

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -

FACULTE DES SCIENCE APPLIQUE

Département hydraulique et génie civil



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention Du Diplôme de Master hydraulique

Option : forage d'eau

THEME

ETUDE HYDRODYNAMIQUE ET LA DISTRIBUTION DES EAUX SOUTERRAINES

DANS LA REGION D'ILLIZI

Soutenu publiquement par :

***Zegri kaddour
Souici Yassine***

Le /06/2019

Devant le jury :

Président :

Promoteur : M. Mansouri Zina

Examineur : M. Djabari Hassan

M. C. A Univ. Ouargla

M. A. B Univ. Ouargla

Année Universitaire : 2018/2019



REMERCIEMENTS:

Tout d'abord, nous voudrions remercier Dieu qui nous aide et nous donne patience et courage pendant ces années d'étude et de faire cet humble travail.

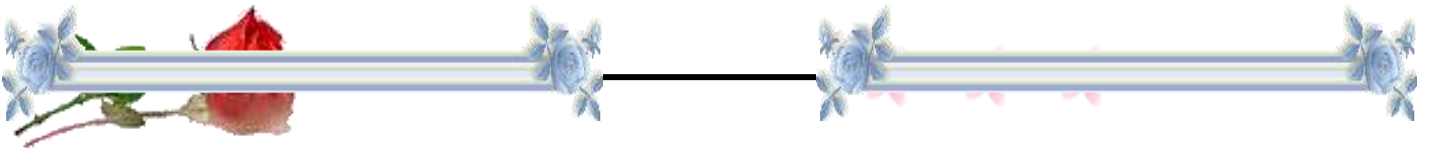
Nous tenons à remercier Mme: Zina qui nous a documentés dans notre acceptation de notre soutien. Nous lui sommes très reconnaissants de l'occasion qu'elle a offerte dans ses remarques pertinentes et son esprit de synthèse nous a permis d'avoir un autre aperçu du problème. Nous la remercions pour son attention et son suivi constants. Nous pensons avoir beaucoup appris d'eux. Nous voudrions également l'applaudir, ainsi que le comprendre et le soutenir dans les moments difficiles.

Nous aimerions également rencontrer les messieurs des travailleurs des ressources en eau et de l'ADE Illizi avec nos meilleures salutations. Nous leur sommes reconnaissants pour leur soutien, leurs conseils et leur dévouement.

Nous remercions également les travailleurs et les directeurs

Nous remercions également tous ceux qui nous ont soutenu tout au long de la rédaction de ces mémos et ont contribué, directement ou indirectement, à créer une atmosphère de recherche et de préparation à ce travail.

Nous sommes également heureux d'exprimer :djabari hacen notre gratitude à la présidence, qui a eu l'honneur d'accepter le compte rendu de ces travaux et de l'enrichir de leurs observations et suggestions.



Dédicaces :

À la lumière qui brille à ma manière et à la lampe qui ne sort jamais, à la noble famille

De sa grand-mère sous ses pieds et m'a inondé d'affection et d'affection, ma mère prolonge sa vie en Dieu

À mes frères: Soyez miséricordieux envers eux.

Pour tous mes parents

À tous mes professeurs, collègues et amis

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à compléter cette thèse

Donne cet humble travail

Kadour z.





Dédicaces :

Je dédie cet humble travail à :

- **Ma mère bien-aimée, qui m'a toujours aidé à dans mes études.**
- **Mon père, qui souhaitait fournir autant de widgets que possible.**
- **Membres de la famille.**
- **Mes proches, mes amis et tous ceux qui me connaissent.**

Yacin S.

SOMMAIRE

Introduction générale..... 1

Partie I : Identification de milieu naturel

Chapitre I : Situation géographique et caractéristiques générales de la zone d'Ilizi

| | |
|--|---|
| I-Cadre général de la zone d'étude..... | 2 |
| I-1-Introduction..... | 2 |
| I-2-Localisation géographique de la zone d'Ilizi..... | 4 |
| I-3-caractéristiques générales de la zone d'Ilizi..... | 4 |
| 3-1-Aspect Géomorphologique..... | 4 |
| 3-2-Aspect Hydrographique..... | 5 |
| 3-3-Végétation..... | 5 |

Chapitre II : Etude géologique de la zone d'Ilizi

| | |
|--|----|
| I- Etude géologique..... | 7 |
| I-1-Introduction..... | 7 |
| I-2-Cadre géologique régional..... | 7 |
| I-3-Cadre géologique local..... | 8 |
| I-3-1-Le socle cristallin..... | 8 |
| I-3-2-La couverture sédimentaire..... | 9 |
| I-4-Litho stratigraphie du bassin d'ILLIZI..... | 9 |
| I-5-Les principaux éléments structuraux du bassin d'Ilizi..... | 14 |
| I-Conclusion..... | 16 |

Chapitre III : Etude Climatologique

| | |
|-----------------------------|----|
| I-Etude Climatologique..... | 17 |
| I-1-Introduction..... | 17 |
| I-2-La Température..... | 17 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| I-3-Evaporation..... | 18 |
| I-4-Précipitation..... | 19 |
| I-5-Les vents..... | 20 |
| I-6-Insolation..... | 21 |
| I-7-Humidité relative de l'air..... | 21 |
| I-8-La courbe pluvio thermique..... | 22 |
| I-9-Conclusion..... | 23 |

Chapitre IV : Etude hydrologique et hydrogéologique

| | |
|---|----|
| I-Etude hydrologique..... | 24 |
| I-1-Introduction..... | 24 |
| I-2-Les différentes sources de l'Oued Illizi..... | 25 |
| I-3-Conclusion..... | 27 |
| II-Etude hydrogéologique..... | 28 |
| II-1-Les différents types des nappes du bassin d' Illizi..... | 28 |
| La nappe du Cambro-ordovicien..... | 28 |
| La nappe du Dévonien (à Illizi)..... | 29 |
| La nappe Carbonifère..... | 29 |
| II-2-Le système aquifère du Continental Intercalaire (CI)..... | 29 |
| II-3-Le système aquifère du Complexe Terminal (CT)..... | 30 |
| La nappe du Turonien..... | 30 |
| La nappe des sables du Mio-Pliocène..... | 30 |
| La nappe d'Inféro-Flux d'Oued Illizi..... | 31 |
| II-4-Interprétation de la carte piézométrique de secteur d' Illizi..... | 33 |
| II-5-Conclusion..... | 34 |

Partie II : La mobilisation des ressource en EAU

Chapitre II : Etude qualitative des ressources en eau

| | |
|--|----|
| I-Etude qualitative des ressources en eau..... | 35 |
| I-1-Introduction..... | 35 |
| II-Hydrochimie..... | 36 |
| II-1-Caractéristiques physico-chimiques..... | 36 |
| II-1-1-PH..... | 36 |
| II-1-2-La Conductivité..... | 37 |

| | |
|---|----|
| II-2-Paramètres chimiques..... | 38 |
| II-2-1-a-Les calciums (Ca ⁺⁺)..... | 38 |
| II-2-1-Les Bilans cationiques..... | 38 |
| II-2-1-b-Les Magnésiums (Mg ⁺⁺)..... | 38 |
| II-2-1-c-Les Sodiums (Na ⁺)..... | 39 |
| II-2-1-d-Les Potassiums (K ⁺)..... | 39 |
| II-2-2-Les Bilans anioniques..... | 40 |
| II-2-2-a-Les chlorure (CL^-)..... | 40 |
| II-2-2-b-Les sulfates (SO_4^{--})..... | 41 |
| II-2-2-c-Les bicarbonates (HCO_3^-)..... | 41 |
| II-2-2-d-Les carbonates (CO_3^{--})..... | 42 |
| II-3-Représentation des analyses d'eau selon le diagramme de piper..... | 43 |
| -Le Résidu Sec..... | 44 |
| -La Dureté totale | 44 |
| -La Turbidité..... | 46 |
| -Les Nitrites..... | 47 |
| -Le Fer..... | 48 |
| II-4-Conclusions Et Recommandations..... | 49 |

Chapitre II : distribution des eaux

| | |
|---|----|
| I-La quantité d'eau dan la zone d'Illizi..... | 50 |
| I-1-Introduction..... | 50 |
| I-2-Alimentation de la nappe..... | 50 |
| I-3-Écoulement de la nappe..... | 51 |
| I-4-La piézométrie..... | 51 |
| II-Distribution des eaux..... | 52 |
| II-1-Introduction..... | 52 |
| II-2-Situation démographique..... | 52 |
| II-3-Evolution de la population aux horizons de l'Illizi..... | 52 |
| II-4-Evolution de la population d'Illizi..... | 53 |
| II-5-Besoins en eau, courts et moyen terme, de la commune d'Illizi..... | 54 |
| II-6-Besoins à long terme de l'Illizi..... | 55 |
| II-7-Besoins actuels de la commune d'Illizi..... | 56 |

| | |
|--|-----------|
| II-8-Les Réseaux de distribution..... | 56 |
| II-8-1-Le Réseau Primaire..... | 57 |
| II-8-2-Réseau Secondaire..... | 57 |
| II-8-3-Caractéristiques des réservoirs..... | 59 |
| II-9- Réseau de distribution..... | 59 |
| II-10-Evolution des consommations..... | 60 |
| II-10-1-Consommation domestique..... | 60 |
| II-10-2-Demande du secteur public..... | 61 |
| II-10-3-Demande industrielle..... | 61 |
| II-10-4-Demande du secteur tertiaire et touristique..... | 61 |
| II-11- Conclusion..... | 61 |
| Conclusion générale..... | 62 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau N°III-1 : Température Moyennes mensuelles (2008_2017). (MTE Ouargla-Station d'Illizi)..... | 17 |
| Tableau N°III-2 : Moyennes mensuelles de l'évaporation (2008_2017). (La station météorologique d'Illizi)..... | 18 |
| Tableau N°III-3 : Moyennes mensuelles de la pluviométrie (2008_2017). (La station d'Illizi)..... | 19 |
| Tableau N°III-4 : la vitesse du vent moyen mensuel (2008_2017). (La station d'Illizi)..... | 20 |
| Tableau N°III-5 : Valeurs Moyennes mensuelles de l'insolation (2008-2017). (Stat d'Illizi)..... | 21 |
| Tableau N°III-6 : Valeurs mensuelles d'Humidité relative maximale en(%) et Humidité relative minimale en(%) de stations d'Illizi. (2008_2017)..... | 22 |
| Tableau N°III-7 : Précipitations et température (double) à la station d'Illizi... | 22 |
| Tableau N°IV-1 : les principaux Oueds existant sur le territoire de la ville et leur orientation majeure. (ANRH. Illizi)..... | 26 |
| Tableau N°IV-2 : les principales ressources en eau exploitées dans la wilaya (ANRH d'Ouargla)..... | 31 |
| Tableau N°V-1 : tableau de conductivité..... | 37 |
| Tableau N°V-2 : La concentration d'équilibre des cations obtenue dans le tableau suivant est en mg / l. ADE Illizi..... | 39 |
| Tableau N° V-3: La concentration d'équilibre des anions obtenue dans le tableau suivant est en mg / l. (ADE Illizi(2010))..... | 42 |
| Tableau N°V-4 : le Résidu Sec de l'eau des forages d'Illizi (ADE. Illizi (2010))..... | 44 |
| Tableau N° V-5 : Potabilité de l'eau en fonction de la dureté..... | 45 |
| Tableau N° V-6 : la dureté de l'eau des forages d'Illizi (ADE.Illizi)..... | 45 |
| Tableau N° V-6 : Les classes de turbidités usuelles..... | 46 |
| Tableau N° V 7 : La Turbidité de l'eau des forages d'Illizi (ADE.Illizi)..... | 46 |
| Tableau N° V 8 : les NO_2 NO_3 de l'eau des forages d'Illizi (ADE Illizi(2010)).. | 47 |
| Tableau N°V-9 : Le fer de l'eau des forages d'Illizi (ADE Illizi(2010))..... | 48 |

| | |
|---|----|
| Tableau N°VI-1 : Valeurs des Mesures des niveaux piézométriques des forages d'Oued Illizi (ANRH Illizi)..... | 51 |
| Tableau N°VI-2 : Carte piézométrique de la nappe du dévonien inférieur de la ville d'Illizi..... | 52 |
| Tableau N°VI-3 : Évolution de la population d'Illizi..... | 53 |
| Tableau N°VI-4 : Estimation des besoins en eau, courts et moyen terme, de la ville d'Illizi..... | 55 |
| Tableau N°VI-5 : Estimation des Besoins long Terme de la commune d'Illizi..... | 55 |
| Tableau N°VI-6 : Estimation des Besoins actuels en eau de la ville d'Illizi..... | 56 |
| Tableau N°VI-7 : Caractéristiques de réservoir..... | 59 |
| Tableau N°VI-8 : Réseau structurant (conduites de Réseau Distribution et de Réseau Adduction en Km)..... | 60 |

LISTE DES figures

| | |
|---|-------|
| Figure I.1: Situation géographique du secteur d'étude (ANRH Ouargla)..... | 3 |
| Figure I.2 : Situation de la zone d'illizi..... | 4 |
| Figure I.3 : Les différentes formes géomorphologiques d'ILLIZI..... | 6 |
| Figure II.1 : Carte géologique du bassin d'illizi..... | 7 |
| Figure II.2 : Géologie Région d'illizi..... | 8 |
| Figure II.3 : colonne lithologique du bassin d'illizi (ANRH Illizi)..... | 10 |
| Figure II.4 : Schéma structural du bassin d'illizi. ANRH Illizi..... | 15 |
| Figure III.1: Températures (moyennes, minimales, maximales) Mensuelles (2008_2017)..... | 18 |
| Figure III.2 : Moyennes mensuelles de l'évaporation (2008_2017)..... | 19 |
| Figure III.3 : Précipitation moyennes mensuelles (2008_2017)..... | 19 |
| Figure III.4 : vitesse du vent moyen mensuel (2008_2017)..... | 20 |
| Figure III.5: Valeurs moyennes mensuelles de l'insolation (2008_2017)..... | 21 |
| Figure III.6 : Valeurs mensuelles de l'humidité (2008_2017)..... | 22 |
| Figure III.7 : Courbe Ombro-thermique – station d'illizi--..... | 23 |
| Figure IV.1 : Les Oueds de l'Ajjer Central..... | 24 |
| Figure IV.2 : Situation de l'Oued Illizi et ses différents affluents..... | 25 |
| Figure IV.3 : Ecoulement de l'Oued d'illizi (Takbalte). Mai 2019..... | 26 |
| Figure IV.4 : Ecoulement de l'Oued d'illizi (aine elkors). Mai 2019..... | 27 |
| Figure IV.5 : Coupe hydrogéologique du bassin sédimentaire du Sahara Septentrional..... | 28 |
| Figure IV.6 : Délimitation du "SASS" (UNESCO, 1972), modifiée..... | 29 |
| Figure IV-7 : position de continental intercalaire et complexe terminal dans le Sahara Nord..... | 30 |
| Figure IV-8 : Coupe représentative de superposition des nappes du bassin d'illizi..... | 32 |
| Figure IV.9 : Carte piézométrique de secteur d'illizi..... | 33 |
| Figure V.1 : Répartition par nappe et par zone du taux du Résidu sec des eaux.(ANRH Ouargla)..... | 35 |
| Figure V.2 : Le matériel utilisé pour mesurer les paramètres hydro chimiques sur terrain PH, Conductivité..... | 37-38 |
| Figure V.3 : Spectrophotomètre à flamme..... | 39 |
| Figure V.4 : Histogrammes la des cations des eaux de nappe inféro flux (mg/l)..... | 40 |
| Figure V.6 : les dosages des Chlorures sont réalisés par Titrino 848 de marque Metrohm..... | 40 |

| | |
|--|----|
| Figure V.7 : Dosage de sulfate par le spectrophotomètre atomique..... | 41 |
| Figure V.8 : Histogrammes des anions des eaux de la nappe inféro flux (mg/l)..... | 42 |
| Figure V.9 : Représentation des analyses d'eau selon le diagramme de piper..... | 43 |
| Figure V.10 : Les graphiques de R.S à 10°C (mg/l)..... | 44 |
| Figure V.11 : Les graphiques de TH (°f)..... | 45 |
| Figure V.12 : Les graphiques de La Turbidité(FTU)..... | 46 |
| Figure V.13 : Les graphiques de NO_2 et NO_3 en (mg/l)..... | 47 |
| Figure V.14 : Les graphiques du fer (mg/l)..... | 48 |
| Figure VI.1 : Carte piézométrique de la nappe du dévonien inférieur de la ville d'Ilizi..... | 52 |
| Figure VI.2 : Présentation graphique d'évolution de la population d'Ilizi..... | 53 |
| Figure VI.3 : Estimation des Besoins en eau, court et moyen terme, d'Ilizi..... | 55 |
| Figure V.4 : Estimation des Besoins long terme de la ville d'Ilizi..... | 55 |
| Figure V.5 : Estimation des Besoins actuels en eau de la ville d'Ilizi..... | 56 |
| Figure V.6 : schéma du réseau d'AEP de ville d'Ilizi et ses environs..... | 58 |

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **prof. Mahmoud MOUSSA** : «l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis » .ENIT.
- [2] Divers rapports de la Direction des ressources en eau Illizi : « la réseaux d'AEP de illizi »,2008--2017
- [3] **ADE Illizi** « les analyse d'eaux» 2008-2017
- [4] **ONM ouargla** : « climatalogie» 2008--2017
- [5] **ANRH ouargla** : « Différents types de cartes ».
- [6] **DPSB Illzi**: « evolution de la population enter 2008 et 2018, », M.F.E USTB Institut De Génie Civil & Rural, Blida.
- [7] **Laouici S. 2010** : Note relative aux propriétés physicochimiques des eaux Dévoniennes dans le bassin d'Illizi. (ANRH Ouargla).
- [8] **UNESCO 1972** : Etude des ressources en eau du Sahara Septentrional.

Introduction générale

L'eau c'est la vie. On sait que l'Algérie est un pays aux ressources en eau limitées et en particulier au Sahara algérien, caractérisé par un climat peu pluvieux et parfois très sec.

Le Sahara algérien couvre 86% de la superficie totale de l'Algérie, une très vaste région et présente une grande diversité géographique. L'eau dans le désert est un facteur clé de tout développement des activités humaines, agricoles et industrielles, elle implique le développement des ressources en eau.

Notre objectif dans cette étude est d'identifier les différentes classes, la qualité et la quantité des ressources en eau et la répartition de ces ressources dans tous les secteurs de consommation.

Ce mémoire est réparti en deux parties :

- Introduction générale
- ***Partie I identification de milieu naturel***
- Chapitre I : Situation géographique et caractéristiques générales de la zone d'étude
- Chapitre II : étude géologique de la zone d'étude
- Chapitre III : étude Climatologique
- Chapitre IV : étude hydrologique et hydrogéologique
- ***Partie II : la mobilisation des ressources en EAU***
- Chapitre I : étude quantitative des ressources en eau
- Chapitre II: distribution des eaux

Partie I : identification de milieu naturel

Chapitre I :
Situation géographique et
caractéristiques générales
du zone d'étude

I. Cadre général de la zone d'étude :**I.1 Introduction:**

La wilaya d'Illizi, se situe dans le massif de Tassili, dans l'extrême sud-est du Sahara algérien à 1758.54 km d'Alger, elle est divisée en Trois daïras : Illizi, Djanet, In Amenas.

Et comprend 06 communes : Djanet, Illizi, I Amenas, Bourdj El Haousse, Debdab, Bourdj Omr Idriss. Chef lieu de wilaya, compte actuellement plus d 17252 habitants. Elle est limitée :

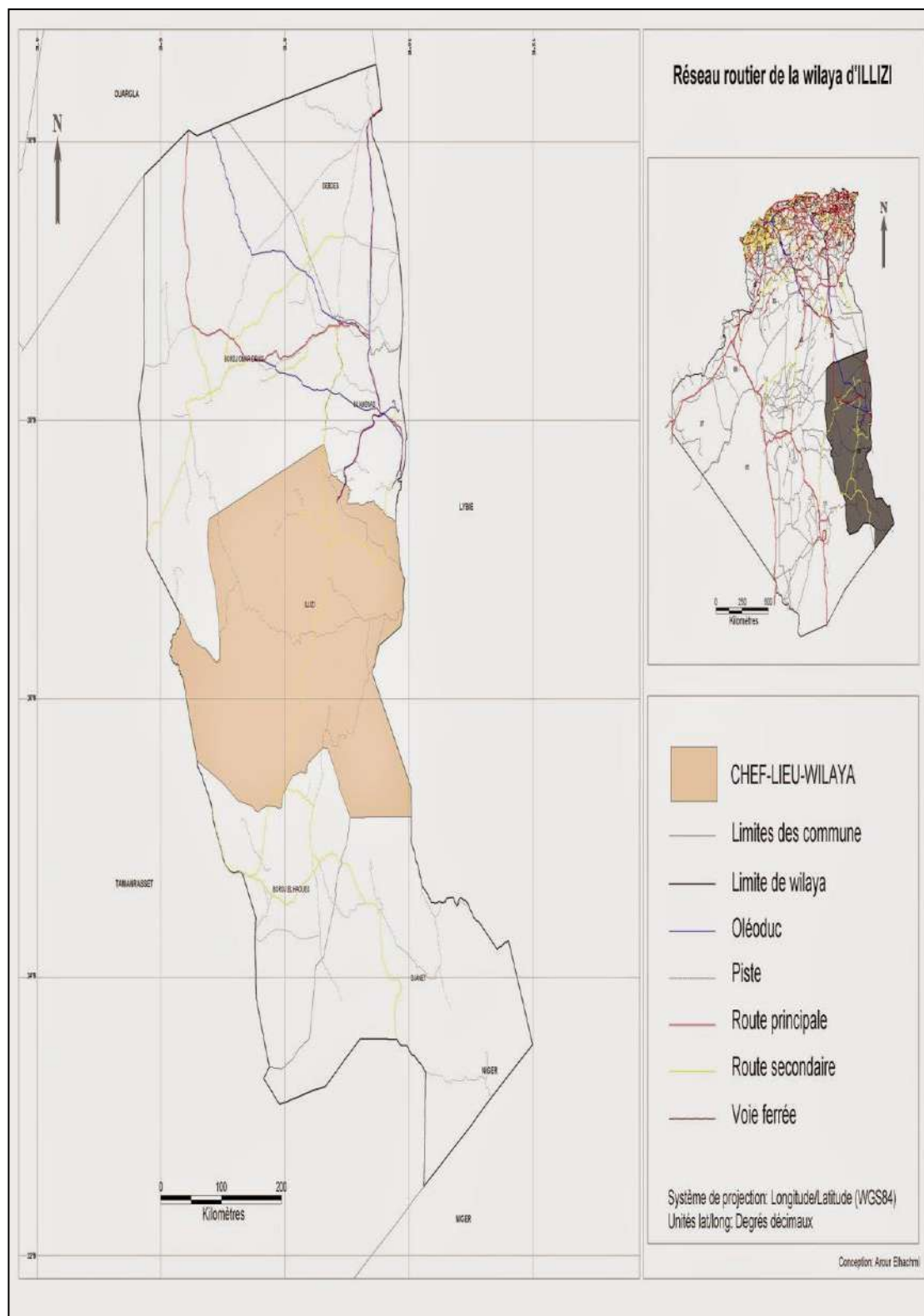
- La Tunisie au nord-est, sur près de 25 Km ;
- La Libye à l'est, sur près de 1000 Km ;
- Le Niger au sud, sur près de 102 Km.

A l'intérieur du pays, la wialaya est limitée par 02 wilayates :

- La wilaya de Tamanrasset à l'ouest;
- La wilaya d'Ouargla au nord.

Elle est découpée en six communes, à savoir:

- Bordj Omar Idriss;
- Deb Deb ;
- In Aménas;
- Djanet ;
- Bordj El Houes.



(Figure 01): Situation géographique du secteur d'illizi (ANRH Ouargla).

I.2 : Localisation géographique de la zone d'étude:

La zone d'étude est située le long de la vallée de l'illizi, avec les coordonnées suivantes : 26 ° 30'28.9 "au nord, 8 ° 28'58.6" au est (Figure. N°2.)

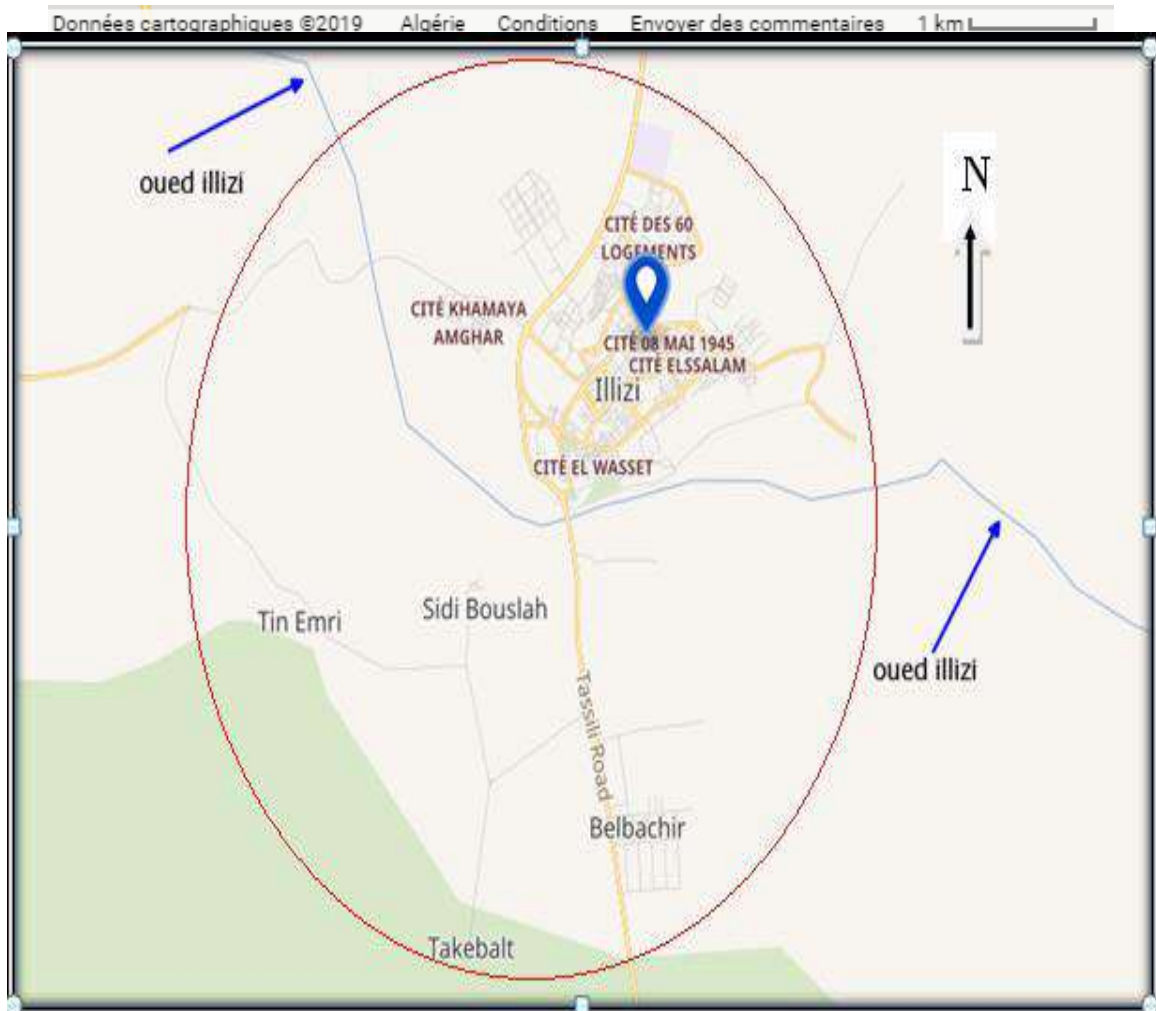


Fig. N °2 .Situation de la zone d'illizi.

I.3.caractéristiques générales de la zone d'étude:**I.3.1. Aspect géomorphologique :**

La morphologie de la région est très accidentée, notamment la zone des Tassilis qui présente des escarpements montagneux culminant à plus de 1400 mètres.

La wilaya d'illizi est caractérisée par une morphologie assez contraste, avec des zones totalement planes paysage de hamadas et regs et des zones à reliefs accidentés représentant les ergs et les escarpements montagneux.

Dans son cadre régional, on distingue 03 principales formes géographiques caractérisant le territoire de la wilaya, à savoir :

-
- Le relief dunaire, où l'on peut le voir en trois endroits différents, au nord le grand erg oriental composé de dunes de sables pouvant atteindre les 200 mètres de hauteur couvrant la plus grande partie des communes de Deb Deb et Bordj Omar Driss. Au centre, ce sont les ergs Issaouane-Iraren, Issaouane-Tifernine et erg Bourarhet. Au sud, l'erg d'Admer et l'erg Tihodaine.
 - Les monts du Tinghert;
 - Les monts de l'Ajjer.

Dans son cadre régional, on distingue les entités géomorphologiques suivantes :

- L'erg Issaouane;
- Les monts du Tinghert;
- Les monts de l'Ajjer.

I.3.2. Aspect hydrographique :

Les eaux de surface sont négligeables en raison de la rareté, l'irrégularité et la faiblesse des précipitations qui conditionnent en grande partie l'écoulement de surface naturellement endoréique. La région est sillonnée par un nombre important d'Oueds principalement ceux d'Illizi, Djanet, Imihrou, Afra, Oued Samen, Tassat etc..., dont l'écoulement reste temporaire résultant de pluie intense.

I.3.3. Végétation:

Les conditions naturelles (structure du sol, climat aride, faiblesse des eaux de surfaces) ne permettent pas l'existence d'une couverture végétale importante à l'exception des oueds et aux alentours des gueltas.

La flore du Tassili a été bien étudiée, on trouve de nombreuses espèces arbustives dans les vallées en particulier des peuplements d'acacias. L'espèce la plus connue est celle du Cyprès de Duprez (*Cupressus du preziana*) dont il reste un peu plus d'une centaine d'exemplaires (B.R.L, 1998).

Photo. : Les différentes formes géomorphologiques d'ILLIZI



photo N °1 : Oued de Sandilan (Djanet)

photo N°2 : Oued de Fadenoune (Illizi)



photo N °3 : Oued de Tarat (Illizi)



photo N °4 : oued d'Illizi

Chapitre II :
étude géologique de
la zone d'étude

I. Etude géologique

I.1. Introduction :

Sur le plan géologique, le bassin d'Ilizi est de type plate forme intracratonique ; assez stable, il a été le siège d'une sédimentation importante -2500m, 3000m-, essentiellement pendant le Paléozoïque qui remonte a l'affleurement au Sud, ou elle forme le Tassili. Quant aux formations Mésozoïques, elles n'affleurent qu'au centre du bassin, les dépôts tertiaires sont bien représentés dans le Nord-est.

I.2. Cadre géologique régional :

Le bassin d'Ilizi fait partie de la synclise Est Algérienne . La série stratigraphique comprend des terrains d'âge Paléozoïque qui affleurent dans sa partie méridionale et d'âge Mésozoïque à Cénozoïque qui affleure dans sa partie septentrionale (Figure 03).

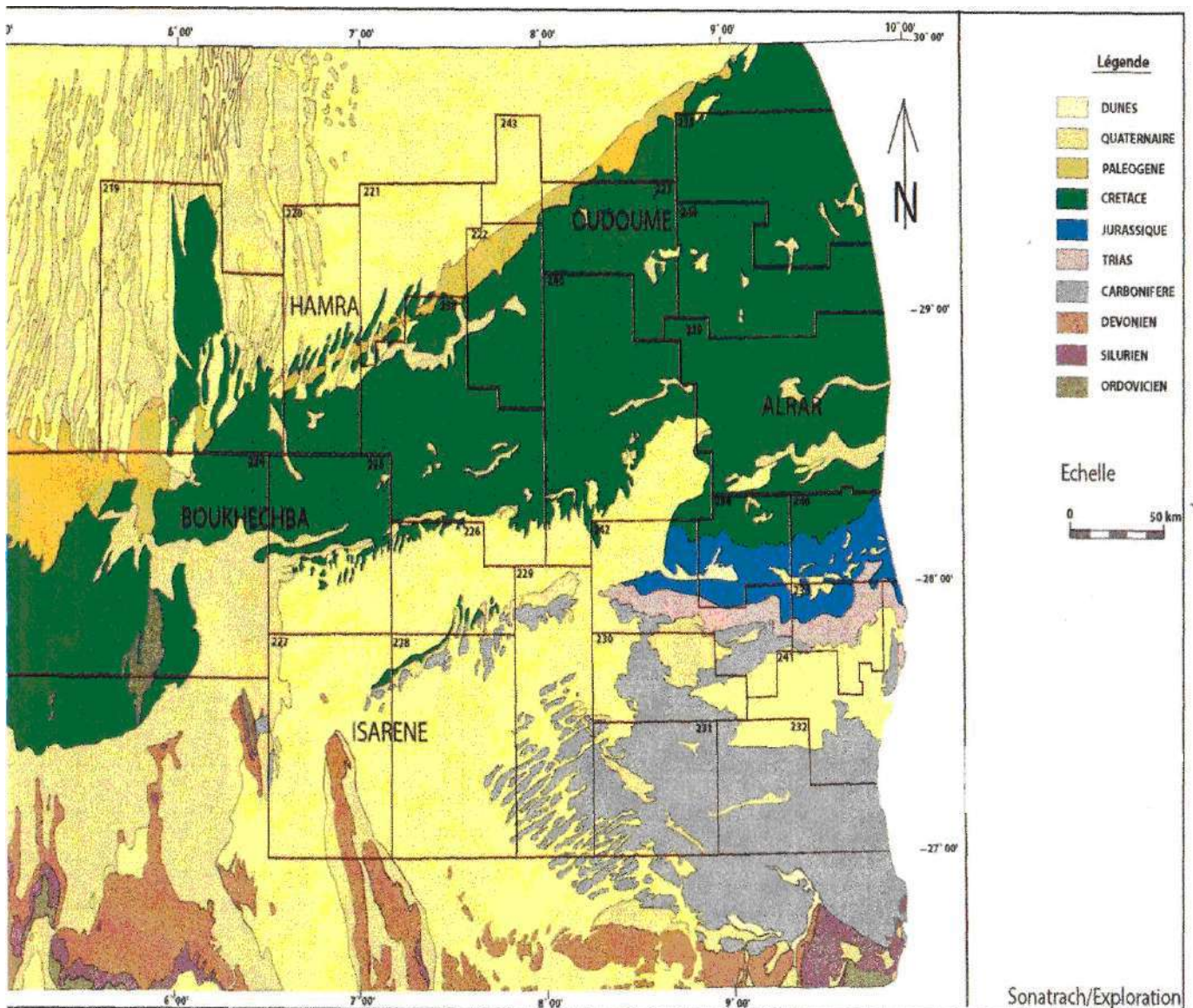


Figure (03) : Carte géologique du bassin d'Ilizi.

Tectoniquement, les accidents qui ont affecté ce bassin présente des directions méridiennes, d'orientation NE-SW et NW-SE. Les principaux éléments structuraux qui caractérisent le bassin d'Illizi sont :

- Le môle d'Ahara au Nord de direction E-W ;
- La voûte de Tin-Fouye, dans la partie Nord Ouest ;
- Le môle de la Tihamboka à l'Est.

D'une manière générale la dépression centrale d'Illizi s'individualise entre le môle d'Amguid el Biod à l'Ouest et le môle de la Tihamboka à l'Est.

I.3. Cadre géologique local:

La géologie de la wilaya d'Illizi se présente sous deux grandes unités distinctes du point de vue litho stratigraphie, à savoir :

I.3.1. Le socle cristallin : d'âge Précambrien qui affleure à Djanet et Bordj Omar Idriss; Celui-ci se subdivise en deux grandes séries métamorphiques séparées par une importante discordance. Il s'agit de :

- **Le Suggarien :** ce sont les formations les plus anciennes ; elles sont constituées essentiellement par des schistes très métamorphisés.
- **Le Pharusien :** les formations Pharusiennes sont séparées de celles du Suggarien par une discordance majeure. Elles sont constituées par des conglomérats, des quartzites, des schistes et des micaschistes.

I.3.2. La couverture sédimentaire : Dans la partie nord de la wilaya, le socle est recouvert par d'épaisses formations paléozoïques et mésozoïques ; suivies vers l'extrême nord-ouest par les formations tertiaires.

Cette couverture est représentée essentiellement du bas en haut par :

a) Le paléozoïque, avec:

- Le Combro-Ordovicien ;
- Le Gothlandien ;
- Le Dévonien ;
- Le Carbonifère.

b) Le mésozoïque, avec :

- Le Trias ;
- Le Jurassique ;
- Le Crétacé, avec les termes suivants: l'Albien, le Barrémien, le Cénomaniens, le Turonien et le Sénonien.

I.4. Lithostratigraphie du bassin d'ILLIZI :

La coupe lithologique type du bassin d'Illizi est constituée d'une série sédimentaire globalement détritique allant du Cambrien au Paléogène dans laquelle les terrains Paléozoïques occupent les deux tiers de l'épaisseur totale de la série. La

lithostratigraphie des séries Paléozoïques Tassiliennes a été établie grâce aux études réalisées sur les affleurements par Beuf et Al, (1963, 1971), Dubois (1967) et Biju -Duval et Al (1968). Le découpage lithostratigraphique est principalement basé sur une description morphologique des séries sédimentaires (Figure 02).

| ANRH | | FICHE TECHNIQUE | | Forage de Reconnaissance | | |
|---|---------------------|---|--|---|---|---|
| AGENCE NATIONAL DES RESSOURCES HYDRAULIQUES | | Nappe captée : Dévonien Inférieur | | F : 01 | | |
| COORDONNEES: Géographiques X : 8° 21' 36" E Y : 26° 28' 02" N Zs : m | | Puits implanté : à 10 km au Sud-ouest de la ville d'Illizi | | Date début de forage : 03/03/06 Date fin de sondage : 06/04/06 Profondeur finale : 400m Entrepreneur : Sarl INC Appareil : COOPER 550 | | |
| Côte (m) | Etage | coupe | Lithologie | Complétion | Observations | |
| 31 | DEVONNIEN INFÉRIEUR | | Schistes marron et gris avec présence de sable fin | | 1- Forage - De 0 à 19 m en 17 ^{m1,0} et pose d'un tube guide de 13 ^{m3,6} cimenté jusqu'en surface - De 19 à 144 m en 12 ^{m1,4} 2- Colonne de production : 9^{m5,6} - De +1,1 à 144m: Tubes pleins API (J55) ép : 10,03mm, cimenté jusqu'en surface. 3- Colonne de captage : 6^{m5,6} - De 400 à 393,96m: Tube de decantation et sabot - De 393,96 à 375,36m : Tube d'extension Inox - De 375,36 à 345,56m: Crépines Johnson slot 20 - De 345,56 à 321,06m : Tubes pleins - De 321,06 à 291,26m : Crépines - De 291,26 à 266,76m : Tubes pleins - De 266,76 à 231,06m : Crépines - De 231,06 à 225,16m : Tubes pleins - De 225,16 à 213,06m : Crépines - De 213,06 à 200,96m : Tubes pleins - De 200,96 à 188,86m : Crépines - De 188,86 à 176,76m : Tubes pleins - De 176,76 à 152,86m : Crépines - De 152,86 à 140,76m : Tubes pleins - De 140,76 à 134,56m : Cône de suspension. 4- Développement du puits Nettoyage a l'hexametaphosphate : mixage et injection de 800 kg Développement du puits à l'air lift pendant 72h 5- Développement à la pompe Développement du puits à la pompe pendant 7h 6- Essais de pompage NS = 14,30m 1 ^{er} Palier Q = 10l/s, ND = 20,44m 2 ^{ème} Palier Q = 21l/s, ND = 29,44m 3 ^{ème} Palier Q = 30l/s, ND = 39,80m Palier constant : Q = 30 l/s, Δs = 28,60m T = 9,09 10 ⁻⁴ m ³ /s. | |
| 46 | | | | | | Schistes noirs, avec plus ou moins des passages schisteux gréseux |
| 51 | | | | | | Grès schisteux fins, gris à blanc |
| 112 | | | | | | Grès quartzeux moyens blancs, devenant de plus en plus fins et schisteux au sommet |
| 130 | | | | | | Grès quartzeux grossiers à petits passages de grès quartzitique |
| 141 | | | | | | Grès quartzeux quartzitiques grossiers |
| 148 | | | | | | Quartzites blancs |
| 160 | | | | | | Grès fins à moyens (vers le bas) quartzitiques (en plaquettes) |
| 162 | | | | | | Quartzites blancs |
| 169 | | | | | | Grès quartzitique moyens schisteux |
| 178 | | | | | | Grès quartzitique moyens blanc quelque fois marron |
| 209 | | | | | | Quartzite blanc gréseux |
| 213 | | | | | | Quartzite blanc gréseux, talc, noire et gris(dolomie) |
| 239 | | | | | | Quartzite blanc gréseux |
| 255 | | | | | | Quartzite |
| 264 | | | | | | Quartzite blanc, grès fins (petits fragments) |
| 275 | | | | | | Quartzite blanc, schistes, talc. Grès très fins blanc (très petits fragments), gris (dolomie) |
| 293 | | | Pas d'échantillons (perte totale) | | | |
| 350 | | | | | | |
| 400 | | | | | | |

Figure (04) : colonne lithologique du bassin d'Illizi (ANRH Illizi).

La série stratigraphique type du bassin d'Illizi épaisse de plus de 3 000 m est la suivante :

❖ Le Cambrien :

➤ **L'unité I:** (conglomérats d'EI Moungar) épaisse de 300m, est principalement formée de lentilles de grès conglomératiques, c'est une série très localisée et représente les derniers termes de démantèlement de la chaîne panafricaine.

➤ **L'unité II:** sa puissance est de l'ordre de 200 à 300m. Les dépôts de base sont essentiellement des grès moyens à grossiers à stratifications obliques avec quelques graviers et galets de quartz. La partie supérieure de cette unité est représentée par des grès fins à ciment siliceux et épaisse de plusieurs mètres avec des intercalations de minces bancs argilo-silteux .

Ces bancs montrent des traces de bioturbation (Tigillites). L'âge présumé de cette unité est Cambrien.

❖ L'Ordovicien :

A l'échelle du bassin d'Illizi, l'Ordovicien est subdivisé en quatre unités.

➤ **L'unité III-1:** son épaisseur est variable, d'âge Trémadoc, elle est représentée par une alternance de grès fins à stratification oblique et de galets d'argile avec des intercalations de niveaux silteux. Elle contient des traces de bioturbations essentiellement des Tigillites.

➤ **L'unité III-2:** elle est formée essentiellement de grès fins à grossiers à ciment siliceux. Le développement du ciment peut donner naissance à de véritables quartzites, avec la présence fréquente de joints stylolitiques et de Tigillites. Ce dépôt s'est effectué dans un milieu marin de faible profondeur.

➤ **L'unité III-3:** son épaisseur peut atteindre 40 à 200 mètres en moyenne constituée de grès micacés fins à ciment argileux ou siliceux à Scolithos alternant avec de rares passées d'argilite.

Cette série passe vers le sommet à des grès grossiers à fins à Scolithos et à stratifications obliques qui s'enrichit en argile vers le sommet.

➤ **L'unité IV:** son épaisseur est de 100 à 300 mètres en moyenne. Elle est composée de grès et d'argile d'origine glaciaire. Cette formation repose en discordance sur l'unité III-3 ; elle comprend :

1. **L'unité IV-2** qui est une série de comblement des paléotopographies façonnées par l'avancement des glaciers est constituée de dépôts variés ;
2. **L'unité IV-3** appelée dalle terminale est essentiellement gréseuse.

❖ Le Silurien :

Le Silurien est composé de bas en haut par les formations suivantes :

- ✓ Formation de l'Oued Imirhou formée d'argiles à graptolites d'une épaisseur moyenne de l'ordre de 300 m avec de rares intercalations silteuses ; caractérisée par une série condensée appelée argiles radioactives très fossilifères et très riches en matière organique d'une épaisseur de plus de 30 m.
- ✓ Zone de passage (unité M) formant le réservoir basal du F6 épais d'environ 100m. Cette unité est constituée d'alternance de grés, d'argile et de silt les grés sont fins à moyens à stratifications obliques.
- ✓ Barre inférieure (unité A) du réservoir F6 ; il s'agit de grés fins à moyens à stratifications obliques d'une épaisseur moyenne de 30 m.
- ✓ Talus à Tigillites (unité B) du réservoir F6 ; son épaisseur varie de 40 à 50 m. Cette unité est formée d'alternances d'argiles silteuses et de grés fins argileux associés à des terriers. Les argiles à graptolites s'étendent globalement à l'échelle de toute la plateforme saharienne et fournissent l'une des plus importantes roches mères.

❖ **Le Dévonien :**

A l'échelle de le bassin d'Illizi il est représenté en général par le Dévonien inférieur d'une puissance de l'ordre de plus de 200 m et sa stratigraphie est comme suit :

- ✓ La barre moyenne (unité C1) au réservoir F6 d'âge Gédidinien, présente une épaisseur d'environ 50 m. Elle est constituée de grés fins à grossiers à stratifications obliques à entrecroisées.
- ✓ Les trottoirs (unité C2) du réservoir F6 d'âge Gédidinien, son épaisseur varie entre 20 et 30 m. Elle est représentée par des alternances de grés et d'argile silteuses soulignant un environnement fluvio estuarien.
- ✓ La barre supérieure (unité C3) ; d'âge Siégénien, elle est essentiellement gréseuse, son épaisseur varie de 80 à 100m. Elle est assez caractéristique sur le gamma ray, sa configuration est cylindrique.

Le Dévonien moyen et supérieur qui correspondent aux séries de Tin-Meras et de Gara Mas Melouki ne sont représentés d'une manière générale que par le réservoir F2 appelée formation d'Irheme d'âge Strunien. Ce sont de grés fins à moyens passant latéralement à des silts et des argiles de l'ordre 40 à 70 m.

❖ **Le Carbonifère :**

Dans le bassin d'Illizi le Carbonifère est représenté par une épaisse formation argilo-gréseux (de 100m environ) qui renferme des roches carbonatées et se termine par des sédiments continentaux. Cette série englobe :

- Le Tournaisien argilo-gréseux.

- Le Viséen argilo-gréseux caractérisé par l'existence des deux chenaux régionaux B₂ B₁₂.
- Le Westphalien représenté à la base par un chenal et une série argilo-calcaire avec une zone à gypse, des dolomies et des bancs oolitiques.
- La série de Tiguentourine, constituée par des argiles rouges à gypse.

Les affleurements, les études des carottes et les nombreux travaux réalisés sur la plate forme saharienne nous permettent de donner un aperçu sur le milieu et la paléogéographie de la région d'étude :

- **Au Cambrien** : les dépôts sont attribués à un milieu fluvial en tresses ayant permis la mise en place d'épandages sableux sur la surface infratassilienne.
- **A l'Ordovicien** : le milieu est marin, car la transgression Trémadocienne, dure jusqu'au Caradoc. A la fin de cette période il y a installation de la calotte glaciaire.
- **Au Silurien** : après la fonte des glaciers, une transgression glacio-eustatique diachrone précoce vers le Sud-Est et tardive vers le Nord-Ouest a marqué cette période du Paléozoïque.

La fin du Silurien est marquée par les mouvements épirogéniques calédoniens qui ont conduits à l'émersion de vastes régions dont l'érosion constitue la source d'apport des séries détritiques du Dévonien inférieur.

- **Le Dévonien inférieur gréseux** : il est rattaché à un réseau fluvial méandrique.
- **Le Dévonien inférieur argileux gréseux (Emsien)** : marqué par le début d'une transgression marine qui se poursuit jusqu'au Dévonien supérieur.
- **Au Dévonien moyen et supérieur** : la sédimentation est essentiellement argileuse à intercalations de niveaux carbonates fossilifères témoignant l'installation d'un milieu marin à la fin du Dévonien.
- **Au Carbonifère** : dès le début du Tournaisien, une sédimentation argilo-sableuse entrecoupée de niveaux d'oolithes ferrugineux indique une régression marine et l'installation d'un milieu de transition.
- **Au Mésozoïque** : les sédiments rattachés à cet ensemble sont de type continental à lagunaire. L'installation respective d'un milieu continental puis lagunaire s'est manifestée durant tout le Mésozoïque.
- **Le Cénozoïque** : marqué par la reprise d'une sédimentation détritique témoignant d'une régression généralisée sur toute la plate forme saharienne.

I.5. Les principaux éléments structuraux du bassin d'Illizi :

Le bassin d'Illizi est constitué d'éléments géotectoniques à grand rayon de courbure (bombement de Tin Fouyé, haut fond de Tihamboka, Monoclinal d'Illizi), il est divisé en une succession de dépressions ou de sillons par une série d'axes majeurs qui sont d'Ouest en Est :

- ✓ L'axe d'Amguid El Biod qui forme la bordure occidentale du bassin et qui le sépare du bassin de Mouydir à l'Est ;
- ✓ L'axe de Tan Elak ;
- ✓ L'axe d'Essaoui Méllene ;
- ✓ L'axe passant par Maouar Tin Tayart ;
- ✓ L'axe de Fadnoun ;
- ✓ L'axe de la Tihamboka.

Les directions de tous ces axes sont proches de la direction N-S. Ils sont accompagnés de failles importantes dues au rejet de failles profondes du socle. Celles-ci sont le prolongement des accidents panafricains qui affectent le socle du Hoggar sur des centaines de kilomètres et qui le divisent en plusieurs compartiments. Ces failles majeures accompagnées de faisceaux de failles secondaires, ont joué au cours des temps géologiques lors des phases tectoniques successives en affectant la couverture sédimentaire du bassin.

En fonction des directions des failles et de celles des contraintes tectoniques, il y a eu des phases de compression, de distension et de décrochement. La plupart des structures anticlinales de la région sont en relation avec des failles. Un examen rapide du schéma structural du bassin montre l'individualisation structurale de trois régions en raison des orientations majeures des accidents, de leur densité et de leur continuité :

- ✓ A l'ouest, la région **d'Amguid El Biod** comprise entre les dépressions Oued Miya - Mouydir (sa bordure Ouest) et le trend englobant le périclinal de Tin Tayart, les anticlinaux de Elssaouane (Est et Ouest) et celui de Maouar.
- ✓ Au centre, le bassin **d'Illizi** proprement dit (nettement moins structuré) où se trouve l'ancien môle d'Ahara orienté approximativement E.W, celui-ci est compris entre le trend précédent et la grande zone d'accidents correspondant au trend de Fadnoun.
- ✓ A l'Est, le môle de **Tihamboka** s'étendant entre le trend du Fadnoun et la frontière Algéro-Libyenne (cette région montre un style structural différent de la précédente) est caractérisé par trois directions de failles :
 - Méridienne à subméridienne pour les accidents majeurs.

- NW-SE à WNW-ESE.
- NE.SW pour les accidents secondaires.

C'est dans le contexte particulier de cette région que se place notre zone d'étude puisqu'elle se situe dans le permis In Amenas qui correspond en gros au môle de Tihamboka ; Les épaisseurs de toutes les séries paléozoïques diminuent sur sa partie centrale la plus haute.

Du Sud au Nord on a les structures locales de : Dômes à Collenias, Tan Amellel, Edjeleh, Tihalatine et Zarzaitine (figure 03).

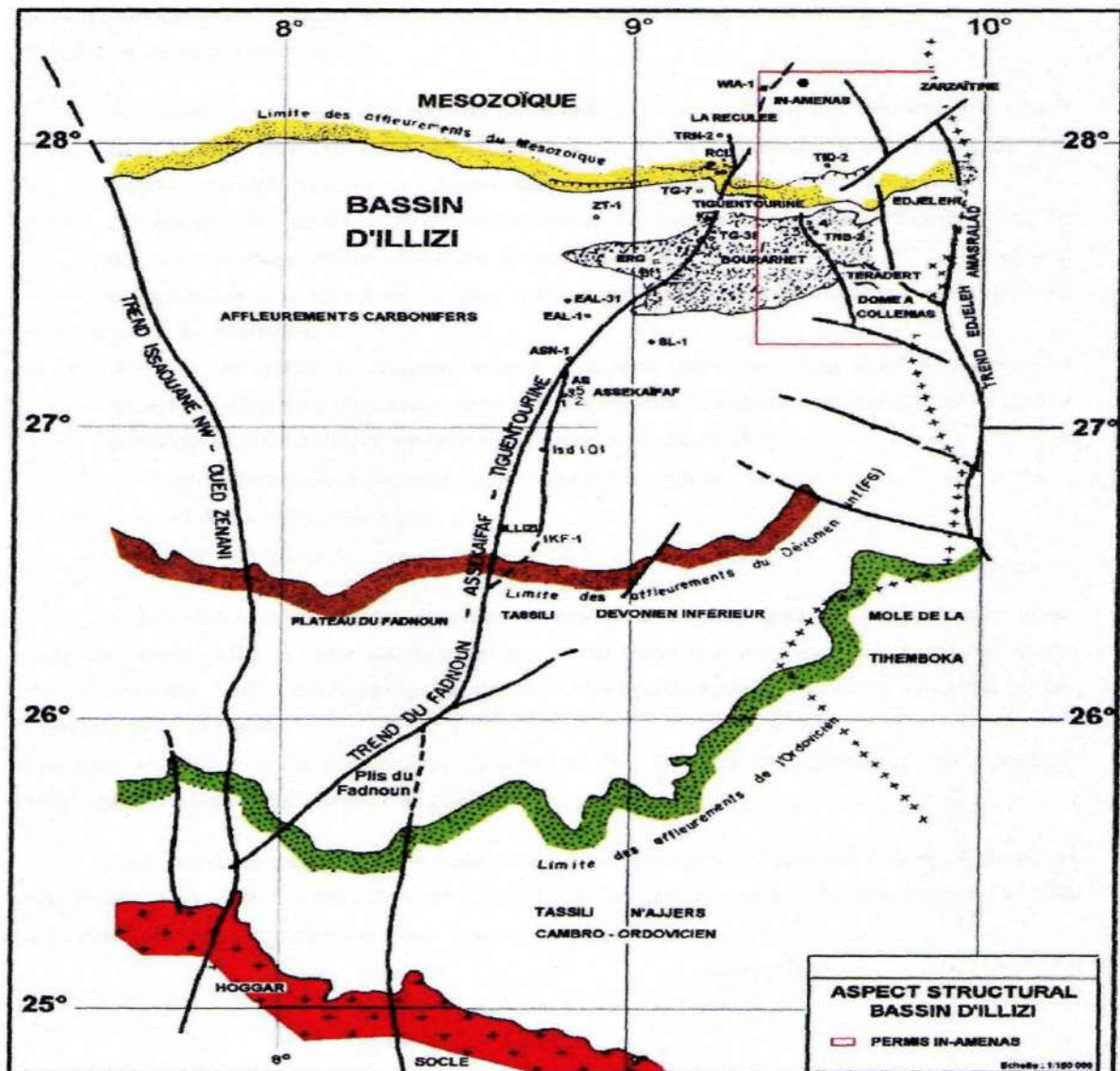


Figure (05) : Schéma structural du bassin d'Illizi. ANRH Illizi

I.6. Conclusion

Dans un sens large, la ville d'Illizi est construite sur un relief de plateau composé des sols du dévonien Inférieur argilo-gréseux (diag) et d'age (Emsien) et du Quaternaire. Au nord à 12 Km environ affleurent les couches du Dévonien moyen à supérieur indifférencié (d2-3), ces dernières sont surmontées beaucoup plus au nord par des couches du Dévonien supérieur à carbonifère formées essentiellement par le grès du Khenig (dh), Fammenien supérieur à Tournaisien, avec des côtes moyennes de 550 à 650 mètres et pouvant avoir des points culminants dépassant les 700 mètres. Cette différence de dénivellation donne naissance à un paysage de canyons favorisant le ruissellement des eaux et l'accélération des écoulements.

Chapitre III : étude Climatologique

I. Etude Climatologique

I.1. Introduction :

D’après les données climatiques de la station d’Illizi. Ces données indiquent que le climat est rigoureux et caractérisé par l’écart de températures entre le jour et la nuit essentiellement durant la période allant d’Octobre à Avril.

Cette sévérité du climat et en plus de la pluviosité quasi négligeable pendant l’année ajoutée en plus au relief très varié, entraine des répercussions sur la biodiversité du milieu. Il y a lieu de relever quelques particularités :

I.2. La Température :

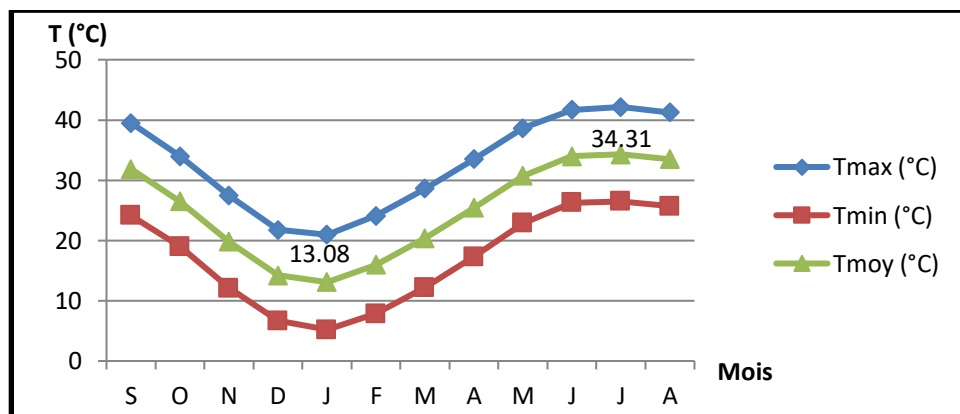
La température est un facteur important quand il est en interaction avec d’autres facteurs climatiques.

Tableau .01 : Températures moyennes mensuelles (2008_2017). (MTE Ouargla-Station d’Illizi)

| | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tmax (°C) | 39,53 | 33,98 | 27,44 | 21,75 | 20,95 | 24,10 | 28,59 | 33,51 | 38,65 | 41,67 | 42,16 | 41,26 |
| Tmin (°C) | 24,16 | 18,97 | 12,10 | 6,67 | 5,20 | 7,85 | 12,21 | 17,28 | 22,87 | 26,25 | 26,47 | 25,71 |
| Tmoy (°C) | 31,85 | 26,48 | 19,77 | 14,21 | 13,08 | 15,97 | 20,40 | 25,40 | 30,76 | 33,96 | 34,31 | 33,48 |

Pour notre étude, il existe deux périodes distinctes allant de Novembre à Mars Avril pour la période froide et de Juin à Septembre pour la saison chaude. (Tableau .01).

La température minimale est de 13.08 °C de Tmin tandis que la température maximale est de °C de Tmin. Les nuits sont glaciales (froid sec) et les jours sont chauds avec des vents de sable particulièrement durant la période Février-Mars. Le reste de l’année, c’est-à-dire de Mai à Septembre, c’est la période des grandes chaleurs. (Figure .06).



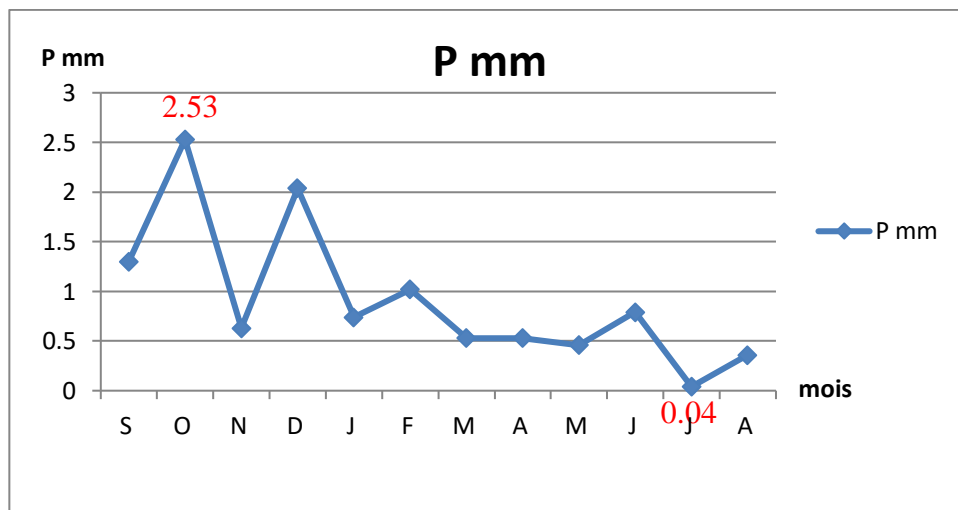
Figure(06) : Températures (moyennes, minimales, maximales) mensuelles (2008_2017)

I.3. Les Précipitation :

Tableau.03 : Moyennes mensuelles de la pluviométrie (2008_2017). (La station d'Illizi).

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | Total |
|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| P mm | 1,3 | 2,53 | 0,63 | 2,04 | 0,74 | 1,02 | 0,53 | 0,53 | 0,46 | 0,79 | 0,04 | 0,36 | 10.9 |

On dispose d'une série d'observations mensuelles qui englobe la période (2008_2017) tableau 03 et figure 08. Elles sont faibles et irrégulières sur toutes les saisons, et la sécheresse prédomine. Sur des données récoltées sur 09 années, Les précipitations moyennes sont de respectivement 1 mm pour la saison froide et moins de 1mm pendant la saison chaude (Juillet, Aout). Exceptionnellement, la région a connu quelques pluies importantes et averses torrentielles en 1976 (156.8mm), en 1994 (66.8mm) :



Figure(08) : Précipitations moyennes mensuelles (2008_2017)

I.4. Les vents :

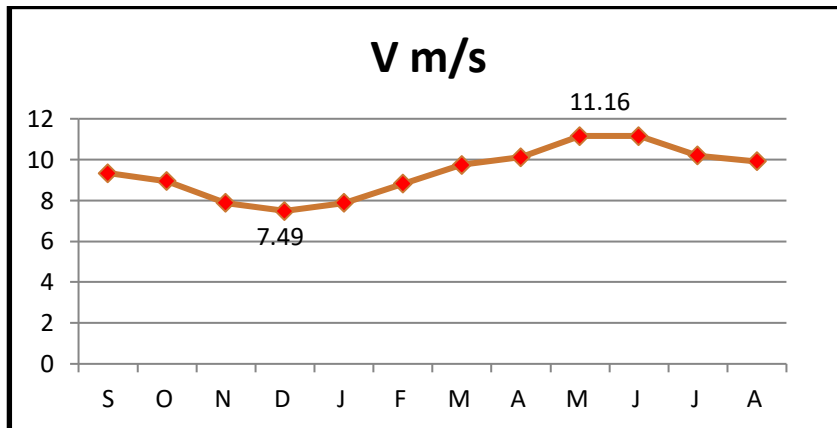
Tableau.04 : la vitesse du vent moyen mensuel (2008_2017). (La station d'Illizi)

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| V m/s | 9,34 | 8,94 | 7,87 | 7,49 | 7,88 | 8,81 | 9,75 | 10,12 | 11,16 | 11,16 | 10,20 | 9,92 |

Les vents sont très variables et les vitesses moyennes sont inférieures à 7m/s. Les vents calmes représentent 15%. Les vents dominants sont orientés Nord-est. Ces vents sont souvent chargés de particules agressives (dépôts) qui exercent une érosion caractéristique des régions désertiques sahariennes. Les vents violents de type sirocco (Nord, Sud et Est) se situent généralement en période sèche avec un gradient de 11 m/s en moyenne. Pendant la période froide ou humide, c'est la prédominance des vents calmes de direction Ouest et Nord-Ouest.

Les autres phénomènes associés aux vents sont les tempêtes de sable qui sont des particules soulevées par les vents forts et transportées très loin au Nord et au Sud et occasionnant une diminution de la visibilité et rendant l'air irrespirable et en paralysant les activités notamment le transport terrestre et aérien. L'autre phénomène s'appelle la brume de sable qui attient 6 jours en moyenne par an et la chasse de sable avec une moyenne de 4 jours par ans.

La période de la plus venteuse est Mars /Juin avec une vitesse de 9-11 m/s.



Figure(9) : vitesse du vent moyen mensuel (2008_2017)

I.5. L'insolation :

On emploie couramment la locution "durée d'insolation" pour désigner la somme des intervalles de temps durant lesquels un objet fixe est soumis à insolation au cours d'une période donnée que l'on choisit.

Tableau.05 : Valeurs Moyennes mensuelles de l'insolation (2008-2017). (Stat d'Illizi)

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| In :h | 284,1 | 270,4 | 258,7 | 268,2 | 264,8 | 252,0 | 263,1 | 232,3 | 289,4 | 301,1 | 356,1 | 346,1 |

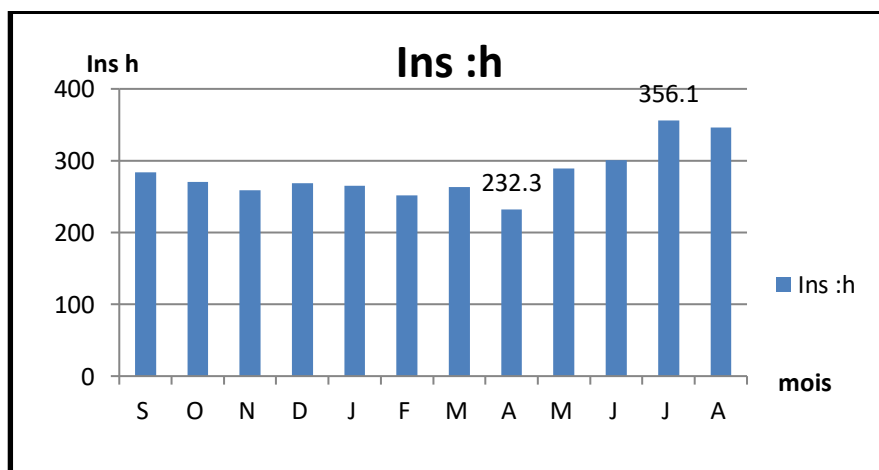


Figure (10) : Valeurs moyennes mensuelles de l'insolation (2008_2017)

L'observation du tableau N°5 et figures N°10, indique que Le maximal est atteint au mois de juillet avec une durée moyenne de 356.1heures et le minimal est enregistré au mois d'avril avec une durée moyenne de 232.3 heures.

I.6. Humidité relative de l'air :

Cette valeur illustre le rapport de pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air et la pression de vapeur saturante dans les mêmes conditions de température et de pression. Les valeurs observées aux stations d'Ilizi montrent que l'humidité est plus élevée en été qu'en hiver et que ces valeurs peuvent osciller entre 23 et 33% En été les fortes températures dissipent la vapeur d'eau atmosphérique, ce qui explique les faibles valeurs de l'humidité pouvant descendre jusqu'à 19 %.

Tableau.06: Valeurs mensuelles d'Humidité relative maximale en (%) et Humidité relative minimale en (%) de stations d'Ilizi. (2008_2017)

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| UN en % | 19 | 14 | 15 | 16 | 11 | 13 | 13 | 13 | 12 | 23 | 19 |
| UX en % | 59 | 43 | 48 | 48 | 31 | 39 | 33 | 33 | 33 | 54 | 55 |

UN : Humidité relative minimale en % ;

UX : Humidité relative maximale en %.

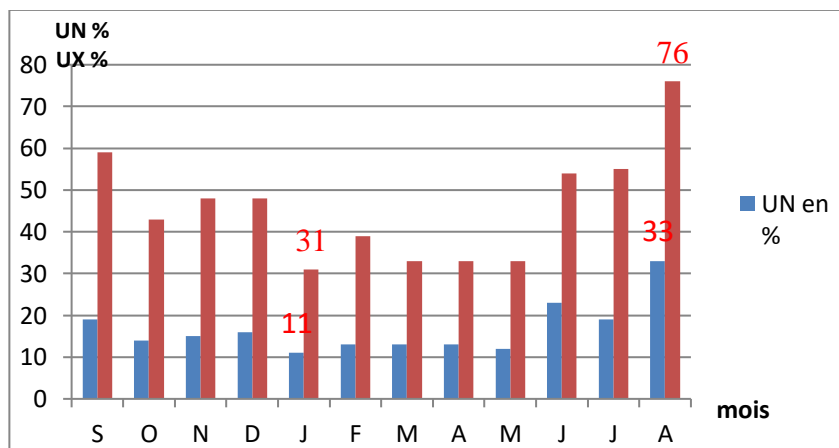


Figure (11) : Valeurs mensuelles de l'humidité (2008_2017)

I.7. La courbe pluvio thermique :

Suivant Gaussen et Bagnouls (in Rkiouak '1996), un mois est dit sec lorsque $P < 2T$ avec P la précipitation et T température. La variation de ces deux paramètres au cours d'une année hydrologique moyenne est figurée sur le diagramme Ombro thermique.

D'après la figure nous remarquons que la région d'Ilizi présente une seule période

Sèche qui s'étale sur toute l'année.

Tableau N°07. Précipitations et température (double) à la station d'Illizi

| Mois | Spt | Oct | Nou | Dés | Ja | Fév | Mar | Avr | Mai | Jun | Jul | Aou |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| P mm | 1,3 | 2,53 | 0,63 | 2,04 | 0,74 | 1,02 | 0,53 | 0,53 | 0,46 | 0,79 | 0,04 | 0,36 |
| 2T(°C) | 63,7 | 52,96 | 39,54 | 28,42 | 26,16 | 31,94 | 40,8 | 50,8 | 61,52 | 67,92 | 68,62 | 66,96 |

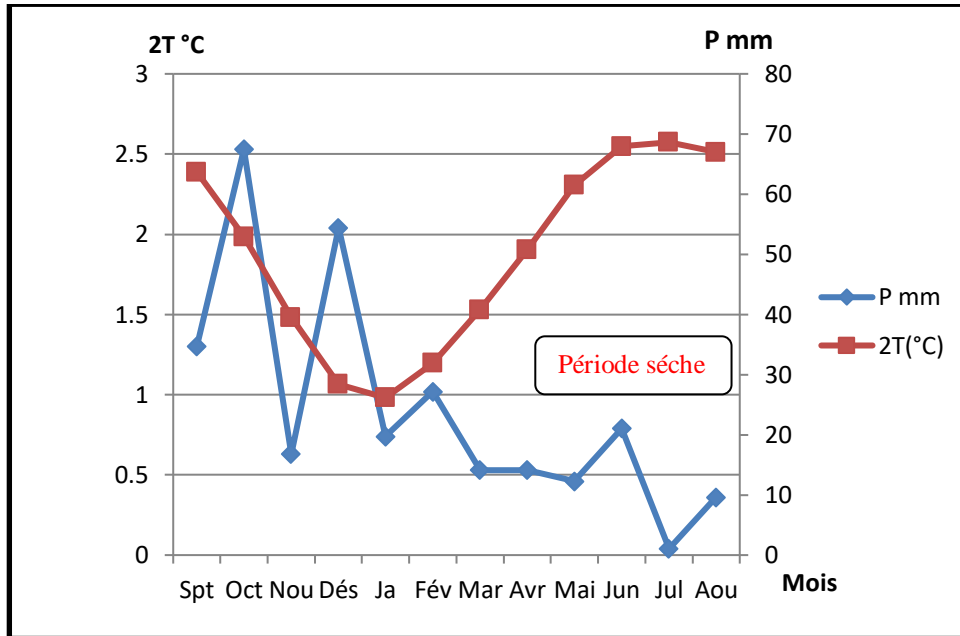


Fig. N°(12). Courbe Ombro-thermique – station d'Illizi-

I.9. Le bilan hydrique :

Il traduit la suite des différentes phases du phénomène météorique aqueux (pluie, neige, grêle) atteignant le sol, avant de rebrousser chemin vers l'atmosphère.

L'estimation du bilan hydrologique naturel peut se faire par l'application de la formule suivante (G. Castany 1 982) :

$$P = ETR + R + I = mm \text{ Où :}$$

P : Précipitations annuelles (mm), ETR : Évapotranspiration réelle annuelle (mm).

R : Ruissellement (mm), I : Infiltration (mm).

I.9.1. Étude de l'Évapotranspiration :

Considérée comme l'un des paramètres déterminant du cycle hydrique, elle est définie comme étant la somme de quantités d'eau (mm) reprises de la surface du sol suite à la conjugaison de deux phénomènes ; l'un biologique ; l'évaporation et l'autre physique qu'est la transpiration.

L'interdépendance des facteurs dont elle est fonction (l'humidité, la température, l'insolation et le couvert végétale) rend son estimation laborieuse.

I.9.1.a. Estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) :

D'après la formule de C.W Thornthwaite : C.W Thornthwaite, en prenant en compte la température de l'air à proposé la formule suivante :

$$ETP = 16(10T/I)^a \cdot K = \text{mm} \text{ Où } I = \sum_{i=1}^{12} i \text{ et } i = (T/5)^{1.514} ; a = 1,6 I/100 + 0,5.$$

ETP : évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle (mm)

I: indice thermique mensuel ; a : paramètre arbitraire lié à la température ; I : somme des indices thermiques mensuels ; t: température moyenne mensuel (°C) ; K : coefficient d'ajustement mensuel.

Les résultats de calcul de l'ETP par la méthode de C.W.Thornthwaite sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau N°8 : bilan hydrique selon la méthode de C.W Thornthwaite à la station d'Illizi.

| mois | Spt | Oct | Nou | Dés | Ja | Fév | Mar | Avr | Mai | Jun | Jul | Aou | total |
|------------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P | 1,3 | 2,53 | 0,63 | 2,04 | 0,74 | 1,02 | 0,53 | 0,53 | 0,46 | 0,79 | 0,04 | 0,36 | 10.97 |
| T | 24,16 | 18,97 | 12,10 | 6,67 | 5,20 | 7,85 | 12,21 | 17,28 | 22,87 | 26,25 | 26,47 | 25,71 | 205.74 |
| K | 1,03 | 0,97 | 0,86 | 0,81 | 0,87 | 0,85 | 1,03 | 1,10 | 1,21 | 1,22 | 1,24 | 1,16 | 13.25 |
| i | 10,9 | 7,5 | 3,8 | 1,5 | 1,1 | 2,0 | 3,9 | 6,5 | 10,0 | 12,3 | 12,5 | 11,9 | 83.89 |
| ETP | 115,9 | 109,1 | 96,7 | 91,1 | 97,9 | 95,6 | 115,9 | 123,7 | 136,1 | 137,2 | 139,5 | 130,5 | 1389.2 |
| RFU | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ETR | 1,3 | 2,53 | 0,63 | 2,04 | 0,74 | 1,02 | 0,53 | 0,53 | 0,46 | 0,79 | 0,04 | 0,36 | 10.97 |
| EXC | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| DE (mm) | 114.6 | 106.57 | 96.07 | 89.04 | 97.1 | 94.04 | 115.3 | 123.1 | 135.6 | 136.7 | 139.4 | 130.1 | 1378.2 |

T° : Température mensuelle (°C), P : Précipitation mensuelle (mm), i : Indice thermique.

RFU : Réserve facilement utilisable (mm), ETR : Évapotranspiration réelle (mm).

K: Coefficient de latitude, ETP : Évapotranspiration potentielle (mm), BE: Bilan d'eau, EXC : Excédent (mm).

Le bilan hydrique pour 09 ans période (2008-2017) dans la ville d'Illizi est déficitaire (DE= 1278.2 mm) alors que l'excédent est nul.

Illizi, par sa situation au centre du SAHARA, subit un climat caractérisé par de grands écarts thermiques. La région d'Illizi est connue par un climat sec, la moyenne annuelle des précipitations à d'Illizi est de 0.91 mm. Les diagrammes des précipitations, mettent en évidence, les pluies estivales. On note aussi la présence des pluies sporadiques d'hiver et de printemps.

La moyenne annuelle des températures à d'Illizi est de 17.14 °C.

Pour l'approche du bilan d'eau, nous avons utilisé la méthode de Thornthwaite qui nous a permis le calcul d'un déficit de 1378.2 mm.

I.9.1.b. Le ruissellement :

La formule empirique de Tixeront-Berkaloff, ci-après, qui s'appliquerait le plus souvent aux bassins hydrologiques en climat semi-aride à aride, s'appuyant sur la théorie suivante :

Si les précipitations sont vues à la hausse, le ruissellement lui, tend à une grandeur qui leur soit analogue (déduction faite de l'ETR plafonnée à la valeur de l'ETP).

$$R = \frac{P^3}{3ETP^2} = \text{mm} \quad \text{Si } P < 600\text{mm}$$

R : Ruissellement (m), P : Précipitation moyenne mensuelle (m), ETP : Évaporation potentielle (m)

Tab N° 09 : Estimation du ruissellement selon la méthode de Tixeront – Illizi.

| | Pr (mm) | ETP (mm) | R (mm) |
|--------|---------|----------|-----------------------|
| Illizi | 10.97 | 1389.2 | 2.28×10^{-4} |

Il est à noter qu'on reproche à la formule de ne pas avoir considéré ni la nature lithologique des formations traversées ni celle du sol

I.9.1.c. L'infiltration :

On est appelé d'avoir recours à l'équation générale du bilan qui permettrait d'avoir d'admissibles approches du paramètre, puisque tous les composants de l'équation sont connus.

$$P = ETR + R + I \quad \text{D'où } I = P - ETR - R \quad \text{Avec :}$$

I : Infiltration efficace moyenne annuelle (mm), P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

ETR : Évapotranspiration réelle annuelle (mm), R : Ruissellement annuel (mm)

Tab N° 10 : Estimation d'infiltration – Illizi.

| | Pr (mm) | ETR (mm) | I (mm) |
|--------|---------|----------|----------|
| Illizi | 10.97 | 10.97 | Négative |

Si on se réfère aux résultats, on doit dire que l'infiltration est quasi-nulle dans la région, et donc les quantités d'eau précipitées sont reprises ou presque par le phénomène d'évapotranspiration, ce qui ne reflète guère la réalité, les chiffres restent donc constamment conservatifs et ne doivent pas toujours être pris pour témoins ou références.

I.10. Conclusion

La région d'Illizi est située dans une zone bioclimatique à l'étage saharien désertique chaud.

D'après les données climatiques de la station d'Illizi et station Ouargla. Ces données indiquent que le climat est rigoureux et caractérisé par l'écart de températures entre le jour et la nuit essentiellement durant la période allant d'Octobre à Avril.

Cette sévérité du climat et en plus de la pluviosité quasi négligeable pendant l'année ajoutée en plus au relief très varié.

Chapitre IV :
étude hydrologique
et hydrogéologique

I. Etude hydrologique :

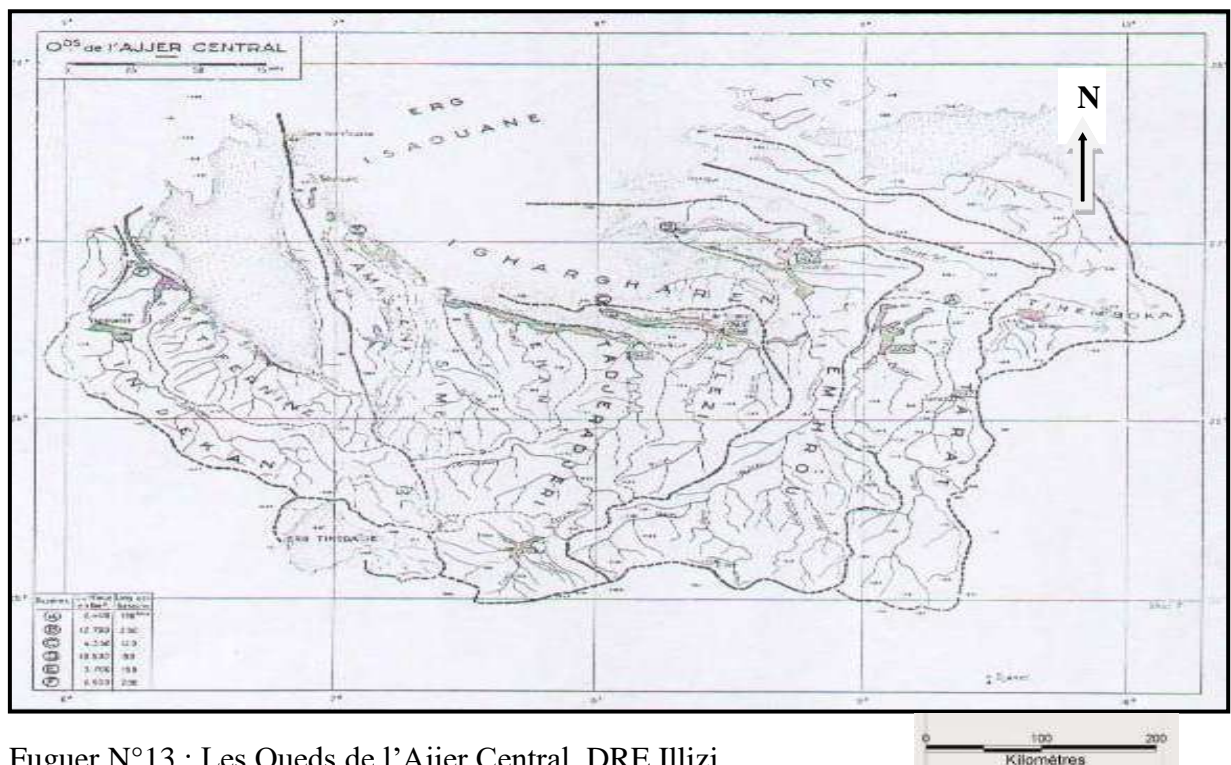
I.1. Introduction :

Du point de vue hydrographie, la région est sillonnée par un nombre important d'oueds. Ces derniers drainent de grandes surfaces relatives aux différents bassins hydrographiques et faisant d'énormes apports ou quantités d'eau après les averses et pluies orageuses.

Le bassin de l'Oued Illizi est relativement restreint et fait partie des grands bassins du versant septentrional de l'Ajjer Central ou ceux de l'Isaouane (Carte n° : 01).

L'Oued Illizi draine une superficie de 4.350 Km², complètement situé dans le Tassili externe dans la région communément dénommée le Fadnoun par les Touaregs, relative aux monts ou plateau du Fadnoun.

L'Oued Illizi -carte n° 02- d'orientation sud-est – nord-ouest, résulte de la confluence de 02 grands Oueds très connus, l'Oued Ouret et l'Oued Djaret localement connu par confusion par quelques uns sous le nom Tarat. Tous les deux sont d'orientation sud-nord.



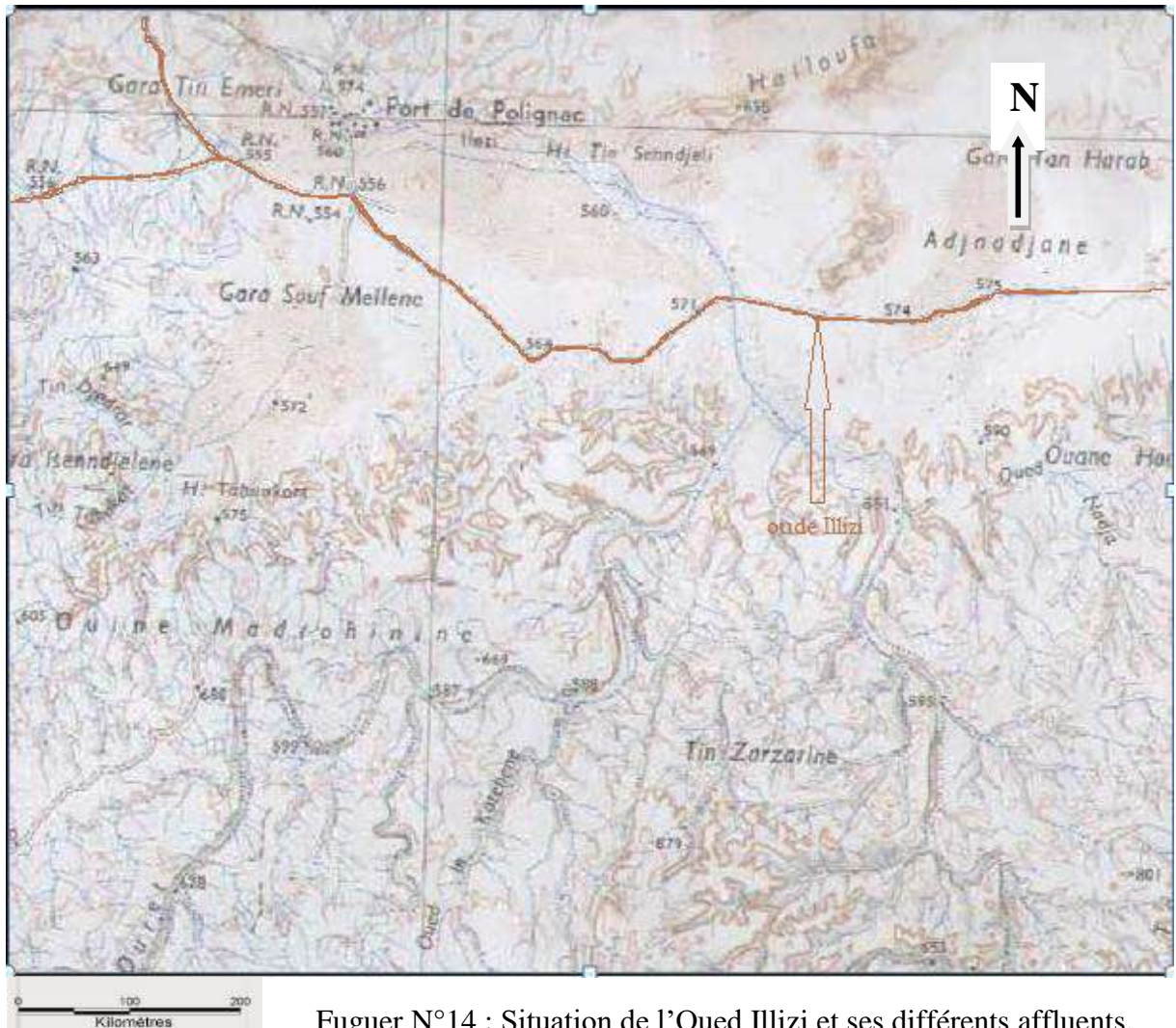
Fuguer N°13 : Les Oueds de l'Ajjer Central. DRE Illizi

L'Oued Ouret prend origine au-delà du Fadnoun, au sud à environ 200 Km avec une côte de départ voisine de 1570 mètres. Les principaux affluents de l'Ouret sont les Oueds suivants :

Oued Tissalatine, Oued In Tesselelt, Oued In Sallal, Oued Tachet Tsattafa, Oued Tachet Tamelelt, Oued Timeladjaouine, Oued Toun Kaké, Oued Hadjara, Oued Afar, Oued Tin Touloult, Oued In, Tarike, Oued, In Katehene.

L'Oued Djaret prend origine aussi des monts du Fadnoun, au sud du côté de Gara Hankareret (1288 mètres). On dénombre les 02 principaux affluents suivants :

- ✓ Oued Assahor ;
- ✓ Oued de la zone de Bartou.



Fuguer N°14 : Situation de l’Oued Illizi et ses différents affluents.

DRE.Illizi

I.2.Les différentes sources de l’Oued Illizi :

Cette nomenclature d’Oueds affluents vienne confirmée les observations et constatations faites par les autochtones quant à l’écoulement des 02 Oueds Ouret et Djaret. On dit souvent que lorsque la crue de l’Oued Djaret arrive, ce n’est que 04 heures après que

celle de l'Oued Ouret vienne pour entrer en confluence avec l'Oued Djaret au lieu connu localement sous le nom d'Aouil, et donner naissance au cours d'eau de l'Oued Illizi. Ce n'est qu'à ce moment que commencent les risques d'inondations compte tenu des volumes d'eau apportés par l'Oued Ouret et ses affluents. Leurs nombre explique bien les surfaces et les quantités d'eaux drainées.

Le territoire de d'Illizi en général est drainé par plusieurs oueds dont la majorité sont à l'état fossile ou coulent pendant les rares crues et pour un temps très limité (un à deux, rarement trois jours). A titre indicatif, le tableau suivant illustre les principaux Oueds existant sur le territoire de la ville et leur orientation majeure :

| ville | Principaux oueds | Bassin versant ou source | Sens d'écoulement |
|--------|------------------|--------------------------|-------------------|
| Illizi | O. Ouret | Plateau du Fednoun | |
| | O. Djaret | Tassili N'Ajjer | Sud-Nord |
| | O. Imihrou | Tassili N'Ajjer | Sud-Nord |
| | O. Tarat | Tassili N'Ajjer | S.O-N.E |

Tableau(11) : les principaux Oueds existant sur le territoire de la ville et leur orientation majeure. (DRE. Illizi)

La photo suivante illustre bien les apports des 02 Oueds en leur point de confluence Aouil. on peut constaté l'écoulement négligeable de l'Oued Djaret au milieu de cette photo, par rapport à l'écoulement très important de l'Oued Ouret qui vient du côté droit de cette prise. Cette prise a été faite le quatrième jour d'écoulement.



Fuguer N°15 : Écoulement de l'Oued d'Illizi (Takbalte). Mai 2019



Fuguer N°16 : Écoulement de l'Oued d'Illizi (aine elkors). Mai 2019

I.3. Conclusion :

À travers les données précédentes les figures : 14, 15, 16, 17, Tableau(08). La région est entourée par un grand nombre de vallées, drainant de vastes zones pour différents bassins versants et apportant d'énormes contributions ou quantités d'eau.

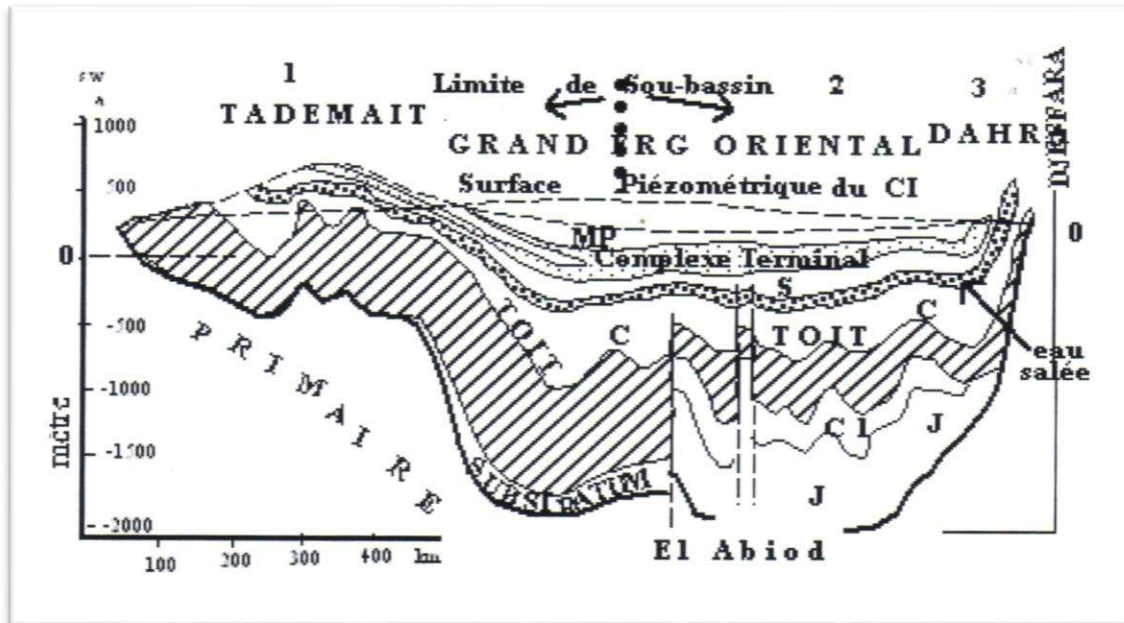
La vallée de l'Illizi draine une superficie de 4 350 kilomètres carrés et est entièrement située dans le tassili extérieur, orienté sud-est-nord-ouest, résultant de la confluence de 02 vallées connues, Oued Ouret et Oued Djaret, localement dénommée Tarat. Les deux sont orientés sud et nord.

II. Etude hydrogéologique

Les nombreuses études hydrogéologiques montrent que le Sahara renferme d'énormes réserves d'eaux douces souterraines. La région d'étude est caractérisée par une surface très étendue. La wilaya d'Illizi présente des ressources en eaux souterraines qui diffèrent d'une région à une autre, à savoir :

La partie septentrionale se caractérise par un important réservoir qui est le Continental Intercalaire (région d'In Amenas).

Les parties centrales et méridionales se caractérisent par des nappes locales telles que la nappe d'Inféro-Flux, le Dévonien inférieur, de Cambro-ordovicien et du Carbonifère d'où on distingue plusieurs horizons aquifères à savoir. (Figure17)



Figure(17): Coupe hydrogéologique du bassin sédimentaire du Sahara Septentrional.

II.1. Les différents types des nappes du bassin d'Illizi:

➤ La nappe du Cambro-ordovicien :

Les formations gréseuses Cambro-ordoviennes du Tassili présentent une très faible porosité, elles sont parcourues par un système de fissuration et de failles. Ces caractéristiques leur facilitent les circulations des eaux, d'où les grès du Tassili présentent une bonne perméabilité. La nappe est exploitée à Djanet par 18 forages (y compris la source de Djanet), d'une profondeur de 140 à 400m avec un débit mobilisé de 10 à 35 l/s.

➤ La nappe du Dévonien (à Illizi) :

Reconnue à Illizi et ses environs, notamment au Nord, par des ouvrages de captages de 250 à 1450m, respectivement dans les régions d'Illizi et à Adeb Larach. Le niveau statique varie d'une région à l'autre : Il est de quelques centimètres à quelques mètres dans les zones élevées, par contre l'eau est jaillissante au Nord et à l'est d'Illizi ; les forages sont exploités à des débits variant entre 5 et 32 l/s. Le nombre total de forages inventoriés est de 36 dont 17 sont en service et 12 à l'arrêt.

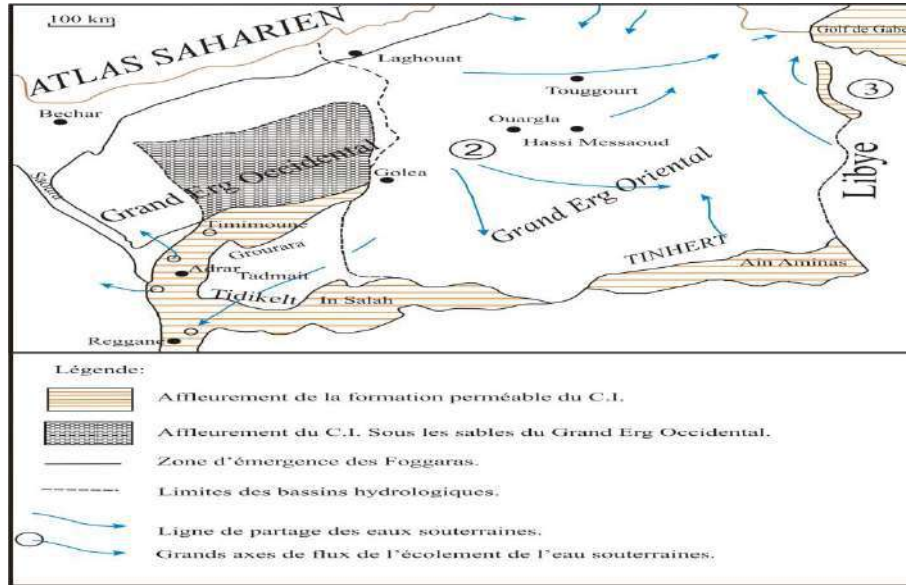
➤ La nappe Carbonifère :

Cette nappe est exploitée à des profondeurs allant de 800 à 1100m dans la région d'In Aménas. Cette nappe à usage industriel (injection), leur niveau statique varie entre 200 et 300m, tandis qu'au Sud-Est de Bordj Omar Driss et d'après un forage réalisé par REPSOL cette nappe ne se trouve qu'à 190m avec un résidu sec de 2.8 mg/l.

II.2. Le système aquifère du Continental Intercalaire (CI) :

La nappe est captée par 162 forages dont 103, seulement sont exploités à des profondeurs moyennes (400 à 500m) à T.F.T, Ohanet et B.O.D, ou (de 800 à 1200m) à Rhourd Nouss et au Nord de Deb Deb. (figure19, figure20).

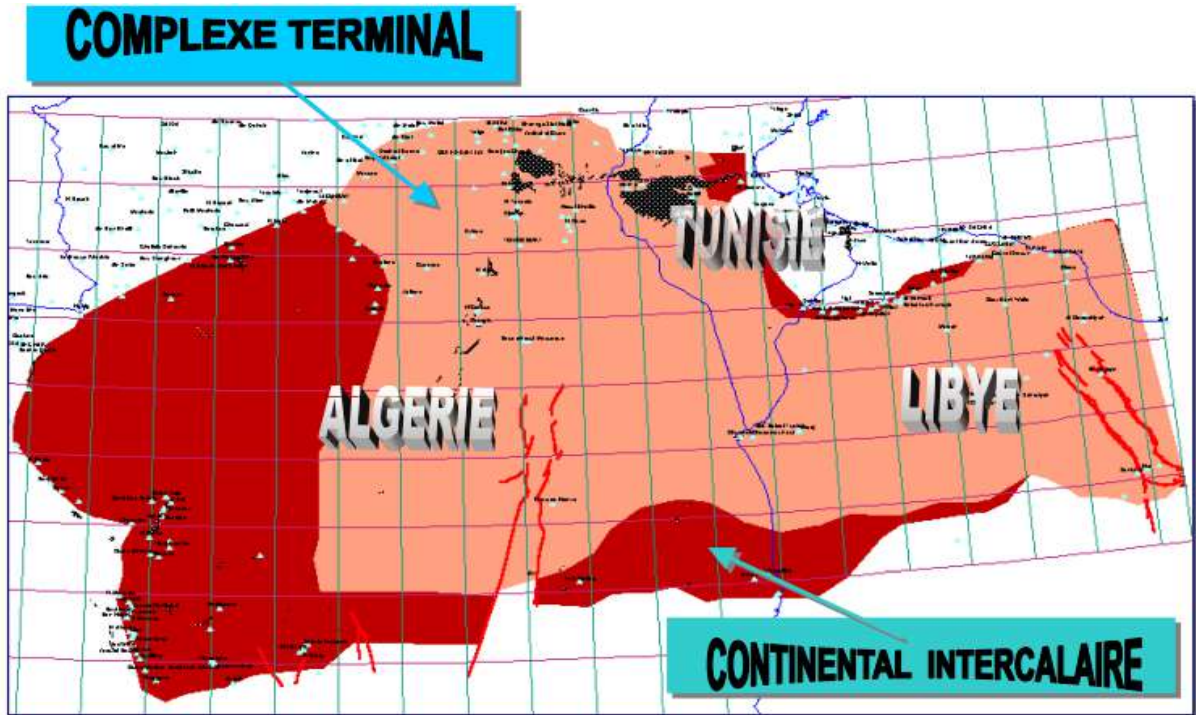
Les eaux de la nappe sont jaillissantes (pression en tête 18 bars) à Rhourd Nouss, Bordj Omar Driss, Tabankort Zemelet Mederba et au Nord de Deb Deb tandis qu'elles sont exploitées par pompage à Tinfouyé, Ohanet, Sud de Deb Deb et Stah.



Figure(18) : Délimitation du "SASS" (UNESCO, 1972), modifiée.

II.3. Le système aquifère du Complexe Terminal (CT) :

Caractérisé par sa faible profondeur et sa facilité de captage, la nappe du complexe terminal (CT) est très sollicitée pour l'AE.P et l'irrigation. Le nombre total des forages est de 33 tous en service. (figure20).



Figure(19) : position de continental intercalaire et complexe terminal dans le Sahara Nord.

➤ **La nappe du Turonien :**

A base de calcaires, cette nappe de type libre est localement fissurée. Sa profondeur varie entre 200 à 400m, l'épaisseur moyenne est de l'ordre de 80 m et repose sur un substratum imperméable du Cénomanién anhydritique. Le résidu sec est de plus de 6 g/l. On compte 3 forages dont 01 bouché (Fort saint III) et 02 artésiens coulent dans la nature (Fort saint I et Fort Saint II) (figure19).

➤ **La nappe des sables du Mio-Pliocène :**

Formée d'une alternance de sables et d'argiles et dont sa limite coïncide avec la ligne Nord-Ouest de la wilaya, la nappe du Mio-Pliocène captée entre 160 et 300m est exploitée par pompage à Rhourd Nouss et El Hamra. On compte au total 33 forages. Leur débit varie de 5 à 17 l/s et d'un résidu sec qui oscille entre 1.2 à 2.9 g/l.

La nappe d'Inféro-Flux d'Oued Illizi :

L'étude géophysique effectuée en 1970 par sondage électrique réfraction nous à permet de préciser l'extension du remplissage alluviale. Ce dernier est entaillé dans les formations du Dévonien moyen.

Une superficie relativement importante.

- ✓ L'épaisseur moyenne de l'aquifère est de 25m ;
- ✓ Les crues de l'oued sont annuelles ;

- ✓ La profondeur des forages captant cet aquifère est de l'ordre de 40 à 50m ;
- ✓ Le niveau statique varie entre 2 et 10m ;
- ✓ Le débit varie entre 2 et 16 l/s ;
- ✓ La qualité chimique des eaux est relativement bonne.

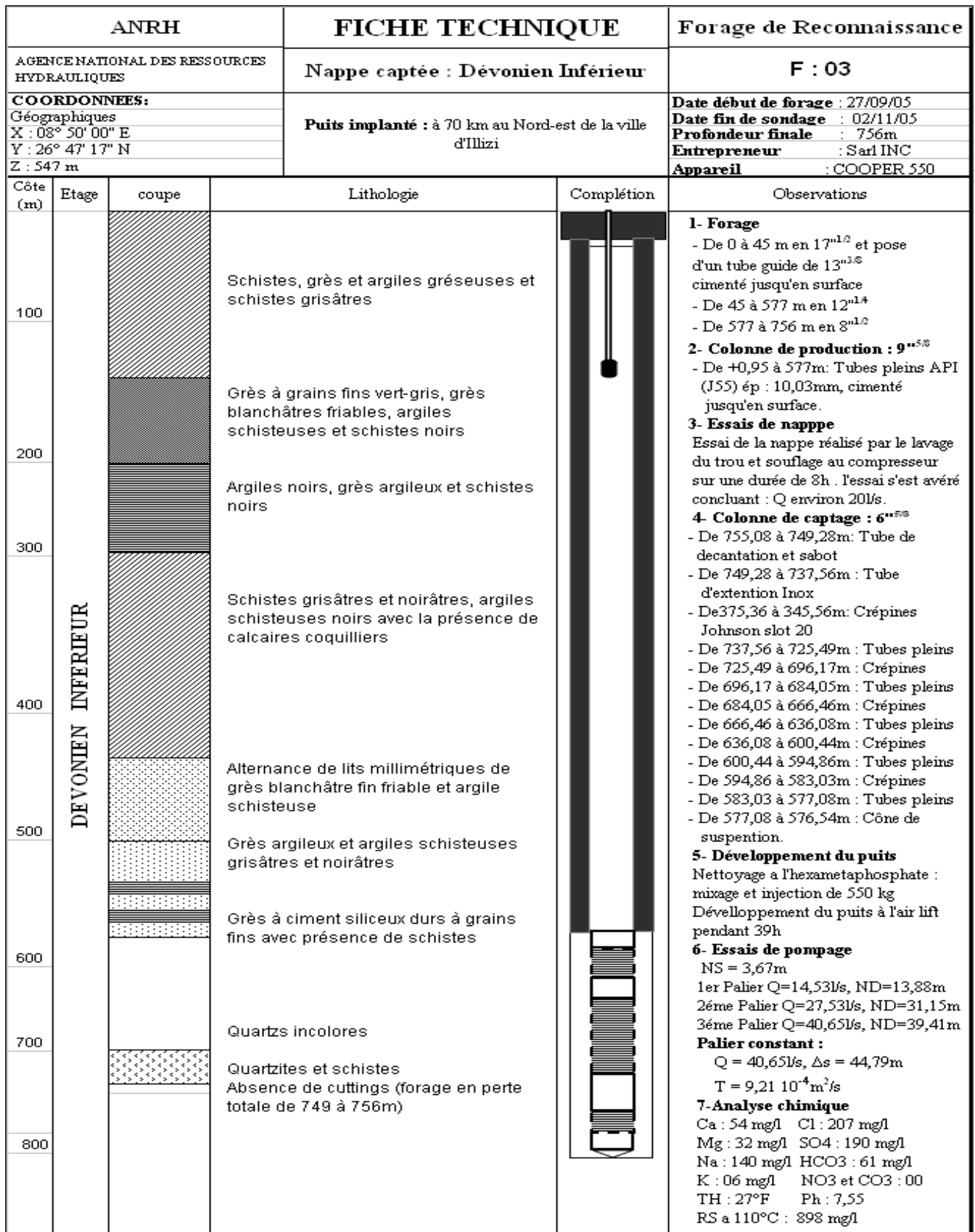
La recharge de cette nappe est conditionnée par les crues; ses potentialités sont très faibles. Vu toutes ces raisons, cette nappe n'est pas sollicitée ces dernières années. Pendant notre mission nous n'avons recensé qu'un seul forage, d'une profondeur de 40 m, actuellement en arrêt (Sediki Bennacer).

Une synthèse de la répartition locale les principales ressources en eau exploitées à travers la wilaya sont portées dans le tableau 12 et sa superposition Figure(20) :

Tableau(12): les principales ressources en eau exploitées dans la wilaya (ANRH d'Ouargla)

| N° | Nom de nappe | Localisation | Profondeur (m) |
|----|-----------------------------------|---|----------------|
| 01 | Cambro - Ordovicien | Tin Alkoum, Djanet, Tarat | 100-600 |
| 02 | Dévonien Inférieur | Illizi, Issendjel, Lahdeb Laarach | 350-1450 |
| 03 | Des formations Carbonifères | In Aménas – Ohanet | 800-1100 |
| 04 | Du continental Intercalaire (C.I) | Deb Deb - Bordj Omar Driss | 400-1000 |
| 05 | Du Complexe Terminal (C.T) | Rhourd Nouss - El Hamra | 250-400 |
| 06 | Inféro - Flux | Les remplissages alluvionnaires des oueds | 15-70 |

Réssources : ANRH d'Ouargla



Figure(20) : Coupe représentative de superposition des nappes du bassin d'Ilizi. ANRH Ouargla

II.4. Interprétation de la carte piézométrique de ville d’Illizi (la nappe du Dévonien inférieur) :

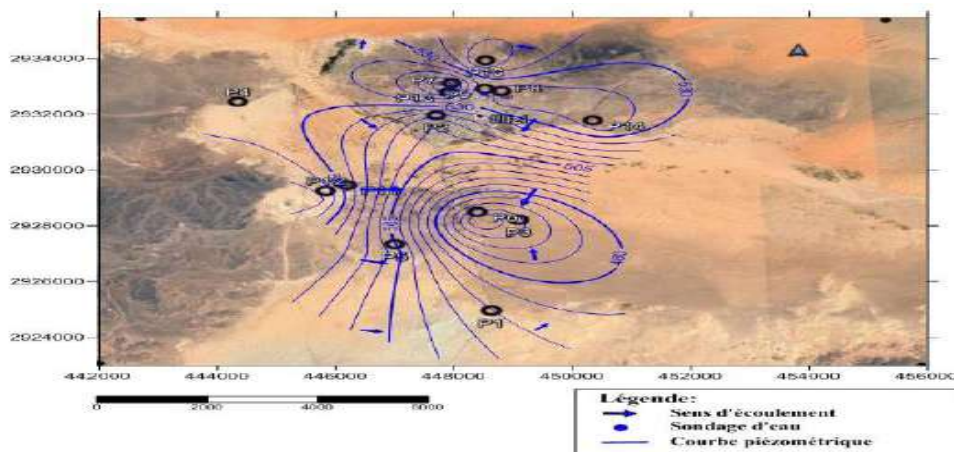
La carte piézométrique (figure IV.21) de la zone d’étude a été établie et réalisées à partir des données des puits fournies par l’A.D.E d’Illizi (années 2017), Cette carte a été établie à l’aide du logiciel Surfer (v11) dans le but de définir le sens de l’écoulement des eaux souterraines. Ainsi que les zones de convergences.

A travers cette carte, on peut tirer deux sens principaux d’écoulement dans la région d’étude :

- Le premier s’écoule dans le sens N-SE à partir des zones de Tin-Tourha, Centre-ville et Ain El Cours vert la zone de Sidi Bouslah au sud de la ville d’Illizi. Les courbes isopièzes sont relativement serrées. Avec un gradient hydraulique assez fort de l’ordre 2.03% indique une perméabilité assez faible, ce qui défavorise le déplacement des eaux dans la nappe du Dévonien inférieur, ceci peut être liée à la présence des formations hétérogènes imperméable.
- La deuxième s’écoule dans le sens SE-NO à partir de l’oued d’Innatén vert la zone de Sidi Bouslah. Les courbes isopièzes un peu plus espacé d’où un gradient hydraulique de l’ordre de 0.47%, en rencontrant une forte perméabilité qui peut être liée à l’homogénéité des formations traversée.

Les valeurs des débits théorique montre l’existence des zone de fort débits de pompage de valeurs comprises entre 20 à 25 l/s dans les régions de Belbachir et Sidi Bouslah coïncident avec les points d’accumulation des eaux de la nappes dans la carte piézométrique.

Avec la présence d’un cône de dépression au niveau de Sidi Bouslah lié à une exploitation intense justifié par une densité des forages dans cette zone.



Fig(21) : Carte piézométrique de secteur d’étude (DRE Illizi)

II.5. Conclusion :

L'étude hydrogéologique de la région a permis de distinguer les réservoirs les plus importants, et les différents points d'exploitation d'eaux dans la région.

- La nappe du Cambro-ordovicien exploitée au sud de la wilaya notamment à Bordj El Houes et Djanet.
- La nappe du Dévonien exploitée à Illizi et ses environs.
- La nappe du Continentale Intercalaire (CI) exploitée au nord de l'axe Est-Ouest Bordj Omar Idriss et In Aménas.
- La nappe du Complexe Terminal (CT) exploitée à l'extrême Nord de la wilaya à Rourd Nouss et Hamra.
- Les nappes des inféro flux des oueds exploitées par des puits dans les régions d'Illizi, Bordj El Houes et Djanet.

Partie II : la mobilisation

des ressources en EAU

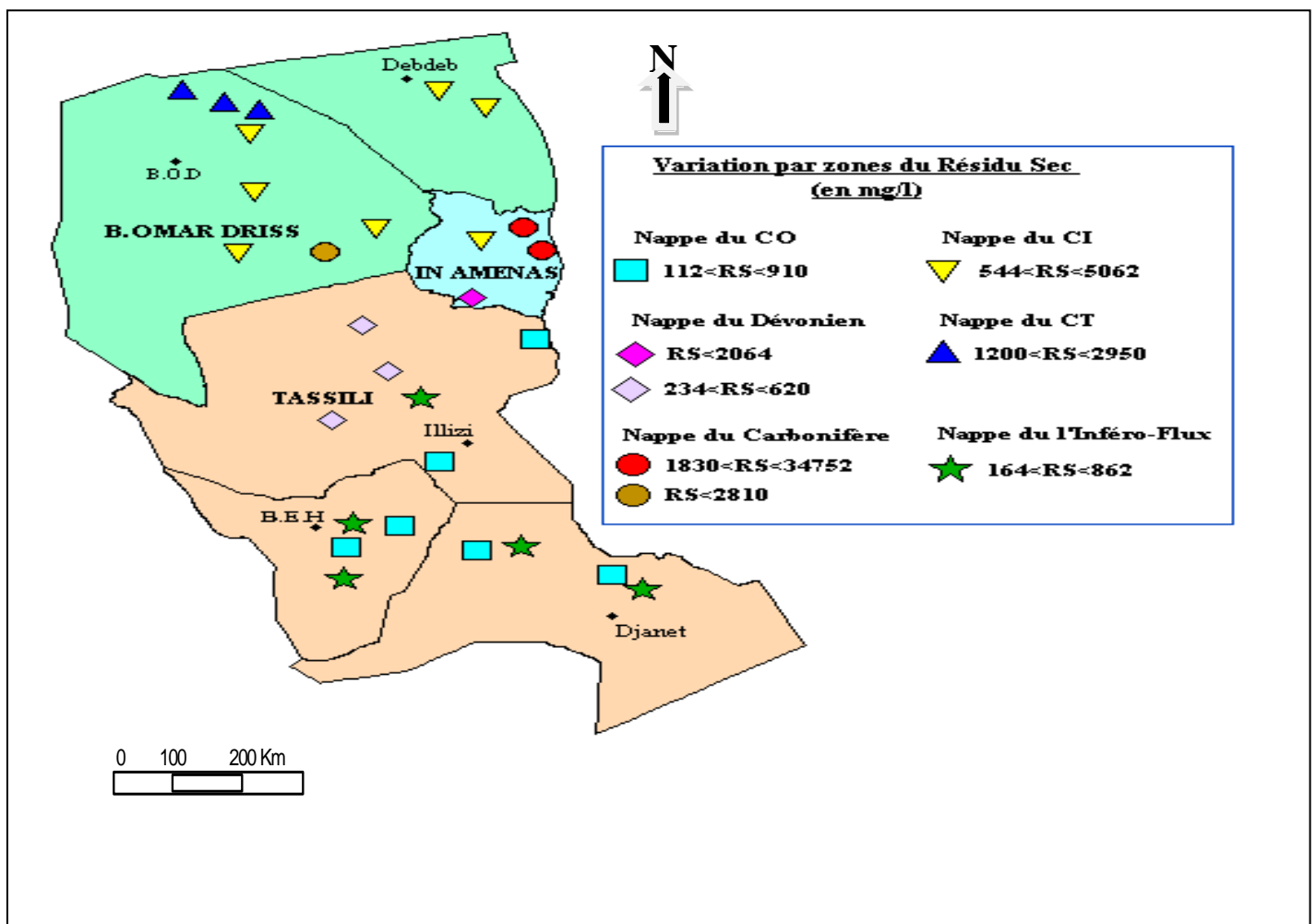
Chapitre I :
étude qualitative
des ressources en eau

I. Etude qualitative des ressources en eau

I.1. Introduction :

Les caractéristiques chimiques des eaux souterraines sont presque toujours influencées par la nature physico-chimique du terrain constituant leurs aquifères. De plus la vitesse de circulation dans l'aquifère est un facteur important, suivant lequel les contacts eaux et sol peuvent être court ou long, diminuant ou augmentant l'importance des échanges ioniques entre les eaux et le terrain qui les contient. Par ailleurs on sait que la perméabilité d'un aquifère est un facteur important agissant sur la vitesse de circulation de la nappe contenue suivant sa pente.

C'est la raison pour laquelle les rapports entre les caractéristiques physico-chimiques de l'aquifère et sa perméabilité d'une part et les caractéristiques chimiques de l'eau contenue d'autre part sont très étroites. Nous exposons dans ce chapitre les qualitatives des ressources en eau de la nappe aquifère dans la ville d'Ilizi.



Figure(22) : Répartition par nappe et par zone du taux du Résidu sec des eaux.

(ANRH Ouargla)

II. Hydrochimie :

L'étude hydro chimiques sera basée sur l'interprétation des mesures des paramètres physico- chimiques et des analyses de 16 échantillons prélevés dans les forages et les puits Situés dans le bassin de l'Illizi.

Elle a pour but de montrer la réparation quantitative des différents éléments dissous, l'appréciation de la potabilité des eaux et leur aptitude à servir pour l'A.E.P et l'irrigation. Les analyses ont été réalisées au laboratoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) Ouargla. Elles ont porté sur les éléments chimiques majeurs suivants :

Les cations : Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ .

Les anions: Cl^- , $So4^{2-}$, $Hco3^-$.

II.1. Caractéristiques physico-chimiques :

II.1.1.pH :

C'est le co-logarithme de la concentration en hydrogène, il mesure l'activité des Ions H^+ contenus dans une eau .Le pH détermine l'acidité de l'eau.

$$pH = -\text{Log} (H^+)$$

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14.7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau.

Selon les normes nationales ou internationales, une eau de bonne qualité doit admettre un pH compris dans l'intervalle de 6.5 à 8.5. Or, dans le cas de notre nappe, on s'aperçoit que le pH bascule légèrement vers la borne de l'alcalinité, mais le pH des eaux de la nappe restent en dessous de la valeur maximale admissible qui est de 9.5.

Le tableau suivant montre les valeurs de pH dans les cinq puits de l'Illizi :

| puits | zone activ | ain el cours | tintourha | sidi bouslah | belbachir |
|-------|------------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| Ph | 6,6 | 6,58 | 6,59 | 6,57 | 6,64 |

Source ADE Illizi

II.1.2. La Conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de

sels minéraux dissous dans l'eau. La classification suivante donne les différentes appréciations de minéralisations des eaux selon la valeur de leur conductivité électrique à 25°C:

| | |
|------------------------------------|---|
| $\chi = 0.005 \mu\text{S/cm}$ | eau déminéralisée |
| $10 < \chi < 80 \mu\text{S/cm}$ | eau de pluie, très faiblement minéralisée |
| $30 < \chi < 100 \mu\text{S/cm}$ | eau peu minéralisée, domaine granitique |
| $300 < \chi < 500 \mu\text{S/cm}$ | eau moyennement minéralisée, domaine des roches carbonatées |
| $500 < \chi < 1000 \mu\text{S/cm}$ | eau très minéralisée, saumâtre ou saline |
| $\chi > 30000 \mu\text{S/cm}$ | eau de mer, excessivement minéralisée |

Tableau(13) : tableau de conductivité



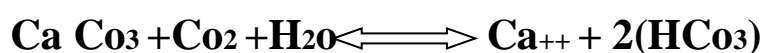
Figure(23) : Le matériel utilisé pour mesurer les paramètres pH, Conductivité sur terrain

II.2. Paramètres chimique :

Les analyses ont été effectuées au laboratoire selon les techniques standard (Rodier, 1984). Le faciès chimique déterminé par le bilan ionique cationique (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) et anionique (Cl^- , HCO_3^- , SO_4^-).

II.2.1. Les Bilans cationiques :**II.2.1.a. Les calciums (Ca^{++}) :**

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



Les valeurs obtenues dans les cinq échantillons indiquent que la teneur en calcium dans les eaux de la nappe est nettement inférieure aux valeurs minimales admissibles. A l'exception de celle obtenue au forage sidi bouslah où la valeur est de 86 mg/l.

II.2.1.b. Les Magnésiums (Mg^{++}) :

Avec des valeurs oscillant entre 35.4 et 54.3 mg/l, les eaux de la nappe contiennent des taux très proches des concentrations minimales admises qui sont de l'ordre de 50mg/l.

II.2.1.c. Les Sodiums (Na^+) :

Même chose que le Mg, les teneurs en Na sont relativement faibles et sont très proches des bornes inférieures des normes de l'OMS et algériennes.

II.2.1.d. Les Potassiums (K^+) :

Variant entre 4 et 7 mg/l, les quantités du potassium dans les eaux de la nappe sont clairement en deçà des teneurs acceptables admises.

Note :

Pour Na^+ , K^+ : les analyses sont effectuées par spectromètre à émission atomique (LANGE-410).



Figure(24) : Spectrophotomètre à flamme

Les résultats des analyses les Bilans cationiques obtenus sont repris dans les tableaux suivants en mg/l :

| puits | Ca ²⁺ (mg/l) | Mg ²⁺ (mg/l) | Na ⁺ (mg/l) | K ⁺ (mg/l) |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| zone d'activité | 60 | 15 | 40 | 2 |
| ain el cours | 60 | 16 | 39 | 2 |
| tintourha | 68 | 20 | 50 | 5 |
| sidi bouslah | 86 | 18 | 50 | 3 |
| belbachir | 76 | 19 | 50 | 3 |

Tableau (14) : La concentration d'équilibre des cations obtenue dans le tableau suivant est en mg / l. ADE Illizi

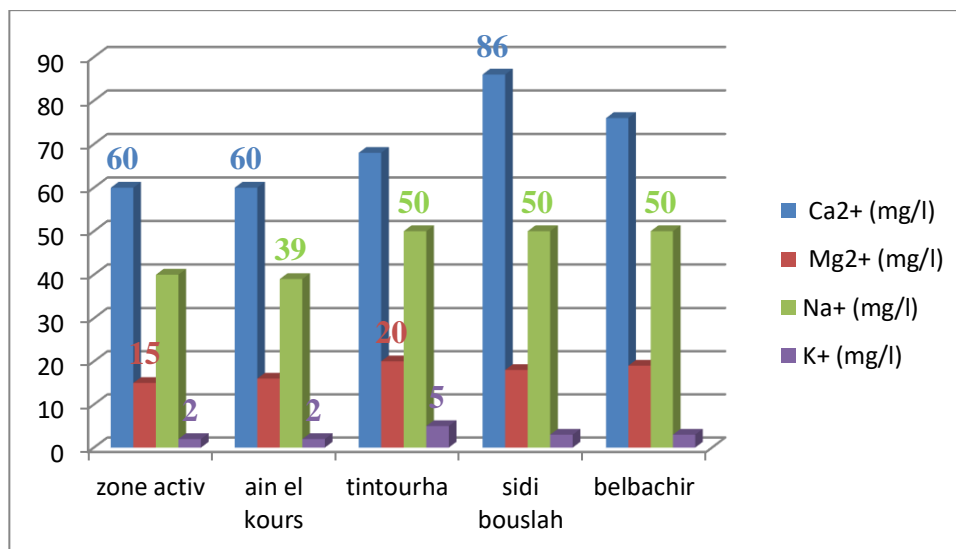


Fig N°(25) : Histogrammes des cations des eaux de la nappe inféro flux (mg/l)

II.2.2. Les Bilans anioniques :**II.2.2.a. Les chlorure (CL^-) :**

Ils sont toujours présent dans les eaux naturelles en proportions très variables. Leur présence dans l'eau résulte de : La dissolution des sels naturels par le lessivage de terrain gypseux, marneux ou argileux. L'évapotranspiration intense dans les régions où le niveau piézométrique est proche de la surface du sol.

Comparées avec celles arrêtées dans les deux (algériennes, l'OMS) normes adoptées, les quantités des chlorures variant entre 63.1 et 110.2mg/l sont relativement très faibles.



Figure(26) : les dosages des Chlorures sont réalisés par Titrino 848 de marque Metrohm II.

II.2.2. b. Les sulfates (SO_4^{--}) :

Les sulfates sont toujours présents dans l'eau naturelle, leur présence dans l'eau provient de :

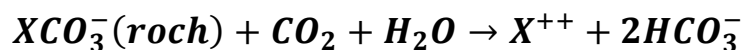
- Des formations gypseuses ;
- Légère solubilité de $CaSO_4$ avec des passées gypseuses ;
- Des eaux usées industrielles.

Le taux des sulfates, compris entre 90.2 et 200.3 mg/l, contenu dans les eaux de la nappe avoisine les valeurs minimales consignées dans les deux (algériennes, l'OMS) normes adoptées.

II.2.2. c. Les bicarbonates (HCO_3^-) :

Elles proviennent de la dissolution des roches carbonatées en fonction de la tension en CO_2 , de la température, le pH de l'eau et la nature lithologique des terrains traversés.

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



Les résultats d'analyses montrent que la teneur en bicarbonates des eaux de la nappe est sensiblement élevée, variant entre 94.6 et 167.8mg/l, donnant ainsi une alcalinité relativement importante.



Figure(27) : Dosage de sulfate par le spectrophotomètre atomique.

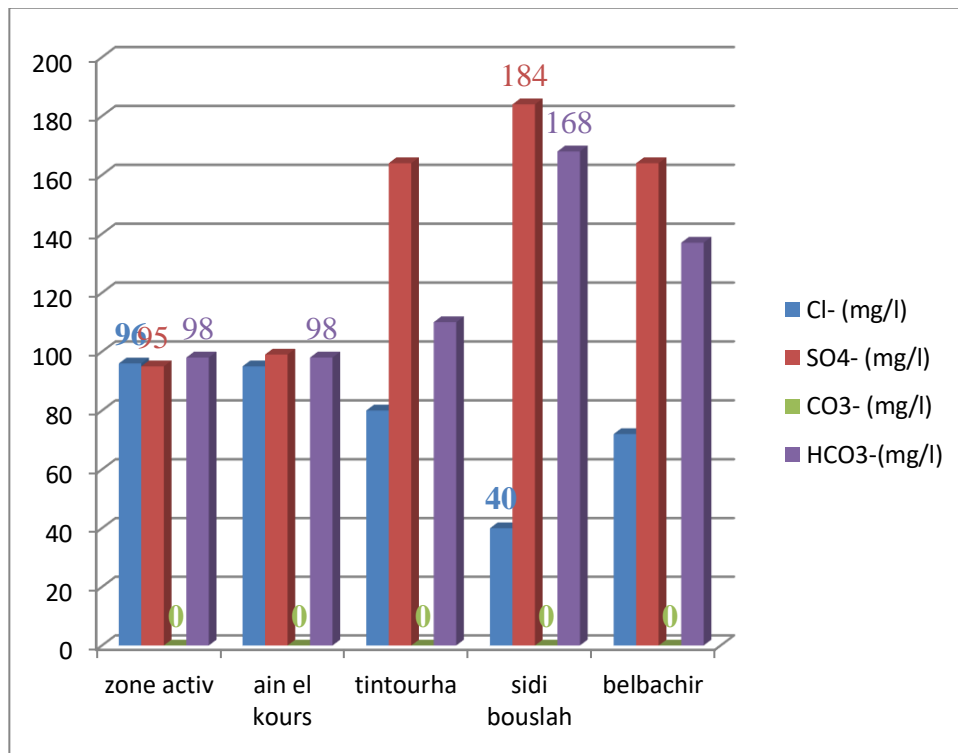
II.2.2.d. Les carbonates (CO_3^{--}) :

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH = 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC). En présence d'indicateurs, la fin de la réaction est indiquée par un changement de couleur, soit un virage.

Les résultats des analyses les Bilans anioniques obtenus sont repris dans le tableau suivant en mg/l :

| puit | Cl- (mg/l) | SO4- (mg/l) | CO3- (mg/l) | HCO3- (mg/l) |
|--------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| zone activ | 96 | 95 | 0 | 98 |
| ain el cours | 95 | 99 | 0 | 98 |
| tintourha | 80 | 164 | 0 | 110 |
| sidi bouslah | 40 | 184 | 0 | 168 |
| belbachir | 72 | 164 | 0 | 137 |

Tableau (15) : La concentration d'équilibre des anions obtenue dans le tableau suivant est en mg / l. (ADE Illizi(2010))



Figure(28) : Histogrammes des anions des eaux de la nappe inféro flux (mg/l)

II.3. Représentation des analyses d'eau selon le diagramme de piper :

Diagramme de Piper Qualité des eaux d'Illizi

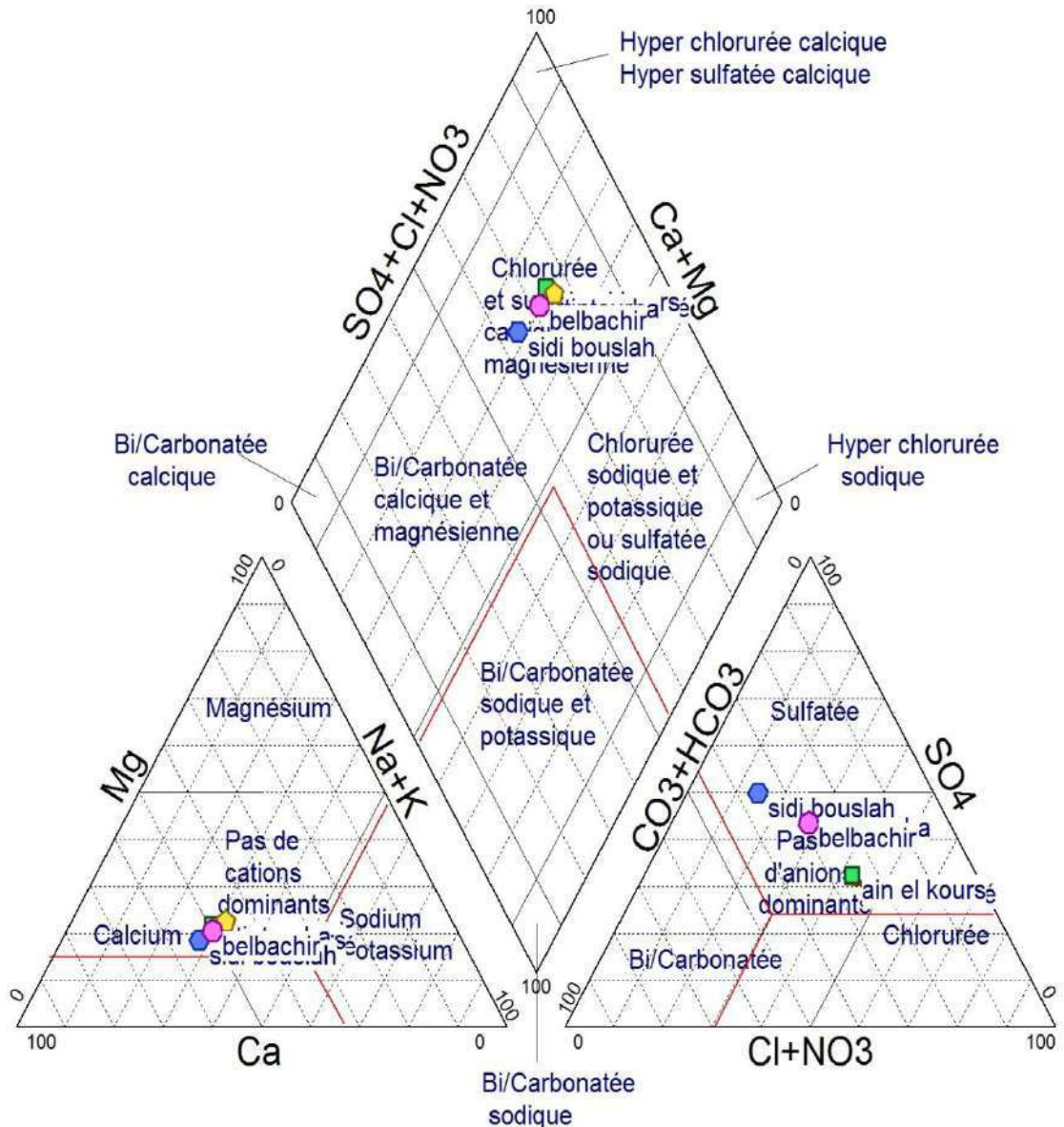


Fig N° 29 : Représentation des analyses d'eau selon le diagramme de piper

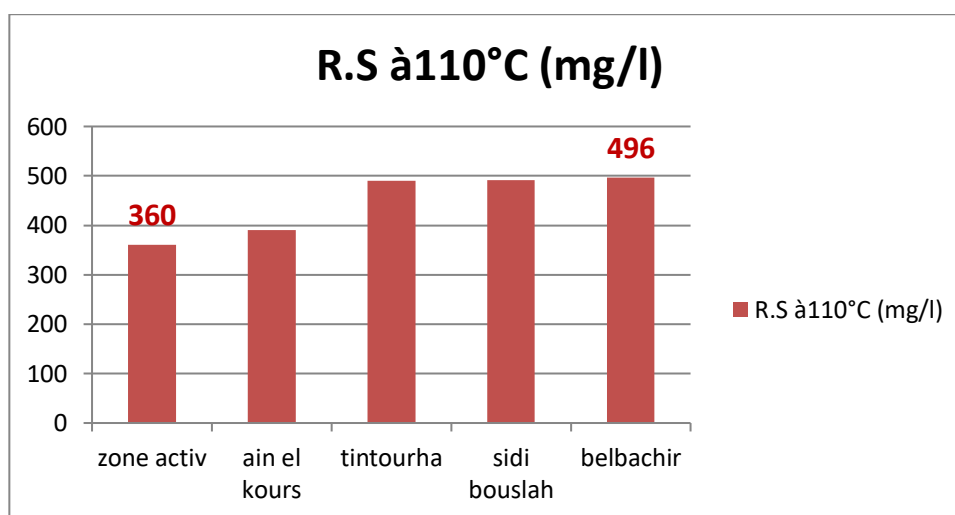
Dans ce diagramme, une eau bicarbonatée calcique serait située au pôle gauche du losange alors qu'une eau chlorurée sodique serait située au pôle droit. La superposition de plusieurs analyses sur un même diagramme permet de comparer leur faciès hydro chimique, la représentation des éléments chimiques des différents échantillons sur le diagramme de Piper montre que la majorité des échantillons se coïncident sur les pôles caractérisant les faciès Chloruré et sulfaté calcique et magnésien.

➤ **Le Résidu Sec :**

Indicateur de qualité par excellence, le Résidu Sec (RS) traduit le taux des sels minéraux contenus dans une eau.

| puits | zone activ | ain el cours | tintourha | sidi bouslah | belbachir |
|------------------------------|------------|--------------|-----------|--------------|------------|
| R.S à110°C (mg/l) | 360 | 390 | 490 | 492 | 496 |

Tableau (16): le Résidu Sec de l'eau des forages d'Illizi (ADE. Illizi (2010))



Figure(30) : Les graphiques de R.S à110°C (mg/l)

Dans notre cas, les résultats d'analyses ont permis de constater que les eaux de cette nappe admettent des concentrations inférieures aux teneurs minimales prescrites dans les normes édictées par l'OMS ou la CEE. La plus grande valeur obtenue dans les cinq échantillons avoisine les 496 mg/l, alors que la valeur guide indiquée dans les normes de l'OMS est de 500mg/l. Donc les eaux de la nappe sont très faiblement chargées et que leur qualité est proche des eaux minérales.

➤ **La Dureté totale :**

Elle reflète principalement la teneur du calcium et du magnésium dissous, et elle peut varier au fil du temps. On parle généralement du calcaire dissous.

Il n'y a pas de limite, car la dureté n'est pas du tout dangereuse pour la boisson. Cette dureté est gênante pour les appareils de production d'eau chaude, les différentes machines domestiques et les lessives. Le tableau ci-dessus traduit les différentes classes de dureté.

Qui est donné par la formule suivante :

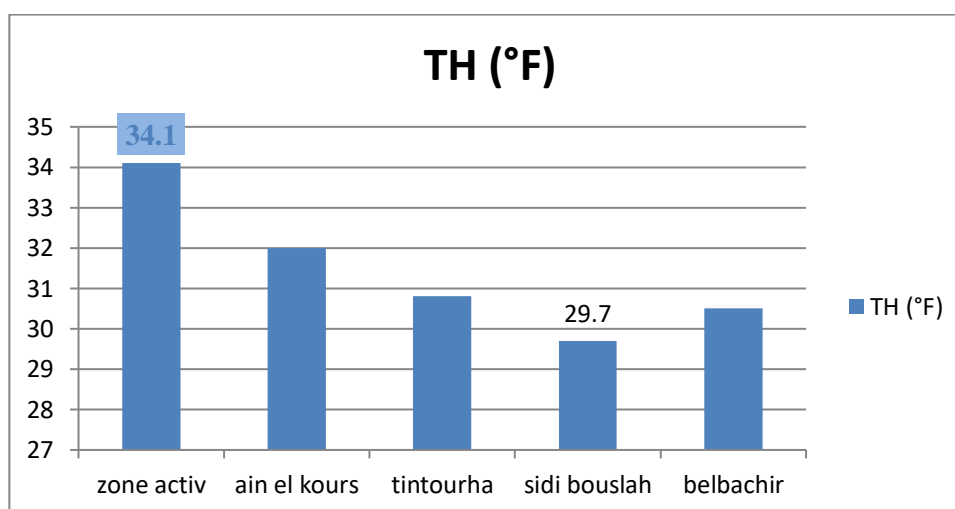
$$D.H.T = (Ca^{++} + Mg^{++}) \times 5 (^{\circ}F)$$

| TH (°F) | 0 - 7 | 7 - 22 | 22 - 32 | 32 - 54 | > 54 |
|-----------------|-------|------------------|-------------|---------|-----------|
| Dureté de l'eau | Douce | Modérément douce | Assez douce | dure | Très dure |

Tableau(17) : Potabilité de l'eau en fonction de la dureté

| puits | zone activ | ain el cours | tintourha | sidi bouslah | belbachir |
|---------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| TH (°F) | 34.1 | 32 | 30.8 | 29.7 | 30.5 |
| | dure | Assez douce | Assez douce | Assez douce | Assez douce |

Tableau (18) : la dureté de l'eau des forages d'illizi (ADE.Illizi)



Figure(31) : Les graphiques de TH (°f)

D'une manière générale, on considère habituellement que de 0° à 25°F l'eau est douce et elle n'a pas besoin d'être traitée. Au-delà de 25°F on considère que l'eau comme étant "dure" et un traitement en vue de réduire les taux des sels minéraux est recommandable.

Les valeurs idéales sont comprises entre 7 et 20°F, car il en faut un peu pour la santé. Les eaux de la région étudiée présentent une dureté allant de 22.3 °F jusqu'à 42.9°F, traduisant des eaux à peine dures, mais elles restent dans les limites des normes édictées par les deux (algériennes, l'OMS).

➤ **La Turbidité :**

Elle permet de préciser les informations visuelles de la couleur de l'eau. La turbidité est causée par les particules en suspension dans l'eau (matières précipitées, débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).

Elle se mesure sur le terrain à l'aide d'un tube plastique transparent ou bien au laboratoire par la mesure de l'atténuation d'un faisceau lumineux lors de son passage à travers le liquide ou par la mesure de l'intensité du rayonnement diffusé. Le deuxième procédé utilise un appareil appelé turbidimètre.

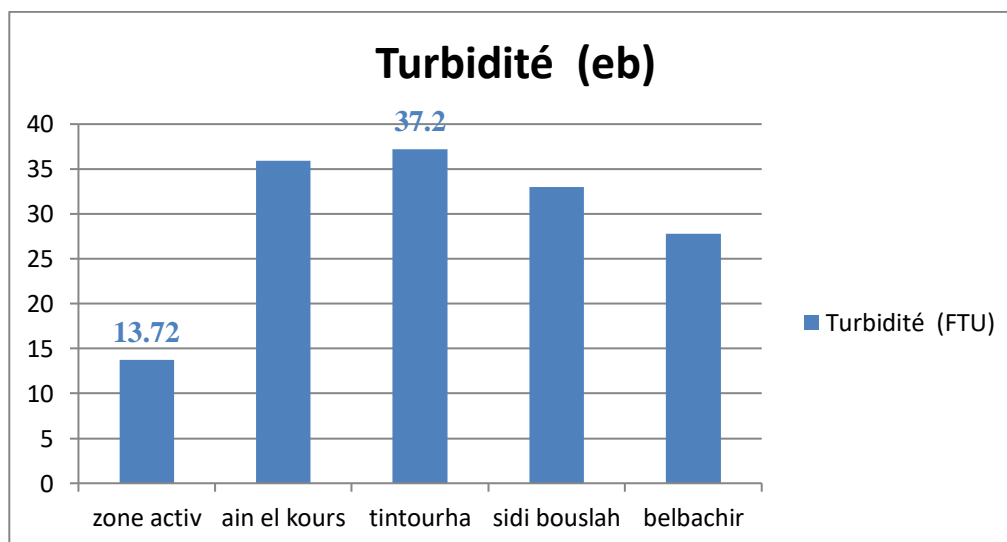
Les unités de la turbidité sont: 1 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) = 1 JTU (Jackson TU) = 1 FTU (Formazin TU). Les classes de turbidités usuelles sont les suivantes (tableau):

| | |
|--------------|----------------------------|
| NTU < 5 | eau incolore |
| 5 < NTU < 30 | eau légèrement colorée |
| NTU > 50 | eau colorée |
| NTU > 200 | eau de surface "Africaine" |

Tableau(19) : Les classes de turbidités usuelles

| puits | zone activ | ain el cours | tintourha | sidi bouslah | belbachir |
|-----------------------|------------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| Turbidité (eb) | 13.72 | 35.9 | 37.2 | 33 | 27.8 |

Tableau(20) : La Turbidité de l'eau des forages d'illizi (ADE.Illizi)



Figure(32) : Les graphiques de La Turbidité(FTU)

La lecture des valeurs de turbidité obtenues comprises entre 15 et 34 NTU laisse dire que les eaux sont légèrement turbides, donc présentant une légère coloration.

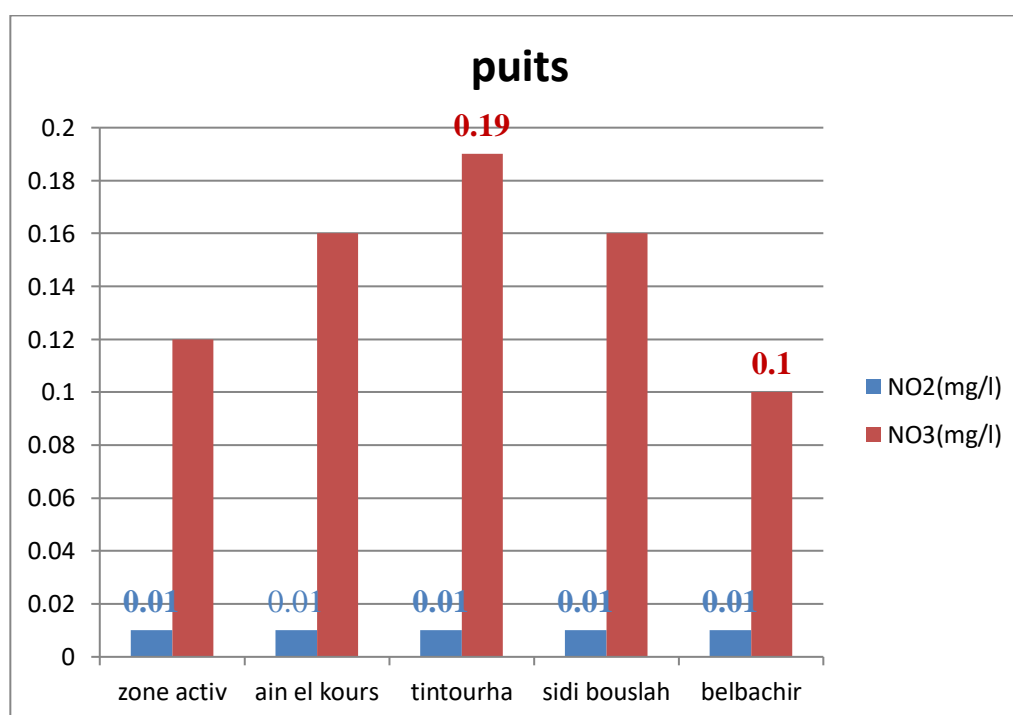
II.4. Les éléments indésirables :

➤ Les Nitrites et les Nitates :

Les nitrates (NO₃) proviennent de l'oxydation complète de l'azote organique et les nitrites (NO₂) de l'oxydation incomplète. Les principales sources de pollution sont l'utilisation des engrais, la fabrication d'explosifs, l'industrie chimique et alimentaire. La teneur en nitrates de l'eau est généralement plus élevée que celle des nitrites. Une forte concentration en nitrites indique une pollution bactériologique par suite de l'oxydation de l'ammoniac.

| Puits | zone activ | ain el cours | tintourha | sidi bouslah | belbachir |
|------------------------|------------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| NO ₂ (mg/l) | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| NO ₃ (mg/l) | 0,12 | 0,16 | 0,19 | 0,16 | 0,1 |

Tableau(21) : les NO₂ NO₃ de l'eau des forages d'illizi (ADE Illizi(2010))



Figure(33) : Les graphiques de NO₂ et NO₃ en (mg/l)

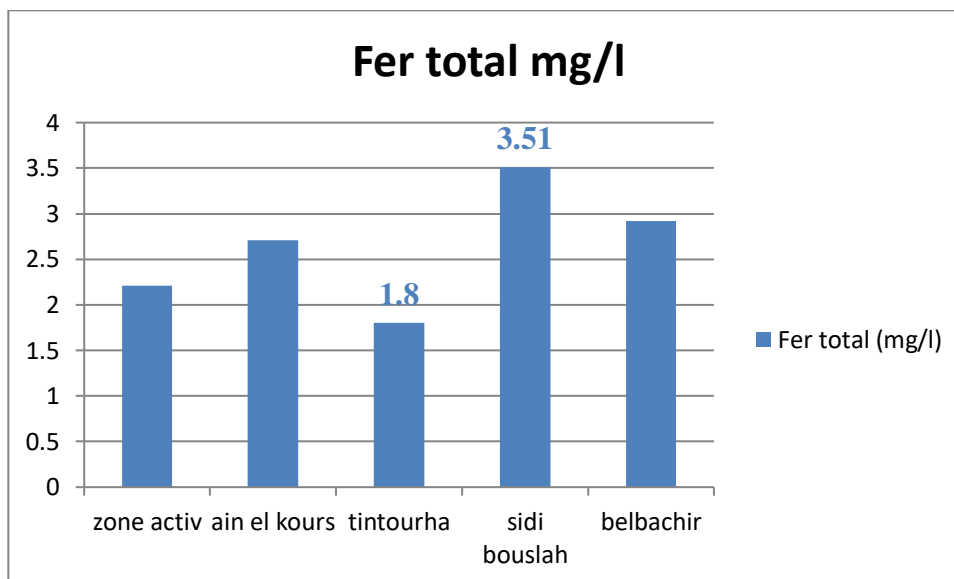
Les eaux de la nappe exploitée dans la région d'illizi présentent des concentrations en nitrates NO₃ faibles. Elles sont comprises entre 0.1 et 0.19 mg/l et nitrites NO₂ faibles 0.1 mg/l cette valeurs par comparaison à celles fixées par les normes nationales ou de la CEE qui sont de l'ordre de 50 mg/l.

Elles non nuisible à la santé publique car le seuil de danger commence au-delà de 3 mg/l.

➤ Le Fer :

| puits | zone activ | ain el cours | tintourha | sidi bouslah | belbachir |
|----------------------------|------------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| Fer total (mg/l) | 2.21 | 2.71 | 1.8 | 3.51 | 2.92 |

Tableau(22) : Le fer de l'eau des forages d'Ilizi (ADE Illizi(2010))



Figure(34) : Les graphiques du fer (mg/l)

Les eaux de la nappe exploitée dans la région d'Ilizi présentent des concentrations de fer, elles sont comprises entre 1.8 et 3.51 mg/l ces valeurs par comparaison à celles fixées par les normes nationales ou de la CEE, qui se limitent entre 100 et 300 µg/l.

II.5. Conclusions :

Les eaux drainées par les formations gréseuses et argilo gréseuses attribuées au Dévonien inférieur occupant le bassin d'Illizi sont révélées des eaux de bonne qualité (Résidu Sec compris entre 360 et 496 mg/l) si ce n'est pas la gêne causée par leur turbidité assez remarquable.

Avec une turbidité oscillant entre 13.72 et 35.9 NTU dépassant largement les normes admises limitées à 5 NTU, ces eaux n'admettent aucune contre-indication réelle d'un point de vue santé.

Toutefois, ces eaux avant leur utilisation causent des problèmes au niveau des ouvrages de stockage et des canalisations et une fois arrivées aux consommateurs elles constituent un gêne permanent notamment lorsqu'elles sont bues (goût médiocre) ou bien utilisées dans le ménage (dépôts sur les différents ustensiles de cuisine et sur les appareils électroménagers et salissure des linges notamment ceux ayant les couleurs vives).

En face de cette situation non complaisante en vers la population de la commune d'Illizi, l'amélioration de la qualité et de l'innocuité de l'eau destinée à l'AEP s'avère impérative et inéluctable.

Chapitre II :

distribution des eaux

I. La quantité des eaux de la ville d'Illizi.**I.1. Introduction**

Les formations gréseuses Cambro-ordoviciennes du Tassili présentent une souvent très poreuses, elles sont parcourues par un système de fissuration et de failles. Ces caractéristiques leurs facilitent les circulations des eaux, d'où les grés du Tassili présentent une bonne perméabilité. La nappe est exploitée à Illizi par 14 forages d'une profondeur de 200 à 440m avec un débit mobilisé de 10 à 25 l/s. Dans notre étude des quantités d'eaux souterraines de la région, nous étudions cinq puits (zone activité, Ain el Kours, tintourha, sidi bouslah, belbachir).

I.2. Alimentation de la nappe :

Les formations de nappe de la zone étude, elles sont souvent très poreuses, elles sont vérifiées par un système de fissuration et de défaillance. Ces caractéristiques facilitent les circulations des eaux, des grés du Tassili présentent une bonne perméabilité.

De sorte que le réseau hydrographique a cheminé les eaux de précipitation en convergeant vers l'aquifère alluvionnaire (cuvette) et alimenté donc la nappe. Les eaux pluviales sont collectées dans l'aire de la cuvette où s'établissent des crues. La réalimentation de la nappe s'effectue, soit par infiltration directe des pluies ce qui est estimé en 2017 à 10,9 mm, soit par infiltration des eaux de crues qui s'étalent sur les alluvions.

La topographie avoisinante à la cuvette est plutôt favorable au ruissellement vers les bordures du lit majeur, la recharge est favorisée par une faible pente du lit de l'oued, la lithologie perméable les dimensions de la cuvette (grande aire réceptrice, possibilité d'épandage des crues ...) couvrant ainsi toute la cuvette, sont fréquentes.

I.3. Écoulement de la nappe :

De l'étude hydrogéologique, schématise la fonction conduite du réservoir et le comportement hydrodynamique de l'aquifère avec la configuration des conditions aux limites.

D'après réactualisation des données piézométriques des forages installé dans la secteur d'étude.

Au niveau de notre secteur, la direction des lignes de courant et les axes principaux du flux, indique que l'écoulement général se fait du Nord-Ouest au Sud-Est, et Sud-Est au Nord-Ouest en direction des dépressions.

I.4. La piézométrie :

Les puits au niveau desquels ont été réalisées les mesures piézométriques ainsi que des prélèvements d'eau sont repartis à travers l'ensemble de la palmeraie pour assurer une distribution homogène des paramètres étudié La mesure de la profondeur de la nappe dans les puits a été effectuée par une sonde électrique, constituée d'un ruban gradué relié à une électrode. Une fois la sonde est en contact avec la surface d'eau, il y'a déclenchement d'un signal sonore et lumineux.

La carte piézométrique permet l'estimation de la profondeur de la nappe, le tracé des lignes de courant et donc les principaux axes d'écoulement.(à chpitre IV pag 34)

Tableau N°23 : Valeurs des Mesures des niveaux piézométriques des forages d'Oued Illizi (DRE Illizi)

| Forage | Prof (m) | NS/ m | ND /m | Débit (l/s) | coordonnées | | |
|--------------|----------|-------|-------|-------------|--------------|---------------|-----|
| | | | | | X | Y | Z |
| zone activ | 355 | 17 | 35 | 11 | 8°28'37.26"E | 26°31'0.38"N | 571 |
| ain el kours | 400 | 34 | 90 | 15 | 8°30'9.52"E | 26°30'12.93"N | 571 |
| Tintourha | 250 | 34 | 90 | 10 | 8°26'15.41"E | 26°30'34.29"N | 563 |
| sidi bouslah | 372 | 7 | 67 | 25 | 8°27'17.77"E | 26°28'47.18"N | 556 |
| belbachir | 440 | 104 | 11 | 23 | 8°28'45.00"E | 26°28'1.00"N | 558 |

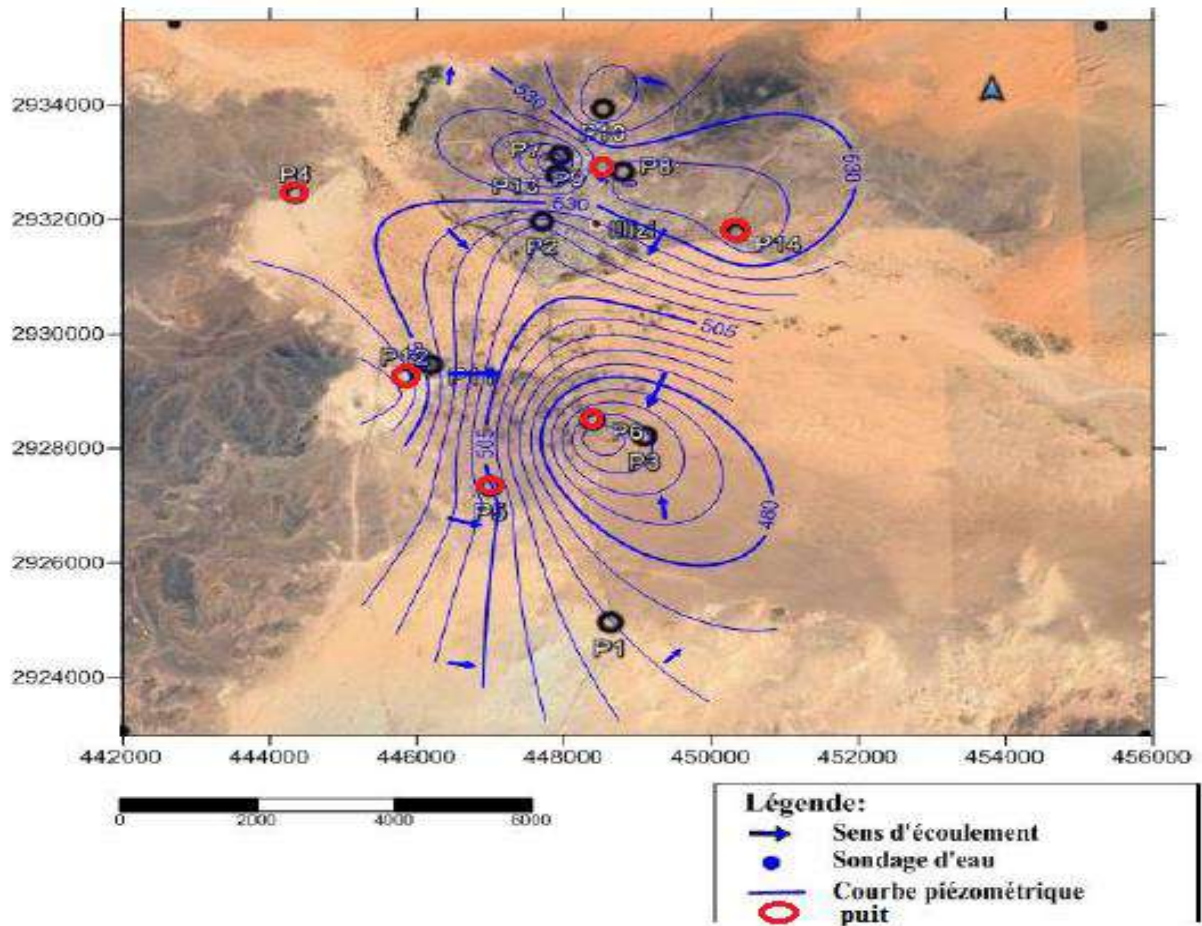


Fig N°35 : Carte piézométrique de la nappe du dévonien inférieur de la ville d'illizi

II. Distribution des eaux.

II.1. Introduction :

Le présent chapitre a pour objectif la mise en évidence de l'évolution de la population de la zone d'étude ainsi que l'évolution de ses besoins en eau potable et cela à différents horizons.

II.2. Situation démographique :

La population de la ville d'illizi est considérée comme agglomération dense, le centre comporte:

Une population a les bases de vie des sociétés recensée N= 17252 hab dans 2008(source DPSB d'illizi).

II.3. Evolution de la population aux horizons de l'étude :

En se basant sur l'estimation de la population fournie par les autorités locales de la wilaya d'illizi, on peut faire l'estimation pour les horizons ultérieurs de l'étude en se référant au taux d'accroissement de l'année 2017, fourni par le même organisme.

L'accroissement de la population sera calculé à l'aide de la formule suivante :

$$P = P_0 (1 + \tau/100)^n$$

- P** : Population de l'horizon à estimer ;
- P₀** : population de l'horizon initiale ;
- τ** : Le taux d'accroissement (%) ;
- N** : nombre d'années séparant les deux horizons.

Nous avons pris des horizons d'étude 2018 et 2023 comme des horizons d'étude de court terme, 2030 et 2040 comme moyen terme, et 2050 le long terme nous avons pris aussi un horizon d'étude 2080 comme horizon comparative

II.4. Evolution de la population de la ville d'Ilizi :

L'observation du tableau (N°21) et figures (36) indique que l'évolution de la population de la ville d'Ilizi passe d'habitants en 2018 à en2080.

Tableau N°24 : Évolution de la population d'Ilizi

| Localité | P2010 (hab) | P2017 (hab) | τ (%) | P2018 (hab) | P2023 (hab) | P2030 (hab) | P2040 (hab) | P2050 (hab) | P2080 (hab) |
|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ilizi | 19162 | 24543 | 3.37 | 25513 | 30112 | 37975 | 52898 | 73686 | 199168 |

Source : DPSB Ilizi

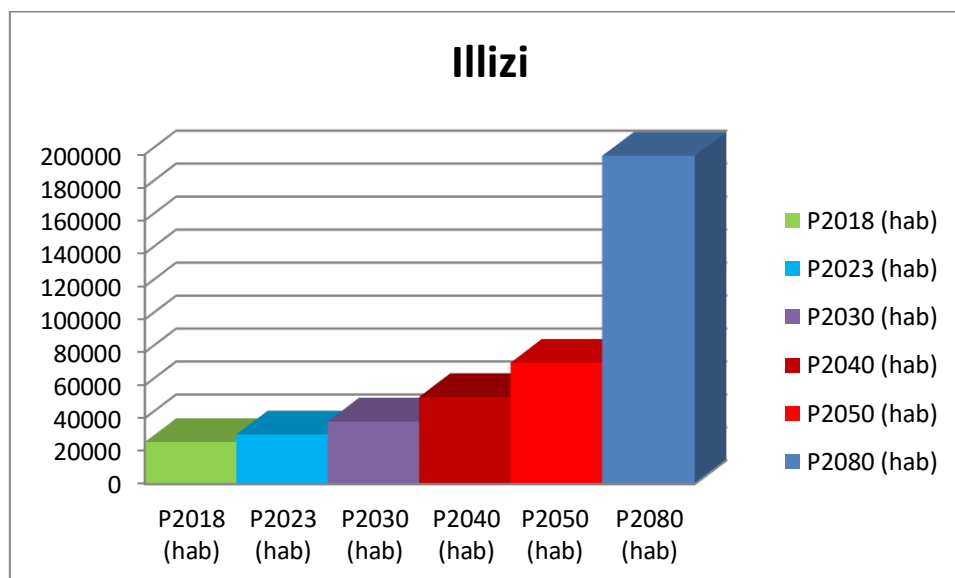


Fig N°36 : Représentation graphique d'évolution de la population d'Ilizi

Le graphe suivant récapitule l'évolution de la population de la ville d'Ilizi de 2018 à 2080 nous permet d'observer la croissance de la population est importante, et donc si les

autorités locales et nationales ne prennent pas de décisions, ce fort développement de la ville d'Illizi risque de créer des problèmes au futur.

II.5. Besoins en eau, courts et moyen terme de la ville d'Illizi :

Sur la base de développement de population de la commune d'Illizi, nous avons estimé l'évolution des besoins courts et moyens terme.

L'observation du tableau N° 22 et figures N°37 indique que l'évolution de la population de la Estimation des Besoins total courts et moyen terme de la ville d'Illizi passe de 11210 m³/j en 2018 à 23244 m³/j en 2040

Tableau N°25 : Estimation des besoins en eau, courts et moyen terme, de la ville d'Illizi

| Localité | dotation | 2018 | | | 2023 | | |
|----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | B (dom) | B (équ) | B (total) | B (dom) | B (équ) | B (total) |
| | L/j/hap | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j |
| Illizi | 338 | 8623 | 2587 | 11210 | 10178 | 3053 | 13231 |

| Localité | dotation | 2030 | | | 2040 | | |
|----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | B (dom) | B (équ) | B (total) | B (dom) | B (équ) | B (total) |
| | L/j/hap | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j |
| Illizi | 338 | 12836 | 3851 | 16687 | 17880 | 5364 | 23244 |

Source : ADE Illizi

B (dom) : Besoins domestique en(m³/j) ;
 B (équ) : Besoins D'équipement en (m³/j) ;
 B (total) : Besoins total en (m³/j).

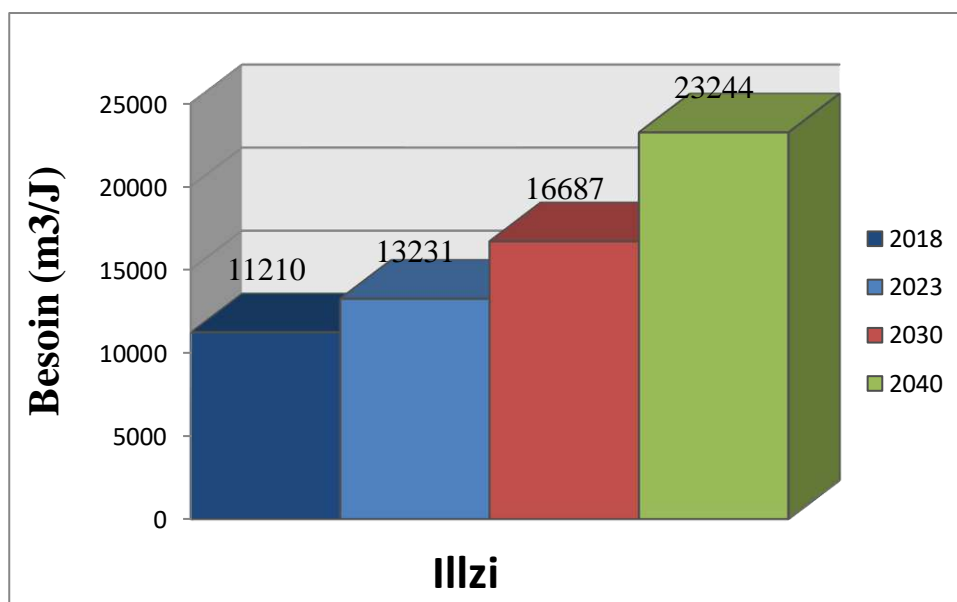


Figure N°37 : Estimation des Besoins en eau, court et moyen terme, d’Illizi

II.6. Besoins à long terme de la ville d’Illizi :

Tableau N° 26 : Estimation des Besoins long Terme de la commune d’Illizi

| Localité | dotation | 2050 | | | 2080 | | |
|----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | B (dom) | B (équ) | B (total) | B (dom) | B (équ) | B (total) |
| | L/j/hap | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j | m ³ /j |
| Illizi | 338 | 24906 | 7472 | 32378 | 67319 | 20196 | 87515 |

Source : ADE Illizi

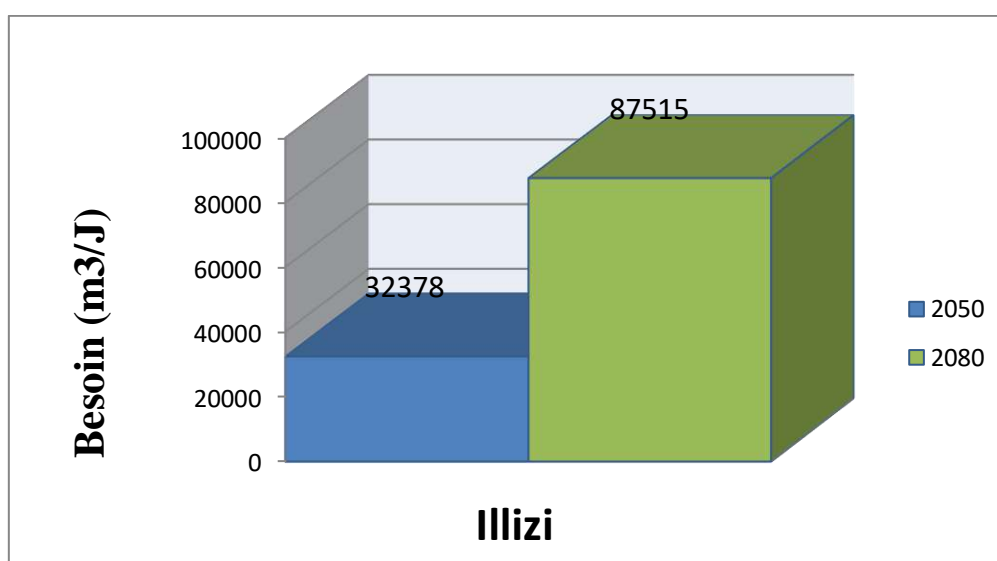


Fig N° 38 : Estimation des Besoins long terme de la ville d’Illizi

Les besoins en 2080 seront plus que triplés pour l'ensemble des localités, d'Illizi 87515 m³/j

II.7. Besoins actuels de la ville d'Illizi :

L'observation du tableau N°24 et figures N°36 indique que Les besoins actuels en 11210 m³/j à 2018 croissants de la ville d'Illizi ne peuvent être supportés par sa propre production, 6197 m³/j à 2018 le bilan (-5013), Par conséquent, plusieurs puits et les forages doivent être achevés pour répondre aux besoins en eau de la population et des diverses installations au cours des prochaines années.

Tableau N°27 : Estimation des Besoins actuels en eau de la ville d'Illizi

| Localité | P2018 (hab) | Production m ³ /j | Dotation l/j /h | Besoin Domestique M ³ /j | Besoin D'équip M ³ /j | Besoin total M ³ /j | stockage m ³ | Bilan M ³ |
|----------|-------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Illizi | 25513 | 6197 | 338 | 8623 | 2587 | 11210 | 4950 | -5013 |

Source : ADE Illizi

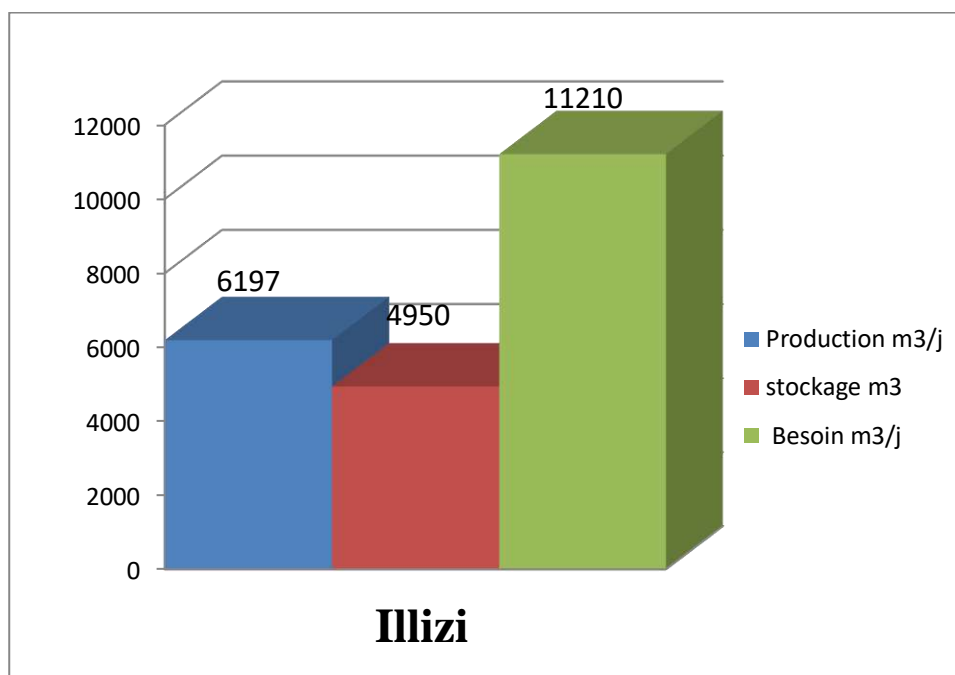


Fig N°39 : Estimation des Besoins actuels en eau de la ville d'Illizi

II.8. Les Réseaux de distribution :

Chaque périmètre de distribution contient un réseau de distribution spécifique, indépendant des autres, le degré de sécurisation de l'approvisionnement en eau imposé par l'ADE droit des réservoirs (au moins 10 heures d'autonomie) rendant sans intérêt toute idée d'interconnexion.

II.8.1 Le Réseau Primaire :

Chaque réseau aurait pu être conçu comme un réseau ramifié à partir de deux branches principales. Cependant, afin d'être cohérent avec le niveau de sécurité très élevé imposé vis-à-vis de l'autonomie des réservoirs, il a été jugé adéquat d'alimenter la distribution à partir d'une maille primaire, elle-même divisée en mailles élémentaires

(deux ou trois selon la configuration du périmètre de distribution à desservir), de telle sorte que la distribution d'eau puisse continuer à être assurée à la majorité des abonnés quelle que soit la localisation d'un éventuel incident sur un quelconque segment de maille.

Cependant, ce maillage n'a pas que des avantages. Il va notamment générer des zones où la vitesse de l'eau sera faible, surtout dans les premières années.

Et les éventuels dépôts de sable peuvent être évacués soit via des manœuvres de vannes périodiques modifiant la distribution des écoulements, soit par des chasses à partir de poteaux ou de bouches d'incendie.

II.8.2 Réseau Secondaire :

Le réseau secondaire est constitué d'arborescences raccordées en un point d'une conduite primaire. Il est constitué de conduites de diamètre moyen, généralement compris entre de 110 et de 160.

Etant donné qu'elles sont censées être capables d'alimenter des poteaux d'incendie, les canalisations secondaires ne peuvent jamais être de diamètre inférieur à de 110. Ici encore, comme dans le cas des maillages primaire, une contrainte de dimensionnement (respect des conditions d'incendie) peut ainsi conduire à un surdimensionnement des conduites induisant des vitesses plus faibles que celles définies dans les critères de conception (avec les mêmes arguments de relativisation là où la réalité contrarie la théorie).

On aurait pu imaginer mailler le réseau secondaire en établissant plusieurs points d'alimentation à partir du réseau primaire mais cela aurait contribué à multiplier le nombre de vannes de sectionnement. Or l'unité ADE d'Illizi a récemment appris dans la douleur combien il était délicat de gérer correctement la sectorisation d'un réseau, et conséquemment combien il était avantageux de minimiser le nombre de vannes de sectionnement pour bien la maîtriser.

Tableau N° 27 : Réseau structurant (conduites de Réseau Distribution et de Réseau Adduction en Km).

| Zone | Réseau Distribution en (m) | Réseau Adduction en (m) |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|
| Illizi « Chef Lieu » | 1901 | 1930.8 |
| Ain Kors | 8773.7 | 100 |
| Sidi Bouslah | 2171.4 | 5775 |
| Belbachir | 2338 | |
| Tin amrai | 2737.4 | 1537 |
| Takbalet | 1386.7 | 300 |
| Tin Tourha | 689.6 | |
| Téknioin | 745 | |
| Total en km | 20.74 | 9.64 |

Source : DRH d'illizi

II.8.3 Caractéristiques des réservoirs :

Tableau N°28 : Caractéristiques de réservoir

| Nom du réservoir | Volume actuel (m3) | Cote du trop-plein |
|----------------------------------|---|--------------------|
| 3 Réservoirs principales 2100 m3 | R 2 x 800 M ³ R 1x 500 M ³ | + 7.5m +10.5 |
| Villa D'Hôte | R 1x 500 M ³ CH 1x 500 M ³ | +10.5 +5.5 |
| Station de Traitement | CH 1x 500 M ³ | +5.5 |
| Ain El Kors | R 1x 500 M ³ | +4.5 |
| Takbalet | R 1x 500 M ³ R 1x 1000 M ³ | +5.5 +6.5 |
| Tin Tourha | CH 1x 200 M ³ | +3.5 |

Source : ADE d'illizi

Source : ADE d'Ilizi

II.9. Evolution des consommations :**II.9.1. Consommation domestique :**

Actuellement et comme nous avons la consommation moyenne de la population est de Lorsque le projet de transfert sera opérationnel, la quantité d'eau disponible ne sera plus limitée.

Les habitudes d'économie vont perdurer pendant quelque année. Dans la mesure où le système tarifaire reste identique à ce qu'il est actuellement .la consommation individuelle va croître pour atteindre le niveau de 300 litres par personne et par jour. La consommation d'hiver restera certainement toujours inférieure à celle d'été 'mais dans une proportion moindre.

Sur cette base 'nous avons retenu les dotations suivantes pour tous les scénarios en compte une gestion moderne des réseaux et abonnés.

- 150 litres de 1994 à 1999.
- 200 litres de 2000 à 2008.
- 250 litres de 2008 à 2012.
- 300 litres de 2012 à 2018.

Dans le cadre du développement de la vie dans commune d'Illizi peut atteindre la consommation moyenne de la population dans Les années à venir à 500 litres Presque.

II.9.2. Demande du secteur public :

La demande du secteur public 'tous secteurs confondus 'sera fixée pour la ville d'Illizi à 33.8% de la demande totale.

II.9.3. Demande industrielle :

Etant donné que la ville de Tamanrasset ne semble pas avoir une vocation industrielle même à un horizon lointain, la demande industrielle sera établie à 9.1 % de la demande totale.

II.9.4. Demande du secteur tertiaire et touristique :

La demande du secteur tertiaire inclura la demande touristique car celle-ci restera relativement faible Sur la base des données de la commune d'Illizi la demande du secteur tertiaire est égale à 2.8% de la demande totale.

II.11. Conclusion :

D'après les données précédentes et à travers l'étude, nous constatons une augmentation des besoins en eau dans chacun des secteurs et des besoins de la population, en raison de l'augmentation de la population et de l'activité croissante dans différents secteurs.

La productivité ADE en 2018 est estimée à 6000 m³. Cette productivité est insuffisante pour cette année, de même que la capacité des réservoirs, qui sont remplis trois fois par jour, signifie que la taille précédente était de 6000 *3 m³ pour répondre aux besoins.

Par conséquent, davantage de réservoirs et de châteaux d'eau devraient être complétés à l'avenir pour couvrir tous les besoins en eau.

Conclusion générale

La région d'Illizi est située au sud-est du désert algérien, elle est distante de 1800 km d'Alger, elle couvre une superficie d'environ 258,000 km². La synthèse des données climatiques nous permet cette région est caractérisée par un climat sec (hyperaride) et chaud températures élevées (42.16 °C) surtout en été avec une pluviométrie très faible estimé à 10,9 mm toute l'année, ces rares pluies ne peuvent contribuer que très faiblement et très rarement à la recharge de nappes aquifères souterraines.

La géologie de la région se caractérise par deux grandes unités distinctes :

Le Socle Cristallin d'âge Précambrien qui affleure dans au nord et au sud de la région et La couverture Sédimentaire (dans la parti Nord et l'extrême Nord-ouest).

Du point de vue hydrogéologie, la wilaya d'Illizi présente des ressources en eau souterraines relativement importantes, représentées par plusieurs aquifères à savoir :

- Nappe d'Inféro-Flux.
- Nappe du Complexe Terminal.
- Nappe du Continental Intercalaire.
- Nappe du Dévonien inférieur.
- Nappe du Combro-Ordovicien.
- Nappe du Carbonifère.

L'exploitation des eaux souterraines dans la ville d'Illizi est rationnelle dans ce stade, l'étude hydro-chimique, basée sur les résultats d'analyses effectuées sur les eaux, qui a permis de caractériser les eaux par l'étude des caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines, ainsi que les différentes classifications utilisés dans notre étude tel que diagramme de Piper, montre que ces eaux sont de type de la Chloruré calcique et bicarbonaté calcique, attribué à des formations gréseuses et argilo gréseuses attribué de Dévonien inférieur occupant le bassin d'Illizi qui contient Résidu Sec compris entre 360 et 496 mg/l.

Aussi notable, que la concentration en fer totale est trop élevée dans cette nappe dans la ville d'Illizi, ce qui a mené à l'installation d'une station de défrisassions (la seul en Algérie) opérationnel qui traite les eaux de cette nappe avant de la exploitation.

Si ce n'est pas la gêne causée par la turbidité assez remarquable Avec une eau de bonne qualité, propre à la consommation et à l'irrigation; Mais une étude plus approfondie devrait être menée pour mieux identifier et caractériser cette couche.

À travers l'étude du réseau de distribution d'eau potable et de sa capacité à répondre aux besoins croissants de la population, il est nécessaire de doubler les différentes installations (réservoir, château d'eau, les puits, les forages.....etc.) pour assurer le développement de la région.

ملخص:

عملنا في هذه الدراسة دراسة مختلف طبقات المياه الجوفية وحركته، نوعية وكمية الموارد المائية لمنطقة إيليزي وكذا توزيع هذه الموارد لجميع قطاعات الاستهلاك. عملنا يحاول أيضا إعطاء نظرة جديدة في تقدير كمية المياه الصالحة للشرب التي توفرها للمستهلك في اليوم الواحد وفي أفق عديدة مع مراعات مختلف نشاطات المنطقة لتحسين الخدمة العمومية للمياه الصالحة للشرب.

Résume :

Dans cette étude, nous avons étudié les différents aquifères et leurs mouvements, la qualité et la quantité des ressources en eau de l'Ilizi ainsi que la répartition de ces ressources dans tous les secteurs de la consommation.

Notre travail tente également de donner une idée nouvelle de la quantité d'eau potable que nous fournissons aux consommateurs chaque jour et à de nombreux horizons, en tenant compte des diverses activités de la région visant à améliorer le service public de l'eau potable.

Abstract

In this study we studied the different aquifers and their movement, the quality and quantity of the water resources of the Illizi region as well as the distribution of these resources to all sectors of consumption.

Our work is also trying to give fresh insight into the amount of potable water we provide to consumers per day and in many horizons, taking into consideration the various activities of the region to improve the public service of potable water.