



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–  
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie  
Département Nutrition et Technologie Agro Alimentaire

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Hydrogéologie

Présenté par :

Benaboucha Khaldia  
Chaker Fatima-Zohra  
Daham Intissar

*Thème*

***Contribution à la gestion des ressources en  
eau dans la wilaya de Mostaganem***

Soutenu publiquement le : 26/09/2021

**Jury:**

**Grade**

**Président:** Mme .Zerkaoui L

MCB

**Encadrant:** M .Sabboua T

MAA

**Examineur 1:** .M .Mouchara N

MAA

Année universitaire 2020-2021

## **Remerciment**

*Nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage ainsi les connaissances pour pouvoir terminer nos études.*

*Au terme de ce travail, ils nous en est particulièrement agréable de remercier toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation et à son aboutissement .*

*Nous voudrions remercier Monsieur le professeur SEBOUA Toufik pour avoir orienté, dirigé et encouragé notre travail Pour la confiance qu'il nous a accordé. Tout au long de notre recherches ce qui nous a bénéficié de ces conseils fructueux, des idées suscitant toujours la réflexion . « MERCI POUR TOUT ».*

*Je remercie également :*

- *Mme Zerkaoui L; pour avoir accepté de juger ce travail ;*
- *Mr. MOUCHARA N ; pour avoir accepté de juger ce travail;*
- Ma reconnaissance va également :*
  - *aux personnels de la direction de l'hydraulique de Mostaganem en particulier Mr Nacer BADRA et Mr Benani rahimahou allah pour avoir mis à ma disposition toutes l'information existantes.*
  - *aux personnels de l'office national de météorologie en particulier Mr DJILALI benhammou pour la mise à ma disposition toutes les données climatiques.*
  - *aux personnels d'ALGÉRIENNE des eaux des eaux Algérienne des EAUX pour nous aider*
  - *aux personnels de la bibliothèque de l'université de Mostaganem-*
  - *Mes remerciements vont aussi à tout le corps enseignant de la faculté des sciences de la terre de l'université Ibn Khaldoun.*





## *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire puisse dieu vous donne santé,  
bonheur, courage et surtout réussite.*

*A mes chers parents ma mère et mon père*

*(Rahimaho Allah) pour leur patience, leur amour, leur  
soutient et leurs encouragements.*

*A mes amies et mes camarades.*

*Nous oublie tout les professeurs ceux qu'ont accepté  
notre parcours universitaires*

*Khaldia*



## *Dédicas*

*Tout d'abord je dédie ce modeste travail à mes parents où tous les mots restent faibles pour exprimer ma profonde reconnaissance pour leur soutien et l'aide indéniable prodigués durant mes années d'études. Sans oublier mes frères et sœurs chacun par son nom...*

*A mes amies et mes camarades et surtout mes copines Fatmi Bakheta et Allaoui fatima*

*A tout les membres de la famille chaker et HIDRA*

*Sans oublier tout les professeures que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

*Fatima*



## *Dedicaces*

*Je dédie ce mémoire  
Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage  
etsurtout réussite.*

*A mes chers parents ma mère et mon père  
Pour leur patience, leur amour, leur soutien et  
leurresencouragements.*

*A mes soeurs, soumia et nesserine*

*A mes amies et mes camarades de promos*

*Si les mots de remerciement en aident*

*Beaucoup, ils ne m'aideront pas à décrire vos  
nobles attitudes, mon ami bouadou mohamed*

*Abdenour*

*Sans oublier tout les professeures que ce soit du  
Primaire, du moyen, du secondaire ou de  
L'enseignement supérieur.*

*Intissar*

*Sommaire*

---

---

*Contribution à la gestion des ressources en eau dans la  
wilaya de Mostaganem*

## Sommaire

Remercîment

Dédicaces

Liste des Tableaux

Listes des Figures

Introductions Générale ..... 1

### *Chapitre I : Cadre physique*

I .1.Introduction.....	3
I.2.Présentation de la wilaya de Mostaganem.....	3
I.3.Géomorphologie.....	4
a) Le cordon littoral.....	4
b) Les Monts de Dahra.....	4
c) Les collines sublittorales.....	4
d) Le plateau de Mostaganem.....	5
e) La vallée du Chélif.....	6
f) La plaine des Bordjias.....	6
I.4.Secteur socio-économique.....	7
I .5.L'hydrographie.....	9
I.6. Conclusion.....	10

### *Chapitre II : Aperçu géologique*

II .1 . Introduction.....	11
II .2.Stratigraphie.....	11
II.2.1. Le diapyrisme.....	11
II.2.2. Les nappes de charriage.....	11
II.3. Les formations autochtones.....	12
II.3.1.Le Crétacé.....	12
II.3.2.L'Eocène.....	13
II.3.3.Le Miocène.....	13
II.3.4.Le Pliocène.....	14
II.3.5.Quaternaire.....	14
II.4.Plaine de Borjias.....	16
II.4.1.Cadre géologique.....	16
II.4.1.1.Trias.....	16

II.4.1.2.Miocène supérieur .....	17
II.4.1.3Pliocène .....	17
II.4.1.4Quaternaire .....	18
II.5.Tectonique .....	19
II.6.Conclusion .....	20

### ***Chapitre III : Etude hydro climatologique***

III .1.Introduction .....	22
III.2. Caractéristiques de la station de référence .....	22
III.3. Les facteurs climatiques .....	22
III .3.1. Analyse des précipitations.....	22
III .3.1.1. Les précipitations moyennes mensuelles .....	22
III .3.1.2. Variations moyennes saisonnières des précipitations .....	23
III .3.1.3.Les précipitations moyennes interannuelles et le coefficient pluviométrique CP25	
a) Coefficient pluviométrique (Cp) .....	25
III .3.2. Les Températures .....	27
III .3.2.1 Températures moyennes mensuelles .....	27
III.3.3.Détermination de l'humidité du sol (méthode d'Euverte) .....	27
III .3.4. Classification du climat de la région .....	28
III .3.4.1. Diagramme Ombro-Thermique de GAUSSEN.....	28
III.3.5.Détermination d'Indices climatique .....	30
III.3.5.1 Indice d'aridité de MARTONNE.....	30
III.3.5.2. Méthode d'EMBERGER.....	31
III.4.Bilan hydrique .....	33
III.4.1 : Estimation des paramètres du bilan.....	33
III.4.1.1 Evapotranspiration .....	33
III.4.1.1.1. L'évapotranspiration potentielle (E.T.P).....	33
III.4.1.1.2. L'évapotranspiration Réelle (E.T.R).....	34
III.5.Conclusion.....	39

### ***Chapitre IV : Aperçu hydrogéologique***

IV.1.INTRODUCTION .....	40
IV .2.Nappe du plateau de Mostaganem .....	41
IV.2.1. Réservoir .....	41
IV.2.2. Alimentation de la nappe .....	42

IV.2.3. Piézométrie et sens d'écoulement .....	42
IV.2.4. Forages du plateau de Mostaganem .....	44
IV.3. Plaine de bordjias .....	45
IV.3.1. Le reservoir .....	45
A) Nappe libre des niveaux détritiques du quaternaire.....	46
B) Nappe captive des grès du Calabrien .....	46
C) Nappe captive des grès de l'Astien .....	46
IV.3.2. Piézomètres et résurgences .....	47
IV.4. Synclinal de bouguirat .....	47
IV.4.1. Le réservoir .....	47
IV.4.2. Bilan et ressources disponibles .....	48
IV.4.3. Forages, piézomètres et résurgences .....	48
IV.5. Plateau d'achaacha.....	48
IV.5.1. Le réservoir .....	48
IV.5.2. Bilan et ressources disponibles .....	49
IV.6. Plateau chouachi .....	49
IV.6.1. Le réservoir .....	49
IV.6.2. Bilan et ressources disponibles .....	49
IV.7. Plaine alluviale de l'oued Chéelif aval .....	50
IV.7.1. Le réservoir .....	50
IV.7.2. Bilan et ressources disponibles .....	50
IV.8. La nappe côtière de Mostaganem.....	50
IV.9. Conclusion .....	51

### ***Chapitre V: Hydrochimie***

V.1. Introduction .....	52
V.1. Mesure des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques .....	52
V.1.1. Caractéristiques physiques .....	52
V.1.2. Caractéristiques chimiques.....	52
V.1.3. Caractéristiques bactériologiques.....	53
V.2. Résultats et interprétation des analyses physico-chimiques et bactériologiques .....	53
V.2.1. Paramètres physico-chimiques .....	53
V.3. Eaux des forages.....	56
V.3.1. Forage Kaouara et EURL Groupe Lazreg: (Plaine Bordjias) .....	56
V.3.2. Forage Ennaro et EannaroF14 .....	57

V.3.3. Forage Guenainia .....	57
V.4.Eaux des sources .....	57
V.4.1.Source Ain Soltane.....	57
V.4.2.Sources gala Sidi Abdelkader (Achaacha), Souce de sidi Lakhdar ben Khlouf (Sidi Lakhdar), Source Moilins Bigour et Sidi Yakoub (Mostaganem) .....	58
V.5.Normes et qualités des eaux	59
V.5.1 Les Cations	59
a)Le Calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ).....	59
b) Le Magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ) .....	59
c)Le sodium ( $\text{Na}^{+}$ ).....	60
d) Le potassium ( $\text{K}^{+}$ ) .....	61
V.5.2. Les Anions.....	62
a)Les Chlorures ( $\text{Cl}^{-}$ ).....	63
b) Les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^{-}$ ) .....	63
c)Les Sulfates ( $\text{SO}_4^{-}$ ) .....	64
V.6.Paramètres physiques .....	65
V.6.1.Potentiel d'Hydrogène (pH) .....	65
V.6.2. Conductivité électrique.....	65
V.6.3. Température.....	65
V.7. Paramètres bactériologiques.....	66
V.8.Conclusion.....	67

### *Chapitre VI: La gestion des ressources en eau*

VI.1. Introduction.....	68
VI .2. Mobilisation des ressources en eau à Mostaganem .....	69
VI .2.1.Ressources conventionnelles (Ressources superficielles).....	69
a)Barrages.....	69
b) Retenues collinaires et petits Barrages .....	70
VI.2.2. Les eaux souterraines .....	71
VI.3. Les ressources non conventionnelles .....	72
VI.3.1. Station de dessalement de Mostaganem.....	72
VI.3.2. Réutilisation des eaux usées épurées .....	72
VI.4.Capacité de mobilisation des ressources en eau à Mostaganem .....	73
VI.5. Ressources superficielles .....	76
VI.6.Besoin et demande en eau dans la willaya de Mostaganem .....	76

VI .6.1.Population .....	76
A) Recensement 2008 .....	76
B) Taux d'accroissement.....	77
C) Evolution de la population .....	77
VI .7. Evolution de la dotation domestique.....	78
VI.8. Evolution des besoins en eau de la Wilaya .....	79
VI.9. Demande en eau .....	79
VI .9.1.Rendements réseaux.....	79
VI.9.2. Rendement de distribution .....	80
VI.9.3. Rendement d'adduction – traitement .....	80
VI.10.Evolution de la demande en eau de la Wilaya .....	81
. VI.10.1. Production actuelle.....	81
VI.11. Comparaison (besoins – productions).....	82
VI.11.1 Déficit pour une journée moyenne.....	82
VI.12.Gestion de l'eau en agriculture .....	82
VI .12.1. Potentiel agricole et irrigation.....	84
VI .12.2.Petite et Moyenne Hydraulique.....	84
VI .13.Résultats de l'enquête de terrain .....	86
VI.13.1. Zones irrigables.....	86
VI .13.2.Inventaire des points d'eau .....	86
A) Les ouvrages de prélèvement d'eau.....	86
B)Les superficies irriguées et les besoins des ressources en eau .....	87
VI.14. Gestion de l'eau en l industrie.....	89
VI.15. Les besoins futurs en eau .....	90
VI.16. Proposition de scenarios de mobilisation des ressources de la wilaya .....	91
VI.16.1. Proposition de mobilisation des ressources pour la Partie nord de la wilaya.....	91
a)Station de dessalement de Mostaganem.....	91
b)Nouvelle station de traitement Kramis 2 .....	91
VI .16.2. Proposition de mobilisation des ressources pour la Partie sud de la wilaya .....	92
a)Station de traitement Sidi Laadjel .....	92
VI .17. Conclusion .....	93
Conclusion Générale .....	95
Références Bibliographiques .....	

## **Listes des Tableaux**

### ***Chapitre I :Cadre physique***

Tableau N°01 : Répartition générale des terres.....	8
---	---

#### Chapitre II : Aperçu géologique

#### Chapitre III : Etude hydroclimatologique

Tableau N°02Présentation des stations pluviométriques .....	22
Tableau N°03 Présentation des précipitations moyennes mensuelles.....	23
Tableau N°04 Précipitation saisonnières moyennes .....	24
Tableau N°05 Coefficients pluviométriques de la station de Mostaganem (2001-2020) ..	25
Tableau N°06 Les températures moyennes mensuelles de la station de Mostaganem (2001-2020).....	27
Tableau N°07 Le rapport (P/T) de l'humidité du sol .....	28
Tableau N°08 Valeurs du rapport P/T (station de Mostaganem) (2001/2020) .....	28
Tableau N°09 températures et précipitations moyennes mensuelles période (2001 – 2020) .....	29
Tableau N°10 Quotient pluviométrique et étage bioclimatique (Bellarouci,1991 in kired,2006). .....	32
Tableau N°11 Résultats de l'ETP obtenus par la formule de «C.W.Thornthwaite» de la station de Mostaganem(2001-2020) .....	34
Tableau N°12 Tableau récapitulatif des paramètres du bilan hydrologique de la station de Mostaganem (2001-2020) .....	36
Tableau N°13 Bilan Hydrique de Thorntwaite de la station de Mostaganem.....	37

### ***Chapitre IV:Aperçu hydrogéologique***

### ***Chapitre V: Hydrochimie***

Tableau N°14caractéristiques physico-chimique (mg /l).....	54
Tableau N°15 Répartition des faciès chimiques dans la nappe du plateau .....	58
Tableau N°16 qualité d'eau selon la concentration de sodium .....	60
Tableau N°17 qualité d'eau selon la concentration de potassium.....	61
Tableau N°18 qualité d'eau selon la concentration de bicarbonate .....	63
Tableau N°19 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau.....	66
Tableau N°20 Résultats de l'analyse bactériologique.....	66

### ***Chapitre VI:La gestion des ressources en eau***

Tableau N°21 Barrages en exploitation de la wilaya de Mostaganem.....	69
---	----

Tableau N°22Etat des retenues collinaires et petits barrages.....	71
Tableau N°23Les ressources souterraines de la wilaya de Mostaganem (services de l'hydraulique 2017/2018).....	72
Tableau N°24 Total des ressources en eau de souterraines à Mostaganem (services de l'hydraulique 2017/2018).....	72
Tableau N°25Etat des stations de traitement et d'épuration des eaux usées dans la wilaya de Mostaganem .....	73
Tableau N°26 Ressources souterraines destinées pour l'AEP .....	75
Tableau N°27Ressources superficielles dans la wilaya .....	76
Tableau N° 28Evolution de la population de Mostaganem (RGPH : 1987, 1998 et 2008)	76
Tableau N°29Taux d'accroissement entre 2008 et 2030 pour la wilaya de Mostaganem ..	77
Tableau N°30 Evolution de la population de la Wilaya de Mostaganem entre 2008 et 2047	77
Tableau N°31Evolution de la dotation unitaire domestique et autres usages assimilés en l/j/hab.....	78
Tableau N°32 Evolution des besoins en eau de la Wilaya de Mostaganem .....	79
Tableau N°33Evolution du rendement de distribution.....	80
Tableau N°34 Demande en eau total de la wilaya jusqu'à l'horizon 2045.....	81
Tableau N°35récapitulatif de la production actuelle en eau potable.....	82
Tableau N°36 Evolution du Déficit journée moyenne de la Wilaya en m3/jour entre 2016/2045.....	82
Tableau N°37répartition des superficies irriguées par différentes types des ressources en eau .....	83
Tableau N°38 Les superficies des grands périmètres irriguées dans la wilaya de Mostaganem .....	84
Tableau N°39La Petite et Moyenne Hydraulique de la wilaya de Mostaganem .....	85
Tableau N°40 Inventaire des zones géographiques d'irrigation individuel le parrégion agricole	86
Tableau N°41Nombre de points de prélèvement d'eau .....	86
Tableau N°42Superficies irriguées et les besoins en eau moyens .....	87
Tableau N°43 Les besoins futurs en eau agriculteur.....	88
Tableau N°44Volumes extraits de l'aquifère du plateau .....	89
Tableau N°45Les besoins futurs en eau industrielle durant (2018-2050).....	90

## *Listes Des Figures*

### *Chapitre I :Cadre physique*

Figure N°01 Situation géographique de la wilaya de Mostaganem .....	3
Figure N°02 Unités physiques de la région d'étude.....	6
Figure N°03 Régions agricoles de la wilaya de Mostaganem.....	7

### *Chapitre II : Aperçu géologique*

Figure N°04 Assemblage des cartes géologiques au 1/50.000 de la wilaya de Mostaganem .....	11
Figure N°05 Carte géologique du plateau de Mostaganem, échelle : 1/200 000, carte modifiée à partir de la carte de C.G.G. (1959). .....	16
Figure N°06 Découpage lithostratigraphiques des séries géologique de Plaine de Borjias (perrondon 1957) .....	19

### *Chapitre III : Etude hydroclimatologique*

Figure N°07 Histogrammes de Variations moyennes mensuelles des précipitations de la station de Mostaganem (2001-2020).....	23
Figure N°08 Précipitations moyennes saisonnières de la station de Mostaganem (2001-2020) .....	24
Figure N°09 courbe de l'évolution annuelle des Coefficients pluviométriques de la station de Mostaganem (2001-2020) .....	26
Figure N°10 courbe de l'évolution annuelle des précipitations dans la station de Mostaganem (2001/2020). .....	26
Figure N°11 courbe des Variations des températures moyennes mensuelles de la période (2001-2020) de la station de Mostaganem .....	27
Figure N°12 Courbe Ombro-thermique de la station de Mostaganem (2001-2020).....	29
Figure N°13 Abaque de l'indice d'aridité annuel de Martonne(station de Mostaganem). ..	31
Figure N°14 la station de Mostaganem dans le climato-gramme d'EMBERGER .....	32
Figure N°15 Représentation graphique du bilan hydrique de C.W.Thornthwaite de la station de Mostaganem (2001 /2020) .....	38

### *Chapitre IV: Aperçu hydrogéologique*

Figure N°16 Unités hydrogéologiques de la wilaya de Mostaganem .....	40
Figure N°17 Stratigraphie des horizons – Perméabilités associées (GAUCHEZ, 1981)....	41

Figure N°18 Carte piézométrique de la région de Mostaganem (Juin 2010)d’après A. BAICHE .....	44
---	----

### ***Chapitre V: Hydrochimie***

Figure N°19Diagramme de Piper : facies type chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique et Facies chloruré et sulfaté calcique et magnésien. ....	55
Figure N°20Représentation Schöeller Berkaloff du facies type chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique et Facies chloruré et sulfaté calcique et magnésie .....	56
Figure N°21: carte des faciès chimiques des eaux souterraines de la nappe du calabrien du plateau de Mostaganem .....	58
Figure N°22 Répartition des teneurs en calcium.....	59
Figure N°23 Répartition des teneurs en magnésium.....	60
Figure N°24Répartition des teneurs en sodium.....	61
Figure N°25Répartition des teneurs en potassium .....	62
Figure N°26 Répartition des teneurs en chlorure .....	63
Figure N°27 Répartition des teneurs en bicarbonates .....	64
Figure N°28 Répartition des teneurs en sulfates .....	64
Figure N°29streptocoques fécaux / 100 ml .....	67

### ***Chapitre VI:La gestion des ressources en eau***

Figure N°30 Les trois piliers du développement durable.....	68
Figure N°31localisation des barrages.....	70
Figure N°32Evolution de la population de la Wilaya de Mostaganem entre 2008 et 2045	78
Figure N°33Evolution des besoins en eau de la Wilaya de Mostaganem entre 2016 et 2045	79
Figure N°34Evolution de la demande en eau de la Wilaya de Mostaganem .....	79
Figure N°35Les superficies irriguées par différents types des ressources en eau.....	81
Figure N°36Volumes extraits de l’aquifère(2015-2018) .....	84
Figure N°37Les besoins futurs en eau industrielle durant (2018-2050) .....	90
Figure N°38Schéma de mobilisation des ressources (débits supplémentaires en rouge) pour l’horizon 2045 .....	90

### ***Liste d’abréviation***

<b>ABH CZ</b>	Du bassin hydrographique ChelifZahrez
<b>ABH OCC</b>	Agence du bassin hydrographique Oranie Chott Echerguif
<b>AEP</b>	Alimentation en Eau Potable
<b>A</b>	Acier
<b>AMC (AC)</b>	Amiante Ciment
<b>ADE</b>	Algérienne Des Eaux
<b>AEP</b>	Alimentation en Eau Potable
<b>AGIRE</b>	Agence Nationale de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
<b>ANRH</b>	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
<b>APC</b>	Assemblée Populaire Communale
<b>CE</b>	Château d'eau
<b>DRE</b>	Direction des Ressources en Eau de la Wilaya
<b>DMRE</b>	Direction de Mobilisation des Ressources en Eau
<b>DU</b>	Direction de l'Urbanisme
<b>DHA</b>	Direction de l'Hydraulique Agricole
<b>DSA</b>	Direction des Services Agricoles
<b>EQH</b>	Equivalent Habitant
<b>FNGIRE</b>	Fonds National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau
<b>l/s</b>	Litre par seconde
<b>m<sup>3</sup>/j</b>	Mètre cube par jour
<b>m<sup>3</sup>/h</b>	Mètre cube par heure
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Mètre cube par seconde
<b>MAO</b>	Mostaganem-Arze-Oran
<b>ONA</b>	Office National de l'Assainissement
<b>ONS</b>	Office National des Statistiques
<b>PMH</b>	Petite et Moyenne Hydraulique
<b>PE (PEHD)</b>	Polyéthylène
<b>PNE</b>	Plan National de l'eau
<b>PVC</b>	Poly Vinyle Chlorure
<b>PDARE</b>	Plan Directeur d'Amenagement des Ressources en Eau
<b>RGPH</b>	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
<b>SDEM</b>	Station de Dessalement d'Eau de Mer
<b>SEOR</b>	Société de l'eau et l'assainissement d'Oran

**SOGREAHP** Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques Algérie

Précipitation

**T** TEMPRATURE

**°C** Degré Celsius.

**PH** potentiel d'Hydrogène

**ANBT** Agence national des barrages et transfert

## *Introduction*

---

*Contribution à la gestion des ressources en eau dans la  
wilaya de Mostaganem*

### **Introduction Générale**

L'eau est une source vitale. Elle représente une importance majeure pour le développement durable dont la répartition de la population, de l'urbanisation et d'autres activités économiques sont conditionnés uniquement par la disponibilité de l'eau.

Les ressources en eaux de surface et souterraines sont l'une des richesses capitales du pays.

L'eau reste une ressource limitée et vulnérable qui est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement. Sa protection et sa bonne gestion sont donc une nécessité. Les ressources d'eau sont classées en deux catégories : conventionnel (eaux de surface et souterraine) et non conventionnel (eau dessalée).

Pour Mostaganem les ressources en eaux sont limité actuellement à trois barrages : Kramis ,Chellif , Karrada et le barrage de Gargar situé dans la wilaya de Relizane. Les ressources en eux souterraines consistent 55 Hm<sup>3</sup>,ressources superficielles sont estimées à 85 Hm<sup>3</sup>,en ce qui concerne les ressources non conventionnelles consistent 30 Hm<sup>3</sup>.

Face aux pressions combinées de la rapidité de l'augmentation de la demande et de la dégradation éternelle de la qualité de l'eau, les anciens modèles de gestion ne servent plus à la tâche. Il faut penser en profondeur aux approches qui accèdent à la satisfaction des besoins de l'homme tout en maintenant la qualité des systèmes naturelles. Dans ce contexte, plusieurs pays développés ont multipliés leurs actions envers la mise en œuvre du renforcement des perspectives de la gestion des ressources en eaux vue la complexité que représente ce sujet qui nécessite l'examen d'une large vision aux intérêts sociaux, économiques et environnementaux.

Vue l'importance de l'eau qui constitue un élément primordial et un paramètre stratégique au développement de notre pays, pour cela il devrait apporter une contribution utile pour la gestion des ressources en eaux.

Pour atteindre cet objectif, notre étude s'articulera en six parties principales :

- Le cadre physique qui englobe les caractéristiques de la wilaya, la géographie les communes, le secteur socio-économique la morphologie plus de le réseau hydrographiques. Pour Mieux comprendre l'organisation spatiale des phénomènes physiques et humains.
- La géologie de la région, pour mettre en évidence les principales formations susceptibles de contenir de l'eau ainsi que la nature lithologique du substratum.
- Le climat de la région est connu à partir des données de précipitation et de température représentant les deux facteurs indispensables pour la réalisation de cette partie. Tous les

calculs des autres paramètres climatiques dépendent de ces deux facteurs. Le bilan hydrologique sera utilisé afin de quantifier la lame d'eau écoulée ou infiltrée et échappée à l'évapotranspiration.

-L'hydrogéologie de la région sera traduite par l'établissement d'une carte piézométrique où la morphologie de sa surface nous donnera des indications précieuses sur l'évolution du sens de l'écoulement et des zones d'alimentations de la nappe.

-l'hydrochimie c'est une étude réalisée sur la nappe du plateau . Les analyses physico-chimiques des eaux de la région seront effectuées au laboratoire de l'A.N.R.H. Les résultats nous donneront un aperçu sur la qualité de l'eau.

- Enfin, la dernière partie sera basée sur la gestion des ressources en eaux qui représente un sujet regroupe des problématiques de distribution dans le temps et dans l'espace des différents types d'eau, avec le recouvrement de plusieurs niveaux et la nécessité d'un cadre global permettant d'évaluer la ressource, estimer et gérer la demande en eau, en cherchant à obtenir la participation des parties prenantes. Ce point de vue est largement partagé de nos jours.

## **Chapitre I :**

### **Cadre physique**

---

**Contribution à la gestion des ressources en eau dans la  
wilaya de Mostaganem**

# ***Chapitre I Cadre physique***

---

## **I.1.Introduction:**

Ce chapitre présente les caractéristiques de la Wilayat de Mostaganem, Il s'agit d'une compilation des différentes informations recueillies auprès des différentes structures publiques. Pour Mieux comprendre l'organisation spatiale des phénomènes physiques et humains.

Nous synthétiserons les études recueillies et concernant cette aire comme suit.

## **I.2.Présentation de la wilaya de Mostaganem**

La wilaya de Mostaganem couvre une superficie de 226900 ha pour une population estimée à 877 450 habitants (statistiques de 2018) . De ce fait la densité est de 335 habitants/km<sup>2</sup>. La zone montagneuse représentant environ 11 % de la population totale de la wilaya.

La wilaya de Mostaganem est caractérisée par deux (02) distinctes :

- Le plateau de Mostaganem couvrant une superficie de 88 629 ha ;
- La zone de Dahra avec une superficie de 55 060 ha.

Mostaganem est située au Nord-Ouest de l'Algérie ; Elle est limitée :

- A l'Est par les Wilayas de Chlef et Relizane ;
- Au Sud par les Wilaya de Mascara ;
- A l'Ouest par les Wilayas d'Oran ;
- Au Nord par la Mer Méditerranée.

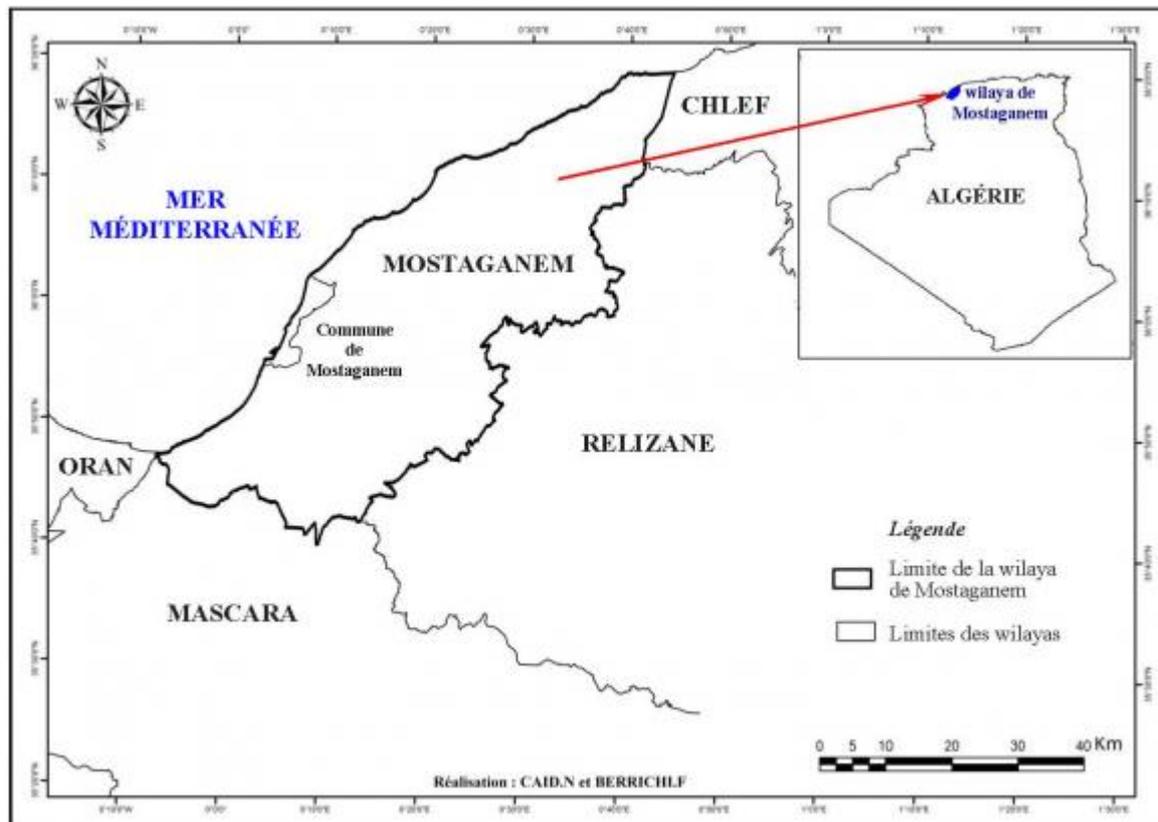


Figure N°01: Situation géographique de la wilaya de Mostaganem

### I.3.Géomorphologie

La wilaya de Mostaganem apparaît sous une morphologie plate, formée par un relief calme, divisé en six unités :

- Le cordon littoral
- Les monts de Dahra
- Une zone de collines littorales
- Une zone de plateau
- La vallée du bas Chélif
- Une zone de plaine (la plaine des Bordjias).

Géo-morphologiquement parlant, la feuille de Mostaganem représente une tranche du littoral algérien, situé à la limite Est d'Oran, représentée au centre par la plaine d'El Habra, bordée à l'Ouest par le plateau de Boufatis (ex-Saint Louis) et les monts d'Arzew, à l'Est par une parcelle de la plaine de la Mina, au Sud par les monts de Béni-Chougrane, au Nord-Est par le plateau de Mostaganem.

#### g) Le cordon littoral

## ***Chapitre I Cadre physique***

---

Cette zone homogène constitue la frange située au littoral de la wilaya et se compose de formation de sables mobiles qui constituent les différentes plages de la wilaya, ainsi que des formations dunaires mobiles ou consolidées jalonnant l'ensemble de la côte.

### **h) Les Monts de Dahra :**

Les monts de Dahra font partie de la chaîne tellienne (altitude maximale 1000 m), sa partie moyenne qui commence de la rive droite du Cheliff jusqu'au confluent de la Mina, occupe une grande portion du territoire de Mostaganem, englobant les communes déjà citées, caractérisée par une topographie accidentée sur 700 m d'altitude, fortement confrontée à l'érosion hydrique accentuée par l'absence du couvert végétal.

Ce large plateau ondulé, remarquable par sa nudité, s'étale au sud pour former le plateau de Mostaganem, et au nord celui d'Ouillis près des Achâacha.

### **i) Les collines sublittorales**

Cette unité géographique constitue dans la partie Ouest le prolongement des monts de Dahra.

Elle se compose d'une série de petites collines à topographie ondulée, comportant des sommets généralement lâches et arrondis, orientées en direction générale Sud-Ouest-

Nord. Ces collines sont entaillées par un réseau hydrographique constitué pour l'essentiel de pas moins de trois (03) oueds importants (oued El Abid, oued Seddaoua et oued Roumman).

Sur le plan topographique, le relief est situé à des altitudes oscillant entre 150 et 200 mètres dans l'ensemble de cette zone collinaire. Quant à l'allure des pentes, l'étude de la carte relève que les prépondérances réintègrent la classe de pente de 3 à 12%. Les valeurs les plus élevées (12,25 %) concernent les versants des parties de collines les plus élevées (hauts piémonts).

### **j) Le plateau de Mostaganem :**

Le plateau de Mostaganem est situé à une centaine de kilomètres à la limite Nord-Est du littoral Oranais, et au Sud de la tranche côtière et de la daïra de Mostaganem, il s'étend :

- Depuis la vallée du Cheliff au nord ; jusqu'à la dépression de la Macta au sud ;
- A l'Est, il est limité par la vallée de la Mina et les monts de Bel-Hacel ;

## ***Chapitre I Cadre physique***

---

- A l'Ouest par la Méditerranée.

S'étendant sur une superficie de 750Km<sup>2</sup> et englobant 13 communes, le plateau se présente comme une aire tabulaire, qui sous l'effet de l'érosion éolienne qui s'est exercée sur ses sols sableux, a donné naissance à une grande extension de dunes continentales, sur une vaste région gréseuse, d'un aspect uniforme et triste, constituée par une série de chaînes de collines à structures plissées et complexes, sous une altitude moyenne avoisinant les 200 m ; qui s'abaissent régulièrement pour descendre à 100 m au niveau de la plaine d'El-Habra et près de la dépression de la Macta.

Ce plateau est bordé au nord-est par Djebel Diss des monts de Dahra, et au Sud-Est. Il est séparé de la plaine de Relizane par les forêts d'Ennarou et l'Akboube. La morphologie du plateau se divise en deux secteurs :

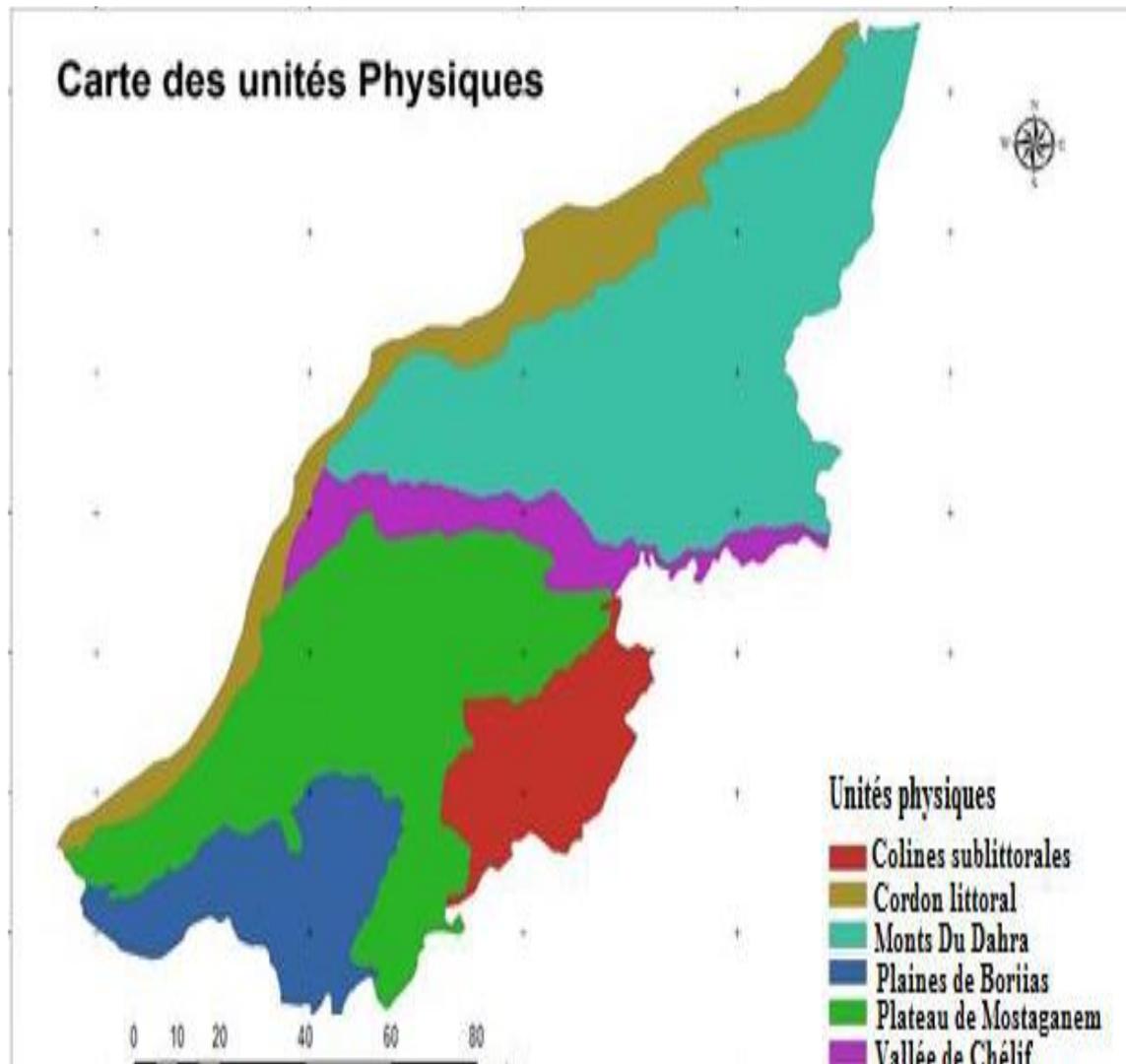
- Une frange littorale : représentée par une côte ardue très élevée sur 242 m d'altitude, qui apparaît sous la forme d'un arc formé par des structures ondulatoires, résultant de l'action des vents dominants, formant ainsi des dunes littorales.
- Le plateau proprement dit : Il est formé par des dunes continentales, et nous distinguons ainsi une partie plus basse et peu accidentée marquée par de faibles sinuosités, séparées par des vallées en forme de rochet, qui s'étale jusqu'à la dépression de la Macta.

### ***k) La vallée du Chélif***

La vallée du Chélif fait partie de la plaine du Chélif qui forme dans sa partie orientale une bande d'une dizaine de kilomètres de largeur qui draine le Chélif depuis la Wilaya de Chleff jusqu'à son confluent avec l'oued Mina. Le tracé du cours d'eau est sinueux et présente des méandres tout au long de la partie comprise dans la Wilaya de Mostaganem. La vallée présente par ailleurs de larges terrasses dans la partie amont et centrale et continue en rétrécissant pour ne plus contenir des terrasses jusqu'à l'embouchure où l'oued s'encaisse profondément.

### ***l) La plaine des Bordjias***

Elle se situe dans la partie Sud-Ouest de la Wilaya dont elle constitue sa limite. Cette zone homogène fait partie de la grande plaine sublittorale d'El Habra dont elle constitue le prolongement vers le Nord. Cette plaine présente un relief plat, s'élève à des altitudes de l'ordre de 40 à 50 mètres et les pentes y sont en général inférieures à 3%. (ADDA AOUA 2009)



**Figure N°02 :** Unités physiques de la région d'étude

# Chapitre I Cadre physique

## I.4.Secteur socio-économique :

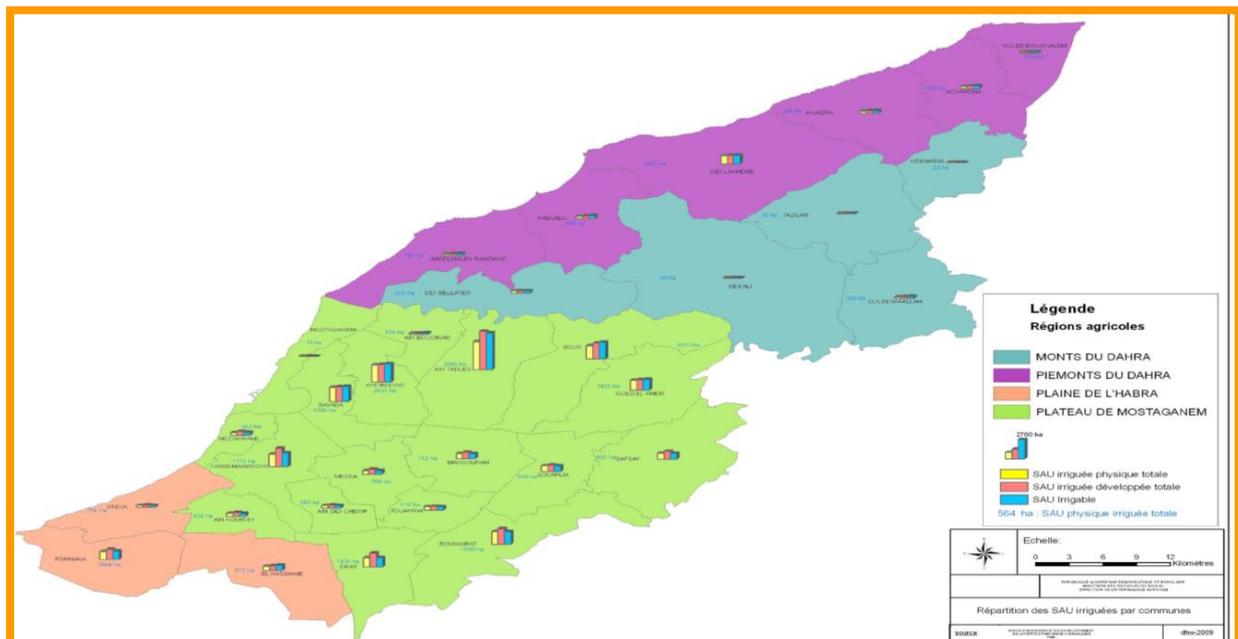
La wilaya de Mostaganem compte plus de 877 450 habitants (statistiques de 2018) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Dairas.

### ➤ Agriculture :

L'agriculture est considérée comme la principale vocation de la Wilaya de Mostaganem. A l'exception des reliefs montagneux du Dahra qui, sur une superficie globale de plus de 78.000 ha (soit 34,38 % de la superficie de la wilaya), sont entaillés par un réseau hydrographique très chevelu et dont des versants présentent des pentes de 12 à 25% voire plus dans la partie Est, le reste de la wilaya offre une topographie favorable à l'intensification agricole (mécanisation et irrigation).

On y note en particulier :

- ❖ La plaine des Bordjias (environ 25.000 ha) de topographie relativement plane.
- ❖ Le plateau de Mostaganem (sur 56.000 ha) d'altitude oscillant entre 200 et 250 m.
- ❖ La vallée du Cheliff (environ 16.000 ha) correspondant à de larges terrasses se rétrécissant jusqu'à l'embouchure de l'oued.
- ❖ Les collines sublittorales constituant le prolongement des piémonts des Monts du Dahra, sur une superficie de 14.000 ha.
- ❖ Le cordon littoral qui constitue sur 27.000 ha la frange sahéliennes de la wilaya, composée de formations sablonneuses et de dunes.(DSA, Mostaganem 2020)



Source : DSA, Mostaganem 2020

Figure N°03 : Régions agricoles de la wilaya de Mostaganem.

## Chapitre I Cadre physique

La répartition générale des terres de la Wilaya de Mostaganem se présente comme suit (2012):

**Tableau N°01: Répartition générale des terres (ANIREF)**

Unité	Surface Agricole Totale				Forêts	Terres Improductives non Agricoles	Superficie Totale
	Surface Agricole Utile	Pacages et Parcours	Terres improductives	Totale			
Ha	132.268	5.110	7.400	144.778	32.532	49.590	226.900
% SAT	91.35	3.35	5.12	100			
% ST	58.29	2.25	3.27	63.81	14.34	21.85	100

La wilaya dispose également de plusieurs points d'attractions touristiques : des musées, de vieilles mosquées, des quartiers antiques ("Derb" et "Tobana"), des grottes et des sites archéologiques. Elle devient un pôle touristique, elle dispose de 15 zones d'expansion touristiques et une bande côtière de 124 km, elle est fréquentée par environ dix millions d'estivants chaque été. Les plages les plus prisées sont : Aïn Brahim, Petit Port, Bosquet, Clovis, Ouréah, Kharrouba et les Sablettes.

La wilaya est représentée par un tissu industriel faible de 09 principales unités industrielles seulement, La crise économique qui a frappé ce secteur dans les années 90 a considérablement réduit l'activité de ces unités d'où la réduction du nombre de travailleurs.

La wilaya de Mostaganem dispose de trois ports, un premier de dimension internationale se situe dans la commune de Mostaganem aux côtés d'un deuxième dédié à la pêche la plaisance. Un troisième se trouve à Sidi Lakhdar et est consacré à la pêche.

- **Port de Mostaganem:** port mixte (pêche et commerce) composé de 2 bassins dont le deuxième est en partie affecté à la pêche. La flottille existante se compose de 183 Unités soit 42 chalutiers, 83 sardiniers et 58 petits métiers. il est doté d'une station de ravitaillement de 75.000 l/j.
- **Port de Sidi Lakhdar:** port confronté à l'ensablement de la passe gênant l'activité des navires. Sa capacité d'accueil est de 18 chalutiers, 32 sardiniers et 56 petits métiers. Il est pénalisé par le retard dans la réalisation des superstructures telles le hall à marée, la station de ravitaillement en gasoil (prévu 100.000 l/j), les cases pêcheurs, l'eau courante etc.

## ***Chapitre I Cadre physique***

---

- **Port de Salamandre:** en voie d'achèvement (99%) ; ce port est conçu pour désengorger celui de Mostaganem ; sa capacité technique d'accueil est de 205 unités (33 chalutiers, 37 sardiniers, 85 petits métiers et 50 plaisanciers). Il doit accueillir une poissonnerie moderne, en vue de réguler le marché de vente du poisson et lutter contre le commerce informel.

### **I.5.L'hydrographie :**

La wilaya de Mostaganem regroupe six (06) sous bassins versants qui sont :

Cheliff maritime, Côtier Guelta, Oued Cheliff Tarhia, Oued Mina Aval, cotier Mostaganem et Oued Macta Maritime.

- Au sud de la Wilaya, la partie nord du bassin versant de la Macta
- Le sous bassin versant des Côtiers Oranais ;
- Au centre de la Wilaya, la partie aval du bassin versant du Cheliff avec la terminaison d'Oued Chlef rejoignant la mer ;
- Une portion du sous bassin versant de l'Oued Mina et une portion plus en amont avec l'Oued Yachir
- A l'est, la portion occidentale du sous bassin versant de l'Oued Mina comprenant la vallée située entre le Plateau de Mostaganem et la Montagne de Bel Hacerl
- Au nord de Mostaganem, la partie sud-ouest du bassin versant des Côtiers Algérois et ses nombreux oueds ;

Le réseau hydrographique présente un chevelu faible, constitué d'oueds permanents, et d'oueds temporaires. Les principaux oueds sont :

**Oued Zerrifa** : L'oued de Zerrifa est un oued permanent avec une longueur de 7166 km.

**Oued Sidi Moussa** : L'oued de Sidi Moussa est un oued permanent avec une longueur de 8113 km.

**Oued Seddaoua** : L'oued de Seddaoua est un oued temporaire avec une longueur de 7449 km.

**Oued Melah** : L'oued Mellah est un oued permanent avec une longueur de 40927 km.

**Oued Ladrail** : L'oued de Ladrail est un oued temporaire avec une longueur de 1365 km.

**Oued Guernini** : L'oued de Guernini est un oued permanent avec une longueur de 878 km.

**Oued el Anasseur** : L'oued d'Anasseur est un oued temporaire avec une longueur de 950 km.

**Oued el Abd** : L'oued d'el Abd est un oued permanent avec une longueur de 13 669 km.

#### **❖ Les eaux souterraines :**

D'après la DHW, les dernières recherches menées au sein de la wilaya de Mostaganem ont permis d'identifier cinq (5) unités hydrogéologiques à savoir :

- Le plateau de Achaâcha qui a une superficie de 140 Km<sup>2</sup> et un apport annuel moyen de 5,6 hm<sup>3</sup> ;

## ***Chapitre I Cadre physique***

---

- Le plateau de Chouachi avec une superficie de 25 Km<sup>2</sup> et un apport moyen d'1 hm<sup>3</sup>/an ;
- Le plateau de Mostaganem avec une superficie de 700 Km<sup>2</sup> et un apport moyen de 26 hm<sup>3</sup>/an ;
- Le synclinal de Bouguirat d'une superficie de 240 Km<sup>2</sup> et un apport moyen de 9,5 hm<sup>3</sup>/an ;
- La plaine de Bordjia d'une superficie de 250 Km<sup>2</sup> et un apport moyen de 10 hm<sup>3</sup>/an.

Ainsi le potentiel hydrogéologique est estimé à 52,1 Hm<sup>3</sup>.

La nappe du plateau de Mostaganem est la plus importante avec 700 Km<sup>2</sup> de superficie. L'Ouest de la wilaya détient la plus grande partie des eaux souterraines, l'Est de la wilaya ne possédant pas le minimum du fait de son relief très accidenté.(DHW,Mostaganem2020)

### ➤ **Les ressources non conventionnelles**

Une station de dessalement d'eau de mer est en activité au niveau de l'embouchure de l'oued Cheliff. Elle dispose d'une capacité de 200.000 m<sup>3</sup> /j soit 73 hm<sup>3</sup> /an.

L'alimentation de la wilaya par ce dispositif a nécessité des travaux d'infrastructure consistant en la pose de plus de 127 km de canalisations en fonte ductile.

L'épuration des eaux usées représente à ce jour un volume de 8 hm<sup>3</sup> /an, soit un potentiel global en ressources non conventionnelles de 81 hm<sup>3</sup> /an.(DSA, Mostaganem 2020)

### **I.6. Conclusion :**

La wilaya de Mostaganem se distingue par la richesse de ses terres agricoles et de son littoral qui lui confèrent une vocation agricole et touristique réelle.

L'étude menée a relevé la diversité de la wilaya de Mostaganem en termes de ressources territoriales, l'importance de son front de mer, sa proximité d'Oran .

La wilaya se caractérise par une activité agricole importante et dynamique; classant cette wilaya parmi les plus importantes sur le plan de la production agricole.

***Chapitre II :***

***Aperçu géologique***

---

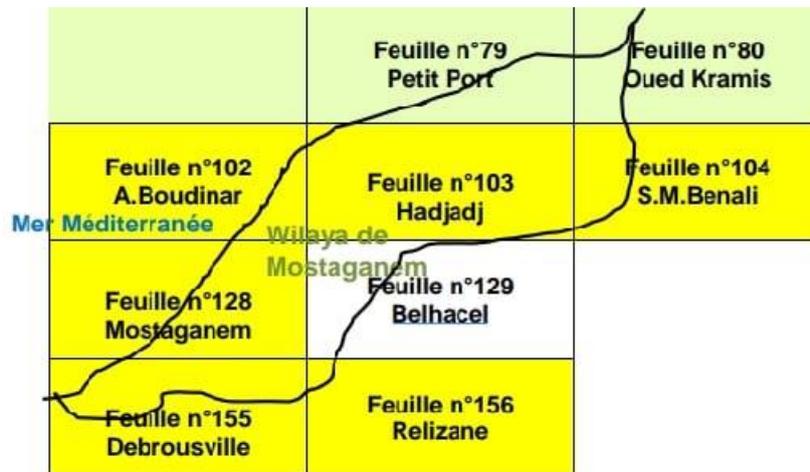
***Contribution à la gestion des ressources en eau dans la  
wilaya de Mostaganem***

**II .1 . Introduction**

La géologie est la science dont le principal objet d'étude est la terre, et plus particulièrement la lithosphère.

La wilaya de Mostaganem n'est pas couverte totalement par les cartes géologiques au 1/50.000, ni par la carte au 1/200.000.

En effet, comme le montre la figure ci-dessous de l'assemblage des feuilles géologiques au 1/50.000, sur les 08 cartes traversées par les limites de la wilaya de Mostaganem, 05 sont couvertes par la géologie. Au 1/200.000, la zone de l'oued Kramis n'est pas couverte.



**Figure N°04 :** Assemblage des cartes géologiques au 1/50.000 de la wilaya de Mostaganem

**II.2.Stratigraphie**

Ce sont les terrains les plus anciens. Il est défini deux types d'allochtonie :

- Le diapyrisme
- Les nappes de charriage

**II.2.1. Le diapyrisme**

Il se manifeste à l'est d'Aïn Nouissy où affleure un diapir de gypse renfermant des roches volcaniques(Ophites), des marnes vertes ou rosées, de la pyrite, de la dolomie noire fétide, du chlorure de sodium et du sulfate de magnésium.

**II.2.2. Les nappes de charriage**

Au nord de Mostaganem (Karouba - Djebel Diss), apparaît tout un ensemble de terrains appartenant aux nappes.

En considérant la disposition tectonique des couches, il apparaît :

- **Le flysch violacé :**

Pélites bleu clair avec de petits bancs calcaro-ferrugineux. La microfaune a permis d'attribuer ce niveau à l'Albien supérieur. Au sommet, on peut rencontrer des niveaux de phtanites et des lambeaux de marno-calcaires à rostrés de bélemnites.

- **Le flysch vert :**

Il comporte de petits bancs calcaro-ferrugineux lie de vin. Les pélites ont une texture vert sombre ; les grès sont plus abondants (miches ou bancs). Ils sont quartzitiques à patine rouille et à cassure en éclat de couleur gris très clair. On y a trouvé une microfaune pauvre du Crétacé Inférieur à l'exclusion de l'Albien.

- **Gypse du Trias :**

Il renferme des orphites, de la dolomie noire fétide, des marnes vertes et rosées, de la muscovite de la pyrite. Ce Trias se rencontre au niveau de la périphérie Est d'Ain Nouissy.

- **Marnes et marno-calcaires :**

Ces marnes grises renferment des niveaux plus calcaires de couleur claire. On y trouve des passées riches en rostrés de Bélemnites.

- **Argiles et grès numidiens :**

Des bancs argilo-marneux gris noirs alternent avec des bancs de grès quartzeux à dragées. A la base de cet ensemble se trouve un niveau argileux à Tubotomaculum (Djebel DISS).

Pour J. Delteil, les terrains anté-miocènes de cette région sont allochtones et constituent des nappes de glissement. L'unité marno-calcaire accompagnée de Trias gypseux repose indifféremment sur les flyschs verts et violacés qui sont en position stratigraphique inverse, formant eux aussi deux nouvelles unités entièrement allochtones.

### **II.3. Les formations autochtones**

Les terrains sédimentaires sont représentés par des formations qui sont, des plus anciennes aux plus récentes :

#### **II.3.1. Le Crétacé**

Il est représenté par le Maestrichtien avec des grès quartzitiques et des argiles. Nous notons un grand affleurement au niveau de la feuille de Hadjadj (Nord de Mostaganem) dans le relief du djebel Nador qui a des altitudes dépassant par endroits les 650 mètres (djebel Kef).

**II.3.2.L'Eocène**

Il est représenté par le Medjanien avec des argiles et des quartzites. Il affleure juste dans la périphérie Nord de Mostaganem, à la limite Ouest du plateau. Etant la formation la plus ancienne dans cette zone, il doit plonger sous le plateau de Mostaganem, sous les argiles du Miocène.

**II.3.3.Le Miocène**

Le Miocène est très diversifié et affleure dans la wilaya de Mostaganem, sur presque toutes les feuilles géologiques, sauf dans sa partie Sud (plaine des Bordjias).

En effet, le Miocène est bien représenté, puisque nous y rencontrons, des formations qui sont, des plus anciennes aux plus récentes:

- Des calcaires blancs à Ostréa dans la partie Sud Est de la feuille de Hadjadj, dans les Premiers contreforts situés sur la rive droite de l'oued Chéelif.  
Du gypse inter-stratifié en trois pointements aux abords du djebel Lakbouch et un autre à l'Ouest d'Ain Sidi Chérif.
- Un Miocène marneux blanc à silex surplombant le quaternaire de la plaine alluviale de l'oued Chéelif toujours sur sa rive droite et le quaternaire du cordon littoral de Mostaganem.
- Des marnes sahéliennes au Sud – Est de Mostaganem, formant la limite de la limite Nord de la plaine des Bordjias.
- Des calcaires lacustres à Planorbis entourant le synclinal de Ouled Braithia (feuille de Hadjadj).
- Une « zone micacée » attribuée au Miocène limitant le synclinal Miocène et le Maestrichtien(Crétacé).
- Des grès à O.Crassissima. Nous les rencontrons sur les bordures (rive gauche et droite) de l'oued Chéelif entourant les formations du Quaternaire formant un synclinal à cœur Quaternaire.
- Des argiles Helvétiennes qui forment l'assise des formations du Pliocène au Nord de Hadjadj entourant les sables du Pliocène qui forment l'aquifère de Dar Chouachi et entourant les formations précédentes aux abords de la plaine alluviale du Chéelif.
- Des poudingues et grès qui plongent sous les formations précédentes au Nord de Hadjadj.
- Des grès à échinides, et poudingues du Cartennien que nous rencontrons en bande tout le long du littoral au Nord de Mostaganem et aux abords du Maestrichtien (Crétacé)

**II.3.4. Le Pliocène**

Le pliocène est également très diversifié et la série commence, des plus récentes formations aux plus anciennes, par :

- **Les grès du plateau de Mostaganem :**

Nous les rencontrons sur ce plateau formant avec le Quaternaire le meilleur réservoir aquifère. Sa superficie est grande et son épaisseur est importante. Ils forment un synclinal qui se rétrécit vers le Sud.

Les sables de Ouled Bou Rahma et de Hadjadj formant le synclinal situé à l'Ouest de Hadjadj sont les mêmes que ceux de Mostaganem. Et le plissement a le même allongement

- **La Carapace grésocalcaire :**

Qui affleure au centre du plateau de Mostaganem, au niveau des petits reliefs, démontrant ainsi que le synclinal est ondulé, formant une série de petits synclinaux et anticlinaux d'allongement SW-NE.

Les conglomérats et sables de la feuille de Hadjadj se sont probablement déposés à la même période que la carapace. Nous les rencontrons dans les reliefs entourant le synclinal et ceux de la rive droite de l'oued Chélif, surplombant le quaternaire (Sud-Est de la feuille de Hadjadj).

- **Les Grès et sables du Pliocène inférieur :**

Qui affleurent au niveau des piedmonts entourant le plateau de Mostaganem et limitant le synclinal mais également dans un pointement au cœur du plateau démontrant l'existence de plissements affectant le synclinal.

Les mêmes grès du Pliocène Inférieur sont présents au niveau de la région de Hadjadj sur les reliefs cernant le synclinal et sur les bordures de la rive droite de l'oued Chélif.

Ils peuvent être au niveau de plusieurs pointements au Sud de la wilaya à l'Est et au Sud de Sirat.

- **Les marnes sableuses fossilifères :**

Qui peuvent être attribuées au Plaisancien et marquant ainsi la fin du Miocène ont été mises en évidence près de la tuilerie de Ouréa que nous rencontrons également au nord de la wilaya dans la région de Hadjadj et au Nord-Est de la feuille géologique.

**II.3.5. Quaternaire :**

Les formations du Quaternaire peuvent être subdivisées en :

- Alluvions actuelles,
- Alluvions récentes,
- Et alluvions anciennes.

➤ **Alluvions actuelles**

Au niveau du Nord de la wilaya de Mostaganem, il n'y a comme alluvions actuelles que les dunes du plateau Pliocène de la forêt de Ouled Rahma.

Sur le reste de la wilaya, il y a les plages actuelles, les éboulis de pentes que nous rencontrons au pied des reliefs, les dunes littorales, les dunes continentales, et les bas-fonds marécageux, rencontrés surtout sur la feuille de Mostaganem.

➤ **Alluvions récentes**

Ce sont les alluvions récentes formant la plaine alluviale de l'oued Chéelif et ses affluents, le cordon littoral surplombant les plages actuelles et les dépôts salins littorales. Pour la plaine des Bordjias, elles sont représentées sur ses bordures Nord, les bas-fonds salés sans végétation, les dépôts sableux des crues des oueds de la plaine, et des dépôts alluvionnaires argileux et salés.

➤ **Alluvions anciennes**

- Au Nord de la wilaya, elles sont rencontrées sur la rive droite de l'oued Chéelif, entourant les alluvions récentes et attribuées au Calabrien.

- Au centre de la wilaya, elles sont représentées par les plages émergées, les grès à hélices, les dunes anciennes consolidées qui surplombent les dunes littorales sur toute la côte de Mostaganem, et les alluvions anciennes des jardins qui occupent le centre du plateau.

- Au Sud, les formations salifères dominant largement. Elles sont représentées par des bas-fonds salés sans végétation, des encroutements calcaires recouverts par des produits éoliens, des bas-fonds marécageux, des glaciis d'accumulation, des encroutements sulfureux, des bas-fonds très salés et surtout des carapaces calcaires recouvrant des produits divers qui occupent de grandes surfaces.(SDAEP Mostaganem)

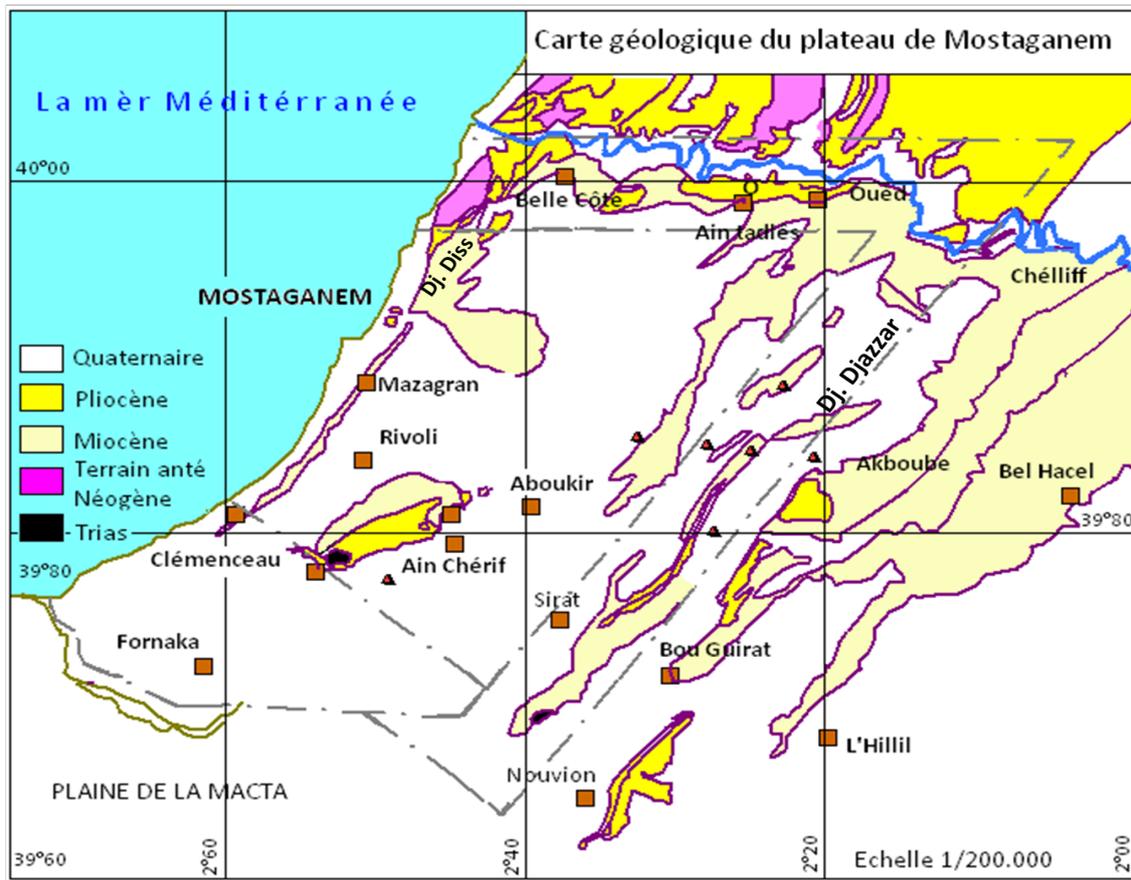


Figure N°05 : Carte géologique du plateau de Mostaganem, échelle : 1/200 000, cartemodifiée à partir de la carte de C.G.G. (1959).

## II.4.Plaine de Bordjias :

### II.4.1.Cadre géologique :

Dans de la plaine des Bordjias la connaissance géologique est insuffisante. Il s'agit des couches sédimentaires mio-pliocènes et quaternaires. Les deux diapirs de gypse d'Ain Nouissy et d'Ain Sidi Cherif sont d'âge Triasique. Au niveau de cette région, les couches les plus profondes sont sans aucun intérêt hydrogéologique.

Description litho-stratigraphique de bas en haut :

#### II.4.1.1.Trias

Il se manifeste à l'Est d'Ain Nouissy et près d'Ain Sidi Cherif par des diapirs composés de gypses mélangés avec des roches volcaniques (Ophites), des marnes vertes ou roses, de la pyrite, du chlorure de sodium et du sulfate de magnésium.

**II.4.1.2.Miocène supérieur**

Le miocène supérieur est composé de bas en haut par :

- **Marnes bleues**

Les marnes sont de couleur bleue ou verte et jaunâtre en surface. Elles contiennent quelques niveaux de grés argileux surtout à la base. Les marnes sont très épaisses. Au niveau du plateau de Mostaganem elles ont une puissance de 200 mètres environ alors que vers le Sud-Ouest et le Sud-Est. L'épaisseur de ces marnes augmente et atteignent 800 mètres dans la région d'Ain Nouissy.

- **Tripolis et argile à Tripolis**

Les Tripolis sont représentés par des alternances de couches très pures de Tripolis blancs (diatomites) et de marnes bleues, Cinérites et limons. L'épaisseur de cette série, généralement de l'ordre de 200m, peut cependant se réduire localement à une cinquantaine de mètres (région Nord-Est). Vers le haut, les couches passent progressivement du gypse au l'anhydrite. Les Tripolis affleurent sur le flanc Sud du diapir d'Ain Nouissy, et sont représentés par une alternance de diatomites et de marnes grises à passées de calcaires siliceux. Ils affleurent aussi au niveau des Djebels Mouzaia et Brahl.

- **Gypse et marnes gypseuses**

Au sommet du Miocène supérieur, se trouve une série gypseuse représentée par des couches de gypse bien développées dans la partie inférieure, d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur et par des marnes grises plus ou moins gypseuses souvent entrecoupées de passées sableuses dans la zone supérieure. L'épaisseur totale de cet ensemble varie de quelques mètres à 300 mètres.

**II.4.1.3Pliocène**

- **Plaisancien**

Il est représenté par une série de marnes bleues à coccolites très comparables aux marnes bleues miocènes souvent plus calcaires et parfois même blanchâtres et également plus fossilifères. Elles renferment assez fréquemment des calcaires à Algues. La base du Plaisancien peut présenter des horizons sableux (grés de base). La puissance de cette formation est inconnue au centre de la plaine des Bordjias, mais peut être estimée à 500 mètres.

- **Astien**

Les marnes bleues du Plaisancien passent progressivement dans leur partie supérieure à des marnes sableuses et à des sables argileux astiens. Les grés sont représentés par une série marine, sableuse (sables fins) ou gréseuse, de couleur jaune, comprenant des grés peu argileux

Parfois à ciment calcaire et des sables fins parfois argileux. La base est marquée par un niveau très fossilifère (lumachelles). L'épaisseur moyenne est de l'ordre de 100 mètres.

- **Pliocène continental**

Le pliocène continental est peu connu. D'après Perrodon (1957), il est formé par des sables roux et gris à Hélix, souvent d'origine dunaire. Il succède aux grés Astien, débutant par des dépôts fluviatiles et lacustres et renfermant des lentilles irrégulières de sables grossières et de graviers. Des passés de conglomérats existent à différents niveaux.

#### **II.4.1.4 Quaternaire**

La période d'émersion du Pliocène continental est entrecoupée d'un épisode marin qui forme le Calabrien. Il est formé par des grés calcaires discordants sur toutes les formations antérieures. Les niveaux supérieurs du Calabrien sont constitués par une alternance d'horizons sableux, gréseux ou argileux; la base est formée par des grés jaunâtres grossiers, vacuolaires et lumachelliques. D'après Perrodon (1957), le Calabrien passe vers le Sud-ouest (plaine de Habra) aux grés argileux ou même aux argiles. Le remplissage quaternaire de la plaine des Bordjias est d'origine fluviatile. Il est constitué par des couches lenticulaires d'argiles et de sables.(Allaoui,2020).

Eres	Séries	Etages	Lithologies		Epaisseur	
			Sud-Ouest	Nord-Est		
QUATERNAIRE	Holocène	Pleistocène à Holocène	Dunes		50 à 70 m	
			Bas-fonds salés à peu salés marécageux quelque fois encroustement calcaire en général Alluvions récentes			
	Pleistocène	Continental	Postvillafranchien	Carapace Calcaire		5 à 10 m
			Villafranchien II	Sables et argiles (couche rouge)		100 m
Calabrien			Grès à Grès calcaire, lumachelique		20 à 30 m	
TERTIAIRE	Pliocène	Pliocène continental	Grès et limons à Helix		100 m	
		Astien	Grès marins		100 m	
		Plaisancien	Marnes bleues avec grés de base		400 à 500 m	
	Miocène	Miocène supérieur	Gypses et argiles		50 à 300 m	
			Tripolis et marno-argiles à Tripolis, Cinérites et biotites		50 à 200 m	
			Marnes bleues avec intercalation des niveaux lenticulaires des grés argileux.		600 à 800 m	

Figure N°06 : Découpage lithostratigraphiques des séries géologique de Plaine de Borjias (perrondon 1957)

### II.5.Tectonique

Sur le plan régional, le plateau de Mostaganem est encadré par deux accidents NE-SW : Mercier Lacombe - Mostaganem et Mascara - Cassaigne.

Ces accidents qui affectent le socle paléozoïque s'accompagnent d'un déplacement sénestre de la baie entre Mostaganem et Arzew.

Dans la région Est du plateau, il peut être trouvé de véritables anticlinaux, orientés NE-SW, suivis par des synclinaux prouvant que le plateau est plissé.

Sur les bombements, se sont formées des croûtes calcaire-gréseuses, alors que dans les cuvettes affleurent des limons sableux, riches en matière organique.

Les vents d'ouest, dominant dans cette région, favorisent la formation de dunes de sable qui se fixent sur les flancs ouest des anticlinaux. L'abondance de ces dunes de sable est notée dans la zone centrale et la région d'Oued Kheire.

Ces formations superficielles recouvrent des sables plus ou moins argileux et des grès, qui renferment un réservoir aquifère. Cette dernière est alimentée par les précipitations atmosphériques.

Le plateau de Mostaganem est affecté, au sud d'une flexure le séparant de la plaine des Bordjas. Un anticlinal (Djebel Trek El Touires) orienté ENE-WSW et un diapir (Ain Nouissy) accentuent cette séparation.

Au nord du plateau, affleure le Medjanien qui plonge sous celui-ci.

Plus au Nord, nous rencontrons :

- En premier, avant les reliefs, le synclinal de la plaine du Chélif avec des alluvions récentes en surface, entourées par les grès à O. Crassissima, et puis les marnes blanches à silex du Pliocène.
- A l'ouest de Hadjadj, un synclinal dans le cœur est occupé par les sables du Pliocène comme le plateau de Mostaganem et limité par le Maestrichtien (Crétacé) à l'Est. Ce dernier qui est très plissé représente le substratum des formations du Miocène qui sont également affectées par deux synclinaux séparés par un anticlinal, au niveau du djebel Bahara.

Au Sud, au niveau de la plaine des Bordjias, le Quaternaire masque tous les accidents et plissements.

- A l'extrémité Ouest du plateau de Mostaganem, nous avons le synclinal de Bouguirat avec au centre des formations du Quaternaire entourées par les grès à O. Lamelosa du Pliocène..(SDAEP Mostaganem)

## **II.6. Conclusion :**

Dans la région de Mostaganem, on trouve deux types de formations qui affleurent sur la carte géologique, Des formations allochtones Ce sont des formations les plus anciennes, on peut définir deux types d'allochtonie le diapirisme et Les nappes de charriages ainsi que les Formations Autochtones qui sont des terrains les plus anciens post- nappe est le miocène qui affleure très largement sur la carte géologique .concernant la plaine des Bordjias e. Il s'agit

des couches sédimentaires mio-pliocènes et quaternaires. Les deux diapirs de gypse d'Ain Nouissy et d'Ain Sidi Cherif sont d'âge Triasique.

Sur le plan régional le plateau de Mostaganem est encadré par deux accidents NE SW : Mercier Lacombe – Mostaganem et Mascara – Cas saigne (Sidi Ali). Ces accidents qui affectent le socle paléozoïque s'accompagnent d'un déplacement sénestre de la baie entre Mostaganem et Arzew.

***Chapitre III :***

***Etude hydro climatologique***

---

***Contribution à la gestion des ressources en eau dans la  
wilaya de Mostaganem***

**III .1.Introduction :**

Le climat est un élément très important du milieu, il résulte de l'action d'un ensemble des facteurs qui régissent l'atmosphère, le sol et la végétation d'une région.

Le climat qui règne dans la Wilaya est semi-aride.

Les précipitations et les facteurs climatiques dans l'ensemble sont des variables très aléatoires dans le temps et dans l'espace, ils permettent d'expliquer quantitativement les variations des composantes du régime hydrologique dans sa conception la plus large.

**III.2. Caractéristiques de la station de référence :**

L'étude climatologique sera basée sur l'interprétation des données météorologiques Enregistrées au niveau de la station de Mostaganem. Les données météorologiques de référence (précipitations et températures) sont celles relevées durant la période de 2001- 2020 correspondants à des moyennes établies sur 19 ans.

Donc les coordonnées de station de mesure sont :

**Tableau N°02: Présentation des stations pluviométriques**

Station	Les coordonnées UTM		Altitude	Période d'observation
	X	Y	Z(m)	
Mostaganem	X	Y	137	2001-2020
	35°53' Nord	0°07' Est		

Source : ONM, Mostaganem 2020

**III.3. Les facteurs climatiques :****III.3.1. Analyse des précipitations :**

Les précipitations constituent le premier facteur qui influence le cycle de l'eau, leurs distribution dans le temps et dans l'espace est primordiale.

En effet, les précipitations agissent directement dans l'alimentation de l'écoulement de la wilaya de Mostaganem.

**III.3.1.1. Les précipitations moyennes mensuelles :**

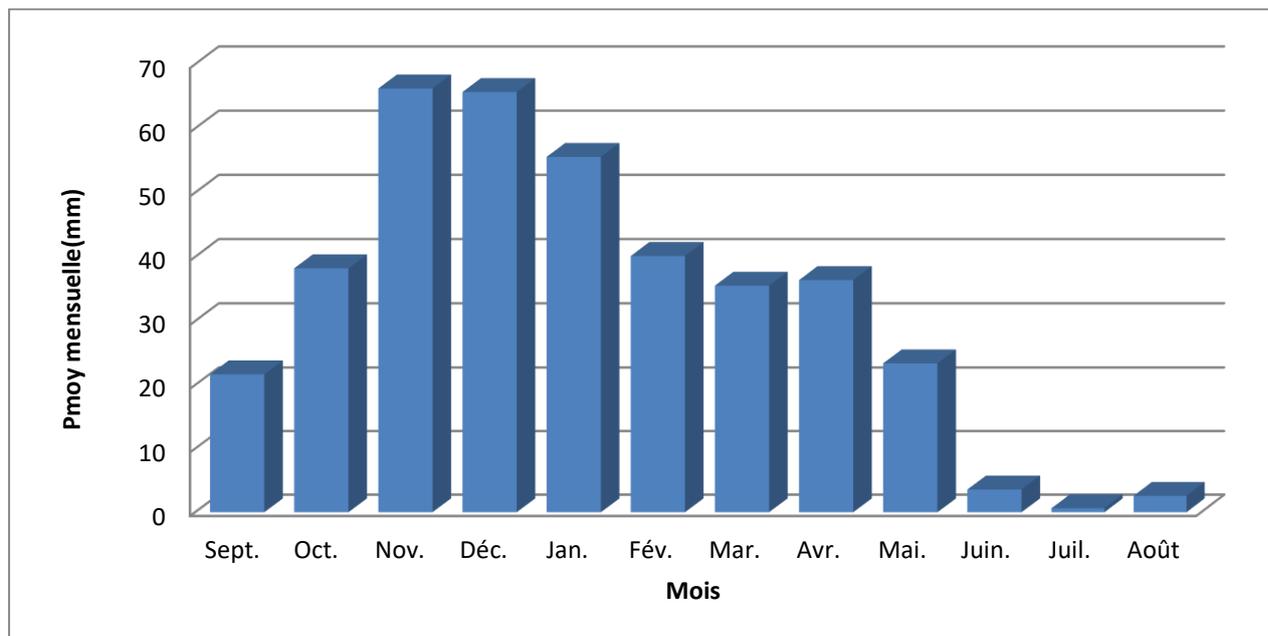
Les variations moyennes mensuelles de station est donnée par le tableau ci-dessous, elle représente les moyennes sur une série de 19 ans pour la station de Mostaganem .

**Tableau N°3 : Présentation des précipitations moyennes mensuelles**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>P(mm)</b>	21,68	38,21	66,21	65,66	55,56	40,12	35,50	36,37	23,40	3,56	0,62	2,58

Source : ONM, Mostaganem 2020

Les données des Précipitations moyennes mensuelles sont reportées sur l’histogramme de la figure ci-après :



**Figure N°07 : Histogrammes de Variations moyennes mensuelles des précipitations de la station de Mostaganem (2001-2020)**

La variation des précipitations mensuelles est présentée dans la figure dessus, dans cette dernière, nous pouvons remarquer que le mois le plus pluvieux, pour la station de Mostaganem, est le mois de Novembre on a enregistré un maximum de l'ordre de 66,21mm. Tandis que le le mois le plus sec est celui de Juillet on marque un minimum de l'ordre de 0,62mm.

**III.3.1.2. Variations moyennes saisonnières des précipitations :**

Les quatre saisons de l’année sont :

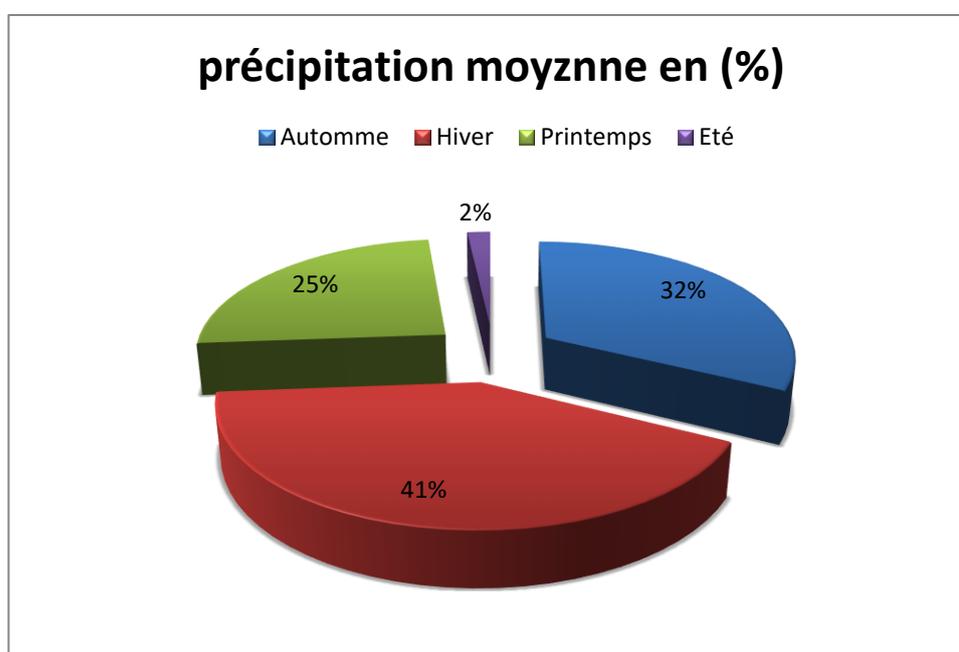
- L’hiver (Décembre, Janvier, Février),
- Le printemps (Mars, Avril, Mai),
- L’été (Juin, Juillet, Août),
- L’automne (Septembre, Octobre, Novembre).

Le tableau ci-dessous présente les précipitations moyennes saisonnières de notre station.

**Tableau N°04:** Précipitation saisonnières moyennes

Saisons	Automne S-O-N	Hiver D-J-F	Printemps M-A-M	Eté J-J-A
Stations Mostaganem	126,1105263	161,352632	95,28947368	6,774493927
Pmoy saisonnier(%)	32,375287	41,422694	24,4631986	1,739158

Source : ONM, Mostaganem 2020



**Figure N°08 :** Précipitations moyennes saisonnières de la station de Mostaganem (2001-2020)

D’après Les résultats du tableau 4 et le Graphe montrent que :

- l’hiver est la saison la plus pluvieuse pour la station avec un taux de 41,42% respectivement.
- L’été correspond à la saison sèche avec un pourcentage 1,73 % .
- L’automne est une saison légèrement pluvieuse de 32,37 %

**III.3.1.3. Les précipitations moyennes interannuelles et le coefficient pluviométrique CP:**

**a) Coefficient pluviométrique (Cp):**

Le coefficient pluviométrique annuel (Cp) est un paramètre très important pour la détermination des années excédentaires et des années déficitaires. (CP) obtenu par le rapport de la pluviométrie d'une année à la pluviométrie moyenne de toute la série d'observation.

Il est donc en relation proportionnelle avec la pluviométrie et on a :

$$CP = P/P \text{ moy}$$

Avec :

**CP** : coefficient pluviométrique.

**P** : pluviométrie interannuelle en (mm).

**P moy** : pluviométrie moyenne annuelle de la période considérée en (mm).

- **Si Cp > 1** : l'année correspondante est excédentaire (AE).
- **Si Cp < 1** : l'année correspondante est déficitaire (AD).

Les valeurs du coefficient pluviométrique sont présentées dans les tableaux suivants :

**Tableau N°05 : Coefficients pluviométriques de la station de Mostaganem (2001-2020)**

Paramètres	Précipitation moyenne interannuelle en (mm)	CP	Observation
2001/2002	406,2	1,04	AE
2002/2003	291	0,74	AD
2003/2004	357	0,91	AD
2004/2005	438	1,12	AE
2005/2006	557	1,42	AE
2006/2007	566	1,45	AE
2007/2008	280	0,71	AD
2008/2009	556	1,42	AE
2009/2010	330	0,84	AD
2010/2011	423	1,08	AE
2011/2012	355	0,91	AD
2012/2013	385	0,98	AD
2013/2014	473	1,21	AE
2014/2015	447	1,14	AE
2015/2016	319	0,81	AD
2016/2017	280	0,71	AD
2017/2018	378	0,97	AD
2018/2019	293	0,75	AD
2019/2020	265,5	0,68	AD
<b>Pmoy</b>	<b>389,527</b>		

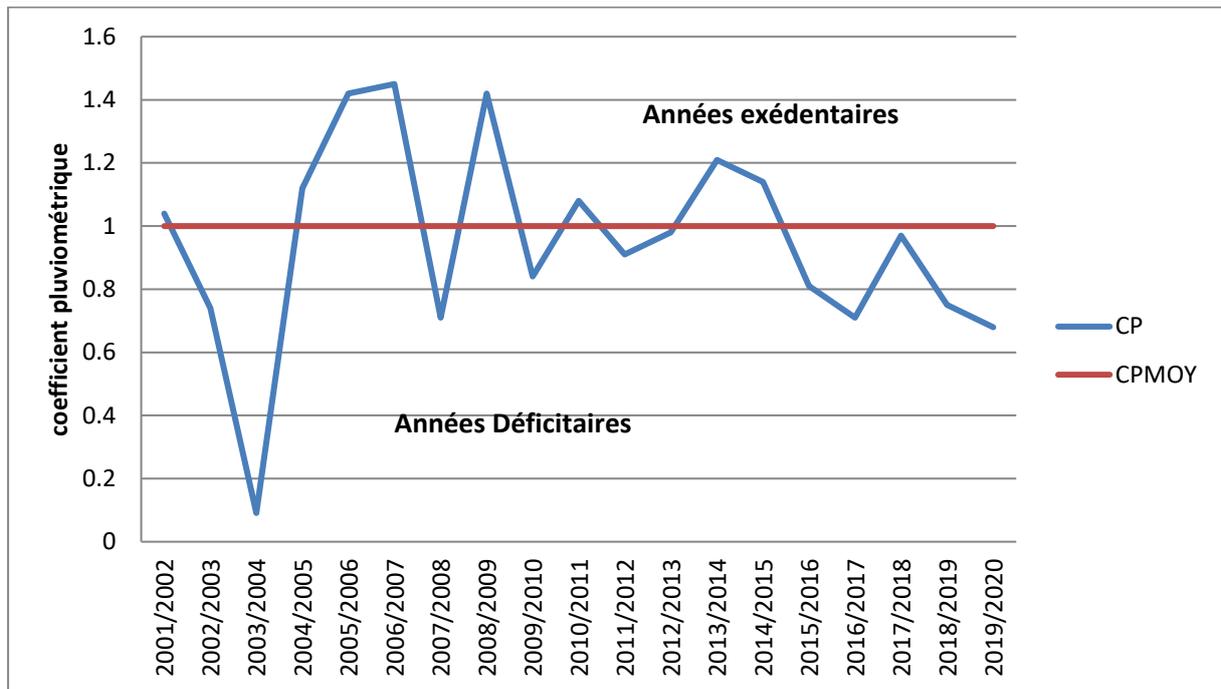


Figure N°09 :courbe de l'évolution annuelle des Coefficients pluviométriques de la station de Mostaganem (2001-2020)

D'après le tableau et la courbe nous remarquons qu'il y a 8/19 des années excédentaires, comme il y a 11/19 des années déficitaires.

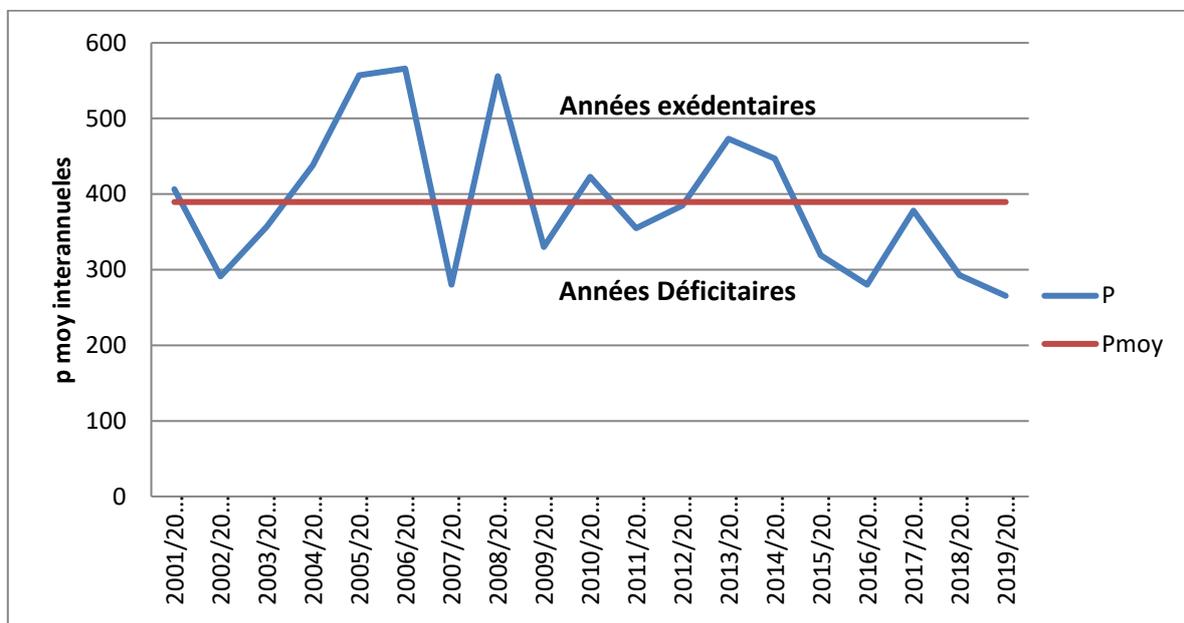


Figure N°10: courbe de l'évolution annuelle des précipitations dans la station de MOSTAGANEM (2001/2020).

D'après la courbe, nous remarquons qu'il y a 8/19 années excédentaires où l'année (2006/2007) est la plus excédentaire par contre il y a 11/19 années déficitaires où l'année (2019/2020) est la plus déficitaire.

**III .3.2. Les Températures :**

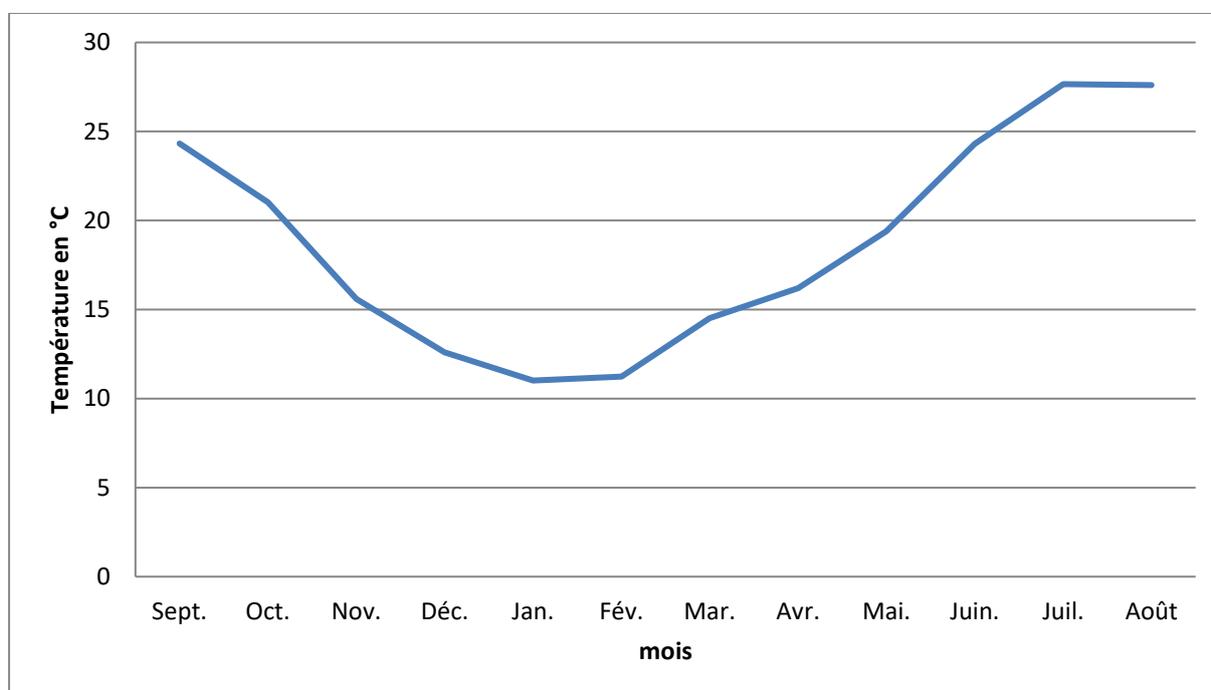
La température est le deuxième élément important dans l'étude du climat, elle joue un rôle important dans la détermination des paramètres climatiques particulièrement la détermination du bilan hydrique.

**III .3.2.1 Températures moyennes mensuelles :**

L'analyse des données des températures moyennes mensuelles est basée sur les données Relevées au niveau de la station de MOSTAGANEM de l'année 2001 jusqu'à 2020, et qui sont représentées au tableau ci dessous :

**Tableau N°06 :** Les températures moyennes mensuelles de la station de Mostaganem (2001-2020)

Mois	Sep	Oct	Nov	Des	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	MOY
T (°C)	24,33	21,02	15,59	12,60	11,01	11,23	14,50	16,20	19,38	24,31	27,66	27,60	18,78



**Figure N°11:** courbe des Variations des températures moyennes mensuelles de la période (2001-2020) de la station de Mostaganem

On remarque que le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne mensuelle de 11,01 °C par contre le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température moyenne mensuelle qui atteint 27,66 °C.

La température moyenne durant la période d’observation (2001-2020) est de l’ordre de 18,78°C.

**III.3.3.Détermination de l’humidité du sol (méthode d’Euverte):**

Cette méthode est basée sur l’établissement d’un rapport entre les précipitations et les Températures moyennes mensuelles (P/T) d’une même période.

Le rapport (P/T) donne la valeur de l’humidité du sol et permet de définir 4 types de régimes:

**Tableau N°07 : Le rapport (P/T) de l’humidité du sol.**

<b>Rapport (P/T)</b>	<b>P/T &lt; 1</b>	<b>1 &lt; P/T &lt; 2</b>	<b>2 &lt; P/T &lt; 3</b>	<b>P/T &gt; 3</b>
<b>Régime</b>	<b>Très sec</b>	<b>Sec</b>	<b>Subhumide</b>	<b>Humide</b>

**Tableau N°08 : Valeurs du rapport P/T (station de Mostaganem) (2001/2020)**

Mois	Sep	Oct	Nev	Des	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>Pmoy (mm)</b>	21,68	38,21	66 ,21	65,66	55,56	40,12	35,50	36,37	23,40	3,60	0,62	2,58
<b>T moy(°C )</b>	24,33	21,01	15,59	12,59	11,01	11,23	14,50	16,20	19,38	24,31	27,65	27,60
<b>P/T</b>	0,89	1,81	4,24	5,21	5,04	3,57	2,44	2,24	1,20	0,14	0,02	0,09

L’évolution de l’humidité du sol pendant l’année:

- pour Les mois de Septembre, Juin, Juillet, et Aout caractérisés par un régime très sec.
- Pour les mois d’octobre et mai le régime est sec.
- pour les mois de mars et avril le régime subhumide
- pour les mois de Novembre, Décembre, Janvier, Février le régime humide.

**III .3.4. Classification du climat de la région :**

Pour déterminer le type de climat, nous avons utilisé la station de Mostaganem. Pour cette étude, nous avons utilisé plusieurs méthodes.

**III .3.4.1. Diagramme Ombro-Thermique de GAUSSEN:**

Selon GAUSSEN et BANGOULS, un mois est dit sec si le total moyen des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne (°C)  $P \leq 2 * T$ , cette relation permet d’établir des diagrammes Ombro-thermiques sur lesquels, la température est portée à une double échelle de celle des précipitations.

Pour un mois sec, la courbe des températures passe au-dessus de la courbe des précipitations.

Le tableau suivant présente les températures moyennes mensuelles et les précipitations moyennes mensuelles de la station de Mostaganem.

Tableau N°09: températures et précipitations moyennes mensuelles période (2001 – 2020)

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.
P(mm)	21,68	38,21	66,21	65,66	55,56	40,12	35,50	36,37	23,40	3,56	0,62	2,58
Ten(°C)	24,33	21,01	15,59	12,60	11,10	14,50	16,20	19,38	24,31	27,66	27,60	18,78

Source : ONM, Mostaganem 2020

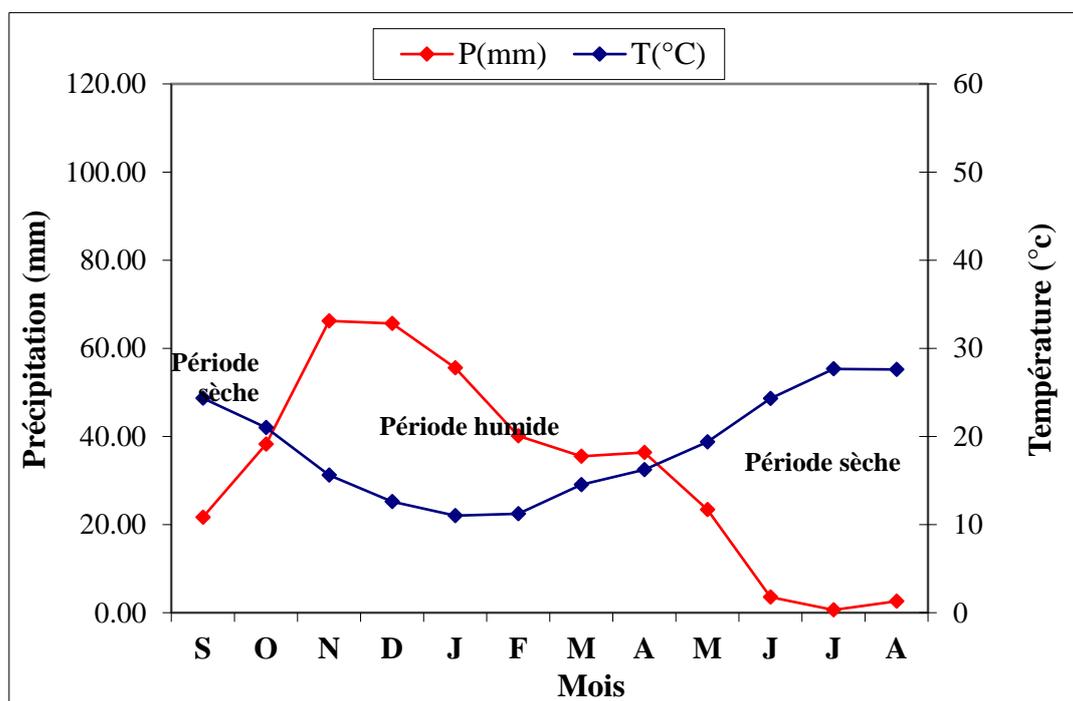


Figure N°12 : Courbe ombro-thermique de la station de Mostaganem (2001-2020)

D'après la courbe ombro-thermique de la station de Mostaganem on distingue deux périodes:

- Une période humide : S'étend du mois de mi-octobre jusqu'à la fin de avril.
- Une période sèche : Couvre le reste des mois de l'année de fin avril jusqu'à mi-octobre .

**III.3.5.Détermination d'Indices climatique :****III.3.5.1Indice d'aridité de MARTONNE :**

Cet indice dépend essentiellement de précipitation moyenne annuelle en (mm) et la température moyenne annuelle en (°C), en appliquant la formule suivante :

$$I = P / T + 10$$

Avec :

I : Indice d'aridité.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C)

$$. P = 389,52\text{mm} ; T = 18,78^\circ\text{C}$$

Donc :

$$I = 389,52 / 18,78 + 10 = \mathbf{13.53}$$

Selon De Martonne :

- $A < 5$  : le climat est hyper aride.
- $5 < A < 10$  : le climat est très sec (steppique).
- $10 < A < 20$  : le climat est semi-aride.
- $20 < A < 30$  : le climat est tempère.
- $A > 30$  : le climat est humide (écoulement abondant)

D'après l'indice d'aridité de DE MARTONE calculé (13,53), on peut dire que notre région d'étude se caractérise par un climat semi-aride  $10 < I < 20$ .

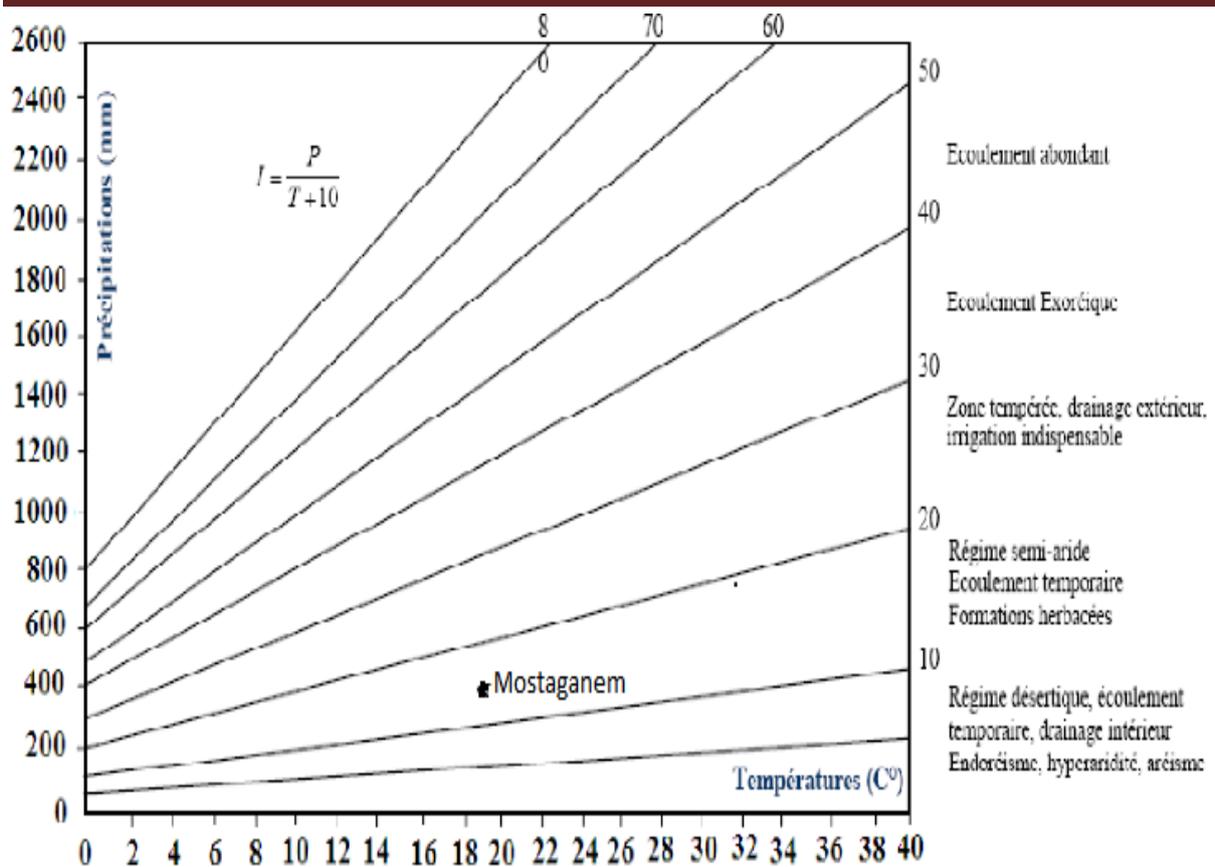


Figure N°13: Abaque de l'indice d'aridité annuel de Martonne (station de Mostaganem).

### III.3.5.2. Méthode d'EMBERGER

Cette méthode permet l'étude de la somme des climats de la zone méditerranéenne et la détermination d'un quotient pluviométrique (fig. 10).

$$Q_2 = \frac{P}{[(M+m)/2] * (M-m)} * 1000$$

Avec :

- **Q<sub>2</sub>** : Quotient pluviométrique ;
- **P** : Précipitation moyenne annuelle (mm) de la station de Mostaganem ;
- **M** : Moyenne des maximas du mois le plus chaud (°K) ;
- **m** : Moyenne des minima du mois le plus froid (°K).

**POUR :**

- P = 389.52mm
- M = 40,48 C° = 313,48°K
- m = -1,01 C° = 271,99°K

Alors : **Q<sub>2</sub> = 32,07**

Tableau N°10: Quotient pluviométrique et étage bioclimatique (Bellarouci, 1991 in kired, 2006).

Etage bioclimatique	Valeur de ( $Q_2$ )	Pluviométrie moyenne interannuelle(mm)	Durée de la saison sèche
Etage humide	$\geq 95$ à 145	900-1300	$\leq 3$ mois
Etage sub-humide	55 à 45	600-900	3 à 4 mois
Etage semi-aride	25 à 95	300-600	4 mois environ
Etage aride	15 à 40	100-300	$\geq 5$ mois
Etage saharien	$\leq 20$	100	Indéterminé parfois = 12 mois

Après le calcul de ( $Q_2$ ) et le tableau N°10 nous pouvons constater que la station de Mostaganem présente un climat semi-aride à hiver tempéré (figure N°14).

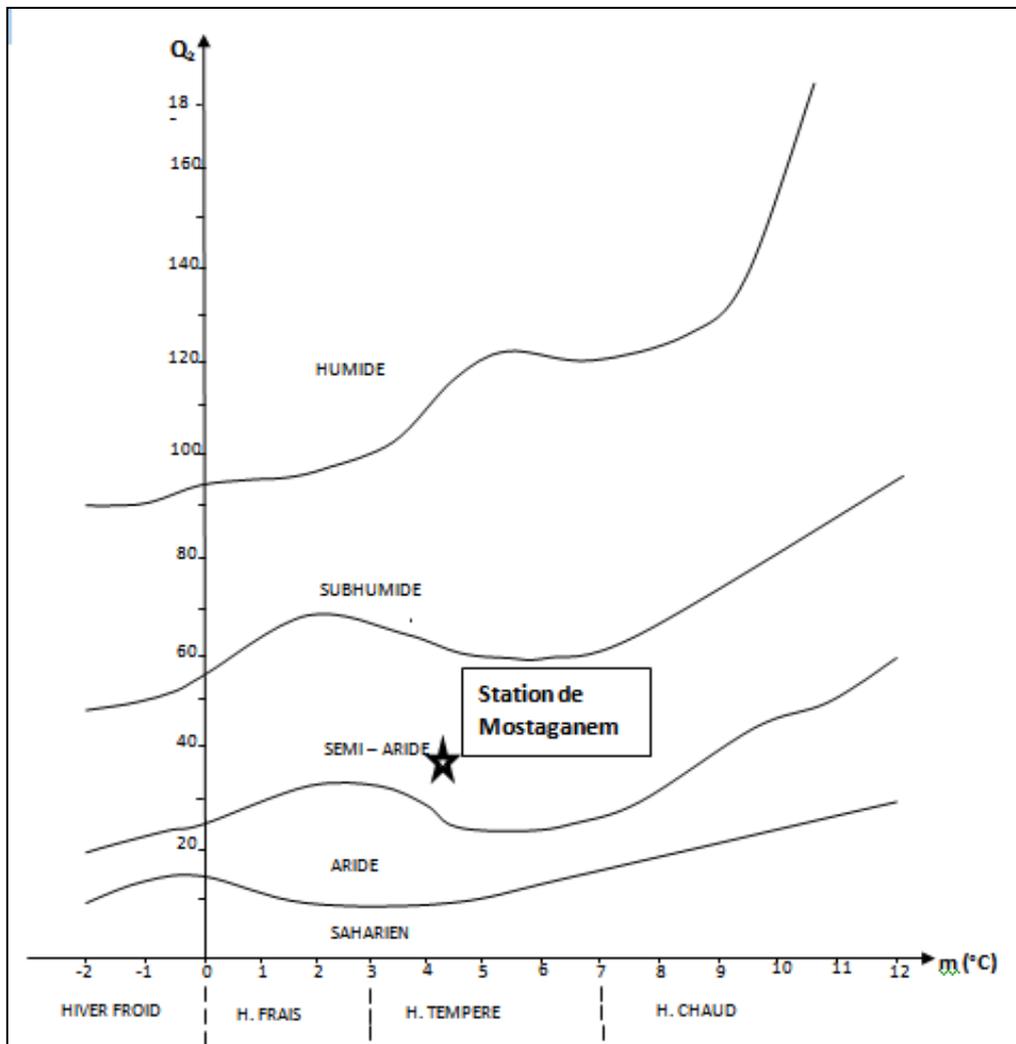


Figure N°14 : la station de Mostaganem dans le climato-gramme d'EMBERGER

**III.4. Bilan hydrique :**

Le bilan hydrique est l'étude comparée de la lame d'eau précipitée sur une surface donnée et des différentes formes de transferts de cette eau : soit par écoulement, infiltration ou évaporation.

Le bilan hydrologique naturel peut se calculer par la formule suivante (Castany 1982):

$$P = ETR + R + I$$

Avec :

**P** : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

**R** : Ruissellement de surface moyen annuel en (mm).

**E** : Evapotranspiration moyenne annuelle en (mm).

**I** : Infiltration moyenne annuelle en (mm).

**III.4.1 : Estimation des paramètres du bilan :****III.4.1.1 Evapotranspiration :**

L'évapotranspiration désigne les pertes d'eau sous forme de vapeur, elle correspond à un phénomène complexe qui regroupe à la fois des processus de transpiration qui correspondent à l'utilisation de l'eau atmosphérique et de l'eau dans l'atmosphère par les végétaux.

Plusieurs facteurs peuvent influencer l'évapotranspiration notamment la température, le vent et les caractéristiques de la couverture végétale.

On distingue:

- L'évapotranspiration potentielle (E.T.P)

- L'évapotranspiration réelle (E.T.R)

**III.4.1.1.1. L'évapotranspiration potentielle (E.T.P) :**

C'est la somme des quantités d'eau qui peuvent s'évaporer et transpirer sur une surface donnée et pendant une période bien définie en considérant des apports d'eau suffisants. ETP est estimée par la formule de «C.W.Thornthwaite» proposée en 1948 et basée essentiellement sur les températures de l'air.

$$E.T.P = 1.6 * [(10 * T) / I]^a * K$$

Avec :

- **E.T.P** : Evapotranspiration potentielle (cm) ;
- **T** : Température moyenne mensuelle (°C) ;
- **I** : Somme des indices thermiques mensuels de l'année.
- **K** : facteur correctif intégrant la durée d'insolation

12

$$I = \sum_{i=1} i_n$$

Avec:

$$\left. \begin{aligned} i &= [T/5]^{1.514} \\ a &= (1.6/100)*I+0.5 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} I &= 92,47 \\ a &= 2 \end{aligned}$$

**Tableau N°11:** Résultats de l’ETP obtenus par la formule de «C.W.Thornthwaite» de la station de Mostaganem(2001-2020)

Mois	Sep	Oct	Nov	Des	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	Tot
<u>T</u> en (°C)	24,33	21,02	15,59	12,60	11,01	11,23	14,50	16,20	19,38	24,31	27,66	27,60	225,43
<u>I</u>	10,97	8,79	5,59	4,05	3,30	3,40	5,01	5,93	7,78	10,96	13,36	13,33	92,47
<u>ETP</u>	11,07	8,26	4,54	2,97	2,26	2,36	3,93	4,91	7,03	11,06	14,32	14,25	86,96

**III.4.1.1.2. L’évapotranspiration Réelle (E.T.R) :**

C’est la somme de l’évapotranspiration et de la transpiration réelle pour une surface donnée et une période définie. Elle peut être déterminée par différents formules :

- Formule de Thornthwaite .
- Formule de Turc.

**A/ La formule de « Turc » :**

Cette formule est basée sur les températures et les précipitations moyennes annuelles et on a :

$$E.T.R = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}}$$

Avec :

- **E.T.R** : Evapotranspiration réelle (mm) ;
- **P** : Précipitation moyenne annuelle (mm) ;
- **T** : Température moyenne annuelle (°C) ;
- **L = 0.05\*T<sup>3</sup> + 25\*T + 300**

**DONC :**

**ETR=384,69mm**

**B/Formule de Thornthwaite :**

Cette méthode est basée sur la notion de RFU (réserve en eau dans le sol facilement utilisable par les plantes). On admet que la hauteur d'eau stockée dans le sol qui est reprise par l'évapotranspiration par l'intermédiaire des plantes.

Trois cas peuvent se présenter :

- 1er cas :  $P > ETP$   $ETR = ETP$  : Il y a une reconstitution des réserves du sol jusqu'à la saturation, le surplus va représenter L'écoulement superficiel.
- 2ème cas :  $P < ETP$   $ETR = P + RFU$  : Dans ce cas, la RFU (réserve facilement utilisable) va s'épuiser jusqu'à la satisfaction de l'ETP.
- 3ème cas :  $P < ETP$  et  $RFU = 0$   $ETR = P$  : Il y a donc un déficit agricole (DA) représenté par la quantité d'eau qui doit être apportée pour l'irrigation

Cette méthode est décrite en détail plus loin et les résultats sont représentés dans le Tableau n° 13 du bilan hydrique :

**B.1.Ruissellement(R) :**

**. Calcul de ruissellement par la méthode de TIXERON - BERKALOFF**

Il correspond à l'écoulement par gravité à la surface du sol de la partie des précipitations non infiltrées ou non évaporées :

$$R = P^3 / 3(ETP)^2$$

**Car p < 600mm**

Avec :

- **R** : ruissellement (mm) ;
- **P** : Pluviométrie annuelle (mm) ;
- **ETP** : Evapotranspiration potentielle (mm).

Application numérique :

$$R = (389.54)^3 / 3(811.27)^2$$

$$R = 29.93 \text{ mm}$$

Pour la station de Mostaganem, nous avons trouvé : **R=29,93mm**

**B.2.Infiltration (I) :**

C'est la quantité d'eau franchissant la surface du sol. Elle renouvelle les réservoirs d'eaux souterraines et entretient le débit de l'écoulement souterrain des sorties après circulation dans les formations hydrogéologique perméables du sou- sol (Castany G., 1982)

Elle est soustraire par l'équation fondamentale de bilan hydrique :

$$P=ETR+R+I \Leftrightarrow I= P- ETR- R$$

Avec :

I=infiltration (mm)

P= précipitation moyenne annuelle (mm)

R=ruissellement (mm)

ETR=évapotranspiration réelle annuelle (mm) selon la méthode de C.W.Thornthwaite.

**Application numérique :**

$$I=389,54-308,60 -29,93$$

$$I =51,01\text{mm}$$

**Tableau N°12:** Tableau récapitulatif des paramètres du bilan hydrologique de la station de Mostaganem (2001-2020)

Paramètre	Méthode	Valeur (mm/an) /(%)
P	–	389,54(100%)
ETP	Thornthwaite	811, 27 (208,26%)
ETR	Turc	384,69
	Thornthwaite	308,60 (79,22%)
R	Tixeront-Berkaloff	29, 93 (7,68%)
I	Thornthwaite	51,01 (13,09%)

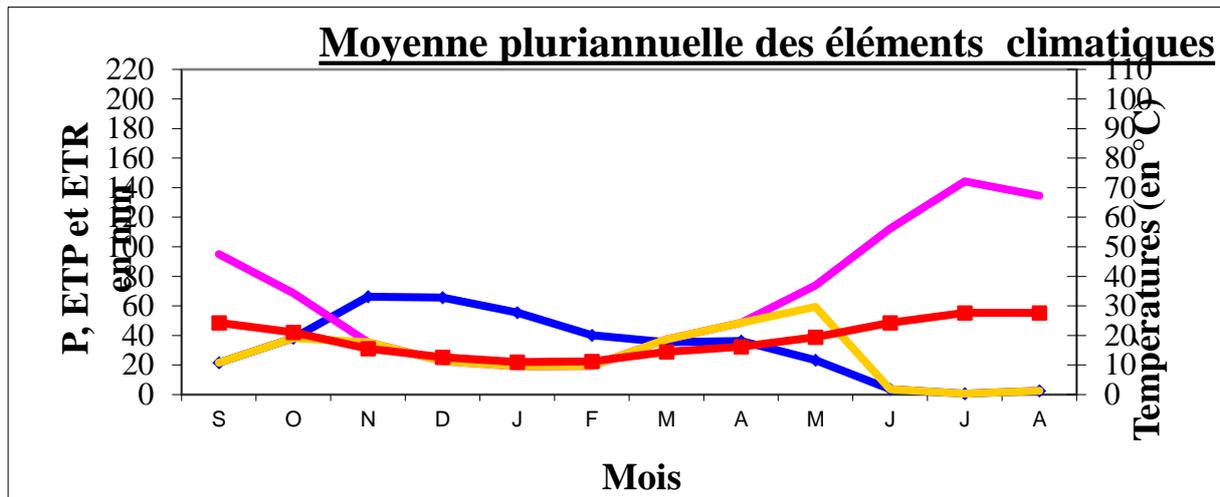
D'après le tableau12, on remarque que la lame d'eau précipitée est égale à 389.54 mm, L'évapotranspiration réelle calculée par la méthode de Thornthwaite est 308,60 mm soit 79,22 % des précipitations reprise par l'évapotranspiration et retournent à l'atmosphère. Alors que 29,93% de cette pluie constitue la lame ruisselée et 13,09% sous forme d'une lame infiltrée qui peut recharger les nappes d'eau de la région.

**Tableau N°13 : Bilan Hydrique de Thorntwaite de la station de Mostaganem**

Mois	T(°c)	I	Cl	Etp	P(mm)	Bh	Ch	Vr	Rfu	Etr	Def	Exc
Sep	24,33	10,98	1,03	95,02	21,69	-73,33	-0,77	0,00	0,00	21,69	73,33	0,00
Oct	21,01	8,79	0,97	68,66	38,21	-30,45	-0,44	0,00	0,00	38,21	30,45	0,00
Nov	15,59	5,6	0,86	35,45	66,21	30,76	0,87	30,76	30,76	35,45	0,00	0,00
Des	12,6	4,05	0,81	22,70	65,66	42,96	1,89	19,24	50,00	22,70	0,00	23,72
Jan	11,01	3,31	0,87	19,12	55,56	36,45	1,91	0,00	50,00	19,12	0,00	36,45
Fev	11,24	3,41	0,85	19,37	40,13	20,76	1,07	0,00	50,00	19,37	0,00	20,76
Mars	14,51	5,02	1,03	37,27	35,51	-1,76	-0,05	-1,76	48,24	37,27	0,00	0,00
Avr	16,2	5,93	1,10	48,64	36,38	-12,26	-0,25	-12,26	35,97	48,64	0,00	0,00
Mai	19,38	7,78	1,21	73,97	23,41	-50,57	-0,68	-35,97	00,00	59,38	14,59	0,00
Jun	24,31	10,96	1,22	112,37	3,57	-108,80	-0,97	-00,00	0,00	3,57	108,8	0,00
Jui	27,65	13,32	1,24	144,25	0,63	-143,63	-1,00	0,00	0,00	0,63	143,59	0,00
Aou	27,6	13,28	1,16	134,46	2,58	-131,88	-0,98	0,00	0,00	2,58	131,88	0,00
Annuel	18,8	92,4		811,27	389,54	-421,25			264,97	308,60	502,67	80,93

Avec :

- P : précipitation moyenne mensuelle en (mm).
- T : température moyenne mensuelle en (°C).
- i : indice thermique mensuel.
- K : facteur de correction intégrant la durée d’insolation, le nombre des jours de mois et la température.
- ETP : évapotranspiration potentielle en (mm).
- ETR : évapotranspiration réelle en (mm).
- RFU : réserve facilement utilisable en (mm).
- EXD : excédent en (mm).
- DA : déficit agricole en (mm).



**Figure N°15:** Représentation graphique du bilan hydrique de C.W.Thornthwaite de la station de Mostaganem (2001 /2020)

#### Les formules de vérification :

$$P = ETR + I + R = ETR + EXD = 308,60 + 80,93 = 389,54 \text{ mm}$$

$$ETP = ETR + DA = 308,60 + 502,67 = 811,27 \text{ mm}$$

$$EXD = I + R = 51,01 + 29,93 = 80,93 \text{ mm}$$

#### B.3. Interprétation de bilan hydrique :

Les résultats obtenus du bilan hydrique de C.W.Thornthwaite pour la station de Mostaganem illustrés dans le tableau n°13 et la figure précédente, nous ont permis de tirer les observations suivantes :

La région d'étude reçoit des précipitations moyennes annuelles de l'ordre 389,54 mm et une température moyenne annuelle de 18.80°C.

L'évapotranspiration potentielle (ETP) atteint son maximum au mois de Juillet avec 144.25 mm, son minimum au mois de JANVIER avec 19.12 mm. L'ETP totale est de l'ordre de 811.27 mm.

L'évapotranspiration réelle (ETR) totale est de 308,60 mm.

Lorsque la réserve facilement utilisable (RFU) est pleine (50mm), il y a un surplus d'eau accompagné d'un ruissellement ou infiltration et quand elle a la tendance à se diminuer et au point qu'il sera carrément vide, il y aura un épuisement du stock et par conséquent un déficit agricole total à 502,67 mm

L'excédent annuel est égal à 80,93 mm

**III.5.Conclusion :**

Après cette étude hydro-climatologique de la région d'étude, les conclusions sont les suivantes :

Le climat de la région d'étude est de type semi-aride avec des influences méditerranéennes

Les relevés thermiques analysés montrent que la température moyenne annuelle est de 18,8°C à la station de Mostaganem.

La précipitation moyenne annuelle est de 389.54 mm pour la période s'étalant de (2001 – 2020).

L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR) déterminées par la méthode de Thornthwaite, sont respectivement égales à 811,27 mm soit 208.26% des précipitations et 308,60mm soit 79,22% des précipitations

Le déficit agricole estimé est de 502,27 mm étalé sur la période allant de Juin jusqu'à Octobre. Soit 128.93 % des précipitations.

Le ruissellement (R) estimé par la formule de Tixerent-Berkaloff est de 29.93 mm , soit 7.68 % des précipitations moyennes annuelles

L'infiltration (I) est estimée de l'équation du bilan de l'eau, elle est de l'ordre de 51,01 mm, soit 13,09 % des précipitations.

***Chapitre IV:***  
***Aperçu hydrogéologique***

---

***Contribution à la gestion des ressources en eau dans la  
wilaya de Mostaganem***

IV.1.INTRODUCTION

Les principales unités hydrogéologiques de la wilaya de Mostaganem sont, de la plus importante en surface à la plus petite :

- Le plateau de Mostaganem,
- La plaine de Bordjias,
- La plaine alluviale de l'Oued Chélif (surface non calculée),
- Le synclinal de Bouguirat,
- Le plateau d'Achaacha,
- Le plateau de Chouachi,
- La nappe côtière de Mostaganem.

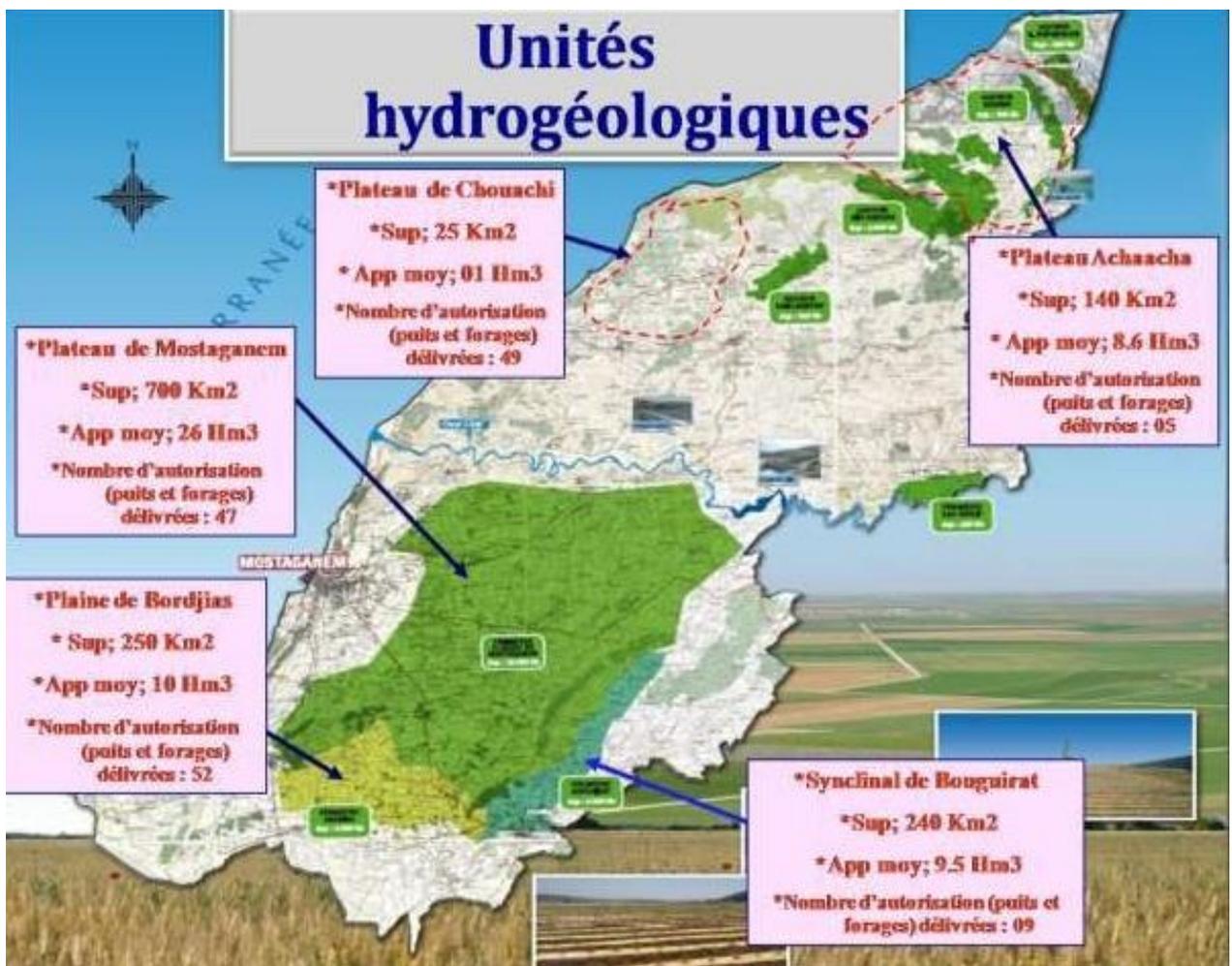
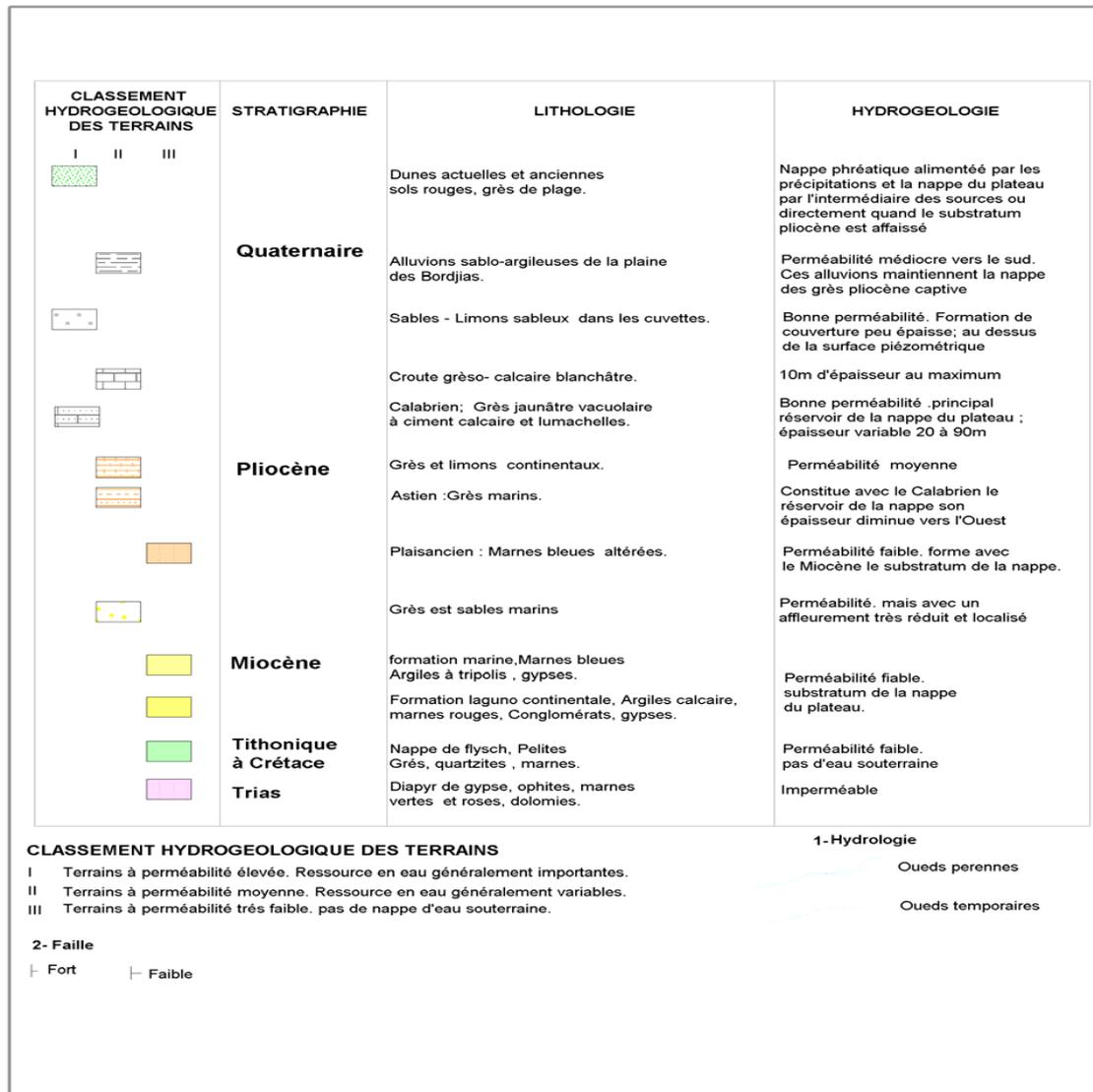


Figure N°16 : Unités hydrogéologiques de la wilaya de Mostaganem

IV.2.Nappe du plateau de Mostaganem

IV.2.1.Réservoir

C'est la plus grande unité de la wilaya de Mostaganem avec une surface de 700 Km2. Il est situé dans les environs immédiats Est du chef de la wilaya de Mostaganem. Il suit l'allongement SW-NE de la wilaya.



FigureN°17 :Stratigraphie des horizons – Perméabilités associées (GAUCHEZ, 1981)

Il est formé essentiellement par :

- **Le Calabrien (Quaternaire)**

Qui affleure au centre du plateau au niveau des plus basses zones.

- **Les grès du plateau de Mostaganem**

Qui forment avec le Quaternaire le meilleur réservoir aquifère. Sa superficie est grande et son épaisseur est importante. Ils forment un synclinal qui se rétrécit vers le Sud.

- **Les Grès et sables du Pliocène inférieur**

Qui affleurent au niveau des piedmonts entourant le plateau de Mostaganem et limitant le synclinal mais également dans un pointement au cœur du plateau démontrant l'existence de plissements affectant le synclinal et leur plongement sous les formations précédentes. C'est l'aquifère le plus profond.

Le terrain imperméable des miocènes et du pliocène inférieur constituant le mur de la nappe. Il est formé par des micro-poudingues, suivies de grès jaunâtres grossières et vacuolaires passant à des lumachelles.

La rétention des eaux est assurée par les marnes sableuses du Pliocène que certains écrits attribuent à l'Astien, et par les marnes blanches à silex du Miocène.

La topographie actuelle reflète bien l'allure du toit du substratum.

L'épaisseur du Calabrien est maximum dans les dépressions topographiques où elle atteint 100 m, tandis que sur les reliefs qui correspondent à des bombements du Mio-Pliocène elle n'est que de 20 à 30 mètres seulement.

Les grès du plateau de Mostaganem et ceux du Pliocène inférieur sont confondus et ne sont pas épais : quelques dizaines de mètres.

#### **IV.2.2. Alimentation de la nappe**

L'alimentation des nappes du plateau est assurée directement par l'infiltration des eaux de pluies mais également par les eaux de ruissellement qui s'écoulent à l'intérieur du plateau. Il existe des zones préférentielles d'alimentation à l'intérieur du plateau et au niveau de ses bordures internes, tels que :

- Au niveau de l'Est du plateau de Mostaganem s'effectue au niveau de la zone comprise entre la forêt de l'Arkor, la vallée de la soif et Outha Sidi Abeda.
- Au Nord du plateau, au niveau de quelques affleurements sableux du Quaternaire et des conglomérats et calcaires du Miocène situés sur la rive gauche de l'oued Chélif.
- Au Centre du plateau, au niveau de la zone de partage des eaux (Bled M'Ta Fernana et Djebel Djazia) et là où les sables et grès Pliocène affleurent.

#### **IV.2.3. Piézométrie et sens d'écoulement**

D'après l'étude hydrogéologique du plateau de Mostaganem, s'appuyant sur les données piézométriques de 1973, les écoulements des eaux souterraines dans la zone Nord-Est du plateau s'effectuent vers le WNW (source Ain Soltane) qui est une résurgence naturelle importante. Ensuite, ils se font vers tout le Sud-Ouest (forêt de la Macta, Jardins de figuiers, Bled Touahria). Mais il existe des écoulements très localisés aux environs de Mostaganem, de

Mazagran, et de la forêt de dunes de Stidia avec un écoulement Est-Ouest (fuites vers la nappe côtière).

Les zones de résurgences naturelles sont également situées au Sud (Ain Sidi Chérif) où il est noté une multitude de sources (carte hydrogéologique du plateau de Mostaganem).

En 1974, les débits des sources variaient de 5 l/s à 100 l/s (Ain Soltane).

En 2009, à l'étiage en août, la source d'Ain Soltane avait un débit de 25 l/s, la source Arsa avait un débit de 9 l/s, la source pont Alma 6 l/s, la source de moulin Bigor 5 l/s.

En 2012, toutes les sources du plateau de Mostaganem et qui donnaient de bon débits se sont asséchées.

Actuellement, les sources sont à la même situation qu'en 2012, c'est-à-dire asséchées, ce qui indique l'approfondissement du niveau piézométrique. La disparition de l'artésianisme le prouve également.

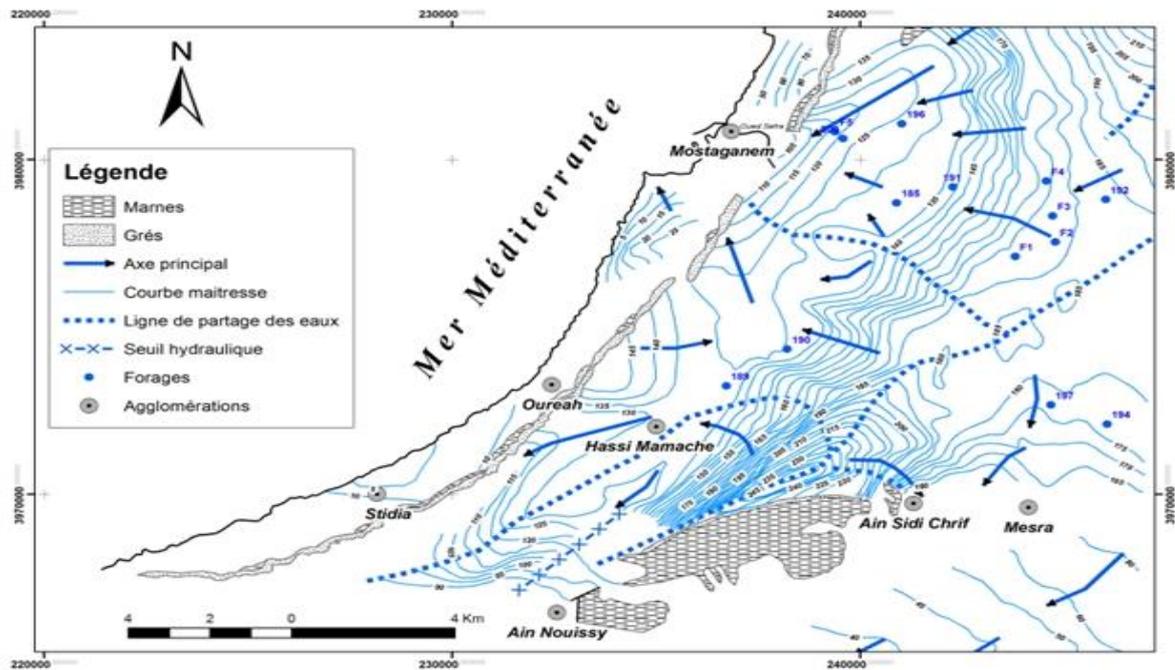
Les niveaux statiques variaient de + 0,40 m (artésien) à l'aval de douar Ouled Amer à 38,5 m au niveau de Douar Sidi Fellad. Les profondeurs des niveaux statiques sont donc très variables d'une zone à une autre.

Au centre du plateau, la profondeur de la nappe variait de +0,4 à 2 m dans la région des jardins des figuiers en passant par 1 m au niveau du douar Ouled Ahmed.

Sur toute la ligne Sud, aux limites de la nappe, à l'Est, le niveau est à 13,5 m à 9,5 m à l'Ouest (entre Stidia et Ain Nouissy), en passant par 12,5 m au centre (Douar Ben Hallo).

Au niveau de la forêt d'Ennaro, la profondeur moyenne du niveau des eaux souterraines est de 20 m.

Cette variation et les lignes de partages des eaux à l'intérieur du plateau indiquent l'existence d'axes anticlinaux (plissement du Pliocène). Il a été noté au minimum deux axes anticlinaux d'après la carte piézométrique de 1974. Et avec la carte géologique au minimum trois, le reste étant recouvert par le Quaternaire



**Figure N°18** : carte piézométrique de la région de Mostaganem (Juin 2010) d'après A. BAICHE.

La carte que nous avons dressée (Figure 18) fait ressortir l'existence de trois secteurs. Au Sud-est et au Nord-ouest, deux systèmes où le gradient hydraulique est faible, compris entre 2,5 et 5,5%. Il semble même qu'il y'ait une zone « plate » dans la région de Mesra Ain Sidi Chérif. Ils se raccordent au niveau d'un véritable seuil hydraulique où le gradient atteint une valeur moyenne de 3,3%. Ces zones d'alimentation de la nappe sont constituées par les différents djebels ou bombements affectant le Plateau, ainsi que sa bordure nord. Dans ces zones, le gradient hydraulique est élevé et les axes principaux d'écoulement ont des directions divergentes, mais la direction Nord-est Sud-ouest reste la direction privilégiée correspondant à celle des structures du Plateau.

#### IV.2.4. Forages du plateau de Mostaganem

Près de 14 communes étaient alimentés à partir de 128 forages captant les niveaux aquifères du plateau de Mostaganem, avant la mise en exploitation du MAO et du dessalement de l'eau de mer.

Actuellement, les communes de Sour, de Hassi Mamèche, de Mansourah, et de Mesra avec 2 forages chacune, ainsi que Ain Sidi Chérif, Kheir Eddine, Sirat et Mazagran avec 1 forage chacune captent les eaux souterraines du plateau et bénéficie du dessalement de l'eau de mer avec Mazagran et Hassi Mamèche qui profitent également des eaux de barrages. Les autres communes, dont Mostaganem, sont alimentées à partir du dessalement de l'eau de mer, tous leurs forages ayant été soit réaffectés soit abandonnés.

Les débits des forages varient de 2 à 30 l/s. Les meilleurs débits coïncident avec les zones les plus transmissives, tels que :

- Zone entre Sayada et Hassi Mamèche.
- Zone au Sud de Stidia.
- Zone d'Ain Soltane.
- Et la zone de Douar Ouled Ahmed.

Les trois premières régions correspondent, en plus, aux zones exutoires où convergent les eaux souterraines.

Beaucoup de forages sont :

- Abandonnés (50) soit pour colmatage, ensablement, déchirure, ce qui démontre que les forages ne sont pas contrôlés et réhabilités régulièrement, soit infructueux ou à eau salée sans doute par connaissance imparfaite du plateau.
- 11 non exploités,
- 02 à l'arrêt pour différentes raisons.

### **IV.3. Plaine de bordjias**

#### **IV.3.1. Le réservoir**

La plaine des Bordjias est la deuxième unité hydrogéologique en surface (250 km<sup>2</sup>) et en ressources d'eau souterraine.

Elle est située dans le Sud de la wilaya, plus précisément au Sud de la ligne Ain Nouissy – Bled Touahria.

C'est une plaine d'effondrement qui est limitée au Nord avec le plateau de Mostaganem par un relief.

Le Calabrien et les grès du Pliocène s'enfoncent rapidement sous des alluvions à prédominance argileuse. Le Calabrien semble disparaître vers le Sud tandis que les grès Pliocène (sans doute Astienne),

Affectés de nombreuses variations de faciès renferment une nappe captive.

L'écoulement de nappe se fait vers le Sud-Ouest. Son exutoire et ses possibilités sont assez mal connus ; par conséquent une étude hydrogéologique complète devrait être programmée.

Ces niveaux aquifères reposent sur des argiles qui assurent la rétention des eaux.

L'alimentation est assurée par les eaux de pluies et eaux de ruissellement qui s'infiltrent au Nord, au niveau des reliefs, par l'intermédiaire des grès et au niveau de quelques pointements de grès Pliocène aux environs de Fornaka.

Les recherches et investigations hydrogéologiques à travers la plaine des Bordjias, ont permis de mettre en évidence l'existence de trois nappes superposées de haut en bas :

- La nappe libre des niveaux détritiques du Quaternaire.
- La nappe captive des grés du Calabrien.
- La nappe captive des grés de l'Astien.

#### **A) Nappe libre des niveaux détritiques du quaternaire**

L'aquifère est constitué par des alluvions récentes de la plaine des Bordjias qui passent vers le Nord-Est aux grés Calabrien. En général, nous avons la coupe suivante : sous la terre végétale et la carapace sablo-calcaire qui peut atteindre 20 mètres d'épaisseur, l'aquifère est constitué par des alternances de niveaux marno-gréseux, jaunes ou briques et des niveaux franchement sableux. Vers le Nord-Est, les couches argileuses régressent : le faciès devient plus sableux (dunes). L'épaisseur de cet aquifère varie de 10 à 30 mètres.

La plaine, très argileuse le long de l'oued Tinn, est marquée par une zone marécageuse. Cette nappe est fortement minéralisée dans le centre de la plaine, le long de l'oued Tinn et dans la zone Ouest (Fornaka) où il existe, par endroit, de l'hydrogène sulfuré. Les résidus secs dépassent parfois les 3 g/l.

#### **B) Nappe captive des grés du Calabrien**

Le Calabrien existe pratiquement dans toute la plaine. La zone d'alimentation se trouve au Nord sur le plateau de Mostaganem et au Nord-Est de Bled Touahria. Cet aquifère est constitué généralement par des grés à ciment calcaire, des grés parfois argileux et sables jaunes, des grés grossiers, vacuolaires et lumachelliques (base). Tous ces niveaux sont fréquemment intercalés par endroits d'argiles ou parfois, d'argiles sableuses. Ils renferment une nappe en charge.

L'épaisseur moyenne de cet aquifère est de l'ordre de 40 mètres.

Dans la zone Ouest (Fornaka), le Calabrien forme un aquifère unique. En revanche, dans la zone centrale, il se subdivise en deux horizons distincts. La qualité chimique du premier horizon est bonne alors que le deuxième horizon ainsi que la nappe dans la zone Ouest semblent être chargés en sels dissous. L'influence des diapirs d'Ain Nouissy et Ain Sidi-Cherif n'est pas à écarter.

#### **C) Nappe captive des grés de l'Astien**

Il s'agit de grés fins, mal consolidés, parfois à ciment argileux qui peut localement passer à des grés à ciment calcaire. Ces grés affleurent sur le flanc des Djebels Milar et Mouzaia et plongent sous les alluvions de la plaine des Bordjias. Les couches quaternaires

argileuses mettent généralement en charge de nappe des grès. Les eaux de cette nappe sont de bonne qualité chimique.

### **IV.3.2. Piézomètres et résurgences**

L'écoulement des eaux se fait du Nord vers le Sud comme le montre la carte piézométrique. Il suit l'allure de la topographie, c'est-à-dire des hauteurs du Nord vers les basses altitudes de la Macta.

Actuellement, le nombre de forages AEP est de 25, avec 09 seulement qui étaient en exploitation avant la mise en service du transfert à partir des barrages et du dessalement de l'eau de mer.

Actuellement, les eaux souterraines de l'aquifère Pliocène assurent l'alimentation des communes suivantes :

- La commune d'El Hassiane avec uniquement 02 forages
- La commune de bled Touahria avec trois forages
- Et la commune de Sirat avec un forage.

Les deux dernières communes (Touahria et Sirat) bénéficient également du dessalement de l'eau de mer.

Les niveaux de la nappe du Pliocène varient de 0,8 m à 12,5 m.

En effet, au Nord, près d'Ain Nouissy, les niveaux de la nappe varient de 8 à 12,5 m, alors qu'au Sud ils oscillent de 0,8 à 4,4 m. Les données sont limitées pour pouvoir donner plus de détails.

Les forages n'ont pas fait l'objet d'essais de pompage et n'ont bénéficié que de développement qui ne permet aucun calcul même si des mesures de niveaux statiques et de niveaux dynamiques ont été prises.

Il faut préciser également qu'aucune résurgence naturelle n'a été signalée.

## **IV.4. Synclinal de bouguirat**

### **IV.4.1. Le réservoir**

Le synclinal de Bouguirat est la troisième unité hydrogéologique en surface (240 km<sup>2</sup>). Il est situé au Sud- Est de la wilaya, a une limite avec le plateau de Mostaganem et le même allongement (SW-NE).

Le cœur du synclinal est occupé par les alluvions récentes et alluvions anciennes qui sont entourées par les grès à Ostréa Lamellosa du Pliocène. Ces trois formations doivent former une nappe libre et la rétention est assurée par les marnes blanches du Miocène.

**IV.4.2. Bilan et ressources disponibles**

Le bilan des eaux souterraines du synclinal de Bouguirat n'a pas été calculé bien que l'inventaire des forages AEP et Irrigation soit connu. Mais les enquêtes sur les débits extraits n'ont pas été réalisées par l'ANRH et donc les sorties de la nappe ne sont pas connues.

**IV.4.3. Forages, piézomètres et résurgences**

Le nombre de forages est de 28 mais le nombre de forages en exploitation était de 15 lorsqu'il n'y avait que les eaux souterraines qui alimentaient les communes. En 2015, il n'y avait que 11 forages en service.

Les remarques émises pour les forages abandonnés du plateau de Mostaganem sont également valables pour ceux du synclinal de Bouguirat.

Les niveaux de la nappe de ce synclinal sont parfois profonds. Ils varient de 18 à 70 m. Par région, au niveau des communes de :

- Bouguirat le niveau moyen avoisine 70 m de profondeur,
- Sirat, les niveaux varient de 37 à 40 m de profondeur,
- Souafia, les niveaux varient de 31 à 37 m de profondeur,
- SafSaf, les niveaux varient de 18 à 33 m de profondeur.

Concernant les résurgences captées actuellement, sont à citer les sources de :

- Guehahma avec un débit de 1 l/s et qui n'a pas changé depuis des années,
- Sid Adda Hadj avec un débit pérenne de 1,5 l/s,
- Zehahfa avec un débit de 2 l/s qui chute à 1,5 l/s en période non pluvieuse, puis qui remonte à 2 l/s après les pluies.

**IV.5. Plateau d'achaacha****IV.5.1. Le réservoir**

Le plateau d'Achaacha est la quatrième unité hydrogéologique en surface (140 km<sup>2</sup>). Il est situé au Nord / Nord-Est de la wilaya.

La carte géologique de l'oued Kramis n'existant pas, l'analyse a été réalisée sur la base de la carte au 1/200.000 réalisée par la GSA « Geological Society of America » qui montre que les sables du plateau de Mostaganem, celui de la région de Chouachi et celui de Achaacha sont identiques (même appellation). Par conséquent, les sables de Bou Rahma constituent l'aquifère principal de cette région et la rétention est assurée par les argiles Helvétienne. C'est une nappe libre avec une circulation inter-granulaire.

Les deux forages au niveau du plateau d'Achaacha ont été infructueux. Par conséquent, il est recommandé de passer par une étude hydrogéologique et une étude géophysique par prospection électrique avant tout nouveau forage car les plissements

complicent l'implantation. En effet, un forage implanté sur une bosse synclinale recouverte par des alluvions du Quaternaire peut être infructueux

**IV.5.2. Bilan et ressources disponibles**

Le bilan des eaux souterraines du plateau d'Achaacha n'a pas été effectué. Aucun inventaire de points d'eau n'a été réalisé donc les sorties de la nappe ne sont pas connues.

La surface est de 140 km<sup>2</sup> et l'apport moyen à la nappe est de 8,6 hm<sup>3</sup> (source Direction des ressources en eau de la wilaya de Mostaganem).

Les niveaux de la nappe ne sont pas connus puisqu'aucun point d'eau n'a été signalé.

**IV.6. Plateau chouachi****IV.6.1. Le réservoir**

Le plateau de Chouachi est la plus petite unité hydrogéologique avec seulement 50 km<sup>2</sup>. Il est situé au Nord / Nord-Est de Mostaganem entre le plateau de Mostaganem et celui de Achaacha.

Il s'agit d'un ensemble de synclinaux avec des sables jaunes au centre, semblables à ceux de Mostaganem et d'Achaacha, reposant sur les grès quartzitiques du Maestrichtien .

C'est ainsi qu'au Nord de Hadjadj, sont distingués 3 synclinaux séparés par 2 anticlinaux avec au centre des marnes helvétiques.

Un peu plus au Sud, à l'Est de Hadjadj, n'existe qu'un seul synclinal avec les mêmes sables jaunes, entouré par les grès et sables du Pliocène inférieur et par les argiles de l'Helvétien qui assurent la rétention des eaux.

Les grès quartzitiques du Maestrichtien (Crétacé) constituent le substratum de toutes les formations de ce synclinal.

Les trois forages au niveau du plateau de Chouachi ont été infructueux. Par conséquent, il est recommandé de passer par une étude hydrogéologique et une étude géophysique par prospection électrique avant tout nouveau forage car les plissements compliquent l'implantation. En effet, un forage implanté sur une bosse synclinale recouverte par des alluvions du Quaternaire peut être infructueux.

**IV.6.2. Bilan et ressources disponibles**

Le bilan des eaux souterraines du plateau de cette nappe n'a pas été effectué. Aucun inventaire de points d'eau n'a été réalisé et donc les sorties de la nappe ne sont pas connues.

La surface est de 50 km<sup>2</sup> et l'apport moyen à la nappe est de 1 hm<sup>3</sup> (source Direction des ressources en eau de la wilaya de Mostaganem).

Les niveaux de la nappe ne sont pas connus pour cette région puisqu'aucun point d'eau n'a été signalé.

Il existe une seule résurgence captée : la source de Ouled Boukhatem, qui est située dans la commune de Sidi Lakhdar, et qui donne un débit régulier de 1,5 l/s .

#### **IV.7. Plaine alluviale de l'oued Chélif aval**

##### **IV.7.1. Le réservoir**

La plaine alluviale de l'oued Chélif dans la wilaya de Mostaganem fait partie du bas Chélif aval. Elle renferme un réservoir d'eau souterraine alluvionnaire en surface constitué par des alluvions actuelles et récentes.

A l'affleurement, sur la feuille de Hadjadj au 1/50.000, se trouvent de part et d'autre de l'oued Chélif Des grès à O.Crassissima du Pliocène, en un seul endroit, ainsi que des poudingues et grès du Miocène qui plongent sûrement sous les alluvions formant ainsi une nappe plus profonde. La Rétention des eaux souterraines est assurée par les marnes du Cartennien, les marnes de l'Helvétien et les gres quartzitiques dont les parties superficielles peuvent permettre une circulation des eaux par l'intermédiaire de fractures.

##### **IV.7.2. Bilan et ressources disponibles**

Le bilan de cette nappe, alluvionnaire en surface et gréseuse en profondeur, n'a pas été effectué.

Cette partie du bas Chélif n'a pas fait l'objet d'une étude hydrogéologique ni d'une étude géophysique par prospection électrique.

Cette région a bénéficié d'un seul forage de reconnaissance qui s'est révélé infructueux.

Sur la rive droite de l'oued Chélif, au niveau de la commune de Sidi Belater, une source est captée (Ouled Lahcen) qui donne un débit régulier de 1 l/s sans changement depuis des années.

Il n'existe pas de point d'eau pour avoir une information sur le niveau de la nappe.

#### **IV.8. La nappe côtière de Mostaganem**

Entre la mer et la bordure du plateau représenté par le bombement littoral, existe une zone littorale à recouvrement sableux qui renferme une nappe phréatique. Cette nappe est alimentée directement par les pluies et par des fuites des eaux souterraines du plateau de Mostaganem.

Elle est d'extension réduite et très exploitée par de nombreux puits paysans.

- Elle est située à cheval entre les communes de Stidia, de Mazagran et de Mostaganem..(SDAEP Mostaganem)

**IV.9. Conclusion**

Au terme de la présente analyse sur les eaux souterraines de la wilaya de Mostaganem, il est nécessaire de signaler que cette partie de l'Algérie possède des ressources souterraines importantes à travers ses unités hydrogéologiques qui sont :

- Le plateau de Mostaganem,
- La plaine de Bordjias,
- La plaine alluviale de l'Oued Chéelif aval,
- Le synclinal de Bouguirat,
- Le plateau de Achaacha,
- Le plateau de Chouachi,
- La nappe côtière de Mostaganem.

Toutefois, mises à part les nappes du plateau de Mostaganem, qui ont bénéficié d'une étude hydrogéologique en 1974, les autres unités sont mal connues voire méconnues, telle que les plateaux de Achaacha, Chouachi et la plaine alluviale de l'oued Chéelif aval. La plaine des Bordjias et le synclinal de Bouguirat ont fait l'objet de quelques investigations, mais qui restent très insuffisantes

***Chapitre V:***

***Hydrochimie***

---

---

***Contribution à la gestion des ressources en eau dans la  
wilaya de Mostaganem***

**V.1.Introduction :**

La qualité potable d'une eau peut être analysée par rapport à trois types de paramètres : organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques.

Les paramètres physico-chimiques concernent la forme et la présence d'éléments chimiques tels que : le calcium, le magnésium, le chlorure, le sulfate, le nitrate et d'autres éléments susceptibles d'affecter la qualité de l'eau. Les teneurs tolérées sont infimes ce qui exige des analyses quantitatives fines. A l'inverse, la présence de certaines substances peut être jugée nécessaire comme les oligo-éléments indispensables à l'organisme humain et animal.

Si les ressources en eau pour l'AEP (adduction en eau potable) ont vu un développement conséquent, celles en eau phréatique destinée au secteur agricole demeurent plutôt en voie de dégradation. En effet, la baisse exponentielle du niveau de la nappe phréatique, accélérée par l'extension de spéculations agricoles lucratives, a atteint un niveau critique. Son rabattement est estimé à 1 m.an<sup>-1</sup> par les services de l'hydraulique. Dans ce, il ne suffit pas de prendre en considération, l'épuisement de la nappe provoqué par sa surexploitation mais également sa pollution potentielle due à l'intensification de l'agriculture, de l'industrie et des activités urbaines.

**V.1.Mesure des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques :****V.1.1.Caractéristiques physiques :**

**a)Température :** exprimée en °C, elle est déterminée en raison de ses effets sur la solubilité et dissolution des sels et des gaz, donc sur la conductivité électrique et le pH.

**b)Ph:** déterminé à l'aide d'un pH-mètre de paillasse.

**c)Conductivité électrique :** l'échantillon d'eau est analysé sur un conductimètre.

**d)Turbidité :** est mesurée à l'aide d'un turbidimètre.

**V.1.2.Caractéristiques chimiques :**

Les analyses chimiques reposent sur la méthode volumétrique ou par spectrophotométrie. La méthode volumétrique consiste en l'ajout d'une solution de concentration donnée à un volume d'échantillon avec indicateur approprié jusqu'à l'apparition du virage indiqué par un changement de couleur. Les différentes analyses effectuées par cette méthode sont :

**a)Dureté totale TH (Titre Hydrométrique) :** la dureté d'une eau est déterminée par la présence d'ion calcium et magnésium. Lorsque ces deux ions sont présents en forte concentration, l'eau est dite dure.

b) **Titre hydrométrique calcique (TCa)** : dans cette méthode l'agent complexant utilisé est l'E.D.T.A (Ethyle-Diamine-Tétra- Acétique).

c) **Titre alcalimétrique (TA, TAC)** : le titre alcalimétrique TA et le titre alcalimétrique complet TAC permettent de connaître la concentration en carbonates, bicarbonates et hydroxyde de l'eau analysée.

d) **Chlorures (Cl<sup>-</sup>)** : sont dosés en milieu neutre par solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

e) **Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**: par la méthode de dosage, par spectrophotométrie, qui est utilisée également pour le dosage de l'Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), des sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) et du fer.

### **V.1.3. Caractéristiques bactériologiques :**

L'analyse bactériologique consiste en un dénombrement des contaminants par filtration sur membranes. La filtration est effectuée sur des membranes de 0,45 à 0,22 µm susceptibles de retenir les bactéries. Ceci permet de recenser les germes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridium sulfito-réducteurs.

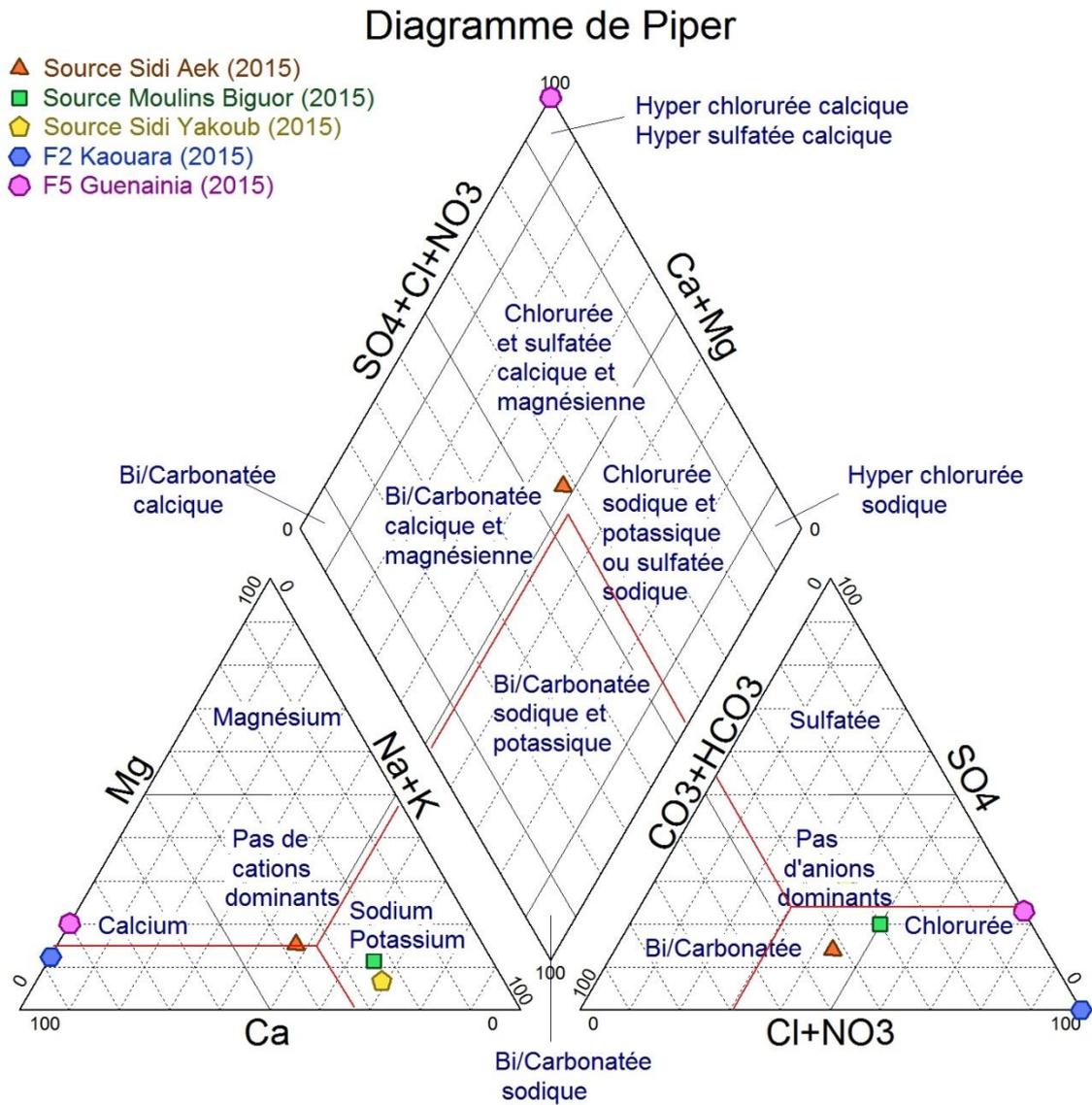
## **V.2. Résultats et interprétation des analyses physico-chimiques et bactériologiques :**

### **V.2.1. Paramètres physico-chimiques :**

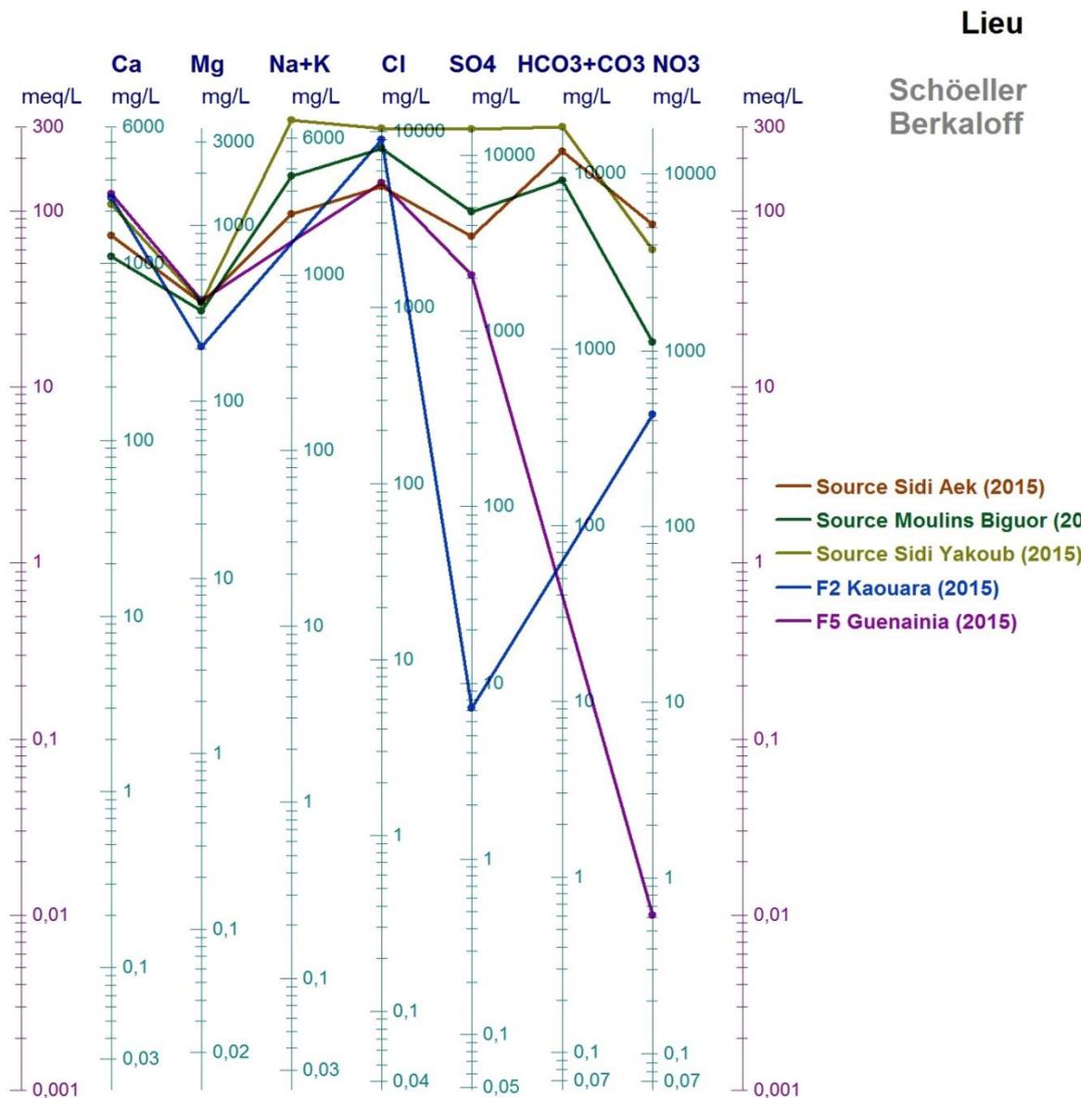
D'après les analyses physico-chimiques effectuées par les deux laboratoires de l'ANRH Oran et de l'ADE unité de Mostaganem, nous avons obtenu les résultats suivants (Tableau, figures) :

Tableau N°14: caractéristiques physico-chimique (mg /l)

Caractéristiques physicochimique (Mg/l)	Ca	Mg	Na	K	HCO3	SO4	CL	NO 3	NO 2	RS
Normes d'eau de source	200	150	200	20	300	400	500	50	0.1	1500
Source Sidi Aek (2015)	73	30	92	2	217	71	138	84	0	740
Source Moulins Biguor (2015)	55	27	147	6	149	98	227	18	0.01	700
Source Sidi Yakoub (2015)	110	30	281	27	298	291	296	60	0.09	1380
F2 Kaouara (2015)	120	17	/	/	/	0.15	255	7	/	/
F5 Guenainia (2015)	124	31	/	/	/	43.34	145	0.01	/	/



**Figure N°19 :** Diagramme de Piper : facies type chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique et Facies chloruré et sulfaté calcique et magnésien.



**Figure N°20 :** Représentation Schöeller Berkaloff du faciès type chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique et Facies chloruré et sulfaté calcique et magnésie

**V.3.Eaux des forages :**

**V.3.1.Forage Kaouara et EURL Groupe Lazreg: (Plaine Bordjias) :**

Les eaux des deux forages présentent un faciès chloruré/Bicarbonaté sodique et potassique selon la présentation de Piper. Selon la présentation de Schoeller-Berkaloff et les formules caractéristiques ces eaux présentent un faciès bicarbonaté sodique :

$$r\text{HCO}_3^- \rightarrow r\text{Cl}^- \rightarrow r\text{SO}_4^{2-} \quad (r : \text{quantité en réaction de l'ion})$$

$$r(\text{Na}^{++} \text{K}^+) > r\text{Ca}^{2+} > r\text{Mg}^{2+}$$

La qualité hydrochimique est très bonne (si l'on compare les résultats avec l'Arrêté interministériel du 22/01/2006 fixant les proportions d'éléments contenues dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source ainsi que les conditions de leur traitement ou les adjonctions autorisés et avec les normes OMS de Potabilité).

Du point de vue hydrogéologique, Cette nappe captive est contenue dans les grès fins mal consolidés, parfois à ciment argileux qui peut localement passer à des grès à ciment calcaire. Ces grès affleurent sur le flanc des Djebels Milar et Mouzaia et plongent sous les alluvions de la plaine des Bordjias. L'épaisseur de ces grès de 25 à 100 m est une succession de couches quaternaires argileuses en charge de la nappe.

Il est souhaitable de consolider cette analyse avec plus d'échantillons répartis sur toute l'étendue de cette nappe pour confirmer ces résultats et détailler davantage l'analyse hydrogéologique de cet aquifère.

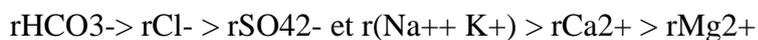
### **V.3.2.Forage Ennaro et EannaroF14 :**

Les eaux des deux forages ont un faciès bicarbonaté sodique à calcique selon la présentation de Schoeller et les formules caractéristiques



### **V.3.3.Forage Guenainia :**

Les eaux ont un faciès bicarbonaté sodique et calcique selon les formules et la présentation de schoeller :



Du point de vue hydrogéologique, les ressources hydriques dans la zone d'étude sue citée, comprennent une nappe libre d'une série stratigraphique très perméable du calabrien dont le rendement et la qualité chimique des eaux souterraines sont variables.

## **V.4.Eaux des sources**

### **V.4.1.Source Ain Soltane**

Si on compare les résultats des deux prélèvements du 2009 et de 2012, on peut constater une dégradation de la qualité hydrochimique.

C'est une eau dure avec un faciès hyper chloruré sodique et un taux de sulfate et de chlorure très élevé et qui présente un taux d'ammonium (selon les analyses qui ont faites par le laboratoire de contrôle de qualité en décembre 2012), ce dernier est un indicateur de pollution. Donc, un traitement de désinfection est nécessaire à l'hypochlorite de sodium ou de calcium, ceci qui provoque des changements des caractéristiques de cette eau. Dans ce cas, cette eau ne peut pas considérée comme une eau de source.

V.4.2.Sources gala Sidi Abdelkader (Achaacha), Souce de sidi Lakhdar ben Khlouf (Sidi Lakhdar), Source Moilins Bigour et Sidi Yakoub (Mostaganem)

Les analyses physico-chimiques du 29 janvier 2015 ont montré que les eaux de ces sources sont aptes à la consommation humaine à l'exception de la source de Sidi Lakhdar qui présente un taux très élevé des chlorures (773.9 mg/l) qui dépasse les normes d'eau de source de l'arrêté interministériel (500 mg/l).

Tableau N°15: Répartition des faciès chimiques dans la nappe du plateau

	Formules ioniques	Faciès chimiques correspondants
Forage Kaouara et EURL Groupe Lazreg	$rHCO_3^- > rCl^- > rSO_4^{2-} > r(Na^{++} K^+) > rCa^{2+} > rMg^{2+}$	chloruré/Bicarbonaté sodique et potassique
Forage Ennaro et EannaroF14	$rHCO_3^- > rCl^- > rSO_4^{2-} > r(Na^{++} K^+) > rCa^{2+} > rMg^{2+}$	bicarbonaté sodique à calcique
Forage Guenainia	$rHCO_3^- > rCl^- > rSO_4^{2-} > r(Na^{++} K^+) > rCa^{2+} > rMg^{2+}$	bicarbonaté sodique et calcique
Source Ain Soltane	$rCl^- > rHCO_3^- > rSO_4^{2-} > r(Na^{++} K^+) > rCa^{2+} > rMg^{2+}$	chloruré sodique

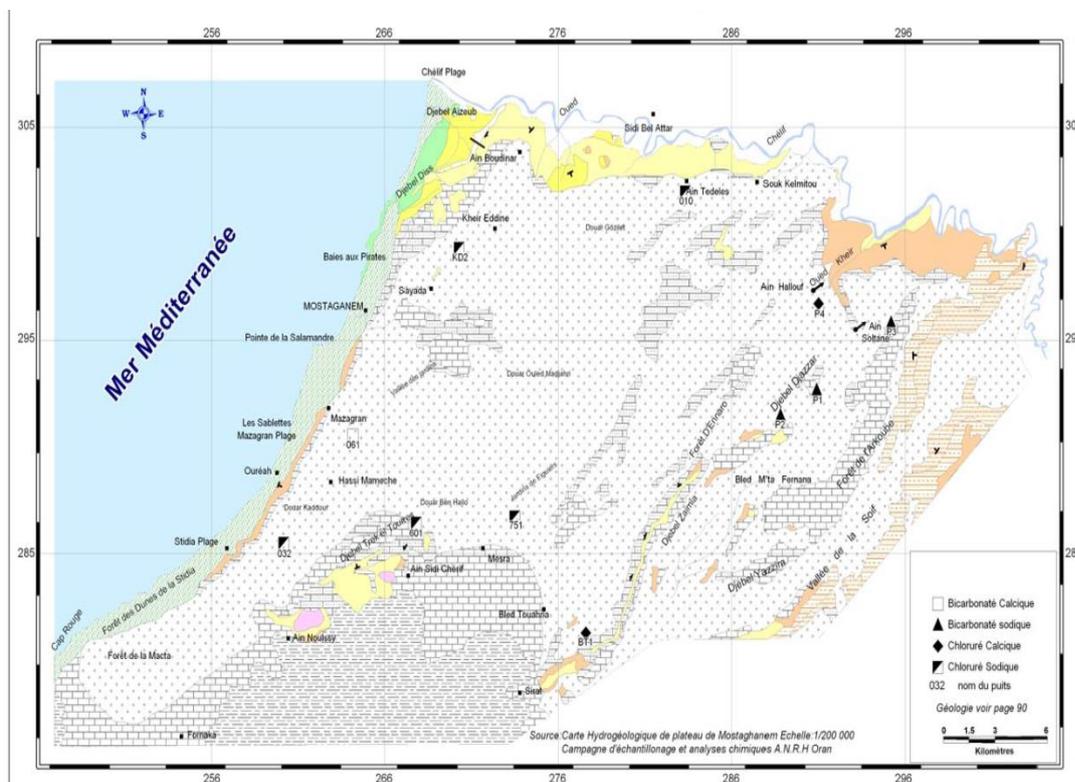


Figure N°21 : carte des faciès chimiques des eaux souterraines de la nappe du calabrien du plateau de Mostaganem

## V.5. Normes et qualités des eaux

### V.5.1 Les Cations :

Les cations analysés sont le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium.

#### a) Le Calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ):

Sa présence résulte principalement de l'infiltration des eaux météoriques à travers des formations carbonatées. La dissolution qui s'en suit est favorisée par le gaz carbonique provenant de l'atmosphère et du sol.

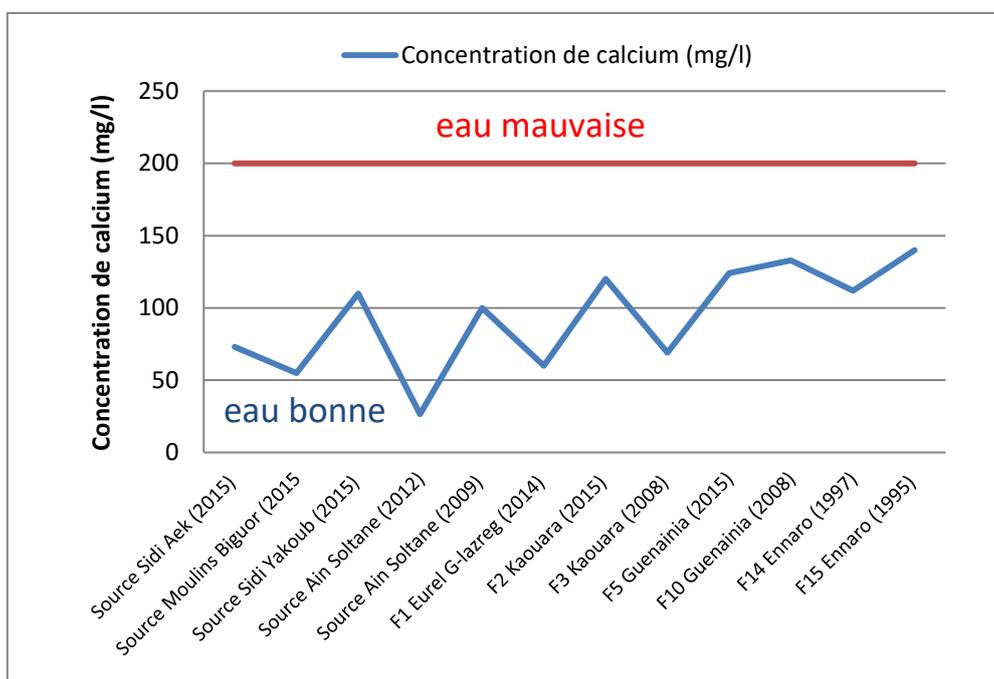


Figure N°22 : Répartition des teneurs en calcium

D'après l'histogramme Les teneurs varient (entre 26 et 200mg/l), bien que la des points analysés, indique des valeurs acceptables

#### b) Le Magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ) :

Second élément intervenant dans la dureté totale des eaux, le magnésium est moins abondant que le calcium. En effet, la majorité des prélèvements présentent des teneurs inférieures à la norme admissible de 150 mg/l.

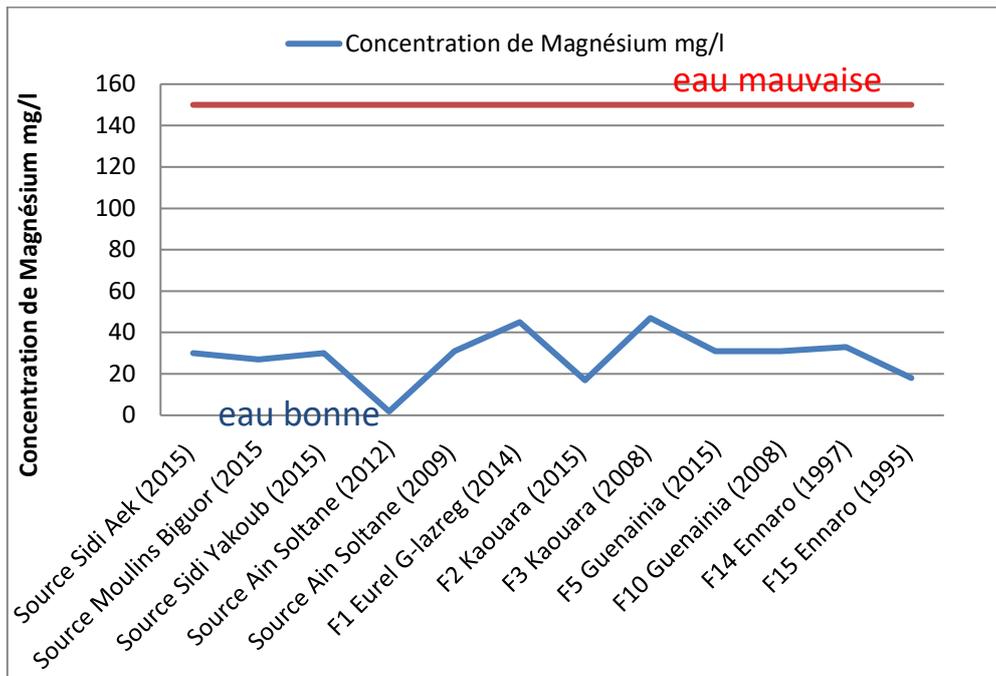


Figure N°23 :Répartition des teneurs en magnésium

c)Le sodium (Na<sup>+</sup>) :

Le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans les eaux d'irrigations. Cet élément ayant plusieurs origines, à savoir, l'altération des roches et du sol, les intrusions d'eau de mer, des eaux traitées et des systèmes d'irrigation

Tableau N°16 : qualité d'eau selon la concentration de sodium

Concentration (mg/l)	Type d'eau	points correspondents
3-200	Eau bonne	Source Sidi Aek, Source Moulins, , Source Ain Soltane(2012),F14 Source Ain Soltane(2009), F1 Eurel G-lazreg,F3,F10,F15
>200	Eau mauvaise	Source Sidi Yakoub

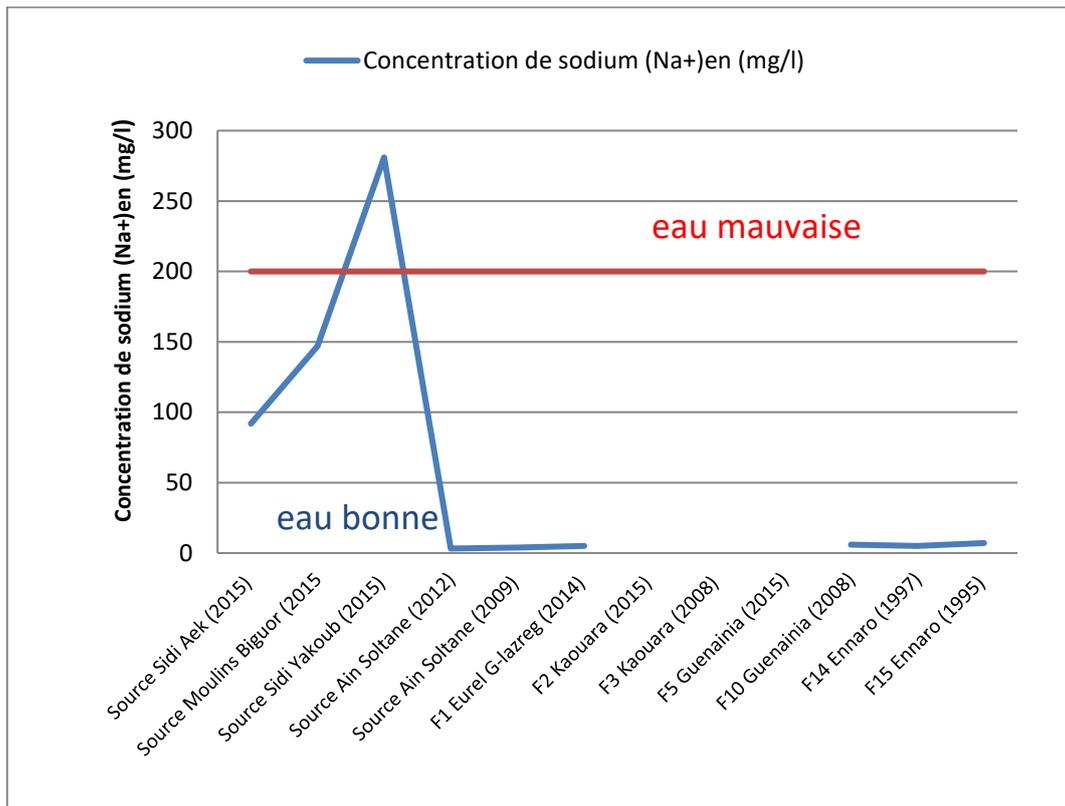


Figure N°24 : Répartition des teneurs en sodium

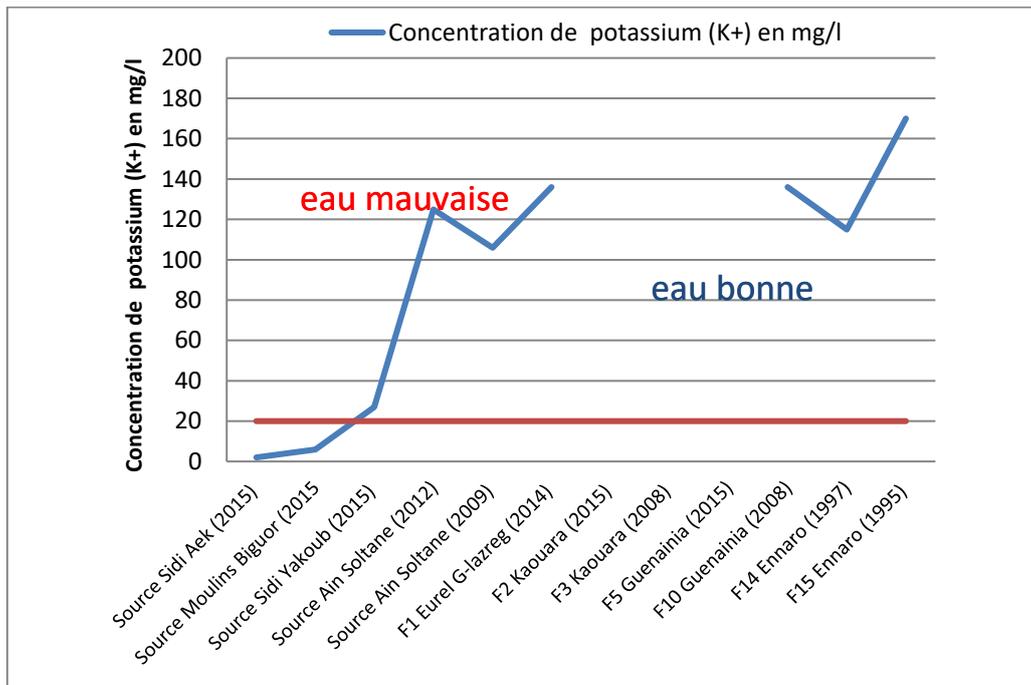
Les teneurs observées entre 3 à 281 mg/l, un seul point marque une forte teneur qui dépasse la norme 200 mg/l dans la Source Sidi Yakoub.

**d) Le potassium (K<sup>+</sup>)**

L'origine du potassium est due à l'altération météorique et érosion des minéraux comme le feldspath qui est composées de silice, d'alumine et du potasse, il proviens peut être a cause de lessivage des sols contenant des engrais, ou de l'invasion d'eau salée (eau de mer).

Tableau N°17 : qualité d'eau selon la concentration de potassium

Concentration (mg/l)	Type d'eau	points correspondents
2-20	Eau bonne	Source Sidi Aek, Source Moulins, ,
>20	Eau mauvaise	Source Sidi Yakoub, Source Ain Soltane(2012), Source Ain Soltane(2009), F1 Eurel G-lazreg, F3, F10,F15, F14



**Figure N°25 : Répartition des teneurs en potassium**

D'après le Tableau N°17 et la Figure N°25. montrent que la majorité des analyses sont de mauvaises qualités ou la teneur en potassium est supérieure à 20 mg/l.

#### V.5.2. Les Anions :

Les anions analysés sont les chlorures, les bicarbonates et les sulfates.

##### a) Les Chlorures (Cl<sup>-</sup>) :

On les trouve en grandes quantités dans les eaux souterraines, ils peuvent provenir, selon l'endroit, soit de l'intrusion marine (biseau salé) soit d'une contamination par les eaux usées domestiques et industrielles.

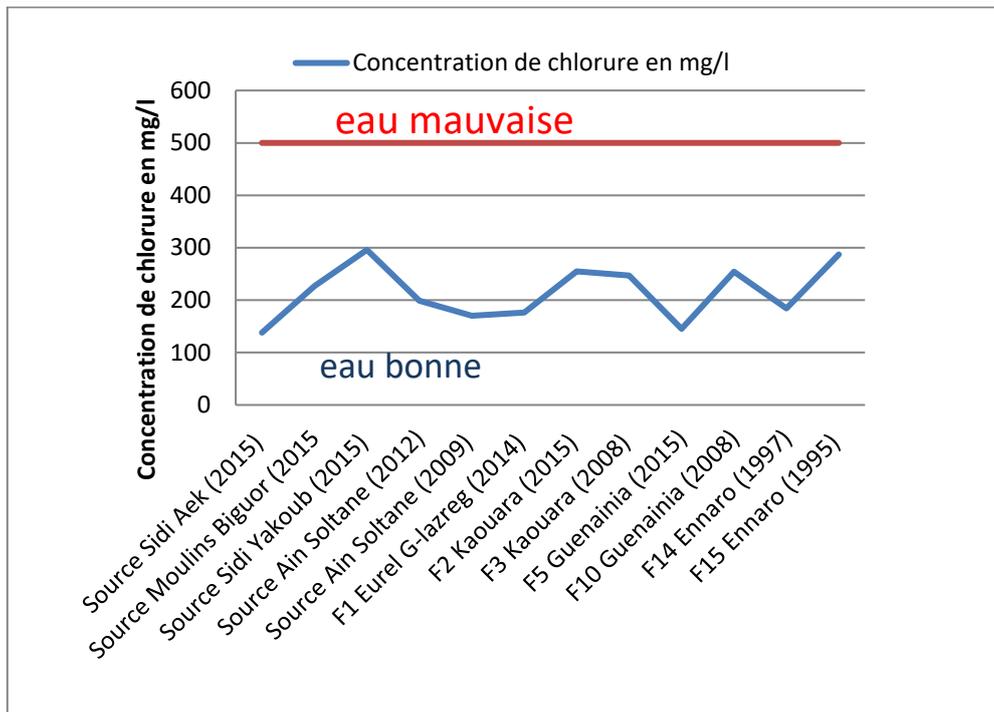
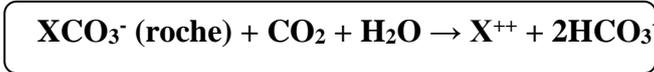


Figure N°26 :Répartition des teneurs en chlorure

L’histogramme de répartition des teneurs (Fig.24), varie de 138 mg/l à 294 mg/l. Son pic de plus grande teneur ne dépasse pas la norme

**b) Les bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>):**

Les bicarbonates sont le résultat de l’équilibre physicochimique entre la roche, l’eau et le gaz carbonique, selon l’équation générale suivante :



La concentration des bicarbonates dans l’eau est fonction des paramètres suivants :

- Température de l’eau,
- Tension du CO<sub>2</sub> dissous,
- Concentration de l’eau en sels et nature lithologique des terrains traversés.

Tableau N°19 : qualité d’eau selon la concentration de bicarbonate

Concentration (mg/l)	Type d'eau	points correspondents
59-300	Eau bonne	Source Sidi Aek, Source Moulins, Source Sidi Yakoub, Source Ain Soltane(2012),F14
>300	Eau mauvaise	Source Ain Soltane(2009), F1 Eurel G-lazreg,F3,F10,F15

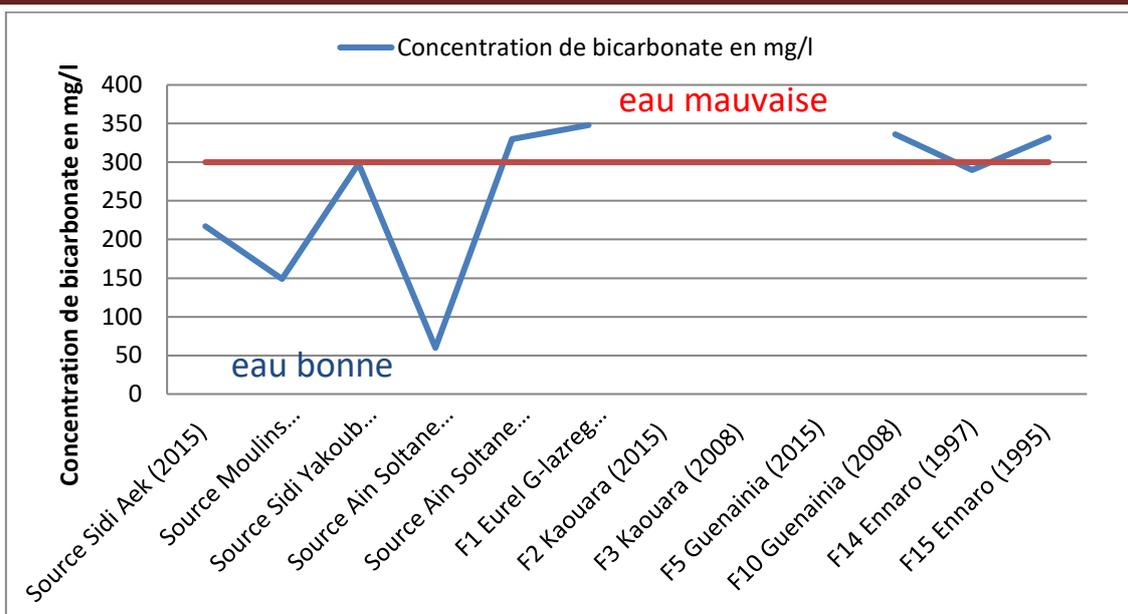


Figure N°27 : Répartition des teneurs en bicarbonates

Dans le cas de la nappe étudiée, les teneurs en bicarbonates sont comprises entre 50 et 350 mg/l (Figure N°27.). L’histogramme présent un seul mode de fréquence maximal (06 échantillons sur 12) dépasse la norme 300 mg/l.

c) Les Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) :

Les sulfates sont présents dans l’eau en quantités variables :

- De la solubilité des formations gypseuses ou du lessivage des niveaux argileux et marneux de la nappe,
- L’utilisation d’engrais chimiques.

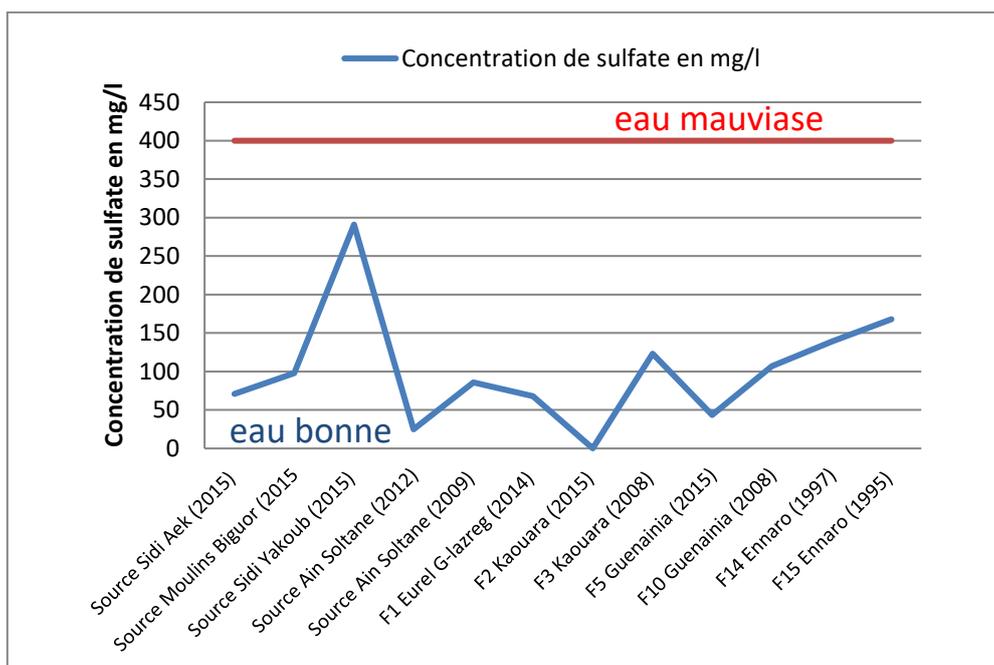


Figure N°28 : Répartition des teneurs en sulfates

Vue les teneurs en sulfates de la nappe étudiée ne dépassent pas la norme donc la qualité de l'eau est bonne

**V.6.Paramètres physiques :****V.6.1.Potentiel d'Hydrogène (pH) :**

L'eau acide est en effet agressive (corrosive) et peut libérer les métaux constitutifs des canalisations (en particulier à l'intérieure du réseau habitations), à savoir le fer, le cuivre, le plomb, le nickel, le chrome et le zinc (Hanon et Rouelle, 2011). Les normes édictées par la réglementation locale et internationale en matière de potabilité de l'eau recommandent un pH situé entre 6,5 et 8,5. En comparant les résultats obtenus (Tableau 19) lors des analyses des échantillons d'eau de la zone d'étude à ceux de la grille normative, il ressort que leur pH est conforme aux normes (7,42 à F6.Enaro et 8,5 à F8.Mezagran)

**V.6.2.Conductivité électrique**

La conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La classification des eaux en fonction de la conductivité électrique montre que les valeurs les plus faibles ont été enregistrées dans le site F6.Stidia (964  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) durant le période d'études, est un eau ne dépasse pas les normes de l'OMS (1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Par contre pour les autres points d'eaux (P1.fornaka ; P2. Fornaka ; F1 Enaro ; F2 Enaro ;F3 Khir-eddine ; F4. Hassi Maméché ; F5. Sayada ; F7. Mezagran ; F8. Tidjdid ; F9.Bougirat) on enregistre des valeurs plus élevées ( $>1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), ce phénomène de minéralisation est probablement dû à la nature lithologique des terrains (sol).

**V.6.3.Température**

Selon **Chapman & Kimstach [1996]**, La température de l'eau est un facteur écologique très important qui régit pratiquement la totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques. Cette température agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes [W.H.O, 1987].

En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixées par l'OMS, l'eau est excellente lorsque la température est inférieure à 25°C et médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C. La température mesurée dans les échantillons d'eau prélevés varie entre 11.3 et 21.4 °C (tableau 8), ces valeurs sont inférieures à 25°C, ceci nous ramène à dire que les échantillons d'eaux analysés sont du point de vue thermochimique en équilibre.

Tableau N°19 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

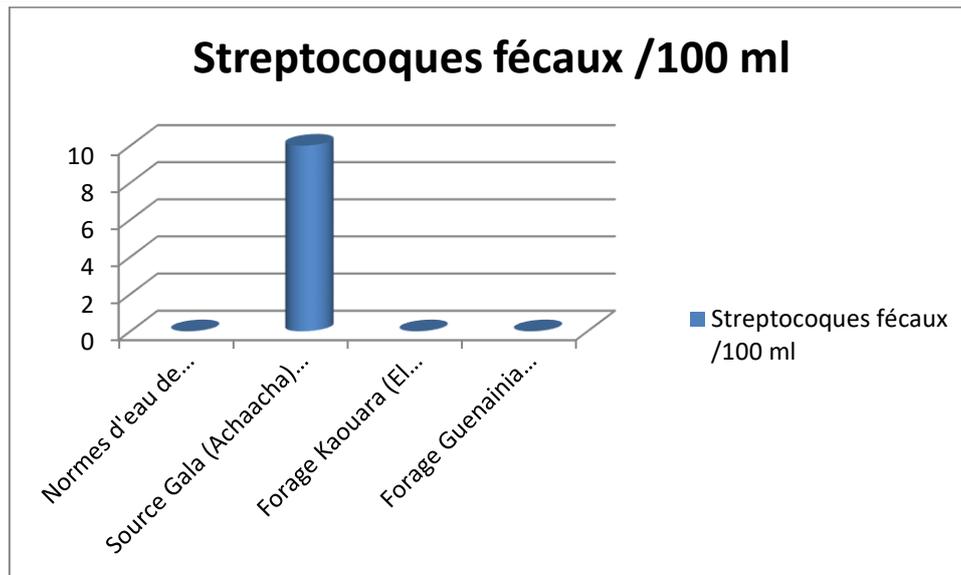
Point d'eau	pH	Température ( C)	Ec ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )
<b>Norme OMS</b>	<b>6,5-8,5</b>	<b>25</b>	<b>1000</b>
P1.Fornaka	7,56	21,4	1140
P2.Fornaka	7,98	11,3	1476
F5.Enanro	7,93	21	1220
F6.Ennaro	7,42	20	1324
F4.Kheir-eddine	7,76	19	1466
F5.HassiMaméche	7,88	20	1863
F6.Sayada	7,64	19	1587
F7.Stidia	7,56	18	3360
F8. Mazagran	8,5	17	1620
F9.Tidjdid	8,20	11,5	2150
F10.Bougirat	7,5	18,20	1816

### V.7.Paramètres bactériologiques

Les paramètres microbiologiques (Tableau N°20 et figure N°29) montrent que seule la source de Gala à Achaacha qui est contaminée par les streptocoques fécaux, ce qui laisse supposer que la situation n'est pas grave mais qu'il est important de consolider des mesures préventives pour éviter une contamination plus sévère dans l'avenir.

Tableau N°20 : Résultats de l'analyse bactériologique

Caractéristiques bactériologiques	Streptocoques fécaux /100 ml
<b>Normes d'eau de source (Arrêté du 22/01/2006)</b>	<b>0</b>
<b>Source Gala (Achaacha) 29/01/2015</b>	<b>10</b>
<b>Forage Kaouara (El Hassiane) (07/10/2015)</b>	<b>0</b>
<b>Forage Guenainia (Bougirat) (06/10/2015)</b>	<b>0</b>



**Figure N°29:** streptocoques fécaux / 100 ml

### V.8.Conclusion :

Les échantillons d'eau souterraine de la nappe de la région nord-ouest du plateau de Mostaganem sont classés comme dures et modérément potables. Selon les paramètres hydro chimiques et l'indice d'échange de base des échantillons prélevés, l'eau de cette région possède un caractère de type bicarbonate calcique.

Les eaux souterraines en s'écoulant vers les régions sud-ouest, prennent rapidement un faciès chlorure sodique. La nature lithologique des terrains encaissants influe énormément sur la composition chimique des eaux souterraines.

La conductivité élevée dans les zones limites du plateau de Mostaganem est la conséquence de l'enrichissement en sels de ces eaux à la suite des réactions d'altération et d'érosion ainsi qu'aux phénomènes d'évapotranspiration de la nappe.

Les échantillons d'eaux analyses sont beaucoup plus aptes pour les utilisations ménagères et pour l'irrigation que pour la consommation humaine.

Cette étude préliminaire pourrait déclencher ultérieurement dans une perspective dynamique à la fois dans le temps et dans l'espace, une étude d'appréciation des modifications de la composition physico-chimique des eaux du plateau de Mostaganem et ce en liaison avec des différents facteurs; pluviométrie, lithologie, hydrologie...etc...) pour avoir une vision globale des caractéristiques de ressources en eau du plateau de Mostaganem.

***Chapitre VI:***

***La gestion des ressources en eau***

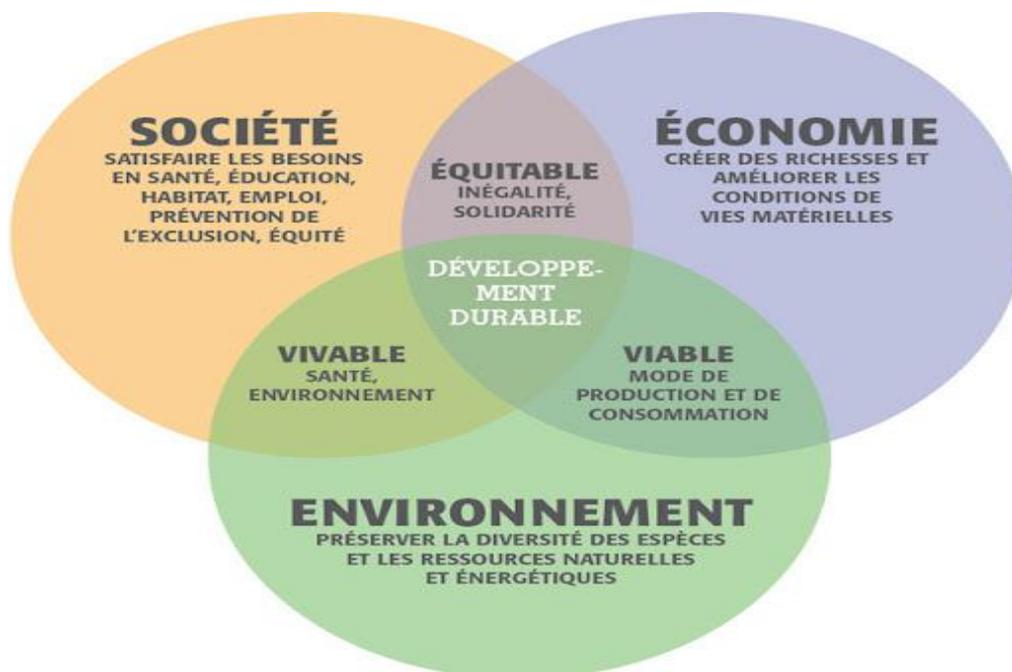
---

***Contribution à la gestion des ressources en eau dans la  
wilaya de Mostaganem***

**VI.1. Introduction**

L'eau est essentielle à la vie humaine, animale et végétale. Elle soutient les activités productives, l'agriculture, l'hydro-électricité, l'industrie, la pêche, le tourisme, le transport par exemple. L'eau peut, d'autre part, provoquer des ravages extrêmes, elle peut être porteuse de maladies et inonder de vastes zones. Un manque d'eau ou une sécheresse prolongée peut faire de nombreuses victimes et entraîner une récession. Des facteurs tels que la croissance et les changements démographiques, le développement économique et le changement climatique ont à l'évidence un impact très important sur les ressources en eau. De même, les ressources en eau ont un impact significatif sur la production et la croissance économique, sur la santé et les moyens d'existence et sur la sécurité nationale. Seule une gestion intégrée respectant les principes du développement durable peut, à terme, assurer et améliorer la disponibilité et la qualité de cette ressource vitale.

La gestion de ce bien public passe par une intégration de tous les aspects qui influencent le système hydrique, que ce soit le milieu souterrain, de surface ou les écosystèmes aquatiques. Elle prend également en compte la protection contre les crues. Elle nécessite, au préalable, de disposer des données et des informations utiles sur la ressource en eau dans la wilaya qui puissent être mises à disposition des différents acteurs ( communes).



**Figure N°30** :Les trois piliers du développement durable

**VI .2.Mobilisation des ressources en eau à Mostaganem**

Les ressources en eau de la wilaya de Mostaganem sont divisées en ressource conventionnelles (Souterraine potentiel 55Hm<sup>3</sup>, ressource superficielle) et non conventionnelles 115 hm<sup>3</sup>(DRE Mostagenem 2020)

**VI.2.1.Ressources conventionnelles (Ressources superficielles)**

**a)Barrages**

Trois barrages sont en exploitation dans la wilaya de Mostaganem. Il s’agit de Kramis mis en service en 2005 et les deux barrages de Cheliff et Karrada mis en service en 2010. Leurs capacités au dernier levé bathymétrique totalisent un volume de 165.38 Hm<sup>3</sup>.

D’après le PNE 2010, Le volume régularisable à partir de ces trois barrages est de 137Hm<sup>3</sup>/an pour l’irrigation.

Le tableau ci-après présente la situation de chacun des 03 barrages en exploitation.

**Tableau N°21 : Barrages en exploitation de la wilaya de Mostaganem**

Code Ouvrage	Nom ouvrage	Nom commune	AMS	Capacité Initiale (Hm <sup>3</sup> )	Capacité au dernier levé (Hm <sup>3</sup> )	Volumes régularisables (Hm <sup>3</sup> /an)	
						AEP	IRR
BG0115	Kramis	Achaacha	2005	45.38	45.38	14	20
BG0117	Cheliff (MAO)	Sour	2010	50	50	85	117
BG0118	Kerrada	Sidi Ali	2010	70	70		
<b>Total</b>				<b>165,38</b>	<b>165,38</b>	<b>99</b>	<b>137</b>

**Source :** PNE et ANBT année 2010

Le barrage de l’Oued Kramis permettra d’irriguer le périmètre d’Achaacha et de renforcer l’AEP de la zone de Dahra.

**a)1.Barrage Gargar**

Le barrage Gargar est situé à 5 kilomètres au Sud – Ouest de la ville d’Oued Rhiou est se trouve géographiquement dans la wilaya de Relizane. Il est destiné à créer une retenue d’une capacité de 450 hm<sup>3</sup> sur l’Oued Rhiou visant essentiellement à l’irrigation de 16 000 ha de la plaine du Bas Cheliff et l’AEP de la ville d’Oran et des localités des wilayas de Relizane et Mostaganem.

Actuellement les deux stations de traitement du Cheliff N° 1, l’ancienne et la N° 2, la nouvelle consacrée au barrage Gargar sont toutes les deux non fonctionnelles pour des raisons

techniques. Dans la carte suivante sont localisés les deux barrages de Kerrada et celui du Cheliff.



Figure N°31: localisation des barrages

#### b) Retenues collinaires et petits Barrages

Trois (03) retenues collinaires sont actuellement en exploitation avec une capacité totale de  $0.90 \text{ Hm}^3$  destinée à l'irrigation de la PMH. Tandis que douze (12) autres retenues collinaires sont complètement envasées.

Une (01) seule retenue collinaire est en cours de construction (Oued Benhassen) avec une capacité de  $0.25 \text{ Hm}^3$ . Huit (08) autres retenues collinaires et petits barrages en étude d'une capacité totale de  $16 \text{ Hm}^3$  sont destinées à l'irrigation.

Tableau N°12 : Etat des retenues collinaires et petits barrages

Situation	Nom	Année de mise en service	Commune	Capacité Initiale (Hm <sup>3</sup> )
En fonction	Benzegouane	2006	Sidi Belatar	0.36
	Kaddour Saider	2007	Sidi Belatar	0.24
	Oued Moussa	2010	Ouled Maalah	0.30
<b>Somme en fonction</b>				<b>0.90</b>
En construction	Oued Benhassen	2014	Sidi Ali	0.25
<b>Somme en construction</b>				<b>0.25</b>
En étude	Bouzeguert	2015	Ouled Boughalem	0.40
	Oued Roumane	2015	Sidi Lakhdar	1.2
	Oued Abid	2015	Sidi Lakhdar	1.4
	Oued Bekhti	2015	Nekmaria	10
	Oued Yachir	2015	Tazgait	0.35
	Oued Mallah	2015	Sidi Lakhdar	1.4
	Oued Zerrifa	2015	Achaacha	1
	Zaker	2015	Ouled Boughalem	0.25
<b>Somme en étude</b>				<b>16</b>

Source : DRE année (2013-2014)

**VI.2.2. Les eaux souterraines :**

Les eaux souterraines font partie des ressources conventionnelles, mais avec la mise en service du système Mostaganem-Arzew-Oran et Kramis et l'arrivée des eaux du dessalement cette ressource ne représente actuellement que 5% de la production totale des eaux potables de la wilaya.

**Tableau N°23:** Les ressources souterraines de la wilaya de Mostaganem (services de l'hydraulique 2017/2018)

Ressources en eau	Natures d'ouvrage	Volume hm3/an	alloué	Superficie irriguée
sous terraines	208 forages	10		2000 ha
	9606 puits	148		31117 ha
	11 sources	2.2		423 ha
<b>Total</b>		165		34,494

**Tableau N°24:** Total des ressources en eau de souterraines à Mostaganem (services de l'hydraulique 2017/2018)

Unités Hydrogéologiques	Superficie km2	Apport moyen Hm <sup>3</sup>
Plateau de Mostaganem	700	26
Plaine de Bordjias	250	10
Synclinal de Bouguirat	240	9.5
Plateau de Achaacha	140	8.6
Plateau de Chouachi	25	1
<b>TOTAL</b>	<b>1355</b>	<b>55.1</b>

### VI.3. Les ressources non conventionnelles :

#### VI.3.1. Station de dessalement de Mostaganem

La station de dessalement d'eau de mer située à une dizaine de kilomètres à l'est de Mostaganem, et qui produit quotidiennement 180 000 m<sup>3</sup>/j d'eau potable,

- Mise en service : 27 Septembre 2011. Capacité 73 HM3
- Période d'exploitation : 25 ans. - Capacité optimale : 200 000 M<sup>3</sup>/J.
- Capacité actuelle : 180 000 M<sup>3</sup>/J.

#### VI.3.2. Réutilisation des eaux usées épurées

Actuellement, il existe cinq (05) stations d'épuration en exploitation dans la wilaya de Mostaganem avec une capacité totale de 106 000 (équivalent-habitant) et épurent un volume d'eau annuel de 8.1 Hm<sup>3</sup>, une (01) station en cours de réalisation à Salamandre avec une capacité de 350 000 (équivalent-habitant) et un volume d'eau annuel de 18.25 Hm<sup>3</sup> et sept (07) stations sont en phase d'étude avec une capacité totale de 275 000 (équivalent-habitant) et un volume d'eau épuré annuel de 70 Hm<sup>3</sup>. (DRE Mostaganem 2020)

**Tableau N°25** :Etat des stations de traitement et d'épuration des eaux usées dans la wilaya de Mostaganem

Situation	Nom STEP	Capacité (Eqh)	Débitépuré (m <sup>3</sup> /j)	Volume annuel d'eau épuré (Hm <sup>3</sup> /an)
En exploitation	Hadjadi	18 000	14 400	5,26
	Fornaka	27 000	1 359	0,50
	Ain Nouissy-Béni	25 000	1 878	0,69
	Bouguirat	18 000	2 811	1,03
	Masra	18 000	1 722	0,63
<b>Somme En exploitation</b>		<b>106 000</b>	<b>22 170</b>	<b>8,1</b>
En cours de réalisation	Salamandre	350 000	50 000	18,25
<b>Somme En cours de réalisation</b>		<b>350 000</b>	<b>50 000</b>	<b>18,25</b>
En phase d'étude	Ain Tadeles	50 000	40 000	14,6
	Ben Abdelmalek Ramdane	70 000	28 000	10,22
	Khadra	30 000	24 000	8,76
	Oued El Kheir	30 000	24 000	8,76
	Ouled Boughalem	20 000	16 000	5,84
	Sidi Ali	40 000	32 000	11,68
	Sidi Lakhdar	35 000	28 000	10,22
<b>Somme En phase d'étude</b>		<b>275 000</b>	<b>192 000</b>	<b>70,08</b>

Source : ONA et DRE année 2013

En l'absence d'infrastructures des eaux épurées, on constate que ces eaux sont déversées dans les oueds dont les irrigants en profitent indirectement en prélevant au fil de l'eau. au épuré annuel de 70 Hm<sup>3</sup>. Station de dessalement de Mostaganem

#### VI.4. Capacité de mobilisation des ressources en eau à Mostaganem

Dans le cadre de la Mobilisation des Ressources en eau a travers la Wilaya de Mostaganem, les grands axes du secteur des ressources en eau comme suit:

1. Mobilisation de la ressource. (Superficielle et souterraine)
2. Hydraulique agricole.

Actuellement la wilaya de Mostaganem est alimentée par les eaux conventionnelles : (La ressource superficielle et la ressource souterraine) et les eaux non conventionnelles (Dessalement) pour une population totale de 877 450 habitants d'après le recensement de 2018. Les différents ouvrages couvrent la ressource en eau comme suit :

**Système Kramis** : Capacité 45 Hm<sup>3</sup>, Prélèvement actuel : 28 000 M<sup>3</sup>/J soit 10 Hm<sup>3</sup>/an

**Système MAO** : Capacité 155 Hm<sup>3</sup> ; (Mostaganem- Arzew -Oran).

**Kerrada** : 70HM<sup>3</sup> + Chélif : 50Hm<sup>3</sup>(pour la Zone Ouest)

**Prélèvement actuel** : 50 000 M<sup>3</sup>/J d'appoint en cas d'arrêt de la Station de Dessalement d'Eau de Mer soit 18 Hm<sup>3</sup>/an

1. Station de Dessalement d'Eau de Mer Mostaganem : Capacité 73 HM<sup>3</sup> ; Prélèvement actuel : 180 000 m<sup>3</sup>/j soit 66 HM<sup>3</sup>/an

2. Forages : Nombre 15 ; Prélèvement actuel de : 4 000 m<sup>3</sup>/j soit 01 Hm<sup>3</sup>/an

• La production moyenne totale : 218 000 m<sup>3</sup>/j - 80% (station de dessalement d'eau de mer de Mostaganem) - 18 % (Barrages) - 02 % (Forages).

• Les Besoins en AEP de la Wilaya : 210 000 m<sup>3</sup>/j.

• Volume distribué : 207 000 m<sup>3</sup>/j.(DRE Mostaganem 2020)

Tableau N°26 :Ressources souterraines destinées pour l'AEP

N°	Type d'ouvrages en exploitation	Points d'eau en service						EPE ADE M³/mois	APC mois	Total M³/mois
		Nbre d'ouvrage U	Débit Mobilisé L/S	Débit Exploité L/S	Débit d'exp M³/J	Jours pompage Nbre/mois	Volume total M³/mois			
01	Puits	03	12	05	216	20	4320	0	4320	4320
02	Sources	01	3	1.5	129.6	30	3888	0	3888	3888
03	Forages	69	676	303	13089.6	25	327240	38880	288360	327240
<b>TOTAL</b>		73	692	309.5	13435.2	75	335448	38880	296568	335448

**VI.5.Ressources superficielles**

Le tableau suivant résume les moyens de mobilisation des ressources superficielles :

**Tableau N°27 : Ressources superficielles dans la willaya**

<b>BARRAGE</b>		<b>Année de mise en eau</b>	<b>Année d'exploitation</b>	<b>Capacité en millions m3</b>	<b>Volume actuel en millions m3</b>
<b>KRAMIS</b>		2004	2007	45	24,04
<b>COMPLEXE MAO</b>	<b>CHELLIF</b>	2009	2009	50	41.68
	<b>KERRADA</b>	2010	2010	70	63.90
<b>TOTALE</b>				165	128.62

**VI.6.Besoin et demande en eau dans la willaya de Mostaganem**

Il est important de distinguer entre le besoin et la demande en eau qui sont les deux concepts les plus répétés dans notre travail. Le besoin en eau est un concept abstrait et théorique, alors que la demande en eau est une expression effective observable dépendante de l'offre qui la représente, c'est-à-dire des ressources en eau.

**VI.6.1.Population :**

**A) Recensement 2008 :**

Au dernier recensement de 2008, la wilaya de Mostaganem était peuplée de 737 118 habitants répartis sur les 32 communes de la wilaya.

Ci-dessous l'évolution de la population de Mostaganem entre le dernier RGPH (2008) et les deux Recensement Général de la Population et de l'Habitat( RGPH) précédents (1987 et 1998) :

**Tableau N° 28:** Evolution de la population de Mostaganem (RGPH : 1987, 1998 et 2008)

<b>ANNES</b>	<b>Total population 1987</b>	<b>Total population 1998</b>	<b>Total population 2008</b>
<b>POPULATION</b>	504 124	631 056	737118

**B) Taux d'accroissement :**

Le taux d'accroissement utilisés pour les différents horizons est obtenu de l'étude d'actualisation du Plan National de l'Eau plan National de l'eau (**PNE**)(Août 2010), selon les orientations du maître de l'ouvrage, avec une extrapolation de société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques Algérie pour les horizons 2035, 2040 et 2045. Ceci est résumé dans le tableau ci-dessous.

**TableauN°29:**Taux d'accroissement entre 2008 et 2030 pour la wilaya de Mostaganem

<b>HORIZON</b>	<b>2008</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2045</b>
<b>Taux d'accroissement</b>	1,566	1,649	1,663	1,506	1,272	1,108	1.3	1.4	1.5

**C) Evolution de la population :**

L'évolution de la population est calculée par la formule suivante :

$$P_n = P_0 \times (1+T)^n$$

a) **P<sub>n</sub>** : Population à l'horizon d'étude.

b) **P<sub>0</sub>** : Population RGPH (2008).

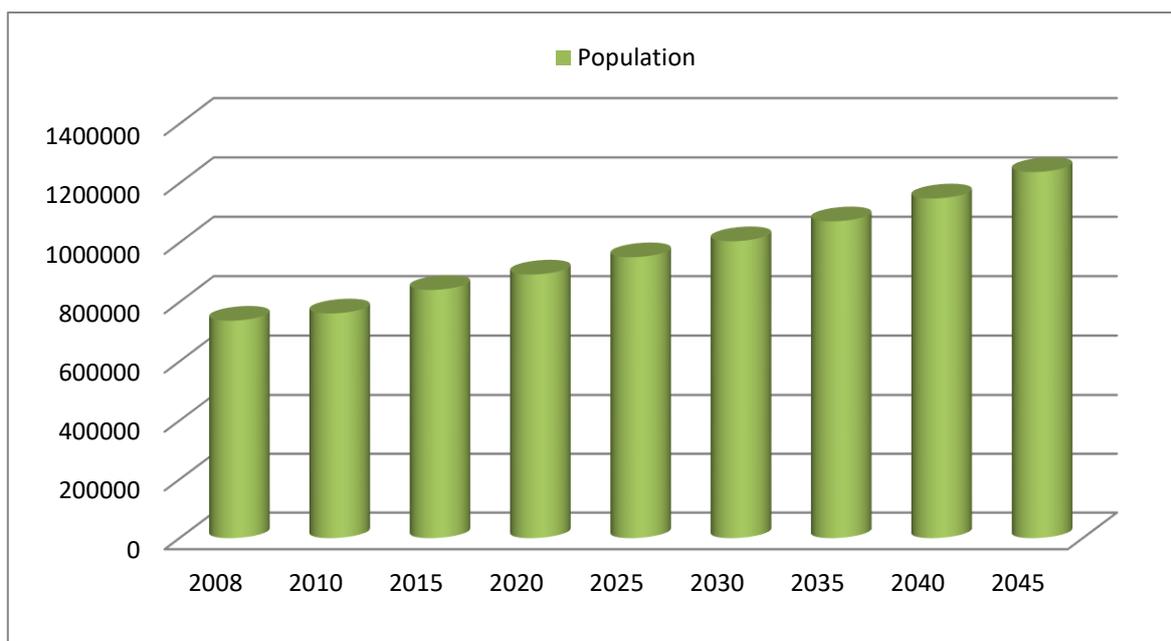
c) **T** : Taux d'accroissement.

d) **n** : l'écart d'années entre les deux horizons

En appliquant la formule et les taux d'accroissement ci-dessus, on obtient les résultats indiqués dans le tableau suivant

**TableauN°30 :**Evolution de la population de la Wilaya de Mostaganem entre 2008 et 2045

<b>Années</b>	<b>2008</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2045</b>
<b>Population</b>	737118	761629	840855	892663	950900	1004760	1071790	1148945	1237740



**Figure N°32:** Evolution de la population de la Wilaya de Mostaganem entre 2008 et 2045  
**VI .7.Evolution de la dotation domestique**

L'application de ces différents facteurs de majoration aux dotations unitaires domestiques permet, en étape intermédiaire, selon le scénario tendanciel défini dans le PNE, de visualiser l'évolution des besoins journaliers en AEP par équivalent habitant :

**Tableau N°31:** Evolution de la dotation unitaire domestique et autres usages assimilés en l/j/hab

Horizon	2010	2015	2020	2025	2030	2045Extrapolation Sogreah
<b>métropoles à statut particulier de délégation</b>	170	179	187	196	204	204
<b>Métropoles</b>	144	152	160	176	192	200
<b>urbain supérieur</b>	128	128	135	150	165	190
<b>Urbain</b>	112	119	126	140	152	170
<b>Semi urbain</b>	108	108	115	122	135	150
<b>Semi rural</b>	94	100	106	113	125	140
<b>Rural aggloméré</b>	81	86	92	98	104	120
<b>Eparse</b>	60	60	60	60	60	60

Source PNE

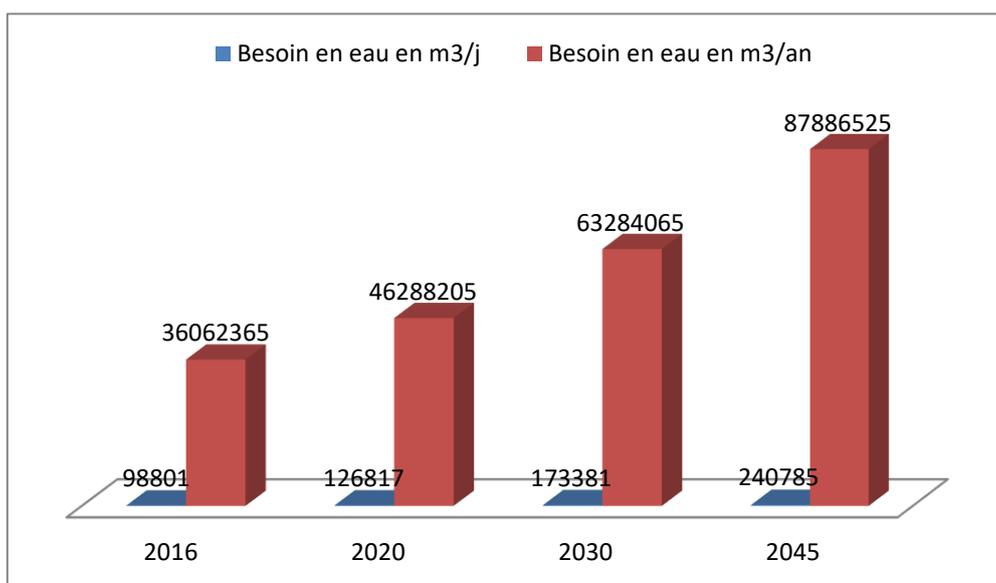
**VI.8. Evolution des besoins en eau de la Wilaya :**

En tenant compte de la typologie de la wilaya, l'affectation de la dotation domestique et autres usagers assimilés du tableau précédant à la population de Mostaganem permet de déterminer les besoins en eau attendus aux différents horizons.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant

**Tableau N°32 : Evolution des besoins en eau de la Wilaya de Mostaganem**

Horizons	2016	2020	2030	2045
Besoin en eau en m <sup>3</sup> /j	98 801	126 817	173 381	240 785
Besoin en eau en m <sup>3</sup> /an	36062365	46288205	63284065	87886525



**Figure N°33 : Evolution des besoins en eau de la Wilaya de Mostaganem entre 2016 et 2045**

**VI.9. Demande en eau**

**VI.9.1. Rendements réseaux**

Le facteur rendement des infrastructures hydrauliques représente la perte entre la ressource brute mobilisée en amont et le consommateur «au robinet», et doit prendre en compte les pertes sur les réseaux de distribution mais également les pertes au niveau des ouvrages de traitement et d'adduction. ( Source PNE)

**VI.9.2.Rendement de distribution**

L’hypothèse tendancielle du plan National de l’eau retenue pour la présente étude avec une extrapolation de Société Grenobloise d’Etudes et d’Applications Hydrauliques Algérie pour l’horizon 2045, prend en compte un effort limité mais régulier de maîtrise des fuites jusqu’à l’horizon de 2045 pour tendre vers un rendement moyen de 70-75% en 2045.

**Tableau N°33** :Evolution du rendement de distribution

<b>EVOLUTION RENDEMENT (en %)</b>	<b>Hypothèse tendancielle</b>						
	<b>HORIZON</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2045</b>
<b>Metropoles</b>		55	60	65	70	75	75
<b>Urbain superieur</b>		55	60	65	70	75	75
<b>Urbain</b>		55	55	60	65	70	75
<b>Semi urbain</b>		55	55	60	65	70	75
<b>Semi rural</b>		55	55	60	65	70	75
<b>Rural aggloméré</b>		55	55	60	65	70	75
<b>Agglomérations chef-lieu de Wilaya</b>		55	70	80	85	85	85

**Source PNE**

**VI.9.3.Rendement d’adduction – traitement**

Le rendement des ouvrages d’adduction et de traitement correspond au volume total prélevé sur la ressource versus le volume mis en distribution en tête de réseau.

Le plan National de l’eau retient un rendement moyen global d’adduction et de traitement de 90%.

VI.10. Evolution de la demande en eau de la Wilaya :

L'application des facteurs de majoration du rendement de distribution du tableau précédant et du rendement d'adduction et traitement (90%) sur les besoins en eau de la wilaya permet de déterminer l'évolution de la demande en eau de Mostaganem aux différents horizons. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant

Tableau N°34 : Demande en eau total de la wilaya jusqu'à l'horizon 2045

Horizons	2016	2020	2030	2045
<b>Demande en eau en m3/j</b>	197 145	230 594	270 863	356 719
<b>demande en eau en m3/an</b>	7195925	84166810	98864995	130202435

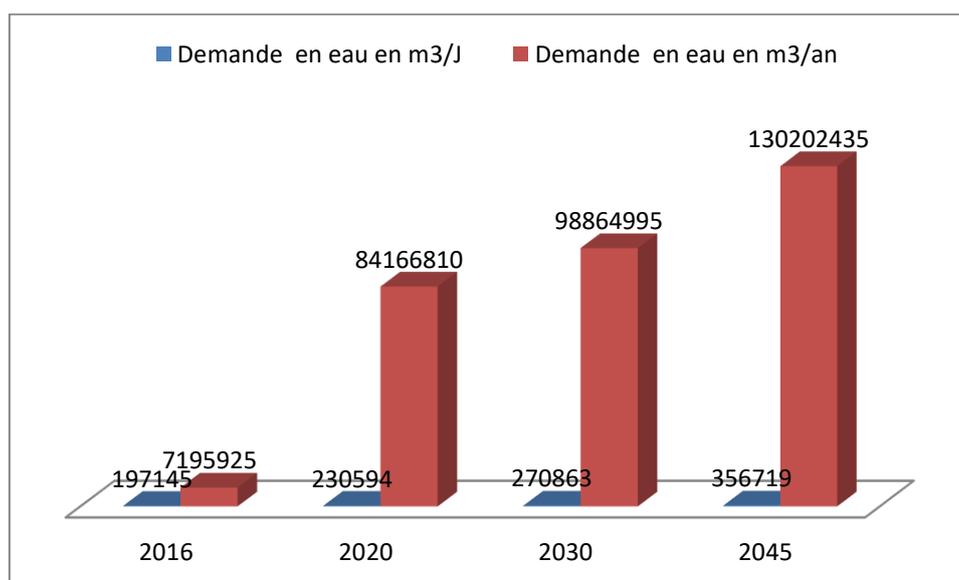


Figure N°34: Evolution de la demande en eau de la Wilaya de Mostaganem

VI.10.1. Production actuelle :

Le tableau ci-dessous résume et présente la production d'eau potable de la wilaya de Mostaganem en tenant compte des ressources qui sont actuellement en exploitation à savoir Kramis, Mostaganem-Arzew-Oran, Dessalement et les eaux souterraines (forages).

1. Production dessalement : 150 000 m<sup>3</sup>/jour
2. Production Mostaganem-Arzew-Oran: 30 000 m<sup>3</sup>/jour
3. Production Kramis: 25 000 m<sup>3</sup>/jour

La production d'eau potable de la wilaya de Mostaganem est calculée sur la base des tableaux de production des six derniers mois de l'année 2015 (juin, juillet, août, septembre, octobre et Novembre)(source DRE.)

**Tableau N°35:**récapitulatif de la production actuelle en eau potable

<b>Eaux Superficielles (MAO/Kramis) m3/mois</b>	<b>Dessalement m3/mois</b>	<b>Eaux Souterrainesm3/mois</b>	<b>Total Production en m3/mois</b>
472 697	3 411 732	113 777	3 998 205

**VI.11.Comparaison (besoins – productions) :**

**VI.11.1Déficit pour une journée moyenne :**

Si on considère que la production actuelle reste la même, la différence entre le tableau de la production et la demande en eau moyenne aux différents horizons permet de déterminer le déficit (chiffre négatif) en ressources à combler par la mobilisation de nouvelles ressources et l'amélioration (augmentation de production) des ressources existantes.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant

**Tableau N°36 :** Evolution du Déficit journée moyenne de la Wilaya en m3/jour entre 2016/2045

	<b>2016</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2045</b>
<b>Déficit enm<sup>3</sup>/j</b>	11 585	-21 864	-62 132	-147 988
<b>Déficit enm<sup>3</sup>/an</b>	4228525	-7980360	-22678180	-54015620

**VI.12.Gestion de l'eau en agriculture**

La relation entre l'agriculture et les ressources en eau constituent un facteur essentiel à Mostaganem ; compte tenu des conditions climatiques de cette région, les ressources en eau forment de plus en plus un élément stratégique dans le processus de développement socio-économique de la wilaya.

Les ressources en eau sont considérées comme un facteur décisif pour l'augmentation de la production agricole; donc l'irrigation est absolument nécessaire pour toute les cultures surtout d'été, elle améliore considérablement les rendements pour les cultures d'hiver.

Selon les données récentes recueillies auprès de la DSA et la DRE, en exploitant ces données pour déterminer comment se faire la gestion des ressources en eau au profit de l'irrigation dans la région de Mostaganem.

La gestion de l'eau en agriculture revient à savoir en fin de compte si l'eau est utilisée par les irrigants d'une manière rationnelle et si la maintenance des infrastructures se fait de façon à les faire durer autant que possible.

Au niveau de la wilaya, la plupart des agriculteurs utilisent l'eau de puits au profit de l'irrigation et par conséquent les eaux souterraines sont les plus utilisées dans ce secteur.

Le tableau ci-après donne les superficies irriguées par différents types des ressources en eau de la région d'étude :

**Tableau N°37:** répartition des superficies irriguées par différents types des ressources en eau

<b>Régions agricoles</b> <b>Superficies irriguées (ha)</b>	<b>Monts du Dahra</b>	<b>Piedmonts du Dahra</b>	<b>Plaine de l'Habra</b>	<b>Plateau de Mostaganem</b>
<b>A partir des forages</b>	302	421	727	3 120
<b>A partir des puits</b>	1 615	2 798	3 306	29 347
<b>A partir au prise de l'eau</b>	302	287	00	93
<b>Par autre (captage de source)</b>	135	103	00	04
<b>A partir des stations de traitements</b>	00	30	00	30

**Source :** DSA, Mostaganem 2020

Comme il est indiqué dans la figure 20 une très forte densité de forage et surtout de puits sur le plateau de Mostaganem et la plaine de l'Habra, qui reflète la très surexploitation des ressources souterraines sur ces deux régions.

Les régions du pied mont du Dahra et le Monts du Dahra disposent d'une densité de puits assez importante également ; bien que la formation hydrogéologique de ces régions ne se prête pas vraiment à une exploitation de la ressource souterraine. Il existe de nombreuses petites poches superficielles qui bénéficient des apports en provenance des Monts du Dahra et qui sont exploitées localement.

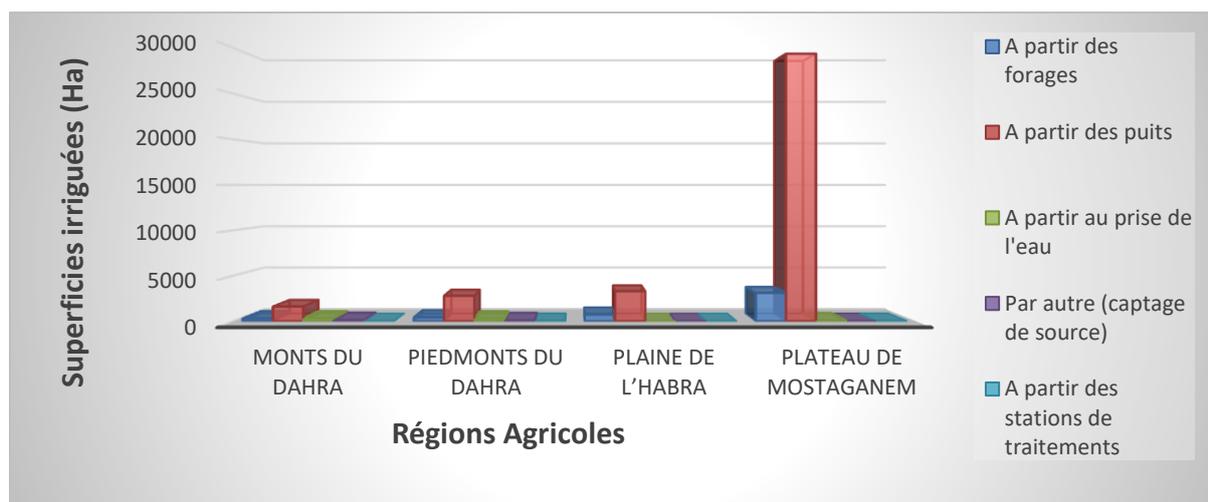


Figure N°35: Les superficies irriguées par différents types des ressources en eau

VI.12.1. Potentiel agricole et irrigation

Grand périmètre Irrigué

La wilaya de Mostaganem est touchée par le périmètre du Bas Cheliff (12% de la superficie du Grand périmètre Irrigué est incluse dans la wilaya de Mostaganem).

Le périmètre d'Achaacha est en cours de réalisation dont 88% de sa superficie est incluse dans la wilaya, avec une superficie irrigable de 3 440 ha et la superficie équipée est de 4 300 ha. Il sera alimenté en eau à partir du barrage de Kramis (10 Hm<sup>3</sup>). Le besoin en eau est estimé à 14 Hm<sup>3</sup> en 2015 (sources PDARE Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau).

Le périmètre de Bordjias qui est en projet et sera exploitable à partir de 2020, d'où il englobe une superficie irrigable de 5000 ha et l'équipée qui sera de 5 600 ha.

Tableau N°38: Les superficies des grands périmètres irrigués dans la wilaya de Mostaganem

Nom GPI	Année de mise en service	Etat	Superficie (hectare)			Dotation
			irrigable	équipée	Irriguée	m3/ha
Achaacha	2014	En cours de réalisation	3 440	4 300	-	4 200
Bas Cheliff	1937	En exploitation	15 000	14 575	5 900	6 441
Bordjias	2020	En projet	5 000	5 600	0	-

Source : DRE année (2013-2014)

VI.12.2. Petite et Moyenne Hydraulique :

L'activité agricole de la wilaya de Mostaganem est très importante, particulièrement en irriguée Direction des Services Agricoles qui représente 25% de la SAU agricole totale.

La wilaya de Mostaganem compte une superficie agricole utile de 131 503 ha et la superficie irriguée développée est de 32 206 ha et la superficie irriguée physique est de 25 998 Ha (Société Grenobloise d'études et d'Applications Hydrauliques 2008). Les besoins en eau de la PMH sont estimés à 246 Hm<sup>3</sup>/an en 2015 et passera à 253 Hm<sup>3</sup>/an en 2020.

**Tableau N°39:** La Petite et Moyenne Hydraulique de la wilaya de Mostaganem

Commune	SAU (ha) SOGREAH	Dotation (m <sup>3</sup> /ha/an)	Superficie irriguée développée (ha) SOGREAH	Superficie irriguée physique (ha) SOGREAH	Superficie irriguée DSA (ha)	Besoins en eau (Hm <sup>3</sup> /an)	
						2015	2020
SIDI BELLATER	3 276	8 479	320	309	377	0	0
SIDI ALI	12 325		38	30	863	0	0
NEKMARIA	2 304		30	22	25	0	0
O/MAALLAH	3 383		222	202	180	0	0
TAZGAIT	3 895		40	33	73	0	0
A/RAMDANE	3 600		245	195	218	0	0
HADJADJ	3 160		336	268	296	2,2	2,2
SIDI LAKHDAR	7 579		1 166	1121	1 348	9,22	9,22
ACHAACHA	4 400		345	262	297	2,15	2,15
KHADRA	4 280		366	290	320	2,39	2,39
O/BOUGHALEM	2 800		162	149	163	1,23	1,23
FORNAKA	5 375		1 434	1084	1 248	10,7	11,2
STIDIA	3 322		319	254	1271	10,94	11,45
EL HASSIANE	3 590		675	572	603	5,81	6,08
MOSTAGANEM	96		27	18	18	0,16	0,16
SAYADA	2 900		2 090	1998	1 875	16,16	16,91
AIN NOUISSY	2 934		528	408	646	5,5	5,75
H/MAAMECHE	5 346		2 620	1770	2 167	18,74	19,62
AIN TADLES	6 496		5 473	3995	4 396	32,86	32,86
SOUR	6 708		2 290	1870	3 216	15,38	15,38
O/KHEIR	4 150		1 482	1403	1 627	11,54	11,54
KHEIRELINE	4 280		2 481	2431	2 959	31,94	33,43
BOUGUIRAT	7 003		2 200	1800	1 891	16,09	16,84
SIRAT	5 067		1 969	1300	1 154	9,7	10,16
A/S/CHERIF	2 028		456	346	951	8,13	8,51
MESRA	3 468		691	508	633	4,73	4,95
MANSOURAH	4 246		892	712	930	7,79	8,15
SOUAFLIA	3 160		915	800	727	6,19	6,48
MEZGHRANE	951		550	382	488	4,22	4,41
AIN BOUDINAR	2 475		158	150	445	1,23	1,23
SAFSAF	4 410		1 120	800	1 053	6,58	6,58
TOUAHRIA	2 496		566	516	607	4,17	4,37
<b>Total</b>	<b>131 503</b>		<b>8 479</b>	<b>32 206</b>	<b>25 998</b>	<b>33 065</b>	<b>246</b>

Source : SOGREAH 2008 / DSA 2013/PDARE

**VI.13. Résultats de l'enquête de terrain**

**VI.13.1. Zones irrigables**

La totalité de l'irrigation pratiquée dans la wilaya est une irrigation individuelle. Elle est concentrée en grande partie sur le plateau de Mostaganem. Elle comprend des EAC, des EAI et des exploitations privées.

Le tableau suivant présente une synthèse, par région agricole, des 100 zones géographiques d'irrigation individuelle (ZGI) identifiées. Il permet de constater que :

La grande majorité de l'irrigation est pratiquée sur le plateau de Mostaganem qui représente plus de 80% de la SAU irriguée totale de la wilaya.

Le reste de l'irrigation est pratiquée, par ordre d'importance, sur les piedmonts nord des monts de Dahra, sur la plaine du Habra et beaucoup plus faiblement dans les monts des Dahra.

Les coefficients d'intensité culturale par région agricole sont relativement faibles dans les monts de Dahra et beaucoup plus important sur le plateau de Mostaganem (1,24) et la plaine de Habra (1,27) où le maraîchage est plus pratiqué.

La taille des exploitations irriguées est plus grande dans les Monts des Dahra (3,40 ha en moyenne) que sur le plateau de Mostaganem (2,14 ha) et la plaine de Habra (2,22 ha).

**Tableau N°40 :Inventaire des zones géographiques d'irrigation individuel le parrégion agricole**

Région agricole	Superficie irriguée physique (ha)	Nombre d'exploitations irriguées	Superficie développée	Superficie irrigable (ha)	Nombre ZGI
MONTSDUDAHRA	596	175	650	735	9
PIEMONTS DU DAHRA	2 285	1 543	2 620	2 826	23
PLAINE DE L'HABRA	1 910	892	2 428	2 178	9
PLATEAU DE	21 207	9 546	26 508	23 652	59
<b>TOTAL WILAYA</b>	<b>25 998</b>	<b>12156</b>	<b>32206</b>	<b>29391</b>	<b>100</b>

Source: SOGREAH2008

**VI.13.2. Inventaire des points d'eau**

**A) Les ouvrages de prélèvement d'eau**

Suivant l'enquête de terrain, on dénombre 8 232 points de prélèvement d'eau qui irriguent une superficie totale estimée à 25 995 ha. Leur consommation totale annuelle s'élève à 172.794 Hm<sup>3</sup>.

Le tableau suivant présente le nombre de points de prélèvement d'eau par ouvrages dans les communes enquêtées:

**Tableau N°41:** Nombre de points de prélèvement d'eau

Type de prélèvement	Nombre	Superficie irriguée (ha)	Volume prélevé (m <sup>3</sup> /an)
Forages	829	4 041	27 731 292
Puits	7 358	21 814	144 589 692
Barrages	/	/	/
Petits barrages et retenues collinaires	/	/	/
Sources	19	74	260 093
Pompages au fil de l'eau	2	5	61 320
Epanchage de crue	/	/	/
Citerne	24	62	151 734
<b>Total</b>	<b>8 232</b>	<b>25 995</b>	<b>172 794 131</b>

Source : ABH CZ année 2014/2015

Le volume prélevé lors d'enquête sur terrain pour les 32 communes enquêtées est de 172.794 Hm<sup>3</sup> pour 8 232 points recensés, avec une superficie irriguée de 25 995 ha.

Les volumes estimés sont en fonction de la dotation et par mode d'irrigation comme suit :

- ✓ Le système goutte à goutte, la dotation est de 6 130 m<sup>3</sup>/ha/an ;
- ✓ Le système Aspersion, la dotation est de 8 760 m<sup>3</sup>/ha/an ;
- ✓ Le système Gravitaire, la dotation est de 12 264 m<sup>3</sup>/ha/an.

Le volume prélevé des 8 232 points enquêtés est de 172 794 131m<sup>3</sup>/an, dont 89% à partir des puits, 10% des forages et 0.2% des sources.

### **B)Les superficies irriguées et les besoins des ressources en eau**

La superficie agricole utile est de 28 263 ha, la superficie irriguée physique qui est de 25 995 ha et les besoins en eau moyen sont de 6 647 m<sup>3</sup>/ha/an.

Le tableau suivant présente les superficies irriguées et les besoins en eau moyens par commune :

Tableau N°42: Superficies irriguées et les besoins en eau moyens

Code	Nom Commune	SAU Totale (ha)	Superficie irriguée Physique (ha) (2)	Volumes prélevés (m <sup>3</sup> /an) (3)	Besoins en eau moyens (m <sup>3</sup> /ha/an) (3/2)
2701	Mostaganem	25	25	34 560	1 411
2702	Sayada	1 028	1 001	8 094 980	8 087
2703	Fernaka	205	184	1 209 348	6 587
2704	Stidia	367	362	2 870 631	7 922
2705	Ain Nouissy	487	454	1 323 303	2 915
2706	Hassi Mamèche	1 617	1 588	11 314 042	7 126
2707	Ain Tadles	2 516	2 537	16 851 429	6 642
2708	Sour	1 532	1 347	9 601 271	7 129
2709	Oued El Kheir	1 683	1 679	12 269 287	7 305
2710	Sidi Belattar	34	148	1 194 147	8 090
2711	Kheireddine	1 165	1 102	8 259 204	7 494
2712	Sidi Ali	704	429	1 562 177	3 638
2713	Ben Abd El Malek Ramdane	380	404	2 234 720	5 531
2714	Hadjadj	257	278	335 836	1 209
2716	Sidi Lakhdar	587	592	1 244 053	2 101
2717	Achaacha	194	193	1 433 404	7 430
2718	Khadra	494	490	3 328 740	6 790
2719	Bouguirat	3 341	2 500	17 260 440	6 903
2720	Sirat	2 561	2 586	16 078 342	6 218
2721	Ain Sidi Cherif	396	380	2 740 926	7 216
2722	Mesra	1 230	1 236	7 615 473	6 161
2723	Mansourah	1 533	987	6 201 040	6 285
2724	Souaflia	1 607	1 581	11 485 561	7 265
2725	Ouled Boughalem	81	80	499 801	6 259
2726	Ouled Maalah	159	169	1 349 569	7 995
2727	Mazagran	383	370	2 815 721	7 620
2728	Ain Boudinar	260	247	1 451 687	5 870
2729	Tazgait	52	54	387 741	7 167
2730	SafSaf	1 009	637	5 186 066	8 148
2731	Touahria	1 416	1 399	9 228 623	6 595
2732	EL Hassiane	961	957	7 332 011	7 665
<b>Total Wilaya</b>		<b>28 263</b>	<b>25 995</b>	<b>172 794 131</b>	<b>6 647</b>

Source : ABH CZ année 2014/2015

La commune de Nekmaria ne pratique aucune culture et ne possède aucun point d'eau pour l'irrigation.

La commune de Sirat marque la plus grande superficie irriguée dans la wilaya avec 2 586 ha, puis la commune de Ain Tadles avec 2 537 ha en suite la commune de Bouguirat avec 2 500 ha et en dernier la commune de Oued El Kheir avec 1 679 ha.

Les besoins en eau moyens sont calculés à partir des volumes prélevés calculés de la wilaya, d'où la plus grande dotation des besoins moyens est enregistrée dans la commune de Bouguirat avec 17 260 440 m<sup>3</sup>/ha/an. Tandis que la dotation minimale dans la wilaya est observée dans la commune de Mostaganem avec 34 560 m<sup>3</sup>/ha/an.

**Tableau N°43 : Les besoins futurs en eau agriculteur**

Année	2013	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<b>Besoins en eau moyens (m<sup>3</sup>/ha/an)</b>	6074	6647	8080	9513	10946	12379	13812	15245	16678

**VI.14. Gestion de l'eau en l industrie**

La wilaya est représentée par un tissu industriel faible de 09 principales unités industrielles seulement, La crise économique qui a frappé ce secteur dans les années 90 a considérablement réduit l'activité de ces unités d'où la réduction du nombre de travailleurs.

Il ressort des différentes observations effectuées que le volume extrait del'aquifère de la région de Mostaganem se repartissent de la façon suivante pour le secteur industrielle :

**Tableau N°44 : Volumes extraits de l'aquifère du plateau**

Années	2015	2018
<b>A. E. I. /m3</b>	6058080	6062400

*Source : BAICHE A.,*

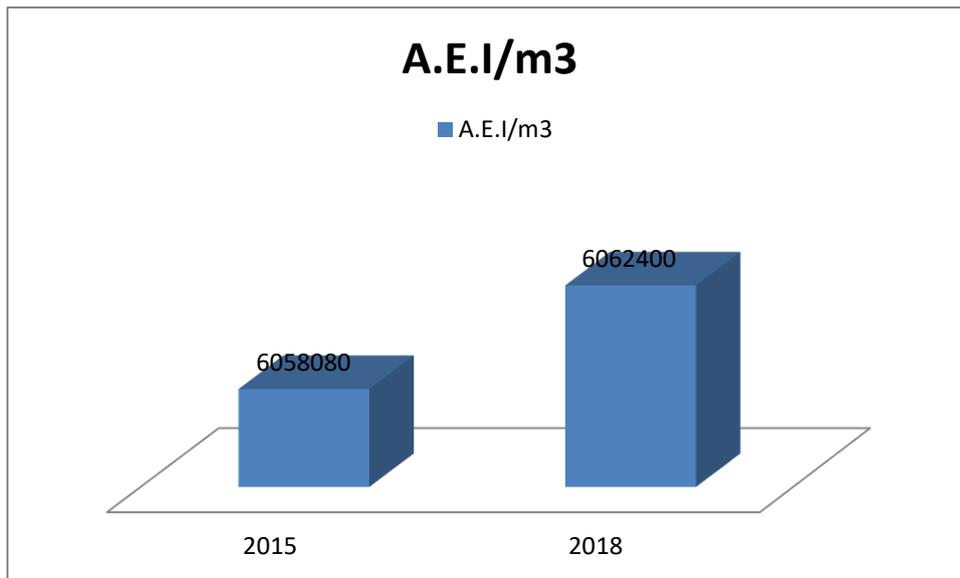


Figure N°34 :Volumes extraits de l’aquifère(2015-2018)

VI.15. Les besoins futurs en eau :

La consommation de l’eau dans le secteur industriel est directement liée à la croissance de la population, afin de répondre aux besoins des citoyens de la wilaya.

C’est ce qui nous a fait parler de fixer des attentes concernant l’eau consommée dans le secteur industriel dans les perspectives d’avenir.

Tableau N°45: Les besoins futurs en eau industrielle durant (2018-2050)

Horizon	2018	2020	2025	2030	2045	2050
A. E. I. /m3	6062400	6065280	6072480	6079680	6101280	6108480

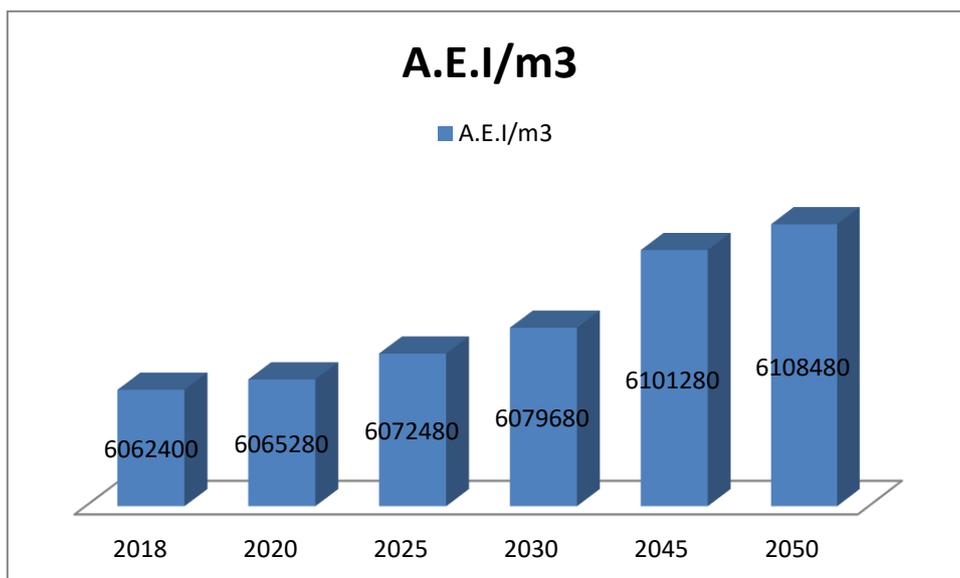


Figure N°35 :Les besoins futurs en eau industrielle durant (2018-2050)

**VI.16. Proposition de scénarios de mobilisation des ressources de la wilaya :**

Afin de satisfaire la demande en eau potable croissante de la wilaya pour les horizons futurs, il est préconisé de mobiliser les ressources en eau potable existantes avec une répartition qui peut combler les déficits décrits. Le système d'adduction de la wilaya de Mostaganem est divisé en deux parties indépendantes : la partie nord incluant le réseau d'adduction primaire et secondaire de 11 communes Nord (Dahra), et la partie sud incluant le réseau de 21 communes

Géographiquement, les deux parties sont séparées par l'Oued Chellif. La partie Nord (11 communes) est située du côté de la rive droite de l'oued et la partie Sud (21 communes) est située du côté de la rive gauche de l'oued Chellif.

**VI.16.1. Proposition de mobilisation des ressources pour la Partie nord de la wilaya**

Le déficit à l'horizon projet (2045) des 11 communes qui constituent la partie Nord de la wilaya s'élève à 50 000 m<sup>3</sup>. Pour satisfaire cette demande, il est préconisé d'augmenter la capacité de production des ressources ci-dessous :

**a) Station de dessalement de Mostaganem****Augmentation de la production journalière de 50 000 m<sup>3</sup>.**

La SDEM de Mostaganem a été conçue pour une production journalière de 200 000 m<sup>3</sup>, mais la production actuelle est limitée à 150 000 m<sup>3</sup> par jour, à cause du sous-dimensionnement de l'ouvrage d'arrivée des eaux de mer au niveau de l'usine.

L'entreprise chargée de l'exploitation de la SDEM (STMM) travaille actuellement sur une solution qui consiste en la réalisation d'un nouvel ouvrage d'arrivée qui permettra à l'usine de dessalement de produire le volume contractuel de 200 000 m<sup>3</sup>/jr (augmentation journalière de la production actuelle de 50 000 m<sup>3</sup>)

Comme la capacité maximum de pompage de la station de Kharouba vers le réservoir de tête de l'H'Chem est de 148 000 m<sup>3</sup>/jr, (sachant que le débit transféré actuellement à partir de la station de Kharouba est de 110 000 m<sup>3</sup>/jour), les 50 000 m<sup>3</sup> supplémentaires de la SDEM de Mostaganem seront transférés vers les réservoirs de Sidi Ali via un nouveau couloir appelé Dahra 3 qui passe par Sidi Belattar et Achasta.

**b) Nouvelle station de traitement Kramis 2 :****Nouvelle station de traitement d'une capacité de production journalière de 30 000 m<sup>3</sup> :**

Une étude APD est réalisée par Sogreah Algérie dans le cadre de la présente étude pour la construction d'une nouvelle station de traitement d'une capacité de production

journalière de 30 000 m<sup>3</sup> appelée Kramis 2, situé à proximité de la station de traitement existante.

Les eaux traitées seront transférées vers les réservoirs (2 x 5000 m<sup>3</sup>) de Douaulia via deux stations de pompage.

#### **VI.16.2. Proposition de mobilisation des ressources pour la Partie sud de la wilaya**

Le déficit à l'horizon projet (2045) des 21 communes qui constituent la partie Sud de la wilaya s'élève à 150 000 m<sup>3</sup>. Pour satisfaire cette demande, il est préconisé d'augmenter la capacité de production des ressources ci-dessous.

##### **a) Station de traitement Sidi Laadjel :**

##### **Augmentation du débit affecté à la wilaya :**

La capacité de traitement de la station existante de Sidi Laadjel est de 560 000 m<sup>3</sup> par jour. Le débit journalier affecté actuellement pour la wilaya de Mostaganem est de 30 000 m<sup>3</sup>, ce qui représente environ 6% de la production de la station de traitement. Les 94% restants sont transférés vers la wilaya d'Oran.

Les besoins en eau de la wilaya d'Oran actuels et futurs seront assurés par la station de dessalement de Magtaa. Cette dernière a une capacité de production journalière de 500 000 m<sup>3</sup>. Il est prévu que cette station alimente 04 autres wilayat à savoir Mascara, Relizane, Tiaret et Mostaganem.

Le débit journalier alloué à partir de la SDEM de Magtaa pour la wilaya de Mostaganem (wilaya objet de l'étude schéma directeur d'AEP) est de 25 000 m<sup>3</sup>. Ce volume et le point géographique de son affectation (piquage ou raccordement) doivent être confirmés par la DRE pour le prendre en charge pour l'AEP de la zone concernée.

Après la mise en service de la SDEM de Magtaa qui alimentera Oran, la wilaya de Mostaganem pourra bénéficier d'une partie du débit de la station de traitement Sidi Laadjel alloué actuellement à Oran. Ainsi, nous préconisons de récupérer 125 000 m<sup>3</sup>/jr de la station de traitement Sidi Laadjel et de les orienter vers Mostaganem. Avec les 25 000 m<sup>3</sup>/jr en provenance de Magtaa, le déficit serait comblé. Avec les 30 000 m<sup>3</sup>/jr actuels provenant déjà de Sidi Laadjel, celle-ci utiliserait 33% de sa capacité pour alimenter Mostaganem.

Les prélèvements de ces débits pour renforcer l'alimentation de la partie Sud se feront à partir des chambres de raccordement de la conduite MAO (2200/2000 mm BPAT) à savoir CR1, CR2 et CR3 et à partir du réservoir 120 000 m<sup>3</sup>.

La conduite MAO entre la SDEM de Magtaa et la chambre de raccordement CR3 (au niveau du réservoir 120 000 m<sup>3</sup>) sera utilisée en refoulement à partir de la station de pompage Magtaa, càd dans le sens inverse du fonctionnement actuel du MAO (gravitaire).

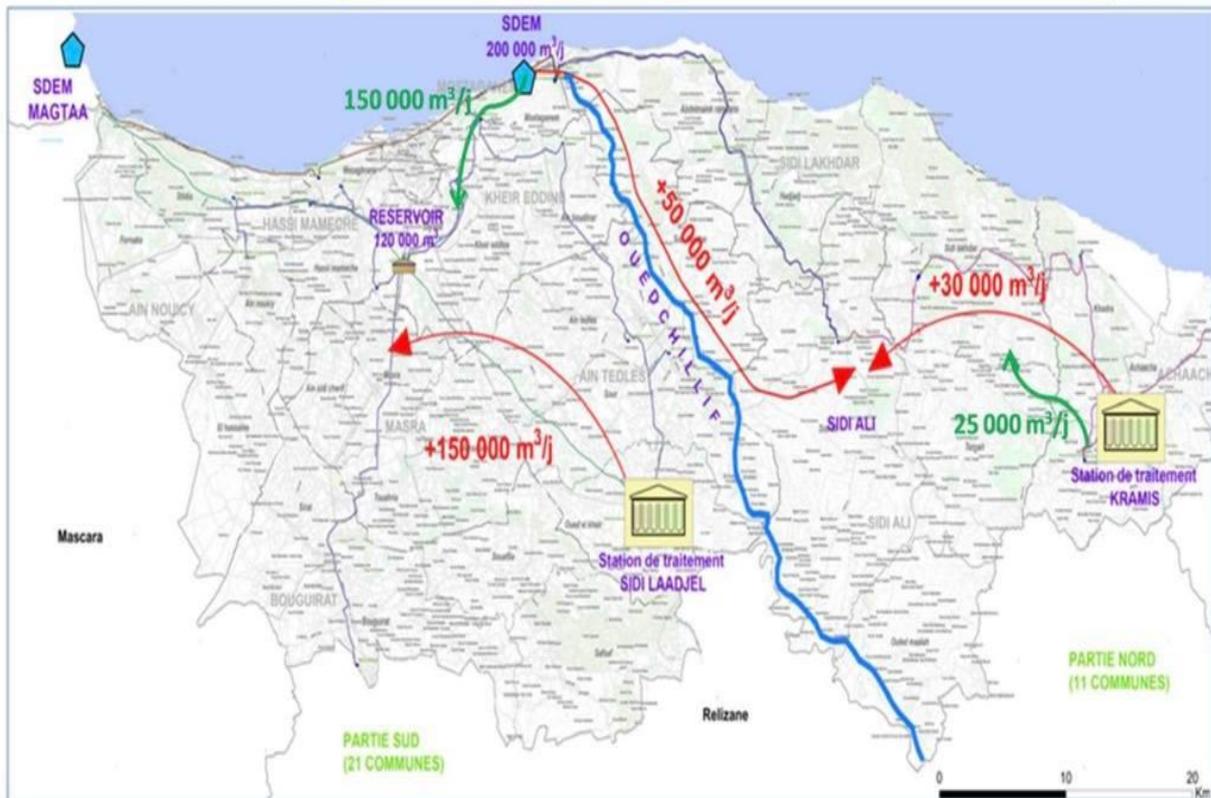


Figure N°36 : Schéma de mobilisation des ressources (débits supplémentaires en rouge) pour l'horizon 2045

### VI.17. Conclusion :

Les ressources en eau de la wilaya de Mostaganem sont divisées en ressources conventionnelles (Souterraine potentiel 55Hm<sup>3</sup>, ressource superficielle) et non conventionnelles 115 hm<sup>3</sup>.

Les ressources conventionnelles (Ressources superficielles) sont constituées par :

Les barrages : barrage de kramise d'une capacité 45 Hm<sup>3</sup>, barrage prise cheliff d'une Capacité: 50 millions de m<sup>3</sup>, le barrage kerrada d'une capacité 70millions de m<sup>3</sup> et barrage Gargar d'une capacité 450,00 hm<sup>3</sup>.

les eaux souterraines :

Les eaux souterraines font partie des ressources conventionnelles, mais avec la mise en service du système MAO et Kramis et l'arrivé des eaux du dessalement cette ressource ne représente actuellement que 5% de la production totale des eaux potables de la wilaya.

Les ressources non conventionnelles :

- Les eaux de dessalement d'une capacité de production théorique de 200.000 m<sup>3</sup>/jour,
- La réutilisation des eaux usées épurées il existe cinq (05) stations d'épuration en exploitation dans la wilaya de Mostaganem avec une capacité totale de 106 000 (Eqh) et épurent un volume d'eau annuel de 8.1 Hm<sup>3</sup>,

La Wilaya de Mostaganem du pied mont du Dahra, va à terme, être alimenté en eau via un grand réseau d'irrigation issu du barrage de Kramis sur 4.320 Ha). Actuellement, 1120 Ha a été réalisé et mis en service depuis le Mois D'aout 2013.

Les besoins en eau de la superficie irriguée sont de l'ordre de 165 hm<sup>3</sup> annuellement à partir de la surexploitation des ressources souterraines, Avec la réaffectation des eaux du MAO et Kramis et la réutilisation des eaux des STEP on peut irriguer 23 810 HA supplémentaires eau irriguée future : 63.450 ha soit 48 %

Eaux souterraines (90%) :

89 % Ha irrigués à partir de :

24 forages, 10028 puits, 02 sources,

Eaux superficielles

3.3 % à partir du barrage Kramis

0.05 % petits barrages

45 % projeté à partir du Système MAO

- 762 autorisations de fonçage délivrées pour irriguer plus de 1500 ha.

la réaffectation de des forages qui ont été destinés initialement à l'AEP pour l'irrigation 40 forages ont été transférés pour irriguer 1300 ha

- soit Par la valorisation et la généralisation de l'utilisation des eaux non conventionnelles.

Lagunage bouguirat pour irriguer 20 ha.

Lagunage Hadjaj pour irriguer 20 ha

sidi lakhdar et sidi Ali pour une superficie de 360 ha

*Conclusion général*

---

---

*Contribution à la gestion des ressources en eau dans la wilaya de  
Mostaganem*

# ***Conclusion Générale***

---

## **Conclusion général**

L'eau joue un rôle déterminant et structurant dans la vie des habitants, dans le développement économique et dans la survie des écosystèmes naturels. Les différents usages de l'eau influent sur la disponibilité de la ressource. Du point de vue de la quantité et de la qualité, tout le monde reconnaît que l'eau est devenue rare et doit être exploitée à bon escient dans une perspective d'une gestion durable. De nos jours, la politique de l'eau se fonde sur le principe de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE).

Dans ce contexte, cette étude a été menée pour contribuer à la gestion des ressources en eau à Mostaganem.

Mostaganem est une ville côtière du nord-ouest algérien située à 360 Km à l'ouest d'Alger et à 80 Km à l'est d'Oran et qui s'étend sur une superficie de 2.269 km<sup>2</sup>, Elle est composée de dix (10) daïras et de trente deux (32) communes, elle est caractérisée par la concentration excessive de la population 877 450 habitants en 2018.

La wilaya de Mostaganem apparaît sous une morphologie plate, formée par un relief calme divisé en six unités.

La wilaya de Mostaganem est à vocation essentiellement agricole, elle occupe la 25<sup>ème</sup> place au niveau national avec 1.60% de la SAU nationale, mais pour le tissu industriel est très faible de 09 principales unités industrielles seulement. Le réseau hydrographique présente un chevelu faible, constitué d'oueds permanents, et d'oueds temporaires

Le deuxième chapitre a porté sur une description des ensembles géologiques de Mostaganem. La couverture géologique est constituée de terrains néogènes (le Mio-pliocène) recouverts par des sables du Quaternaire, on distingue deux types de déformations:

- des déformations autochtones, nettement prédominantes.
- des déformations allochtones.

Dans le troisième chapitre nous avons tenté d'établir un bilan hydrologique sur la période (2001–2020)

.Une étude détaillée des différents facteurs climatiques a été réalisée sur la zone d'étude, les conclusions sont les suivantes : Le climat de la région d'étude est de type semi-aride, la température moyenne annuelle est de 18,8°C et la précipitation moyenne annuelle est de 389.54 mm pour la période s'étalant de (2001 – 2020).

Le quatrième chapitre est consacré à la configuration et la structure des différentes aquifères de Mostaganem, L'aquifère principal est constitué essentiellement par le Calabrien

## *Conclusion Générale*

---

transgressif et discordant sur les dépôts du miocène et du pliocène inférieur constituant le mur de la nappe.

Le cinquième chapitre a permis une étude hydrochimique détaillée. Sous l'aspect qualitatif des eaux souterraines (potabilité), nous avons essayé de suivre l'évolution spatio-temporelle de différents paramètres physico-chimiques : conductivité,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , Ph

Eaux de la nappe du Mostaganem se caractérisée essentiellement par le faciès Chloruré Sodique dans la région sud-ouest et un caractère de type bicarbonate calcique dans la région nord-ouest.

Le sixième chapitre a permis une étude sur la gestion des ressources en eaux dans la wilaya, Il est clair que dans la wilaya les ressources en eaux sont limité actuellement à trois barrages : Kramis ,Chellif , Karrada et le barrage de Gargar situé dans la wilaya de Relizane. Les ressources consistent en eux souterraines (55 Hm<sup>3</sup>/an), ressources superficielles et non conventionnelle 115 hm<sup>3</sup>.

Donc il faut une politique nationale des ressources en eau est plus que nécessaire afin de satisfaire les besoins de la population. Ainsi la mobilisation et surtout une gestion rationnelle de l'eau est impérative notamment en agriculture surtout si l'on suppose que l'agriculture est la plus grande consommatrice des ressources hydriques. Ce ci dans le but d'optimiser le rendement en plus bien sûr de l'économie de cette ressource précieuse.

*Référence Bibliographique*

---

*Contribution à la gestion des ressources en eau dans la wilaya de  
Mostaganem*

## ***Référence Bibliographique***

---

**ABH CZ** année 2014/2015

**ADDA AOUDA** de l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau

**ALLAOUI Hadjira:** Etat et qualité des eaux phréatiques dans la wilaya de Mostaganem

**ANIREF** mostaganem site web

**BENTAHAR FATIHA** contribution à la cartographie hydrogéologique du plateau de Mostaganem et du bas chelif

**Castany G (1982) :** Principes et méthodes de l'hydrogéologie Université Pierre et Marie Curie-Paris VI , 237p.

**DHW:** Mostaganem 2020: Découpage lithostratigraphiques des séries géologiques de Plaine de Borjias (Perrondon 1957)

**DSA:** Mostaganem 2020

**Laboratoires ANRH ADE**

**MONOGRAPHIE 2016** (Service Hydraulique Agricole)

**ONM:** Mostaganem 2020

**PNE et ANBT** année 2010

**PNE** Etude d'actualisation

**SOGREAH 2008 /DSA 2013/PDARE**

**SDAEP** Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable de la Wilaya de Mostaganem  
Volume 03: Rapport ressources en eau et hydrogéologie

**SOURCES PDARE** Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau ).

*Annexes*

---

*Contribution à la gestion des ressources en eau dans la wilaya de  
Mostaganem*

**AVANT PROPOS**

**ANNEXES**

Relief de la Wilaya de Mostaganem

Unités	Communes concernées	Unités	Communes concernées
Vallées Basses de l'ouest	Mazagran Hassi Mameche Stidia Ain Nouissy El Haciane Fornaka	Mont Dahra	Oued El Kheir SafSaf Ouled Maalah Ain Boudinar Nekmaria Sidi Ali Tazgait Sidi Belatar
Plateau de Mostaganem	Mostaganem Sayada Kheir Eddine Ain Tadeles Sour Bouguirat Mesra Sirat Touahria Souafliya Mansourah	Vallée de l'Est	Ben A/Ramdane Hadjadj Sidi Lakhdar Khadra Achaacha Ouled Boughalem

Découpage administratif de la wilaya

Dairas	Communes
Mostaganem	Mostaganem
Hassi Mameche	Hassi Mameche - Stidia – Mazagran
Ain Tedeles	Ain Tadeles - Sour - S/Belatar – Oued El Kheir
Bouguirat	Bouguirat - Sirat - Safsaf – Souafliya
Sidi Ali	Sidi Ali - Tazgait - Ouled Maalah
Achaacha	Achaacha - Nekmaria - Khadra – Ouled Boughalem
Ain Nouissy	Ain Nouissy - Fornaka - El Haciane
Mesra	Mesra - Mansourah - Touahria - Ain Sidi Cherif
Sidi Lakhdar	Sidi Lakhdar - Hadjadj - Ben Abdelmalek Ramdane
Kheir Eddine	Kheir Eddine - Sayada - Ain Boudinar

Typologie agglomération

## Annexes

Typologie agglomération / Strates de population	
Désignation	Caractéristique
les métropoles à statut particulier de délégation (SPE)	Alger ; Oran ; Constantine ; Annaba
Les métropoles	villes de plus de 300.000 habitants
L'urbain dit « supérieur »	100.000 < pop < 300.000 habitants
L'urbain	20.000 < pop < 100.000 habitants
Semi urbain	5.000 < pop < 20.000 habitants
Semi rural	3.000 < pop < 5.000 habitants
Rural aggloméré	600 < pop < 3.000 habitants
Rural épars	population inférieure à 600 habitants (100 unités d'habitation).

- Evolution des dotations unitaires domestiques en l/jour/ha

- Facteur de majoration (autres usagers)

	Taux de majoration des autres usagers (en %)			
	Administration	Commerce	Artisanat et petite industrie	total
métropoles à statut particulier de délégation (SPE)	35	17,5	17,5	70
métropoles	30	15	15	60
urbain supérieur	25	12,5	12,5	50
urbain	20	10	10	40
Semi urbain	15	10	10	35
Semi rural	10	7,5	7,5	25
Rural aggloméré	5	5	5	15
Epars	0	0	0	0

Source PNE

## Annexes

### 1. Superficies irriguées par types d'ouvrages

Commune	Superficies irriguées (ha)					
	Puits	Forage	Source	Oued	Citerne	Total
Achaacha	193	0	0	0	0	193
Ain Boudinar	247	0	0	0	0	247
Ain Nouissy	293	161	0	0	0	454
Ain Sidi Cherif	375	5	0	0	0	380
Ain Tadles	2 534	4	0	0	0	2 537
Ben Abd El Malek Ramdane	386	18	0,00	0	0	404
Bouguirat	1 036	1 405	0	0	59	2 500
EL Hassiane	486	471	0	0	0	957
Fernaka	184	0	0	0	0	184
Hadjadj	278	0	0	0	0	278
Hassi Mamèche	1 416	172	0	0	0	1 588
khadra	490	0	0	0	0	490
Kheireddine	1 089	13	0,35	0	0	1 102
Mansourah	977	10	0	0	0	987
Mazagran	357	13	0	0	0	370
Mesra	1 207	29	0	0	0	1 236
Mostaganem	25	0	0	0	0	25
Nekmaria	0	0	0	0	0	0
Oued El Kheir	1 659	20	0	0	0	1 679
Ouled Boughalem	80	0	0	0	0	80
Ouled Maalah	78	91	0	0	0	169
SafSaf	506	131	0	0	0	637
Sayada	1 001	0	0	0	0	1 001
Sidi Ali	242	166	21,50	0	0	429
Sidi Belattar	43	105	0	0	0	148
Sidi Lakhdar	554	10	29	0	0	592
Sirat	1 593	993	0	0	0	2 586
Souafli	1 538	41	0	0	3	1 581
Sour	1 303	43	1	0	0	1 347
Stidia	316	47	0	0	0	362
Tazgait	27	0	22	5	0	54
Touahria	1 305	95	0	0	0	1 399
<b>Total Wilaya</b>	<b>21 814</b>	<b>4 041</b>	<b>74</b>	<b>5</b>	<b>62</b>	<b>25 995</b>

## Annexes

### 2. Volumes prélevés par types d'ouvrages

Communes	Volumes prélevés (m <sup>3</sup> /an)								Total
	Forages	Puits	Barrages	petits barrages et retenues collinaires	Sources	Pompages au fil de l'eau	Epanchage de crue	Citerne	
Achaacha	0	1 433 404	0	0	0	0	0	0	1 433 404
Ain Boudinar	0	1 451 687	0	0	0	0	0	0	1 451 687
Ain Nouissy	408 726	914 577	0	0	0	0	0	0	1 323 303
Ain Sidi Cherif	47 618	2 693 308	0	0	0	0	0	0	2 740 926
Ain Tadles	18 396	16 833 033	0	0	0	0	0	0	16 851 429
Ben Abd El Malek Ramdane	110 376	2 124 344	0	0	0	0	0	0	2 234 720
Bouguirat	10 138 661	6 970 045	0	0	0	0	0	151 734	17 260 440
EL Hassiane	3 792 971	3 539 040	0	0	0	0	0	0	7 332 011
Fernaka	0	1 209 348	0	0	0	0	0	0	1 209 348
Hadjadj	0	335 836	0	0	0	0	0	0	335 836
Hassi Mamèche	1 448 188	9 865 854	0	0	0	0	0	0	11 314 042
khadra	0	3 328 740	0	0	0	0	0	0	3 328 740
Kheireddine	110 227	8 148 377	0	0	600	0	0	0	8 259 204
Mansourah	87 600	6 113 440	0	0	0	0	0	0	6 201 040
Mazagran	103 832	2 711 889	0	0	0	0	0	0	2 815 721
Mesra	112 210	7 503 263	0	0	0	0	0	0	7 615 473
Mostaganem	0	34 560	0	0	0	0	0	0	34 560
Oued El Kheir	177 828	12 091 459	0	0	0	0	0	0	12 269 287
Ouled Boughalem	0	499 801	0	0	0	0	0	0	499 801
Ouled Maalah	1 238 317	111 252	0	0	0	0	0	0	1 349 569
SafSaf	1 062 762	4 123 304	0	0	0	0	0	0	5 186 066
Sayada	0	8 094 980	0	0	0	0	0	0	8 094 980
Sidi Ali	381 498	1 117 995	0	0	62 684	0	0	0	1 562 177
Sidi Belattar	890 295	303 852	0	0	0	0	0	0	1 194 147
Sidi Lakhdar	17 280	1 166 293	0	0	60 480	0	0	0	1 244 053
Sirat	6 088 074	9 990 269	0	0	0	0	0	0	16 078 342
Souafia	381 060	11 104 501	0	0	0	0	0	0	11 485 561
Sour	261 506	9 327 501	0	0	12 264	0	0	0	9 601 271
Stidia	274 131	2 596 500	0	0	0	0	0	0	2 870 631
Tazgait	0	202 356	0	0	124 065	61 320	0	0	387 741
Touahria	579 737	8 648 886	0	0	0	0	0	0	9 228 623
<b>Total Wilaya</b>	<b>27 731 292</b>	<b>144 589 692</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>260 093</b>	<b>61 320</b>	<b>0</b>	<b>151 734</b>	<b>172 794 131</b>

## Résumé :

Au cours des dernières décennies, le nord-ouest de l'Algérie, au climat semi-aride, a connu une raréfaction des précipitations, ce qui entraîne une diminution du potentiel des eaux de surface et souterraines.

L'objectif de cette thèse est d'étudier la gestion des ressources en eau pour valoriser le potentiel hydrique dans la wilaya de Mostaganem.

Les ressources conventionnelles dans la wilaya qui englobent les eaux superficielles et les eaux souterraines ne suffisent plus pour répondre aux besoins sans croissants de consommation urbaine, agricole et industrielle. C'est pourquoi, le recours à des ressources non conventionnelles par les techniques de dessalement de l'eau de mer et de purification des eaux usées ont permis de combler le déficit en eau aussi bien en adduction de l'eau potable (AEP) qu'en irrigation des cultures.

Mais La direction des ressources en eau (DRE) et l'algérienne des eaux (ADE) sont les deux structures qui gèrent le secteur de l'eau à Mostaganem et sont confrontées à diverses contraintes de fonctionnement et d'équipement qui nécessitent d'être circonscrites, c'est ce que nous aborderons dans notre thèse.

## Abstract :

In recent decades, the north-west of Algeria, with a semi-arid climate, has experienced a scarcity of precipitation, which leads to a decrease in the potential of surface and groundwater.

The objective of this thesis is to study the management of water resources to enhance the water potential in the wilaya of Mostaganem.

The conventional resources in the wilaya, which include surface water and groundwater, are no longer sufficient to meet the needs without increasing urban, agricultural and industrial consumption. This is why the use of unconventional resources through seawater desalination and wastewater purification techniques have made it possible to fill the water deficit both in drinking water supply (DWS) and in crop irrigation.

But the Direction des ressources en l'eau (DRE) and the Algerienne des Eaux (ADE) are the two structures that manage the water sector in Mostaganem and are faced with various operating and equipment constraints that need to be circumscribed, this is what we will address in our thesis.

## المخلص:

في العقود الأخيرة ، شهد شمال غرب الجزائر ، بمناخ شبه جاف ، ندرة في هطول الأمطار ، مما أدى إلى انخفاض في إمكانات المياه السطحية والجوفية.

الهدف من هذه الرسالة هو دراسة إدارة الموارد المائية لتعزيز الإمكانات المائية في ولاية مستغانم. لم تعد الموارد التقليدية في الولاية ، والتي تشمل المياه السطحية والجوفية ، كافية لتلبية الاحتياجات دون زيادة الاستهلاك الحضري والزراعي والصناعي. هذا هو السبب في أن استخدام الموارد غير التقليدية من خلال تقنيات تحلية مياه البحر وتنقية مياه الصرف الصحي قد جعل من الممكن سد العجز المائي في كل من إمدادات مياه الشرب و في ري المحاصيل.

لكن مديرية الموارد المائية والجزائرية للمياه هما الهيكلان اللذان يديران قطاع المياه في مستغانم ويواجهان العديد من القيود التشغيلية والتجهيزات التي يجب تقييدها ، وهذا ما سوف نتناوله في أطروحتنا.