

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE D'ORAN2 MOHAMED BEN AHMED

FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE GEOLOGIE

**ANALYSE DES PRECIPITATIONS ET L'IDENTIFICATION DES EVENEMENTS
EXTREME AU NIVEAU DU BASSIN VERSANT DE ZENATA (REGION DE
TLEMCEEN)**

Présenté par :

M^{me} BELAID NASRIA

Mr HAMADOU WALID

Mr SAFA AISSA .

Professeur

Univ Oran 2

Président

M^{me}. BAKRTI AMEL.

M.A.A

Univ Oran 2

Encadreur

M^{me} ABLAOUI HALIMA.

M.A.A

Univ Oran 2

Examinatrice

Setennu le 30 Sept 2019

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	3
I.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	3
I.2 SYNTHÈSE CLIMATIQUE	5
I.2.1 Introduction.....	5
I.3 Caractéristiques physiques.....	7
I.3.1 Morphométrie du bassin versant.....	8
1.3.1.a La surface.....	9
1.3.1.b Relief.....	9
I.4 Synthèse géologique et hydrogéologique du bassin versant de	10
« Zenata ».....	10
I.4.1.Introduction	10
I.4.2.Aperçu géologique de la Tafna.....	10
I.4.3.Cadre géologique du bassin	11
I.4.4 .Série stratigraphique	12
I.4.4.1 Secondaire	12
I.4.4.2 Tertiaire	13
I.4.4.3 Quaternaire	14
I.4.5.Contexte hydrogéologique.....	16
I.5. CONCLUSION	17
II. TRAITEMENT DES DONNEES.....	17
II .1.Caractéristiques pluviométriques du bassin versant	17
II.3. Variabilité mensuelle et saisonnière des précipitations	22
II.4 Mise en œuvre de la méthode INTENSITE- DUREE-FREQUENCE (IDF)	24
II .4.1 Variabilité interannuelles.....	24
II.5.Application de la méthode Intensité-Durée-Fréquence (IDF).....	27
II.5.2. Dans quel but faisons -nous appel aux courbes IDF	28
II.5.3. Représentation analytique	29
II.5.4. .Méthode des moments	30
II.5.5 Représentation et interprétation des résultats	32
Conclusion générale	36

LISTE DES FIGURES

Figure.n°1 : Surface occupée par le bassin étudiée au niveau du bassin de la Tafna	3
Figure.n°2 : Climat général du secteur étudié.....	6
Figure n°3 : Extrait du modèle numérique de terrain couvrant le bassin versant de.....	
l'oued Boumessaoud.....	10
Figure n°4 : carte de pente de bassin de l'oued Boumessaoud.....	11
figure n °5 : Carte géologique du bassin de l'oued Boumessaoud.....	15
Figure n° 6 : Caractéristiques pluviométriques des trois stations de mesure.....	18
Figure n°7 : nuage des points des cumules de 3 stations.....	19
Figure n° 8 : la méthode du double cumuls entre (Hennaya) et la station de Izdehar comme station de référence.....	20
Figure n°9 : la méthode du double cumuls entre (Dachaouchi) et la station de Izzhar comme station de référence.....	21
Figure.n°10 Variations des précipitations moyennes mensuelles dans le sous bassin versant de Zenata Année (1981/2003).....	22
Figure n° 11 : Variation saisonnière des précipitations dans le sous bassin versant de zenata (81/03).....	23
Figure n° 12 :Variabilité interannuelle de la pluviométrie annuelle moyenne durant la période(1975/1984).....	25
Figure.n°13 :Variabilité interannuelle de la pluviométrie annuelle moyenne durant la période(1986/1995).....	26
Figure n°14 :Variabilité interannuelle de la pluviométrie annuelle moyenne durant la période(1996/2004).....	27
Figure n° 15 : représentation générale de la méthode IDF selon (Musy et Higy- 2004).....	28
Figure n°16 : Diagramme de fréquence des lame précipitées maximales de 1,2,3et5 jours.....	34
Figure n°17 : Représentation des courbes IDF et des lames précipitées.....	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : Les moyennes mensuelles de P et T au niveau de la station de Maghnia.....	5
Tableau n°2: paramètre morphométrique du bassin versant et du cours d'eau.....	8
Tableau n°3: stations pluviométriques étudiées.....	17
Tableau n°4 : Caractéristiques des pluies annuelles des stations pluviométriques du bassin versant..	17
Tableau n°5: Moyenne ,écart type, coefficient de variation de la série pluviométrique (81/03) Station de Izdehar.....	23
Tableau n° 6 : Distribution de Gumbel pour la station de Zenata.....	33
Tableau. n°7 : récapitulatif du calcul de la lame d'eau écoulée.....	33
Tableau n°8 : Estimation des intensité pluviométrique.....	34

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La région de Tlemcen assure l'alimentation en eaux de la partie ouest Algérien, elle est souvent nommée « le château d'eau ouest algérien ». Elle est occupée en grande partie par le grand bassin versant de la Tafna, ce bassin conditionne le développement socio-économique sur une vaste étendue.

Le bassin versant de la Tafna actuellement dispose des sous bassins pouvant donner des énormes quantités d'eau qui peuvent dominer plusieurs problèmes de déficit d'eau sur la région et sur l'ouest Algérien

Donc il est très intéressant de reprendre l'étude hydrologique d'un sous bassin versant de la Tafna en utilisant le maximum de données climatiques, morphométriques, géologiques. Le traitement de ces données a été effectué par différentes méthodes et formules empiriques.

Parmi les sous bassins de la Tafna on a choisi de sous bassin versant de Zenata Le bassin de «Zenata» (In bakreti &al,2014) fait partie du grand bassin versant de la Tafna qui s'étend au nord ouest de l'Algérie. Situé dans la partie la plus septentrionale de la Tafna Le sous bassin est Limité à L'est par le sous bassin versant de l'oued Sikkak, à l'ouest par le sous bassin de l'oued Mouilah ,au sud par le sous bassin de l'oued Sebdou. Il s'étale sur les reliefs d'Ouled Riah.

Notre étude sur le bassin versant de Zenata prendre quelque notion sur l'écoulement dans la région, se divise en deux parties, ce sont les suivants :

❖ La première partie

C'est une Considération général concernant la situation de notre bassin versant et sa synthèse climatique qui définit le climat de la région. et à la fin de cette partie .une synthèse géologique et hydrogéologique qui montre les différentes formations qui jouent un rôle très important dans l'hydrogéologie de la région,

❖ La deuxième partie

Elle est subdivisée en deux parties importantes de notre étude savoir l'homogénéité des

- Critique des données pour savoir l'homogénéité des données des précipitations.
- L'étude des écoulements nous permettra de caractériser Les courbes IDF qui sont construites dans un but bien précis. Elles permettent d'une part de synthétiser l'information pluviométrique au droit d'une station donnée

Enfin nous terminons notre travail par une conclusion générale.

PREMIERE PARTIE
CONSIDERATIONS GENERALES

I.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le bassin de « Zenata » (In bakreti &al,2014) fait partie du grand bassin versant de la Tafna qui s'étend au nord ouest de l'Algérie. Situé dans la partie la plus septentrionale de la Tafna entre les longitudes 1°20' et 1°30' Ouest et les latitudes 34°51'15 et 35°05 Nord. Le sous bassin est Limité à L'est par le sous bassin versant de l'oued Sikkak, à l'ouest par le sous bassin de l'oued Mouilah ,au sud par le sous bassin de l'oued Sebdou. Il s'étale sur les reliefs d'Ouled Riah à l'est du plateau de Zenata et se prolonge jusqu'aux terrains sédimentaires d'ouled Alaa au nord ouest de la plaine d'Hennaya. La longueur du l'oued est 23.6 km encaissé dans le bassin de zenata est l'oued Boumessaoud qui prend naissance dans les massifs calcaire-dolomitiques du jurassique près de Ain El Hammam juste à l'endroit de passage du chemin de grande communication N°45 venant de Beni Master et qui mène vers Hennaya. Cet Oued est précédé sur son parcours en amont par l'oued Bou Ennag descendant des Monts de Dhahar Mendjel et de Djebel Tefatisset qui culmine à 867 m. Les petits cours d'eau et les ruisseaux qui alimentent l'oued se multiplient sur les hauteurs du plateau de Terny à l'est de la foret de Zarifet, au niveau de Djebel Tamesguida à 1154m ,et de Djebel Fernane à 1150m.

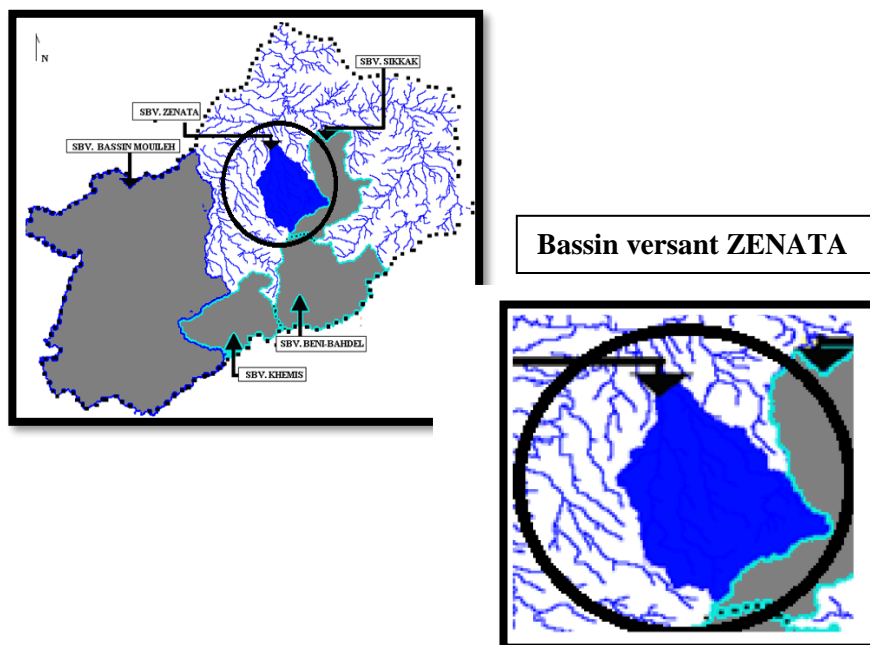


Figure.n°1 : Surface occupée par le bassin étudiée au niveau du bassin de la Tafna

Globalement notre bassin est subdivisé en trois parties ;

-au Sud, une zone montagneuse caractérisée par les dolomies de Tlemcen et calcaires bleus avec quelques associations de marnes et calcaires à Ptérocères. Dans cette partie le cours d'eau prend le nom de oued Bou Ennag caractérisé par la manifestation de nombreuses ramifications creusées dans des monts jurassiques dolomitiques tel que Djebel Tefatisset , Djerf El Eugab et Dhahar Mendjel, qui descendent de crêtes atteignant 835 m.

au centre, une zone intermédiaire où le relief s'accroît brusquement donnant une limite nette entre les terrains calcaréo-dolomitiques du Jurassique et les formations marneuses du Miocène. (Abdelali, 1983) . Dans cette partie l'oued Boumessaoud prend le relai à partir de Ain El Hammam dans un gîte de fossiles formés de grès tortoniens suivis de travertins anciens . L'oued suit son cours ensuite dans une vallée encaissée et se creuse dans des formations marneuses et gréseuses du tertiaire et des alluvions du pliocène Le plus important affluent à cette traversée est celui d'oued Bou Madjmar (rive gauche) au niveau des vergers de Si Messaoud à une altitude d'environ 231 m.

au Nord, une dépression remplie de sédiments tertiaires et quaternaires, formant le plateau de Zenata. Dans cette partie l'oued devient temporaire sur son chemin vers le point de confluence avec l'oued Zitoune au lieu dit Douar Oudafla à 162 m d'altitude. La ramification ainsi formée entre les deux oueds continuera son cours pour constituer un affluent rive droite du cours d'eau principal oued Tafna.

I.2 SYNTHÈSE CLIMATIQUE

I.2.1 Introduction

Le climat, par définition, est l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, pression atmosphérique, vent, précipitation...) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. Il est déterminé par la situation géographique du lieu (latitude, altitude, éloignement par rapport à la mer) et par la circulation atmosphérique. (Bois. 2000).

Les facteurs climatiques sont des phénomènes aléatoires les plus déterminants du comportement hydrologique des cours d'eau. Ils interviennent aussi dans le calcul du bilan d'écoulement. La situation du bassin peut aussi influencer son comportement vis-à-vis la répartition des précipitations ce qui est le cas du bassin faisant objet de cette étude où il se trouve entouré au Sud par les monts de Tlemcen qui sont relayés à l'atlas marocain ; ce qui constitue parfaitement une barre montagneuse développée de telle façon que les crêtes forment une barrière efficace perturbant ainsi une répartition uniforme des pluies.

- Le tableau ci-dessous représente les moyennes mensuelles des précipitations et des températures de la station de Maghnia pour la période (1977 – 2009).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JL	A	MOY
P(mm)	18.3	25.9	31.7	39.5	34.6	36.2	29.8	30.7	26.8	5.7	3.7	3.7	286.6
T (c°)	23.4	18.7	14.3	11.0	9.7	11	13	15	18.3	22.6	25.9	26.6	17.5

Tableau n°1 : Les moyennes mensuelles de P et T au niveau de la station de Maghnia

(1977 - 2009)

Selon le tableau n°01, on peut considérer que les mois décembre, janvier, et février, sont les mois les plus humides, où la valeur maximale de précipitation est enregistrée dans le mois de décembre avec 39.5 mm, par contre les moins d'été ; juin, juillet, et août sont les plus secs avec une valeur minimale de 3.7 mm.

Pour la température, elle enregistre la valeur maximale pendant les mois d'été 26,6 °C pour le mois d'août tandis qu'elle atteint la valeur minimal pour la période d'hiver par 9.7 °C seulement pour janvier.

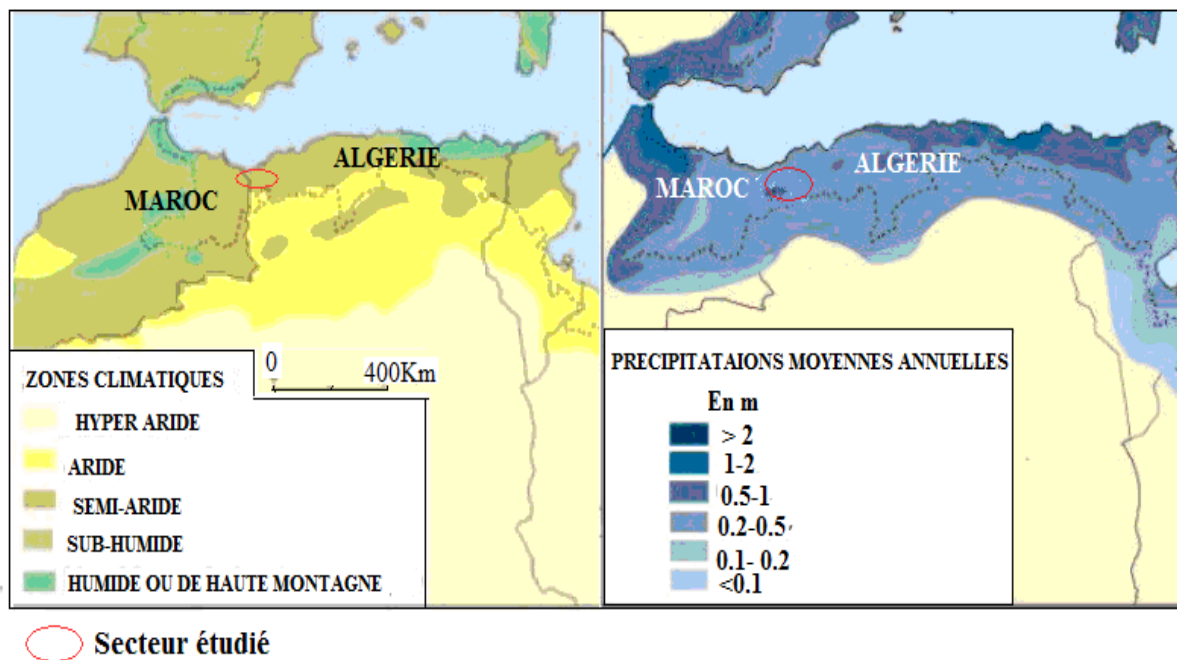


Figure n°2 : Climat général du secteur étudié.

Nous avons effectué une recherche bibliographique très large et une analyse pour l'étude du climat en Algérie. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux grandes tendances à la sécheresse de la partie ouest qui nous intéresse. Nous rapportons dans ce chapitre que les grands traits du climat du secteur étudié. Les détails en seront discutés dans le chapitre analyse des données pluviométriques. Il en ressort que plusieurs facteurs sont responsables du cadre climatique actuel qui prédomine le climat en Algérie. Relevante que le relief a tendance à y augmenter de l'ouest en l'est. Les parties orientales sont les zones les plus arrosées du pays (Figure.2). En revanche, la zone occidentale est caractérisée par des reliefs moins importants en altitude. Les perturbations se trouvent piéger entre les massifs côtiers algériens et la chaîne du Rif.

I.3 Caractéristiques physiques

Les caractéristiques physiographiques d'un bassin versant influencent fortement sa réponse hydrologique, et notamment le régime des écoulements en période de crue ou d'étiage. Diverses caractéristiques morphologiques sont à définir : en premier lieu, la taille du bassin (sa surface), sa forme, son élévation, sa pente et son orientation. A ces facteurs s'ajoutent encore le type du sol, le couvert végétal et les caractéristiques du réseau hydrographique. Ces facteurs, d'ordre purement géométrique ou physique, s'estiment aisément à partir de cartes adéquates ou en recourant à des techniques digitales et à des modèles numériques.

I.3.1 Morphométrie du bassin versant

Les résultats du différent paramètre morphométrique du bassin versant et du cours d'eau sont résumés par le tableau suivant

caractéristiques du bassin versant	
1. Morphométrie	
Surface (Km²)	118
Périmètre (m)	59
Longueur du rectangle (m)	24.53
Largeur du rectangle (m)	4.81
l'indice de compacité de Gravelius	1.52
2. Relief	
Altitude maximale (m)	1246
Altitude minimale (m)	150
Indice de pente (%)	0.012
Indice de pente globale (%)	0.366
Dénivelée spécifique (m)	398.53
Pente moyenne du bassin versant (%)	4.46
3. Réseau hydrographique	
Densité de drainage (Km⁻¹)	2.39
Pente moyenne du cours d'eau principale (m/Km)	35

Tableau n°2: paramètre morphométrique du bassin versant et du cours d'eau.

1.3.1.a La surface

La surface du bassin versant ainsi que son périmètre ont été déterminés par l'utilisation de la technique de digitalisation de la carte topographique à l'échelle 1/25000 grâce au logiciel (MapInfo 6.5), qui établit un Modèle Numérique du Terrain (M.N.T) de ce bassin. Cette technique nous a permis d'estimer avec une grande précision la surface de notre bassin qui est de 118 km², et le périmètre correspondant d'une valeur de 59 km.

1.3.1.b Relief

- La morphométrie du bassin versant Zenata on a les résultats suivantes :
 - L'indice de compacité Gravius $KG=1.52$ indique que notre bassin a une forme allongé
 - L'indice de pente $I_p=0.012$ et Indice de pente globale $i_g=0.366$ traduit l'évolution géomorphologique de l'ensemble du bassin, on a un relief assez fort

Densité de drainage $D_d=2.39 \text{ km}^{-1}$ est grande indique un réseau hydrographique bien hiérarchisé et bien drainé.

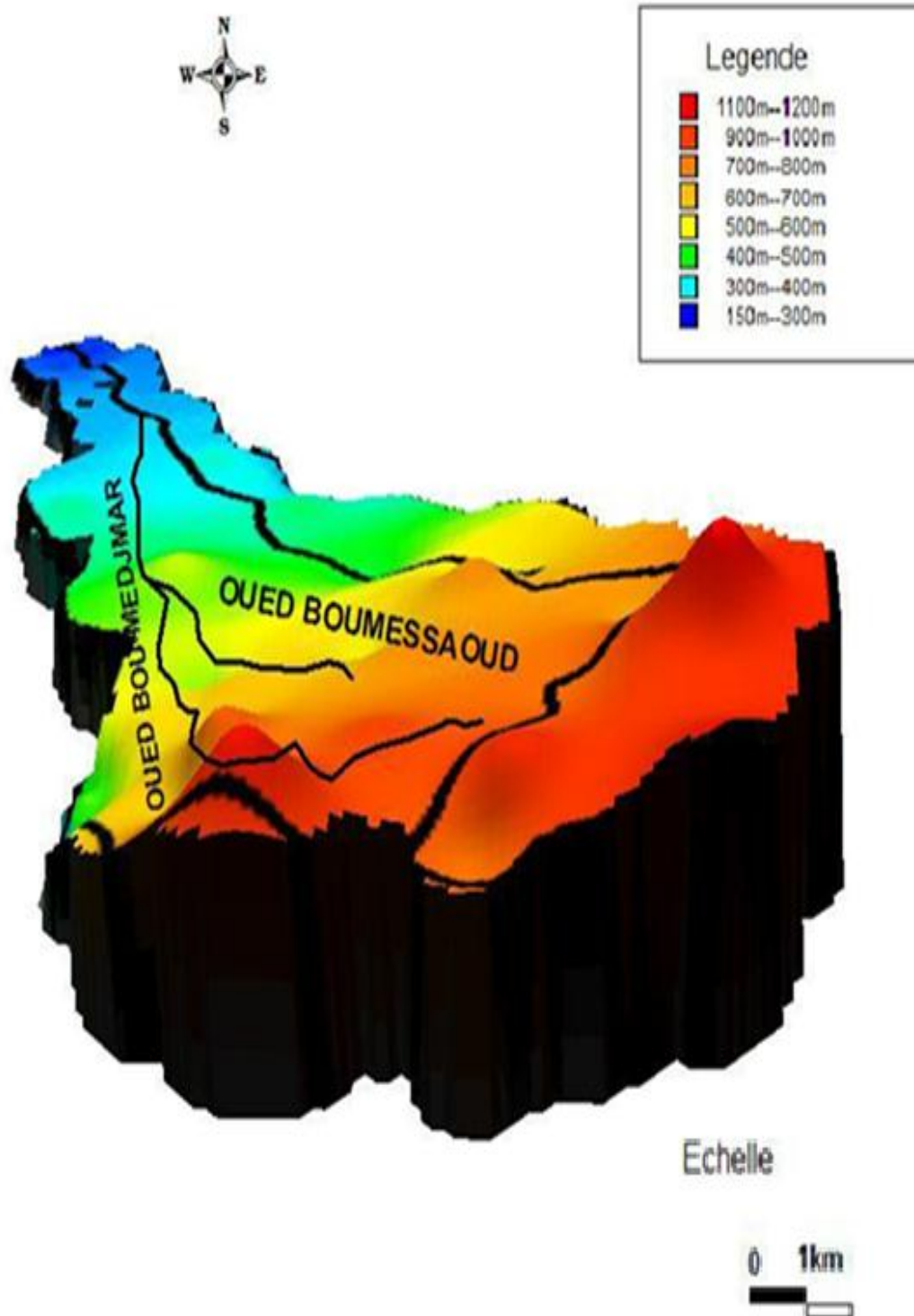


Figure n°3 : Extrait du modèle numérique de terrain couvrant le bassin versant de l’oued Boumessaoud

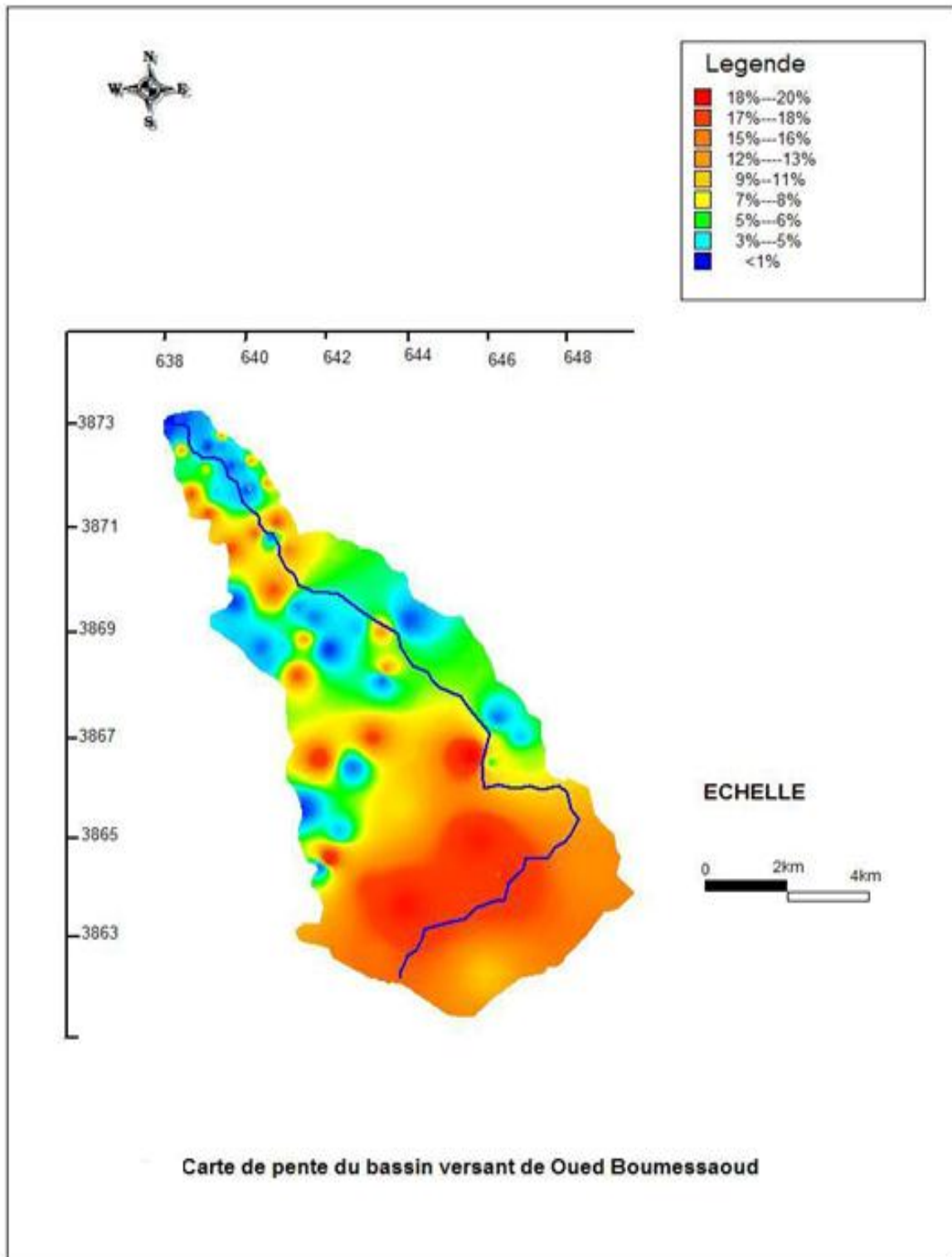


Figure n°4 : carte de pente de bassin de l'oued Boumessaoud

I.4 Synthèse géologique et hydrogéologique du bassin versant de ZENATA

I.4.1.Introduction

La connaissance de la géologie d'un bassin versant s'avère importante pour cerner l'influence des caractéristiques physiographiques .La géologie du substratum influe non seulement sur l'écoulement de l'eau souterraine mais également sur le ruissellement de surface. Dans ce dernier cas, les caractères géologiques principaux à considérer sont la lithologie (nature de la roche mère) et la structure tectonique de substratum. La lithologie joue un rôle important sur le ruissellement, l'infiltration, l'érosion et le transport solide.

En effet la perméabilité du substratum d'un bassin versant intervient sur la vitesse de montée des crues, sur leur volume et sur le soutien apporté aux débits d'étiage par les nappes souterraines.

Les divers types de roches et leurs structures donnent une indication précieuse sur la capacité d'infiltration des zones occupées par les roches et par les sols et en conséquence sur la quantité de terre susceptible d'être érodée (FAO,1994 ; DEMMAK,1982).Les argiles,les marnes,les schistes, les basaltes et les gneiss sont très vulnérables au ravinement (Roose,1994).

Dans ce chapitre, nous allons présenter brièvement quelques caractères généraux sur la géologie de la Tafna et passer ensuite à une description des formations rencontrées au niveau du bassin versant qui fait l'objet de cette étude en essayant de mettre en relief leur impact sur L'hydrologie.

I.4.2.Aperçu géologique de la Tafna

le bassin-versant de l'oued Tafna s'étend sur presque la moitié de l'Oranie nord-occidentale et comprend deux ensembles structuraux: un ensemble atlasique au sud et un ensemble alpin au nord, ce dernier ayant connu en outre une activité volcanique importante, mio-plio-quadernaire. Il a commencé à acquérir ses traits morphogéniques dès la fin du Miocène dans un contexte «sec», avec un amont en grande partie karstique et un aval à dynamisme volcanique effusif au Mio-Pliocène, puis phréato-magmatique au Pliocène et au Quadernaire. Au Pliocène et au Quadernaire, les mouvements tectoniques (différenciés dans le temps), ajoutés aux variations climatiques, puis façonnement de deux générations de grands glaciers (d'érosion surtout) dans lesquels va s'enfoncer le réseau hydrographique, laissant des

interfluves tabulaires, étagés localement, en moyenne Tafna. D'épaisses alluvions fluviales pliocènes et cinq terrasses alluviales quaternaires témoignent d'une dynamique alluviale dont les traits ont variés dans le temps. Sept paléosols rouges (cinq sont quaternaires) sont des marqueurs de phases paléo-bioclimatiques «humides», mais à traits méditerranéens. On rencontre de même,

les dépôts lacustres plio-quaternaires en moyenne Tafna et les tufs et travertins des retombées (nord surtout) des Monts de Tlemcen (Remaoun, 1996).

Les trois formations géologiques bien distinctes qui caractérisent le bassin de la Tafna sont : Région du Nord: Les massifs montagneux des monts des Beni- Snassen et des Traras sont constitués de formations du jurassique moyen et inférieur qui se prolongent sous les puissantes assises marneuses du Miocène à faciès tantôt argileux, calcaire-marneux ou encore grésomarneux comme au centre de l'Isser.

Région sud: Les massifs calcaires des monts de Tlemcen, sont constitués par des dépôts carbonatés du jurassique supérieur calcaires et gréseux avec deux rides anticlinales SW-NE, sensiblement parallèles, formées à l'Ouest par les Djebels d'Ain El Hout et Hadid, à l'Est par les djebels Talet et Abiod.

Région centre: La dépression inter- montagneuse de la région de la plaine des Amglas et de Maghnia causée par les dépôts marins du Miocène supérieur et inférieur ainsi que des alluvions de sable et de gravier.

I.4.3. Cadre géologique du bassin

Les monts de Tlemcen constituent un édifice régulier formé essentiellement de terrains mésozoïques et cénozoïque, les assises sédimentaires de la vallée de l'oued Boumessaoud attribuées au Jurassique supérieur sont principalement formées de roches carbonatées. Le bassin versant est occupé essentiellement, dans sa partie sud, par les séries du Jurassique recouvertes au nord par des niveaux miocènes qui reposent en discordance sur les formations du mésozoïque (Figure.8). Dans la partie aval, les niveaux du Miocène sont recouverts par des colluvions d'âge Plio villafranchien, comprenant des limons brique clairs, des Poudingues durs à ciment calcaire.

I.4.4 .Série stratigraphique

L'évolution des terrains rencontrés de la base au sommet de la série est représentée par :

I.4.4.1 Secondaire

Il forme l'ossature de la région étudiée, il est représenté par le Jurassique supérieur. On peut distinguer du bas vers le haut.

a. Grés de Boumediene

Ces grés affleurent sur une grande partie du bassin, surtout à Beni Mester et à la forêt de Zarifet.

Ils se présentent en bancs bruns ferrugineux en surface, à éléments fins à moyen, à ciment calcaire et quartziteux. Ils sont de couleur blanche, roussâtre à la cassure.

b. Calcaires de Zarifet

Il s'agit de bancs calcaires de position intermédiaire entre les grés de Boumediene et les dolomies qui forment les environs de TLEMCEM.

F .DOUMERGUE 1910 les définit sous le nom de calcaire bleu à géodes.

M BENEST 1972 les désigne sous le nom de calcaire de ZARIFET.

En général ce sont des calcaires bleus et gris à grandes géodes de calcite avec quelques minces intercalations marneuses marquant, la base nette du Kimméridgien et passant parfois latéralement à des dolomies grossières (DOUMERGUE .1922). L'épaisseur est environ de 10 à 15 m.

AUCLAIR et BIEHLER , 1967 considèrent qu'ils appartiennent a la série des dolomies de Tlemcen. (Kimméridgien inferieur)

c. Dolomies de Tlemcen

Les dolomies de Tlemcen affleurent largement sur le bassin (Djebel TEFATISSET, et la foret de ZARIFET). Ces dolomies donnent des reliefs massifs et ruiniformes dans lesquelles la stratification est difficilement reconnue. La puissance varie entre 200 et 300 m. la macrofaune est rare ; LUCAS (1952) signale les lamellibranches et gastéropodes (foret de ZARIFET).

AUCLAIR et BICHLER (1967) les attribues au Kimméridgien inferieur et renomment « membre calcaréo-dolomitiques inferieur

d. Les Marno-calcaires de Raourai

Ces marno-calcaires affleurent au Djebel TIFATISSET et au Djebel Eche-Chiba, nous sommes en présence d'un ensemble marneux et marno-calcaire avec intercalations de bancs de calcaire franc et blanc. Les niveaux marneux sont feuilletés de couleur grise claire. L'épaisseur varie entre 100 et 150 m (Djebel TIFATISSET).

DOUMERGUE (1910) les attribue au Kimméridgien moyen et les nomme de marno-calcaire à pétrocéras. BENEST (1972) leur donne le nom de marnocalcaire de RAOURAI (Kimméridgien moyen).

BENEST (1985) les attribue au tithonique inferieur par corrélation avec les monts de CHELLALA.

I.4.4.2 Tertiaire

Le tertiaire est représenté par le Miocène marneux et le Pliocène conglomératique.

a. Les conglomérats de base du Miocène inferieur :

Le Miocène débute par une assise conglomératique de base qui n'affleure pas dans le bassin de l'oued Boumessaoud mais est visible plus à l'ouest sur le bassin de l'oued Zitoune. Ce sont des poudingues hétérométriques, polygéniques à élément calcaires, dolomitiques et gréseux et à ciment calcaire

b. Marnes du miocène inférieur

Ce sont des marnes de couleur verdâtre en surface, grise en profondeur présentant parfois une intercalation de lits limoneux. L'épaisseur varie entre 50 et 100m.

c. Marnes du miocène moyen

Ce sont des marnes de très faible épaisseur se présentant en intercalation des bancs de grès jaunâtres très durs, comportant des traces de courant et d'épaisseur variant de quelque centimètre à 2 mètres. L'épaisseur de la série peut atteindre 150 m .

I.4.4.3 Quaternaire :

Le quaternaire comporte :

a. Carapace calcaire

La carapace calcaire s'étale sur une grande partie des marnes formant ainsi le plateau du Zenata. Son épaisseur varie entre quelque centimètre à un mètre et devient importante sur le plateau de Zenata où elle peut atteindre 4 à 5 mètres.

b. Alluvions anciennes

Ce sont des dépôts correspondant à des éboulis de pente provenant de la désagrégation des dolomies et calcaires Kimméridgiens et des grès séquaniens

c. Alluvions récentes :

Ce sont des dépôts limoneux nivelant les parties basses des plaines et des vallées et aux bords de cours d'eau qui se présentent généralement en 2 terrasses :

-terrasse haute : sable argileux

-terrasse basse : sable argileux graviers et galets

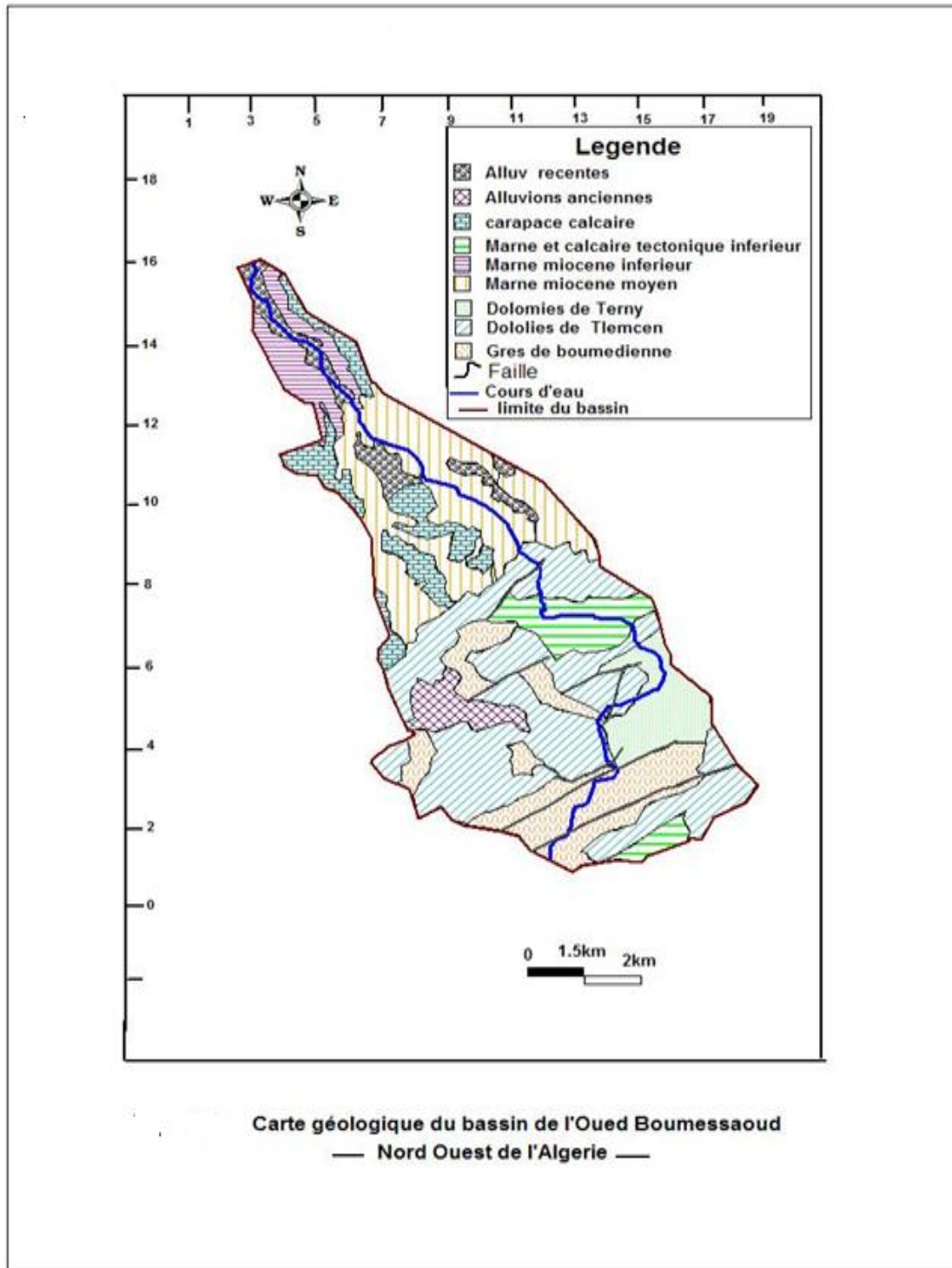


figure n °5 : Carte géologique du bassin de l'oued Boumessaoud

I.4.5. Contexte hydrogéologique

L'hydrogéologie met l'accent sur la relation entre les eaux souterraines et l'environnement géologique, c'est-à-dire la chimie, les modes de migration des substances chimiques, l'accumulation de l'eau, etc.

La connaissance des structures hydrogéologiques permet de fixer les limites du bassin versant, de vérifier la concordance du bassin hydrographique avec le bassin des eaux souterraines, de localiser les couches aquifères aux différentes profondeurs et d'établir leurs relations entre elles et avec les eaux de surface.

Rappelons encore que le système des eaux souterraines est lié au cycle hydrologique par différents processus : infiltration par la zone non saturée, apport souterrain par percolation et drainance, évaporation par la zone non saturée et finalement sous-écoulements.

Les Monts de Tlemcen sont caractérisés par la présence essentiellement d'aquifères karstiques dont les réserves permanentes de ces aquifères sont très limitées, car les exutoires occupent souvent les points bas du mur des roches carbonatées.

Il existe au nord du massif Tlemcenien, quelques nappes situées dans les épandages conglomératiques du Plio-Quaternaire. Celles-ci acquièrent un intérêt particulier du fait des formations alluvionnaires datant de cette ère qui prédominent dans notre zone d'étude. Les écoulements souterrains transitant principalement par les alluvions plus ou moins cimentées et les conglomérats, forment ainsi une nappe libre ou de type captive.

Les deux nappes recensées dans ce domaine sont celles de Maghnia et celle de Hennaya, leur alimentation se fait soit directement par la pluie, soit latéralement par les aquifères adjacents, ou bien par l'intermédiaire des oueds lors des crues.

Les grès de Boumediène sur lesquels s'étendent les forêts de Zarifet, occupent une étendue considérable dans les Monts de Tlemcen, ils sont souvent recouverts par les dolomies de Tlemcen, sauf dans le Horst de Ghar Roubane.

Le contexte géologique de quelques-unes des sources de cette formation émerge juste aux niveaux des minces bancs de calcaire emboîtés dans les grès. Ces bancs assurent donc la drainance des grès de Boumediène qui présentent une transmissivité médiocre avec une réserve renouvelable assez limitée. Il est donc illusoire de vouloir exploiter à gros débit les grès en utilisant comme drains leurs lentilles calcaires (Khaldi, 2005).

I.5. CONCLUSION

L'analyse lithostratigraphique et tectonique des différentes formations, nous permet de mettre en évidence leur diversité, comme suite :

- Les dolomies de Tlemcen et les calcaires qui leur sont associés.
- Les dolomies de Terny.
- Les grés tortoniens.
- Les conglomérats de la plaine d'Hennaya.

Ces différentes formations avec un aspect structural intense jouent un rôle très important dans l'hydrogéologie de la région, la perméabilité de ces différentes formations et la diversité des failles et des diaclases entraînent un compartimentage complexe des formations karstiques qui se développe en profondeur, ce qui influence globalement la circulation des eaux souterraines et superficielles.

L'analyse climatologique, nous a permis de revoir tous les paramètres conditionnant le climat ; de quantifier et de caractériser les facteurs relatifs de notre région d'étude.

Cela nous a conduit que la région d'étude caractérisée par un climat semi-aride.

DEUXIEME PARTIE

TRAITEMENT DES DONNEES ET

APPLICATION DE LA METHODE IDF

II. TRAITEMENT DES DONNEES

II .1.Caractéristiques pluviométriques du bassin versant

Les données pluviométriques caractérisant notre bassin ont été recueillies au niveau de trois stations pluviométriques les plus proches de la région d'étude.

Leurs coordonnées Lambert et leur période d'étude sont données dans le tableau, ci-dessous

Region	Code	Coordonnées		Période d'observation
		x	Y	
Hennaya	160516	126.7	188.2	1975/2003
Dchouachi	160518	118.9	202.9	1979/2006
Izdehar Bge	160614	152.5	205.4	1981/2006

Tableau n°3: stations pluviométriques étudiées

Pour mieux cerner l'étude de la pluviométrie, nous avons retenu des séries des pluies moyennes mensuelles. Bien que la notion de la moyenne pluviométrique estompe la réalité des faits climatiques, notamment en domaine méditerranéen, sa connaissance demeure nécessaire pour aborder l'étude de l'abondance des cours d'eau et surtout la détermination du bilan moyen annuel de l'écoulement (Bouanani,2004). Elle permet également de cerner la variabilité des pluies sur de longues périodes d'observation, néanmoins, cette variabilité doit être précisée par des moyens statistiques qui permettent de lier les hauteurs précipitées à leur durée de récurrence

Station	Moyenne (mm)	P _{MAX}	P _{MIN}	P _{MAX} /P _{MIN}
Hennaya	392.4	560.2	209.2	2.68
Djchouachi	268.91	473.40	136.8	3.46
Izdehar Bge	359.40	527.90	255.7	2.06

Tableau n°4 : Caractéristiques des pluies annuelles des stations pluviométriques du bassin versant.

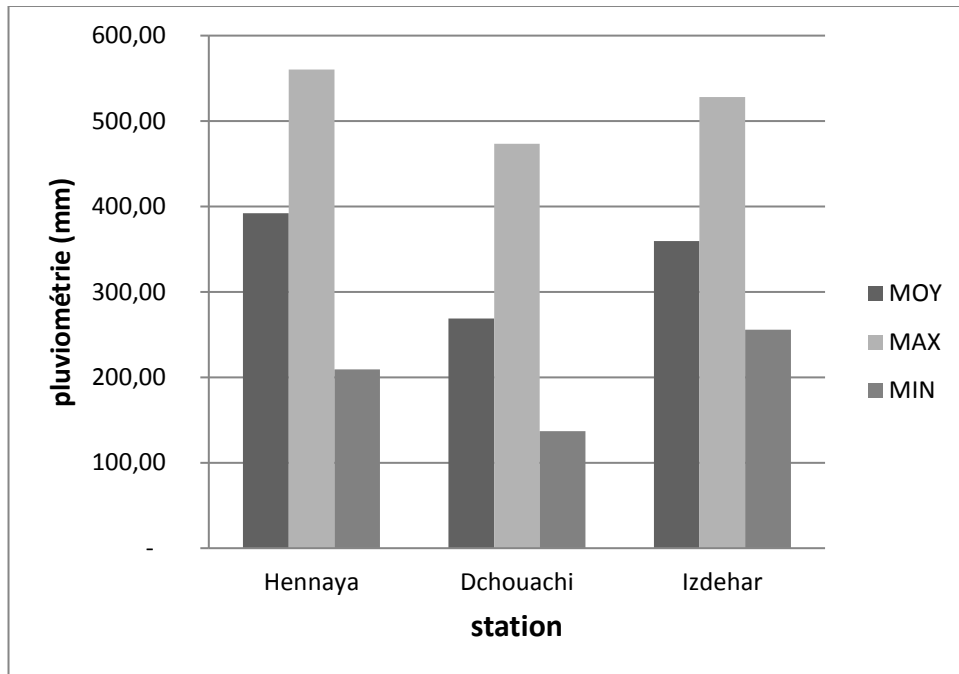


Figure n°6 : Caractéristiques pluviométriques des trois stations de mesure

Nous constatons une certaine homogénéité entre les valeurs des précipitations relevées au niveau des trois stations. Les caractéristiques pluviométriques de la station de Hennaya et celle de Izdehar sont assez proches, par contre la station de Dj Chouachi est la moins infime en termes de quantité de précipitations.

II .2 .Homogénéisation des séries pluviométriques

Pour déterminer de façon plus ou moins précise les caractéristiques pluviométriques de notre bassin, il est indispensable d'effectuer une extension et un test d'homogénéisation pour les données pluviométriques des différentes stations entre elles. Cela est possible par la méthode de doubles masses pour vérifier l'homogénéité des totaux annuels, ensuite par la méthode de la corrélation linéaire pour reconstituer par extrapolation les données manquantes dans les stations pourvues de lacunes

En prenant la station de IZDEHAR comme station de référence, on peut considérer les stations de Hennaya et d chaouchi comme homogènes.

L'examen des graphiques des doubles cumuls (Figure 11 et 12.), montre que les tracés obtenus entre les stations de Hennaya et Izdehar ainsi que ceux entre dchaouchi et Izdehar .

Méthode de Simple cumule :

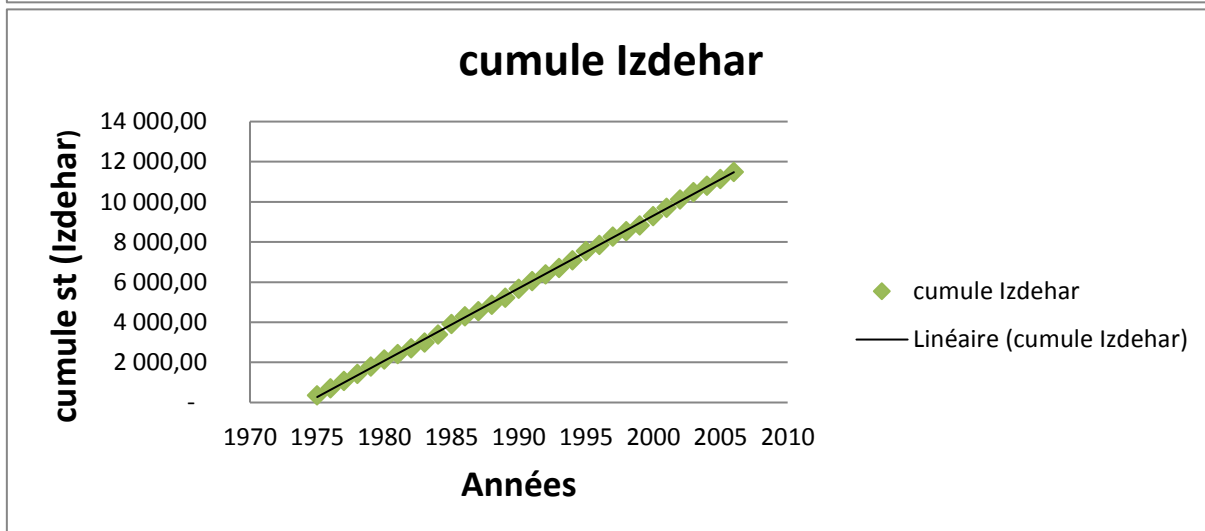
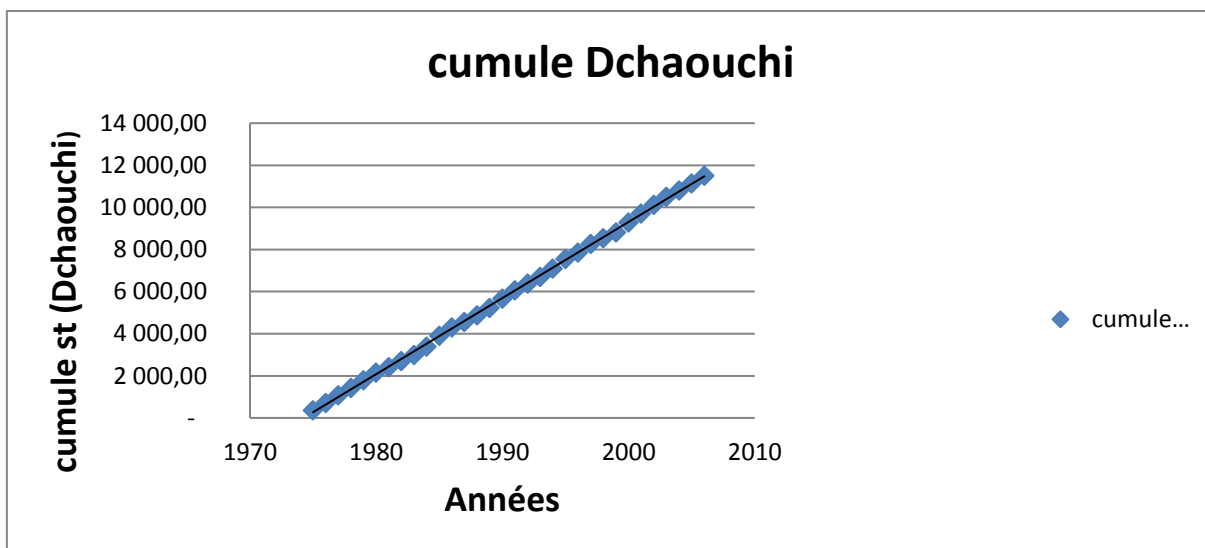
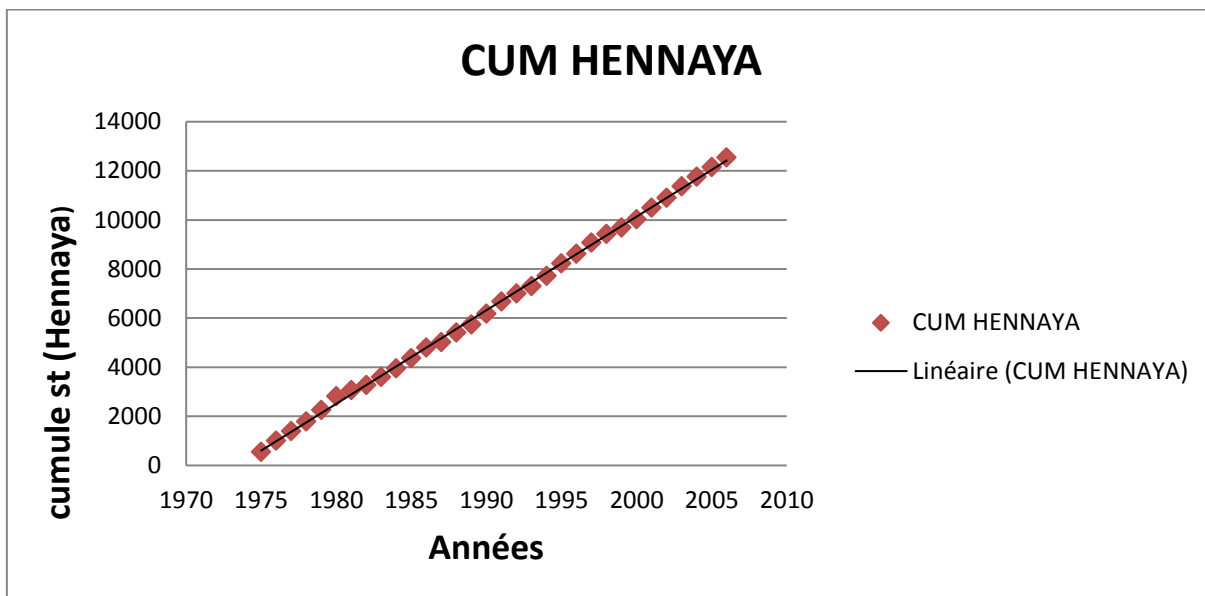


Figure n°7 : nuage des points des cumules de 3 stations

Méthode de double masse

Station de Hennaya

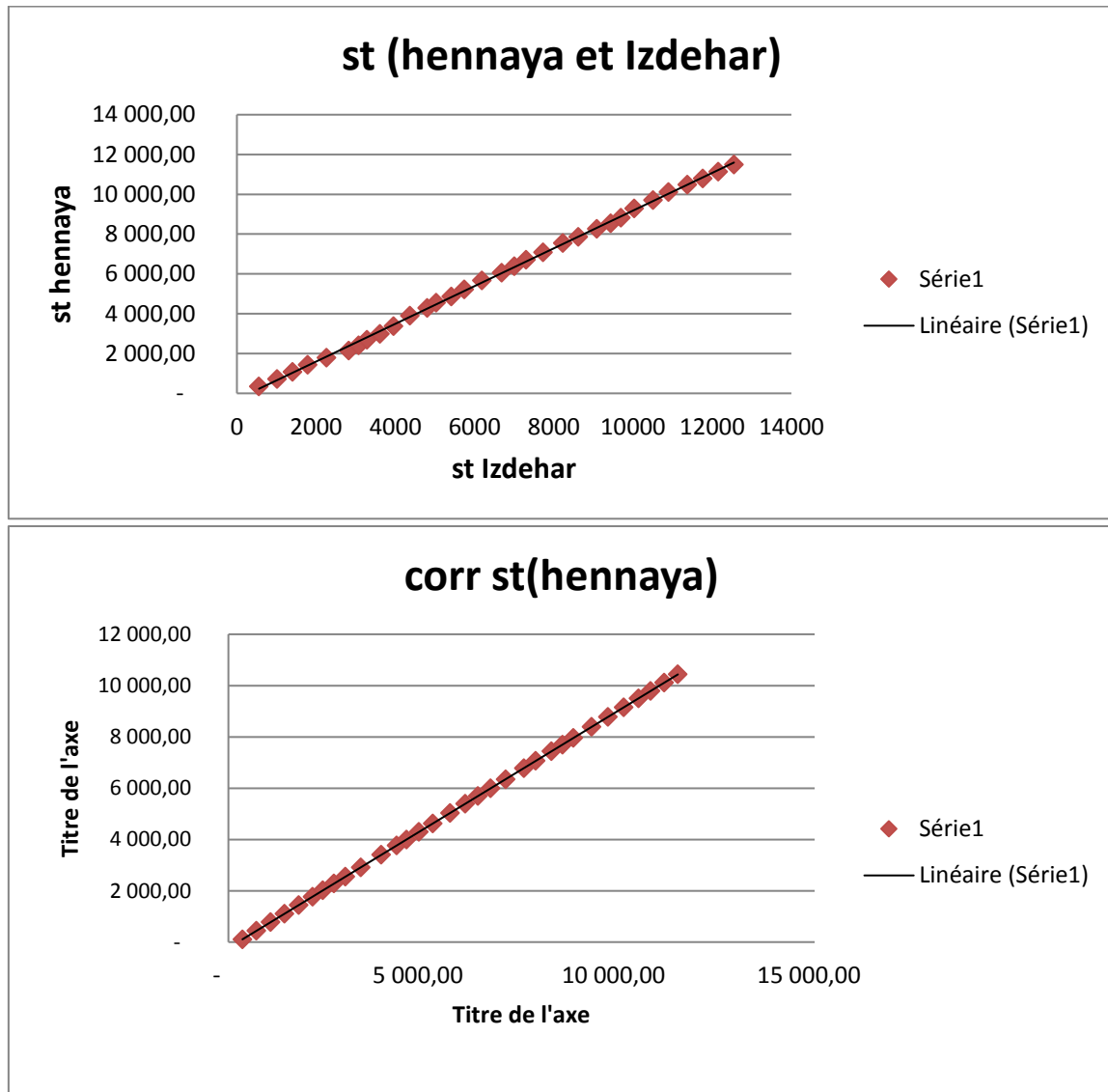


Figure n° 8 : la méthode du double cumul entre (Hennaya) et la station de Izdehar comme station de référence

La station d chaouchi

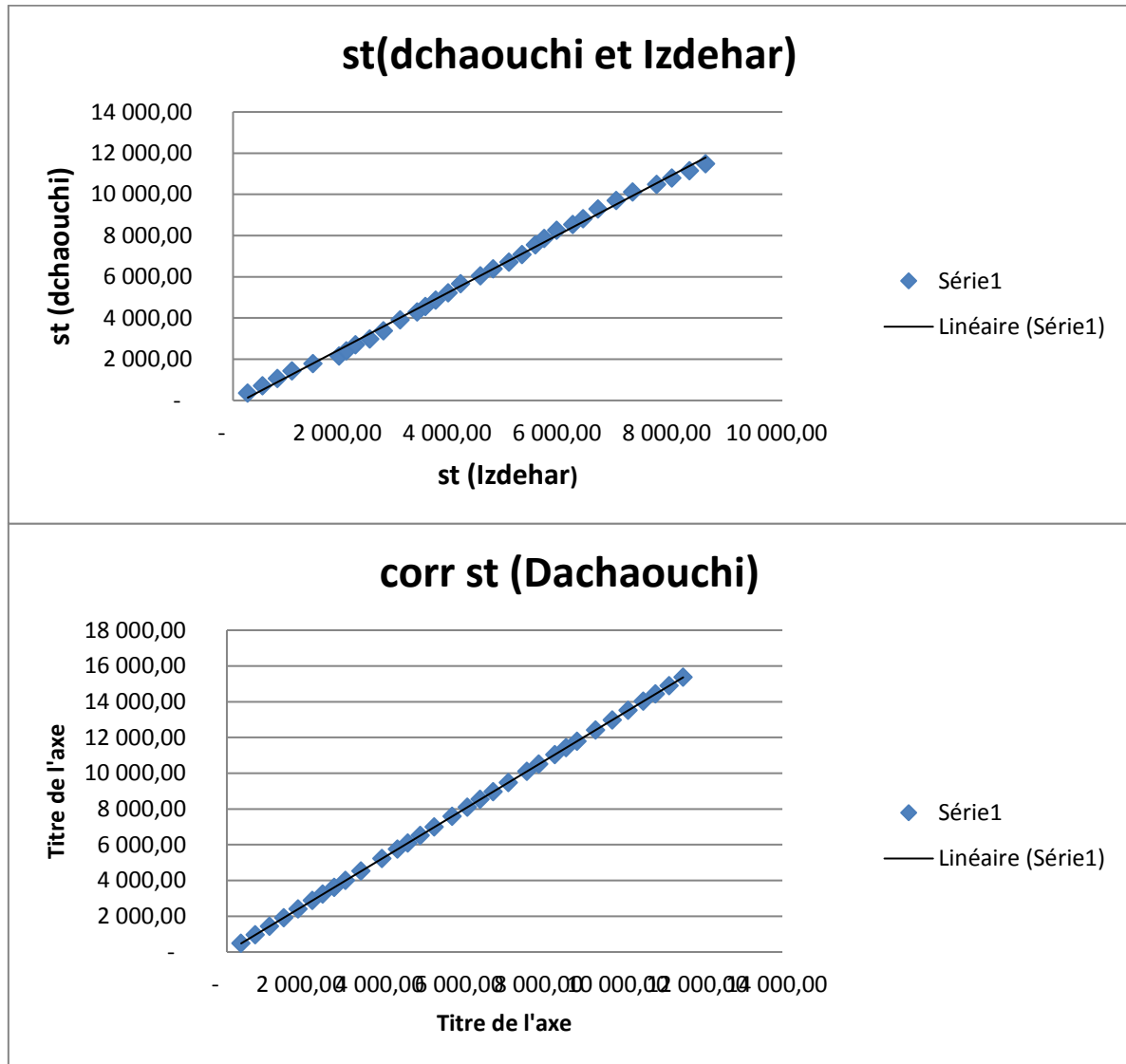


Figure n° 9 : la méthode du double cumuls entre (Dachaouchi) et la station de Izdzhar comme station de référence

II.3. Variabilité mensuelle et saisonnière des précipitations

La répartition mensuelle des précipitations dans l'année et ses variations influence en grande partie l'écoulement saisonnier, ainsi les périodes humides et sèches durant l'année hydrologique seront facilement détectés suite à la contribution moyenne de chaque saison.

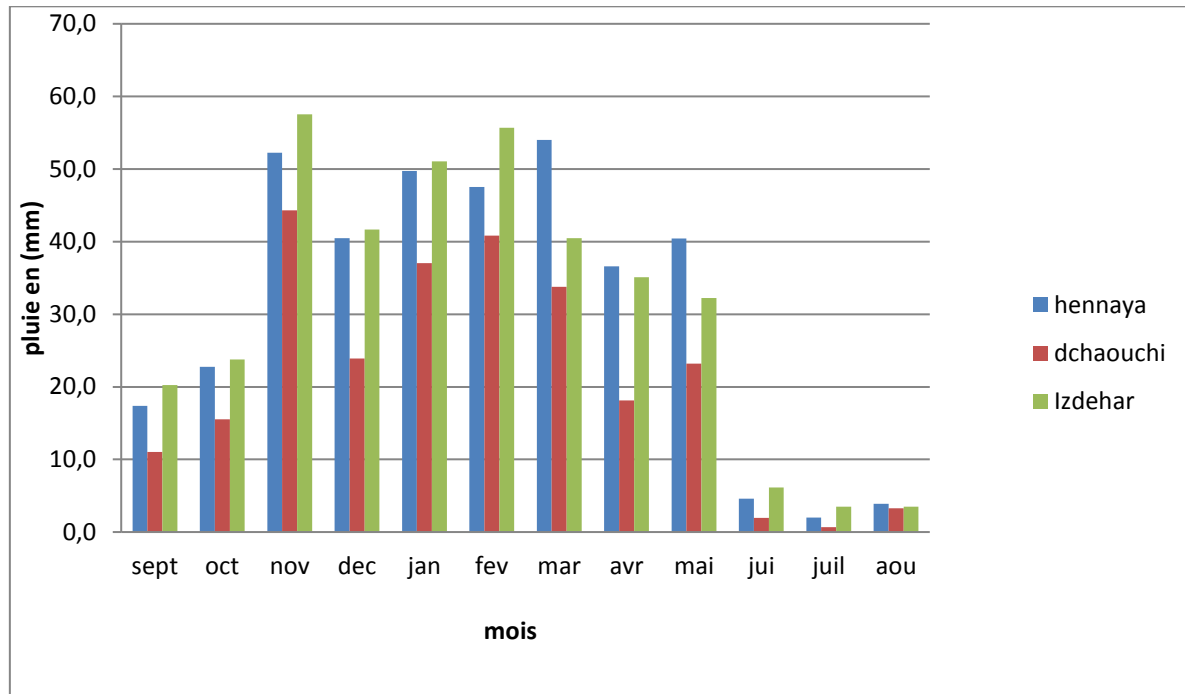


Figure.n°10 Variations des précipitations moyennes mensuelles dans le sous bassin versant de Zenata Année (1981/2003).

D'après la représentation graphique de la Figure13 on peut limiter deux périodes pluviométriques bien distinguées :

-Une **période sèche** qui correspond à la saison d'été (juin, juillet, août), caractérisée par un déficit pluviométrique bien marqué où les précipitations ne dépassent guère 6,5 mm en moyenne

-Une **période humide** qui correspond au reste de l'année dans laquelle on peut constater deux saisons qui se partagent le maximum, l'hiver où le total de pluie varie entre (41) et (56) mm, et le printemps avec des valeurs comprises entre (36) et (54) mm, selon la station. les mois les plus pluvieux sont situés au mois de(Novembre) (57)mm pour les deux stations de Izdehar et Dj Chaouchi par contre la station de Hennaya enregistre la plus grande quantité de pluie tombée au mois de Mars . Les mois les plus secs sont représentés par juin juillet et Août

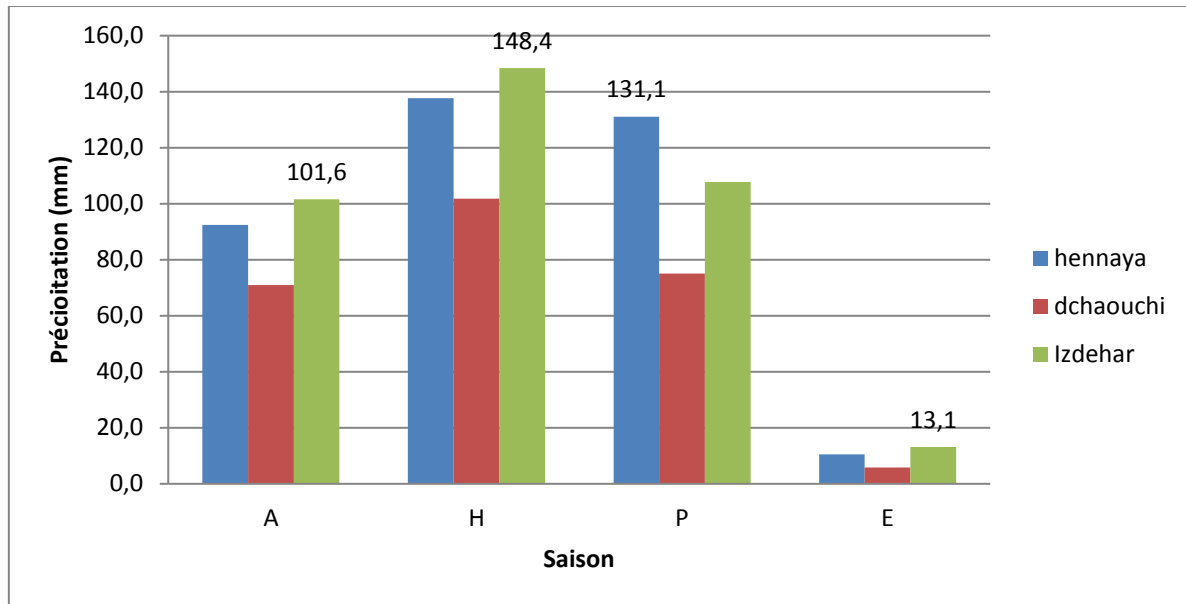


Figure n°11 : Variation saisonnière des précipitations dans le sous bassin versant de zenata (81/03).

L’allure de la variation mensuelle et saisonnière de la pluviométrie montre une certaine homogénéité entre les trois stations.

Le maximum saisonnier (Figure 14) se situe en hiver (148.4mm) suivi par un maximum secondaire (131.1mm) au printemps, l’été (13.1mm) étant la saison la plus sèche. En outre l’automne est lui aussi relativement pluvieux avec (101.6) mm en moyenne.

Les résultats du Tableau17 traduisent bien une très forte irrégularité de la variation pluviométrique d’un mois à l’autre avec des valeurs élevées du coefficient de variation. Tandis que les plus fortes valeurs ont été enregistrées pendant le mois d’été pour un (Cv) variant entre 1 et 2 , cela serait certainement dû à la période de sécheresse marquée des mois secs associée à l’apparition d’orages violents.

Le coefficient de variation est défini comme le rapport entre l’écartype σ et la moyenne μ

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

st	sept	oct	nov	dec	jan	fev	Mar	avr	mai	jui	juil	aou	année
Izdehar	20,2	23,8	57,6	41,7	51,0	55,7	40,5	35,1	32,2	6,2	3,5	3,5	370,8
moy	20,2	23,8	57,6	41,7	51,0	55,7	40,5	35,1	32,2	6,2	3,5	3,5	370,8
ecartype	21,36	23,46	38,42	24,39	43,14	46,94	38,75	28,72	29,05	15,13	7,99	6,12	323,49
CV	1,06	0,99	0,67	0,59	0,85	0,84	0,96	0,82	0,90	2,46	2,29	1,76	1,18

Tableau n°5: Moyenne ,écart type, coefficient de variation de la série pluviométrique (81/03) Station de Izdehar

Le *coefficient de variation* (CV) est le rapport de l'écart-type à la moyenne. Plus la valeur du *coefficient de variation* est élevée, plus la dispersion autour de la moyenne est grande.

II.4 Mise en œuvre de la méthode INTENSITE- DUREE-FREQUENCE (IDF)

II .4.1 Variabilité interannuelles

Ce chapitre traite des résultats obtenus concernant la variabilité interannuelle des précipitations entre 1975 jusqu'au 2005. Cette partie s'appuie exclusivement sur les observations journalières des précipitations au niveau de bassin de Zenata.

La variation temporelle des précipitations dans notre bassin montre une forte fluctuation de pluviométrie d'une année à l'autre. Cette variation nous permet de distinguer les périodes sèches des humides voire les périodes les plus marquées par les quantités de pluies les plus importantes. Chose qui nous a interpellés pour mieux appréhender le comportement de ces pluies fortes à travers la méthode IDF.

Les graphiques, ci-dessous, ressortent les constatations suivantes

1-La première décennie (1975/1984)

Cette période est marquée par une variabilité interannuelle modérée autrement dit pas de grands contraste entre les quantités de pluies enregistrées pendant les dix ans . Les maxima de précipitations atteignent les 60 mm (1981) .

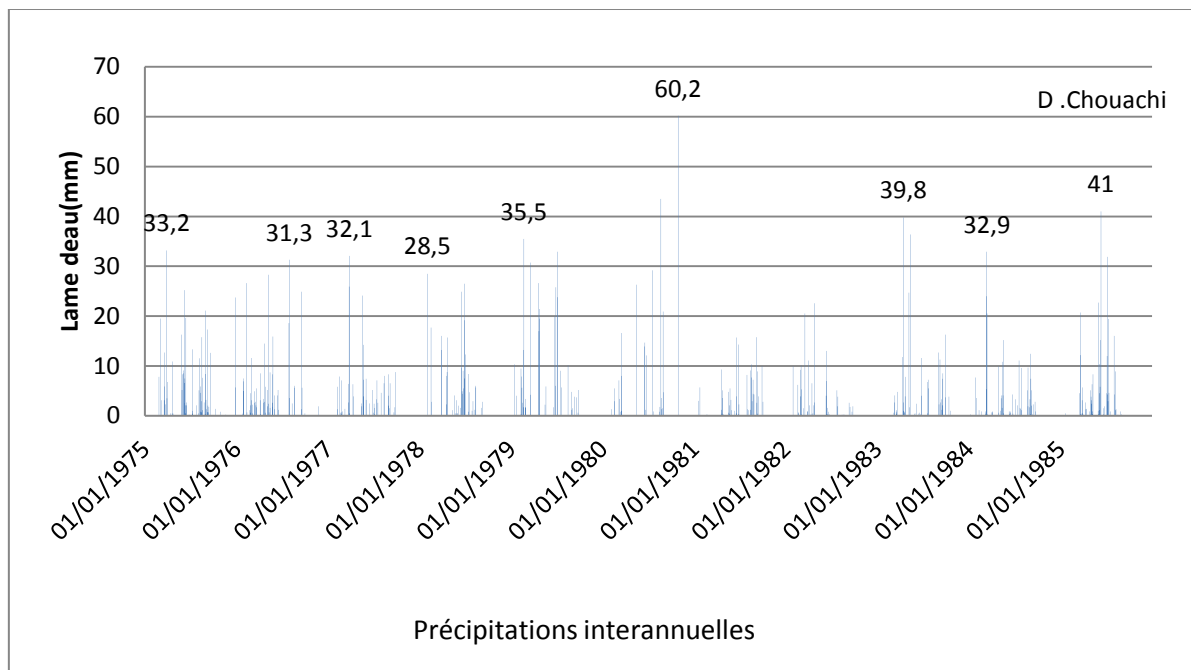


Figure n°12 : Variabilité interannuelle de la pluviométrie annuelle moyenne durant la période(1975/1984).

2-La deuxième décennie (1985/1995)

Elle est plutôt identique à la première décennie reportée sur la figure ci-dessus ; nous assistons à notre avis à une période de stabilité en termes de quantité de pluies. Cet état peut être lié à la période de sécheresse qui a caractérisée la région. Les maxima varient entre 47.8mm et 57.6mm (1992/1993).

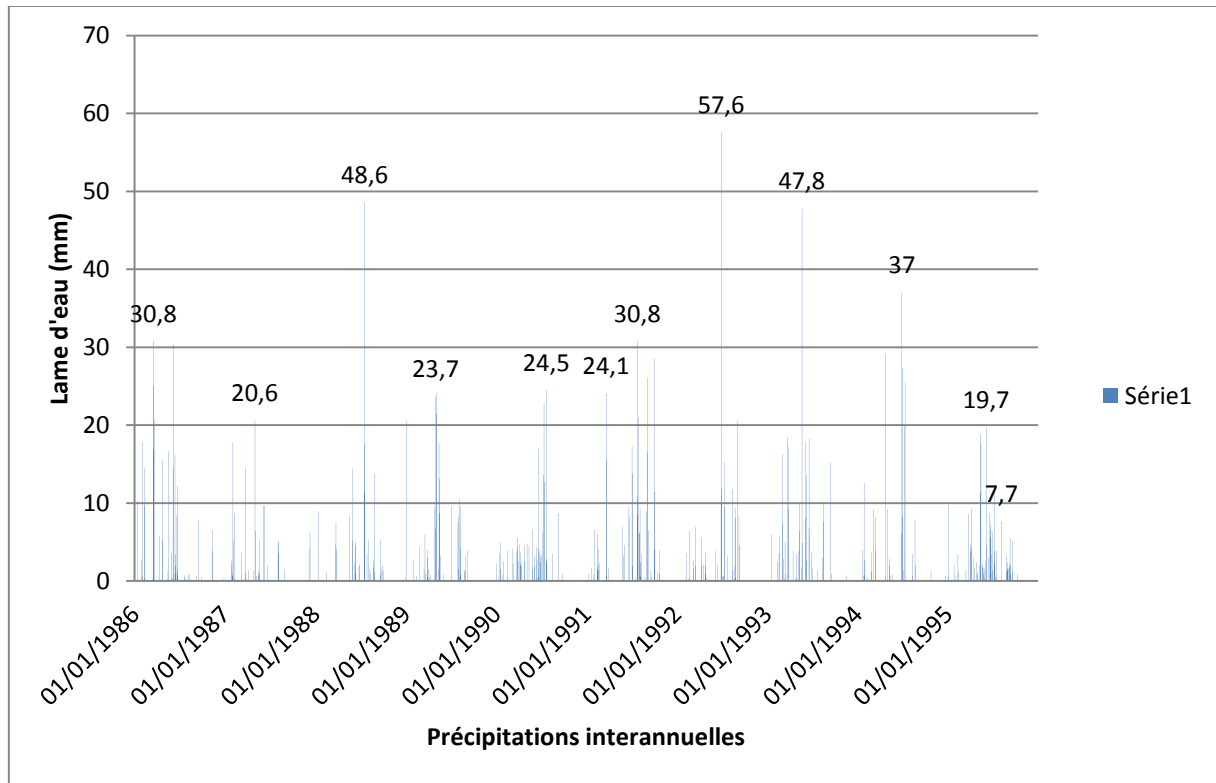


Figure.n°13 : Variabilité interannuelle de la pluviométrie annuelle moyenne durant la période(1986/1995).

3-La troisième décennie (1996/2004)

Cette décennie est la plus arrosée en termes de quantité de pluies enregistrée avec des maxima atteignant les 90 mm. Les périodes pluvieuses débutent à partir de l'année 1999 pour arriver à son apogée en 2001.

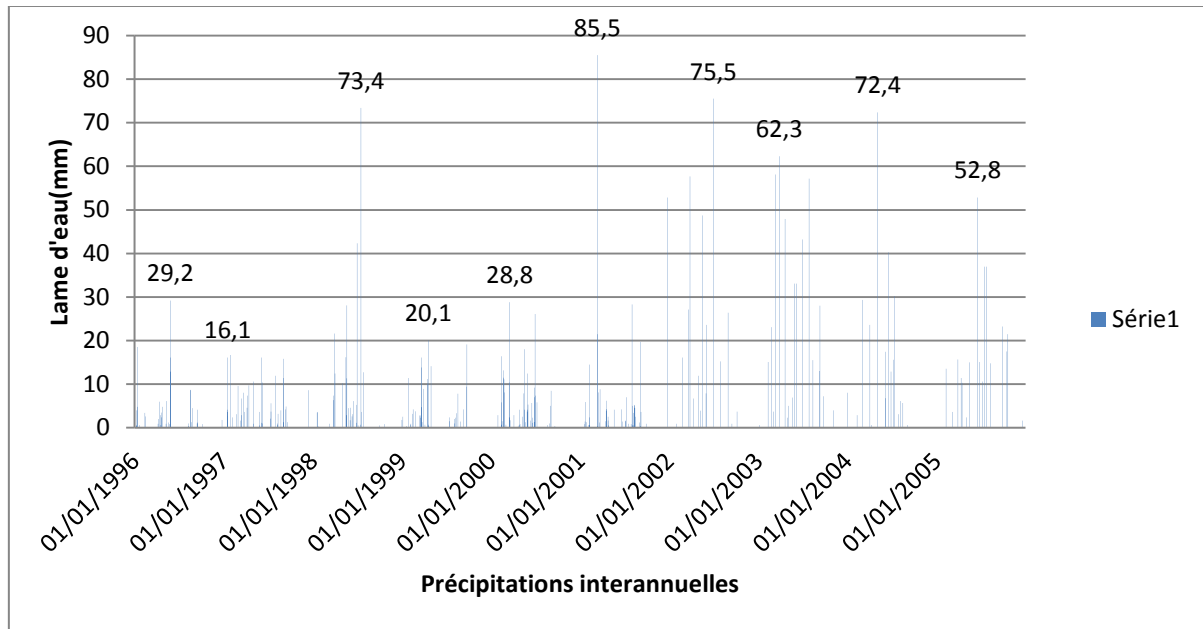


Figure n°14: Variabilité interannuelle de la pluviométrie annuelle moyenne durant la période(1996/2004).

II.5.Application de la méthode Intensité-Durée-Fréquence (IDF)

Les caractéristiques pluviométriques sont souvent présentées sous la forme de courbes intensité-durée-fréquence (IDF) ; ces courbes IDF sont des synthèses des événements de précipitations ponctuelles, qui organisent les valeurs des intensités maximaux moyennes selon leurs durées et leurs fréquences d'occurrence.

En effet, l'analyse des pluies a permis de définir deux lois générales de pluviosité qui peuvent s'exprimer de la manière suivante :

- Pour une même période d'apparition (donc un même temps de retour), l'intensité d'une pluie est d'autant plus forte que sa durée est courte.
- A durée de pluie égale, une précipitation sera d'autant plus intense que sa fréquence d'apparition sera petite (donc son temps de retour sera grand).

Ces lois permettant d'établir les relations entre les intensités, la durée et la fréquence d'apparition des pluies peuvent être représentées selon des courbes caractéristiques dites courbes IDF. (Musy et Higy- 2004)

Dans ce chapitre, nous allons déterminer les courbes IDF pour la station de Dj Chouachi du réseau du bassin de Zenata. Le but de ce chapitre est de construire les courbes IDF pour la région étudiée et de déceler tout comportement notamment variations voire fonctionnement des pluies du bassin de Zenata.

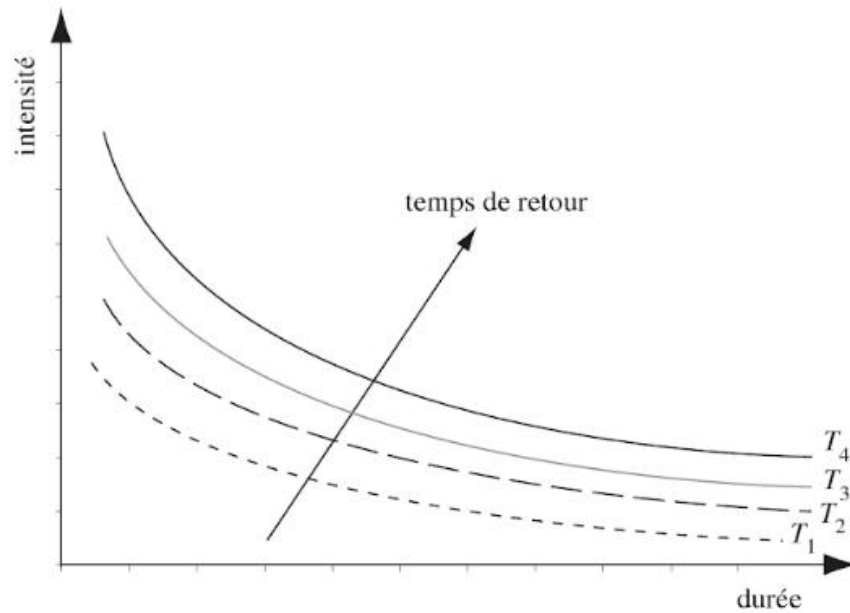


Figure n°15 : représentation générale de la méthode IDF selon (Musy et Higy- 2004)

II.5.2. Dans quel but faisons -nous appel aux courbes IDF

Les courbes IDF sont construites dans des buts bien précis. Elles permettent d’une part de synthétiser l’information pluviométrique au droit d’une station donnée et, d’autre part, de calculer des pluies projets utilisés en modélisation hydrologique. (André Musy&Christophe Higy, 2004). Elles sont établies sur la base de l’analyse d’averses enregistrées à une station au cours d’une longue période. Les courbes obtenues peuvent donc être construites de manière analytique ou statistique. (Musy et Higy – 2004)

Les courbes IDF peuvent être utilisées pour 1) trouver une intensité de pluie correspondante 2) pour établir la fréquence d’un événement pluvieux .Elles sont considérées comme une base pour le développement des pluies synthétiques pour une éventuelle prévision.

Pour préparer ces courbes, nous devrions choisir la plus grande quantité de pluie tombée, comme nous allons le voir pour notre cas d’étude, pour différentes durées (1jour, 2jour, 3jour, 4jour et 5 jour). Par la suite, on procède au classement des quantités par ordre croissant pour chaque durée. Une analyse de fréquence est ensuite faite pour déterminer les périodes de retour des différentes intensités pour chaque durée.

II.5.3. Représentation analytique

Différentes formules sont proposées pour représenter l'intensité critique d'une pluie en fonction de sa durée, pour une période de dépassement donnée.

La formule la plus générale avec T variable, est la suivante :

$$I = k.T^a / (t+c)^b \text{ ou encore, pour } T \text{ fixé, } I = a / t^b \text{ (formule de Montana)}$$

Avec :

I = intensité en mm/h , T = la période de retour en années, t = la durée de référence en heure, et k, a, b, c sont les paramètres d'ajustement.

Ainsi, l'intensité d'une pluie de temps de retour T est l'intensité qui sera dépassée en moyenne toutes les T années.

Le modèle statistique adopté qui décrit au mieux le comportement statistique des valeurs extrêmes est celui de Gumbel.

La fonction de répartition de la loi de Gumbel $F(x)$ s'exprime de la manière suivante :

$$F(x) = (-\exp(\frac{x-a}{b})) \quad (1) \text{ avec la variable réduite suivante : } u = \frac{x-a}{b} \quad (2)$$

Où a et b sont les paramètres du modèle de Gumbel.

La distribution s'écrit alors de la manière suivante :

$$F(x) = \exp(-\exp(-u)) \quad (3) \text{ et } u = -\ln(-\ln(F(x))) \quad (4)$$

L'avantage d'utiliser la variable réduite est que l'expression d'un quantile est alors linéaire ($x_q = a + bu_q$).

En conséquence, dès lors que les points de la série à ajuster peuvent être reportés dans un système d'axes $x - u$, il est possible d'ajuster une droite qui passe le mieux par ces points et d'en déduire les deux paramètres a et b de la loi. L'estimation des paramètres a et b de

l'ajustement peut se faire graphiquement (ajustement à l'œil ou à l'aide d'une régression statistique), ou selon une méthode mathématique comme celle des moments.

En pratique, il s'agit essentiellement d'estimer la probabilité de non dépassement $F(x_i)$ qu'il convient d'attribuer à chaque valeur x_i . Il existe de nombreuses formules d'estimation de la fonction de répartition $F'(x)$ à l'aide de la fréquence empirique. Elles reposent toutes sur un tri de la série par valeurs croissantes permettant d'associer à chaque valeur son rang r . Des simulations ont montré que pour la loi de Gumbel, il faut utiliser la fréquence empirique de Hazen :

$$F(x_r) = \frac{r-0,5}{n} \quad (5)$$

Où r est le rang dans la série de données classée par valeur croissante, n est la taille de l'échantillon, x_r la valeur de rang r .

Rappelons encore que le temps de retour T d'un évènement est défini comme étant l'inverse de la fréquence d'apparition de l'évènement. Soit :

$$T = \frac{1}{1-F_q(x_q)} \quad (6) \quad q=Q$$

A l'aide de l'ajustement, il est alors possible d'estimer le débit de pointe pour un temps de retour donné.

II.5.4. Méthode des moments

La méthode des moments consiste à évaluer les moments des échantillons avec les moments théoriques de la loi. Par la méthode des moments, les paramètres a et b sont calculés par les formules :

$$\begin{cases} b = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma \\ a = \mu - by \end{cases} \quad \text{avec } y = 0,5772 \quad (\text{constante d'Euler}). \quad (7)$$

Avec :

σ : écart type des valeurs composants l'échantillon.

μ : moyenne de l'échantillon.

Dès lors il est possible d'estimer les débits dont la représentation graphique est une droite d'équation :

$$Q = a + b.u \quad (8)$$

Avec :

u : variable réduite (cf équation (4))

Rappelons que pour une durée de pluie donnée, l'estimation du temps de retour de chaque lame précipitée, les étapes adoptées sont :

Etape 1 : préparation de la série de données de lames précipitées

- Trier les valeurs dans l'ordre croissant
- Attribuer un rang à chaque valeur

Etape 2 : calcul de la fréquence empirique pour chaque rang (Hazen, équation (5)).

Etape 3 : calcul de la variable réduite « u » du Gumbel (équation (4)).

Etape 4 : représentation graphique des couples (u_i, x_i) de la série à ajuster (figure...)

Etape 5 : ajustement d'une relation linéaire de type $x_q = a + bu_q$ aux couples (u_i, x_i) (figure...)

Etape 6 : calcul de l'intervalle de confiance à l'aide de la formulation de l'énoncé.

Etape 7 : utilisant le modèle statistique pour estimer les lames précipitées de différents temps de retour T . Par exemple, pour $T= 20$ ans et $t= 24$ h, on suit les étapes suivantes :

- Calcul de la fréquence de non-dépassement d'après la relation (6) :

$$F(Q_p(T)) = 1 - \frac{1}{T} = 1 - \frac{1}{20} = 0,95$$

- Calcul de la variable réduite de Gumbel correspondante d'après la relation (4) :

$$u = -\ln(-\ln(F(Q_p(T)))) = -\ln(-\ln(0,95)) = 2,97$$

II.5.5 Représentation et interprétation des résultats

Nous avons utilisé le script de la méthode IDF implémenté sous Excel avec lequel nous avons pu calculer les temps de retour suivant le premier jours, deuxième jours, troisième jours, quatrième jours et cinquième jours nous avons pu aussi estimer avec quelques difficulté que nous réservons plus loin l'intensité pluviométrique moyenne du bassin de Zenata.

Le tableau, ci-joint, regroupe l'ensemble des mesures pluviométriques qui ont été traité selon la loi de Gumbel. Il s'agit de la decennie choisie comme étant la plus pluvieuse.

Nous constatons que la moyenne de la pluviométrie est plus forte pour les premier jours et commence à être plus infime pour les trois derniers jours.

Il est utile de signaler que nous avons eu des difficultés pour recenser es pluies de quatre et cinq jours car durant les trois decennies les maxima de pluies ne durent pas plus de 72h au-delà c'est nulle. Autrement dit, les pluies au niveau du bassin versant de Zenata ne dépassent guère les 48h. Nous validons notre observation par l'ajustement de la droite de Gumbel reportée en deça qui fait ressortir au mieux la quantité de pluies exclusivement tombée en 24h.

pluie de 1 jour					pluie de 3 jours				
Rang [-]	frequence empirique de Hazen [-]	variable reduite de Gumbel [-]	lame precipitee [mm/10]	lame precipitee estimee [mm/10]	Rang [-]	frequence empirique de Hazen [-]	variable reduite de Gumbel [-]	lame precipitee [mm/10]	lame precipitee estimee [mm/10]
3	0,250	-0,33	8,7	12	6	0,550	0,51	10,9	24
1	0,050	-1,10	4,6	5	5	0,450	0,23	3,6	15
6	0,550	0,51	16,7	31	7	0,650	0,84	28,5	34
4	0,350	-0,05	12,7	18	9	0,850	1,82	77,7	62
5	0,450	0,23	14,1	24	1	0,050	-1,10	0	-23
2	0,150	-0,64	5,8	5	8	0,750	1,25	30	45
7	0,650	0,84	52,8	39	10	0,950	2,97	107,3	96
10	0,950	2,97	75,5	87	1	0,050	-1,10	0	-23
8	0,750	1,25	62,3	48	1	0,050	-1,10	0	-23
9	0,850	1,82	72,4	61	1	0,050	-1,10	0	-23
			moyenne = 32,6 [mm/10]					moyenne = 25,8 [mm/10]	
			variance = 864,3 [-]					variance = 1415,4 [-]	
Methode des Moments :					Methode des Moments :				
			parametre b = 23 [mm/10]					parametre b = 29 [mm/10]	
			parametre a = 19,3 [mm/10]					parametre a = 8,9 [mm/10]	
pluie de 2 jours									
Rang [-]	frequence empirique de Hazen [-]	variable reduite de Gumbel [-]	lame precipitee [mm/10]	lame precipitee estimee [mm/10]	Rang [-]	frequence empirique de Hazen [-]	variable reduite de Gumbel [-]	lame precipitee [mm/10]	lame precipitee estimee [mm/10]
7	0,650	0,84	24,3	24	9	0,850	1,82	47,9	44
5	0,450	0,23	17,3	15	10	0,950	2,97	59	66
4	0,350	-0,05	17,2	15	1	0,050	-1,10	0	-11
9	0,850	1,82	39,4	34	1	0,050	-1,10	0	-11
8	0,750	1,25	28,5	28	7	0,650	0,84	41,5	26
3	0,250	-0,33	13,5	13	8	0,750	1,25	43,9	33
2	0,150	-0,64	10	9	6	0,550	0,51	14,7	20
1	0,050	-1,10	0	5	1	0,050	-1,10	0	-11
10	0,950	2,97	41	45	1	0,050	-1,10	0	-11
6	0,550	0,51	24,2	21	1	0,050	-1,10	0	-11
			moyenne = 21,5 [mm/10]					moyenne = 20,7 [mm/10]	
			variance = 162,2 [-]					variance = 595,1 [-]	
			parametre b = 10 [mm/10]					parametre b = 19 [mm/10]	
			parametre a = 15,8 [mm/10]					parametre a = 0,7 [mm/10]	
pluie de 5 jours									
Rang [-]	frequence empirique de Hazen [-]	variable reduite de Gumbel [-]	lame precipitee [mm/10]	lame precipitee estimee [mm/10]					
1	0,050	-1,10	0	-11					
1	0,050	-1,10	0	-11					
9	0,850	1,82	26,4	25					
1	0,050	-1,10	0	-11					
7	0,650	0,84	1	13					
10	0,950	2,97	43,9	39					
8	0,750	1,25	21,9	18					
1	0,050	-1,10	0	-11					
1	0,050	-1,10	0	-11					
1	0,050	-1,10	0	-11					
			moyenne = 9,3 [mm/10]						
			variance = 248,5 [-]						
			parametre b = 12 [mm/10]						
			parametre a = 2,2 [mm/10]						

Tableaux n° 6 : Distribution de Gumbel pour la station de Zenata.

L'application de la méthode nous a aussi servi à estimer la lame d'eau écoulee dont les premières 24h du premier jours reste toujours les plus importantes . Par ailleurs, nous notons une tendance à la baisse de cette quantité pour les temps de retour de la même durée.

Estimation des lames precipitees:

Durée de la pluie [h]	Lame precipitee [mm/10]	Lame precipitee [mm/10]	Lame precipitee [mm/10]	Lame precipitee [mm/10]	Lame precipitee [mm/10]
24	32	58	74	91	111
48	17	29	38	46	56
72	19	52	75	96	123
96	13	33	46	59	75
120	7	21	30	39	50

Tableau. n°7 : récapitulatif du calcul de la lame d'eau écoulee.

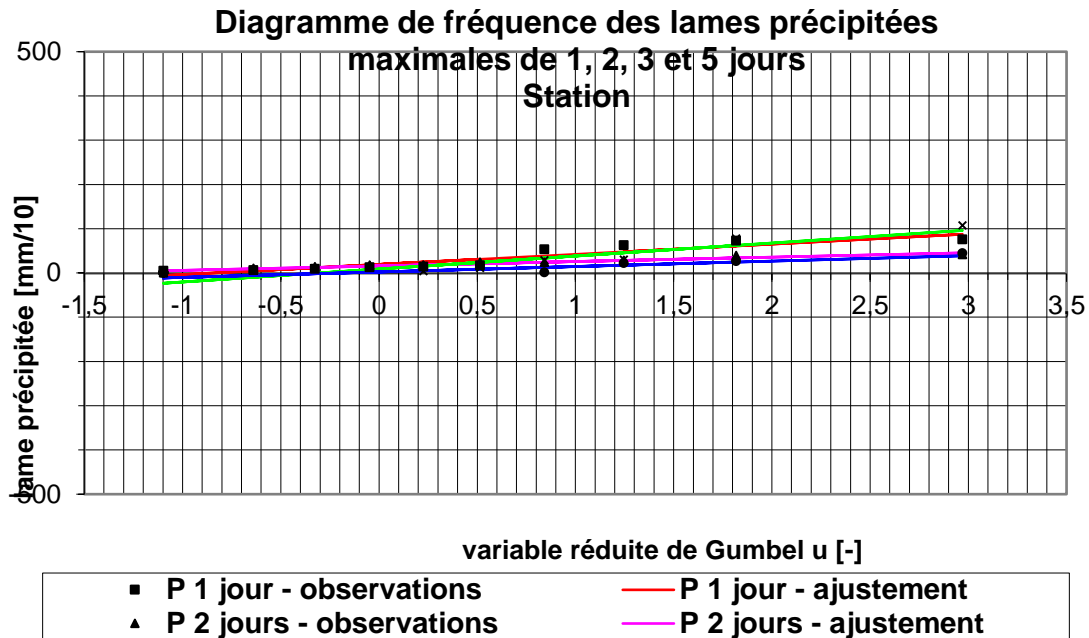


Figure n°16 : Diagramme de fréquence des lames précipitées maximales de 1,2,3et5 jours

Nous signalons, entre autres, une tendance à la baisse des lames d’eau écoulée pour les temps de retour de 20 ans , nous observons que la lame devient plus importante.

Les intensités de pluies quant à elles sont très importante pour le temps de retour de 2 ans et s’affaiblit pour le reste des périodes de retour. Ceci nous amène à dire que l’intensité des pluies au niveau de notre bassin ont un temps de retour court. Autrement dit, plus forte chaque deux an avec une pluviométrie, on s’attend à des intensités plus fortes chaque deux an avec une pluviométrie importante durant les premières 24 ce qui ressort dans le graphique reportée sur la figure, ci-jointe.

Les baisses d’intensité sont enregistrées à partir de 50h puis remontent avec une faible amplitude et s’atteignent après les 72h mais il reste que les premières heures de pluies sont les plus forte voire les plus dévastatrices.

Estimation des intensités pluviométriques:

Durée de la pluie [h]	intensité moyenne [mm/h]	intensité moyenne [mm/h]	intensité moyenne [mm/h]	intensité moyenne [mm/h]	intensité moyenne [mm/h]
24	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
48	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
72	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
96	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
120	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tableau n°8 :Estimation des intensité pluviométrique.

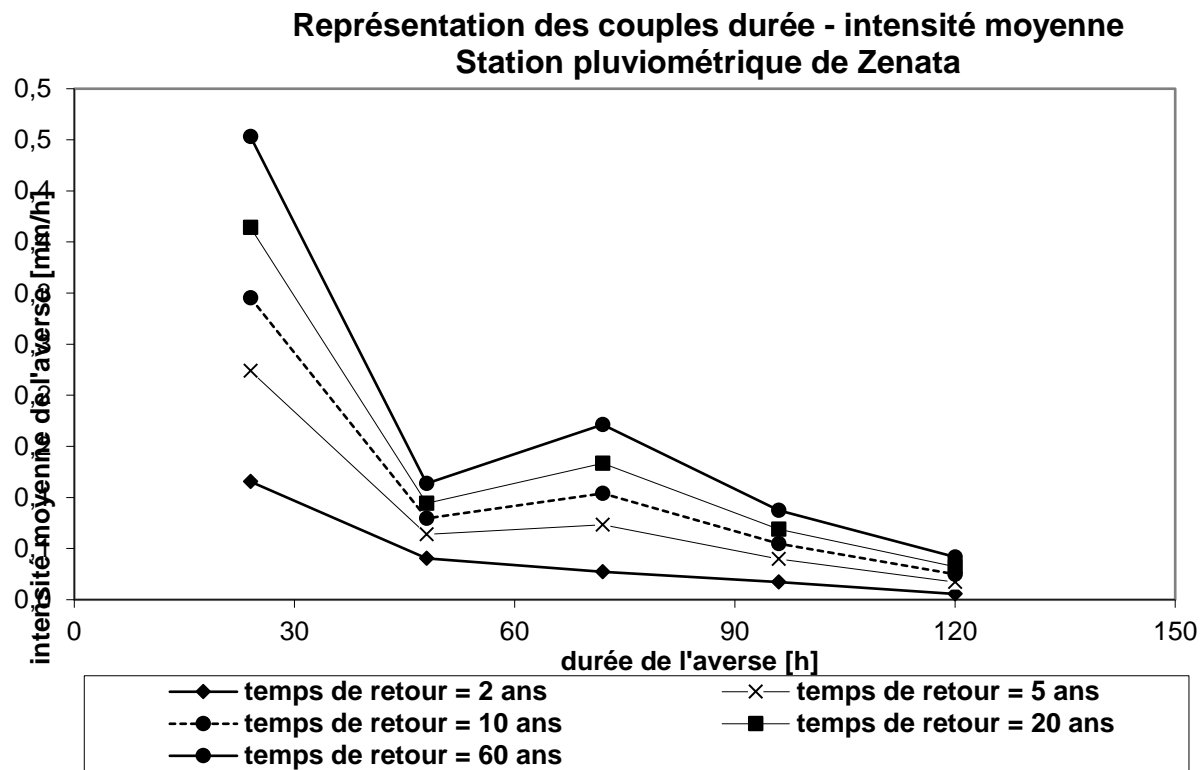


Figure n°17: Représentation des courbes IDF et des lames précipitées

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude des pluies extrêmes par la méthode IDF sur le bassin versant de ZENATA que nous avons menées dans le cadre de ce travail a permis de dresser un schéma du comportement de la pluies qui tombe sur le bassin en mettant en exergue son intensité et aussi le temps de redondance de ces dernières sur une période allant jusqu'à 50ans la méthode a permis d'identifier que les premières pluies des première heurs (24h) sont les plus dévastatrices voir plus intenses et au bout des 72H la pluies a tendance de baisser en quantité et en durée et ne dépasse jamais les 48h une étude plus approfondie serait donc possible pour qualifier les débit a travers un modèle de pluies débit il serait très important après avoir estimé les lames d'eau en fonction du temps de retour d'estimer en parallèle le débit écoulée durant les événements extrême.

L'étude géologique et climatologique ont permis en premier lieu d'identifier le bassin dans son contexte physique en terme de formation géologique représentant l'assise du bassin et aussi le climat générale de la région qui est classé semi-aride.

Les paramètres physiographique quant à eux montrent que le bassin versant de zenata présente une forme assez allongée dans l'ensemble ($KG \leq 1.47$) la densité de drainage égale à ($Dd=2.39$) montre que le bassin versant est assez bien drainé le bassin présente en générale un relief modéré avec ($Ig=0.012$).

L'étude de la variabilité des précipitations a permis de tracer l'évolution des pluies sur trois décennies au niveau du bassin étudié il se ressort des irrégularités des précipitation caractéristiques principales des pays semi-aride sur la période étudiée la décroissance persistante notée des précipitations exclusivement observée durant la période de (1982-1985) et (1994-2001) que nous attachant relativement au problème du changement climatique qui touche la région depuis l'an 2000 (Bakriti et al 2012).