

N° d'ordre :

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université d'Oran
Faculté des sciences de la terre, de Géographie et de l'Aménagement du territoire
Département des sciences de la terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du Grade

Master II

Option : Risque Naturel et Gestion

Thème

**IMPACT DE LA VARIABILITE DU CLIMAT SUR LA
RESSOURCE EN EAU DU BASSIN VERSANT DE L'OUED
MOUILAH (REGION DE TLEMCEN)**

Par

SIKOUK FATIMA

Soutenu le : 10/10/2013

devant la commission d'examen

Mr. MANSOUR.H	Professeur	Université d'Oran	Président
Mme. BAKRETIA	Maitre assistante	Université d'Oran	Rapporteuse
Mr. FOUKRACHE. M	Maitre de conférences	Université d'Oran	Examineur

Oran 2013




DÉDICACE

*C'est avec un grand plaisir et une grande joie que je dédie ce
présent mémoire :*

Particulièrement à ma très chère mère

A



*Mon père après tous ces efforts qu'il a fait et qu'il fait
toujours pour le bien de notre famille et à qui je souhaite une
longue et joyeuse vie ;*

A

Mes frères : ABDOU ; SOUFIANE.MOHAMED.REDA

Enfin à

Tous mes amis (es) et tous ceux qui me connaissent spécialement

Halima ; Asma ; Farida ; Youcef ; Fadhila.



FATIMA

Remerciements

Avant tout, je remercie **ALLAH** le Tout Puissant qui m'a donné sagesse et santé afin de réaliser ce modeste travail et arriver à récolter le fruit de peine.

Au terme de ce travail, il m'est très agréable d'adresser mes vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Cependant, vous êtes nombreux à vous bousculer dans mon esprit afin d'entrer dans cette feuille, mais vous devez toujours ressentir en lisant ces quelques lignes que j'ai pensé à vous tous même si vos noms n'y figurent pas.

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers Madame **BAKRITIE AMEL**, Maître de Conférences à l'université d'Oran, qui m'a fait confiance et qui a bien voulu m'encadrer. Je la remercie de m'avoir fait bénéficier de ses connaissances et de ses critiques qui m'ont beaucoup aidé à l'amélioration de ce travail. Sa méthode rigoureuse sera pour moi un bon exemple à suivre.

Je tiens à remercier pleinement Monsieur **MANSOUR. H.** Professeur à l'université d'Oran, de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Je tiens également à remercier Monsieur **FAUKRACHE.M.** Maître Assistant à l'université d'Oran, pour ses encouragements et d'avoir bien voulu examiner ce mémoire.

J'adresse aussi mes remerciements à Monsieur **ZERKA.**

J'adresse ma profonde reconnaissance à tout le personnel administratif du département des Sciences de la terre ainsi qu'aux enseignants qui ont participé à ma formation.

Enfin, mes remerciements vont à tous mes amis, tous les étudiants du département de Géologie, qui nous ont encouragé et aidé pour la réalisation de ce modeste travail.

Fatima

Liste des figures

- Figure 01** : *Cadre géographique générale de la région d'étude.....1*
- Figure 02:** *les principaux cours d'eau du bassin versant de la Tafna.....2*
- Figure 03:** *Localisation du bassin versant de l'Oued Mouïlah au niveau de la Tafn.....2*
- Figure 04:** *Modèle numérique de terrain du bassin versant de l'Oued Mouïlagh.....5*
- Figure 05:** *Log stratigraphique du bassin versant d'Oued Mouïlah...9*
- Figure 06:** *carte géologique du bassin versant de l'Oued Mouïllaħ...11*
- Figure 07:** *Les formations réservoirs dans la région de Tlemcen15*
- Figure 08:** *Représentation de la méthode du simple cumul sur les données de la station de Maghnia (1980-2005).....20*
- Figure 09:** *Représentation de la méthode du simple cumul sur les données de la station de Sidi-Boudjenane (1980-2005).....20*
- Figure 10:** *Représentation de la méthode du simple cumul sur les données de la station de Beni-Ouassine (1985-2005).....21*
- Figure 11:** *Représentation de la méthode du simple cumul sur les données de la station de Beni-Boussaïde (1985-2005).....21*
- Figure 12:** *Représentation de la méthode simple cumul aux températures.....22*

Figure 13: <i>Représentation de la méthode simple cumul sur débits.....</i>	<i>22</i>
Figure 14: <i>Représentation de la méthode de double cumul entre la station de Maghnia et la station de Sidi-Boudjenan.....</i>	<i>24</i>
Figure 15: <i>Représentation de la méthode de double cumul entre la station de Béni-Ouassine et la station de Béni-Boussaïd.....</i>	<i>24</i>
Figure 16: <i>Histogramme des précipitations à la station de Maghnia.....</i>	<i>26</i>
Figure 17: <i>Histogramme des précipitations à la station de Sidi-Boudjenane.....</i>	<i>26</i>
Figure 18: <i>Histogramme des précipitations à la station de Beni-Ouassine.....</i>	<i>27</i>
Figure 19: <i>Histogramme des précipitations à la station de Beni-Boussaïde.....</i>	<i>27</i>
Figure 20: <i>Variation des précipitations de la station de Sidi-Boudjenane et de Maghnia.....</i>	<i>28</i>
Figure 21: <i>Variation des précipitations de la station de B-Ouassine et de B- Boussaïd.....</i>	<i>29</i>
Figure 22: <i>Histogramme de températures.....</i>	<i>29</i>
Figure 23: <i>Variation des températures.....</i>	<i>30</i>
Figure 24: <i>Histogramme des débits.....</i>	<i>31</i>
Figure 25: <i>variation des débits.....</i>	<i>31</i>
Figure 26: <i>Corrélation simple cumul de la population (1977-2008)...</i>	<i>32</i>

Figure 27: *Histogramme de l'évolution des populations.....*

Liste des tableaux

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le sous bassin d'Oued Mouillah, objet de notre étude, fait partie du bassin versant de la Tafna. Il est situé au niveau de la rive gauche de la moyenne Tafna.

Le bassin versant de l'Oued Mouillah (figure1) s'étale sur une superficie de 2650 km² pour un périmètre de 230 km. Une bonne partie de cette surface se trouve dans le territoire Marocain. Son cours d'eau, long de 124 km, prend naissance dans la région d'El Abed en Algérie à 1250 m d'altitude. Il pénètre au Maroc pour s'appeler tantôt Oued Isly tantôt Oued Bou Naïm puis revient en Algérie aux environs de Maghnia sous l'appellation d'Oued Mouillah. Il draine un bassin constitué de zones très hétérogènes formées de montagnes (les monts des Traras au nord-ouest et ceux de Tlemcen au sud), de plaines et de vallées.

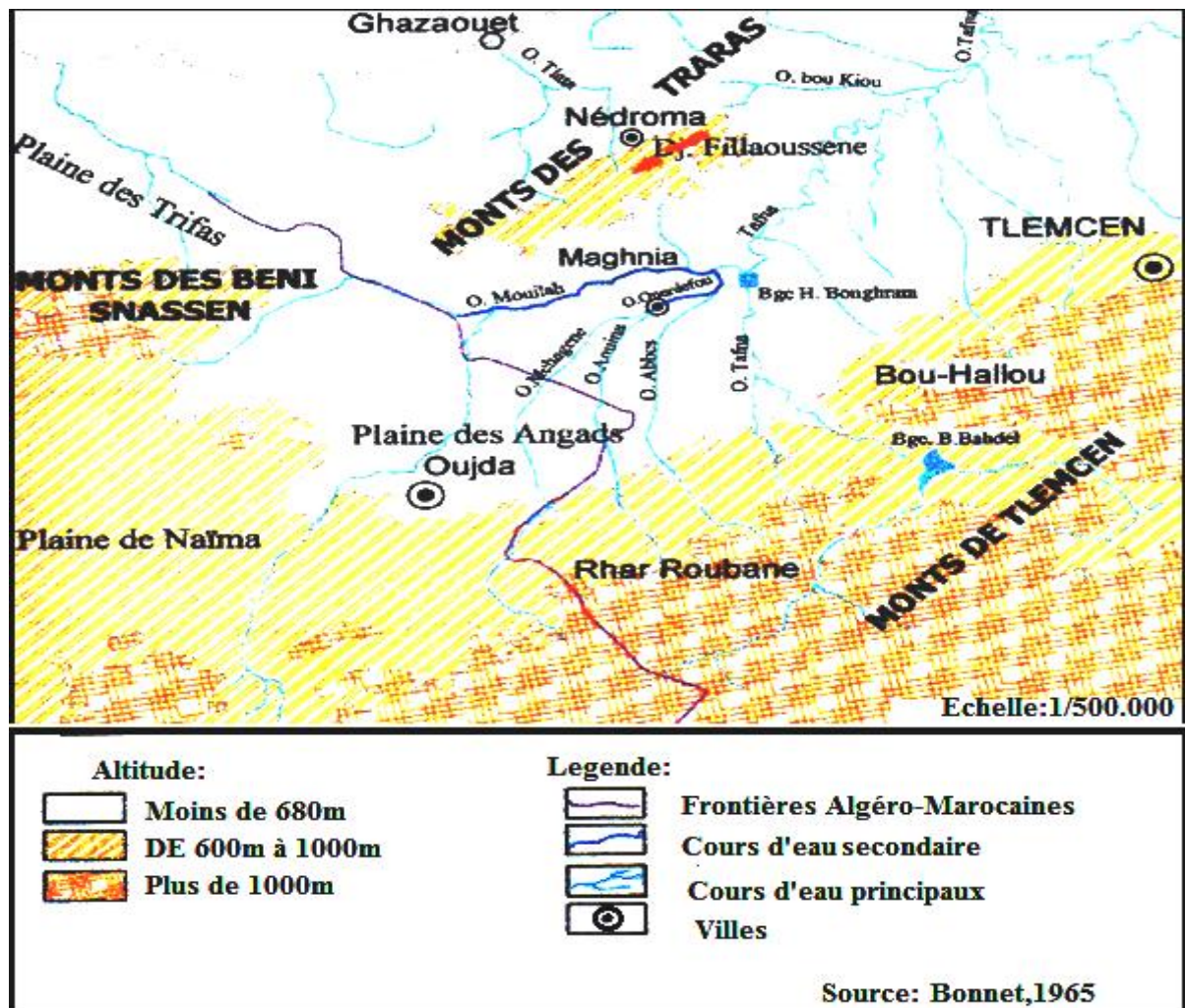


Fig.1 : Cadre géographique générale de la région d'étude
(In Guettaia, 2007)

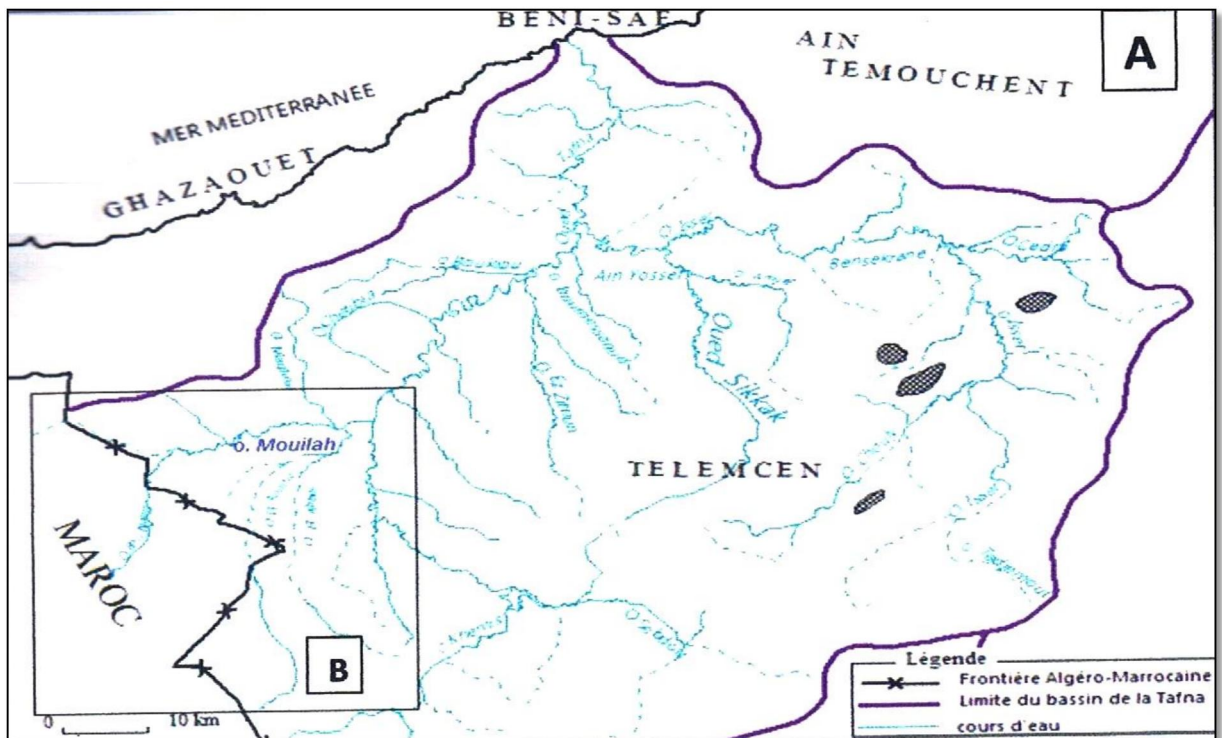


Fig.2 : les principaux cours d'eau du bassin versant de la Tafna (ANRH, 1999)

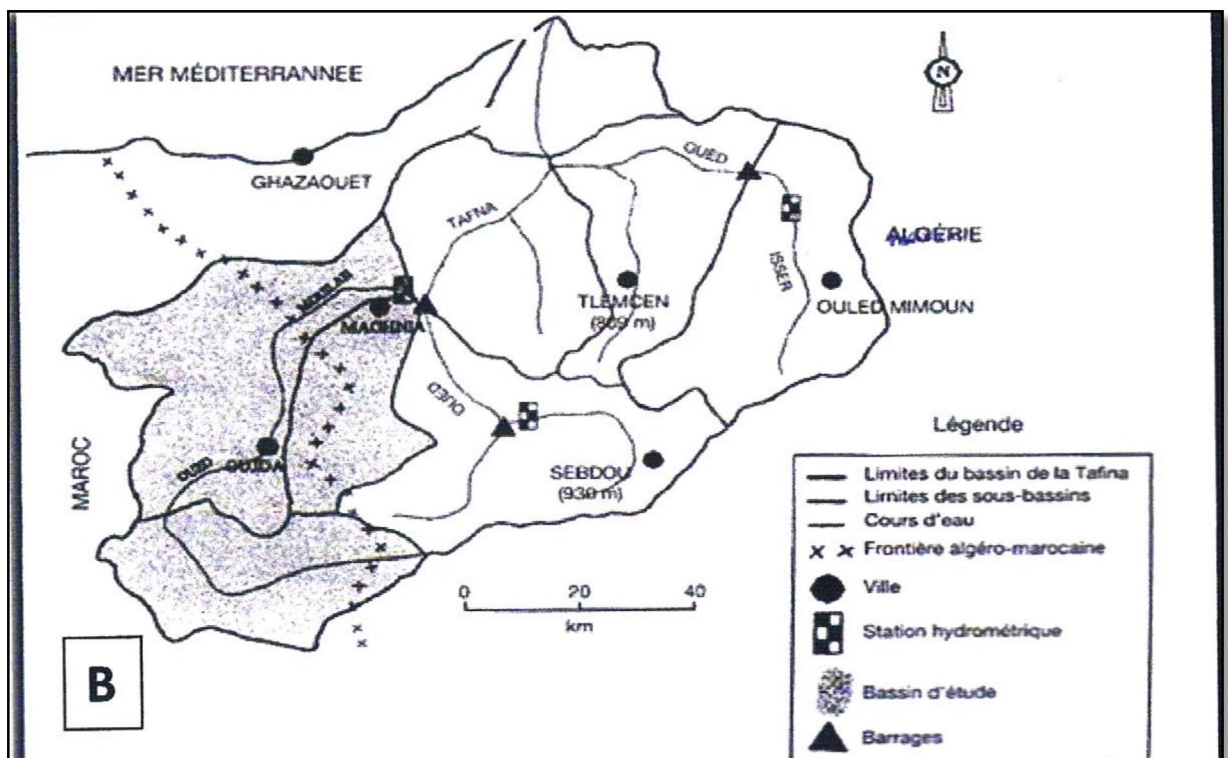


Fig.3 : Localisation du bassin versant de l'Oued Mouilah au niveau de la Tafna (Ghenim, 2000)

II. CARACTERISTIQUES DE FORME

II. 1 Coefficient de compacité de Gravelius :

La forme d'un bassin versant influence fortement à l'écoulement global. Ceci dit, un bassin versant très allongé ne réagira pas comme un bassin compacte ou si les autres de forme ramassé.

On exprime cette caractéristique par le « Kc » dit "Coefficient de compacité de Gravelius". Il est égal au rapport du périmètre du bassin considéré et ce celui d'un cercle ayant la même surface, il est défini par la relation :

$$Kc = 0.28P/\sqrt{S}$$

P : Périmètre du bassin

S : Surface du bassin

La surface a été calculée automatiquement par le MNT ainsi que le périmètre, ils sont respectivement :

$$P = 218 \text{ Km}$$

$$S = 2630 \text{ Km}^2$$

Par application numérique :

$$Kc = 1.19$$

Conclusion :

Selon le calcul de l'indice de compacité, on constate que le bassin versant d'Oued Mouillah est un bassin compact. (Benhouidga, 2009)

II. 2 Rectangle équivalent :

Ce rectangle est défini par sa longueur « L », sa largeur « l » et par la même surface « S »

Calcul de la longueur et de la largeur:

$$\text{La longueur : } L = Kc/\sqrt{S}/1.12[1+\sqrt{1.12-(1.12/Kc)^2}]$$

$$\text{La largeur : } l = P/2-L$$

L : Longueur du rectangle.

l : Largeur du rectangle.

Kc: Coefficient de Gravelius.

S : Aire du bassin.

P : Périmètre du bassin.

Application numérique :

$$\text{La longueur du bassin } L = 81.63 \text{ Km}$$

La largeur du bassin l = 32.46 Km

Paramètres	Mouilah
Superficie (km ²)	2650
Périmètre (km)	230
Indice de compacité	1.25
Densité de drainage (km/km ²)	0.16
Altitude maximale (m)	1430
Altitude minimale (m)	285
Altitude moyenne (m)	800
Surface érodée (%)	42.31
Indice de pente	0.116
Indice de pente global	0.0122
Coefficient de torrentialité CT	0.0032
Temps de concentration des eaux (h)	18.0
Cultures extensives (% de la superficie)	21.58
Couvert forestier dégradé (%)	03.58
Couvert forestier normal (%)	14.72
Arboriculture (%)	0.45
Couvert mort (%)	49.43
Prairies et terrains de parcours (%)	10.23
Couvert forestier dégradé ou mort (%)	53.01

Tab.1 : Caractéristiques de forme du bassin versant de L'Oued Mouilah

III. ETUDE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le bassin versant d'Oued Muoilah est un affluent de la rive gauche de l'Oued Tafna. Il traverse le territoire marocain où il prend le nom de l'Oued Bounaim(Isly); son cours d'eau intermittent redevient permanent en aval de la ville d'Oujda (Maroc). A son entrée en Algérie, il prend le nom de l'Oued Mouillah où il est permanent, il représente le 4/5 des apports au barrage de Hammam Boughrara. Les principaux affluents d'Oued Mouilah sont (figure 2) :

- Oued Isly et Oued EL Heimer** : drainent la région Sud de Oujda et plus particulièrement le gisement minier de Plomb et Zinc de Touissite Sidi Boubker. Oued El heimer recevrait les eaux industrielles de la mine de Sidi Boubker et les eaux urbaines des agglomérations de Touissite, Sidi Boubker, Oued El Heimer et Guenfouda.
- Oued de Bou Naim** : draine toute les eaux usées urbaines et industrielles de la ville d'Oujda et d'autre agglomération.
- Oued Ouerdaffou** : se forme au niveau de Maghnia par les affluents :
 - ❖ Oued Lemhaguene et Oued Aouina au Sud de Maghnia qui drainent surtout les eaux des terres agricoles.

- ❖ Oued Abbés qui draine les terres agricoles à l'Est de Maghnia et reçoit les eaux usées des entreprises.

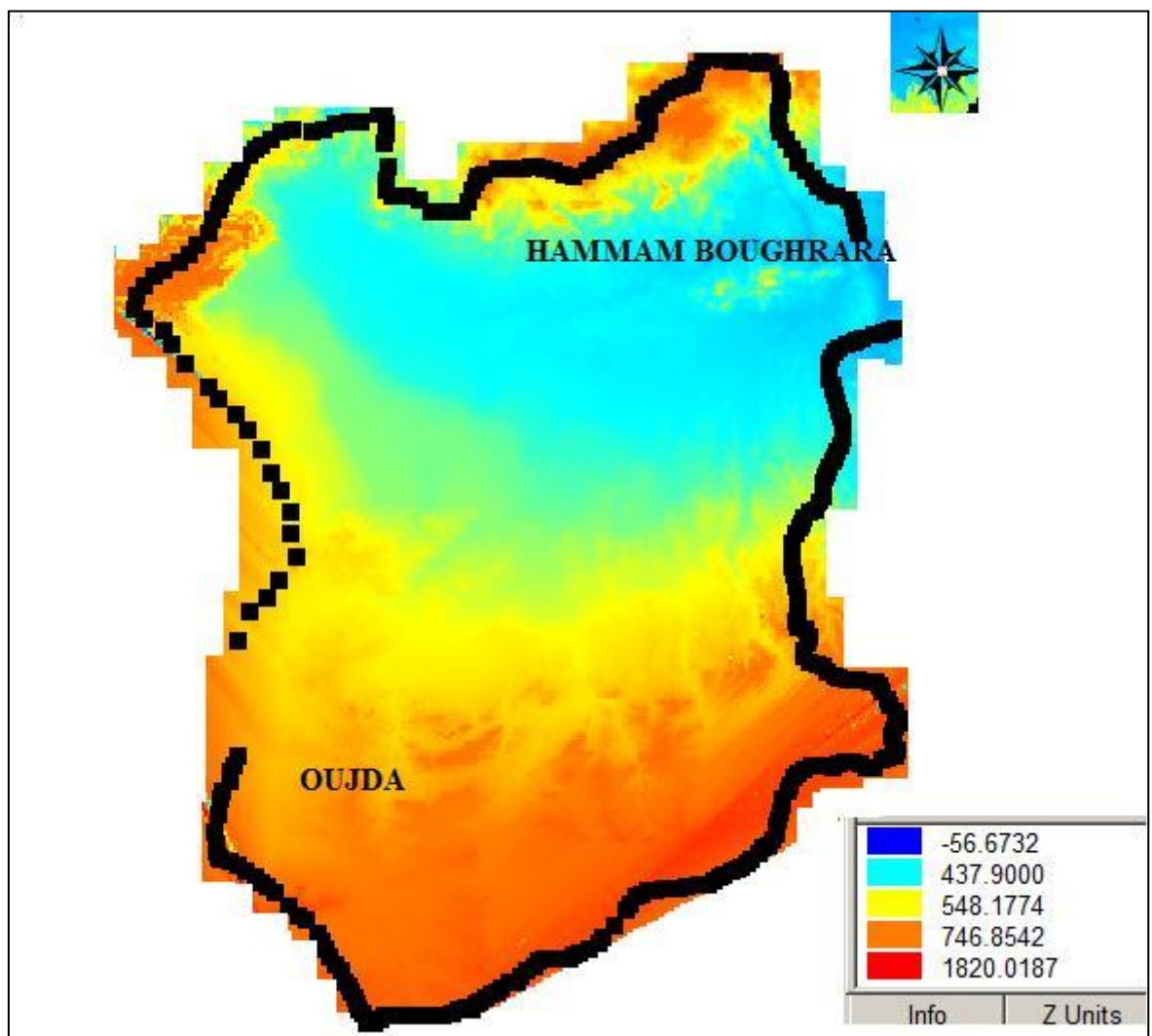


Fig.4 : Modèle numérique de terrain du bassin versant de l'Oued Mouilagh (Bakreti, 2009)

IV. SYNTHÈSE SUR LA GÉOLOGIE DU BASSIN ÉTUDIÉ

IV. 1 CADRE GÉOLOGIQUE

Le bassin étudié traverse la plaine de Maghnia qui couvre une étendue d'environ 351km². Elle se situe au Nord Ouest de l'Algérie, entre les Monts de Tlemcen (Rhar-Roubaine) au Sud et les Traras au Nord (Djebel Fellaoucéne). Elle est bordée à l'Est par Djebel Tefaisset et à l'Ouest, elle se prolonge par la plaine des Angads au Maroc (figure 1).

Deux Oueds principaux traversent la plaine de Maghnia :

- ❖ Oued Ouarefou : bassin versant qui s'étend sur une superficie de 612km² avec une altitude moyenne de 676m.
- ❖ Oued Mouilah : notre partie d'étude dans le territoire Algérien, il s'étend depuis la chaîne de montagnes occidentales des Monts de Tlemcen, constituant le point culminant, au versant Nord des Monts de Traras à Nedroma. Encerclé, au Sud comme au Nord Ouest par une série de Djebels élevés (Sidi Djillali à 1711m, Debagh à 1488m et Sidi Aïssa à 1333 m). L'allongement du bassin étudié se fait selon la direction Sud-Est au Nord-Ouest.

IV. 2 Caractéristiques géologiques du bassin d'Oued Mouilah

La bassin versant d'Oued Mouilah (patrie Algérienne) occupe une grande partie de la plaine de Maghnia, mais aussi une partie des Monts de Tlemcen et des Monts de Traras.

Ceci nous amène à décrire la série stratigraphique caractérisant exclusivement cette vaste zone qui va du Silurien schisteux au Plio-quaternaire alluvionnaire (figure 5). La série stratigraphique comporte les éléments en deça :

Le Pléozoïque : c'est une formation schisto-quartzique d'âge Silurien à Dévonien, il s'agit d'une formation plissée recouvrant une grande surface. À Ghar-Roubane ; les schistes et les quartzites Pléozoïques forment les noyaux des plissements. Les schistes sont de couleur brune à rougeâtre alternés avec des bancs décimétriques très compacts de quartzites. Ces bancs de quartzites sont de couleur grisâtre à rougeâtre (Baba Hamed, 2001).

Le Mésozoïque

-Trias : représenté par des argiles plus ou moins dolomitiques et gypseuses et des marnes bariolées fortement teintées. Cette formation de Trias est traversée par des pointements d'Ophites d'âge plus récent (Jurassique ou Crétacé) que la formation s'accompagnant d'un léger métamorphisme (Baba Hamed, 2001). On y distingue :

- * Un mélange des blanchâtres et des argiles
- * Des roches vertes avec un aspect à l'affleurement
- * Des calcaires dolomitiques noirâtres à la patine, grisâtre à la cassure et à structure brichoïdes.

-Jurassique : caractérisé par les séries du Lias visibles au niveau de Ghar-Roubane, on y distingue du bas vers le haut :

- **Lias inférieur** :représenté par les massifs de calcaires Karstifiés surmontés par des marnes vertes à rouges.Cette formation a une épaisseur moyenne de 200m, elle est localisé au niveau de Sidi Yahia Ben Sefia.
- **Lias moyen** : représenté par les « calcaires de Ayech »d'âge carixien à domérien, d'épaisseur moyenne de 200m.Cette formation commence par un calcaire biodétritique rougeâtre à élément bréchiqes, ces éléments ont une taille millimétrique à centométrique provenant des écueils primaires proches.Par endroit, on y rencontre des lamellibranches pêle-mêle à épais(Lithiotis et Opisomo).Le haut de cette formation est touché par une dolomitisation secondaire qui donne l'aspect massif aux bancs. Ces bancs sont aussi affectues par des sylolothes des à la compaction (Baba Hamed, 2001).
- **Lias supérieur** : représenté par
 - ***Toarcien** : (marno-calcaire de Khorchef), d'épaisseur moyenne de 14m. Cette formation est composée par des alternances des marnes et des calcaires(Bouanani, 2004).
 - ***Aaléno-Bajocien** : (Dolomies de Deglène) d'épaisseur moyenne de 26m, représenté par des bancs décimétriques de calcaires oolithiques surmontés par des dolomies massives bieges et cristallines .
- **Jurassique moyen** :représenté par
 - ***Bathonien inférieur et moyen** : cette formation montre une variation d'épaisseur et de faciès. Elle est représenté des calcaires se formes de bancs centimétriques à décimétriques gris foncés à verdâtres, affleurant aux Monts de Ghar-Roubane.
 - ***Callovo-Oxfordien** :(Argiled de Saïda) d'épaisseur variable qui dépasse. Cette formation correspond à des dépôts d'argiles et marnes, parfois des schistes à passées gréseuses. Elle offre parfois des transitions assez progressives aux grés de Boumediene .
- **Jurassique supérieur**
 - ***Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur** (Grés de Boumediene) c'est un ensemble à dominances gréseuses, avec passées argileuses masquées le plus souvant par des éboulis ou la végétation.Ces grés se caractérisent par un ciment calcaire,ils sont représentés par des bancs dure, leur épaisseur est variable ou elle peut atteindre les 500m. Ils sont de couleur brune, ferrugineux en surface et blanc roux parfois grisâtre à la cassure.
 - ***Kimméridgien supérieur** : formé par les calcaires des Zarifet qui surmenté les grés de Boumediene.Ce sont des bancs de calcaires séparé par des minces presqui partout ,la base très nette du Kimméridgien et reposent directement en concordance sur les grés formant les falaises des environs de Tlemcen.
 - ***Tithonique inférieur** :(Dolomies de Terny)cette formation est composée pardes dolomies vacuolaires avec de nombreuses stratications obliques et un aspect très massif,qui permet de bien les distinguer des Dolomies de Tlemcen.
 - ***Tithonique supérieur** (marno-calcaire de Hariga) c'est une allternance de calcaires et de marnes plus ou moins tendre, il s'agit des micrites bien litées à une couleur grise claire à la patine. Elles sont bien exposées au niveau de Djebel Hariga.

Âge d'après les anciens auteurs (Doumergue_Lucas)	Coupe	Formations	Âge d'après les auteurs récents (Benest)
Plio-quaternaire		Fluvio-lacustre	Plio-quaternaire
Miocène		Marnes et grès	Miocène
Kimmeridjien sup.		Dolomies de Terny	Tithonique
Kimmeridjien moy.		Marnes calcaires de Raourai	Tithonique inf.
Kimmeridjien inf.		Dolomies de Tlemcen	Kimmeridjien sup.
Lusitanien		Grès de Boumediene	Oxfordien supérieur - Kimmeridjien supérieur
Callovo-oxfordien		Argiles de Saida	Callovo-oxfordien
Jurassique moyen		Calcaires	
Jurassique inférieur (Lias)		Calcaires	
Permo-trias		Formation détritiques gypsifères	Permo-trias
Paléozoïque		Schistes et quartzites	Paléozoïque

Fig.5 : Log stratigraphique du bassin versant d'Oued Mouilah
(In Djellouli et Marghrous, 1996)

Le Cénozoïque :le Cénozoïque dans notre zone d'étude est représenté par le Miocène.

➤ **Miocène inférieur** (Burdigalien) :cette formation débute par un niveau de poudingues très dur,avec des blocs de calcaire dolomitique à ciment cacareo-gréseus.Ces blocs sont bien roulés,hétérométrique et polygénique. La partie supérieur est formé par un ensemble d'une

épaisseur de 100m, qui est constitué par des argiles marneuses à couleur verdâtre, au sien desquelle s'intercalent des bancs décimétrique de grés ferriginuex friable.

Le Miocène est bien marqué dans la Tafna, essentiellement , entre la vallée de l'Oued Zitoun et le Djebel Fillaoucène.

➤ **Miocène moyen**(Serravallien) :repose en discordance sur le Miocène inférieur,déformé partiellement érodé.Il est formé par une série d'argiles marneuses épaisse avec une couleur grise ou bleutée,qui par altération deviennent ocre. Au sien de cette série, l'épaisseur peut atteindre les 300m dans la vallée d'Oued Isser,s'intercalent de nombreux bancs décimétrique de grés jaunes, plus fréquent au sommet de la série.Le bassin de la Tafna est formé par la base de Serravallien,elle est composée par un niveau discontinu de poudingue relativement peu consolidés à ciment argilo-gréseux, bien représenté à 4km à l'Est de Hammam Boughrara.

➤ **Miocène supérieur**:(Tortonien) :il s'agit des dépôts de grés durs,jaunes d'or ou citron, peu consolidé atignant 20 à 30m d'épaisseur. Ces grés s'appuient sur le Jurassique comme le cas au Nord et au Sud de la plaine de Maghnia, ou sur les marnes Serravalliennes comme entre Tlemcen et Remchi.

Le Plio-Quaternaire :cette formation est formée par des sédiments continentaux d'âge

reletivement comparable et de nature variable. Cette formation est composée par une série de dépôts discontinus formés par des éléments hétérométriques et hétérogènes.On y rencontre les faciès suivantes :

-Des marnes avec peu ou pas de galets, plus ou moins tufeuses, parfois très épaisses surtout au niveau du bassin de l'Oued El Abbés(affluent d'Oued Mehaguène ;plaine de Maghnia).

-Les limons,sables et graviers récent qui s'étendent entre Oued Mehaguène et Châabet El Arneb au Nord-Est de la frontière Algéro-marocaine.Les limons ont une couleur jaune avec des couches rougeâtres et à leur base se trouvent les galets en lits.

-Quelques lambeaux de basaltes interstratifiés, témoin d'une activité volcanique.Ils sont situés au Nord-Ouest de la plaine de Maghnia.

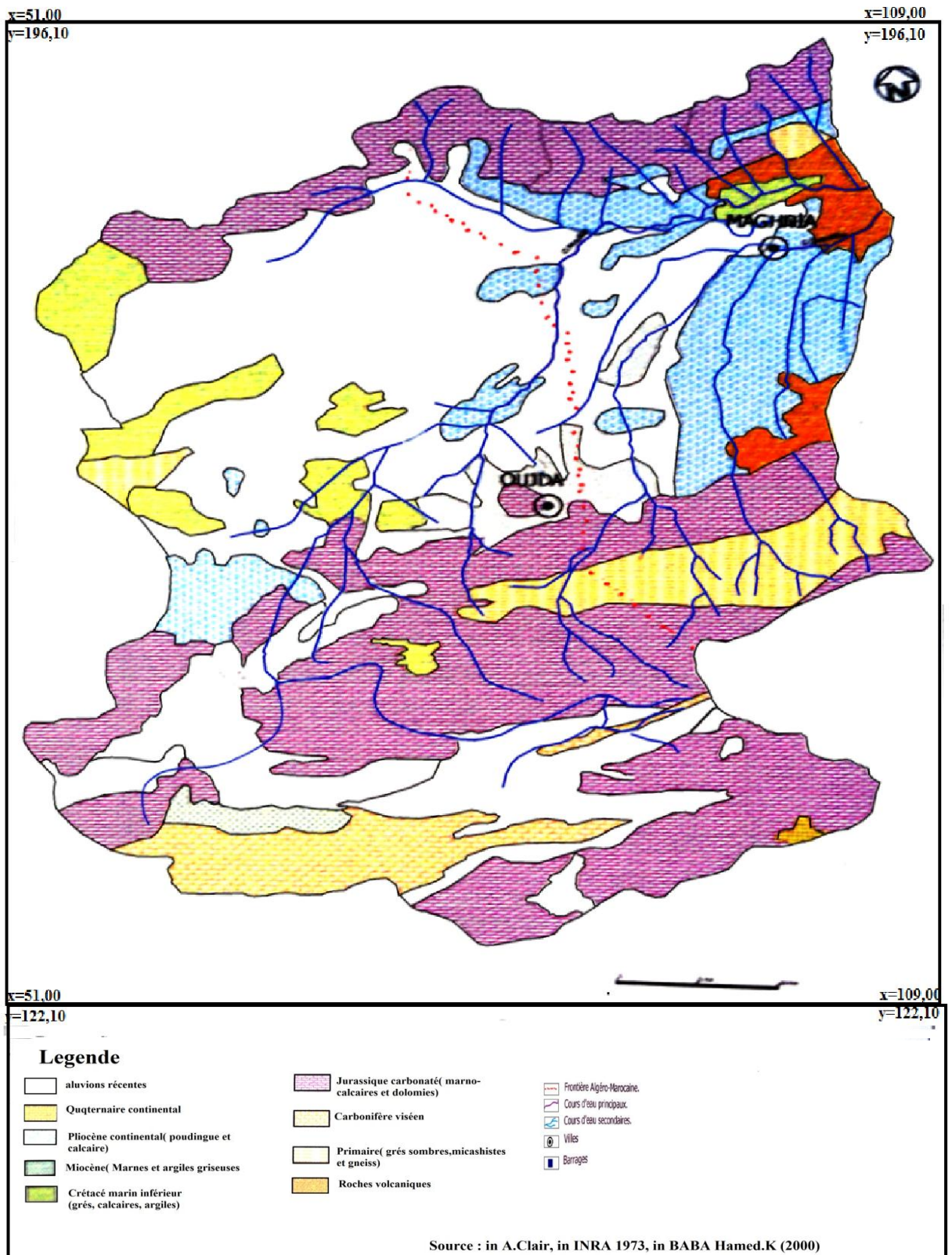


Fig.6 : carte géologique du bassin versant de l'Oued Mouillah (In Guettaia,2007)

IV. 1Cadre hydrogéologique

1. Introduction

L'exploitation des nappes dans la plaine de Maghnia revêt une grande importance car la proportion des eaux souterraines par rapport aux eaux superficielles est élevée.

Aussi il est intéressant de dresser l'inventaire de tous les réservoirs potentiels, sans tenir compte à priori de leur alimentation, d'établir les séquences lithologiques et les conditions tectoniques favorables à la constitution de réserves aquifères (roches imperméables de retenue et structures).

Les différents réservoirs et leurs caractéristiques sont résumés dans la série stratigraphique du tableau N°1 (P. Bonnet 1965).

2. Les formations aquifères

Les études des formations géologiques ont permis d'individualiser certaines formations aquifères.

En plus des alluvions Plio-Quaternaires qui font l'objet de développement ultérieur, quatre horizons peuvent contenir des nappes :

- 1-Le Lias, représenté par des calcaires.
- 2-Les Dolomies de Tlemcen.
- 3-Les Dolomies de Terny.
- 4-Les grès de Miocène.

Etapas	Lithologie	Caractères
---------------	-------------------	-------------------

Plio-quaternaire	Alluvions	Perméable
Miocène	Grés	Perméable
Miocène	Marnes	Imperméable
Dolomies de Terny (Tithonique inf)	Dolomies	Perméable
Marno-calcaire de Raourai (Tithonique inf)	Alternance de marnes et calcaires	Imperméable
Dolomies de Tlemcen (Kimméridgien sup)	Dolomies cristallines	Perméable
Grés de Boumediene (Oxfordien sup- Kimméridgien sup)	Intercalation de marnes dans les grés bruns	Peu perméable
Argiles de Saïda (callovo-Oxfordien)	Argiles et marnes calcaires	Imperméable
Lias	Calcaires	Perméable
Permo-Trias	Argiles et grés	Imperméable
Primaire	Schistes et Quartzites	Imperméable

Tab.2: Inventaire de tous les réservoirs possibles et les niveaux imperméables

***Calcaires de Lias**

Le Lias constitue un réservoir continu, isolé des autres nappes, et ne peut être alimenté que par son impluvium. La zone d'alimentation correspond aux affleurements liasiques des Monts de Tlemcen. L'ampleur du bassin autorisé des apports annuels importants. La fraction des précipitations qui s'infiltrer sur les secteurs topographiques élevés descend par gravité vers le bassin de Maghnia sous lequel des eaux du lias sont en pression.

***Les dolomies de Tlemcen**

Ce sont des dolomies cristallines en bancs massifs. La roche possède une forte perméabilité de fracture favorable à l'établissement d'écoulement Karstique.

Ces dolomies sont surmontées par un toit suffisamment épais de Miocène imperméable pour être complètement isolé de la nappe des alluvions et ne donnent pas de circulation verticale, sous la couche de retenue, la nappe est maintenant à l'état captif.

***Les dolomies de Terny**

Ce sont des dolomies cristallines des passés stromatolitiques qui doivent faciliter le phénomène de dissolution.

***Les grés miocènes**

Des puits imperméables sur les grés miocènes ont trouvé l'eau et indiquent la présence d'une nappe. Ces grés bien différenciés le long des massifs Jurassiques ne semblent pas se poursuivre en profondeur sous la plaine de Maghnia et passer latéralement à des marnes sableuses ou à des marnes franches. L'eau arrêtée par ce barrage souterrain, ne peut pas traverser verticalement la couverture d'eau infiltrée dans les grés contribue ainsi à l'alimentation de la nappe des alluvions par migration latérale et les deux nappes se comportent comme une nappe unique.

Rôle des failles

L'existence des failles ayant joué pendant et après le miocène les déplacements de l'eau.

Ces failles ont un rôle de fermeture et agissent sur la circulation d'eaux par interruption totale ou partielle d'un ou plusieurs réservoirs.

1. Par une fermeture totale il faut que le rejet de la faille soit supérieur à la puissance du réservoir.
2. Par une fermeture partielle il faut que le rejet soit inférieur à l'épaisseur de l'aquifère. Les failles de Maghnia réalisant l'une ou l'autre de ces fermetures suivant leur rejet ; le bloc affaissé qui prolonge le Jurassique des monts de Tlemcen sous la plaine de Maghnia est à reconnaître car il possède soit de nappes captives s'il y a fermeture totale, soit une zone très productive s'il y a écran partielle.

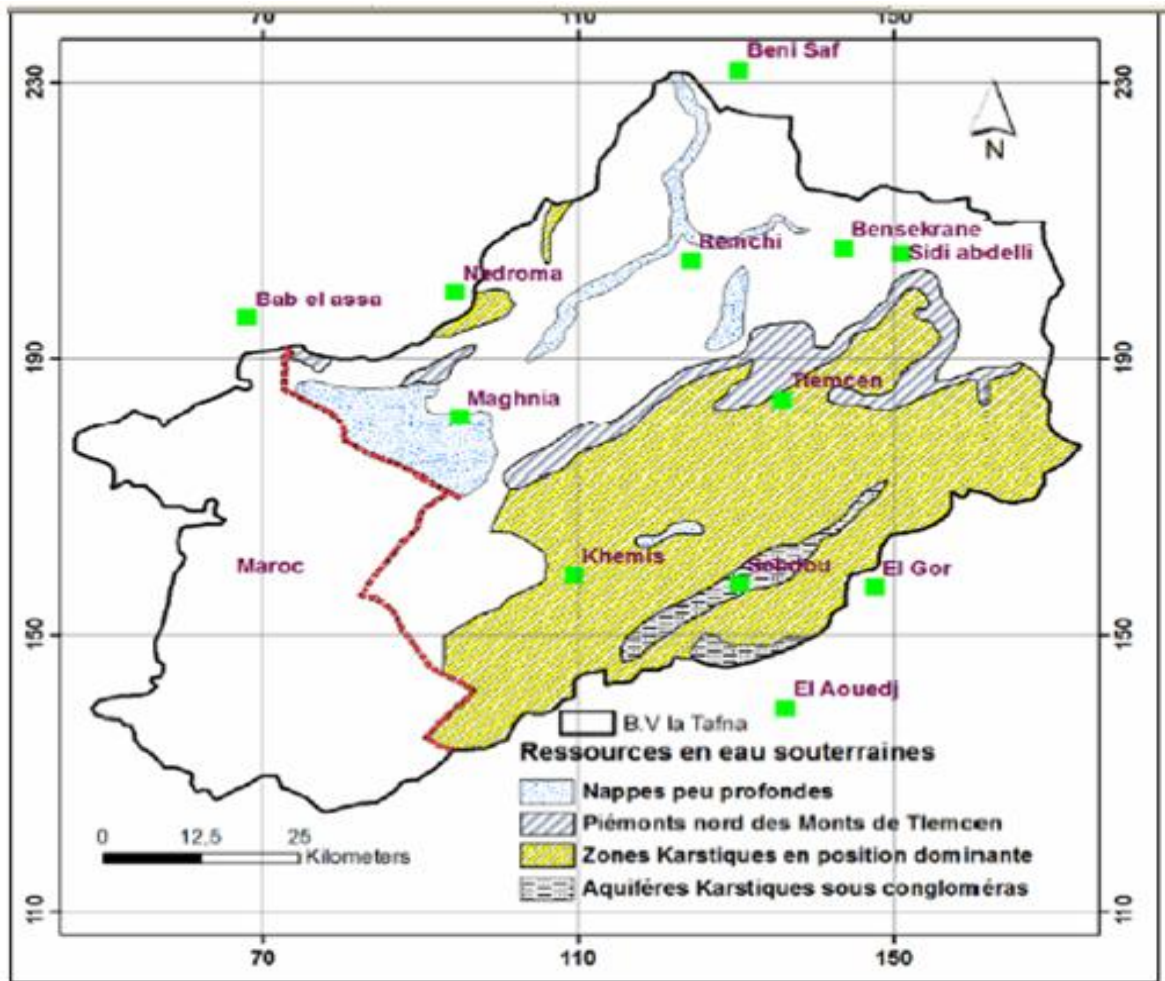


Fig.7: Les formations réservoirs dans la région de Tlemcen (Collignon.1984)

V. Synthèse climatique :

D'après l'étude des paramètres climatiques il ressort que notre région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride avec des influences méditerranéennes. Ce climat est remarqué par un hiver pluvieux et un été sec.

A l'échelle annuel ; l'étude montre que cette région est caractérisée par deux périodes ; l'une sèche allant du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre et l'autre humide allant de mois d'Octobre jusqu'à le mois d'Avril.(Benhouidga,2009)

Conclusion partielle

La plaine de Maghnia est une cuvette allongée selon une direction ENE-WSW comblée par des dépôts provenant d'érosion des montagnes bordières (Rhar-Roubane et Djebel Fillaoucène).

Du point de vue stratigraphique, on distingue d'une part, les formations Primaires et Secondaires qui constituent les reliefs et d'autre part, les terrains Néogènes et Quaternaires qui forment la plaine de Maghnia.

Le type des formations géologiques qui affleurent dans le bassin versant de l'Oued Mouilah a une influence sur la répartition des écoulements superficiels. En effet, la lithologie joue un rôle important sur le ruissèlement, l'infiltration, l'érosion et le transport solide. Les matériaux géologiques se distinguent en formations meubles (sables, argiles, marnes) ou en formations consolidées (grés, calcaires). La nature des affleurements a une influence sur l'hydrologie de surface et le type des dépôts alluvionnaires.

L'analyse climatique, nous a permis de faire une synthèse des paramètres climatologiques qui nous ont conduits à certifier que le climat régnant sur le bassin versant de l'Oued Mouilah est de type semi-aride.(Benhouidga,2009)

Liste des tableaux

I. Introduction :

L'étude hydrogéologique a pour but de traiter un grand nombre de données, souvent ces données sont parvenues d'observation et de résultats complexes, pour ce là les méthodes adoptés font incluent des paramètres et des coefficients de corrélation a fin de minimiser les erreurs et de détecter des anomalies due aux données imprécises.

L'application de la méthode statistique dans le sujet climatique et l'impacte de la population permet de ressortir des résultats beaucoup plus cohérents aux faits des paramètres (les précipitations, les températures et les débits) observés réellement des périodes déterminées.

II. Données utilisées

II. 1 Contrôle des données :

Avant de pouvoir exploiter les données et bien qu'elles soient dans un format adéquat, il importe de contrôler la fiabilité et la précision de ces dernières.

Le contrôle de la validité des données d'observation est un travail préalable indispensable à toute analyse correcte.

II. 2 Caractéristiques des stations climatiques utilisées:

Les données d'observation utilisées dans ce travail sont celles enregistrées au niveau de quatre (4) stations gérées par l'ANRH.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques de stations retenues pour l'étude :

Station	Code de la station	Altitude	Latitude	Longitude	Type de la station
Maghnia	160302	430	177,2	88,8	Climatologique
Beni -Oussine	160303	418	180,7	90,8	Pluviométrique
Sidi-Boudjenane	40103	425	192,9	77,4	Pluviométrique
Beni-Boussaid	160315	675	159,6	92,3	Pluviométrique

Source : ANRH

Tab.3 : Caractéristiques des stations climatologiques

II. 3 Etude de l'homogénéité des séries :

La question d'homogénéité ou de non homogénéité des observations est un problème important, compte tenu des conséquences que peut entraîner l'utilisation en fait comme homogènes. Une série est dite homogène si les observations qui la composent ont été observées de la même façon et sont issues de la même population.

Avant d'effectuer à une étude statistique des données, on doit procéder un control d'homogénéité des séries considérés. Pour cela deux méthodes sont utilisées.

II. 3.1 la méthode du Simple cumul :

Le principe consiste à cumuler les valeurs annuelles observées de chaque paramètre à traiter ; une fois que les valeurs sont cumulées, il faut les mettre en ordonnées et le temps en abscisse.

A partir de cumulés en fonction du temps on dispose d'un nuage de points, ces derniers fluctuent autour d'une droite.

Si on constate une cassure de la droite on conclut que la série correspondante présente une tendance, des observations erronées ou des valeurs exceptionnelles.

Lorsque la cassure est nette on peut par simple lecture sur le graphique déterminer l'époque ou s'est manifestée la tendance et contrôler dans les documents les causes de cette tendance.

La méthode du simple cumul ne permet pas de différentier dans le cas où l'on observerait une tendance, celle qui est propre à la station (hétérogénéité) d'une tendance climatique.

II.3.2 La méthode du double cumul :

Le principe est le même que celui que nous avons décrit précédemment seulement la droite des cumulés n'est plus obtenue en fonction du temps mais en fonction d'une deuxième station de la même région, qu'on appellera station de référence, cette dernière devra être homogène dès le départ.

La similitude de comportement des deux stations se traduit par un quasi alignement des points représentatifs ; Une déviation de comportement d'une des deux séries (stations) va se traduire par un nouvel alignement le long d'une droite différente de la première.

Cette méthode est particulièrement utilisée pour tester l'homogénéité et détecter l'époque de la tendance de quelques stations de la région d'étude.

III. Application aux données utilisées

III.1 la méthode du simple cumul :

A. Application aux données pluviométriques (les précipitations):

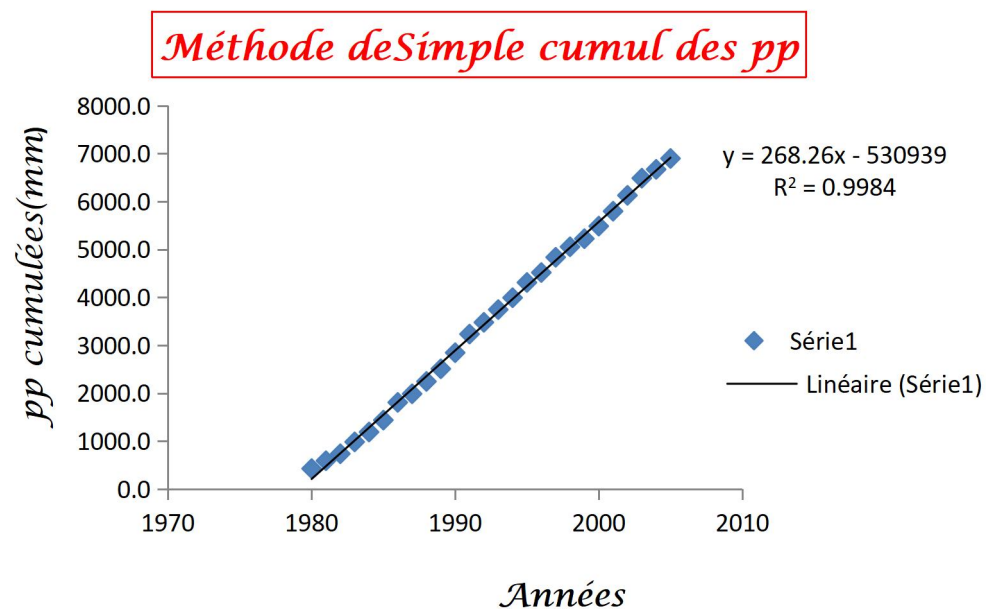


Fig.8: Représentation de la méthode du simple cumul sur les données de la station de Maghnia (1980-2005)

Méthode de simple cumul des pp

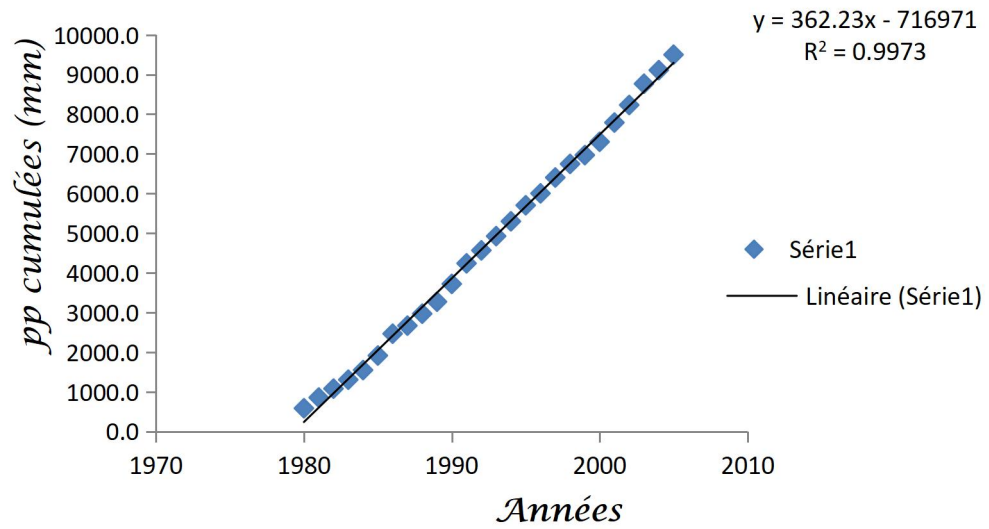


Fig.9: Représentation de la méthode du simple cumul sur les données de la station de Sidi-Boudjenane (1980-2005)

Méthode de simple cumul des pp

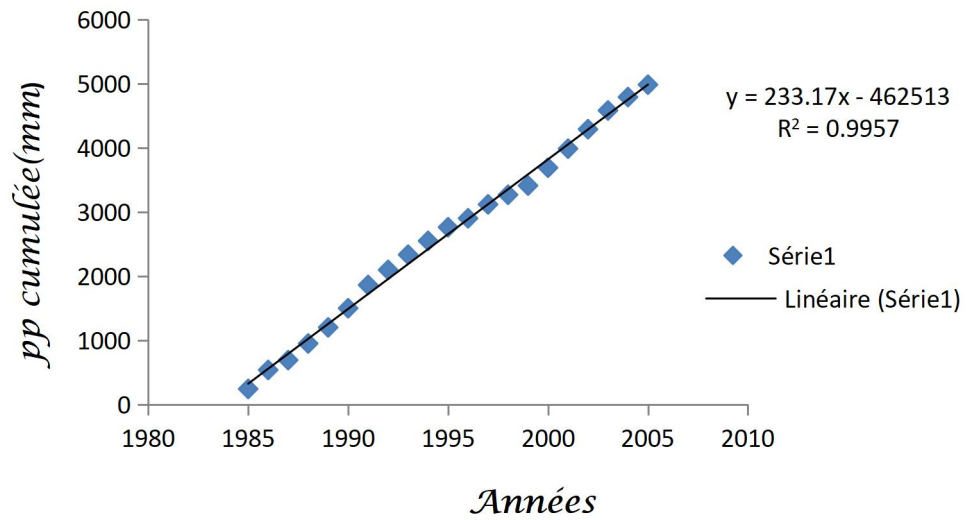


Fig.10: Représentation de la méthode du simple cumul sur les données de la station de Beni-Ouassine (1985-2005)

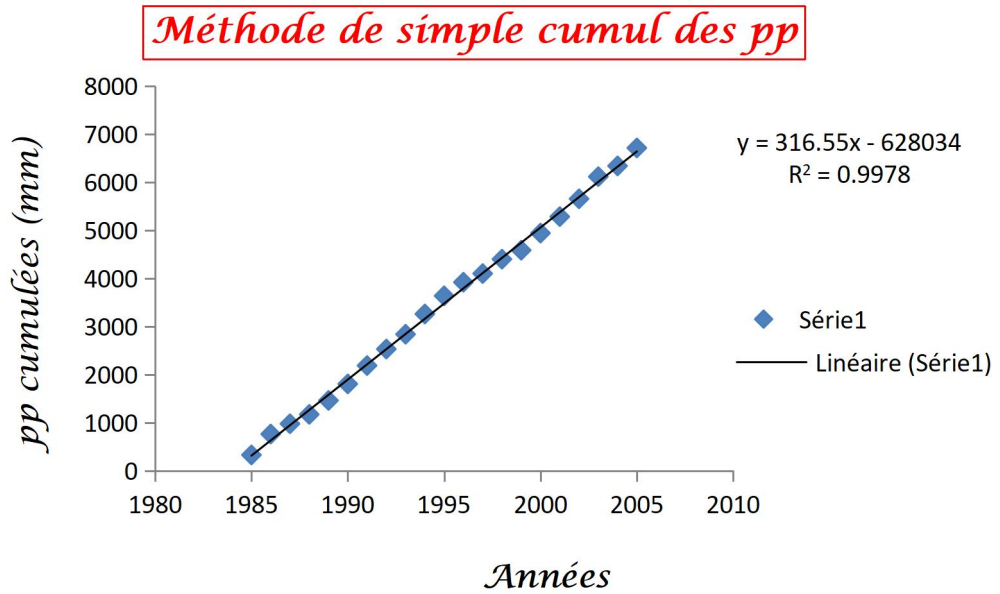


Fig.11: Représentation de la méthode du simple cumul sur les données de la station de Beni-Boussaïde (1985-2005)

Interprétation :

On distingue, d'après les quatre graphiques représentent l'application de la méthode du simple cumul sur les données pluviométriques au niveau des stations de Maghnia, Sidi-Boudjenane, Beni-Ouassine et Beni-Boussaïde, que ces données sont homogènes.

B. Application aux températures :

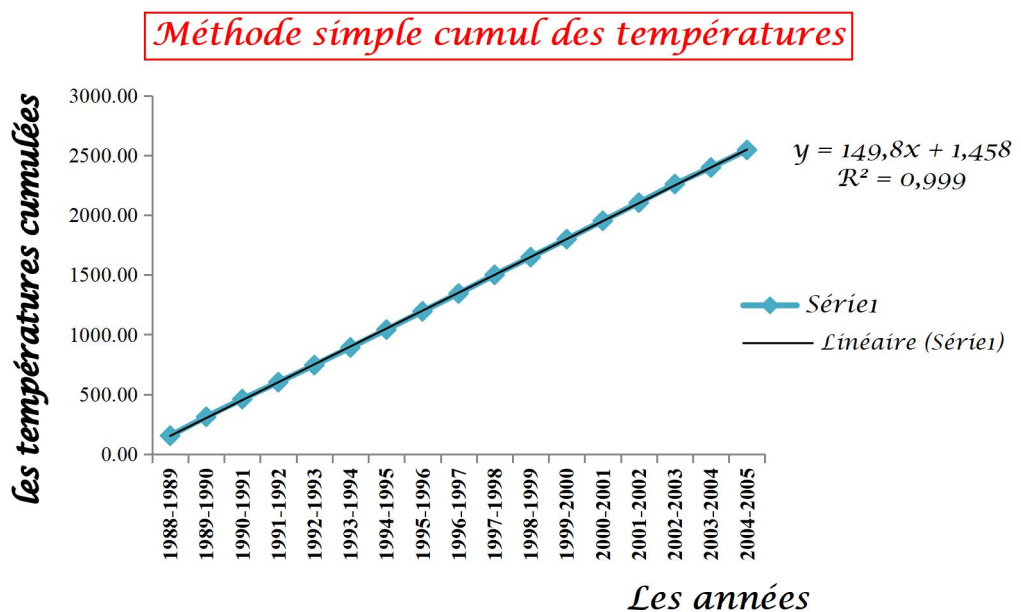


Fig.12: Représentation de la méthode simple cumul aux températures

Interprétation :

L'allure du graphique représentant la méthode du simple cumul sur les données de la température montre une disposition linéaire très nette qu'il s'agit d'une distribution uniforme du nuage des points.

C. Application aux débits:

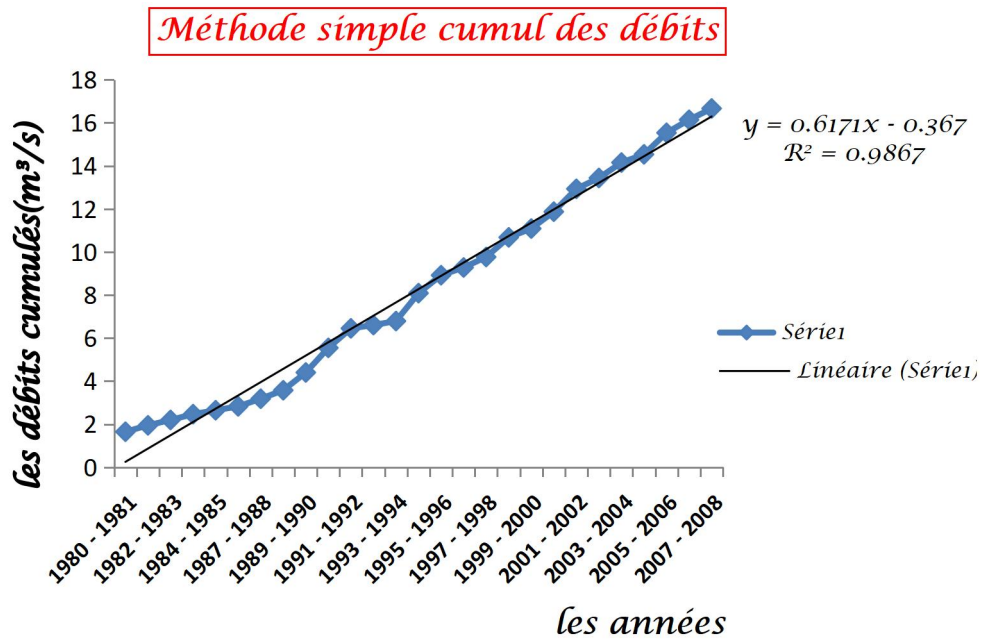


Fig.13: Représentation de la méthode simple cumul sur débits

Interprétation :

A partir du graphique on constate une fluctuation accentuée et plus en plus très irrégulière des débits.

III. 2 Méthode de double cumul sur les précipitations :

Cette méthode est appliquée aux données observées sur quatre(4) stations pluviométriques, dont la station de Maghnia et Beni Oussine sont choisies comme station de références par contre les deux autres stations de Sidi Boudjenane et de Beni Boussaid sont choisies comme station étudiée (figures 14 et 15).

Pour contrôler l'homogénéité des mesures, on calcule le coefficient de corrélation r.

$$r = \frac{C}{\sigma_x \sigma_y}$$

Avec :

$$C = \frac{\sum x_i y_i}{n} - \bar{x} \bar{y}$$

n : nombre d'année

σ_x : écart type des précipitations à la station A

σ_y : écart type des précipitations à la station B

\bar{x} : moyenne de la précipitation à la station A

\bar{y} : moyenne des précipitation à la station B

L'équation de la droite de régression, liant les deux stations A et B est : $y = ax + b$

Avec :

$$a = \frac{\sum x_i y_i - \bar{x} \sum y_i}{\sum x_i^2 - \bar{x} \sum x_i}$$

et

$$b = \bar{y} - a \bar{x}$$

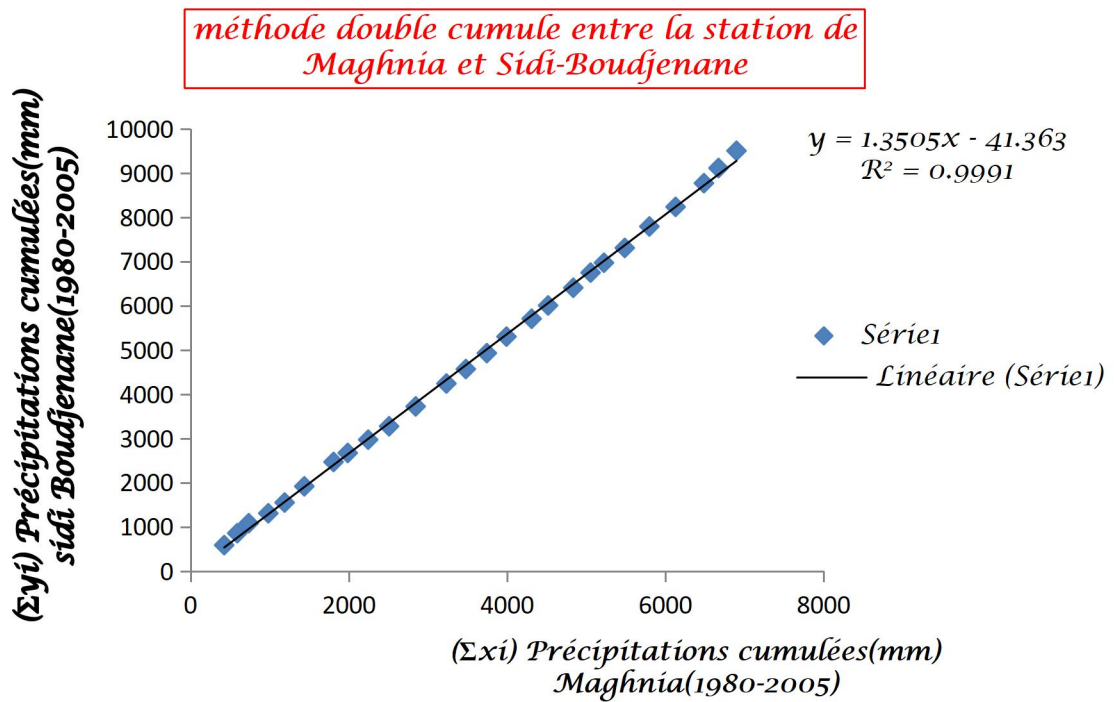


Fig.14: Représentation de la méthode de double cumul entre la station de Maghnia et la station de Sidi-Boudjenane

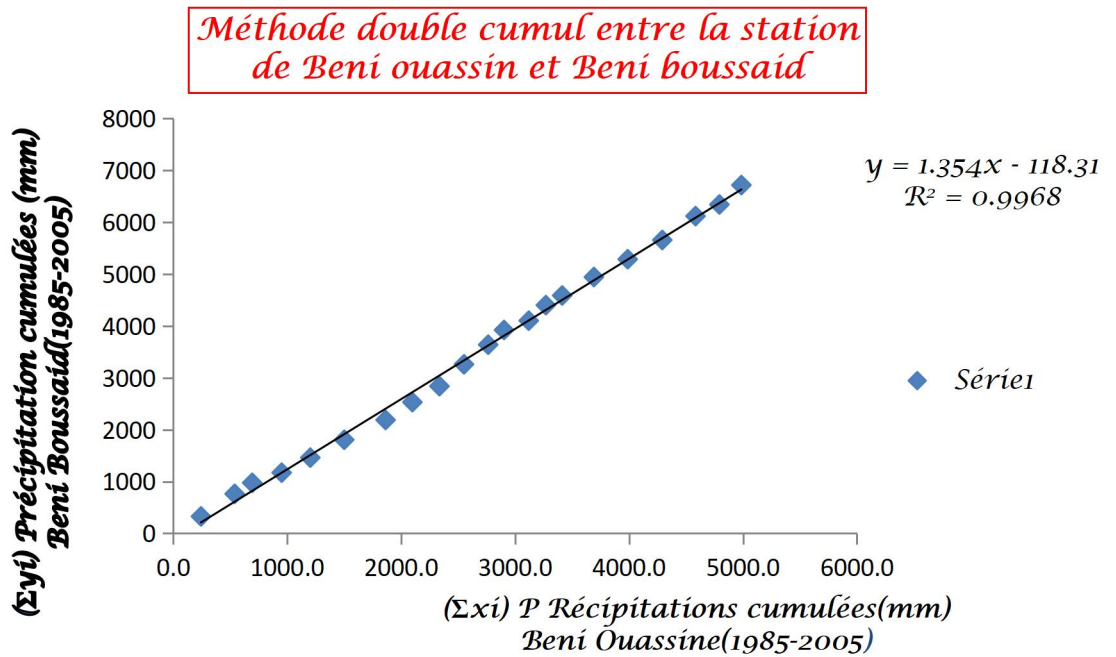


Fig.15: Représentation de la méthode de double cumul entre la station de Béni-Ouassine et la station de Béni-Boussaid

IV. Analyse des tendances et des ruptures

IV. 1 Détection des ruptures :

A partir des graphiques représentés précédemment des différents paramètres (Précipitations, températures et les débits) par les deux méthodes utilisées aucune rupture n'a été observée car le nuage des points est d'une distribution uniforme et rapproché les uns les autres.

IV. 2 Détection de tendances linéaires :

La tendance climatique est un changement climatique caractérisé par une diminution ou un accroissement significatif régulier monotone des valeurs moyennes durant la période de relevé.

Les droites des tendances des différents graphiques représentés les paramètres (pp, t° et Q) ont des équations linéaires $y = ax + b$, avec un coefficient de corrélation R positive de valeurs fiables traduisant des différences nettes entre les données des stations.

V. Mise en œuvre pratique

V. 1 Analyse des précipitations

Nous avons traité les données des précipitations sous Excel et le logiciel R ; les résultats sont restitués sous forme d'histogramme. Nous avons relevé les points suivants :

Les variations des précipitations sur la première période au niveau de la station de Maghnia et de Sidi-Boudjenane (1980-2005) et de la seconde période aux stations de Beni-Ouassine et Beni-Boussaid (1985-2005) présentent des irrégularités (figure 16-19); on constate que

-La station de Maghnia : on observe que le maximum des précipitations est enregistré dans les années de: 1980 (424,8mm), 1986(369,5), 1991(388,6mm) et en 2003(358,2mm) par contre le minimum des précipitations est enregistré en 1982(144,9mm), 1999(168,7mm) et en 2004(184,1mm).

-La station de Sidi-Boudjenane : Le maximum des précipitations est enregistré en 1980(586mm), 1986(550,7mm), 1991(518,1mm), 2001(484,9mm) et en 2003(535,6mm) et le minimum a été enregistré en 1982 et 1983(224,7et 225mm), 1987(203,3mm) et en 1999(222,5mm).

-La station de Beni-Boussaid : on observe que les précipitations maximums sont enregistrées en 1986(435,3mm), 1994(421,2mm) et en 2003(460,6mm), par contre les précipitations

minimums sont enregistrées en 1988(195,3mm), 1997(180,1mm), 1999(185,8mm) et en 2004(224,0mm).

-La station des Beni-Ouassine : le maximum est enregistré en 1986(295,7mm), 1991(362,9mm) et le minimum a été enregistré en 1987(153,9mm, 1996(139mm) et en 1999(143,2mm).

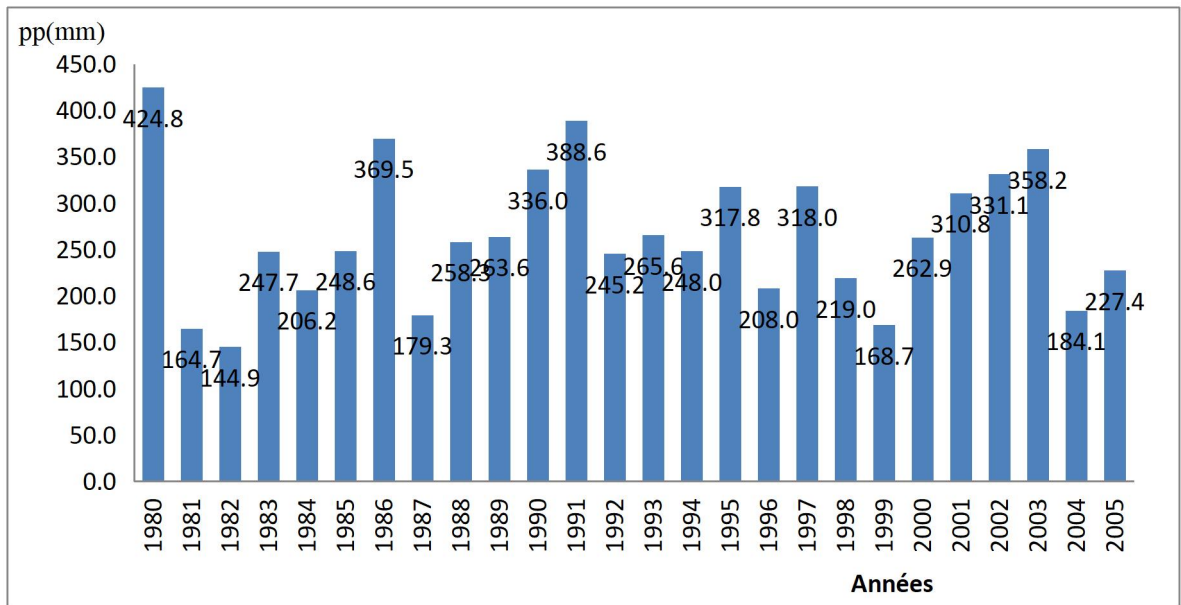


Fig.16 : Histogramme des précipitations à la station de Maghnia

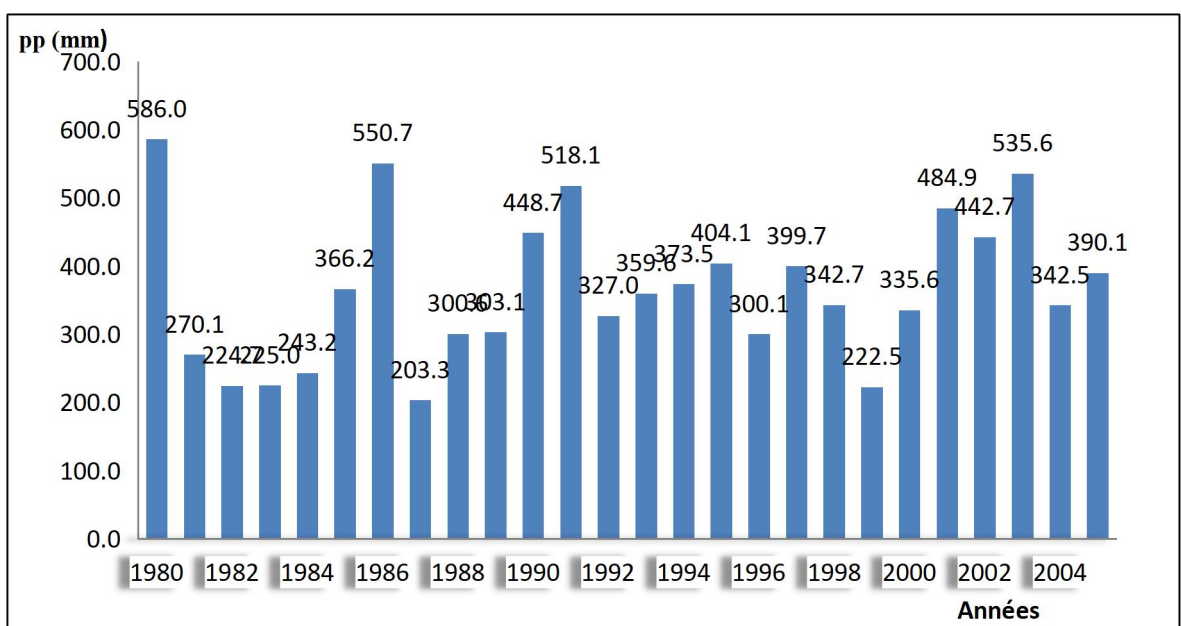


Fig.17 : Histogramme des précipitations à la station de Sidi-Boudjenane

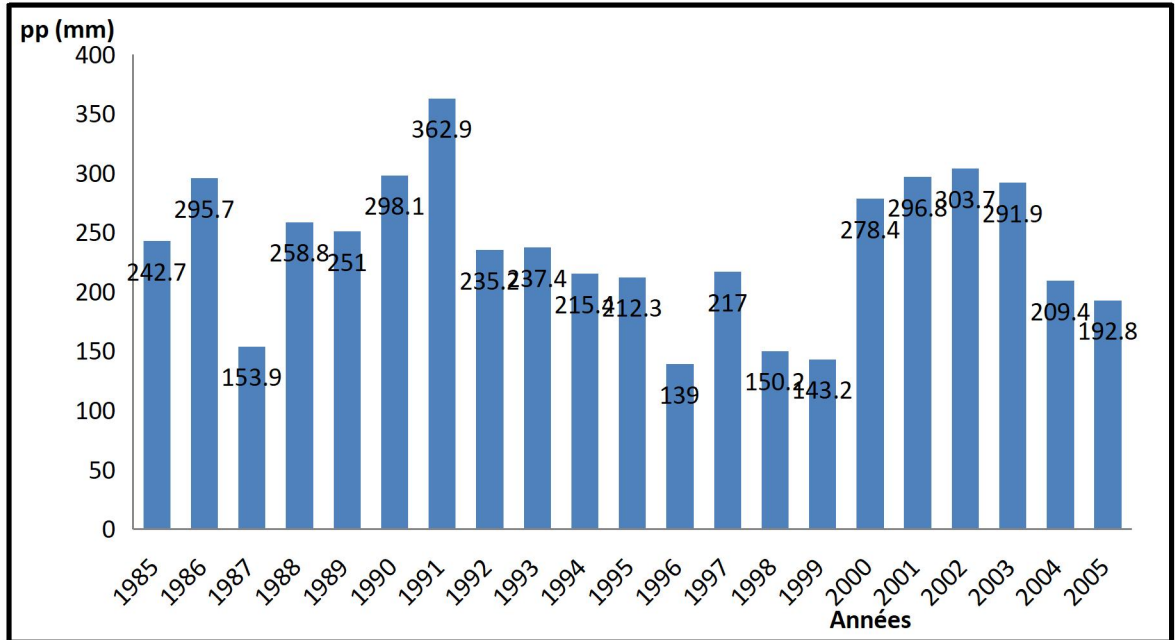


Fig.18: Histogramme des précipitations à la station de Beni-Ouassine

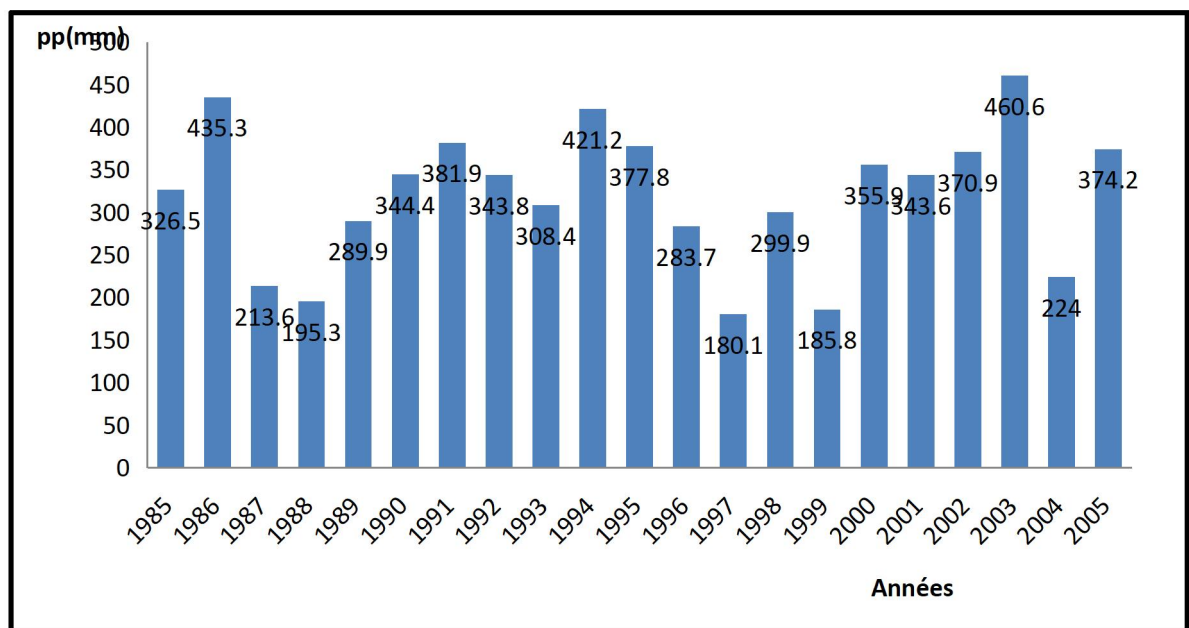


Fig.19: Histogramme des précipitations à la station de Beni-Boussaïde

A. Etude de tendance sur les précipitations

L'étude des tendances a été effectuée à travers les droites de régressions qui représentent un bon moyen de détection des anomalies pour les séries soit de débits ou des précipitations. Notre application a révélée les résultats suivants :

-Station de Sidi-Boudjenane et de Maghnia

Le graphique ; ci-dessous ; représente les tendances qui ont été tracées au niveau de la station de Sidi-Boudjenane et de Maghnia ; il en ressort que

Au niveau de la station de Sidi Boudjanane que la tendance est bien significative durant la période 1980-2005. La tendance à la hausse est bien persistante durant cette période. En revanche, la tendance au niveau de la station de Maghnia est légèrement penchée vers le haut mais nous interprétons ce cas par une stabilité ; il faut à fortiori étendre la série jusqu'à 2006 pour confirmer s'il y a tendance à la hausse ou non.

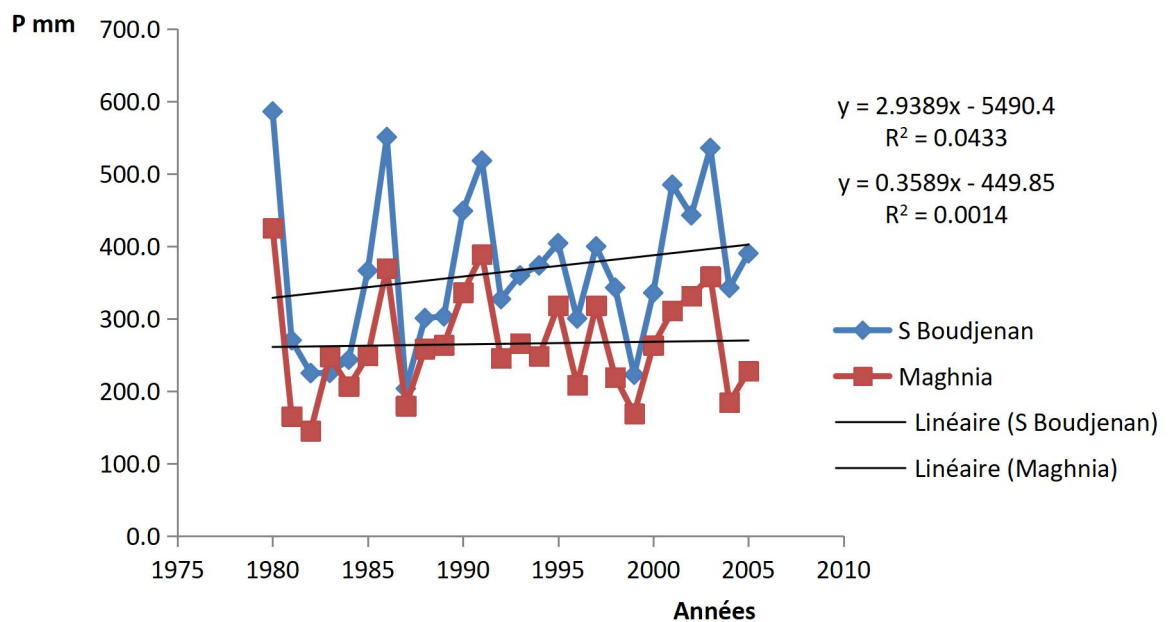


Fig.20: Variation des précipitations de la station de Sidi-Boudjenane et de Maghnia

-Station de B-Ouassine et de B- Boussaid

Les tendances des deux stations étudiées révèlent aussi une relative stabilité de tendance au niveau de la station de B- Boussaid et une légère baisse qui n'est pas très prononcée au niveau de la station de B-Ouassine. Mais nous pensons que la période d'étude n'est pas assez longue pour pouvoir détecter la tendance ou confirmer s'il y a lieu de tendance à la baisse ou à la hausse.

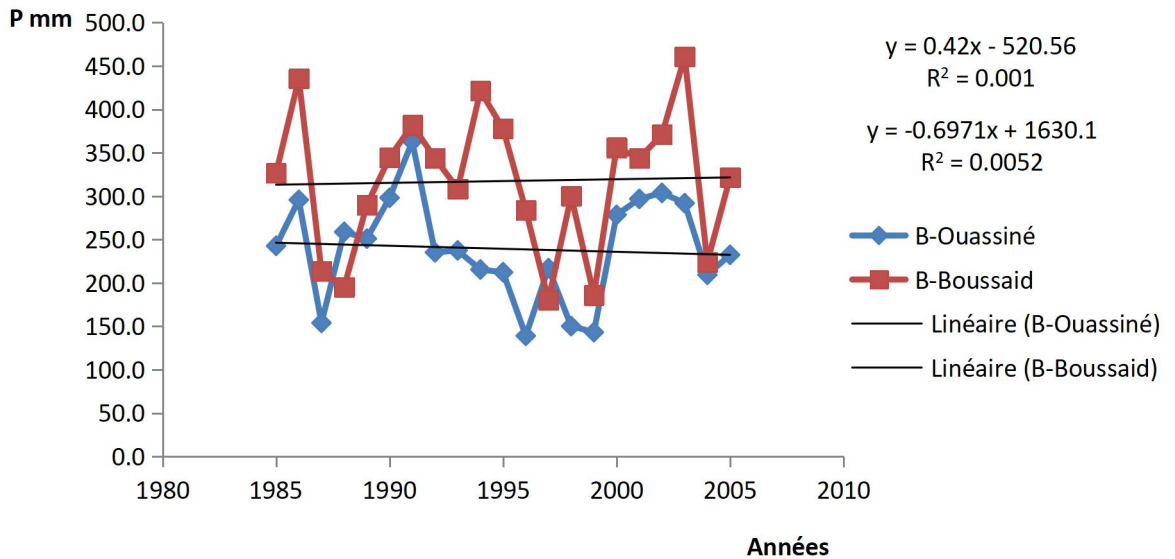


Fig.21: Variation des précipitations de la station de B-Ouassine et de B- Boussaid

V. 2 Analyse des températures

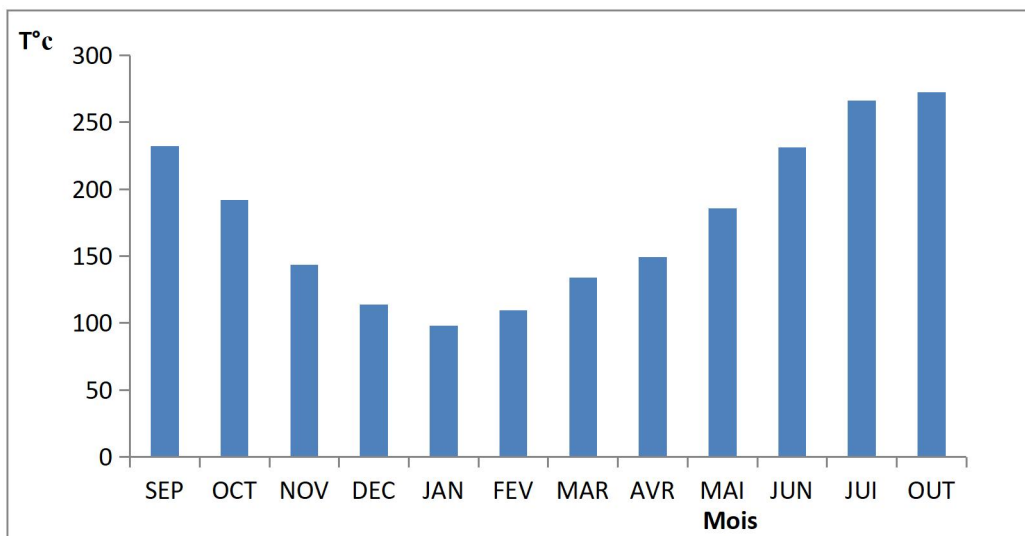


Fig.22 : Histogramme des températures

A partir de l'histogramme des températures on observe que les températures les plus élevées marquent essentiellement la période d'été (Juin-Juillet-Aout) avec des valeurs variant de 17°C à 28,6°C

Les températures les plus basses sont marquées pendant la période d'hiver (Décembre-Janvier-Février) avec des valeurs entre 7,7°C et 16°C. Les autres mois présentent des températures intermédiaires.

A. Etude de tendance sur températures :

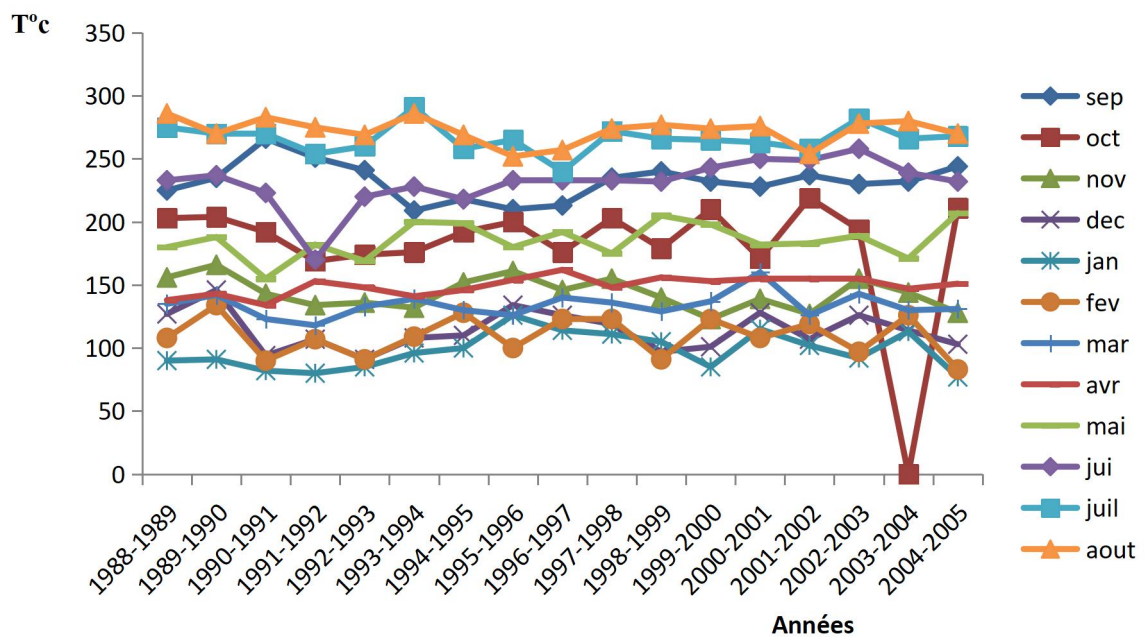


Fig.23 : Variation des températures

Les graphiques représentant les températures moyennes mensuelles durant la période étudiée sont caractérisés par une variation faible. Sauf que pour l'année hydrologique 2003-2004 où on observe une lacune.

V. 3 Analyse des débits

Nous avons analysé les données de débits pour la période (1980-2008) que nous avons reportée sur la figure 24-25. Nous constatons que la variabilité des débits est très importante avec un module évalué à 0,66 m³/s. L'histogramme des débits moyens mensuels ressort le mois le

plus productif ; il s'agit du mois de Mars qui coïncide avec la période la plus pluvieuse de la région

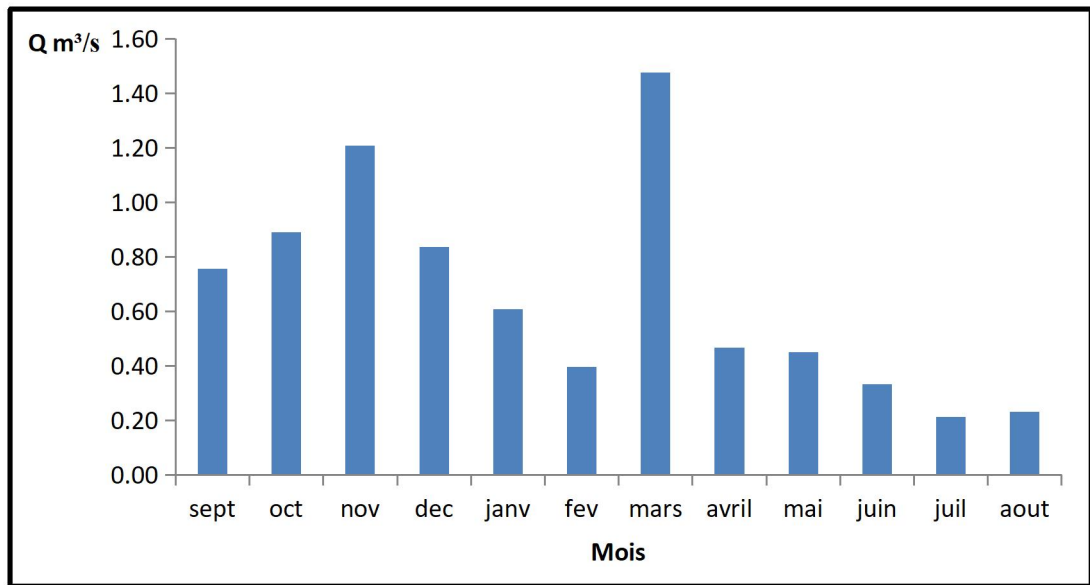


Fig.24 : Histogramme des débits

A. Etude de tendance sur les débits :

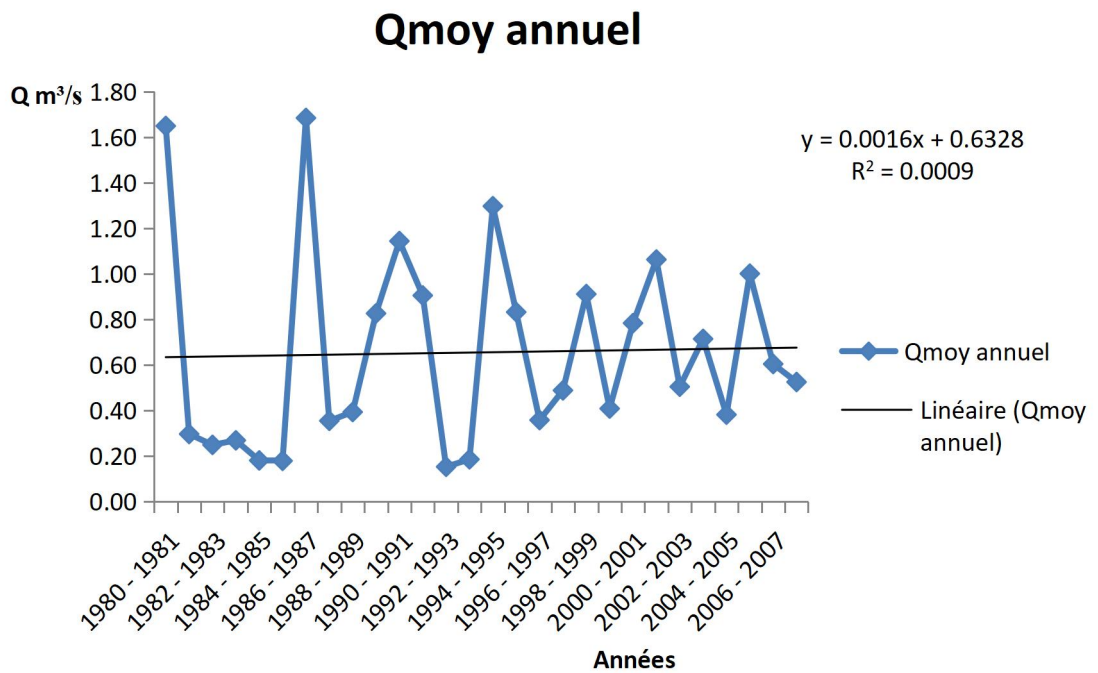


Fig.25: variation des débits annuels

La courbe de tendance appliquée sur la série des débits traduit une certaine stabilité mais il faut noter un léger redressement vers le haut. Cette situation nous paraît un peu douteuse vu les conditions de précarité du bassin une autre étude du même bassin (Bakreti et ; 2012) que la tendance à la baisse des écoulements existe bien mais la période d'étude s'étend sur 30 ans. Ceci dit notre période d'étude est plus courte et ne nous permet pas pour l'instant de détecter des tendances sauf pour certains cas particulier.

V. 4 Etude de la population

L'évolution de la population est représentée dans le tableau suivant ; les données ont été issues depuis le site de l'agence des bassins hydrographiques. Nous avons essayé d'analyser ces informations avec les mêmes procédés que nous avons utilisé pour les séries de précipitations et de débits ;

1977	1987	1998	2008
39 294	62 137	95 904	114 634

Tab.4: Evolution démographique de la commune de Maghnia

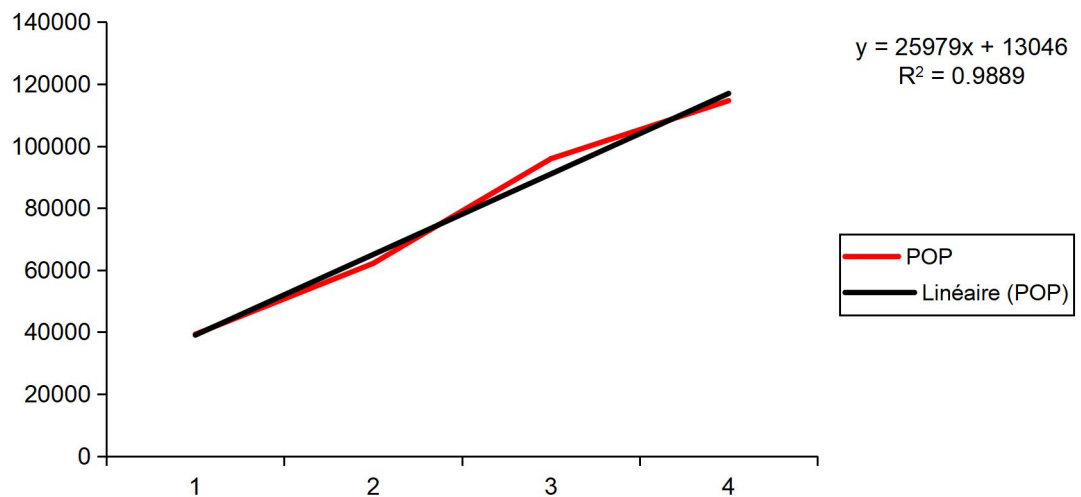


Fig.26 : Corrélation simple cumulé de la population (1977-2008)

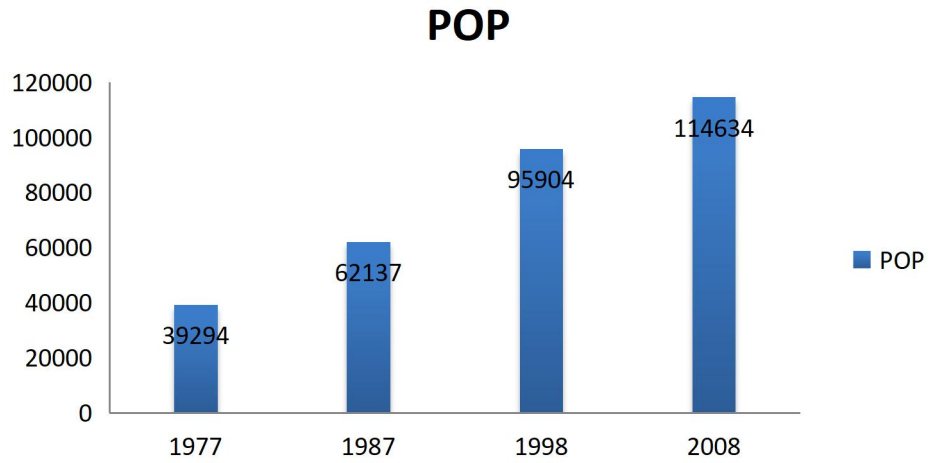


Fig.27 : Histogramme de l'évolution des populations

La figure représente l'accroissement de la population de la ville de Maghnia pour la période 1977 à 2008, l'augmentation est bien significative que nous confirmons avec le tracé de la tendance sur la figure 27 durant la période étudiée.

Liste des tableaux

Tableau 1 : <i>Caractéristiques de forme du bassin versant de l'Oued Mouilah</i>	4
Tableau 2 : <i>Inventaire de tout les réservoirs possibles et les niveaux imperméables</i>	13
Tableau 3 : <i>Caractéristiques des stations climatologiques</i>	18
Tableau 4 : <i>Evolution démographique de la commune de Maghnia</i>	32

Annexe

STATION	CODE	ANNEE	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
B-OUASSINE	160303	1985	1,0	0,0	38,0	23,0	69,7	52,1	29,1	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0
B-OUASSINE	160303	1986	2,0	34,8	131,9	24,9	33,5	47,3	7,3	0,0	10,6	0,0	3,4	0,0
B-OUASSINE	160303	1987	11,8	25,0	16,3	21,2	4,7	21,8	0,0	18,4	34,7	0,0	0,0	0,0
B-OUASSINE	160303	1988	0,4	9,0	41,0	6,0	31,4	23,9	99,0	25,3	12,5	4,3	0,0	6,0
B-OUASSINE	160303	1989	23,7	6,2	23,4	23,7	61,0	0,0	39,6	48,5	14,9	4,1	3,8	2,1
B-OUASSINE	160303	1990	26,0	6,5	32,1	46,7	13,5	62,7	93,6	7,0	10,0	0,0	0,0	0,0
B-OUASSINE	160303	1991	13,7	23,6	11,2	15,9	3,5	13,9	104,2	69,6	61,9	39,9	5,5	0,0
B-OUASSINE	160303	1992	0,0	9,5	28,9	21,0	3,0	45,7	24,5	59,8	41,2	0,0	0,1	1,5
B-OUASSINE	160303	1993	10,7	11,7	46,8	9,2	50,8	59,5	4,0	13,7	25,0	0,0	3,2	2,8
B-OUASSINE	160303	1994	10,2	15,7	12,2	9,4	8,1	51,5	94,2	9,4	0,8	2,2	0,1	1,6
B-OUASSINE	160303	1995	4,8	16,5	0,4	37,1	52,7	36,4	23,8	10,7	8,7	8,2	7,5	5,5
B-OUASSINE	160303	1996	18,0	14,7	0,0	20,6	26,0	0,0	2,2	37,2	9,7	0,0	1,2	9,4
B-OUASSINE	160303	1997	57,7	25,7	20,0	38,8	12,5	12,5	20,1	12,8	16,3	0,0	0,2	0,4
B-OUASSINE	160303	1998	1,5	1,2	32,0	12,2	35,8	31,0	35,5	0,0	0,0	0,8	0,2	0,0
B-OUASSINE	160303	1999	8,1	4,7	45,2	58,7	2,6	0,0	3,2	6,6	13,4	0,2	0,0	0,5
B-OUASSINE	160303	2000	23,2	94,3	50,5	19,6	52,3	36,9	0,0	1,1	0,3	0,0	0,0	0,2
B-OUASSINE	160303	2001	10,1	18,8	134,9	27,1	1,2	0,0	19,5	34,9	32,0	0,0	0,0	18,3
B-OUASSINE	160303	2002	0,0	12,7	54,5	13,9	95,4	64,9	17,3	24,9	17,7	2,2	0,2	0,0
B-OUASSINE	160303	2003	4,0	40,5	27,2	34,7	33,3	12,5	78,0	11,6	48,0	1,0	0,0	1,1
B-OUASSINE	160303	2004	0,0	32,6	14,9	46,5	20,2	55,5	30,2	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0
B-OUASSINE	160303	2005	1,4	7,9	24,7	6,2	44,5	40,7	16,4	20,0	26,0	0,0	5,0	0,0

Précipitations moyennes mensuelles (mm) à la station de Beni-Ouassine et à la Station de Beni-Boussaid (1985-2005)

Précipitations moyennes mensuelles (mm) à la station de Beni-Ouassine et à la Station de Beni-Boussaid (1985-2005)

STATION	CODE	ANNEE	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
BBOUSSAID	160315	1985			22,0	39,5		104,5	103,5	29,5		8,5	6,5	12,5
BBOUSSAID	160315	1986		30,5	6,0	229,0	23,5	115,0	7,5		0,0	0,0	23,3	0,5
BBOUSSAID	160315	1987	3,0	43,8	21,2	39,0	18,4	36,4	7,2	15,1	27,4	2,1	0,0	0,0
BBOUSSAID	160315	1988	0,0	14,0	34,8	1,4	16,1	12,3	92,7	7,0	11,6	5,4	0,0	0,0
BBOUSSAID	160315	1989	8,2	0,0	15,9	23,1	50,9	0,0	37,0	57,5	97,3	0,0	0,0	0,0
BBOUSSAID	160315	1990	10,9	8,1	10,0	72,5	4,0	62,0	164,7	0,0	12,2	0,0	0,0	0,0
BBOUSSAID	160315	1991	10,0	55,5	0,0	11,8	5,8	6,5	87,2	77,1	90,0	38,0	0,0	0,0
BBOUSSAID	160315	1992	0,0	8,0	42,0	29,0	20,5	0,0	98,0	71,8	74,5	0,0	0,0	0,0
BBOUSSAID	160315	1993	10,0	10,5	66,3	8,5	62,1	82,0	8,3	22,7	27,0	5,0	3,0	3,0
BBOUSSAID	160315	1994	7,3	50,5	26,7	0,7	4,5	86,0	211,0	32,5	2,0	0,0	0,0	0,0
BBOUSSAID	160315	1995	0,1	5,0	0,0	34,5	75,1	41,0	45,2	37,0	36,4	65,0	27,3	11,2
BBOUSSAID	160315	1996	45,0	18,5	3,0	39,0	24,2	0,0	4,0	92,0	15,0	0,0	0,0	43,0
BBOUSSAID	160315	1997	46,5	0,0	13,3	18,9	26,4	24,5	1,8	16,3	32,4	0,0	0,0	0,0
B.BOUSSAID	160315	1998	9,8	0,0	22,2	0,0	125,3	54,9	87,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BBOUSSAID	160315	1999	37,6	32,4	37,0	45,0	0,0	0,0	1,8	2,8	27,4	0,0	0,0	1,8
BBOUSSAID	160315	2000	90,4	95,4	33,2	13,9	53,3	39,5	3,1	7,2	15,2	4,7	0,0	0,0
BBOUSSAID	160315	2001	11,4	35,5	102,0	36,8	0,4	3,0	5,9	89,2	48,9	1,0	0,0	9,5
BBOUSSAID	160315	2002	0,0	44,0	69,7	22,1	105,5	59,4	22,4	25,7	10,9	1,5	3,0	6,7
BBOUSSAID	160315	2003	3,2	50,1	58,7	68,7	26,1	23,7	125,9	26,9	54,6	16,9	1,4	4,4

BBOUSSAID	160315	2004	5,3	32,6	43,4	25,5	16,9	42,6	39,5	12,2	3,7	0,0	0,0	2,3	
BBOUSSAID	160315	2005	20,7	42,2	36,7	9,9	55,6	51,1	29,8	26,6	88,8	0,9	11,9	0,0	
BBOUSSAID	160315	2006	32,8	18,0	15,9	40,6	18,4	18,8	35,0	121,9	5,0	0,0	0,0	0,0	
BBOUSSAID	160315	2007	11,1	59,5	61,1	16,9	32,8	15,3	12,9	6,2	35,0	0,5	2,5	0,0	

**Précipitations moyennes mensuelles (mm) à la station de Maghnia et à
la
Station de Sidi-Boudjenane (1980-2005)**

MAGHНИЯ	160302	1980	24,3	24,8	30	143,2	19,1	49,1	28,6	42,1	0	59,7	1,5	2,4	424
MAGHНИЯ	160302	1981	2	0	0	17,9	16,3	21,9	8,5	48,3	37,3	0	2,2	10,3	164
MAGHНИЯ	160302	1982	0,8	17,6	42,5	22,4	0	7,7	23,5	6,7	19,7	0	4	0	144
MAGHНИЯ	160302	1983	3	0	13,8	40,1	19	24,4	19,5	19,8	106,4	1,7	0	0	247
MAGHНИЯ	160302	1984	9,4	2,6	30	13,7	29,3	12,2	29	18,6	61,4	0	0	0	206
MAGHНИЯ	160302	1985	3	1,1	37,5	28,2	60,4	41,7	34,3	31,9	0,4	5,6	0	4,5	248
MAGHНИЯ	160302	1986	1,6	49	167,9	24,3	29,6	63	8,1	3,7	13,5	0,1	7,3	1,4	369
MAGHНИЯ	160302	1987	15,3	16,1	23,1	31,3	6,5	24,6	2,8	16,7	35,5	5,1	2,3	0	179
MAGHНИЯ	160302	1988	6,8	9,5	47,5	7,1	25,5	27,9	93,7	15	16,6	4,8	1,3	2,6	258
MAGHНИЯ	160302	1989	7,9	7,7	22,2	27	59,2	0	28,6	71,4	27,4	4,2	4	4	263
MAGHНИЯ	160302	1990	39,5	11,1	34,8	47,5	17,3	64,1	104,6	7,3	7,5	1,2	0	1,1	336
MAGHНИЯ	160302	1991	44,6	21,4	10	19	5,4	7,9	71,5	89	66,8	37,8	15,2	0	388
MAGHНИЯ	160302	1992	0	11	16,8	23,8	4,9	56,4	23,5	66,8	40,6	0,1	0	1,3	245
MAGHНИЯ	160302	1993	24	13,7	58,1	7,4	52,9	58,6	5,1	18,5	24,5	0,4	1,3	1,1	265
MAGHНИЯ	160302	1994	13,4	18,6	19,7	9,2	7,6	63,3	100,7	10,2	1,9	3,4	0	0	248
MAGHНИЯ	160302	1995	8,2	16,4	1,3	34,4	53,9	80,6	34,5	28,2	37,2	10,5	9,4	3,2	317
MAGHНИЯ	160302	1996	26,2	8,5	0,7	28,4	42,8	1	3,9	55	13,4	0	1,1	27	208
MAGHНИЯ	160302	1997	60,6	17,3	34,5	53,4	29,5	42	21,8	16	40,6	1,1	0,8	0,4	318
MAGHНИЯ	160302	1998	6,8	2,6	41,3	12,1	60,9	33,3	62	0	0	0	0	0	219

MAGHНИЯ	160302	1999	29,4	14,8	42,7	54,2	3,4	0	1,9	6,8	14,4	0,2	0	0,9	168,
MAGHНИЯ	160302	2000	15,7	89,5	47,6	13,7	53,7	32,6	3	2,7	3,4	0	0	1	262,
MAGHНИЯ	160302	2001	11,2	25,4	130,8	29	1	2,1	33,6	33,1	25,5	0,5	0	18,6	310,
MAGHНИЯ	160302	2002	0	19,5	58,3	19,1	79,9	76,8	17,2	35,5	20,2	3,1	1,5	0	331,
MAGHНИЯ	160302	2003	2,5	34,2	32,8	42,5	30,6	16,7	104,1	20,2	60,2	7,8	0	6,6	358,
MAGHНИЯ	160302	2004	1	22,5	19,4	38,5	15,7	52,2	23,8	11	0	0	0	0	184,
MAGHНИЯ	160302	2005	6	11,2	19,8	15,5	60,2	25,7	22	18	40	0	9	0	227,

station	code	annee	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	août	
sboudjéna	4010	198	14,	17,		247,						74,			586,
ne	3	0	9	5	39,9	2	26,3	76,6	26,3	59,2	3,0	6	0,0	0,5	0
sboudjéna	4010	198	3,0	0,5	0,0	18,2	23,4	31,9	4,7	71,4	111,				270,
ne	3	1									7	0,0	0,0	5,3	1
S															
boudjéna	4010	198	2,8	54,										14,	224,
e	3	2		4	51,3	49,1	0,0	24,7	10,3	10,5	7,3	0,0	0,0	3	7
sboudjéna	4010	198	0,0	0,0	22,4	65,6	18,8	31,0	15,3	2,8	68,3	0,8	0,0	0,0	225,
ne	3	3													0
sboudjéna	4010	198	2,0	2,2	26,1	12,4	49,0	11,8	45,7	16,5	77,5	0,0	0,0	0,0	243,
ne	3	4													2
sboudjéna	4010	198	2,0	0,0	45,6	31,5	81,5	69,9	90,2	34,1	0,0	11,			366,
ne	3	5										4	0,0	0,0	2
sboudjéna	4010	198	11,	38,	315,								13,		550,
ne	3	6	4	4	1	42,2	37,8	69,2	4,9	1,5	6,7	3,1	8	6,6	7
sboudjéna	4010	198		42,											203,
ne	3	7	1,5	1	27,9	28,1	4,5	32,2	1,5	21,1	36,2	8,2	0,0	0,0	3
sboudjéna	4010	198		14,					116,						300,
ne	3	8	9,0	1	57,8	7,9	23,3	23,2	2	20,6	22,4	6,1	0,0	0,0	6
sboudjéna	4010	198	31,				109,								303,
ne	3	9	4	0,4	21,1	44,3	6	0,0	28,2	39,5	21,1	1,6	0,0	5,9	1
sboudjéna	4010	199	22,	16,				110,	183,						448,
ne	3	0	5	1	49,3	45,8	10,4	8	3	4,3	6,2	0,0	0,0	0,0	7
sboudjéna	4010	199	32,	56,						112,	135,	36,			518,
ne	3	1	1	8	11,1	25,6	10,5	17,8	80,0	4	5	3	0,0	0,0	1
sboudjéna	4010	199		15,				105,				20,			327,
ne	3	2	0,0	2	30,4	27,6	4,3	6	27,0	36,2	60,1	6	0,0	0,0	0
sboudjéna	4010	199		22,				102,							359,
ne	3	3	6,8	5	62,7	8,7	90,8	4	21,6	18,4	25,7	0,0	0,0	0,0	6
sboudjéna	4010	199		11,				123,	153,			11,			373,
ne	3	4	7,7	4	37,3	7,5	11,0	3	9	7,6	0,0	0	0,0	2,8	5
sboudjéna	4010	199		28,											404,
ne	3	5	1,5	5	3,5	23,2	62,4	92,0	71,5	41,1	70,0	5,6	0,0	4,8	1
sboudjéna	4010	199	28,	14,			104,							13,	300,
ne	3	6	6	2	1,8	40,6	0	0,0	0,7	81,3	13,1	0,0	2,1	7	1
sboudjéna	4010	199	55,	12,											399,
ne	3	7	8	2	50,9	94,6	34,8	42,9	48,2	19,7	32,8	3,2	0,8	3,8	7

sboudjena ne	4010 3	199 8	18, 0	17, 0	38,8	7,9	123, 5	75,3	61,5	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3	342, 7
sboudjena ne	4010 3	199 9	1,4	7,1	70,0	77,8	1,3	0,0	2,1	31,7	28,7	2,4	0,0	0,0	222, 5
sboudjena ne	4010 3	200 0	11, 5	91, 8	76,3	22,0	64,8	54,9	1,3	1,6	11,4	0,0	0,0	0,0	335, 6
sboudjena ne	4010 3	200 1	13, 3	19, 6	174, 2	36,3	1,9	9,0	38,7	94,5	51,3	0,8	0,0	45, 3	484, 9
sboudjena ne	4010 3	200 2	0,0	15, 2	68,1	22,5	157, 5	117, 1	20,9	23,4	16,4	1,6	0,0	0,0	442, 7
sboudjena ne	4010 3	200 3	1,9	30, 8	67,9	88,7	43,0	8,9	213, 1	29,7	42,9	0,0	0,3	8,4	535, 6
sboudjena ne	4010 3	200 4	1,6	37, 2	29,4	72,3	38,2	78,6	63,0	21,1	1,1	0,0	0,0	0,0	342, 5
sboudjena ne	4010 3	200 5	5,6	13, 0	67,8	14,6	105, 1	62,9	22,0	41,0	54,5	0,0	3,6	0,0	390, 1

Débits moyens mensuels en (m³/s)

STATION	CODE	ANNEE	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
PONT RN7/A	160202	1980 - 1981	0,38	0,16	0,15	15,13	1,47	0,55	0,39	0,43	0,26	0,54	0,19	0,14
PONT RN7/A	160202	1981 - 1982	0,20	0,14	0,16	0,23	0,29	0,26	0,19	0,27	0,29	0,91	0,13	0,51
PONT RN7/A	160202	1982 - 1983	0,16	0,22	0,75	0,41	0,35	0,29	0,24	0,14	0,13	0,11	0,11	0,10
PONT RN7/A	160202	1983 - 1984	0,09	0,09	0,10	0,48	0,29	0,17	0,47	0,11	1,18	0,14	0,08	0,05
PONT RN7/A	160202	1984 - 1985	0,06	0,06	0,76	0,12	0,28	0,15	0,09	0,05	0,44	0,05	0,05	0,04
PONT RN7/A	160202	1985 - 1986	0,32	0,13	0,15	0,23	0,35	0,31	0,46	0,07	0,01	0,03	0,03	0,06
PONT RN7/A	160202	1986 - 1987	0,29	3,80	14,05	0,23	0,24	0,32	0,34	0,36	0,00	0,02	0,39	0,16
PONT RN7/A	160202	1987 - 1988	0,02	2,44	0,09	0,16	0,53	0,10	0,02	0,00	0,50	0,37	0,03	0,01
PONT RN7/A	160202	1988 - 1989	0,00	0,01	1,01	0,13	0,11	0,13	2,39	0,81	0,01	0,02	0,09	0,01
PONT RN7/A	160202	1989 - 1990	1,09	0,88	0,75	0,25	1,15	0,08	0,37	1,17	1,47	2,62	0,00	0,08
PONT RN7/A	160202	1990 - 1991	1,17	0,48	0,66	0,36	0,14	0,71	9,82	0,22	0,00	0,16	0,01	0,00
PONT RN7/A	160202	1991 - 1992	1,27	2,35	0,03	0,08	0,07	0,05	0,32	3,72	1,73	0,45	0,04	0,75
PONT RN7/A	160202	1992 - 1993	0,02	0,02	0,54	0,07	0,10	0,35	0,21	0,04	0,44	0,03	0,02	0,00
PONT RN7/A	160202	1993 - 1994	0,09	0,02	0,15	0,05	0,80	1,02	0,06	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00
PONT RN7/A	160202	1994 - 1995	0,24	0,29	0,05	0,05	0,06	1,43	12,38	0,41	0,02	0,25	0,02	0,38
PONT RN7/A	160202	1995 - 1996	0,35	1,79	0,02	0,06	2,03	0,94	2,00	0,27	0,70	1,05	0,65	0,12
PONT RN7/A	160202	1996 - 1997	2,26	0,24	0,05	0,07	0,12	0,05	0,02	0,71	0,02	0,02	0,01	0,74

PONT RN7/A	160202	1997 - 1998	2,13	0,18	0,33	1,76	0,17	0,43	0,10	0,13	0,17	0,09	0,04	0,34
PONT RN7/A	160202	1998 - 1999	0,42	0,08	0,18	0,22	4,48	0,38	4,47	0,11	0,14	0,16	0,15	0,16
PONT RN7/A	160202	1999 - 2000	2,08	0,60	0,38	0,46	0,30	0,17	0,15	0,10	0,41	0,09	0,07	0,10
PONT RN7/A	160202	2000 - 2001	0,49	4,21	2,41	0,33	0,71	0,30	0,24	0,11	0,20	0,15	0,13	0,11
PONT RN7/A	160202	2001 - 2002	0,87	1,83	6,80	0,27	0,23	0,16	0,20	0,85	0,33	0,17	0,14	0,91
PONT RN7/A	160202	2002 - 2003	0,17	1,31	0,74	0,35	0,88	0,89	0,35	0,26	0,29	0,23	0,26	0,32
PONT RN7/A	160202	2003 - 2004	0,20	0,50	0,53	0,57	0,33	0,31	4,64	0,25	0,49	0,24	0,21	0,29
PONT RN7/A	160202	2004 - 2005	0,32	0,31	0,54	0,34	0,36	0,47	0,44	0,24	0,35	0,39	0,41	0,42
PONT RN7/A	160202	2005 - 2006	4,50	0,50	0,54	0,41	0,55	0,42	0,29	0,23	2,02	0,43	2,09	0,03
PONT RN7/A	160202	2006 - 2007	1,60	0,51	0,52	0,30	0,28	0,30	0,41	1,71	0,66	0,34	0,31	0,31
PONT RN7/A	160202	2007 - 2008	0,36	1,75	1,38	0,29	0,34	0,38	0,28	0,27	0,31	0,28	0,29	0,37

Température moyennes mensuelles (°C)

Années	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	jui	juil	ao
1988-1989	225	203	156	127	90	108	135	138	180	233	275	
1989-1990	235	204	166	146	91	134	142	143	188	237	270	
1990-1991	266	192	143	94	82	90	123	134	155	223	270	
1991-1992	251	169	134	107	80	107	118	153	182	170	254	
1992-1993	241	174	136	91	85	91	133	148	169	220	260	
1993-1994	209	176	132	108	96	109	139	141	200	228	291	
1994-1995	218	192	152	110	100	128	130	146	199	218	258	
1995-1996	210	200	161	134	126	100	126	154	180	233	265	
1996-1997	213	176	146	126	114	123	140	162	192	233	240	
1997-1998	235	203	155	119	111	123	136	148	175	233	272	
1998-1999	240	179	140	97	105	91	129	156	205	232	266	
1999-2000	232	210	123	101	85	123	137	153	198	243	265	
2000-2001	228	171	139	128	115	108	160	155	182	250	263	
2001-2002	237	219	127	107	102	119	126	155	183	249	258	
2002-2003	230	194	155	126	92	97	143	155	189	258	282	
2003-2004	232	pas d donnée	144	114	113	126	130	147	171	239	266	
2004-2005	244	211	128	103	77	83	131	151	207	232	268	

Bilan hydrologique :

Le bilan hydrologique est donné par la relation :

$$P = E + R + I$$

Avec :

P : Précipitation moyenne annuelle en mm

E : Evapotranspiration moyenne annuelle réelle en mm

R : Ruissellement en mm

I : Infiltration en mm

Le ruissellement est donné par la formule empirique de Tixeront-Berkaloff

Avec :

ETP : évaporation potentielle en mm

Pour notre station nous avons :

$$P = 284\text{mm}$$

$$\text{ETP} = 719.11\text{mm}$$

$$R = 14.76\text{mm}$$

Cette formule a donnée donc une valeur de 14.76 mm ce qui représente 5.2% environ de la précipitation. Le reste de la hauteur de la pluie, va partir sous forme d'infiltration.

En remplaçant tous les termes de l'équation par leurs valeurs on aura :

$$I = P - (\text{ETR} + R)$$

$$I = 11.17\text{mm}$$

Sommaire

Dédicace

Remerciment

Introduction général

Chapitre 1 : Présentation générale du bassin versant

I. Situation géographique.....	1
II. Caractéristiques de forme.....	3
II. 1 Coefficient de compacité de Gravelius.....	3
II. 2 Rectangle équivalent	3
III. Etude du réseau hydrographique.....	4
IV. Synthèse sur la géologie du bassin étudié.....	6
IV. 1. Cadre géologique.....	6
IV. 2. Caractéristiques géologiques du bassin versant de l'Oued Mouilah.....	6
IV. 2. Cadre hydrogéologique.....	12
1. Introduction.....	12
2. Les formations aquifères.....	12
V. Synthèse climatique.....	16
Conclusion partielle.....	17

Chapitre 2 : Partie application

I. Introduction.....	18
II. Données utilisées.....	18
II. 1. Contrôle des données.....	18
II. 2. Caractéristiques des stations climatiques utilisées.....	18
II. 2. Etude de l'homogénéité des séries.....	19
II. 2.1. Simple cumul.....	19
II. 2.2. Double cumul.....	19
III. Application aux données utilisées.....	20
III.1 la méthode du simple cumul.....	20
D. Application aux données pluviométriques (les précipitations).....	20
E. Application aux températures.....	22

F. Application aux débits.....	22
III. 2. Méthode de double cumul sur les précipitations.....	23
IV. Analyse des tendances et des ruptures du bassin étudié.....	25
IV. 1. Détection des ruptures.....	25
IV. 2. Détection des tendances linéaires.....	25
V. Mise en œuvre pratique.....	25
V. 1. Analyse des précipitations.....	25
A. Etude de la tendance sur les précipitations.....	27
V. 2. Analyse des températures.....	29
A. Etude de la tendance sur les températures.....	30
V. 3. Analyse des débits.....	30
A. Etude de la tendance sur les débits.....	31
V. 4. Etude de la population.....	32

Bibliographie

Liste des figures

Liste des tableaux