

## I-Introduction :

F.SoleilHavoup dans son étude sur les crues de l'oued M'zi (oct. 1972 à fév. 1974) présente l'oued M'zi comme suit : " l'Oued M'zi (Ph.3) constitue un des plus importants cours d'eau du Sahara septentrional. Il prend sa source au djebel Zlagh, à 1593 m d'altitude, dans le massif du Djebel Amour (Atlas Saharien Central), au sud d'Aflou, il va se jeter dans le Chott Melhrir, au sud de Biskra, après un parcours d'environ 450 km. Il s'agit donc d'un oued endoréique. Dans son cours inferieur, à l'aval de Laghouat, il change de nom et prend le nom de l'Oued Djedi. Entre sa source et Laghouat, vers le sud-est, l'Oued M'zi recoupe les chainons sud du Djebel Amour et il s'engage dans la dépression Sud-Atlasique grâce à une cluse entre le Djebel Kheneg et le Djebel Dakhla : Kef Metlili. A cet endroit situé immédiatement au nord de l'oasis de Laghouat, à Ras-El-Aioun, le lit s'élargit en une vaste zone d'épandage d'alluvions (cailloutis, sables, limons) ".

L'Oued M'zi est régulièrement alimentés par le déversement des nappes souterraines et draine un bassin de 6153 km<sup>2</sup>, la longueur de l'oued principale est de 106 km. Les deux principaux sous bassins sont l'Oued Seklafa et celui de Tadjemout.



Ph 03.Oued M'zi, Laghouat : (Source : Agence de Bassin Hydrographique Sahara)

**II- ETUDE DES DEBITS (LES LAMES D’EAUX ECOULEES)**

Pour cette étude, nous avons pris en considérations les valeurs annuelles et mensuelles des débits de la station hydrométrique de SEKLAFA (Tab.27) qui a été installée en 1971, située au Sud-est d’Aflou, au niveau de l’Oued Seklafa qui constitue l’affluent le plus important de Oued M’zi, avec une longueur de 40 kilomètres, il draine un bassin de 775,6 km<sup>2</sup>.

Les débits moyens mensuels portent sur la période 1971 – 1987, on signale que les débits minima et maxima pour la période 1973-1986 présentent d’importantes lacunes surtout entre 1980– 1983.

**Tab. 28 : Caractéristiques de la station hydrométrique de SEKLAFA**

Station	Code	x	y
SEKLAFA	06 01 04	2° 40' 30'' E	33 °50' 20''

**a- Etude des débits maxima annuels:**

Nous disposons d’une série de données hydrométriques qui intéressent les débits maxima sur une période d’observation de 22 ans. (Tab.29)

**Tab.29 : Débits max (1982-2007)**

années	Débit max (m3/s)	années	Débit max (m3/s)
1982	1,35	1997	0,27
1983	0,57	1998	0,93
1984	0,17	1999	0,21
1985	0,13	2000	0,15
1986	0,29	2001	0,11
1987	0,16	2002	0,12
1988	0,18	2003	0,19
1989	0,15	2004	3,62
1990	0,72	2006	0.21
1991	1,00	2007	0.15
1992	0,17		
1993	0,22		

Les variations annuelles des débits, montrent que le débits le plus important est enregistré en 2004, l’année où la région a connu une pluviométrie importante. Le maximum est observé en 2004 avec une valeur de 3,62 m<sup>3</sup>/s suivi de 1,35m<sup>3</sup>/s en 1982

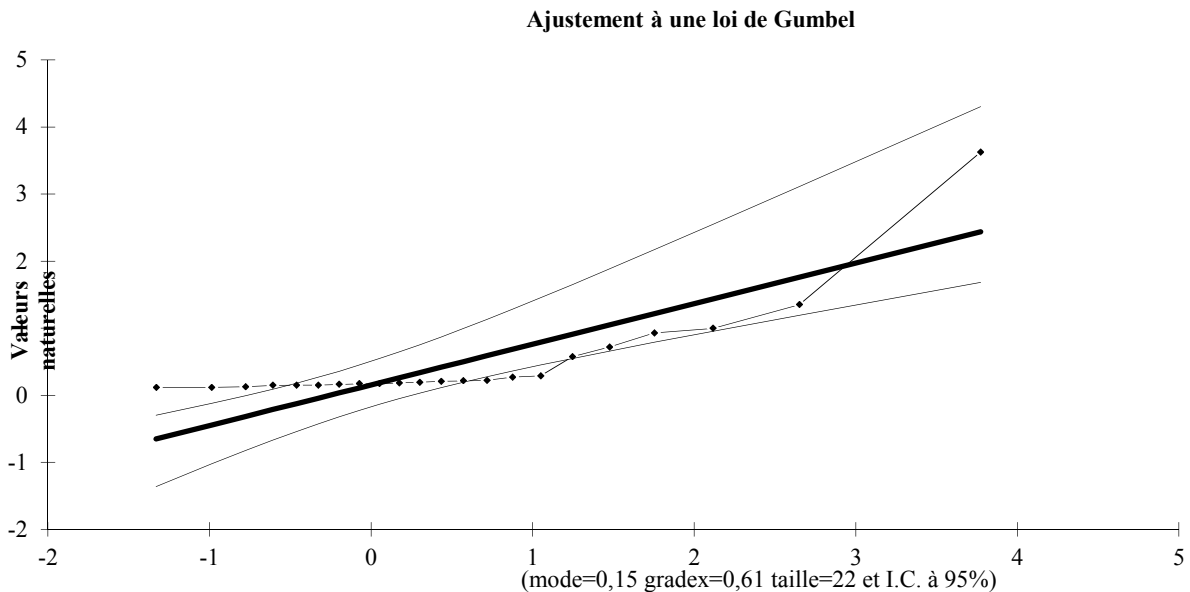
Pour le reste le débit oscillent entre 1 et 0,11 m<sup>3</sup>/s valeur minimale observée en 2001.

**a-1- Ajustement des débits annuels max**

On va essayer de trouver une loi d’ajustement de la distribution des débits annuels dans le but d’estimer les paramètres d’ajustement.

Test graphique

Le test graphique (fig 46) montre, que la série des débits max de Seklafa s'ajuste à une loi log normale.



**FIG 46 :Ajustement à une loi de Gumbel des debits maxima de la station de Seklafa 1982-2007**

**Période de retour des débits extrêmes et déterminations des débits décennale, centenaire et millénaire : (Tab.30)**

Pour le débit le plus faible(0.11 m<sup>3</sup>/s) : 1.52 ans

Pour le débit le plus élevé (3.62 m<sup>3</sup>/s): 309.94 ans

Débit décennale : 1.51 m<sup>3</sup>/s - Débit centenaire : 2,93 m<sup>3</sup>/s - Débit millénaire : 4.33 m<sup>3</sup>/s

**Tab.30 : déterminations des débits décennale, centenaire et millénaire**

Période	T=10 ans	T=100 ans	T=1000 ans
	F=0,90	F=0,99	F=0,999
	U=1,282	U=2,327	U=3,091
debit	1.51	2.93	4.33

**a-2 Test de x<sup>2</sup> :**

**Tab. 31 : Calcul du x<sup>2</sup>**

n classe	Limites des classe	Effectif observé ni	Effectif théorique npi	χ <sup>2</sup>
1	< 0,16	6	1,2	55,82
2	0,16 – 0,20	5		
3	0,20 – 0,30	5		
4	0,30 – 1,40	5		
5	> 1,40	2		

Le  $\chi^2$  calculé (Tab.31) est égal à 55,82 ; par contre le  $\chi^2$  tabulé est de 5,99 ; pour un degré de liberté égal à 2 et un risque d'erreur tolérée de 5 %.

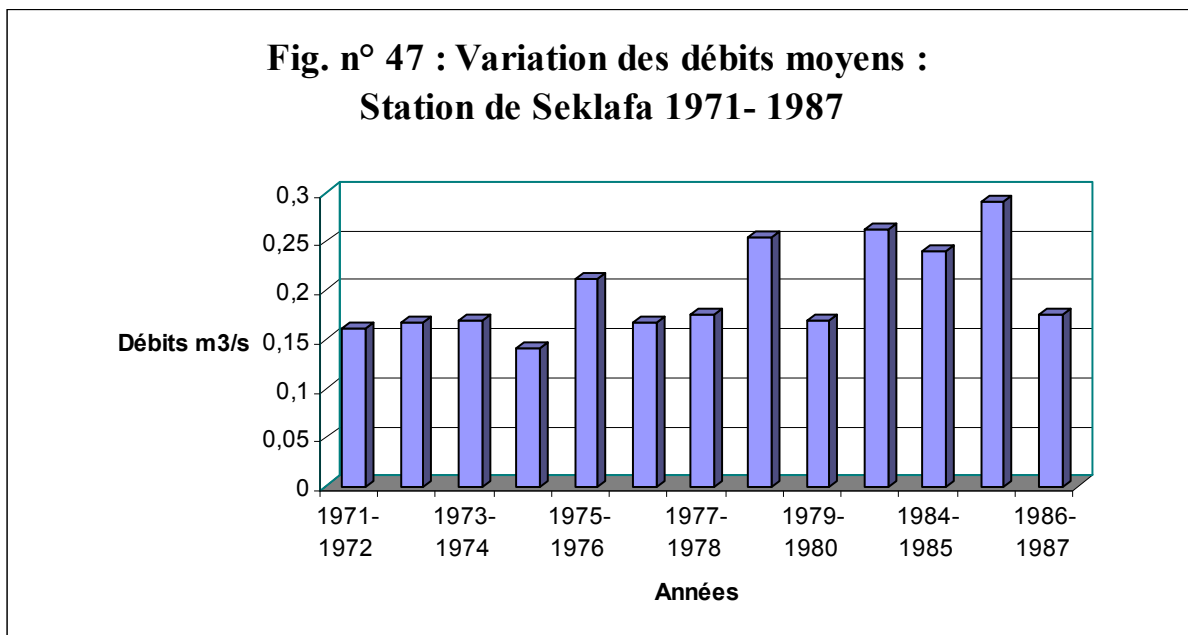
Le  $\chi^2$  calculé étant supérieur au  $\chi^2$  tabulé, l'ajustement à la loi log normale est acceptable.

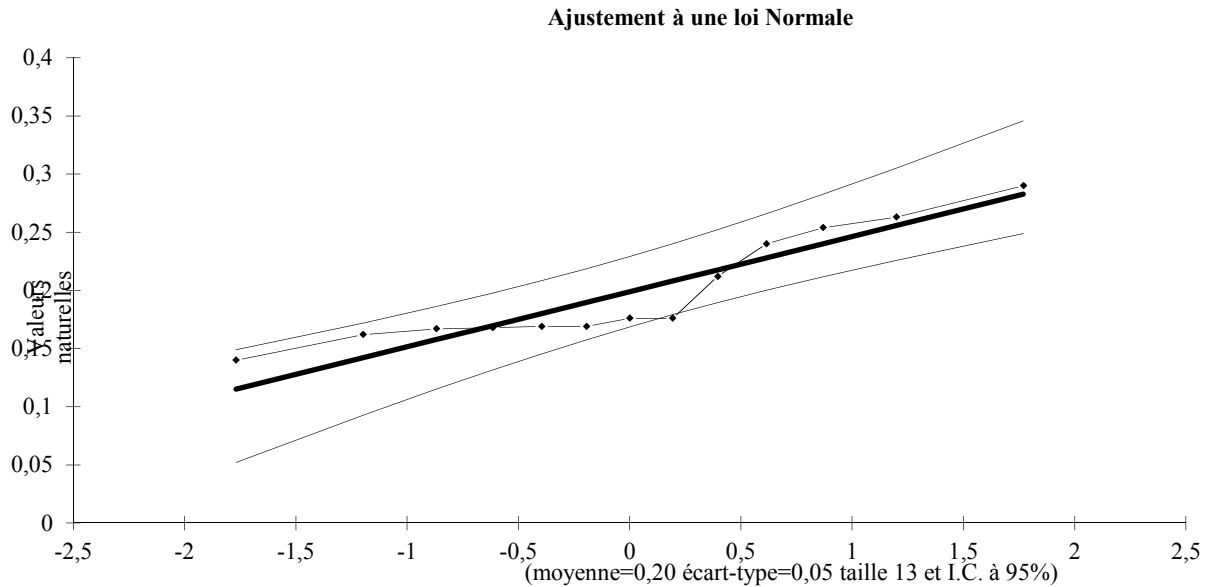
**b. Etude des débits moyens annuels (1971 - 1987) : (Fig. n°48) :**

**Tab.32 : Débits moyens annuels**

années	Débit moy (m <sup>3</sup> /s)	années	Débit moy (m <sup>3</sup> /s)
1971-1972	0,162	1978-1979	0,254
1972-1973	0,168	1979-1980	0,169
1973-1974	0,169	1983-1984	0,263
1974-1975	0,14	1984-1985	0,24
1975-1976	0,212	1985-1986	0,29
1976-1977	0,167	1986-1987	0,176
1977-1978	0,176	Moyenne	0,191

L'année hydrologique 1974-1975 c'est l'année la plus sèche avec 0,14 m<sup>3</sup>/s, pour le reste les débits oscillent de 0,162 à 0,29 m<sup>3</sup>/s qui représente le maximum observé e 1985-1986.





**Fig.48 :Ajustement à une loi de normale**

***Période de retour des débits extrêmes et déterminations des débits décennale, centenaire et millénaire :***

Pour le débit le plus faible(0.14 m<sup>3</sup>/s) : 1.1 ans

Pour le débit le plus élevé (0.29 m<sup>3</sup>/s): 36.9 ans

Débit décennale : 0,25 m<sup>3</sup>/s - Débit centenaire : 0,30 m<sup>3</sup>/s - Débit millénaire : 0,34 m<sup>3</sup>/s

**Tab.33 : déterminations des débits décennale, centenaire et millénaire**

	<b>T=10 ans</b>	<b>T=100 ans</b>	<b>T=1000 ans</b>
<b>Période</b>	<b>F=0,90</b>	<b>F=0,99</b>	<b>F=0,999</b>
	<b>U=1,282</b>	<b>U=2,327</b>	<b>U=3,091</b>
<b>debit</b>	0.25	0.30	0.34

**c. Etude des débits moyens mensuels (1971 - 1987) : (Fig. n°49 )**

Les débits sont généralement faibles (Fig. n°49), avec un régime très irrégulier au cours de l'année, ils commencent à augmenter dès le mois de septembre, pendant les mois d'hiver, les cours d'eau recueillent les précipitations importantes et engendrent une augmentation du débit qui se poursuit pour atteindre son maximum au mois de février. Au cours de la période d'étiage, les débits diminuent brutalement et les oueds sont pratiquement à sec.

Tab. 34 : Débits moyens mensuels

Mois	Sp	Oc	No	De	Ja	Fé	Mars	Av	Mai	Jui	Jt	At	Annuel
1971-1972	0,014	0,125	0,16	0,199	0,207	0,19	0,159	0,22	0,19	0,189	0,168	0,128	0,162
1972-1973	0,132	0,164	0,164	0,187	0,194	0,19	0,192	0,185	0,154	0,177	0,126	0,154	0,168
1973-1974	0,177	0,146	0,16	0,18	0,168	0,15	0,224	0,149	0,138	0,236	0,186	0,116	0,169
1974-1975	0,156	0,163	0,158	0,162	0,146	0,158	0,124	0,119	0,143	0,135	0,118	0,099	0,14
1975-1976	0,94	0,141	0,116	0,131	0,108	0,149	0,176	0,143	0,192	0,141	0,173	0,13	0,212
1976-1977	0,165	0,176	0,207	0,153	0,154	0,167	0,153	0,153	0,15	0,138	0,146	0,244	0,167
1977-1978	0,14	0,143	0,179	0,237	0,194	0,185	0,215	0,188	0,201	0,154	0,137	0,142	0,176
1978-1979	0,197	0,132	0,159	0,194	0,203	1,289	0,184	0,118	0,139	0,123	0,125	0,194	0,254
1979-1980	0,153	0,326	0,145	0,137	0,165	0,159	0,161	0,16	0,143	0,16	0,153	0,164	0,169
1983-1984	0,74	0,161	0,155	0,152	0,165	0,2	0,742	0,195	0,207	0,15	0,142	0,148	0,263
1984-1985	0,18	0,197	0,15	0,171	0,238	0,967	0,193	0,144	0,168	0,181	0,157	0,14	0,24
1985-1986	0,185	0,383	0,12	0,116	0,12	0,13	0,13	0,112	0,155	0,096	0,096	0,096	0,29
1986-1987	0,095	0,095	0,891	0,096	0,115	0,119	0,232	0,101	0,085	0,091	0,094	0,094	0,176
moy	0,252	0,181	0,213	0,163	0,167	0,312	0,222	0,153	0,19	0,152	0,145	0,147	0,191

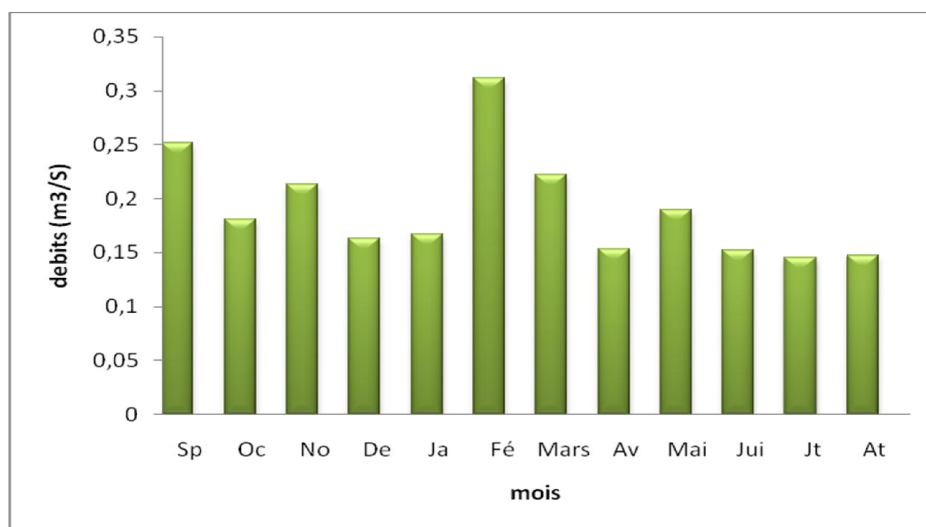


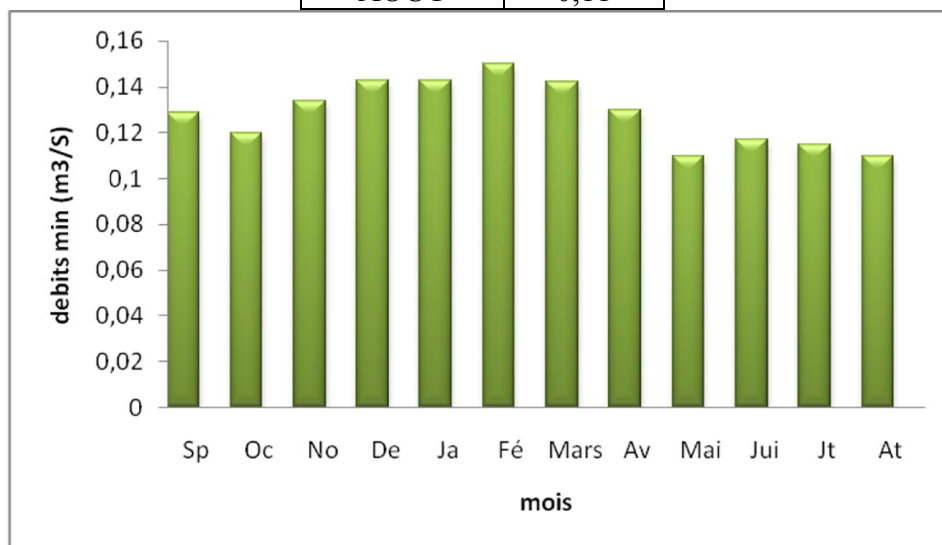
Fig.49 : Histogramme des débits moyens mensuels : Oued Seklafa (1971-1986)

Le maximum est enregistré en février avec  $0,312 \text{ m}^3/\text{s}$ , le minimum s'observent durant la période sèche il est de  $0,145 \text{ m}^3/\text{s}$  en Juillet et  $0,147 \text{ m}^3/\text{s}$  le moi d'Aout. La moyenne est de  $0,191 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**c.1. Débits minima mensuels (1975-86) : (Fig. n°50 )**

**Tab. 35 : Débits minima mensuels (1975-86).**

MOIS	Q(m <sup>3</sup> /s)
SEPTEMBRE	0,129
OCTOBRE	0,12
NOVEMBRE	0,134
DÉCEMBRE	0,143
JANVIER	0,143
FÉVRIER	0,15
MARS	0,142
AVRIL	0,13
MAI	0,11
JUIN	0,117
JUILLET	0,115
AOÛT	0,11

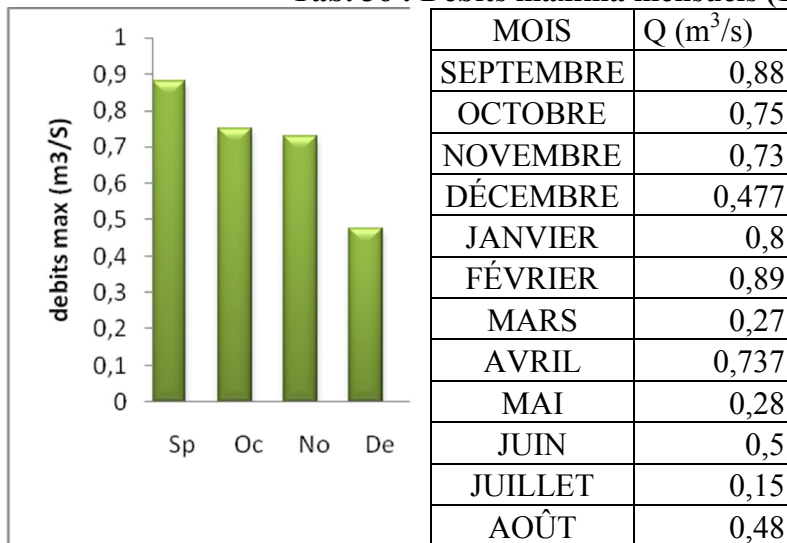


**Fig.50 : Débits minima mensuels : Oued Seklafa (1975-1986)**

- Les valeurs minimales s'observent durant la période estivale avec un minimum le mois de mai de  $0,11 \text{ m}^3/\text{s}$ , de septembre à février les débits croissent pour atteindre ( $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ ) le mois de février.

**c.2. Débits maxima mensuels (1975-86) : (Fig.51 )**

**Tab. 36 : Débits maxima mensuels (1975-1986).**



**Fig.51 : Débits maxima mensuels Oued Seklafa (1975-1986)**

le maximum est observé en hiver, avec 0,89 m<sup>3</sup>/s le mois de septembre, un minimum de 0,47 m<sup>3</sup>/s apparait en décembre. Durant la période sèche le débit minimum est de 0,15 m<sup>3</sup>/s, mois de Juillet. Ces variations de débit sont liées à des averses qui provoquent d'importantes crues surtout au début de l'Automne.

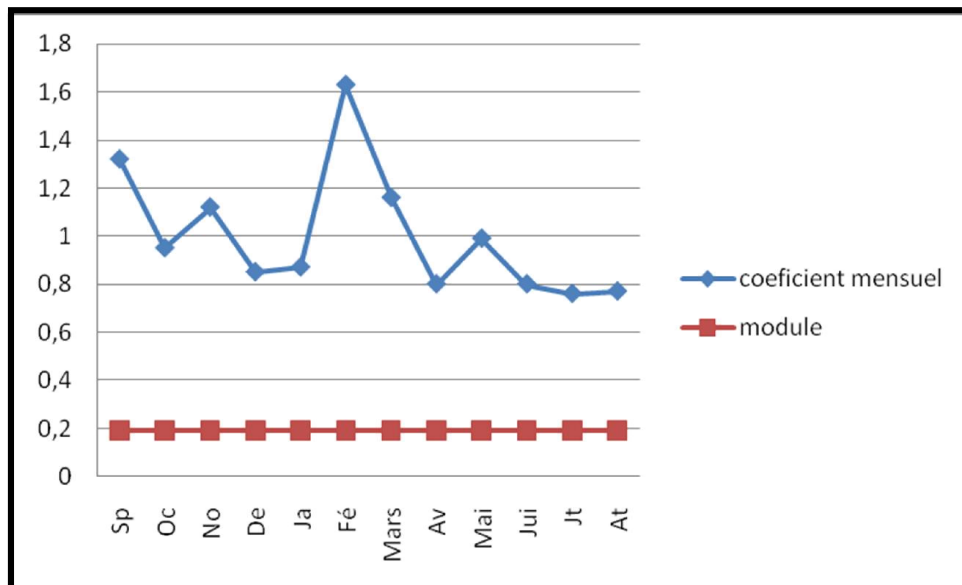
**c-3 Le coefficient mensuel du débit**

Le coefficient mensuel du débit est défini comme étant le rapport entre le débit moyen mensuel et le module annuel (Fig 52).

**Tab.37: valeurs des coefficients mensuels des débits.**

Mois	Sp	Oc	No	De	Ja	Fé	Mars	Av	Mai	Jui	Jt	At
coefficient mensuel	1,32	0,95	1,12	0,85	0,87	1,63	1,16	0,80	0,99	0,80	0,76	0,77





**Fig. 52: Coefficient mensuel du débit**

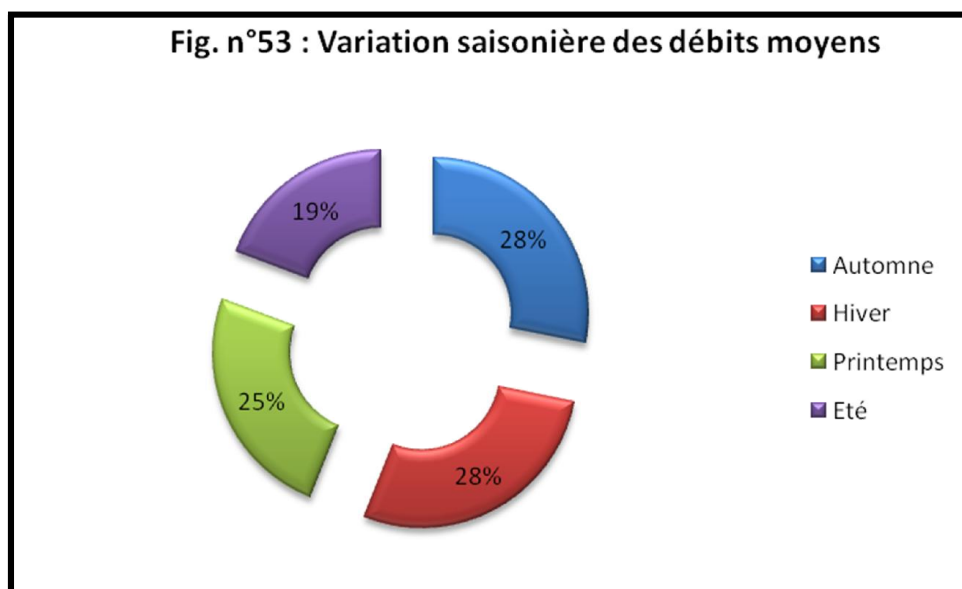
On remarque que le débit mensuel est supérieur au module annuel durant tous les mois (Fig.52)

**d-variation saisonnière du débit :**

La distribution saisonnière des débits montre que c'est en hiver et printemps que s'effectue l'essentiel des écoulements (Fig. n° 53)

**Tab.38 : variation saisonnière des débits**

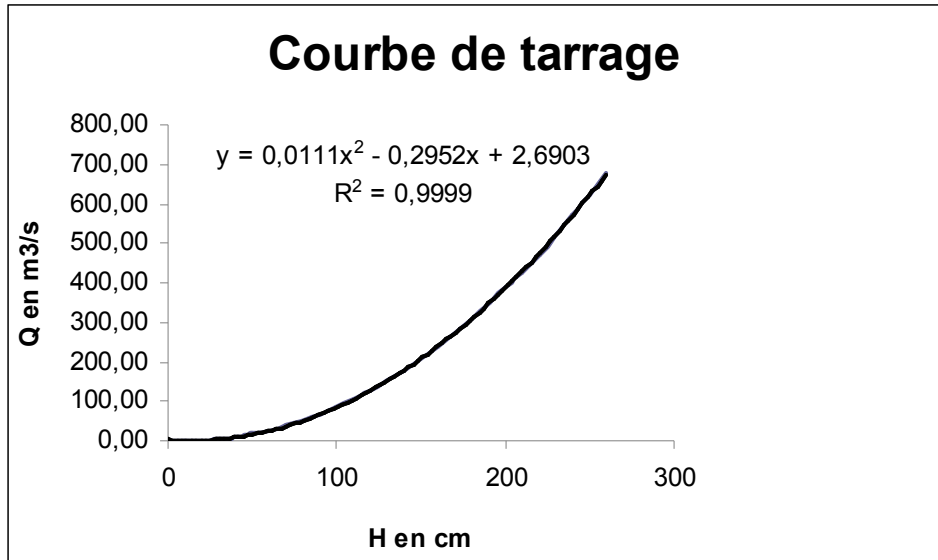
Saison	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Débit	0,646	0,642	0,565	0,444



**e-. COURBE DE TARRAGE : (Fig.54)**

Elle permet de reconstituer les débits à partir des relevés d'échelle limnimétrique.

n = 47 observations de 01/09/1975 à 31/08/1986.



**Fig.54**

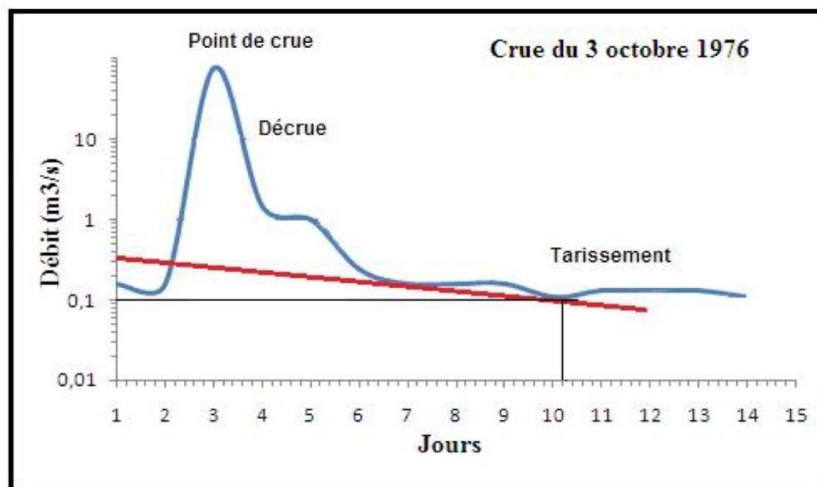
**f-Etude de la courbe de tarissement :**

On a choisi la méthode de Maillet car une partie de la circulation des eaux des sources alimentant l'Oued Seklafa se fait dans des systèmes de fissures.

- On a deux périodes:

1-Crue du 3 octobre 1976 : (Fig.55 )

oct-76	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Débit (m3/s)	0,16	0,16	75,21	1,48	1	1,24	0,16	0,16	0,16	0,11	0,13	0,13	0,13	0,11



**Fig.55**

2-Crue du 7 septembre 1980 : (Fig.56 )

sept-80	5	6	7	8	9	10	11	12
Débit (m3/s)	3,4	56,64	88,74	0,9	0,27	0,18	0,16	0,16

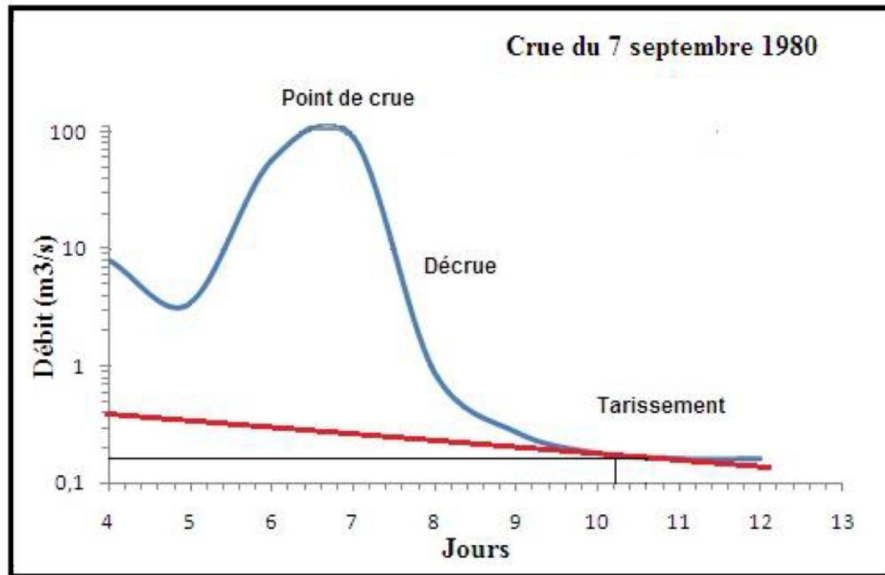


Fig.56

La formule de Maillet s'écrit :  $Q_t = Q_0 \times e^{-\alpha t}$

Avec :

$Q_t$  : le débit au temps  $t$ .

$Q_0$  : le débit initial, ordonné à l'origine de la courbe de tarissement.

$e$  : base du logarithme népérien.

$\alpha$  : coefficient de tarissement lié aux différentes caractéristiques de l'aquifère.

Le volume emmagasiné dans les réserves souterraines est donné par la relation suivante :

$$W = Q_0 \times 86400 / \alpha$$

Crue	$Q_0$	$Q_t$	$t$	$\log Q_0$	$\log Q_t$	$\alpha$	$W$ en $10^6 m^3$
01-oct-76	0,32	0,1	10,2	-0,49485	-1	0,114	0,242
04-sept-80	0,4	0,16	10,2	-0,39794	-0,79588	0,0898	0,384

Les volumes calculés présentent le même ordre de grandeur, ne reflétant pas la réalité, car la station hydrométrique ne prend pas en considération tout le débit écoulé, des pertes latérales existent en plus de l'évaporation intense et l'inféro-flux.

**g-Calcul et évaluation de la quantité d'eau moyenne tombée sur le bassin versant de l'oued M'zi :**

Pour calculer la lame d'eau tombée sur l'ensemble du bassin peut on a utilisé les méthodes suivantes :

Méthode de la moyenne arithmétique

Méthode de Thiessen.

**1-Méthode de la moyenne arithmétique :**

**Tab. 39: Méthode de la moyenne arithmétique**

Stations	Sidi Bouzid	Aflou	Oued Morra	El Ghicha	Seklafa	Tajmout	Laghouat	Sidi Mkhlouf	Ksar El Hira	Moyenne
Precipitations	207,00	255,67	103,84	125,61	169,09	175,28	144,24	122,52	149,67	161,43

Avec une surface moyenne de 6153 km<sup>2</sup> ; le volume tombé sur le bassin de OUED M'ZI est de 993,278 million de m<sup>3</sup>.

**2-Méthode de Thiessen.**

Pour l'établissement de cette méthode on avait besoin d'une autre station pluviométrique donc on a ajouté la station de Ain Mahdi au sud du bassin versant (Fig. n° 57)

Tab.40: Volume d'eau par la méthode de Thiessen.

Station	superficie(Km)	P. moy Annuel	Volume en million de m3
Aflou	131	255,7	33,4967
O.Morra	600	103,8	62,28
Seklafa	546	169,1	92,3286
El Ghicha	850	125,6	106,76
Tadjmout	1010	175,3	177,053
Sidi Makhlouf	535	122,5	65,5375
Lagouat	891	144,2	128,4822
Ain Mahdi	1590	150	238,5
Total	6153		904,438

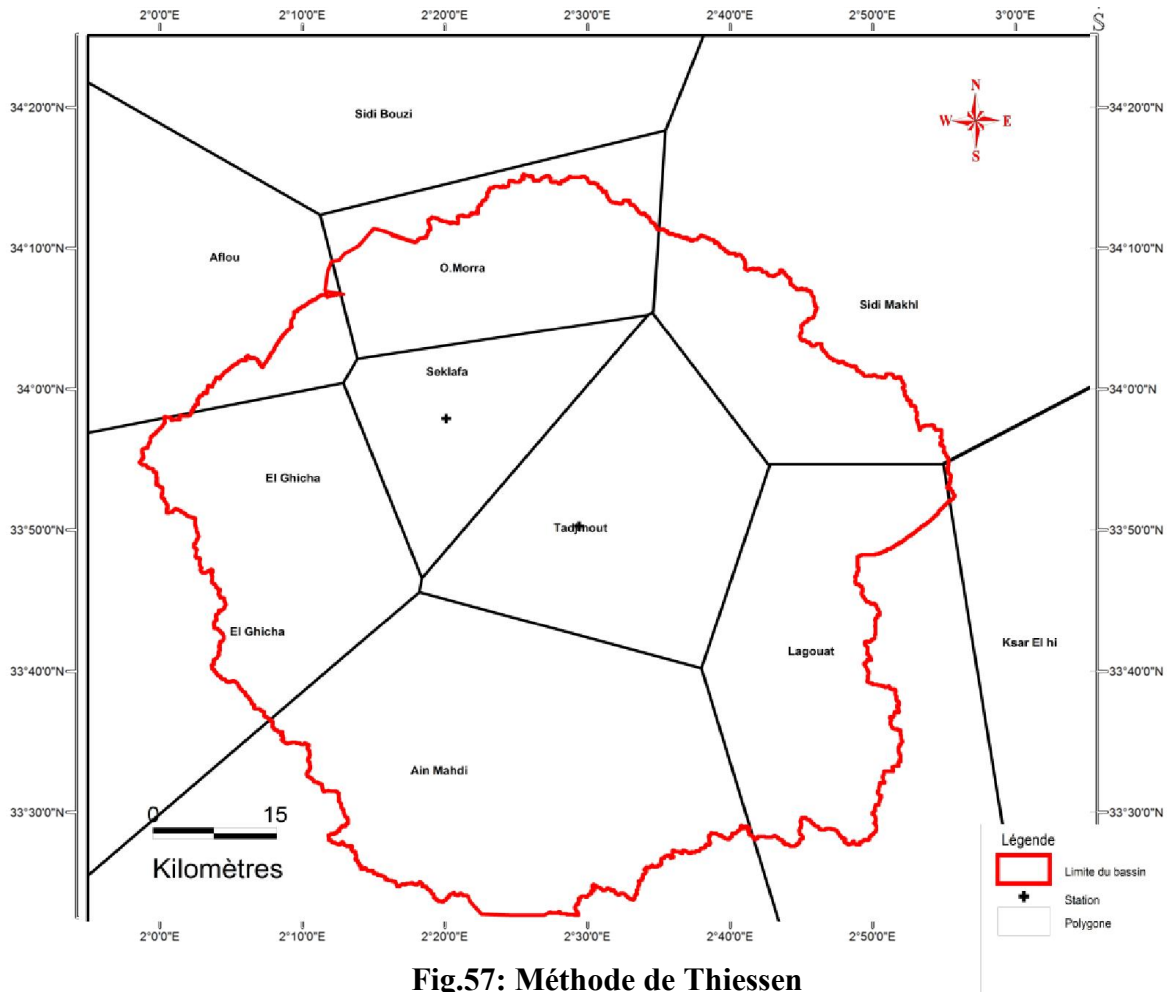


Fig.57: Méthode de Thiessen

**3- La méthode des isohyètes : Fig. 58**

Cette méthode est fondée sur l'utilisation des isohyètes qui sont des lignes d'égale pluviosité isovaleurs de pluies annuelles, mensuelles, journalières, etc.)

$$P_{moy} = \frac{\sum_{i=1}^K A_i \cdot P_i}{A}, \quad \text{avec} \quad P_i = \frac{h_i + h_{i+1}}{2}$$

Avec :

$P_{moy}$  : précipitations moyennes sur le bassin,

$A$  : surface totale du bassin,

$A_i$  : surface entre deux isohyètes  $i$  et  $i+1$ ,

$K$  : nombre total d'isohyètes,

$P_i$  : moyenne des hauteurs  $h$  de précipitations entre deux isohyètes  $i$  et  $i+1$ .

Tab.41: Volume d'eau par la méthode *des isohyètes*

isohyètes		P i	superficie (Km2)	Lame d'eau
100	120	110	64	7,04
120	140	130	451	58,63
140	160	150	3088	463,2
160	180	170	961	163,37
180	200	190	46	8,74
200	220	210	24	5,04
220	240	230	14	3,22
			4648	<b>709,24</b>

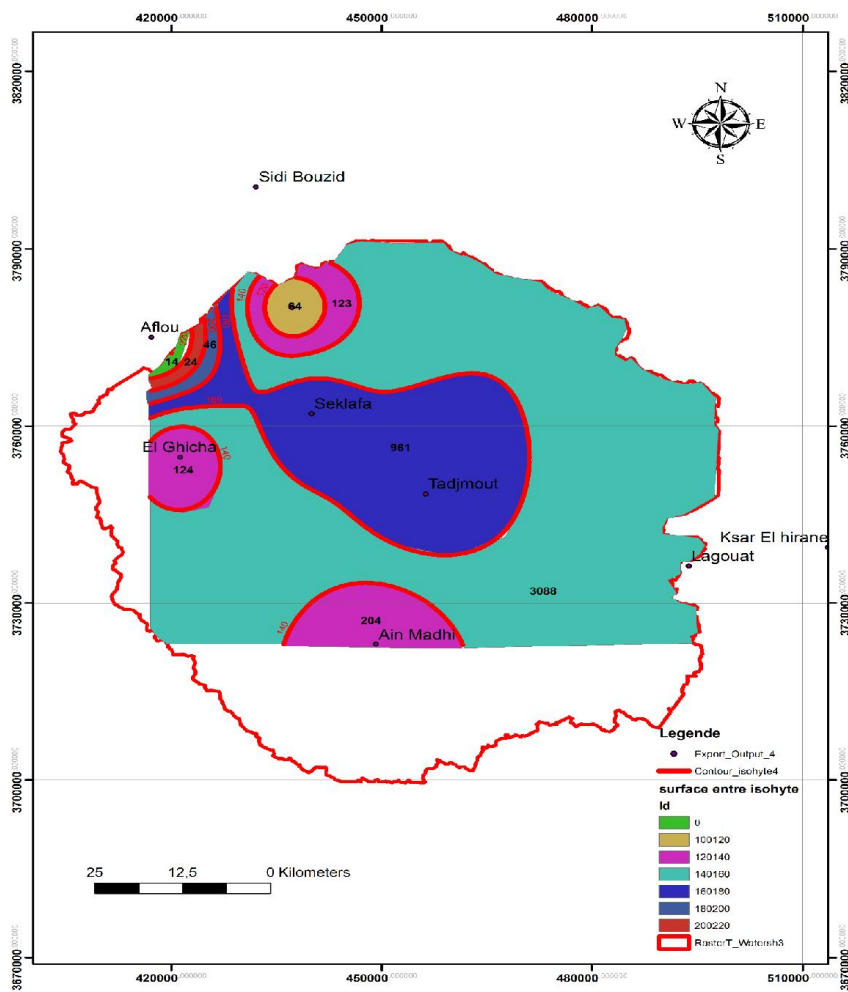


Fig. 58: Méthode des isohyètes

### **Conclusion :**

Ce chapitre nous a permis d'effectuer un passage important allant des aspects descriptifs de l'hydrologie par le biais de la compréhension des processus sous-jacents à la notion de réponse hydrologique. On a vu les principaux facteurs qui conditionnent le comportement hydrologique d'un bassin versant.

D'autre part, l'estimation de la pluie moyenne tombée sur le bassin avec différentes méthodes à révéler une moyenne de : 868.98 million de m<sup>3</sup>.