



MICROFICHE N°

06064

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية  
وزارة الزراعة

المركز القومي  
للتوثيق الفلاحي  
تونس

F 1

CNDA 6064

DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU

**DETERMINATION DES DEBITS MAXIMA  
A PARTIR  
DES PARAMETRES REGIONAUX**

SEPTEMBRE 1984

A. GHORBEL

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTRE DE L'AGRICULTURE

"0"

DIRECTION  
DES RESSOURCES EN EAU

DETERMINATION DES DEBITS  
MAXIMA A PARTIR DES PARAMETRES REGIONAUX

L'Ingénieur en Chef

Septembre 1984.

A. GHORBEL

## S O M M A I R E

	<u>PAGES</u>
I.- <u>INTRODUCTION</u>	1
II.- <u>METHODES D'ESTIMATION DES DEBITS MAXIMA</u>	2
II.1-Formules utilisant uniquement la superficie A du bassin	
II.2-Détermination des débits à partir des pluies	
II.3-Formules faisant intervenir la fréquence des crues	
III.- <u>DETERMINATION DES DEBITS MAXIMA A PARTIR DES PARAMETRES REGIONAUX</u>	
III.1 Les paramètres régionaux	
III.2 Position du problème	
III.3 Paramètres physico-climatiques	
III.4 Choix des paramètres physico-climatiques pour la détermination de $Q_{max}$	
III.5 Recherche d'une corrélation entre $Q_{max}$ et les paramètres physico climatiques	
IV.- <u>COMMENTAIRE</u>	18
V.- <u>MARCHE A SUIVRE POUR LE CALCUL DES <math>Q_t</math> EN UN POINT DONNE, D UN OUED.</u>	21
VI.- <u>COMPARAISON DES VALEURS CALCULEES ET A PARTIR D'ANALYSE FREQUENTIELLE</u>	22
VII.- <u>CONCLUSION</u>	23

## 1.- INTRODUCTION

L'idée fondamentale à la base de cette méthode de calcul de débits maxima est l'utilisation de paramètres régionaux relatifs aux débits de pointe (1), tout en sachant que l'information disponible à partir d'une station de mesure peut-être nettement améliorée si l'on considère l'ensemble des stations d'une région homogène.

Ces paramètres régionaux qui décrivent le régime de crues d'une région homogène donnée, ne tiennent pas compte des spécificités de chaque bassin versant. Pour pouvoir utiliser ces paramètres, il faudrait alors déterminer le débit moyen de pointes de crues, lequel est fonction des conditions physiques et climatiques propres à chaque bassin. C'est ce que nous nous proposons de faire dans cette étude.

Après un rappel des différentes méthodes d'estimation de débit maximums, les plus couramment utilisées en Tunisie, on rappellera les principaux paramètres dont dépend le débits maximum, pour aborder la (les) corrélation (s) entre le de débit de pointe ( $Q_{max}$ ) et les paramètres physico-climatiques choisis.

## II. - METHODES D'ESTIMATION DES DEBITS MAXIMA

### II.-1 Formules utilisant uniquement la superficie A du bassin

Des études extensives menées aux Etats-Unis et en Italie ont conduit à des formules de type  $q = c(A-A_0)^a + B$

q = débit maximum ou débit spécifique

A = superficie du bassin

C, A<sub>0</sub>, a B des coefficients empiriques

Ces formules qui sont parmi les plus anciennes, ne précisent pas la fréquence du chiffre obtenu, mais précisent qu'il s'agit du maxima à redouter.

### II.-2 Détermination des débits à partir des pluies

#### II.2.1- Formules utilisant la pluviométrie moyenne du bassin ou l'intensité de pluie

Certains auteurs ont établis des formules donnant le débit maximum de crue en fonction de la pluviométrie annuelle du bassin. exemple formule de ISKOWSKI

$$Q = \lambda m \bar{H} A \quad (\text{en m}^3/\text{s})$$

$\bar{H}$  : est la moyenne des pluies tombées chaque années sur le bassin

m : et  $\lambda$  des coefficients

d'autres ont essayé de trouver une relation entre le débit maximum et l'intensité de la pluie qui le détermine.

exemple : Formule de Turazza

$$Q = C H A$$

Q : Débit maximum de crue en m<sup>3</sup>/s

C : Coefficient du ruissellement du bassin pour la crue considérée

H : Hauteur totale maximale de précipitation relevée pendant une durée égale au temps de concentration t<sub>c</sub> du bassin

L'application de ce type de formules, se heurte aux difficultés que l'on rencontre pour la détermination du temps de concentration t<sub>c</sub> et l'estimation du coefficient de ruissellement du bassin pour la crue considérée

### II.2.1- Hydrogramme unitaire "HU"

Employé surtout pour les bassins de superficie inférieure à 50 km<sup>2</sup>. Les principes essentiels de l'H U sont les suivants :

Pour une averse homogène dans l'espace, dont la durée à forte et moyenne intensité est inférieure à une limite donnée (en pratique, moins de la moitié du temps de la crue), tous les hydrogrammes de ruissellement ont la même forme, ce sont des courbes affines.

### II.2.2.1- Problèmes de l'application de l'HU

a) choix de l'HU, on obtient en général autant d'HU différents que de couples hydrogrammes-pluviogrammes

b) estimation de la pluie nette. Ceci exigerait des études sur la variation de la capacité d'infiltration du sol en fonction de son état initial.

### II.2.3- Méthode du Gradex

Cette méthode consiste à extrapoler la distribution de fréquence des débits maximums annuels parallèlement à la distribution de fréquence de pluie

En théorie cette opération n'est justifiée qu'avec une distribution de pluie assimilable à une distribution exponentielle dans la zone d'extrapolation.

$$F(p) = 1 - \exp(-u)$$

$$u = (p - p_0) / a$$

P = Pluie journalière maximale annuelle  
P<sub>0</sub> et a, étant des constantes positives

Le passage des débits journaliers maximums annuels aux débits instantanés de pointes se font par simple affinité effectuée avec la moyenne empirique de R estimée sur un grand nombre de crues. R = débit de pointe / débit moyen journalier maximal

### II.3.- Formules faisant intervenir la fréquence des crues

#### II.3.1- Formule proposée par MALLET et GAUTIER pour les rivières Algériennes

$$Q = 2 K \log (1 + AH) \frac{S}{\sqrt{L}} \sqrt{1 + 4 \log T - \log S^2}$$

Q = Débit maximum en m<sup>3</sup>/s

K, A = paramètres caractéristiques du bassin : en Algérie on peut prendre pour un bassin normal K = 1 et A = 20 mais K peut atteindre 5 à 6 pour des petits bassins à forte pente (K = 3 pour Oued Ellil en Tunisie)

H = Hauteur moyenne de pluie (en m)  
S = Surface du bassin versant en km<sup>2</sup>  
L = Longueur du bassin en Km  
T = Période de récurrence de la crue

#### II.3.2- Formules de type $q(T) = q_0 (1 + \beta \log T)$

$q(T) = q_0 (1 + 0,8 \log T)$  proposé par Fuller

q et q<sub>0</sub> : Débits moyenne journaliers

q<sub>0</sub> est la valeur la plus probable de la crue maximum lorsque l'on borne son horizon à une seule année

le passage de ces débits moyens à débits instantanés de pointe correspondants q<sub>m</sub> est donné par la formule de Fuller suivante :

$$q_m = q \left( 1 + \frac{2,66}{A \cdot 0,3} \right)$$

A : étant la surface du bassin versant en km<sup>2</sup>

B : coefficient de crue, variable d'un bassin à l'autre, ou d'une région à l'autre

### II.3.3- Méthode du BINI

C'est un graphique qui donne le débit d'une fréquence donnée en fonction de la surface du bassin versant. Cette méthode ressemble à celles du paragraphe II.3.2 avec une seule différence, c'est qu'elle ne met pas sous forme analytique la relation qui lie le débit à la surface et la période de retour.

### II.3.4- Formule donnant le débit maximum d'une crue en fonction de la surface du bassin versant et de la période de retour

En 1977 un inventaire de tous les débits spécifiques maximums en Tunisie a été fait au service Hydrologique. Cet inventaire a fait apparaître une régionalisation de ces débits. R.KALLEL, en partant de cette constatation et en utilisant les résultats des études fréquentielles des débits maxima, a pu tracer des courbes régionales donnant le débit spécifique d'une fréquence donnée en fonction de la surface du bassin. De ces courbes, il a tiré des formules régionales de type.

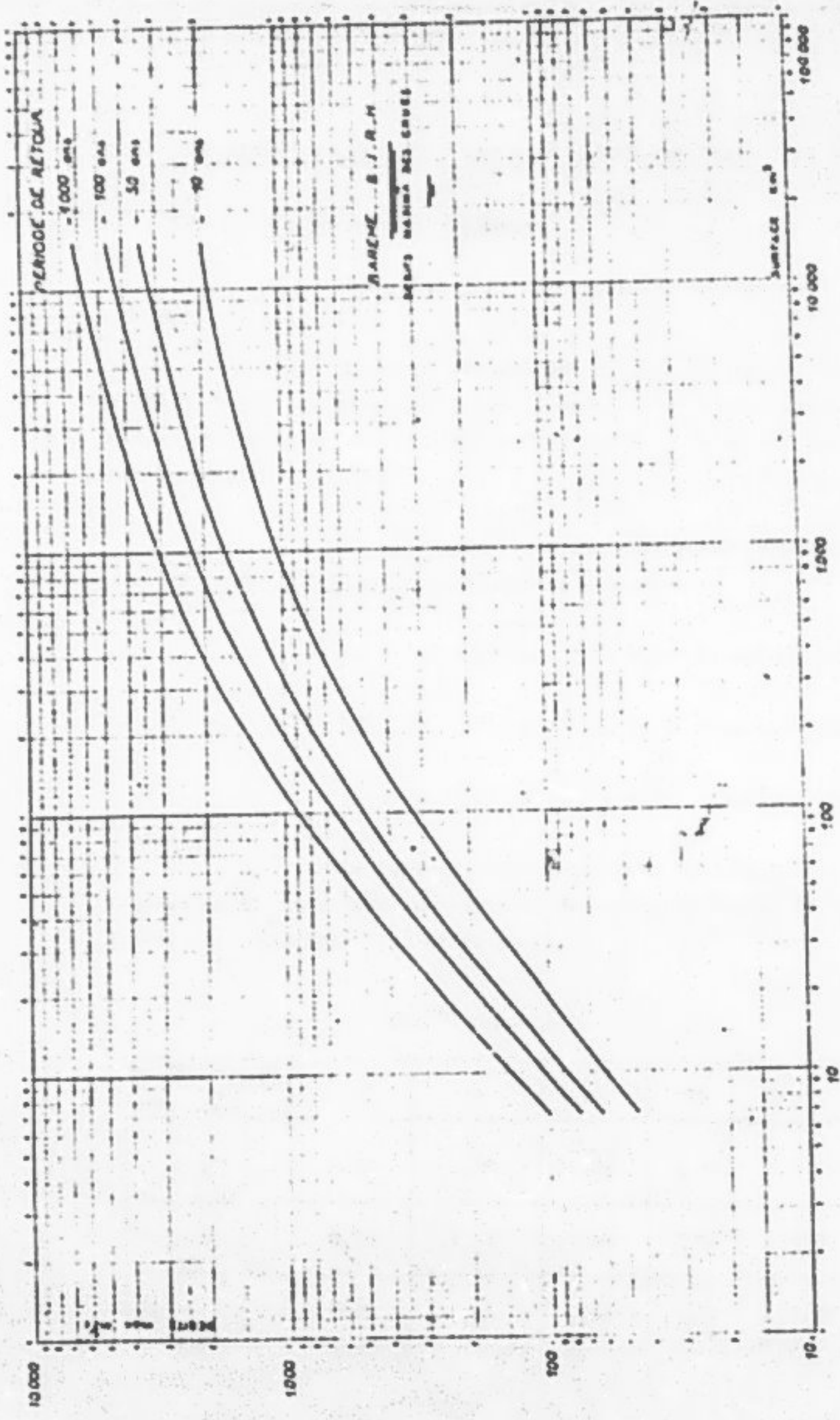
$$q = q_0 S^{\alpha} T^{\beta}$$

q = débit spécifique

S = superficie du bassin versant

T = Période de retour

q<sub>0</sub>, α, β constantes régionales



### III.- DETERMINATION DES DEBITS MAXIMA A PARTIR DES PARAMETRES REGIONAUX

#### III.1.- Les paramètres régionaux

Nous rappelons les résultats publiés dans (1) concernant les débits de pointes.

L'auteur désigne par  $R_{T,Q_i}$  le rapport du débit de pointe  $Q$  de période de retour  $T$  par la moyenne des débits maxima annuels ( $\overline{Q_{max}}$ ) observés sur chaque station (i) et par  $R_{T,Q}$  la valeur régionale des stations (i).

La mise sous forme analytique des graphiques III.1.1, III.1.2 et III.1.3 aboutit aux équations suivantes :

$$- R_{T,Q} = 1,33 \log T + 0,46 \text{ Graphique III.1.1.}$$

$$- R_{T,Q} = 1,07 T^{0,4} - 0,71 \text{ Graphique III.1.2.}$$

$$- R_{T,Q} = 1,47 T^{0,4} - 1,35 \text{ Graphique III.1.3.}$$

Le tableau III.1.1 ci-après récapitule les valeurs régionales  $R_{T,Q}$  relatives aux périodes de retour 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans tirées des trois équations précédentes.

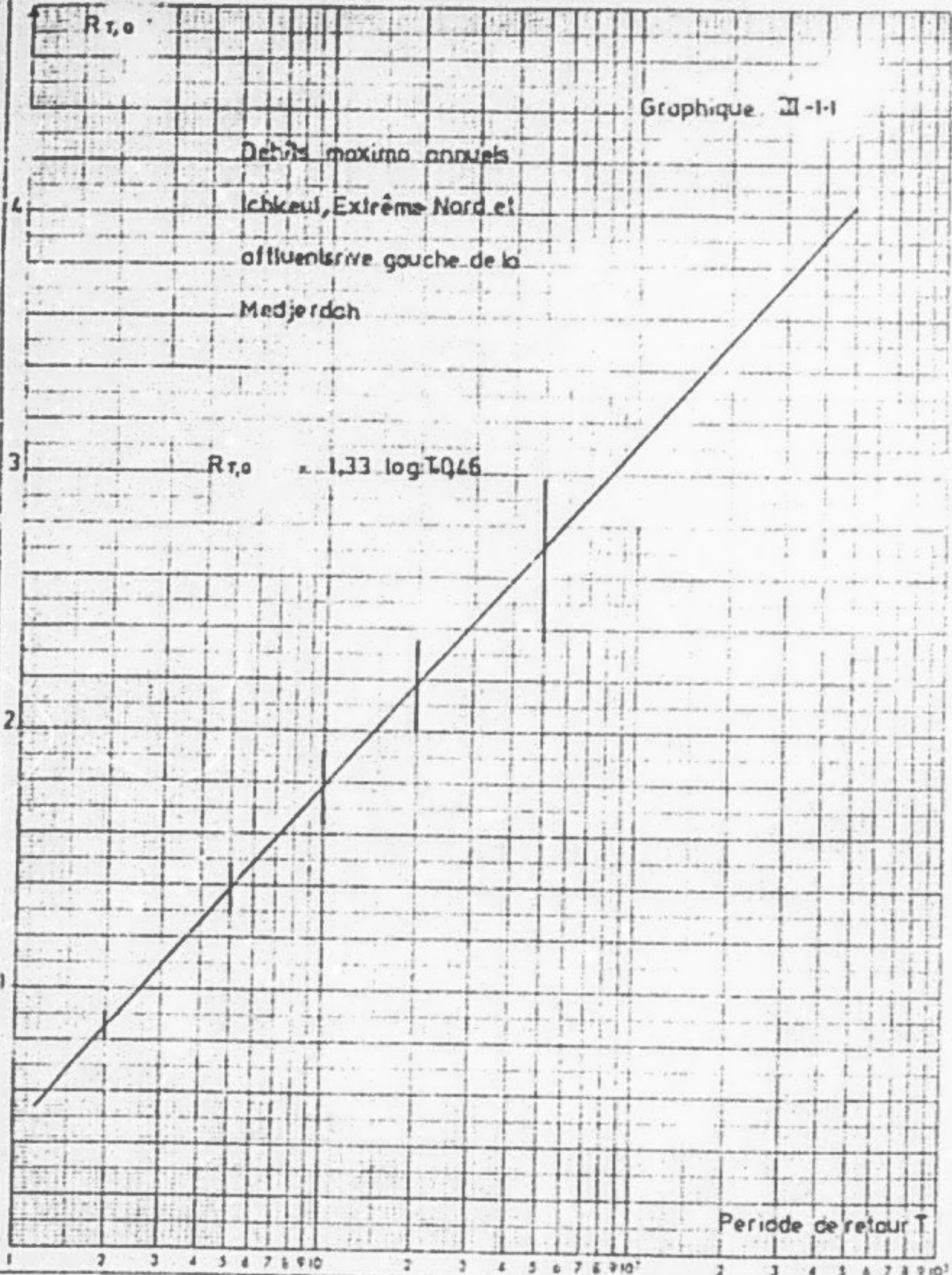
Tableau III.1.1

Période de retour Equation	2	5	10	20	50	100
1	0,86	1,39	1,79	2,19	2,72	3,12
2	0,70	1,33	1,98	2,84	4,40	6,04
3	0,59	1,45	2,34	3,52	5,68	7,93

Graphique II-1-1

Debits maxima annuels  
Ichkeul, Extrême Nord et  
affluents rive gauche de la  
Medjerdch

$R_{T,0} = 1,33 \log T^{0,46}$



Debits maxima annuels

Graphique III-1-2

Rte

Medjerdah, KGT. Zozia

Cap. Bon

a

Rte 1,02 T<sup>0,4</sup> 0,71

6

1

10

Periode de retour T<sup>0,4</sup>

7

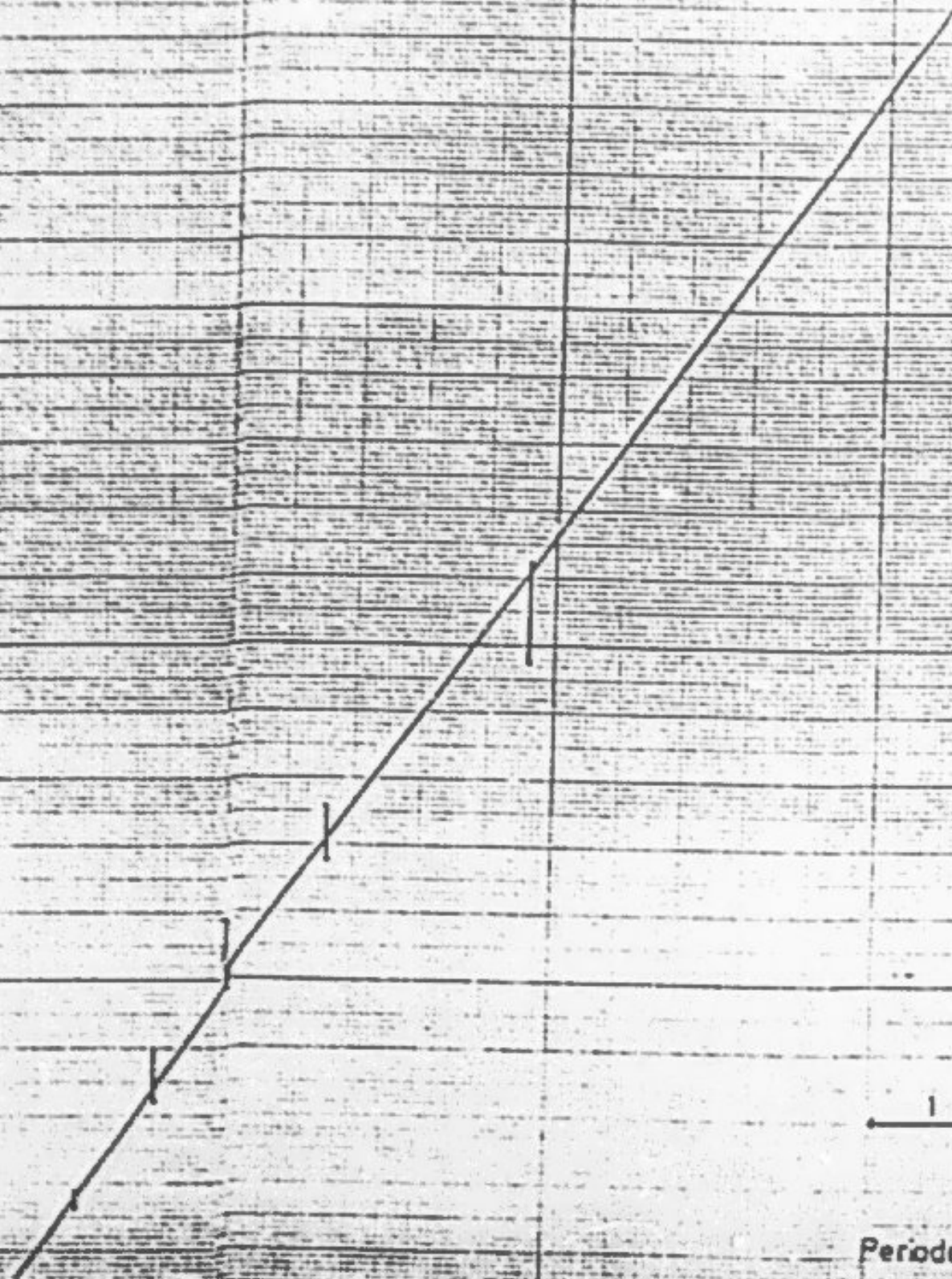
5

10

20

50

100



Debits maxima annuels

Graphique III-1-3

$R_{T,0}$

Miliane, Merguellil, Hathob

et sidi Saad

a

$$R_{T,0} = 1,47 T^{0,135}$$

5

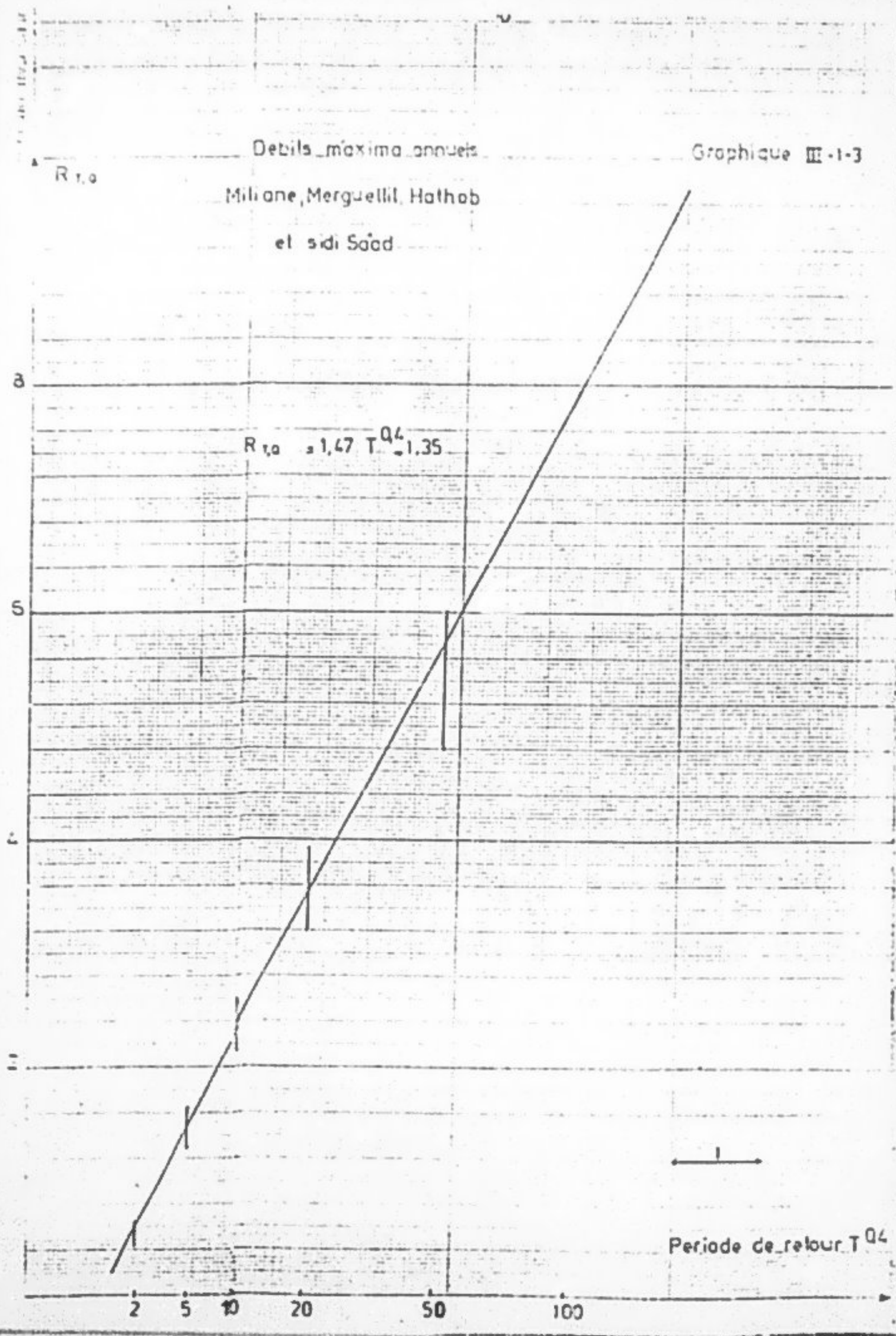
c

d



Periode de retour  $T^{0,135}$

2 5 10 20 50 100



### III.2 Position du problème

Supposons que nous voulons déterminer le débit de pointe  $Q(T)$  de période de retour  $T$  en un point situé dans une des régions mentionnées ci-dessus. Le rapport  $R_{T,Q}$  étant connu, le problème consiste donc à déterminer  $\overline{Q_{max}}$  pour pouvoir tirer  $Q(T)$  de la relation

$$R_{T,Q} = \frac{Q(T)}{\overline{Q_{max}}} \longrightarrow$$

$$Q(T) = R_{T,Q} \overline{Q_{max}}$$

Trois cas peuvent se présenter :

1/- Si le problème d'estimation se pose pour un site compris entre deux stations d'observations, on admet que le  $\overline{Q_{max}}$  du lieu d'estimation est compris entre ceux des stations d'observations, et il peut-être alors calculé par une simple interpolation linéaire entre les surfaces des bassins versants (si toutefois les bassins versants sont "normaux" c'est à dire qu'ils ne présentent pas d'anomalies géologiques, pédologiques...)

2/- Si l'on a une station de mesure de débits, avec une série d'observations assez courte (inférieure à 10 ans) ; dans ce cas là il y a deux possibilités pour le calcul de  $Q(T)$

a) Ajuster une loi statistique à l'échantillon observé

b) Calculer à partir des valeurs observées la moyenne empirique  $\overline{Q_{max}}$  des débits maxima et utiliser la relation

$$Q(T) = R_{T,Q} \overline{Q_{max}}$$

A notre avis, la deuxième possibilité (b) présente moins de risque que la première (a) en effet l'utilisation des valeurs régionales  $R_{T,Q}$  élimine l'erreur d'adéquation, alors que cette dernière s'ajoute à l'erreur d'échantillonnage quand on fait un ajustement statistique.

3/- L'estimation se pose pour des bassins versants non observés, dans ce cas, il faut chercher à partir des informations disponibles des bassins observés (qui ont été à l'origine de la variable régionale  $R_{T,Q}$ ) une relation entre le débit maximum moyen et certains paramètres du milieu physico-climatique.

### III.3- Paramètres physico-climatiques

Si nous faisons la synthèse du chapitre II "méthodes d'estimation des débits max". Nous pouvons conclure que le débit max ( $Q_T$ ) de période de retour T d'un bassin versant donné dépend des paramètres suivants :

- a) Superficie du bassin versant
- b) Forme du bassin versant. Plus le bassin est compact, toutes choses égales par ailleurs plus le débits max est fort.
- c) de la longueur de l'oued principal. (temps d'écoulement proportionnel à la longueur de l'oued).
- d) le relief qui peut être caractérisé par la différence d'altitude entre l'altitude moyenne (ou médiane) du bassin et l'altitude de la section étudiée.
- e) Le régime pluviométrique du bassin caractérisé entre autres par le module interannuel, la hauteur de précipitation en 24 heures, la hauteur de précipitation relevée pendant une durée égale au temps de concentration du bassin...
- f) la nature du sol

### III.4- Choix des paramètres physico-climatiques pour la détermination de $\overline{Q_{max}}$

De la relation  $Q(T) = R_{T,Q} \cdot \overline{Q_{max}}$

$R_{T,Q}$  est connu. C'est un paramètre qui tient compte des caractères propres à une région donnée comme par exemple : l'exposition géographique, l'irrégularité des régimes : pluviométrique et hydrométrique, la nature du sol, ... etc.

Il reste à déterminer  $\bar{Q}(\max)$  pour estimer  $Q(T)$ .

$\bar{Q}(\max)$  est une valeur moyenne des débits max, caractéristique d'un bassin donné appartenant à la région considérée. Il dépend donc, et des caractéristiques physiques du bassin en question (superficie, compacité, longueur de l'oued, et d'un paramètre qui caractérise l'abondance du régime pluviométrique. On peut penser, en effet que  $\bar{Q}_{\max}$  qui caractérise la puissance des crues est en corrélations avec le module pluviométrique moyen annuel.

### III.5- Recherche d'une corrélation entre $\bar{Q}_{\max}$ et les paramètres physico-climatiques

#### III.5.1. Les données

Nous avons consigné dans le tableau III.5.1 ci-dessous les valeurs suivantes relatives à chaque station de mesures :

- Module pluviométrique moyen annuel en mm (moyenne sur le bassin)
- Longueur de l'oued depuis l'exutoire jusqu'à le point le plus éloigné
- Indice de compacité I C
- Altitude médiane du bassin en mètre
- Altitude de l'exutoire en mètre
- Différence d'altitude entre l'exutoire et la médiane en mètre
- Superficie S en km<sup>2</sup>
- $\bar{Q}(\max)$  en m<sup>3</sup>/s
- K rapport de  $\bar{Q}(\max)$  par  $S^{0,5}$

Tableau III.5.1

Station	P (mm)	Longueur L (km)	I C	H Médiane (m)	H exutoire (m)	D H (m)	Surface S km <sup>2</sup>	Q max m <sup>3</sup> /s	K
Rhezalah à Fernana	1000	21	1,45	452	230	227	138	132	2,56
Rarai plaine	800	34	1,40	460	175	285	356	186	1,69
Joumine Antra	836	30	1,40	364	130	234	235	143	1,81
Joumine Mateu	628	58,5	1,46	255	15	240	1096	142	0,53
Joumine Arima	692	53	1,56	310	15	295	448	285	2,16
Zarga	1100	14	1,30	254	41	213	60	74	2,80
Melah Ouchtat	1080	34,3	1,46	535	20	515	315	304	3,05
Sedjenane	848	33,5	1,53	165	30	135	372	122	1,07
Madène	910	20,5	1,57	320	90	230	145	109	2,03
Douimis	620	17	1,50	120	9	111	56	25	1
Melah Ichkeul	719	25	1,42	275	15	260	156	97	1,7
Ghardimaou	705	125	1,57	805	192	613	1481	382	1,11
Jendouba	729	191	1,67	700	142	558	2413	382	0,75
Bousalem	452	227 ou 338	1,67	700	127	573	16228	764	0,327
Medjez	470	350 ou 460	1,66	640	44	596	21000	425	0,287
K 13	383	215	1,51	810	327	483	9000	709	0,486
Kgt Zazia	370	95	1,35	850	481	369	2200	446 à 402	0,95 à 1,17
Aïn Saboun	350 à 416	43,4	1,06	810	560	250	813	139 à 258	0,65 à 1,21
El Bey	484	34 à 26	1,25	110	14	96	464 ou 411	92	0,67 à 0,74
Abida Cassie	560	12,5	1,16	110	25	85	50	46,6	2,03
Abid	517	17	1,19	155	10	145	81	92	2,73
El Oudiane	606	15	1,29	135	36	99	67	88	3,04
Thuburbo Majus	450	26	1,26	290	180	110	748	147	0,74
Kébir à Si. Aouidet	500	35	1,25	560	330	230	228	215	2,79
Harman Aval	400	25	1,30	230	32	198	222	64	0,85
Miliane à Keylus	452	50	1,30	270	66	203	1147	259	0,92
Haffouz	400	73	1,29	600	260	340	675	530	2,89

### III.5.2. Recherche d'un exposant $a$ relatif aux surfaces des bassins versants ( $S^a$ ).

Comme on l'a déjà mentionné au paragraphe III.3, le débit max ( $Q_T$ ) de période de retour T d'un bassin versant donné BV dépend en premier lieu de l'étendue du BV en question.

Dans les formules empiriques citées précédemment on trouve que le débit max est fonction de  $S^a$ ;  $Q = F(S^a)$ ,  $a$  varie entre 0,4 et 0,8 (d'après G. REMENIEVAS) et peut-être égal à 1 (formules italiennes). L'utilisation d'une formule usuelle de type  $Q = K S^2$  (utilisée par U S Geological Survey et appliquée, à la partie de la Suisse située au Nord des Alpes. C F "Hydrologie de surface J.F. JATON (EPEL) Lausanne 1980") à la région du Nord de la Medjerdah montre que  $a = 0,80$  est une valeur qui convient bien. Nous l'avons adoptée pour toutes les régions étudiées ici et calculé les valeurs de K correspondant à  $Q_{max}$  (dernière colonne du tableau III.5.1)

### III.5.3 Corrélation entre K et les paramètres physico-climatiques

Pour prendre implicitement en compte le temps de concentration du bassin versant, nous avons groupé la différence d'altitude ( $\Delta H$ ) entre la médiane et l'exutoire de ce dernier et la longueur de l'oued dans le paramètre  $p$  suivant :

$$p = \frac{\sqrt{\frac{P \times \Delta H}{L}}}{IC}$$

- P = Module pluviométrique annuelle en m
- $\Delta H$  = différence d'altitude entre les médianes et l'exutoire
- L = Longueur de l'oued en km
- IC = Indice de compacité

Nous avons introduit l'indice de compacité pour tenir compte de la forme du bassin versant. A égale différence d'altitude  $\Delta H$  et longueur de l'oued  $L$ , le bassin ayant  $IC$  le plus faible (c'est à dire le plus compacte) toutes choses égales par ailleurs, répond le plus vite aux crues, et a, par conséquent le débit de pointe le plus fort.

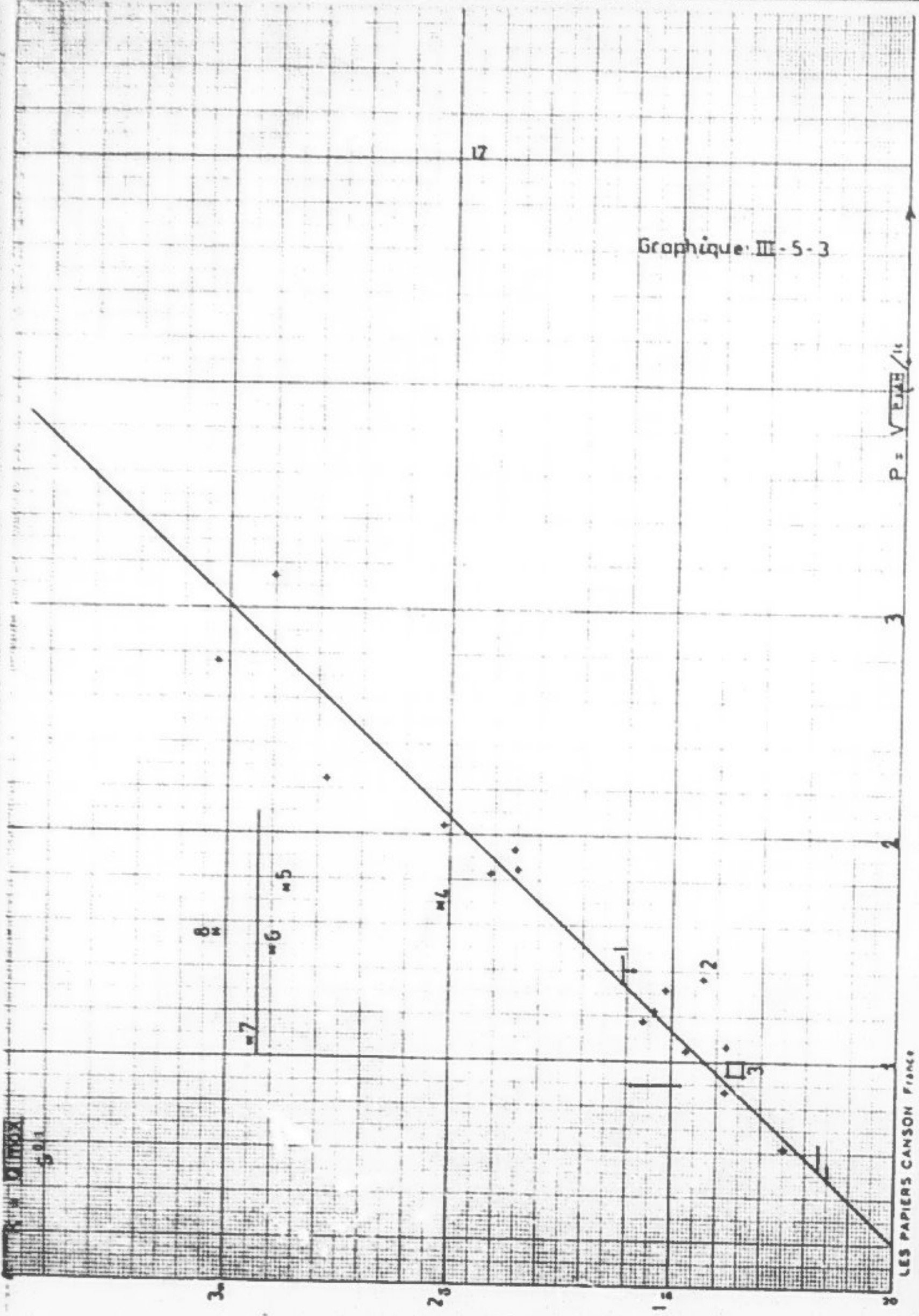
Le report des couples de points ( $K, p$ ) du tableau III.5.3 ci-dessous sur un papier à échelles cartésiennes : (Graphique III.5.3) montre que, la corrélation est assez forte (à l'exception de quelques points) et qu'on peut faire passer une droite dite de "régression" entre les points expérimentaux.

Tableau III.5.3

Station	K	p	Station	K	p	Station	K	p
Rhezalah	2,56	2,24	Madène	2,03	2,03	El Bey	0,67- 0,75	0,93- 1
Rasāī Plaine	1,59	1,84	Douimis	1,0	1,34	Abida	2,03	1,68x
Joumine Antra	1,81	1,82	Melah Ichkeul	1,7	1,93	Abid	2,73	1,75x
Joumine Mateur	0,53x	1,09	Ghardimaou	1,11	1,18	El Oudiane	3,04	1,54x
Joumine Arima	2,16	1,26x	Jendouba	0,75	0,87	Thuburbo Majus	0,74	1,06
Zarga	2,80	3,14	Bousalem	0,327	0,52- 0,63	Kébir S. Aouidet	2,79	1,45x
Melah Ouchtata	3,05	2,76	Medjer	0,287	0,47- 0,54	Hamma aval	0,85	1,37xx
Sedjnane	1,07	1,21	K 13	0,486	0,612	Miliane à Keylus	0,92	1,04
			Krt Zazia	0,95- 1,17	0,89	Haffouz	2,89	1,06x
			Aïn Saboun	0,65x- 1,21	1,34- 1,46			

x faible  
xx fort

Graphique III-5-3



$$P = \frac{V E I A E}{l^4}$$

LES PAPIERS CANSON FIBRE

17

n=8

n=7

n=6

n=5

n=6

1

2

3

50

300

200

100

8

3

Equation de la droite de régression

$$K = \bar{K} + k (p - \bar{p})$$

$$\bar{K} = 1,304$$

$$\bar{p} = 1,429$$

$$k = \frac{\sum (p - \bar{p})(k - \bar{k})}{\sum (p - \bar{p})^2} = 1,075$$

$$k = 1,075 (p - 1,429) + 1,304$$

$$r = k \frac{\sigma_p}{\sigma_k} = 0,971$$

r = coefficient de corrélation

Pour le calcul de l'équation de la droite de régression, nous avons utilisé un effectif de 20 couples (K.p. Les traits dans un sens horizontal ou vertical, ou les deux à la fois sont censés représenter les variations extrêmes de p ou /et de k. Pour le calcul, on a pris en compte la borne de ces segments de droites qui convient le mieux. Les points représentés par un astérisque (\*) sont les bassins de la dorsale Tunisienne qui n'ont pas été pris en considération dans le calcul.

#### IV. - COMMENTAIRE

La valeur presque égale à 1 du coefficient de corrélation linéaire montre bien que, la corrélation entre K et p est trop forte malgré l'importance des erreurs relatives estimées à 15 à 20% sur ces derniers.

En effet le débit max moyen  $\bar{Q}_{max}$  est connu à 10 à 15% dans les meilleurs cas (c'est à dire si on dispose de suffisamment d'année de mesure. D'une façon générale supérieur à 50 ans). et si on estime que les erreurs relatives respectives sur : la pluviométrie moyenne sur le bassin versant P, la différence d'altitude  $\Delta H$ , la longueur de l'oued L et l'indice de capacité IC sont de l'ordre de 10, 5, 5 et 5% ; l'erreur relative sur p est alors estimée à  $\pm 15\%$ .

Dans des cas particuliers l'erreur sur K peut être supérieure à 100% par exemple le  $\bar{Q}_{max}$  à Sidi Saâd passe de 1518 m<sup>3</sup>/s à 661 m<sup>3</sup>/s quand on supprime les deux débits maxima de 1964-65 et de 1969-70.

L'erreur sur p due uniquement à la longueur L de l'oued peut être égale à 20% par exemple, la longueur de l'oued Medjerdah jusqu'à Bousalem ou Medjez El Bab peut être prise de trois façons :

- a) Longueur de l'oued Medjerdah jusqu'à la station considérée
- b) Longueur de l'oued Mellègue jusqu'à la confluence, plus medjerdah aval confluence.
- c) Longueur de l'oued Mellègue aval barrage + Medjerdah aval confluence.

Les oueds qui prennent leur source de la Dorsale sont classés en deux groupes :

1er Groupe :

Oueds à faibles pentes au droit de la station et sur quelques km en amont. Ce groupe est composé des oueds suivants : Aïn Saboun (N°1), Hamman Aval (2) el Bey (3) et Abida Cassis (4).

2eme Groupe :

Oueds à fortes pentes au droit de la station et sur quelques km en amont. Ce groupe est composé des oueds suivants : Abid (5), Kébir à Sidi Aouidet (6) Haffoux (7) et El oudiane (8).

Pour le 1er groupe, dont la pente du lit de l'oued est inférieure à 5,5% sur quelques km (4 à 12 km) la valeur de K est d'une façon générale inférieure à celle donnée par la droite de régression sauf pour Abida (4) (pente égale à 5,5%)

Pour le 2e groupe, la valeur de K est presque la même pour tous les oueds quelque soit p. La moyenne des K nous donne,  $k_m = 2,86$ .

Dans ce cas on peut affirmer que la superficie du bassin versant est le facteur déterminant des débits de crues.  $\bar{Q}_{max}$  est alors égal à  $2,86 S^{0,8}$ .

et comme  $R_{T, n} = \frac{Q_{T, n}}{\bar{Q}_{max}} = 1,47 T^{0,4} - 1,35$

$\Rightarrow Q_{T, n} = \bar{Q}_{max} (1,47 T^{0,4} - 1,35)$

$Q_{T, n} = 2,86 S^{0,8} (1,47 T^{0,4} - 1,35) \quad (1)$

Nous remarquons que cette formule nous donne à partir de la fréquence decennale des résultats très comparables à ceux tirés de la formule de R.KALLEL à savoir :  $Q_T = 2,35 S^{0,81} T^{0,44} \quad (2)$   
 Dans le tableau ci-dessous on trouve les résultats des deux formules appliquées à différents étendus et périodes de retour.

Tableau IV .1

Superficie S = km <sup>2</sup>	T = 10		T = 20		T = 50	
	Q (1)	Q(2)	Q(1)	Q(2)	Q(1)	Q(2)
50	153	153	230	209	371	312
100	266	269	401	366	646	548
200	464	472	698	641	1125	959
500	965	992	1434	1348	2342	2016
1000	1681	1739	2530	2363	4078	3536

Les écarts relatifs entre les résultats des deux méthodes ne dépassent pas 20%.

Pour les oueds du 1er groupe (à faible pente) de la dorsale on peut appliquer l'équation de la droite de régression avec un risque d'erreur de l'ordre de 30 à 35% dans certains cas. A titre d'exemple on donne les débits observés et calculés à Abida Cassia.

Abida Cassia	Période de retour			
	2	10	20	50
Q observé	31	107	141	187
Q Calculé	25	71	102	158
Erreur relative %	19	34	19	16

V.- MARCHE A SUIVRE POUR LE CALCUL DES  $Q_T$  EN UN POINT DONNE D'UN OUED

Le déroulement des opérations est le suivant :

- Détermination de la région à laquelle appartient l'oued.  
Cette opération est parfois la plus délicate à réaliser, surtout quand il s'agit d'un oued de la dorsale.
- Calcul des  $R_{T,Q} = \frac{Q_T}{Q_{max}}$  de l'équation régionale  $R_{T,Q} = f(T)$  correspondante.
- Calcul de  $p = \sqrt{P \times \Delta H / L} / i C$
- Calcul de K ou du  $Q_{max}$  soit par la formule  $K = 2,36 S^{0,8}$  si l'oued prend ses sources de la dorsale et ne présente pas de plaine juste au droit et sur quelques kilomètres en amont de la station; soit à l'aide de l'équation de régression dans tous les autres cas.

**VI.-COMPARAISON DES VALEURS CALCULEES ET A PARTIR D'ANALYSE FREQUENTIELLE**

Nous avons consigné dans le tableau VI.1 ci-dessous pour chaque station les valeurs calculées et observées des débits de pointes relatifs au périodes de retour 2, 10 et 50 ans ainsi que leur écart relatif.

**TARLEAU VI.1**

Station	Période de retour T = 2			T = 10			T = 50		
	O	C	EX	O	C	EX	O	C	EX
Rhezalah	118	96	19	233	200	14	330	305	8
Rarai plaine	160	166	4	350	345	1	555	525	5
Joumine Antra	121	117	3	265	243	8	396	370	7
Zarga	64	71	11	136	149	10	200	226	13
Melah Ouchtata	256	234	9	585	487	17	878	740	16
Sedjenane	105	104	1	205	217	6	296	329	11
Madène	92	90	2	123	188	3	288	286	0,7
Douimis	22	26	18	41	54	32	59	82	39
Melah Ichkeul	79	90	14	167	188	13	283	286	1
Chardimaou	250	258	3	750	729	3	1600	1619	1
Jendouba	250	249	0	730	705	3	1600	1566	2
Bousalem	556	540	3	1625	1527	6	3100	3392	9
Medjez	650	543	16	1790	1535	14	3300	3410	3
K 13	466	439	6	1510	1241	18	3200	2759	14
Kgt Zazia	710	242	22	918	683	26	1834	1518	17
Aïn Saboun	116	152	31	640	604	6	1472	1465	0,5
El Bey	61	74	21	216	147	32	378	462	22
Thurburbo Majus	88	107	22	315	424	35	560	1028	83
Kheylus	106	147	39	668	583	13	1560	1414	9
Hamma Aval	42	55	31	165	219	33	360	531	47
Abida	31	25	19	107	71	34	187	158	16
Abid	64	67	5	212	190	10	358	422	18
El Oudiane	59	58	2	208	164	21	363	365	0,5
Si Aouidet	121	130	7	435	515	18	1033	1250	21
Haffouz	290	309	7	1122	1224	9	2691	2971	10

O = à partir d'analyse fréquentielle

C = calculé

EX > 35%

Sur 75 couples consignés dans le tableau ci-dessus, l'erreur relative n'a dépassé 35% que dans quatre cas à savoir :

Douimis pour T = 50 ans, Thurburbo majus pour T = 50 ans Kheylus pour T = 2 ans et Hama aval pour T = 50 ans.

## VII.- C O N C L U S I O N

Les résultats auxquels nous sommes arrivés sont très satisfaisants à plus d'un titre :

1) Le découpage de la zone étudiée, en régions homogènes du point de vue régime de débits maxima se fait de deux façons concomitantes : par les paramètres régionaux et par calcul de  $\overline{Q_{max}}$  (pour les bassins de la dorsale à faible ou forte pente du lit de l'oued). Ce qui est conforme à la réalité, en effet les  $\overline{Q_{max}}$  des bassins de la dorsale sont augmentés par les crues soudaines et violentes des orages de l'été et de l'automne (sol nu, pente forte, entraîne un ruissellement fort et par conséquent débite de pointe fort s'il n'est pas amorti par les méandres des plaines).

2) Les erreurs relatives sont d'une façon générale et surtout pour l'extrême Nord, le lac Ichkeul et la Medjerdah inférieures à 20% ce qui est à peu près égal à l'ordre de grandeur de l'erreur commise sur la mesure des débits de pointe et parfois inférieur à l'écart relatif entre les résultats obtenus à partir de deux lois statistiques différentes (même si l'adéquation est satisfaisante pour les deux lois).

Cette méthode de calcul des débits maxima est le résultat d'un amalgame de formules utilisées en Tunisie et ailleurs (citées dans le paragraphe II). Outre son caractère régional qui fait augmenter l'information disponible à partir de chaque station de mesure, elle présente l'avantage d'être conçue à partir de données hydrologiques, climatiques et physiographiques Tunisiennes.

A priori, l'application de cette méthode à des bassins de faibles superficies ne pose pas de problème, mais nous recommandons tout de même la prudence.

Enfin, il est bon de rappeler que cette méthode ne peut-être appliquée qu'aux régions où elle est déterminée C.F. (1), c'est-à-dire aux bassins, de la Tunisie du Nord et de Saïkhet El Felbia.

BIBLIOGRAPHIE

- 1.- Paramètres régionaux relatifs aux volumes annuels écoulés et aux débits de pointe  
Juin 84 A. GHORBEL
- 2.- L'hydrologie de l'ingénieur  
G. REMENIERAS
- 3.- Paramètres régionaux relatifs aux ressources en eau. utilisation. précision d'estimation (CTGREF) acte de colloque sur l'élaboration des projets d'utilisation des ressources en eau sans données suffisantes.  
J.R. TIERCELIN
- 4.- Hydrologie de surface  
J. F. JATON LAUSANE 80
- 5.- Evaluation des débits de crues maxima en Tunisie R. KALLEL 79
- 6.- Méthode d'évaluation du ruissellement en Tunisie : Bassins versants de la dorsale et de la Tunisie Centrale A. GHORBEL 79
- 7.- Méthodes d'estimation du ruissellement 2e séminaire de l'hydraulique de l'ENIT  
A.GHORBEL 81
- 8.- Monographie de la Medjerah
- 9.- Monographie du Miliane
- 10.- Dossiers hydrométrique du Nord : Madène, Kébir Sedjenane, Joumine, Antra, Melah Ouchtata, Melah Ichkeul.  
R.KALLEL
- 11.- Etude hydrologique : Aïn saboun Kgt Zazia, Haffouz, Sidi Saad  
S. BOUZAINAE
- 12.- Dossiers hydrométriques du Cap-Ron Oudiane, El Bey, Abida.  
A. DUVAL
- 13.- Dossier Hydrométrique de l'oued El Abid  
M. SAADAQUI

**FIN**

**27**

**VUES**