



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji-LAGHOUAT

FACULTE DE GINIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
DEPARTEMENT DE GINIE CIVIL

MEMOIRE DE MASTER :

Présenté par : HADJ REDJEM - FATMA ZOHRA

DOMAINE : Science et Technologie

FILIERE : Hydraulique

OPTION : Ressources Hydraulique

Thème :

***Influence de la lithologie, la physiographie et
la climatologie sur l'écoulement de surface.***

Exemple le bassin versant de l'Oued SEBGAG.

Jury de soutenance :

Nom et prénom :

Mme. YAMANI

Mr. GUIDDOUME.A

Mr. STAMBOUL.M

Mr. SEKKOUM.M

Qualité :

Président

Examineur

rapporteur

Co-rapporteur

Promotion : 2020/2021.



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Remerciements :

Tout d'abord nous tenons de remercier **le bon dieu** pour m'avoir donné le courage, la force et la volonté pour réussir et de m'avoir éclairci le chemin tout au long de ma vie.

À la mémoire de **mes chers professeurs**, aucun remerciement n'exprimera l'estime, tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense respect que je vous porte. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui grâce à votre patience et vos innombrables sacrifices.

Tous mes respects et ma reconnaissance vont à **ma famille**, source de ma motivation et de mes espoirs, je leur dédie mon travail.

Je remercie infiniment mon encadreur **Dr. STAMBOUL MADANI** qui m'a beaucoup aidé tout au long de mes études. Je remercie évidemment le Président Mme.YAMANI et l'examineur GUIDOUM AZZEDDINE pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

Mes sincères remerciements vont également à **Monsieur SAKKOUM MOHAMED** le chef département de Génie Civil et Hydraulique.

Je n'oublie pas **mes collègues** ou plutôt mes sœurs et mes frère qui m'ont toujours encouragé et aider dans cette étude.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, à tous ceux qui m'ont encadré, à tous ceux qui m'ont encouragé.

Merci.....

Dédicace :

Au nom du dieu miséricordieux

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents, **ma mère** et **mon père** aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler.

Ma grand-mère. Que dieu leur procure
Bonne santé et longue vie.

Celui que j'aime beaucoup : Ma sœur
RAITHA et Mon frère **ABDELLATIF.**

Et à tous ceux qui me sont chers.



RESUME.

Résumé :

Sur un plan purement hydrographique, les crêtes du Djebel Amour dessinent une ligne de partage des eaux qui, pour les unes, vont rejoindre la mer (Oued Chelif) ou les Dayas, les Sebkhass et les Chotts parsemés sur les Hauts Plateaux Oranais (Oued Sidi Naceur) Tandis que les autres sont à l'origine des oueds qui circulent sur la Hamada ou rejoignent les chotts situés au niveau du Sahara (Oued M'Zi).

Pour le Djebel Amour, le problème fondamental a été d'expliquer comment des pluies caractérisées par leur faible valeur quantitative qui touchent le domaine Atlasique pouvaient donner naissance à des écoulements parfois très importants.

La seule explication possible repose sur la prise en compte :

L'intensité des averses, la physiographie du bassin versant et la lithologie du terrain.

- **Mots clefs :** Ecoulement, bassin versant, averse, physiographie, lithologie.

Abstract :

On a purely hydrographic network, the ridges of the Jebel Amour draw a line of division of waters which, some of them, go to the sea (Oued Chelif) or the Dayas, the Sebkhass and the Chotts scattered on the Oranese High plateaux (Oued Sidi Naceur), While the others are at the origin of the wadis which circulate on the Hamada or join the chotts situated at the level of the Sahara (Oued M'Zi).

For Jebel Amour, the main problem was to explain how rainfall characterised by its low quantitative value, which affects the Atlas domain, sometimes could even give a rise to a very large flows.

The only possible explanation lies in taking into account:

The intensity of the rainfall, the physiography of the watershed and the lithology of the terrain.

- **Keywords :** Flow, watershed, rainfall, physiography, lithology.

ملخص

على المستوى الهيدروغرافي البحت، ترسم قمم جبل عمور خطاً مشتركاً بين المياه التي تلتقي في البحر (واد شلف) أو المنخفضات أو السبخات أو الشطوط المنتشرة فوق مرتفعات وهران (وادي سيدي ناصر). في حين أن البعض الآخر هو في الأصل عبارة عن وديان تجري في منخفضات طبيعية أو تنضم إلى الشطوط الواقعة على مستوى الصحراء (وادي مزي). بالنسبة لجبل عمور، كانت المشكلة الأساسية هي شرح كيف يمكن للأمطار المتميزة بقيمتها الكمية المنخفضة أن تؤثر على منطقة الأطلس و تؤدي أحياناً إلى تدفقات كبيرة جداً. يعتمد التفسير الوحيد الممكن على مراعاة: شدة الامطار المتفرقة، وفيزيولوجيا أحواض المياه وتضاريس الصخور.

- **الكلمات المفتاحية :** الجريان، الحوض المائي، كمية الامطار المتساقطة، الفيزيولوجيا، تضاريس الصخور.



SOMMAIRE.

Table des matières :

Introduction générale.....	1
Présentation de la zone d'étude.....	3

CHAPITRE (I) : LES CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES.

1. Introduction.....	4
2. Morphométrie.....	6
3. Etude des rapports caractéristiques.....	8
4. Densité de drainage.....	8
5. La fréquence des cours d'eau.....	9
6. Coefficient d'allongement.....	10
7. Le coefficient de torrentialité.....	11
8. Le coefficient de compacité et modèle de représentation.....	12
9. Etude du relief.....	14
10. Indice de pente.....	19
11. La dénivelée spécifique.....	21
12. Etude du profil en long.....	22

CHAPITRE(II) : LA GEOLOGIE DE LA REGION.

1. Introduction.....	27
2. Dispositions structurales actuelles.....	28
3. Lithologie.....	30
3.1. Le Trias.....	30
3.2. Le Jurassique supérieur.....	30
3.3. Le Créatare.....	30
3.4. Le Tertiaire et Quaternnaire.....	32

4. conséquences hydrologiques de la lithologie.....	33
4.1. Des formations imperméables.....	33
4.2. Les formations perméables.....	34

CHAPITRE (III) : ETUDE CLIMATIQUE.

1. Introduction.....	35
2. Conditions locales.....	36
3. Les caractéristiques du réseau pluviométriques.....	37
4. Les température.....	43
5 Evapotranspiration	46
6. Le bilan hydrologique.....	54
7. Conclusion.....	56

CHAPITRE(IV) : ETUDE HYDROLOGIQUE.

1. Introduction.....	57
2. Situation de la station de jaugeage.....	58
3. Etude des Débits.....	58
4. Etude d'écoulement.....	62
5. Evaluation des apports annuels.....	65
6. Importance des crues.....	66
7. Conclusion.....	68

Conclusion générale.....	69
--------------------------	----

Références bibliographiques.....	
----------------------------------	--

Listes des figures :

Figure I.1 : La carte de la région de Sebgag.....	5
Figure I.2 : La carte du réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Sebgag....	7
Figure I.3 : La courbe hypsométrique du bassin versant de l'Oued Sebgag.....	15
Figure I.4 : La courbe de fréquences altimétriques.....	16
Figure I.5 : Rectangle équivalent-Droites de niveau.....	18
Figure I.6 : Profil en long O.Sebgag.....	23
Figure I.8 : Profil en long O.Touil.....	24
Figure I.9 : Profil en long O.Nagli.....	25
Figure II.1 : Carte géologique simplifiée de la région de Sebgag.....	29
Figure II.2 : Coupe géologique de la région de Sebgag.....	32
Figure III.1 : <i>Variation des précipitations moyennes annuelles ; Aflou (1990-2011)</i>	39
Figure III.2 : <i>Variation des précipitations moyennes annuelles ; Sebgag (1990-2011)</i>	40
Figure III.3 : <i>Variation des précipitations moyennes annuelles ; Brida (1990-2011)</i>	40
Figure III.4 : <i>Variation des précipitations moyennes annuelles ; Taouiála (1990-2011)</i>	41
Figure III.5 : <i>Variation des précipitations moyennes mensuelles à la Station d'Aflou (1990-2011)</i>	42
FIGURE III.6 : <i>Température moyenne annuelle sur le Nord d'Algérie; (période 1950-2005)</i> ..	44
Figure III.7 : <i>Variation de la température moyenne mensuelle, Station d'Aflou (1990-2011)</i> ..	45
Figure III.8 : <i>Abaque de Wundt</i>	49
Figure III.9 : <i>Abaque de P.Verdeil</i>	52
Figure IV.1 : <i>Débits moyens journaliers de la Haute Vallée de Sebgag</i>	59
Figure IV.2 : <i>Débits minimaux journaliers de la Haute Vallée de Sebgag (1966-1967)</i>	60
Figure IV.3 : <i>Débits maximaux journaliers de la Haute Vallée de Sebgag (1966-1967)</i>	60
Figure IV.4 : <i>Variation des hauteurs maximales de crue de l'Oued Sebgag</i>	62
Figure IV.5 : <i>Variation des débits de l'Oued Sebgag</i>	62

Liste des tableaux :

<u>Tab.I.1</u> : Caractéristiques du bassin versant de la haute vallée de Sebgag.....	6
<u>Tab.I.2</u> : Différentes classes de bassin versant en fonction de K_G	12
<u>Tab.I.3</u> : Calcul des surfaces cumulées.....	15
<u>Tab.I.4</u> : calcul des droites de niveau du rectangle équivalent.....	17
<u>Tab.I.5</u> : Paramètre de calcul de l'indice de la pente de Roche.....	20
<u>Tab.I.6</u> : Classification d'ORSTOM.....	21
<u>Tab.I.7</u> : Différentes classes de relief en fonction de D_S	22
<u>Tab.I.8</u> : Tableau représente le profil en long de O.Sebgag.....	22
<u>Tab.I.9</u> : Tableau représente le profil en long d'O.Tinesli.....	24
<u>Tab.I.10</u> : Tableau représente le profil en long d'O.Nagli.....	25
<u>Tab.III.1</u> : Caractéristiques des stations pluviométriques de la Haute Vallée du bassin versant de l'Oued Sebgag.....	37
<u>Tab.III.2</u> : Précipitation moyennes annuelles des six stations.....	38
<u>Tab.III.3</u> : Précipitation moyennes mensuelles ; période (1990-2011).....	41
<u>Tab.III.4</u> : Température moyennes mensuelles ; station d'Aflou.....	45
<u>Tab.III.5</u> : Calcul de l'ETP selon la méthode de THOMTHWAITE à la station d'Aflou Période (1990-2011).....	47
<u>Tab.III.6</u> : Résultat de la méthode de Coutage.....	50
<u>Tab.III.7</u> : Résultat de la méthode de VERDEI.....	51
<u>Tab.III.8</u> : calcul du déficit d'écoulement.....	53
<u>Tab.IV.1</u> : Débit journaliers (1966-1967).....	58
<u>Tab.IV.2</u> : Variation des hauteurs maximales des crues de l'Oued Sebgag.....	61
<u>Tab.IV.3</u> : les calculs du ruissellement.....	64

INTRODUCTION GÉNÉRAL.

Introduction général :

Le bassin versant représente l'unité spatiale de référence pour l'hydrologie. Il est défini comme l'étendue drainée par un cours d'eau et ses affluents et limitée par une ligne de partage des eaux.

La notion de bassin versant est nettement plus complexe qu'il n'y paraît au premier abord. Complexe, car le bassin versant en tant qu'unité géographique de référence pour l'analyse du cycle hydrologique, requiert une définition sans équivoque.

L'écoulement sur un bassin est commandé à la fois par les conditions lithologiques, climatiques et les caractéristiques physiques du bassin. Il en résulte que deux bassins soumis à des conditions climatiques semblables pourront présenter des conditions d'écoulement totalement différentes de même que deux bassins pourront présenter des conditions d'écoulement semblables alors que les conditions climatiques y seront différentes.

La haute vallée de l'Oued Sebgag draine un bassin versant d'une superficie de **126.5 km²** avec un périmètre de **52,4 km**, cet oued constitue l'un des affluents de l'Oued Touil, il prend naissance vers le sud au niveau de la continuité de Djebel Choucha et Kheng En Nemra à une altitude moyenne de **1450 m**. Le nord du bassin est limité par Guern Arif (**1721 m**) et Oum El Gueddour (**1680 m**). Limité à l'ouest par Kouiffet Er Rmel (**1528 m**), à l'est par El Mcif (**1460 m**).

Cette étude consiste à l'analyse statistique des données hydro-climatiques et hydrologiques du bassin versant de la haute vallée de Sebgag. Ce mémoire de fin d'études est composé des quatre chapitres.

Le premier chapitre c'est l'étude physiographique, ce chapitre met en évidence les principaux facteurs morphométriques dont dépend la réponse hydrologique du bassin.

Le deuxième chapitre s'intéresse à la géologie de la région et la présentation géologique de la zone d'étude.

INTRODUCTION GENERAL.

Le troisième chapitre consiste à l'étude hydro-climatique et leur influence sur l'écoulement de surface.

Le quatrième chapitre le vif du sujet est s'intéresse à l'étude statistique des pluies et débit de la vallée de SEBGAG.

- ✚ Ces calculs peuvent servir :
 - Comme un outil d'aide à la décision.
 - Un moyen pour déterminer le débit max de crues en cas de risque d'inondation
 - Un outil de base pour les techniciens du secteur :
 - Ouvrages hydrauliques.
 - Les systèmes d'irrigation.

PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE.

Présentation de la zone d'étude :

La zone d'étude est se localise principalement au niveau de la commune de Sebgag, elle est limitée :

- **Au Nord** : Djebel Guern Arif et Djebel Oum EL-Guedour.
- **Au Sud** : Ragoubet Abd EL-Hakem et Djebel Ed-Doura.
- **A l'Ouest** : Djebel Choucha.
- **A l'Est** : Bled Guebbour El-Achacha et Sidi Abdelkader.

SEBGAG fait partie des hauts plateaux algériens donc c'est une zone steppique, là où on rencontre un climat semi-aride caractérisé par un hiver très froid et un été chaud. La végétation paraît bien souvent monotone, que la strate dominante soit graminéenne.

Oued Sebgag est un Oued (class H- hydrographique) en **LAGHOUAT, Algérie (Afrique)**, ayant le code de région **africa/middle East**.

Les coordonnées géographique sont **34°13'36'' N** et **1°51'36'' E** en **DMS** (degrés, minutes, secondes) ou **34.2292** et **1.86** (en degrés décimaux). La position **UTM** est **CT98** et la référence Joint operation Graphics est **NI31-06**.

1. Introduction :

Dans cette étude nous donnons quelques détails sur le bassin versant de l'Oued Sebgag.

A **20 kilomètres** à l'Ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à trois cours d'eau d'Est à l'Ouest : Oued Nagli, Oued Tinesli et l'Oued Gharbi d'où leur confluence forme l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff. Son parcours est de **10 Kilomètres** et son bassin versant recouvre une superficie de **126.5 km²**.

Il est limité au sud par la coninuité de Djebel Choucha et khneg En Nemra à une altitude moyenne de **1450 m**. Le nord du bassin est limité par Guern Arif (**1721 m**) et Oum El Gueddour (**1680 m**). Limité à l'Ouest par Kouiffet Er Rmel (**1528 m**), à l'est par El Mcif (**1460 m**).



Echelle : 1/200 000

Fig. N°.I.1 : La carte de La région de Sebqag.

2. Morphométrie :

L'écoulement annuel sur un bassin versant est commandé à la fois par les conditions climatiques et les caractéristiques physiques du bassin. Les caractéristiques physiques les plus important et jouant un rôle essentiel sont : l'ordre, la forme, le relief et le modèle de représentation.

Ordre	Nombre	Pourcentage (%)	Longueurs cumulées en kms	Longueurs moyennes en kms	Rapports de confluence (R_c) $R_c = N_n / N_{n+1}$	Rapports des longueurs (R_l) $R_l = L_{n+1} / L_n$
1	485	76,38	185	0,38	/	/
2	112	17,64	71	0,63	4,33	1,66
3	27	4,25	32	1,19	4,15	1,88
4	8	1,26	21	2,63	3,37	2,21
5	2	0,31	8	4	4	1,52
6	1	0,16	2	2	2	0,50
	La somme = 635	La somme = 100	La somme = 209,04	Moyenne arithmétique	3,574	1,554

Tableau N° I.1: Caractéristiques du bassin versant de la haute vallée de SEBGAG.

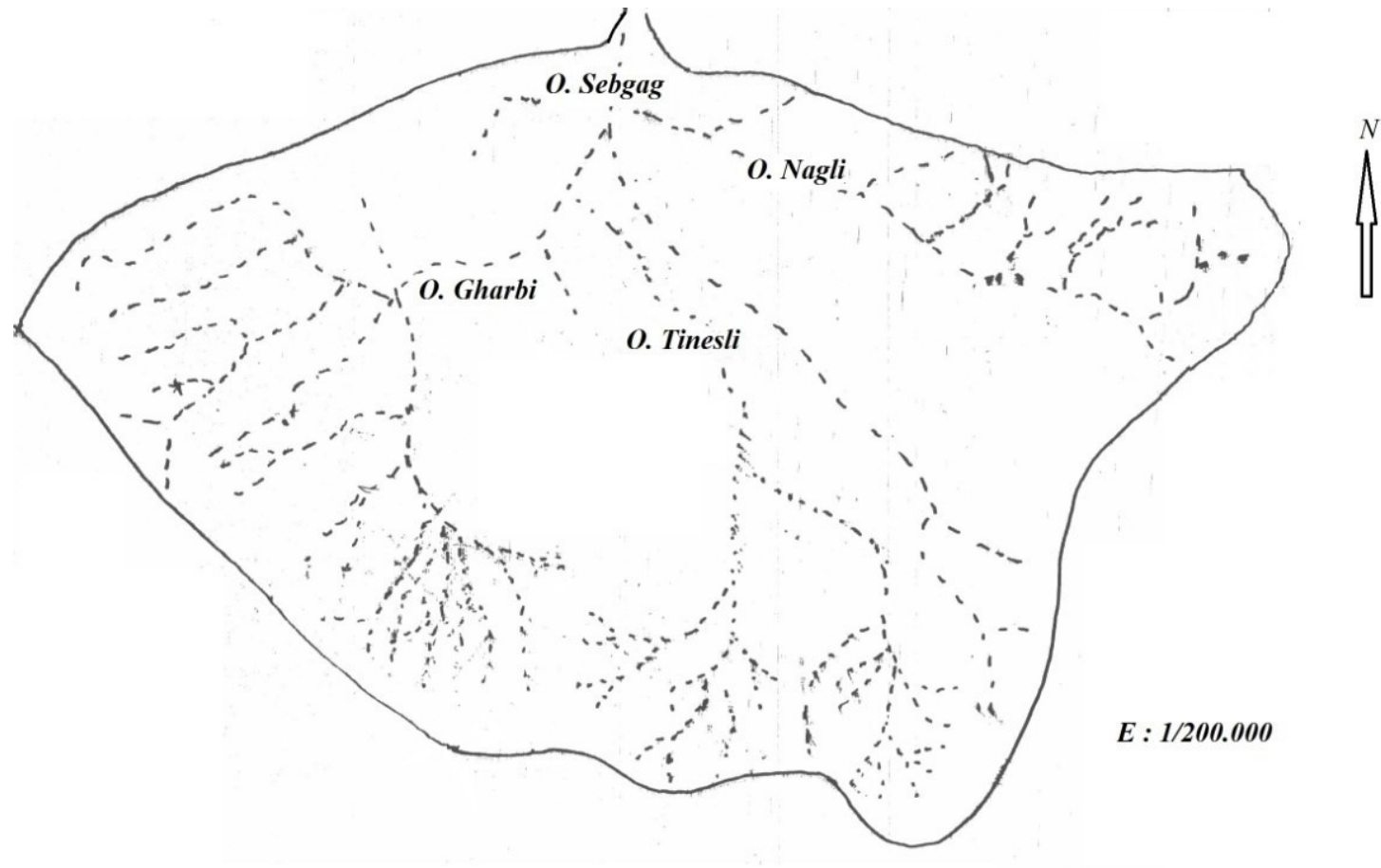


Fig. N°.I.2 : Carte du réseau hydrographique du Bassin versant de l'Oued Sebgag.

3. Etudes des Rapports caractéristiques :

a. Rapport de confluence :

Le rapport de confluence est un nombre sans dimension exprimant le développement du réseau de drainage. Il varie suivant l'ordre considéré. C'est un élément important à considérer pour établir des corrélations d'une région à une autre. Selon Strahler (1964), le **Rc** varie de **3 à 5** pour une région où la géologie n'a aucune influence.

Il est défini comme étant le quotient du nombre de talwegs d'ordre x par celui des talwegs d'ordre supérieur $x+1$:

$$\mathbf{Rc} = \mathbf{N_x / N_{x+1}}$$

Si l'on admet que, pour un bassin parfaitement organisé **Rc = 2**; le bassin de l'Oued Sebga est mal hiérarchisé.

b. Rapport des longueurs :

Il est donné par le quotient de la longueur moyenne des talwegs d'ordre $x+1$ par celle des talwegs d'ordre x , les longueurs d'ordres successifs forment une série géométrique directe. il est donné par la relation suivante :

$$\mathbf{R_l} = \mathbf{L_{(x+1)} / L_{(x)}}$$

4. Densité de drainage:

(ou **Densité hydrographique**), La densité de drainage, introduite par Horton, est la longueur totale du réseau hydrographique par unité de surface du bassin versant :

$$\mathbf{D_d} = \frac{\sum \mathbf{L_i}}{\mathbf{A}}$$

Avec :

D : Densité de drainage (**Km/Km²**); **Li** : Longueur des cours d'eau (**Km**) ;

A : Surface du bassin versant (**Km²**).

A.N :

$$Dd = 319/126,5 = 2,52 \text{ km/km}^2$$

La densité de drainage dépend de la géologie (structure et lithologie) des caractéristiques topographiques du bassin versant et, dans une certaine mesure, des conditions climatologiques et anthropiques. En pratique, les valeurs de la densité de drainage varient de **3** à **4** pour des régions où l'écoulement n'a atteint qu'un développement très limité et se trouve centralisé ; elles dépassent **1000** pour certaines zones où l'écoulement est très ramifié avec peu d'infiltration. Selon Schumm, la valeur inverse de la densité de drainage, $C=1/D_d$, s'appelle « constante de stabilité du cours d'eau ». Physiquement, elle représente la surface du bassin nécessaire pour maintenir des conditions hydrologiques stables dans un vecteur hydrographique unitaire (section du réseau).

La densité de drainage au niveau du bassin versant de l'Oued Erguig est égale à **2,52 km/km²**, ceci traduit que le bassin présente dans son ensemble une formation géologique perméable surtout dans sa partie centrale et en amont, l'écoulement est plutôt limité et centralisé ainsi que l'infiltration est augmentée.

5. La fréquence des cours d'eau :

C'est le rapport du nombre total de thalwegs à la surface du bassin versant :

$$F = \frac{\sum N_n}{A}$$

Où :

F : Densité hydrographique (Km^2) ; N : Nombre de cours d'eau ;

A : Superficie du bassin versant.

A.N :

$$F = 635/126,5 = 5,02 \text{ km}^2$$

6. Coefficient d'allongement (E) :

Il est donné par la relation suivante :

$$E = \frac{2\sqrt{A/\pi}}{L_0} ; \quad ; \quad L_0 = \frac{\sum l}{n}$$

Où :

A : la surface totale du bassin versant (Km^2) ;

$$L_0 = 10,83 \text{ kms} / 6 = 1,8 \text{ km.}$$

n : nombre d'ordre supérieur (n=5) ;

l : longueur moyenne des talwegs (Km).

A.N :

$$E = 2,128$$

- Cette valeur traduit un bassin versant très allongé.

➤ Indice d'allongement :

$$I_{al} = L^2_{max} / A$$

A.N :

$$I_{al} = 19,5^2 / 87,4231 = 7,03$$

7. Le coefficient de torrentialité :

C'est le rapport entre la fréquence des cours d'eaux d'ordre 1 avec la densité de drainage. Ce paramètre permet l'estimation de la grandeur de l'énergie érosive du cours d'eau.

Ct pour le bassin de l'amont de l'Oued Sebgag est égal à **16.28 km/km⁴**.

Cette valeur traduit que le bassin ne représente pas des caractéristiques morphométriques adapté à l'écoulement, ainsi qu'il est constitué par des formations perméables dont l'infiltration est importante

On l'exprime par la relation suivante :

$$C_t = F_1 * D_d$$

D_d : Densité de drainage (= **2.52**)

F₁ : La fréquence des cours d'eaux d'ordre 1 (= **6.46**)

$$c_t = 16.28$$

8. Coefficient de compacité et modèle de représentation :

a) Coefficient de compacité de Gravilius :

La connaissance de cet indice permet de comparer le périmètre du bassin versant à celui d'un cercle ayant la même superficie car un bassin allongé ne réagira pas de la même façon qu'un bassin de forme arrondie.

$$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

où :

A : superficie du bassin versant en (km²) (= 126,5 Km²)

P : Périmètre du bassin versant en (km) (=52,4 Km)

K_G : proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieure à 1 lorsque le bassin est de forme allongée.

K_G = 1,30 ; le bassin est assez allongé ce qui implique l'existence d'une érosion moyenne au niveau du bassin.

Intervalle de K _G	Forme du bassin versant
De 1 à 1,25	Circulaire à assez allongé
De 1,25 à 1,50	Assez allongé à allongé
De 1,50 à 1,75	Allongé
Supérieur à 1,75	Très allongé

Tableau N°I.2 : Différentes classes de bassin versant en fonction de K_G.

b) modèle de représentation :

➤ **Rectangle équivalent :** le rectangle équivalent est un modèle mis au point par **M. Roche** pour comparer les bassins entre eux du point de vue de l'influence de caractéristiques sur l'écoulement.

- La longueur du rectangle équivalent **L (km) :**

$$L = \frac{K_G \sqrt{A}}{1,128} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_G} \right)^2} \right]$$

$$L = 19,6 \text{ km}$$

- La largeur du rectangle équivalent **l (km) :**

$$l = \frac{K_G \sqrt{A}}{1,128} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_G} \right)^2} \right]$$

$$l = 6,5 \text{ km}$$

9. Etude du relief :

La notion de relief peut être considérée sous deux aspect :

- L'altitude liée à l'histoire orogénique du massif.
- Les pentes qui traduisent l'évolution morphologique et les conditions structuro-lithologiques du bassin.

du fait qu'elles constituent une variable continue, leur étude ne pourra s'effectuer que par voie statistique ce qui nous amène à construire :

- La courbe de répartition hypsométrique présentant en ordonnée le pourcentage de la surface du bassin qui se trouve au-dessus d'une altitude donnée.
- La courbe de fréquence altimétrique donnant par un diagramme en échelon les surfaces du bassin comprises entre des altitudes données.

Les caractérisation numérique des séries d'observation étant alors effectuée par des paramètres statistiques classiques :

- Tendence centrale de la série.
- Dispersion des valeurs individuelles autour de la valeur centrale.
- Dissymétrie et aplatissement des courbes de fréquence.

a) Répartition altimétrique du BV :

La répartition hypsométrique de la superficie totale par tranche d'altitude est la suivante :

Altitudes en m	Surfaces en Km2	Surfaces en %	Surfaces en % cumulées
1600 - 1700	0,5	0,4	• 0,4
1500 - 1600,	5,5	4,3	4,7
1400 - 1500	58,5	46,2	50,9
1300 - 1400	61,5	48,6	99,5
1200 - 1300	0,6	0,4	99,9

Tableau N°1.3 : Calcul des surfaces cumulées.

b) La Courbe hypsométrique :

Partant de cette répartition il est possible d'établir :

- La courbe hypsométrique qui présente en abscisses les altitudes et en ordonnées les pourcentages de la fraction de surface.
- La courbe de fréquence s altimétriques.

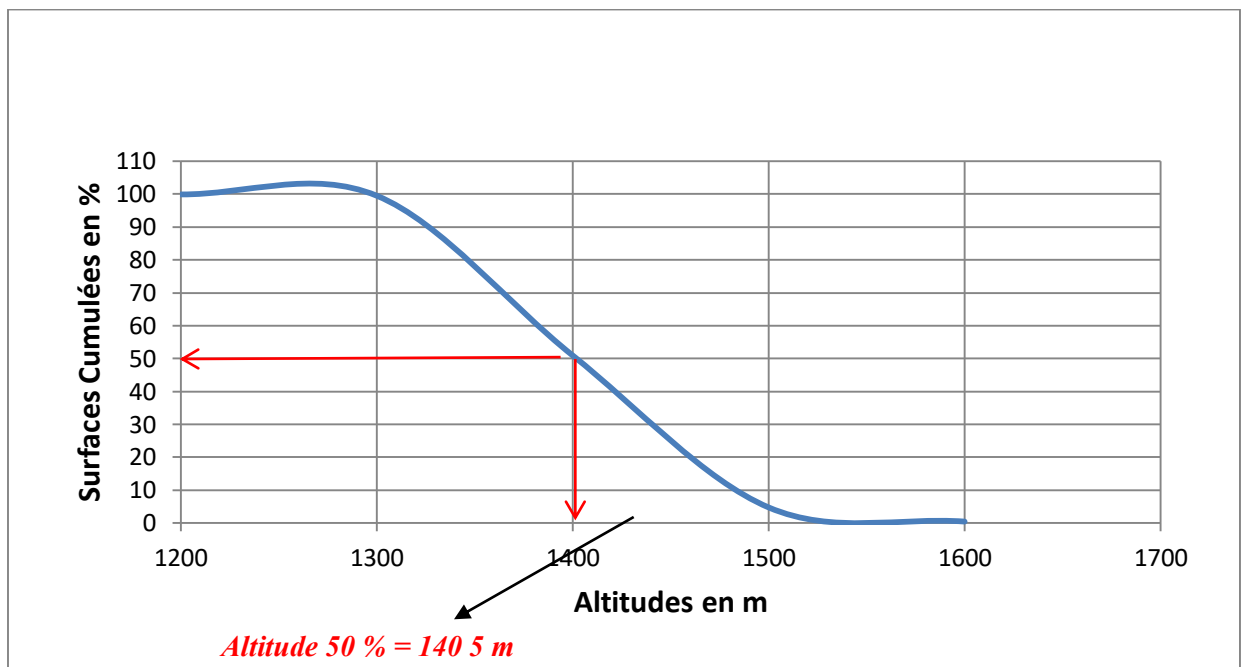


Figure1.3: la courbe hypsométrique du bassin versant de l'Oued Sebgaq.

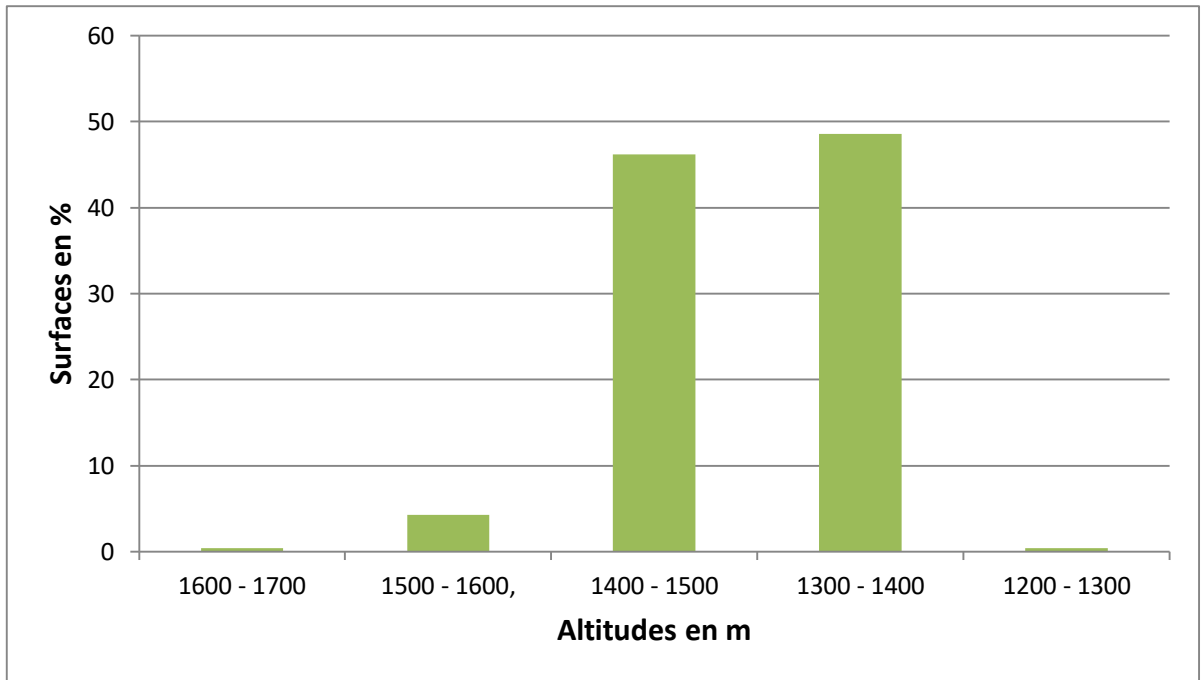


Figure I.4 : la courbe de fréquences altimétriques.

- La courbe hypsométrique comporte trois secteurs :
 - Une pente faible vers les hautes altitudes (**1500 – 1700 m**) qui indique la présence de la superficie totale du bassin versant.
 - La présence d'une pente assez forte en tête du bassin (1500 m) et au niveau du raccordement avec la partie aval (**1300 m**) indique la présence d'un plateau intermédiaire dont la surface représente **94,8 %** de la superficie totale.
 - L'existence d'une pente très faible vers les basses altitudes (**1200 – 1300 m**) indique la présence d'une vallée encaissée, il faut admettre une érosion très active à l'époque actuelle à mettre en relation avec un rajeunissement récent des reliefs.

Ces courbes permettent de déterminer les altitudes caractéristiques :

- Altitude moyenne (ordonnée moyenne de la courbe hypsométrique).

$$H_{\text{moy}} = \sum \frac{A_i * h_i}{A}$$

- Altitude la plus fréquente (maximum du diagramme des fréquences altimétriques).

- Altitude de fréquence $\frac{1}{2}$ (altitude correspondant au point d'abscisse $\frac{1}{2}$ du diagramme des fréquences altimétriques).

Pour le bassin de la haute vallée de l'Oued Sebtag :

- ✓ Altitude moyenne : **1400,25 m**
- ✓ Altitude la plus fréquente : **1350 m.**
- ✓ Altitude de fréquence $\frac{1}{2}$ (**50 %**) : **1405 m.**

c) Représentation des droites de niveau du rectangle équivalent :

Le tracé des droites de niveau découle directement de la répartition hypsométrique cumulée. La distance de chaque droite au petit côté représentant le haut du bassin s'obtient en multipliant par L (longueur du rectangle équivalent) par la fraction de la surface cumulée.

Surfaces en % cumulées	distance
0,4	0,0784
4,7	0,9212
50,9	9,9764
99,5	19,502
99,9	19,5804

Tableau N° I.4 : calcul des droites de niveau du rectangle équivalent.

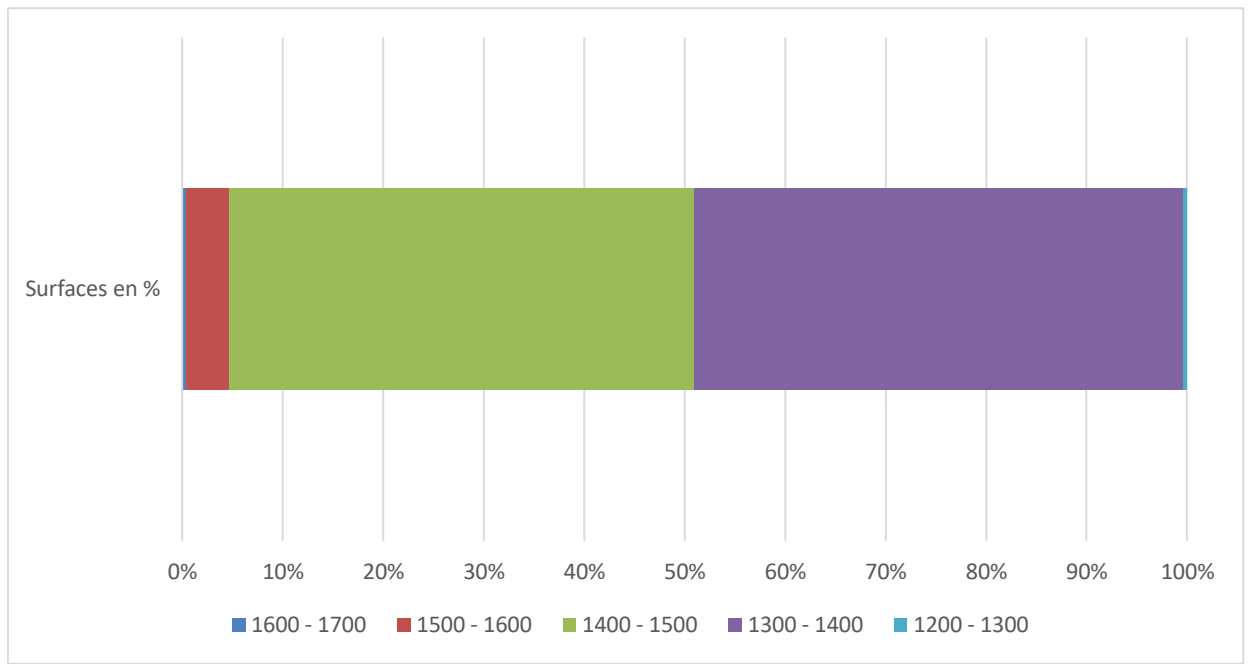


Figure I.5 : rectangle équivalent-Droites de niveau.

10) Indices de pente :**10.1. Pente moyenne :**

C'est le rapport entre la dénivelée totale et la longueur du rectangle équivalent.

$$I_{\text{moy}} = \frac{D}{L}$$

Avec :

D : dénivelée totale du rectangle équivalent :

$$H_{\text{max}} - H_{\text{min}} = 1700 - 1200 = 500\text{m}$$

L : longueur du rectangle équivalent (=19.6km)

A.N.:

$$I_{\text{moy}} = \frac{500}{19.6 * 10^{-3}} = 0.025$$

10.2. Indices de pente de Roche (I_p) :

L'indice de pente I_p défini par Roche est calculé directement à partir du rectangle équivalent, est égal à :

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum \sqrt{a_i * d_i}$$

Avec :

L : longueur du rectangle équivalent (=19.8km).

$$\sqrt{L} = 4.43$$

a_i : Représente la fraction en % de la surface A comprise entre deux courbes de niveau voisine distantes de d_i .

altitudes	différence	Surfaces en % (a_i)	$a_i * d_i$	$\sqrt{a_i * d_i}$
1600-1700	100	0,4	40	6,32455532
1500-1600	100	4,3	430	20,73644135
1400-1500	100	46,2	4620	67,97058187
1300-1400	100	48,6	4860	69,71370023
1200-1300	100		50	7,071067812
somme				171,8163466

Tableau N°1.5 : paramètre de calcul de l'indice de la pente de Roche.

$$I_p = 38.61\%$$

10.3.. Indices de pente globale I_g :

L'aptitude de terrain au ruissellement dans un bassin versant est contrôlée en grande partie par l'influence du relief. Pour mettre ça en évidence, on a utilisé l'indice de pente global I_g donné par la relation suivante :

$$I_g = \frac{D}{L}$$

Avec :

I_g : Indice globale de Roche.

D : dénivelée (m).

Sur la courbe hypsométrique déjà tracée, on prend les points tels que la surface supérieure ou inférieure soit égale à 5% de la surface totale.

H5 et H95 sont les altitudes entre lesquelles s'inscrivent 90% de la surface du bassin. La dénivelée D est donc égale à H5-H95.

H5%=1550m ; H95%=1362.5m ; L=19800m.

$$I_g = 0.0095\%$$

classe	type de relief	Indice de pente globale
1	Relief très faible	$I_g 0.002$
2	Faible	$0.002I_g 0.005$
3	Assez faible	$0.005I_g 0.01$
4	Modéré	$0.01I_g 0.02$
5	Assez fort	$0.02I_g 0.05$
6	Fort	$0.05I_g 0.5$
7	Très fort	$0.5I_g$

Tableau N°I.6 : classification d'ORSTOM.

D'après la classification d'ORSTOM, on peut dire que le bassin versant de la haute vallée de l'Oued Sebgag présente un relief assez faible.

11. La dénivelée spécifique :

La dénivelé spécifique permet de définir les différents types de relief des bassins versant suivant la classification de (ORSTOM : Office de Recherche Scientifique d'Outre-Mer).

Elle donnée par la relation suivante :

$$Ds = I_g \sqrt{A}$$

Avec :

I_g : Indice de pente global.

A : superficie du bassin versant.

On peut distinguer différentes classes de relief en fonction de **DS** :

$DS \leq 10m$	R1:relief très faible.
$10m \leq Ds \leq 25m$	R2:relief faible.
$25m \leq Ds \leq 50m$	R3:relief assez faible.
$50m \leq Ds \leq 100m$	R4:relief modéré.
$100m \leq Ds \leq 250m$	R5 : relief assez fort.
$250m \leq Ds \leq 500m$	R6:relief fort.
$Ds > 500m$	R7:relief très fort.

Tableau N°I.7 : différentes classes de relief en fonction de Ds .

La dénivelée spécifique est de 4.3m donc ce qui caractérise un relief très faible.

12. Etude du profil en long :

Notre étude a été réalisée à partir de la carte topographique au 1/50000 de Guern Arif.

12.1. Profile en long de l'Oued Sebgag :

d'une longueur de 7.5km.

altitudes	distances	dénivelées	pentés	observation
1360-1350	1500m	10m	6,67‰	Grés
1350-1320	3100m	30m	9,68‰	Grés
1320-1290	1900m	30m	15,79‰	Argiles sableuses
1290-1280	1000m	10m	10,00‰	Calcaires dolomitiques

Tableau N°I.8 : table profil en long.

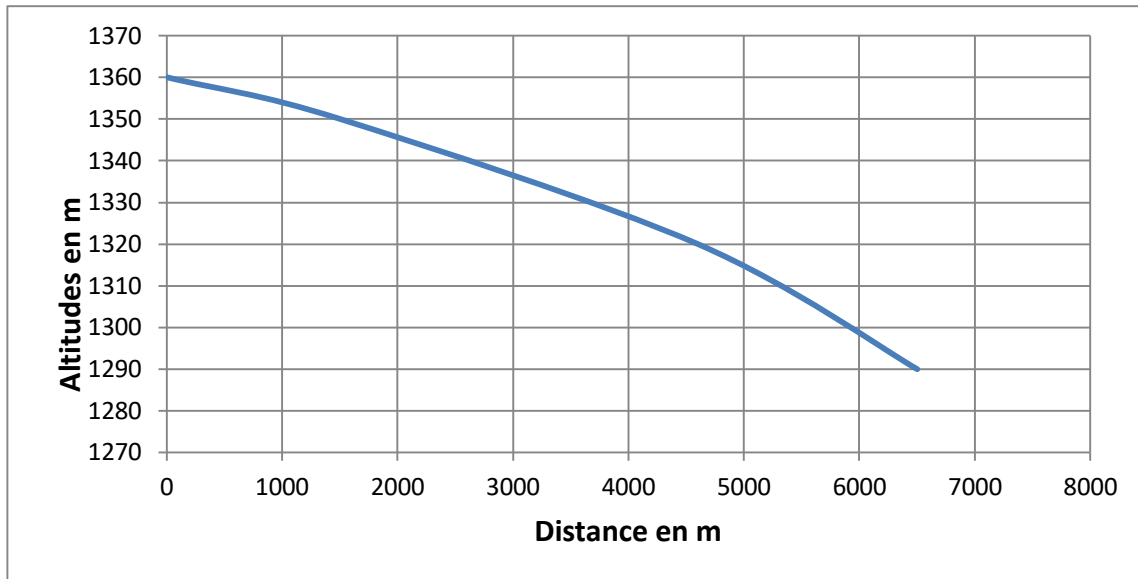


Figure 1.6 : profil en long O.Sebgag.

- De l'amont jusqu'à l'altitude 1350m, le Sebgag circule dans les grès du barrémien, Aptien, Albien. La pente qui est de 6.67‰ s'accroît rapidement à l'aval du confluent avec un système d'Oueds dont le plus important est le chabat El-forah.

L'accélération de l'érosion résultant de la confluence donnant une pente de 9.68‰.

- Entre les altitudes 1320 et 1290m, le Sebgag traverse sur une longueur de 1.9 km les formations Argilo-sableuse du Moi-pliocène.
- Le croisement brusque de la pente qui passe à 15.79‰ en amont de l'Oued Tinesli pourrait être lié à la présence d'un faible limitant au Nord de Djehaifa et non visible sous la couverture Moi-Plio-Quaternaire.
- Vers l'aval, entre les altitudes 1290 et 1280m et sur une longueur de 1km, le Sebgag traverse les calcaires dolomitiques du Turonien la pente quoique forte, a sensiblement diminué par rapport à ce que nous avons observé plus en amont.

12.2. Profil en long de l'Oued Tinesli :

Le profil établi porte sur une longueur de 4.7km.

altitudes	distances	dénivelées		pentés	observation
1350-1340	900m	10m		11,11‰	Grés
1340-1320	3000m	20m		6,67‰	Grés
1320-1319	800m	1m		1,25‰	Grés

Tableau N°I.9 : tableau représenté le profil en long de l'Oued Tinesli.

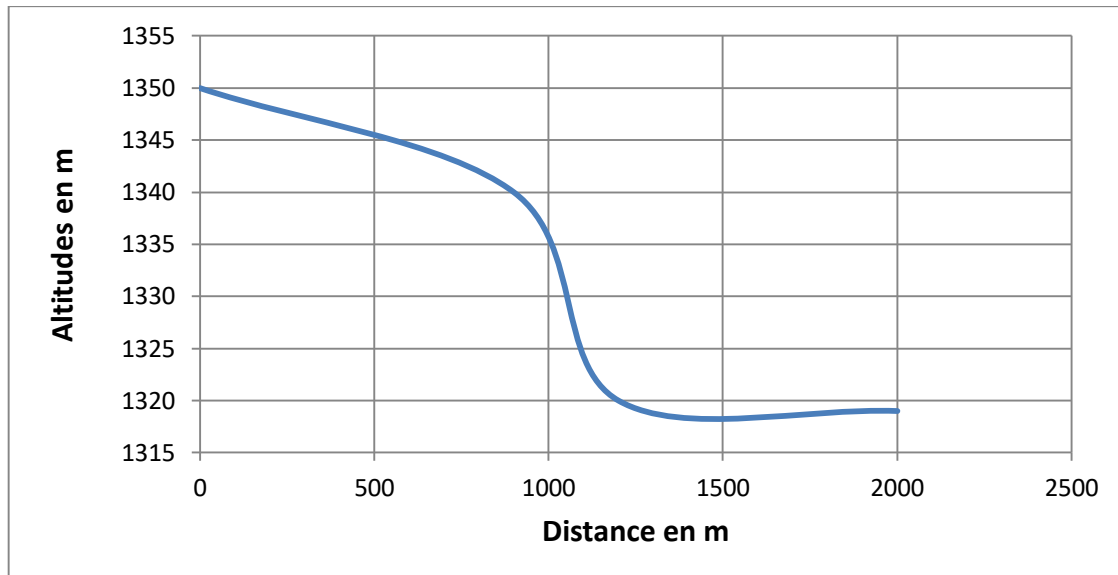


Figure I.7: profil en long O.Touil.

L'Oued Tinesli draine sur toute sa longueur les grés du Barrémien, Aptien, Albien. Il présente trois de pente :

De l'amont 1350m à l'altitude 1340m et sur une longueur de 900m il présente une pente élevée de 11.11‰ liée à l'influence du relief.

Cette pente s'adoucit rapidement, elle n'est plus que de 6.67‰ dans la traversée des formations quaternaires et tombe à 1.25‰ en amont du confluent avec le Sebga.

12.3. Profil en long de l'Oued Nagli :

Le profil établi porte sur une longueur de 8.8km.

altitudes	distances	dénivelées	pentés	observations
1480-1440	500m	40m	80,00‰	Grés
1440-1440	1100m	40m	36,4‰	Grés
1440-1390	1750m	10m	5,71‰	Marnes
1390-1360	700m	30m	42,9‰	Grés
1360-1360	1000m	0m	0‰	Graviers porte totale alluviens
1360-1300	3750m	60m	16,00‰	

Tableau N°I.10: tableau représenté le profil en long de Oued Nagli.

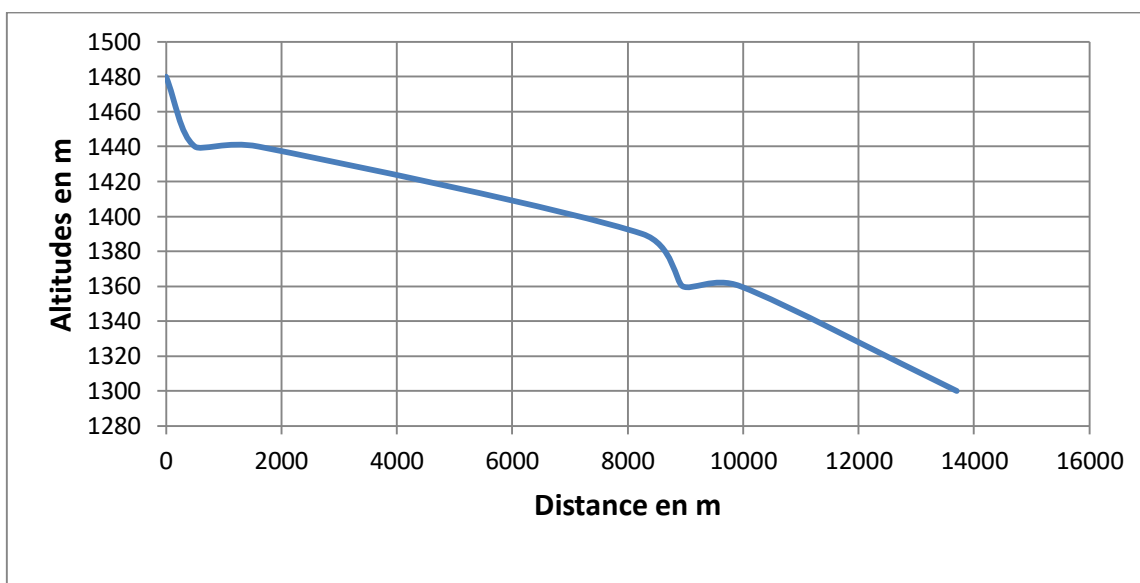


Figure I.8: Profil en long O. Nagli.

- Dans sa partie amont, l'Oued Nagli qui circule dans les grés du Barrémien, Aptien, Albien présente une forte pente liée à l'influence du relief, cette pente s'adoucit ensuite pour tomber à 5.71‰ à la traversée des formations marneuses intercalées dans la série gréseuse.
- A l'aval, la pente s'accroît à nouveau atteindre, toujours dans les grés, une valeur de 42.9‰.
- A l'altitude de 1360m, au niveau d'une zone de comblement graveleux les eaux se perdent pour circuler en inféro-flux avant de réapparaître un (1km) en aval.

De ce point jusqu'au confluent avec le Sebgag. L'Oued qui circule sur des formations alluvionnaires, conserve une pente élevée de l'ordre de 16‰

1. Introduction :

Profondément tectonisé au Tertiaire avant de subir les effets de relaxation du Pliocène et du Quaternaire, l'Atlas Saharien présente :

- des anticlinaux généralement coffrés et faillés avec des remontées axiales de Trias et de roches vertes.

- des plis qui présentent de rapides ennoyages axiaux et se relayant pour donner la structure en « chenilles processionnaires » définie par E. Ritter en 1902.

- des synclinaux typiques des formations où ils sont établis dans les grès du Barrémien et de l'Albien; on rencontre des systèmes larges à fonds plats et à flancs redressés parfois jusqu'à la verticale et très fracturés.

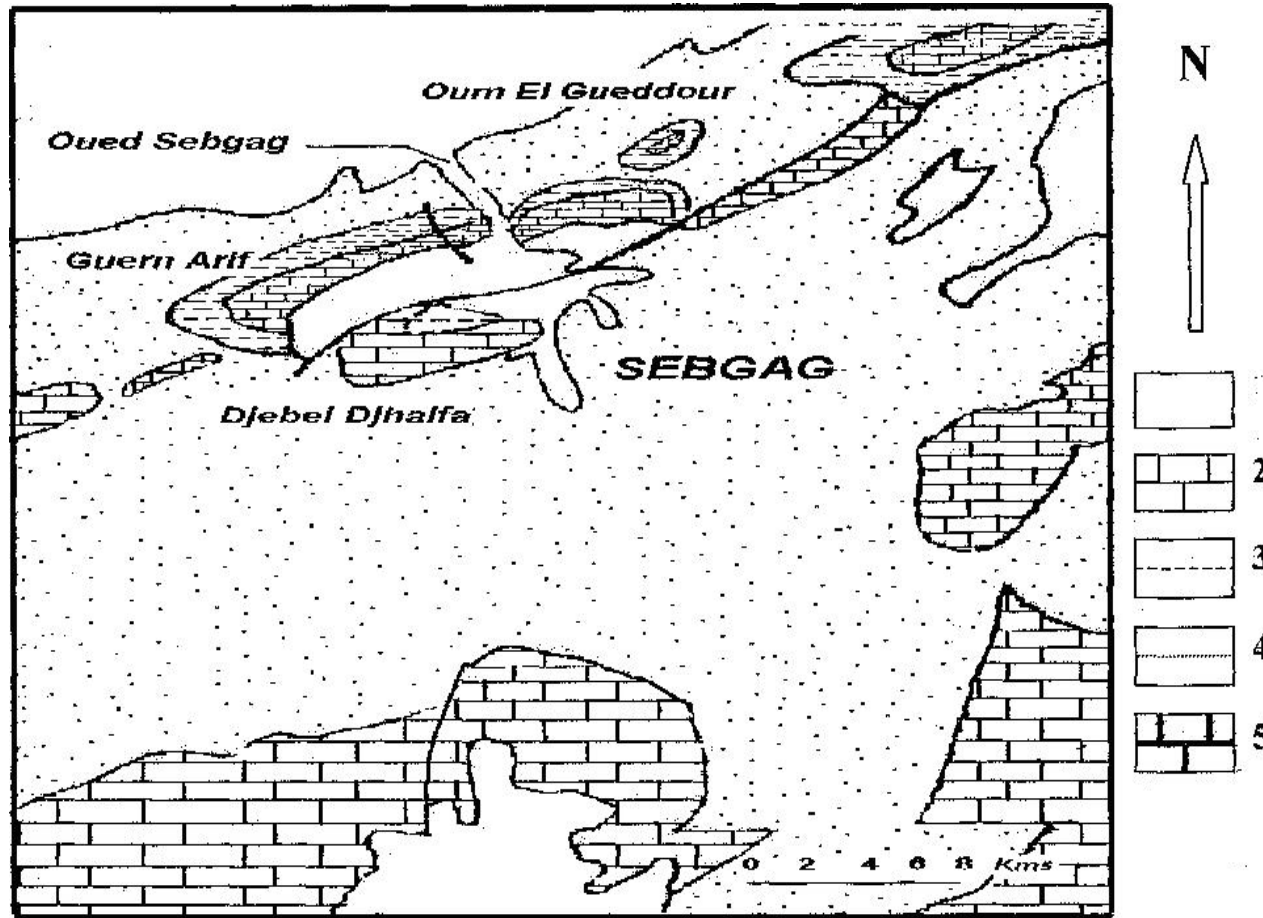
Dans le Cénomaniens et le Turonien : on rencontre des systèmes beaucoup plus étroits et généralement perchés le plus souvent à une altitude supérieure à celle des charnières des anticlinaux voisins.

2. Dispositions structurales actuelles :

Les structures sont souvent très allongées de style coffré caractéristique de l'Atlas Saharien. du NNW vers le SSE on peut reconnaître les éléments suivants :

- Le Synclinal de Sebgag occupé par les formations gréseuses du Continental Intercalaire (Barrémien, Aptien, Albien). Ces synclinaux constituent des systèmes peu marqués à fond plat généralement très large. Les couches sont horizontales ou de faible pendage à proximité du centre tandis que des pendages importants (60° à 75°) allant parfois jusqu'à la verticale apparaissent au niveau des flancs.
- A son niveau on peut distinguer les structures synclinales perchées Cénomano – Turoniennes de Guern Arif, Oum Gueddour qui limitent la Haute Vallée de Sebgag au nord. Ils constituent un élément remarquable de la morphologie de tout l'Atlas Saharien, ce sont des plis à fond large et plat et dont le centre est occupé par du Crétacé supérieur et du Mio-Pliocène. D'une orientation générale SW-NE
- Les anticlinaux marno-calcaires correspondent à des structures coffrées affectant les formations du Portlandien accompagnées souvent de diapirs Triasiques. Les flancs présentent un pendage très accentués de 75° à 80° et deviennent parfois verticaux ou légèrement déversés.

L'anticlinaux le plus important dans notre secteur c'est celui de Djahaifa situé au nord- est du secteur d'étude



Légende :

- 1 - Mio - Plio - Quaternaire : Sables et argiles.
- 2 - Turonien : Calcaires dolomitisés
- 3 - Cénomaniens : Marnes vertes gypseuses.
- 4 - Barrémien-Albien-Aptien : Grés et marnes
- 5 - Jurassique Supérieur : Calcaires et marnes.

Fig.N°II.1 : carte géologique simplifié de la région de Sebga
(D'après Stamboul.M)

3. Lithologie :

(D'après Stamboul.M)

3.1- Le Trias :

Constitué d'argiles brunâtres ou violines intercalées de veines de gypse qui peuvent être solubilisées donnant des figures pseudokarstiques et présentant des intrusions de roches vertes. (Visible à Chaabet Djahaifa)

3.2- Le Jurassique Supérieur :

3.2.1- Le Portlandien :

Formant dans la topographie une corniche nette appelée quelquefois barre calcaire. Le Portlandien comporte deux formations :

- Les marnes vertes à gypse.
- La corniche calcaire.

- Les marnes à gypse : Alternant avec des bancs de calcaires d'une épaisseur très variable de 30 à 200 m, le gypse forme à certains endroits des barres plurimétriques au niveau de l'anticlinal de Djahaifa..

- La corniche calcaire (calcaires oolithiques) : Ce sont des calcaires noduleux bioclastiques, ces calcaires alternent avec des couches marneuses parfois gypseuses.

3.3- Le Crétacé :

3.3.1 - Le Barrémien :

Ce sont des grès de couleur ocre rouge en petits ou gros bancs admettant de fines interstratifications d'argiles et des intercalations de petits niveaux de calcaires dolomitiques gris vers le sommet, alternant avec des argiles rouges à fines passées gréseuses à stratifications entrecroisées.

La roche est généralement friable avec un ciment calcaire qui peut dans certains cas faire défaut. Les dragées correspondent ici à du quartz roulé dont le diamètre varie de quelques millimètres à 2 ou 3 centimètres.

3.3.2 - L'Aptien :

Reconnaissable en raison de la présence une corniche dont l'épaisseur varie de 15 à 50 m. Il est principalement constitué de calcaires en bancs massifs parfois dolomitiques renfermant très souvent des passages marno - calcaires.

3.3.3 - L'Albien :

A Sebgag : L'Albien présente une épaisseur supérieure à 300 m, ce sont généralement des grès rougeâtres à rosâtres, moyens à grossiers contenant des dragées de quartz de 2 à 3 centimètres de diamètre . On trouve des débris de bois silicifiés.

3.3.4 - Le Cénomanién :

A Sebgag (Oum El Gueddour) : La formation est constituée de marnes gypsifères verdâtres, parfois intercalées de calcaires dolomitiques d'épaisseur métrique. Au sommet de la série apparaissent des bancs de gypse dont l'épaisseur ne dépasse pas un mètre. L'épaisseur de la formation est de 200 à 250 m.

3.3.5 - Le Turonien :

A Sebgag (Oum Gueddour) le Turonien débute par une alternance de calcaires micritiques parfois dolomitiques à patine beige, à cassure rose avec des marnes verdâtres gypsifères. Cette formations se continue par des calcaires massifs et de très rares nodules de silex. L'épaisseur de la formation atteint 120 à 150 m.

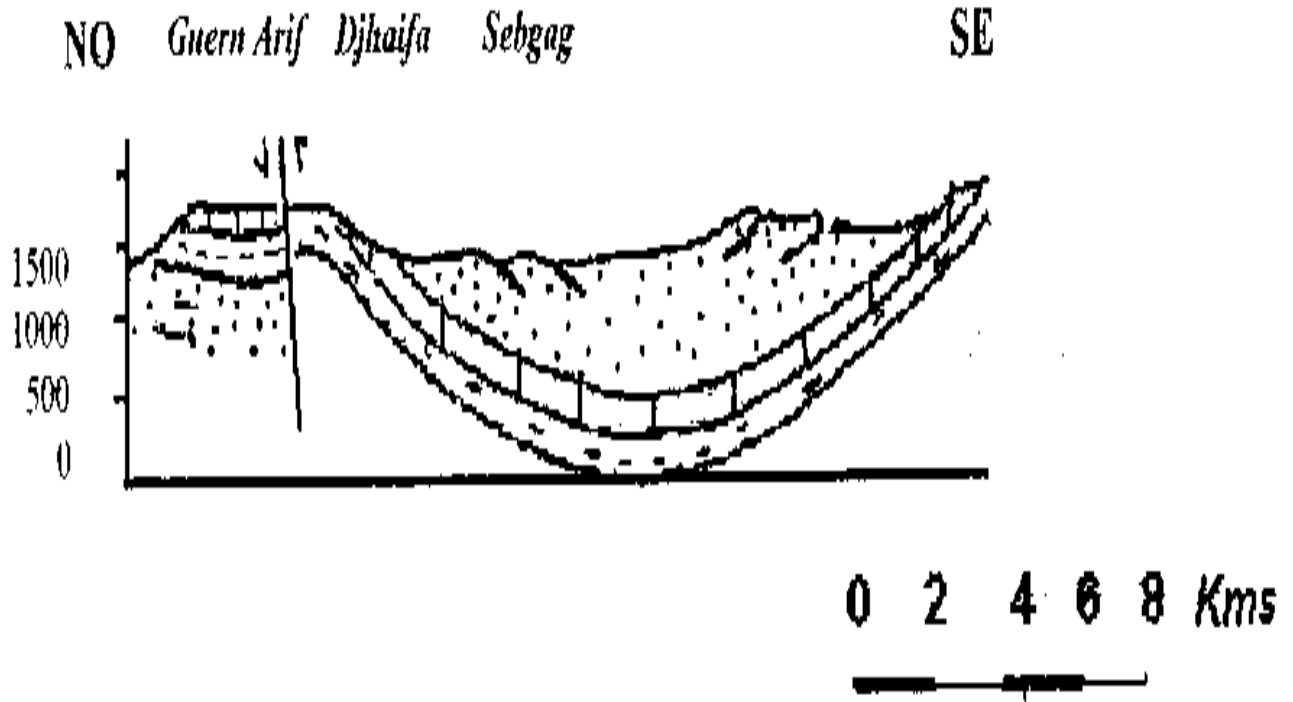


Fig.N°II.2 : Coupe géologique de la région de Sebgag.
(D'après Stamboul M).

3.4- Le Tertiaire et Quaternaire :

3.4.1-Le Moi-Plio-Quaternaire :

Il résulte de l'accumulation dans des zones topographiquement basses du matériel sédimentaire arraché à la chaîne par les actions érosives. Les alluvions ainsi formées sont constituées par des sédiments généralement fins. Ce sont des limons de couleur ocre souvent très chargés en matériel gréseux. Les niveaux grossiers à graviers ou galets y sont rares et lorsqu'ils existent sont bien localisés à la périphérie des formations conglomératiques du Tertiaire continental. Suivant leur limite d'accumulation, les alluvions ont des épaisseurs variables sans oublier que le réseau hydrographique actuel les entaille profondément.

4. Conséquences hydrogéologiques de la lithologie :

Nous pouvons distinguer :

1-Des formations imperméables :

1.1- Le Trias :

Constitué d'argiles brunâtres ou violines intercalées de veines de gypse qui peuvent être solubilisées donnant des figures pseudokarstiques et présentant des intrusions de roches vertes.

1.2- Le Jurassique :

Portlandien inférieur : Epais de 100 à 150 m. Il s'agit de marnes gypsifères verdâtres présentant en intercalation des barres de calcaires dont l'épaisseur n'excède pas 1 m.

1.3 - Le Crétacé :

- **Aptien** : D'une épaisseur évaluée entre 15 et 50m, l'Aptien est constitué principalement de calcaire en plaquettes intercalés de marnes vertes gypseuses.
- **Cénomaniens** : Epais de 140 à 250m. Ce sont des marnes gypsifères alternant avec des barres de calcaires dolomitiques. C'est donc là un milieu particulier caractérisé, par la présence des formations solubles que sont les calcaires et les gypses.

2- Les formations perméables :

2.1- Formations a perméabilité de fissures :

Nous distinguons :

- **Portlandien supérieur** : La série épaisse de 50m à 400m. La formation est constituée de calcaires en barres métriques très riches en fossiles.
- **Calcaire dolomitique du Turonien** : D'épaisseur voisine de 130m, calcaires dolomitiques bien cristallisés très fissurés.

2.2- Formations présentant à la fois une perméabilité d'interstices et une perméabilité de fissures :

- **Barrémien** : série puissante de 500 m à 1000 m, ce sont des grès de couleur ocre d'épaisseur variable.
- **Albien** : d'une épaisseur supérieure à 300m, ce sont généralement des grès rougeâtres à rosâtres, moyens à grossiers contenant des dragées de quartz.

2.3- Les formations à perméabilités d'interstices :

Nous classons ici les niveaux attribués au Mio – Pliocène, d'épaisseur comprise entre 30 et 120 m avec un système conglomératique à la base et des sables argileux à niveaux gypsifères au sommet de la série.

1. introduction :

Dans un pays comme l'Algérie caractérisé par le contraste entre le climat méditerranéen de la bordure littorale et le climat désertique du sud en passant par le climat des montagnes, des hauts plateaux, il est nécessaire de pouvoir préciser le type climatique du secteur que l'on étudie.

Le Djebel Amour sur le plan météorologique, constitue une zone de transition entre plusieurs phénomènes climatiques, notamment, le passage du régime climatique méditerranéen au climat saharien caractérisé par des influences desséchantes qui règnent, pendant une partie de l'année, sur le Sahara.

Au plan climatologique, le secteur étudié représente une zone assez particulière, localisée à la limite de balancement des principaux fronts générateurs des systèmes perturbés, dans cette zone les précipitations proviendraient essentiellement des perturbations liées au front polaire représentant un courant perturbé d'Est en Ouest assez fréquent en automne et au printemps et lorsque celui-ci est très actif.

Le relief caractérisé par les derniers chaînons de l'Atlas Saharien et formant une barrière aux influences méditerranéennes accentue les contrastes climatiques entre l'Atlas Saharien et la Plate-Forme Saharienne.

2. Les conditions locales :

En raison de la situation géographique de notre secteur d'étude (à 270 km du littoral) l'action de la Méditerranée se trouve estompée pendant que s'affirment sahariennes.

Cette position en latitude constitue un facteur essentiel commandant la climatologie de notre région ; car elle coïncide :

- Avec la limite méridionale occupée par le front polaire.
- Avec l'aire de stationnement du front Méditerranéen II.
- La présence de systèmes perturbés qui en découle entrainera une augmentation du volume des précipitations qui seront relativement plus élevées à Aflou et El-Bayadh que sur les Hauts plateaux.

Deux facteurs influent sur le volume des précipitations à l'échelle du bassin versant de la haute vallée de Sebgag :

- L'altitude : d'une moyenne de 1400 m.
- L'exposition du versant aux vents du nord.

Etude de précipitations : La pluviométrie demeure le paramètre le plus important, elle conditionne l'écoulement saisonnier, le régime des cours d'eau et l'alimentation des nappes d'eau souterraines.

3. Les caractéristiques du réseau pluviométrique choisi :

Les données climatologique utilisée dans le cadre de cette étude (FIG III.1) sont celles des stations d'Aflou, Brida, Taouialla, Sebgag, et de Gueltat Sidi-Saad. Les caractéristiques de toutes les stations sont mentionnées dans le tableau suivant :

station	CODE (A.N.R.H)	Coordonnées (m)		Altitudes :	Données disponibles (A.N.R.H)
		X(m)	Y(m)	Z(m)	
AFLOU	010208	444.800	390.500	1400	1874
BRIDA	010101	412.350	372.250	1400	1966
TAOUIALLA	130341	N 33°52'1''	E 2°48'19''	1257	Après 1960
SEBGAG	010102	426.550	379.200	1420	1967

Tableau N°III.1 : caractéristiques des stations pluviométriques de la haute vallée du bassin versant de l'Oued SEBGAG.

A) Variation de la pluviométrie annuelle :

Les hauteurs des précipitations moyennes annuelles sont fournies par l'ANRH et présentent de nombreuses lacunes. Les moyennes calculées pour les six stations sont portées dans le tableau pour la période 1990-2011. A noter qu'il faut prendre ces valeurs avec précaution surtout pour les stations de Sebgag, Brida et Taouiala.

Année	Aflou	Sebgag	Brida	Taouiala
1990	243,8	76,72	133,6	159,9
1991	387	134,34	189,8	177,2
1992	202,79	39,77	103,38	111,7
1993	168,89	28,06	81,9	108,3
1994	313,29	178,03	158,6	168,0
1995	330,6	206,31	126,2	173,5
1996	311,19	128,22	136,86	137,9
1997	310,6	202,16	208,15	151,5
1998	210	61,9	104,34	112,2
1999	191,5	153,1	150,40	121,1
2000	159	65,1	102,74	98,5
2001	168,9	42,6	100,43	97,5
2002	248,3	65,8	119,57	106,8
2003	368,2	177,7	146,70	193,1
2004	245	84,5	136,04	111,3
2005	309,49	138,1	156,79	170,9
2006	438,62	103	186,40	110
2007	186,22	50,8	114,14	80
2008	348,7	177,1	160,85	192,3
2009	328,24	198,4	147,19	114,7
2010	273,81	139,9	132,38	95,6
2011	309,70	191,1	139,78	211,9

Tableau N°III.2 : Précipitations moyennes annuelles des six stations.

La figure N°III.2, visualisent l'évolution de la pluviométrie sur la période d'observation aux stations : Aflou, Sebgag, Brida et Taouiala. D'une station à l'autre, les précipitations varient fortement (dents en scie).

-Station d'Aflou : La moyenne est de 275,18 mm. Les précipitations les plus élevées sont enregistrées entre 1994 et 1997 avec des valeurs comprises entre 310 mm et 331 mm et entre 2005 et 2008 à l'exception de l'année 2007, la valeur la plus élevée est de 438.62 mm en 2006. Ces valeurs ne seront atteintes qu'une seule fois en 1952 (538,2 mm). Les précipitations les plus faibles sont enregistrées en 2000 avec 159 mm.

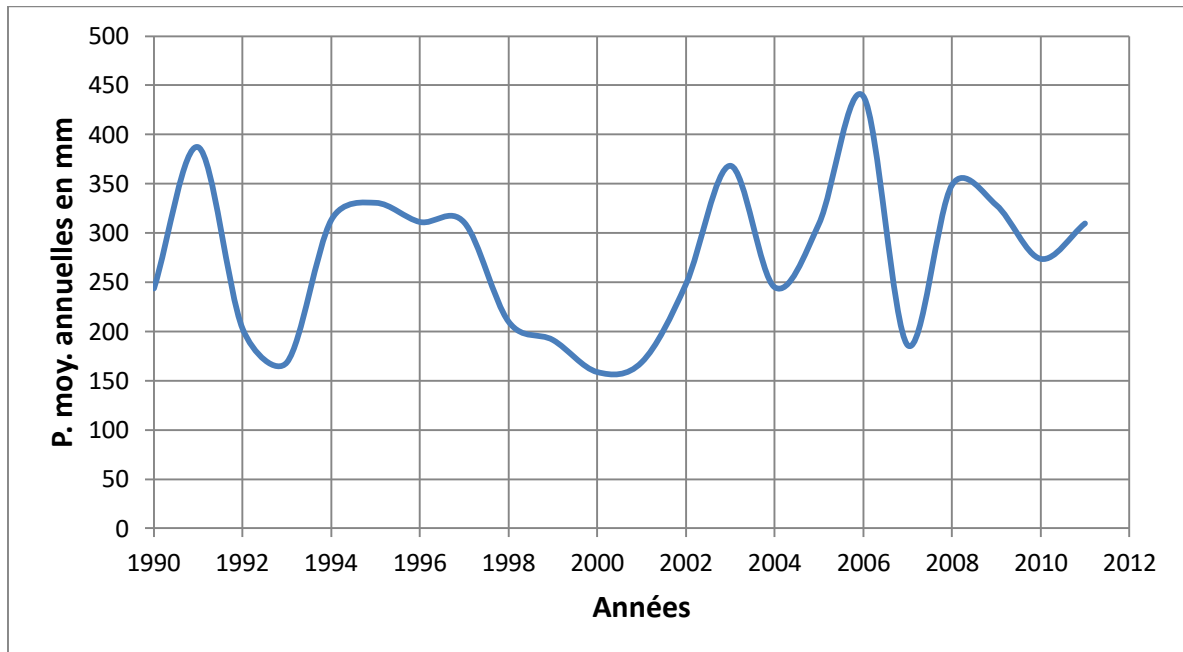
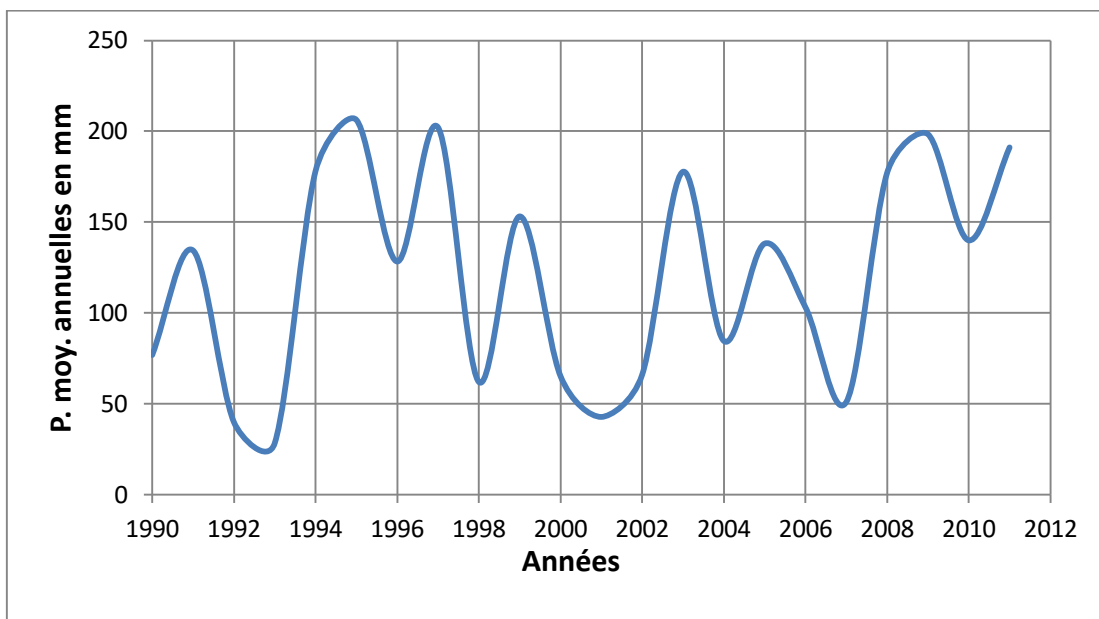


Figure N°III.2: Variation des précipitations moyennes annuelles ; Aflou (1990-2011).

-Station de Sebgag : la moyenne est de 120,12 mm. Les précipitations les plus élevées sont enregistrées en 1995 avec 206,31 mm et 1997 avec 202,16 mm, les plus faibles en 1992 et 1993 avec 39,77 et 28,06 mm.



FigureN°III.3:Variation des précipitations moyennes annuelles; Sebgag (1990-2011).

-Station de Brida : La moyenne est de 138,01 mm. Les précipitations les plus élevées sont enregistrées en 1997 avec 208,15 mm; les plus faibles en 1993 avec 81,9 mm.

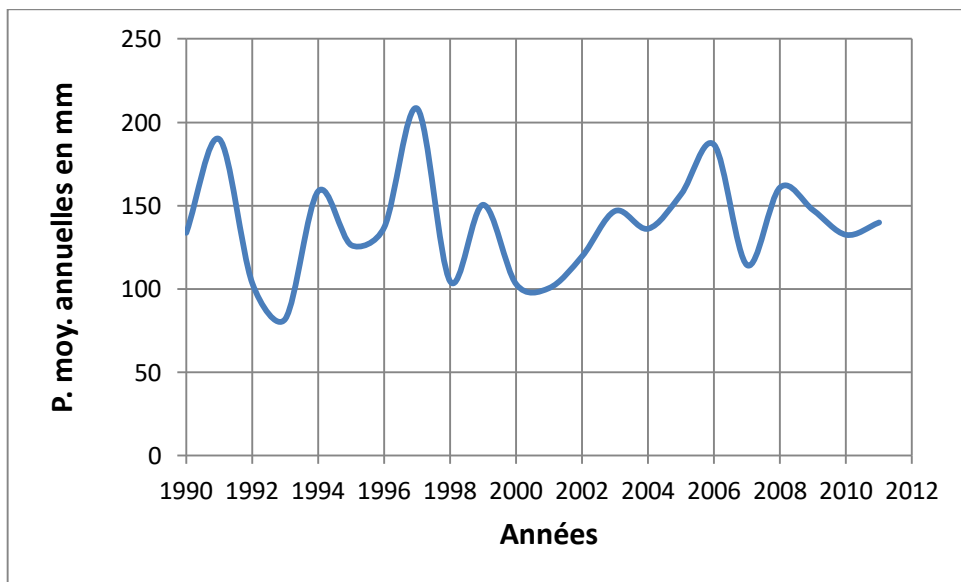
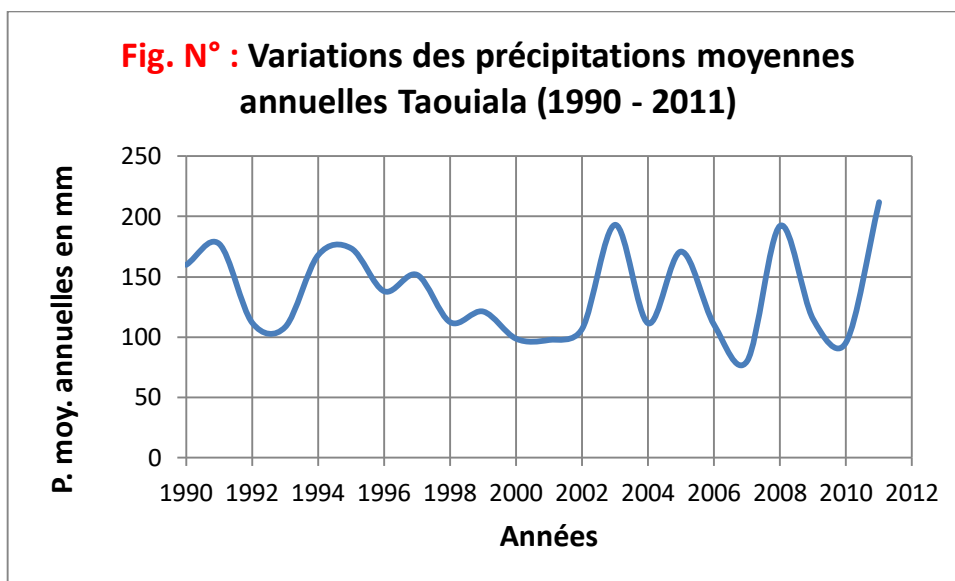


Figure N°III.4: Variation des précipitations moyennes annuelles; Brida (1990-2011).

-Station de Taouiala : La moyenne est de 136,54 mm. Les précipitations les plus élevées sont enregistrées en 2011 avec 211,9 mm; les plus faibles en 2007 avec 80 mm.



FigureN°III.5: Variaions des précipitations moyennes annuelles; Taouiala (1990-

B) Les précipitations mensuelles :

Les variations moyennes mensuelles des précipitations au niveau de la station d’Aflou pour la période 1990-2011 sont portées dans le tableau suivant.

Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D
Aflou	33	31,7	24,1	26,6	24,6	12,1	11,9 0	15	27,8	24,2	18,7 0	24, 8

Tableau N°III.3 : Précipitations moyennes mensuelles période 1990-2011.

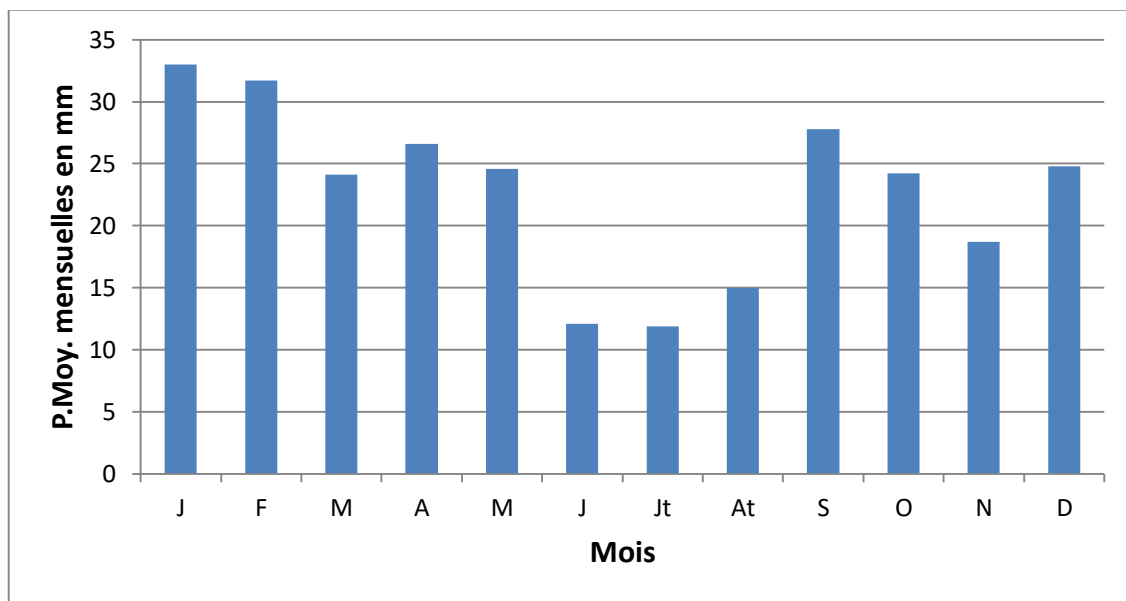
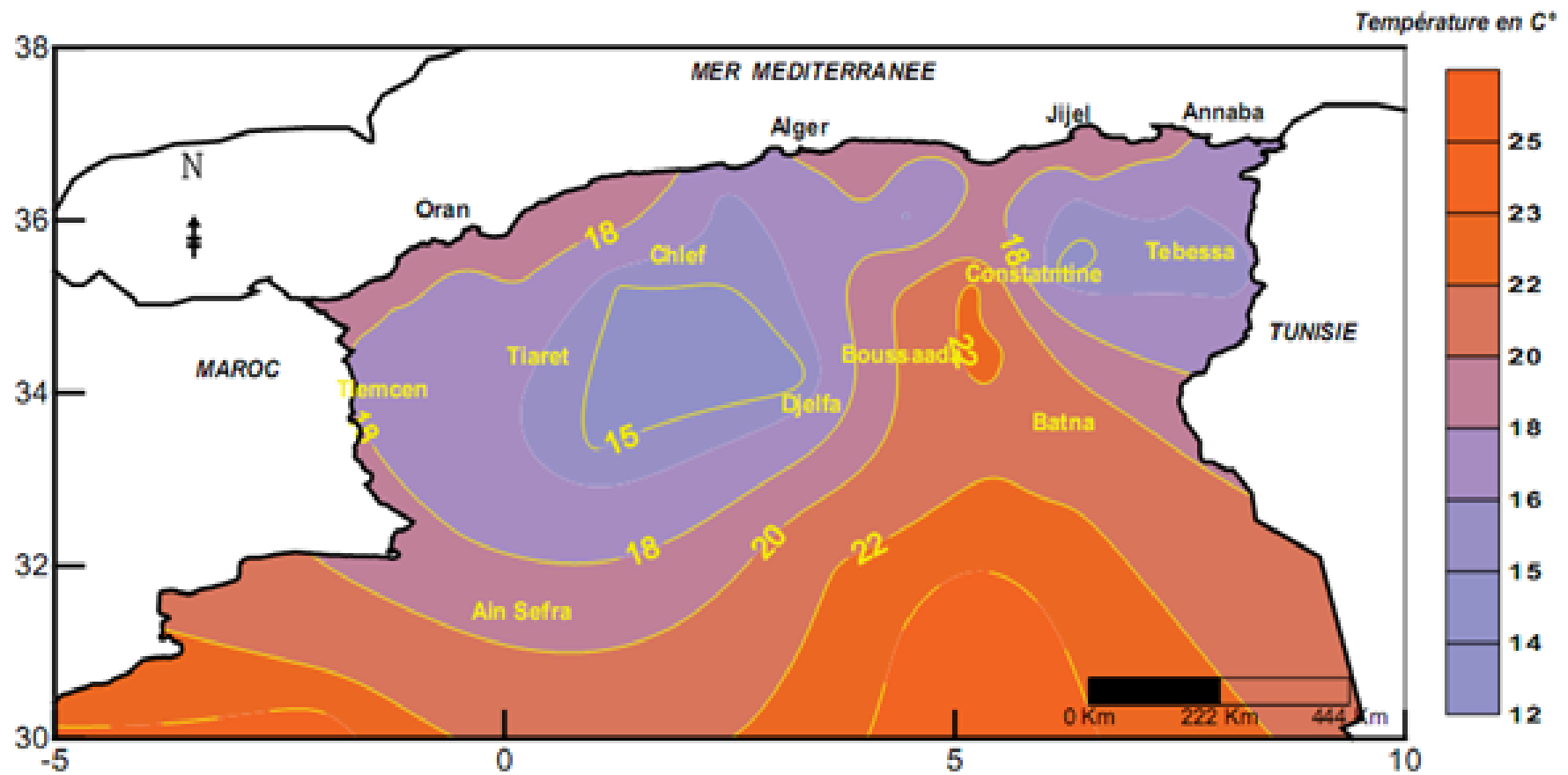


Figure N°III.6: Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station d'Aflou (1990-2011).

Pour la période (1990-2011), les mois les plus pluvieux Janvier (33mm) et Février (31,7mm), les plus secs qui caractérisent la période estivale sont Juin (12,1 mm), Juillet (11,90 mm) et Août (15 mm).

4. Les températures :

Liée à la radiation solaire, la température est un élément essentiel du climat car elle influe sur la transformation des eaux en vapeur, que ce soit à la surface ou dans le sous-sol. Donc, elle agit sur le degré d'évapotranspiration et par conséquent sur le ruissellement, l'infiltration et sur taux de salinité des eaux en particulier de surface. Toutefois, la température a un rôle important dans la variation des composantes du bilan hydrologique.



Source : ONM, 2009

Fig. N°III.7: Température moyenne annuelle sur le Nord d'Algérie : (Période 1950-2005).

Concernant les séries de la période 1990-2011, L'écart thermique entre le mois chaud et le mois froid varie de 24.57 °C et 3.9 °C pour la station d'Aflou.

Généralement la période froide, s'étend de Novembre à Avril; qui correspond à la période pluvieuse. La période chaude s'étend de Mai à Octobre correspondant à la saison estivale avec des pics importants en Juillet et en Août.

Station	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D	Moy.
Aflou	3,9	4,4	8,05	10,75	16,05	19,3	24,2	24,75	20,75	15,2	10,6	5,65	13,60

Tableau N°III.4: Températures moyennes mensuelles station d'Aflou (1990 – 2011).

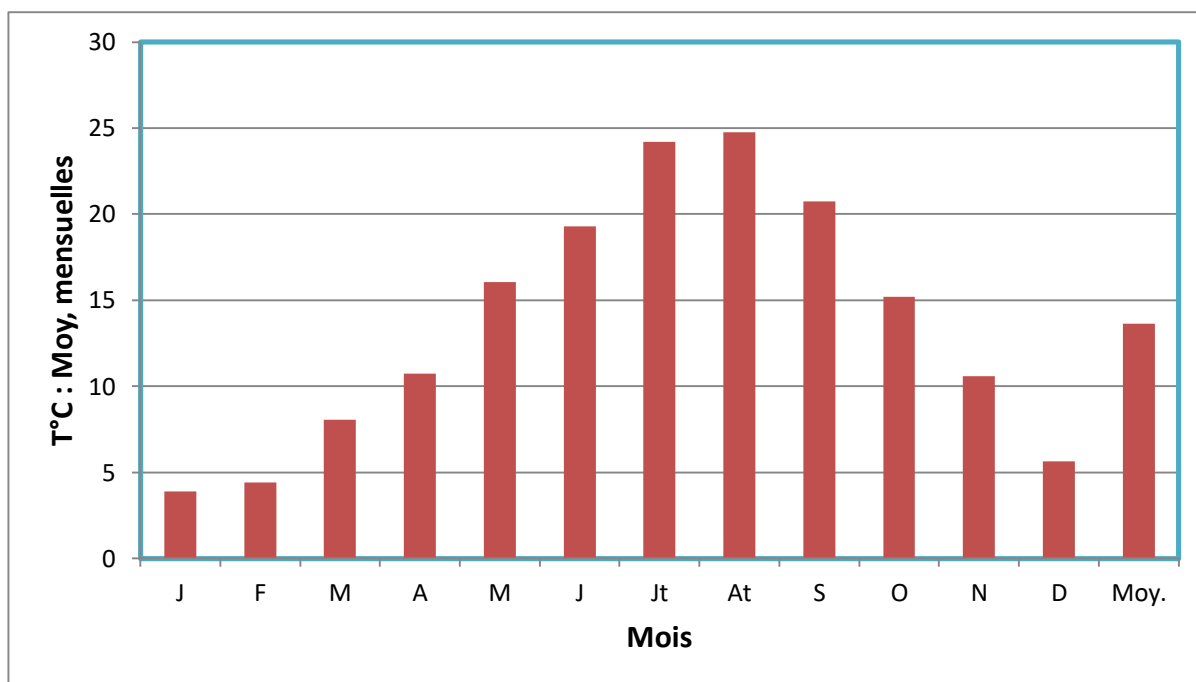


Figure N°III.8: Variation de la température moyenne mensuelle; station d'Aflou (1990-2011).

5. Evapotranspiration :

Il regroupe à la fois :

- Des processus d'évaporation physique de l'eau contenue dans le sol.
- Des processus de transpiration, correspondant à l'utilisation de l'eau atmosphérique et de l'eau du sol par des végétaux et au rejet de vapeur d'eau dans l'atmosphère.

Dans les pays arides à semi-arides l'approche de la connaissance des quantités d'eau évapotranspirées est délicate. L'utilisation des méthodes classiques de calcul donne des valeurs de l'Etr supérieures aux précipitations.

Dans ces conditions, s'il est possible sous certains climats d'extrapoler les résultats d'une station à un ensemble régional, cette démarche n'est plus possible en Algérie où l'on passe en quelques Kilomètres du climat méditerranéen humide au climat de montagne puis au climat désertique sans compter les micro-climats locaux qui sont multiples.

A) Evapotranspiration potentielle ETP :

C'est la quantité d'eau susceptible d'être évaporée par une surface d'eau libre ou par un couvert végétal dont l'alimentation en eau n'est pas le facteur limitant.

L'estimation de l'évapotranspiration potentielle, a été établie par la formule de Thornthwaite.

- La méthode de Thornthwaite :

La méthode de THORNTHWAITE permet de calculer l'évapotranspiration potentielle mensuelle à l'aide de la relation suivante :

$$ETP = 1.6 \left(10 \frac{T}{I} \right)^a$$

Avec :

ETP : évapotranspiration potentielle en cm.

T : température moyenne mensuelle en °C.

I : indice thermique annuelle :

$$I = \sum_1^{12} i$$

i : indice thermique mensuel

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

$$a = 0.49239 + 1.792 * 10^{-2} \cdot I - 7.71 * 10^{-5} \cdot I^2 + 6.75 * 10^{-7} \cdot I^3$$

L'ETP calculée est corrigée à l'aide d'un facteur(K) compte de la latitude du lieu et de la durée du jour. Les résultats obtenus, pour la station d'Aflou, sont mentionnés dans le tableau III.5 avec : $I = 60,8$ et $a = 1,47$. Donc, $ETP_c = 766,74$ mm, soit 279,30 % des précipitations.

Aflou	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D	année
ETP calculée	8,31	9,93	24,19	37,03	66,83	87,69	122,36	126,48	97,56	61,68	36,27	14,36	692,69
K	0,88	0,85	1,03	1,09	1,20	1,20	1,22	1,16	1,03	0,97	0,87	0,86	
ETP corrigée	7,32	8,44	24,91	40,37	80,20	105,23	149,28	146,72	100,49	59,83	31,56	12,35	766,69

Tableau N°III.5: Calcul de l'ETP selon la méthode de Thornthwaite à la station d'Aflou. Période (1990-2011).

B) Calcul de l'évapotranspiration réelle (ETR) :

• La méthode de Turc :

Turc a proposé une méthode fondée sur les observations réalisées sur cases lysimétriques et intéressant 254 bassins repartis dans le monde.

- Cette méthode permet d'évaluer directement le déficit d'écoulement annuel d'un bassin versant à partir de la hauteur annuelle de la pluie et de la température moyenne annuelle.

$$E_{tr} = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Avec :

P : précipitations moyennes annuelles (mm). (P= 274,53 mm)

T : température moyenne annuelle (°C). (T = 13,63 °C)

$$L = 300 + 25T + 0.05T^2 \quad ; \text{ (Pouvoir évaporant de l'atmosphère).}$$

A.N :

Etr pour Aflou = 270,76 mm

- **La méthode de Wundt :**

L'hydrologue Wundt a établi un abaque modifié par Coutagne qui permet d'obtenir une valeur du déficit d'écoulement en fonction de la température moyenne annuelle et des précipitations.

Malheureusement, étant donné la structure de l'abaque, cette méthode est peu précise et l'on peut penser que le déficit est le même ordre de grandeur que celui obtenu par les autres méthodes (voir Abaque). **L'Etr obtenue à partir de l'abaque est de : 290 mm**

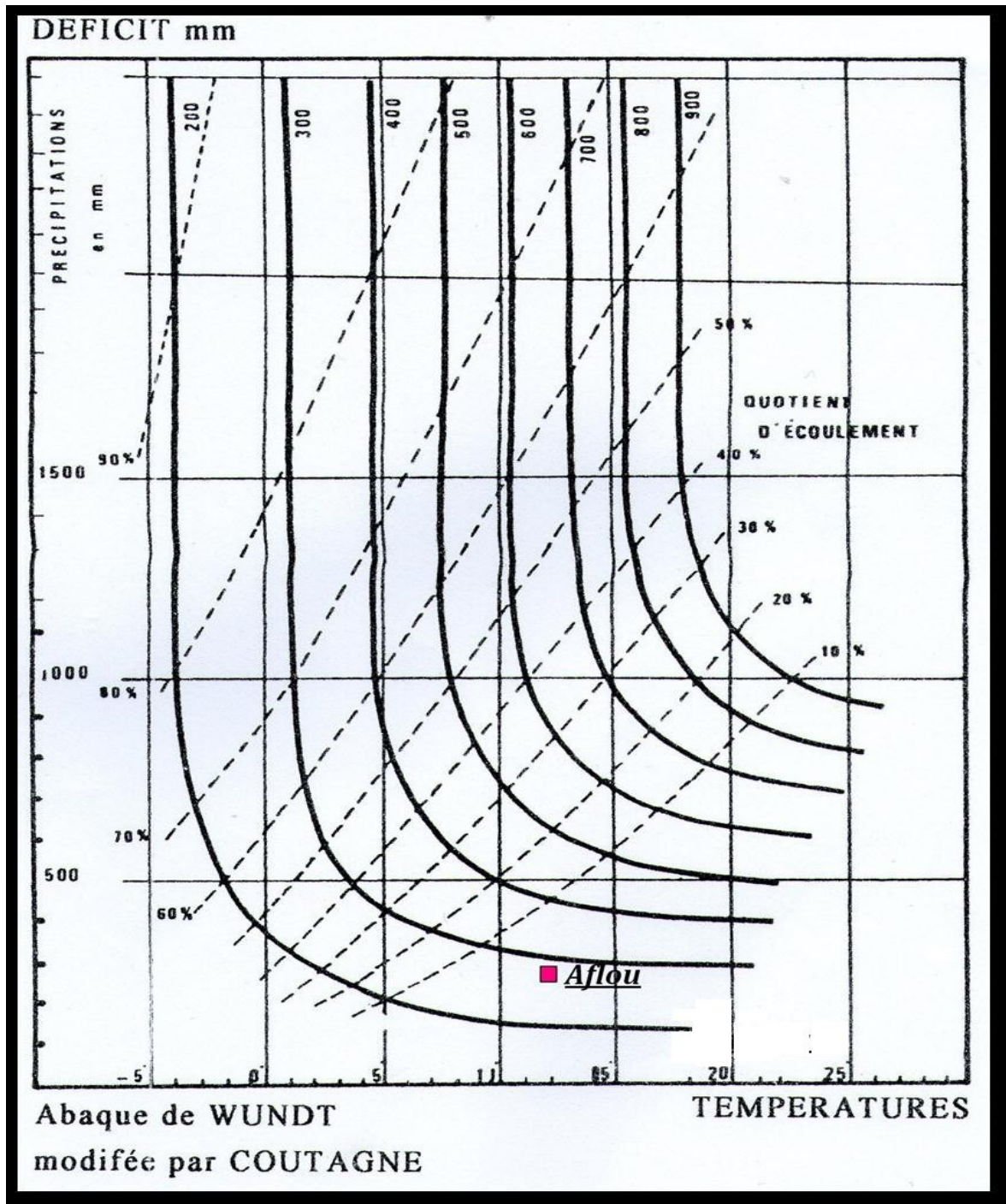


Fig. N°III.9 : Abaque de Wundt

- La méthode de Coutage :

Le déficit d'écoulement en mètre se déduit de la hauteur annuelle des précipitations et de la température moyenne annuelle en °C par la relation :

$$D = P - \lambda \rho^2 \text{ avec } \lambda = 1 / 0,8 + 0,14 T$$

Avec:

Etr (ou **Er**) : en mètre.

P : précipitations moyenne annuelle en mètre.

$$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14T}$$

T : température moyenne annuelle (°C).

La formule est applicable pour :

$$\frac{1}{8\lambda} < P < \frac{1}{2\lambda}$$

Pour :

$$P < \frac{1}{8\lambda} \Rightarrow \text{Etr} = P$$

Pour:

$P > \frac{1}{2\lambda} \Rightarrow$ la formule n'est pas applicable.

* Cette relation n'est applicable que pour P comprise entre $1/8 \lambda$ et $1/2 \lambda$.

Station	T en °C	λ	$1/8 \lambda$	$1/2 \lambda$	P en m
Aflou	13,63	0,36	0,046	0,18	0,27453

Tableau N°III.6: Résultat de la méthode de Coutage.

Puis que $P > 1/2 \lambda$ la méthode n'est pas applicable.

- La méthode de P.Verdeil :

En 1989, Verdeil a établi un abaque bi-logarithmique pour les régions semi-arides où les précipitations ne dépassent pas les 600 mm, en tenant compte de ces précipitations.

Le déficit d'écoulement est donné par un abaque établi à partir de la connaissance du déficit mesuré sur l'ensemble des oueds algériens.

Pour les stations de notre secteur, on obtient :

Stations	P mm	ETR mm
Aflou	274,53	260 soit 94,70% des P

Tableau N°III.7 : Résultats de la méthode de Verdeil.

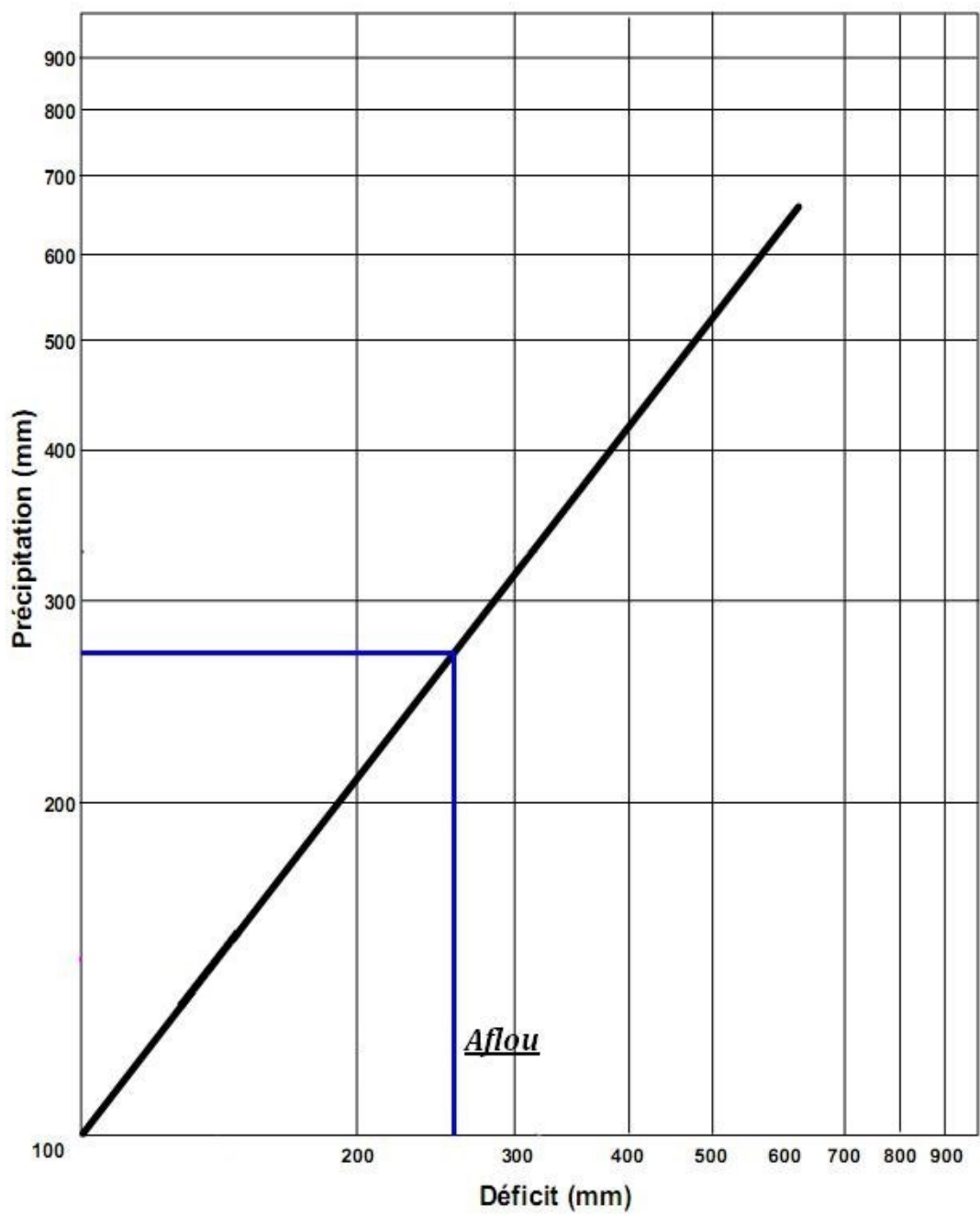


Fig. N°III.10 : Abaque de P.VERDEIL.

Nous avons résumé dans le tableau suivant les différentes valeurs obtenues pour le calcul du déficit d'écoulement :

Stations	P mm	T° C	ETR (mm)				Eoulement (mm)	
			Turc	Coutagne	Wundt	Verdeil	Turc	Verdeil
	274,53	13,63	270,76	N. App	N. App	260	3,77 soit 1,37% des P	11,73 soit 4,27 % des P

TABLEAU N°III.8 : calcul du déficit d'écoulement.

Le déficit calculé à partir des méthodes de Turc et de P. Verdeil pour l'Algérie donne des valeurs utilisables.

Nous aurions donc pour le bassin versant de la Haute Vallée de Sebgag :

Surface du bassin 126,5 Km².

Précipitations annuelles moyennes : $34,73 \cdot 10^6$ m³.

Écoulements annuels moyens selon Turc: $0,47 \cdot 10^6$ m³ (soit 1,37 % des précipitations).

Écoulements annuels moyens selon Verdeil : $1,48 \cdot 10^6$ m³ (soit 3,47 des précipitations).

6. Le bilan hydrologique :

Un système hydraulique qui peut être un lac, une rivière, un aquifère, ou un bassin versant comme notre cas est conditionné par une équation de base qui permet de distribuer les précipitations s'écrit :

$$\text{variation de stock} = \text{entrées} - \text{sorties.}$$

Avec :

Les entrées : qui peuvent être des précipitations, infiltration dans le sol, percolation ou bien des apports artificiels (stockage souterrain d'eau).

Les sorties : comme l'évaporation, la transpiration, le ruissellement de surface, le ruissellement souterrain, et le pompage.

Le calcul du bilan hydrologique est fonction de plusieurs facteurs du système hydrologique tels que : les précipitations, le ruissellement, l'infiltration et l'évaporation.

Le bilan s'écrit selon la formule :

$$P = E + R + I$$

Où :

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm.

E : Evapotranspiration réelle moyenne annuelle en mm.

R : Ruissellement moyen annuelle en mm.

I : Infiltration moyenne annuelle en mm.

- Ruissellement superficiel :

Estimé comme suite par la formule de Tixeront-Berkaloff :

$$R = \frac{p^3}{3(ETP_c)^2}$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle = 274,53 mm

ETP_C : Evapotranspiration potentielle corrigée selon Thornthwaite = 766,74 mm

A.N :

$$R = 11,73 \text{ mm.}$$

- Infiltration :

L'infiltration est déduite à partir de l'équation principale du bilan :

$$P = ETR + R + I$$

Donc :

$$I = P - (ETR + R) = 2,8 \text{ mm}$$

7. Conclusion :

L'étude hydro climatologiques de la haute vallée de l'Oued Sebgag est caractérisé par des précipitations faibles et irrégulieres et des températures élevées surtout pendant la période estivale pour la période (1990-2011). L'évapotranspiration réelle calculée par la formule de Verdeil nous donne 265 mm pour la période (1990-2011), l'évapotranspiration potentielle est de 766,74 mm pour la même période.

Le ruissellement superficiel est de l'ordre de 11,73 mm soit 4,27 % des précipitations.

Le traitement des données climatiques ne nous permettant pas de pousser plus loin nos estimations, nous demanderons à l'étude hydrologique une amélioration ou une confirmation des hypothèses que nous avons avancées ici.

1. introduction :

Vu que la pente générale soit assez forte vers le Nord, les oueds participent fortement au déblaiement des produits de l'érosion qui constituent de vastes glacis faiblement entaillés par les eaux au pied des Djebels.

L'étude menée sur l'hydrologie superficielle que nous nous adresserons à des écoulements permanents, équipés de station hydrométrique.

En premier lieu donc, nous analyserons les écoulements observés sur cette station.

La seconde partie constitue sans conteste l'un des points les plus délicats de notre étude, car en l'absence de mesures directes, nous serons contraints de réaliser des estimations par analogie. Dans cette optique et pour mieux asseoir notre propos, nous serons amenés à prendre en compte des mesures effectuées sur des bassins situés au-delà de notre secteur d'étude, mais au niveau desquels les écoulements sont bien connus et les estimations de volume des crues réalisées sur de longues périodes.

L'OUED SEBGAG :

A 20 kilomètres à l'Ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff. Son parcours est de 10 kilomètres et son bassin versant recouvre une superficie de 126,5 km²

2. Situation de la station de jaugeage :

La station a été implantée par les services de la DHW (Direction de l'hydraulique de la Wilaya de Tiaret) à une centaine de mètres au Sud de Guern- Arif, sur l'emplacement de l'ancienne retenue.

Cette situation a été choisie car elle permet de prendre en compte l'ensemble des sources émergeant dans la dépression de Sebgag. Les mesures de débit ont été effectuées journalièrement du premier Novembre 1966 au 31 Août 1967.

Il n'a pas été établi de courbe de tarage de la station et nous n'avons aucune indication sur les hauteurs d'eau (pas plus d'ailleurs que sur les méthodes utilisées pour l'estimation des débits).

3. Etude des débits :

Les débits moyens mensuels de la période 1966-1967 sont reportés dans le tableau suivant :

	Débits mensuels minima	Débits mensuels maxima	Débits mensuels moyens
Septembre	/	/	/
Octobre	/	/	/
Novembre	0,14	0,23	0,23
Décembre	0,16	0,17	0,17
Janvier	0,16	0,25	0,18
Février	0,17	0,22	0,19
Mars	0,16	0,2	0,18
Avril	0,094	0,22	0,16
Mai	0,04	0,2	0,069
Juin	0,044	0,094	0,058
Juillet	0,032	0,069	0,048
Août	0,04	0,069	0,053

Tableau N°IV.1 : Débits moyens mensuels (1966 -1967).

Du maximum observé de Janvier à Avril les débits varient assez peu, restant compris entre 0,19 et 0,16 m³/s. la rupture observée en juin pour les débits maxima apparait en Mai, les débits tombant ensuite à 0,069 m³/s. La décroissance se poursuivra jusqu'à juillet où un maximum de 0,048 m³/s est noté.

Le débit moyen mensuel le plus fréquent (30% des observations), suivi de 0,048 (20% des observations) les débits les moins fréquents (0à5%des observations) sont compris entre 0,1 et 0,15 m³/s.

3.1. Considérations générales :

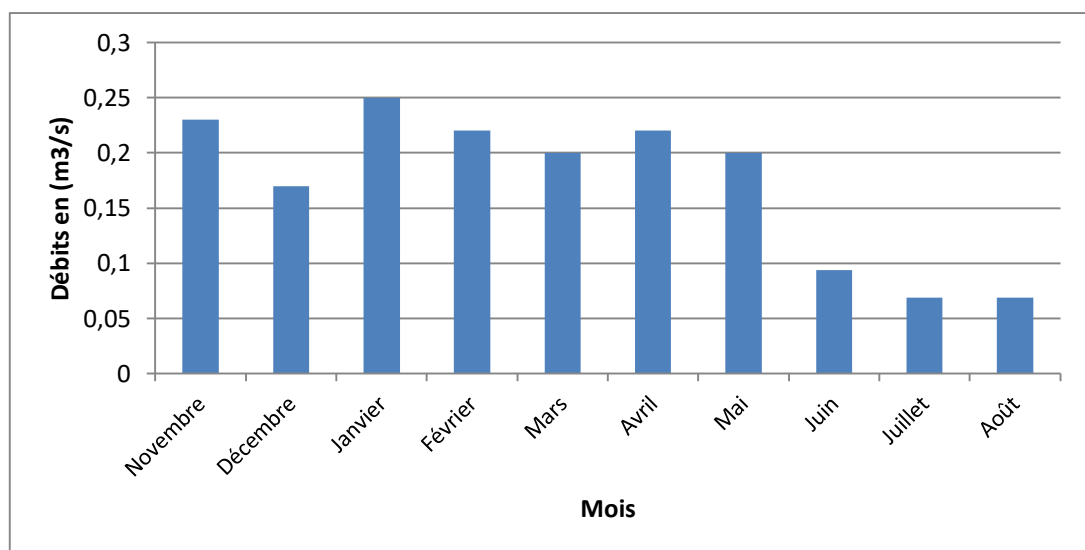
Le débit maximum reconnu de $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$ a été observé le 12 Janvier 1967. De Novembre à la fin Avril les débits oscillent entre $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ et $0.20 \text{ m}^3/\text{s}$. On a pu reconnaître une série de crues intermédiaires dont le débit de pointe moyen reste inférieur à $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$.

De Mai à fin Août les débits décroissent rapidement et les valeurs reconnues sont comprises entre 0.1 et $0.04 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.1.1- Débits moyens mensuels :

Du maximum observé de Janvier à Avril les débits varient assez peu, restant compris entre 0.19 et $0.16 \text{ m}^3/\text{s}$. La rupture observée en juin pour les débits maxima apparaît ici en Mai, les débits tombent ensuite à $0.069 \text{ m}^3/\text{s}$. La décroissance se poursuivra jusqu'à juillet où un maximum de $0.048 \text{ m}^3/\text{s}$ est noté.

Le débit moyen mensuel le plus fréquent (30 % des observations), suivi de 0.048 (20% des observations) les débits les moins fréquents (0 à 5 % des observations) sont compris entre 0.1 et $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$.



FigureN°IV.1: Débits moyens journaliers de la Haute Vallée de Sebgag.

3.1.2- Débits minima mensuels :

De Novembre à Mars les minima mensuels oscillent, entre 0.14 et $0.17 \text{ m}^3/\text{s}$. La valeur la plus élevée se présentant en Février. Au - delà la courbe décroît rapidement pour atteindre un minimum de $0.032 \text{ m}^3/\text{s}$ en Juillet.

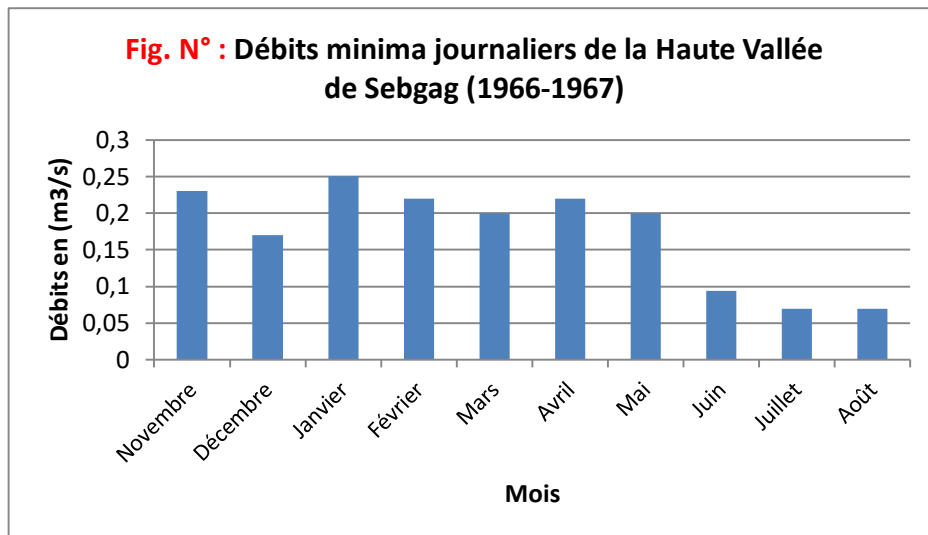


Figure N°IV.2 : débits minimum journaliers de la Haute Vallée de Seb gag (1966-1967).

3.1.3- Débits maxima mensuels :

Le débit le plus élevé a été observé le 12 Janvier 1967. De janvier à Mai les débits oscillent entre 0.20 et 0.25 m³/s. En Juin, apparaît une rupture brusque, et les débits continuent à décroître jusqu'au minimum observé de 0.069 m²/s en Août.

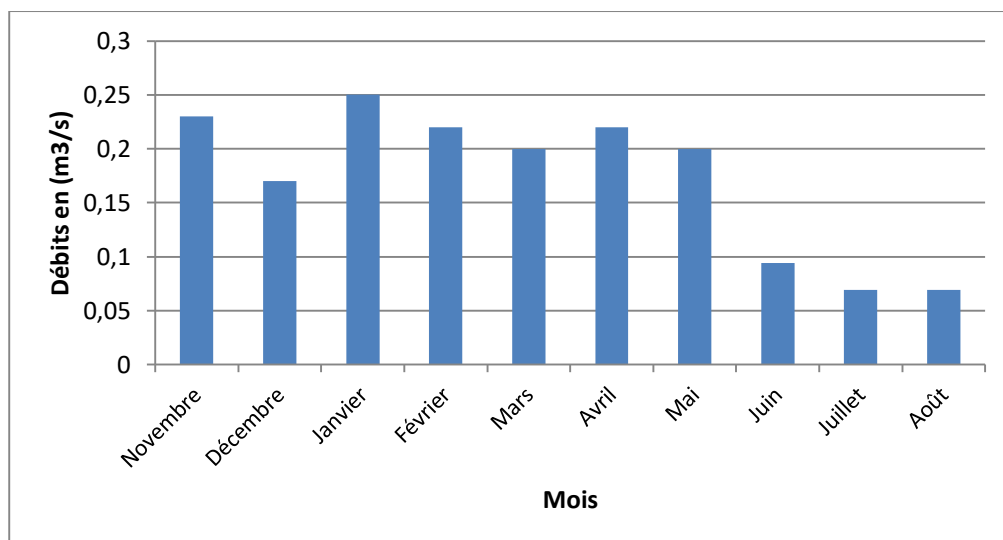


Figure N°IV.3 : Débits maximum journaliers de la Haute Vallée de Seb gag (1966-1967).

3.2. Relation pluie - débit :

La relation, pluie - débits est représentée par une droite de régression d'équation :

$$Q = 0.0040 P + 0.026 = 0.62.$$

Avec :

r : coefficient de corrélation. (= 0.026)

3.3. Variabilité des débits mesurés :

Les mesures intéressent les hauteurs de la lame d'eau mesurée à l'aval au niveau du pont de Gueltet Sidi Saad (route N° 23). On dispose d'une chronique discontinue des hauteurs maximales et des débits de crues déduites de la courbe de tarage de l'Oued Sebgag pour la période (1981-2007).

Date	Hauteur maximale en cm	Date	Hauteur maximale en cm
18/09/1980	25	18/10/1988	60
27/09/1980	76	31/08/1989	30
14/03/1984	38	25/04/1990	22
19/05/1985	30	09/05/1990	36
06/03/1986	50	15/03/1991	20
16/09/1986	370	19/10/1991	30
17/09/1986	170	25/10/2007	60
02/07/1987	50	26/10/2007	60
03/10/1987	25	01/04/2008	100
04/10/1987	45	08/09/2008	150

TABLEAU N°IV.2 : Liste des crues de l'Oued Sebgag.

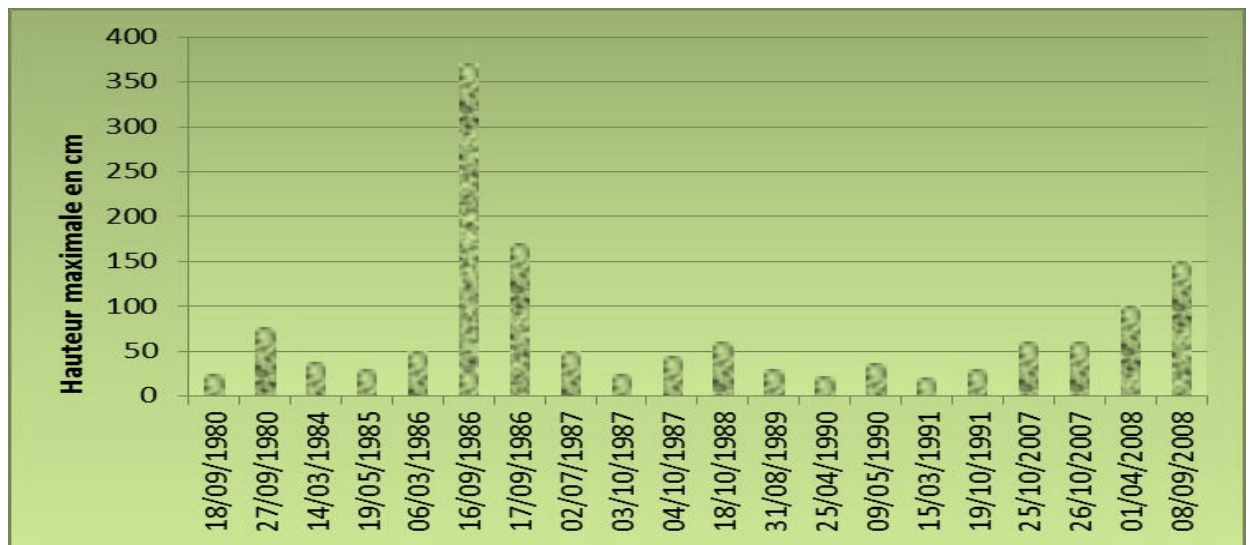


Fig. N°IV.4 : Variabilité des hauteurs maximales de crues de l'oued Sebga.

La hauteur maximale des crues pour cette série est marquée le 16-09-1986 avec une valeur de 370 cm qui a provoquée des catastrophes au niveau de la région.

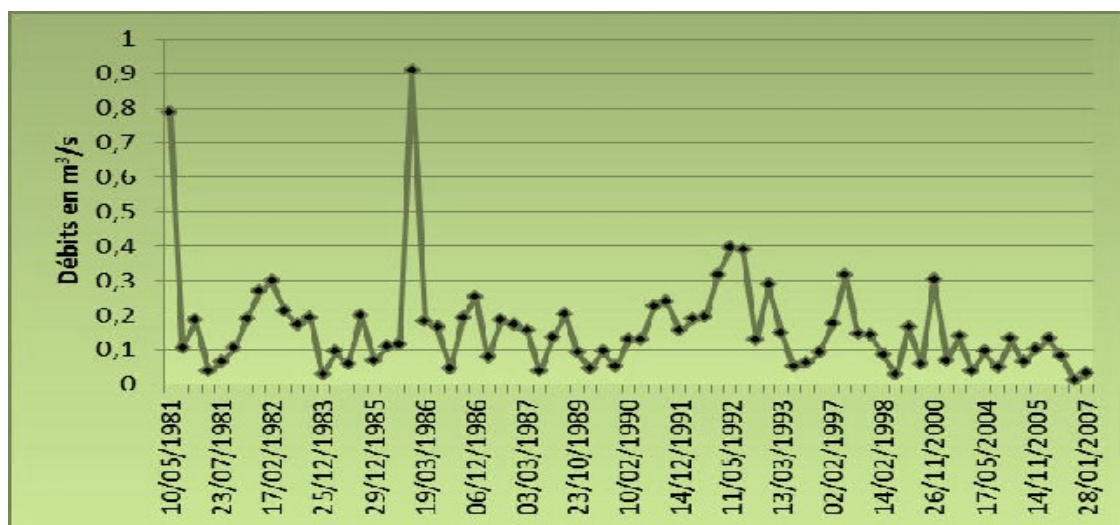


Fig. N°IV.5 : Variabilité des débits de l'oued Sebga.

Cette série de débits présente une maximale de $0,904 \text{ m}^3/\text{s}$ enregistrée le 10/03/1986 et une minimale de $0,012 \text{ m}^3/\text{s}$ enregistrée le 13/11/2006 avec une moyenne de $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$. La courbe des débits présente des variations remarquables d'une mesure à l'autre, dû à la variabilité de la pluviosité.

4. Etude de l'écoulement :

Le ruissellement est fonction de la perméabilité, de la pente, de la vitesse d'infiltration et de la capacité d'absorption des différentes formations. Pour le Djebel Amour, le problème fondamental a été d'expliquer comment des pluies caractérisées par leur faible valeur quantitative qui touchent le domaine Atlasique pouvaient donner naissance à des écoulements parfois très importants.

La seule explication possible repose sur la prise en compte de l'intensité des averses qui, dépassant la capacité d'absorption ou d'ingestion des sols voient leurs eaux ruisseler et donner naissance à des écoulements.

Au niveau de la région d'étude, nous avons essayé de déterminer l'action de chaque pluie sur le volume ruisselé (obtenu par planimètrage des différentes crues) au niveau de l'Oued de la Haute Vallée sur la période de mesure dont nous disposons.

Date		P (mm)	Volume des P en 10 ⁶ de m ³	Volume du ruissellement en m ³	Ruissellement en %
Novembre 1966	8	0,3	0,26565	16416	6,18
	9	1,8			
	18	0,7	0,4554	/	/
	19	2,9		/	/
Décembre 1966	4	0,2	0,06325	/	/
	5	0,3		/	/
	7	2,0	0,2530	/	/
Janvier 1967	6	0,5	0,06325		
	12	2,2	0,2783	18030	6,48
	20	0,2	0,0253	1728	6,83
	22	0,4	0,0506	/	/
Février 1967	10	1,5	0,2277	13824	6,07
	11	0,4			
	13	1,0	0,1265	/	/
	15	2,0	1,85955	28512	1,53
	16	12,7			
	27	2,8	0,3542	19120	5,4
	Mars 1967	30	2,6	0,3289	/
Avril 1967	11	9,1	2,7577	69552	2,52
	12	0,6			
	13	11,0			
	14	1,1			
	21	2,2	0,49335	26640	5,4
	22	1,7			
	26	3,9	0,54395	/	/
Mai 1967	4	12,3	2,08725	23760	1,14
	5	4,2			
	17	0,3	0,03795	/	/
	24	2,7	0,34155	21600	6,32
Juin 1967	2	2,9	1,7204	36288	2,1
	3	10,7			
	15	2,2	0,2783	17280	6,21
	18	0,4	0,0506	3024	5,97
Juillet 1967	5	0,8	0,1012	/	/
	11	0,5	0,31625	19008	6,01
	12	1,3			
	13	0,7			
Août 1967	4	2,4	0,3036	5184	1,70

TABLEAU N°IV.3 : les calculs du ruissellement.

Il ressort de ces valeurs que, comme nous l'avons démontré pour le Sebgag les écoulements sont spécialement liés aux températures.

Plus elles sont basses (hiver) et plus le pourcentage sera important. Le problème reste que l'on a des pourcentages de ruissellement élevés.

En Avril 5,4% Pluie 3,9 mm - Mai 6,32% Pluie 2,7 mm.
 Juin 6,21% et 5,9% Pluie 2,2 mm et 0,4 mm.
 Juillet 6,01% Pluie 2,5 mm.

On peut penser que ces valeurs sont liées à la persistance des pluies pendant plusieurs jours mais aussi à leur valeur instantanée plus élevée que la normale.

L'intensité de la pluie fait qui fait que lorsque la capacité d'ingestion du sol est dépassée, quelle que soit la perméabilité, l'eau ruisselle sans s'infiltrer.

Par ailleurs, dans les calculs d'évapotranspiration ou de déficit d'écoulement, les opérations se font comme si l'on avait affaire à deux surfaces rigoureusement planes, l'une représentant la lame d'eau pluviale, l'autre le sol.

Or, à la surface d'un bassin les parties réellement planes sont relativement rares, on a généralement affaire à un ensemble de creux et de bosses.

- Pour les bosses c'est la pente qui doit intervenir car c'est elle qui favorise le ruissellement.
- Pour les creux, c'est la profondeur car elle va déterminer l'épaisseur de la lame d'eau susceptible de s'infiltrer, épaisseur souvent très différente de celle que l'on prend généralement en compte.

5. Evaluation des apports annuels :

Deux solutions sont possibles :

a. Par comparaison avec le bassin de Seklafa :

L'abondance annuelle du bassin de Seklafa est estimée à 11166 L/ Km².

En admettant des conditions identiques pour le bassin étudié et en prenant en compte sa superficie, on obtient le volume de ses apports annuels qui est de 1,4 .10⁶ m³

b. Utilisation de formules de corrélation.

Les mesures effectuées sur différents bassins algériens ne recevant que de très faibles précipitations ont conduit à établir deux formules de corrélations pluie – débits.

La superficie du bassin considéré intervient également. Nous avons :

(d'après STAMBOUL.M)

$$\bullet Q_1 = (0,164 - 0,00145 \times \sqrt{S}) H_1 \quad (1)$$

$$\bullet Q_2 = (0,240 - 0,0014 \times \sqrt{S}) H_2 \quad (2)$$

Avec : Q = écoulement en mm, S surface du bassin versant en km², H₁ hauteur moyenne des précipitations sur le bassin, H₂ hauteur minimale des précipitations sur le bassin.

Précipitation moyenne : 274,53 mm

Précipitation minimale : 100 mm

Pour Sebgag on aura : Q1 =40,63 mm et Q2 = 14,82 mm

Pour les précipitations moyennes on aura A₀ = 0,04063 m x 126,5. 10⁶ m² = 5,14.10³m³/s.

Pour les précipitations minimales on aura A₀ : 0,01482 m x 126,5. 10⁶ m² = 1,87.10³m³/s.

6. Importance des crues :

La crue moyenne est de 231,12 m³ / s soit 298 l / s. Le maximum enregistré est de 636 m³ / s.

Le calcul des débits de crue peut être l'objet de trois systèmes d'approche :

a. Utilisation de formules empiriques :

Celle ayant donné les meilleurs résultats est dite de MALLET – GAUTHIER. Nous avons pour le calcul de la crue centennale :

$$C = 2 k \log (1 + AP) S \frac{\sqrt{1 + 4 \log T - \log S}}{\sqrt{L}}$$

Les coefficients k et A dépendent des caractéristiques topographiques et climatologiques des terrains. MEDINGUER admet que l'on peut prendre pour les oueds du domaine Atlasique k = 0,8 et A = 20.

P : précipitations moyennes annuelles en mètres = 0,274

S : surface du bassin versant en Km² = 126.5

L : Longueur de l'oued principal en Km= 7,5

T : La période de retour = 100 ans

Le débit de la crue centennale est 157 m³/s

b. Comparaison avec Seklafa :

Pour Seklafa, les débits spécifiques de crue se situent entre 300 et 820 l / s / km².

Les calculs se feront sur cette base en prenant en compte la superficie du bassin considéré.

$$\begin{aligned} \text{Crue minimale} &= 0,3 * 126.5 = 37.95 \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{Crue maximale} &= 0.82 * 126.5 = 103.73 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

c. Evaluation à partir des précipitations journalières maximales :

La moyenne des précipitations exceptionnelles observées sur l'Atlas est de : 61,81 mm.
Pour les calculs, on pourra retenir 60 mm.

Pour l'Oued Sebgag par exemple, avec un coefficient de ruissellement de 0.3, nous aurons :

$$60 \text{ mm} \cdot 126.5 \text{ Km}^2 \cdot 0,3 = 2,27 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

La poursuite des calculs implique la connaissance du temps de concentration. Les méthodes utilisables pour le calcul de ce paramètre sont multiples. Les hydrologues qui sont intéressés aux oueds descendants de l'Atlas ont pris en compte la formule dite de Giandotti :

$$T = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{h}}$$

Dans laquelle :

S : représente la superficie en $\text{km}^2 = 126.5$

L : la longueur de l'Oued principal = 7.50 km

H : la différence entre l'altitude moyenne et l'altitude minimale. Pour plus de facilité on prendra la différence entre l'altitude de la source et l'altitude minimale.

Altitude moyenne = 1402.25 m

Altitude minimale : 1200 m

Le temps de concentration est de 5 heures.

Sur ces bases, le débit maximum journalier de crue sera égal [pour un temps de concentration de 5 heures (soit 18000 secondes)]

$$Q_{mj} = 2\,270\,000 / 18000 = 126,11 \text{ m}^3 / \text{s}$$

(Pour des Précipitations exceptionnelles de 60 mm)

7. Conclusion :

Grâce à l'importance du ruissellement et malgré la faiblesse des précipitations, les oueds actuels ont encore des lits vivants sur une portion notable de leurs tributaires des régions atlasiques.

Dans ces zones, il y a là une ressource importante qu'il faudra apprendre à gérer et les premières observations que nous avons pu réaliser nous ont montré que la meilleure solution possible devrait reposer sur une infiltration forcée au niveau des inféro – flux.

Conclusion général.

○ Conclusion générale :

En climatologie : Trois facteurs interviennent

- L'orientation des versants qui, lorsqu'ils sont exposés aux vents pluvieux se montrent plus humides que leurs revers. Cette orientation Au plan climatique, trois facteurs principaux interviennent dans la définition du régime qui règne sur le Djebel Amour :
- La situation géographique : Distant de 270 Km de la mer, la région se trouve à la limite méridionale du secteur balayé par le Front polaire et le Front polaire dérivé. De ce fait, les influences Atlantico – Méditerranéennes seront très dégradées, tandis que s'affirme l'emprise Saharienne au fur et à mesure que l'on se déplace vers le Sud.
- L'altitude, dont les effets compensent partiellement ceux de la latitude. Au plan des précipitations, il y'aura un accroissement avec l'altitude. La moyenne des précipitations est de 274,53 mm

Pour ce qui concerne l'Evapotranspiration et le déficit d'écoulement, L'évapotranspiration réelle calculée par la formule de Verdeil nous donne 265 mm pour la période (1990-2011), l'évapotranspiration potentielle est de 766,74 mm pour la même période. Le ruissellement superficiel est de l'ordre de 11,73 mm soit 4,27 % des précipitations.

L'étude morphométrique : nous a permis de caractériser la forme, les altitudes moyennes et les altitudes les plus fréquentes de notre bassin. La superficie et le périmètre stylisé, a permis de quantifier des paramètres tels que : le coefficient de compacité, la densité de drainage etc....

La géologie du bassin versant se présente comme une synthèse des travaux réalisés par plusieurs auteurs. Nous retiendrons mis à part les formations triasique l'ensemble des formations sont d'âges Crétacé avec à la base les marno-calcaires du Portlandien surmontés surtout par les grés du du Continental Intercalaire, vers le sommet c'est les marno-calcaires des synclinaux perchés cénomano-turonien.

L'étude hydrologique : reflète un régime d'écoulement irrégulier lié à l'irrégularité du régime pluvial. Face à cette situation, les résultats que nous avons obtenus sur les valeurs du ruissellement et des écoulements, ont été fondés :

- Sur l'utilisation de la méthode de Tixeront – Berkaloff qui donne de bons résultats à l'échelle annuelle et lorsque les précipitations sont inférieures à 600 mm.

Conclusion général.

Nous avons également tenté une approche en réalisant une estimation par analogie à partir des observations réalisées sur différents bassins algériens et en particulier sur celui de l'Oued Seklafa qui nous a servi de système de référence. Pour l'Oued Sebgag au niveau de la haute vallée le volume des crues varie de 37.95 m³/s à 103.73 m³/s.

Références bibliographique :

A.N.R.H : Données climatologiques.

A.N.R.H : Données hydrométriques de l'Oued Sebgag .

B.N.E.H : Alger, barrage de Seklafa dans la wilaya de Laghouat, Etude de faisabilité. C - Hydrogéologie2, Annexes du rapport. Secrétariat d'Etat à l'Hydraulique, Alger.

Boukhachba S. et Ouali B.E (1992) : Etude géologique et hydrogéologique du bassin versant de l'Oued El - Mallah (Djebel Amour), Atlas Saharien central. Mém. ding. IST Caractérisation du bassin d'alimentation des sources de l'Oued Touil 4eme séminaire des sciences de la terre, Alger 5/6/7 Juin 1982.

Dubief J. (1953) : Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara. Direction du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Sc des études scientifiques, Clairbois, Birmandreis (Alger), 457 p.

DUBIEF J. (1963) : Le climat du Sahara. Mém. Hors série. Ins. Rech. Sahar, 2275p.

Dubief J.(1960) : Le climat du Sahara, tome I , Univ. d'Alger. Inst. Rech. Sahar., publ. C.N.R.S - paris .

Guenoun, K .(2015) : Etude hydrochimique du synclina d'Aflou, mém. de Magister.

Stamboul M. (1983) : Contribution à l'étude hydrogéologique de la haute vallée du Sebgag (Djebel Amour, Atlas Saharien Central, Algérie). Thèse de magister, IST (Oran).

Stamboul M. (1984) : Essai d'analyse corrélatoires et spectrales des sources de Sebgag et comparaison avec les sources Aliou, Bajet et Fontestrobés, colloque international L'eau clé de développement du Maghreb, Oran Oct 1984.

Stamboul M. (1986) : Hydrologie de la haute vallée de l'Oued Sebgag, Séminaire des sciences de la terre, Alger Dec 1986.

Stamboul M. (2005) : Contribution à l'étude hydrogéologique de l'Atlas Saharien. Le massif du Djebel Amour Institut des sciences de la terre et d'aménagement du territoire, Université d'Oran.

Stamboul M. et Rouquet L. (1984) : Résultats préliminaires sur l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Sebgag, Djebel Amour, Atlas Saharien central, Algérie.