

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE DE LA VIE ET DES SCIENCES
DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Géologie
Option : Hydrogéologie

THEME

**Etude hydrogéologique de l'ensemble aquifère ancien de
la région de SILET (wilaya de TAMANRASSAT)**

Soutenu publiquement par :

KABIER Aicha

Le 02/07/2013

Devant le jury

Président :

M.Haddane Abdennour

M. A.B Univ Ouargla

Promoteur :

M. Zeddouri Aziez

M. C. A Univ Ouargla

Examineur :

M. Belksier Mohamed Salah

M. A. A Univ Ouargla

Année Universitaire : 2012/2013

Remerciements

D'abord, je remercie Fort Bien Dieu qui donne l'opportunité d'apprendre langue différente de la mienne, qui m'a permis, de rédiger ce mémoire. Je saisis cette occasion pour remercier aussi mon promoteur : ZADDOURI Aziez, Mes remerciements à Haddane Abdennour, Belksier Mohamed Salah pour avoir accepté, et de m'examiner.

Sans oublier toute l'équipe de la D.H.W de Tamanghasset surtout AMROUS Karima et O.N.M Station Tamanghasset (Mr HAOURI). Ainsi les professeurs du département de géologie qui nos ont enseignés pendant deux ans de notre cycle master.



dédicace

Je dédie mon travail

A ma mère que dieu le conserve et mon père qui je lui souhaite une
longue et joyeuse vie.

A mon tout mon petit famille mes frères et sœurs.

A la famille :KABIER, LAHBOUS.

A mes amis et tous les voisins

A mes amis tous les étudiants de notre promotion **2013**.

Kabier Aicha

Sommaire

Introduction générale

Chapitre I: Présentation de la zone d'étude

| | |
|---|----|
| I.1. Situation géographique | 02 |
| I.2.Situation topographique | 02 |
| I.3.Réseau Hydrographique | 05 |
| I .4.Géomorphologie | 05 |
| I .5.Champ de gravité | 07 |
| I .6. Séismicité | 07 |
| I.7.Inventaire des cultures agricoles et /ou des industries | 07 |
| I.5.Situation Démographique | 08 |
| I.6.Conclusion | 09 |

Chapitre II : Etude géologique

| | |
|--|----|
| II.1.Introduction | 10 |
| II.2.Cadre géologique régional | 10 |
| II.2.1.le Hoggar occidental | 11 |
| II.2.2.le Hoggar central polycyclique | 11 |
| II.2.3. le Hoggar oriental | 12 |
| II.3. Cadre géologique Locale | 14 |
| II.3.1.Formations du Pharusien PrI | 14 |
| II.3.2. Formations du Protérozoïque moyen (Pr2) | 14 |
| II.3.3.Formation du Protérozoïque supérieur et terminal | 14 |
| II.3.4.Formations du Protérozoïque terminal (Pharusien II) | 16 |
| II.3.5.Formations Eocambriennes ou intermédiaires | 15 |
| II.3.6.Magmatisme | 15 |

| | |
|---|----|
| II.4. Le pluton de SILET (Terrane d'ISKEL , HOGGAR) | 17 |
| - Pétrographie et Minéralogie | 17 |
| II .5- Conclusion | 18 |

Chapitre III: Etude hydro climatologique

| | |
|--|----|
| III.1.Introduction | 19 |
| III.2- Etude des conditions climatiques | 19 |
| III.2.1-Température | 19 |
| III.2.2-Précipitation | 21 |
| III.2.3-L'humidité | 22 |
| III.2.4- Le vent | 23 |
| III.2.4.1–Vitesse moyenne du vent | 23 |
| III.2.4.2-Fréquences de vent annuelle | 24 |
| III.2.5- L'évaporation | 24 |
| III.2.5.1-Evapotranspiration potentielle (ETP) | 24 |
| III.2.5.2-L'évapotranspiration réelle(ETR) | 25 |
| III .3.Conclusion | 28 |

Chapitre IV: Etude hydrogéologique

| | |
|---|----|
| IV.1.But de l'étude hydrogéologique | 29 |
| IV.2.Définition des aquifères | 29 |
| IV.2.1- Alluvions aquifères actuelles (AI Q IV) | 29 |
| IV.2.2-Nappe Aquifère de Proluvion Diluvion actuelles | 30 |
| IV.2.3-Nappe aquifère des Basaltes (BQ) | 30 |
| IV.2.4-Nappe aquifère de proluvion diluvion du Q inférieur (PLDL de Q) | 31 |
| IV.2.5-Nappe des alluvions aquifère du quaternaire inferieur (AIQ) | 31 |

| | |
|--|----|
| IV.2.6-Eaux temporaires de fracture dans les roches cristallines de socle (PR) | 32 |
| IV.3- Ensemble aquifère des alluvions anciennes de la région de SILET | 35 |
| IV.3.1- Les alluvions de l'Oued SILET | 35 |
| IV.3.2- Les épanchements basaltiques | 35 |
| IV.3.3- La nappe de l'inféro-flux | 35 |
| IV.3.3.1-La géométrie de l'aquifère | 36 |
| IV.3.3.2-Estimation des débits de l'inféro-flux | 36 |
| IV.4- Coupes hydrogéologiques de la région de SILET | 37 |
| IV.4.1-Identification des formations hydrogéologique | 37 |
| IV.4.2-Condition de formation d'alimentation des eaux souterrains. | 41 |
| IV.4.3-L'exutoire des aquifères | 41 |
| IV.4.4-Relation entre les alluvions récentes et anciennes | 42 |
| IV.5-Piézométrie de l'ensemble aquifère de la région | 43 |
| IV.5.1-Inventaire des puits | 43 |
| IV.5.2-Carte piézométrique | 45 |
| IV.5.3-Etude hydrodynamique | 48 |
| IV.6-Présentation hydraulique | 48 |
| IV.6.1-Demande en eau | 48 |
| IV.6.2-Evaluation des besoins en eau | 49 |
| IV.7- Conclusion | 50 |
| CHAPITRE V: Etude hydrochimique | |
| V.1- Introduction | 51 |
| V.2-Etudes des paramètres physico-chimiques | 51 |
| V.2.1-La température | 51 |
| V.2.2- Le potentiel d'hydrogène (pH) | 51 |

| | |
|---|----|
| V.2.3- Le résidu sec | 51 |
| V.2.4- La minéralisation | 52 |
| V.2.5-Eléments majeurs, classification des eaux et représentation graphique | 53 |
| V.2.6-La demande biochimique en oxygène (DBO) | 56 |
| V.2.7-La demande chimique en oxygène (DCO) | 56 |
| V.2.8- Azotes et phosphore | 56 |
| V.3- Caractéristique Qualitative des eaux souterraines | 57 |
| V.3.1-Les nappes Aquifères des alluvions proluvions, diluvion récentes. | 58 |
| V.3.2- Les eaux des basaltes | 58 |
| V.3.3-La nappe des alluvions proluvion-diluvions du quaternaire inférieur renferme | 59 |
| V.3.4-Les eaux du socle | 59 |
| V.4-Conclusion | 60 |

Introduction général

Le Hoggar est un massif cristallin situé au sud de l'Algérie. Il couvre 480000 Km² de superficie. La wilaya de Tamanrasset s'étend sur une superficie de 619360 Km² et sa population est estimée à 205220 habitants (2010) répartie à travers 10 communes.

Actuellement, les ressources en eau dont dispose la ville sont fournies par quelques nappes d'inféro-flux situées dans les environs immédiats de la ville. Elles sont peu importantes, et n'arrivent pas à couvrir les besoins d'une population en constante augmentation, l'irrigation des jardins, et quelques petites unités industrielles.

Vu la faiblesse des sources qui alimentent le ville de SILET, on a abouti à la nécessité des sources additionnelles. C'est ainsi que les forages localisés à SILET, on été réalisés pour soutenir l'A.E.P des centres de TAMANRASSET.

L'objectif de ce mémoire est d'étudier la géologie, l'hydrogéologie et l'hydrochimie de l'ensemble aquifère ancien de la région de SILET (Tamanrasset).

Cette étude s'articule autour des chapitres suivant :

- introduction générale
- Présentation de la zone d'étude: en donnant la situation géographique et géomorphologique, les activités économiques, l'aspect agricole et les besoin en eau de la région d'étude.
- La Géologie de région d'étude: où on a présenté la géologie régionale et locale de la région.
- Hydroclimatologie: nous somme basée sur les données climatiques pour faire sortir les caractéristiques climatique de la zone.
- Hydrogéologie: Définir les différents caractères de l'aquifère existant dans la région, et déterminer le plus important aquifère, gisant dans les basaltes de la région de SILET (Hoggar central).
- Hydrochimie: basée sur l'analyse chimique réalisée sur les échantillons d'eau prélevés pour déterminé les facies chimique des eaux.

Conclusion générale.

Chapitre I :
Présentation de la zone d'étude

I.1-Situation géographique:

SILET est située à environ 130 km au Nord – Ouest du chef –lieu de wilaya de Tamanrasset, cette agglomération secondaire que abrite le siège de la daïra dépend de la commune d'ABALESSA. Elle est limitée au Nord par la commune d'INAMGUEL; à l'Est par la commune de TAMANRASSET, dont une partie de cette limite se confond avec la route nationale transsaharienne (N 01); par les communes de TIN ZAOUTINE au Sud-ouest et IN GUEZZAM au Sud-est; et à l'Ouest par la wilaya d'Adrar.

La région de SILET est délimitée par les coordonnées 4°-5° de longitude Est, et 22°-23° de latitude Nord. Le relief est accidenté où l'altitude maximale atteint 1514m (Adrar Ighellouchem, Mont Oudane, Tahalra, tassetfet). De même, plusieurs mont s'étirent du sud au nord le long de l'accidenté 4° 50'. Pour la partie Ouest de la région, le relief est relativement plat avec des altitudes moyennes de 500m.

I.2- Situation topographique :

Trois unités topographiques bien distinctes forment le territoire de la commune de SILET, l'observation du relief nous permet de distinguer ces trois ensembles :

LA PARTIE NORD-EST :

Où plusieurs sommets les 2500 mètres d'altitude, comprend la zone montagneuse et appartenait au massif l'Ahaggar (Hoggar). ce massif montagneux dont le point culminant est de 3003 mètres à l'Attakor (Tahat) connaît un réseau hydrographique dense. Les cours d'eau temporaires du Hoggar sont caractérisés par la faible différence de niveau entre le lit d'oued et le sol avoisinant, parmi ces oueds nous citons les suivants : Oued Tit, Outoul, Ehéghén et Oued Tifert .

Les autres Oued sont en fait les affluents de l'oued ABALESSA, à l'exception de l'oued Tifert qui se développe à partir du massif de Tahelgha. Ils affluent du massif montagneux de l'Atakor ou les précipitation sont relativement importantes.

LA PARTIE SUD-EST :

La partie Sud- Est de la commune constitue la zone des plateaux, Tassili , Tim-Missaou et Tassili , Oudan Ahaggar , cette unité topographique présente des altitudes variant entre 500 m et 1000 m . Le réseaux hydrographiques dans cette partie du territoire est moins important que celui de la zone montagneuse du Hoggar.

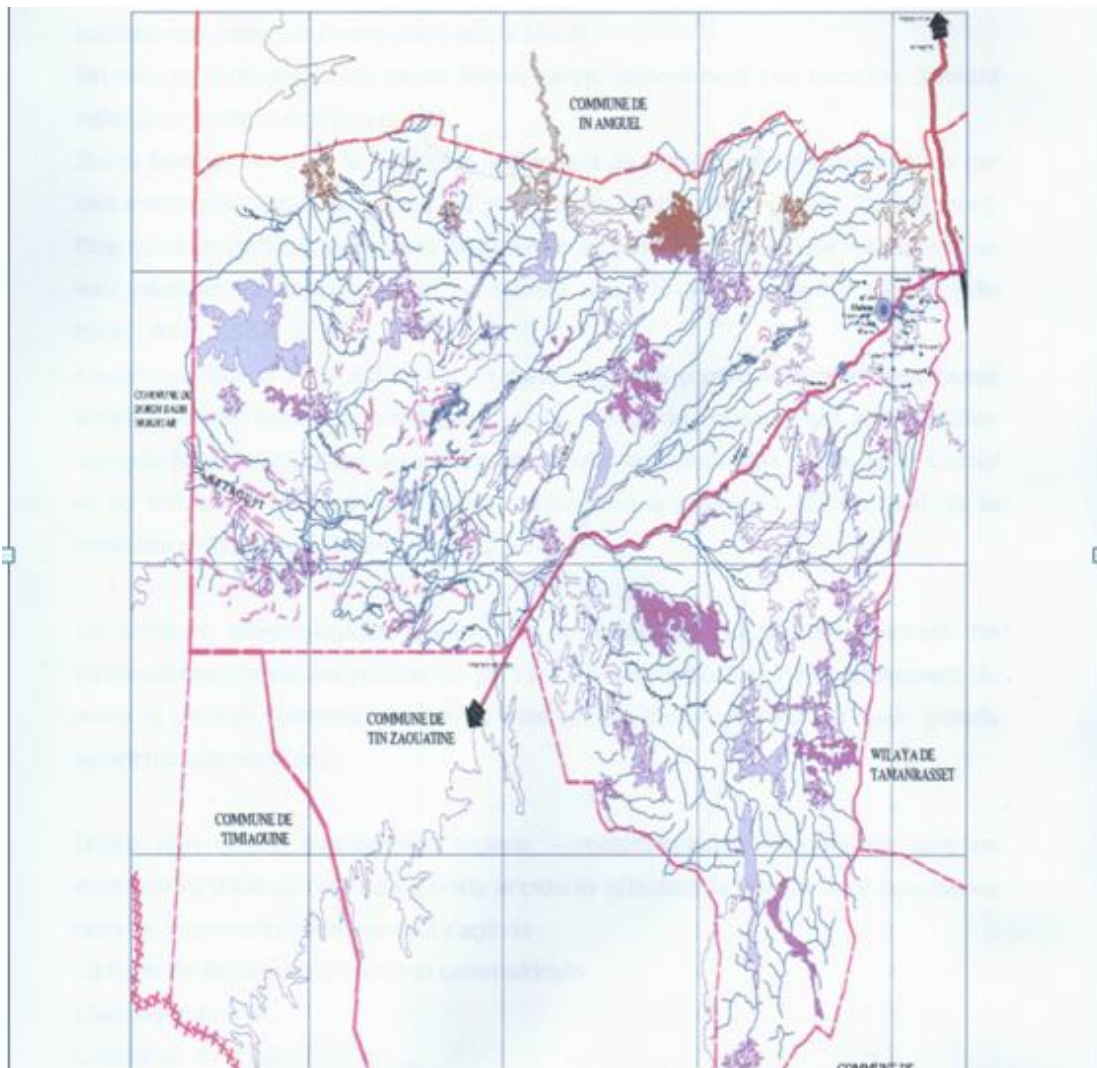
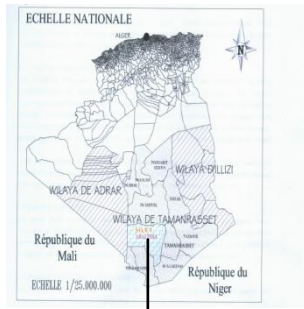


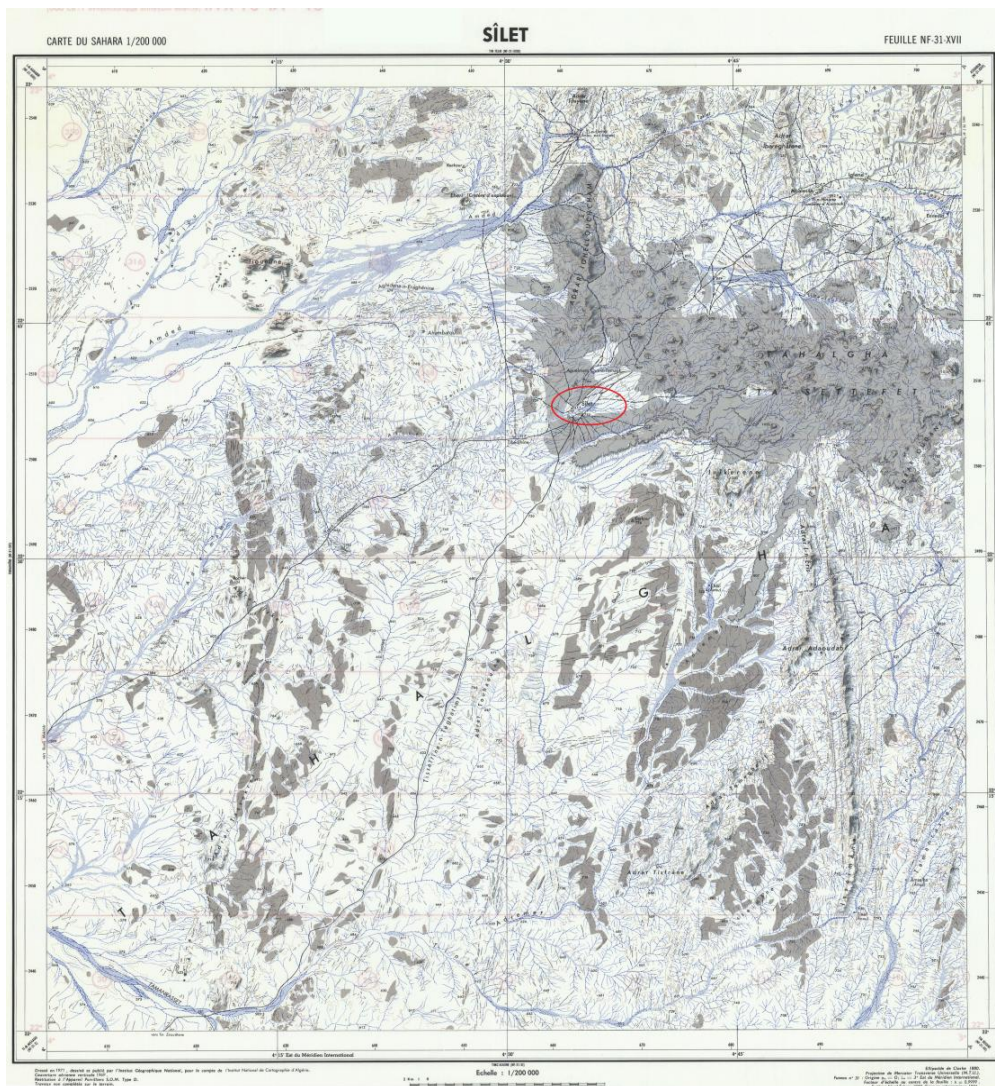
Fig. N°I 1: situation géographique de la région

LE PARTIE OUEST et NORD-OUEST :

La partie Ouest et Nord – Ouest de la commune représente une partie de Tamanrasset N’Ahnet que chevauche deux wilaya, Adrar et Tamanrasset.

Globalement, la commune d'ABALESSA se caractérise par un relief hétérogène, ce relief est contraignant en raison de l'existence de zones désertiques immenses, la végétation est rare en raison l'aridité du climat, les pluies arrivant généralement du début du mois de juin à la fin du mois septembre, constituent la seule ressource hydraulique pour la région.

En ce qui concerne notre aire d'étude, elle se situe dans la partie inférieure de la première zone morphologique sur la rive gauche de l'oued d'ABALESSA ou commence le domaine du basalte du massif de la Tahlgha. Les basaltes sont relativement rares sur l'autre rive (vers le Nord).



la Ville de SILET

Fig. N°I2: Carte topographique de la région de SILET

I.3-Réseau Hydrographique :

Le réseau hydrographique est constitués de nombreux Oueds secs se transformant en cours d'eau temporaires rapides, la plupart d'Oueds a l'orientation S-O et sub latitudinale . Dans son ensemble la région fait partie d'une bassin versant la plus important du Hoggar –de l'Oued de Tamanrasset- et les Oueds TIT et OUTOUL commerçant à Asskreme forment un nouvel Oued d'Abalassa après la confluence dans le secteur des Travaux qui se jette à son tour dans l'Oued d'Amded au N-O.

A part les Oueds importants qui viennent d'être énumérés de nombreux Oueds commencent sur le massif basaltique Tahalgha-Tassetefet. Ce sont les oueds Timentourine et Tafirt; Amded; Timtek et Tinef...etc.

Le rôle de petits Oueds du plateau basaltique (taux de précipitation étant inférieur à 10mm/an) est beaucoup moins important dans le processus d'alimentation. D'après différents auteurs; le volume d'eau filtrée dans les roches constituerait de quelques à 20 du volume total annuel de pluies.

Le réseau hydrographique assez dense ravine intensément ces basaltes donnant naissance à des oueds très étroits. Sur la bordure Nord de la Tahalgha, s'étendent de petites plaines interrompues par des montagnes (ligne de crêtes) que s'attirent du Sud au Nord (Adrar, Tibarghaten).

Des oueds importants tels oueds ABALESSA et TIFERT renferment des ressources en eau relativement importantes et permettent aussi le développement d'oasis telle IGLEN ;ABALESSA et TIFERT.

L'agglomération d'ABALESSA est un centre agricole composé de parcelles toutes situées sur les terrasses aménagées du lit majeur de l'oued .c'est une gouttière topographique rectifiée que prend naissance avec la réunion des oueds Tit et OUTOUL et se termine à l'étranglement de la vallée situé à environ 1km en aval de la confluence des oueds EHGHE et ABALESSA.

I .4- Géomorphologie :

Sur le plan morphologique le Hoggar est le soulèvement local du socle de la plateforme africaine qu'on peut diviser en trois 03zones concentrique, le noyau ,les bassins marginaux et les Tassilis externes.

Le noyau est le périmètre aux cotes absolus de 1500m et 3000m son élément principale est le massif d'Atakor représentant un plateau haut de plus de 2000m.

La deuxième zone morphologique est la plain en tourent le noyau, ses cotes sont de 500-800m au Nord à 1000-1200m au N-E. En général c'est une plaine pénéplaine avec les adrars granitiques isolés bien prononcés cotes relatives de 200-500m.

Les Tassilis externes sont une chaine continue jalonnant le périmètre de Hoggar; les cotes absolus sont de 500-1000m .

Dans la région ,plusieurs sources d'eau sont connus :puits et Forages, dans les Oueds, Ce sont les Oasis d'Abalassa, SILET ,Tafirt; Igléne .Les Oasis et les Oueds ont la végétation assez riche, le plateau basaltique et les Adrars sont dépourvus de tout végétation.

La formation et le développement du réseau hydrographique ont conditionné le ravinement intense du plateau basaltique et la formation du relief fortement accidenté.

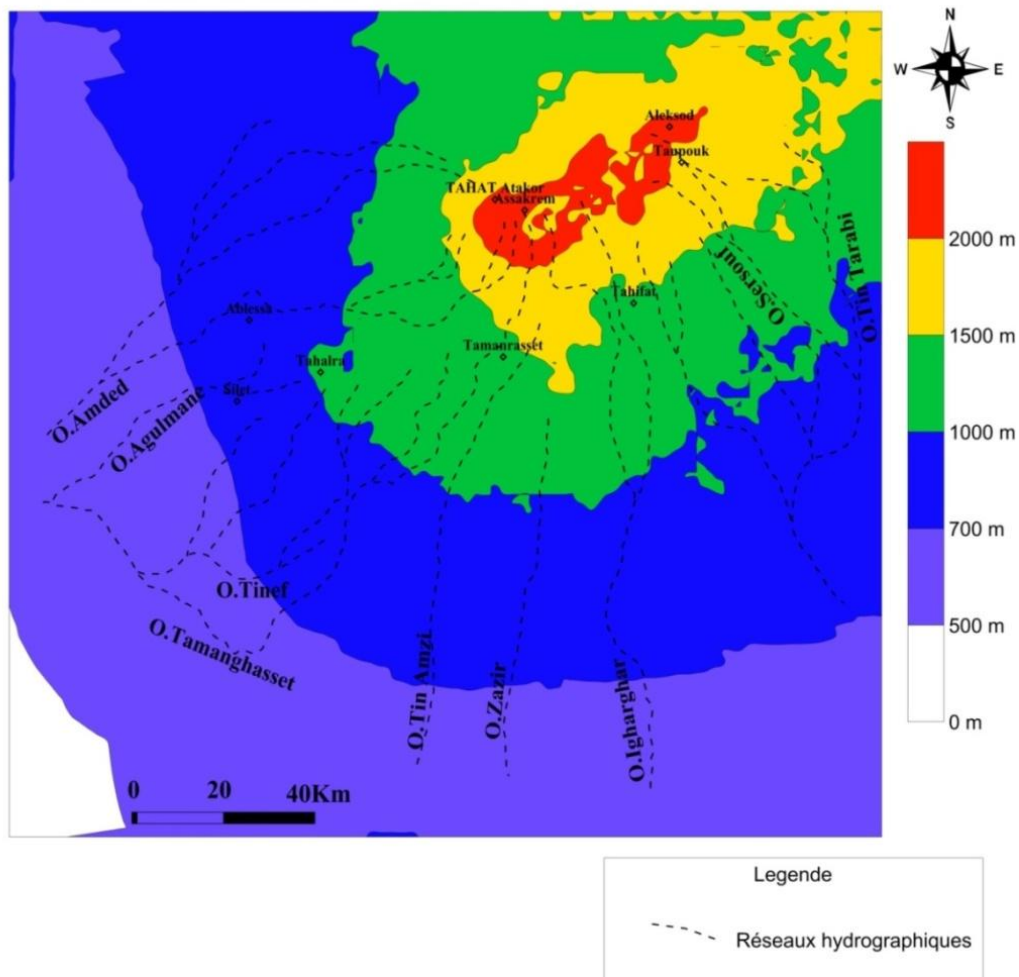


Fig. N°I 3 : Esquisse Morphologique De L'Ahaggar Central (d'après SAIGHI, 1984)

I.5-Champ de gravité :

Au point de vue gravimétrique ,le Hoggar apparait dans son ensemble comme une zone d'anomalie faiblement à moyennement négative. la courbe -70 mgal englobe complètement la zone d'affleurement de socle et les courbes isanomales ont une géométrie qui se superpose assez bien à celle des courbes de niveau du dôme topographique.

Le socle affleure jusqu'à 2000m, dans la TAHALRA-SILET, les terrains cristallins affleurent jusqu'à 1350 m d'altitude. A ces remontées du socle sont donc associées les anomalies gravimétriques locales très fortes décrites précédemment, dans l'Atakor ,pour une remontée de socle d'environ 1000m, d'anomalie correspondante atteint -120 mgal ;dans l'Adrar N'Ajjer, pour 700m de remontée.

I.6- Séismicité :

L'activité sismique du Hoggar est particulièrement faible: moins d'une dizaine de secousses par an et toutes de très faible intensité (Grand Jean 1962) . Les épicentres sont regroupés en deux secteurs :celui de SILET (Ouest-Tahalgha), qui correspond à la terminaison occidentale de l'alignement volcanique "Atakor-Adrar N'Ajjer" ; et celui de la "Garet EL Djenoun "(point culminant du massif granitique de la Téféddest) ,situé au sommet du horst "Atakor-Téféddest" , mais dans sa partie nord, et en bordure du massif volcanique de l'Eggéré .

Ainsi, en dépit de l'intense activité magmatique qui s'y est développée depuis la fin du Mésozoïque jusqu'au quaternaire, le bombement du Hoggar est asismique et froid ;de plus ,la lithosphère qui le constitue a une épaisseur normale . Mais en 2013 la région de Hoggar se produit un tremblement de la terre sur 120 km de Tamanrasset à force de 4.5 sur l'échelle de Richter

I.7- Inventaire des cultures agricoles et activités industrielles:

Le type de cultures pratiquées dans la région de SILET est des types maraichers, plusieurs périmètres sont parsemés le long des deux rives de l'Oued. Celles-ci occupent des superficies variables. Elles sont irriguées à des puits creusés dans l'infero-flux.

- Selon les Fellahs, les niveaux d'eau dans les puits est sujet à grandes fluctuations: bas en hiver et printemps; et haut en été et automne.

- La nature du sol (argileux), la qualité de l'eau et le climat ont permis aux habitants de SILET à croire en la possibilité d'avoir de bonne récolte surtout en été, malgré le doute qui règne quand à la pérennité de la ressource.

Le seul problème posé à SILET est le déficit en eau . Ainsi on recommande :

1. L'amélioration de l'alimentation en eau potable
2. Spécifier la dotation dans les normes ou moins 100÷120 l/j/hab .
3. Ouvrage en réseau d'assainissement de toute la ville.
4. L'épuration des eaux usées .
5. Réutilisation des eaux épurées dans les domaines d'irrigation.

Devant cet état de fait (ressource commune) et l'irrigation, la nappe de l'inféoflux à SILET doit être :

- Protégée contre toute contamination
- Jouir d'ouvrage hydraulique permettant une mobilisation de la ressource.

REMARQUE : les activités industrielles sont inexistantes à SILET .

I.8- Situation Démographique :

Nous avons estimé une population future de 4206 hab à l'horizon 2034 en se basant sur l'année de recensement 2011. Pour estimer la population on utilise la formule suivante :

$$P_n = P_0(1 + \tau)^n$$

Avec :

P_n : Est la population à l'horizon 2034.

P_0 : Population actuelle

τ : Taux d'accroissement de la population en %

n : Nombre d'années séparant les deux horizons

Selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat effectué en 2011, la population du chef lieu de commune de SILET s'élève à 2550 habitants (d'après les données recueillies au niveau de l'APC).

L'évolution de la population est récapitulée dans le tableau suivant :

Tableau N°11: Répartition de la population à l'horizon d'étude

| Années | Taux d'accroissement | Population |
|--------|----------------------|------------|
| 2011 | – | 2550 |
| 2016 | 2,2 | 2843 |
| 2028 | 2,2 | 3691 |
| 2034 | 2,2 | 4206 |

I.9- Conclusion :

Le territoire de la ville de SILET s'inscrit dans un espace naturel très vaste (Le Hoggar) où chevauchent deux domaines bien distincts : Le Hoggar central et le Hoggar occidental qui sont séparés par la faille majeure du Hoggar occidental .

Le milieu physique est formé des trois unités topographiques bien distincts qui caractérisent cette région. La ressource hydrique de SILET est basée essentiellement sur la nappe de l'inféro-flux.

Actuellement la ville de SILET ne connaît aucune activité de production industrielle sur son territoire. Nous avons estimé une population future de 4206 hab à l'horizon 2034 en se basant sur l'année de recensement 2011.

Chapitre II :
Etude géologique

II .1-Introduction :

La structure morphologique actuelle de la région du Hoggar est l'héritage de plusieurs techniques, les phases les anciennes sont à l'origine du plissement du socle et de son compartimentage en trois grands blocs séparés par deux grands accidents subméridiens.

D'une part et Parmi les formations (sédimentaires, métamorphiques et volcanique) affleurantes dans le territoire de SILET, nous distinguons quatre (04) ensemble :

- Un premier ensemble métamorphisé dans des conditions catazonales, à dominance gneissique. Cet ensemble représente les formations du Protérozoïque inférieur (Pr1).
- Un deuxième ensemble métamorphisé dans des conditions amphibologique, carbonate ,représentant les formations du Protérozoïque moyen(Pr2).
- Un troisième ensemble volcano-détritique ,représentant les formations du Protérozoïque supérieur et terminal (Pr3 et Pr4).
- Un quatrième ensemble, représentant la série pourprée (eo-cambrienne) conservée dans les bassins résiduels.

Les formations quaternaires sont représentées par des dépôts meubles le long des oueds.

II .2-Cadre géologique régionale :

Le massif du Hoggar, appelé également bouclier Targui, est situé au Sud de l'Algérie avec une superficie de plus de 500 000 Km². Le Hoggar forme un socle ancien dont l'histoire est complexe. Il comprend essentiellement des formations archéennes, paléoprotérozoïques et néoprotérozoïques surmontées en discordance par des formations sédimentaires du bassin de Taoudeni. Il est subdivisé structurellement en 3 grands domaines :

II .2.1- le Hoggar occidental :

Le Hoggar occidental résulte de la collision, au panafricain (630-570Ma), entre le Craton Ouest Africain et le Bouclier Touareg. Il comporte un noyau archéen (le môle d'In Ouzal, équivalent de l'Adrar des Iforas plus au Sud au Mali), stabilisé et recoupé par des granites datés à 2 Ga. Il est entouré de formations plus jeunes (mésoprotérozoïques, néoprotérozoïques, cambro-ordoviciennes, siluriennes, dévoniennes, crétacées et tertio-quaternaires).

- Le môle archéen d'In Ouzzal est constitué de gneiss, charnockites, cipolins et quartzites ferrugineux (BIF).
- Les formations mésoprotérozoïques comprennent des marbres, amphibolites, quartzites, micaschistes et, localement, des intrusions à composition komatiitiques.

Les formations néoprotérozoïques comportent des méta-pélites, marbres, dolomies et quartzites, entrecoupés de sills de roches basiques-ultrabasiqes et localement de coulées andésitiques. Elles sont recoupées par deux phases intrusives de granitoïdes, la première à 870-840Ma (Néoprotérozoïque) et la seconde à 650 Ma (Panafricain) (granite de Tin Tékadiouit, Immezzarène). Ces formations sont recouvertes par la série verte volcano-sédimentaire supérieure : laves andésitiques, turbidites, grauwackes et recoupées de batholites panafricains.

II.2.2- le Hoggar central polycyclique : d'âge Eburnéen, Kibarien et Panafricain comprend des formations d'âge archéen (les datations les plus anciennes remontent à 3,3 Ga) à paléoprotérozoïque et mésoprotérozoïque, affectés par trois orogènes (Eburnéenne : 2 Ga, Kibarienne : 1 Ga et Panafricaine : 5600 Ma). Le socle archéen à paléoprotérozoïque (môle d'Issalane) comprend des méta-sédiments (pélites et marbres), méta-basites, migmatites et des gneiss (granodioritiques à tonalitiques). Le Mésoprotérozoïque est constitué de marbres, cipolins, amphibolites, quartzites et micaschistes. Les principaux accidents N-S sont jalonnés de séries volcano-sédimentaires et plutoniques du Néoprotérozoïque. Sa limite occidentale coïncide avec la grande fracture 4°50, sa limite orientale étant formée par l'axe granitique d'HONAG.

II .2.3- le Hoggar oriental : caractérisé par la chaîne Tiririnienne d'âge panafricain tardif, comprend le môle d'Issalane, le sillon Tiririnen et la zone Djanet - Tafassasset Le Hoggar oriental est composé de trois formations :

- des protolithes de socle archéen granito-gneissique, constitués de méta-sédiments (pélites, marbres), de méta-basites et migmatite ;
- une série volcano-sédimentaire, comprenant des basaltes, des rhyodacites et des sédiments clastiques et pélites noires recristallisés dans le faciès schiste vert.
- Des lanières d'ophiolites et des granodiorites (ces dernières datées à 725 Ma), qui recoupent les ensembles précédents.

Ces formations sont recouvertes, en discordance, par l'épaisse série de Tiririne (>8000m ; 660-585 Ma) qui comprend : à la base, la trilogie dolomies-grès-jaspés (jaspés correspondant souvent à des méta-rhyolites) et au sommet, des turbidites, des grès, des conglomérats, des arkoses, et des grauwackes, le tout coiffé par des grès fluviatiles. Cette série est affectée par une schistosité (faciès schistes verts) et recoupée par des intrusions de granites calco-alcalins et des complexes volcano-plutoniques à dominante acide.

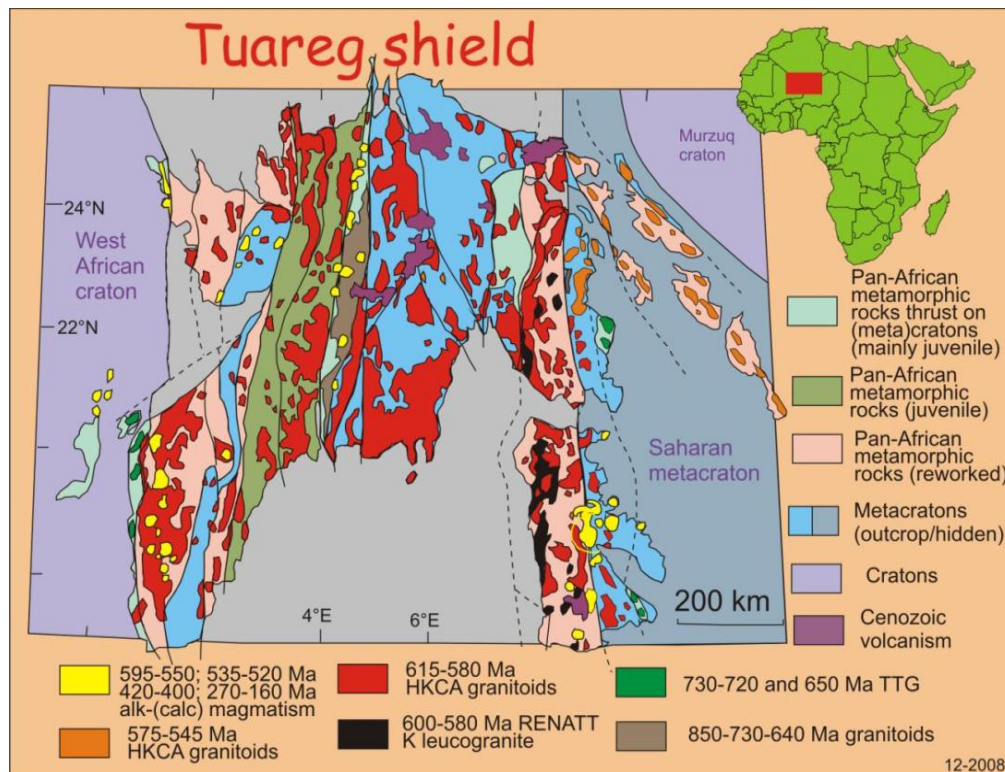
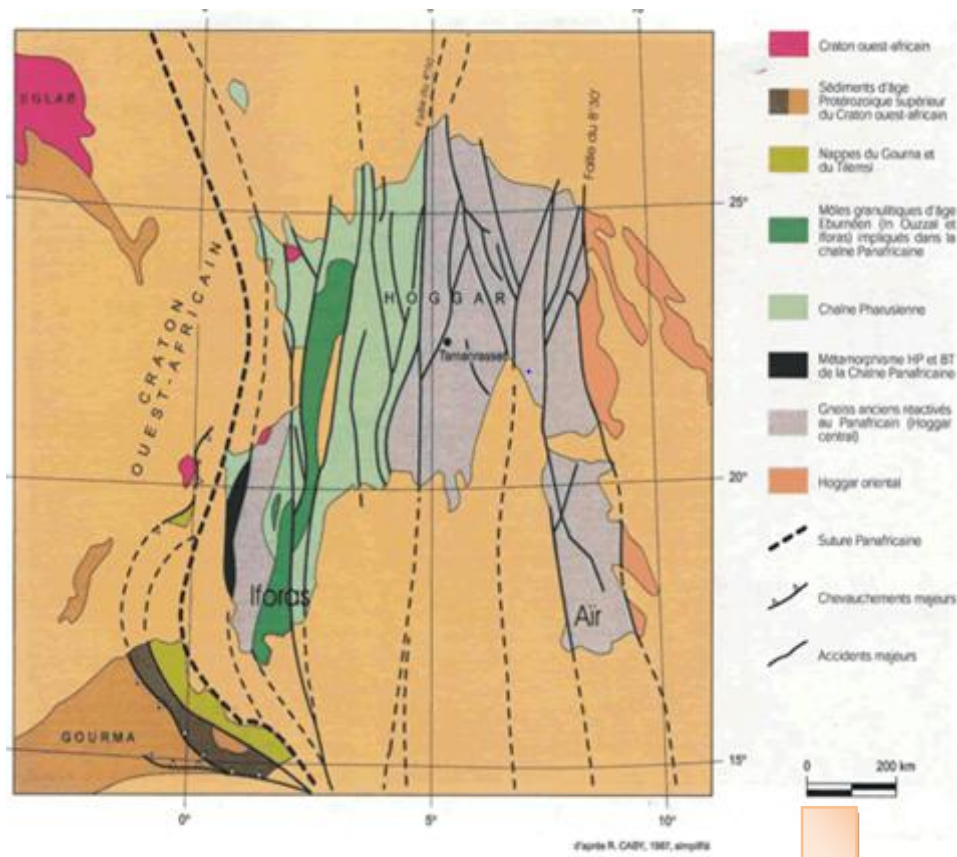


Fig. N°II 1: Carte présente la géologie de Hoggar

II .3- Cadre géologique Locale :

II .3.1- Formations du Pharusien Pr1 :

Elles sont a dominance gneissique. Dans le pays Pharusien ,on note la présence de deux complexes métamorphiques Pr 1 et Pr2 a lithologie et structure tectono-métamorphique fortes différentes .Il s'agit de la série de Tizefrane qui est représentée par des gneiss dioritiques ,le plus souvent migmatites. Cette série est recoupée par un cortège de dykes et filon de volcanites basiques a pyrite-ilménite. Une zone de faille soulignée par des mylonites le sépare du domaine volcano-sédimentaire du Protérozoïque supérieur.

II .3.2- Formations du Protérozoïque moyen (Pr2) :

Ces formations sont moins représentées. Elles affleurent a l'extrémité Nord-Ouest de la feuille.

II.3.3-Formation du Protérozoïque supérieur et terminal :

Pour le Protérozoïque supérieurPr3, trois domaines ont été définis :

Domaine oriental : Sa lithologie est représentée par une alternance d'ordre métrique de grés aleurolite ,pélites et schiste chloriteux-sericiteux a niveaux de gravelites a galets de la série elle-même, Le tout est surmonte par des schistes a séquences de laves basiques a semi- basique.

Domaine central :Il est constitue par des produits detriques et des volcanites basique a neutre représentées sous forme de filons recoupant la série .Ce matériel est confronte d'une manière confuse a des ultrabasites souvent écailleuses injectées en surface par leurs propriétés lubrifiantes, par l'intermédiaire des failles profondes qu'elles jalonnent .Ces ultrabasites sont représentées sous forme de fragments ou des copeaux isolés ,recouvertes en parties par les formations du Pr4.

Domaine occidental :Constitue de volcanites basique a neutre ,rarement acides, qui sont associées a leurs produits pyroclastiques dont les dépôtsgrés-pelitique s'y intercalent .L'ensemble passe latéralement a des amphibolites et des schistes sericiteux-chloriteux, au contact du batholite du Pr3.

L'étude pétrographique des volcanites révèle une forte dégradation des minéraux primaires qui sont substitués en totalité en chloritesericiteet épidote. Cette dégradation concerne les feldspaths alcalins ,plagioclases et notamment les minéraux ferromagnésiens.

II .3.4- Formations du Protérozoïque terminal (Pharusien II) :

Elles sont discordantes sur le complexe granodioritique du Pr3.

Série grés-pelitique :

On définit cette série comme une formation purement détritique avec, la base ,un niveau important de conglomérats polygénique ,surmontée par des grés quartzo-feldspathique a éléments plus ou moins grossiers ,aleurolite et pélites schisteuse. Un niveau de calcaire bleuâtre affleure en lentilles dans divers endroits. De bas en haut ,cette série comprend des de conglomérats polygéniques ,grés et tufo-grés a éléments grossiers, pélites schisteuse et aleurolite en alternance ,calcaire ,schiste a matière carbonneuse, alternance de grés, aleurolite et pélites.

Série d'Amded-Ighellouchem :

Il s'agit d'une série transgressive sur un socle granodioriquechloritese ;elle est caractérisée par un relief surélevé et une large extension des dépôts volcano gènes a son sommet.

II.3.5- Formations Eocambriennes ou intermédiaires :

A l'échelle du Hoggar, ces formations sont conservées dans des bassins résiduel et des grabens plisses epimetamophique. A l'échelle de la feuille de SILET , ces formations sont conservées dans deux blocs différents par leurs âges ,a savoir :le HCP et le ROCP, dépendamment formes et offrant par conséquent des lithologies peu semblables.

II .3.6-Magmatisme :

Le magmatisme de SILET est très important, il représente plus de 60% en volume des formations toutes confondues .Il est domine principalement par le plutonisme pré-tectonique du pharusien (Pr3 et Pr4), les formations magmatiques suggariennes (Pr1 et Pr2) étant absentes.

Le volcanisme anorogénique de Tahalgha, d'âge quaternaire (suppose), trouve son expansion au NE de la feuille de SILET et sur celle de Tamanrasset.

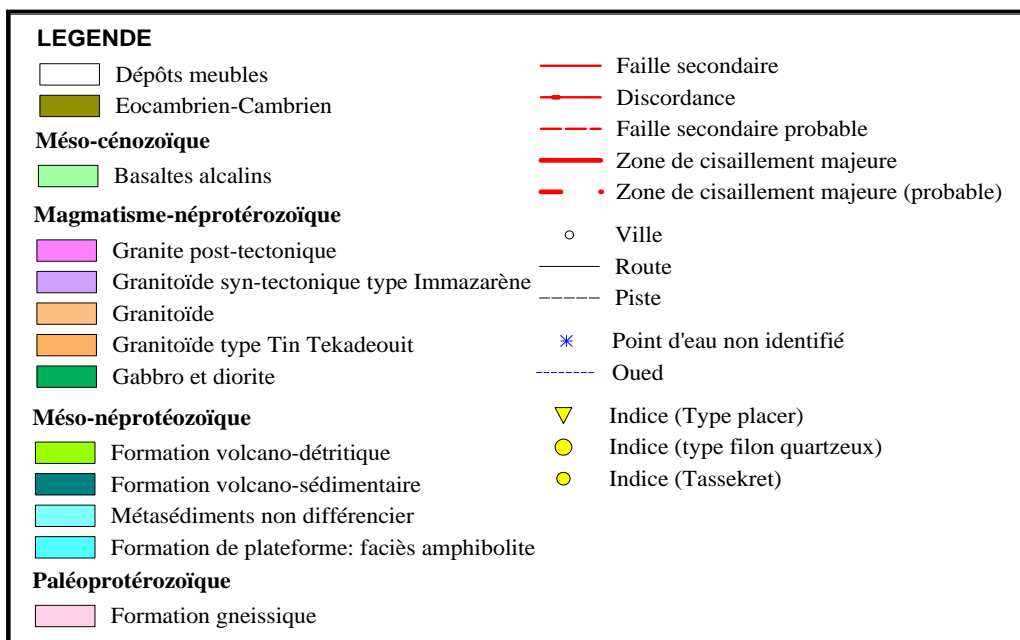
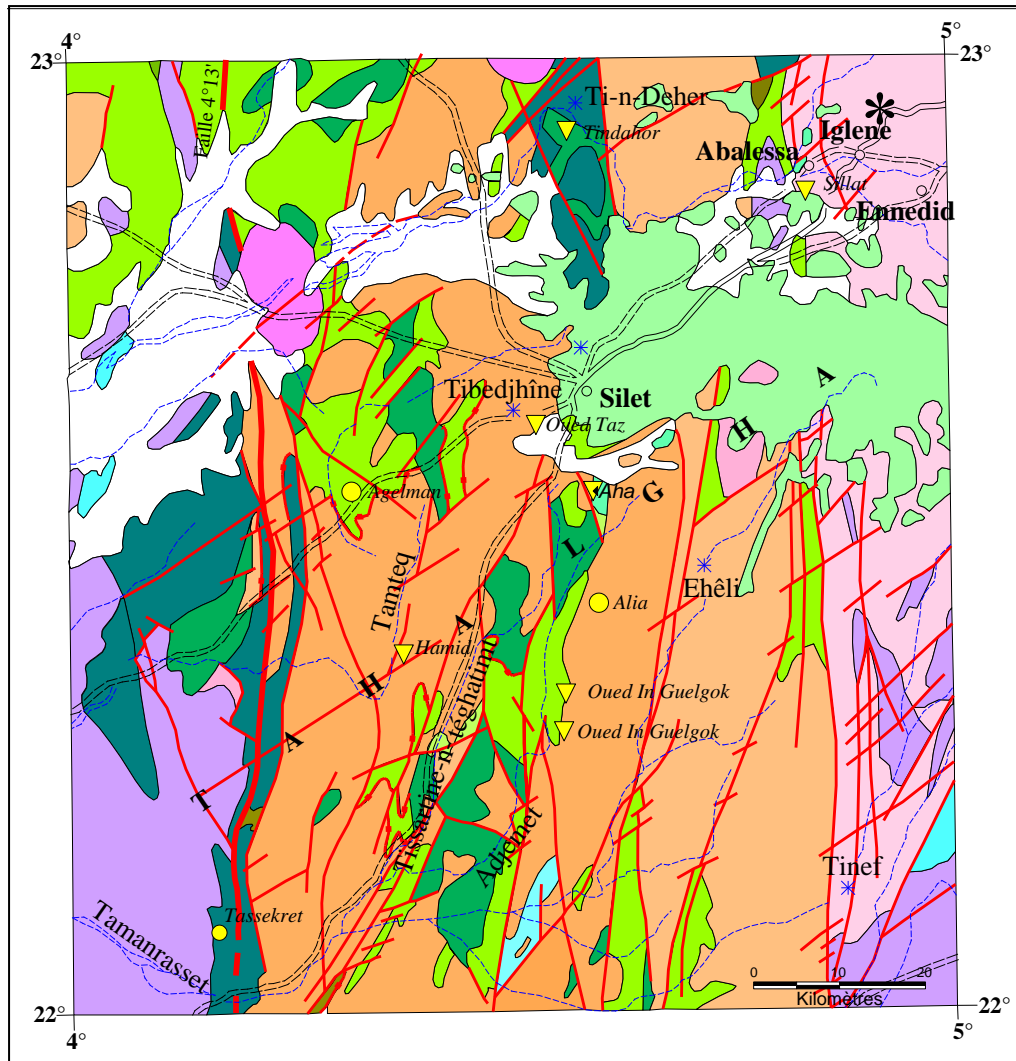


Fig. N°II 2: Carte géologique de la région SILET- TASSEKRET(Armine, 1977)

II.4- Le pluton de SILET (Terrane d'ISKEL , HOGGAR) :**-Pétrographie et Minéralogie :**

Le pluton de SILET est localisé dans la partie centrale du bloc d'Iskel. Il recoupe la série volcano-détritique du Pharusien I à l'est, le batholite tonalitique de Tamtek et des gabbros au SO. Sa forme générale est elliptique avec un grand axe (16 km) orienté NO le long d'une grande zone de cisaillement qui paraît avoir contrôlé sa mise en place. Six batholites de type TTG ont été mis en évidence pour la première fois dans la région de SILET. Ils présentent les caractères des associations calco-alcalines d'affinité subduction : (1) Le batholite de Tin-Tékadiouit (s.s) non daté, (2) Le batholite de Tamtèq daté à 742 Ma, (3) L'unité d'Ahambatou (649 Ma), (4) Le pluton de SILET (648 Ma), (5) Le batholite d'Iharèdj (non daté) et (6) Le batholite d'Eheli daté à 638 Ma.

Deux faciès pétrographiques ont été identifiés: (i) un faciès central à amphibole + biotite (syénogranite); (ii) un faciès de bordure à biotite seule (monzogranite). La texture est grenue prophyroïde à monzonitique montrant la paragenèse suivante : feldspath potassique + plagioclase + biotite ± amphibole + quartz + titanite + zircon + apatite ± thorite. Le métamorphisme épizonal est exprimé par l'assemblage [muscovite + calcite + chlorite + albite + actinote + oxydes de Fe-Ti].

La température de cristallisation de l'amphibole varie de 780 à 635°C pour une pression moyenne de 0,3 GPa, celle de la biotite du faciès de bordure est de l'ordre de 635°C.

Le pluton de SILET constitue un élément permettant de comprendre les processus de la longue formation du terrane d'Iskel, initialement océanique, puis évoluant vers une position continentale par abduction, l'ensemble de l'évolution s'accompagnant d'épisodes magmatiques variés.

II .8- Conclusion :

Le bouclier touareg, caractérisé par le développement spectaculaire d'importants accidents mylonitiques majeurs et composé de terrains d'âge allant de l'Archéen au Néoprotérozoïque , est subdivisé selon le principe d'assemblage des terranes en 23 terranes (Black et al 1994) rassemblés au cours de l'orogénèse panafricaine (750-520 Ma).

La structure du Hoggar est caractérisée par la manifestation de grands cisaillements subméridiens d'ordre lithosphérique ($4^{\circ}50$ et $8^{\circ}30$) et de décrochements majeurs dextres NNE et senestres NNO qui lui confère une structure morcelée dont l'interprétation a évolué précieusement en fonction du temps.

Chapitre III :
Etude hydroclimatologique

III.1-Introduction:

Le Hoggar est situé dans la zone tropicale caractérisée par ses hautes pressions et ses faibles précipitations.

Le Hoggar est divisé en trois zones climatiques :

- Une zone centrale au climat relativement doux et arrosé grâce aux effets de l'altitude (2916 m au mont TAHAT).

- Les basses zones périphériques à climat chaud et précipitation rares

Les reliefs de bordure à climat également chauds et qui enregistrent quelques fois de faibles précipitations.

- A l'échelle régionale, le Hoggar est soumis à un climat aride influencé par les régions Soudano Saharienne et méditerranéenne.

Ces zones climatiques correspondent généralement aux zones morphologiques étant donné que les altitudes sont des contrôles régulariser des précipitations à son tour influence principalement les particularités climatiques.

Vu que la région étudiée se localise entre la 1^{ère} à la 2^{ème} zone ses particularités climatiques reflètent, ce caractère transitoire. En général, le climat de la région de SILET est sec, haute température, aux pluies insignifiantes et irrégulières et aux vents fréquents.

III.2- Etude des conditions climatiques :

L'étude du climat portera sur les paramètres suivants :

III.2.1-Température :

Les températures les plus basses sont enregistrées entre Novembre et Février. Durant cette période les moyennes mensuelles restent supérieures à 10 °C à TAMANRASSET. Toutefois à L'ASSEKREM des moyennes mensuelles des températures qui oscillent entre 6°C en Janvier et 19°C en Juin et Juillet, ont été mises en évidence. En remarque un écart très considérable de 10° C à TAMANRASSET en été contre 7°C à L'ASSKREM, qui s'accroît en Hiver pour atteindre 15°C à TAMANRASSET contre seulement 6.5 °C à L'ASSEKREM.

Tableau N°III1: Variation des températures dans la Station météorologique automatique de SILET durant la période de 16 ans : 1992 à 2007

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Moy(c°) | 32.6 | 28.1 | 22.5 | 17.7 | 16.1 | 18.9 | 23.7 | 28 | 32.5 | 34.5 | 34.7 | 33.8 |
| Min(c°) | 22.9 | 18.5 | 12.2 | 8.3 | 4.7 | 7.8 | 13 | 17.4 | 22.4 | 25.3 | 26.1 | 25.4 |
| Max(c°) | 40.8 | 36.5 | 33.6 | 27.1 | 27 | 28.3 | 33.8 | 38.1 | 41.2 | 42.8 | 42.1 | 41.6 |

Source : Division de la Climatologie - DMRS – ONM-

On enregistre des températures minimum absolues comprises entre 7.8°C et 12.2°C durant la période allant de novembre à février, le reste de l'année, elles sont supérieures à 7.8°C et ne dépassent pas 30°C. Alors que le maximum absolu observé est supérieur à 40°C durant toute l'année.

La moyenne des maximal mensuels est comprise entre 16°C - 35°C.

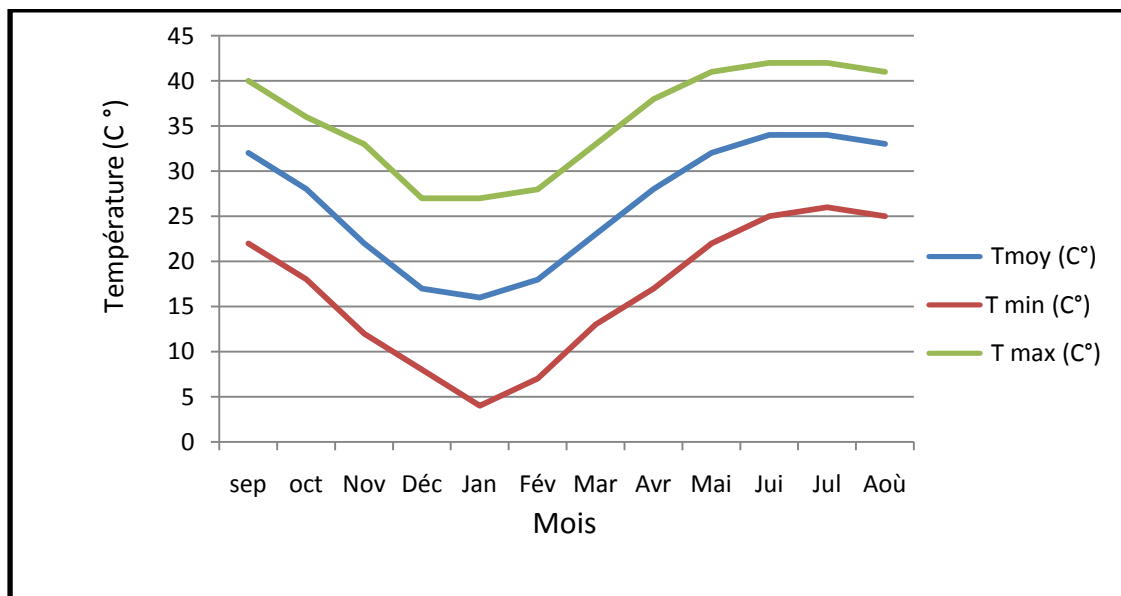


Fig. N°III 1: les moyennes mensuelles des températures de la période (1992-2007)

Dans La région d'étude On distingue deux saisons :

- Une saison chaude qui s'étend de mai jusqu'à septembre. Nous devons signaler qu'en aout les températures deviennent insupportables.
- Une saison froide caractérisée par des nuits hivernales très froides. C'est la saison de germination des plantes.

III.2.2-Précipitation :

En général, le régime pluviométrique de la région de HOGGAR est caractérisé par l'importante irrégularité interannuelle. Les pluies ont généralement lieu en été et proviennent principalement des avancées extrêmes de la mousson Ouest. D'autres pluies peuvent venir du Nord, les séries pluviométriques montrent une alternance de 2 à 3 années sèches suivies d'une année humide.

A l'échelle locale, la région de SILET est caractérisée par des précipitations se produisant en général entre le mois de Mai et Septembre, avec un total de l'ordre de 20 à 30 mm/an. Cette région est caractérisée par des fréquences infra annuelle à décennales. D'une manière générale, les précipitations pendant la saison d'Hiver sont peu importantes et les taux moyens mensuels ne sont pas significatifs.

Tableau N°III 2 : Les moyennes mensuelles des précipitations des périodes (1992-2007)

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A |
|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|
| P moy | 11 | 4 | 0.3 | 0.3 | 2 | 0.4 | 2 | 3 | 1.8 | 4 | 4.9 | 11.8 |
| P max | 66.2 | 20.4 | 4.2 | 2.6 | 7.6 | 2.2 | 5.6 | 11 | 13 | 7.2 | 9.6 | 25.6 |

Source: Division de la Climatologie - DMRS –ONM

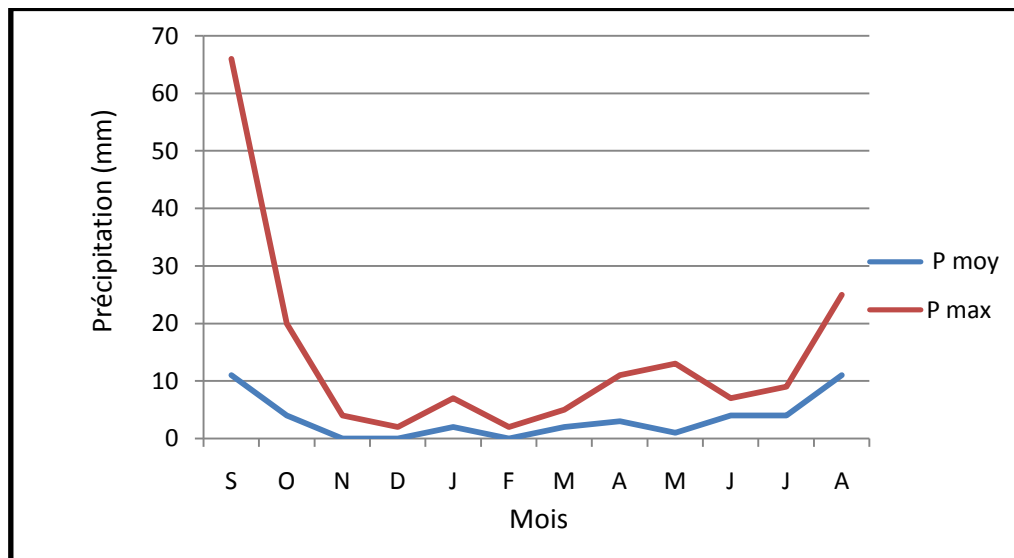


Fig. N°III 2 : Les moyennes mensuelles des précipitations des périodes (1992-2007)

D'après de (fig.N°III2) en remarquons que le précipitation moyen, la période la plus pluvieuse est celle de L'été (11.8mm en Août), alors que L'hiver est le plus sec. Les précipitations sont presque nulles en Novembre et Décembre.

On remarque aussi que le précipitation maximum élevée en Septembre et Août , le reste de l'année compris entre 2.2mm et 20 mm .

III.2.3-L'humidité :

Tableau N°III 3 : TAUX DES HUMIDITÉS RELATIVES DE L'AIR en %

| Mois | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H moy | 26 | 28 | 28 | 33 | 30 | 26 | 21 | 18 | 17 | 19 | 20 | 28 |
| H max | 97 | 99 | 74 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 69 | 96 | 99 | 99 |

Source : Division de la Climatologie - DMRS - ONM

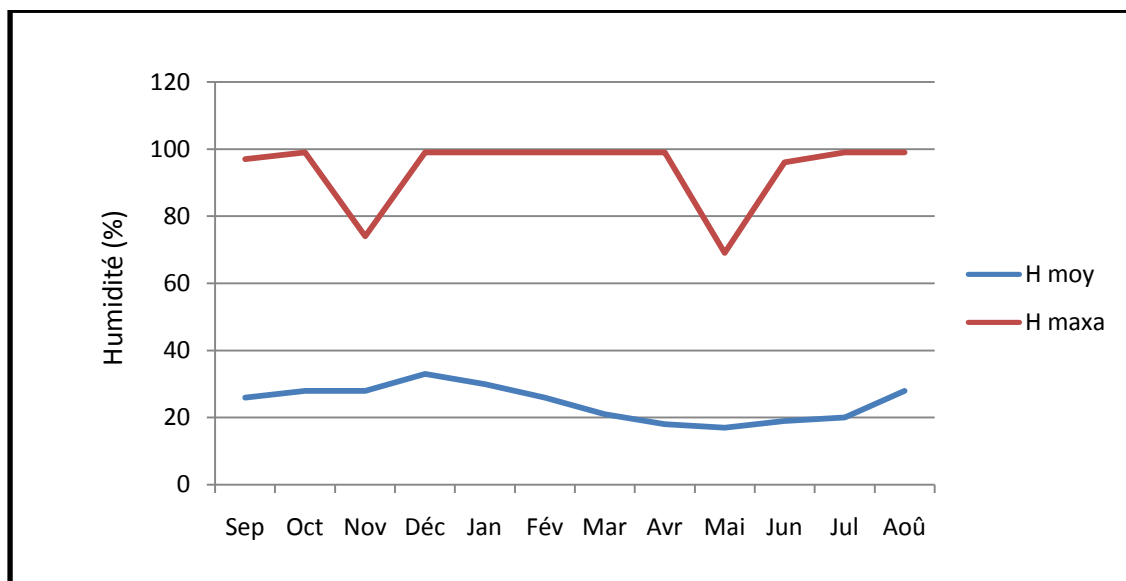


Fig. N°III 3 : les moyennes mensuelles d'humidité relative de l'air en pourcentage (%) pendant la période (1992-2007)

Les moyennes mensuelles de l'humidité dans la région de SILET ne dépasse pas 35% . Les fortes valeurs de l'humidité sont enregistrées durant la saison d'hiver et la valeur maximale moyenne caractérisant la saison la plus chaude.

L'humidité relative de l'air varié de 30-33%(Décembre-Janvier) à 17-19% (Mai-Juillet).

III.2.4-Le vent :

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat. Elle joue un rôle prépondérant dans le climat du HOGGAR .

Les vents occidentaux apportent les pluies printanières atlantiques ou méditerranéennes, en été (Juin – Octobre) . Les vents d'une intensité régulière du Sud-est prédominent (moisson soudanaise), ils coïncident avec la période pluvieuse sur L'Atakor; En hiver les vents s'affaiblissent et sont de direction variables.

A noter l'existence de vents de sable assez forts qui soufflent principalement en Février et Mars. Les vents dans la région de SILET sont très fréquents.

III.2.4.1–Vitesse moyenne du vent:

Tableau N°III 4 : les moyennes mensuelles de la vitesse du vent

| | JAN | FEV | MAR | AVR | MAI | JUIN | JUIL | AOU | SEP | OCT | NOV | DEC |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| VV (m/s) | 1.9 | 2.3 | 2.7 | 3.3 | 3.3 | 3.1 | 3.0 | 3.0 | 2.6 | 2.5 | 1.8 | 1.6 |

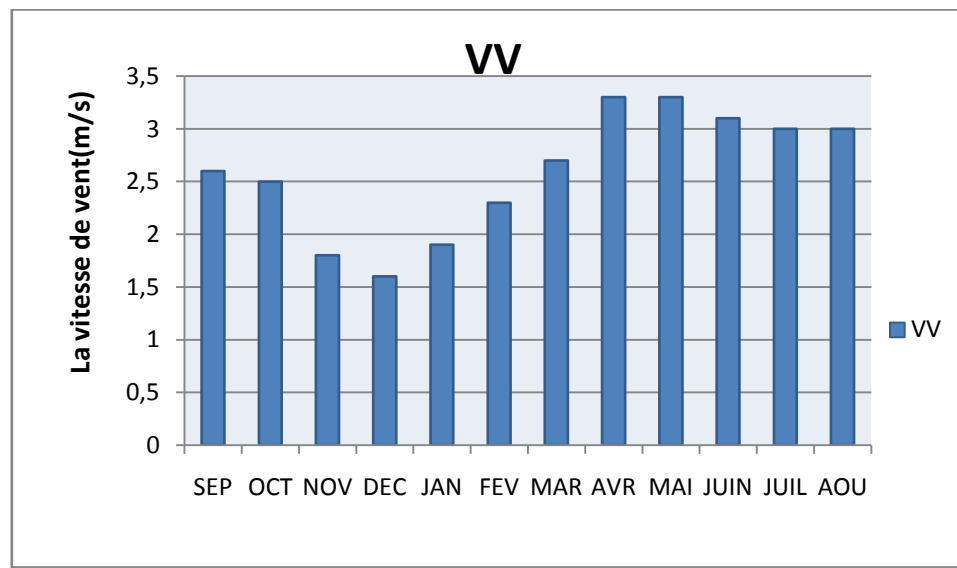


Fig. N°III 4 : les moyennes mensuelles de la vitesse du vent
(VV- Vitesse moyenne du vent en m/s)

Les valeurs des vitesses supérieures à 3m/s en Avril et Mai représentent une fréquence de 20 % dans la région. La direction des vents dominants est de secteur Nord - Est et Nord, elle est de secteur Est et Nord -Est avec une fréquence de 20% pour le Nord et 10% pour le secteur Sud.

La région se distingue par Les vents de sable violente, la quantité de jours ventes diminue brutalement.

III.2.4.2-Fréquences de vent annuelle (en %):

| | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | CALME |
|----------------|----|----|---|----|----|----|---|----|-------|
| Fréq. vent (%) | 20 | 7 | 9 | 8 | 11 | 8 | 8 | 10 | 20 |

III.2.5- L'évaporation:

Il s'agit de quantifier les pertes en eau par retour à l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau, sous des conditions climatiques et physiques données (précipitations, vents, températures....).

Nous avons essayé de calculer l'évapotranspiration potentielle et l'évapotranspiration réelle, par la méthode usuelles TURC, mais les résultats obtenus, se sont avérés significatifs.

III.2.5.1-Evapotranspiration potentielle (ETP) :

L'évapotranspiration potentielle est la quantité d'eau qui, compte tenu du climat et particulièrement de la température pourrait être évaporée et transpirée si l'approvisionnement en eau était suffisant pour répondre à tous les besoins d'une végétation couvrant complètement le sol. Pour l'estimation d'ETP, nous avons utilisé l'abaque de C.W THORNTHWAITE. La formule d'approximation de THORNTHWAITE s'écrit :

$$ETP = 16 \left[10 \frac{T}{I} \right]^{\alpha}$$

$$\text{Avec } I = \sum_1^{12} i \quad \text{Ou } i = \left[\frac{T}{5} \right]^{1,514}$$

$$\text{Et } \alpha = \frac{1,6}{100} I + 0,5$$

ETP : Evapotranspiration potentielle (mm)

T : Température mensuelle moyenne (°C)

I : Indice thermique du mois considéré (°C)

I : Somme des indices thermiques mensuels (°C)

α : Coefficient en fonction de I

Tableau N°III 5 : Calcul de l'ETP (la région de SILET1992 - 2007)

| | Température moyenne mensuelle °C | Indice thermique °C | ETP non corrigée mm |
|-------|--|------------------------|------------------------|
| Sep | 32.6 | 17.09 | 143.96 |
| Oct | 28.1 | 13.64 | 91.99 |
| Nov | 22.5 | 9.74 | 47.06 |
| Déc | 17.7 | 6.77 | 22.83 |
| Jan | 16.1 | 5.87 | 17.15 |
| Fév | 18.9 | 7.48 | 27.82 |
| Mar | 23.7 | 10.54 | 55.05 |
| Avr | 28 | 13.57 | 91 |
| Mai | 32.5 | 17.06 | 142.63 |
| Jun | 34.5 | 18.62 | 170.77 |
| Jul | 34.7 | 18.78 | 173.77 |
| Aou | 33.8 | 18.05 | 160.54 |
| Total | | 157.31 | |

III.2.5.2-L'évapotranspiration réelle(ETR):

C'est la quantité d'eau évaporée et transpirée réellement. Pour l'évaluation de l'ETR, nous utiliserons la formule de C.W.THORTHWAITE.

Calcul de l'ETR, selon la méthode du bilan d'eau de C.W.THORTHWAITE

Pour calculer l'ETR par cette dit méthode, il faut prendre pour le sol une certaine valeur de la réserve facilement utilisable(RFU).

Le bilan d'eau de C.W.THORTHWAITE, fait intervenir, d'une part l'évapotranspiration potentielle et d'autre part le pluviomètre (P).

Nous avons appliqué cette méthode de calcul de l'ETR:

Le principe de cette méthode est basé sur 2 cas :

1^{er} cas : Si $P > ETP$ \longrightarrow l'ETR est égale à l'ETP,

Et l'excédent des précipitations sur l'ETP est stocké dans le sol sous forme d'humidité.

Pour THORTHWAITE, la saturation est atteinte lorsque les réserves superficielles cumulées atteignent la valeur de la réserve utile(RFU).

Le surplus va s'écouler en profondeur (I : infiltration) ou en surface vers les Oueds (R : ruissellement) ceci constitue l'excédent du bilan.

2^{ème} cas : Si $P < ETP$ —————> dans ce cas on puisera dans les réserves du sol jusqu'à ce que l'ETR soit égale à l'ETP. Une fois le stock est épuisé ; l'ETR sera égale au pluviomètre ($ETR = P$).

On aura donc un déficit du bilan qui représente la quantité d'eau qu'il faudra ajouter dans ce cas à l'ETR pour atteindre l'ETP.

Tableau N°III 6: Bilan de l'eau selon la méthode de C.W.THORTHWAITE de la Station météorologique automatique de SILET(1992 – 2007):

| | Tp | IT | CL | ETPC | Pr | BH | CH | VR | RU | ETPR | Def | Exc |
|---------------|-------------|--------------|-----------|---------------|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-------------|---------------|------------|
| S | 32.6 | 17.1 | 1.03 | 148.6 | 11 | -137.6 | -0.9 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 137.6 | 0.0 |
| O | 28.1 | 13.6 | 0.97 | 89.4 | 4 | -85.4 | -1.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 85.4 | 0.0 |
| N | 22.5 | 9.7 | 0.86 | 40.6 | 0.3 | -40.3 | -1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 40.3 | 0.0 |
| D | 17.7 | 6.8 | 0.81 | 18.5 | 0.3 | -18.2 | -1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 18.2 | 0.0 |
| J | 16.1 | 5.9 | 0.87 | 15.0 | 2 | -13.0 | -0.9 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 13.0 | 0.0 |
| F | 18.9 | 7.5 | 0.85 | 23.7 | 0.4 | -23.3 | -1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 23.3 | 0.0 |
| M | 23.7 | 10.5 | 1.03 | 56.8 | 2 | -54.8 | -1.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 54.8 | 0.0 |
| A | 28 | 13.6 | 1.10 | 100.3 | 3 | -97.3 | -1.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 97.3 | 0.0 |
| M | 32.5 | 17.0 | 1.21 | 172.9 | 1.8 | -171.1 | -1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 171.1 | 0.0 |
| J | 34.5 | 18.6 | 1.22 | 208.8 | 4 | -204.8 | -1.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 204.8 | 0.0 |
| J | 34.7 | 18.8 | 1.24 | 215.9 | 4.9 | -211.0 | -1.0 | 0.0 | 0.0 | 4.9 | 211.0 | 0.0 |
| A | 33.8 | 18.1 | 1.16 | 186.6 | 11.8 | -174.8 | -0.9 | 0.0 | 0.0 | 11.8 | 174.8 | 0.0 |
| Annuel | 26.9 | 157.2 | | 1277.1 | 45.5 | -1231.6 | | | | 45.5 | 1231.6 | 0.0 |

Tp : Température mensuelle moyenne (°C)

IT : Indice thermique du mois considéré (°C)

CL : Coefficient de correction

ETPC : Evapotranspiration potentielle (mm)

Pr : précipitation mensuelle moyenne (mm)

ETR : Evapotranspiration réelle (mm)

RFU : réserve facilement utilisable

DEF: déficit

EXC: excédante en (mm)

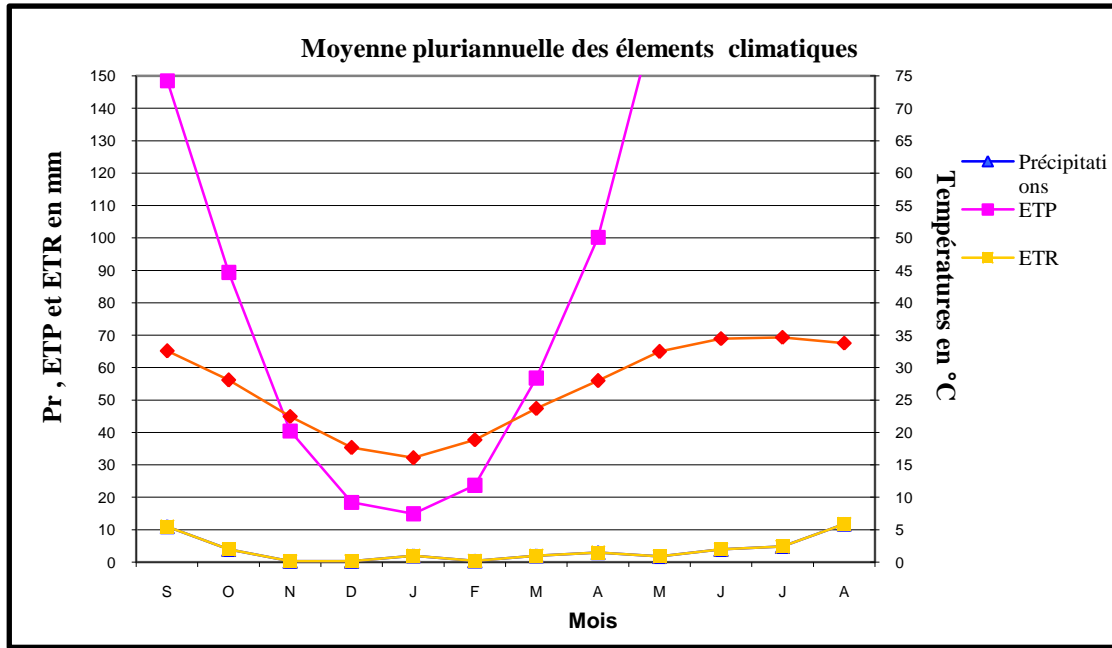


Fig.N°III 5 : La présentation des paramètres climatiques

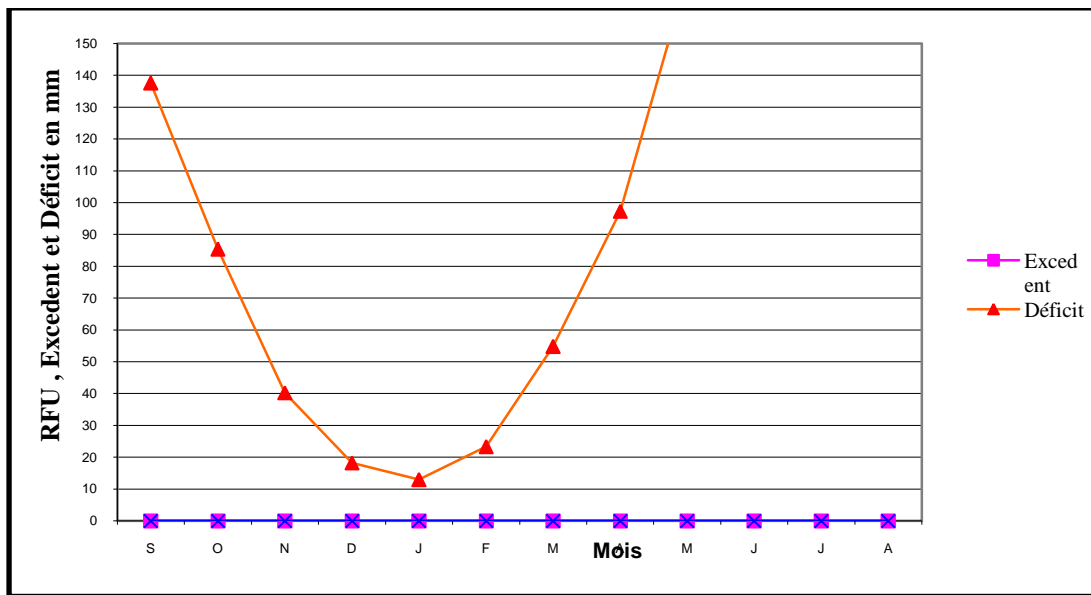


Fig. N°III 6: La présentation les bilans hydrique de la région de SILET

A partir de tableau N° on remarque que : $P < ETP$ dans ce cas puisera dans les réserve du sol jusqu'à ce que l'ETP sera à égale P, une fois le stock est épuisé ; sera égal à la pluviométrie ($ETP = P$), que tous les mois sont déficitaires.

III .3-Conclusion :

La région d'étude est caractérisée par un climat chaud et sèche. La précipitation mensuelle est très faible, elle de l'ordre 11,8 mm.

La température moyenne mensuelle est très élevée durant toute l'année et la température moyenne annuelle calculée à partir des moyens mensuels est 25C°. L'humidité relative est très faible et ne dépasse guère le seuil 50 %.

les vents sont chauds de direction Nord et Nord -Est avec une fréquence de 20%.

On peut constater que les ressources existantes ne peuvent pas satisfaire la totalité des besoins en eau potable de la ville, c'est pourquoi il faudra combler le déficit en eau par la mobilisation d'autres ressources, comme les forages existants dans la ville de SILET, et $p < ETP$ dans ce cas puisera dans les réserve du sol jusqu'à ce que l'ETR sera à égale, une fois le stock est épuisé; sera égal à la pluviométrie ($ETR = P$).

Le déficit variant aux saisons au l'autre mais généralement plus élève sauf en hiver janvier (13); et RFU presque nulle comme le déficit.

Chapitre IV :
Etude hydrogéologique

IV. Etude hydrogéologique :**IV.1- But de l'étude hydrogéologique :**

L'objectif des travaux réalisés dans la région de SILET était de rechercher les sources d'eau souterraines pour l'alimentation de la région avec une projection future.

Les travaux portaient sur:

a/ Etude des conditions hydrogéologiques dans la partie occidentale du massif Tahalghas-Ta-Setefet au début dans les basaltes, ensuite dans les alluvions de paléo-oueds recouverts par les basaltes.

b/ Evaluation quantitative et qualitative des eaux des paléo-oueds.

c/ Recherche d'inféro-flux d'oued SILET.

IV.2- Définition des aquifères :

Les travaux sont assez complexes, d'une part le taux très faible de précipitation atmosphérique (10 mm/an) et une évaporation très intense ne favorisent pas l'accumulation des eaux souterraines, D'autre part les particularités morphologiques, L'existence de nombreux accidents tectoniques assurent le transport des eaux souterraines en provenance d'Atakor où le taux de précipitation est considérable pour les conditions du Sahara 100mm/an.

En conformité avec la structure géologique de la région les conditions du gisement des roches aquifères et leur variétés lithologiques, des conditions de la formation des eaux souterraines nous avons individualisé les nappes aquifères suivantes:

- 1.alluvions aquifères actuelles
- 2.Proluvions-diluvions aquifères actuelle
- 3.nappes basaltiques aquifères.
- 4.Proluvions-diluvions aquifères du quaternaire inférieur.
- 5.alluvions aquifères du quaternaire inférieur.
- 6.Eaux temporaires de fracture dans les roches cristallines de socle (PR) .

IV.2.1-Alluvions aquifères actuelles (AI Q IV) :

Les alluvions en question sont largement répandues dans les vallées des oueds les plus importants, à savoir: ABALESSA, SILET, TIT, OUTOUL, TINEF, AMMDAD. Les formations aquifères sont les premières (04) Oueds: Sables-gravier, galets, dans les autres: sables argileux, Limons.

L'épaisseur aquifère est en règle général faible sans dépasser 3-5 m souvent les alluvions sont aquifère seulement les alluvions sont aquifère seulement au mur, l'épaisseur étant de quelques centimètres, à l'exception de l'oued d'ABALESSA dans la zone de la faible majeure où l'épaisseur des alluvions atteint 8-20 m. La nappe aquifère est à surface libre, le niveau d'eau d'établit à la profondeur de 1.2-17m en fonction de relief. La nappe aquifère repose sur le socle, l'hydraulicité des alluvions actuelles est extrêmement irrégulière et dépend principalement de l'épaisseur aquifère et de la composition lithologique des formations.

A cause de la position peu profonde de la nappe et des températures de l'air élevées l'évaporation intense de l'eau se produit. La transpiration de la végétation elle aussi, se produit au dépend de cette nappe. La nappe aquifère ne peut pas cependant suffire pour une adduction importante excepté un tronçon de l'oued long de 20 Km où son alimentation est permanente.

IV.2.2- Nappe Aquifère de Proluvion Diluvion (PL.DL Q IV) actuelles:

Les proluvions-diluvions sont largement répandues dans la région des travaux est son principalement sec, Au Nord de l'oued d'IRERI, il y a de l'eau, les formations aquifères y sont les limons à cailloute de roches cristallines épaisses de plus de 10m. La nappe est à surface libre, le niveau s'est établi à 20.87 m. Le débit à été de 0.021 L/sec et Le rabattement -11.32 m, la nappe sans importance économique.

IV.2.3-Nappe aquifère des Basaltes (BQ):

Malgré une large présence des basaltes (la partie majeure de la superficie). Ils ne sont aquifères que dans la partie inférieure aux dépens de la décharge de l'eau des alluvions anciennes, dans le secteur de la localité de SILET.

La nappe aquifère y est composée des basaltes fracturés et de Tufo-grés d'une épaisseur de 0.5 à 10m. La moyenne 4-5m, cette nappe est recouverte par les basaltes secs, au mur, il y a les formations aquifères de paléo-oued ou bien les roches cristallines fracturées du socle. les eaux sont à surface libre, à cause du relief accidenté la profondeur du niveau des eaux souterraines varie de 2.5 à 43.7m.

D'après les résultats de pompage, à cause d'une petite épaisseur des basaltes aquifères l'hydraulicité de la nappe est faible. En règle général, en cas d'absence de sables alluvions ancienne sans les basaltes les débits des sondages sont très faibles (basaltes et roches de socle). La décharge de la nappe se fait dans les alluvions actuelles et dans les roches du socle. Dans le secteur de la localité de SILET, où les niveaux d'eau sont peu profonds, cette nappe est exploitée au moyen des puits et d'une foggara. La nappe, elle même n'a pas d'importance elle ne peut être exploitée qu'ensemble avec les alluvions anciennes dans la zone de SILET.

IV.2.4-Nappe aquifère de proluvion diluvion du Quaternaire inférieur (PLDL de Q):

Les formations en question sont en règle générale répandues dans les bords du paléo-oued, parfois dans des petites cuvettes fermées. Les roches aquifères sont les argiles sableuse à cailloutis de granite et de bastilles ainsi que les sables argileux d'une épaisseur totale de 1 à 10m. aux bords du paléo-oued la nappe en question repose directement en toit de la nappe des alluvions anciennes, dans les cuvettes sur les roches aquifères du socle, la nappe est libre. le niveau d'eau se trouve à 17-50 m de profondeur.

Si les proluvions diluvions reposent sur les roches du socle le débit est faible. Dans son entité la nappe en question n'a pas d'importance pratique, elle simultanément avec les eaux des alluvions anciennes à cause de sa petit épaisseur et de la composition lithologique.

IV.2.5-Nappe des alluvions aquifère du quaternaire inferieur (Al Q) :

La nappe est répandue dans les limites du paléo-oued s'étendant sur 30 km de NE, de la confluence des oueds ABALESSA et Timantourine au SW jusqu'à la localité de SILET, les roches aquifères sont les sables et les galets.

Les sables sont des fins aux grossiers, les particules moyenne et grosses prédominent. La largeur de paléo-Oued est très variable. Elle est maximale dans les secteurs au relief actuel aplani. Dans la partie central (plateau basaltique aux cotes maximales crête de déversoir actuelle) elle est minimal (-0,4 Km). En amont la largeur de la partie aquifère est de 0.5-1km, la largeur moyenne du paléo-oued est de 1.3Km.

L'épaisseur des formations aquifère elle aussi varie dans les limites très larges: elle est maximale dans les paries les plus étager, elle est minimale dans la partie les plus étroite. L'endroit du soulèvement du socle où se produit un "rétrécissement" quasi-total des alluvions anciennes. En amont du paléo-oued, elle est de 10-13 m dans la

zone du rétrécissement 1.5-8m l'épaisseur moyenne des alluvions aquifère est de 14-18m. la nappe aquifère repose sur les roches aquifère du socle, au sommet elle est recouverte par les sables secs de même âge que les basaltes aquifère (aval de l'oued). Localement, on peut observer dans son toit les eaux de proluvion-diluvion de quaternaire inférieur (bords de l'oued). En amont de la paléo-vallée, dans l'oued ABALESSA alluvions anciennes sont couvert alluvions actuelles. la nappe aquifère dans les alluvions anciennes est en liaison hydraulique étroite avec les aquifères sus jacents et sous jacents. La nappe est à surface libre, en fonction du relief, le niveau d'eau varie de 2m (zone de décharge) à 78,3m (la cote la plus élevée du relief). La direction du courant : de NE au SW.

Les propriétés filtrantes des alluvions anciennes dans ces tronçons d'oued sont assez formées:

Le coefficient de perméabilité varie de 30.5 à 70.4 m/j.

Le coefficient de Transmissivité est de 762-1937m²/j.

La coefficient d'emmagasinement -4.9-11% .

Actuellement les eaux de cette nappe sont utilisées pour l'alimentation de la localité de SILET au moyen du 7 foggara et de plusieurs puits. Le renouvellement des réserves de la nappe se fait principalement aux dépens des eaux de fracture de socle moins aux dépens de la venue d'eau prévenance des alluvions actuelles dans l'oued.

IV.2.6-Eaux sporadique dans les zones des failles Tectoniques et de fracturation ouverte dans le socle Cristallin précambrien (P R) :

Les roches du socle sont omniprésentes dans la région des travaux, le socle cristallin est affecté de nombreux-accidenté tectonique, le sont surtout la faible majeur du Hoggar et les faibles satellites du direction NE et sub latitudinale qui jouent le rôle important. Au fait du coup, les roches sont fortement fissurées et broyées. L'épaisseur de telles zones fissurées renfermant les eaux souterraines est extrêmement irrégulière (de 0.5m à 30m et plus).

Souvent la zone est à sec, dans ce cas les fractures sont remplies de la matière argileuse. C'est propre surtout au secteur SW où 4 forages ont traversé le socle sec. Cependant, dans la zone de la faille majeur et dans les paléo-oued, les roches sont aquifère et on peut les individualiser comme une nappe aquifère à part plusieurs puits à Abalessa, Silet, Iglene, Tafirt. Ainsi que les forages dans la zone de la faille majeur le confirment, les eaux sont associées aux fractures et zone broyées des granitoïdes, diorites , irrylonites, schistes et gneiss.

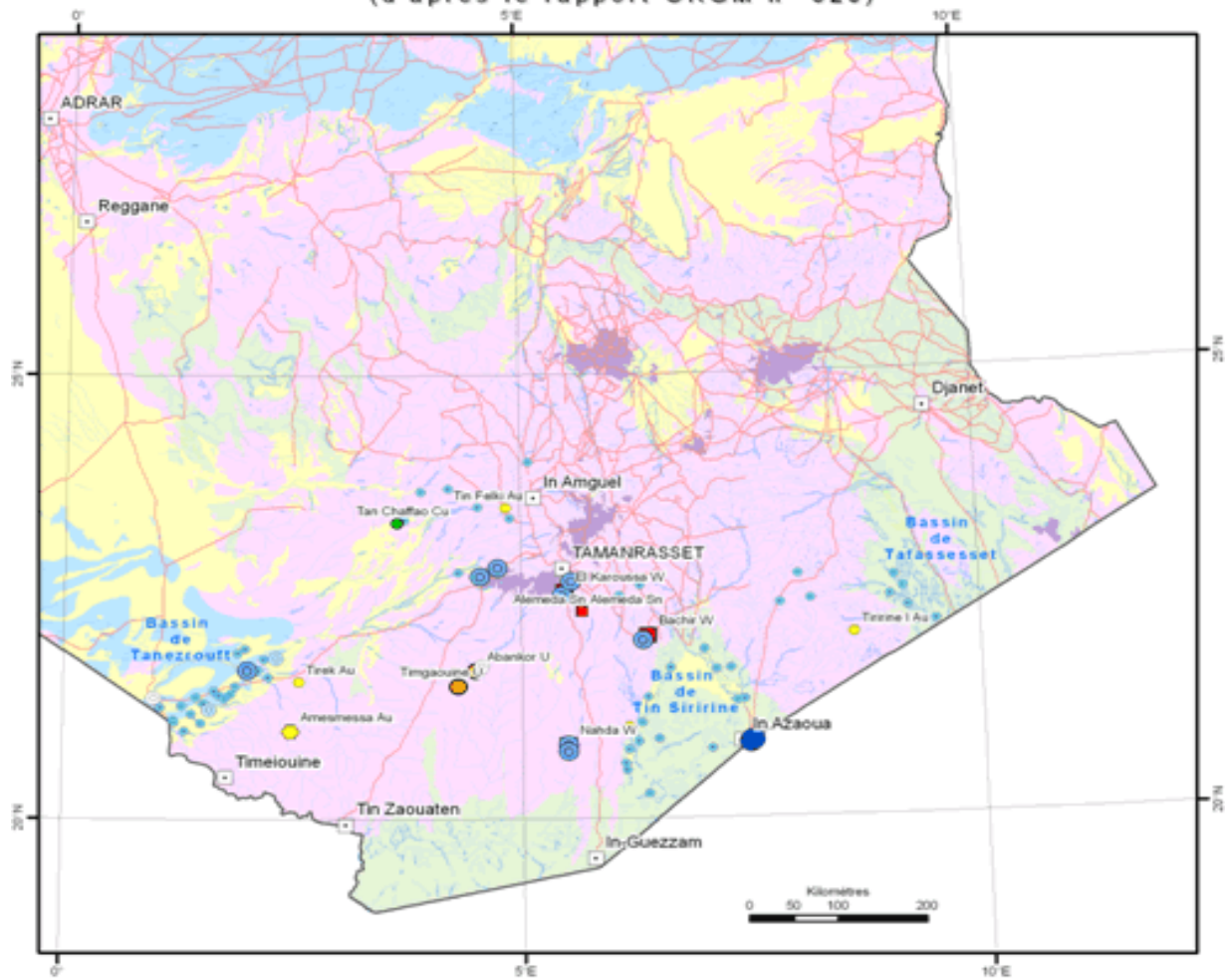
L'absence du toit imperméable au sommet détermine le caractère libre des eaux et une liaison étroite avec les nappes aquifères sus jacentes, au centre du massif basaltique, à traversé les eaux captives à charge insignifiante dans les gneiss intensément altérés.

La présence de la charge (23m) est due à l'existence du fait imperméable formé par la croute argileuse d'altération ABALESSA, le substratum imperméable est composé des variétés dense, à sec de mêmes roches cristallines.

A l'ouest de la localité de SILET, dans les roches fracturées, il y a la foggara servant pour l'irrigation, l'alimentation de la nappe se fait principalement par les eaux des pluies provenant de l'Atakor suivant le réseau de faille tectonique et sous forme des courants superficiels suivant les oueds: Tit ,Outoul, Abalessa, Silet. En outre au centre et à l'ouest de la région. Le rôle principale de cette nappe consiste en ce qu'elle représente la source permanente et principale pour l'alimentation des alluvions anciennes.

En conclusion, il faut rappeler le suivant: étant donné que toutes les nappes aquifère de la région sont en communication permanente, on peut les considérer comme un seul complexe aquifère.

Synthèse des données hydrogéologiques du Hoggar (1969-1987)
(d'après le rapport ORGM n° 620)



Légende hydrogéologique

- Alluvions Quaternaire (nappes liées aux oueds principaux) faible potentiel
- Fms basaltiques (vallées fossiles et fissural) faible potentiel
- Fms détritiques du Crétacé supérieur (nappe des grés continentaux Crétacé) très fort potentiel
- Fms des grés du Cambro-Ordovicien (nappes des grés Cambro-Ordovicien) fort potentiel
- Fms cristallines (nappes liées à la croute d'altération et aux fractures)

Sondages hydrogéologiques

debites

- 1,0 l/s à 4,0 l/s
- 4,0 l/s à 8,0 l/s
- 8,0 l/s à 17,0 l/s
- non communiqué
- Sondage de reconnaissance

- Gisement
- Réseau hydrographique
- Route et piste

Fig. N°IV 1: Carte Hydrogéologique de Hoggar

IV.3- Ensemble aquifère des alluvions anciennes de la région de SILET:

Cet ensemble aquifère a été mis en évidence sous le recouvrement basaltique dans la région de SILET, Il est lié aux alluvions anciennes de paléo-Oueds SILET-ABALESSA, qui constituent une nappe présentant des réserves d'eau souterraines non-négligeables.

IV.3.1- Les alluvions de l'Oued SILET : Elles sont formées essentiellement de sables fins, moyens et grossiers présentant ainsi un classement hétérogène. L'épaisseur moyenne de ces alluvions est de 20 m, elle diminue d'amont en aval. Après le passage de la crue (Novembre 2002) une couche limoneuse, recouvrant une surface importante a été observée démontrant l'importance du remaniement alluvionnaire.

Qualitativement la lithologie rencontrée, tant au niveau de site du futur barrage souterrain qu'au niveau de toute section choisie dans la nappe, donne à l'aquifère un caractère plutôt multicouche où les niveaux sont à perméabilités différentes.

IV.3.2- Les épanchements basaltiques:

Du point de vue intérêt hydrogéologique, seuls les niveaux inférieurs des coulées basaltiques misent en évidence par les forages réalisés par la SONAREM (1980), constituent un réservoir aquifère si elles sont fissurées et altérées ; ce qui est précisément le cas à SILET.

IV.3.3- La nappe de l'inféro-flux:

C'est une nappe de terrains mixtes constitués par des alluvions d'oued qui reposent sur du socle fissuré et passe progressivement à la roche saine. Cette nappe est alimentée par sa surface libre en période de crue.

les nappes des inféro-flux liées aux alluvions aquifères restent connues par leur faible réserve régulatrice en raison de la faible puissance des alluvions et de la tendance généralisée vers la baisse du niveau d'eau. Les travaux hydrogéologiques réalisés ont mis en évidence l'existence des grands ensembles aquifères dont les réserves en eau souterraines exploitables peuvent couvrir largement les besoins en eau de tous les gisements miniers découverts au Hoggar le plus important c'est l'ensemble aquifère des alluvions anciennes des paléo-oueds dans la région de SILET et TAMANRASSET.

IV.3.3.1-La géométrie de l'aquifère:

La morphologie de la cuvette est favorable à la conservation et à la circulation souterraine des eaux. Il s'agit d'une gouttière topographique limitée par un relief gneissique, comblée d'alluvions provenant de la désagrégation de roches cristallines.

IV.3.3.2-Estimation des débits de l'inféro-flux :

La nappe des alluvions étant supposée libre et le milieu physique est de type poreux caractérisé par un écoulement continu. La surface saturée d'eau représente à l'axe du futur barrage une surface d'environ 500 m² (mesurée par planimétrie). Elle est d'ailleurs plus importante en allant vers l'amont.

L'alimentation de la nappe de l'oued s'effectue par les modes suivants :

- Les précipitations directes sur la surface de la cuvette.
- L'infiltration des eaux lors d'une crue.
- L'apport probable à la faveur des fissures existantes au niveau du substratum. Ce qui représente un apport vers le réservoir.

On tente d'estimer le débit (Q) du sous écoulement de l'inféro-flux à l'exutoire et ce en utilisant la loi de DARCY :

$$Q = K S I$$

Avec :

K: perméabilité moyenne des alluvions égale à 5.10^{-2} m/s

I: le gradient hydraulique calculé est égal à 10^{-3}

On obtient alors un débit de l'inféro-flux $Q = 2.5$ l/s

IV.4.2- Coupes hydrogéologiques de la région de SILET:

IV.4.1- Identification des formations hydrogéologiques :

➤ Coupe hydrogéologique II - II :

Cette coupe est orientée NNE – SSW traversant les forages 160, 161, 162, 163 à partir de oueds IRERI , AMMANAD, TAMTEK caractérisée par les formation de Pharusien I et la profondeur de chaque forage est comme suit :

- Forage 160 : 21m traversé les formations des BQ, PR.
- Forage 161: 27.5m traversé les alluvions de BQ, PR et ALQ.
- Forage 162 : 9.05 m traversé les BQ et PR, ALQ.
- Forage 163 : 31.1 m traversé les PLDLQ, PR.

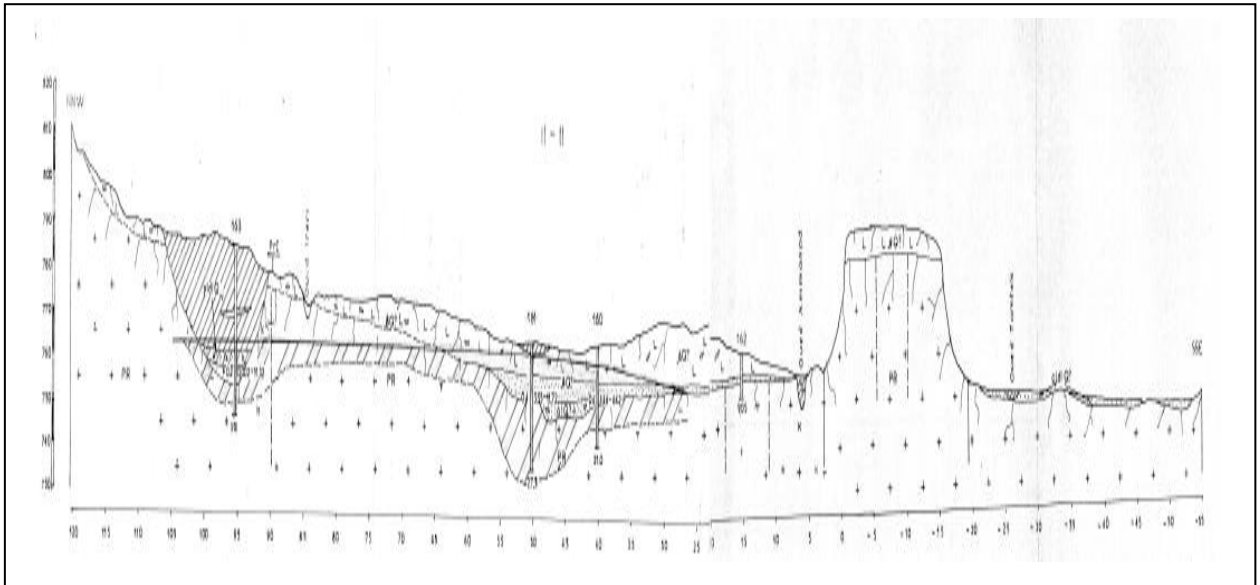


Fig. N°IV 2 : Coupe hydrogéologique II - II

➤ Coupe hydrogéologie IV-IV :

Cette coupe traverse la nappe dans la direction NNW-SSE recoupant l'oued IRERI et oued AMMANAD et un certains nombres de forage (le forage 175 de profondeur 34 m et le forage 176 de 36.7 m). On constate que l'épaisseur des alluvions (BQ ,PLDLQ ,PR) atteint entre 0.4 - 9.48m.

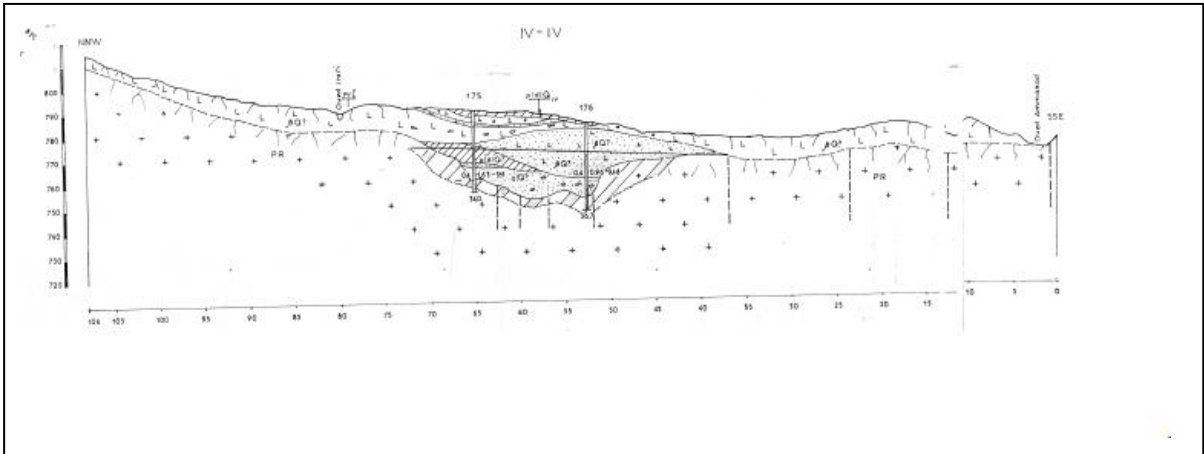


Fig. N°IV 3 : Coupe hydrogéologique IV - IV

➤ Coupe hydrogéologie V-V :

Cette coupe est orientée NNE – SSW traversant les oueds de IRERI, AMMANAD et TAMTEK à partir les forages 167,168, 184 et 185. Le profondeur de chaque forage est :

Forage N° 167 : 23.6m traversée les alluvions (PLDLQ ,BQ)

Forage N° 168 : 50m traversée les alluvions de (PLDLQ ,BQ ,ALQ , PR)

Forage N° 184 : 54,8 m traversée les alluvions (PLDLQ, BQ , ALQ, PR)

Forage N°185 :46,3 m traversée les alluvions (PLDLQ ,BQ)

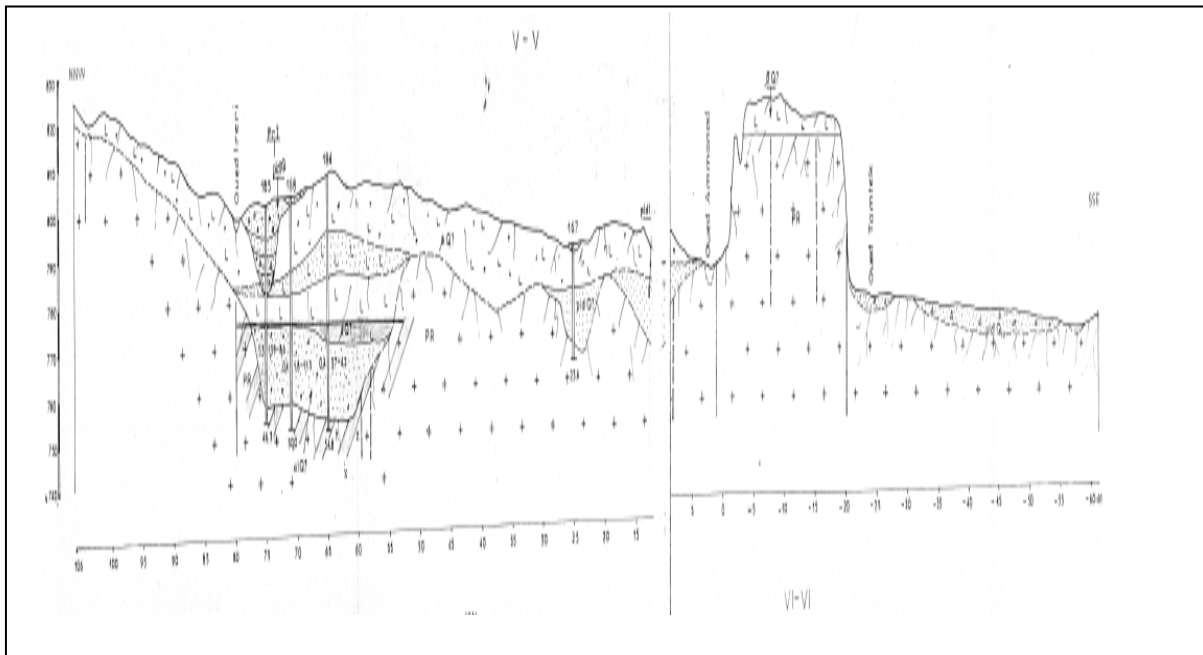


Fig. N°IV 4 : Coupe hydrogéologique V – V

➤ **Coupe hydrogéologie VI-VI :**

Cette coupe traverse la nappe dans la direction NW-SE recoupant les forages (183 de profondeur 47,9m et 186 de 54,5m 189 de 50,3m) traversant les alluvions de PLDLQ ,BQ ,ALQ) , caractérisée par les formation de Pharusien I.

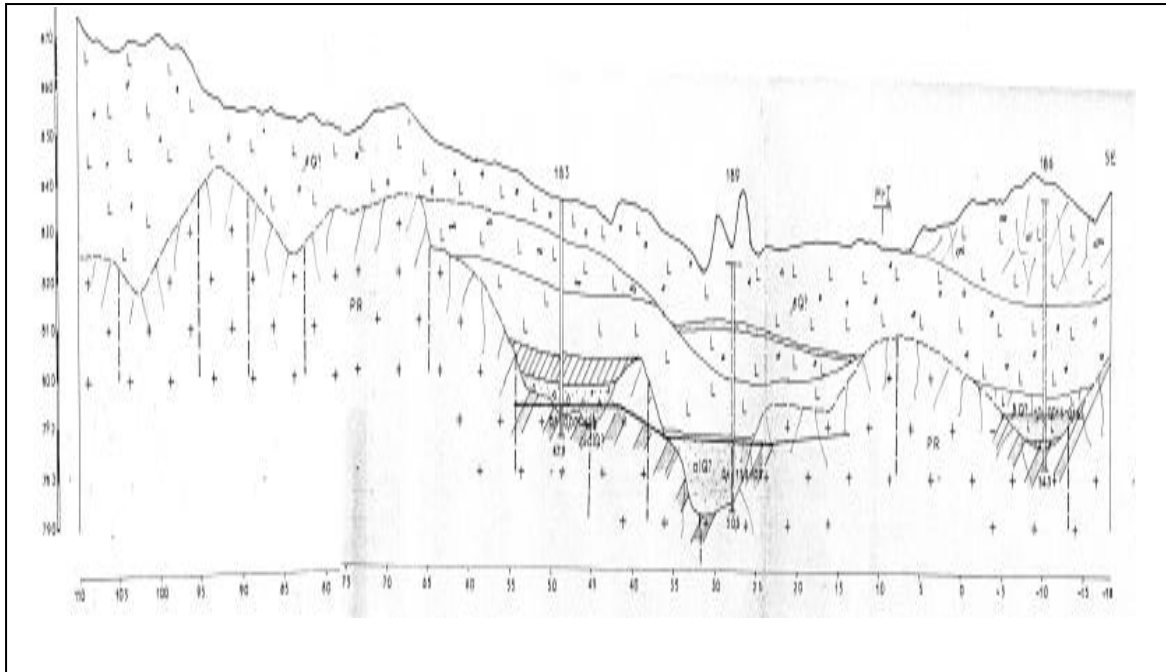


Fig. N°IV 5 : Coupe hydrogéologie VI - VI

➤ **Coupe hydrogéologie VIII-VIII :**

Cette coupe est orientée NNE-SSW traversant les deux forages (170 de 22,5m et 169 de 12m) et oued IRERI caractérisée par les formations de Pharusien I et les alluvions de ALDLQ ,BQ ,PR.

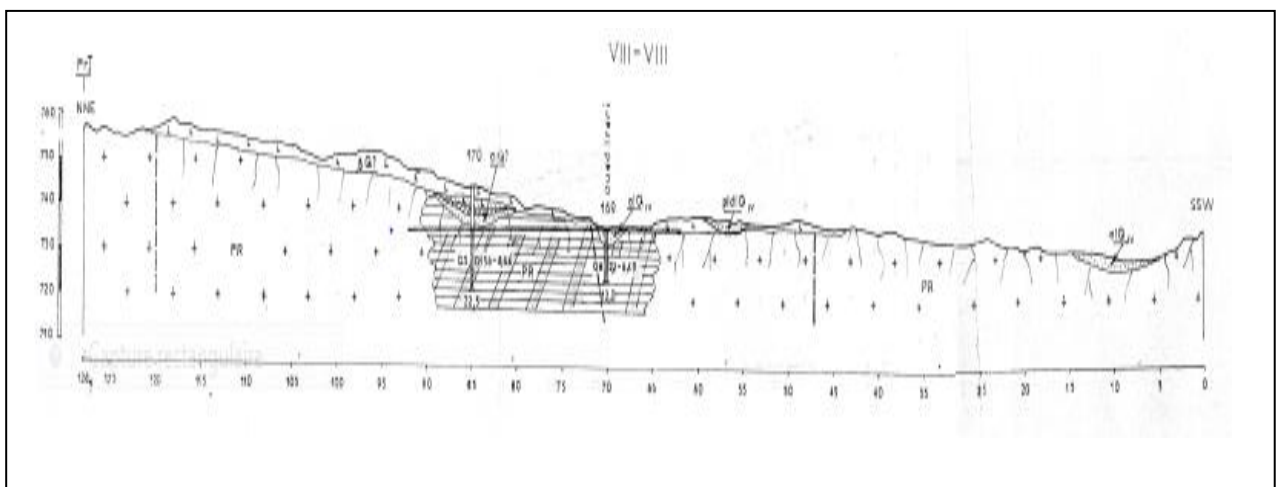


Fig. N°IV 6 : Coupe hydrogéologie VII - VII

➤ Coupe hydrogéologie X-X :

Cette coupe est orientée NW-SE caractérisée par les formations de Pharusien I et les alluvions de ALQ ,BQ ,PR. Il n'y a pas de forage .

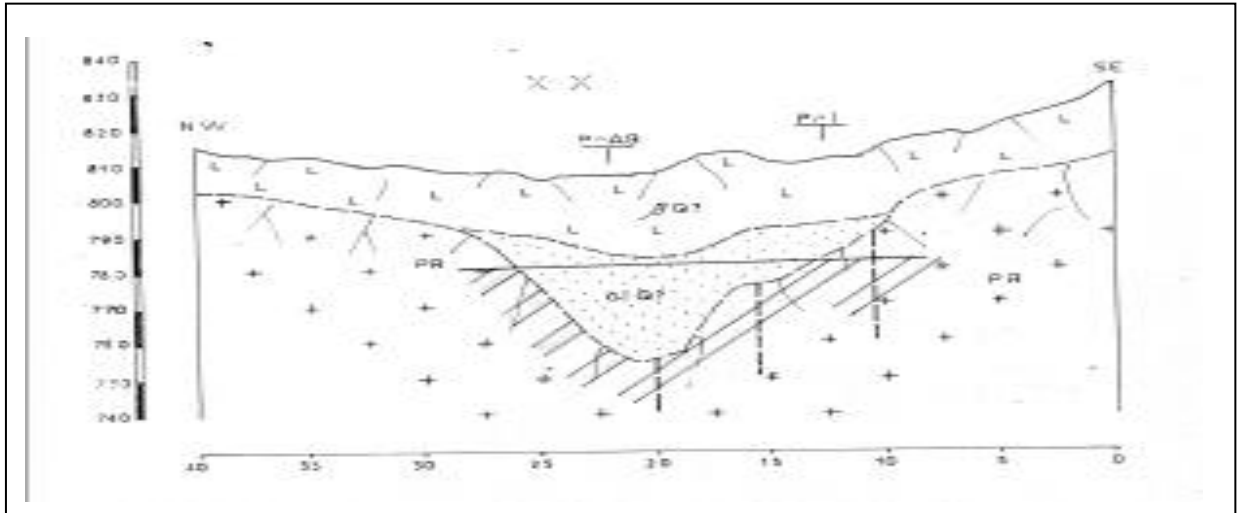
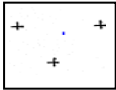
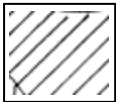


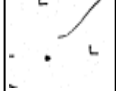


Fig. N°IV 7 : Coupe hydrogéologique X – X

| | | |
|---|---|-----------------------------|
| Echelle 1: 25000 | Société Nationale de Recherches et d'exploitations Minières | Annexe N° 4 Feuille N° 1 |
| Rapport sur des travaux de prospection hydrogéologiques réalisés à SILET en 1977 - 1980 | | |

Légende:

-  Le socle cristallin précambrien (PR)
-  proluvion diluvion actuelle(pldlQ IV)
-  proluvion diluvion du Quaternaire inférieur(pldlQ)
-  Alluvion du Quaternaire inférieur (AIQ)
-  Nappe aquifère des Basaltes (BQ)

IV.4.2- Condition de formation d'alimentation des eaux souterraines:

L'existence des eaux souterraines dans le Hoggar est due avant tout à l'infiltration des précipitations atmosphériques. Les particularités de la structure géomorphologique et tectonique de la région sont contrôlées par la répartition des pluies, des ruissellements et de l'écoulement souterrain ainsi que du mécanisme de la formation des eaux souterraines dans son ensemble.

Dans le périmètre des travaux, la formation des eaux souterraines à notre avis, se fait de la façon suivante : les eaux des pluies tombées sur les versants sud et occidental de l'Atakor pénètrent dans le bassin de réception des Oueds : Outoul, Enghakli et Abalessa et Silet au moyen de ruissellement superficiel et de la percolation souterraine dans la direction générale Nord-est Sud –ouest.

Les alluvions récentes de l'oued ABALESSA représentent une source beaucoup plus modeste dans l'alimentation du paléo-oued et en amont seulement, dans le tronçon moyen du paléo-oued où le "rétrécissement" des alluvions anciennes a lieu. La décharge partielle de la nappe dans le socle se produit, la décharge finale se fait dans le secteur de la disparition des alluvions anciennes (localité de SILET) au moyen de tout un réseau de foggara et de puits ainsi que dans les roches du socle, les alluvions récentes et dans les basaltes.

Le phénomène d'alimentation des alluvions anciennes par les eaux pénétrant à travers les accidents tectoniques est confirmé par son caractère permanent et régulier.

IV.4.3- L'exutoire des aquifères : Il est constitué par :**-Foggara:**

Une foggara est une galerie souterraine pour fourniture d'eau, qui a son point de départ au-dessous de la nappe et qui se dirige vers la surface du sol avec une pente plus faible que celles de la nappe et de la surface du sol. Aux environs de la localité de SILET, il y a sept (07) foggaras qui existent depuis longtemps d'après les dires des habitantes de la région. Mais reste une seule foggara utilisable. Le débit de Foggara N°1 à SILET (dans les basaltes) est de 0.3 L/sec .

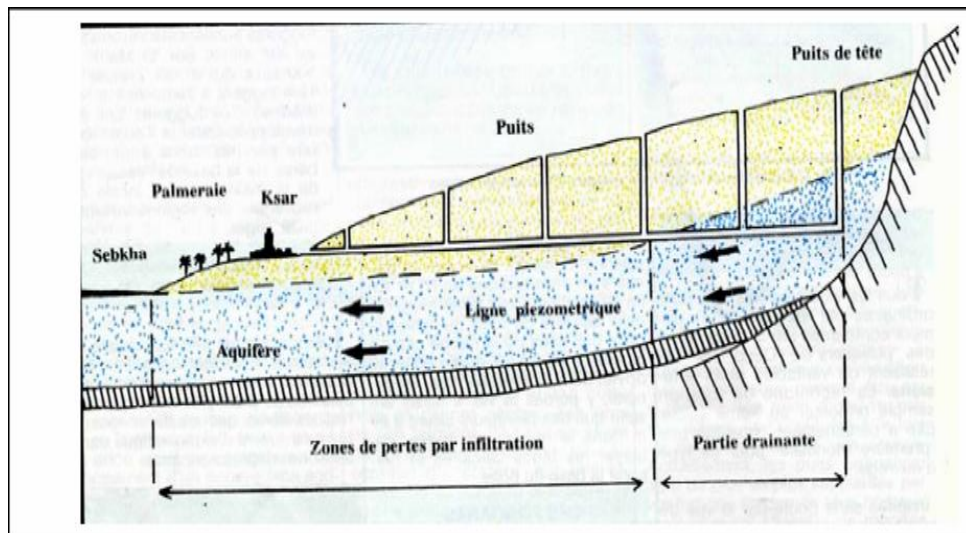


Fig.N°IV 8 : Schéma de fonctionnement de la foggara

IV.4.4- Relation entre les alluvions récentes et anciennes:

Les alluvions récentes de l'oued ABALESSA sont la source beaucoup plus modeste dans l'alimentation du Paléo-Oued et en amont seulement. Dans le tronçon moyen du Paléo-Oued où le "rétrécissement" des alluvions anciennes a lieu, la décharge partielle de la nappe dans le socle se produit. La décharge finale se fait dans le secteur de la disparition des alluvions anciennes (localité de SILET) au moyen de tout un réseau de Foggaras et de puits ainsi que dans les roches du socle, les alluvions récentes et dans les basaltes.

Le phénomène d'alimentation des alluvions anciennes par les eaux pénétrant à travers les accidents tectoniques est confirmé par son caractère permanent et régulier. Le changement des saisons, les précipitations atmosphériques n'influencent pas cette alimentation, cela est confirmé par les observations du régime des eaux souterraines, Selon les résultats des observations du débit en (hiver de 1978 et 1979), la décharge du paléo-oued y égale à 700-800 m³/j.

En ce qui concerne pertes des eaux du paléo-oued vers les autres unités, elles ne peuvent pas être déterminées, mais leur existence se traduit par de nombreux points d'eau et l'hydraulicité élevée des alluvions récentes et des roches de socle à SILET et vers l'ouest de SILET et par une grande largeur du paléo-oued dans le secteur de cette décharge (jusqu'à 0,8-0,9 Km).

IV.5- Piézométrie de l'ensemble aquifère de la région:

Les résultats des travaux d'essai montrent que les formations les plus aquifères sont les alluvions anciennes remplissant le lit du paléo-oued s'étendant de l'oued actuel ABALESSA jusqu'à la localité de SILET sur 30Km.

IV.5.1- Inventaire des puits :

Au S-E de SILET, il existe 2 puits équipés des pompes. Un puits est utilisé pour l'adduction de la population, son débit s'élève à 25m³/j. Deuxième puits est exploité par les militaires, son débit est de 50-60m³/j, il y a d'autres petits puits dont le débit ne dépasse pas, au total 15-20m³/j. Ainsi, les puits localisés dans la zone de paléo-oued donnent 100m³/j environ . Il y a aussi le château d'eau de SILET en cours de réalisation.

Tableau N°IV1 : Inventaire les puits de la région de SILET 11/04/2013:

| N° de puits | Niveau statique(m) | Profondeur (m) | Altitude (m) | Les coordonnées | | Composition lithologique |
|-------------|---------------------------------|----------------|--------------|-------------------------------------|---|--|
| | | | | X | Y | |
| 01 | 15 | 21 | 772 | N:22° 40' 02,6" E:04° 35' 33" | | Un couverture paléo-alluvion |
| 02 | En cours de réalisation (à sec) | | 811 | N:22° 46' 43" E:04° 44' 25" | | Alluvion quaternaire Roches basaltiques Paléo-alluvion |
| 03 | 4 | 4,90 | 778 | N:22° 39' 35" E:04° 34' 33,9" | | Paléo- alluvion |
| 04 | 5 | 7,50 | 781 | N:22° 39' 40" E:04° 34' 30,3" | | Paléo-nappe alimentée par la crue |
| 05 | 2 | / | 771 | N:22 °39' 15,2" E:04° 34' 50,1" | | Un couverture basaltique |
| 06 | 3,40 | 4,65 | 778 | N:22° 39' 13" E:04° 34' 50,6" | | Paléo-alluvion |
| 07 | 6,10 | 8,20 | 766 | N:22 °39' 17,7" E:04° 35' 14,4 " | | Couverture basaltique |
| 08 | 6,40 | 8,20 | 772 | N:22° 39' 16 " E:04° 35' 14" | | Couverture basaltique |
| 09 | 2,90 | 6,50 | 771 | N:22° 40' 11,7" E:04° 35' 6,7" | | Couverture basaltique |
| 10 | 3,80 | 6,50 | 772 | N:22° 39' 15" E:04° 35' 33" | | Couverture basaltique |



Fig. N°IV 9 : Carte satellite présent l'inventaire des puits

IV.5.2 - Carte piézométrique :

La carte piézométrique est la synthèse essentielle de l'étude hydrogéologique. Elle schématise la morphologie de la surface piézométrique de la nappe et permet d'obtenir des informations importantes sur le sens d'écoulement des eaux souterraines et le comportement hydrodynamique de l'aquifère .

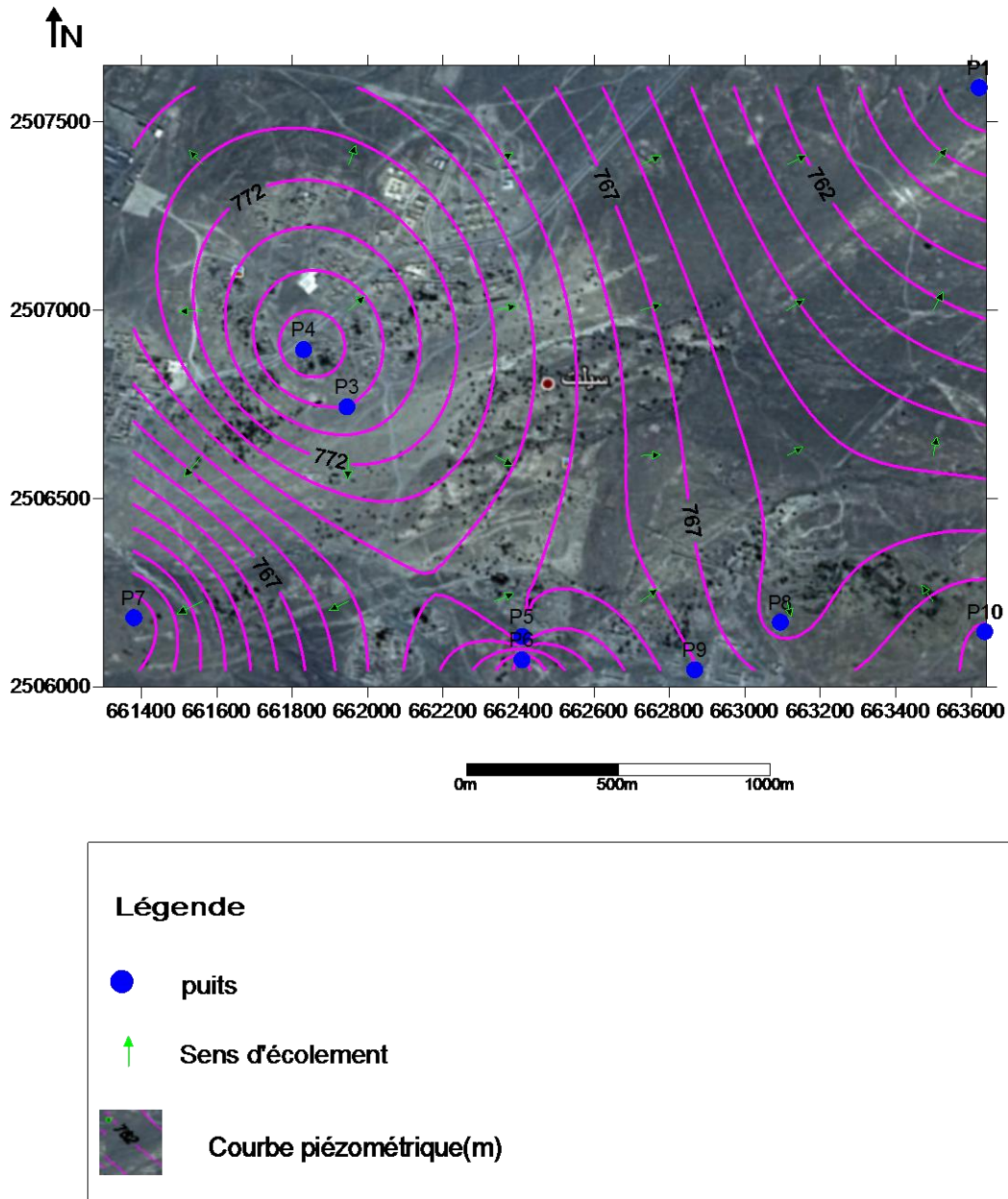


Fig. N°IV 10 : carte piézométrique de la région de SILET

-Interprétations de la carte piézométrique:

- **Sens d'écoulement:** Cette carte montrant que la forme générale des courbes isopièzes est une forme subarrondie circulaire ou elliptique au Nord-Sud de la région on peu appeler dôme piézométrique d'alimentations. A partir de cette carte indiqué que le sens d'écoulement généralement est SO-NE, et les puits 3 et 4 présenté une dôme d'alimentation.

- **Gradient hydraulique:** Pour calculer le gradient hydraulique dans les différentes zones, on utilise la formule suivante :

$$I = \frac{H2 - H1}{L}$$

H2 : niveau piézométrique au point 2.

H1: niveau piézométrique au point 1.

L : distance séparant les deux points (1, 2).

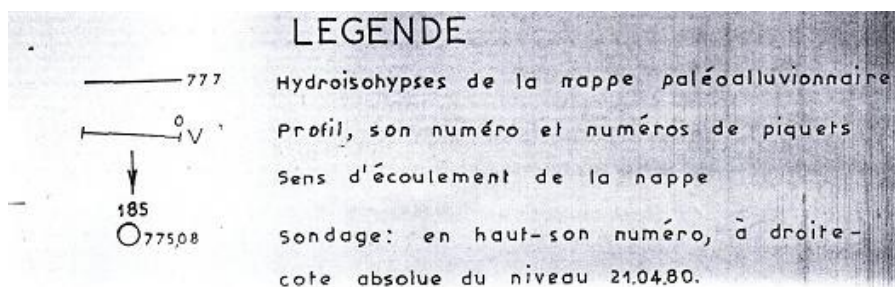
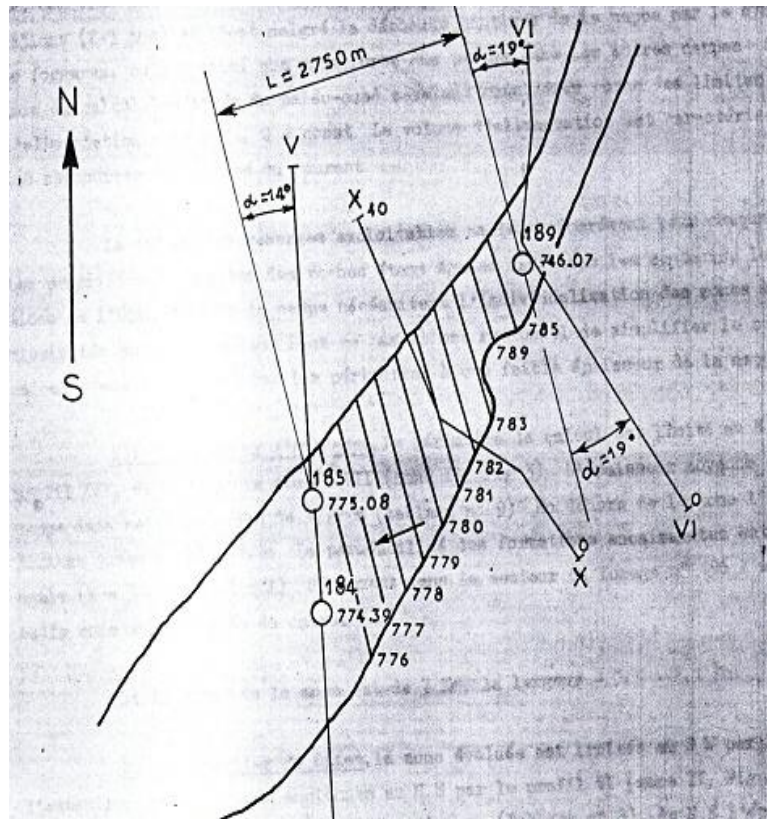


Fig. N°IV 11 : schéma pour calcul le gradient hydraulique dans le Quartier de SILET (21/04/1980)

$$H_2 - H_1 = \Delta H = 29,01 \text{ m}$$

$$L = 2750 \text{ m}$$

$$\text{Donc : } I = 0.01$$

IV.5.3- Etude hydrodynamique :

Les propriétés principales d'un milieu déterminant les conditions du mouvement du liquide sont la porosité et la perméabilité. Les propriétés d'emmagasinement dans les conditions d'une nappe libre se traduisent par le débit d'écoulement qui caractérise la quantité d'eau qui peut se libérer lors du tarissement d'une nappe aquifère. Dans la pratique, les calculs hydrogéologiques pour les nappes libres à cet effet on se sert largement d'un paramètre complexe qui est la diffusivité.

Les propriétés filtrantes d'une nappe aquifère sont déterminées par la perméabilité des roches (K), et la Transmissivité est le débit percolant à travers une unité largeur du courant souterrain épais de "m" pour le gradient de charge unitaire.

Tableau N°IV2 : les paramètres hydrodynamiques de la région de SILET

| PARAMETRES | Quartier SILET (pompage multiple N° 188) |
|----------------------------------|--|
| Perméabilité m/J | 53 |
| Transmissivité m ² /J | 1122 |
| Diffusion m ² /J | 1.01.10 ⁴ |
| Coefficient d'emmagasinement | 0.11 |

IV.6-Présentation hydraulique :

IV.6.1-Demande en eau :

La demande en eau varie de plus en plus au cours de la journée et peut atteindre une valeur supérieure au double voir triple de la moyenne journalière, par exemple pour la population de SILET le débit maximum est de 5,6 fois le débit moyen, cette variation n'a aucun effet sur les besoins évalués en volume, bien qu'elle

doive dicter les paramètres de dimensionnement des conduites du réseau de distribution et des ouvrages de stockage.

IV.6.2-Evaluation des besoins en eau :

-Majoration des besoins au futur :

Les fuites d'eau sur le réseau sont parfois importantes, elles se produisent en grande partie sur les branchements particuliers. Pour un réseau ancien elles peuvent atteindre jusqu'à 30% environ de débit total, ces fuites dépendent de l'état du réseau. Elles sont évaluées principalement par une mesure nocturne du débit (c à d là où les robinets sont fermes). Actuellement en Algérie les fuites sont estimées à 10 % de la consommation moyenne journalière, les tableaux suivants représentent les besoins pour différents équipements :

Toutes ces données nous à été communiquées par l'Assemblée Populaire Communale de SILET.

Tableau N°IV 3: - Besoins domestiques :

| Horizon | Population (hab) | Dotation (l/j/hab) | Besoins (m ³ /j) | Majoration Fuites 10 % (m ³ /j) | Besoins Totaux (m ³ /j) |
|---------|------------------|--------------------|-----------------------------|--|------------------------------------|
| 2016 | 2843 | 150 | 426,45 | 42,64 | 469,09 |
| 2028 | 3691 | 150 | 553,65 | 55,36 | 609,01 |
| 2034 | 4206 | 150 | 630,9 | 63,09 | 693,99 |

Tableau N°IV 4: - Besoins scolaires :

| Equipements | Effectifs (élèves.) | Dotation (l/j/élève) | Q _{moyj} (m ³ /j) |
|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------------|
| 3 Ecoles primaires | 360 | 30 | 10,8 |
| 1 CEM | 270 | 30 | 8,1 |
| Total | | | 18,9 |

Tableau N°IV 5: - Besoins socioculturels :

| Equipements | Effectifs (personnes.) | Dotation (l/j/personne) | Q _{moyj} (m ³ /j) |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 Maison de jeune+1 centre culturel | 300 | 19 | 5,7 |
| 4 Mosquées | 400 | 55 | 22 |
| Total | | | 27,7 |

IV.7- Conclusion:

Les valeurs des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère des alluvions anciennes de la région de SILET, témoignent de l'importance de l'alimentation et des venus d'eau dans la nappe à partir des bordures par l'intermédiaire des nappes des inféro-flux des oued ABALESSA, SILET et TAMANRASSET, à partir de la nappe des jeunes basaltes fissurées et également a partir de l'infiltration directe des eaux de ruissellement lors des crues importantes. En raison de leur potabilité chimique et bactériologique, les eaux de la nappe des alluvions anciennes de la région de SILET doivent être exploiter pour l'alimentation en eau de consommation de la localité de SILET et La découverte d'importance ressources en eau potable sous le recouvrement basaltique dans la région de SILET.

Sur le plan hydrogéologique on dispose de peu d'information sur les différents types d'aquifères alluviales de la région. L'examen des coupes hydrogéologiques et l'interprétation des essais de pompage montrent bien la zone favorable à l'implantation des forages qui se situe dans les oueds IRERI et AMMANAD, TAMTEK. Tous les forages dans la région de SILET caractérisée par une profondeur variant entre (20 à 50 m).

La décharge de la nappe dans le localité de SILET se fait au moyen des foggaras ($700 - 800\text{m}^3/\text{J}$) et des puits ($100\text{m}^3/\text{J}$ environ) ainsi que par les communications avec les roches du socle et les alluvions récentes et les basaltes.

Chapitre V :
Etude hydrochimique

V. Etude hydrochimique

V.1- Introduction :

L'eau, au contact des terrains qu'elle rencontre, se charge en divers éléments qui vont influencer sur sa qualité. Certains de ces éléments sont présents naturellement dans le sol, et vont définir la qualité « naturelle » de l'eau brute. Ainsi l'eau à l'état naturel peut contenir :

- des matières organiques
- des matières dissoutes provenant des terrains traversés (calcium, magnésium, sodium, potassium, bicarbonates, sulfates, chlorures, métaux lourds)
- des particules en suspension.

D'autres éléments sont d'origine anthropique. La qualité des eaux continentales est dépendante d'un certain nombre de paramètres, dont la quantité en présence (concentration en éléments traces) va définir l'état de la qualité de l'eau.

V.2-Etudes des paramètres physico-chimiques:

V.2.1.-La température:

La température joue un rôle très important dans la mobilité des sels et des gaz, donc sur la conductivité électrique, elle permet de différencier les eaux qui circulent en profondeur ou le mélange éventuel entre les eaux.

Ce paramètre peut influencer sur:

- La stabilité des sels et gaz
- La multiplication des micro-organismes.

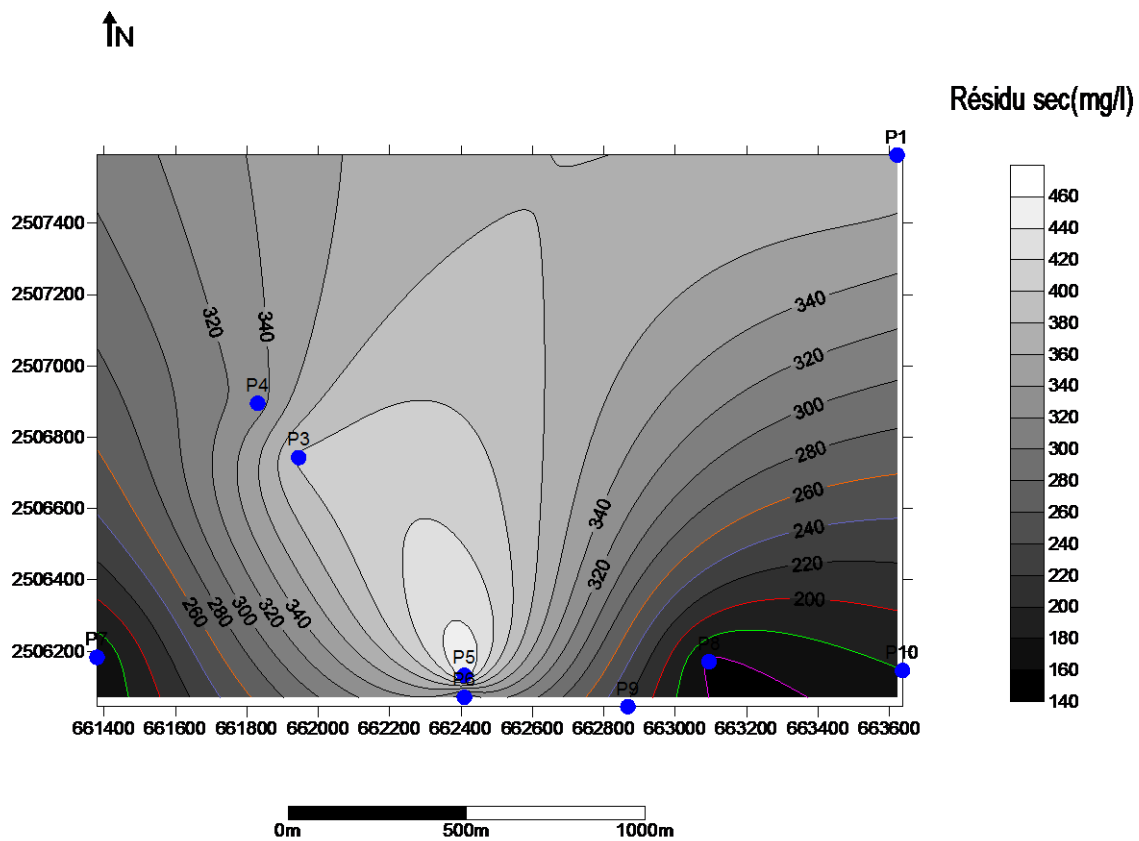
V.2.2- Le potentiel d'hydrogène (pH):

Le pH correspond à la concentration d'ions hydrogènes $[H^+]$, il mesure l'acidité ou la basicité d'une eau, $pH = \log [1/ [H^+]]$.

Dans notre région d'étude, les valeurs du pH varient entre 7 et 7,32 ce qui renseigne sur la neutralité de ces eaux.

V.2.3- Le résidu sec :

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes.



Légende:



Courbe de résidu sec (mg/l)

Fig. N°V 1: la carte du résidu sec en (mg/l) de la région

Les échantillons prélevés des puits de la région de SILET présentent des teneurs de résidu sec variant entre 140mg/l et 460 mg/l. Le maximum est enregistré au sud au niveau du puits 5 et 6.

V.2.4- La minéralisation :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

La conductivité d'une eau reflète sa minéralisation. Dans le cas de la zone d'étude la minéralisation varie entre 200 et 570 mg/l.

Le tableau suivant montre les résultats d'analyses du pH et de la minéralisation.

Tableau N°V1 : analyses (pH et minéralisation) des puits dans la région de SILET :

| N° de puits | Date de prélèvement | pH | Minéralisation (mg/l) |
|-------------|---------------------|-----|-----------------------|
| P1 | 1978 | 8.2 | 539.7 |
| P2 | 1979 | 8.2 | 325.0 |
| P3 | 1978 | 8.2 | 524.0 |
| P4 | 1978 | 8.1 | 457.5 |
| P5 | 1978 | 8.3 | 574.0 |
| P6 | 1978 | 8.0 | 391.0 |
| P7 | 1978 | 8.0 | 232.5 |
| P8 | 1978 | 8.2 | 201.6 |
| P9 | 1978 | 7.0 | 354.6 |
| P10 | 1979 | 7.0 | 272.6 |
| P11 | 1979 | 8.0 | 392.8 |
| P12 | 1978 | 8.1 | 400.6 |

V.2.5- Eléments majeurs, classification des eaux et représentation graphique

Les analyses chimiques des cations et des anions majeurs des eaux souterraines est une opération indispensable, qui permet une meilleure compréhension des phénomènes qui interviennent dans les nappes. Les éléments les plus utilisés dans les analyses des eaux sont :

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

Les anions: Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- , CO_3^{--} .

Il existe plusieurs classifications des faciès des eaux naturelles, on distingue deux critères fondamentaux de classification :

- La composition chimique.
- L'origine et le gisement des eaux.

Les principales classifications basées sur la composition chimique des eaux naturelles sont celles PIPER, STABLER et SCHOELLER.

-Classification de PIPER :

Le diagramme de Piper permet de représenter graphiquement le faciès hydro chimique. Il est composé de deux triangles représentant la répartition des anions et celles des cations, respectivement, et d'un losange représentant la répartition synthétique des ions majeurs.

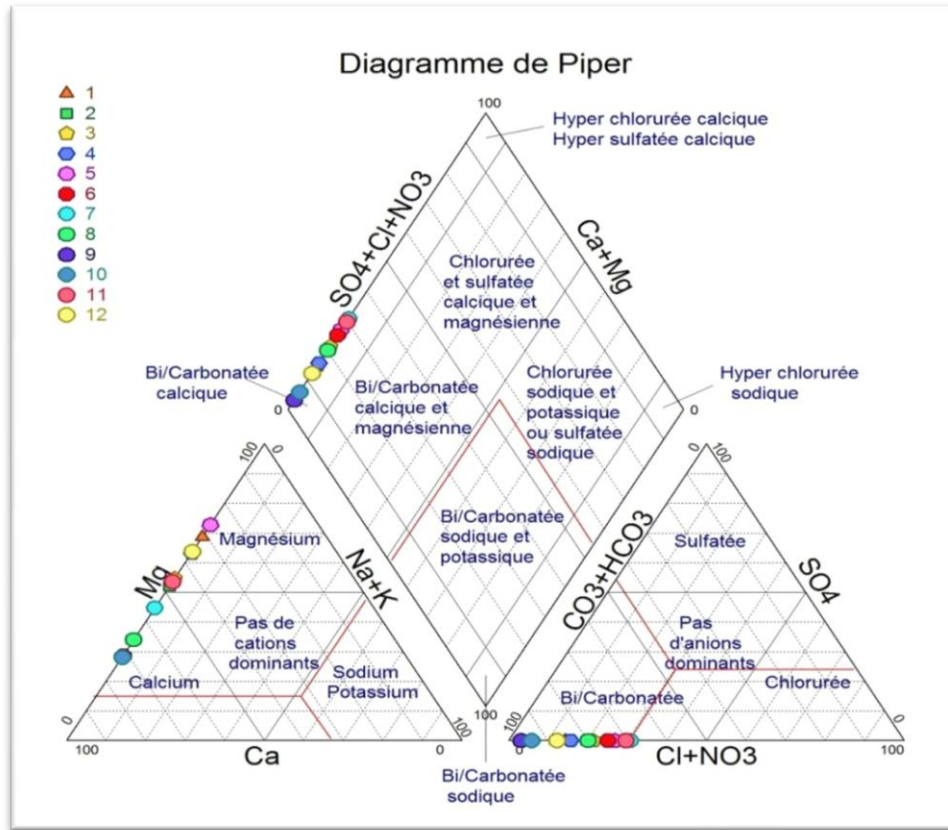


Fig. N°V2:Diagramme de piper

Selon ce diagramme on remarque que toutes les échantillons sont regroupées dans un seul losange c'est celui du faciès bicarbonaté calcique et magnésique. Sur le triangle des cations on observe l'alignement des points sur l'axe du magnésium avec une légère dominance du calcium. Sur le triangle des anions la dominance des bicarbonates est nette.

Le faciès bicarbonatés calcique et magnésien est dû à l'enrichissement des eaux en magnésium et calcium issus des phénomènes d'altération des roches constituant le socle.

-Classification de SCHOELLER-Berkaloff :

C'est un diagramme semi logarithmique Schoeller-Berkaloff est utilisé pour la représentation graphique des analyses chimiques des eaux, la classification tient compte de l'importance des principaux anions et cations et détermine le type de faciès des eaux.

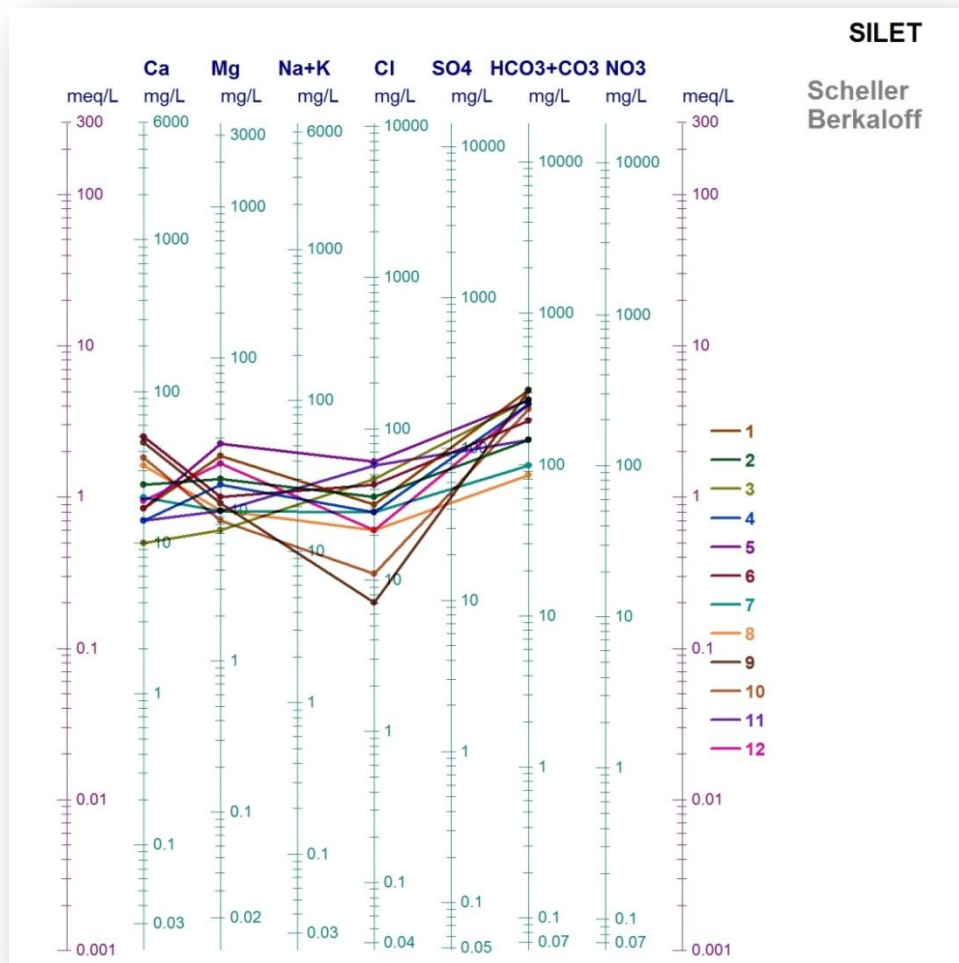


Fig. N°V3 :Représentations graphiques selon Schoeller-Berkaloff

Selon ce diagramme on remarque la dominance des bicarbonates et le calcium ce qui peut être traduit par l'appartenance des eaux de SILET à la famille bicarbonatée-calcique.

- Classification de STABLER :

Cette classification est exprimée par une formule caractéristique (formule ionique), elle consiste à calculer les quantités en réaction en pourcent par rapport à la concentration totale (50% anions, 50% cations).

Les graphes de la figure suivante (figure V4) nous donnent la possibilité de classer les puits selon les ions dominants :

C'est ainsi qu'on observe une dominance du magnésium sur le calcium aux puits 1, 3, 4 et 5 ; par contre au niveau des autres puits le Ca domine le Mg.

Cl domine l'alcalinité au puits 8 et 11. Au niveau des autres puits c'est l'alcalinité qui s'impose.

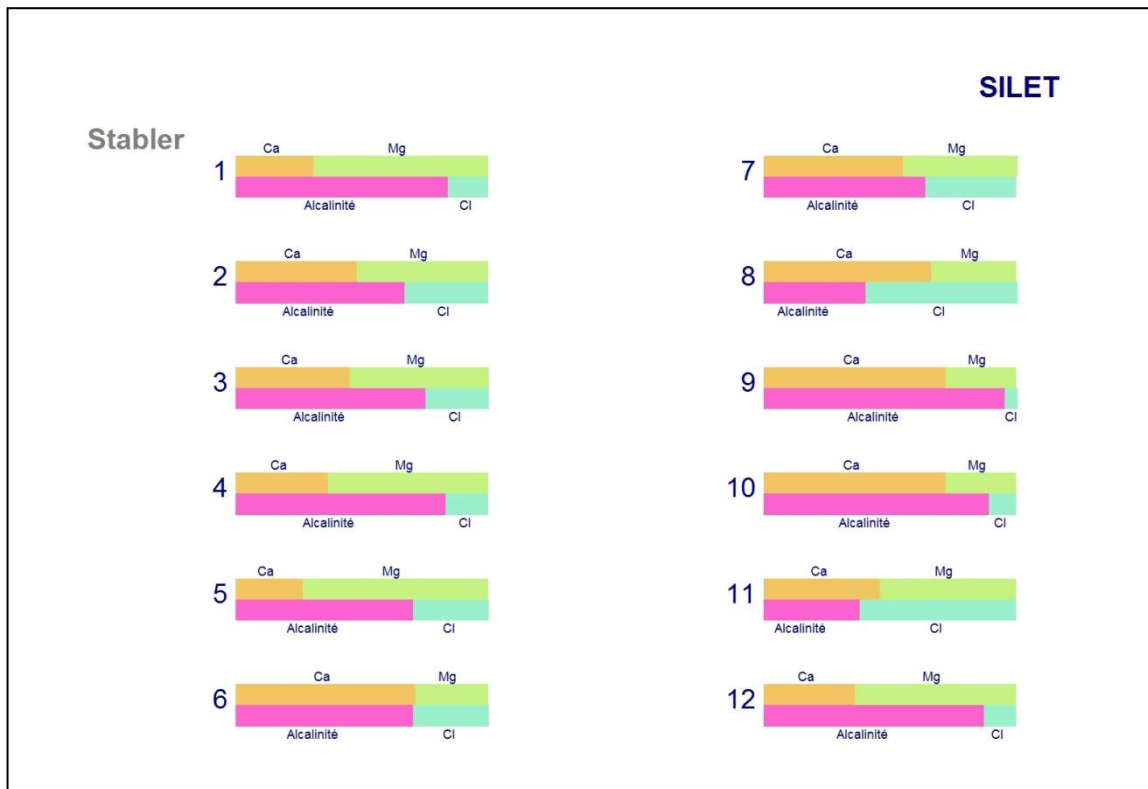


Fig. N°V4 :représentations graphiques selon STABLER

V.2.6-La demande biochimique en oxygène (DBO) :

La demande biochimique en oxygène est la masse d'oxygène consommée pendant un temps déterminé et à une température donnée pour décomposer par oxydation tout ou une partie des matières organiques contenues dans l'eau usée avec l'aide des bactéries.

V.2.7-La demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai par les matières réductrice contenues dans l'effluent.

V.2.8- Azotes et phosphore :

Le taux d'azote est de l'ordre de 15 à 20 % dans les eaux usées urbaines. Pour que les processus aérobies puissent se dérouler il est indispensable que il y ait un minimum d'azote et de phosphore c'est-à-dire :

DBO5/N proche de 20.

DBO5/P =100

Abalessa est un centre urbain important situé à 35 Km au nord-ouest de Silet. Les eaux usées de cette commune sont rejetées au niveau du cours d'eau oued Abalessa.

Afin de pouvoir déterminer le degré de pollution des eaux de rejet d'Abalessa, la société des Etudes Diverses et Assistance Technique (SEDAT) à procéder à des prélèvements d'eau usée qui furent analysés auprès de la SONATRACH à Hassi Massaoud en date de 06/03/2004.

Tableau N°V2 : Résultat des analyses chimique effectuées sur l'échantillon d'eau de rejet en date du 06/03/2004

| ELEMENTS | ECHANTILLION DE SILET |
|---------------------------------------|----------------------------|
| | La concentration en (mg/l) |
| PH | 6.76 |
| Demande chimique en oxygène (DCO) | 180.00 |
| Demande biochimique en oxygène (DBO5) | 35.00 |
| Azote ammoniacal | 37.00 |
| Nitrates | 3.10 |
| Nitrites | 0.020 |
| Phosphates | 12.70 |
| MES | 41.00 |

Ces résultats reflètent un degré de pollution organique non négligeable ce qui peut provoquer une activité bactérienne et virale. Une analyse bactériologique est nécessaire pour une caractérisation plus précise des éléments de la pollution.

V.3- Caractéristique Qualitative des eaux souterraines :

La qualité des eaux souterraines se trouve en fonction de la structure géologique, des conditions hydrogéologiques de la région de la composition lithologique des roches aquifères et de l'intensivité de la circulation des eaux.

Comme c'était déjà dit, les eaux souterrains sont formés aux dépens des pluies tombant sur les versants sud et occidental de l'Atakor, les eaux pénétrant dans les roches à la suite de dissolution de ces dernière changent leur composition, l'absence des bancs imperméables entre les nappes aquifère détermine la circulation des eaux, Par conséquent la composition chimique des eaux des nappes étudiées est assez similaire une faible minéralisation des eaux traduits leur circulation assez intense.

Dans des fins de contrôle de la qualité de l'eau, il peut être nécessaire de prélever l'eau des nappes. Afin que les échantillons prélevés soient représentatifs, l'eau doit provenir

du cœur de l'aquifère. On fait alors appel à des puits nommés piézomètres formé d'une crépine qui descend jusqu'au fond de la nappe.

Ci-dessous nous présentons la caractéristique de la composition chimique des eaux souterraines selon le Rapport de résultats des travaux Hydrogéologie effectués de 1977 à 1980 dans la région de SILET (Hoggar) par laboratoire de ORGM. les résultats de 89 analyses complètes et réduites et 48 analyses sur la détermination des micro-éléments. La classification des eaux souterraines se faisait comme suite:

V.3.1-Les nappes Aquifères des alluvions proluvions,diluvion récentes :

Continent les eaux douces qui sont principalement bicarbonaté-chloruré-sodique ou bien bicarbonaté- sodo- calacique rarement bicarbonaté- chloruré- sodiques et bicarbonaté - sulfaté - sodo - calco- magnésienne. Le fer est inexistant, parfois jusqu'à 0.1 mg/l à cause de faible profondeur, on signale dans certains points d'eau.

Les autres caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau N°V 3: l'analyse chimique de la nappe proluvion,diluvion:

| Minéralisation | PH | La dureté Des eaux | L'ammoniac | Nitrates | Nitrites |
|----------------|-----------|-----------------------|-------------|------------------|-----------------|
| 0.2-0.6 g/l | 6.7 à 8.2 | 0.8-3méq-l | 1.4-1.8mg/l | 4.3- 10.3mg/l | 0.1- 1.5mg/l |

V.3.2- Les eaux des basaltes :

Les eaux des basaltes sont douces à minéralisation moyen de Bicarbonaté-sodo-magnésiennes, l'état sanitaire des puits et de foggaras dans cette nappe est mauvais. Le Tableau N°V4: la caractéristique de la composition chimique de les eaux des basaltes:

| Minéralisation | PH | La dureté des eaux | L'ammoniac | Nitrates | Nitrites |
|----------------|---------|-----------------------|------------|----------|----------|
| 0.3-0.5g/l | 7.4-8.2 | 2.3méq-l | / | 0.3mg/l | 4.3m/l |

V.3.3-La nappe des alluvions proluvion-diluvions du quaternaire inférieur renferme:

Les eaux douces ont la composition chimique variée, principalement Bicarbonaté-sodo-magnésiennes et Bicarbonaté-sodo-magnésieno-calciques. Etant donné que cette communication avec les eaux de socle, en profondeur les eaux hydrocarbonates passent

en carbonato-chlorurées. En général, les eaux de la nappe en question sont de bonne qualité et purement être potable. Le fer est absent ou en très petite quantité (jusqu'à 0.3-0.5 mg/l).

Tableau N°V 5: l'analyse de la nappe proluvion ,diluvion de Q inférieur:

| Minéralisation | PH | La dureté des eaux | L'ammoniac | Nitrate | Nitrite |
|----------------|----|--------------------|--|---------|---------|
| 0.3-0.69 g/l | / | 19.8-36méq/l | Ont été quelquefois signalées et leur présence à été due à la pollution superficielle des puits et des foggaras. | | |

V.3.4-Les eaux du socle :

Les eaux du socle ont la composition chimique plus variée: bicarbonatées-sodо-magnésienne, bicarbonatées-chlorure-sodiques et même chlorure-sodique. La minéralisation varie de 0.3 à 1.9mg/l, En profondeur la minéralisation des eaux augmente, cela s'explique par la diminution de la fracturation du socle en grande profondeur ce qui provoque l'affaiblissement de la circulation. Le fer est absent quelquefois, il est en petite quantité: 0.3-1mg/l. Parfois les eaux des puits SILET, d'eau est polluée en provenance de surface.

Tableau N° V6: l'analyse de les eaux du socle

| Minéralisation | PH | La dureté des eaux | L'ammoniac | Nitrates | Nitrites |
|----------------|----|--------------------|------------|---------------|----------|
| 0.3-1.9mg/l | / | 1.6-5.4méq/l | / | 12.9-38.5mg/l | / |

As, Cu, Zn,Pb sont soit inexistantes soit en très petite quantité sans dépasser les normes tolérables pour les eaux potables.

V.4-Conclusion:

L'étude hydrochimique des eaux de la nappe de la région de SILET permet de conclure que les caractéristiques hydrochimiques des eaux varient selon leur siège de présence, c'est à dire chaque nappe avec sa composition.

Les eaux de l'ensemble aquifère ancien de la région de SILET sont caractérisées par un pH neutre et une minéralisation moyenne et des concentrations élevées de quelques éléments chimiques tels que : (K^+ , Cl^- , SO_4^- et NO_3^-).

Conclusion générale

Dans la région étudiée, les roches cristallines du socle précambrien sont recouvertes localement par les alluvions proluvions et alluvions quaternaires. Sur le reste du territoire elles sont coiffées des basaltes quaternaires et des proluvions-diluvions récentes suivant les vallées d'oued les alluvions récentes sont développées.

La structure tectonique de la région est complexe étant déterminée par les faille majeure du Hoggar qui s'étend dans la direction méridienne ayant la largeur de 20 km. Une grande importance est attribuée aussi à toute une série de failles subméridiennes et N – E. Ces dernières suivent dans la partie centrale le paléo-oued étudié. Les eaux souterraines sont associées aux alluvions-diluvions récentes et quaternaires ainsi qu'aux zones tectoniques et aux roches fracturées du socle. Sur une petite surface, à l'W de la région, les nappes de basaltes sont aquifères. Tous les niveaux dans le secteur communiquent entre eux.

La nappe aquifère la plus prometteuse est celle des alluvions anciennes localisées dans le paléo-oued s'étirant sur 30 Km du N – E au S – W. Cette nappe a été l'objectif principal de notre étude. Les formations aquifères sont les sables surtout à grains gros et moyens et les galets d'une épaisseur de 14-18 m. La largeur du tronçon aquifère du paléo – oued varie de 0.4Km à 2.7Km, la nappe aquifère est libre, le niveau d'eau se trouve à 2-78.3 m, dans les secteurs les plus aquifères à 26-36 m. La direction d'écoulement est du N-E au S-W.

Les débits de la nappe sont très variées et se trouvent en fonction de l'épaisseur de la nappe, dans les secteurs les plus épais(1.7-27m) les débits des forages sont de 1.8-11.6 l/sec. Les eaux sont douces, de bonne qualité à minéralisation 0.3-0.6 g/l surtout bicarbonaté-calcique-magnésiennes à l'usage industriel et potable. D'après les résultats obtenus, les réserves exploitables des eaux souterraines des alluvions anciennes ont été calculées pour les secteurs les plus aquifères à SILET, les réserves exploitables totales s'élèvent à 2100 m³/J. Les réserves exploitables sont assurées, principalement par les ressources naturelles du paléo-oued. Compte tenu du fait que la construction des ouvrages de captage dans le secteur de SILET pourrait entraîner des conséquences irréparables: l'assèchement des forages et des puits dans la localité de SILET même la destruction de l'oasis. Cependant le secteur de SILET serait utilisé pour l'adduction de la localité en croissance.

Références bibliographiques

Bibliographie

1. Dictionnaire Français d'Hydrogéologie.
2. FATEN BECHIRI-BENMERZOUG, 2012. Les granitoïdes de type TTG de la région de SILET, HOGGAR, ALGERIE Cartographie, Pétrologie, Géochimie Isotopique et Géochronologie (Edition universitaire européennes).
3. GRAVELLE M, 1958-1959, carte structurale et géologique, Feuille de SILET au 1/200.000 Hoggar.
4. GRAVELLE M, 1969. Recherches géologiques du socle précambrien du Hoggar central et occidental (région de SILET-Timgaouine)
5. G. CASTANY : Principes et Méthodes de L'hydrogéologie.
6. J-M DAUTRIA, 1988. Relation entre les Hétérogénéités du Manteau Supérieur et le Magmatisme, en Domaine continental Distensif: Exemple des Basaltes Alcalins du Hoggar (SAHARA CENTRAL, ALGERIE) et de Leurs Enclaves .
7. MARC SAMSOEN : Les eaux souterraines dans les territoires du Sud.
8. ORGM: Rapport résultats des travaux hydrogéologie effectués de 1977 à 1980 dans la région de SILET (Hoggar).
9. RODECO: 1975 Rapport des résultats des Travaux géophysiques et hydrologique
10. Projet-Uranium /Hydrogéologie(Hoggar, Alger) SONAREM, Alger.

Résumé:

Le territoire de la ville de SILET s'inscrit dans un espace naturel très vaste (le Hoggar) et chevauché entre deux domaines bien distincts : Le Hoggar central et le Hoggar occidental. La ressource hydrique de SILET est basée essentiellement sur la nappe de l'inféro-flux.

Toutes les nappes aquifères de la région sont en communication permanente, on peut les considérer comme un seul complexe aquifère. Les eaux de la nappe des alluvions anciennes de la région de SILET sont faiblement minéralisées et le faciès chimique est bicarbonaté-calcique, Ces eaux sont chimiquement et bactériologiquement propres à la consommation humaine.

Mots Clés: inféro-flux, alluvions anciennes, nappe, SILET

ملخص:

أراضي مدينة SILET هو جزء من منطقة طبيعية هائلة الهقار وقللت منطقتين متميزتين: وسط وغرب الهقار . ويستند موارد المياه SILET أساسا على أرض الواقع من inféro-flux.

جميع طبقات المياه الجوفية في المنطقة على اتصال مستمر، فإنها يمكن أن تعتبر معقدة طبقة المياه الجوفية

واحدة. المياه في المنطقة القديمة من SILET الطمي المعدنية ضعيفة والسحنة الكيميائية هو بيكربونات

الكالسيوم وهذه المياه هي كيميائيا وميكروبيولوجيا آمنة للاستهلاك البشري .

كلمات المفتاحية: inféro-Flux, طبقة المياه الجوفية سيلت

Summary:

The territory of the city of SILET is part of a vast natural area (Hoggar) and straddled two distinct areas: central and western Hoggar. Water resources SILET is based mainly on the ground of inferior-Fleux.

all aquifers in the region are in constant communication, they can be considered as one aquifer complex.

The waters on the ancient region of SILET weakly mineralized alluvium and chemical facies is calcium bicarbonate, These waters are chemically and microbiologically safe for human consumption.

Keywords: inferior-Flux, alluvial aquifer, SILET.