crues plus rapidement évolutives qui tendent au contraire vers une augmentation progressive de hauteur et de débit en tête (même en l'absence d'apports d'eau extérieurs) et vers une atténuation progressive en queue". Il semblerait que ces deux types de crues puissent se produire sur la MEJERDAH en aval de BOU SALEM, ce qui augmente encore la dispersion des valeurs des temps de propagation.

Quoi qu'il en soit, nous retiendrons des valeurs données au tableau 2.4.1.2.4.2 (1), que la vitesse moyenne de propagation des crues sur le tronçon BOU SALEM - MEDJEZ EL BAB reste aussi élevée que sur la partie amont du cours principal.

Pour compléter notre connaissance de la Basse Vallée, nous disposons de 40 années de limnimétrie de mauvaise qualité à la station de DJEJDEIDA. Sur la période 1946-1957, nous avons pu sélectionner 48 crues communes à MEDJEZ EL BAB et DJEJDEIDA. A partir de Septembre 1957, la mise en service du barrage d'EL AROUSSIA, qui doit vider sa faible retenue avant l'arrivée de la crue de MEDJEZ, provoque une onde de crue très en avance à DJEJDEIDA.

Pour ces 48 crues, la valeur moyenne du temps de propagation est de 12 h (médiane 11,5 h) ce qui donne pour un parcours de 66 km une vitesse moyenne de 1,53 m/s (5,5 km/h). Ce net ralentissement des crues, accompagné d'un amortissement systématique du débit de pointe dans la Basse Vallée, s'explique par la faiblesse de la pente (la station de MEDJEZ EL BAB est à 45 m d'altitude, celle de DJEJDEIDA à 13 m). L'importance des zones inondables est surtout l'influence d'ouvrages hydrauliques dont le principal est le barrage d'EL BAIHAN qui réduit presque de moitié la section du lit mineur, et pour lequel il n'a pas été possible de dépouiller correctement la limnimétrie.

2.4.1.2.4.3 Résumé

Pour résumer les résultats obtenus, nous avons établi un tableau à double entrée donnant les distances entre les stations et les temps de parcours moyens sur ces distances. Nous insisterons encore sur le fait que des écarts importants par rapport aux valeurs indiquées sont toujours possibles.

Les caractéristiques que nous retiendrons sont :

- Une vitesse de propagation des crues élevée dans la Haute Vallée de la MEJERDAH sur le parcours amont du MELLEQUE et sur les affluents rive gauche.
- Un régime de propagation hétérogène entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB sans tendance à l'amortissement des débits de pointe, avec une vitesse de propagation encore très élevée surtout pour les crues amplifiées.
- La grande complexité de la forme des crues à BOU SALEM, où les apports des différents affluents peuvent se mélanger avec les apports de la Haute Vallée, ou au contraire se présenter successivement dans un ordre quelconque avec d'assez grands décalages de temps.
- Enfin, la quasi inexistence de liaisons corrélatives entre les débits maximaux de crue aux stations voisines et l'indépendance des temps de propagation vis-à-vis des débits de pointe.

2.4.1.3 LES VOLUMES ECOULES EN CRUE

Nous avons étudié les volumes maximaux écoulés en trois jours, en six jours et pendant la durée totale de la crue maximale annuelle, afin de fournir une gamme variée des volumes des crues.

Un ajustement graphique de lois statistiques a été fait ainsi que le calcul des paramètres expérimentaux de ces lois pour des échantillons antérieurs et postérieurs à la mise en eau du barrage de NEBEUR.

Nous donnons à la fin du chapitre les tableaux des classements des apports maximaux en trois jours, en six jours et des crues maximales pour toutes les stations étudiées. Pour cette étude nous avons utilisé les tableaux hydrométriques annuels établis jusqu'à l'année 1969-70.

TABLEAU 2.4.1.2.4.3. (1)

TABLEAU DES DISTANCES ENTRE LES STATIONS (en km)
ESTIMATION DES TEMPS DE PARCOURS (en heures)

	Mejerdah à GHARDIMAOU								
Mejerdah à GHARDIMAOU	<u> </u> D km th	Mejerdah à JENDOUBA							
Mejerdah à JENDOUBA	72 11	D km th	Mellègue au K 13						
Mellègue au K 13			<u> </u> D km th	Mellègue au Barrage NEBEUR					
Mellègue au Barrage NEBEUR			45 4	<u> </u> D km th	Rhezala à FERNANA				
Rhezala à FERNANA					<u> </u> D km th	Bou Heurtma à KEF RHIRA			
Bou Heurtma à KEF RHIRA						11 (2)	<u> </u> D km th	Mejerdah à BOU SALEM	
Mejerdah à BOU SALEM	112 17	40 7	116 15	71 II	42 6	31 3,5	<u> </u> D km th	Mejerdah à MEDJEZ EL BAB	
Mejerdah à MEDJEZ EL BAB	233 35	161 25	237 (33)	192 29	163 24	152 22	121 18	<u> </u> D km th	
Mejerdah à DJEDEIDA	299 (47)	227 (37)	303 (45)	258 (41)	229 (36)	218 (34)	187 (30)	66 (12)	

Les chiffres () sont établis sur les périodes antérieures à la mise en service des barrages de NEBEUR et d'EL AROUSSIA.

2.4.1.3.1 Choix d'une durée d'écoulement rendant compte correctement de la crue maximale annuelle du point de vue du volume écoulé en crue

L'embarras qu'il y a à établir les critères délimitant la durée de la crue maximale annuelle et la variabilité des volumes pour une même crue que l'on peut trouver en conséquence, nous ont incités à définir pour chaque station une durée propre représentant le mieux la crue maximale annuelle, le volume de cette crue étant le volume écoulé pendant la période qui satisfait aux conditions suivantes :

- Au cas où on a séparation nette des différentes crues, la période cherchée est comptée du jour où le débit moyen journalier dépasse le débit moyen annuel : dans ce cas, le commencement se fait au jour où le débit passe par un minimum.
- Elle s'arrête au dernier jour de ruissellement, le débit moyen journalier n'accusant plus de variations brusques caractéristiques du régime de crue.
- Parmi toutes les périodes d'une année satisfaisant ces deux conditions, la période choisie sera celle pendant laquelle le volume écoulé est maximal, période qui n'est pas forcément la période où est observé le débit maximal annuel instantané.

Nous avons comparé les apports moyens de la crue maximale aux apports moyens de six, huit et dix jours présentant un volume écoulé maximal, et avons adopté comme durée la plus représentative celle dont l'apport moyen manifeste le moindre écart avec l'apport moyen de la crue maximale (calculé du début à la fin de la crue); nous avons porté dans le tableau la période adoptée pour chaque station, le nombre d'années étudiées, les apports moyens de la période choisie et ceux de la crue maximale, l'écart absolu et l'écart relatif.

TABLEAU 2.4.1.3.1. (1)

*Comparaison des apports moyens maximaux en n jours
aux apports moyens des crues maximales*

STATIONS	Nombre d'années	Période adoptée n jours	Apport moyen des n jours en 10^6 m^3	Apport moyen de la crue maxim. en 10^6 m^3	Ecart absolu 10^6 m^3	Ecart relatif
GARDIMAOU	20	8	37,7	36,7	1	2,7 %
JENDOUBA	46	8	60,5	59,2	1,3	2,2 %
BOU SALEM	17	10	134,3	135,4	0,9	1,3 %
MEDJEZ EL BAB	24	10	180,1	177,2	2,9	1,6 %
BOU HEURTMA	9	8	22,3	23,1	0,8	2,5 %
RHEZALA	21	6	9,9	9,8	0,1	1,0 %
MELLEQUE	36	8	42,7	42,7	0,0	0,0 %

Nous voyons que les écarts relatifs ne dépassent pas 2,7 %, on en conclut donc que le fait de prendre comme volume de la crue maximale le volume écoulé pendant les n jours choisis, ne conduit pas à une différence importante, on peut alors se permettre de se limiter à l'étude des volumes maximaux écoulés pendant les n jours consécutifs, ce que nous avons fait dans toute la suite.

2.4.1.3.2 Etudes statistiques des volumes maximaux écoulés en trois jours, six jours et pendant la crue maximale

2.4.1.3.2.1 Intérêt des volumes en trois jours et en six jours

Les volumes maximaux en trois jours et des six jours présentent un intérêt particulier pour le choix des dimensions des ouvrages d'évacuation, tels que déversoirs, évacuateurs de crue, etc...

2.4.1.3.2.2 Ajustement statistique

L'ajustement graphique de la loi de GAUSS n'a pas été satisfaisant, ceci prouve que les échantillons étudiés sont dissymétriques, ce qui est d'ailleurs normal pour les régimes des Oueds soumis à un climat méditerranéen.

Nous avons ajusté graphiquement la loi Gausso-logarithmique, loi qui s'adapte bien aux échantillons dissymétriques, l'ajustement est assez satisfaisant (graphiques 2.4.1.3.2.2 (1 à 8)). Malheureusement ces ajustements ne semblent pas conduire toujours à des valeurs assez fortes pour les très faibles fréquences, comme on le verra plus loin.

2.4.1.3.2.3 Estimation des paramètres expérimentaux
(voir tableaux 2.4.1.3.3 (3) (4) (5))

Mis à part la propriété commune dégagée plus haut, l'examen de ces tableaux permet d'en tirer les conclusions suivantes :

- Seule, parmi les stations de la MEJERDAH, la station de JENDOUBA accuse un écart important entre la moyenne et la médiane, fait qui confirme la dissymétrie dont nous avons parlé, nous constatons aussi que le coefficient de variation est plus fort que pour les autres, ce qui correspond à une dispersion importante pouvant être due à la taille de l'échantillon, le nombre d'années étudiées étant égal à 46. Le même phénomène se produit pour la station du MELLEQUE au K 13, en effet le coefficient de variation reste toujours supérieur à 1 et l'écart de la médiane à la moyenne est important, ceci étant dû à l'irrégularité du régime liée au climat semi-aride et à la nature du bassin versant.

- Quant aux apports maximaux aux autres stations, ils présentent moins de dispersion du fait d'un climat plus humide et aussi du fait que les échantillons disponibles couvrent des périodes beaucoup plus courtes. D'ailleurs seules les séries de JENDOUBA et du MELLEQUE sont assez longues pour permettre une estimation grossière pour les faibles fréquences.

- La comparaison des apports moyens des trois jours à ceux des crues maximales -tableau 2.4.1.3.2.3 (1) - montre que les crues du RHEZALA et du MELLEQUE sont relativement les plus violentes du fait que respectivement 76,2 et 77,0 % du volume total de la crue s'écoulent en trois jours seulement.

De toutes façons on retiendra que malgré les difficultés rencontrées pour les ajustements, ces distributions sont très asymétriques, ce qui doit inciter à la plus grande prudence pour l'étude des projets.

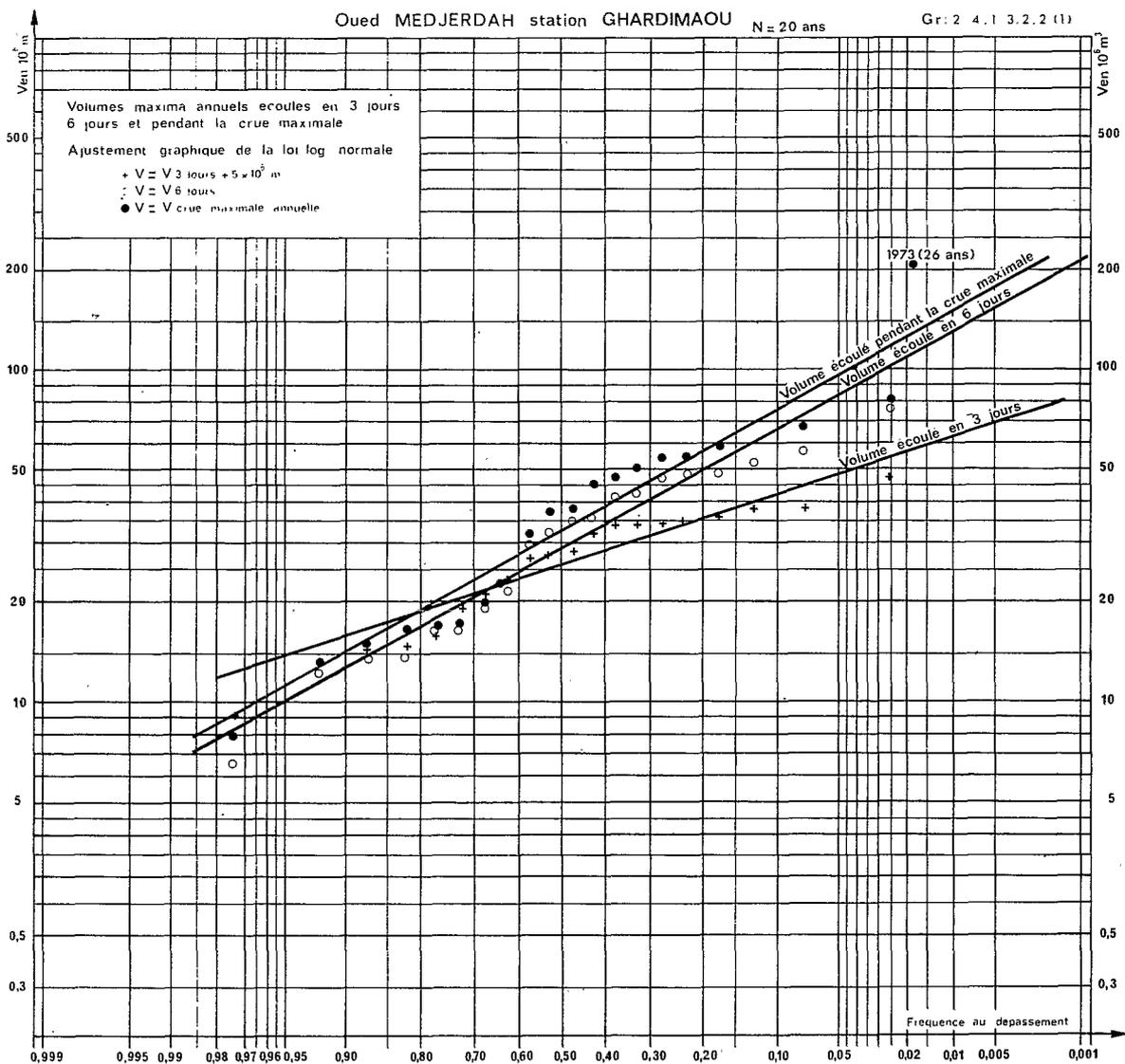
TABLEAU 2.4.1.3.2.3 (1)

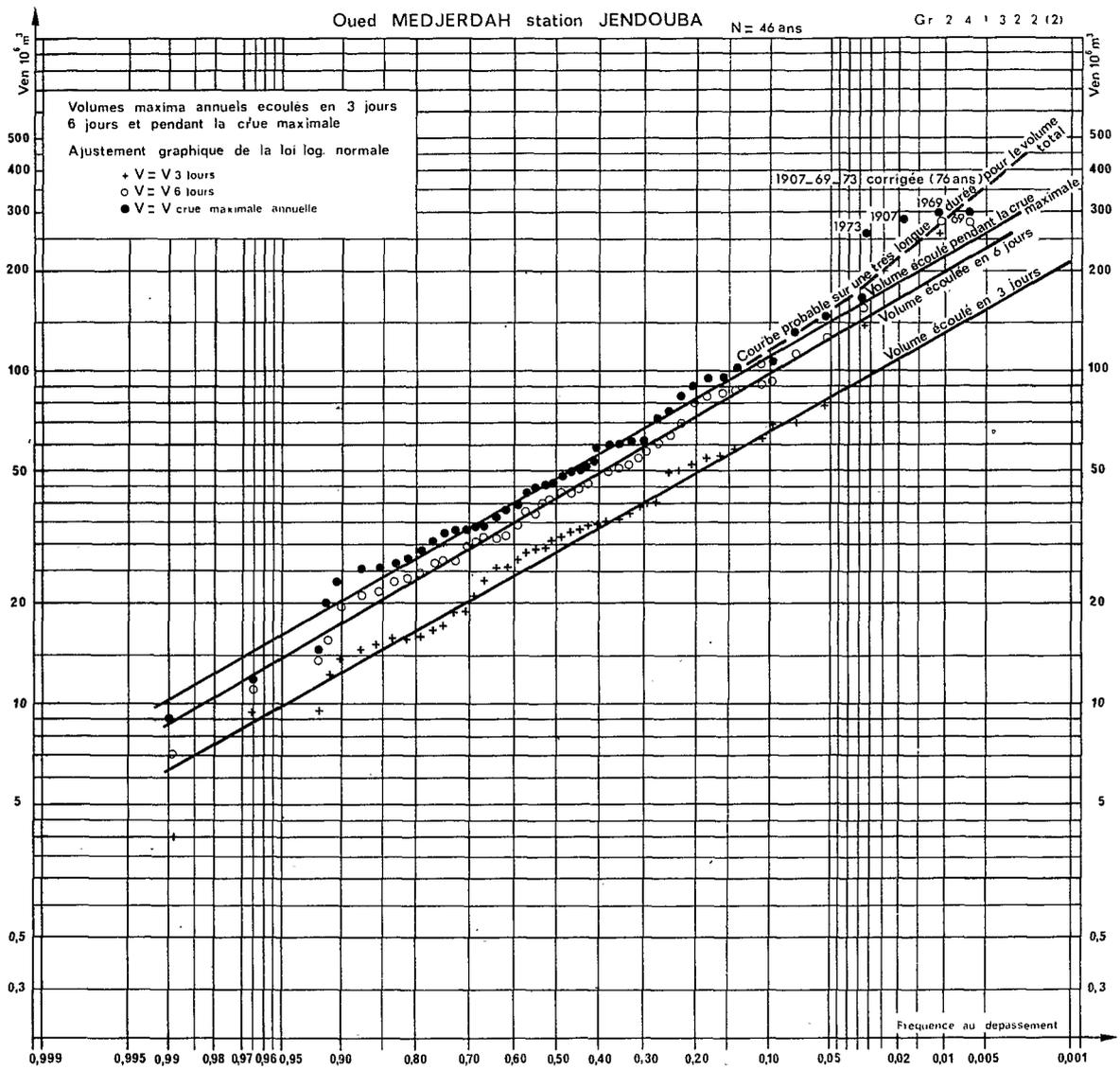
*Proportion du volume écoulé en trois jours
par rapport au volume total de la crue
en millions de m³*

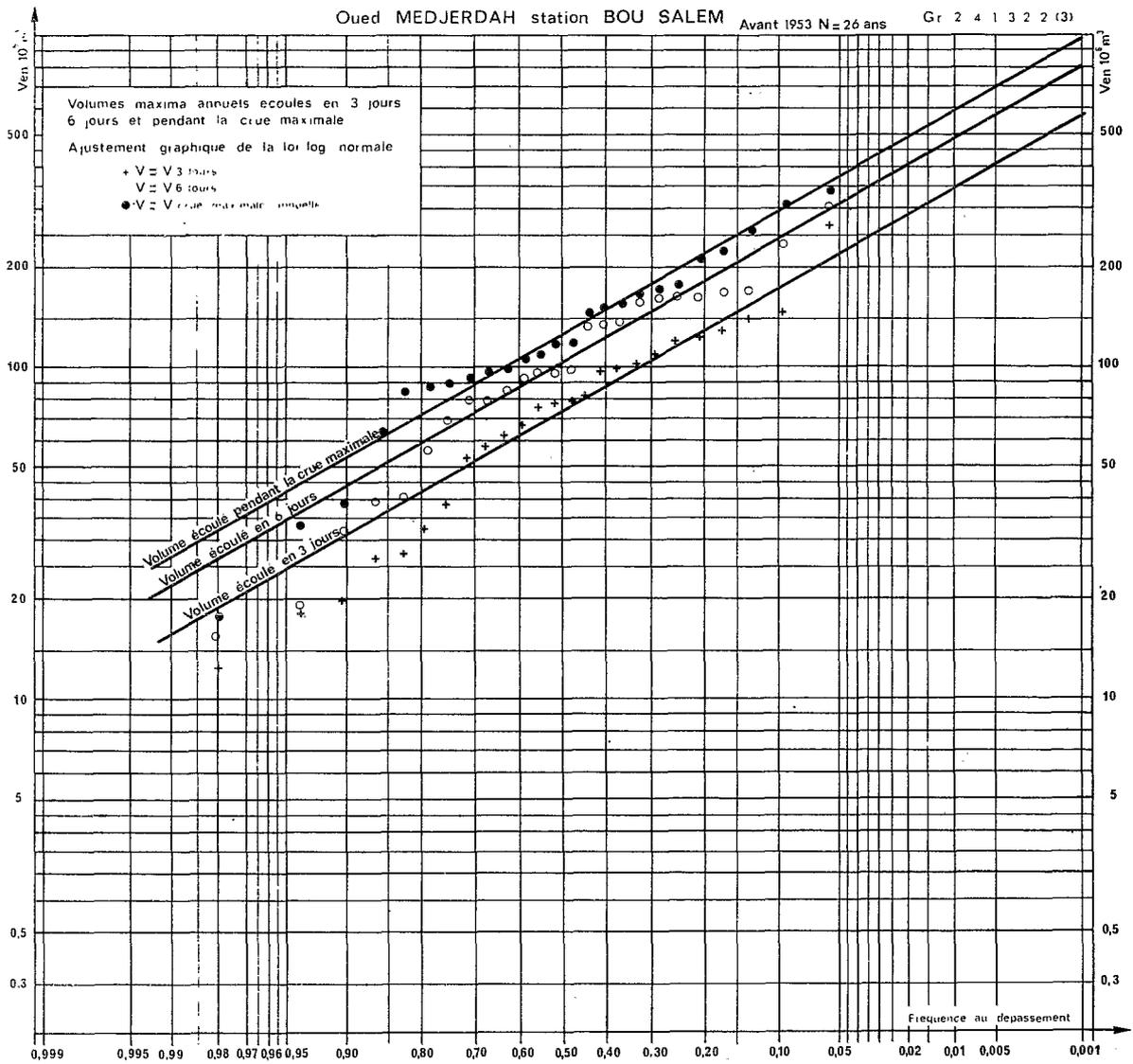
STATIONS	CHAR-DIMAOU	JEN-DOUBA	BOU SALEM	BOU SALEM	MEDJEZ EL BAB	BOU HEURIMA	RHEZALA à FERNANA	MELLEQUE au K 13
Moyenne de trois jours	22,1	39,5	90,0	70,0	100,2	13,8	7,7	32,9
Moyenne de la crue maximale	37,7	60,5	148,0	134,3	180,1	22,3	10,2	42,7
Proportion %	58,6	65,3	60,0	52,1	55,5	61,9	76,2	77,0

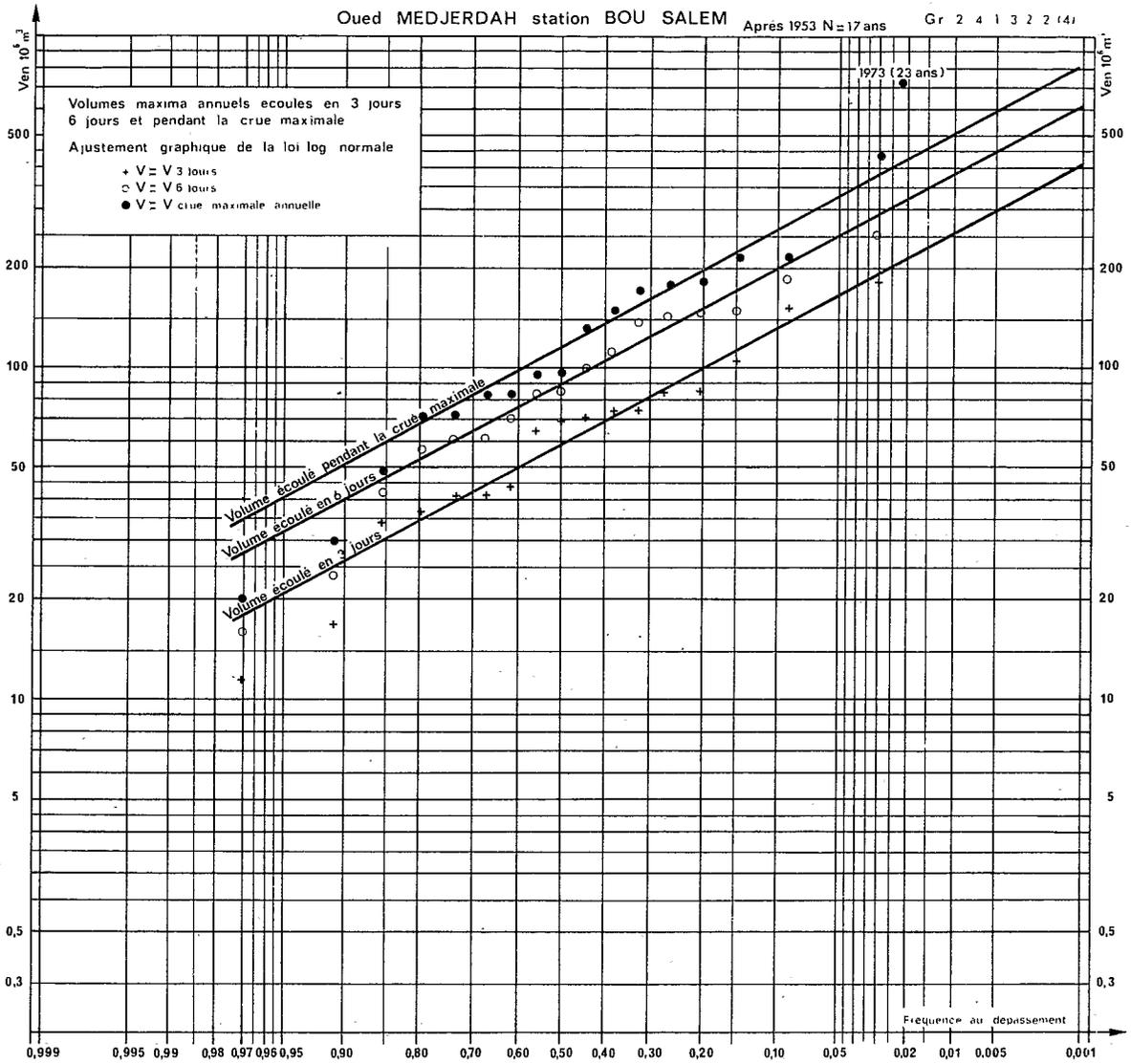
2.4.1.3.2.4 Détermination des volumes des crues de fréquences particulières

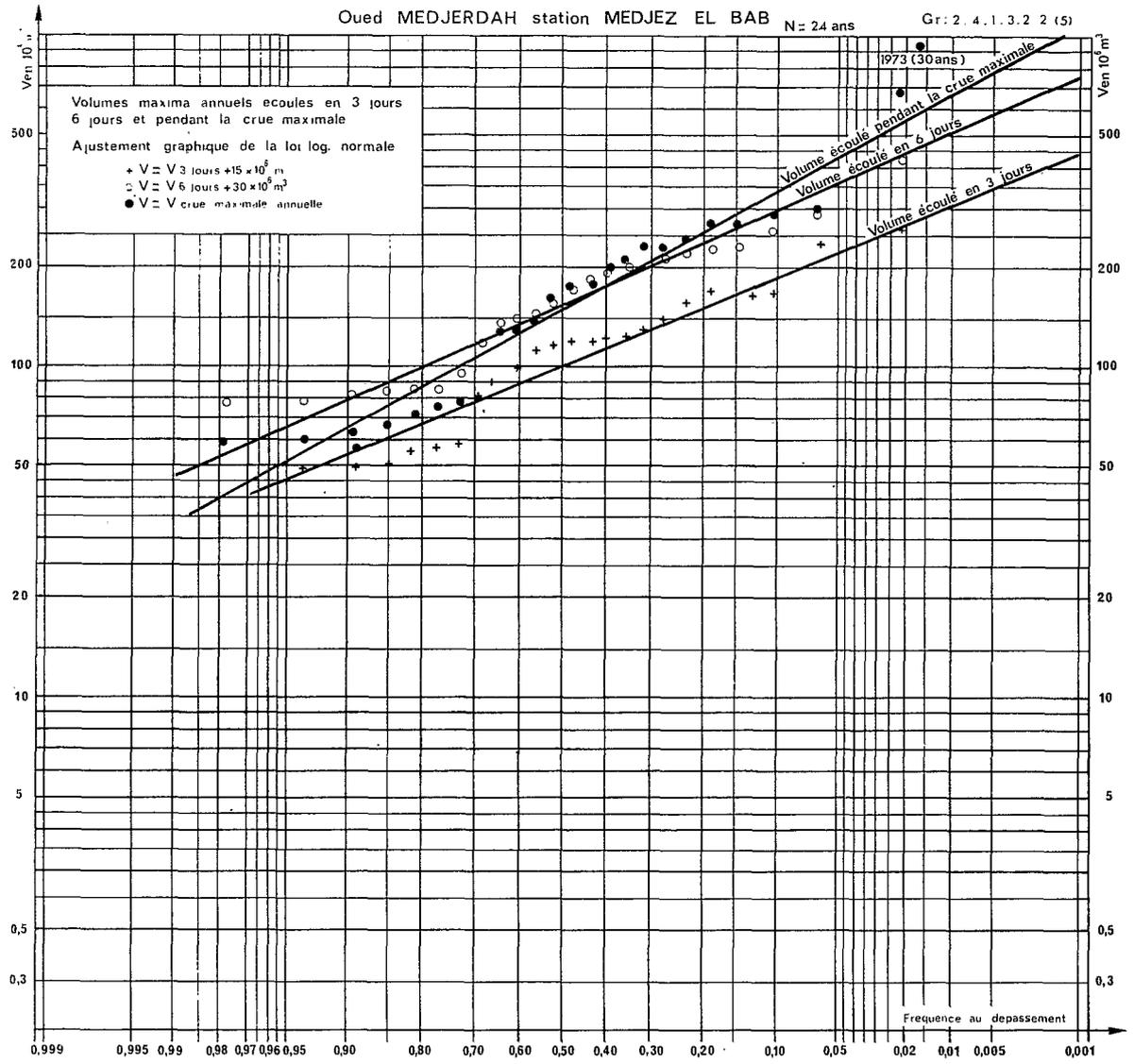
A partir des ajustements graphiques de la loi Gausso-logarithmique des échantillons des apports des crues maximales, nous avons déterminé les apports des crues de fréquences particulières - tableau 2.4.1.3.2.4 (1).

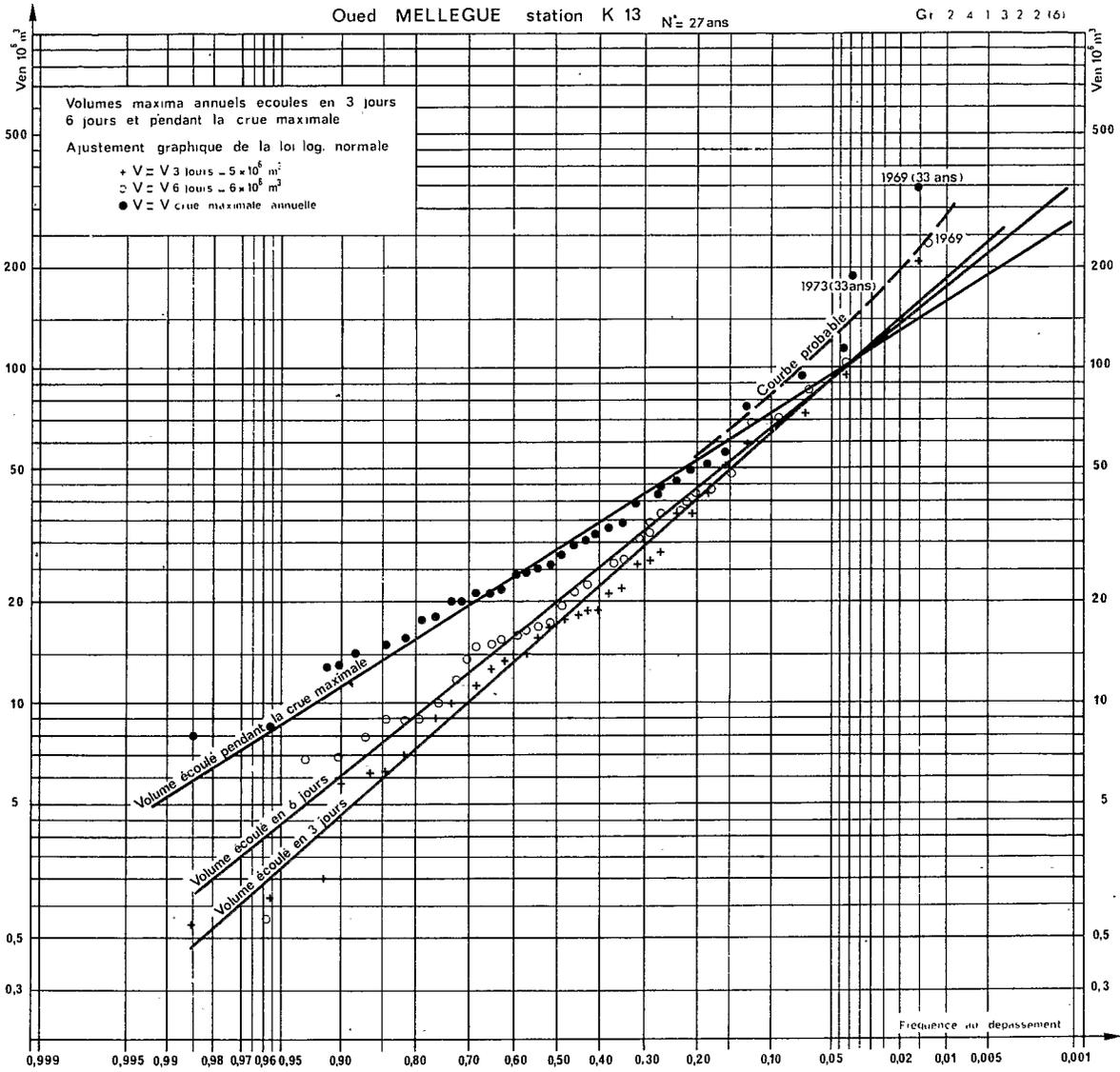


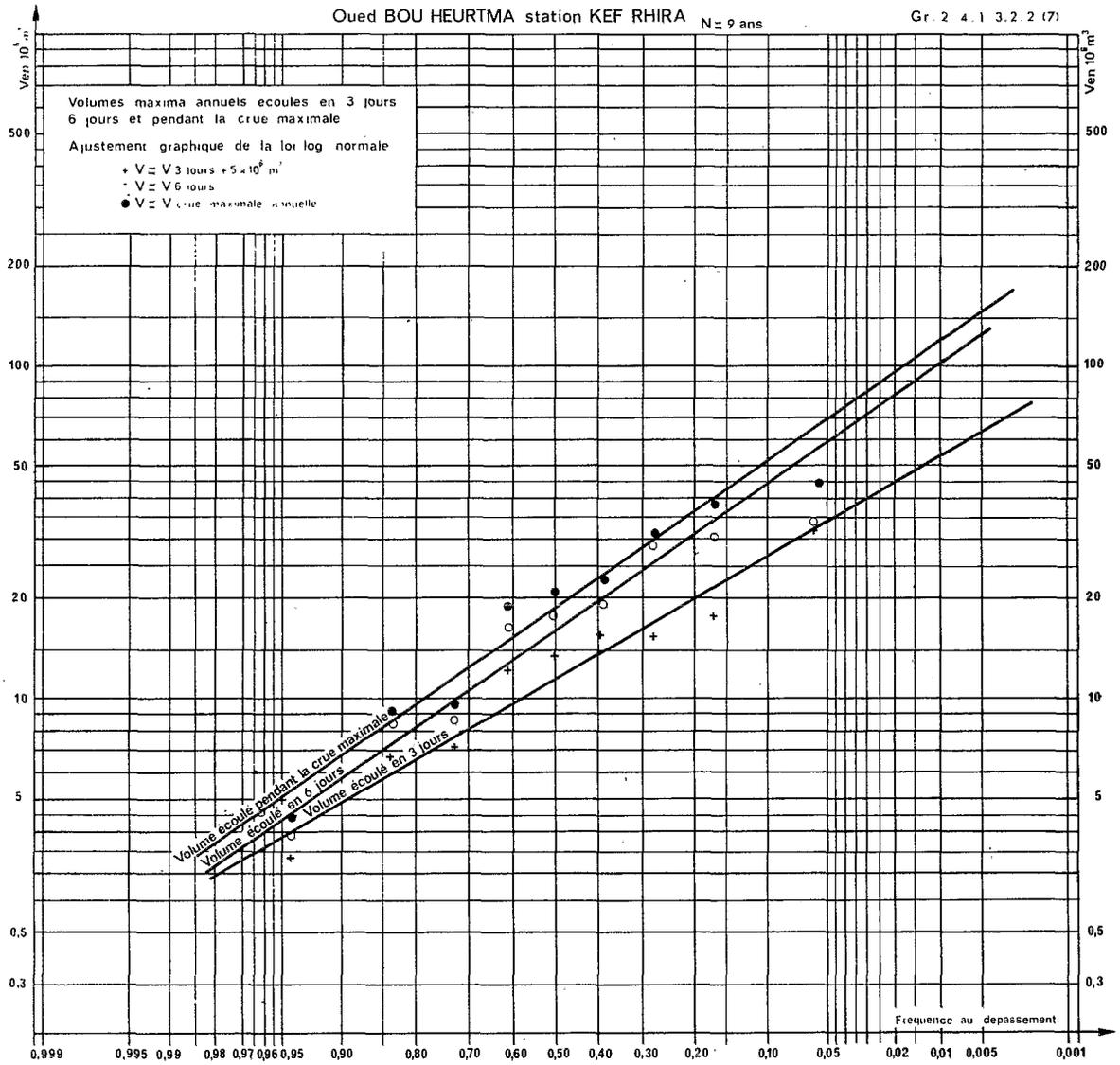


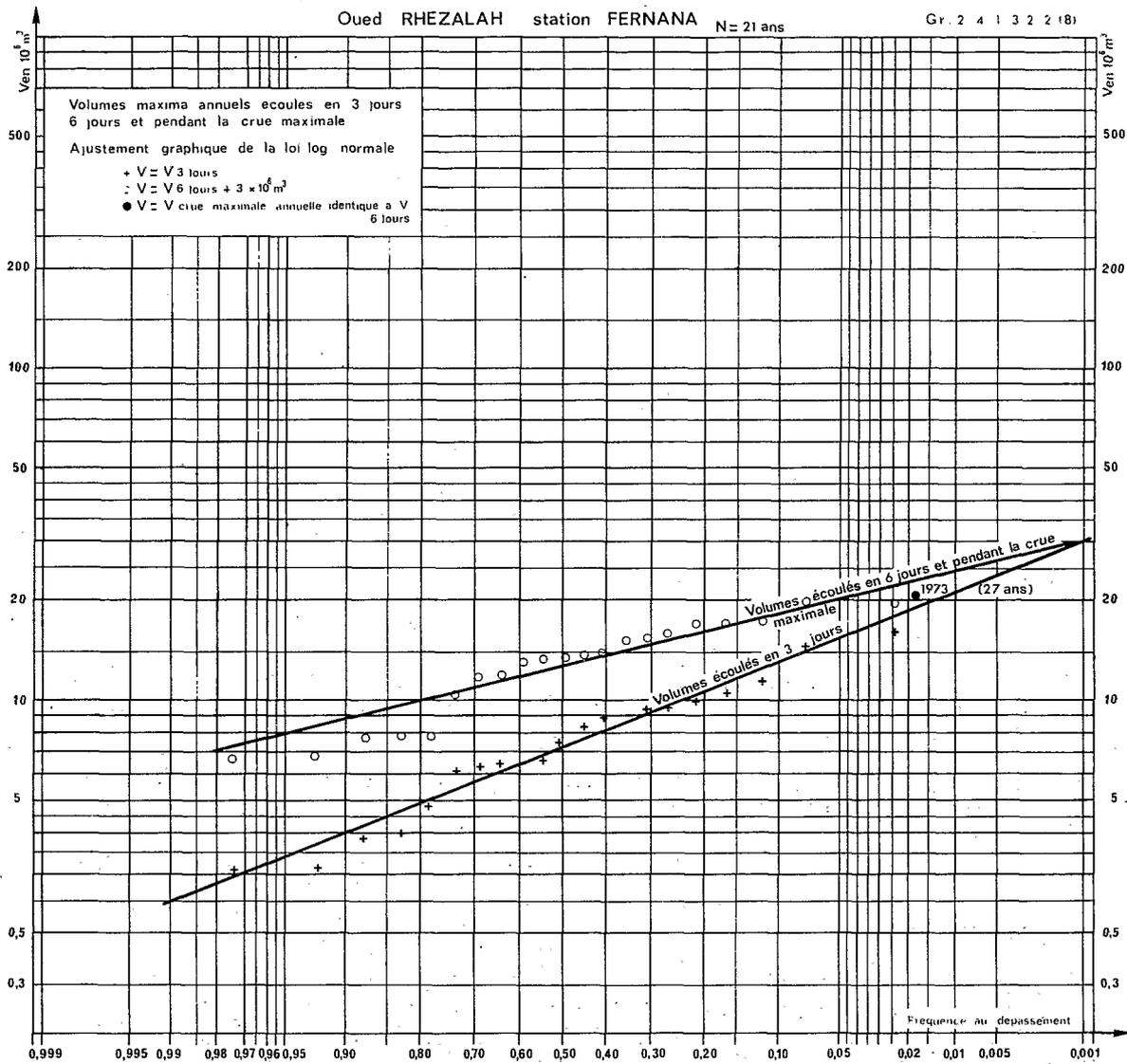












Le tableau met en évidence l'influence du barrage du MELLEGUE sur l'écoulement à BOU SALEM, un paragraphe spécial est rédigé à cet effet (cf. 2.4.1.3.3).

TABLEAU 2.4.1.3.2.4 (1)

Volumes de fréquence donnée des crues maximales
en millions de m³

S T A T I O N S	F r é q u e n c e			Taille de l'échantillon étudié
	0,5	0,1	0,01	
G H A R D I M A O U	32,5	76,0	150 *	20
J E N D O U B A	47,5	115	280	46
B O U S A L E M (après 1953)	115	260	500 *	17
B O U S A L E M (avant 1953)	124	290	572 *	26
M E D J E Z E L B A B	146	330	640 *	24
B O U H E U R I M A	18,8	52	120 *	9
R H E Z A L A	9,8	15,4	25 *	21
M E L L E G U E	28,5	71	250	36

2.4.1.3.2.5 Commentaire sur la crue de Mars 1973

Les fortes pluies qui sont tombées sur la TUNISIE à la fin du mois de Mars 1973 ont été la cause de crues exceptionnelles sur les Oueds du nord du pays, et spécialement sur la MEJERDAH où elles ont causé d'importants dégâts.

Nous portons ci-après, tableau 2.4.1.3.2.5 (1), les apports des six jours de crue aux différentes stations, ainsi que leur période de retour déterminée à partir des ajustements de la loi Gausso-logarithmique (ces ajustements n'ont pas tenu compte des valeurs observées en Mars, trop fortes pour être intégrées dans des séries aussi courtes).

On voit que partout sur les stations de la MEJERDAH, les apports des six jours de Mars 1973 ont vraiment été exceptionnels, période de retour très supérieure à cent ans; par contre, sur l'Oued MELLEGUE la période de retour est d'environ cent quinze ans (moins importante que celle des six jours de Septembre 1969 où le volume écoulé a été de 246 Mm³ correspondant à une période de retour d'environ deux cent cinquante ans; quant au RHEZALA, les apports de la crue de Mars 1973 n'ont été que de 16,9 Mm³. Toutefois, les périodes de retour estimées à partir des ajustements graphiques n'ont pas de signification, les échantillons étant de taille bien trop réduite pour atteindre une précision suffisante au-delà d'une période de retour de cent ans (dans le meilleur des cas, JENDOUBA et l'Oued MELLEGUE). On verra plus loin, lors de l'étude des valeurs maximales, plus facile, que les échantillons bruts de GHARDIMAOU, BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB, donnent lieu à des ajustements difficiles, et que l'augmentation des durées de périodes d'observations conduit pour la crue de 1973 à des périodes de retour plus raisonnables entre cent vingt ans et deux cents ans. Ceci prouve d'ailleurs que nos graphiques, 2.4.1.3.2.2, sauf pour le MELLEGUE, donnent des valeurs sous-estimées au-delà de la crue cinquantennale. Tout ce que l'on peut dire, c'est que la fréquence d'apparition d'une crue comme celle de Mars 1973 est faible, mais peut-être pas tellement inférieure à 0,01.

2.4.1.3.3 Influence du barrage du MELLEGUE sur l'écoulement à BOU SALEM

Seule, parmi les stations influencées par ce barrage, la station de BOU SALEM présente deux échantillons de débits moyens journaliers suffisamment longs pour permettre l'étude de l'influence du barrage sur les volumes d'eau écoulés. Les apports en eau de la MEJERDAH à BOU SALEM se composent approximativement des apports de la MEJERDAH à JENDOUBA, augmentés de ceux du MELLEGUE et du TESSA. Le TESSA n'étant pas aménagé ni la MEJERDAH, le changement du régime à BOU SALEM est dû essentiellement à celui du MELLEGUE conditionné par le barrage.

* Valeurs très approximatives, car la taille de l'échantillon est trop petite pour permettre une estimation correcte du volume ayant cette fréquence d'apparition.

TABLEAU 2.4.1.3.2.5 (1)
Les apports des six jours de la crue de Mars 1973

S T A T I O N S	Apport des six jours de Mars 1973 en millions de m ³	Période retour * ans
GHARDIMAOU	207	750 ?
JENDOUBA	259	250 ?
BOU SALEM avant 1953	721	660 ?
BOU SALEM après 1953	721	Plus de 1 000 ?
MEDJEZ EL BAB	943	700 ?
BOU HEURTMA	station détruite en Février 1973	
RHEZALA	16,9	16
MELLEQUE	190	115

La comparaison des apports moyens en trois jours, six jours et des crues maximales intervenues avant la mise en eau du barrage, à ceux survenus après, montre une certaine diminution, l'écart relatif est d'autant plus important que la période prise est petite, voir tableau 2.4.1.3.3 (1)

TABLEAU 2.4.1.3.3 (1)

en Mm ³	Première période 25-26 à 52-53	Deuxième période 53-54 à 69-70	Ecart absolu	Ecart relatif
Apport moyen des trois jours	90,0	70,0	20,0	22,2 %
Apport moyen des six jours	121,9	103,2	18,7	14,9 %
Apport moyen de la crue maximale	148,0	134,3	13,7	9,2 %

L'influence du barrage se fait nettement sentir sur les apports maximaux, cela d'autant plus que la période utilisée est courte. Autrement dit, la crue est étalée très sensiblement par le barrage qui contribue ainsi à réduire de façon importante les dégâts.

On a reporté sur le tableau 2.4.1.3.3 (2) les résultats de la même étude, non plus pour la moyenne, mais pour les fréquences 0,5, 0,1 et 0,01.

* Estimations sans signification, sauf peut-être pour le RHEZALA et le MELLEQUE (heureuse coïncidence ?)

TABLEAU 2.4.1.3.3 (2)

Comparaison des apports moyens de fréquences particulières
en millions de m³

		BOU SALEM avant 1953	BOU SALEM après 1953	Ecart absolu	Ecart relatif
Fréquence 0,5	Apport des trois jours	73	58	15	20,5 %
	Apport des six jours	102	90	12	11,8 %
	Apport de la crue maximale	124	115	9	7,2 %
Fréquence 0,1	Apport des trois jours	172	130	42	24,4 %
	Apport des six jours	240	200	40	16,7 %
	Apport de la crue maximale	290	260	30	10,3 %
Fréquence 0,01	Apport des trois jours	340	250	90	26,5 %
	Apport des six jours	480	380	100	20,8 %
	Apport de la crue maximale	580	500	80	13,8 %

L'étude de ce tableau confirme bien ce qui a été dit plus haut, en effet nous constatons que pour n'importe quelle fréquence l'écart relatif est plus important pour les apports des trois jours que pour ceux des six jours qui est encore plus important que celui de la crue maximale, les écarts relatifs croissant ainsi très nettement lorsque la fréquence décroît.

2.4.1.4 ETUDE STATISTIQUE DES DEBITS MAXIMAUX ANNUELS

2.4.1.4.1 Données étudiées

La chronique des débits journaliers sur les sept stations de base de la MEJERDAH a été établie avec suffisamment de précision pour pouvoir extraire le débit instantané maximal annuel, pour chaque année de la période observée et à chaque station. Ces valeurs du débit maximal annuel ont constitué les échantillons sur lesquels a porté la présente étude statistique. Il est évident qu'ainsi nous n'avons pas retenu toutes les plus fortes crues connues à la station, mais à notre avis cette façon de procéder est plus rigoureuse que celle qui consiste à étudier les échantillons constitués par les séries des plus fortes crues indépendantes connues et ce pour les raisons suivantes :

- Il faut se fixer un seuil arbitraire au-dessus duquel on prend en considération le débit maximal de la crue; ce seuil peut ne pas être atteint ou dépassé tous les ans, auquel cas on conserve la valeur du débit maximal annuel, ce qui introduit déjà un élément d'hétérogénéité dans l'échantillon.

D'autre part, le fait de fixer le seuil des "crues remarquables" préjuge déjà quelque peu de l'idée que l'hydrologue se fait de la valeur de la crue annuelle.

- Les crues se présentent souvent en séries (stabilité des perturbations atmosphériques), si les maximums ne sont pas assez espacés dans le temps, elles ne sont plus considérées comme indépendantes et l'on ne conserve que le débit maximal de la série, négligeant des débits de pointe secondaires qui peuvent être supérieurs au débit maximal observé certaines autres années.

TABLEAU 2.4.1.3.3. (3)

APPORTS MAXIMAUX DES 3 JOURS

S T A T I O N	Ghardimaou	Jendouba	Bou Salem Avant 1953	Bou Salem Après 1953
Nombre d'années	20	46	26	17
Apport moyen *	22,1	39,5	90,0	70,0
Médiane observée *	22,3	30,9	78,3	70,7
Médiane calculée *	20,5	29,0	73,0	58,0
Ecart type *	10,3	40,6	71,5	43,7
Coef. de variation	0,47	1,02	0,79	0,62

TABLEAU 2.4.1.3.3. (3) (suite)

APPORTS MAXIMAUX DES 3 JOURS

S T A T I O N	Medjez El Bab	Bou Heurtma	Rhezala	Mellègue
Nombre d'années	24	9	21	36
Apport moyen *	100,1	13,8	7,7	32,9
Médiane observée *	101,5	13,4	7,2	22,1
Médiane calculée *	85,0	11,6	7,2	22,2
Ecart type *	59,2	8,5	3,6	38,6
Coef. de variation	0,59	0,62	0,47	1,17

(*) Millions de m³

TABLEAU 2.4.1.3.3. (4)

APPORTS MAXIMAUX DES 6 JOURS

S T A T I O N	Ghardimaou	Jendouba	Bou Salem Avant 1953	Bou Salem Après 1953
Nombre d'années	20	46	26	17
Apport moyen *	33,3	53,9	121,9	103,2
Médiane observée *	33,5	41,3	95,8	93,0
Médiane calculée *	29,0	42,0	102,0	90,0
Ecart type *	18,4	46,5	91,6	63,0
Coef. de variation	0,55	0,86	0,75	0,61

TABLEAU 2.4.1.3.3. (4) (suite)

APPORTS MAXIMAUX DES 6 JOURS

S T A T I O N	Medjez El Bab	Bou Heurtma	Rhezala	Mellègue
Nombre d'années	24	9	21	36
Apport moyen *	139,2	18,5	10,1	39,0
Médiane observée *	133,9	17,4	10,3	24,5
Médiane calculée *	120,0	16,2	9,8	26,0
Ecart type *	82,5	10,6	4,0	43,0
Coef. de variation	0,59	0,57	0,40	1,10

(*) Millions de m³

TABLEAU 2.4.1.3.3. (5)

APPORT DE LA CRUE MAXIMALE ANNUELLE

S T A T I O N	Ghardimaou	Jendouba	Bou Salem Avant 1953	Bou Salem Après 1953
Nombre d'années	20	46	26	17
Apport moyen *	37,7	60,5	148,0	134,3
Médiane observée *	37,5	46,2	116,5	114,5
Médiane calculée *	32,5	47,5	124,0	115,0
Ecart type *	21,4	47,1	103,3	99,2
Coef. de variation	0,57	0,78	0,70	0,74

TABLEAU 2.4.1.3.3. (5) (suite)

APPORT DE LA CRUE MAXIMALE ANNUELLE

S T A T I O N	Medjez El Bab	Bou Heurtma	Rhezala	Mellègue
Nombre d'années	24	9	21	36
Apport moyen *	180,1	22,3	9,9	42,7
Médiane observée *	163,3	20,5	10,3	26,7
Médiane calculée *	146,0	18,8	9,8	28,5
Ecart type *	126,5	13,8	4,1	55,3
Coef. de variation	0,70	0,62	0,41	1,29

* Millions de m³

- Les critères fixant l'indépendance d'une crue par rapport à la précédente sont aussi arbitraires (ou plutôt liés à l'intuition de l'hydrologue) que le choix du seuil au-dessus duquel on retient la crue.

- Enfin et surtout, il ne faut pas perdre de vue que le but d'une telle étude est d'estimer les débits de fréquence rare, souvent pour évaluer des risques (crues de projet, ruptures de ponts...) calculés sur un certain nombre d'années. C'est-à-dire que l'on évalue le risque de voir se présenter un débit maximal supportable pendant une période donnée; si donc un ouvrage est calculé pour une crue disons centennale, qu'une crue supérieure survienne et emporte l'ouvrage, il importera peu que durant la même année d'autres crues de fréquence rare (centennale ou non) surviennent puisque l'ouvrage sera déjà détruit.

L'estimation correcte des périodes de retour des débits de crue se fait donc soit avec l'échantillon de tous les débits moyens journaliers (seuil de troncature = 0) mais alors dans le cas de la MEJERDAH on sous-estimerait grandement les débits instantanés possibles (voir la forme des hydrogrammes), soit en retenant la valeur du débit maximal instantané annuel, comme nous l'avons fait.

La mise au point de la présente monographie s'est étendue sur plusieurs années et au moment où on achevait cette étude statistique des débits maximaux annuels, on disposait de cinq années supplémentaires qui, d'une part, comportaient la crue exceptionnelle de Mars 1973 (laquelle s'étant produite pendant l'année hydrologique 1972-73 est désignée sous le nom de "crue 1972") et qui, d'autre part, permettaient pour certaines stations observées depuis assez peu de temps - de procéder à des études de corrélation. C'est pourquoi A. GHORBEL a mis au point une étude sur les débits maximaux instantanés annuels de 1970-71 à 1974-75, à partir de laquelle ont été reprises toutes les études statistiques du sous-chapitre 2.4.1.4. L'ensemble de la monographie n'a pas été repris pour être remis à jour jusqu'à 1974-1975, ce qui aurait par trop retardé sa parution, mais on a pu au moins améliorer cette partie capitale de la monographie.

La taille des échantillons naturels que nous avons ainsi constitués varie de 9 ans (BOU HEURIMA à KEF RHIRA) à 58 ans (MEJERDAH à JENDOUBA). Mais la construction du barrage de NEBEUR sur le MELLEGUE en 1953-1954 (mise en eau en Mai 1954) a modifié le régime naturel des écoulements; les valeurs retenues pour BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB constituaient donc des échantillons hétérogènes. Pour remédier à cela nous avons donc séparé un échantillon de 22 ans postérieur à 1953 et nous avons étudié à part la période antérieure. Pour pouvoir comparer ces deux stations avec les autres qui ne sont pas influencées par le barrage, nous avons séparé cet échantillon de 22 ans postérieur à 1953 pour chacune des autres stations où cela était possible et étudié la période complète d'observation, la période antérieure à 1953 et la période postérieure à 1953.

De même la mise en eau du barrage de BEN METIR sur l'Oued EL LILL (108 km²) en 1956 a modifié le régime des écoulements de l'Oued BOU HEURIMA qui conflue en amont de BOU SALEM. Etant donné la faible superficie de ce bassin par rapport à celui du bassin de la MEJERDAH à BOU SALEM, nous n'en avons pas tenu compte dans les valeurs de BOU SALEM et de MEDJEZ EL BAB. Il en a été tenu compte pour la station du KEF RHIRA sur le BOU HEURIMA.

Nous avons résumé dans le tableau 2.4.1.4.1 (1) ci-dessous la constitution des différents échantillons naturels étudiés. Pour certaines années les observations étaient incomplètes; le débit maximal observé n'a alors été pris en compte qu'après vérification qu'aucune crue n'avait pu se produire pendant la période manquante.

TABLEAU 2.4.1.4.1 (1)

Constitution des échantillons

STATIONS TRAITÉES	Période totale d'observations	Echantillon pris en compte	Echantillon avant 1953	Echantillon après 1953
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1949 - 1976	28 ans	4 ans non traité	24 ans
MEJERDAH à JENDOUBA	1897 - 1976 manque 1922 et 1950 à 1967	59 ans	51 ans non traité voir le précédent.	72 ans non traité
MELLEGUE au K 13	1922 - 1976	52 ans	30 ans	22 ans
BOU HEURIMA à KEF RHIRA	1961 - 1970	9 ans	-	9 ans
RHEZALA à FERNANA	1946 - 1974 manque 1947	28 ans	6 ans trop court, non traité	22 ans
MEJERDAH à BOU SALEM	1925 - 1974 manque observations 1929	49 ans non traité, non homogène	27 ans	22 ans
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	1946 - 1974	29 ans non traité, non homogène	7 ans	22 ans

On doit noter que :

1897 correspond à 1897 - 1898

1974 correspond à 1974 - 1975

Les cinq premières stations figurant dans ce tableau 2.4.1.4.1 (1) ne sont pas influencées par la construction du barrage de NEBEUR; en principe l'ajustement des lois doit être semblable pour ces stations, que cet ajustement soit fait sur la période de 22 ans postérieure à 1953 ou sur la période d'observations. Nous verrons plus loin ce qu'il en est. Remarquons seulement qu'une période de 22 ans d'observations constitue un échantillon d'une taille à peine suffisante pour y ajuster avec quelque précision une loi de répartition.

On avait cru pouvoir par corrélations étendre au maximum la durée d'observations à une station et de-là chercher également à obtenir des séries plus longues sur la plupart des autres stations principales, malheureusement le caractère très lâche de ces corrélations n'a permis d'obtenir que des succès très limités dans cette voie : grâce à l'utilisation des données des cinq dernières années, on a pu étudier la corrélation entre GHARDIMAOU et JENDOUBA pour une période commune comportant à la fois de très fortes et de très faibles crues, et la dispersion acceptable a permis de mettre au point une régression utilisable et on a pu également utiliser la corrélation entre les données de BOU SALEM et de MEDJEZ EL BAB.

2.4.1.4.2 MEJERDAH à GHARDIMAOU (B.V. 1 480 km²)

Les deux échantillons étudiés pour cette station sont assez voisins; les quatre années antérieures à 1953-1954 écartées dans le deuxième échantillon n'affectent pas les valeurs extrêmes observées.

La corrélation entre les débits maximaux annuels à GHARDIMAOU et à JENDOUBA repose sur dix couples de valeurs variant de 48 m³/s à 2 370 m³/s pour GHARDIMAOU. Le coefficient de corrélation est très bon : 0,991, mais ceci est dû à la valeur très forte de la crue 1972-1973 et il suffirait d'une autre crue supérieure à 1 000 m³/s pour modifier un peu ce coefficient et légèrement la droite de régression qui a très sensiblement comme équation :

$$Q \text{ max JENDOUBA} = Q \text{ max GHARDIMAOU}$$

Cette égalité s'explique par l'amortissement des crues, bien qu'en certains cas : 1974 et 1971, l'apport des affluents amont à la MEJERDAH entre les deux stations ait nettement compensé cet amortissement. Nous n'utilisons pas cependant cette régression pour compléter l'échantillon de GHARDIMAOU : les lacunes que nous pourrions combler ainsi comportent les fortes crues de 1906-1939 et 1941, et l'emploi d'une formule pas tout à fait sûre pourrait conduire à déformer la courbe de distribution statistique dans sa partie la plus intéressante. En ne considérant que la période totale et en prenant en compte les maximums de 1975 et 1976, on dispose d'un échantillon de 28 ans. A l'examen du tableau 2.4.1.4.2 (1) il est visible que cet échantillon comporte une crue très forte, celle de 1972 (en fait Mars 1973) dont la période de retour est très supérieure à la période de 27 ans, et également une crue très faible, 1973, ce qui n'est pas de nature à faciliter la détermination de la courbe de distribution. On ne considérera pas l'échantillon de 24 ans postérieur à 1952, très voisin de celui de 28 ans.

Choix d'une loi de distribution

On peut être tenté d'éliminer la valeur de la crue de 1972, mais on risque alors de se priver d'un élément d'information capital, et on est conduit à des résultats qui, à la lumière des études faites pour la station de JENDOUBA, paraissent aberrants.

En arrêtant les observations en 1969 et en appliquant systématiquement le programme d'ajustement ORSTOM à l'échantillon de 21 ans correspondant à la période totale pour les cinq lois : normale, GUMBEL, log-normale, GAMMA incomplète et GOODRICH, on trouvait respectivement pour la crue centennale les valeurs suivantes : 706 m³/s, 831 m³/s, 1 119 m³/s, 970 m³/s et 887 m³/s, alors que la crue de 1972 a présenté un maximum de 2 370 m³/s supérieur de 500 m³/s à la crue millénaire donnée par la loi log-normale, laquelle conduit aux valeurs les plus fortes. Or cette crue de 1972 est certainement moins forte que la crue millénaire. Cette considération élimine donc a priori toutes les lois de distribution envisagées, sauf la loi log-normale. On a donc reporté sur un graphique gaussio-logarithmique les points représentatifs de l'échantillon de 28 ans et on s'est inspiré de la forme de la courbe de distribution de JENDOUBA. Elle paraît acceptable, pour les fortes valeurs la courbe passe bien au milieu des points représentatifs de 1958, 1976 et 1972, mais elle est certainement en dessous de la courbe de JENDOUBA pour les faibles crues, ce qui est logique. Pour des crues plus violentes, le bassin étant nettement plus petit l'hydrogramme est plus aigu, il est donc bien amorti avant d'arriver à JENDOUBA, et la pointe de GHARDIMAOU arrive à JENDOUBA bien après les pointes du RARAI et du MELIZ, s'il s'agit d'un même système nuageux couvrant les trois bassins, donc ces apports s'ils augmentent le volume de la crue n'augmentent pas sensiblement le débit de pointe. Il est intéressant de constater que la valeur médiane calculée sur les 28 ans est sensiblement la même que la valeur médiane calculée pour JENDOUBA sur 79 ans, ce qui tend à confirmer la régression $Q \text{ max JENDOUBA} = Q \text{ max GHARDIMAOU}$ déterminée seulement sur dix points.

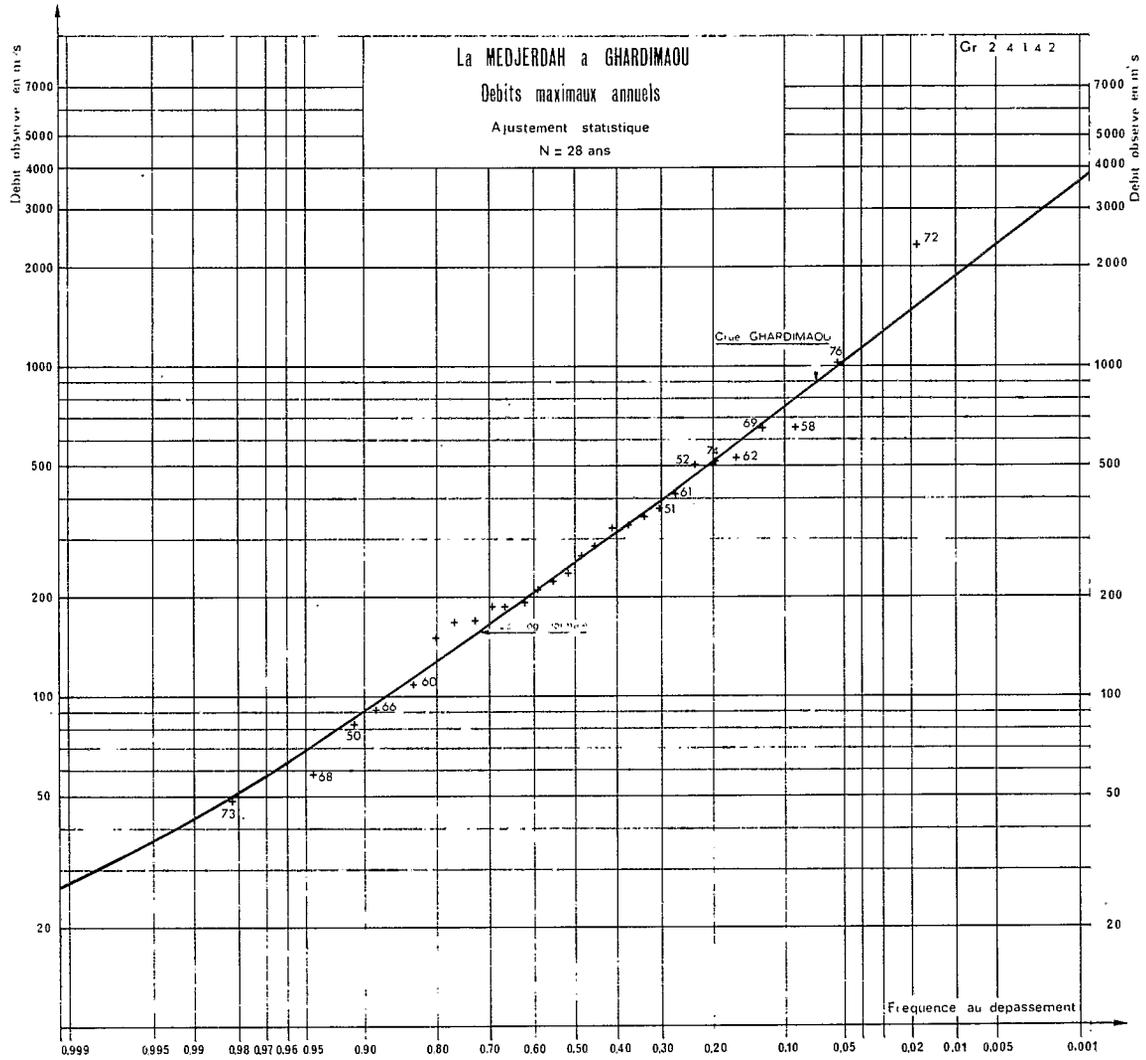


TABLEAU 2.4.1.4.2. (1)

Période Totale
à 1953

TABLEAU 2.4.1.4.2. (2)

Période Postérieure
à 1953

MEJERDAH à GHARDIMAOU

LES ECHANTILLONS DE CRUES MAXIMALES ANNUELLES

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE m ³ /s
1	1972	2370
2	1976	1013
3	1958	660
4	1969	650
5	1962	529
6	1974	518
7	1952	504
8	1961	412
9	1951	371
10	1954	350
11	1957	330
12	1953	326
13	1964	282
14	1963	266
15	1960	236
16	1955	226
17	1959	210
18	1965	188
19	1949	185
20	1971	185
21	1975	167
22	1967	165
23	1956	150
24	1960	112
25	1966	93,5
26	1950	82,9
27	1968	58,2
28	1973	48

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE m ³ /s
1	1972	2370
2	1976	1013
3	1958	660
4	1969	650
5	1962	529
6	1974	518
7	1961	412
8	1954	350
9	1957	330
10	1953	326
11	1964	282
12	1963	266
13	1960	236
14	1955	226
15	1959	210
16	1965	188
17	1971	185
18	1975	167
19	1967	165
20	1956	150
21	1960	112
22	1966	93,5
23	1968	58,2
24	1973	48

NOTA : 1972 correspond à l'année 1972 - 1973

On aboutit ainsi à une loi log-normale définie par l'équation :

$$F_x = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_0^u \frac{1}{u} e^{-\frac{(\log u)^2}{2\sigma^2}} du \quad u = \frac{x - x_0}{s}$$

avec x_0 : paramètre de position = 11,15 m³/s
 s : paramètre d'échelle = 241,3
 σ : paramètre de forme = 0,8768

moyenne : 381,70 - coefficient de variation : 1,17
 - coefficient d'asymétrie : 4,47

On trouvera les débits de crue de diverses fréquences dans le tableau récapitulatif 2.4.1.4.9 (1).

La crue centennale atteint : 1 866 m³/s
 La crue millennale atteindrait : 3 634 m³/s

Il ne faut pas attacher trop d'importance à ce dernier chiffre car, avec un échantillon de 28 ans, il est difficile d'arriver à un ordre de grandeur acceptable pour d'aussi faibles fréquences, cependant la comparaison avec les résultats de la station de JENDOUBA, où les données sont beaucoup plus sûres, est de nature à inspirer une certaine confiance.

2.4.1.4.3 MEJERDAH à JENDOUBA (B.V. 2 415 km²)

C'est la station qui comporte les observations les plus anciennes et il était essentiel de combler la lacune des observations de 1950 à 1967. Ainsi qu'il a été exposé plus haut, la corrélation entre valeurs maximales des débits à GHARDIMAOU et à JENDOUBA est étroite : coefficient de corrélation : 0,991, elle est basée sur des valeurs de débits allant du minimum observé au maximum observé. Il est logique d'arriver à ce résultat puisque le régime de la Haute MEJERDAH à GHARDIMAOU n'est pas très différent de celui des affluents qui rejoignent le fleuve entre GHARDIMAOU et JENDOUBA, de plus, la différence entre les superficies des bassins versants aux deux stations est faible. Cependant la droite de régression adoptée : débit GHARDIMAOU = débit JENDOUBA, risque d'être légèrement modifiée dans l'avenir lorsqu'on disposera d'un nuage de points plus important. On observe aussi une dispersion notable pour les faibles pointes de crues, ce qui s'explique très bien physiquement. On note que de 1950 à 1967 il n'y a eu, d'après les stations situées à l'amont ou à l'aval de JENDOUBA, aucune crue très importante. A GHARDIMAOU la crue la plus forte pendant cette période atteint 660 m³/s. Dans ces conditions l'introduction de valeurs reconstituées par corrélation risque de n'altérer ni la forme de la courbe de distribution, ni la moyenne, ni même le coefficient de variation. Il n'y a donc pas à hésiter à reconstituer la série des débits maximaux manquants, même si pour certaines valeurs faibles cela risque de présenter des écarts de 20 à 30 % entre débits reconstitués et débits réels.

En prenant en compte les valeurs de 1970 à 1976, on arrive ainsi à un échantillon de 79 valeurs avec lequel une étude statistique sérieuse est possible. Elles sont représentées sur le tableau 2.4.1.4.3 (1). On a rencontré une petite difficulté pour l'année 1942-1943 pour laquelle une partie des relevés sont faux. Compte tenu du débit de crue à BOU SALEM 150 m³/s, qui est faible et qui ne coïncide pas avec une crue du MELLEGUE, on a adopté arbitrairement pour JENDOUBA une valeur de 100 m³/s.

Le tableau 2.4.1.4.3 (2) reproduit les débits maximaux observés après la construction du barrage de NEBEUR, afin de fournir des références pour les stations à l'aval du confluent du MELLEGUE pour lesquelles on devra étudier séparément les périodes antérieures et postérieures à 1953. On arrive ainsi à un échantillon de 24 ans.

Choix d'une loi de distribution

L'échantillon global correspond à un des plus longs d'AFRIQUE du Nord et il importe d'étudier de façon très approfondie la distribution statistique qui présente le meilleur ajustement.

Une première étude a été faite sur l'échantillon 1898-1949, 1968-1969, soit cinquante-trois ans par essai systématique d'ajustement des cinq lois citées plus haut.

Les résultats sont donnés dans le tableau 2.4.1.4.3 (3).

Les courbes fréquences/débits calculées, représentatives des différentes lois, divergent assez rapidement dès la valeur médiane $F = 0,2$. Pour $F = 0,1$ (crue décennale) l'écart entre les différentes estimations est déjà de 16 % et il est de l'ordre de 45 % pour la crue centennale, ceci a déjà été remarqué pour GHARDIMAOU.

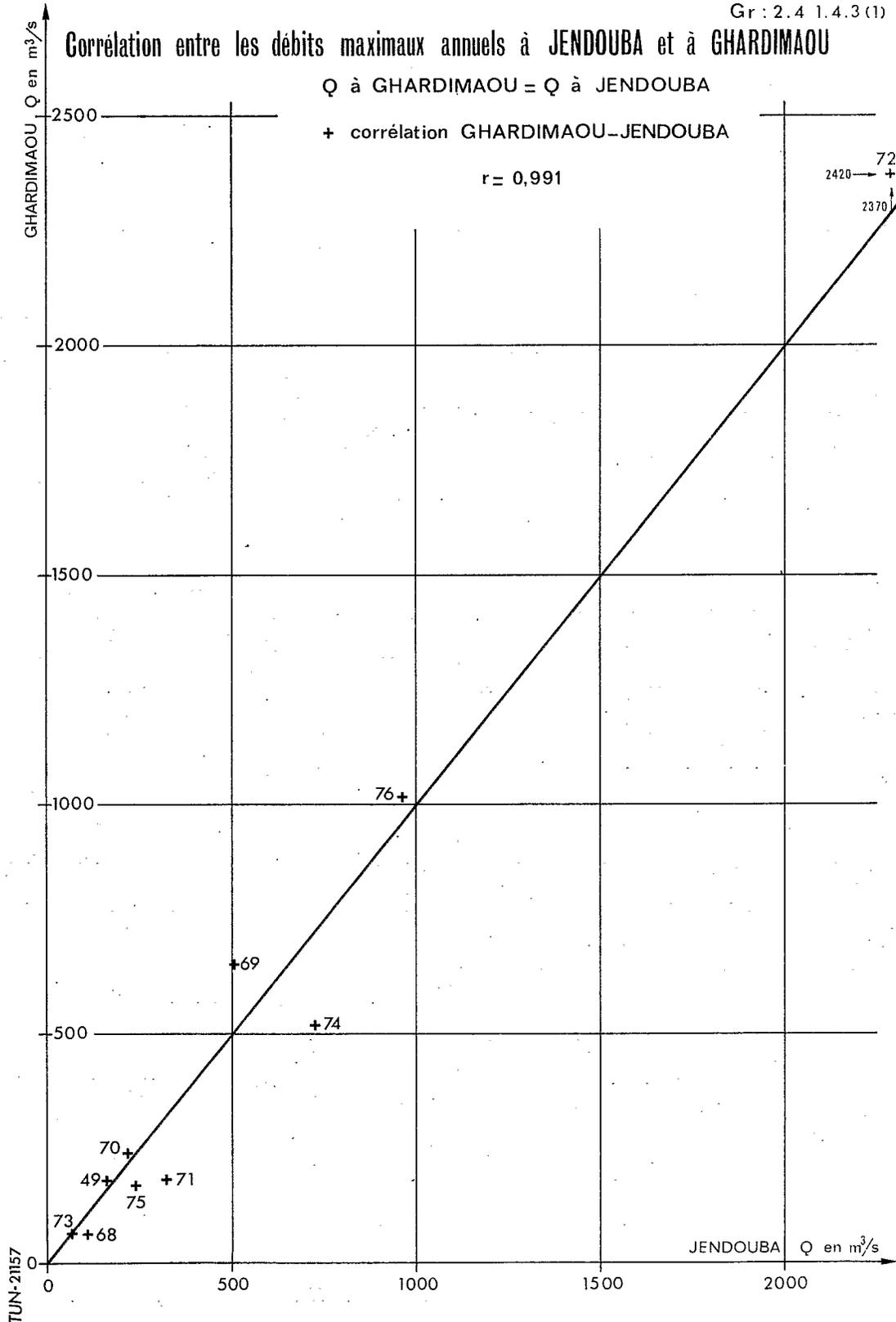
Gr : 2.4 1.4.3 (1)

Corrélation entre les débits maximaux annuels à JENDOUBA et à GHARDIMAOU

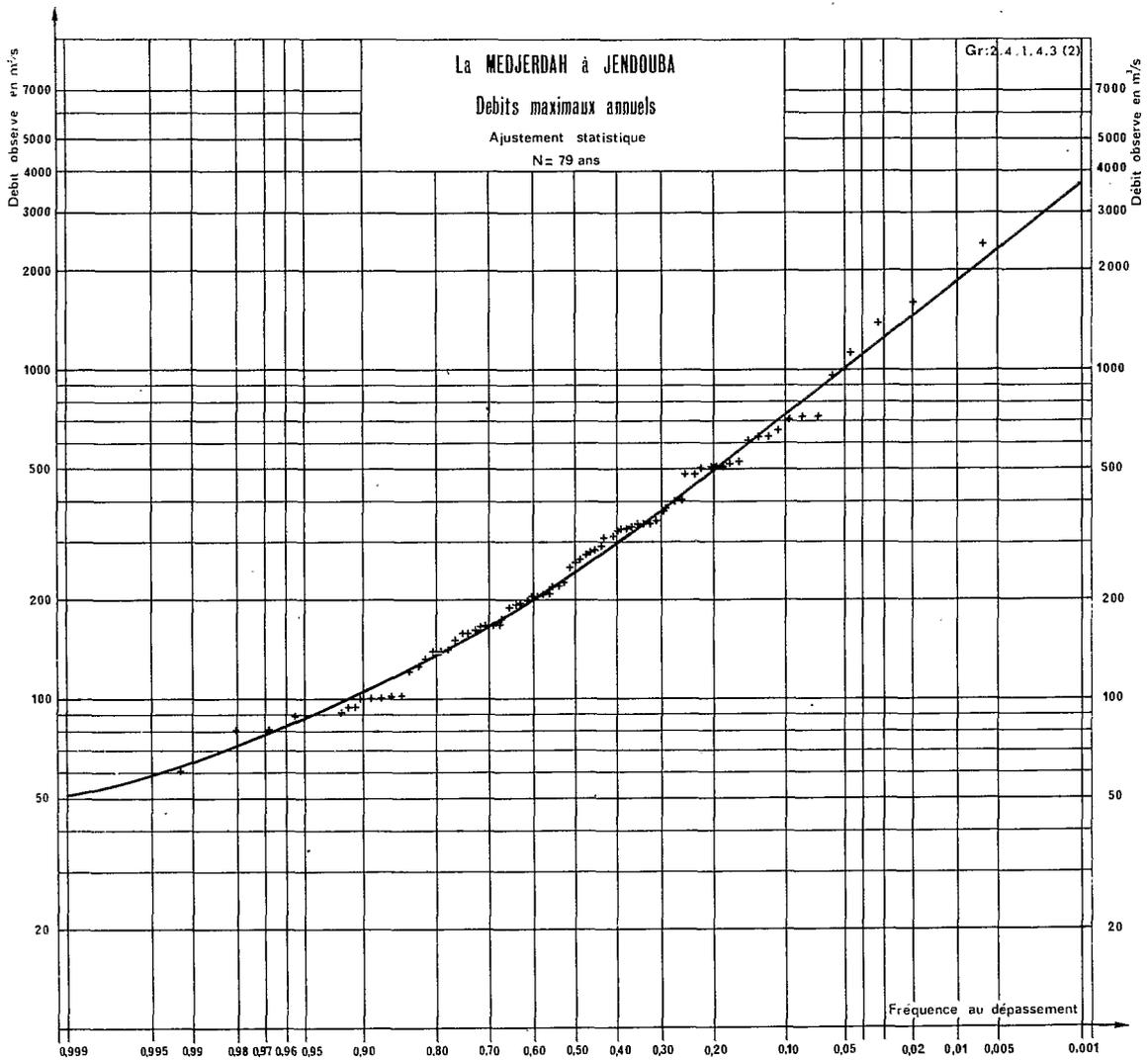
$$Q \text{ à GHARDIMAOU} = Q \text{ à JENDOUBA}$$

+ corrélation GHARDIMAOU-JENDOUBA

$r = 0,991$



TUN-21157



L'examen des courbes montre que seule la loi log-normale a une concavité suffisante pour s'adapter à la forte dissymétrie de l'échantillon. Avec un échantillon de 76 valeurs (1897-1969), la situation est bien entendu la même. Le test de χ^2 est également en faveur de la loi log-normale. On a fait un essai avec la loi de FRECHET qui représenterait encore mieux les très fortes dissymétries.

Le test d'adéquation XTE S32 est à peu près le même que pour la loi de FRECHET ou la loi log-normale : 1,152 pour la loi log-normale, 1 395 pour la loi de FRECHET, mais la première conduirait à une crue millénaire de 7 625 m³/s et la seconde à une crue millénaire de 3 690 m³/s plus vraisemblable. On a donc conservé la distribution log-normale pour l'échantillon final de 79 valeurs. Le dernier ajustement qui, sur le graphique 2.4.1.4.3 (1) en coordonnées gaussio-logarithmiques ci-contre, apparaît satisfaisant, conduit aux résultats suivants : la loi log-normale est définie par l'équation :

$$F(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_0^u \frac{1}{u} e^{-\frac{(\log u)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{d}u \quad \frac{u = x - x_0}{s}$$

avec x_0 : paramètre de position = 39,09 m³/s
 s : paramètre d'échelle = 209,2
 σ : paramètre de forme = 0,9338

moyenne : 364,14 m³/s - coefficient de variation = 1,010
 - coefficient d'asymétrie = 5,184

On note un coefficient d'asymétrie et un coefficient de variation assez élevés.

La crue centennale est de 1 876 m³/s, la crue millénaire est de 3 786 m³/s. Notons qu'avec l'emploi de la formule :

$$\frac{n - \frac{1}{2}}{N}$$

pour le report des points représentatifs sur le graphique, nos résultats ne comportent aucune marge de sécurité. C'est une estimation de statisticien, ce n'est pas une estimation prudente d'ingénieur.

Si on considère l'échantillon postérieur à 1952, on dispose de 24 valeurs dont 15 ont été reconstituées à partir des données de GHARDIMAOU. Bien que les trois valeurs les plus fortes aient été directement observées à JENDOUBA, on ne peut pas prétendre déterminer une courbe de distribution à partir d'un tel échantillon. Tout ce que l'on a pu faire c'est de reporter sur le graphique 2.4.1.4.3 (2) les points représentatifs en coordonnées gaussio-logarithmiques en regard de la courbe établie pour l'échantillon précédent de 79 valeurs. Bien entendu le point représentatif de 1972 est nettement au-dessus de la courbe, ce qui est normal car on sait que sa période de retour est de l'ordre de deux siècles, mais l'ensemble des points ne s'adapte pas trop mal à la courbe de l'échantillon complet. Ce qu'il est important de retenir c'est que la moyenne est de 410,61 m³/s au lieu de 364,14 m³/s, ce qui jouera un certain rôle dans la comparaison des deux échantillons successifs des stations aval.

Le coefficient de variation est beaucoup plus élevé : 1,17 au lieu de 1,010, ce qui résulte de la présence dans l'échantillon d'une crue exceptionnellement forte : 1972, et d'une crue exceptionnellement faible : 1973.

2.4.1.4.4 Oued MEJERDAH à BOU SALEM (16 228 km²)

Cette station est la première sur la MEJERDAH à être influencée par la construction du barrage du MELLEQUE. L'étude séparée des deux échantillons constitués avant et après la construction du barrage permettra de dégager l'influence de celui-ci sur le régime des crues à l'aval. Ces crues dues essentiellement soit à une crue de l'Oued MELLEQUE, soit à une crue de la Haute MEJERDAH et de certains affluents rive droite (1939 par exemple), soit à une crue d'ensemble (1969-1972). L'examen des tableaux concernant la MEJERDAH à JENDOUBA et l'Oued MELLEQUE au K 13 (voir plus loin) montre que depuis 1900 il manque à l'ensemble de nos observateurs seulement une très forte crue : celle de 1906, et elle a probablement été inférieure à celle de 1972.

L'échantillon 1925-1952 comporte les crues de 1928, 1939 et 1931 : 2 060 m³/s pour cette dernière, l'échantillon 1953-1974 comporte la très forte crue de 1972 (Mars 1973) : 3 180 m³/s, donc en utilisant avec précaution cet ensemble de débits de crues, on peut éviter de tracer des courbes de distribution comportant des débits de faibles fréquences pas assez élevés, ce qui est à craindre souvent dans pareil cas.

Il ne faut pas espérer allonger la durée de la série de BOU SALEM par corrélation : les fortes crues du MELLEQUE ou de la Haute MEJERDAH ne se produisent pas en même temps, elles ont même lieu, on l'a vu, à des périodes différentes de l'année, donc a priori la corrélation avec les débits maximaux des stations amont est très mauvaise.

TABLEAU 2.4.1.4.3. (1)

MEJERDAH A JENDOUBA

Echantillon des crues maximales annuelles

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
1	1972	2420	0,0063
2	1906	1610	0,019
3	1939	1400	0,0316
4	1941	1130	0,044
5	1976	970	0,057
6	1897	724	0,0696
7	1974	724	0,082
8	1934	709	0,095
9	1958	(660)	0,107
10	1907	639	0,120
11	1946	626	0,133
12	1912	617	0,146
13	1962	(529)	0,158
14	1899	521	0,171
15	1905	508	0,183
16	1908	508	0,196
17	1969	508	0,209
18	1952	(504)	0,221
19	1928	488	0,234
20	1931	488	0,247
21	1961	(412)	0,259
22	1916	405	0,272
23	1921	381	0,285
24	1951	(371)	0,297
25	1954	(350)	0,310
26	1926	342	0,323
27	1936	342	0,335
28	1945	342	0,348
29	1909	335	0,361
30	1948	331	0,373
31	1957	(330)	0,386
32	1953	(326)	0,399
33	1971	314	0,411
34	1930	311	0,424
35	1918	292	0,437
36	1927	285	0,449
37	1964	(282)	0,462
38	1900	275	0,475
39	1938	268	0,487
40	1963	(266)	0,5

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
41	1925	251	0,513
42	1955	(227)	0,525
43	1975	221	0,538
44	1970	220	0,551
45	1959	(210)	0,563
46	1944	209	0,576
47	1933	206	0,589
48	1915	203	0,601
49	1914	199	0,614
50	1917	191	0,627
51	1965	(188)	0,639
52	1903	184	0,652
53	1932	177	0,665
54	1913	171	0,677
55	1924	168	0,690
56	1935	168	0,703
57	1967	(165)	0,715
58	1949	162	0,728
59	1910	159	0,741
60	1919	159	0,753
61	1956	(150)	0,766
62	1901	142	0,779
63	1937	140	0,791
64	1940	140	0,804
65	1902	136	0,817
66	1920	125	0,829
67	1923	123	0,842
68	1929	114	0,854
69	1960	(112)	0,867
70	1968	106	0,880
71	1911	105	0,893
72	1942	((100)) ?	0,905
73	1904	94,3	0,918
74	1966	(94)	0,9304
75	1943	91,6	0,943
76	1898	88,4	0,956
77	1950	(83)	0,9684
78	1942	80,8	0,981
79	1973	61	0,9937

TABLEAU 2.4.1.4.3. (2)

MEJERDAH A JENDOUBA

Echantillon des crues maximales annuelles

Période Postérieure à 1953

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
1	1972	2420	0,02
2	1976	970	0,0625
3	1974	724	0,104
4	1958	(660)	0,146
5	1962	(529)	0,1875
6	1969	508	0,229
7	1961	(412)	0,271
8	1954	(350)	0,3125
9	1957	(330)	0,354
10	1953	(326)	0,396
11	1971	314	0,4375
12	1964	(282)	0,479
13	1963	(266)	0,521
14	1955	(227)	0,562
15	1975	221	0,604
16	1970	220	0,646
17	1959	(210)	0,687
18	1965	(188)	0,729
19	1967	(165)	0,771
20	1956	(150)	0,812
21	1960	(112)	0,854
22	1968	106	0,896
23	1966	(94)	0,9375
24	1973	61	0,98

TABLEAU 2.4.1.4.3. (3)

MEJERDAH à JENDOUBA = MC - 28

B.V. = 2415 km²COMPARAISON DES LOIS DE REPARTITION
SUR L'ECHANTILLON TOTAL DE 53 ANS

DISTRIBUTION AJUSTEE.	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits de Fréquence donnée			
	Position m ³ /s	Echelle m ³ /s	Forme	Médiane F = 0,5 m ³ /s 1/s.km ²		Décennale F = 0,1 m ³ /s 1/s.km ²	
NORMALE	x _m = 335	= 311	-	335	139	733	304
GUMBEL	x ₀ = 220	s = 169	-	261	116	600	249
<u>LOG NORMALE</u>	x ₀ = 0	s = 245	= 0,787	<u>245</u>	102	<u>673</u>	279
GAM. INCOMPLETE	x ₀ = 15,78	s = 214	= 1,491	267	111	683	284
GOODRICH	x ₀ = 19,06	s = 334	= 0,864	263	109	706	292

TABLEAU 2.4.1.4.3. (3) (suite)

COMPARAISON DES LOIS DE REPARTITION
SUR L'ECHANTILLON TOTAL DE 53 ANS

DISTRIBUTION AJUSTEE.	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits de Fréquence donnée					
	Position m ³ /s	Echelle m ³ /s	Forme	Cinquantennale F = 0,02 m ³ /s 1/s.km ²		Centennale F = 0,01 m ³ /s 1/s.km ²		Millennale F = 0,001 m ³ /s 1/s.km ²	
NORMALE	x _m = 335	= 311	-	972	403	1057	438	1296	538
GUMBEL	x ₀ = 220	s = 169	-	879	365	997	414	1386	575
<u>LOG NORMALE</u>	x ₀ = 0	s = 245	= 0,787	<u>1235</u>	512	<u>1531</u>	635	<u>2792</u>	1157
GAMMA INCOMPLETE	x ₀ = 15,78	s = 214	= 1,491	1066	443	1228	510	1754	727
GOODRICH	x ₀ = 19,06	s = 334	= 0,864	1105	458	1270	527	1795	745

Loi de répartition retenue = Log Normale

Choix de la loi de distribution

L'échantillon total 1925-1976 n'est pas homogène puisque pendant la période 1953-1976 les crues venant du MELLEGUE ont été amorties derrière le barrage de NEBEUR. On ne peut donc pas, comme cela a été fait précédemment, ajuster une loi de distribution sur la période totale : on traitera séparément les deux échantillons successifs.

2.4.1.4.4.1 Echantillon antérieur à 1953

Cet échantillon de 27 ans est à peine suffisant pour esquisser un ajustement. On a comme précédemment tenté d'ajuster pour cette période les cinq lois: de GAUSS, de GUMBEL, de GALTON, la loi Γ incomplète, la loi de GOODRICH, les résultats sont présentés dans le tableau 2.4.1.4.4.1. Toutes, sauf la loi log-normale, donnent des résultats trop faibles pour la crue centennale. Ceci ne paraît pas évident sur le graphique 2.4.1.4.4.1 sur lequel vers les faibles fréquences les points représentatifs esquissent une bosse pas très compatible avec une loi log-normale, mais on peut esquisser la partie correspondante de la courbe qui correspondrait aux débits naturels sur la période 1925-1976 en notant que postérieurement à 1952 seules les crues de 1958, 1969 et 1972 seraient d'une fréquence inférieure à la fréquence décennale, sans le barrage de NEBEUR.

Lors de la crue de 1958, le débit naturel du MELLEGUE était faible, donc sans le barrage de NEBEUR le débit maximal aurait été le même; les débits de pointe des crues de 1969 et surtout de 1972 auraient été nettement majorés sans ce barrage. Il est raisonnable d'admettre que le débit de la crue de 1969 aurait été dans ces conditions au moins égal à 2 000 m³/s, et celui de 1972 voisin de 4 000 m³/s. Ce sont là probablement des valeurs sous-estimées, mais une erreur de 3 à 500 m³/s par défaut ne changerait pas sensiblement notre ajustement. Nous admettons donc ces deux chiffres et plaçons sur le graphique les points représentatifs des crues de 1941, 1958, 1927, 1936, 1947, 1928, 1939, 1931, 1969 et 1972, en leur donnant la fréquence expérimentale correspondant à un échantillon de 49 ans.

On constate que la loi de distribution gaussio-logarithmique choisie au tableau 2.4.1.4.4.1 s'ajuste correctement à l'ensemble de points marqués : 41' 58' 27' etc... alors que toutes les autres distributions donneraient des valeurs beaucoup trop faibles qui conduiraient à donner aux crues de 1972 et même de 1969 des fréquences invraisemblablement élevées.

On conservera donc la loi log-normale avec les paramètres suivants :

x_0	:	paramètre de position	=	60,4 m ³ /s
s	:	paramètre d'échelle	=	496
σ	:	paramètre de forme	=	0,897
moyenne	:	764 m ³ /s	-	coefficient de variation 0,73
			-	coefficient d'asymétrie 4,71

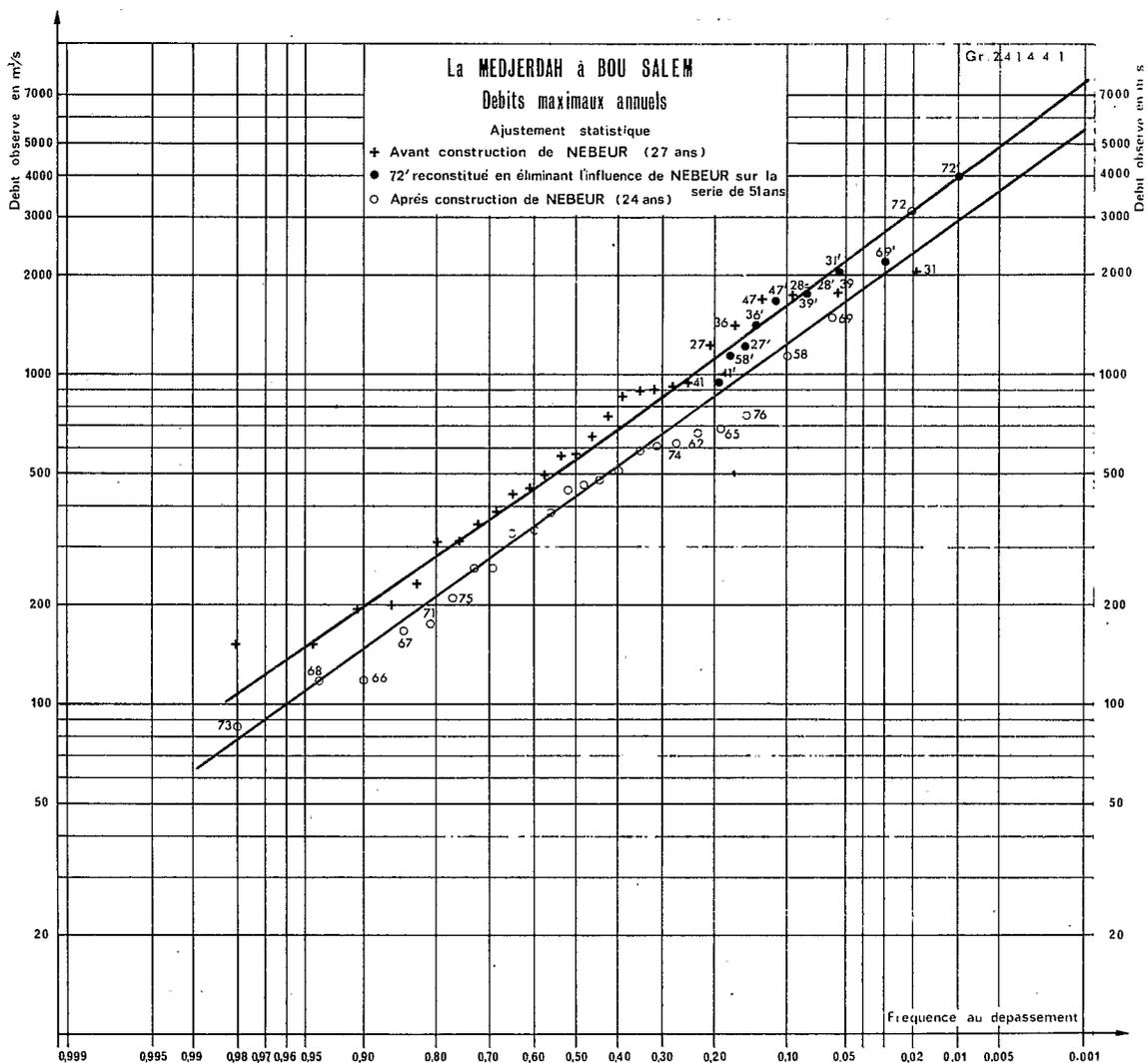
Le coefficient d'asymétrie est élevé, ceci tient au caractère complexe de la genèse des crues. Pour certaines crues très fortes, la crue à JENDOUBA s'ajoute à celle du MELLEGUE, pour d'autres, seul un des deux cours d'eau est en crue. Le coefficient de variation par contre paraît trop faible, ceci tient essentiellement à l'échantillon de 27 ans limité supérieurement à une crue de 2 060 m³/s, et inférieurement à des crues de 150 m³/s. Le maximum faible "1973" en est exclu. Mais si on calcule le coefficient de variation correspondant, non plus aux points représentatifs, mais à l'ajustement de la courbe log-normale choisie, on retrouve une valeur de 1,08 très voisine de ce qui a été trouvé pour JENDOUBA et l'Oued MELLEGUE. La crue médiane serait de 556 m³/s, la crue centennale de 4 060 m³/s et la crue millénaire de 8 000 m³/s. On doit noter que la détermination des paramètres, en particulier celle du coefficient d'asymétrie, est un peu moins sûre que pour les stations de JENDOUBA et de l'Oued MELLEGUE.

2.4.1.4.4.2 Echantillon postérieur à 1953

Malgré l'utilisation des valeurs maximales de 1970 à 1976 inclus, l'échantillon de 24 ans est encore plus petit que le précédent : nous nous sommes contentés de reporter les points représentatifs sur le graphique 2.4.1.4.4.1 (1). La loi de distribution qui convient le mieux est très probablement la loi log-normale. Nous avons vaguement ajusté une telle loi avec un paramètre de position nul.

Ces paramètres seraient les suivants :

x_0	:	paramètre de position	=	0
s	:	paramètre d'échelle	=	427 m ³ /s
σ	:	paramètre de forme	=	0,830
moyenne	:	585	-	coefficient de variation = 1,10
			-	coefficient d'asymétrie = 3,975



Le coefficient de variation correspondant à l'ajustement est de 1,01. La crue centennale serait de 2 950 m³/s, la crue millénaire de 5 600 m³/s. La crue médiane est de 425 m³/s. On note que l'écart entre les valeurs moyennes, 585 m³/s contre 764 des échantillons, est plus important que celui des médianes, 425 contre 556 m³/s.

Malgré l'imprécision de ces résultats, l'influence du barrage du MELLEGUE est ici évidente. Si la valeur de la crue médiane ne varie que de 556 à 425 m³/s, soit de 30 %, la crue centennale par contre passe de 4 060 m³/s à 2 950 m³/s, soit une réduction de 40 %.

Le rôle de régulation du barrage est donc sensible, il était notoire que les plus forts débits de crues connues à BOU SALEM provenaient du bassin du MELLEGUE.

Néanmoins, si nous calculons les débits spécifiques correspondants après la construction du barrage : par exemple, pour la crue centennale, en amputant alors la superficie du bassin versant à BOU SALEM de la surface contrôlée par le barrage de l'Oued MELLEGUE (10 300 m³/s), on trouve pour la superficie restante de 5 928 km² un débit spécifique centennal de 496 l/s.km², au lieu de 250 l/s.km² pour l'ensemble du bassin, ce qui signifie que la MEJERDAH seule (le ruissellement du MELLEGUE étant bloqué ou suffisamment retardé pour ne pas participer à la pointe de crue) ruisselle tout autant et même plus que le MELLEGUE.

On notera que l'écart entre débit de crues avant et après l'aménagement de NEBEUR est peut-être sous-estimé du fait que, comme nous l'avons vu à JENDOUBA et comme nous le verrons pour le MELLEGUE, l'échantillon postérieur à 1953 admet une moyenne supérieure à l'échantillon antérieur. Peut-être l'écart serait plus important entre les deux courbes si les deux échantillons avaient la même moyenne et la même médiane à JENDOUBA et sur le MELLEGUE.

2.4.1.4.5 Oued MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB

Cette station est elle aussi influencée par la retenue du barrage du MELLEGUE, et la période totale d'observations a été séparée en deux échantillons. Malheureusement la période antérieure à 1953 ne porte que sur 7 années ce qui est insuffisant pour un ajustement statistique. C'est pourquoi nous avons tenté d'allonger la période d'observation par corrélation avec les données de la station de BOU SALEM. Cette corrélation a été étudiée pour la totalité de la période 1947-1976, la régularisation apportée par le barrage de NEBEUR n'étant guère de nature à modifier sensiblement la forme de la régression correspondante. On trouvera le nuage de points sur le graphique 2.4.1.4.5 (1). Le coefficient de corrélation est de 0,99. La corrélation est donc parfaitement utilisable. La droite de régression utilisée est définie par l'équation :

$$Q \text{ MEDJEZ} = 1,07 Q \text{ BOU SALEM} + 48$$

On notera que sur 9 crues supérieures à 700 m³/s à MEDJEZ EL BAB, 6 d'entre elles présentent des valeurs maximales supérieures à celles de BOU SALEM, y compris celle de 1972.

On a donc reconstitué à partir de cette régression la totalité des valeurs maximales de 1925 à 1946.

On en déduit les échantillons reportés sur les tableaux 2.4.1.4.5 (1) et (2).

Choix d'une loi de répartition - Echantillon antérieur à 1953

La courbe joignant les points expérimentaux représentant cet échantillon est évidemment très irrégulière et il est difficile d'apprécier la loi qui s'adapte le mieux. C'est pourquoi nous avons employé les mêmes procédés que pour la station de BOU SALEM, mais nous n'avons utilisé que des ajustements graphiques. La similitude de régime avec celui de la station étudiée précédemment nous a incités à choisir une loi log-normale que, pour simplifier, nous considérerons avec un paramètre de position nul. Sur le graphique 2.4.1.4.5 (2) on a reporté les points 1969', 1972' définis dans les mêmes conditions que pour BOU SALEM, mais étant donné la distance qui sépare BOU SALEM de MEDJEZ EL BAB, nous avons supposé que les crues naturelles de 1969 et de 1972 auraient été plus amorties à la seconde station qu'à la première. Pour 1972' on a donc choisi un débit maximal de 4 200 m³/s (le débit réellement observé était de 3 500 m³/s) et pour 1969' un débit maximal de 1 950 m³/s au lieu de 1 440 m³/s. Notons qu'une erreur de 200 ou 300 m³/s sur ces valeurs estimées serait sans effet sur l'ajustement, on a mis en place les points 1928', 1939', 1969', 1931' et 1972' avec les fréquences qui leur seraient affectées si on considérait l'échantillon de 51 années depuis 1925, on peut ainsi ajuster une droite qui pour la crue centennale correspond à une valeur de 4 000 m³/s, ce qui est peut-être un peu optimiste, car en moyenne les fortes crues à MEDJEZ EL BAB paraissent un peu plus élevées qu'à BOU SALEM. On retiendra donc la possibilité d'une légère sous-estimation.

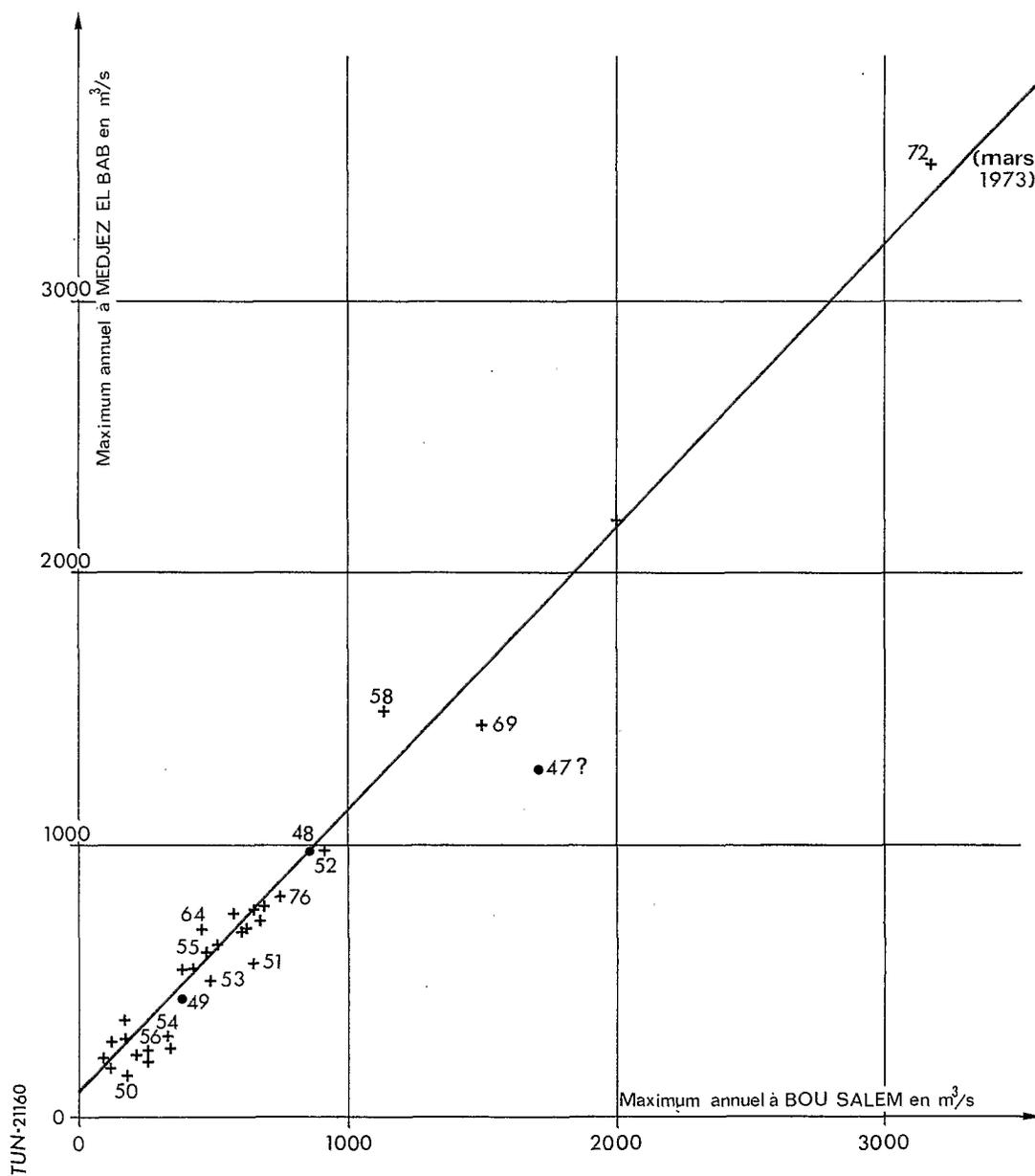
Les paramètres de cette loi log-normale sont les suivants :

x_0	:	paramètre de position	=	nul
s	:	paramètre d'échelle	=	655 m ³ /s
σ	:	paramètre de forme	=	0,79
moyenne	:	825 m ³ /s	-	coefficient d'asymétrie = 3,60
			-	coefficient de variation = 0,702

Correlation entre les débits maximaux annuels à MEDJEZ EL BAB et à BOU SALEM

$Q \text{ à MEDJEZ EL BAB} = 1.07 Q \text{ à BOU SALEM} + 48$

Coefficient de corrélation $r = 0.99$



TUN-21160

TABLEAU 2.4.1.4.4. (1)

Echantillon Antérieur

à 1953 - 1954

TABLEAU 2.4.1.4.4. (2)

Echantillon Postérieur

à 1953 - 1954

MEJERDAH à BOU SALEM

Echantillon des crues maximales annuelles

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
1	1931	2060	0,019
2	1939	1780	0,056
3	1928	1760	0,093
4	1947	1700	0,130
5	1936	1420	0,167
6	1927	1220	0,204
7	1941	943	0,241
8	1946	911	0,278
9	1952	904	0,315
10	1934	894	0,352
11	1948	851	0,389
12	1945	743	0,426
13	1951	651	0,463
14	1930	578	0,500
15	1938	566	0,537
16	1932	496	0,574
17	1925	452	0,611
18	1926	431	0,648
19	1949	383	0,685
20	1943	351	0,722
21	1937	310	0,759
22	1933	307	0,796
23	1940	231	0,833
24	1944	196	0,870
25	1950	191	0,907
26	1935	150	0,944
27	1942	150	0,981

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
1	1972	3180	0,02
2	1969	1490	0,06
3	1958	1140	0,10
4	1976	743	0,15
5	1965	685	0,19
6	1962	672	0,23
7	1974	620	0,27
8	1961	603	0,31
9	1963	587	0,35
10	1957	515	0,40
11	1953	478	0,44
12	1955	465	0,48
13	1964	449	0,52
14	1970	381	0,56
15	1960	337	0,60
16	1954	322	0,65
17	1956	255	0,69
18	1959	254	0,73
19	1975	210	0,77
20	1971	174	0,81
21	1967	167	0,85
22	1966	119	0,90
23	1968	118	0,94
24	1973	86	0,98

TABLEAU 2.4.1.4.4.1. (1)

OUED MEJERDAH à BOU SALEM - M.C. 07

B.V. = 16228 km²

COMPARAISON DES LOIS DE REPARTITION POUR LA PERIODE ANTERIEURE A 1953 = 27 ANS

DISTRIBUTION	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits correspondant à des fréquences données			
	Position m ³ /s	Echelle m ³ /s	Forme	Médiane F = 0,5 m ³ /s	1/s.km ²	Décennale F = 0,1 m ³ /s	1/s.km ²
NORMALE	x _m = 764	= 558	-	764	47,1	1479	91,3
GUMBEL	x ₀ = 519	s = 391	-	662	40,8	1399	86,4
LOG NORMALE	x ₀ = 60,4	s = 496	= 0,897	<u>556</u>	34,2	<u>1626</u>	100
GAMMA INCOMPLETE	x ₀ = 53,1	s = 438	= 1,621	<u>624</u>	38,5	<u>1506</u>	92,7
GOODRICH	x ₀ = 157	s = 1043	= 0,553	695	42,9	1498	92,4

TABLEAU 2.4.1.4.4.1. (1) (suite)

DISTRIBUTION	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits correspondant à des fréquences données					
	Position m ³ /s	Echelle m ³ /s	Forme	Cinquantennale F = 0,02 m ³ /s 1/s.km ²		Centennale F = 0,01 m ³ /s 1/s.km ²		Millénaire F = 0,01 m ³ /s 1/s.km ²	
NORMALE	x _m = 764	= 558	-	1909	118	2059	127	2494	154
GUMBEL	x ₀ = 519	s = 391	-	2045	126	2318	144	3220	198
LOG NORMALE	x ₀ = 60,4	s = 496	= 0,897	<u>3191</u>	197	<u>4059</u>	250	<u>7996</u>	493
GAMMA INCOMPLETE	x ₀ = 53,1	s = 438	= 1,621	<u>2310</u>	142	<u>2646</u>	163	<u>3740</u>	230
GOODRICH	x ₀ = 157	s = 1043	= 0,553	2062	127	2271	140	2882	178

TABLEAU 2.4.1.4.5. (1)

Echantillon Antérieur
à 1953

TABLEAU 2.4.1.4.5. (2)

Echantillon Postérieur
à 1953

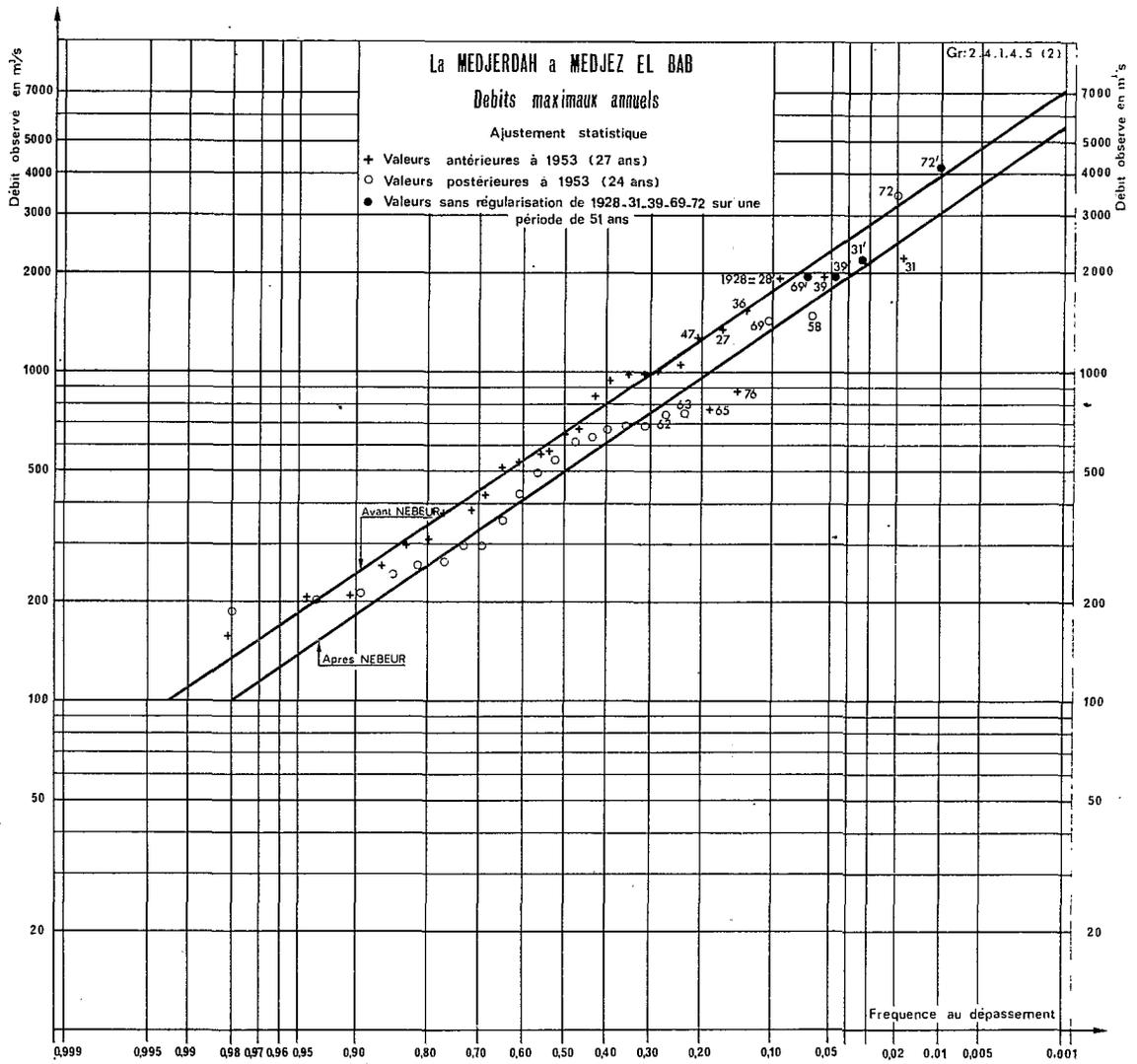
MEDJEZ EL BAB

Echantillon des crues maximales annuelles

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
1	1931	(2252)	0,019
2	1939	(1953)	0,056
3	1928	(1931)	0,093
4	1936	(1567)	0,130
5	1927	(1353)	0,166
6	1947	1280	0,204
7	1941	(1057)	0,24
8	1934	(1005)	0,285
9	1948	981	0,315
10	1952	981	0,351
11	1946	(945)	0,389
12	1945	(843)	0,426
13	1930	(666)	0,463
14	1938	(654)	0,50
15	1932	(579)	0,537
16	1951	561	0,554
17	1925	(532)	0,611
18	1926	(509)	0,649
19	1943	(424)	0,685
20	1937	(380)	0,715
21	1933	(376)	0,76
22	1949	310	0,796
23	1940	(295)	0,833
24	1944	(258)	0,870
25	1942	(208)	0,907
26	1935	(208)	0,944
27	1950	158	0,981

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
1	1972	3500	0,02
2	1958	1490	0,625
3	1969	1440	0,104
4	1976	880	0,146
5	1965	768	0,1875
6	1963	756	0,229
7	1962	746	0,271
8	1974	689	0,3125
9	1964	686	0,354
10	1961	675	0,396
11	1957	632	0,4375
12	1955	612	0,479
13	1970	545	0,521
14	1953	496	0,562
15	1975	428	0,604
16	1967	350	0,646
17	1954	298	0,687
18	1971	296	0,729
19	1968	268	0,771
20	1960	255	0,812
21	1956	241	0,854
22	1973	212	0,896
23	1959	202	0,9375
24	1966	186	0,98

NOTA : 1972 correspond à l'année 1972 - 1973



Notons que le coefficient d'asymétrie déterminé par l'ajustement, et non d'après les points expérimentaux, est plus faible que celui de BOU SALEM, ce qui est normal. La crue médiane est de $650 \text{ m}^3/\text{s}$, la crue centennale de $4\,000 \text{ m}^3/\text{s}$, la crue millennale de $7\,200 \text{ m}^3/\text{s}$.

Echantillon postérieur à 1953

On a procédé, comme pour BOU SALEM, en reportant les points sur le graphique 2.4.1.4.5 et en ajustant graphiquement la courbe de distribution sans trop se laisser influencer par le point représentatif de 1972, dont la période de retour est bien supérieure à la durée de 24 ans correspondant à l'échantillon. La courbe de distribution choisie correspond à une loi log-normale avec paramètre de position nul, on néglige ainsi l'ajustement pour les faibles crues dont la connaissance est d'un intérêt pratique limité.

Les paramètres de cette loi log-normale sont les suivants :

x_0	:	paramètre de position	=	nul
s	:	paramètre d'échelle	=	$500 \text{ m}^3/\text{s}$
σ	:	paramètre de forme	=	0,80
moyenne	:	$694 \text{ m}^3/\text{s}$	-	coefficient d'asymétrie = 3,69
			-	coefficient de variation = 1,00

Le coefficient d'asymétrie est déterminé à partir de l'ajustement et non d'après les points représentatifs. Il est du même ordre de grandeur que pour l'échantillon précédent.

La crue médiane est de $500 \text{ m}^3/\text{s}$, la crue centennale de $3\,100 \text{ m}^3/\text{s}$. Il est difficile de donner un chiffre pour la crue millennale.

En comparant ces chiffres avec ceux qui ont été présentés plus haut, on retrouve, ce qui est normal, l'influence du barrage de NEBEUR.

2.4.1.4.6 Oued MELLEGUE au K 13

Sur la période totale d'observations à cette station, trois échantillons ont été individualisés :

- a) - Echantillon de 53 ans couvrant toute la période 1923-1975.
- b) - Echantillon de 30 ans antérieur à 1953.
- c) - Echantillon de 23 ans postérieur à 1953 comparable à ceux établis à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB.

Comme à JENDOUBA, on dispose d'un échantillon de 53 ans de débits naturels permettant une étude statistique correcte. Nous n'avons pas pu joindre à cet échantillon le maximum 1976, puisque l'année 1976-1977 sur le MELLEGUE s'étend pratiquement jusqu'à Septembre 1977, et que le maximum annuel a des chances sérieuses de se produire en Août. Notons que jusqu'ici les valeurs observées à l'époque de la forte crue 1976-1977 sur la Haute MEJERDAH et plus à l'aval, ne sont ni très fortes ni très faibles. Il n'y a donc aucun intérêt à prendre en compte le maximum observé jusqu'à fin Mars 1977.

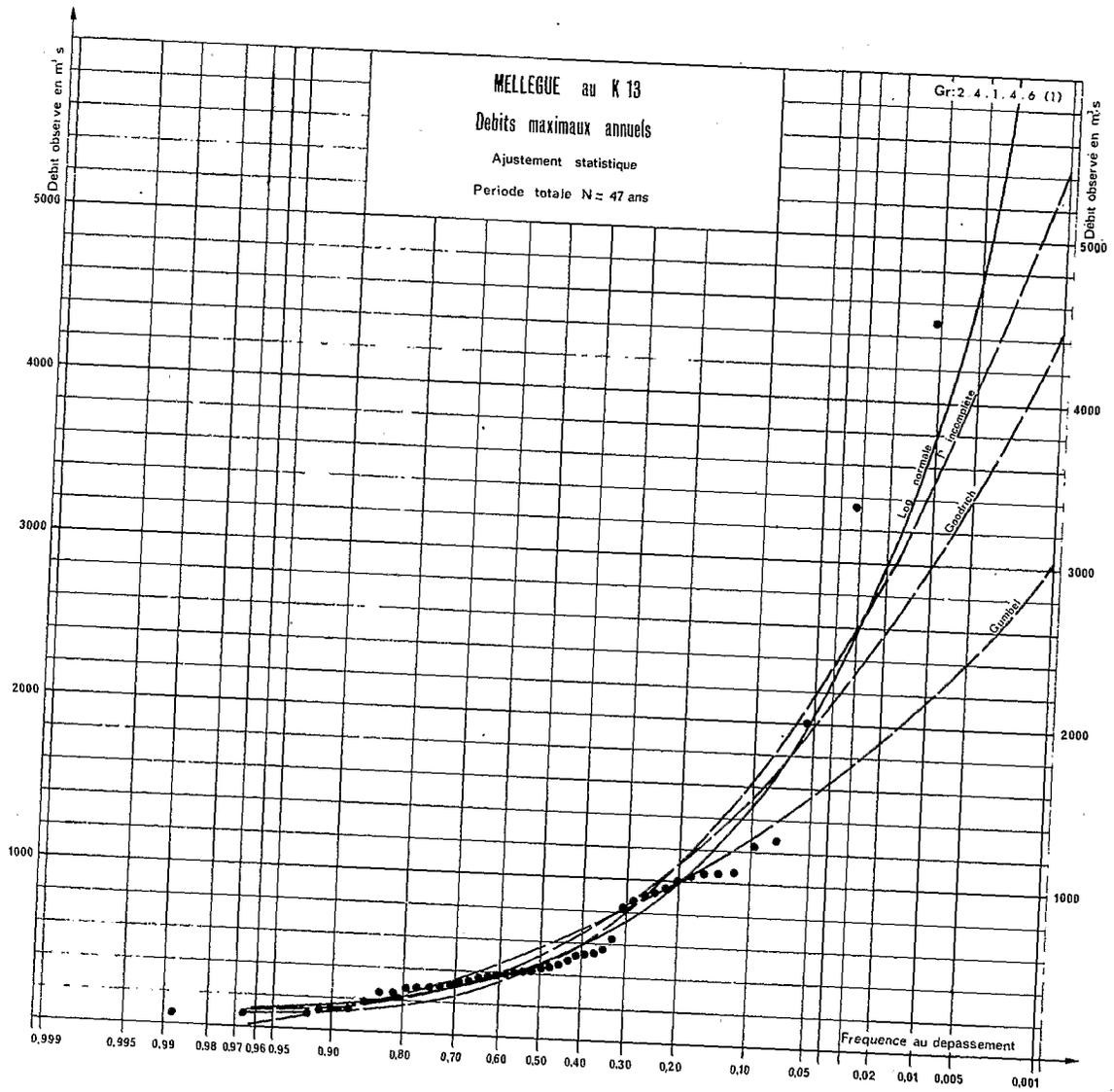
On étudiera donc de façon approfondie, dans ce qui suit, la distribution des crues sur l'échantillon total et on examinera rapidement comment se placent les échantillons antérieurs et postérieurs à 1953, par rapport à l'échantillon global.

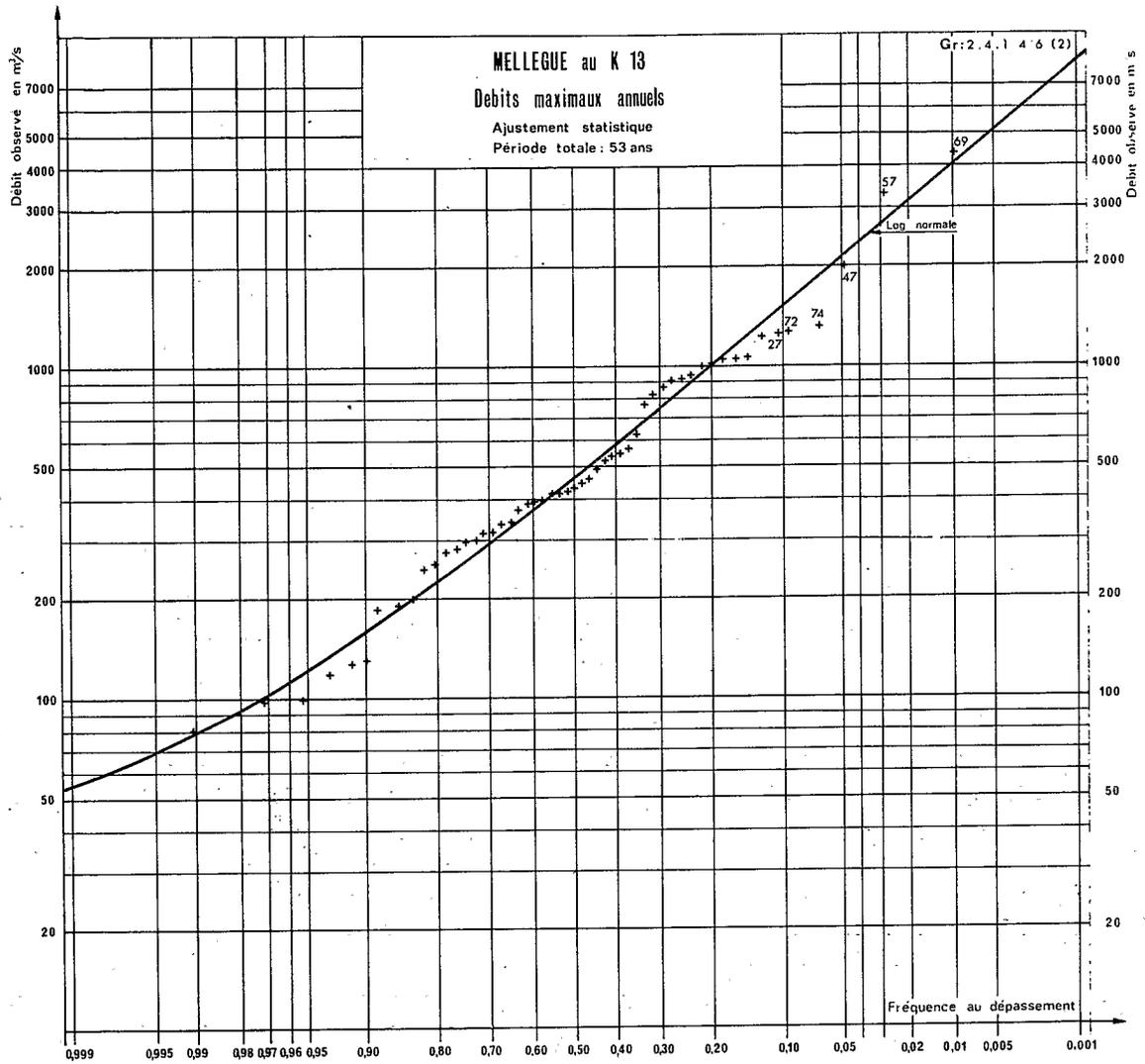
Choix d'une loi de répartition

Sur la période globale arrêtée à 1969 inclus, la période b et la période c arrêtées également à 1969, on a déjà procédé à un ajustement de cinq lois de distribution : loi normale, loi de GUMBEL, loi log-normale, loi Γ incomplète, loi de GOODRICH, avec le programme ORSTOM classique. Les résultats sont donnés dans le tableau 2.4.1.4.6 (3).

Le simple examen des courbes représentées sur le graphique 2.4.1.4.6 (1) en coordonnées gaussiennes normales montre que seule la loi log-normale peut représenter la distribution des fortes crues (on verra plus tard qu'avec l'échantillon arrêté à 1976, l'ajustement est légèrement amélioré), on retiendra donc définitivement cette loi de distribution.

On constate également sur le tableau 2.4.1.4.6 (3) la grande dispersion des estimations des débits de fréquences rares. Elle est due en grande partie à l'utilisation de loi mal adaptée à ce genre de régime, en particulier les lois de GUMBEL et de GOODRICH (ne parlons pas de la loi normale), mais aussi à la faible longueur de certains échantillons. Il suffit de considérer les trois valeurs données par la loi normale pour la crue centennale : $3\,814$, $2\,586$ et $6\,197 \text{ m}^3/\text{s}$. Il est vrai que le dernier échantillon qui ne couvre que 17 ans comporte la crue de 1969 de période de retour supérieure à 100 ans !.





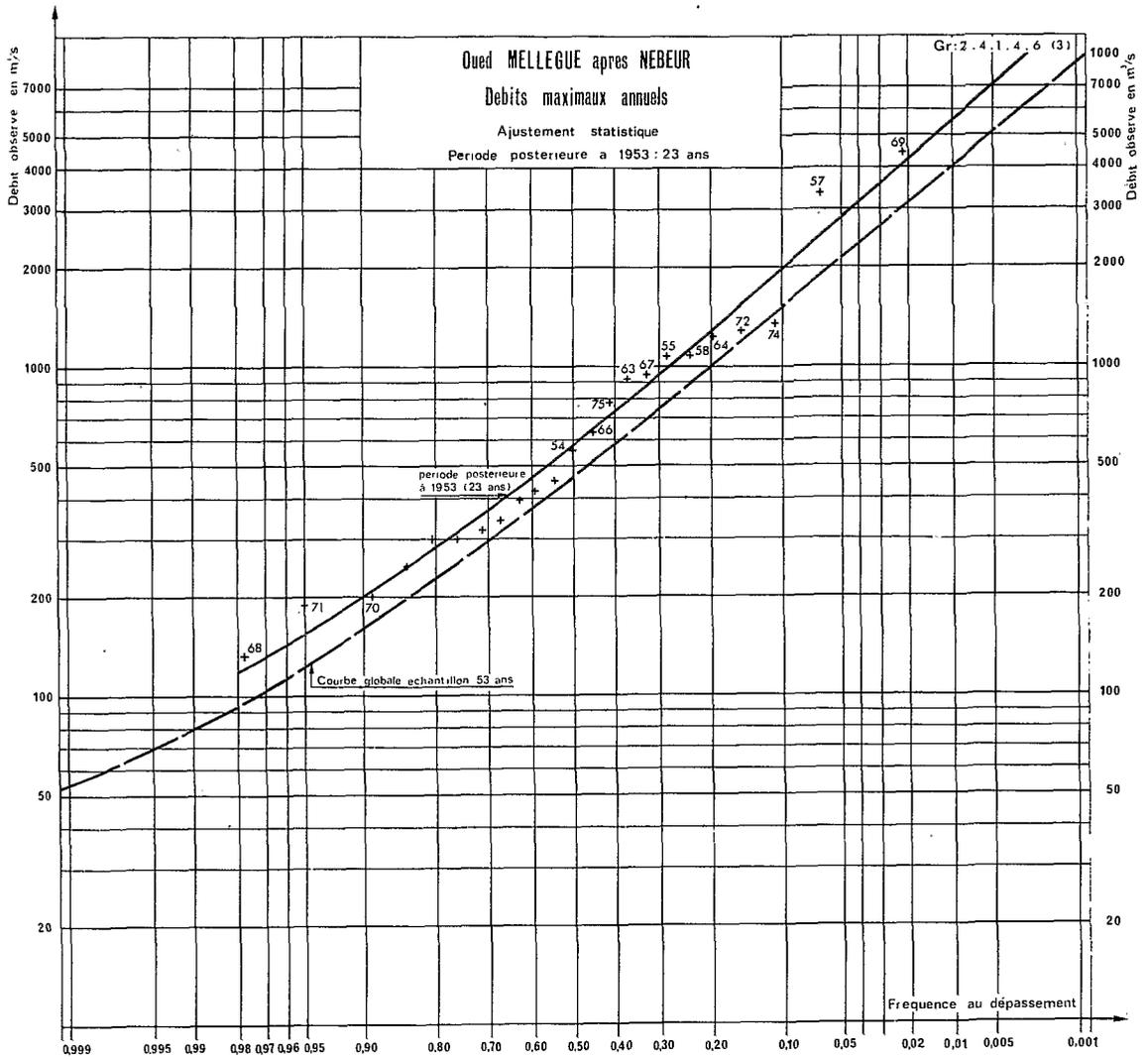


TABLEAU 2.4.1.4.6. (1)

OUED MELLEGUE AU K 13
Echantillon des crues maximales annuelles

Période Totale 1923 - 1975

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
1	1969	4480	0,0094
2	1957	3340	0,028
3	1947	2000	0,047
4	1974	1350	0,066
5	1972	1280	0,085
6	1927	1270	0,104
7	1964	1230	0,123
8	1958	1070	0,141
9	1941	1060	0,16
10	1955	1060	0,179
11	1930	1030	0,198
12	1951	1000	0,217
13	1967	950	0,236
14	1948	923	0,255
15	1963	913	0,274
16	1945	863	0,292
17	1943	825	0,311
18	1975	775	0,330
19	1966	627	0,349
20	1950	569	0,368
21	1954	548	0,387
22	1938	539	0,406
23	1936	520	0,425
24	1952	493	0,443
25	1928	460	0,462
26	1956	446	0,481
27	1944	431	0,50
28	1935	425	0,519
29	1962	418	0,538
30	1946	412	0,557
31	1949	398	0,575
32	1965	392	0,594
33	1926	388	0,613
34	1932	371	0,632
35	1931	341	0,651
36	1959	336	0,670
37	1929	317	0,689
38	1973	315	0,708
39	1961	300	0,726
40	1960	297	0,745
41	1940	283	0,764
42	1933	277	0,783
43	1925	253	0,802
44	1953	244	0,821
45	1970	199	0,84
46	1971	190	0,859
47	1934	186	0,877
48	1968	130	0,896
49	1942	127	0,915
50	1924	118	0,934
51	1937	99,8	0,953
52	1939	98,4	0,972
53	1923	79,9	0,9906

TABLEAU 2.4.1.4.6. (2)

OUED MELLEGUE AU K 13
Echantillon de crues maximales annuelles

Période Postérieure à 1953

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
1	1969	4480	0,022
2	1957	3340	0,065
3	1974	1350	0,109
4	1972	1280	0,152
5	1964	1230	0,196
6	1958	1070	0,239
7	1955	1060	0,283
8	1967	950	0,326
9	1963	913	0,370
10	1975	775	0,413
11	1966	627	0,456
12	1954	548	0,50
13	1956	446	0,544
14	1962	418	0,587
15	1965	392	0,630
16	1959	336	0,674
17	1973	315	0,717
18	1961	300	0,761
19	1960	297	0,804
20	1953	244	0,848
21	1970	199	0,891
22	1971	190	0,95
23	1968	130	0,978

TABLEAU 2.4.1.4.6. (3)

OUED MELLEGUE AU K 13 - MC 02

B.V. = 9000 km²

COMPARAISON DES LOIS DE REPARTITION

a) - Période Totale
 b) - Période Antérieure à 1953 = 30 ans
 c) - Période Postérieure à 1952 = 17 ans

DISTRIBUTION	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits correspondant à des fréquences données				
	Position m ³ /s	Echelle m ³ /s	Forme	Médiane F = 0,5 m ³ /s 1/s.km ²		Décennale F = 0,1 m ³ /s 1/s.km ²		
NORMALE	a	x _m = 697	= 796	-	697	77,5	1735	193
	b	x _m = 538	= 424	-	538	60	1082	120
	c	x _m = 975	= 1168	-	975	108	2570	286
GUMBEL	a	x ₀ = 432	s = 374	-	569	63,2	1274	142
	b	x ₀ = 363	s = 276	-	464	51,5	985	109
	c	x ₀ = 566	s = 550	-	767	85,1	1803	200
LOG NORMALE	a	x ₀ = 26,7	s = 432	= 0,933	459	51	1455	162
	b	x ₀ = 0	s = 402	= 0,800	402	44,7	1120	124
	c	x ₀ = 86,0	s = 494	= 1,081	580	64,5	2060	229

TABLEAU 2.4.1.4.6. (3) (suite)

DISTRIBUTION	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits correspondant à des fréquences données						
	Position m ³ /s	Echelle m ³ /s	Forme	Cinquantennale F = 0,02 m ³ /s 1/s.km ²		Centennale F = 0,01 m ³ /s 1/s.km ²		Millénaire F = 0,001 m ³ /s 1/s.km ²		
NORMALE	a	x _m = 697	= 796	-	2329	259	2542	282	3157	351
	b	x _m = 538	= 424	-	1408	156	1524	169	1848	205
	c	x _m = 975	= 1168	-	3365	374	3685	409	4585	509
GUMBEL	a	x ₀ = 432	s = 374	-	1892	210	2154	239	3017	335
	b	x ₀ = 363	s = 276	-	1440	160	1634	181	2271	252
	c	x ₀ = 566	s = 550	-	2710	301	3094	344	4362	484
LOG NORMALE	a	x ₀ = 26,7	s = 432	= 0,933	2963	329	3814	446	7750	861
	b	x ₀ = 0	s = 402	= 0,800	2080	231	2586	287	4765	529
	c	x ₀ = 86,0	s = 494	= 1,081	4636	515	6197	688	14040	1560

TABLEAU 2.4.1.4.6. (3) (suite)

OUED MELLEGUE AU K 13 - MC 02.

B.V. = 9000 km²

COMPARAISON DES LOIS DE REPARTITION

a) - Période Totale
 b) - Période Antérieure à 1953 = 30 ans
 c) - Période Postérieure à 1952 = 17 ans

DISTRIBUTION	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits correspondant à des fréquences données				
	Position m ³ /s	Echelle m ³ /s	Forme	Médiane F = 0,5 m ³ /s 1/s.km ²		Décennale F = 0,1 m ³ /s 1/s.km ²		
GAMMA INCOMPLETE	a	x ₀ = 79,9	s = 884	= 0,698	438	48,8	1630	181
	b	x ₀ = 57,6	s = 374	= 1,285	421	46,7	1100	122
	c	x ₀ = 130	s = 161	= 0,524	531	59	2395	266
GOODRICH	a	x ₀ = 55,3	s = 641	= 1,000	500	55,5	1532	170
	b	x ₀ = 149	s = 780	= 0,550	485	53,9	1092	121
	c	x ₀ = 35	s = 941	= 1,000	687	76,3	22000	244

TABLEAU 2.4.1.4.6. (3) (suite)

DISTRIBUTION	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits correspondant à des fréquences données						
	Position m ³ /s	Echelle m ³ /s	Forme	Cinquantennale F = 0,02 m ³ /s 1/s.km ²		Centennale F = 0,01 m ³ /s 1/s.km ²		Millénaire F = 0,001 m ³ /s 1/s.km ²		
GAMMA INCOMPLETE	a	x ₀ = 79,9	s = 884	= 0,698	2927	325	3500	288	5433	604
	b	x ₀ = 57,6	s = 374	= 1,285	1742	193	2015	224	2912	324
	c	x ₀ = 130	s = 161	= 0,524	4604	511	5600	622	9000	1000
GOODRICH	a	x ₀ = 55,3	s = 641	= 1,000	2564	285	3010	334	4486	498
	b	x ₀ = 149	s = 780	= 0,550	1520	169	1680	186	2145	238
	c	x ₀ = 35	s = 941	= 1,000	3715	413	4367	485	6533	726

D'après tout ce qui a été étudié jusqu'ici dans la présente monographie sur ce sujet, il semble bien que pour de tel régime ce n'est guère qu'avec des échantillons d'une cinquantaine d'années au moins qu'on peut tracer des courbes de distribution qui inspirent une certaine confiance.

On a repris l'analyse de ces débits de crue avec les données des années 1970 à 1976 inclu et sur cet échantillon de cinquante-trois ans on a ajusté une loi log-normale caractérisée par les paramètres suivants:

x_0	:	paramètre de position	=	31,72 m ³ /s (26,7 pour 1923-1969)
s	:	paramètre d'échelle	=	434 m ³ /s (432 pour 1923-1969)
σ	:	paramètre de forme	=	0,955 (0,933 pour 1923-1969)
		moyenne :	709 m ³ /s	- coefficient d'asymétrie : 5,479
				coefficient de variation : 1,088

Le coefficient de variation est nettement supérieur à celui de JENDOUBA, le coefficient d'asymétrie également, malgré un bassin versant beaucoup plus grand.

On voit que depuis 1969 la courbe est restée assez stable : les paramètres ont peu évolué.

La valeur médiane est de 466 m³/s, la valeur centennale de 4 037 m³/s (au lieu de 3 814) et la valeur millennale de 8 337 m³/s (au lieu de 7 750).

La courbe a été reportée sur le graphique 2.4.1.4.6 (2) en coordonnées gaussiennes-loarithmiques, l'ajustement paraît assez satisfaisant comme pour JENDOUBA.

Nous avons reporté sur le graphique 2.4.1.4.6 (3) les points représentatifs de l'échantillon postérieur à 1953 (1953-1976). Presque tous les points sont situés au-dessus de la courbe que nous venons de définir : la valeur moyenne est d'ailleurs de 908 m³/s au lieu de 709 m³/s, le coefficient de variation de 1,14 au lieu de 1,088. Ce détail prend toute son importance lorsque l'on compare la distribution des valeurs maximales des débits de crues avant et après 1953.

2.4.1.4.7 Oued EOU HEURIMA à KEF RHIRA

La période d'observations à cette station est très courte, 9 ans, mais les données sont de bonne qualité. L'échantillon constitué n'est pas suffisant pour tenter d'adopter une loi statistique quelconque, cependant les ajustements ont été faits qui permettent de fixer un ordre de grandeur des débits de crue qui peuvent être atteints à cette station.

La totalité de cet échantillon est postérieure à la mise en eau du barrage de BEN METIR sur l'Oued EL LILL, qui contrôle 108 km² sur les 390 km² du bassin versant à la station.

TABLEAU 2.4.1.4.7 (1)

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE	FREQUENCE OBSERVEE
1	1965	411	0.056
2	1966	346	0.167
3	1962	272	0.278
4	1969	213	0.389
5	1961	190	0.500
6	1964	145	0.611
7	1963	124	0.722
8	1968	119	0.833
9	1967	20,9	0.944

Seul l'examen des courbes fréquences-débits calculées est utilisable ici. Il apparaît que l'ajustement de la loi log-normale donnerait à la courbe représentative une concavité trop forte, et que dès la fréquence $F = 0,2$ la courbe s'éloigne nettement des valeurs observées (graphique 2.4.1.4.7).

Les trois autres lois donnent des courbes très voisines, l'écart entre les différentes estimations étant de 6 % pour la crue décennale. Nous pouvons admettre que l'une quelconque de ces trois lois représente l'échantillon observé, la taille de cet échantillon ne permettant pas de formuler une appréciation plus précise.

Toutefois, nous retiendrons pour cette station la loi GAMMA incomplète par similitude avec la station du RHEZALA à FERNANA observée depuis beaucoup plus longtemps, ce qui suppose implicitement que cette loi est celle qui s'adapte le mieux au régime des crues du nord-ouest de la TUNISIE.

Il est possible ici que la loi choisie sous-estime un peu les débits de fréquence rare, mais nous ne pouvons estimer avec quelque précision que les crues de fréquence au plus décennale, avec un échantillon de 9 ans.

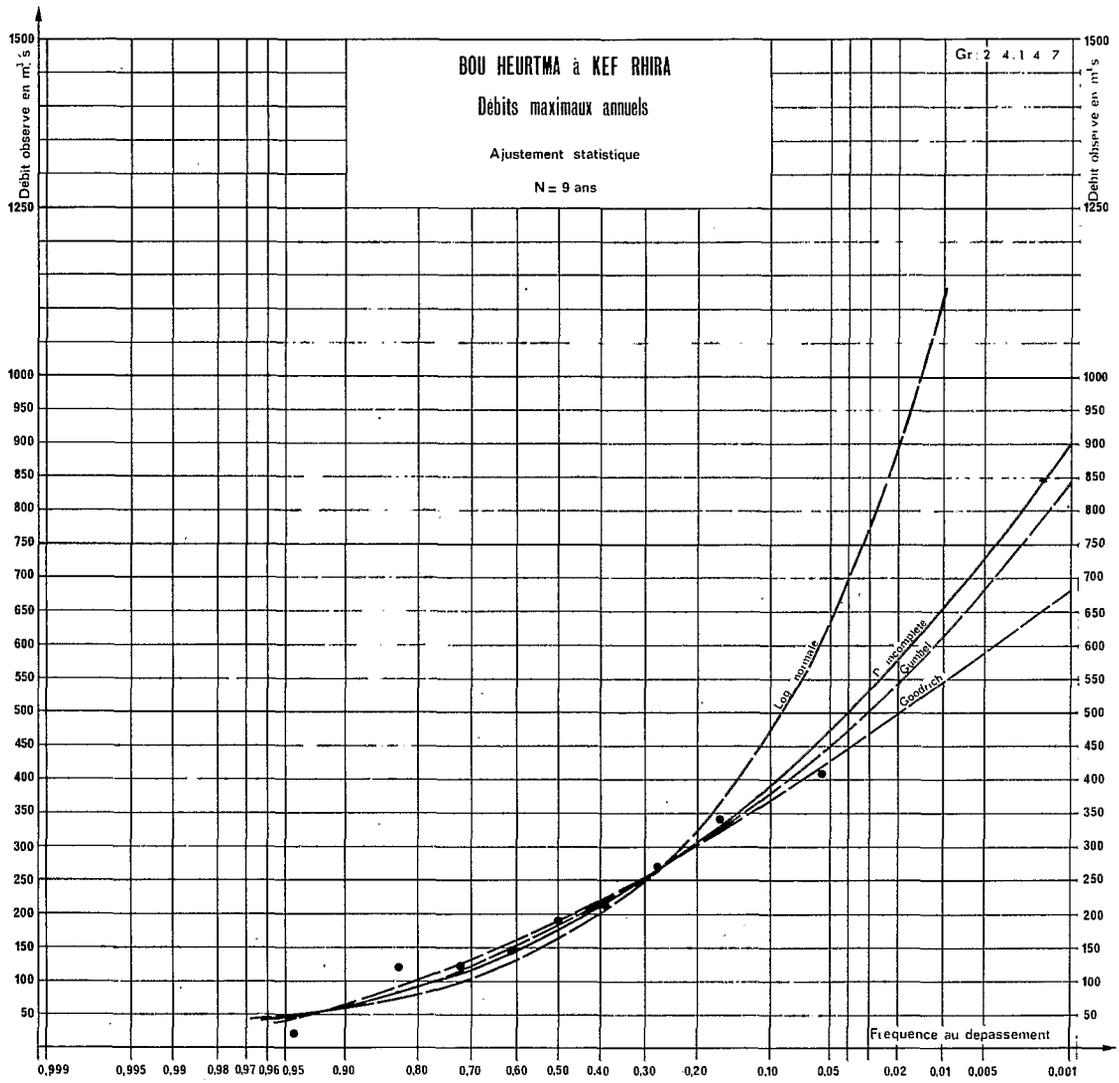


TABLEAU 2.4.1.4.7. (2)

OUED BOU HEURTMA à KEF RHIRA

B.V. = 390 km^2 moins Ben Métir
 $(108) = 282 \text{ km}^2$
 Période Totale = 9 ans

COMPARAISON DES LOIS DE REPARTITION

DISTRIBUTION	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits correspondant à des fréquences données				
	Position m^3/s	Echelle m^3/s	Forme	Médiane F = 0,5 m^3/s	F = 0,1 m^3/s		F = 0,1 m^3/s	
NORMALE	$x_m = 204$	= 122	-	204	724	360	1276	
GUMBEL	$x_o = 149$	s = 99,7	-	186	660	374	1325	
LOG NORMALE	$x_o = 0$	s = 160	= 0,829	160	567	464	1645	
GAMMA INCOMPLETE	$x_o = 0$	s = 92,8	= 2,205	<u>174</u>	617	<u>389</u>	1380	
GOODRICH	$x_o = 0$	s = 228	= 0,566	185	656	366	1300	

TABLEAU 2.4.1.4.7. (2) (suite)

DISTRIBUTION	Paramètres d'ajustement			Estimation des débits correspondant à des fréquences données					
	Position m^3/s	Echelle m^3/s	Forme	Cinquantennale F = 0,02 m^3/s		Centennale F = 0,01 m^3/s		Millennale F = 0,001 m^3/s	
NORMALE	$x_m = 204$	= 122	-	455	1612	487	1725	581	2095
GUMBEL	$x_o = 149$	s = 99,7	-	538	1910	608	2150	838	2980
LOG NORMALE	$x_o = 0$	s = 160	= 0,829	880	5120	1103	3920	2076	7350
GAMMA INCOMPLETE	$x_o = 0$	s = 92,8	= 2,205	<u>574</u>	2040	<u>651</u>	<u>2305</u>	<u>896</u>	<u>3180</u>
GOODRICH	$x_o = 0$	s = 228	= 0,566	494	1753	542	1920	682	2420

TABLEAU 2.4.1.4.8 (1)

OUED RHEZALA à FERNANA

Echantillon de crues maximales annuelles

RANG	ANNEE	DEBIT OBSERVE en m ³ /s	FREQUENCE OBSERVEE
1	1946	260	0,0172
2	1958	260	0,052
3	1974	259	0,086
4	1960	200	0,121
5	1962	196	0,155
6	1956	184	0,190
7	1957	176	0,224
8	1949	166	0,259
9	1965	156	0,293
10	1952	153	0,327
11	1969	153	0,362
12	1972	148	0,397
13	1970	142	0,431
14	1948	139	0,466
15	1955	138	0,50
16	1953	135	0,534
17	1954	132	0,569
18	1975	122	0,603
19	1961	117	0,638
20	1951	94,2	0,673
21	1964	88,3	0,707
22	1963	86,7	0,741
23	1971	75	0,776
24	1959	64,2	0,81
25	1950	56,3	0,845
26	1968	52,4	0,879
27	1966	47,0	0,914
28	1967	21,6	0,948
29	1973	17	0,9828

Dans le tableau 2.4.1.4.7 (2) qui résume les valeurs caractéristiques des différentes lois, nous avons calculé les débits spécifiques correspondants, en réduisant la surface du bassin versant total des 108 km² qui sont à l'mont de la retenue.

En effet, ce barrage n'a pas déversé en crue, à notre connaissance, pendant la période d'observations à KEF RHIRA, donc le ruissellement de cette partie du bassin versant ne participe pas au débit de pointe des crues à la station de KEF RHIRA.

2.4.1.4.8 Oued RHEZALA à FERNANA

Des deux échantillons étudiés à cette station nous retiendrons celui portant sur les 29 ans de la période d'observations (1946-1975). Les ajustements faits sur l'échantillon de 23 ans postérieur à 1953 donnent d'ailleurs des résultats très voisins. On pourrait à la rigueur augmenter cet échantillon de trois ans par corrélation avec les débits naturels de l'Oued EL LILL. Mais cette corrélation n'est pas très bonne, elle ne peut être étudiée que jusqu'à la construction du barrage de BEN MEIR. Tout ce que l'on peut dire c'est qu'en 1943-1944-1945 l'Oued RHEZALA n'a pas présenté de fortes crues.

Cette station est bien représentative du régime nord du bassin de la MEJERDAH, bien arrosé. Comme on pourrait s'y attendre, la dissymétrie de la distribution n'est pas trop excessive, ce qui nous permet de donner quelques indications sur la forme de la loi de distribution malgré la faible taille de l'échantillon.

Choix d'une loi de répartition

La taille de l'échantillon est insuffisante pour que le test du χ^2 permette de conclure à la validité d'une loi, et nous choisirons d'après l'examen des courbes fréquences-débits calculées.

En dehors de la loi de GAUSS que nous écartons d'emblée, les courbes représentatives des quatre autres lois sont très voisines pour des valeurs de la fréquence au dépassement F comprises entre 0,95 et 0,2. Valeurs pour lesquelles les lois sont quasiment convergentes.

A partir de $F = 0,1$ la divergence est nette. La loi log-normale s'écarte nettement des valeurs observées et surestime les débits de fréquence rare. Elle a été éliminée.

Les lois de GUMBEL et Γ incomplète restent très proches l'une de l'autre. La loi de GOODRICH est bien adaptée à l'ensemble de l'échantillon, mais elle sous-estime les fortes crues, ce qui l'élimine. En définitive, on a choisi la loi Γ incomplète qui conduit à une valeur de la crue décennale de 233 m³/s, valeur dépassée trois fois en 29 ans, ce qui montre que le choix de cette loi ne conduit pas nécessairement à des débits surestimés des crues de faibles fréquences (voir graphique 2.4.1.4.8). La prise en compte des années 1943-1944 et 1945 déplacerait vers la droite la bosse située vers la médiane, ce qui améliorerait un peu l'ajustement.

Les paramètres de cette loi de distribution Γ incomplète sont les suivants :

x_0	: paramètre de position	=	0,000 016	m ³ /s
s	: paramètre d'échelle	=	42,79	m ³ /s
σ	: paramètre de forme	=	3,093	
	moyenne :	132,37	m ³ /s	- coefficient d'asymétrie = 1,14
				coefficient de variation = 0,502

L'examen du coefficient d'asymétrie et du coefficient de variation met bien en évidence la très grande différence entre ce régime et celui de la Haute MEJERDAH, et surtout celui du MELLEQUE. La régularité est beaucoup plus grande par suite surtout d'un régime pluviométrique plus abondant et plus régulier.

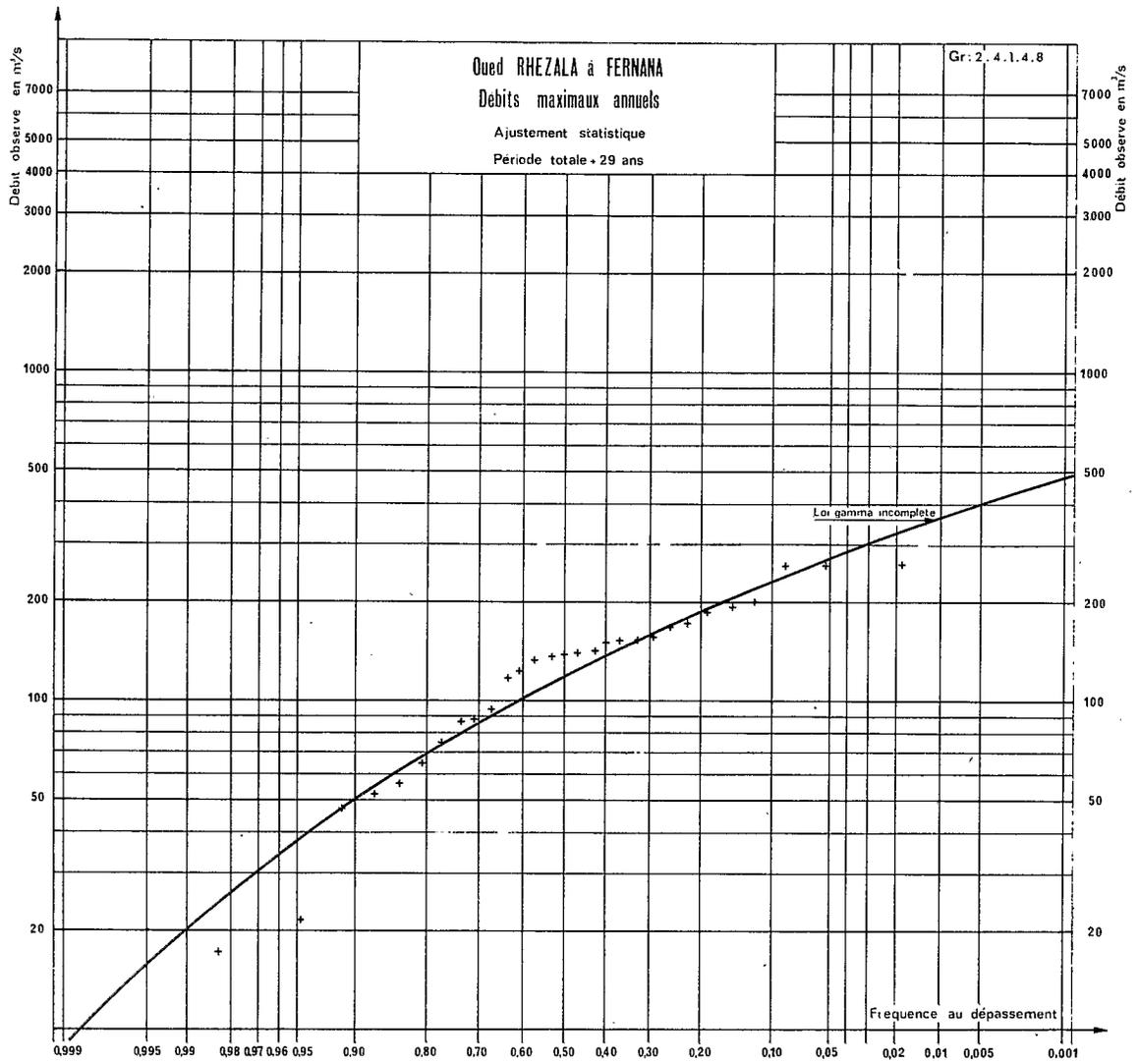
La crue médiane atteint 118 m³/s, la crue centennale 366 m³/s, la crue millennale 488 m³/s. Pour l'échantillon 1952-1976 la moyenne est de 129 m³/s, peu différente de la moyenne globale 1946-1975.

2.4.1.4.9 Commentaires généraux

Nous avons résumé dans le tableau 2.4.1.4.9 les caractéristiques retenues pour chacune des sept stations de base, ainsi que les débits spécifiques de crues en l/s.km². Nous réitérons les mises en garde précédentes concernant la confiance à accorder aux valeurs des débits dépassant la fréquence décennale; en particulier nous avons fait figurer ici la crue millennale qui n'a en fait qu'une faible signification statistique, nous pourrions donner aux chiffres cités dans cette colonne le nom "d'estimation de la crue maximale envisageable".

Rappelons que les statisticiens admettent que l'on peut envisager l'extrapolation des valeurs de fréquence rare jusqu'à une période de retour double de la période observée : l'utilisateur saura donc se limiter de lui-même dans l'utilisation de ce tableau.

A l'examen du tableau ci-après, on serait amené à conclure à une certaine hétérogénéité du régime des crues maximales sur le bassin versant de la MEJERDAH. Cependant on notera tout d'abord que sur un bassin versant homogène le débit spécifique décroît régulièrement de l'amont à l'aval. Si en un bief particulier de la rivière une zone de méandres et de plaine d'inondation amortit sérieusement les pointes de crues, cette diminution est encore plus rapide comme c'est le cas entre GHARDIMAOU et JENDOUBA. Nous avons pallié comme nous avons pu la brièveté de certaines périodes d'observations, mais malgré cet inconvénient grave on constate une concordance tout à fait acceptable entre les estimations et les résultats d'observations, on peut également mettre en relief le fait que les affluents rive gauche de la MEJERDAH présentent des crues dont la distribution peut être représentée par la loi GAMMA incomplète, avec un coefficient d'asymétrie relativement



faible, 1,14 pour l'Oued RHEZALA à FERNANA et peut-être un chiffre du même ordre pour l'Oued BOU HEURIMA dont la durée d'observations est trop courte pour que l'on accorde quelque valeur à un calcul de coefficient d'asymétrie. Ceci est d'ailleurs parfaitement en rapport avec l'abondance des pluies dont la distribution à l'échelle annuelle est presque gaussique pour les stations les plus arrosées. Pour la Haute MEJERDAH, le MELLEGUE et la Basse MEJERDAH, la distribution log-normale convient parfaitement. On manque de résultats sur des affluents rive droite importants, tels que le TESSA ou le SILIANA, mais le peu que nous en savons, ne serait-ce que l'estimation de la crue de l'année 1972 (Mars 1973), nous prouve que les distributions des valeurs maximales sont fortement dissymétriques et qu'on peut les assimiler à des distributions log-normales. Les données de BOU SALEM sont fortement influencées par le MELLEGUE.

La dissymétrie des distributions statistiques est bien représentée par le coefficient d'asymétrie tel qu'il est déduit des courbes ajustées (et non des points expérimentaux). Malgré le manque de précision sur la détermination de ces coefficients, les écarts sont souvent significatifs. Le MELLEGUE avec un coefficient d'asymétrie de 5,48 (échantillon de 23 ans) détruit le record et, effectivement, c'est bien lui dont le régime des crues présente le caractère le plus irrégulier et c'est bien pour cela que l'on a dû le régulariser par la construction du barrage du NEBEUR. Vient après la MEJERDAH à JENDOUBA dont le bassin est cependant nettement plus petit avec un coefficient de 5,18.

A BOU SALEM (avant la construction du barrage de NEBEUR) l'irrégularité est encore forte, avec un coefficient de 4,71 malgré un bassin de plus de 16 000 km². L'Oued MELLEGUE est responsable en partie de cette forte valeur.

A MEDJEZ EL BAB le coefficient, comme celui de BOU SALEM, est déterminé avec moins de précision que ceux de JENDOUBA ou de l'Oued MELLEGUE, sa valeur calculée n'est plus que de 3,60.

Ces chiffres correspondent à des régimes à peu près naturels. On verra plus loin quelle est la situation après la construction du barrage de NEBEUR, et en particulier le rôle régularisateur de cet ouvrage.

On a vu plus haut que l'Oued RHEZALA, avec un coefficient d'asymétrie de 1,14, était beaucoup plus régulier que la Haute MEJERDAH, et surtout que les affluents rive droite. Pour la MEJERDAH à GHARDIMAOU, on ne peut pas trop épiloguer sur la valeur du coefficient déterminée sur un échantillon trop court.

On constate également que pour toutes les stations, les médianes sont inférieures aux moyennes, tous les échantillons étant dissymétriques et étalés vers la droite, mais on remarque que l'écart moyenne-médiane est plus faible pour les échantillons qui suivent une loi GAMMA incomplète que pour ceux auxquels nous avons adapté une loi log-normale. Cette dissymétrie plus accusée pour toute la partie rive droite du bassin versant, que pour les affluents de la rive gauche, ne fait que confirmer l'irrégularité interannuelle beaucoup plus forte sur les reliefs dénudés de la dorsale tunisienne que sur les versants montagneux élevés et encore souvent boisés du nord-ouest de la TUNISIE.

Cette irrégularité peut être enfin caractérisée par le rapport des valeurs décennales que nous nommons coefficient K_3 .

$$K_3 = \frac{\text{Valeur décennale humide}}{\text{Valeur décennale sèche}} \quad \text{Rapport d'autant plus élevé que l'irrégularité est marquée}$$

S T A T I O N S		Valeur décennale humide m ³ /s	Valeur décennale sèche m ³ /s	Coefficient K_3
MEJERDAH	à GHARDIMAOU	750	89,6	8,37
MEJERDAH	à JENDOUBA	730	102	7,16
MELLEGUE	au K 13	1 510	159,4	9,47
BOU HEURIMA	à KEF RHIRA	387	63	6,14
RHEZALA	à FERNANA	233	49,6	4,69
MEJERDAH	à BOU SALEM avant 1953	1 625	217	7,48
MEJERDAH	à BOU SALEM après 1953	1 250	145	8,62
MEJERDAH	à MEDJEZ EL BAB avant 1953	1 790	242	7,40
MEDJEZ EL BAB	1953	1 370	185	7,41

On retrouve à peu près sur ce tableau le même classement que celui donné par le coefficient d'asymétrie, ce qui est logique. Le MELLEGUE vient en tête suivi, non plus par JENDOUBA, mais par GHARDIMAOU (nous faisons abstraction des échantillons postérieurs à 1953 sur lesquels on reviendra plus loin). Cette constatation est assez normale et vient peut-être confirmer le fait que l'ajustement de la loi normale pour GHARDIMAOU, effectué sur un échantillon trop court : 28 ans, n'est pas très précis, peut-être aurait-il fallu tenir compte davantage de la forte crue de 1972 (Mars 1973), ce qui aurait augmenté la valeur du coefficient d'asymétrie. Les forts débits sont donc peut-être un peu sous-estimés.

TABLEAU 2.4.1.4.9. (1)

COMPARAISON DES CRUES REMARQUABLES AUX DIFFERENTES STATIONS DE BASE
VALEURS ESTIMEES DES DEBITS MAXIMAUX DE CRUES REMARQUABLES.

STATIONS	Durée des Observations	Superficie du B.V. km ²	Loi de Répartition Choisie	Moyenne		Médiane	
				m ³ /s	1/s.km ²	m ³ /s	1/s.km ²
MEJERDAH à GHARDIMAOU	28 ans	1481	Log Normale	382	258	250	169
MEJERDAH à JENDOUBA	79 ans	2413	Log Normale	364	151	248	103
MELLEGUE AU K. 13	53 ans	9000	Log Normale	709	79	466	52
BOU HEURTMA à KEF RHIRA	9 ans	(390-108) 282	Gamma inc.	204	724	172	610
RHEZALA à FERNANA	29 ans	138	Gamma inc.	132	956	118	868
MEJERDAH A BOU SALEM	Avant 1953 27 ans	16228	Log Normale	764	47,1	556	34,2
	Après 1953 24 ans	(5928)	Log Normale	585	(98,7)	425	(71,7)
MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB	Avant 1953 27 ans	21008	Log Normale	825	39,3	650	30,9
	Après 1953 24 ans	(10708)	Log Normale	695	(64,9)	500	(46,7)

TABLEAU 2.4.1.4.9. (1) (suite)

STATIONS	Durée des Observations	Superficie du B.V. km ²	Loi de Répartition Choisie	Décennale		Centennale		Millennale	
				m ³ /s	1/s.km ²	m ³ /s	1/s.km ²	m ³ /s	1/s.km ²
MEJERDAH à GHARDIMAOU	28 ans	1481	Log Normale	750	506	1870	1260	3650	2460
MEJERDAH à JENDOUBA	79 ans	2413	Log Normale	730	303	1875	777	3800	1575
MELLEGUE AU K. 13	53 ans	9000	Log Normale	1510	168	4050	450	8350	928
BOU HEURTMA à KEF RHIRA	9 ans	(390-108) 282	Gamma inc.	387	1372	650 *	2305 *	900 *	3190 *
RHEZALA à FERNANA	29 ans	138	Gamma inc.	233	1690	366	2650	488	3550
MEJERDAH A BOU SALEM	Avant 1953 27 ans	16228	Log Normale	1625	100	4050	250	8000	493
	Après 1953 24 ans	(5928)	Log Normale	1250	(211)	2950	(498)	5600	945
MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB	Avant 1953 27 ans	21008	Log Normale	1790	85,2	4000	190 *	7200 *	343 *
	Après 1953 24 ans	(10708)	Log Normale	1370	(128)	3100	(289)	5600 *	(523) *

* - Chiffres douteux

() - Chiffres obtenus en déduisant la superficie du B.V. amont du barrage du Mellègue

La valeur K_3 de JENDOUBA est un peu inférieure à celles de BOU SALEM et de MEDJEZ EL BAB avant 1953, mais la partie inférieure des courbes de ces deux dernières stations correspond à un ajustement sommaire surtout pour MEDJEZ EL BAB, et ceci tend à augmenter peut-être abusivement K_3 et peut-être à réduire un peu les coefficients d'asymétrie. Enfin, les stations des affluents rive droite présentent bien entendu des valeurs nettement plus faibles. Les affluents rive gauche autres que le MELLEGUE présenteraient probablement des valeurs de coefficients K_3 au moins égales à celle relative à ce cours d'eau. Nous avons quelques indications à ce sujet.

Pour le TESSA à SIDI MELIENE le rapport entre la plus forte et la plus faible valeur maximale observée de 1970 à 1975 est égal à 24, alors que le même rapport est égal à 7 pour le MELLEGUE au K 13. Sur l'OUSSAFA à M 12, formateur du SILIANA (B.V. 390 km²), on a estimé le maximum de 1969 à 1 400 m³/s environ.

2.4.1.4.10 Puissance des crues - Débits spécifiques et coefficient K

Nous avons indiqué pour chaque valeur de débit de crue le débit spécifique correspondant. La critique de ces résultats est délicate. On a déjà signalé le fait absolument général suivant : pour un régime homogène, quelle que soit l'importance de la crue, les débits spécifiques diminuent quand la taille du bassin augmente, c'est-à-dire quand l'importance du phénomène aversé diminue. La comparaison de ces débits spécifiques n'a plus guère de signification une fois passés les confluent importants en amont de BOU SALEM (MELLEGUE, TESSA, BOU HEURIMA), il est rare en effet qu'à partir de cette station, tout le bassin versant ruisselle dans le même temps. Ce point sera détaillé dans l'étude de la genèse des crues. Pour les stations de BOU SALEM et MEDJEZ pendant la période postérieure à la construction du barrage du MELLEGUE, nous avons calculé les débits spécifiques en amputant la superficie des bassins versants de la superficie contrôlée par le barrage, ce qui provoque une nette augmentation des débits spécifiques, augmentation due tant à la diminution de la surface du bassin versant qu'à l'aptitude au ruissellement du bassin de la MEJERDAH qui n'est pas moindre que celle du bassin du MELLEGUE. Plutôt que de nous en tenir aux débits spécifiques qui sont trop liés à la taille du bassin versant, nous avons préféré utiliser le coefficient K de FRANCOU-RODIER pour caractériser la puissance des crues étudiées. Rappelons brièvement l'utilisation de ce coefficient K (cf. Cahiers ORSTOM - Hydrologie. Volume IV - n° 3 - 1967).

On peut caractériser l'ampleur d'une crue sur un bassin versant en fonction de sa surface par une relation de la forme :

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{S}{S_0} \right)^{1 - \frac{K}{10}}$$

$$Q_0 = 10^6 \text{ m}^3, \quad S_0 = 10^8 \text{ km}^2, \quad K \text{ est croissant avec l'ampleur de la crue.}$$

On porte sur un graphique bilogarithmique les points (Q,S) représentatifs des crues étudiées; l'expérience montre que les points représentatifs des crues de violence semblable sur différents sous-bassins d'un même bassin s'alignent à peu près sur des droites correspondant à des valeurs de K constantes. Toutes ces droites convergent vers un point limite de coordonnées :

$$Q_0 = 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S_0 = 10^8 \text{ km}^2$$

Ce coefficient K, qui semble avoir une signification géographique, est un outil utile permettant de comparer universellement la violence des crues, la droite $K = 6$ correspondrait aux crues "record du monde", alors que la droite $K = 0$ caractériserait les régimes calmes et réguliers.

Pour le bassin de la MEJERDAH, nous avons calculé à chaque station de base le coefficient K de chaque crue annuelle ayant servi à constituer l'échantillon retenu pour étudier cette station, et nous avons fait le classement fréquentiel de ces valeurs de K. Le report de ces valeurs sur papier gaussien nous a permis un ajustement graphique de la répartition fréquentielle de K. Nous avons tracé une courbe expérimentale suivant au plus près les points d'observation, pour les distributions log-normales des débits on retrouve une distribution sensiblement normale des valeurs de K, ce qui est logique; dans le cas de la loi GAMMA incomplète, la courbe s'incurve vers le bas pour les fortes valeurs de Q, ce qui est également logique. La lecture directe sur cette courbe fournit les valeurs médiane, décennale et centennale expérimentales de K, soit K_e . Nous nous sommes limités à la valeur centennale qui est déjà largement extrapolée dans la plupart des cas.

Parallèlement, nous avons calculé le coefficient K_c des crues médiane, décennale et centennale, calculées à chaque station d'après la loi de distribution choisie. En principe, si les estimations et les ajustements sont valables, les valeurs des K_e et des K_c doivent être les mêmes.

On a reporté sur le tableau 2.4.1.4.10 (1) les valeurs de K_c .

TABLEAU 2.4.1.4.10. (1)

COEFFICIENTS K DE FRANCOU - RODIER

Kc = Correspond aux crues estimées de fréquence remarquable.

S T A T I O N S	Superficie du B. V. Km ²	Crue Médiane		Crue Décennale	
		Q m ³ /s	Kc	Q m ³ /s	Kc
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1481	250	2,54	750	3,53
MEJERDAH à JENDOUBA	2413	248	2,19	730	3,21
MELLEQUE au K. 13	9000	466	1,76	1510	3,03
BOU HEURTMA à KEF RHIRA	(390-108) 282	172	3,22	387	3,85
RHEZALA à FERNANA	138	118	3,23	233	3,80
MEJERDAH à BOU SALEM	Avant 1953 16220 Après 1953 (5928)	556	1,39	1625	2,64
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	Avant 1953 21008 Après 1953 (10708)	650	1,33	1790	2,53
		500	1,69	1370	2,79

TABLEAU 2.4.1.4.10. (1) (suite)

S T A T I O N S	Superficie du B. V. Km ²	Crue Centennale		Crue maximale observée	
		Q m ³ /s	Kc	Q m ³ /s	Kc
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1481	1870	4,35	2370	4,56
MEJERDAH à JENDOUBA	2413	1875	4,09	2420	4,33
MELLEQUE au K. 13	9000	4050	4,09	4480	4,19
BOU HEURTMA à KEF RHIRA	(390-108) 282	650	4,26	411	3,90
RHEZALA à FERNANA	138	366	4,13	260	3,88
MEJERDAH à BOU SALEM	Avant 1953 16220 Après 1953 (5928)	4050	3,69	4000*	3,67
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	Avant 1953 21008 Après 1953 (10708)	4000	3,48	4200*	3,54
		3100	3,68	3500	3,81

* Crue de 1972 (Mars 1973) débits naturels estimés sans la régularisation de NEBEUR.

Les stations où les valeurs de K_e et K_c concordent le moins bien sont précisément celles où l'ajustement de la loi de répartition statistique choisie est le moins satisfaisant.

Examinons maintenant les valeurs de K en elles-mêmes. Il est évident que dans ces valeurs, la superficie du bassin joue encore un rôle; mais ce rôle masque moins l'importance de la crue que pour les valeurs des débits spécifiques; par exemple, les valeurs de K pour le MELLEGUE au K 13 et pour le BOU HEURIMA à KEF RHIRA sont assez voisines, alors que les valeurs des débits spécifiques pour ces deux stations sont dans un rapport de 1 à 6 ou 8. En fait, si nous suivons le cours de la MEJERDAH d'amont en aval, ou si nous classons les bassins versants par taille croissante, nous remarquerons une décroissance régulière du coefficient K à mesure que le phénomène de ruissellement généralisé dû à une averse sur un bassin perd son rôle prépondérant, et qu'au contraire l'amortissement de l'onde de crue devient sensible, ceci est très net pour les valeurs médianes et décennales, comme le montre le graphique 2.4.1.4.10 (11). Cela l'est un peu moins pour les valeurs centennales où il faut penser que les phénomènes mis en jeu sont différents, en particulier qu'une crue centennale ne peut être provoquée que par un ruissellement généralisé sur tout le bassin de la MEJERDAH. Notons aussi que le coefficient de forme du bassin de la MEJERDAH croît très sensiblement d'amont en aval (cf. "Le Milieu Naturel"), ce qui signifie un allongement sensible : cela contribue également à réduire la valeur de K lorsque la taille du bassin augmente. Autrement dit, les valeurs de K trouvées ont probablement une signification géographique pour tous les bassins d'une zone déterminée, à condition de tenir compte du coefficient de forme des bassins.

On a reporté sur le tableau les crues maximales réellement observées, en prenant pour BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB avant 1953 la crue de 1972 (1973) plus ou moins reconstituée, comme nous l'avons fait plus haut. Notons que si pour BOU SALEM au lieu de considérer une valeur de 4 000 m³/s, on avait admis 4 500, K serait passé de 3,67 à 3,80, valeur nettement inférieure à celles de JENDOUBA et du MELLEGUE. Les valeurs relativement faibles du BOU HEURIMA et du RHEZALA correspondent probablement à une période d'observation trop courte.

Pour la période postérieure à 1953 on a exclu de la superficie totale le bassin du MELLEGUE et on trouve ainsi des valeurs de K plus élevées à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB. Ceci s'explique ainsi : la majeure partie des débits maximaux dus au MELLEGUE étant retenue, le rôle important que peuvent jouer des affluents aval tels que la SILLANA, le KALLED ou le ZARGA pour la station de MEDJEZ EL BAB, celui des affluents tels que le TESSA et le BOU HEURIMA pour BOU SALEM, est mis en évidence. On a indiqué plus haut que l'on savait de façon un peu qualitative que certains de ces affluents, surtout ceux de la rive droite, présentaient de très forts débits de pointe lors des crues.

Les inventeurs du coefficient K (cf. article cité) l'ont surtout utilisé pour classer les plus fortes crues connues; sans s'attarder sur la fréquence de ces crues, ils estiment cependant que les coefficients K qu'ils citent correspondent à des crues souvent centennales. Dans cette classification, ils fixent les valeurs de K pour les cours d'eau les plus violents de l'AFRIQUE du Nord entre 4,7 et 5. (Nous savons depuis que le ZEROUË à SIDI SAAD a atteint en 1969 un coefficient $K = 5,69$).

Avec des valeurs maximales de $K = 4,35$, l'ensemble des bassins étudiés ici ne peuvent être considérés comme sujets à des crues très violentes, et les valeurs comprises entre 3,48 et 3,69 trouvées pour BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB à l'état naturel sont comparables à celles des fleuves européens comme la LOIRE (3,95 pour 18 400 km²), le RHÔNE à LYON (3,58 pour 20 500 km²) ou même la MOSELLE (3,31 pour 27 100 km²). Mais on doit noter que ces trois chiffres doivent correspondre à des périodes de retour supérieures à 100 ans.

Remarquons que si les affluents de la rive gauche venant des montagnes du nord sont comme nous l'avons dit plus réguliers quant aux valeurs des débits maximaux annuels (voir coefficient d'irrégularité K_3), ils n'en sont pas pour autant moins violents que ceux de la rive droite, comme le montrent les valeurs de K données pour le BOU HEURIMA et le RHEZALA, qui sont très voisines de celles de JENDOUBA et du MELLEGUE au K 13.

2.4.1.4.11 Période postérieure à 1953-1954

Dans ce qui précède on a surtout cherché à mettre en évidence le régime naturel de la MEJERDAH et de ses affluents, sauf pour les deux stations aval de la MEJERDAH à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB. Mais actuellement on doit considérer ce cours d'eau tel qu'il est, c'est-à-dire surtout les distributions établies pour la période postérieure à 1953. Les grandes séries statistiques du MELLEGUE au K 13 et de JENDOUBA serviront surtout à expliquer la genèse des crues et elles fourniront des indications précieuses pour l'extrapolation des faibles fréquences.

On a donc isolé pour cinq stations de base un échantillon de 23 à 24 ans correspondant à la période 1953-1975 ou 1976, postérieure à la mise en eau du barrage de NEBEUR, les résultats principaux de l'étude de leur distribution ont été rassemblés dans le tableau 2.4.1.4.11 (1).

La comparaison des résultats obtenus à ces cinq stations est basée sur un échantillon commun et pratiquement homogène (l'année 1976 ne manque que pour l'Oued MELLEGUE qui n'a pas présenté des débits élevés au moment de la forte crue de la Haute MEJERDAH et du RHEZALA sous-affluent secondaire). Elle permet de se faire une idée du fonctionnement possible actuellement des écoulements. Les crues de l'automne 1969 et de Mars 1973 prennent une place prépondérante dans ces échantillons de taille réduite. Dans la mesure du possible nous avons, au moment de procéder aux ajustements des lois de distribution, essayé d'éviter une trop grande distorsion en nous inspirant des résultats trouvés sur les longues séries naturelles de débits.

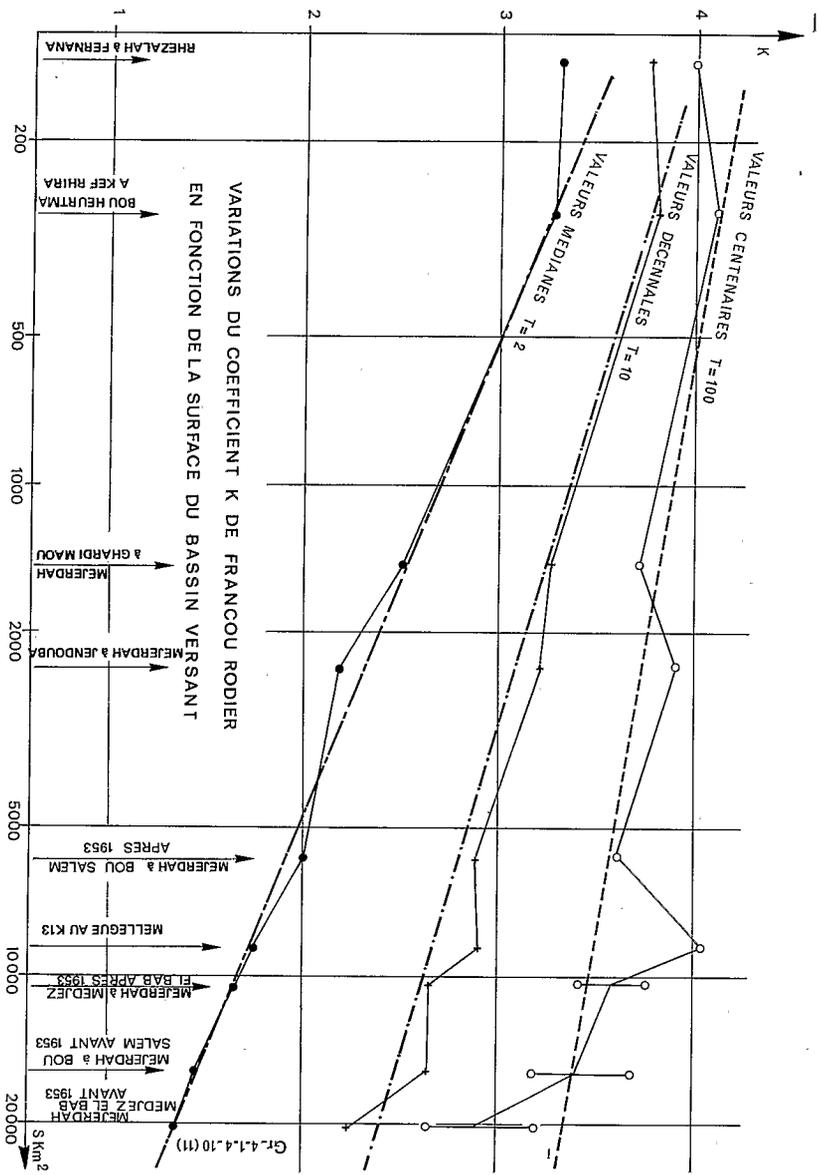
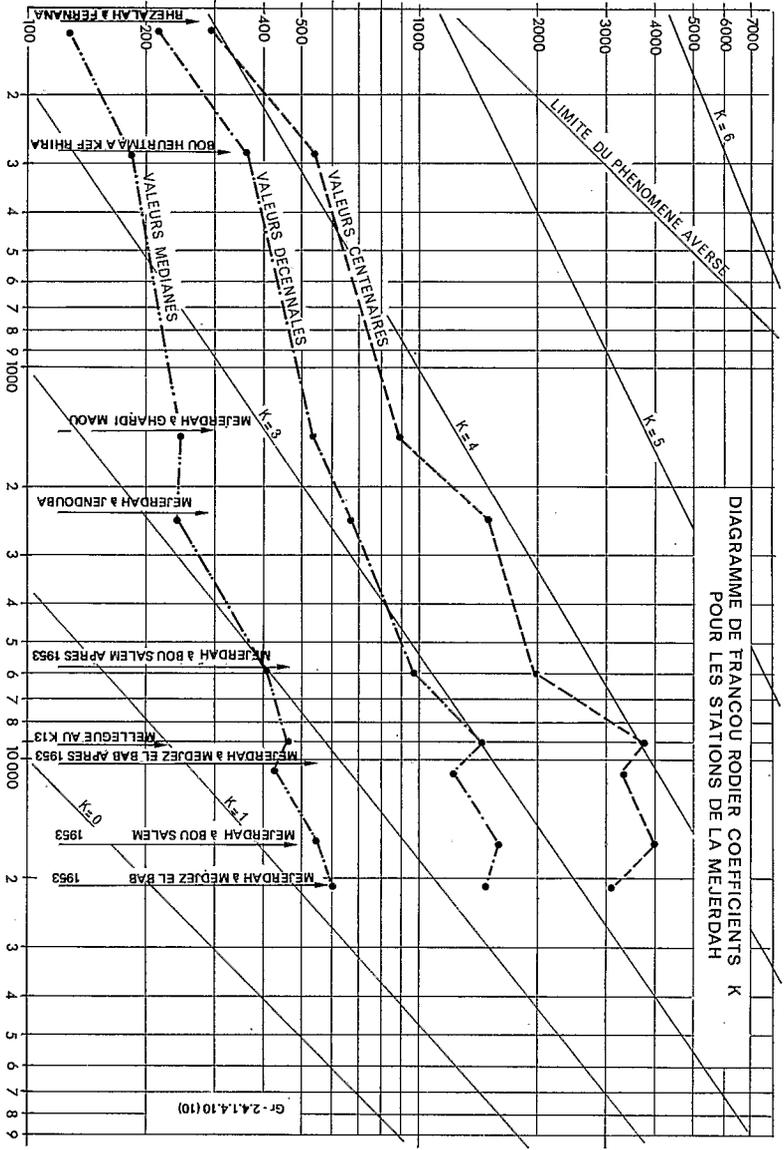


TABLEAU 2.4.1.4.11. (1)

COMPARAISON DES ESTIMATIONS D'APRES DES ECHANTILLONS
COMMUNS DE 24 ANS POSTERIEURS A LA MISE EN EAU DU BARRAGE DU MELLEGUE

1953 - 1954

STATIONS	Surface du B. V. km ²	Loi de Distribut. Choisie	Moyenne		Médiane	
			m ³ /s	1/s.km ²	m ³ /s	1/s.km ²
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1481	Log Norm.	398	269	250	169
MELLEGUE au K. 13	9000	Log Norm.	908	101	580	64,5
RHEZALA à FERNANA	138	Gamma inc.	129	935	130	942
MEJERDAH à BOU SALEM	5928 (16228)	Log Norm.	585	(98,7)	425	(71,7)
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	10708 (21008)	Log Norm.	695	(64,9)	500	(46,7)

TABLEAU 2.4.1.4.11. (1) (suite)

COMPARAISON DES ESTIMATIONS D'APRES DES ECHANTILLONS
COMMUNS DE 24 ANS POSTERIEURS A LA MISE EN EAU DU BARRAGE DU MELLEGUE

1953 - 1954

STATIONS	Surface du B. V. km ²	Loi de Distribut. Choisie	Décennale		Centennale		Millénaire	
			m ³ /s	1/s.km ²	m ³ /s	1/s.km ²	m ³ /s	1/s.km ²
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1481	Log Norm.	750	506	1870	1263	3635	2454
MELLEGUE au K. 13	9000	Log Norm.	2000	222	5500	611	12000	1333
RHEZALA à FERNANA	138	Gamma inc.	225	1630	340	2464	420	3043
MEJERDAH à BOU SALEM	5928 (16228)	Log Norm.	1250	(211)	2950	498	5600	(945)
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	10708 (21008)	Log Norm.	1370	(128)	3100	(289)	(5600) *	(523) *

(*) - Chiffres douteux.

Pour GHARDIMAOU le passage de 28 ans à 24 ans ne change pas la courbe de distribution, le point représentatif de 1972 est bien un peu écarté de la courbe, ce qui lui donnerait une période de retour de 220 ans tout à fait vraisemblable. Mais pour JENDOUBA l'échantillon présente des valeurs dans l'ensemble un peu plus élevées que pour la période antérieure à 1953. La moyenne est de 410,6 m³/s au lieu de 364 m³/s. Celle de l'Oued MELLEGUE est fortement décalée au-dessus de celle de l'échantillon global, les valeurs des crues centennales et millennales sont nettement supérieures à celles de l'échantillon de 53 ans. L'échantillon présente dans l'ensemble des valeurs plus fortes que l'échantillon total : la moyenne est de 908 m³/s au lieu de 709 m³/s, la médiane de 580 m³/s au lieu de 466 m³/s. Le coefficient d'asymétrie peut paraître un peu plus élevé, mais cela n'est pas significatif.

Pour le RHEZALA, l'échantillon de 23 ans présente pour les valeurs extrêmes des débits un peu plus faibles. La crue centennale serait de 340 m³/s au lieu de 366 m³/s. La médiane est également un peu plus forte : 130 m³/s au lieu de 118 m³/s, ceci tient à l'échantillon.

De façon générale l'ajustement des courbes de distribution est plus mauvais dans ces trois cas, surtout pour le MELLEGUE, et conduit obligatoirement à des valeurs moins précises.

Sur la MEJERDAH, on a vu les artifices employés pour établir des courbes représentatives de séries de longue durée pour la période antérieure à 1953. Après cette date les débits dépendent en partie de la politique d'exploitation du barrage de NEBEUR en période de forte crue. Il est bien évident que dans ce cas on ne peut pas retenir la totalité des apports, car on risquerait de voir se produire le paroxysme de la crue avec un réservoir absolument plein, ceci peut donc conduire à une exploitation relativement complexe du réservoir de NEBEUR qui réagit sur les courbes de distribution des valeurs maximales à MEDJEZ EL BAB et surtout à BOU SALEM.

Pour ces deux stations aval les valeurs maximales des débits de faible fréquence ont sérieusement baissé :

- crue décennale à BOU SALEM = 1 250 m³/s au lieu de 1 625 m³/s
- crue centennale à BOU SALEM = 2 950 m³/s au lieu de 4 050 m³/s
- crue décennale à MEDJEZ EL BAB = 1 370 m³/s au lieu de 1 790 m³/s
- crue centennale à MEDJEZ EL BAB = 3 100 m³/s au lieu de 4 000 m³/s

alors que, comme on vient de le voir, les échantillons des débits naturels à l'amont correspondaient dans l'ensemble à des valeurs plus élevées, sauf pour le RHEZALA. Malgré l'imprécision de ces chiffres correspondant à de trop courts échantillons, on mesure bien ici l'effet régularisateur du barrage. La courbe de distribution à MEDJEZ EL BAB présente un coefficient d'asymétrie un peu plus élevé : 3,69 au lieu de 3,60, mais bien que ces coefficients aient été déterminés d'après les courbes d'ajustement, et non directement d'après les points représentatifs, cette augmentation n'est pas très significative.

En toute logique, nous aurions aussi dû tenir compte de la mise en eau du barrage de BEN METIR sur l'Oued EL LILL, mais les débits de pointe régularisée sont tout de même beaucoup plus faibles et leur influence sur le régime des crues à BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB beaucoup moins sensible.

L'étude de séries statistiques correspondant à la période où les barrages sont en service, permet surtout de constater l'influence de ces barrages sur les crues avec les consignes d'exploitation adoptées pour ces ouvrages à ce jour; la prévision des débits de crues de faible fréquence restant assez imprécise à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB à partir de ces séries statistiques.

2.4.1.4.12 Précision des résultats

Nous n'avons pas cessé de prévenir l'utilisateur de la confiance très limitée qu'il fallait accorder à certains chiffres portés dans les tableaux ci-dessus. Il serait assez malaisé de calculer quelles sont les marges de variation possibles des valeurs ici calculées, et si nous savons apprécier l'intervalle de confiance sur les moyennes, nous ne connaissons pas d'outil mathématique permettant de faire une telle estimation sur les valeurs décennales ou centennales. Nous savons cependant que les plus forts débits de crue sont connus avec une certaine imprécision que nous estimons de 10 à 15 %. Par ailleurs, l'imprécision sur les estimations des débits de fréquence rare augmente, comme nous l'avons vu, quand la taille de l'échantillon diminue et quand la période de retour augmente. En somme, nous proposerons comme marges d'erreurs probables sur les estimations des débits de crue les valeurs suivantes :

- valeurs médianes = 10 %
- valeurs décennales = 25 %
- valeurs centennales = 30 % pour JENDOUBA, le MELLEGUE et BOU SALEM avant 1953
- valeurs centennales = 40 à 50% pour les autres stations

Ces valeurs données grossièrement ne doivent pas paraître excessives. Elles sont fonction en partie de la politique d'exploitation des grands réservoirs.

2.4.2 LES DEBITS MOYENS JOURNALIERS

2.4.2.1 PRELIMINAIRE

On trouvera en annexe les tableaux annuels (ou semestriels si la salinité est indiquée) des débits moyens journaliers des sept stations principales. Pour les raisons déjà indiquées plus haut, l'étude détaillée des débits moyens journaliers des stations secondaires ne présente qu'un intérêt réduit vu l'imprécision des débits et les nombreuses lacunes (*). Mais même pour les stations principales, ce travail ne peut être fait avec beaucoup d'exactitude : le manque de sensibilité des stations et l'instabilité des lits ont sur la connaissance des débits de basses eaux des conséquences désastreuses. Même les jaugeages de basses eaux anciens étaient très sommaires. On peut considérer que pour une bonne partie des stations étudiées, la moitié ou le tiers des débits minimaux ou des débits caractéristiques d'étiage ne représentent qu'un ordre de grandeur ou sont tout simplement erronés. Ce qui explique la faible variabilité de ces débits d'une année à l'autre au cours des années anciennes. Pour les années récentes, des jaugeages d'étiages ont été faits à intervalle régulier et on voit apparaître immédiatement des variations importantes d'une année à la suivante. Pour la station de BOU SALEM entre 1952 et 1975, l'irrégularité des éclusées du barrage de NEBEUR rend difficile l'estimation des débits de basses eaux. Cette incertitude s'étend parfois aux autres débits caractéristiques correspondant à des faibles débits. Le repérage des hauteurs de crue présentait beaucoup moins de difficultés et ces données frappaient davantage les esprits, c'est pourquoi leurs valeurs sont plus sûres.

Pour chaque station principale, on a procédé au classement des débits moyens journaliers afin de déterminer les débits caractéristiques, à savoir : débit caractéristique de crue (DCC) (débit dépassé 10 jours par an), débit dépassé un mois par an (DC1), débit dépassé 3 mois par an (DC3), débit dépassé 6 mois par an (DC6), débit dépassé 9 mois par an (DC9), débit dépassé 11 mois par an (DC11) et enfin, débit caractéristique d'étiage (DCE) qui est dépassé 355 jours par an en année normale (356 jours en année bissextile). On a ajouté à ces débits le débit moyen journalier maximal et le débit moyen journalier minimal. Les tableaux 2.4.2 (1 à 7) ci-après récapitulent les résultats obtenus.

Ces débits caractéristiques ont fait l'objet d'un traitement statistique graphique pour déterminer pour chaque débit caractéristique les valeurs des fréquences au dépassement 99/100, 9/10, 1/2, 1/10, 1/100, ainsi d'ailleurs que les valeurs moyennes. Pour les extrémités des courbes, on a tenu souvent compte des années en dehors de la période présentée dans les tableaux qui suivent, avec leur fréquence, en particulier pour les débits caractéristiques de crue, les débits maximaux, les débits médians et parfois les débits minimaux lorsqu'on était sûr de leur valeur. On a tenu compte également du manque de sensibilité des stations pour les courbes de basses eaux. Certaines courbes caractéristiques DJ max, DCC, DC6, DC9, DCE ont fait l'objet d'ajustements à l'ordinateur, qui ont donné de bons résultats pour certaines stations (en dehors des basses eaux).

On a défini un coefficient C1 que nous appellerons coefficient de débit caractéristique qui est le rapport du débit caractéristique au débit moyen annuel correspondant (soit pour une année déterminée, soit pour les moyennes interannuelles). Les tableaux 2.4.2 (8 à 15) récapitulent les résultats de l'étude statistique et les valeurs des coefficients C1.

Enfin, il a paru intéressant de comparer les débits caractéristiques de l'année de plus fort débit moyen annuel, de l'année de plus faible débit moyen annuel, de l'année de débit moyen annuel médian aux débits caractéristiques moyens interannuels. Ces débits moyens et médians ont été calculés pour les séries d'années présentées dans les tableaux ci-après et non pour les séries plus longues que l'on considérera pour l'étude des modules annuels. La reconstitution des années par corrélation, comblement des lacunes de quelques jours etc ... ne permet pas d'approcher avec suffisamment de précision les débits caractéristiques. La comparaison est faite dans les tableaux 2.4.2 (16 à 22) où apparaissent également les coefficients C1 correspondants.

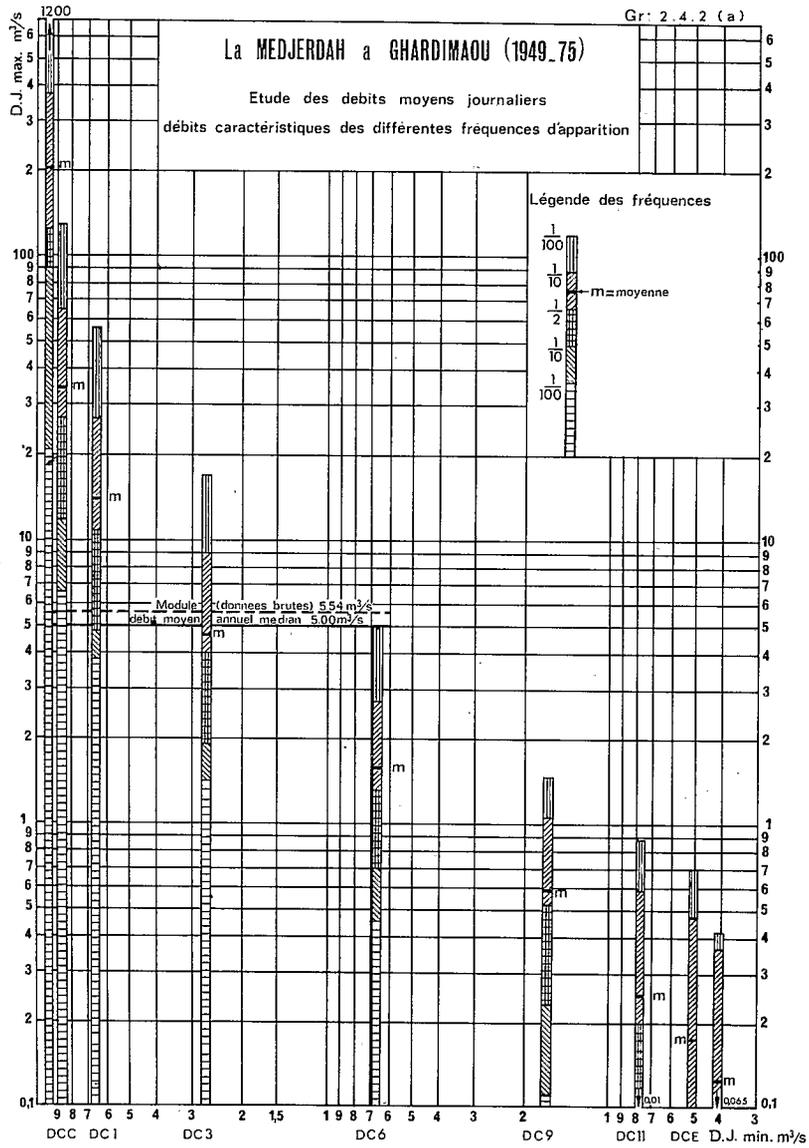
Les graphiques 2.4.2 (a à h) traduisent les tableaux 2.4.2 (8 à 15) et les graphiques 2.4.2 (i à o) les tableaux 2.4.2 (16 à 22).

2.4.2.2 EXAMEN DES RESULTATS

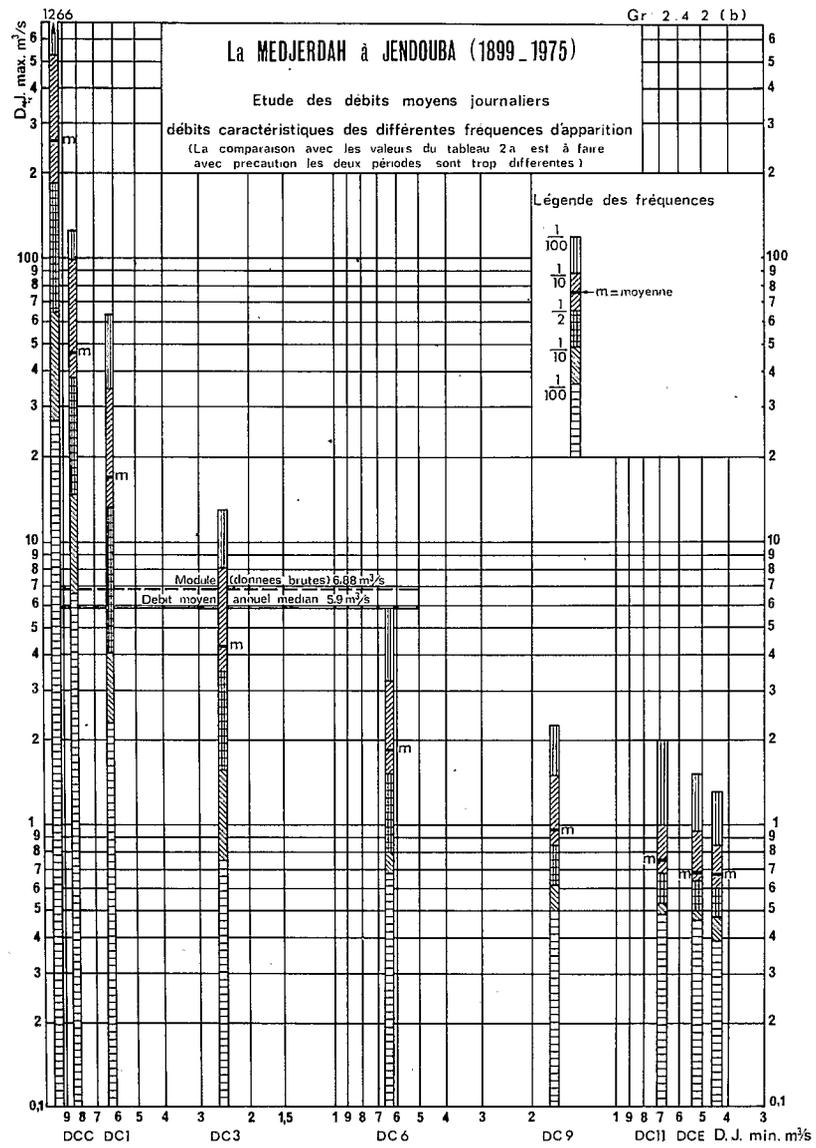
La première impression qui se dégage de l'examen des divers tableaux et graphiques, c'est la grande disproportion existant entre les débits de crue et les autres débits. La décroissance des débits est très rapide quand on va du débit maximal journalier vers les débits d'étiage et cela d'autant plus qu'il s'agit de débits d'une fréquence au dépassement faible. Le tableau 2.4.2 (23) récapitule les coefficients C1 des débits caractéristiques moyens interannuels des 7 stations principales. L'importance des débits de crue y apparaît très nettement.

On voit que cette importance est généralement en rapport inverse avec la superficie du bassin considéré et qu'elle croît vers la partie sud du bassin. Le rapport entre DJ max moyen et DCE moyen passe de 1150 à GHARDIMAOU à 382 à JENDOUBA et de 4775 à FERNANA à 682 à BOU HEURIMA qui correspond au même régime. Pour

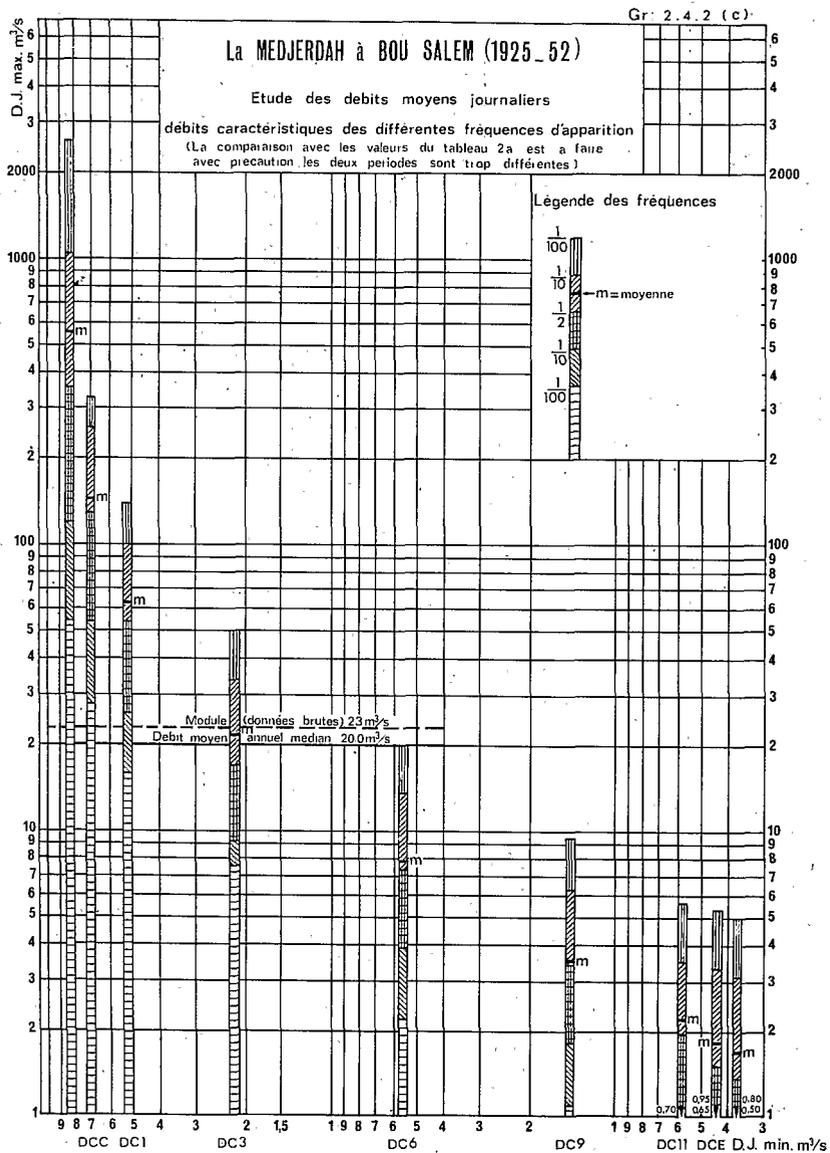
(*) Nous donnons cependant en annexe les tableaux annuels des débits moyens journaliers pour certaines de ces stations secondaires.



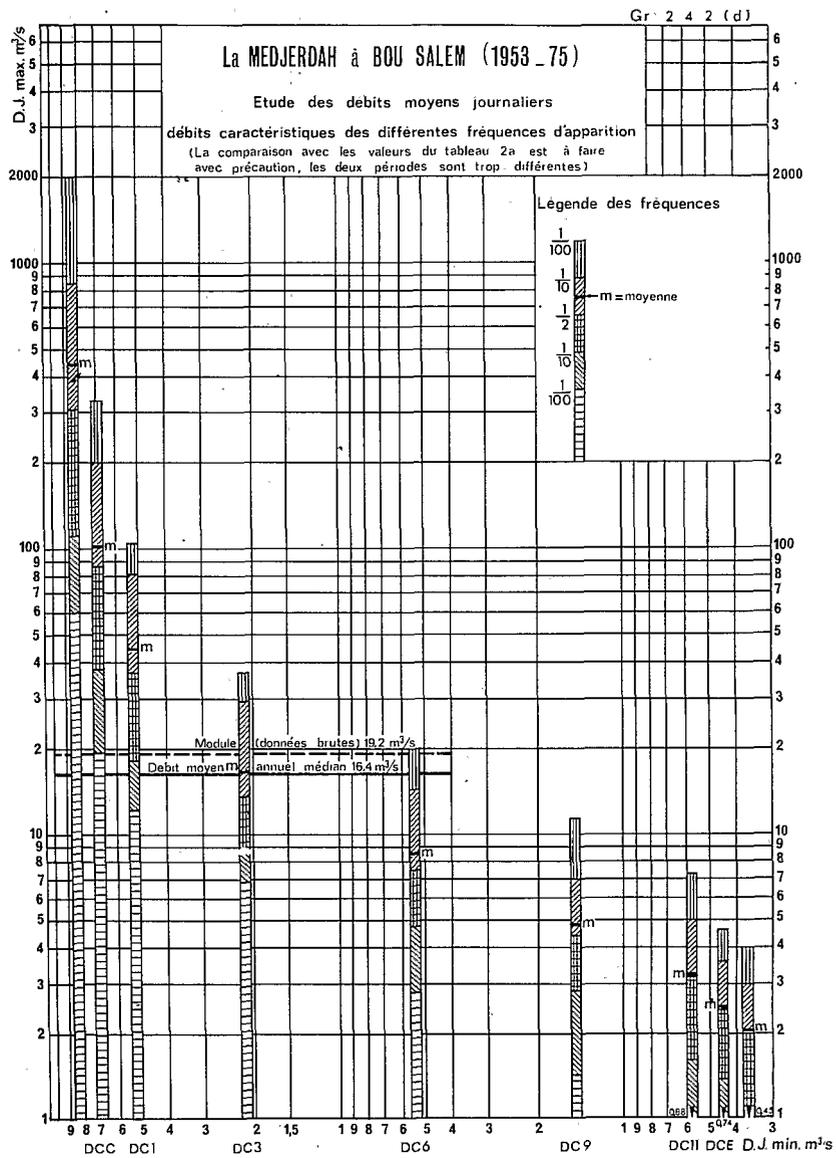
TUN-21167



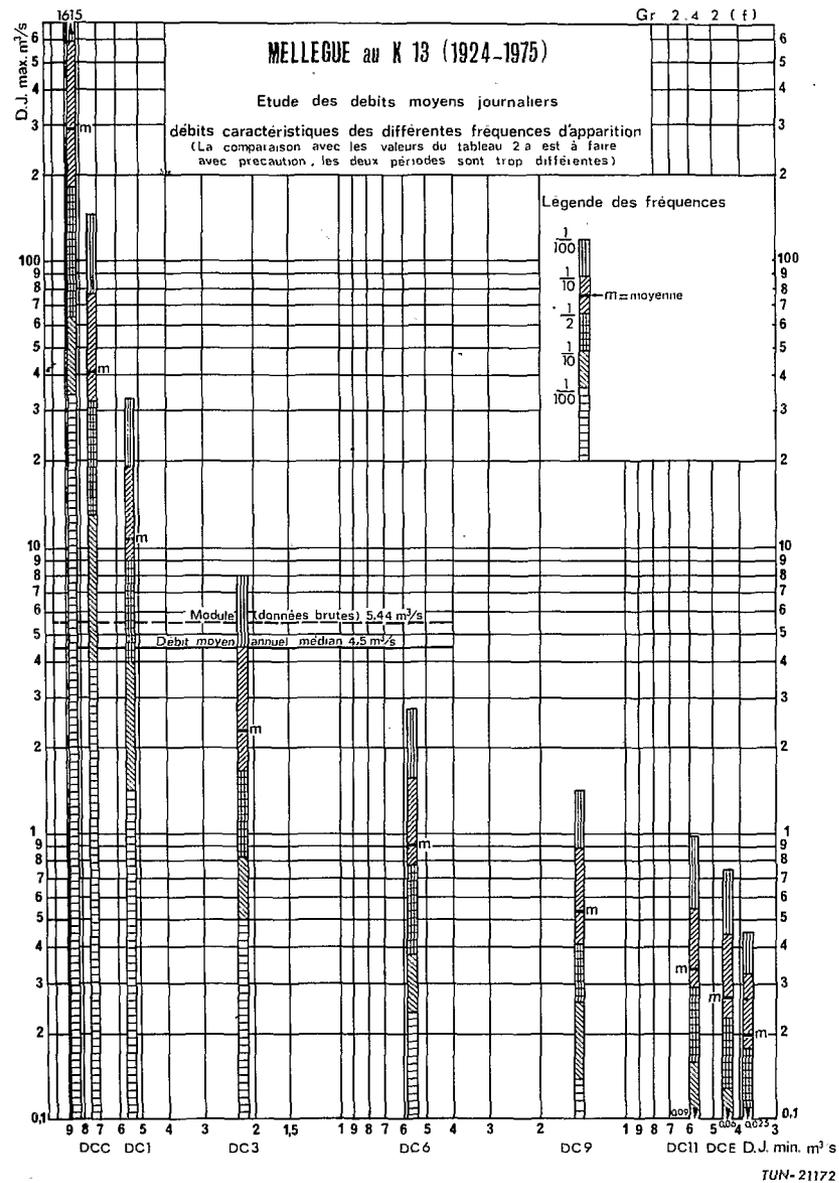
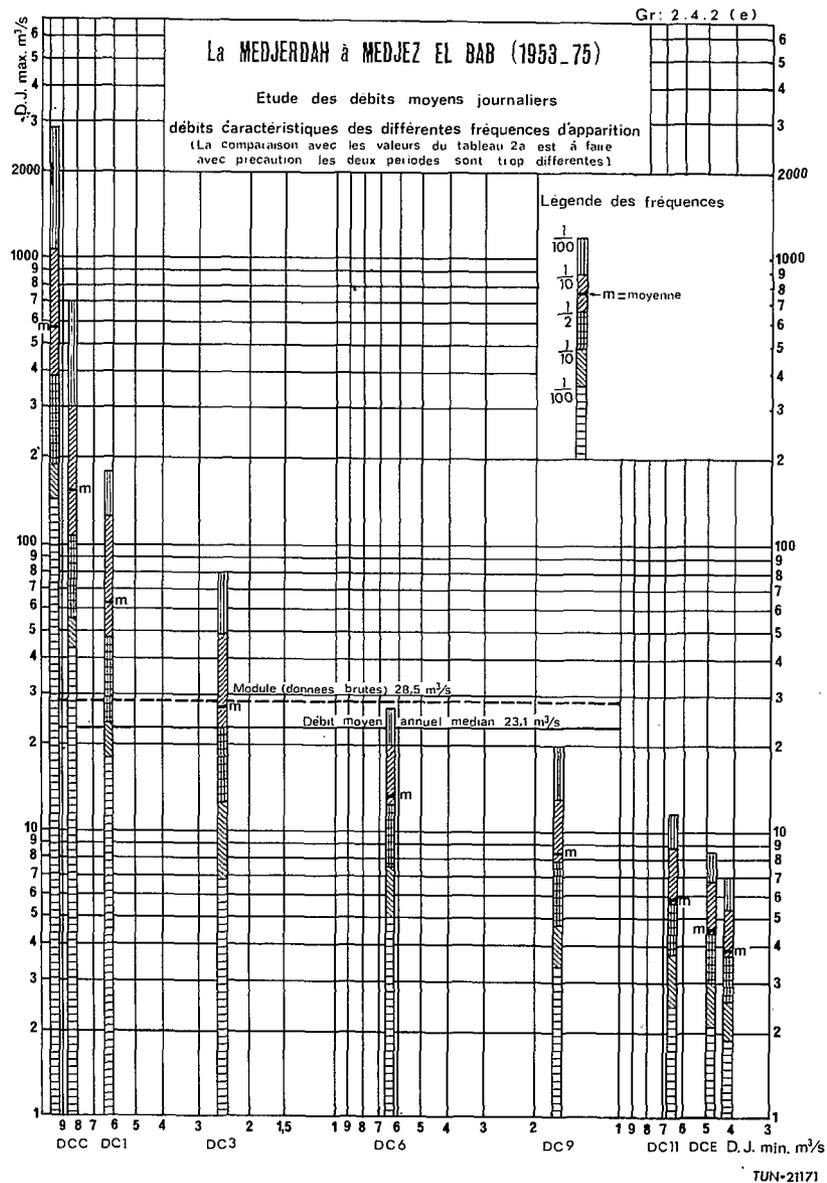
TUN-21168

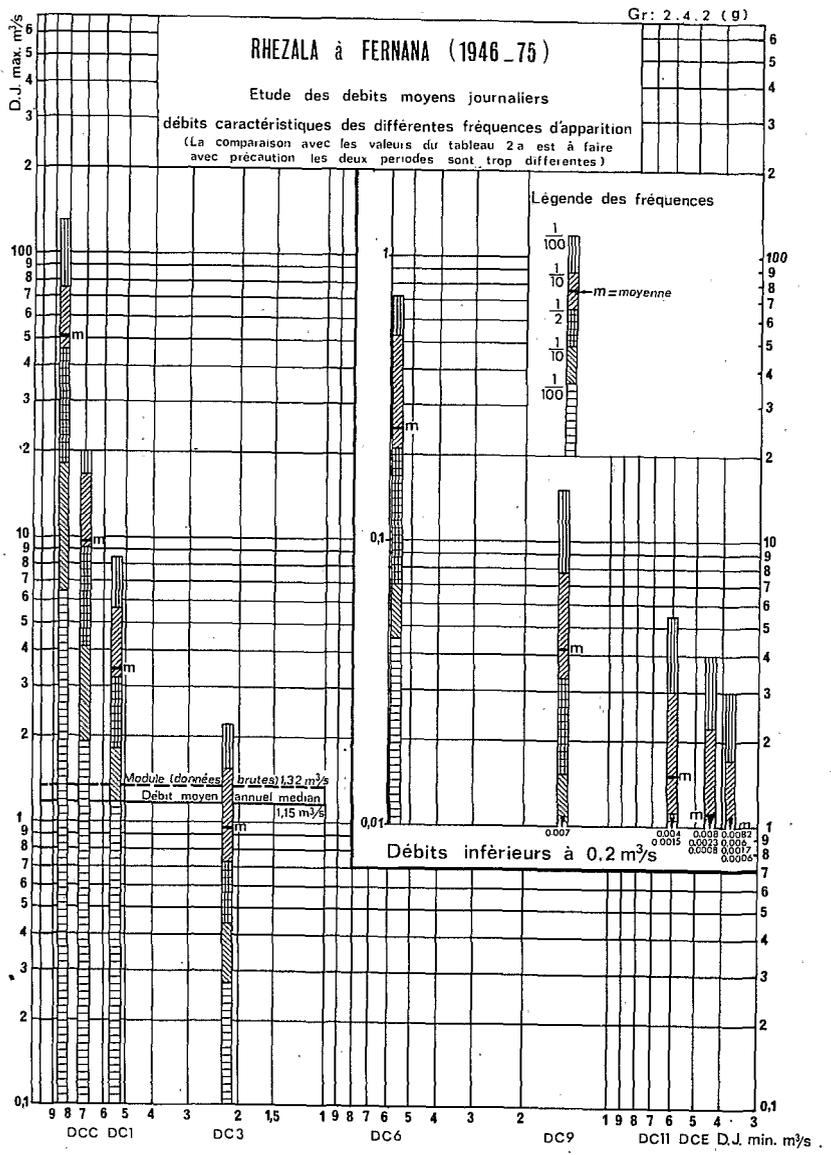


TUN-21169

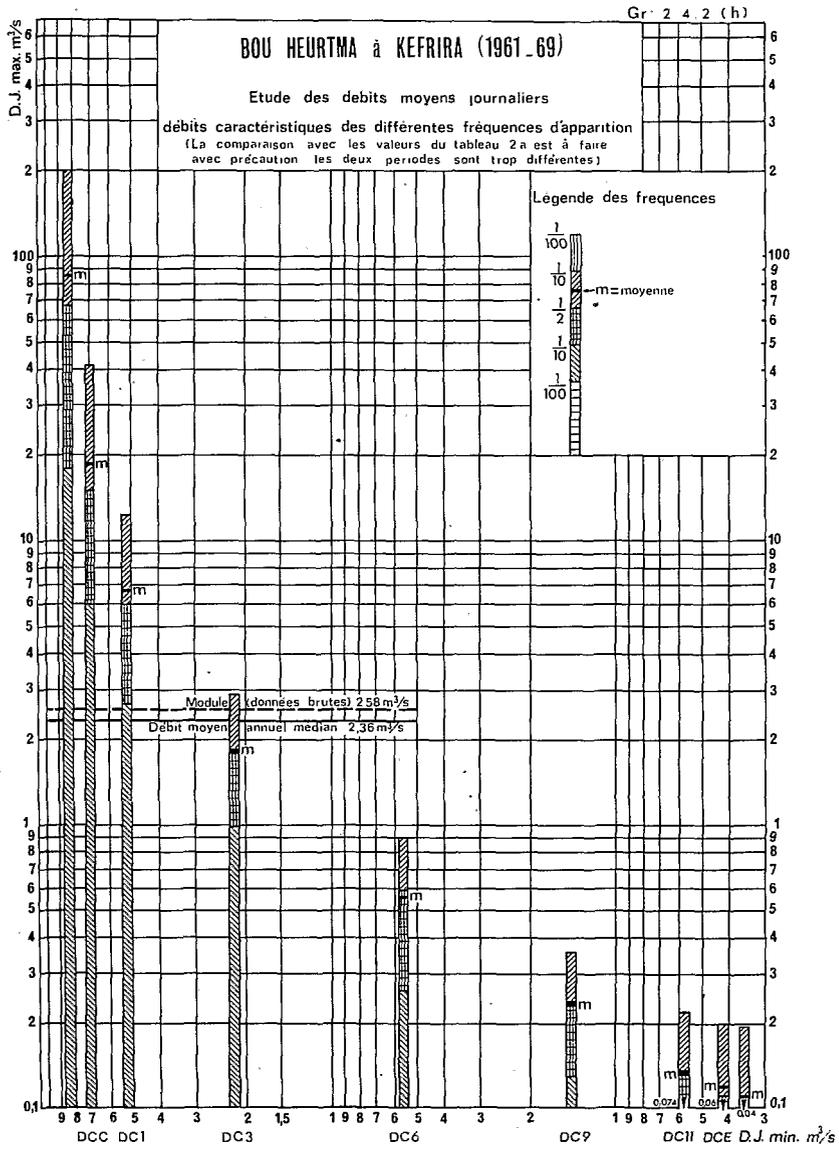


TUN-21170

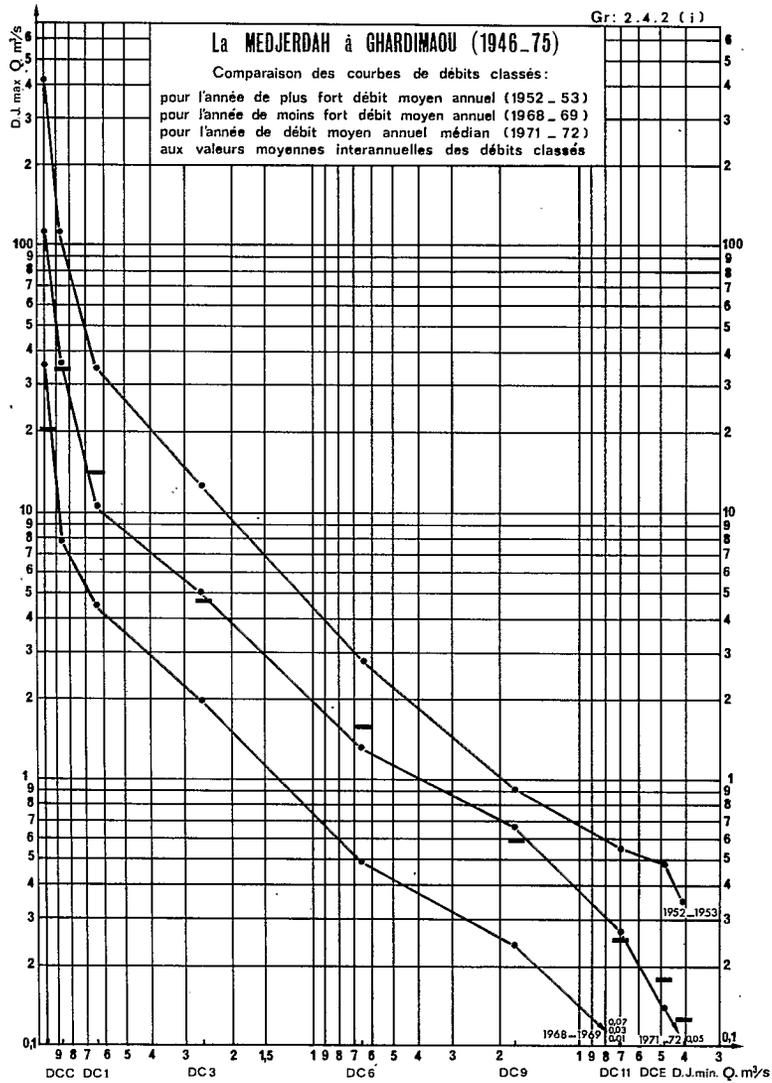




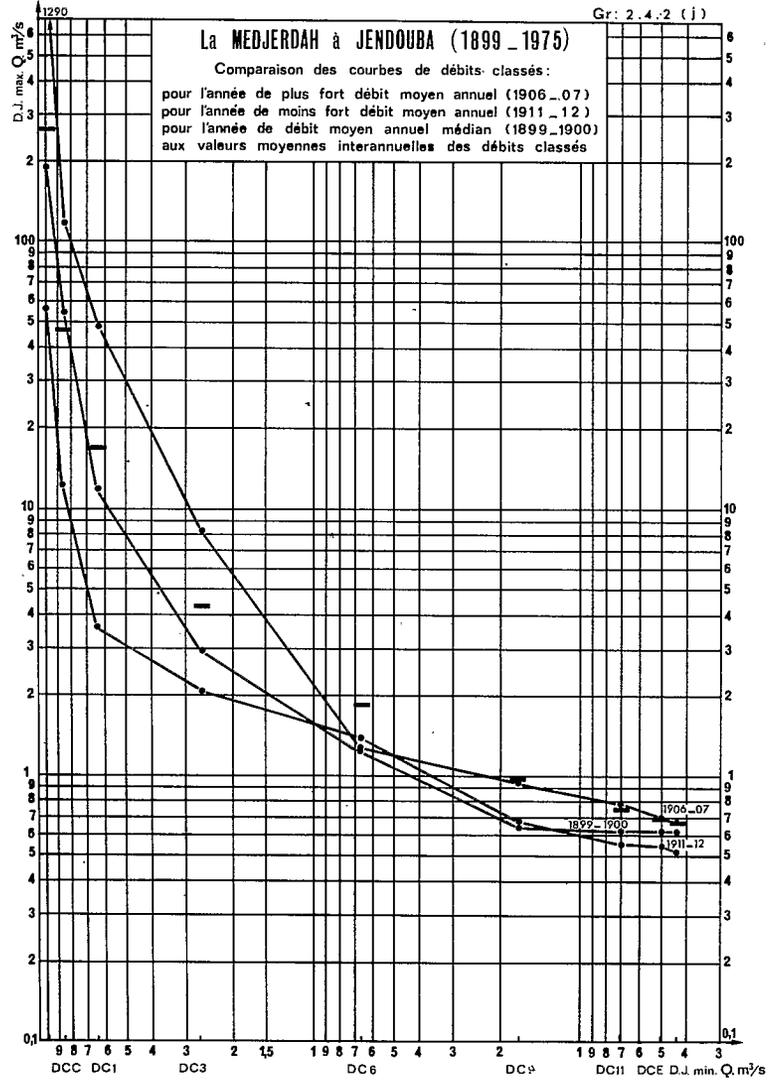
TUN-21173 | 1



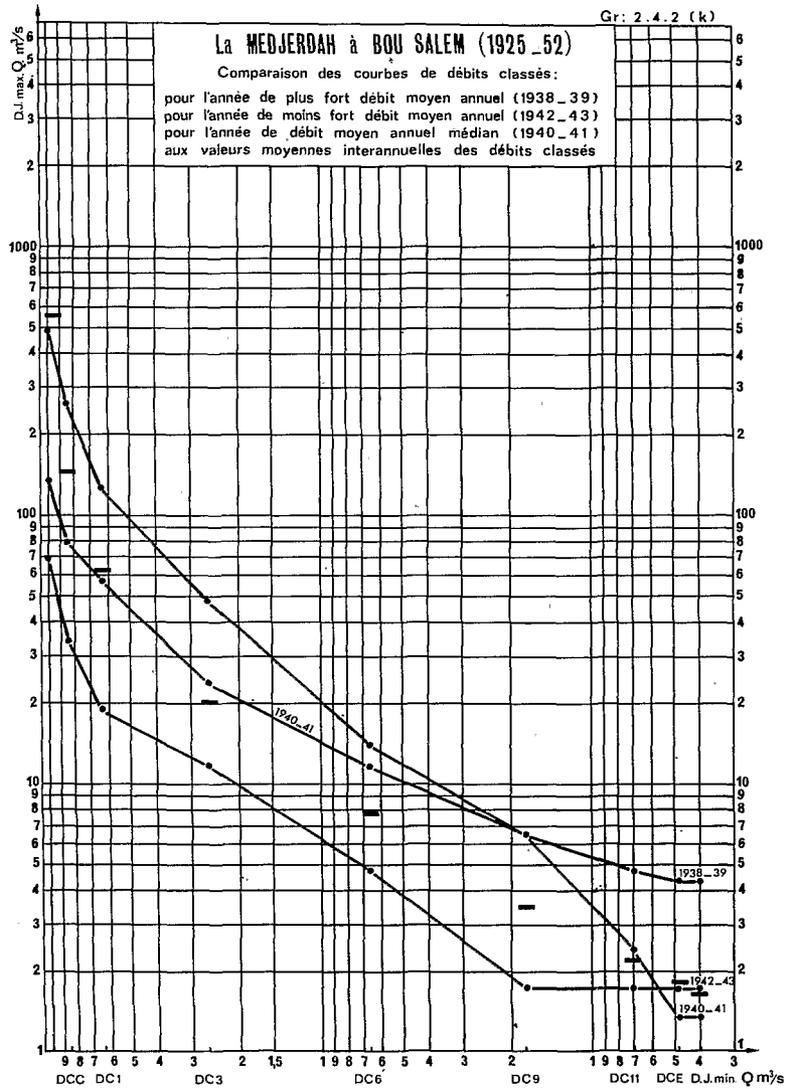
TUN-21174



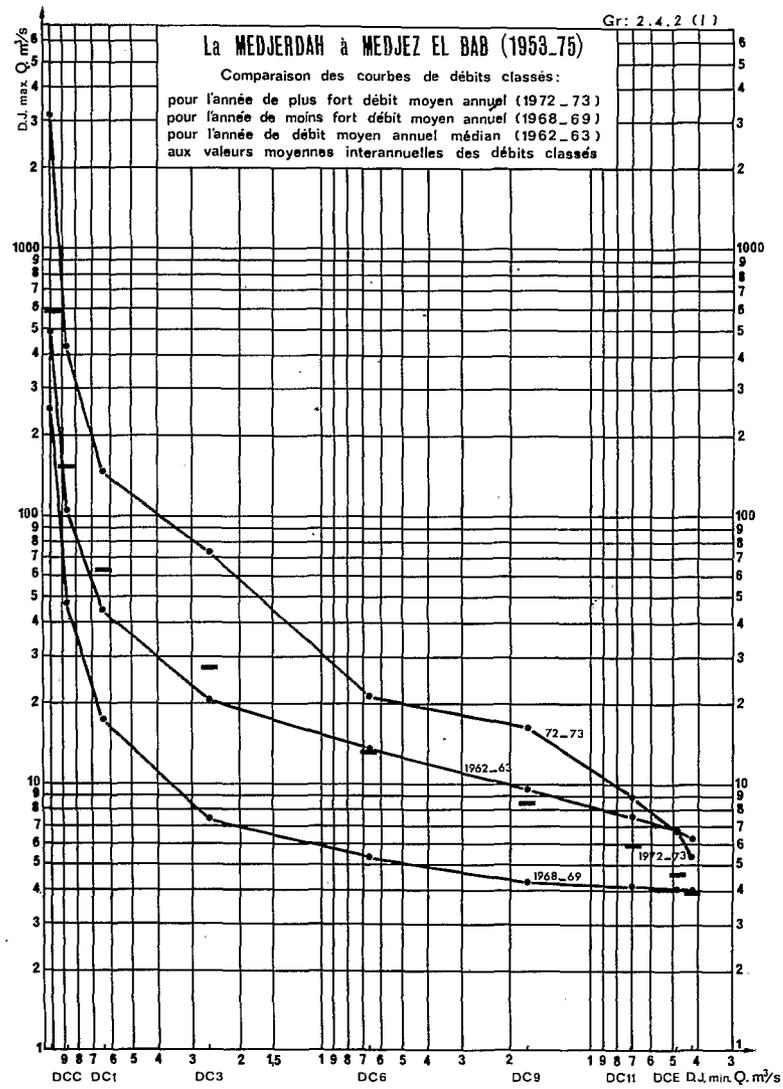
TUN-21175



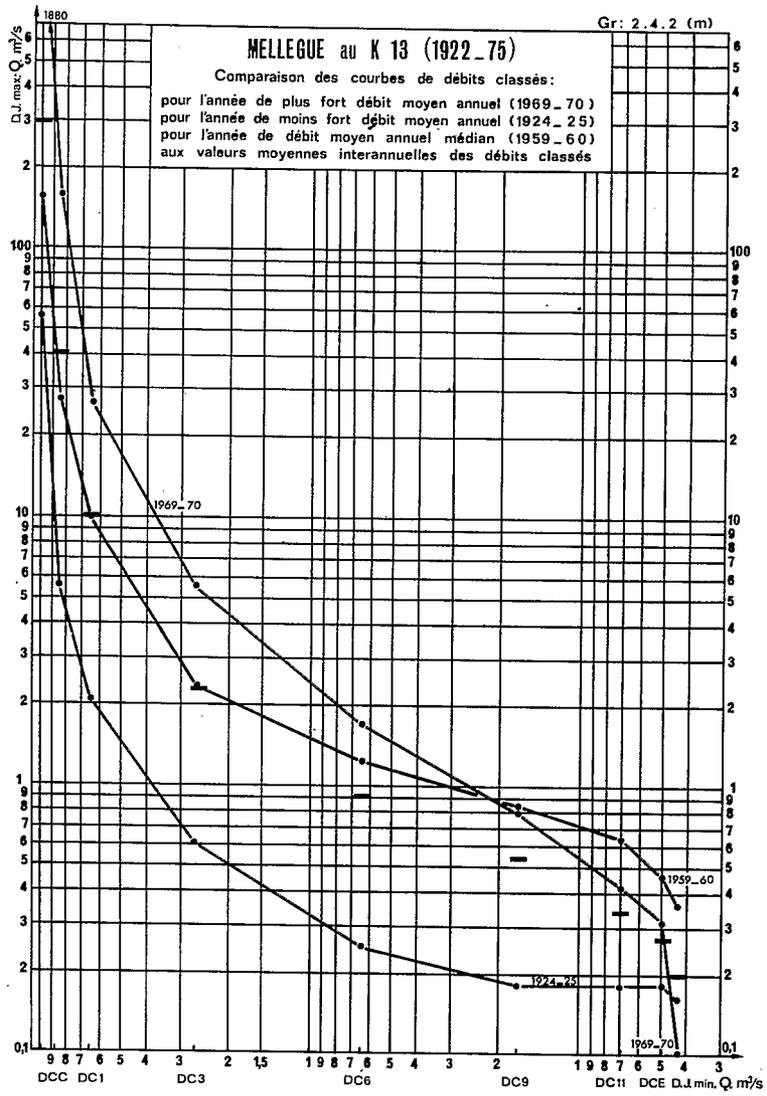
TUN-21176



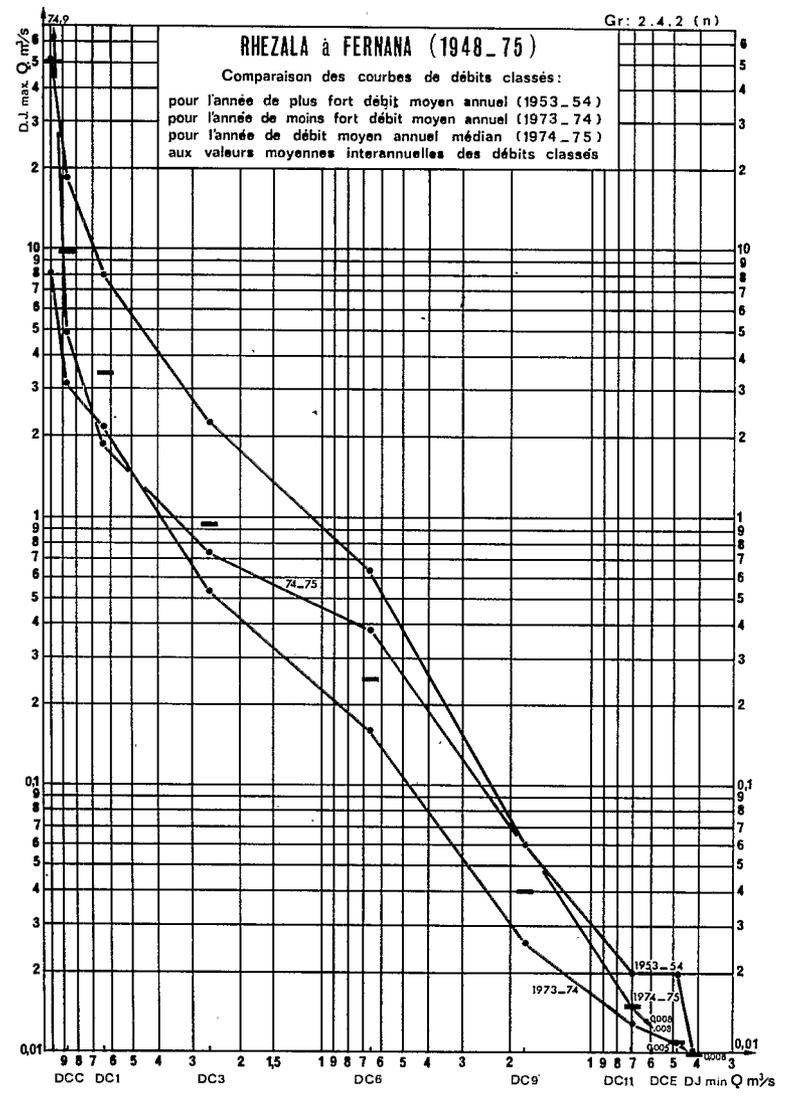
TUN-21177



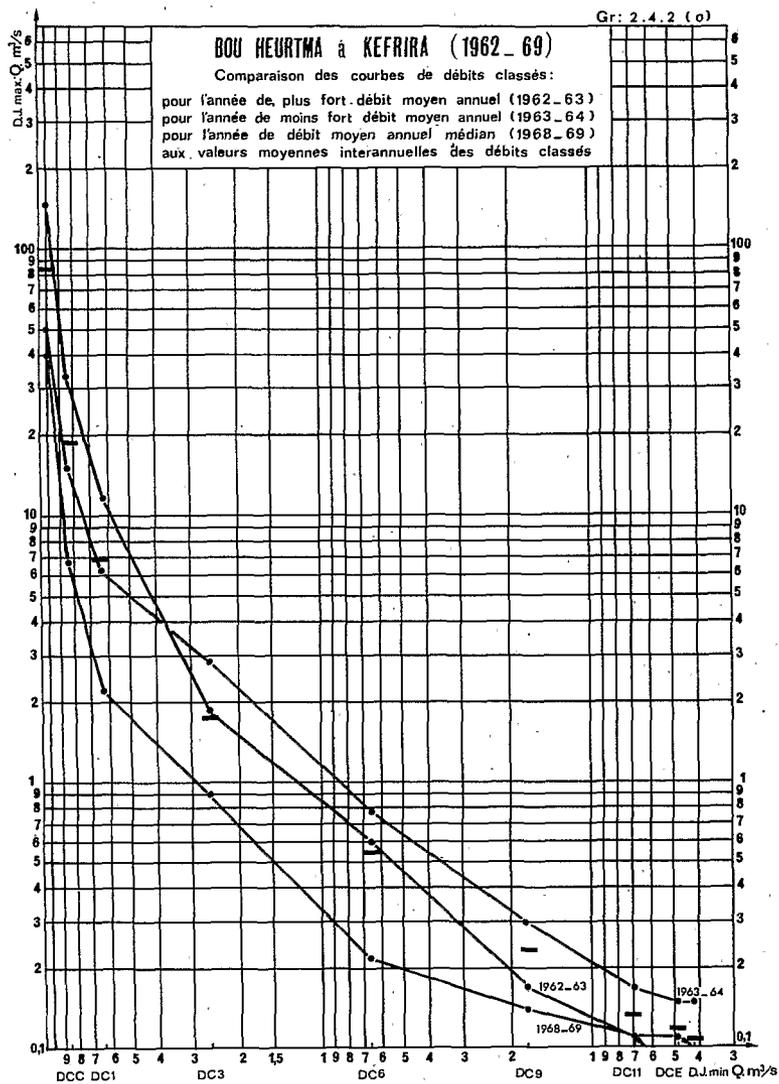
TUN-21178



TUN-21179



TUN-21180



TUN-21181

9 000 km² le MELLEGUE à K¹³ présente un rapport de 1 100 à comparer à la valeur de 382 de JENDOUBA dont le bassin versant n'est que de 2 414 km². Vers l'aval ce rapport continue à diminuer, il n'est plus que de 305 à BOU SALEM avant régularisation. Les variations interannuelles sont très grandes pour chaque débit spécifique. Le rapport entre la crue la plus forte et la plus faible observée sur le MELLEGUE à K13 est égal à 39,5 ; à JENDOUBA il est égal à 54 ; à BOU SALEM il est encore de 45,4. Les rapports entre valeurs médianes maximales et minimales sont les suivantes : MELLEGUE à K13 : 10,4 (peut être un peu surestimé), JENDOUBA : 8,47 et BOU SALEM : 4,77 (peut être un peu surestimé, supérieur certainement à 6,8 sans régularisation).

Pour les débits de crue la plupart des stations présentent des distributions très proches de la distribution gaussio-logarithmique sauf pour le RHEZALA qui, par suite probablement d'une meilleure alimentation, donne lieu à une croissance moins forte vers les débits exceptionnels et pour lequel on pourrait peut être adopter une distribution de GOODRICH. En ce qui concerne les valeurs des DC₃ on notera une anomalie particulièrement choquante : toutes les valeurs de GHARDIMAOU sont supérieures à celles de JENDOUBA. Ceci montre combien il est délicat de procéder à des comparaisons précises entre les données de deux stations correspondant à des périodes différentes. Manifestement la durée des observations directes à GHARDIMAOU est un peu courte. En plus la qualité médiocre de certaines données joue certainement un rôle non négligeable.

Pour les valeurs médianes des débits des stations du MELLEGUE à K13 et de GHARDIMAOU, on peut admettre une distribution gaussio-logarithmique alors que déjà JENDOUBA présente une distribution de GOODRICH comme MEDJEZ EL BAB. Les coefficients d'asymétrie peuvent atteindre des valeurs élevées : en crue : 5,90 pour l'Qued MELLEGUE, il s'abaisse à 3,92 à JENDOUBA ; pour les débits médians, il est de 2,03 sur le MELLEGUE, 1,76 à JENDOUBA et 0,507 à MEDJEZ EL BAB, mais est de l'ordre de 4 à 5 à BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB. Notons que le DC₆ (débit dépassé 6 mois par an) est généralement faible vu que son coefficient C1 varie de 0,17 pour le MELLEGUE au K13 à 0,46 pour la MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB (1953-1975). On remarquera aussi l'influence du barrage de NEBEUR sur le MELLEGUE qui a pour effet d'augmenter les débits caractéristiques de la MEJERDAH à BOU SALEM jusqu'au DC₆ puis de les réduire du DC1 au débit journalier moyen maximal. De façon générale, en moyenne, le débit moyen journalier reste inférieur au débit moyen interannuel 9 à 10 mois par an puisque le DC₃ représente 0,5 à 0,9 fois le débit moyen interannuel.

Les débits d'étiage reçoivent un renfort des nappes à partir de JENDOUBA et aussi entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB. Comme la MEJERDAH à GHARDIMAOU, le RHEZALA paraît avoir de très faibles ressources souterraines par rapport aux eaux ruisselées, ceci étant légèrement atténué au BOU HEURIMA à KEFRIRA, peut être grâce aux lâchures du barrage de BEN METIR mais pas grâce à des réserves souterraines.

Le débit caractéristique d'étiage (dépassé 355 ou 356 jours par an), représente à peu près de 0,01 % à 10 % du débit moyen interannuel (avant régularisation).

Les débits moyens journaliers maximaux atteignent à peu près 20 à 60 fois le débit moyen interannuel selon les stations considérées. Le débit caractéristique de crue (dépassé 10 jours par an) représente 6 à 8 fois le débit moyen interannuel.

La comparaison des débits classés des années de débits moyens annuels maximal, minimal et médian, aux moyennes de débits caractéristiques permet de voir que les débits réellement observés se répartissent plus irrégulièrement que les moyennes des débits caractéristiques qui ne peuvent en aucun cas représenter une "année moyenne" laquelle n'existe pas en ce qui concerne ces débits caractéristiques. Les débits ont dû être représentés par leur logarithme sur les graphiques ci-après, et même ainsi les débits les plus faibles n'ont pu être représentés.

En conclusion, malgré la qualité inégale des données on peut souligner l'importance des débits de crue dans les apports totaux annuels, la faiblesse des étiages, surtout lorsqu'ils ne sont pas soutenus par un apport des nappes et la grande irrégularité interannuelle de la plupart des débits caractéristiques naturels.

TABLEAU 2.4.2 (1)

MEJERDAH A GHARDIMAOU (1949-1976)
Débits caractéristiques m³/s.

	DJ Min	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	DJ Max
1949-1950	0,10	0,15	0,22	0,44	1,60	5,20	17,1	40,4	119
1950-1951	0,0	0,0	0,0	0,25	0,87	2,20	5,89	19,5	44,0
1951-1952	0,0	0,0	0,33	0,84	2,20	8,14	30,1	55,2	117
1952-1953	0,35	0,48	0,55	0,91	2,80	12,9	34,8	112	422
1953-1954	0,41	0,49	0,55	1,08	3,65	12,3	40,9	81,3	120
1954-1955	0,09	0,11	0,15	0,62	1,42	4,21	8,85	21,1	121
1955-1956	0,23	0,30	0,34	0,84	1,60	5,20	19,5	49,4	152
1956-1957	0,28	0,34	0,39	0,48	1,13	2,65	5,50	12,3	65,8
1957-1958	0,24	0,27	0,29	0,61	2,45	5,89	17,8	41,3	171
1958-1959	0,23	0,34	0,59	1,22	2,68	5,50	14,3	35,2	315
1959-1960	0,41	0,65	0,80	1,30	2,90	5,54	14,3	35,1	136
1960-1961	0,05	0,07	0,10	0,83	0,96	2,06	4,13	11,2	48,9
1961-1962	0,08	0,10	0,12	0,57	0,99	1,98	11,2	46,5	150
1962-1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963-1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964-1965	0,10	0,14	0,29	0,48	1,09	3,52	22,9	39,8	188
1965-1966	0,03	0,08	0,17	0,47	1,28	3,14	9,24	23,3	112
1966-1967	0,0	0,0	0,01	0,26	0,88	2,36	5,55	13,0	51,6
1967-1968	0,04	0,10	0,14	0,28	1,14	4,53	14,2	33,8	100
1968-1969	0,01	0,03	0,07	0,24	0,49	1,98	4,57	7,91	36
1969-1970	0,01	0,04	0,09	0,40	2,93	6,12	13,9	30,0	268
1970-1971	0,04	0,05	0,08	0,29	0,70	4,21	10,2	35,6	123
1971-1972	0,05	0,14	0,27	0,66	1,30	5,04	10,6	36,6	113
1972-1973	0,37	0,51	0,62	0,84	1,80	7,40	20,4	46,3	1700
1973-1974	,005	0,01	0,07	0,45	1,07	1,76	44,3	10,5	26,4
1974-1975	0,0	0,0	0	0,14	0,68	1,55	6,15	11,4	318
1975-1976	0,0	0,0	0,14	0,27	0,90	2,37	6,65	12,7	78,4

TABLEAU 2.4.2 (2)

MEJERDAH A JENDOUBA (1898-1976)

Débits caractéristiques m³/s

	DJ Min	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	DJ Max
1898-1899	0,62	0,62	0,62	0,65	0,73	1,52	7,69	24,7	77,8
1899-1900	0,62	0,62	0,62	0,67	0,87	1,42	8,03	64,3	326
1900-1901	0,60	0,60	0,62	0,67	0,87	1,50	5,61	18,8	125
1901-1902	0,60	0,60	0,63	0,73	0,99	1,57	4,08	16,1	116
1902-1903	0,60	0,60	0,60	0,69	0,81	1,82	2,16	23,1	122
1903-1904	0,68	0,74	0,74	0,83	1,42	3,34	16,6	45,6	162
1904-1905	0,64	0,67	0,71	0,74	0,89	2,61	9,80	32,4	83,8
1905-1906	0,61	0,64	0,68	0,74	1,52	3,12	24,4	78,1	299
1906-1907	0,67	0,70	0,78	0,94	1,29	8,31	48,2	117	1290
1907-1908	0,52	0,52	0,54	0,56	0,67	0,94	2,18	6,14	393
1908-1909	0,32	0,53	0,53	1,10	2,18	1,55	31,6	116	378
1909-1910	0,56	0,67	0,67	1,10	1,75	3,66	17,9	78,8	280
1910-1911	0,67	0,67	0,67	0,67	1,26	3,11	9,01	29,0	130
1911-1912	0,52	0,55	0,56	0,67	1,39	2,07	3,66	12,2	56,1
1912-1913	0,67	0,70	0,73	0,80	1,32	2,07	8,30	24,3	352
1913-1914	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1914-1915	0,80	0,80	0,80	0,84	1,67	2,80	9,87	34,3	125
1915-1916	0,84	0,84	0,88	1,07	1,39	3,11	10,4	16,5	147
1916-1917	0,73	0,73	0,76	0,88	1,83	4,17	9,00	25,9	229
1917-1918	0,67	0,70	0,70	0,76	1,53	2,34	4,52	9,58	108
1918-1919	0,62	0,62	0,62	0,64	1,26	2,91	11,9	54,6	189
1919-1920	0,56	0,56	0,58	0,62	0,92	3,11	9,70	35,4	141
1920-1921	0,45	0,46	0,54	0,67	1,32	2,25	9,67	21,5	104
1921-1922	0,45	0,45	0,46	0,50	0,88	4,00	15,8	71,6	187
1922-1923	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1923-1924	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1924-1925	0,55	0,56	0,67	0,73	1,39	2,16	3,83	16,0	115
1925-1926	0,52	0,52	0,59	0,75	1,75	4,07	9,70	29,7	155
1926-1927	0,52	0,52	0,52	0,52	0,66	4,41	14,2	34,2	206
1927-1928	0,52	0,52	0,59	0,59	4,07	11,0	28,5	72,5	205
1928-1929	1,70	1,75	1,75	2,30	4,07	10,71	32,8	76,9	396
1929-1930	0,50	0,50	0,52	2,30	3,15	4,07	9,65	11	87
1930-1931	0,50	0,50	0,53	0,61	2,30	6,25	53,3	106	222
1931-1932	0,59	0,59	0,59	0,99	2,15	4,10	24,1	47,4	338
1932-1933	0,59	0,67	0,75	0,92	2,30	6,10	20,9	47,6	158
1933-1934	0,59	0,75	0,75	0,75	1,31	6,99	27,8	39,1	169
1934-1935	0,52	0,55	0,59	1,31	3,08	9,86	54,2	103	391
1935-1936	0,75	0,75	0,75	1,31	2,30	6,54	14,5	34,4	127
1936-1937	0,52	0,69	0,75	0,75	0,75	4,07	11,2	37,5	241
1937-1938	0,52	0,52	0,52	0,75	0,75	0,75	14,4	31,6	130
1938-1939	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1939-1940	0,75	0,75	0,75	1,31	2,30	4,07	12,1	43,8	1030
1940-1941	0,75	0,75	0,75	1,31	2,30	6,10	26,4	56,4	137
1941-1942	1,31	1,31	1,31	1,31	2,30	2,67	48,0	115	383
1942-1943	1,30	1,31	1,31	1,31	1,31	2,40	11,0	11,0	20,3
1943-1944	1,31	1,31	2,30	2,30	4,55	6,30	13,8	37,3	85,3
1944-1945	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1945-1946	0,74	0,75	0,75	1,18	4,07	13,8	52,7	112	249
1946-1947	0,52	0,52	0,52	0,89	0,89	1,31	9,17	71,1	378
1947-1948	0,82	0,88	0,89	0,89	1,65	1,82	8,45	22,1	51,4
1948-1949	0,68	0,68	0,68	1,36	2,65	4,80	16,8	78,1	247
Années 1949 à 1968 manquantes									
1969-1970	0,58	0,60	0,69	1,08	5,59	10,4	24,1	63,4	312
1970-1971	0,60	0,64	0,68	0,84	1,27	6,60	19,0	52	165
1971-1972	0,62	0,74	0,79	1,24	2,23	7,99	18,0	43	226
1972-1973	0,69	0,80	1,20	1,65	2,70	10,40	22,5	59,7	1630
1973-1974	0,53	0,56	0,62	0,98	1,69	3,20	6,98	10,9	30,3
1974-1975	0,51	0,52	0,52	0,72	1,40	2,62	6,84	19,3	465
1975-1976	0,53	0,60	0,62	1,04	1,76	3,25	7,30	27,8	143

TABLEAU 2.4.2. (3)

MEJERDAH A BOU SALEM (1925-1975)

Débits caractéristiques m³/s

	DJ Min	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	DJ Max
1925-1926	0,98	1,22	1,65	2,41	4,8	8,9	45,6	168	379
1926-1927	1,50	1,82	2,20	3,89	6,55	11,9	31,5	112	254
1927-1928	0,89	1,22	2,85	4,18	6,55	19,6	101	244	932
1928-1929	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1929-1930	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1930-1931	1,57	1,89	2,85	3,25	7,65	21,7	110	207	447
1931-1932	1,04	1,04	1,04	2,54	3,35	15,4	49,4	103	1560
1932-1933	1,04	2,20	2,20	6,55	8,90	17,4	45,9	94,6	317
1933-1934	1,74	2,20	2,20	2,20	7,22	17,4	47,1	97,8	264
1934-1935	1,04	1,35	1,78	3,35	11,9	23,7	78,3	221	603
1935-1936	2,20	2,20	2,20	3,35	(6)	9,4	19,7	45,0	921
1936-1937	2,20	2,20	2,74	4,8	11,9	19,6	52,0	151	993
1937-1938	4,80	4,8	4,8	4,8	8,9	15,4	37,5	63,8	255
1938-1939	4,49	4,49	4,80	6,55	14,3	48,8	128	263	487
1939-1940	3,35	3,35	3,35	4,80	8,90	16,3	58,3	201	1620
1940-1941	1,35	1,35	2,41	6,55	11,9	23,7	57,5	79,3	136
1941-1942	1,35	1,74	1,74	3,35	10,3	38,3	135	296	514
1942-1943	1,74	1,74	1,74	1,74	4,80	11,9	18,9	34,0	69,2
1943-1944	1,35	1,35	1,74	3,35	6,55	14,8	42,3	76,0	147
1944-1945	0,60	0,60	0,80	1,35	2,20	10,9	42,0	63,8	134
1945-1946	0,60	0,80	0,80	-	-	-	-	-	-
1946-1947	0,97	0,97	1,35	1,47	3,35	9,60	60,6	203	747
1947-1948	1,03	1,06	1,10	1,47	3,10	8,17	31,8	117	1020
1948-1949	1,10	1,10	1,27	1,79	9,1	35,0	97,9	266	700
1949-1950	1,20	1,27	1,35	2,10	5,00	19,7	54,4	120	250
1950-1951	0,87	1,16	1,43	2,53	5,00	9,64	28,8	53,9	124
1951-1952	1,00	1,23	1,98	4,85	13,3	37,6	102	187	539
1952-1953	2,03	2,27	3,42	5,14	14,0	38,1	94,6	188	650
1953-1954	1,96	2,05	2,32	4,01	12,3	35,5	98,7	195	386
1954-1955	1,79	1,87	2,04	2,30	5,53	9,61	17,6	41,1	232
1955-1956	2,76	3,07	3,40	4,14	9,14	19,5	70,7	147	402
1956-1957	2,97	3,40	3,40	4,52	8,88	17,9	31,0	71,0	197
1957-1958	2,00	2,63	3,40	4,95	11,3	28,8	97,0	199	410
1958-1959	2,00	3,24	6,30	11,4	17,1	27,1	74,7	167	864
1959-1960	3,26	4,33	6,57	11,6	16,7	22,1	52,7	99,2	221
1960-1961	1,88	2,00	2,63	3,82	8,22	14,7	22,4	77,2	258
1961-1962	0,8	1,00	1,20	1,63	2,79	7,73	43,1	101	399
1962-1963	0,8	1,00	1,24	2,20	4,75	10,5	35,1	77,7	435
1963-1964	1,29	1,76	1,93	2,66	5,65	14,6	37,2	88,6	515
1964-1965	2,15	2,20	3,55	4,70	7,26	13,7	59,1	128	362
1965-1966	3,46	4,10	4,70	5,73	6,34	10,6	30,4	61,1	501
1966-1967	2,7	3,32	3,46	4,73	5,57	9,70	18,3	42,2	90,3
1967-1968	0,56	1,20	1,62	2,70	5,00	13,7	29,9	66,5	147
1968-1969	1,26	2,01	2,86	4,33	6,26	8,10	13,7	21,3	74,5
1969-1970	1,78	2,87	4,53	7,11	16,5	31,7	49,9	294	987
1970-1971	2,47	2,60	2,85	3,40	5,9	10,5	43,8	102	279
1971-1972	1,55	1,62	1,97	3,50	7,0	12,5	42,9	85,6	197
1972-1973	2,20	2,50	3,30	5,40	10,7	29,6	93,9	259	2800
1973-1974	2,15	2,60	3,60	5,20	7,2	10,8	17,0	35,0	113
1974-1975	2,05	2,51	4,02	5,37	8,0	10,6	24,0	37,8	401
1975-1976	1,93	2,28	2,72	3,99	6,61	10,8	22,9	54,2	138

NOTA : Une partie assez importante de ces chiffres est donnée sous toutes réserves.
L'étalonnage de la station est très incertain et seuls les débits moyens mensuels ont été corrigés par l'étude du bilan du bassin jusqu'à MEDJEZ EL BAB. On trouvera la liste des mois ainsi corrigés au chapitre 2.4.3. "Les débits mensuels".

TABLEAU 2.4.2 (4)

MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB (1946-1976)

Débits caractéristiques m³/s

	DJ Min	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	DJ Max
1946-1947	1,00	1,00	1,88	2,50	3,00	18,4	107	318	696
1947-1948	1,02	1,02	1,11	2,24	3,22	10,9	44,7	137	1020
1948-1949	1,17	1,20	1,58	2,88	17,0	65,6	170	352	296
1949-1950	1,50	1,62	1,87	3,43	8,55	32,8	73,4	147	286
1950-1951	1,20	1,93	2,32	4,08	9,59	19,3	42,5	82,9	127
1951-1952	1,74	1,93	2,50	6,69	18,6	54,5	124	219	464
1952-1953	2,50	3,34	4,38	7,82	18,5	60,1	134	278	830
1953-1954	3,64	3,64	5,00	7,12	17,3	58,0	127	247	446
1954-1955	2,50	2,50	2,50	4,22	8,19	14,1	26,0	74,2	206
1955-1956	4,87	5,27	6,10	7,32	15,0	38,9	122	222	550
1956-1957	3,23	3,23	4,75	7,69	10,8	20,4	39,3	91,0	206
1957-1958	3,50	3,95	4,39	5,67	13,8	37,6	89,2	200	499
1958-1959	3,86	4,55	7,56	15,6	26,2	39,6	78,3	156	1200
1959-1960	6,40	7,07	10,2	16,4	21,2	28,2	50,6	80,8	166
1960-1961	3,46	3,36	3,98	5,0	10,6	15,3	26,3	56	255
1961-1962	2,60	4,07	6,25	7,12	7,76	11,8	29,6	163	549
1962-1963	6,24	6,67	7,50	9,64	13,5	20,6	45,7	105	495
1963-1964	6,77	7,24	7,67	8,80	12,7	22,3	52,7	140	678
1964-1965	4,74	6,29	8,19	10,0	13,2	27,0	91,9	258	558
1965-1966	2,92	4,27	5,18	6,90	9,77	15,9	37,1	73,7	677
1966-1967	2,70	3,53	4,09	5,18	7,57	14,4	38,3	65,5	158
1967-1968	3,61	4,12	4,66	5,29	7,20	19,2	48,1	128	309
1968-1969	4,00	4,08	4,17	4,31	5,31	7,28	17,3	47,4	250
1969-1970	2,85	3,67	4,65	8,52	20,3	53,8	148	598	1370
1970-1971	2,82	3,08	3,40	6,77	10,0	26,4	78,1	162	417
1971-1972	5,00	6,40	8,14	10,1	14,9	32,4	64,8	101	232
1972-1973	5,35	6,60	8,98	16,2	21,4	73,2	146	435	3150
1973-1974	3,30	4,45	8,40	8,98	13,3	18,3	26,5	46,4	212
1974-1975	3,99	4,19	4,55	6,20	8,90	13,1	22,7	62,5	527
1975-1976	3,24	3,42	5,83	9,94	14,3	22,1	35,2	79,4	257

TABLEAU 2.4.2 (5)

MELLEGUE AU K 13 (1924-1976)
Débits caractéristiques m³/s

	DJ Min	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	DJ Max
1924-1925	0,16	0,18	0,18	0,18	0,25	0,61	2,10	5,50	56,3
1925-1926	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1926-1927	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1927-1928	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1928-1929	0,40	0,50	0,50	1,10	2,59 *	3,00	8,07	39,5	215
1929-1930	0,18	0,21	0,30	0,50	0,70	2,50	7,50	20,4	165
1930-1931	0,12	0,18	0,18	0,18	0,54	1,76	5,82	23,7	354
1931-1932	0,18	0,18	0,18	0,70	1,93	4,68	10,4	23,7	200
1932-1933	0,18	0,18	0,34	0,70	1,21	3,27	12,6	38,1	153
1933-1934	0,18	0,25	0,54	0,54	1,00	1,56	5,08	14,2	70,2
1934-1935	0,31	0,80	1,00	1,44	1,95	3,72	12,3	37,5	90,4
1935-1936	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1936-1937	0,19	0,42	0,50	0,95	1,69	2,83	9,75	54,9	234
1937-1938	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1938-1939	0,17	0,21	0,29	0,70	0,28	14,2	29,3	79,9	143
1939-1940	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1940-1941	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1941-1942	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1942-1943	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1943-1944	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1944-1945	0,19	0,21	0,26	0,39	0,54	1,16	5,69	18,0	154
1945-1946	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1946-1947	0,05	0,05	0,07	0,14	0,31	0,64	5,01	24,3	156
1947-1948	0,16	0,20	0,22	0,28	0,56	2,59	12,4	60,7	777
1948-1949	0,16	0,17	0,22	0,32	0,92	3,20	19,6	67,5	477
1949-1950	0,10	0,13	0,17	0,35	0,52	1,11	5,91	22,9	143
1950-1951	0,15	0,18	0,21	0,29	0,41	1,20	10,2	48,8	140
1951-1952	0,18	0,24	0,36	0,50	1,30	4,39	23,4	89,3	613
1952-1953	0,30	0,30	0,46	0,73	1,28	3,40	17,9	60,5	163
1953-1954	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954-1955	0,04	0,10	0,11	0,28	0,46	1,17	5,56	22,2	116
1955-1956	0,15	0,16	0,20	0,45	0,72	1,30	6,23	36,3	388
1956-1957	0,16	0,21	0,19	0,44	0,63	1,22	6,05	15,6	135
1957-1958	0,21	0,21	0,21	0,43	1,05	1,47	12,6	28,9	923
1958-1959	0,21	0,28	0,37	0,67	1,09	2,33	9,17	34,2	249
1959-1960	0,36	0,46	0,63	0,84	1,23	2,36	10,0	27,4	155
1960-1961	0,24	0,24	0,30	0,46	0,59	0,92	3,39	9,63	65,5
1961-1962	0,21	0,23	0,28	0,45	0,58	1,04	9,35	34,8	134
1962-1963	0,26	0,31	0,40	0,54	0,58	1,10	12,9	40,1	116
1963-1964	0,18	0,26	0,34	0,44	0,76	2,50	19,7	76,3	238
1964-1965	0,17	0,17	0,22	0,43	0,84	1,50	5,90	19,5	414
1965-1966	0,05	0,18	0,25	0,43	0,81	1,18	5,89	23,5	91,7
1966-1967	0,15	0,23	0,27	0,37	0,60	1,02	7,13	30,0	202
1967-1968	0,21	0,23	0,26	0,37	0,62	1,40	12,2	60,2	238
1968-1969	0,20	0,22	0,24	0,35	0,50	0,72	4,46	17,0	47,7
1969-1970	0,10	0,31	0,42	0,79	1,70	5,58	26,4	159	1880
1970-1971	0,26	0,29	0,36	0,49	0,78	1,48	6,45	38,2	203
1971-1972	0,27	0,32	0,43	0,64	0,84	1,26	9,18	55,3	255
1972-1973	0,40	0,53	0,64	0,96	1,45	2,95	14,0	104	959
1973-1974	0,29	0,35	0,37	0,60	0,85	1,18	1,74	3,8	172
1974-1975	0,20	0,38	0,44	0,63	0,76	1,15	9,50	33,5	430
1975-1976	0,36	0,47	0,54	0,67	0,82	1,23	10,0	43,2	237

(*) Fortement douteux.

TABLEAU 2.4.2 (6)

RHEZALA A FERNANA (1948-1976)

Débits caractéristiques m³/s

	DJ Min	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	DJ Max
1948-1949	,003	,004	,006	0,03	0,24	1,45	4,63	14,6	57,4
1949-1950	,003	,005	,007	0,02	0,19	0,98	3,93	13,4	76,3
1950-1951	,001	,002	,003	0,01	0,17	0,55	2,20	5,19	18,3
1951-1952	,002	,002	,003	0,08	0,44	1,52	5,46	16,5	45,1
1952-1953	,006	,009	0,01	0,04	0,41	1,68	5,79	16,4	70,8
1953-1954	0,01	0,02	0,02	0,06	0,64	2,28	8,01	18,5	51,4
1954-1955	,004	,005	,009	0,02	0,21	0,75	1,79	4,07	45,0
1955-1956	0,01	0,01	0,02	0,01	0,38	1,09	6,06	13,3	76,8
1957-1958	,006	,008	,008	0,02	0,27	1,35	3,57	14,9	71,0
1958-1959	,001	,001	,002	0,08	0,62	1,48	4,08	11,8	135
1959-1960	0,02	0,03	0,03	0,10	0,56	0,91	1,80	6,30	30,3
1960-1961	,004	,005	0,01	0,02	0,09	0,55	1,95	8,13	52,9
1961-1962	,002	,002	,005	0,03	0,22	0,67	1,62	6,79	31,9
1962-1963	0,02	0,02	0,02	0,04	0,22	0,61	5,86	11,3	92,5
1963-1964	0,01	0,03	0,03	0,03	0,06	0,29	1,32	6,76	39,9
1964-1965	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,56	2,20	12,7	29,4
1965-1966	0,02	0,02	0,03	0,03	0,08	0,64	3,49	6,95	67,4
1966-1967	,004	,007	0,01	0,02	0,08	0,47	1,85	6,12	24,6
1967-1968	,007	,007	,008	0,01	0,10	0,42	1,74	6,56	13,0
1968-1969	,004	,004	,004	,009	0,12	0,82	1,96	4,49	22,4
1969-1970	,005	,008	,008	0,03	0,29	1,03	3,83	16,3	40,0
1970-1971	,006	,006	,008	,043	0,11	1,23	4,54	9,5	49,5
1971-1972	,015	,023	,027	,126	0,31	1,32	4,78	7,6	28,4
1972-1973	,02	,034	,049	,093	0,14	1,23	4,70	11,8	80,5
1973-1974	,005	,011	,013	,026	0,16	0,53	2,18	3,18	8,61
1974-1975	,008	,008	,015	,056	0,38	0,74	1,88	4,92	74,9
1975-1976	,004	,007	,007	,045	0,18	0,50	1,63	3,25	28,5

TABLEAU 2.4.2 (7)

BOU HEURIMA A KEFRIRA (1962-1970)

Débits caractéristiques m /s.

	DJ Min	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	DJ Max
1962-1963	0,10	0,11	0,11	0,17	0,60	1,85	11,7	33,5	147
1963-1964	0,16	0,15	0,17	0,30	0,78	2,87	6,38	15,0	51,2
1964-1965	0,16	0,18	0,19	0,29	0,65	2,21	9,59	37,4	84,6
1965-1966	0,05	0,06	0,06	0,12	0,45	1,38	4,21	8,74	218
1966-1967	0,18	0,20	0,20	0,33	0,70	1,93	5,92	12,7	36,5
1967-1968	0,11	0,11	0,11	0,26	0,30	1,09	3,74	6,78	13,0
1968-1969	0,04	0,06	0,11	0,14	0,22	0,88	2,29	6,73	50,6
1969-1970	0,08	0,08	0,12	0,29	0,77	2,46	10,3	29,4	89,6

TABLEAU 2.4.2. (8)

MEJERDAH A GHARDIMAOU (1949-1975)

Statistique des débits caractéristiques m³/s
Débit moyen interannuel sur 25 ans : 5,54 m³/s

f	1/100	1/10	1/2	1/10	1/100	Moy.	C1
DJ Min	0	0	0,065	0,36	0,42	0,125	0,02
DCE	0	0	0,10	0,47	0,70	0,177	0,03
DC11	0	0,01	0,20	0,58	0,88	0,25	0,05
DC9	0,11	0,23	0,52	1,04	1,45	0,59	0,11
DC6	0,45	0,70	1,30	2,70	5,0	1,58	0,29
DC3	1,40	1,90	4,00	9,00	17	4,71	0,85 *
DC1	3,80	4,80	10,8	27	55	14,1	2,55
DCC	6,5	11,8	27	65	130	34,4	6,22
DJ Max	21	90	125	380	1200	204	36,8 *

(*) Surestimé par suite de la crue de 1972

TABLEAU 2.4.2. (9)

MEJERDAH A JENDOUBA (1899-1975)

Statistique des débits caractéristiques m³/s
Débit moyen interannuel sur 53 ans : 6,88 m³/s

f	1/100	1/10	1/2	1/10	1/100	Moy.	C1
DJ Min	0,39	0,47	0,60	0,84	1,30	0,66	0,096
DCE	0,46	0,50	0,63	0,94	1,50	0,69	0,10
DC11	0,48	0,53	0,67	1,00	2,00	0,74	0,105
DC9	0,50	0,61	0,84	1,48	2,25	0,97	0,140
DC6	0,67	0,80	1,50	3,23	5,85	1,84	0,22
DC3	0,75	1,55	3,5	8,1	13	4,38	0,64 *
DC1	2,3	4,06	13,1	35	64	17,0	2,47
DCC	6,6	14,8	38	98	125	46,5	6,75
DJ Max	27	65	186	535	1266	262,5	38,2

(*) Les valeurs des DC3 de GHARDIMAOU et de JENDOUBA ne peuvent être comparées qu'avec précautions, elles correspondent à des périodes d'observations trop différentes.

TABLEAU 2.4.2. (10)

MEJERDAH A BOU SALEM Période I (1925-1952)
 Statistiques des débits caractéristiques m^3/s
 Débit moyen interannuel sur 25 ans : $23 m^3/s$

f	1/100	1/10	1/2	1/10	1/100	Moy.	C1
DJ Min	0,50	0,80	1,35	3,10	5,00	1,66	0,07
DCE	0,65	0,95	1,50	3,25	5,30	1,83	0,08
DC11	0,70	1,10	1,96	3,50	5,60	2,20	0,10
DC9	1,08	1,80	3,4	6,2	9,4	3,53	0,15
DC6	2,20	3,90	7,3	13,6	20,0	7,82	0,34
DC3	7,5	9,2	17,0	34	50	20,1	0,87
DC1	16,0	26	54	100	140	63,2	2,75
DCC	28	54	130	260	330	146	6,35
DJ Max	54	120	360	1040	2600	562	24,4

TABLEAU 2.4.2. (11)

MEJERDAH A BOU SALEM Période II (1953-1975)

Statistique des débits caractéristiques m^3/s
 Débit moyen interannuel sur 23 ans : $19,2 m^3/s$

f	1/100	1/10	1/2	1/10	1/100	Moy.	C1
DJ Min	0,45	1,00	2,00	3,00	4,00	2,03	0,105
DCE	0,74	1,35	2,4	3,55	4,60	2,44	0,13
DC11	0,88	1,60	3,20	5,00	7,20	3,18	0,17
DC9	1,40	2,80	4,40	7,00	11,2	4,75	0,25
DC6	2,75	4,70	7,50	14,2	20,0	8,45	0,44
DC3	6,80	9,00	13,50	29,5	37,0	16,5	0,86
DC1	12,00	18,00	37,00	82,0	104,0	44,6	2,32
DCC	19,20	38,0	87,0	200	335,0	102	5,32
DJ Max	60	112	310	850	2000	453 *	23,6

(*) Légèrement surestimée par suite de la crue exceptionnelle de 1973.

TABLEAU 2.4.2. (12)

MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB (1953-1975)

Statistique des débits caractéristiques m^3/s
Débit moyen interannuel sur 23 ans : 28,5 m^3/s

f	1/100	1/10	1/2	1/10	1/100	Moy.	C1
DJ Min	1,90	2,60	3,7	5,4	7,0	3,9	0,4
DCE	2,10	3,00	4,5	6,7	8,5	4,6	0,16
DC11	2,50	3,75	5,7	8,8	11,6	5,9	0,21
DC9	3,40	4,70	7,9	13,0	20,0	8,4	0,29
DC6	5,0	7,5	12,3	20,0	27,0	13,2	0,46
DC3	6,8	12,6	23,0	49,0	80,0	27,4	0,96
DC1	18,0	24,0	48,0	126	180	62,6	2,20
DCC	44,0	56,0	107	300	700	156	5,47
DJ Max	144	190	390	1080	2900	581	20,39

TABLEAU 2.4.2 (13)

MELLEGUE AU K 13 (1924-1975)

Statistique des débits caractéristiques m^3/s
Débit moyen interannuel sur 40 ans : 5,44 m^3/s

f	1/100	1/10	1/2	1/10	1/100	Moy.	C1
DJ Min	0,025	0,09	0,18	0,33	0,43	0,20	0,04
DCE	0,06	0,13	0,23	0,45	0,75	0,27	0,05
DC11	0,09	0,16	0,29	0,55	0,98	0,34	0,06
DC9	0,14	0,26	0,41	0,89	1,41	0,54	0,10
DC6	0,24	0,38	0,78	1,56	2,75	0,91	0,17
DC3	0,50	0,83	1,65	4,5	8	2,30	0,42
DC1	1,40	4,00	9,00	19,00	33	10,3	1,90
DCC	4,0	12,92	34,05	77,20	144	41,1	7,53
DJ Max	34	63,5	180	590	1615	299	55,0

TABLEAU 2.4.2 (14)

RHEZALA A FERNANA (1946-1975)

Statistique des débits caractéristiques m^3/s
 Débit moyen interannuel sur 27 ans : $1,32 m^3/s$

f	1/100	1/10	1/2	1/10	1/100	Moy.	C1
DJ Min	0,0006	0,0017	0,006	0,017	0,030	0,0082	0,0062
DCE	0,0008	0,0023	0,008	0,022	0,040	0,011	0,0083
DC11	0,0015	0,004	0,011	0,030	0,055	0,015	0,0113
DC9	0,007	0,015	0,033	0,077	0,150	0,042	0,032
DC6	0,045	0,070	0,21	0,53	0,72	0,25	0,19
DC3	0,27	0,44	0,72	1,52	2,20	0,95	0,72
DC1	1,16	1,80	3,20	5,60	8,40	3,44	2,60
DCC	1,90	4,10	9,20	16,5	20	9,76	7,39
DJ Max	6,4	18	46	76	130	50,5	38,20

TABLEAU 2.4.2 (15)

BOU HEURTMA A KEFRIRA (1961-1969)

Statistique des débits caractéristiques m^3/s

f	1/100	1/10	1/2	1/10	1/100	Moy.	C1
DJ Min	-	0,04	0,100	0,196	-	0,110	0,04
DCE	-	0,060	0,110	0,200	-	0,119	0,05
DC11	-	0,074	0,136	0,220	-	0,134	0,05
DC9	-	0,130	0,240	0,360	-	0,237	0,09
DC6	-	0,260	0,590	0,900	-	0,559	0,22
DC3	-	0,98	1,8	2,9	-	1,83	0,72
DC1	-	2,7	6,0	12,4	-	6,77	2,68
DCC	-	6	15	42	-	18,8	7,43
DJ Max	-	18	68	200	-	86,3	34,1

Les débits de fréquence 1/100 n'ont pas été évalués, la période d'observation étant trop courte.

TABLEAU 2.4.2 (16)

MEJERDAH A GHARDIMAOU (1946-1975)

Comparaison des débits caractéristiques moyens interannuels aux débits caractéristiques réels de trois années de débit moyen annuel maximal, minimal et médian m^3/s .

Valeurs moyennes interannuelles	Dmin	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Dmax	Q Annuel	Q Cl
	0,125 0,02	0,177 0,03	0,25 0,05	0,59 0,11	1,58 0,29	4,71 0,85	14,1 2,55	34,4 6,22	204 36,8 (*)	5,54 m ³ /s	
Année de débit moyen annuel max. (1952-1953)	0,35 0,02	0,48 0,03	0,55 0,04	0,91 0,06	2,80 0,20	12,90 0,90	34,8 2,43	112 7,83	422 29,5	14,2	Q Cl
Année de débit moyen annuel min. (1968-1969)	0,01 0,005	0,03 0,02	0,07 0,04	0,24 0,14	0,49 0,29	1,98 1,19	4,57 2,74	7,91 4,74	36 21,6	1,67	Q Cl
Année de débit moyen annuel médian (1971-1972)	0,05 0,01	0,14 0,03	0,27 0,05	0,66 0,13	1,30 0,25	5,04 0,96	10,6 2,01	36,6 6,94	113 21,4	5,27	Q Cl

TABLEAU 2.4.2 (17)

MEJERDAH A JENDOUBA (1899-1975)

Comparaison des débits caractéristiques moyens interannuels aux débits caractéristiques réels de trois années de débit moyen annuel maximal, minimal et médian m^3/s .

Valeurs moyennes interannuelles	Dmin	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Dmax	Q Annuel	Q Cl
	0,66 0,095	0,69 0,10	0,74 0,105	0,97 0,140	1,84 0,22	4,38 0,64	17,0 2,47	46,5 6,75	262,5 38,2	6,88	
Année de débit moyen annuel max. (1906-1907)	0,67 0,03	0,70 0,04	0,78 0,04	0,94 0,05	1,29 0,06	8,31 0,42	48,2 2,42	117 5,88	1290 64,8	19,9	Q Cl
Année de débit moyen annuel min. (1911-1912)	0,52 0,23	0,55 0,24	0,56 0,24	0,67 0,29	1,39 0,61	2,07 0,90	3,66 1,60	12,2 5,32	56,1 24,5	2,29	Q Cl
Année de débit moyen annuel médian (1899-1900)	0,62 0,11	0,62 0,11	0,62 0,11	0,64 0,11	1,26 0,22	2,91 0,51	11,9 2,08	54,6 9,53	189 33,0	5,73	Q Cl

(*) : Médiane d'observation.

TABLEAU 2.4.2 (18)

MEJERDAH A BOU SALEM (1925-1952)

Comparaison des débits caractéristiques moyens interannuels aux débits caractéristiques réels de trois années de débit moyen annuel maximal, minimal et médian m^3/s

	Dmin	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Dmax	Q Annuel	
Valeurs moyennes interannuelles	1,66 0,07	1,83 0,08	2,20 0,10	3,53 0,15	7,82 0,34	20,1 0,87	63,2 2,75	146 6,35	562 24,4	23	Q C1
Année de débit moyen annuel max. (1938-1939)	4,49 0,11	4,49 0,11	4,80 0,11	6,55 0,16	14,3 0,34	48,8 1,16	128 3,04	263 6,25	487 11,6	42,1	Q C1
Année de débit moyen annuel min. (1942-1943)	1,74 0,22	1,74 0,22	1,74 0,22	1,74 0,22	4,80 0,59	11,9 1,47	18,9 2,34	34,0 4,21	69,2 8,56	8,08	Q C1
Année de débit moyen annuel médian (1940-1941)	1,35 0,07	1,35 0,07	2,41 0,12	6,55 0,33	11,9 0,60	23,7 1,19	57,5 2,89	79,3 3,98	136 6,83	19,9	Q C1

TABLEAU 2.4.2 (19)

MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB (1953-1975)

Comparaison des débits caractéristiques moyens interannuels aux débits caractéristiques réels de trois années de débit moyen annuel maximal, minimal et médian m^3/s

	Dmin	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Dmax	Q Annuel	
Valeurs moyennes interannuelles	3,9 0,14	4,6 0,16	5,9 0,21	8,4 0,29	13,2 0,46	27,4 0,96	62,6 2,20	156 5,47	581 20,39	28,5	Q C1
Année de débit moyen annuel max. (1972-1973)	5,35 0,06	6,60 0,08	8,98 0,11	16,20 0,20	21,4 0,26	73,20 0,89	146 1,77	435 5,26	3150 38,08	82,7	Q C1
Année de débit moyen annuel min. (1968-1969)	4,00 0,42	4,08 0,43	4,17 0,44	4,31 0,45	5,31 0,55	7,28 0,76	17,3 1,81	47,4 4,95	250 26,1	9,57	Q C1
Année de débit moyen annuel médian (1962-1963)	6,24 0,27	6,67 0,29	7,50 0,32	9,64 0,42	13,5 0,58	20,6 0,89	45,7 1,98	105 4,55	495 21,4	23,1	Q C1

TABLEAU 2.4.2. (20)

MELLEGUE AU K 13 (1922-1975)

Comparaison des débits caractéristiques moyens interannuels aux débits caractéristiques réels de trois années de débit moyen annuel maximal, minimal et médian m³/s

	Dmin	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Dmax	Q Annuel	
Valeurs moyennes interannuelles	0,20 0,04	0,27 0,05	0,34 0,06	0,54 0,10	0,91 0,17	2,30 0,42	10,3 1,90	41,1 7,53	299 55,0	5,44	Q C1
Année de débit moyen annuel max. (1969-1970)	0,10 ,003	0,31 0,01	0,42 0,02	0,79 0,03	1,70 0,07	5,58 0,22	26,4 1,05	159 6,33	1880 74,9	25,1	Q C1
Année de débit moyen annuel min. (1924-1925)	0,16 0,14	0,18 0,16	0,18 0,16	0,18 0,16	0,25 0,22	0,61 0,54	2,10 1,86	5,50 4,87	56,3 49,8	1,13	Q C1
Année de débit moyen annuel médian (1959-1960)	0,36 0,08	0,46 0,11	0,63 0,15	0,84 0,20	1,23 0,29	2,36 0,55	10,0 2,34	27,4 6,42	155 36,3	4,27	Q C1

TABLEAU 2.4.2. (21)

RHEZALA A FERNANA (1948-1975)

Comparaison des débits caractéristiques moyens interannuels aux débits caractéristiques réels de trois années de débit moyen annuel maximal, minimal et médian m³/s

	Dmin	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Dmax	Q Annuel	
Valeurs moyennes interannuelles	,008 ,006	,011 ,008	,015 ,011	0,04 0,03	0,25 0,19	0,95 0,72	3,44 2,60	9,76 7,39	50,5 38,20	1,32	Q C1
Année de débit moyen annuel max. (1953-1954)	0,01 ,004	0,02 ,008	0,02 ,008	0,06 ,024	0,64 0,26	2,28 0,92	8,01 3,23	18,5 7,46	51,4 20,7	2,48	Q C1
Année de débit moyen annuel min. (1973-1974)	,005 ,009	,011 0,02	,013 0,02	,026 0,04	0,16 0,28	0,53 0,92	2,18 3,77	3,18 5,49	8,16 14,9	0,579	Q C1
Année de débit moyen annuel médian (1974-1975)	,008 ,007	,008 ,007	,015 ,013	0,06 0,05	0,38 0,32	0,74 0,62	1,88 1,58	4,92 4,13	74,9 62,9	1,19	Q C1

TABLEAU 2.4.2. (22)

BOU HEURTMA A KEFRIRA (1961-1969)

Comparaison des débits caractéristiques moyens interannuels aux débits caractéristiques réels de trois années de débit moyen annuel maximal, minimal et médian m³/s

	D mj	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	D mj	Q Annuel	
Valeurs moyennes interannuelles	0,11 0,04	0,12 0,05	0,13 0,05	0,24 0,09	0,56 0,22	1,83 0,72	6,77 2,68	18,8 7,43	86,3 34,1	2,53	Q CI
Année de débit moyen annuel max. (1962-1963)	0,10 0,03	0,11 0,03	0,11 0,03	0,17 0,04	0,60 0,15	1,85 0,48	11,7 3,0	33,5 8,6	147 37,8	3,89	Q CI
Année de débit moyen annuel min. (1968-1969)	0,04 0,04	0,06 0,06	0,11 0,11	0,14 0,13	0,22 0,21	0,88 0,84	2,29 2,18	6,73 6,41	50,6 48,2	1,05	Q CI
Année de débit moyen annuel médian (1963-1964)	0,15 0,06	0,15 0,06	0,17 0,06	0,30 0,11	0,78 0,30	2,87 1,09	6,38 2,43	15,0 5,7	51,2 19,5	2,63	Q CI

TABLEAU 2.4.2. (23)

Coefficient CI des débits caractéristiques moyens

STATION	DJ min	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	DJ max
MEJERDAH à GHARDIMAOU	0,02 ₍₂₎	0,03 ₍₂₎	0,05	0,11	0,29	0,85	2,55	6,22	36,8 ₍₁₎
MEJERDAH à JENDOUBA	0,096	0,10	0,10	0,14	0,22	0,64	2,47	6,75	38,2
MEJERDAH à BOU SALEM (1925-1952)	0,07	0,08	0,10	0,15	0,34	0,87	2,75	6,35	24,4
MEJERDAH à BOU SALEM (1953-1975)	0,105	0,13	0,17	0,25	0,44	0,86	2,32	5,32	23,6
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB (1925-1952)	0,14	0,16	0,21	0,29	0,46	0,96	2,20	5,47	20,4
MELLEGUE au K 13	0,04	0,05	0,06	0,10	0,17	0,42	1,90	7,53	55
RHEZALA à FERNANA	0,006	0,008	0,011	0,032	0,19	0,72	2,60	7,39	38,20
BOU HEURTMA à KEFRIRA (3)	(0,04)	(0,05)	(0,05)	(0,09)	(0,22)	(0,72)	(2,68)	(7,43)	(34,1)

(1) Surestimé par suite de la crue de 1972.

(2) Peut-être surestimé.

(3) Série très courte.

2.4.3 LES DEBITS MENSUELS

La répartition des débits dans l'année joue un rôle important dans l'exploitation des ressources en eau. Pour définir cette répartition, on a choisi un pas de temps d'un mois. On étudiera donc les débits mensuels. Un pas de temps de dix jours semblerait conduire à des résultats plus précis. Mais, étant donné d'une part l'incertitude qui règne sur bon nombre de débits anciens, et d'autre part le nombre et l'importance des réservoirs existants ou à aménager, pour lesquels la connaissance des débits mensuels suffit, l'analyse des débits décennaux n'apporterait qu'une précision illusoire.

Dans un premier temps, on étudiera le régime naturel de la MEJERDAH et de ses affluents. A partir de la construction du barrage de NEBEUR, le régime à la station de BOU SALEM et plus à l'aval n'est plus le régime naturel ; on sera donc amené pour cette station à comparer les débits caractéristiques des périodes antérieures et postérieures à la construction de ce barrage.

Enfin, on comparera les régimes à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB pour la période postérieure à la construction du barrage de NEBEUR (vu la courte période s'étendant de la mise en eau du barrage de BEN METIR à 1975 nous n'avons pas pu dissocier l'influence éventuelle de ce dernier barrage). Notons que pour les débits moyens annuels certains barrages ne perturbent pas assez l'écoulement naturel pour que ces débits soient très différents des débits naturels, s'ils sont suffisamment élevés. C'est pourquoi on analysera certaines longues séries de débits sans trop tenir compte, pour la détermination de la distribution statistique, de la construction du barrage de NEBEUR par exemple.

Enfin, dans l'étude qui suit, on a tenu compte du fait que les séries de débits moyens mensuels, qui seront présentées plus loin, seront utilisées ultérieurement dans des modèles de simulation. On a donc cherché à mettre au point des séries de valeurs aussi longues que possible en comblant les lacunes par corrélation ou par simple comparaison avec les données de stations voisines ou enfin en faisant mois par mois le bilan des apports depuis GHARDIMAOU ou JENDOUBA jusqu'à MEDJEZ EL BAB, en utilisant parfois les données de la station de pont TRAJAN.

Il faut bien réaliser que vu le peu de sensibilité des stations en basses eaux, la mobilité des lits, le petit nombre d'observations par mois en basses eaux au cours des années anciennes, les séries que l'on obtiendra, si elles peuvent conduire à une représentation valable des distributions statistiques des divers débits mensuels, contiennent un certain nombre de valeurs individuelles qui, dans certains cas, ne doivent être considérées que comme des ordres de grandeurs, les valeurs reconstituées étant obligatoirement plus mauvaises que les valeurs "observées".

2.4.3.1 LE REGIME NATUREL

Cinq stations ont été retenues :

- MEJERDAH à GHARDIMAOU,
- MEJERDAH à JENDOUBA,
- MEJERDAH à BOU SALEM (de 1925 à 1952),
- MELEGUE au K13 sur la totalité de la période. Antérieurement à 1943, les débits sont d'une qualité inférieure : si les valeurs maximales des pointes paraissent bonnes, les débits de valeur modérée semblent sous-estimés, mais on allonge ainsi sérieusement la série sans trop la perturber vers les valeurs extrêmes. Enfin, le RIEZALA à FERNANA a également été retenu.

On a cherché, d'une part, à combler les lacunes et, d'autre part, à définir une période commune d'observations.

Pour GHARDIMAOU, on avait été tenté de reconstituer les *débits mensuels* depuis 1898 à partir de ceux de JENDOUBA. Mais la corrélation, comme on le verra plus tard, si elle est bonne à l'échelle annuelle, est fort médiocre à l'échelle mensuelle et les opérations pour passer du débit de JENDOUBA à celui correspondant à GHARDIMAOU sont bien plus délicates que le simple emploi d'une régression linéaire. En définitive et uniquement pour arriver à une période commune assez longue pour l'ensemble des stations, ce travail hasardeux n'a été entrepris que pour les trois années 1946-1947, 1947-1948, 1948-1949 et les mois manquants de 1962 et 1963, en suivant en sens inverse le même processus que pour passer des débits de GHARDIMAOU à ceux de JENDOUBA. La série 1946-1975 est donc complète.

Pour JENDOUBA la droite de régression des débits moyens annuels pour la période de 1969-1970 à 1975-1976 a pour équation :

$$\bar{Q} \text{ JENDOUBA} = \bar{Q} \text{ GHARDIMAOU} \times 1,38 + 0,04.$$

Le coefficient de corrélation est égal à 0,985.

Mais pour les moyennes mensuelles, la dispersion est forte et on ne peut pas se contenter d'utiliser des régressions du même genre. A l'amont de GHARDIMAOU, le régime de la MEJERDAH subit souvent les

mêmes influences que le MELLEGUE, avec parfois des crues en septembre, octobre et même en août. Entre GHARDIMAOU et JENDOUBA, la MEJERDAH reçoit l'Oued RHARAI dont le régime est très voisin de celui du RHEZALA, du BEJA et du KASSEB avec fortes crues en décembre, janvier, février et mars. Si pour une année particulière, ces bassins du nord sont très arrosés, la corrélation donnera des valeurs beaucoup trop faibles en hiver et au début du printemps. Si à GHARDIMAOU, les débits suivent plus ou moins les variations du MELLEGUE, la corrélation donnera des résultats trop faibles pour août, septembre ou octobre. Enfin, la plaine où confluent le RHARAI, la MEJERDAH et des affluents secondaires contient une nappe phréatique puissante qui absorbe une partie du débit des crues observées à GHARDIMAOU, et la restitue à l'étiage. Le débit à JENDOUBA est de l'ordre de 530 l/s quand le débit est nul à GHARDIMAOU ; pour la même raison, certains débits mensuels provenant de petites crues sont plus élevés qu'à JENDOUBA.

Enfin, il faut que le débit total : $K_{13} + \text{JENDOUBA} + \text{FERNANA}$ soit inférieur au débit de BOU SALEM et que la différence entre ce total et le débit de BOU SALEM conduise à un débit spécifique raisonnable pour le bassin résiduaire qui comprend notamment la partie aval du bassin de l'Oued MELLEGUE, l'Oued TESSA, l'Oued BOU HEURIMA et quelques petits bassins secondaires. Le régime de l'Oued TESSA se rapproche de celui du MELLEGUE, cependant en cas de très fortes précipitations, celles-ci peuvent affecter non seulement les versants nord du bassin de la MEJERDAH mais aussi la vallée et les versants immédiatement au sud du fleuve c'est-à-dire qu'une bonne partie du bassin du TESSA ainsi que les petits bassins versants résiduaire présentent alors de forts débits caractéristiques comme on l'a bien vu en mars 1973.

En conclusion, les règles choisies pour calculer les débits à JENDOUBA à partir de ceux de GHARDIMAOU ont été les suivantes :

- On détermine d'abord la valeur moyenne mensuelle correspondant à l'équation de régression choisie pour chaque mois (la dispersion est forte, surtout en basses eaux).

Les équations sont les suivantes en m^3/s :

pour : août et septembre :	$Q \text{ JENDOUBA} = 1,08 Q \text{ GHARDIMAOU} + 0,52$
pour : octobre, juin et juillet :	$Q \text{ JENDOUBA} = 1,40 Q \text{ GHARDIMAOU} + 0,30$
pour : novembre, décembre et mai :	$Q \text{ JENDOUBA} = 1,45 Q \text{ GHARDIMAOU} + 0,30$
pour : janvier, février, mars et avril :	$Q \text{ JENDOUBA} = 1,40 Q \text{ GHARDIMAOU}$

- Lorsque le RHEZALA est en crue, on compare la différence entre le débit ainsi trouvé et celui observé à GHARDIMAOU avec un débit égal à $1,6 Q_{rh} + 0,15$. Si $1,6 Q_{rh} + 0,15$ est supérieur à cette différence on ajoute $1,6 Q_{rh} + 0,15$ au débit mensuel de GHARDIMAOU pour obtenir le débit mensuel JENDOUBA.
- Sans tenir compte de la régression, on compare alors la somme du débit mensuel ainsi trouvé et du débit mensuel de l'Oued MELLEGUE au K13 au débit mensuel à BOU SALEM. Ce dernier doit impérativement être le plus élevé. S'il s'agit d'un mois d'été avec faibles débits à FERNANA et si les deux chiffres sont presque égaux, on conserve la valeur calculée pour JENDOUBA car les apports de l'Oued BOU HEURIMA et même de l'Oued TESSA peuvent être pratiquement nuls même si les débits à GHARDIMAOU et au MELLEGUE au K13 sont élevés.

En dehors des mois d'été, il faut autant que possible que la différence entre $Q \text{ BOU SALEM}$ et $Q \text{ MELLEGUE} + \text{JENDOUBA}$ soit assez élevée pour tenir compte d'apports éventuels du TESSA et de l'Oued BOU HEURIMA.

En moyenne, le module de l'Oued TESSA au confluent est voisin de la moitié du débit du MELLEGUE au K13 mais c'est loin d'être une règle absolue ; pour un mois donné où les affluents sud seuls sont en crue, on peut même trouver un débit mensuel sur le TESSA supérieur à celui du MELLEGUE. Le module à BOU HEURIMA est à peu près le double de celui à FERNANA mais ce n'est pas non plus une règle absolue pour les débits mensuels, bien que les corrélations soient bien meilleures sur les débits des affluents nord de la MEJERDAH que pour les débits des affluents sud.

Lorsque manifestement le débit à BOU SALEM paraît suspect, on a respecté moins strictement ces règles de comparaison mais on a toujours veillé à ce que le total $Q \text{ JENDOUBA} + Q \text{ MELLEGUE}$ au K13 soit inférieur à $Q \text{ BOU SALEM}$ si médiocre que puisse être la qualité des débits à cette station.

Bien entendu, on a arrondi les valeurs ainsi reconstituées de JENDOUBA, trois chiffres significatifs ne voudraient rien dire dans de telles conditions car tous ces petits calculs contiennent une large part d'arbitraire.

Il n'a pas été tenu compte pour les mois de juillet à septembre des valeurs de JENDOUBA qui pourraient être inférieures à celles de GHARDIMAOU.

Il n'est pas impossible que l'ensemble des règles adoptées conduise en moyenne à des valeurs légèrement surestimées à JENDOUBA par suite peut-être de l'addition de $1,6 Q_{rh} + 0,15$ mais il arrive que, pendant la période de décembre à mars, certains débits mensuels du RHARAI à RHARAI-plaine soient supérieurs à deux fois le débit du RHEZALA à FERNANA, la faible durée des observations à cette station ne permet pas de dire si, en moyenne, on doit réduire ou non ce coefficient 1,6.

Pour la période d'observation directe : les débits des mois de mai et juin 1928, pour lesquels il n'y a eu en réalité que quelques observations, sont manifestement faux et ont été corrigés ; le total Q MELLEGUE au K13 + Q JENDOUBA dépassait BOU SALEM ; octobre 1929 a été reconstitué ainsi que mars 1938 pour lequel on dispose heureusement des débits de crues, et juin, juillet et août 1945. Janvier et mars 1946 sont erronés ; la comparaison avec BOU SALEM a permis de reconstituer des ordres de grandeur. Enfin on a conservé les valeurs des mois de septembre, octobre, novembre, décembre 1913, mai, juin, juillet, août 1914 et janvier, février, mars, avril 1924. On dispose ainsi de 56 fois 12 mois d'observations directes et de 20 ans d'observations reconstituées. Il y a trois lacunes : janvier, février, mars, avril 1914, de septembre 1922 inclus à décembre 1923 inclus, et enfin de mai 1924 inclus à août 1924 inclus. Ces lacunes sont en dehors de la période commune d'observations 1946-1975.

En ce qui concerne la station de BOU SALEM, les lectures d'échelle, pour la période où le limniographe n'a pas été exploité de façon correcte, semblent bonnes ; les jaugeages sont satisfaisants mais le lit n'est pas très stable et il est très large. En basses et moyennes eaux, il est difficile de déterminer la courbe de transformation hauteurs/débits de ce fait, même avec de bons jaugeages. Enfin, en très hautes eaux des difficultés supplémentaires proviennent des chenaux de débordement. Malgré les quatre cent soixante et onze jaugeages et les vingt-quatre courbes d'étalonnage, la traduction hauteurs/débits est souvent peu précise, surtout pour les périodes où il y a eu peu de jaugeages ; ceci est particulièrement grave après une grande crue. Pour disposer de douze séries mensuelles acceptables, il a fallu non seulement combler les lacunes mais encore contrôler la totalité des débits moyens mensuels déjà déterminés au début de l'élaboration de la présente monographie. Pour cela : on a établi des tableaux où sont comparés mois par mois les débits aux stations de GHARDIMACOU, JENDOUBA, MELLEGUE au K13, BOU SALEM, BOU HEURIMA, FERNANA, MEDJEZ EL BAB et parfois PONT-TRAJAN. Chaque fois que cela a été nécessaire, on a estimé les débits des bassins versants résiduels et on s'est référé à la répartition des débits entre stations pour certaines crues bien connues sur l'ensemble du bassin de la MEJERDAH comme lors de la crue de mars 1973. Il a été tenu compte, bien entendu, de la qualité médiocre des données à MEDJEZ EL BAB et à PONT-TRAJAN. Mais, les débits calculés déjà pour BOU SALEM dans la première édition de la monographie n'ont été corrigés que s'il y avait incompatibilité absolue avec l'ensemble des données des autres stations. Presque toujours il s'agit de problèmes d'étalonnage, plus rarement de lectures trop irrégulières ou d'erreurs de dépouillement de limniogramme. Presque toujours, on suit très bien les crues depuis GHARDIMACOU, (ou JENDOUBA) ou le MELLEGUE à K13 jusqu'au PONT-TRAJAN et DJEDEÏDA dans les cas peu nombreux où cette station a été observée.

Ont été corrigés ainsi les débits des mois suivants :

- Octobre 1927.
- Janvier, juin et juillet 1928.
- Mai et septembre 1929.
- Mai, juin et juillet (erreurs manifestes) et septembre 1930.
- Novembre 1931.
- Mai, juin, juillet et août 1932.
- Septembre, octobre et novembre 1934.
- Février, août, septembre, octobre et novembre 1935.
- Février, mars, mai, août et septembre 1936.
- Septembre 1938.
- Décembre 1939.
- Février 1940.
- Février 1941.
- Septembre, octobre, novembre et décembre 1943.
- Janvier, août et septembre 1944.
- Février, juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre 1945.
- Juin, juillet, août, septembre, octobre et novembre 1946
- Septembre 1947.
- Février, avril, mai, juin, septembre et octobre 1948.
- Août, septembre et octobre 1950.
- Mai, juin, août et septembre 1951.
- Juin, juillet, septembre 1952 et août 1953.

On verra que quelques corrections moins nombreuses ont été faites à partir des mêmes principes pour la période 1952-1975 avec cette nuance qu'il a été nécessaire de tenir compte du rôle joué par le barrage de NEBEUR. La plupart de ces corrections correspondent à des mois de basses eaux ou moyennes eaux, et sont souvent légères. En période de crue, en février en particulier, on n'a réduit certains débits élevés que

lorsqu'il était impossible de les conserver compte tenu de ce qui avait été observé à l'amont et à l'aval et parfois des précipitations enregistrées. Dans un des cas les plus graves, on a réduit seulement de 10 % le débit de la première édition. Par contre, pour certains débits moins élevés surtout en basses eaux, l'importance relative des corrections a pu être beaucoup plus importante : par exemple, lorsque pendant trois mois consécutifs de basses eaux on a lu 2,2 m³/s sauf pendant une petite crue suivie par l'observateur. A partir des mêmes tableaux de comparaison on a comblé les lacunes des mois suivants :

- Janvier, février, avril, juin, juillet, octobre, novembre et décembre 1929.
- Janvier, février, mars, avril 1930.

On a abouti ainsi à une série complète des douze débits moyens mensuels de 1925 à 1952.

Les lacunes et les erreurs importantes sur les débits moyens mensuels pour la station du MELLEGUE au K13 ont donné moins de difficultés. On a utilisé les mêmes comparaisons que plus haut, les chiffres qui sont présentés dans cette monographie sont un peu plus hasardeux aux époques où les stations de JENDOUBA et du RHEZALA n'étaient pas observées, le manque de données sur les débits de l'Oued TESSA est aussi bien gênant. La règle spécifiant que le total des débits connus parvenant à BOU SALEM soit inférieur au débit à cette station, reste toujours impérative, ce qui a conduit à certaines corrections. Mais le nombre de valeurs corrigées et reconstituées est beaucoup plus faible qu'à BOU SALEM. Il semble que pour les trente premières années, les courbes d'étalonnage choisies sous-estiment les débits journaliers de valeur modérée alors que les débits de pointe paraissent corrects.

L'année 1923-1924 a été éliminée. L'aspect des lectures est tout à fait invraisemblable, ou l'échelle la plus basse était au-dessus du niveau de l'eau, ou le lecteur voyait l'échelle une ou deux fois par mois, et c'est regrettable car cette année a probablement été très faible ; malheureusement les observations régulières à BOU SALEM n'avaient pas encore commencé.

Ont été corrigés les débits des mois suivants :

- Septembre 1925.
- Septembre, octobre et novembre 1938.
- Avril et mai 1941.

Ont été reconstitués partiellement ou entièrement les débits des mois suivants :

- Octobre, novembre et décembre 1925.
- Décembre 1926.
- Juin 1928.
- Janvier, février et mars 1936.
- Septembre 1937.
- Juin, juillet, août et septembre 1940.
- Mars, juin et décembre 1941.
- Juin 1942.
- Mai, juin, juillet et août 1943.
- Août 1944.
- Septembre 1945.

On dispose ainsi d'une série complète des douze débits mensuels de l'année 1924-1925 à l'année 1975-1976 comprenant la période commune 1946-1947 à 1975-1976.

Par rapport aux stations précédentes, celle de FERNANA paraît de tout repos : lit relativement stable et jaugeages nombreux et bien répartis. Les lacunes sont peu nombreuses et généralement courtes : les débits des mois de septembre, octobre et novembre 1946 manquants ont été reconstitués en adoptant des chiffres pas trop éloignés des valeurs moyennes, il s'agit presque toujours à cette époque de débits de basses eaux. Ceci n'a pas beaucoup d'influence sur le débit moyen annuel. Pour septembre et octobre 1947, on a tenu compte des quelques débits observés. Comblé la lacune de sept jours de janvier 1947 a été un peu plus hasardeux.

Aucune correction : la moyenne de décembre 1946 : 20,2 m³/s paraît bien élevée mais elle n'est pas rigoureusement impossible, elle a été conservée telle quelle.

On dispose donc de douze séries mensuelles complètes : de 1946-1947 incluse à 1975-1976 incluse qui correspondent à ce que nous appelons la période commune.

On a jugé bon de reproduire dans le corps de cette monographie les tableaux des débits moyens mensuels de ces stations ainsi revus et corrigés.

Station de la MEJERDAH à GHARDIMAOU : Tableau 2.4.3.1. (1) correspondant à la période 1946-1975.

Il comporte les moyennes mensuelles et le débit moyen annuel : $5,24 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondant à la moyenne des modules. La moyenne calculée à partir des débits mensuels peut être légèrement différente du fait que les valeurs des débits moyens ont été arrondies et que si l'on ne tient pas compte du nombre de jours dans chaque mois on risque une erreur qui peut atteindre près de 1 %, le mois de février présentant un débit très proche du débit moyen mensuel maximal.

Station de la MEJERDAH à JENDOUBA : Tableau 2.4.3.1. (5)

Ce tableau est en trois parties :

- Période 1898-1948 : débit moyen annuel : $6,69 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Période reconstituée de 1949-1968 : débit moyen annuel : $8,28 \text{ m}^3/\text{s}$, ce chiffre paraît élevé et est peut être légèrement surestimé mais il comprend un bon nombre d'années humides, plus que la période précédente.
- Période 1969-1975 pour laquelle les débits ont été suivis de très près avec de nombreux jaugages, débit moyen annuel : $7,55 \text{ m}^3/\text{s}$. Ce chiffre est élevé par suite des crues d'octobre 1969 et de mars 1973.

On a fait figurer les moyennes mensuelles pour la période totale 1898-1975 ainsi que le débit moyen annuel qui est de $7,19 \text{ m}^3/\text{s}$. On y a représenté également les débits moyens mensuels pour la période commune 1946-1975. Le débit moyen annuel est de $7,91 \text{ m}^3/\text{s}$, chiffre certainement un peu fort par rapport à une moyenne établie sur cent ans.

Cette variabilité des modules est normale étant donné la nature de la distribution statistique des débits moyens mensuels et des modules, mais il n'est pas interdit de penser que la moyenne de la période ancienne semble sous-estimée. A la vue des relevés, les petites crues de périodes habituellement sèches paraissent souvent avoir été omises par les observateurs. On trouve trop de mois à débit constant.

Station de la MEJERDAH à BOU SALEM : Tableau 2.4.3.1. (9)

Ce tableau concerne la période 1925-1952 date de construction du barrage. Le débit moyen annuel est égal à $23,32 \text{ m}^3/\text{s}$. Il est relativement élevé par suite de la forte hydraulicité de la période 1938-1952. On a présenté les débits moyens mensuels pour la période commune 1946-1975. Il n'ont pas de signification précise surtout pour les basses eaux par suite des lâchures du barrage de NEBEUR. Le débit moyen annuel, par contre, est significatif. Il se monte à $20,47 \text{ m}^3/\text{s}$, il faudrait ajouter à ceci le remplissage initial du barrage et les pertes par évaporation à partir de 1952. Pour la période totale d'observations 1926-1975 le débit moyen annuel est égal à $21,46 \text{ m}^3/\text{s}$, valeur plus élevée que pour la période commune. Il est possible que les débits anciens aient été surestimés.

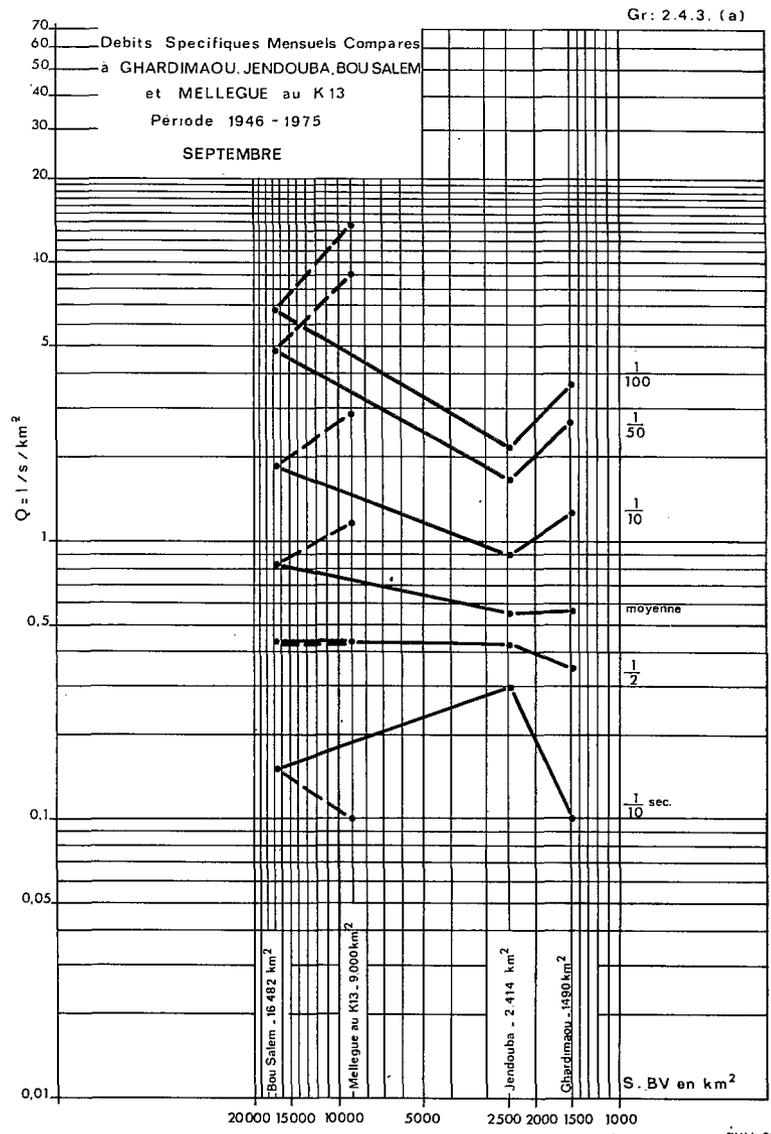
Station du MELLEQUE au K13 : Tableau 2.4.3.1. (13)

Ce tableau représente les débits moyens mensuels à cette station de l'année 1924-1925 incluse à 1975-1976 incluse. On donne les moyennes des débits moyens mensuels et le débit moyen annuel est égal à $5,06 \text{ m}^3/\text{s}$. Pour la période commune 1946-1975 le module est égal à $5,70 \text{ m}^3/\text{s}$, valeur nettement plus élevée que pour la période totale, comme à JENDOUBA.

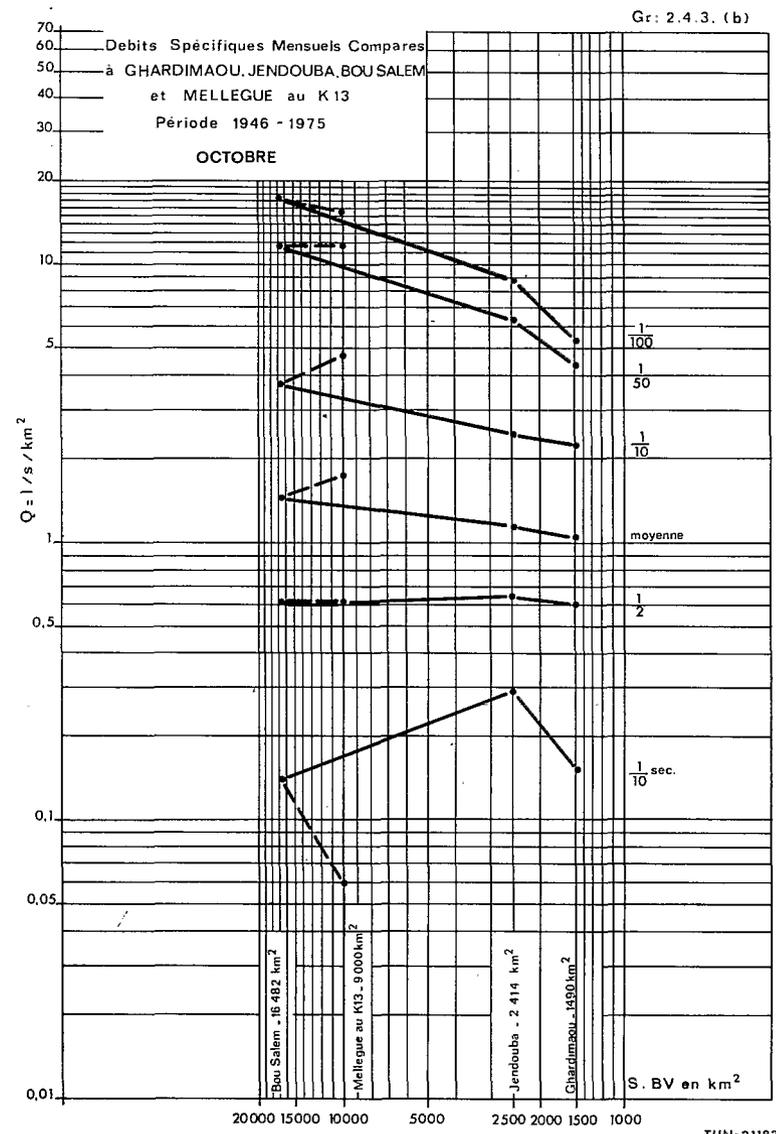
Station du RHEZALA à FERNANA : Tableau 2.4.3.1. (17)

Ce tableau correspond exactement à la période commune. Le débit moyen annuel est de $1,34 \text{ m}^3/\text{s}$.

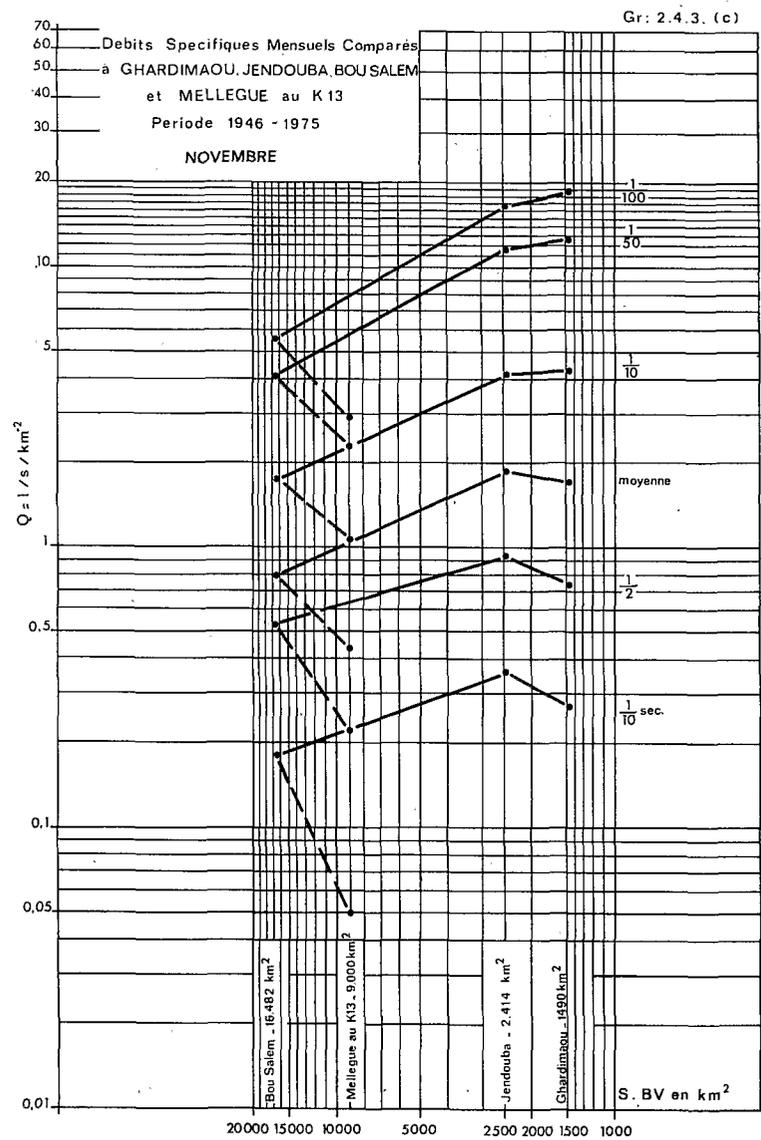
Pour chacune des cinq stations on a procédé à l'étude statistique des débits moyens mensuels à partir des tableaux cités plus haut. Pour certaines stations on a utilisé le programme d'ajustement usuel à l'ORSTOM à cinq ou six lois : lois de Gauss, de Gumbel, de Galton, de Pearson III, de Goodrich et de Fréchet, avec un test récemment mis au point et faisant peser davantage la finesse de l'ajustement vers les valeurs extrêmes. Mais l'irrégularité du régime des débits mensuels de certaines stations a conduit à mettre au point un autre programme d'ajustement à huit lois de distribution : les mêmes, plus celles de Pearson V et de Log Gamma qui peuvent permettre de mieux représenter des distributions très irrégulières sans donner pour les valeurs millénales ou centennales des chiffres manifestement trop forts comme la loi de Fréchet qui a été éliminée a priori pour cette raison. Le programme à cinq lois (sans loi de Fréchet) a été utilisé pour la station de JENDOUBA, celui à six lois pour les stations de GHARDIMAOU, de FERNANA et du MELLEQUE au K13, le programme à huit lois pour la station de BOU SALEM. En général, l'ajustement est bon pour les mois de hautes eaux, quelquefois pour les basses eaux, mais le plus souvent la mauvaise qualité des données rend cette opération difficile pour cette période de l'année. De toutes façons, il est plus facile de parvenir à un bon ajustement pour des séries d'observations de 76 ans comme à JENDOUBA que pour des séries de 27 ans comme à BOU SALEM.



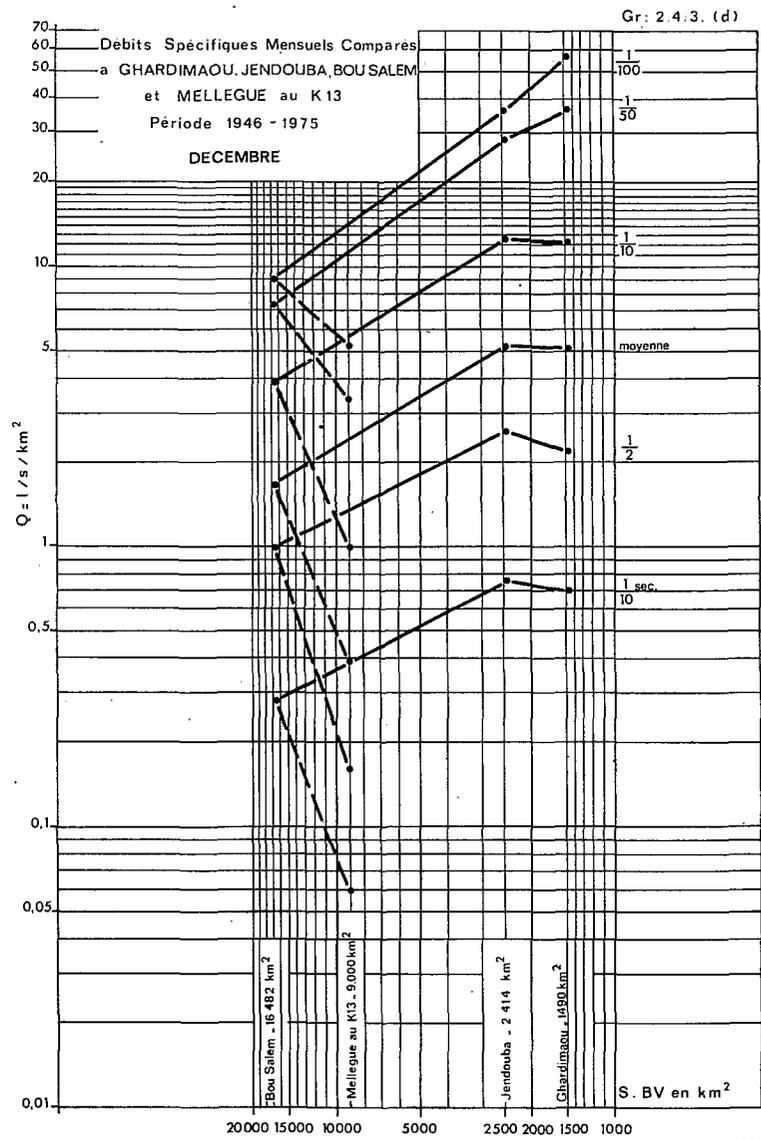
TUN-21182



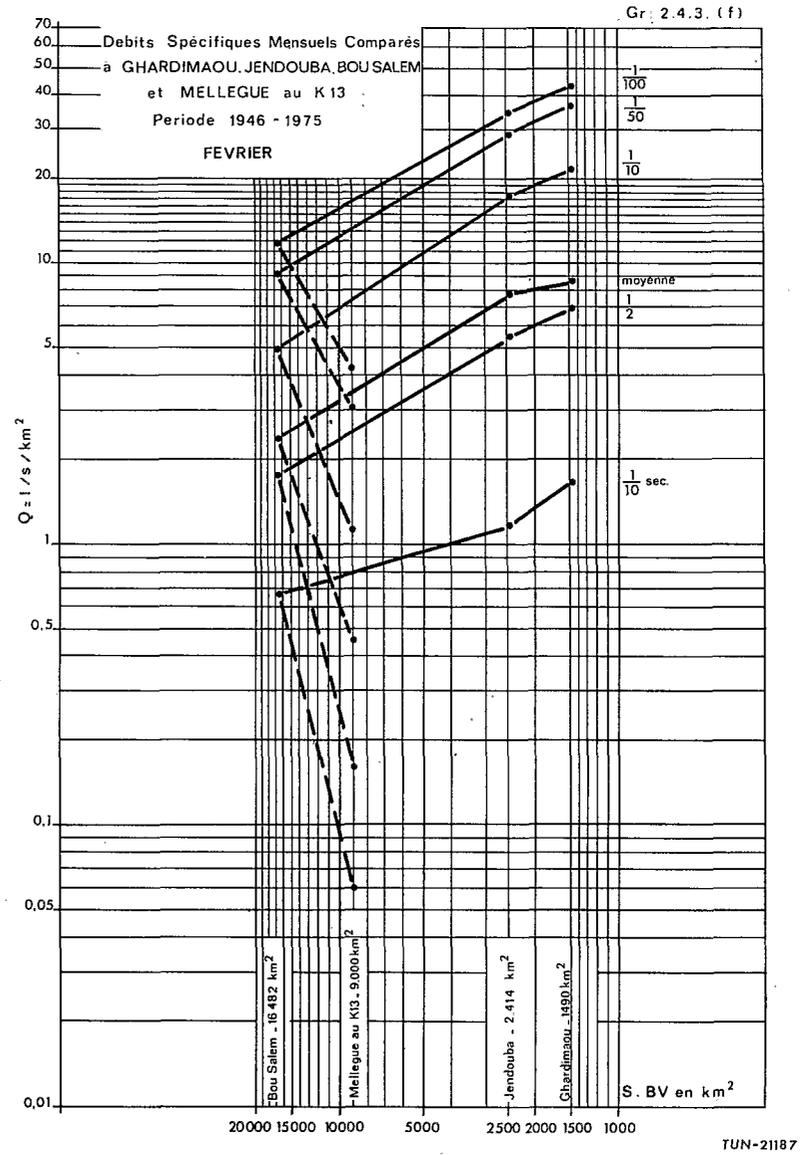
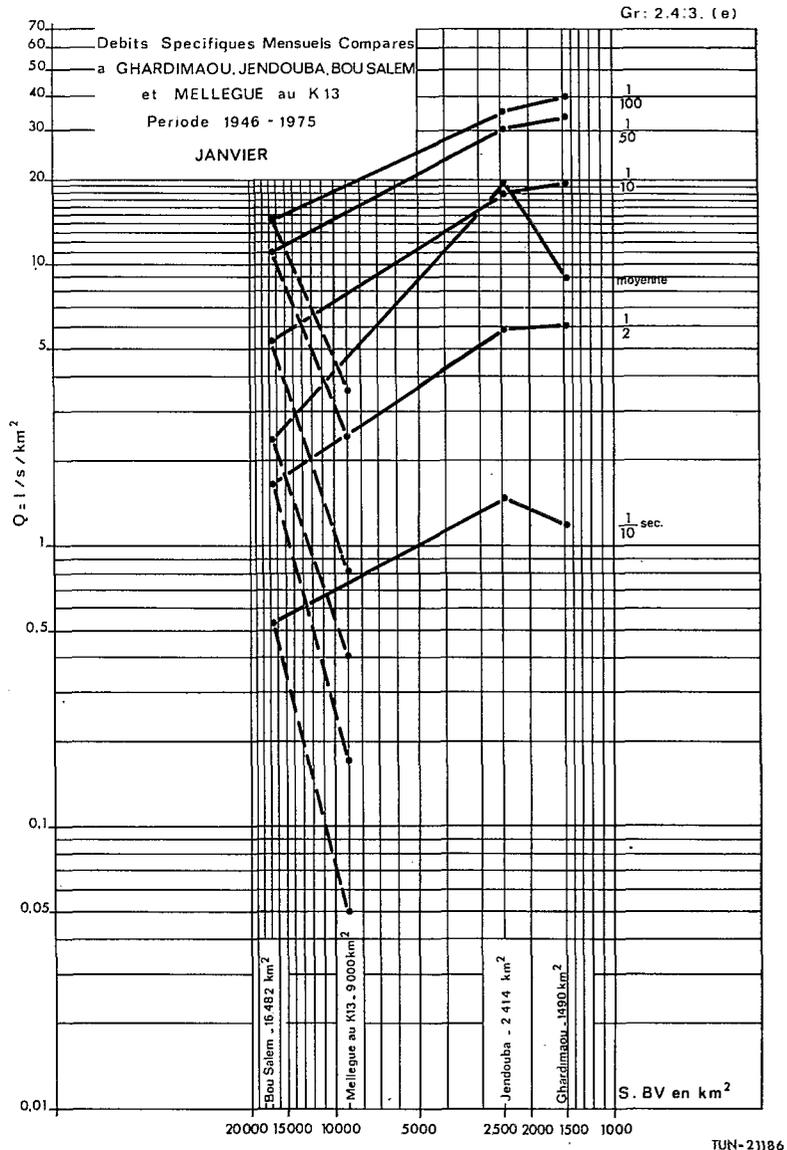
TUN-21183

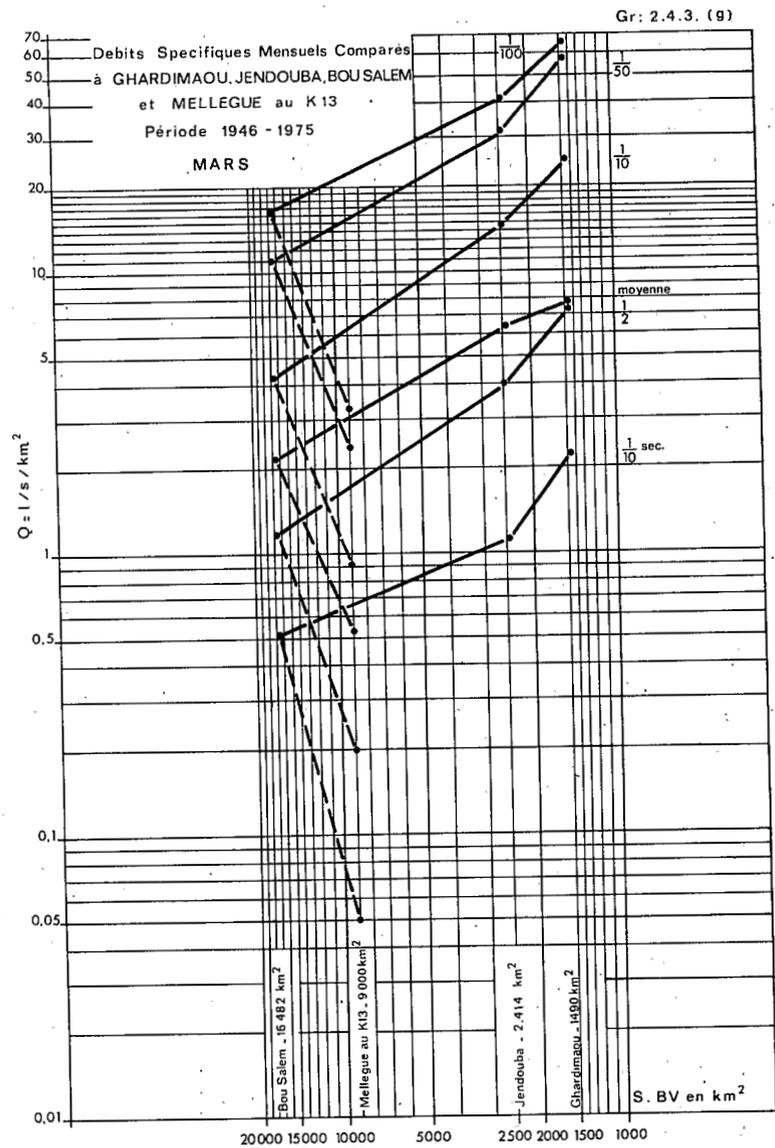


TUN-21184

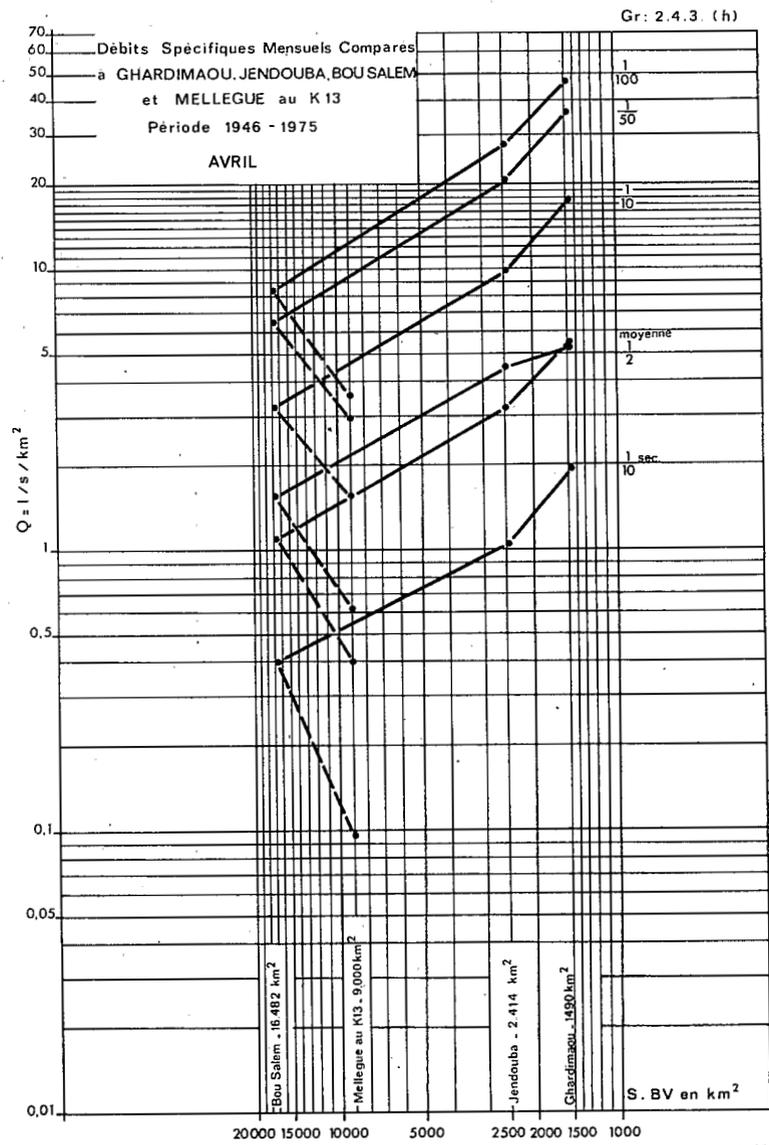


TUN-21185

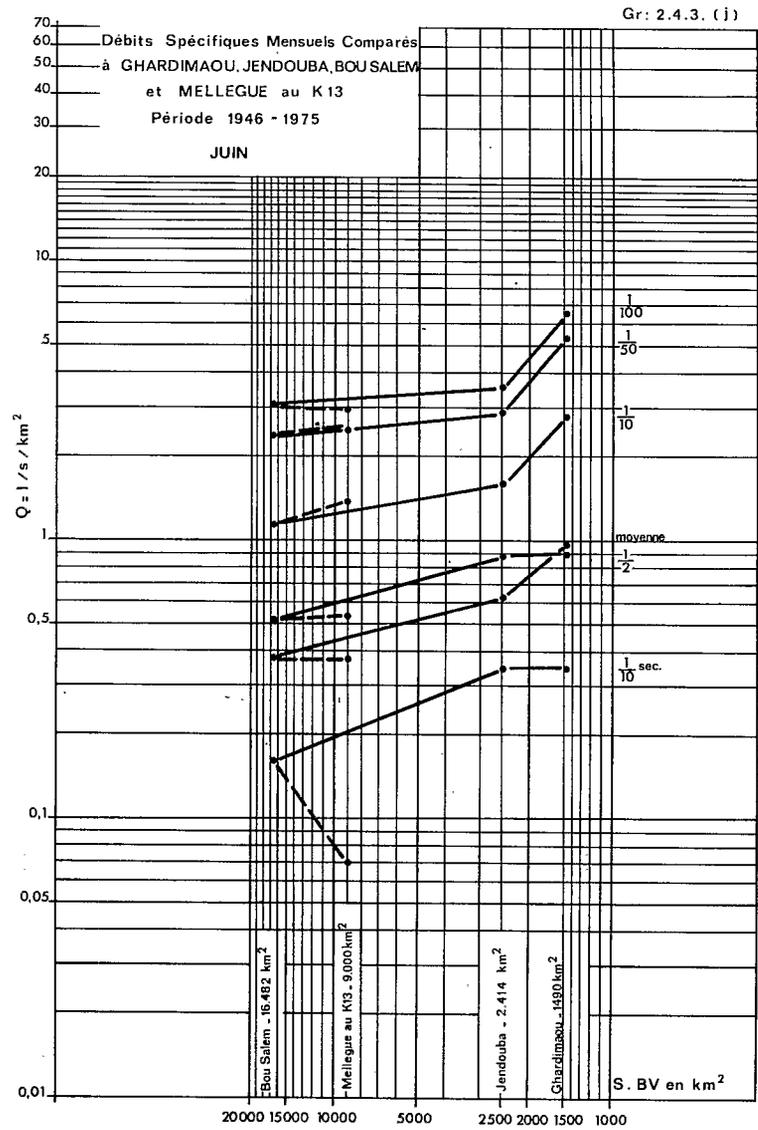
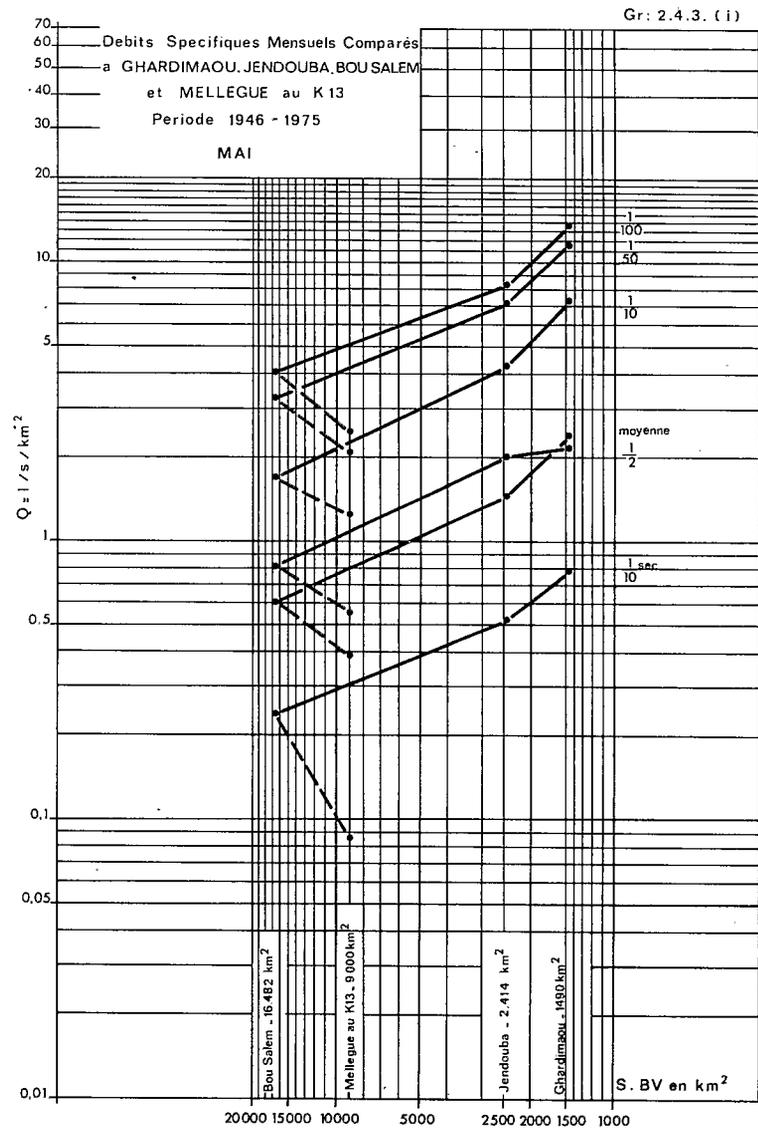


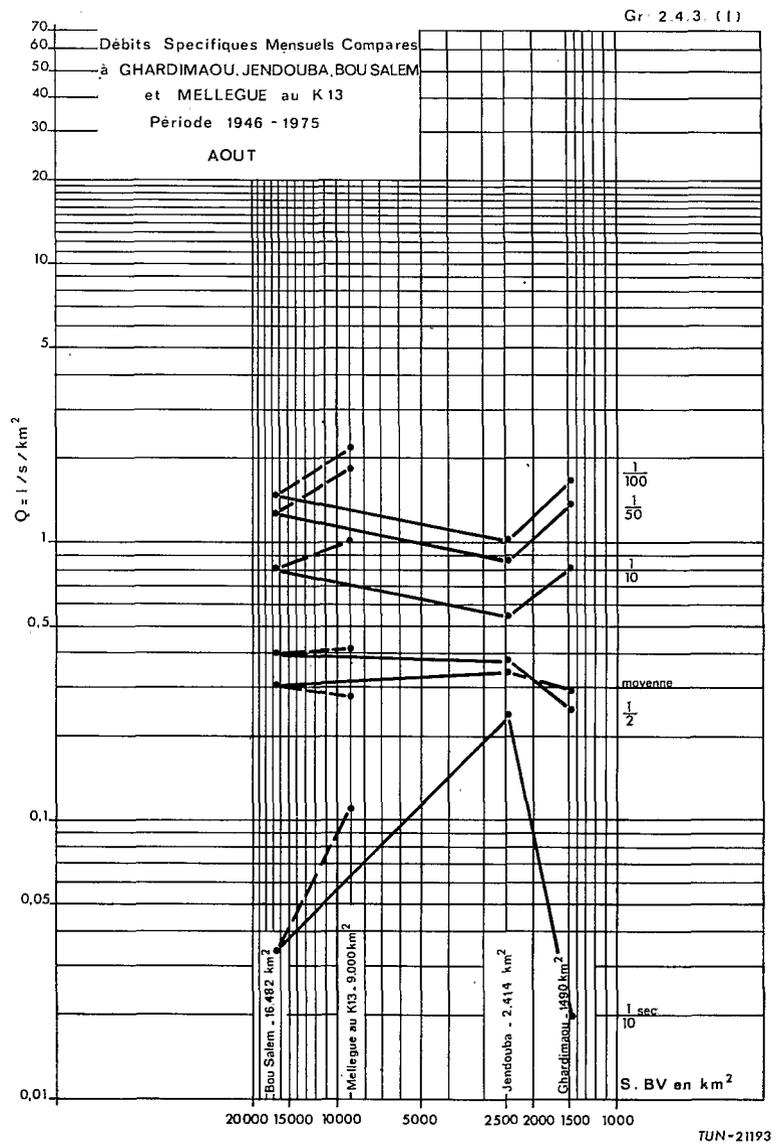
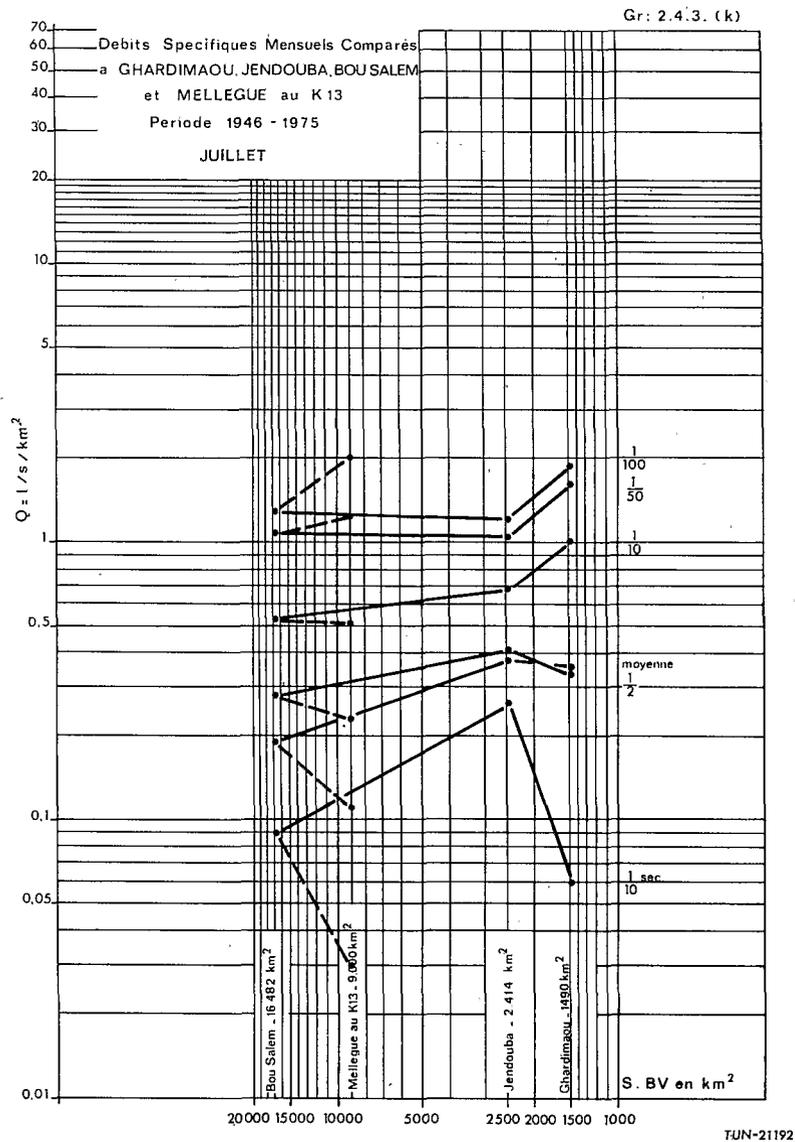


TUN-21188



TUN-21189





- Pour GHARDIMAOU : on a vérifié que, dans sa partie supérieure, la courbe adoptée restait assez voisine des valeurs les plus fortes reconstituées pour la période ancienne où seule la station de JENDOUBA était observée.

- Pour BOU SALEM : on a également fait une vérification du même genre pour la période postérieure à 1952 ; pour les très fortes crues (1969-1972) ; les valeurs mensuelles de ces deux années sont certainement inférieures aux valeurs naturelles, mais de peu. Dans presque tous les cas on s'en est tenu, pour la mise au point des tableaux, à des valeurs de diverses fréquences aux lois données par le programme. Elles ont été retouchées empiriquement seulement dans les cas suivants :

- . Septembre, octobre et novembre pour GHARDIMAOU.
- . Novembre, janvier et mai à JENDOUBA.
- . Septembre et octobre à BOU SALEM.
- . Novembre, décembre, janvier et février pour l'Oued MELLEGUE.

Il s'agit de mois de basses eaux avec un bon nombre de valeurs erronées, ou de mois de transition où une seule valeur très forte rend difficile l'ajustement, sauf pour janvier à JENDOUBA où la courbe de distribution expérimentale est nettement plus amortie vers le haut que celle de la loi de Goodrich.

On distingue trois catégories de régimes :

- Ceux pour lesquels on peut presque parler de saison de hautes eaux et de saison sèche : le plus typique étant le cas de FERNANA où la distribution de Goodrich prédomine. (Distribution de Galton pour les mois de transition).

- . Pour le module annuel c'est la distribution de Pearson III qu'il convient d'adopter, un peu mieux représentative que celle de Goodrich.
- . Pour GHARDIMAOU, les deux mois les plus abondants sont représentés par une distribution de Goodrich, les mois de transition par des distributions de Galton, le module annuel par une distribution de Pearson III.
- . Pour JENDOUBA, c'est moins net mais les deux mois les plus forts sont encore représentés par des distributions de Goodrich, le module annuel par une distribution de Pearson III mais on pourrait presque adopter une loi de Goodrich.

- Ceux pour lesquels peut se produire des grandes crues presque tous les mois de l'année et on constate alors une grande irrégularité interannuelle, c'est le cas du MELLEGUE. La distribution de Galton prédomine pour les débits moyens mensuels. Pour le module annuel on a choisi la loi de Pearson V qui correspond, elle aussi, à un régime très irrégulier.

- Les régimes des stations situées à l'aval du confluent du MELLEGUE qui deviennent très complexes, on retrouve les lois les plus diverses depuis la loi de Goodrich pour décembre et janvier (influence des crues des affluents nord) jusqu'aux distributions de Galton, de Pearson V et de Log Gamma. La loi des distributions des modules est en définitive la loi de Goodrich. Si l'on avait disposé d'une soixantaine d'années d'observations, on serait peut-être arrivé pour la station de BOU SALEM à un ensemble de lois un peu moins hétéroclite.

Ces études statistiques ont permis de mettre au point les tableaux 2.4.3.1. (2, 6, 10, 14, 18) qui récapitulent les débits moyens mensuels de fréquences déterminées pour les cinq stations retenues ainsi que les valeurs maximales et minimales constatées pendant la période d'observation. On n'a pas cité les valeurs de fréquence inférieure à $\frac{1}{10}$ pour les faibles valeurs des débits mensuels car les faibles débits sont connus avec une trop faible précision pour se permettre des extrapolations qui ne sauraient être que fantaisistes.

Les tableaux 2.4.3.1. (3, 7, 11, 15, 19) rassemblent pour les mêmes stations les débits spécifiques moyens mensuels. Enfin les tableaux 2.4.3.1. (4, 8, 12, 16, 19) donnent les coefficients mensuels de débit et les coefficients K3 (rapport du débit de fréquence $\frac{1}{10}$ fort au débit de fréquence $\frac{1}{10}$ faible) les coefficients de débit sont calculés en rapportant le débit moyen mensuel au débit moyen annuel de même fréquence. Pour l'utilisation de ces tableaux, il est bon de ne pas oublier que les 12 moyennes mensuelles d'une fréquence déterminée ne représentent absolument pas une année de même fréquence d'apparition. On a déjà précisé que la moyenne pondérée des douze valeurs mensuelles est en général légèrement différente de la moyenne annuelle calculée à partir des modules.

Les graphiques 2.4.3.1. (a à e) visualisent les débits moyens mensuels de diverses fréquences d'apparition (et non les années de même fréquence).

Les différences sont très nettes entre les régimes des différents affluents de la MEJERDAH et celui du fleuve lui-même aux différentes stations. Les deux cas extrêmes sont ceux du RHEZALA à FERNANA et du MELLEGUE au K13.

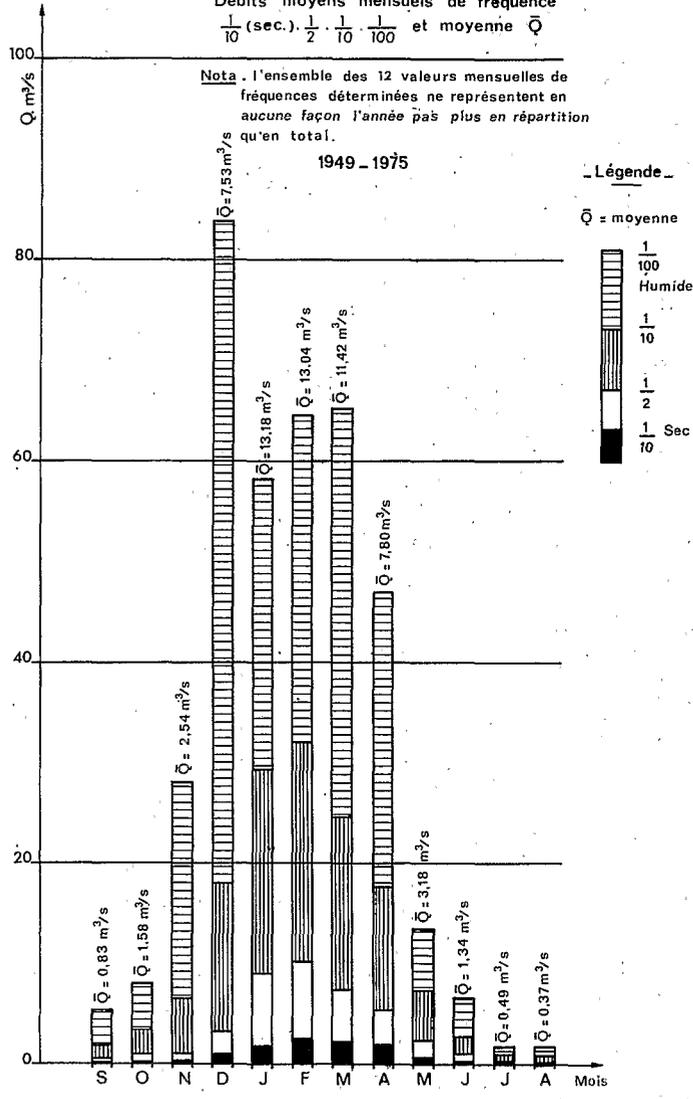
La MEDJERDAH à GHARDIMAOU

Gr: 2.4.3.1 (a)

Débits moyens mensuels de fréquence
 $\frac{1}{10}$ (sec.), $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ et moyenne \bar{Q}

Nota. l'ensemble des 12 valeurs mensuelles de fréquences déterminées ne représentent en aucune façon l'année pas plus en répartition qu'en total.

1949-1975



TUN-21194

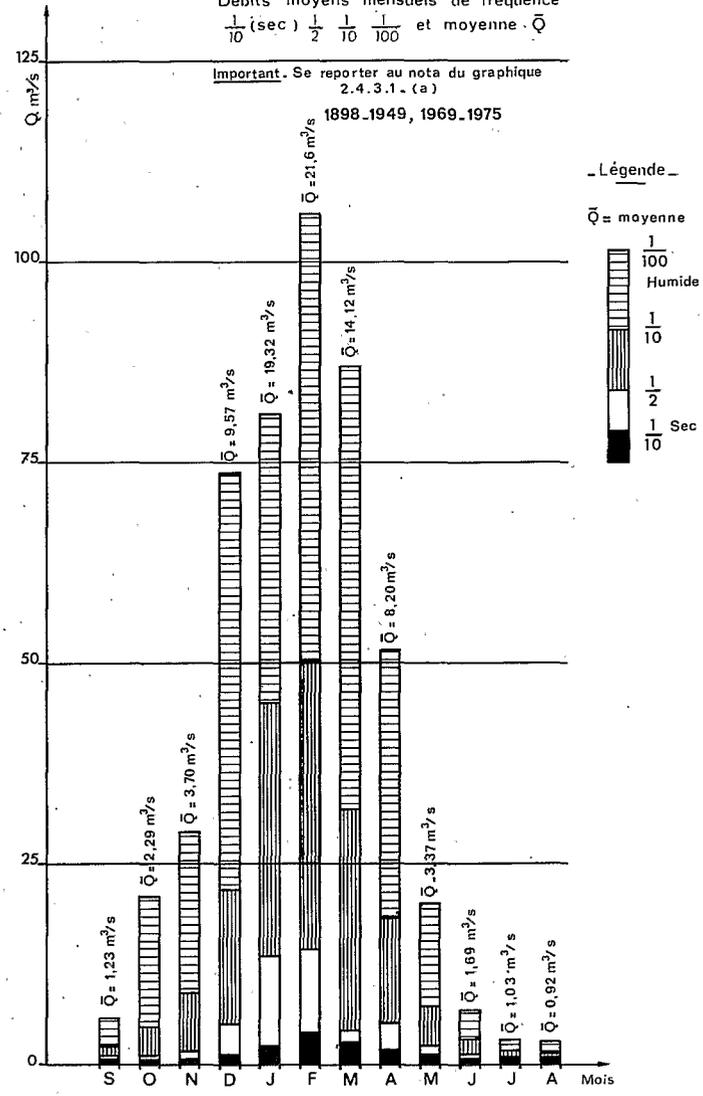
La MEDJERDAH à JENDOUBA

Gr: 2.4.3.1 (b)

Débits moyens mensuels de fréquence
 $\frac{1}{10}$ (sec), $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ et moyenne \bar{Q}

Important. Se reporter au nota du graphique 2.4.3.1. (a)

1898-1949, 1969-1975



TUN-21195

TUN- 21196

La MEDJERDAH à BOU SALEM

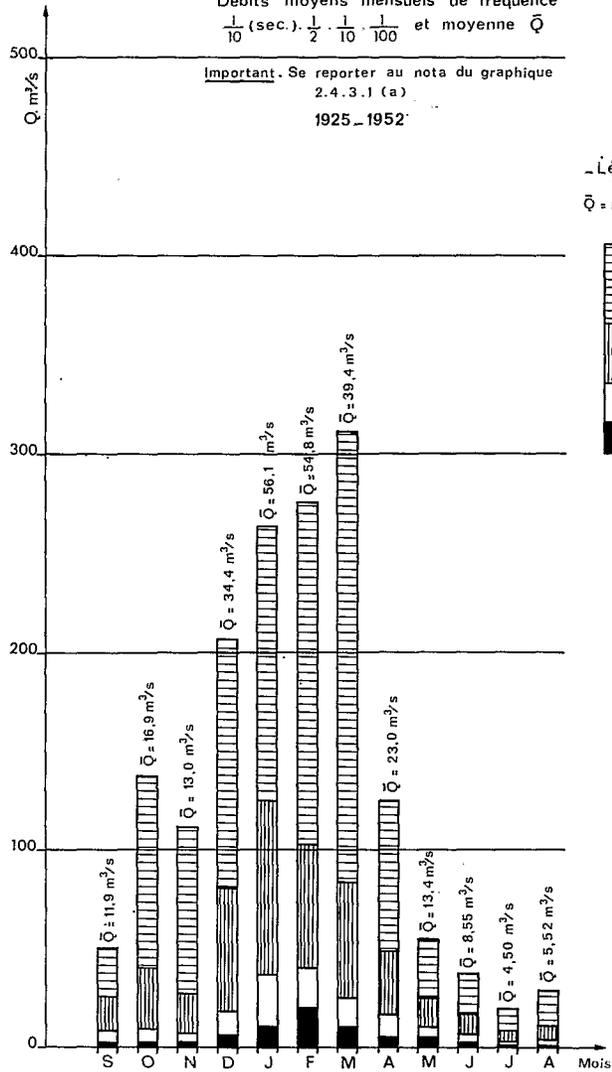
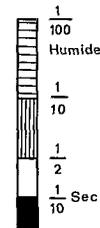
Débits moyens mensuels de fréquence
 $\frac{1}{10}$ (sec.), $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ et moyenne \bar{Q}

Important. Se reporter au nota du graphique
 2.4.3.1 (a)
 1925-1952

Gr: 2.4.3.1 (c)

Légende

\bar{Q} = moyenne



TUN- 21197

MELLEQUE au K 13

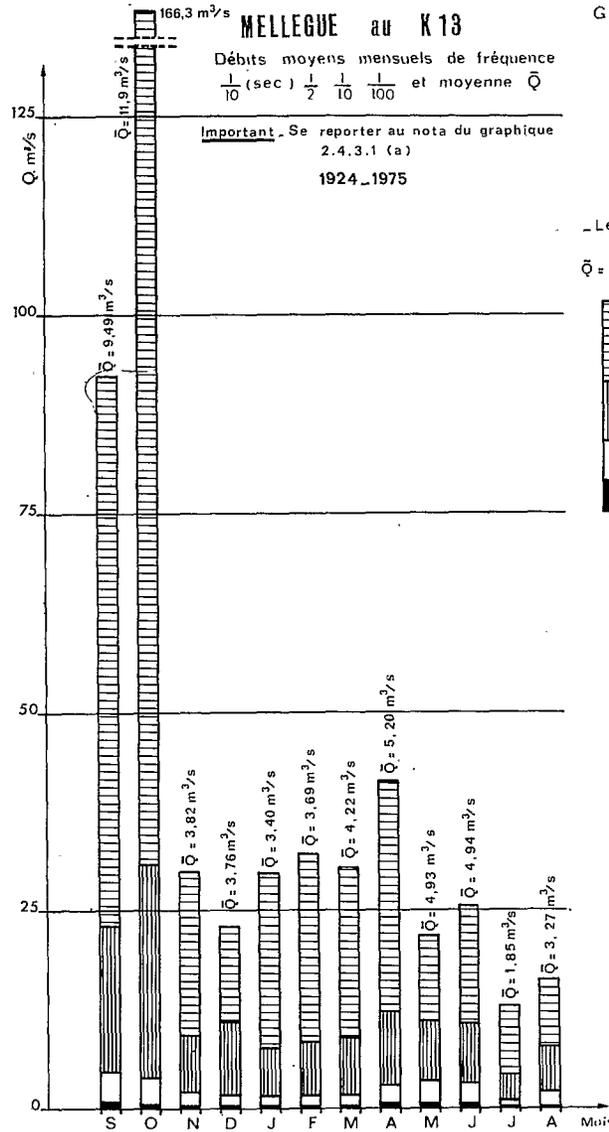
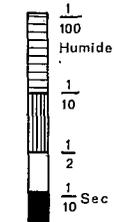
Débits moyens mensuels de fréquence
 $\frac{1}{10}$ (sec.), $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ et moyenne \bar{Q}

Important. Se reporter au nota du graphique
 2.4.3.1 (a)
 1924-1975

Gr: 2.4.3.1 (d)

Légende

\bar{Q} = moyenne

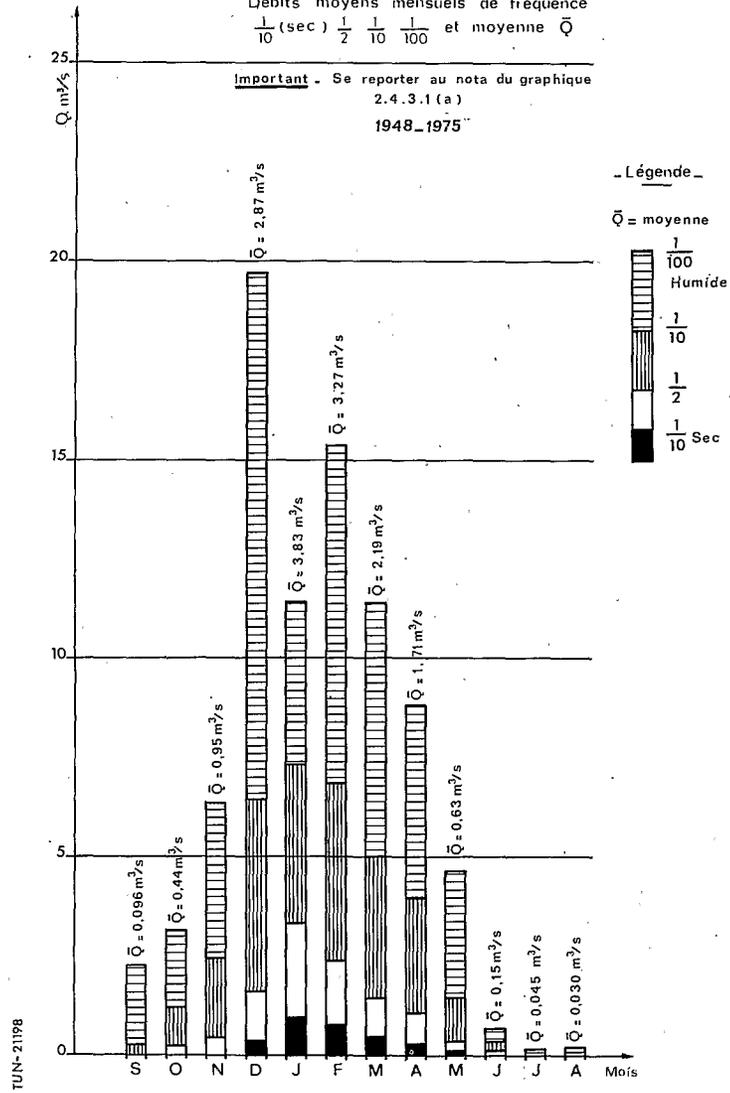


OUED RHEZALA à FERNANA

Gr: 2.4.3.1 (e)

Débits moyens mensuels de fréquence
 $\frac{1}{10}$ (sec) $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{100}$ et moyenne \bar{Q}

Important - Se reporter au nota du graphique
 2.4.3.1 (a)
 1948-1975



Le RHEZALA, avec une surface réceptrice très faible, est bien représentatif du régime de la partie nord-ouest du bassin, montagneuse et bien arrosée. Les régimes des Oueds RHARAI, KASSEB, BOU HEURIMA et BEJA et même ZARGA s'en rapprochent avec quelques variantes dues parfois à une différence d'orientation des bassins et à des hauteurs pluviométriques annuelles nettement différentes. On trouve un fort débit spécifique moyen annuel : $9,78 \text{ l/s.km}^2$ ($9,20$ pour la valeur médiane). Le maximum est très net, en janvier, 28 l/s.km^2 . Décembre et février sont un peu plus faibles $20,9$ et $23,8 \text{ l/s.km}^2$ mais restent élevés. Dans une moindre mesure mars et avril sont soutenus 16 et $12,5 \text{ l/s.km}^2$. Par contre juillet et août sont très faibles : $0,33$ et $0,22 \text{ l/s.km}^2$, septembre est encore assez faible.

A l'opposé, le MELLEGUE représente peut-être le cas extrême des régimes des affluents sud : les bassins beaucoup moins arrosés présentent des débits spécifiques moyens annuels beaucoup plus faibles que ceux des petits bassins versants du nord-ouest. Pour le MELLEGUE au K13, il se monte à $0,56 \text{ l/s.km}^2$ (valeur médiane $0,45 \text{ l/s.km}^2$). Bien qu'il s'agisse ici d'un bassin versant de $9\ 000 \text{ km}^2$ au lieu de 137 km^2 ce rapport de près de 20 avec le RHEZALA est impressionnant. Cette constatation conduit, dans l'analyse des différents apports à la MEJERDAH, à ne pas négliger de très petits bassins du nord-ouest. Le régime du MELLEGUE ne présente pas une saison de hautes eaux bien marquée suivie, après deux mois de transition, d'une saison sèche, comme pour le RHEZALA. Les crues peuvent se produire presque à un mois quelconque de l'année. La valeur maximale des débits moyens mensuels est atteinte en octobre, débit spécifique $1,32 \text{ l/s.km}^2$ soit $11,9 \text{ m}^3/\text{s}$, la valeur centennale est de $18,5 \text{ l/s.km}^2$ ($149 \text{ m}^3/\text{s}$). La valeur centennale mensuelle la plus élevée calculée au RHEZALA était de 144 l/s.km^2 . On voit que le rapport de ces débits spécifiques est bien inférieur au rapport des débits moyens annuels spécifiques. Octobre est suivi de près par septembre $1,05 \text{ l/s.km}^2$, valeurs médianes respectives $0,44$ et $0,51 \text{ l/s.km}^2$. La valeur moyenne d'octobre est peut-être légèrement surestimée par suite de la forte crue d'octobre 1969. Il n'est pas évident que sur une très longue série d'années la moyenne de septembre ne soit supérieure à celle d'octobre, mais il peut arriver que septembre et surtout octobre et novembre ne présentent aucune crue, auquel cas on trouve des débits spécifiques voisins de $0,05 \text{ l/s.km}^2$, valeurs assez comparables à celles du RHEZALA en cette saison mais nettement supérieures à celles de GHARDIMAOU en août, époque à laquelle le débit s'annule parfois certaines années.

On observe un maximum secondaire en avril-mai ou juin avec des débits spécifiques voisins de $0,55 \text{ l/s.km}^2$, ces valeurs soutenues ne résultent pas de mois régulièrement abondants mais d'une succession de mois à fort débit et de mois secs (la valeur décennale sèche pour avril est de $0,07 \text{ l/s.km}^2$).

Le mois de décembre ne présente qu'un débit spécifique de $0,42 \text{ l/s.km}^2$ (valeur médiane $0,21 \text{ l/s.km}^2$) encadré par novembre, janvier et février (débits spécifiques $0,42$; $0,38$; $0,41 \text{ l/s.km}^2$).

Le mois de juillet est toujours très sec comme au RHEZALA, débit spécifique $0,21 \text{ l/s.km}^2$ mais le débit moyen d'août est quelquefois relevé par de petites crues, la moyenne restant faible $0,36 \text{ l/s.km}^2$. En somme, on retrouve les hautes eaux d'hiver du versant nord, très atténuées, encadrées par les valeurs maximales de septembre, octobre et le maximum secondaire d'avril.

La haute MEJERDAH présente un régime moins simple que les affluents nord. On retrouve bien la période de débit maximal de janvier-février-mars avec maximum en janvier : $8,85 \text{ l/s.km}^2$ (la valeur de mars est peut-être influencée par la crue de mars 1973), ces chiffres sont 3 fois plus faibles que ceux de FERNANA. Il est vrai que le bassin est plus grand mais il est aussi moins arrosé. Les débits diminuent progressivement jusqu'en juin avec valeurs minimales très faibles en juillet et août : $0,33$ et $0,25 \text{ l/s.km}^2$, valeurs comparables à celles du RHEZALA. Il arrive que le débit mensuel soit nul à GHARDIMAOU, ceci est assez rare, peut-être une fois tous les 20 ans ou les 40 ans. Mais en septembre et en octobre on retrouve parfois une certaine influence du régime de l'Oued MELLEGUE qui se voit mal sur les moyennes. Le débit spécifique moyen annuel est de $3,51 \text{ l/s.km}^2$, très inférieur à celui du RHEZALA.

Entre GHARDIMAOU et JENDOUBA, la MEJERDAH reçoit l'Oued RHARAI de régime comparable à celui du RHEZALA, quoique les débits spécifiques doivent être un peu plus faibles. A JENDOUBA les débits de janvier et de février (valeur maximale) se maintiennent malgré l'augmentation sensible de bassin versant : $8,00 \text{ l/s.km}^2$ pour janvier et $8,95$ pour février. A noter que mars est nettement plus faible à JENDOUBA qu'à GHARDIMAOU, ceci est dû à ce que l'influence de la crue de mars 1973 est moins forte sur une série de 76 ans que sur une série de 30 ans. Sur la période commune de 30 ans, le rapport entre les débits de mars et de janvier ou février est assez voisin pour les 2 stations et probablement également surestimé par rapport aux données d'une série de plus de 100 ans. Décembre est assez soutenu. Les débits de septembre et octobre sont plus faibles qu'à GHARDIMAOU mais ceux de juillet et d'août sont plus élevés : $0,43$ et $0,38 \text{ l/s.km}^2$ par suite des restitutions de la nappe aquifère importante située immédiatement à l'amont de JENDOUBA et qui apporte près de 500 l/s . en année sèche.

La MEJERDAH à BOU SALEM présente un régime complexe puisque les régimes des stations de JENDOUBA, du MELLEGUE et du BOU HEURIMA, lequel reçoit le RHEZALA, et enfin du TESSA, se superposent. L'ensemble du bassin du BOU HEURIMA, avant la construction du barrage, se comportait un peu comme celui du RHEZALA. Le régime de l'Oued TESSA rappelle celui du MELLEGUE. Il y a une assez médiocre corrélation entre les modules, le débit à la station de SIDI MEDJENE sur le TESSA étant en moyenne légèrement supérieur à la moitié du débit moyen annuel à la station du MELLEGUE au K13.

En ce qui concerne la répartition mensuelle des débits sur l'Oued TESSA, il est très difficile de s'en faire une idée avec 6 années de relevés comportant 1972-1973 et 1969-1970. Les moyennes de septembre et

octobre certainement surestimées par les crues de 1969 doivent être beaucoup moins importantes en réalité que pour le MELLEGUE. Janvier, février, mars et peut-être avril présenteraient des débits relativement plus élevés (le bassin descend beaucoup moins vers le sud que celui du MELLEGUE). Juin-juillet et août sont des mois secs de même importance que sur le MELLEGUE avec également quelques petites crues en août.

La composition de ces divers régimes conduit, compte tenu des abondances respectives de ces divers bassins, à un maximum d'hiver très net de décembre à mars, le débit mensuel le plus élevé étant celui de janvier avec $3,4 \text{ l/s.km}^2$ (médiane $2,29 \text{ m}^3/\text{s}$). En automne et au printemps, les débits restent soutenus grâce aux apports du MELLEGUE et du TESSA, mais ceci n'est valable que pour la moyenne car les débits mensuels de ces 2 cours d'eau aux périodes mentionnées sont très irréguliers d'une année à l'autre, la moyenne élevée résultant d'une crue notable ou forte de temps en temps. L'été avec des débits spécifiques de $0,27$ en juillet et de $0,34$ en août est la période d'étiage à peine perturbé de temps en temps par quelques petites crues des affluents rive gauche. Ce qui précède montre bien la nécessité de la construction d'un grand réservoir sur le MELLEGUE. La valeur spécifique du module annuel à BOU SALEM est de $1,41 \text{ l/s.km}^2$ correspondant à $23,32 \text{ m}^3/\text{s}$.

On a déjà dit quelques mots de l'irrégularité interannuelle pour les différents mois. Cette irrégularité peut être mise en évidence par le rapport des deux déciles (débit de fréquence $0,10$ humide sur débit de fréquence $0,10$ sèche). Ce coefficient est généralement très élevé, beaucoup plus que le coefficient K3 à l'échelle annuelle. Ceci n'a rien d'étonnant car il y a, à l'échelle annuelle, une certaine compensation qui réduit les écarts. Le MELLEGUE, le moins arrosé, paraît très irrégulier, ceci est logique puisque 1 fois tous les dix ans au moins le débit de chaque mois présente une valeur inférieure à la valeur moyenne du mois le plus sec : juillet et, de temps en temps, il y a une crue pour un mois quelconque de l'année. Ceci reste valable même si on admet une certaine incertitude sur les valeurs décennales sèches. Octobre présente la valeur maximale pour K3 avec $54,2$. Les mois les plus réguliers sont mai et juillet, ce dernier étant le mois de basses eaux K3 = $14,7$ et $15,0$. Les mois de décembre à avril sont relativement réguliers avec des valeurs un peu supérieures ou un peu inférieures à 20 comme sur la majeure partie du bassin de la MEJERDAH. Mais septembre et octobre, mois de loin les plus abondants sont ceux qui présentent les plus fortes valeurs de K3. A GHARDIMAOU l'irrégularité est moins forte que sur le MELLEGUE puisque K3 varie de $7,97$ en juin à $40,5$ en août. Cette dernière valeur est normale puisque le débit d'étiage s'amule certaines fois et en tous cas peut être extrêmement faible tous les dix ans. On y retrouve une certaine tendance déjà relevée sur le MELLEGUE : quelques crues de temps en temps en septembre et octobre. Novembre, décembre et janvier présentent des valeurs voisines de 17 .

Les débits à JENDOUBA sont beaucoup plus réguliers, K3 descend jusqu'à $2,6$ en juillet et août grâce aux restitutions de la nappe qui évite des valeurs très faibles. Juin et septembre présentent encore des valeurs modérées pour la même raison : $4,18$ et $3,81$. En outre, il y a peu de chance de crues notables ces mois-là, la tendance du régime du MELLEGUE s'estompe, et les petites crues brutales à GHARDIMAOU à cette époque s'amortissent et sont absorbées par la nappe. L'irrégularité reste à peu près la même qu'à GHARDIMAOU pour les mois d'hiver : de décembre à mars.

A BOU SALEM le régime reste assez irrégulier, la superposition du régime du MELLEGUE et de la MEJERDAH réduit cependant quelque peu la valeur de K3 qui reste élevée de septembre à janvier (novembre exclu) : il y a là une influence atténuée des crues du MELLEGUE. K3 = $9,88$ en septembre et $13,3$ en octobre, valeur maximale, mais décembre et janvier présentent encore des valeurs fortes $13,2$ et 11 alors que février et mars ont des valeurs relativement faibles : 5 et $7,71$. Les débits de ces mois sont toujours abondants. De mai à juillet K3 reste compris entre $5,83$ et $4,58$ valeur relativement modérée, août est un peu relevé par les crues du MELLEGUE.

Le RHEZALA a des coefficients K3 très élevés en septembre et octobre K3 = 60 et 200 . Cela tient au fait qu'en année sèche le débit descend très bas, le bassin ayant apparemment peu de réserves souterraines, tandis qu'en année humide les débits peuvent être assez élevés pendant cette période ; juillet et août, par contre, restent presque toujours secs d'où des valeurs de K3 égales à $4,37$ et $8,57$. Au printemps, par contre, les débits sont soutenus par les apports des nappes reconstituées assez régulièrement par la saison pluvieuse. Les mois de valeurs moyennes maximales janvier et février présentent des coefficients égaux à $7,69$ et $9,49$. Ces mois sont presque toujours bien alimentés, tandis que les mois de transition décembre et mars présentent des valeurs élevées : $17,9$ et $13,2$. Il faut noter aussi que toutes choses restant égales par ailleurs un très petit bassin comme le RHEZALA a tendance à présenter des valeurs de K3 plus élevées que pour de grands bassins.

Toutes ces valeurs pourront être sujettes à des modifications non négligeables lorsqu'on disposera de séries de relevés de durées nettement plus longues.

Les coefficients mensuels de débits atteignent pour les mois de hautes eaux des valeurs élevées malgré l'atténuation apportée par le calcul des moyennes. Si l'on considère les débits moyens interannuels on observe en effet :

2,52 à GHARDIMAOU en janvier	(2,49 en février et 2,18 en mars)
3,00 à JENDOUBA en février	(2,69 en janvier)
2,35 en octobre sur le MELLEGUE au K13	(1,88 en septembre)
2,41 en janvier à BOU SALEM	(2,35 en février)
2,86 à FERNANA en janvier	(2,44 en février et 2,14 en décembre).

Par contre, en saison sèche les coefficients descendent parfois très bas. En effet, toujours sur les moyennes interannuelles, on observe :

à GHARDIMAOU : 0,07 en août et 0,09 juillet
 à JENDOUBA : 0,13 en août, 0,14 en juillet et 0,17 en septembre (influence de la nappe aquifère).
 à BOU SALEM : 0,19 en juillet.

Le MELLEGUE a un débit d'étiage assez soutenu et le coefficient mensuel le plus bas est de 0,37 en juillet. A FERNANA par contre on trouve : 0,02 en août, 0,03 en juillet et 0,07 en septembre. Les coefficients de débit correspondant aux différentes périodes de retour sont d'autant plus élevés que l'année est plus humide. Ceci est normal et traduit le fait que les valeurs du débit moyen annuel sont moins variables que celles des débits moyens mensuels et croissent donc moins vite que celles-ci lorsque la fréquence devient plus faible.

La comparaison des débits spécifiques moyens mensuels est faite sur les graphiques 2.4.3. (f à j). Généralement ce débit décroît lorsque la superficie croît. Cependant on constate que, les années sèches, le débit spécifique à JENDOUBA reste plus élevé qu'à GHARDIMAOU pour le mois le plus sec du fait de l'apport des nappes. A BOU SALEM, comme ceci a déjà été indiqué plus haut, les débits spécifiques d'août-septembre et octobre sont relevés par les apports du MELLEGUE. Les débits spécifiques plus élevés à JENDOUBA qu'à GHARDIMAOU pour la fréquence centennale humide en février, mai et octobre s'expliquent peut-être par l'influence du RHARAI pour février, par un régime un peu comparable à celui du MELLEGUE certaines années pour octobre et aussi tout simplement par l'imprécision de l'évaluation des valeurs centennales, surtout pour GHARDIMAOU.

2.4.3.2. LES PERTURBATIONS DUES AUX BARRAGES

L'étude des relevés des stations de la MEJERDAH à BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB de 1953-1954 à 1975-1976 permet dans une certaine mesure d'évaluer l'effet perturbateur des barrages. Il n'a pas été possible d'isoler l'effet du barrage de BEN METIR, la période d'observation postérieure à la mise en eau de ce barrage étant trop courte. Cependant l'influence de BEN METIR doit être sans grande importance pour la période sèche, les débits au départ de ce barrage ne viennent pas gonfler les débits à cette époque puisqu'ils sont exportés directement sur TUNIS, la seule influence probable est une diminution des débits hivernaux par rétention dans la retenue.

Cette étude ne peut qu'être assez sommaire pour deux raisons :

1°/ - de façon générale, l'analyse statistique donne des résultats qui doivent être considérés avec beaucoup de prudence pour des débits perturbés de façon significative par l'exploitation des barrages, d'autant plus que les règles de cette exploitation varient fatalement lorsqu'on considère des périodes de vingt ans de plus.

2°/ - en outre, les études effectuées pour les stations précédentes ont montré qu'il fallait des périodes d'observations de quarante ans au moins pour avoir une bonne idée des distributions statistiques des débits mensuels. On sera donc amené à comparer des résultats sur des périodes trop courtes.

Les données des deux stations aval posent des problèmes délicats, le lit est instable surtout en basses eaux et pour un bon nombre d'années il n'y a pas de jaugeages à cette époque ou trop peu. La station de BOU SALEM ne permet guère d'obtenir des débits précis pour les fortes crues. Aussi, bien que les lectures des échelles ou les enregistrements des limnigraphes soient en général de bonne qualité, il a été jugé prudent de procéder à une comparaison mois par mois des débits mensuels aux stations de GHARDIMAOU, JENDOUBA, MELLEGUE au K13, FERNANA, BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB et à un examen des débits spécifiques des bassins résiduels. Cet examen a conduit à rectifier certains débits aux deux stations :

- Août-Novembre 1957, janvier-février-mars 1958 à BOU SALEM
- Janvier-février-mars 1958 à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB
- Avril et juin 1959 à MEDJEZ EL BAB
- Décembre 1959, janvier et mai 1960 à MEDJEZ EL BAB
- Décembre 1960, janvier-février 1961 à MEDJEZ EL BAB
- Décembre 1961, janvier 1962 à BOU SALEM
- Mars 1962 à MEDJEZ EL BAB
- Août 1967 à MEDJEZ EL BAB
- Septembre et octobre 1968, mai-juin-juillet-août 1969 à MEDJEZ EL BAB
- Janvier et février 1969 à BOU SALEM
- Décembre 1969, février-mars 1970 à BOU SALEM
- Février 1970 à MEDJEZ EL BAB

- Décembre 1971, mars 1972 à BOU SALEM
- Juillet 1974 à MEDJEZ EL BAB
- Septembre-Décembre 1974 et mars 1975 à MEDJEZ EL BAB
- Février 1975 à BOU SALEM
- Mai 1976 à MEDJEZ EL BAB.

On a jugé utile de reproduire dans les tableaux 2.4.3.2.(1) et 2.4.3.2.(5) les débits moyens mensuels ainsi corrigés et cohérents avec ceux des autres stations, pour toute la période (1953-1975) aux stations de BOU SALEM - MEDJEZ EL BAB. Pour cette dernière station on a reproduit également les débits de 1946-1952, bien que cette série ne soit pas homogène avec la série ultérieure qui a été affectée par la construction du barrage de NEBEUR.

Ces débits mensuels ont fait l'objet d'une analyse statistique dont quelques résultats sont rapportés dans les tableaux 2.4.3.2.(2) et 2.4.3.2.(6). Bien qu'il soit assez hasardeux d'épiloguer sur les formes de distribution de débits perturbés, signalons qu'on y retrouve assez souvent des distributions de Goodrich (BOU SALEM : novembre-janvier-février-avril-mai et août ; MEDJEZ EL BAB : novembre-janvier-février, avril-mai-juin), distribution assez régulière qu'on devrait rencontrer plus souvent pour un cours d'eau partiellement régularisé, mais le barrage de NEBEUR ne peut rien sur les crues de la haute MEJERDAH ni sur celles des affluences rives droite, du TESSA et de la SILLANA, en particulier pour les mois de septembre et octobre 1969 et mars 1973, d'où un certain nombre de mois à distribution assez irrégulière, les échantillons sont petits lorsqu'ils contiennent des événements de période de retour 100 ans ou plus.

Les tableaux 2.4.3.2.(3), 2.4.3.2.(7) présentent les mêmes valeurs traduites en débits spécifiques et les tableaux 2.4.3.2.(4) et 2.4.3.2.(8) les coefficients mensuels de débit pour les mêmes stations ainsi que ces valeurs du coefficient K3.

Coefficients mensuels et K3 sont les meilleures caractéristiques pour mettre en valeur l'influence du barrage mais les comparaisons sont moins nettes qu'elles ne devraient l'être car il se trouve que pendant la période 1953-1975 les modules relativement peu perturbés par les barrages présentent une distribution plus irrégulière qu'au cours de la période précédente par suite de la nature très particulière de l'échantillon des débits naturels (mois exceptionnellement secs ou humides).

La valeur médiane à BOU SALEM pendant la période récente est beaucoup plus faible que pendant la période ancienne alors que la valeur centennale donnée par la courbe ajustée est plus élevée par suite des crues exceptionnelles. Cependant on note que pendant la plupart des mois secs le coefficient de débit est nettement relevé et K3 abaissé. Pour les débits moyens interannuels on a par exemple à BOU SALEM (Tableau 2.4.3.2. (8)).

TABLEAU 2.4.3.2. (8)

MEJERDAH à BOU SALEM		Sept.	Oct.	Nov.	Juin.	Juil.	Août
Coefficients mensuels	période 1925-1952	0,42	0,46	0,36	0,31	0,16	0,19
	période 1953-1975	0,48	0,53	0,55	0,35	0,32	0,36
K3	période 1925-1952	9,88	13,3	-	5,83	4,58	6,1
	période 1953-1975	5,13	10,5	-	4,27	4,04	3,41

Par contre, en saison humide, le coefficient mensuel est souvent abaissé le coefficient K3 ne variant guère. Il a même une certaine tendance à augmenter, mais ceci est dû à la différence de structure des deux échantillons dont il a été parlé plus haut qui masque l'effet du barrage de NEBEUR.

TABLEAU 2.4.3.2. (9)

MEJERDAH à BOUSALEM		Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai
Coefficients mensuels	période 1925-1952	0,89	1,76	1,93	1,20	0,76	0,50
	période 1953-1975	0,89	1,72	1,66	1,22	0,94	0,54
K3	période 1925-1952	13,2	11,0	5,0	7,71	8,30	5,57
	période 1953-1975	9,93	11,2	9,90	8,16	9,77	7,57

Pour les valeurs décennales sèches, l'effet sur le coefficient est encore plus net pour les mois secs, comme on le voit ci-dessous :

TABLEAU 2.4.3.2. (10)

MEJERDAH à BOU SALEM		Sept.	Oct.	Juin	Juil.	Août
Coefficients mensuels	période 1925-1952	0,23	0,26	0,31	0,16	0,16
	période 1953-1975	0,40	0,37	0,38	0,29	0,36

On voit donc qu'un effet certain du barrage de NEBEUR est le renforcement des débits d'étiage, en particulier en juillet et août (on a déjà vu plus haut l'effet important sur les pointes de crues)

Il est intéressant de comparer BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB pour la période commune postérieure à la mise en eau du barrage, on perçoit une régularisation des débits, deux valeurs seulement de K3 dépassent 10 à MEDJEZ EL BAB. De même les coefficients mensuels pour les débits moyens interannuels sont un peu plus faibles à MEDJEZ EL BAB de façon générale pour les mois les plus abondants. Ils restent à peu près les mêmes pour les mois les plus secs. Ces effets s'expliquent par l'accroissement de la superficie du bassin versant et par les apports du bassin versant intermédiaire.

Tout récemment H. DOSSEUR a mis au point après des études très approfondies des séries de tableaux de débits naturels pour la période 1946-1975.

Ces tableaux établis pour passage à l'ordinateur ont été mis au point de telle façon qu'ils ne présentent absolument aucune incompatibilité. Toutes les stations doivent présenter des débits mensuels supérieurs à ceux des stations immédiatement à l'amont. Or l'infiltration dans les régions situées à l'aval de GHARDIMAOU et à l'amont de JENDOUBA est telle, qu'en fait il arrive effectivement que certains débits mensuels à JENDOUBA soient inférieurs aux débits correspondant à GHARDIMAOU.

En outre, lorsque la pointe de crue a lieu le dernier jour du mois à BOU SALEM, le débit mensuel à MEDJEZ EL BAB pour ce mois est inférieur à celui de BOU SALEM ; enfin en période d'irrigation les prélèvements entre ces deux stations peuvent conduire à des anomalies. C'est pourquoi, dans la présente Monographie, il n'a été tenu compte de cette règle que pour redresser des erreurs évidentes (plutôt des difficultés de choix de courbes de tarage). Il en résulte un certain nombre de divergences entre les tableaux récents 1946-1975 et ceux que l'on trouvera ici. Cependant pour donner une idée assez précise des débits naturels à BOU SALEM (donc non perturbés par le barrage de NEBEUR) pour la période 1946-1975, on reproduit le tableau 2.4.3.2.(11) qui utilisé avec le tableau de la période 1925-1952 peut permettre des études des débits naturels sur une plus longue série.

TABLEAU 2.4.3.1. (1)

MEJERDAH A GHARDIMAOU (1 490 km²)
Débits moyens mensuels en m³/s - Période (1946-1975)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
* 1946	((0,40))	((0,05))	((0,10))	((25))	((10,0))	((0,70))	((0,60))	((3,30))	((0,50))	((0,40))	((0,35))	((0,38))
* 1947	((0,20))	((5,50))	((0,70))	((3,5))	((5,5))	((2,20))	((1,90))	((1,50))	((1,0))	((0,85))	((0,35))	((0,30))
* 1948	((0,15))	((0,30))	((3,0))	((2,0))	((30))	((5,0))	((6,0))	((6,90))	((2,25))	((1,40))	((1,0))	((0,80))
1949	0,34	0,77	1,76	2,08	9,24	8,39	23,2	13,3	5,90	0,94	0,26	0,32
1950	1,04	0,78	0,99	1,67	7,78	13,70	3,24	1,10	0,83	0,16	0,025	0
1951	0,43	6,27	2,99	3,27	20,70	42,40	15,1	8,65	4,56	1,42	0,57	0,74
1952	1,22	0,96	3,44	52,4	46,5	17,70	33,7	6,04	4,70	1,69	0,81	1,41
1953	0,52	4,03	22,4	6,04	40,1	35,4	13,3	22,8	4,99	2,22	1,06	0,63
1954	0,70	0,92	2,48	8,42	8,42	11,8	7,53	4,74	1,57	0,62	0,19	0,51
1955	4,25	2,95	1,43	11,6	5,69	37,3	9,72	4,38	2,52	1,01	0,48	0,33
1956	0,52	0,60	0,88	7,11	8,59	3,14	1,16	4,18	3,64	1,42	0,42	0,39
1957	0,96	4,55	7,39	17,2	30,3	5,30	11,5	3,05	1,36	0,78	0,35	0,29
1958	0,44	1,62	4,35	3,74	7,84	3,13	21,1	32,5	5,66	8,53	1,36	0,88
1959	1,97	1,42	11,1	14,9	12,7	7,37	3,05	8,07	11,1	2,26	1,27	0,83
1960	0,84	0,92	0,94	1,57	10,2	5,08	2,45	1,69	1,03	0,52	0,11	0,093
1961	0,12	0,54	0,74	0,99	1,38	43,0	7,07	2,87	1,34	1,02	0,59	0,17
1962	(0,35)	(0,55)	((1,20))	2,61	(0,50)	7,70	2,96	16,1	2,60	2,30	(0,75)	((0,5))
1963	(1,53)	((0,70))	((0,4))	((5,20))	17,1	((20))	((8))	((4))	((0,7))	(0,68)	0,39	0,39
1964	0,44	1,27	1,79	0,91	23,6	27,4	6,33	4,54	1,86	0,87	0,34	0,26
1965	0,49	0,58	0,53	5,00	2,94	1,97	8,45	9,01	8,80	1,44	0,34	0,09
1966	0,22	0,48	0,74	3,50	4,72	6,97	6,80	2,91	1,62	0,49	0,039	0,038
1967	0,51	0,21	0,67	7,49	29,0	7,57	7,84	1,95	1,02	1,71	0,28	0,12
1968	0,25	0,29	0,42	1,55	7,44	2,17	3,22	3,45	0,69	0,25	0,12	0,18
1969	3,72	4,51	1,42	30,1	7,63	5,79	8,41	6,20	2,90	0,60	0,17	0,071
1970	0,11	0,48	0,32	0,72	6,71	18,2	9,59	13,8	2,83	0,99	0,27	0,086
1971	0,87	3,30	0,74	1,32	18,3	6,86	5,97	17,8	6,29	1,66	0,53	0,35
1972	1,25	1,52	0,64	1,29	17,7	12,5	92,9	16,9	3,41	2,19	0,89	0,72
1973	0,76	0,96	1,04	2,14	1,56	5,04	3,54	6,17	1,17	0,31	0,11	0,026
1974	0,14	0,27	0,93	1,42	1,80	23,3	7,28	2,49	1,46	0,37	0,034	0
1975	0,30	0,21	0,75	1,17	1,34	3,93	9,59	3,77	7,08	1,14	0,82	0,20
Moy.	0,83	1,58	2,54	7,53	13,18	13,04	11,42	7,80	3,18	1,34	0,49	0,37

(*) Débits reconstitués à partir de JENDOUBA, de FERNANA du MELLEGUE et de BOU SALEM.

Débit moyen annuel pour la période commune 1946 - 1975 : 5,235 m³/s.

(à partir des modules)

TABLEAU 2.4.3.1. (2)

MEJERDAH A GHARDIMAOU (1 490 km²)
 Débits moyens mensuels en m³/s - Période (1946-1975)

F	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,15	0,22	0,40	1,05	1,71	2,5	2,2	1,9	0,79	0,35	0,06	0,02	2,12
1/2	0,52	0,90	1,11	3,20	9,10	10,2	7,4	5,5	2,4	0,98	0,35	0,29	4,33
1/10	1,90	3,40	6,52	18	29,3	32	24,6	17,6	7,03	2,79	1,00	0,81	9,55
1/50	4	6,5	19,2	55	49,6	54,7	50,6	36,3	11,5	5,22	1,60	1,38	14,50
1/100	5,50	8,0	28,1	84	58,3	64,7	65,4	47,0	13,5	6,51	1,86	1,63	16,6
Moy.	0,83	1,58	2,54	7,53	13,18	13,04	11,42	7,80	3,18	1,34	0,49	0,37	5,23
Max.	4,25	6,27	22,4	52,4	46,5	43	92,9	32,5	11,10	8,53	1,36	1,41	14,3
Min.	0,11	0,05	0,10	0,72	0,50	0,70	0,60	1,10	0,50	0,16	0,025	0	1,67

TABLEAU 2.4.3.1. (3)

Débits spécifiques moyens mensuels l/s/km².

F	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,10	0,15	0,27	0,70	1,15	1,68	1,48	1,28	0,53	0,23	0,04	0,01	1,42
1/2	0,35	0,60	0,74	2,15	6,11	6,85	4,97	3,69	1,61	0,66	0,23	0,19	2,91
1/10	1,28	2,28	4,38	12,1	19,7	21,48	16,51	11,8	4,72	1,87	0,67	0,54	6,41
1/50	2,68	4,36	12,9	36,9	33,3	36,3	34,0	24,4	7,72	3,50	1,07	0,93	9,73
1/100	3,69	5,37	18,9	56,4	39,1	43,4	43,9	31,5	9,06	4,37	1,25	1,09	11,1
Moy.	0,56	1,06	1,70	5,05	8,85	8,75	7,66	5,23	2,13	0,90	0,33	0,25	3,51

TABLEAU 2.4.3.1. (4)

Coefficients de débits mensuels et K3

F	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,07	0,10	0,19	0,50	0,81	1,18	1,04	0,90	0,37	0,17	0,03	0,009	1
1/2	0,12	0,21	0,26	0,74	2,10	2,36	1,71	1,27	0,55	0,23	0,08	0,07	1
1/10	0,20	0,36	0,68	1,88	3,07	3,35	2,58	1,85	0,74	0,29	0,10	0,08	1
1/50	0,28	0,45	1,32	3,79	3,42	3,77	3,49	2,50	0,79	0,36	0,11	0,10	1
1/100	0,33	0,48	1,69	5,06	3,51	3,90	3,94	2,83	0,81	0,39	0,11	0,10	1
Moy.	0,16	0,30	0,49	1,44	2,52	2,49	2,18	1,49	0,61	0,26	0,09	0,07	1
K ₃	12,7	15,45	16,3	17,1	17,1	12,8	11,2	9,26	8,90	7,97	16,7	40,5	4,66

TABLEAU 2.4.3.1. (5)

MEJERDAH A JENDOUBA
Débits moyens mensuels en m³/s - Période (1898-1948)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1898-1899	0,67	0,67	0,65	2,76	9,40	3,15	15,9	1,40	0,81	0,70	0,64	0,62
1899	0,68	0,62	0,64	0,71	52,8	3,07	1,45	6,40	1,08	0,94	0,81	0,63
1900	0,64	0,62	8,16	1,77	18,9	3,70	1,70	1,19	1,56	0,89	0,72	0,65
1901	0,67	1,07	0,85	3,42	1,40	14,3	3,15	3,19	1,17	0,87	0,69	0,65
1902	0,62	0,60	0,71	7,75	2,05	12,3	8,12	8,34	1,07	0,81	0,73	0,69
1903	0,75	0,85	2,34	6,18	30,7	3,51	20,1	6,41	1,78	0,93	0,85	0,76
1904	0,73	0,82	0,71	4,66	8,74	16,4	9,25	1,25	1,50	0,99	0,82	0,74
1905	0,71	0,84	0,77	15,3	5,54	67,6	6,22	3,13	1,94	1,63	0,98	0,71
1906	1,13	0,81	0,88	7,62	36,9	160	26,3	12,0	2,01	1,19	1,01	0,81
1907	0,58	0,68	0,84	0,60	0,54	0,96	25,2	2,28	0,95	0,67	0,60	0,55
1908	0,53	0,83	1,04	38,5	54,9	16,6	24,6	25,4	2,46	2,08	1,68	1,17
1909	1,53	1,94	1,14	2,01	10,9	60,3	12,6	4,77	2,14	1,50	0,73	0,66
1910	0,67	0,67	0,67	5,60	13,7	6,01	11,8	5,84	2,52	1,59	0,89	0,69
1911	0,63	0,70	9,94	2,63	1,87	5,38	1,69	1,48	1,30	0,93	0,61	0,67
1912	0,88	1,31	2,84	5,24	3,20	23,0	9,68	2,08	1,42	0,89	0,75	0,75
1913	0,73	0,85	0,85	1,20	-	-	-	-	0,91	0,81	0,80	0,80
1914	0,80	0,80	0,93	1,33	10,40	14,3	6,15	11,4	2,67	2,01	1,11	0,84
1915	0,90	1,17	1,32	7,96	3,32	26,1	5,19	2,43	1,48	1,13	0,92	0,87
1916	0,86	0,86	15,3	5,26	3,79	18,8	8,30	3,35	3,52	1,41	0,83	0,75
1917	0,73	0,77	6,3	4,15	2,56	2,01	3,76	2,88	1,63	2,44	0,79	0,69
1918	0,65	0,62	0,65	3,61	32,4	10,7	13,2	2,83	1,80	0,94	0,70	0,65
1919	0,74	0,61	0,67	5,99	4,29	18,0	18,5	3,15	1,39	0,87	0,66	0,57
1920	0,55	0,54	2,66	1,17	5,80	1,42	1,74	20,0	3,68	1,65	0,85	0,53
1921	0,50	0,50	0,76	9,54	36,9	24,5	7,35	2,54	1,34	0,67	0,52	0,46
1922	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1923	-	-	-	-	16,6	21,9	10,4	3,66	-	-	-	-
1924	0,56	0,67	0,81	8,32	1,28	1,41	4,82	12,3	3,59	2,23	1,17	0,73
1925	3,28	1,56	1,70	1,85	16,0	17,0	4,90	2,83	1,52	1,04	0,64	0,53
1926	0,65	0,60	1,04	6,92	30,6	6,33	13,2	3,60	1,29	0,52	0,52	0,52
1927	0,56	0,59	0,59	0,85	32,9	23,2	18,3	23,2	((9,0)) *	((3,0))	3,10	2,30
1928	4,86	2,30	4,28	17,3	8,89	33,5	55,1	13,4	4,07	2,89	1,77	1,75
1929	1,75	** (2)	3,20	2,99	4,07	10,8	11,0	8,70	4,10	2,56	2,30	0,51
1930	0,52	3,85	0,98	10,3	18,5	95,6	21,2	6,64	2,56	2,30	0,92	0,61
1931	0,59	0,61	0,72	27,1	17,0	9,16	12,4	3,70	2,64	2,17	1,64	1,47
1932	1,35	2,01	3,85	4,98	28,4	20,4	14,9	5,11	1,63	1,24	0,69	0,75
1933	0,82	0,75	1,28	4,47	25,3	25,1	20,7	2,96	1,21	2,06	2,88	2,30
1934	2,64	17,9	4,49	39,9	74,4	17,7	27,3	2,72	1,42	0,75	0,68	0,62
1935	2,54	9,63	4,83	8,40	2,57	23,5	10,4	3,74	3,02	0,91	0,75	1,16
1936	0,98	4,41	20,9	8,60	1,89	22,7	6,48	0,99	0,94	0,75	0,75	0,75
1937	0,89	0,75	1,38	0,80	5,24	39,2	1,99	0,75	0,75	0,75	0,52	0,52
1938	0,52	0,52	0,52	0,52	18,4	19,3	(66)	(36)	7,73	1,01	0,75	((1,75))
1939	2,05	2,28	7,27	7,41	83,2	9,20	2,85	3,05	2,41	2,28	0,75	0,80
1940	0,75	2,97	4,20	22,6	14,3	32,0	2,53	4,90	11,1	1,31	1,31	1,31
1941	1,41	5,58	1,31	2,55	53,3	54,1	19,1	2,30	2,30	2,30	1,31	1,31
1942	1,31	1,31	1,31	2,01	6,96	10,8	3,86	4,72	1,72	1,31	1,31	1,31
1943	1,44	4,92	6,10	7,16	12,5	29,9	6,29	4,55	3,32	2,30	2,30	2,30
1944	2,87	0,91	0,75	2,20	30,9	36,8	4,38	1,44	0,85	0,75	0,70	((1,00))
1945	3,39	4,17	12,0	20,1	((20))	13,3	((30))	5,25	1,53	0,98	0,77	0,75
1946	1,25	0,54	0,63	57,4	16,5	1,02	0,89	4,65	0,93	0,89	0,89	0,94
1947	0,89	7,74	1,28	4,55	9,08	3,74	2,76	2,10	1,83	1,50	0,92	0,89
1948	0,68	0,92	8,22	6,17	45,4	9,75	13,1	9,68	3,60	2,27	1,55	1,33
M	1,15	2,03	3,17	8,58	19,29	22,44	12,79	6,25	2,39	1,40	1,04	0,92

(*) Douteux

(**) Douteux

Débit moyen annuel pour la période 1898-1948 : 6,69

(d'après les modules)

TABLEAU 2.4.3.1. (5)

(suite)

MEJERDAH A JENDOUBA
Période reconstituée (1949-1968)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1949	0,80	1,20	3,00	2,30	13,0	11,8	32,5	18,6	7,50	1,61	0,80	0,80
1950	1,60	1,20	2,00	2,70	11,2	20,0	4,5	1,30	1,20	0,80	0,55	0,52
1951	0,90	9,08	5,00	8,50	31,0	59,0	20,0	12,7	7,00	2,10	0,90	1,32
1952	1,84	1,60	6,00	70,0	65,0	24,5	40,0	8,40	7,20	2,70	1,30	2,04
1953	1,08	6,00	30,0	9,0	56,0	53,0	18,6	30,0	7,50	3,20	1,60	1,10
1954	1,20	1,50	4,00	14,8	11,8	16,5	10,6	6,0	2,50	1,10	0,73	1,00
1955	5,00	4,40	3,00	17,0	10,5	58,0	13,6	6,20	4,20	1,70	1,04	0,87
1956	1,08	1,15	3,10	16,0	22,0	4,8	1,62	6,6	5,50	2,20	0,97	0,90
1957	1,50	6,70	11,0	26,0	45,0	7,4	16,1	4,27	2,20	1,30	0,90	0,84
1958	0,90	2,60	7,20	5,70	16,0	4,5	33,0	45,5	8,50	12,20	1,90	1,47
1959	2,65	2,20	16,4	22,0	20,0	10,3	4,3	10,0	16,0	3,50	1,89	1,42
1960	1,43	1,50	1,70	4,5	22,0	8,0	3,6	2,20	1,70	1,03	0,60	0,62
1961	0,65	1,00	1,37	2,0	3,0	57,0	9,9	5,0	2,00	1,70	1,15	0,70
1962	0,89	1,10	3,00	6,0	2,0	16,0	3,5	22,8	4,00	3,40	1,20	1,30
1963	2,17	1,30	0,90	7,5	23,5	22,0	11,0	5,0	1,10	1,25	0,90	0,94
1964	1,00	2,00	2,90	1,6	34,0	39,0	8,8	6,0	3,00	1,50	0,90	0,80
1965	1,00	1,10	1,07	6,5	4,0	2,5	12,0	18,8	13,6	2,30	0,80	0,62
1966	0,76	0,90	1,20	7,5	10,0	10,0	8,0	4,07	2,65	0,90	0,56	0,56
1967	1,07	0,60	1,00	8,5	38,0	10,0	10,5	2,50	1,30	2,69	0,82	0,68
1968	0,70	0,70	0,80	4,0	13,1	4,0	4,0	5,0	1,20	0,60	0,60	0,60
M	1,41	2,39	5,24	12,07	22,56	21,91	13,30	11,10	5,00	2,39	1,00	0,96

Débit moyen annuel pour la période 1949-1968 : 8,28 m³/s

(à partir des modules)

Débits moyens mensuels en m³/s - Période (1969-1975)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1969	1,78	15,1	10,5 *	49,9	10,7	7,19	16,2	7,61	3,39	1,40	0,85	0,72
1970	0,84	1,02	0,90	2,54	8,05	29,50	13,6	19,60	3,90	1,31	0,72	0,75
1971	1,11	4,35	1,28	1,94	18,9	9,91	10,7	34,00	9,57	2,02	0,94	0,84
1972	1,88	2,30	1,64	2,33	26,9	18,50	11,1	17,6	4,60	3,76	1,80	1,31
1973	1,31	2,16	1,57	3,67	2,09	6,27	5,60	8,78	2,00	0,81	0,61	0,64
1974	0,68	0,79	3,27	3,06	2,94	27,60	8,23	3,40	2,51	1,10	0,60	0,52
1975	0,98	0,94	1,61	2,24	2,51	4,74	15,4	4,13	13,20	1,76	1,54	0,67
M	1,23	3,81	2,97	9,38	10,3	14,82	25,81	13,59	5,60	1,74	1,01	0,78

(*) 10,5 suspect surestimé

Débit moyen annuel pour la période 1969-1975 : 7,55 m³/s

(à partir des modules)

Débits moyens mensuels sur la période (1898-1975)

76 ans	1,23	2,29	3,70	9,57	19,32	21,60	14,12	8,20	3,37	1,69	1,03	0,92
--------	------	------	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------

(*) peut être sous estimé

Débit moyen annuel sur la période 1898-1975 : 7,19 m³/s

(à partir des modules)

Débits moyens mensuels sur la période commune (1946-1975)

30 ans	1,32	2,9	4,52	12,50	19,8	18,6	15,5	11,12	4,85	2,15	1,01	0,92
--------	------	-----	------	-------	------	------	------	-------	------	------	------	------

Débit moyen annuel sur la période commune 1946-1975 : 7,91 m³/s

(à partir des modules)

TABLEAU 2.4.3.1. (6)
MEJERDAH A JENDOUBA (2 414 km²)
(1898 - 1975)
Débits moyens mensuels en m³/s

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,58	0,59	0,67	1,31	(2,30)	2,64	2,73	1,73	1,05	0,74	0,62	0,55	3,10
1/2	0,90	1,14	1,67	(5,00)	13,50	14,21	9,31	5,20	2,26	1,33	0,89	0,78	6,05
1/10	2,21	4,85	8,80	21,7	(45)	50,2	31,9	18,1	7,35	3,09	1,64	1,43	12,8
1/50	4,50	14,2	22	53,6	73	88,9	67,1	39,2	15,0	5,55	2,63	2,30	19,1
1/100	5,89	21	29	73,8	(81)	106	87	51,7	20,0	6,89	3,16	2,77	21,8
Moy.	1,23	(2,29)	3,70	(9,57)	(19,32)	21,6	14,12	8,20	3,37	1,69	1,03	0,92	7,19
Max.	5,00	17,9	30,0	70	83,20	160 *	111	45,5	16	12,2	3,1	2,3	19,90
Min.	0,50	0,50	0,52	0,52	0,54	0,96	0,89	0,75	0,75	0,52	0,52	0,46	2,29

(*) Peut être surestimé

TABLEAU 2.4.3.1. (7)
Débits moyens mensuels en l/s.km²

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,24	0,24	0,28	0,54	0,95	1,09	1,13	0,72	0,43	0,31	0,26	0,23	1,28
1/2	0,37	0,47	0,69	2,07	5,59	5,89	3,86	2,15	0,94	0,55	0,37	0,32	2,51
1/10	0,92	2,01	3,65	8,99	18,6	20,8	13,2	7,50	3,04	1,28	0,68	0,59	5,30
1/50	1,86	5,88	9,11	22,2	30,7	36,8	27,8	16,2	6,21	2,30	1,09	0,95	7,91
1/100	2,44	8,70	12,0	30,6	33,6	43,9	36,0	21,4	8,29	2,85	1,31	1,15	9,03
Moy.	0,51	0,95	1,53	3,96	8,00	8,95	5,85	3,40	1,40	0,70	0,43	0,38	2,98

TABLEAU 2.4.3.1. (8)
Coefficients de débits mensuels et K₃

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,19	0,19	0,22	0,42	0,74	0,85	0,88	0,56	0,34	0,24	0,20	0,18	1
1/2	0,15	0,19	0,28	0,83	2,23	2,35	1,54	0,86	0,37	0,22	0,15	0,13	1
1/10	0,17	0,38	0,69	1,70	3,52	3,92	2,49	1,41	0,57	0,24	0,13	0,11	1
1/50	0,24	0,74	1,15	2,81	3,82	4,65	3,51	2,05	0,79	0,29	0,14	0,12	1
1/100	0,27	0,96	1,33	3,39	3,72	4,86	3,99	2,37	0,92	0,32	0,14	0,13	1
Moy.	0,17	0,32	0,51	1,33	2,69	3,00	1,96	1,14	0,47	0,24	0,14	0,13	1
K ₃	3,81	8,22	13,1	16,6	19,6	19,0	11,7	10,5	7,0	4,18	2,6	2,6	4,13

TABLEAU 2.4.3.1. (9)

MEJERDAH A BOU SALEM (16 482 km²)
Débits moyens mensuels en m³/s - Période (1925-1952)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1925-1926	33,1	25,1	6,82	6,66	37,7*	48 *	20,9*	4,10	4,36	2,87	4,08	4,24
1926	10,2	5,21*	5,18	19,7	63,2	18,7	15,6	6,90	13,3	5,36	4,03	3,03
1927	13,4	(15)	4,90	11,3	119	47,5	40,4	72,1	25,4	((3,45))	((20))	8,57
1928	23,2	12,6	27,1	75,5	((15))	((140) *	177 *	((35))	(12)	((10))	((5))	4,80
1929	((10))	((5))	((8))	((5,5))	((10))	((35))	((20))	((16,5))	((7))	((8))	((3,5))	2,57
1930	((11))	13,7	3,95	26,6	31,8	187	29,3	32,1	16,0	5,31	3,65	3,22
1931	2,94	3,14	(6,25)	138 *	34,2	32,7	32,3	9,51	((10))	((4,5))	((3))	((2))
1932	19,7	20,3	10,8	6,95	46,8	34,7	41,3	16,4	9,80	12,6	2,36	2,20
1933	2,58	2,20	3,23	13,4	36,8	43,0	60,5	24,0	8,65	6,99	3,32	4,54
1934	((16,0))	((26,0))	(12)	69,2	((175))	((24))	34,7	19,4	12,3	8,20	3,54	((3))
1935	((15))	((23))	6,55	10,9	8,19	((30))	((14))	6,65	((9,5))	8,59	2,20	((12,5))
1936	((11))	23,1	66,0	43,6	18,0	82,8	15,4	13,3	11,4	4,94	7,23	5,21
1937	6,84	6,54	5,96	9,32	13,9	79,5	17,2	18,1	16,5	9,09	4,80	7,49
1938	((16))	18,9	6,56	14,1	53,4	((91,4))	121	106	53,4	25,7	5,28	8,10
1939	28,7	7,43	8,01	((8,0))	((228))	40,2	12,7	18,0	7,95	10,9	3,59	6,12
1940	12,5	15,7	14,9	61,7	30,6	((40))	13,2	23,7	22,1	8,21	6,08	2,34
1941	17,5	49,5	27,5	35,9	108	((120))	70,4	11,7	5,47	4,00	2,17	2,02
1942	7,35	1,77	3,70	13,6	10,7	13,8	16,9	16,3	5,70	2,06	3,39	2,14
1943	((4))	((14))	((20))	((10))	((15))	55,8	25,8	12,6	8,48	18,7	4,09	((6,0))
1944	((19))	2,88	2,45	8,21	49,6	((40))	16,5	2,87	2,31	2,63	((6))	((3,5))
1945	((4,3))	((5,5))	((15))	((32,0))	44,5	19,8	40,0	12,8	16,0	((24))	((2,1))	((3))
1946	((2,20))	((4,5))	((3,90))	139	59,2	19,9	5,9	12,8	3,62	1,94	1,32	10,2
1947	((2,5))	76,5	3,76	20,3	15,8	((40))	17,2	((26))	((4))	((11,5))	1,10	1,10
1948	((3))	((10,5))	45,7	43,5	137	56	79,8	28,0	13,2	4,06	2,47	1,44
1949	1,31	2,92	7,01	5,41	28,0	21,3	62,0	51,6	20,0	3,91	1,63	((3,65))
1950	((7,10))	((12))	6,16	5,86	16,8	31,9	8,06	3,38	(12,5)	(9,0)	5,92	(6,20)
1951	(18)	61,7	14,2	27,1	64,7	102	31,5	29,2	20,5	(6,30)	((9,2))	20,0
1952	15,0	10,2	18,9	102	99,2	38,4	62,6	16,1	22,5	16,7	5,02	15,5
M	11,91	16,91	13,02	34,4	56,07	54,76	39,36	23,04	13,36	8,55	4,50	5,52

Débit moyen annuel - Période 1925-1952 : 23,320 m³/s

(*) Surestimé

(à partir des modules)

Débits moyens mensuels - Période commune (1946-1975) (**)

9,26	20,12	13,25	25,70	42,10	40,46	36,54	26,24	12,60	7,91	5,48	6,94
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

Débit moyen annuel - Période commune 1946-1975 : 20,47 m³/s

(à partir des modules)

Débit moyen annuel - Période totale 1926-1975 : 21,46 m³/s

(**) - Les débits moyens mensuels sont perturbés par l'exploitation du barrage de NEBEUR.

TABLEAU 2.4.3.1. (10)
MEJERDAH A BOU SALEM (16 482 km²)
(1925-1952)

Débits moyens mensuels en m³/s :

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	2,63	3,04	3,54	6,12	11,4	20,6	10,9	5,83	4,60	2,88	1,80	1,80	11,5
1/2	9,01	9,78	7,77	19,1	37,7	41,2	25,7	16,2	10,6	6,55	3,51	4,04	21,4
1/10 ⁶⁰	26	40,5	27,2	81,0	125	103	84	48,4	25,6	16,8	8,25	11,0	37,6
1/50	44	99,4	74,7	165	221	208	213	97,0	44,7	30,6	15,6	22,2	49,8
1/100	50	137	112	207	264	276	312	125	54,6	37,9	20,0	29,0	54,4
Moy.	11,9	16,9	13,0	34,4	56,1	54,8	39,4	23,0	13,4	8,55	4,50	5,52	23,3
Max.	33,1	76,5	66,0	139	228	187	177	106	53,4	25,7	20,0(1)	20,0	44,8
Min.	1,31	1,77	2,45	5,41	8,19	13,8	5,90	2,87	2,31	1,94	1,10	1,10	8,08

(1) Valeur de 1927 corrigée et arrondie à 20

TABLEAU 2.4.3.1. (11)
Débits spécifiques moyens mensuels l/s.km²

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,16	0,18	0,21	0,37	0,69	1,25	0,66	0,35	0,28	0,17	0,11	0,11	0,70
1/2	0,55	0,59	0,47	1,16	2,29	2,50	1,56	0,98	0,64	0,40	0,21	0,25	1,30
1/10	1,58	2,46	1,65	4,91	7,58	6,25	5,10	2,94	1,55	1,02	0,50	0,67	2,28
1/50	2,67	6,03	4,53	10,0	13,4	12,6	12,9	5,88	2,71	1,86	0,95	1,35	3,02
1/100	3,03	8,31	6,80	12,6	16,0	16,7	18,9	7,58	3,31	2,30	1,21	1,76	3,3
Moy.	0,72	1,03	0,79	2,09	3,40	3,32	2,39	1,40	0,81	0,52	0,27	0,34	1,41

TABLEAU 2.4.3.1. (12)
Coefficients de débits mensuels et K₃

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,23	0,26	0,31	0,53	0,99	1,79	0,95	0,51	0,40	0,25	0,16	0,16	1
1/2	0,42	0,46	0,36	0,89	1,76	1,93	1,20	0,76	0,50	0,31	0,16	0,19	1
1/10	0,69	1,08	0,72	2,15	3,32	2,74	2,23	1,29	0,68	0,45	0,22	0,29	1
1/50	0,88	2,00	1,50	3,31	4,44	4,18	4,28	1,95	0,90	0,61	0,31	0,45	1
1/100	0,92	2,52	2,06	3,81	4,85	5,07	5,74	2,30	1,00	0,70	0,37	0,53	1
Moy.	0,51	0,73	0,56	1,48	2,41	2,35	1,70	0,99	0,57	0,37	0,19	0,24	1
K ₃	9,88	13,3	7,68	13,2	11,0	5,0	7,71	8,30	5,57	5,83	4,58	6,1	3,27

TABLEAU 2.4.3.1. (13)

MELLEGUE A LA STATION K13

Débits moyens mensuels en m³/s - Période (1924-1975)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1924	0,88	0,91	1,37	0,84	0,18	0,18	0,24	0,18	1,58	5,41	0,55	1,33
1925	18	((15))	((3,3))	((2,7))	0,93	4,53	0,62	1,28	2,63	0,57	1,07	3,30
1926	7,35	0,42	3,3	(5)	0,93	0,84	0,94	0,75	4,83	0,73	0,75	0,28
1927	13,9	13,40	1,12	2,39	5,73	1,38	1,75	1,24	15,30	((1,0))	3,58	4,07
1928	14,7	1,54	6,75	2,97	2,83	3,55	16,2	2,34	6,47	6,42	2,63	2,01
1929	7,76	2,93	2,75	0,49	0,64	9,39	4,26	4,67	1,41	4,49	0,98	1,41
1930	9,17	2,50	0,48	2,38	1,21	6,28	1,10	16,70	3,02	2,09	0,46	0,21
1931	0,43	0,67	5,50	18,80	3,48	3,32	6,94	2,99	10,0	2,19	1,82	1,07
1932	12,7	9,29	1,84	0,94	2,09	2,24	10,80	3,96	7,83	8,26	1,53	1,30
1933	1,55	1,28	0,87	5,90	1,70	1,01	1,86	6,61	2,62	4,33	1,80	1,85
1934	11,5	5,85	5,69	6,12	10,5	3,53	6,73	2,02	1,60	1,68	2,46	3,18
1935	10,9	11,2	1,01	0,96	(0,50)	1,00	(2,2)	1,94	6,10	6,91	1,02	11,0
1936	9,58	11,9	19,80	11,4	3,07	2,11	1,53	1,74	1,09	0,91	2,20	1,43
1937	(2,44)	1,11	0,31	1,84	0,41	3,95	1,44	1,47	3,67	0,53	0,35	7,79
1938	((5))	((12))	((4,00))	1,85	0,53	5,82	5,13	22,6	10,0	7,71	0,23	2,60
1939	6,05	4,25	0,52	0,25	9,43	10,3	1,65	0,34	1,06	((4,00))	((1,80))	((3,2))
1940	((7))	(3,9)	3,11	4,69	0,68	0,21	((6))	((12))	((11))	((4,00))	3,05	0,43
1941	16	36,9	5,23	(6,33)	1,61	6,20	2,28	0,41	0,57	((1,2))	0,21	0,18
1942	4,02	0,13	0,86	2,77	0,18	0,33	3,52	1,07	((2))	((0,4))	((1,00))	0,20
1943	2,52	8,44	11,20	1,22	0,94	0,70	0,47	2,58	0,36	13,5	0,37	((3,50))
1944	15,2	0,49	0,68	0,93	0,95	0,63	0,43	1,41	0,66	1,76	5,00	((2,50))
1945	(0,75)	1,04	0,97	8,79	21,30	0,42	0,22	5,81	12,5	21,4	1,28	2,17
1946	1,52	3,80	2,92	8,22	0,30	0,75	0,14	7,26	0,97	0,81	0,87	6,78
1947	2,22	46,90	0,47	0,77	0,70	33,8	6,14	20,9	2,60	9,84	1,32	0,27
1948	4,04	10,3	13,6	11,0	30,10	1,50	9,62	9,60	8,59	2,27	1,43	0,31
1949	0,45	1,49	0,41	0,50	2,09	0,59	2,47	7,94	11,80	1,27	0,16	2,82
1950	5,15	9,07	1,91	0,39	0,65	0,53	0,31	1,22	11,30	8,20	4,69	5,36
1951	17,0	42,6	0,74	4,32	3,27	2,80	1,81	8,31	6,00	4,20	8,15	15,5
1952	12,8	5,45	1,38	6,17	3,76	1,55	10,20	3,44	6,82	9,11	2,84	12,6
1953	3,94	15,20	5,07	1,11	2,63	3,13	1,55	5,85	3,45	7,04	0,09	0,04

TABLEAU 2.4.3.1. (13) (suite)

MELLEQUE A LA STATION K13

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1954	0,94	0,83	1,25	0,78	0,63	0,98	0,62	4,59	8,85	4,97	0,41	6,17
1955	17,4	24,40	8,08	1,42	1,53	2,49	1,45	1,46	0,44	0,45	0,18	0,42
1956	7,14	3,03	0,88	0,77	0,59	0,50	0,44	4,08	12,0	6,36	1,14	0,97
1957	9,50	46,00	9,89	3,82	8,44	1,70	2,73	0,83	0,45	1,14	0,22	0,22
1958	0,89	3,80	13,70	2,50	1,12	1,39	2,35	2,71	4,92	19,5	0,61	3,37
1959	4,33	7,97	2,82	1,43	1,23	0,98	2,07	9,93	10,7	7,58	1,35	0,84
1960	1,19	3,66	0,62	1,40	1,73	0,86	0,69	0,61	0,35	2,34	3,94	1,81
1961	1,78	4,56	0,78	0,58	0,55	13,80	1,87	6,83	4,21	4,55	0,46	2,47
1962	2,62	5,27	1,94	0,54	0,56	1,17	6,06	4,54	3,31	9,98	2,08	9,76
1963	32,4	0,67	0,40	17,50	16,50	5,77	2,36	1,27	2,93	3,21	0,53	4,90
1964	1,11	17,10	6,88	0,85	5,41	1,93	1,15	1,00	1,94	0,32	1,91	5,90
1965	7,25	0,40	3,50	5,66	1,24	0,50	2,19	1,06	8,72	1,52	1,20	1,62
1966	6,26	12,7	5,17	0,50	0,54	0,58	2,56	6,25	4,07	1,20	0,77	1,96
1967	26,8	0,46	3,45	5,02	2,16	3,90	1,93	1,73	1,91	21,90	0,38	0,29
1968	2,33	0,37	0,37	2,16	0,67	0,48	4,27	1,56	0,29	1,03	1,88	5,48
1969	97,0	149,0	18,0	12,0	4,41	1,29	0,99	1,72	7,38	2,40	3,69	1,37
1970	1,78	5,93	0,54	0,89	4,28	13,60	1,28	0,79	8,00	0,58	3,06	9,43
1971	30,2	12,50	1,17	1,45	2,20	1,07	0,65	12,5	2,17	9,51	0,62	1,07
1972	8,24	36,20	0,85	0,93	7,00	3,11	71,30	24,90	2,69	1,77	1,81	4,14
1973	0,69	0,74	0,88	12,50	1,40	1,10	1,21	1,96	0,83	0,83	0,59	0,38
1974	1,98	4,02	0,84	0,71	0,72	21,3	1,00	19,4	7,20	3,13	0,44	6,36
1975	7,18	0,80	9,55	0,70	0,77	0,80	1,80	1,99	5,08	10,6	15,1	2,56
Moy.	9,49	11,93	3,82	3,76	3,40	3,69	4,22	5,20	4,93	4,94	1,85	3,27

Débit moyen annuel - Période 1954-1975 : $5,06 \text{ m}^3/\text{s}$

(à partir des modules)

Débits moyens mensuels sur la période (1953-1975)

11,9	15,5	4,20	3,27	2,88	3,58	4,89	5,11	4,43	5,30	1,85	3,11
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Débit moyen annuel : $5,493 \text{ m}^3/\text{s}$

(à partir des modules)

Débits moyens mensuels sur la période (1946-1975)

10,5	15,8	3,94	3,55	3,57	4,13	4,77	5,87	5,00	5,27	2,06	3,84
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Débit moyen annuel : $5,696 \text{ m}^3/\text{s}$

(à partir des modules)

TABLEAU 2.4.3.1. (14)

MELLEQUE AU K13 (9 000 km²)

(1924 - 1975)

Débits moyens mensuels en m³/s

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,97	0,57	0,44	0,50	0,42	0,42	0,43	0,67	0,75	0,60	0,28	0,29	2,13
1/2	4,60	3,99	2,04	1,90	1,50	1,71	1,82	2,82	3,50	3,12	1,07	2,12	4,06
1/10	23,1	30,9	9,36	11	7,59	8,45	8,53	12,3	11,0	11,6	4,21	7,76	9,20
1/50	64,3	107,2	24	19	20,8	22,7	21,9	30,1	18,5	21,2	9,66	13,8	16,8
1/100	92,4	166,3	30	23	29,7	32,2	30,5	41,3	21,8	25,5	13,00	16,4	21,4
Moy.	9,49	11,9	3,82	3,76	3,40	3,69	4,22	5,20	4,93	4,94	1,85	3,27	5,06
Max.	97	149	19,8	18,2	30,10	33,8	71,3	24,9	15,3	21,9	15,1	15,5	25,1
Min.	0,43	0,13	0,31	0,25	0,18	0,18	0,14	0,18	0,29	0,32	0,09	0,04	* 1,13

(*) Sous-estimé

TABLEAU 2.4.3.1. (15)

Débits spécifiques moyens mensuels

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,11	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07	0,08	0,07	0,03	0,03	0,24
1/2	0,51	0,44	0,23	0,21	0,17	0,19	0,20	0,31	0,39	0,35	0,12	0,24	0,45
1/10	2,57	3,43	1,04	1,22	0,84	0,94	0,95	1,37	1,22	1,29	0,47	0,86	1,02
1/50	7,14	11,9	2,67	2,11	2,31	2,52	2,43	3,34	2,06	2,36	1,07	1,53	1,87
1/100	10,3	18,5	3,33	2,56	3,30	3,58	3,39	4,59	2,42	2,83	1,44	1,82	2,38
Moy.	1,05	1,32	0,42	0,42	0,38	0,41	0,47	0,58	0,55	0,55	0,21	0,36	0,56

TABLEAU 2.4.3.1. (16)

Coefficients de débits mensuels et K₃

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,46	0,27	0,21	0,23	0,20	0,20	0,20	0,31	0,35	0,28	0,13	0,14	1
1/2	1,13	0,98	0,50	0,47	0,37	0,42	0,45	0,69	0,86	0,77	0,26	0,52	1
1/10	2,51	3,36	1,02	1,20	0,83	0,92	0,93	1,34	1,20	1,26	0,46	0,84	1
1/50	3,83	6,38	1,43	1,13	1,24	1,35	1,30	1,79	1,10	1,26	0,58	0,82	1
1/100	4,32	7,77	1,40	1,07	1,39	1,50	1,43	1,93	1,02	1,19	0,61	0,77	1
Moy.	1,88	2,35	0,75	0,74	0,67	0,73	0,83	1,03	0,97	0,98	0,37	0,65	1
K ₃	23,8	54,2	21,3	22,0	18,1	20,1	19,8	18,4	14,7	19,3	15,0	26,8	4,32

TABLEAU 2.4.3.1. (17)

RHEZALA A FERNANA

Débits moyens mensuels en m³/s - Période (1946-1975)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1946	((0,05))	((0,20))	(0,80)	20,2	4,09	1,06	0,41	0,86	0,073	0,035	0,017	0,009
1947	(0,007)	(0,54)	0,31	1,94	3,23	0,92	0,64	0,72	0,44	0,11	0,035	0,011
1948	0,015	0,007	3,41	2,97	7,34	3,06	4,31	0,64	0,29	0,11	0,044	0,018
1949	0,006	0,012	0,47	0,25	2,48	2,52	6,49	4,83	0,33	0,099	0,031	0,010
1950	0,005	0,11	0,63	0,61	2,03	3,85	0,99	0,29	0,12	0,048	0,017	0,006
1951	0,003	1,01	2,04	3,19	5,25	6,56	2,09	2,44	0,75	0,20	0,064	0,02
1952	0,010	0,017	1,32	9,03	8,10	2,13	2,37	0,53	1,23	0,17	0,058	0,14
1953	0,020	1,98	2,63	1,84	7,14	9,97	2,56	2,76	1,21	0,18	0,051	0,025
1954	0,016	0,22	0,64	3,13	1,47	2,54	1,63	0,75	0,19	0,058	0,018	0,006
1955	0,22	0,69	0,78	3,32	2,84	12,5	1,82	0,74	0,92	0,20	0,058	0,018
1956	0,018	0,077	0,23	4,89	7,85	0,90	0,27	1,39	0,66	0,27	0,040	0,015
1957	0,008	0,94	1,66	5,39	9,66	0,87	2,29	0,51	0,15	0,046	0,017	0,010
1958	0,004	0,041	2,98	1,09	4,97	0,99	7,34	6,16	1,15	0,64	0,12	0,047
1959	0,034	0,068	0,77	1,25	4,21	0,92	0,76	1,04	2,97	0,41	0,12	0,045
1960	0,82	0,026	0,061	1,55	5,92	1,77	0,64	0,28	0,12	0,049	0,018	0,007
1961	0,003	0,16	0,32	0,56	1,20	6,71	0,71	1,20	0,36	0,11	0,037	0,028
1962	0,022	1,77	1,21	2,46	2,31	6,99	0,37	4,11	0,57	0,28	0,037	0,043
1963	0,69	0,058	0,087	0,96	3,94	3,79	0,43	0,18	0,037	0,033	0,031	0,12
1964	0,035	0,24	0,62	0,073	5,97	6,02	0,59	0,47	0,066	0,042	0,038	0,034
1965	0,032	0,032	0,033	0,72	0,20	0,11	3,06	6,05	2,89	0,11	0,052	0,028
1966	0,015	0,014	0,34	2,36	3,06	1,59	0,35	0,65	0,25	0,057	0,023	0,014
1967	0,016	0,008	0,061	0,94	4,32	0,73	1,39	0,29	0,073	0,31	0,023	0,012
1968	0,006	0,004	0,12	1,95	3,45	1,68	0,72	1,26	0,23	0,044	0,017	0,008
1969	0,084	1,72	0,061	9,22	1,32	1,80	3,70	0,61	0,26	0,062	0,028	0,012
1970	0,008	0,84	0,082	2,06	2,82	4,19	2,27	4,23	0,51	0,095	0,048	0,071
1971	0,33	1,26	0,35	0,50	3,46	3,57	2,24	3,39	0,86	0,22	0,047	0,026
1972	0,17	0,15	0,11	0,21	4,59	3,60	10,6	2,01	0,50	0,29	0,077	0,045
1973	0,015	0,44	0,24	1,26	0,27	1,94	0,65	1,87	0,31	0,062	0,026	0,013
1974	0,20	0,47	5,75	1,39	0,54	3,33	1,35	0,71	0,62	0,11	0,055	0,024
1975	0,021	0,007	0,47	0,72	0,76	1,58	2,23	0,29	0,66	0,13	0,096	0,042
Moy.	0,096	0,44	0,95	2,87	3,83	3,27	2,19	1,71	0,63	0,15	0,045	0,030

Débit moyen annuel - Période 1946-1975 : 1,338 m³/s

(à partir des modules)

TABLEAU 2.4.3.1. (18)

OUED RHEZALA A FERNANA (137 km²)

(1946 - 1975)

Débits moyens mensuels en m³/s

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,004	0,006	0,06	0,36	0,95	0,72	0,38	0,27	0,095	0,041	0,019	0,007	0,69
1/2	0,018	0,22	0,47	1,60	3,34	2,40	1,36	1,08	0,366	0,11	0,036	0,019	1,26
1/10	0,24	1,20	2,42	6,44	7,31	6,83	5,00	3,96	1,48	0,32	0,083	0,060	2,09
1/50	1,26	2,52	5,08	14,73	10,30	12,47	9,30	7,29	3,45	0,56	0,13	0,14	2,74
1/100	2,26	3,16	6,39	19,71	11,45	15,38	11,28	8,82	4,66	0,67	0,15	0,20	2,99
Moy.	0,096	0,44	0,95	2,87	3,83	3,27	2,19	1,71	0,63	0,15	0,045	0,030	1,34
Max.	0,82	1,98	5,75	20,2 *	9,66	12,5	10,55	6,16	2,97	0,64	0,12	0,14	2,48
Min.	0,003	0,004	0,033	0,073	0,20	0,11	0,27	0,18	0,037	0,033	0,017	0,006	0,579

(*) Peut-être surestimé

TABLEAU 2.4.3.1. (19)

Débits moyens spécifiques mensuels en l/s/km².

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,03	0,04	0,44	2,63	6,93	5,26	2,77	1,97	0,69	0,30	0,14	0,05	5,04
1/2	0,13	1,61	3,43	11,7	24,4	17,5	9,93	7,88	2,67	0,80	0,26	0,14	9,20
1/10	1,75	8,76	17,7	47,0	53,4	49,9	36,5	28,9	10,8	2,34	0,61	1,02	15,3
1/50	9,20	18,4	37,1	108	75,2	91,0	67,9	53,2	25,2	4,09	0,95	0,88	20
1/100	16,5	23,1	46,6	144	83,6	112	82,3	64,4	34,0	4,89	1,09	1,46	21,8
Moy.	0,70	3,21	6,93	20,9	28,0	23,8	16,0	12,5	4,60	1,09	0,33	0,22	9,78

TABLEAU 2.4.3.1. (20)

Coefficients de débits mensuels et K₃

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,006	0,009	0,09	0,52	1,38	1,04	0,55	0,39	0,14	0,06	0,03	0,01	1
1/2	0,014	0,18	0,37	1,27	2,65	1,90	1,08	0,86	0,29	0,09	0,03	0,02	1
1/10	0,12	0,57	1,16	3,08	3,50	3,27	2,39	1,89	0,71	0,15	0,04	0,03	1
1/50	0,46	0,92	1,85	5,38	3,76	4,55	3,39	2,66	1,26	0,20	0,05	0,05	1
1/100	0,76	1,06	2,14	6,59	3,83	5,14	3,77	2,95	1,56	0,22	0,05	0,07	1
Moy.	0,072	0,34	0,71	2,14	2,86	2,44	1,63	1,28	0,47	0,11	0,03	0,02	1
K ₃	60	200	40	17,9	7,69	9,49	13,2	14,6	15,6	7,80	4,37	8,57	3,03

TABLEAU 2.4.3.2. (1)

MEJERDAH A BOU SALEM

Débits moyens mensuels en m³/s - Période (1953-1975)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1953-1954	5,03	29,7	39,0	13,9	98,1	112 *	35,2	47,6	12,3	5,91	2,81	2,14
1954	2,17	4,80	6,98	22,3	16,1	24,6	15,5	8,55	5,48	3,37	2,05	3,38
1955	13,6	32,6	20,7	22,1	21,4	112	23,9	15,3	8,47	3,89	3,36	3,65
1956	8,13	5,53	6,29	36,7	43,9	15,8	5,93	15,8	20,8	10,9	3,84	15,4
1957	12,8	32,9	((40))	54,6	((28))	((22,5))	((38,5))	10,4	6,15	4,66	3,91	3,35
1958	4,28	11,6	28,8	17,8	42,3	18,0	98,8	102	23,9	34,9	13,8	11,4
1959	12,7	12,3	24,3	36,8	52,1	22,5	14,9	24,6	39,5	17,4	8,38	8,14
1960	11,9	15,4	12,3	18,9	47,1	26,5	9,41	4,51	2,87	4,49	3,60	4,08
1961	4,55	7,06	2,58	((3,5))	(6)	112	20,6	15,2	3,11	3,35	1,90	3,89
1962	3,04	6,47	11,4	15,7	7,44	38,9	9,87	39,5	12,2	7,90	2,72	5,17
1963	12,1	4,32	2,05	13,5	54,8	65,0	20,3	7,42	3,81	3,00	4,64	7,68
1964	7,59	7,84	11,0	2,69	68,1	78,6	29,2	11,5	7,51	6,32	5,84	6,34
1965	9,93	6,38	5,82	10,8	8,02	5,77	19,6	43,6	30,1	6,51	5,48	4,70
1966	5,74	6,52	5,42	13,5	16,8	18,7	12,4	8,15	5,87	6,00	6,25	5,16
1967	6,52	2,39	1,89	10,3	56,0	19,4	19,2	5,38	2,84	8,71	7,74	3,98
1968	6,85	7,15	3,58	7,33	((20))	(8)	7,42	7,84	5,25	5,57	5,30	7,51
1969	51,5	186	33,2	((70))	32,1	((25))	((38))	12,2	6,20	4,29	6,54	7,94
1970	3,27	3,53	3,53	7,18	17,5	55,7	26,6	39,2	6,80	4,44	6,93	9,20
1971	12,9	12,9	2,45	((3))	28,6	17,3	((15))	49,3	22,3	9,39	4,17	6,07
1972	6,24	14,5	4,34	4,90	54,5	42,0	319	118	19,0	14,0	6,88	13,2
1973	12,0	7,14	5,75	23,1	8,29	14,2	11,6	16,9	8,01	5,55	6,80	3,13
1974	((7,5))	6,83	16,5	12,4	10,2	40,8	((16,5))	10,5	7,17	4,85	6,75	7,12
1975	8,72	3,01	9,87	6,73	5,08	((9))	22,3	6,74	23,0	8,59	18,1	11,5
M	9,95	18,56	12,95	18,60	36,10	39,32	36,05	26,96	12,29	8,00	5,99	6,52

Débit moyen annuel pour la période 1953-1975 : 19,20 m³/s

(à partir des modules)

TABLEAU 2.4.3.2. (2)
MEJERDAH A BOU SALEM (16 482 km²)
(1953 - 1975)

Débits moyens mensuels en m³/s

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	3,53	3,3	2,42	4,33	7,4	10,1	8,21	6,0	3,33	3,35	2,60	3,23	8,9
1/2	7,51	8,34	8,63	13,9	27,0	26,1	19,2	14,7	8,54	5,56	5,00	5,65	15,7
1/10	18,1	34,6	29,1	43	83,0	100	67,0	58,6	25,2	14,3	10,5	11,0	34,2
1/50	32,9	89,8	51,7	80	158	150	158	117	43,4	33,9	16,9	16,0	52,8
1/100	41,1	126	61,9	100	170	170	214(1)	146	51,5	48,9	19,9	18,0	60,8
Moy.	9,95	18,6	13,0	18,6	36,2	39,32	36,0(1)	27,0	12,3	8,00	5,99	6,52	19,2
Max.	51,5	186	40	70	128	112	319	118	39,5	34,9	18,1	13,2	51,7
Min.	2,17	2,39	1,89	2,69	5,08	5,77	5,53	4,51	2,84	3,00	1,9	2,14	7,68

(1) influence de la crue de 72-73.

TABLEAU 2.4.3.2. (3)
Débits spécifiques mensuels l/s.km²

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,21	0,20	0,15	0,26	0,45	0,61	0,50	0,36	0,20	0,20	0,16	0,20	0,54
1/2	0,46	0,51	0,52	0,84	1,64	1,58	1,16	0,89	0,52	0,34	0,30	0,34	0,96
1/10	1,10	2,10	1,77	2,61	5,04	6,07	4,07	3,56	1,53	0,87	0,64	0,67	2,07
1/50	2,00	5,45	3,14	4,85	9,59	9,10	9,59	7,10	2,63	2,06	1,03	0,97	3,18
1/100	2,49	7,64	3,76	6,07	10,3	10,3	12,98	8,86	3,12	2,97	1,21	1,09	3,68
Moy.	0,60	1,13	0,79	1,13	2,19	2,39	2,18	1,64	0,75	0,49	0,36	0,40	1,16

TABLEAU 2.4.3.2. (4)
Coefficients de débits et K3

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,40	0,37	0,27	0,49	0,83	1,13	0,92	0,67	0,37	0,38	0,29	0,36	1
1/2	0,48	0,53	0,55	0,89	1,72	1,66	1,22	0,94	0,54	0,35	0,32	0,36	1
1/10	0,53	1,01	0,85	1,26	2,43	2,92	1,96	1,72	0,74	0,42	0,31	0,32	1
1/50	0,62	1,70	0,98	1,52	2,99	2,84	2,99	2,21	0,82	0,64	0,32	0,30	1
1/100	0,68	2,07	1,02	1,64	2,80	2,80	3,52	2,40	0,85	0,81	0,33	0,30	1
Moy.	0,51	0,97	0,68	0,97	1,88	2,04	1,88	1,41	0,64	0,42	0,31	0,34	1
K3	5,13	10,5	12,0	9,93	11,2	9,90	8,16	9,77	7,57	4,27	4,04	3,41	3,83

TABLEAU 2.4.3.2. (5)
MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB
Débits moyens mensuels (Période 1946-1975)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1946-1947	2,50	5,09	4,20	193	93,9	30,8	9,36	21,7	(3,70)	2,56	1,88	17,9
1947	2,70	89,1	4,90	20,3	18,9	42	43,2	28,7	5,35	12,00	1,29	1,10
1948	3,20	10,8	81,3	60,8	192	106	122	50,8	25,8	7,08	4,37	2,82
1949	2,80	5,51	11,4	7,84	42,5	35,1	79,0	87,8	29,7	4,27	1,83	6,89
1950	9,92	21,0	10,9	12,3	28,9	54,2	15,3	5,22	13,2	12,4	6,67	6,40
1951	27,0	80,8	22,3	15,7	98,4	119	51,1	33,4	30,8	8,75	9,50	27,4
1952	17,9	14,5	38,8	130	133	58,5	78,5	20,3	24,9	20,6	5,07	16,8
1953	6,13	38,2	49,5	15,8	127	135	56,5	78,7	19,2	9,69	5,69	4,93
1954	4,74	6,49	9,81	29,8	24,3	28,1	22,9	11,8	7,57	4,40	2,70	4,55
1955	28,9	45,7	29,3	29,9	61,3	183	42,5	23,2	12,3	7,37	6,09	5,89
1956	11,4	8,79	8,90	40,4	55,5	21,9	9,37	16,9	23,3	11,7	4,67	11,6
1957	13,3	32,6	57,4	62,1	(162)	(30)	(47)	13,3	6,79	5,25	4,69	5,48
1958	5,48	21,0	42,1	27,6	51,2	27,7	132	(130)	30,7	(38)	14,3	16,3
1959	18,6	20,2	28,6	(40)	(55)	29,0	20,3	28,7	(45)	19,7	11,7	9,07
1960	12,8	16,1	13,8	(20)	(50)	(28)	10,8	6,53	4,46	6,36	6,74	4,14
1961	8,23	22,4	8,70	7,57	8,44	118	(20,8)	15,2	8,07	7,28	6,69	7,59
1962	7,41	20,3	22,6	22,9	16,0	60,9	24,1	54,3	15,8	15,4	9,82	12,5
1963	25,9	8,26	7,39	21,4	75,7	107	30,0	15,2	10,3	11,6	10,6	14,6
1964	14,2	22,7	24,7	11,1	106	138	51,6	22,2	13,7	10,3	8,87	9,37
1965	14,0	10,0	8,83	16,1	15,9	9,16	33,6	58,8	35,7	7,35	5,75	4,81
1966	6,62	10,0	6,13	24,1	33,0	37,3	19,1	10,2	6,82	5,85	7,71	(5,20)
1967	17,8	5,23	4,60	15,2	103	31,2	25,5	6,76	5,67	10,6	6,82	6,48
1968	(7,0)	(7,20)	4,37	9,86	38,1	11,4	8,15	11,2	(5,30)	(5,60)	(5,51)	(7,97)
1969	121	318	74,8	121	45,8	(30)	45,3	19,1	8,76	4,97	7,50	10,2
1970	6,95	5,97	3,49	11,3	32,4	105	53,4	66,2	16,6	10,1	9,88	12,9
1971	23,4	28,4	10,6	12,0	37,6	38,7	28,0	69,7	36,4	18,1	10,2	10,6
1972	17,5	34,9	9,67	11,8	88,9	94,5	446	196	32,2	21,8	18,2	20,0
1973	17,5	16,2	10,5	43,3	13,9	20,6	20,5	21,7	10,5	6,40	(7,00)	10,4
1974	(7,5)	7,66	23,3	12,4	9,17	57,4	(16,5)	12,6	11,0	8,00	8,36	10,8
1975	14,5	4,74	30,9	14,9	13,1	19,0	29,2	14,0	38,8	18,6	27,8	18,9
(1) Moy.	17,86	30,91	21,30	26,98	53,19	59,17	51,87	39,23	17,61	11,50	9,01	9,75
(2) Moy.	15,90	31,26	22,12	35,35	61,03	60,22	53,05	38,34	17,95	11,07	7,93	10,12

(1) (Moy. débit moyen annuel pour la période considérée : (1953-1975)

Débit moyen annuel : $28,863 \text{ m}^3/\text{s}$
(à partir des modules)

(2) (Moy. débit moyen annuel pour la période commune : (1946-1975)

Débit moyen annuel : $30,228 \text{ m}^3/\text{s}$
(à partir des modules)

Période 1925-1975 (reconstituée)

Moy. de débits moyens annuels : $31,734 \text{ m}^3/\text{s}$

TABLEAU 2.4.3.2. (6)

MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB (21 185 km²)

(1953 - 1975)

Débits moyens mensuels en m³/s

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	5,92	5,79	4,76	10,0	12,4	13,9	12,2	7,63	5,49	4,85	4,35	4,69	13,3
1/2	11,0	13,3	14,9	18,6	39,2	43,6	27,9	22,3	13,4	9,01	7,60	8,63	23,4
1/10	32	62,3	46,2	51,1	112	125	91	91,5	35,2	21,2	15,0	15,9	50,7
1/50	82	196	79,5	122	186	207	236(1)	183	56,9	33,9	24,5	22,1	86,1(1)
1/100	120	300	94,2	174	217	242	347(1)	229	66,2	39,5	29,6	24,6	105(1)
Moy.	17,9	30,9	21,3	27,0	53,2	59,2	51,9	39,2	17,6	11,5	9,01	9,75	28,9
Max.	121	318	74,8	121	162	183	446	196	45,0	38,0	27,8	20	82,7
Min.	4,74	4,74	3,49	7,57	8,44	9,16	8,15	6,53	4,46	4,40	2,70	4,14	10,08

(1) influence de la crue de 73

TABLEAU 2.4.3.2. (7)

Débits spécifiques moyens mensuels en m³/s :

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,28	0,27	0,23	0,47	0,59	0,66	0,58	0,36	0,26	0,23	0,20	0,22	0,63
1/2	0,52	0,63	0,70	0,88	1,84	2,06	1,32	1,05	0,63	0,43	0,36	0,41	1,10
1/10	1,51	2,94	2,18	2,41	5,29	5,90	4,30	4,32	1,66	1,00	0,71	0,75	2,39
1/50	3,87	9,25	3,75	5,76	8,78	9,77	11,1	8,64	2,69	1,60	1,16	1,04	4,06
1/100	5,66	14,2	4,45	8,21	10,2	11,4	16,4	10,8	3,12	1,86	1,40	1,16	4,96
Moy.	0,84	1,46	1,01	1,27	2,51	2,79	2,45	1,86	0,83	0,54	0,43	0,46	1,36

TABLEAU 2.4.3.2. (8)

Coefficients de débits mensuels et K3

f	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1/10	0,45	0,44	0,36	0,75	0,93	1,05	0,92	0,57	0,41	0,36	0,33	0,35	1
1/2	0,47	0,57	0,64	0,79	1,68	1,86	1,19	0,95	0,57	0,39	0,32	0,37	1
1/10	0,63	1,23	0,91	1,01	2,21	2,47	1,79	1,80	0,69	0,42	0,30	0,31	1
1/50	0,95	2,28	0,92	1,42	2,16	2,40	2,74	2,13	0,66	0,39	0,28	0,26	1
1/100	1,14	2,86	0,90	1,66	2,07	2,30	3,30	2,18	0,63	0,38	0,28	0,23	1
Moy.	0,62	1,07	0,74	0,93	1,84	2,05	1,80	1,37	0,61	0,40	0,31	0,34	1
K3	5,4	10,8	9,71	5,11	9,03	8,99	7,46	12,0	6,41	4,37	3,45	3,39	3,81

TABLEAU 2.4.3.2.(11)
MEJERDAH A BOU SALEM (16 482 km²)

Débits moyens mensuels naturels reconstitués - Période 1946-1975

Années	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
1946-1947	2,20	4,50	5,00	139	59,2	19,9	5,90	16,0	3,62	1,94	1,75	10,2
1947-1948	2,70	76,5	3,76	18,0	15,8	41,0	17,2	26,0	4,95	11,7	2,00	1,10
1948-1949	4,15	11,1	45,7	43,5	137	56,0	79,8	28,0	13,2	5,10	3,40	2,00
1949-1950	1,60	3,50	7,01	5,41	28,0	21,3	62,0	51,6	20,0	3,60	1,45	4,50
1950-1951	7,10	12,0	6,16	5,86	16,8	31,9	8,06	3,60	13,0	9,50	5,92	6,20
1951-1952	18,5	61,7	14,2	27,1	64,7	102	31,5	29,2	20,5	7,00	9,30	19,0
1952-1953	15,0	10,2	18,9	102	99,2	38,4	62,6	16,1	21,0	16,7	5,02	15,5
1953-1954	5,40	29,7	39,0	13,9	98,1	112	35,2	47,6	12,3	10,4	2,50	1,76
1954-1955	2,50	4,80	6,98	22,7	16,5	25,0	15,5	12,0	12,0	6,50	1,50	7,50
1955-1956	26,1	35,0	15,0	24,0	21,4	112	23,9	15,3	8,47	3,89	3,36	3,65
1956-1957	8,50	5,53	6,29	31,7	38,9	15,8	5,93	14,8	20,8	10,9	3,84	11,4
1957-1958	14,0	77,0	36,4	59,1	95,4	17,0	34,0	9,25	4,40	4,66	3,91	3,35
1958-1959	4,28	11,6	29,5	17,8	39,0	18,0	98,8	102	23,9	34,9	13,8	11,3
1959-1960	12,7	12,3	24,3	30,0	43,0	22,5	14,9	24,6	39,5	17,4	8,38	8,14
1960-1961	11,0	15,4	12,3	17,0	40,0	24,2	9,30	4,51	2,87	4,49	4,65	3,08
1961-1962	4,55	7,06	3,50	3,55	7,50	98,0	18,6	16,2	7,30	7,00	1,90	3,89
1962-1963	3,70	10,4	11,4	16,1	7,80	30,0	10,8	39,5	12,2	11,6	4,40	11,8
1963-1964	36,0	2,80	2,15	29,0	48,0	39,0	18,0	7,42	4,70	4,70	1,50	6,12
1964-1965	3,29	25,1	14,3	4,16	63,4	79,4	20,4	10,2	7,09	2,85	3,93	8,74
1965-1966	10,4	1,96	5,75	16,0	8,80	5,22	23,5	42,7	30,9	5,47	2,89	3,16
1966-1967	9,15	14,5	7,17	11,2	14,3	19,4	12,1	11,3	7,50	2,62	1,57	2,82
1967-1968	29,0	1,32	4,80	15,0	46,1	16,4	14,5	5,00	3,50	26,0	1,40	1,20
1968-1969	3,80	1,50	1,97	10,4	25,3	8,30	11,2	10,6	1,90	1,95	3,00	8,30
1969-1970	105	186	31,0	83,0	18,7	12,5	26,8	10,6	11,5	4,20	4,90	2,20
1970-1971	3,20	9,72	2,14	8,60	18,1	56,9	29,2	30,9	13,7	2,93	4,61	12,1
1971-1972	36,6	23,0	4,35	5,48	28,3	22,4	17,2	59,5	14,0	13,1	2,30	3,60
1972-1973	15,5	54,2	4,55	5,82	63,5	46,6	309,0	74,6	14,7	10,4	7,74	8,49
1973-1974	4,19	6,40	5,43	30,1	8,83	16,3	15,0	19,0	5,00	3,51	2,35	2,26
1974-1975	5,19	7,29	17,1	7,96	7,08	62,0	14,0	26,4	11,6	5,22	1,84	9,26
1975-1976	11,3	2,55	15,8	5,66	7,94	11,4	25,1	8,48	37,8	17,1	21,8	6,49

2.4.4. LES DEBITS ANNUELS

2.4.4.1. LES DONNEES DISPONIBLES :

L'examen du tableau (2.4.4.1. (1)) ci-après relève l'inégale durée des observations aux 7 stations principales, inégalité aggravée par la non-concordance des périodes d'observations. On peut y remédier dans une assez faible mesure en comblant les lacunes de courtes durées situées en dehors des périodes de crue, en certains cas, et en utilisant les corrélations entre débit de certaines stations, mais ce procédé n'est valable que dans des cas particuliers. Les corrélations sont relativement serrées dans deux cas seulement : entre les modules annuels de JENDOUBA et de GHARDIMAOU et les modules annuels de BOU SALEM et de MEDJEZ EL BAB. Les quelques données que l'on possède sur les stations du nord montrent qu'elles sont également serrées pour l'ensemble des stations des affluents rive droite : RHARAI, RHEZALA, BOU HEURIMA, KASSEB et ZARGA.

A l'échelle mensuelle ces corrélations sont beaucoup moins faciles à utiliser comme on l'a vu plus haut, mais on a vu qu'en les employant conjointement avec l'examen du bilan à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB, avec un très faible secours d'ordre qualitatif des données de précipitations, on a pu reconstituer ou corriger un bon nombre de débits mensuels permettant de déterminer sans risque de trop fortes erreurs relatives, un bon nombre de débits annuels manquants ou incomplets. On a préféré partir de débits mensuels plutôt que des corrélations à l'échelle annuelle pour réduire les risques d'erreur et surtout pour obtenir un ensemble cohérent de données, sauf pour reconstituer les années antérieures à 1946-1947 à MEDJEZ EL BAB et à GHARDIMAOU.

On arrive ainsi aux séries suivantes :

- MEJERDAH à GHARDIMAOU : - série 1946-1947 - 1975-1976 (3 années reconstituées 1946 à 1948 avec corrélations mensuelles soit 30 ans)
- série 1898-1975 (en plus les années 1898 à 1945 ont été reconstituées à partir de corrélations à l'échelle annuelle soit 76 ans)
2 années manquantes : 1922-1923 et 1923-1924.
- MEJERDAH à JENDOUBA : - série 1898-1899 à 1975-1976 avec 2 années manquantes (1913-1914 et 1922-1923), les années 1949-1950 à 1968-1969 ont été reconstituées par corrélation à l'échelle mensuelle ; certaines surestimations légères sont possibles.
- MEJERDAH à BOU SALEM : - série 1925-1926 à 1975-1976 (51 ans) non rigoureusement homogène (construction du barrage de NEBEUR), mais à l'échelle annuelle les perturbations modifient peu la distribution statistique
- série 1925-1926 à 1952-1953 débits naturels (28 ans).
- MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB : - série 1953-1954 à 1975-1976 (23 ans) modules légèrement perturbés comme ceux de BOU SALEM
- série 1925-1926 à 1975-1976 (51 ans) non rigoureusement homogène comme la série de BOU SALEM (période 1925-1952 reconstituée par corrélation à l'échelle annuelle).
- MELIEGUE au K13 : - série 1924-1925 à 1975-1976 débits naturels (52 ans).
- RHEZALA à FERNANA : - série 1946-1947 à 1975-1976 débits presque naturels (30 ans) (barrage de l'Oued EL LIL).
- BOU HEURIMA à KEF RIRA : - série 1962-1963 à 1969-1970 série arrêtée par la construction du barrage.

2.4.4.2. TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES

2.4.4.2.1. Ajustement de différentes lois de distribution statistique :

Les débits moyens annuels ont été classés par ordre décroissant et leur fréquence expérimentale au dépassement calculée à l'aide de la formule :

$$F = \frac{n - \frac{1}{2}}{N} \quad \begin{array}{l} n \text{ étant le rang de l'observation} \\ N \text{ le nombre total d'observations.} \end{array}$$

Le tableau (2.4.4.2. (1)) présente les résultats de ce classement avec les années d'occurrence désignées par la première des deux années qui caractérisent l'année agricole. On notera que la période 1965-1978, très sèche en zone tropicale, se reflète dans une certaine mesure par les années très déficitaires : 1966-1967, 1968-1969, 1973-1974 et 1975-1976. Mais en Tunisie, cette période de sécheresse est complètement perturbée par les crues tout à fait exceptionnelles de septembre-octobre 1969 et mars 1973. Il en est de même pour la période sèche 1940-1947.

L'ajustement des huit lois de probabilité suivantes a été fait sur les distributions observées, corrigées et complétées : loi normale, loi de GUMBEL, loi Log Normale (GALTON), loi Γ incomplète, loi de GOODRICH, loi de FRECHET, loi de PEARSON V, loi Log Γ . (Pour la définition des cinq premières de ces lois : cf. 2.1.1.).

L'emploi de la loi de FRECHET avait été envisagé en raison de la très grande asymétrie de certaines des distributions étudiées. Effectivement elle s'ajuste bien dans certains cas, mais elle conduit au-delà de la fréquence centennale à des valeurs annuelles de débits invraisemblables pour un cours d'eau tel que la MEJERDAH et même pour ses affluents les plus capricieux. Inversement la loi normale qui correspond à des régimes beaucoup plus réguliers ne donne de résultats satisfaisants dans aucun cas, c'est pourquoi on ne reproduira pas les résultats obtenus par ces deux lois.

On a utilisé pour contrôler les ajustements un nouveau test qui est particulièrement sensible à la bonne adaptation de la loi pour les valeurs extrêmes, tout en restant très acceptable pour les valeurs voisines de la médiane. Enfin ces ajustements ont été examinés directement sur les graphiques avec les points expérimentaux et pour le choix de la loi on a tenu compte de la valeur approximative que l'on peut supputer pour les valeurs extrêmes, compte tenu d'informations non contenues dans les séries de données analysées. Les tableaux 2.4.4.2.(2) à 2.4.4.2.(9) résument les valeurs calculées des débits moyens annuels pour les différentes lois, pour diverses fréquences, ainsi que les paramètres de ces lois. Les valeurs correspondant à des périodes de retour de 100 ans et surtout 1 000 ans sont données à titre indicatif, les séries chronologiques étant généralement trop courtes pour conduire à des valeurs sûres. On a étudié séparément pour GHARDIMAOU la période 1946-1975 observée et la période 1898-1975 reconstituée en partie. Pour JENDOUBA en plus de la série 1858-1975 on a étudié la série commune 1946-1975 (résultats en annexe).

Pour les stations de BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB sur la MEJERDAH, nous avons en outre procédé à des ajustements sur des séries correspondant aux périodes antérieures et postérieures à la construction du barrage du MELLEUE à NEBBUR (1953) (le barrage contrôle plus du tiers du bassin versant total de la MEJERDAH mais beaucoup moins du tiers du débit par suite des différences de modules spécifiques entre les affluents nord et sud du fleuve) et pour la période commune 1946-1975 (résultats en annexe).

Nous avons fait de même pour le MELLEUE au K13 afin d'avoir une base de référence. Les tableaux 2.4.4.2.(10) à 2.4.4.2.(12) présentent ces résultats complémentaires. Il était difficile de tenir compte de la construction du barrage de BEN METIR en 1958, la période postérieure à cette date étant bien courte et surtout les débits dérivés à BEN METIR correspondent à moins de 5 % des débits totaux annuels médians à BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB, ils sont donc généralement inférieurs aux erreurs probables sur les débits annuels à ces deux stations. Nous n'avons pas procédé à l'étude statistique des débits annuels à BOU HEURIMA, avec huit valeurs annuelles elle n'aurait pas de signification. Si l'on veut avoir une idée de cette distribution on peut utiliser la corrélation entre FERNANA et BOU HEURIMA. Si le barrage de l'Oued EL LIL n'existait pas, la régression pourrait être représentée par $Q_{BH} = Q_{FERN} \times 2,35$. Avec le barrage, la régression devient $Q_{BH} = 2,65 Q_{FERN} - 0,70$, les faibles valeurs étant sous-estimées et les fortes valeurs parfois surestimées.

Il est assez difficile de dégager les lois de distributions qui conviennent à chaque station, les séries chronologiques sont inégales et même une série de 76 valeurs comme à JENDOUBA est à peine suffisante pour déterminer exactement la loi qui convient le mieux bien qu'elle permette de voir vers quelles lois s'orienter. Le test ne suffit pas, même pour une série longue ; il est bon de voir si la fréquence obtenue pour une loi donnée pour les années exceptionnelles est compatible avec les résultats des enquêtes. Celles-ci permettent d'avoir une vague idée de cette fréquence, compte tenu également des facteurs conditionnels de l'écoulement. Mais un certain nombre de constatations s'imposent : la loi normale n'est pas appropriée ce qui est tout à fait logique pour un cours d'eau méditerranéen, la loi de GUMBEL ne convient pas non plus sauf à la rigueur pour le RHEZALA. Pour toutes les autres stations elle s'ajuste mal à la courbe expérimentale et donne pour les années humides exceptionnelles des valeurs quelquefois un peu faibles mais le plus souvent beaucoup trop faibles.

La loi de FRECHET, on l'a déjà vu, donne au contraire pour les années centennales et millénales des valeurs très élevées invraisemblables.

Pour la période 1953-1975, le choix de la loi la mieux adaptée est délicat : l'échantillon est de trop faible durée et il se trouve que les débits naturels comportent en général à la fois des modules exceptionnellement faibles et exceptionnellement élevés, ce qui conduirait volontiers à des lois de distribution avec de plus forts coefficients d'asymétrie que sur une longue période, on a dû en tenir compte dans une très faible mesure pour ce choix.

Dans ces conditions les lois adoptées ont été les suivantes :

MEJERDAH à GHARDIMAOU 1898-1975 : (voir tableau I p. 253) la valeur du test la plus faible correspond nettement à la loi de GALTON, mais cependant on a adopté la loi GAMMA incomplète (PEARSON III) qui donne pour la crue centennale une valeur beaucoup plus en rapport avec les données de l'enquête que la loi de GALTON. La loi de GOODRICH conviendrait presque mais le module centennal serait peut-être un peu faible. Pour cette loi de PEARSON III le coefficient de variation est de 0,640, le coefficient d'asymétrie de 1,896. Ces chiffres seront à rapprocher de ceux obtenus pour JENDOUBA et FERNANA qui, comme GHARDIMAOU, comportent une partie ou la totalité de leur bassin bénéficiant du régime des affluents nord. Pour la période directement observée

1946-1975, (Tableau 2.4.4.2. (2)) la valeur du test est la plus faible pour la loi GAMMA incomplète et la valeur du module centennal humide correspond le mieux aux valeurs extrêmes observées même en tenant compte du fait que le choix de la formule $\frac{n-2}{N}$ tend à donner à la valeur la plus forte observée une fréquence trop faible. Les lois

de GAILTON, PEARSON V et Log. GAMMA présentent des valeurs assez comparables pour le test mais les valeurs centennales humides sont nettement trop fortes. Dans le cas de la loi de PEARSON III le coefficient de variation est égal à 0,624 légèrement plus faible que pour l'échantillon précédent et le coefficient d'asymétrie 1,763 également.

MEJERDAH à JENDOUBA (1898-1975) :

Ici encore la valeur du test la plus faible correspond à la loi de GAILTON mais elle donne pour les modules cinquantennal et centennal des valeurs trop fortes. On peut hésiter entre les lois de GOODRICH et de PEARSON III qui présentent des valeurs assez voisines pour le test et pour les modules humides de très faible fréquence. La proportion de bassins à régime hydrologique type MELLEGUE a nettement diminué, ce qui pourrait peut-être conduire au choix d'une loi correspondant à un régime un peu plus régulier, mais les trois valeurs maximales sont très voisines et il est très vraisemblable qu'elles ne sont pas si proches de la valeur centennale que pourrait l'indiquer la loi de GOODRICH, c'est pourquoi on lui a préféré la loi GAMMA incomplète (PEARSON III). Dans ces conditions, le coefficient de variation est égal à 0,588 et le coefficient d'asymétrie 1,706, chiffres très légèrement inférieurs à ceux trouvés pour la même période d'observation à GHAR-DIMAOU, ce qui est logique.

Pour la période commune 1946-1975, l'influence des trois années humides 1952, 1953, 1972 conduit à une nette différence dans la distribution par rapport à la période précédente. Il n'est pas exclu d'ailleurs que les modules de 1952 et 1953 (reconstitués) aient été un peu surestimés. La loi présentant la valeur la plus faible pour le test est celle de PEARSON III 1,180, la valeur centennale du module est de 22,3 ce qui est admissible, mais il est impossible d'admettre la loi de GOODRICH. La moyenne avec la loi de PEARSON passe de 7,19 à 7,911, le coefficient de variation s'abaisse à 0,543 et le coefficient d'asymétrie à 1,541. De nombreux indices montrent que cet échantillon présente une moyenne plus élevée que pour une très longue période : 100 ans ou plus.

MELLEGUE au K13 (1924-1975) : L'ajustement est assez difficile, les valeurs du test sont relativement élevées, la plus faible correspond à la loi Log. GAMMA 5,132, puis vient celle correspondant à la loi de GAILTON 5,675, mais ces deux lois donnent pour le module centennal respectivement 16,8 et 16,2 m³/s alors que la plus forte valeur observée en 52 ans est de 25,10 m³/s. C'est pourquoi malgré une valeur du test de 7,116 on a choisi la loi de PEARSON V qui conduit pour le module centennal à un débit de 21,4 m³/s (on a toujours considéré que le module de 1969 sur le MELLEGUE était d'une fréquence plus faible que le module centennal). La loi de FRECHET donnerait 40 m³/s ce qui paraît peu vraisemblable. Le coefficient de variation est de 0,414 avec la loi de PEARSON V mais le coefficient d'asymétrie est de 11,415, ce qui caractérise bien le caractère particulièrement irrégulier du régime du MELLEGUE pour les fortes valeurs du débit, alors que cette irrégularité est moins marquée pour 90 % des valeurs observées. Ceci explique un coefficient de variation relativement modéré bien en rapport avec le régime des précipitations et les caractéristiques du sol et du couvert végétal du bassin de ce cours d'eau.

Pour la période commune (1946-1975) (tableau en annexe), l'influence des 2 modules exceptionnels 1969-1970 et 1972-1973 conduit à une augmentation du coefficient de variation qui atteint 0,422 et surtout du coefficient d'asymétrie qui atteint 16,12 toujours avec la loi de PEARSON V. Cette loi présente dans ce cas la meilleure valeur du test 1,542. Pour la période 1953-1975 (tableau 2.4.4.2. (12)) l'influence des années en question devient nettement trop forte : pour la même loi de PEARSON V présentant toujours le test le plus faible 3,766, le coefficient de variation croît légèrement à 0,425 mais le coefficient d'asymétrie atteint 38,065 chiffre qui n'a plus grande signification. Un peu comme la loi de FRECHET la loi de PEARSON V monte très vite vers les fortes fréquences, surtout avec un échantillon aussi court et présentant une telle structure ; elle est tout juste acceptable, cependant la valeur millénaire 52,3 m³/s ne paraît pas trop surestimée, alors que la loi de FRECHET conduirait pour cet échantillon à 113 m³/s valeur inacceptable.

L'OUED RHEZALA à FERNANA (1946-1975) : (tableau 2.4.4.2. (7)). Dans ce cas la loi GAMMA incomplète (PEARSON III) s'impose, la valeur du test est la plus faible 3,822 et le module centennal 2,99 m³/s paraît raisonnable, il conduit à un module millénaire peut-être un peu faible. La loi de GOODRICH s'ajusterait mieux à la partie basse de la courbe expérimentale mais donnerait un module centennal 3,34 m³/s, peut-être un peu fort.

Le coefficient de variation est avec la loi GAMMA incomplète de 0,419 et le coefficient d'asymétrie de 0,888. C'est le coefficient d'asymétrie le plus faible pour le bassin de la MEJERDAH malgré la faible superficie du bassin versant, ceci montre bien la régularité relative du régime du RHEZALA et des cours d'eau de la rive nord, en relation avec le régime abondant des précipitations.

La MEJERDAH à BOU SALEM (1925-1975) : à l'échelle d'une série de modules sur 51 ans, les perturbations apportées par le barrage de NEBEUR sont presque négligeables, bien sûr les débits de septembre et octobre 1969 et de mars 1973 ont été artificiellement réduits, mais les autres mois de l'année ont été plus abondants qu'ils n'auraient dû l'être et sur les 42 années la diminution de module due au barrage est presque de l'ordre de grandeur des erreurs de mesure. Le module très faible de 1968 a dû être majoré par rapport au module naturel.

et il est peut-être surestimé mais dans quelle mesure ? Certainement moins de 10 % d'après l'examen de l'ensemble des débits mensuels aux diverses stations. On ne fera pas de grave erreur en traitant cette série comme une série homogène et naturelle. Les deux valeurs les plus faibles du test, voir tableau 2.4.4.2.(4), correspondent aux lois de GALTON et de PEARSON III 3,664 et 3,662 mais elles conduisent à un module centennal un peu fort 70,2 ou 61,4 m³/s. On leur a préféré la loi de GOODRICH qui avec une valeur du test de 3,760 conduit à un module centennal de 58,1 m³/s, la valeur maximale observée étant de 51,7 m³/s en 1972-1973.

Le coefficient de variation est de 0,521 ce qui correspond bien à un régime méditerranéen sur un bassin de superficie moyenne et le coefficient d'asymétrie 1,429 est assez fort sans être excessif. Tout ceci tient au régime régulier des affluents rive droite et aux compensations apportées par les nombreux affluents de régimes différents. On ne doit pas oublier que si les affluents rive gauche ont un régime voisin de celui du MELLEUE, ils présentent en dehors de l'hiver des crues qui ne se produisent qu'assez rarement le même mois que pour ce cours d'eau et leur importance relative varie d'une année à l'autre. Ce fait qui conduit à d'assez mauvaises corrélations intermodules pour ces affluents présente un aspect bénéfique pour le régime du MELLEUE à BOU SALEM.

Pour la période 1925-1952 (tableau 2.4.4.2.(9)), on a choisi également la loi de GOODRICH qui à la fois présente la plus faible valeur pour le test d'ajustement et qui correspond le mieux aux valeurs maximales des modules observés. Le coefficient de variation est de 0,447, le coefficient d'asymétrie de 0,992. Mais cette série ne comporte ni les années très fortes 1972-1973 et 1969-1970, ni les années très faibles 1966 et 1968, ce qui explique les valeurs un peu faibles de ces deux coefficients.

Pour la période 1953-1975 (tableau 2.4.4.2.(10)), la loi de GALTON donnerait certainement un très bon ajustement mais elle conduit à une valeur du module centennal nettement trop forte, ceci tient au caractère très irrégulier déjà signalé de cette série. On a préféré la loi de GOODRICH qui représenterait mieux un bassin partiellement régularisé sur une série moins exceptionnelle. Malgré une valeur de test assez élevée 4,255, elle s'ajuste encore aux points expérimentaux avec une légère tendance à donner des valeurs peut-être faibles pour les années sèches. Le coefficient de variation est égal à 0,601 et celui d'asymétrie à 2 000. Ils reflètent bien tous deux ce qui a été dit plus haut de l'irrégularité de la série observée et nous donnent à penser que les valeurs de la série 1925-1975 sont probablement plus proches de la réalité.

Pour la période commune (1946-1975) (tableau III en annexe) on peut faire les mêmes remarques que pour la série précédente, cependant l'effet du module exceptionnel 1972-1973 s'estompe nettement, la différence entre le test pour la loi de GALTON : 2,259 et celui correspondant à la loi de GOODRICH 3,341 est nettement plus faible, les coefficients de variation 0,560 et d'asymétrie 1,682 se rapprochent très nettement de ceux de la série 1925-1975. Ils sont peut-être un peu élevés par rapport à ceux d'une très longue période.

La MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB (1925-1975) : Etant donné l'irrégularité de ces régimes on a préféré attacher plus d'importance à cette longue série reconstituée qu'à la série observée, peu perturbée tout au moins au niveau du module par le barrage de NEBEUR mais dont la distribution est faussée par des années exceptionnelles. La loi de GALTON présente la valeur la plus faible pour le test d'ajustement 1,704 suivie de près par la loi Log. GAMMA 1,801 et elle donne au module de 1972-1973 une valeur cinquantennale ce qui est très vraisemblable à cette station, elle a donc été adoptée (tableau en annexe VI). Elle conduit peut-être à des valeurs un peu fortes pour les années exceptionnelles sèches. Le coefficient de variation est de 0,576 et le coefficient d'asymétrie 2,383. valeurs plus élevées qu'à BOU SALEM. Ceci tient probablement aux influences de la SILLANA particulièrement irrégulière. Etant donné les difficultés d'étalonnage de cette station, il ne serait pas raisonnable de pousser plus avant les recherches sur les différences de régime entre les données de cette station et celles de la station précédente.

En ce qui concerne la série 1953-1975 (tableau 2.4.4.2.(11)), on a adopté la loi de GALTON malgré une valeur du test de 1,003 (0,878 pour la loi Log GAMMA et 0,835 pour la loi de PEARSON V) mais les valeurs cinquantennales du module données par ces dernières lois sont un peu trop élevées par rapport au module de 1972-1973. La loi de GOODRICH donnerait peut-être une valeur un peu faible pour cette fréquence. La loi de GALTON conduit à un coefficient de variation de 0,676 et à un coefficient d'asymétrie de 3,455 valeurs plus fortes que pour la série précédente pour les mêmes raisons qu'à la station de BOU SALEM. Il vaut mieux se référer aux valeurs de la série 1925-1975 bien qu'elle soit en grande partie reconstituée.

Comme pour la station de BOU SALEM, sur la série 1946-1975 (tableau 2.4.4.2.(5)), l'influence du module 1972-1973 est moins marquée que pour la série précédente. La loi de GALTON donne toujours la valeur du test la plus faible bien entendu 1,009. Les coefficients de variation 0,626 et d'asymétrie 2,880 sont plus faibles que pour la série précédente mais probablement plus élevés que pour une série de très longue durée, il manque de toute façon la période sèche 1898-1924.

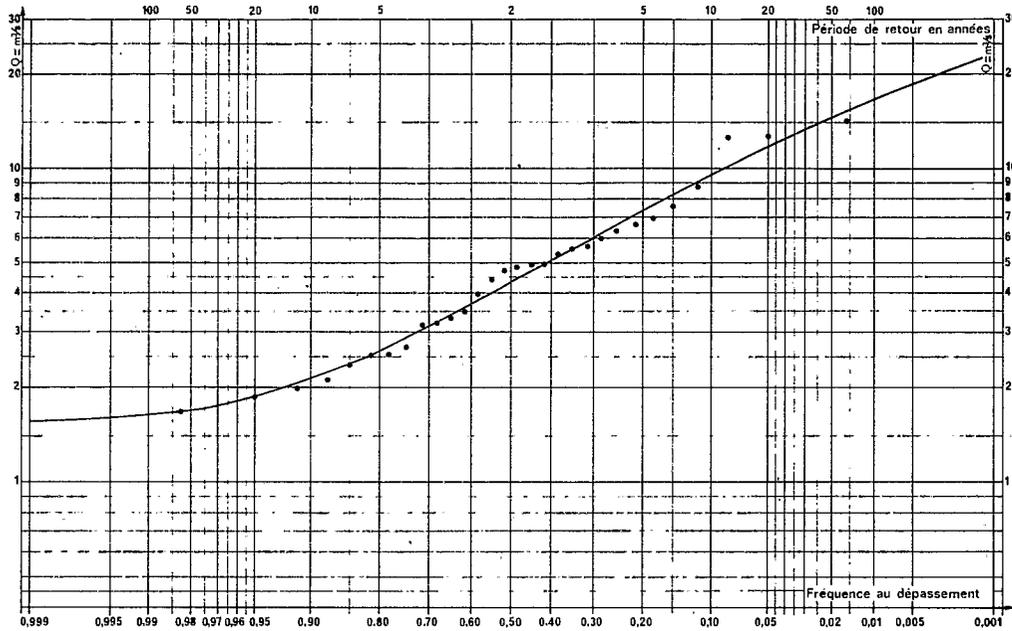
Ainsi qu'on l'avait constaté dans la première édition la loi GAMMA incomplète a été adoptée pour trois stations et ne conviendrait pas trop mal pour d'autres. Par contre elle ne conviendrait pas pour le MELLEUE. Les graphiques 2.4.4.2.(a) à 2.4.4.2.(i) représentent les ajustements des lois retenues aux distributions expérimentales observées ou reconstituées pour six des sept stations principales (on n'a pas retenu celle de BOU HEURIMA) : pour la série naturelle de 30 ans et la série reconstituée de 76 ans de GHARDIMAOU, pour la série reconstituée en partie de JENDOUBA, pour la série complète de 51 ans de BOU SALEM, pour la série reconstituée de 51 ans de MEDJEZ EL BAB, pour la série complète de 52 ans du MELLEUE au K13, pour la série de 30 ans de FERNANA et pour les deux séries 1953-1975 de BOU SALEM et de MEDJEZ EL BAB.

Etude statistique des debits moyens annuels de la MEDJERDAH à GHARDIMAOU

Gr: 2.4.4.2 (a)

(1946 - 1975) 30 ans

Ajustement d'une loi Γ incomplète

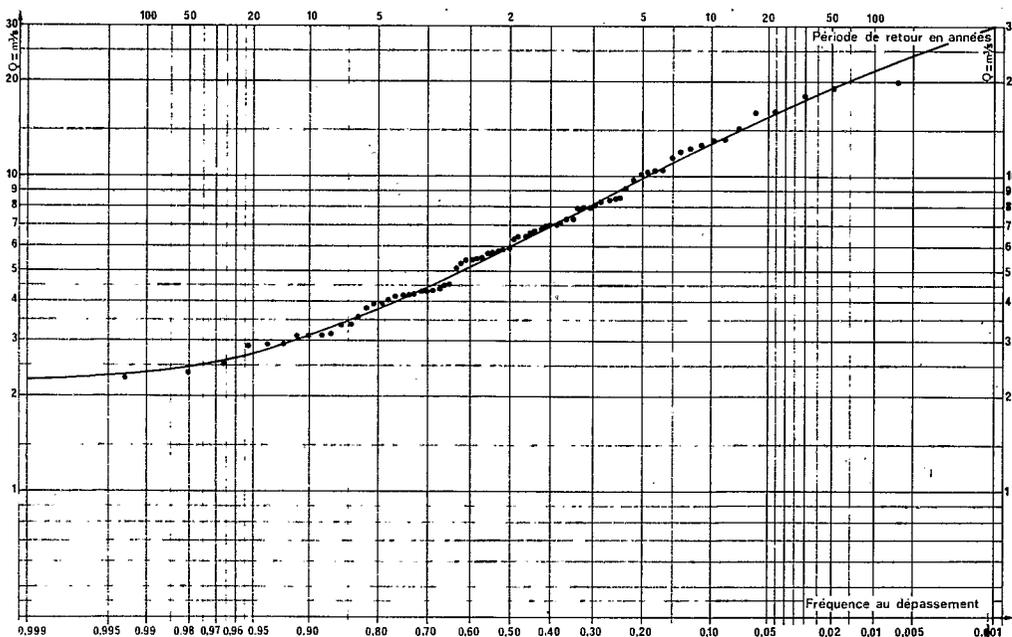


Etude statistique des debits moyens annuels de la MEDJERDAH à JENDOUBA

Gr: 2.4.4.2 (b)

(1899 - 1975) 76 ans

Ajustement d'une loi Γ incomplète

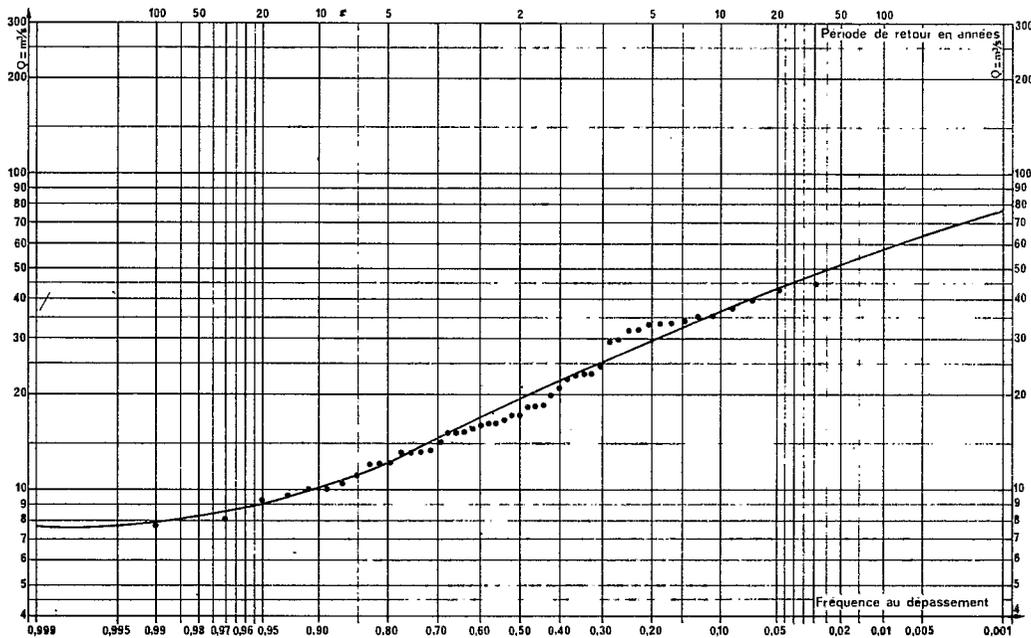


Etude statistique des débits moyens annuels de la MEDJERDAH à BOU SALEM

Gr 2.4.4.2 (c)

(1925 - 1975) 50 ans

Ajustement d'une loi Γ incomplète

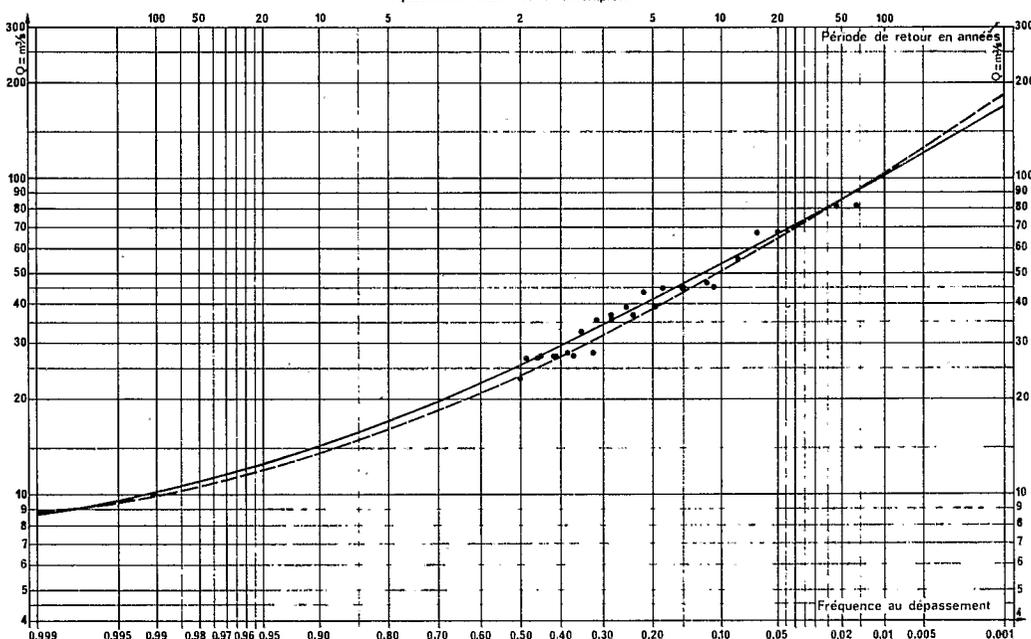


Etude statistique des débits moyens annuels de la MEDJERDAH à MEDJEZ EL BAB

Gr: 2.4.4.2 (d)

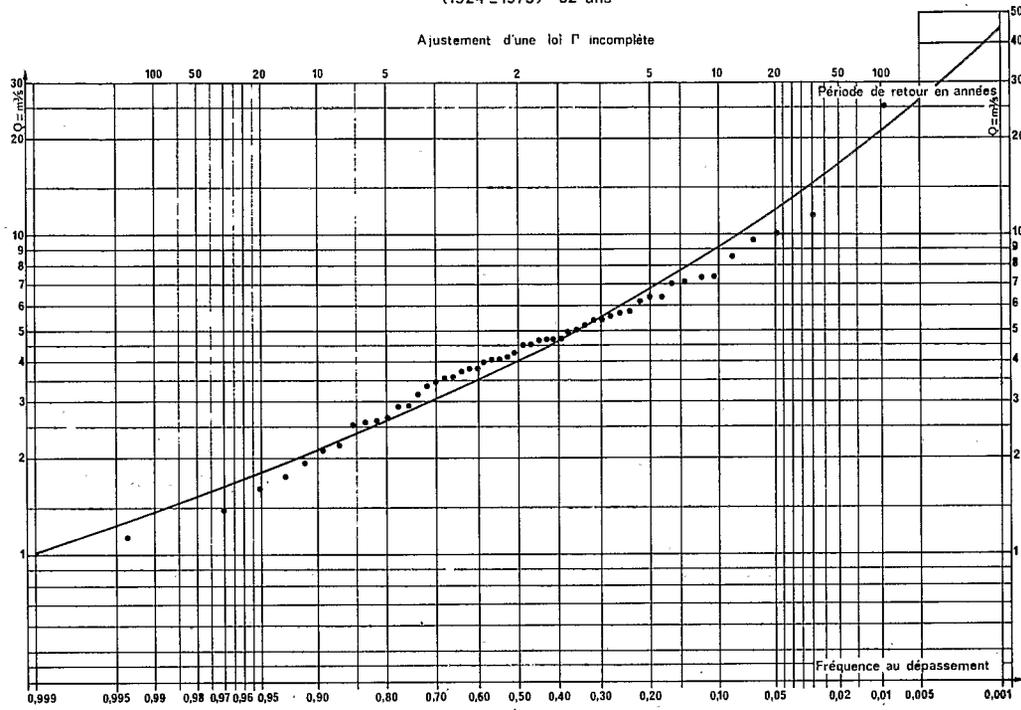
— (1953-1975) 23 ans
 — (1946-1975) 30 ans

Ajustement d'une loi Γ incomplète



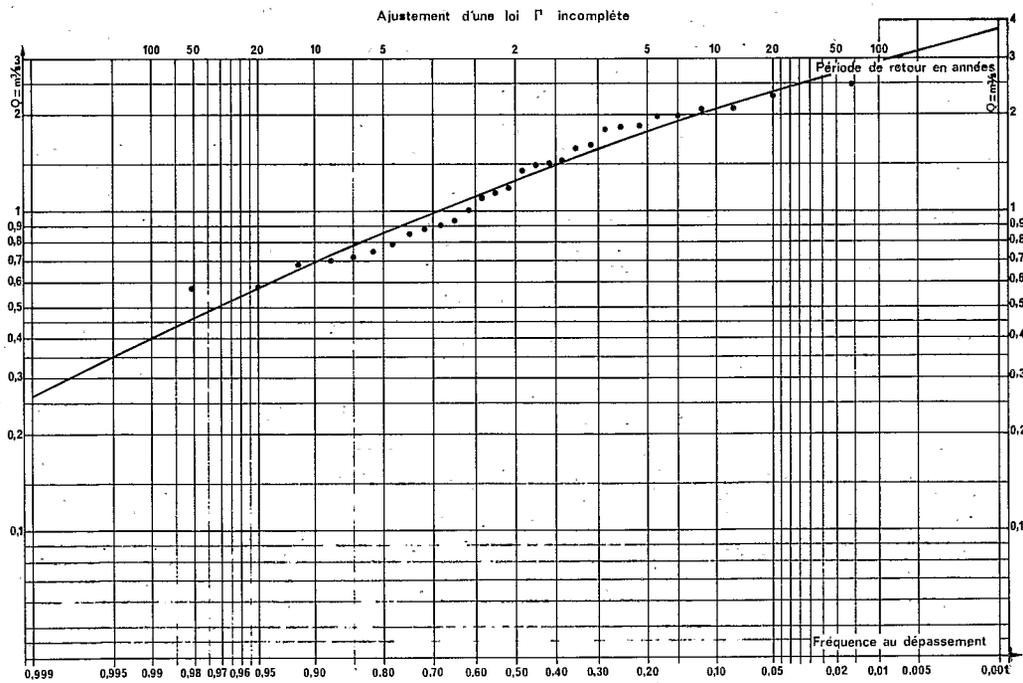
Etude statistique des débits moyens annuels du MELLEGUE au K 13
(1924 - 1975) 52 ans

Gr: 2.4.4.2 (e)



Etude statistique des débits moyens annuels du RHEZALA à FERNANA
(1946 - 1975) 30 ans

Gr: 2.4.4.2 (f)



On notera la bonne concordance générale des résultats d'observation avec les courbes calculées.

2.4.4.3. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS APRES AJUSTEMENT DES DIFFÉRENTES LOIS ADAPTÉES AUX REPAR-TITIONS EXPERIMENTALES :

On a reproduit, ci-après, les débits moyens annuels de diverses fréquences tels qu'ils sont donnés par les lois de distribution adoptées pour les diverses séries :

DEBITS MOYENS ANNUELS DE DIVERSES FREQUENCES
AUX STATIONS PRINCIPALES DE LA MEJERDAH
(m³/s)

Tableau 2.4.4.3. (1)

Fréquences	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{1000}$	K3	Périodes d'observation
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1,62	2,12	4,33	9,55	14,5	16,6	23,5	4,51	1946-1975 (30 ans)* ¹
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1,67	2,05	4,06	9,19	14,2	16,3	23,4	4,48	1898-1975 (76 ans) ¹
MEJERDAH à JENDOUBA	2,38	3,10	6,05	12,8	19,1	21,8	30,5	4,13	1898-1975 (76 ans) ¹
MEJERDAH à JENDOUBA	2,62	3,58	6,85	13,6	19,8	22,3	30,6	3,81	1946-1975 (30 ans) ¹
MEJERDAH à BOU SALEM	8,25	11,5	21,4	37,6	49,7	54,4	68,2	3,27	1925-1952 (27 ans) ²
MEJERDAH à BOU SALEM	7,92	10,0	18,7	36,6	51,9	58,1	77,5	3,66	1925-1975 (51 ans)* ²
MEJERDAH à BOU SALEM	7,77	8,87	15,7	34,2	52,8	60,8	87,4	3,86	1953-1975 (23 ans) ²
MEJERDAH à BOU SALEM	7,84	9,42	17,3	35,8	52,7	59,8	82,5	3,80	1946-1975 (30 ans) ²
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	10,4	15,1	27,2	54,1	84,3	98,9	156	3,58	1925-1975 (51 ans)* ³
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	10,0	13,3	23,4	50,7	86,1	105	183	3,81	1953-1975 (23 ans) ³
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	10,1	14,1	25,3	52,5	85,5	102	170	3,72	1946-1975 (30 ans) ³
MELLEQUE au K13	1,38	2,13	4,06	9,20	16,8	21,4	44,9	4,32	1924-1975 (52 ans) ⁴
MELLEQUE au K13	1,45	2,18	4,15	9,65	18,3	23,6	52,3	4,43	1953-1975 (23 ans) ⁴
MELLEQUE au K13	1,49	2,29	4,41	10,2	18,9	24,2	52,1	4,44	1946-1975 (30 ans) ⁴
MELLEQUE au K13	1,35	2,08	3,95 ⁶	8,86	16,1	20,3	42,1	4,26	1924-1952 (29 ans) ⁴
RHEZALA à FERNANA	0,40	0,69	1,26	2,09	2,74	2,99	3,79	3,03	1946-1975 (30 ans) ¹
BOU HEURIMA à KEF-RIRA ⁵		1,12	2,65	4,80	6,55			4,28	

¹ Loi Gamma incomplète

² Loi de GOODRICH

³ Loi de GALTON

⁴ Loi de PEARSON V

⁵ Valeurs données à titre indicatif dans l'hypothèse du fonctionnement du barrage de BEN METIR.

⁶ Médiane de la loi de PEARSON V nettement trop faible par rapport à la médiane observée 4,56.

* Période hétérogène du fait de la construction du barrage de NEBEUR.

Il est assez difficile de déceler une tendance générale différenciant les séries 1946-1975 ou 1953-1975 par rapport aux séries 1925-1975 ou 1898-1975, car il y a des différences trop importantes entre les régimes des différents affluents. Il semble que pour toutes les stations la période 1946-1975 ou 1953-1975 présente plus de modules très élevés que pour la période précédente et quelques modules plus faibles que ceux des années sèches de la période 1925-1975. Pour la valeur médiane c'est variable, à GHARDIMAOU et JENDOUBA

TABLEAU 2.4.4.3. (2)
DEBITS MOYENS INTERANNUELS OU MODULES APPROCHES

	Module	Période utilisée	Ecart type estimé du module m ³ /s	Intervalle de confiance pour p = 0,8	Ecart relatif entre les bornes	Débit annuel médian	Module spé- cifique	Rapport module médiane
MEJERDAH à GHARDIMAOU	5,235	30 ans 1946-1975	0,597	4,45- 6,00	27 %	4,33	3,51	1,21
MEJERDAH à GHARDIMAOU	4,993	76 ans 1898-1975	0,344 (1)	4,55- 5,43 (1)	17,6 %	4,06	3,36	1,23
MEJERDAH à JENDOUBA	7,189	76 ans 1898-1975	0,462 (1)	6,60- 7,78 (1)	16 %	6,05	2,98	1,19
MEJERDAH à JENDOUBA	7,911	30 ans 1946-1975	0,785	6,91- 8,92	25,4 %	6,85	3,28	1,15
MEJERDAH à BOU SALEM	23,320 (3)	28 ans 1925-1952	1,957	20,8 - 25,8	21,5 %	21,40	1,41	1,09
MEJERDAH à BOU SALEM	19,203 (3)	23 ans 1953-1975	2,344	16,2 - 22,2	31,2 %	15,66	1,17	1,23
MEJERDAH à BOU SALEM	21,463 (3)	51 ans 1925-1975	1,509	20,0 - 23,0	14 %	18,67	1,30	1,15
MEJERDAH à BOU SALEM	20,469 (3)	30 ans 1946-1975	2,021	17,9 - 23,1	25,3 %	17,27	1,24	1,19
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	31,734 (3)	51 ans 1925-1975	2,304	28,8 - 34,7	18,6 %	27,24	1,50	1,16
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	28,863 (3)	23 ans 1953-1975	3,717	24,1 - 33,6	25,8 %	23,44	1,36	1,23
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	30,228 (3)	30 ans 1946-1975	3,107	26,3 - 34,2	20,6 %	25,26	1,43	1,20
MELLEQUE au K13	5,057 (3)	52 ans 1924-1975	0,511	4,40- 5,71	20,2 %	4,061	0,56	1,25
MELLEQUE au K13	5,493 (3)	23 ans 1953-1975	1,033	4,17- 6,82	37,6 %	4,15	0,61	1,32
MELLEQUE au K13	5,696 (3)	30 ans 1946-1975	0,834	4,63- 6,76	29,3 %	4,41	0,63	1,29
MELLEQUE au K13	4,711 (3)	29 ans 1924-1952	0,426	4,17- 5,26	23,1 %	3,95 (2)	0,52	1,19
RHEZALA à FERNANA	1,338	30 ans 1946-1975	0,1023	1,21- 1,47	19,6 %	1,26	9,78	1,06

(1) - Valeur donnée avec réserve une forte partie de l'échantillon ayant été reconstituée par corrélation.

(2) - Médiane observée 4,56.

(3) - Moyenne correspondant à une distribution normale, différente de celle du tableau 2.4.4.5 (1)

elle est plus élevée pour la période récente, pour BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB c'est le contraire. A JENDOUBA la moyenne de la période 1898-1924 est très faible. S'ajoute à ceci l'action du barrage de NEBEUR et des irrigations dont il sera parlé plus loin.

De toute façon les différences entre résultats des diverses séries pour une même station sont assez significatives, c'est ce qui nous a conduit à chercher à mettre au point les séries les plus longues possibles même au prix de reconstitutions un peu hasardeuses, les erreurs résultant de valeurs reconstituées sont plus faibles que celles dues à des séries chronologiques trop courtes. Dans toute la mesure du possible, on utilisera les données des plus longues séries.

Il a été nécessaire de présenter déjà au paragraphe 4.4.2. quelques commentaires sur le caractère plus ou moins irrégulier des divers régimes.

L'ensemble des coefficients de variation et d'asymétrie et le coefficient K3 en donnent une idée. On rappelle que le coefficient K3 est égal au rapport des débits de fréquence décennale en période humide et en période sèche. Si on considère les séries les plus longues, il est partout supérieur à 3 ce qui est normal pour des régimes méditerranéens. Il est assez élevé pour le MELLEGUE au K13 : 4,32. Pour la station de GHARDIMAOU le coefficient un peu plus élevé 4,48 environ résulte de 2 causes : le bassin est petit (mais celui du RHEZALA est beaucoup plus faible encore) et surtout une bonne partie de ce bassin présente un régime qui rappelle un peu celui du MELLEGUE comme il a été possible de le voir à l'occasion de l'étude des débits mensuels. Pour le RHEZALA K3 = 3,03, il est regrettable qu'on ne dispose pas d'une station couvrant 1 500 km² pour le même régime car on constaterait très vraisemblablement que K3 descend au-dessous de 3 de façon significative. Ceci est en rapport avec l'abondance des précipitations. En ce qui concerne MEDJEZ EL BAB et BOU SALEM, la construction du barrage de NEBEUR n'a pas modifié sensiblement les valeurs de K3, ceci parce que le caractère irrégulier déjà signalé des modules de la période 1953-1975 masque complètement l'effet de régularisation qui, s'il est important pour les débits mensuels, l'est beaucoup moins pour les débits annuels, de sorte qu'à BOU SALEM K3 est plus élevé après la construction du barrage qu'avant.

Il est très important de mettre en évidence les débits moyens annuels interannuels ou modules approchés aux différentes stations. Le tableau 2.4.4.3. (2), ci-après, rassemble les résultats obtenus et permet une comparaison avec les médianes et une estimation de l'intervalle de confiance probable des modules. Il a été nécessaire de supposer qu'on a adopté la distribution normale pour toutes les stations.

Sur ce tableau figurent les caractéristiques suivantes :

- le module (débit moyen interannuel) observé (c'est le même que celui de la loi GAMMA incomplète),
- la période de référence,
- l'écart-type estimé du module en supposant que les moyennes forment une population à répartition sensiblement normale quelle que soit la répartition des débits moyens annuels,

$$\text{soit } E = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (s \text{ étant l'écart-type des débits moyens annuels})$$

(n étant le nombre d'années d'observation), l'imprécision des données ne justifie pas, dans le cas d'années reconstituées par corrélation, le calcul de la véritable valeur de n inférieure au nombre total d'années, d'autant plus que pour JENDOUBA, BOU SALEM et le MELLEGUE les corrélations n'ont été qu'un élément de la reconstitution. Par contre pour GHARDIMAOU 1898-1975 et à MEDJEZ EL BAB 1924-1975 l'écart-type a probablement été réduit par rapport à sa véritable valeur et la valeur de l'intervalle de confiance donnée pour ces deux séries est moins faible que celui des autres.

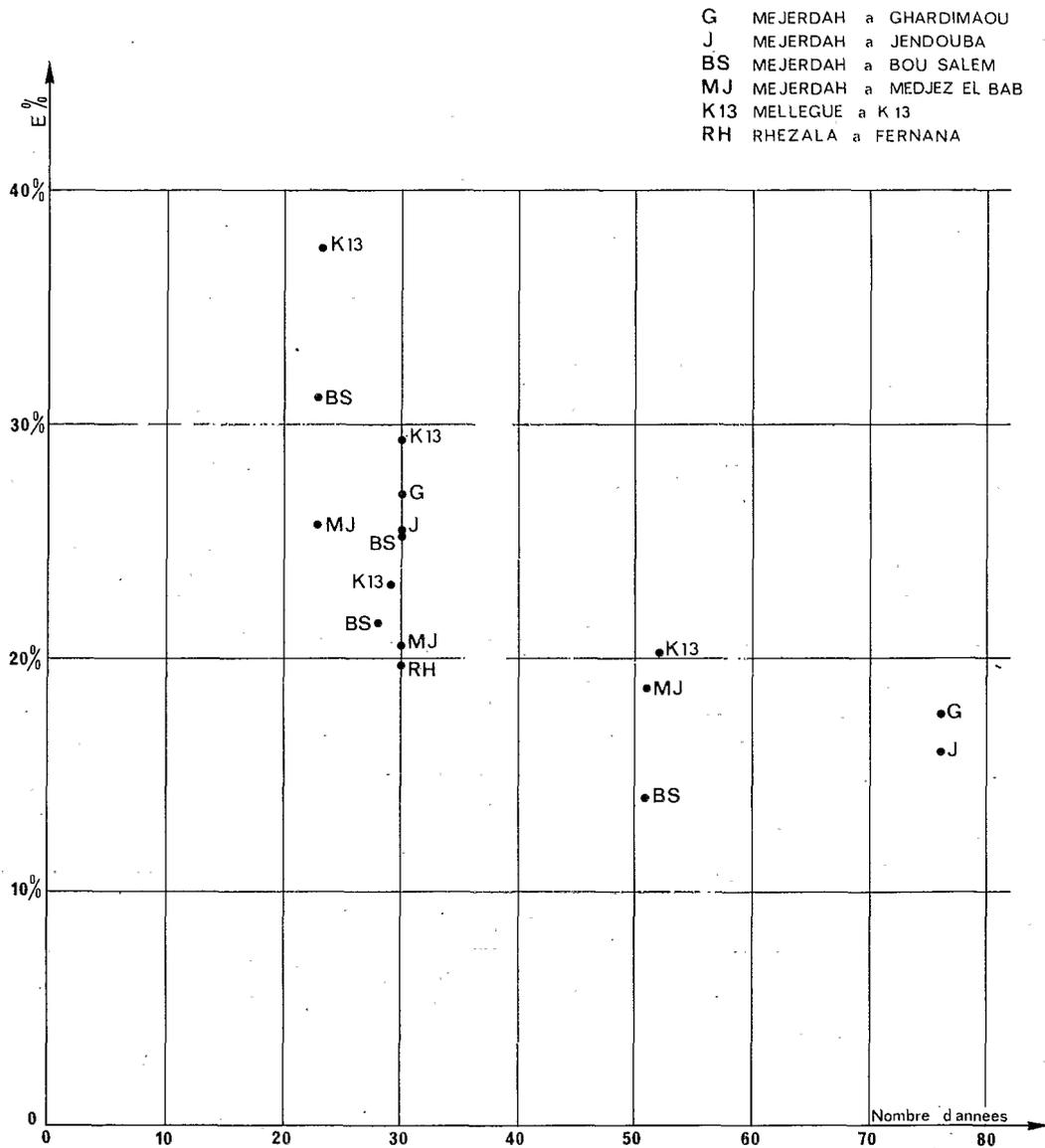
- l'intervalle de confiance du module pour un seuil de probabilité $p = 0,80$ soit $1,28 E \times 2$. (il y a 8 chances sur 10 pour que le module vrai soit à l'intérieur de cet intervalle). Celui-ci n'est donné qu'à titre indicatif pour les mêmes raisons que plus haut. Il faut noter cependant que les années très fortes ou très faibles sont bien connues ce qui reconforte passablement quant au crédit à apporter à ces résultats.
- l'écart relatif entre les bornes soit $100 \times 1,28 E \times 2$,
- le débit moyen annuel médian correspondant à la loi de distribution adoptée (qui diffère parfois nettement du débit médian observé),
- le module spécifique en l/s.km² (d'après le module observé),
- le rapport du module à la médiane telle qu'elle a été définie plus haut.

Sur le graphique (2.4.4.2. (h)) on a porté en abscisse le nombre d'années d'observations et en ordonnées l'écart relatif entre les bornes de l'intervalle de confiance (pour $p = 0,80$). Une corrélation (assez lâche) apparaît et l'on peut estimer que pour connaître le module à $\pm 10\%$ près (écart relatif 20%), il faut disposer de 70 à 80 ans d'observations sur le MELLEGUE (et de façon générale pour le sud du bassin) et de 50 à 60 ans sur le reste du bassin. Ceci est une estimation très sommaire car il faudrait pouvoir tenir compte de la superficie des bassins versants et supposer qu'aucun autre renseignement n'est disponible que ceux relatifs aux débits de la station. Dix années d'observation ne permettent sans doute pas de connaître le module à mieux que $\pm 30\%$ et encore à condition d'éliminer les valeurs extrêmes trop écartées des autres valeurs.

Ecart relatif entre les bornes de l'intervalle
de confiance du module pour $p = 0,2$

Gr: 2.4.4.2 (h)

(2 chances sur 10 pour que le module sorte de l'intervalle de confiance)



L'écart relatif particulièrement important du MELLEGUE au K 13 pour la période de 23 ans (1953-1975) et dans une moindre mesure pour la période de 30 ans (1946-1975) s'explique par les débits très forts des années 1969 et 1972-1973 qui perturbent une série trop courte. Le rapport du module à la médiane varie dans des limites assez étroites de (1,06 pour le RHEZALA à 1,23 pour MEDJEZ EL BAB). Pour le MELLEGUE et les affluents du sud, il est plus élevé. Pour 52 ans ce rapport est égal à 1,25. Il atteint 1,32 pour la période 1953-1975 plus irrégulière que la période de 52 ans. Les valeurs du rapport module/médiane sont significatives de la dissymétrie des répartitions statistiques, cette dissymétrie s'accroissant du nord au sud.

2.4.4.4. INFLUENCE POSSIBLE DES RETENUES DE NEBEUR SUR LE MELLEGUE ET DE BEN METIR SUR L'OUED EL LIL

Nous avons essayé de comparer l'écoulement à BOU SALEM avant et après la construction du barrage de NEBEUR (1953). Cette comparaison n'est pas aisée car la construction du barrage de BEN METIR (1958) intervient aussi sensiblement dans le bilan, puisque un volume moyen de 35 à 40 millions de m³ est dérivé tous les ans vers TUNIS, hors du bassin, et est ainsi soustrait à la MEJERDAH. L'influence du barrage de NEBEUR peut s'expliquer, d'une part, par les pertes par évaporation (compensées en partie par la pluie tombant sur la retenue). Les pertes par évaporation (déduction faite de la pluie) doivent s'élever à environ 4 à 5 m³ par an en moyenne, cela dépend de l'exploitation qui est faite de la retenue et des variations de cote du plan d'eau. D'autre part, le reste des eaux est restitué à l'aval du barrage mais les débits sont régularisés et en particulier, comme nous le verrons plus loin, les débits d'étiages sont nettement renforcés. Cela a favorisé sans nul doute les pompages au fil de l'eau. Les points de pompage ont dû se multiplier et le matériel de pompage est sans doute plus efficace. Nous allons voir que les volumes d'eau soustraits au fleuve paraissent importants. En effet, de 1925 à 1952 (sur 28 ans) le module à BOU SALEM est de 23,3 m³/s (médiane 21,4 m³/s), de 1953 à 1975 le module est 19,2 m³/s (médiane 15,7 m³/s), les intervalles de confiance correspondants (au seuil de probabilité 80 %) sont 20,8 - 25,8 et 16,2 - 22,2. Pour le MELLEGUE au K 13 de 1924 à 1952 (29 ans), le module observé est 4,71 m³/s (médiane observée 4,56 m³/s), de 1953 à 1975 (23 ans) le module est 5,50 (médiane observée 4,15 m³/s), les intervalles de confiance (p = 0,8) correspondants sont 4,17 - 5,26 et 4,17 - 6,82. Ces intervalles se recouvrent mieux malgré les difficultés apportées par l'année exceptionnelle 1969. Pour MEDJEZ EL BAB semblable comparaison n'a pas été tentée, la période d'observation utilisable avant 1952 étant trop courte. On est tenté de conclure à une différence significative à BOU SALEM entre les deux périodes. Il faut admettre pour cela que les hydraulicités du MELLEGUE et de la MEJERDAH n'ont pas été très différentes entre ces deux périodes, ce qui semble vérifié par les résultats du MELLEGUE et de la station de JENDOUBA : on trouve pour la période 1924-1952 pour le total des modules du MELLEGUE au K 13 plus ceux de JENDOUBA une valeur moyenne de 12,897 m³/s, et 13,130 m³/s pour la période suivante soit une différence de moins de 2 %.

Il y aurait donc une différence de débit de 4,1 m³/s entre les modules des 2 périodes soit près de 129.10⁶ m³/an qui ne peut pas être expliquée uniquement par la différence d'hydraulicité naturelle de l'Oued BOU HEURIMA ni du TESSA. Une partie du déficit à BOU SALEM peut être attribuée à l'évaporation sur le réservoir de NEBEUR, soit 5 millions de m³ en moyenne.

Sur la période 1953-1975, les 35 millions de m³ évacués annuellement de 1958 à 1975 sur TUNIS à partir de BEN METIR, représentent une diminution du volume annuel de 28 millions de m³ environ. Il reste à expliquer une différence de 86 millions de m³. Les irrigations se sont certes développées grâce au soutien des débits d'étiages mais d'après les renseignements obtenus au Service du Catalogue des eaux à la D.R.E.S., il semble que les pompages privés connus sont de l'ordre de 1 million de m³ par an en amont de BOU SALEM.

Il est certain que tous les pompages existants ne sont pas déclarés et que les débits réels sont sans doute supérieurs à ceux indiqués par les déclarants. Mais même en estimant à 3 millions de m³ par an les volumes pompés par le secteur privé, nous sommes encore loin des 86 millions de m³ de différence. Une autre cause de perte peut être imputée à l'alimentation des nappes souterraines favorisée par le soutien des débits d'étiages. L'évapotranspiration dans le lit et à proximité immédiate est aussi favorisée. Les pompages administratifs à BADROUNA représentent actuellement 8.10⁶ m³/an mais seulement depuis 8 ou 11 ans ce qui correspond à une moyenne de 3,5 x 10⁶ m³/an.

Le reliquat sur la différence, soit un peu moins de 80 x 10⁶ m³, peut s'expliquer par un écart naturel des débits entre les 2 périodes difficile à déceler sur la MEJERDAH proprement dite et encore plus sur les Oueds TESSA et BOU HEURIMA bien qu'il ne soit pas à exclure a priori pour ces deux cours d'eau et enfin et surtout par l'imprécision sur les courbes de tarage.

Déjà avec des stations à lit stable un écart de 5 à 10 % entre les résultats que devraient donner diverses stations paraît tout à fait normal. Or à BOU SALEM reconstituer les débits de basses eaux avec une écluse par jour et un lit mobile est une opération très difficile qui, quels que soient les soins qu'on puisse y apporter, correspond pour les mesures elles-mêmes à une probabilité d'écart bien supérieure à 10 %. Il n'est pas choquant dans ces conditions de trouver un écart de 13 % correspondant au rapport entre le reliquat de 80 000 000 m³ et le volume annuel à BOU SALEM (environ 600 000 m³).

2.4.4.5. LES DEBITS SPECIFIQUES MOYENS ANNUELS DES STATIONS PRINCIPALES

En partant des ajustements adoptés dans les chapitres précédents, on peut dresser un tableau des débits spécifiques de différentes périodes de retour.

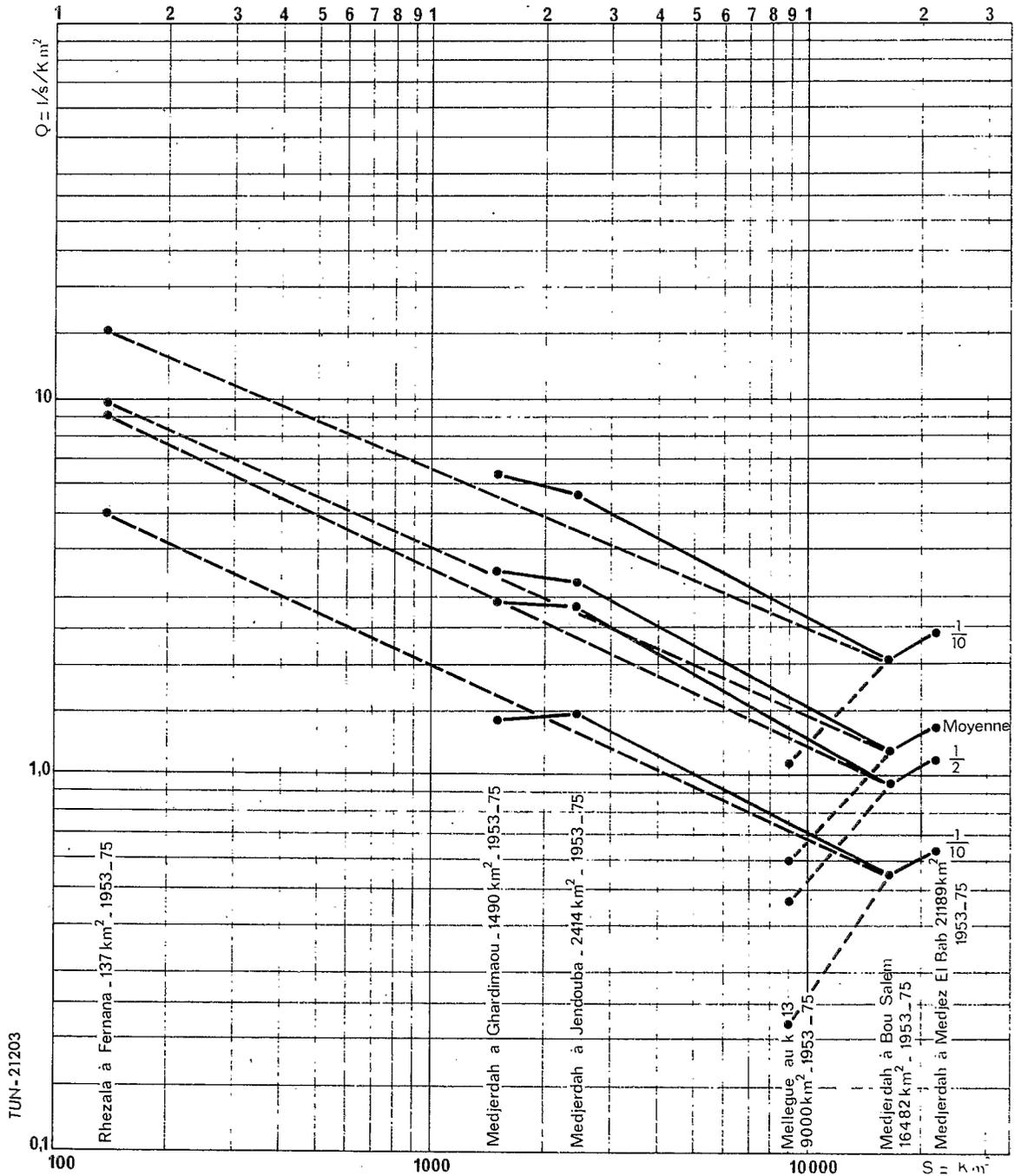
TABLEAU 2.4.4.5. (1)
DEBITS SPECIFIQUES MOYENS ANNUELS
(l/s.km²)

STATIONS	FREQUENCES	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{1\ 000}$	MODULE Spéc.
MEJERDAH à GHARDIMAOU 1 490 km ² (1946-1975)		1,09	1,42	2,91	6,41	9,73	11,1	15,8	3,51
MEJERDAH à GHARDIMAOU 1 490 km ² (1898-1975)		1,12	1,38	2,72	6,17	9,53	10,9	15,7	3,36
MEJERDAH à JENDOUBA 2 414 km ² (1898-1975)		0,98	1,28	2,51	5,30	7,91	9,03	12,7	2,98
MEJERDAH à JENDOUBA 2 414 km ² (1946-1975)		1,08	1,48	2,84	5,61	8,19	9,25	12,7	3,28
MEJERDAH à BOU SALEM 16 483 km ² (1925-1952)		0,50	0,70	1,30	2,28	3,02	3,30	4,14	1,41
MEJERDAH à BOU SALEM 16 483 km ² (1953-1975)		0,47	0,54	0,95	2,07	3,20	3,69	5,30	1,17
MEJERDAH à BOU SALEM 16 483 km ² (1946-1975)		0,48	0,57	1,05	2,17	3,20	3,63	5,00	1,24
MEJERDAH à BOU SALEM 16 483 km ² (1925-1975)		0,48	0,61	1,13	2,22	3,15	3,52	4,70	1,30
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB 21 185 km ² (1953-1975)		0,47	0,63	1,10	2,39	4,06	4,96	8,64	1,38
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB 21 185 km ² (1925-1975)		0,49	0,71	1,28	2,55	3,98	4,67	7,36	1,52
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB 21 185 km ² (1946-1975)		0,48	0,67	1,19	2,48	4,04	4,81	8,02	1,45
MELLEQUE au K 13 9 000 km ² (1924-1975)		0,15	0,24	0,45	1,02	1,87	2,38	4,99	0,56
MELLEQUE au K 13 9 000 km ² (1946-1975)		0,17	0,25	0,49	1,13	2,10	2,69	5,79	0,63
RHEZALA à FERNANA 137 km ² (1946-1975)		2,92	5,04	9,20	15,3	20,0	21,8	27,7	9,78
BOU HEURTMA à KEF-RIRA 382 km ² (1962-1969)			3,2	6,18	10,6	14,1	15,4		6,62
BOU HEURTMA à KEF-RIRA + Eau dérivée 35 à 40.10 ⁶ m ³									9,52 à 9,94

Schéma des débits spécifiques moyens annuels
dans le bassin de la MEDJERDAH

Gr:2.4.4.2 (1)

NOTA : les droites joignant les points représentatifs des stations ne représentent pas l'évolution des débits spécifiques sur les cours des rivières entre deux stations, elles ne sont là que pour souligner les différences entre stations



Pour la comparaison des débits spécifiques nous avons le choix entre les périodes 1953-1975 et 1946-1975. La période 1946-1975 est plus longue mais elle est moins homogène que la période 1953-1975 qui part de la construction du barrage de NEBEUR. Toutes deux présentent l'inconvénient déjà signalé d'une distribution probablement plus dissymétrique que ne le serait une période de longue durée. La période 1925-1975 serait préférable mais à partir de BOU SALEM incluse elle n'est pas homogène et en outre elle est très vraisemblablement excédentaire. L'idéal serait de faire cette comparaison sur la période 1898-1975, qui comporte une période sèche, mais pour le MELLEGUE et par suite BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB l'extrapolation est hasardeuse. Toutefois on peut constater en comparant les périodes 1925-1953 et 1925-1975 à JENDOUBA et au MELLEGUE que les hydraulicités étaient les mêmes et en effet il est vraisemblable que si on considère une période assez longue, pour la somme des quelques années les plus sèches, de même que pour la somme des quelques années les plus humides, les deux bassins de JENDOUBA et MELLEGUE sont affectés de façon comparable bien que pour une année sèche ou une année humide particulière, un des bassins puisse être relativement plus arrosé ou moins que l'autre comme on a pu le voir en 1969-1970 et en 1972-1973. Il est donc vraisemblable qu'en passant de la période 1924-1975 à la période 1898-1975 sur le MELLEGUE le débit spécifique soit réduit dans des proportions assez voisines de celles observées à JENDOUBA. On en a donc déduit pour les stations du MELLEGUE au K 13, de la MEJERDAH à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB les débits spécifiques probables suivants pour la période 1898-1975 dans l'hypothèse de l'aménagement du bassin tel qu'il était réalisé en 1975. (On part des débits 1953-1975 à l'aval de BOU SALEM)

		Moyenne	Déc. sèche	Médiane	Déc. humide
MELLEGUE au K 13	(1898-1975)	0,51	0,22	0,41	0,93
MEJERDAH à BOU SALEM	(1898-1975)	1,10	0,51	0,90	2,00
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	(1898-1975)	1,29	0,59	1,05	2,26.

En définitive, sur le graphique 2.4.4.2. (i) on a reporté les valeurs correspondant aux valeurs moyennes, médianes, décennales sèches et humides pour la période 1953-1975 y compris celles des stations de GHARDIMAOU, de JENDOUBA et de FERNANA précisées ci-dessous en l/s.km².

		Moyenne	Déc. sèche	Médiane	Déc. humide
GHARDIMAOU	(1953-1975)	3,37	1,42	2,88	6,25
JENDOUBA	(1953-1975)	3,15	1,40	2,76	5,65
FERNANA	(1953-1975)	9,21	5,04	8,61	14,5.

Malheureusement ces valeurs ne correspondent pas réellement à des probabilités d'apparition telles qu'elles seraient obtenues pour une longue période pour les stations de BOU SALEM, de MEDJEZ EL BAB et KEF-RIRA avec les barrages de NEBEUR et de BEN METIR en exploitation, c'est pourquoi on a porté sur le graphique les points correspondant aux valeurs de la période (1898-1975) y compris celles qui ont été estimées plus haut pour les stations du K 13, de BOU SALEM et de MEDJEZ EL BAB. Mais ceci n'est pas suffisant, car l'avenir prévisible ne peut être déterminé qu'en fonction de l'évolution des besoins en eau, de l'utilisation qui sera faite des barrages et des nouveaux barrages prévus. Ces prévisions sont l'objet de l'établissement d'un modèle mathématique qui, sortant du cadre de cette monographie, est établi par ailleurs et tient compte des aménagements existants et prévus.

Si au contraire, on considère les débits "naturels" c'est-à-dire ceux qui correspondent à peu près à l'état de déboulement et de mise en culture correspondant à la première moitié du vingtième siècle, on doit considérer les distributions de 1898-1975 déjà étudiées à JENDOUBA et GHARDIMAOU, reprendre les mêmes valeurs que précédemment pour le MELLEGUE, et procéder à l'évaluation des valeurs des débits spécifiques de diverses fréquences pour cette période à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB, en partant non pas de la distribution de la période 1953-1975, mais de celle de la période 1925-1975 qui se rapproche davantage de la distribution des données naturelles. On devrait alors utiliser les valeurs suivantes :

		Moyenne	Déc. sèche	Médiane	Déc. humide
BOU SALEM	(1898-1975)	1,20	0,55	1,00	2,10
MEDJEZ EL BAB	(1898-1975)	1,35	0,65	1,15	2,40
RHEZALA à FERNANA	(1898-1975)	8,91	4,80	8,3	14,7.

Ces débits spécifiques sont naturellement supérieurs à ceux de l'hypothèse précédente, 1972-1973 et 1969-1970 ont été moins exceptionnelles que sur le reste du bassin.

Quelle que soit la période étudiée ou l'hypothèse d'aménagement du bassin prise en considération, l'évolution des débits spécifiques d'amont en aval est normale, de façon générale les débits variant en sens inverse des superficies des bassins versants pour la branche nord. Le MELLEGUE a un débit spécifique beaucoup plus faible que la MEJERDAH et les affluents nord. Cela entraîne pour BOU SALEM un débit relativement faible qui remonte un peu à MEDJEZ EL BAB grâce aux apports des affluents intermédiaires : KRALLED, SILLANA, BEJA, ZARGA, KASSED.

La jonction des points représentant les différentes stations n'est faite que pour souligner les différences entre stations mais ne représente pas l'évolution du débit spécifique sur le cours intermédiaire des rivières entre deux stations.

2.4.4.6 LES DEBITS MOYENS ANNUELS DE CERTAINES STATIONS SECONDAIRES :

On a pu utiliser les données anciennes de certaines stations secondaires, bien qu'elles soient en général très médiocres, et les observations des dernières années sur ces stations. Malheureusement ces données ont été insuffisantes en général pour permettre, comme on aurait pu l'espérer, de rétablir par corrélation avec les données des sept stations principales, des séries de débits mensuels ou annuels avec lesquelles il aurait été possible de procéder à des études statistiques. On aboutit donc à des résultats très incomplets et de qualité inégale.

Pour l'étude du RARAI à la station de RARAI-plaine on n'a disposé que de deux années de relevés complets 1974-1975 et 1975-1976. Il semblait assez logique de chercher à mettre en corrélation les débits mensuels à cette station avec ceux du RHEZALA à FERNANA, mais malheureusement bien que les régimes soient très comparables il existe des événements pluvieux, tels que celui de novembre 1974, qui affectent plus particulièrement le bassin du RHEZALA que celui de RARAI et vice versa. En outre les débits de basses eaux du RHEZALA sont très faibles alors que ceux relevés à RARAI-plaine sont relativement soutenus pour la même raison que les débits de la MEJERDAH à JENDOUBA. Pour tant qu'on puisse en juger pour une période si courte et ne correspondant qu'à des années sèches la corrélation est assez mauvaise. Il est probable qu'en admettant la régression $Q_{RA} = 1,6 Q_{RH} + 0,15$ on obtienne pour une série d'années assez longue une valeur médiane et un diagramme de distribution pas trop éloignés de la réalité mais peut-être un peu optimistes. On aboutirait ainsi pour la période 1946-1975 à un débit moyen à RARAI-plaine égal à $2,29 \text{ m}^3/\text{s}$, la valeur médiane étant de $2,18$.

La station B11 de l'Oued KASSEB observée de 1950 à 1960 présente des débits en excellente corrélation avec ceux de la station de FERNANA, ce qui est assez logique pour deux affluents rive gauche dont les bassins ont une limite commune. Le coefficient de corrélation est égal à $0,95$. L'équation de régression est $Q_K = Q_{RH} \times 0,79 + 0,5$. Dans ces conditions, il a été possible de reconstituer les modules de 1946-1947 à 1950-1951 et de 1961-1962 à 1975-1976.

La station de l'Oued BEJA à BEJA est décevante. Il est normal que la corrélation des débits annuels de cette station avec ceux de l'Oued RHEZALA présente une dispersion plus grande que pour l'Oued KASSEB, le bassin est plus loin du bassin de référence et certaines perturbations affectent davantage le nord-ouest du bassin de la MEJERDAH que le nord ou inversement, mais ceci n'explique pas la dispersion des points représentatifs de 1962 et 1964 qui correspondent certainement à des traductions hauteurs/débits mauvaises pour les périodes de crues par suite de l'instabilité du lit. En plus on trouve pour 1964 des lectures inventées en février et surtout en mars et avril.

Après correction de ces deux points représentatifs on trouve une corrélation médiocre, qui correspond à la droite :

$$Q_{BJ} = Q_{RH} \times 1,35 - 0,55$$

Mais nous le répétons, même si on ne tient pas compte des conséquences de la mauvaise qualité des données, il est normal qu'il y ait une dispersion notable dans la corrélation.

Pour la station hydrométrique de SOUK AHRAS sur la HAUTE MEJERDAH, les Services Techniques Algériens ont mis très aimablement à notre disposition les relevés de 1948-1949 à 1955-1967 et 1959-1960 à 1960-1961. Etant donné le régime légèrement complexe de la MEJERDAH à GHARDIMAOU, les modules annuels ont été mis en corrélation avec ceux du RHEZALA à FERNANA et du MELLEQUE au K13. C'est avec le RHEZALA que la corrélation est la meilleure, le coefficient de corrélation est égal à $0,835$, ceci s'explique car il s'agit de deux bassins montagneux exposés de façon comparable aux vents du Nord-Ouest. La corrélation est assez bonne, mais elle permet seulement de se faire une idée de la distribution des modules, avec cette circonstance favorable que parmi les modules observés certains (1953) sont très élevés et d'autres (1950, 1960) sont très faibles. On a donc reconstitué avec l'aide de la droite de régression :

$$Q_{S.A.} = Q_F \times 1,35 - 0,07$$

les modules manquants de la période 1946-1976, on est arrivé ainsi à un module moyen interannuel de $1,74 \text{ m}^3/\text{s}$, à une valeur médiane de $1,63 \text{ m}^3/\text{s}$. Les modules décennaux sec et humide seraient respectivement de $0,74 \text{ m}^3/\text{s}$ et de $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$. La distribution correspond aux lois de PEARSON III ou de GOODRICH comme pour les stations de la rive Nord, les variations saisonnières sont très comparables mais le débit ne s'annule pas en été comme parfois à GHARDIMAOU, la qualité de la corrélation ne permet pas d'envisager la reconstitution des débits moyens mensuels par des corrélations à l'échelle mensuelle, les régressions seraient d'ailleurs différentes puisque les débits sont toujours supérieurs à 0.

La station du MELLEQUE au K22 présente 5 années complètes d'observations en reconstituant décembre 1946 où la seconde crue n'a pas été observée, juillet et août 1947. On dispose donc des années 1946-1947, 1948-1949, 1949-1950, 1950-1951, 1951-1952. La corrélation est assez étroite avec les débits à K13 ce qui est la moindre des choses pour un bassin aussi peu différent, la droite de régression peut-être représentée par :

$$Q_{K22} = Q_{K13} \times 1,09$$

Le rapport des superficies des bassins étant de 1,14, le coefficient 1,09 paraît tout à fait vraisemblable, mais il n'est pas exclu que pour les épisodes pluvieux affectant surtout les affluents rive gauche de la MEJERDAH et la vallée elle-même, les valeurs des débits annuels à K22 soient notablement supérieures aux résultats de l'équation plus haut.

Pour la station de l'Oued TESSA à SIDI MEDIENNE, on ne dispose que de six relevés annuels de 1970-1971 à 1975-1976. Le régime rappelle celui du MELLEQUE, mais la corrélation des débits mensuels ou annuels de l'Oued TESSA avec ceux de la station K13 est très mauvaise. On a vaguement l'impression que les modules sont dans le rapport 0,5 ce qui correspond au rapport des moyennes égal à 0,511. Si on fait le bilan des apports à BOU SALEM pour les 6 ans d'observation en adoptant pour les débits du MELLEQUE au confluent un rapport égal à 1,09 avec ceux du MELLEQUE au K13, pour l'Oued BOU HEURIMA un débit annuel égal au double de celui du RHEZALA (sur 6 ans on ne tient pas compte de l'effet du barrage), on trouve pour le total MEJERDAH à JENDOUBA + Oued MELLEQUE au confluent + Oued BOU HEURIMA + Oued TESSA à SIDI MEDIENNE :

$$7,055 + 6,565 + 2,320 + 3,077 = 19,017 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Le débit moyen à BOU SALEM est égal à $19,150 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la même période, ce qui tend à prouver que la valeur des débits pour cette période est bonne, le débit à SIDI MEDIENNE correspondant à 95 % de la différence BOU SALEM - JENDOUBA - 1,09 MELLEQUE à K13 - 2 RHEZALA à FERNANA.

Si on calcule cette différence pour les moyennes de la période de 30 ans 1946-1975, la moyenne annuelle à BOU SALEM étant de $20,450$ celles des stations de JENDOUBA, du MELLEQUE à K13 et du RHEZALA à FERNANA étant respectivement de $7,91 \text{ m}^3/\text{s}$, $5,696 \text{ m}^3/\text{s}$ et $1,338 \text{ m}^3/\text{s}$, on trouve une valeur de $3,65 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondant avec le coefficient de correction de 0,95 à un module moyen de $3,45 \text{ m}^3/\text{s}$. Le rapport avec le MELLEQUE passe à 0,6.

Mais les 3 décennales des chiffres cités plus haut ne doivent pas faire illusion sur la précision avec laquelle on connaît ces débits. Par prudence on admettra un rapport de 0,55, ce qui conduit à un module moyen annuel de $3,13 \text{ m}^3/\text{s}$; on ne devra pas oublier que la valeur plus forte du module de 30 ans par rapport à celui de 1970-1975 est due en grande partie à la crue de 1969 qui a été tout à fait exceptionnelle sur le TESSA on rappelle que dans les reconstitutions de débits manquants aux stations à l'amont de BOU SALEM on a pris un coefficient de 0,50 pour le rapport TESSA/MELLEQUE. Cette valeur correspond peut être davantage à ce que l'on rencontre dans les cas les plus courants bien que la dispersion autour de cette valeur soit très grande comme on peut en juger d'après l'échantillon observé ! On a donné à l'année humide 1972-1973 une période de retour de 40 ans et à l'année sèche 1970-1971 une période de retour de 10 ans en tenant compte de la place qu'occupe cette année par rapport à l'année 1973-1974 qui présente à toutes les stations principales une période de retour comprise entre 9 et 20 ans.

L'Oued TESSA aux ZOUARINES a été observé de 1961 à 1971 avec une année incomplète en 1969-1970. Aucune corrélation n'est possible avec une station connue. D'après l'examen de l'ensemble des stations de la MEJERDAH la période d'observation ne comporte aucune année vraiment forte sauf 1963 sur le MELLEQUE qui correspond à un module de 0,393 aux ZOUARINES. On admettra un module moyen interannuel de $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,1$ pour la valeur décennale sèche $0,7$ pour la valeur décennale humide.

Pour l'Oued SILLANA au DJEBEL-LAOUDJ on ne dispose que d'une année d'observation 1975-1976. La corrélation des débits mensuels de cette station avec ceux de SIDI MEDIENNE est médiocre. Elle conduit à penser que les débits du SILLANA sont peut-être légèrement plus élevés qu'à cette station, on admettra pour la moyenne de 30 ans : $3,20 \text{ m}^3/\text{s}$. Si sur la période 1946-1975 on étudie le bilan à MEDJEZ EL BAB, on trouve ce qui suit :

Moyenne à BOU SALEM :	20,450	m^3/s
Moyenne de l'Oued KASSEB :	1,557	m^3/s
Moyenne de l'Oued BEJA :	1,52	m^3/s
Moyenne à MEDJEZ EL BAB :	30,460	m^3/s .

La différence MEDJEZ EL BAB - BOU SALEM - KASSEB - BEJA : $6,93 \text{ m}^3/\text{s}$. Elle correspond à $1,20 \text{ m}^3/\text{s}$ (?) pour l'Oued ZARGA, $1,30 \text{ m}^3/\text{s}$ pour l'Oued KRALIED, $3,30 \text{ m}^3/\text{s}$ pour l'Oued SILLANA et $1,23 \text{ m}^3/\text{s}$ pour l'ensemble des bassins résiduels entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB.

Ce dernier chiffre est peut-être surestimé. L'ordre de grandeur de $3,20 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le SILLANA semble donc acceptable, il est peut-être un peu faible, ceci pourra être précisé à la suite des observations ultérieures.

L'Oued OUSSAFA à M12 entrée de la plaine du SILLANA a été observé depuis 1927 avec de très importantes lacunes ; 24 années complètes ont été observées. L'année 1942 manifestement erronée a été éliminée. Il reste 23 ans. La corrélation avec les débits du MELLEQUE à K13 est significative mais médiocre. En adoptant la droite de régression $Q_0 = 0,282 Q_H - 0,28$ on a reconstitué les années manquantes de la période 1946-1975,

c'est-à-dire 1946 (inclus) à 1959 (inclus), 1963 (inclus) à 1965 (inclus), 1972 (inclus) à 1975 (inclus). On a comparé l'échantillon des 30 valeurs ainsi obtenues à l'échantillon des 23 valeurs observées qui ne comportent que 9 années communes, celles-ci comportent fort heureusement à la fois des années très sèches et des années très humides. Les deux distributions sont très comparables, les valeurs moyennes et faibles de la série de 30 ans étant légèrement plus élevées. Comme pour JENDOUBA et le MELLEGUE on a adopté les valeurs de cette période commune pour avoir des données homogènes avec les autres stations, ce qui conduit à un débit moyen de 1,22 m³/s (1,17 m³/s sur la série observée) et une valeur médiane de 0,9 m³/s. Cette série permet d'avoir une idée de la distribution des débits du SILIANA au DJEBEL LAOUDJ.

La qualité des relevés de débit à Pont TRAJAN est si mauvaise que les comparaisons avec les stations de BOU SALEM et de MEDJEZ EL BAB perdent à peu près toute signification. Il est préférable de majorer de 50 % les débits de la station de l'Oued KASSEB et d'ajouter ces valeurs à ceux de la station de BOU SALEM pour trouver le débit à la station de Pont TRAJAN.

On a reporté sur le tableau 2.4.4.6. (1) les valeurs des modules correspondant aux périodes de retour les plus intéressantes pour ces stations secondaires et en principe pour la période 1946-1975. Ces débits qui ne sont donnés qu'à titre indicatif sont exprimés en débits spécifiques pour faciliter la comparaison (voir aussi le graphique 2.4.4.2.f). On a rappelé les débits spécifiques de quelques stations principales. La qualité des données reconstituées à ces stations secondaires ne permet pas de procéder à une étude sérieuse des régimes des bassins résiduels.

TABLEAU 2.4.4.6. (1)

Débits spécifiques annuels en l/s.km²

STATIONS	20 ans	10 ans	Médiane	10 ans	20 ans	Moyenne
MEJERDAH à GHARDIMAOU (1 490 km ²)	1,25	1,42	2,91	6,41	7,85	3,51
MEJERDAH à SOUK AHRAS (220 km ²)	3,05	3,35	7,14	12,7	13,6	7,9
RARAÏ-plaine (356 km ²)		((3,20))	((6,12))	((10,0))		((6,43))
RHEZALA (137 km ²)	4,20	5,06	9,17	15,25	17,4	9,77
KASSEB (101 km ²)	(9,40)	(9,90)	(15,0)	(23,3)	(25,7)	(15,4)
BEJA (206 km ²)	((1,60))	((1,84))	(5,92)	((14,6))	((17,0))	(7,38)
MELLEGUE au K13 (9 000 km ²)	0,22	0,25	0,49	1,13	1,49	0,63
MELLEGUE au K22 (10 309 km ²)	(0,21)	(0,24)	(0,47)	(1,07)	(1,43)	(0,60)
TESSA aux ZOUARINES (408 km ²)		((0,29))	((0,74))	((1,72))		
TESSA à SIDI MEDIENNE (1 952 km ²)	(0,46)	(0,67)	(1,28)	(2,82)	(3,94)	(1,60)
MEJERDAH à BOU SALEM (16 483 km ²)	0,52	0,57	1,05	2,17	2,62	1,24
OUSSAFA à M12 (397 km ²)	(0,63)	(0,88)	(2,27)	(6,42)	(8,56)	(3,07)
SILIANA à DJEBEL LAOUDJ (2 066 km ²)		((0,48))	((1,16))	((3,63))		((1,55))
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB (21 185 km ²)	0,59	0,67	1,20	2,50	4,08	1,45

Malgré la valeur très inégale des données utilisées pour mettre au point le tableau 2.4.4.6. (1), on voit très bien le grand contraste entre la Haute MEJERDAH et les affluents rive gauche d'une part et les affluents rive droite de l'autre. Les premiers bien arrosés ont des modules spécifiques élevés, le maximum correspondant au KASSEB 15 l/s.km² à la fois très bien arrosé et très bien exposé, puis vient le RHEZALA, la MEJERDAH à SOUK AHRAS, le RARAÏ et le BEJA. Le ZARGA a peut-être un module spécifique assez voisin du BEJA. Il est probable que pour le BEJA les valeurs décennales, données à

titre indicatif, soient trop fortes pour l'année décennale humide et au-delà et trop faibles pour la décennale sèche et en-deçà. Cela provient de ce que certaines années des crues importantes n'ont été ni enregistrées ni observées, ce qui conduit à des valeurs annuelles trop faibles et que pour d'autres années, où les observations des crues furent correctes, les traductions hauteurs/débits pour les forts débits conduisent à des valeurs trop faibles en l'absence de jaugeage par suite de l'instabilité du lit, ceci semble confirmé par les valeurs obtenues pour d'autres stations de meilleure qualité des affluents rive gauche.

En ce qui concerne les variations saisonnières, toutes ces stations présentent des mois de hautes eaux en hiver généralement assez bien groupés sur décembre-janvier-février, débordant parfois sur mars ou sur novembre, avec des débits très faibles en été et très variables d'un bassin à un autre suivant les conditions géologiques.

La MEJERDAH à GHARDIMACOU présente des débits spécifiques beaucoup plus faibles parce que le bassin est plus grand et surtout parce que le bassin résiduaire entre SOUK AHRAS et GHARDIMACOU a un régime rappelant celui du MELLEGUE avec une exposition et des précipitations moyennes annuelles différentes.

Pour le MELLEGUE la grande superficie conduit certainement à un débit spécifique encore plus faible, mais les précipitations beaucoup moins abondantes jouent un rôle encore plus important d'où un module spécifique moyen de $0,49 \text{ l/s.km}^2$; on notera qu'à la station K13 le rapport entre le module spécifique de période de retour 20 ans et le module spécifique moyen est égal à 3 alors qu'il est égal à 1,8 pour le RHEZALA et à 2,7 pour la MEJERDAH à GHARDIMACOU, ce qui met bien en évidence l'irrégularité du MELLEGUE.

Les autres affluents rive droite ont des débits spécifiques un peu plus élevés pas seulement parce que les bassins sont plus petits mais surtout parce qu'ils sont mieux arrosés. On notera que c'est grâce en grande partie aux débits du SILIANA que la médiane spécifique de la MEJERDAH remonte de 1,05 à 1,20 l/s.km^2 entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB. Ces chiffres ne sont peut être pas précis étant donné la mauvaise qualité des données à ces stations mais il est certain que la différence entre ces débits spécifiques est positive.

Pour tous ces affluents rive droite le régime est comparable au MELLEGUE avec des crues presque à un mois quelconque de l'année, août et septembre étant généralement secs, comme pour les affluents rive droite, les débits minimaux dépendent surtout des conditions géologiques.

Le cas du TESSA aux ZOUARINES est particulier. Le débit spécifique est très faible $0,74 \text{ l/s.km}^2$ malgré la petitesse du bassin (468 km^2). Ce résultat peut s'expliquer par la nature du sol de la plaine des ZOUARINES, ces sols hydromorphes absorbent l'eau sans la laisser circuler ; comme cela se produit parfois dans les zones deltaïques on observe une évaporation de l'eau du sol avec concentration des sels en surface. Ces sols présentent d'ailleurs une salinité assez forte. Il est possible aussi que le petit nombre de mesures effectuées conduise à des erreurs non négligeables sur les débits.

TABLEAU 2.4.4.2. (1)

DEBITS MOYENS ANNUELS CLASSES DES STATIONS PRINCIPALES

MEJERDAH à GHARDIMAOU			MEJERDAH à JENDOUBA		MEJERDAH à BOU SALEM			MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB		MELLEQUE au PK 13			RHEZALA à FERNANA		
Année	Q	F	Année	Q	Année	Q	F	Année	Q	Année	Q	F	Année	Q	F
06	(14,40)	0,007	06	19,90	72	51,7	0,0098	72	82,7	69	25,1	0,0096	53	2,48	0,017
52	(14,30)	0,020	52	19,20	28	44,7	0,029	69	67,7	72	13,7	0,029	46	2,32	0,050
72	12,70	0,033	53	18,10	38	42,9	0,049	28	(66,3)	47	10,3	0,048	58	2,13	0,083
53	(12,60)	0,046	72	16,20	69	39,5	0,069	38	(63,6)	51	9,61	0,067	52	2,10	0,117
34	(11,57)	0,059	34	16,00	41	37,3	0,088	48	55,4	48	8,59	0,087	55	1,96	0,150
08	(10,34)	0,072	08	14,30	48	35,4	0,108	41	(51,2)	38	7,39	0,106	51	1,95	0,183
30	(9,47)	0,086	30	13,10	52	35,3	0,128	34	(49,8)	63	7,35	0,125	72	1,86	0,217
38	(9,12)	0,099	51	13,08	58	33,9	0,147	27	(47,0)	57	7,14	0,144	48	1,84	0,250
28	(8,89)	0,112	38	12,75	34	33,6	0,167	39	(46,9)	41	7,00	0,164	57	1,81	0,283
51	8,79	0,125	28	12,30	51	33,5	0,186	52	46,8	45	6,39	0,183	62	1,64	0,317
41	(8,67)	0,138	41	12,00	53	33,1	0,206	53	45,0	52	6,38	0,202	69	1,58	0,350
45	(8,52)	0,151	58	11,63	27	31,8	0,226	58	44,8	71	6,19	0,221	49	1,45	0,383
58	7,59	0,164	69	10,50	39	31,7	0,245	51	43,5	67	5,76	0,240	70	1,41	0,417
39	(7,43)	0,178	55	10,50	57	29,8	0,265	30	(43,2)	28	5,69	0,260	56	1,38	0,450
27	(7,05)	0,191	39	10,30	30	29,2	0,284	55	39,0	36	5,56	0,279	71	1,34	0,483
57	6,96	0,204	57	10,23	36	24,6	0,304	57	36,7	74	5,45	0,298	74	1,19	0,517
55	6,68	0,217	27	9,78	31	23,2	0,324	36	(36,4)	27	5,40	0,317	64	1,15	0,550
59	6,34	0,230	59	9,22	55	23,0	0,343	64	35,5	32	5,24	0,337	65	1,11	0,583
05	(6,04)	0,243	48	8,57	59	22,8	0,363	31	(34,3)	34	5,08	0,356	59	1,05	0,617
69	5,99	0,257	45	8,52	46	22,3	0,382	46	(32,5)	55	4,96	0,375	60	0,94	0,650
40	(5,86)	0,270	64	8,45	40	20,8	0,402	40	(30,8)	31	4,74	0,394	61	0,91	0,683
09	(5,76)	0,283	05	8,37	64	19,8	0,422	63	27,9	75	4,73	0,414	54	0,88	0,717
64	5,66	0,296	40	8,13	32	18,5	0,441	70	27,3	58	4,72	0,433	63	0,85	0,750
49	5,53	0,309	09	7,99	47	18,3	0,461	32	(27,3)	40	4,67	0,452	68	0,79	0,783
71	5,32	0,322	71	7,93	45	18,3	0,480	59	27,2	35	4,56	0,471	47	0,75	0,817
33	(5,28)	0,336	49	7,91	49	17,3	0,500	45	(27,0)	25	4,52	0,490	66	0,72	0,817
21	(5,08)	0,349	33	7,33	33	17,3	0,520	71	26,8	59	4,27	0,510	50	0,71	0,883
32	(5,07)	0,362	46	7,31	63	16,4	0,539	49	26,1	70	4,14	0,529	67	0,69	0,917
44	(5,03)	0,375	61	7,12	43	16,2	0,559	33	(25,5)	50	4,09	0,548	75	0,58	0,950
63	4,92	0,388	21	7,05	25	16,2	0,578	25	(23,9)	53	4,07	0,567	73	0,58	0,983
43	(4,92)	0,401	32	7,04	37	15,8	0,598	43	(23,9)	62	3,99	0,587			
48	(4,91)	0,414	44	6,96	56	15,5	0,618	37	(23,3)	64	3,82	0,606			
67	4,89	0,427	43	6,83	61	15,3	0,637	62	23,1	43	3,80	0,625			
31	(4,78)	0,441	70	6,72	71	15,1	0,657	47	(22,6)	30	3,74	0,644			
61	4,71	0,454	31	6,64	70	15,0	0,677	26	(21,9)	39	3,57	0,664			
03	(4,55)	0,467	63	6,47	26	14,2	0,696	75	20,3	66	3,55	0,683			
70	4,40	0,480	67	6,47	60	13,3	0,716	67	19,9	61	3,45	0,702			
35	(4,23)	0,493	03	6,32	62	13,1	0,735	44	(19,2)	29	3,36	0,721			
99	(4,23)	0,507	54	5,91	65	13,0	0,755	61	19,1	56	3,16	0,740			
18	(4,12)	0,520	35	5,88	44	13,0	0,775	56	18,7	65	2,92	0,760			
36	(4,10)	0,533	99	5,87	35	12,3	0,794	65	18,3	46	2,87	0,779			
26	(3,96)	0,546	18	5,73	67	12,0	0,814	35	(18,1)	49	2,68	0,798			
54	3,95	0,559	36	5,70	74	11,9	0,833	73	16,6	33	2,62	0,817			
23	(3,81)	0,573	26	5,51	75	11,1	0,853	50	16,1	54	2,59	0,837			

TABLEAU 2.4.4.2. (1)

(suite)

DEBITS MOYENS ANNUELS CLASSES DES STATIONS PRINCIPALES

MEJERDAH à GHARDIMAOU			MEJERDAH à JENDOUBA		MEJERDAH à BOU SALEM			MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB		MELLEQUE au PK 13			BOU HEURIMA à KEFRIRA		
Année	Q	F	Année	Q	Année	Q	F	Année	Q	Année	Q	F	Année	Q	F
16	(3,70)	0,586	56	5,49	29	10,9	0,873	29	(16,1)	44	2,54	0,856	62	3,88	0,063
46	(3,48)	0,599	65	5,44	50	10,3	0,892	74	14,9	26	2,19	0,875	69	3,69	0,188
65	3,31	0,612	62	5,43	73	10,1	0,912	60	14,9	37	2,11	0,894	64	3,59	0,313
19	(3,30)	0,625	23	5,30	54	9,52	0,931	66	14,2	73	1,93	0,914	63	2,63	0,438
29	(3,23)	0,638	16	5,14	66	9,16	0,951	54	13,0	68	1,75	0,933	65	2,24	0,563
62	3,18	0,651	19	4,58	42	8,08	0,971	42	(11,9)	60	1,61	0,952	66	1,97	0,688
74	3,15	0,664	29	4,50	68	7,68	0,990	68	10,08	42	1,37	0,971	67	1,14	0,813
25	(3,11)	0,678	74	4,39						24	1,13	0,994	68	1,04	0,938
14	(3,09)	0,691	25	4,32											
15	(3,09)	0,704	14	4,31											
10	(3,04)	0,717	15	4,31											
37	(3,02)	0,730	10	4,23											
12	(3,01)	0,743	37	4,21											
04	(2,73)	0,757	12	4,20											
56	2,67	0,770	75	4,16											
02	(2,57)	0,783	60	4,07											
50	2,54	0,796	50	3,93											
75	2,53	0,809	66	3,93											
00	(2,41)	0,822	04	3,81											
20	(2,41)	0,836	02	3,58											
66	2,35	0,849	00	3,37											
24	(2,26)	0,862	20	3,36											
98	(2,24)	0,875	24	3,16											
42	(2,22)	0,888	98	3,13											
60	2,10	0,901	47	3,12											
07	(2,07)	0,914	42	3,11											
47	(1,96)	0,928	73	2,93											
73	1,87	0,941	68	2,93											
01	(1,80)	0,954	07	2,89											
17	(1,70)	0,967	01	2,53											
68	1,67	0,980	17	2,38											
11	(1,63)	0,993	11	2,29											

Les chiffres entre parenthèses représentent des débits moyens annuels reconstitués intégralement (GHARDIMAOU et MEDJEZ EL BAB).

TABLEAU 2.4.4.2. (2)

MEJERDAH A GHARDIMAOU 1946-1975
(30 ans)

Débits moyens annuels.

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	0,59	1,58	<u>1,62</u>	1,44	1,70	1,46
1/10 (sec)	2,08	2,19	<u>2,12</u>	2,21	2,04	2,21
1/2 (médiane)	4,65	4,16	<u>4,33</u>	4,21	4,14	4,22
1/10 (humide)	8,69	9,72	<u>9,55</u>	9,51	9,88	9,52
1/50 (humide)	12,2	17,2	<u>14,5</u>	17,3	15,6	17,0
1/100 (humide)	13,7	21,2	<u>16,6</u>	22,0	18,1	21,1
1/1000 (humide)	18,7	38,5	<u>23,5</u>	45,8	26,3	41,0
TEST	5,971	1,901	<u>1,379</u>	1,947	6,261	1,857
K3	4,18	4,43	<u>4,50</u>	4,31	4,84	4,31
PARAMETRES	Mode : 3,868 Ech. : 2,144	Pos. : 1,120 Ech. : 3,040 For. : 0,812	Pos. : 1,527 Ech. : 2,882 For. : 1,286	Pos. : 0,0 Ech. : 13,123 For. : 3,443	Pos. : 1,668 Ech. : 3,567 For. : 1,000	Pos. : 0,512 Ech. : 0,512 For.1: 14,039 For.2: 0,154
MOYENNE	5,106	5,346	<u>5,235</u>	5,371	5,235	5,853
COEF. de VARIATION	0,539	0,763	<u>0,624</u>	0,412	0,681	0,709
COEF. D'ASYMETRIE	1,139	3,798	<u>1,763</u>	10,838	2,000	5,174

TABLEAU 2.4.4.2. (3)

MEJERDAH A JENDOUBA 1898-1975
(76 ans)

Débits moyens annuels.

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	1,20	2,29	<u>2,38</u>	2,17	2,38	2,18
1/10 (sec)	3,12	3,24	<u>3,10</u>	3,27	3,07	3,26
1/2 (médiane)	6,45	5,95	<u>6,05</u>	5,96	6,12	5,98
1/10 (humide)	11,7	12,7	<u>12,8</u>	12,6	12,7	12,6
1/50 (humide)	16,3	21,0	<u>19,1</u>	21,7	18,6	21,2
1/100 (humide)	18,2	25,2	<u>21,8</u>	26,9	20,9	25,7
1/1000 (humide)	24,6	42,5	<u>30,5</u>	51,9	28,4	46,3
TEST	10,751	2,255	2,503	2,903	3,090	2,598
K3	3,75	3,93	4,13	3,85	4,08	3,87
PARAMETRES	Mode : 5,436 Ech. : 2,774	Pos. : 1,425 Ech. : 4,529 For. : 0,714	Pos. : 2,236 Ech. : 3,605 For. : 1,374	Pos. : 0,0 Ech. : 21,656 For. : 3,960	Pos. : 2,265 Ech. : 5,231 For. : 0,833	Pos. : 0,648 Ech. : 0,648 For.1: 18,113 For.2: 0,125
MOYENNE	7,037	7,267	7,189	7,316	7,184	7,927
COEF. de VARIATION	0,506	0,655	0,588	0,380	0,573	0,618
COEF. D'ASYMETRIE	1,139	2,986	1,706	5,832	1,520	3,797

TABLEAU 2.4.4.2. (4)

MEJERDAH A BOU SALEM 1925-1975

(51 ans)₃Débits en m³/s

Débits moyens annuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	4,66	7,57	7,91	7,22	<u>7,92</u>	7,28
1/10 (sec)	10,1	10,4	10,0	10,5	<u>10,0</u>	10,5
1/2 (médiane)	19,5	18,2	18,4	18,2	<u>18,7</u>	18,3
1/10 (sec)	34,2	36,9	36,9	36,6	<u>36,6</u>	36,6
1/50 (humide)	47,1	59,1	54,2	60,8	<u>51,9</u>	59,8
1/100 (humide)	52,6	70,2	61,4	74,1	<u>58,1</u>	72,0
1/1000 (humide)	70,6	115	85,2	136	<u>77,5</u>	126
TEST	8,170	3,664	3,662	4,096	<u>3,760</u>	3,926
K3	3,39	3,55	3,69	3,49	<u>3,66</u>	3,49
PARAMETRES	Mode : 16,608 Ech. : 7,823	Pos. : 4,834 Ech. : 13,368 For. : 0,683	Pos. : 7,425 Ech. : 9,696 For. : 1,448	Pos. : 0,510 Ech. : 70,712 For. : 4,317	Pos. : 7,543 Ech. : <u>14,917</u> For. : <u>0,800</u>	Pos. : 2,733 Ech. : 2,733 For.1: 15,451 For.2: 0,126

MOYENNE	21,12	21,71	21,46	21,83	<u>21,44</u>	24,49
COEF. de VARIATION	0,475	0,599	0,544	0,353	0,521	0,548
COEF. d'ASYMETRIE	1,139	2,768	1,662	4,623	1,429	3,502

TABLEAU 2.4.4.2. (5)

MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB 1946-1975

(30 ans)₃Débits en m³/s

Débits moyens annuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	5,8	<u>10,1</u>	10,4	9,84	10,4	9,92
1/10 (sec)	13,6	<u>14,1</u>	13,5	14,3	13,3	14,2
1/2 (médiane)	27,2	<u>25,3</u>	25,8	25,2	25,9	25,2
1/10 (humide)	48,5	<u>52,5</u>	52,8	52,2	52,9	52,3
1/50 (humide)	67	<u>85,5</u>	77,8	89,6	76,4	88,1
1/100 (humide)	75	<u>102</u>	88,3	111	86,0	108
1/1000 (humide)	101	<u>170</u>	123	214	116	196
TEST	4,696	<u>1,009</u>	1,763	1,062	2,426	1,020
K3	3,57	<u>3,72</u>	3,91	3,65	3,98	3,68
PARAMETRES	Mode : 23,050 Ech. : 11,296	Pos. : 6,436 Ech. : 18,823 For. : 0,699	Pos. : 9,596 Ech. : 14,000 For. : 1,474	Pos. : 1,152 Ech. : 85,964 For. : 3,907	Pos. : 9,862 Ech. : 21,719 For. : 0,821	Pos. : 4,257 Ech. : 4,257 For.1: 12,635 For.2: 0,145

MOYENNE	29,57	<u>30,46</u>	30,23	30,72	30,21	34,87
COEF. de VARIATION	0,490	<u>0,626</u>	0,562	0,369	0,556	0,584
COEF. d'ASYMETRIE	1,139	<u>2,880</u>	1,648	6,088	1,487	4,150

TABLEAU 2.4.4.2. (6)

MELLEQUE AU K13 1924-1975

(52 ans)

Débits en m³/s

Débits moyens annuels.

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	0,69	1,22	1,23	<u>1,38</u>	1,21	1,24
1/10 (sec)	2,09	2,09	1,95	<u>2,13</u>	1,80	2,10
1/2 (médiane)	4,51	4,25	4,33	<u>4,06</u>	4,28	4,22
1/10 (humide)	8,32	8,85	9,16	<u>9,20</u>	9,47	8,85
1/50 (humide)	11,7	13,9	13,5	<u>16,8</u>	13,9	14,16
1/100 (humide)	13,1	16,2	15,3	<u>21,4</u>	15,7	16,8
1/1000 (humide)	17,7	25,4	21,1	<u>44,9</u>	21,4	27,3
TEST	15,932	5,675	12,253	<u>7,116</u>	16,451	5,132
K3	3,98	4,23	4,70	<u>4,32</u>	5,26	4,21
PARAMETRES	Mode : 3,769 Ech. : 2,020	Pos. : 0,188 Ech. : 4,059 For. : 0,591	Pos. : 0,999 Ech. : 2,307 For. : 1,765	Pos. : 0 Ech. : 12,548 For. : 3,417	Pos. : 1,101 Ech. : 4,270 For. : 0,806	Pos. : 0,003 Ech. : 0,003 For.1: 171,549 For.2: 0,043
MOYENNE	4,935	5,022	5,057	<u>5,191</u>	5,085	5,034
COEF. de VARIATION	0,525	0,622	0,604	<u>0,414</u>	0,635	0,639
COEF. D'ASYMETRIE	1,139	2,211	1,505	<u>11,415</u>	1,447	2,538

TABLEAU 2.4.4.2. (7)

RHEZALA A FERNANA, 1946-1975

(30 ans)

Débits en m³/s

Débits moyens annuels.

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	0,39	0,49	<u>0,40</u>	0,50	0,58	0,46
1/10 (sec)	0,70	0,70	<u>0,69</u>	0,71	0,70	0,71
1/2 (médiane)	1,24	1,20	<u>1,26</u>	1,19	1,18	1,22
1/10 (humide)	2,09	2,16	<u>2,09</u>	2,19	2,17	2,14
1/50 (humide)	2,84	3,12	<u>2,74</u>	3,37	3,00	3,04
1/100 (humide)	3,15	3,57	<u>2,99</u>	3,97	3,33	3,45
1/1000 (humide)	4,19	5,20	<u>3,79</u>	6,57	4,38	4,94
TEST	4,287	4,152	<u>3,822</u>	4,695	4,665	4,159
K3	2,99	3,09	3,03	3,08	3,10	3,01
PARAMETRES	Mode : 1,074 Ech. : 0,451	Pos. : 0,182 Ech. : 1,020 For. : 0,516	Pos. : 0,074 Ech. : 0,249 For. : 5,078	Pos. : 0 Ech. : 6,218 For. : 5,574	Pos. : 0,559 Ech. : 0,834 For. : 0,788	Pos. : 0 Ech. : 0 For.1: 400,0 For.2: 0,022
MOYENNE	1,34	1,35	<u>1,34</u>	1,36	1,33	1,35
COEF. de VARIATION	0,434	0,477	<u>0,419</u>	0,314	0,461	0,464
COEF. D'ASYMETRIE	1,139	1,824	<u>0,888</u>	2,938	1,396	1,654

TABLEAU 2.4.4.2. (10)

MEDJERDAH A BOU SALEM 1953-1975.
(23 ans)Débits en m³/s

Débits moyens annuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	4,04	7,63	7,74	7,49	<u>7,77</u>	7,62
1/10 (sec)	8,83	9,43	8,96	9,54	<u>8,87</u>	9,48
1/2 (médiane)	17,1	15,5	15,8	15,3	<u>15,7</u>	15,4
1/10 (humide)	30,2	33,5	33,9	33,2	<u>34,2</u>	33,4
1/50 (humide)	41,6	58,7	51,7	64,3	<u>52,8</u>	62,9
1/100 (humide)	46,4	72,4	59,4	84,6	<u>60,8</u>	81,1
1/1000 (humide)	62,3	133	84,8	206	<u>87,4</u>	181
TEST	7,988	1,442	2,750	1,375	<u>4,255</u>	1,452
K3	3,42	3,55	3,78	3,48	3,86	3,52

PARAMETRES	Mode : 14,596	Pos. : 6,380	Pos. : 7,592	Pos. : 4,155	Pos. : <u>7,657</u>	Pos. : 6,424
	Ech. : 6,911	Ech. : 9,081	Ech. : 10,888	Ech. : 26,071	Ech. : <u>11,547</u>	Ech. : 6,424
		For. : 0,853	For. : 1,066	For. : 2,657	For. : <u>1,000</u>	For. 1: 3,503
						For. 2: 0,274

MOYENNE	18,59	19,44	19,20	19,89	<u>19,20</u>	26,176
COEF. de VARIATION	0,477	0,695	0,586	0,381	<u>0,601</u>	0,639
COEF. d'ASYMETRIE	1,139	4,206	1,937		<u>2,000</u>	19,237

TABLEAU 2.4.4.2. (11)

MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB 1953-1975
(23 ans)

Débits en m³/s

Débits moyens annuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	5,13	<u>10,0</u>	10,3	9,80	10,3	9,91
1/10 (sec)	12,7	<u>13,3</u>	12,4	13,5	12,3	13,5
1/2 (médiane)	25,7	<u>23,4</u>	23,7	23,3	23,7	23,3
1/10 (humide)	46,1	<u>50,7</u>	52,2	50,3	52,3	50,5
1/50 (humide)	64,1	<u>86,1</u>	80,0	92,2	79,7	90,6
1/100 (humide)	71,6	<u>105</u>	91,9	118	91,3	114
1/1000 (humide)	96,7	<u>183</u>	131	254	129	231
TEST	6,220	1,003	3,288	0,835	4,196	0,878
K3	3,63	3,81	4,21	3,73	4,25	3,74
PARAMETRES	Mode : 21,707 Ech. : 10,855	Pos.: 7,352 Ech.: 16,090 For.: 0,773	Pos.: 9,962 Ech.: 16,738 For.: 1,129	Pos.: 3,229 Ech.: 57,318 For.: 3,186	Pos.: 10,024 Ech.: 19,260 For.: 0,943	Pos.: 6,430 Ech.: 6,430 For.1: 6,594 For.2: 0,206
MOYENNE	27,97	29,05	28,86	29,45	28,84	35,76
COEF. de VARIATION	0,498	<u>0,676</u>	0,616	0,384	0,615	0,624
COEF. d'ASYMETRIE	1,139	<u>3,455</u>	1,882	23,455	1,831	7,119

TABLEAU 2.4.4.2. (12)

MELLEQUE AU K13 1953-1975
(23 ans)

Débits en m³/s

Débits moyens annuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	0,41	1,52	1,62	<u>1,45</u>	1,63	1,48
1/10 (sec)	1,98	2,13	1,86	<u>2,18</u>	1,90	2,17
1/2 (médiane)	4,71	4,14	4,02	<u>4,15</u>	4,05	4,14
1/10 (humide)	8,98	9,98	11,10	<u>9,65</u>	10,96	9,76
1/50 (humide)	12,73	18,01	18,59	<u>18,29</u>	18,50	18,33
1/100 (humide)	14,32	22,32	21,87	<u>23,58</u>	21,87	23,39
1/1000 (humide)	19,55	41,21	32,89	<u>52,29</u>	33,47	49,18
TEST	18,429	4,861	12,948	3,766	10,568	4,083
K3	4,53	4,69	5,97	<u>4,43</u>	5,77	4,50
PARAMETRES	Mode : 3,874 Ech. : 2,270	Pos.: 1,078 Ech.: 3,062 For. : 0,833	Pos.: 1,609 Ech.: 4,950 For.: 0,785	Pos.: 0,153 Ech.: 11,119 For.: 3,111	Pos.: 1,605 Ech.: 3,687 For.: 1,116	Pos. : 0,723 Ech. : 0,723 For.1: 9,197 For.2: 0,197
MOYENNE	5,184	5,409	5,493	5,421	5,493	6,143
COEF. de VARIATION	0,562	0,801	0,798	0,425	0,791	0,772
COEF. d'ASYMETRIE	1,139	4,001	2,258	38,065 (1)	2,361	7,998

(1) - Chiffre sans signification du fait de deux années exceptionnelles dans un échantillon trop court.

TABLEAU I

ANNEXE I

MEJERDAH A GHARDIMAOU 1898-1975
(76 ans)Débits en m³/s
Débits moyens annuels.

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	0,71	1,58	1,67	1,48 Inc.	1,68	1,50
1/10 (sec)	2,08	2,18	2,05	2,20	2,06	2,20
1/2 (médiane)	4,46	4,03	4,06	4,06	4,11	4,05
1/10 (humide)	8,18	9,06	9,19	8,92	9,10	8,95
1/50 (humide)	11,5	15,6	14,2	16,0	13,8	15,8
1/100 (humide)	12,8	19,1	16,3	20,2	15,8	19,7
1/1000 (humide)	17,4	33,7	23,4	41,6	22,1	38,30
TEST	13,526	2,709	4,500	3,257	4,312	3,029
K3	3,93	4,16	4,48	4,05	4,42	4,07
PARAMETRES	Mode : 3,730 Ech. : 1,980	Pos. : 1,103 Ech. : 2,930 For. : 0,780	Pos. : 1,623 Ech. : 3,031 For. : 1,113	Pos. : 0,124 Ech. : 12,512 For. : 3,510	Pos. : 1,624 Ech. : 3,477 For. : 0,918	Pos. : 0,661 Ech. : 0,661 For.1 : 11,327 For.2 : 0,165
MOYENNE	4,99	5,07	4,99	5,11	4,99	5,75
COEF. de VARIATION	0,521	0,716	0,640	0,398	0,620	0,668
COEF. D'ASYMETRIE	1,139	3,508	1,896	9,642	1,760	5,330

TABLEAU II

ANNEXE II

MEJERDAH A JENDOUBA 1946-1975
(30 ans)Débits en m³/s.
Débits moyens mensuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	1,50	2,58	2,62	2,48	2,96	2,39
1/10 (sec)	3,57	3,67	3,58	3,70	3,44	3,68
1/2 (médiane)	7,15	6,66	6,85	6,65	6,38	6,75
1/10 (humide)	12,8	13,8	13,6	13,7	14,4	13,6
1/50 (humide)	17,7	22,3	19,8	23,2	22,5	21,6
1/100 (humide)	19,8	26,5	22,3	28,5	25,9	25,7
1/1000 (humide)	26,7	43,6	30,6	53,7	37,5	42,8
TEST	3,421	1,582	1,180	1,715	8,490	1,395
K3	3,58	3,77	3,70	3,70	4,18	3,70
PARAMETRES	Mode : 6,058 Ech. : 2,983	Pos. : 1,525 Ech. : 5,134 For. : 0,681	Pos. : 2,333 Ech. : 3,313 For. : 1,684	Pos. : 0,0 Ech. : 25,522 For. : 4,166	Pos. : 2,909 Ech. : 5,002 For. : 1,000	Pos. : 0,294 Ech. : 0,294 For.1 : 38,194 For.2 : 0,083
MOYENNE	7,780	7,998	7,911	8,060	7,911	8,266
COEF. de VARIATION	0,492	0,622	0,543	0,369	0,632	0,584
COEF. D'ASYMETRIE	1,139	2,757	1,541	5,048	2,000	2,817

TABLEAU I I I

ANNEXE III

MEJERDAH A BOU SALEM 1946-1975

(30 ans)₃Débits en m³/s

Débits moyens annuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	4,14	7,66	7,83	7,40	7,84	7,58
1/10 (sec)	9,37	9,87	9,41	9,95	<u>9,42</u>	9,93
1/2 (médiane)	18,4	16,8	17,1	16,7	<u>17,3</u>	16,7
1/10 (humide)	32,6	36,0	36,0	35,8	<u>35,8</u>	36,0
1/50 (humide)	45,1	61,4	54,2	65,6	<u>52,7</u>	65,4
1/100 (humide)	50,4	74,8	61,9	83,8	<u>59,8</u>	82,8
1/1000 (humide)	67,8	132	87,4	183	<u>82,5</u>	173
TEST	7,025	2,259	3,075	2,502	<u>3,341</u>	2,442
K3	3,48	3,65	3,83	3,60	<u>3,81</u>	3,63

PARAMETRES	Mode : 15,662 Ech. : 7,543	Pos. : 5,945 Ech. : 10,847 For. : 0,794	Pos. : 7,576 Ech. : 10,787 For. : 1,195	Pos. : 2,925 Ech. : 38,499 For. : 3,114	Pos. : <u>7,612</u> Ech. : <u>13,389</u> For. : <u>0,891</u>	Pos. : 5,592 Ech. : 5,592 For.1 : 5,100 For.2 : 0,229
------------	-------------------------------	---	---	---	--	--

MOYENNE	20,02	20,82	20,47	21,14	<u>20,45</u>	26,70
COEF. de VARIATION	0,483	0,670	0,576	0,377	<u>0,560</u>	0,614
COEF. d'ASYMETRIE	1,139	3,637	1,829	37,112	<u>1,682</u>	9,020

TABLEAU IV

ANNEXE IV

MELLEQUE au K13 1946-1975

(30 ans)₃Débits en m³/s

Débits moyens annuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA INC.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	0,47	1,55	1,64	<u>1,49</u>	1,64	1,51
1/10 (sec)	2,11	2,25	1,98	<u>2,29</u>	2,02	2,28
1/2 (médiane)	4,95	4,420	4,36	<u>4,41</u>	4,41	4,41
1/10 (humide)	9,40	10,39	11,19	<u>10,17</u>	11,08	10,25
1/50 (humide)	13,31	18,26	18,13	<u>18,93</u>	17,91	18,75
1/100 (humide)	14,96	22,40	21,14	<u>24,17</u>	20,72	23,63
1/1000 (humide)	20,41	40,09	31,12	<u>52,14</u>	30,43	47,56
TEST	14,219	2,357	11,032	<u>1,542</u>	7,871	1,776
K3	4,45	4,62	5,65	4,44	5,49	4,50

PARAMETRES	Mode : 4,081 Ech. : 2,364	Pos. : 1,005 Ech. : 3,415 For. : 0,789	Pos. : 1,608 Ech. : 4,396 For. : 0,930	Pos. : 0,025 Ech. : 12,957 For. : 3,281	Pos. : 1,601 Ech. : 4,072 For. : 1,013	Pos. : 0,583 Ech. : 0,583 For.1 : 12,283 For.2 : 0,169
------------	------------------------------	--	--	---	--	---

MOYENNE	5,446	5,667	5,696	<u>5,706</u>	5,696	6,273
COEF. de VARIATION	0,557	0,764	0,744	0,422	0,728	0,750
COEF. d'ASYMETRIE	1,139	3,589	2,074	16,12	2,038	-6,125

TABLEAU V

ANNEXE V

MELLEGUE AU K13 1924-1952
(29 ans)Débits en m³/s
Débits moyens annuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	0,85	1,32	1,01	1,35	1,14	1,26
1/10 (sec)	2,14	2,03	2,09	2,08	2,04	2,12
1/2 (médiane)	4,33	4,16	4,34	3,95	4,36	4,12
1/10 (humide)	7,80	8,50	7,81	8,86	7,83	8,26
1/50 (humide)	10,8	13,1	10,6	16,1	10,29	12,78
1/100 (humide)	12,1	15,2	11,69	20,3	11,20	14,9
1/1000 (humide)	16,4	23,3	15,1	42,1	13,9	23,4
TEST	0,904	3,697	1032	8,567	1,436	4,128
K3	3,63	4,20	3,73	4,26	3,84	3,89

PARAMETRES	Mode : 3,660 Ech. : 1,838	Pos. : 0,0 Ech. : 4,156 For. : 0,558	Pos. : 0,018 Ech. : 1,142 For. : 4,109	Pos. : 0,0 Ech. : 12,452 For. : 3,482	Pos. : 0,821 Ech. : 4,361 For. : 0,568	Pos. : 0,0 Ech. : 0,0 For.1 : 327,540 For.2 : 0,029
------------	------------------------------	--	--	---	--	--

MOYENNE	4,72	4,86	4,71	5,02	4,70	4,80
COEF. de VARIATION	0,499	0,605	0,491	0,409	0,484	0,592
COEF. d'ASYMETRIE	1,139	2,035	0,987	10,096	0,812	2,210

TABLEAU VI

ANNEXE VI

MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB 1925-1975
(51 ans)Débits en m³/s
Débits moyens mensuels

FREQUENCE	GUMBEL	GALTON	GAMMA Inc.	PEARSON V	GOODRICH	Log. GAMMA
1/100 (sec)	6,69	10,4	10,6	10,3	10,6	9,92
1/10 (sec)	14,8	15,1	14,6	15,3	14,3	15,2
1/2 (médiane)	28,8	27,2	27,7	27,0	28,1	27,4
1/10 (humide)	50,8	54,1	54,1	54,4	54,1	53,7
1/50 (humide)	70,0	84,3	77,8	90,0	75,3	84,0
1/100 (humide)	78,2	98,9	87,7	109	83,6	99,2
1/1000 (humide)	105	156	120	200	109	162
TEST	5,266	1,704	1,858	2,167	2,411	1,801
K3	3,43	3,58	3,71	3,56	3,10	3,53

PARAMETRES	Mode : 24,505 Ech. : 11,668	Pos. : 5,144 Ech. : 22,096 For. : 0,621	Pos. : 9,331 Ech. : 12,611 For. : 1,777	Pos. : 0,0 Ech. : 110,431 For. : 4,423	Pos. : 9,764 Ech. : 23,979 For. : 0,737	Pos. : 1,098 Ech. : 1,098 For.1 : 42,819 For.2 : 0,076
------------	--------------------------------	---	---	--	---	---

MOYENNE	31,24	31,95	31,73	32,26	31,73	33,04
COEF. de VARIATION	0,479	0,576	0,530	0,357	0,516	0,559
COEF. d'ASYMETRIE	1,139	2,383	1,501	4,375	1,258	2,608

2.4.5. LES BILANS HYDROLOGIQUES

Il était nécessaire de procéder à l'étude des bilans hydrologiques dans le bassin de la MEJERDAH. Une telle étude exige l'emploi du plus grand nombre possible de résultats pluviométriques. L'établissement d'une relation pluie-débit permet d'allonger les séries chronologiques de débit en utilisant les résultats pluviométriques. Malheureusement, le nombre de postes pluviométriques utilisables est très réduit, ce qui ne permet pas d'estimer correctement les précipitations moyennes sur les bassins versants. En amont de GHARDIMAOU par exemple (Algérie), nous n'avons pas de renseignements concernant la pluie sur les reliefs (il en est encore assez souvent de même en Tunisie). La couverture pluviométrique du bassin du MELLEQUE au K13 est aussi très faible. Cependant, nous avons tenté des estimations en nous aidant de la carte pluviométrique de Vernet et Gaussen, encore que cette carte, reflétant une moyenne interannuelle, n'est guère adaptée à l'étude des bilans annuels. De plus, il n'est pas certain non plus que cette carte donne des valeurs convenables en altitude, en particulier en Algérie où il n'y a guère de pluviomètres disponibles pour en juger. Or, c'est précisément pour suppléer au manque de pluviomètres que nous l'avons utilisée ... Les pluies moyennes annuelles ont été évaluées par le tracé des isohyètes annuelles (tracé basé sur les résultats annuels connus et guidé par la carte Vernet et Gaussen). Le tableau 2.4.5. (1) rassemble les résultats concernant cinq des sept stations principales.

En effet, il n'a pas été possible de faire le calcul sérieusement, en ce qui concerne les bassins du RHEZALA et du BOU HEURIMA, du fait de la densité insuffisante des postes pluviométriques et de leurs emplacements non représentatifs sur ces bassins.

Le calcul des moyennes annuelles n'a été fait que pour les années où le débit moyen a pu être lui-même calculé.

Les moyennes interannuelles montrent déjà que sur le bassin du MELLEQUE, les précipitations moyennes n'atteignent guère plus de la moitié de celles reçues par la MEJERDAH à GHARDIMAOU ou même à JENDOUBA.

Nous disposons par ailleurs des lames d'eau annuelles écoulées, ce qui permet le calcul du déficit pluviométrique et du coefficient d'écoulement annuel. Les résultats sont rassemblés également dans le tableau 2.4.5. (1).

On peut essayer de rechercher une corrélation entre les éléments du bilan : déficit, coefficient d'écoulement et pluie annuelle. Les graphiques 2.4.5. (a à e) représentent l'évolution du déficit et du coefficient d'écoulement en fonction de la pluie. En ce qui concerne le déficit, la faiblesse de la lame écoulée fait qu'une apparence trompeuse de corrélation avec la pluie apparaît, D restant peu inférieur à P. En fait, il ne peut en être autrement, mais ce qui est significatif ce sont les écarts du déficit par rapport à la courbe moyenne. Le graphique représentant le coefficient d'écoulement en fonction de la pluie traduit une très forte irrégularité et une corrélation très lâche avec la pluie annuelle.

Tout cela est normal et ces variations dépendent de la façon dont la pluie tombe. Deux années présentant le même total annuel de pluie peuvent avoir des coefficients d'écoulement très différents : à JENDOUBA par exemple, en 1907-1908 et 1921-1922, on a observé une pluie moyenne sur le bassin versant de 670 mm, mais alors que le coefficient d'écoulement était de 5,7 % en 1907-1908, il était de 13,7 % en 1921-1922. La différence provient de la manière dont la pluie est tombée : les averses plus fortes et plus concentrées dans le temps en 1921-1922 ont entraîné un ruissellement plus intense. En outre, dans le cas de JENDOUBA, on note une concentration anormale de points dans la partie basse du graphique que le déficit certain des années anciennes ne suffit pas à expliquer seul. Une sous-estimation des débits pendant cette période en est une grande partie responsable, on en trouve d'autres indices dans cette monographie.

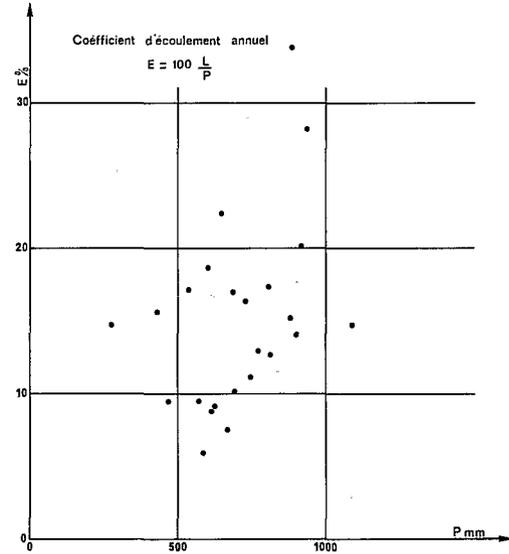
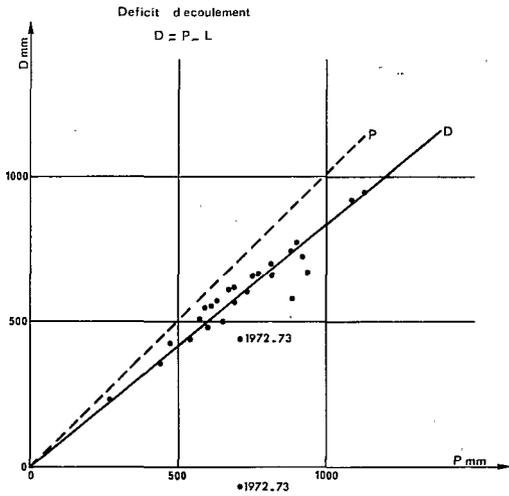
Nous avons essayé d'utiliser divers coefficients pour tenir compte de ces facteurs : coefficients caractérisant la concentration dans l'année des pluies mensuelles, coefficients analogues à l'échelle du mois caractérisant la concentration des pluies journalières, pourcentage des pluies de différentes classes etc ... Les résultats sont décevants et nous ne les présenterons pas ici. Là encore, il y a une explication simple : la densité réelle du réseau pluviométrique exploitable était trop faible pour arriver à de bons résultats. Un autre facteur important qu'il est encore plus difficile de prendre en compte, vu le manque de pluviographes à enregistrement journalier sur le bassin de la MEJERDAH, c'est l'intensité instantanée de la pluie.

Nous nous sommes donc contentés d'une étude statistique du déficit et du coefficient d'écoulement annuels. Une telle étude a au moins le mérite d'éliminer l'influence de quelques années où les mesures ne seraient pas très bonnes et permet la comparaison entre stations. On peut déterminer essentiellement la valeur médiane (à comparer à la valeur moyenne) et les valeurs décennales. Dans les tableaux 2.4.5. (2 et 3), on a rassemblé les valeurs remarquables : valeurs décennales, médianes, moyennes, maximum et minimum observés de ces caractéristiques pour les cinq stations étudiées.

Les distributions statistiques des déficits annuels présentent des médianes et des moyennes peu différentes; par contre, les coefficients annuels moyens d'écoulement (total des écoulements pendant la période de n années d'observations rapporté au total de la pluie moyenne pendant la même période) sont supérieurs aux coefficients médians, ce qui traduit une dissymétrie prononcée des distributions.

Le bilan annuel de la MEJERDAH à GHARDIMAOU

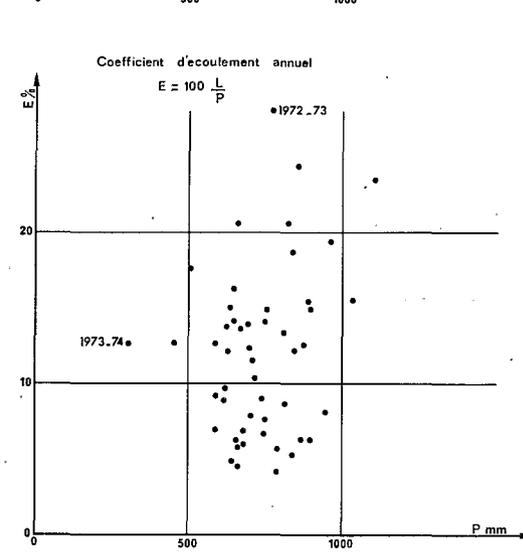
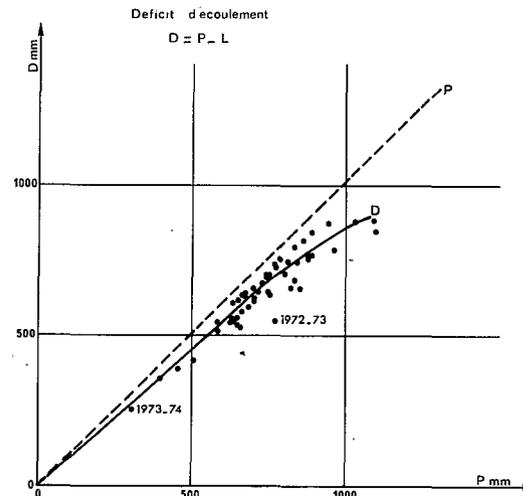
Gr 2 4 5 (a)



TUN-21206

Le bilan annuel de la MEJERDAH à JENDOUBA

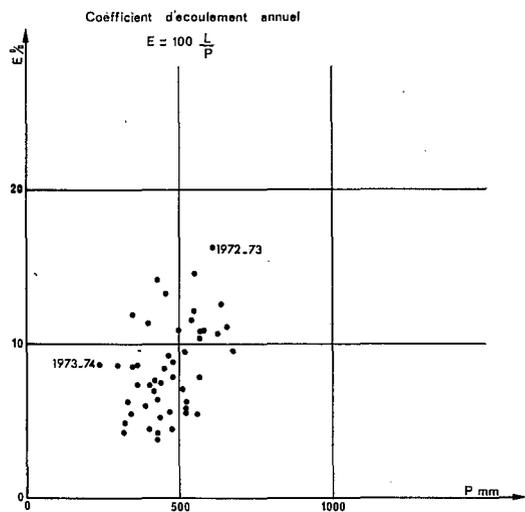
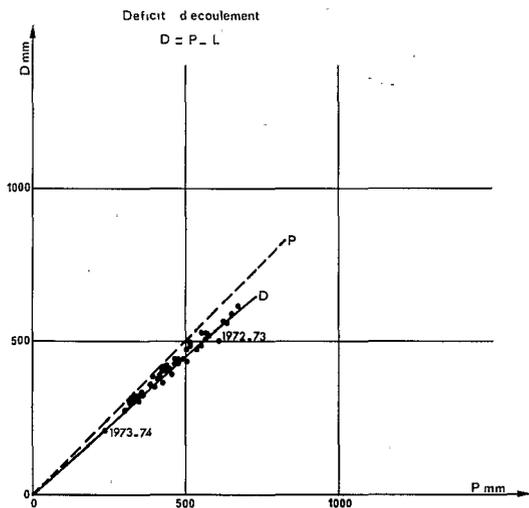
Gr 2 4 5 (b)



TUN-21207

Le bilan annuel de la MEJERDAH à BOU SALEM

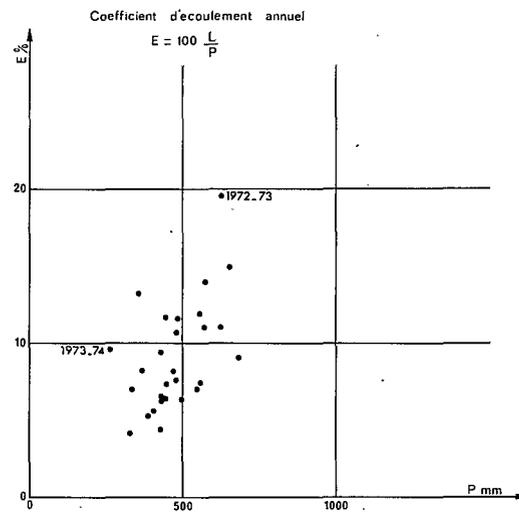
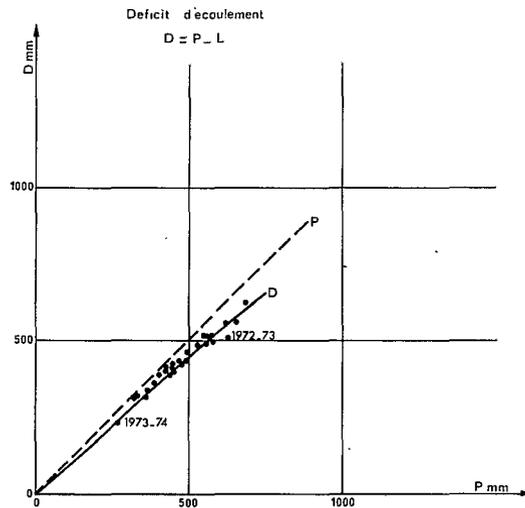
Gr 2 4 5 (c)



TUN-21208

Le bilan annuel de la MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB

Gr 2 4 5 (d)



TUN-21209

Le bilan annuel de la MEJERDAH au K 13

Gr: 2 4 5 (e)

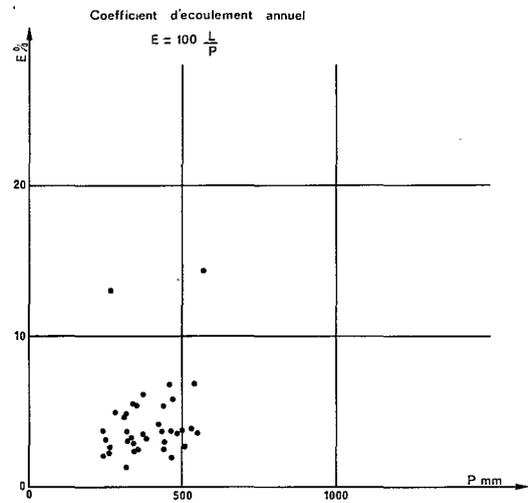
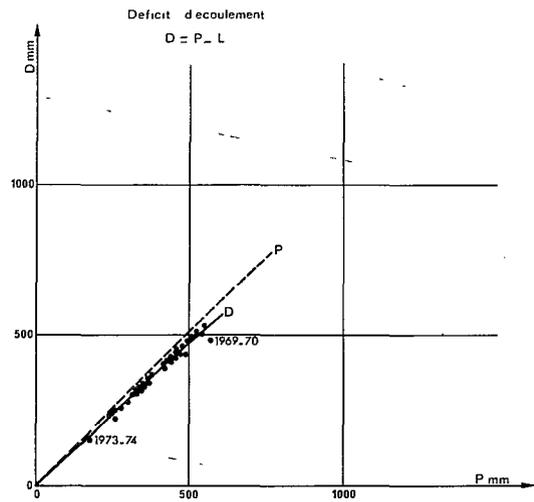


TABLEAU 2.4.5. (1)

ELEMENTS DU BILAN
MEJERDAH A JENDOUBA

ANNEE	P mm	L mm	D mm	E %
1898-1899	680	41	639	6,03
1899-1900	950	77	873	8,10
1900-1901	840	44	796	5,24
1901-1902	790	33	757	4,18
1902-1903	680	47	633	6,91
1903-1904	710	83	627	11,7
1904-1905	780	50	730	6,41
1905-1906	810	109	701	13,5
1906-1907	1 110	261	849	23,5
1907-1908	670	38	632	5,67
1908-1909	970	188	782	19,4
1909-1910	850	104	746	12,2
1910-1911	870	55	815	6,32
1911-1912	660	30	630	4,55
1912-1913	750	55	695	7,33
1913-1914	-	-	-	-
1914-1915	900	56	844	6,22
1915-1916	710	56	654	7,89
1916-1917	740	67	673	9,05
1917-1918	640	31	609	4,84
1918-1919	720	75	645	10,4
1919-1920	620	60	560	9,68
1920-1921	780	44	736	5,64
1921-1922	670	92	578	13,7
1922-1923	-	-	-	-
1923-1924	-	-	-	-
1924-1925	590	41	549	6,95
1925-1926	750	57	693	7,60
1926-1927	820	72	748	8,8
1927-1928	900	128	772	14,2
1928-1929	1 040	162	872	15,6
1929-1930	-	-	-	-
1930-1931	830	171	659	20,6
1931-1932	630	87	543	13,8
1932-1933	650	92	558	14,2
1933-1934	690	96	594	13,9
1934-1935	860	209	651	24,3
1935-1936	630	77	553	12,2
1936-1937	590	75	515	12,7
1937-1938	590	55	535	9,32
1938-1939	-	-	-	-
1939-1940	660	136	524	20,6
1940-1941	750	106	644	14,1
1941-1942	840	157	683	18,7
1942-1943	400	41	359	10,3
1943-1944	510	90	420	17,6
1944-1945	-	-	-	-
1945-1946	750	111	639	14,8
1946-1947	640	96	544	15,0
1947-1948	660	41	619	6,21
1948-1949	880	112	768	12,7
1949-1950	-	-	-	-
1969-1970	890	138	752	15,5
MOYENNE	761	127	634	16,7
1970-1971	690	88	602	12,8
1971-1972	640	104	536	16,3
1972-1973	760	212	548	27,9
1973-1974	300	38	262	12,7
1974-1975	450	57	393	12,7
1975-1976	610	54	556	8,85
MOYENNE (1)	729	88	641	12,1

P mm : Pluie en millimètres

L mm : Lame d'écoulement annuel en mm

D mm : Déficit d'écoulement annuel en millimètres

E % : Coefficient annuel d'écoulement en %

(1) Moyenne 1898-1975

TABLEAU 2.4.5. (1)

ELEMENTS DU BILAN

MEJERDAH A BOU SALEM

MELLEGUE AU K 13

ANNEE	P mm	L mm	D mm	E %	ANNEE	P mm	L mm	D mm	E %
1924-1925	-	-	-	-	1924-1925	330	4	326	1,21
1925-1926	560	31	529	5,54	1925-1926	-	-	-	-
1926-1927	470	27	443	5,74	1926-1927	-	-	-	-
1927-1928	570	61	509	10,7	1927-1928	-	-	-	-
1928-1929	-	-	-	-	1928-1929	500	20	480	4,00
1929-1930	-	-	-	-	1929-1930	440	12	420	2,73
1930-1931	500	56	444	11,2	1930-1931	380	13	367	3,42
1931-1932	480	45	435	9,37	1931-1932	430	16	414	3,7
1932-1933	510	36	474	7,06	1932-1933	460	18	442	3,92
1933-1934	520	33	487	6,35	1933-1934	460	9	451	1,96
1934-1935	570	64	506	11,2	1934-1935	480	17	463	3,54
1935-1936	430	23	407	5,43	1935-1936	-	-	-	-
1936-1937	400	47	353	11,7	1936-1937	330	19	311	5,88
1937-1938	350	30	320	8,57	1937-1938	260	7	253	2,8
1938-1939	640	83	557	12,9	1938-1939	540	26	514	4,82
1939-1940	430	61	369	14,2	1939-1940	-	-	-	-
1940-1941	480	40	440	8,34	1940-1941	-	-	-	-
1941-1942	510	71	439	14,0	1941-1942	-	-	-	-
1942-1943	320	15	305	4,7	1942-1943	-	-	-	-
1943-1944	360	31	329	8,6	1943-1944	-	-	-	-
1944-1945	330	25	305	7,6	1944-1945	250	9	241	3,6
1945-1946	-	-	-	-	1945-1946	-	-	-	-
1946-1947	350	42	308	12,0	1946-1947	240	10	230	4,17
1947-1948	360	35	325	9,70	1947-1948	260	36	224	13,8
1948-1949	350	68	482	19,4	1948-1949	470	30	440	6,38
1949-1950	440	33	407	7,50	1949-1950	350	9	341	2,66
1950-1951	340	19	321	5,59	1950-1951	280	14	266	5,0
1951-1952	580	64	516	11,0	1951-1952	460	34	426	7,40
1952-1953	630	68	562	10,8	1952-1953	530	22	508	4,15
1953-1954	540	63	477	11,7	1953-1954	420	14	406	3,33
1954-1955	430	18	412	4,19	1954-1955	340	9	331	2,66
1955-1956	470	44	426	9,36	1955-1956	320	17	303	5,31
1956-1957	410	30	380	7,32	1956-1957	340	11	329	3,24
1957-1958	460	57	403	12,4	1957-1958	370	25	345	6,77
1958-1959	680	65	615	9,56	1958-1959	550	17	535	3,00
1959-1960	570	44	526	7,77	1959-1960	510	15	495	2,94
1960-1961	300	25	275	8,33	1960-1961	240	6	234	2,50
1961-1962	430	29	401	6,74	1961-1962	330	12	318	3,64
1962-1963	520	25	495	4,81	1962-1963	440	14	426	3,18
1963-1964	520	31	489	5,96	1963-1964	440	26	416	5,90
1964-1965	450	38	412	8,44	1964-1965	370	13	357	3,51
1965-1966	420	25	395	5,95	1965-1966	320	10	310	3,13
1966-1967	400	18	382	4,5	1966-1967	320	12	308	3,75
1967-1968	440	23	417	5,23	1967-1968	350	20	330	5,70
1968-1969	320	15	305	4,69	1968-1969	260	6	254	2,36
1969-1970	660	75	586	11,4	1969-1970	570	88	488	15,4
MOYENNE	469	41	428	8,74	MOYENNE	387	18	369	4,65
1970-1971	410	29	381	7,0	1970-1971	300	14	286	4,67
1971-1972	510	29	481	5,68	1971-1972	460	22	438	4,78
1972-1973	600	99	501	16,5	1972-1973	480	48	432	10,0
1973-1974	230	20	210	8,70	1973-1974	167	7	160	4,19
1974-1975	380	23	357	6,05	1974-1975	340	19	321	5,58
1975-1976	470	21	449	4,47	1975-1976	410	17	393	4,15
MOYENNE (1)	465	42	423	9,03	MOYENNE (1)	383	18	365	4,70

P mm : Pluie en millimètres

L mm : Lame d'écoulement annuel en mm

D mm : Déficit d'écoulement annuel en millimètres

E % : Coefficient annuel d'écoulement en %

(1) Moyenne 1924-1975

TABLEAU 2.4.5. (1)

ELEMENTS DU BILAN

MEJERDAH A GHARDIMAOU: MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB

ANNEE	P mm	L mm	D mm	E %	ANNEE	P mm	L mm	D mm	E %
1946-1947	-	-	-	-	1946-1947	360	49	311	13,6
1947-1948	-	-	-	-	1947-1948	370	34	336	9,19
1948-1949	-	-	-	-	1948-1949	580	83	497	14,3
1949-1950	690	117	573	17,0	1949-1950	470	39	431	8,30
1950-1951	570	54	516	9,47	1950-1951	340	24	316	7,06
1951-1952	920	186	734	20,2	1951-1952	580	65	515	11,2
1952-1953	890	303	587	34,0	1952-1953	630	70	560	11,1
1953-1954	940	267	673	28,4	1953-1954	560	68	492	12,1
1954-1955	750	83	667	11,1	1954-1955	430	20	410	4,65
1955-1956	810	142	668	17,5	1955-1956	490	59	431	12,0
1956-1957	630	56	574	8,88	1956-1957	430	28	402	6,51
1957-1958	650	147	503	22,6	1957-1958	480	55	425	11,5
1958-1959	1 090	160	930	14,6	1958-1959	690	67	623	9,71
1959-1960	880	134	745	15,2	1959-1960	550	41	509	7,45
1960-1961	470	45	425	9,57	1960-1961	-	-	-	-
1961-1962	770	100	670	13,0	1961-1962	450	29	421	6,44
1962-1963	-	-	-	-	1962-1963	450	35	415	7,77
1963-1964	-	-	-	-	1963-1964	560	42	518	7,5
1964-1965	730	120	610	16,4	1964-1965	450	53	397	11,8
1965-1966	690	70	620	10,1	1965-1966	430	27	403	6,28
1966-1967	670	50	620	7,46	1966-1967	390	21	369	5,38
1967-1968	810	103	707	12,7	1967-1968	450	30	420	6,67
1968-1969	590	35	555	5,93	1968-1969	330	15	315	4,54
1969-1970	900	127	773	14,1	1969-1970	660	102	560	15,45
MOYENNE	761	127	634	16,7	MOYENNE	484	45	431	9,45
1970-1971	540	93	447	17,2	1970-1971	430	41	389	9,53
1971-1972	600	113	487	18,8	1971-1972	520	40	480	7,69
1972-1973	710	269	441	37,9	1972-1973	630	124	506	19,7
1973-1974	270	40	230	14,8	1973-1974	260	25	235	9,62
1974-1975	430	67	363	15,6	1974-1975	400	22	378	5,50
1975-1976	610	54	556	8,85	1975-1976	490	31	459	6,33
MOYENNE (1)	705	117	588	16,6	MOYENNE (2)	478	46	432	9,62

P mm : Pluie en millimètres

L mm : Lane d'écoulement annuel en mm

D mm : Déficit d'écoulement annuel en millimètres

E % : Coefficient annuel d'écoulement en %

(1) Moyenne 1949-1975

(2) Moyenne 1946-1975

TABLEAU 2.4.5. (2)

Déficits d'écoulement (mm)

STATIONS F	1/10	1/2	1/10	Moyenne	Maximum observé	Minimum observé
MEJERDAH à GHARDIMAOU	400	590	760	588	930	230
MEJERDAH à JENDOUBA	470	640	770	641	873	262
MEJERDAH à BOU SALEM	320	425	545	423	615	210
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	330	425	530	432	623	235
MELLEQUE au K13	250	360	500	365	535	160

TABLEAU 2.4.5. (3)

Coefficients d'écoulement annuels (%)

STATIONS F	1/10	1/2	1/10	Moyenne	Maximum observé	Minimum observé
MEJERDAH à GHARDIMAOU	8,4	14,5	25,0	16,6	37,9	5,93
MEJERDAH à JENDOUBA	6,6	11,5	19,0	12,1	27,9	4,18
MEJERDAH à BOU SALEM	5,0	8,10	13,3	9,03	19,4	4,19
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	5,4	8,4	13,6	9,62	19,7	4,54
MELLEQUE au K13	2,60	3,8	7,2	4,70	15,4	1,21

Les déficits d'écoulement élevés sur la MEJERDAH en amont de BOU SALEM (en rapport avec les pluies plus importantes qu'ailleurs) baissent à partir de BOU SALEM du fait de l'influence du MELLEGUE. Quant aux coefficients d'écoulement annuels, ils sont relativement forts aussi en amont de BOU SALEM sur la MEJERDAH (plus de 10 % pour la valeur médiane et plus de 12 % pour la moyenne, le maximum observé atteignant 37,9 % à GHARDIMAOU et 27,9 % à JENDOUBA). Sur le MELLEGUE, la médiane au K13 n'est que de 3,8 %, la moyenne de 4,70 % et le maximum observé de 15,4 %. Le minimum observé, relativement faible à GHARDIMAOU et JENDOUBA (5,93 % et 4,18 %), est très faible sur le MELLEGUE au K13 (1,21 %). A partir de BOU SALEM, les valeurs de ruissellement sont intermédiaires entre celles de GHARDIMAOU, JENDOUBA et celles du MELLEGUE au K13.

Il est intéressant de comparer les écoulements annuels constatés en moyenne sur la période d'observation, aux valeurs déduites de la formule de Tixeront :

$$L \text{ mètres} = \frac{P^3}{3 E^2} \text{ mètres}$$

L : Lamé écoulée en mètres

P : Pluie moyenne sur le bassin en mètres

E : Evapotranspiration potentielle en mètres.

Cette formule empirique a été employée longtemps faute de mesures suffisantes, les résultats sont les suivants :

TABLEAU 2.4.5. (4)

Comparaison des valeurs observées de la lame d'eau ruisselée annuellement (moyenne interannuelle) et des valeurs calculées par la formule de Tixeront

Valeur de E mètres	MEJERDAH à GHARDIMAOU		MEJERDAH à JENDOUBA		MEJERDAH à BOU SALEM		MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB		MELLEGUE au K13	
	L calc.	L obsv.	L calc.	L obsv.	L calc.	L obsv.	L calc.	L obsv.	L calc.	L obsv.
0,9					0,041	0,042	0,045	0,046		
1,0	0,117	0,117	0,129		0,034		0,036		0,019	0,018
1,1	0,097		0,107						0,015	
1,2			0,090	0,088						
1,3			0,076							

On constate que si pour le MELLEGUE au K13 et pour GHARDIMAOU, on obtient une valeur convenable en prenant $E = 1$, il n'en est rien pour JENDOUBA (valeur correcte $E = 1,21$), pour BOU SALEM et MEDJEZ (valeur correcte $E = 0,9$). Ceci s'explique pour JENDOUBA étant donné les pertes par évaporation dans la plaine du confluent PARAF-MEJERDAH. Pour BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB on retrouve la forte influence des affluents de la rive droite bien arrosés et à fort écoulement.

Cela confirme que la formule de Tixeront a une valeur indicative mais doit être utilisée avec circonspection et seulement si aucun autre renseignement n'est disponible, comme l'avait d'ailleurs souligné son auteur.

En conclusion, on peut dire que eu égard au climat de la Tunisie, les coefficients d'écoulement annuel sont généralement peu élevés dans le bassin de la MEJERDAH, comparés à ceux de l'Europe par exemple, la dispersion des pluies dans le temps et la relative faiblesse des averses journalières en étant parmi les raisons les plus évidentes. Cependant, la possibilité d'apparition de longues séquences de jours pluvieux est la cause, certaines années, d'écoulements nettement plus importants, la courbe de distribution du coefficient d'écoulement pour le MELLEGUE est par exemple très dissymétrique.

2.4.6. ETUDE DES TARISSEMENTS

2.4.6.1. METHODOLOGIE

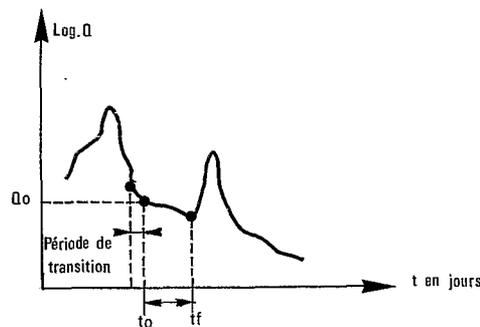
Pour l'étude des tarissements de l'Oued MEJERDAH et de ses affluents, nous avons utilisé les chroniques de débits journaliers non corrigées, déduites des limnigrammes après traduction des hauteurs d'eau en débits, ainsi que les jaugeages d'étiage effectués aux stations étudiées. Dans le cadre de cette étude, nous avons opéré de la manière suivante :

a) - Détermination des périodes de tarissement

La période de tarissement d'une rivière est un intervalle de temps pendant lequel le régime de la rivière est soumis exclusivement à l'influence de réservoirs souterrains.

Afin de déterminer les périodes de tarissement, nous avons reporté sur un graphique semi-logarithmique les débits en fonction du temps. Les périodes de tarissement ont été identifiées visuellement sur ces graphiques. Elles correspondent généralement, dans un premier temps, à une décroissance beaucoup plus lente du logarithme des débits. La transition entre les deux régimes d'écoulement est plus ou moins nette, plus ou moins longue selon les cas.

Nous avons choisi, chaque fois que cela était possible, la fin de la période transitoire comme le début de la période de tarissement (cf. Schéma ci-dessous).



t_0 : Début de la période de tarissement

t_f : Fin de la période de tarissement.

La fin de la période de tarissement est souvent marquée par une cassure et précède une nouvelle croissance plus ou moins rapide des débits du cours d'eau. La détermination graphique des périodes de tarissement d'un cours d'eau à une station donnée permet de donner la durée du tarissement, le débit au début du tarissement, le débit à la fin de la période de tarissement. Il a fallu ensuite vérifier, à l'aide des données pluviométriques dont nous disposons, que les périodes de tarissement retenues correspondaient à des épisodes non pluvieux ou bien à des épisodes dont la pluviométrie était insuffisante pour influencer le régime de la rivière.

b) - Ajustement d'une loi à la décroissance des débits en période de tarissement

1° - Ajustement d'une loi de type exponentiel

La loi de type exponentiel est de la forme :

$$Q = Q_0 e^{-\alpha (t - t_0)}$$

où Q_0 est le débit du jour, t_0 début du tarissement et α le coefficient de tarissement.

Une loi de ce type donne une décroissance linéaire des logarithmes des débits en fonction du temps.

Pour une même période de tarissement, le coefficient α est une constante.

Nous avons essayé systématiquement d'ajuster graphiquement une loi de type exponentiel à toutes les périodes de tarissement recensées. Les résultats obtenus figurent sur les tableaux propres à chaque station étudiée.

On peut considérer l'ajustement d'une loi de type exponentiel comme satisfaisant si le coefficient de tarissement ne varie pas pour une même période de tarissement.

2°/ - Ajustement d'une loi de type hyperbolique

Dans le cas où le coefficient de tarissement (loi exponentielle) varie pour une même période de tarissement, on peut essayer d'ajuster à cette période, ainsi qu'à toutes les autres périodes à la station considérée, une loi de type hyperbolique, formulée ainsi :

$$Q = Q_0 (1 + \beta t)^{-n}$$

où Q_0 est le débit à l'origine du tarissement, t le temps exprimé en jours depuis le début du tarissement, β le coefficient de tarissement et n un nombre positif.

β est fonction de Q_0 (et de Q_0 seulement si la loi convient).

L'ajustement d'une loi de type hyperbolique a été réalisé pour l'Oued RHEZALA à la station de FERNANA.

On admet communément que la loi de type exponentiel s'applique bien à la vidange d'une nappe captive tandis que la loi de type hyperbolique s'applique mieux à la vidange d'une nappe à surface libre.

2.4.6.2. CHRONIQUE DES DEBITS JOURNALIERS, JAUCEAGES ET TARISSEMENTS

L'étude des tarissements de l'Oued MEJERDAH et de ses affluents a montré que les stations limnimétriques de son bassin versant sont très peu sensibles en période d'étiage. Ce manque de sensibilité se traduit sur la courbe des hauteurs d'eau en fonction du temps par une succession de paliers plus ou moins longs. A cet inconvénient s'en ajoute un second : l'instabilité de la plupart des stations de mesure. Ces deux constatations nous ont conduit à accorder notre préférence aux différents jaugeages effectués pendant les périodes d'étiage afin d'étudier la diminution des débits de l'Oued MEJERDAH et de ses affluents en période d'étiage. Les jaugeages d'étiage ont d'ailleurs servi, dans la plupart des cas, à corriger les chroniques des débits journaliers en période de basses eaux ; ces corrections ont été faites par ajustement graphique. L'absence de jaugeages nous a souvent conduit à abandonner certaines années d'observations limnimétriques pour l'étude des tarissements. Nous donnons au tableau 2.4.6.2. (1) les années prises en considération pour l'étude des tarissements à chaque station. Après l'année 1970 ont été ajoutées les données concernant les années hydrologiques 1972-1973 et 1974-1975, dont le tarissement était particulièrement intéressant, mars 1973 ayant été exceptionnellement abondant et les valeurs minimales de 1974-1975 particulièrement faibles pour la plupart des stations.

2.4.6.3. LES TARISSEMENTS AUX STATIONS PRINCIPALES

2.4.6.3.1. MEJERDAH à GHARDIMAOU

Pour l'étude des tarissements de l'Oued MEJERDAH à GHARDIMAOU, nous avons disposé d'une chronique des débits journaliers allant de septembre 1949 au mois d'août 1975 et de jaugeages effectués pendant toute cette période. Seules les années 1961, 1963 et 1964 n'ont pu être utilisées pour cette étude en raison de l'irrégularité de leurs relevés limnimétriques. GHARDIMAOU est une station stable, sensible en étiage. Les tarissements de l'Oued MEJERDAH peuvent donc y être suivis de façon satisfaisante.

a) - Durée et localisation saisonnière des tarissements

1435 jours de tarissement ont été identifiés ; 56,7 % d'entre-eux sont situés en été, 30,3 % au printemps, 7,6 % en hiver et 5 % en automne. La durée moyenne des périodes de tarissement est de 9 jours en automne, 13 jours en hiver, 13 jours au printemps et 26 jours en été. Remarquons toutefois que la durée moyenne des périodes de tarissement ne correspond probablement pas à la durée la plus fréquente (au mode en termes statistiques), les courbes de distribution des durées n'étant pas symétriques.

Plus de la moitié des tarissements sont donc estivaux et 90 % des tarissements sont localisés dans le semestre qui couvre les deux saisons printanière et estivale.

TABLEAU 2.4.6.2. (1)

TABLEAU DES ANNEES UTILISEES POUR L'ETUDE DES TARISSEMENTS
DE L'OUED MEJERDAH ET DE SES AFFLUENTS

Oued	Station	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
MEJERDAH	GHARDIMAOU				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MEJERDAH	JENDOUBA	X	X	X	X	X	X			X	X			
MEJERDAH	BOU SALEM	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
MEJERDAH	MEDJEZ EL BAB			X		X		X	X	X	X			
MELLEQUE	K 13	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RHEZALA	FERNANA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TESSA	ZOUARINES													
OUSSAFA	N 12													

Oued	Station	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1972	1973	1974
MEJERDAH	GHARDIMAOU	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
MEJERDAH	JENDOUBA										X	X	X	X	X
MEJERDAH	BOU SALEM														
MEJERDAH	MEDJEZ EL BAB														
MELLEQUE	K 13	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RHEZALA	FERNANA	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X
TESSA	ZOUARINES		X	X		X		X	X	X		X			
OUSSAFA	N 12		X	X				X		X	X	X			

b) - Etude des tarissements de l'Oued MEJERDAH à GHARDIMAOU par ajustement d'une loi de type exponentiel

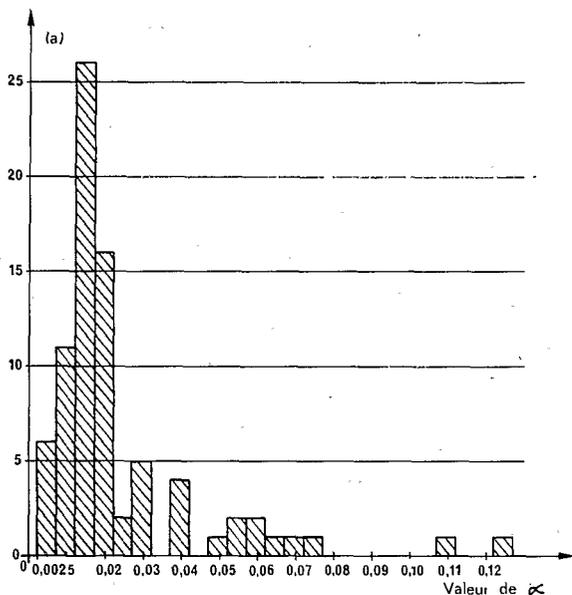
Nous avons recensé à cette station 8 longues périodes de tarissement pendant lesquelles le coefficient de tarissement a varié. Pour ces périodes, nous avons déterminé deux ou trois coefficients de tarissement. Ces périodes sont indiquées sur le tableau 2.4.6.3.1. (1) par des accolades. Mais il existe des longues périodes pour lesquelles il reste constant (en 1950, 1965 et 1973).

L'histogramme des valeurs des coefficients de tarissement (graphique 2.4.6.3.1.(a)) indique une très forte densité de valeurs (73 %) comprises entre 0,0075 et 0,0225 pour une variation limitée par les bornes 0,00327 et 0,068 (α étant exprimé en jours⁻¹). La courbe de distribution des valeurs est dissymétrique et unimodale avec un mode compris entre les valeurs 0,0125 et 0,0175, on notera cependant un certain nombre de valeurs de α élevés : entre 0,04 et 0,125 dont il sera question plus loin.

MEJERDAH à GHARDIMAOU

Variations saisonnières du coefficient de tarissement

Histogramme des valeurs du coefficient de tarissement



Variations du coefficient de tarissement en fonction du débit au début du tarissement

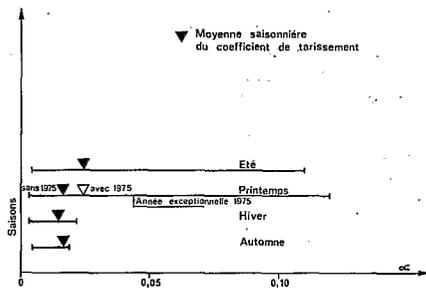
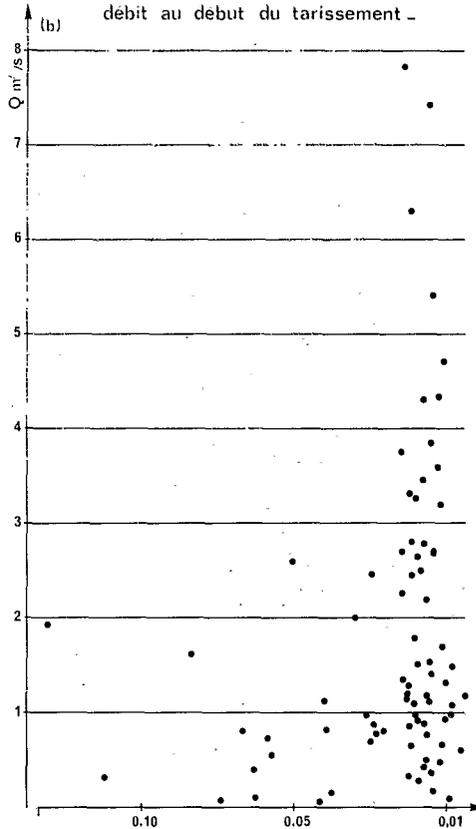


TABLEAU 2.4.6.3.1. (1)

Tarissemments de l'Oued MEJERDAH à la station de CHARDIMAOU.

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1950	7-06 - 5-08	59	1.300	54	0.0185
1951	3-04 - 26-04	23	1.450	80	0.0125
	15-05 - 19-06	34	0.800	40	0.0250
	2-07 - 18-07	16	0.080	24	0.0415
	27-07 - 14-09	49	0.000	-	
1952	30-06 - 15-07	16	0.650	57	0.0176
1953	7-04 - 13-04	6	6.300	53	0.0189
	25-04 - 1-05	6	3.750	47	0.0213
	17-05 - 23-05	5	2.650	61	0.0164
	18-06 - 21-06	3	1.200	54	0.0185
	4-07 - 11-07	7	0.980	61	0.0164
	17-08 - 28-09	42	0.610	222	0.0045
1954	30-04 - 5-05	6	7.800	47	0.0213
	12-05 - 17-05	5	4.700	94	0.0106
	30-05 - 11-07	92	3.200	93	0.0107
	11-07 - 30-08		1.100	146	0.0065
	4-12 - 11-12	7	1.350	51	0.0196
1955	23-02 - 28-02	5	3.850	73	0.0137
	20-03 - 1-04	12	3.300	53	0.0189
	6-05 - 26-05	20	2.250	50	0.0200
	28-06 - 19-07	21	0.350	56	0.0179
	1-12 - 15-12	14	1.350	113	0.0088
	1956	12-04 - 19-04	8	3.600	85	0.0118
8-06 - 2-07		1.200		78	0.0128
17-07 - 30-07		0.500		72	0.0139
12-09 - 19-09		0.425		72	0.0139
4-10 - 12-10		0.490		104	0.0096
1957		17-02 - 8-03		44	2.200
	7-03 - 2-04	1.200	306		0.0033
1958	3-02 - 27-02	24	7.400	67	0.0149
	24-03 - 31-03	7	4.350	86	0.0116
	4-05 - 14-05	10	2.800	70	0.0143
	1-07 - 14-05	22	0.480	99	0.0101
	15-10 - 20-10	5	0.580	74	0.0135
	1959	31-01 - 5-02	5	2.700	48	0.0208
12-02 - 18-02		6	2.500	64	0.0156
21-06 - 26-06		5	2.800	55	0.0182
5-07 - 26-07		21	1.700	101	0.0099
5-08 - 25-08		20	0.950	117	0.0085
1960		19-02 - 9-03	19	4.300	63	0.0159
	21-05 - 1-06	10	3.450	64	0.0156
	18-06 - 28-06	10	2.100	79	0.0127
1962	5-07 - 17-08	43	1.500	143	0.007
1963	4-03 - 12-03	8	5.400	75	0.0135
	8-05 - 24-05	16	1.550	77	0.0130
	16-07 - 31-07	15	0.740	18	0.0556

TABLEAU 2.4.6.3.1. (1)

(suite)

Tarissemments de l'Oued MEJERDAH à la station de GHARDIMAOU.

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1965	10-05 - 24-05	14	1,800	61	0,0164
	15-06 - 17-08	63	0,890	69	0,0145
1966	19-06 - 15-07	26	0,900	65	0,0154
	23-07 - 8-08	16	0,245	57	0,0176
	14-08 - 21-08	7	0,081	16	0,0625
1967	27-05 - 2-06	44	1,000	34	0,0295
	2-06 - 23-06		109	0,0092	
	24-06 - 11-07		17	0,059	
1968	28-03 - 9-04	12	3,250	58	0,0173
	23-04 - 30-04	7	1,550	62	0,0162
	10-05 - 27-05	17	1,000	137	0,0073
	25-06 - 11-07	60	0,800	37	0,027
	11-07 - 3-08		65	0,0154	
3-08 - 24-08	140		0,00715		
1969	24-04 - 1-05	29	2,000	31	0,0323
	1-05 - 5-05		53	0,0189	
	13-05 - 17-05	4	0,700	35	0,0286
	26-05 - 14-06	19	0,380	80	0,0125
	26-06 - 9-07	30	0,195	86	0,0116
	9-07 - 16-07		26	0,0385	
16-07 - 26-07	15		0,0680		
1970	6-06 - 18-06	24	0,880	36	0,0278
	18-06 - 30-06		71	0,0141	
1972	16-09 - 29-09	14	1,10	24	0,042
	10-11 - 30-11	21	1,08	55	0,0182
	3-12 - 8-12	5	1,60	13	0,077
	9-12 - 14-12	6	1,12	71	0,014
1973	9-06 - 1-08	57	2,45	34	0,0294
	13-08 - 23-08	11	0,82	24	0,042
1974	20-09 - 1-10		<i>Lectures fantaisistes</i>		
1975	10-01 - 18-01	9	0,84	51	0,0196
	8-04 - 23-04	16	2,56	20	0,05
	27-05 - 6-06	11	1,92	8	0,125
	6-06 - 26-06	20	0,510	18	0,0555
	26-06 - 27-07	31	0,150	9	0,11
	27-07 - 20-09	59	0	-	-

Le graphique 2.4.6.3.1. (b) donnant les variations du coefficient de tarissement en fonction du débit à l'origine du tarissement semble indiquer, si l'on excepte les valeurs supérieures à 0,024, une très légère croissance des coefficients de tarissement avec le débit à l'origine du tarissement. Remarquons que presque toutes les valeurs supérieures à 0,024 correspondent à des débits inférieurs à 1 m³/s et à des fins de tarissements estivaux. Deux d'entre elles précèdent une période sans écoulement superficiel à la station. L'année 1975 est particulièrement caractéristique. Après un hiver et un début de printemps secs, la première période de tarissement présente déjà une valeur de α forte : 0,05. Dès la fin de mai, il atteint 0,125 : valeur record et il est de 0,11 pendant le mois de juillet jusqu'à l'assèchement du lit à la fin du mois. Non seulement le débit du début du tarissement a une certaine influence, mais encore la saison, le coefficient étant plus élevé pendant les périodes chaudes, et le volume des pluies des mois précédents, en rapport avec l'état des différentes nappes. En plus, comme on le verra plus loin, une raison physique sérieuse tend à faire "plonger la courbe de tarissement lorsque le débit tend vers 0". Les variations les plus fortes du coefficient sont observées en été par suite des valeurs très élevées dont il vient d'être question, les variations du coefficient pour les autres saisons ne sont guère significatives trop de facteurs interviennent pour perturber la tendance générale. Il semble que les valeurs les plus fréquentes les plus fortes se présentent en été et au printemps correspondant à des évaporations potentielles plus élevées et les plus faibles en automne et surtout en hiver pour la raison inverse (cf. graphique 2.4.6.3.1. (c)).

c) - Conclusion

L'écoulement de l'Oued MEJERDAH à GHARDIMAOU en période d'étiage ne semble pas soumis à l'influence d'un seul réservoir. L'ajustement d'une loi de type hyperbolique permettrait peut-être de conclure à l'influence d'une nappe libre, quoique les variations du coefficient de tarissement avec le débit à l'origine du tarissement ne soient guère significatives.

Certaines observations permettent d'opter cependant pour cette dernière hypothèse.

Nous avons observé au cours d'une des périodes de tarissement une petite crue qui a eu pour effet de différer le tarissement. Cette observation permet de conclure à l'influence directe de la rivière sur son réservoir donc à l'existence probable d'un réservoir superficiel à la surface libre en relation avec la rivière. Remarquons également que pour les longues périodes de tarissement, le coefficient de tarissement commence par décroître puis, dans certains cas, croît brusquement, provoquant une chute rapide des débits de la rivière jusqu'à l'assèchement certaines années. L'étude comparative des étiages de la MEJERDAH pendant les années 1969, 1970 et 1972, effectuée par M. SERANDOUR entre les stations de GHARDIMAOU et le poste frontière a montré que les diminutions de débits à GHARDIMAOU variaient de 300 à 50 l/s pour des débits compris entre 1 m³/s et 100 l/s à la station "frontière" (cf. Etude de la nappe alluviale superficielle et des tarissements de l'Oued MEJERDAH dans la région de GHARDIMAOU, février 1972). Le lit de la MEJERDAH est donc le siège d'importantes infiltrations entre la frontière algéro-tunisienne et GHARDIMAOU de sorte que les débits à GHARDIMAOU représentent les débits réels du bassin amputés de ces débits d'infiltration ce qui explique très bien le "plongement" des courbes de tarissement en année sèche (1975). Mais cette observation ne facilite pas l'étude systématique des tarissements de l'Oued MEJERDAH à GHARDIMAOU et montre que GHARDIMAOU est un point d'observation mal placé quant à l'étude des débits d'étiage de la MEJERDAH. Quoiqu'il en soit, GHARDIMAOU est une station ancienne où les observations sont de bonne qualité. Il serait donc intéressant de continuer les observations qui sont effectuées au poste frontière, en particulier pour les débits inférieurs à 8 m³/s, afin de pouvoir exploiter celles qui sont faites à GHARDIMAOU grâce à l'estimation des pertes par infiltration entre les deux stations.

2.4.6.3.2. MEJERDAH à JENDOUBA

La station de JENDOUBA est très peu sensible pour les débits d'étiage. De surcroît, elle est instable. Nous avons donc été contraints d'utiliser presque exclusivement les jaugeages d'étiage pour l'étude des tarissements. Pour une longue période d'observation dont la plupart des années sont antérieures à 1947, nous n'avons pu utiliser que neuf années, toutes postérieures à 1947.

a) - Durée et localisation saisonnière des tarissements

En raison de la mauvaise qualité des relevés limnimétriques en période d'étiage, due au manque de sensibilité de la station, une grande imprécision marque la durée des périodes de tarissement. Les résultats concernant cette donnée ne sont fournis qu'à titre indicatif.

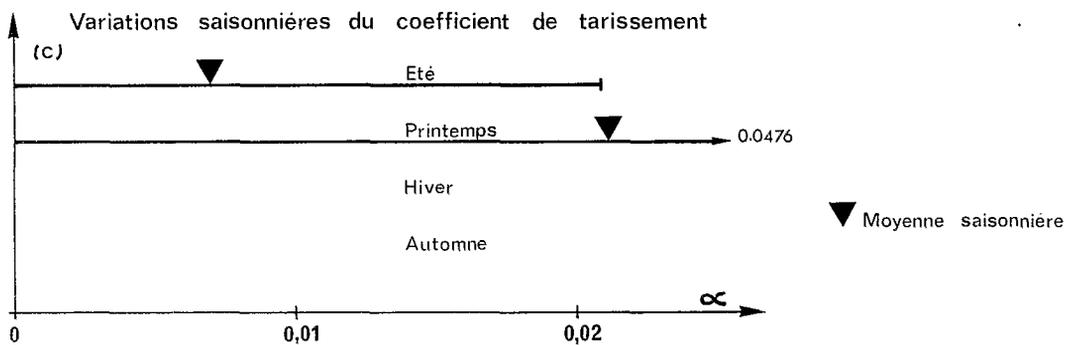
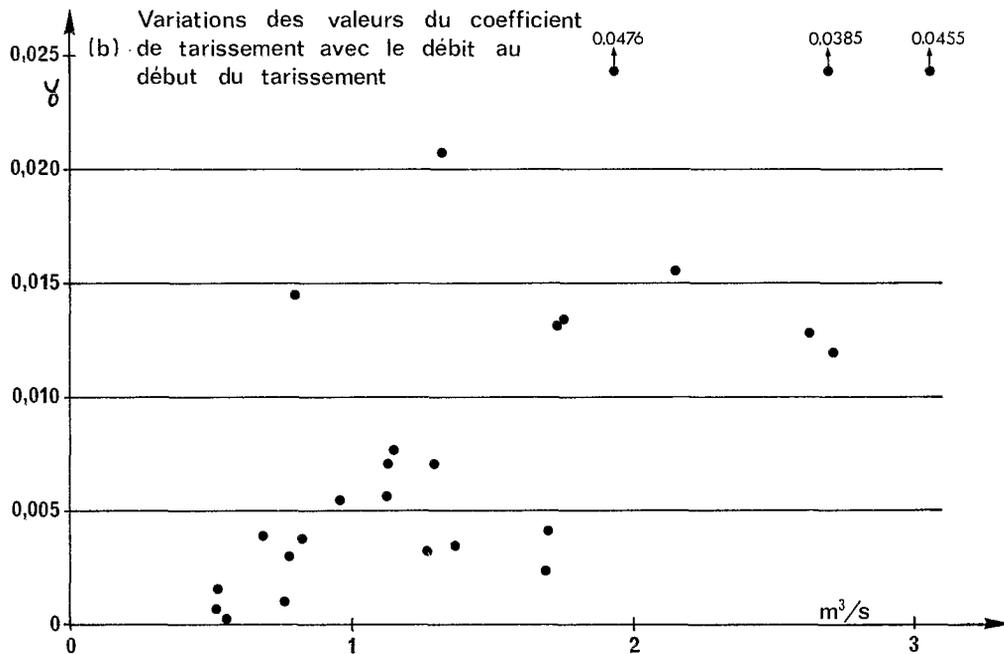
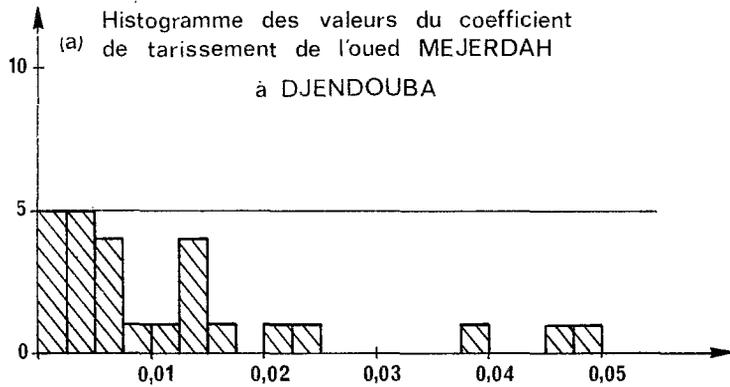
La durée moyenne des tarissements est de 33 jours en été, 18 jours au printemps. Mais certaines périodes étant séparées par de très courtes crues, si on ne tient pas compte de ces courtes interruptions les durées de tarissement sont plus élevées, 45 jours en été par exemple. Environ 55 % des jours de tarissement pris en compte dans cette étude ont été observés en été et 23 % au printemps.

TABLEAU 2.4.6.3.2. (1)

Tarissemments de l'Oued MEJERDAH à la station de JENDOUBA.

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1947	12-01 - 31-03	78	2,35	-	-
	24-04 - 15-07	-	1,35	-	-
1948	1-07 - 30-08	-	0,825	280	0,0036
1949	20-06 - 19-07	29	1,300	145	0,0069
	24-08 - 30-09	37	0,782	362	0,0028
1950	1-06 - 5-07	74	2,650	78	0,0128
	5-07 - 14-08		0,951	187	0,00535
1951	22-05 - 20-06	-	1,140	142	0,00705
	20-06 - 27-07	-	0,684	266	0,00376
1952	3-06 - 18-07	-	2,720	83	0,0120
1955	14-06 - 12-07	-	1,130	184	0,00545
1956	21-06 - 4-07	-	2,150	64	0,0156
1969	3-05 - 4-06	88	1,750	75	0,0133
	12-07 - 31-08	-	0,550	00	0,000
1970	21-05 - 11-07	101	1,150	134	0,0075
	12-07 - 31-08		0,760	1 070	0,00094
<i>Toutes les queues de courbe n'ont pu être prises en considération.</i>					
1972	14-09 - 17-09	4	1,60	5	0,2
	18-09 - 27-09	10	0,80	70	0,0143
	27-10 - 30-11	34	1,70	555	0,0018
1973	5-06 - 13-06	8	9,86	8	0,125
	13-06 - 5-07	23	3,70	42	0,0238
	15-07 - 1-08	18	1,71	259	0,00386
	14-08 - 31-08	18	1,25	309	0,00324
1974	21-12 - 3-01	14	3,09	22	0,0455
1975	5-01 - 19-01	15	1,73	76,5	0,0131
	13-04 - 24-04	11	2,90	26	0,0385
	29-05 - 4-05	7	1,91	21	0,0476
	5-05 - 20-07	46	1,32	48	0,0208
	21-07 - 31-07	11	0,52	724	0,00138
	2-08 - 15-08	14	0,52	1152	0,00087

MEJERDAH a DJENDOUBA



b) - *Etude des tarissements de l'Oued MEJERDAH à JENDOUBA par ajustement d'une loi de type exponentiel*

Parmi les 23 périodes de tarissement observées, sept de ces périodes possèdent deux ou trois coefficients de tarissement successifs. Les périodes de tarissement suffisamment longues semblent toutes posséder deux coefficients de tarissement, le dernier étant beaucoup plus faible que le premier. Ceci est très net pour 1970 et surtout 1975 années sèches avec une période de basses eaux très longue en été, la rivière étant à sec à GHARDIMAOU il ne reste plus pour soutenir le débit que la nappe immédiatement à l'amont de JENDOUBA.

L'histogramme des valeurs du coefficient de tarissement (graphique 2.4.6.3.2.(a)), malgré le nombre peu élevé des coefficients disponibles, confirme cette première impression en donnant deux modes à la courbe de distribution des valeurs des coefficients de tarissement, on n'a pas rapporté sur ce graphique les valeurs du 14-9-1972 et du 5-6-1973 qui correspondent à des courbes de décrue plutôt qu'à des courbes de tarissement. Le graphique 2.4.6.3.2.(b) des variations du coefficient de tarissement en fonction du débit au début du tarissement, nous permet quelques remarques intéressantes :

Pour un débit de 0,5 m³/s, le coefficient de tarissement s'annule. Cela correspond d'ailleurs avec les valeurs minimales trouvées pour les débits moyens journaliers minimaux à JENDOUBA : 0,44 m³/s pour le débit journalier minimal en année sèche, pour une période de retour de 100 ans. L'écart de 0,44 m³/s à 0,5 m³/s est compatible avec l'erreur de détermination aussi bien du débit minimal journalier de fréquence 1/100 que du débit minimal trouvé avec les coefficients de tarissement. La MEJERDAH aurait donc à JENDOUBA un débit au moins égal à 0,50 m³/s toute l'année. Le coefficient de tarissement croît avec le débit à l'origine du tarissement mais la dispersion est grande.

c) - *Conclusion*

L'alimentation de l'Oued MEJERDAH à JENDOUBA en période de tarissement nous paraît être un cas type d'alimentation sous influence d'une nappe libre. Cette nappe possède une réserve assez importante pour fournir en permanence un débit de 0,5 m³/s à la station. On pourrait essayer d'ajuster une loi de la forme

$$Q_t = Q_{o1} + Q_{o2} (1 + \beta t)^{-n}$$

à la décroissance des débits de l'Oued MEJERDAH à JENDOUBA. Ajuster une loi de ce type et "tester" son adéquation nous a paru sortir quelque peu du cadre de notre étude. L'examen d'une carte hydrogéologique des nappes aquifères de la région de JENDOUBA confirme notre point de vue puisqu'une importante nappe libre occupe toute la plaine de la MEJERDAH entre GHARDIMAOU et JENDOUBA.

2.4.6.3.3. La MEJERDAH à BOU SALEM

Bien que nous ayons disposé d'une longue période de relevés limnimétriques à BOU SALEM, nous avons dû abandonner les années pour lesquelles des jaugeages n'avaient pas été effectués, ainsi que les années pendant lesquelles les débits d'étiage de l'Oued MEJERDAH à BOU SALEM étaient influencés par les lâchures du barrage de NEBEUR, bâti sur le cours de l'Oued MELLEGUE. BOU SALEM est une station instable et peu sensible aux basses eaux.

a) - *Durée et localisation saisonnière des tarissements*

La durée moyenne des tarissements est de 12 jours en automne, 9 jours en hiver, 19 jours au printemps, 35 jours en été. Ces chiffres sont donnés à titre indicatif ; la durée des périodes de tarissement varie en effet dans de larges limites d'une année à l'autre pour les saisons estivales et printanières.

47 % des jours de tarissement pris en compte pour cette étude sont situés en été, 35 % au printemps, 8 % en hiver et 10 % en automne.

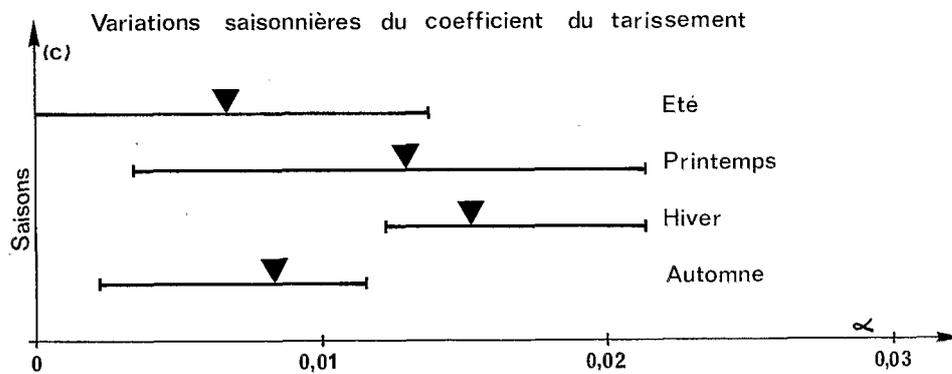
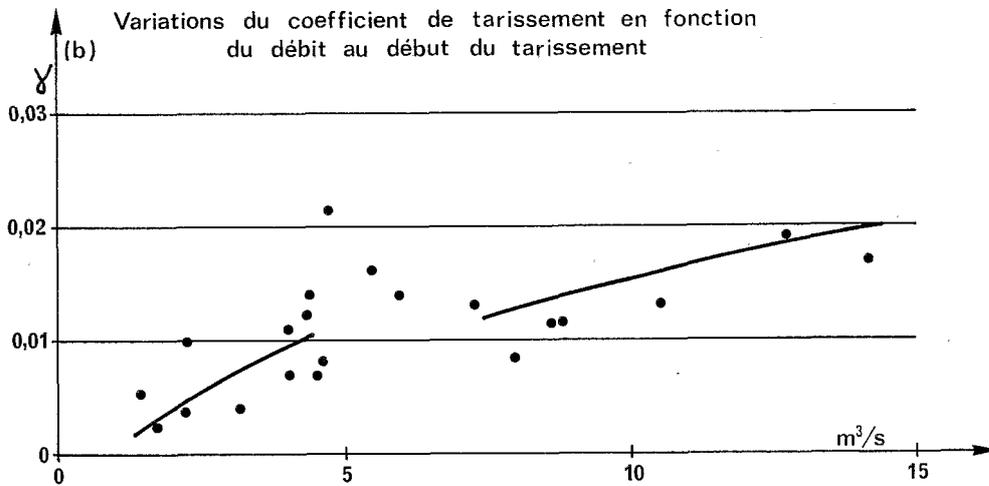
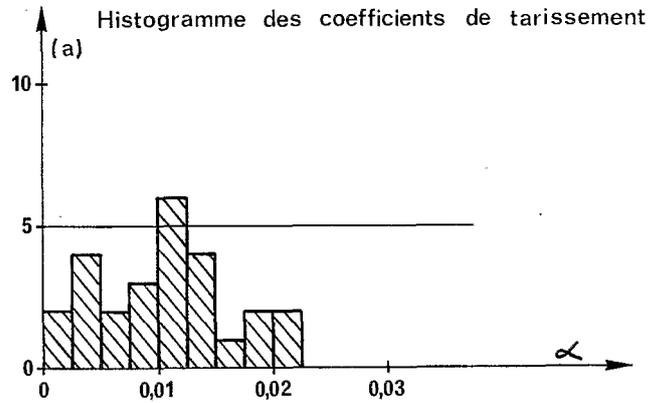
b) - *Etude des tarissements de l'Oued MEJERDAH à BOU SALEM par ajustement d'une loi de type exponentiel*

Les coefficients de tarissement de l'Oued MEJERDAH à BOU SALEM varient entre les bornes 0,000 et 0,0213 (le coefficient de tarissement étant exprimé en jours⁻¹).

L'histogramme des coefficients de tarissement (graphique 2.4.6.3.3.(a)) nous paraît assez complexe. Il indique au moins deux modes dans la courbe de distribution des valeurs du coefficient de tarissement. Le premier mode est compris entre 0,0025 et 0,0050 et le second entre 0,01 et 0,0125.

Le graphique des variations du coefficient de tarissement en fonction du débit au début du tarissement (graphique 2.4.6.3.3.(b)) permet de constater la croissance du coefficient de tarissement en fonction du débit à l'origine du tarissement. Mais cette croissance est hétérogène. Elle pourrait être scindée en deux parties : d'une part une croissance assez forte pour des débits à l'origine compris entre 1 m³/s et 6 m³/s, d'autre part une croissance plus faible pour des débits à l'origine du

MEJERDAH à BOU SALEM



tarissement supérieurs à $7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Remarquons également à l'aide du graphique 2.4.6.3.3.(c) et du tableau 2.4.6.3.3.(1) que les coefficients de tarissement mesurés pour des débits à l'origine du tarissement supérieurs à $7 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondent tous à des tarissements d'hiver ou de printemps.

c) - *Conclusion*

Les tarissements de l'Oued MEJERDAH à BOU SALEM apparaissent soumis à des influences assez complexes. Les tarissements hivernaux et certains tarissements printaniers, pour des débits de la MEJERDAH supérieurs à $7 \text{ m}^3/\text{s}$, peuvent être considérés comme soumis à l'influence d'un premier réservoir de type nappe libre, réservoir dont la vidange est assez rapide. Les autres tarissements sont manifestement soumis à des influences plus complexes. Les études hydrogéologiques de la vallée de la MEJERDAH nous indiquent l'existence de nappes à surface libre dans toute la vallée de la MEJERDAH depuis GHARDIMAOU. On peut penser que ces nappes jouent un rôle déterminant sur l'écoulement de la MEJERDAH en période d'étiage. Il nous paraît cependant très difficile avec les données dont nous disposons de quantifier leur influence.

Notons pour terminer que nous n'avons pas observé à BOU SALEM de débits naturels inférieurs à $0,90 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.4.6.3.4. MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB

L'étude des tarissements de l'Oued MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB est très semblable à celle que nous avons faite à BOU SALEM. C'est pourquoi nous nous contenterons de noter les différences qui distinguent les tarissements à MEDJEZ EL BAB de ceux de BOU SALEM.

a) - *Durée et localisation saisonnière des tarissements*

La durée moyenne des périodes de tarissement est de 20 jours en été, 16 jours au printemps et en automne, 6 jours en hiver.

33 % des jours de tarissement pris en compte dans cette étude sont situés en été, 26 % au printemps, 34 % en automne et 7 % en hiver.

Le pourcentage des jours de tarissement d'automne nous paraît élevé. Il est probablement dû au nombre insuffisant de périodes de tarissement disponibles.

b) - *Etude des tarissements de l'Oued MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB par ajustement d'une loi de type exponentiel*

Les coefficients de tarissement varient à peu près entre les mêmes bornes à MEDJEZ EL BAB et à BOU SALEM.

L'histogramme des valeurs du coefficient de tarissement (graphique 2.4.6.3.4.(a)) nous indique une forte densité de valeurs comprises entre 0,005 et 0,010 (α étant exprimé en jours⁻¹). Le graphique des variations du coefficient de tarissement (2.4.6.3.4. (b)) n'indique aucune coupure dans la croissance du coefficient de tarissement avec le débit au début du tarissement. Les points figurant les périodes de tarissement restent cependant peu nombreux et très dispersés.

Les variations saisonnières du coefficient de tarissement sont du même ordre qu'à BOU SALEM. Les tarissements d'hiver et de printemps débutent par les plus forts débits à l'origine et possèdent les coefficients de tarissement les plus élevés.

c) - *Conclusion*

Malgré le peu de renseignements utilisables dont nous disposons à MEDJEZ EL BAB, on peut affirmer, après cette étude, que l'alimentation de l'Oued MEJERDAH en période de tarissement est soumise à l'influence certaine d'un (ou plusieurs) réservoirs de type nappe libre. Comme à BOU SALEM, la décroissance des débits d'étiage semble limitée par une borne inférieure, supérieure à $1 \text{ m}^3/\text{s}$, mais qui reste à déterminer avec précision.

Un ajustement plus complexe d'une loi adéquate à la décroissance des débits en période de tarissement devrait tenir compte également de l'existence d'une nappe aquifère dans la région de Testour. Cette nappe joue le rôle d'un réservoir intermédiaire dont le comportement dépend de ses relations avec la rivière.

MEJERDAH a MEDJEZ EL BAB

Gr: 2.4.6.3.4 (a-b-c)

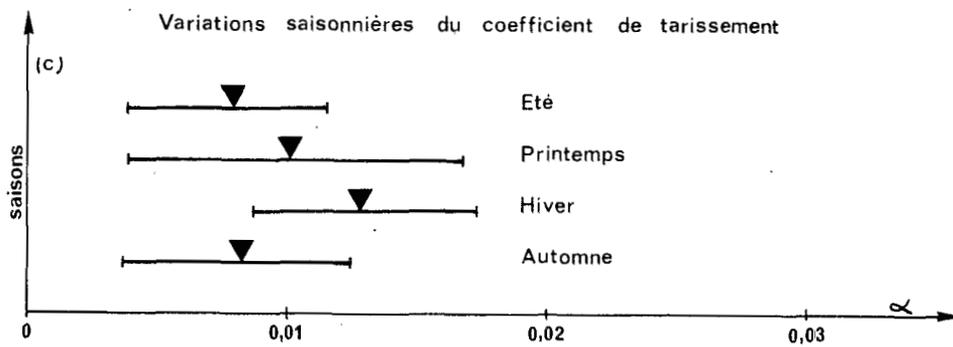
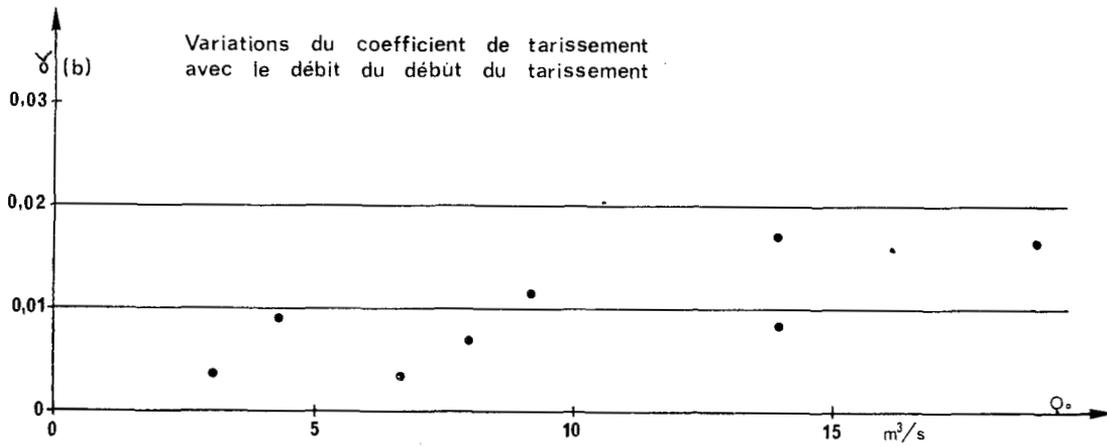
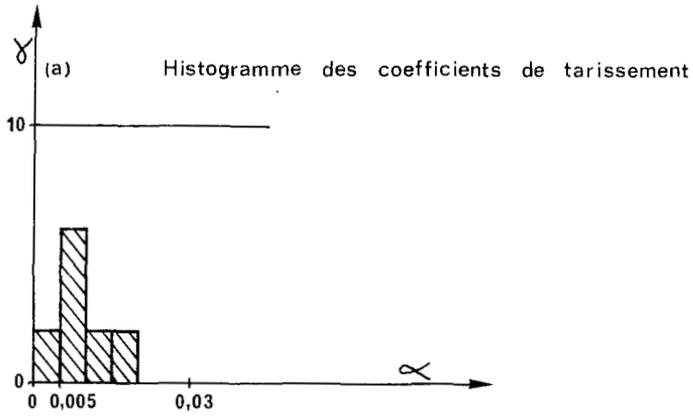


TABLEAU 2.4.6.3.3. (1)

Tarissemments de l'Oued MEJERDAH à la station BOU SALEM

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1947	28-04 - 15-07	-	4,00	92	0,0109
1948	9-02 - 27-02	18	4,35	82	0,0122
	17-03 - 1-04	15	4,70	47	0,0213
	1-07 - 30-08	61	1,00	00	0,000
	26-11 - 6-12	10	8,70	86	0,0116
1949	14-04 - 24-04	10	15,00	49	0,0204
	26-06 - 24-07	28	2,30	103	0,0097
	6-08 - 30-09	55	1,68	432	0,0023
1950	2-06 - 6-07	72	4,41	73	0,0137
	6-07 - 13-08		1,49	208	0,0048
1951	20-03 - 28-04	39	4,50	145	0,0069
	7-12 - 25-12	18	-	91	0,0110
1953	18-05 - 27-05	9	8,80	87	0,0115
	6-12 - 23-12	17	8,00	116	0,0086
1954	14-05 - 14-06	-	-	93	0,0107
	30-06 - 30-07	-	-	109	0,0048
	1-12 - 11-12	10	4,60	126	0,0079
1954-1955	28-12 - 26-02	11	7,30	79	0,0126
1955	21-02 - 26-02	5	10,50	77	0,0130
	13-06 - 11-07	17	2,25	293	0,0034
1956	11-03 - 20-03	9	14,20	57	0,0175
	11-04 - 17-04	6	12,80	52	0,0193
	15-05 - 22-05	7	6,00	71	0,0141
	31-05 - 9-06	49	5,50	63	0,0159
	9-06 - 22-06		4,00	144	0,00605
22-06 - 11-07	3,20		267	0,00374	

TABLEAU 2.4.6.3.4. (1)

Tarissemments de l'Oued MEJERDAH à la station MEDJEZ EL BAB

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1949	26-06 - 24-07	8	4,35	107	0,00935
1951	7-12 - 26-12	19	-	81	0,0124
1953	6-12 - 23-12	17	14,00	116	0,0086
1954	14-05 - 14-06	-	-	102	0,0098
	30-06 - 20-07	-	-	145	0,0069
	16-10 - 17-11	26	6,70	280	0,0036
	28-11 - 11-12	12	8,00	141	0,0071
1954-1955	28-12 - 8-01	11	14,00	58	0,0173
1955	14-06 - 11-07	16	3,10	260	0,00385
	7-12 - 22-12	15	-	107	0,00935
1956	12-04 - 18-04	6	19,00	60	0,0167
	2-06 - 12-07	-	9,20	87	0,0115

2.4.6.3.5. Les tarissements de l'Oued MELLEGUE à la station K 13

Pour l'étude des tarissements de l'Oued MELLEGUE à la station K 13, nous disposons d'une chronique des débits journaliers allant de septembre 1944 à septembre 1970. Les nombreux jaugeages qui ont été effectués entre les années 1948 et 1970 ont favorisé notre étude.

Nous avons consigné au tableau 2.4.6.3.5. (1) l'ensemble des résultats obtenus après identification graphique des périodes de tarissement.

a) - *Durée et localisation saisonnière des tarissements*

L'étude de la répartition saisonnière des jours de tarissement indique une équirépartition entre les quatre saisons avec un pourcentage légèrement plus fort pour les saisons hivernale (30 %) et automnale (29 %). Remarquons toutefois que nous n'avons pas pris en compte absolument toutes les périodes de tarissement de l'Oued MELLEGUE à la station K 13. L'absence de jaugeages nous a parfois conduit à en rejeter quelques-unes. L'équirépartition des jours de tarissement entre les quatre saisons confirme cependant l'impression qui se dégageait dès l'examen graphique des chroniques de débits journaliers.

La durée moyenne des périodes de tarissement de l'Oued MELLEGUE à la station K 13 est de 29 jours en été, 21 jours au printemps, 19 jours en automne et 15 jours en hiver.

b) - *Etude des tarissements de l'Oued MELLEGUE par ajustement de la loi exponentielle*

Nous n'avons pas recensé pour l'Oued MELLEGUE de périodes pendant lesquelles le coefficient de tarissement variait de façon significative. Les valeurs mesurées varient de 0,00193 à 0,025 (le coefficient de tarissement étant exprimé en jours⁻¹) pour l'ensemble des périodes. Il n'a pas été tenu compte des valeurs de α supérieures à 0,05 qui correspondent généralement à des courbes de décrue.

L'histogramme (graphique 2.4.6.3.5.(a)) des coefficients de tarissement indique une répartition bimodale des valeurs, le premier mode étant compris entre 0,005 et 0,007, et le second entre 0,011 et 0,014.

Le graphique 2.4.6.3.5.(b) donnant les variations du coefficient de tarissement en fonction du débit à l'origine du tarissement, n'indique aucune corrélation entre les valeurs mesurées. Il nous indique seulement que la plupart des débits à l'origine des tarissements sont inférieurs à 1 m³/s.

Les valeurs du coefficient de tarissement varient entre des limites voisines pour chaque saison et les moyennes saisonnières n'indiquent aucune différence significative entre les saisons (cf. Graphique 2.4.6.3.5. (c)).

c) - *Conclusion*

En l'état actuel de l'étude des tarissements de l'Oued MELLEGUE à la station K 13, on peut affirmer que l'alimentation de l'Oued MELLEGUE en période de tarissement ne peut être assimilée à la vidange d'un seul réservoir de type nappe captive. Avec le peu de renseignements dont nous disposons nous n'avons pu poursuivre plus avant notre étude.

L'absence d'une corrélation entre le débit à l'origine et le coefficient de tarissement semble indiquer que l'ajustement d'une loi de type hyperbolique ne donnerait pas un meilleur résultat.

Remarquons enfin qu'aucun débit mesuré en période d'étiage n'est inférieur à 100 l/s. On pourrait donc essayer, dans un premier temps, d'ajuster une loi de type

$$Q_t = Q_{0,1} + Q_{0,2} e^{-\alpha_2 (t - t_0)}$$

à la décroissance des débits en période de tarissement.

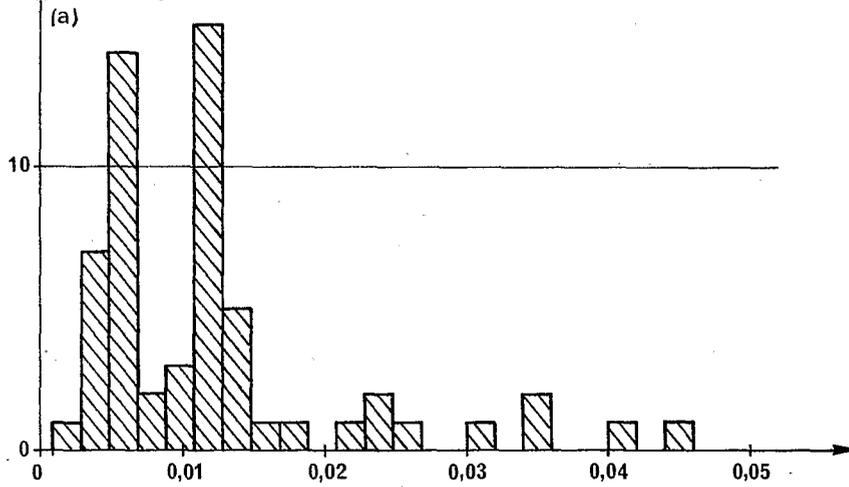
L'histogramme des valeurs du coefficient de tarissement semble indiquer deux valeurs du coefficient de tarissement. On pourrait donc assimiler les tarissements de l'Oued MELLEGUE à la vidange de deux réservoirs qui ne se vidangeraient pas conjointement mais séparément, selon l'état des réserves au début du tarissement.

Une étude plus approfondie aurait à tenir compte de ces deux remarques pour essayer de comprendre le mécanisme qui préside à l'alimentation de l'Oued MELLEGUE en période d'étiage.

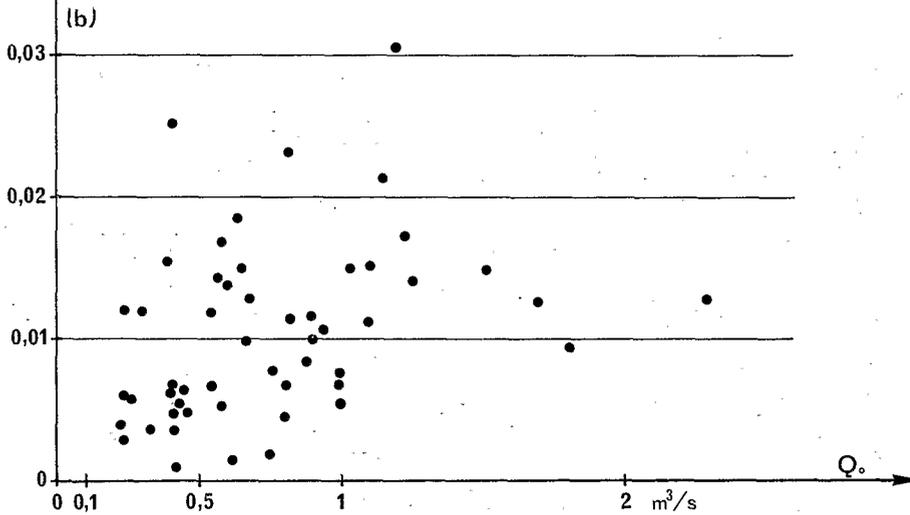
OUED MELLEQUE à la station K 13

Gr: 2.4.6.3.5 (a.b.c)

Histogramme des valeurs des coefficients de tarissement



Variations du coefficient de tarissement en fonction du débit au début du tarissement



Variations saisonnières du coefficient

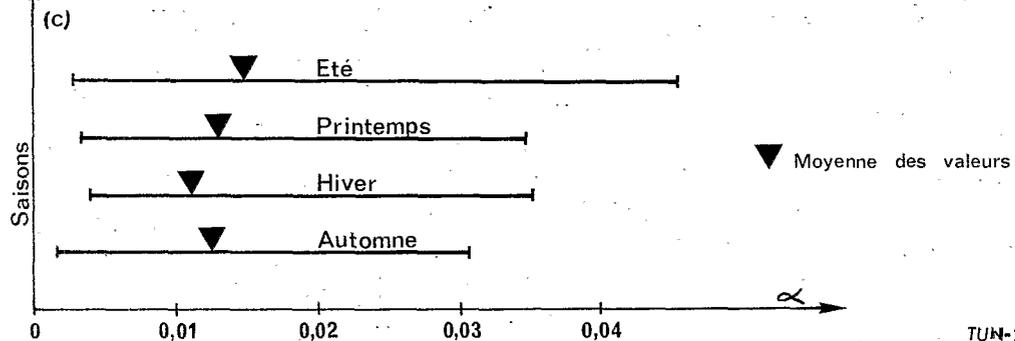


TABLEAU 2.4.6.3.5. (1)

Tarissemments de l'Oued MELLEGUE à la station K 13

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1947	7-11 - 6-12	29	0,640	67	0,0149
1949	8-11 - 27-11	19	0,430	190	0,00525
1950	24-06 - 26-07	32	0,240	84	0,0110
	3-12 - 24-12	21	0,440	163	0,00615
1951	20-02 - 25-03	33	0,410	154	0,0065
	11-12 - 26-12	15	0,410	213	0,0047
1952	7-10 - 18-10	11	0,540	151	0,0065
1953	10-02 - 28-02	18	1,800	110	0,0091
	6-12 - 15-12	9	1,100	89	0,0112
1954	4-03 - 14-03	10	1,700	81	0,0124
1955	17-11 - 20-12	33	0,740	520	0,00193
1956	15-01 - 31-01	16	0,880	121	0,0083
	1-05 - 29-05	28	0,660	103	0,0097
	19-06 - 31-07	42	0,250	174	0,00575
	6-11 - 13-11	7	0,560	70	0,0143
1957	12-02 - 3-03	19	0,450	212	0,0047
1958	18-03 - 23-03	5	1,250	72	0,0139
	23-04 - 14-05	21	0,680	78	0,0128
	30-06 - 20-08	41	0,230	334	0,0030
1959-1960	26-12 - 10-01	15	1,000	149	0,0067
1960	20-02 - 15-03	23	0,800	225	0,00445
	19-11 - 11-12	22	0,800	150	0,00667
1961	20-02 - 18-03	26	0,840	170	0,0059
	28-04 - 26-05	28	0,410	275	0,00364
1963	13-10 - 14-11	32	0,580	190	0,00526
1964	20-03 - 1-04	12	1,000	180	0,00555
	20-09 - 29-09	9	0,400	164	0,0061
	2-12 - 8-12	6	0,900	100	0,010
1965	11-05 - 23-05	12	0,630	53	0,0185
	17-06 - 3-07	16	0,240	170	0,0059
1966	13-01 - 6-02	24	0,770	128	0,0078
	14-11 - 22-11	8	0,800	43	0,0232
1967	23-02 - 13-03	18	0,600	73	0,0137
	7-04 - 18-04	11	0,530	85	0,0118
1967-1968	26-12 - 8-01	13	0,900	86	0,0116
1968	4-02 - 14-02	10	1,150	49	0,021
	12-05 - 21-05	9	0,290	85	0,0118
	1-08 - 7-08	6	0,400	40	0,025
	21-09 - 4-10	13	0,380	65	0,0154

TABLEAU 2.4.6.3.5. (1)

(suite)

Tarissemments de l'Oued MELLEGUE à la station K 13

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1969	11-05 - 4-06	24	0,330	285	0,0035
	18-07 - 30-08	44	0,220	250	0,004
1970	23-01 - 31-01	8	2,300	79	0,0127
	15-02 - 28-02	13	1,250	72	0,0139
1972	12-09 - 27-09	16	0,770	22	0,0455
	17-10 - 5-11	49	{1,52	68	0,0147
	6-11 - 4-12		{1,08	39	0,0256
	11-12 - 17-12	22	{1,00	139	0,0072
18-12 - 28-12	{0,950		94,5	0,0106	
1973	17-01 - 23-01	7	1,11	67	0,0149
	18-02 - 24-02	7	1,91	18	0,0556
	28-02 - 11-03	12	3,07	16	0,0625
	25-04 - 13-06	50	5,10	29	0,0345
	18-06 - 22-06	5	1,73	9	0,1111
	23-06 - 27-06	5		13	0,077
	9-07 - 14-08	36	2,40	24	0,04167
1974	6-09 - 11-09	6	0,94	12	0,08333
	22-09 - 12-10	21	1,20	33	0,0303
	19-10 - 2-11	19	{1,55	14	0,0714
	3-11 - 6-11		{0,57	60	0,0167
	11-11 - 13-12		<i>Lectures fantaisistes</i>		
17-12 - 14-01	30	0,82	87	0,0115	
1975	22-02 - 3-03	38	{1,76	28	0,03571
	4-03 - 31-03		{1,23	59	0,01695
	2-06 - 13-06	12	0,89	<i>Lecture peu précise</i>	
	22-06 - 17-07	51	{0,611	68	0,0147
18-07 - 11-08	{0,42		139	0,00719	

2.4.6.3.6. L'Oued RHEZALA à FERNANA

La station de l'Oued RHEZALA, comme la plupart des stations du bassin versant de la MEJERDAH, est une station peu sensible aux débits d'étiage. C'est pourquoi nous avons surtout utilisé les jaugeages afin d'ajuster une loi adéquate à la décroissance des débits en période d'étiage. La station de l'Oued RHEZALA est la seule station pour laquelle nous avons essayé d'ajuster deux types de loi à la décroissance des débits : une loi de type exponentiel et une loi de type hyperbolique.

a) - *Durée et localisation saisonnière des tarissements*

Nous n'avons pratiquement pas observé de période de tarissement pendant l'hiver (moins de 1 %).

La durée moyenne des tarissements observés est de 72 jours en été, 35 jours au printemps et 19 jours en automne.

Un très fort pourcentage, à peu près 68 % des jours de tarissement, est observé en été ; 24 % au printemps et 8 % en automne.

b) - *Etude des tarissements de l'Oued RHEZALA par ajustement d'une loi de type exponentiel*

Remarquons tout d'abord que sur le tableau 2.4.6.3.6. (1) des tarissements de l'Oued RHEZALA à FERNANA, figurent beaucoup de parenthèses. Ces parenthèses correspondent toutes à des périodes pour lesquelles le coefficient de tarissement variait. Cette variation est généralement dans le sens décroissant pour une même période de tarissement (comme le confirme le graphique 2.4.6.3.6. (c) des variations saisonnières du coefficient de tarissement).

L'histogramme des coefficients de tarissement (graphique 2.4.6.3.6. (a)) indique l'existence d'au moins un mode sur la courbe de distribution des valeurs du coefficient de tarissement. Ce mode est situé entre les bornes 0,015 et 0,0175. On a éliminé pour les dernières années des valeurs élevées de α correspondant non pas à un tarissement mais à une période de décrue après une petite crue en pleine période de tarissement. La distribution des valeurs du coefficient de tarissement paraît être assez également répartie pour des valeurs inférieures à 0,015 (le coefficient de tarissement étant exprimé en jours⁻¹). Mais il semble exister des courbes "plongeantes" comme à GHARDIMAOU (16-05, 20-05-1973 ; 1-09, 11-09-1973) avec de très fortes valeurs de α .

Le graphique 2.4.6.3.6. (b) des variations du coefficient de tarissement en fonction du débit au début du tarissement nous permet une remarque intéressante. Pour des débits à l'origine supérieurs à 0,15 m³/s, le coefficient de tarissement reste constant lorsque le débit croît. Il est dispersé autour d'une valeur voisine de 0,016. Pour des débits à l'origine inférieurs à 0,15 m³/s, le coefficient de tarissement croît très vite avec le débit à l'origine. Mais il existe un bon nombre de points aberrants correspondant aux courbes plongeantes auxquelles il est fait allusion plus haut.

c) - *Etude des tarissements de l'Oued RHEZALA par ajustement d'une loi de type hyperbolique*

Les courbes obtenues sur graphique semi-logarithmique (cf. graphique 2.4.3.6. (d)) traduisent une décroissance non linéaire du logarithme du débit au cours d'une même période de tarissement (Texte extrait du rapport SERANDOUR).

Dans la majorité des cas, alors que la loi exponentielle fournit deux droites de tarissement pour une même période (donc deux coefficients de tarissement), à la loi hyperbolique correspond un seul coefficient (que nous appellerons β) valable pour toute la décroissance des débits. Ce coefficient varie en fonction de la valeur du débit de l'Oued au début du tarissement.

Les données essentielles utilisées étant les mesures de débit réalisées en étiage aux stations considérées, l'ajustement hyperbolique a été déterminé en utilisant la représentation linéaire de l'équation

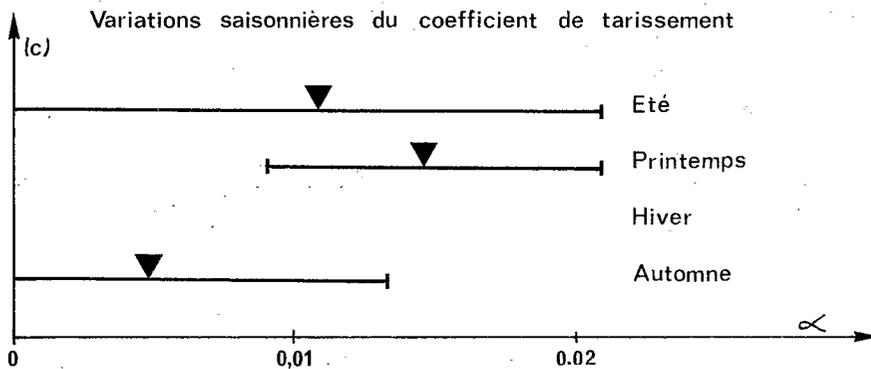
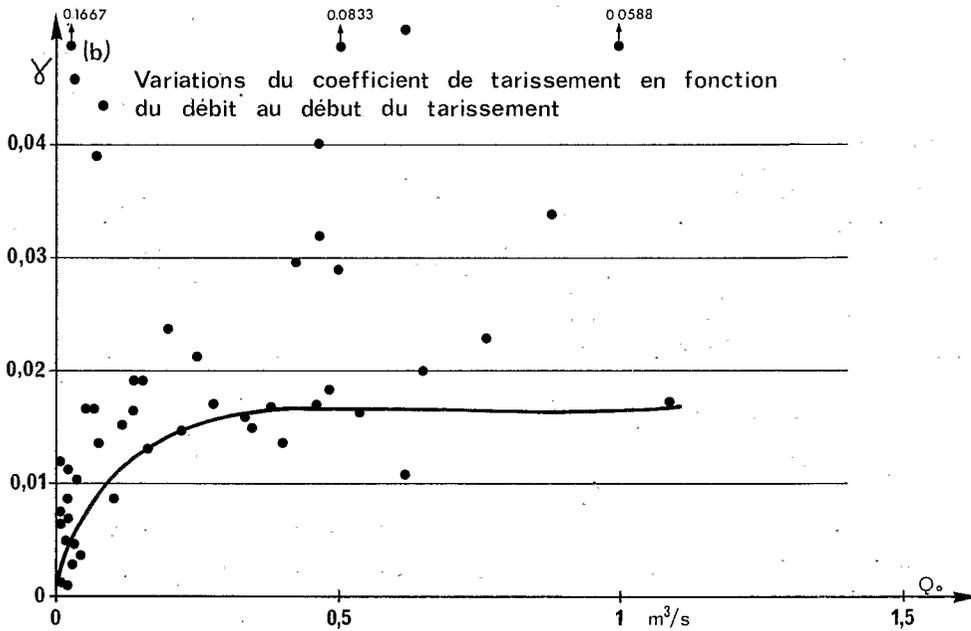
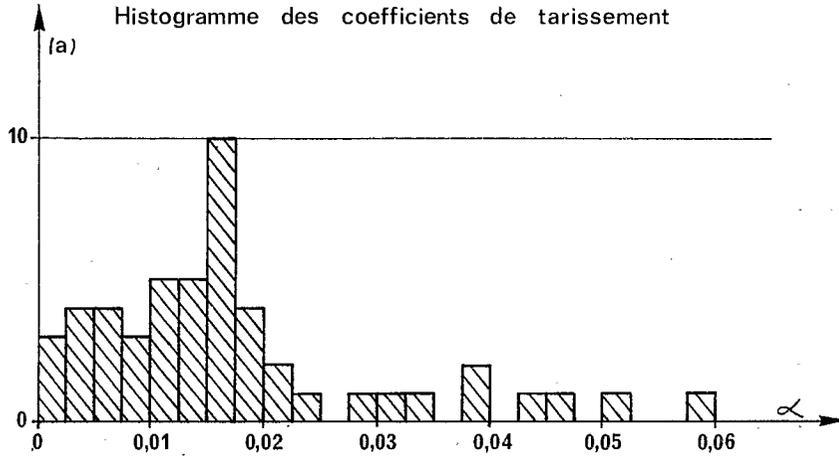
$$Q_t = Q_0 (1 + \beta)^{-n} \text{ soit :}$$

$$\frac{1}{n \sqrt[n]{Q_t}} = \frac{1}{n \sqrt[n]{Q_0}} + \frac{\beta t}{n \sqrt[n]{Q_0}}$$

Le graphique 2.4.6.3.6. (e) représente la droite obtenue en utilisant cette méthode. La représentation linéaire de la loi hyperbolique a été obtenue pour $n = 3$. Les points déterminés à partir des jaugeages s'alignent en général à partir du dixième jour de la décrue (cf. graphiques 2.4.6.3.6. (f) et 2.4.6.3.6. (g)). Tous les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 2.4.6.3.6. (2).

Oued RHEZALA à FERNANA

Gr : 2.4.6 3.6 (a.-b.-c)



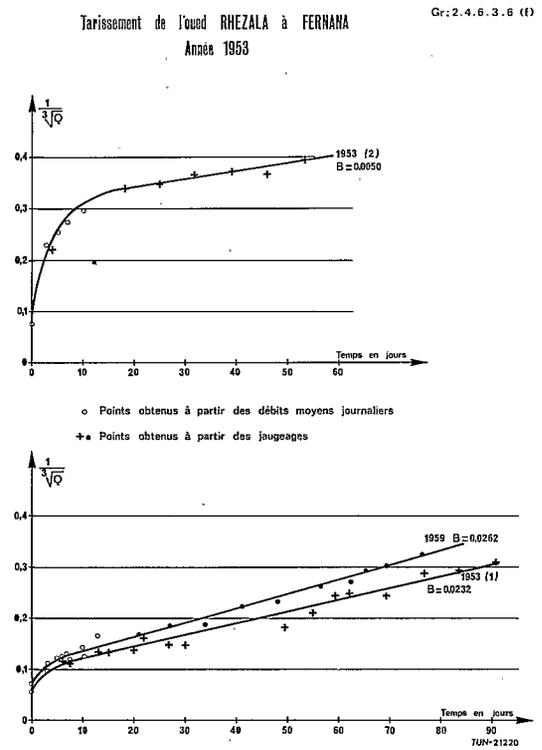
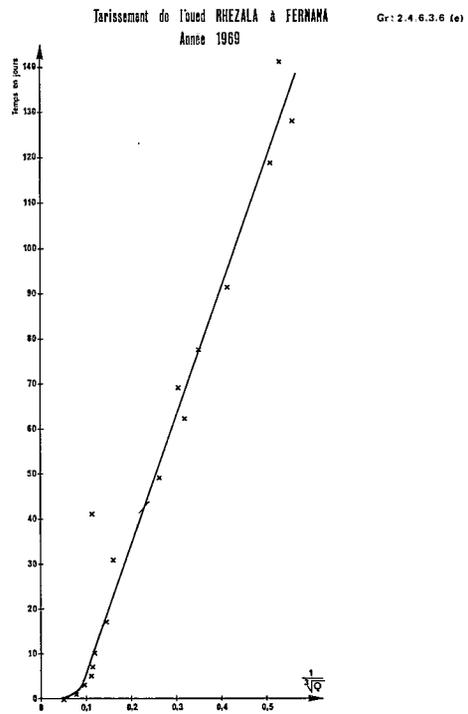
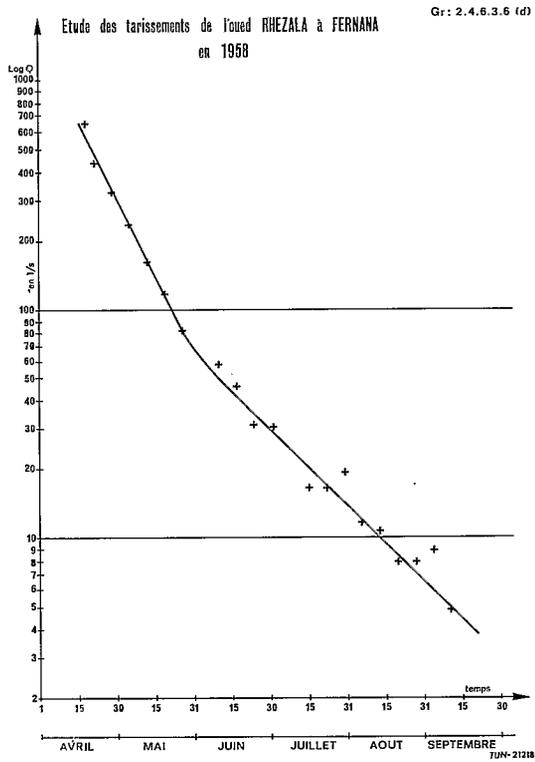


TABLEAU 2.4.6.3.6. (1)

Tarissemments de l'Oued RHEZALA à la station FERNANA.

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1947	31-05 - 15-08 } 15-08 - 8-09 }	100	{ 0,049 0,008	96 ∞	0,0104 0,000
1948	30-06 - 10-09	72	0,062	60	0,0167
1949	30-05 - 7-10	130	0,165	76	0,0132
1950	26-06 - 14-08	50	0,064	60	0,0167
1951	8-04 - 26-08 } 26-08 - 4-10 }	179	{ 0,350 0,0039	66 -	0,0152 -
1952	1-06 - 26-08	87	0,340	63	0,0159
1953	15-05 - 15-07 25-08 - 30-09	61 36	0,544 0,0268	61 190	0,0164 0,0059
1954	15-07 - 20-07 } 27-07 - 8-10 }	116	{ 0,620 0,0325	94 217	0,0107 0,0046
1955	5-05 - 6-08	93	0,280	59	0,0170
1956	4-06 - 27-08 } 27-08 - 22-09 }	111	{ 0,380 0,0108	60 154	0,0167 0,0065
1957	12-06 - 15-07 } 15-07 - 9-09 } 9-09 - 4-10 }	114	{ 0,235 0,0285 0,008	39 89 00	0,0206 0,0113 0,000
1958	1-04 - 5-07 } 5-07 - 22-08 }	144	{ 0,490 0,020	54 138	0,0186 0,00725
1959	26-06 - 11-08 } 11-08 - 22-09 }	88	{ 0,225 0,046	68 262	0,0147 0,0038
1960	21-05 - 25-08	96	1,100	57	0,0175
1961	-03 - 25-08	147	0,405	73	0,0137
1962	15-05 - 11-07 } 11-07 - 19-10 }	157	{ 0,465 0,037	58 318	0,0172 0,0031
1966	9-06 - 7-10	120	0,114	113	0,00885
1967	4-06 - 20-07 } 20-07 - 9-09 }	97	{ 0,080 0,0195	73 191	0,0137 0,0052
1968	10-07 - 20-09 } 20-09 - 4-10 }	86	{ 0,0245 0,0056	113 300	0,00885 0,00334
1969	1-06 - 20-08	81	0,060	83	0,0120
1970	1-06 - 3-09 } 3-09 - 2-10 }	124	{ 0,090 0,0074	87 684	0,0115 0,0015

TABLEAU 2.4.6.3.6. (1)

(suite)

Tarissemments de l'Oued RHEZALA à la station FERNANA

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1972	14-09 - 27-09	14	0,095	16	0,0625
	29-09 - 6-10	7	0,113	10	0,10
	29-10 - 1-12	34	0,145		
	30-10 - 6-11	33	{ 0,138	52	0,0192
	7-11 - 1-12			65	0,0154
	8-12 - 23-12			61	0,0164
1973	10-04 - 17-04	8	1,90	17	0,0588 *
	25-04 - 4-05	27	{ 0,89	30	0,0333
	5-05 - 16-05			50	0,02
	17-05 - 20-05			12	0,0833
	13-06 - 16-06			8	0,125 *
	17-06 - 9-07			53	0,0189
	19-07 - 8-08	21	0,070	26	0,0385
	9-08 - 1-09	34	{ 0,076	23	0,0435
	1-09 - 11-09			6	0,1667
	1974	22-07 - 1-08	57	{ 0,0250	22	0,0455
12-08 - 31-08		72			0,0139
1-09 - 16-09		113			0,00885
15-11 - 30-11	16	0,770	12	0,0833 *	
1975	21-01 - 19-01	18	{ 0,500	35	0,0286
	22-01 - 3-02	13		20	0,05
	6-04 - 19-04	14		17	0,0588
	20-04 - 5-05	38	{ 0,46	25	0,04
	6-05 - 12-05			47	0,0213
	16-05 - 30-05			10	0,10 *
	3-06 - 15-06	76	{ 0,215	12	0,0833
	16-06 - 6-07			44	0,023
	7-07 - 16-07			31	0,032
	17-07 - 24-08			34	0,0294

(*) Courbes de décrue.

TABLEAU 2.4.6.3.6. (2)

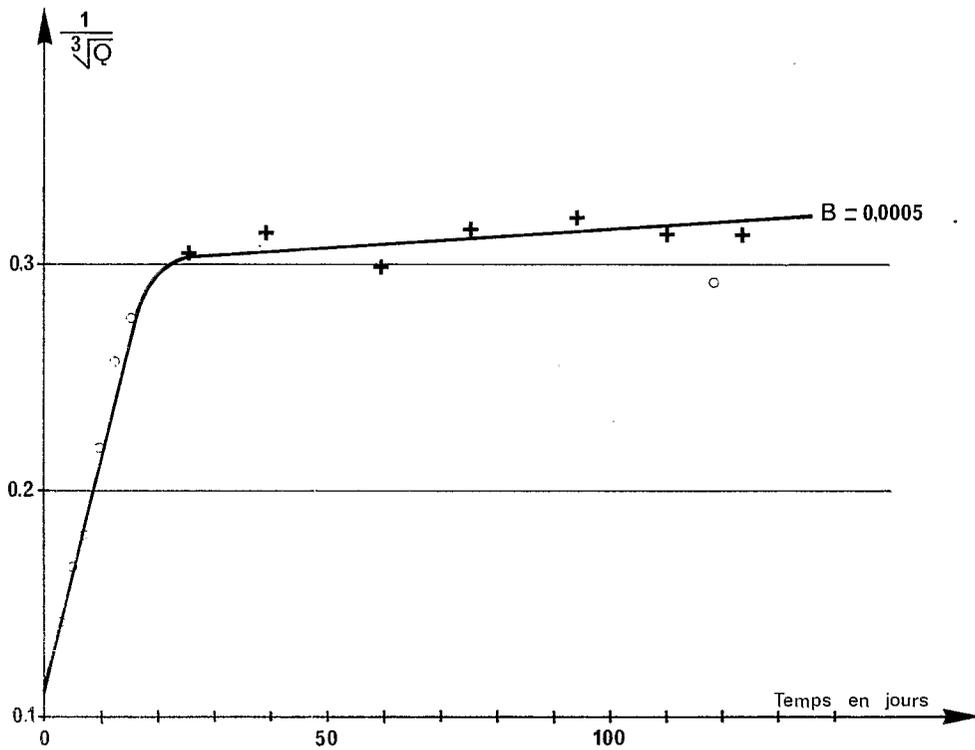
Tarissemments de l'Oued RHEZALA.

ANNEE	Période considérée	Variation du débit de base en 1/s	Q_{10} 1/s	$\sqrt[3]{Q_{10}}$	β
1947	A.M.J.J.A.S.	200 - 7	200	5,85	0,0157
1949	M.J.J.A.S.	180 - 10	180	5,54	0,0163
1950	M.J.J.A.	575 - 10	575	8,31	0,0439
1951	M.A.M.J.J.A.S.	660 - 2	660	8,70	0,0290
1952	J.J.A.S.	360 - 10	360	7,11	0,0312
1953	M.J.J.	540 - 35	540	8,24	0,0232
1953	A.S.	37 - 15	37	3,33	0,0050
1954	A.M.J.J.A.S.	1 250 - 10	1 250	10,78	0,0314
1955	M.J.J.A.	290 - 5	290	6,61	0,0290
1956	J.J.A.S.	290 - 5	290	6,61	0,0283
1957	A.M.	710 - 210	710	8,92	0,0264
1957	J.J.A.S.	500 - 8	500	7,94	0,0432
1958	A.M.J.J.A.S.	405 - 5	405	7,40	0,0312
1959	J.J.A.	340 - 30	340	6,98	0,0262
1960	M.J.J.A.S.	1 320 - 15	1 320	10,98	0,0293
1961	A.M.J.J.A.	270 - 5	270	6,46	0,0192
1962	M.J.J.A.S.O.	565 - 15	565	8,27	0,0192
1964	A.M.J.J.A.	95 - 30	95	4,56	0,0005
1964	S.O.	41 - 25	41	3,45	0,0059
1966	M.J.J.A.S.O.	1 080 - 10	1 080	10,26	0,0524
1967	J.J.A.	100 - 15	100	4,64	0,0135
1968	J.J.A.S.O.	55 - 5	55	3,80	0,0148
1969	A.M.J.J.A.S.	650 - 5	650	8,66	0,0427
1970	A.M.J.J.A.S.O.	510 - 5	510	7,99	0,0365

Gr: 2.4.6.3.6 (g)

Tarissement de l'oued RHEZALA à FERNANA
Année 1964

- Points obtenus à partir des débits moyens journaliers
- + Points obtenus à partir des jaugeages



Le graphique 2.4.6.3.6.(h) représentant les variations du coefficient β avec la racine cubique du débit à l'origine du tarissement, montre que les points représentatifs de chaque période de tarissement restent assez dispersés autour d'une droite.

Remarquons enfin qu'en avril 1964, le débit initial de tarissement est nettement inférieur à celui des autres années pour la même période. Il semble que cette anomalie soit due essentiellement au déficit pluviométrique constaté de février à mai 1964.

d) - *Conclusion*

Après ajustement des deux lois exponentielle et hyperbolique, on peut constater qu'aucune des deux lois ne nous donne entière satisfaction. La seconde présenterait un avantage sur la première : ses paramètres ne varient pas pour une même période de tarissement, mais cette loi est inutilisable pour les courbes à caractéristiques plongeantes comme en 1973, c'est pourquoi on n'a pas cherché à l'utiliser pour les années 1972-1973 et 1974-1975.

D'un point de vue hydrogéologique, le bassin versant de l'Oued RHEZALA constitue un ensemble hétérogène où les réservoirs sont eux-mêmes très différents les uns des autres. Il n'est donc pas étonnant que nous ayons quelques difficultés à ajuster une loi qui suppose l'existence d'un seul réservoir dont les caractéristiques à la vidange ne varieraient pas.

Notons pour terminer que le débit de l'Oued RHEZALA à la station FERNANA tend à devenir constant en fin de tarissement mais pour des débits très faibles compris entre 2 et 10 litres par seconde (ce que l'on avait déjà constaté par l'étude des débits moyens journaliers).

2.4.6.3.7. L'Oued TESSA à la station les ZOUARINES

Nous avons disposé de sept années de mesures pour l'étude des tarissements de l'Oued TESSA. Malgré le petit nombre des données disponibles celles-ci nous permettront de caractériser grossièrement les tarissements de l'Oued TESSA à ce niveau.

a) - *Durée et localisation saisonnière des tarissements observés*

La durée moyenne des tarissements observés est de 62 jours. 25 % des jours de tarissement sont situés en été, 69 % au printemps et 6 % en hiver. Ces chiffres ne sont donnés ici qu'à titre indicatif. La mauvaise sensibilité de la station pendant les périodes d'étiage nous interdit un recensement plus précis des périodes de tarissement.

b) - *Etude des tarissements de l'Oued TESSA par ajustement d'une loi de type exponentiel*

Le coefficient de tarissement varie entre les bornes 0,0012 et 0,00925. Cet intervalle de variation est le plus faible de tous. Le petit nombre des valeurs mesurées ne nous permet pas de mettre en évidence une variation quelconque du coefficient de tarissement en fonction du débit à l'origine du tarissement. Les moyennes saisonnières décroissent de l'hiver vers l'été (cf. Graphique 2.4.6.3.7.(b)).

c) - *Conclusion*

Les coefficients de tarissement de l'Oued TESSA à la station ZOUARINES varient peu dans un intervalle aux bornes assez faibles (0,0036 et 0,00925).

Un faible coefficient de tarissement indique l'existence d'un réservoir dont la vidange est lente.

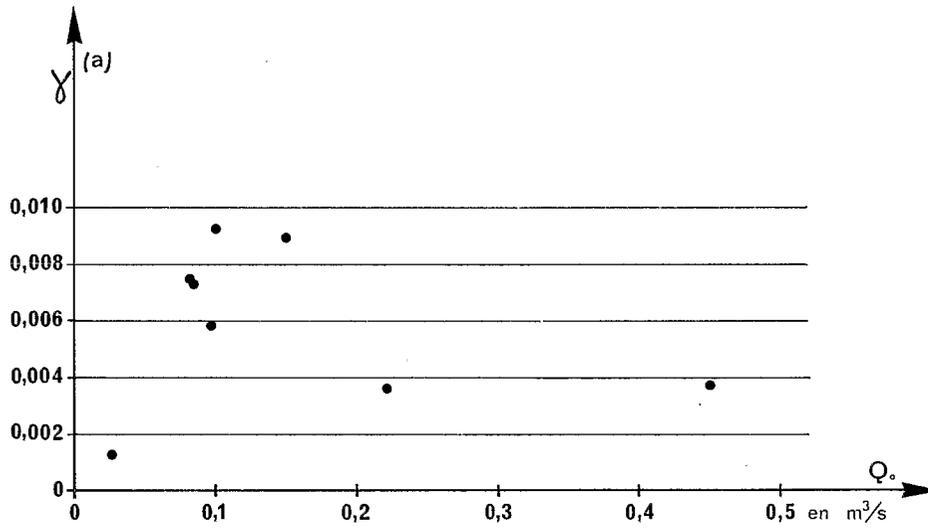
Dans le cas de l'Oued TESSA, ce réservoir est certainement constitué par la nappe phréatique qui s'étend dans toute la plaine des ZOUARINES où sont collectées les eaux de ruissellement des hauteurs avoisinantes. Ce réservoir fournit à l'Oued TESSA un débit observé toujours supérieur à 10 l/s à la station des ZOUARINES (le plus faible débit mesuré étant de 14 l/s en 1961). La mauvaise qualité des observations limnimétriques et la faible fréquence des jaugeages rendraient difficile l'ajustement d'une loi de type hyperbolique.

2.4.6.3.8. L'Oued OUSSAFA à la station M 12

Les observations limnimétriques et les jaugeages effectués à la station M 12 de l'Oued OUSSAFA nous ont permis l'exploitation de 6 années de mesures depuis 1961.

Oued TESSA

Variations du coefficient de tarissement en fonction du débit au début du tarissement



Variations saisonnières du coefficient de tarissement

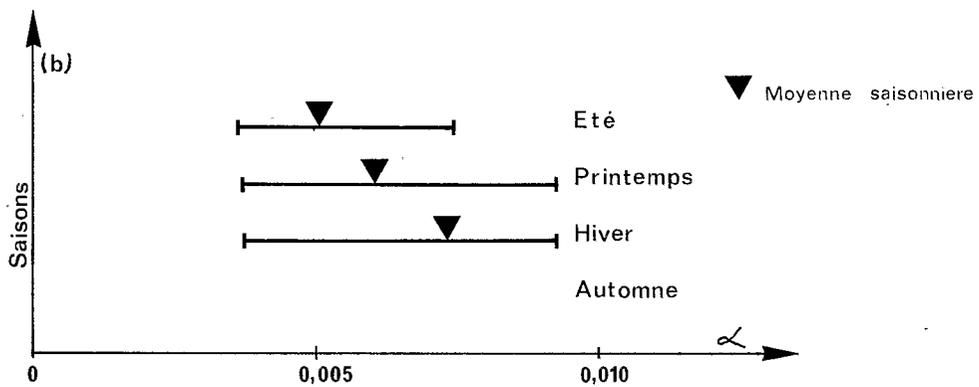


TABLEAU 2.4.6.3.7. (1)

Tarissemments de l'Oued TESSA à la station Les ZOUARINES.

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1961	6-04 - 5-07	90	0,085	136	0,00735
1962	3-07 - 4-08	32	0,083	134	0,00747
1964	24-02 - 24-05	90	0,450	272	0,0037
	7-07 - 3-08	27	0,220	265	0,0036
1966	2-04 - 5-07	94	0,098	173	0,0058
1967	14-05 - 27-07	74	0,028	840	0,0012
1968	17-03 - 10-05	54	0,100	108	0,00925
1969	17-03 - 22-04	36	0,150	111	0,0090

TABLEAU 2.4.6.3.8. (1)

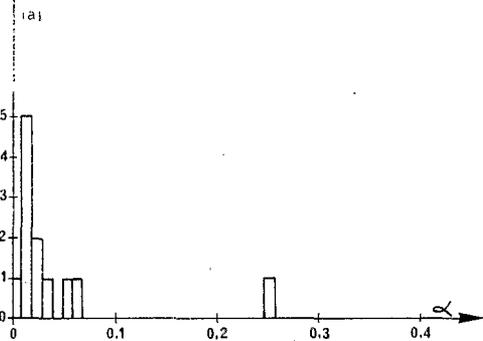
Tarissemments de l'Oued OUSSAFA à la station M 12.

ANNEES	Période de tarissement	Durée du tarissement en jours	Débit à l'origine du tarissement en m ³ /s	Inverse du coefficient α en jours	Coefficient de tarissement α
1961	10-02 - 25-03	-	0,270	70	0,0143
	31-03 - 30-05	-	0,180	37	0,0270
	20-06 - 29-06	9	0,000	-	-
	11-07 - 18-08	38	0,000	-	-
1962	25-02 - 6-03	-	1,050	50	0,0200
	16-05 - 21-06	-	0,180	33	0,0303
1966	7-06 - 6-07	-	0,140	20	0,0500
	4-08 - 17-08	13	0,000	-	-
1967	27-06 - 25-07	28	0,000	-	-
	3-08 - 19-08	16	0,000	-	-
	24-08 - 26-08	2	0,000	-	-
1968	21-03 - 26-05	-	0,300	55	0,0182
	16-06 - 10-07	-	0,140	16	0,0625
1969	8-01 - 6-03	-	0,140	84	0,0119
	16-05 - 24-05	-	0,120	10	0,100
	21-06 - 25-06	-	0,070	4	0,25
	25-06 - 4-07	9	0,000	-	-
	10-07 - 6-08	27	0,000	-	-
1970	20-01 - 2-04	-	1,120	108	0,00925
	9-06 - 27-07	-	0,045	94	0,01065

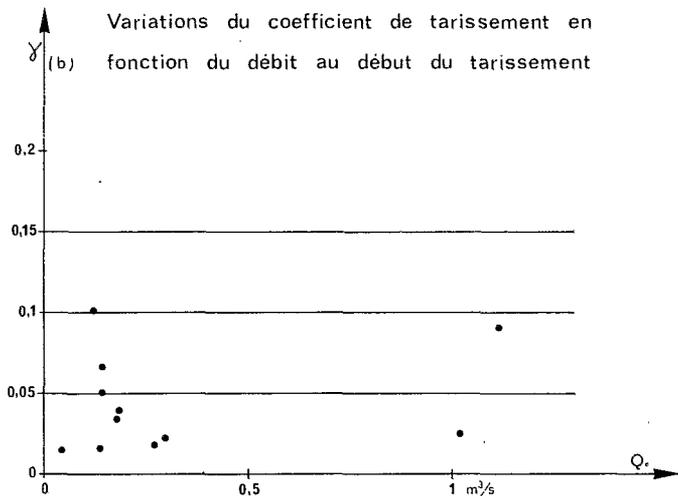
OUSSAFA à M 12

Gr: 2.4.6.3.8 (a-b.c)

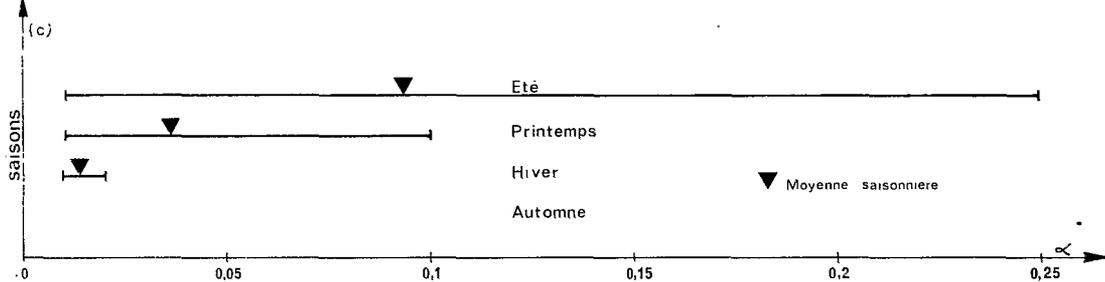
(a) Histogramme des coefficients de tarissement



(b) Variations du coefficient de tarissement en fonction du débit au début du tarissement



(c) Variations saisonnières du coefficient de tarissement



a) - *Durée et localisation saisonnière des tarissements*

Nous n'avons pas observé de tarissements en automne. 27,2 % des jours de tarissement pris en compte dans cette étude sont situés en hiver, 36,2 % au printemps et 36,6 % en été.

Nous nous sommes heurtés, comme pour l'Oued TESSA, à la mauvaise qualité des données limnimétriques due à l'insensibilité de la station aux basses eaux, ce qui ne nous a pas permis de déterminer avec précision les débuts et fins de tarissement.

b) - *Etude des tarissements de l'Oued OUSSAFA par ajustement de lois de type exponentiel*

L'ensemble des résultats obtenus sont consignés au tableau 2.4.6.3.8. (1).

L'histogramme des valeurs des coefficients (graphique 2.4.6.3.8.(a)) indique une forte densité de valeurs comprises entre 0,01 et 0,02 (le coefficient de tarissement étant exprimé en jours⁻¹) et une très forte dispersion des autres valeurs.

Le graphique 2.4.6.3.8.(b) des variations du coefficient de tarissement en fonction du débit au début du tarissement est très peu significatif. Par contre, le graphique des variations saisonnières est très suggestif (graphique 2.4.6.3.8.(c)). Le coefficient de tarissement de l'Oued OUSSAFA varie beaucoup d'une année sur l'autre, excepté, semble-t-il, pendant l'hiver.

Pour une même année, le coefficient de tarissement croît au fil des saisons de l'hiver vers l'été.

c) - *Conclusion*

L'Oued OUSSAFA à la station M 12 est un Oued dont l'écoulement en période d'étiage diminue très vite en fonction du temps.

Les variations du coefficient de tarissement après ajustement de lois de type exponentiel sont très importantes aussi bien d'une année sur l'autre qu'au cours d'une même année. En été, les périodes sans écoulement y sont fréquentes. Deux applications sont possibles à cette carence des débits : une absence de réservoirs sur le bassin versant ou bien des pertes importantes par infiltration en amont de la station.

Les informations dont nous disposons actuellement ne nous permettent pas de trancher entre ces deux possibilités qui peuvent également, remarquons-le, se conjuguer pour aboutir à l'absence d'écoulement superficiel à la station M 12.

2.4.6.4. CONCLUSION GENERALE A L'ETUDE DES TARISSEMENTS

Le choix de lois représentatives de la décroissance des débits de l'Oued MEJERDAH et de ses affluents en période d'étiage, nous paraît particulièrement délicat, nous avons été gênés dans notre étude par la complexité certaine de ce phénomène pour la plupart des stations : la multiplicité des formations géologiques pour un seul bassin, même de petite surface, combinée avec l'hétérogénéité foncière des précipitations pour un même mois ne permettrait d'arriver à des conclusions plus précises qu'avec une meilleure connaissance des nappes aquifères, de leur alimentation et de leurs relations avec les Oueds étudiés aux stations choisies. En outre, le tarissement n'est pas le même suivant les saisons et enfin il n'est pas toujours facile pour les petites crues de séparer le tarissement de la simple décrue. De toutes façons on parviendrait pour bon nombre de stations à une définition complexe des coefficients de tarissement en fonction des très nombreux facteurs qui gouvernent ce phénomène. Dans la plupart des cas nous nous sommes contentés d'ajuster graphiquement à la décroissance des débits, pour chaque période de tarissement, une ou plusieurs lois de type exponentiel. Remarquons toutefois que l'ajustement de lois plus complexes à la décroissance des débits se heurterait souvent au manque de sensibilité des relevés limnimétriques en période d'étiage et au manque de jaugeages.

Notre étude a montré l'inadéquation d'une seule loi de type exponentiel à représenter les tarissements de l'Oued MEJERDAH et de ses affluents à l'échelle interannuelle. Cette inadéquation se manifeste par une grande variabilité du coefficient de tarissement de cette loi. En éliminant des valeurs du coefficient de tarissement qui paraissent aberrantes, correspondant souvent à des débits à l'origine élevés donc souvent à des phénomènes de décrue ou consécutives à des observations ou des mesures erronées, on a établi les tableaux récapitulatifs 2.4.6.4. (1 et 2). Mais il n'est pas absolument exclu que certaines des valeurs éliminées soient exactes. Le tableau 2.4.6.4. (2) nous indique le sens des variations des coefficients de tarissement au cours d'une longue période de basses eaux. On peut ainsi remarquer qu'il existe deux types de tarissement. Un premier type pour lequel le coefficient de tarissement, après ajustement de lois de type exponentiel, croît au cours du tarissement ; c'est le cas de l'Oued OUSSAFA et de l'Oued MEJERDAH à GHARDIMAOU après une longue période de sécheresse avant annulation des débits (peut-être certaines années le RHEZALA se comporte de façon similaire). Un second type de tarissement pour lequel le coefficient de tarissement décroît au cours du tarissement ; c'est le cas de la majeure partie des Oueds étudiés aux stations choisies. Pour la plupart des

stations, certaines années, le coefficient de tarissement va même jusqu'à s'annuler, traduisant une alimentation à débit constant de la rivière à la station choisie. C'est le cas de JENDOUBA tout à fait opposé à celui de GHARDIMAOU pour des raisons physiques simples.

Le tableau 2.4.6.4. (1) donne également une idée de la répartition saisonnière des tarissements. Il est intéressant de noter à ce sujet les différences significatives observées entre les affluents situés au nord et au sud de la MEJERDAH. Les rivières situées au nord connaissent généralement une longue période de tarissement située au printemps et en été. Les rivières situées au sud possèdent des périodes de tarissement plus courtes avec des localisations saisonnières préférentielles suivant les Oueds. Mais, il n'est pas exclu que, sauf pour la station de GHARDIMAOU, les limites supérieures du coefficient de tarissement soient sous-estimées.

Cette étude, complétée par la construction de courbes "types" de tarissement (cf. Gr. 2.4.6.4. (a à f)), devrait permettre de tenter la prévision approximative des débits d'étiage de la plupart des Oueds du bassin versant de la MEJERDAH. Il nous paraît également important de noter à ce sujet les différences constatées visuellement entre les tarissements succédant aux années à pluviométrie déficitaire et les tarissements succédant aux années à pluviométrie excédentaire.

Une étude des correspondances entre la pluviométrie et sa répartition spatiale et les tarissements permettrait de mettre en évidence l'influence des différences interannuelles de l'alimentation des nappes aquifères sur les tarissements et de guider le choix des coefficients de tarissement pour de longues périodes de tarissement.

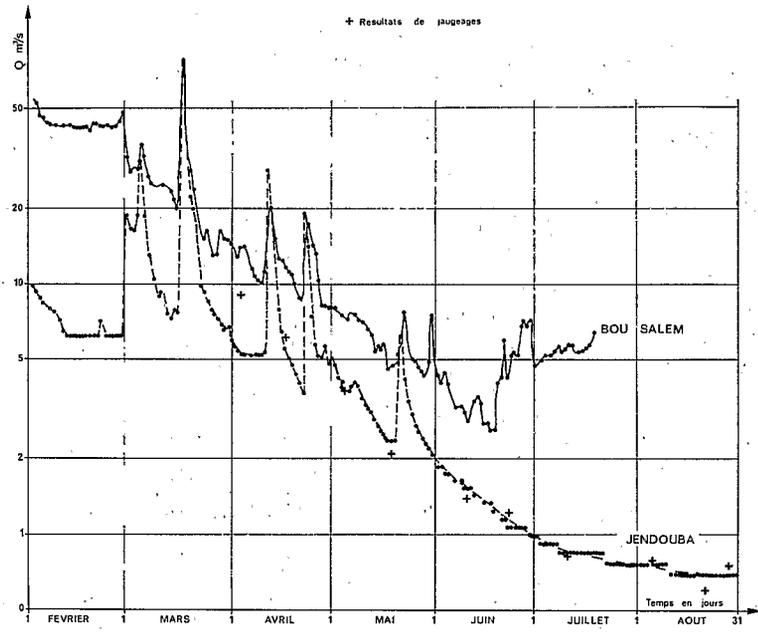
TABLEAU 2.4.6.4. (1)

Variations et répartitions saisonnières des tarissements

Nom des Oueds et des stations	MEJERDAH à GHARDIMAOU	MEJERDAH à JENDOUBA	MEJERDAH à BOU SALEM	MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB
AUTOMNE :				
% du total des jours de tarissement	5,0	5	9,83	34,31
Variations de	0,0045 à 0,0196	0,0018 à 0,0143	0,0023 à 0,0116	0,0036 à 0,0124
HIVER :				
% du total des jours de tarissement	7,6	-	7,84	7,11
Variations de	0,00327 à 0,05	-	0,0122 à 0,0213	0,0086 à 0,0173
PRINTEMPS :				
% du total des jours de tarissement	30,4	23	35,34	25,52
Variations de	0,00327 à 0,125	0,0000 à 0,0208	0,0034 à 0,0213	0,00385 à 0,0167
ETE :				
% du total des jours de tarissement	56,7	55	47,00	33,06
Variations de	0,0045 à 0,11	0,0000 à 0,0208	0,0023 à 0,0137	0,00385 à 0,0115
Total des jours de tarissement retenus	1 435	844	600	239

Courbes de tarissement de la MEJERDAH en 1970

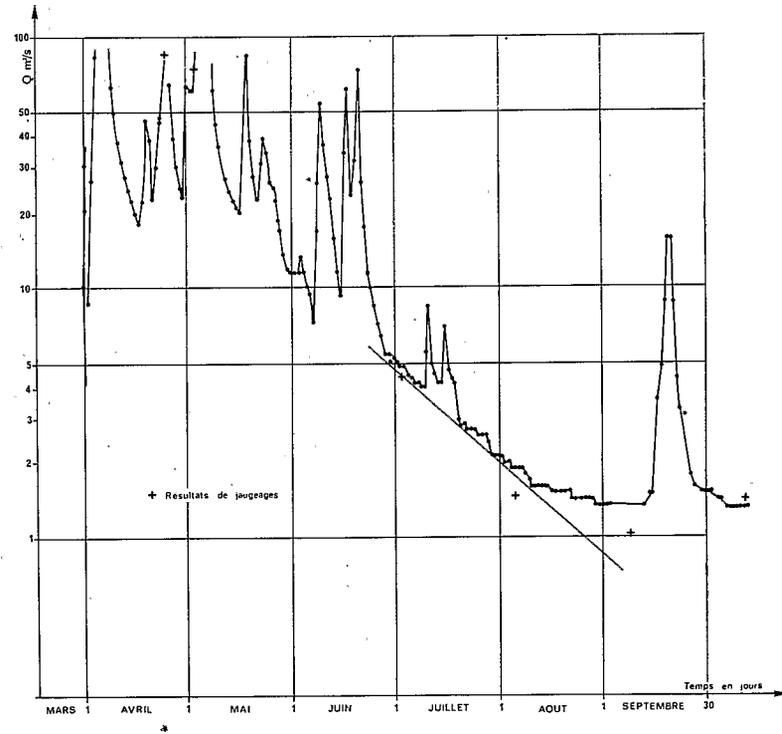
Gr: 2.4.6.4 (a)



TUN-21224

Courbe de tarissement de la MEJERDAH a BOU SALEM en 1950

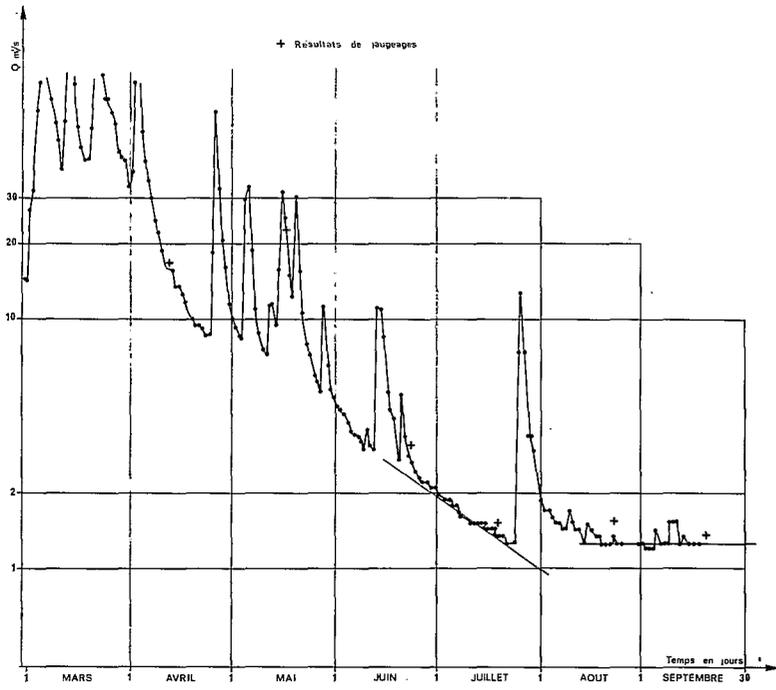
Gr: 2.4.6.4 (b)



TUN-21225

Courbe de tarissement de l'oued MEJERDAH à BOU SALEM en 1949

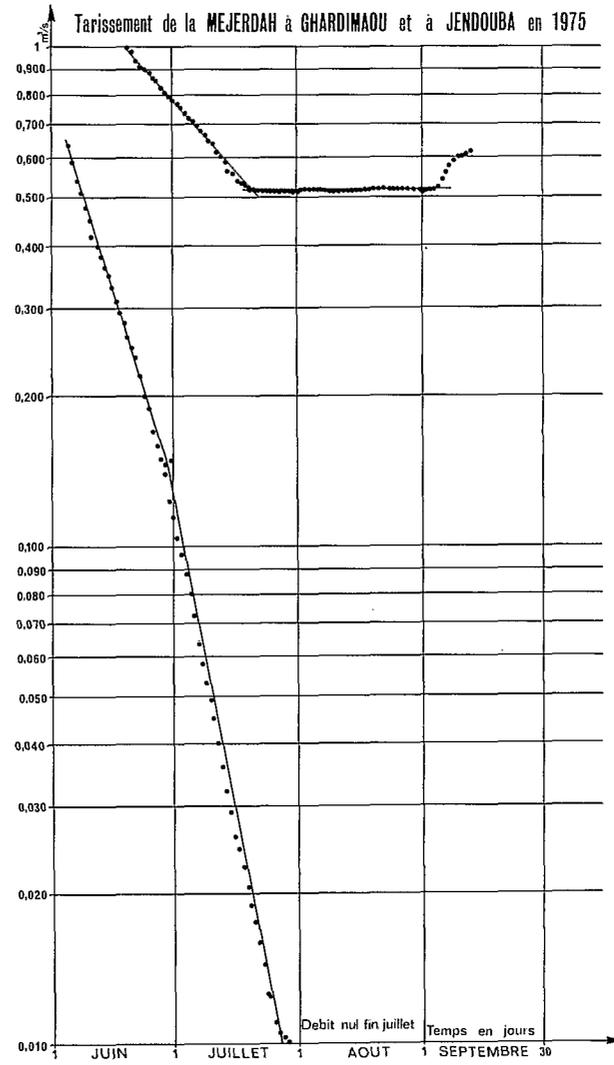
Gr: 2.4.6.4 (c)



TUN-21226

Gr: 2.4.6.4 (d)

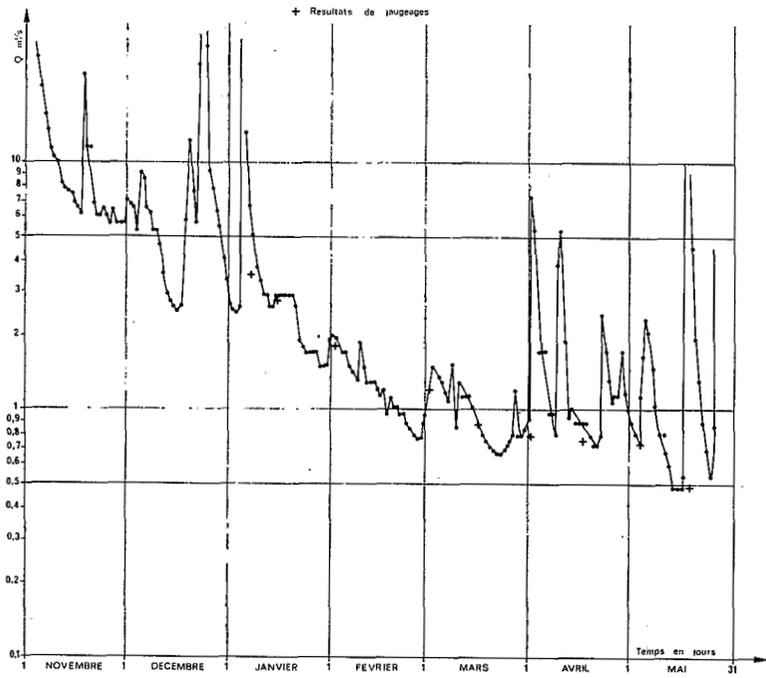
Tarissement de la MEJERDAH à GHARDIMAOU et à JENDOUBA en 1975



TUN-21227

Courbe de tarissement de l'oued MELLEGUE au K 13 en 1969-1970

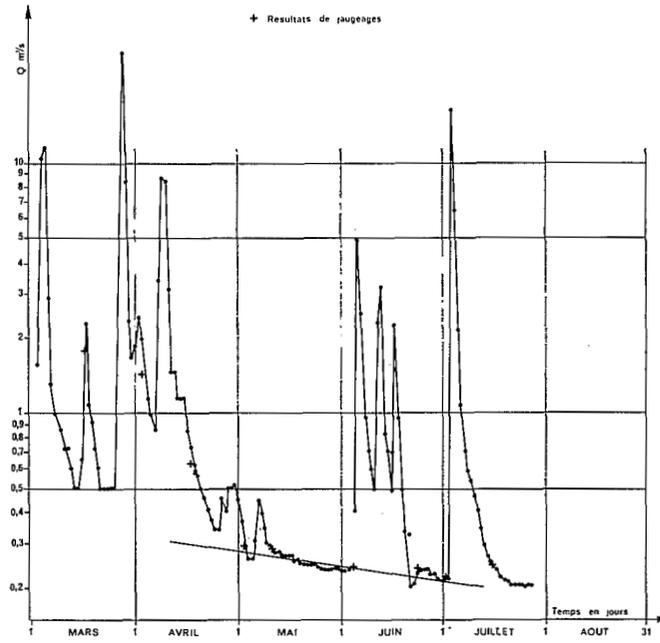
Gr: 2.4.6.4 (e)



TUN-21228

Courbe de tarissement de l'oued MELLEGUE au K 13 en 1969

Gr 2.4.6.4 (f)



TUN-21229

Bassin versant de l'oued MEJERDAH

Gr 2 4 6 4 (9)

Schéma synoptique des variations des coefficients de tarissement aux principales stations

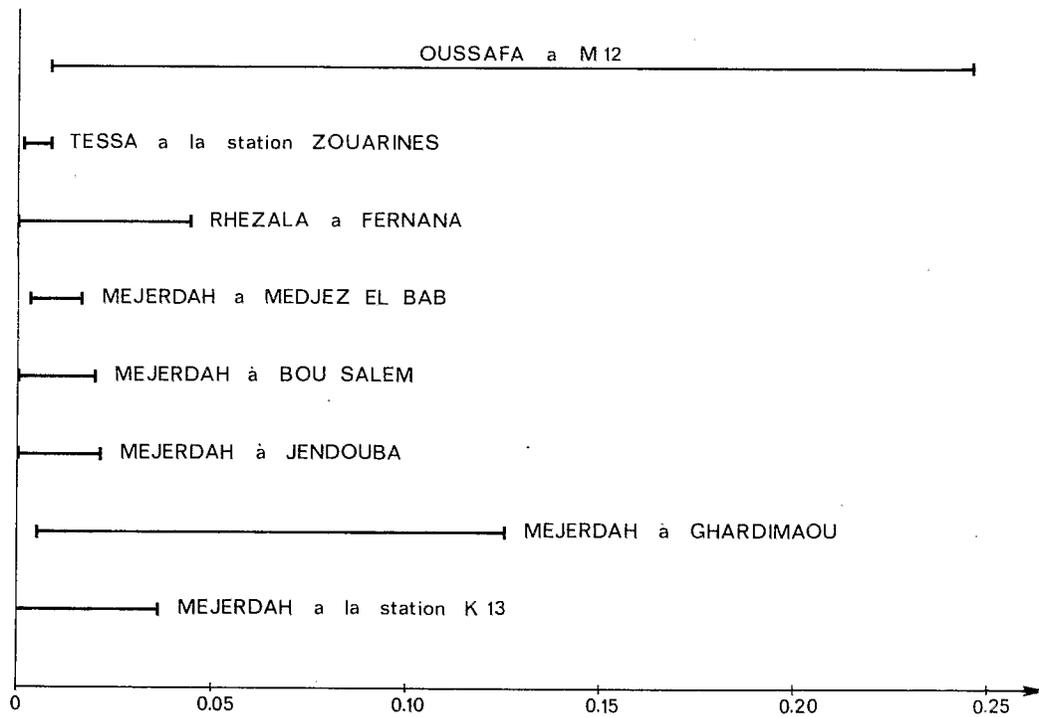


TABLEAU 2.4.6.4. (1)

(suite)

Variations et répartition saisonnières des tarissements

Nom des Oueds et des stations	MELLEQUE au K 13	RHEZALA à FERNANA	TESSA aux ZOUARINES	OUSSAFA à M 12
AUTOMNE :				
% du total des jours de tarissement	27,0	8	-	-
Variations de	0,00193 à 0,0232	0,000 à 0,0192	-	-
HIVER :				
% du total des jours de tarissement	25,0	-	6,05	27,2
Variations de	0,0047 à 0,0357	-	0,0037 à 0,00925	0,00925 à 0,0200
PRINTEMPS :				
% du total des jours de tarissement	22,5	24	68,55	36,25
Variations de	0,0035 à 0,0185	0,00885 à 0,0333	0,0037 à 0,00925	0,0106 à 0,100
ETE :				
% du total des jours de tarissement	27	68	25,40	36,60
Variations de	0,0030 à 0,025	0,000 à 0,0435	0,0036 à 0,00747	0,0106 à 0,25
Total des jours de tarissement retenus	1 216	2 650	496	598

TABLEAU 2.4.6.4. (2)

Variations et répartitions saisonnières des tarissements

Nom des Oueds et des stations	MEJERDAH à GHARDIMAOU	MEJERDAH à JENDOUBA	MEJERDAH à BOU SALEM	MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB
Superficie du bassin versant en km ²	1 480	2 420	16 330	20 990
Débit initial maximal de tarissement en m ³ /s	7,400	2,720	15,000	19,000
Débit minimal en fin de tarissement en m ³ /s	0,000	0,500	0,900	1,000
Variation du coefficient de tarissement pour une longue période de tarissement				
Nombre d'années disponibles	20	12	9	6

Nom des Oueds et des stations	MELLEQUE au K 13	RHEZALA à FERNANA	TESSA aux ZOUARINES	OUSSAFA à M 12
Superficie du bassin versant en km ²	9 000	138	408	390
Débit initial maximal de tarissement en m ³ /s	2,300	1,100	0,450	0,450
Débit minimal en fin de tarissement en m ³ /s	0,100	0,002	0,010	0,000
Variation du coefficient de tarissement pour une longue période de tarissement				
Nombre d'années disponibles	24	23	7	6

2.4.7. LA CRUE DE MARS 1973 COMPAREE AUX RESULTATS
DES ETUDES DE LA MONOGRAPHIE

Etant donné le caractère exceptionnel de la crue de mars 1973 sur la MEJERDAH et ses affluents et le nombre de mesures de forts débits faites à cette occasion, on a jugé intéressant de rappeler très brièvement les observations faites à cette époque.

2.4.7.1. LES PRECIPITATIONS

Le tableau 2.4.7.1. (1) ci-dessous présente les valeurs des précipitations moyennes observées sur les différents bassins de la MEJERDAH.

TABLEAU 2.4.7.1. (1)

Pluies moyennes dans le bassin de la MEJERDAH du 24 au 31-3-1973

Bassin versant	Superficie Km ²	Pluie moyenne du 24 au 31-3-1973 (*)
MEJERDAH à GHARDIMAOU	1 480	176 mm
MEJERDAH à JENDOUBA	2 410	179 mm
MEJERDAH à BOU SALEM	16 230	123 mm
MEJERDAH à LA SLOUGHIA	20 990	128 mm
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	21 000	127 mm
MEJERDAH à DJEDEIDA	22 100	126 mm
RARAI à RARAI PLAINE	370	290 mm
SILLIANA à DJEBEL LAUDJ	2 110	135 mm
TESSA à SIDI MEDIENNE	1 950	115 mm

(*) N.B. : Ces valeurs sont approximatives.

Ces pluies sont importantes pour leur volume total, mais on n'a pas observé d'intensité en 5 mn très forte. Sur les petits bassins élémentaires, il n'y a d'ailleurs pas eu de crue exceptionnellement forte. C'est l'extension à tout le bassin des averses et la saturation préalable du sol (parce qu'il pleuvait beaucoup depuis le 10 mars) qui sont les causes de la crue remarquable observée.

2.4.7.2. LES DEBITS OBSERVES

Le tableau 2.4.7.2. (1) ci-après présente les débits de crue observés aux différentes stations et la fréquence au dépassement de ces débits en utilisant les lois statistiques adoptées dans la monographie. Nous avons fait de même pour les volumes écoulés. Le coefficient de ruissellement KR est indiqué.

TABLEAU 2.4.7.2. (1)

Les débits de crue et leur fréquence aux différentes stations de la MEJERDAH en mars 1973

STATIONS	Débits maximaux m ³ /s	F	Volume écoulé 10 ⁶ m ³	F	KR %
MEJERDAH à la SLOUGHIA (MEDJEZ EL BAB)	3 500	environ 0,01	943	de 0,01 à 0,003 environ	35,1
MEJERDAH à BOU SALEM	3 180	environ 0,01 à 0,005	721	?	35,5

TABLEAU 2.4.7.2. (1)

(suite)

Les débits de crue et leur fréquence aux différentes stations de la MEJERDAH en mars 1973

STATIONS	Débits maximaux m ³ /s	F	Volume écoulé 10 ⁶ m ³	F	KR %
MEJERDAH à JENDOUBA	2 420	environ 0,01 à 0,002	259 (1)	0,01 à 0,003 environ	60,2
MEJERDAH à GHARDIMAOU	2 370	?	207	de 0,01 à 0,002	79 (2)
MELLEQUE au K 13	1 280	0,1	190	0,01	18 à 20
RHEZALA à FERNANA	148	0,4 à 0,3	17	0,1 environ	environ 50

(1) En février 1907, on aurait eu un maximum de 1 610 m³/s et un volume écoulé de 281 10⁶ m³.
(2) Valeur très forte vraisemblablement surestimée (pluie mal connue).

2.4.7.3. LES DEBITES SOLIDES

Des mesures ont été faites à la SLOUGHIA avec les résultats suivants :

29 millions de tonnes de matières en suspension en 6 jours et 940 mille tonnes de sels. Ces valeurs sont certainement sous-estimées : les mesures n'ayant commencé qu'après le maximum de crue, nous avons extrapolé les résultats pour la montée de la crue en fixant une turbidité moyenne qui est certainement une valeur "plancher". Le tonnage transporté en 6 jours est à rapprocher des évaluations courantes qui ont été faites précédemment : 8 millions de tonnes par an en moyenne à SIDI SALEM (en amont du confluent de la SILIANA). Cela confirme la fragilité des estimations à partir de mesures insuffisantes et l'irrégularité du phénomène à l'échelle interannuelle qui fait qu'une moyenne ne signifie pas grand chose dans ce cas.

2.5 LA QUALITE DES EAUX

2.5.1 MATIERES DISSOUTES ET TRANSPORTS SOLIDES EN SOLUTION

2.5.1.1 PREAMBULE

Les caractéristiques des sols et des roches du bassin versant de la MEJERDAH (cf. Tome 1) sont telles que la charge saline des eaux est importante au point d'être un problème pour l'utilisation de ces eaux. De nombreux prélèvements pour analyses ont été faits, essentiellement depuis 1946. Les analyses se limitent parfois à la détermination de la conductivité ou du résidu sec (ou des deux), mais souvent comportent la détermination des ions majeurs en solution :

Cl^- , So_4^{4-} , Co_3H^- , Co_3^{3-} , Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} ; l'ion K^+ est rarement déterminé mais se trouve toujours en quantité relativement faible par rapport à Na^+ . On peut regretter toutefois que pendant les crues les prélèvements soient généralement peu nombreux ce qui ne permet pas de suivre correctement l'évolution rapide des concentrations et compositions au cours de ces phénomènes. Dans le passé, cela a conduit à surestimer la salinité de certains Oueds (Oued ZARGA par exemple) du fait que la plupart des prélèvements étaient faits en étiage.

Au total on dispose pour les 7 stations principales de 3491 analyses complètes, 2091 déterminations de résidu sec et 13 506 mesures de conductivité.

2.5.1.2 LES SALINITES

Le nombre d'analyses disponibles a permis partiellement l'évaluation des salinités moyennes journalières aux 7 stations principales. Il est rare que ces salinités soient connues pour une année entière. Le tableau 2.4.4.1. (1) permet de se rendre compte de ce qui est disponible en fait de salinité journalière. En annexe, les tableaux annuels des débits moyens journaliers sont divisés en deux tableaux semestriels lorsqu'il est possible d'indiquer les salinités. Lorsque les mois sont complets, la salinité moyenne mensuelle est indiquée ainsi que le tonnage total mensuel transporté. Les prélèvements n'étant pas journaliers, les résultats présentés sont obtenus à l'aide d'un programme de calcul permettant l'interpolation des résultats connus à certaines conditions : le débit ne doit pas avoir beaucoup varié entre deux mesures, les salinités observées ne doivent pas être trop différentes et les salinités doivent varier en sens inverse des débits. Dans cette interpolation, on a tenu compte également des conductivités (mesurées seules) après avoir établi à chaque station une corrélation entre conductivité et salinité, cette corrélation est établie dans la chaîne de calcul à l'ordinateur par saison et parfois par période précédant ou suivant la construction d'un barrage (barrage de NEBEUR pour BOU SALEM).

Ces conditions restrictives laissent subsister de nombreux vides. Nous aurions pu par une méthode statistique obtenir des tableaux complets de salinité. Cependant nous serions alors sortis du cadre d'une monographie. Ce travail a été fait en dehors de la monographie par Messieurs ROCHE et DOSSEUR, en vue d'une application pratique pour l'établissement du plan directeur des eaux du nord (la méthode utilisée est un "tirage" au hasard conditionnel). On peut se demander aussi pourquoi n'a-t-on pas recherché une corrélation entre débit liquide et salinité. La raison en est fort simple : les corrélations observées sont faibles. Et tout ce qu'on peut en déduire c'est qu'en moyenne la salinité décroît lorsque le débit croît. En fait, diverses observations semblent prouver qu'au cours d'une crue, la salinité peut parfois commencer à croître en même temps que le débit (lessivage de la surface du bassin) pour décroître ensuite (cas du MELLEQUE par exemple). Cela explique la dispersion observée lorsque l'on essaie de représenter la salinité en fonction du débit.

On peut examiner pour les stations principales les résultats obtenus :

MEJERDAH à GHARDIMAOU

611 analyses complètes sont disponibles auxquelles viennent s'ajouter 124 déterminations de résidus secs et 3622 mesures de conductivité. Les salinités observées varient de 0,26 g/l à 2,4 g/l. Les eaux sont donc relativement peu salées au niveau de GHARDIMAOU (1). On a pu déterminer partiellement les salinités journalières moyennes pour les années 1949-1950 à 1969-1970.

MEJERDAH à JENDOUBA

On dispose de 70 analyses complètes, 6 déterminations de résidus secs et 129 conductivités. Les salinités observées varient de 0,507 g/l à 2,63 g/l. La détermination des salinités moyennes journalières est peu avancée du fait du faible nombre d'observations.

(1) Du moins dans le cadre de la Tunisie où les sels sont généralement très abondants dans les eaux sauf pour la plupart des bassins côtiers du nord.

MEJERDAH à BOU SALEM

S'il n'y a pour cette station que 182 analyses complètes, il y a par contre 1 277 déterminations de résidus secs et 2 581 mesures de conductivité. Cela a permis malgré l'hétérogénéité du bassin amont (hétérogénéité nuisant aux corrélations conductivité-salinité) de déterminer un nombre important de salinités journalières moyennes. Les salinités observées varient de 0,142 g/l à 4,71 g/l. On voit que les maximums augmentent fortement (du fait des apports du MELLEGUE) et que le minimum observé est faible (probablement grâce à des crues des affluents de la rive droite).

MEJERDAH à MEDJEZ EL' BAB

Cette station a été bien suivie du point de vue de la salinité puisqu'on y dénombre 1 230 analyses complètes, 238 déterminations de résidus secs et 2 728 mesures de conductivité. Les salinités observées varient de 0,400 à 4,72 g/l (une valeur isolée de 0,359 g/l est douteuse).

MELLEGUE au K13

963 analyses complètes, 278 déterminations de résidus secs et 3 111 mesures de conductivité nous donnent une bonne connaissance des salinités qui varient de 0,600 à 9,68 g/l (une valeur de 14,2 g/l isolée a été écartée car elle paraît douteuse). On doit souligner la forte concentration en sels des eaux de cet Oued dont une des branches (la MESKIANA) est issue d'une SEBKHRA algérienne d'altitude, et qui traverse des régions où l'on observe des sols à croûte gypseuse (cf. Tome I), ainsi d'ailleurs que des zones de trias. Les eaux du barrage de NEBEUR à l'aval sont d'ailleurs généralement fortement salées. La plupart du temps, en étiage, la salinité est comprise entre 3 et 5 g/l, et même en grande crue elle ne descend guère au-dessous de 0,6 g/l probablement.

RHEZALA à FERNANA

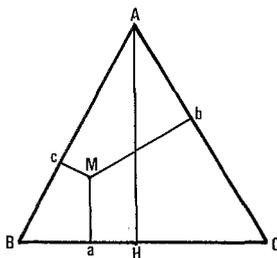
Etant donné la faible salinité générale des eaux du RHEZALA à FERNANA, on est assez bien renseigné à ce sujet par 340 analyses complètes, 59 déterminations de résidus secs et 692 conductivités. Les salinités observées varient de 0,169 g/l à 1,63 g/l. Les salinités dépassant 1,2 g/l sont peu fréquentes et cela confirme la bonne qualité des eaux du RHEZALA à ce point de vue.

BOU HEURTMA à KEFRIRA

On dispose à cette station de 95 analyses complètes, 109 déterminations de résidus secs et 643 conductivités. Les salinités observées varient de 0,160 g/l à 1,44 g/l. La salinité y est donc assez faible également (peu de valeurs observées dépassent 1 g/l).

2.5.1.3 LA COMPOSITION DES SELS DISSOUS

Il paraît intéressant d'examiner la composition des sels dissous. Le grand nombre d'analyses complètes disponibles à certaines stations permet une telle étude. Cependant, ce grand nombre même des analyses rend difficile l'étude des résultats. Nous avons dû adopter, pour clarifier le problème, une représentation graphique convenable de la composition en ions majeurs en séparant les anions des cations et en utilisant un diagramme triangulaire (déjà utilisé par SCHOELLER et autres). Les cations sont répartis en trois groupes : calcium, magnésium, sodium + potassium. En fait, généralement, le potassium n'est pas déterminé. Il est présent en quantité assez faible (de l'ordre du 1/10 au 1/100 de la teneur en sodium) et on n'a retenu pour cette monographie que le sodium (pour utiliser le programme de calcul sur ordinateur, on a supposé la teneur en potassium égale à zéro). Les anions sont aussi répartis en trois groupes : carbonates⁺ bicarbonates, sulfates, chlorures. Nous rappelons le principe de la représentation qui se fait à l'intérieur d'un triangle équilatéral. Soit ABC un tel triangle et M un point intérieur (Gr. 2.5.1.3 (a)). Si l'on abaisse de M les perpendiculaires Ma, Mb, Mc aux trois côtés, on a la relation $Ma + Mb + Mc = AH$. Si l'on suppose $AH = 100$, les segments Ma, Mb et Mc peuvent représenter les teneurs des ions A, B, C, en %. Les pourcentages sont calculés en rapportant les concentrations en milliéquivalents par litre au total des groupes d'ions.



Gr : 2.5.1.3 (a)

Une analyse est ainsi représentée par un point dans le triangle des anions et un point dans le triangle des cations (que l'on peut éventuellement superposer). N'ayant pas de table traçante disponible, nous avons utilisé à la sortie de l'ordinateur une matrice pour la représentation graphique, matrice dont la maille est représentée par l'espace d'un caractère de l'imprimante. Lorsqu'on traite plusieurs dizaines ou centaines d'analyses, il peut se faire que des points représentatifs soient superposés.

Nous avons ainsi une visualisation de la composition des sels dissous qui ne pourrait être aussi nette avec la plupart des autres procédés représentatifs que nous connaissons en cas d'analyses très nombreuses. De plus, nous avons prévu la possibilité de faire figurer le barycentre des points regroupés par classes de salinité globale des échantillons, ce qui permet de suivre la variation moyenne de la composition en fonction de la salinité. Nous verrons en effet que l'on peut tracer des courbes d'évolution de la composition en reliant les barycentres des différentes classes (les notations relatives aux différents barycentres sont indiquées sur les graphiques). Poussant plus loin l'analyse, nous avons de surcroît regroupé les analyses par saison et nous leur avons fait subir à nouveau le même traitement afin de rechercher une évolution éventuelle des compositions avec la saison. Nous allons maintenant examiner les résultats obtenus pour les sept stations principales avec cette méthode.

Avant d'examiner les résultats de chaque station rappelons la définition du Sodium Absorption Ratio en abrégé SAR :

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Cet indice est utilisé pour qualifier les eaux destinées à l'irrigation. Les agronomes définissent 4 zones de qualité relativement au SAR : Eaux bonnes, moyennes, mauvaises et très mauvaises. Les valeurs limites B_1 , B_2 , B_3 du SAR séparant ces zones sont variables avec la salinité de l'eau. Si C est la conductivité de l'eau à 25° C en μmhos on peut écrire approximativement :

$$B_1 = 18,87 - 4,44 \log C \quad (\text{logarithme décimal})$$

$$B_2 = 31,31 - 6,66 \log C$$

$$B_3 = 43,75 - 8,87 \log C$$

Pour $C_{25^\circ} = 100 \mu\text{mhos}$ par exemple :

$$B_1 = 10 ; B_2 = 18 ; B_3 = 26$$

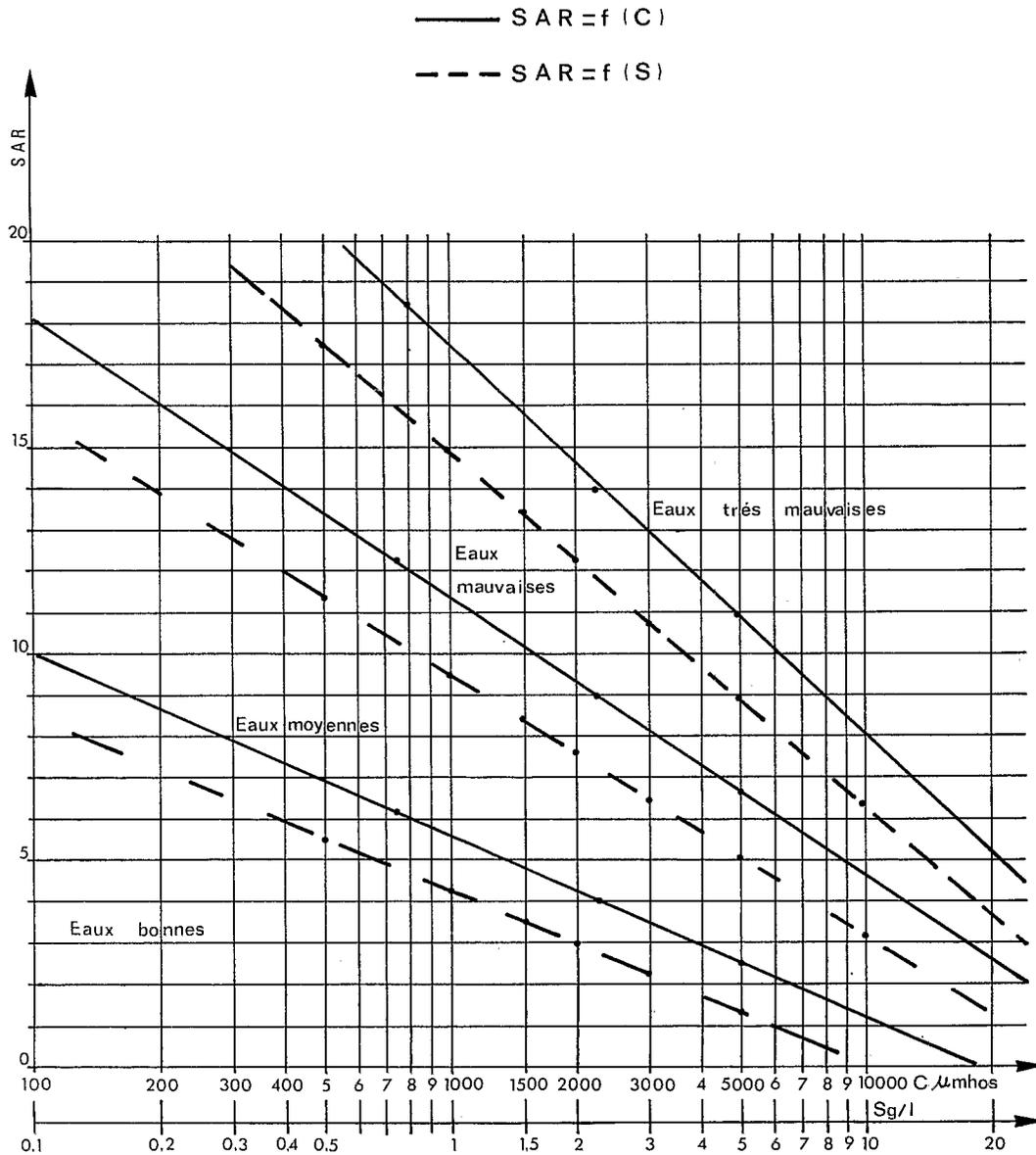
c'est-à-dire si $SAR \leq 10$ l'eau est très bonne, $10 < SAR \leq 18$ l'eau est moyenne, $18 < SAR \leq 26$ l'eau est mauvaise, $26 < SAR$ l'eau est très mauvaise.

La variation des limites est rapide comme le montre le tableau suivant :

C μmhos à 25°	B_1	B_2	B_3
100	10	18	26
750	6,2	12,3	18,4
2 250	4	9	14
5 000	2,5	6,8	11

Gr: 2.5.1.3 (a')

Qualité des eaux en fonction du SAR et de la
conductivité (ou de la salinité pour des eaux chlorurées sodiques)



Pour des eaux chlorurées sodiques on peut donner des valeurs approximatives de ces bornes en fonction de la salinité :

$$B_1 = 17,2 - 4,3 \log S \quad \log \text{ décimal de la salinité } S \text{ en mg/l}$$

$$B_2 = 28,8 - 6,4 \log S$$

$$B_3 = 40,4 - 8,5 \log S.$$

Le tableau ci-dessous donne un aperçu de la variation des limites avec la salinité dans le cas particulier des eaux chlorurées sodiques :

FIGURE 2.5.1.3. (a')

Sg/l	0,5	1	1,5	2	3	5	10
B ₁	5,6	4,3	3,5	3,0	2,3	1,3	0
B ₂	11,5	9,6	8,5	7,7	6,5	5,1	3,2
B ₃	17,5	14,9	13,4	12,3	10,8	9,0	6,4

Dans les conclusions relatives au SAR nous donnons des indications plus précises quant à l'utilisation des eaux de la MEJERDAH pour l'irrigation.

Examen des résultats obtenus aux différentes stations :

MEJERDAH à GHARDIMAOU :

L'étude de la variation de la composition en fonction de la salinité est concrétisée par le graphique 2.5.1.3. (b). On constate visuellement que les eaux les plus douces sont carbonatées calciques (S = 0,25 g/l) puis qu'au fur et à mesure que la salinité croît, la teneur relative en sodium et en chlore augmente notablement, les eaux étant nettement chlorurées sodiques lorsque S = 2,5 g/l. La teneur relative en magnésium ne varie guère, celle de l'ion sulfate croissant légèrement. Ce graphique permet accessoirement de constater que la dispersion des points autour de la courbe moyenne n'est pas trop forte pour les cations mais par contre beaucoup plus pour les anions, surtout pour les salinités les plus faibles. Il est certain que les points les plus excentriques correspondent à des analyses fausses. Cela contribue probablement à rendre un peu incertaine la courbe de variation pour les anions aux faibles valeurs de la concentration totale.

Nous avons recherché à partir de la composition relative les teneurs absolues pour chaque ion en gramme par litre pour les diverses salinités. Le tableau 2.5.1.3. (1) résume les résultats traduits par le graphique 2.5.1.3. (c). On constate d'après le tableau que la concentration en meq/litre du sodium et du chlore croît beaucoup plus rapidement que celle des autres ions, celle du bicarbonate ayant plutôt tendance à décroître légèrement. Ce dernier point peut s'expliquer par une légère précipitation de carbonate de calcium. On a tracé sur le même graphique que les concentrations des divers ions, les courbes de variation du titre hydrotimétrique TH (concentration en meq/litre des ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺) et du "Sodium Absorption Ratio", SAR. On voit que pour une salinité voisine de 2,4 g/l, TH dépasse 20 meq/l, ce qui traduit une dureté élevée, tandis que le SAR ne dépasse guère 5, ce qui n'est pas mauvais. Sur le graphique 2.5.1.3. (d), on a essayé de suivre l'évolution de la composition relative moyenne en fonction de la saison et pour les différentes classes de salinité.

TABLEAU 2.5.1.3. (1)

MEJERDAH A GHARDIMAOU

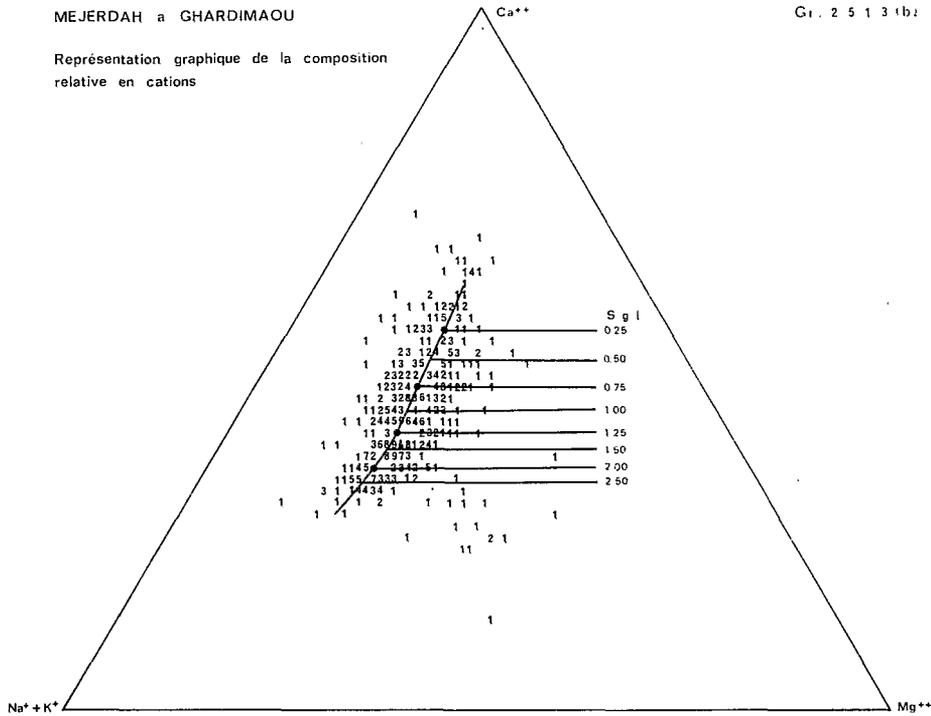
Composition des sels dissous en fonction de la salinité totale S

S g/l	CATIONS						ANIONS						SAR	TH meq/l
	Ca ⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		Cl ⁻		So ⁴⁻⁻		CO ₃ H ⁻			
	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l		
0,25	1,96	0,04	0,68	0,01	0,97	0,02	0,89	0,03	1,28	0,06	1,44	0,09	0,84	2,64
0,5	3,80	0,08	1,41	0,02	2,26	0,05	2,11	0,07	2,80	0,13	2,43	0,15	1,40	5,21
0,75	5,17	0,10	2,19	0,03	3,84	0,09	3,63	0,13	4,53	0,22	3,05	0,19	2,00	7,36
1,0	6,53	0,13	3,09	0,04	5,60	0,13	5,54	0,20	6,48	0,31	3,21	0,20	2,55	9,62
1,25	7,78	0,16	3,98	0,05	7,59	0,18	7,93	0,28	8,52	0,41	2,98	0,18	3,13	11,8
1,50	8,99	0,18	4,79	0,06	9,80	0,23	10,3	0,37	10,5	0,51	2,71	0,17	3,73	13,8
2,00	11,5	0,23	6,20	0,07	14,0	0,32	14,9	0,53	14,0	0,67	2,80	0,17	4,71	17,7
2,50	13,7	0,27	7,28	0,09	18,0	0,41	20,9	0,74	17,1	1,75	2,63	0,16	5,56	21,0

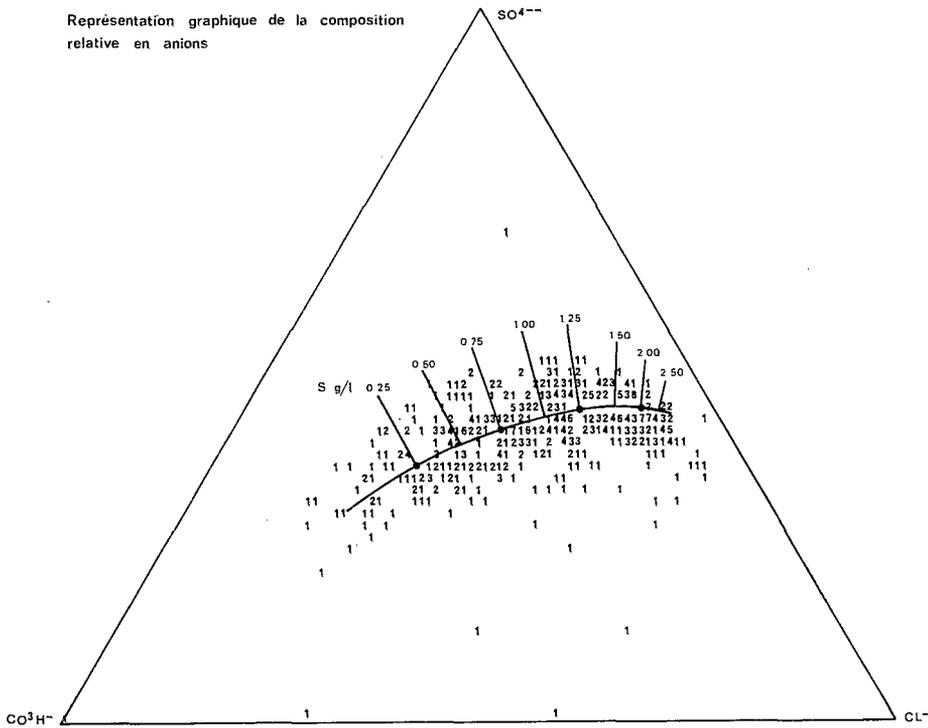
MEJERDAH a GHARDIMAOU

Gr. 2 5 1 3 1 b1

Représentation graphique de la composition relative en cations



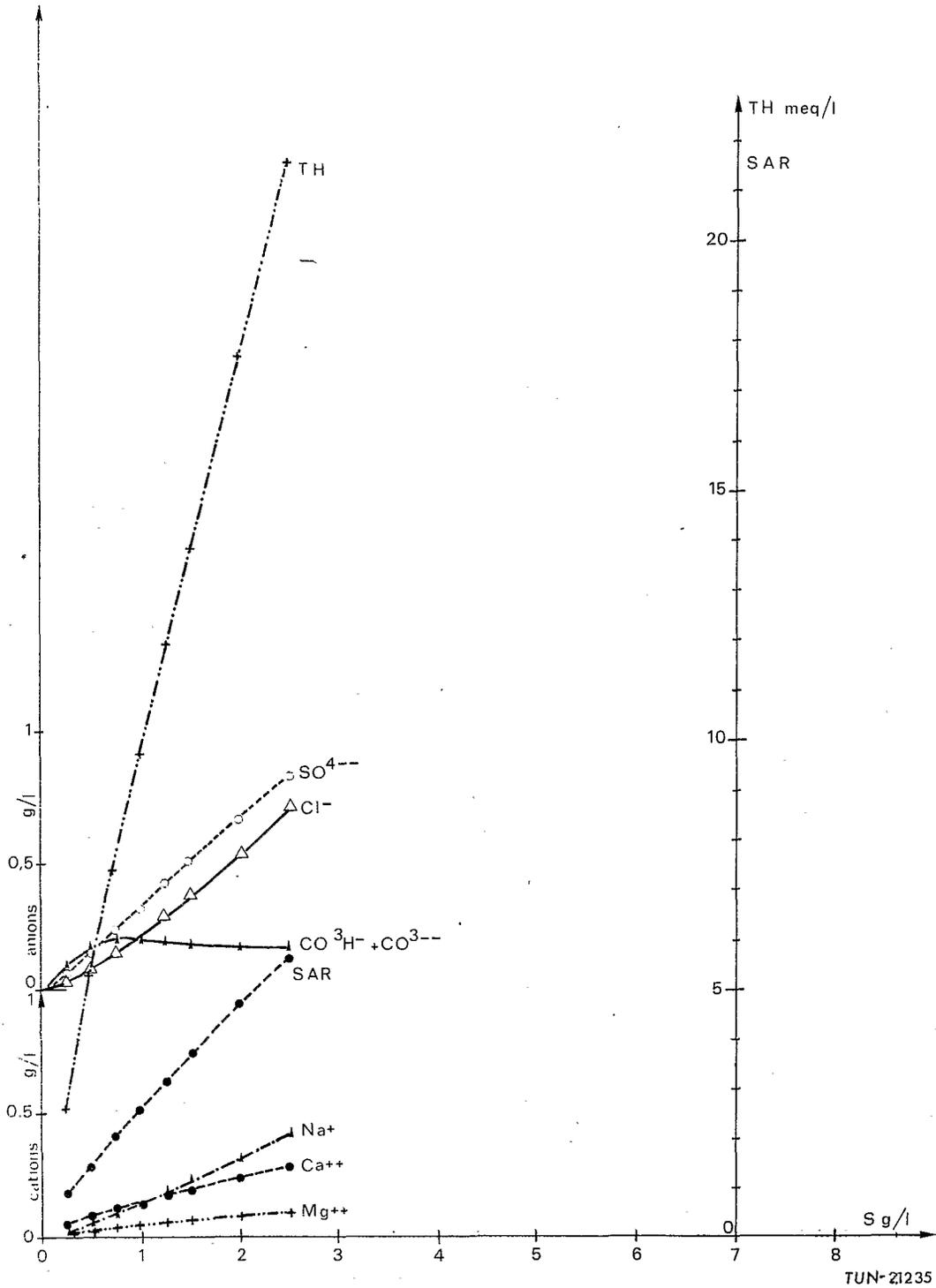
Représentation graphique de la composition relative en anions

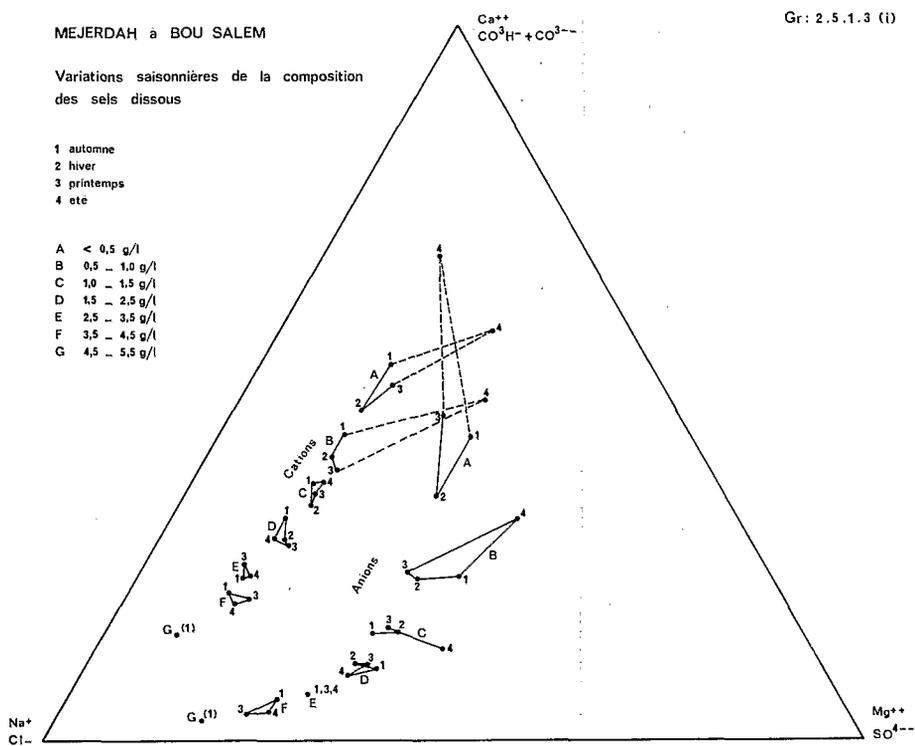
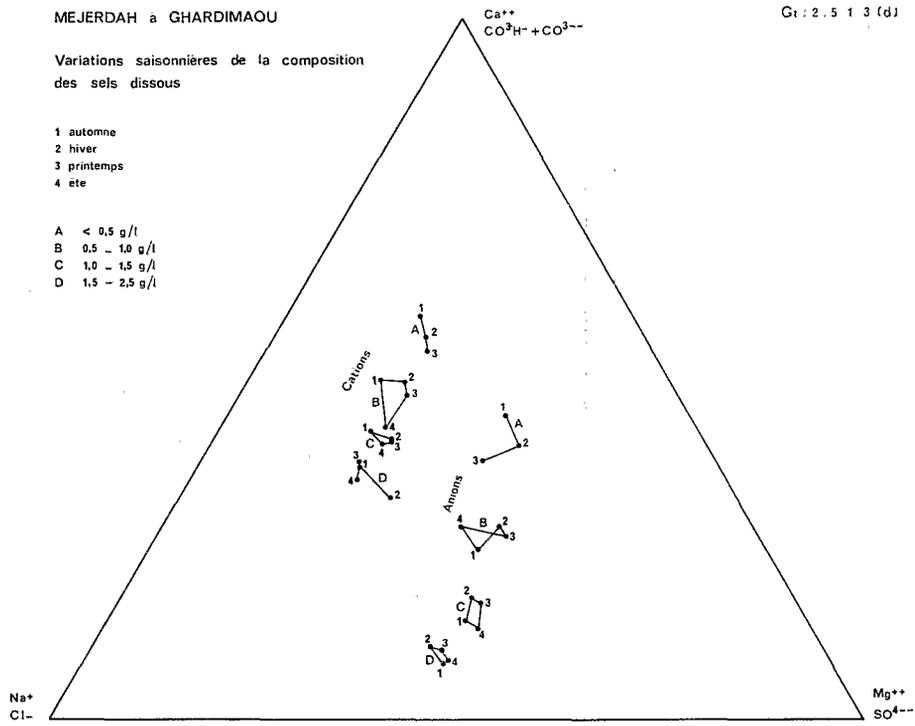


MEJERDAH à GHARDIMAOU

Gr: 2.5.1.3 (c)

Variations des concentrations des divers ions en fonction de la salinité globale





Si dans ce graphique, pour certaines classes de salinité, il manque une saison, c'est qu'il n'y avait pas d'analyses ou trop peu pour cette saison dans cette classe de salinité. L'évolution n'est pas très nette à cette station ni très importante. On peut simplement noter un accroissement de la teneur relative en chlorure et en sodium en été, ce qui correspond surtout à une alimentation du fleuve par l'eau des nappes. Il semble aussi que la teneur relative en magnésium soit plus faible en automne.

MEJERDAH à JENDOUBA :

Le graphique 2.5.1.3. (e) nous indique les variations de composition relative des sels dissous en fonction de la salinité. Ici encore, on constate la forte augmentation du chlore et du sodium avec la salinité et l'on passe d'eaux carbonatées calciques à des eaux chlorurées sodiques. La teneur relative en magnésium varie peu, celle du bicarbonate diminue fortement, celle de l'ion sulfate passant par un maximum pour décroître ensuite. Les mêmes remarques que pour GHARDIMAOU s'appliquent à JENDOUBA en ce qui concerne les analyses représentées par des points trop excentriques par rapport à la courbe moyenne (on peut faire pour les autres stations la même constatation et il est inutile d'en parler davantage).

Le tableau 2.5.1.3. (2) indique la concentration des divers ions pour des salinités données, ce qui est traduit sur le graphique 2.5.1.3. (f). Les constatations sont identiques à celles faites pour la MEJERDAH à GHARDIMAOU : forte augmentation des teneurs en meq/litre en chlore et en sodium lorsque la salinité augmente, la différence observée entre chlore et sulfate étant plus grande qu'à GHARDIMAOU. Le titre hydrotimétrique croît assez fortement et dépasse 17 meq/l lorsque $S = 3$ g/l. Le SAR dépasse 10 pour $S = 2,75$ g/l ce qui est une valeur très élevée (10,7 pour $S = 3$ g/l). De 2 à 3 g/l les eaux sont mauvaises pour l'irrigation, de 1,2 à 2 g/l elles sont acceptables et bonnes au-dessous de 1,2 g/l. Le nombre d'analyses disponibles ne permet pas d'étudier les variations saisonnières de la composition à salinité égale.

MEJERDAH à BOU SALEM :

Le graphique 2.5.1.3. (g) nous indique les variations de la composition relative des sels dissous en fonction de la salinité totale : les variations observées sont tout à fait analogues à celles de JENDOUBA, bien que les eaux du MELLEGUE et du TESSA se soient mélangées à celles issues de la MEJERDAH.

Le tableau 2.5.1.3. (3) indique les concentrations des divers ions pour des salinités données ainsi que le graphique 2.5.1.3. (h). Ici encore l'augmentation des concentrations en meq/l en ions chlore et sodium est bien plus forte que celle des autres ions, la teneur en CO_3H variant elle-même fort peu. Le titre hydrotimétrique atteint près de 14 meq/l pour $S = 2$ g/l, 18 meq/l pour $S = 3$ g/l, 22 meq/l pour $S = 4$ g/l et 25 meq/l pour $S = 5$ g/l, ces eaux ont donc une dureté assez élevée.

Le "Sodium Absorption Ratio" quant à lui est très mauvais dès que S dépasse 3 g/l. Les eaux sont médiocres pour l'irrigation de 2 à 3 g/l, acceptables de 1,3 à 2 g/l, bonnes au-dessous de 1,3 g/l. Les variations saisonnières représentées sur le graphique 2.5.1.3. (i) sont faibles pour les fortes salinités mais sensibles pour les salinités moyennes et faibles. On constate des teneurs relatives en calcium et en sulfate un peu plus élevées en été et en automne qu'en hiver et au printemps. La teneur en Mg^{++} ne varie guère par contre. Dans l'ensemble, cependant, les variations observées ne sont pas très significatives.

MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB :

Le graphique 2.5.1.3. (j) nous indique des variations de composition relative analogues à celles des précédentes stations. La légère déformation de la courbe des cations entre $S = 1,25$ et 4 g/l n'est pas très significative.

Le tableau 2.5.1.3. (4) nous indique une variation analogue également de la concentration absolue des divers ions (prédominance du chlore et du sodium pour les fortes valeurs de S). Le graphique 2.5.1.3. (k) traduit ces variations en g/l. Le titre hydrotimétrique atteint 26 pour $S = 4$ g/l, ce qui est élevé. Les eaux sont très défavorables à l'irrigation au-delà de 3 g/l, médiocres de 2,4 à 3 g/l, acceptables de 1,2 à 2,4 g/l, bonnes au-dessous de 1,2 g/l. Les variations saisonnières (graphique 2.5.1.3. (l)) ne sont pas très significatives.

MELLEGUE au K13 :

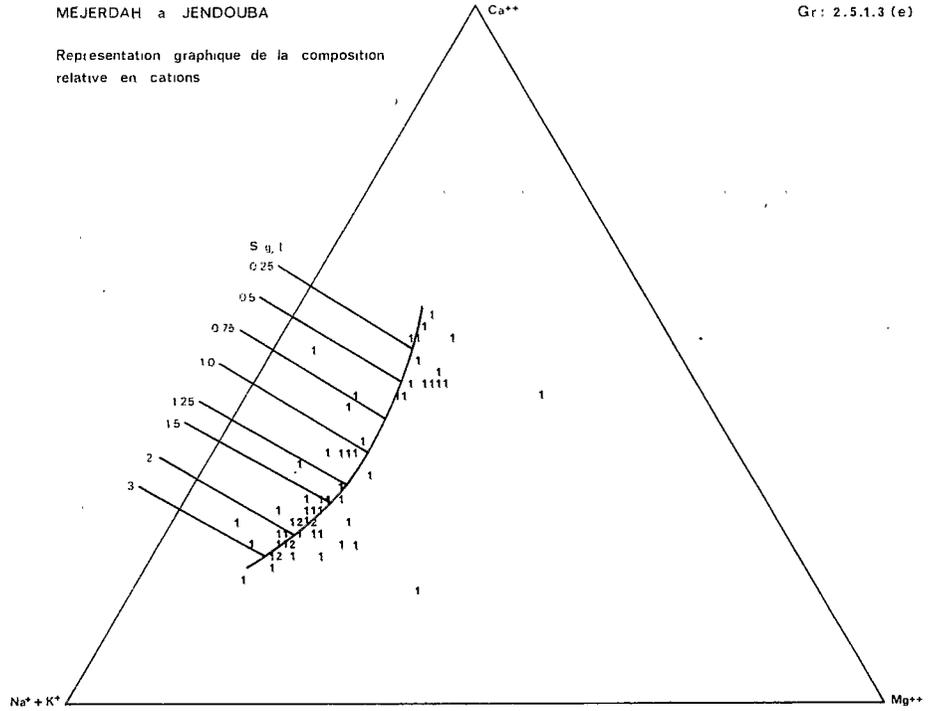
Le graphique 2.5.1.3. (m) nous permet des constatations identiques à celles des stations précédentes quant aux teneurs relatives. On remarquera, outre la prédominance indiscutable du chlore et du sodium aux fortes salinités, la très faible variation de la teneur en magnésium. Notons aussi que c'est près de 1 000 analyses complètes (935 exactement) qui ont permis de construire ce graphique ce qui lui confère une très bonne valeur statistique malgré quelques analyses visiblement aberrantes.

Le tableau 2.5.1.3. (5) nous indique les variations des concentrations en valeurs absolues. Les mêmes constatations que précédemment peuvent être faites. On notera cependant en plus que pour $S = 0,5$ g/l,

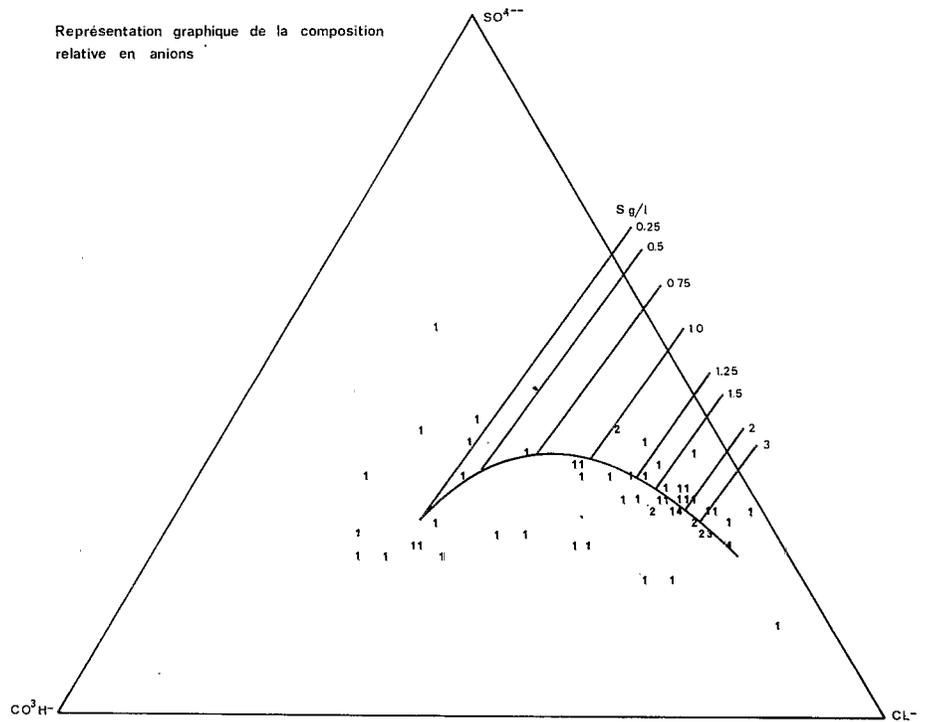
MEJERDAH a JENDOUBA

Gr: 2.5.1.3 (e)

Représentation graphique de la composition relative en cations



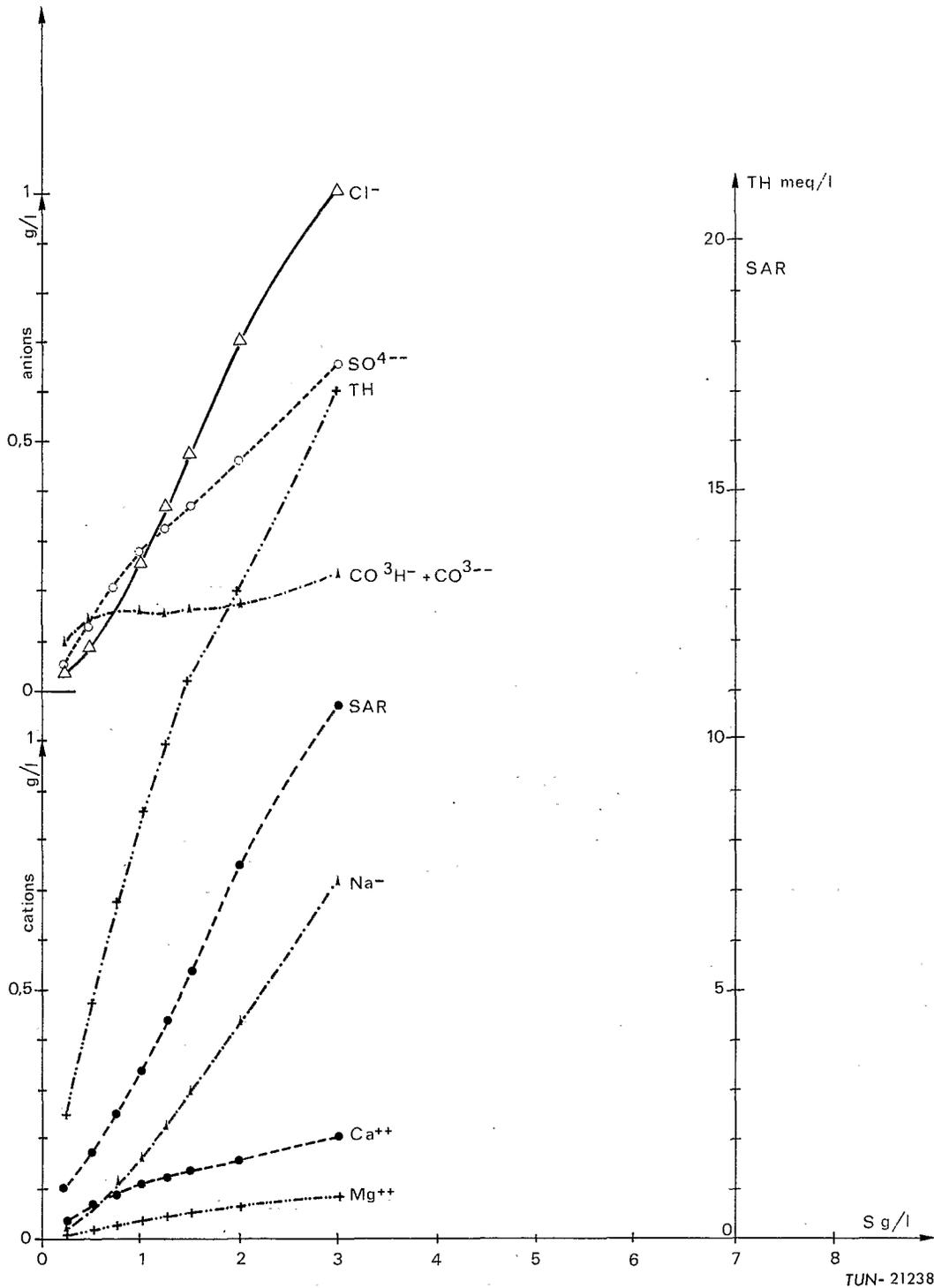
Représentation graphique de la composition relative en anions



MEJERDAH à JENDOUBA

Gr 2 5 1.3 (f)

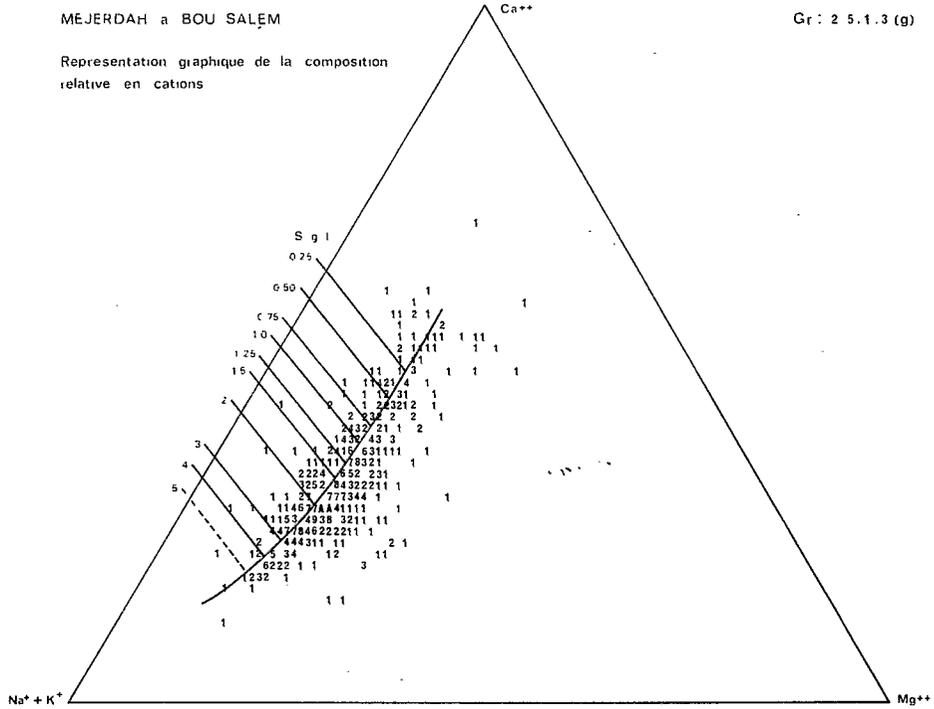
Variations des concentrations moyennes des divers ions en fonction de la salinité globalé



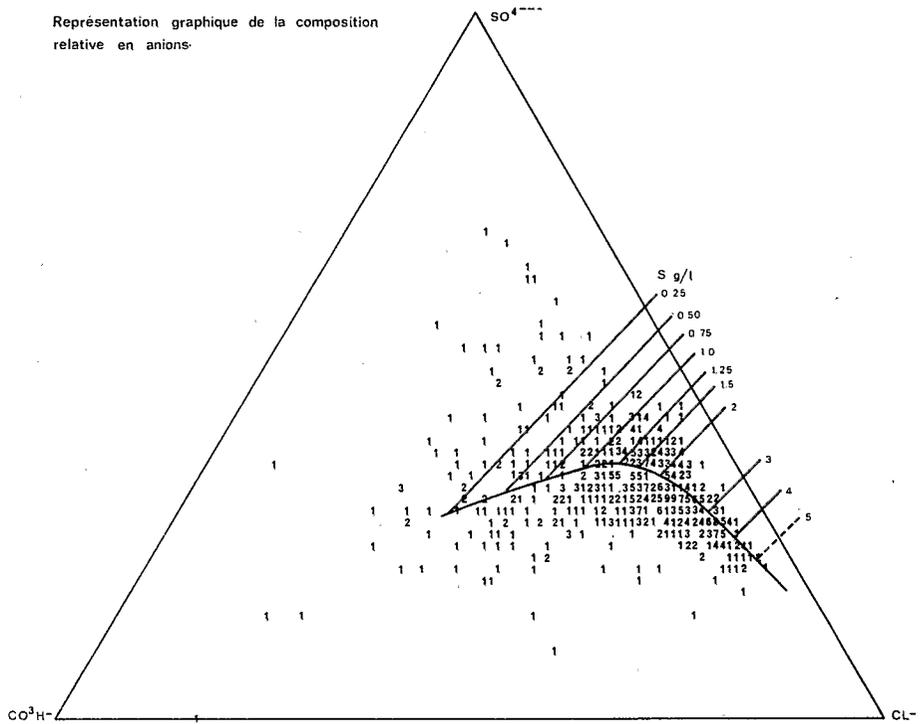
MEJERDAH a BOU SALËM

Gr : 2 5.1.3 (g)

Représentation graphique de la composition relative en cations



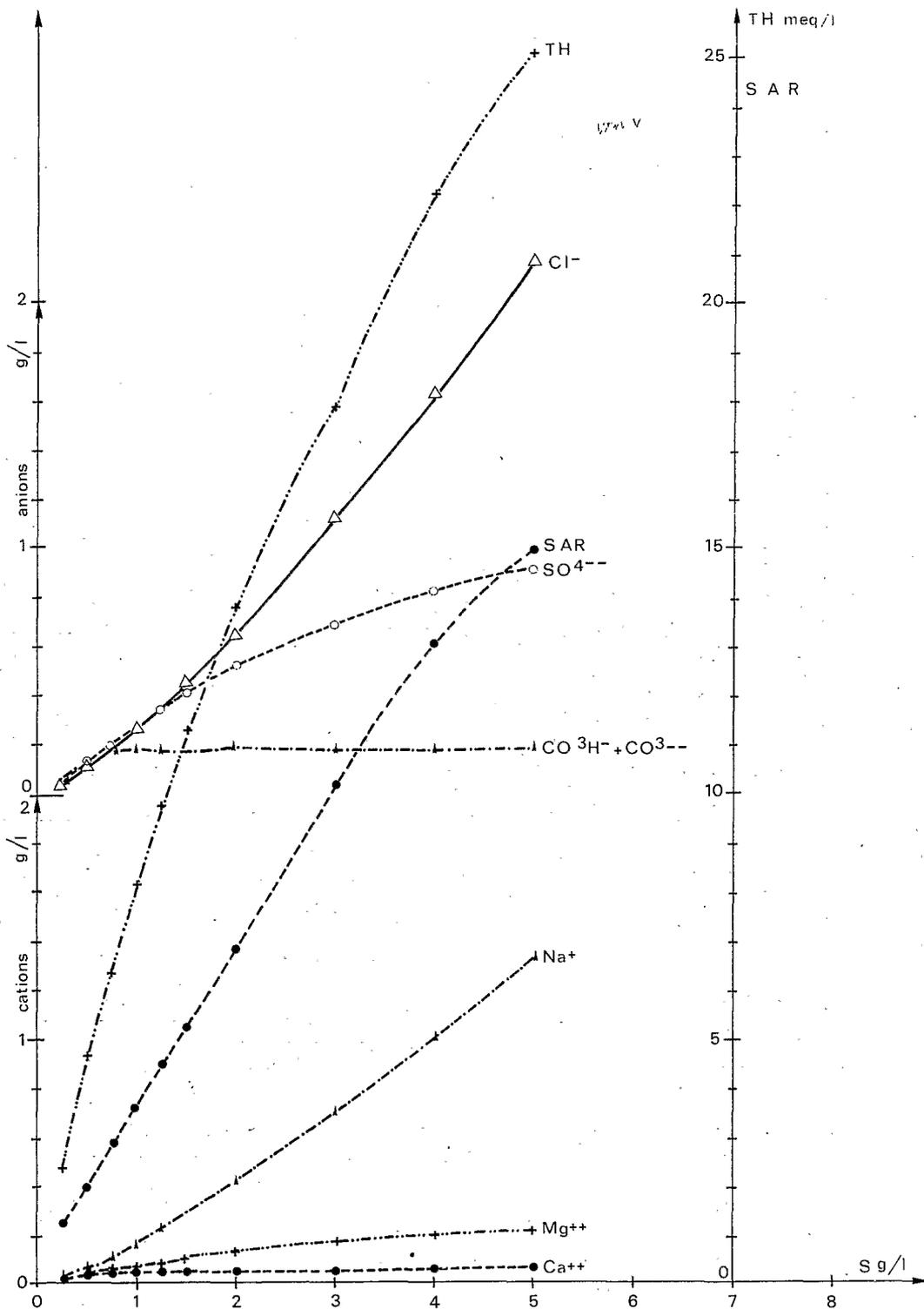
Représentation graphique de la composition relative en anions



MEJERDAH à BOU SALEM

Gr: 2 5.1 3 (h)

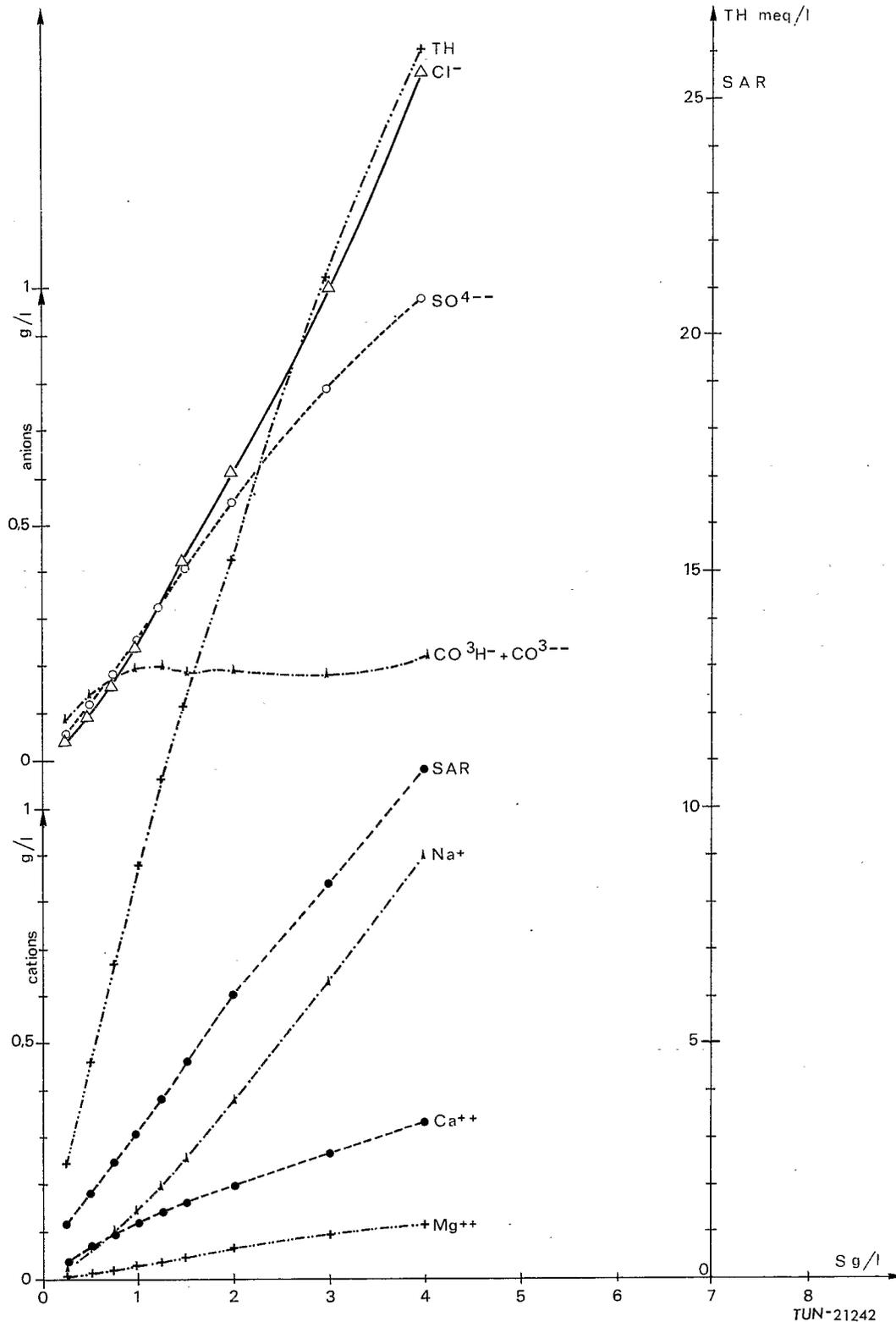
Variations des concentrations moyennes des divers ions en fonction de la salinité globale



MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB

Gr : 2.5 1.3 (k)

Variations des concentrations moyennes des divers ions en fonction de la salinite globale



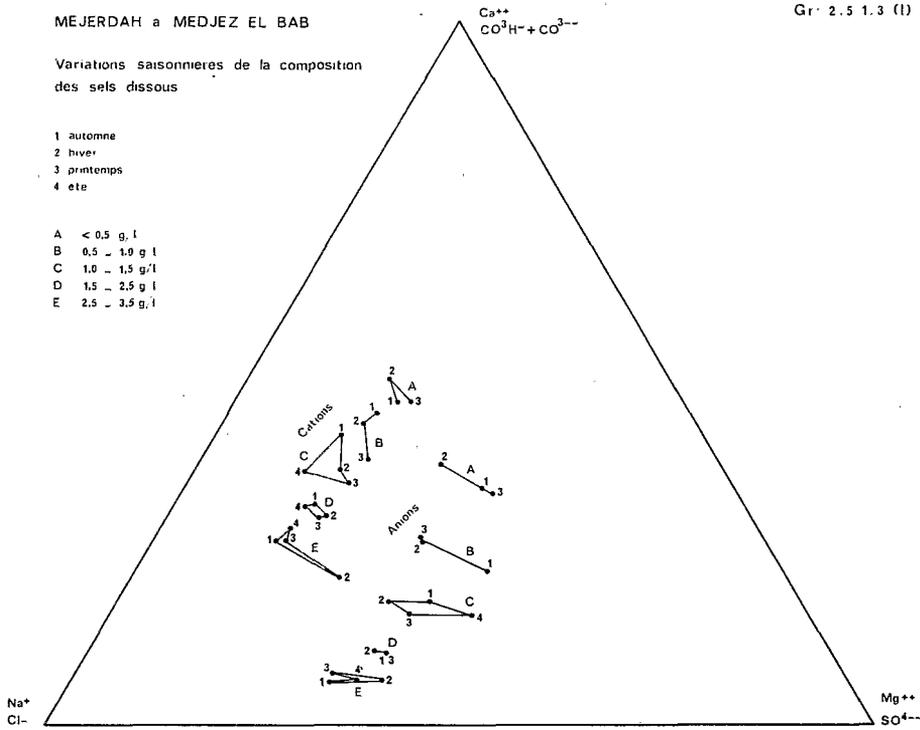
MEJERDAH a MEDJEZ EL BAB

Gr: 2.5.1.3 (l)

Variations saisonnières de la composition des sels dissous

- 1 automne
- 2 hiver
- 3 printemps
- 4 été

- A < 0,5 g/l
- B 0,5 - 1,0 g/l
- C 1,0 - 1,5 g/l
- D 1,5 - 2,5 g/l
- E 2,5 - 3,5 g/l



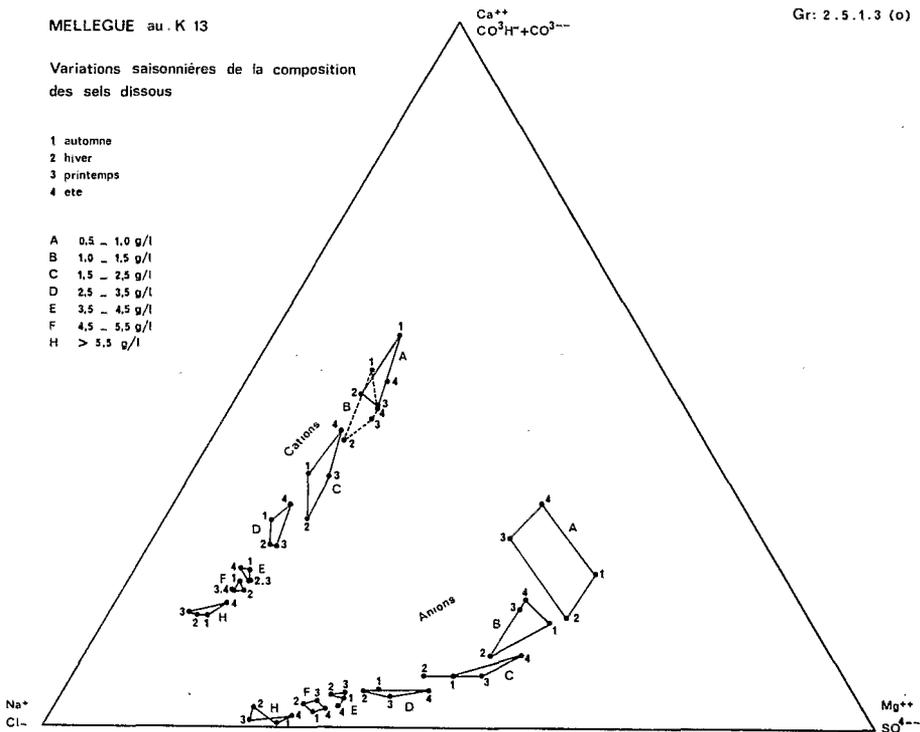
MELLEGUE au K 13

Gr: 2.5.1.3 (o)

Variations saisonnières de la composition des sels dissous

- 1 automne
- 2 hiver
- 3 printemps
- 4 été

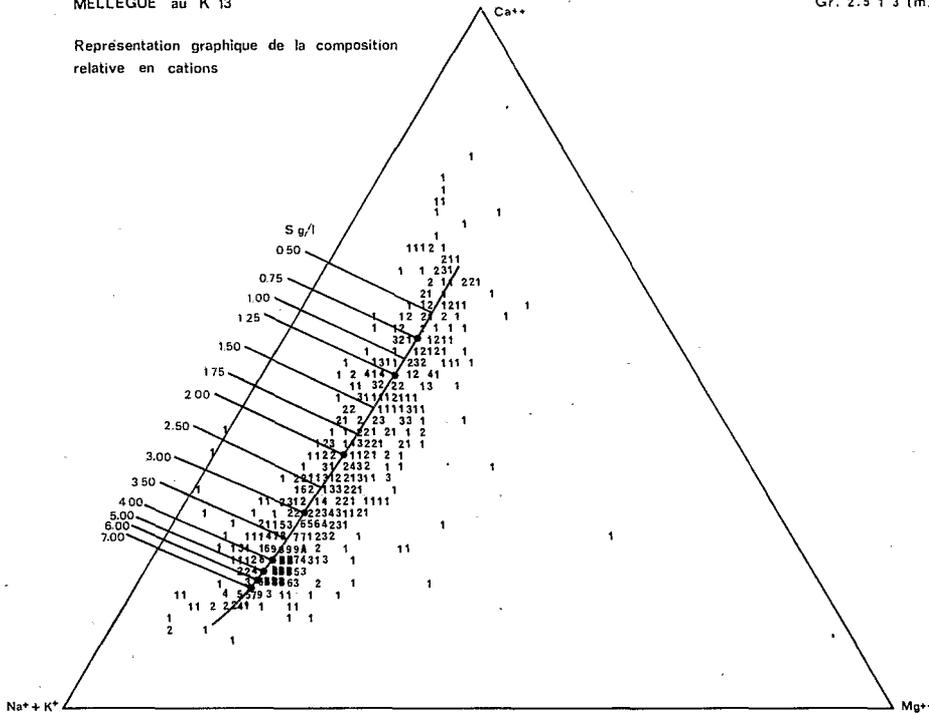
- A 0,5 - 1,0 g/l
- B 1,0 - 1,5 g/l
- C 1,5 - 2,5 g/l
- D 2,5 - 3,5 g/l
- E 3,5 - 4,5 g/l
- F 4,5 - 5,5 g/l
- H > 5,5 g/l



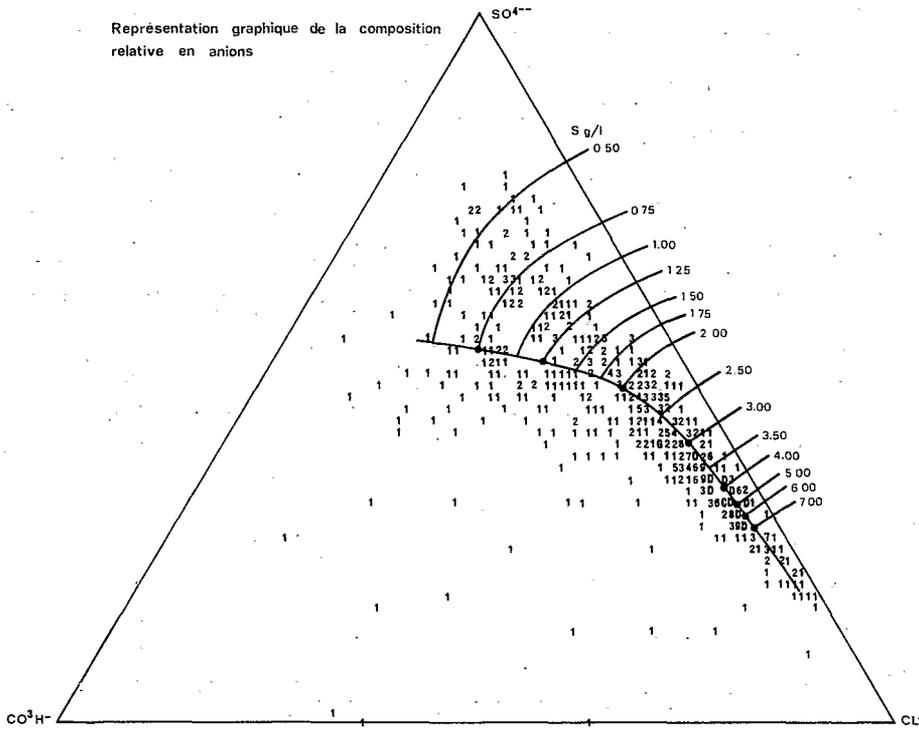
MELLEQUE au K 13

Gr. 2.5 1 3 (m)

Représentation graphique de la composition relative en cations



Représentation graphique de la composition relative en anions



MELLEGUE au K 13

Gr: 2.5.1.3 (n)

Variations des concentrations moyennes en ions en fonction de la salinité totale

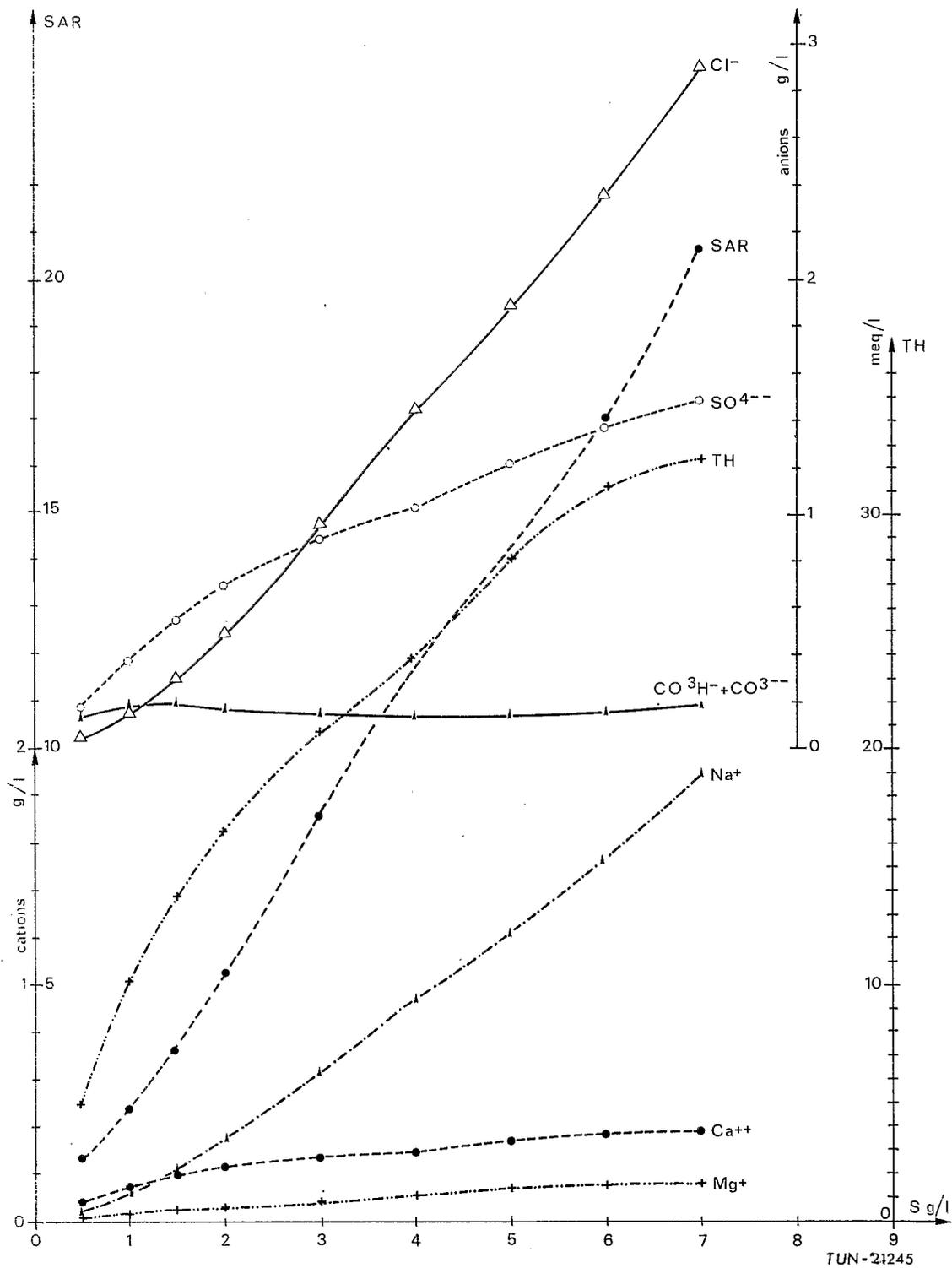


TABLEAU 2.5.1.3. (2)

MEJERDAH A JENDOUBA

Composition des sels dissous en fonction de la salinité totale S.

S g/l	CATIONS						ANIONS						SAR	TH meq/l
	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		Cl ⁻		So ⁴⁻⁻		CO ³⁻ H ⁻			
	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l		
0,25	1,84	0,037	0,609	0,007	1,15	0,027	1,07	0,038	1,00	0,048	1,52	0,093	1,04	2,45
0,5	3,42	0,068	1,33	0,016	2,67	0,061	2,51	0,089	2,59	0,125	2,31	0,141	1,73	4,75
0,75	4,67	0,093	2,10	0,025	4,63	0,106	4,49	0,160	4,30	0,206	2,61	0,159	2,52	6,77
1	5,66	0,113	2,90	0,035	7,01	0,161	7,21	0,256	5,75	0,276	2,60	0,159	3,39	8,56
1,25	6,25	0,125	3,70	0,044	9,88	0,227	10,5	0,372	6,83	0,328	2,52	0,194	4,43	9,95
1,5	7,00	0,140	4,24	0,051	12,7	0,292	13,4	0,478	7,83	0,376	2,67	0,163	5,36	11,24
2	7,88	0,158	5,15	0,062	19,2	0,442	19,7	0,700	9,68	0,464	2,85	0,179	7,52	13,0
3	10,3	0,205	6,80	0,082	31,4	0,723	31,0	1,10	13,6	0,653	3,92	0,239	10,7	17,1

TABLEAU 2.5.1.3. (3)

MEJERDAH A BOU SALEM

Composition des sels dissous en fonction de la salinité totale S

S g/l	CATIONS						ANIONS						SAR	TH meq/l
	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		Cl ⁻		So ⁴⁻⁻		CO ³⁻ H ⁻			
	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l		
0,25	1,73	0,03	0,61	0,007	1,31	0,03	1,20	0,04	1,06	0,05	1,39	0,05	1,21	2,34
0,5	3,26	0,07	1,25	0,015	2,97	0,07	2,87	0,10	2,47	0,12	2,19	0,13	1,98	4,51
0,75	4,48	0,09	1,88	0,02	5,04	0,12	4,82	0,17	3,89	0,19	2,69	0,16	2,83	6,36
1	5,67	0,11	2,51	0,03	7,29	0,17	7,20	0,26	5,49	0,26	2,79	0,17	3,60	8,18
1,25	6,68	0,13	3,11	0,04	9,79	0,23	9,75	0,35	7,06	0,34	2,77	0,17	4,42	9,79
1,5	7,59	0,15	3,72	0,04	12,4	0,29	12,6	0,45	8,42	0,40	2,76	0,17	5,21	11,3
2	8,84	0,18	4,95	0,06	18,1	0,42	17,9	0,64	10,9	0,52	3,09	0,19	6,89	13,8
3	11,1	0,22	6,80	0,08	30,8	0,71	31,4	1,11	14,4	0,69	3,02	0,18	10,3	17,9
4	13,5	0,27	8,66	0,10	43,6	1,00	45,6	1,62	17,2	0,83	2,93	0,18	13,1	22,2
5	15,4	0,3	9,62	0,12	57,7	1,33	60,9	2,16	18,8	0,90	3,05	0,19	14,9	25,0

TABLEAU 2.5.1.3. (4)

MEJERDAH A MEDJEZ EL BAB

Composition des sels dissous en fonction de la salinité totale S

S g/l	CATIONS						ANIONS						SAR	TH meq/l
	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		Cl ⁻		So ⁴⁻⁻		CO ³ H ⁻			
	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l		
0,25	1,80	0,036	0,62	0,0007	1,24	0,028	1,19	0,042	1,13	0,054	1,34	0,082	2,42	1,13
0,5	3,44	0,069	5,23	0,015	2,78	0,064	2,77	0,098	2,48	0,119	2,21	0,135	4,67	1,82
0,75	4,87	0,097	1,88	0,023	4,61	0,106	4,61	0,164	3,93	0,189	2,82	0,172	6,75	2,51
1,00	6,22	0,124	2,54	0,030	6,57	0,151	6,69	0,240	5,42	0,260	3,21	0,196	8,76	3,14
1,25	7,28	0,146	3,28	0,039	8,84	0,203	9,07	0,322	6,98	0,335	3,36	0,205	10,6	3,85
1,50	8,05	0,161	4,09	0,049	11,5	0,265	12,0	0,424	8,59	0,412	3,09	0,189	12,1	4,67
2	9,69	0,194	5,52	0,066	16,7	0,384	17,2	0,612	11,5	0,550	3,19	0,194	15,2	6,06
3	13,4	0,267	7,75	0,093	27,4	0,631	28,9	1,03	16,5	0,793	3,08	0,188	21,2	8,43
4	16,6	0,333	9,51	0,114	38,9	0,895	41,0	1,46	20,3	0,972	3,75	0,229	26,1	10,8

TABLEAU 2.5.1.3. (5)

MELLEQUE AU K 13

Composition des sels dissous en fonction de la salinité totale S

S g/l	CATIONS						ANIONS						SAR	TH meq/l
	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		Cl ⁻		So ⁴⁻⁻		CO ³ H ⁻			
	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l		
0,5	4,00	0,08	0,83	0,01	2,17	0,05	1,4	0,05	3,7	0,18	2,13	0,13	4,83	1,39
1	7,5	0,15	2,5	0,03	5,22	0,12	4,2	0,15	7,7	0,37	2,95	0,18	10,0	2,33
1,5	9,96	0,20	3,7	0,04	9,34	0,22	8,37	0,30	11,4	0,55	3,26	0,20	13,7	3,57
2	11,5	0,23	5,0	0,06	15,2	0,35	13,8	0,49	14,6	0,70	2,79	0,17	16,5	5,29
3	13,7	0,27	6,67	0,08	27,5	0,63	27,0	0,96	18,6	0,90	2,58	0,16	20,7	8,63
4	14,7	0,29	9,00	0,11	41,4	0,96	41,1	1,46	21,5	1,03	2,46	0,15	23,7	12,1
5	16,9	0,34	11,7	0,14	53,6	1,23	53,5	1,90	25,4	1,22	2,82	0,17	28,6	14,2
6	18,5	0,37	12,5	0,15	67,2	1,55	66,7	2,37	28,8	1,38	3,02	0,18	31,0	17,1
7	19,0	0,38	13,3	0,10	83,1	1,91	82,2	2,92	30	1,44	3,10	0,19	32,3	20,7

le sodium n'est pas et de beaucoup entièrement équilibré par le chlore puisque $\text{Na}^+ = 2,17$ meq/l alors que $\text{Cl}^- = 1,4$ meq/l. L'équilibre doit donc être fait soit avec le sulfate, soit avec le bicarbonate (ou les deux conjointement). Ce déséquilibre sodium-chlore ne disparaît pratiquement que pour $S = 3$ g/l. En fait, le même phénomène peut être remarqué aux autres stations mais avec moins d'importance qu'au MELLEGUE*. Le graphique 2.5.1.3. (n) traduit ces variations en g/l et indique également les variations du TH et du SAR. Le SAR devient très fort au-delà de 3,3 g/l les eaux étant alors très mauvaises pour l'irrigation de 2,5 à 3,3 g/l elles sont médiocres, de 1,5 à 2,5 g/l elles sont acceptables, au-dessous de 1,5 g/l elles sont bonnes. La dureté de l'eau est aussi assez élevée dès que $S = 2$ g/l.

Les variations saisonnières représentées sur le graphique 2.5.1.3.(O) sont plus nettes que pour les autres stations, au moins pour les valeurs pas trop fortes de la concentration. Pour les deux classes de concentration les moins fortes (0,5 à 1 g/l et 1 à 1,5 g/l) la teneur relative en calcium et en sulfate est nettement plus forte en automne qu'aux autres saisons, ceci étant probablement dû au lessivage des couches gypseuses de surface par les crues (cf. tome I § 1.2.5.4.6.). En été, on observe que la teneur relative en bicarbonate est supérieure à celle observée aux autres saisons. C'est en hiver et au printemps que la teneur relative en magnésium est la plus forte, la teneur relative en chlorure également. Nous n'avons pas d'explications à fournir pour la plupart de ces variations. Notons que pour les fortes concentrations, les variations ne sont guère significatives.

RHEZALA à FERNANA :

Le graphique 2.5.1.3. (p) montre qu'étant donné les variations relativement faibles de la salinité globale, les eaux du RHEZALA ne subissent pas de grands changements de qualité, encore que la teneur de chlorure et de sodium croisse avec la salinité, et aussi celle de sulfate et de calcium. C'est même ce dernier couple qui présente les concentrations les plus élevées (et de beaucoup) à toutes les salinités. Le même phénomène est d'ailleurs observable aux autres stations pour des salinités comparables. Mêmes constatations sur le tableau 2.5.1.3. (6) et le graphique 2.5.1.3. (q) qui donnent les concentrations en valeur absolue. On notera aussi les faibles valeurs du TH, surtout du SAR.

Les variations saisonnières, objet du graphique 2.5.1.3. (r) ne sont pas caractérisées nettement.

BOU HEURTMÀ à KEFRIRA :

Les résultats disponibles ne sont pas très abondants (80 analyses seulement). On trouvera cependant sur le graphique 2.5.1.3. (s) les variations des teneurs relatives en fonction de la salinité globale pour deux classes de valeurs ($S < 0,5$ g/l et $0,5 < S \leq 1,0$ g/l).

Les variations sont analogues à celles du RHEZALA à FERNANA. Le tableau 2.5.1.3. (7) indique la variation des concentrations en valeur absolue des différents ions, le TH et le SAR. N'ayant que deux valeurs de S disponibles, nous n'avons pas tracé de graphique pour traduire ces résultats qui seront cependant utilisés plus loin dans les comparaisons entre stations.

Stations secondaires :

Pour certaines stations secondaires où l'on dispose d'analyses, nous avons résumé dans les tableaux ci-après 2.5.1.3. (8 à 12) l'évolution des concentrations des ions, le TH et le SAR en fonction de la salinité. Ces résultats seront utilisés plus loin dans les comparaisons entre stations.

Comparaison des différentes stations entre elles :

Il paraît intéressant de comparer les stations entre elles par élément. C'est ce qui est fait ci-après.

- Concentration en chlore Cl^- :

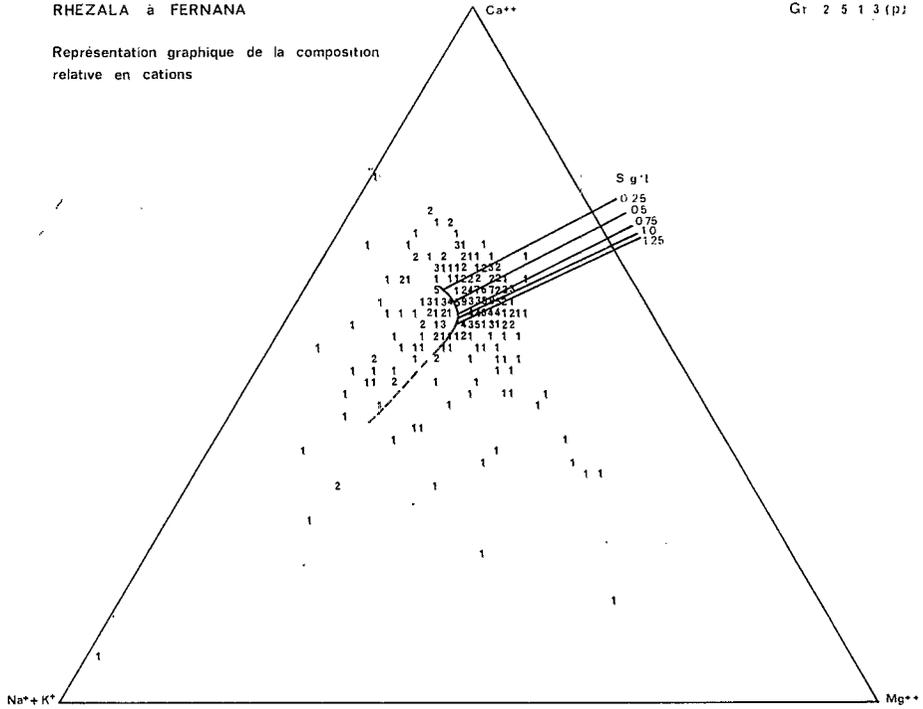
Sur le graphique 2.5.1.3. (t) sont reportées les courbes de variations de la concentration en chlore aux différentes stations. On constate que les courbes des différentes stations sont très proches les unes des autres, ce qui prouve que malgré les différences de composition des roches et des sols des différents bassins, c'est seulement les limites des concentrations observées qui varient beaucoup d'un bassin à l'autre. Les faibles écarts des différentes courbes ne sont peut-être dus qu'à l'incertitude des déterminations des valeurs moyennes à cause du trop petit nombre d'analyses pour certaines stations.

(*) Peut-être cela est-il dû à l'imprécision de la courbe des anions pour les faibles salinités ? Cependant, même dans ce cas, un certain nombre d'analyses individualisées présentait le même phénomène à des degrés divers.

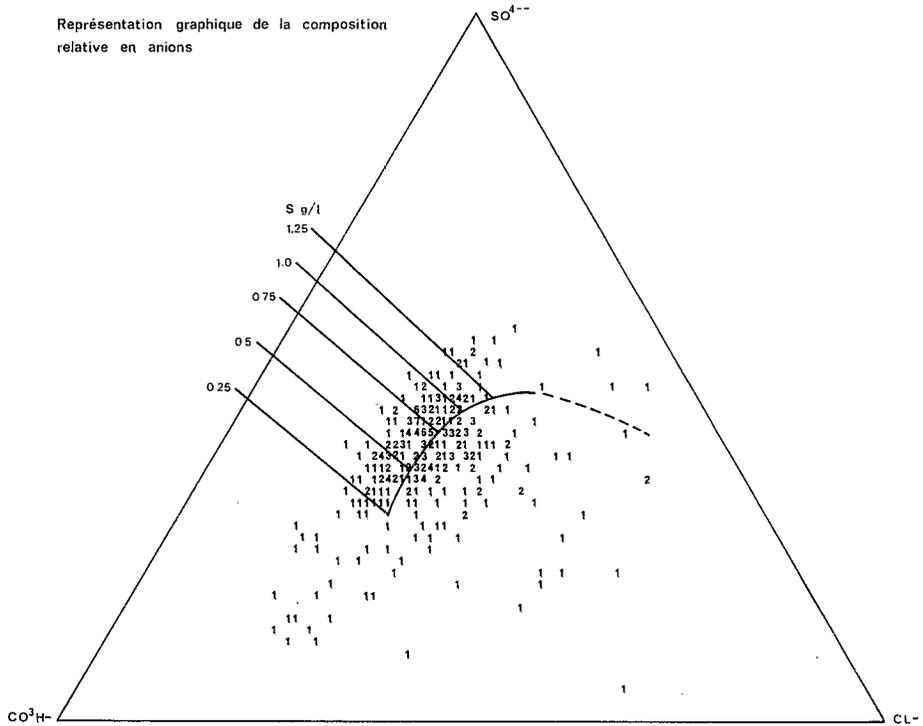
RHEZALA à FERNANA

Gr 2 5 1 3 (p)

Représentation graphique de la composition relative en cations



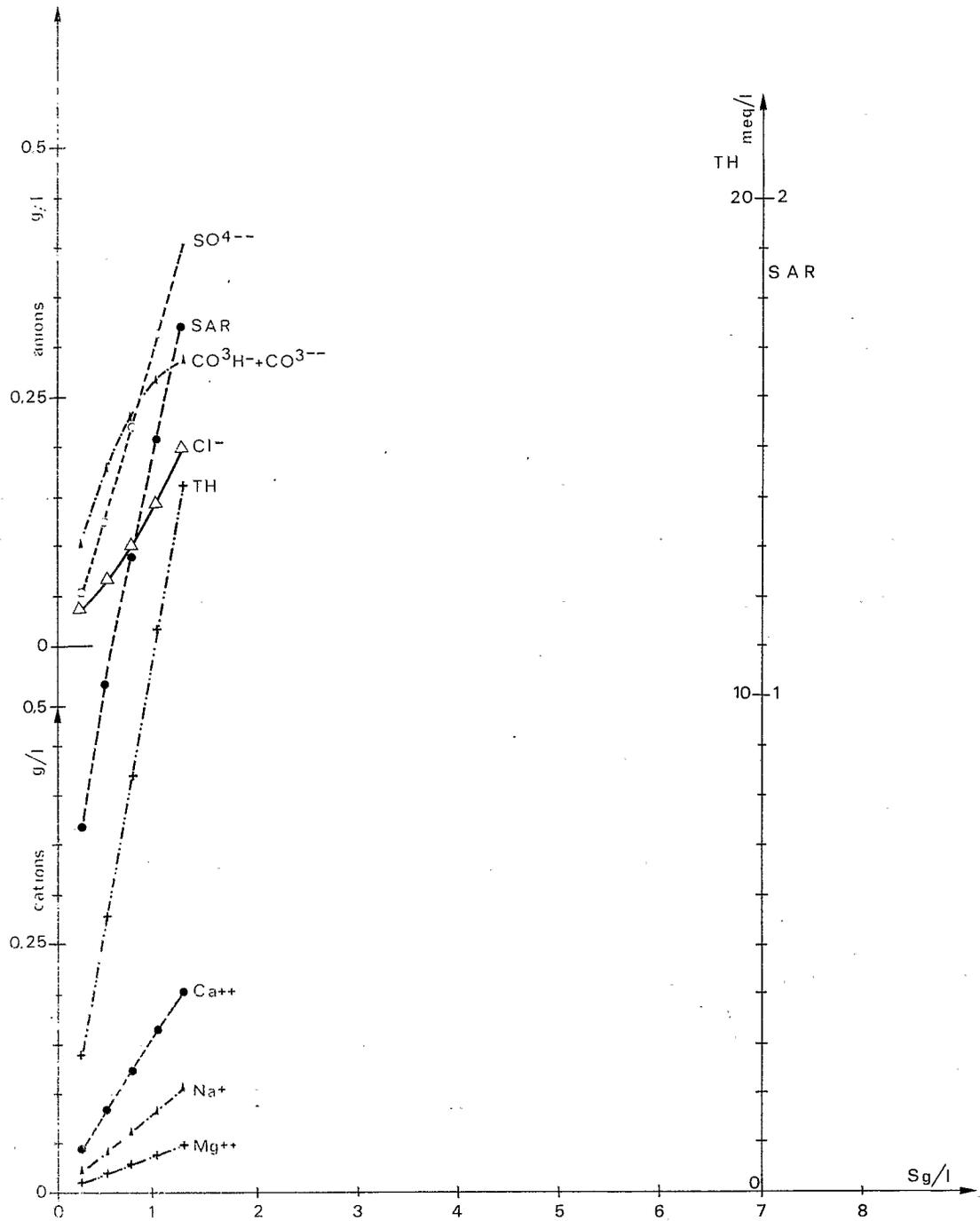
Représentation graphique de la composition relative en anions

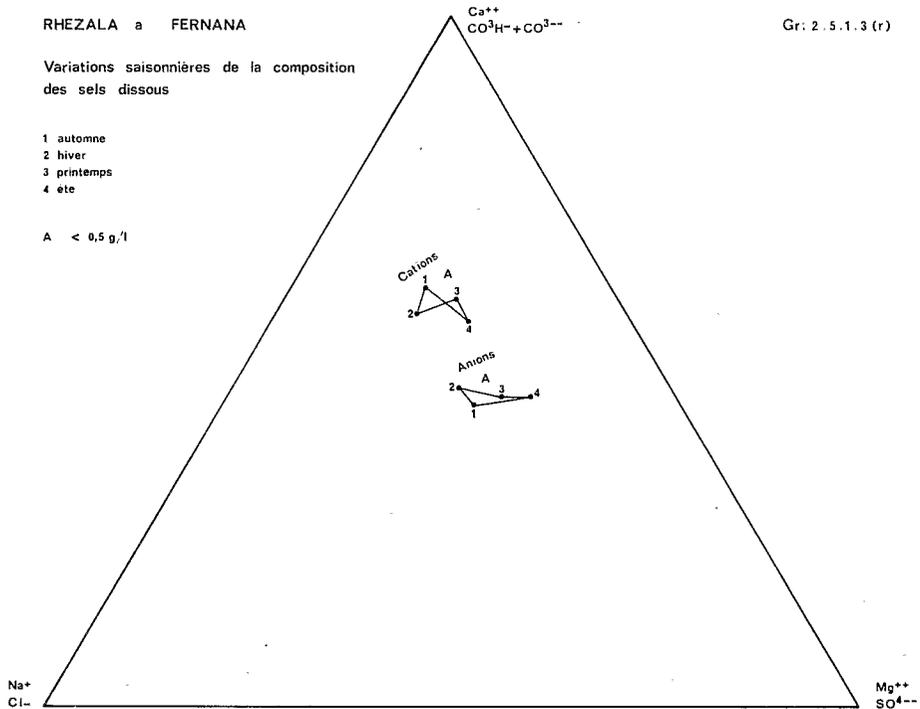


RHEZALA à FERNANA

Gr: 2.5.1.3 (9)

Variations des concentrations moyennes en ions majeurs en fonction de la salinité totale

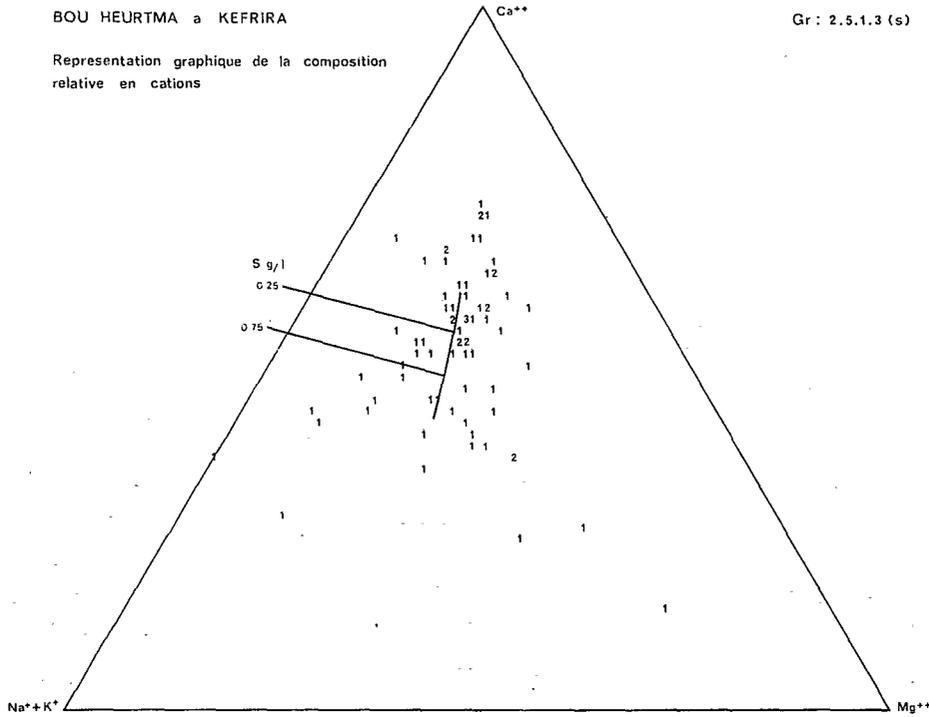




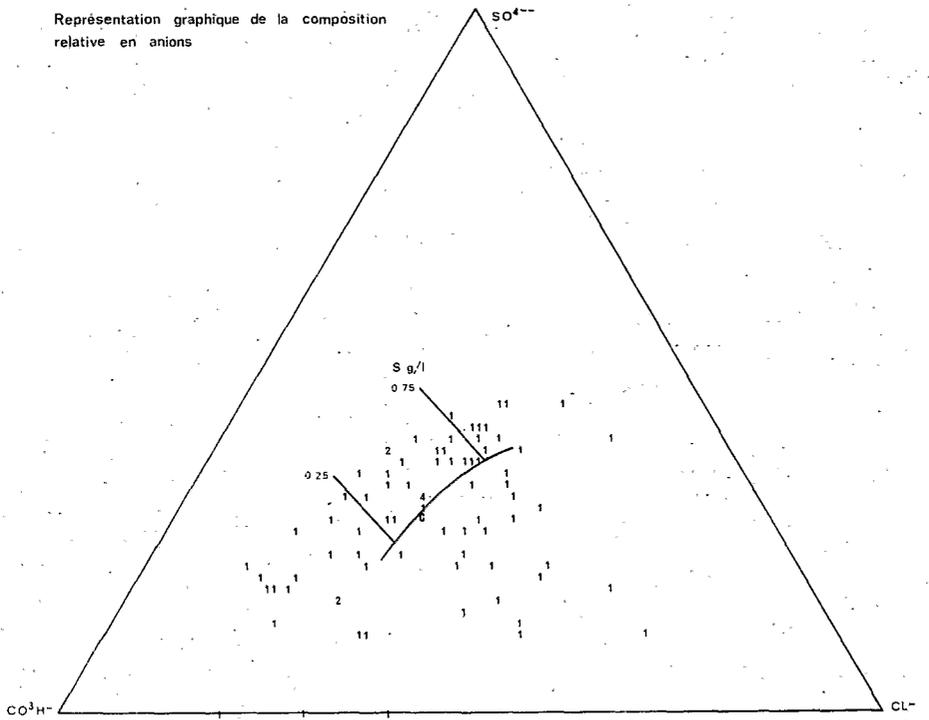
BOU HEURTMA a KEFRIRA

Gr : 2.5.1.3 (s)

Représentation graphique de la composition relative en cations



Représentation graphique de la composition relative en anions



Comparaison de l'évolution des concentrations en ions Cl^- aux stations principales en fonction de la salinité totale Gr:2.5 1.3 (t)

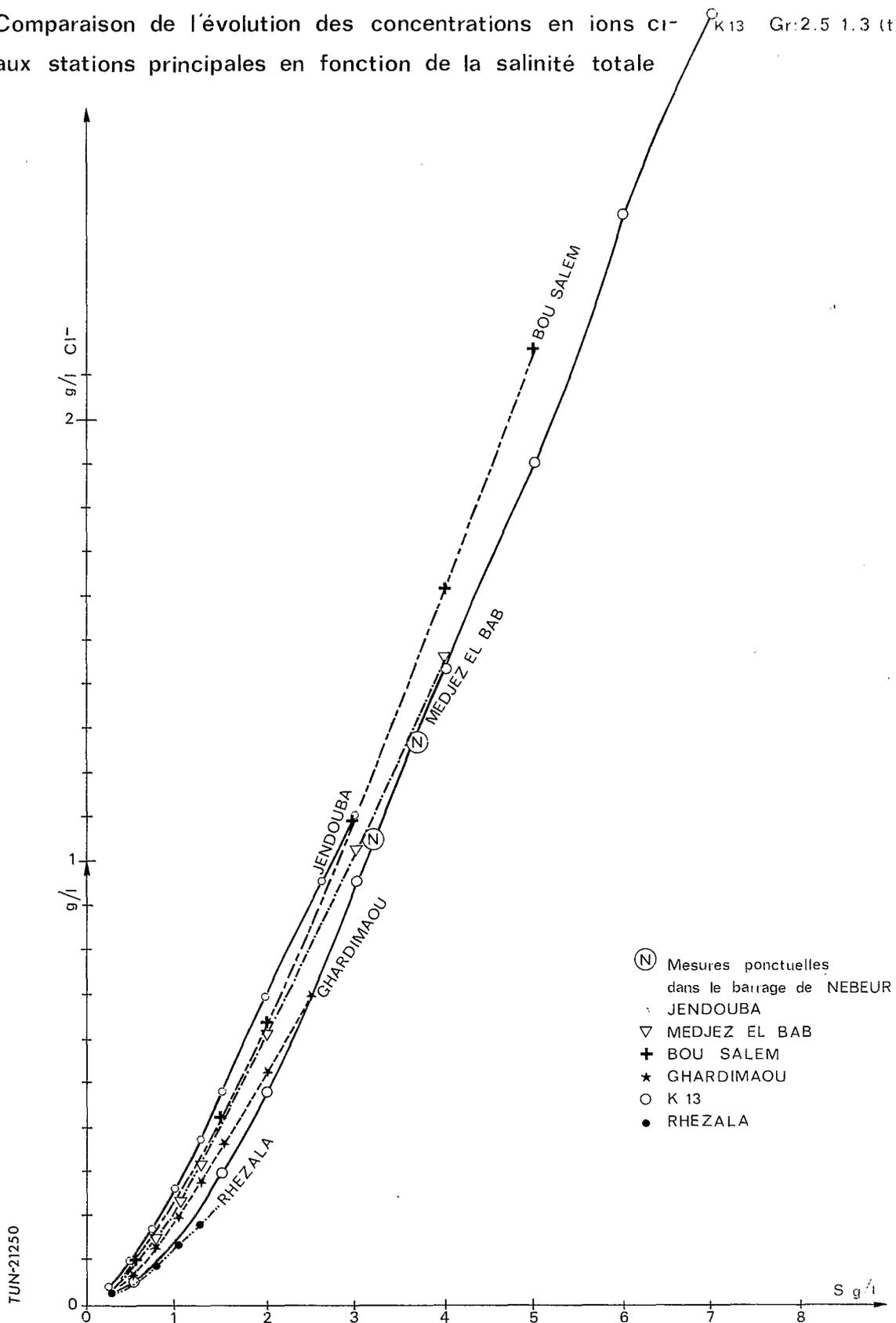


TABLEAU 2.5.1.3. (6)

RHEZALA A FERNANA

Composition des sels dissous en fonction de la salinité totale S

S g/l	CATIONS						ANIONS						SAR	TH meq/l
	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		Cl ⁻		So ⁴⁻⁻		CO ³ H ⁻			
	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l		
0,25	2,10	0,042	0,613	0,007	0,854	0,020	0,902	0,032	1,04	0,05	1,62	0,099	2,71	0,73
0,5	4,14	0,083	1,39	0,017	1,69	0,039	1,78	0,063	2,57	0,123	2,87	0,175	5,53	1,02
0,75	6,11	0,122	2,27	0,027	2,61	0,060	2,80	0,099	4,50	0,216	3,69	0,225	8,38	1,28
1,0	8,13	0,163	3,12	0,037	3,58	0,082	4,01	0,142	6,50	0,312	4,32	0,264	11,3	1,51
1,25	10,2	0,203	3,99	0,048	4,64	0,107	5,55	0,197	8,63	0,414	4,61	0,281	14,2	1,74

TABLEAU 2.5.1.3. (7)

BOU HEURTMA A KEFRIRA

Composition des sels dissous en fonction de la salinité totale S

S g/l	CATIONS						ANIONS						SAR	TH meq/l
	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		Cl ⁻		SO ⁴⁻⁻		CO ³ H ⁻			
	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l		
0,25	1,92	0,039	0,713	0,009	0,948	0,022	1,02	0,036	0,879	0,042	1,68	0,103	2,63	0,83
0,75	5,30	0,106	2,45	0,029	3,46	0,080	3,77	0,134	4,07	0,195	3,38	0,206	7,75	1,76

COMPOSITION DES SELS DISSOUS A DES STATIONS SECONDAIRES

TABLEAU 2.5.1.3. (8)

TESSA AUX ZOUARINES.

S g/l	CATIONS						ANIONS						SAR	TH meq/l
	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		Cl ⁻		So ⁴⁻⁻		CO ³⁻ H ⁻			
	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l	meq/l	g/l		
0,25	1,92	0,038	0,56	0,007	0,974	0,022	0,688	0,024	0,848	0,041	1,92	0,117	2,48	0,87
0,75	3,93	0,079	2,89	0,035	4,02	0,092	2,32	0,082	4,44	0,213	4,08	0,249	6,82	2,18
1,25	5,05	0,101	4,97	0,060	9,06	0,208	7,07	0,251	7,92	0,380	4,09	0,249	10,02	4,29

TABLEAU 2.5.1.3. (9)

BEJA A BEJA

0,25	2,01	0,040	0,49	0,006	1,03	0,024	1,08	0,038	0,579	0,028	1,87	0,114	2,50	0,92
0,75	5,36	0,107	1,59	0,019	4,02	0,093	4,21	0,150	2,35	0,113	4,41	0,269	6,95	2,16

TABLEAU 2.5.1.3. (10)

ZARGA (ville)

0,75	5,37	0,107	1,44	0,017	1,68	0,108	5,66	0,201	3,04	0,146	2,80	0,171	6,81	2,54
1,25	8,48	0,170	3,67	0,044	7,64	0,176	10,6	0,377	5,85	0,281	3,32	0,203	12,2	3,10
2	12,7	0,253	6,17	0,074	13,8	0,317	20,0	0,709	9,70	0,466	2,46	0,181	18,9	4,49

TABLEAU 2.5.1.3. (11)

OUSSAFA (entrée plaine de la Siliana) (M 12)

0,75	4,92	0,098	2,70	0,032	3,56	0,082	2,42	0,086	6,41	0,308	2,35	0,144	7,62	1,82
1,25	9,31	0,186	4,05	0,049	5,55	0,128	4,40	0,158	11,8	0,564	2,70	0,165	13,4	2,15

TABLEAU 2.5.1.3. (12)

R'MELL (route le Kef-Sakiet)

1,25	5,95	0,119	4,27	0,051	9,17	0,211	7,56	0,268	9,28	0,445	2,54	0,155	10,2	4,06
2,00	7,08	0,142	6,66	0,080	17,3	0,399	13,2	0,469	13,9	0,665	4,02	0,245	13,7	6,60

- Concentration en sodium Na^+ :

Le graphique 2.5.1.3. (u) permet les mêmes constatations que pour le chlore, ce qui est assez normal, ces deux éléments étant très liés.

- Concentration en sulfate SO_4^{4-} :

Le graphique 2.5.1.3. (v) montre que pour l'ion sulfate, les écarts entre courbes deviennent nettement plus importants. Ceci ne s'explique sans doute pas uniquement par des écarts accidentels mais peut être par le fait que les sulfates participent généralement beaucoup au cycle biologique ce qui peut entraîner des différenciations suivant les stations.

- Concentration en calcium Ca^{++} (graphique 2.5.1.3. (w)) :

Mêmes observations qu'en ce qui concerne les sulfates.

- Concentration en magnésium Mg^{++} (graphique 2.5.1.3. (x)) :

Les écarts entre stations sont faibles.

- Concentration en bicarbonate CO_3H^- (graphique 2.5.1.3. (y)) :

Les stations sont assez comparables entre elles. Le RHEZALA à FERNANA semble se singulariser avec une teneur en bicarbonate plus élevée.

- Titre hydrotimétrique TH (graphique 2.5.1.3. (z)) :

Le titre hydrotimétrique évolue de façon tout à fait comparable aux différentes stations, le RHEZALA se singularisant par des valeurs sensiblement plus élevées. Les valeurs atteintes sont très fortes comparées aux normes généralement admises pour les eaux potables.

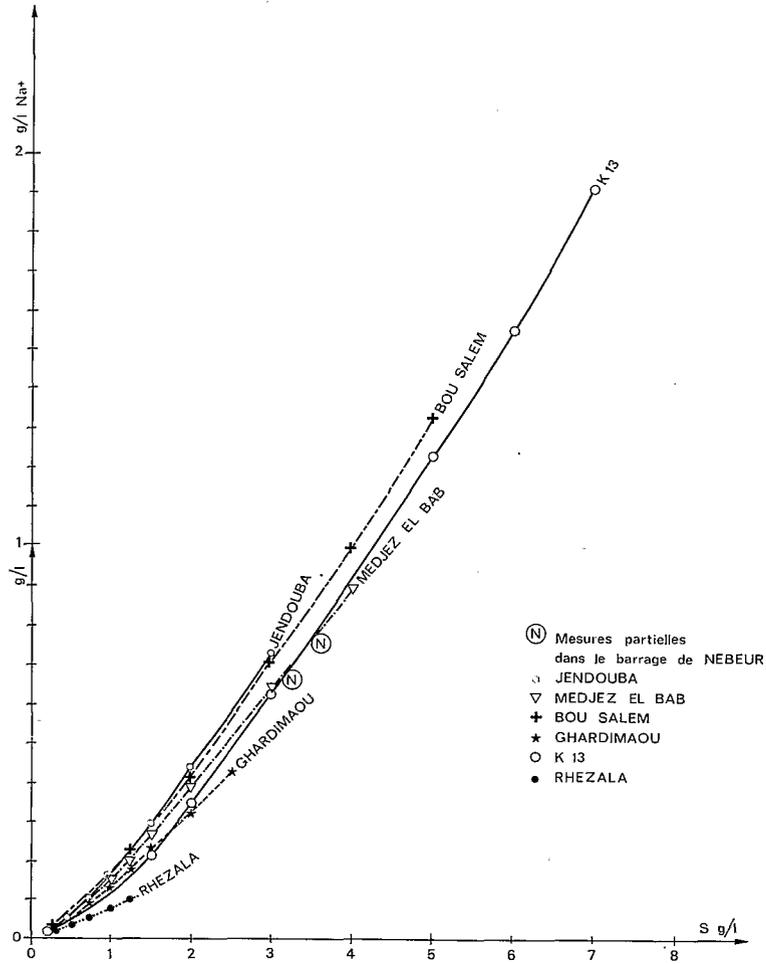
- Sodium Absorption Ratio SAR (graphique 2.5.1.3. (aa)) :

L'évolution est aussi très comparable d'une station à l'autre, le RHEZALA présentant cependant des valeurs plus faibles. On constate que c'est pour des salinités globales dépassant 2,8 g/l à 3,5 g/l que les eaux deviennent très mauvaises pour l'irrigation, qu'au-dessus de 2 g/l à 2,5 g/l jusqu'à 2,8 g/l à 3,5 g/l les eaux sont médiocres, que de 1,2 à 1,4 g/l jusqu'à 2 g/l à 2,9 g/l elles sont acceptables et qu'au-dessous de 1,2 g/l à 1,4 g/l elles sont bonnes.

Il convient donc d'observer une grande prudence dans l'utilisation des eaux et de prendre conseil auprès des pédologues et des agronomes quant aux tolérances respectives des sols et des cultures. En effet même des eaux très salées et ayant un SAR très défavorable peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière pour certaines cultures (palmiers dattiers par exemple). La classification américaine généralement adoptée est sans doute souvent trop restrictive et c'est aux spécialistes de l'agropédologie de préciser les limites réelles d'utilisation en fonction des qualités propres des terres à irriguer, des cultures envisagées et des techniques utilisables. Nous avons d'ailleurs vu dans le bassin du KHALED des cultures maraichères sur des terrains sans doute assez perméables, arrosées par les eaux d'étiage du KHALED à 2,3 g/l environ. Ces cultures se portaient apparemment bien. A titre d'information on trouvera ci-après un tableau des tolérances proposées par J.H. DURAND (Les sols irrigables, ALGER, 1958) et une classification empirique des plantes d'après leur résistance au sel (du même auteur).

Gr: 2.5.1.3 (u)

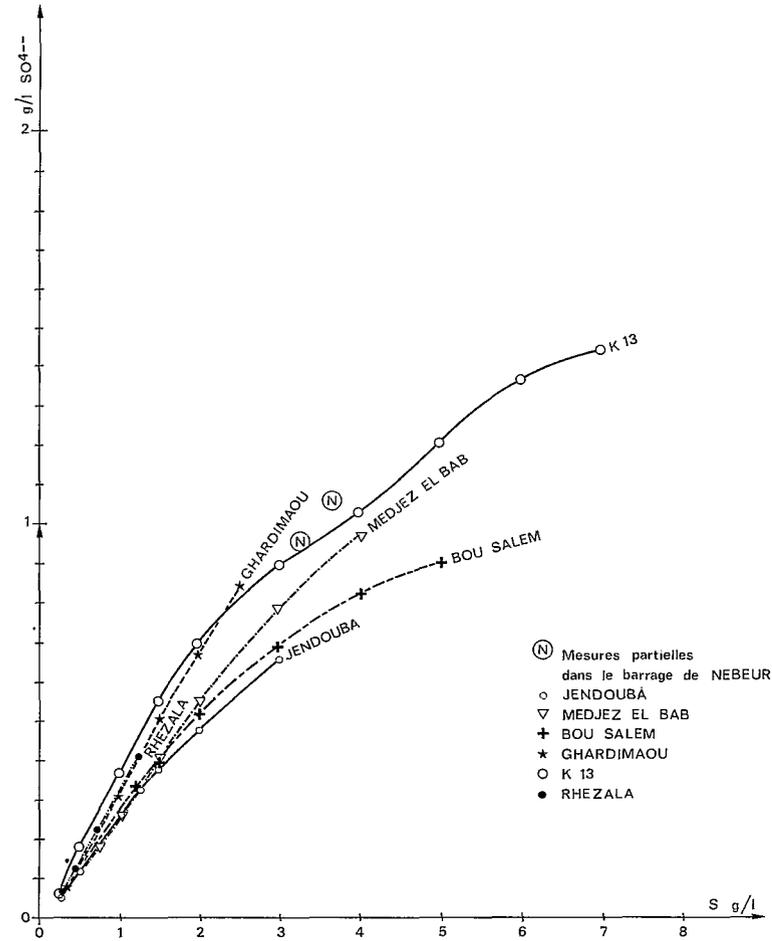
Comparaison de l'évolution des concentrations en ions Na^+
aux stations principales en fonction de la salinité globale



TUN-21251

Gr: 2.5.1.3 (v)

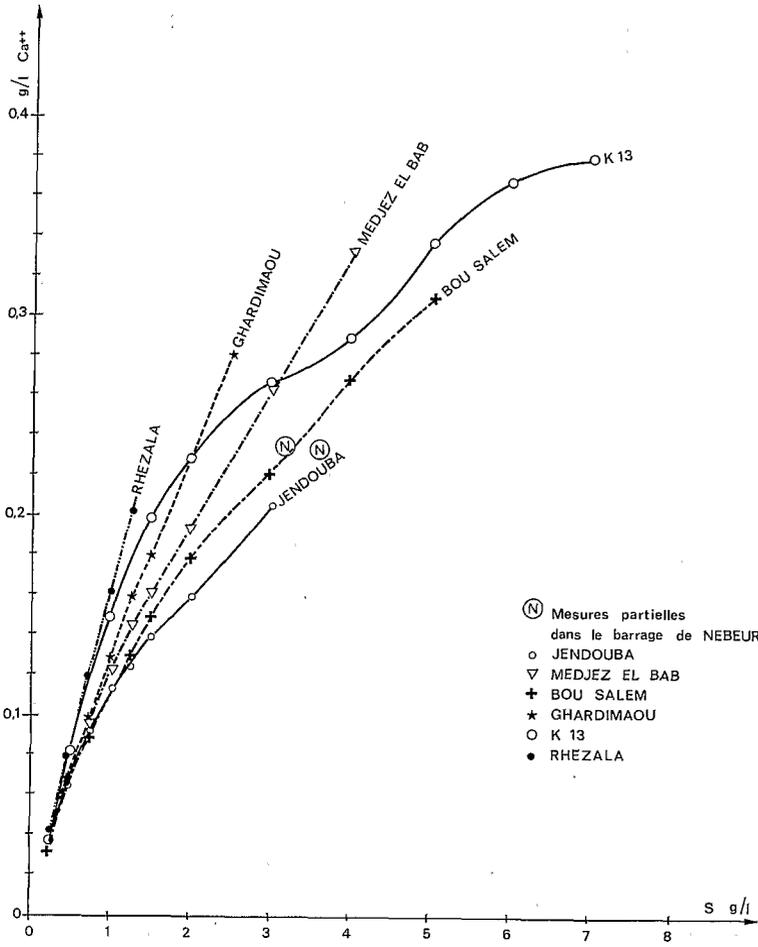
Comparaison de l'évolution des concentrations en ions SO_4^{--}
aux stations principales en fonction de la salinité totale



TUN-21252

Gr: 2.5.1.3 (w)

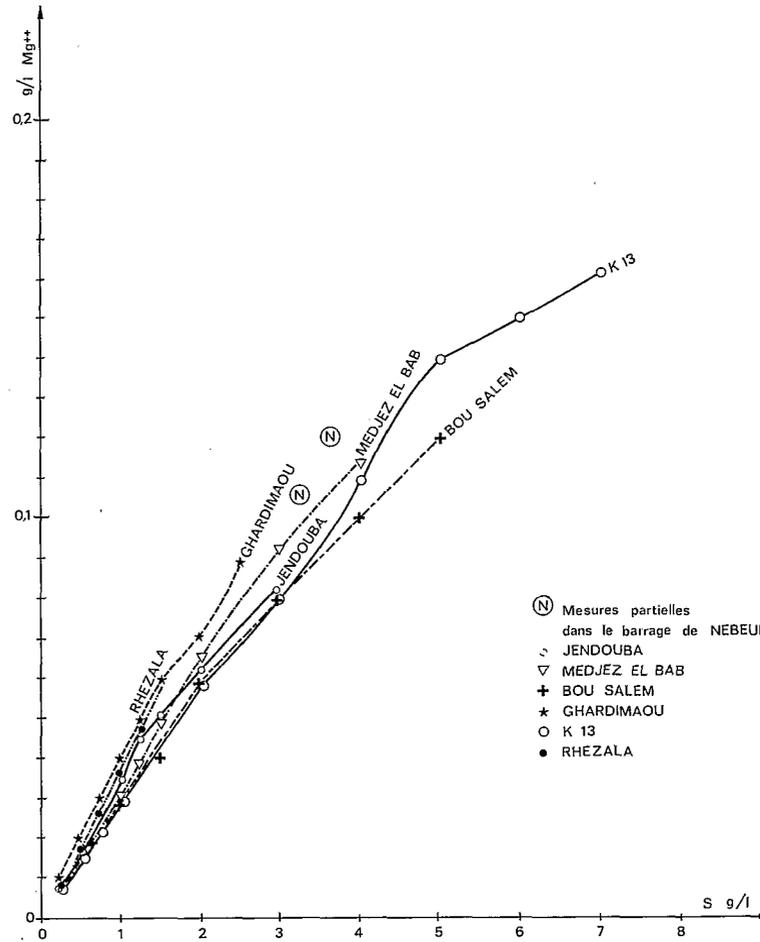
Comparaison de l'évolution des concentrations en ions Ca^{++}
aux stations principales en fonction de la salinité totale



TUN-21253

Gr: 2.5.1.3 (x)

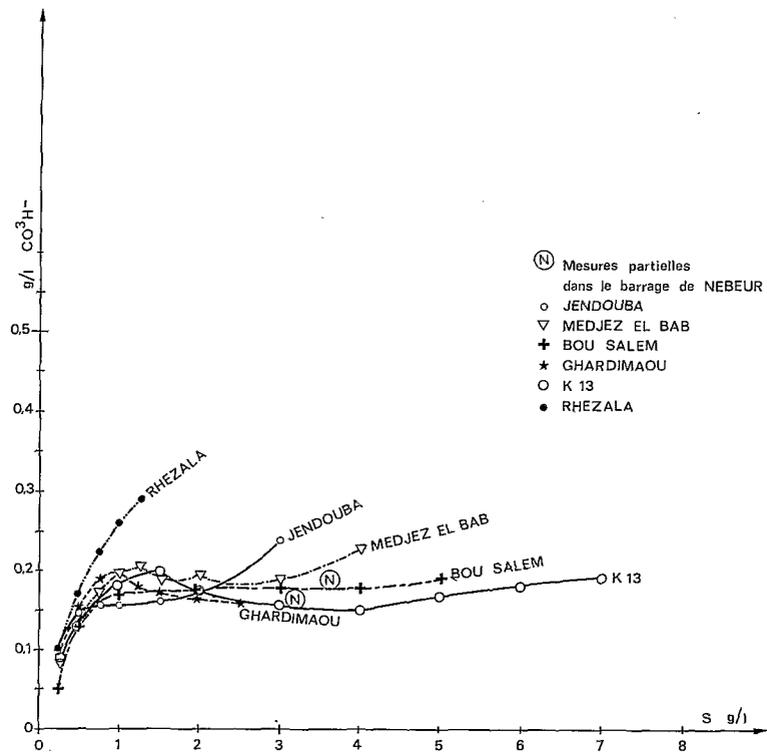
Comparaison de l'évolution des concentrations en ions Mg^{++}
aux stations principales en fonction de la salinité totale



TUN-21254

Gr: 2.5.1.3 (Y)

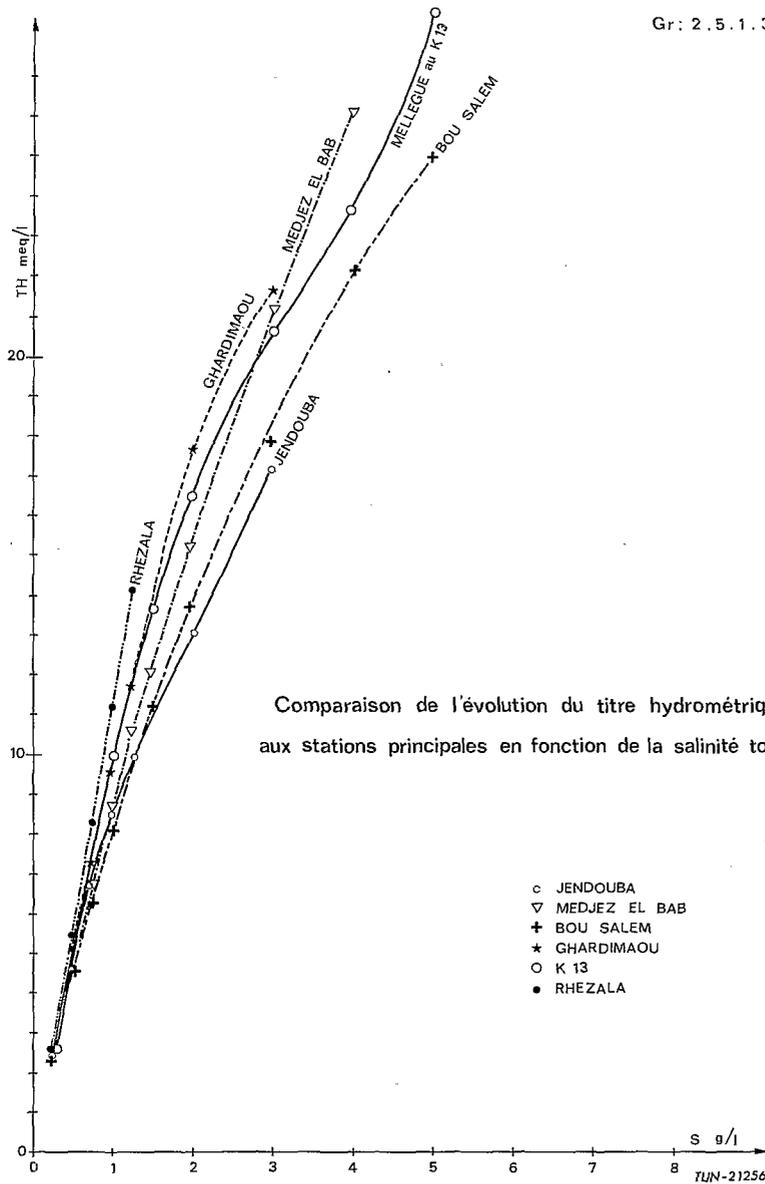
Comparaison de l'évolution des concentrations en ions CO_3H^- aux stations principales en fonction de la salinité totale



TUN-21255

Gr: 2.5.1.3 (z)

Comparaison de l'évolution du titre hydrométrique aux stations principales en fonction de la salinité totale



TUN-21256

Gr: 2.5.1.3 (aa)

Comparaison de l'évolution du "SAR" aux stations principales en fonction de la salinité totale

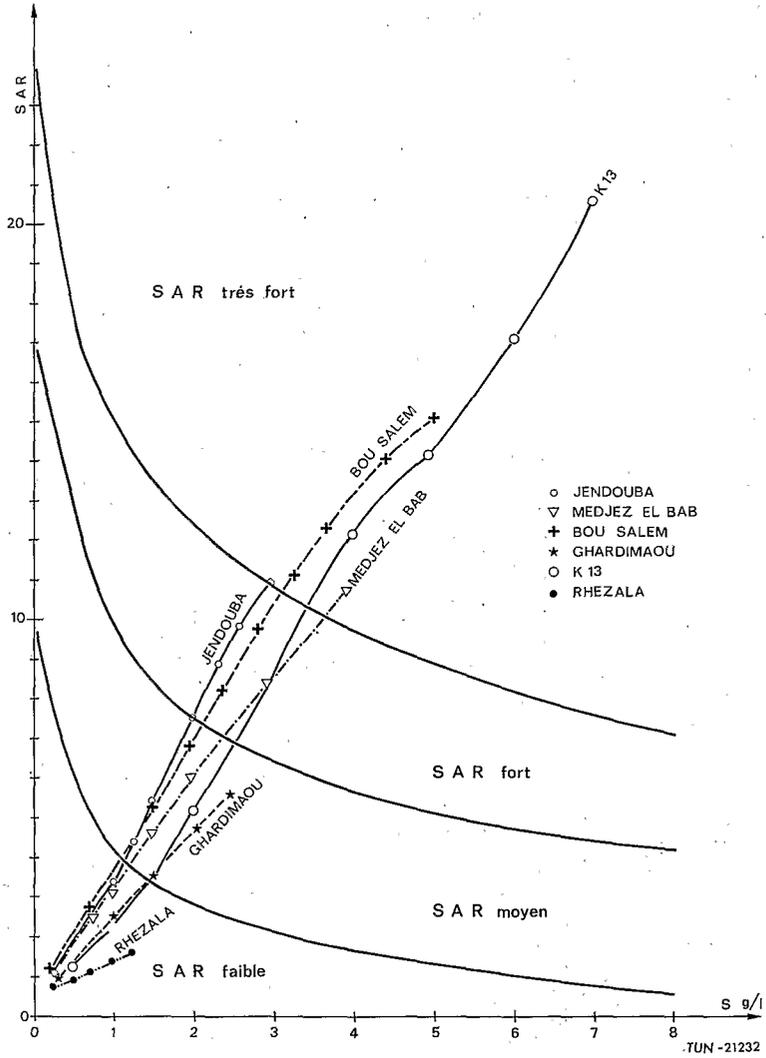


TABLEAU 2.5.1.3. (13)

LIMITE SUPERIEURE ADMISSIBLE DE CE 25°C DE L'EAU EN FONCTION
DE LA TOLERANCE DE LA CULTURE AUX SELS ET DE LA TEXTURE DU SOL

T E X T U R E	Limite supérieure de la CE 25°C de l'eau d'irrigation en micromhos/cm	Salinité g/l
I - Plantes peu tolérantes aux sels. Limite 4 000 micromhos/cm à 25° Sable Limon sableux Limon Limon argileux Argile (irrigation normale) Argile (irrigation continue)	2 500 1 600 800 525 400 800	1,4 0,9 0,4 0,3 0,2 0,4
II - Plantes moyennement tolérantes aux sels. Limite 10 000 micromhos/cm à 25° : Sable Limon sableux Limon Limon argileux Argile (irrigation normale) Argile (irrigation continue)	6 500 4 000 2 800 2 000 1 000 à 1 250 suivant le cas 2 000	3,7 2,3 1,6 1,1 0,5 à 0,7 1,1
III - Plantes très tolérantes aux sels : Sable Palmier Limon sableux Palmier Limon (3,5) Palmier Limon argileux (5) Palmier Argile (5 à 10)... Palmier Culture maraichère Fourrages Grande culture ... Culture maraichère Fourrages Grande culture ... Culture maraichère Fourrages Grande culture ... Culture maraichère Fourrages Grande culture ... Culture maraichère Fourrages Grande culture ...	20 000 (théoriquement) 15 500 (expérimentalement) 8 000 12 000 10 000 6 à 10 000 4 500 7 000 6 000 8 000 3 500 5 000 4 500 6 000 2 400 3 500 3 000 3 000 1 200 1 800 1 600	12 9,2 4,6 7,1 6,8 3,4 à 6,8 2,5 4,0 3,4 4,6 2,0 2,8 2,5 3,4 1,3 2,0 1,7 1,7 0,6 1,0 0,9

TABLEAU 2.5.1.3. (14)

TABLEAU PLUS DETAILLE DONNANT LE CLASSEMENT QUANT A LA TOLERANCE
DES PLANTES AUX SELS CONTENUS DANS LA SOLUTION DE SOL (ADAPTE D'APRES J.H. DURAND)

(g/l)

I - <u>ARBRES FRUITIERS ET D'ORNEMENT.</u>			
. Palmier dattier		. Eucalyptus	5,1
. Observée	18,9	. Abricotier	4,0
. Olivier	6,1	. Pommier nain	2,8
. Tamarix	5,2	. Pêcher	2,8
. Grenadier	4,0	. Vigne (muscat)	2,8
. Oranger	3,7	. Pomelo	2,0
. Figuiers	2,8		
II - <u>LEGUMES</u>			
. Choux	5,1 à 7,1	. Pastèque	7,7 à 8,6
. Piment de cayenne	5,8 à 6,8	. Topinambour	7,7 à 8,6
. Radis rose et noir	7,7 à 8,6	. Aubergine	5,8 à 6,8
. Carotte	de 1,4 à 6,8	. Choux-Fleur	5,8 à 6,8
. Navet	5,8 à 6,8	. Pomme de terre	
. Oignon	7,7 à 8,6	. Tomate	
. Fève	4,3	. Tournesol	
. Artichaut	6,4	. Dolique	4,3
. Ail	2,0	. Haricot de Lima	
. Tetragone	6,4 à 7,1	. Melon	
. Betterave rouge	7,1 à 8,6	. Patates douces	2
. Blette	5,8 à 6,8	. Pois	
. Chicorée	5,8 à 6,8	. Soja	
. Scarole		. Fenouil	2,5
. Laitue	1,1 à 1,7	. Carthame	4,6 à 7,1
. Romaine		. Persil arabe	
. Rave		. Concombre	2,3
. Courge		. Fraisier	2,3
. Roquette		. Haricot	< 1,1
. Céleri		. Broccoli	2,3 à 3,4
. Ciboule			
. Menthe			
III - <u>CEREALES</u>			
. Seigle	5,8	. Riz	2,3 à 5,2
. Orge	5,1	. Sorgho	7,1 à 4,6
. Blé	2,5 à 5,8	. Maïs	2,8 à 4,6
. Avoine	5,8	. Maïs sucré	1,4 à 4,0
IV - <u>CULTURES INDUSTRIELLES</u>			
. Coton	7,8 à 8,3	. Tabac	2,5
. Colza	8,3	. Henné	2,5
. Betterave à sucre	5,8 à 8,3	. Ramie	2,5
. Sisal	5,1	. Canne à sucre	1,7 à 2,8
. Tournesol	3,7	. Lin	1,7 à 2,5
. Ricin	3,4		

TABLEAU 2.5.1.3. (14)

(suite)

TABLEAU PLUS DETAILLE DONNANT LE CLASSEMENT QUANT A LA TOLERANCE
DES PLANTES AUX SELS CONTENUS DANS LA SOLUTION DE SOL (ADAPTE D'APRES J.H. DURAND)

(g/l)

V - CULTURE FLORALE

. Laurier rose	5,2	. Asparagus divers	
. Capucine	5,1	. Giroflée	
. Belle de nuit		. Soucis	
. Pin d'amour		. Mesembrythemum	
. Geranium		. Dahlia	3,9
. Capucine		. Zinia	
. Chrysanthème		. Oeillet	
. Narcisse		. Rosier	1,1

VI. - FOURRAGES

. Sporobolus airoides	10,8	. Luzerna commune	
. Distichlis sp.		. Frestuca arundonacea	
. Puccinellia muttallana		. Secale sp. (fourrage)	
. Cynodon dactylon		. Triticum sp.	
. Chloris gayana		. Avena sp. (fourrage)	
. Bromus catharticus		. Dactylis glomerata	
. Elymus canadensis		. Bouteloua gravilis	
. Agropyron smithii		. Frestuca olatior	
. Lotus corniculatus		. Phragmites communis	
. Hedysarum cororarlum		. Lotus major	
. Trifolium resupinatum		. Bromos inermis	
. Trifolium squarosum		. Arrhenatherum elatius	
. Melilotus alba		. Astragalus cicer	
. Melilotus officinalis		. Melilotus indica	
. Lolium perenne		. Astragalus falcatus	2,3
. Bromus carinatus		. Trifolium repens	
. Hordeum vulgare		. Alopecurus pratensis	
. Trifolium fragiferum		. Trifolium hybridum	
. Paspalum dilatatum		. Trifolium pratense	
. Sorghum vulgare		. Trifolium repens ladino	
. Melilotus alba annua		. Sanguisorbo minor	1,1

Pour connaître la qualité de l'eau d'irrigation utilisable, il faut diviser ces chiffres par les facteurs approximatifs ci-dessous, selon le sol.

TEXTURES	FACTEUR X ADOPTE
Sable	1,5
Limon sableux	2,5
Limon	4
Limon argileux	5
Argile	5 à 10

Par exemple, la betterave à sucre dans un limon sableux a une tolérance à des eaux d'irrigation allant de 2,3 à 3,3 g/l de sel et dans un limon argileux de 1,2 à 1,7 g/l seulement.

CONCLUSION

En conclusion de cet examen comparatif, il faut admettre que les eaux du bassin de la MEJERDAH, dès que l'on considère des bassins versants assez grands (plus de 150 km² environ) se différencient assez peu par la composition des sels dissous mais davantage par les limites de salinité globale qu'elles peuvent atteindre. Les salinités maximales importantes, avec prédominance du chlorure de sodium, sont atteintes par la circulation souterraine des eaux à travers des terrains riches en sels et par la résurgence de ces eaux en étiage. Les différences de climat interviennent peut-être davantage pour la fixation des limites inférieures de salinité. En effet, l'aridité plus grande observée dans la partie sud du bassin favorise peut-être la salure en saison sèche des couches superficielles (par remontée capillaire à travers des terrains triasiques ou des marnes salées (cf. tome I § 1.2.5.4.6.) ou par assèchement de zones très plates telles que le chott SBIKHA en amont de la MESKIANA), les sels ainsi déposés en surface alimentant les eaux de ruissellement (c'est très probablement le cas du MELLEQUE).

Pour ne pas encombrer excessivement les graphiques, nous n'avons pas reporté les points correspondant aux stations secondaires. Cependant, il est facile de constater que les valeurs trouvées pour ces stations se classent dans la bande de variation trouvée pour les stations principales et confirment nos hypothèses.

Nous avons reporté sur les graphiques deux analyses faites en 1975 sur les eaux du barrage du MELLEQUE à NEBEUR. Ces analyses sont représentées par les points marqués N. L'une correspond à un échantillon prélevé au fond du lac, à 21 m de profondeur, par un plongeur, l'autre à un échantillon prélevé à la surface du lac. Ces deux analyses se distinguent par la plus grande salinité relevée au fond (3,6 g/l au lieu de 3,2 g/l), (gradient confirmé par d'autres analyses à des profondeurs intermédiaires). Sur les graphiques, elles ne diffèrent guère des résultats trouvés pour le MELLEQUE au K 13, ce qui oblige à admettre que si les roches encaissantes se dissolvent dans l'eau du lac et augmentent sa salure (hypothèse retenue par les bureaux d'études), cette sursalure n'entraîne guère de modification dans la composition relative des sels dissous, alors qu'on pourrait s'attendre essentiellement à une augmentation substantielle de la teneur relative en sulfate de calcium puisque ce sont les roches gypseuses du trias qui sont soupçonnées d'apporter ce surcroît de sel (à moins évidemment que la teneur en chlorure de sodium du trias soit suffisamment importante pour que l'équilibre global ne soit guère modifié).

Soulignons pour finir que les utilisateurs des eaux de la MEJERDAH dans le cadre du plan directeur des eaux du nord de la Tunisie devront tenir compte non seulement de la salinité globale des eaux mais encore de la composition des sels dissous telles qu'elles ressortent de cette étude.

2.5.1.4. LES APPORIS TELLURIQUES DISSOUS DE LA MEJERDAH A LA MEDITERRANEE

Il nous a paru intéressant d'évaluer les transports totaux de sels à la mer de la MEJERDAH. Une note détaillée sur ce sujet a été publiée en 1977 et nous n'en reprendrons ici que les éléments essentiels.

Compte tenu des mesures disponibles l'évaluation des salinités journalières moyennes n'a pu être faite sur des périodes suffisamment longues qu'à deux stations : MEDJEZ EL BAB et BOU SALEM. Nous avons donc étudié les transports solides dissous à ces deux stations et effectué une comparaison des résultats respectifs pour évaluer les transports à la mer par extrapolation. En guise de conclusion nous avons comparé la composition des sels transportés à celle des sels marins.

2.5.1.4.1. Transport de sels dissous à MEDJEZ EL BAB

Nous possédons les salinités moyennes journalières de la MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB pour 10 années soit par mesure directe, soit par interpolation, soit encore par une estimation correcte pour les quelques jours manquants. Le tableau 2.5.1.4.1. (1), ci-après, rassemble les résultats obtenus à partir de ces salinités.

L'intervalle de confiance de la moyenne pour une probabilité $p = 0,9$ est $942.10^3 - 1\ 548.10^3$ t/an pour une moyenne calculée de $1\ 245.10^3$ t/an. On voit que l'évaluation sur 10 années est peu précise; au chapitre 2.5.1.3. nous avons établi la composition chimique moyenne des sels dissous en fonction de la salinité globale. Nous pouvons en déduire une répartition du transport de sels entre les différents composants en fonction des volumes annuels écoulés (en réalité cela n'est possible que si la relation entre la concentration d'un ion et la salinité globale est linéaire. Ce n'est pas tout à fait vrai et donc notre calcul est approximatif. Cependant le résultat est très proche de la réalité). Le graphique 2.5.1.4.1. (a) concrétise les résultats obtenus.

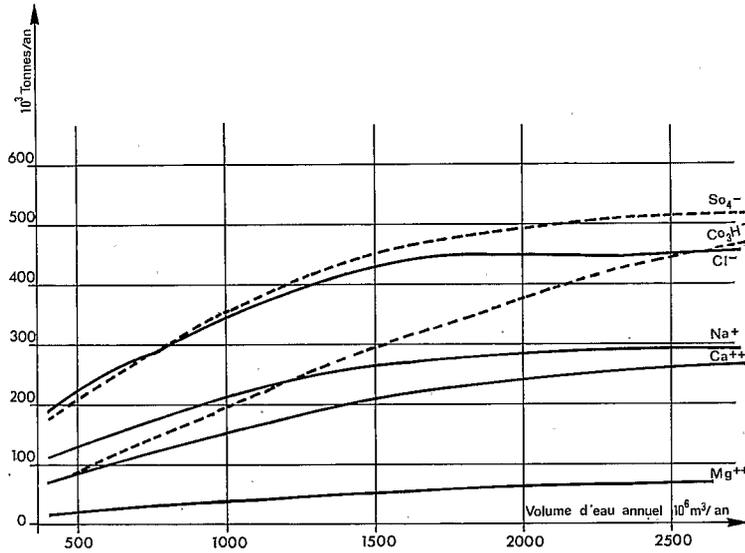
TABLEAU 2.5.1.4.1. (1)

Année	V volume d'eau en 10^6 m ³	Salinité moyenne \bar{S} en g/l	Poids transporté T 10^3 T	Observations
1953-1954	1 419	0,94	1 339	
1954-1955	411	1,41	578	
1955-1956	1 234	1,15	1 413	
1956-1957	591	1,82	1 077	
1957-1958	1 105	1,26	1 387	
1958-1959	1 338	1,25	1 679	
1959-1960	820	1,53	1 255	
1960-1961	430	1,77	761	
1961-1962	604	1,28	772	
1962-1963 à 1968-1969				Années incomplètes
1969-1970	2 125	1,03	2 187	
MOYENNE	1 008	1,24	1 245	

MEDJERDAH À MEDJEZ EL BAB

Gr: 2.5.1.4.1 (a)

Transports annuels des différents ions en fonction du volume annuel d'eau (potassium exclu)

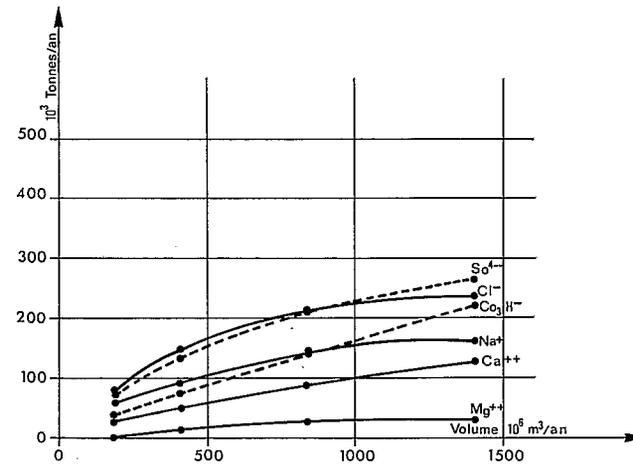


TUN-21257

MEDJERDAH A BOU SALEM

Gr: 2.5.1.4.2 (a)

Transports annuels des différents ions en fonction du volume annuel d'eau (potassium exclu)



TUN-21258

Pour la moyenne les valeurs sont les suivantes :

V 10^6 m ³	S g/l	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ⁴⁻⁻	CO ³ H ⁻	Total	10 ³ t/an
1 008	1,24	146	40	205	330	335	189	1 245	

D'après le graphique on constate qu'au-delà de 1 900 000 m³ d'eau écoulée par an, les poids de chlore, sodium et magnésium transportés n'augmentent plus que très peu alors que les quantités de CO³ H⁻, Ca⁺⁺ et SO⁴⁻⁻ continuent à croître sensiblement : ceci est normal car sodium et chlore sont moins accessibles aux eaux de ruissellement à l'opposé du sulfate de calcium existant plus souvent en surface et du CO³ H⁻ provenant du CO² atmosphérique attaquant en surface les roches calcaires.

2.5.1.4.2. Transport de sels dissous à BOU SALEM

Nous avons utilisé ici la série de 40 années de salinités moyennes journalières reconstituées par MM. DOSSEUR et ROCHE pour le modèle mathématique des eaux du nord de la Tunisie. Cette reconstitution où les salinités manquantes ont été estimées à l'aide d'un tirage au hasard conditionnel conduit à des moyennes annuelles tout à fait satisfaisantes. Le tableau 2.5.1.4.2. (1), ci-après, rassemble les résultats :

TABLEAU 2.5.1.4.2. (1)

Année	V	\bar{S}	T	Année	V	\bar{S}	T
1925-1926	513	1,05	539	1948-1949	1 106	0,83	918
1926-1927	449	1,26	566	1949-1950	547	1,11	607
1927-1928	1 019	0,86	876	1950-1951	308	1,44	444
1930-1931	907	0,89	807	1951-1952	1 051	0,97	1 019
1931-1932	713	0,88	627	1952-1953	1 117	0,93	1 039
1932-1933	585	1,20	702	1953-1954	1 043	0,85	887
1933-1934	546	1,12	612	1954-1955	300	1,18	356
1934-1935	983	0,87	855	1955-1956	729	1,07	780
1935-1936	283	1,58	447	1956-1957	498	1,35	672
1936-1937	766	1,09	835	1958-1959	1 072	0,99	1 061
1937-1938	499	1,24	619	1959-1960	722	1,38	996
1938-1939	1 330	0,86	1 144	1960-1961	422	1,56	698
1939-1940	1 002	0,89	892	1961-1962	453	1,02	462
1940-1941	630	1,20	756	1962-1963	414	1,12	464
1941-1942	1 242	0,80	994	1963-1964	318	1,10	570
1943-1944	444	1,27	564	1964-1965	626	1,02	639
1944-1945	334	1,26	421	1965-1966	412	1,36	560
1945-1946	454	1,01	459	1966-1967	289	1,63	471
1946-1947	695	0,82	570	1968-1969	231	1,79	413
1947-1948	515	1,08	556	1969-1970	1 227	0,99	1 215
				Ecart-Type	$\sigma = 309,7$	$\sigma = 0,245$	$\sigma = 226$
				Moyenne	$\bar{V} = 675$	$1,04 \left(\frac{\bar{S}}{\bar{V}} \right)$	$\bar{T} = 702$
<p>V, en millions de m³, volume annuel écoulé \bar{S}, salinité moyenne annuelle en g/l T, en 10³ tonnes, poids des sels transportés annuellement.</p>							

L'intervalle de confiance de la moyenne pour une probabilité p = 0,9 est 631.10³ - 773.10³ t/an pour une moyenne calculée de 702.10³ t/an. L'estimation est bien meilleure qu'à MEDJEZ EL BAB.

En se reportant au chapitre 2.5.1.3. relatif à la composition des sels dissous on peut calculer les transports annuels pour chacun des ions moyens. Les résultats sont concrétisés par le graphique 2.5.1.4.2. (a). Les moyennes interannuelles sont les suivantes :

V 10 ⁶ m ³	\bar{S} g/l	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	CO ₃ H ⁻	Total	10 ³ t/an
675	1,04	75	18	126	190	180	113	702	

Des remarques analogues à celles faites pour MEDJEZ EL BAB quant à l'évolution du transport des ions peuvent être faites, les poids transportés de chlore, sodium et magnésium n'augmentant plus guère au-delà d'environ 1 100 000 m³ d'écoulement annuel, alors que ceux de CO₃ H⁻, Ca⁺⁺ et SO₄⁻⁻ continuent à croître.

2.5.1.4.3. Comparaison entre BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB

Nous avons des résultats aux 2 stations sur une période commune de 9 ans seulement selon le tableau 2.5.1.4.3. (1), ci-dessous :

Années	V 10 ⁶ m ³ /an		\bar{S} g/l		T 10 ³	t/an
	MEDJEZ	B. SALEM	MEDJEZ	B. SALEM	MEDJEZ	B. SALEM
1953-1954	1 419	1 043	0,94	0,85	1 339	887
1954-1955	411	300	1,41	1,18	578	356
1955-1956	1 234	729	1,15	1,07	1 413	780
1956-1957	591	498	1,82	1,35	1 077	672
1958-1959	1 338	1 072	1,25	0,99	1 679	1 061
1959-1960	820	722	1,53	1,38	1 255	996
1960-1961	430	422	1,77	1,56	761	658
1961-1962	604	453	1,28	1,02	772	462
1969-1970	2 125	1 227	1,03	0,99	2 187	1 215
Moyennes	997	718	1,35 (1)	1,15 (1)	1 229	787
σ	574	330	0,31	0,23	505	281
$\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	191	110	0,10	0,08	168	94

(1) Les moyennes ici données sont les moyennes arithmétiques, les moyennes obtenues par le rapport $\frac{T}{V}$ sont respectivement :

MEDJEZ : 1,23 g/l
BOU SALEM : 1,10 g/l.

Les corrélations entre volumes annuels, salinités et transports annuels respectifs des deux stations sont les suivantes :

	Coefficient de corrélation	Formule d'ajustement 1 = MEDJEZ 2 = BOU SALEM
Volumes écoulés (10 ⁶ m ³)	0,95	V ₁ = 1,653 V ₂ - 191
Salinité moyenne annuelle (g/l)	0,92	$\bar{S}_1 = 1,235 \bar{S}_2 - 0,067$
Transports de sels annuels (10 ³ T)	0,93	T ₁ = 1,667 T ₂ - 80,3

Les graphiques 2.5.1.4.3. (a, b et c) traduisent ces corrélations qui sont assez bonnes. Si on applique les corrélations pour obtenir les moyennes annuelles à MEDJEZ EL BAB à partir des moyennes sur 40 ans de BOU SALEM, on obtient les résultats suivants :

	BOU SALEM sur 40 ans	MEDJEZ par corrélation	MEDJEZ moyennes de 10 ans d'observation
Moyennes des volumes annuels écoulés $V \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$	679	925	1 008
Moyennes des salinités, moyennes annuelles $\bar{S} \text{ g/l}$	1,04	1,21 *	1,24
Moyennes des transports annuels $T \cdot 10^3 \text{ t}$	702	1 086	1 245
(*) le rapport $\frac{\bar{T}}{\bar{V}}$ donne 1,17			

Le volume annuel moyen sur 23 ans à MEDJEZ EL BAB est de $951 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ donc très proche de $925 \cdot 10^6$ calculé par corrélation. On peut espérer que la corrélation concernant les salinités est aussi bonne et c'est sur ces bases que le calcul des apports à la mer va être fait.

2.5.1.4.4. Les apports de sels à la mer

2.5.1.4.4.1. Apports totaux et salinité moyenne annuelle

Nous disposons de valeurs moyennes extrapolées sur 40 ans à MEDJEZ EL BAB à l'issue d'un bassin versant de 21 000 km². A la mer le bassin versant atteint 23 000 km². Les trois Oueds les plus importants du bassin versant intermédiaire sont le CHAFFROU, l'Oued LAHMAR et le ZARCA de SIDI THABET. Nous avons peu de renseignements sur ces cours d'eau, toutefois l'Oued LAHMAR présente des salinités assez élevées. On peut penser que ses apports auraient plutôt tendance à relever la salinité de la MEJERDAH, de même d'ailleurs que les eaux de colature drainées dans les plaines de la basse vallée où les irrigations sont abondantes. Faute de renseignements plus précis on admettra qu'à la mer la salinité est égale à celle de MEDJEZ EL BAB, les apports liquides et en sels étant majorés d'environ 7 % par rapport à ceux de MEDJEZ. Ces apports seraient donc les suivants :

- Apport liquide : $990 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ d'une eau de salinité moyenne
 $\bar{S} = 1,17 \text{ g/l}$ (valeur sous-estimée probablement)
- Apport de sels en solution : $1,16 \cdot 10^6$ tonnes par an.
(valeur sous-estimée probablement).

La construction en 1953 du barrage de NEBEUR sur le MELLEGUE est susceptible d'avoir été la cause d'une certaine sursalure des eaux par dissolution des roches salifères du trias baignées par la retenue. Cela expliquerait le fait que la salinité moyenne annuelle des eaux observée à MEDJEZ à partir de 1953 sur 10 ans est de 1,24 g/l alors que celle obtenue par corrélation avec BOU SALEM pour une période de 40 ans à partir de 1925 ne serait que de 1,17 g/l. En fait la précision du résultat ne permet pas de retenir avec sûreté une telle hypothèse.

De même on a envisagé que la construction du futur barrage de SIDI SALEM sur la MEJERDAH pourrait entraîner une sursalure importante pour les mêmes raisons qu'à NEBEUR. Mais ceci n'est qu'une hypothèse de travail pour les projeteurs et seule la vérification a posteriori permettra peut-être de confirmer ou non cette hypothèse.

Il est certain par contre que le développement des irrigations, l'exportation des eaux de la MEJERDAH vers le CAP BON, l'importation des eaux douces des bassins de l'extrême nord pourront modifier sensiblement les apports à la mer.

Il est intéressant de rapprocher les apports de la MEJERDAH à la mer et les apports totaux à la mer dans le monde évalués par HARVEY (1945) à $2,735 \cdot 10^9 \text{ T}$ de sels. La MEJERDAH fournirait ainsi 0,042 % des apports mondiaux en sels alors qu'elle fournirait moins de 0,003 % des apports liquides continentaux (estimés à $3,75 \cdot 10^{13} \text{ m}^3/\text{an}$ par VEN TE CHOW dont $5 \cdot 10^{11} \text{ m}^3/\text{an}$ pour les apports à la Méditerranée ; la MEJERDAH fournirait environ 0,2 % des apports liquides à la Méditerranée). En ce qui concerne la Méditerranée une estimation plus récente (UNESCO-PHI ROME 9-13 oct. 1978) donne $4,38 \cdot 10^{11} \text{ m}^3/\text{an}$ ce qui n'est pas très différent mais augmente la part de la MEJERDAH jusqu'à 0,23 %.

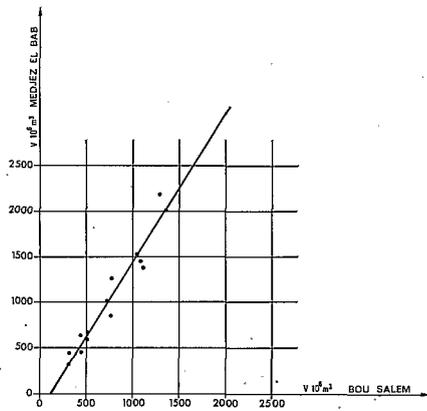
Corrélation MEDJEZ EL BAB - BOU SALEM

Gr: 2.5.1.4.3 (a)

Volumes annuels écoulés

$$V_M = 1,653 V_{BS} - 191$$

$$r = 0,95$$



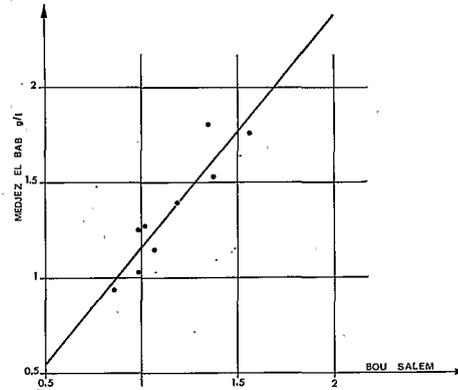
TUN-21259

Corrélation MEDJEZ EL BAB - BOU SALEM

Gr: 2.5.1.4.3 (b)

Salinité moyenne annuelle

Coefficient de corrélation $r = 0,92$

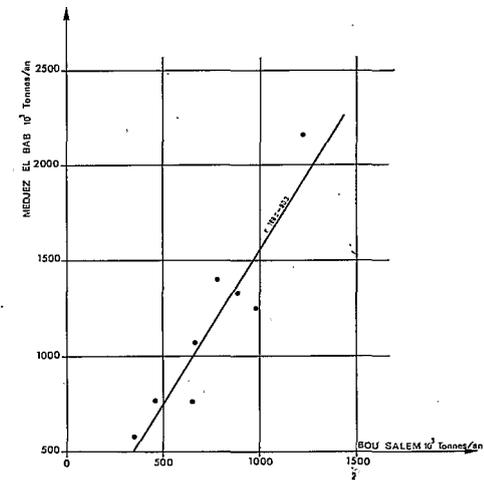


TUN-21249

Relation statistique des tonnages en sels dissous
Transportés par la MEDJERDAH à BOU SALEM et à MEDJEZ EL BAB

Gr: 2.5.1.4.3 (c)

Moyenne BOU SALEM 40 ans 1925-69 700.10^3 Tonnes
 Moyenne MEDJEZ EL BAB 10 ans 1953-69 1245.10^3 Tonnes
 Moyenne par corrélation de MEDJEZ EL BAB 10 ans 1082.10^3 Tonnes
 Moyenne BOU SALEM } sur 9 ans communs { 787.10^3 "
 Moyenne MEDJEZ EL BAB } 1229.10^3 "



TUN-21261

2.5.1.4.4.2. Composition des sels dissous :

- a) - Nous avons vu que la salinité moyenne des eaux de la MEJERDAH à la mer peut être estimée à 1,17 g/l. La salinité de la Méditerranée est estimée à 37 à 38 g/l en surface et 35 à 36 g/l en profondeur. Pour les eaux continentales la valeur moyenne dans le monde entier peut être estimée à partir du tonnage de sels indiqué par HARVEY ($2,735.10^9$ T/an) et des apports liquides estimés par VEN TE CHOW ($37.500.10^9$ m³/an) à 0,072 g/l. Cette valeur est très approximative (à 20 % près ?). Si l'on admet cet ordre de grandeur l'eau de la MEJERDAH serait 16 fois plus salée que la moyenne des apports continentaux mais 32 fois moins salée que l'eau de la Méditerranée en surface.
- b) - Les concentrations moyennes en ions majeurs des eaux continentales et de la Méditerranée sont indiquées ci-dessous :

	Eaux continentales S = 2,25 meq/l CONWAY (1942)		Méditerranée (38 g/l) SVERDRUP	
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Ca ⁺⁺	30,1	1,5	440	22
Mg ⁺⁺	4,8	0,4	1 400	117
Na ⁺	8,7	0,38	11 600	506
K ⁺	2,7	0,07	420	11
Cl ⁻	8,3	0,24	20 900	589
SO ₄ ⁻⁻	18,1	0,38	2 920	61
CO ₃ H ⁻	105	1,72	160	2,6

(4) . On peut comparer ces valeurs à celles observées pour la MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB (tableau 2.5.1.3.

On peut effectuer cette comparaison par l'examen du rapport des concentrations des différents ions donné dans le tableau 2.5.1.4.4.2. (1) et par les graphiques 2.5.1.4.4.2. (a à f).

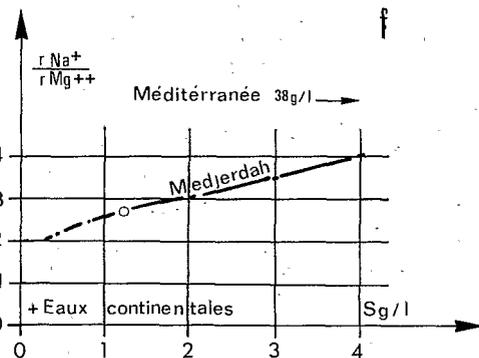
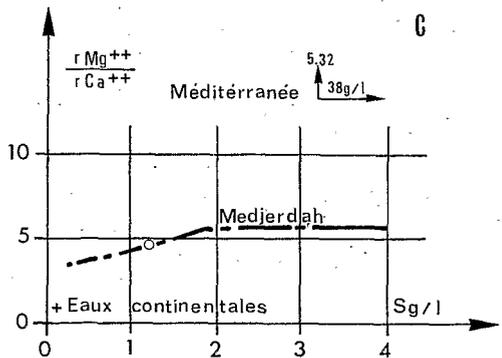
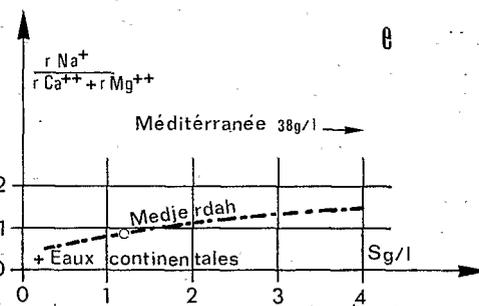
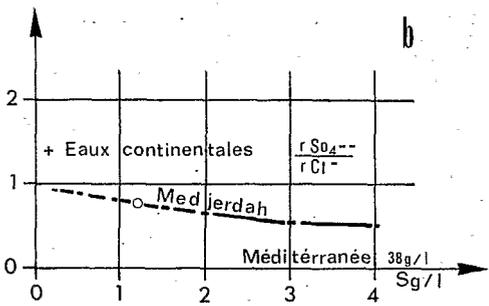
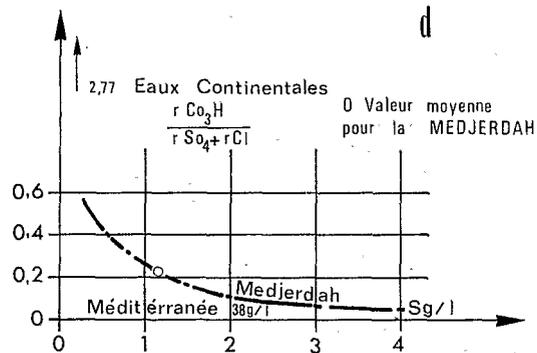
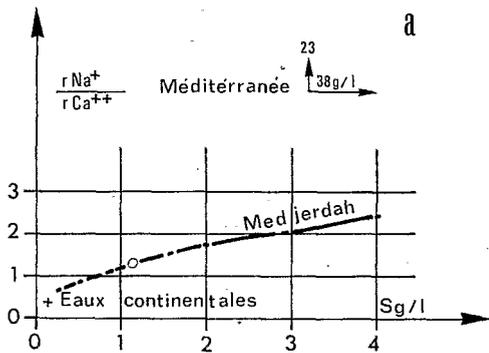
TABLEAU 2.5.1.4.4.2. (1)

RAPPORTS DES CONCENTRATIONS IONIQUES DE DIFFERENTES EAUX.

Type d'eau MEJERDAH	$\frac{r \text{ Mg}}{r \text{ Ca}}$	$\frac{r \text{ SO}_4}{r \text{ Cl}}$	$\frac{r \text{ Na}}{r \text{ Ca}}$	$\frac{r \text{ Na}}{r \text{ Mg}}$	$\frac{r \text{ Na}}{r \text{ Ca} + r \text{ Mg}}$	$\frac{r \text{ CO}_3\text{H}}{r \text{ SO}_4 + r \text{ Cl}}$
Moyenne	1,17	0,44	0,78	1,16	2,66	0,81
S = g/l	0,25	0,34	0,95	0,69	2	0,51
	0,5	0,36	0,90	0,81	2,22	0,59
	0,75	0,39	0,85	0,95	2,45	0,68
	1,0	0,41	0,81	1,06	2,59	0,75
	1,25	0,45	0,77	1,21	2,70	0,84
	1,50	0,51	0,72	1,43	2,81	0,95
	2	0,57	0,67	1,72	3,03	1,10
	3	0,58	0,57	2,04	3,54	1,30
	4	0,57	0,50	2,34	4,09	1,49
Eaux continentales moyennes pour S = 2,35 meq/l (CONWAY 1942) ou S = 0,178 mg/l	0,27	1,6	0,25	0,94	0,20	2,77
Eau de mer stan- dard S = 38 g/l (SVERDRUP)	5,32	0,104	23	4,32	3,64	0,004

Gr: 2.5.1.4.4.2 (a à f)

Evolution des rapports caractéristiques entre ions des eaux de la MEDJERDAH



Même très salée l'eau de la MEJERDAH est très différente de l'eau de mer (ainsi que des eaux continentales moyennes d'ailleurs). Il y a en particulier une très forte différence en ce qui concerne les rapports Na/Ca, Mg/Ca et SO_4/Cl . Si l'on concentrait par évaporation un échantillon d'eau de composition moyenne de la MEJERDAH de façon à obtenir une eau de salinité globale égale à 38 g/l la composition saline de cette eau serait très différente de celle de la Méditerranée si on exclut toute précipitation chimique ou biochimique. Pour obtenir la même composition il faudrait poursuivre l'évaporation en précipitant les excès de calcium, sulfate et bicarbonate. En fait si la composition de l'eau de mer est vraiment constante, on doit supposer que tous les apports de sels sont précipités. A raison de $2,735.10^9$ tonnes de sels apportés par an aux océans la réserve en sels de ces derniers, $4,8.10^{16}$ tonnes, représente $17,5.10^6$ années d'apports continentaux. Cela montre, malgré la précarité de ces chiffres, combien il est actuellement difficile de juger de la stabilité de la salinité moyenne des océans. Climat et régime hydrologiques étant supposés inchangés en moyenne à l'échelle géologique, il est vraisemblable que les apports seraient précipités, principalement par l'activité biologique, une autre part étant piégée dans l'eau contenue par les sédiments marins, ces sédiments étant eux-mêmes peu à peu métamorphisés. Ainsi les sels dissous dans la mer auraient été à l'origine contenus dans les eaux juvéniles issues des roches primitives. Les apports présents des fleuves n'influenceraient pas durablement et notablement la salinité des océans en moyenne.

2.5.2. MATIERES EN SUSPENSION - CHARRIAGE -

2.5.2.1. TONNAGES TRANSPORTES

Nous nous sommes heurtés pour cette étude au manque de données. Un assez grand nombre de déterminations de concentrations de matières en suspension ont été faites aux stations principales mais la variabilité de la charge au cours d'une crue, la précarité générale des moyens de prélèvement utilisés font que l'on ne peut pas déduire grand chose de ces mesures si ce n'est une estimation de l'ordre de grandeur des concentrations possibles. Par contre, nous avons pu déterminer en 1975 la sédimentation dans deux barrages du bassin de la MEJERDAH : le barrage du MELLEQUE à NEEEUR (21 ans de sédimentation) et le barrage du LAKHMESS (9 ans de sédimentation). Ces études qualitatives et quantitatives sont précieuses. Nous disposons encore de l'étude des transports et dépôts de la crue de mars 1973 sur la MEJERDAH à l'occasion de laquelle une critique sérieuse des mesures de concentrations des matières solides en suspension a été faite. C'est par un court résumé de cette critique (J. CLAUDE et J.Y. LOYER) que nous commencerons.

2.5.2.1.1. Critique des mesures de concentrations des matières en suspension

J. CLAUDE et J.Y. LOYER ont constaté que le tonnage des matières solides en suspension transportées par la MEJERDAH mesuré au cours de la crue de mars 1973 ne correspond pas et de beaucoup à celui des sédiments déposés mesuré dans les plaines d'inondation : $29,2.10^6$ tonnes de sédiments transportés contre 75.10^6 tonnes déposées auxquelles il conviendrait d'ajouter environ 25.10^6 tonnes rejetées directement à la mer.

Cette importante différence peut avoir plusieurs causes :

- estimation incertaine du poids des dépôts ;
d'après les erreurs possibles, ce poids est compris entre 64.10^6 tonnes et 90.10^6 tonnes (chiffre retenu 75.10^6) ;
- mesures en suspension incertaines ;
- mesure à la décrue seulement : à la crue la concentration était sans doute plus forte et a fort bien pu atteindre 50 g/l en moyenne pendant la montée ce qui augmente le transport de $11,5.10^6$ tonnes ($40,7.10^6$ tonnes au lieu de $29,2.10^6$ tonnes) ;
- mesures en surface : un calcul théorique sur la répartition granulométrique sur une verticale des sédiments transportés montre que la répartition n'est homogène que pour des sédiments d'un diamètre inférieur à 50 μ . Au-dessus il y a une forte distorsion et la mesure de surface n'est plus représentative et cela d'autant que les grains transportés sont plus gros. Au-delà de 200 μ les grains restent au voisinage du fond. En fait donc la concentration moyenne des transports en suspension a peut-être atteint 80 à 100 g/l ;
- le charriage n'est pas mesuré et il a pu fournir, en certains points, une partie des matériaux déposés dans les plaines d'inondation.

En conclusion, on voit que les prélèvements faits aux différentes stations du réseau ont peu de chance d'être réellement représentatifs du transport réel pour trois raisons essentielles :

- les prélèvements faits en surface dans la presque totalité des cas sous-estiment largement la concentration de matière en suspension,

- les prélèvements généralement peu nombreux dans les montées de crue ne suffisent pas à déterminer la forme du "solidiagramme" (courbe représentative du débit solide),
- le charriage n'est pas mesuré.

2.5.2.1.2. Estimation des transports et érosions spécifiques

2.5.2.1.2.1. Mesures de concentrations de matières en suspension disponibles

Malgré l'insuffisance en qualité de ces mesures il faut en tenir compte.

MEJERDAH à GHARDIMAOU :

1 050 prélèvements ont été faits contenant des quantités mesurables de sédiments et 2 492 ne contenaient que des traces. Les concentrations varient de 0 à 99 g/l. Peu de mesures sont faites en période de crue.

MEJERDAH à JENDOUBA :

50 prélèvements seulement ont donné des concentrations variant de 0,011 g/l à 20,6 g/l.

MEJERDAH à BOU SALEM :

2 234 prélèvements contenant des quantités mesurables de sédiments et 2 873 ne contenant que des traces. Les concentrations observées varient de 0 à 170 g/l. Le maximum est très élevé mais n'est pas forcément erroné encore que beaucoup de prélèvements faits depuis la berge puissent être perturbés par des éboulements de berges. Une autre erreur possible en excès est la décantation de la matière solide dans une bouteille de prélèvement laissée dans l'eau après remplissage complet d'eau. Peu de mesures en crue.

MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB :

114 prélèvements contenant une quantité appréciable de sédiments et 724 seulement des traces. La concentration a varié de 0 à 174 g/l. Les mêmes remarques qu'à BOU SALEM peuvent être faites.

MELLEGUE au K 13 :

1 575 prélèvements contenaient des quantités mesurables de sédiments et 1 080 seulement des traces. La concentration a varié de 0 à 163 g/l. Mêmes remarques que ci-dessus.

RHEZALA à FERNANA :

252 prélèvements contenaient des quantités mesurables de sédiments, 569 seulement des traces. Les concentrations ont varié de 0,10 à 27,9 g/l. Peu de mesures donc, surtout en crue.

BOU HEURTMA à KEFRIRA :

217 prélèvements contenaient des quantités mesurables, 29 autres des traces. Les concentrations ont varié de 0 à 30 g/l.

Au total 5 492 prélèvements contenant des quantités mesurables de sédiments ont été faits et 8 167 ne contenant que des traces, les concentrations variant de 0 à 174 g/l. Les affluents en rive gauche se singularisent par de faibles concentrations (maximum de l'ordre de 30 g/l) ceci étant dû d'une part à la végétation abondante qui limite l'érosion, d'autre part à un fort écoulement spécifique qui conduit à une dilution plus grande des matières disponibles. Pour ces Oueds cependant l'érosion spécifique est très élevée.

2.5.2.1.2.2. Les mesures de sédimentation faites dans les retenues de barrages

Barrage de NEBEUR sur le MELLEGUE :

Ce barrage est situé à l'issue d'un bassin de 10 300 km². Le relevé des fonds à l'échosondeur en 1975 a permis, par comparaison avec la cuvette initiale, d'estimer les dépôts à 47,6.10⁶ m³ d'avril 1954 à août 1975 soit, avec une densité d'environ 1,2 pour les boues, un poids total de 57,1.10⁶ tonnes. Compte tenu des mesures de débit solide faites au déversoir du barrage, les apports totaux sont de 126,7.10⁶ m³ en un peu plus de 21 ans soit 152.10⁶ tonnes. Le charriage représenterait 19 % de ce total (et 23,8 % du transport en suspension). L'apport moyen annuel serait 7,13.10⁶ tonnes avec une érosion spécifique de 695 t/an km² pour suspension plus charriage, 562 t/an km² pour les transports en suspension seuls, 31 g/l pour la concentration dans ce cas.

Barrage du LAKHMESS :

Cette retenue est située sur un affluent de la SILIANA à l'issue d'un bassin de 131 km^2 . Le cubage à l'échosondeur des sédiments déposés d'août 1966 à août 1975 (un peu plus de 8 ans) donne un dépôt de $2,01.10^6 \text{ m}^3$. Compte tenu des déversements et lachûres l'apport solide annuel serait de $2,92.10^6 \text{ m}^3$, soit par an $0,313.10^6 \text{ m}^3$ ou $0,375.10^6$ tonnes. L'érosion spécifique serait dans ce cas de $2\ 865 \text{ t/an km}^2$ et une concentration moyenne des eaux de 53 g/l . Ceci inclut le charriage indéterminé ici. Si on prend une proportion identique à celle du MELLEGUE (19 %), l'érosion spécifique correspondant au seul transport en suspension serait de $2\ 320 \text{ t/an.km}^2$ avec une concentration de 43 g/l .

2.5.2.1.2.3. Evaluation aux sept stations principales

Compte tenu de ce qui précède on peut se livrer à une évaluation directe pour le MELLEGUE au K13 d'après les mesures de NEBEUR et indirecte pour les autres stations.

Pour le MELLEGUE au K13 ($9\ 000 \text{ km}^2$) : en considérant le rapport des superficies des bassins versants avec NEBEUR (0,874), on a les résultats suivants :

TABLEAU 2.5.2.1.2.3. (1)

Transports totaux 10^6 t/an suspension théorique	6,26
Erosion spécifique totale t/an.km^2	695
Erosion spécifique correspondant au charriage t/an.km^2	133
Erosion spécifique correspondant au transport en suspension t/an.km^2	562
Concentration moyenne transports en suspension g/l	31

Pour les autres stations on doit considérer que les transports solides se font essentiellement au cours des crues et que les crues elles-mêmes représentent en moyenne au moins 80 % de l'écoulement annuel. On estimera des valeurs minimales des concentrations moyennes en matière en suspension et cela d'après les mesures existantes : 10 g/l à FERNANA et KEFRIRA, 20 g/l à JENDOUBA et GHARDIMAOU, 25 g/l à BOU SALEM et MEDJEZ EL BAB. Ceci étant retenu comme hypothèse, en partant des débits moyens annuels on peut parvenir à une estimation des transports en suspension :

TABLEAU 2.5.2.1.2.3. (2)

STATION	Apport liquide moyen annuel 10^6 m^3	Cg/l	Sédiments en suspension transportés annuellement (estimation de la valeur minimale) en moyenne	
			10^6 t/an	$\text{t/km}^2 \cdot \text{an}$
MEJERDAH à GHARDIMAOU (1946-1969)	151	20	3	2 000
MEJERDAH à JENDOUBA (1899-1969)	173	20	3,5	1 450
MEJERDAH à BOU SALEM (1953-1969)	487	25	12,2	737
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB (1953-1969)	716	25	17,9	850
RHEZALA à FERNANA (1948-1969)	34,6	10	0,35	2 536
BOU HEURTMA à KEFRIRA (1962-1969)	63,8	10	0,64	1 640 (2 269) *

(*) Bassin versant du barrage de BEN METIR non compté.

Ces résultats concernant l'année moyenne, même imprécis, traduisent une intense érosion spécifique qui est à majorer pour le charriage d'environ 20 % sans doute.

En année exceptionnelle, on pourra observer des valeurs bien plus élevées encore.

Pour une année de période de retour de 100 ans par exemple on peut faire les estimations suivantes (tableau 2.5.2.1.2.3. (3)) :

TABLEAU 2.5.2.1.2.3. (3)

STATION	Apport liquide annuel centennial X0,8	C g/l	Sédiments en suspension transportés annuellement (valeur minimale) pour la même fréquence de retour	
			10 ⁶ t/an	t/km ² .an
MEJERDAH à GHARDIMAOU	421	20	8,4	5 600
MEJERDAH à JENDOUBA	530	20	10,6	4 400
MEJERDAH à BOU SALEM	1 624	30	48,8	2 960
MEJERDAH à MEDJEZ EL BAB	2 059	30	61,8	2 940
MELLEQUE au K13	409	40	16,4	1 820
RHEZALA à FERNANA	78,2	10	0,78	5 650
BOU HEURTMA à KEFRIRA	149	10	1,5	3 846 (5 319) *

(*) Bassin versant du barrage de BEN METIR enlevé.

J. CLAUDE pour la crue de 1973, dont on peut estimer la période de retour à 200 ans ou 300 ans, a évalué l'érosion spécifique totale pour le bassin de la MEJERDAH à 3 400 à 4 290 t/km², ce qui est compatible avec nos évaluations, car l'écoulement annuel pour 1972-1973 a été de 2 611.10⁶ m³ à MEDJEZ EL BAB ce qui correspondrait, d'après nos estimations, à 62,7.10⁶ t/an et 2 984 t/km².an pour les transports en suspension et en ajoutant 20 % pour le charriage à 75,2.10⁶ t et 3 581 t/an.km². Nous serions donc bien au-dessous de la réalité car la crue de mars 1973 ne représentait qu'environ 10⁹ m³ contre 2,6.10⁹ écoulés dans l'année.

En définitive on retiendra de tout cela que les transports solides et l'érosion spécifique sont très élevés sur le bassin de la MEJERDAH et que l'on doit en tenir le plus grand compte pour la construction des barrages. Les petits barrages sont particulièrement menacés comme par exemple le LAKHMESS qui a vu sa capacité réduite de 25 % en 9 ans seulement. Cela tient dans ce cas à la rareté des déversements et lachûres.

Dans le cas de barrage comme celui du MELLEQUE où le niveau est maintenu généralement bas puisque ce barrage est avant tout destiné à amortir les crues, la proportion de sédiments déposés est moins forte : en 21 ans la retenue de NEBEUR n'a perdu que 18 % de sa capacité malgré une crue exceptionnelle en 1969.

2.5.2.2. NATURE DES SEDIMENTS TRANSPORTES

Les analyses disponibles sont peu nombreuses et ont été faites essentiellement pendant la crue de 1973. Des crues dont la genèse serait très différente de celle de 1973 (par exemple crue très importante du MELLEQUE et relativement faible sur la MEJERDAH amont) apporteraient sans doute des sédiments différents.

Sédiments en suspension de la MEJERDAH à la SLOUGHIA :

Une analyse granulométrique et la détermination de la matière organique ont été faites pour les trois journées du 30 mars au 1er avril 1973 (11 échantillons). Les résultats moyens journaliers sont rassemblés dans le tableau 2.5.2.2. (1), ci-dessous :

TABLEAU 2.5.2.2. (1)

DATE	% Argiles 2	% Limons 2 - 20	% Sables très fins 20 - 50	% Sables fins 50 - 200	% Matières organiques
30-3-1973	44,1	40,1	13,1	1,0	1,3
31-3-1973	37,2	31,1	25,1	5,2	1,3
1er-4-1973	16,0	29,8	31,9	21,0	1,3

L'absence quasi totale d'éléments > 200 μ s'explique par le fait que les prélèvements étaient faits en surface où n'arrivent pas ces éléments. On note cependant que le débit diminuant la proportion des éléments grossiers augmente (l'épaisseur de la lame d'eau est plus faible).

Sédiments déposés dans la basse vallée en 1973.

Environ 300 échantillons ont été analysés.

Les résultats moyens sont indiqués dans le tableau 2.5.2.2. (2), ci-dessous :

TABLEAU 2.5.2.2. (2)

	Moyenne %	Intervalle de confiance à 95 %
0 - 1 μ	25,0	23,1 - 27 %
1 - 2 μ	7,4	6,8 - 8,3 %
2 - 20 μ	21,7	20,4 - 23,1 %
20 - 50 μ	17,9	16,3 - 19,5 %
50 - 200 μ	21,3	18,4 - 24,1 %
200 - 200 μ	3,0	1,9 - 4,1 %
H ² O à 105°	2,7	2,5 - 2,9 %
Matière organique totale	1,14	1,07 - 1,21 %

On constate que la proportion d'éléments grossiers est en moyenne plus forte dans les dépôts que dans les échantillons de transports en suspension prélevés, l'explication venant sans doute du fait que ces prélèvements sont faits en surface.

2.5.2.3. IMPORTANCE DES SEDIMENTS DEPOSES

Nous disposons de mesures pour les dépôts consécutifs à la crue de mars 1973 dans l'ensemble de la vallée de la MEJERDAH. La surface inondée a atteint 473 km². L'épaisseur des dépôts varie de quelques millimètres à plus de 2 mètres (2,30 m entre TESTOUR et la SLOUGHIA). Cette épaisseur est influencée par plusieurs facteurs (distance au cours d'eau, topographie des lieux, vitesse du courant d'inondation, obstacles divers). Les épaisseurs les plus fréquemment observées sont de 10 à 15 cm. J.Y. LOYER a dressé un tableau (2.5.2.3. (1)) donnant les surfaces couvertes par classe d'épaisseur et les volumes d'alluvions correspondants :

TABLEAU 2.5.2.3. (1)

Classe	Moyenne estimée en cm de la classe	Surface couverte en ha	Volume moyen en 10 ⁶ m ³
0 Traces	0	17 331	-
0 - 5 cm	3,7	13 760	5,1
5 - 20 cm	11,5	9 660	11,1
20 - 40 cm	32,0	4 930	15,8
40 - 80 cm	69,0	978	6,7
80 - 230 cm	120	632	7,6
		47 291	46,3

La densité apparente a été estimée à 1,66 d'après les diverses déterminations faites, ce qui donne un poids total de 75.10^6 tonnes environ. Ramenées à l'hectare les valeurs sont les suivantes :

Volume	1 000	m ³ /ha
Poids	1 700	t/ha.

Cela représente une couche moyenne de 10 cm sur les 470 km² inondés, ce qui est considérable.

On peut estimer que cet apport est dans l'ensemble bénéfique aux plaines inondées même si dans l'immédiat des dégâts importants sont constatés. Ce sont ces dépôts qui, au cours des âges, ont comblés peu à peu le golfe qui s'étendait il y a 4 ou 5 000 ans de TEBOURBA à la côte actuelle.

La construction du barrage de SIDI SALEM sur la MEJERDAH est susceptible de modifier considérablement l'aspect de la basse vallée en supprimant la plupart des crues importantes, donc les inondations, réduisant ainsi les apports solides par les crues qui pourraient se produire encore.

2.6 BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES ET DOCUMENTS HISTORIQUES

- O. DAPPER : Nankeurige Beschryvinge der Afrikaensche Gewesten Amsterdam 1668 (et texte corrigé de 1670)
- HOUETTE : Lettre à Monsieur BIGNENS du 24.8.1908. Bibliothèque Nationale Tunis.
- ABDUL WAHAB : Mise en valeur du Nord Tunisien. Revue tunisienne 1917.
- L. BIGNENS : La MEDJERDAH. Bibliothèque Nationale (cote 9320 Br) Tunis.
- J. COIGNET : L'Hydraulique en Tunisie. Bibliothèque Nationale (cote 792 m 8) Tunis.
- G. VINCENT : Le Barrage de BATHAN 1918. Bibliothèque Nationale (cote 5885 Br).
- L. POINSOT : Le pont de DJEDEÏDA. Revue tunisienne 1942 - Bibliothèque Nationale (cote 16033 Br) Tunis.
- ABDABASIT
B. HALIL et ADORNE : Deux récits de voyage inédits en Afrique du Nord. PARIS - LAROSE 1936.
- G. GINESTOUX : Le chêne Zeen d'Aïn Draham. Bulletin de la Direction Générale de l'Agriculture et du Commerce - 1917.
- G. MARÇAIS : Manuel d'Art musulman. Bibliothèque Nationale Tunis.
- A. PELLEGRIN : La MEDJERDAH : aperçu géographique et historique. Bulletin Economique et Social de la Tunisie - juin 1955.
- A. LOUIS,
L. VERPLANCKE : La Tunisie au XVII^e siècle d'après la description de l'Afrique du Dr. O. DAPPER (cf. ci-dessus). Revue de l'IBLA 2^e/3^e trimestres 1966. Dans l'Antiquité, de nombreux auteurs ont parlé de la MEDJERDAH : Pline l'Ancien, Aulugelle, Strabon, Ptolémée, Silius Italicus : O. DAPPER a lu et cité les textes de ces auteurs (dont certains sont perdus), ainsi d'ailleurs que ceux de Léon l'Africain.

ETUDES RECENTES

- AUGUSTIN BERNARD
R. DE FLOTTE DE
ROQUEVAIRE : Atlas d'Algérie et de Tunisie. E. Larose Editeur PARIS 1924.
- H. GAUSSEN,
A. VERNET : Carte des précipitations (Algérie, Tunisie). Ministère de l'Agriculture, 1950.
- SOCIETE NEVRPIC : OUED MEDJERDAH - Mesures de débits (1948-1949 et 1949-1950).
- Tome I : Campagnes de mesures
Tome II : Recueil de photographies
Tome III : Mesures et étude des variations du fond
Tome IV : Recueil des épures de calcul des débits
Tome V : Synthèse.
- DIRECTION DES
TRAVAUX PUBLICS : OUED MEDJERDAH. Campagne de mesures des débits 1949-1950 au pont de Protville et à l'émissaire d'Henchir Tobias.
- G. CASTANY : Carte géologique de Tunisie. Service géologique - Tunis 1951.
- CH. COLLET : Les moyens mis en oeuvre en Tunisie pour l'étude des crues de la MEDJERDAH. In "La Houille Blanche" juin-juillet 1953.

- SOCIETE NEVRPIC : Modèle réduit de la MEDJERDAH. Synthèse des principaux résultats d'essais. Mars 1954 : 2 tomes.
- J. TIXERONT : Relation de la valeur des eaux de la MEDJERDAH avec les barrages existants ou en projet BIRH - Tunis 1960.
- NEVRPIC AFRIQUE : OUED MEDJERDAH. Campagne de mesures 1959-1960. Note sur les crues - Novembre 1960.
- J. TIXERONT : Les crues de la MEDJERDAH à SOUK EL KHEMIS. Ministère de l'Agriculture Tunis janvier 1961.
- M. CHAUMONT : Les crues de la MEDJERDAH à GHARDIMAOU, SOUK EL KHEMIS et MEDJEZ EL BAB après régulation par les barrages de NEBEUR et BEN METTIR. BIRH Tunis janvier 1962.
- J. CRUETTE : Régime d'étiage de l'OUED BEJA. BIRH Tunis 1965.
- SCET : Evolution de la salinité de la MEDJERDAH. Note préliminaire 1965.
- DUMAS : Relation entre l'érodibilité des sols et leurs caractéristiques analytiques. In cahiers ORSTOM Pédologie Volume III fasc. 4 1965.
- M. GOUNOT,
A. SCHOENENBERGER
C. FLORET : Carte phytocéologique de la Tunisie septentrionale CNRS/CEPE 1967.
- J. CRUETTE, RAMANA : Etude des débits de base de la MEDJERDAH. DRE 1968.
- DUBOURDIEU : Carte pédologique - Alger 1954.
- A. FOURNET : Etude pédologique de l'URD OUED ZARGA. DRS Tunis.
- J. CRUETTE : Note sur l'estimation de la salinité à SIDI SALEM DRE 1968.
- HER. Grands Travaux : Retenue de SIDI SALEM. Hydrologie et salinité des eaux - Tunis 1968.
- J. M. ROUSSEL : Calcul de la crue de chantier du barrage de SIDI SALEM HER Tunis 1969.
- L. BORTOLI,
M. GOUNOT
J.C. JACQUINOT : Climatologie et Bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. In Annales de l'INRAT 1969.
- A. JAUZEIN : Cours de Géomorphologie aux élèves de l'ENSA 1971.
- A. LAFFORGUE : Note sur une première exploitation des mesures hydrométriques pour sept stations de base du bassin versant de la MEDJERDAH. DRE Tunis 1971.
- J. COLOMBANI : Note sur l'influence éventuelle d'une zone de trias dans un lac artificiel (exemple OUED MELLEGUE) DRE 1971.
- F. SERANDOUR : Etude de la nappe alluviale superficielle et des tarissements de l'OUED MEDJERDAH dans la région de GHARDIMAOU DRE Tunis 1972.
- F. SERANDOUR : Etude des tarissements des OUEDS KASSEB et RHEZALA DRE Tunis 1972.
- R. KALLEL,
J. COLOMBANI : Les crues exceptionnelles de mars 1973 en Tunisie DRE 1973.
- R. BELKHODJA,
L. BORTOLI,
J.P. COINTEPAS,
P. DEMANCHE,
A. FOURNET,
J.C. JACQUINET,
A. MORI : Les sols de la Tunisie septentrionale. In Bulletin de la Division des Sols n° 5 DRS Tunis 1973.
- H. DOSSEUR : Etude hydrologique pour l'aménagement des eaux du Nord de la Tunisie (Modèle mathématique) ORSTOM Paris 1974.

OUVRAGES GÉNÉRAUX

- M. PARDE : Cours de Potamologie. Institut National Polytechnique de Grenoble.
Ecole des Ingénieurs Hydrauliciens.
- J. LARRAS : Prévision et prédétermination des étiages et des crues BCEOM - Eyrolles Paris.
- S. LEVIASKV : Précis d'Hydraulique fluviale. DUNOD Paris.
- A. LENCASTRE : Manuel d'Hydraulique générale CREC Eyrolles Paris.
- M. ROCHE : Hydrologie de surface. GAUTHIER VILLAR Paris.
- COLIN, MEUNIER, PUECH : Problèmes hydrologiques relatifs à l'étude des crues.

(Centre national d'études techniques et de recherches technologiques pour l'Agriculture, les forêts et l'équipement rural) Paris 1972.

Nous avons consulté également les très nombreux rapports d'activité, notes techniques et publications provisoires écrits par des auteurs nombreux et variés concernant les études faites dans le bassin de la MEDJERDAH. Il n'est pas possible de les citer tous ici.

2.7 ANNEXES

NOTES CONCERNANT LE BARRAGE D'EL BATHAN

Des mesures de débit à l'aide de déversoirs en mince paroi jusqu'à $2 \text{ m}^3/\text{s}$, par calcul de déversoir au-dessus de ce débit (les seuils des pertuis étant tous arasés à la même cote) ont été faites en 1907-1908 par un certain Monsieur HOUEITE, les cotes étant relevées quotidiennement le matin. Il en est résulté un tableau des débits classés que la personne en question a adressé par lettre à Monsieur BIGNENS le 24-8-1908. (cf. Bibliothèque Nationale. La MEDJERDAH L. BIGNENS Cote 9320 B2).

Le tableau est le suivant :

		Nombre de jours	
850 l/s	< Q	< 1 000 l/s	45
1 000		1 500	40
1 500		2 000	30
2 000		3 000	100
3 m^3/s		10 m^3/s	60
10		25	15
25		40	15
40		60	15
60		100	15
100		200	3
200		350	3
350		600	8
600		1 000	8
1 000		1 200	8

L'auteur de la lettre précise en outre que le débit peut atteindre $2 500 \text{ m}^3/\text{s}$ mais pas tous les ans, tous les 5 à 7 ans seulement.

Cela correspond à la répartition cumulée suivante :
(Q en m^3/s)

			Nombre de jours
0,850	<	Q	365
1,000	<	Q	320
1,500	<	Q	280
2,0	<	Q	250
3,0	<	Q	150
10,0	<	Q	90
25,0	<	Q	75
40,0	<	Q	60
60,0	<	Q	45
100	<	Q	30
200	<	Q	27
350	<	Q	24
600	<	Q	16
1 000	<	Q	8
1 200	<	Q	0

TABLEAU ANNEXE-1

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH
(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en Km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	Oser- vations
		Longit.	Latit.						
<u>MEDJERDAH</u>									
Frontière (voie ferrée)	54 01 05	6,747	40,460	~ 230	1410	MP090	Néant	Etiage tous les 15 jours	
GHARDIMAOU (confluent Belias)	54 01 10	6,775	40,503	191,43	1480	MC001	Echelle Limni- graphe	En crue et en étiage	
OUED MELIZ (gare) (confluent MELIZ, RARAI et MELAH)	54 01 20	6,900	40,523	~ 178	1543	MP064	Néant	Etiage tous les 15 jours	
CHEMTOU	54 01 30	6,935	40,546	~ 170	2207	MM050	Néant	Etiage tous les 15 jours	
QUEST SIDI MERZOUG	54 01 32	6,958	40,534	~ 162	2215	MP075	Néant	Etiage tous les 15 jours	
SIDI MERZOUG	54 01 35	6,976	40,538	~ 160	2232	MP076	Néant	- idem -	
M'ZAZ EL KHEMIS	54 01 37	7,014	40,515	~ 155	2274	MP077	Néant	En étiage occasionnel	
SIDI MESKINE	54 01 40	7,059	40,508	~ 153	2294	MP063	Néant	En étiage tous les 15 jours	
JENDOUBA (confluent BAJER MELLEQUE)	54 01 60	7,116	40,568	135,265	2410	MC028	Echelle limni- graphe	En crue et en étiage	
BEN BECHIR (gare)	54 01 65	7,234	40,598	~ 136		MP078	Néant	En étiage occasionnel	
BEN BECHIR (gare) (Confluent TESSA)	54 01 70	7,247	40,629	~ 129	13426	MP079	Néant	En étiage occasionnel	
SIDI ZAOUEM (Confluent BOU HEURIMA)	54 01 75	7,317	40,640	~ 128		MP080	Néant	En étiage occasionnel	
BOU SALEM (GP6)	54 01 80	7,369	40,668	116,905	16230	MC007	Echelle limni- graphe	En crue et en étiage	

TABLEAU ANNEXE -2

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH
(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	OBSER- vations
		Longit.	Latit.						
<u>MEDJERDAH</u> (suite)									
(Confluents BOUJARINE, KASSEB, THIBAR) MEDJEZ EL KERMA	54 01 85	7,458	40,664	~ 125		MP081	Néant	En étiage occasionnel	
SIDI SMAÏL	54 01 90	7,527	40,670	~ 120		MP082	Néant	En étiage occasionnel	
<i>Pont Trajan</i>	59 01 10	7,659	40,704	93,136	17330	MC010	Echelle Limni- graphe	En crue et en étiage	
(Confluents BEJA, ZARGA) SIDI CHAALA	59 01 15	7,846	40,722	~ 85	18100	MP083	Néant	En étiage occasionnel	
<i>Sidi Salem</i>	59 01 20	7,850	40,654	~ 80	18250	MC041	Echelle Limni- graphe télé- phérique	En crue et en étiage	
(Confluents KRALLED, SILIANA)									
<i>La Sloughia</i>	59 01 30	7,981	40,653	52,285	20990	MC027	Echelle Limni- graphe	En crue et en étiage	Limni- graphe installé en 1974
<i>Medjez el Bab</i>	59 01 40	8,079	40,722	43,068	21000	MC016	Echelle Limni- graphe	En crue et en étiage	Limni- graphe détruit en 1973
(Confluent LAHMAR)									
GRICH EL OUED	59 01 42	8,140	40,754		21800	MP084	Néant	En étiage occasionnel	
SIDI EL HERI	59 01 45	8,149	40,805	~ 40		MP085	Néant	En étiage occasionnel	
BORDJ TOUM	59 01 47	8,213	40,827	~ 40		MP086	Néant	- idem -	
BARRAGE EL ARROUSSIA	59 01 50	8,264	40,890	~ 40		ML024	Echelle	Contrôle par le barrage	
EL BATHAN	59 01 60	8,349	40,898	~ 24	22000	MS017	Echelle Limni- graphe	En étiage	Aban- donnée

TABLEAU ANNEXE -3

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH
(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	Observa- tions
		Longit.	Latit.						
MEDJERDAH (suite)									
<i>Djedeïda</i> (pont route) (Confluent, CHAFROU)	59 01 70	8,436	40,443	15,443	22100	ME065	Echelle Limni- graphe	En crue et en étiage	
<i>Djedeïda</i> (pont voie ferrée)	59 01 80	8,476	40,938	9,78	22680	ME018	Echelle Limni- graphe	En crue et en étiage	Aban- donnée
DAR LEZDINE	59 01 82	8,530	41,048	~ 11	MP087	MP087	Néant	En étiage occasionnel	
DAR MENCHIA	59 01 85	8,540	41,065	~ 11		MP088	Néant	- idem -	
HENCHIR TOBIAS	59 01 87	8,596	41,133			MP089	Néant	- idem -	
PROTVILLE	59 01 90	8,585	41,105	~ 10	23000	MP043	Echelle	- idem -	
AFFLUENTS RIVE DROITE									
<i>Belias</i> ARGOUB EL OUST	53 21 50	6,826	40,493	~ 260	6,3	MC055	Echelle Limni- graphe	En étiage	Résultats inutili- sables Aban- donnée
PONT GP 6	53 21 80	6,822	40,511	~ 200	8,5	MM114	Néant	Etiage tous les 15 jours	
<i>Meliz</i> COTE 435	53 14 10	6,864	40,385	~ 435	24,5	MP117	Néant	Etiage tous les 15 jours	
KHANGUET ROUÏGUIBA	53 14 40	7,933	40,466	~ 235	215	MC046	Echelle Limni- graphe	En étiage	Résultats inutili- sables Aban- donnée
SIDI B. GOUSSA	53 14 50	6,942	40,481	~ 218	222	MP118	Néant	Etiage tous les 15 jours	
PONT ROUTE GP6	53 14 80	7,925	40,518	~ 182	235	MM123	Néant	- idem -	

TABLEAU ANNEXE-4

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH
(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	Observa- tions
		Longit.	Latit.						
<u>MELLEQUE</u>									
K 13	51 12 10	6,845	40,130	327,41	9000	MC002	Echelle Limni- graphe	En étiage et en crue	
K 22	51 12 22	6,994	40,297	~ 230	10310	MD112	Echelle Limni- graphe déversoir	En étiage et en crue	Noyée dans la retenue du Nebeur
Barrage	51 12 81	7,075	40,348	~ 269		ML003	Echelle	Néant	cote du plan d'eau
Canal 200 en aval usine	51 12 82	7,075	40,348					Néant	
Pont à 206 m sortie usine	51 12 20	7,075	40,348	~ 221		MP111	Néant	En étiage occasionnel	
Aval barrage	51 12 95	7,075	40,348	~ 221		MD134	Néant	Etiage tous les 15 jours	
MUTHUL	51 12 30	7,128	40,451	~ 170		MP048	Néant	Etiage tous les 15 jours	
Pont 5 DINARS	51 12 50	7,230	40,586	~ 141	10620	MP060	Néant	Etiage tous les 15 jours	
<u>SARRATH</u> (affluent du MELLEQUE)									
Amont confl. du SECCA	51 50 20	6,991	39,680	~ 625	884	MP101	Néant	Etiage tous les 2 mois	
Confluent SECCA	51 62 90	6,991	39,680	~ 625	893	MP100	Néant	- idem -	
Aval confl. du SECCA	51 50 21	6,991	39,680	~ 625	1074	MP102	Néant	- idem -	
PT VF	51 50 40	6,966	39,743	~ 594	1373	MP103	Néant	- idem -	
PT Route TADJEROUIN- K. DJERDA	51 50 60	6,923	39,789	~ 565	1513	MP104	Néant	- idem -	
SIDI AMOR BEN SALEM	51 50 80	6,789	39,812	~ 530	1840	MP107	Néant	Etiage tous les 2 mois	
<u>HADRA</u> (affluent du SARRATH)									
HADRA CASSIS	51 61 20	6,800	39,515	~ 790	272	MM106	Néant	En étiage tous les 15 jours	

TABLEAU ANNEXE-5

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH
(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	Observa- tions
		Longit.	Latit.						
<u>DJERIFF</u> (affluent du SARRATH)									
SI MOHAMED BEN CHAFAÏ	51 50 10	6,908	40,525	~ 780	66	ML105	Echelles	Etiage tous les 2 mois	
<u>KOHOL</u> (affluent du MELLEGUE)									
ROUTE LE KEF- SAKIET	51 41 70	6,852	40,130	~ 330	212	MM021	Echelles	- idem -	
<u>R'MELL</u> (affluent du MELLEGUE)									
Route L KEF- SAKIET	51 43 80	7,004	40,130	~ 450	407	MC023	Echelle Limni- graphe	Etiage tous les 15 jours	
<u>R'MELL</u> Confluent MELLEGUE	51 48 89	9,002	40,188	~ 308	463	MP125	Néant	En étiage occasionnel	
<u>EL ANEG</u> HAMMAM	51 44 70	6,936	40,211	~ 300	89,2	MP127	Néant	occasionnel	Aban- donnée
<u>ZERGA</u>									
EZ ZERGA	51 45 70	7,004	40,254	~ 280	34,4	MP128	Néant	- idem -	- idem -
<u>KARAA</u>									
EL KARAA	51 46 70	7,002	40,263	~ 280	64,3	MP128	Néant	- idem -	- idem -
<u>BEL HANNECH</u> (affluents de la retenue du MELLEGUE)									
HANNECH	51 47 70	7,115	40,327	~ 310	112	MP130	Néant	- idem -	
<u>MELLAH</u> (affluent du MELLEGUE)									
Cote 350	51 40 60	6,815	40,125	~ 345	342	MM020	Echelle	Etiage tous les 15 jours	

TABLEAU ANNEXE -6

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH
(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	Observa- tions
		Longit.	Latit.						
<u>GUETTAR</u> (affluent du MELLEQUE)									
GUETTAR EL KSAR	51 42 72	6,842	40,136	~ 335	23,0	MM022	Echelle	- idem -	
<u>IZID</u>									
Barrage déver- soir	52 37 80	7,193	39,915	~ 652	61	MR042	Echelle	Etiage tous les 15 jours	
<u>TESSA</u>									
Les ZOUARINES	52 13 10	7,305	40,035	~ 571	408	MC008	Echelle Limni- graphe	En crue et en étiage	
K. AFRES	52 13 20	7,330	40,070	~ 530	427	MP108	Néant	Etiage tous les 2 mois	
LE SERS PONT	52 13 30	7,436	40,082	~ 475	896	MP061	Néant	- idem -	
EL BEÏDA	52 13 40	7,098	40,098	~ 470	944	MP109	Néant	- idem -	
TRIKA Station	52 13 43	7,518	40,120	~ 430	1009	MP115	Néant	Occasionnel	
SIDI BOU ROUIS	52 13 45	7,532	40,191	~ 390	1096	MP110	Néant	Etiage tous les 2 mois	
Dj. EL GUESSIA	52 13 48	7,438	40,241	~ 347	1443	MP113	Néant	- idem -	
Pont KRIB	52 13 50	7,377	40,314	~ 295	1844	MM026	Echelle	- idem -	détruite en 1969
<u>SIDI MEDJENNE</u>									
SIDI MEDJENNE	52 13 55	7,352	40,310	~ 180	1952	MC137	Echelle Limni- graphe téléphér.	En crue et en étiage	station princi- pale de depuis 1972
Entrée plaine SIDI ABID	52 13 60	7,325	40,520	~ 160	2349	MP093	Néant	Occasionnels	
BOU SALEM (route GP6)	52 13 70	7,290	40,629	~ 133	2410	MP037	Echelle	Etiage tous les 15 jours	
<u>MELAH</u> (affluent du TESSA)									
KRIB Gare	52 40 50	7,589	40,291	~ 393	59	MP136	Néant	Etiage tous les 2 mois	

TABLEAU ANNEXE-7

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH

(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	Oser- vations
		Longit.	Latit.						
<u>ARKOU</u> (affluent du TESSA)									
ARKOU Aval	52 48 90	7,380	40,427	~ 217	141	MM036	Néant	Etiage tous les 15 jours	
<u>THIBAR</u>									
Barrage Ste MARIE	53 19 50	7,485	40,557	~ 205	40,5	MP094	Echelle	Etiage tous les 15 jours	
<u>THIBAR</u>									
THIBAR	53 19 60	7,403	40,603	~ 155	80,5	MM032	Néant	- idem -	
<u>KRALLED</u>									
Supérieur - SIDI BOU DAROUIA	58 18 50	7,692	40,442	~ 333	134	MP072	Néant	- idem -	
Amont	58 18 80	7,742	40,542	~ 235	285	MM057	Echelle	- idem -	
Aval MAKTELA	58 18 90	7,847	40,611	~ 90	449	MM034	Néant	- idem -	
<u>OUSSAFA</u>									
Pont GP 12	55 46 65	7,676	39,823	~ 740	70	MM033	Néant	- idem -	
Entrée plaine SILIANA	55 46 70	7,885	39,960	~ 508	390	ML012	Echelle Limni- graphe déversoir	En crue et en étiage	Limni- graphe & déversoir détruits en 1969 (reste l'é- chelle)
<u>SILIANA</u>									
CASSIS confl. LAKMES	55 16 05	7,881	40,033	~ 450	644	MP099	Néant	Etiage tous les 15 jours	
(Suite <u>OUSSAFA</u>)									
Pont GP 4	55 16 10	7,460	40,083	~ 413	740	MM025	Néant	- idem -	
1 km aval SILIANA	55 16 12	7,840	40,102	~ 409	774	MP122	Néant	Occasionnel	
MEZREG ES CHEMS	55 16 15	7,806	40,164	~ 380	1033	MP039	Néant	Etiage tous les 15 jours	

TABLEAU ANNEXE - 8

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH

(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	EQUI- pement	Jaugeages	Obsér- vations
		Longit.	Latit.						
<u>SILIANA</u> (suite)									
1 km amont GAFOUR	55 16 19	7,771	40,346	~ 248	1400	MP116	Néant	Etiage tous les 15 jours	
GAFOUR	55 16 20	7,777	40,358	~ 239	1400	MM038	Néant	Etiage tous les 2 mois	
GRIFFON de GAFOUR	55 16 21	7,769	40,348	~ 250	-	MP131	Néant	Occasionnel	Source
EL AROUSSA (PVF)	55 16 30	7,899	40,425	~ 180	1560	MM040	Limni- graphe	Etiage tous les 15 jours	Station détruite en 1969, 15 j. apr. son instal- lation
<i>Dj. LAOUDJ</i>	55 16 35	7,913	40,531	~ 125	2110	MC138	Echelle limni- graphe télé- phér.	En crue et en étiage	Instal- lée fin 1972
Aval (SIDI NAGI)	55 16 40	7,931	40,570	~ 110	2134	MP015	Néant	Etiage tous les 15 jours	
TESTOUR (pont- route du KEF)	55 16 50	7,870	40,610	~ 78	2210	MP066	Néant	Etiage tous les 2 mois	
<u>LAKMESS</u> (affluent SILIANA)									
Barrage	55 45 60	7,920	40,010	~ 475	130	ML013	Echelle	Néant	
RAS EL MA (rive droite)	55 62 80	7,840	40,083	~ 513	-	MB030	Néant	Etiage tous les 15 jours	Source
RAS EL MA (rive gauche)	55 62 81	7,954	39,980	~ 518	-	MA030	Néant	- idem -	Source
<u>R'MILL</u> (affluent SILIANA)									
Pont Route EL AROUSSIA - BOU ARADA	55 50 90	7,961	40,418	~ 185	271	MP014	Echelle Limni- graphe	Etiage tous les 15 jours	Aban- donnée

TABLEAU ANNEXE -9

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH

(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	OBSER- vations
		Longit.	Latit.						
<u>MASSOUGE</u> (affluent SILIANA)									
Entrée de SILIANA	55 17 10	7,821	40,095	~ 422	115	MP019	Néant	Occasionnel	
<u>LAHMAR</u>									
CASSIS	58 22 30	8,239	40,656	~ 95		MM139	Néant	Etiage tous les 15 jours	
Pont GP 5	58 22 70	8,216	40,697	~ 82	368	MM140	Néant	- idem -	
<u>CHAFFROU</u>									
Pont GP 7	53 25 90	8,467	40,929	~ 20	588	MM141	Néant	Occasionnel	
<u>ZARGA</u> (11)									
SIDI THABET	58 29 10	8,525	40,017	~ 45	3,25	MR074	Déver- soir	-	Bassin repré- sentatif
<u>AFFLUENTS RIVE GAUCHE</u>									
RARAT supérieur	50 11 10	6,687	40,511	~ 230	21,3	MS044	Echelle Limni- graphe	Etiage tous les 15 jours	
CASSIS	50 11 20	6,731	40,518	~ 198	108	MP058	Néant	- idem -	
MEDJEZ EL KATRA	50 11 40	6,806	40,548	~ 184	318	MD045	Néant	- idem -	
RARAT Plaine	50 11 60	6,890	40,542	~ 175	370	MC133	Echelle Limni- graphe téléphér.	En crue et en étiage	Installée en 1971
CHEMTOU	50 11 85	6,919	40,542	~ 160	377	MP056	Néant	Etiage tous les 15 jours	
<u>HADJAR</u> (affluent du RARAT)									
SIDI DJELLALA	50 36 70	6,700	40,530	~ 250	29,8	MS051	Echelle Limni- graphe	- idem -	

TABLEAU ANNEXE-10

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH

(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	Obser- vations
		Longit.	Latit.						
<u>HADJAR</u> (affluent du RARAT)									
CASSIS	50 36 80	6,732	40,526	~ 200	33,6	MM125	Néant	- idem -	
<u>NEMEUR</u> (affluent du RARAT)									
NEMEUR	50 38 80	6,736	40,543	~ 208	62,3	MS052	Echelle Limni- graphe	Etiage tous les 15 jours	
<u>HAMMAM</u> (affluent du RARAT)									
Amont	50 32 30	6,794	40,595	~ 240	29,3	MP092	Néant	- idem -	
Bains	50 32 45	6,799	40,590	~ 230	29,8	MS047	Echelle Limni- graphe	- idem -	Limni- graphe enlevé en 1974
Pont SIDI TABAR	50 32 50	6,800	40,584	~ 220	30,3	MF059	Néant	- idem -	
<u>ENJA</u> (affluent du RARAT)									
EL GUELAA	50 40 90	6,816	40,588	~ 240		MS053	Echelle Limni- graphe	- idem -	Limni- graphe enlevé en 1974
<u>MELAH</u>									
Pont	53 15 92	6,935	40,558	~ 187	45,2	MC054	Echelle Limni- graphe	- idem -	
<u>BAJER</u>									
Pont route	53 17 40	7,115	40,598	~ 140	102	MP062	Echelle	- idem -	
<u>BOU HEURIMA</u>									
<u>KEFRIRA</u>	53 20 20	7,170	40,752	~ 185	390	MC006	Echelle Limni- graphe	En crue et en étiage	

TABLEAU ANNEXE -11

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH

(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant en km ²	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	Obser- vations
		Longit.	Latit.						
<u>BOU HEURTMA</u>									
SIDI ALI	53 20 22	7,331	40,703	~ 132	502	MM049	Néant	Etiage tous les 15 jours	
Pont SNCFT	53 20 30	7,338	40,676	~ 130	53	MP029	Néant	Etiage tous les 2 mois	
<u>RHEZALA</u> (affluent du BOU HEURTMA)									
<u>FERNANA</u>	53 35 10	7,074	40,716	~ 230	138	MC004	Echelle Limni- graphe	En crue et en étiage	
KEFRIRA	53 35 90	7,169	40,742	~ 185	228	MP091	Néant	Etiage tous les 15 jours	
<u>EL LIL</u> (affluent du BOU HEURTMA)									
Barrage	53 39 12	7,120	40,830	~ 440	110	ML005	Echelle	-	
Evacuation	53 31 20	7,120	40,830			MP132		Occasionnel	
<u>BOUJARINE</u> (Gare-PVF)	53 18 60	7,381	40,679	~ 130	58	ML135	Echelle	Etiage tous les 15 jours	
<u>KASSEB</u>									
AÏN ZREN	53 50 10	7,405	40,848	~ 250	-	MP070	-	-	Dans la retenue du bar- rage
B 11	53 50 20	7,409	40,847	~ 249	103	MD009	Néant	-	
Barrage	53 50 90	7,410	40,847	~ 249	103	ML119	Echelle Limni- graphe	-	Détruite
Evacuation	53 50 21	7,410	40,847	~ 249	103	MP120	-	Occasionnel	
Route GP13	53 50 25	7,436	40,825	~ 210	113	MP121	-	Etiage tous les 15 jours	
GP 6	53 50 30	7,410	40,695	~ 135	255	MP071	-	Etiage tous les 2 mois	

TABLEAU ANNEXE -12

STATIONS ET POINTS DE MESURES HYDROMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDAH

(Classement d'amont en aval)

OUED Nom de la station	N° Mécano- graphique	Coordonnées en grades		Altitude du 0 en m	Bassin versant ² en km	N° BIRH	Equi- pement	Jaugeages	Obsér- vations
		Longit.	Latit.						
<u>BRIKA</u> (affluent du KASSEB)									
BRIKA	53 45 50	7,409	40,851	~ 250	28,5	MD097	Néant	-	Noyée dans le barrage
<u>BEJA</u>									
Supérieur	56 22 20	7,630	40,880	~ 200	40,0	MP098	Néant	Etiage tous les 2 mois	
Viaduc SNCFT	56 22 30	7,623	40,845	~ 190	126	MM035	Echelle	En étiage tous les 15 jours	
Pont GP 6	56 22 40	7,655	40,818	~ 147	207	MC011	Echelle Limni- graphe	En étiage et en crue	
Pont de TRAJAN	56 22 60	7,651	40,710	~ 105	336	MP067	Néant	Etiage tous les 2 mois	
<u>ZARGA</u> (I)									
Amont	57 23 10	7,845	40,817	~ 140	102	MP068	Néant	- idem -	
Pont Ville	57 23 40	7,857	40,754	~ 100	252	MM031	Néant	Etiage tous les 15 jours	
Aval (confluent)	57 23 90	7,848	40,729	~ 85	315	MP069	Néant	Etiage tous les 2 mois	
<u>BOUNEB</u> (affluent du ZARGA)									
BOUNEB au confluent	57 30 50	7,853	40,807	~ 132	105	MP095	Néant	- idem -	

Les stations soulignées d'un double trait sont actuellement des stations "principales",
celles soulignées d'un simple trait des stations secondaires.

O.R.S.T.O.M.

Direction générale :

24, rue Bayard, 75008 PARIS

Services Scientifiques Centraux :

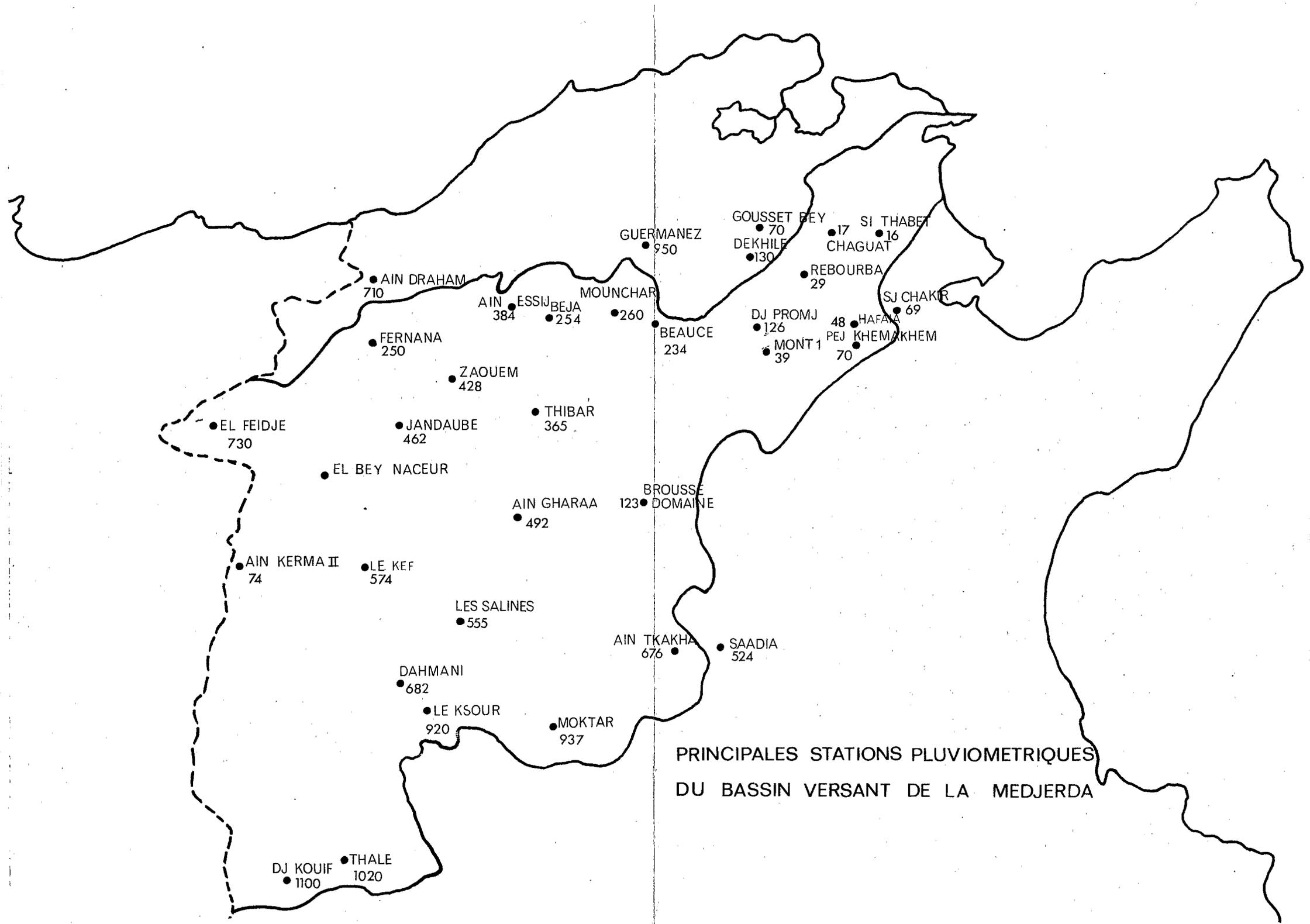
Service des Editions

70-74, route d'Aulnay - 93140 BONDY

Imp. IJN

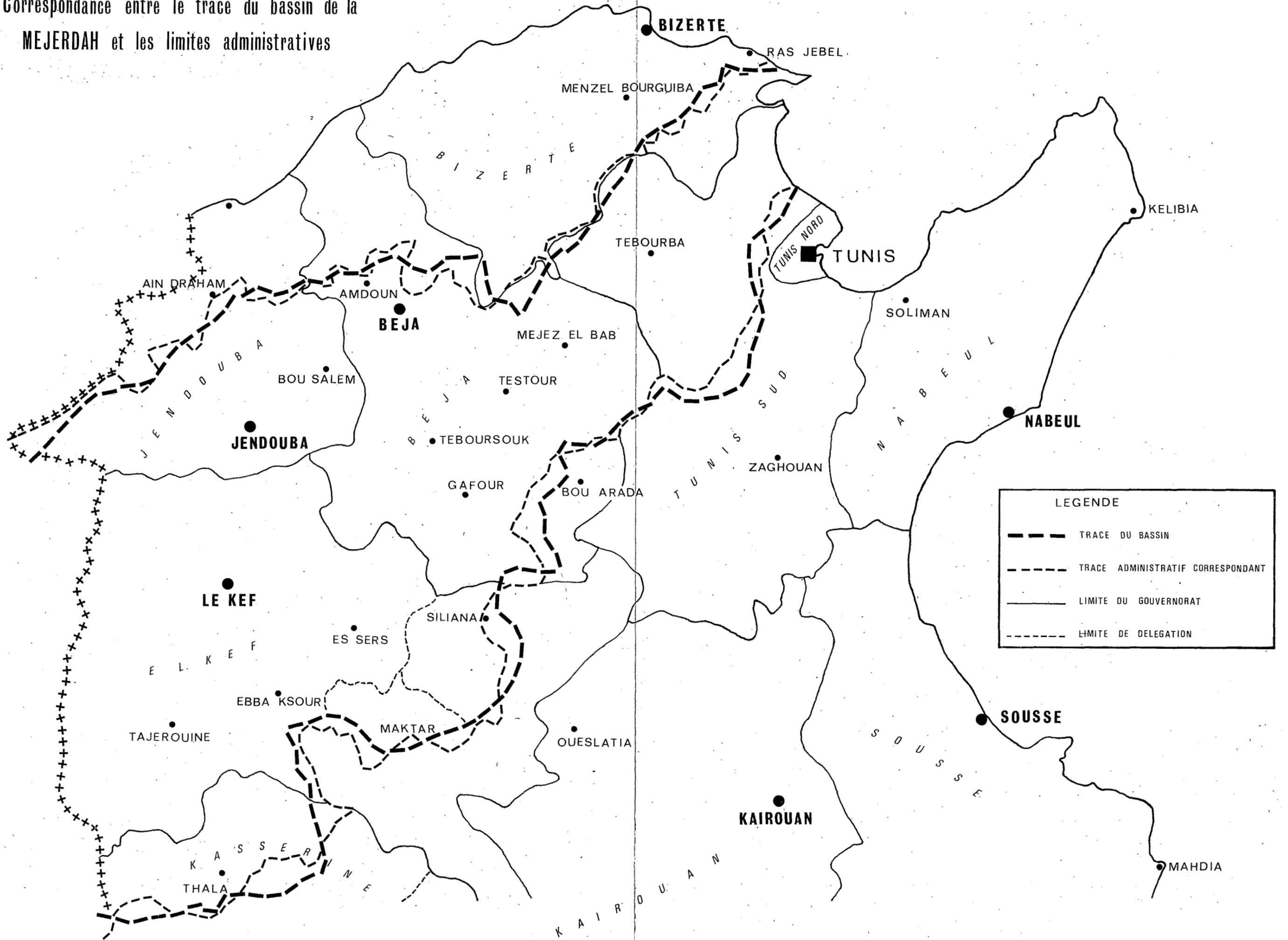
O.R.S.T.O.M. Editeur
Dépôt légal : 4^e trimestre 1981

ISBN 2 - 7099 - 0595 - 7



PRINCIPALES STATIONS PLUVIOMETRIQUES
DU BASSIN VERSANT DE LA MEDJERDA

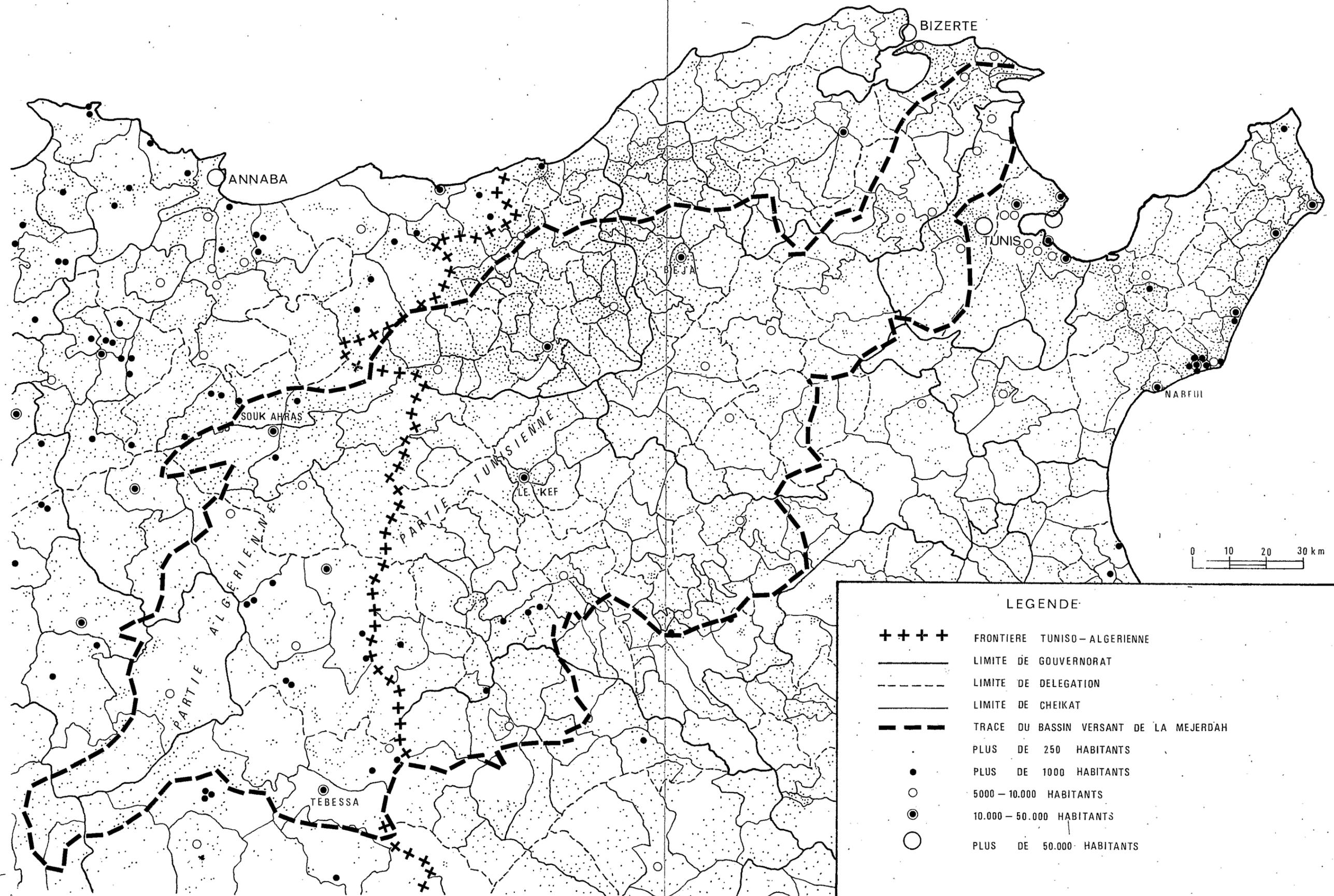
Correspondance entre le tracé du bassin de la MEJERDAH et les limites administratives



LEGENDE

-  TRACE DU BASSIN
-  TRACE ADMINISTRATIF CORRESPONDANT
-  LIMITE DU GOUVERNORAT
-  LIMITE DE DELEGATION

Densité de population dans le bassin de la MEJERDAH d'après les recensements Algérien et Tunisien de 1966



LEGENDE

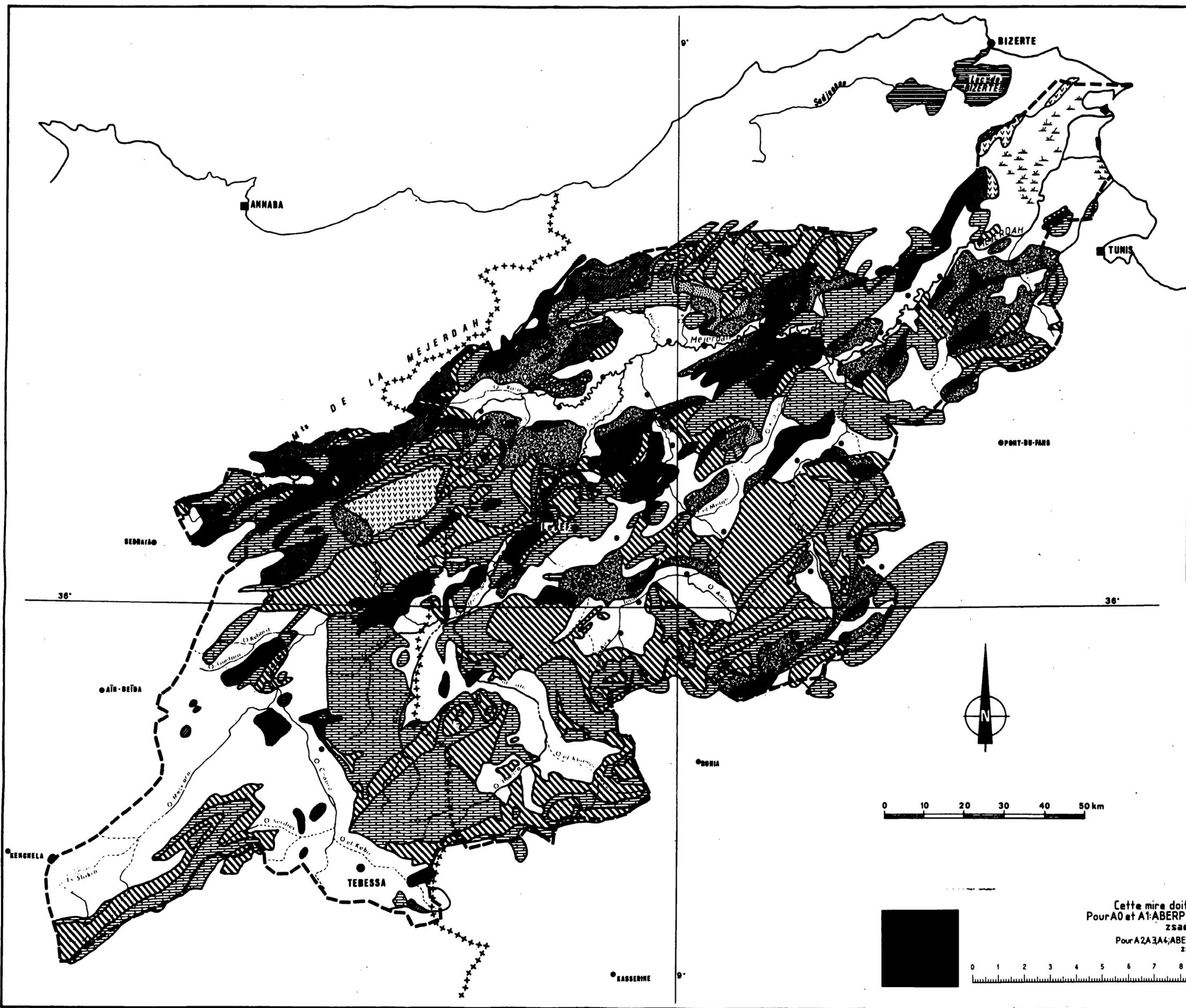
- ++++ FRONTIERE TUNISO-ALGERIENNE
- LIMITE DE GOUVERNORAT
- - - LIMITE DE DELEGATION
- LIMITE DE CHEIKAT
- - - - TRACE DU BASSIN VERSANT DE LA MEJERDAH
- PLUS DE 250 HABITANTS
- PLUS DE 1000 HABITANTS
- 5000 - 10.000 HABITANTS
- 10.000 - 50.000 HABITANTS
- PLUS DE 50.000 HABITANTS

ESQUISSE LITHOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED MEJERDAH

- LÉGENDE -

-  **Quaternaire récent.**
Alluvions de toute nature. Formations éoliennes de bordure de sebkh. Limons et terrasses fluviales plus ou moins encroûtées.
-  **Miocène et Pliocène.**
Conglomérats et marnes sableuses. Sables, argiles, grès. Limons et calcaires.
-  **Miocène moyen et inférieur.**
Marnes, grès et conglomérats. Argiles sableuses, marnes sableuses.
-  **Miocène moyen.**
Marnes sableuses, grès, conglomérats et marnes gypseuses. Argiles et calcaires lacustres.
-  **Oligocène.**
Grès, argiles, marnes. Argiles sableuses.
-  **Eocène supérieur et crétacé.**
Argiles calcaires, argiles, marnes, marno-calcaires. Marnes schisteuses, calcaires, grès.
-  **Crétacé supérieur et moyen.**
Calcaires, calcaires argileux. Marnes, argiles.
-  **Jurassique et trias.**
Marbres, dolomies. Schistes, grès.
-  **Trias.**
Gypses, calcaires dolomitiques. Sables et argiles.

● Pour le nom des localités, se reporter à la carte hydrographique.
Carte simplifiée extraite d'une carte détaillée de A.FOURNET.



0 10 20 30 40 50 km



Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTLJDOCGQUVWMSZXY
 zsaecmuvnwixr fkhbdpqgy jlt 7142385690
 Pour A2A3A4: ABERPFTLJDOCGQUVWMSZXY
 zsaecmuvnwixr fkhbdpqgy jlt 7142385690

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

GAM-T-12
N° 50 073 DMT

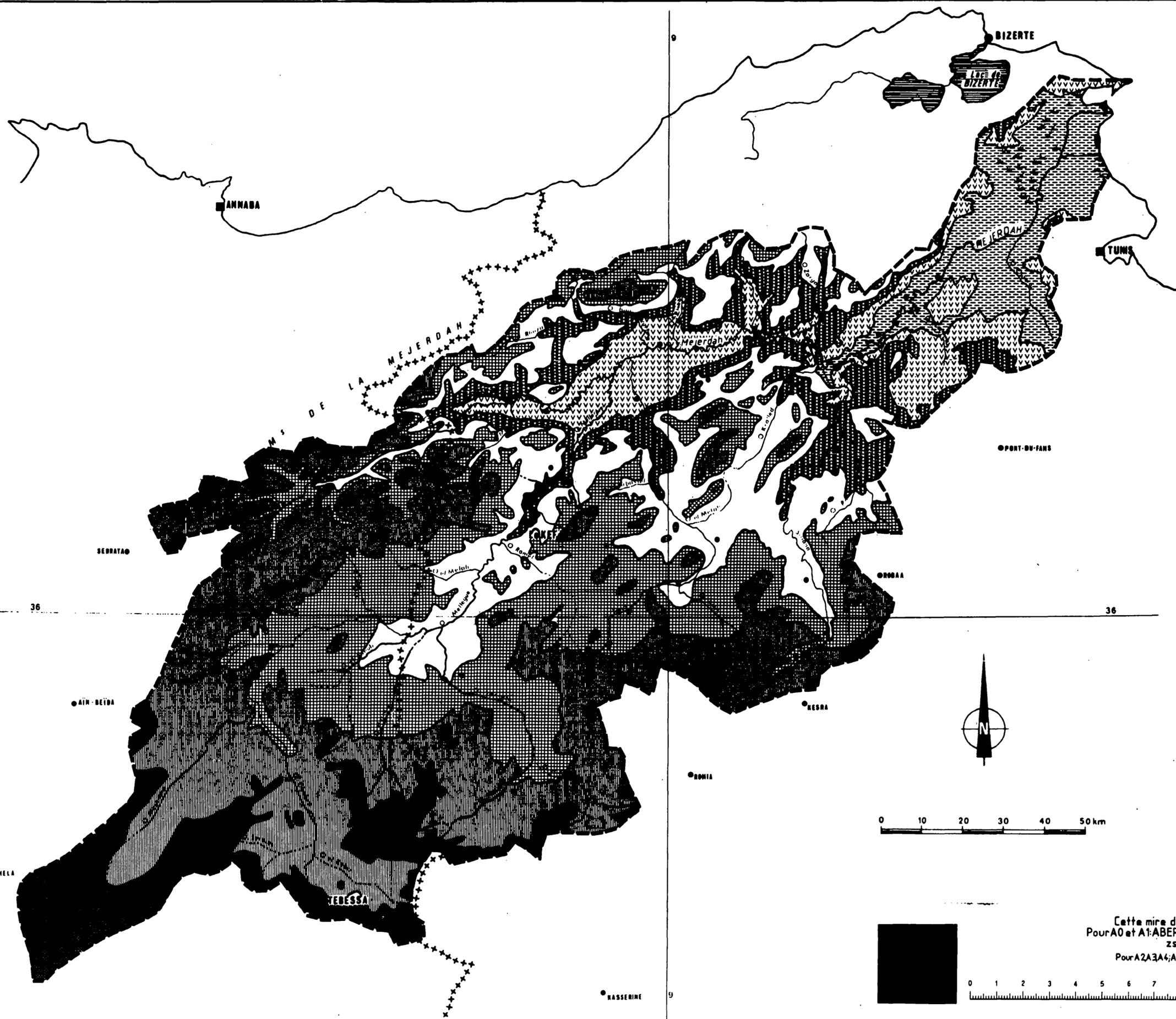
CARTE HYSOMETRIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED MEJERDAH

- **LEGENDE** -

-  Altitudes supérieures à 1000 m.
-  Altitudes comprises entre 1000 et 700 m.
-  Altitudes comprises entre 700 et 500 m.
-  Altitudes comprises entre 500 et 300 m.
-  Altitudes comprises entre 300 et 200 m.
-  Altitudes comprises entre 200 et 100 m.
-  Altitudes comprises entre 100 m et le niveau de la mer.
-  Pour le nom des localités, se reporter à la carte hydrographique.

Carte dressée par J. M. LAMACHERE, Hydrologue O.R.S.T.O.M (1973).

Carte : I-2-1-2 (a)



Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTLJDOCGQUVWMSZXY
 zsaeocmuvnwixrfkhdppgyjlt 7142385690
 Pour A2A3A4: ABERPFTLJDOCGQUVWMSZXY
 zsaeocmuvnwixrfkhdppgyjlt 7142385690

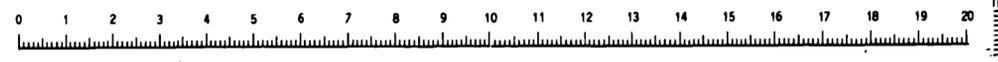
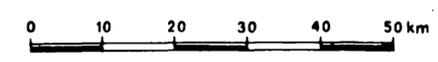
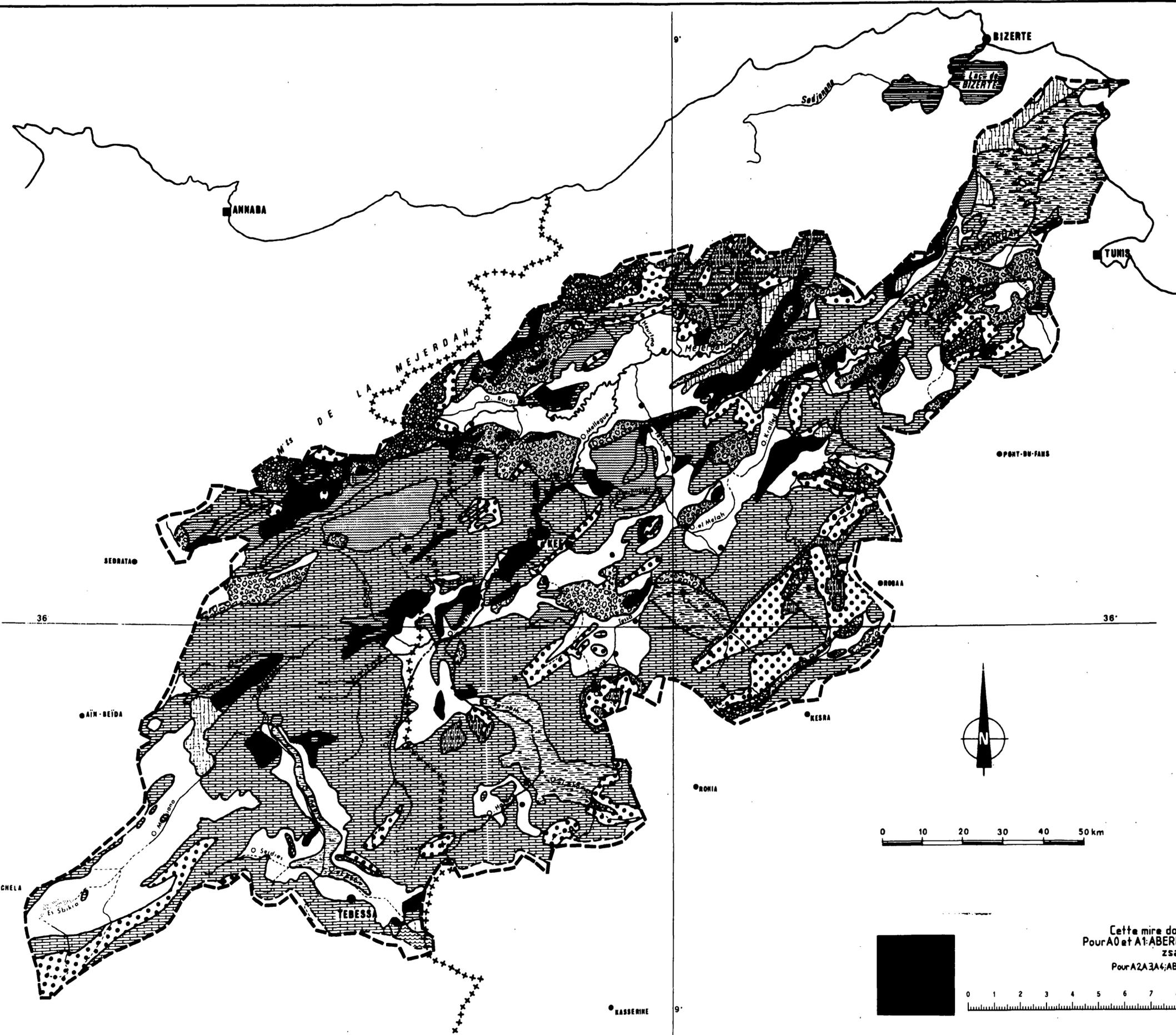


**CARTE GEOLOGIQUE DU BASSIN
VERSANT DE L'OUED MEJERDAH**

- LÉGENDE -

-  Alluvions actuelles sols des sèbkhas.
-  Quaternaire continental.
- Pliocène.**
 -  Pliocène continental.
 -  Pliocène marin.
- Mio-Pliocène (Pontien).**
 -  Mio-Pliocène (Pontien).
- Miocène marin.**
 -  Miocène marin - Vindobonien.
 -  Miocène inférieur marin - Burdigalien.
- Miocène continental Anté-pontien.**
 -  Miocène continental Anté-pontien.
- Oligocène.**
 -  Oligocène continental.
 -  Oligocène marin.
- Eocène.**
 -  Eocène moyen marin. Calcaire eocène inférieur (Yprésien-lutétien inférieur).
 -  Eocène inférieur marin.
- Marnes Dano-montiennes.**
 -  Marnes Dano-montiennes.
- Crétacé.**
 -  Crétacé Supérieur.
 -  Crétacé moyen.
 -  Crétacé inférieur.
- Jurassique.**
 -  Jurassique.
- Trias.**
 -  Trias.

● Pour le nom des localités, se reporter à la carte hydrographique.
 Carte simplifiée d'après J.M. LAMACHERE, Hydrologue O.R.S.T.O.M.
 Carte : I - 2 - 3 (a)



Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLJDQCGQUVWMSZXY
 zsaeocmuvnwixrfkhhbpggyjlt 7142385690
 Pour A2A3A4: ABERPFTHLJDQCGQUVWMSZXY
 zsaeocmuvnwixrfkhhbpggyjlt 7142385690



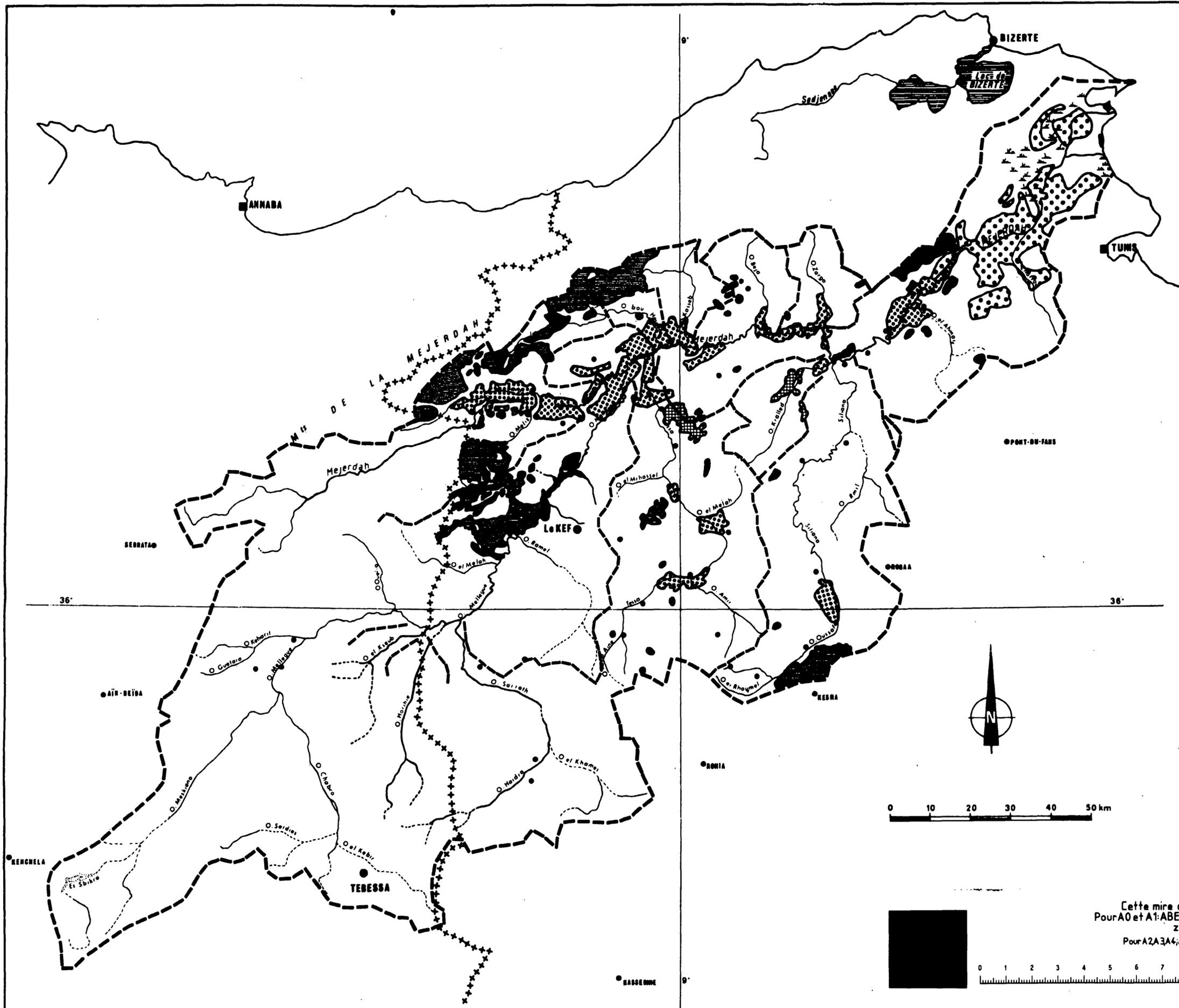
**CARTE DES ACTIONS FORESTIERES
DU BASSIN VERSANT DE L'OUED MEJERDAH**

LÉGENDE

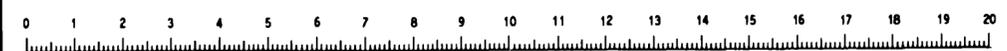
-  Forêts aménagées
-  Reboisements de l'Etat.
-  Reboisements des particuliers
-  Périmètre irrigué existant
-  Périmètre irrigué en cours d'études
-  Limite de Bassin versant
-  Limite de Sous-Bassin versant de 1er ordre
-  Pour le nom des localités, se reporter à la carte hydrographique

Carte dressée d'après le plan directeur publié par la direction des forêts, Organisation des Nations Unies, Projet F.A.O./SIDA T.F.TUN.5 SWE.
Assistance au développement des actions forestières en TUNISIE.

Carte : I - 2 - 4 (b)



Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLJDOCGQVWVMSZXY
 zsaecmuvnwxfkhdppqyjt 7142385690
 Pour A2A 3A4: ABERPFTHLJDOCGQVWVMSZXY
 zsaecmuvnwxfkhdppqyjt 7142385690

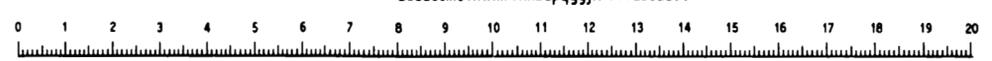
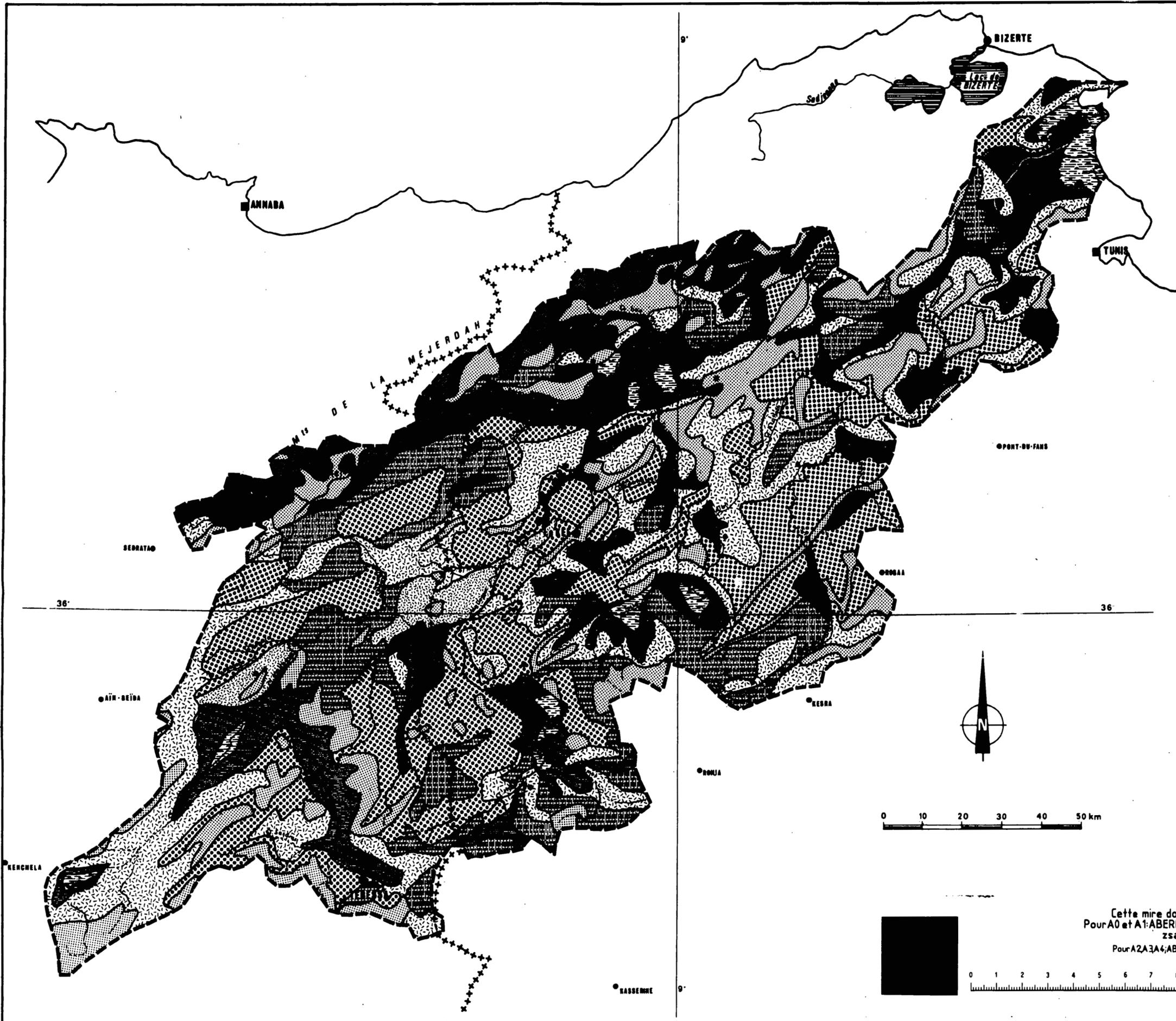


**CARTE SCHEMATIQUE DES SOLS DU BASSIN
VERSANT DE L'OUED MEJERDAH**

- LÉGENDE -

-  Sols d'érosion et sols vertiques sur matériau tendre calcaire associés à des lambeaux de sols calcimorphes.
 -  Vertisols lithomorphes.
 -  Sols d'érosion sur roches dures calcaires ou sur roches complexes du trias associés à des sols rendziniiformes et/ou rouges méditerranéens.
 -  Sols calcimorphes humifères liés à la végétation naturelle, sur roches tendres avec alternances de roches dures.
 -  Sols calcimorphes encroûtés, associés à des sols isohumiques.
 -  Sols gypseux encroûtés.
 -  Sols bruns à mull lessivés obliquement sur matériau argilo gréseux acide.
 -  Sols d'apport sur alluvions.
 -  Localement salés hydromorphes.
 -  Pour le nom des localités, se reporter à la carte hydrographique.
- Carte dressée par J.Y. LOYER Pédologue O.R.S.T.O.M.

Carte : I - 2 - 5 - 4 (a)



Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLIJDOCGQUVWMSZXXY
 zsaecmuvnw xir fkhbdpqgyjlt 7142385690
 Pour A2A3A4: ABERPFTHLIJDOCGQUVWMSZXXY
 zsaecmuvnw xir fkhbdpqgyjlt 7142385690

