

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEM

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

ET DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du

Diplôme de Master II

en Sciences de la Terre et de l'Univers

Option: *GEO-RESSOURCES*

AHMED AMMAR Youcef

**GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS LA
COMMUNE DE GHAZAOUET
BILAN ET PERSPECTIVES**

Soutenu le, / / 2014, devant les membres du jury :

M M ADASSI	Président	Université de Tlemcen
Mme K BABA-HAMED	Encadreur	Université de Tlemcen
M A BOUANANI	Co-Encadreur	Université de Tlemcen
Mme F HADJI	Examinatrice	Université de Tlemcen
Mme L YEBDRI	Examinatrice	Université de Tlemcen

Année universitaire 2013-2014

Je dédie ce modeste travail :

A ceux qui ont tout sacrifié pour moi depuis
mon enfance et qui ont tout fait pour ma
formation, chers parents vous avez toute la
gratitude.

A mes frères et mes chères sœurs,

A toute ma famille et mes amis.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie **ALLAH** tout puissant de m'avoir donnée la force et les moyens pour accomplir ce modeste travail.

Je tiens à remercier vivement **Mme K. BABA-HAMED** et **Mr A. BOUANANI** mes encadreurs, qui ont donné un sens à mon travail grâce à leurs conseils et leurs orientations significatives.

Je remercie aussi **M M. ADASSI**, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury et les membres du jury, Mesdames **F.HADJI** et **L.YEBDRI** qui ont accepté d'examiner ce travail et lui apporter un plus. Merci.

J'exprime ma gratitude à l'ensemble des enseignants du Département des Sciences de la Terre et de l'Univers qui ont contribué à notre formation, je les prie de bien vouloir croire à mon profond respect en espérant que ce humble travail fera crédibilité de leurs efforts.

De vifs remerciements à **M N.BOUSSEMAHA** directeur du laboratoire des travaux publics de l'Ouest, unité de Tlemcen.

Mes remerciements vont aussi aux organismes :

- L'Algérienne des Eaux - Unité de Tlemcen.
- La Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Tlemcen.
- La Direction des Services Agricoles de Tlemcen.
- Le Laboratoire des Travaux Publiques de Tlemcen (L.T.P.O)

RESUME

Ce travail a pour objet d'étudier les caractéristiques de la Commune de Ghazaouet, afin de déterminer l'impact de chaque élément du milieu physique sur l'abondance de la ressource en eau superficielle et souterraine (la géologie, le climat, et enfin l'hydrogéologie), comment faut-il orienter la politique de gestion et de l'utilisation de l'eau? Et comment répondre aux besoins sans cesse croissants, des différents secteurs?

Situé dans l'extrême Nord Ouest de la Wilaya de Tlemcen, la Commune de Ghazaouet constitue une zone stratégique par avec son port (marchandise, de pêche, voyageur), son industrie locale, et sa démographie.

La réponse aux questions posées passe inéluctablement par une analyse des composantes de l'hydro-système de la région d'étude, par une étude des facteurs physico-géographiques, climatiques hydrologiques et hydrogéologiques.

Notre travail a débouché sur la nécessité de comprendre le fonctionnement du système hydraulique d'une part et, d'autre part, sur l'évaluation des ressources en eau naturelles et non conventionnelles, pour pouvoir déterminer celle qui est la plus importante pour une gestion intégrée de ces ressources, estimer les potentialités et les confronter aux besoins dans notre secteur d'étude.

Mots-clés : Ghazaouet -Eaux superficielles et souterraines- Dessalement - Evaluation – Gestion –Bilan - Utilisation - Besoins.

Abstract

This work has the aim of studying the characteristics of the Commune of Ghazaouet, in order to determine the Impact of each element of the physical environment on the abundance of the surface water resources and that underground (geology, climate, and finally hydrogeology), how is necessary it to direct the policy of management and the use of water? And how to meet the unceasingly increasing needs, of the various sectors?

Located in the extreme Western North of the Wilaya of Tlemcen, the Commune of Ghazaouet, constitutes a strategic zone by with its port (goods, of fishing, traveler), its local industry, and itsdemography.

The answer to the asked questions passes ineluctably by an analysis of the components of the hydro-system of the area of study, by a study of the factors physic-geographical, Climatic, hydrological and hydrogeologic.

Our work emphasize to the need for understanding the operation of the hydraulic system on the one handand, on the other hand, on the evaluation of resources out of water natural and non-conventional, to be able to determine that which most important for a management is integrated of these resources, to estimate the potentialities and to confront them with the need sin our sector for study.

Keywords: Ghazaouet - Surface and underground Waters- Desalination - Evaluation – Management –Assessment - Use - Needs

الملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة خصائص بلدية الغزوات وذلك بتحديد تأثير كل عنصر من عناصر البيئة على وفرة المياه الجوفية والسطحية (الجيولوجيا والمناخ، الهيدرولوجيا)، كيفية توجيه سياسة تسير واستخدام المياه؟ موارد في وكيفية تلبية الاحتياجات المتنامية من المياه لمختلف القطاعات؟

تقع في شمال غرب ولاية تلمسان، بلدية الغزوات تمثل موقع استراتيجيا بفضل مينائها (البضائع، الصيد والسفر)، صناعاتها المحلية ونموها الديموغرافي.

إن الإجابة على هذه الأسئلة مرت بدراسة وتحليل مكونات النظام المائي لمنطقة الغزوات، مع دراسة العوامل الفيزيائية، الجغرافية، المناخية، الهيدرولوجية والهيدرولوجية.

لذلك تطرق عملن إلى فهم تشغيل النظام الهيدروليكي للمنطقة من جهة، ومن جهة أخرى، تقييم موارد المياه (السطحية والجوفية) من أجل تحديد من هي الأكثر أهمية لتسييرها، وتقدير الإمكانيات لمواجهة الاحتياجات في منطقة الغزوات.

الكلمات الرئيسية: الغزوات – المياه السطحية والجوفية- تحلية المياه- التقدير – التسيير- توازن- الاحتياجات

Sommaire

REMERCIEMENTS	1
RESUME	2
Abstract	3
الملخص	4
Liste des figures	7
Liste des tableaux	8
LISTE DES ABREVIATIONS	9
Introduction Générale.....	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre I: Généralités

1.1	Situation régionale	3
1.2	Situation géographique et administrative	3
1.3	Les unités morpho-pédologiques	4
1.3.1	Unité de versants	5
1.3.2	Unité de terrasses	5
1.3.3	Unité de plateaux.....	5
1.3.4	Unité apparentée aux collines	5
1.4	Les données hydrographiques et hydrologiques.....	5
1.4.1	Les données hydrographiques	5
1.4.2	Les données hydrologiques	7

Chapitre II :Etude géologique et Caractéristique hydrogéologique

2.1	Etude géologique	9
2.1.1	Du point de vue stratigraphique	9
2.1.2	Du point de vue tectonique.....	13
2.2	Hydrogéologie	13
2.2.1	Aquifère plio-quadernaire	13
2.2.2	Aquifère du Lias.....	15

Chapitre III : Etude Climatique

3.1	Introduction	19
3.2	Etude des précipitations.....	19
3.2.1	Précipitations annuelles.....	19
3.2.2	Précipitations saisonnières	21
3.2.3	Précipitations moyennes mensuelles.....	22

3.3	Étude des Températures.....	22
3.4	Synthèse climatique.....	24
	Visualisation graphique (Diagramme de Bagnouls et Gausсен).....	24
	Indices climatiques.....	24

Chapitre IV: Ressources en eau

4.1	Introduction	29
4.1.1	Ressources superficielles.....	29
4.1.2	Ressources souterraines.....	29
4.1.3	Ressources en eau non conventionnelles	36

Chapitre V : Gestion des ressources en eau: Bilan et perspectives

5.1	Etude Socio-économique.....	39
5.1.1	Evolution de la population de la Commune.....	39
5.1.2	Perspectives démographiques	40
5.1.3	Estimation de l'évolution des besoins Actuels.....	42
5.1.4	Estimation de l'évolution des besoins futurs.....	55
5.2	Balance des besoins futurs Globaux / Ressources Mobilisées.....	58
Conclusions et Recommandations		39

Liste des figures

Figure 1-1 : Situation géographique de la Daïra de Ghazaouet	4
Figure 1-2 : Situation géographique de la Commune de Ghazaouet	4
Figure 1-3 : Carte de la vallée de l'Oued Ghazouanah (A.N.R.H, 2008).....	7
Figure 2-1 : Extrait de la carte géologique de l'Algérie (A.N.R.H, 2008).....	10
Figure 2-2 : Caractéristiques hydrogéologiques des principales formations géologiques	16
Figure 2-3 : Extrait de la carte hydrogéologique interprétative de la région de Ghazaouet	17
Figure 3-1: Variations des précipitations moyennes annuelles à la station de Ghazaouet (1973-2011).....	20
Figure 3-2 : Variations des précipitations saisonnières à la station de Ghazaouet (1973-2011).....	21
Figure 3-3 : Variations des précipitations moyennes mensuelles à la station de Ghazaouet	22
Figure 3-4 : Températures moyennes mensuelles, maximales et minimales à la station de Ghazaouet	23
Figure 3-5 : Diagramme pluvio-thermique de la station de Ghazaouet (1973-2011)	24
Figure 3-6 : Abaque de De Martonne.....	25
Figure 4-1 : Extrait de la carte des ressources en eaux souterraines du Nord ouest algérien	31
Figure 4-2 : Localisation des stations de dessalement de la Wilaya de Tlemcen (A.D.E-Tlemcen)	36
Figure 5-1 : Evolution de la population de la commune de Ghazaouet 1966/2008.....	40
Figure 5-2: Perspectives d'évolution de la population de la commune de Ghazaouet	41
Figure 5-3 : Evolution des besoins en A.E.P en 106 m ³ /an entre 2008 et 2012	46
Figure 5-4 : Evolution des besoins futurs en A.E.P (x 10 ⁶ m ³ /an)	56
Figure 5-5: Bilan besoins futurs globaux / ressources mobilisables (2015-2025).....	58
Figure 5-6 : Bilan besoins actuels et futurs globaux / ressources mobilisables (2010-2025)	59

Liste des tableaux

Tableau 3-1: Caractéristiques de la station climatique de Ghazaouet (1973-2011)	19
Tableau 3-2: Précipitations moyennes annuelles à la station de Ghazaouet(1973-2011)	19
Tableau 3-3: Précipitations saisonnières au niveau de station de Ghazaouet.....	21
Tableau 3-4 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Ghazaouet (1973-2011).....	22
Tableau 3-5 : Températures moyennes mensuelles, maximales et minimales à la station de Ghazaouet.....	23
Tableau 3-6 : Tableau.6: Indice d'aridité annuel de De Martonne	25
Tableau 3-7: Valeurs des indices d'aridité mensuels de De Martonne.....	26
Tableau 3-8: Caractérisation des mois	26
Tableau 3-9 : Indice annuel de Moral à la station de Ghazaouet.....	27
Tableau 3-10: Indice mensuel de Moral à la station de Ghazaouet	27
Tableau 3-11: Type et Poids mensuels.....	28
Tableau 3-12: Indice d'Emberger.....	28
Tableau 4-1 : Caractéristiques des forages (Chebikia et Zrigua II)	30
Tableau 4-2 : Caractéristiques des forages (Sidi Amer, Ramla et OuledZiri)	33
Tableau 4-3 : Répartition des puits à travers la Commune de Ghazaouet	33
Tableau 4-4 : Inventaire des points d'eau à travers la commune de Ghazaouet	34
Tableau 4-5: Sources captées dans la Commune de Ghazaouet	35
Tableau 4-6 : Fiche de la station de dessalement Ghazaouet 1	37
Tableau 4-7 : Fiche de la station de dessalement Ghazaouet 2	38
Tableau 4-8.: Fiche de la station de dessalement Souk Tleta	38
Tableau 5-1: Evolution de la population 1966/2008 dans la Commune de Ghazaouet	39
Tableau 5-2 :Variation du taux d'accroissement global	39
Tableau 5-3.: Perspectives d'évolution de la population de Ghazaouet	41
Tableau 5-4: Estimation de la demande en eau en 2008	42
Tableau 5-5 : Bilan de la demande en eau 2008.....	43
Tableau 5-6 : Dotations de J.Bodin, 1962 (L/j/hab)	44
Tableau 5-7 : Hypothèses du calcul (L/j/hab).....	45
Tableau 5-8.: Besoins actuels de l'AEP - Hypothèse forte	45
Tableau 5-9 : Besoins actuels de l'AEP - Hypothèse faible.....	45
Tableau 5-10 : Consommation journalière et annuelle du Parc EPG	47
Tableau 5-11 : Consommation journalière et annuelle du complexe d'électrolyse	48
Tableau 5-12 : Besoins en eau des différentes unités industrielles.....	48
Tableau 5-13.: Ouvrages destinés à l'agriculture	50
Tableau 5-14.: Estimation des besoins en eau des différentes activités sanitaires.....	51
Tableau 5-15 : Estimation des besoins en eau des différentes activités administratives.....	52
Tableau 5-16: Estimation des besoins en eau des différentes activités sécuritaires.....	52
Tableau 5-17: Estimation des besoins en eau d'Hôtel Ziri	53
Tableau 5-18 : Récapitulation des besoins en eau des différentes activités.....	53
Tableau 5-19 : Bilan de Volume produit, distribué et facturé entre 2010-2012.....	53
Tableau 5-20: Balance Besoins en A.E.P- Offre actuelle	54
Tableau 5-21 : Balance Besoins en eau - Offre actuelle	54
Tableau 5-22: Besoins actuels et futurs de l'AEP - Hypothèse forte.....	55
Tableau 5-23 :Besoins futurs de l'AEP - Hypothèse faible.....	55
Tableau 5-24 : Besoins futurs en A.E.I (m ³ /an)	56
Tableau 5-25.: Evaluation des besoins des équipements.....	57
Tableau 5-26 : Déterminations des besoins futurs globaux des différents secteurs aux différents horizons	58

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP : Alimentation en eau potable
A.E.A : Alimentation en eau d'agriculture
A.E.I : Alimentation en eau d'industrie
ADE : Algérienne des Eaux
A.N.R.H : Agence nationale des ressources hydrauliques
D.S.A : Direction des Services Agricoles
D.R.E : Direction des Ressources en Eau
SDEM : Station de dessalement d'eau de mer
Hab : Habitant
L/s : Litre par seconde
m³ : Mètre cube
m³/j : Mètre cube par jour
Mm³/an : Million de mètres cubes par année
Od : Oued
Prof. : Profondeur
Code COM : Code commercial
Code SBV : Code de la Subdivision
EPG : Entreprise Portuaire Ghazaouet
T.A.G : Taux d'accroissement global
ECO : Entreprise de Céramique Ouest
Pop : population
Vol dis : Volume distribué
Hyp : hypothèse
ALZINC: Usine d'Electrolyse du Zinc



Introduction générale

Les ressources en eaux de surface et souterraines sont l'une des richesses capitales du pays. L'eau reste une ressource limitée et vulnérable qui est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement. Sa protection et sa bonne gestion sont donc une nécessité.

Les pénuries d'eau, par exagération, ont été plus souvent associées à certains phénomènes naturels (désertifications, changements climatiques) qu'à des erreurs humaines comme le souligne un expert: « *il existe aujourd'hui une crise de l'eau mais cette crise n'est pas due à son insuffisance à satisfaire nos besoins ; elle résulte plutôt d'une si mauvaise gestion de cette ressource que des milliards de personnes-et l'environnement-en souffrent grandement*» (Burton. J, 2001)

Face à l'augmentation vertigineuse des besoins par rapport à des ressources mobilisées relativement limitées, à la pollution grandissante de ces ressources, qu'elles soient superficielles ou souterraines, l'Algérie, comme tout les autres pays du monde, est sensée mener une politique de l'eau. Une prise de conscience a débuté par la mise en œuvre d'un ambitieux programme de réalisation de barrages– réservoirs à court, moyen et long terme.

Situé dans l'extrême Nord Ouest de la Wilaya de Tlemcen, la Commune de Ghazaouet constitue une zone stratégique par avec son port (marchandise, de pêche, voyageur), son industrie locale, et sa démographie.

Dans cet espace, l'eau représente le facteur moteur du développement industriel, touristique, agricole, urbain et rural de la région, nécessitant sa mobilisation en quantités énormes.

Par ailleurs, les projets réalisés et ceux en cours d'étude pourront-ils répondre de manière adéquate aux besoins sans cesse croissants en eau?

Aussi, une politique dans ce sens est à concevoir et à mettre en œuvre sur la base des données exactes et suffisantes sur les potentialités hydriques de la région.

Notre travail se veut comme une modeste contribution dans ce sens et a pour but d'étudier la dualité hydrique, à savoir la mobilisation et l'utilisation des eaux superficielles, souterraines et les eaux dessalées.

La problématique de cette recherche s'articule autour d'un certain nombre de questions et son but est d'essayer de donner des éléments de réponse:

-Comment faut-il orienter la politique de gestion et de l'utilisation de l'eau dans la région de Ghazaouet?

- Comment répondre aux besoins sans cesse croissants, des différents secteurs?

La réponse à ces deux questions fondamentales passera obligatoirement, et comme nous l'avons souligné, par une meilleure compréhension et une analyse des composantes de l'hydro-système de la région. C'est ainsi, que nous nous sommes intéressée aux facteurs physico-géographiques (topographie, géologie, pentes, morphométrie, couvert végétal, hydrogéologie ...), ainsi que ceux climatiques, hydrologiques et hydrogéologique.

Notre travail a débouché sur la nécessité de comprendre le fonctionnement du système hydraulique d'une part et, d'autre part, sur l'évaluation des ressources en eau naturelles et non conventionnelles, pour pouvoir déterminer celle qui est la plus importante pour une gestion intégrée de ces ressources, estimer les potentialités et les confronter aux besoins dans notre secteur d'étude.

Nous avons organisé notre mémoire en deux parties essentielles:

La première a été consacrée aux caractéristiques naturelles de la région, afin de déterminer l'impact de chaque élément du milieu physique sur l'abondance de la ressource en eau de surface et celle souterraine (la topographie, la géologie, le climat, et enfin l'hydrogéologie).

La deuxième, quant à elle, a été consacrée à la question: comment faut-il orienter la politique de gestion et de l'utilisation de l'eau dans la région, et comment répondre aux besoins sans cesse croissants, des différents secteurs ?



PREMIERE PARTIE

*Caractéristiques naturelles
de la région d'étude*



Chapitre I: Généralités

1.1 Situation régionale

Le périmètre d'étude retenu dans notre travail concerne la commune de Ghazaouet, située dans la Wilaya de Tlemcen, dans la partie méridionale des monts des Traras. Elle constitue avec Beni-Saf l'armature maritime de la région extrême ouest algérienne. Son relief est formé principalement par la vallée de Ghazouanah encadrée par des falaises abruptes où surplombent les replats d'OuledZiri, Arcoub et Sidi Amar.

L'isolement de Ghazaouet dans le passé était dû à un cadre topographique accidenté et à la vétusté des voies de communication. Avec l'ouverture des voies Ghazaouet - Maghnia (46 km) et Ghazaouet - Tlemcen (68 km), l'enclavement dont elle souffrait s'est estompé. Il reste néanmoins que le port de Ghazaouet est important et doit jouer son véritable rôle pour tout l'extrême ouest de l'Algérie.

1.2 Situation géographique et administrative

Commune côtière, située au centre des monts des Traras, elle a un relief accidenté et légèrement parallèle à la côte, elle constitue sur le plan topographique une rupture entre le littoral et son arrière pays. (PDAU de la ville de Ghazaouet, 1996).

L'isolement géographique de Ghazaouet n'est que partiellement rompu par la percée naturelle de la vallée de Ghazouanah, elle est bloquée au Sud par les Chaînons de Fillaoucène et El Goulia.

Couvrant une superficie de 28 Km², la commune de Ghazaouet est limitée : (Fig.1.1 et 1.2):

- Au Nord, par la mer Méditerranée,
- Au Sud, par la commune de Tient,
- Au Sud-Est, par la commune de Nedroma,
- A l'Ouest, par la commune de Souahlia,
- A l'Est, par la commune de Dar Yaghmoracène.

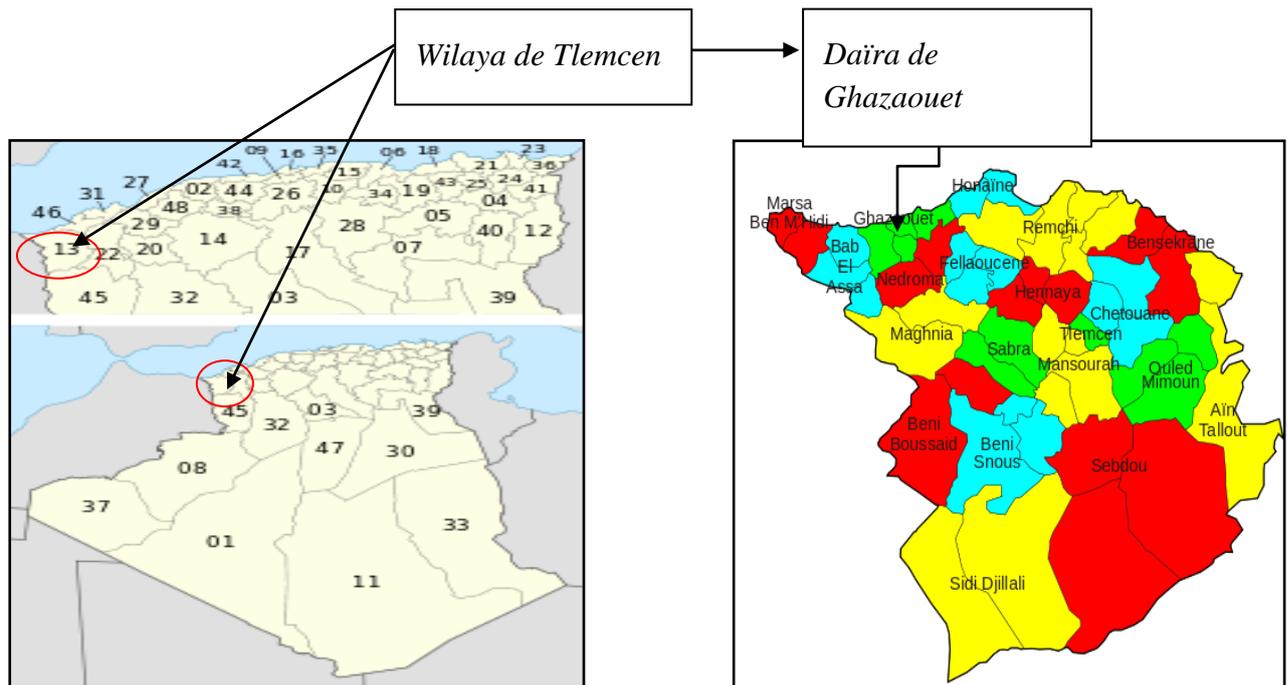


Figure 0-1 Situation géographique de la Daïra de Ghazaouet

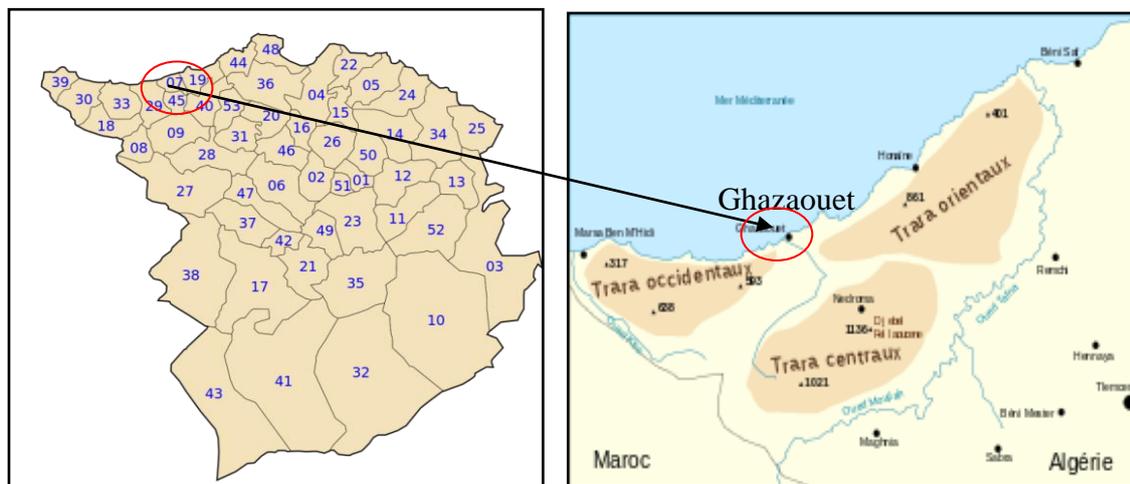


Figure 0-2 Situation géographique de la Commune de Ghazaouet

1.3 Les unités morpho-pédologiques

L'aspect morpho-pédologique peut mettre en évidence les contraintes majeures liées aux sols. Il est l'un des paramètres les plus importants lié à la définition des aptitudes des terres en vue de leur affectation.

De part son appartenance aux monts des Traras, l'espace communal de Ghazaouet reste dominé quasi intégralement par un relief montagneux.

On peut citer les unités morpho-pédologiques suivantes :

1.3.1 Unité de versants

Unité prédominant le paysage montagneux notamment à l'Est et au Sud de la commune. Les sols sont hétérogènes généralement peu profonds, alternant les sols très dégradés (à sub-affleurement rocheux) aux sols peu profonds, humifères, stabilisés sans couvert forestier. Les sols rouges sont très faiblement localisés.

1.3.2 Unité de terrasses

Couvre les terrasses alluviales formées le long de Oued Ghazouanah en discontinuité avec des sols profonds limono-argileux, non caillouteux.

1.3.3 Unité de plateaux

Elle couvre de très faibles espaces, et se confine sur les autres collines avec des sols rouges à dominance argilo-sableuse, non calcaires de profondeur moyenne.

1.3.4 Unité apparentée aux collines

Cette unité se rapproche de l'unité à relief montagneux mais à déclivité relativement moins importante, avec des sols hétérogènes alternant les sols calcaires caillouteux avec des sols rouges plus profonds. Cette unité couvre une partie de la région Ouest et Sud-Ouest de la commune.

D'une manière générale, la commune de Ghazaouet est profondément touchée par l'action de l'érosion hydrique qui est très intense, notamment: dans la zone des Anabras.

Le relief de la commune se caractérise par de petites entités topographiques dont les plus répondues sont les systèmes de versants.

1.4 Les données hydrographiques et hydrologiques

1.4.1 Les données hydrographiques

L'écoulement des eaux des monts des Traras se fait sur oueds suivant une ligne de partage des eaux définie par les crêtes de Djebel Fillaoucène et El Goulia. La distribution des cours d'eau est donc fonction de l'exposition des versants (Hadou, 1994).

La Méditerranée collecte les eaux drainées par les Oueds des versants Nord et la Tafna recueille par le biais de ses affluents les eaux du versant Sud. La commune de Ghazaouet se situe sur le flanc Nord des monts des Traras. Le réseau hydrographique est représenté par un embryon d'Oueds aux profils courts et aux vallées encaissées.

Parmi les Oueds les plus importants, on trouve :

- **Oued Ghazouanah ou El Marsa** : Centre de la commune et en plein centre de la ville. Il est également orienté du Sud vers le Nord et il présente un lit large et sinueux qui dégage de nombreuses terrasses parfois très larges destinées à l'agriculture irriguée. Il constitue par la superficie de son bassin versant, le cours d'eau le plus important des Monts des Traras 287 km². Il résulte de la confluence de plusieurs oueds. Le profil longitudinal de Oued Ghazouanah est entrecoupé de petits méandres correspondant sur le plan géomorphologique aux légers replat d'alluvionnements qui parsèment la section aval de l'Oued (Fig 1.3).

- **Oued Ayadna** : Ce cours d'eau n'est pas d'une grande importance. Il est localisé à la limite Nord et Nord Est de la commune.

- **Oued Abdellah**: d'orientation du Sud vers le Nord. Il est très encaissé avec des bords abrupts, de fortes pentes, se présentant souvent sous forme de ravins.

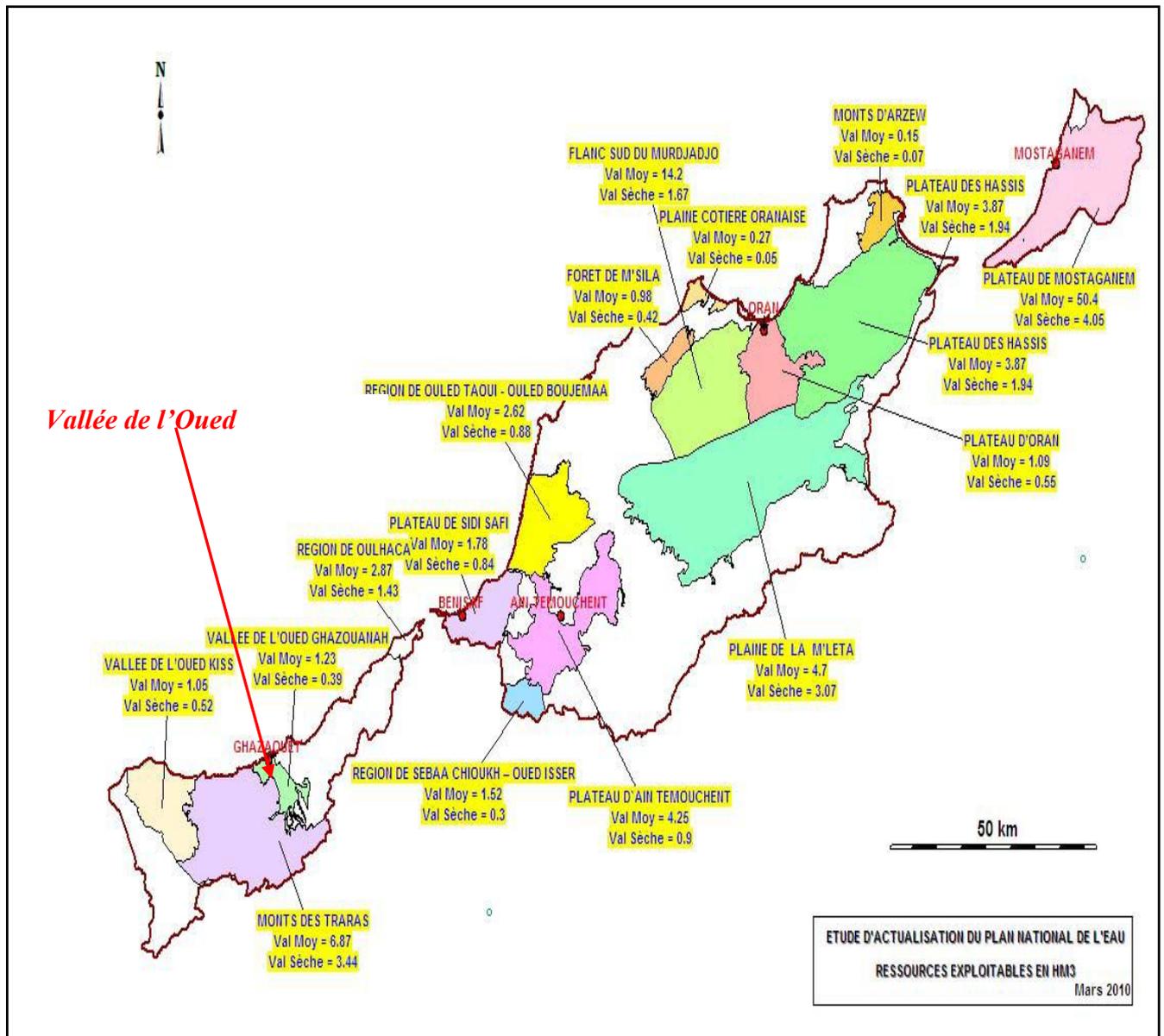


Figure 0-3 : Carte de la vallée de l'Oued Ghazouanah (A.N.R.H, 2008)

1.4.2 Les données hydrologiques

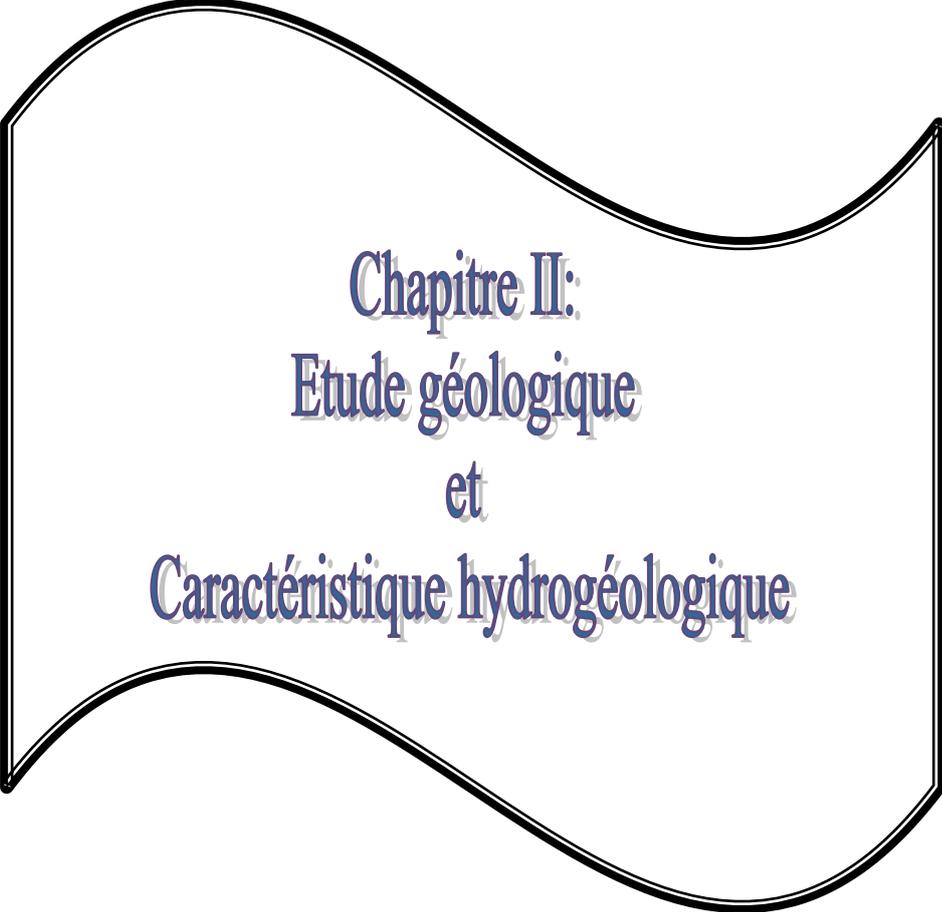
De tous les cours d'eau de Ghazaouet, Oued Ghazouanah est le seul qui fut l'objet de mesures hydrologiques précises conséquence directe de la sécheresse d'été, les débits d'étiage sont enregistrés vers la fin d'août et au début de septembre. Ils sont de l'ordre de 40 L/s. Inversement, et à la faveur de pluies d'hiver s'annonçant des crues qui sont parfois très violentes.

Les débits moyens relevés sont fonction de l'intensité de la crue. Ils peuvent approcher $250 \text{ m}^3/\text{s}$ pour les fortes crues et $125 \text{ m}^3/\text{s}$ pour les crues de moyenne intensité (A.N.R.H).

• **Les crues:**

Les fortes crues de Oued Ghazouanah ont surtout lieu en automne La plus désastreuse a été enregistrée le 26 Septembre 1906, à la suite d'un orage d'une violence inouïe; Oued Ghazouanah, à sec la plus grande partie de l'année, sortait de son lit et inondait tous les jardins et la partie ouest de la ville, connue sous le nom de « la banlieue ».

Dés le 23 Septembre 1906, un orage d'une grande violence s'abattait sur Nemours (Ghazaouet), le 26 Septembre 1906 vers 6 heures du soir une pluie de grêlons de la grosseur d'une noix s'abattait, sur la ville, tandis que la pluie ne cessait de tomber, la hauteur d'eau dans les rues atteigne jusqu'au 3 où 4 m. Le débit moyen de cette crue est de $59 \text{ m}^3/\text{s}$ et atteignant un débit maximum de $75 \text{ m}^3/\text{s}$ (1906). Nemours (Ghazaouet) a subi d'autres crues importantes (Octobre 1907, 9 Décembre 1931, 1954 et Mai 1968).



Chapitre II:
Etude géologique
et
Caractéristique hydrogéologique

1.1 Etude géologique

1.1.1 Du point de vue stratigraphique

A partir de la carte géologique de l'Algérie à l'échelle 1/200 000 (fig.2.1), nous avons procédé à établir une esquisse géologique. Cette esquisse, nous a permis d'observer les formations géologiques suivantes, des plus anciennes aux plus récentes.

a- Secondaire

- Trias : Ce sont argiles affleurant à côté des vallées des oueds avec des étendues très limitées.
- Lias : représenté par des calcaires très durs, occupant des parties très vastes à l'Est et au Sud ouest de la commune de Ghazaouet.
- Oxfordien supérieur : réduit, se localise sur une partie du Sud-Est à côté d'OuedTleta.

b- Tertiaire

Synchro-nappes: représenté par des marnes se trouvant sur une petite partie au Sud de Oued Ghazouanah.

c- Quaternaire

- Basalte quaternaire: Ce sont des roches volcaniques s'étalant sur les points les plus hauts.
- Calabrien marin et dunaire: ces formations se localisent sur les parties Est limitrophes de la mer.
- Croûtes calcaires anciennes: sont dispersées en petites superficies sur l'ensemble de la commune.
- Post-calabrien anté-croûte: se limitant à la partie sud d'Oued Abdellah.
- Alluvions: occupent des surfaces étendues sur les vallées d'Oued et le Nord ouest de la région.

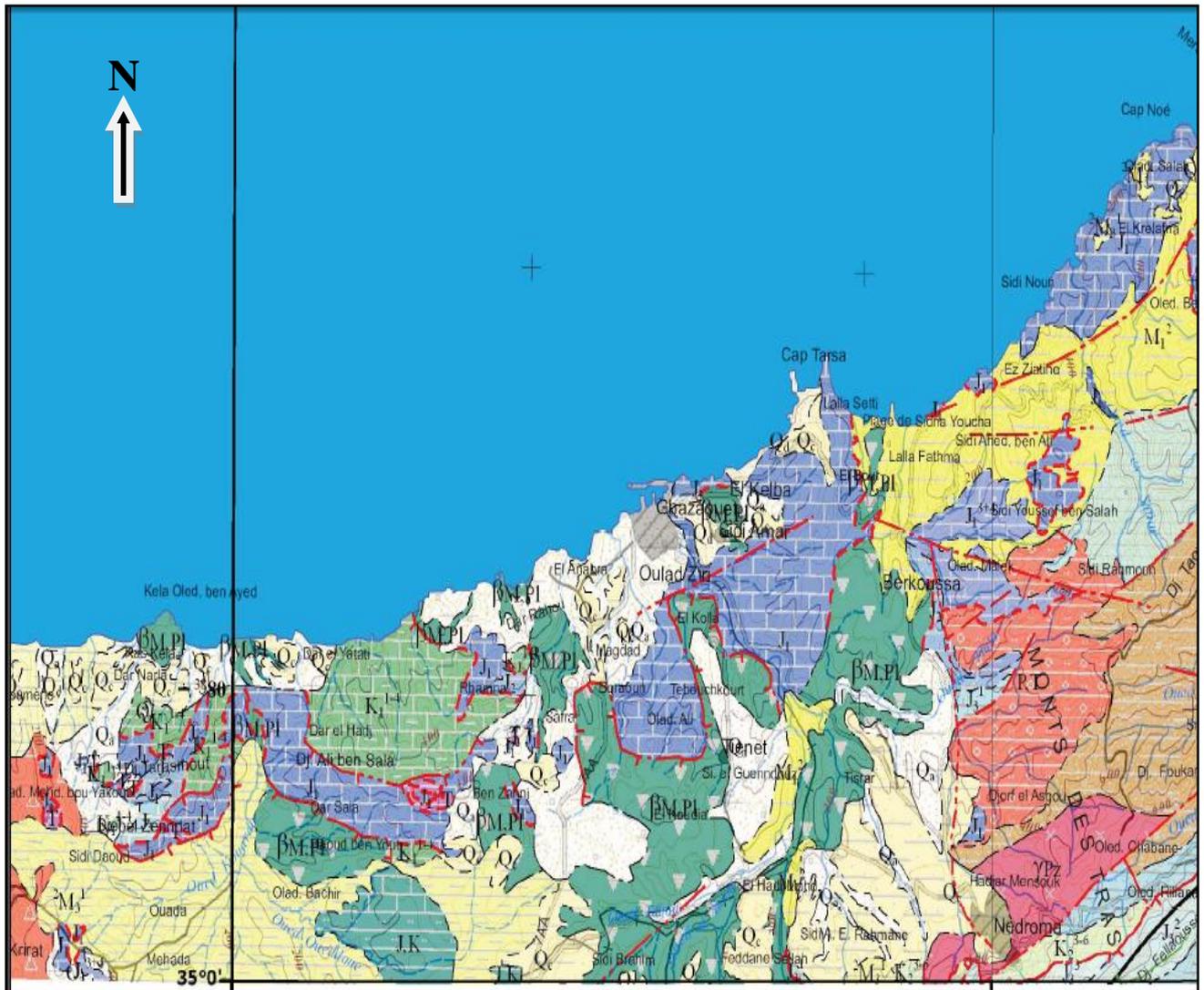
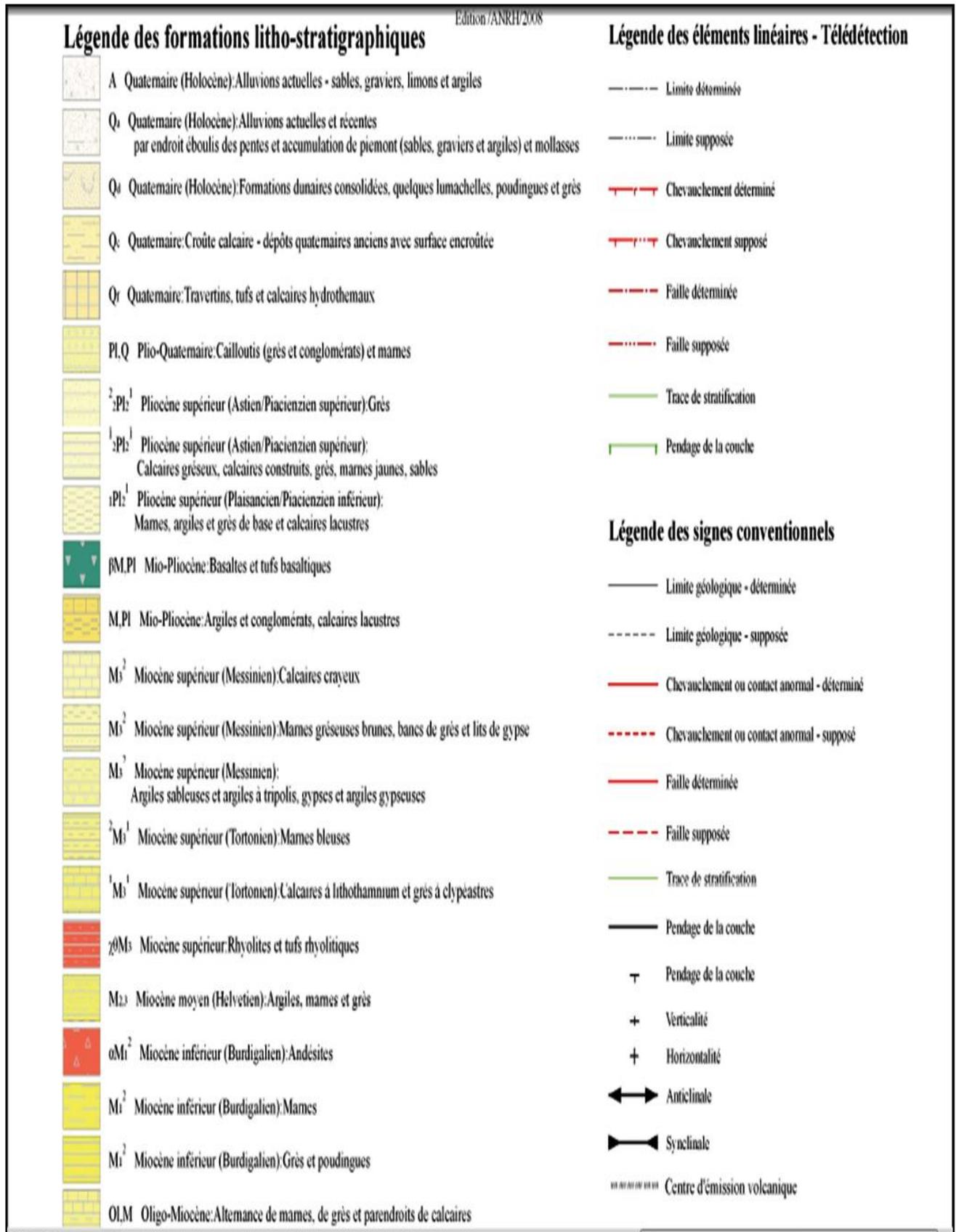


Figure 0-1 : Extrait de la carte géologique de l'Algérie (A.N.R.H, 2008)



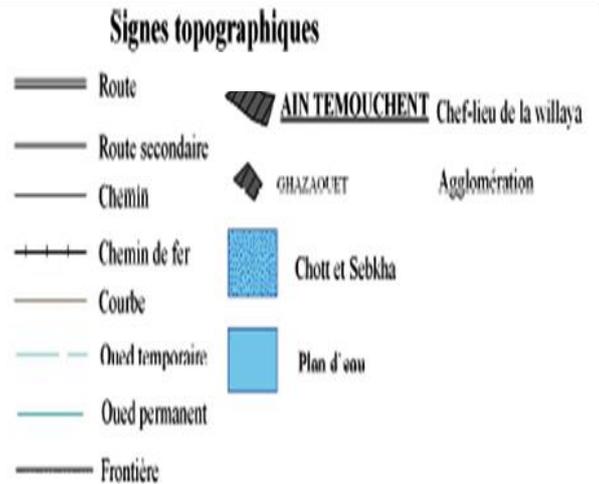
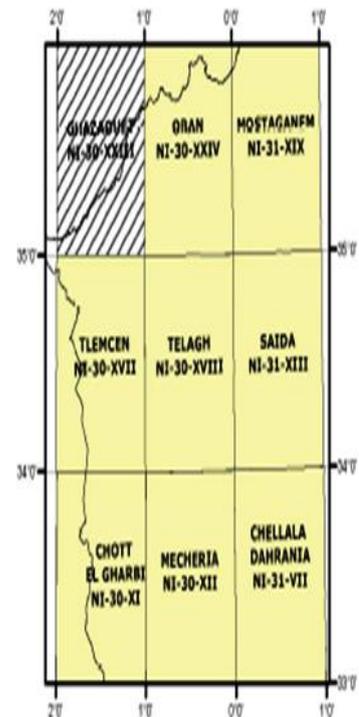


Tableau synoptique des feuilles



Echelle 1/200 000

L'égidistance des courbes est de 50 mètres (maîtrises de 200m.)



Les amorces en bistre correspondent au quadrillage kilométrique
Système Géodésique Nord Sahara 1959 Projection MTU Fuseau 31

1.1.2 Du point de vue tectonique

Le massif des Traras dans son sens large est la principale unité structurale de la zone côtière. Il comprend deux grandes régions: Le massif des Traras proprement dit et la chaîne de Djebel Fillaoucène.

Le secteur d'étude fait partie du massif des Traras proprement dit et il est séparé de la chaîne de Fillaoucène par une ligne de reliefs de socle hercynien représenté par la bosse granitique de Nedroma.

1.2 Hydrogéologie

Parmi les formations géologiques existant dans la région d'étude, seules les formations suivantes sont considérées comme formations aquifères potentielles, (fig.2.2 et 2.3)

1.2.1 Aquifère plio-quadernaire

Cet aquifère englobe les formations suivantes:

1.2.1.1 Les alluvions

Ces formations sont localisées au niveau d'Oued Ghazouanah ainsi qu'à Ouled Ziri :

a- Nappe alluvionnaire d'Oued Ghazouanah

Cette nappe est la plus importante (superficie de 51,20 km²). Elle est superficielle, d'une profondeur moyenne de 10 à 40 m selon le sens d'écoulement qui se fait généralement vers la mer. Cette nappe est exploitée par un ensemble de puits individuels qui servent à la fois à la consommation en eau de boisson et d'irrigation, ainsi que par des puits communaux gérés par L'A.D.E et débitant approximativement 750m³/j. (ANRH, 2008)

L'étude par prospection électrique dans la plaine alluviale de l'Oued Ghazouanah permet d'avoir une idée sur la géométrie de la couche aquifère, des épaisseurs, des alluvions et également de leur nature. En effet, les alluvions sont constituées de:

- -dépôts assez grossiers très superficiels souvent secs.
- -sables (résistivités de 10 ohm/m).

- -des sables et graviers à éléments plus grossiers sur 10 à 15 m à la base (Résistivité 20-40 ohm/m)

Au Nord ouest du bassin, les alluvions reposent sur le substratum argileux (Résistivité 10 ohm/m) et au Sud Est ils recouvrent directement le substratum résistant du Jurassique. Le Jurassique représenté par les calcaires à intercalations marno-schisteuses du Lias ne présente pas ou peu d'intérêt hydro - géologique car ils ont des surfaces d'affleurements réduites. De plus, le calcaire sous-jacent des alluvions a une résistivité de l'ordre de 70 ohm/m indiquant une couche résistante.

L'épaisseur des alluvions n'est pas uniforme, elle varie de 3 à 15 m. La partie centrale du bassin tient une épaisseur maximum de l'ordre de 15 m. Elle diminue graduellement vers le Nord Ouest et le Sud Est.

Les eaux souterraines sont de Qualité médiocre, faiblement minéralisée. (A.N.R.H, 2008)

b- Nappe alluvionnaire d'Oued Abdellah

Cette nappe est moins connue par rapport à la précédente, car son exploitation est faite uniquement par quelques puits et forages. Deux puits récemment creusés, l'un est géré par l'usine

E C.O. et l'autre par L'A.D.E et qui donnent un débit de 400m³/j, d'autres puits et forages individuels servent surtout à l'irrigation des aires de Ouled Dali, Draouch et Mestari.

c- Nappe superficielle d'Oued El-Bir

Complémentaire de la première, elle est exploitée par un puits communal dont le débit est évalué à 200m³/j. En plus, il y a un nombre important de puits individuels qui sont utilisés pour l'alimentation en eau potable (A.E.P). (A.N.R.H)

N.B : Quelques sources émergent dans les formations du basalte quaternaire et qui donnent un faible débit suite à la sécheresse.

- **Calabrien marin et dunaire**

Elles sont limitrophes de la mer, ainsi à l'Est d'oued Ghazouanah, malgré l'absence des puits et sources, elles peuvent contenir des réserves intéressantes.

- **Basalte quaternaire**

C'est une formation marquant l'existence de quelques puits d'un débit moyen.

1.2.1.2 Aquifère des basaltes

C'est un aquifère semi continu, il occupe une superficie très importante au Sud de la commune, généralement ces aquifères sont d'une eau de très bonne qualité. (A.N.R.H, 2008)

1.2.2 Aquifère du Lias

Cet Aquifère potentiel est d'une faible importance.

1.2.2.1 Hydrogéologie de la nappe alluvionnaire de Oued Ghazouanah

Les puits réalisés ne sont pas d'une grande profondeur, dans la majorité des cas ils n'ont pas atteint le substratum imperméable. L'aquifère est donc exploité seulement sur une partie. Les alluvions qui constituent cette nappe sont souvent sous forme de limons, gros sables et graviers.

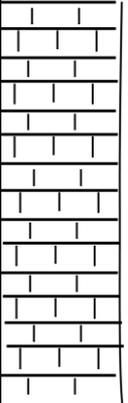
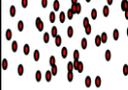
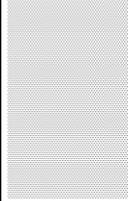
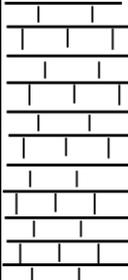
Épaisseur (m)	Formations Lithologique	Log	Description lithologique
50	Calcaire récifale avec au sommet des couches limoneuses		Très perméable
5	Marne jaunâtre à bioclastes		imperméable
20	Sable verdâtre à jaunâtre		perméable
3	Conglomérats millimétrique à centimétrique		perméable
25	Marnes jaunâtre à schistosité Plus au moins dur, devenant Verdâtre vers la base		imperméable
36	Calcaire micritique grisâtre		perméable

Figure 0-2 : Caractéristiques hydrogéologiques des principales formations géologiques



Figure 0-3 : Extrait de la carte hydrogéologique interprétative de la région de Ghazaouet

(A.N.R.H – 2008)

Légende

Aquifères Monocouches

Aquifère continu - porosité intergranulaire

Perméabilité	Stratigraphie	Composition Lithologique
bonne	Holocène	Alluvions actuelles: sables, graviers et argiles
moyenne	Quaternaire	Alluvions actuelles et récentes: sables, graviers et argiles
faible	Quaternaire	Croûte calcaire-dépôts quaternaires anciens avec surface encroûtée
	Quaternaire	Formations dunaires consolidées, lumachelles, poudingues et grès

Aquifère discontinu Porosité de fissure et karstique

	Quaternaire	Travertins, tufs et calcaires hydrothermaux
	Mio-Pliocène	Basaltes et tufs basaltiques
	Miocène supérieur Messinien	Calcaires crayeux
	Miocène supérieur Tortonien	Calcaires à lithothamnium et grès à clypéastes
	Jurassique sup. Malm	Calcaires
	Jurassique sup. Tithonien	Dolomies cristallines
	Jurassique sup. Kimmérigien	Dolomies, calcaires, grès et argiles
	Jurassique sup. Oxfordien	Calcaires, grès, marnes et argilites
	Jurassique moyen Dogger	Calcaires à silex et dolomies
	Jurassique moyen Crétacé inférieur	Dolomies, calcaires, grès et argiles
	Jurassique inférieur Pliensbach. et Toar.	Calcaires marneux à silex et marnes

Systèmes Aquifères Multicouches

Aquifères continus et aquifères discontinus profonds

	Holocène	Alluvions actuelles: sables, graviers et argiles
	Quaternaire	Croûte calcaire-dépôts quaternaires anciens avec surface encroûtée

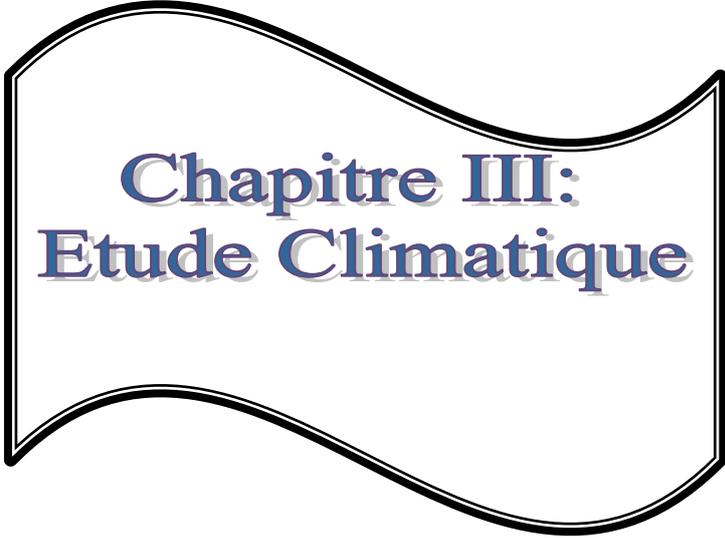
Perméabilité	Stratigraphie	Composition Lithologique
bonne	Quaternaire	Formations dunaires consolidées, lumachelles, poudingues et grès
moyenne	Pliocène	Cailloutis (grès et conglomérats)
faible	Mio-Pliocène	Argiles et conglomérats, calcaires lacustres
	Aquifères continus ou discontinus possédant des ressources locales très limitées	
	Formation sans aquifères	

Echelle 1/200 000

L' équidistance des courbes est de 50 mètres (maîtresses de 200m.)



Les amorces en bistre correspondent au quadrillage kilométrique Système Géodésique Nord Sahara 1959 Projection MTU Fuseau 31



**Chapitre III:
Etude Climatique**

1.3 Introduction

Cette étude est basée essentiellement sur les données climatiques de la station de Ghazaouet, dont les paramètres sont donnés au tableau 3-2. Ces données, surtout celles de la pluviométrie, sont régulières et s'étalent sur une période assez longue (de 1973 à 2011 pour les pluies mensuelles).

Tableau 0-1: Caractéristiques de la station climatique de Ghazaouet

Station	Ghazaouet
Longitude	01° 52' 21'' Ouest
Latitude	35° 06' 00'' Nord
Altitude (m)	04

Source, A.N.R.H

1.4 Etude des précipitations

1.4.1 Précipitations annuelles

Tableau 0-2: Précipitations moyennes annuelles à la station de Ghazaouet(1973-2011)

Années	P (mm)	Années	P (mm)
1973-1974	348.3	1992-1993	292.7
1974-1975	338.8	1993-1994	298.0
1975-1976	315.0	1994-1995	308.4
1976-1977	318.2	1995-1996	338.7
1977-1978	295.2	1996-1997	256.6
1978-1979	301.1	1997-1998	287.2
1979-1980	329.2	1998-1999	288.3
1980-1981	314.5	1999-2000	275.1
1981-1982	269.9	2000-2001	318.9
1982-1983	303.6	2001-2002	395.3
1983-1984	305.8	2002-2003	383.5
1984-1985	309.8	2003-2004	519.7

1985-1986	318.0	2004-2005	319.8
1986-1987	302.1	2005-2006	394.7
1987-1988	319.7	2006-2007	242.5
1988-1989	306.2	2007-2008	327.0
1989-1990	318.4	2008-2009	620.1
1990-1991	330.3	2009-2010	399.7
1991-1992	311.8	2010-2011	353.6

Moyenne=330.9 mm

Source : A.N.R.H

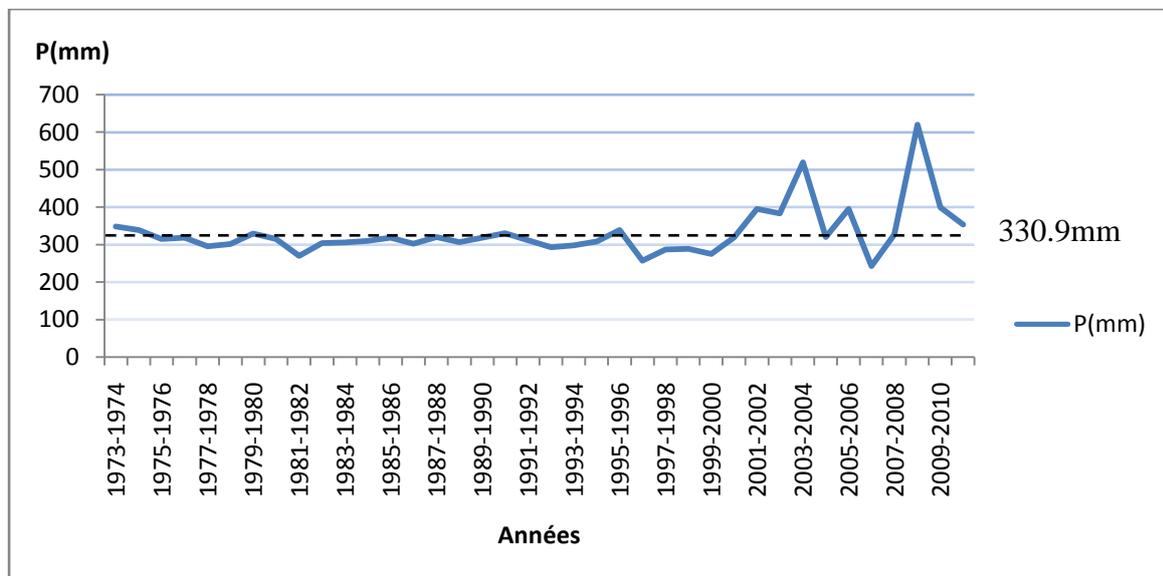


Figure 0-1: Variations des précipitations moyennes annuelles à la station de Ghazaouet (1973-2011)

La moyenne annuelle est estimée à 330.9 mm. La courbe (fig.3.1), montre une tendance faible inférieure à la moyenne dans l'ensemble de la série avec un minimum observé en 2006/2007 de l'ordre de 242,5 mm, toute fois nous notons une période humide s'étalant depuis l'année 2001/2002 jusqu'à 2011 avec un maximum enregistré en 2008/2009 (620,1mm).

Le coefficient d'irrégularité étant de 2,56 confirme l'irrégularité des précipitations.

1.4.2 Précipitations saisonnières

Les précipitations saisonnières correspondant aux quatre saisons de l'année :

- -Hiver : Décembre, Janvier, Février ;
- -Printemps : Mars, Avril, Mai ;
- -Eté : Juin, Juillet, Août ;
- -Automne : Septembre, Octobre, Novembre.

Tableau 0-3: Précipitations saisonnières au niveau de station de Ghazaouet

Station	Précipitations (mm)			
	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Ghazaouet	117.3	123.2	82.3	8.1

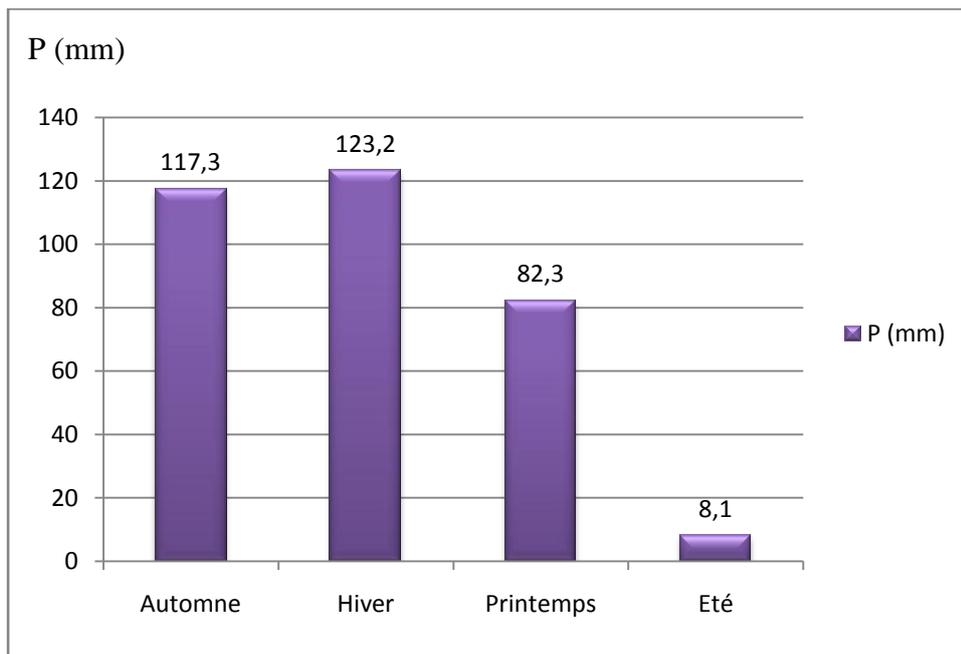


Figure 0-2 : Variations des précipitations saisonnières à la station de Ghazaouet (1973-2011)

La Figure.3.2, met en évidence une période humide durant les trois saisons Automne, Hiver et Printemps (du mois d'Octobre au mois de Mai), par contre l'été accuse un grand déficit en eau.

1.4.3 Précipitations moyennes mensuelles

Tableau 0-4 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Ghazaouet (1973-2011)

Station	Précipitations (mm)											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
Ghazaouet	23.7	39.7	53.9	42.5	41.6	39.1	35.8	27.9	18.6	4.6	0.9	2.6

La figure 3.5, montre la variation mensuelle des précipitations moyennes. On note une augmentation des pluies mensuelles de Septembre à Novembre, suivie d'une diminution jusqu'aux mois de Juillet-Août, avec une variation quasi stable pour les mois de Décembre, Janvier et Février, et une variation mensuelle très accentuée en été (Juin, Juillet et Août).

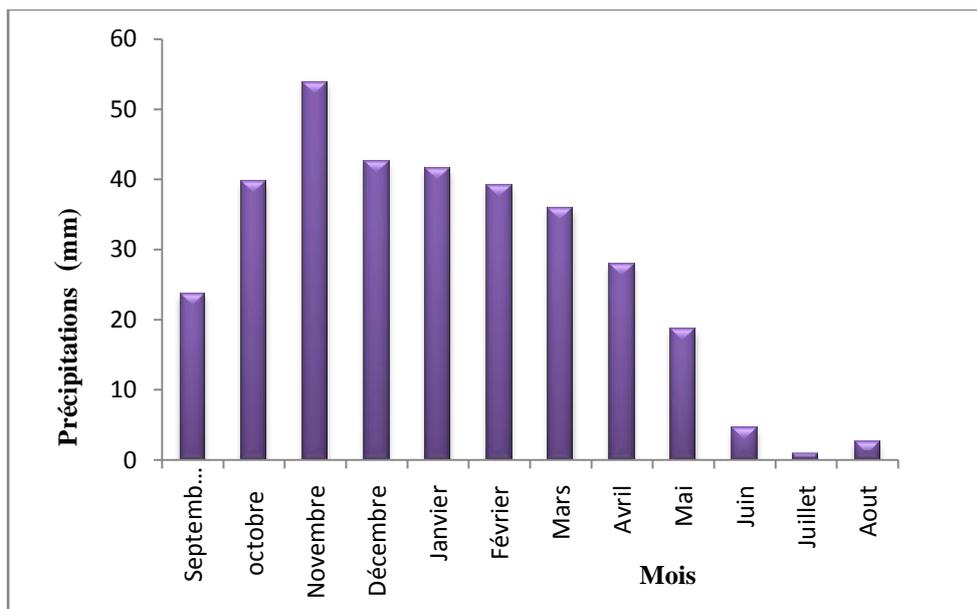


Figure 0-3 : Variations des précipitations moyennes mensuelles à la station de Ghazaouet

1.5 Étude des Températures

Les valeurs des températures moyennes mensuelles (1973-2011) sont consignées dans le tableau.3.5

Tableau 0-5 : Températures moyennes mensuelles, maximales et minimales à la station de Ghazaouet

Températures moyennes mensuelles (°C) Moyenne = 17,3°C											
S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
22.4	18.7	14.8	12.3	11.1	12	15.1	15.1	18.2	21	23.5	23.8
Températures moyennes maximales (°C) Moyenne = 19,83											
S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
24.4	21.7	17.2	14.7	13.1	14.1	19.3	17.6	20.7	23.1	25.7	26.4
Températures moyennes minimales (°C) Moyenne = 14,83											
S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
20.3	15.8	12.4	9.9	9.1	10	10.9	12.5	15.7	18.8	21.3	21.3

(Source : A.N.R.H)

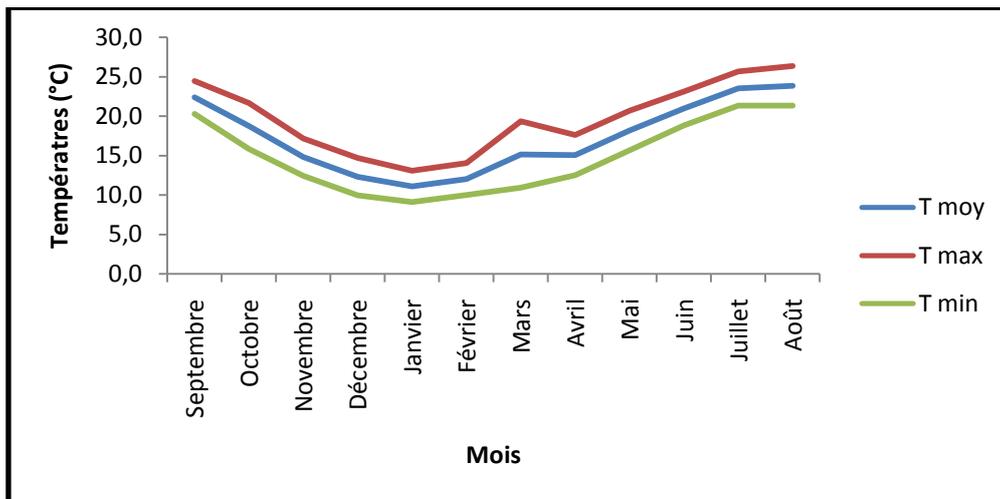


Figure 0-4 : Températures moyennes mensuelles, maximales et minimales à la station de Ghazaouet

La figure.3.4, montre que la température moyenne mensuelle oscille entre 11°C à 12°C en Hiver et 21°C à 24°C pendant l’été. La température moyenne atteint son maximum aux mois de Juillet-Août et son minimum au mois de Janvier.

1.6 Synthèse climatique

Pour rendre les données climatiques ci dessus plus significatives plusieurs auteurs sont proposés des indices climatiques qui sont des combinaisons des moyennes des différentes composantes du climat notamment la température et les précipitations (Emberger, 1955), à partir des méthodes de visualisation graphique et celles des indices.

Visualisation graphique (Diagramme de Bagnouls et Gaussen)

Pour Bagnouls et Gaussen, un mois sec est celui où le total moyen des précipitations exprimé en mm, est inférieur ou égal au double de la température moyenne exprimée en °C. Cette relation ($P \geq 2T$), permet d'établir des diagrammes pluviothermiques sur lesquels la température est portée à une échelle double de celle des précipitations.

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

Pour un mois humide, la courbe des précipitations passe au dessus de celle des températures.

A partir des valeurs des précipitations moyennes mensuelles et celles des températures moyennes mensuelles on peut établir un diagramme pluviothermique (fig.3.5)

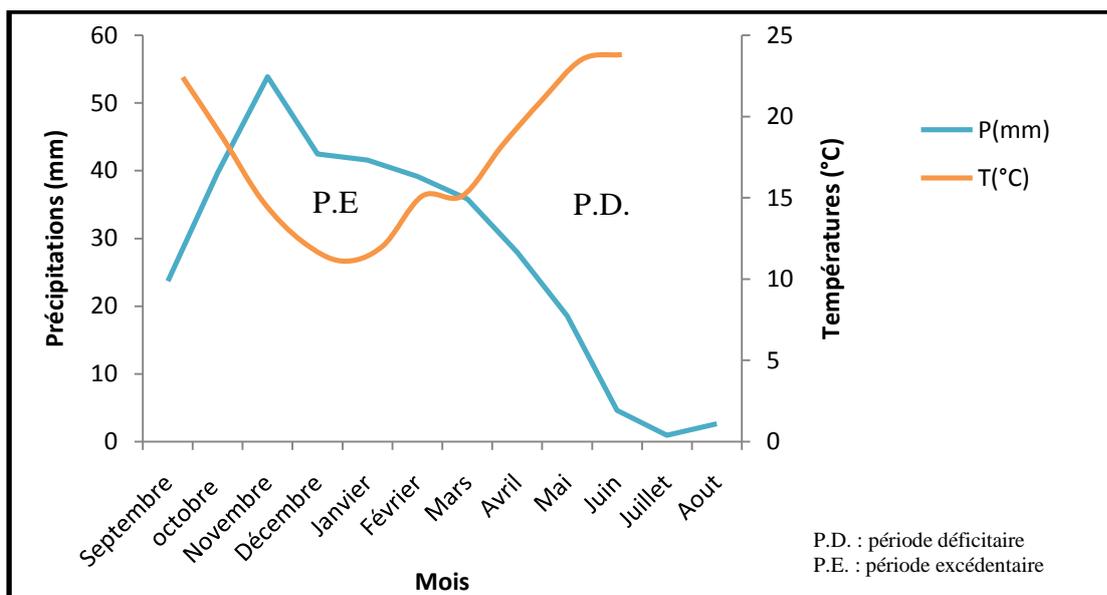


Figure 0-5 : Diagramme pluvio-thermique de la station de Ghazaouet (1973-2011)

D'après ce diagramme, on constate que la courbe des précipitations se situe au dessous de la courbe thermique de la mi- Mars à la mi- Octobre : *période déficitaire*, tandis que les autres mois de l'année engendrent une : *période excédentaire*.

Indices climatiques

a-Indice d'aridité de De Martonne (1923)

Indice d'aridité annuel (I)

Il est donné par la formule suivante :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

Avec :

P : précipitations moyennes annuelles (mm) ;

T : température moyenne annuelle (°C).

Pour:

20 < I < 30 → climat tempéré

10 < I < 20 → climat semi-aride

7.5 < I < 10 → climat steppique

5 < I < 7.5 → climat désertique

I < 5 → climat hyper-aride

Tableau 0-6 : **Tableau.6: Indice d'aridité annuel de De Martonne**

Stations	P (mm)	T (°C)	I	Type du climat
Ghazaouet	330.9	17.3	12.1	Semi-aride

Utilisation d'abaque de De Martonne :

Le rapport sur l'abaque montre que notre région d'étude est caractérisée par un régime semi-aride à écoulement temporaire.

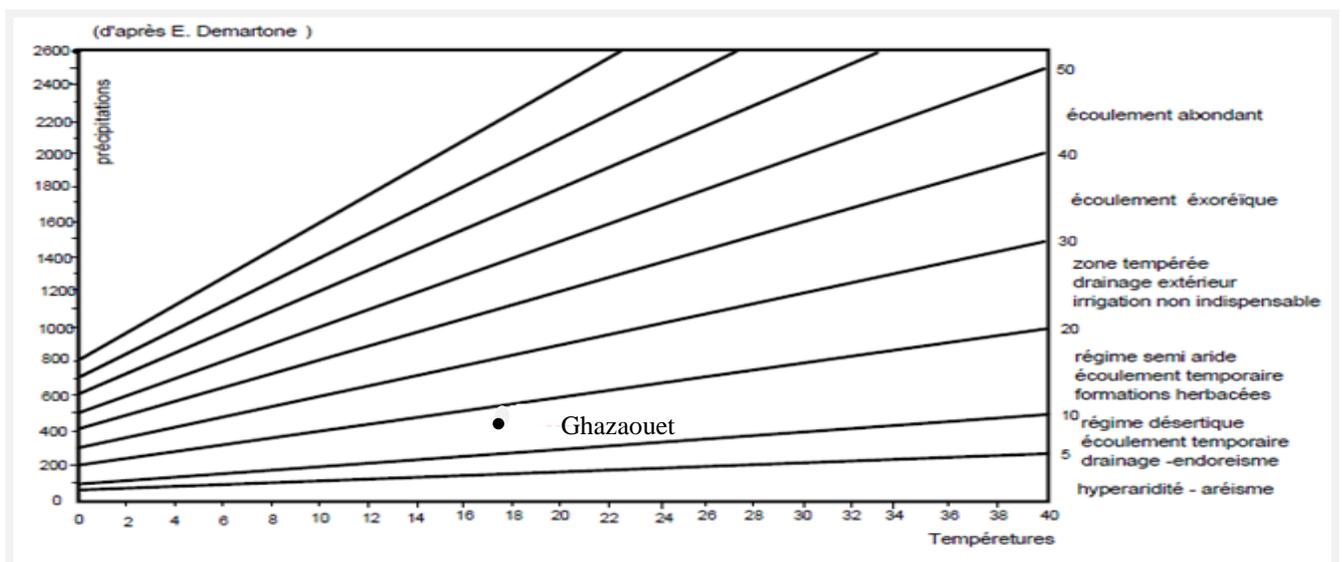


Figure 0-6 : **Abaque de De Martonne**

Indice d'aridité mensuel (i)

Cet indice a été mis au point par les élèves de De Martonne. Il est donné par la formule suivante :

$$i = \frac{12 p}{t + 10}$$

Avec :

p : précipitations moyennes mensuelles (mm) ;

t : température moyenne mensuelle (°C).

Tableau 0-7: Valeurs des indices d'aridité mensuels de De Martonne

Station	Indice d'aridité mensuel (i)											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
Ghazaouet	8.7	16.6	26.06	22.85	23.64	21.34	17.12	13.36	7.89	1.78	0.32	0.92

Tableau 0-8: Caractérisation des mois

Station	Type du régime climatique mensuel											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
Ghazaouet	st	s	t	t	t	t	s	s	st	h	h	h

Avec :

h: mois hyper-aride,

d : mois désertique,

st : mois steppique,

s : mois semi-aride,

t : mois tempéré.

b- Indice de Moral (1964)

Indice annuel (I_M)

Après des études faites sur le régime pluviométrique de l'Afrique de l'Ouest, Moral a établi un indice d'aridité annuel. Cet indice est donné par la relation suivante :

$$I = \frac{P}{T^2 - 10T + 200}$$

P : précipitations moyennes annuelles (mm),

T : température moyenne annuelle (°C).

$I_M=1$: marque la limite entre l'humidité et la sécheresse.

Tableau 0-9 : *Indice annuel de Moral à la station de Ghazaouet*

Station	P (mm)	T (°C)	I_M
Ghazaouet	330.9	17.3	1.01

Ce tableau confirme que notre région d'étude est caractérisée par un régime semi-aride.

Indice mensuel (i_m)

Moral a proposé aussi un indice mensuel selon la formule :

$$i = \frac{p_m}{0.1t^2 - t + 20}$$

Avec :

p_m : précipitation moyenne mensuelle (mm),

t : température moyenne mensuelle (°C).

Les quatre types de mois indiqués par Moral sont :

- Mois pluvieux : $P > 0.1 t^2 - t + 30$ ($p=2$),
- Mois humide : $0.1t^2 - t + 30 > P \geq 0.1t^2 - t + 20$ ($h=1$),
- Mois sec : $0.1t^2 - t + 20 > P \geq 0.05t^2 - t + 10$ ($s=0$),
- Mois aride : $P < 0.05t^2 - t + 10$ ($a=-1$).

Tableau 0-10: *Indice mensuel de Moral à la station de Ghazaouet*

Station	Indice d'aridité mensuel (i)											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
Ghazaouet	0.49	1.09	1.98	1.86	1.95	1.74	1.29	1.00	0.53	0.1	0.01	0.05

Tableau 0-11 : Type et Poids mensuels

Station	Type et poids mensuels											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
Ghazaouet	s	h	p	p	p	p	h	h	s	a	a	a
	0	1	2	2	2	2	1	1	0	-1	-1	-1

c- Indice d’Emberger

Climagramme d’Emberger :

La méthode basée sur les limites des aires occupées par les différentes associations végétales, consiste à reporter sur un climagramme établi par Louis Emberger, en ordonnée la valeur de Q_2 et en abscisse, la moyenne des minima du mois le plus froid en °C.

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

Avec :

Q_2 : quotient pluviométrique d’Emberger,

P : précipitations moyennes mensuelles (mm),

m : moyenne des minima du mois le plus froid (°K),

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (°K).

Tableau 0-12: Indice d’Emberger

Station	P (mm)	M (°K)	m (°K)	Q_2
Ghazaouet	330.9	299.4	282.1	65.7

En reportant cette valeur de Q_2 sur le climagramme d’Emberger, nous pouvons constater que notre région d’étude présente un climat semi-aride méditerranéen à hiver tempéré.

Conclusion

D’après cette étude, on peut conclure que notre région d’étude est soumise à un climat semi-aride à Hiver tempéré et Eté sec.



DEUXIEME PARTIE

*Gestion des ressources en eau de
la région d'étude*



**Chapitre IV:
Ressources en eau**

1.7 Introduction

Afin de bien connaître les capacités hydriques de la commune de Ghazaouet, soit locales ou transférées, on va détailler chaque ressource avec son utilisation que se soit au niveau de l'alimentation en eau potable (A.E.P), en eau d'agriculture (A.E.A) ou en eau d'industrie (A.E.I), cette ressource repose sur l'utilisation actuelle qui est en grande partie une eau de dessalement.

1.7.1 Ressources superficielles

Actuellement la ville de Ghazaouet ne bénéficie d'aucun apport superficiel. Mais avant la nouvelle gestion du dessalement, elle avait avec le groupement ouest (Maghnia, Nedroma, Ghazaouet, Bab El Assa, Sabra) un volume journalier de 10000 m³ à partir de barrage Beni Bahdel (Source A.D.E).

1.7.2 Ressources souterraines

Les ressources souterraines dont bénéficie Ghazaouet se divisent en :

a- Ressources souterraines transférées (Tableau4.1)

Le couloir ouest regroupant les Dairas (Bab El Assa, Ghazaouet, Nedroma) est alimenté à partir de la nappe de Zriga par un ensemble de forages qui sont reliés à la conduite transfert Maghnia- Ghazaouet. Ce projet vise le renforcement d'A.E.P dans le cadre du programme d'urgence.

Deux forages (Chebikia et Zrigua II) assurent l'alimentation en eau potable pour la commune de Ghazaouet.(Source DRE-Tlemcen)

Tableau 0-13 : Caractéristiques des forages (Chebikia et Zrigua II)

LOCALITE FORAGE	CHEBIKIA	ZERIGUA II
Code COM	1327	1327
Code SBV	1603	1603
Localité forage	CHEBIKIA	MOUILLAH
Z (m)	447	425
XL (m)	81500	83625
YL (m)	183600	181075
Profondeur (m)	250	200
Niveau Statique (m)	34	17
Niveau Dynamique (m)	55,56	45
Année de mise en service	2000	2000
Débit (L/s)	25	15
Usage	AEP	AEP
Comptage forage	Non	Non
Etat	En service	En service
Gestionnaire	ADE	ADE

(Source DRE-Tlemcen)

b- Ressources souterraines locales

Comme il a été indiqué dans la partie hydrogéologique, il existe trois nappes:

- La nappe alluvionnaire d'Oued Ghazouanah (Fig.4.1): exploitée par plus de 221 puits totalisant un débit de 20 L/s, dont certains sont sec.
- La nappe alluvionnaire d'Oued Abdellah : le nombre de puits recensés dans cette nappe est de 38 débitants 9 L/s, dont certains sont sec.
- La nappe alluvionnaire d'Oued El Bir: C'est une nappe qui draine la première, le nombre des puits est de 39 avec un débit de 7.5 L/s, dont certains sont sec.

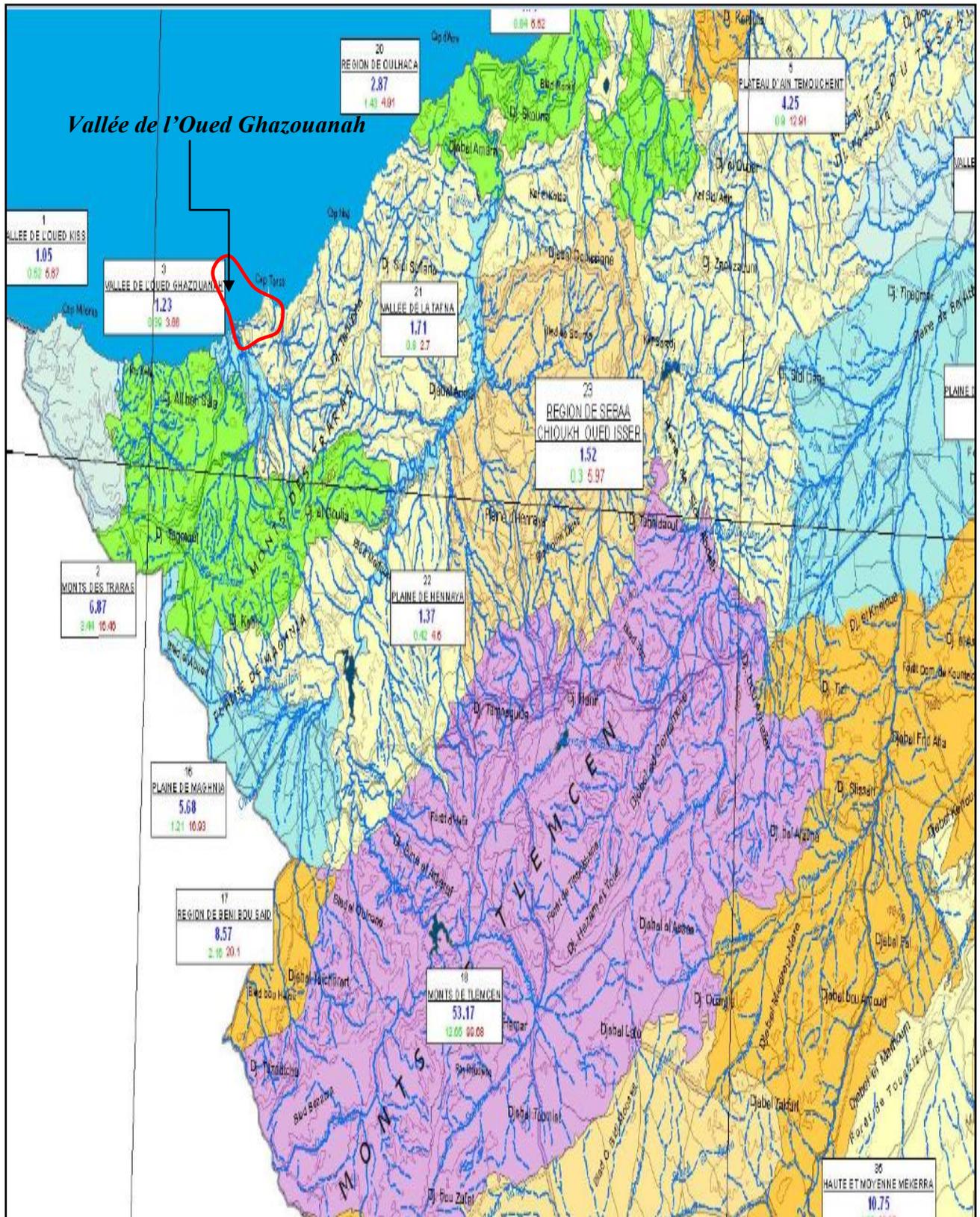


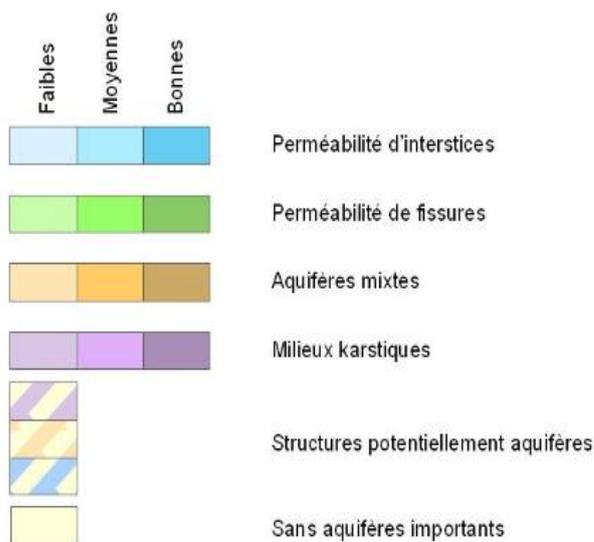
Figure 0-7 : Extrait de la carte des ressources en eaux souterraines du Nord ouest algérien

(A.N.R.H - 2008)

Légende

Ressources

Type des unités hydrogéologiques



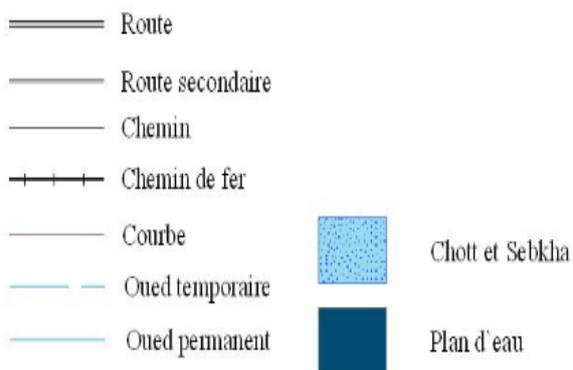
Ressources en eau souterraines renouvelables



Numéro
Nom
Valeur moyenne
Valeur pour l'année sèche Valeur pour l'année humide

[Mm3/an]

Signes topographiques



Echelle: 1/600.000

Equidistances des courbes 200m

Ellipsoïde de Clarke 1880

b-1-Forages

Trois forages locaux (Sidi Amer, Ramla et Ouled Ziri) alimentent en eau potable la commune de Ghazaouet. (D.R.E-Tlemcen)

Tableau 0-14 : Caractéristiques des forages (Sidi Amer, Ramla et Ouled Ziri)

LOCALITE FORAGE	OULED ZIRI	SIDI AMER	RAMLA
Localité forage	OULED ZIRI	SIDI AMER	RAMLA
Profondeur (m)	140	140	200
Niveau Statique (m)	70	66	76
Année de mise en service	-	2003	2000
DEBIT (L/s)	4	2	3
USAGE	AEP	AEP	AEP
Périmètre forage	Non	Non	Non
Comptage forage	Non	Non	Non
Etat	En service	En service	En service
Gestionnaire	ADE	ADE	ADE

(Source DRE-Tlemcen)

b-2-Puits

Tableau 0-15 : Répartition par quartiers des puits à travers la Commune de Ghazaouet

Quartiers	Nombre de puits	Nappe captée	Débit pompé (L/s) / Destination	
Rue Mebroki El Mokhtar	15	Oued El Mersa	0.75	AEP
Quartier Est de Lil	25	II	1.75	AEP
Quartier Derrer + Salah	9	II	0.54	AEP
Rue de la gare + Sables + HawtAmeur	22		2.2	AEP
Rue Si El Missoum + centre ville	48	II	3.84	AEP
Cité les orangers	27	II	2.97	AEP + Irrigation
Kraker	17	II	1.19	AEP + Irrigation
Aïn El Kolla	15	II	1.2	AEP + Irrigation
Djamaa Es-Sekhra	43	II	5.16	AEP + Irrigation
Demine + Cheraka	7	Oued Abdellah	0.63	AEP + Irrigation
Byayet	13	II	1.17	AEP + Irrigation
Bedaa	10	II	1.72	AEP + Irrigation
Sidi Aïssa	8	II	5.50	AEP + Irrigation
Oued El Bir + SidiAmeur	39	Oued El Bir	7.23	AEP
Total	298			

(Source DRE-Tlemcen)

Tableau 0-16 : Inventaire des points d'eau à travers la commune de Ghazaouet

Lieu	Coordonnées Lambert			profondeur (m)	Tranche d'eau (m)	Niveau Statique (m)
	X	Y	Z			
Al-zinc	84,86	209,75	5	9	2	7
Puits école	81,6	209,93	5	6	1	5
Daanoune	84,4	209,65	13	15	2,6	12,4
Messaoudi	84,67	209,77	6	6,5	0,45	6,05
Mosquée	84,7	210,97	5	7	1	5,2
Chikh	84,8	210,05	5	6,5	0,8	5,7
EPEOR Caserne	84,7	209,9	6	14	6	8
APC2 hygiène	84,7	209,68	7	30	18	12
Bennai	84,57	209,65	6	6	1,7	4,3
EPEOR 320 logts	84,7	209,78	8	15	2,5	12,5
Amarouï	84,72	209,48	8	8	1,7	6,9
Cite SNS	84,75	209,37	7	6,5	0,6	5,9
Anbri	84,37	209,3	38	43	0,4	42,6
Douche Otmani	85,12	209,52	8	9	3,1	5,9
Guermani	84,95	209,18	4	5	0,7	4,3
Amouri	84,7	209,13	30	18	2	16
Cheriff	85,37	209,5	21	11,5	1,1	10,4
APC1 Park	85,22	209	24	13,5	3,8	9,7
Meftah	85,52	208,55	22	14	1,2	12,8
Haddouchi	85,4	208,32	24	90	69	21
Aggab	85,45	208,32	27	32	14	18
Hamzaoui	85,52	208,1	28	25	4	21
Hamel h	86,25	208,03	30	21	2,8	18,2
EPEOR abattoir	85,5	210,4	41	18	6	12
Yatni	86,8	210,1	41	28	3,2	24,3
Hamel d	86,98	210,25	34	14	1,1	12,9
Carouri	86,57	208,05	47	23	0,8	22,2
Kouili	86,75	208,2	42	23	0,9	22,1
Mestghanmi	87,17	208,15	48	22	0,9	21,1
Ain boujana	88,65	208,17	63			
Seboui	86,75	207,55	42	23	2,4	20,6
Krouchi	86,5	207,25	45	21	2,2	18,8
Kourich	86,75	207,1	33	17,5	2,6	15,4
Boutouba	86,83	206,68	33	19,5	0,5	19
Kolla	86,5	207	36	19	0,8	18,2
Bouttaieb	86,88	206,7	34	16,5	0,6	15,9

Ouadah	87	206,65	35	16	0,3	15,7
Hadaf	86,65	206,78	38	16,5	2	14,5
Twenti	88,17	206,18	49	20	0,4	19,6
Karonchi	88,13	205,4	64	19	0,4	18,6
Zerwali	88,65	205,5	53	16	0,8	15,2
Ouadah 1	89	205,18	49	7	0,4	6,6
Ouadah 2	89,15	205,08	51	11	0,8	10,2
Bourak	85,05	207,73	31	13	0,5	11,5

(Source DRE-Tlemcen)

b-3-Sources

Dans la commune de Ghazaouet, les sources ne sont pas nombreuses, beaucoup se sont tarées à cause de la sécheresse.

- Les sources captées :

Tableau 0-17: Sources captées dans la Commune de Ghazaouet

Source	Coordonnées			Débits (L/s)
	X	Y	Z	
Ain Mizab (Sidi Amer)	86,63	210,35	29	0,08
Ain El Kalaa (El Kolla)	86,22	207,2	46	0,2
Ain Boudjana (Kraker)	88,65	208,17	63	0,1
Ain Bentaous(El kolla)	86	207,1	73	0,06

(Source DRE-Tlemcen)

*- Les sources non captées :

-Ain Bedaa

-Ain Mizab (Bedaa)

-Ain Mellaha

-Ain Djemaa Sekhra

Ces sources sont utilisées par la population éparsée qui transporte l'eau dans des jerricans.

1.7.3 Ressources en eau non conventionnelles

Vu la nette diminution de la quantité d'eau dans la région de Ghazaouet et l'augmentation de la demande en eau utilisée pour alimenter les grandes structures (usine d'électrolyse du zinc (ALZINC), entreprise portuaire de Ghazaouet (Park EPG), Entreprise public hospitalière, celibatorium Douanes,etc), une technique est devenue indispensable pour combler le déficit enregistré, c'est la technique du dessalement.

Les stations de dessalement utilisées pour combler le déficit sont réparties comme suit (fig.4.2) :

- Station de dessalement Ghazaouet 1,
- Station dedessalementGhazaouet 2,
- Station de dessalement Souk Tleta.

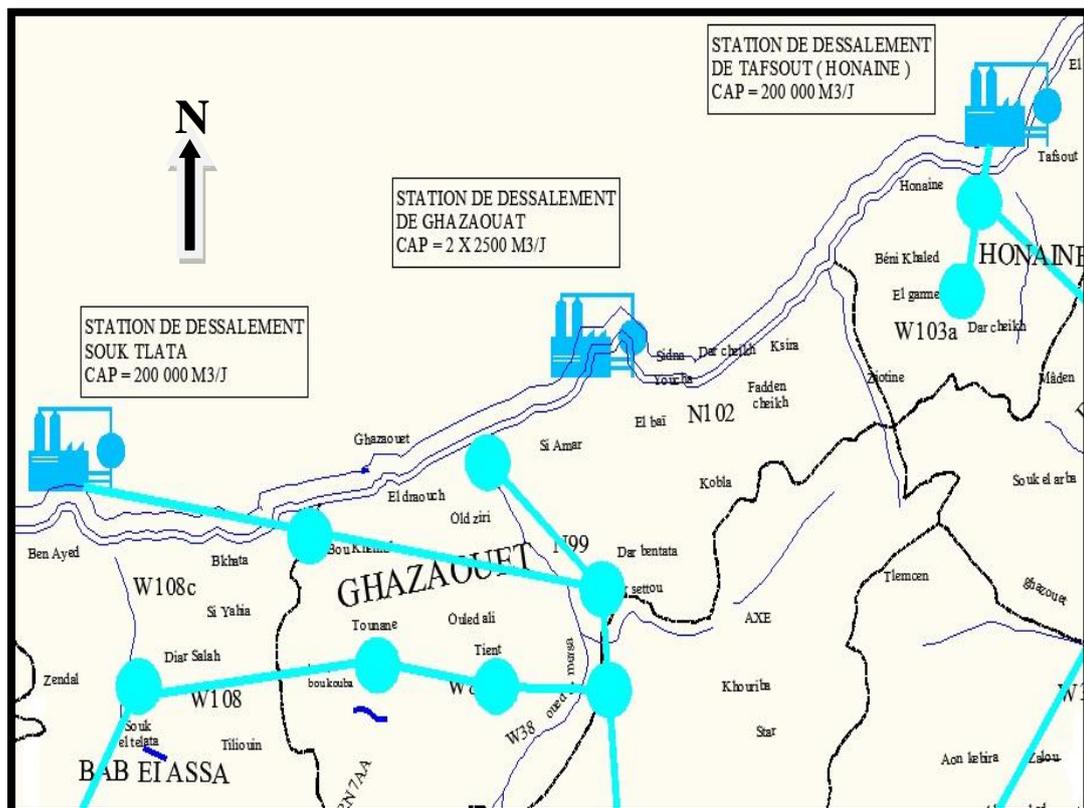


Figure 0-8 : Localisation des stations de dessalement de la Wilaya de Tlemcen (A.D.E-Tlemcen)

a- Station de dessalement Ghazaouet 1

Localisation : Oued Abdellah

Capacité théorique : 2500 M³/J

Technique de dessalement : Osmose inverse.

Commune : Ghazaouet

Type : Monobloc (petite station)

Date de mise en service : Janvier 2004

Gestionnaire : ADE- Unité de Tlemcen

Affectation des eaux dessalées: AEP

Tableau 0-18 : Fiche de la station de dessalement Ghazaouet 1

Année	Volume alloué AEP m ³ /An	Localité desservie	Coordonnées Lambert (m)		
			X	Y	Z
2011	78 695	Ville de Ghazaouat			
à partir de 2012	Mise en veille		602687	3884016	13

b- Station de dessalement Ghazaouet 2

Localisation : Oued Abdellah

Capacité : 2500 M³/J

Technique de dessalement : Osmose inverse.

Commune : Ghazaouet

Type : Monobloc (petite station)

Date de mise en service : Avril 2004

Gestionnaire : ADE- Unité de Tlemcen

Affectation des eaux dessalées: AEP

Tableau 0-19 : Fiche de la station de dessalement Ghazaouet 2

Année	Volume alloué AEP m ³ /An	Localité desservie	Coordonnées Lambert (m)		
			X	Y	Z
2011	133 895	Ville de Ghazaouat			
à partir de 2012	Mise en veille		602687	3884016	13

Observation : Actuellement les deux stations de dessalement Ghazaouet sont à l'arrêt depuis le 20 Mai 2011, après la mise en service de la Station de dessalement d'eau de mer (S.D.E.M) de Souk Tleta. (D.R.E Tlemcen).

c- Station de dessalement Souk Tleta

Localisation : Localité d'OuledBenAyed

Capacité : 200000 M³/J

Technique de dessalement : Osmose inverse.

Commune : Souk Tleta

Type : SDEM

Date de mise en service : Avril 2011

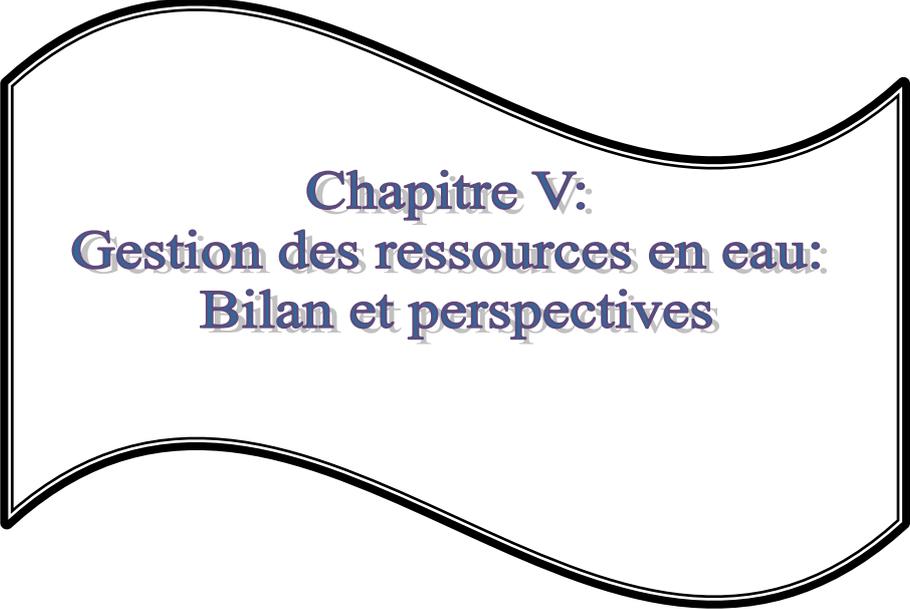
Gestionnaire : MiyahTlemçania

Affectation des eaux dessalées : AEP

Débit transité hors wilaya : 50 000m³/j

Tableau 0-20.: Fiche de la station de dessalement Souk Tleta

Année	Volume alloué AEP m ³ /An	Localité desservie	Coordonnées Lambert (m)		
			X	Y	Z
2011	24 334 146	Souk Tlata, Bab El Assa, Msirda Fouaga, Marsat Ben Mhidi, Nedroma, Ghazaouet, Souahlia, El Bor, Tient, Adjaidja, Souani, Maghnia, Zouia, Sidi Mdjahed, Bouhlou, Sabra , O			
2012	37.708.308	Riah, BeniMester, (une partie du GTU Tlemcen, Bensekrane, Remchi , Hennaya et Zenata) à partir de l'adduction de Béni Bahdel.	3881212 ,55	591003,083	13,00



Chapitre V:
Gestion des ressources en eau:
Bilan et perspectives

1.8 Etude Socio-économique

1.8.1 Evolution de la population de la Commune (tableau.5.1 et 5.2)

Tableau 0-21: Evolution de la population 1966/2008 dans la Commune de Ghazaouet

Année	Nombre d'habitants
1966	20682
1977	26664
1987	29691
1998	32811
2008	36149

(Source APC Ghazaouet).

Tableau 0-22 : Variation du taux d'accroissement global

Taux d'accroissement global (T.A.G en %)			
1966/1977	1977/1987	1987/1998	1998/2008
2.35	1.08	0.91	0.95

(Source APC Ghazaouet)

Le premier recensement établi en 1966 a évalué la population communale de Ghazaouet à 20682 habitants, cette population est passée à 26664 habitants en 1977 soit un taux d'accroissement global (T.A.G) de 2.35%.

Ce taux d'accroissement global a chuté à 1.08% durant la décennie (1977-1987) correspondant à une population de 29691 habitants.

Le recensement de 1998, montre que le taux d'accroissement global a encore chuté à 0.91% avec une population qui est évaluée à 32811 habitants.

Le dernier recensement établi en 2008 a évalué la population communale de Ghazaouet à 36149 habitants, soit un taux d'accroissement global (T.A.G) de 0.95%.

D'après les chiffres indiqués ci-dessus, on peut conclure que la première décennie (1966-1977) reflète le phénomène de l'exode rural vers la ville de Ghazaouet, surtout par la réalisation de l'usine d'électrolyse du zinc (1974) et de l'usine de céramique sanitaire (1978).

Durant la deuxième décennie (1977-1987) la chute du T.A.G est conséquente à cause du nouveau découpage administratif de 1984 qui a réduit la superficie communale de Ghazaouet à 28 km².

On peut expliquer la décroissance du T.A.G par l'exode de la population vers les communes avoisinantes et vers le chef lieu de la wilaya pour différentes causes tels que l'insuffisance de l'extension urbaine, le danger de la pollution provoquée par l'usine du zinc, l'insuffisance de l'emploi car les activités existantes sont quasi-totalement occupées par des employés venant de l'extérieur de la commune, ainsi que par l'émigration de la jeunesse vers l'Europe en particulier. (A.P.C Ghazaouet)

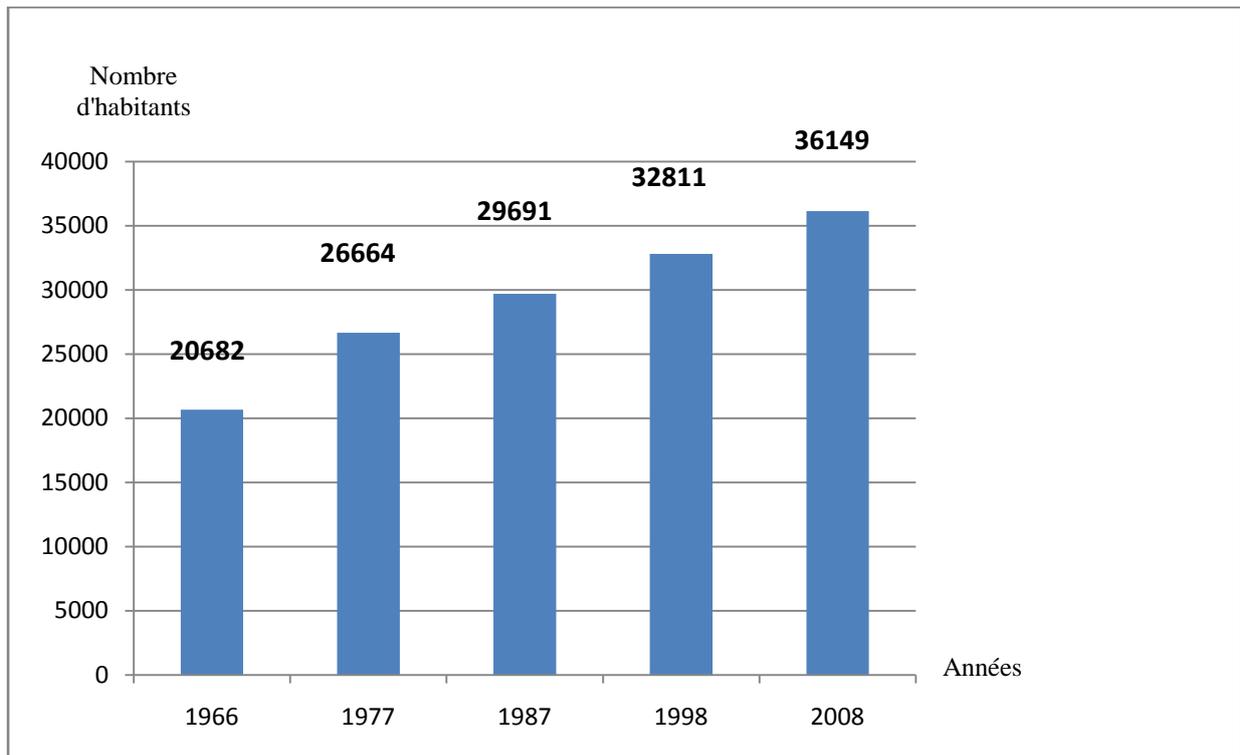


Figure 0-9 : Evolution de la population de la commune de Ghazaouet 1966/2008.

1.8.2 Perspectives démographiques

Les perspectives démographiques sont établies sur la base des deux derniers recensements faits en 1998 et 2008.

La détermination du nombre d'habitants sera calculée en utilisant la formule des intérêts composés par Tabassaran, 1970:

$$P_F = P_0 (1 + \alpha)^n$$

Avec :

P_F : Population future à l'horizon considéré.

P_0 : Population de référence.

α : Taux d'accroissement démographique.

n : Nombre d'années pour l'horizon fixé.

La population résidante dans la ville de Ghazaouet était de 36149 habitants au recensement de 2008, selon les services des statistiques de l’A.P.C de Ghazaouet.

Afin de connaître l’évolution de la population, on applique la formule de Tabassaran. En prenant l’année 2008 comme année de référence avec un taux d’accroissement moyen national de 0.95 %.

Les résultats obtenus pour l’estimation de l’évolution de la population à différents horizons sont inscrits sur le tableau.5.3 et la Fig. 5.2

Tableau 0-23.: Perspectives d’évolution de la population de Ghazaouet

Population				Taux d'accroissement (%)	Perspectives démographiques			
1998	2008	2011	2012		2015	2020	2025	2030
32811	36149	37189	37542	0,95% (0.0095)	38622	40492	42452	44507

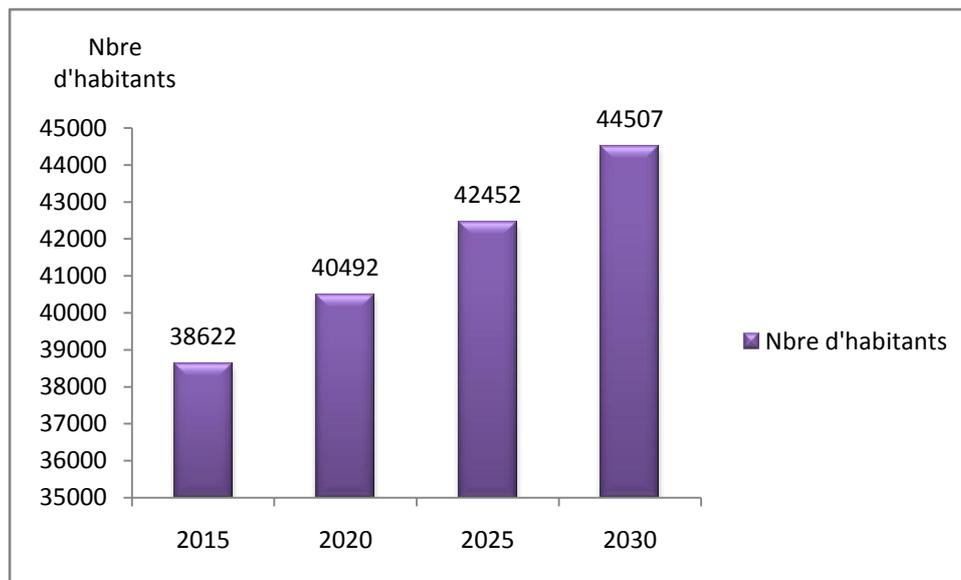


Figure 0-10: Perspectives d’évolution de la population de la commune de Ghazaouet

D’après la figure.5.2, on remarque qu’il y a une augmentation graduelle de la population, d’ordre d’environ 2000 habitants pour chaque écart de cinq années, suivant un taux d'accroissement de 0.95%.

1.8.3 Estimation de l'évolution des besoins Actuels

1.8.3.1 Besoins Avant la mise en service de la SDEM Souk Tleta

Avant la mise en service de la station de dessalement de Souk Tleta, la Commune de Ghazaouet était alimentée par les eaux dessalées des deux stations de Ghazaouet (1et 2) avec une capacité de production de 5000 m³/jour.

La capacité de production des deux stations restait insuffisante à cause de l'augmentation de la demande en eau des grandes structures (l'usine d'électrolyse du zinc (ALZINC), Park EPG, Entreprise public hospitalier, Douanes, ...etc).

Demande en eau = Besoins + Pertes

Tableau 0-24: Estimation de la demande en eau en 2008

Commune	2008					
	Besoins (m ³ /j)		Pertes (m ³ /j)		Demande (m ³ /j)	
GHAZAOUET	Perm.	Saison.	Perm.	Saison.	Perm.	Saison.
		8714	9114	5838	6106	14552

Perm: permanent / Saison: saisonnier

(Source ADE-Tlemcen)

Qu'est-ce qu'est une perte d'eau ?

La perte d'eau représente l'inefficacité dans des opérations de la livraison et de mesure de l'eau dans des réseaux de transmission et de distribution. Pour quelques systèmes, elle peut s'élever à une importante proportion de production totale de l'eau. Les pertes d'eau pour un système entier ou pour un système partiel sont calculées comme la différence entre le volume d'eau entrée dans les systèmes et le volume de consommation autorisée. Les pertes d'eau se composent de pertes vraies et de pertes apparentes:

- **Les pertes vraies** : sont des pertes physiques de fuites, des éclatements et débordements du système pressurisé, jusqu'au point de doser sur les raccordements de service.
- **Les pertes apparentes** : se composent de tous les types des inexactitudes de mètre (mètres d'entrée, de sortie et du client) et de consommation non autorisée (vol et utilisation illégale). Elles sont également nommées pertes commerciales.

Bilan*Tableau 0-25 : Bilan de la demande en eau 2008*

Commune	2008				
	Production (m ³ /j)	Demande (m ³ /j)		Bilan (m ³ /j)	
GHAZAOUET	3328	Perm.	Saison.	Perm.	Saison.
				14 552	15 220

(Source ADE-Tlemcen)

Le volume mobilisé pour l'alimentation en eau est évalué en 2008 à 3328m³/j, la demande en eau estimée théoriquement selon les services concernés est de l'ordre de 15220 m³/j, ce qui a donné un taux de satisfaction de l'ordre de 22 % seulement, avec un déficit de 11892 m³/j.

Ce taux de satisfaction ne reflète pas la réalité que vive la population, car il y a des perturbations d'alimentation en eau potable ce qui a conduit les habitants à satisfaire leurs besoins par le biais des citernes tractées, des puits individuels et des sources, surtout pendant les périodes estivales.

NB : Le problème de l'eau dans la ville de Ghazaouet a exigé de rechercher d'autres ressources pour y combler le déficit enregistré, ces ressources doivent être avoisinantes de la commune.

1.8.3.2 Estimation de l'évolution des besoins Actuels

(Après la mise en service de la SDEM Souk Tleta)

a- les hypothèses de calcul

Les besoins en eau d'une certaine agglomération dépendent de:

- L'aménagement du territoire en matière du développement socio-économique,
- Les objectifs du niveau de vie à atteindre,
- Les normes internationales à respecter, ces normes sont données par J. Bodin, 1962 selon le tableau qui suit:

Tableau 0-26 : Dotations de J.Bodin, 1962 (L/j/hab)

Désignation	Hypothèse faible	Hypothèse moyenne	Hypothèse forte
Grande ville plus de 100000	200	250	300
Petite et moyenne ville 20000 - 100000	150	200	250
Agglomération secondaire 5000 – 20000	120	150	200
Population éparsé	80	100	150

Les différents types de besoins en eau à satisfaire sont:

- Besoins en eau en milieu urbain, rural et touristique (A.E.P),
- Besoins en eau industrielle (A.E.I),
- Besoins en eau agricole (A.E.A).

Cette évaluation s'effectue selon deux situations:

- Situation actuelle.
- Situation future.

Ces besoins sont évalués de façon globale suivant la demande moyenne journalière en eau par habitant, sans tenir compte des besoins propres à chaque usager. Pour cela trois paramètres sont à prendre en considération:

- La population actuelle et estimée.
- La dotation moyenne en eau.
- Les statistiques relatives à la population correspondant aux résultats.

Concernant les dotations unitaires, on a choisi des dotations par ordre décroissant selon l'importance de l'agglomération, ces dotations sont prises en fonction des ressources hydriques actuelles en les assimilant avec les dotations de J. Bonin, 1962.

Selon notre enquête au niveau des services A.D.E du secteur de Ghazaouet, deux hypothèses sont prises en considération: Hypothèse forte, Hypothèse faible.

Tableau 0-27 : Hypothèses du calcul (L/j/hab)

Désignation	Hypothèse forte	Hypothèse faible
Agglomération Chef lieu	150	80
Zones secondaires	120	60
Zones éparses	80	50

b- Evaluation des besoins en eau de la population (2008-2012)**b-1- Hypothèse forte***Tableau 0-28 : Besoins actuels de l'AEP - Hypothèse forte*

Lieu	Ghazaouet			
Dotation (L/j/hab)	150			
Année	2008	2010	2011	2012
Population	36149	36839	37189	37542
Besoins ($10^6 \text{ m}^3/\text{an}$)	1.980	2.017	2.036	2.055

b-2- Hypothèse faible*Tableau 0-29 : Besoins actuels de l'AEP - Hypothèse faible*

Lieu	Ghazaouet			
Dotation (L/j/hab.)	80			
Années	2008	2010	2011	2012
Population	36149	36839	37189	37542
Besoins ($10^6 \text{ m}^3/\text{an}$)	1.055	1.076	1.086	1.096

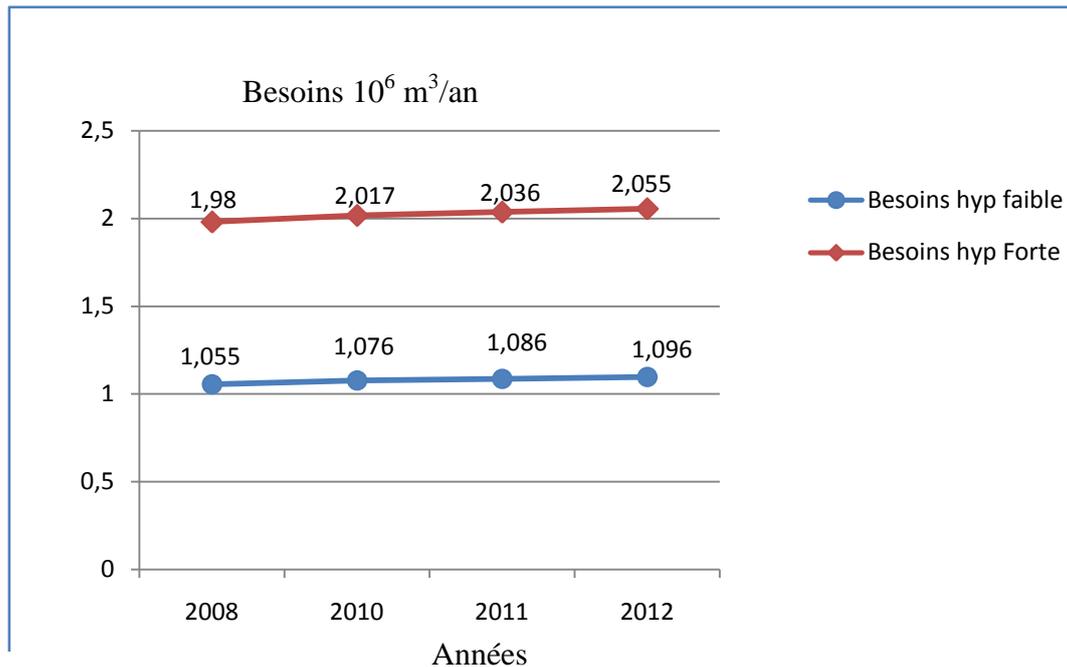


Figure 0-11 : Evolution des besoins en A.E.P en 10⁶ m³/an entre 2008 et 2012

La figure.5.3, montre qu'il y a une évolution croissante des besoins en A.E.P entre 2008/2012 pour les deux hypothèses de calcul, avec une différence d'environ 10⁴ m³/an pour l'hypothèse faible et d'environ 1.9*10⁴m³/an pour l'hypothèse forte.

c- Les besoins actuels en eau Industrielle

La consommation en eau dans les unités industrielles dépend du:

- Type d'industrie.
- Circuit de l'eau à l'intérieur de l'unité (branchement et rejet).

Donc, l'évaluation se fait en fonction de la consommation enregistrée et la demande en eau dictée par la production ainsi que des besoins théoriques en eau.

Les prévisions des besoins futurs en eau industrielle prennent en considération le développement des unités industrielles à prévoir, que ce soit une unité consommatrice ou une unité non consommatrice.

Pour notre travail, les prévisions ne sont pas précises concernant l'extension de l'industrie, pour cela, on a pris en compte les consommations actuelles qui seront enregistrées pour les grandes unités industrielles (Parc EPG, Entreprise de Céramique ouest ECO, Conserverie SARL Ghazouanah et le complexe d'électrolyse de Ghazaouet).

c-1- L'Entreprise portuaire Ghazaouet (Parc EPG)

Tableau 0-30 : Consommation journalière et annuelle du Parc EPG

Unités	Consommation journalières (m ³)	Consommation annuelles (m ³)
Parc EPG Ghazaouet	61.6	22484

(Source ADE Tlemcen)

La consommation en eau dans cette entreprise se fait suivant le nombre de navires embarqués et débarqués, pour l'année 2012 le volume annuel a été de l'ordre de 22484 m³. Cette quantité est assurée par l'ADE, elle est emmagasinée dans une bache d'eau à l'entrée du port.

c-2- L'Entreprise de céramique ouest (ECO)

Cette unité utilise un volume journalier constant de 200 m³, réparti comme suit:

- 50 m³ qui sera traité dans une station de traitement à l'intérieur de l'unité pour avoir une eau pure de conductivité nulle.
- 100 m³ destinés au nettoyage.
- 50 m³ pour les besoins ménagers.

Cette quantité d'eau est assurée par un puits de profondeur 15m débitant 18,52 L /s pendant 2 h et demi de pompage à l'aide de deux pompes montées en série.

L'eau pompée est refoulée dans une conduite de 1700 m de longueur à une différence de niveau de 140 m vers une bache d'eau d'une capacité 1890 m³ répartie en deux: 1260 m³ pour la production et 630 m³ pour la sécurité.

Puisqu'on a un volume constant, le volume annuel sera de 73 000 m³.

c-3- L'Usine de conserverie de poissons : (SARL Ghazouanah)

C'est une unité qui sert à la conserverie du poisson bleu (sardine, anchois) et poisson blanc (thon).

Les besoins en eau de cette unité sont de l'ordre de 400 m³/j, Cette quantité est assurée par les eaux dessalées. Les besoins annuels sont évalués à environ 146 000 m³.

c-4- Le complexe d'électrolyse de Ghazaouet

Tableau 0-31 : Consommation journalière et annuelle du complexe d'électrolyse

	Consommation journalière (m ³)	Consommation annuelle (m ³)
Complexe d'électrolyse de Ghazaouet	12	4380

Après l'installation de l'unité du dessalement, l'usine n'a connu aucun manque en cette matière, et pour satisfaire les besoins, l'ADE assure un volume annuel d'environ 4380 m³.

Récapitulatif :

Tableau 0-32 : Besoins en eau des différentes unités industrielles

Unités	Consommation journalière (m ³)	Consommation annuelle (m ³)	Taux (%)
Parc EPG Ghazaouet	61.6	22484	9.14
Entreprise de céramique Ouest (ECO)	200	73000	29.69
Complexe D'électrolyse	12	4380	1.78
SARL Ghazouanah	400	146 000	59.38
Total	673.6	245864	100

L'unité de SARL Ghazouanah utilise la plus grande quantité de l'eau industrielle avec un taux de 59,38 %, vient en 2^{ème} rang l'entreprise du céramique sanitaire d'Ouest avec 29,69%, les autres ne consomment que de très faibles quantités qui sont au dessous de 10%.

d-Besoins en eau d'irrigation**d-1- Affectation des terrains agricoles**

Comme partout en Algérie, la priorité de l'eau étant accordée essentiellement à l'usage domestique et secondairement à l'usage industriel.

L'irrigation est la plus souvent sacrifiée au profit de ces derniers et bénéficie donc de la plus faible quantité d'eau.

Les prévisions futures en matière des besoins en eau d'irrigation se basent sur la connaissance du potentiel en sol irrigable ainsi que des cultures qui y sont pratiquées dont la demande en eau est liée à l'importance du déficit hydrique.

Les principales terres agricoles se trouvent sur les fonds de la vallée Ghazouanah qui sont des sols aptes à toutes cultures, y compris « la banane », cependant, du point de vue rentabilité des cultures, les primeurs avantagées par le climat côtier (absence de gelée) sont les seuls à intensifier.

Les cultures fruitières (à noyau et pépins) peuvent être diversifiées en bordures des parcelles maraîchères.

Selon une enquête faite au niveau de la direction des services agricoles (D.S.A), nous pouvons définir les catégories des terres suivantes:

- **Affectation A1** : Ces terres se caractérisent par:
 - des pentes faibles moins de 3%.
 - les possibilités d'irrigation existent, mais elles sont conditionnées par la pluviométrie.
 - ce sont généralement des terres localisées en zone de vallées.
 - les sols sont de fortes potentialités (généralement *ce* sont des sols alluviaux), elles présentent 13 % de la surface agricole utile.

- **Affectation A4**: Ces terres se caractérisent par:
 - les pentes sont faibles, en général moins de 3 %.
 - les risques d'érosion et de dégradation sont nuls à très faibles.
 - les sols sont profonds et peuvent être variés, elles présentent 8.25 % de la surface agricole utile.

- **Affectation A'4:** Ces terres se caractérisent par:
 - les pentes sont en général supérieures à 12 %.
 - les risques d'érosion (le ruissellement) sont réels.
 - cette affectation touche également les terrains où les travaux de banquettes existent déjà, il est proposé l'introduction de l'arboriculture sur ces banquettes, elles présentent 45,75 % de la surface agricole utile.

- **Affectation A_m:** Cette affectation touche les terres agricole où la pente est supérieure à 25 %, et les risques d'érosion sont élevés, elle touche également les terres agricoles enclavées dans des terrains forestiers. Elles présentent 32.25 % de la surface agricole utile.

- **Affectation V:** En plus des plantations existantes, la viticulture a été proposée sur les terrains qui comportaient cette spéculationet sur les terrains présentant de fortes pentes et selon les souhaits des producteurs.

d-2- Estimation des besoins en eau

Les services de l'agriculture de la commune de Ghazaouet, selon les dernières statistiques (1998-1999) valorisent une superficie de 240 Hectares irrigués soit 12 % de la surface agricole utile. Le tableau.5.13 montre les ouvrages destinés à l'agriculture.

Tableau 0-33.: Ouvrages destinés à l'agriculture

Ressources	Barrages et petits barrages	Retenues collinaires	Forages	Puits	Sources	Total
Nombre	00	00	03	173	01	177
surfaces irriguées (ha)	00	00	06	230	04	240
Offre (L/s)	00	00	0.41	26.80	0.27	27.48

(Source: Subdivision de l'agriculture de Ghazaouet)

Nous remarquons l'absence totale des eaux de surface mobilisées par les retenues collinaires et les petits barrages. Donc on se sert uniquement des eaux souterraines.

La norme utilisée pour l'irrigation est estimée en moyenne à 5000 m³ /an /ha, ce qui nous donne un volume annuel de 1,2 .10⁹L (pour 240 ha), soit un débit de 38,05 L/s.

Mais actuellement vu le manque d'eau pour l'agriculture, le volume annuel mobilisé est de $0.866 \cdot 10^9$ L, soit un débit de 27.48 L/s. (**866000** m³/an)

D'où le déficit enregistré est très important et arrive à $0.334 \cdot 10^9$ L/an soit un débit de près de 10.6 L/s.

e - La pêche

Cette activité malgré son importance dans une ville littorale comme Ghazaouet, utilise l'eau en quantité très faible car elle se base presque totalement sur l'eau de mer surtout pour le lavage des navires et des poissons, mais on peut estimer la quantité d'eau potable utilisée pour les boissons et la cuisine si on prend une norme de 10 L/ouvrier/j, pour 500 ouvriers soit un volume de 1825m³/an.

f - Besoins en eau des différentes activités

Hors les activités industrielles et agricoles, la commune de Ghazaouet a toujours connu un développement concernant les autres activités, puisqu'elle jouait un rôle principal dès la colonisation française dans le Nord-ouest de l'Algérie.

f-1- Les activités sanitaires

L'activité sanitaire au niveau de la commune de Ghazaouet est dotée d'un nombre plus ou moins satisfaisant marqué par deux grandes structures hôpitales (E.P.H. Ghazaouet et un centre d'Hémodialyse) et sept centres médicaux (tableau.35).

Tableau 0-34.: Estimation des besoins en eau des différentes activités sanitaires.

Structures	Consommation journalière (m ³)	Consommation annuelle (m ³)
E. Public Hospitalier Ghazaouet	41	14965
Centre d'Hémodialyse	10	3650
Ancien hôpital	2.5	912.5
Centre les sables	0.8	292
Centre Demine	0.7	255.5
Centre Ain El Kolla	0.8	292
Centre Arcoub	1	365
Centre Sidi Amer	1.2	438
Centre Djemaa Sakhra	1.2	438
Total	59.2	21608

(Source: ADE Tlemcen)

L'E.P.H. Ghazaouat utilise la plus grande quantité de l'eau avec un volume de 41 m³/j, vient ensuite le centre d'Hémodialyse avec 10 m³/j, les autres ne consomment que de très faibles quantités qui sont au dessous de 2.5 m³/j.

f-2- Les activités administratives

Malgré l'importance de ces activités, il y'en a certaines qui n'ont pas de locaux conformes aux normes internationales, cela peut s'expliquer par la hausse de coûts d'équipement.

Tableau 0-35 : Estimation des besoins en eau des différentes activités administratives.

Admin.	Daïra	APC	Tribunal	Centrale téléphonique, PTT, SONELGAZ, BADR	Subdivision Agricole ,Pêche, DTP.DG.AL ZINC.AFIC-	ECOREP, ONACO	EPG bâtiment, Gare SNTF, air Algérie	Total
V. jou. (m³)	0.5	1.8	0.5	4.5	2	0.3	0.9	10.5
V. an. (m³)	182,5	657	182,5	1642,5	730	109,5	328,5	3832.5

(Source ADE Tlemcen)

f-3- Les activités sécuritaires

Les différentes activités sécuritaires sont mentionnées avec leurs besoins dans le tableau.5.16.

Tableau 0-36: Estimation des besoins en eau des différentes activités sécuritaires

Secteurs	Brigade gendarmerie	Sûreté nationale	Marine militaire	Protection civile	Caserne militaire	Douanes	Total
Volume journalier (m3)	5.6	1.4	8.4	6	4.5	7	32.9
Volume annuel (m3)	2044	511	3066	2190	1642.5	2555	12008.5

(Source ADE Tlemcen)

f-4- Les Hôtels

Tableau 0-37: Estimation des besoins en eau d'Hôtel Ziri

Structures	Consommation journalières (m ³)	Consommation annuelles (m ³)
Hotel Ziri	15	5475

(Source ADE Tlemcen)

Récapitulation

Tableau 0-38 : Récapitulation des besoins en eau des différentes activités

Activités	Activités sanitaires	Activités administratives	Activités sécuritaires	Hôtel	Total
Volume journalier (m3)	59.2	10.5	32.9	15	117.6
Volume annuel (m3)	21608	3832.5	12008.5	5475	42924

Donc le volume mobilisé pour les besoins des différentes activités est évalué à 117.6 m³/jour, soit un volume annuel de 42924 m³, dont l'activité sanitaire en bénéficie de la plus grande partie.

1.8.3.3 Balance des ressources / besoins actuels (Bilan):

C'est la confrontation entre la ressource en eau et les besoins de consommation pour déterminer les déficits ou les excédents en eau, cette étude a été faite suivant les hypothèses fortes et faibles, et l'offre actuelle qui est approximative de 102 L/j/hab (A.D.E Tlemcen), pour l'ensemble de la commune (tableaux.5.19 et 5.20).

Tableau 0-39 : Bilan de Volume produit, distribué entre 2010-2012

Année	2010	2011	2012
Volume Produit (m ³ /an)	1 252 000	2 556 910	3 363 388
Volume Distribué (m ³ /an)	1 215 000	2 480 203	3 195 219

(Source ADE Tlemcen)

Tableau 0-40: Balance Besoins en A.E.P- Offre actuelle

Année	Pop.	Volume Dist. (m ³ /an)	Besoins (m ³ /an)		Déficit (m ³ /an)		Excédent (m ³ /an)		taux de satisfaction (%)	
			Hyp. forte	Hyp. faible	Hyp. forte	Hyp. faible	Hyp. forte	Hyp. faible	Hyp. forte	Hyp. faible
2010	36839	1 215 000	2 017 000	1 076 000	802 000	139 000	0	0	60.23%	112%
2011	37189	2 480 203	2 036 000	1 086 000	0	0	444 203	1 394 203	121%	228%
2012	37542	3 195 219	2 055 000	1 096 000	0	0	1 140 219	2 099 219	155%	291%

Interprétation

Le volume mobilisé pour l'alimentation en eau potable est évalué avant la mise en service de la station de dessalement de Souk Tlata (2010) à 1215 m³.10³/an (Volume régularisé par l'ADE), ce qui a donné un déficit de 802 785 m³/an pour l'hypothèse forte et un excédent de 139 000 m³/an pour l'hypothèse faible, correspond à un taux de satisfaction de l'ordre de 60.23 % seulement pour l'hypothèse forte et de l'ordre de 112 % pour l'hypothèse faible.

Après la mise en service de la station, le volume régularisé par l'ADE est de l'ordre de **2 480 203 m³/an** en 2011 et **3 195 219 m³/an** en 2012.

Ainsi, les besoins estimés en utilisant les dotations fortes et faibles sont respectivement de 2 036 000, 1 086 000 en 2011 et 2 055 000, 1 096 000 m³/an en 2012, ce qui a donné :

- -En 2011 : Un excédent de 444 203 m³/an pour l'hypothèse forte et 1 394 203 m³/an pour l'hypothèse faible.
- -En 2012 : Un excédent de 1 140 219 m³/an pour l'hypothèse forte et de 2 099 219 m³/an pour l'hypothèse faible.

Tableau 0-41 : Balance Besoins en eau - Offre actuelle

Année	Pop.	Volume Dist. (m ³ /an)	Besoins (m ³ /an)		Déficit (m ³ /an)		Excédent (m ³ /an)		taux de satisfaction (%)	
			Hyp. forte	Hyp. faible	Hyp. forte	Hyp. faible	Hyp. forte	Hyp. faible	Hyp. forte	Hyp. faible
2010	36839	1 215 000	3 173 618	2 232 618	1 958 618	1 017 618	0	0	38.28%	54.42%
2011	37189	2 480 203	3 192 618	2 242 618	712415	0	0	237585	77.68%	110.59%
2012	37542	3 195 219	3 211 618	2 252 618	16399	0	0	242601	99.49%	141.84%

Interprétation

Le volume des besoins en eau (AEI+AEA+Pêche+différentes activités) est de **1 156 618** m³/an

- Les besoins en eau estimés en utilisant les dotations fortes et faibles sont respectivement de 3 192 618, 2 242 618 en 2011 et 3 211 618, 2 252 618 m³/an en 2012, ce qui a donné :
- En 2011 : Un excédent de 237 585 m³/an pour l'hypothèse faible et un déficit de 712 415 m³/an pour l'hypothèse forte.
- En 2012 : Un excédent de 242 601 m³/an pour l'hypothèse faible et un déficit de 16 399 m³/an pour l'hypothèse forte.

1.8.4 Estimation de l'évolution des besoins futurs

1.8.4.1 Evaluation des besoins en eau de la population (2015-2030)

a- Hypothèse forte

Tableau 0-42: Besoins actuels et futurs de l'AEP - Hypothèse forte.

Lieu	Ghazaouet			
Dotation (L/j/hab.)	150			
Années	2015	2020	2025	2030
population	38622	40492	42452	44507
Besoins (10 ⁶ .m ³ /an)	2.11	2.216	2.324	2.436

b- Hypothèse faible

Tableau 0-43 : Besoins futurs de l'AEP - Hypothèse faible.

Lieu	Ghazaouet			
Dotation (L/j/hab.)	80			
Années	2015	2020	2025	2030
population	38622	40492	42452	44507
Besoins (10 ⁶ .m ³ /an)	1.128	1.182	1.240	1.300

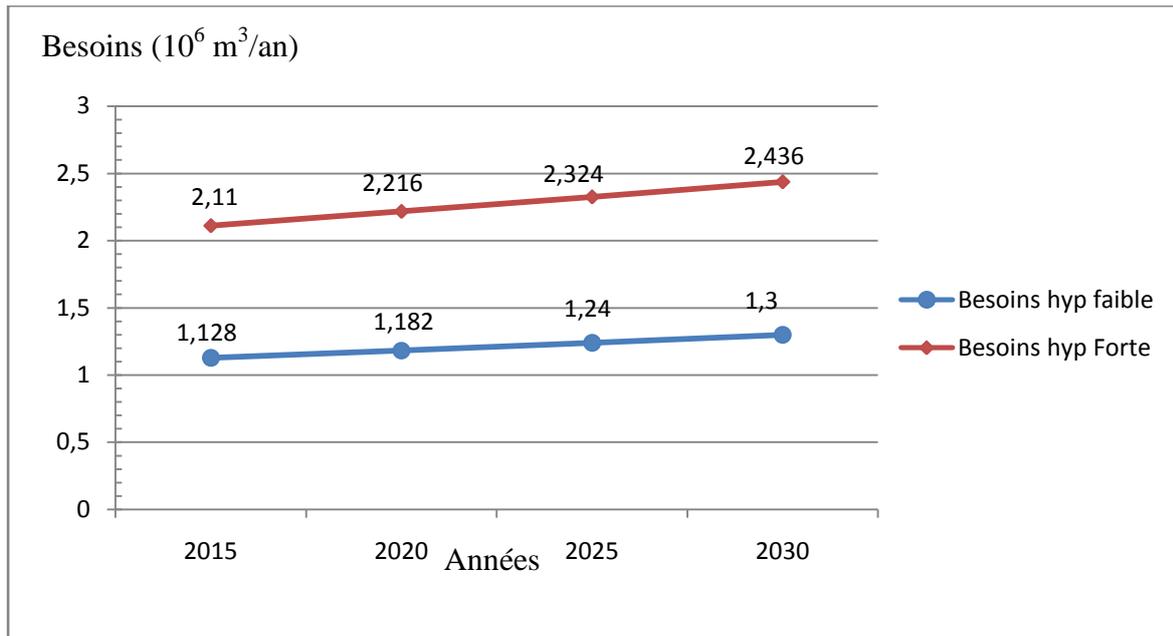


Figure 0-12 : Evolution des besoins futurs en A.E.P (x 10⁶ m³/an)

La figure.5.4 montre qu’il y a une évolution croissante des besoins en A.E.P entre 2015/2030 pour les deux hypothèses de calcul, avec une moyenne d’environ 6*10⁴ m³ toutes les cinq années pour l’hypothèse faible et d’environ 10⁵ m³ toutes cinq années pour l’hypothèse forte.

1.8.4.2 Les besoins futurs en eau industrielle

L’activité industrielle projetée est celle de la zone d’activité économique, qui se prolonge sur une superficie totale de 18 hectares, en partant d’une moyenne de 30 emplois par hectare et d’une dotation théorique de 300 m³/an/emploi, les besoins en eau seront évalués à :

$$30 \cdot 18 \cdot 300 = 162000 \text{ m}^3 / \text{an}.$$

Tableau 0-44 : Besoins futurs en A.E.I (m³/an)

	Volumes (m ³ /an)
Zone d'activité économique	162000
industrie actuelle	245864
Total	407864

1.8.4.3 Besoins futurs en eau des différentes activités

Puisqu'on n'a pas les équipements projetés des différentes activités, on peut se limiter à calculer un coefficient K qui est le rapport entre le volume mobilisé pour ces activités et le volume des besoins en AEP donc:

$$K = \frac{\text{volume mobilisé pour les activités}}{\text{volume des besoins en AEP}} * 100$$

- Le volume des besoins en AEP pour l'année 2012 est de : 1 096 000 m³/an
- Le volume des besoins des différentes activités pour l'année 2012 est de : 42924 m³/an

$$K=0.04$$

Donc, les besoins futurs de ces activités seront la multiplication de ce coefficient calculé (K) et le volume mobilisé pour les besoins en AEP dans les échéances selon le tableau.46:

Tableau 0-45.: Evaluation des besoins des équipements

Echéances Besoins	2012	2015	2020	2025
Besoins en AEP (10⁶ m³/an)	1.096	1.128	1.182	1.240
Besoins des équipements (m³/an)	42924	44177	46292	48563

1.8.4.4 Les besoins futurs en eau d'irrigation :

La norme utilisée pour l'irrigation est estimée en moyenne à 5000 m³ /an /ha, ce qui nous donne un volume annuel de 1,2 .10⁶ m³ /an (pour 240 ha).

1.9 Balance des besoins futurs Globaux / Ressources Mobilisées

Une confrontation des besoins globaux antérieurement estimés de tous les secteurs (AEP, AEI, besoins des équipements) aux différents horizons avec le potentiel hydrique actuel (ressources en eau mobilisées et mobilisables à moyen et à long terme), nous permettra de voir l'évolution de cette relation (Tableau.5.26).

Tableau 0-46 : Déterminations des besoins futurs globaux des différents secteurs aux différents horizons

Horizons	2015	2020	2025
Besoins (10^6 m^3) (AEP+AEI+AEA+BESOINS EQUIPEMENTS)	2.78	3.7	3.77
Ressources mobilisées actuellement (10^6 m^3)	3.19	3.19	3.19

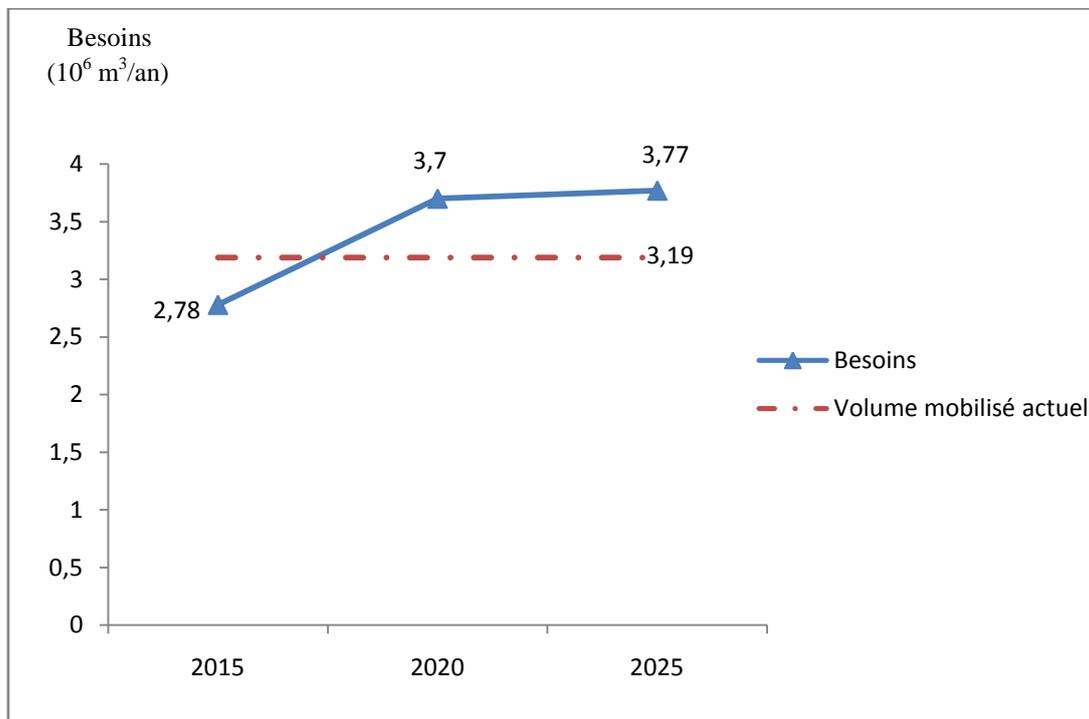


Figure 0-13: Bilan besoins futurs globaux / ressources mobilisables (2015-2025)

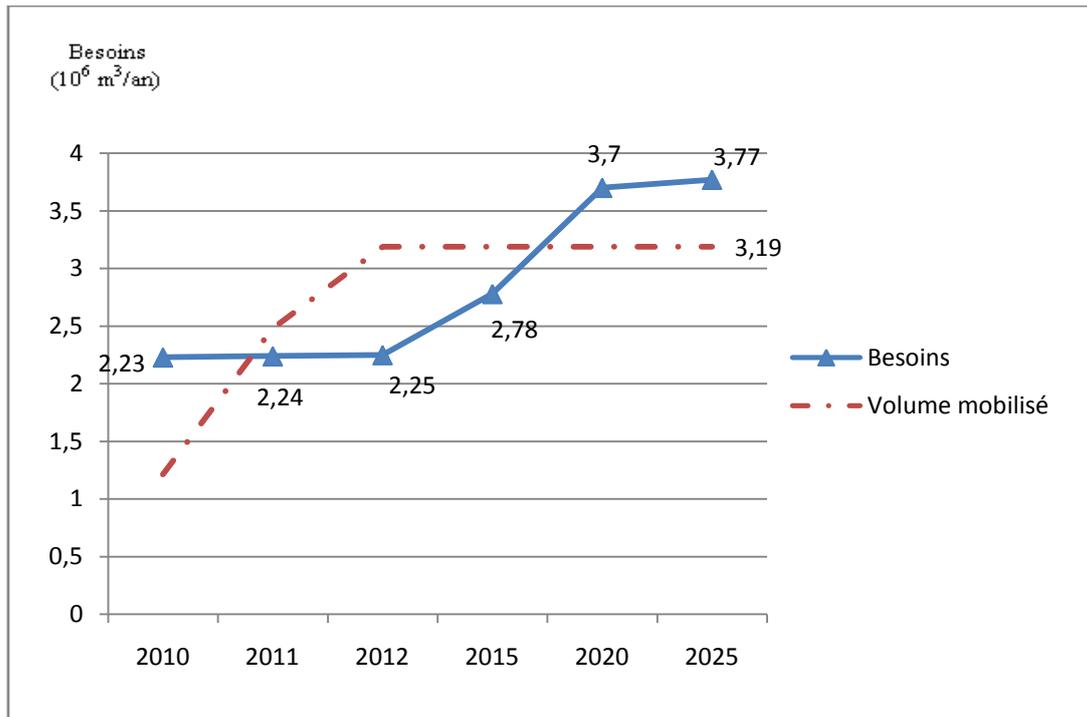


Figure 0-14 : Bilan besoins actuels et futurs globaux / ressources mobilisables (2010-2025)

Les Figures.5.5 et 5.6 indiquent que les besoins globaux dépassent largement les ressources en eaux actuellement mobilisées (eau superficielle, eau de dessalement et ressources souterraines) donc il n’y a pas une satisfaction dans les besoins en eau pour un volume mobilisé actuel de $3.19 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, puisque entre 2015/2020, on enregistre un déficit, estimé en 2020 à $0.51 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ et $5.8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 2025

Conclusion :

Les données dont nous disposons, montrent que la station de dessalement d’eau de mer de Souk Tleta permettra de couvrir les besoins en eau de la zone d’étude actuellement, et ayant un surplus d’eau qui varie de l’ordre de $242\,601 \text{ m}^3/\text{an}$ pour l’hypothèse faible en 2012, mais à partir de 2015 on enregistre des difficultés pour satisfaire au besoins en eau (AEP, AEA, AEI, besoins des équipements) et à partir de 2020 on enregistre un déficit, estimé à $0.51 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ et à $5.8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 2025.

Conclusion



Conclusions et Recommandations

Au terme de cette étude, l'ensemble des résultats obtenus permettent de mettre le point sur les faits suivants:

- on peut affirmer que les ressources hydriques sont divers dans la région de Ghazaouet à savoir; ressources souterraines, superficielles, et non conventionnelles (eau de dessalement).

Cependant, les ressources superficielles sont peu utilisées et seule une quantité assez limitée est emmagasinée, tandis que le reste du volume s'écoule vers la mer.

- La région du Ghazaouet est l'une des zones d'Algérie où les ressources en eaux souterraines sont les plus exploitées (PNE, 2010), surtout durant les cinq dernières années où l'Etat a pris conscience de la place suprême de l'agriculture par l'application de plusieurs programmes de développement ruraux et/ou agricoles.

- Le développement des agglomérations limitrophes et des unités industrielles ont nécessité l'intensification des pompages par la réalisation de plusieurs forages, ce qui a conduit à la surexploitation des nappes et la dégradation de la qualité de l'eau souterraine.

-D'après les services de la D.R.E de la wilaya de Tlemcen, la capacité d'eau disponible réellement est confrontée à deux problèmes majeurs :

*- la vétusté des réseaux d'alimentation en eau potable où on enregistre des pertes dues aux fuites qui peuvent atteindre les 20 % des volumes distribués (A.D.E Tlemcen).

*-une partie non négligeable des forages est soit sous-exploitée ou hors service, ce qui diminue d'une façon importante les quantités d'eau mobilisées.

- Sur le plan climatique, la ville de Ghazaouet appartient à un climat semi-aride caractérisé par une irrégularité des précipitations avec une moyenne annuelle comprise entre 240.5 mm et 620.1 mm, cette dernière influence directement sur la recharge des réserves souterraines.

- Sur le plan géologique et hydrogéologique, la présence des formations secondaires, tertiaires et quaternaires nous a montré que les formations les plus susceptibles à emmagasiner l'eau sont les alluvions d'âge quaternaire. Ces formations présentent un aquifère à potentiel hydrique intéressant.

- Sur le plan socio-économique, l'évolution de la population de la ville de Ghazaouet connaît pendant la dernière décennie un faible taux, conséquent de l'exode vers les communes limitrophes, à cause en grande partie de la pollution induite par l'usine ALZINC.

Conclusions et Recommandations

- La ressource en eau dans la ville de Ghazaouet se base sur le transfert à partir de la station de dessalement de Souk Tleta ainsi que sur un pompage par puits effectué au niveau de la nappe alluvionnaire d'Oued Ghazouanah.
- La technique du dessalement est une très bonne méthode sur laquelle on peut compter pour satisfaire les besoins des entreprises.
- La confrontation des résultats à partir de la balance offre actuelle - besoins futurs nous confirment une offre actuelle de $3.19 \cdot 10^6$ m³/an produite par l'ensemble des ressources en eau disponibles et des besoins en l'an 2025 estimés à $3.77 \cdot 10^6$ m³/an d'où un déficit de $0.58 \cdot 10^6$ m³/an.

Finalement, ce modeste travail effectué dans le cadre de cette étude est une contribution à une reconnaissance des facteurs physico-géographiques (topographie, géologie, pentes, morphométrie, couvert végétal, hydrogéologie ...), ainsi que ceux climatiques et hydrologiques, pour une meilleure compréhension et analyse des composantes de l'hydro-système de la région, et par conséquent de prévoir une politique de gestion plus rationnelle et une exploitation plus efficace de la ressource eau, afin d'assurer une meilleure protection de cet hydro-système aménagé qui nécessite la préservation de la qualité et de la quantité de l'eau particulièrement en période des basses eaux.

Le présent travail, qui n'est pas exhaustif, ouvre la voie à d'autres études, afin d'aboutir à un aménagement intégré des ressources en eau par région, pour déterminer d'une façon plus incontestable l'impact de la mobilisation des eaux.

Nous terminerons par ces modestes recommandations :

Dans le cadre de nouvelles approches de la gestion de la ressource en eau et d'une manière plus concrète, il faut repenser en profondeur les approches qui permettront de satisfaire les besoins de l'homme tout en maintenant la qualité des systèmes naturels qui supportent l'existence même de la collectivité humaine. On parlera donc de la gestion de l'eau d'une manière plus intégrée au lieu de la faire par secteurs d'activité, afin d'atteindre une gestion durable des ressources.

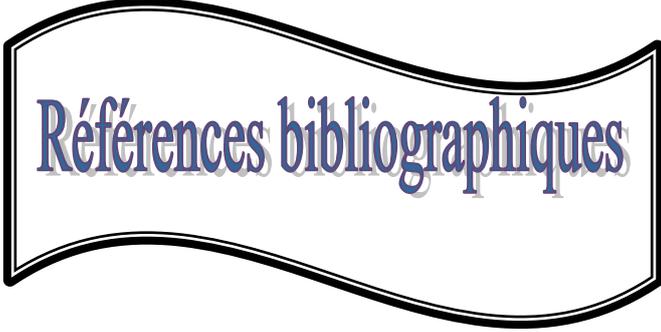
La mise en valeur et la gestion de l'eau doivent avoir un caractère participatif et associer aussi bien les utilisateurs, que les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux.

Il est recommandé de :

- élaborer une stratégie de l'eau préférant la mobilisation des eaux de surface (barrages et retenues collinaires) et l'exploitation rationnelle des eaux souterraines.

Conclusions et Recommandations

- augmenter la productivité de l'eau dans l'agriculture en limitant le gaspillage par l'introduction de nouvelles techniques d'irrigations (irrigation par le système goutte à goutte) et l'emploi des eaux usées récupérées et traitées.
 - réorganiser et réhabiliter les réseaux de distribution suite à leurs vétustés.
 - lutter contre les pertes très élevées par manque d'entretien ordinaire des installations des réseaux (réseau AEP, et AEA).
 - établir un programme adéquat pour la distribution en eau potable d'une façon équitable dans les quartiers assurant une pression suffisante.
 - Augmenter le taux de branchement surtout dans les zones éparses qui parfois ne bénéficient d'aucun apport.
 - la nappe alluvionnaire du bassin versant d'Oued Ghazouanah ne doit pas être surexploitée surtout près de la mer, pour éviter l'avancée du biseau- salé.
 - protéger l'environnement contre la pollution et ainsi la réutilisation des eaux recyclées après traitement, pour irriguer environ 300 ha (vergers des Orangers, vallée de Ghazouanah).
 - Nous recommandons aux unités industrielles de faire un traitement de leurs rejets avant de les rejeter, surtout celle de l'unité d'électrolyse du zinc qui constitue par ses rejets non biodégradables un très grand danger sur le milieu marin.
 - Pour une meilleure exploitation de l'aire d'irrigation de Ghazaouet passe par un entretien permanent du réseau, le bétonnage des seguias en terre, le renforcement du volume mobilisé., nous recommandons d'ajouter un ensemble de diguettes sur le lit d'Oued Ghazouanah en amont pour fixer les éléments solides et pour permettre de retenir les petites quantités d'eau pour l'irrigation et l'alimentation naturelle de la nappe alluvionnaire.
- Enfin, notre ambition est que l'Algérie comme tous les pays du monde puisse envisager une politique qui passera de la vision à l'action, par la mise en application d'un programme ou d'un plan d'action dont les objectifs vont en parallèle avec les recommandations qui font office de synthèse quant au consensus dégagé lors des conférences internationales récentes :
- Gérer l'eau pour tous les hommes et leurs descendants, en préservant l'environnement avec une politique de développement durable (Rio, 1992).
 - Considérer l'eau comme un bien économique et social et prévoir son accès pour tous (Dublin, 1992).



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ANAT (1990) « *Plan d'aménagement de la Wilaya de Tlemcen (PAW)* ».
- ANAT (1995) - Etude de la zone franche de Ghazaouet.
- A.N.R.H (2008) « *Carte Hydrogéologique de l'Algérie du nord à l'échelle du 1/500 000* » Notice explicative, Ministère de l'Équipement, Alger, Ed. I.N.C.
- A.N.R.H (2008) « *Carte géologique de l'Algérie du nord à l'échelle du 1/500 000* » Notice explicative, Ministère de l'Équipement, Alger, Ed. I.N.C.
- A.N.R.H (2010) « *M2 - V2 - Tome 1 - Rapport ressources eau souterrains - version provisoire* ». Rapport hydrogéologie-Algérie.
- A.N.R.H (2010) «*M2 - V2 - Tome 2 - monographie des aquifères - version provisoire*». Rapport hydrogéologie-Algérie.
- Belabbes. M & Rahali. A. (1994) « *Ressource en eau, inventaire et gestion dans la Daïra de Fillaoucène* » Mém. Ing. Dép. Hydraulique Urbaine. Université de Tlemcen.
- Belbachir S., (2010) « *Interaction des paramètres climatiques ; Application à la zone côtière du Nord – Ouest algérien* » Mém. Ing. Dép. Sce de la Terre, Université de Tlemcen.
- Bouchenafa. L. (1995) « *Problématique d'aménagement d'une zone littorale par une approche cartographique(Cas des communes Souahia, Ghazaouet, Souk-Tleta)* » Mém. Ing. Dép. Ecologie, Environnement, Université de Tlemcen.
- C.A.D.A.T (1980) « *Etude démo-économique des 8 Communes de la Wilaya de Tlemcen (Béni Saf, Ghazaouet, Hennaya, Remchi, Ouled Mimoun, Sabra, Mersâ Ben M'hidi, Sebdou)* » Phase 1 (Bilan) ; Phase 2 (Perspectives).
- D.H.E.T(1996) « *Renforcement de l'A.E.P Ghazaouet-Nedroma à partir du Forage Zriga II*). Mém. explicatif .Université de Tlemcen.
- Fellah M.& Hamel M. (2000) « *La ressources en eau dans la Commune de Ghazaouet ; Exploitation, distribution et rejet* » Mém. Ing. Dép. Hydraulique Urbaine. Université de Tlemcen
- Gherbi. M. (1998) « *Problématique d'aménagement d'une zone littorale par une approche cartographique (Cas de la commune de Dar Yaghmoracen)* » Mém. Ing. Dép. Ecologie.Université de Tlemcen
- Haddou .K. (1994) « *Choix d'une station d'épuration pour une ville côtière, cas de la commune de Ghazaouet* » Mém. Ing. Dép. Hyd. Urbaine Univ. Tlemcen.

- **Mellouki. D.** (1998) « *La ressource en eau dans la Daïra de Nedroma (exploitation, distribution et rejets)*. Mém. Ing. Dép. Hyd. Urbaine Univ. Tlemcen
- **SELTZER P,** 1946 « *Climat de l'Algérie, Institut de Météorologie et de Physique du Globe de l'Algérie* » Ed Imp. La Typo- et Jules Carbonnel Réunies.
- **URSAT** (1996) « *Plan de développement et d'aménagement urbain (PDAU), de la ville de Ghazaouet* ». Phase 3.

Site internet: www.hydrologie.org

- Carte topographique d'Algérie –Tlemcen-, Echelle : 1/200 000
- Carte topographique Tlemcen, Echelle : 1/200 000
- Carte topographique Nedroma, Echelle : 1/50 000
- Carte géologique Tlemcen, Echelle : 1/20 000
- Carte géologique Ghazaouet, Echelle : 1/20 000
- Carte hydrogéologique de l'Algérie du Nord, Echelle : 1/500 000
- Carte hydrogéologique de Tlemcen, Echelle : 1/200 000
- Carte hydrogéologique de Ghazaouet, Echelle : 1/200 000