



Université Saad Dahlab - Blida

Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Département des Sciences de l'Eau et de l'Environnement



## ***MEMOIRE DE MASTER***

***Filière : Génie des procédés***

***Option : Eau-Environnement et Développement Durable***

### ***THEME***

Analyse des fluctuations du régime pluviométrique et piézométrique et de leur impact sur les ressources en eau de la plaine de la Mitidja

***Réalisé par :***

***CHAOUATI Feth ennour***

***Encadré par :***

***Dr. GUENDOUSA***

***Promotion 2010-2011***

## Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

*A mes parents. Pour leurs soutiens moraux, matériels et encouragements tout au long de mes études*

*A mes sœur s( Imene et Yasmine) et mes frères ( Youcef et Zakaria).*

*A la mémoire de mes grands parents*

*A tous mes ami(e) s*

*A mes collègues de promotion 2010,2011.*

*A tous ceux que j'ai oublié involontairement.*

## Résumé :

Cette étude, vise à mettre en évidence la variabilité spatio-temporelle de la pluviométrie et de préciser sa relation avec les fluctuations piézométriques de la nappe du quaternaire à l'échelle de la plaine et d'examiner aussi son impact sur les ressources en eau de la Mitidja (Nord de l'Algérie). En effet, l'analyse de cette variabilité a montré l'alternance (des tendances) des périodes humides, normales et sèches dans le régime des précipitations caractérisé par des ruptures durant la période 1970-2010. Ces différentes ruptures ont pour conséquence la baisse de la pluviométrie avec comme conséquence, la baisse de façon hétérogène sur l'ensemble de la plaine de la Mitidja du niveau piézométrique de la nappe de (1970/80/90 à 2010) lié à la faible alimentation. Cette baisse pluviométrique, illustre la baisse générale du niveau de la nappe de quaternaire sur l'ensemble de la Mitidja, ce qui explique en partie, le phénomène de pénurie d'eau observée ces derniers temps dans plusieurs zones de la Mitidja.

**Mots-clés :** variabilité pluviométrique, fluctuation pluviométrique, changement climatique, ressource en eau, Piézométrie, Mitidja

## ملخص

هذه الدراسة تهدف إلى تسليط الضوء على التباين المكاني و الزماني في سقوط الأمطار وتوضيح علاقتها مع تقلبات مستوى المياه الجوفية في منطقة المتيجة الواقعة شمال الجزائر, في الواقع ظهر تحليل هذا التباين في تساقط الأمطار تعاقب في فترات رطبة و عادية و جافة في نظام هطول الأمطار التي تتميز بانقطاعات في الفترة (1970\_2010). قد أدت هذه الإنقطاعات (الأعطال) المختلفة في إنخفاض هطول الأمطار, وبالتالي فإن التدني غير المتجانس في مستوى المياه الجوفية لمنطقة المتيجة له علاقة بضعف التزويد, و هذا الإنخفاض في هطول الأمطار يوضح التدني العام في مستوى المياه الجوفية لمنطقة المتيجة برمتها وهو ما يفسر جزئيا ظاهرة ندرة المياه أو(نقص المياه) في الآونة الأخيرة في عدة مناطق من المتيجة .

الكلمات الرئيسية :

تقلب هطول الأمطار , تناوب في سقوط الأمطار , التغيرات المناخية , المياه الجوفية , الموارد المائية, متيجة .

## Sommaire

Introduction.....	1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.1.Présentation de la zone d'étude.....	3
I.1.1.Situation géographique générale et présentation de la plaine de la Mitidja.....	3
I.1.2 Aperçu géomorphologique.....	4
a).La Plaine.....	4
b).Le Sahel.....	5
c).Le Piémont de l'Atlas.....	5
d).L'Atlas Blidéen.....	5
I.1.3.Réseau hydrographique.....	5
I.1.4.Hydroclimatologie.....	6
I.1.5.L'aquifère de la Mitidja.....	6
I.1.5.1.Alimentation de l'aquifère.....	6
I.1.5.2.Exutoires de l'aquifère.....	7
I.1.6.La végétation.....	7
I.1.7.Aspect socio-économique .....	7
I.1.7.1.Introduction.....	7
I.1.7.2.Besoins en eau.....	7
I.1.7.3. L'agriculture .....	7
I.1.7.4.L'industrie .....	7
I.1.7.5.Démographie .....	8
I.1.7.6.Ressources en eau .....	8
I.1.7.7.Conclusion .....	8
I.2.Contexte géologique .....	9
I.1.Cadre général : Géologie de la Mitidja.....	9
I.3.Les changements climatiques.....	10
I.3.1. Introduction.....	10
I.3.2. Le climat et le temps.....	10
I.3.3. Le système climatique.....	10
I.3.4. La variabilité climatique.....	11

I.3.5. Changement climatique.....	11
I.3.6. Prévision du changement climatique.....	11
I.3.7. Les causes des changements à l'échelle du globe.....	11
I.3.7.1. Les causes naturelles susceptibles d'affecter le climat .....	12
I.3.7.2. Les causes artificielles.....	12
I.3.7.2.1. Effet de serre.....	12
I.3.8. Quelques scénarios envisagés dans cet axe.....	13
I.3.9. Les conséquences du réchauffement.....	14
I.3.10. Domaines les plus vulnérables et les plus sensibles aux changements climatiques.....	14
METHODOLOGIE	
II.1. Collecte des données.....	16
II.2. Données utilisées.....	16
II.2.1. Données cartographiques.....	16
II.2.2. Données hydroclimatiques.....	16
II.2.3. Données hydrogéologiques.....	16
II.3. Logiciel utilisé.....	16
II.4. Etude des précipitations.....	17
II.4.1. Réseau pluviométrique.....	17
II.4.1.1. Traitement des données.....	17
II.4.1.2. Méthode de corrélation double masse : (double cumul).....	18
II.4.1.3. Variation des moyennes mensuelles des précipitations (1970-2009) .....	19
II.4.2. Réseau piézométrique .....	20
II.4.2.1 définition d'un Piézomètre.....	20
II.4.2.1.1. Piézomètre ouvert .....	20
II.4.2.2. �tude de la relation pluviométrie - niveau piézométrique.....	22
Conclusion .....	22
DUSCUTION ET INTERPRETATION DES RESULTAS	
Introduction.....	23

III.1.Données existantes.....	23
III.1.1.Données pluviométriques .....	23
III.1.2. Données de la profondeur du niveau statique.....	23
III.2. TRANSECT N°1 (CORRESPOND A LA MITIDJA OUEST).....	24
III.2.1. Analyse des tendances dans les séries pluviométriques .....	24
III.2.2.L'analyse de la variation de la profondeur du niveau statique de la nappe de la Mitidja (Transect N°01) .....	25
III. 3. TRANSECT N°2 : (CORRESPOND A LA MITIDJA CENTRE).....	27
III.3.1.Analyse des tendances dans les séries pluviométriques .....	27
III.3.2. L'analyse de la variation de la profondeur du niveau statique de la nappe de la Mitidja (Transect N°02) 28	
III.4. TRANSECT N°3 : (CORRESPOND A LA MITIDJA EST).....	30
III.4. 1.Analyse des tendances dans les séries pluviométriques.....	30
III.4.2.L'analyse de la variation de la profondeur du niveau statique de la nappe de la Mitidja (Transect N°03) .....	31
III.5.Impact sur les ressources en eau de la Mitidja.....	32
III.6.Risques de la surexploitation de la nappe.....	33
CONCLUSION GENERALE.....	34
Références bibliographiques.....	35
Annexes	

### Introduction générale :

Depuis une vingtaine d'années, les différents États accordent de plus en plus un intérêt à la notion de changement climatique qui demeure une notion très vaste (réduction de la pluviométrie, augmentation de la température, effet de serre, etc.). En Afrique particulièrement, la notion de changement climatique se résume en grande partie à une baisse drastique de la pluviométrie, principal facteur climatique comme identifié dans plusieurs études (Hubert et *al.*, 1989 ; Mahé et Olivry, 1995; Bricquet et *al.*, 1997 ; Servat et *al.*, 1999). Cette baisse de la pluviométrie a eu plusieurs conséquences, le plus souvent dramatiques (sécheresse des années 1970 et 1980, 1984, 2006 dans plusieurs pays de l'Afrique).

Les changements climatiques, prévus avec l'augmentation des gaz à effet de serre, pourraient avoir un impact certain sur les ressources en eau, en particulier dans les régions arides à semi-arides, comme l'Algérie. Tenant compte des connaissances actuelles concernant le réchauffement probable de la région, et en vue d'évaluer l'impact possible sur la ressource en eau de tels événements, Les pays du Maghreb, ont connu durant la période 1975-2000, une succession de périodes de sécheresses intenses et persistantes. En Algérie cette sécheresse a été caractérisée par un déficit pluviométrique important, et a touché l'ensemble du territoire. Elle a sévit particulièrement dans les régions Nord-Ouest du pays. En Algérie, la demande en eau et la sécheresse associées ont causé une diminution de la ressource en eau souterraine. La pénurie de ressources hydriques superficielles a entraîné, pendant les dernières années, une exploitation intensive des nappes souterraines surtout à usage agricole, ce qui a produit de fortes baisses de niveaux phréatiques. Les eaux souterraines de la nappe de la Mitidja, alimentent en eau potable, de nombreuses localités de la capitale et plusieurs villes des quatre wilayates situées dans la plaine (Alger, Blida, Boumerdes, et Tipaza). Elles assurent aussi l'irrigation des dizaines de milliers d'hectares de terres agricoles et l'alimentation de presque toutes les unités industrielles. C'est pourquoi, un intérêt particulier est accordé à cette nappe qui a fait l'objet de nombreuses études hydrogéologiques. Parallèlement à la surexploitation de la nappe, cette dernière est exposée à des risques tel que : la Baisse continue du niveau de la nappe, Recours à l'approfondissement des puits et la Diminution de la rentabilité agricoles...etc. Un des enjeux majeurs des recherches sur ce phénomène complexe à savoir la variabilité climatique, est d'étudier son impact sur les ressources en eau qui peut différer d'une région à une autre. C'est la raison pour laquelle nous avons initié cette étude dont les principaux objectifs consistent a :

- étudier la variabilité spatio-temporelle de la pluviométrie dans la Mitidja et mettre en évidence son impact éventuel sur les ressources en eau de la Mitidja.

- Identification des tendances générales des variations pluviométriques sur l'ensemble des sous bassins versants de la plaine de la Mitidja.
- Analyse des relations entre ces tendances et les fluctuations du niveau piézométrique de la nappe.

Cette étude est structurée selon 04 chapitres, le premier est réservé à la synthèse bibliographique le second traite de la Méthodologie de travail, le troisième Discussion et Interprétation des résultats.



## Liste des figures

<b>Fig.01</b> : Situation géographique générale de la plaine de la Mitidja et de la zone d'étude.....	3
<b>Fig.02</b> : Carte de situation de la plaine et de ses sous bassins versants.....	4
<b>Fig.03</b> : Carte géologique de la Mitidja.....	9
<b>Fig.04</b> : évolution des concentrations de dioxyde de carbone durant la période.....	13
<b>Fig.05</b> : évolution de la température durant la période 1860-1998.....	14
<b>Fig.06</b> : Carte représente la situation des stations pluviométriques.....	18
<b>Fig.07</b> : Variation des précipitations moyennes mensuelles(1971-2004).....	20
<b>Fig.08</b> : piézomètre ouvert.....	21
<b>Fig.09</b> : carte représente la répartition des points d'observations piézométriques dans la plaine de la Mitidja.....	21
<b>Fig.10</b> : carte de situation du réseau piézométrique de la Mitidja (Nappe du quaternaire) et les stations pluviométriques.....	22
<b>Fig.11</b> : Variation des précipitations totales annuelles à la station d'Amr El Ain sur la période 1970-2009.....	24
<b>Fig.12</b> : Variation des précipitations totales annuelles à la station d'Attatba Cave sur la période 1970-2009.....	24
<b>Fig.13</b> : Variation de la profondeur du niveau statique point d'eau E00709661 durant la période (1992-2010).....	25
<b>Fig.14</b> : Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709662 durant la période (1990-2009).....	25
<b>Fig.15</b> : Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709672 durant la période(1981-2010).....	25
<b>Fig.16</b> : Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709663 durant la période (1990-2010).....	25

<b>Fig.17 :</b> Variation de la profondeur du niveau statique des points d’eaux du transect N°1(Sud-Nord) durant la période (2000-2005).....	26
<b>Fig.18 :</b> Variation de la profondeur du niveau statique des points d’eaux du transect N°1(Sud-Nord) durant la période (2005-2010).....	26
<b>Fig.19:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de Blida sur la période 1970-2009.....	27
<b>Fig.20:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de Boufarik sur la période 1970-2009.....	27
<b>Fig.21:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E007090678 durant la période (1993-2010).....	28
<b>Fig.22:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00708163 durant la période (1996-2010).....	28
<b>Fig.23:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00709609 durant la période (1969-2009).....	28
<b>Fig.24 :</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de L’Arbaa sur la période 1970-2009.....	30
<b>Fig.25:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de Hamiz sur la période 1970-2009.....	30
<b>Fig.26:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de Reghaia sur la période 1971-2009.....	30
<b>Fig.27:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de B M Rais sur la période 1970-2000.....	30
<b>Fig.28:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00804211 durant la période (1905-2010).....	31
<b>Fig.29:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00804212 durant la période (1995-2010).....	31
<b>Fig.30:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E009651 durant la période (1993-2010).....	32

**Fig.31:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709641 durant la période (1991-2010).....32

## Liste des figures

<b>Fig.01</b> : Situation géographique générale de la plaine de la Mitidja et de la zone d'étude.....	3
<b>Fig.02</b> : Carte de situation de la plaine et de ses sous bassins versants.....	4
<b>Fig.03</b> : Carte géologique de la Mitidja.....	9
<b>Fig.04</b> : évolution des concentrations de dioxyde de carbone durant la période.....	13
<b>Fig.05</b> : évolution de la température durant la période 1860-1998.....	14
<b>Fig.06</b> : Carte représente la situation des stations pluviométriques.....	18
<b>Fig.07</b> : Variation des précipitations moyennes mensuelles(1971-2004).....	20
<b>Fig.08</b> : piézomètre ouvert.....	21
<b>Fig.09</b> : carte représente la répartition des points d'observations piézométriques dans la plaine de la Mitidja.....	21
<b>Fig.10</b> : carte de situation du réseau piézométrique de la Mitidja (Nappe du quaternaire) et les stations pluviométriques.....	22
<b>Fig.11</b> : Variation des précipitations totales annuelles à la station d'Amr El Ain sur la période 1970-2009.....	24
<b>Fig.12</b> : Variation des précipitations totales annuelles à la station d'Attatba Cave sur la période 1970-2009.....	24
<b>Fig.13</b> : Variation de la profondeur du niveau statique point d'eau E00709661 durant la période (1992-2010).....	25
<b>Fig.14</b> : Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709662 durant la période (1990-2009).....	25
<b>Fig.15</b> : Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709672 durant la période(1981-2010).....	25
<b>Fig.16</b> : Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709663 durant la période (1990-2010).....	25

<b>Fig.17 :</b> Variation de la profondeur du niveau statique des points d’eaux du transect N°1(Sud-Nord) durant la période (2000-2005).....	26
<b>Fig.18 :</b> Variation de la profondeur du niveau statique des points d’eaux du transect N°1(Sud-Nord) durant la période (2005-2010).....	26
<b>Fig.19:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de Blida sur la période 1970-2009.....	27
<b>Fig.20:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de Boufarik sur la période 1970-2009.....	27
<b>Fig.21:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E007090678 durant la période (1993-2010).....	28
<b>Fig.22:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00708163 durant la période (1996-2010).....	28
<b>Fig.23:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00709609 durant la période (1969-2009).....	28
<b>Fig.24 :</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de L’Arbaa sur la période 1970-2009.....	30
<b>Fig.25:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de Hamiz sur la période 1970-2009.....	30
<b>Fig.26:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de Reghaia sur la période 1971-2009.....	30
<b>Fig.27:</b> Variation des précipitations totales annuelles à la station de B M Rais sur la période 1970-2000.....	30
<b>Fig.28:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00804211 durant la période (1905-2010).....	31
<b>Fig.29:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00804212 durant la période (1995-2010).....	31
<b>Fig.30:</b> Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E009651 durant la période (1993-2010).....	32

**Fig.31:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709641 durant la période (1991-2010).....32

**Liste des tableaux :**

**Tableau. 01:** Bassins versants de la plain de la Mitidja et leurs Principaux oueds .....6

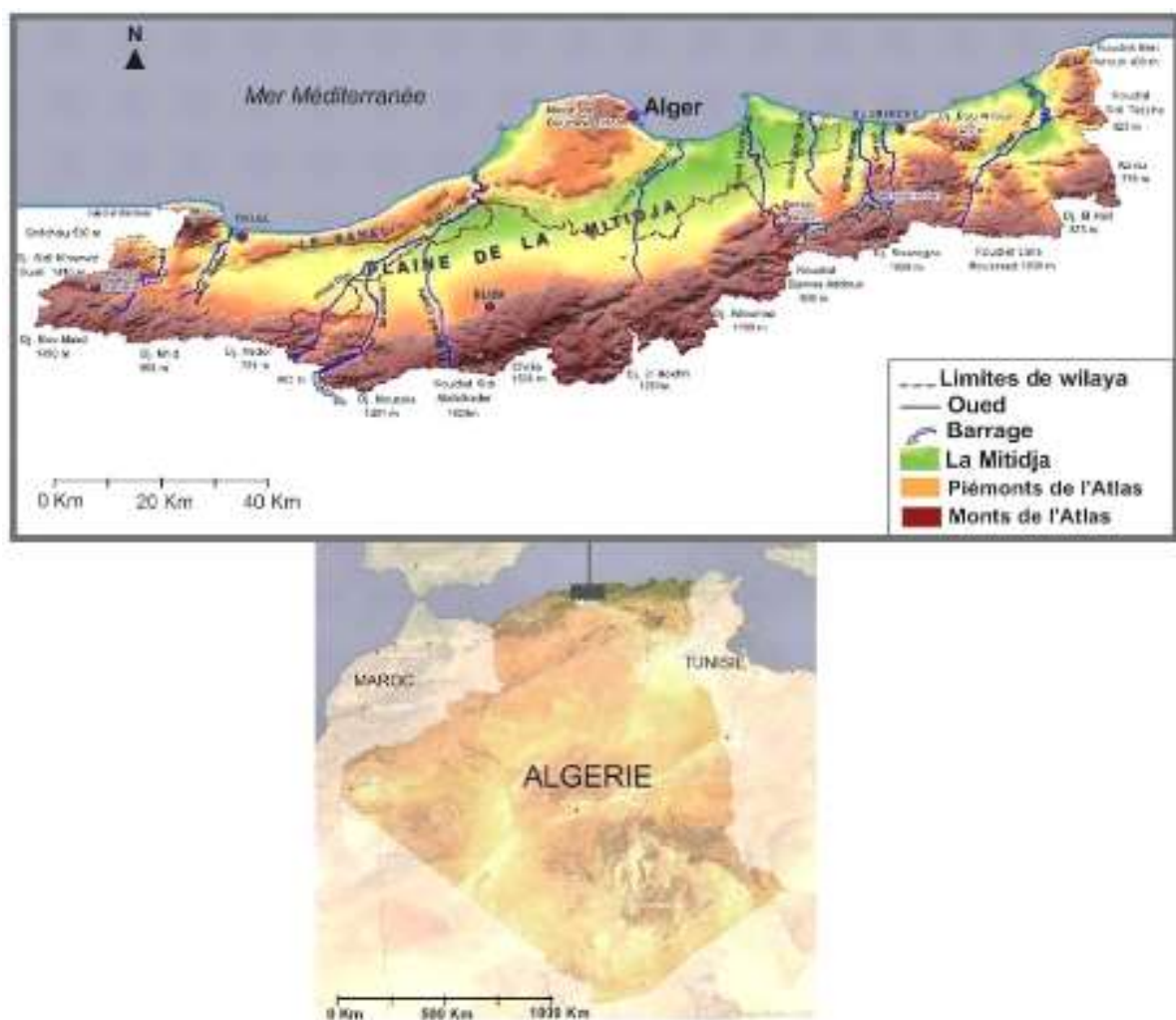
**Tableau. 02 :** Caractéristiques générale des stations pluviométriques.....17

**Tableau.3:**Précipitation moyenne mensuelles et anuelles pour la plaine de la mitidja 1970-2009.....19

## I.1.Présentation de la zone d'étude :

### I.1.1.Situation géographique générale et présentation de la plaine de la Mitidja

La Mitidja est une dépression allongée d'Ouest en Est qui s'étend sur une longueur de 90 km depuis Hadjout à l'ouest jusqu'à la vallée de l'oued Boudouaou à l'Est, avec une largeur moyenne de 15 km. Elle constitue une vaste plaine alluviale qui couvre une superficie géographique de 1400km<sup>2</sup> répartie entre les wilayas d'Alger, Blida, Tipaza et de Boumerdès. Les limites de la nappe aquifère se confondent avec celle de la plaine Mitidja proprement dite, elle est délimitée au Sud par les piémonts de la chaîne montagneuse de l'Atlas Blidéen et au Nord par le Sahel, bande collinaire de quelques kilomètres de large qui borde la mer Méditerranée.



**Fig.01** : Situation géographique générale de la plaine de la Mitidja et de la zone d'étude.

[ M. DALILA ; 2009]



### I.1.2 Aperçu géomorphologique :

La topographie de la Mitidja est variée, on observe les zones basses et plates de la plaine et les reliefs abrupts de l'Atlas, en passant par la zone intermédiaire (piémont de l'Atlas –Sahel) avec une pente douce modelée par des écoulements à lits encaissés.

La morphologie de la région permet de distinguer :

#### a).La Plaine :

C'est une zone subsidence (Glangeaud, 1932) à remplissage Mio-plio-quaternaire bordée par deux régions surélevées. Elle a une altitude moyenne de 40 à 50 m qui augmente régulièrement vers le piémont de l'Atlas au Sud et vers le Sahel au Nord.

Elle est façonnée de la juxtaposition des sous bassins versants (Fig. 02).

Ces derniers se regroupent en quatre ensembles, drainés du Sud au Nord par un réseau hydrographique. Les principaux bassins sont :

- Bassin occidental (O. Nador).
- Bassin du Mazafran.
- Bassin d'El Harrach.
- Bassin oriental (O. Hamiz et O. Réghaia).

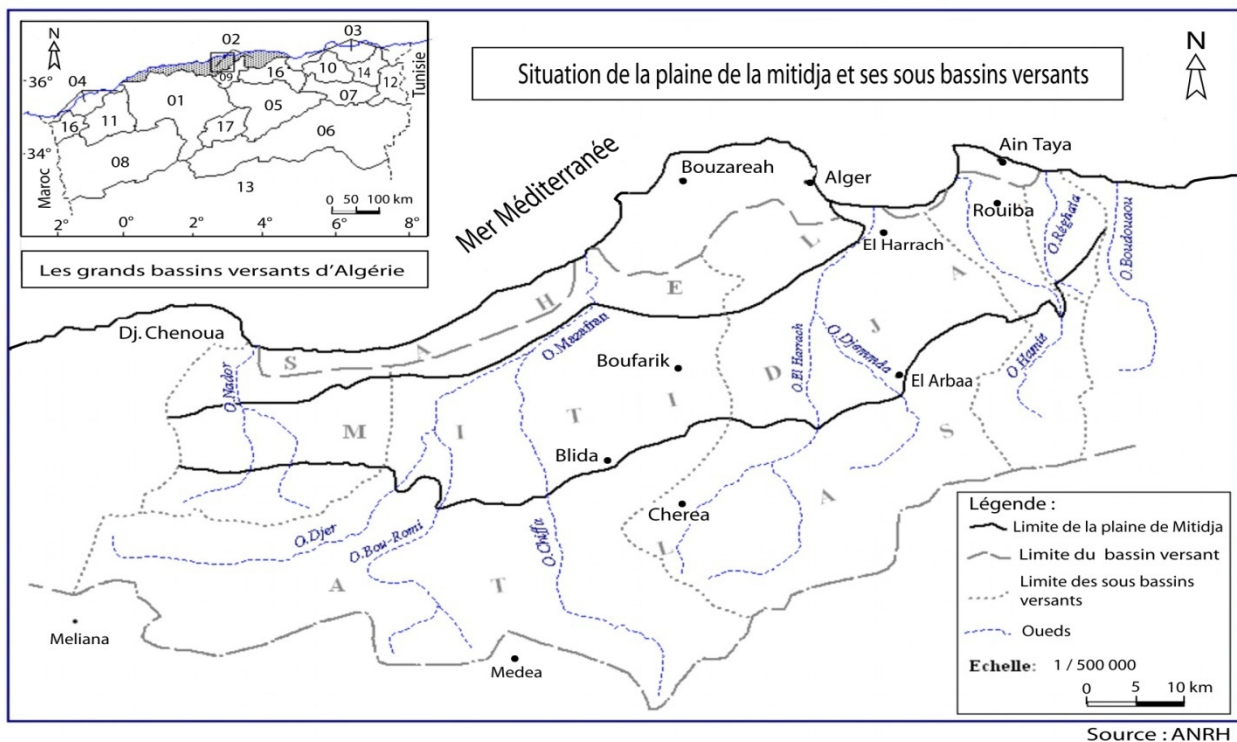


Fig. 02 : Carte de situation de la plaine et de ses sous bassins versants [ANRH Blida, 2010].

**b).Le Sahel :**

C'est la ride sahélienne d'altitude de 200 à 250 m qui constitue une limite continue depuis El Harrach jusqu'à l'oued Nador, excepté une cluse au niveau de l'oued Mazafran.

Le Sahel prend une forme anticlinale à pente faible et sépare la plaine de la mer.

**c).Le Piémont de l'Atlas :**

Il correspond à une zone de déjection à écoulement profond, résultat de l'érosion dynamique du massif ancien. Son altitude moyenne varie de 100 à 150 m, avec un rôle de couverture qui cache le contact structural séparant la plaine de l'Atlas.

**d).L'Atlas Blidéen :**

Ce dernier correspond à un relief qui se développe à partir de la bordure de la plaine pour atteindre une altitude moyenne qui évolue entre 1200 et 1600 m. Les sommets accusent une direction NE-SW.

La morphologie de cette chaîne montagneuse est caractérisée par une succession de crêtes rabotées par une érosion intense. La Mitidja s'étale sur cinq (05) sous bassins versants (Réghaia, Hamiz, El Harrach, Mazafran, Nador

**I.1.3.Réseau hydrographique :**

On note l'absence d'un grand fleuve, cela malgré la structure synclinal de la plaine. Les principaux oueds qui traversent cette dépression sont illustrés dans le tableau n° 01.

L'ensemble des affluents de ces oueds prend naissance de l'Atlas avec un sens général d'écoulement (Sud -Nord).

Les débits les plus élevés sont enregistrés sur le Mazafran, ce dernier étant le plus important avec une longueur de 65 km, la surface de son bassin versant étant égale à 1900 km<sup>2</sup>.

Le bilan des écoulements période 1913 à 1956 des oueds qui parcourent la Mitidja est le suivant :

- Mazafran 389 millions de m<sup>3</sup>.
- El Harrach 370 million de m<sup>3</sup>.
- Hamiz 50 millions de m<sup>3</sup>.
- Nador 28 millions de m<sup>3</sup>.

**Tableau 01: Bassins versants de la plaine de la Mitidja et leurs Principaux oueds**

Bassins versants(BV)	Oueds
Nadore(BV Occidentale)	Oueds(Bourkika,Meurad,Bouardoun, Bou-yérsen).
Mazafran(premier sous BV central)	Oueds(Djer, Bouroumi,Chiffa)
El Harrach (deuxieme sous BVcentral)	Oueds(Djamaa,Smar)
Hamiz et réghaia(B oriental)	Oueds(Hamiz,Reghaia)

**I.1.4.Hydroclimatologie :**

La plaine de la Mitidja se situe au Nord de l'Atlas Blidéen (1620, pic de Chéraa), qui la protège de l'influence sahariennes, elle se trouve par sa position géographique soumise à l'influence du régime climatique méditerranéen.

La Mitidja reçoit une lame d'eau d'environ 616,1 mm /an, dont 84,7 % s'évapore, 2,63% s'infiltré et 12.67% s'écoule. Les mois d'octobre à mars constituent la période la plus pluvieuse, tandis que, les précipitations sont presque nulles pendant les trois mois d'été. La température moyenne annuelle varie de 16,1 à 18 °C. Notons que la variation est en fonction de l'éloignement par rapport à la mer, elle est plus douce au littoral qu'à l'intérieur.

**I.1.5.L'aquifère de la Mitidja :**

L'aquifère de la Mitidja contient une nappe libre dans le bas du Mazafran elle est captive sous les limons récents de la formation du Mazafran. On a un remplissage très hétérogène de galets alternant avec des limons et des argiles.

La surface du sol constitue la limite supérieure et la formation d'El Harrach la limite inférieure. L'épaisseur moyenne de la nappe est de l'ordre de 100 à 130 m.

**I.1.5.1.Alimentation de l'aquifère :**

L'aquifère alluvial est alimenté essentiellement par :

- L'infiltration des précipitations.
- L'infiltration à travers des cours d'eau.
- Les écoulements souterrains de l'Astien vers la nappe alluviale à travers la formation d'El Harrach le long du Sahel.

**I.1.5.2.Exutoires de l'aquifère :**

Ces derniers sont plus importants comparativement à l'aquifère astien ; ils sont assurés par :

- Le drainage des oueds dans leur cours aval.
- Les fuites souterraines vers la mer (partie Est de la plaine).
- Le pompage dans les puits et forages de la plaine.

La quasi totalité des prélèvements en eau souterraine provient de l'aquifère de la Mitidja où plus de 4000 puits et forages assurent l'alimentation en eau potable, industrielle et l'irrigation de toute la région.

**I.1.6.La végétation :**

La zone d'étude est à vocation agricole avec une diversité bien distinguée, on y trouve des vignes, des agrumes, les cultures annuelles et saisonnières.

**I.1.7.Aspect socio-économique :****I.1.7.1.Introduction :**

L'objectif principal de cette partie est de donner un aperçu sur la demande en eaux (agricole, industrielle, urbaine...), ainsi que sur le nombre d'habitants et leur densité dans les grands pôles urbains de la plaine.

**I.1.7.2.Besoins en eau :**

La ressource en eau souterraine devient de plus en plus insuffisante pour répondre aux besoins actuels ; cela est dû aux forts croissants des centres urbains.

En effet, plus de la moitié des terres irriguées sont alimentées par la nappe quaternaire, les niveaux piézométriques ont chuté avec des valeurs alarmantes (plus de 20 m) surtout dans la région du Mazafran et l'Arbaa où les prélèvements d'eau sont très importants.

**I.1.7.3. L'agriculture :**

Le relief plat et les conditions climatiques très favorables en font une excellente région agricole d'une superficie de 129000 ha ; cette dernière est considérée comme l'une des régions les plus fertiles d'Algérie, les sols sont homogènes et hautement fertiles [Écrément, 1971].

**I.1.7.4.L'industrie :**

La majorité des activités industrielles sont regroupées au Centre et à l'Est de la plaine (l'Arbaa, Rouiba, Blida, El-Harrach , Boufarik,...) avec des pôles industriels de Rouiba et de Réghaia.

Les industries rencontrées dans la plaine sont :

- Mines et installation de traitement de minerais.
- Industries de transformation de fer et autres matériaux.

- Industries chimiques, des silicates d'alumines.
- Industries alimentaires.
- Industries transformatrices de résidus végétaux et animaux.
- Industries de transformation de combustibles.
- Industries du cellulose et du papier....etc.

#### **I.1.7.5.Démographie :**

La population totale dans la plaine était de 2 millions d'habitants en 1998 avec une densité de 60.hab / km<sup>2</sup>. Les principaux pôles de concentration sont : Blida, Chiffa, Boufarik , Soummaa, El affroun, Dar El Baida et El Harrach.

#### **I.1.7.6.Ressources en eau :**

Selon l'ABH (Agence de Bassin Hydrographique, 2000) de l'Algérois, la ressource en eau souterraine de la Mitidja est de **328 Hm<sup>3</sup>**, dont les principaux champs captants sont :

(Mazafran I et II, Chebli, Barraki, Haouch felit et Hamiz).Les eaux de surface sont emmagasinées dans les barrages existant dans la plaine :

Barrage du Hamiz 15.6 hm<sup>3</sup>

Barrage Boukhordène 90 hm<sup>3</sup>

Barrage de Bou Roumi 200 hm<sup>3</sup>

#### **I.1.7.7.Conclusion :**

L'augmentation de la population et la présence de vastes superficies fertiles irrigables dans leurs majeures parties engendrent une demande en eau croissante qui a entraîné une surexploitation des eaux souterraines.

## I.2.Contexte géologique :

### I.1.Cadre général : Géologie de la Mitidja

La Géologie de la Mitidja a fait l'objet de plusieurs études fondées sur les travaux majeurs de [Glangeaud et Aymé ,1952] qui avaient établi que la Mitidja était un bassin intra montagneux formé par effondrement rempli de dépôts d'âge plio-quaternaire.

La formation du bassin synclinal d'affaissement en-dessous de la plaine actuelle de la Mitidja, a débuté au cours de la période Miocène et s'est poursuivie au cours du Pliocène. Pendant cette période, d'épaisses roches maritimes argileuses (connus sous le nom de Plaisancien et d'Astien argileux) se sont déposées en mer profonde sur des roches carbonatées crétacées. Vers la fin du Pliocène, une série de marnes, de grès et d'argiles (connus sous le nom d'Astien) s'est déposée dans le bassin qui devenait de moins en moins profond. Un plissement léger, qui s'est produit à la fin du Pliocène, et le soulèvement du bassin ont isolé le bassin de la Mitidja de la mer. Au cours de la période post-Pliocène, la sédimentation fluvio - lacustre a été périodiquement interrompue par des intervalles de forte érosion. Cette alternance d'érosion et de sédimentation a été contrôlée par les changements du niveau de base (dus à la fluctuation du niveau de la mer au cours du Pleistocène), par un léger plissement au sein du bassin stratigraphique et par le soulèvement tectonique de l'Astien.

La figure ci-dessous représente la configuration géologique actuelle de la région.

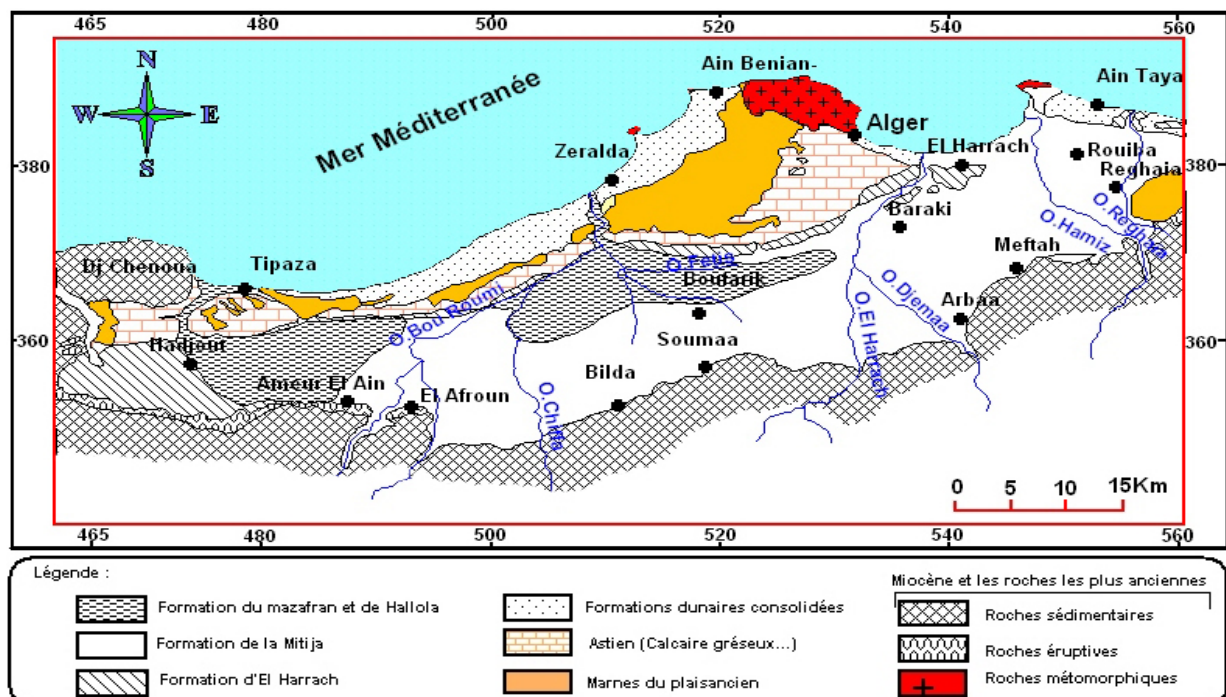


Fig.03 : Carte géologique de la Mitidja [ANRH Alger ;2010 ]

### **I.3. Les changements climatiques :**

#### **I.3.1. Introduction :**

Notre planète s'est formée voilà environ 4,5 milliards d'années. L'être humain est présent sur cette Terre depuis moins de deux millions d'années mais ce n'est que dans les 200 dernières années qu'il a exercé une influence notable et à grande échelle sur le milieu naturel planétaire. L'environnement a commencé à se dégrader au sein des peuplements humains et autour des premières usines de la révolution industrielle mais, loin de ces endroits, la capacité de purification de l'écosystème suffisait à limiter la plupart des effets de la présence humaine. Toutefois, depuis la seconde guerre mondiale, cette situation a radicalement changé. La croissance démographique exponentielle, les progrès technologiques fulgurants et l'accroissement notable de la consommation en énergie comme ces matières premières font jouer au genre humain un rôle où ses activités quotidiennes modifient dans leur intégralité des systèmes globaux comme l'atmosphère et les océans, et ce à une vitesse que cette planète n'a jamais connue auparavant. Avant d'entamer la notion de changement climatique, on va définir certains concepts de base comme suit :

#### **I.3.2. Le climat et le temps :**

Le climat et le temps sont deux notions différentes. Le temps, c'est l'état de l'atmosphère défini par les éléments météorologiques : la température, les précipitations (la pluie, la neige, etc.), l'humidité, l'ensoleillement et le vent à un endroit précis.

Le climat, c'est l'ensemble des phénomènes météorologiques observés dans le passé et qu'on s'attend d'observer encore sur une longue période. On peut le définir aussi comme « la probabilité d'occurrence de divers états de l'atmosphère dans un lieu ou une région, au cours d'une certaine période donnée. » [Gibbs ; 1987].

Le climat a une influence sur tous les êtres vivants. Il régit le cycle biologique des plantes et des animaux, influe sur leur croissance et leur vitalité et est un des principaux facteurs qui déterminent leur répartition autour de la planète. Presque toutes les formes de vie sont adaptées pour vivre dans une zone climatique particulière et relativement limitée.

#### **I.3.3. Le système climatique :**

Le système climatique de la Terre se compose d'éléments en interaction complexe. L'élément moteur est le Soleil, dont l'énergie réchauffe la Terre. Cette énergie est à l'origine de la circulation atmosphérique et océanique ainsi que des processus d'évaporation et de précipitation qui font partie du cycle de l'eau. En plus de l'atmosphère et des océans, le système climatique englobe les eaux douces, les plantes, les animaux, les couvertures de glace et de neige, les masses terrestres et même la croûte terrestre.

**I.3.4. La variabilité climatique :**

Elle est représentée par les déviations des valeurs des événements observés par rapport à leur valeur moyenne pour l'état climatique contemporain.

**I.3.5. Changement climatique :**

Les changements climatiques sont décrits de façons différentes selon les auteurs. Souvent le changement du climat dénote une variation due à l'intervention humaine alors que le climat varie d'une façon naturelle sous l'influence de différents facteurs climatiques. On peut citer les facteurs astronomiques, les facteurs géographiques (relief, océan), les facteurs météorologiques (centre 10 d'action). Aujourd'hui, l'homme est devenu un facteur de climat non négligeable par ces actions industrielles.

**I.3.6. Préviation du changement climatique :**

Comment les scientifiques peuvent-ils prévoir les effets à long terme du changement climatique, alors qu'on a encore beaucoup de mal à prévoir quotidiennement le temps qu'il fera?. C'est à cause de la variabilité locale des conditions météorologiques que les prévisions du temps semblent imparfaites; les modèles du changement climatique ne tentent pas d'effectuer de telles prévisions détaillées et axées sur un lieu donné.

Il existe deux grandes méthodes de préviation du changement climatique possibles; la première est celle des *analogues*, qui consiste à comparer les conditions climatiques et hydrométriques passées et actuelles, et l'autre, beaucoup plus courante, fait appel à la simulation mathématique du climat (modèles climatiques) qui sont des modèles de circulation générale (MCG).

**I.3.7. Les causes des changements à l'échelle du globe :**

Ces modifications ne sont toutefois pas toutes causées par les êtres humains. Des phénomènes naturels comme les éruptions volcaniques peuvent provoquer des changements soudains dans les systèmes planétaires. Par contre, les bouleversements engendrés par l'espèce humaine peuvent être catastrophiques et avoir des impacts à l'échelle du globe (inondation, sécheresse).

Les changements à l'échelle du globe comprennent le réchauffement de la planète, l'affaiblissement de la couche d'ozone, la déforestation et le transport à grande distance de polluants atmosphériques.



### I.3.7.1. Les causes naturelles susceptibles d'affecter le climat :

Les variations de l'activité solaire, une cause directe de variation climatique, pourrait être expliquée par la variabilité de l'émission solaire. On a montré, il y'a quatre milliards et demi d'années, au moment ou naissait le système planétaire, que l'énergie émise par le soleil était environ les 3/4 de sa valeur actuelle. [Gilliland,1989] . En plus de ce facteur astronomique précité, le climat d'un lieu comme nous l'avons déjà mentionné, dépend également de facteurs géographiques comme la latitude, l'éloignement à la mer et l'altitude ; l'évolution de ces facteurs étant elle-même liée à la tectonique des plaques (*dérive des continents, mouvement des pôles et expansion des fonds océaniques*).[Ruddiman et Raymo , 1988 ; Kutzbach et al. ,1989].

On peut aussi citer le rôle important que joue la masse océanique dans les interactions océan atmosphère et qui explique certains phénomènes tel que ENSO, et ONA. Les éruptions volcaniques importantes (Tambora 1815 ; Krakatoa 1883) sont capables d'injecter dans la base stratosphère d'énormes quantité de poussière, de cendre, de pierres et de vapeur d'eau qui peuvent séjourner pendant plusieurs années ; le voile de poussière ainsi formé peut provoquer une décroissance de la température moyenne au sol et une augmentation en altitude. En effet selon plusieurs spécialistes, le climat du quaternaire, ère des glaciers serait expliqué par une épaisse couche d'aérosols et de poussière qui a enveloppé le globe.

### I.3.7.2. Les causes artificielles :

Le facteur qui reste le plus préoccupant aujourd'hui est l'influence de l'homme sur le climat, qui tient sa place dans les débats continues sur l'actuel changement climatique survenu sur plusieurs points du globe.

#### I.3.7.2.1. Effet de serre:

Ce phénomène est provoqué par la progression des émissions de gaz issus d'activités humaines: on peut citer

- le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), provenant de la combustion du pétrole et du charbon qui constituent actuellement plus de 65 % des sources d'énergie auxquelles les humains ont recours.
- le méthane (CH<sub>4</sub>), issu essentiellement des activités agricoles.

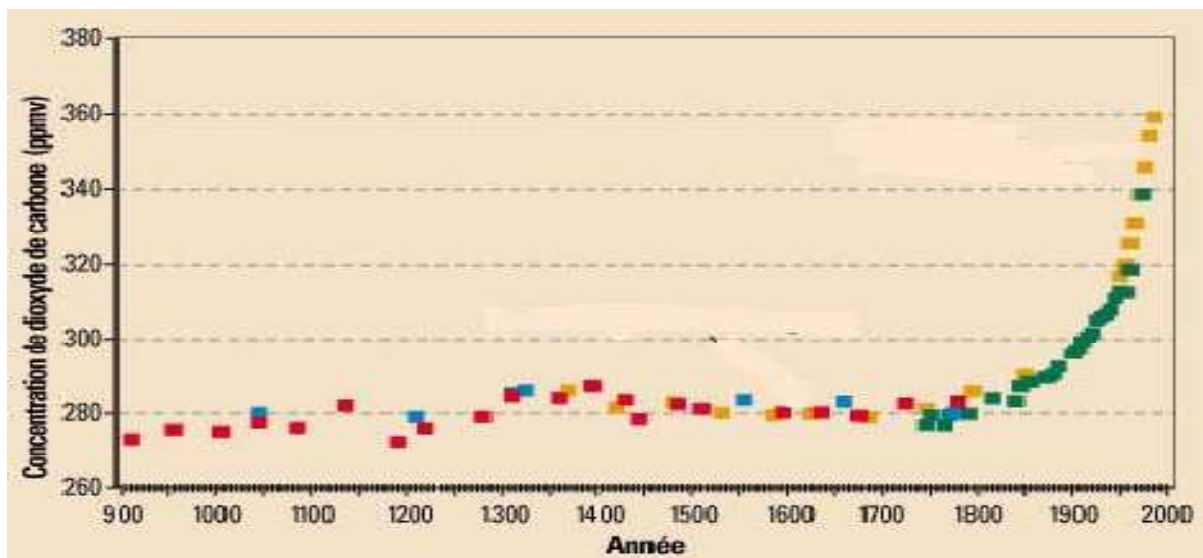
La terre absorbe environ 50 % de l'énergie que lui envoie le soleil. Cette énergie permet à notre planète de se réchauffer. L'atmosphère se présente alors comme un "couvercle" constitué de vapeur d'eau et de gaz. Couvercle indispensable qui agit un peu comme une serre agricole ; sans cet effet de serre, la température moyenne de notre planète descendrait à  $-18^{\circ}\text{C}$ , mais les gaz issus des activités de l'homme viennent renforcer et faire grossir cette couverture naturelle. Ce qui

résulte une augmentation de la chaleur. C'est probablement l'homme par ses activités industrielles de plus en plus importantes qui accentue le réchauffement de la terre.

### I.3.8. Quelques scénarios envisagés dans cet axe:

Le groupe de travail de L'IPCC [programme intergouvernemental sur les changements climatiques] sur l'évaluation des incidences éventuelles du changement climatique a envisagé des scénarios présentant en général les caractéristiques suivantes:

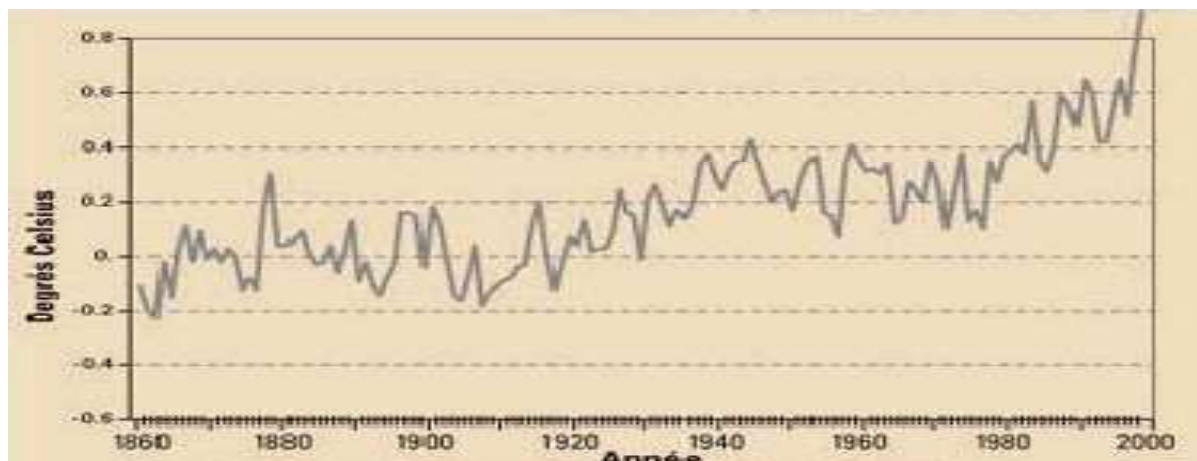
Un doublement de la concentration atmosphérique de  $\text{CO}_2$  d'ici 2025 à 2050. Le graphique suivant figure (04) montre l'évolution importante de la concentration du dioxyde de carbone, le plus important des gaz à effet de serre après 1940. On a même prévu que cette concentration doublera durant le milieu de ce siècle.



**Fig.04:** évolution des concentrations de dioxyde de carbone durant la période 900-2000

[KHALDIA ; 2005]

Une augmentation concomitante de la température moyenne mondiale de l'ordre de  $1.5^{\circ}\text{C}$  à  $4.5^{\circ}\text{C}$  correspondant au doublement réel du  $\text{CO}_2$ . figure(05)



**Fig.05** : évolution de la température durant la période 1860-1998. [ **KHALDI. A ; 2005**]

Une élévation du niveau de la mer d'environ 0.3 à 0.5 m d'ici 2050 et d'environ 1m d'ici 2100, accompagnée d'un réchauffement de la couche superficielle de l'océan variant de  $0.2^{\circ}\text{C}$  à  $2.5^{\circ}\text{C}$ .

### **I.3.9. Les conséquences du réchauffement :**

- Perturbation du régime des pluies: les précipitations risquent d'être plus abondantes sur l'hémisphère nord avec des inondations et des tempêtes (ouragans, tornades...).
- Des sécheresses plus fréquentes: notamment dans l'hémisphère sud. Les zones arides et semi-arides semblent être les plus vulnérables.
- Hausse du niveau de la mer par dilatation thermique et fonte des glaciers: cette élévation du niveau des océans pourrait atteindre 1 mètre par endroit. Des zones littorales, certains deltas de fleuves, des îles pourraient être purement et simplement recouverts. Rappelons que 50 % des humains vivent près de la mer.

### **I.3.10. Domaines les plus vulnérables et les plus sensibles aux changements climatiques :**

- **Anticipation des phénomènes d'étiage** dans certains bassins versants (décrite dans la section précédente).

Cette anticipation pourrait particulièrement augmenter les problèmes d'utilisation de l'eau déjà présents dans le bassin Adour-Garonne, du fait de l'augmentation des cultures irriguées au cours de ces dernières années.

- **Accroissement de l'évapotranspiration et modification des calendriers agricoles.**

- **Zones humides** Deux mécanismes liés au changement climatique pourraient conduire à une invasion d'eaux marines des étangs littoraux et du delta de la Camargue : le relèvement du niveau des mers ainsi que la subsidence de la zone côtière par défaut d'alimentation en amont.

- **Ecosystèmes forestiers**

Un réchauffement climatique de l'ordre de 3° pourrait entraîner une contraction des zones naturelles de végétation à cause de l'aridité et une légère montée des étages de végétation avec une décroissance de la productivité. Les risques liés à l'incendie seraient accrus par un allongement des périodes de sécheresse.

- **Crués méditerranéennes**

Indépendamment de la question de l'augmentation de la fréquence de phénomènes climatiques extrêmes, l'augmentation des pluies hivernales peut faire craindre une multiplication des phénomènes d'inondations.

# Chapitre II

# Méthodologie

**II.1. Collecte des données :**

La réalisation de ce travail nécessite un ensemble de données relative à toute l'hydroclimatologie et l'hydrogéologie de la Mitidja.

La collecte de ces données à été une étape très difficile, les institutions et organismes directement liées à cette collecte sont:

ANRH (Alger et Blida), SEAL, DHW (Blida)

**II.2. Données utilisées :****II.2.1. Données cartographiques :**

La base de données cartographiques mise en place comprend des cartes à l'échelle 1/50 000 dont :

- Carte de situation géographique de la plaine
- Carte géologique de la plaine
- Carte piézométrique
- Carte représente les stations pluviométriques dans la plaine de la Mitidja

**II.2.2. Données hydroclimatiques :**

Ces données sont essentiellement constituées de :

- Données pluviométriques (1970 - 2009) provenant de l'ANRH.

**II.2.3. Données hydrogéologiques :**

- Le réseau piézométrique de suivie de la nappe de la Mitidja.
- Le relevé du niveau statique (les battements de la nappe) sur le réseau piézométrique (2000 -2010).

**II.3. Logiciel utilisé**

Pour le traitement des données cartographique nous avons utilisé logiciel MapInfo 8.0

## II.4. Etude des précipitations :

### II.4.1. Réseau pluviométrique :

La plaine de la Mitidja compte plusieurs postes d'observations pluviométriques. Leur période de fonctionnement varie selon les régions, on y trouve souvent des interruptions de plusieurs mois. Les données pluviométriques sont recueillies au niveau de 8 stations réparties de façon plus ou moins homogène sur l'ensemble des sous bassins versants de la plaine (Fig. 06).

Ces dernières offrent des mesures sur une période d'observation suffisamment longue (40 ans) permettant une exploitation statistique des données. Le tableau n° (02) illustre les caractéristiques de ces stations.

#### II.4.1.1. Traitement des données :

Les stations sélectionnées sont bien réparties, elles s'étendent sur une période de 40 ans (1970-2009) mais, elles présentent quelques lacunes à l'échelle annuelle et mensuelle). Il ya plusieurs méthodes pour combler ces lacunes et ajuster les moyennes, nous avons utilisé la méthode suivante :

- La corrélation double masse ou test d'homogénéité

**Tableau 02 : Caractéristiques générale des stations pluviométriques**

N°	Station	Code ANRH	Cordonnées Lambert		Altitude m	Période de fonctionnement
			X	Y		
1	Hamiz Barrage	20602	558.600	367.400	130	1970 - 2009
2	Blida	21116	509.800	352.600	210	1970 – 2009
3	Boufarik	21209	518.600	363.400	60	1970 – 2009
4	Amer El Ain	21020	488.100	352.800	110	1970 – 2009
5	B Mourad Rais	20509	531.100	382.800	150	1970 – 2009
6	Attatba cave	21022	495.400	363.200	60	1970 – 2009
7	L'Arbaa	21403	541.950	362.950	100	1970 – 2009
8	Réghaia	20632	557.800	382.200	20	1970 – 2009

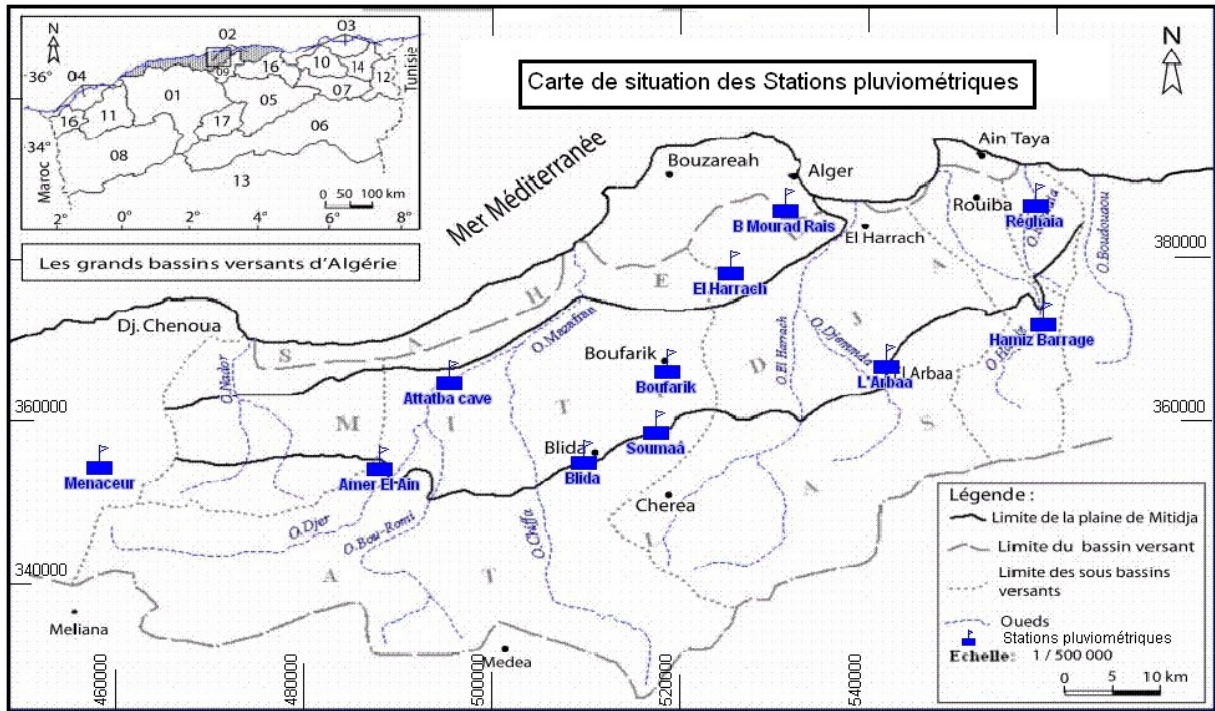


Fig.06 : Carte représente la situation des stations pluviométriques [ANRH Blida ; 2010].

**II.4.1.2.Méthode de corrélation double masse : (double cumul)**

Cette dernière consiste à comparer les totaux cumulés relevés aux postes pluviométriques, avec un poste de référence ayant fonctionné sur une période longue et continue, cela pour mettre en évidence toutes les erreurs systématiques.

En effet, dans la deuxième étape on remplace les valeurs douteuses et on prolonge la série d’observations.

Le principe de cette méthode consiste à reporter les couples des totaux annuels cumulés des stations sur un graphique, ensuite, à tracer une droite passant par le maximum des points. La station de référence est reportée en abscisses et la station à contrôler en ordonnées.

Enfin l’homogénéisation de cette série se fera en effectuant la valeur du rapport correctif selon le cas:

$m/m'$ , ou  $m'/m$  aux totaux annuels considérés comme inexact.

$m$  = pente de la droite avant de l’inflection brusque.

$m'$  = pente de la droite après de l’inflection brusque.

On donne alors des raisons autour des anomalies relevées :



- Déplacement du pluviomètre.
- Modification de l'environnement du poste.
- Changement d'éprouvette.
- Changement d'observateur.

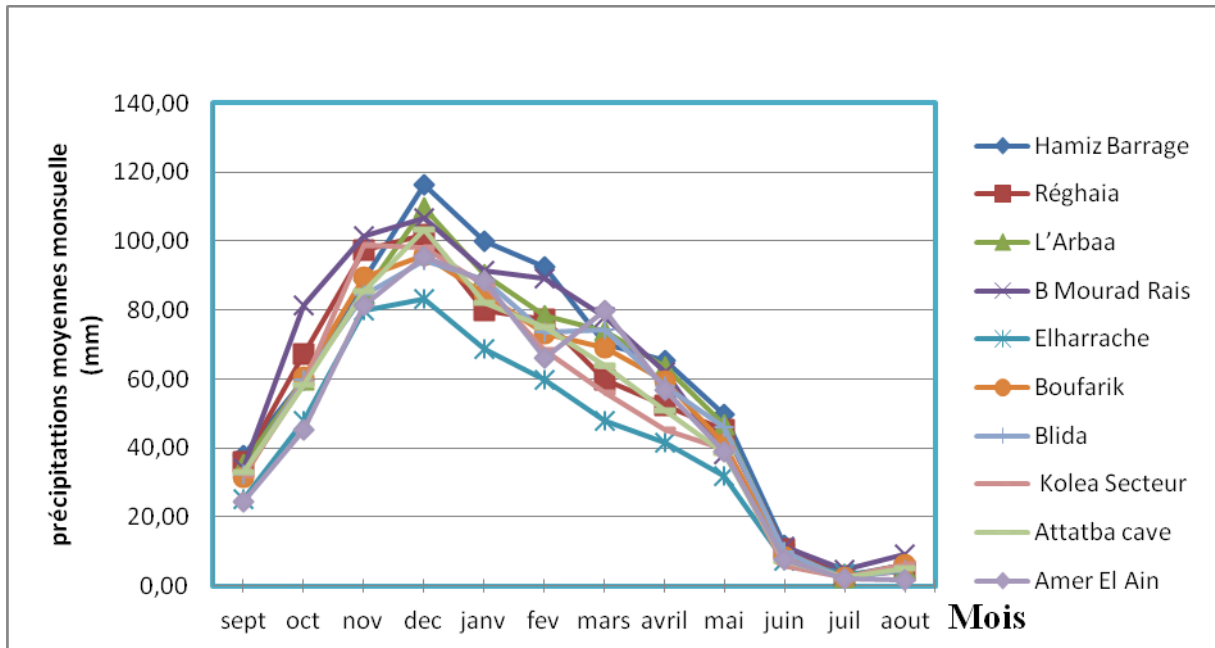
#### II.4.1.3. Variation des moyennes mensuelles des précipitations (1970-2009) :

D'après le tableau n° (02) et la (Fig. 07), on enregistre les résultats suivants :

- Un régime pluvial marqué par un maximum principal en décembre (116,19 mm) et maximum secondaire moins important en janvier et février et un minimum en juillet et aout (2,8 et 1,83mm).
- Une modulation mensuelle irrégulière, caractérisée par un grand écart entre le maximum et le minimum.

**Tableau 03 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles pour la plaine de la Mitidja (1970-2009)**

	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout
Hamiz Barrage	37,91	59,79	88,91	116,19	100,13	92,38	70,22	65,51	49,54	11,76	2,89	6,08
Réghaia	36,10	67,10	97,47	101,82	79,98	77,33	59,81	52,29	45,13	10,79	2,97	4,18
L'Arbaa	35,24	59,85	84,62	109,69	90,15	78,56	73,90	63,54	46,91	9,56	2,34	5,21
B Mourad Rais	34,13	81,36	101,58	106,62	91,38	89,17	78,10	61,84	38,16	11,26	4,74	9,29
Elharrache	24,98	47,97	79,87	83,33	68,53	59,75	47,98	41,55	31,92	7,45	3,58	4,40
Boufarik	31,43	60,52	89,48	95,78	84,68	73,16	69,26	59,30	41,17	8,28	2,51	6,32
Blida	32,21	59,67	84,26	94,52	88,73	73,55	74,20	58,05	46,06	9,77	2,26	4,72
Attatba cave	33,04	58,17	85,47	103,28	81,97	75,21	63,87	50,70	38,63	7,42	2,46	4,95
Amer El Ain	24,48	45,24	81,23	95,32	88,34	65,98	80,01	56,63	39,11	7,67	2,10	1,83



**Fig.07:** Variation des précipitations moyennes mensuelles (1970-2010)

#### II.4.2. Réseau piézométrique :

La plaine de la Mitidja compte plusieurs points d'observations piézométriques (piézomètres, puits, forages). Leur période de fonctionnement varie de point à un autre, ils sont répartis de façon plus ou moins homogène sur l'ensemble des sous bassins versants de la plaine tel que la plus part des points sont concentrés à l'Est (Fig. 09).

##### II.4.2.1 définition d'un Piézomètre :

Le piézomètre c'est un dispositif permet de surveiller les variations de niveau de nappe, mais aussi d'y accéder pour en mesurer la qualité physico-chimique ou biologique.

##### II.4.2.1.1. Piézomètre ouvert :

Les piézomètres « ouverts » sont de simples tubes, qui permettent depuis la surface d'accéder à l'eau d'une nappe phréatique. Ils permettent d'en relever le niveau piézométrique à l'aide d'une sonde (poids ou contacteur électrique).

Ils sont aussi utilisés afin de réaliser des prélèvements d'eau de la nappe (ou d'un cours d'eau...) dans le but d'en analyser les composants. Cela est souvent le cas après une pollution où la nappe peut être surveillée de cette façon durant plusieurs années.



Fig.08: piézomètre ouvert [ANRH Blida ; 2010].

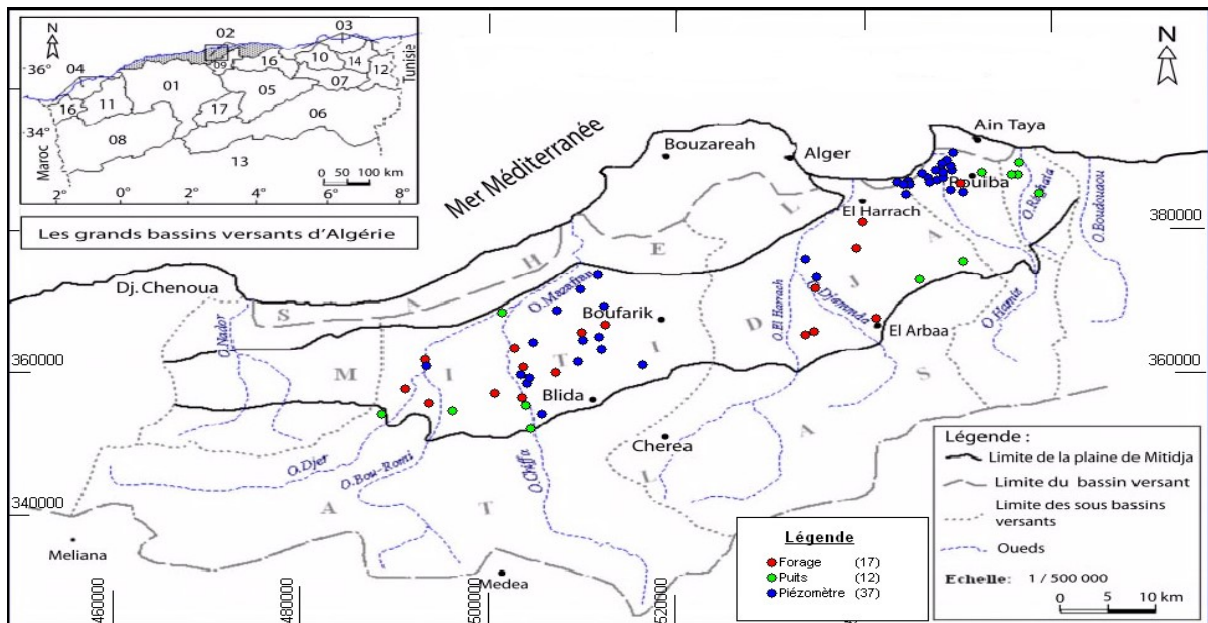


Fig.09: carte représente la répartition des points d'observations piézométriques dans la plaine de la Mitidja [ANRH Blida ; 2010].

II.4.2.2.Étude de la relation pluviométrie - niveau piézométrique

La difficulté de l’homogénéité des données pluviométrique et piézométrique rend difficile l’approche comparative des données. En effet, il existe plusieurs lacunes au niveau des données piézométriques (Absence des données sur plusieurs sites, données incomplètes). Pour étudier la relation pluie-Niveau piézométrique, nous avons pris une période de fonctionnement des piézomètres varie entre (1970/80-2010).

La méthodologie de travail consiste à choisir trois transects sur la plaine de la Mitidja (Mitidja Ouest, Mitidja centre, Mitidja Est). (Figure 10)

Ce découpage permet de mieux cerner la relation **pluviométrie - niveau piézométrique**

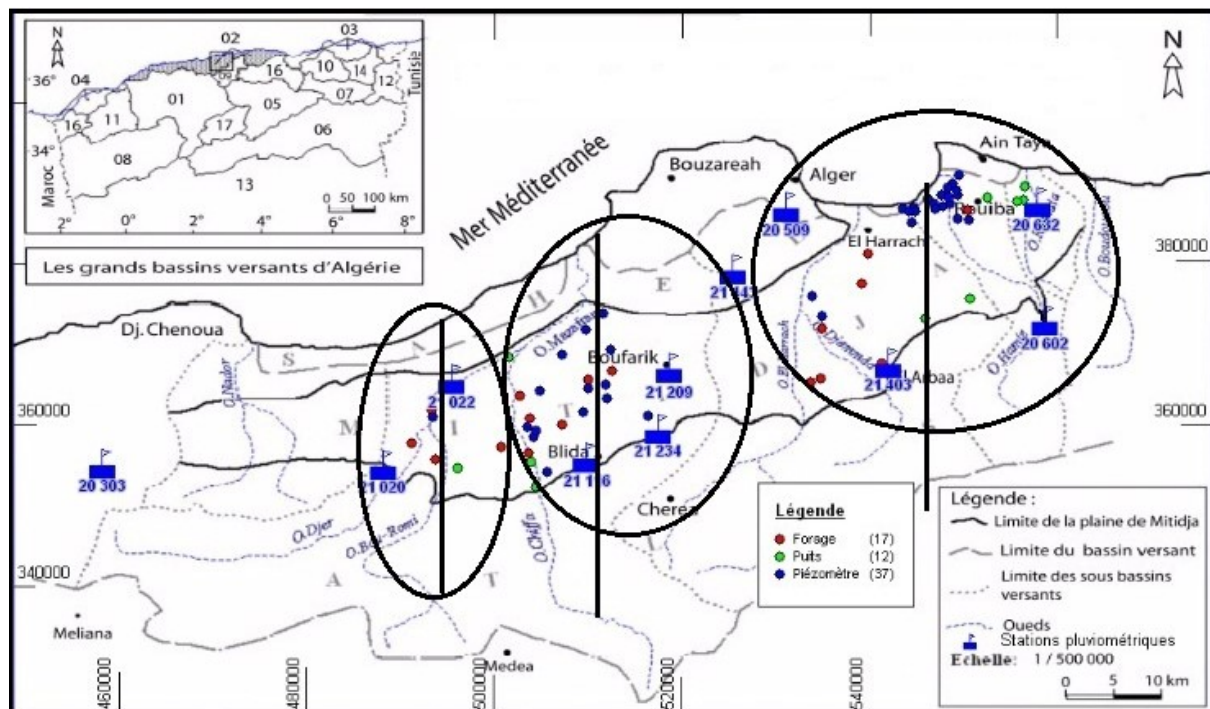


Fig.10 : carte de situation du réseau piézométrique de la Mitidja (Nappe du quaternaire) et les stations pluviométriques [ANRH Blida ; 2010].

II.5.Conclusion :

Après la collecte des différentes données (pluviométriques et piézométriques), et leur traitement suivant les méthodes mentionné dans ce chapitre a l’aide de logiciel Mapinfo, nous avons pu de les présentes sous formes des figures représenter dans le chapitre suivant qui est réservé à la discussion et l’interprétation des résultats



**Introduction :**

Les résultats sont représentés dans les figures ci dessous. Nous présenterons les séries pluviométriques (Totaux annuels) que nous tenterons d'expliquer et que nous opposerons ensuite aux variations du niveau statique de la nappe du quaternaire (sableux, argileux graveleuse), a fin de voir l'impact et les conséquences sur les ressources en eau de la Mitidja.

**III.1.Données existantes :**

Les données disponibles sont de deux types : séries pluviométriques relevées sur les stations discutées au chapitre II et les profondeurs du niveau statiques relevées sur le réseau de suivi piézométrique arrêté par l'ANRH et également discuté dans le même chapitre.

**III.1.1.Données pluviométriques :**

Les données pluviométriques sont relevées dans des stations pluviométriques réparties de façon plus ou moins homogène sur l'ensemble des sous bassins versants de la plaine de la Mitidja, (1970/75 -2009/10).

**III.1.2. Données de la profondeur du niveau statique :**

Les données de mesure relatives au réseau piézométrique de la plaine de la Mitidja sont disponibles entre (1970/80/90-2010).

Devant l'étendue de la plaine de la Mitidja et afin de couvrir toute la zone, nous avons choisi trois transects (Mitidja Ouest, Centre et Est) sur lesquels on a associé aussi bien les stations pluviométriques et les piézomètres les plus proches qui seraient représentatives.

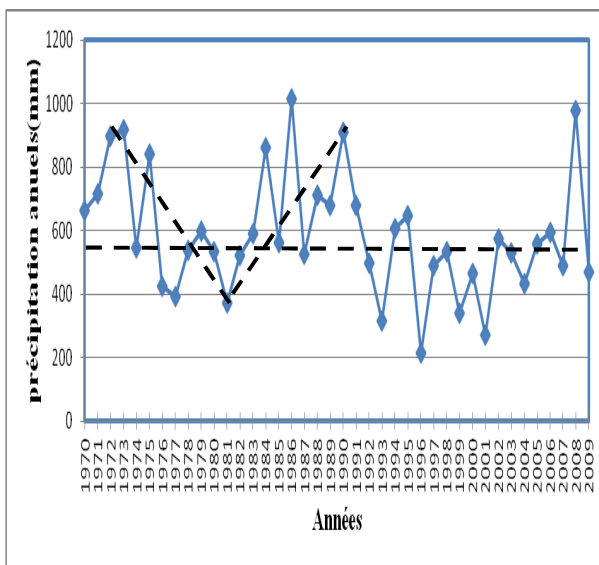
### III.2. TRANSECT N°1 (CORRESPOND A LA MITIDJA OUEST)

#### III.2.1. Analyse des tendances dans les séries pluviométriques :

Pour l’analyse les tendances dans les séries pluviométriques, nous avons étudié les variations des précipitations totales annuelles des toutes les stations pluviométriques

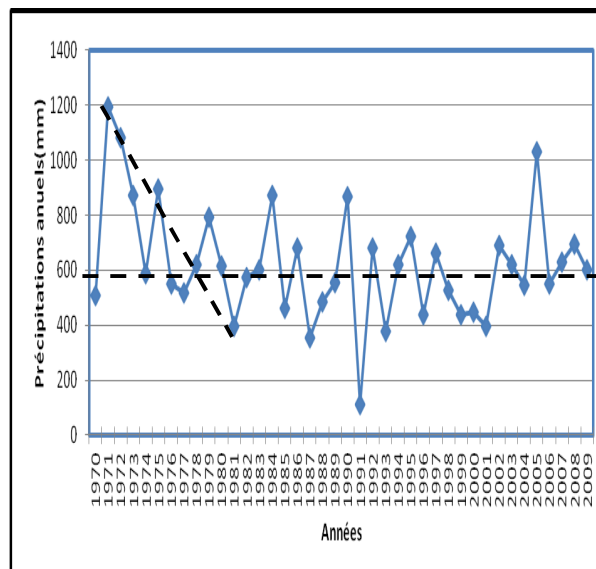
Les stations correspondants a ce transect sont : La Station d’Amr El Ain et Station d’Attatba cave.  
Les résultats sont représentés sur les figures ci après.

**Station d’Amr El Ain**



**Fig.11:** Variation des précipitations totales annuelles à la station d’Amr El Ain sur la période 1970-2009.

**Station d’Attatba Cave :**

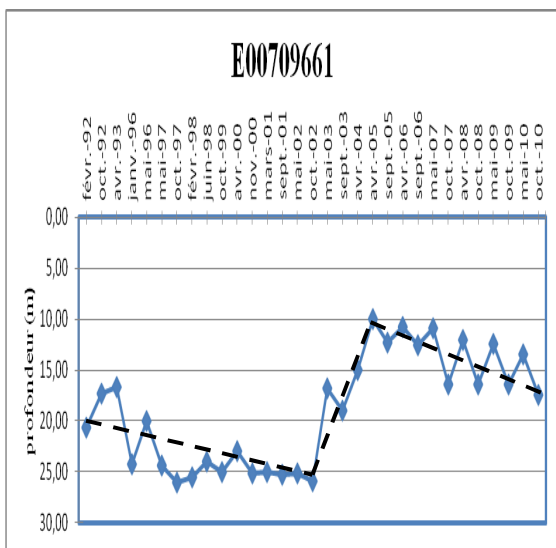


**Fig.12:** Variation des précipitations totales annuelles à la station d’Attatba Cave sur la période 1970-2009.

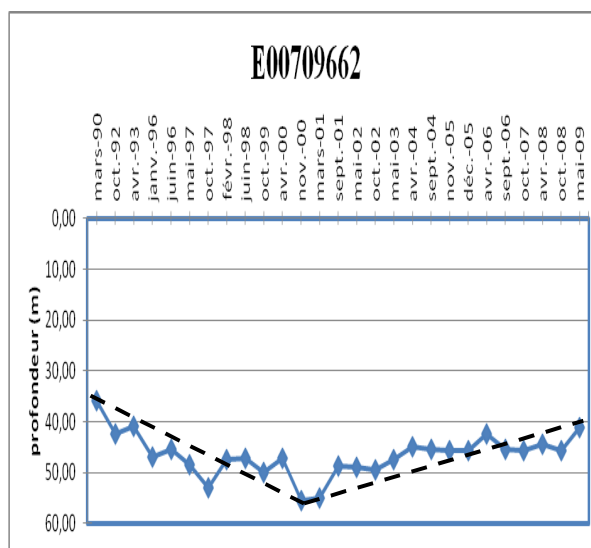
La station d’Amr El Ain montre trois tendances pluviométriques tel que : La première tendance montre une diminution de la pluviométrie sur la période (1972-1981) et une deuxième tendance montre une augmentation de la pluviométrie durant la période (1981-1990) et a partir de l’année 1990 jusqu’à 2009 nous remarquons une troisième tendance qui montre que dans cette période la variation de la pluviométrie tourne autour de la moyenne annuelle de cette station qui est de 587,92 mm. On peut en tirer comme observation : les tendances pluviométriques varient par décennie (chaque dix ans: Moyennes mobiles), Figure 11.

La station d’Attatba montre deux tendances pluviométrique tel que : la première tendance indique une diminution de la pluviométrie durant la période (1971-1981) et la deuxième tendance montre que la variation de la pluviométrie tourne autour de la moyenne annuelle de cette station qui est de 589,55 mm, Figure 12.

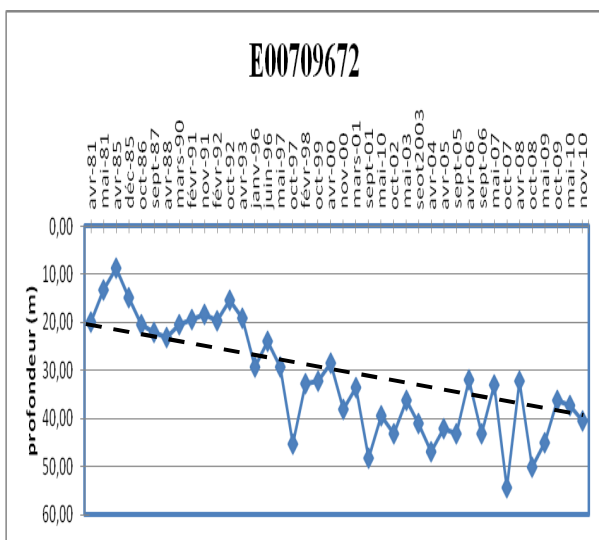
III.2.2.L'analyse de la variation de la profondeur du niveau statique de la nappe de la Mitidja (Transect N°01) :



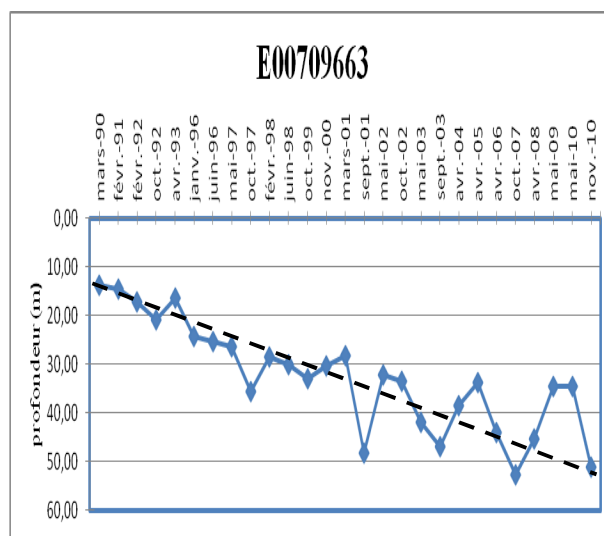
**Fig.13:** Variation de la profondeur du niveau statique point d'eau E00709661 durant la période (1992-2010).



**Fig.14:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709662 durant la période (1990-2009).



**Fig.15:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709672 durant la période (1981-2010).



**Fig.16:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709663 durant la période (1990-2010).

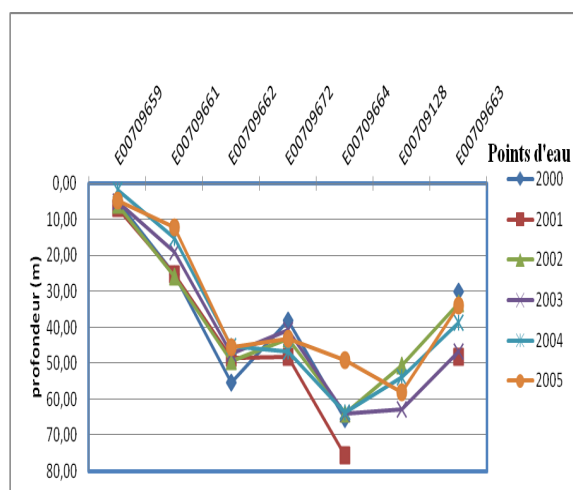


Les variations du niveau statique (profondeur) du piézomètre **E00709661** montre trois tendances : la première montre une diminution continue du niveau statique de 5 m durant la période (1992-2002), la deuxième tendance qui va de l'année 2002 à l'année 2005 montre une augmentation continue du niveau statique de 10 m, et la troisième tendance montre une diminution du niveau statique de cette piézomètre Figure13.

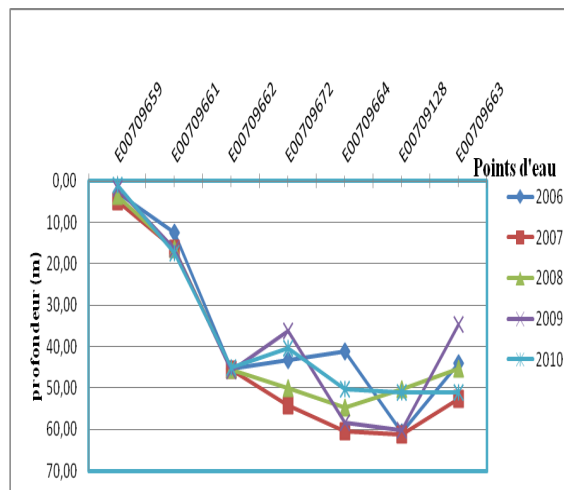
Pour le piézomètre **E00709662** on remarque par contre deux tendances : la première montre une diminution continue du niveau statique de 20 m durant la période (1990-2000), la deuxième qui va de l'année 2000 à l'année 2009 montre elle une augmentation continue du niveau statique de 10 m, Figure14.

Cette diminution du niveau statique pourrait s'expliquer d'une part par l'intense exploitation au niveau de ces piézomètres et d'autre part par la diminution de la pluviométrie.

La variation du niveau statique (profondeur) dans les piézomètres **E00709672** et **E0070963** montre une diminution continue progressive durant toute la période (1990-2010), cette diminution est de 40 m environ sur une vingtaine d'année Figure15 et Figure 16. Cette diminution du niveau statique pourrait s'expliquer d'une part par la forte exploitation de la nappe, la multiplication des forages utilisés pour l'irrigation sur cette région (Mitidja Ouest) ce qui confirmé par les données de l'ANRH, DHW, DSA, et d'autre part la comparaison avec les variations pluviométriques, Figures 11,12, montre sur la même durée une moyen inter annuel de l'ordre de 600 mm,



**Fig.17** : Variation de la profondeur du niveau statique des point d’eaux du transect N°1(Sud- Nord) durant la période (2000-2005)



**Fig.18** : Variation de la profondeur du niveau statique des points d’eaux du transect N°1(Sud- Nord) durant la période (2005-2010)

Les variations des profondeurs des piézomètres montrent une diminution N-S de niveau statique durant les dix dernières années, cette diminution s’expliquerait par trois facteurs qui sont :

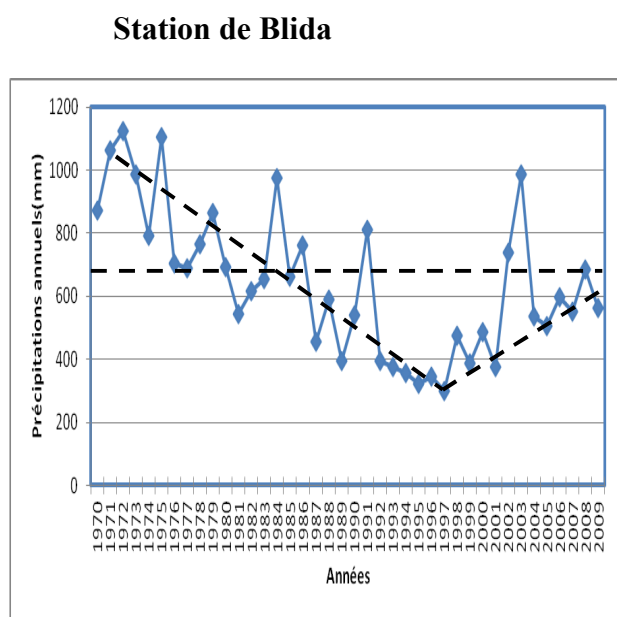
- L’écoulement naturel de la nappe qui se fait du Sud vers le Nord
- Le régime pluviométrique assez fluctuant sur certaines stations
- L’exploitation de la nappe au Nord.

### III. 3. TRANSECT N°2 : (CORRESPOND A LA MITIDJA CENTRE)

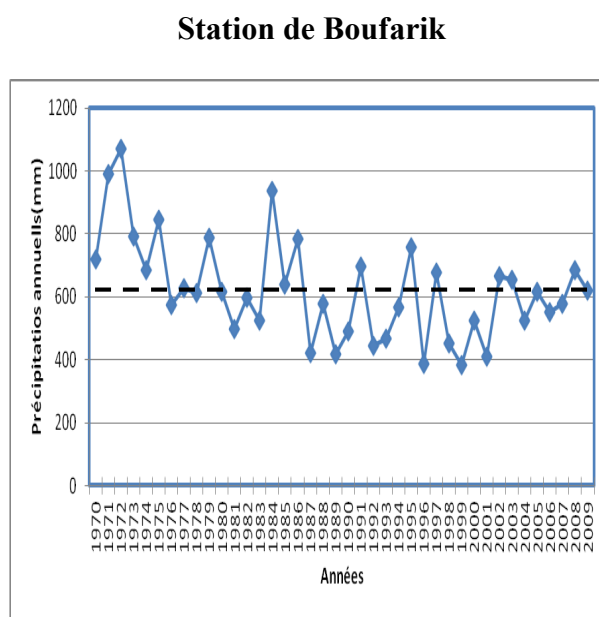
#### III.3.1. Analyse des tendances dans les séries pluviométriques :

Les stations qui correspondent ou représentent ce transect sont : **Station de Blida** et **Station de Boufarik** et **station d’El Harrach**.

Les résultats sont représentés dans les figures suivantes :



**Fig.19:** Variation des précipitations totales annuelles à la station de Blida sur la période 1970-2009.



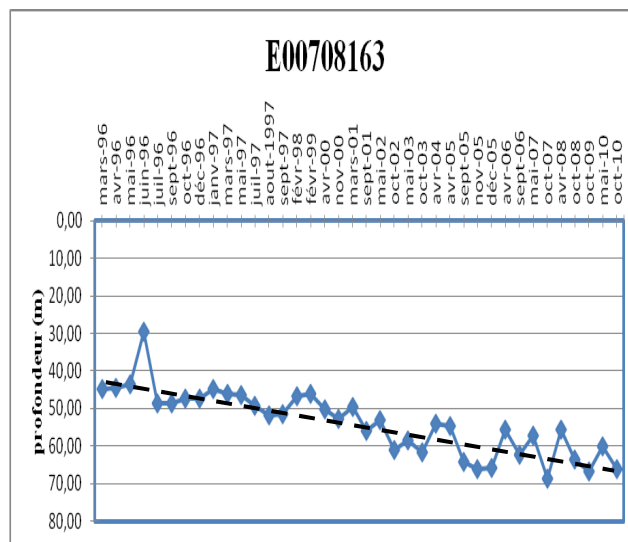
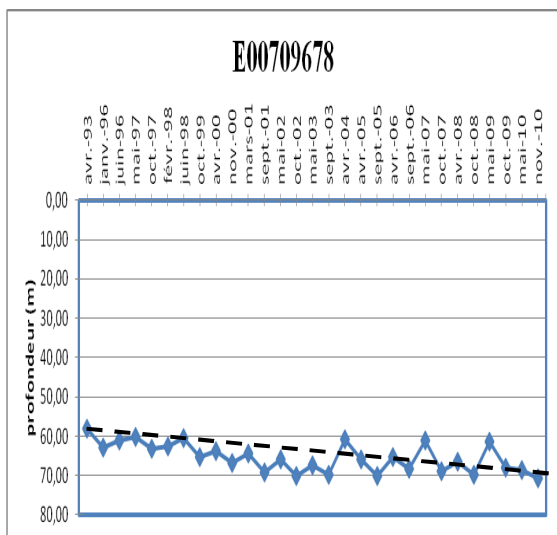
**Fig.20:** Variation des précipitations totales annuelles à la station de Boufarik sur la période 1970-2009

La variation pluviométrique dans les 02 principales stations du transect N°02 montre des tendances assez variés: Pour Blida nous assistons à une diminution durant la période (1970-1997) et la deuxième tendance qui va de l’année 1997 à l’année 2009 montre plutôt une augmentation, alors que pour la station de Boufarik la diminution est continu et progressive sur toute la durée

d'observation. La précipitation moyenne annuelle de la station de Blida sur cette période est de 627,97 mm.

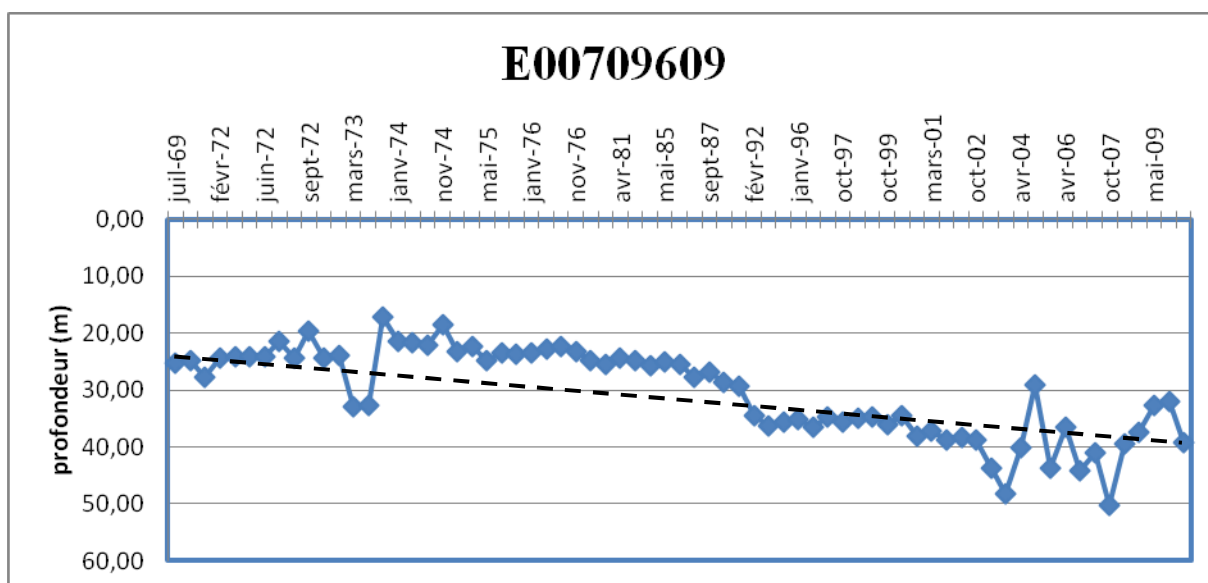
### III.3.2. L'analyse de la variation de la profondeur du niveau statique de la nappe de la Mitidja (Transect N°02) :

Les résultats sont représentés dans les figures suivantes :



**Fig.21:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E007090678 durant la période (1993-2010).

**Fig.22:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00708163 durant la période (1996-2010).



**Fig.23:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709609 durant la période (1969-2009).

La variation du niveau statique (profondeur) dans les piézomètres **E00709678** et **E00708163** montre une diminution continue progressive durant toute la période (1990-2010), cette diminution est de 20 m environ sur une vingtaine d'année Figure21 et Figure 22.

La variation du niveau statique (profondeur) dans le piézomètre **E00709609** montre une diminution continue progressive durant toute la période (1969-2009), cette diminution est de 20 m environ sur une quarantaine d'année. Figure23.

#### **REMARQUE :**

Ce piézomètre explique bien la relation pluviométrie - niveau piézométrique de la nappe du quaternaire de la Mitidja sur une longue période (1969-2009).

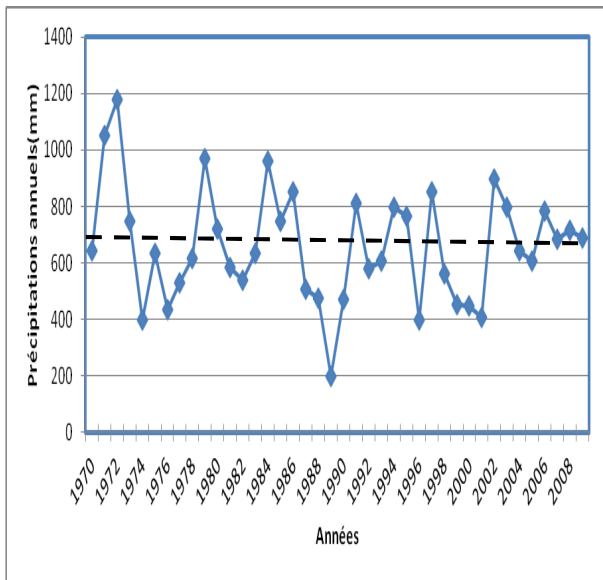
Cette diminution du niveau statique pourrait s'expliquer d'une part par la forte exploitation de la nappe, la multiplication des forages utilisés pour l'irrigation sur cette région (Mitidja Centre), et d'autre part la comparaison avec les variations pluviométriques, figures 17, 18, 19, montre sur la même durée un moyen inter annuel de l'ordre de 600 mm,

**III.4. TRANSECT N°3 : (CORRESPOND A LA MITIDJA EST)**

**III.4. 1. Analyse des tendances dans les séries pluviométriques :**

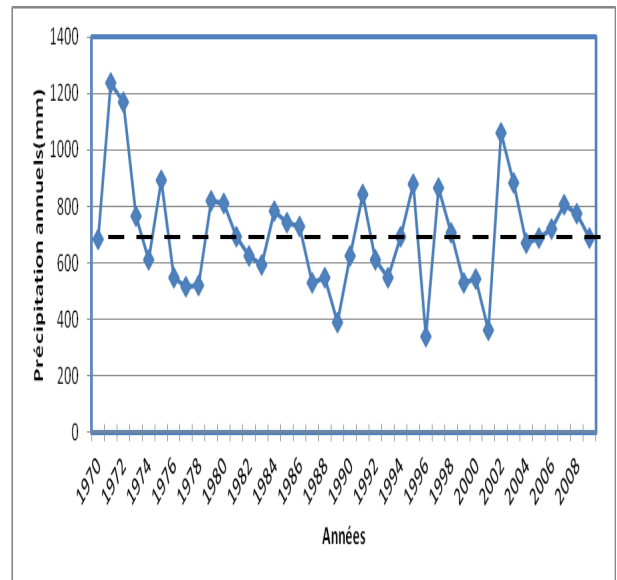
Les stations correspondants a ce transect sont : La Station de l'Arbaa et Station de Hamiz, et station de Reghaia. Les résultats sont représentés sur les figures ci après.

**Station de L'Arbaa**



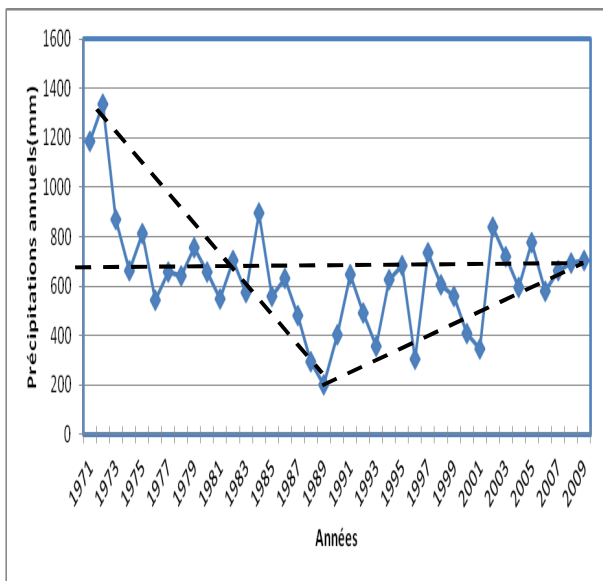
**Fig.24 :** Variation des précipitations totales annuelles à la station de L'Arbaa sur la période 1970-2009.

**Station de hamiz**



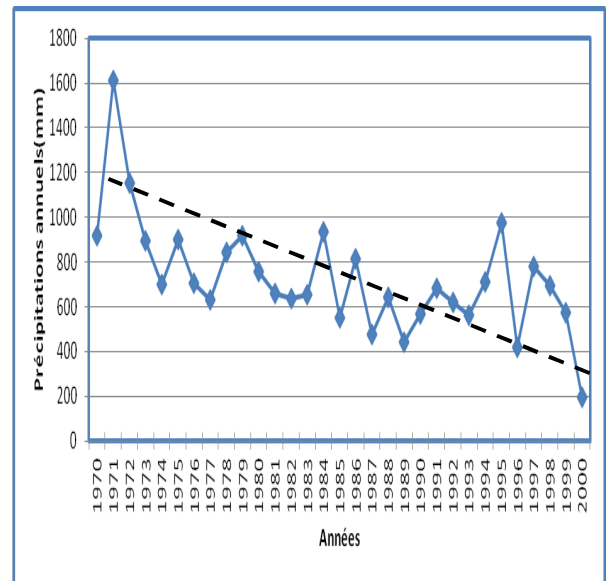
**Fig.25:** Variation des précipitations totales annuelles à la station de Hamiz sur la période 1970-2009.

**Station de Reghaia :**



**Fig.26:** Variation des précipitations totales annuelles à la station de Reghaia sur la période 1971-2009.

**Station de B M Rais:**

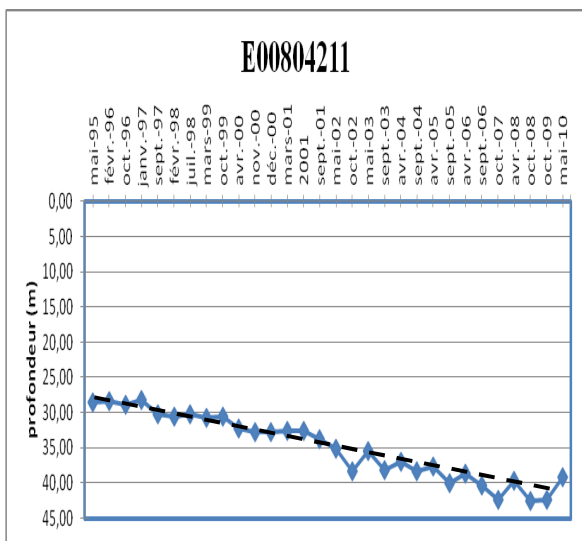


**Fig.27:** Variation des précipitations totales annuelles à la station de B M Rais sur la période 1970-2000.

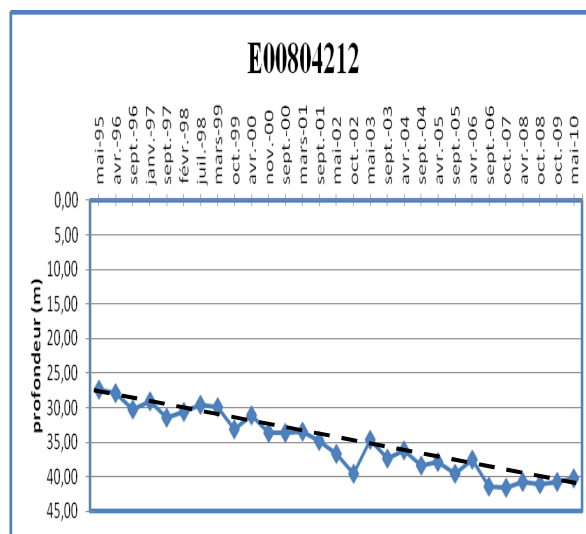
La variation pluviométrique dans les 04 principales stations du transect N°02 montre des tendances assez variés: Pour l’Arbaa et Hamiz nous assistons à une diminution de la pluviométrie qui tourne autour de la moyenne annuelle à ces stations sur la période (1970-2009), qui sont de 701,29 mm et 659,55 mm, Figure 24 et Figure 25, alors que pour la station de B M Rais la diminution est continu et progressive sur toute la durée d'observation, par contre la station de Reghaia montre deux tendances : la première montre une diminution de la pluviométrie durant la période (1970-1989) et la deuxième tendance qui va de l’année 1989 à l’année 2009 montre plutôt une augmentation, Figure 26

### III.4.2.L’analyse de la variation de la profondeur du niveau statique de la nappe de la Mitidja (Transect N°03) :

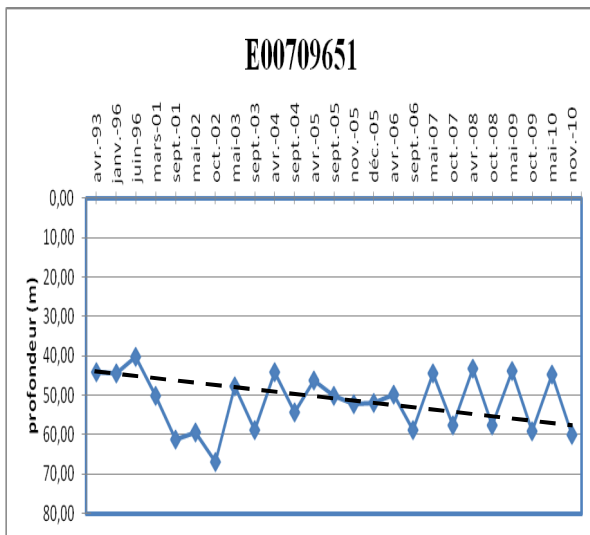
Les résultats sont représentés dans les figures suivantes :



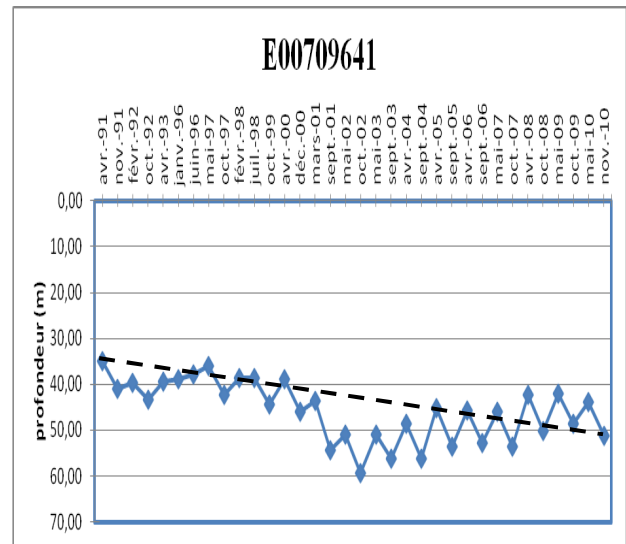
**Fig.28:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00804211 durant la période (1995-2010).



**Fig.29:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d’eau E00804212 durant la période (1995-2010).



**Fig.30:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E009651 durant la période (1993-2010).



**Fig.31:** Variation de la profondeur du niveau statique du point d'eau E00709641 durant la période (1991-2010).

La variation du niveau statique (profondeur) dans l'ensemble des piézomètres de transect N°3 montre une diminution continue progressive durant toute la période (1990-2010), cette diminution est de 20 m environ sur une vingtaine d'année Figure 28, Figure 29, Figure 30 et Figure 31. Cette diminution du niveau statique pourrait s'expliquer d'une part par la forte exploitation de la nappe, la multiplication des forages utilisés pour l'irrigation sur cette région (Mitidja Est), et d'autre part la comparaison avec les variations pluviométriques, figures 24, Figure25, Figure 27, montre sur la même durée une moyenne inter annuel de l'ordre de 600 mm.

### III.5.Impact sur les ressources en eau de la Mitidja

La plupart des recherches sur les effets que peuvent avoir les changements climatiques sur le cycle hydrologique sont axées sur la prévision des effets potentiels sur les eaux de surface, et spécifiquement sur les liens existant entre le ruissellement des glaciers et le débit des cours d'eau (p. ex., Whitfield et Taylor, 1998; Leith et Whitfield, 1998). Peu de recherches ont été menées pour déterminer la vulnérabilité des aquifères au changement des variables clés du changement climatique, des précipitations et de la température. À l'échelle internationale, seules quelques études ont été mentionnées dans la littérature sur les effets des changements climatiques (fondés sur des scénarios de prévision) sur les ressources en eaux souterraines (p. ex., Vaccaro 1992; Rosenberg et al., 1999; McLaren et Sudicky, 1993). L'alimentation des aquifères et les niveaux des eaux souterraines agissent l'un sur l'autre et dépendent du climat ainsi que de l'utilisation des eaux souterraines

La variabilité et le changement climatiques se répercutent sur l'alimentation et le débit de l'aquifère de la Mitidja et, par conséquent, sur leur réserve globale en eaux souterraine. À long terme, et en l'absence de changements importants aux bilans annuels dus, par exemple, au pompage de ces eaux souterraines, le bilan hydrique de l'aquifère est généralement dans un état d'équilibre dynamique. Cela signifie que le climat varie de façon cyclique et agit sur les niveaux d'eau, mais qu'à long terme, l'aquifère maintient un état d'équilibre dynamique. La variabilité à court terme (ou à moyen terme) apparaît dans les hydrogrammes comme une variation cyclique. Les tendances à long terme dans les hydrogrammes qui se superposent aux variations de haute fréquence reflètent des changements dans les réserves d'eaux souterraines de la nappe qui peuvent résulter d'une surexploitation (pompage excessif) ou d'un changement climatique. Lorsque de l'eau est extraite d'une réserve souterraine, les niveaux d'eau dans l'aquifère chutent, et lorsque la réserve est alimentée, les niveaux d'eau montent.

#### **III.6.Risques de la surexploitation de la nappe :**

- Baisse continue du niveau de la nappe
- Recours à l'approfondissement des puits et la réalisation de nouveaux forages
- Surcoût de pompage et augmentation des prix de production
- Diminution de la rentabilité agricole





**CONCLUSION GÉNÉRALE :**

Cette étude a permis à partir de l'étude et la compilation des données pluviométrique de 08 stations pluviométriques réparties uniformément sur la plaine de la Mitidja et du réseau piézométrique de suivi de la nappe du quaternaire réparties selon trois transect représentatifs de mettre en évidence les principaux traits suivants:

Etude de la variabilité spatio-temporelle au niveau de la plaine de la Mitidja. Ainsi, cette variabilité de la Pluie au cours des décennies 1970-1980, 1981-1990 et 1991-2000, fortement influencée par les sécheresses des années 1969 et 1982, reflète la grande hétérogénéité dans la distribution temporelle des pluies au cours de cette période.

Etude de Leur impact sur la nappe de la quaternaire de la Mitidja tel que les principales ruptures pluviométriques (périodes de sécheresse) durant la période 1970-2010 provoquent effectivement une baisse du niveau de la nappe avec comme conséquences des pénuries d'eau. Malgré cette baisse pluviométrique observée, il a été identifié au niveau de certains forages une remontée du niveau de la nappe.

L'étude des variations pluviométriques et leur relations avec les fluctuations des niveaux piézométriques à l'échelle de la Mitidja ne permettent pas d'avancer que ces variations rentrent dans le contexte du changement du climat et cela par manque de longues séries d'observations d'une part et par manque de pouvoir intégrer ça à l'échelle régionale (Afrique du nord par exemple).

La principale difficulté observée lors de cette étude est l'absence des données. C'est pourquoi, l'une des perspectives de cette étude est de procéder à une implantation des stations de mesures de paramètres hydroclimatiques pour un suivi régulier des différentes fluctuations, et pour procéder à une modélisation des données afin de mieux caractériser la relation pluie-Nappe.

**Références bibliographiques :**

**ANRH, 2010 : Rapport interne des missions de terrain des compagnes de prélèvement [2002-2010] .**

**BRICQUET J.P., BAMBA F., MAHE G., TOURE M. et OLIVRY J.C. (1997).** Variabilité des ressources en eau de l’Afrique Atlantique. *Journal des sciences hydrologiques*, n°16, pp 83-95.

**DALILA.M 2009.** «synthèse hydrogéologique, Modélisation de la nappe de la Mitidja Est », Mémoire d’ingénieur.

• **Ecrement, Y., Seghir, B. 1971 :** Etude agro pédologique de la plaine de la Mitidja. Rapport ANRH.

• **Glangaud, L. 1932 :** Etude géologique de la région littorale de la province d’Alger .Bull. Serv . Cartes. Géol. Algérie.

• **Glangaud, L. 1952 :** histoire géologique de la province d’Alger, IV congrès géologique international . monographie région d’Alger. vulnérabilité des nappes souterraines. Mem. Ingénieur. Univ. Ech Chlef .

• **HUBERT P., SERVAT E., PATUREL J. E., KOUAME B., BENDJOUDI H., CARBONNEL J. P., LUBES-NIEL H. (1998).** La procédure de segmentation, dix ans après. *Publication IAHS*, n°250, pp.267-273.

• **KHALDI.A.2005.** « Impacts de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaires de l’Ouest Algérien " Monts de Tlemcen - Saida».Mémoire de Doctorat.

• **Leith, R.M.M. et P.H. Whitfield. 1998.** « Evidence of climate change effects on the hydrology of streams in south-central British Columbia ». *Can. Water Resour. J.* 23(3): 219-230.

• **MAHE G. et OLIVRY J.C. (1995).** Variations des précipitations et des écoulements en Afrique de l’Ouest et centrale de 1951 à 1989. *Bulletin sécheresse*, vol. 6, n° 1, pp. 109-170.

• **McLaren, R.G. et E.A. Sudicky. 1993.** « The impact of climate change in groundwater. Impacts of climatic change on water in the Grand River basin Ontario ». Université de Waterloo, « Department of Geography Publications series », vol. 40.

• **Rosenberg, N.J., D.J. Epstein, D. Wang, L. Vail, R. Srinivasan et J.G. Arnold. 1999.** « Possible impacts of global warming on the hydrology of the Ogallala aquifer region ». *Climatic Change* 42: 677-692.

- **SERVAT E., PATUREL J.-E., LUBES-NIEL H., KOUAME B., MASSON J.M., TRAVAGLIO M. et MARIEU B. (1999).** De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et centrale non sahélienne. *Revue des sciences de l'eau*, vol.12, n°2, pp.363-387.
- **Vaccaro, J.J. 1992.** « Sensitivity of groundwater recharge estimates to climate variability and change, Columbia Plateau, Washington ». *Dans* Lettenmaier, D.P. et D. Rind (s. la dir. de), « Hydrological aspects of global climate change ». *J. Geophys. Res. D Atmospheres* 97(3): 2821-2833.
- **Whitfield, P.H. et E. Taylor. 1998.** « Apparent recent changes in hydrology and climate of coastal British Columbia », p. 22-29. *Dans* « Mountains to sea: human interaction with the hydrologic cycle, Proc. Canadian Water Resources Association 51st Annual Conference », Victoria, C.-B.