



N° d'ordre :



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 2 Mohammed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre et d'Univers

Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du Grade
De Master en Géologie d'exploration

Option :

Paléoenvironnements et Géodynamique des Bassins Sédimentaire

Thème :

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DE LA SEDIMENTATION ANCIENNE ET ACTUELLE
DE LA CUVETTE DE SBAA (SEBKHA DE SBAA SAHARA OCCIDENTAL, ALGERIE).

Par

MEDIANI M'hammed Salah

Soutenu : le 29/06/2016 devant la commission d'examen :

Melle : SATOUR L.	Maître de Conférences A	Université d'Oran 2	Président.
Mr : MOUSSA K.	Professeur	Université d'Oran 2	Rapporteur.
Mr: SALHI A.	Maître –assistant	Université d'Oran 2	Examineur.

Oran, 2016

TABLE DES MATIERS

Dédicace	
Avant-propos	
Résumé	

PREMIER CHAPITRE

GENERALITES

I- Introduction.....	01
II-Contexte géographique	01
A) Situation générale de la cuvette de Sbaâ	01
III- Contexte climatique et morphologique.....	02
IV-Contexte géologique général.....	03
A- Aperçu stratigraphique.....	03
V-Aperçu structural	07
VI-Cadre pétrolier.....	08
VII-Historique des recherches	09
A- Les travaux anciens (1900-1970)	09
B- Les travaux compris entre (1970-1990).....	09
C- Les travaux récents (après 1990).....	10

DEUXIEME CHAPITRE

CADRE GENERAL ET LTHOSTRATIGRAPHIE

I- Cadre Naturel.....	12
A- Présentation de la zone d'étude	12
II- Contexte climatologique.....	13
A- Paramètres climatiques.....	13
1- La Température.....	13
2. Le vent.....	14
A) Pourcentages ou Fréquences des vents.....	14
B) La vitesse du vent.....	15
3- La précipitation.....	15
4- L'évaporation.....	17
5- L'humidité relative.....	18
III- Conclusion.....	18
IV- Méthodologie du travail.....	19

V- Localisation des forages étudiés.....	19
VI- Etude lithostratigraphique	21
- Description des trois coupes.....	21
- Description lithologique de Sbaâ 25.....	21
- Description lithologique de Sbaâ 24.....	23
-Description lithologique de Sbaâ 27.....	25
VII - Corrélation entre les trois forages.....	27

TROISIEME CHAPITRE

RESULTATS SUR LA SABKHA DE Sbaâ

I-Introduction.....	29
II- Généralité sur les Sebkhas.....	29
1. Définition de la Sebkha.....	29
2. Les systèmes des Sebkhas.....	29
3. Classification des Sebkhas.....	30
1- Classification selon le bilan hydrologique.....	30
2- Classification selon le milieu de formation.....	31
A- Sebkha fluvio-lacustre.....	31
B- Sebkhas inter-dunaires.....	31
c)- Sebkha marine ou côtière.....	32
III- Localisation géographique de la Sebkha de Sbaâ	33
IV- Description lithologique.....	33
V- L'analyse granulométrique.....	35
1- Caractéristiques granulométriques.....	35
VI- Apport géophysique.....	36
1- Etalonnage à l'aide des forages.....	36
A- Etalonnage à l'aide du forage Sbaâ 1.....	37
B- Étallonage à l'aide du forage Sbaâ 31.....	37
VII- Conclusion.....	38

QUATRIEME CHAPITRE
CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale.....39
Références bibliographiques.
Liste des figures.
Liste des tableaux.

AVANT-PROPOS

Un très grand merci au bon DIEU qui est toujours présent avec moi dans le bonheur et dans le pire. Au terme de ce travail, il m'est très agréable de remercier tout ce qui m'a aidé à élaborer ce mémoire.

Mes remerciements vont tout d'abord à mon encadreur, Monsieur **Kacem MOUSSA**, Professeur à l'Université d'Oran 2 qui m'a proposé ce sujet qu'il trouve en ces quelques mots toutes mes reconnaissances et ma gratitude, pour son assistance, ses conseils et sa compréhension pour sa disponibilité et son efficacité, où j'ai eu beaucoup de doute et d'incertitude au long de ce travail. Je salue son esprit critique et encourageant qui m'ont permis de mener ce travail à terme.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à **Melle, SATOUR Linda**, Maître de Conférences A à l'Université d'Oran 2, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury. Je le remercie également pour ses discussions utiles et fructueuses et ses conseils précieux.

Mes remerciements profonds vont également à Monsieur **SALHI Abdeldjebbar**, Maître –assistant à l'Université d'Oran 2 qui a accepté d'examiner ce Mémoire.

J'exprime aussi mes remerciements à mes amis qui m'ont accompagné sur le terrain et qui m'ont aidé de faire ce travail, je citerai surtout Mr Azizi et Mlle Soulimani, sans oublier les responsables et ingénieurs des organismes suivants :

- l'ANRH d'Adrar
- Direction de l'environnement d'Adrar

Mes remerciements vont également à tous mes collègues géologues et mes amis des cités universitaires, pour leurs amitiés, aides précieuses et leurs soutiens moraux. Je ne pourrais oublier de remercier ma famille **MEDIANI** à Bouda.

M^{ed} Salah. MEDIANI

ملخص

منطقة دراستنا هي جزء من الصحراء الغربية . و هي منطقة تتميز التضاريس الصحراوية التي تم تشكيلها خلال أوائل العصر الحديث الأقرب إلى الوقت الحاضر، وبعد ظواهر التعرية المركزية. ونتيجة لذلك ، وضعت هذه الظواهر نظام توزيع المياه (النهرية) والمياه الراكدة (سبخة، بكنة).

السبخات هي أنظمة إيكولوجية طبيعية ، هذه الأنظمة تستعمل كمؤشرات للتطور الجيوكيميائي الطبيعي. السبخات هي عبارة عن منخفضات قليلة العمق ، تحبس الماء المالح لفترة زمنية طويلة حيث هذه المياه المالحة لا تجف عموماً إلا في فترة الصيف الساخنة ، البعض منها تبقى رطبة على امتداد السنة. من بين هذه السبخات الرئيسية لمدينة أدرار ، سبخة واد السبع ، سبخة واد السبع تقع على بعد 40 كيلومتر من الجهة الشمالية لمدينة أدرار ، وحوالي 6 أمطار غرب الطريق الوطني رقم 6 ، بل هو امتداد وعاء السبع التي وقفت فقط في سفوح سلسلة أوقارتا، ويقع في منطقة المناخ الجاف جداً.

ان الهدف من هذا العمل هو دراسة الرسوبيات في المنطقة من أجل تحديد أنواع مختلفة من السحن ، الارتباطات الأفقية لمتابعة التمديد الجانبي وتحليل حجم التربة في سبخة السبع والدراسة الجيوفيزيائية على التدريب لمنطقة الدراسة.

بشكل عام، أظهرت النتائج أن الرمال الطبقة الأكثر المهيمن هو الرمل الناعم.

الكلمات المفتاحية : الرباعي، سبع، سبخة، السحن، حجم حبيبات التربة، الجيوفيزيائية.

Résumé :

Notre zone d'étude fait partie de Sahara Occidentale. C'est une région caractérisée par un relief saharien qui a été modelé au cours du Quaternaire ancien à l'Actuel, suite aux phénomènes d'érosion intensives. Par conséquence, ces phénomènes ont dessiné le réseau hydrographique (fluvial) et les eaux stagnantes (sebkhas, guelta).

Les sebkhas forment des écosystèmes naturels, et sont utilisées comme des indicateurs de l'évolution géochimique naturelle. Les sebkhas constituent des dépressions peu profondes, renferment de l'eau salée pendant de longues périodes, ne s'asséchant généralement qu'aux plus fortes canicules de l'été. Certaines d'entre elles peuvent même rester humides durant toute l'année. L'une des principales sebkhas de la ville d'Adrar est celle de sebkhas d'Oued Sbaâ. Celle-ci est située à 40 Km au Nord de la ville d'Adrar, à environ de quelques mètres au Ouest de la Route National RN6, elle serait le prolongement est de la cuvette de Sbaâ qui s'établit juste au piémont est de la chaîne d'Ougarta, elle est située en pleine zone climatique très aride.

Le présent travail a pour objectif étude de sédiments dans la région afin de déterminer les différents types de faciès, les corrélations pour suivre l'extension latérale et analyse granulométrique des sols au niveau de la Sebkha de Sbaâ et l'étude géophysique pour sur des formations de la région d'étude.

D'une façon générale, les résultats obtenus montrent que sable la plus dominante est la classe de sable fin.

Mots clés : Quaternaire, Sebkhas, Sbaâ, faciès, granulométrique, géophysique.

Summary:

Our study area is part of Western Sahara. It is a region characterized by a Saharan terrain that was formed during the early Pleistocene to Recent, following intensive erosion phenomena. Consequently, these phenomena have drawn the water system (fluvial) and stagnant water (sebkhas, guelta).

Sebkhas form of natural ecosystems, and are used as indicators of the natural geochemical evolution. Sebkhas are shallow depressions, contain salty water for long periods, not drying out as generally stronger heat waves of summer. Some of them may even remain wet throughout the year. One of the main sebkhas the city of Adrar is that of Oued sebkhas Sbaâ. It is located 40 Km North of the city of Adrar, about a meter of West National Road N6, it is an extension of the bowl Sbaâ which stood just in the foothills of the Ougarta chain, is situated in the very arid climate zone.

The present work has for objective study of sediment in the area to determine the different types of facies correlations to follow the lateral extension and size analysis of soils at the Sebkhâ Sbaâ and geophysical study on training of the study area.

In general, the results show that the most dominant class sand is sand.

Keywords: Quaternary, Sebkhas, Sbaâ, facies, grain size; geophysical.

Chapitre I

Généralités

I- INTRODUCTION

La cuvette de Sbaâ est une entité géologique économiquement très importante. Elle fait partie du Sahara occidental se situant dans la zone de jonction entre les trois bassins : Timimoun, Ougarta et Reggane. Pour l'heure actuelle, la cuvette de Sbaâ est le seul sillon pétrolifère dans le Sahara occidental et les autres bassins sont gazifères.

II- CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

A- SITUATION GENERALE DE LA CUVETTE DE SBAÂ (FIG. 1)

La cuvette de Sbaâ correspond à un étroit sillon d'orientation NW-SE, situé au Sud-Ouest de la plate-forme saharienne, couvrant une superficie de 32 683 km² entre les parallèles 27°00 N et 29°00 N et les méridiens 1°00 E et 1°00 W (Sonatrach et Schlumberger, 2007).

Elle est limitée :

- à l'Ouest, par la chaîne de l'Ougarta qui la sépare du bassin de Reggane ;
- au Sud, par la zone haute du Bled El Mass ;
- au Nord Est, par le bassin de Timimoun ;
- à l'Est, par le bassin de l'Ahnet et la voûte d'Azzène.

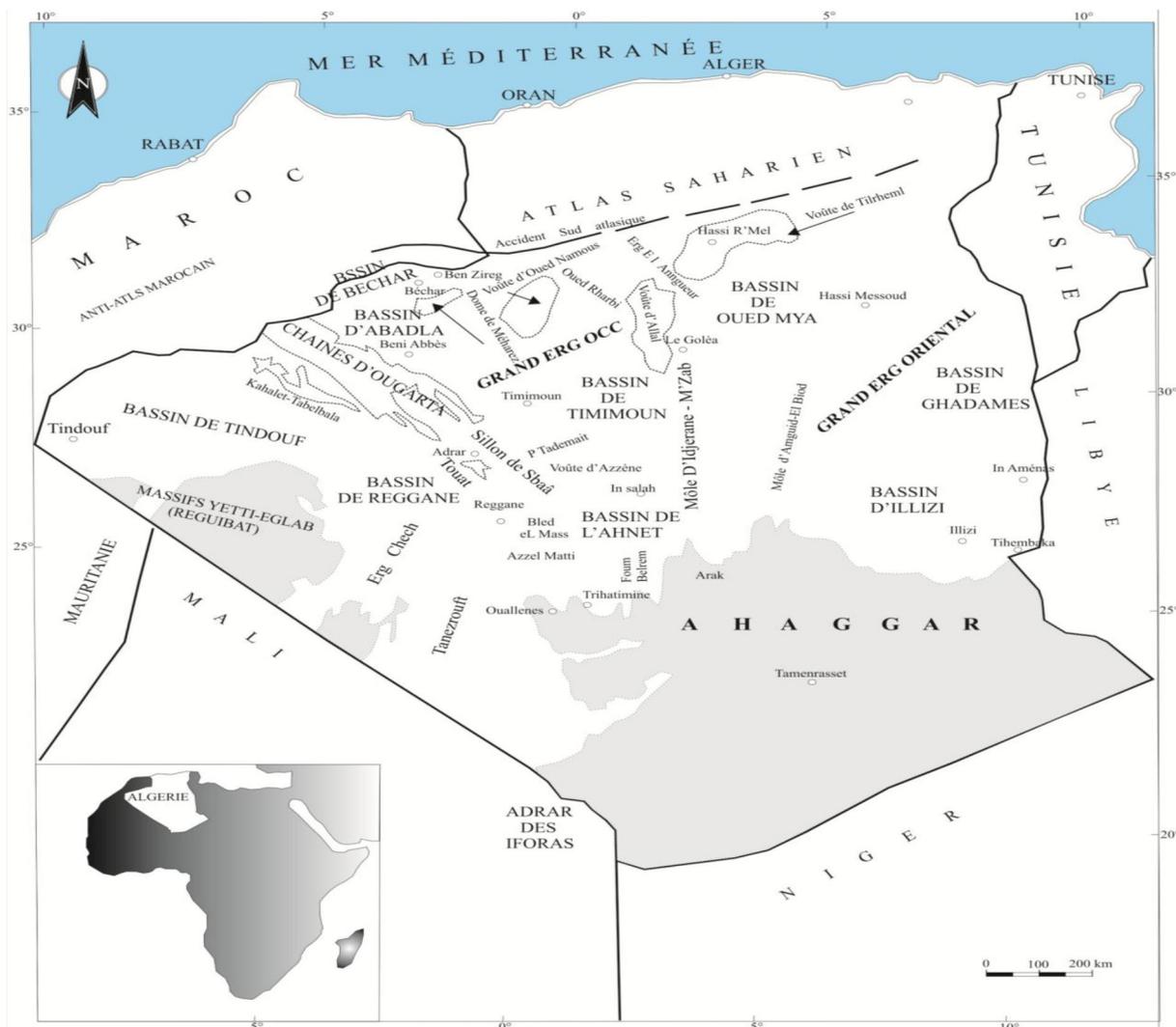


Fig. 1- Situation géographique de la cuvette de Sbaâ (*in*. Drid, 1989).

III- CONTEXTE CLIMATIQUE ET MORPHOLOGIQUE

La cuvette de Sbaâ est dominée par un climat désertique aride caractérisé par une pluviométrie très faible d'environ 20 mm/an ; une température très élevée en été pouvant dépasser 49 C° et très basse en hiver qui pouvait atteindre jusqu'à 0 C°. Les vents de sable sont très fréquents et violents, de directions généralement SE et NW.

Le plateau de Tademaît correspond à une unité morphologique très importante dans la région d'étude où l'altitude moyenne varie entre 300 à 500 m au-dessus du niveau de la mer. Le plateau est formé par une dalle de calcaire qui repose sur une formation argileuse d'âge crétacé supérieur. Elle est couverte par des regs et des dépôts fluviatiles, découpé par des vallées d'oueds dont l'altitude s'abaisse graduellement vers le Sud-Ouest où il forme la dépression de Touat, vers l'Est et s'étalent la plaine de Tidikelt et à l'Ouest la plaine de Gourara.

La région d'étude présente des formes morphologiques variées : plateaux, hamadas, dépressions, ergs. Ces formes ont été modelées au cours du Quaternaire ancien et actuel sous l'effet de l'intensité des phénomènes d'érosion. Par conséquent, ces phénomènes ont dessiné le réseau hydrographique (fluvial) et les eaux stagnantes (sebkhas, guelta).

IV-CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL

A- APERÇU STRATIGRAPHIQUE (Fig. 2 et 3)

La cuvette de Sbaâ est caractérisée par une série sédimentaire très épaisse (couverture sédimentaire) qui varie entre 2500 et 3000m, discordante sur un socle granitique infracambrien et une série détritico-argilo-gréseuse et ferrugineuse : c'est la "Série pourprée" (Allègre et Caby, 1972 ; Clauer et *al*, 1982). La couverture est constituée essentiellement par des formations sédimentaires du Paléozoïque, de nature gréseuse, argileuse ou argilo-gréseuse. Au-dessus du Paléozoïque, s'installe des dépôts tabulaires mésozoïques transgressifs (fig. 2 et 3A).

Pour plus de détails sur les diverses formations du Paléozoïque (fig. 2 et 3A) et leurs environnements, on renvoie le lecteur à la liste bibliographique (Gevin, 1960 ; Conrad, 1984 ; Laggoun, 1987 ; Drid, 1989 ; Beghou, 1991 ; Akkouche, 2007). Les travaux d'exploration des principaux réservoirs de l'hydrocarbure dans la cuvette Sbaâ sont également expédiés (Legrand, 1985 ; Drid, 1989 ; Lüning et *al.*, 2000 ; Sonatrach et Schlumberger, 2007).

Les séries mésozoïques oscillent entre 100 et 800m d'épaisseur, couvrant l'ensemble de la région et elles reposent en discordance angulaire sur le Paléozoïque. Dans la cuvette de Sbaâ, le Mésozoïque est représenté par trois ensembles lithostratigraphiques distincts (Drid, 1989, Laggoun, 1987) (Fig.4B) : (i) le Lias anhydritique, d'épaisseur variable est très réduite (Drid, 1989 ; Laggoun, 1987) ; (ii) le " Continental Intercalaire" (C-I) surmonte le Lias ou repose directement en discordance angulaire sur le Paléozoïque. Le "C-I" est assez uniforme partout ; il englobe toutes les formations continentales datées du Jurassique moyen-supérieur et du Crétacé inférieur. Il devient plus épais vers l'Est et le Nord-Est.

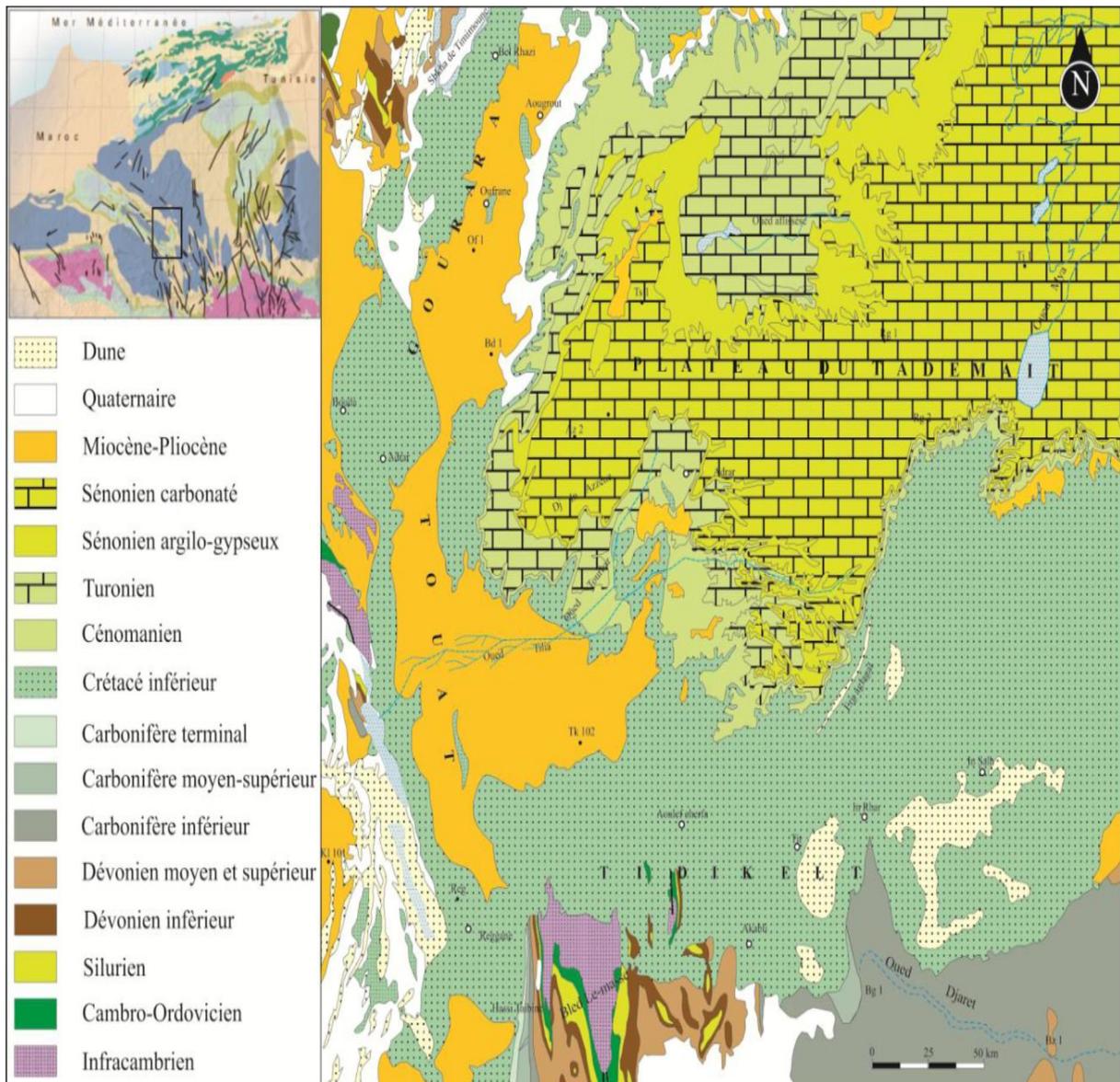


Fig. 2- Carte géologique de la région d'étude (extrait de la carte géologique du bassin mésozoïque du Sahara algéro-tunisien 1/2000000 ; Busson, 1967)

. Une coupe type lithologique très schématisée est proposée (Drid, 1989) (Fig.3B).

Nous avons de bas en haut :

- Un premier niveau composé par des alternances d'argiles brunâtres à rougeâtres et de grès gris vert à brun rouge à ciment dolomitique, localement argilo-carbonaté. On y remarque parfois des traces d'anhydrite (dans le forage d'Oued Zine ODZ-1), de calcaire (dans le Sbaâ SBAAN-1 et Azzen AZ-1) et de dolomie (Ma-1). De minces niveaux de marnes charbonneuses sont aussi présents dans ces intervalles (Ma-1) avec des traces de lignite et de pyrite.

- Un deuxième niveau constitué de grès, de sables jaunes fins devenant grossiers graveleux avec de fins passées d'argiles sableuses rouges parfois dolomitiques.
- Un troisième niveau formé de dépôts argilo-gréseux, entrecoupés par des bancs très fins de dolomie et de calcaire dolomitique.
- Un quatrième niveau consistant presque exclusivement en des bancs de calcaire et de dolomie (dans les structures de Sbaâ et d'Oued-Zine).

(iii) Le Crétacé supérieur se dispose sous forme d'un golfe ouvert vers l'Est et le Nord Est. Dans la cuvette de Sbaâ, il est représenté par trois étages : le Cénomaniens silteux et carbonaté est surmonté par une dalle carbonatée. Le Turonien est calcaire et argileux avec de nombreuses passées d'argiles et de marnes vertes avec des traces de gypse et le Sénonien argilo-gréseux dans la partie inférieure et calcaires dans la partie supérieure qui témoignent un nouveau retour de la mer.

Le Cénozoïque est représenté par une série (0-160m) de sables grossiers, argiles avec des passées calcaires, d'environnements très différenciés, d'âge Plio-Pleistocène (Beghoul, 1991).

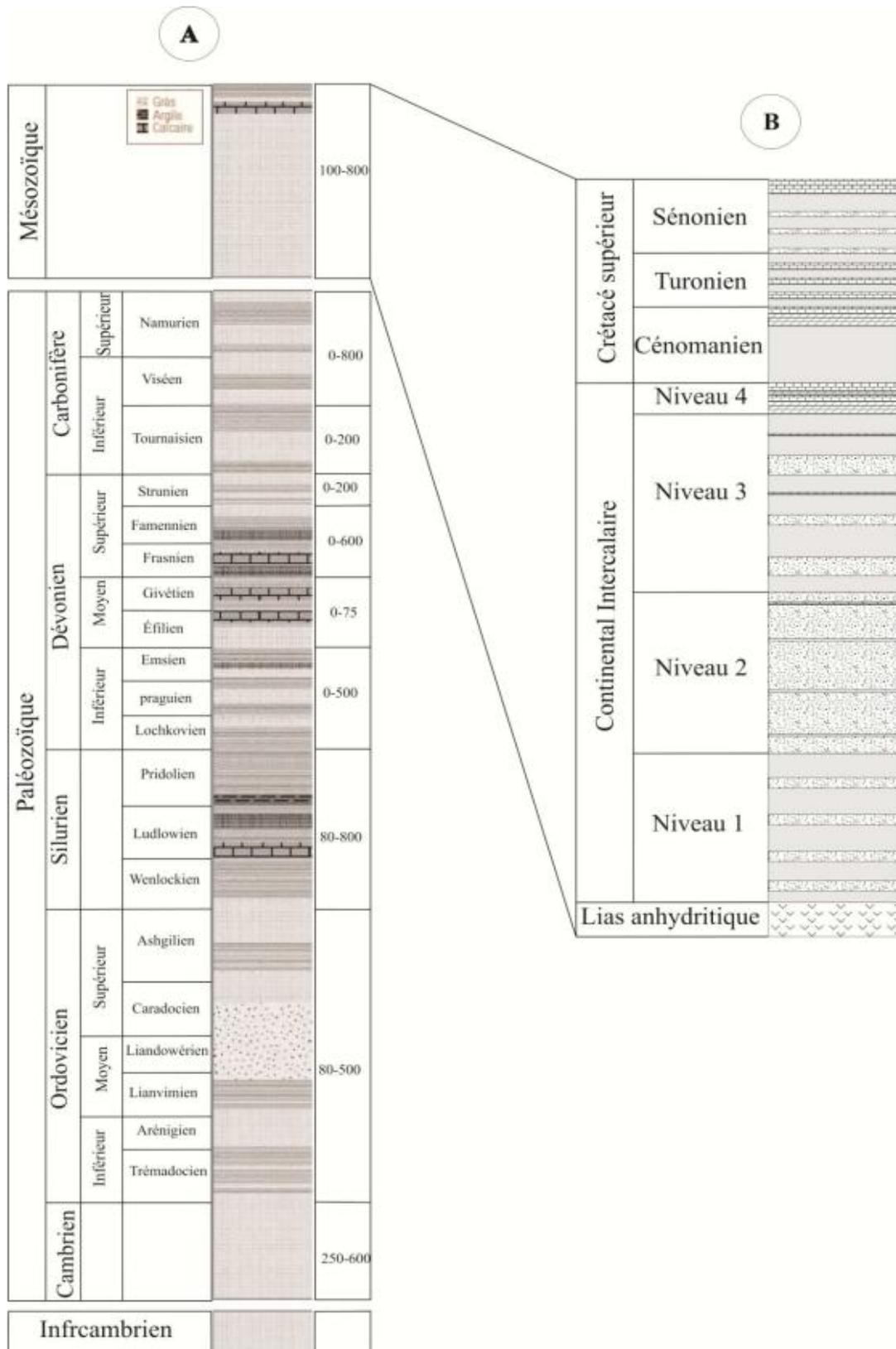


Fig. 3- Colonne lithostratigraphique de la cuvette de Sbaâ (Sonatrach et Schlumberger, 2007 modifié) (A)
 - Colonne lithologique du Mésozoïque proposée par M. Drid (1989) (B).

V-APERÇU STRUCTURAL :

La cuvette de Sbaâ apparaît comme un sillon étroit intra-cratonique, allongé selon une direction général NW/SE, située à la bordure occidentale du craton est-africain. Les formations sont nettement plus compactées, très accidentées et marquées par la présence de nombreuses failles, surtout inverses et parfois normales, multidirectionnelles et se rencontrent à de faibles profondeurs (jusqu'à 500m) (Beghoul, 1991 ; Laggoun, 1987). Ces failles jalonnent des plis anticlinaux de dimensions modestes dont les axes sont parallèles aux bordures de la cuvette (Khenous, 1997) (Fig. 4). Cette structure est constituée par un socle dit "africain", caractérisée par un style tectonique particulier. Comme tous les bassins sahariens, la cuvette de Sbaâ est passée par divers mouvements orogéniques. Les plus importantes sont :

- Les mouvements orogéniques panafricains. Ce cycle correspondrait à une période d'importantes déformations caractérisée par un réseau de fracturations lié à des grands accidents profonds subméridiens, jouant un rôle important dans la structuration et la sédimentation de la plate-forme saharienne. A la fin de ce cycle (fin Cambrien), une période d'émersion (phase sarde) suivie par une érosion intense provoquant des discontinuités de ravinement (pénéplanation).
- Les mouvements orogéniques calédoniens. Après le dépôt des séries transgressives de l'Ordovicien inférieur et moyen, une nouvelle phase érosive fini-ordovicienne (phase taconique) coïncide grossièrement avec les épirogenèses localisées à la fin du Caradoc. L'installation d'une calotte glacière, avec des accidents majeurs accompagnés par des soulèvements régionaux, se placent à l'individualisation de l'aulacogène de l'Ougarta à l'Ashghilien supérieur (Destombes, 1971 in Beghoul, 1991).

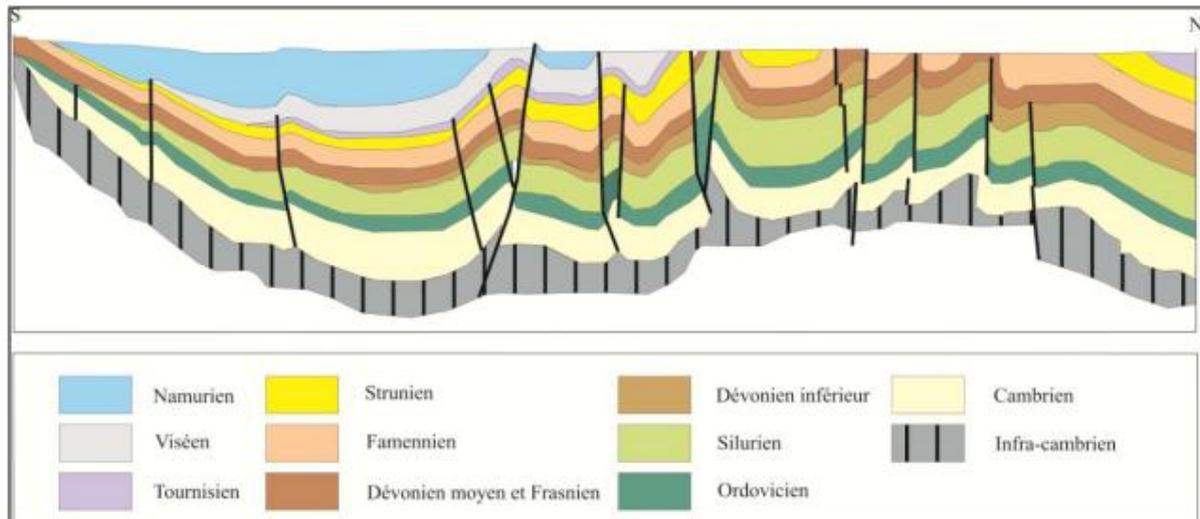


Fig. 4- Coupe géologique de la cuvette de Sbaâ (Sonatrach et Schlumberger, 2007)

- Les mouvements orogéniques hercyniens. Les bassins occidentaux de la plate-forme saharienne sont les principaux témoins de la tectonique hercynienne. Cette phase serait responsable de la plupart des grandes structures actuelles du bassin. Le Dévonien inférieur est marqué par des bombements épirogéniques situés pour l'essentiel au Gédinnien. Le maximum de subsidence du bassin au Dévonien supérieur et les indices de distension dans la cuvette de Sbaâ semblent s'inscrire dans le même cadre que les événements se déroulant dans la Méseta centrale du Maroc : distension et création du bassin de Sidi Bettache (Pique, 1975 ; 1976 ; 1979 ; 1980 in Beghou, 1991) et distension dans la partie centrale de l'Anti-Atlas marocain (Wendt, 1985).

- Les mouvements orogéniques post-hercyniens. Après l'orogénèse hercynienne, une période de non-dépôt est marquée par l'absence totale du Trias et du Jurassique inférieur dans le Sahara occidental, suivi par une importante phase d'érosion et d'aplanissement des reliefs du Crétacé inférieur (phase autrichienne). Cette période est caractérisée par des arrivées détritiques massives qui se généralisent à toute la plate-forme saharienne (Busson, 1972, Boudjemaâ, 1987 ; Fabre, 1965, 2005), en provenance des zones méridionales. Des mouvements qu'a connus la partie NE de la plate-forme, s'expriment par la formation d'anticlinaux, des failles, des érosions intenses, des discordances qui atteignent les formations du Crétacé inférieur, et celles du Jurassique et du Trias (Busson, 1972 ; Boudjemaâ, 1987).

VI-CADRE PETROLIER

La cuvette de Sbaâ se caractérise par son intérêt économique. C'est une zone à gisements commerciaux d'huile à l'heure actuelle dans le Sahara occidental qui est plus connu comme une province à gaz. La principale particularité de ce bassin est la découverte d'huile dans les réservoirs du Tournaisien-Strunien, du Dévonien moyen et inférieur, ainsi que dans l'Ordovicien (Sonatrach et Schlumberger, 2007). Les gisements de gaz sont, en majorité découverts dans les réservoirs du Cambro-Ordovicien, qui se caractérisent par des environnements de dépôt variés et complexes.

VII-HISTORIQUE DES RECHERCHES :

La plate-forme saharienne et en particulier la cuvette de Sbaâ ont fait l'objet de nombreuses études. Dans cette partie, nous exposons brièvement l'historique des travaux géologiques de la cuvette de Sbaâ et les régions voisines. Nous distinguerons schématiquement trois périodes de recherches :

A- LES TRAVAUX ANCIENS (1900-1970)

Cette période a été marquée par des travaux de reconnaissance stratigraphique des terrains paléozoïques basés sur l'observation directe édités dans des monographies régionales. D'éminents pionniers de la géologie du Sud-oranais ont établi les grands traits stratigraphiques et structuraux du Paléozoïque du Sahara algérien (Flamand, 1900-1911 ; Meyendorf, 1928 ; Menchikoff, 1930, 1957 ; Lapparent, 1947, 1960 ; Legrand, 1962-1985).

A partir des années 1950, le Sahara algérien nord-occidental a été le siège des travaux de nombreuses compagnies et sociétés minières ainsi que pétrolières. L'activité d'exploration dans le bassin de Sbaâ remonte à 1954, avec une campagne de gravimétrie. Entre 1956 et 1979, une dizaine de puits ont été forés et ont permis de mettre en évidence une accumulation d'huile dans le Givétien sur la structure d'Azzène en 1959 et de gaz dans l'Ordovicien sur la structure de Belrhazi en 1963. A.F. Lapparent (1947a, 1960) a signalé la répartition des grands gisements de Dinosaures dans le Sahara. Il a donné un âge Crétacé inférieur au "Continental intercalaire" dans le Gourara, Touat et Tidikelt et l'a divisé en quatre horizons constants qui sont les équivalents latéraux de la "série du Djoua". D'autres observations d'ordre paléontologique, stratigraphique et hydrologique complètent le "Continental intercalaire" dans les régions précédentes (Conrad, 1968).

B- LES TRAVAUX COMPRIS ENTRE (1970-1990)

Cette période correspond à l'exploration pétrolière dans la plate-forme saharienne. La relance des travaux d'exploration a été entamée entre 1970 et 1974 par la réalisation des campagnes de sismique régionales, jusqu'à l'année 1976. Cette activité a été suivie par le forage du puits SBAÂ-1 en 1980, qui a mis en évidence une accumulation d'huile dans le Tournaisien. G. Busson (1970), a étudié la série mésozoïque, en utilisant les travaux des compagnies pétrolières.

Dans une synthèse géologique sur le Sahara algérien, J. Fabre (1976) a donné une vision globale sur les événements géologiques au Sahara algérien depuis le Précambrien jusqu'au Quaternaire. Dans cet ouvrage, l'auteur présente la géologie de la région d'étude au cours du Crétacé inférieur "Continental intercalaire" et le Crétacé supérieur.

Dans le cadre de la recherche en matières minérales et énergétiques, F. Laggoun (1987) a présenté une approche géochimique et pétrologique et une étude de la diagenèse organique des séries paléozoïques du bassin de Sbaâ, Cette étude a été suivie par quelques aspects de la diagenèse organique et minérale des séries sédimentaires de Paléozoïque et de Mésozoïque dans le bassin de Timimoun et le sillon de Sbaâ (Drid, 1989).

C- LES TRAVAUX RECENTS (APRES 1990)

Une synthèse sur le "Continental Intercalaire" s'est réalisée sur le Sahara nord-ouest et les régions voisines (Lefranc et Guiraud, 1990) où il a été défini le stratotype des séries continentales et les approches paléontologiques, paléoclimatique et l'évolution géodynamique. Ces deux dernières approches ont été complétées par une analyse diagraphique à la connaissance du bassin de Timimoun, la voûte d'Azzène et la cuvette de Sbaâ (Beghoul, 1991). Khenous (1997), en vue de la recherche pétrolière.

Dans un second ouvrage, Fabre (2005), compléta la synthèse géologique récente du Sahara occidental et central. Pour lui, le Crétacé inférieur est essentiellement représenté par des épandages détritiques correspondant à des affleurements de bords de bassins pauvres en fossiles et en horizons repères. A. Nedjari et al. (2006), ont étudié le Crétacé inférieur des régions de Timimoun, El Goléa, Aoulef et Reggane. Ils concluent que les accumulations de faune et de flore dans la sédimentation continentale de milieu désertique, constituent les seuls repères biostratigraphiques qui ont permis des datations

relativement fiables. Le même auteur, en 1994 a déjà fait une synthèse des travaux sur les évènements fini-hercyniens de l'Ouest du Maghreb (Algérie, Maroc).

Sur la base de l'application de la datation par traces de fission à l'analyse de la thermicité de bassins à potentialités pétrolières", M. Akkouche (2007) a conclu que la cuvette de Sbaâ se situe en position centrale par rapport aux zones d'influence thermique liées à l'ouverture de l'Atlantique et au panache du Hoggar, ce qui expliquerait la coexistence de l'huile et du gaz dans la cuvette de Sbaâ. Dans le cadre de la WEC-Algérie, (Sonatrach et Schlumberger, 2007) ont résumé une synthèse sur la géologie pétrolière de l'Algérie. Dans ce chapitre, ils signalent une vision générale sur la cuvette de Sbaâ avec certains détails sur la géologie des réservoirs.

Chapitre II
Cadre général & Lithostratigraphie

I. CADRE NATUREL

I.A. Présentation de la zone d'étude :

La région d'Adrar se trouve encaissée au fond d'une cuvette très large de la basse vallée de l'Oued Sbaâ. Ce dernier est caractérisé par une dissymétrie marquée par la Sebkhia. On observe la présence d'une falaise occidentale particulièrement nette et continue, tandis que la limite orientale est imprécise.

- Au Sud-Ouest, par les chaînes de l'Ougarta qui la séparent du bassin de Reggane
- Au Sud, par la zone haute du Bled El Mass
- Au Nord-Est, par le bassin de Timimoun
- A l'Est, par le bassin de l'Ahnet et la voûte d'Azzène.

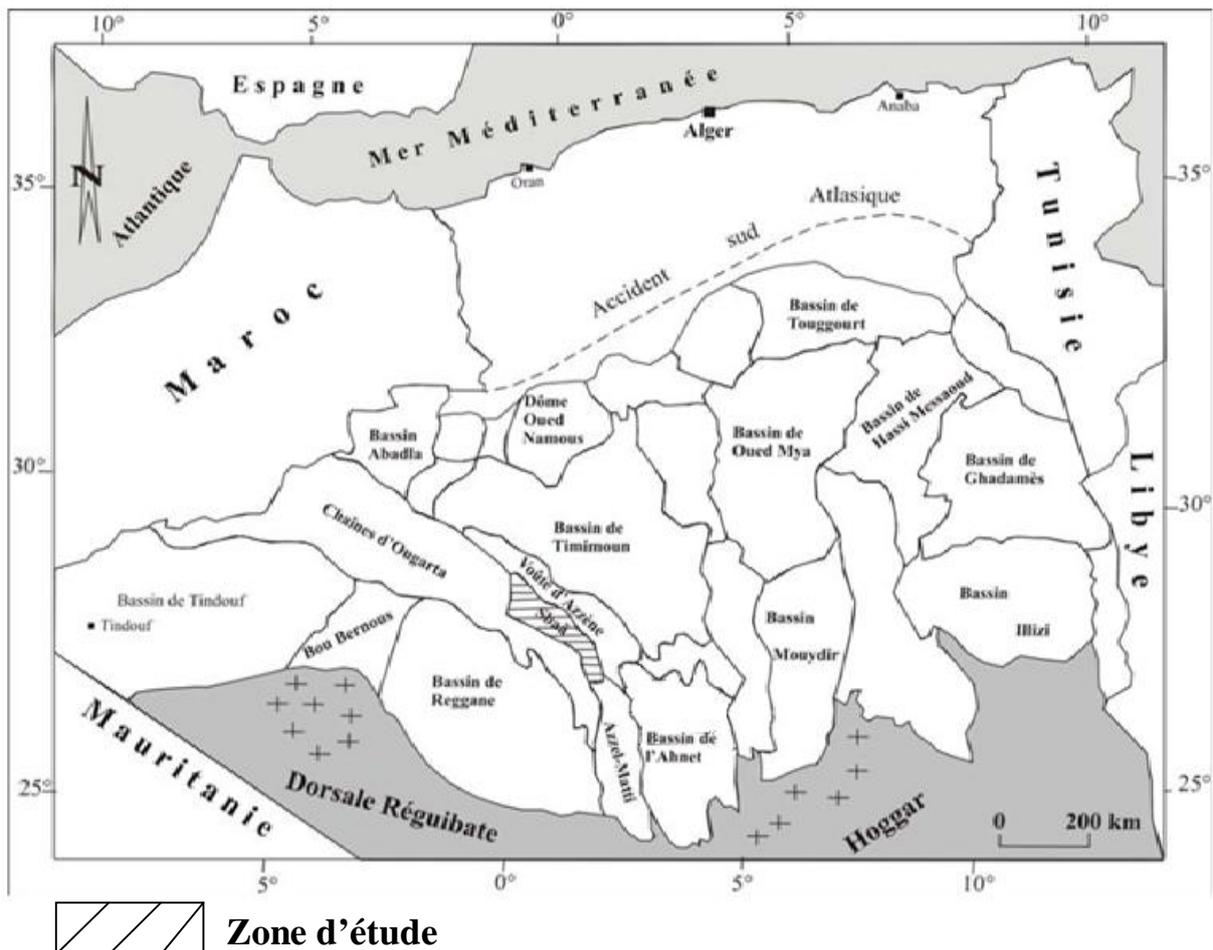


Fig.5 -Carte de situation de la zone d'étude (AKKOUICHE; 2007).

II- CONTEXTE CLIMATOLOGIQUE :

L'étude climatologique a été réalisée sur les données disponibles au niveau de l'ONM (l'office national de météorologie) qui est en fait les plus représentatives de notre zone d'étude «Adrar», et qui présente une série de données de précipitation assez longue. En plus on s'intéressera à deux autres stations, celle de Gourara et d'Ain Salah afin de mieux apprécier le climat de toute la wilaya.

La synthèse climatologique a été faite sur une période de 23 ans (1988-2010), pour : la température, l'humidité, les précipitations, vitesse du vent et l'évaporation.

II.A. Paramètres climatiques :

II.A.1 La Température :

La température est un facteur fondamental, elle varie généralement en fonction de l'altitude et de l'éloignement par rapport à la mer. Ce facteur devient plus important quand il est en interaction avec d'autres facteurs climatiques comme l'humidité et le vent.

Le tableau n° 1 regroupe les températures moyennes mensuelles et annuelles (max, min, moy) en °C, pour une période de 23 ans, allant de 1988-2010.

Tableau (n°1): Les températures mensuelles. (ONM d'Adrar, 1988-2010).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jin	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moye n
(T°C) Min	4,8	8,2	12	16,2	20,8	25,8	28,4	28	24,7	18,2	11,8	6,5	17,11
(T°C)Max	20,7	24,2	28,6	33	36,9	43	45,5	44,5	40,8	34	27,2	21,9	33.35
(T°C)Moy	12.75	16.2	20.3	24.6	28.85	34.4	36.95	36.25	32.75	26.1	19.5	14.2	25.23

La température moyenne annuelle pour un climat aride comme celui d'Adrar n'a pas une grande signification. Les plus intéressantes sont les températures moyennes mensuelles. La moyenne annuelle, calculée à partir des moyennes mensuelles, est de l'ordre de 25.23 °C.

D'après les courbes des variations (fig.6), il ressort que janvier est le mois le plus froid avec 12.75 C° de moyenne tandis que le mois de juillet est le plus chaud avec 36.95°C.

Le climat de la région d'Adrar est caractérisé par deux saisons :

- une saison froide relativement courte caractérisée par des nuits hivernales très froides. C'est la saison de germination des plantes, elle s'étend d'octobre à avril.
- une saison chaude qui s'étend du mois de mai jusqu'à septembre.

La variation brusque de la température est due à l'influence des caractéristiques géographiques et les masses d'aire tropicale continentale.

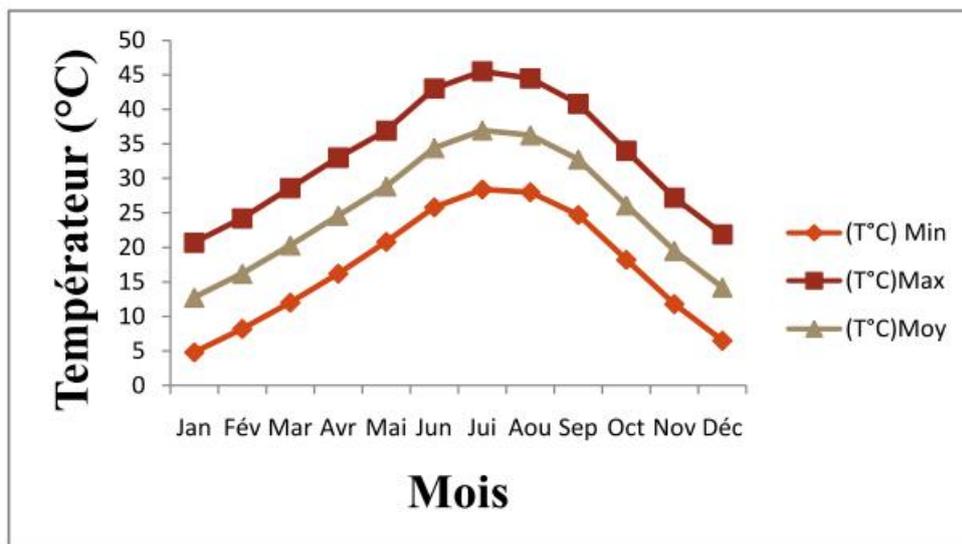


Fig.6 -Variation mensuelle-annuelle des températures (ONM d'Adrar 1988, 2010).

II.A.2. Le vent :

A) Pourcentages ou Fréquences des vents :

Dans la région d'Adrar, la fréquence du vent est très grande et cela durant toute l'année. 6% des vents ont une vitesse inférieure à 1m/s (calme), cette fréquence est calculée selon les huit directions qui sont représentées sur le tableau n° 2.

Tableau n° 2: Les moyennes des fréquences des vents selon les huit directions (2000-2011).

Direction	Nord	Nord- Est	Est	Sud- Est	Est	Sud- Ouest	Ouest	Nord- Ouest
Fréquence%	17	25	14	7	11	8	7	5

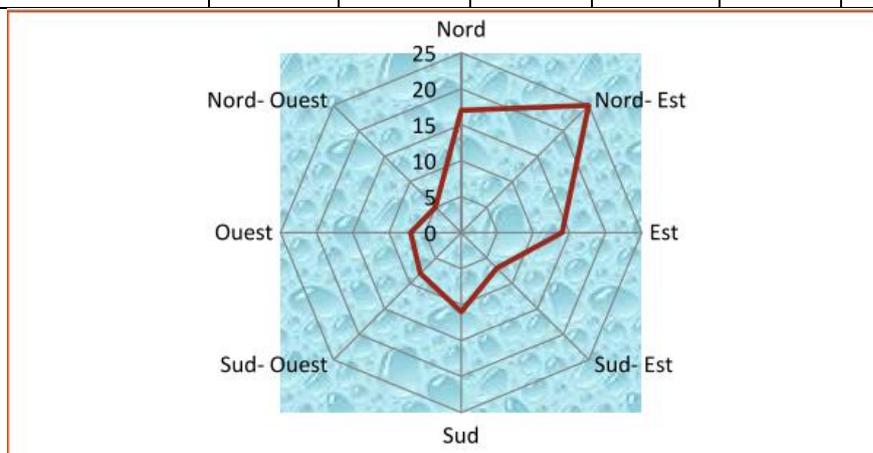


Fig.7 -Rose des vents (Source ONM d'Adrar, 2000 – 2010).

Les vents de direction nord-est sont généralement les plus dominants avec une fréquence équivalente à 25% (Fig.7). La fréquence de la direction Est est de 14% et la fréquence de la direction Sud est de 11%.

B) La vitesse du vent :

Le vent est l'un des facteurs les plus importants caractérisant le climat de la région, car il a une influence directe sur les températures, l'humidité et augmente l'évaporation.

Le tableau suivant présente les moyennes mensuelles de la vitesse du vent pour la période 1988-2010.

Tableau n° 3 : Vitesse moyenne du vent (ONM d'Adrar, 1988-2010).

Mois	Jan	Fév	Mar	Av	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dés
V (km /h)	21,61	21,95	24,28	24,26	24,15	22,28	24,27	23,96	22,08	21,36	19,67	20,2

Le vent dominant dans la région se caractérise par une vitesse moyenne variante entre 19.67 Km/h et 24.28 Km/h, d'après de la figure 8, nous remarquons que le printemps (Mars, Avril, Mai) est caractérisé par un vent à grande vitesse.

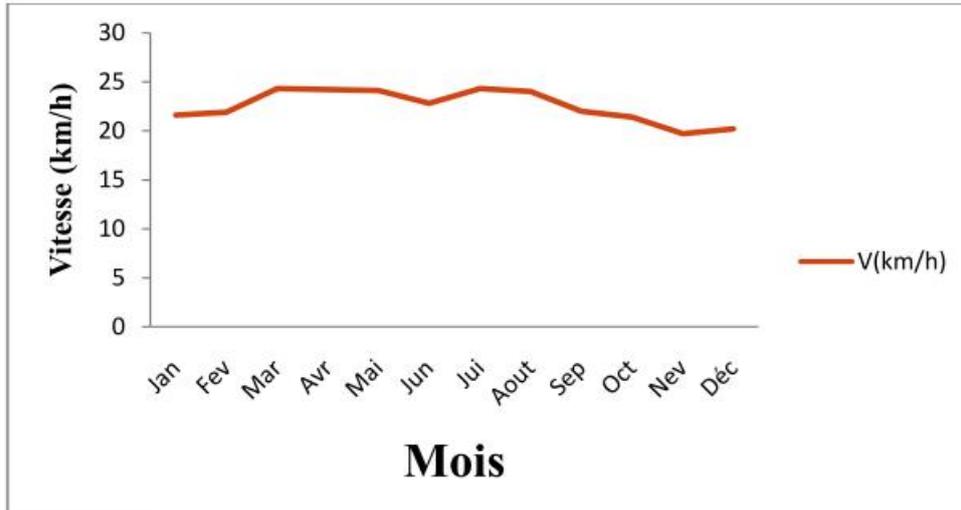


Fig.8 -variation du vent moyenne mensuelle (ONM d'Adrar, 1988-2010).

II.A.3. La précipitation :

Par définition, c'est la quantité d'eau recueillie dans un pluviomètre pendant 24 heures quelque soit la nature de cette eau (pluie, neige... etc).

La région d'Adrar ou la région de Gourara en général se caractérise par la rareté des précipitations, ce qui rend les sols de la région sans cohésion, avec une mauvaise consistance et sans couvert végétal.

Il y a des années où il pleuvait pendant plusieurs jours, par contre il arrive que pendant plusieurs années il ne tombe aucune goutte de pluie.

La carte de la répartition spatiale des pluies (fig.9) indique une diminution de la Pluviométrie du Nord au Sud ; notre région se trouve au-dessus de l'isohyète 15mm/an.

La hauteur annuelle de la précipitation enregistrée est généralement faible et la moyenne annuelle est de l'ordre de 12mm/an.

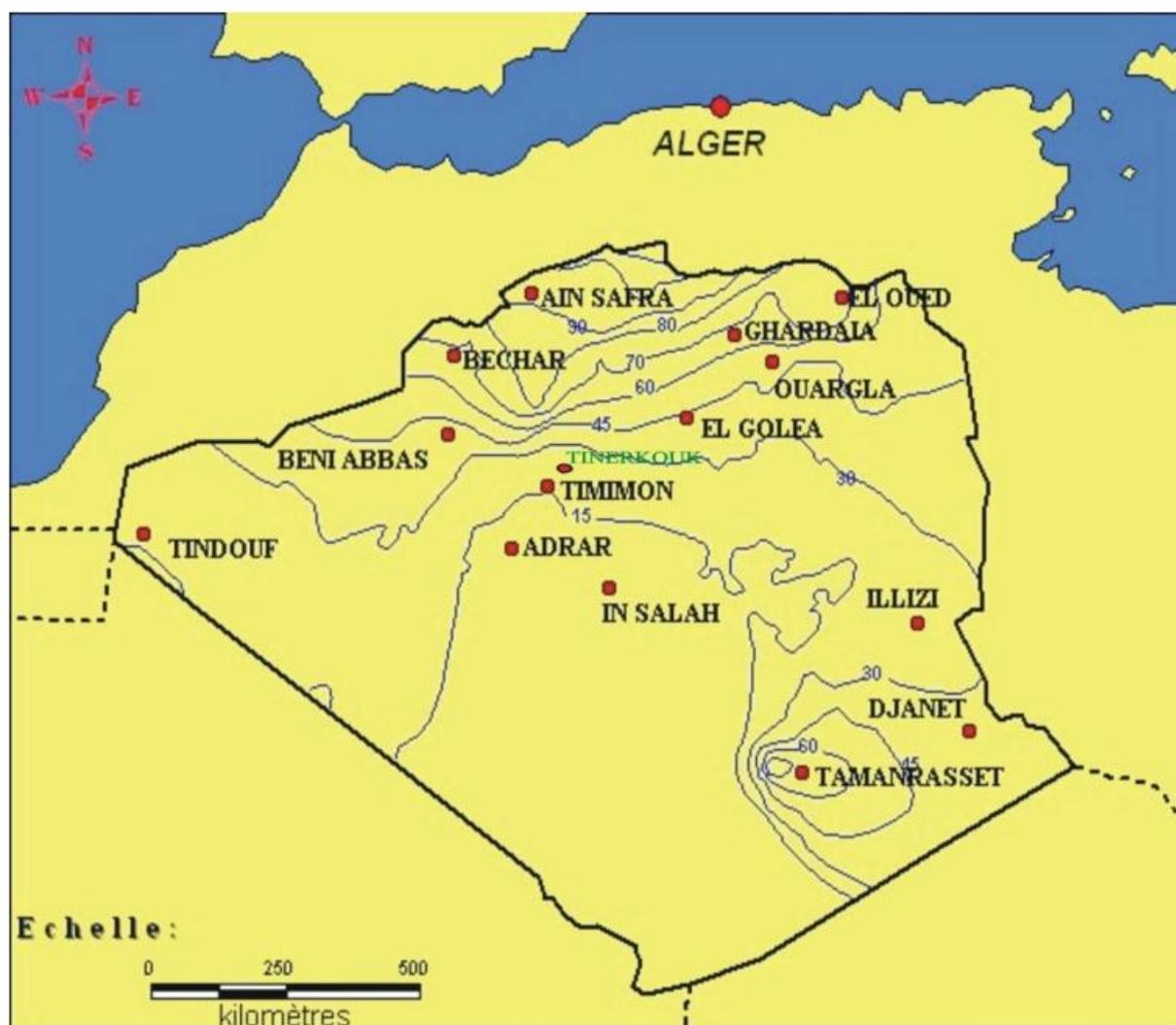


Fig. 9 -Carte en isohyètes moyennes annuelles (mm) au Sahara algérien période : (1940-1961), d'après Cahiers de Sécheresse, No : 1/98 (Internet).

Tableau n° 4: Pluviométrie mensuelle moyenne (ONM d'Adrar, 1988-2010).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nev	Déc.	Anne
Pluies(mm)	4,5	1,18	3,55	3,34	1,2	0,8	0,42	2,8	1,54	4,2	1,35	0,97	25,85

A partir des valeurs du tableau ci-dessus, nous constatons que la région d'Adrar est caractérisée par une très faible précipitation qui oscille entre 0.42 mm en juillet et 4,5 mm en janvier, cette quantité d'eau est insuffisante pour répondre aux besoins des végétaux, donc le recours à l'irrigation est obligatoire.

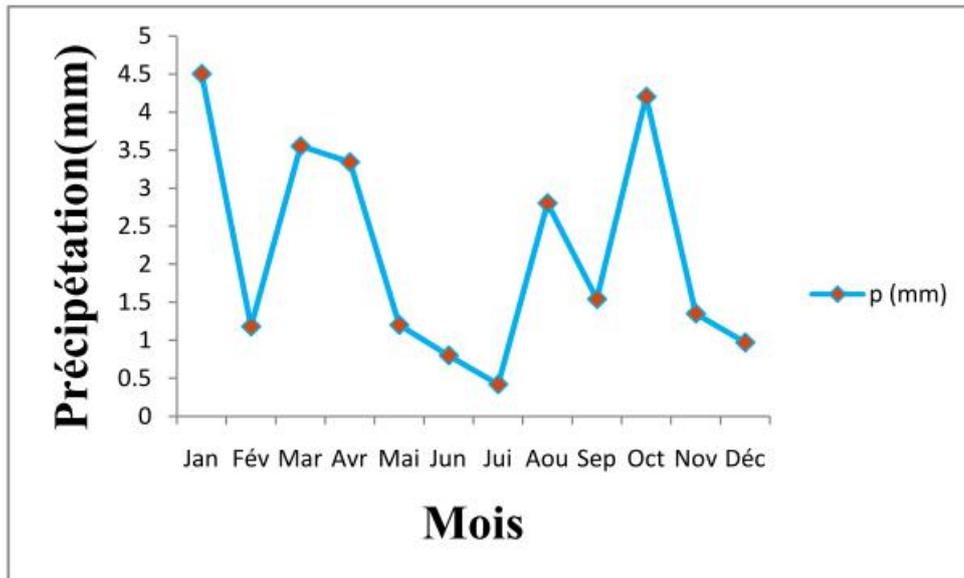


Fig.10 -variation de Précipitation moyenne mensuelle (ONM d'Adrar, 1988-2010)

D'après la figure 10, nous pouvons constater que la région d'étude est caractérisée par deux périodes bien distinctes. La période la plus courte, c'est-à-dire celle relativement pluvieuse, dont le mois le plus pluvieux est celui de Janvier (4.5mm), tandis que la période la plus longue (période sèche) s'étale sur le reste de l'année, dont le mois le plus sec est celui de Juillet (0.42mm).

II.A.4. L'évaporation:

La quantité d'eau qui repart dans l'atmosphère dépend uniquement des paramètres physiques tels que la température de l'air, de l'eau, la vitesse du vent, le degré hygrométrique, l'ensoleillement etc.

II.A.5. L'humidité relative :

Le degré hygrométrique de l'air (ou humidité relative) c'est le rapport de la tension de vapeur effective à la tension de vapeur saturante dans les mêmes conditions de température et de pression.

L'humidité relative représente le taux en (%) de vapeur qui existe réellement dans l'air et l'extrême intensité de vapeur que l'air peut porter.

Tableau n° 5 : l'humidité moyenne de l'air. (ONM d'Adrar, 1988-2010)

Mois	Jan	Fev	Mas	Avr	Mai	Jun	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
H(%)	37,7	29,7	23,7	20,6	18,7	15	12,6	15,2	20,3	28	34,9	40,2	24,71

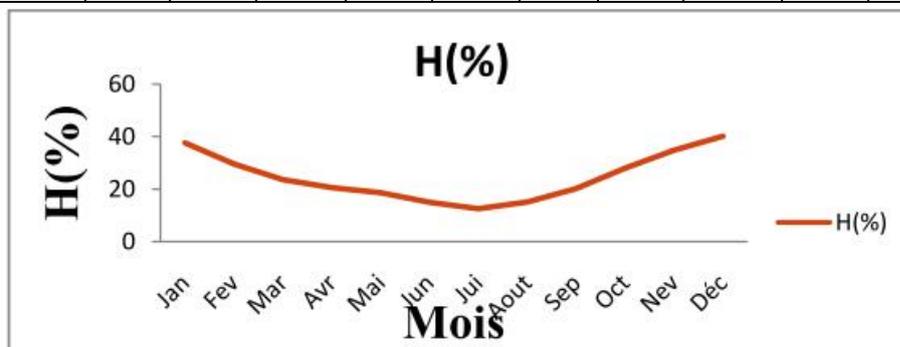


Fig. 11 -Humidité moyenne mensuelle de l'air (ONM d'Adrar, 1988-2010).

A partir de la **Figure.11** et les résultats enregistrés dans le tableau précédent, nous constatons que l'humidité atmosphérique maximum est celle d'hiver qui atteint 40.17 % le mois du Décembre, cependant elle atteint son minimum en été avec 12.65% le mois du juillet.

On constate donc un taux d'humidité inférieur à 50 % durant toute l'année, cela nous renseigne sur l'aridité extrême de l'atmosphère, ce qui augmente l'évapotranspiration, et donc un besoin d'eau des végétaux. Le déficit en eau est apporté par irrigation.

III. Conclusion :

La région d'Adrar présente des formes morphologiques variées, telles-que les plateaux (Tademaït), Sebkhha et zones ensablées (l'Erg Occidental...).

Toutes ces variétés ont été modélées au cours du Quaternaire, ancien à l'Actuel, suite aux phénomènes d'érosion intensive à laquelle la région était soumise. Cette érosion a

donné naissance aux tracés fluviaux et les Sebkhass, puis elle fut suivie par une sédimentation généralement sableuse, recouvrant les terrains continentaux du Crétacé Inférieur.

Le climat de la région se caractérise par une sécheresse permanente et une aridité nettement exprimée par des températures très élevées avec une moyenne annuelle de l'ordre de 25,23 °C, avec des étés chauds et des hivers rigoureux. Les températures extrêmes sont de l'ordre de 45,5 °C. Les précipitations sont quasi nulles avec une moyenne annuelle de l'ordre de 25,85 mm /an, elles se caractérisent par leurs grandes variabilités interannuelles. Le taux d'humidité est très faible. Le taux d'évaporation est intense. La fréquence des vents est très importante durant toute l'année. On remarque que la vitesse du vent est généralement supérieure à 3 m/s.

IV- Méthodologie du travail:

Après avoir développé la situation géographique et les caractéristiques physiques de la région d'étude (relief etc.), une étude des différents paramètres climatiques, tels que le type de climat, les précipitations, les températures, etc. sera développée ;

On se basera d'abord sur les données existantes au niveau de l'ANRH (Agence nationale des ressources hydrauliques) d'Adrar, qui contrôle le bassin du Sahara, ainsi que les différentes directions de la wilaya comme celle de la DHW (Direction de l'Hydraulique de la Wilaya), etc. Nous ferons également appel à plusieurs disciplines scientifiques: la géologie, l'hydrodynamique, l'hydrochimie, la statistique, quelques logiciels informatiques spécialisés afin d'interpréter les données et les résultats.

V- Localisation des forages étudiés:

Les forages qui sont forés dans la structure de la cuvette de Sbaâ, trois forages (Sbaâ25, 24 et 27).

Les coordonnées UTM des puits sont présentées dans le tableau 06 suivant :

forage	X	Y
Sbaâ 25	3132953	782985
Sbaâ 24	3130032	781964
Sbaâ 27	3129033	783979

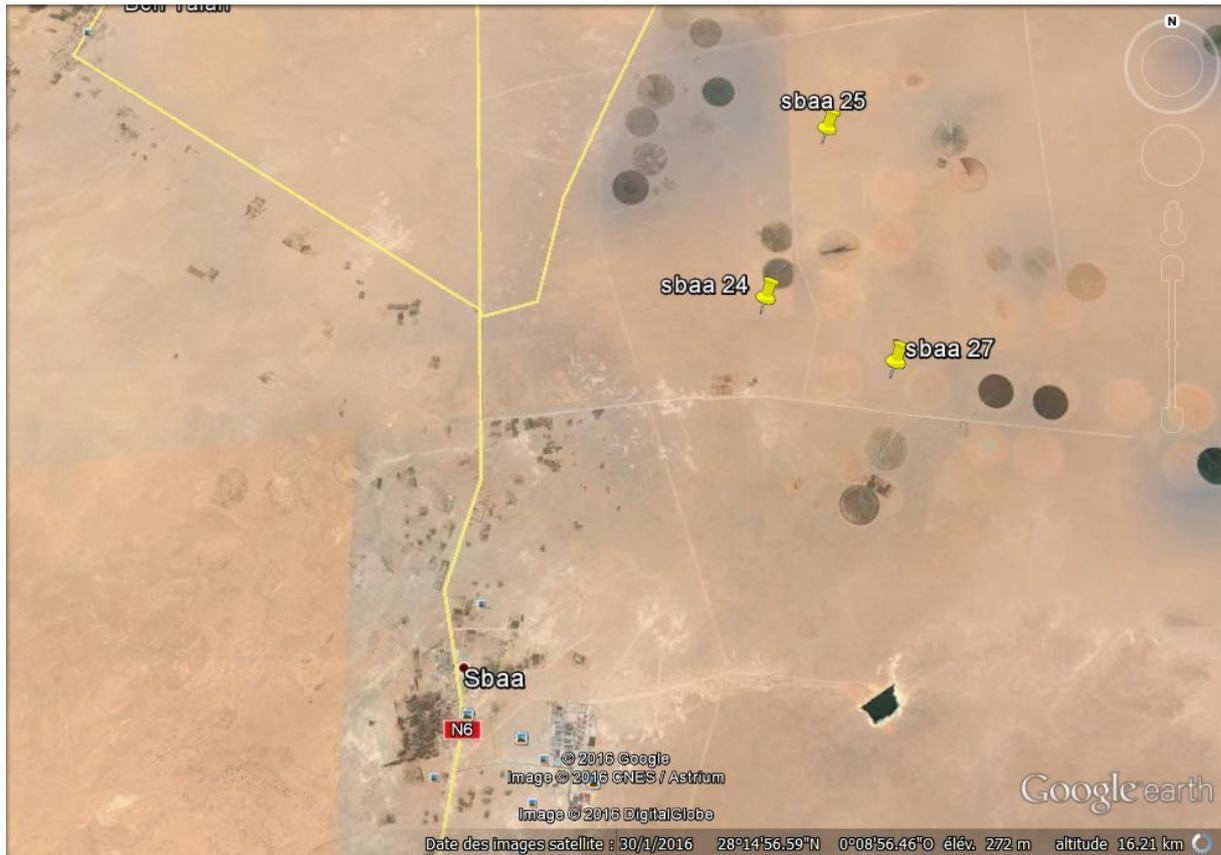


Fig.12 -Image satellite représentant les forages étudié (cuvette de Sbaâ).

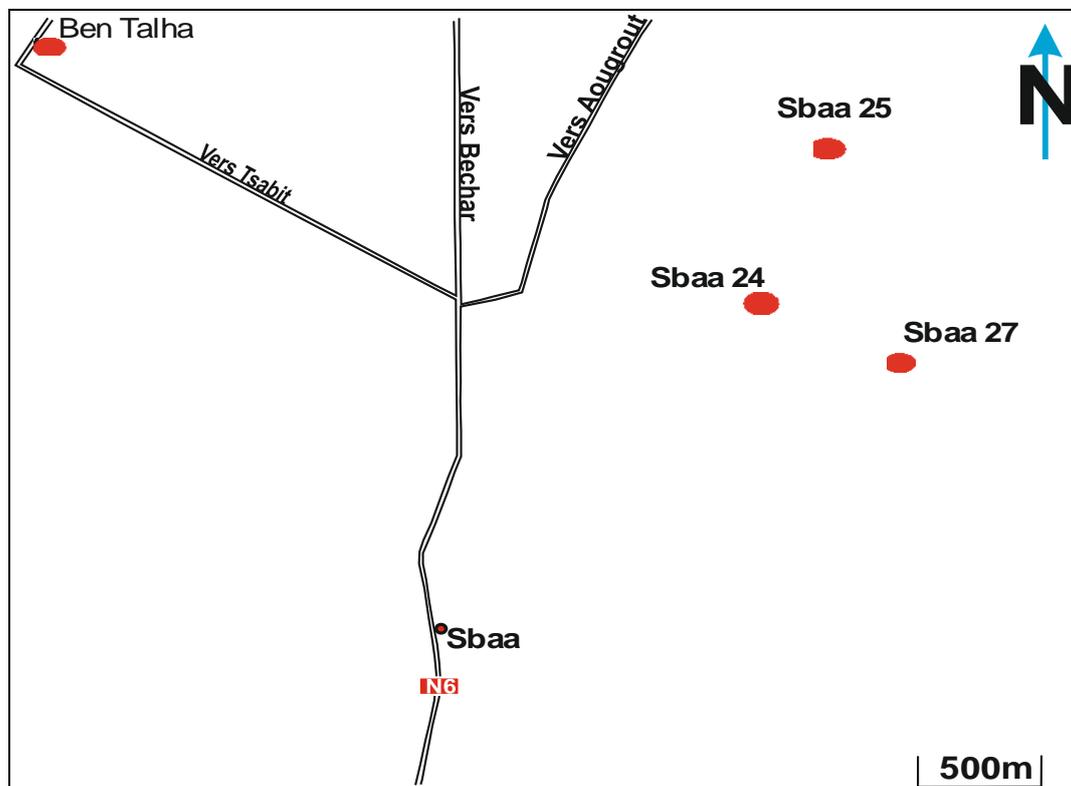


Fig. 13- Situation géographique des forages étudié du secteur de Sbaâ.

VI- Etude lithostratigraphique :**- Description des trois coupes :**

Nous avons procédé de bas en haut à la description des formations traversées par les forages et de la série sédimentaire, ici les différentes formations sont marquées par les profondeurs du puits concerné.

- Description lithologique de Sbaâ 25: (Fig.14)

A été réalisé en 1990, ses UTM sont X=3132953 et Y=782985 a une profondeur de 140m.

De bas en haut, nous avons les formations suivantes :

-De 112 à 140 m : il s'agit d'une argile rougeâtre (rouge brique) gréseuse.

-De 97 à 112 m : cette section comprend du sable et gravier.

-De 88 à 97 m : essentiellement formé par argile rouge gréseuse.

-De 82 à 88 m : dans cette profondeur, nous remarquons des graviers.

-De 49 à 82 m : représenté par une argile rouge gréseuse.

-De 38 à 49 m : il comprend gravier.

-De 14 à 38 m : composé d'une argile rouge gréseuse.

-De 3 à 14 m : formé par un sable moyen argileux.

-L'épaisseur de 3 m : il comprend des calcaires compacts.

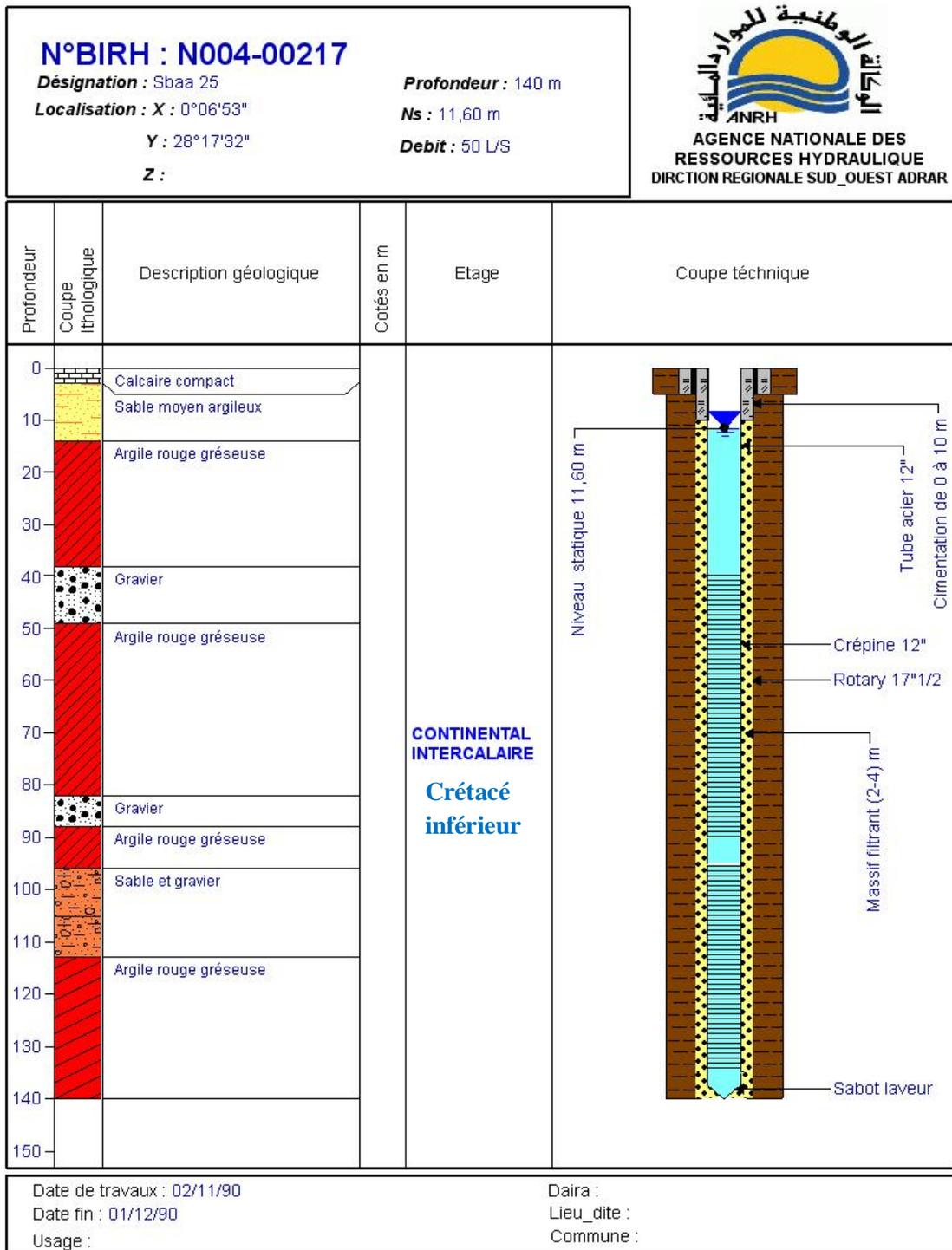


Fig.14- Coupe lithologique du forage dans la région de Sbaâ 25 (ANRH).

Description lithologique de Sbaâ 24 : (Fig.15)

Réalisé en 1990 ses coordonnées UTM sont X=3130032 et Y=781964. Ce forage a une profondeur de 140m.

De bas en haut nous avons les formations suivantes :

- De 132 a 140 m : il s'agit d'une argile rouge gréseuse.
- De 126 a 132 m : composé par des grès.
- De 105 a 126 m : à cette profondeur il s'agit d'une argile rouge gréseuse.
- De 100 a 105 m : formé par des argiles rouge plastique.
- De 65 a100 m : essentiellement formé par des argiles rouge gréseuse.
- De 55 a 65 m : il correspond à des graviers.
- De 43 a 55 m : il comprend des argiles rouges peu gréseuses.
- De 35 a 43 m : cette section comprend des argiles rouges et gravier.
- De 4 a 35 m : représenté par des sables et gravier siliceux.
- Le niveau de 4 m comprend des calcaires compacts.

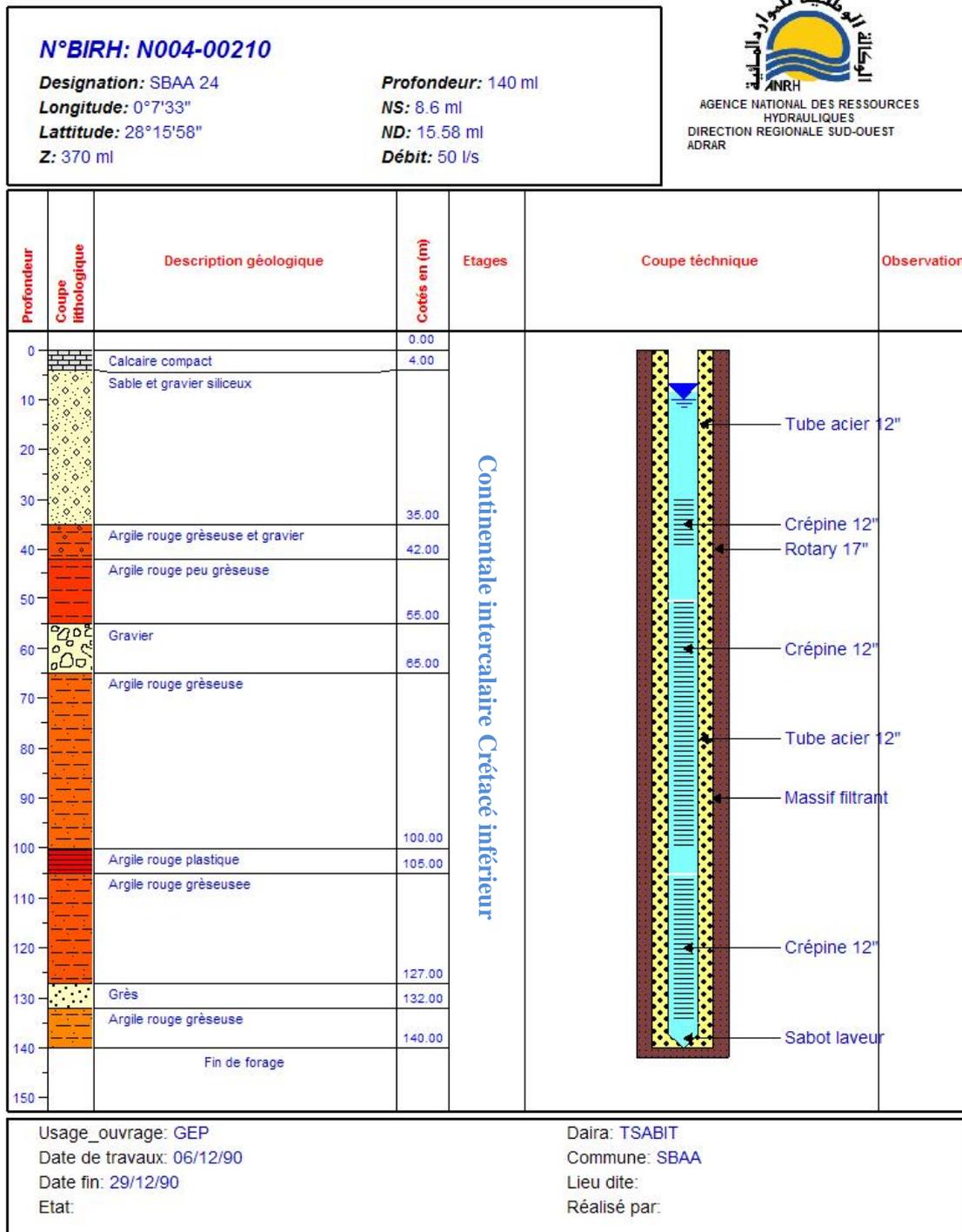


Fig.15 - Coupe lithologique du forage dans la région de Sbaâ 24 (ANRH).

Description lithologique de Sbaâ 27 : (Fig.16)

Réalisé en 1991, se coordonnées UTM sont X=3129033 et Y=783979. Ce forage a une profondeur de 140m.

Dans ce forage, nous distinguons de bas en haut:

-De 74 a 140m : il s'agit d'une argile rouge gréseuse renfermant peu de quartz.

-De 64 a 74m : cette section comprend de gravier et sables.

-De 41 a 64m : essentiellement formé par des argiles rouge gréseuse.

-De 9 a 41m : il comprend des grès siliceux moyennement durs.

-Le niveau de **4 m** comprend des dalles calcaires très dures

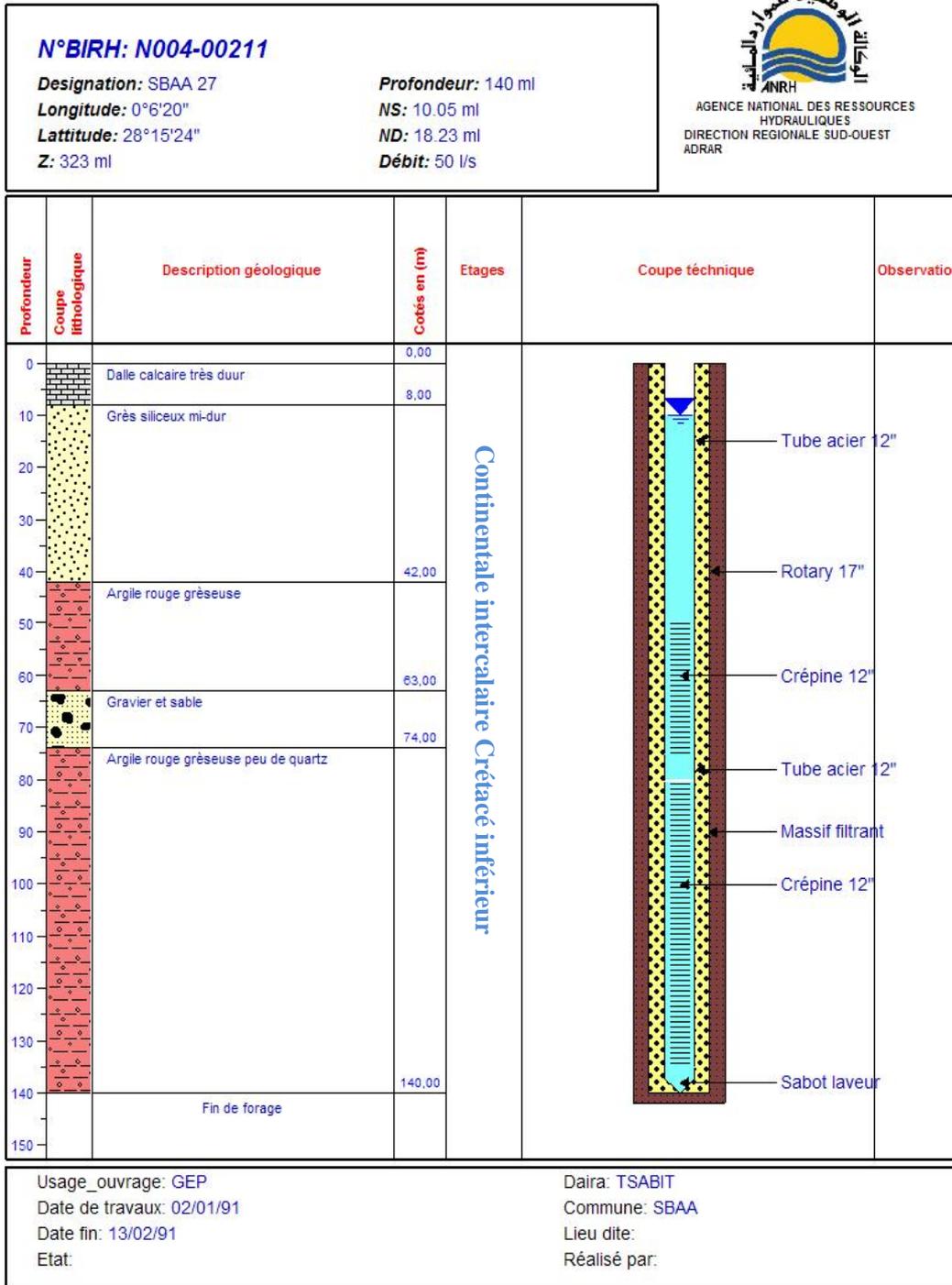


Fig.16 - Coupe lithologique de forage dans la région de Sbaâ 27 (ANRH).

VII - Corrélation entre les trois forages (Fig. 17):

Dans cette corrélation orientée NW-SE, on a trois forages : Sbaâ 25, 24 et 27 du la cuvette de Sbaâ, le schéma (Fig. 17) ci-après montre la corrélation de la coupe lithologique des forages. Qui ont permis d'aboutir aux résultats suivants :

Nous avons remarqué également des changements latéraux de faciès, nous constatons la présence de deux dépocentres d'épaisseur différente

A la base de la formation comprend des argiles rouge gréseuse qui représenté dans le forage « Sbaâ 24 et 27 », l'épaisseur de cette formation est variée «28m et 8m», et n'est présente que dans le forage « Sbaâ 27 ».

La formation des grès sont représentée dans le forage « Sbaâ 24 », l'épaisseur de cette formation est « 6m », et absence dans les deux forages « 25 et 27 ».

Les formations sable et gravier, argile rouge gréseuse et gravier, représenté dans le forage « Sbaâ 25 », l'épaisseur varie entre (15 ; 6), absence dans les deux forages « Sbaâ 24 et 27 »

La formation des argiles rouges gréseuses représentées dans tous les forages, on remarque une grande épaisseur dans le forage « Sbaâ 24 », et marque des argiles plastiques d'épaisseur «5m », observé peu de quartz dan le forage « Sbaâ 27 ».

La formation de gravier est représentée dans tous les forages, la même épaisseur «10m », on observe dans le forage « Sbaâ 27 » gravier et sable.

La formation des argiles rouges gréseuses est représentée dans tous les forages la même épaisseur « 20m », on observe de gravier dans le forage «Sbaâ 24 ».

La formation des sables moyen argileux est représentée dans le forage « Sbaâ 24 », l'épaisseur est « 11m », sable et gravier siliceux dans le forage « Sbaâ 24 », l'épaisseur est «31m », et grès siliceuse mi-dur dans le forage « Sbaâ 27 », l'épaisseur est de «30m ».

Au sommet de la formation calcaire compact est représentée dans les deux forages «Sbaâ 25et 24 », l'épaisseur varie (3 et 4m) et vue dall calcaire dans le forage « Sbaâ 27 », l'épaisseur est « 9m ».

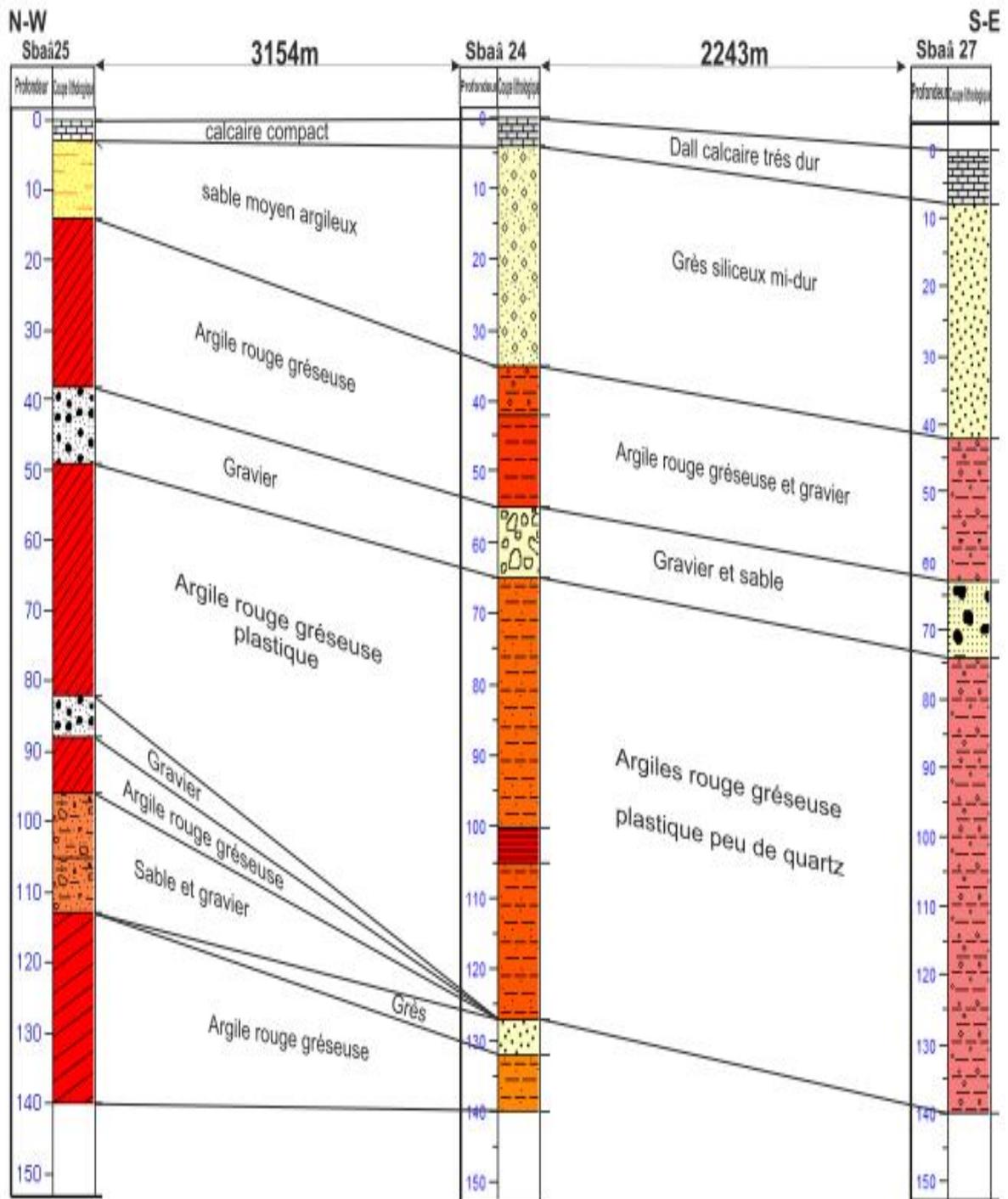


Fig.17 - Corrélation entre les forages (Sbaâ 25, Sbaâ 24, et Sbaâ 27).

Chapitre III

Résultats sur la Sebkhâ de Sbaâ

I. Introduction :

Dans cette partie, nous rapportons les résultats des mesures de différentes analyses que nous avons échantillonnées sur les sols de la Sebkhha de Sbaâ. Sous forme des tableaux, les valeurs des différents paramètres sont représentées pour chaque échantillon.

II. Généralités sur les Sebkhhas :**II.1. Définition de la Sebkhha :**

Sebkhha, en arabe, mot qui désigne les plaines salines soumises à des inondations périodiques. Dans les milieux désertiques, les dépressions ne sont occupées que temporairement par de l'eau. Une forte évaporation conduit à la formation caractéristique d'une croûte d'évaporites qui tapissent le fond de ces dépressions.

Une Sebkhha désigne un bassin occupant le fond d'une dépression à forte salinité plus ou moins séparée d'un milieu marin, dans des régions arides (milieu supratidal). Néanmoins, il peut être toujours en contact par un très faible filet d'eau (bassin d'eau profond), ou au contraire par des infiltrations (bassin d'eau peu profond) dans ce cas il peut se produire des débordements périodiques d'eau vers le bassin. Dans les deux cas il va y avoir une augmentation de la salinité, une évaporation importante, l'apparition d'une saumure et la précipitation d'évaporites au fond du bassin si la profondeur est faible, ou à une extrémité si la profondeur est importante. Ils se sont surtout situés au Nord de l'Afrique et dans le Moyen Orient.

II.2. Les systèmes des Sebkhhas :

Les Sebkhhas sont des écosystèmes naturels, qui présentent des intérêts très diversifiés, ces systèmes sont utilisés comme des indicateurs de l'évolution géochimique naturelle, le suivi de cette évolution est non disponible dans les autres systèmes (lacs éternels, chambre magmatique) sur le plan écologique. Les Sebkhhas sont des biotopes très importants, qui ont contribué à la protection de la biodiversité. Mais ces systèmes sont très fragiles et sont menacés par l'effet anthropique (eaux usées, les engrais et les pesticides).

II.3. Classification des Sebchas

II.3.1. Classification des Sebchas selon le bilan hydrologique :

L'étude qui est faite par Yan, JP (2001) appliquée sur les grands lacs du monde, ceux de Qinghai et Turquie, a classé les lacs salés en trois (3) types, selon leurs bilans hydrologiques (tableau n 6) à savoir :

A. Les lacs éphémères de type (A) «Ephemeral lake, short term», ce sont des lacs saisonniers, pouvant devenir secs dans un intervalle de temps très court, cela est dû au taux d'évaporation très élevé. Il s'agit de bassins fermés et ne reçoivent pratiquement pas de la matière minérale dissoute. Le pH dans ce cas est contrôlé par la réaction des minéraux seulement, parce que les protons libérés par les réactions de ces derniers ne peuvent pas être neutralisés par le flux des bicarbonates. La basse alcalinité des eaux rend le milieu acide.

B. Les lacs éternels, de longue durée, de type (B) «Perennial lake, long term». Le volume d'eau dans ce type de lac décroît graduellement dans un grand intervalle de temps. En contre partie, la salinité du lac décroît à cause du flux d'eau qui arrive au lac, provoquant la dilution des eaux. Le pH du lac est souvent maintenu pendant longtemps à un niveau élevé.

C. Les lacs éternels à très grande durée, de type (C) « large perennial lake, very long term». Leur volume d'eau reste constant pendant de très longues périodes. L'augmentation de la salinité est continue dans le temps à cause du flux de la matière dissoute, déversée dans le lac. Le pH reste élevé et dépend de la fraction minérale dissoute.

Types de lacs fermés			
	A	B	C
Schémas			
Type du lac	Lacs éphémères (courte durée)	Lacs éternels (moyenne durée)	Large lacs éternels (très grande durée)
Bilans hydrique	$Q_{in} \ll (E_i - P_i) A_i$ Décroissance de volume V_i	$Q_{in} < (E_i - P_i) A_i$ Décroissance de volume V_i	$Q_{in} = (E_i - P_i) A_i$ Décroissance de volume V_i
Mécanisme de concentration	Evaporation	Evaporation et dissolution du flux de la matière	dissolution du flux de la matière

Q_{in} : Infiltration ; E_i : Evaporation ; P_i : Précipitations ; A_i : sur face du lac.

Tableaux n 6. Classification des lacs fermés

II.3.2. Classification des Sebkhhas selon le milieu de formation :

Les différents types de Sebkhhas dépendent de leur milieu de formation. Mais toutes les Sebkhhas ont un point commun ; il s'agit d'une zone proche de la nappe phréatique. La déflation joue jusqu'à ce que soit atteint le niveau hydrostatique par capillarité; l'eau de la nappe subit une aspiration due à sa propre évaporation en surface se faisant ; elle dépose successivement des sels dissous de carbonates de calcium (CaCO_3) ; de gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ; d'anhydrite (CaSO_4) et de chlorure de sodium (NaCl) qui précipitent pour donner une croûte imperméable et parfois très épaisse d'évaporites.

On distingue trois types de Sebkhhas, associées à des conditions de formation spécifiques :

a) Sebkhha fluvio-lacustre

Les eaux souterraines d'infiltration dans des bassins hydrographiques peu profonds et l'évaporation par capillarité qui en découle ; expliquent la formation de telle structures.



Fig. 18- Sebkhha fluvio-lacustre

b).Sebkhhas inter-dunaires

Comme leur nom l'indique, elles correspondent aux lacunes laissées dans les champs de dunes par déflation. Dans les plaines salines où elles se forment ; la nappe phréatique est superficielle et permet la formation des séries évaporitiques et notamment le gypse.



Fig. 19 - Sebkhia inter-dunaire

c). Sebkhia marine ou côtière

Située dans la zone supratidale ; c'est-à-dire au delà de la limite de haute mer. Elle est caractérisée par des inondations liées aux tempêtes ou aux grandes marées d'équinoxe. Cette influence marine est également identifiable par la présence de tapis d'algues et les stromatolithes.

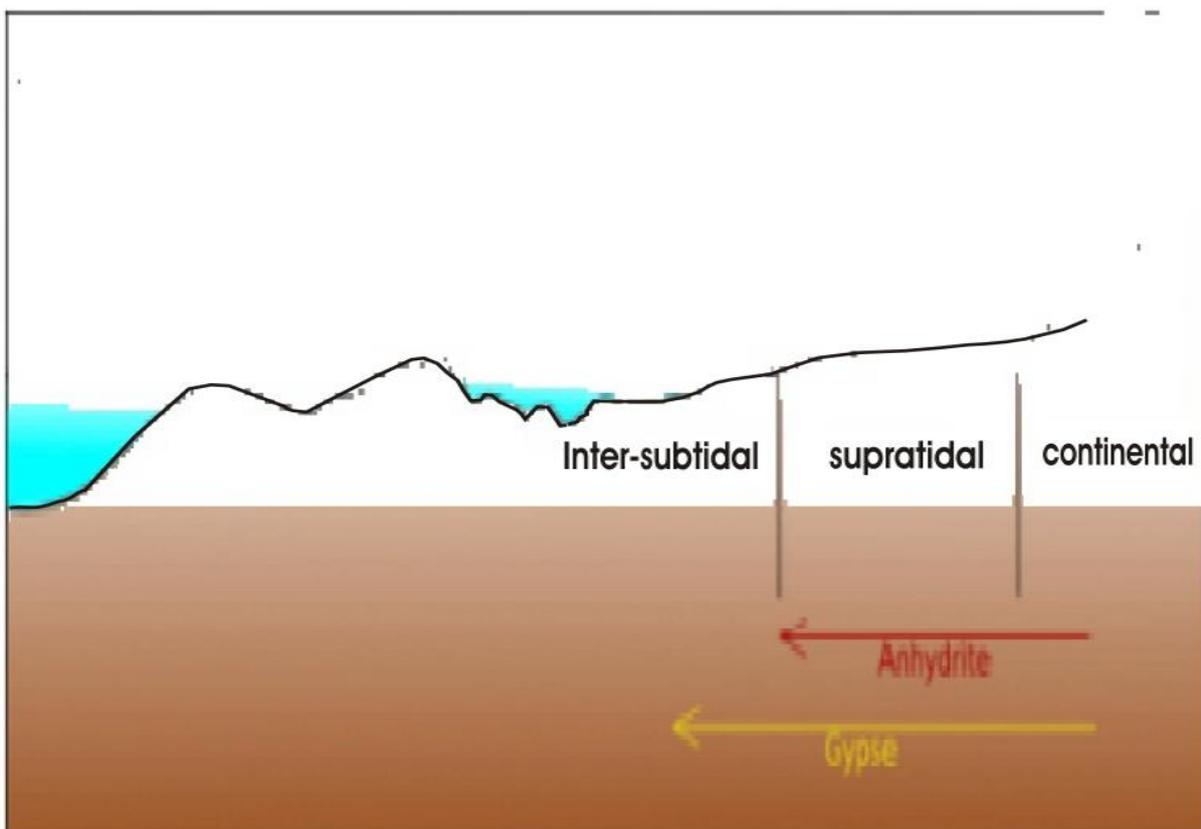


Fig. 20 - Profil transversal dans une Sebkhia marine.

III- Localisation géographique de la Sebkhia de Sbaâ :

La Sebkhia se trouve en plein Sahara, à 40km à l'entrée nord de la ville d'Adrar, à environ quelques mètres à l'Ouest de la Route National RN6, elle est dénommée Sebkhia de Sbaâ, elle serait le prolongement est de la cuvette de Sbaâ qui s'établit juste au piémont est de la chaîne d'Ougarta, elle est située en pleine zone climatique très aride et reposant sur une série crétacée. Elle a pour coordonnées UTM (X=0775907 Y=3122504), avec altitude 206 m.



Fig.21 - Photo satellitaire montrant la localisation géographique de la Sebkhia de Sbaâ.

IV- Description lithologique:

Dans la Sebkhia de Sbaâ, formée par une série relativement des faciès à dominance détritique. On peut identifier quatre séquences, qui se disposent de bas en haut comme suit suivant (Fig. 22) :

Ss 4. C'est la bordure nord, constituée d'argiles rouges et vertes avec des fragments des calcaires détritiques.

Ss 3. Il s'agit d'une croûte calcaire blanche avec des sels.

Ss 2''. Essentiellement formé par des argiles rougeâtres à la base.

Ss 2'. Composé par des argiles vertes.

Ss 2. Au sommet, Des argiles brunes épaisses de 50 cm.

Ss 1. Le levé caractérisé par le calcaire et les argiles vertes avec quelque graviers et dragées de quartz.

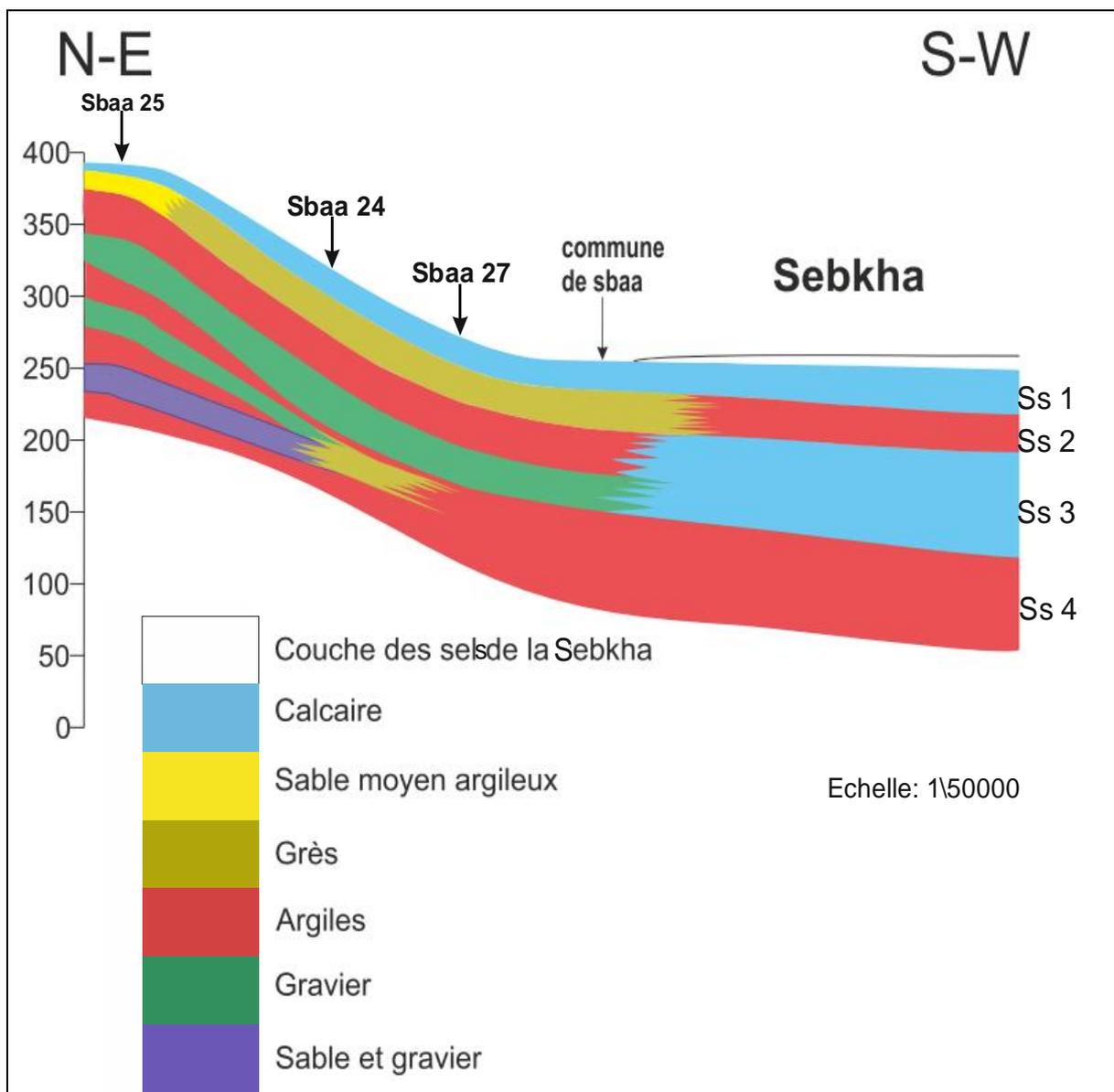


Fig. 22 - Coupe géologique de la sebka de Sbaâ.

V- L'analyse granulométrique (tableaux n 7):

Six échantillons ont été prélevés dans la Sebka. L'analyse des échantillons ont été effectuée au laboratoire. L'analyse granulométrique porte sur les fractions (meubles) sableuses. Celles-ci après conditionnement (lavage et séparation de la fraction sableuse, séchage à l'étuve) sont tamisées dans une colonne de huit tamis vibrants de maille comprises entre 0,08 et 2mm.

Les coordonnées UTM de ces échantillons X= 0775907 Y= 3122504 ; X= 01676102 Y= 3123305 et X= 0776 Y=3124888, avec altitude 265m.

Tableaux n 7 Granulométrie des sables de la Sebka de Sbaâ.

Les échantillons	Sg (%)	Sm (%)	Sf (%)	Stf (%)
Ech 1	4,44	13,8	76,51	5,25
Ech 2	0,48	4,03	91,93	3,56
Ech 3	0,66	4,22	93,82	1,29
Ech 4	0,24	2,5	93,97	3,29
Ech 5	1,37	8,55	87,89	2,19
Ech 6	4,43	15,87	72,87	6,83

Classes granulométriques (%): Sg (sables grossiers), Sm (sables moyens), Sf (sables fins), Stf (sables très fins).

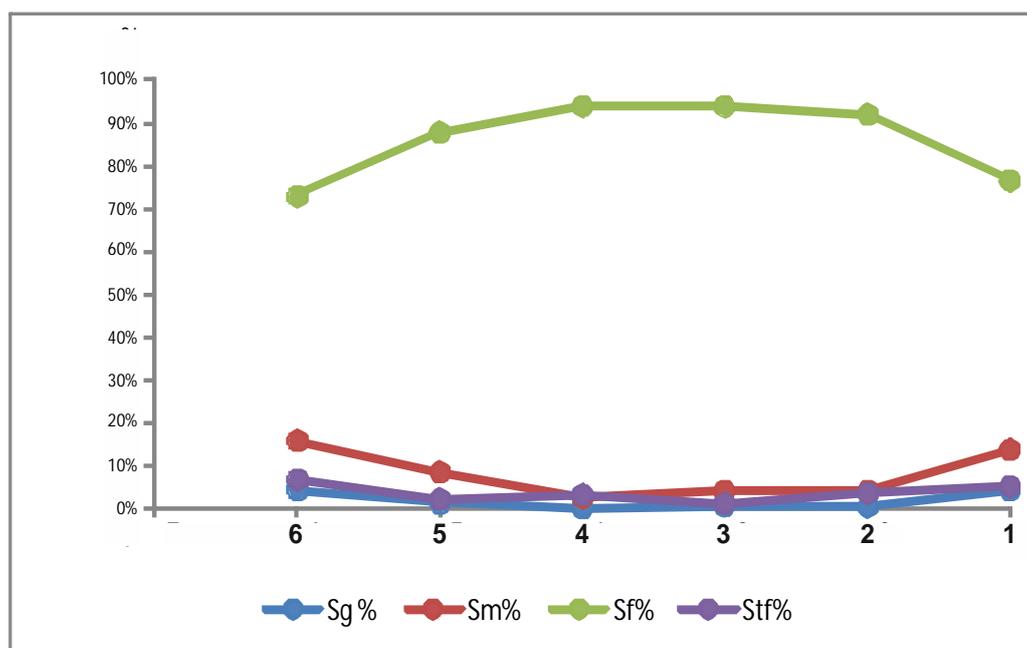


Fig. 23 - Les courbes des valeurs moyennes caractéristiques des sables de la Sebka de Sbaâ.

V.1- Caractéristiques granulométriques (Fig. 23):

L'étude granulométrique des sables de la Sebka de Sbaâ a permis de déterminer quatre classes granulométriques. Il s'agit des sables très fins, des sables fins, des sables moyens, des sables grossiers (tableaux n 7).

- Les sables très fins sont peu abondants. Ils ont une proportion de 4,38%.
- Les sables fins sont très abondants. Ils présentent la proportion la plus élevée, soit 83,68%.
- Les sables moyens sont abondants par rapport aux sables fins dont la proportion avoisine les 9,42%.
- Les sables grossiers sont très peu abondants et ont une proportion de 2,52%.

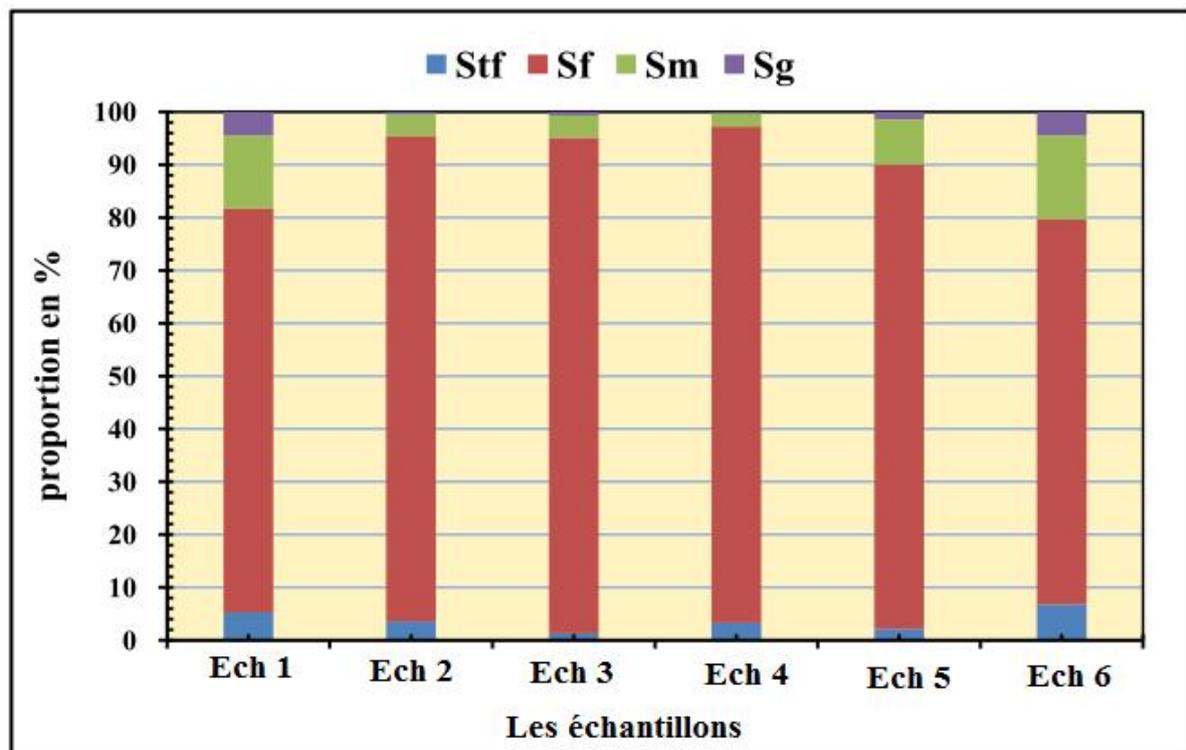


Fig.24 - Proportion des classes granulométriques des sables de la Sebka de Sbaâ.

VI-Apport géophysique :

L'étude géophysique a pour objectif principal de déterminer la géométrie et la nature des aquifères et de déterminer avec précision la présence des accidents et des structures tectoniques.

Dans ce contexte, une étude géophysique a été réalisée (ANRH) dans une zone située à 40 Km environ au Nord de la ville d'Adrar.

Conformément au programme défini par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH), la méthode utilisée est la méthode des sondages électriques verticaux. Pour cela nous disposons de 75 sondages électriques (NE-SW) qui ont été réalisés pour une longueur maximum de 2000m. Ces sondages sont disposés selon 7 profils longitudinaux et 11 profils transversaux.

IV.1- Etalonnage à l'aide des forages :

Les quelques forages réalisés récemment dans la zone d'étude ont des épaisseurs qui ne dépassent pas les 150 m d'une part et d'autre part la description litho-stratigraphique n'a pas été conçu convenablement, donc ne permettant pas un bon étalonnage.

A) Etalonnage à l'aide du forage Sbaâ 1:

Le Sondage Electrique Vertical (SEV) étalon du forage Sbaâ 1 se situe aux points des coordonnées Lambert X= 245,220 Y= 3246,975, indique une structure en neuf couches dont les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

N°	Résistivité (ohm.m)	Epaisseur (mètre)	Lithostratigraphie du forage Sbaâ 1	Age
1	59	2	Sables argileux de couleur rouge	Continental intercalaire (Crétacé inférieur)
2	240	15	Grès grossières et sables fins	
3	3,3	17	Argile	
4	16	5	Argile avec peu de grès	
5	100	10	Grès, quartz et gravies	
6	51	75	Grès avec passage d'argiles et quartz	
7	19	20	Argile noires et rouges avec peu des grès	
8	128	111	Sable	
9	32030		Calcaire	Hv2

Tableau n°8 : Etalonnage à l'aide du forage Sbaâ 1:

B) Étalonnage à l'aide du forage Sbaâ 31 :

Le Sondage Electrique Vertical (SEV) étalon du forage Sbaâ 31 situé aux points de coordonnées Lambert X= 245.24, Y= 3252.338, indique aussi une structure en neuf couches dont les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

N°	Résistivité (ohm.m)	Epaisseur (mètre)	Prof (mètre)	Lithostratigraphie du forage 31	Age
1	2498	1,30	/	Roche blanchâtre dure et quartz	Continental intercalaire (Crétacé inférieur)
2	61	3	1,3	Quartz avec peu de sables et argiles	
3	30	19	4,3	Argiles et sables	
4	68	27	23	Grès avec passage des niveaux	
5	0,4	7	50	Argiles	
6	95	58	57	Intercalation de grès et de sables et de peu d'argiles plastiques	
7	5	29	115	Argiles rouges plastiques	
8	>100	100	135	Sable fin de forage	
9	>10000	/	335	Calcaire	Hv2

Tableau n°9: Etalonnage a l'aide du forage Sbaâ 31:

- Une zone de faible résistivité, il s'agit des terrains à grès fins et friables du Crétacé inférieur, leur résistivité est <100 ohms m.
- Une zone de résistivité comprise entre 100 et 200 ohms m, correspond aux grès durs et compacts du Crétacé inférieur, qui peuvent être fissurés par endroit.
- Une zone de résistivité comprise entre 40 et 100 ohms m, qui correspondent aux grès fins, grès sableux, sables et graviers du Crétacé inférieur.
- Une zone résistante, elles se trouvent au NW du secteur étudié, où les résistivités sont comprises entre 200 et 500 ohms m, elle correspond aux grès durs et grès à concrétions sphéroïdes.

V- Conclusion :

Dans la région de Sbaâ, les terrains étudiés sont subdivisés stratigraphiquement en quatre séquences. Elles sont de bas en haut :

Ss 4. Dans la bordure nord, elle est constituée par des argiles rouge et vertes avec des fragments des calcaires détritiques.

Ss 3. Elle est composée de croute calcaire blanche avec de sels.

Ss 2''. À la base ce sont des argiles rougeâtres.

Ss 2'. Représentée par des argiles vertes.

Ss 2. Au sommet la séquence (Ss 2) est représentée par des argiles brunes épaisses de 50 cm.

Ss 1. Le levé est caractérisé par le calcaire et les argiles vertes avec quelques graviers et dragées de quartz.

L'étude granulométrique des sables de la Sebkhâ de Sbaâ qui a permis de déterminer quatre classes granulométriques. Il s'agit des sables très fins, des sables fins, des sables moyens, des sables grossiers. La classe la plus dominante est le sable fin.

Notre but est d'entamer cette étude est en fait d'apporter des confirmations sur des formations de la région d'étude. Elle nous a permis de mettre en évidence :

Les différents horizons rencontrés, surtout le Crétacé inférieur, présentent des valeurs de résistivités variables, seuls ceux < 100 ohms m sont susceptibles de constituer de bons aquifères potentiels.

Les changements de faciès lithologiques latéraux et verticaux influent directement sur les variations des valeurs de résistivités.

Chapitre IV
Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

La basse vallée de l'Oued Sbaâ (région d'Adrar), s'inscrit dans un vaste bassin sédimentaire du Sahara Occidental. Elle est creusée dans un dépôt détritique de terrains tertiaires (Mio-Pliocène) et des dépôts détritiques Quaternaires de la basse vallée de l'Oued Sbaâ, dans laquelle les sables dominent avec alternance des argiles, du gypse et des calcaires.

L'analyse climatologique, basée sur les données disponibles, a permis d'aboutir aux résultats suivants :

Cette région est caractérisée par un régime climatique Saharien hyperaride, où la sécheresse est permanente et l'aridité est nettement exprimée. Ce type de climat est caractérisé par deux saisons :

- une saison froide relativement courte, (une période environ huit mois)
- une saison chaude où la température est nettement supérieure à 20°C (s'étale sur une période d'environ 7 à 8 mois) ;
- Le taux d'humidité est très faible, il indique un signe de sécheresse accentuée ;
- Les températures sont très élevées, elle dépasse les 45°C en période estivale avec une moyenne annuelle de l'ordre de 25-26 °C ;
- Les précipitations sont quasi nulle et irrégulières dans le temps et dans l'espace, elles ne dépassent pas les 25 mm /an ;
- La fréquence des vents est considérable, elle est de l'ordre de 3 à 4 m/s durant toute l'année avec une accentuation en mois de Mars, Avril et Mai.

De point de vue géologique les terrains du Crétacé inférieur affleurent largement dans la région, ils sont essentiellement grés-argileux, ils reposent en discordance sur les terrains du Paléozoïque. Ces terrains sont recouverts par des terrains argilo-gypseux provenant de la transgression cénomanienne, qui sont eux même surmontés par une dalle calcaire d'âge Turonien et Sénonien.

Le milieu naturel de la vallée est constitué de chotts et de Sebchas situés sur le niveau le plus bas de la cuvette de Sbaâ, jouant le rôle de dépression et de décantation, elle est dénommée la Sebcha de Sbaâ qui constitue notre zone d'étude, est localisée à 40km à l'entrée

nord de la ville d'Adrar, à environ de quelques mètres à l'Ouest de la Route National RN6, considérée comme une bande allongée suivant la direction SW-NE.

Sur le plan lithostratigraphique, on peut retrouver quatre séquences, qui se disposent de bas en haut comme suit :

Ss 4. Dans la bordure nord, elle est constituée par des argiles rouges et vertes avec des fragments des calcaires détritiques.

Ss 3. Elle est composée de croute calcaire blanche avec des sels.

Ss 2''. À la base ce sont du les argiles rougeâtres.

Ss 2'. Représentée par des argiles vertes.

Ss 2. Au sommet la séquence (Ss 2) est représentée par des argiles brunes épaisses de 50 cm.

Ss 1. Le levé est caractérisé par le calcaire et les argiles vertes avec quelque gravier et dragée de quartz.

L'étude granulométrique des sables de la Sebkha de Sbaâ, a permis de déterminer quatre classes granulométriques. Il s'agit des sables très fins, des sables fins, des sables moyens, des sables grossiers. La classe la plus dominante est le sable fin.

Sur le plan géophysiques, l'interprétation des résultats de la géophysique a permis de confirmer la diversité lithostratigraphique du Continental Intercalaire par :

-la nature détritique (répétition des séquences argiles-grés d'ordre métrique, caractérisant presque l'ensemble des formations.

- les passages latéraux des faciès.

Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques:

AKKOUCHE, M. (2007) - Application de la datation Par Traces De Fission à L'analyse de la thermicité de bassins à potentialités Pétrolières. Exemple de la Cuvette De Sbaâ Et Du Bassin De L'Ahnet-Nord (Plate-forme saharienne occidentale, Algérie). Thèse Doct., Univ. Bordeaux 1, 282 p.

ALLEGRE C. & CABY, R. (1972) - Chronologie absolue de l'Ahaggar occidental. C.R. Ac. Sci. Paris, 275, 2095-2098.

ANRH. (2010) - Fiches techniques des forages.

ANRH., DRISO-ADRAR (2007) - Direction régionale Sud- Ouest, ADRAR. Rapport interne, mars 2007.

BEGHOUL M.S. (1991)- Apport et contribution de l'analyse de diagraphies a la connaissance d'un bassin sédimentaires. Application au bassin du Timimoune (Algérie). Thèse Doct., Univ. Louis Pasteur. Strasbourg, 277 p.

BOUDJEMAA, A. (1987) - Evolution structurale du bassin pétrolier « triasique » du Sahara Nord-Oriental (Algérie). Thèse Doct., Université de Paris-Sud, 290 p.

BUSSON, G. (1970) - Le Mésozoïque saharien. Essai de synthèse des données de sondages Algéro-Tunisiens. C.N.R.S-CRZAS. Géol., 11, 788 p.

BUSSON, G. (1972) - Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du Mésozoïque saharien. Mém. du Mus. nat. d'hist. nat., nouvelle série, tome XXVI.

CLAUER, N., CABY, R., JEANNETTE, D., TROMPETTE, R. (1982) - Geochronology of sedimentary Precambrian rocks of the West african craton. Precambrian. Res., 18, 53-71.

CONRAD, J. (1984) - Les séries carbonifères du Sahara Central Algérien : stratigraphie, sédimentation, évolution structurale. Thèse Sci., Univ. Aix-Marseille St. Jérôme, 370 p.

DHW - Direction de l'Hydraulique de la Wilaya d'Adrar.

DRAOUI, A. (2013) - Faciès et évolution séquentielle du "Continental intercalaire" de la cuvette de Sbaâ (Sahara occidental, Algérie). *Mem. Magist.*, Univ.Oran. P.4-14.

DRID, M. (1989) - Sur quelques aspects de la diagenèse organique et minérale dans le bassin de Timimoun et le sillon de Sbaâ (Sahara Central Algérien). Thèse Doct., Univ. Bordeaux, 3, 239 p.

FABRE, J. (1976) - Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions voisines. Soc.Nat. Ed. Diff. Alger. 422 p.

FABRE, J. (2005) - Géologie du Sahara occidental et central. Musée royal de l'Afrique centrae-Belgique. Géoscience, pp. 1-572.

FLAMAND, G. B. M. (1911) - Recherches géologiques et géographiques sur le haut pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et territoires du Sud). Thèse. Sc. Lyon, Serv. Géol. Terr. Sud, Lyon, réédit., 1001 p..

GEVIN, P. (1960) - Etude et reconnaissances géologiques sur l'axe cristallin Yetti-Eglab et ses bordures sédimentaires. Publ. Serv. Carte. Géol. Algérie, Bull., 23, 328 p.

KHENNOUS, M. (1997) - Les bassins sédimentaires paléozoïques avoisinants la ride de l'Ougarta (Sahara algérien occidental) : Histoire de l'évolution sédimentaire et structurale en vue de la recherche pétrolière. Thèse Doct., Univ. Mainz, 201 p.

LAGGOUN-DEFARGE, F. (1987) - Etude de la diagenèse organique des séries paléozoïques du bassin de Sbaâ (Algérie). Approche géochimique et pétrologique. Thèse Doct., Univ. Orléans, 179 p.

LAPPARENT A.-F. (1947a) – Stratigraphie et l'âge du Continental intercalaire dans le Gourara, le Touat et le Tidikelt (Sahara algérien). C.R. Acad. Sci., 255, p.754-756.

LAPPARENT, A. F. (1960) – Les dinosauriens du Sahara central. Trav. I. R. S., Alger., 19, pp. 7-22.

LEGRAND, P. (1962) - Nouvelle connaissances acquises sur les limites des systèmes Silurien et Dévonien au Sahara septentrional. Sym. Silur. Dévon. Greuz, Bonn, 1960, pp. 151-159.

LEGRAND, P. (1985) – Lower Palaeozoic rocks of Algeria. In Hollard C.H. (éd.) Lower Palaeozoic of North-Western and West-Central Africa, John. Wiley & Sons, p. 5-89.

LÜNING S., CRAIG J., LOYDELL D.K., ŠTORCH P. & FITCHES, B. (2000) - Lower Silurian Hot shales', in North Africa and Arabia: regional distribution and depositional model. Earth Sci. Rev.,49, 121-200.

MAHBOUBI, M. (1983) – Etude géologique et paléontologique du Crétacé post-aptien et du Tertiaire de la bordure méridionale du Djebel Amour (Atlas saharien central, Algérie). Thèse Doc. 3 cycles, Université d' Oran, 116 p.

MENCHIKOFF, N. (1930) – Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental. Rev. Géog. phys. Géol. dyn., VII, 139 p.

MENCHIKOFF, N. (1957) - Les grandes lignes de la géologie Saharienne. Rev. Géog. phys. Géol. dyn., p. 37-45, 1 fig.

MEYENDORF, A. (1928) - Note sur le Gourara (Sahara occidental). Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., 11, 2, 150-155.

NEDJARI, A., AIT OUALI, R. & MESSAMRI, K. (2006) - Extinctions massives du Crétacé inférieur saharien et leur relation avec les évènements anoxiques océaniques. 12^{ème} Sém. Nat. Sci. Terre, Oran, pp. 21-22.

ONM – Office national de météorologie de la wilaya d' Adrar.

OSS (2003a) - Système Aquifère du Sahara Septentrional. Volume 2 : Hydrogéologie. Projet SASS. Rapport interne. Coupes. Planches. Annexes. Tunis, Tunisie. 275p.

OSS, (2003b) - Système Aquifère du Sahara Septentrional. Volume 4 : Modèle Mathématique. Projet SASS, Rapport interne-Annexes. Tunis, 229 p.

SONATRACH, ET SCHLUMBERGER (2007) - Well Evaluation Conference Algérie 2007. Éd. Schlumberger, pp. 63-68.

WENDT, J. (1985) - Desintegration of the continental margin of Northwestern Gondwana: Late Devonian of the eastern Anti-Atlas (Morocco). - Geology, 13, p. 815-818.

Liste des figures

Fig. 01: Situation géographique de la cuvette de Sbaâ.....	02
Fig.02 : Carte géologique de la région d'étude (extrait de la carte géologique du bassin mésozoïque du Sahara algéro-tunisien.....	04
Fig. 03: Colonne lithostratigraphique de la cuvette de Sbaâ.....	06
Fig. 4 : Coupe géologique de la cuvette de Sbaâ.....	08
Fig.05 : Carte de situation de la zone d'étude.....	12
Fig.06 : Variation mensuelle-annuelle des températures.....	14
Fig. 07 : Rose des vents.....	14
Fig.08 : Variation du vent moyenne mensuelle.....	15
Fig.09: Carte en isohyètes moyennes annuelles (mm) au Sahara algérien période.....	16
Fig.10 : Variation de Précipitation moyenne mensuelle.....	17
Fig.11 : Humidité moyenne mensuelle de l'air.....	18
Fig.12 : Image satellite représentant les forages étudiés (cuvette de Sbaâ).....	20
Fig.13 : Situation géographique des forages étudiés du secteur de Sbaâ.....	20
Fig.14: Coupe lithologique du forage dans la région de Sbaâ 25.....	22
Fig.15: Coupe lithologique du forage dans la région de Sbaâ 24.....	24
Fig.16: Coupe lithologique de forage dans la région de Sbaâ 27.....	26
Fig.17: Corrélation entre les forages (Sbaâ 25, Sbaâ 24, et Sbaâ 27).....	28
Fig.18 : Sebkhia fluvio-lacustre.....	31
Fig.19 : Sebkhia inter-dunaire.....	32

Fig. 20 : Profil transversal dans une Sebkhha marine.....	32
Fig.21 : Photo satellitaire et montrant la localisation géographique de la sebkhha de Sbaâ.....	33
Fig. 22 : Coupe géologique de la sebkhha de Sbaâ.....	34
Fig.23 : Les courbes des valeurs moyennes caractéristiques des sables de la Sebkhha de ...Sbaâ.....	35
Fig. 24 : Proportion des classes granulométriques des sables de la Sebkhha de Sbaâ.....	36

List des tableaux

Tableau 01 : Les températures mensuelles.....	13
Tableau.02: Les moyennes des fréquences des vents selon les huit directions.....	14
Tableau.03 : La vitesse moyenne du vent.....	15
Tableau.04: Pluviométrie mensuelle moyenne.....	16
Tableau. 05 : L'humidité moyenne de l'air.....	18
Tableau. 06 : Les coordonnées géographiques des puits.....	19
Tableaux. 07 : Granulométrie des sables de la Sebka de Sbaâ.....	35
Tableau. 08 : Etalonnage à l'aide du forage Sbaâ 1.....	37
Tableau. 09: Etalonnage a l'aide du forage Sbaâ 31.....	38