

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université de Mohammed Seddik Benyahia - Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Terre et
de l'Univers



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم علوم الأرض والكون

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Géologie**

Option : Eau et Environnement

Thème

**Identification et caractérisation des ressources en eaux
dans la wilaya de Jijel (Nord-Est Algérien)**

Membres de Jury

Président : MAHDID Souhil

Examineur: KINIOUAR Hocine

Encadrant: DEBIECHE Taha-Hocine

Présenté par :

BENDJAZIA Loubna

BENMOUBAREK Nadia

Année Universitaire 2014-2015

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail, fruit de plusieurs années,

*A celle qui m'a donnée le gout de vivre, source de tendresse, à ma
très chère Mère «OUERDIA»*

*A celui qui je porte toujours respect, symboles de tendresse, et de
patience, à mon très cher père «ABD ELMADJID»*

Et je souhaite seulement que dieu me les garde ;

*A toute fleur parfumée, à mes sœurs : WARDA, Malika, et
DJANNAT.*

*A mes frères : OMAR, EL HANI, ABDELOUAHAB, MOHAMED,
et KAMEL.*

Aux tous enfants de mes frères.

A ma grande famille BENMOUBAREK

*A tous mes collègues de promotion «EAU ET ENVIRONNEMENT»
de l'année 2015. Et mes amis.*

A tous ceux qui j'aime et qui m'aiment.

Dédie par: NADIA

Merci à tous

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers parents, pour leurs sacrifices et leurs dévouements, qui m'ont toujours soutenus et dirigés durant toutes ces années d'études.

A mes sœurs : KARIMA, AMEL

A mes frères : KHALED, MOHAMMED

Ainsi tous mes amis qui m'ont soutenu de près ou de loin

Pour tous ceux qui m'ont aidé, et m'ont soutenu je dis Merci.

A tous mes collègues de promotion « EAU ET ENVIRONNEMENT » de l'année 2015. Et mes amis.

A tous ceux qui j'aime et qui m'aiment.

Dédie par : LOUBNA



Merci à tous



Remerciement

Avant tout, louange à Dieu tout puissant de nous avoir accordée la force, le courage et les moyens de pouvoir accomplir ce modeste travail.

*C'est avec beaucoup de reconnaissance que nous adressons nos sincères remerciements à l'égard de notre encadrant **Monsieur Debieche Taha-Hocine** pour avoir proposé ce thème, suivi et dirigé ce travail, nous le remercions infiniment, pour son aide, ses conseils, ses patience, ses compréhension, surtout ses orientations qui nous ont été d'un apport précieux.*

Nous tenons aussi à remercier tous nos enseignants, qui nous ont données les bases de la science et pour leur orientations et conseils précises et précieuses, durant les années de notre formation.

*Nos vifs remerciements particulièrement à **Mr Abd El Malek Drouiche, Mr Souhil Mahdid et Mr Fouzi Zahi** pour leurs gentillesse et ses conseils. Que les membres de jury trouvent ici l'expression de mes plus cordiaux remerciements pour avoir accepter de faire partie de ce respectable jury.*

Nos remerciements :

- Au Laboratoire de Génie Géologique et le Laboratoire Pédagogique de la Biologie (Université de Jijel);*
- à la direction hydraulique de la wilaya de Jijel (DHW);*
- à l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (ANRH), secteur de Jijel.*

Liste des Figures

CHAPITRE I : RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

Figure 01: Cycle de l'eau.....	03
Figure 02: Les ressources en eau dans le monde m3/hab/an.....	04
Figure 03: Le bassin versant.....	05
Figure 04: La nappe phréatique.....	07
Figure 05: Les différents types d'aquifères.....	08
Figure 06: Relation nappe – rivière.....	10

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Figure 07 : Situation géographique de la wilaya de Jijel.....	13
Figure 08 : Carte hydro-topographique(MNT) de la wilaya de Jijel.....	13
Figure 09 : Carte des zones homogènes.....	15
Figure 10 : Carte d'occupation du sol.....	15
Figure 11: Schéma structural de la chaîne alpine de méditerranée occidentale.....	16
Figure 12 : Schéma structural de la petite Kabylie.....	18
Figure 13: Coupe synthétique donnent l'allure de l'édifice structural de la petite Kabylie...	18
Figure 14: Esquisse géologique de la région de Jijel.....	21
Figure 15: Colonne litho-stratigraphique schématique établie à partir de la description de Durand Delga (1955) et Djellit(1987).....	22
Figure 16: Carte du couvert végétal forestier.....	24
Figure 17: La répartition des terres dans la wilaya de Jijel.....	25
Figure 18: Carte des programmes agricoles par commune.....	25
Figure 19: Evolution de la population.....	26
Figure 20: La répartition de la population selon la dispersion.....	26
Figure 21: Carte de la densité de la population.....	27
Figure 22: Carte Pluviométrique de la Wilaya de Jijel.....	27
Figure 23: Réseau d'observation hydroclimatologique dans la wilaya de Jijel.....	28
Figure 24: Les bassins versants de la wilaya et leur localisation par rapport aux les grands bassins versant de l'Algérie.....	29

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Figure 25: Carte Pluviométrique de la Wilaya de Jijel de 9 stations pluviométriques.....	38
Figure 26: Variation mensuelle des précipitations sur les 9 stations (mm).....	39
Figure 27:Températures moyennes mensuelles de la station d'Agrem (2004-2007à 2008-2013) et station d'Achouat (1988 - 2014).....	40
Figure 28: Diagramme Ombro-Thermique de Gaussen (Station d'Achouat et d'el Agrem)..	41
Figure 29:Représentation graphique du bilan selon la méthode de Thornthwaite de la station d'Achouat.....	45
Figure 30: Représentation graphique du bilan d'eau selon la méthode de Thornthwaite de la station El Agrem.....	45
Figure 31: Les nappes selon la carte géologique de la wilaya de Jijel.....	48
Figure 32: Réseau de surveillances des eaux souterraines des plaines d'Oued Djendjen et d'Oued Nil.....	51
Figure 33: Réseau de surveillance des eaux souterraines de la plaine d'Oued Kebir.....	52
Figure 34: Les bassins versants dans la wilaya de Jijel.....	53
Figure 35: Les trois sous bassin d'oued Kebir Rhumel.....	54
Figure 36: Les sept sous bassin Djijelien.....	56
Figure 37: S.S.B. d'oued Mencha.....	56
Figure 38: S.S.B. d'oued Kantara.....	57
Figure 39: S.S.B. d'oued Kissir.....	57
Figure 40: S.S.B. d'oued Bourchaid.....	57
Figure 41: S.S.B. d'oued Taza.....	57
Figure 42: S.S.B. d'oued dar El oued.....	58
Figure 43: S.S.B. d'oued Ziama.....	58
Figure 44: Les S.S.B. d'Oued Djendjen.....	59
Figure 45: Les S.S. bassin versant d'Oued Nil.....	60
Figure 46: Sous bassin d'Oued Bartchoun et ses caractéristiques.....	61
Figure 47: Sous bassin d'Oued Zhor et ses caractéristiques.....	61
Figure 48: Points de prélèvement des eaux de surface.....	63
Figure 49: Points de prélèvement pour les eaux souterrains (forage, puits et sources).....	64
Figure 50: Multi-paramètres 350i.....	64
Figure 51: Schéma des Méthodes d'analyse physico-chimiques.....	65
Figure 52: Variation des valeurs de Conductivité électrique des eaux de surface.....	66
Figure 53: Variation des valeurs de Conductivité électrique des eaux souterraines.....	67

Figure 54: Variation des valeurs de la dureté.....	68
Figure 55: Variation des valeurs de Calcium des eaux de surface.....	69
Figure 56: Variation des valeurs de Calcium des eaux souterraines.....	69
Figure 57: Variation des valeurs de Magnésium des eaux de surface.....	70
Figure 58: Variation des valeurs de Magnésium des eaux souterraines.....	71
Figure 59: Variation des valeurs de Chlorure des eaux de surface.....	71
Figure 60: Variation des valeurs de Chlorure des eaux souterraines.....	72
Figure 61: Variation des valeurs de sulfate des eaux de surface.....	72
Figure 62: Variation des valeurs de sulfate des eaux souterraines.....	73
Figure 63: Variation des valeurs de bicarbonate des eaux de surface.....	73
Figure 64: Variation des valeurs de bicarbonate des eaux souterraines.....	74
Figure 65: Variation des valeurs de Nitrate des eaux souterraines.....	75
Figure 66: Variation des valeurs de Nitrite des eaux de surface.....	75
Figure 67: Variation des valeurs de Nitrite des eaux souterraines.....	76
Figure 68: Variation des valeurs de L'ammonium des eaux de surface.....	76
Figure 69: Variation des valeurs de L'ammonium des eaux souterraines.....	77

Liste des tableaux

Tableau 01: Volume d'eau disponible sur la Terre	04
Tableau 02: Normes de l'OMS sur l'eau potable.....	12
Tableau 03: Répartition générale des terres.....	24
Tableau 04: Potentialités en eau superficielles (Hm ³ /an).....	30
Tableau 05: Barrages en exploitation de la wilaya de Jijel.....	31
Tableau 06: Les retenues collinaires existantes à travers la wilaya de Jijel.....	32
Tableau 07: Barrages en construction, en faisabilité.....	33
Tableau 08: Stations de dessalement de l'eau de mer.....	33
Tableau 09: La capacité des nappes dans la wilaya de Jijel.....	34
Tableau 10: La capacité de production des puits.....	35
Tableau 11: Les chiffres relatifs du nombre des forages réalisés.....	35
Tableau 12: Coordonnées des Stations pluviométriques.....	37
Tableau 13: Précipitations moyennes mensuelles sur les neuf stations pluviométriques.....	39
Tableau 14 : Températures moyennes mensuelles de la station d'Agrem (2004-2007 à 2008-2013) et station d'Achouat (1988 – 2014).....	40
Tableau 15: Classification d'Euverte.....	41
Tableau 16: Evolution de l'humidité du sol station d'Achouat et d'El Agrem.....	41
Tableau 17: Valeurs moyennes de l'humidité relative de l'atmosphère (en %) à la station d'Achouat (1987-2010) et d'El Agrem (2004-2007 à 2008-2013).....	42
Tableau 18: Valeurs moyennes mensuelles d'évaporation (mm) à la station d'Achouat (1997-2010) et d'El Agrem (2004-2007 à 2008-2013).....	42
Tableau 19: Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) selon Thornthwaite de la station d'Achouat.....	44
Tableau 20: Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) selon Thornthwaite de la station d'El Agrem.....	45
Tableau 21: Description lithologique et hydrogéologique des formations géologiques de la wilaya de Jijel.....	47
Tableau 22 : Caractéristiques des bassins versants de la wilaya de Jijel.....	53
Tableau 23: Les caractéristiques des trois sous bassin d'oued El Kebir Rhumel.....	55
Tableau 24: Les caractéristiques du BV et de ses sous bassins versants Djijelien.....	56
Tableau 25: Les caractéristiques des deux S.S.B. d'oued Djendjen.....	59
Tableau 26: Les caractéristiques des quatre sous bassins d'Oued El Nil.....	60
Tableau 27: Classification de la conductivité de l'eau.....	65

Liste des abréviations

PNA : Plan national d'actions

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

MNT : Modèle Numérique du Terrain

Ha : Hectare

DAW : Direction Agricole de la wilaya

S.A.T : Surface Agricole Totale

S.A.U : Surface Agricole Utilisée

DSA : Direction de Service Agricole

ST : Surface Totale

DHW : Direction Hydraulique de la Wilaya

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

DPSB : Direction de Programmation et Suivi Budgétaire

ACL : Agglomération Chef Lieu

AS : Agglomération Secondaire

AEP : Alimentation en Eau Potable

AEPI : Alimentation en eau Potable et Industrie

PNE : Plan National d'Eau

BV : Bassin Versant

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydraulique

SB : Sous Bassin

SSB : Sous Sous Bassin

ON6C :Oued Nil 6 Confléance

PN20 :Puits Nil 20

FN20 :Forage Nil 20

Table de matières

Introduction générale

CHAPITRE I : RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Propriétés de l'eau.....	03
I.2. Répartition de l'eau sur la terre.....	04
I.3. Les eaux d'approvisionnement	05
I.4. Les sources.....	09
I.5. Relation nappe - cours d'eau	09
I.6. Approvisionnement en eau pour les besoins municipaux.....	10
I.7. Les aspects réglementaires.....	11
I.8. Conclusion	12

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II.1. Situation géographique	13
II.2. Relief	13
II.3. Occupation des sols	14
II.4. Contexte géologique	16
II.4.1- Introduction	16
II.4.2- Domaine Kabyle ou domaine interne.....	17
II.4.3- Domaine des flyschs	19
II.4.4- Le domaine externe ou domaine tellien	19
II.4.5- Les formations quaternaires	20
II.4.6- Les roches magmatiques	20
II.4.7- Dispositif structural de la région de Jijel.....	22
II.5. Les ressources et potentialités naturelles et patrimoniales	23
A) Le patrimoine forestier	23
B) L'agriculture.....	24
C) La population.....	26
II.6. Contexte hydroclimatologique	27
II.7. Contexte hydrologique	29
II.8. Les ressources et potentialités en eau	30
II.9. Conclusion	35

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Etude hydroclimatologique.....	37
A. Pluviométrie	37
B. Températures	39
C. Régime climatique	40
D. L'humidité	42
E. L'évaporation.....	42
F. Bilan hydrologique.....	43
III.2.Conclusion.....	46
III.2. Etude Hydrogéologique	47
III.2.1 Introduction	47
III.2.2 Identification géologique des aquifères.....	47
III.2.3 Description des aquifères	48
A) La Nappe alluviale d'oued El Kébir	48
B) La nappe alluviale d'oued Nil	49
C) La nappe alluviale d'oued Djendjen.....	49
D) Nappe alluviale d'oued Mencha	50
E) Le reste des nappes alluviale	51
III.2.4 Réseau de surveillance des eaux souterraines	51
III.2.5 Conclusion.....	52
III.3.Etude hydrologique	53
III.3.1. Bassins versants de la wilaya de Jijel.....	53
III.3.2 Le bassin versant de l'oued El Kébir Rhumel (B.V n°10)	54
III.3.3 Le bassin des côtiers constantinois (BV n°3).....	55
III.3.3.1 Le sous bassin des oueds côtiers de l'ouest de la wilaya ou bassin Djijelien (S.B.V.B.V.n°03)	55
III.3.3.2. Le sous bassin de l'arrière pays de Jijel (S.B.V. n°4)	58
III.3.3.3. Le sous bassin des oueds côtiers de la partie centrale de la wilaya (S.B.V. n° 05).....	59
III.3.3.4 Le sous bassin des oueds côtiers de l'extrême est de la wilaya (S.B.V. n° 06).....	61
III.3.4.Conclusion.....	62

III.4. Etude hydrochimique	63
III.4.1 Introduction	63
III.4.2 Stratégie de prélèvement	63
III.4.3 Matériel et méthodes d'analyse.....	64
A) Mesures in-situ.....	64
B) Analyse des éléments chimiques.....	64
III.4.4 Résultats physico-chimiques et discussion	65
a) Paramètres physique.....	65
a.1) Conductivité électrique	65
a.2) Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH).....	67
a.3) Calcium (Ca^{2+})	68
a.4) Magnesium (Mg^{2+}).....	70
a.5) Chlorure (Cl^-)	71
a.6) Les sulfates (SO_4^{2-})	72
a.7) Bicarbonates (HCO_3^-).....	73
a.8) Nitrates (NO_3^-)	74
a.9) Nitrites (NO_2^-)	75
a.10) Ammonium (NH_4^+)	76
III.4.5.Conclusion.....	77
Conclusion et perspective	79
Référence bibliographique	
Annexes	

Résumé

Cette étude a pour objectif d'identification les ressources en eau superficielle et souterrains de la wilaya de Jijel. Cette dernière est localisée au Nord Est Algérien et s'étende sur une superficie de 2, 396,63 Km², essentiellement montagneuse.

L'étude climatologique montre un climat de type méditerranéen avec une précipitation moyenne de 1200 mm/an, une température est de l'ordre de 18°C et une l'ETP annuel est de 886,78 mm/an, pour la station d'Achouat, et l'ETP annuel est de 905,75 mm/an pour celle station El Agrem.

L'étude hydrologique montre que la wilaya de Jijel est composée principalement de quatre bassins versants principaux : B.V.d'oued Kebir, B.V. d'oued Nil, B.V. d'oued Djendjen et B.V. côtière Djijelien qui se jettent dans la mer.

Le couplage des caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des aquifère, nous a permis de distinguer des réservoirs intéressants : nappe des dépôts alluviaux formés le long des oueds ; nappe des dunes et les aquifères fissurés et Karstiques.

Les campagnes d'échantillonnage des eaux de surface et souterraines réalisées durant la période d'avril à mai 2015 montrent l'existence des concentrations moyenne à élevée des éléments majeurs (Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻ et Cl⁻), et fortes concentrations des éléments organiques surtout en nitrites et en ammonium.

Mots clés : qualité des eaux, eaux souterraine et superficielle, bassin versant, Aquifère, hydrogéologie, Jijel.

Abstract

This study aims to identify surface water and groundwater resources in the wilaya of Jijel. The latter is located in the north eastern Algeria and extends over an area of 2.396,63 Km² mainly mountainous.

The climatological study shows a Mediterranean climate with an average rainfall of 1,200 mm / year, temperature is about 18 ° C and an annual ETP is 886,78 mm / year for the station of Achouat and annual ETP is 905,75 mm / year for the resort El Agrem.

The hydrological study shows that the wilaya of Jijel is mainly composed of four major watersheds: under watershed Kebir, under watershed Nile, under watershed Djendjen and under watershed coastal Djijelien flowing into the sea.

The coupling of geological and hydrogeological characteristics of the aquifer, allowed us to distinguish interesting tanks: tablecloth alluvial deposits formed along the wadis; tablecloth dunes and cracked and Karst aquifers.

The sampling campaigns of ground and surface waters carried out during the period April to May 2015 show the existence of medium to high concentrations of the major elements (Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻, and Cl⁻), and high concentrations of the elements especially organic nitrite and ammonium.

Keywords: Quality waters, underground and surface waters, under watershed, Aquifer, hydrogeology, Jijel.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على موارد المياه السطحية والجوفية في ولاية جيجل، تقع هذه الأخيرة في شمال الشرق الجزائري وتمتد على مساحة 2,396,63 كم² وهي منطقة جبلية في المقام الأول.

تظهر الدراسة المناخية للمنطقة من نوع مناخ البحر الأبيض المتوسط حيث يبلغ متوسط هطول الأمطار بها حوالي 1200 مم / سنة، وتقدر درجة حرارتها ب 18 درجة مئوية وتصل كمية المياه المتبخرة حوالي 886,78 مم / سنة وهذا يخص مركز "اشواط"، وبالنسبة لمركز العقرم " فتصل إلى 905,75 مم / سنة.

أما بالنسبة للدراسة الهيدرولوجية فإن ولاية جيجل تضم أربع مستجمعات للمياه الرئيسية: الحوض المائي المتجمع في واد الكبير، الحوض المائي لواد النيل، الحوض المائي لواد جنجن والحوض المائي للساحل الجبلي، فإن كل الوديان الأساسية لهذه الأحواض تصب في البحر.

تمكن المقارنة بين الخصائص الجيولوجية و الهيدروجيولوجية لطبقة المياه الجوفية من تمييز الطبقات الأكثر أهمية، والمخزنة لأكثر كمية من المياه في هذه المنطقة مثل: التراكمت الحصوية التي تكونت على جوانب الوديان. وتبين حملات أخذ العينات من المياه الجوفية والسطحية التي نفذت ما بين شهر أبريل إلى غاية ماي 2015 أنها تحتوي على نسب متوسطة إلى مرتفعة التركيز من العناصر المعدنية مثل الكالسيوم، المغنيزيوم، السلفات و الكلور، بالإضافة إلى تركيز عالي من العناصر العضوية خاصة النتريت و الامونيوم.

الكلمات المفتاحية: نوعية المياه، المياه الجوفية و السطحية، الحوض المائي، الطبقة الحاملة للمياه الجوفية، الهيدرولوجية، جيجل.

Introduction générale

Les ressources naturelles en eau sont constituées d'eaux souterraines et superficielles. Elles sont nécessaires au développement de toutes les formes de vie, animales ou végétales, il faut veiller à la préservation de cette ressource vitale des points de vue qualitatif et quantitatif.

Ces eaux sont susceptibles de contenir des substances diverses, de nature physico-chimique (sels minéraux, matières en suspension, micropolluants organiques et minéraux) et de nature biologique (bactéries, virus, parasites, ...). Certains de ces éléments peuvent non seulement dégrader la qualité organoleptique de ces eaux mais aussi de créer des problèmes de santé publique (Beaudry, 1984). Il est donc indispensable de caractériser précisément la composition de ces eaux pour cerner les paramètres à corriger et prévoir le traitement adéquat.

L'Algérie compte 17 bassins versants. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques (Dali, 2009). C'est dire l'extrême tension exercée sur cette ressource lorsque l'on sait que l'Algérie mobilise à peine au plus 5 milliards de m³ d'eau par an.

Le fait est évident. Les ressources potentielles en eau sont limitées et inégalement réparties en Algérie. Elles ont été évaluées à 19,2 milliards de m³, dont 12,4 milliards m³ d'eau de surface, 1,8 milliards m³ d'eaux souterraines du nord et 5 milliards m³ d'eaux souterraines exploitables dans le sud (PNA).

Si pour certaines wilayas du pays la ressource en eau se pose comme premier facteur limitant, ce n'est pas le cas de la wilaya de Jijel. En effet, cette dernière bénéficie d'une ressource, notamment l'eau de surface, confortable, qu'il s'agira toutefois de protéger, de mobiliser et de gérer rationnellement.

Notre travail dans ce mémoire est concentré seulement sur l'étude des ressources en eaux souterraines et superficielles dans la wilaya de Jijel de point de vue quantitatif et qualitatif.

Nous avons divisé notre mémoire en trois chapitres principaux :

Chapitre 1 : il a été consacré à la synthèse bibliographique, dont laquelle on donne un aperçu général sur l'eau et ses origines, le fonctionnement des eaux de surface et souterraines et enfin la qualité des eaux.

Chapitre 2 : consiste à faire la présentation de la zone d'étude de point de vue géographique, géologique, climatique et représentée les ressources souterraines et superficielle de la zone d'étude (forages, puits, sources, oueds, barrages, retenues collinaires).

Chapitre 3 : il montre les résultats qu'on a obtenus ainsi que la discussion. Il est divisé en quatre sous-chapitres :

- Hydroclimatologie : il montre l'évaluation des différents termes du bilan hydrique : précipitation, température, l'évapotranspiration etc. Ces paramètres nous permettront de connaître le climat de la région et l'état hydrique du sol ;
- Hydrogéologie, elle nous permet d'identifier les différentes aquifères de point de vue géologique et leur répartition spatiale ;
- Hydrologie, elle nous permet d'identifier les différents bassins versants de la wilaya de Jijel ainsi que leur caractéristiques géométriques et hydrodynamique ;
- Hydrochimie : ce chapitre montre la composition physico-chimique des eaux de surface et souterraine (Forage, puits et sources) des plaines de Jijel. Il montre aussi la qualité physico-chimique des eaux en l'a comparant avec les normes de potabilité et d'irrigation.

CHAPITRE I :

RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

Rappel bibliographique

I.1. Propriétés de l'eau

L'eau est un corps incolore, insipide, liquide à température ordinaire et composé de la combinaison de deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène dont la formule est (H₂O). Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants.

Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

- **État solide** : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières ;
- **État gazeux** : caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres ;
- **État liquide** : caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires (Marsily, 1995).

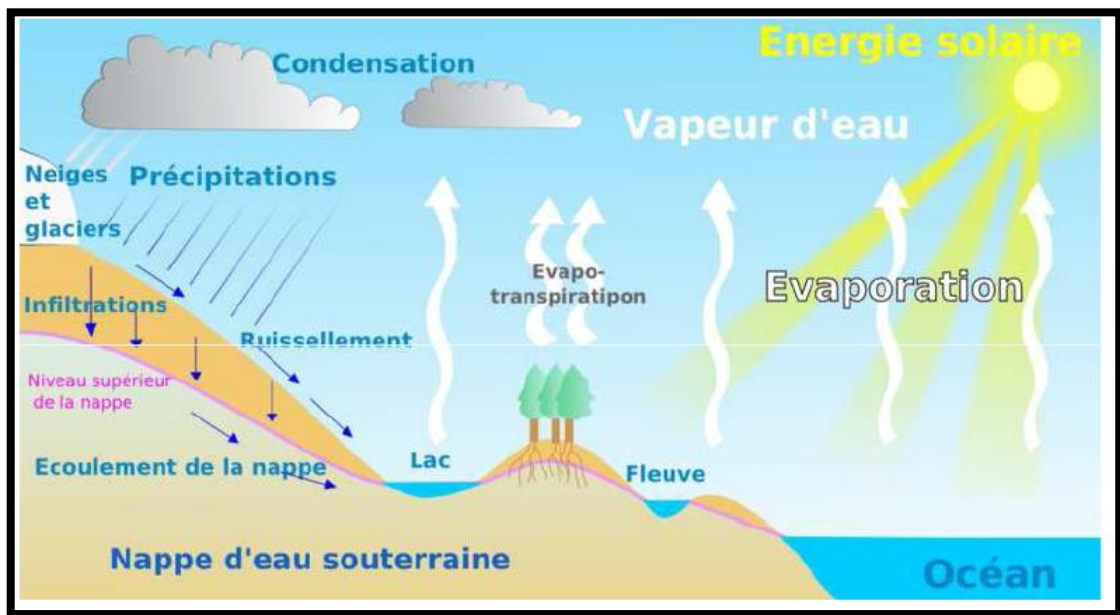


Figure01 : Cycle de l'eau (Kassou et Kacimi, 2010).

Le moteur de ce cycle est le soleil, grâce à l'énergie thermique qu'il rayonne, qui entraîne la libération de l'eau des océans vers l'atmosphère (évaporation). Cette vapeur se déplace ensuite au gré des mouvements des masses d'air et se condense pour former les nuages et engendrer de la neige et de la pluie (précipitation) permettant à l'eau de retourner au sol, une partie de ces eaux s'écoulent et s'infiltraient dans le sol pour former les eaux souterraines, l'autre partie ruisselle en surface pour former les eaux de surface (Defranceschiki, 1996).

Rappel bibliographique

I.2. Répartition de l'eau sur la terre

Comme tout le monde le sait, la planète Terre est également appelée planète bleue (Barhoumi *et al.*, 2004). L'eau recouvre 72% de la surface terrestre et une réserve totale de 1350 milliard de Km³ dans la biosphère. Cependant l'eau se trouve en constant recyclage. L'eau douce ne représente que 2,8% du stock total d'eau sur la planète, les 97,2% restant étant salés : or 2/3 de l'eau douce planétaire est concentrée dans les glaciers et la couverture neigeuse et 1/3 dans les nappes souterraines difficiles d'accès. Il ne reste que 0,3% de l'eau douce (soit 0,007% de la totalité de l'eau de la planète) dans les rivières, les ruisseaux, et les lacs (Mebarki, 2005).

Tableau01 :Volume d'eau disponible sur la Terre (Kassou et Kacimi, 2010).

	Volumes en km ³	Pourcentages	
Mers et Océans	1350 millions	Eau salée	97 ,2%
Glaciers	27,8 millions	Eau douce	2,8 %
Eaux souterraines	8 millions		
Atmosphère, Lacs, Rivières et Végétaux	0,2 millions		

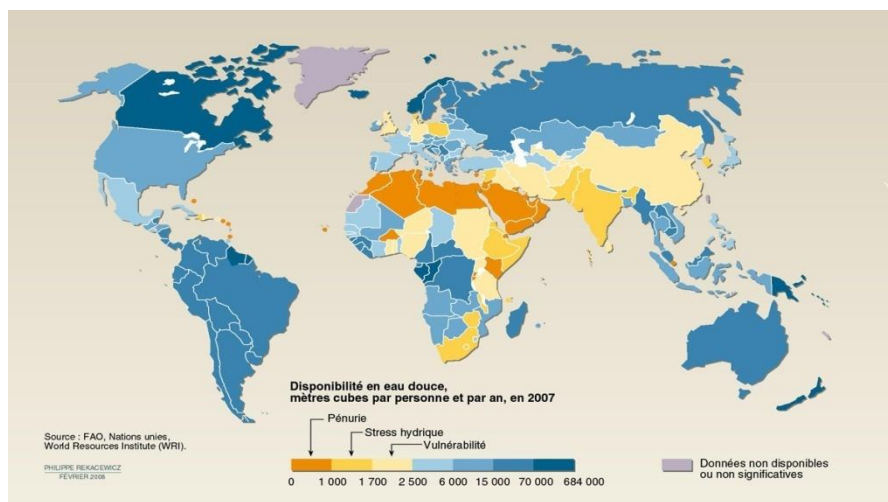


Figure 02 :Les ressources en eau dans le monde m³/hab/an(FAO et WRI., 2007).

Rappel bibliographique

I.3. Les eaux d'approvisionnement

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières) (Degremont, 2005).

I.3.1. Eaux de surface

Les eaux de surface se répartissent en eaux véhiculées par les cours d'eau, ou contenues dans les lacs, ou maintenues derrière barrage réservoirs. Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseaux, de rivières, soit des rassemblements des eaux de ruissellement. La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Les eaux de surface sont très sensibles à la pollution minérale et organique (Ministère de développement, environnement, 2012).

Les cours d'eau sont organisés en un réseau hydrographique permet le drainage des unités géographiques que l'on appelle : Bassins versants (Tardy, 1986).

❖ **Bassin versant**

C'est une entité topographique et hydrographique dans laquelle se produisent des entrées d'eau sous la forme de précipitation.

En amont, sa limite est celle de la ligne de partage des eaux (ligne de crête) qui passe par les différents sommets et qui détermine la direction de l'écoulement des eaux de surface, comme montre la (figure03).

En aval, sa limite est définie par son exutoire, qui est le point du réseau hydrographique par lequel passent toutes les eaux de ruissellement drainées par le bassin (Meybeck, 1987).

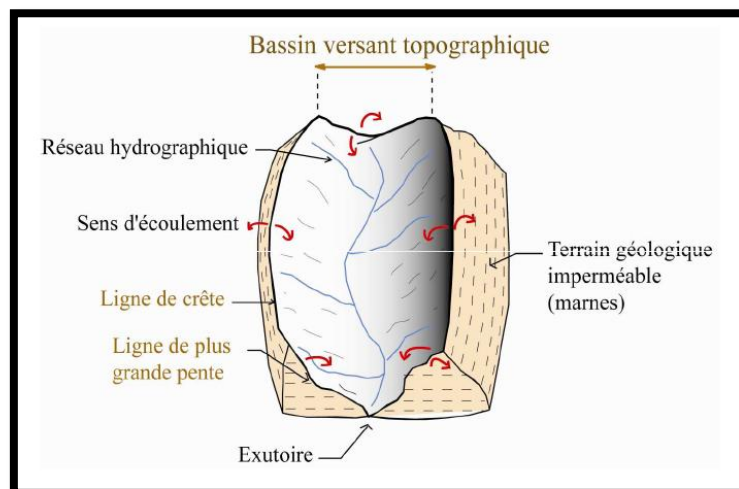


Figure03: Le bassin versant (Kassou et Kacimi, 2010).

Rappel bibliographique

Le bassin versant est donc un système(ou écosystème) qui inclut le réseau hydrographique superficiel, les eaux souterraines et les milieux humides (marais, étangs ...) (Meybeck, 1987).

La source d'alimentation en eau d'un bassin hydrologique est fournie par les *précipitations efficaces*, c'est à dire par le volume d'eau qui reste disponible à la surface du sol après soustraction des pertes par évapotranspiration réelle.

I.3.2. Les eaux souterraines

Sont les eaux stockées dans le sous sol dans des formations géologiques. L'ensemble est appelé aquifère. Il est composé de deux formations géologiques : l'une perméable formée de roches poreuses ou fissurées, dans laquelle l'eau peut s'infiltrer, s'accumuler et circuler ; et l'autre imperméable située au dessous de la formation perméable, appelée substratum.

A) Origine des eaux souterraines

Il existe trois origines pour les eaux souterraines :

- **Eaux météoriques** : La plupart des eaux souterraines ont une origine météorique, c'est-à-dire proviennent des précipitations (pluie, neige) et de leur infiltration dans le sous-sol. Dans les aquifères de grande taille, l'eau peut provenir de période où le climat était différent et peut donc servir d'indicateur de paléoclimats (Renard, 2002) ;

Eaux connées : Les eaux que l'on trouve en profondeur dans la croûte terrestre (à partir de 1 à 2 Km) sont dérivées de réservoirs d'eaux météoriques qui ont réagi avec les roches environnantes. Souvent ces eaux sont relativement salées. Les eaux connées peuvent contribuer à l'hydrologie de formations géologiques qui se sont enfouies très récemment (Gulf Coast aux United State Américaine)ou bien rester piégées dans des roches dont la perméabilité est très faible et dont toute l'eau n'a pas été expulsée. Souvent cette eau est présente depuis la formation de la roche (Renard, 2002) ;

- **Eaux juvéniles** : Ces eaux sont libérées directement par des processus magmatiques en profondeur. Elles sont difficilement distinguables des eaux situées en profondeur (Renard, 2002).

Rappel bibliographique

B) Les différents types de nappes

La classification des nappes aquifères peut se faire selon différents critères :

- des critères piézométriques (niveau d'eau) ;
- des critères liés au contexte géologique.

B.1. Classification selon des critères piézométriques

Les critères piézométriques sont utilisés pour différencier les nappes libres des nappes captives:

❖ Les nappes libres

Communiquent avec la surface, et sont généralement peu profondes ; l'eau percole jusqu'à la nappe dont le niveau monte ou baisse en fonction des précipitations. Elles se renouvellent rapidement. Les nappes phréatiques appartiennent à cette catégorie (SIGES,2010).

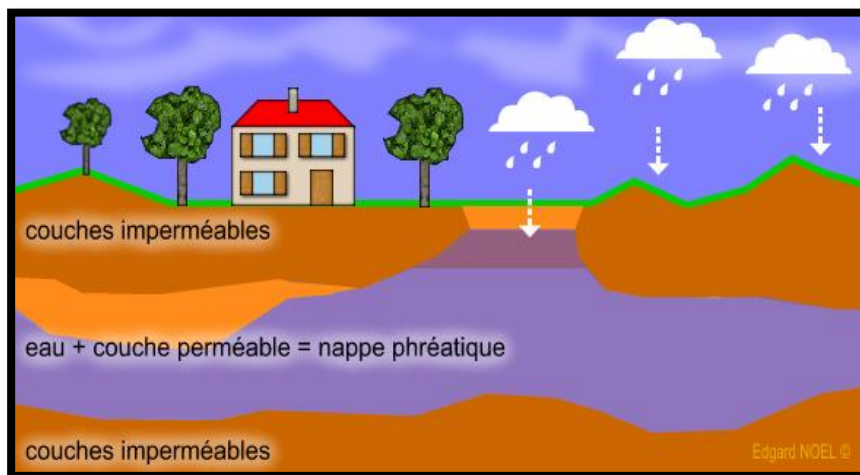


Figure 04 : La nappe phréatique(Edgard, 2008).

❖ Les nappes captives

Sont situées entre deux couches imperméables. L'eau est soumise en tout point à une pression supérieure à la pression atmosphérique. La surface piézométrique de la nappe est donc supérieure au toit de l'aquifère. Les nappes captives sont souvent profondes, jusqu'à quelques centaines de mètres de profondeur voire plus. Leur alimentation provient de la zone affleurant de l'aquifère, elles se renouvellent donc plus lentement. Lorsque moins de 5% de ces eaux sont renouvelées à l'année, ces nappes sont dites fossiles (SIGES, 2010).

Rappel bibliographique

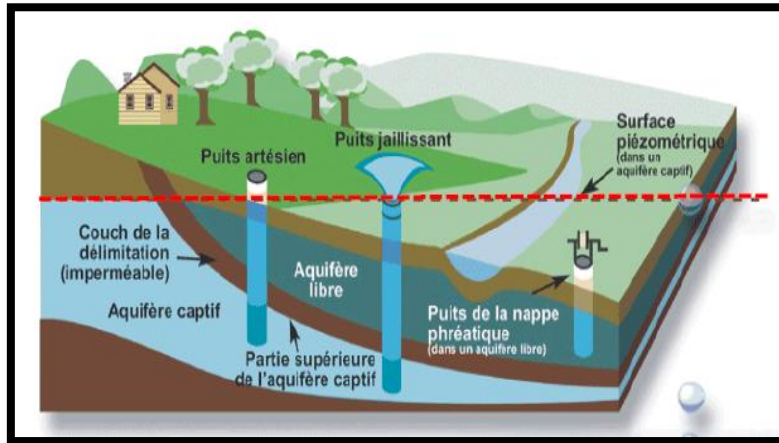


Figure05 : Les différents types d'aquifères(Environnement Canada, 2006).

B.2. Des critères liés au contexte géologique

Selon la nature de la formation géologique (sable, grès, calcaire,...), la cohérence de la roche permet de distinguer, les nappes suivantes :

❖ **les nappes en milieu poreux**

Si les vides sont des espaces intergranulaires d'origine sédimentaire (pores sensu stricto), on parlera de porosité intergranulaire ou porosité vraie. Ces aquifères seront appelés aquifères poreux (Gilli *et al.*, 1998). Elles se trouvent dans les roches meubles, roches sédimentaires (constituées de sables, de graviers, de galets, grès...).

❖ **Les aquifères alluviaux**

Contenue dans les grands épandages de sables, graviers et galets des fleuves et des rivières, la nappe alluviale est le lieu privilégié des échanges avec les cours d'eau et les zones humides. Ce type de nappe peut être réalimenté par les crues et restituer à l'inverse de l'eau dans le cours d'eau en période de sécheresse(AERMC,2014)

❖ **Les nappes en milieu fissuré**

Dans les formations cohérentes, les nappes sont localisées dans les zones perméables et poreuses qui n'existent que si les roches sont fissurées et altérées. Les aquifères fissurés sont développés dans les roches magmatiques (massifs de granite, de gabbros, coulées de roches effusives...), mais aussi métamorphiques (gneiss, micaschistes, pélites...) ou sédimentaires (grès, carbonates...).Par exemple, la fissuration puis l'altération des grès en sables entraînent la formation de nappes de fissures au sein des formations gréseuses. Les fissures sont généralement liées à la présence de phénomènes tectoniques (failles ou plis)(Wallonie, 2013).

Rappel bibliographique

❖ *les nappes en milieu karstique*

Les aquifères karstiques se engendrées par la dissolution de certaines roches, et notamment les roches carbonatées, un phénomène appelé karstification. Caractérisé par des cavités souterraines parfois immenses, mais aussi par une capacité d'accumulation des eaux météoriques limitée en raison des vitesses d'écoulements très élevées et de la faible perméabilité du calcaire.

I.4. Les sources

I.4. 1. Définition

Une source peut être définie comme l'apparition à la surface du sol de l'eau d'une nappe aquifère souterraine. Toute source est alimentée par une portion de la nappe aquifère qui lui a donnée naissance (Gomella *et al.*,1974).

I.4.2. Les différents types de sources

Les principaux types de sources sont les suivants :

A) Sources d'affleurement

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure le sol d'unevallée, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de sources. Ellesapparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins (Vilagines, 2000).

B) Sources de déversement

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface, calcaires etsurtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau) (Bonnin, 1982).

C) Sources d'émergence

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction de sol, on peut avoir un débitalimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures ou l'onpeut voir l'eau bouillonner (Gomella et Gurree, 1980).

I.5.Relation nappe - cours d'eau

Il y a toujours une relation entre nappe alluviale et cours d'eau (rivière, oued ...), de sorte que : soit la nappe alluviale soutien les cours d'eau ou inversement c'est la rivière qui alimente la nappe. Cette relation peut être identifiée par l'observation de la variation de charge près de la rivière ; s'il y a une décroissance des charges vers les cours d'eau, cela signifie qu'on est en situation d'un écoulement vers la rivière. Si par contre les charges sont croissantes, on parle d'un écoulement rivière nappe (Khemgani, 2010).

Rappel bibliographique

Le mouvement des eaux d'alimentation est lié à certaines propriétés de sol et de l'eau à savoir ; le coefficient des conductivités hydraulique, la pression, la structure des sols. L'infiltration des eaux de rivière et de lac peut aussi contribuer de façon significative à la recharge de la nappe. Latéralement, d'autre aquifère peuvent alimenter la nappe. De même, les écoulements de la nappe en aval peuvent alimenter les courants d'eau et des sources (Banton et Bangoy, 1999).

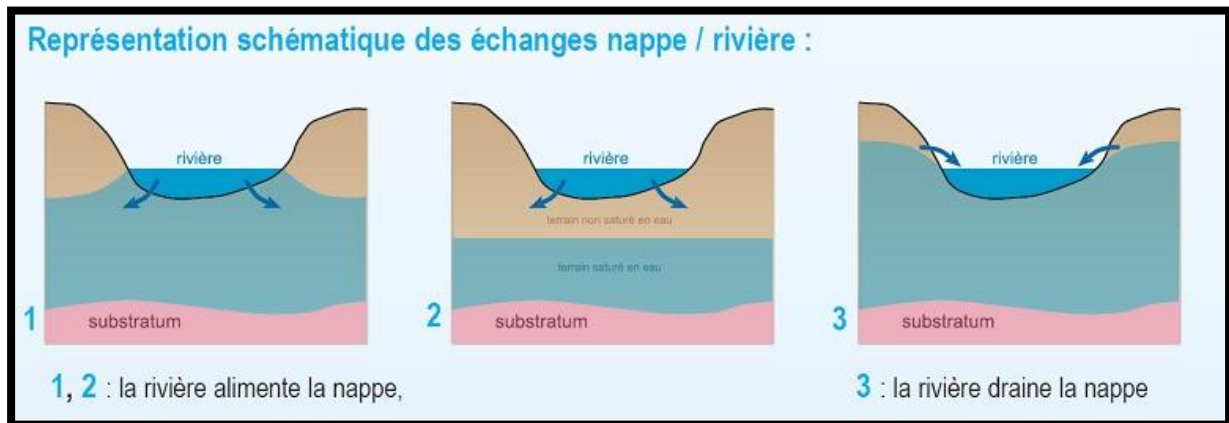


Figure 06 : Relation nappe– rivière(Emmanuel, 2010).

I.6. Approvisionnement en eau pour les besoins municipaux

L'eau est vitale pour le fonctionnement des écosystèmes terrestres. La consommation mondiale en eau est élevée à presque dix fois depuis 1990 dans la plupart des activités humaines (Leemans *et al*, 2002).

A. Usages domestiques

Les usages domestiques de l'eau comprennent les usages habituels pour la vie courante tels que la boisson, la préparation de la nourriture...

B. Usages commerciaux

Les usages commerciaux de l'eau comprennent ceux des hôtels, restaurants, immeubles de bureaux et autres, incluant les institutions civiles et militaires.

C. Irrigation

L'utilisation de l'eau pour l'irrigation tient compte de toute l'eau utilisée artificiellement pour les besoins de l'agriculture ou de l'horticulture, incluant les pelouses et jardins publics ou privés.

Rappel bibliographique

La quantité d'eau d'irrigation nécessaire à une culture dépend d'un certain nombre de facteurs, (Kharchenko, 1968).

D. Elevage

L'eau utilisée pour l'élevage est définie comme l'eau consommée pour la production de viande rouge, des volailles, des œufs, du lait, de la laine et des animaux.

L'eau consommée par les piscicultures sert principalement à maintenir une bonne qualité dans les bassins et un niveau d'eau convenable (Tate, 1990).

E. Industrie

Les usages de l'eau pour l'industrie comprennent des usages tels que ceux liés aux procédés de fabrication, de lavage, de refroidissement des produits manufacturés (Tate, 1990).

I.7. Les aspects réglementaires

I.7.1. Normes de qualité de l'eau

Se sont des normes qui visent à s'assurer que l'eau de boisson est exempte des microorganismes pathogènes et que les composés chimiques toxiques susceptibles d'être présent dans l'eau se maintiennent à des concentrations qui ne présentent pas des risques pour la santé publique, c'est la garantie d'une eau de qualité (Smets, 2005).

I.7.2. Les valeurs guidant de l'OMS

L'eau de distribution publique est définie par des normes découlant des travaux de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et de directives européens (Ross, 1999).

En générale, la qualité de l'eau est déterminée en comparant les caractéristiques physiques et chimiques d'un échantillon d'eau avec des directives ou des normes de qualité, en ce qui concerne, des valeurs guides ont été établis pour de nombreux constituants chimiques de l'eau de boisson.

Rappel bibliographique

Tableau 02 : Normes de l'OMS sur l'eau potable [1].

Valeurs maximales admissibles selon les normes			
Caractéristiques	Symbole	Unité	Normes l'OMS
Caractéristiques physiques			
TDS	/	mg/l	Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000
PH	/	/	Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
La conductivité	σ	$\mu\text{S/cm}$	2000
TDS			1000
Composants minéraux			
Sodium	Na	mg/l	200
Potassium	K	mg/l	Pas de valeur guide
Calcium	Ca^{2+}	mg/l	75
Magnésium	Mg^{2+}	mg/l	30
Chlorures	Cl^{-}	mg/l	Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 200
Sulfates	SO_4	mg/l	500
Substances indésirable			
Nitrates	NO_3^{-}	mg/l	50
Nitrites	NO_2^{-}	mg/l	0.2
Ammonium	NH_4^{+}	mg/l	0,5

I.8. Conclusion

Ce rappel bibliographique nous a permis de donner un aperçu général sur les propriétés de l'eau dans la nature qui se trouvent sous trois formes (état solide, état gazeux, état liquide), les différentes ressources en eaux (superficielles et souterraines), leurs différentes origines, la classification des nappes aquifères selon les critères piézométriques (nappes libres, nappes captives), et selon les critères liés au contexte géologique (aquifères poreux, aquifères alluvions, aquifères fissurés, aquifères karstiques), les utilisations d'eaux (AEP, irrigation, industrie ...) en fonction des normes de potabilité d'après l'OMS. Ce chapitre donne les notions de base pour une bonne compréhension des chapitres qui suivent.

ChAPITRE II :
PRÉSENTATION DE LA ZONE
D'ÉTUDE

Présentation de la zone d'étude

II.1. Situation géographique

La wilaya de Jijel est située au Nord-Est de l'Algérie et s'étend sur une superficie de 2,396,63 Km². Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, au Sud par la wilaya de Mila, au Sud-Ouest par la wilaya de Sétif, à l'Est par la wilaya de Skikda et à l'ouest par la wilaya de Bejaia (figure 07).

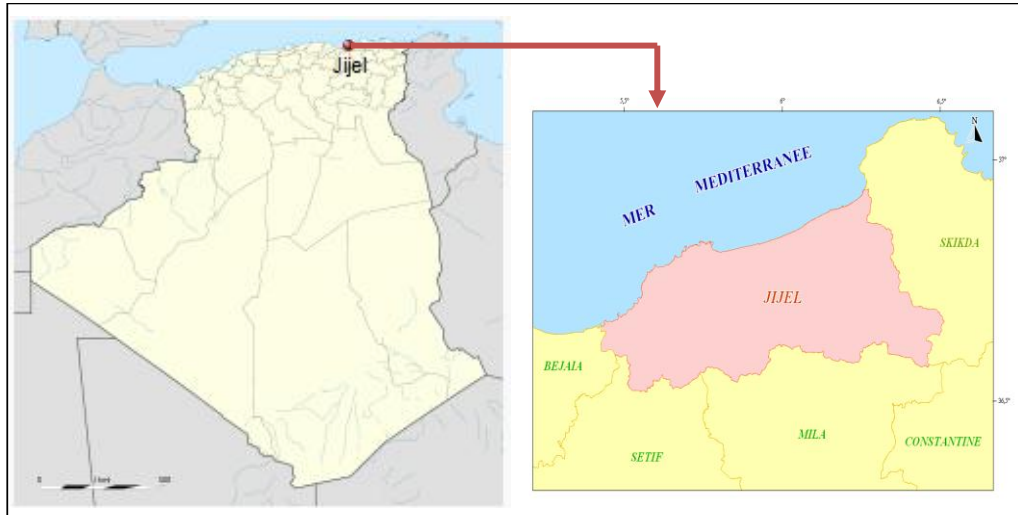


Figure 07 : Situation géographique de la wilaya de Jijel [2].

II.2. Relief

La wilaya de Jijel se distingue par un relief essentiellement montagneux, caractérisé par une altitude qui s'élève du nord vers le sud, d'une part, et par des pentes excessivement marquées (généralement supérieures à 25%), d'autre part (figure 08).

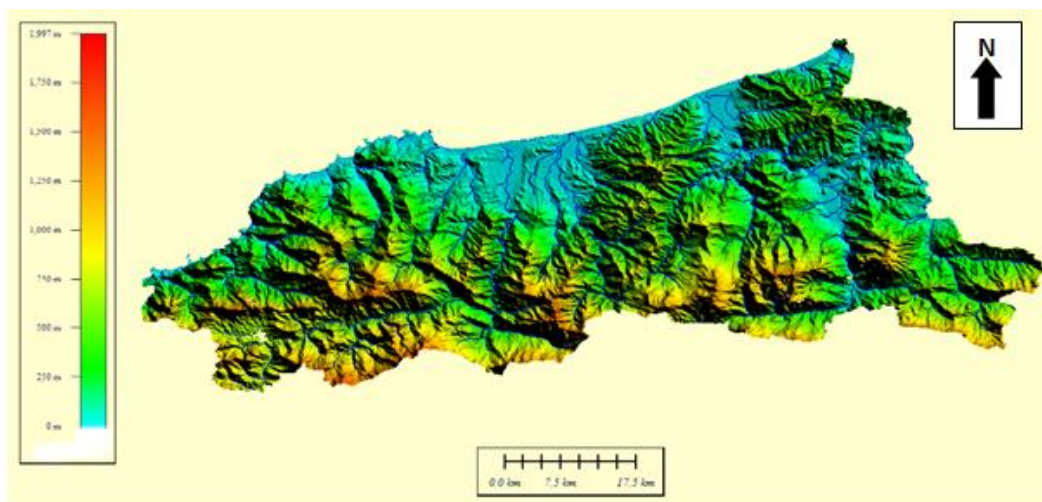


Figure 08 : MNT de la wilaya de Jijel.

Présentation de la zone d'étude

Du fait de la diversité de ses paysages, la wilaya de Jijel est subdivisée en deux grands ensembles : l'ensemble des plaines côtières et l'ensemble des zones de montagne, où l'on relève plusieurs unités à caractéristiques physiques et naturelles plus ou moins différenciées.

A- Les zones de plaines

Cette zone occupe la partie Nord du territoire de la wilaya, qui s'étire d'El Aouana à oued Z'hour. Il est constituées d'une multitude de plaines, elles occupent 18% de la superficie totale de la wilaya et regroupent (figure 09) :

- Les petites plaines d'oued Adjoul et d'oued Z'hour.
- Les petites plaines de Jijel, les plaines d'El-Aouana.

B - Les zones de montagnes

Elles constituent l'essentiel du territoire de la wilaya (82 %) et sont composées de deux groupes :

- **Groupe 1** : Zones des moyennes altitudes, situées dans la partie littorale et centrale de la wilaya, caractérisée par une couverture végétale très abondante et un réseau hydrographique important.
- **Groupe 2** : Zones de montagnes des hautes altitudes situées à la limite sud de la wilaya, elles comportent les plus hauts sommets de la wilaya dépassent les 1400 m ; dont les principaux sont : Tamasghida, Tababour, Bouazza et Seddat.

II.3. Occupation des sols

En se basant sur les données de l'étude « plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Jijel », nous distinguons que les montagnes sont occupés par les forêts et les maquis et les plaines par les cultures (figure 10).

Présentation de la zone d'étude

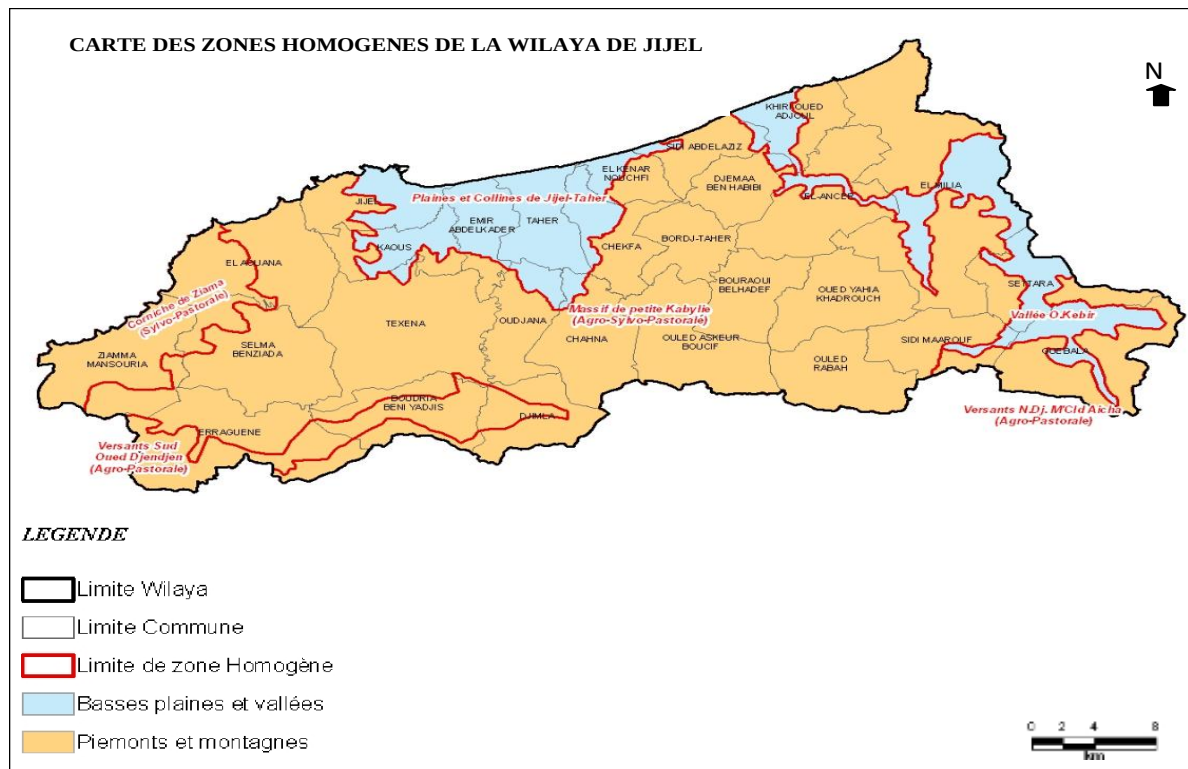


Figure 09 : Carte des zones homogènes (DAW, 2011).

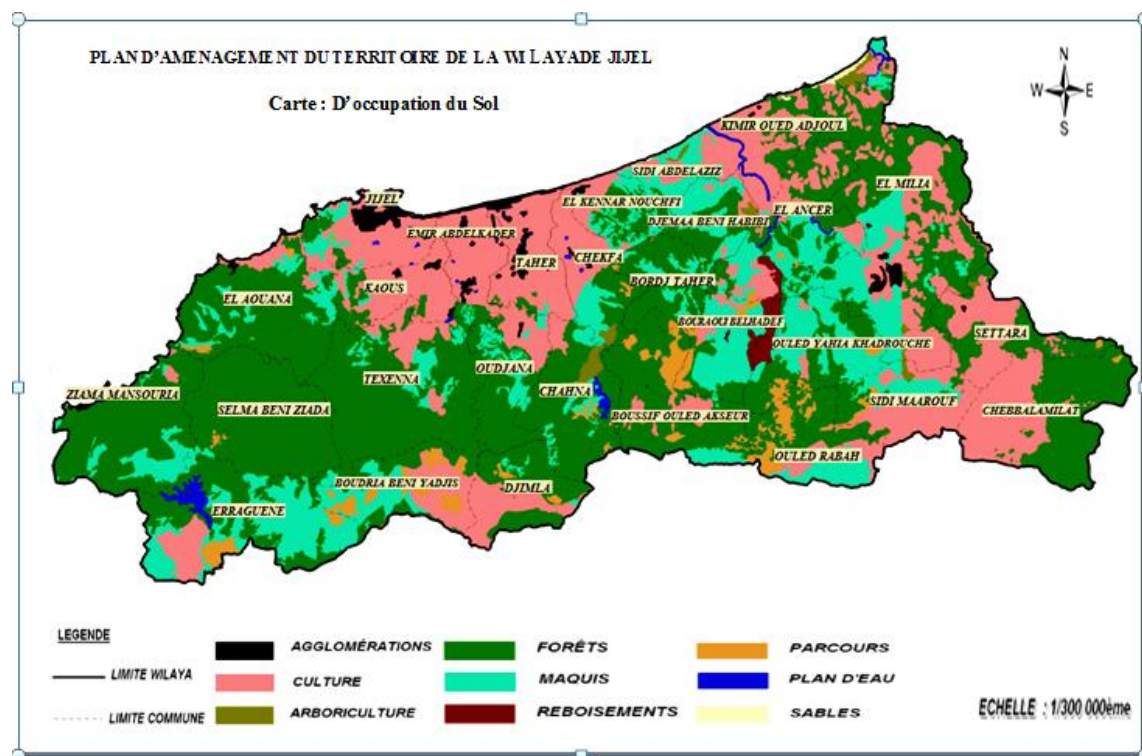


Figure 10 : Carte d'occupation du sol (DAW, 2011).

Présentation de la zone d'étude

II.4. Contexte géologique :

II.4.1-Introduction :

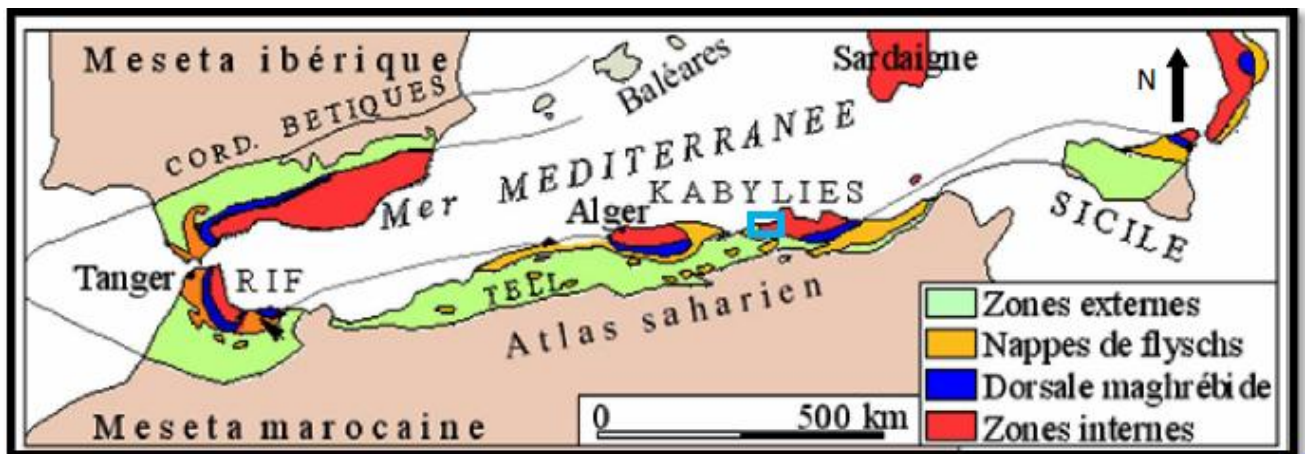
La Wilaya de Jijel s'étend sur deux grands domaines géologiques, un domaine, situé au Nord (dit domaine interne), correspondant aux formations cristallophylliennes du socle kabyle et sa couverture sédimentaire et un domaine situé au Sud (dit domaine externe), correspondant aux séries types flyschs et aux séries telliennes.

Dans la Wilaya de Jijel, le domaine interne, s'étend sur environ 80 Km le long du littoral méditerranéen, entre le massif d'El Aouana à l'Ouest et les massifs d'El Milia-oued Z'hor à l'Est et sur une largeur d'environ 30 Km.

Le domaine externe quant à lui, forme la partie sud de la Wilaya de Jijel. Il s'étend des massifs carbonatés des Babors à l'Ouest aux massifs de la région de Sidi Marouf.

Le massif de la Petite Kabylie fait partie du segment maghrébin de la chaîne Alpine. Cette dernière montre deux branches principales, disposées de part et d'autre de la mer Méditerranée (Delga, 1969).

- Une branche septentrionale (Européenne), représentée par les Cordillères Bétiques du Sud de l'Espagne (Péninsule Ibérique).
- Une branche méridionale ou Maghrébides, qui regroupe les chaînes rifaines, telliennes, Nord Siciliennes, et Calabraises (Figure 11).



 Zone d'étude

Figure 11: Schéma structural de la chaîne alpine de méditerranée occidentale (D'après Durand Delga, 1969).

Présentation de la zone d'étude

II.4.2. Principales formations lithologiques de la Wilaya de Jijel :

Du point de vue structural, la marge nord algérienne est constituée par un empilement de nappes charriées sur la marge Africaine (Raoult, 1972 ; Bouillin, 1977, Villa, 1980). Transversalement on y distingue de l'intérieur vers l'extérieur de la chaîne :

- Le domaine interne ou domaine Kabyle : qui comporte le socle Kabyle et sa couverture sédimentaire (Durand Delga, 1969 ; Raoult, 1974 et Vila, 1980).
- Le domaine des flyschs : constitué par les flyschs Mauritanien au Nord, et les flyschs massyliens au Sud (Vila, 1980).
- Le domaine externe ou domaine tellien (Durand Delga, 1969 et Vila, 1980).

II.4.2- *Domaine Kabyle ou domaine interne :*

Le socle de la petite Kabylie est composé de deux grands ensembles :

II.4.2.1- Un ensemble inférieur : il est essentiellement gneissique, constitué de paragneiss, d'orthogneiss et de gneiss fins ou ocellés. Il admet par endroit de puissantes intercalations de marbres et d'amphibolites.

II.4.2.2- Un ensemble supérieur : décrit pour la première fois par Herman (1928) dans la partie occidentale de la Petite Kabyle et ensuite par (Durand Dalga, 1956). Cet ensemble schisteux est formé de micaschiste, des schistes et de phyllades.

Les formations cristallophylliennes du socle kabyle occupent une grande partie de la wilaya de Jijel. Elles sont donc représentées par des phyllades, des schistes, des micaschistes, des para-gneiss, des orthogneiss peuvent être migmatisés. Ces formations cristallophylliennes du socle kabyle forment la quasi-totalité des reliefs montagneux des régions des Beni Khattab, des Beni Afeur, de Saddat, de Sidi Abdelaziz, des Beni Belaid, d'El Ancer, d'Ouled Askeur et El Milia.

Les formations du socle kabyle sont recouvertes en discordance par une série sédimentaire comportant à la base des conglomérats, surmontés par des grès micacés et au sommet des silexites. Cette série grésopélitique qu'est datée de l'Oligo-Miocène et porte l'appellation d'OMK (Aquitano-Serravalien).

Dans la région de Texanna, un complexe volcano-sédimentaire (complexe volcanosédimentaire de Sandouh), comportant des roches magmatiques basiques et ultrabasiqes, venant reposer sous les formations cristallophylliennes du socle kabyle. Ce complexe volcano-sédimentaire est considéré comme l'équivalent de la dorsale kabyle, qui repose sur la bordure méridionale du socle kabyle (Djurdjura) et de petite Kabylie dans les régions de Sidi Driss et d'El Kantou.

Présentation de la zone d'étude

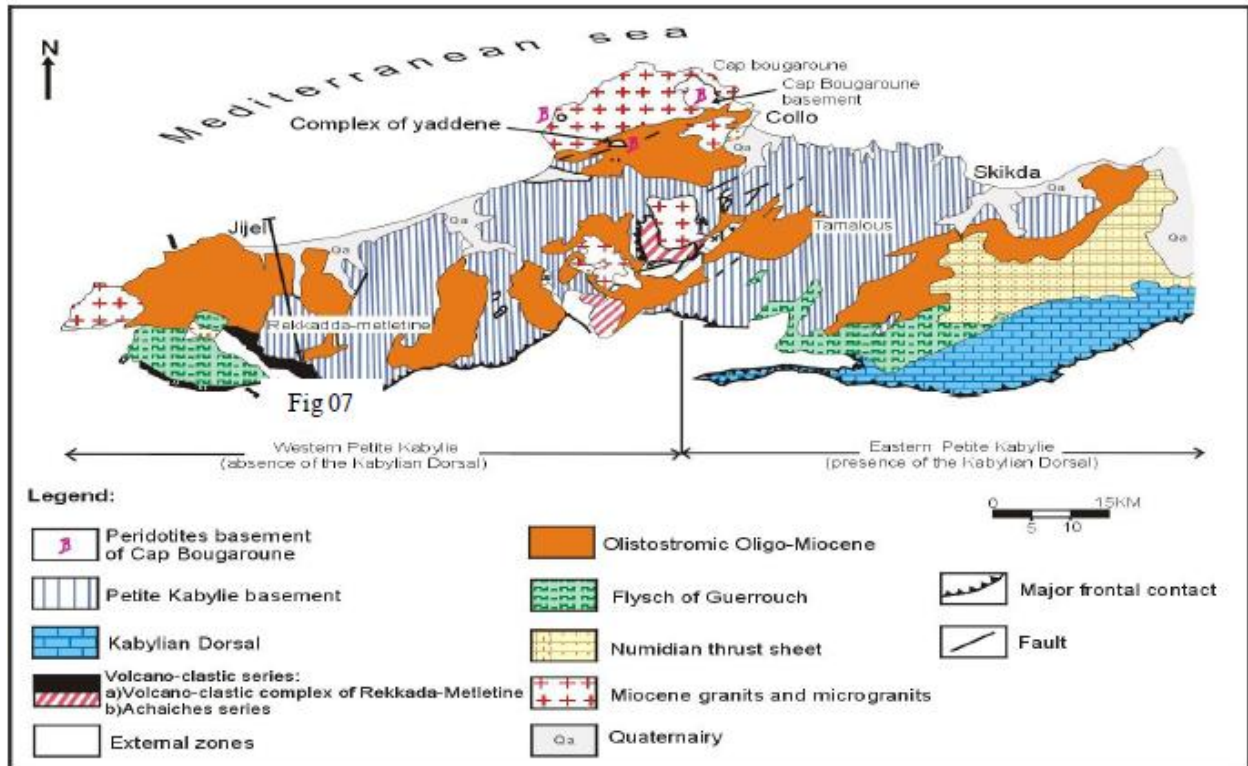
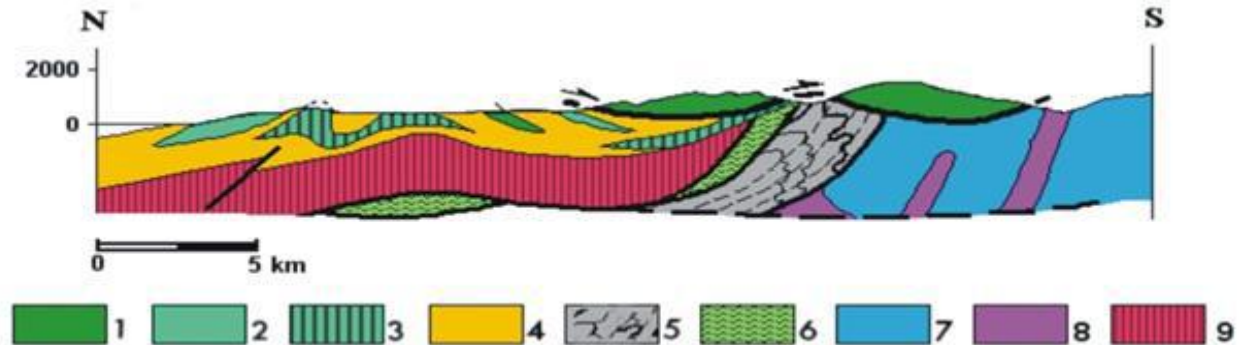


Figure 12 : Schéma structural de la petite Kabylie (Djellit, 2010).



Légende : 1 : unité Gerrouche, 2 : Numidien, 3 : Flysch Albo-Aptien, 4 : Oligo-Miocène, 5 : unité flysch Schisto-gréseux, 6 : unité Volcano-Sédimentaire, 7 : unité tellienne, 8 : Trias, 9 : socle Kabyle.

Figure 13: Coupe synthétique donnant l'allure de l'édifice structural de la petite Kabylie (Voir la localisation de la coupe sur la figure 12) (Djellit, 2010).

Présentation de la zone d'étude

II.4.3- Domaine des flyschs :

Dans la wilaya de Jijel, il existe trois types de formations de flyschs :

II.4.3.1- Le flysch mauritanien ou flysch de Guerrouche :

Ce flysch, portant le nom de la forêt de Guerrouche, est représenté par une alternance de marnes et de calcaire à la base et au sommet par une puissante assise de barres gréseuses.

Ce flysch affleure largement dans la forêt de Guerrouch et dans la partie Sud de la région de Texanna (région de Tamesguida).

II.4.3.2- Le flysch massylien :

Dans la wilaya de Jijel, le flysch massylien affleure dans les environs de la région de Texanna et au Sud d'El Milia, est essentiellement représenté par une alternance schistogréseuse admettant en intercalation des niveaux de phanites noires et des microbrèches des calcaires.

II.4.3.3- Le flysch numidien :

Au niveau de la wilaya de Jijel, le flysch numidien couvrant en partie la zone côtière, entre la ville de Jijel et le massif d'El Aouana, affleure également au Sud de Texanna (région de Tamezguida et de Djimla), dans la région de Chahna et dans la partie Est d'El Milia (région d'Ouled Ali, Bel Hadaf).

Il est composé de trois termes qui sont en continuités stratigraphiques :

- Argiles sous numidiennes vari-couleurs à Tubotomaculum,
- Grés Numidien de couleur blanc-jaunâtre,
- Argiles supra-numidiennes de couleur verdâtre à rouge sombre.

II.4.4- Le domaine externe ou domaine tellien :

Dans la wilaya de Jijel, les formations telliennes sont représentées dans la partie occidentale par les massifs carbonatés des Babords, dans la partie Sud par les formations marneuses, de marno-calcaires et des roches évaporitiques du trias (région de Djimla) et à l'Est par les formations de calcaires, de marno-calcaires, de marnes et des roches évaporitiques de trias (région de Sidi Marouf et partie sud d'El Milia).

II.4.4.1- Les formations post-nappes :

Mis à part les dépôts récents (quaternaire et alluvions), le Pliocène continental est franchement discordant sur un Mio-Pliocène constitué dans la région de Jijel de marnes grises ou bleues, celles-ci sont datées, à leur extrême base du Burdigalien-Langhien (Bouillin, 1977), ou du Tortono-Messinien (Djellit, 1987).

Présentation de la zone d'étude

Les formations post-nappes comportent deux cycles :

- Un premier cycle à la base, constitué de marnes de couleur grise ou blanches, transgressifs sur les terrains précédents.
- Un deuxième cycle au sommet, d'épaisseur réduite ne dépassant guère les 50 mètres, formé essentiellement de grés provenant de la destruction du flysch Numidien.

Dans le bassin néogène de Jijel, sur les marnes miocènes viennent des conglomérats datés du Pliocène, sur lesquels reposent par endroits des marnes bleues dites marnes du sahélien (Delga, 1955).

Dans la wilaya de Jijel, les formations post-nappes sont essentiellement représentées par des marnes gri-bleutées, des marnes bleues dites du Sahéliens et des alluvions anciennes et récentes. Ces dépôts forment le remplissage du bassin néogène de Jijel et d'El Milia.

II.4.5- Les formations quaternaires :

Essentiellement représentées dans le bassin de Jijel. Elles comportent :

II.4.5.1- Les dunes de sable : elles forment le cordon littoral bordant la mer méditerranée et comportent :

- Les dunes actuelles : constituées de sables fins parfois consolidés;
- Les dunes anciennes : constituées de sables fins limoneux souvent consolidées.

II.4.5.2- Les alluvions : elles sont représentées par des alluvions récentes et de alluvions actuelles :

- Les alluvions récentes sont grossières et constituent les terrasses anciennes des vallées;
- Les alluvions actuelles sont composées d'éboulis et de brèches non consolidées. La taille des éléments peut aller jusqu'à 50 mm de diamètre.

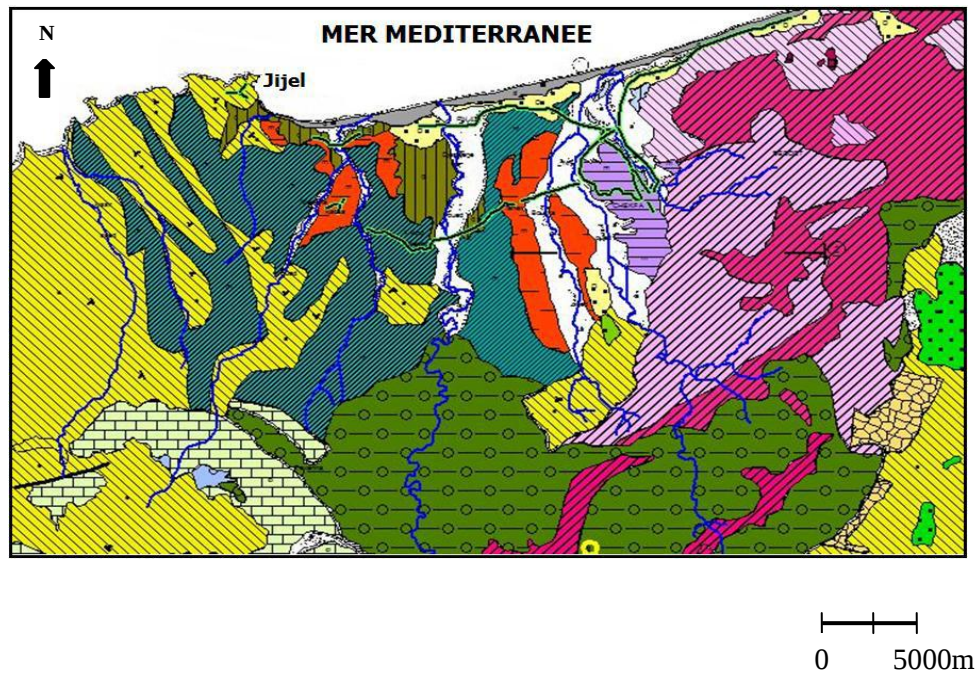
II.4.6- Les roches magmatiques :

Les roches magmatiques de la petite Kabylie sont principalement représentées par :

- Des roches basiques et ultrabasiques (péridotites, gabbros, diorite, microdiorites et dolirites) de Texanna et du Cap Bougaroun;
- Des roches volcaniques (rhyolites, trachites, andésites, dacites, pyroclastites) dans la région de Cavallo, Cap de fer et Collo;
- Des roches granitiques (granites, microgranites, et grano-diorites) dans la région d'El Milia et Collo. Ces roches granitiques résultant d'un épisode magmatique miocène sont une particularité de la partie orientale de la petite Kabylie (Roubault, 1934; Robin, 1970 ; Semroud, 1971 ; Fougnot, 1990 ; Ouabadi, 1994).

Présentation de la zone d'étude

L'une des caractéristiques de la Wilaya de Jijel est l'importance de l'épisode magmatique tertiaire. Cet épisode magmatique a engendré l'importante masse de microgranite et de microdiorite dans les régions d'El Milia et d'El Aouana, et des laves allant des basaltes aux rhyolites dans la région d'El Aouana.



Légende :

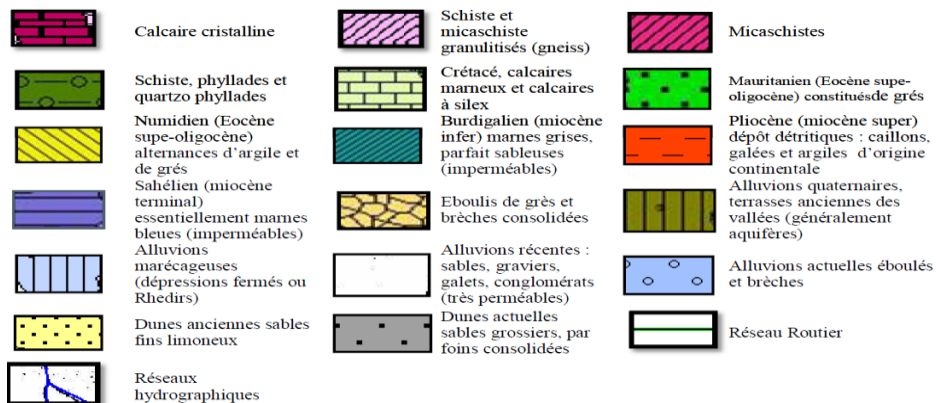


Figure 14: Esquisse géologique de la région de Jijel (Provenant de la carte géologique d'El-Milia N°29, (Ehrmann, 1926 in Ben ghoubane et Brines, 2013).

Présentation de la zone d'étude

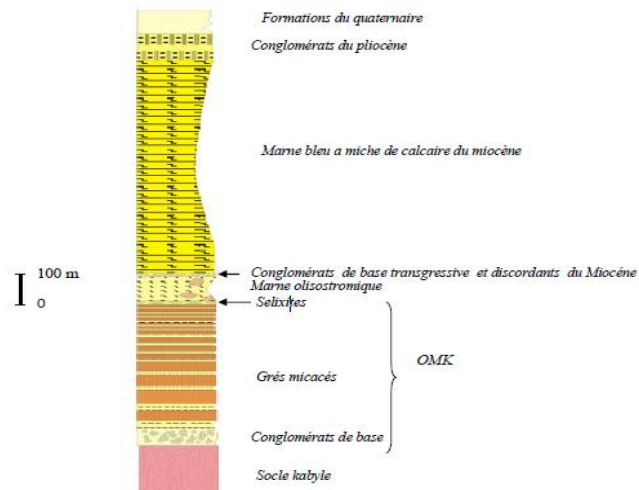


Figure 15: Colonne litho-stratigraphique schématisée établie à partir de la description de Durand Delga (1955) et Djellit (1987).

II.4.7- Dispositif structural de la région de Jijel :

La wilaya de Jijel montre un dispositif structural assez complexe. Ce dispositif est principalement marqué par un empilement de nappes de terrains sédimentaires, engagées structurellement sous les formations cristallophylliennes du socle kabyle. Cet empilement de nappes, comportant du Nord au Sud, le socle kabyle, chevauchant les nappes de flysch et qui à leur tour chevauchent les nappes telliennes, est sellé par la nappe numidienne qui repose en discordance sur l'ensemble, occupant ainsi, la position la plus haute de l'édifice.

La configuration morpho-structurale actuelle de la wilaya de Jijel, caractérisée par une série de reliefs et de dépressions, est le résultat des grands accidents tectoniques d'ampleur régionale. Ces grands accidents tectoniques en liaison directe avec la phase compressive liée à l'ouverture de la méditerranée, ont engendré une importante dislocation, d'importants morcellements et des effondrements et soulèvements des différentes unités géologiques.

La mise en place des bassins néogènes de Jijel et d'El Milia et des roches magmatiques semble être contemporaine à une phase de relaxation qui a suivi cette phase compressive (phase distensive miocène).

La néotectonique et la tectonique récente marquée par des réajustements structuraux et une réactivation du jeu des grands accidents, qui ont surtout en décrochement et dont l'effet se fait sentir dans les formations les plus récentes (formations plio-quaternaires), sont à l'origine de l'aspect morpho structural actuel de la région. Le tracé du réseau hydrographique de la région montre une parfaite coïncidence avec ces grands accidents.

Présentation de la zone d'étude

Actuellement le rapprochement de l'Afrique et de l'Europe pourrait provoquer une réactivation du jeu de ces grandes structures tectoniques, chose qui expose la région à une activité sismique importante (Ben ghoubane et Brines, 2013).

II.5. Les ressources et potentialités naturelles et patrimoniales

Les ressources naturelles regroupent l'ensemble des potentialités en rapport avec le milieu physique et la végétation naturelle.

A) Le patrimoine forestier

Du fait de son occupation permanente du sol, le couvert végétal forestier joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre écologique.

Le patrimoine forestier de la wilaya de Jijel couvre une surface totale de 115.000 Ha, soit 48% du territoire de la wilaya, ce qui place cette dernière parmi les wilayas les mieux du pays.

Ce patrimoine est constitué exclusivement à base de forêts naturelles, dominées par le chêne liège et les maquis et une végétation dense de plantes médicinales : Chêne liège : 43 720 Ha ; Chêne zen et afares : 7 750 Ha ; Pin maritime : 1 140 Ha ; Chêne ver : 342 Ha ; Autres : 4 000 Ha ; Maquis et broussailles : 58.000 Ha.

Les maquis et broussailles représentent près de la moitié des surfaces forestières, ce qui dénote de l'état de dégradation des forêts de la wilaya, sachant que les maquis résultent en général d'une dégradation d'un couvert forestier ancien.

Le chêne est présent dans toutes forêts de la wilaya avec la répartition spatiale suivante (figure 17) : Le chêne afarès, dans la région d'El Aouana, Ziama et Selma Ben Ziada ;

- Le Chêne zen, dans la région de Taxanna, El Ancer et Chahna ;
- Le pin maritime, dans la région de Beni Habibi.

Présentation de la zone d'étude

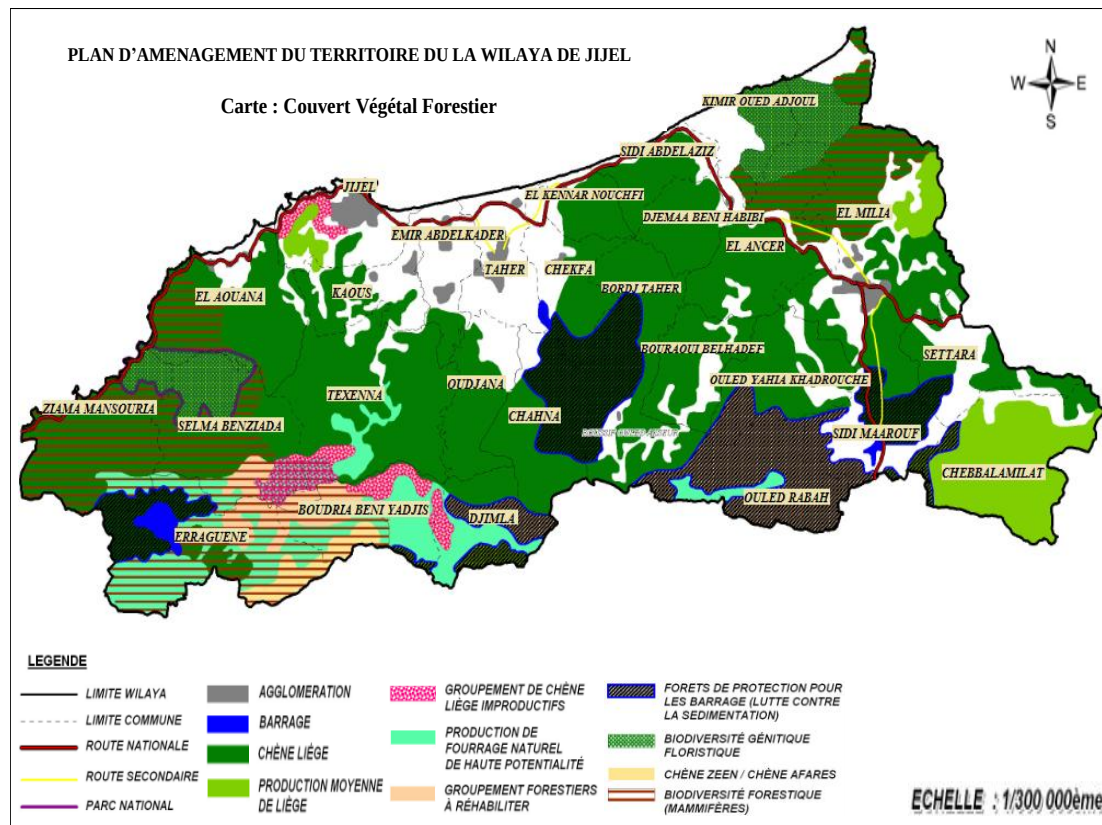


Figure 16: Carte du couvert végétal forestier (DAW, 2011).

B) L'agriculture

La wilaya de Jijel possède un potentiel en sol assez important, plus de la moitié des terres de la wilaya est couverte par des forêts et des maquis.

Tableau 03: Répartition générale des terres (Source DSA, 2014).

Nature	Superficie totale (ha)
une superficie agricole totale (S.A.T)	98.644
Superficie Agricole Utile (S.A.U)	43.705
Terres improductives affectées à l'agriculture	14.511
Pacages et parcours	40.428
Superficies Forestières	115.000
Terres improductives non affectées à l'agriculture	26.019
Superficie totale de la wilaya	239.663

La superficie agricole totale (SAT) de la wilaya couvre une surface de 98 644 ha (soit 41% de la surface totale de la wilaya), dont :

- La superficie agricole utile SAU est passée de 41 925 Ha en 1999 à 43 643 Ha en 2013 et atteindra 43 705 Ha en 2014 (soit 44% de SAT et 18% de ST).

Présentation de la zone d'étude

- La superficie agricole irriguée dans la wilaya de Jijel est 7 126 ha (soit 16% de SAU et 2,97% de ST), il est en général située en plaine et consomme plus de 30 699 000 m³/an, provenant principalement des nappes souterraines à partir de plus de 4425 forage et puits paysans en exploitation (inventaire DHW/ année 2014).
- La wilaya dispose aussi d'un cheptel estimé à 85 847 têtes ovines et 88 905 têtes bovines et enfin de 59 517 têtes caprines.

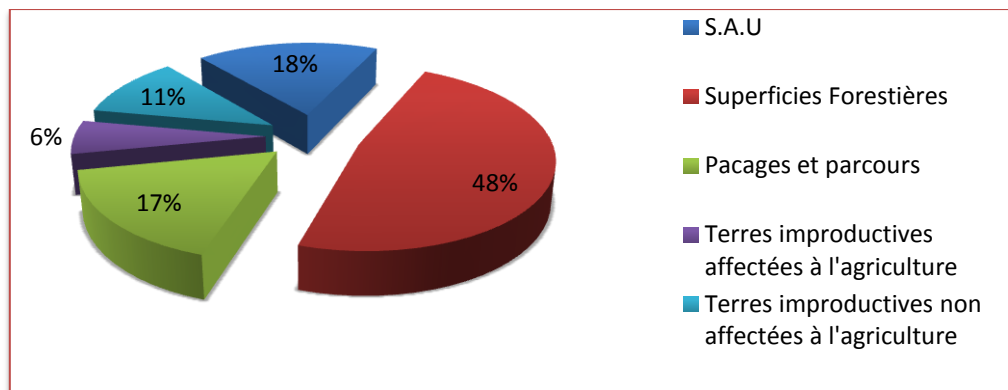


Figure 17: La répartition des terres dans la wilaya de Jijel.

Les terres à fort potentiel agricole (SAU en plaine et vallée) représentent 32,5% de la SAU totale.

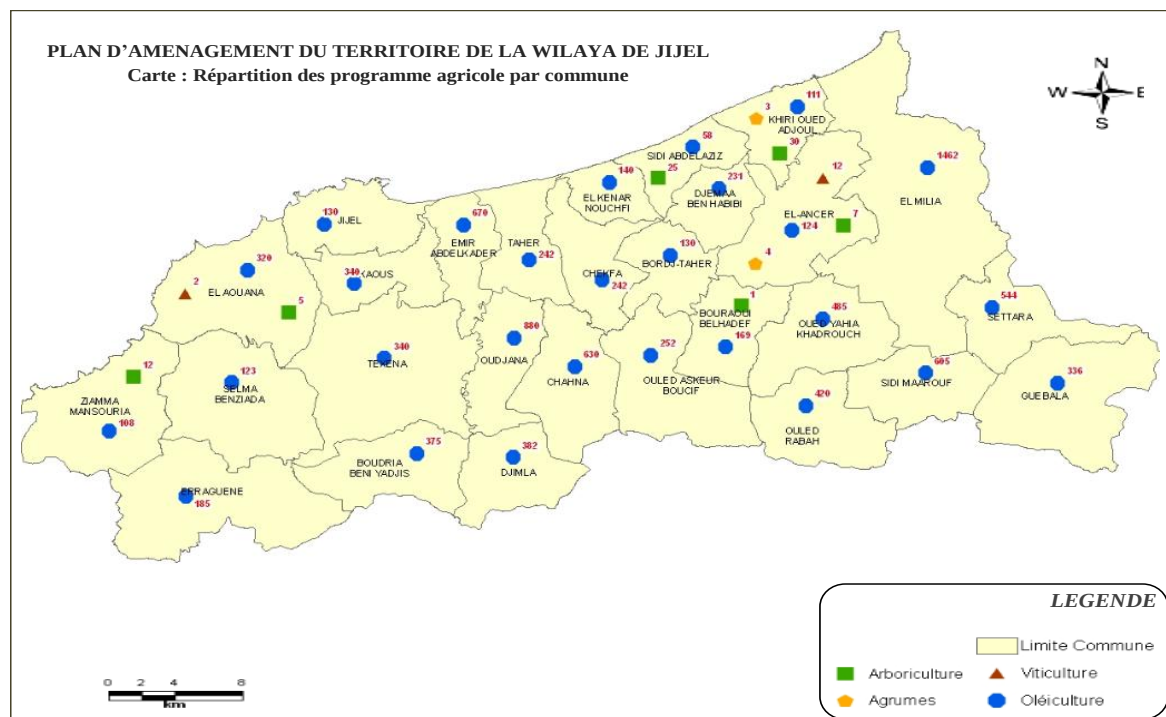


Figure 18: Carte des programmes agricoles par commune (DAW., 2014).

Présentation de la zone d'étude

C) La population

Estimée à 342 500 habitants en 1977, la population de la wilaya de Jijel a atteint 708 301 habitants en 2014 (RGPH 2014). L'évolution annuelle de la population totale de la wilaya est présentée dans la figure ci-dessous.

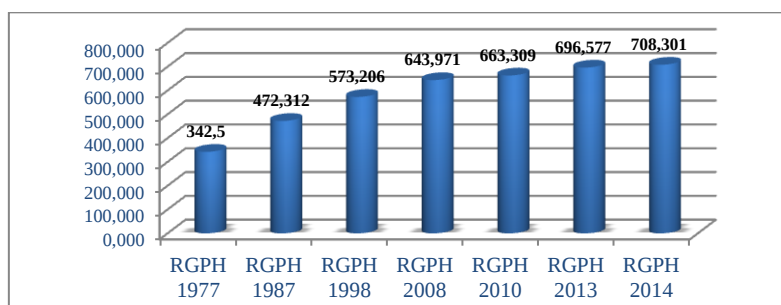


Figure 19: Evolution de la population (1977-2014) (DPSB).

❖ La répartition de la population selon la dispersion

La population de la wilaya est fortement agglomérée. Les agglomérations chefs lieu (A.C.L.) de communes et les agglomérations secondaires (A.S.) concentrent 84% de la population totale. La population de la wilaya se trouve concentrée en grande partie dans le Nord. Les communes de Jijel, Taher et El-Milia regroupent 322.911 habitants soit 45,58 % de la population totale.

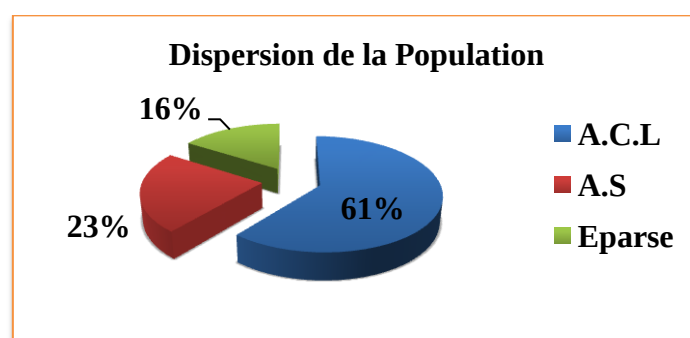


Figure 20: La répartition de la population selon la dispersion.

Présentation de la zone d'étude

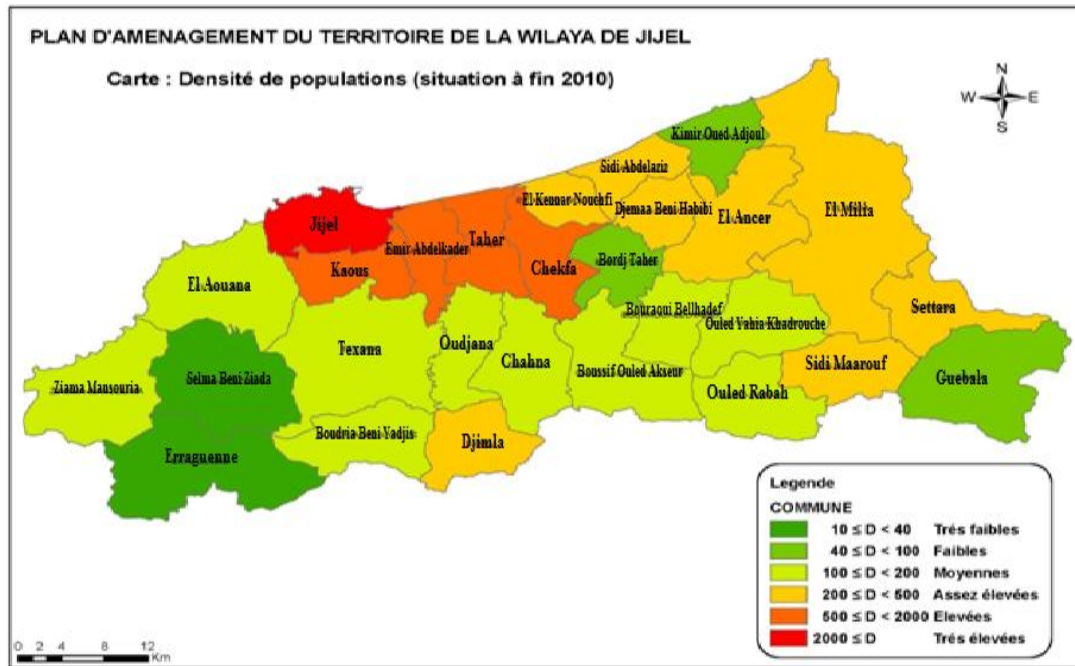


Figure 21: Carte de la densité de la population (DAW, 2014).

II.6. Contexte hydroclimatologique :

a) Aperçu général sur le climat de la Wilaya de Jijel

En ce qui concerne la région de Jijel qui fait partie du littoral Est Algérien, le climat est de type méditerranéen. Il est caractérisé par une période hivernale douce et humide, caractérisée par une pluviométrie élevée, suivie d'une période estivale chaude. Du point de vue bioclimatique, la figure 1 montre l'existence de deux domaines : le domaine subhumide et le domaine humide, ce dernier est le plus répandu.

b) Pluviométrie

La wilaya de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses en Algérie, elle reçoit chaque année des apports d'eaux de pluie très importants, qui ruissellent généralement vers les principaux Oued existants dans la wilaya. Avec une pluviométrie de 1200 mm/an.

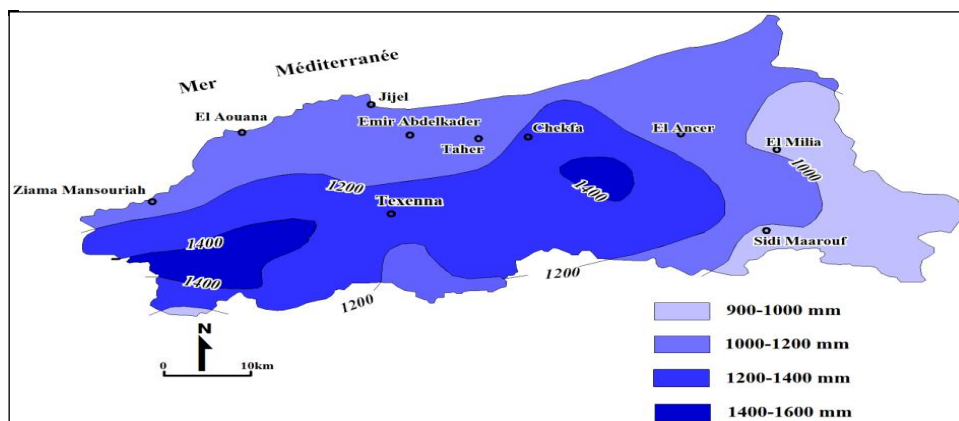


Figure 22: Carte Pluviométrique de la Wilaya de Jijel (ANRH, 1996).

Présentation de la zone d'étude

La pluviométrie est assez élevée sur les monts de plus de 1400 mm/an, dans les plaines les valeurs varient de 1000 à 1200 mm/an. Donc l'altitude a un rôle important dans la distribution des précipitations. Le Réseau d'observation hydroclimatologique utilisé pour fournir ces cartes est présenté dans la figure ci-dessous.

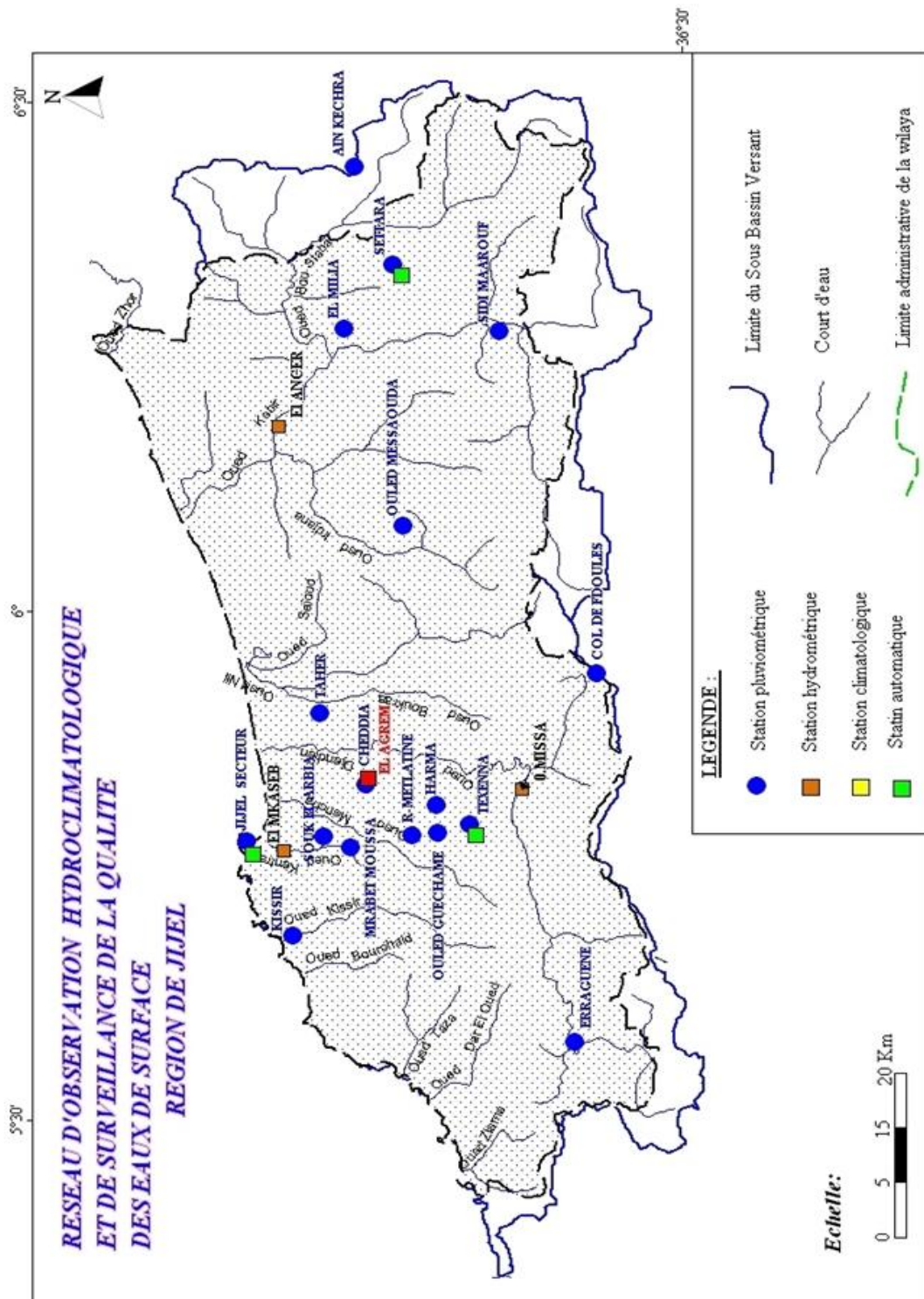


Figure 23: Réseau d'observation hydroclimatologique dans la wilaya de Jijel (ANRH., 2011).

Présentation de la zone d'étude

II.7.Contexte hydrologique

Le territoire de la wilaya de Jijel s'inscrit dans deux bassins versants : le bassin versant de l'oued El Kébir Rhumel (B.V n°10) et le bassin des côtières constantinoises (BV n°3).

Les plaines côtières proches de Jijel sont drainées principalement d'Ouest en Est par les Oueds Kissir, El Kantara, Mencha, Djendjen et Nil.

Les régions d'El-Milia, EL-Ancer et l'ensemble des régions montagneuses situées au Sud- Est de la Wilaya font partie du bassin versant Kebir-Rhumel (DHW).

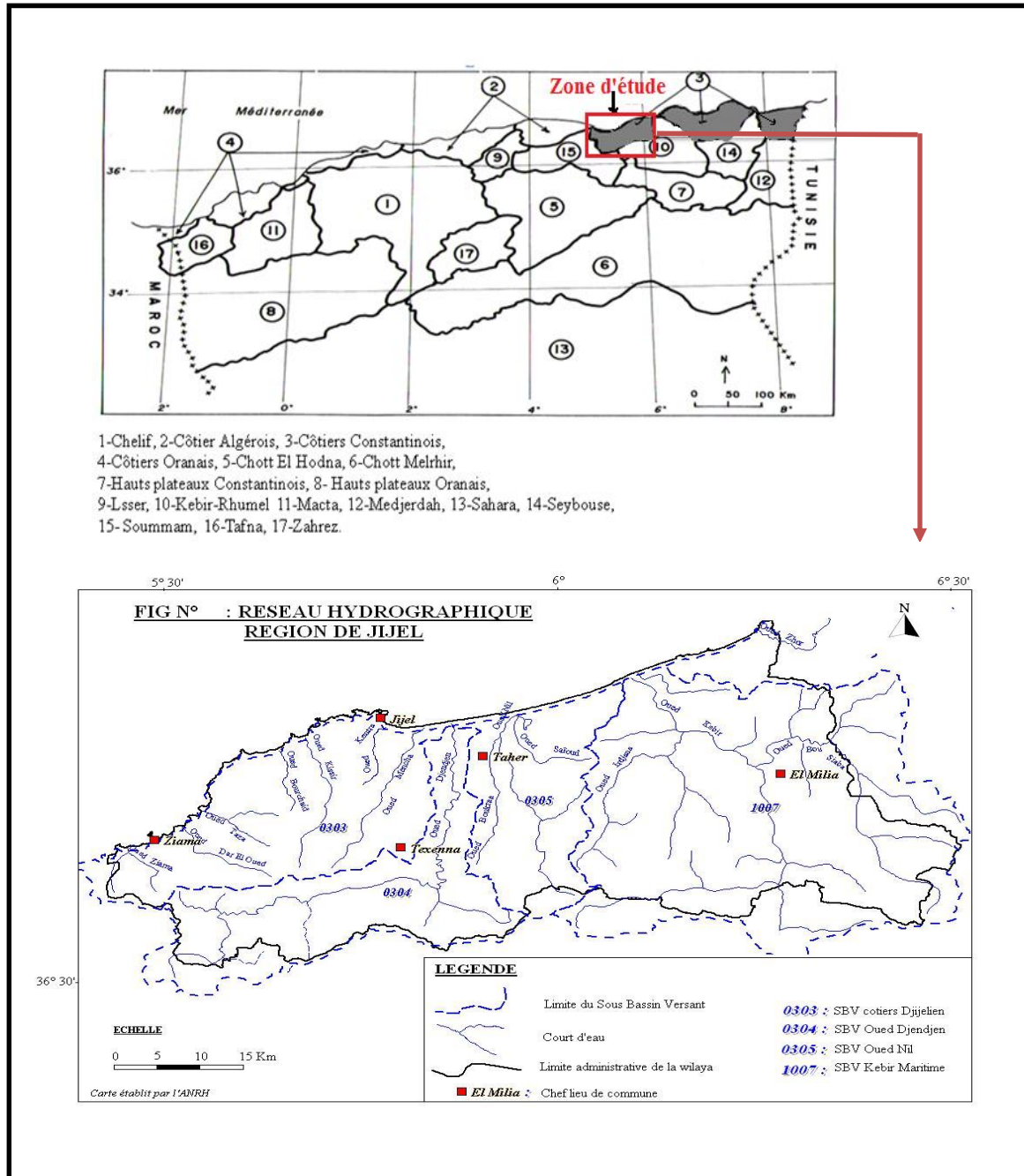


Figure 24: Les Bassins versants de la wilaya et leur localisation dans les grands BV de l'Algérie.

Présentation de la zone d'étude

II.8. Les ressources et potentialités en eau

a. Les ressources en eau

L'eau constitue l'élément fondamental dans l'aménagement et le développement durable d'un territoire. A ce titre, l'enjeu majeur pour chaque territoire consiste à satisfaire les besoins sans cesse croissants de la population (eau potable) et de ses activités économiques (agriculture, industrie et tourisme, etc.).

a.1. Les potentialités en eau de surface et leur mobilisation

De par ses précipitations abondantes, son réseau hydrographique dense et renfermant des oueds importants (Oued El Kébir, Oued Djendjen, etc.), sa topographie favorable à la réalisation d'ouvrages hydrauliques, la wilaya de Jijel se place parmi les wilayas les plus aptes à satisfaire leur propres besoins en eau et à apporter leur soutien aux wilayas déficitaires, dans le cadre de solidarité entre territoires.

Les écoulements superficiels sont évalués par la DHW locale à 1 200 Hm³ par an, dont 758 Hm³ mobilisables (63%). Les mobilisations actuelles sont estimées 326,57 Hm³.

Tableau 04: Potentialités en eau superficielles (Hm³ /an).

Ecoulements superficiels	Potentialités mobilisables	Mobilisations		
		Barrages	Retenues collinaire	Pompage
1200	758	309*	1,57	16
		326,57		

*69 Hm³ destinés au système Béni Harroun.

Source : DHW

Ces chiffres à eux seuls sont très significatifs quant au volume d'eau actuellement écoulé vers la mer et aux efforts qu'il s'agira d'entreprendre pour sa mobilisation maximale, en vue de satisfaire la demande locale sans cesse croissante d'une part, et de contribuer à réduire le déficit au niveau régional d'autre part.

a.1.1. Les grands ouvrages Hydrauliques :

En attendant l'achèvement du barrage de Tabellout, qui est en cours de réalisation, la wilaya de Jijel est équipée de quatre grands ouvrages hydrauliques en exploitation, d'un volume total régularisable par an de 309 Hm³ : le barrage d'Erraguene, le barrage d'Agrem, le barrage de Kissir et le barrage de Boussiaba.

Présentation de la zone d'étude

Tableau05: Barrages en exploitation de la wilaya de Jijel (DHW., 2014).

Nom du barrage	Oued régularisé	Superficie du BV(Km ²)	Année de réalisation	Capacité Totale(Hm ³)	Volume Régularise	Affectation actuelle
Erraguene	Djendjen	133	1948	180	160	Hydro-électrique
El Agrem	El Agrem	39,5	2002	34	21	AEP Jijel+irrigation
Kissir	Kissir	107	2008	68	48	AEP de Jijel
Boussiaba	Boussiaba	397	2009	120	80	Système Beni Haroun
TOTAL				529	309	

- **Le Barrage d'El-Agrem :**

Doté d'une capacité de 34Hm³ pour un volume régularisable estimé à 21Hm³/an, ce barrage est destiné à l'AEP et l'irrigation :

- 06 Hm³/an pour l'alimentation en eau potable des populations des communes de Jijel, Emir Abdelkader et Kaous à raison respectivement 3,9 Hm³, 1,5 Hm³ et 0,6 Hm³ ;
- 15 Hm³ destinés à l'irrigation des terres agricoles, soit 71,43% du volume total régularisable.

- **Le Barrage de Kissir :**

Doté d'une capacité 68 Hm³ pour un volume régularisable estimé à 48 Hm³/an, ce barrage est destiné à l'AEP et l'irrigation :

- 36 Hm³/an pour l'alimentation en eau potable des populations des communes de Jijel, El Aouana, Chekfa, El Kennar et Sidi Abdelaziz, soit 75% du volume total régularisable ;
- 12 Hm³ pour l'irrigation des terres agricoles, soit le quart du volume total régularisable.

- **Le Barrage de Boussiaba :**

Doté d'une capacité de 120 Hm³ pour un volume régularisable de 80 Hm³/an, ce barrage fait partie du système de Beni Harroun et alimente en AEP la partie Sud-est de wilaya :

Présentation de la zone d'étude

- 11 Hm³ sont destinés à l'alimentation en eau potable (AEP) des populations des communes d'El Milia, Sidi Marouf et Settara,
- 69 Hm³ constitue un apport pour le barrage de Béni Haroun.

- **Le Barrage d'Erraguene :**

Doté d'une capacité de 180 Hm³ pour un volume régularisable de 160 Hm³/an, ce barrage est destiné exclusivement à l'industrie, exception faite d'un prélèvement d'un volume de 01 Hm³/an ; volume destiné à alimenter en AEP la population d'Erraguene.

a.1.2. Les retenues collinaires

Au nombre de (21), les retenues collinaires de la wilaya ont une capacité totale de 1,571Hm³ dont la plus importante en capacité (0,206Hm³) est localisée sur le territoire de la commune de Taher.

Tableau 06: Les retenues collinaires existantes à travers la wilaya de Jijel (DHW, 2012).

Noms des retenues collinaires	Localisation	Capacité (m ³)	Observation
Tleta 1	Taher	20 000	exploitée
Tleta 2	Taher	120 000	polluée; inexploitée
Tleta 3	Taher	206 000	exploitée
Oudjana	Oudjana	10 000	inexploitée
Beni-metran	Taher	165 000	polluée; inexploitée
Bazoule	Taher	40 000	exploitée
Boudakak	chekfa	200 000	exploitée
Naima	Settara	90 000	exploitée; réhabilitée
Djimla	Djimla	10 000	exploitée; réhabilitée
Menazel	Djimla	10 000	inexploitée; destiné à l'abreuvement cheptel
Tamentout	Djimla	25 000	inexploitée ; destiné à l'abreuvement cheptel
Zkidjene	Beni-yadjis	40 000	inexploitée ; destiné à l'abreuvement cheptel
Beni-yadjis	Beni-yadjis	20 000	inexploitée
El-Aouana	El-Aouana	75 000	exploitée; réhabilitée
kharouba1	Jijel	90 000	inexploitée
kharouba2	Jijel	100 000	inexploitée
Souaki	Kaous	110 000	exploitée
Chemachema	Kaous	15 000	exploitée
Emir- AEK	Emir AEK	85 000	exploitée
Rekba	Emir AEK	120 000	exploitée
Boudjenana	Emir AEK	20 000	exploitée

Présentation de la zone d'étude

a.1.3. Les prises sur oueds (irrigation)

Le pompage au fil de l'eau, au nombre de 1445 prises, contribue par un apport non négligeable, estimé à 16 Hm³/an, pour l'irrigation le long des vallées des oueds importants. Toutefois, l'absence de maîtrise et de contrôle de ces pompes peut constituer des risques d'épidémies causées par les rejets ménagers.

❖ Les mobilisations projetées :

Dans le cadre du programme du ministère des ressources en eau (MRE), le PNE prévoit plusieurs projets pour la wilaya de Jijel. A l'horizon 2030, la wilaya bénéficiera de 03 nouveaux ouvrages dans le cadre du programme sectoriel.

Tableau 07: Barrages en construction, en faisabilité.

Nom du barrage	Oued régularisé	Superficie de BV (Km)	M .S Probable	Capacité (Hm ³)	V .R	Affectation de la ressource
Tabellout	djendjen	402	2020	249	189	Système Erraguène – AEP El Eulma+irrigation du périmètre El Eulma
Erraguene/Tabellout/Draa Diss	Djendjen		2020	200	187	Projet Sétif-Hodna Est
Irdjana	Irdjana	235	2020	62	71	AEP El Milia, zone industrielle+irrigation Plaine de Jijel
Ziama (faisabilité)	Ziama		2030	22	9,3	AEPI
TOTALE				533	456,3	Source : PNE 2006

A travers les chiffres présentés, on dénote que de grands espoirs sont fondés sur la wilaya de Jijel dans le cadre de la solidarité régionale :

- Boussiaba : Système Béni Haroun,
- Tabellout : Système Erraguène – AEP El Eulma+ irrigation du périmètre El Eulma,
- Erraguene/Tabellout/D-Diss: Projet Sétif-Hodna Est.

Par ailleurs, le dessalement de l'eau de mer est envisagé pour réduire les tensions, en matière d'alimentation en eau potable, qui pèsent sur les grands centres urbains du littoral algérien. A ce titre, le PNE projette une station de dessalement destinée à l'approvisionnement en AEP de la ville de Jijel.

La localisation et les capacités de cette station sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 08: Stations de dessalement de l'eau de mer.

Localisation	Horizon	2010-2020	2020-2030
Djendjen	Production : m³/j	50 000	70 000

Présentation de la zone d'étude

a.2. Les potentialités en eaux souterraines et leur mobilisation

- **Les ressources :**

Les conditions du relief de la wilaya ne favorisent pas les formations des nappes importantes qu'au niveau des zones de plaines et vallées, soit sur une très faible proportion du territoire. Globalement les eaux souterraines de la wilaya sont évaluées par la DHW à 74,5 Hm³/an, comme indiqué dans le tableau ci-après :

Tableau 09: La capacité des nappes dans la wilaya de Jijel (DHW, 2014).

Nappe de	Potentiel (Hm ³ /An)	Zone concernée
Oued El-Kebir	40	El-Milia d'El-Ancer, Sidi Maarouf et oued Adjoul.
Oued Nil	20	Taher, Chekfa, Oudjana et El-Kennar
Oued Djendjen	10	Taher, Emir Abdelkader et Texenna
Oued Mencha	1,8	Texenna, Kaous et Emir Abdelkader
Oued Kissir	1,7	/
Oued Bourchaid	0,5	/
Oued Ziam	0,5	/
TOTAL	74,5	/

Les trois nappes les plus importantes, à savoir celles de : Oued El-Kebir, oued Nil et Oued Djendjen, représentent à elles seules : 93,95% du volume total.

- **Les mobilisations :**

La ressource en eau souterraine constitue, actuellement, la principale source d'alimentation en eau potable de la wilaya.

- **Les forages et les puits**

D'une capacité mobilisable de 65,3 Hm³/an, le nombre de forages et de puits relevé d'après la DHW de la Wilaya s'élève à 5006, soit 87,65% de la ressource reconnue mobilisable (74,5 Hm³). Les puits et les forages assurent l'alimentation en eau des populations de plusieurs communes de la wilaya notamment celles des zones éparses, ainsi que l'irrigation des jardins et l'abreuvement du cheptel. Ils assurent une mobilisation annuelle de 29,3 Hm³/an.

Présentation de la zone d'étude

Tableau 10: La capacité de production des puits (DHW, 2014).

Nombre de puits	Domaine d'exploitation	Localisation	Production annuelle
3	AEP	- Chekfa -Taher - Kanner	6 000m ³ /an
4421	L'irrigation	/	11 600m ³ /an
500	L'industrie	/	/
TOTALE :			13,3 Hm ³

Tableau 11: Les chiffres relatifs du nombre des forages réalisés (DHW, 2014).

Nombre du forage	Localisation	Nombre du forage	Localisation
21	Taher	5	S. Abdel Azize
19	El Milia	1	El-Aouana
8	Emir- AEK	3	Ziama
4	S.Maarouf	1	Kaous
8	Chekfa	2	Kheïri Oued Adjoul
9	El Ancer		
1	Kennar		

Les sources

Les sources réparties à travers le territoire de la wilaya, assurent une production de plus de 8,7 Hm³/an.

II.9. Conclusion

D'une manière très générale, la wilaya de Jijel se distingue par :

- une géologie très complexe et par une diversité des formations géologiques (sédimentaire, métamorphisme et volcanique) ;
- un climat de type méditerranéen humide doux à tempéré, caractérisé par de précipitations moyennes annuelles appréciables. Elles oscillent entre 900 et 1500 mm/an, voire même plus, selon les zones ;
- Sur les plans physique et naturel, la wilaya de Jijel est située dans la partie Est de l'Atlas tellien, une chaîne de montagnes qui s'étend d'ouest en est sur l'ensemble du territoire nord du pays ;
- un réseau hydrographique dense et favorable à la réalisation d'ouvrages hydrauliques,

Présentation de la zone d'étude

- La population de Jijel, qui se singularise par une distribution spatiale très inégale, reste fortement concentrée au niveau des 3 principales -pôles du territoire que sont : Jijel, El Milia, Taher, plus de la moitié de l'ensemble y réside ;
- Le patrimoine forestier de la wilaya joue un rôle important à la fois sur le plan environnemental et sur le plan économique ;
- des ressources abondantes en eau de surface, mobilisées partiellement par quatre grands ouvrages hydrauliques, dont deux contribuant à la solidarité régionale,
- des terres agricoles de forte potentialité au niveau de la plaine littorale et la vallée de l'oued Kébir, et des zones de montagne favorables au développement de l'arboriculture en sec, l'arboriculture rustique et l'élevage traditionnel.

ChAPITRE III :
RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Résultats et discussions

III.1 Etude hydroclimatologique

Dans cette étude hydroclimatique, les données utilisées ont été réalisées à partir des 9 stations pluviométriques (tableau 12 et figure 25).

Tableau 12: Coordonnées des Stations pluviométriques.

Station	Coordonnée Lambert		Z (m)	Période de mesure
	X (km)	Y (km)		
El-Agrem	750,334	353,66	116	2004 – 2014
Jijel	773,5	395,571	46	2004 - 2014
Erraguene	557,45	368,6	680	2003 – 2005
				2011 – 2014
Fedoules	789,095	368,473	891	2004 – 2012
				2013 – 2014
Ouled Massaouda	802,2	384,2	585	2002 – 2012
Achouat	784	376,3	4	1988 - 2014
El Milia	819,3	389,7	100	2002 – 2012
Settara	825,1	385,9	280	2004 – 2014
Sidi Maarouf	819,6	376,85	70	2002 - 2012

A. Pluviométrie

La pluviométrie demeure le paramètre le plus important pour l'établissement du bilan hydrique, en fait, elle intervient par la hauteur totale annuelle et par la répartition mensuelle et saisonnière. Il est nécessaire aussi de mettre en évidence d'autres facteurs climatiques qui, aux cotés des précipitations, semblent plus indispensables à savoir : les températures de l'air, l'évaporation, l'humidité et le vent.

A.1) Précipitations moyennes annuelles

Les précipitations constituent un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères. La Carte Pluviométrique de la Wilaya de Jijel, réalisée à partir des neuf stations pluviométriques est présentée dans la figure ci-dessous :

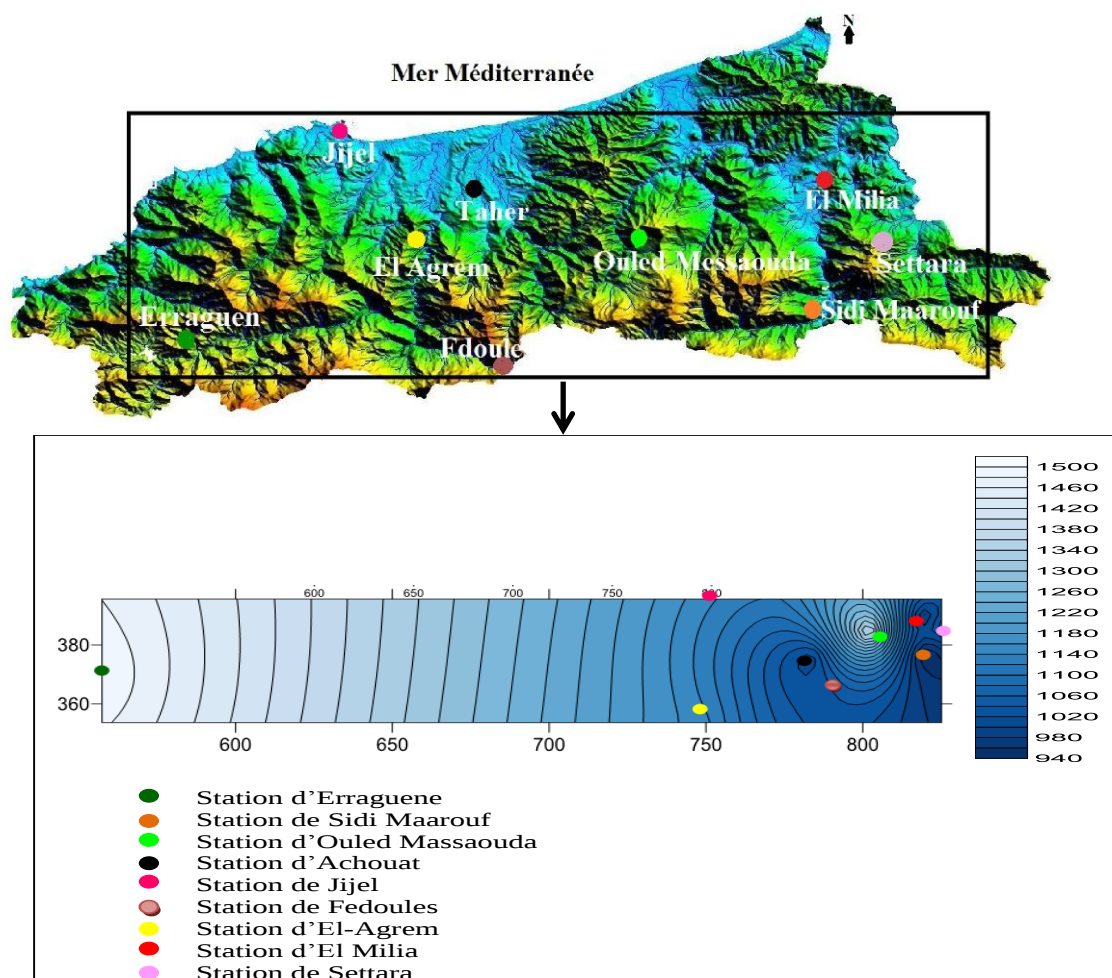


Figure 25: Carte Pluviométrique de la Wilaya de Jijel de 9 stations pluviométriques.

Cette carte montre une croissance des précipitations du nord vers le sud, c'est à dire une croissance vers les monts de la wilaya, et de l'Est à l'Ouest. La pluviométrie est assez élevée sur les monts de plus de 1400 mm/an, dans les plaines les valeurs varient de 1000 à 1200 mm/an. Donc l'altitude a un rôle important dans la distribution des précipitations.

A.2) Précipitations moyennes mensuelles

L'évolution des précipitations moyenne mensuelle des neuf stations est présentée dans le tableau 13 et le figure 26.

- Le maximum des Précipitations est observé dans des mois différents et selon les stations :

Le mois de Décembre pour les stations d'El Agrem (177,51 mm), Erraguene (298,6 mm) , Col de Fedouless (179,8 mm), Achouat (186,69 mm), El Milia (193,28 mm) et Sidi Maarouf (184,95 mm) , mois de Novembre pour les stations de Jijel (190,03 mm) et Settara (164,2 mm), et le mois de Décembre pour la station d'Ouled Massouda (281,3mm) ;

Résultats et discussions

- Le minimum est observé en juillet pour toute les station, il est consédéré comme le mois le plus sec de l'année (1,15 mm à la station d'El Agrem, 0,81 mm à Jijel, 2,6 mm à Erraguene, 0,3 mm à Col de Fedouless, 1,8 mm à Ouled Massouda, 3,11 mm à Achouat, 0,64 mm à El Milia, 1,25 mm à Settara et 0,55 mm à Sidi Maarouf) .

Tableau 13: Précipitations moyennes mensuelles sur les neuf stations pluviométriques (mm) (ANRH).

Station	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Annuel
El Agrem	81,84	114,3	169,61	177,51	150,56	160,8	131,23	90,42	42,13	12,96	1,15	12,29	1144,8
Jijel	76,13	88,38	190,03	177,02	140,63	164,88	122,76	79,65	46,45	12,56	0,81	24,89	1119,2
Erraguene	65,56	120,6	245,04	298,6	201,52	174,34	185,36	120,9	48,22	17,56	2,6	18,3	1498,5
Fedoules	58,08	86,41	151,98	179,8	140,86	161,61	118,53	89,77	41,556	7,6333	0,3	6,9889	1043,5
O.Messaouda	92,85	106,7	180,44	281,3	207,58	131,35	115	152,4	65,4	18,6	1,8	9,35	1362,8
Achouat	64,31	94,16	158,43	186,69	131,80	115,35	86,311	85,83	51,442	13,757	3,111	16,180	1007,41
El Milia	57,52	84,57	132,64	193,28	144,69	132,19	84,75	82,5	35,4	16,64	0,64	4,75	969,57
Settara	68,22	85,85	164,2	162	134,69	158,98	132,08	87,59	48,81	11,32	1,25	7,77	1062,8
Sidi Maarouf	56,3	62,63	114,05	184,95	144,01	132,45	97,71	88,65	35,95	10,5	0,55	6,7	934,45

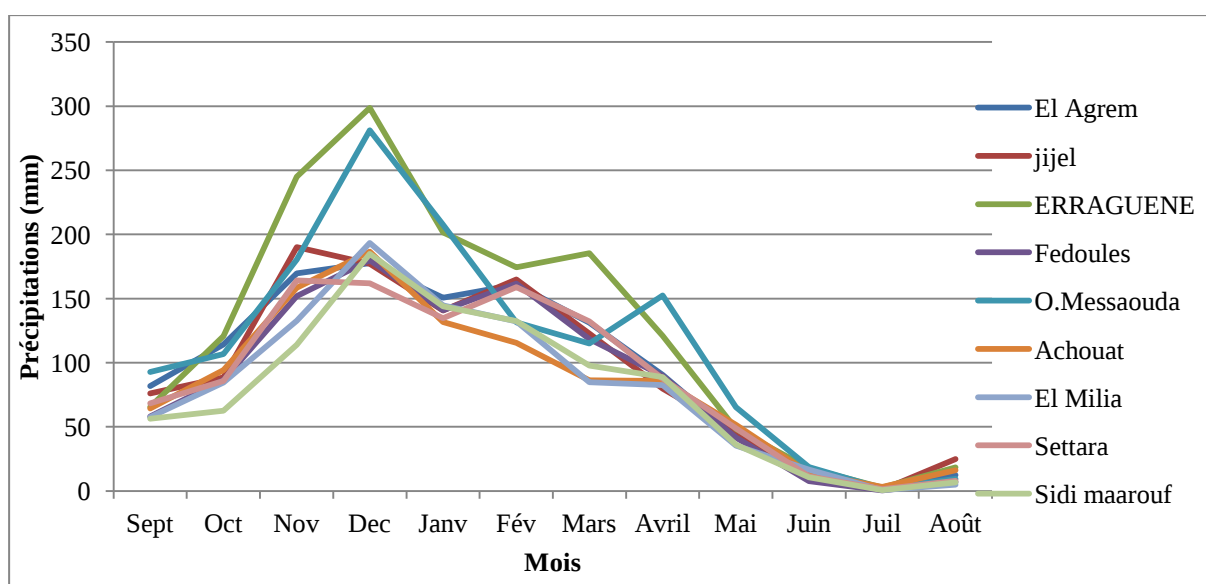


Figure 26: Variation mensuelle des précipitations sur les 9 stations (mm).

B. Températures

La température indique le degré du froid ou de chaleur de l'air atmosphérique et aussi un facteur qui contrôle le bilan hydrologique et permettre l'estimation de l'évapotranspiration.

Nous disposons seulement les données de deux stations (El Agrem et Achouat). Le tableau suivant résume les données concernant ce paramètre.

Résultats et discussions

Tableau 14 : Températures moyennes mensuelles de la station d'Agrem (2004-2007 à 2008-2013) et station d'Achouat (1988 - 2014) (ANRH).

Mois Stations	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin	Juil.	Aout.	Moyenne Annuelle
El-Agrem	23,72	18,58	16,06	12,98	11,43	10,91	13,68	16,29	19,4	23,2	26,56	26,88	18,3
Achouat	23,59	20,44	15,90	12,71	11,56	11,73	13,56	15,56	18,36	22,53	25,31	26,17	18,12

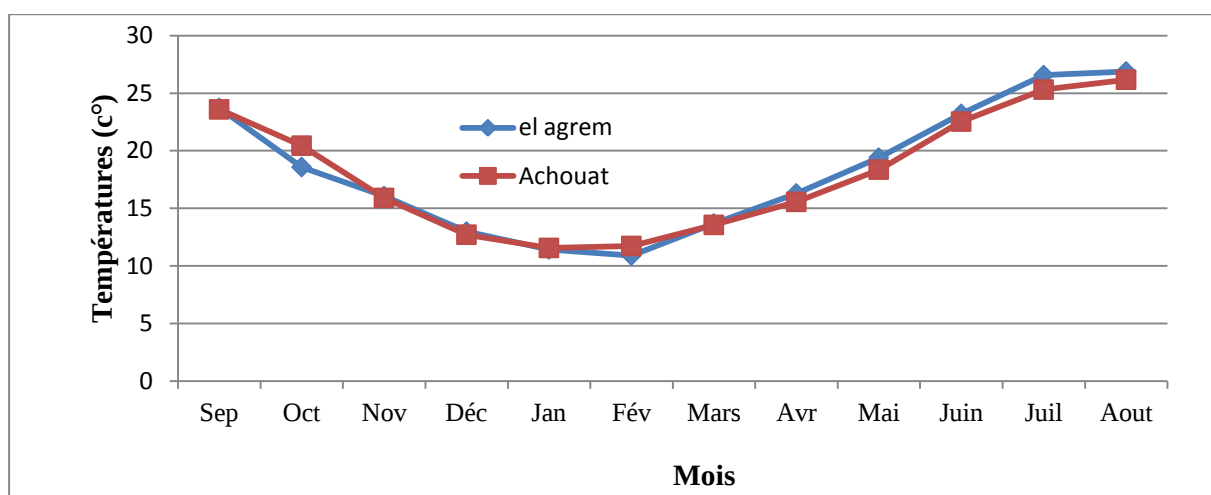


Figure 27: Températures moyennes mensuelles de la station d'Agrem (2004-2007 à 2008-2013) et station d'Achouat (1988 - 2014), (ANRH).

Le maximum de la température est atteint au mois d'août avec une valeur de 26.88 C° pour la station d'El Agrem et 26.18 C° pour celle d'Achouat. Le minimum est observé au mois de février de 10,91 C° pour la station d'El Agrem et au mois de Janvier 11,56 C° pour celle d'Achouat.

On conclue donc que le mois d'août est le mois plus chaud alors que le mois de janvier, février est le plus froid.

C. Régime climatique

Le régime climatique d'une région est déterminé à partir de deux facteurs climatiques : les précipitations et les températures. Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer le régime climatique de la région.

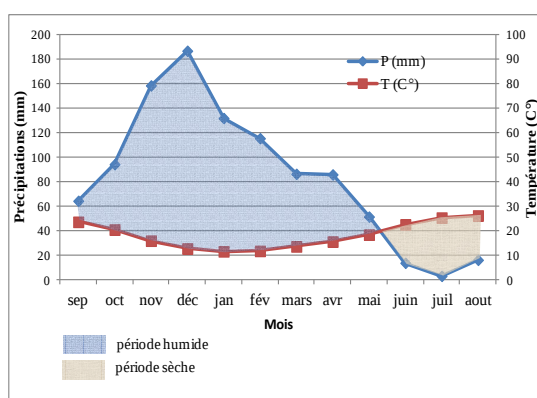
C.1) Diagramme Ombro-Thermique

D'après GAUSSEN et BAGNOULS (1969), un mois sec est celui où le total moyen des précipitations en mm est inférieur ou égale au double de la température moyenne du même mois exprimé en c°: $P \leq 2TC^\circ$.

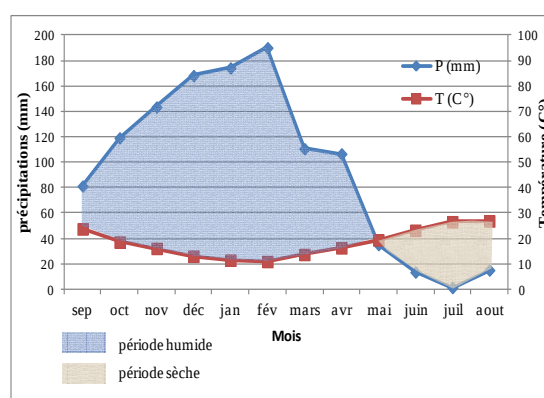
Cette relation permet d'établir un diagramme pluviométrique dont lequel les températures sont portées à l'échelle double des précipitations.

Résultats et discussions

L'intérêt que porte ce diagramme est de pouvoir connaître la durée de la période déficitaire en eau, donc prendre des mesures concernant l'alimentation en eau potable et l'irrigation.



Station Achouat (1988 - 2014).



Station El Agrem (2004-2007 à 2008-2013).

Figure 28: Diagramme Ombro-Thermique de Gaussen (Station d'Achouat et d'el Agrem).

D'après le diagramme ombrothermique ci-dessus (figure 28) on remarque que :

La période humide, s'étale du mois de Septembre et jusqu'à la fin du mois de Mai et la période sécheresse, s'étale au début du mois de Juin jusqu'à début Septembre pour la station d'Achouat, par ailleurs la période sèche a la station d'El Agrem débute à mi Mai jusqu'à début Septembre, et la période humide s'étale du mois de Septembre jusqu'à mi Mai.

C.2) Méthodes d'Euverte

G. Euverte établit un rapport entre les précipitations et les températures moyennes P/T, ce quotient établit mensuellement permet de suivre l'évolution de l'humidité du sol, lequel permet de distinguer quatre types de régimes :

Tableau 15: Classification d'Euverte.

Rapport (P/T)	$P/T < 1$	$1 < P/T < 2$	$2 < P/T < 3$	$P/T > 3$
Régime	Très sec	Sec	Subhumide	Humide

Tableau 16: Evolution de l'humidité du sol station d'Achouat et d'El Agrem.

Station	Paramètre	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	mai	Jui.	Juil.	Aout	An.
El Agrem	P moy (mm)	81,21	119,16	143,47	168,21	174,23	190,12	110,61	106,58	35,112	13,46	1,28	15,06	1158,5
	T moy (C°)	23,72	18,58	16,06	12,97	11,42	10,91	13,67	16,28	19,4	23,2	26,56	26,87	18,3
	P/T	3,42	6,41	8,93	12,96	15,25	17,42	8,091	6,54	1,80	0,58	0,048	0,56	
Achouat	P moy (mm)	64,31	94,16	158,43	186,69	131,8	115,35	86,31	85,83	51,44	13,75	3,11	16,18	1007,4
	T moy (C°)	23,59	20,44	15,9	12,71	11,56	11,73	13,56	15,56	18,36	22,53	25,31	26,17	18,12
	P/T	2,72	4,60	9,96	14,68	11,40	9,83	6,36	5,51	2,80	0,61	0,12	0,61	

D'après le tableau ci-dessus, on remarque que la Station d'Achouat est présentée par une période très sèche durant trois mois (Juin, Juillet, et Août) et par une période humide et sub-humide pour le reste de l'année. Par contre pour la station d'El Agrem, le régime humide

Résultats et discussions

règne durant la période de Septembre à Avril et le régime très sec et sec durant la période Mai à Août.

D. L'humidité :

Elle se définit comme étant le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air humide et la pression de saturation à la même température, elle est exprimée en %.

Elle joue un rôle très important dans le cycle hydrologique, car non seulement elle indique l'état plus ou moins proche de la condensation de l'atmosphérique, mais également elle contrôle le taux d'évaporation du sol et de couverture.

Tableau 17: Valeurs moyennes de l'humidité relative de l'atmosphère (en %) à la station d'Achouat (1987-2010) et d'El Agrem (2004-2007 à 2008-2013).

Mois Station	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août
El-Agrem	92,1	91,7	92,7	92,7	92,7	91,8	91,8	92,1	91,6	90,625	90,75	92
Achouat	78	69,6	51,5	44,7	47,9	40,5	55,7	55,1	57,3	83,9	88,4	87,6

Dans la zone côtière, les valeurs moyennes mensuelles d'humidité relative sont, en général, élevées toute l'année et leurs amplitudes saisonnières, relativement faibles. Le minimum (71%) s'observe aux mois d'août et le maximum (78,1%), au mois de février.

E.L'évaporation

C'est un processus physique de transformation de l'eau en vapeur d'eau. L'évaporation est la source de la création des masses nuageuses et constitue de ce fait, une phase essentielle du cycle d'eau, elle dépend de plusieurs paramètres qui sont difficiles à déterminer.

L'estimation de l'évaporation dont il se base sur des mesures effectuées à la station d'Achouat durant la période de (1997-2010) et à la station d'El Agrem (2004-2007 à 2008-2013). Les résultats disponibles sont consignés dans le (tableau18) :

Tableau 18: Valeurs moyennes mensuelles d'évaporation (mm) à la station d'Achouat (1997-2010) et d'al Agrem (2004-2007 à 2008-2013).

Mois Station	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août
El Agrem	125,3	101,3	65,9	51,4	49,8	47,7	78,7	90,6	130,8	171,1	206,6	206,8
Achouat	78	69,6	51,5	44,7	47,9	40,5	55,7	55,1	57,3	83,9	88,4	87,6

Le maximum d'évaporation a été enregistré au mois d'Août à la station d'El Agrem (206.8 mm) et au mois de juillet à la station d'Achouat (88,4mm), et le minimum, au mois février pour la station d'El Agrem (47,7mm) et pour la station d'Achouat (40,5mm).

Résultats et discussions

F. Bilan hydrologique

L'établissement d'un bilan hydrologique est très important pour l'évaluation des réserves d'eau perdues ou stockées dans une région d'après les valeurs des paramètres climatiques :

- Précipitation (P) ;
- Evapotranspiration réelle (ETR) ;
- Ruissellement (R) et l'infiltration dans le sous sol.

L'équation du bilan hydrique s'exprime par la relation : $P = ETR + R + I + Wa$

Où : **P** : précipitations moyennes annuelles en mm ; **ETR** : Evapotranspiration réelle en mm ;
R : Ruissellement en mm ; **I** : infiltration moyenne en mm ; **Wa** : variation des réserves (terme souvent négligeable).

F.1) Evapotranspiration potentielle (ETP)

L'évapotranspiration potentielle (ETP) est la quantité d'eau pouvant être restituée à l'atmosphère par transpiration des êtres vivants et évaporation du sol et des surfaces d'eaux libres, si celui-ci contient en permanence la quantité d'eau suffisante, alors que l'évapotranspiration réelle (ETR) correspond à la quantité d'eau effectivement transpirée et évaporée.

La formule utilisée pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP), établie par Thornthwaite est la suivante :

$$ETP = 16 (10T/I)^a$$

Où : **T** : température moyenne mensuelle (C°) du mois considéré ; **I** : indice thermique annuel, **a** : exposant climatique.

L'indice thermique annuel (I) est égal à la somme des indices thermiques mensuels (i) calculés à partir des températures moyennes mensuelles :

$$I = \sum_{i=1}^{12} i$$

Avec : $i = (T/5)^{1.514}$ (in Réménieras, 1999).

L'exposant climatique (a) est calculé par la formule :

$a = 1.6 I/100 + 0.5 = 0.016 I + 0.5$ (in Réménieras, 1999).

L'évapotranspiration corrigée est donnée par la relation suivante :

$$ETP_{\text{corrigée}} = ETP * K = 16 * (10 T/I)^a * K \dots\dots\dots(Réménieras, 1999).$$

Où : **K** : coefficient de correction en fonction de la latitude et du mois considéré.

Résultats et discussions

F.2) Evapotranspiration réelle (ETR)

L'évapotranspiration réelle désigne la quantité d'eau réellement perdue sous forme de vapeur d'eau par le couvert végétal. L'ETR est fonction de l'ETP et de la quantité d'eau présente dans le sol.

Pour le calcul de l'évapotranspiration réelle, on utilise la méthode de C.W.Thornthwaite, où on distingue deux principaux cas :

- Si $P - ETP > 0$; c.-à-d. : $P > ETP$, dans ce cas $ETR = ETP$.
- Si $P - ETP < 0$; c.-à-d. : $P < ETP$, ce cas est encore subdivisé en deux cas :
- Si $P + RFU > ETP$; $ETR = ETP$.
- Si $P + RFU < ETP$; $ETR = P + RFU$.

F.3) La réserve facilement utilisable (RFU)

La réserve hydrique d'un sol, peut être définie comme la quantité maximum d'eau dont peut disposer la végétation pour son alimentation lors des déficits pluviométrique. Cette réserve est « utile » à la végétation, d'où le nom de « réserves utile ».

En général la RFU maximum généralement admise correspond à la hauteur de 100 mm d'eau.

Le calcul du Bilan hydrique des deux stations est présenté ci-dessous :

✓ Station de l'Achouat :

Les précipitations deviennent supérieures à l'évapotranspiration potentielle(E.T.P) du mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril :

La constitution de la RFU débute au mois de novembre et s'étale jusqu'à le mois de juin, avec un totalise d'excédent de 471,79 mm où le pic au mois de Décembre 158,87 mm.

la RFU commence à diminuer au début du mois de Mai, pour s'épuiser et devenir nulle du mois de Juin jusqu'au mois de Septembre avec un déficit agricole de l'ordre de 351,21 mm, c'est la période déficitaire, où on doit recouvrir d'avantage à l'irrigation.

Tableau 19: Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) selon Thornthwaite de la station d'Achouat.

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aout	Année
P (mm)	64,31	94,16	158,43	186,69	131,80	115,35	86,31	85,83	51,44	13,75	3,11	16,18	1007,41
ETPcor (mm)	107,86	77,58	42,89	27,82	23,82	23,92	38,08	52,67	79,09	117,18	148,22	147,65	886,78
RFU	0	16,58	100	100	100	100	100	100	72,35	0	0	0	
ETR (mm)	64,31	77,58	42,89	27,82	23,82	23,92	38,08	52,67	79,09	86,1	3,11	16,18	535,57
Da(mm)	43,55	0	0	0	0	0	0	0	0	31,08	145,11	131,47	351,21
Ws (mm)	0	0	32,12	158,87	107,98	91,43	48,23	33,16	0	0	0	0	471,79

Résultats et discussions

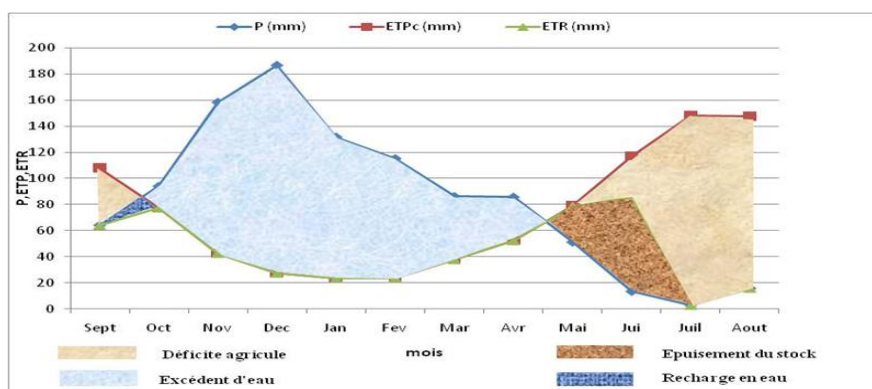


Figure 29: Représentation graphique du bilan selon la méthode de Thornthwaite de la station d'Achouat.

✓ Station d'El Agrem

Les précipitations deviennent supérieures à l'évapotranspiration potentielle (E.T.P) du mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril.

La RFU est à son maximum de 100 mm du mois de Novembre jusqu'à la fin d'Avril, où on totalise un excédent de 640,67mm avec un pic au mois de Février 169,86 mm.

Par ailleurs, la RFU commence à diminuer au début du mois de Mai, pour s'épuiser et devenir nulle du mois de Juin jusqu'au mois de Septembre avec un déficit agricole de l'ordre de 387,95 mm, c'est la période déficitaire, où on doit recouvrir d'avantage à l'irrigation.

Tableau 20: Estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) selon Thornthwaite de la station d'El Agrem.

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	juin	juil.	Aout	annuel
P (mm)	81,21	119,16	143,47	168,21	174,23	190,12	110,61	106,58	35,112	13,462	1,2875	15,062	1158,55
ETP cor (mm)	108,23	63,914	42,903	27,874	22,642	20,26	37,788	56,35	86,573	122,83	161,68	154,67	905,75
RFU (mm)	0	55,25	100	100	100	100	100	100	48,54	0	0	0	/
ETR (mm)	81,21	63,91	42,9	27,87	22,64	20,26	37,78	56,35	86,57	62	1,28	15,06	517,83
Da (mm)	27,02	0	0	0	0	0	0	0	0	60,83	160,4	139,7	387,95
Ws (mm)	0	0	55,82	140,34	151,59	169,86	72,83	50,23	0	0	0	0	640,67

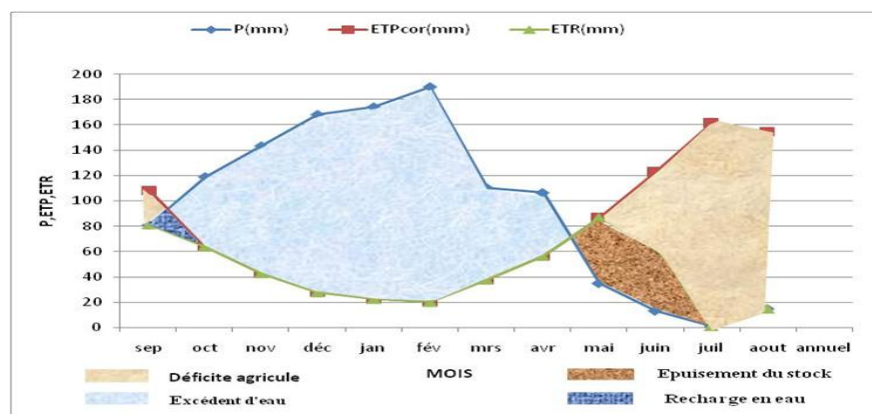


Figure 30: Représentation graphique du bilan d'eau selon la méthode de Thornthwaite de la station El Agrem.

Résultats et discussions

III .2. Conclusion

- Le climat qui règne dans notre région d'étude est humide à sub-humide caractérisé par un hiver pluvieux et doux et un été chaud et humide ;
- les précipitations sont très irrégulières du point de vue annuel et mensuel, sont varient entre (934,45mm) à la station de Sidi Maarouf et (1498,5mm) à la station d'Erraguene.
- La température moyenne annuelle est de 18,12C° pour la station d 'Achouat et 18,3C° pour la station d'El Agrem ;
- Les paramètres climatiques secondaires (humidité relative, évaporation) présentent une variation saisonnière remarquable due à la diversité du climat d'une saison à une autre ;
- L'évapotranspiration réelle moyenne est estimée à 535,57mm, soit 53,16 % des précipitations pour la station d'Achouat, et de 517,83 mm, soit 44,69% des précipitations pour la station d'El Agrem ;
- Le déficit agricole (Da) vaut 351,21 mm soit 34,86% des précipitations pour la station d'Achouat, et de l'ordre de 387,95mm soit 33,48% des précipitations pour la station d'el Agrem, enregistré en période sèche. Ce qui aura pour conséquence un recours à l'irrigation, c'est-à-dire l'exploitation de la nappe ;
- La période humide, s'étale du mois de Septembre et jusqu'à la fin du mois de Mai.

Résultats et discussion

III.2.Etude hydrogéologique

III.2.1 Introduction

L'étude hydrogéologique se base principalement sur la description géologique des formations géologiques ainsi ses caractéristiques hydrogéologiques. Elle nous permet de faire une détermination préalable des formations perméable et imperméables ainsi que la répartition spatiale des aquifères.

III.2.2 Identification géologique des aquifères

L'observation de la carte géologique (Figure 31) et de la description des formations géologiques, nous a permis d'identifier les formations géologiques susceptibles d'être aquifère. La colonne hydro-litostratigraphique ci-dessous (tableau 21) montre les formations favorables d'être aquifère et leur répartition spatiale.

Tableau 21: Description lithologique et hydrogéologique des formations géologiques de la wilaya de Jijel.

ERE	Système	Lithologie	Description	Hydrogéologique	
				Perméabilité	Type d'aquifère
Quaternaire			Sables grossières par consolidés	Peu perméable	Aquifère du cordon dunaire
			Sables fins limoneux	Imperméable à semi perméable	
			Alluvions actuelles éboulés et brèches	perméable	Aquifère poreux
			Eboulis des grès et brèches consolidées	Semi-perméable à imperméable	-
			Alluvions récentes: Sables, Gravier, Conglomérat, Galets	Très perméabilité	Aquifère poreux
			Alluvions marécageuses	Peu perméable	-
			Alluvions Quaternaire : terrasses anciennes des vallées	Perméable	Aquifère poreux
	Eocène super		Mauritanien constituées des Grés	Semi-perméable à imperméable	Aquifère fissuré
Secondaire	Crétacé		Calcaire cristalline	Formations fissurées	Aquifère fissurée à karstique
			Calcaires marneux et calcaires à silex		
Primaire	Supérieur		Micaschistes	Semi-perméable à imperméable	Aquifère fissuré (Nappe du socle métamorphique)
	Intermédiaire		Schiste et micaschiste Granulitisés (gneiss)		
			Schiste, phyllades et Quartzo phyllades		

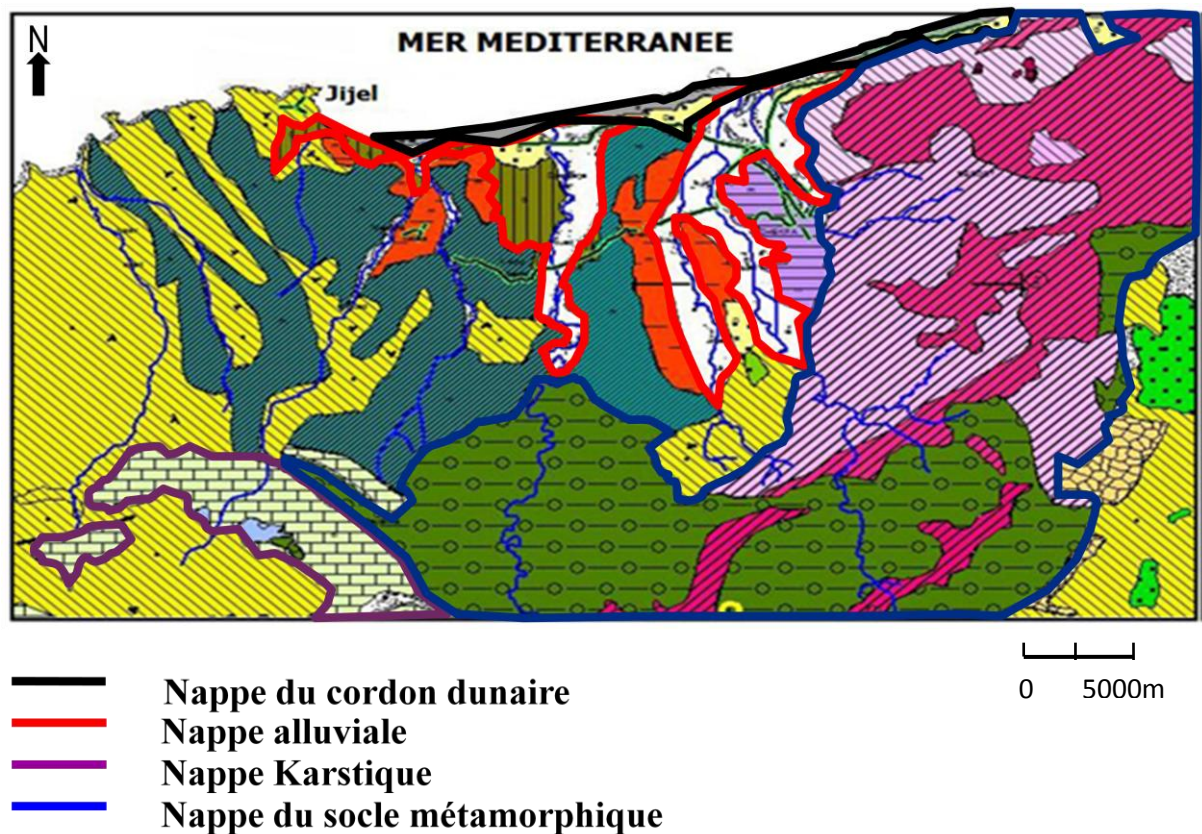


Figure 31: Les nappes selon la carte géologique de la wilaya de Jijel.

Dans la partie Ouest de la wilaya de Jijel, présente des formations calcaires formées des aquifère karstiques.

III.2.3 Description des aquifères

A) La Nappe alluviale d'oued El Kébir

Oued el Kébir est le plus important oued de la Wilaya de Jijel par son potentiel hydrique superficiel que souterrain. La nappe d'oued El Kébir est évaluée à 40 Mm³/an. Elle est située au niveau des Communes, d'El Milia, d'El Ancer, Sidi Maarouf et oued Adjoul (ANRH., 2011).

A.1. Les formations aquifères

L'Oued Kebir débouche dans une vallée qui s'élargit vers le Nord et dont les flancs, nettement relevés, sont taillés le plus souvent dans des schistes métamorphiques. Ils bordent une plaine régulière quasi-horizontale.

La présence de marnes sahéliens probablement du Pliocène, leur extension sous les alluvions quaternaire est possible (ANRH, 2011).

B) La nappe alluviale d'oued Nil

La nappe d'oued Nil fait partie des nappes côtières de la Wilaya de Jijel. Elle se trouve dans les territoires des Communes de Taher, Chekfa, Oudjana et El Kennar. Sa capacité est estimée à 20 Mm³/an (ANRH, 2011).

B.1. Les formations aquifères

L'aquifère constitué en généralement de plusieurs ensembles :

- **Des formations quaternaire** : Ce sont des alluvions quaternaires : graviers, galets et sables qui sont très perméable ;
- **Des alluvions récentes** : Constituées d'éléments grossiers: graviers, conglomérats et galets très Perméables. On les rencontre le long des Oueds principaux.
- **Dunes ancienne**: Elles sont constituées de sables fins limoneux souvent consolidés.

B.2. Hydrodynamique de la nappe :

D'une manière générale l'hydrodynamique de la nappe est présentée par un écoulement des eaux souterraines du Sud vers le Nord Est avec un gradient hydraulique augmentant du Nord vers le Sud (ANRH, 2011).

C) La nappe alluviale d'oued Djendjen

La nappe d'oued Djendjen fait également partie des nappes côtières. Elle est située dans les territoires de Communes de Taher, Texenna et El Amir Abdelkader. La capacité de la nappe est évaluée à 10 Mm³/an (ANRH, 2011).

C.1. Les formations aquifères

La couche aquifère est composée d'alluvions quaternaires et du Miocène supérieur (Pontien) : sables fins, moyens et grossiers et des galets, comportant quelques fois des intercalations argileuses.

Résultats et discussion

C.2. Hydrodynamique de la nappe

Les sources d'alimentation de la nappe sont au nombre de 3 :

- Alimentation directe par les précipitations
- Alimentation à partir des cours d'eau, notamment en période de hautes eaux. L'oued Djendjen est le cours d'eau algérien qui présente le plus fort débit spécifique (25 l/s/km²).
- Alimentation par les inféro-flux, notamment à l'amont.

L'écoulement des eaux souterraines de la plaine alluviale converge vers l'axe central de la plaine parcouru par l'oued Djendjen (ANRH, 2011).

D) Nappe alluviale d'oued Mencha

Situé dans le territoire de la région de Texanna, Kaous et ça capacité est très limité. Elle est estimée à 1,8 Mm³/an (ANRH, 2011).

D.1. Les formations aquifères :

La plaine d'oued Mencha est caractérisée par un seul aquifère formé de plusieurs ensembles :

- 1) Le quaternaire (recouvrement alluvionnaire et les dunes côtières) : alluvions quaternaires terrasses anciennes des vallées.
- 2) Pliocène et le sommet du Miocène (Pontien) : dépôts détritiques, caillons, galées et argiles.
- 3) Miocène inf. (Burdigalien) : marnes grises, parfait sableuses : considéré comme étant le substratum.

D.2. Hydrodynamique de la nappe :

Le quasi totalité des lignes de courants dont leur direction est du Sud vers le NNE et NNW convergent vers les deux oueds Mencha et El Agrem.

- Au centre du bassin, Les eaux s'écoulent généralement de la ligne des partages des eaux vers les deux oueds Mencha et El Agrem.
- Au Nord du bassin, les Isopièzes convergent avec l'oued vers une zone de drainage située au piémont du Djebel Boukhertoum où se localise un nombre très important de puits (ANRH, 2011).

Résultats et discussion

E) Les restes nappes alluviales

Le reste des nappes de moindre importance sont situées à l'Ouest de la ville de Jijel et se présente comme suit : La nappe d'oued Kissir 1,7 Mm³/an, La nappe de oued Bourchaid 0,5 Mm³/an, La nappe de oued Tazza 0,5 Mm³/an et La nappe de oued Ziama 0,5 Mm³/an.

III.2.4 Réseau de surveillance des eaux souterraines

Un réseau de surveillance des nappes importante (Djendjen, Nil et Kébir) a été implanté par les services de l'ANRH dans les trois nappes. Au total 14 piézomètres on été implantés (Figure 32 et Figure 33).

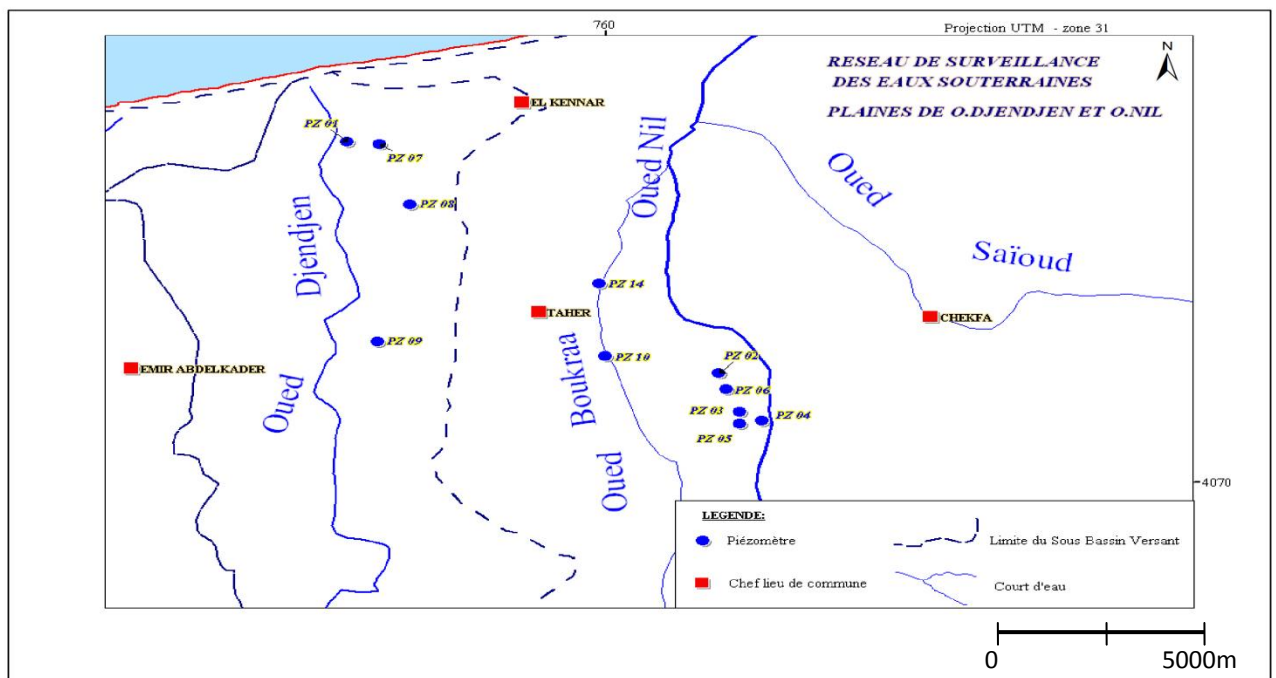


Figure32: Réseau de surveillances des eaux souterraines des plaines d'oued Djendjen et d'oued Nil (ANRH., 2011).

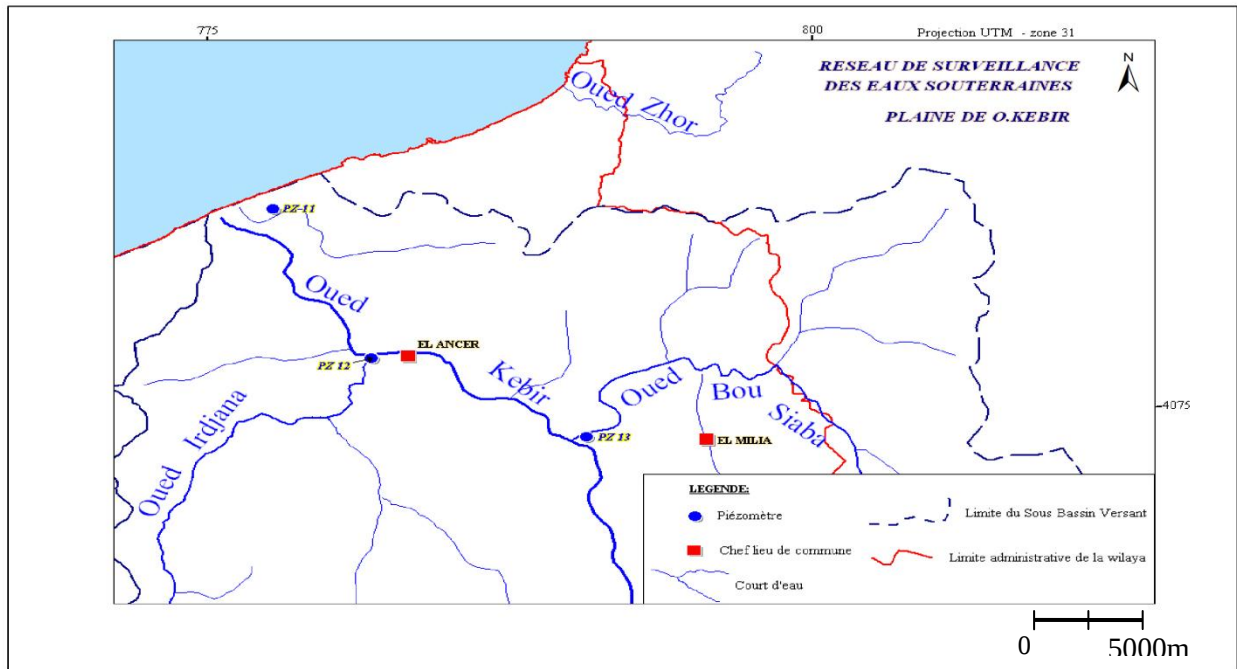


Figure 33: Réseau de surveillance des eaux souterraines de la plaine d’oued Kébir
(ANRH., 2011).

III.2.5 Conclusion

La combinaison de l’outil géologique, et hydrogéologique nous ont permis de déterminer les aquifère de la région et leur extension spatiale :

- la nappe cordon dunaire (sable ancien et récent du quaternaire) ;
- les nappes alluviales (alluvions des oueds) ;
- nappes karstiques dans les formations calcaires d’âge crétacé ;
- et enfin les aquifère du milieu fissuré présents dans le socle (schiste).

Actuellement l’alimentation en eau potable de la wilaya se fait en grande partie des nappes, ce qui se traduit par une forte pression sur la ressource souterraine.

Résultats et Discussion

III.3.Etude hydrologique

III.3.1. Bassins versants de la wilaya de Jijel

La wilaya de Jijel est subdivisée en deux grands bassins versant :

- 1) Le bassin versant de l'oued El Kébir Rhumel (B.V n°10) : regroupant trois sous bassin (S.B.V. d'oued Kebir, S.B.V. d'oued Irdjana, S.B.V. d'oued Boussiaba).
- 2) Le bassin versant les bassins côtiers Constantinois 03 : est subdivisé en quatre sous bassin :
 - ✚ Le sous bassin Djijelien (S.B.V. n°03) ;
 - ✚ Le sous bassin d'oued Nil (S.B.V. n° 05) ;
 - ✚ Le sous bassin d'oued Zhor (S.B.V. n° 06) ;
 - ✚ Le sous bassin d'oued Djendjen (S.B.V. n°4).

Pour réaliser ce travail, nous avons eu recours le logiciels Global mapper 13.

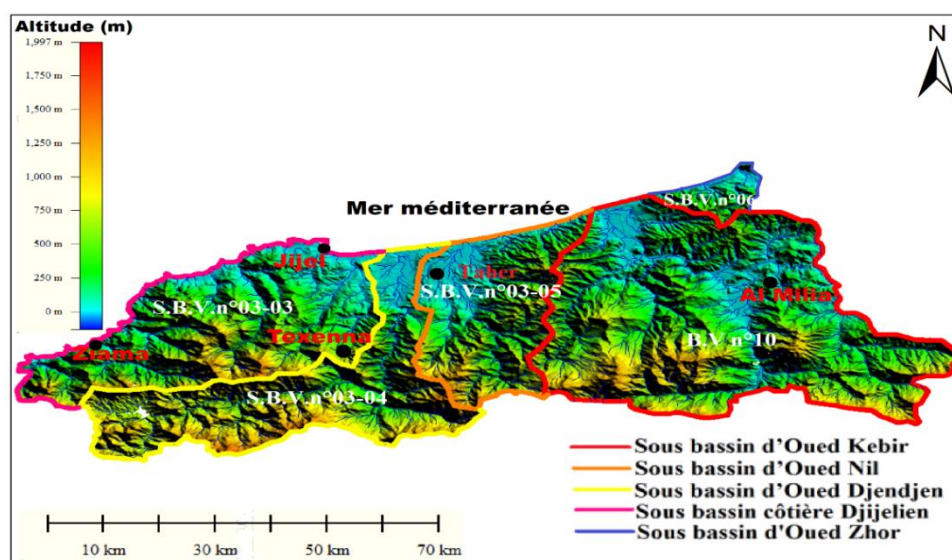


Figure 34: Bassins versants dans la wilaya de Jijel.

Les caractéristiques de ces BV sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 22 : Caractéristiques des bassins versants de la wilaya de Jijel (Global Mapper 13).

Paramètres	Bassins versant			
	Oued Kebir	Oued Nil	Oued Djendjen	Cotière Djijelien
Surface(Km²)	1275,4	301,11	521,09	552,11
Périmètre (Km)	166,36	80,542	157,02	121,52
Altitude moyen (m)	445,701	446,165	741,523	405,537
Pente moyen	14.06°	15.80°	16.88°	15.24°
Longueur de l'oued principal (Km)	47,056	28,926	60,635	
Altitude Min-X	6,098	5,936	5,586	5,754
Altitude Min-Y	36,864	36,527	36,812	36,826
Altitude Max-X	6,351	5,923	5,478	5,698
Altitude Max-Y	36,592	36,605	36,503	36,635

Résultats et Discussion

III.3.2 Le bassin versant de l'oued El Kébir Rhumel (B.V n°10)

Le bassin versant de l'oued El Kébir Rhumel draine la partie Est du territoire de la wilaya. Son réseau hydrographique est constitué d'un oued majeur : oued El Kébir, ainsi que de certains oueds importants parmi lesquels : l'oued Boussiaba et l'oued Irdjana (figure 35).

L'oued El Kebir traverse du sud au Nord l'Est de la wilaya (El-Milia-El-Ancer) pour rejoindre la mer à Beni-Belaid. Il résulte de la confluence de deux grands oueds qui prennent leurs sources en dehors de la wilaya : l'oued Rhumel, qui prend naissance dans la wilaya de Constantine et l'Oued Endja, qui traverse d'Ouest en Est la partie Nord de la wilaya de Mila.

La réalisation du grand barrage de Beni Harroun au niveau du lieu de jonction entre des deux oueds a réduit considérablement les écoulements pour la wilaya de Jijel (DHW).

La superficie du bassin versant d'Oued Kebir Rhumel qui se trouve dans la wilaya de Jijel est de 954,47 Km².

Le bassin versant de Kebir Rhumel est subdivisé en trois sous bassins versant (figure 35):

- sous bassin d'oued Kébir (534,99Km²) ;
- sous bassin d'oued Boussiaba (475,17 Km²) ;
- sous bassin d'oued Irdjana (246,61Km²).

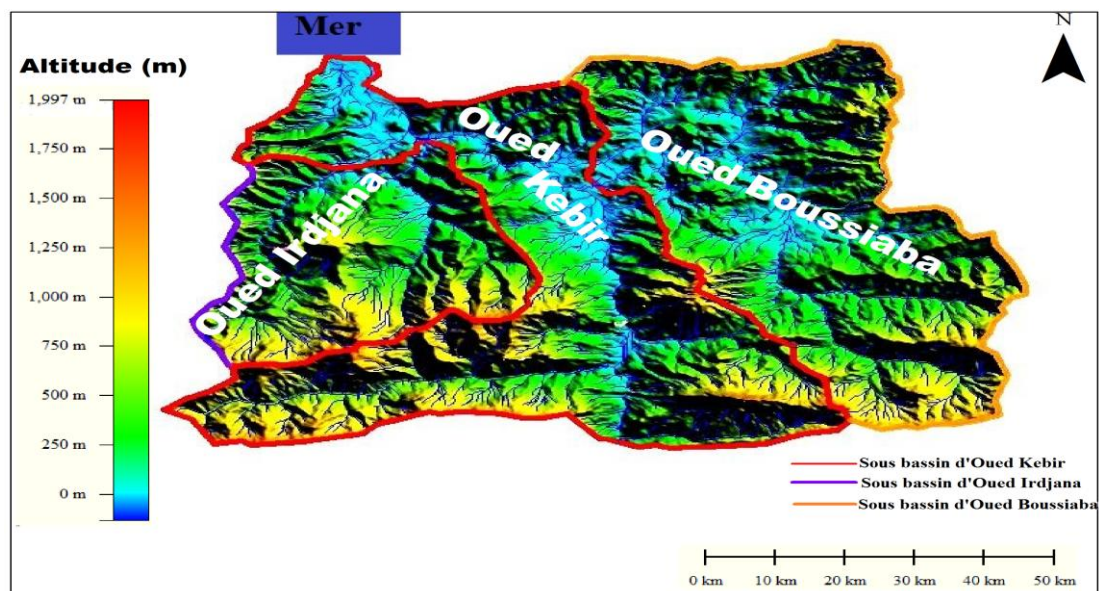


Figure 35: S.S. bassin d'oued Kebir Rhumel.

Les caractéristiques du BV et de ses sous bassins versants sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Résultats et Discussion

Tableau 23: Les caractéristiques des trois sous bassin d'oued El Kebir Rhumel (Global Mapper 13).

Caractéristiques	BV de l'oued Kébir Rhumel	Sous bassin versant		
		Oued Kebir	Oued Bousiaba	Oued Irdjana
Surface(Km ²)	1275.4	534.99	475.17	246.1
Périmètre (Km)	166.36	167.52	109.71	71.162
Altitude moyen (m)	445.701	493.503	380.367	522.192
Pente moyen	14.06°	14.76°	12.84°	14.90°
Longueur de l'oued principale (Km)	47.056	47.056	39.24	17.911
Altitude Min-X	6.098	6.098	6.261	6.156
Altitude Min-Y	36.864	36.867	36.768	36.795
Altitude Max-X	6.351	6.352	6.406	6.112
Altitude Max-Y	36.592	36.595	36.589	36.795

III.3.3 Le bassin des côtiers constantinois (BV n°3)

Le bassin versant des Côtiers constantinois draine les parties centrale et ouest de la wilaya de Jijel, qui correspondent à l'arrière pays de Jijel et aux plaines littorales, ainsi que la partie Nord-est qui correspond à la plaine d'oued Zhor. Son réseau hydrographique est orienté Sud-Nord et comprend une multitude d'oueds, dont le plus important est l'oued Djendjen, qui prend sa source dans les Babors. Il regroupe quatre (04) sous-bassins versant :

- ✚ Le sous bassin des oueds côtiers de l'ouest de la wilaya ou bassin Djijelien (S.B.V. n°03) ;
- ✚ Le sous bassin des oueds côtiers de la partie centrale de la wilaya (S.B.V. n° 05) ;
- ✚ Le sous bassin des oueds côtiers de l'extrême est de la wilaya (S.B.V. n° 06) ;
- ✚ Le sous bassin de l'arrière pays de Jijel (S.B.V. n°4).

III.3.3.1 *Le sous bassin des oueds côtiers de l'ouest de la wilaya ou bassin Djijelien (S.B.V. n°03)*

Composé notamment des oueds suivants : Ziama, Dar El oued, Taza, Bourchaîd, Kissir, Kantara, et Mencha (figure 36). Le bassin versant Djijelien situé dans l'Ouest de la wilaya de Jijel, au Nord Ouest de l'Algérie, d'une superficie 552,11 K m² dont drainée dans la wilaya de Jijel 526,58 Km² de la superficie totale.

Ce sous BV est composé des sous bassin versant suivant : S.B.d'oued Mencha ; S.B.d'oued Kantara ; S B d'oued Kissir et le S.B.d'oued Bourchaid, S.B. d'oued Taza, S.B. d'oued Dar El oued et S.B. d'oued Ziama.

Les caractéristiques du BV et de ses sous bassins versants sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Résultats et Discussion

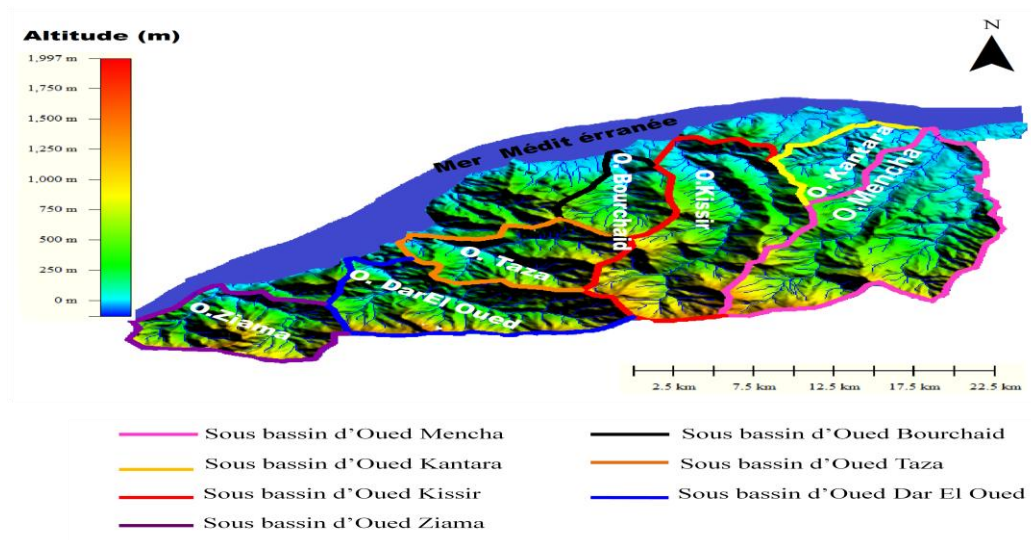


Figure 36: Sous bassin Djijelien.

Tableau 24: Les caractéristiques du BV et de ses sous bassins versants Djijelien (Global Mapper 13).

Caractéristiques	BV Djijelien	Sous bassin des oueds côtiers de l'ouest de la wilaya (bassin Djijelien)						
		S.B.d'Oued Mencha	S.B.d'Oued Kantara	S.B.d'Oued Kissir	S.B.d'Oued Bourchaid	S.B.d'Oued Taza	S.B.d'Oued Dar El Oued	S.B.d'Oued Ziam
Surface(Km²)	552.11	131.99	24.47	109.06	29.743	44.771	70.636	49.812
Périmètre (Km)	121.52	61.144	25.288	109.06	24.561	30.445	41.995	33.23
Altitude moyen (m)	405.537	384.46	135.55	520.053	338.824	469.829	520.997	553.637
Pente moyen	15.24°	12.04°	8.53°	15.28°	12.39°	17.630°	20.32°	22.48°
Longueur d'oued principale(Km)		23.233	9.7	20.443	8.203	9.172	13.984	10.914
Altitude Min-X	5.754	5.820	5.783	5.678	5.645	5.560	5.515	5.447
Altitude Min-Y	36.826	36.807	36.811	36.796	36.785	36.705	36.691	36.665
Altitude Max-X	5.698	5.702	5.742	5.698	5.654	5.655	5.553	5.450
Altitude Max-Y	36.635	36.636	36.745	36.796	36.707	36.704	36.623	36.607

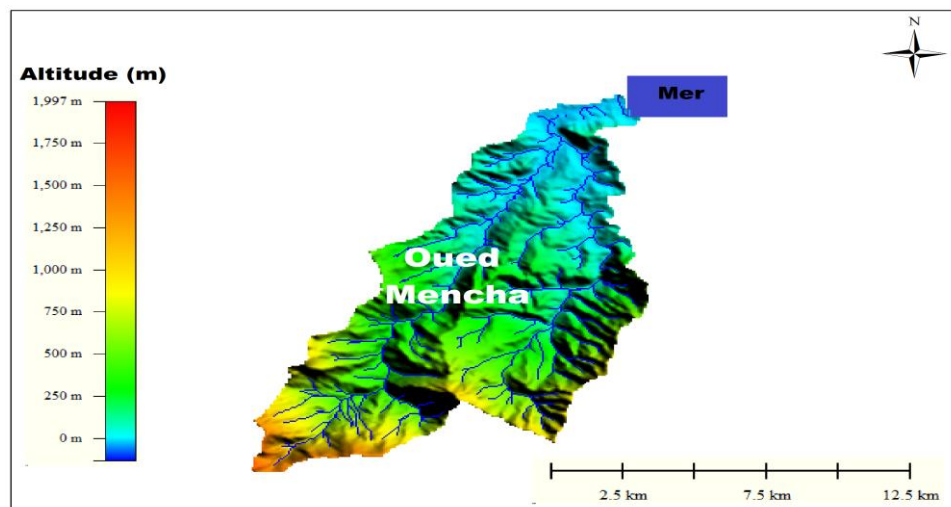


Figure 37: S.S.B. d'oued Mencha.

Résultats et Discussion

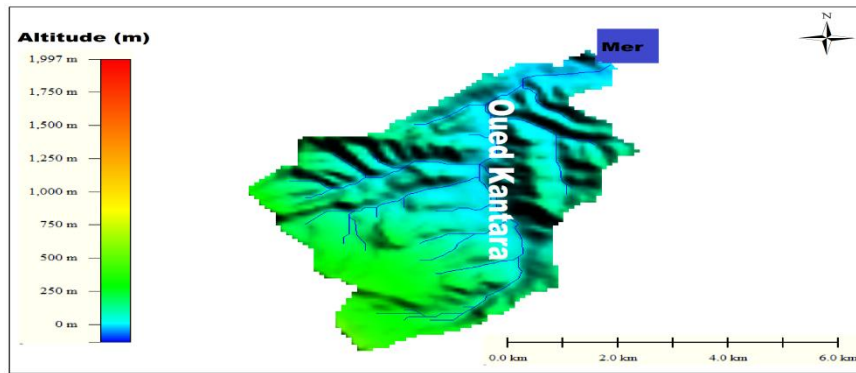


Figure 38: S.S.B. d'oued Kantara.

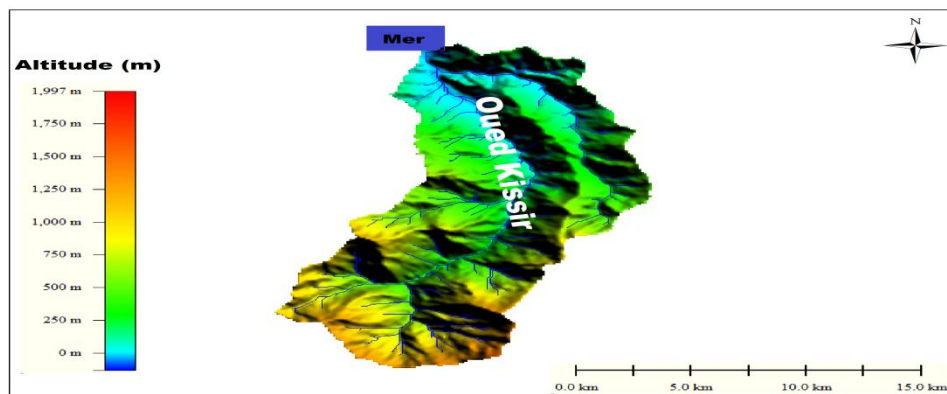


Figure 39: S.S.B. d'oued Kissir.

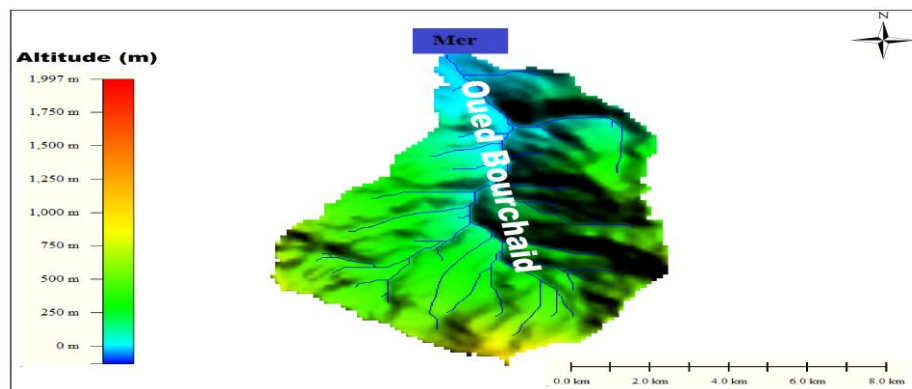


Figure 40: S.S.B. d'oued Bourchaid.

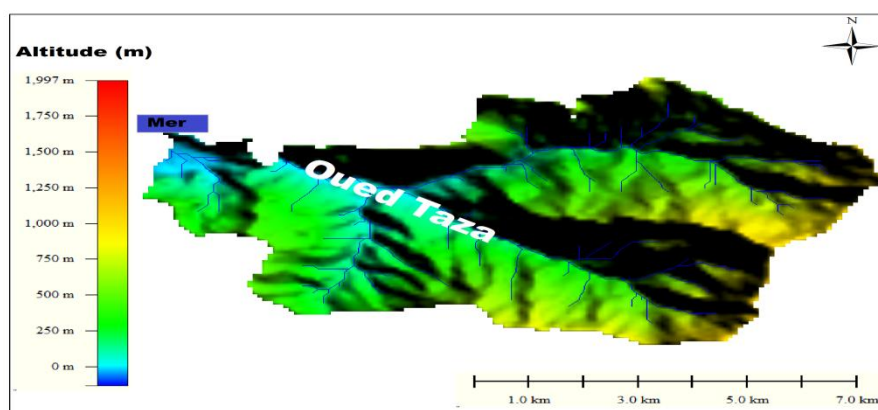


Figure 41: S.S.B. d'oued Taza.

Résultats et Discussion

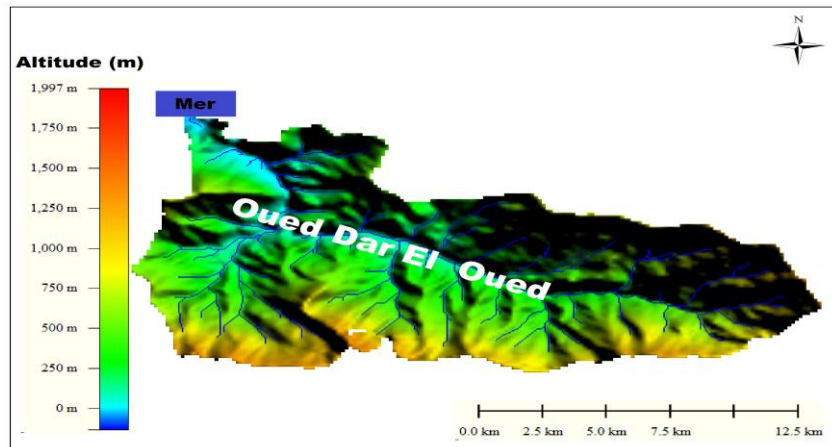


Figure 42: S.S.B. d'oued Dar El oued.

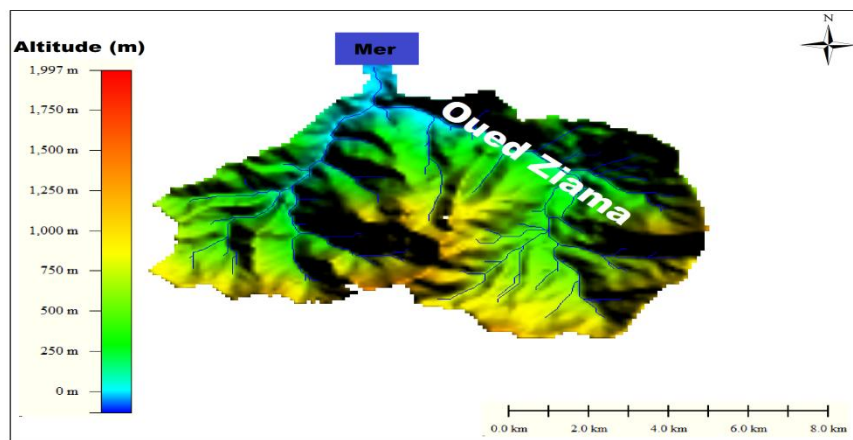


Figure 43: S.S.B. d'oued Ziama.

III.3.3.2. Le sous bassin de l'arrière pays de Jijel (S.B.V. n°04)

Il est présenté essentiellement par le Sous bassin d'oued Djendjen.

Le bassin versant de l'oued Djendjen est située dans la région de Jijel, au Nord Est de l'Algérie, d'une superficie 521,09Km² dont drainée dans la wilaya de Jijel 456,62 Km² de la superficie totale. Ce secteur est limité :

- Au Nord par la mer Méditerranée ;
- Au Sud par les reliefs de Texanna ;
- A l'Ouest par la plaine de l'oued Mencha ;
- A l'Est par la plaine de l'oued Nil.

Résultats et Discussion

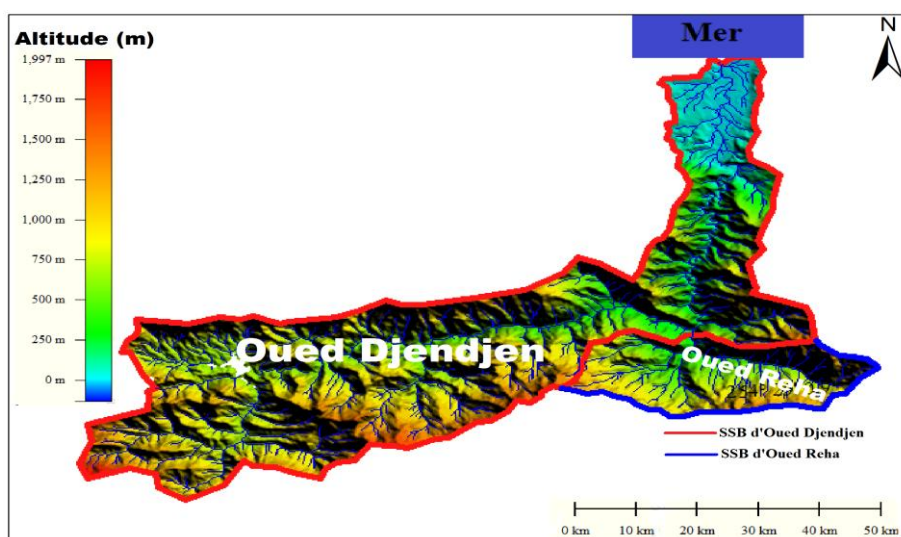


Figure 44: S.S.B. d'oued Djendjen.

Tableau 25: Les caractéristiques des deux S.S.B. d'oued Djendjen (Global Mapper 13).

Caractéristiques	BV d'Oued Djendjen	Sous sous bassins versants	
		Sous bassin d'Oued Djendjen	Sous bassin d'Oued Reha
Surface(Km ²)	521.09	442.09	81.312
Périmètre (Km)	157.02	148.09	41.225
Altitude moyen (m)	741.523	734.872	778.908
Pente moyen	16.88°	17.12°	17.70°
Longueur d'oued principale (Km)	60.635	58.17	16.082
Altitude Min-X	5.586	5.858	5.846
Altitude Min-Y	36.812	36.812	36.610
Altitude Max-X	5.478	5.478	5.921
Altitude Max-Y	36.503	36.504	36.604

III.3.3.3. Le sous bassin des oueds côtiers de la partie centrale de la wilaya (S.B.V. n° 05)

Il est composé essentiellement par de sous bassin versant d'oued Nil.

Sous bassin versant d'Oued Nil :

Le bassin versant d'oued El Nil se situe dans la wilaya de Jijel (Nord-Est algérien), d'une superficie totale estimée 301,11 Km², dont drainée dans la wilaya de Jijel 290,45 Km² de la superficie totale. Il est limité au Nord par la mer Méditerranée ; au Sud par les communes de Chekfa et Taher ; à l'Est par la commune de Chekfa et El-Kannar et à l'Ouest par la commune de Taher.

Le réseau hydrographique d'Oued El Nil est très dense, il est principalement présenté par quatre sous bassin versant (figure 45):

- Sous sous bassin d'oued El Nil (174.07 Km²) ;
- Sous sous bassin d'oued Boukraa (60,348Km²) ;

Résultats et Discussion

- Sous sous bassin d'oued Saayoud (49,632 Km²) ;
- Et Sous sous bassin oued Tassift (16,168Km²).

L'oued El Nil est l'un des oueds les plus importants de la région de Jijel avec un débit annuel de 230 millions de mètres cubes à l'embouchure (Lehtihet, 1983). Ces eaux de surface sont souvent utilisées pour l'irrigation.

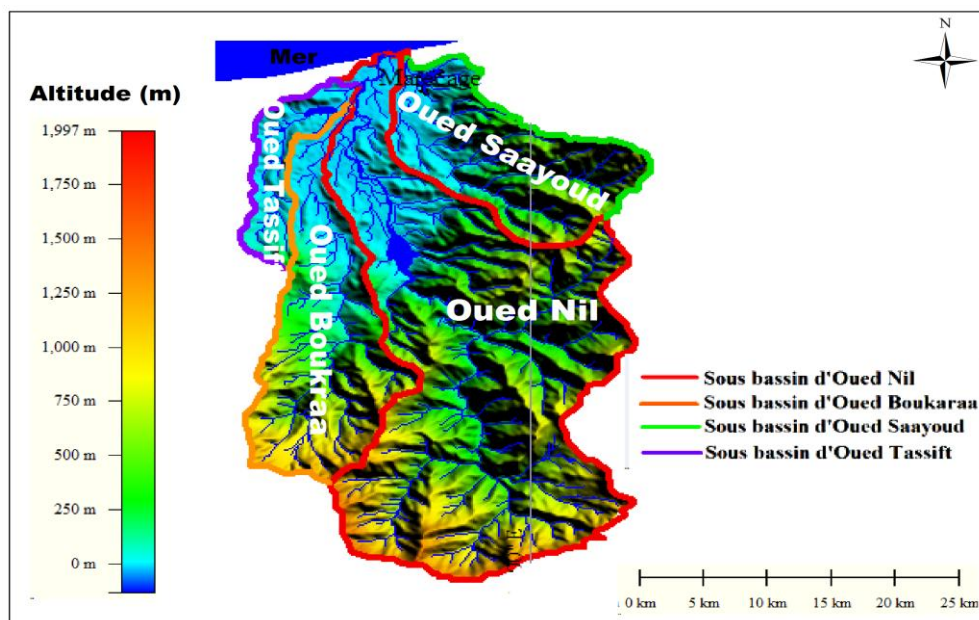


Figure 45: S.S. bassin versant d'oued Nil.

Tableau 26: Les caractéristiques des quatre sous bassins d'oued El Nil (Global Mapper 13).

Caractéristiques	Sous Bassin Versant d'oued Nil	Sous Sous bassin versant			
		Oued Nil	Oued Boukaraa	Oued Saayoud	Oued Tassift
Surface (Km ²)	301.11	174.07	60.348	49.632	16.168
Périmètre (Km)	80.542	75.885	47.062	39.898	24.922
Altitude moyen (m)	446.165	527.427	458.639	300.438	60.254
Pente moyen	15.80°	17.92°	13.38°	15.39°	4.71°
Longueur d'oued principale (Km)	28.926	28.926	17.277	14.868	9.073
Altitude Min-X	5.936	5.936	5.924	5.959	5.910
Altitude Min-Y	36.527	36.827	36.802	36.819	36.803
Altitude Max-X	5.923	5.922	5.916	6.032	5.897
Altitude Max-Y	36.605	36.605	36.629	36.788	36.731

Le Sous sous bassin d'oued Bartchoun, situé à coté de sous bassin d'oued Nil, son réseau hydrographique et ses caractéristiques sont présentés dans la figure suivante :

Résultats et Discussion

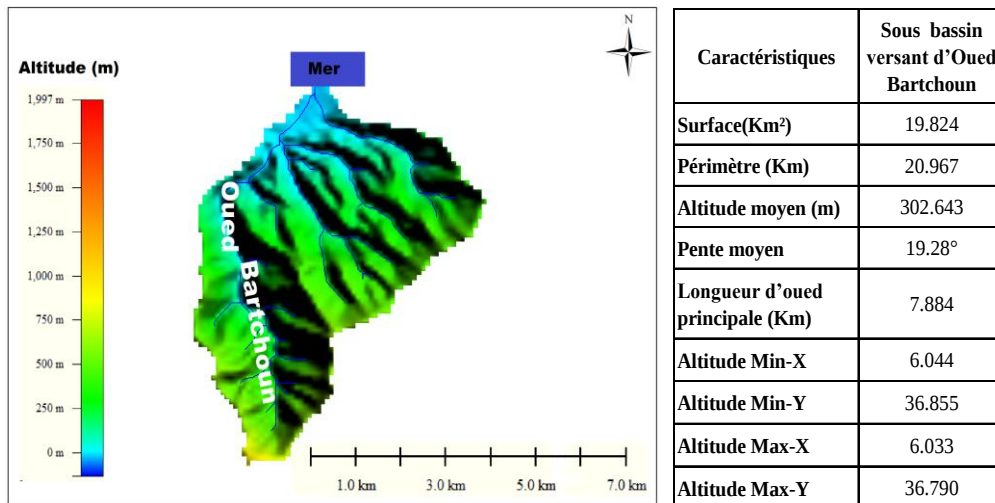


Figure 46: Sous bassin d'oued Bartchoun et ses caractéristiques.

III.3.3.4 Le sous bassin des oueds côtiers de l'extrême est de la wilaya (S.B.V. n° 06) :

Il est présenté par oued Zhor. Son réseau hydrographique et ses caractéristiques sont présentés dans la figure ci-dessous.

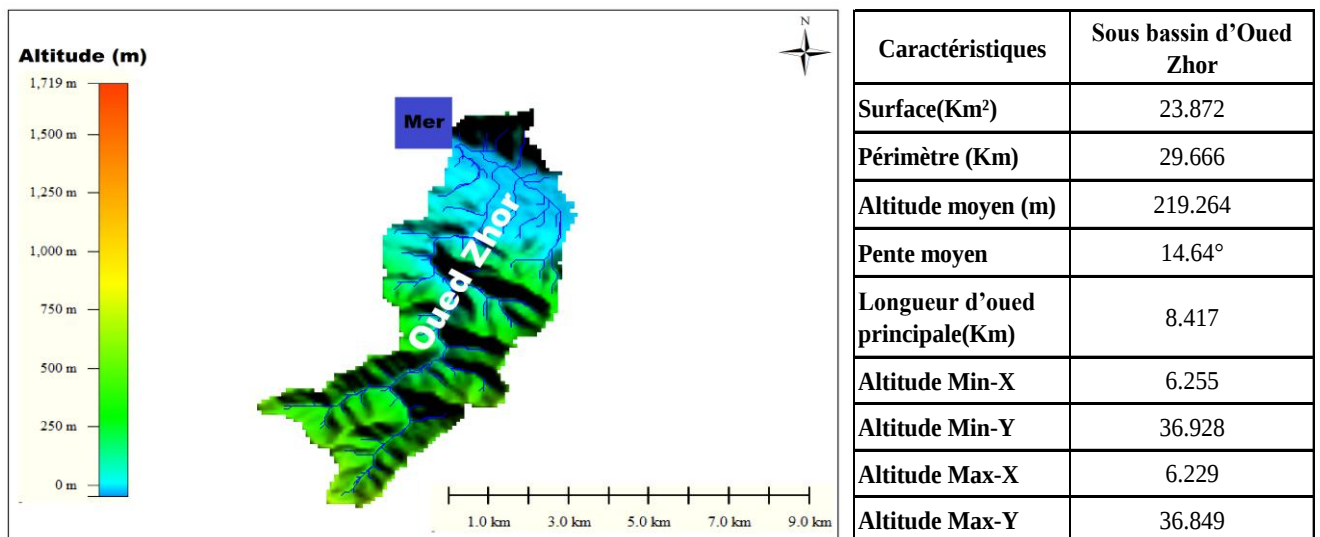


Figure 47: Sous bassin d'Oued Zhor et ses caractéristiques.

Résultats et Discussion

III.3.4.Conclusion

Le réseau hydrographique de la Wilaya est très dense de direction Sud-Est, Nord-Est favorisant l'écoulement des lames d'eau précipitées qui se déversent généralement dans la mer. Les plus importants oueds sont :

- Le Kebir Rhumel : qui prend sa source à l'Est de la Wilaya de Setif se jette à El Milia, El Ancer et à la mer avec une superficie de 8815 Km² (ANRH) ;
- Le Djendjen : qui prend sa source au Babord (Tamesquida) est constitué de trois étages bioclimatiques (partie supérieure Erraguene Barrage, la partie centrale de l'oued Missa, plus Tabellout et partie maritime Azzaoun à Taher (ANRH) ;
- Le reste des oueds El-Kantara, Mencha, El-Agrem, Boukraa, Nil, Saayoud, Irdjana, Boussiaba, Zhor, Kissir, Bourchaid, Taza, Ziama.....) présentent une potentialité moins importante.

III.4. Etude hydrochimique

III.4.1. Introduction

La composition chimique d'une eau joue un rôle important dans la détermination de la qualité des eaux et de leur origine ainsi que pour la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable ou d'autres usages tels que l'irrigation et l'industrie.

La présente étude a été menée afin de déterminer la qualité physico-chimique des eaux.

III.4.2 Stratégie de prélèvement

31 points de prélèvement ont été sélectionnés pour faire cette étude : 20 points pour les eaux superficielles et 11 pour les eaux souterraines, durant la campagne de prélèvement réalisée durant la période allant de mois avril à mois mai 2015.

Pour les eaux de surface, on a pris tous les oueds de la wilaya qui se déversent dans la mer (figure 48).

Les eaux souterraines (figure 49), nous avons pris :

- 4 puits : un dans la plaine d'El-Djamaa (partie Est), un puits (PN20) dans la plaine alluviale de l'oued Nil (partie centrale) et deux dans la région d'El-Aouana (partie ouest) ;
- Un forage (FPN20) dans la plaine alluviale de l'oued Nil ;
- 6 sources réparties de l'est à l'ouest de la zone d'étude.



Légende :

 : Oued

Figure 48: Points de prélèvement des eaux de surface (Google earth).

Résultats et discussion



Légende :  Source

 Puits et forage

Figure 49: Points de prélèvement pour les eaux souterraines (forage, puits et sources).

III.4.3 Matériel et méthodes d'analyse

A) Mesures in-situ

Nous avons utilisé le Multi paramètre 350i (figure 50) pour faire les mesures du pH, de la température, de l'oxygène dissous et de la conductivité.

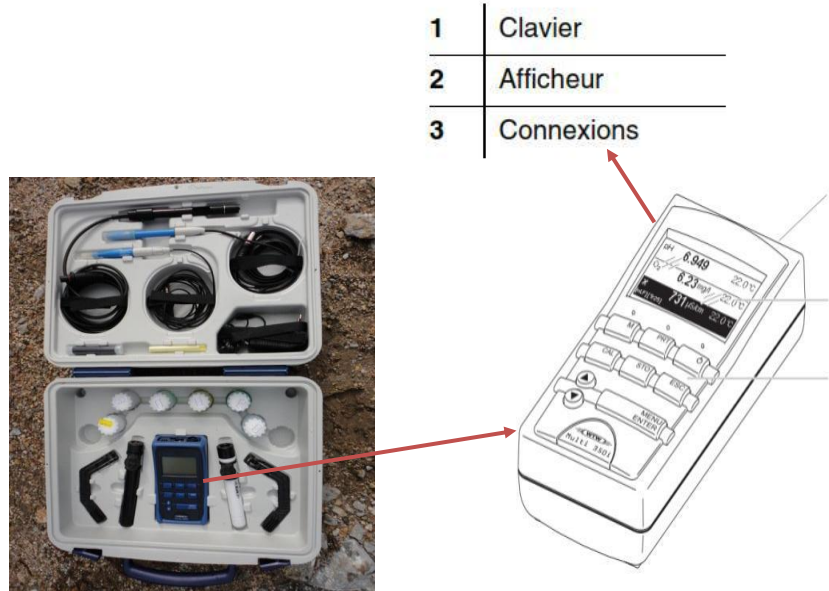


Figure 50: Multi-paramètres 350i (Université de Jijel).

B) Analyse des éléments chimiques

Une analyse complète des éléments chimiques a été effectuée pour cette étude : les éléments majeurs (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} et HCO_3^-), le cycle de l'azote (NO_3^- , NO_2^- et NH_4^+). Trois méthodes d'analyses ont été utilisées.

Résultats et discussion

1. **Titrimétrie** : par cette méthode nous avons dosé les chlorures, les carbonates et les bicarbonates ainsi que le calcium.
2. **Spectrophotométrie** : par cette technique, nous avons dosé les nitrates, les nitrites, l'ammonium, et les sulfates.

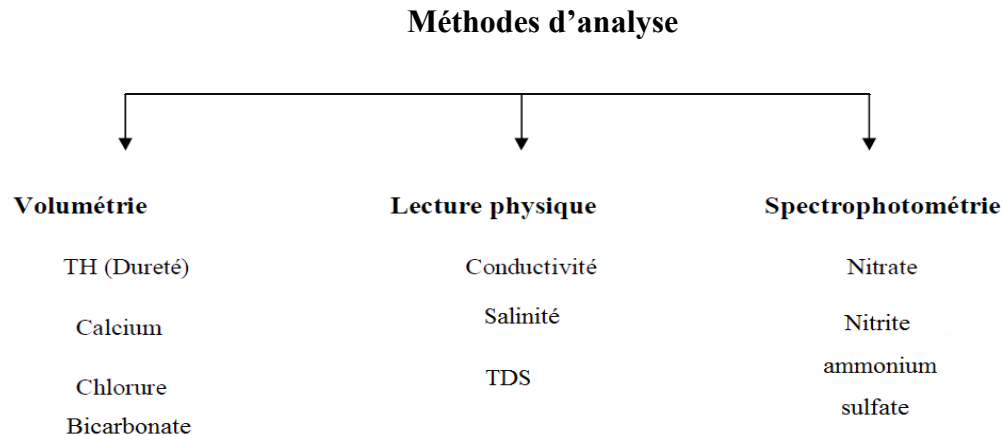


Figure 51: Schéma des Méthodes d'analyse physico-chimiques.

III.4.4 Résultats physico-chimiques et discussion :

a) Paramètres physique

a.1) Conductivité électrique

La conductivité représente la conductance qu'une eau oppose au passage d'un courant électrique. Elle est proportionnelle à la minéralisation de l'eau. Plus l'eau est riche en sels minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée. La conductivité varie également en fonction de la température. Le classement des eaux de boisson en fonction de leur conductivité (en $\mu\text{S}/\text{cm}$) est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 27: Classification de la conductivité de l'eau (Rodier, 2005)

conductivité	qualité de l'eau
$C < 23$	Eau pure
$100 < C < 200$	Eau douce peu minéralisée
$250 < C < 500$	Eau de minéralisation moyenne
$1000 < C < 500$	Eau Très minéralisée

Résultats et discussion

Pour les eaux de surface :

L'analyse des résultats montre que les eaux de surface sont de façon générale faiblement chargées en sels dissous, varient entre 252 $\mu\text{S/cm}$ et 835 $\mu\text{S/cm}$.

Les valeurs maximums de la conductivité sont observées :

Dans la partie nord ouest, au niveau d'oued dar el oued avec 708 $\mu\text{S/cm}$, oued Kissir avec 732 $\mu\text{S/cm}$, oued Taza avec 769 $\mu\text{S/cm}$, oued Bourchaid avec 705 $\mu\text{S/cm}$.

Ces valeurs probablement liées aux formations géologiques présentes dans cette partie, qui est formée essentiellement par les roches calcaires et qui sont plus sensibles à l'altération chimique et en conséquence la mise en solution des minéraux consécutifs des ces terrains. A ceci, on ajoute la minéralisation de la matière organique (issue des débris des récoltes culturales), et les rejets domestique.

Dans la partie centrale où l'on trouve oued Djendjen, avec une valeur de 733 $\mu\text{S/cm}$ qui s'exprime par le problème de pollution agricole et les rejets des agglomérations.

Dans la partie Est, au niveau d'oued Kebir Ancer qui enregistré une valeur de 810 $\mu\text{S/cm}$, et oued Kebir Milia amont de 835 $\mu\text{S/cm}$. Cet enrichissement est attribué au drainage des terrains encaissants à des formations différentes.

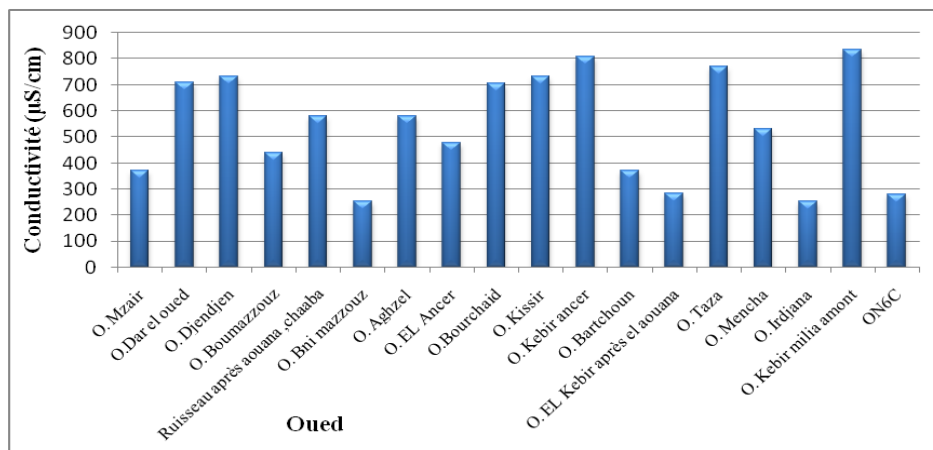


Figure 52: Variation des valeurs de Conductivité électrique des eaux de surface.

Pour les eaux souterraines :

Les valeurs de la conductivité varient entre 407 $\mu\text{S/cm}$ au niveau de FPN20 et de 1572 $\mu\text{S/cm}$ au niveau de puits El Aouana 2 pour les puits, et entre 464 $\mu\text{S/cm}$ à Bachelot et 1167 $\mu\text{S/cm}$ à l'Aouana pour les sources. Indiquant que les eaux sont élevées et chargées en sels dissous.

Pour l'ensemble des points d'eau, les valeurs de la conductivité sont inférieures à la norme de potabilité de l'OMS (1500 $\mu\text{S/cm}$) et la norme des eaux d'irrigation (2000 $\mu\text{S/cm}$),

Résultats et discussion

sauf au niveau du puits d'El Aouana (2) de valeur 1572 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cette valeur dépasse légèrement la norme de potabilité. Cette augmentation est due probablement à la présence des formations géologiques soluble dans l'eau au voisinage du puits ou à la présence d'une pollution d'origine urbaine ou industrielle.

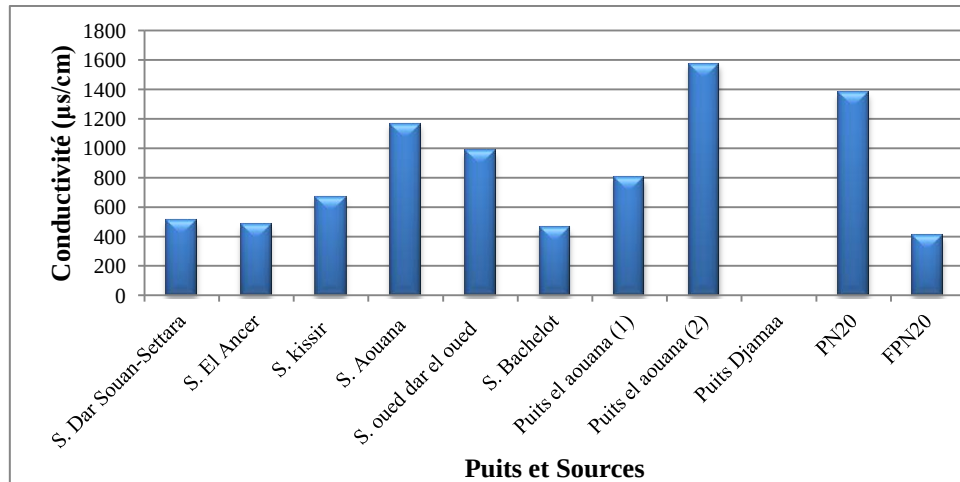


Figure 53: Variation des valeurs de Conductivité électrique des eaux souterraines.

a.2) Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

La dureté de l'eau, est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium et magnésium. Elle est directement liée à la nature géologique des terrains traversés.

Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français $^{\circ}\text{F}$). (WHO, 1994).

Les résultats d'analyse (figure 54), montrent que la valeur maximale en TH est enregistrée au niveau d'oued dar el oued (55 $^{\circ}\text{F}$) qui présente une dureté supérieure à la norme de l'OMS de 50 $^{\circ}\text{F}$. La dissolution du Ca^{2+} et du Mg^{2+} résulte principalement du lessivage par les pluies des formations carbonatées (calcaire et dolomite).

Résultats et discussion

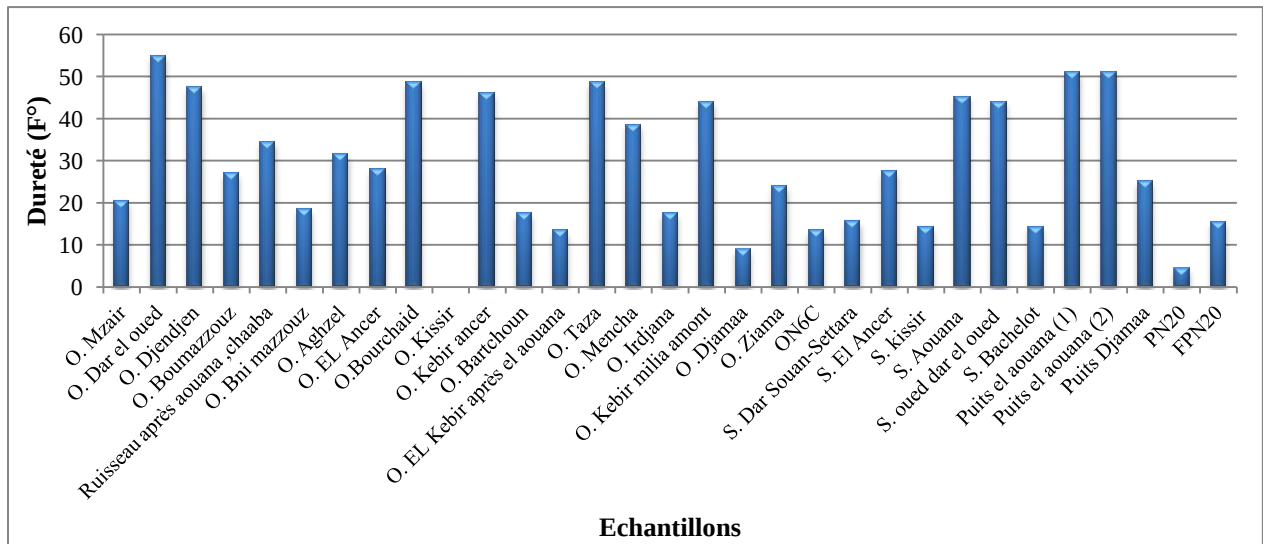
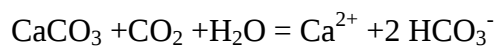


Figure 54: Variation des valeurs de la dureté.

a.3) Calcium (Ca^{2+})

C'est un élément de la dureté totale dominant des eaux naturelles. Il provient essentiellement de la dissolution des formations carbonatées par l'attaque chimique des eaux en présence du gaz carbonique (CO_2). Il peut aussi provenir également de la dissolution du gypse CaSO_4 .



La concentration maximale admissible fixée par l'OMS est de 75 mg/l pour l'AEP, et de 150 mg/l pour l'irrigation.

Les eaux qui dépassent ces normes présentent de sérieux problèmes pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières.

Dans les eaux de surface, les valeurs varient entre 9,618 mg/l à oued Djamaa et 110,6 mg/l à oued Taza, la valeur maximale est enregistrée au niveau de cette dernière, qu'est inférieure à la norme d'irrigation.

Résultats et discussion

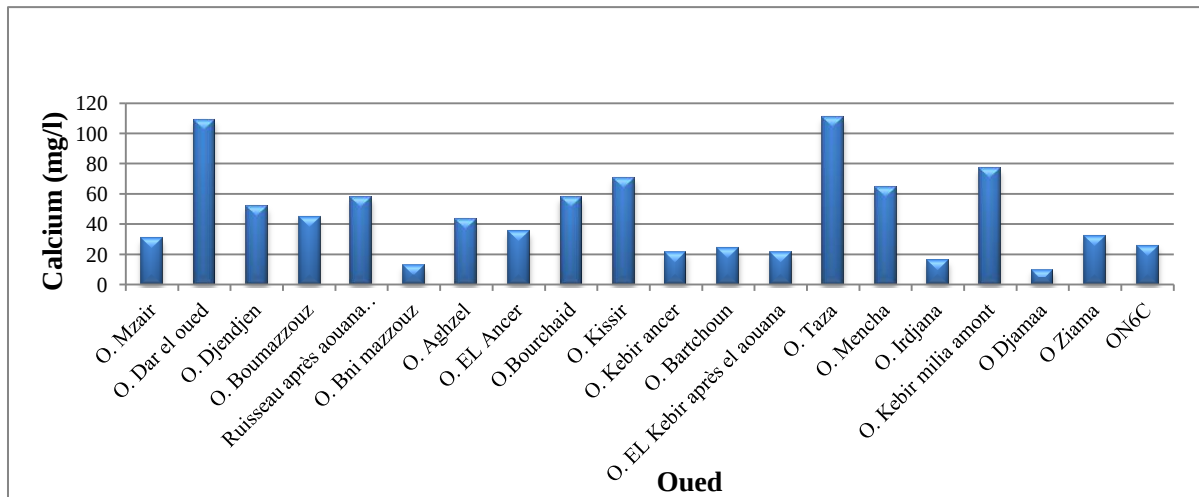


Figure 55: Variation des valeurs de Calcium des eaux de surface.

Dans les eaux souterraines: Les teneurs maximales sont observées au niveau de source oued dar el oued qui enregistre une valeur de 94,58 mg/l et de 84,96 mg/l à la source d'El Aouana, qui sont élevées et supérieures aux normes de potabilité (75 mg/l) ; les concentrations sont faibles dans le reste des puits (17,63 mg/l à 65,72 mg/l) et les sources (17,08 mg/l à 35,27 mg/l).

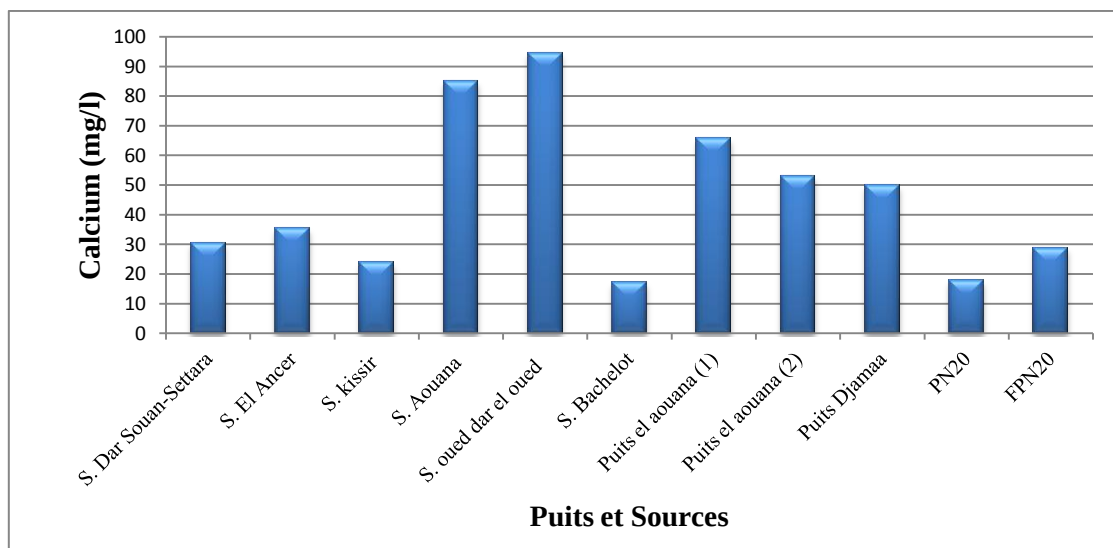


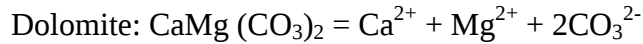
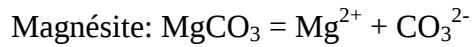
Figure 56: Variation des valeurs de Calcium des eaux souterraines.

La teneur maximale en Calcium se localise du côté Nord-Ouest de la wilaya, ce qui indique que ces eaux sont influencées par la dissolution des formations carbonatées et/ou gypseuses.

Résultats et discussion

a.4) Magnésium (Mg^{2+})

Ses origines sont comparables à celle du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (magnésite et dolomite).



Mais leur solution nécessite un temps de contact plus long que celui du calcium. D'après les normes de l'OMS, la concentration maximale acceptable pour la potabilité est de 30 mg/l, est de 50 mg/l pour l'irrigation.

La figure ci-dessous montre que les plus faibles valeurs sont marquées au niveau des sources de (19,45 mg/l à 21,38 mg/l) sauf à la source Aouana (58,32 mg/L), source oued dar el oued (49,57 mg/l), et source El Ancer (33 mg/l) où la concentration s'élève.

Par contre au niveau des eaux de surface et les puits, les valeurs sont plus élevées avec des teneurs importantes dans l'oued Kebir Ancer (216 mg/l) et puits el Aouana 2 (209,75 mg/l).

La comparaison des concentrations avec les normes de potabilité et d'irrigation montre qu'une grande partie des points d'eau possède des teneurs supérieures ces normes.

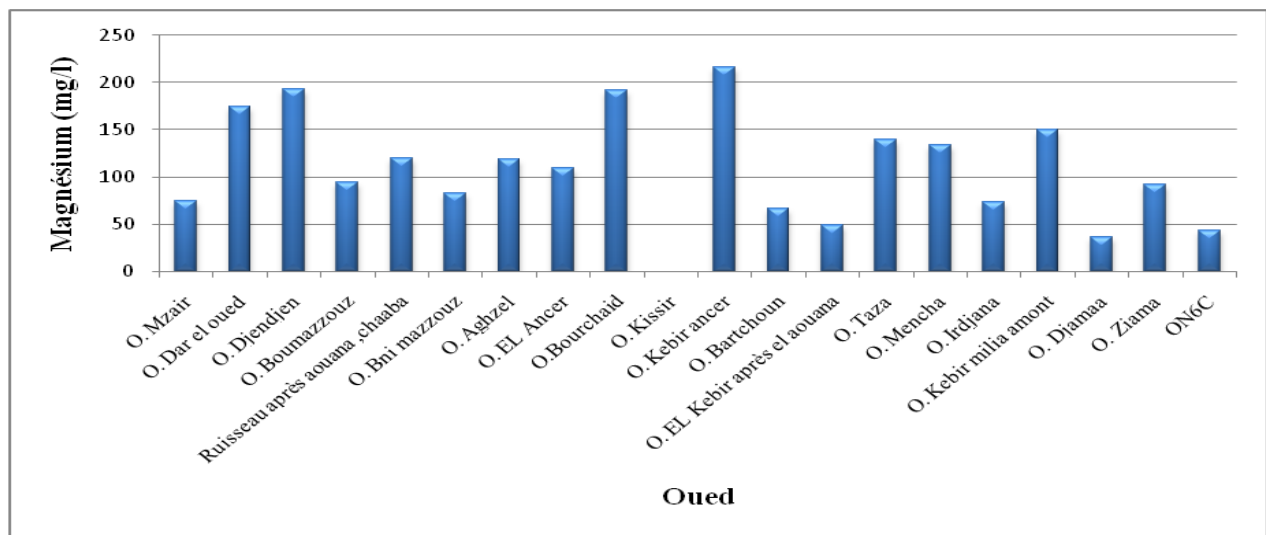


Figure 57: Variation des valeurs de Magnésium des eaux de surface.

Résultats et discussion

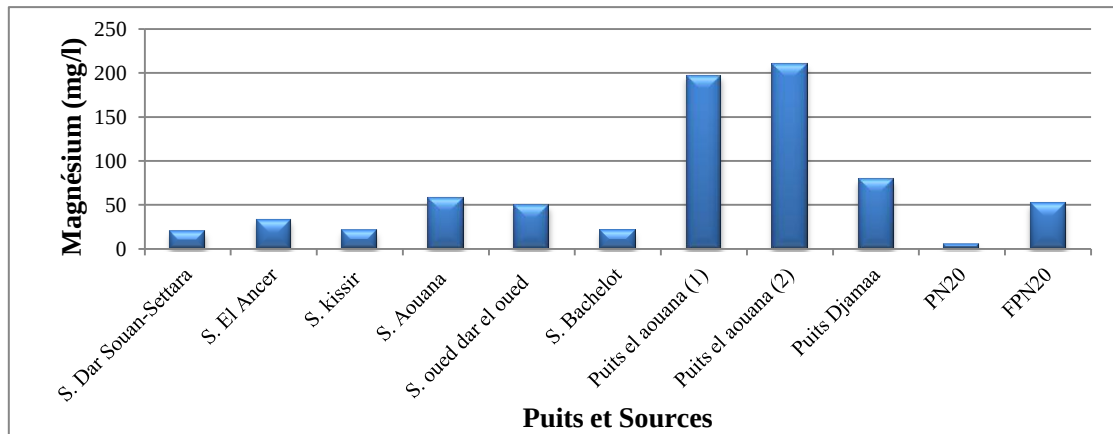


Figure 58: Variation des valeurs de Magnésium des eaux souterraines.

a.5) Chlorure (Cl⁻)

Ils peuvent provenir de l'intrusion des eaux marines ou bien liée aux activités humaines (salage des routes) où de la contaminations par les eaux usées d'origines domestique et industrielle, et aussi de la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains salés. La teneur admissible de l'eau en (Cl⁻) est fixée par l'OMS à 200 mg/l pour la potabilité et 250 mg/l pour l'irrigation.

Pour les eaux de surface, les teneurs retrouvées sont très variables, elles sont principalement liées à la nature des terrains traversés principalement des formations salifères (gypses). Elles sont comprises entre 34,03 mg/l au niveau d'ON6C et 164,50 mg/l au niveau d'oued Kebir Milia amont, ces valeurs restent au dessous des limites admises par l'OMS.

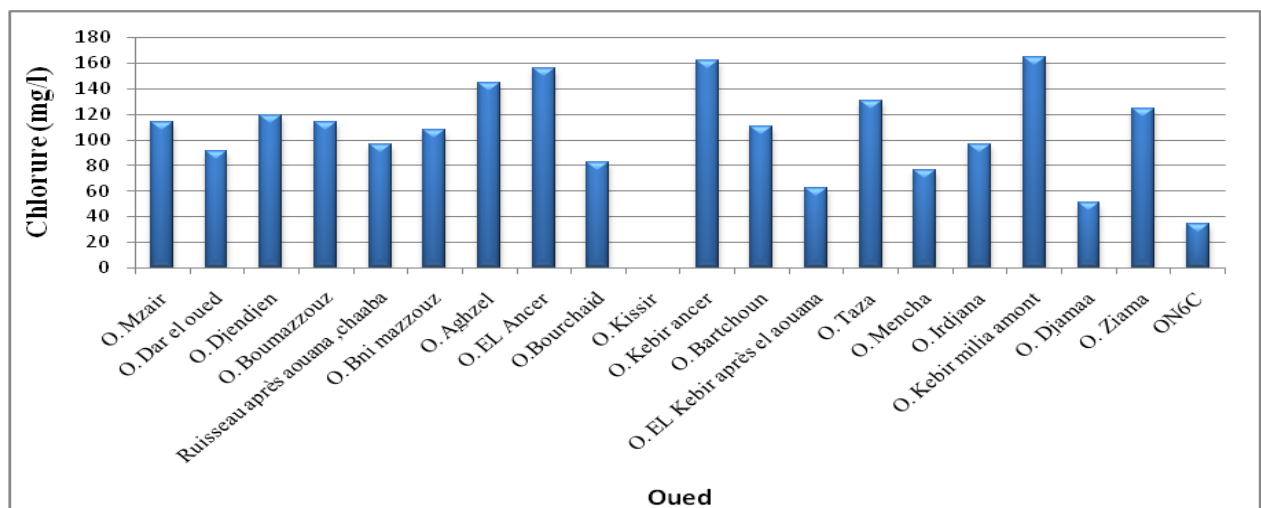


Figure 59: Variation des valeurs de Chlorure des eaux de surface.

Résultats et discussion

Pour les eaux souterraines, Les résultats d'analyse (figure 60), montrent que les concentrations en chlorures varient entre 31,19 mg/l et 303,47 mg/l, et que les valeurs les plus élevée sont enregistrées au niveau puits El Aouana2 (303,47 mg/l) due à l'ajouter de chlorure pour désinfection de puits, et la source de Kissir (254mg/l) liés à la dissolutions des sels naturels par le lessivage des terrains salés, ces valeurs sont dépassent les teneurs correspondant aux normes des eaux de l'OMS (200 mg/l).

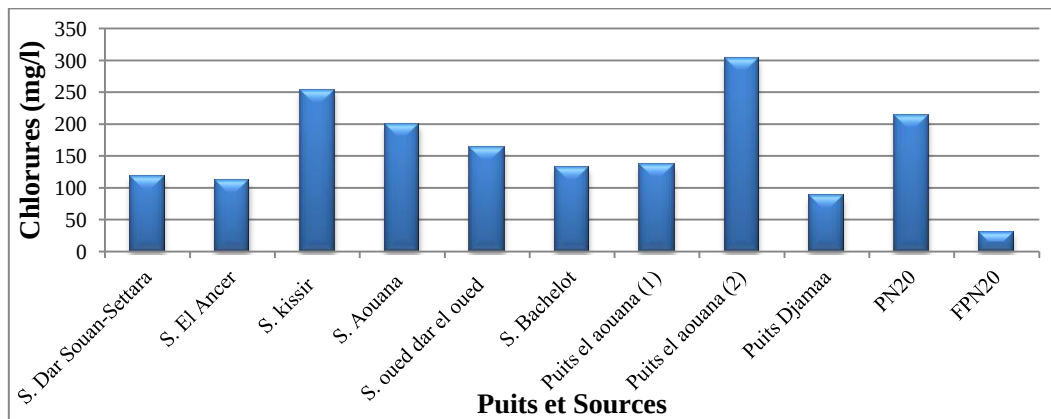
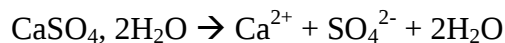


Figure 60: Variation des valeurs de Chlorure des eaux souterraines.

a.6) Les sulfates (SO_4^{2-})

La présence des ions sulfatés dans l'eau est liée à la dissolution des formations gypseuses :



La teneur admissible des sulfates fixés par l'OMS est de 500 mg/l. Les valeurs observées dans les graphes montrent que la totalité des points d'eau ont des concentrations très faibles en SO_4^{2-} , inférieures à la limite de potabilité, ce qui concerne les eaux de surfaces la valeur maximal est de (18,39 mg/l), dans les puits est de (5,34 mg/l), et de (10,46 mg/l) dans les sources.

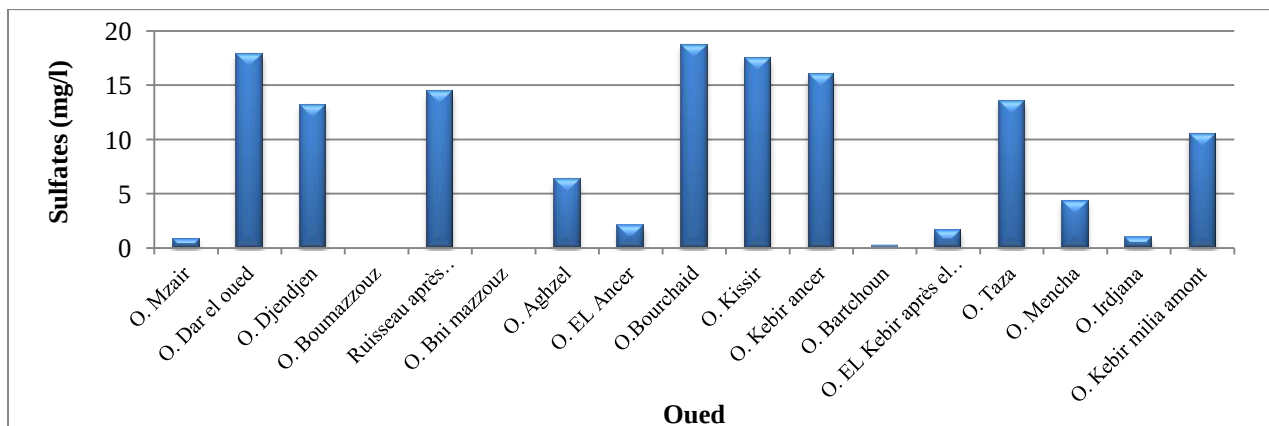


Figure 61: Variation des valeurs de sulfate des eaux de surface.

Résultats et discussion

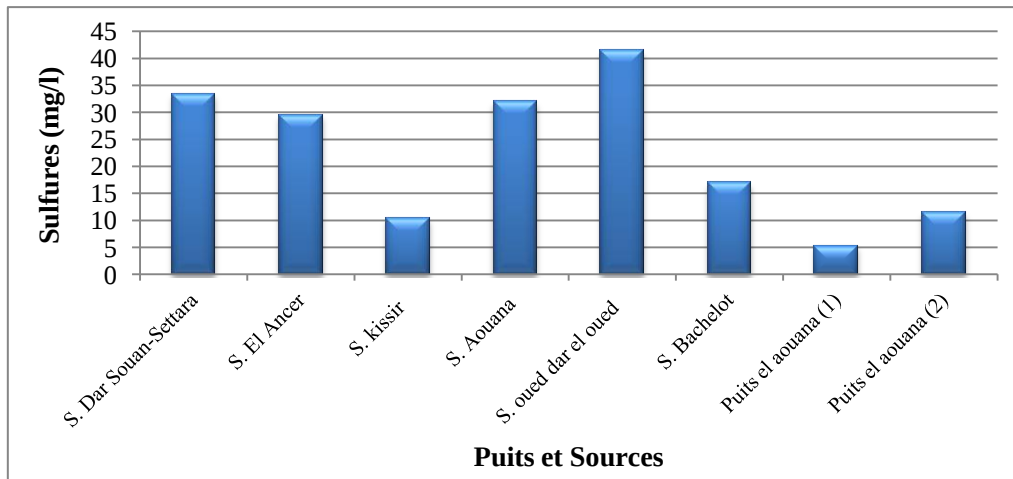


Figure 62: Variation des valeurs de sulfate des eaux souterraines.

a.7) Bicarbonates (HCO_3^-)

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (calcaire) par des eaux chargées en gaz carbonique. L'équation de la dissolution des calcaires est donnée par la formule suivante :



Les valeurs en HCO_3^- dans l'eau de surface sont faibles par rapport aux valeurs de HCO_3^- des eaux souterraines.

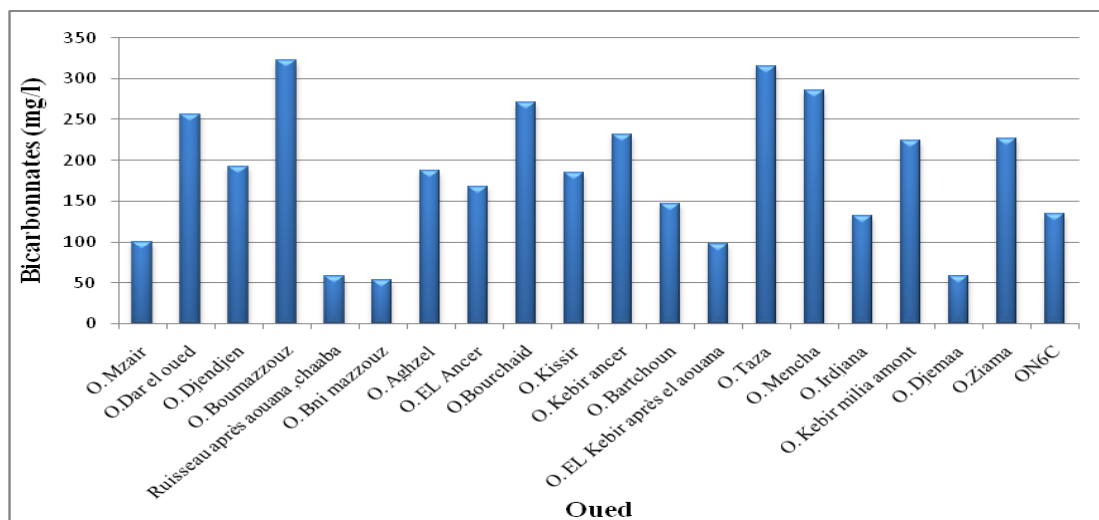


Figure 63: Variation des valeurs de bicarbonate des eaux de surface.

La concentration minimale (53,68 mg/l) est observée au niveau d'oued Beni Mazzouz et la valeur maximale (322,08 mg/l) est t'observée à l'oued Boumazzouz.

Résultats et discussion

Les teneurs en HCO_3^- sont importantes au niveau des puits et des sources, ces valeurs sont respectivement de 209,84 mg/l (FPN20) à 551,44 mg/l (PN20) et de 47,58 mg/l (source de Kissir) à 168,36 mg/l (source Ancer).

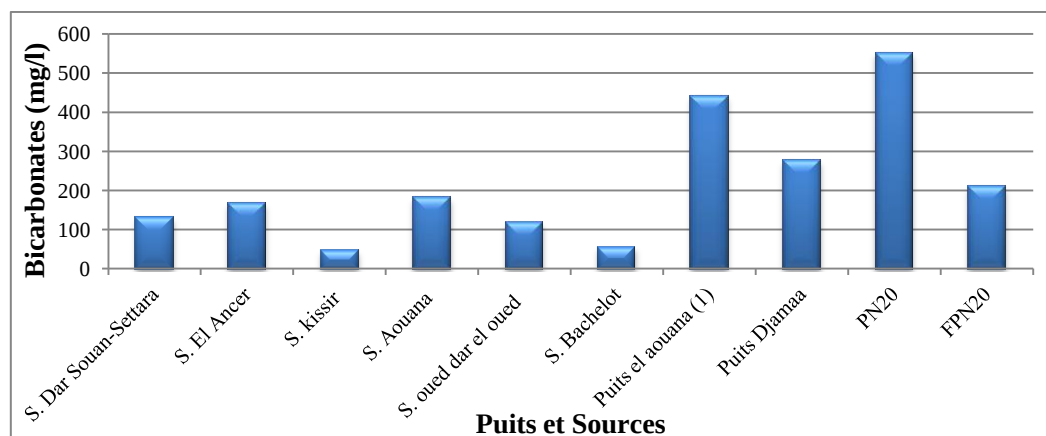


Figure 64: Variation des valeurs de bicarbonate des eaux souterraines.

a.8) Nitrates (NO_3^-)

Présents à l'état naturel et soluble dans le sol, les nitrates pénètrent dans le sol et les eaux souterraines et se déversent dans les cours d'eau. Cependant, ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais (Chapman et Kimstach, 1996) et constituent l'un des facteurs de la dégradation de la qualité de l'eau.

Les nitrates proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la nitrification. La présence des nitrates dans les eaux est liée à la minéralisation de la matière organique, les engrais azotés, résidus animaux, fumier, etc.

Les analyses réalisées lors de notre campagne ont montré la présence des nitrates avec des faibles concentrations dans les eaux de surface et des valeurs légèrement élevées dans la source de Bachelot.

Résultats et discussion

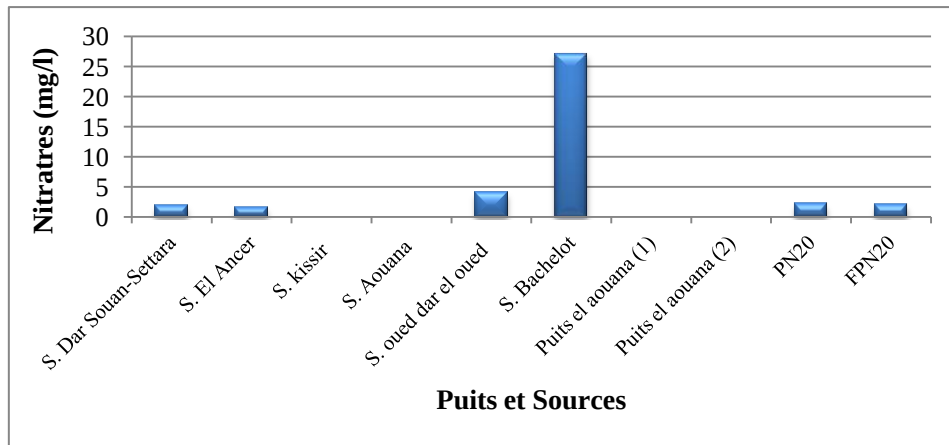


Figure 65: Variation des valeurs de Nitrate des eaux souterraines.

Les eaux potables de bonne qualité chimique renferment de 50 mg/l de Nitrates fixés par l'OMS, et comme il est indiqué la figure (65), la valeur maximale enregistrée au niveau de source de Bachelot est de 27,16 mg/l, inférieures à cette norme, due probablement à cause des activités agricoles.

a.9) Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique. La concentration en cet élément ne devrait pas dépasser 0.2 mg/l d'après les normes d'OMS. La présence de nitrite dans l'eau, constitue un indice de pollution. Leur présence dans l'eau soulève de sérieux problèmes pour la santé publique (Ramade, 1993).

L'analyse des résultats montre la présence des nitrites dans quelques oueds. La valeur maximale est enregistrée au niveau d'oued Aghzel et oued Mancha (0,59 mg/l et 0,76 mg/l). Cette augmentation est expliquée par la percolation des engrais chimiques, Par contre, les autres oueds respectent la norme de potabilité.

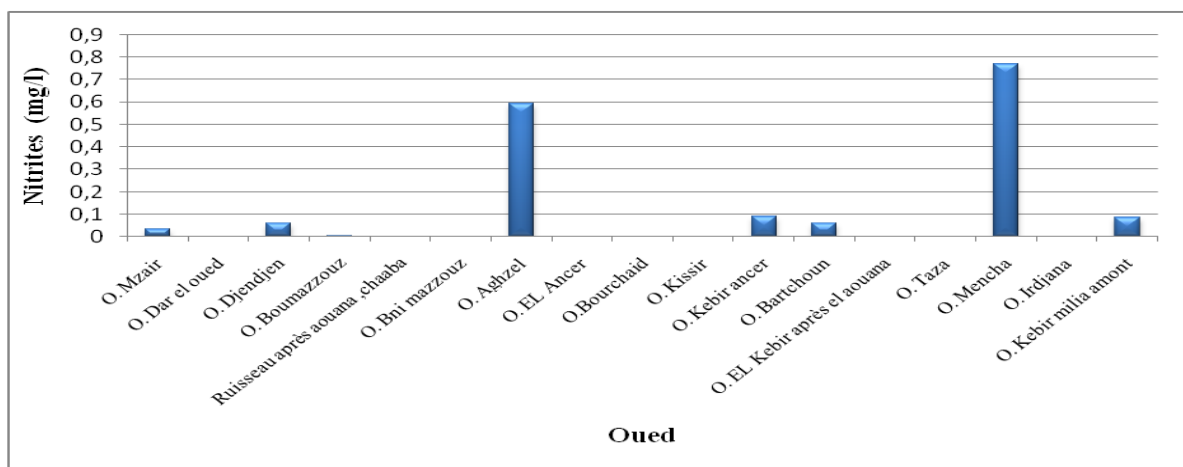


Figure 66: Variation des valeurs de Nitrite des eaux de surface.

Résultats et discussion

Les teneurs en nitrites (figure 67) sont enregistrées dans la source d'oued dar el oued d'une valeur estimée 0,62 mg/l, cette valeur dépasse la norme de potabilité (0,2 mg/l), il a origine les rejets domestique ou industriel.

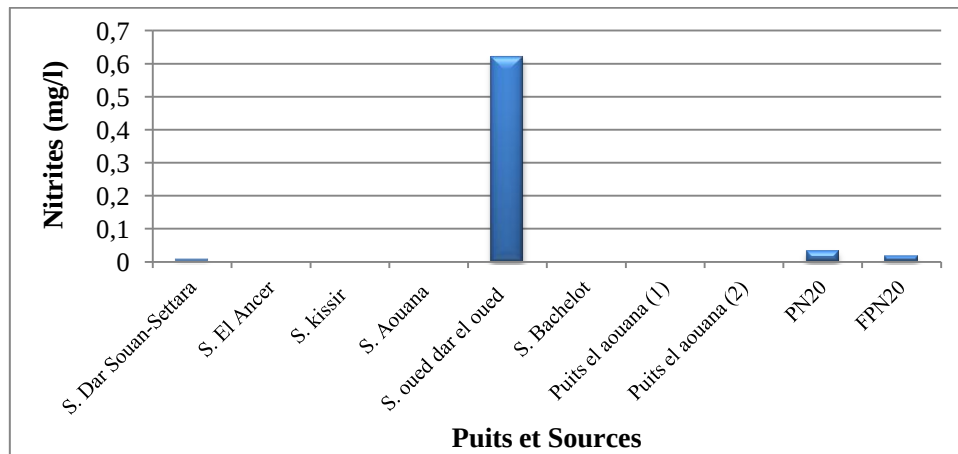


Figure 67: Variation des valeurs de Nitrite des eaux souterraines.

a.10) Ammonium (NH_4^+)

L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux, habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique (Rodier, 1984). L'azote ammoniacal se transforme en nitrite puis en nitrate en phase aérobie. Ce phénomène de nitrification se produit naturellement dans les rivières.

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau. Il existe en faible proportion, inférieure à 0,5 mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Il constitue un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel.

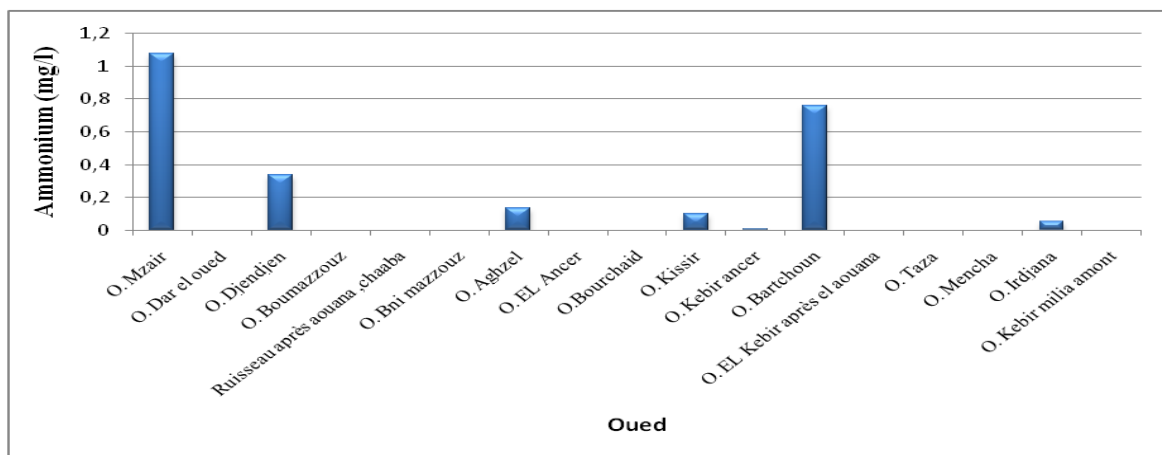


Figure 68 : Variation des valeurs de l'ammonium des eaux de surface.

Résultats et discussion

D'après la figure 68, l'ammonium présente des teneurs faibles par rapport aux normes de potabilité de l'OMS (0,5 mg/l).

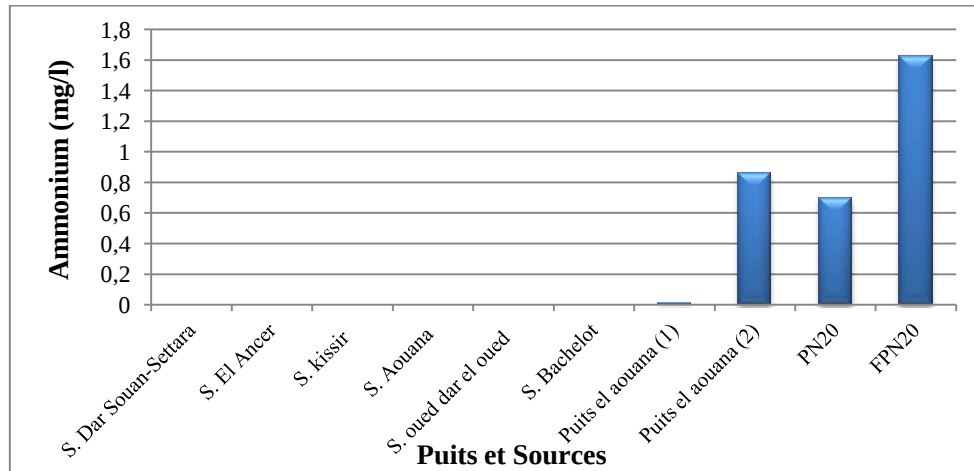


Figure 69: Variation des valeurs de l'ammonium des eaux souterraines.

D'après la figure 69, l'ammonium est présent dans les 2 puits qui ce sont : puits el Aouana2 (0,85 mg/l) et PN20 (0,69 mg/l) et le forage FPN20 (1,62 mg/l), avec des concentrations plus ou moins élevées, Ces puits et forage se localisent dans des terrains agricoles.

III.4.5 Conclusion

Pour la détermination de la qualité des eaux, on s'est appuyé sur les normes préconisées par l'OMS. D'après l'interprétation des analyses physico-chimiques, on remarque que :

- Les eaux de surface présentent des faibles teneurs en nitrites, en sulfates, en chlore, en calcium, en ammonium, et en nitrates. Seul l'oued Aghzel (0,59 mg/l) et l'oued Mencha (0,76 mg/l) présentent des concentrations en nitrites qui dépassent la norme préconisée par l'OMS, reflétant ainsi une qualité passable.

Le magnésium présente des concentrations élevées (de 66 mg/l à 216 mg/l) dans la plupart des oueds.

De point de vue qualité chimique, l'oued de Mencha et l'oued Aghzel sont considérées comme étant polluées parmi les vingt étudiés, puisqu'il est caractérisé par de mauvaise qualité physico-chimique, surement liée aux rejets des agglomérations urbaines.

- Les eaux souterraines montrent une grande variation des concentrations des éléments chimiques. Ces dernières dépassent les normes de potabilité dans certains cas.
 - Puits : celui d'el Aouana 2 présente des teneurs élevées en chlorure (303,47 mg/l), magnésium (209,75 mg/l) et ammonium (0,85 mg/l), le puits d'El Aouana 1

Résultats et discussion

montre des concentrations élevées en magnésium (196,92 mg/l) ; et enfin le puits PN20 et le forage FPN20 présentent des concentrations élevées en ammonium (0,69 mg/l et 1,62 mg/l) ;

- En ce qui concerne les sources : deux sources présentent des concentrations qui dépassent la norme : la source d'el Aouana avec (84,96 mg/l) de calcium, et de (58,32 mg/l) en magnésium et la source d'oued dar el oued avec des concentrations en nitrite de (0,62 mg/l) et de (94,58 mg/l) en calcium.

Conclusion générale et perspective

La présente étude s'est effectuée sur les ressources en eaux de la wilaya de Jijel, vise deux principaux objectifs : le premier est celui de l'estimation approximative des ressources en eaux (superficielles et souterraines) et leurs utilisation dans les divers secteurs dans la wilaya, le second est celui la qualité des eaux de la région et leurs aptitude pour les besoins socio-économique.

La ressource hydrique superficielle apparaît que le sol de la zone d'étude est en grande parti formée sur la surface favorisant ainsi les écoulements superficiels. Les réseaux hydrographique dense et renfermant des oueds importants sont charrient un total approximatif 1 200 Hm³ par an, les retenues collinaires ont une capacité totale de 1,57 Hm³.

Les resserves souterraines de la wilaya favorisent par les formations des nappes, globalement les eaux souterraines de la wilaya sont évaluées par la DHW à 74,5 Hm³ /an, avec la capacité mobilisable de 65,3 Hm³/an, la capacité totale de production des puits 13,3 Hm³. La ressource en eau souterraine constitue, actuellement, la principale source d'alimentation en eau potable de la wilaya.

La wilaya de Jijel est soumise à un climat de type méditerranéen. Il est caractérisé par une période hivernale douce et humide, suivie d'une période estivale chaude, caractérisée par une pluviométrie élevée sur les monts de plus de 1400 mm/an, dans les plaines les valeurs varient de 1000 à 1200 mm/an.

Le territoire de la wilaya de Jijel s'inscrit dans deux bassins versants :

- 1) Le bassin versant de l'oued El Kébir Rhumel draine la partie Est du territoire de la wilaya d'une superficie 954,47 Km², il composée trois sous bassin : S.B. d'oued Kebir, S.B. d'oued Irdjana, et S.B. d'oued Boussiaba ;
- 2) Le bassin des côtiers constantinois, draine les parties centrale et ouest de la wilaya de Jijel d'une superficie 1418 Km², Il regroupe quatre sous-bassins versant : S.B. d'oued Nil, S.B. Djendjen, S.B. Djijelien, et S.B.d'oued Zhor.

L'étude géologique et la série stratigraphique de la zone d'étude montre que plusieurs formations géologiques sont susceptibles de construire un aquifère : les nappes du cordon dunaire (sable ancien et récent du quaternaire), les nappes alluviales (alluvions des oueds), les nappes karstiques dans les formations calcaires d'âge crétacé et enfin les aquifère du milieu fissuré présents dans le socle (schiste).

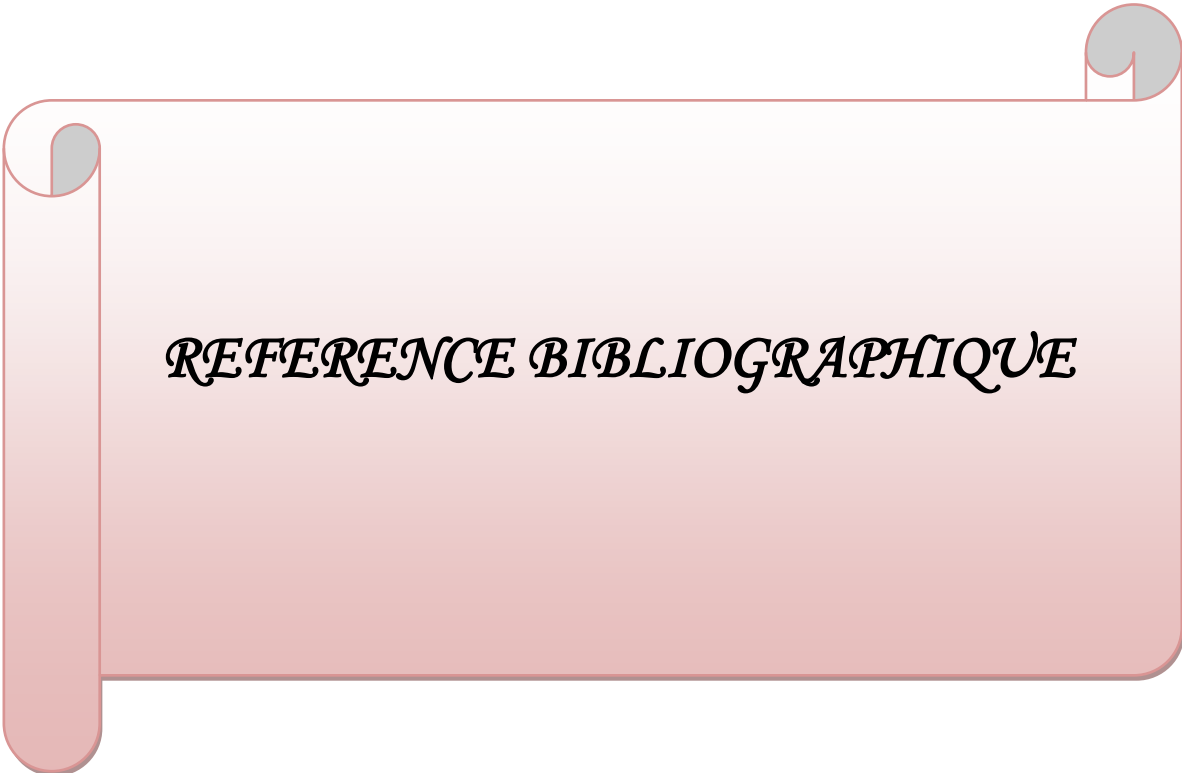
L'étude hydrochimique des eaux de la région montre des faciès chimiques différents d'une zone à l'autre. Les eaux de surface montrent la présence des éléments de la minéralisation de faible à moyenne teneur en sulfates, en chlore, en calcium, en ammonium, et en nitrates, et d'une concentration élevée de élément organique nitrite que dépassent les normes de l'OMS.

La qualité des eaux souterraines montre une grande variation des concentrations des éléments chimiques. Ces dernières dépassent les normes de potabilité dans certains cas, tel que chlorure, magnésium et ammonium.

Perspective : Préservation, renforcement et valorisation de la ressource en eau :

Si l'eau est disponible en quantité suffisante, grâce à la mobilisation des eaux de surface par quatre grands ouvrages hydrauliques (Erraguene, El Agrem, Boussiaba et Kissir), auxquels il faudra ajouter les barrages en cours de construction (Tabellout) et projetés (Erraguene/Tabellout /D-Diss et Irdjana), le défi de l'eau pour la wilaya de Jijel consiste à :

- prendre les mesures et actions nécessaires pour limiter l'envasement des barrages et leur pollution,
- anticiper sur les arbitrages nécessaires quant aux niveaux de transferts vers les wilayas limitrophes (Transfert de Boussiaba vers le système de Beni Harroun, AEP El Eulma, irrigation du périmètre El Eulma et de Sétif-Hodna Est, principalement),
- Préserver les eaux souterraines contre l'utilisation abusive et la pollution,
- anticiper sur la gestion et le coût de l'eau en fonction des choix stratégiques pour l'alimentation des populations et les besoins pour les activités agricoles et industrielles.



REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques

A

AERMC (Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse), 2014 • 2-4 allée de Lodz • 69363 Lyon Cedex 07. Les différentes nappes d'eau souterraines.

ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques), 2011.

Audry S., 2003, Bilan géochimique du transport des éléments traces métalliques dans le système fluvial anthropisé lot Garonne Gironde. Thèse de doctorat, univ. De Bordeaux, vol : 441P.

B

Babay Kh., 2011. Techniques de la recharge artificielle des nappes phréatiques, Proposition d'une recharge artificielle des nappes alluvionnaires de la Wilaya de Jijel (Algérie). Cas de l'aquifère alluvionnaire de la plaine, de l'oued Djendjen. Mémoire de Master, 76-80p.

Banton D., et Bangoy L.M., 1999. Hydrogéologie- Multi-sciences environnementale des eaux souterraines. Ed. Presses de l'université de Québec. AUPLEF, 460 P.

Barhoumi Y., Gaudremeau J., Gerbe B., Khamising F. et Rabatel Y., 2004. Eau ressources et menaces .3-4p.

Barryg S., 1989. Sodium sulphate. Canadian minerals yearbook – 1988. Minéral Resport, n° 37. Division des ressources minérales, énergie, mines etressources. Ottawa.

Ben ghoubane N., et Brines S., 2013. Utilisation de la télédétection et de SIG dans l'identification des ressources minérales : Application à la région de Jijel. Mémoire de Master, univ. De Jijel, 11p.

Boeglin J., 1999. Contrôle des eaux de consommation humaine. [Doc. P4210].

Boucenna F., 2008. Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité a la pollution d'une nappe costière cas de la plaine alluviale de l'oued Djendjen (Jijel, Nord-Est Algérien). Mémoire de Magistère en géologie, Option: Hydrogéologie environnemental et modélisation, Univ. Annaba, 3-26p.

Bonnin J., 1982. Aide mémoire d'hydraulique urbaine. Edition. Eyrolles. P : 23-24- 27-32- 33.

Bouillin J.P., 1977. Géologie alpine de la Petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El-Milia (Algérie). Thèse. Paris. 511p.

C

Capman D., Kimstach V., 1996. Selection of water quality variables. Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon.

Références bibliographiques

Collin J., 2004. Les eaux souterraines connaissance et gestion. Liéré. Hermanne BRGM. 170P : 25-27 .

D

Dali N., 2009. Ressources et gestion intégrée des eaux du bassin de Gareat El Taref (wilaya de Khenchela). Mémoire de magister en hydrogéologie, Univ. Constantine, 1p.

DAW (Direction Agricole de la Wilaya), 2011, 2014. Etude plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Jijel.

Defranceschki M., 1996. L'eau dans tous ses états. Edition Ellipses-Paris.

Degremont G., 2005. Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10ème édition : Tec et doc. P: 3-38.

Djellit H., 1987. Evolution tectono-sédimentaire du socle Kabyle et polarité de mise en place des nappes de Flysch en Petite Kabylie occidentale (Algérie). Thèse. Univ. de Paris Sud. Centre D'Orsay. 206p.

Djellit H., 13 December 2010. Structural evolution of the Maghrébides chain (northern Algeria): Ages and styles of the tertiary paroxysmal tectonic phase. Towards a new model of the chain evolution. 1er Congrès sur la Géologie du Maghreb / First Congress on the Maghreb Geology. 3ème Journée des Géosciences « Ressources Minérales et Hydriques : enjeux et défis »

Durand Delga M., 1955. Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique (Algérie). Thèse sciences, Paris et Bull. Serv. Géol. Algérie, 2° série, n°24. 533p.

Durand Delga M., 1969. Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berberie. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, N. S, 39p. 89-131, 9fig Alger.

E

Edgard N., 2008. L'eau, la Beauce et Angerville.

Emmanuel C., 2010. Les nappes phréatiques.

ENVIRONNEMENT CANADA. Sd. En ligne. Consulté en 2006.

EUROPEENNES : Directive 98/83/CE du conseil du 3 Novembre 1998.

F

FAO (Food and Agriculture Organization) et **(WRI)** (World Resources Institute) Copyright © 2008, United Nations Environment Programme & Philippe Rekacewicz (Le Monde diplomatique).

Références bibliographiques

Fougnot J., 1990. Le magmatisme Miocène du littoral Nord constantinois. Thèse. Doct. INPL. Nancy. Paris.

G

Gilli E., Mangan C. et Mudry J., 1998. Hydrogéologie : Objets, méthodes, applications. Pas de lieu. 31P, 43-47p.

Gomella G., Guerree H. et Neveux Marc, 1974. La distribution de l'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. Edition Eyrolles.

K

Kassou N. et Kacimi I., 2010. Cours Géodynamique externe les eaux souterraines :Filière sciences de la vie et de la Terre. Univ. Mohammed V-Agdal.

Kharchenko I., 1968. Hydrology of Irrigated Lands. Hydrometeorological Publishing House, Leningrad.

Khemgani M.A., 2010. Caractérisation des sols alluviaux et de la nappe alluviale de l'oasis de Guerrara. Mémoire Mag. Agro. Université de Ouargla P 76.

L

Lehtihet A.M., 1983.Étude hydrogéologique de la plaine alluviale de l'Oued Nil (Région de Jijel). Mémoire d'Ingénieur, USTHB, Alger, 11 p.

Leemans M., Bellon J., Bovy C. et Braun M., 2002. Livre bleu.2ème édition. Berlin.72P.

Leham A. et Taleb Z., 2013.Etude géologique et géophysique et géotechnique de POS n° 03 et 04 de la région de Tassift (Taher)- wilaya de Jijel. Mémoire de géologie de l'ingénieur, Univ. Jijel, 15-26p.

M

Marsily G., 1995. L'eau. Edition: Flammarion 128.

Mebarki A.,1982. Le bassin du Kebir Rhumel,Ressource en eau et aménagement en Algérie, Thèse de doctorat 3^{ème} cycle, Uiténivers de Nancy II, 303P.

Mebarki A., 2005. Hydrologie des bassins de l'est algérien : Ressources en eau aménagement et environnement, Thèse de doctorat d'Etat, Université Mentouri de Constantine, Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, Département de l'aménagement du territoire, 360P.

Meybeck M., 1987. Global chemical weathering of surficial rocks estimated from river dissolved loads. America Journal of science.P 287-401-428.

Michard G., 2002. Chimie des eaux naturelles. Principes de géochimie des eaux. Edition publisud. 565 P.

Références bibliographiques

Ministère De développement, Environnement et Pares, 2012. Critère de qualité de l'eau de surface. Québec. Canada. 230p.

Ouabadi A., 1994. Pétrologie, Géochimie et origine des granitoïdes peralimineux à cordiérite (Cap-Bougaroun, Beni-Toufout Filfila) Algérie Nord orientale. Thèse Doct. Univ Rennes I, France (1994).

P

Plan national d'actions pour l'environnement et le développement durable. Juin 2002, p 41.

R

Ramade F., 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie des sciences de l'environnement. Edi sciences internationale. Paris.

Raoult J.F., 1972. Précision sur le flysch massylien : série stratigraphique, variation de faciès, nature du matériel remanié (Nord du Constantinois, Algérie). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. t.63 (1-2), p73-92.

Raoult J.F., 1974. Géologie du centre de la Chaîne Numidique (Nord du Constantine, Algérie. Thèse, Paris. Mém. Soc. Géol. France,nouv. Série, LIII, n°21, p.1-163,62 fig., 9pl. h.t., carte géol.h.t.

Remenieras G., 1999. L'hydrologie de l'ingénieur. Ed. Eyrolles. Paris, 456p.

Renard F., 2002. Cours d'hydrogéologie, Master professionnel-DESS, 4-5P

Robin C., 1970. Etude géodynamique du massif volcanique du Cap Cavallo El Aouana, Algérie,Thèse de 3é cycle, Paris, 130p.

Rodier J., 1984. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Bord, Paris.

Rodier J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8ème édition: Dunod, Paris.

Ross H., 1999. L'eau et santé publique. Bureau d'audiences publiques sur l'environnement.37P.

Roubault M., 1934. La kabylie du Collo, Etude géologique. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, Alger, 2ème série, N°10.

S

Semroud B., 1971. Etude pétrographique du granite du Filfila (Skikda). Thèse. Doct. 3ème cycle, Univ, Alger. Algérie.

SIGES (Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en région Centre), 2010.

Références bibliographiques

L'eau souterraine : de l'eau contenue dans les roches

Smets H., 2005. Pour un droit effectif à l'eau potable. Académie de l'eau. ALESN, Nanterre. 142P.

T

Tardy Y., 1986. Le cycle de l'eau. Masson. Paris. 338P.

Tate M., 1990. Water Demand Management in Canada: *A State-of-the-Art Review*. Social Science Series No. 23, Water Planning and Management Branch, Inland Waters/Lands Directorate, Environment Canada, Ottawa.

U

U.S. Department of the Interior, 1977 (1992). Water use. Dans: *National Handbook of Recommended Methods for Water-data Acquisition*.

V

Vila J.M., 1980. La chaîne alpine d'Algérie orientale et des côtes Algéro-Tunisiennes. Thèse d'état, Paris VI.

Vilagines R., 2000. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. Edition: Tec et Doc. Lavoisier.

W

Wallonie, 2013. Concepts hydrogéologiques abordés par la carte

WHO (World Health Organization), 1994. Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2ème édition. Vol 2. Genève.

WRI (World Resources Institute), 2007.

Sites web

[1] : www.lenntech.fr > Applications > Eau potable > normes de l'eau potable.

[2] : <http://en.wikipedia.org/wiki/jijel>

ANNEXES

Annexe 1 : Données de la précipitation

Station d'Erraguene

Année	Précipitation												
	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Annuel
2003- 2004	99,5	82,3	105,3	555,9	160,3	58,2	71	92,3	94,19	79,9	0	3,7	1402,6
2004 - 2005	82	136,3	312,5	396,1	175,8	47,5	28,2	165,69	0	0	2,59	1,2	1347,9
2011 - 2012	8,2	287,8	115,7	275,0	229,5	362,0	109,7	209,7	6,0	0,9	4,7	46,5	1655,7
2012 - 2013	58,6	54,9	92,0	122,6	273,7	258,8	359,5	87,4	120,8	0,4	5,7	38,7	1473,1
2013 - 2014	79,5	41,5	599,7	143,4	168,3	145,2	358,4	49,2	20,1	6,6	0,0	1,4	1613,3
moyenne	65,56	120,56	245,04	298,6	201,52	174,34	185,36	120,86	48,219	17,56	2,59	18,3	1498,52

Station fedoules

Année	Précipitation												
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
2004 - 2005	68,3	43,8	279,2	287,9	33,7	135,6	33,1	165,9	7,5	0,0	2,7	0,0	1057,7
2005 - 2006	11,7	11,7	11,7	213,3	180,0	147,3	46,9	55,7	38,4	0,0	0,0	0,0	716,7
2006 - 2007	55,6	13,3	20,3	229,4	68,6	93,1	293,6	77,3	5,9	40,2	0,0	0,0	897,3
2007 - 2008	49,5	162,3	148,3	241,1	17,5	38,5	234,1	0,0	72,7	2,5	0,0	17,4	983,9
2008 - 2009	60,6	36,1	173,3	121,5	378,9	140,0	92,0	224,0	36,0	0,0	0,0	43,0	1305,4
2009 - 2010	197,0	40,5	138,0	111,0	259,0	32,0	60,0	55,0	102,5	20,0	0,0	0,0	1015,0
2010 - 2011	21,0	215,0	168,0	39,0	130,0	341,0	27,1	101,0	70,0	6,0	0,0	0,0	1118,1
2011 - 2012	23,0	221,0	30,0	242,0	80,0	431,0	124,0	129,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1282,5
2013 - 2014	36,0	34,0	399,0	133,0	120,0	96,0	156,0	0,0	41,0	0,0	0,0	0,0	1015,0
Moyenne	58,077	86,411	151,977	179,8	140,85	161,611	118,53	89,766	41,555	7,633	0,3	6,988	1043,51

Station El Agrem

Année	Précipitation												
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
2004 - 2005	78,3	25,6	199,7	201,9	272,8	218,6	88,8	193,0	13,3	0,0	0,6	8,5	1301,1
2005 - 2006	80,1	40,4	164,2	208,0	188,0	189,0	70,3	45,7	41,8	2,6	0,0	18,9	1049,0
2006 - 2007	54,3	51,7	36,0	243,5	11,7	83,9	271,1	74,7	4,0	27,1	4,4	4,0	866,4
2007 - 2008	83,4	129,6	211,7	307,4	19,8	27,7	199,2	36,0	128,2	4,8	0,0	0,0	1147,8
2008 - 2009	136,2	30,4	161,5	136,6	331,4	109,6	87,7	162,1	26,5	0,0	0,5	7,7	1190,2
2009 - 2010	136,0	88,4	162,6	180,9	165,4	81,0	112,2	58,1	65,9	46,9	1,8	1,1	1100,3
2010 - 2011	58,4	271,7	190,3	110,3	102,3	216,1	78,4	90,9	40,1	31,1	0,5	0,0	1190,1
2011 - 2012	10,7	193,9	109,1	178,5	80,1	352,3	78,6	178,4	0,0	0,0	2,5	48,5	1232,6
2012 - 2013	95,7	251,2	124,4	86,0	242,2	270,5	97,8	49,8	89,3	0,0	0,0	31,8	1338,7
2013 - 2014	85,3	60,4	336,6	122,0	91,9	59,3	228,2	15,5	12,2	17,1	1,2	2,4	1032,1
MOYENNE	81,839	114,33	169,609	177,5	150,55	160,8	131,23	90,42	42,129	12,96	1,15	12,289	1144,829

Station Jijel

Année	Précipitation												
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
2004 - 2005	58,0	55,0	322,0	155,0	270,0	199,5	70,0	111,5	4,0	0,0	0,5	8,0	1253,5
2005 - 2006	33,0	13,5	206,0	160,5	176,5	172,0	55,0	26,5	28,0	1,5	0,0	45,0	917,5
2006 - 2007	31,0	74,0	25,5	344,2	5,5	95,0	263,0	80,1	14,0	38,5	4,0	1,0	975,8
2007 - 2008	96,5	156,5	200,9	237,5	41,2	20,1	185,5	28,0	153,0	3,5	0,0	0,0	1122,7
2008 - 2009	52,0	27,5	201,5	205,6	217,1	90,7	82,6	177,4	12,1	0,0	0,0	10,8	1077,3
2009 - 2010	208,4	79,8	191,9	146,6	166,6	64,5	107,8	46,4	75,2	51,5	0,4	1,0	1140,1
2010 - 2011	52,3	216,2	147,8	120,9	108,8	170,7	115,2	77,5	24,4	12,7	3,2	0,0	1049,7
2011 - 2012	14,5	95,3	161,8	137,9	82,8	488,2	86,1	192,3	7,7	0,0	0,0	150,1	1416,7
2012 - 2013	102,3	106,7	119,5	105,5	211,2	275,5	99,0	39,5	144,0	3,5	0,0	33,0	1119,2
2013 - 2014	113,3	59,3	323,4	156,5	126,6	72,6	163,4	17,3	2,1	14,4	0,0	0,0	1119,2
MOYENNE	76,129	88,38	190,02	177,02	140,63	164,88	122,76	79,649	46,449	12,56	0,81	24,89	1119,2

Station Ouled Massaouda

Année	Précipitation												
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
2002 - 2003	45,0	83,5	407,5	451,5	566,0	149,0	56,0	229,5	44,0	0,0	0,0	0,0	2032,0
2003 - 2004	119,0	76,0	129,5	347,5	219,0	56,0	59,5	157,5	171,0	70,0	0,0	0,0	1405,0
2004 - 2005	125,0	38,0	369,0	384,0	110,6	105,5	45,0	198,0	13,0	0,0	2,0	8,5	1398,6
2005 - 2006	33,5	5,0	125,0	250,5	243,5	199,0	80,5	64,0	60,0	1,0	5,0	17,5	1084,5
2006 - 2007	64,0	52,5	13,4	290,5	9,7	37,5	247,0	126,0	21,0	43,5	0,0	4,5	909,6
2007 - 2008	64,0	172,5	159,0	296,5	56,0	38,0	238,5	26,0	99,0	1,0	8,0	0,0	1158,5
2008 - 2009	94,0	31,5	228,0	152,5	420,0	149,5	107,5	217,5	51,0	0,0	0,0	18,5	1470,0
2009 - 2010	275,5	125,5	51,5	278,0	295,5	74,0	141,0	100,5	119,0	33,0	3,0	2,0	1498,5
2010 - 2011	91,5	264,5	241,0	94,0	65,5	376,0	80,5	156,5	72,5	37,5	0,0	0,0	1479,5
2011 - 2012	17,0	218,0	80,5	268,0	90,0	129,0	94,5	248,5	3,5	0,0	0,0	42,5	1191,5
MOYENNE	92,85	106,7	180,44	281,3	207,579	131,35	115	152,4	65,4	18,6	1,8	9,35	1362,8

Station El Milia

Année	Précipitation												
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
2002 - 2003	77,2	40,6	234,7	255,9	372,0	135,4	36,6	139,3	15,5	0,0	0,0	7,5	1314,7
2003 - 2004	59,7	49,4	80,4	294,9	127,8	48,2	65,3	120,9	80,5	88,8	0,0	0,0	1015,9
2004 - 2005	83,9	25,1	284,1	238,6	221,3	216,2	76,2	109,6	7,7	0,0	0,0	2,2	1264,9
2005 - 2006	17,5	13,1	101,0	192,1	178,7	129,5	49,9	15,0	27,4	4,0	0,0	3,9	732,1
2006 - 2007	41,0	32,6	33,6	263,7	16,8	73,6	210,6	53,7	9,0	31,0	0,0	3,5	769,1
2007 - 2008	45,3	130,1	137,2	139,3	20,7	33,5	170,3	18,2	60,0	0,0	6,4	0,0	761,0
2008 - 2009	37,4	25,1	133,4	150,3	219,6	97,9	48,6	131,4	30,1	0,0	0,0	20,2	894,0
2009 - 2010	189,8	150,4	139,7	136,7	148,4	40,6	66,9	41,1	77,5	12,8	0,0	0,0	1003,9
2010 - 2011	23,4	173,6	103,8	110,8	67,1	247,1	71,1	70,9	46,3	29,8	0,0	0,0	943,9
2011 - 2012	0,0	205,7	78,5	150,5	74,5	299,9	52,0	124,9	0,0	0,0	0,0	10,2	996,2
moyenne	57,52	84,56	132,63	193,28	144,69	132,189	84,75	82,499	35,399	16,64	0,64	4,75	969,57

Station d'Achouat

Année	Précipitation												
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	annuel
1988-1989	134,1	2,3	184,6	284,6	112,6	92	67,2	178,4	9,3	8,5	9,2	8,8	1091,6
1989-1990	52,2	26,7	148,5	124	120,1	0	54,1	87,2	74,1	8,5	6,2	29,4	731
1990-1991	0,9	107,4	251,2	411,2	115,4	139,6	126,2	42,2	50,5	3,3	0	3,1	1251
1991-1992	40,5	220,6	98,1	67,5	126	56	201	165	98	26	10	1	1109,7
1992-1993	12	122	60	322	108	122	67	104	67	8	7	1	1000
1993-1994	33	85	127	158	107	141	65	92	15	3	1	1	828
1994-1995	93	122	5	372	174	37	104	57	6	21	2	10	1003
1995-1996	59	72	96	95	102	304	122	129	61	45	3	11	1099
1996-1997	45	130	110	128	58	13	12	82	29	27	6	44	684
1997-1998	111	197	188	121	42	148	67	106	130	4	4	20	1138
1998-1999	94	52	338	141	163	97	62	43	6	4	2	6	1008
1999-2000	27	24	251	248	109	42	17	33	96	14	2	3	866
2000-2001	26	90	118	85	247	111	14	51	50	4	0	3	799
2001-2002	39	1	125	142	72	66	38	50	15	4	16	86	654
2002-2003	50	103	182	407	333	115	31	130	71	1	7	0	1430
2003-2004	128	76	82	220	137	83	75	97	81	56	1	4	1040
2004-2005	76	35	267	159	178	213	86	122	5	0	1	18	1160
2005-2006	56	21	134	172	12	165	55	24	33	3	0	35	710
2006-2007	45	38	40	215	34	75	268	71	14	25	3	5	833
2007-2008	71	143	291	211	107	27	172	19	145	4	0	1	1191
2008-2009	87	31	110	146	207,9	85,9	78,2	183,8	14,4	0,3	0,5	10,8	955,8
2009-2010	172,3	68,1	154,9	139,6	121,6	60,2	105,4	52,5	81	49,5	2,1	1,4	1008,6
2010-2011	53	218,5	195,9	110,3	78,6	143,5	89,8	69,7	33,4	27	8,1	0	1027,8
2011-2012	14,7	274,1	134,5	160	64,9	368,5	95,9	189,4	3,1	0,1	0,4	110,9	1416,5
2012-2013	105,6	162,8	82,6	81,4	210,3	211,6	81,2	41,9	144,6	0,6	1,6	42,9	1167,1
2013-2014	48,5	54,2	349,9	125,2	133,7	85,1	154	13	7,1	13,9	0,2	4,1	988,9
moyenne	64,37	95,25	158,62	186,37	125,92	115,43	88,76	85,88	51,51	13,873	3,588	17,70	1007,41

Station Settara

Année	Précipitation												
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
2004 - 2005	69,3	36,5	286,6	256,7	252,39	265	124,1	161,8	10	0	0	0	1462,39
2005 - 2006	17,5	13,1	101	192,1	178,6	129,5	49,9	27,8	45,79	0	0	0	755,29
2006 - 2007	32,09	28,6	34,2	244,6	23,7	81,1	239,3	70,5	32,09	33,9	3,09	7,5	830,67
2007 - 2008	51,09	129,6	150	157	22,2	28,5	268,2	11,3	67	1,79	9,39	1,7	897,77
2008 - 2009	66,4	26	140,8	148,1	237,1	116,5	77,5	184,69	47,5	0	0	8	1052,59
2009 - 2010	292,8	157,8	145,3	130,5	155	58,4	96,6	37,09	85,6	24,8	0	0	1183,89
2010 - 2011	33,5	165,8	149,8	105,9	74,5	238,3	68,4	97,4	87,2	33,1	0,0	0,0	1053,9
2011 - 2012	32,8	159,3	75,1	191,5	81,7	299,9	52,5	156,5	3,0	0,0	0,0	40,0	1092,3
2012 - 2013	64,6	39,5	62,6	104,6	183,7	257,7	105,3	60,5	93,8	0,0	0,0	20,5	992,8
2013 - 2014	22,0	102,2	496,3	88,8	137,8	114,7	238,5	68,0	16,0	19,5	0,0	0,0	1303,8
moyenne	68,21	85,85	164,19	161,99	134,68	158,97	132,07	87,58	48,8	11,319	1,249	7,77	1062,8

Station Sidi Maarouf

Année	Précipitation												
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
2002 - 2003	8,0	48,0	186,0	269,0	354,1	121,5	32,0	194,0	15,0	0,5	0,0	0,0	1228,1
2003 - 2004	65,5	61,0	55,0	305,5	142,5	36,5	48,5	96,0	79,0	27,0	0,0	0,0	916,5
2004 - 2005	60,5	39,0	243,0	269,5	236,0	236,0	78,0	149,5	5,0	0,5	0,0	0,0	1317,0
2005 - 2006	10,0	12,0	95,5	138,0	173,0	138,5	58,0	13,0	38,0	7,0	0,0	0,0	683,0
2006 - 2007	38,5	11,5	58,5	211,0	8,0	78,5	209,5	51,5	12,0	18,0	0,0	0,0	697,0
2007 - 2008	48,0	93,3	108,5	211,0	28,5	21,5	239,5	16,5	46,0	2,5	3,5	8,0	826,8
2008 - 2009	35,5	36,5	157,5	81,5	242,0	107,0	116,0	142,5	39,0	0,0	0,0	16,0	973,5
2009 - 2010	244,5	54,0	76,5	137,0	148,5	51,0	74,0	35,0	91,5	9,0	2,0	0,0	923,0
2010 - 2011	34,0	151,0	126,0	81,0	26,5	277,0	59,5	75,5	34,0	39,5	0,0	0,0	904,0
2011 - 2012	18,5	120,0	34,0	146,0	81,0	257,0	62,1	113,0	0,0	1,0	0,0	43,0	875,6
moyenne	56,3	62,63	114,05	184,95	144,01	132,45	97,71	88,65	35,95	10,5	0,55	6,7	934,45

Annexe 2 : Donnée de la température

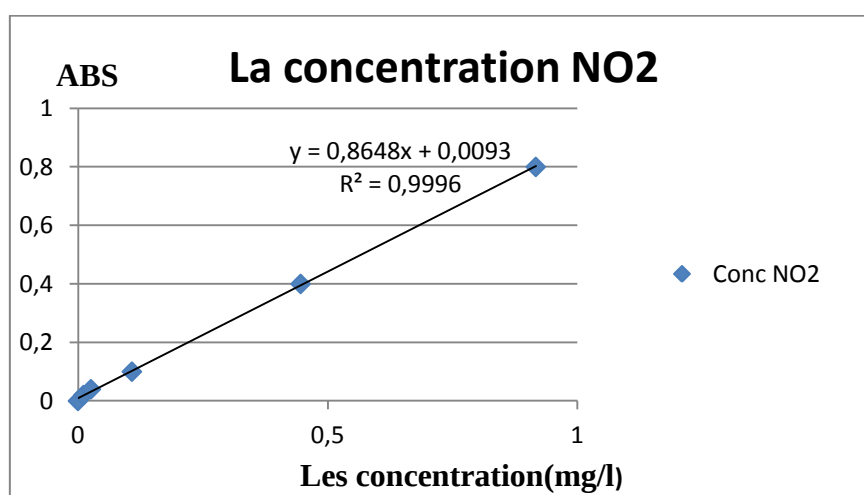
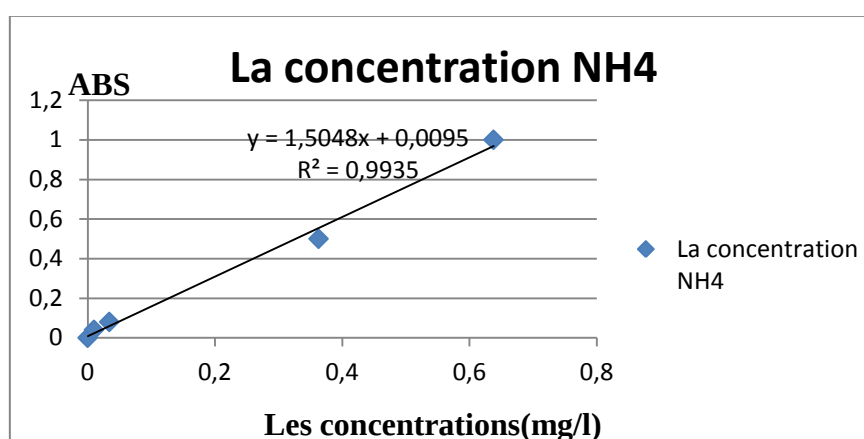
Station d'Achouat

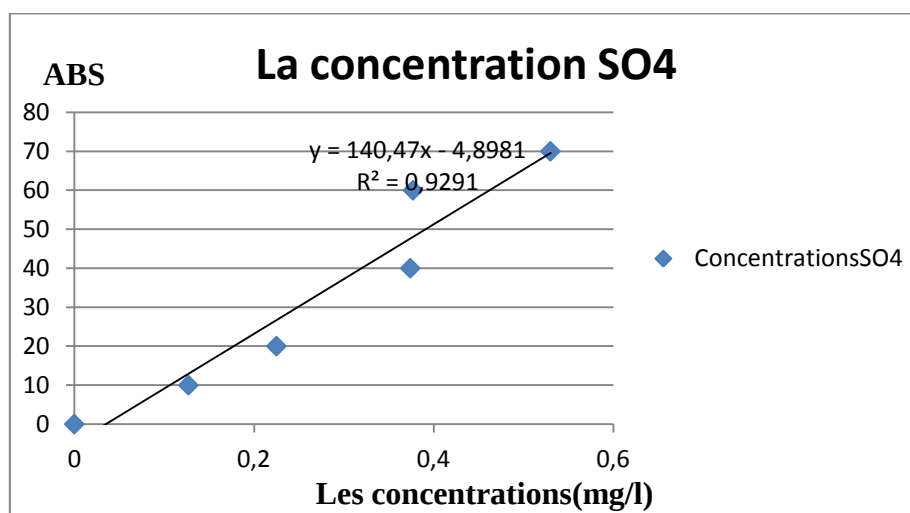
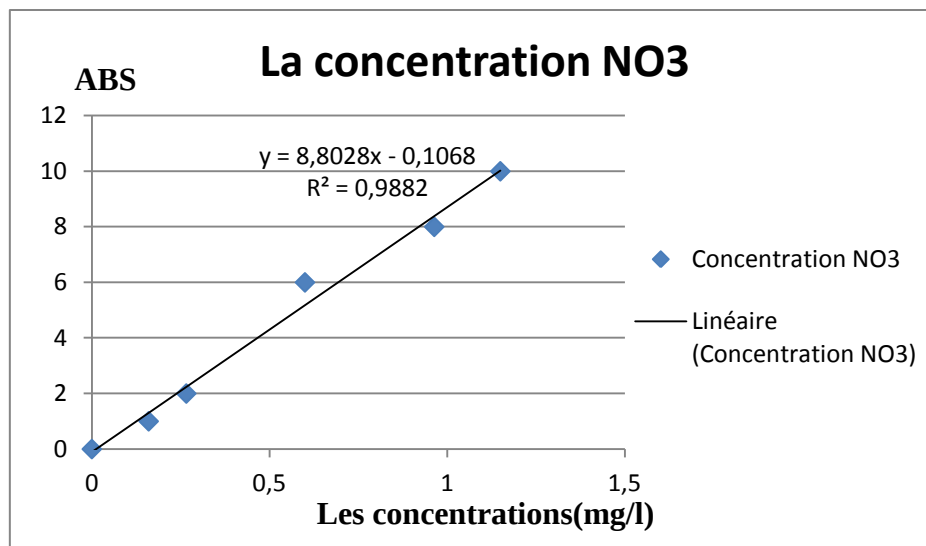
Année	Température												
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	annuel
1988-1989	21,5	20,7	15,8	11,1	10,3	11,8	13,8	14,9	17,3	21,1	25,2	26,2	209,7
1989-1990	23,5	19,7	16,4	15,3	11,5	13,2	13,9	14,3	18,3	22,1	24,5	24,3	217
1990-1991	25,4	20,9	15,7	10,7	10,5	10,6	14,4	13,5	15,2	21,2	24,7	25,8	208,6
1991-1992	24,6	19,6	14,1	11,2	9,8	11	12,3	14,3	7,5	20,4	23	24,9	192,7
1992-1993	23,7	18,5	15,1	12,2	9,6	10,7	12,1	14,6	18,7	21,6	23,8	25,4	206
1993-1994	22,5	19,8	14,5	12,1	11,9	12,2	13,6	13,9	19,2	22	25,5	28,6	215,8
1994-1995	24,9	20,5	16,9	12,6	11,8	13,4	13,1	14,1	19,2	22,4	25,1	26,1	220,1
1995-1996	22,8	20,4	16,8	15	14,4	11,5	13,8	15,7	18,1	21,7	24,7	25,6	220,5
1996-1997	21,5	17,8	16,1	14,3	13,5	12,2	12,9	15,4	19,8	23,9	24,4	25,8	217,6
1997-1998	24	20,3	16,5	13,7	12,5	12,3	13,5	15,8	18,2	22,9	24,7	25,4	219,8
1998-1999	23,7	17,8	14,4	11,4	11,6	10,4	13,6	15	20,4	23,3	25,1	27,8	214,5
1999-2000	24,8	22,9	14,7	12,2	9,5	11,9	13,6	16,3	19,7	21,9	25,9	26,6	220
2000-2001	23,5	19,4	15,4	13,4	12,5	11,2	17	15,2	18	23,4	24,9	26,1	220
2001-2002	22,9	22,6	15,1	10,7	10,7	11,7	14	15,1	18,4	22,4	24,5	25	213,1
2002-2003	22,8	19,5	16,7	13,9	11,6	11	13,7	16	18,4	25,3	27,7	28,3	224,9
2003-2004	24	21,1	16,1	12	11,4	12,3	13,6	14,9	17,2	21,7	24,8	26,7	215,8
2004-2005	24,1	22	14	12,8	9	9,2	13	16	19,8	23,5	26,2	25,5	215,1
2005-2006	23,7	21	15,7	11,8	10,9	11,3	14,2	17,8	20,8	23,4	26,1	25,4	222,1
2006-2007	23,4	22,1	17,9	13,6	12,3	13,9	13,2	16,7	19,8	22,8	25,1	26,8	227,6
2007-2008	23,5	20	14,9	12,3	12,4	13,1	9	16,6	18,9	22,3	25,9	26	214,9
2008-2009	24,2	20,3	15	11,9	11,9	11,6	13,2	15,2	20,8	23,6	27,4	27	222,1
2009-2010	23,4	20,1	16,5	14,7	12,5	13,9	14,4	16,4	18	21,5	25,5	25,5	222,4
2010-2011	23,3	20,1	19,8	13,2	11,9	11,8	14,4	17,2	19,5	22,5	26,4	26,2	226,3
2011-2012	24,4	20,5	17	13,1	11,5	8,7	13,9	16,3	19,2	24,9	26,4	27,9	223,8
2012-2013	23,6	21,1	17,1	13	11,9	10,5	15,2	16,4	18,1	20,9	25,2	25,4	218,4
2013-2014	23,7	22,8	15,4	12,5	13,3	13,6	13,4	17,1	18,9	23,2	25,5	26,3	225,7
moyenne	23,59	20,44	15,9	12,71	11,56	11,73	13,56	15,56	18,36	22,53	25,31	26,17	18,12

Station El Agrem

Année	Température												
	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Annuel
2004 - 2005	23,2	21,4	13,4	12,2	8,5	8	12,1	15,3	19,4	23,3	25,4	24,9	17,3
2005 - 2006	23,6	21,2	16,5	11,9	10,2	11,5	14,6	18,9	21,3	24,7	27,3	25,6	18,9
2006 - 2007	24	22,6	18,2	13,5	13,2	13,6	13,1	16,5	20,4	23,2	26,5	28,1	19,4
2008 - 2009	24,6	20,4	14,7	12	11,4	10,9	12,9	14,5	20,6	24,3	28,6	27,3	18,5
2009 - 2010	23,3	19,8	17,1	15,1	12,6	13,7	14,6	15,9	17,7	21,6	26,2	26,4	18,7
2010 - 2011	23,4	20,3	15,6	13,7	12,5	11,5	14,2	17,6	19,3	22,3	26,5	27,8	18,7
2011 - 2012	24,1	1,95	16,10	12,40	10,90	7,60	13,00	15,40	19,10	25,40	26,60	29,30	16,80
2012 - 2013	23,6	21,00	16,90	13,00	12,10	10,50	14,90	16,20	17,40	20,80	25,40	25,60	18,10
moyenne	23,7	18,58	16,06	12,97	11,42	10,91	13,67	16,28	19,4	23,2	26,5625	26,875	18,3

Annexe 3: Les étalons





ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على موارد المياه السطحية والجوفية في ولاية جيجل، تقع هذه الأخيرة في شمال الشرق الجزائري وتمتد على مساحة 2,396,63 كم² وهي منطقة جبلية في المقام الأول. تظهر الدراسة المناخية للمنطقة من نوع مناخ البحر الأبيض المتوسط حيث يبلغ متوسط هطول الأمطار بها حوالي 1200 مم / سنة، وتقدر درجة حرارتها بـ 18 درجة مئوية وتصل كمية المياه المتبخرة حوالي 886,78 مم / سنة وهذا يخص مركز "اشواط"، وبالنسبة لمركز العقرم " فتصل إلى 905,75 مم / سنة. اما بالنسبة للدراسة الهيدرولوجية فان ولاية جيجل تضم اربع مستجمعات للمياه الرئيسية: الحوض المائي المتجمع في واد الكبير، الحوض المائي لواد النيل ، الحوض المائي لواد جنح والحوض المائي للساحل الجيلي، فان كل الوديان الاساسية لهذه الاحواض تصب في البحر. تمكن المقارنة بين الخصائص الجيولوجية و الهيدرولوجية لطبقة المياه الجوفية من تمييز الطبقات الأكثر اهمية ، والمخزنة لأكبر كمية من المياه في هذه المنطقة مثل : التراكمت الحصوية التي تكونت على جوانب الوديان. وتبين حملات أخذ العينات من المياه الجوفية والسطحية التي نفذت ما بين شهر أفريل الى غاية ماي 2015 انها تحتوي على نسب متوسطة الى مرتفعة التركيز من العناصر المعدنية مثل الكالسيوم ،المغنزيوم ، السولفات و الكلور، بالإضافة الى تركيز عالي من العناصر العضوية خاصة النتريت و الامونيوم.

Résumé

Cette étude a pour objectif d'identification les ressources en eau superficielle et souterraines de la wilaya de Jijel. Cette dernière est localisée au Nord- Est Algérien et s'étend sur une superficie de 2, 396,63 Km², essentiellement montagneuse. L'étude climatologique montre un climat de type méditerranéen avec une précipitation moyenne de 1200 mm/an, une température est de l'ordre de 18°C et une l'ETP annuel est de 886,78 mm/an, pour la station d'Achouat, et l'ETP annuel est de 905,75 mm/an pour celle station El Agrem. L'étude hydrologique montre que la wilaya de Jijel est composée principalement de quatre bassins versants principaux : B.V.d'oued Kebir, B.V. d'oued Nil, B.V. d'oued Djendjen et B.V. côtière Djijelien qui se jettent dans la mer. Le couplage des caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des aquifère, nous a permis de distinguer des réservoirs intéressants : nappe des dépôts alluviaux formés le long des oueds ; nappe des dunes et les aquifères fissurés et Karstiques. Les campagnes d'échantillonnage des eaux de surface et souterraines réalisées durant la période d'avril à mai 2015 montrent l'existence des concentrations moyenne à élevée des éléments majeurs (Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻ et Cl⁻), et fortes concentrations des éléments organiques surtout en nitrites et en ammonium.

Abstract

This study aims to identify surface water and groundwater resources in the wilaya of Jijel. The latter is located in the north eastern Algeria and extends over an area of 2.396,63 Km² mainly mountainous. The climatological study shows a Mediterranean climate with an average rainfall of 1,200 mm / year, temperature is about 18 ° C and an annual ETP is 886, 78 mm / year for the station of Achouat and annual ETP is 905,75 mm / year for the resort El Agrem. The hydrological study shows that the wilaya of Jijel is mainly composed of four major watersheds: under watershed Kebir, under watershed Nile, under watershed Djendjen and under watershed coastal Djijelien flowing into the sea. The coupling of geological and hydrogeological characteristics of the aquifer, allowed us to distinguish interesting tanks: tablecloth alluvial deposits formed along the wadis; tablecloth dunes and cracked and Karst aquifers. The sampling campaigns of ground and surface waters carried out during the period April to May 2015 show the existence of medium to high concentrations of the major elements (Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻, and Cl⁻), and high concentrations of the elements especially organic nitrite and ammonium.

