



N° Ref :.....

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de Technologie

Département de sciences et Technique

Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme
LICENCE ACADEMIQUE
en Hydraulique
Spécialité : Sciences Hydrauliques

Thème

**Bassin Versant Paramètres Physiques et
Morphométrique étude le sous bassin versant
de l'oud zenati**

Préparé par :

1. Chefrag Ibtissam
2. Sebbai Malika
3. Chebita Younes
4. Atrouz Ali

Dirigé par :

Benchaiba Leila

Année universitaire :2013/2014

Remerciements

Au terme de cette étude nous remercions avant tout ALLAH de nous avoir accordé la santé et les moyens de réaliser ce modeste travail.

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention, consciente, d'un grand nombre de personnes.

Nous souhaitons ici les en remercier.

Nous tenons d'abord à remercier très chaleureusement docteur **Bencheiba Leila** qui nous a permis de bénéficier de son encadrement.

Les conseils qu'il nous a prodigué, la patience, la confiance qu'il nous a témoignés ont été déterminants dans la réalisation de notre travail de recherche.

Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace



✚ *Tout d'abord, nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donnée la santé et le courage pour terminer cette étude dans les meilleures conditions.*

Je dédie modeste travail :

✚ *A mon très cher père Mohammed pour tout cet aide et encouragements durant toute ma vie.*

✚ *A ma très chère mère ourida pour son sacrifice durant ces années, votre patience et sa tendresse infinie,*

✚ *A mes frères : Haroun, Radoïn, Aimad, Farid (Walid).*

✚ *A mes sœurs : Sana, Rabiaa.*

✚ *A tout ma famille : Chefrag*

✚ *A les familles de mes oncles : Talha*

✚ *A tous mes amies*

*Tous mes amis de Zaraza, la cité universitaire et
l'université.*



*Chefrag Ibtissam
MAi 2014*

Dédicace



*A Mon père et ma mère
Vous êtes pour moi un sujet de fierté.
Vous m'avez toujours appris le sens de la responsabilité, de
la raison, du devoir, et de la confiance en soi.
Au delà de mots et des phrases, aucune parole ne me saurait
exprimer mon éternel
Attachement, mon profond amour, ma perpétuelle affection
et l'infinie gratitude qui je vous dois.
Je sais que vous étiez toujours fière de moi j'espère que vous
le serez plus aujourd'hui.
Que dieu vous garde et vous alloue bonne santé, bonheur,
prospérité et longue vie.
A mes chères sœurs :
Djahida, nassira, samira, houria, hanan, razika, hined
Et pour toute la famille.
A mes chères amis :
Hassiba, Hadjer, Siham, Nassira, Fatiha, Sabira, Fadila
Et Ibtissam
Votre place dans mon cœur est particulière.
Nulle dédicace et nulle parole me puisse exprimer ma
profonde affections a votre égard je vous souhaite tout le
bonheur et le succès que vous tant.*



Sebbai Malika
MAi 2014

Dédicace



*A Mon père et ma mère
Vous êtes pour moi un sujet de fierté.
Vous m'avez toujours appris le sens de la responsabilité, de
la raison, du devoir, et de la confiance en soi.
Au delà de mots et des phrases, aucune parole ne me saurait
exprimer mon éternel
Attachement, mon profond amour, ma perpétuelle affection
et l'infinie gratitude qui je vous dois.
Je sais que vous étiez toujours fière de moi j'espère que vous
le serez plus aujourd'hui.
Que dieu vous garde et vous alloue bonne santé, bonheur,
prospérité et longue vie.
A mes chères sœurs :
Rekiya ,Nassima , Hassiba ,Maryoma
A mes chères freres :
Walid ,Ommar
Et pour toute la famille.
A tous mes amis
Votre place dans mon cœur est particulière.
Nulle dédicace et nulle parole me puisse exprimer ma
profonde affections a votre égard je vous souhaite tout le
bonheur et le succès que vous tant.*



*Chebita Younes
MAi 2014*

Dédicace



✚ *Tout d'abord, nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donnée la santé et le courage pour terminer cette étude dans les meilleures conditions.*

Je dédie modeste travail :

✚ *A mon très cher père Abdallah pour tout cet aide et encouragements durant toute ma vie.*

✚ *A ma très chère mère Aïcha pour son sacrifice durant ces années, votre patience et sa tendresse infinie,*

✚ *A mes frères : Tarak, Karim, Rami.*

✚ *A mes sœurs : Mona.*

✚ *A tout ma famille : Atrouz*

✚ *A tous mes amies*

Tous mes amis de Tadjenanet, la cité universitaire et

l'université.



Atrouz Ali
MAi 2014

SOMMAIRE.

Sommaire

Introduction générale

Partie I : Présentation générale de la région

Chapitre 01 : Présentation générale de la wilaya de Guelma

1.1. Situation géographique	2
1.2. organisation administrative	2
1.3. Limites géographiques	2
1.4. Relief et Géologie	3
1.4.1. Relief	3
1.4.2. Géologie	4
1.5. Le climat	5
1.6. Principaux oueds.....	5
1.7. Les bassins versants la wilaya de Guelma	6

Chapitre 02 : La situation générale de la région d'étude

2.1. Présentation géographique du bassin.....	7
2.2. Région de l'Oued Zenati.....	7
2.3. Les grands ensembles physiques	8
2.3.1. Physique.....	8
2.3.2. Les Montagnes	8
2.4. Le Climat	8

Partie II : Etude morphologie

Chapitre 01 : Etude hydrographique

1.1. Introduction.....	10
1.2.présentation.....	10
1. 3. réseau d'hydrographie	10
1.3.1. hydrogéologie.....	10
1.3.2.zone d'oued zenati.....	10
1.3.3.géographie.....	11

Chapitre 02 : les caractéristiques morphométrique du bassin versant de l'oued zenati

2.1. Introduction.....	12
2. 2. Caractéristiques physiques de bassin.....	12
2.2.1. Les paramètres géométriques	12

2.2.1.1. Le périmètre	12
2.2.1.2. La superficie	12
2.2.1.3. La forme.....	13
2.2.1.4. rectangle équivalent.....	13
2.2.2. Caractéristiques des altitudes (le relief).....	15
2.2.2.1. Les caractéristiques du relief du bassin versant de l'oued zenati.....	15
2.2.2.2. La courbe hypsométrique.....	15
2.2.2.3. Les altitudes caractéristiques du bassin versant de l'oued zenati.....	17
2.2.2.3.1. Les altitudes maximales et minimale.....	17
2.2.2.3.2. L'altitude moyenne.....	18
2.2.2.3.3. L'altitude médiane.....	18
2.2.3. Les indices de pente du bassin versant de l'oued zenati	19
2.2.3.1. La dénivelée simple D.....	19
2.2.3.2. L'indice de pente globale (Ig).....	19
2.2.3.3. L'indice de pente de Roche Ip.....	20
2.2.3.4. La dénivelée spécifique (DS).....	20
2.2.4. Paramètre morphométrique	21
2.2.4.1. Les caractéristiques hydrographiques du bassin versant de l'oued Zenati.....	21
2.2.4.1.1. Le réseau hydrographique.....	21
2.2.4.1.2. Longueur et nombre des thalwegs.....	22
2.2.4.1.3. Longueurs des talwegs principaux.....	23
2.2.4.2. Chevelu hydrographique.....	23
2.2.4.3. Densité de drainage Dd.....	23
2.2.4.4. Le temps de concentration.....	24
2.2.4.5. La vitesse d'écoulement de l'eau (V).....	25
2.2.4.6. Rapport de confluence (Rc).....	26
2.2.4.7. Rapport de longueur (Rl).....	26
2.2.4.8. Coefficient de torrentialité (CT).....	27
2.2.4.9. Profils en long.....	28
Conclusion généralité.....	30

LES LISTE.

Les listes de cartes :

Partie I : Présentation générale de la région

Carte. I.1 : Situation géographique de la région de Guelma

Carte .I.2 : limites administratives de la wilaya de Guelma

Carte .I.3 : Bassin versant de l'oued Seybouse

Carte.I .4 : Carte de réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bouhamdane

Partie II :

Etude morphologique.

Carte. II .1 : Carte hypsométrique du bassin versant de l'oued ZENATI

Carte. II.2 : Carte de réseau hydrographique du bassin versant de l'oued ZENATI

Les listes de tableaux :

Partie II :

Etude morphologique.

Tableau .II.1 : Tableau de l'indice de compacité de Graveluis.

Tableau .II.2 : Tableau des paramètres géométriques

Tableau .II.3 : La répartition altimétrique du bassin versant en km² et en % par tranche d'altitude.

Tableau. II.4 : Les altitudes max, min de bassin versant de l'oued zenati

Tableau. II.5 : Les altitudes moyennes de bassin versant de l'oued zenati

Tableau. II.6 : Les altitudes médianes de bassin versant de l'oued zenati

Tableau. II.7 : la dénivelée simple D de bassin de l'oued zenati

Tableau .II.8 : Les indices de pente globale de bassins versants l'oued zenati

Tableau. II.9 : L'indice de pente de Roche I_p de bassins de l'oued zenati

Tableau .II.10 : Les dénivelés spécifiques de bassin versant de l'oued zenati

Tableau. II.11 : Classification de l'O. R.S.T.O.M de la dénivelée spécifique

Tableau. II.12: Indice de pente pour de bassin l'oued zenati

Tableau .II.13. Classification de nombre de cour d'eau de l'oued Zenati

Tableau .II.14 : La longueur de Thalweg principale

Tableau. II.15 : Densité de drainage de l'oued
zenati

Tableau .II.16 : Récapitulatif des résultats du temps de concentration

Tableau. II.17 : Les vitesses d'écoulement de bassin versant l'oued zenati

Tableau. II.18 : Rapport de confluence (R_c) de bassin versant l'oued zenati

Tableau. II.19 : Rapport de longueur de bassin versant l'oued zenati

Tableau .II.20 : Récapitulatif des principales caractéristiques morphométrique et hydrographiques du bassin versant

Les listes de figures :

Partie II :

Etude morphologique

Figure. II.1 : Rectangle équivalent du Bassin-versant de l'oued Zenati

Figure. II.2 : Courbe hypsométrique du bassin versant de l'oued Zenati

Figure .II.3. Profil en long de l'Oued Zenati

INTRODUCTION.

Introduction générale

Le bassin versant est l'unité fondamentale de l'hydrologie, est défini comme une section droite d'un cours d'eau, c'est la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents à l'amont de cette section.

Il est délimité par la ligne de partage des eaux correspond à la ligne de crête ; On parle alors de bassin versant topographique ;

Ce travail a pour but d'étudier la morphologie du sous bassin versant de l'oued Bouhamdane, afin d'analyser les principales caractéristiques morphométrique et hydrographiques de sous bassins versant. Ces informations essentiellement descriptives, maitres importantes ; nous paraissent indispensables pour la compréhension du fonctionnement de ce sous bassin. Les caractéristiques physiographiques utilisées sont le périmètre, la surface, les altitudes, les pentes, l'indice de compacité, la longueur et la largeur du rectangle équivalent, la longueur du cours d'eau principal et la longueur totale du réseau hydrographique.

Pour mieux connaître les modalités de l'écoulement et du régime hydrologique, pour déterminer les ressources en eau de surface et leur variabilité, et aboutir à la détermination des axes majeurs d'un aménagement intégré du sous bassin versant.

L'étude contient trois parties majeures déterminant l'aménagement du bassin versant est qui sont comme suit :

1. Dans la première partie nous allons présenter des généralités de la wilaya de Guelma et la situation générale de la région d'étude.
2. Dans la deuxième partie nous allons essayer d'étudier les caractéristiques morphologiques du bassin versant qui jouent un rôle important sur le ruissèlement
Et le comportement du bassin versant .

**Partie I:
Présentation générale de la
région.**

Chapitre 01 :

Présentation générale de la wilaya

De Guelma

Chapitre 01: Présentation générale d la wilaya de Guelma

1.1. Situation géographique

Guelma ; anciennement Calama ou encore Malacca ; est une ville située à l'est de l'Algérie à 537 Km de la capitale.

Les coordonnées géographiques de Guelma sont 36°15'0" Nord et 7°30'0" Est (degrés, minutes, secondes) ou 36.25 et 7.5 (en degrés décimaux), 290 m d'Altitude.

La région de Guelma dont fait partie du secteur étudié est située à 600 km à l'Est d'Alger et à 70 Km à l'ENE de Constantine ; et occupe une position médiane entre le nord, les hauts plateaux et le sud du pays. Elle se caractérise par des reliefs montagneux, qui occupent environ 60 % de la région. Sa population est estimée à 482.261 habitants, dans une superficie de 3.686 Km², et une densité de 131 habitants/Km².



Carte. I.1. Situation géographique de la région de Guelma

1.2. Limites géographiques :

La Wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux

- **L'espace montagneux** : formé d'une succession de massifs montagneux (massifs Telliens) et caractérisé essentiellement par un relief accidenté et des sols érodés. Concernant la configuration du relief, on distingue deux grandes unités géomorphologiques :

- Les hauts piedmonts au centre Ouest avec une pente allant de **12,5 à 25%**.
- Montagne pour le reste de la région et dont la pente est généralement supérieure à **25%**.

1.4.2. Géologie :

L'analyse du territoire de la wilaya fait ressortir quatre ensembles ou régions à savoir

- La région de Guelma ;
- La région de Bouchegouf ;
- La région d'Oued Zenati ;
- La région de Tamlouka.

a. Région de Guelma :

La région de Guelma englobe toute la partie médiane du Nord vers le Sud du territoire de la wilaya. Elle est organisée en auréole tout autour de la plaine centrale constituée de terrasses alluviales qui s'étalent le long de l'oued (la vallée de la Seybouse). C'est la région la plus étendue du territoire de la wilaya. Elle se caractérise aussi par une importante couverture forestière au Nord et à l'Est. Par contre, la partie Sud souffre de dégradations répétées d'où une absence de couverture forestière fournie en dépit du caractère montagneux de cette sous-région, et d'où une grande vulnérabilité à l'érosion.

b. Région de Bouchegouf :

Elle se caractérise par un relief fortement montagneux (près de **75%**). Cette région est traversée par l'oued Seybouse dont les berges constituent les prolongements de la plaine de Guelma. Ses montagnes sont couvertes de massifs forestiers, notamment les forêts de Béni Salah et de Aïn Ben Beïda (une partie de Haouara à l'Ouest). Son paysage se caractérise par de longs versants réguliers à pentes moyennes et quelques hautes surfaces à pentes plus faibles, outre quelques plaines moins importantes que celle de Guelma.

c. Région d'Oued Zenati :

La région d'Oued Zenati chevauche un relief montagneux plus ou moins disséqué. Le paysage dominant est de loin celui des hautes surfaces montagnardes et les longs versants dispersés dans un ensemble de montagnes dont la couverture forestière est moins importante que celle de la région de Guelma.

Les sols qui s'y localisent sont en grande partie des sols bruns calcaires parfois profonds.

d. Région de Tamlouka :

La région de Tamlouka fait partie de la région des hautes plaines dont l'altitude moyenne est supérieure à **800** mètres avec cependant des pentes faibles. La partie Sud de la wilaya est occupée par un vaste paysage de hautes plaines traversées par l'Oued M'gaisba, caractérisée par des bas-fonds et des glacis alluviaux. Au Nord, des paysages de glacis assez étendus se raccordent à la plaine.

1.5. Le climat :

Le territoire de la Wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. La température qui varie de 4° C en hiver à 35.4°C en été, est en moyenne de 17,3° C.

Quant à **la pluviométrie**, on enregistre :

- * 654 mm/an à la station de Guelma
- * 627 mm/an à la station d'Ain Larbi
- * 526 mm/an à la station de Medjez Amar

Cette pluviométrie varie de 400 à 500 mm/an au Sud jusqu'à près de 1000 mm/an au Nord. Près de 57% de cette pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide (Octobre Mai)

1.6. Principaux oueds :

Les principaux Oueds dans la région de la wilaya sont :

- **Oued Seybouse** : il prend sa source à Medjez Amar (point de rencontre entre oued Charefet oued Bouhamdane). Il traverse la plaine de Guelma-Bouchegouf sur plus de **45** Km du Sud au Nord. Son apport total est estimé à **408** millions m³/an.
- **Oued Bouhamdane** : il prend sa source dans la commune de Bouhamdane à l'Ouest de la wilaya. Son apport est de **96** millions m³/an.
- **Oued Mellah** : provenant du Sud-est, ce court d'eau enregistre un apport total de **151** millions m³/an.

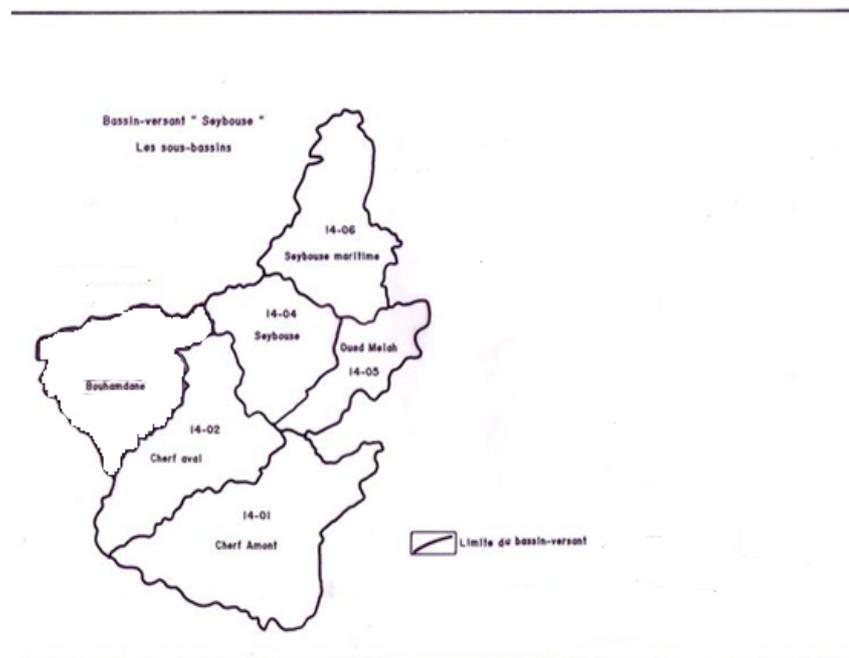
- **Oued Cheref** : Prend sa source au Sud de la wilaya et son apport est estimé à 107 millions m³/an.

1.7. Les bassins versants la wilaya de Guelma :

BV l'oued Seybouse(14) :

1. *B V Cherf amant*
2. *B V Cherf aval*
3. *B V Bouhamdane*
4. *B V Seybouse*
5. *B V Oued melah*

B V Seybouse maritime



Carte .I.3. Bassin versant de l'oued Seybouse

Chapitre 02 :

La situation générale de la région d'étude

Chapitre 02:

La situation générale de la région d'étude

2.1. Présentation géographique du bassin :

Le bassin versant en une section droite d'un cours d'eau, est défini comme la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents à l'amont de cette section.

Généralement la ligne de partage des eaux correspond à la ligne de crête ; On parle alors de bassin versant topographique ; Toutefois, la délimitation topographique nécessaire à la détermination en surface du bassin versant naturel n'est pas suffisante.

Lorsqu'un sol perméable recouvre un substratum imperméable, la division des eaux selon la topographie ne correspondant pas toujours à la ligne de partage des eaux souterraines ; Le bassin versant est alors différent du bassin versant délimité strictement par la topographie ; Il est appelé dans ce cas bassin versant réel, mais ces limites sont difficilement repérables et l'on admet la plupart du temps qu'ils coïncident avec les limites topographiques.

Ainsi défini et délimité, le bassin versant de l'oued Zenati fait partie du bassin versant des " *Oued Bouhamdane* " W. GUELMA ", il couvre une superficie de 592.15km², Oued Zenati une commune algérienne située dans le nord-est du pays elle est une daïra (sous-préfecture) de la wilaya Guelma a 472 kilomètre à l'est d'Alger, a 40 kilomètre (côte sud-ouest) de Guelma, a 110 kilomètre d'Annaba et a 70 kilomètre de Constantine .Oued Zenati se situe à une altitude 621 mètre et le relief est très montagneux, traversé par la chaîne de montagne de l'Atlas tellien.

2.2. Région de l'Oued Zenati:

La région d'Oued Zenati chevauche un relief montagneux plus ou moins disséqué.

Le paysage dominant est de loin celui des hautes surfaces montagnardes et les longs versants dispersés dans un ensemble de montagnes dont la couverture forestière est

moins importante que celle de la région de Guelma. Les sols qui s'y localisent sont en grande partie des sols bruns calcaires parfois profonds

2.3. Les grands ensembles physiques :

Le bassin versant de l'Oued zenati présente des ensembles naturels fortement variés qui agissent sur le comportement hydrologique du bassin :

2.3.1. Physique :

La commune d'Oued Zenati se caractérise par une morphologie de collines et de piémonts pres de 72 % de la surface communale. Quant aux plaines et plateaux ils n'occupent que 20 %, les montagnes atteignent enfin 3 % seulement de la surface totale de la commune. La commune est traversée par Oued Zenati affluent de l'Oued Bouhamdane et qui représente le plus important Oued du réseau Hydrographique de la commune, qui comprend également plusieurs Chabert de moindre importance et qui se présentent comme des affluents de l'Oued Zenati.

2.3.2 .Les Montagnes :

Elle correspond aux points culminants qui délimitent le bassin versant à sa limite Ouest, Est, Nord et Sud, ainsi, que celles qui sont orientées Ouest-Est qui bordent dans la partie médiane l'oued Zenati sur sa rive gauche depuis Ain Abid jusqu'aux environs de la localité de l'oued Zenati. Elle s'élève à une altitude comprise entre 997 m à Djebel El Aria et 1237 m à Djebel Oum Settât. Elles présentent des sommets plus ou moins arrondis à cause de la structure géologique à plate-forme structurale bien connue : les grès numidiens. Seuls les Djebels Taya et Oum Settât sont formés de calcaires qui impriment l'aspect massif à ces deux reliefs.

2.4. Le Climat :

La position en latitude faisant d'Oued Zenati, une partie intégrante du bassin de Guelma. La continentalité et l'altitude déterminent des nuances dans ce climat, ainsi que l'importance de la dégradation du semi-humide vers le semi-aride. Ces deux faits caractérisent la commune par une pluviométrie moyenne de 450 mm par an. Une température moyenne de 16° C (station d'AinRegada). Le domaine du semi-humide, qui comprend les régions dont la pluviométrie de passe 500 mm, est caractérisé par

des nuances climatiques, il est donc soumis aux influences du climat humide du Nord et l'aride venant du Sud. La région de Kef Lassela 1000 m d'altitude ainsi que Djebel Ancel, sont les deux zones qui subissent toutes ces influences. Les températures subissant de très fortes variations, les amplitudes thermiques journalières sont fortes également (dues surtout aux gelées). S'il fait très froid le matin, il peut faire très chaud pendant le reste de la journée

Partie II :
Etude morphologique.

Chapitre 01 :

Hydrographie de l'oued zenati

Chapitre 01:

Hydrographie de l'oued zenati

1.1 : Introduction :

Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, par lesquels s'écoulent toutes les eaux de ruissellement et converge vers un seul point de vidange du bassin versant (exutoire).

1.2 : Présentation :

L'Oued Zenati naît de la confluence de l'Oued El M'leh qui prend sa source à Djebel Oum Sattas (1326 m), et chaâbet Touifsa qui prend sa source à Kef Ed Deb (1142 m). L'Oued Zenati reçoit sur sa rive gauche les oueds : Bou Skoum, Berneb, Kalech, chaâbet Er Rassoul, Snoussi et sur sa rive droite, Chaâbet Guelt et Terba, oued El Gloub, Chaâbet Mrassel.

1.3 : Réseau d'hydrographie :

1.3.1 : Hydrogéologie :

Le territoire de la ville de l'oued zenati (sous bassins versants) hydrogéologiques distincts, Zonés des Djebels au Nord et Nord-Ouest :

Elle s'étend sur toute la partie Nord de la région du territoire de la wilaya. Elle regroupe toute la partie de l'Oued Zenati et la partie Nord de la région de Guelma. En dehors de la plaine, une grande partie de cette région est constituée d'argiles rouges numidiennes sur lesquelles reposent des grés peu perméables. Cette zone connaît une faible perméabilité en dépit d'une pluviométrie relativement importante.

Cependant, sur les calcaires crétacés inférieurs des Djebels Débagh et Taya, l'infiltration est probablement importante dans l'ensemble et malgré une importante pluviométrie, notamment danssa partie Nord, la région a des potentialités en eaux souterraines assez faibles.

1.3.2 : Zone d'Oued Zenati :

Région chevauche, du Nord au Sud, les étages bioclimatiques s-humide et semi-aride. Elle enregistre, par conséquent, une pluviométrie moins importante que celle enregistrée par les deux précédentes régions.

Elle a un relief montagneux plus ou moins disséqué. Le paysage dominant est de loin celui des hautes surfaces intramontagnardes et les longs versants dispersés dans un ensemble de montagnes dont la couverture forestière est moins importante que celle de la région de Guelma.

Les sols qui s'y localisent sont en grande partie des sols bruns calcaires, parfois profonds, d'où sa vocation céréalière. Quelques surfaces sont réservées au maraîchage et à l'arboriculture.

Pour ce qui est des perspectives d'aménagement et de développement agricole, la caractéristique céréalière de la région est non seulement à conserver, mais doit être davantage valorisée.

L'intensification agricole en irrigué qui nécessite une mobilisation conséquente de l'eau est principalement possible le long de l'Oued Zenati qui traverse la région. Il est aussi à remarquer que les sous régions montagneuses nécessitent une protection anti-érosive importante et indispensable à l'exploitation conséquente des potentialités de cette zone.

1.3.3 : Géographie :

Oued zenati est une commune algérienne située dans le nord-est du pays. elle est une daïra (sous-préfecture) de la Wilaya de Guelma à 472 kilomètres à l'est d'Alger, à 40 km (coté sud-ouest) de Guelma, à 110 km d'Annaba et à 70 km de Constantine. La ville est traversée par un cours d'eau du même nom. Oued zenati se situe à une altitude de 621 mètres et le relief y est très montagneux, traversé par la chaîne de montagne de l'Atlas tellien.

Chapitre 02 :
Les caractéristiques physiques de BV
de l'oued zenati

Chapitre 02 : Les caractéristiques physiques de BV de l'oued zenati

2.1. Introduction :

L'utilisation des différents types de paramètre morphométrique a pour but la quantification des facteurs caractéristiques de milieu physique d'un bassin versant. Les principaux paramètres morphométrique qui agissent sur la variation du régime hydrologique sont : Le profil en long, la densité de drainage, les rapports de confluence, et la longueur. Il faut noter que pour un bassin aussi vaste (**592.15km²**) et lithologiquement hétérogène que celui de le oued zenati, seul le paramètre densité de drainage présente une signification certain.

2. 2. Caractéristiques physiques de bassin:

Les caractères physiques d'un bassin sont très nombreux On s'est attaché à ne retenir que ceux qui pouvaient s'exprimer par un nombre ; ainsi les courbes hypsométriques et les graphiques de profilent long ont-ils été écartés, certains caractères numériques choisis pouvant prétendre apporter une information équivalente

2.2.1.Les paramètres géométriques :

2.2.1.1. Périmètre :

L'exactitude du périmètre P du bassin versant dépend de l'échelle de la carte; plus ce dernier est bien marqué, plus la délimitation est bien nette et plus le calcul des divers paramètres sont précis. Le curvimétrage du bassin versant de l'Oued zenati donne un périmètre réel de **110.5 Km**

2.2.1.2. La superficie:

La surface du bassin d'un cours d'eau donné en un point de ceci est l'aire limitée par le contour, à l'intérieur duquel l'eau précipitée se dirige vers ce point. La superficie d'un bassin versant est une dimension importante à connaître, car elle est la base de tous les calculs hydrologiques (bilan, module, débit spécifique ...etc.). La mesure de cette surface suppose d'abord la délimitation du bassin par la ligne de partage des eaux qui est matérialisée par les lignes de crêtes. Après la délimitation du bassin versant d'Oued zenati par la ligne de partage des eaux et avec une superficie planimétrie de **592.15Km²**.

2.2.1.3. La forme :

La forme d'un bassin versant influence les débits écoulés sur le bassin versant. Pour cela on utilise l'indice de compacité de Gravelius (1914) K_c , défini par la formule suivante

Soit :
$$K_c = \frac{P}{Pa} \dots \dots (1)$$

Mais : $Pa = 2\pi R$, $S = \pi R^2$, $R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$ et $Pa = 2\sqrt{\pi \cdot S}$, $K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot S}}$

Donc : $K_c = 0.28 P/\sqrt{S}$

Avec :

K_c : indice de Gravelius (indice de compacité) ;

P : périmètre de bassin versant [km] ;

S : surface de bassin versant [km²].

Cet indice se détermine à partir d'une carte topographique en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface.

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot S}} \approx \frac{P}{\sqrt{S}} * 0.282$$

Tableau .II.1 : Tableau de l'indice de compacité de Gravelius.

	Périmètre	surface	Indice de compacité K_c
D'Oued zenati	110.5	592.15	1.27

→ Pour l'indice de compacité K_c est supérieur à 1,12. Au vu des résultats obtenus on peut dire que le bassin versant d'Oued Zenati se caractérise par une forme allongée.

2.2.1.4. Le rectangle équivalent

La notion de rectangle équivalent introduite par M. Roche (1962) correspond à une transformation purement géométrique dans laquelle on assimile le bassin à un rectangle ayant le même périmètre et la même superficie, de cette façon les courbes de niveaux deviennent parallèles au petit côté du rectangle, et l'exutoire un petit côté

du rectangle et comme ça on pourra comprendre le comportement hydrologique du bassin alors :

$$l = \frac{Kc \sqrt{s}}{0.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc} \right)^2} \right)$$

$$L = \frac{Kc \sqrt{s}}{0.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc} \right)^2} \right)$$

Avec :

L : Longueur du rectangle équivalent [km] ;

l : Largeur du rectangle équivalent [km] ;

Kc : Est l'indice de compacité de Graveluis ;

S: Surface du bassin versant [km²].

Tableau .II.2 : Tableau des paramètres géométriques

	Surface (S) [km²]	Largeur (l) [km]	Langueur (L) [km]
Oued zenati	592.15	23.98	40.56

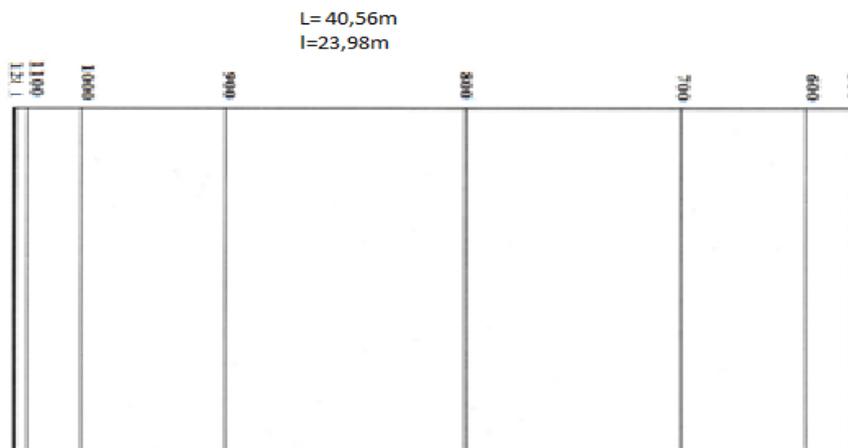


Fig. II.1. Rectangle équivalent du Bassin-versant de l’oued Zenati

2.2.2. Caractéristiques des altitudes (le relief) :

2.2.2.1. Les caractéristiques du relief du bassin versant de l'oued zenati

Les variations d'altitudes à l'intérieur d'un bassin versant ainsi que son altitude moyenne sont des données essentielles à l'étude de la température, de la précipitation et la morphologie du bassin. En outre, la pente, Le relief se détermine par les caractéristiques suivantes :

2.2.2.2. La courbe hypsométrique

La 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 au-dessous) de l'altitude représentée en ordonnée. Elle exprime ainsi la superficie du bassin ou le 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 moyenne sur un bassin versant et donnent des indications quant au comportement hydrologique et hydraulique du bassin et de son système de drainage.

Tableau .II.3. La répartition altimétrique du bassin versant en km² et en % par tranche d'altitude.

Altitude(m)	Oued zenati			
	Surface partiel		Surface cumulé	
	km ²	%	km ²	%
>1200	0.11	0.018	0.11	0.018
1200-1100	5.10	0.861	5.21	0.879
1100-1000	21.38	3.610	26.59	4.489
1000-900	111.23	18.784	137.82	23.273
900-800	190.65	32.196	328.47	55.469
800-700	154.02	26.010	482.49	81.479
700-600	91.59	15.467	574.08	96.946
600-500	18.07	3.0551	592.15	100
Σ	592.18	100		

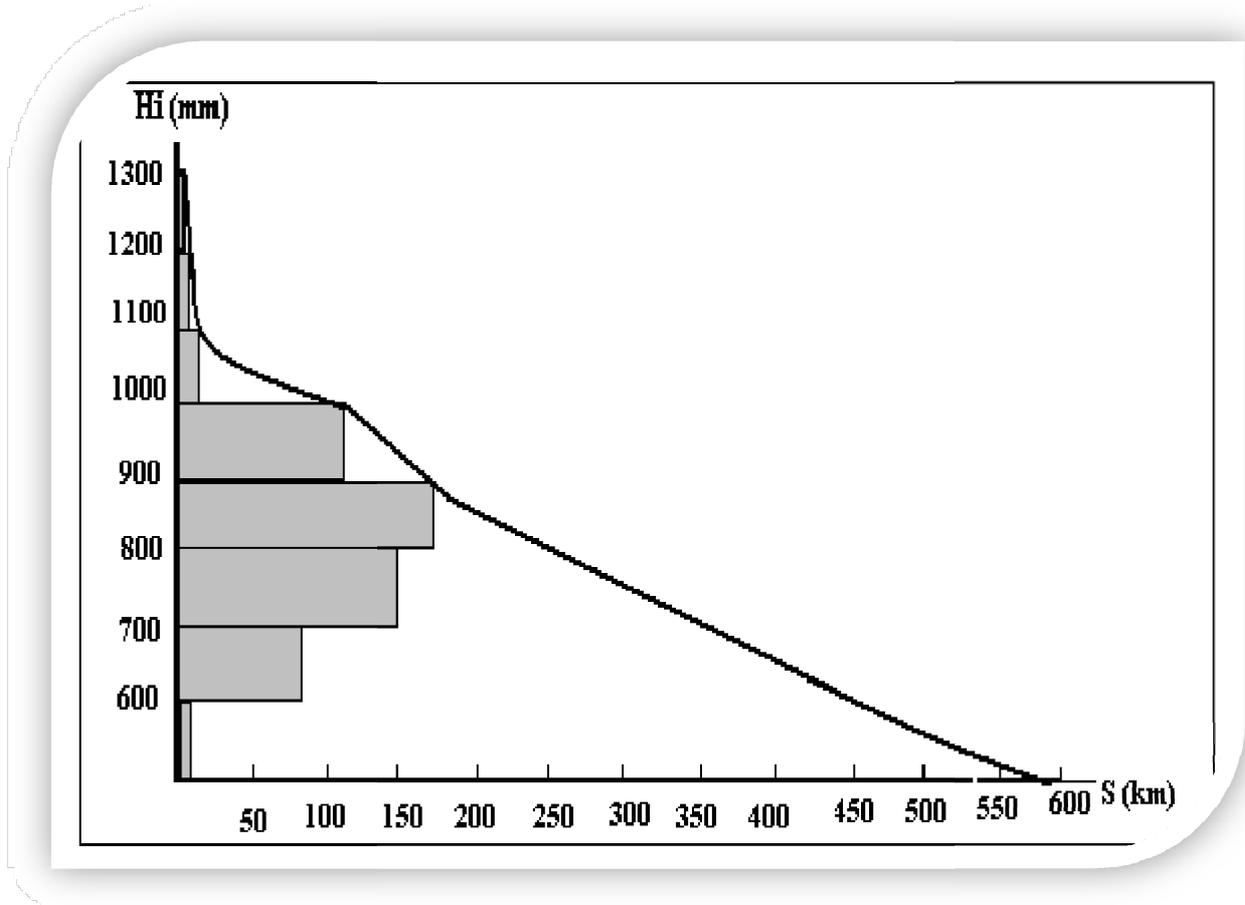


Fig. II.2. Courbe hypsométrique du bassin versant de l'oued Zenati



Carte. 01 : Carte hypsométrique du bassin versant de l'oued Zenati

2.2.2.3. Les altitudes caractéristiques du bassin versant de l'oued zenati :

2.2.2.3.1. Les altitudes maximales et minimales :

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, la précipitation et le couvert neigeux. Elles déterminent l'amplitude altimétrique du bassin versant et interviennent aussi dans le calcul de la pente.

Tableau. II.4. Les altitudes max, min de bassin versant de l'oued zenati

Bassin versant	Surface (km ²)	L'altitude max Hmax	L'altitude min Hmin
L'oued zenati	592.15	1200	500

2.2.2.3.2. L'altitude moyenne :

La valeur de l'altitude moyenne du bassin et des sous bassins peut être calculée par la formule suivant :

$$H_{\text{moy}} = \Sigma H_i S_i / S_t$$

H_{moy} : altitude moyenne (m) ;

H_i : cote moyenne (m) ;

S_i : surface partielle, comprise entre deux courbes de niveau (Km²) ;

S_t : surface du bassin (km²).

Tableau. II.5. L'altitude moyenne de bassin versant de l'oued Zenati

Bassin versant	Surface (km ²)	L'altitude moyenne H _{moy}
L'oued zenati	592.15	812.8

2.2.2.3.3. 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 hypsométrique. Cette grandeur se rapproche de l'altitude moyenne dans le cas où la courbe hypsométrique du bassin concerné présente une pente régulière.

Tableau. II. 6 : Les altitudes médianes de bassin versant de l'oued zenati

Bassin versant	Surface (km ²)	L'altitude médiane H _{50%} m
Oued Zenati	592.15	820

Pour l'ensemble de bassin, l'altitude médiane est supérieure à l'altitude moyenne, nous renseigne sur l'abondance et la dominance des basses altitudes sur laquais-totalité du bassin versant

2.2.3. Les indices de pente du bassin versant de l'oued zenati

2.2.3.1. La dénivelée simple D

Sur la courbe hypsométrique tracée, on prend la distance verticale en (m), qui sépare les altitudes ayant 5% et 95% de la surface totale du bassin et des sous bassins, la dénivelée simple est donc égale à :

$$D = H_{5\%} - H_{95\%}$$

Tableau. II.7 : La dénivelée simple D de bassin de l'oued Zenati

Bassin versant	H5%	H95%	D = H5% - H95%.
L'oued zenati	1000	610	250

2.2.3.2. L'indice de pente globale (I_g)

L'indice de pente globale est déterminé, à partir de la courbe hypsométrique en éliminant les valeurs extrêmes, de manière à ne garder que 90% de l'aire du bassin versant. Cet indice est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$I_g = D / L$$

Avec :

D : dénivelée simple (m) ;

L : longueur du rectangle équivalent (km).

Les indices de pente globale des sous bassins versants de l'oued Zenati calculés figurent dans le tableau ci-dessous

Tableau .II.8 : L'indice de pente globale de bassins versants l'oued Zenati

Bassin versant	D(m)	L (km)	I _g (m/km)
L'oued zenati	250	40.56	6.16

2.2.3.3. L'indice de pente de Roche I_p

L'indice de pente de ROCHE est calculé par la formule suivante :

$$I_p = \sqrt{I_g} / 0.8$$

Avec :

I_p : indice de pente de ROCHE (m/km) ;

I_g : indice de pente globale (m/km).

Tableau. II.9 :L'indice de pente de Roche I_p de bassins de l'oued zenati

Bassin versant	Superficie (km)	I_g (m/km)	I_p (m/km)
L'oued Zenati	592.15	6.16	2.77

2.2.3.4. La dénivelée spécifique (DS)

L'indice I_g déçoit pour un même bassin, lorsque la surface augmente, il est donc difficile de comparer des bassins de taille différente, d'où la nécessité de l'introduction du paramètre.

$$D_s = I_g \sqrt{S}$$

I_g : indice de pente globale (m/km) ;

S : surface en Km².

Les dénivelés spécifiques de bassin versant de l'oued Zenati calculés figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau .II.10 : La dénivelé spécifique de bassin versant de l'oued Zenati

Bassin versant	Superficie (km ²)	I_g (m/km)	D_s (m/Km ²)
L'oued zenati	592.15	6.16	149.96

Selon la classification de l'O. R.S.T.O.M de la dénivelée spécifique on peut classer les reliefs du bassin de l'oued zenati

Tableau. II.11 : Classification de l'O. R.S.T.O.M de la dénivelée spécifique

R1	Relief très faible	Ds <10
R2	Relief faible	10 <Ds >5m
R3	Relief assez faible	25 <Ds >50m
R4	Relief modéré	50 <Ds >100m
R5	Relief assez fort	100 <Ds >250m
R6	Relief fort	250 <Ds >500m
R7	Relief très fort	Ds >500m

Tableau. II.12: Indice de pente pour de bassin l'oued Zenati

Bassin versant	D s (m/Km ²)	Classe de relief
L'oued zenati	149.96	Assez fort

Pour les bassins l'oued Zenati, les reliefs assez forts qui sont prédomines par un milieu relativement plat malgré l'affleurement des reliefs qui comportent: djebel Oum Sattas, djebel El Guettar, M'zaret Sidi Chagref.

2.2.4. Paramètre morphométrique :

2.2.4.1. Les caractéristiques hydrographiques du bassin versant de l'oued Zenati :

2.2.4.1.1. Le réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels permanents ou temporaires, par lesquels s'écoulent toutes les eaux de ruissellement et converge vers un seul point de vidange du bassin versant (exutoire).

L'oued Zenati naît de la confluence de l'oued El M'leh qui prend sa source à Djebel Oum Sattas (1326m), et chaâbet Touifsa qui prend sa source à Kef Deb (1142m) ; L'oued Zenati reçoit sur sa rive gauche les oueds : Bou Skoum, Bemeb, Kalech, chaâbet El Rassoul, Snoussi ; et sur sa rive droite Chaâbet Gueit et Terba, oued El Gloub, Chaâbet Mrassel. (**Carte 02**)



Carte.2 : Carte de réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Zenati

2.2.4.1.2. Longueur et nombre des thalwegs :

La mesure des longueurs des thalwegs contribue aux différents calculs des paramètres morphométrique tels que les rapports de longueur et de confluence, la densité de drainage et le temps de concentration, la détermination des rapports de confluence et de longueur nécessite une classification du chevelu hydrographique, d'après la méthode de STRAHER.

Tableau .II.13. Classification de nombre de cour d'eau de l'oued Zenati

Ordres	Oued Zenati Nx	Longueur Lx (km)
1	2189	689.5
2	487	257.19
3	93	100.71
4	252	198.78
5	5	25.08
6	1	7.78
total		1279.04

2.2.4.1.3. Langueur de Thalweg principale :

Les longueurs des talwegs principaux L_p (km) des sous bassins de l'oued Zenati figurent dans le tableau ci- dessous :

Tableau .II.14 : La langueur de Thalweg principale

Lp d'oued zenati	50 Km
------------------	-------

2.2.4.2Chevelu hydrographique :

Le réseau hydrographique définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement. Le réseau hydrographique est une des caractéristiques les plus importantes du bassin. Le réseau hydrographique peut prendre une multitude de formes. La différenciation du réseau hydrographique d'un bassin est due à quatre facteurs principaux.

2.2.4.3. Densité de drainage D_d

Elle se définit comme étant le rapport de la longueur totale des cours d'eau à la surface du bassin versant. Elle est aussi la somme des densités de drainage temporaire et permanente.

$$D_d = L / S$$

Avec :

L: longueur totale cumulée des talwegs de l'ordre I en (km) ;**S :** surface du bassin versant en (km²) ;

D_d : densité de drainage en $(\frac{km}{km^2})$.

Tableau. II.15. Densité de drainage de l'oued Zenati :

Bassin versant	Dd (km/km ²)
Oued zenati	2.16

2.2.4.4. 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 le plus long du bassin et l'exutoire de ce dernier.

✓ **La formule de GIANDOTTI :**

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

Avec :

S: Superficie en (km²);

L : Longueur du thalweg principal en (km);

H_{moy} : Altitude moyenne en(m) ;

H_{min} : Altitude minimale en (m) ;

T_c : Temps de concentration (heurs).

✓ **La formule de KIRPICH :**

$$T_c = 0.945 * L^{1.155} / D^{0.385}$$

Avec :

L: Longueur du thalweg principal en Km ; D: Différence d'altitude entre l'extrémité du thalweg en (m) ;

T_c : Temps de concentration (heurs).

✓ La formule de PASSINI:

$$T_c = \alpha * \sqrt[3]{S * L_p / \sqrt{i}}$$

Avec :

S : Superficie ;

L_p : Longueur du thalweg ;

i: Pente moyenne $i = \frac{H_{max} - H_{min}}{L}$;

α : Coefficient qui varie entre 0.5 et 1. En choisir = **0.75**

Tableau .II.16. Récapitulatif des résultats du temps de concentration

	S (km)	L_p (km)	Hmax (m)	Hmoy (m)	H min (m)	Tc (heure)		
						giandotti	kirpich	passini
BV oued Zenati	592.15	50	1200	280	500	3.47	10.34	11.37

2.2.4.5. La vitesse d'écoulement de l'eau (V)

Elle donnée par l'expression suivante :

$$V = L / T_C$$

Avec :

V: Vitesse d'écoulement de l'eau en m/s

L : Longueur du talweg principal en m

T_C : Temps de concentration en S

Les vitesses d'écoulement des sous bassins versants l'oued zenati de calculés figurent dans le tableau ci-dessous

Tableau. II.17 : Les vitesses d'écoulement de bassin versant l'oued zenati

Bassin versant	La vitesse d'écoulement V (m/s)
L'oued zenati	4.83

2.2.4.6. Rapport de confluence (Rc) :

Le rapport de confluence, est Le quotient du nombre de talwegs d'ordre X par celui des talwegs d'ordre supérieur (X+1) soit :

$$R_c = N_x / N_{x+1}$$

Si l'alignement des points est bon, nous calculons la pente de la droite ajustée. Pour ceci, nous avons pris sur la droite par exemple la valeur de :

$$R_x \quad \text{Pour } x=1 \quad N(1)=2189$$

$$R_{x+1} \quad \text{Pour } x=2 \quad N(2)=487$$

$$\log R_c = |\log R_x - \log R_{x+1}|$$

$$\log R_c = |\log (2189) - \log (487)|$$

$$\log R_c = 0.652 \Rightarrow R_c = 4,487$$

Tableau. II.18 : Rapport de confluence (Rc) de bassin versant l'oued zenati

Bassin versant	Rapport de confluence (Rc)
Oued zenati	4.487

2.2.4.7. Rapport de longueur (Rl) :

Le rapport de longueur, est le quotient de la longueur moyenne des talwegs d'ordre (x+1) par celle des talwegs d'ordre x :

$$R_l = l_{x+1} / l_x$$

Tableau. II.18 : Rapport de longueur de bassin versant l'oued zenati

Sous bassin versant	Rapport de longueur Rl
Oued Zenati	0.373

2.2.4.8. Coefficient de torrentialité (C_T) :

Le coefficient de Torrentialité tient compte de la densité de drainage et de la densité des thalwegs élémentaires d'ordre 1. Le C_T est un bon indice de l'érodabilité du bassin-versant.

$$C_T = D_d * F_i$$

Avec $F_i = \frac{N_1}{S}$

Avec :

C_T : Coefficient de Torrentialité ;

F_i : Densité des thalwegs 1 ;

D_d : Densité de drainage (Km/Km²) ;

S : Superficie du bassin-versant en Km² ;

N_1 : Numéro d'ordre le plus élevé dans la classification de SCHUM.

➤ Bassin versant d'oued zenati :

$$C_T = 2189 * 2.16/592.15=7.984$$

Tableau. II.19 : Rapport de longueur de bassin versant l'oued zenati

Bassin versant	Coefficient de torrentialité (C_T)
Oued zenati	7.984

2.2.4.9. Profil en long

Le profil longitudinal de l'oued Zenati et ses principaux affluents (Fig. II.1), permet d'apporter des éléments complémentaires à la densité de drainage, au vu de rôle des pentes des talwegs sur le ruissellement superficiel, et sur la vitesse d'écoulement lors des crues. Ils ont été tracés pour un pas de distance de 5 Km dans le sens de l'écoulement.

Le profil en long de l'oued Zenati présente une seule rupture située au contact de deux zones respectivement les glacis et la vallée alluvial

Les profils longitudinaux de ce cour d'eau se caractérise par des pentes assez faibles.

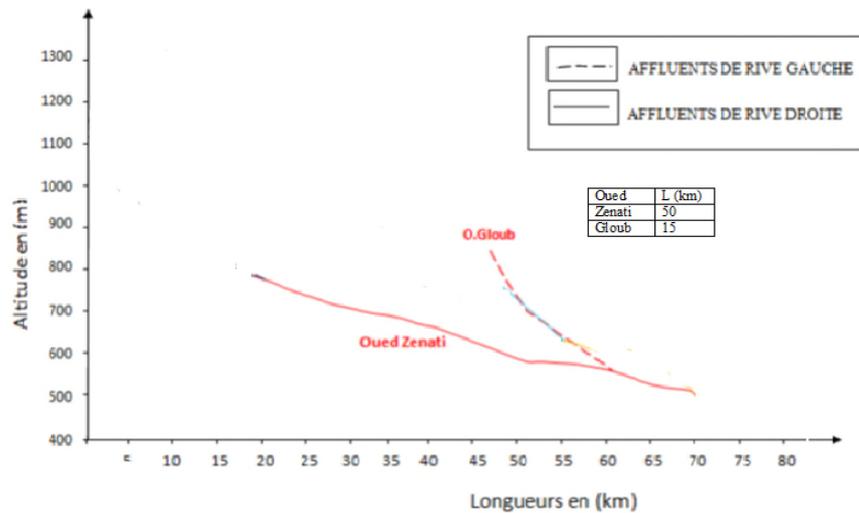


Figure .II.3.Profil en long de l'Oued Zenati

Tableau .II.20. Récapitulatif des principales caractéristiques morphométrique et hydrographiques du bassin versant :

	Symbole	unité	BV d'oued zenati valeur
Superficiel	S	km ²	592.15
Périmètre	P	Km	110.5
Longueur du rectangle équivalent	L	Km	40.56
Largeur du rectangle équivalent	l	Km	23.98
Langueur du thalweg principal	Lp	Km	50
Indice de compacité	KC	-	1.27
Altitude maximale	Hmax	m	1200
Altitude minimale	Hmin	m	500
Altitude moyenne	Hmoy	m	812.8
Altitude médiane	Hmed	m	820
Indice de pente de roche	Ip	-	2.77
Indice de pente global	Ig	m/Km	6.16
Indice de pente moyenne	DS	m	149.96
Densité de drainage	Dd	Km/Km ²	2.16
Temps de concentration	Tc	Heures	3.47
Vitesse d'écoulement d'eau	Vc	m/s	4.83

Conclusion :

L'analyse morphométrique a permis de voir que le réseau hydrographique est très développé et les indices de pente et de compacité permettent de dire que les eaux du bassin versant tendent à ruisseler plutôt que de s'infiltrer. Ceci aura des percussions sur le plan hydrologique.

CONCLUSION.

Conclusion générale

Dans le présent mémoire nous avons essayé de faire une analyse morphométrique sur le bassin versant de l'oued Zenati, qui fait partie du bassin de la Seybouse (**14**) à climat semi-aride où l'originalité physique réside dans la présence de massifs montagneux riche en eau au nord; la partie sud à une topographie plus libre, des formes plus nettes, les versants longs et moins raides, elle correspond à des plaines semi-aride à écoulement de surface moyennement faible.

Le bassin versant de l'oued Zenati, d'une superficie de **592.15** km², se caractérise par hautes collines orientées Ouest-Est qui bordent dans la partie médiane sur sa rive gauche depuis Ain Abid jusqu'aux environs de la localité de l'oued Zenati.

Le réseau hydrographique est dense dans les zones à formation lithologique marneuse ou argileux - siliceuse, associées souvent à des pentes assez fortes.

La diversité topographique du bassin de l'oued Zenati a un impact évident sur le climat et sur les écoulements : Les facteurs climatiques notamment, les précipitations, les températures, l'évaporation, varient avec l'orographie, et ils sont très nuancés sur le plan spatial.

REFERENCE.

Référence Site :

- **Anonyme**, (2008). Andi : article de wilaya de Guelma. **Site web:** <http://www.anvredet.org.dz/Guelma.pdf>.
- **Anonyme**, Daïra de Guelma/ Wilaya de Guelma. **Site web:** [http://fr.getamap.net/cartes/algeria/algeria_\(general\)/_guelma_dairade/](http://fr.getamap.net/cartes/algeria/algeria_(general)/_guelma_dairade/). Consulté le 21-03-2013.
- **Anonyme**, La ville de Guelma en Algérie. **Site web:** <http://www.zoom-algerie.com/ville-24-Guelma.html> . Consulté le 21-03-2013.
- www.bunESCO.org/water/wwap World Water Assessment Programme;
- www.water-2001.de International Conference on Freshwater, Bonn;
- www.worldwaterforum.net The 2nd World Water Forum;
- www.ime-eau.org Institut Méditerranéen de l'Eau ;
- www.oieau.fr Office International de l'Eau.

Référence Bibliographique :

- **Agence des bassins hydrographiques.** "Constantinois-Seybouse-Mellegue" 2002.

Les cahiers de l'agence, N°7, bassin de la Seybouse.

- **ABDELWAHAB, et Sari Ahmed., (2002).** L'hydrologie de surface, Réf. 5/080, 224p.
- **GHACHI, A., (1986).** Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie : le bassin de la Seybouse, Alger, O.P.U.
- **A.B.H.** Les Cahiers de l'Agence, Agence de Bassin Hydrographique Constantinois - Seybouse- Mellegue
- **Zouini, Derradji, (2009).** Thèse mag : Les ressources en eau et gestion intégrée du bassin versant de l'oued Bouhamdane (Nord-est Algérien)
- **A.B.H.** Les Cahiers de l'Agence, Agence de Bassin Hydrographique Constantinois - Seybouse- Mellegue
- **Aich. M (1996)** – Contribution a l'étude de l'érosion en vue d'aménagement bassin versant de Bouhamdane Thèse de magistère, université de Constantine
- **Bechiri .M et Handouzi .A (2007)** : Caractéristiques de quelques aquifères de l'extrêmes Nord Est Algérien, cas de secteur El Tarf, Annaba, Guelma, Souk Ahras et Tébessa. Mémoire d'ingénieur université Annaba.
- **Seltzer, P. (1949).** LE climat de l'Algérie.Alger
- **Mébarck, A. (1984).** Ressources en eau et aménagement en Algérie. " Bassin de Kébir -Rhumel " O.P.U. Alger.