

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AMMAR THELIDJI À LAGHOUAT



FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE Génie CIVILE
OPTION :RESSOURCE EN EAU

Mémoire de Master en hydraulique

Thème :

***COMPORTEMENT DES DEBITS SOUS UN CLIMAT SEMI
ARIDE
OUED SEBGAG ET OUED SIDI NACEUR***

PRESENTER PAR :

BENCHACHA KHADIDJA

PROMOTEUR:

M^r: STAMBOUL.M

MEMBRE DE JURY:

PRESIDENT:

M^r:DJEHICHE AEK

EXAMINATEUR:

M^r:GUIDOUM A

M^r:SEKKOUM M

Septembre 2014

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à présenter mes plus vifs remerciements à :

Monsieur. M. Stamboul, pour avoir suivi et dirigé ce travail.

Notre gratitude va également aux membres du jury pour honorer notre soutenance et pour l'effort fourni afin juger ce travail.

Qu'il me soit permis de remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à réalisation de ce modeste travail.

ChapitreII

Morphométrie

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes parents

A mes sœurs et mes frères

A mes amis

K.BENCHACHA

Sommaire

Introduction générale.....	1
Situation de la région d'étude.....	2

Chapitre : Etude géologique

I.1 Etude géologique.....	5
I.1.1 Généralité.....	5
I.2 Etude lithostatigraphique.....	6
I.2.1 Le jurassique supérieur.....	6
I.2.1.1 Le kimméridgien.....	6
I.2.2 Le Cretace.....	7
I.2.1.2 Le valanginien barrremien.....	7
I.2.2.2 L'aptien.....	7
I.2.2.3 L'alibien inferieur.....	7
I.2.2.4.L'alibien supérieur.....	7
I.2.2.5 Le cenomanien.....	8
I.2.2.6 Le toronien.....	8

Chapitre II: morphométrie

II .Morphométrie	12
II .1 Caractéristiques géométriques.....	12
II .1 .1 Superficie.....	12
II .1 .2 Périmètre.....	12
II .1 .3 La forme.....	12
II .1 .4 Rectangle équivalent.....	15
II .1 .4 Le relief.....	15
II .1 .4.1 La courbe hypsométrique.....	15
II .1 .4.2 Les altitudes caracteristiques.....	17
II .1 .4.2.1 L'altitude moyenne.....	17
II .1 .4.2.2 L'altitude médiane.....	18

II .1 .4.3 Indice de pente globale I_G	18
II .1 .4.4 Indice de pente I_P	18

Chapitre **III**: Climatologie

III .Climatologie générale de l'Atlas.....	22
III .1.Choix des stations.....	23
III .2. Les précipitations	24
III .2.1 Les précipitations annuelles.....	24
III .2.2Précipitation mensuelle.....	26
III .2.3Précipitation Saisonnière ou régime saisonnier.....	27
III .3Détermination de la lame d'eau précipitée sur les deux bassins	29
III .4Température.....	31
III .5. Les indices climatiques.....	33
III .5.1 Indice d'aridité annuel selon De Martonne.....	33
III .5.2 Indice d'aridité mensuel de De Martonne.....	34
III .5.3 l'indice pluviométrique de Moral.....	35
III .5.4 indice climatique de L.Emberger.....	35
III .5.5 Méthode de Stewart.....	36
III .5.6 Indice de Kerner	37
III .6 Bilan hydrologique.....	37
III .7 Evaporation et l'évapotranspiration.....	37
III .7.1 Méthode de Turc.....	37
III .7.2 Méthode de Coutagne.....	38
III .7.3 Méthode de Wundt.....	38
III .7.2 Méthode de P.Verdeil.....	39

III .8 Le ruissellement	40
III .8 .1 Utilisation de la méthode de Tixeront-Berkaloff	40
III .8 .2 Estimation du ruissellement par intégration des courbes des différentes crues.....	41
III .9 L'écoulement.....	41
III .10 L'infiltration.....	41
III .11 Le déficit d'écoulement.....	41
III .12 L'infiltration	42
Conclusion.....	43

Chapitre IV hydrologie

IV. Le découpage hydrographique de l'Algérie	44
IV.1 Le bassin hydrographique Oranie_Chott- Chergui.....	44
IV.3 L'OUED SEBGAG.....	45
IV.3 .1 Débit journalier	46
IV.3 .2 Les débits caractéristiques	47
IV.3 .2 .1 Débits minima mensuels.....	47
IV.3 .2 .2 Débits maxima mensuels.....	47
IV.3 .2 .3 Débits moyens mensuels.....	48
IV.3 .3 Variabilité des débits mesurés à la station.....	49
IV.3 .4 Les crues de l'oued Sebgag.....	49
IV. 3.5 Comportement hydraulique.....	52
IV. 3 .6 Le temps de concentration.....	52
Formule de GIANDOTTI.....	52
Formule de CALIFORNIA.....	52
Formule de KIRPICH.....	53
Formule de VENTURA.....	54
IV. 3.7 Vitesse de ruissellement.....	54
IV.4 L'OUED SIDI NACEUR.....	55
IV.4.1 Débits journaliers.....	55

IV.4.2 Les débits caractéristiques	56
IV.4.2.1 Débits minima mensuels.....	56
IV.4.2.2 Débits maxima mensuels.....	56
IV.4.2.3 Débits moyens mensuels	56
IV.4.2.4 Le débit moyen annuel	57
IV.4.3. Ajustement des débit a des lois statistiques	58
IV.4.3 .1 Oued Sidi Naceur.....	58
IV.4.4 Analyse des hydrogrammes des crues.....	59
IV.4.4 .1 Paramètres de crue.....	59
IV.4.4 .2 Analyse pluie-débit sur le bassin versant l'oued sidi Naceur.....	59
IV.4.4 .3 Validité des débits de crue.....	60
IV.4.5 Débits instantanés et journaliers	60
IV.4.5 .1 Ajustements statistiques.....	60
IV.4.6 Quantiles de crue.....	60
IV.4.7 Statcrue type Caractéristiques des hydrogrammes synthétiques de.....	61
IV.4.8 Comportement hydrologique	62
IV.4.8 .1 Le temps de concentration.....	62
IV.4.8 .2 La vitesse moyenne de ruissellement.....	63
Conclusion.....	64
Conclusion général.....	65

Liste de figure

Fig n° 01 : Situation géographique de la région étudiée.....	03
Fig n°02 : Les différentes parties de l'Atlas saharien en Algérie.....	03
Fig n°03: situation de la région oued sidi Naceur et oued Sebgag.....	04
Fig n° 04: Séries et formations du Jurassique supérieur de l'Atlas Saharien Central.....	09
Fig n° 05 : carte géologique de la région bassin versant oued Sidi Naceur.....	10
Fig n° 06 : carte géologique de la région de bassin versant oued Sebgag.....	10
Fig n°07: bassin versant de l'oued Sebgag	13
fig n° 08 : bassin versant de l'oued Sidi Naceur.....	14
Fig n°09: courbe hypsométrique Bassin versant Sebgag	16
fig n°10 : courbe de fréquence altimétrique Bassin versant Sebgag	16
Fig n°11: courbe hypsométrique Bassin versant O. Sidi Naceur	17
fig n°12 : courbe de fréquence altimétrique Bassin versant O. Sidi Naceur	17
Fig n° 13 : les précipitations moyenne annuelle des stations hydrométriques.....	25
Fig. n° 14: moyenne mensuelle des précipitations.....	26
Fig n°15: Précipitation Saisonnière des stations pluviométriques.....	28
Fig n°16: les températures moyennes minimales, maximales et moyennes	33
Fig n°17 : Organisation des grands bassins versants du nord de l'Algérie.....	45
Fig n° 18 : la carte topographique de oued Sebgag.....	46
Fig n° 19: débit journalier d'oued Sebgag.....	47
Fig n° 20: débits caractéristiques oued Sebgag (1966-1967).....	48
Fig n°21: variabilité des débits de l'oued Sebgag.....	48
Fig n°22 : histogramme des crues.....	50
Fig n° 23: Débits journaliers oued Sidi Naceur	55
Fig n° 24: Débits minima moyen oued Sidi Naceur.....	56
Fig n° 25: Débits maxima moyen oued Sidi Naceur.....	57
Fig n° 26: Débits moyen oued Sidi Naceur.....	57
Fig n° 27: Débits moyen annuel oued Sidi Naceur.....	58
Fig n° 28 : ajustement des extrêmes.....	59
Fig n° 29 : Hydrogramme de crue modélisé.....	61

Fig n °30: Ajustement à une loi de Gumbel (faite par l'ANRH).....62

Liste des tableaux

Tab n°01: Répartition en % de la surface élémentaire Bassin versant Sebgag.....	16
Tab n°02: Répartition en % de la surface élémentaire Bassin versant O. Sidi Naceur.....	16
Tab n°03: les rapports caractéristiques.....	20
Tab n°04 : paramètre physico-morphométriques du bassin versant.....	21
Tab n°05 : Coordonnées des stations pluviométriques.....	23
Tab n°06: Les précipitations annuelles des stations pluviométriques.....	24
Tab n°07: Précipitation mensuelle des stations (Aflou-Sebgag-Guelat S.Saad- Brida-Stitten).....	26
Tab n°08: Précipitation Saisonnière des stations pluviométriques.....	28
Tab n°09: Evaluation du volume moyen des précipitations tombées sur les deux bassins Méthode de Thiessen.....	30
Tab n°10 : Comparaison des résultats obtenus par les deux méthodes.....	31
Tab n°11: températures de la station Aflou.....	32
Tab n°12: les températures moyennes minimales, maximales et moyennes (2001 à 2012).....	33
Tab n°13: les températures et les précipitations moyennes.....	34
Tab n°14: le ruissellement.....	41
Tab n°15: l'estimation des différents paramètres du bilan.....	41
Tab n°16: précipitation, infiltration, évapotranspiration et ruissellement d'Aflou.....	42
Tab n°17: Crues de l'Oued Sebgag.....	49
Tab n°18 : les différentes crues de l'Oued Sebgag.....	50
Tab n°19 temps de concentration de l'Oued Sebgag.....	54
Tab n°20: paramètres de la loi d'ajustement.....	58
Tab n°21: Les crues décennales, centennales et millénaires.....	59

Tab n°23 : Comparaison pluie-débit sur la station de Sidi Naceur (081002).....	60
Tab n° 24 Quantile de crue pour la station du Chott Ech Chergui.....	61
Tab n ° 25:Débit instantané max- annuel sur la période 1974-1980.....	62
Tab n ° 26 temps de concentration.....	62

يهدف هذا العمل إلى تحديد سلوك التدفقات في واد سيدي الناصر سبفاق في مناخ شبه جاف، استنادا إلى طريقة الاختلاف اليومي، والشهري والسنوي للمعدلات التي هي الأكثر أهمية خاصة أثناء الفيضانات و هذا للأهمية البالغة له خاصة في المساعدة في إنشاء محميات مثل السدود لحماية المنشآت السكنية .

مفتاحيه : الفيضانات. واد .السدود. مناخ شبه جاف

Résume :

Dans le présent travail nous avons étudié le comportement des débits d'un deux bassins versants de massif Atlasique du Djebel Amour sous un climat semi - aride l'Oued Sebgag et l'Oued Sidi Naceur .

L'étude du régime des écoulements, basé sur la méthode de variation journalière, mensuelle et annuelle des débits qui sont les plus représentatives, reflète bien les réponses temporelles des bassins versants aux implosions climatiques surtout les averses caractérisées par des crues importantes. pour la protection contre les inondations

Mots clés : débit .crue .bassin versant. Inondations .climatique

Summary :

the flow behavior of a massive two watersheds Atlasic Djebel Amour under semi - arid climate Oued Sebgag and Oued Sidi Naceur

The study of the system of wadis, based on the method of daily, monthly and annual variation of rates that are the most representative, reflects the time response of watersheds to climate implosions especially showers characterized by major floods for protect to floods.

Key words: flow. Floods. Atlasic Djebel. climate

Introduction

L'importance de l'eau en tant que support de vie et facteur régulateur du développement d'un pays est universellement reconnue. Il est nécessaire de la quantifier et de la gérer aussi rigoureusement que possible.

L'Atlas Saharien est un domaine bien individualisé qui se distingue tant par son relief et sa structure que par le climat qu'il supporte et par une lithologie marquée par la prédominance de formations marno gréseuses.

Nous nous intéressons plus spécialement ici au oued Sebgag qui se situe à 20 kilomètres à l'ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de sources prenant naissance à l'ouest de Sebgag qui reçoivent en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff, et à l'Oued Sidi Naceur prend naissance au niveau de la terminaison Nord Occidentale du Djebel Amour dans la région d'EL-Bayadh, plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources d'Hadj Mecheri et Sidi Naceur.

Le mémoire est subdivisé en quatre chapitres :

Chapitre 1: Géologie.

Chapitre 2: morphométrie

Chapitre 3: climatologie

Chapitre 4: hydrologie.

Situation de la région d'étude :

Le sous bassin versant de l'Oued Sidi Naceur fait partie du bassin hydrographique Oranie_Chott- Chergui et se localise à sa limite sud -Est il prend naissance au niveau des contreforts occidentaux du Djebel Amour. Il couvre une surface de 1553 km², l'écoulement s'effectue du sud -ouest vers le Nord- Est avec un parcours de 120km.

Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources d'Hadj Mecheri et Sidi Naceur.

L'oued est équipé d'une station hydrométrique implanté en 1973 .les observations réalisées comportent de nombreuses lacunes

La pluviométrie moyenne annuelle de la région est de 288 mm, soit un volume d'eau précipitée de 359,24Millions de mètre cube.

Le sous bassin versant de sebgag fait partie du bassin hydrographique Chellif_Zahrez et se situe à sa limite méridionale. C'est au niveau de la localité de Sebgag (20 kilomètres à l'Ouest d'Aflou), où un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à cet oued qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff.

Son bassin versant couvre une surface de 348 km² (pour sa haute vallée) et surface de 2750,60 km² (pour le bassin versant Oued Touil)

Durant la période 1966-1967 une station hydrométrique 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.

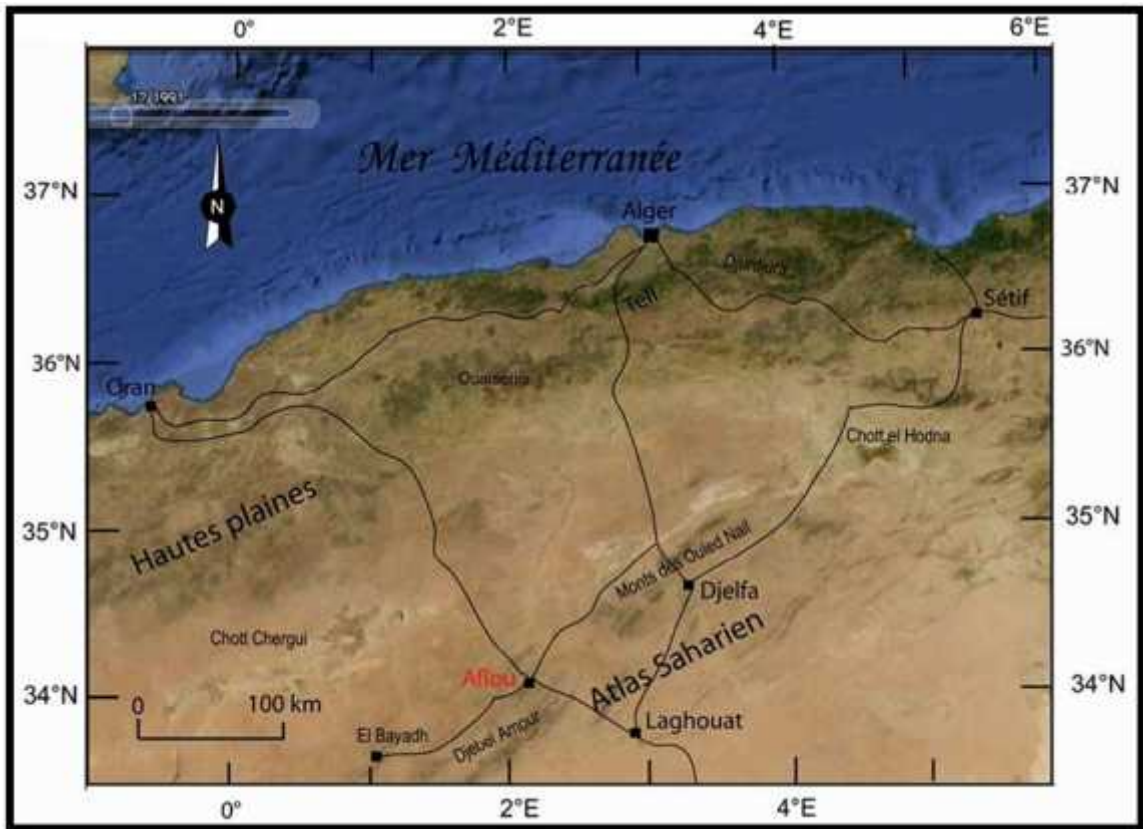


Fig n°01 : Situation géographique de la région étudiée : Google Earth

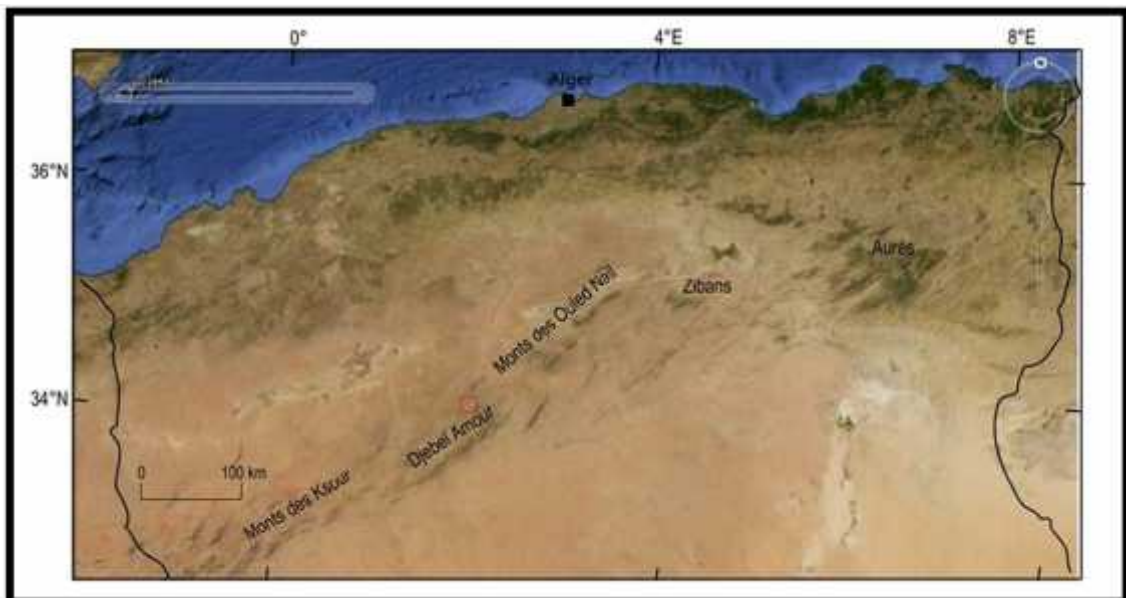


Fig n°02 : Les différentes parties de l'Atlas saharien en Algérie. Carré rouge région d'étude. Google Earth

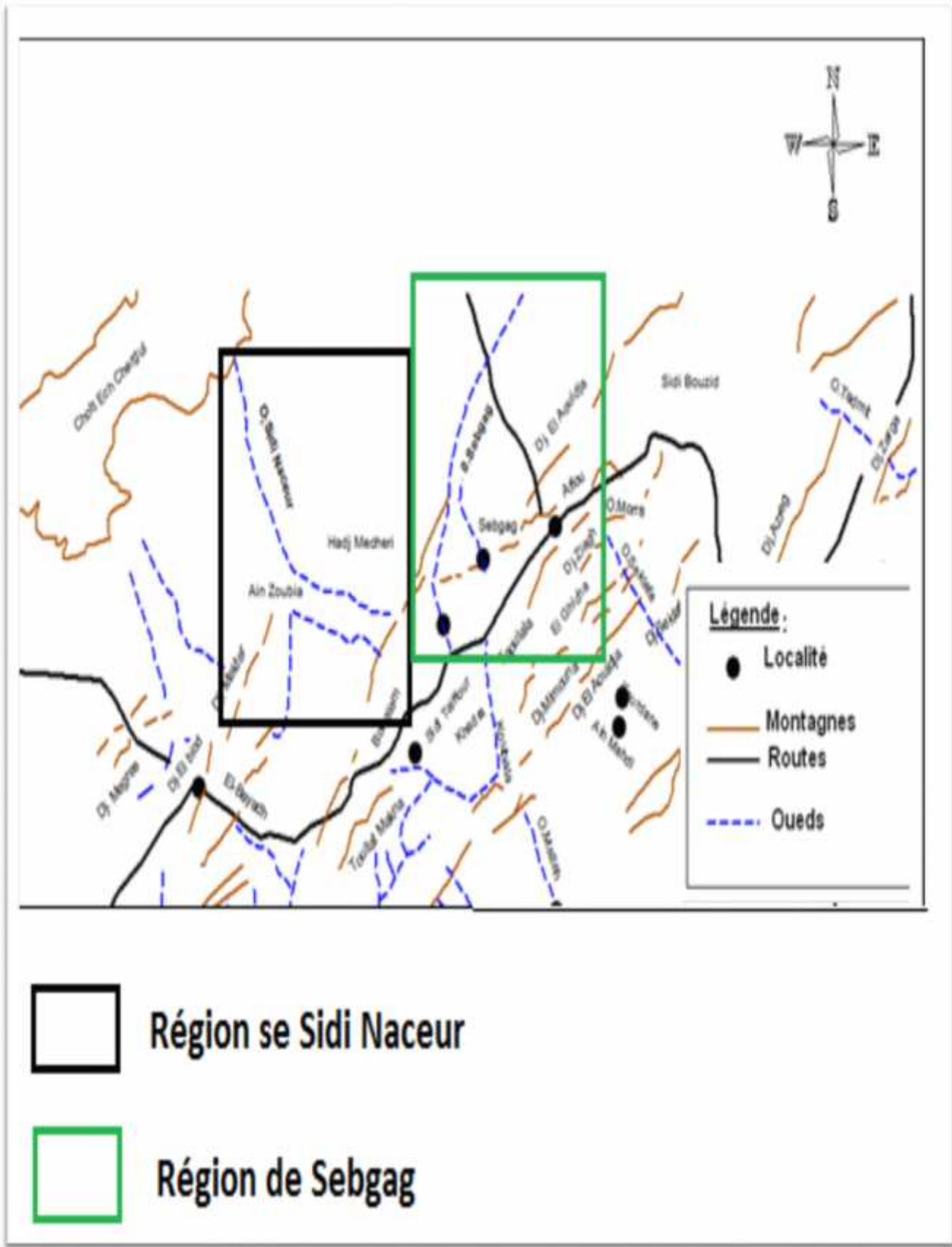


Fig n°03: situation de la région oued sidi Naceur et oued Sebgag

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).

Pour la seconde période (1981-2007) des relevés périodiques ont été effectués par l'A.N.R.H (Alger et Blida)

La pluviométrie annuelle est de 212.17 mm donnant un volume de 583.61 million de mètre cube pour le bassin versant l'Oued Touil l'A.N.R.H (Alger et Blida)

CHAPITRE I

Etude géologique

I.1 Etude géologique:

I.1.1 Généralité:

L'interprétation de la carte géologique au 1/500.000 établie en 1952 montre que l'Atlas Saharien est composé essentiellement de dépôts mésozoïques qui vont du Trias au Crétacé, Plus on se dirige vers l'Ouest du pays plus les formations deviennent très anciennes alors que les formations du secondaires et du tertiaire deviennent quant à elles de plus en plus continentales.

Les dépôts du Trias, représente par un mélange d'argiles, de marnes, parfois de grés, brunâtres, violines ou versicolores avec des intercalations de gypse ou de halite et présentant des intrusions de roches vertes en dykes ou emballées dans les argiles. Ces affleurent au contact par l'intermédiaire de faille dont le rejet dépasse parfois les 1000 m.

La série mésozoïque présente un ensemble plissé à sédimentation marine et continentale d'âge jurassique et Crétacé. Dans L'Atlas saharien central est occidental, jurassique supérieure et le Crétacé inférieure constituent un complexe détritique continental (grés) dont l'origine est deltaïque. L'observation de la carte géologique montre l'importance des affleurements jurassiques dans les Monts des Ksour par rapport aux autres unités morphologiques (Atlas Saharien Central et Oriental), ou le Crétacé l'emporte en affleurement.

Le Crétacé supérieure (Cénomaniens et Turonien) est constitué par des argiles et marno-calcaires et au sommet par des calcaires massifs et calcaires dolomitiques.

Notons que les dépôts tertiaires correspondent aux sédiments post-Turonien représentés par des couches argilo-gréseuses, des conglomérats et des calcaires lacustres (CONET 1949).

Le quaternaire résulte de l'accumulation dans des zones topographiquement basses du matériel sédimentaire arraché à la chaîne par les actions érosives.

Le série lithostratigraphique établie par l'Institut Algérien du Pétrole (I.A.P) en 1973 peut être résumée par la coupe allant depuis les terrains Triasiques jusqu'aux dépôts du tertiaire continental.

La région étudiée est localisée dans l'Atlas saharien central ou Djebel Amour correspondant à une chaîne plissée lors de l'orogénèse alpine caractérisé:

Au point de vue technique, par un ensemble de plis coiffés à flancs divers séparés par des synclinaux parfois perchés facilitant les communications Nord-Sud et Est –Ouest et limités au nord par l'accédant

Au point de vue stratigraphique les monts du Djebel Amour sont essentiellement constitué par des formations mésozoïques qui sont déposés à l'origine dans un sillon subsidés et que l'on peut subdiviser selon quatre ensemble principaux :

- des argiles gypso –salines accompagnées de roches éruptives attribuées au trias et affleurant généralement au niveau des grandes accidents
- une alternance de calcaires, degrés, et de marno –calcaires avec au sommet une série de carbonatée oolitique comportant de rares bancs de grés, de marnes et d'argiles (Jurassique supérieur ou Malm)
- une série d'étrique argilo gréseuse comportant à divers niveaux des passées carbontée (Bajocien supérieur –Albien).
- des argiles à gypses et bancs dolomitiques (Cénomanién Turonien).

I.2 Etude Lithostratigraphique:

L'étude lithostratigraphique a été basée essentiellement sur la notice et la carte géologique de Laghouat au 1/200000 et des logs lithostratigraphique des coupes géologique (des logs de forages) réalisées par les services de la Sonatrach, de l'ANRH

I.2.1 Le jurassique supérieur (MALM)

I.2.1.1 Le Kimmeridgien :

Le kimméridgien est constitué la base au sommet par:

Une série de calcaires à polypiers dont l'épaisseur atteint environ 100m au Djebel El Azreg localisé au sud –est de la région étudiée, il est à noter que cette formation est totalement absente a niveau du synclinal d'Aflou.

Une complexe grés-argileux d'une épaisseur de 600 à 800m affleurant au niveau de l'anticlinal du Djebel Chebka.

Une formation marno-calcaire affleurant au cœur de l'anticlinal du djebel Zlakh, de l'anticlinal du Djebel Chebka et au niveau de l'oued M'Zi ou elle est représenté par une unité marno –gypseuse comportant des cargneules à la base et une unité à ostréidés riche en pyrite, l'ensemble atteint une épaisseur de 400 m.

A Sebtag : D'une épaisseur de 800 à 1000 m, le Barrémien garde toujours le même faciès gréseux avec des dragées de quartz, cette formation est d'une couleur rose à blanchâtre et présente une stratification

I .2 .2 Le Cretace:

Dans la région le crétacé affleure essentiellement dans les synclinaux, il est généralement subdivisé en deux ensembles d'épaisseurs inégales représentés de la base au sommet par:

Des grès à dragées d'une épaisseur d'environ 1250 m présentent une alterence calcaréo –marneuse dans la partie supérieure attribuée au Berriasien supérieur –Albien inférieur.

I .2 .2 .1 Le valanginien -Barremien:

Le valanginien –Barrémien affleure essentiellement dans les zones synclinales

Au djebel Gourou il constitue de la base au sommet par la succession lithologique suivante:

- des argiles et des marnes de couleur variable
- des argiles silteuses rouges ou verdâtre

I .2 .2 .2 L'aptien

Représente par une barre calcaire intra gréseuse constituant un ressaut topographique dans la puissante masse de grès à dragées au nord de Laghouat et au niveau de djebel Gourou (région d'Aflou).

Dans la région de Douar Amoura et du Djebel sidi Okba au NW de la ville d'Aflou l'Aptien est constitué d'argiles à passés des grès comportant localement des débris de lamellibranche avec respectivement une épaisseur de 211 m.

I .2 .2 .3 L'albien inférieur:

L'albien inférieur affleure au niveau du Djebel Gourou où il atteint une épaisseur de 122m et au Djebel Sidi OKBA où sa puissance est de 180m et constitue la formation des grès à dragées supérieur représentée par alternance gréso-argileuse comparable celle de l'Aptien de la région ,ce qui fait que le passage de l'aptien à l'Albien inférieur n'est pas net.

I .2 .2 .4 L'albien supérieur:

L'albien supérieur est généralement constitué par la succession lithologique suivante :

Des calcaires en plaquettes en bancs peu épais lumachelliques

Des grés tendres jaunâtres

Des marnes verdâtres

Dans le Djebel Sidi est Okba l'Alibien représenté par des calcaires crayeux à patine des argiles verdâtre et des grés carbonates sur une épaisseur de 15 m. au niveau du douar Amoura il est caractériser par une alternance d'argiles et de calcaire présentent des passés décimétrique de grés, sa puissance est de 125m.

I.2.2.5 Le Cenomanien:

Les affleurements du Cénomanien s'observent essentiellement au niveau du Djebel Gourou et de celui de sidi Okba ou la série a une épaisseur de 140m environs.

Au Djebel Milok (région de Laghouat) le Cénomanien est représenté de la base au sommet par la succession lithologique suivante:

- Une alternance de gypse, de marnes verdâtres et de dolomies plus ou moins gréseuses (55m).
- D'alternances dolomitiques et gypseuses (15m).
- De blancs massifs montrant quelques intercalation des marnes et dolomies (70m)

I.2.2.6 Le Turonien:

Le Turonien constitue un repère morphologique régional majeur, est correspond à une formation métrique calcaréo-dolomitique présentant une forte fracturation d'une épaisseur de 130 m affleurant au Djebel Milok près de Laghouat. Dans la région d'Aflou, cette formation n'affleure qu'au niveau Djebel Sidi Okba ou son épaisseur est de 30m et montre la succession d'une alternance de calcaires et de marne couronnées par une barre de calcaires massifs.

ÉPAISSEURS MOYENNES	FORMATIONS	SERIES	FAUNES ET FLORES CARACTERISTIQUES	AGES PROBABLES	
250 m	B CALCAIRES OOLITHIQUES DU ZERGA A MAENES A GYPSE DE TAOUIALA	AIN RICH IV	CALPIONELLES	BERRIASIEN — PORTLANDIEN	
200 m	C GRES A CHENAUX DE TAOUIALA	LAGHOUAT III		Everticyclammina virguliana	
200 à 700 m	B CALCAIRES EN PLAQUETTES A CALCAIRES MASSIFS B MARNES A GYPSE A CALCAIRES LUMACHELLIQUES		Sous-série d'Aïlou 2 Sous-série de Tadjemouti 1		KIMMERIDGIEN SUPERIEUR
200 m	D GRES ET ARGILES ROUGES DE KOURDANE		BREZINA II		Alveosepta Jaccordi Sowerbycera tortisulcatum
500 m	C GRES MASSIFS DE SEKLafa				
200 m	B ZONE INTERMEDIAIRE A CALCAIRE A POLYPIERS DE L'AZREG				
500 m	C GRES ET DOLOMIES DE KERAKDA	EL BAYADH I		OXFORDIEN — CALLOVIEN	
200 m	B ZONE DE PASSAGE	EL BAYADH I	Macrocephalites macrocephalus	BATHONIEN	
500 m	A ARGILES SILTEUSES D'EL AOUIDJA				

Fig n ° 04: Séries et formations du Jurassique supérieur de l'Atlas Saharien Central (D'après S. Abed, 1982)

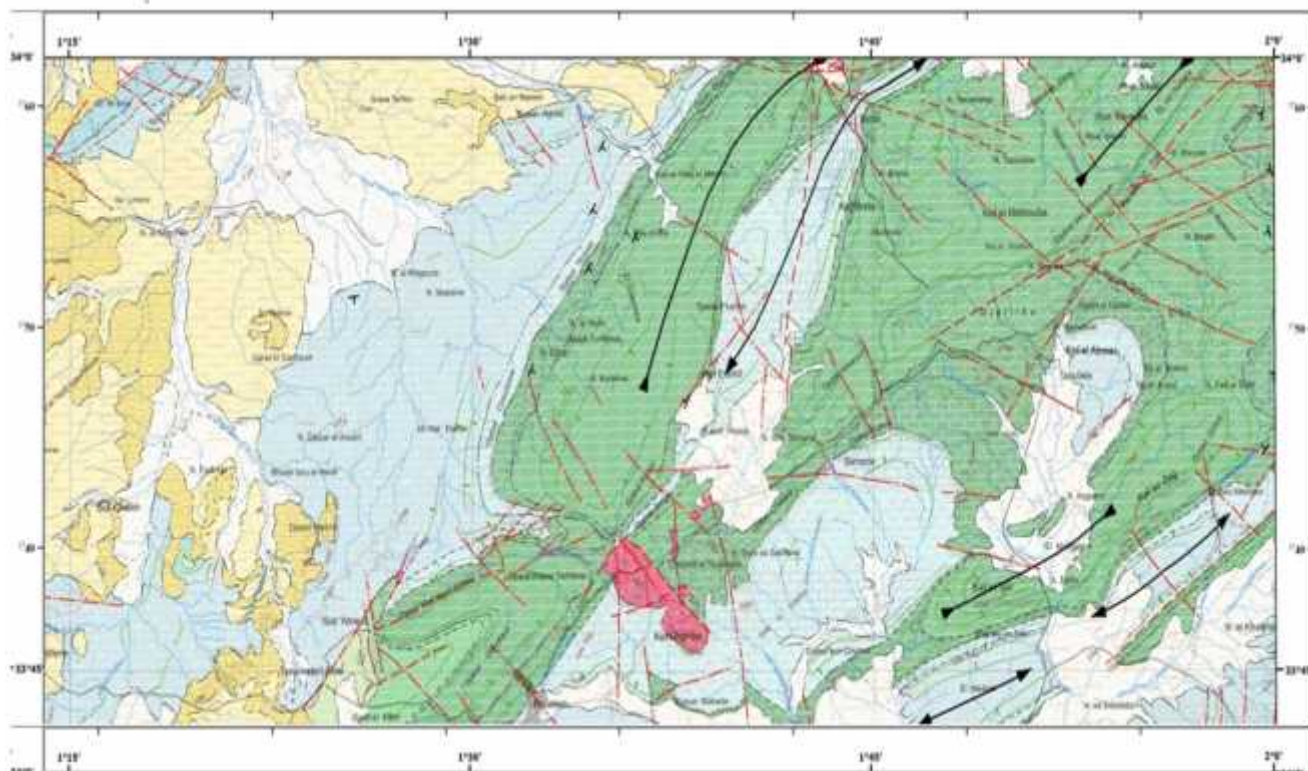


Fig n°05 : carte géologique de la région bassin versant oued Sidi Naceur

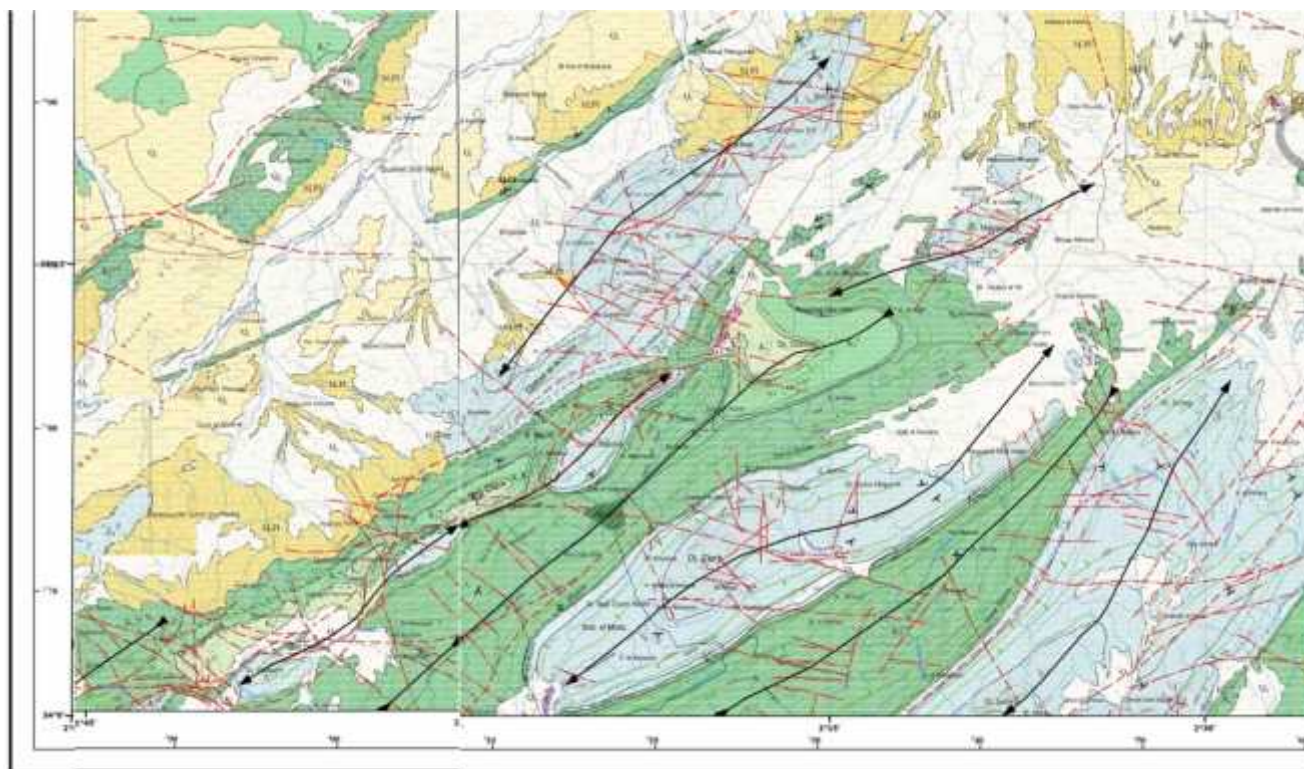


Fig n°06 : carte géologique de la région de bassin versant oued Sebgaq

LEGENDE:

	Route		RHASSOUL	Villes
	Route secondaire		Chott et Sebka	
	Chemin		Plan d'eau	
	Courbe			
	Oued temporaire			
	Oued permanent			

II .Morphométrie :

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

Les caractéristiques physiques pourraient nous donner une idée sur l'importance des crues et l'allure de l'hydrogramme.

II.1 Caractéristiques géométriques: (voir tableau n°04)

II.1 .1 Superficie :

C'est le paramètre le plus important du bassin parce qu'il permet de contrôler l'intensité de plusieurs phénomènes hydrologiques tels que le débit le volume de précipitation ou d'infiltration, elle est terminée par le planimètre.

II.1 .2 Périmètre :

Il correspond à la longueur de la limite extérieure du bassin on va la déterminer à l'aide d'un curvimètre

II.1 .3 La forme :

La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydrogramme à l'exutoire du bassin versant, par exemple, une forme allongée favorise, pour une même pluie, les faibles débits de pointe de crue, ceci en raison des temps d'acheminement de l'eau à l'exécutoire plus importants. Ce phénomène est lié à la notion de temps de concentration.

En revanche, les bassins en forme d'éventail, présentant un temps de concentration plus court, auront les plus forts débits de pointes.

Il existe différents indices morphologiques permettant de caractériser le milieu, mais aussi de comparer Les bassins versants entre eux . Citons à titre d'exemple l'indice de compacité de Gravilius (1914) K_c , défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant le même surface :



Fig n °07:réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Sebga

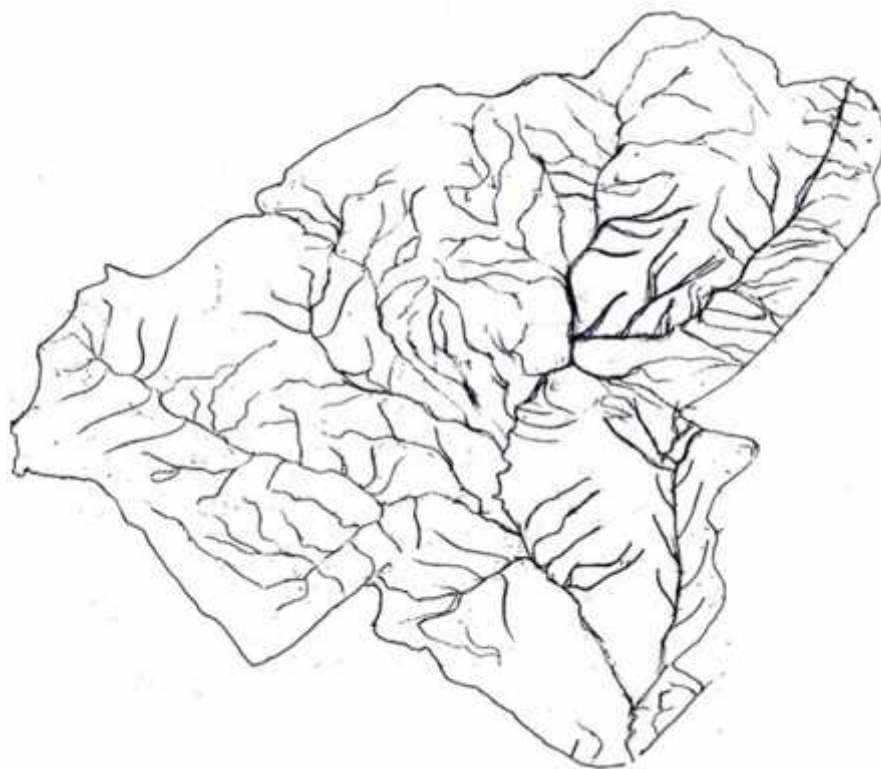


Fig n °08 : réseau hydrographique bassin versant de l'oued Sidi Naceur

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} \quad 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{S}}$$

Avec :

Kc : indice de compacité de Gravilius

S : surface de bassin versant [Km^2]

P : périmètre du bassin [Km]

Cet indice se détermine à partir d'une carte topographique en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface .il est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongé.

II.1 .4 Rectangle équivalent:

On assimile notre bassin à un rectangle ayant le même périmètre et la même surface que le bassin versant. Ce rectangle sera défini par sa longueur "L", sa largeur "l".

$$(L \text{ et } l) = \frac{Kc\sqrt{S}}{1.12} \left[1 \pm \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc}\right)^2} \right]$$

II.1 .4 Le relief:

L'influence du relief sur l'écoulement se conçoit aisément, car de nombreux paramètres hydrologiques varient avec l'altitude (précipitations, températures,...etc) et la morphologie du bassin .en outre, la pente influe sur la vitesse d'écoulement. Le relief se détermine lui aussi au moyen d'indices ou de caractéristiques suivantes:

II.1 .4.1 La courbe hypsométrique:

La courbe hypsométrique fournit une vue synthétique de la pente du bassin, donc du relief .cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude.

Elle porte en abscisse la surface (ou le pourcentage de surface) du bassin (qui se trouve au-dessus (ou pourcentage de superficie, au –delà d'une certaine altitude).

Les courbes hypsométriques demeurent un outil pratique pour comparer plusieurs bassins entre eux ou les diverses sections d'un seul bassin .elles peuvent en outre servir à la détermination de la pluie hydrologique et hydraulique du bassin et de son système de drainage.

Tab n°01: Répartition en % de la surface élémentaire Bassin versant Sebgag

Altitude(m)	Si[Km ²]	Si[%]	Si cum[%]
>1700	0	0	0
1600à1700	0.5	0.4	0.4
1500à1600	5.5	4.3	4.7
1400à1500	58.5	46.2	50.9
1300à1400	61.5	48.6	99.5
1200à1300	0.6	0.4	99.9

Tab n°02: Répartition en % de la surface élémentaire Bassin versant O. Sidi Naceur

Altitude(m)	Si[Km ²]	Si[%]	Si cum[%]
2000	0	0	0
2000 à 1800	6	0.38	0.38
1800 à 1600	29	1.86	2.24
1600 à 1400	232	14.94	17.18
1400 à 1200	904	58.21	75.39
1200 à 1000	382	24.60	99.99

Fig n °09: courbe hypsométrique Bassin versant Sebgag

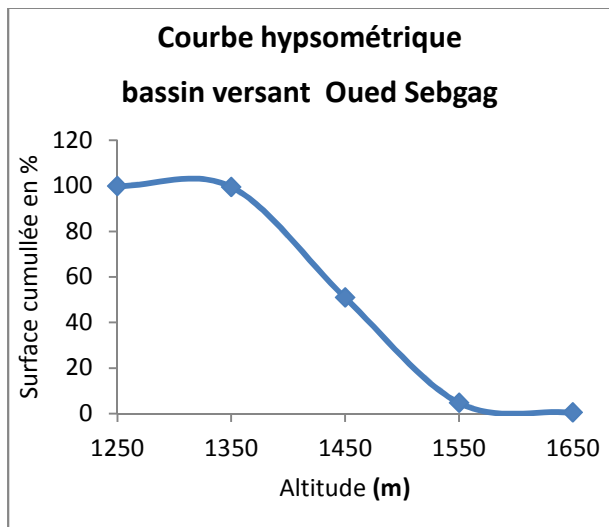


fig n ° 10 : courbe de fréquence altimétrique Bassin versant Sebgag

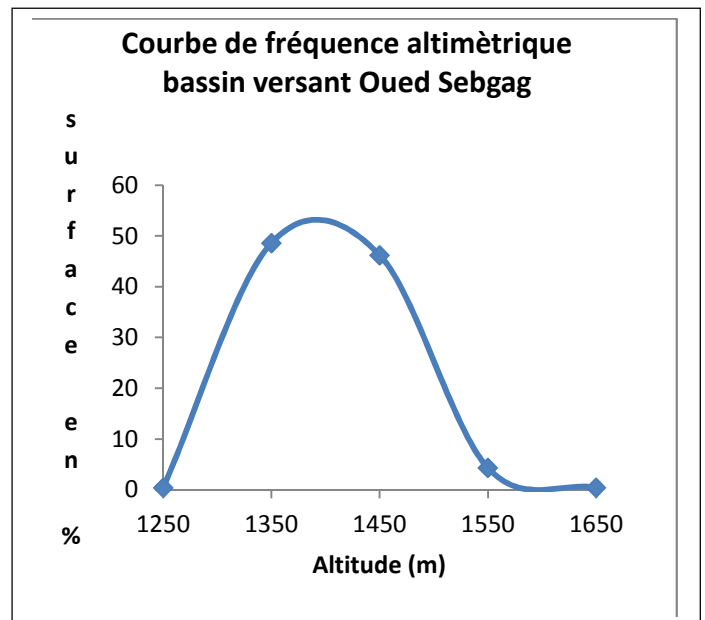
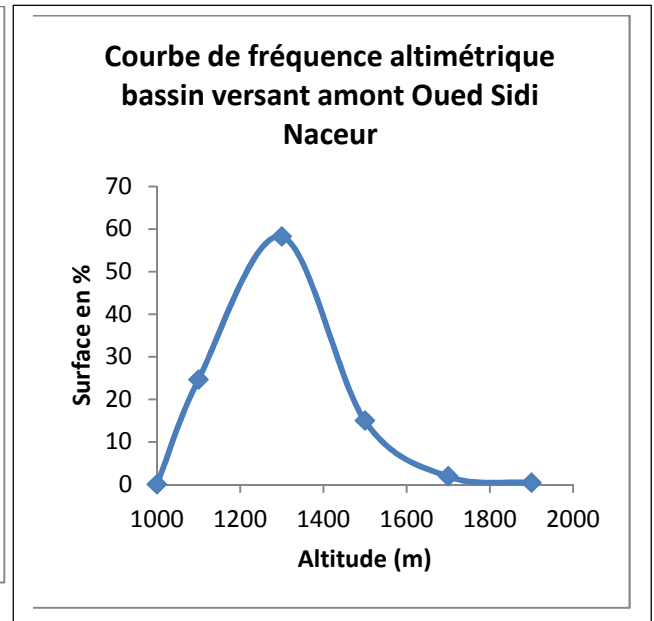
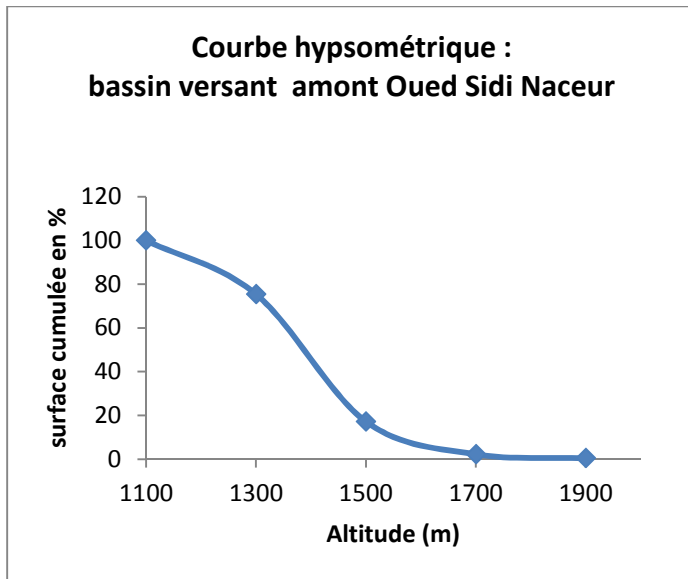


Fig n °11: courbe hypsométrique

fig n °12:: courbe de fréquence altimétrique

Bassin versant O. Sidi Naceur

Bassin versant O. Sidi Naceur



II.1 .4.2 Les altitudes caractéristiques :

Elles sont obtenues directement à partir de cartes topographiques. L'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin tandis que l'altitude minimale considère le point le plus bas, généralement à l'exutoire. Ces deux données deviennent surtout importantes lors du développement de certaines relations faisant intervenir des variables climatologiques telles que la température, les précipitations et le couvert neigeux. Cette courbe permet de déterminer aussi les altitudes moyenne et médiane et intervient dans le calcul de la pente, donc d'après la carte topographique on a :

II.1 .4.2.1 L'altitude moyenne:

L'altitude moyenne se déduit directement de la courbe hypsométrique

$$H_{\text{moy}} = \frac{\sum S_i H_i}{S}$$

H_{moy} : altitude moyenne du bassin [m]

S_i : aire comprise entre deux courbes de niveau [Km^2]

H_i : altitude moyenne entre deux courbe de niveau [m]

S: superficie total du bassin versant[**Km²**]

II.1 .4.2.2 L'altitude médiane:

L'altitude médiane correspond à l'altitude lue au point d'abscisse 50% de la surface totale du bassin, sur la Courbe hypsométrie .Cette grandeur se rapproche de l'altitude moyenne dans le cas ou la courbe hypométrique du bassin concerné présente une pente régulière.

II.1 .4.3 Indice de pente globale I_G:

Cet indice est déterminé par la formule suivante

$$I_g = \frac{D}{L} = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L}$$

D:dénivelée

L:la longueur du rectangle équivalent.

H_{5%}: altitude de fréquence correspondante au 5 %

H_{95%}: altitude de fréquence correspondante au 95%

II.1 .4.4 Indice de pente I_p:

Cet indice se calcul à partir du rectangle équivalent .Il est égal à la somme des racines carrées des pentes moyennes de chacun des éléments pondérés par la surface intéressée, soit :

$$I_p = \frac{1}{L} \sum_{xi} \frac{d}{x_i}$$

I_p= indice de pente [%]

L:longueur du rectangle [**m**]

X_i: distance qui sépare deux courbes sur le rectangle[**m**]

d :distance entre deux courbe de niveau successives [**m**]

d/x_i: pente moyenne d'un élément[%]

II.1 .4.5 La densité de drainage:

La densité de drainage, introduite par Horton ,est la longueur totale du réseau hydrographique par unité de surface du bassin versant

$$D_d = \frac{\sum L_i}{S}$$

D_d : densité de drainage [Km/km^2]

L_i : longueur de cours d'eau [Km]

S : surface du bassin versant [km^2]

La densité de drainage dépend de la géologie, des caractéristiques topographiques du bassin versant et dans certains cas des conditions climatiques 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). Cette valeur est l'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)

II.1 .4.6 La densité hydrographique:

La densité hydrographique représente le nombre de canaux d'écoulement par unité de surface .

$$F = \frac{\sum N_i}{S}$$

F : densité hydrographique [km^{-2}];

N_i : nombre de cours d'eau;

S : superficie du bassin [km^2]

Il existe une relation assez stable entre la densité de drainage D_d et la densité hydrographique F , de la forme

$$F = a D_d^2$$

a : est un coefficient d'ajustement.

En somme, il caractérise une haute densité hydrographique (deux facteurs allant souvent de pair) qui se présente en général dans les régions où la roche mère est imperméable avec un couvert végétal restreint et un relief montagneux.

L'opposé, c'est –à dire faible densité de drainage et faible densité hydrographique se rencontre en région à substratum très perméable, à couvert végétal important et à relief peu accentué

II.1 .4.7 Les rapports caracteristiques:

Sur la base de la classification des cours d'eau, Horton (1932) et Schumm (1956) ont établi les relations suivantes.

Tab n °03: les rapports caracteristiques

Rapport de confluence	$R_C = \frac{Nu}{Nu+1}$
Rapport de longueur	$R_L = \frac{Lu}{Lu+1}$
Rapport des aires	$R_A = \frac{Au}{Au+1}$

Avec :

R_C : rapport de confluence des cours d'eau ("bifurcation ratio")

R_L : rapport de longueurs de cours d'eau ;

R_A : rapport des aires des cours d'eau ;

U: ordre d'un cours d'eau u varie entre 1 et n (n'est l'ordre du cours d'eau principal, classification selon Strahler);

N_u : nombre des cours d'eau d'ordre u;

N_{u+1} : nombre des cours d'eau d'ordre suivant;

L_u : longueur moyenne des cours d'eau d'ordre u;

A_u : aire tributaire moyenne des cours d'eau d'ordre u;

Le rapport de confluence est un nombre sans dimension expriment 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 R_C varie de 3 à 5 pour une région ou la géologie n' a aucune Influence.

II.1 .4.8 Coefficient de torrentialité:

Le coefficient de torrentialité $\langle C_t \rangle$ est calculé à l'aide l'équation n :

$$C_t = D_d \cdot F$$

D_d : Densité de drainage ;

F: Densité hydrographique;

Tableau n °04 : paramètre physico-morphométriques du bassin versant

Désignation	Unité	Sym.	Qté	Qté
			O.Sebgag	O SNaceur
Surface	Km ²	S	348	1553
Périmètre du bassin	Km	P	80	165
Indice de compacité de Gravelius	***	Kc	1.20	1.17
Longueur du rectangle equivalent	Km	L	27.16	53.06
Largeur du rectangle equivalent	Km	l	12.81	29.44
Altitude maximale	M	H _{max}	1700	2000
minimale Altitude	M	H _{min}	1200	1000
Altitude moyenne	M	H _{moy}	1402.25	1290.5
Altitude médiane	M	H _{méd}	1405	1370
Indice de pente globale	%	I _g	0.7	0.8
Pente moyenne du bassin versant	%	I _m	0.54	0.18
Densité de drainage	Km/km ²	D _d	0.16	0.12
Densité hydrographique	Km ⁻²	F	3.11	3.09
Coefficient de torrentialité	***	C _t	0.5	0.38

Chapitre III

Climatologie

III .Climatologie générale de l'Atlas:

Les masses d'air équatoriales en s'affaissant entre le 30 et 40 parallèle entraînent la présence:

- D'une ceinture de hautes pressions
- D'un important déficit d'humidité de l'air qui se traduit par l'existence de déserts au niveau des surfaces continentales.

L'air qui s'écoule de la ceinture des hautes pressions subtropicales, va donner:

Au Sud le système des Alizés. –

-Au Nord le flux des vents d'Ouest des Westerlies

Né de la rencontre du flux d'air tropical et de l'air froid polaire, le front polaire à l'origine des principaux systèmes perturbés en raison des mécanismes violents d'opposition des masses d'air qu'il comporte et le Jet Stream qui le surmonte occupent des positions variables entre le 30-35 parallèle en hiver et le 50 en été, balayant ainsi l'ensemble du territoire Algérien au cours de leurs déplacements .

Par ailleurs l'orientation du Front présente des variations rapides et en Algérie il occupera toutes les positions possibles.

SW-NE.-SE.E-W et même N-S.

En raison des importants contrastes thermiques entre continents et océans .la force du Jet Stream et la netteté du front polaire seront maximales en Hiver et c'est durant cette période que le système perturbé qui leur sont liés seront les plus actifs.

le front polaire (F.P) : Un courant de Sud – Ouest se développe quand l'isobare (1025) se situe au niveau des hauts Plateaux .la température sera anormalement élevée et l'on pourra voir des précipitations de longue durée principalement en automne et en Printemps.

Le Front-polaire –dérivé : Branche du front –polaire d'orientation NW-SE il fonctionne en même temps que le système principal et intéresse surtout l'est Algérien

Le Front Méditerranéen ou front saharien : entre l'air méditerranéen et l'air saharien orienté W-E il se localise généralement sur des crêtes de l'Atlas .On le rencontre principalement en hiver et au début du printemps.

Le Front des Alizés : Qui s'établit entre deux cellules de hautes pressions subtropicales l'une chaude (cellule saharienne) l'autre froide sur l'Atlantique.

Le Front Atlantico – Méditerranéen : Entre l'air Atlantique et l'air Méditerranéen d'orientation sub –méridienne il apparait très fréquemment et se distingue du front des Alizés par les vents qui soufflent du NW ou du SW et non de l'Est.

Des interférences peuvent se produire lorsque le front polaire, le front polaire dérivé ou le front Atlantico –Méditerranéen recourent le front des Alizés qui remonte le long de l'Anticyclone saharien .On ' a alors mise en présence :

- d'air subtropical très chaud et très humide.
- d'air tropical.
- d'air polaire.

Cet état entraîne de très importantes précipitations.

Un ensemble de courants perturbés accompagne ces fronts, il en résulte une série de types de temps que l'on peut considérer comme classique de Algérie.

La connaissance des facteurs climatiques (pluviométrie, température.....) est indispensable pour quantifier les ressources en eau et déterminer la part de l'eau qui s'infiltré.

L'objectif de cette étude est l'analyse de ces facteurs et la détermination des différents termes du bilan d'eau.

III .1. Choix des stations :

Toute étude climatique est basée sur la collecte des données. La quantité et la qualité de ces dernières conditionnent les résultats obtenus.

Pour mener notre travail on a étudié la pluviométrie au niveau du secteur d'étude : Aflou, Sebgag ,Gueltat Sidi Saad, Sttiten et Brida.

Tableau n° 05 : Coordonnées des stations pluviométriques

Station	Latitude	Longitude	Altitude(m)	Installation
Aflou	34°6'46''	2°6'8'' E	1406	1874
Sebgag	34°00'10''	1°54'16'' E	1402	Après 1960
Gueltet S .Saad	34°17'50'	34°17'50'	1110	Après 1960
Brida	33°56'56''	1°45'6''E	1400	Après 1960
Sttiten	33°45'32''	1°13'39''E	1420	Après 1960

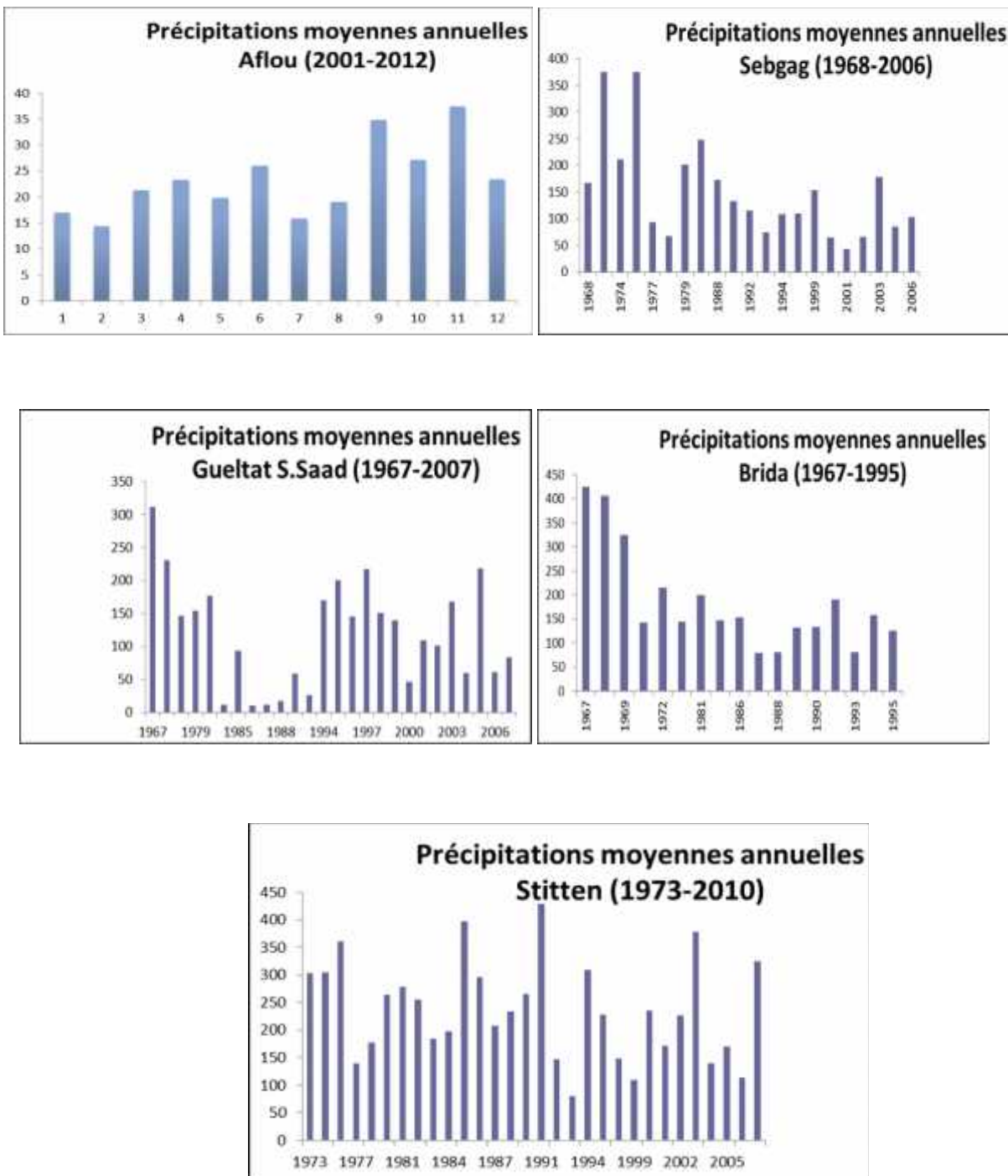
III .2. Les précipitations:

III .2.1 Les précipitations annuelles:

Tab n ° 06: Les précipitations annuelles des stations pluviométriques

Aflou		Sebgag		Gueltat S. Saad		Brida		Stitten	
Année	Moynne annuelle	Année	Moynne annuelle	Année	Moynne annuelle	Année	Moynne annuelle	Anneé	Moynne annuelle
2001	203.2	1968	166,6	1967	311,3	1967	424,1	1973	302,7
2002	172.6	1969	375,3	1972	231,2	1968	405,5	1974	303,9
2003	255.2	1974	210,5	1978	146	1969	324,9	1975	361,1
2004	278.9	1975	374,7	1979	154,3	1970	143,2	1977	138,9
2005	237.5	1977	93,1	1980	176,6	1972	215,8	1978	177,4
2006	319.3	1978	67,2	1984	11,8	1980	144,2	1979	264
2007	190.8	1979	201,7	1985	93,1	1981	199,7	1981	277,9
2008	229.1	1980	248,3	1986	10,6	1985	146,6	1982	254,7
2009	417.7	1988	172,6	1987	11	1986	152,8	1983	185
2010	325.9	1989	132,5	1988	17,2	1987	79,4	1984	197,9
2011	449.4	1992	114,6	1989	59,2	1988	80,6	1985	396,9
2012	281.4	1993	74,1	1993	25,8	1989	132,2	1986	295,8
		1994	107,8	1994	170,2	1990	133,6	1987	207,9
		1995	109,2	1995	200,8	1991	189,8	1988	233
		1999	153,1	1996	145,3	1993	81,9	1989	265,4
		2000	65,1	1997	216,9	1994	158,6	1991	428,5
		2001	42,6	1998	151	1995	126,2	1992	147,5
		2002	65,8	1999	139,5			1993	79,8
		2003	177,7	2000	46,9			1994	309,5
		2004	84,5	2001	108,8			1996	228,5
		2006	103	2002	101,2			1998	148,7
				2003	167,7			1999	109,3
				2004	59,4			2000	234,7
				2005	218,7			2001	171
				2006	60,4			2002	225,7
				2007	83,6			2003	377,9
								2004	139,7
								2005	169,3
								2009	113,9
								2010	325

Fig n° 13 : les précipitations moyennes annuelles des stations hydrométriques

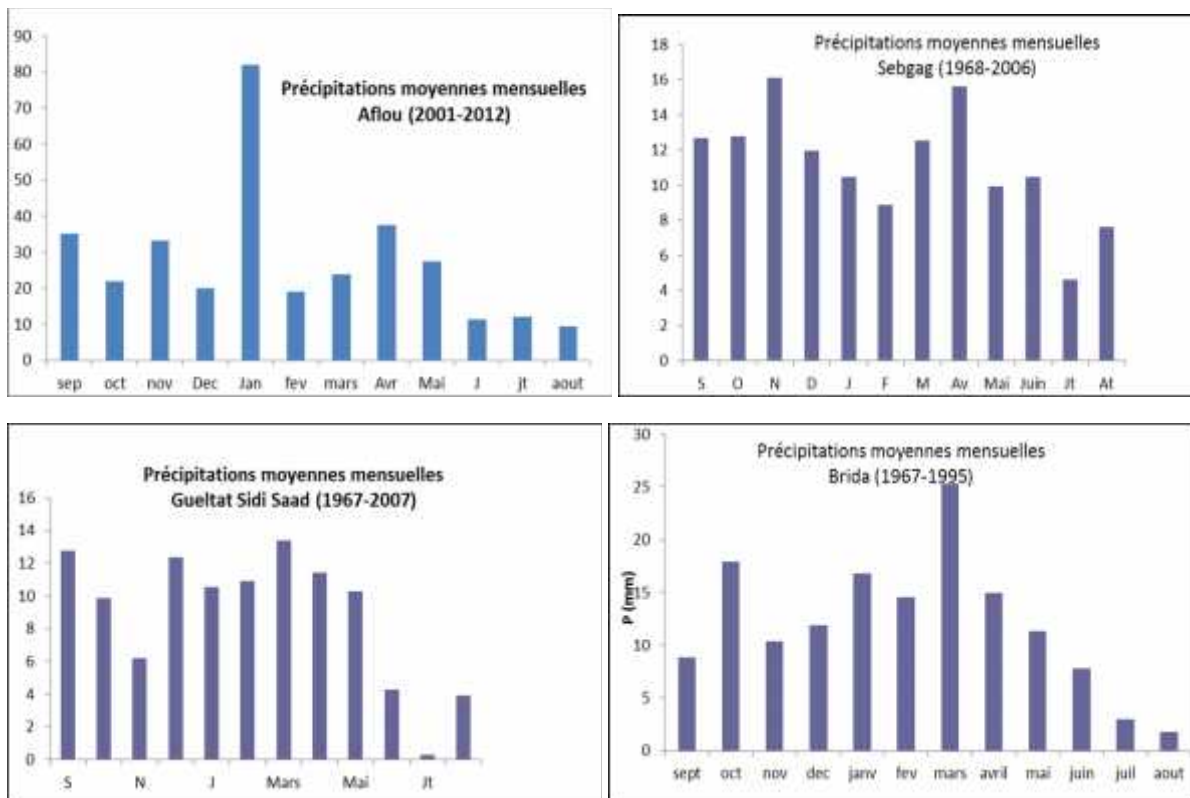


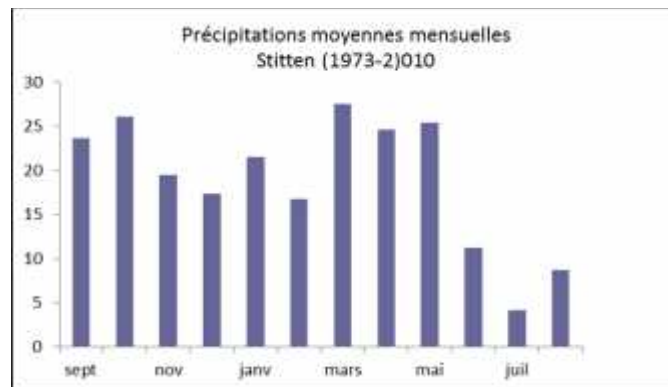
III .2. 2 Précipitation mensuelle :

Tab n ° 07: Précipitation mensuelle des station (Aflou-Sebgag-Gueltat S.Saad- Brida-Stitten)

Mois	Jan	fev	mars	Avr	Mai	J	jt	aout	sep	oct	nov	Dec	Anneé
Aflou (2001-2012)	81.95	19.06	23.83	37.58	27.46	11.35	12.18	9.45	35.08	22.03	33.175	20.1	333.84
Sebgag (1968-2006)	10,44	8,87	12,55	15,62	9,90	10,44	4,62	7,60	12,67	12,75	16,10	11,96	149.52
Gueltat S.Saad (1967-2007)	10,53	10,91	13,40	11,43	10,30	4,27	0,29	3,91	12,75	9,87	6,22	12,35	119.94
Brida (1967-1995)	16,80	14,52	25,31	14,95	11,36	7,82	3,01	1,81	8,85	17,90	10,38	11,89	184.65
Stettin (1973-2010)	21,48	16,72	27,52	24,65	25,36	11,25	4,13	8,68	23,61	26,10	19,51	17,39	237.71

Fig. n° 14: moyenne mensuelle des précipitations





A la station d'Aflou la pluviométrie mensuelle varie entre 9.45 mm (aout) et 81.95 mm au mois de Janvier avec une moyenne annuelle de 332.84 mm

A la station de Sebgag la pluviométrie mensuelle varie entre 4.62 mm (juillet) et 16,10 mm au mois de novembre avec une moyenne annuelle de 149.52 mm

A la station de GueltatS.Saad la pluviométrie mensuelle varie entre 0.29 mm (juillet) et 12.35mm au mois de mars avec une moyenne annuelle de 119.94 mm

A la station de Stitten la pluviométrie mensuelle varie entre 4.9 mm (juillet) et 28 mm au mois de mars avec une moyenne annuelle de 235.6mm

A la station de Brida la pluviométrie mensuelle varie entre 2 mm (Aout) et 26 mm au mois de novembre avec une moyenne annuelle de 227.33 mm

III .2.3 Précipitation Saisonnière ou régime saisonnier:

La méthode consiste à grouper les mois trois par trois de telle sorte que le début de chaque trimestre ou saison est marqué par un solstice ou par un équinoxe.

Il on résulte quatre totaux pluviométriques saisonniers qui sont :

Hiver (décembre, Janvier, février) 90 jours et 1/4.

Printemps (mars, Avril, Mai) 92 jours.

Eté (Juin, Juillet, Août) 92 jours.

Automne (septembre, Octobre, Novembre) 91 jours.

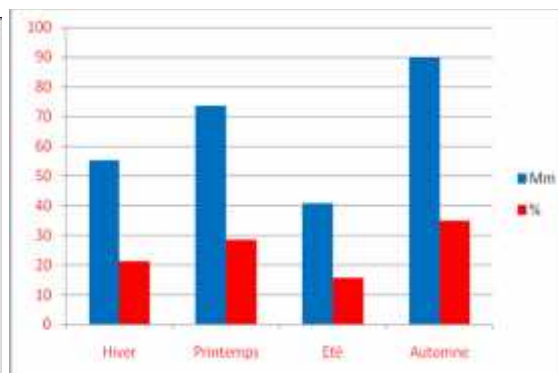
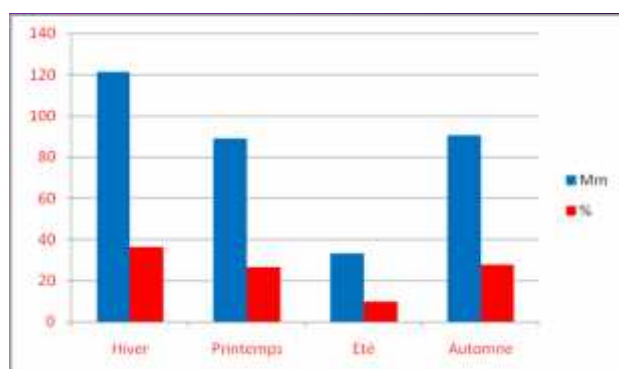
Tab n°08: Précipitation Saisonnière des stations pluviométriques

Stations	Moy.Saison	Hiver	Printemps	Été	Automne	Indice Saisonnier	R
Aflou	mm	121.11	88.87	32.98	90.285	HAPE	1.73
	%	36.38	26.7	9.92	27.71		
Sebgag	mm	31,27	38,07	22,66	41,52	APHE	1,47
	%	20,91	25,46	15,15	27,77		
Gueltet S.S	mm	33.79	35.13	8.48	28.84	PHAЕ	1,51
	%	28.17	29.29	7.07	24.04		
Stitten	mm	55,59	77,53	24,06	69,22	PAHE	1,84
	%	23,58	32,89	10,20	29,36		
Brida	mm	43.21	51.63	12.63	37.13	PHAЕ	1,59
	%	23.40	27.96	6.84	20.11		

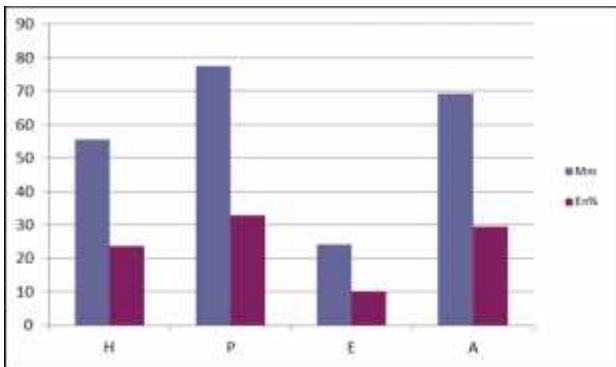
Fig n°15: Précipitation Saisonnière des stations pluviométriques

AFLOU

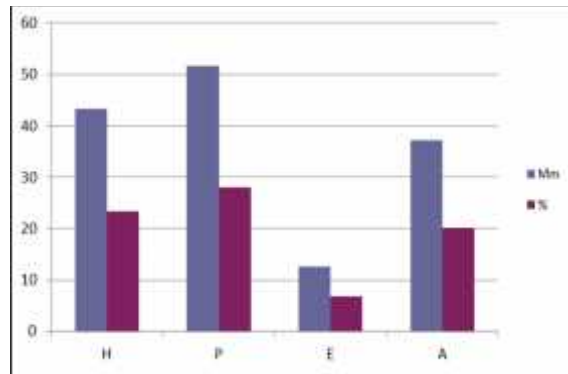
SEBGAG



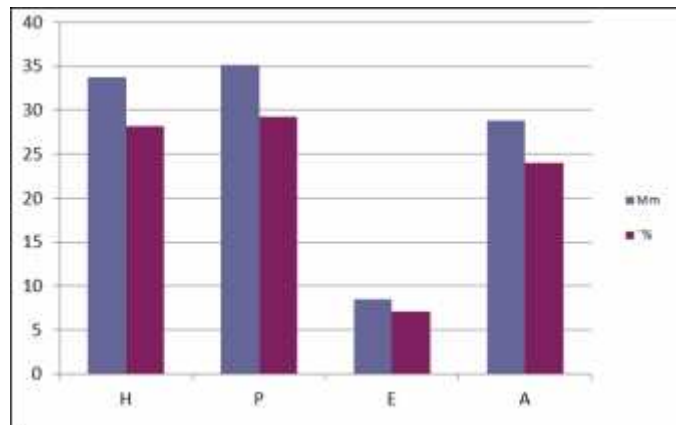
Stitten



BRIDA



Gueltat Sidi Saad



Pour Aflou l'hiver est la saison la plus pluvieuse avec un pourcentage de 36.38%, à Sebgag l'automne est la saison la plus pluvieuse avec un pourcentage de 34.7% tandis que à Gueltat Sidi Saad, Stitten et Brida le printemps c'est la saison la plus pluvieuse avec un pourcentage variant de 27,96 % à 32,89 %

III .3 Détermination de la lame d'eau précipitée sur les deux bassins :

Les surfaces des deux bassins ont été déterminées par planimètrage pour O. Sidi Naceur présente une surface de 1972 km², celle de l'amont de l'O.Touil est de 2750,60 km²

Pour une précipitation moyenne de 189,64 mm, le volume précipité sur le bassin versant de Sidi Naceur sera de 373,97 .10⁶ m³

Pour l'Oued Touil et pour des précipitations moyennes de 211,7 mm, le volume sera de 582,30 .10⁶ m³

En raison du nombre insuffisant de stations pluviométriques au niveau de l’Oued Touil et l’Oued Sidi Naceur la méthode des isohyètes n’a pas été utilisée.

Tab n °09: Evaluation du volume moyen des précipitations tombées sur les deux bassins Méthode de Thiessen :

Bassins versants	Stations	P moyennes (mm)	Surfaces (km²)	Volumes (10⁶ m³)	
Sidi naceur	Stitten	237.71	823,2	195.68	
	El-Bayadh	258	96,8	24,97	
	Boualem	188	323,6	60,83	
	Brida	184.65	677,6	125.12	
	GueltatS.Saad	119.94	43,2	5.18	
	Sebgag	149.52	7,60	1.13	
	TOTAL		1.972	412,91	
Amont O.Touil	Brida	184.65	280,4	51.77	
	Sebgag	149.52	460	68.78	
	Taouiala	208,50	020	04,17	
	Aflou	333 ,84	311,4	103,96	
	Gueltet S.S	119.94	600	71.96	
	Sidi Bouzid	251,45	1038,4	261,10	
	O.Morra	235	94,4	22,18	
	TOTAL		2750,6	583.92	

Tab n °10 :Comparaison des résultats obtenus par les deux méthodes

Bassins versants	Thiessen (10 ⁶ m ³)	Moyennes (10 ⁶ m ³)	Différences (10 ⁶ m ³)	Différences par rapport à la moyenne en %
O.Touil	583.61	582.30	1.31	0.22
O.S. Naceur	412.91	373.97	38.94	9.89

Les deux méthodes donnent des résultats assez proches, la différence par rapport à la moyenne variant entre 0,22 % à 9.89 %

III .4 Température:

Tab n° 11: températures de la station Aflou(ANRH Laghwat)

Année	T°	Jan	Fev	Mars	Avl	Mai	Jin	Jui	Août	Sep	Oct.	Nov	Dec	Moy annuelle
2001	T° Min	-9.1	-3.4	1.6	0.9	5.4	13.5	16.2	15.7	10.9	8.9	-0.2	-3.8	4.71
	T° Max	9.7	11.5	18.5	18.7	22.2	31.1	34.3	32.0	26.6	24.7	12.9	10.7	21.07
	T° Moy	3.3	4.1	10.0	9.8	13.8	22.3	25.1	23.8	18.6	16.8	6.3	3.4	13.10
2002	T° Min	-4.6	-3.3	-0.2	1.3	5.5	11.	13.6	12.	8.9	4.9	00	-1.9	3.93
	T° Max	10.7	14.2	16.4	16.6	22.9	29.9	32.7	30.3	26.3	12.9	12.3	10.8	19.66
	T° Moy	3.1	5.4	8.1	8.9	14.2	20.9	23.2	21.6	17.6	13.4	6.2	4.4	12.25
2003	T° Min	-4.4	-3.9	-0.5	1.9	5.9	12.2	15.7	14.0	9.2	6.1	-0.2	-4.1	4.32
	T° Max	6.0	7.9	14.6	17.9	23.5	29.5	34.1	15.2	26.7	20.1	13.2	7.9	18.05
	T° Moy	0.8	2.0	7.0	9.9	14.8	20.8	24.9	14.6	17.9	13.1	6.5	1.9	11.18
2004	T° Min	-4.2	3.0	-1.0	0.4	2.6	9.6	13.4	13.9	8.5	6.2	-2.7	-4.4	3.77
	T° Max	9.7	13.7	15.2	16.5	16.8	28.4	32.8	33.2	26.5	23.4	13.5	7.1	19.73
	T° Moy	2.8	5.4	7.1	8.5	9.7	18.9	23.1	23.5	17.5	14.8	4.8	1.3	11.45
2005	T° Min	-7.0	-6.0	-7.3	1.9	7.5	1.8	15.0	13.1	8.6	5.3	-1.2	-5.5	2.18
	T° Max	8.6	7.2	8.6	19.4	27.8	19.8	33.5	32.9	25.4	21.9	12.9	7.8	18.81
	T° Moy	0.8	0.6	0.7	10.7	17.6	10.9	24.3	23.0	16.9	13.6	5.8	1.1	10.5

Chapitre III

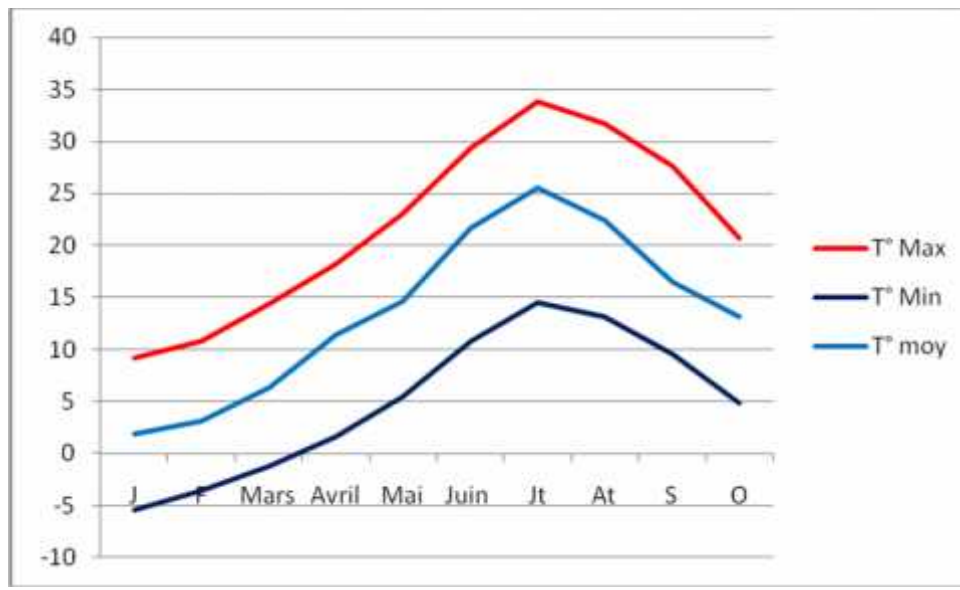
Climatologie

	T° Min	-6.1	-5.4	-1.6	3.2	7.7	20.3	12.9	13	6.9	5.5	-0.9	6.8	5.19
2006	T° Max	4.7	8.2	16.7	20.9	23.9	34.9	34.2	33.3	23.8	24.4	15.8	7.1	20.65
	T° Moy	-0.7	1.4	7.6	21.1	15.8	27.6	23.5	22.8	15.4	14.9	7.5	6.9	13.65
2007	T° Min	-5.2	-2.5	-1.9	0.9	3.8	9.7	12.8	12.1	8.4	3.5	-3.3	-6.1	2.68
	T° Max	12.9	11.8	11.2	15.7	22.9	31.3	33.6	34.4	26.9	19.7	13.9	8.5	20.23
	T° Moy	3.9	4.6	4.7	8.3	13.0	20.5	23.2	22.2	17.7	11.6	5.3	1.2	11.35
2008	T° Min	-5.4	-4.8	-2.3	0.7	4.3	8.3	14.1	12.3	8.5	2.5	-4.5	-7.1	2.21
	T° Max	11.9	13.2	15.3	20.2	22.4	27.7	33.9	33.7	26.8	17.2	10.2	7.3	19.98
	T° Moy	3.3	4.2	6.5	10.4	16.3	18.1	24.0	22.9	17.6	9.8	2.9	0.1	11.34
2009	T° Min	-6.7	-5.8	-2.9	-3.3	3.7	8.7	12.6	12.3	5.8	1.8	-2.7	-5.1	1.53
	T° Max	6.9	10.4	14.2	14.3	24.1	30.3	34.6	44.0	22.8	22.0	16.2	13.4	21.
	T° Moy	0.1	2.3	5.6	6.6	19.9	25.5	33.6	28.1	14.3	11.6	9.1	4.1	13.4
2010	T° Min	-5.4	-3.9	-2.2	0.2	0.9	7.1	11.8	10.9	10.6	1.4	1.0	-5.1	2.27
	T° Max	10.0	12.0	15.1	18.5	21.4	29.8	34.5	33.8	34.2	20.7	16.4	12.6	21.58
	T° Moy	2.3	4.0	6.6	9.4	11.7	18.4	23.1	22.3	14.1	11.0	7.8	3.7	11.2
2011	T° Min	-5.2	-3.6	1.4	6.8	9.2	10.2	17.7	11.2	15.0	2.0	1.4	-4.7	5.11
	T° Max	10.3	11.8	13.1	22.7	23.8	28.9	34.1	23.4	35.6	20.1	16.1	11	20.90
	T° Moy	0.9	1.4	5.6	6.6	12.7	26.5	32.6	25.1	18.3	11.6	11.1	7.1	13.29
2012	T° Min	-2.0	-4.0	2.0	4.6	8.9	16.9	18.7	17.8	14.1	9.6	4.7	0.7	7.66
	T° Max	9.4	7.8	15.0	17.8	26.2	32.1	34.3	35.2	29.0	22.2	14.5	11.6	21.25
	T° Moy	1.7	2.4	6.6	26.1	15.8	29	25.5	18.8	12.4	14.9	6.5	8.8	14.04

Tab n°12:les températures moyennes minimales, maximales et moyennes (2001 à 2012)

T°	J	F	Mars	Avril	Mai	Juin	Jt	At	S	O	N	D	Moy
T° Max	9.23	10.81	14.49	18.27	23.16	29.48	33.88	31.78	27.64	20.78	13.99	9.65	20.26
T° Min	-5.44	-3.63	-1.24	1.63	5.45	10.78	14.54	13.19	9.62	4.81	-0.72	-3.36	6.21
T° moy	1.86	3.15	6.34	11.36	14.61	21.62	25.51	22.39	16.53	13.09	6.65	3.67	12.23

Fig n °16: les températures moyennes minimales, maximales et moyennes (2001 à 2012)



L'amplitude maximale des températures mensuelles moyennes interannuelles s'observe entre le mois juin, juillet, aout

Les températures minimales sont enregistrées aux cours des mois janvier, février et Mars

III .5. Les indices climatiques :

III .5.1 Indice d'aridité annuel selon De Martonne:

De Martonne (1923) a défini un indice d'aridité $A = P/T + 10$. Dans lequel P représente les précipitations moyenne annuelles en mm et T température moyenne annuelles en C°

$I_A > 20$ Climat humide (de montagne)

$I_A < 20$ Climat semi -aride < 10

$I_A < 10$ Climat steppique < 5

$I_A < 5$ Climat hyperaride

Dans ce cas on a $I_A = 1.24$ donc $I_A < 5$ Climat hyperaride

III .5.2 Indice d'aridité mensuel de De Martonne:

Pour préciser l'évolution du climat en cours de l'année, les élèves de De MARTONNE ont proposé d'appliquer la même règle en l'ajustement au cycle mensuel, nous avons :

$$I=12p/t+10$$

Avec p : précipitations mensuelles (mm).

t: température moyenne mensuelle (C°)

Tab n°13:les températures et les précipitations moyennes

Mois	Jan	fev	mars	Avr	Mai	j	jt	aut	sep	oct	Nov	dec	Anneé
P (mm)	81.95	19.06	23.83	37.58	27.46	11.35	12.18	9.45	35.08	22.03	33.175	20.1	333n84
T° moy (°C)	1.86	3.15	6.34	11.36	14.61	21.62	25.51	22.39	16.53	13.09	6.65	3.67	13.19 C

La distribution de l'indice climatique mensuel permet de mettre en évidence quatre (04) périodes caractéristiques

* Pour les mois ou l'indice d'aridité est supérieur à 20, c'est un climat de montagne qui règne en hiver au niveau d'Aflou

*Les mois ou $10 < i < 20$, constituent des périodes de transition, les précipitations sont encore importantes, mais les températures progressent ou sont encore élevée, le climat est semi-aride

*Les mois ou $5 < i < 10$ les précipitations sont encore importante mais les températures sont déjà très élevés et le seuil critique est atteint.

*Les mois ou $i < 5$ les températures sont très élevés et les précipitations présentent leurs minimas

Nous avons donc à A flou un climat de montagne bien apparent en hiver mais dont les caractéristiques principale sont voilées en été par les influences saharienne.

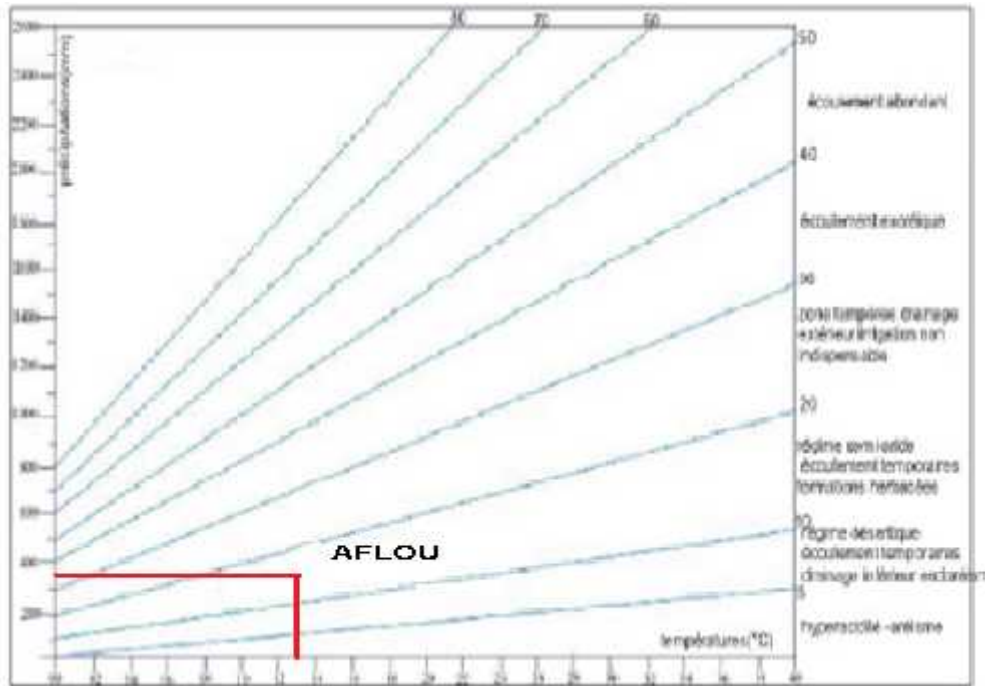


Fig n ° 17 :Indice d'aridité : Diagramme de De Martonne

III .5.3 l'indice pluviométrique de Moral:

Paul Moral inspiré par les travaux Aubre ville tenta d'établir un indice climatique qui corresponde aux régions de l'Afrique de l'ouest .cet indice permet d'apprécier le degré d'aridité d'une région.

$$I_A = P/T^2 - 10T + 200$$

I_A : indice pluviométrique

annuel, l'indice I_A = marque la limite entre l'humidité et la sécheresse

p : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (C°)

Nous avons obtenu pour Aflou 1.5 (humide)

III .5.4 indice climatique de L.Emberger :

considérant qu'a température moyenne égale, l'évapotranspiration est d'autant plus grande que l'écart entre le moyenne des maxima du mois le plus chaud (M)et la moyenne des minima du mois le plus froid (m) est plus élevé , L.Emberger propose de calculer un indice climatique Q_2 Tel que

$$Q_2 = \frac{P}{(M + \frac{m}{2})(M + m)} \cdot 1000$$

Avec p : précipitation moyenne annuelle (mm).

M: moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en degrés absolus

m: moyenne des températures minimales du mois le plus froids en degrés absolus
 les valeurs de Q_2 sont reportées

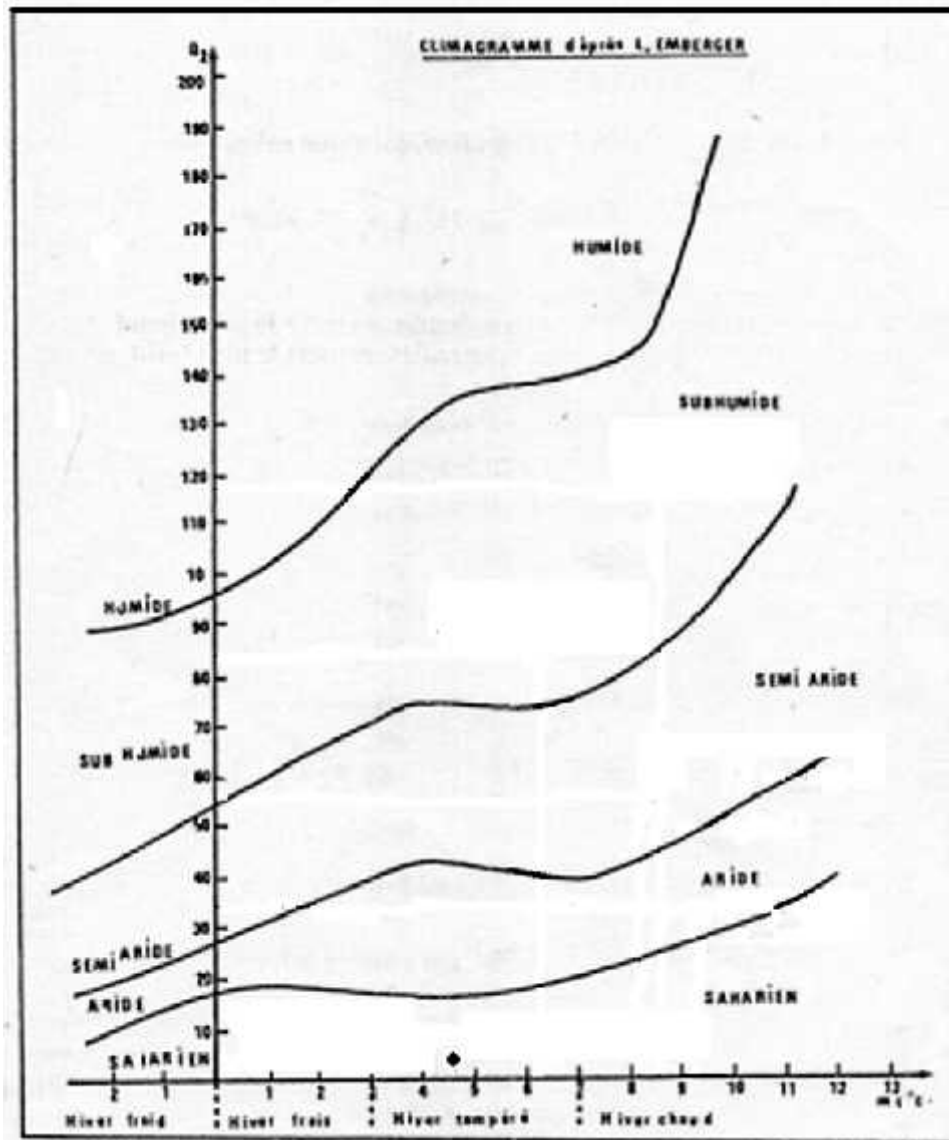


Fig n° 18: Climagramme de L.Emberger pour la détermination du climat.

III .5.5 Méthode de Stewart

On tient compte ici d'un indice pluviométrique Q_2 calculé à partir de la relation $Q_2=3.43P/M+m$
 Avec P:précipitationmoyenne annuelle (mm).

Met m : moyenne des températures extrême du mois le chaud et le mois le plus froid en degré absolus pour :

$Q_2 < 50$ Climat semi aride

$Q_2 < 50$ Climat désertique

III .5.6 Indice de Kerner

Il traduit la continentalité ou ce qui revient au même l'influence de la mer

$$K = (T_0 - T_a) \cdot 100 / A$$

K: indice de continentalité thermique exprime en % dont la valeur varie de 100% pour un climat maritime à 0% pour un climat continental

T_0 : température moyenne du mois octobre en C°

T_a : température moyenne du mois Avril en C°

A: amplitude thermique en C°

III .6 Bilan hydrologique :

L'étude hydrogéologique d'un secteur suppose la détermination de son bilan hydrologique dont l'équation générale peut s'écrire : $P = R + E_{tr} + I$

P : précipitations en mm

R : le ruissellement de surface en mm

E_{tr} : l'évapotranspiration réelle en mm

I : l'infiltration en mm

III .7 Evaporation et l'évapotranspiration :

- L'évapotranspiration correspond à un phénomène complexe regroupant à la fois :

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

- Pour les quatre stations et à l'exception de la méthode de P. Verdeil toutes les méthodes utilisées (Turc, Coutagne, Wundt et Thornthwaite) donnent une évapotranspiration réelle égale ou supérieure aux précipitations.

III .7.1 Méthode de Turc :

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

-cette méthode permet d'évaluer directement le déficit d'écoulement annuel d'un bassin

$$E_{tr} = p / \sqrt{(0.9 \times P^2 / L)}$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

L'évapotranspiration réelle est pour Aflou : 309.72mm

III .7.2 Méthode de Coutagne :

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 :

$$D = P - \tau P^2$$

avec $\tau = \frac{1}{0.8} + 0.14T$

Cette relation n'est applicable que pour Comprise entre $1/8 \tau$ et $1/2 \tau$

Dans le cas qui nous intéresse P est inférieure à $1/8 \tau$ le déficit d'écoulement sera égal aux précipitations.

Cette méthode nous a donné les résultats suivants

Aflou : 327 mm

III .7.3 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. Nous avons obtenu pour Aflou : 315 mm

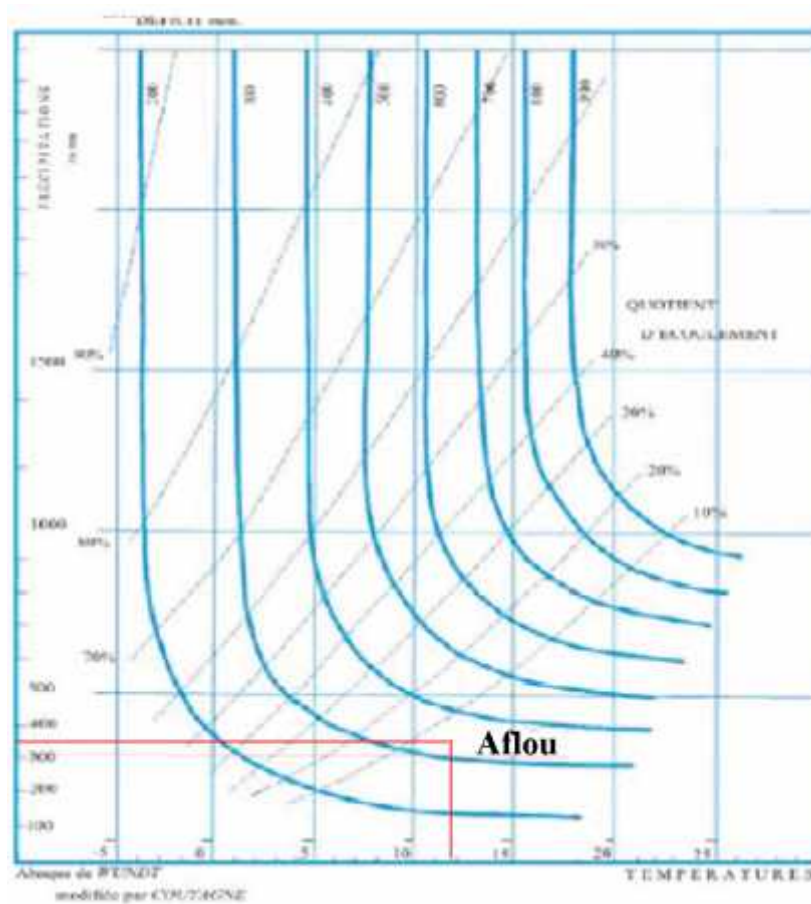


Fig n° 19:Abaque de Wundt (modifié par Coutagne) : pour la détermination de l'évapotranspiration réelle (Déficit d'écoulement)

III .7.2 Méthode de P.Verdeil:

En étudiant le climat de l'Algérie, surtout en zones arides et semi-arides, Mr P.VERDEIL a établi un abaque pour le calcul du déficit d'écoulement en fonction des précipitations, c'est l'une des méthodes les plus récentes et la mieux adaptée au climat de l'Algérie pour les précipitations inférieures à 600 mm.

Pour la station d'Aflou nous avons obtenu : 315 mm

Pour Sebgag : 205 mm (97.9% des précipitations) ; pour Oued Sidi Naceur : 200 mm (94.26% des précipitations)

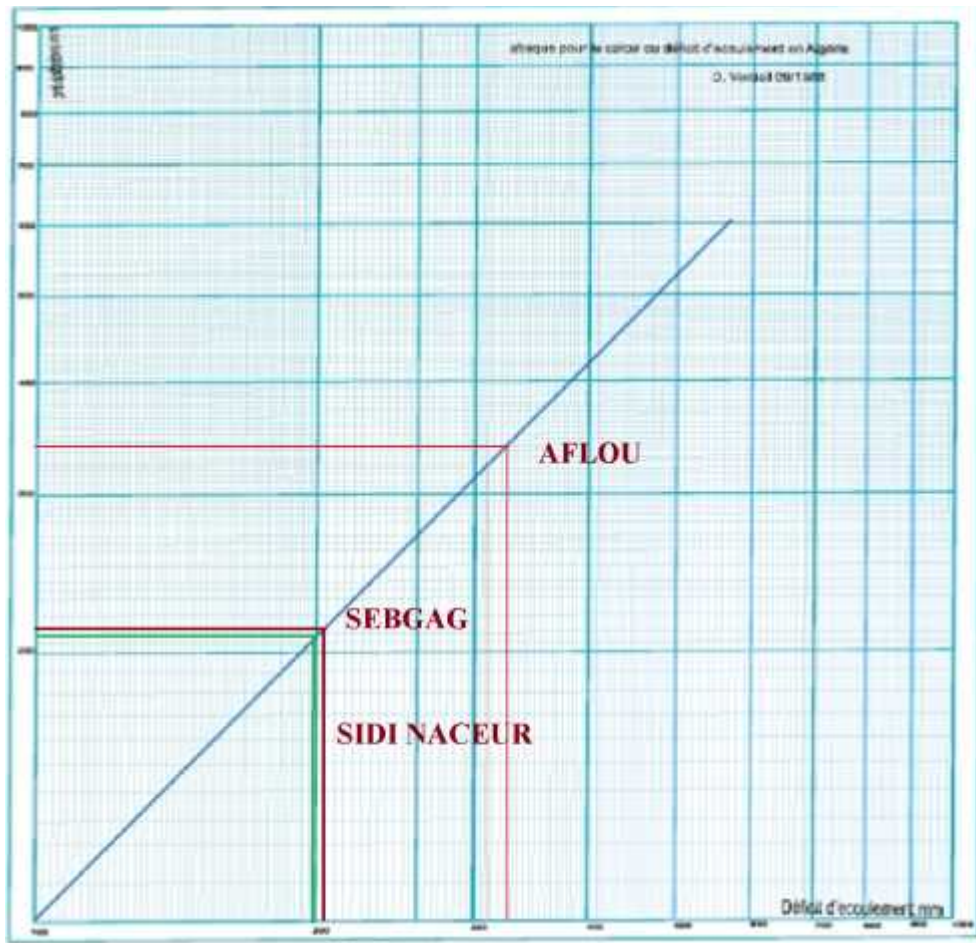


Fig n° 20: Abaque de P. Verdeil : pour la détermination de l'évapotranspiration réelle (Déficit d'écoulement) En Algérie

III .8 Le ruissellement :

III .8 .1 Utilisation de la méthode de Tixeront-Berkaloff pour Aflou:

Cette méthode permet de calculer le ruissellement d'une région dont la pluviométrie annuelle ne dépasse pas les 600 mm avec une erreur de 10 %.

$$R = P^3/3Etp^2$$

R : le ruissellement en m

P : précipitations en m

Etp : Evapotranspiration potentielle calculée selon la méthode de Thornthwaite pour Aflou elle est de 739,35mm.

Le ruissellement calculé est de 22.48 mm soit 6,75% des précipitations.

III .8 .2 Estimation du bilan sur la base des hydrogrammes :

- Le ruissellement par intégration des courbes des différentes crues pour l'amont de Oued Sebgag et Oued Sidi Naceur :

Selon Mr Stamboul M (Doctorat d'état) il a obtenu par intégration des courbes de crues.

Tab n °14 : Le ruissellement

<i>Oueds</i>	P (mm)	Lame d'eau en mm	
Amont O.Sebgag	212.17	19	8.9 %
Sidi Naceur	209.38	4,05	2%

III .9- L'infiltration et déficit d'écoulement :

Ces sans contexte le paramètre le plus difficile à calculer en raison des approximations multiples intervenant dans son estimation.

Les Méthodes d'approche nous donnent pour l'infiltration (Maillet et Mangin):

Amont Sebgag : $1,82 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{an}$ soit 14,39 mm (6.8 %)

Oued Sidi Naceur: $9,97 \cdot 10^6 \text{ m}^3 / \text{an}$ soit 5,06 mm (2,41%).

Tab n °15:l'estimation des différents paramètres du bilan

OUEDS	P (mm)	R + I (mm)	Déficit d'écoulement	
			mm	%
SEBGAG	212.17	33.39	178.78	84.26
SIDI NACEUR	209.38	9.11	200.27	95.64

Tab n °16: précipitation, infiltration, évapotranspiration et ruissellement de Sebgag et oued

Sidi Naceur

Stations	Précipitations (mm)	Etr		Ruissellement		Infiltration	
		mm	En % des P	mm	En % des P	mm	En % des P
O.Sebgag	212.27	178.78	84.26	19	8.9	14.39	6.8
O. Sidi Naceur	209.38	200.27	95.64	4.05	2	5.06	2.41

Conclusion :

Les bassins versants de l'oued Sebgag et oued sidi Naceur présentent des ensembles morpho-structuraux bien tranchés des caractères morpho métriques déterminants des différences sensibles dans l'aptitude des terrains au ruissellement, des facteurs lithologiques donnant lieu à des possibilités d'infiltration très nuances

L'évaluation annuelle moyenne des pluies et des températures a permis de distinguer une période chaude et sèche et une période froide et humide, alors que ces périodes sont mobiles et leurs duré est très variables d'une année a l'autre .l'étude des extrêmes de l'écoulement a permie de confirmer le caractère d'régulations et d'immodération qu'on à déduit précédemment dans l'analyse du régime

Chapitre IV

Hydrologie

IV. Le découpage hydrographique de l'Algérie :

Selon la nouvelle politique de l'eau, le territoire algérien est découpé en cinq régions en bassins hydrographiques (figure n°17) :

1. Oranie_Chott - Chergui
2. Chellif_Zahrez
3. Algérois_Hodna_Soummam
4. Constantinois_Seybouse_Mellègue
5. Sahara

Le découpage hydrographique adopté a été essentiellement basé sur les critères suivants :

les caractéristiques géographiques et naturelles de la région, le groupement des bassins versants et sous-bassins hydrographiques, entre lesquels existent des nécessités de transfert.

IV.1 Le bassin hydrographique Oranie_Chott- Chergui :

La région hydrographique Oranie_Chott- Chergui couvre une superficie d'environ 77 169 Km², soit le tiers du Nord de l'Algérie. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Est par la région Chéllif_Zahrez, à l'Ouest par le Maroc et au Sud par le bassin de Sahara.

La pluviométrie moyenne annuelle de la région Oranie_Chott- Chergui est de 318 mm, soit un volume d'eau précipitée de 24 600 Millions de mètre cube, alors que les écoulements annuel en eau de surface sont estimés à environ 971 Millions de mètre cube. Le sous bassin de l'Oued Sidi Naceur est situé à la limite sud -est de ce bassin

IV.2 Le bassin hydrographique Chellif_Zahrez :

Le bassin hydrographique Chellif_Zahrez couvre une superficie d'environ 56 227 Km². Il est limité à l'Ouest par Oranie_Chott- Chergui, à l'Est par Algérois_Hodna_Soummam, au Nord par le bassin de Méditerranée et au Sud par le Sahara. Le sous bassin de Sebgag se trouve à limite sud-ouest de ce bassin.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 418 mm, soit un volume d'eau précipitée de 23 500 Millions de mètre cube. Alors les écoulements superficiels annuels estimés à environ 1947 Millions de mètre cube.

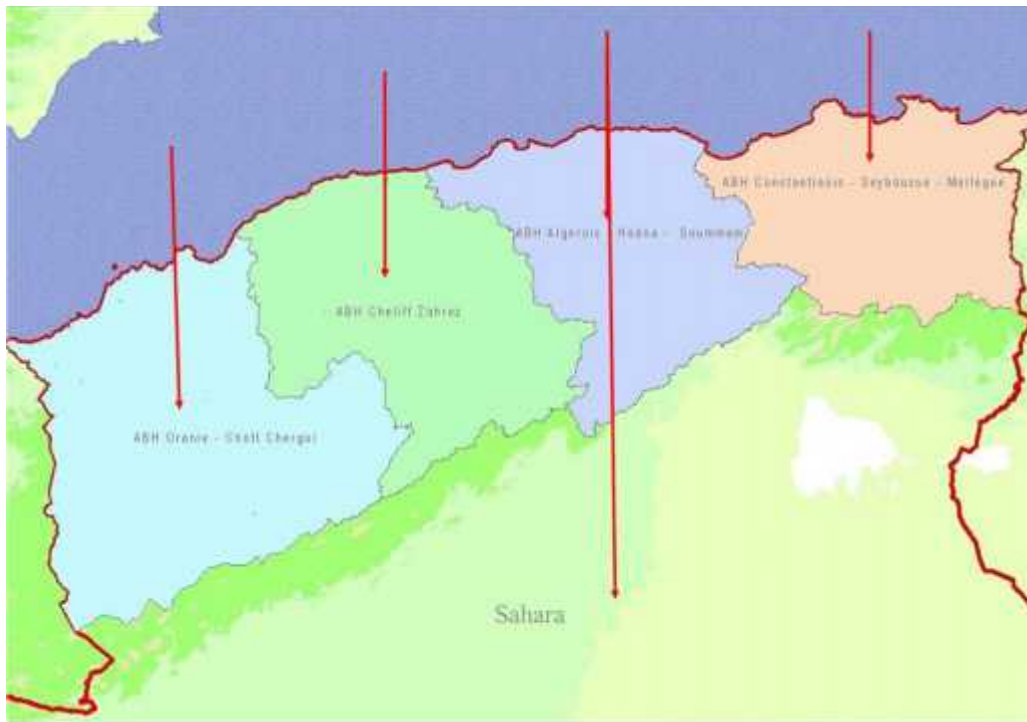


Figure n°21 : Organisation des grands bassins versants du nord de l'Algérie

Sur un plan purement hydrographique, les crêtes du Djebel Amour dessinent une ligne de partage des eaux qui, pour les unes, vont rejoindre les Dayas, les Sebchas 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 avant d'aller se perdre en bordure des sables du Grand Erg Occidental.

Dans leur grande majorité, les cours d'eau issus de l'Atlas répondent bien à leur appellation d'oueds, puisqu'ils à sec la majeure partie de l'année.

Certains cependant sont régulièrement alimentés par le déversement des nappes souterraines.

Parmi ces oueds : Oued Sebgag et Oued Sidi Naceur, les deux prennent naissance au versant nord du Djebel Amour.

L'objectif de cette étude hydrologique est de donner une idée sur le comportement hydrologique d'un oued situé en climat semi-aride et alimenté par le déversement d'un certain nombre de sources émergent au niveau des grès du Continental Intercalaire de la vallée de Sebgag qui se situe au nord-ouest de la cuvette d'Aflou. L'étude intéresse deux périodes de (1966-1967) et (1981-2007).

IV.3 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.

Durant la période 1966-1967 une station hydrométrique 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).

Pour la seconde période (1981-2007) les mesures ont été effectuées au niveau de la station hydrométrique de Gueltat Sidi Saad et Les données sont fournies par l'A.N.R.H de Djelfa et d'Alger.



Fig n ° 22 : la carte topographique de oued Sebgag

Période 1966-1967 :**IV.3 .1 Débit journalier :**

Le débit maximum reconnu de 0.25 m³ /s a été observé le 12 Janvier 1967. De Novembre à la fin Avril les débits oscillent entre 0.15 m³ /s et 0.20 m³/s. On a pu reconnaître une série de crues intermédiaires dont le débit de pointe moyen reste inférieur à 0.25 m³ /s.

De Mai à fin Août les débits décroissent rapidement et les valeurs reconnues sont comprises entre 0.1 et 0.04 m³ /s.

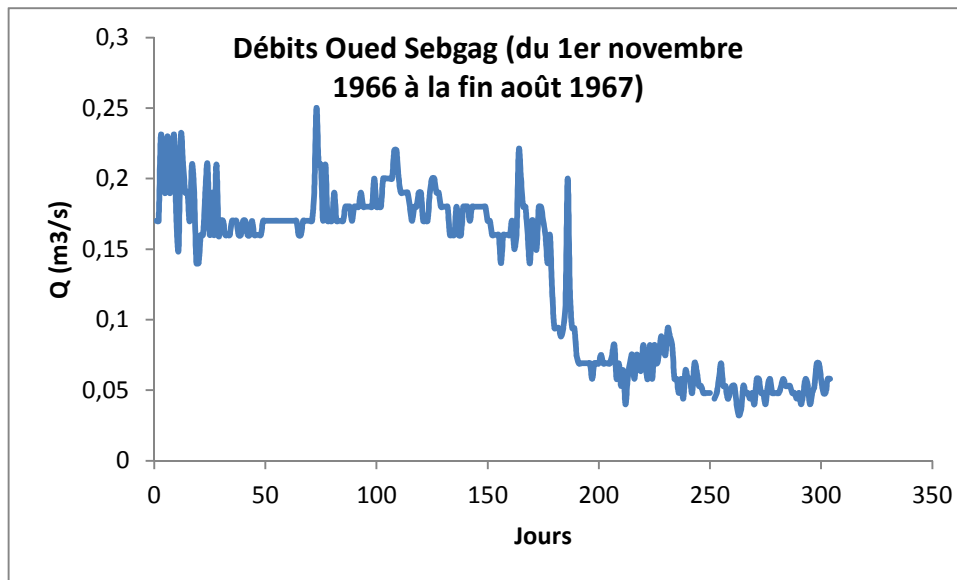


Fig n ° 23: débit journalier d'oued Sebtag

IV.3 .2 Les débits caractéristiques : (fig n°20)**IV.3 .2 .1 Débits minima mensuels :**

De Novembre à Mars les minima mensuels oscillent, entre 0.14 et 0.17 m³ /s. La valeur la plus élevée se présentant en Février. Au - delà la courbe décroît rapidement pour atteindre un minimum de 0.032 m³/s en Juillet.

IV.3 .2 .2 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.

IV.3 .2 .3 Débits moyens mensuels :

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 apparaît ici en Mai, les débits tombent 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 (0 à 5 % des observations) sont compris entre 0.1 et 0.15 m³/s.

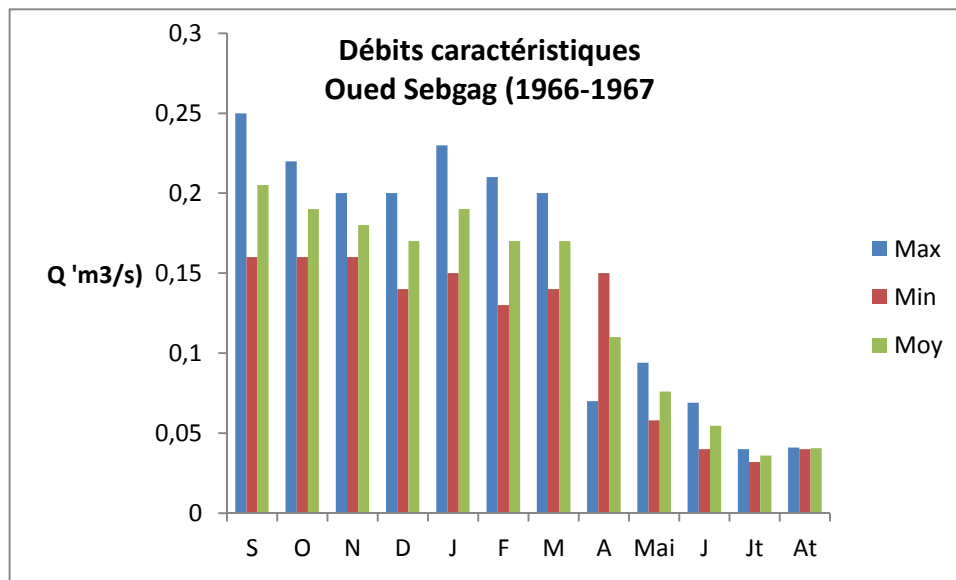
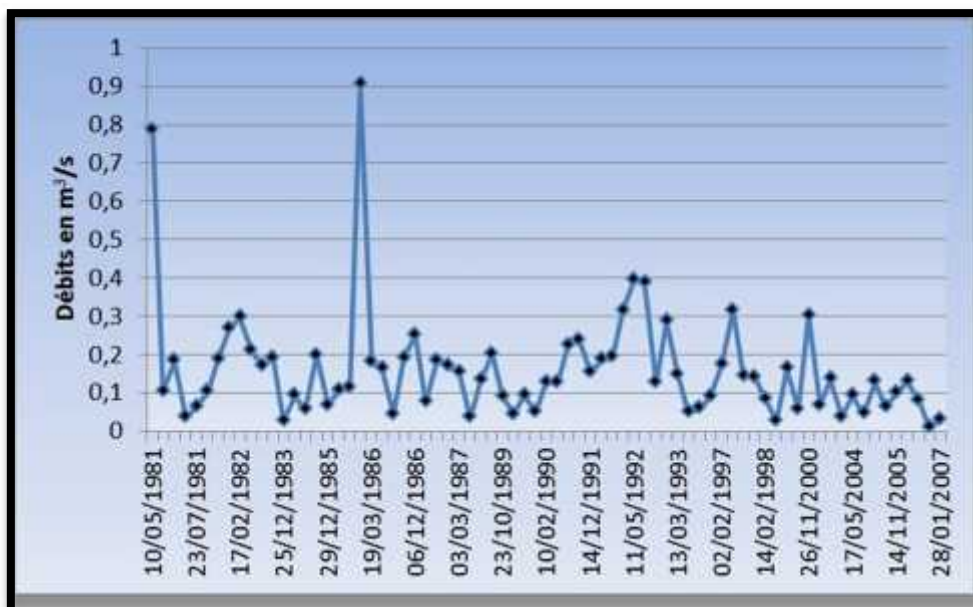


Fig n ° 24: débits caracteristiques oued Sebga (1966-1967)Période (1981-2007)

IV.3 .3 Variabilité des débits mesurés à la station:

Étant donné l’absence des jaugeages journaliers des débits on dispose une chronique discontinu de débits de l’oued Sebga pour la période (1981-2007)

Fig n ° 25: variabilité des débits de l’oued Sebga



Cette série de débits présente une maximale de 0,904 m³/s enregistrée le 10/03/1986 et une minimale de 0,012 m³/s enregistrée le 13/11/2006 avec une moyenne de 0,16 m³/s

La courbe des débits présente des variations remarquables d'une mesure à l'autre, ça seraient dues à la variabilité de la pluviosité.

IV.3 .4 Les crues de l'oued Sebgag:

Une liste des crues de l'oued Sebgag est délivrée par l'ANRH de Djelfa est reportée dans le tableau suivant

Tableau n°17: Crues de l'Oued Sebgag

Date	Hauteur maximale en cm	Date2	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

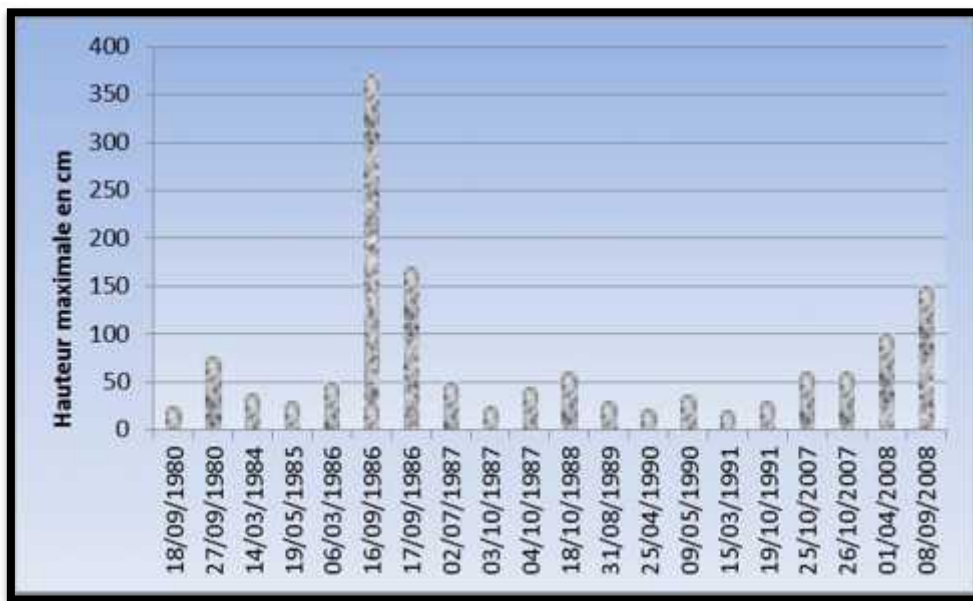


Fig n °22 :histogramme des crues

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.

L'absence des observations hydrométriques, de longue durée à la station du bassin, va nous poser à l'utilisation de ces méthodes pour le calcul des débits maximaux des crues probables.

Au niveau de la haute vallée du bassin versant de Sebtag, monsieur Stamboul M. à essayer de déterminer l'action de chaque pluie sur le volume ruisselé (obtenu par planimètrage des différentes crues) au niveau de l'Oued sur la période de mesure dont nous disposons.

Tab n ° 18 : les différentes crues d'oued Sebtag

TDate		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			
	12	0,6			
	13	11,0	2,7577	69552	2,52
	14	1,1			
	21	2,2	0,49335	26640	5,4
	22	1,7			
	26	3,9	0,54395	/	/
	27	0,4			
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			
	12	1,3	0,31625	19008	6,01
	13	0,7			
Août 1967	4	2,4	0,3036	5184	1,70

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.

IV.3.5 Comportement hydraulique:

L'analyse du comportement hydrologique d'un bassin versant s'effectue le plus souvent par le biais de l'étude de réaction hydrologique du bassin face à une sollicitation (la précipitation). Cette réaction est mesurée par l'observation de la quantité d'eau qui s'écoule à l'exécutoire du système. La représentation graphique de l'évolution du débit Q en fonction du temps t constitue un hydrogramme de crue. La réaction du bassin versant peut également être représentée par luminogramme qui n'est autre que la représentation de la hauteur d'eau mesurée en fonction du temps.

La réaction hydrologique d'un bassin versant à une sollicitation particulière est caractérisée par sa vitesse (temps de montée t_m , défini comme le temps qui s'écoule entre l'arrivée de la crue et le maximum de l'hydrogramme) et son intensité (débit de pointe Q_{max} volume maximum V_{max} etc). Ces deux caractéristiques sont en fonction du type et de l'intensité de la précipitation qui le sollicite mais aussi d'une variable caractérisant l'état du bassin versant " le temps de concentration des eaux sur le bassin)

IV.3 .6 Le temps de concentration:

Le temps de concentration t_c des eaux sur un bassin versant se définit comme le maximum de durée Nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exécutoire de ce dernier .il est composé de trois termes différents:

Th: temps d'humectation c'est le temps nécessaire à l'imbibition du sol par l'eau qui tombe avant qu'elle ne ruisselle.

Tr: temps de ruissellement ou d'écoulement c'est le temps qui correspond à la durée d'écoulement de l'eau à la surface ou dans les premiers horizons de sol jusqu'à un système de collecte (cours d'eau naturel , collecteur)

Ta: temps d'acheminement c'est le temps mis par l'eau pour se déplacer dans le système de collecte jusqu'à l'exutoire.

Th: Le temps de concentration t_c est donc égal au maximum de la somme de ces trois termes, soit:
 $TC = \max (\sum (Th + Tr + Ta))$

Théoriquement on estime que t_c est la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin du ruissellement .pratiquement le temps de concentration peut être déduit de mesures sur le terrain ou s'estimer à l'aide de formule le plus souvent empiriques.

Formule de GIANDOTTI:

$$T_c = \frac{1.5L + 4\sqrt{S}}{0.8 \sqrt{H_{moy} - H_{min}}}$$

S: superficie total du bassin versant [Km²]

L: longueur du talweg principale en [Km]

H_{moy}, H_{min}: respectivement la hauteur moyenne et minimale du BV en [m]

$$T_c = \frac{1.5 \cdot 34 + 4 \cdot \sqrt{348}}{0.8 \sqrt{1402.25 - 1200}}$$

$$T_c = 11.04 \text{ heure}$$

Formule de CALIFORNIA

$$T_c = \frac{0.87 \cdot L^3}{H_{max} - H_{min}} \cdot 0.386$$

$$T_c = \frac{0.87 \cdot 34^3}{1700 - 1200} \cdot 0.386$$

$$T_c = 5.10 \text{ heures}$$

Formule de KIRPICH:

$$T_c = 0.6615 L_p^{0.77} \cdot i_{moy}^{0.385}$$

Avec:

L_p: longueur de cour d'eau principal (km);

i_{moy}: pente moyenne du bassin versant;

$$T_c = 0.6615 \cdot 34^{0.77} \cdot 0.54^{0.385} = 7.88 \text{ heures}$$

Formule de VENTURA:

$$T_c = 1.1272 \frac{A}{i_{moy}}$$

$$T_c = 1.1272 \frac{348}{0.54}$$

$$T_c = 3.22 \text{ heures}$$

Les résultats de différentes méthodes sont présentés dans le tableau suivant

Tableau n °19: temps de concentration d oued Sebgag

Formules	Tc (heures)
GIANDOTTI	11,04
CALIFORNIA	5,10
KIRPICH	7,88
VENTURA	3,22

Pour des raisons de sécurité, on opte à la formule de GIANDOTTI car elle nous donne une valeur du temps de concentration la plus importante des autres formules c'est –à-dire :

Tc= 11 heure.

IV.3.7 Vitesse de ruissellement:

Cette vitesse est donnée par la formule :

$$V_R = \frac{L}{T_c}$$

L: longueur de talweg principal en (km)

T_c: temps de concentration en (heure)

$$V_R = \frac{34}{11}$$

$$V_R = 3.09 \text{ Km/h}$$

IV.4 L'OUED SIDI NACEUR :

L'oued Sidi Naceur prend naissance au niveau de la terminaison Nord Occidentale du Djebel Amour (Dans la région d'EL-Bayadh). Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources d'Hadj Mecheri et Sidi Naceur. L'écoulement s'effectue du sud -ouest vers le Nord-Est avec un parcours de 120km.

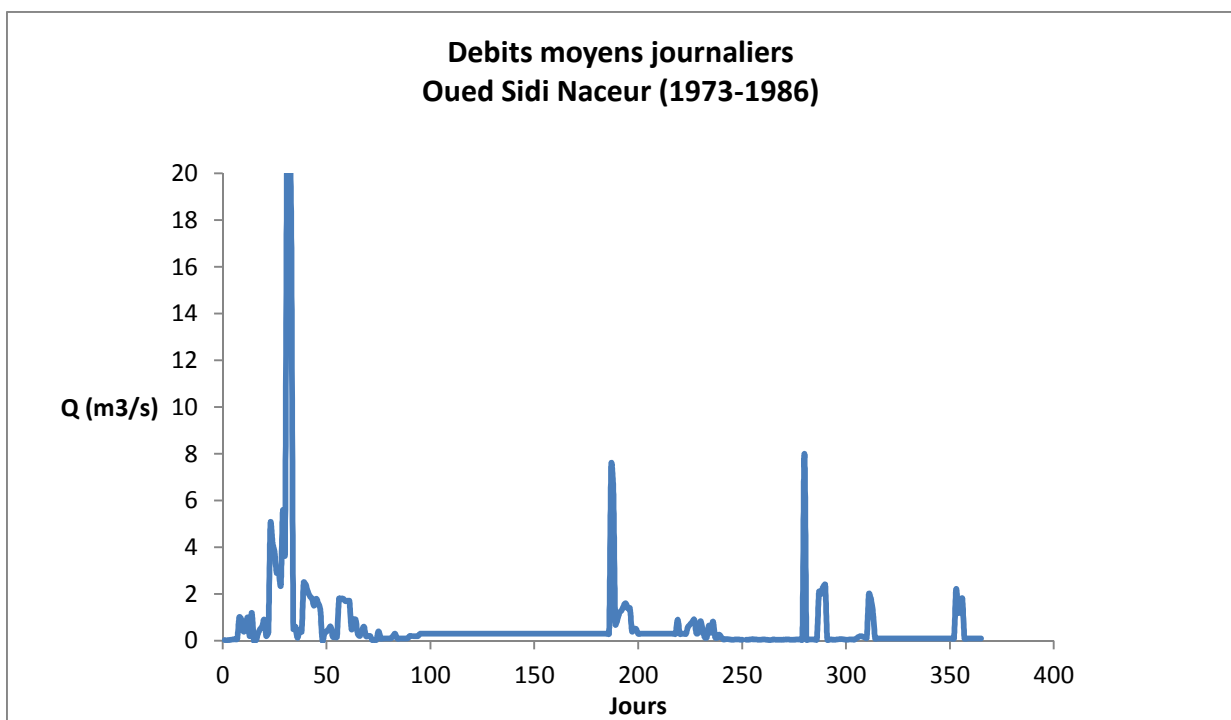
Le bassin versant limité au nord par celui du Chott Chergui couvre une superficie de 1553 Km²

L'oued est équipé d'une station hydrométrique implanté en 1973 .les observations réalisées comportent de nombreuses lacunes .

IV.4.1 Débits journaliers :

Les débits le plus élevés apparaissent à partir du 23 septembre et oscillent entre 2 m³/s et 6m³/s mais atteint leur maximum à partir du premier octobre avec 22 m³/s, le 2 octobre 21m³/s et 18m³/s le 3 octobre. Une à partir de cette date avec un débit minima moyen compris entre 0,1 m³/s et 3 m³/s. Il conserve la valeur de 0,3 m³/s jusqu'au 07 Mars pour atteindre un maximum secondaire de 7,5 m³/s et le débit décroît jusqu' à un minimum moyen de 0,3 m³/s, un autre maximum est enregistré le 08 juin avec 8 m³/s. Durant la période estivale le débit est de 0,1m³/s.

Fig n° 23: Débits journaliers oued Sidi Naceur



IV.4.2 Les débits caractéristiques :

IV.4.2.1 Débits minima mensuels :

Le débit le plus faible s’observe en août avec $0,0433 \text{ m}^3/\text{s}$. Il augmente ensuite progressivement pour atteindre $0,11 \text{ m}^3/\text{s}$ en octobre et $0,10 \text{ m}^3/\text{s}$ en novembre. De décembre à juillet les débits oscillent entre $0,076 \text{ m}^3/\text{s}$ (Mars) et $0,057 \text{ m}^3/\text{s}$ (janvier).

IV.4.2.2 Débits maxima mensuels :

Le maximum enregistré s’observe en Septembre $195,83 \text{ m}^3/\text{s}$, puis le débit décroît rapidement où il atteint son minimum de $0,187 \text{ m}^3/\text{s}$ en Décembre. De Janvier à Mai le débit augmente pour atteindre $91,3 \text{ m}^3/\text{s}$ en Mai. Durant la période sèche le débit présente des valeurs relativement élevées variant de $8,64 \text{ m}^3/\text{s}$ à $22,64 \text{ m}^3/\text{s}$ en juin

IV.4.2.3 Débits moyens mensuels :

Partant d’un maximum absolu de $1,74 \text{ m}^3/\text{s}$ en Septembre, les débits décroissent régulièrement pour atteindre un minimum de $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ en Février, après une légère augmentation en Mars, les débits décroissent pour retrouver un minimum de $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ en juillet et août.

Fig n° 24: Débits minima moyen oued Sidi Naceur

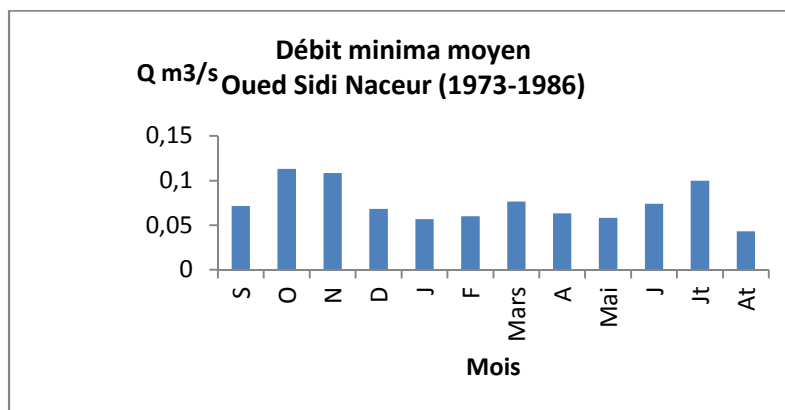


Fig n° 25: Débits maxima moyen oued Sidi Naceur

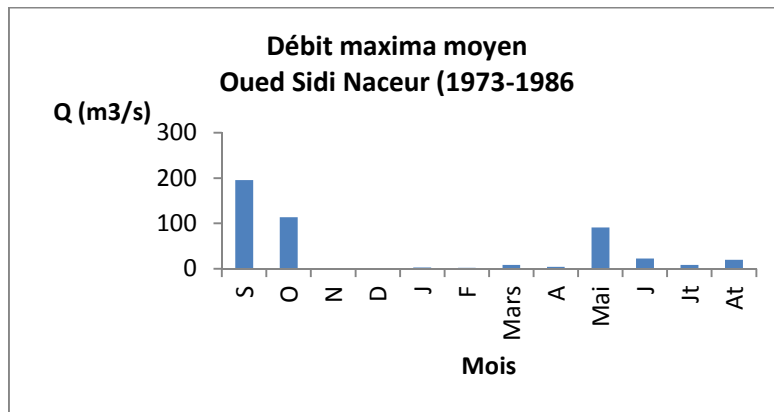
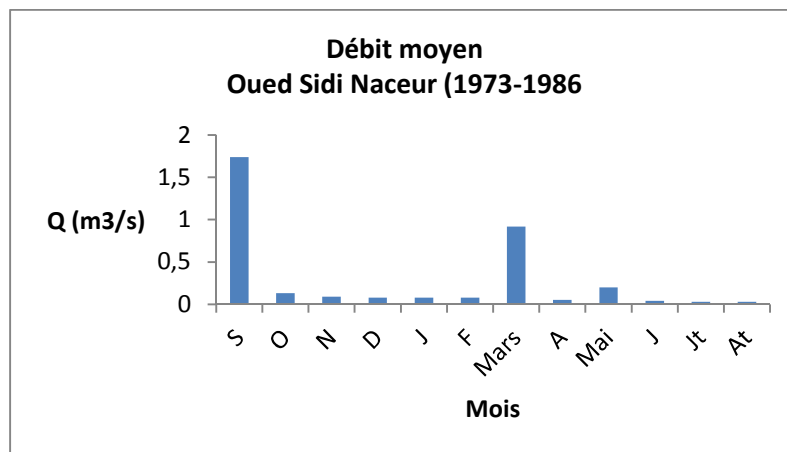


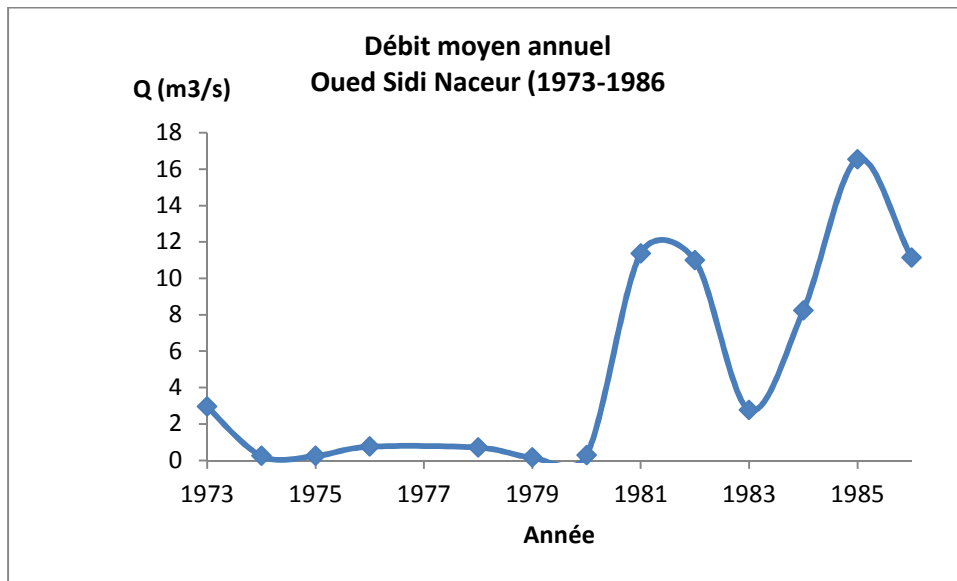
Fig n° 26: Débits moyen oued Sidi Naceur



IV.4.2.4 Le débit moyen annuel :

Les débits les plus élevés sont enregistrés durant la période allant de 1981 à 1986 de 16.5 m³/s en 1985 et un maximum secondaire de 11.1 m³/s. De 1973 à 1980 les débits oscillent entre un minimum de 0.16 m³/s (1979) et 2.95 m³/s en 1973.

Fig n° 27: Débits moyen annuel oued Sidi Naceur



IV.4.3. Ajustement des débits à des lois statistiques :

IV.4.3 .1 Oued Sidi Naceur :

Dans cette région, l'écoulement des oueds est caractérisé par le régime de crue. La crue est en effet un phénomène qui peut être valablement représenté par le débit maximal instantané ou sur une courte période journalière. La période étudiée s'étale de 1973 à 1986

La loi retenue pour cette prédétermination est la fonction gamma (méthode des moments). Les séries ajustées comportent dix valeurs chacune. Les courbes montrent un ajustement parfait à un intervalle de confiance de 95 %. Le tableau montre les différents paramètres découlant de la loi d'ajustement :

Tab n° 20: paramètres de la loi d'ajustement

Oued	Moyenne	Ecart type	Coef. variation	Coef de Skewness
O.Sidi Naceur	97,98	135,06	1,38	3,30

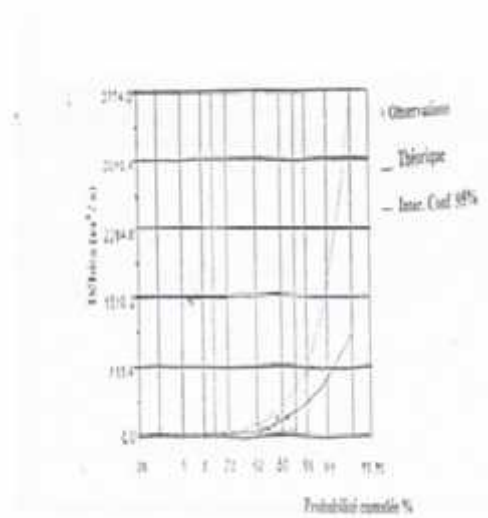
La dispersion est dissymétrique à gauche. Les crues décennales, centenaires et millénaires pour un intervalle de confiance de 95 % sont résumées dans le tableau suivant :

Tab n°21: Les crues décennales, centenaires et millénaires

Période de retour	O. Sidi Naceur
Décennale (10 ans)	249,68
Centenaire (100 ans)	644,83
Millénaire(1000 ans)	1129,61

Fig n °28: Ajustement des débits extrêmes à la loi Gamma.méthodes des moments

Oued Sidi Naceur 1973-1987



IV.4.4 Analyse des hydrogrammes des crues selon l'ANRH:

IV.4.4 .1 Paramètres de crue:

On indique dans le Tableau suivant les paramètres de crue sur la station de Sidi Naceur. Ces paramètres sont représentatifs d'un bassin versant qui réagit rapidement aux précipitations. Sur les crues les plus importantes le temps de montée varie de 4 à 10 heures ; la durée caractéristique est très proche du temps de montée.

Tab n °22: Synthèse des paramètres moyens de crue sur le Chott Chergui

Surface(Km ²)	Durée caractéristique	Temps de montée	de pointe Coefficient			Alpha
			hCp 1	Cp 2 h	Cp 3 h	
1556	47	6,8	2,5	4,2	7,3	3,9

IV.4.4 .2 Analyse pluie-débit sur le bassin versant l'oued sidi Naceur:

Une comparaison pluie-débit est menée sur les hydrogrammes des crues les plus significatives pour lesquelles on dispose d'une estimation correcte de la lame d'eau sur le bassin versant contrôlé par la station de Sidi Naceur. Les estimations du coefficient de ruissellement sont montrées dans le Tableau suivant ; ces estimations sont proches d'une valeur de 0,2 pour une lame d'eau un peu inférieure à une pluie journalière de temps de retour T=10 ans.

Tableau n°23 : Comparaison pluie-débit sur la station de Sidi Naceur (081002)

	Lame d'eau précipitée (mm)	lame d'eau ruissellé (mm)	CR
29/09/1974	17	0,4	0,02
23/09/1975	35	1,6	0,05
28/05/1976	20	3,5	0,18
30/09/1976	35	8,0	0,23
08/09/1979	17	2,2	0,13

IV.4.4 .3Validité des débits de crue :

Les valeurs des coefficients de ruissellement ne montrent pas d'incohérences, de ce fait les hydrogrammes de crue à cette station sont considérés comme valides.

IV.4.5 Débits instantanés et journaliers :

IV.4.5 .1Ajustements statistiques :

L'échantillon des débits instantanés maximaux annuels sur la station de Sidi Naceur (081002) est réduit puisqu'il ne comprend que 8 valeurs. L'ajustement d'une loi de Gumbel à cet échantillon est moyen.

IV.4.6 Quantiles de crue

Il permet de donner une estimation de la crue de retour T=5 ans et d'extrapoler une valeur pour la crue de temps de retour T=10 ans. Le débit de pointe décennal est estimé à 520 m³/s, aussi la crue du 29/09/1980 est équivalente à une crue décennale.

Une estimation des quantiles de crue des débits journaliers est donnée à partir des quantiles de crue des débits instantanés et du coefficient de pointe.

Tableau n°24 Quantile de crue pour la station du Chott Ech Chergui

	T = 02 ans	T = 5 ans	T = 10 ans
Qi (m ³ /s)	40	90	125
Qs (m ³ /s/Km ²)	0,025	0,06	0,08
QIXA (m ³ /s)	170	380	520
QIXAs (m ³ /s/Km ²)	0,110	0,24	0,330

IV.4.7 Caractéristiques des hydrogrammes synthétiques de crue type .

Hydrogramme de crue modélisée

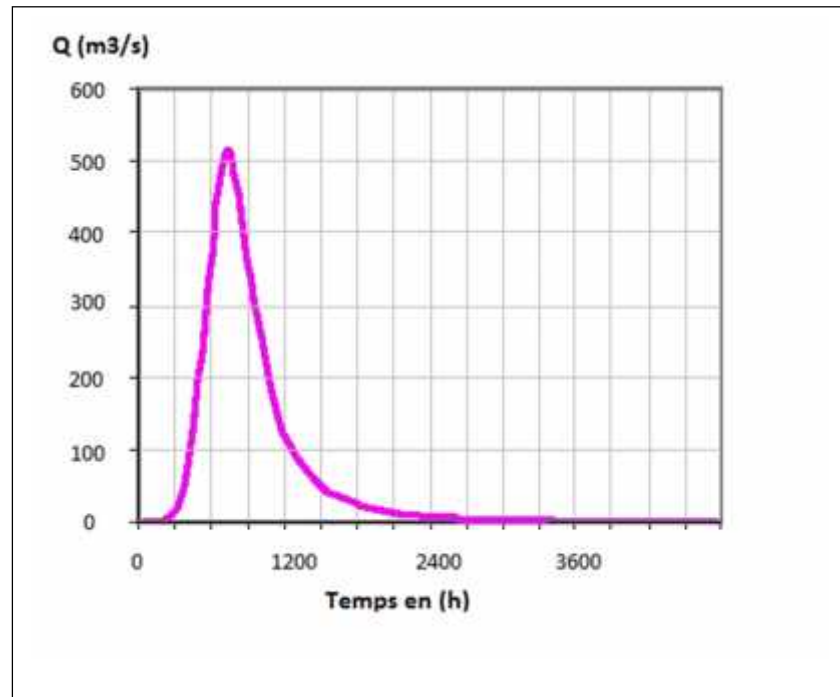
sur Q₁₀ : station Oued Sidi Naceur

Durée caractéristique en heures : 4,7

Paramètres de forme :

- = 4,7
- Temps de montée (h) : 6,8
- Coefficient de pointe :
- Cp : 12 heures 2,5
- Cp : 24 heures 4,2
- Cp : 48 heures 7,3

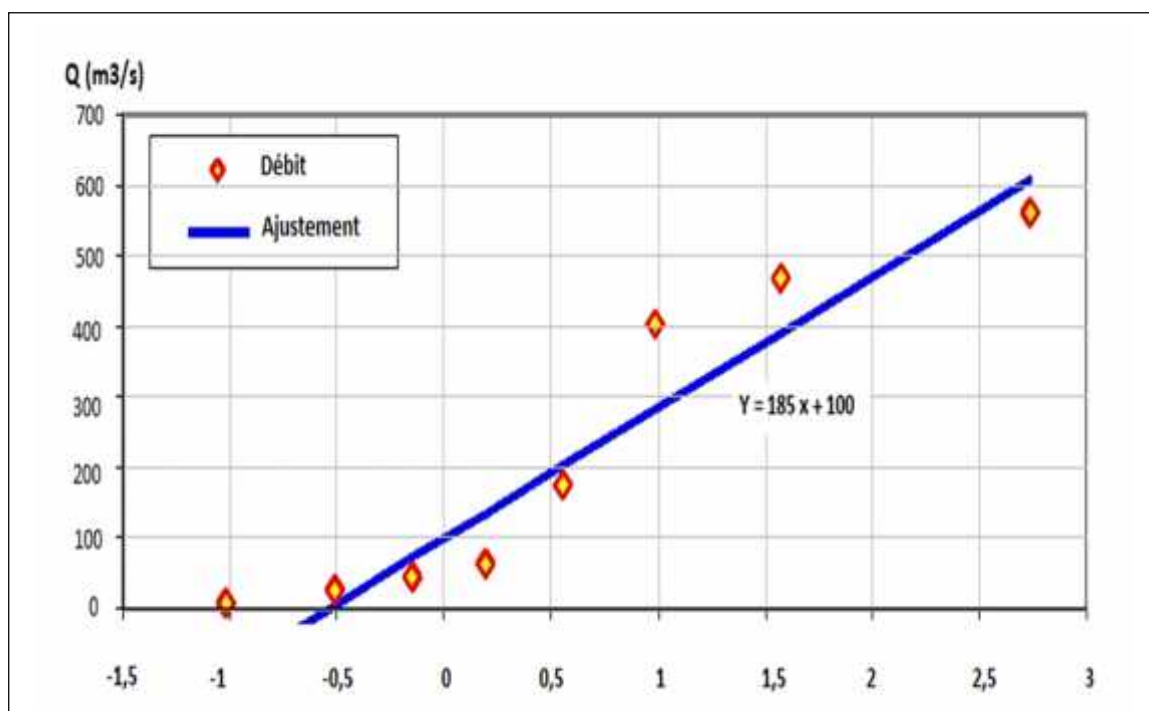
Fig n °29 Hydrogramme de crue modélisé



Tab n ° 25: Débit instantané max- annuel sur la période 1974-1980

période T de retour	F	Q (m ³ /s)	débit spécifique) en m ³ /s/kmD ² qs)
02 ans	0,5	168	0,11
5 ans	0,8	378	0,24
10 ans	0,9	517	0,33

Fig n °30 : Ajustement à une loi de Gumbel (faite par l'ANRH)



IV.4.8 Comportement hydrologique :**IV.4.8 .1 Le temps de concentration:****Tab n ° 26 : Temps de concentration de oued Sidi Naceur**

Formules	Tc (heures)
GIANDOTTI	24.77
KIRPICH	4.23
VENTURA	1.236

IV.4.8 .2 La vitesse moyenne de ruissellement pour Oued Sidi Naceur elle est de :

$$V_R = \frac{120}{24.77}$$

$$V_R = 4.84 \text{ Km/h}$$

Conclusion :

Lorsque nous avons abordé l'étude de l'hydrologie superficielle du Djebel Amour, le problème fondamental auquel nous nous sommes heurté a été d'expliquer comment des pluies caractérisées par des valeurs moyennes pouvaient donner naissance à des crues importantes, 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.

Référence bibliographie

ANRH:Donnés hydrométriques des oueds Sidi Naceur .Sebgag

ANRH:Donnés climatologiques des station :Sttitten.Brida.Aflou.Sebgag.Guellet sidi saad

StamboulM.1983

Mémoire Mgister Contribution à l'étude hydrogéologique de la haute vallé du Sebgag (Djebel Amour .Atlas Saharien central.Algérie)

IST Oran

StamboulM. Et Rouquet L.(1984):

Résultat préliminaires sur l'étude géologique et hydrogéologiques de la région de Sebgag Djebel Amour .Atlas Saharien central .Algérie caractérisation du bassin d'alimentation des sources de l'oued Touil 4^{ieme} séminaire des sciences de la terre .Alger 5/6//7/juin1982

StamboulM.(1984):

Essai d'analyse corrélatoires et spectrales des sources de Sebgag et comparaison avec les sources Aliou.Bajet et Fontestobes .colloque international L'eau clé de développement du Maghreb 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.Mansour H.Isri R et Kamen M (1994):

Mise en exploitation de forage hydraulique en domaine saharien (Atlas Saharien central: Djebel Milok) et le problème posé par la pénétration partielle séminaire maghrébine de géologie appliqué Annaba 21/22/23/Nov 1994

Laidi E .2006

Mémoire ingénieur d'état : Etude de faisabilité du barrage KHENEG SIDI BRAHIM

Univ Laghwat

Remeniras G.1979

L'hydrologie de L'ingénieur

Eyrolles.Parie

Conclusion générale

A l'issue de ce travail de recherche, nous pensons avoir contribué à cerner le comportement des débits d'un des bassins versants de massif Atlasique du Djebel Amour sous un climat semi - aride l'Oued Sebgag et l'Oued Sidi Naceur .

Le sous bassin versant de l'Oued Sidi Naceur fait partie du bassin hydrographique Oranie_Chott- Chergui et se localise à sa limite sud -est il prend naissance au niveau des contreforts occidentaux du Djebel Amour. Il couvre une surface de 1553 km², l'écoulement s'effectue du sud -ouest vers le Nord- Est avec un parcours de 120km

Le sous bassin versant de sebgag fait partie du bassin hydrographique Chellif_Zahrez et se situe à sa limite méridionale. C'est au niveau de la localité de Sebgag (20 kilomètres à l'Ouest d'Aflou), où un certain nombre de sources pérennes donnent naissance à cet oued qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff.

Son bassin versant couvre une surface de 348 km² (pour sa haute vallée) et surface de 2750,60 km² (pour le bassin versant Oued Touil)

La diversité topographique des bassins de l'oued Sebgag et oued Sidi Naceur ont un impact évident sur le climat et sur l'écoulement de débit : les facteurs climatiques notamment, les précipitations, les températures, l'évaporation, varient avec l'orographie, et ils sont très nuancés sur le plan spatial.

Les bassins étudiés sont caractérisés par un climat semi-aride qui se manifeste généralement par un hiver froid à frais et un été très chaud et sec

L'évaluation annuelle moyenne des pluies et de températures a permis de distinguer une période chaude et sèche et une période froide et humide, alors que ces périodes sont mobiles et leur durée est très variable d'une année à l'autre

L'étude du régime des oueds, basée sur la méthode de variation journalière, mensuelle et annuelle des débits qui sont les plus représentatives, reflète bien les réponses temporelles des bassins versants aux implosions climatiques surtout les averses caractérisées par des crues importantes surtout le début du printemps et l'automne.

